

平成9年度環境庁委託
持続可能な開発支援基盤整備事業

水環境保全技術研修マニュアル

総論

平成10年3月

社団法人 海外環境協力センター

序

開発途上国の環境保全に対する支援の強化は、我が国の方針として内外に表明されており、これを「顔の見える援助」として実現するためには、我が国の人材を開発途上国に派遣して我が国及び開発途上国双方の専門家が共同して問題解決にあたる技術協力が重要な役割を果たすと期待されている。

開発途上国の環境問題の特徴としては、我が国が高度成長期に経験したような深刻な公害の発生に加え地球規模の環境悪化とが同時に起こっていること、また、それにもかかわらず、十分な環境配慮が行われなまま、経済開発を求める圧力はより増大しているということである。

このような状況の開発途上国へ我が国の専門家が派遣される場合、専門家本人の専門分野に限らない幅広い環境保全について尋ねられることが多々ある。これらの専門家を支援するために、こうした広範な内容を含む資料集の整備が求められていた。

本テキスト（「水環境保全技術移転テキスト」）は、こうした背景を受けて、開発途上国からの技術移転の要望が多く、深刻な問題となっている水質保全分野について、広範な保全技術をまとめたものである。本テキストが、開発途上国における我が国による環境分野の技術移転の現場はもとより、国際環境協力専門家を養成するための研修等においてご活用いただければ幸甚である。

このテキスト執筆は、社団法人水環境学会にお願いし、作業については、同学会員より構成された「国際協力における技術移転調査協力（水質保全分野）委員会」の委員各位からの助言を頂きながら行った。また、校正・編集については岡田光正広島大学教授及び滋賀県琵琶湖研究所大久保卓也主任研究員にお忙しい中、多大なご協力を頂いた。これらの各位に対して厚くお礼申し上げます。

平成10年3月

社団法人海外環境協力センター
理事長 渡 辺 修

平成8年度 国際協力における技術移転調査協力（水質保全分野）
報告書

－ 目次 －

委員会名簿

< 総論 >

第1章	水質汚濁の近代史	1
第2章	水質汚濁に係る包括的対策	7
第3章	水質汚濁防止法	29
第4章	水質環境基準（健康項目）	33
第5章	水質環境基準（生活環境項目）	47
第6章	水質環境基準（湖沼の窒素、りん）	69
第7章	水質環境基準（海域の窒素、りん）	81
第8章	水質環境基準（地下水）	95
第9章	排水規制および水質保全対策とその成果	99
第10章	湖沼水質保全特別措置法とその成果	118
第11章	水質総量規制制度とその成果	133
第12章	瀬戸内海対策	151
第13章	地下水汚染対策	169
第14章	水道水源対策	180
第15章	水質モニタリング	191

< 各論 >

第16章	水俣湾	205
第17章	洞海湾	225
第18章	琵琶湖	245
第19章	霞ヶ浦	271
第20章	東京湾	293
第21章	隅田川	308
第22章	長野県	322

平成8年度 国際協力における技術移転調査協力（水質保全分野）

委員会名簿

1) 監修委員会

座長	須藤 隆一	東北大学大学院工学研究科 教授
	坂本 充	滋賀県立大学環境科学部 教授
	中西 弘	大阪工業大学工学部土木工学科 教授
	眞柄 泰基	北海道大学大学院工学研究科 教授

2) 執筆委員会

委員長	岡田 光正	広島大学工学部 教授 (6、7、11章)
	赤木 洋勝	国立水俣病研究センター国際・総合研究部 部長 (16章)
	青柳 光昭	長野県生活環境部公害課 課長補佐 (22章)
	大久保卓也	滋賀県琵琶湖研究所 主任研究員 (10、18章)
	風間 真理	東京都環境保全局水質保全部 主任 (21章)
	国包 章一	国立公衆衛生院水道工学部 部長 (14章)
	清木 徹	広島県保健環境センター 主任研究員 (12章)
	西村 哲治	国立衛生試験所環境衛生化学部 室長 (4章)
	二宮 勝幸	横浜市環境科学研究所 研究員 (20章)
	平田 健正	和歌山大学システム工学部 教授 (8、13章)
	藤江 幸一	豊橋技術科学大学エコロジー工学系 教授 (3、9章)
	古米 弘明	東京大学大学院工学系研究科 助教授 (5章)
	山田真知子	北九州市環境科学研究所アクア研究センター 主査 (15、17章)
	山本 哲也	茨城県生活環境部環境対策課 課長補佐 (19章)
	関 荘一郎	環境庁水質保全局水質管理課 課長補佐 (1、2、15章)
	木村 祐二	環境庁水質保全局水質規制課 課長補佐 (1、2、15章)
	富坂 隆史	環境庁水質保全局水質管理課 係長 (1、2、15章)
	行木 美弥	環境庁水質保全局水質管理課 技官 (1、2、15章)

第1章 水質汚濁の近代史

1. 殖産興業期及び戦時中の公害問題

我が国における公害問題は、鎖国を解き、欧米列強に伍していくため、殖産興業を国の大方針とした明治時代に既に発生していた。

例えば明治20年（1887年）頃、廃水による漁業の被害、工業用の乱伐による洪水の頻発等が問題となった足尾銅山の鉍毒事件は、現代に至るまで公害に対する住民の抵抗史の原点として記憶されている。被害を受けた流域住民は、県に陳情するとともに国会に質問書を提出する等の行動を起こし、明治24年（1891年）には足尾銅山の鉍毒事件について国会で討議がなされた。しかし、これらに対し企業は何ら実質的な公害防止の措置を講ずることはなかった。このような鉍毒問題は明治20年代後半に発生し、都市を離れた地域で、農業や漁業と振興の近代的工業との衝突という形で問題が顕在化し、産業間の調整の問題として、政府においても主として工業法の体系の中で対策が講じられていくこととなった。

明治44年（1911年）には、「工場法」が制定されたが、同法は主に労働保護に重点をおいた法であり、公害規制の面は弱かった。

また、上下水道が布設される前は、飲料水、污水处理に十分な衛生的配慮がなされず、市街地のし尿等の汚水が井戸水や河川を汚染し、その水を飲用等日常用水にも使用したことから、伝染病が蔓延し、多数の病人・死者がでた。

第一次世界大戦後、産業の重化学工業化が進展するに伴い、工場から排出される汚水等による被害を訴える住民が多くなってきた。上流の排水により農業被害が生じた岐阜県荒田川の汚排水問題は、その一事例である。ただし、これらの場合も主として物的な被害に対する損害賠償を要求するものであった。

大戦中においては昭和13年（1938年）の「国家総動員法」の制定などにより、戦争の遂行が最優先事項となり、環境保全の動きは存在の余地を失っていった。戦争により日本の国土は荒廃し、戦後経済復興を目指すなか水等の環境資源の重要性を鑑みて国の諸施策が展開されるようになるまでには多くの時間を要した。

2 高度経済成長と水質汚濁

2.1 社会・経済的状況の変化

昭和25年（1950年）6月に勃発した朝鮮戦争による米軍特需で鉍工業生産は戦前水準を回復し、昭和30年（1955年）からは神武景気の下で、日本経済は未曾有の成長過程にはいることとなった（実質経済成長率は昭和30年代前半平均8.8%、同後半が9.3%、昭和40年代前半が12.4%と尻上がりに上昇した。）。日本は官民あげて、日本経済を高度成長軌道に乗せることに努め、戦後復興から経済の自立化へと全力で邁進した。この経済成長過程を通じ、産業活動が環境に及ぼす影響は質・量とも大きく邁進した。

昭和30年（1955年）からの経済成長過程は、積極的な公共投資の他、民間設備投資や輸出の拡大に主導され重化学工業化が進むプロセスであり、潜在的な成長力を最大限に発揮させようとするものであった。例えば設備投資の優遇、輸出奨励金融制度に加え、低金利政策を通じ民間設備投資は促進された。表1-1に示したように、昭和30年（1955年）に工業生産額に占める重化学工業の比率は47.6%、輸出に占める割合は37.8%であったが、昭和45年（1970年）にはそれぞれ59.9%、72.4%に増加した。

重化学工業は一般に生産額あたりの潜在的な汚染物質の排出量が多い、いわゆる「公害型産業」である。さらに、輸出に回される製品が日本で加工されることから最終消費に見合う量以上の汚染物質がこれら製品の製造に伴い排出されることとなる。これらが諸外国に比して日本で激甚な産業公害が生じた一つの要因となった。

表1-1 工業化の推移

(単位 %))

年	1955	60	65	70
工業の重化学工業化率				
アメリカ	52.8	51.2	54.7	57.8
西ドイツ	57.5	58.6	58.1	59.4
イギリス	55.6	58.3	57.5	57.0
日本	47.6	58.6	55.5	59.9
(63年価格ベース)	(35.6)	(49.3)	(52.3)	(60.7)
輸出の重化学工業化率				
アメリカ	51.2	51.8	54.6	62.1
西ドイツ	66.7	75.5	75.1	74.5
イギリス	57.7	66.6	65.2	65.5
日本	37.8	44.0	62.0	72.4
工業化率				
アメリカ	30.1	28.4	28.7	26.2
西ドイツ	40.8	41.2	41.0	40.7
イギリス	36.7	36.3	35.0	34.5
日本	27.8	34.2	32.6	36.0

- 備考 1. 産業の重化学工業化率は付加価値ベースである。
 2. 西ドイツだけは1962年を基準とする実質付加価値ベースである。
 3. 工業化率はGNPに占める製造業のウェイトによる。

資料 UN The Growth of World Industry, Statistisches Jahrbuch, OECD National Accounts, OECD (B)(C) 統計, Survey of Current Business

2. 1. 1 産業配置等国土利用の変化

昭和49年度(1974年)の経済白書に「公共財の一種と考えられる土地、水について、輸出品生産のための使用量と、国内生産の代わりに輸入を代替することによる節約量を比較してみると、我が国は輸出による使用量の方が大きいのに対し、他の国ではおおむね輸入による節約量が上回っている。……我が国の場合、……資源加工型産業の輸出が多いため、土地、水の使用量が、貿易によって、国内需要をまかなう水準よりも増加している。」と述べられるように、我が国の産業構造は、諸外国に比較してより多くの土地、空間等の環境資源を消費するものであった。工業用地の確保は高度経済成長を続けるに当たっての重要事項であった。

このような事情を背景に高度成長の初期において臨海地帯に大規模なコンビナートを作り出す動きがあった。結果として、京浜、京葉、中京、阪神、北九州及び山陽といった従来の工業地帯やその周辺部における工場立地が大勢を占め、これらの工業地帯からなる東海道ベルト地帯の製造業等出荷額は昭和25年(1950年)に全国の65%であったが、昭和45年(1970年)には72%と増加した。

これらにより産業公害は一層激化した。元々、我が国の可住地面積は諸外国に比較して狭く、その狭い土地空間に展開される人間活動は非常に高密度であった。既に多様な土地利用が行われていたところに新たに大規模な工場が付加され、工場に隣接して住宅が並ぶ等都市計画上の不備も重なり、臨海工業地帯での公害は急速に悪化していくこととなった。

2. 1. 2 大量消費の生活様式の定着

高度経済成長は一面から見れば生産力の飛躍的な拡大であるとともに、他面から見れば消費生活の飛躍的な拡大を意味した。日本の高い経済成長率は、民間設備投資や輸出の増加に負うところが多く、個人消費支出の経済成長率への寄与は高度経済成長過程を通じて低下したが、それでも個人支出は国民総支出の最も重要な項目であり、国民の消費生活の拡大は経済成長の原因とも結果ともなったのである。

この前後の状況を概観してみると、昭和20年代前半には食糧増産により飢餓状況から脱し、昭和20年代後半には衣料品の消費が高まり、経済の自立化が進み、昭和30年代前半には消費水準は戦前並に回復した。昭和30年代の半ば以降にはテレビ等耐久消費財の急速な普及が見られ、昭和40年代には海外旅行等も大衆化し、レジャー消費も拡大し消費生活は量的に拡大するとともに多様化した。

消費生活の充実に伴って、家計の消費活動が環境に与える影響も質量ともに変化した。家庭等民生部門のエネルギー消費は、総エネルギー需要の伸びに見合って、昭和35年度（1960年）から昭和45年度（1970年）までに3.4倍に増加した。これは家庭の電化を反映したものである。

消費生活の拡大を支える生産の増大は、この間も環境破壊を伴いつつ行われていたが、その認識は必ずしも一般的なものではなかった。工場の排水・排煙等は公害というより、ややもすると地域の産業の活力を表すものと受け取られがちであった。

2. 1. 3 生活関連社会資本整備の立ち遅れ

政府の財源を分け合う形で産業基盤社会資本整備と競合する生活環境関連投資もこの期間積極的に拡大された。下水道、廃棄物処理施設、公園等の生活環境施設の整備のための公共事業費の伸び率は、昭和31年度（1956年）から昭和35年度（1960年）にかけては平均33.7%、昭和36年度（1961年）から昭和40年度（1965年）では35.8%、昭和41年度（1966年）から昭和45年度（1970年）にかけては22.3%であり、産業関連資本整備のための事業費の伸び率よりも上回った。

しかし、生活環境施設の整備のための事業費は公共事業費全体に占める割合で見れば、高度成長期の末期の昭和45年度（1970年）でも5.3%と小さく、道路整備費と比較してそのおよそ8分の1に過ぎなかった。

生活環境施設整備は積極的に行われたものの、例えば昭和40年（1965年）時点の下水道普及率が14%であったように必ずしも満足のいくものではなかった。その原因の一つは施設の建設コストが上昇したことであるが、主な原因は用地費の上昇であり、特に人口等の集中した3大都市圏で著しかった。公害防止の観点からは、より必要性の高い地域において生活環境施設の整備、充実が困難であった。

高度経済成長期を通じて、生活環境関連の政府投資は増加したが、産業関連の支出のウエイトに比して相対的な立ち遅れは解消されなかった。

2. 2 水質汚濁の進行

2. 2. 1 悪化する水質

産業等人間活動の発展に伴い、水質汚濁は急速に進行した。例えば隅田川は昭和20年代までは水も澄み、魚も多く、人々の憩いの場であるとともに漁業者の生活の糧であったが、昭和30年（1955年）頃から魚が住めなくなり、悪臭を発するとぶ川となった。明治21年（1888年）以来製紙工場が立地していた富士市では、既に昭和の初めに駿河湾の汚濁が問題となっていたといわれるが、昭和36年（1961年）の静岡県調査では、田子の浦を中心とする14平方キロの海域がヘドロで汚濁されていると報告されたほど、汚濁の進行を見ていた（図1-1）。

当時は次に述べるように、工場、事業場等から排出される排水を主たる原因として水質汚濁が進行していった。

図1-1 富士市、田子の浦の水質汚濁



2. 2. 2 被害の状況

健康被害

水俣においては、明治41年（1908年）チッソ株式会社の前身である日本カーバイト商会在水俣工場を建設して以来、カーバイトの残渣を含む排水が海域に排出されはじめ、水質汚濁が進行し、昭和20年代後半には水俣湾の魚が海面に浮き出し、陸上の猫や豚まで狂死しはじめるに至った。昭和31年（1956年）に熊本県水俣保健所に脳症状を主とする原因不明の患者の入院が報告され、水俣病が公式に発見された。水俣病は、工場排水によって汚染された海域に生息する魚介類を食用に供する事によって魚介類に蓄積された有機水銀が人の体内に取り込まれ、その結果起こる神経系の疾患であり、その被害が悲惨なことで世界的に知られている。また、病の原因が明らかになるまで長期間が費やされたことや、伝染病ではないかと疑われたことによる患者の差別、小規模な沿岸漁業を営んできた漁師が水俣病にかかるとその家族はたちまち生活に困窮したこと等、水俣病は患者を肉体的に苦しめただけでなく、患者及びその家族を精神的、経済的に苦しめ、大きな社会問題となった。さらに、企業が生産活動を行うにあたり十分な環境保全上の配慮をしなかったために、昭和40年（1965年）頃には、阿賀野川流域においても水俣病が発生した。

一方、富山県の神通川においては、大正時代からカドミウム、鉛、亜鉛等の金属類が神通川の水とともに水田中に流れ込み農業被害が発生していたが、やがてこの地方に奇病の患者が現れ始めた。この病気は痛みが激しく重症者では自分でうっかり身体を動かしても身体各所の骨が折れ、耐えがたい痛みのため悲鳴をあげていたことからイタイイタイ病と呼ばれていた。イタイイタイ病は昭和30年（1955年）に医学会に報告があったことが契機となって研究が行われるようになり、昭和43年（1968年）、上流の金属鉱業会社の排水に含まれていたカドミウムが原因と公式に発表された。

漁業被害等

健康被害の他にも水質汚濁が進行したことにより、各地で紛争や苦情が多くなった。

例えば昭和33年（1958年）には製紙江戸川工場がセミ・ケミカル・パルプの排水を無処理のまま江戸川に放流したため、下流で養殖していた貝類等に多大な損害を与えた。このため漁民約700名が工場に乱入して工場警備のため出勤していた警官隊と衝突し、双方併せて60余名の重軽傷者を出すという事件が起こった。

また、大阪の淀川など大都市や工業地帯の河川は、昭和35年頃（1960年）から汚濁が一段と進行し、鮎などが大量に死んで浮き上がり、上水道の取水停止騒ぎが相次いで起こった。

昭和35年（1960年）には、伊勢湾で異臭魚問題が生じ、漁民同盟が30億円を漁業振興費の名目で要求する騒ぎとなった。このほか昭和37年（1962年）には多摩川にあるメッキ工場から、シアン化合物が大量に放出されるということもあった。

2. 3 当時の対応

2. 3. 1 住民運動

従来の公害問題は、特定の地域において特定の発生源からの有害物質が農漁業に被害を生じたものが多く、その解決は基本的には「被害農漁民対企業」の紛争という図式の中でとらえられるものであった。

しかしながら、経済の高度成長の過程における環境問題の多発は、一般市民を含めた広い関心をあつめ、公的部門の介入なくしては、平穏な産業活動が行われ得ないという状況を生みだし、次第に公害規制の措置が講じられていくことになる。例えば、上記昭和 33 年（1958 年）の製紙工場排水による漁業被害を巡る漁民と工場との乱闘事件を契機に、「公共用水域の水質の保全に関する法律」及び「工場排水等の規制に関する法律」が制定され、十分な効果は得られなかったものの、水質汚濁に関する法整備が行われることとなった。

また、我が国の公害の原点ともいべき水俣病については、漁業被害のみならず、健康被害に関する補償等を求め、根強い運動が繰り広げられた。

このような背景のもとで政府において公害問題への積極的対応が見られるようになり、やがて公害対策基本法の検討が精力的に行われるのである。

2. 3. 2 地方公共団体の取組み

高度経済成長への志向は、地方公共団体においても同様であり、地方公共団体は、企業誘致条例を制定したり、新産業都市や工業整備特別地域の指定を受けるため陳情合戦を繰り広げた。

しかし、企業誘致のための地方公共団体の先行投資は地方財政を圧迫するなど、必ずしも期待どおりの効果を生じないうちに、環境問題の発生に伴い、地方公共団体は住民の批判、運動の矢面に立たされることとなった。

環境問題は、地域の地形・気候等の自然的条件や、産業の発展の程度等の社会的条件により、異なる態様を持った地域的問題として現れた。地方公共団体は、このような地域的な、しかし、その地域の住民にとっては深刻な課題をまず最初に受け止めることとなり、国における施策の実施に先立ち、自らの力でその解決にあたらなければならなかった。

このような背景から昭和 24 年（1949 年）頃から地方公共団体において公害防止条例が制定されるようになった。しかし、多くの条例は水質汚濁等の恐れのある工場の設置等の許可手続きを定めるのみで、定量的な基準によって排出規制を行うものではなかった。そのため、地方公共団体が公害行政の先鞭を付けたことは注目すべきことであるが、実質的な防止効果は十分発揮できず、環境汚染の進行を許すこととなった。一方この間、国は未だ有効な対策を打ち出すには至らなかった。

地方公共団体は、公害防止条例の制定以外にも創意工夫をこらして公害対策を進めた。昭和 39 年（1964 年）横浜市が磯子区の臨海工業用埋め立て地の分譲に際し、進出企業との間で公害防止協定を締結したのもその一つである。以後、公害防止協定は、法律、条例による規制を補完する公害対策上の重要な措置として我が国に定着していくこととなる。

以上のように、各地域の自然的社会的特性を背景として様々な形で発生した公害問題に対し、各地方公共団体は、それぞれの地域住民の切実な要求を踏まえ緊急に対応せざるを得ない立場に立ち、国の施策を待たずに施策を進めてきた面が大きい。その過程では、法律と条例の関係等を巡り、論議を生じさせた施策もあったが、一般的には、地方公共団体の公害防止に関する施策の進展が国の公害防止施策を推進し、定着せしめることにつながったといえる。

2. 3. 3 国の取組み

国においては、昭和 28 年（1953 年）に関係各省間に「水質汚濁に関する連絡協議会」が開催され公害防止施策の法制化への準備が始められた。同協議会は経済企画庁に引き継がれ、昭和 33 年（1958 年）に水質汚濁防止対策要綱が閣議了解されるに至った。この要綱に基づき、同年に「公共

用水域の水質保全に関する法律」とその規制実施法である「工場排水等の規制に関する法律」が制定された。これらの法律は、国が特に指定した公共用水域について水質基準を定め、工場に対しこれを遵守させるために必要な規制を加えることを内容とするものである。

しかしながら、実際に指定された水域は少なく、また、同法は国民の健康の保護と生活環境の保全とともに、産業相互の協和を目的としており、公害規制の観点が十分に貫かれたものとは言い難いものであった。

昭和40年（1965年）の国会においてようやく衆参両院に産業公害特別委員会が設置され、国会ではじめて公害問題が論議される場が確保された。社会党及び民社党は同国会にそれぞれの立案になる公害対策基本法案を提出した。

昭和30年代を通しての国の公害行政手法の進歩としては、環境中の汚染物質濃度を設定する手法を考案したことがあげられる。これは、今日の環境基準の考え方につながるものである。しかし、この時代における国の公害対策への取組全般を振り返ってみると新しい分野ではありがちな立法技術上の難点があったり、対策の立案が様々な困難に出会い、年率10%近い経済の成長により加速度的に激化しつつあった公害問題に対しては、結果として有効な対策となり得なかったことが指摘できよう。

また、従来公害問題は民法上の問題として取り扱われていたので、汚染の原因者が事前の十分な注意義務を怠れば、公害規制法が十分でない状況のもとでは、直ちに被害の発生に結びつく可能性があった。これが各地で見られた悲惨な健康被害や激甚な環境破壊につながったのである。

2. 3. 4 企業の取組み

昭和30年代から昭和40年代前半を通じて、企業の公害対策への取組は、決して積極的とはいえなものであった。全国的に見ても、民間公害防止投資は少額であり、昭和40年（1965年）当時では、わずか297億円（民間設備投資全体の3%）にとどまっていた。また、昭和30年代の公害関連法案はもちろん、次章で述べる昭和42年（1967年）の「公害対策基本法」、昭和45年（1970年）の「人の健康に係る公害犯罪の処罰に関する法律」や昭和47年（1972年）の無過失損害賠償責任規定の導入に対しても、産業界は反対の立場をとっていた。

なお、民間の公害防止投資は、昭和40年（1965年）当時には極端な低水準にあったがその後急速に増加した。特に昭和41年（1966年）度から昭和46年（1971年）度にかけては、公害防止投資額が対前年度で最高69%（最低でも34%）の伸び率を見せるなど、公害防止投資の急成長期となった。このような公害防止投資額の増大に伴い、民間設備投資全体に占める公害防止投資の割合は、昭和45年（1970年）度には約5%、昭和47年（1972年）度には約6%に上昇し、工業諸国に通常見られる比率に追いつくところとなった。公害防止投資はその後、第一次石油危機後の昭和50年度に、投資額で9,300億円、全民間設備投資に占める割合は17%となった。

第2章 水質汚濁に係る包括的対策

1. 根本的な対策の開始

昭和30年代には、国における公害対策としては、水質汚濁等について、公共用水域の水質の保全に関する法律等により、個々の発生源を規制する個別規制による対処がなされてきた。しかしながら、これらの措置の実施によっても公害問題は解決されず、汚染物質によっては汚染状況の悪化を見るなど、その対策は、国民の期待に応えるにはほど遠い状態であった。

激甚な公害健康被害である水俣病、イタイイタイ病などは患者が訴訟という手段に訴えたため、ますます広く知れ渡ることとなった。特にその悲惨さにおいて、我が国のみならず世界的にも知られることとなった水俣病が、水俣湾周辺のみならず、阿賀野川流域においても発生したことにより、類似の工場周辺ではどこでも同じ病気が発生する可能性があるとの不安感が高まっていった。このため全国的な規模での水銀による環境汚染調査が行われ、また、イタイイタイ病の原因物質とみなされたカドミウムについても調査が行われた。これらの調査により全国各地での汚染実態が明らかとなった。

水質の汚濁も更に進み、大都市圏を流れる河川においては悪臭の発生限界であるBOD10ppmを遥かに超える河川が多かった。また、昭和44年(1969年)に木曾川でアユが大量に死ぬなど、シアンなどによる魚の大量へい死がみられ、また異臭魚、奇形魚問題が顕在化した。海洋においても、東京湾、瀬戸内海等において赤潮が発生し水産物の被害が生じた。また田子の浦港、洞海湾等では水質の汚濁が著しくなるとともに、水底に有害物質や大量の有機物を含む大量のヘドロが堆積していることが大きな社会問題となった。海や川の魚介類の汚染は、魚介類を介して発生して水俣病の存在と相まって、国民に言いしれぬ不安を与えることとなった。

このような背景のもと、特に公害防止対策は、多様な手法を統一した理念に基づいて組み合わせた総合的な取り組みがなされなければならないこと、応急的臨時的対策ではなく予防的計画的取組でなければならないことが痛感されるようになった。また、公害の対象範囲、公害発生源者の責任、国、地方公共団体の責務の明確化など、施策推進の前提となる基本原則を明らかにすべきであるとの声も高まってきた。そしてこのような声は次第に公害対策基本法制定の要望に結実していったのである。

1. 1 公害対策基本法の制定

昭和38年(1963年)頃から複数の省庁において、公害関係の事務が増加するに伴い、公害担当組織が拡充されていった。これら各省によって多元的に分立して行われることになった公害行政を調整するため、昭和39年(1964年)3月閣議決定により総理府に公害対策推進連絡会議が設けられることになった。同会議は公害対策に関し関係行政機関相互間の事務の緊密な連絡をはかりもって総合的かつ効率的な対策を推進することを目的とするものであった。この会議はやがて公害対策基本法律案の検討の場となっていった。

また、公害の防止に関する基本法の制定が次第に強く要請されている中で、昭和40年(1965年)9月厚生省は、公害問題についての各界の知見を集めるため、厚生大臣の諮問機関として公害審議会を設置した。当審議会は1年後おおむね次のような内容の答申を決定した。

- ① 公害対策は環境基準を基礎として総合的な方法による裏付けられなければならないこと。
- ② 今後は、公害防止計画等土地利用そのものに着目した地域的予防的施策を基調とし、公害行政の総合化が図られなければならないこと。
- ③ 公害問題の処理に当たっては、原因者の責任の明確化と同時に公共投資の立ち後れについての国及び地方公共団体の責務は重大であること。
- ④ 環境基準は、公害から国民の健康や生活環境その他の利益を保護するために、環境上守られるべき条件を公害の種類ごとに守られるべき条件を公害の種類ごとに定めたものとし、行政の目標となる基準であって規制基準ではないこと並びに当面は大気汚染、水質汚濁及び騒音について環境基準を設定すべきであること。

- ⑤ 関係各省庁における公害行政の総合調整と公害防止に関する基本的な施策の策定等の事務を所掌する行政機構を設置すること。
- ⑥ 公害基本法を制定し、公害対策の共通対策の共通原則とすべき事項や基本的施策について規定すること。

公害審議会の答申を受け、政府は、公害対策推進連絡会議において、公害基本法の制定作業を急ぐことになった。答申の精神を受け、公害対策基本法は昭和 42 年（1967 年）に制定された。

1. 2 公害国会

「公害対策基本法」制定以降も公害はますます深刻化し、その中で行政の体系的な対応が必要となればなるほど、各省庁間の意見の相違やそれによる対策の遅延あるいは不徹底が際だつこととなり、国民の不安や不満を一層深め次第に社会的危機が熟成されていった。

環境汚染の脅威に対して住民運動は次第に組織的な運動となり更に全国的なつながりを持つようになっていった。個々の住民から地方公共団体に寄せられた公害に関する苦情陳情の件数は昭和 41 年（1966 年）には約 2 万件あったのが、昭和 45 年（1970 年）には約 6 万 3 千件へと増加した（図 2-1）。

このような状況を背景に昭和 45 年（1970 年）閣議決定により公害対策を時宜事に則し適切かつ一体的に処理するため、公害対策本部が内閣に設けられることとなった。公害対策本部の設置によって国の公害行政の統括的な責任の所在が明らかになるとともに、山積した課題に対処するための政策立案中枢がようやく生まれることとなった。

昭和 45 年（1970 年）に開かれた第 64 回国会は、その召集の主目的を従来の法制では対処し得ないような公害の状況の中で公害関係法制の抜本的整備を図ることとし、公害問題に関する集中的な討議が行われたことから「公害国会」と呼ばれた。同国会において公害対策基本法改正案を含む、極めて広範かつ、画期的な公害関係 14 法案が提出され可決成立した。

同国会における公害関係法の整備の主な内容は次のとおりである。

- ① 公害の防止に対する国の基本的な姿勢の明確化
経済の健全な発展と公害対策の調和について言及したいいわゆる「調和条項」を公害対策基本法をはじめとする公害対策関係法から削除し、国民の公害対策より経済優先ではないかという疑念を払拭した。
- ② 規制の強化
例えば水質汚濁については、既に汚染された地域に限って規制を行うという従来の規制地域性を改め、全国規制とするとともに、規制対象物質、項目の範囲の拡大等が行われた。
- ③ 事業者責任の明確化
公害の原因となるような事業活動については厳しい規制措置が実施されることとなったほか、「公害防止事業費事業者負担法」の制定により、公害防止事業についての事業者の費用負担業務が具体化されることとなった。
- ④ 地方公共団体の権限強化
特に「水質汚濁防止法」では公害が地域的問題であり、地域の実情に即した解決が求められるという特性に鑑み、国が全国一律の規制基準を設定するほか、地方公共団体にいわゆる上乗せ規制の権限があることを明定し、また基準達成のための強制権限をほぼ全面的に都道府県知事に委譲した。

こうして公害関係法則は抜本的に強化、充実され、今日の公害規制の骨格が形成された。政府には、この大改革を受け、各法を早急に施行し、その運用を実効あるものとするにより一刻も早く深刻な公害の状況に対処するという任務が課されることになった。

1. 3 公害対策本部から環境庁設置へ

公害対策本部は、短期間の内に当時危機的な状況にあった公害についてその対策の基本的枠組みをまとめることに一定の成果を上げた。

しかし、公害対策本部は、その設置が閣議決定によるとはいえあくまでも臨時的な機関であり、公害規制の実施権限も各省庁に分散したままであったことから、公害対策を強力に推進していくためには、公害規制の実施権限も持った常設の行政機関を設置する必要があると認識されていた。

また、公害国会においても、公害規制の一元化と政策立案中枢としての組織の必要性について論議が行われたところであり、公害関係 14 法の制定・改正作業を通じ、公害、さらには環境問題の重要性についての理解が形成されていった。

このような背景のもとに環境庁は昭和 46 年（1971 年）7 月、環境の保全に関する行政を総合的に推進すべき任務に沿って、公害の防止に関し根幹となる事務についてはその実施までを含む一切の機能を一元化して所掌し、公害の防止等環境の保全に関する基本的施策を企画立案する機能を有し、かつ自らが所掌する実施事務を含む各省庁所管の関連業務について強力な総合調整権を有する企画官庁として発足された。

1. 4 国立公害研究所等の発足

環境問題の発生の原因、防止技術の開発等の調査、研究は環境行政の基礎をなすものであり、国が中心となって推進していくことが不可欠である。環境庁発足以前においては環境科学に関する国の試験研究は、関係省庁の付属試験研究機関が中心となり実施し、各省庁にまたがる内容の研究等については科学技術庁の特別研究調整費により行われてきた。しかし、環境問題を専門とする研究機関がなかったこと、環境問題は関連する分野が広範にわたり、かつ各分野が関わり合っていること等から、満足すべき成果を上げているとはいえない状態にあった。とりわけ、公害による人の健康等への影響に関する研究や各種汚染物質の測定技術研究は著しく立ち遅れている状況にあった。

これらの点は、昭和 45 年（1970 年）の公害国会でも強く指摘され、各省で実施されている環境科学に関する試験研究を連携させ、総合的に進めるための体制を整備するとともに、公害問題に関する総合的な研究を行う機関を設置する必要性が強く認識され政府及び与野党の一致した考えとなっていた。このような認識のもとに、環境庁設置に際し、関係行政機関の試験研究機関の公害等の研究を全体的に把握し、その総合的推進を図るため、環境庁において、関係試験研究機関の公害の防止に関する経費の配分計画に関する事務（環境庁が予算を一括して計上し、予算成立後各省庁に配分し移し替える。）を行うこととされるとともに、公害問題に関する総合的な研究機関として昭和 49 年（1974 年）3 月に国立公害研究所が設置されることとなった。また、環境行政の推進にあたっては、環境庁、地方公共団体の行政及び研究職員の資質向上が不可欠であることから、これらの職員等の養成、訓練を行うため環境庁の設置に際し公害研修所が設置された。

2. 公害対策基本法と環境基準制度の導入

公害対策基本法は、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤の沈下及び悪臭の 7 つの公害を挙げ、このうち大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音については、人の健康を害し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい環境上の条件として環境基準を設定し、事業者などが遵守すべき排出などに関する規制の措置等を講じるよう規定している。同法において環境基準という新しい概念を導入した背景には、「公共用水域の水質の保全に関する法律」（以下「水質保全法」という。）、「工場排水等の規制に関する法律」（以下「工場排水規制法」という。また、水質保全法と工場排水規制法を併せて「旧水質二法」という。）等による初期の公害規制が集積による汚染絶対量の増加に対して有効に機能せず、汚染が加速度的に進行し、また、全国的に広がりつつある状況に対応し得なかったということがあった。こうした事態を反省し深刻化する公害を防止するため、諸施策の目標として環境基準が設定されることとなったのである。

こうして昭和 45 年（1970 年）、水質汚濁に係る環境基準が閣議決定された。この環境基準については、公害対策基本法において常に適切な科学的判断が加えられ、必要な改定がなされなければならないと規定されており、この趣旨に沿って以後適宜改正がなされてきている。

また、同法においては、公害発生 の 要因は環境保全に配慮した適切な土地利用、施設の整備が行われていないために生じている問題も多いことから、土地利用及び施設の設置に関する規制、公害防止に関する施設の整備等の推進も公害防止のための施策として位置づけられている。このほか、公害規制に対応する措置の早急な実現のため、事業者に対する助成措置を行うべきことも同法において定められている。

また、現に公害が著しく、または、人口及び産業の急速な集中等により、公害が著しくなるおそれがあり、かつ、後述の排出規制、土地利用、施設整備等、公害の防止に関する施策を総合的に講ずる必要がある地域について昭和 45 年（1970 年）より公害防止計画が順次策定され、これに基づく各種の施策が総合的に実施されている。

3. 水質汚濁防止法による対策の推進

水質汚濁防止法は、工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出及び地下に浸透する水の浸透を規制するとともに、生活排水対策の実施を推進すること等によって公共用水域及び地下水の水質の汚濁の防止を図り、もって国民の健康を保護するとともに生活環境を保全すること、並びに工場及び事業場から排出される汚水並びに廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害の責任について定めることにより、被害者の保護を図ることを目的とするものである。同法は、昭和 45 年（1970 年）の公害国会において旧水質二法に代えて、旧水質二法を中心に行われてきた水質保全に関する様々の施策実施における反省にたつて制定されたものである。

水質汚濁防止法において旧水質二法に比べ強化が図られた主な点は次の通りである。

- ① 水質保全部で取られていた指定水域制を廃止し、規制地域を全国に拡大するとともに、公共用水域の範囲も拡大したこと。
- ② 排水基準違反に対し直罰性を設けることにより排水規制を強化したこと。
- ③ 都道府県条例による国の定める排水基準に代えて適用される上乗せ排水基準の設定が可能になったこと。
- ④ 規制対象業種（特定施設）の拡大が一般的に可能になったこと。
- ⑤ 排水基準を工場等に対する総合的排水基準から排水溝ごとの基準としたこと。

3. 1 無過失賠償責任

被害者は究極的には民事訴訟等の手段により、その損害賠償を求めざるを得ないが、公害については、加害者の故意、過失や加害者の行為と損害との因果関係の立証が困難であり、被害者が極めて不利な立場に立ったり、裁判の結論を得るまでには長時間を要するという問題があった。しかし、水俣病訴訟、イタイイタイ病訴訟のような深刻な公害健康被害について、迅速な被害者の救済を図るべきだとする考え方が次第に強くなっていった。

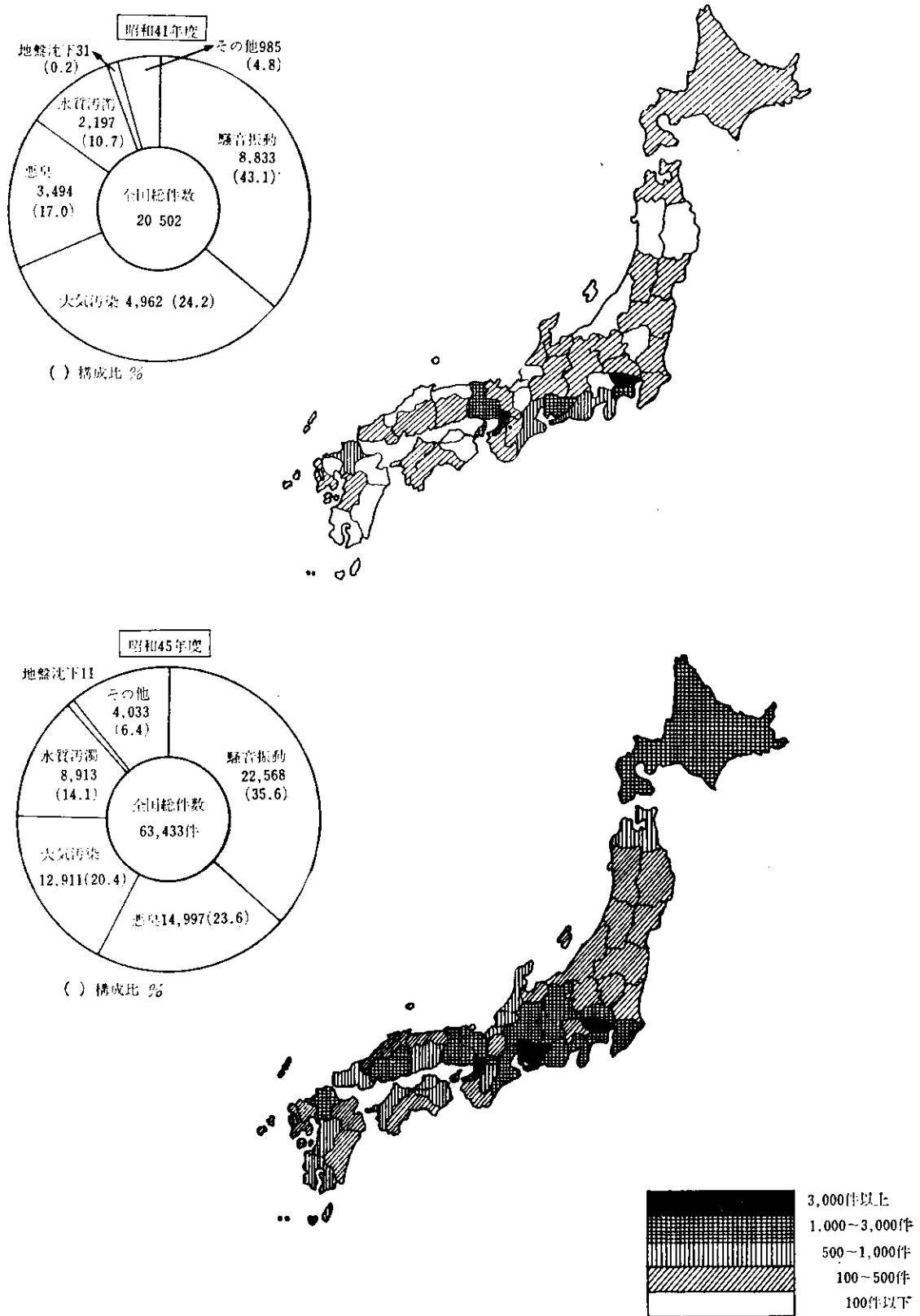
無過失損害賠償責任の原則の確立は昭和 41 年（1966 年）の公害審議会の答申に示され、公害対策基本法の立案作業の中で公害対策連絡会議を中心に議論されたが、速やかにはまとまらず、環境庁に引き継がれた。環境庁においてまとめられた政府案をもとに昭和 47 年（1972 年）に水質汚濁防止法が一部改正され、これにより、工場または事業場における事業活動に伴って汚水、廃液に含まれて排出される有害物質が、人の生命または身体を害した場合には、事業者には過失がない場合であっても事業者はこれによって生じた損害を賠償するという制度が確立した。

3. 2 排水基準制度・総量規制制度の導入

昭和 45 年（1970 年）の水質汚濁防止法の制定により、人の健康及び生活環境に係る被害を生ずる恐れのある物質を排出する施設を有する工場、事業場については、すべてその規制の対象とし得るこ

図 2 - 1 公害に係る苦情・陳情の推移

(地方公共団体に受理された件数の推移)



とになった。排出規制は水質汚濁防止法等の規制法に基づき汚染の原因となる物質とその排出基準を定め汚染源を特定し、その発生者に排出基準以上の汚染物質を排出させないという体系を取っている。この排出基準としては従来個別の発生源ごとに濃度または量をもって示されている。

水質汚濁防止法においては、工場・事業場における污水または廃液を排出する施設を政令で特定施設として指定し、その設置及び変更に際しては届出を義務づけ、特定施設を設置する事業場（特定事業場）に対しては、その排水口ごとに排水基準（国が定める一律基準及び都道府県が条例で定める上乘せ基準）の遵守を義務づける等の規制を行うこととされている。法施行以来、水質汚濁の状況等に応じ逐次規制対象業種の拡大のための調査を実施しており、これに基づき規制対象業種とそれに係る特定施設の追加を行ってきている。

その後の規制の強化、拡大により産業公害を中心に改善が進んだが、一方工場・事業場などが集中した地域や水の交換が悪く汚濁の蓄積しやすい内海、内湾等の閉鎖性水域では、環境基準の達成状況が著しく悪く、その改善のためには従来の濃度基準による規制方法では十分な対応は困難である。このことから、汚濁負荷量の総合的削減を測るため総量規制制度が昭和53年（1978年）の水質汚濁防止法及び瀬戸内海環境保全臨時措置法の一部改正により導入されることになった。

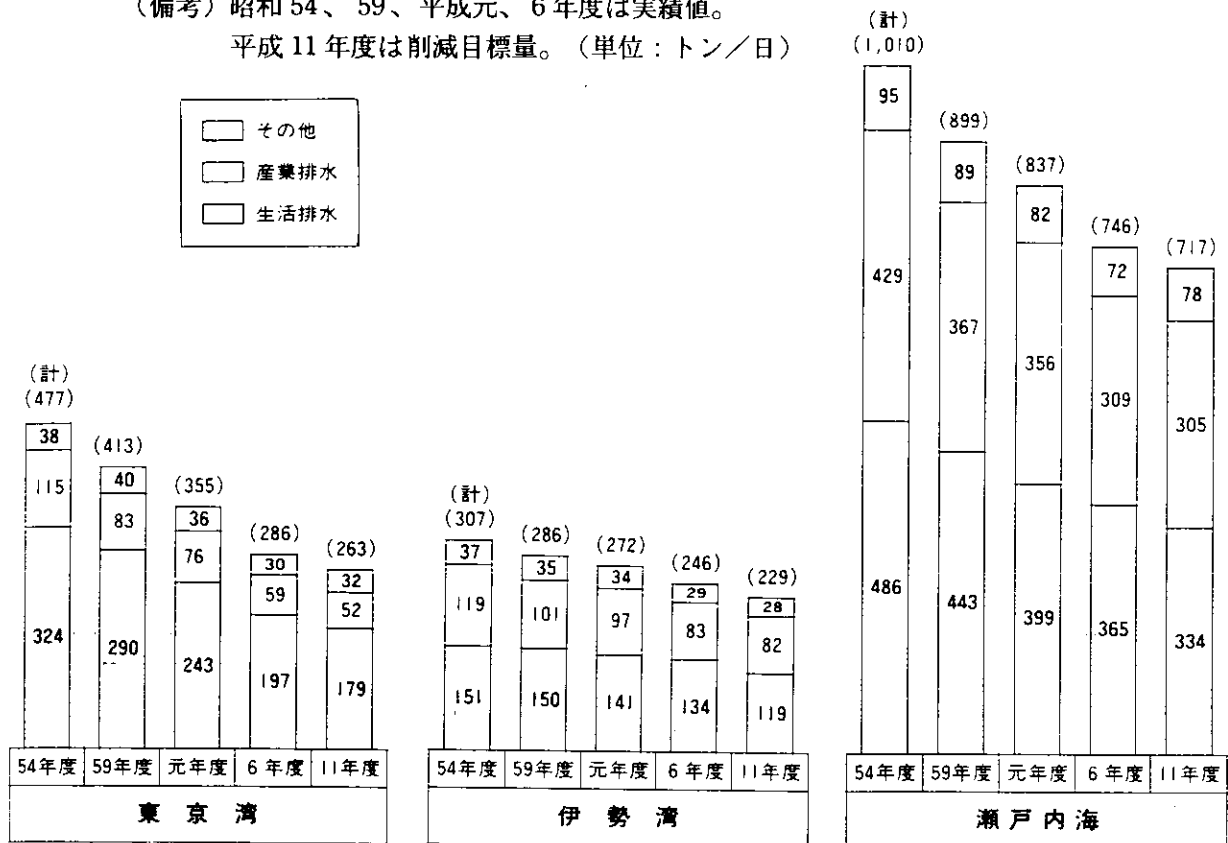
図2-2に示したように、これに基づき、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海についてCODに係る総量規制が昭和54年（1979年）度から実施され、対策が講じられており、昭和61年（1986年）には第2次総量規制、平成3年（1991年）には第3次総量規制、平成8年（1996年）には第4次総量規制が実施されている。

また、閉鎖性水域における富栄養化対策を実施するため、昭和57年（1982年）に湖沼について、平成5年（1993年）に海域について全窒素・全りんに係る環境基準が設定されたことをうけ、湖沼については昭和60年（1985年）に、海域については平成5年（1993年）より窒素、りんの一律排水基準が定められている。排水基準の対象水域としては富栄養化しやすい湖沼・海域及びこれに流入する公共用水域としている。

図2-2 総量規制3海域における発生源別発生負荷量（COD）の推移と削減目標量

（備考）昭和54、59、平成元、6年度は実績値。

平成11年度は削減目標量。（単位：トン/日）



備考 昭和54、59、平成元、6年度は実績値。平成11年度は削減目標量。（単位：トン/日）

3. 3 地方公共団体の権限

水質汚濁問題は、基本的には地域住民に密接に関連する問題であり、地方公共団体における水質改善の取組が重要である。このため、工場・事業場に対する排水基準及び規制の実施に関して、地方公共団体にその大部分の権限が移譲されている。

水質汚濁防止法の排水基準は、旧水質保全本法における指定水域限りの水質基準を設定する方式と異なり、全公共用水域を対象として、シビルミニマムとしての基準として定められている。このため、全国一律の排水基準では水質の汚濁防止が十分でないところもあると予想される。そのため、これらの水域に対して、都道府県知事が国の排水基準に代えて、より厳しい上乘せ排水基準を条例で設定できることとしている。現在では、全都道府県において何らかの上乗せ排水基準が設定されている。

また、総量規制を行っている地域については、汚濁負荷量の削減を図る手法として、総量規制基準を定めることとされているが、これらについても、都道府県知事が基準を定めることとなっている。

これ以外に、水質汚濁防止法で規制を行っていない項目についても、都道府県の条例で規制を定めることができることとされている。

水質汚濁の改善に関する施策については、そのほとんどが都道府県知事及び政令で定める市の長に権限が委任されている。例えば、特定施設設置前の届出、計画変更命令、設置後の改善命令等の強制措置や、事業者の排出水の汚染状態の報告徴収、工場への立入検査等を権限として有している。これらの権限により、地方公共団体においては工場・事業場等に対する水質改善のための様々な施策を行っており、水質改善に大きな役割を果たしている。

4. 多様な水質汚濁対策の整備

経済の安定成長が定着し、環境政策が整備されるにつれて日本の環境の状況は全般的には改善傾向を示した。人の健康に係る水質環境基準の不適合率においては、昭和46年（1971年）には全国においてかなりの数の地点で、環境基準を超える値が検出されていたが、その後、水質汚濁防止法による工場・事業場に対する排水規制の強化により、図2-3に示すように現在ではほぼ環境基準を満足するに到っている。

しかし、国民の生活様式の変化、都市化の発展を背景に、各種の人間活動が環境に及ぼす影響は複雑化・多様化していった。特に、湖沼、内湾等の閉鎖性水域の水質汚濁は従来からの個々の発生源に対する規制だけでは対応が困難であり、下水道などの社会資本を計画的・先行的に整備していく等多角的な取組を必要とした。生活環境に係る水質環境基準の達成率をみると徐々に達成率は上がってきてはいるものの、現在でもなお低い達成状況にある（図2-3）。

なお、閉鎖性の高い水域においては、富栄養化を防止するためその要因である藻類の増殖を抑えるために、藻類の増殖を主に支配する窒素及びりん濃度を下げる必要がある。

このため、湖沼においては昭和57年（1982年）に、海域においては平成5年（1993年）に全窒素・全りんに係る環境基準が設定されている。

4. 1 瀬戸内海環境保全特別措置法（瀬戸内海環境保全臨時措置法）

瀬戸内海は、古来より白砂青松をうたわれる優れた自然の風景地であるとともに貴重な漁業資源の宝庫でもあるという恵まれた自然条件を有していたが、その周辺に産業及び人口が集中し、昭和40年代に水質の汚濁と海岸線の改変が著しく進行した。

昭和47年（1972年）播磨灘に発生した大規模な赤潮は養殖業を中心に総額71億円に及ぶ被害を生じ、瀬戸内海的环境保全対策が強く要請されることとなった。翌昭和48年（1973年）に一定規模以上の特定施設の設置の許可制を導入すること等が盛り込まれた瀬戸内海環境保全臨時措置法が制定された。

同法は瀬戸内海が「我が国のみならず世界においても比類のない美しさを誇る景勝地として、また、国民にとって貴重な漁業資源の宝庫として、その恵沢を国民が等しく享受し後代の国民の継承すべきもの」であることに鑑み、政府に対し、速やかに、瀬戸内海的环境保全上有効な施策を実施するため

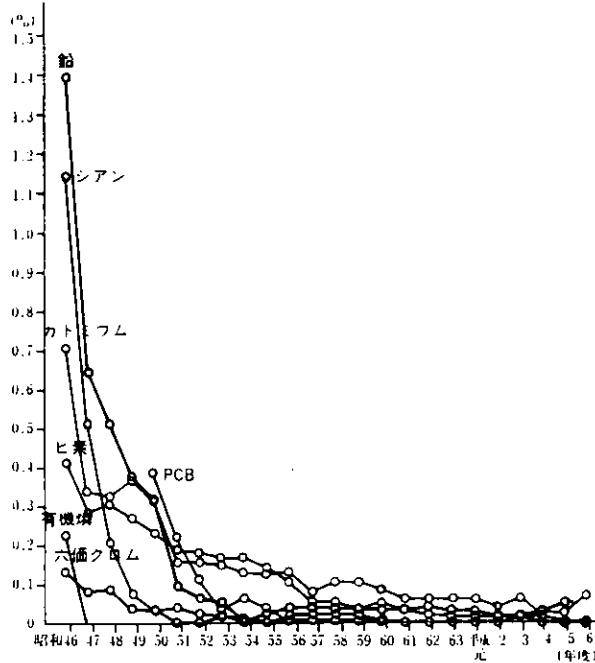
の瀬戸内海の水質環境保全に関する基本計画を策定すべきことを義務づけるとともに、基本計画が策定されるまでの当面の措置として、産業排水に係る化学的酸素要求量で表示した汚濁負荷量を減少させる措置、特定施設の設置等の許可制、埋め立て免許等に際しての瀬戸内海の特異性への配慮等の特別の措置を定めたものであった。同法は昭和53年（1978年）に大改正され、CODに係る総量規制の導入、富栄養化による被害の発生防止を測るためのりん等の削減対策等が盛り込まれた「瀬戸内海環境保全特別措置法」として恒久法となった。

同法は臨時措置法で規定されている事項で今後とも必要と認められる特定施設の許可制、埋め立てについての特別の配慮等の措置とともに、新たに次の施策が盛り込まれた。

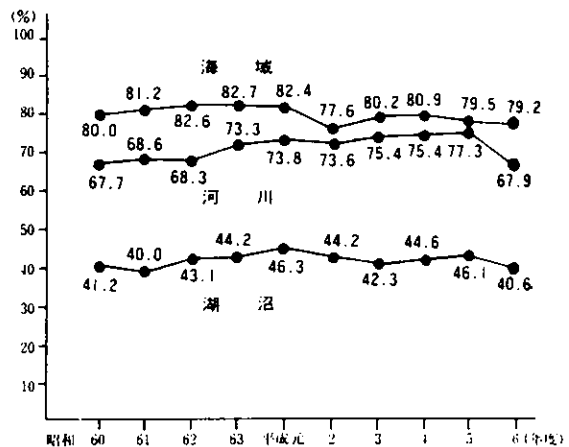
- ① 基本計画に基づく府県計画の策定
- ② 総量規制制度の実施
- ③ 富栄養化による被害の発生防止を図るためのりん等の削減対策
- ④ 自然海浜保全地区の指定等による自然海浜の保全
- ⑤ 海難等による油の排出の防止、赤潮発生機構の解明等

図2-3 環境基準の達成率の推移

■各健康項目別不適号率の推移(旧環境基準による評価)
(ただし、アルキル水銀は昭和46年度以来不適合率0%である。)



■環境基準(BOD又はCOD)達成率の推移(水域別)



4.2 湖沼水質保全特別措置法

閉鎖性水域の水質汚濁への対策として、昭和59年（1984年）に湖沼水質保全特別措置法が制定され、水質環境基準の確保が緊要な指定湖沼において、下水道整備等の水質保全に資する事業と各種汚染源に対するきめ細かな規制等の措置を総合的かつ計画的に推進することとなり、都市生活型公害へも制度的対応が始まることとなった。

湖沼水質保全特別措置法の概要は、次のとおりである。

- ① 国は、湖沼の水質の保全に関する基本的構想等を内容とする湖沼水質保全基本方針を定める。
- ② 内閣総理大臣は、水質の保全に関する施策を総合的に講ずる必要がある湖沼を指定湖沼として、指定湖沼の水質の汚濁に関係のある地域を指定地域として定める。
- ③ 都道府県知事は、湖沼水質保全基本方針に基づき、指定湖沼ごとに、湖沼の水質の保全に関する

る方針、下水道の整備その他の湖沼の水質の保全に資する事業に関する事等を中心とする湖沼水質保全計画を定める。

④ 指定湖沼の水質の保全に関し、次のような特別の措置が講じられる。

その一は、指定地域内の工場または事業場に係る排出水の排出の規制である。従来の濃度規制の他、都道府県知事は、指定地域内の工場または事業場について、排出水に関する汚濁負荷量の規制基準を定め、水質汚濁防止法の特定施設等の新增設に係る排出水がこの規制基準に適合しないと認めるときは、改善その他必要な措置をとるべきことを命じることができる。

その二は、みなし特定施設に係る排出水の排出の規制である。一定規模以下の浄化槽等、湖沼の水質にとって生活環境に係る被害を生ずるおそれのある汚水等を排出する施設として政令で定める施設を水質汚濁防止法の特定施設とみなし、同法の規定を適用する。

その三は、指定施設の設置の届出等である。一定規模以下の畜舎等、排水基準による規制により難しいものとして政令で定める指定施設を設置しようとしている者等について、届出の制度を設けるとともに、都道府県知事は、その者が構造等の基準を遵守していないと認めるときは、改善の韓国、さらには、命令をすることができる。

その四は、汚濁負荷量の削減である。人口及び産業の集中等のため、排水規制等によっては水質環境基準の確保が困難な指定湖沼については、汚濁負荷量の総量を削減するための措置を講じる。

その五は、指定湖沼の水質の保全に資するよう、緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護に努めなければならないことである。

⑤ 以上の他、湖沼の水質の保全を図るために必要な指導、援助、関係行政機関の協力等について所要の規定を設けている。

4. 3 生活排水対策等の推進

生活用水の使用量の増大などを背景に、都市内の中小河川等公共用水域の汚濁原因において近年生活系負荷の比重が高まってきていることから環境庁は平成2年（1990年）に水質汚濁防止法を改正した。なお、図2-4に平成6年度の東京湾、伊勢湾、瀬戸内海での生活系負荷の比率を示した。

改正法は、生活排水に取り組む国、都道府県、市町村の責務、生活排水に対する国民の心がけについて明確にし、都道府県による生活排水対策重点地域の指定及び関係市町村による生活排水対策推進計画の策定等について規定するとともに、総量規制地域においてのみ特別に規制対象となる施設類型を創設した。

改正内容は、次の通りである。

① 生活排水対策に係る責務の明確化

- ・市町村は、生活排水の排出による公共用水域の水質の汚濁を防止を図るため、生活排水処理施設の整備及び生活排水対策の啓発等の実施に努めなければならない。
- ・都道府県は、生活排水対策に係る広域にわたる施策の実施及び市町村が行う生活排水対策の総合調整に努めなければならない。
- ・国は、生活排水の排出による公共用水域の水質汚濁に関する知識の普及を図るとともに、地方公共団体が行う生活排水対策に係る施策を推進するための技術上及び財政上の援助に努めなければならない。
- ・何人も、公共用水域の水質の保全を図るため、調理くず、廃食用油等の処理、洗剤の使用等を適正に行うよう心がけるとともに、国または地方公共団体による生活排水対策の実施に協力しなければならない。
- ・生活排水を排出する者は、生活排水の処理に資する設備の整備に努めなければならない。

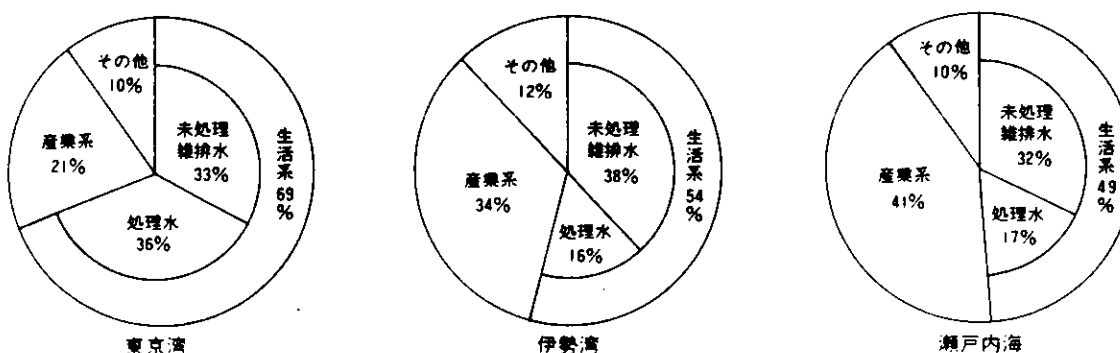
② 生活排水対策の計画的推進

- ・都道府県は、水質環境基準が確保されていない等生活排水対策の実施が特に必要であると認められる地域を「生活排水対策重点地域」に指定する。

- ・生活排水対策重点地域が指定された場合には、当該地域内の市町村は、生活排水処理施設の整備、啓発事業の進め方等に関して生活排水対策推進計画を定める。
 - ・生活排水対策重点地域では、市町村は生活排水を排出する者に対して生活排水対策推進計画を推進するために必要な指導をすることができる。
- ③ 総量規制地域における規制対象施設の拡大
- ・総量規制地域において、全国一律規制となる特定施設に加え政令で指定する施設（指定地域特定施設）を規制対象とする制度を創設し、排水基準等の規制を適用する。

また、生活排水とともに、小規模事業場からの排水についてもその対策の強化を図るため、平成元年（1989年）7月に「小規模事業場排水対策指導指針」を策定し、都道府県知事に通知した。

図2-4 海域の発生源別汚濁負荷量の割合（平成6年度）



4.4 地下水汚染の未然防止制度の導入

昭和57年（1982年）に実施された地下水の全国的な概況調査（対象：全国15都市、井戸1,360本）の結果、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの2物質がそれぞれ3割近い井戸から検出され、また、それぞれ3、4%の井戸においてWHOの飲料水水質ガイドラインを超過していることが判明した。こうした実態調査の結果を受け、昭和59年（1984年）にトリクロロエチレン等の暫定指導指針を定め、都道府県による工場・事業場に対する行政指導を行われることとなったが、効果は十分ではなくその後も地下水質の改善はみられない状況であった。こうした状況から、環境庁は平成元年（1989年）に地下水汚染の未然防止の観点から水質汚濁防止法を改正した。同法において、有害物質を使用する等の特定施設からの有害物質を含む水の地下への浸透は禁止され、またその担保のための措置として届出義務や計画変更命令等排水規制に準じた規定が整備された。また、同時に、都道府県知事は地下水の水質の汚濁の状況を常時監視しなければならないという義務が課された。

また、地下水は流速が緩慢等である等の理由から、いったん汚染された地下水については自然浄化を期待することが難しく、水質の改善が図られていないことを鑑み、平成8年（1996年）に、水質汚濁防止法が改正され、汚染された地下水について人の健康の保護のため必要があるときには、都道府県知事は汚染原因者に対して、地下水の水質の浄化のための措置をできることとする、地下水の水質浄化措置命令制度を創設した。

なお、平成9年（1997年）3月には地下水に係る環境基準が告示されたところである。

4.5 特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法

水道は公共用水域の重要な利水目的の一つであり、水道原水の水質を保全するうえで、公共用水域の水質の保全は極めて重要な役割を果たしてきた。

しかしながら、近年の水道水の問題の一つとして、発ガン性の疑いのあるトリハロメタン等の有害物質が検出されるようになってきている。トリハロメタンは、環境水の中に含まれている有害性のないフミン質等の有機物質が、水道原水として取水され、浄水操作が行われる際に注入される塩素と反応して生じる物質であり、浄水処理方法の改善といった水道というシステムの中だけでの対応では、十分に対処できない問題であった。このため、水道側の対応だけでなく、公共用水域においても、水道利用に配慮した水質保全対策が広く求められるようになってきた。

このような状況のもと、トリハロメタン問題に関する公共用水域における水道水源対策を定めた「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法（水道水源法）」が平成6年（1994年）に施行された。この法律は、クロロホルム、プロモジクロロメタン、ジブロモクロロメタン、プロモホルム及び総トリハロメタンが、水道法による水質基準を満たさない状況〔＝特定水道利水障害〕を防止するため、その生成の原因となる物質（トリハロメタン生成能：フミン質などの有機物）〔＝特定項目〕を規制することによって水道水源水域の水質の保全を図ることを目的としている。

なお、同年「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」がトリハロメタンや異臭味等による水道水源の汚染に対処するため、下水道・合併処理浄化槽の整備事業及び河川事業等を促進することを目的に制定されている。

「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法」に基づく水質保全計画の策定その他の措置は、対策を講じるべき地域として指定された指定水域及び指定地域を対象として講じられるが、指定水域及び指定地域を指定するに当たっては、次の3つの要件を満たす地域について、内閣総理大臣が都道府県知事の申出に基づき指定することとなっている。

- ① その水を水道原水として利用する水道水において特定水道利水障害が生ずるおそれがあること。
- ② 水道事業者がその水質の汚濁の状況に応じた措置を講ずることにより特定水道利水障害を防止することが困難であること。
- ③ 水質の保全に関する施策を総合的かつ計画的に講ずる必要があると認められる水道水源水域であること。

指定水域及び指定地域が定められたときは、都道府県知事は、実施すべき施策に関する計画（水質保全計画）を定めなければならない。この水質保全計画は、指定水域及び指定地域の自然的・社会的諸条件に応じた各種水質保全施策を、関係機関及び関係者の合意と協力を得つつ、推進する拠り所となるものである。水質保全計画には、水質の保全のための施策に関する基本的な事項として、以下の内容を定めることとなっており、水道事業者が講ずべき措置と合わせ、関係機関における総合的な対策を図ることとしている。

- ① 指定水域における水質の保全に関する事業の実施
 - a. 下水道、し尿処理施設、浄化槽の整備等の生活排水の処理に関する事業
 - b. しゅんせつ事業等水域の浄化に関する事業等を各事業法により計画的に実施
- ② 指定地域における規制措置等
 - a. 特定項目に係る汚水の排水規制及び施設の構造・使用方法規制
 - b. 規制対象施設の設置者以外の者に対する指導、助言、勧告
- ③ 水質汚濁防止法に基づく生活排水対策の推進、普及啓発

5. 水質汚濁の周辺対策

前節までに述べてきた諸施策については、水質汚濁の防止を直接の目的としてその対策が行われてきたものである。その他にも、人間及び動植物に対して有害な影響を生じるおそれのある化学物質や農業については、その製造・使用の規制が行われてきている。また、廃棄物の処理の各段階に応じた処理基準を定め、水質汚濁の防止その他の適正な処理が行われるための制度が設けられている。

5. 1 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律

PCBによる環境汚染問題を契機として、昭和48年（1973年）に「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」が制定された。この法律により、新規に製造・登録される化学物質については、

- ① 自然的作用により化学的変化を生じにくい（難分解性）
- ② 生物の体内に蓄積されやすい（高蓄積性）
- ③ 継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある（慢性毒性）

の3点について、その製造前又は輸入前に審査するとともに（新規化学物質の事前審査）、それらの性状を全て有する化学物質を第一種特定化学物質として指定し、製造（輸入）・使用等の規制が行われるようになった。

一方、既存化学物質については、原則として国がその安全性の確認を行うこととされており、通商産業省において微生物等による分解性、魚介類への濃縮性を、厚生省において人への毒性を、環境庁において一般環境中での残留状況と生態影響を調査・点検している。平成8年（1996年）12月までに、PCB、HCB、PCN、アルドリン、ディルドリン、エンドリン、DDT、クロルデン類、ビス（トリブチルスズ）=オキシドの9物質が第一種特定化学物質に指定されている。

また、昭和61年（1986年）に同法を改正し、蓄積性は低いものの、難分解性かつ慢性毒性の疑いのある化学物質を指定化学物質として指定し、製造及び輸入量の監視を行うことになった。さらに、当該指定化学物質による環境の汚染により人の健康に係る被害を生ずる恐れがあると見込まれる場合には、製造等の事業者に対し有害性の調査の実施及び報告を指示し、有害性があると判定した場合には、第二種特定化学物質として指定し、製造及び輸入量等の規制が行われることとした。平成8年（1996年）12月までに、第二種特定化学物質として四塩化炭素、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン等23物質、指定化学物質としてクロロホルム、1,2-ジクロロエタン等257物質がそれぞれ指定されている。

5. 2 農薬取締法

農薬に関する法制度の必要性については、第二次世界大戦前からの不正粗悪品の流通による農業生産上の種々の弊害を取り除くために、昭和23年（1948年）に農薬取締法が制定された。その後、水産動植物への被害の防止の観点から、昭和38年（1963年）に水産動植物に対する毒性の著しく強いものについて、登録の保留、品質の改良、指定農薬に対する使用規制を行うことが制度化された。また、昭和46年（1971年）には、食品中の残留農薬や、残留農薬による土壌の汚染、水質の汚濁といった問題への対策を整備強化するため、農薬の残留性に係る登録検査の強化や農薬の登録の取り消し等の規定の新設等を内容とする法改正が行われた。図2-5に農薬取締法の体系を示す。

農薬は、農林水産大臣の登録を受けなければ販売をすることができないこととされている。農薬の登録の申請に当たっては、薬効及び薬害の試験成績に加えて、毒性及び残留性に係る試験成績を提出する必要がある。このうち、毒性については哺乳動物を用いた慢性毒性試験成績及び水産動植物に対する毒性試験成績が必要である。また、残留性については、農薬の成分である物質及びその物質が化学的に変化して生成した物質が農作物等又は土壌において残留する性質に関する試験成績が必要となる。

以下の場合には、登録申請された農薬について、その登録を保留して品質の改良等を指示できる。また、既に登録がなされている農薬についても、その後以下に以下の点が明らかになった場合には、登録の取り消し、販売の制限又は禁止等の措置をとることができる。

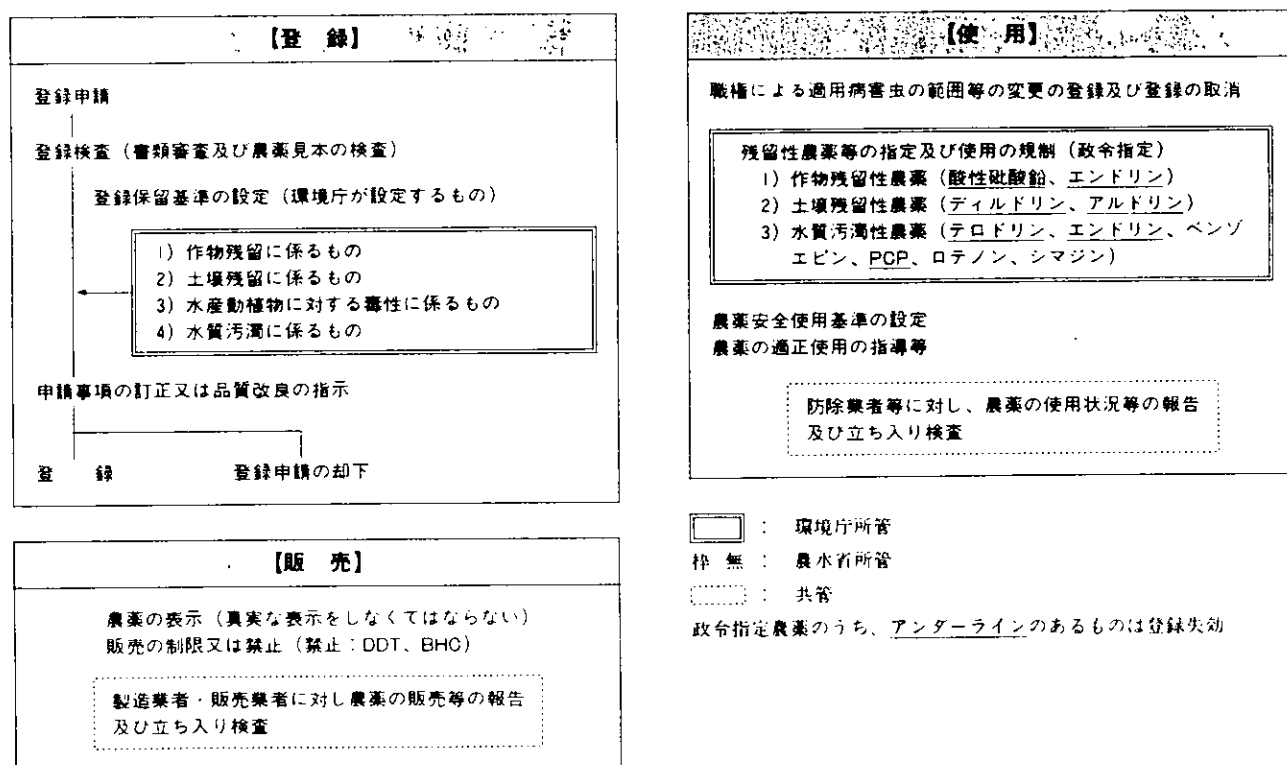
- (1) 農薬の使用に伴い薬害の生じる場合
- (2) 人畜に危険を及ぼす恐れのあるとき
- (3) 水産動植物の被害が発生し、かつ、その被害が著しいものとなる恐れがあるとき
- (4) 農作物等への残留により、かつ人畜に被害が生じる恐れのあるとき（作物残留性農薬）
- (5) 農用地等の土壌への残留により汚染が生じ、かつ人畜に被害が生じる恐れのあるとき（土壌残留性農薬）

(6) 農薬の使用に伴う公共用水域の水質の汚濁が生じ、その水の利用が原因となって人畜に被害を生じる恐れのあるとき（水質汚濁性農薬）

(4) から (6) までの要件については、昭和 46 年（1971 年）の法改正の際に定められたもので、これらに該当する農薬は、それぞれ政令で指定することとなっている。(4) 及び (5) に該当する農薬は、内閣総理大臣が総理府令をもって定める基準に違反して使用してはならないこととされている。また、(6) に該当する農薬の使用については、都道府県知事はその区域内における当該水質汚濁性農薬の使用の見込み、自然的条件等を勘案して、政令で定めるところにより被害の発生を防止するのに必要な範囲内で、規則をもって地域を限り、その使用を許可制とすることができることとなっている。

現在、(4) 作物残留性農薬として 2 農薬（酸性ヒ酸鉛及びエンドリン）、(5) 土壌残留性農薬として 2 農薬（ディルドリン及びアルドリン）、(6) 水質汚濁性農薬として 6 農薬（テロドリン、エンドリン、ベンゾエピン、PCP 除草剤、ロテノン及びシマジン）が政令指定されているが、そのうち、現在でも農薬として登録がなされ、販売されているものは水質汚濁性農薬の 3 農薬（ベンゾエピン、ロテノン、シマジン）だけである。

図 2-5 農薬取締法の体系



5. 3 廃棄物の処理及び清掃に関する法律

廃棄物の処理に関する基本的な法律としては廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）があり、陸上発生した廃棄物の処理についてはほとんどの場合この規制に従わなければならない。廃棄物の処理は、昭和 29 年（1954 年）に制定された清掃法の規定によって、市街地区域を中心とする特別清掃地域内の汚物の処理として実施されてきたが、経済の高度成長、国民生活の向上等に伴う廃棄物の量的増大と質的变化及び衛生工学の発展等に伴って抜本的な改正が必要になった。このため、清掃法を全面的に改め、廃棄物が発生してから最終的に捨てられるまでの行為に対し、廃棄物の処理の各段階に応じた基準を定めて規制を行うため、昭和 45 年（1970 年）に新法として廃棄物処理法を制定するに至ったものである。

廃棄物処理法は社会情勢等にかんがみ逐次改正がなされているが、平成9年（1997年）には、我が国の経済成長や国民生活の向上等に伴う廃棄物排出量の増加及び多様化、最終処分場の逼迫、多発する不法投棄等の問題を踏まえ、廃棄物の適正な処理を確保するため、廃棄物の減量化・再生利用の推進、処理施設の信頼性・安全性の向上や不法投棄対策の強化を図るための総合的対策を講じるため廃棄物処理法の改正が行われた。

5. 3. 1 特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物

廃棄物処理法においては、廃棄物を一般廃棄物と産業廃棄物に分けている。これらの廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生じるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるものを、それぞれ特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物といい、その他の廃棄物とは異なる規制を行っている。特別管理産業廃棄物の中でも、特定有害産業廃棄物として、PCBを含む廃油や金属等を含む産業廃棄物であって判定基準に適合しないもの等が指定されている。

金属等を含む廃棄物については、(1) 廃棄物の種類及び物質毎に定められる特定施設が定められ、(2) 特定施設から排出される各々の有害物質について、廃棄物の種類及び予定されている処分方法に応じた検定方法が定められている。この検定の結果が判定基準に適合しない場合には、当該廃棄物は特別の規制を受けることになる。

処分方法としては、埋立処分と海洋投入処分に大別している。埋立処分される廃棄物については、廃棄物中に含まれる有害物質が埋立地から地下水及び公共の水域へ浸出する水に溶け出す度合いにより規制することとしている。その基準値は、有害物質が土壌に吸着されることも考慮し、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素及びセレンについては水質汚濁防止法に基づく排水基準値の3倍、その他は排水基準値通りの値を定めている。

海洋投入処分については、海洋還元型の廃棄物（有機性の汚泥、水溶性の無機性の汚泥、廃酸及び廃アルカリ）については、対象とする廃棄物が液状の又は容易に溶解するものであることから、海中に排出される際に陸域から排出されるものに限って海洋投入処分を認めている。その判定基準は、水質汚濁防止法に基づく排水基準値等を考慮しつつ、かつ、動植物中における物質の存在レベル等を勘案の上、汚染物質の廃棄物中の含有量について設定されている。

海洋に還元されない廃棄物（非水溶性の汚泥）については、対象とする廃棄物が地質学的なものであることから、海底に沈降したあとも自然の地質と同等とみなされるものに限って海洋投入処分を認めることとしている。判定基準は、環境基本法に基づく土壤環境基準が定められている項目についてはこれを考慮しつつ、さらに、地圏における元素の存在レベル等を勘案の上、汚染物質の廃棄物からの溶出量について設定されている。なお、平成8年（1996年）より産業廃棄物の海洋投入処分は原則として禁止されている。

5. 3. 2 廃棄物処理施設に係る基準

廃棄物処理法においては、廃棄物を処理するために用いられる施設のうち、焼却施設・最終処分場等一定のものを廃棄物処理施設として、構造基準及び維持管理基準を定めている。廃棄物処理施設は、一般廃棄物処理施設と産業廃棄物処理施設とに分けられている。廃棄物処理施設の一部については、水質汚濁防止法における特定施設として、排水規制が行われている。

産業廃棄物の最終処分場は、埋立処分する産業廃棄物の環境に及ぼす影響の度合いにより、有害な産業廃棄物の最終処分場（遮断型）、建設廃材・ガラスくず等その性質が安定しており、生活環境保全上の支障を及ぼすおそれが少ない産業廃棄物の最終処分場（安定型）及びこれら以外の廃棄物の最終処分場（管理型）の3類型に区分して（図2-6）、それぞれの類型に応じた基準が定められている。

5. 3. 3 廃棄物の埋立処分に関する基準

廃棄物の埋立による最終処分の基準は、次の観点から定められている。

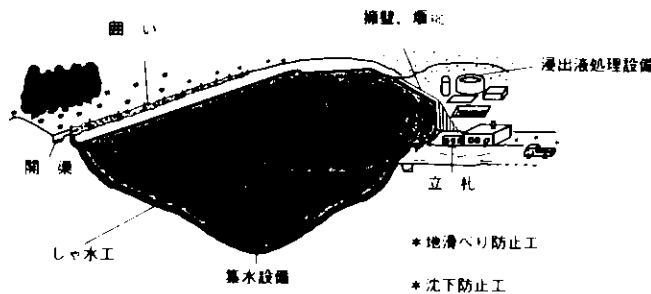
- (1) 埋立地からの浸出液による公共の水域及び地下水の汚染を防止すること。
- (2) 廃棄物を減量化し、安定化させること。
- (3) 埋立処分に伴い衛生上の問題が生じないようにすること。

(1)の観点からは、一般規定として「埋立地からの浸出液によって公共の水域及び地下水を汚染する恐れがある場合には、そのおそれがないように必要な措置を講ずること」とされており、埋立処分の行為者は、埋立処分に当たって常に公共の水域及び地下水の汚染を防止するよう配慮しなければならない。

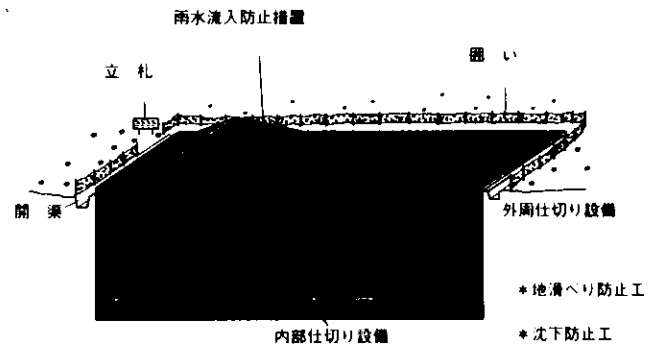
特に、重金属等を判定基準を超えて含む産業廃棄物の埋立処分に当たっては、「公共の水域及び地下水と遮断されている場所で行うこと」とされており、一段と厳しい規制となっている。これは、規制対象物質による環境汚染が人の健康に関する問題であることから、特に厳重に管理する必要があるためである。この場合、水銀又はシアンを判定基準を超えて含む特別管理産業廃棄物については、環境庁長官の定める固化の基準に従って固化した上で当該埋立地に埋め立てなければならないこととなっており、より厳しい管理が義務づけられている。

図2-6 処分場の類型

①遮断型最終処分場



②管理型最終処分場



③安定型最終処分場



6. 開発途上国等に対する環境協力等

6.1 専門家の派遣、研修員受け入れ等

開発途上国には、環境保全全体に関する専門的な知識経験を有する行政官・技術者の付則に直面している国が多い。開発途上国の環境保全を図るため、JICAを通じて実際に現地へ赴き指導等を行う環境専門家の派遣及び開発途上国からの研修員の受け入れを行っている。

専門家の派遣は、昭和50年(1975年)度から始まり、昭和59年(1984年)度以降は自治体の協力を、後には大学や民間会社からの協力も得て、派遣者数は急激に増加した。平成7年度にはチリ、タイ、中国等へ合計83名の専門家を派遣している。そのうち長期派遣(1年以上)の専門家も常時20名程度が世界各地で指導に当たっている。

研修員の派遣は昭和 48 年（1973 年）度から行われている。現在環境技術（水質保全）コース、環境モニタリング（水質）、湖沼水質保全等のコースがあり年間各コース 10 数人の研修員を受け入れている。平成 2 年度末までのこれら集団研修の受講生は 53 カ国、501 人に及ぶ。これらの他、平成 2 年（1990 年）度には、インドネシアの河川浄化、ポーランド及びハンガリーの環境保全の 3 コースの集団研修を国別に実施した。さらに、開発途上国の要請により個別研修を各国のニーズに応じ随時実施している。

また、専門家の派遣及び研修員受け入れ等を組み合わせたプロジェクト方式技術協力が関係各省庁の協力の下に JICA により実施されている。

これまでの主な事例としては平成 2 年（1990 年）のタイ環境研究研修センターから、中国日中友好環境保全センター・水汚染・排水資源化研究センター、インドネシア環境管理センター、韓国水質改善システム開発等に対して、プロジェクト方式技術協力を開始している。

6. 2 資金協力

開発途上国に対する環境分野の国際協力は、長年 JICA の枠組みにより実施されてきたが、より多様な環境協力を進めるため、昭和 61 年（1986 年）度から環境庁独自の ODA 予算の計上を開始した。

現在日本においては無償資金協力及び有償資金協力の両方を行っている。

有償資金協力は経済インフラ型案件への援助等を通じ、開発途上国が持続可能な開発を進める上で大きな効果を発揮する。日本は海外経済協力基金（OECF）を通じ環境分野にも積極的に有償資金を供与してきている。対象事業分野は主に、規模が大きいため無償資金協力や技術協力では対応が容易でない、上下水道等である。

無償資金協力については、より効果的なものとするために施設の設立・運営のためのプロジェクト方式技術協力も組み合わせつつ実施している。

7. 公害対策基本法から環境基本法へ

7. 1 環境基本法と環境基本計画

日本の環境行政は、公害対策基本法を中心とする枠組みのもとで進められ、公害の克服には相当の成果を収めてきた。しかし、今日では、大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会経済活動が引き起こす都市・生活型公害問題や地球規模の環境問題が深刻になってきている。こうした問題に対処するためには、規制的手法のみを中心とする従来の枠組みでは不十分であった。そこで、平成 5 年（1993 年）に環境政策の理念と基本的な施策の方向性を示し、総合的な環境政策展開の枠組みとなる環境基本法が制定された。

水環境の保全についても、環境基本法の下で総合的な対策の展開が図られようとしている。

また、環境基本法に基づき、平成 6 年（1994 年）に、我が国の環境保全対策の基本的な方向を示す環境基本計画が閣議決定された。この計画は、「循環を基調とする社会経済システムの実現」、「自然と人間との共生」、「環境保全に関する行動への参加」、「国際的取組の推進」を長期的な目標として掲げている。また、これらの目標の実現のために、政府の施策に加えて、地方公共団体や事業者、国民、民間団体に期待する役割と環境保全の取組を示している。

7. 2 基本法及び基本計画を受けた今後の水環境保全

環境基本計画では、水環境の保全については、環境への負荷が水の自然的循環の過程における浄化能力をこえることのないようにすることが重要であり、また、水質、水量、水生生物、水辺地を総合的にとらえ、水環境に関連する主体の参加を実現しながら各種の施策を総合的に推進すると述べられている。

このことは、水環境の保全を、水の大きな循環の中の施策としてとらえるとともに、これまでの水

水環境行政のスコープは、この環境基本計画の策定により、大幅に広がったものといえよう。すなわち、何のために水環境を保全するのかという保全目的、水環境保全のための何を保全するのかという保全対象の両面において、従来とは異なった発想で、大胆な施策の展開が求められている。

第一に、水環境の保全目的である。これまでの施策は、例えば、環境基準に示されるように、人の健康と生活環境の二つを保全目的としてきた。これら二つは、依然として重要な保全目的であり続けるであろうが、環境基本法第14条にも示されるように、人の健康や生活環境に加えて、自然環境が適正に保全されるよう水環境が良好な状態に保持され、水辺地の多様な自然が地域の条件に応じて保全され、さらに、人と自然とのふれあいが保たれることが、重要となっている。すなわち、水のもっている恵沢をその地域にふさわしい形態や方法で保全し、次世代に継承していくことである。

公害対策基本法以来「生活環境」には、人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境が含まれるとされてきた。また、水質汚濁のうち富栄養化問題は、健全な生態系の維持の観点から防止すべき問題とされている。このように従来の対策においても部分的には、生物や生態系の保全が意識されているが、今後はより明確に、自然の生態系や生物の保護の観点から水環境が保全されるべきである。

また、水環境は、多様な生き物のすみかであり、生物の多様性の保護の観点からも重要な地域であることが多い。このため、様々な土地利用制度等を用いて、水環境が体系的に保全させることが必要である。

さらに、私たちの身近にふれることのできる街の中の水路や郊外の小川等の水環境は、都市の貴重な「小自然」であるのであるから、人と自然とのふれあいの確保の観点からも水環境の保全が必要である。

このほか、歴史的、文化的な価値の保全やいわゆるアメニティの確保、さらにランドスケープの保全も、従来の水環境の取り組みの中では明確に意識されて取り上げられることの少なかった分野であるが、具体的な場としての水環境は人の長年にわたる営為の所産でもあるのであるから、これらの人との関わりの中で生まれた価値も水環境の保全や創造の目的として明確に意識されるべきものである。従来の水環境行政は、特定の化学分析値で表現できる客観的な分野に重点が置かれ、その他の分野がかえりみられることは少なかった。今後は、水環境の歴史的、文化的な価値やランドスケープとしての価値にも目を向けるべきであろう。

第二に、水環境を構成する要素としての保全対象である。従来の環境庁で行ってきた水環境に関する行政は、水質の保全が中心であったが、環境基本計画にも述べられているように、水環境が水質のほか、水量、水辺地などの様々な要素から構成される総合的なものであることにかんがみると、保全対象はその一部に限定されていた。

水量については、従来、水資源の観点から開発され、また、河川管理の観点から各利用者に配分されてきた。従来、水環境に生息する様々な生物や生態系のために水量を割り当てるという考え方は必ずしもとられてこなかった。

このため、河川の最低限の水量を確保し水無川を解消したり、利水による湖沼の極端な水位変動を抑制するなど、環境保全上必要な水量を確保するための各種水利用との調整のあり方を検討する必要がある。

なお、河川の維持流量を確保するという考え方には、水環境の保全のための水量の確保という考え方が含まれているが、河川の維持流量を確保するために新たな水源開発が必要であるという議論は、他の地域の水環境をよくするために別の地域の水環境を悪化させるというトレードオフが生じる場合があることに注意すべきであろう。むしろ、流域全体の水循環を健全なものにしていくという観点から、河川の維持流量が確保されることが望ましく、下水の高度処理水の再利用や、森林の保全や地下水の涵養を含めた総合的な水循環を良好なものにしていく努力が必要であろう。

このような水量を自然界における大きな水循環の中でとらえるべきという考え方は、都市の水循環についても適用できる。都市の水循環の中での重要な水環境である湧水の復活のため、雨水浸透升、

浸透性舗装、緑化などの様々な措置が講じられている。このような都市の水循環を回復するための措置は、総合治水の考え方にも沿うものである。例えば塩竈（しおがま）市において試みられたように、各家庭の駐車場を一時的な雨水の貯留に利用する方策も、健全な水循環が阻害された結果を人工的に矯正しようとする施策として位置づけることができよう。

このような水量についての上下流の調整のために、協議会などの場作りのあり方や、国の支援策のあり方についても検討する必要がある。

水辺地については、これまでの様々な土地利用制度の中で保全されてきたが、水環境の観点から保全対象となっている制度はごくわずかである。水辺地については、河川の氾濫原や自然海岸であるというような自然度の高い地域であったり、港湾部や都市の雨水排除用の水路のようにコンクリートで固められた水際であったり、様々な形態のものがあるため、一律に論ずることとは難しい。また、日常生活の中でふれる水辺地が、人工的なものが多いことから、単に現在存在するものをそのままの形で保全することだけでなく、より自然に近いものを人手をかけて作り出していくことも念頭におかなければならない。

水辺地は、前述したように、水域と陸域の間にある遷移帯（エコトーン）であり、多様な生物のすみかとしても重要である。このため、人の健康や快適性のみならず、生物や生態系を保護するためにも水辺地を保全することが必要である。

今後の水環境行政は、水質のみならず、水量や水辺地についても、水の健全な循環を確保するという観点から、幅広い展開を図ることのできる行政に脱皮をめざすべきであろう。

第三に、良好な水環境を支えているのは地域の人々であるということである。水環境は自然と人間との関わりの長い歴史の中で形成されてきたものである。戦後の安全で効率的な経済社会の構築の過程で精神文化の母体であった水辺の多くが失われ、水の潜在的な恵沢に関する人々の意識が薄れ、水環境を劣化させてきた。環境基本計画の目指す循環と共生を基調とする豊かな社会経済システムを実現し、地域にふさわしい水環境の保全と回復をはかるためには、水環境保全に関する地域の人々の役割分担と主体的参加が不可欠である。このためには、名水百選のように、地域の人々の参加意識を誘発し、水環境を守り育てていくための新たな施策の展開が期待される場所である。

以上のように、水環境の保全目的や保全対象が、環境基本法、環境基本計画を受けて、大幅に拡大したことを受けて、国は、水環境の保全についてのガイドラインを示し、各種施策を推進する必要がある。従来、国民に最低限の生活水準を確保するという観点からナショナル・ミニマムという考え方があったが、水環境保全の取り組みについては、国民のニーズに沿ったより高いレベルの望ましい（デザインラブル）環境の確保をめざすべきである。

地方自治体は国の水環境保全に関するガイドラインを受けて、地域にふさわしい水環境目標と計画を策定し、水環境に関連する各種施策を総合的に調整しながら推進する必要がある。また、広域的な水循環や水質等その地域だけでなく地域の行政域を越えて広域にわたる課題については、関係行政機関との調整と連携・協力を欠くことができない。

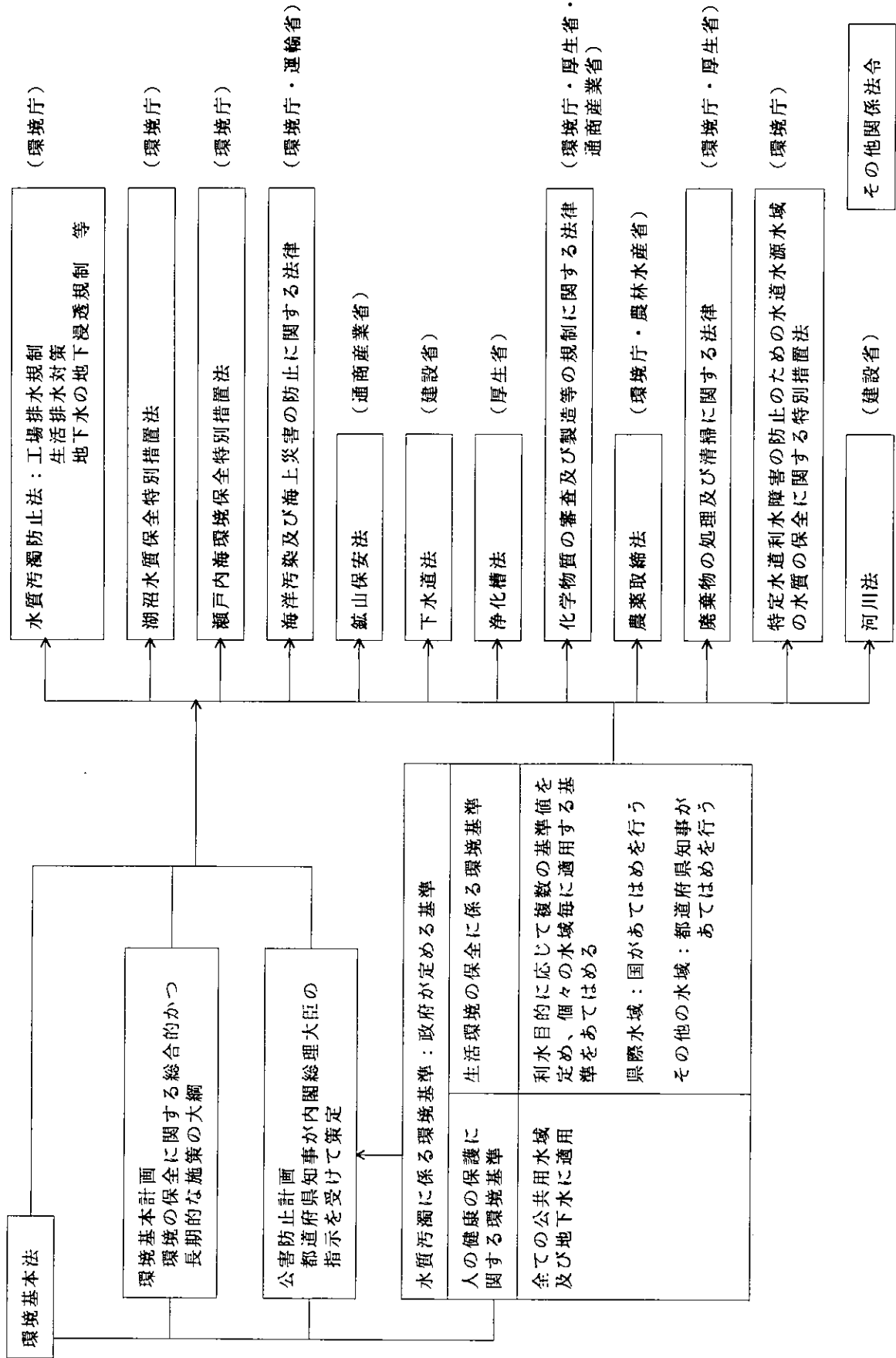
年 表

年	出 来 事
明治24年(1891年)	国会で足尾銅山鉍毒事件について討議
明治30年(1897年)	足尾銅山鉍毒調査会設置
明治44年(1911年)	工場法制定
昭和23年(1948年)	農薬取締法制定
昭和24年(1949年)	鉍山保安法制定 東京都工場公害防止条例制定
昭和30年(1955年)	イタイイタイ病について医学界に報告
昭和31年(1956年)	水俣保健所・奇病発見 工場用水法制定
昭和33年(1958年)	水質汚濁防止対策要綱の閣議了解 公共用水域の水質の保全に関する法律・工場排水等の規制に関する法律制定 下水道法制定
昭和36年(1961年)	水島海域に異臭魚問題発生
昭和40年(1965年)	衆参両院に公害対策特別委員会設置 阿賀野川(新潟)第2水俣病の表面化
昭和42年(1967年)	公害対策基本法制定
昭和45年(1970年)	公害対策本部設置 水質環境基準閣議決定 公害国会において公害対策基本法等の改正、水質汚濁防止法制定

年	出 来 事
昭和46年(1971年)	環境庁発足 中央公害対策審議会発足 廃棄物の処理及び清掃に関する法律制定 農薬取締法の改正
昭和47年(1972年)	瀬戸内海の大規模赤潮発生による漁業被害の発生 水質汚濁防止法の改正(無過失賠償責任の導入)
昭和48年(1973年)	瀬戸内海環境保全臨時措置法制定
昭和51年(1976年)	廃棄物の処理及び清掃に関する法律の改正(産業廃棄物処理施設の規制強化)
昭和53年(1978年)	瀬戸内海環境保全特別措置法制定 水質汚濁防止法の改正(水質総量規制の制度化)
昭和54年(1979年)	東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海における総量規制の実施
昭和55年(1980年)	有機りん洗剤使用自粛要請
昭和57年(1982年)	湖沼に係る全窒素及び全りんの環境基準の設定 地下水の全国的な概況調査の実施
昭和59年(1984年)	湖沼水質保全特別措置法制定
昭和60年(1985年)	湖沼に係る窒素、りんの排水基準設定
昭和61年(1986年)	第2次総量規制の実施
平成元年(1989年)	トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンに係る規制基準設定 水質汚濁防止法の改正(地下水汚染の未然防止等を制度化)
平成2年(1990年)	水質汚濁防止法の改正(生活排水対策の制度化)
平成3年(1991年)	第3次総量規制の実施

年	出 来 事
平成 5 年(1993年)	<p>人の健康の保護に関する水質環境基準の拡充・強化等 海域に係る全窒素及び全りん的环境基準の設定 環境基本法制定</p>
平成 6 年(1994年)	<p>環境基本計画閣議決定</p>
平成 8 年(1996年)	<p>水質汚濁防止法の改正（地下水汚染浄化対策、事故時の油による 汚染対策を制度化） 第 4 次総量規制の実施</p>

水質保全行政の法体系



第3章 水質汚濁防止法

1. 水質汚濁防止法制定の歴史的背景

我が国では第二次世界大戦の終了後、1950年代後半にはじまる高度経済成長に伴って、河川や海域における水質汚濁が急速に進行し、水俣病を引き起こすことになった有機水銀による水質汚濁をはじめ各地で深刻な公害問題を引き起こすに至った。これらの深刻な水質汚濁問題を受けて、1958年11月～12月に「工場排水等の規制に関する法律」と「公共用水域の水質保全に関する法律」（水質保全2法）が制定された。この法律に基づいて、昭和37年に江戸川水域が指定水域に指定され、水質基準が設定された。その後、淀川、木曽川、石狩川、荒川（隅田川）等がこの法律にもとづいて指定水域となり、排水に対する規制の歴史が始まった。

公共用水域の水質保全に関する法律では、1) 国は、首長の意見を聞き、公共用水域の水質の基本計画を定める、2) 指定水域を設定する、3) 水質審議会を設置することなどが定められている。一方、「工場排水等の規制に関する法律」では、工場排水を指定水域に排出される場合は、水質汚濁を防止するための特定施設を設置して届出であることを定めており、届出された計画に問題があると判断される場合は、国は届出計画の変更を命令できることや、工場排水が放流先水質基準に適合しない場合は改善命令をできることなどが盛り込まれている。この旧水質三法に基づく指定水域として、昭和37年に江戸川（水質基準：pH、COD、SSのみ）が指定されたのに始まり、昭和45年には岡山県水島水域（水質基準：上記に加えて石油系油分、シアン、全クロム、フェノール、アルキル水銀、有機燐、カドミウム、鉛、砒素、総水銀、6価クロム）が指定された。この間に、水質項目が増加し汚染因子が多様化したことが分かる。昭和46年までに81水域が指定された。

2. 水質汚濁防止法の制定と水質汚濁防止法の概要

昭和42年（1967年）に公害基本法が制定され、昭和45年（1970年）のいわゆる公害国会において汚染防止を推進するための幾つかの法律が制定された。この中には、水質保全2法が衣替えした「水質汚濁防止法」も含まれており、1971年には水質汚濁防止法が施行され、事業場等から排出される排水に対する濃度規制が行われるようになった。加えて昭和53年には「水質汚濁防止法」の一部改正により、広域的な閉鎖性水域について、水質環境基準を確保することを目的として水質総量規制制度が導入され、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海について、CODを指標とした規制が実施されてきた。

水質汚濁防止法の概要および目的は以下の通りである。

- 1) 工場および事業場から公共用水域に排出される水の排出を規制すること等によって公共用水域の水質の汚濁の防止を図り、もって国民の健康を保護すると共に生活環境を保全すること、並びに、工場及び事業場から排出される汚水及び廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図る。
- 2) 排水規制は特定施設を設置する工場または事業場から排出される水を対象として行うこととし、この特定施設の指定は、製造業関係に限定することなく、広く各業種について行う。
- 3) 排水規制の基準は、水質汚濁の事前防の見地から、全公共用水域を対象として総理府令で定め（National minimum）、さらに排水基準によっては水質汚濁の防止が十分ではないと認められる水域があるときは、都道府県がその条例でよりきびしい上乗せをすることができる。
- 4) 排水基準を順守させるため、従来の工場排水規制法に準じて、特定施設の設置等の届出、届出事項の計画変更命令、汚水処理方法の改善命令等につき規定する他、新たに排出水の排出停止命令の制度を設ける。排水基準違反行為は直ちに処罰できる直罰規定を設ける。
- 5) これらの権限を都道府県知事および政令で定める市長に委任する。
- 6) 公共用水域から除外されるものは、終末処理場を現有する下水道、流域下水道に接続する公共下水道および流域下水道である。
- 7) 無過失損害賠償責任の導入（昭和47年6月22日法改正）
- 8) 総量規制制度の導入（昭和53年6月13日法改正）

3. 水質環境基準と類型指定の考え方および水質評価

3.1 人の健康の保護に関する環境基準と類型の当てはめ

人の健康の保護に関する環境基準は、当初、カドミウム、CN、有機リン*、鉛、6価クロム、ヒ素、全水銀、有機水銀、PCBの9物質について設定された。人の健康の保護に関する環境基準は全国の公共用水域に共通なものとして一律に定められている。

これらの基準は表3-1に示されているように、概ね昭和32年に制定された水道法に基づいており、最高値を示している。ただし、水銀関係およびPCBについては、魚介類の生物濃縮を経て食品として人体に取り込まれる危険性が大きいので、生物濃縮があっても魚介類の食品としての安全性が失われないための公共用水域の水質基準値が定められている。

表3-1 水質環境基準

a) 人の健康の保護に関する環境基準 (mg/L以下)

項目および基準値	参照事項および関連情報など (単位: mg/L)
カドミウム 0.01	水道水基準: 0.01---地表水、地下水において亜鉛の1/100~1/150程度含有 WHO国際基準、アメリカの基準、ロシアの基準: 0.01、WHO欧州基準: 0.05 魚類・植物へのカドミウム蓄積機構: 不明 浄水工程での除去困難→水道と同じ基準なら安心と考え0.01とした。
シアン ND	KCNのLD50:150-300mg/人 (CNでは、60-120mg/人)。100倍の安全率を考慮 すると許容量1mg/人、一回の飲用水量を500mLとすると2mg/Lが許容濃度と なる。 アメリカの基準: 0.01、ロシアの基準: 0.1、WHO欧州基準: 0.2を参考に、 安全を見込んでND (検出限界: 0.1) とした。
有機リン ND	有機燐農薬: パラチオン、メチルパラチオン、EPN、メチルジメトンなど パラチオンのLD50 (マウス): 6mg/kg、毒性に差あり (急性中毒) 毒性の強い上記物質を考慮して規制値設定、ND (検出限界: 0.1) とした。
鉛 0.01	急性中毒と長期曝露による症状あり→閾値不明 AWWA報告: 摂取量1.0mg/人・日以上で体内への蓄積あり 浄水工程で鉛の除去困難→水道水質基準と同じ基準値 (0.01) を設定した。
6価クロム 0.05	中毒症状: 嘔吐、けいれん、昏睡、皮膚炎、浮腫、潰瘍 0.1以下で無害とされており、水道の水質基準では0.05。浄水工程での除去困 難であり水道の水質基準と同じ値 (0.05) に設定。
ヒ素 0.01	毒性: 蓄積による慢性中毒→知覚障害、肝硬変、浮腫、皮膚痛など 浄水工程で砒素を除去することは困難であり、水道の水質基準と同じに設定。
全水銀 0.0005 有機水銀 ND(定量限 界:0.0005)	水俣病原物質、農薬(フェニール水銀も問題)、毒性: 中枢神経麻痺による 死亡 水中の水銀が食物連鎖によって魚介類中に濃縮、蓄積されても食品としての 許容量を超えないことに加えて、測定方法の精度を考慮して環境基準値を決 定。魚介類の暫定的規制値 (総水銀: 0.4ppm、メチル水銀: 0.3ppm)、生 物濃縮比、自然界の水銀含有量より、0.0005~0.001以下なら安全と判断。
PCB ND(定量限 界:0.0005)	毒性: 眼瞼浮腫、視力低下、皮膚疾患 水中および底質中のPCBが直接あるいは食物連鎖によって濃縮 (生物濃縮比 の調査結果: 平均7360倍→10000倍と設定) されても食品の暫定値(3ppm) を 越えない。食品暫定値の1/10000が0.0003であることからNDと設定。

b)追加項目及び基準値

項目	基準値	項目	基準値
トリクロロエチレン	0.03	cis-1,2-ジクロロエチレン	0.04
テトラクロロエチレン	0.01	1,3-ジクロロプロベン(D-D)	0.002
四塩化炭素	0.002	チウラム	0.006
ジクロロメタン	0.02	CAT(シマジン)	0.003
1,2-ジクロロメタン	0.004	チオベンカルブ	0.02
1,1,1-トリクロロメタン	1.0	ベンゼン	0.01
1,1,2-トリクロロメタン	0.006	セレン	0.01
1,1-ジクロロエチレン	0.02		

*これらの項目は健康項目として平成5年(1993年)に追加された。

生活環境の保全に関する環境基準は、公共用水域が通常の状態(河川にあっては低水量以上の流量、湖沼にあっては低水位以上の水位)の状態にて測定することになっており、全窒素、全リン以外の環境基準値は日間平均値として定められている。実際には、低水量、低水位の把握は困難であり、運用上、BOD、CODについては環境基準点において測定されたデータ(日間平均値)の年間データのうち75%以上のデータが基準値を満足することをもって、環境基準に適合しているとみなす。

水質汚濁に係る環境基準のうち、人の健康の保護に関する環境基準は、全国の公共用水域に一律に適用されるが、生活環境の保全に関する環境基準については、水質汚濁の防止を量る必要のある公共用水域を対象として、各水域毎に類型を当てはめてゆく方法によりその具体化が行われる。類型を当てはめる対象水域は、水質環境基準の告示で水質汚濁防止を図る必要がある公共用水域の全てと定められている。各公共用水域が該当する水域類型の指定は「県際水域」と呼ばれる47の公共用水域については環境庁長官が行い、その他の公共用水域については当該水域が属する区域を管轄する都道府県知事に委任されている(「委任水域」)。

水域類型指定にあたって留意すべき事項が、水質環境基準の告示の一環として定められており、第5章にまとめて示した。

3.2 公共用水域の水質測定方法

水質環境基準の達成状況を判断するためには、公共用水域の水質測定方法等につき統一的に明確に定めておくことが不可欠である。このため、水質環境基準の告示の一環として、公共用水域の水質の測定方法等が定められている。水質測定方法は、おおむね日本工業規格(JIS)に準拠している。水質測定方法を各項目毎に定めたことにより、水質環境基準の達成状況の判断を行うための水質測定は統一的な方法により行われ、測定結果の比較等が容易になる。

公共用水域の水質が水質環境基準に適合しているか否かを判断するために水質測定を行う場合、公共用水域のどの地点の水質を測定するのか、また、一水域当たりの測定値点数、一日当たりの測定の回数等が問題になる。上水道水源水域の水質測定にあたっては、採水位置を上水道原水の取水口付近とするなど、水域の利水目的との関連を考慮しつつ、最も適当と思われる位置が選定されるべきである。測定を行う際の水域の水量条件としては、人の健康の保護に関する環境基準の関係項目については、公共用水域の水量の如何を問わずに随時、生活環境の保全に関する環境基準の関係項目については、公共用水域が通常の状態、すなわち河川にあっては低水量以上の流量がある場合、湖沼にあっては低水位以上の水位にある場合に、測定を行うことが定められている。

3.3 水質測定結果の評価方法

水域の水質は汚染源の位置、水域の形状等により一様ではないので、測定結果に基づく判断は複数地点の測定結果で総合的に行うべきである。測定点における測定は同一地点において1日に6時間間隔で4回程度実施することが適当である。この様にして測定された水質値に基づいて環境基準の達成

の程度を評価する方法については、(1)人の健康の保護に関する環境基準は最高値として定められており、公共用水域の水量の如何を問わず達成されるべきものである。測定された全てのデータが基準値を満足することをもって環境基準が達成されいると判断できる。(2)生活環境の保全に関する環境基準は、公共用水域が通常の状態にあるときに測定することになっており、全窒素および全リン以外の環境基準値は日間平均値として定められている。運用上、BOD、CODについては環境基準地点において測定された日間平均値の年間データのうち75%以上が基準値を満足することをもって、当該基準点において環境基準に適合しているとみなしている。環境基準あてはめ水域内で複数の環境基準地点において測定が行われている場合には、全ての環境基準地点において環境基準に適合している場合に水域の環境基準が達成されていると判断する。

4. 水質環境基準の達成期間と基準の見直し

環境基準は行政上の目標であり、行政施策により達成されなければならない基準としてその達成に一定の期限を設定している。

人の健康の保護に関する環境基準については、設定後直ちに達成され、維持されるように努めなければならない。一方、水域の汚濁の状況等に応じて区分されており、現に著しい人口集中や工業化等によって著しい水質汚濁が生じているかあるいは生じつつある水域では環境基準を5年以内に達成することを目標としているが、これが困難と判断される場合には概ね10年以内を目標とすることが通達されている。これ以外の公共用水域では設定後直ちに達成・維持されるよう水質汚濁の防止に努めなければならない。

環境基準は固定したものではなく、科学的な判断の向上、水質汚濁源の状況の変化、水域利用の態様の変化等に伴い、適宜見直しを行い所要の改訂を行うものとされている。水域の類型指定の改訂は、水域類型の指定と同様の手続きで行われる。

5. 罰則規定

水質汚濁防止法では排水水を排出する者に対して、排水基準に適合しない排水水を排出してはならないことを規定し、排水基準違反にたいしては直ちに罰則を科す(直罰)こととしている。基準違反に対する直罰の制度は、水質汚濁防止法において始めて一般的な制度として導入されたもので、旧水質三法の体系にはこの様な禁止規定はなかった。水質汚濁防止法では排水基準に適合しない排水の排出を禁止し、この違反に対しては直ちに罰則を科すこととし、排水基準遵守のための処置を強化している。

排水基準は特定施設を設置している工場又は事業場すなわち「特定事業場」からの排水水を対象として適用される。したがって、特定事業場からの排水水は、特定施設以外の施設からの排水も含めて、特定事業場全体として排水規制の対象となる。この排水水が排水基準に適合しているか否かの判断は、各排水口毎に行われる。

前述したように、水質汚濁防止法では、排水基準に適合しない排水は排出してはならないことになっており、これに違反した場合には六カ月以下の懲役または30万円以下の罰金が科され、過失による違反にも三月以下の禁固または20万円以下の罰金が科される。また、いわゆる両罰規定が適用され、行為者を罰するほか、法人等に対しても本条の罰金が科される。

第4章 水質環境基準（健康項目）

1. 水質環境基準とは

環境基準とは、環境基本法第16条（旧、公害対策基本法第9条）に基づき、我々国民の健康を保護すると共に、生活環境を保全する目的で、維持することが望ましい数値（基準）として設定されたものである。この基準値は、事業者、国や地方公共団体が公共用水域や地下水の汚染を防止するために講じる施策の行政上の目標となるものである。即ち、汚染されていない水域もしくは汚染の程度の低い水域では、環境基準を超えないように、その水域を含む地域における汚染を防止するための対策を実施していく根拠となる。既に汚染が進んでいる水域では、排出基準の設定、上乘せ総量規制、発生源となる工場の新規立地の制限、下水道等の公共施設の整備等の施策を講じることにより、環境基準を遵守するための目標となる。工場や事業場からの排水、家庭からの排水あるいは事業に伴う水質汚染がそれぞれ個別では影響を及ぼさない汚染であっても、集積することにより問題が生じることが多い。従って、総合的に汚染物質をとらえ対策を講じていく必要から、公共用水域の環境において維持・達成されるべき条件として定められているのである。

2. 水質環境基準項目の選定

健康項目として、昭和46年（1971年）にシアン、総水銀、アルキル水銀、有機リン（パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン、E P N）、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素の8項目に関して環境庁から基準が告示された。4種の有機リンについては、既に国内での使用は停止されていたが、残留性の強い農薬であり魚介類から依然として検出されていたことから、環境基準が設定された。六価クロムに関して、三価クロムも公共用水域において六価クロムに酸化される可能性が指摘されたが、公共用水域における水質測定データがなかったことから、三価クロムについては環境基準の項目とされなかった。無機水銀については、ある程度以上の量を摂取することにより体内蓄積が起こる危険性から、総水銀として環境基準項目に加えられた。B H C、トリクロロエチレン等の有機溶剤、P C B等の有機塩素系化合物について、環境汚染による生物濃縮が考えられたことから、検討された。B H Cについては、国内向生産と使用が中止されていた。トリクロロエチレン等の有機溶剤は使用後回収されており環境に排出される恐れが少なかったことと、環境汚染に関するデータがなかった。P C Bについては、信頼性の高い測定方法がなかった。以上の理由から、これらの物質は環境基準の項目とされなかった。

昭和50年（1975年）にはP C Bが環境基準に追加された。アルキル水銀についても、メチル水銀以外のアルキル水銀も蓄積性を有するのではないかとの指摘から、アルキル水銀として包括的に設定された。

しかし、追加設定された後、産業活動の発達に伴い多種多様な化学物質の生産や使用が増大してきた。その結果、公共用水域や地下水の汚染が憂慮されてきたことから、健康影響等に関する化学的知見に基づき、維持されることが望まれる数値として平成5年（1993年）3月の環境庁告示により、新たに項目の追加及び基準値の強化等の改正が行われた。W H O（世界保健機構）において大幅な見直しが進められた「飲料水水質ガイドライン」、米国における「水清浄法（Clean Water Act）」に基づく水質クライテリアや「安全飲料水法（Safe Drinking Water Act）」に基づく飲料水水質基準の対象項目の拡大の動きをふまえ、我が国においても水道水質に関する基準について検討がなされた（「水道水質基準」、平成4年（1992年）12月21日公布）。この水道水質基準の設定の際に検討された項目を中心に、類似または関連する化合物で人の健康に大きく影響を及ぼす可能性のある項目を含めて、検討がなされた。さらに、我が国における当該物質の生産量や使用状況及び公共用水域や地下水での検出状況等を考慮し、環境基準項目の追加と規定項目の見直しが行われた。現在までに得られている毒性データから基準値を求めることができる化学物質すべてに対して基準を設定する

という考え方ではなく、これらの化学物質の中で公共用水域や地下水から基準値とされる値に近い水準で検出される物質を基準項目に追加することとされた。これは、これらの化学物質による水環境の汚染を通じて人の健康に影響を及ぼす恐れがあることから、水質汚濁に関する監視の実施や排出規制の対策の必要性が高いと考えられるためである。

3. 環境基準値の設定の根拠

基準値の設定には、公共用水域の水が汚染したまま誤って人の飲料用とされる恐れがあることから、水道法に基づく水道水質基準が定められている項目に関しては、原則としてそれと同等の基準値を適用している。水道水水質基準の定められていない項目に関しては、飲料水からの寄与と水質の影響を受ける食品からの寄与を考慮に入れて、諸外国の飲料水水質基準、及び当時、生活環境審議会で検討が進められていた水道原水基準の検討資料等を参考に検討された。即ち、飲料水由来の影響に関しては、WHOの水質ガイドライン設定の際に用いられている手法により大気、食品等の水以外の暴露源からの寄与を考慮し、生涯に渡り連続的に摂取しても健康に影響が生じない水準として検討された水道水質に関する基準の考え方と設定された数値を基礎に検討された。さらに、食品となる魚介類への濃縮性に関する現時点で得られている知見を考慮して、上述の算定された評価値に検討が加えられ、基準値が設定された。

基準値の設定の考え方は、当時の水質審議会に提出された資料を参考にとすると、次のように説明される。

3.1 シアン

毒性に係わる症状として、シアン化合物を摂取すると、数秒から数分で中毒症状を示し、頭痛、めまい、意識障害、体温低下を起こし、組織内窒息により死亡する。少量の場合は、頭痛、耳鳴り、嘔吐、脈拍増加の症状が見られる。基準値の検討には、主として急性毒性の影響が考慮されている。

『シアンの経口致死量については、人間の事故による事例、動物実験の結果に基づく考察などにより、ほぼKCNでは、150mg～300mg/人と考えられており、これをCNに換算すれば、60～120mg/人がLD₅₀の量と考えられる。シアン等の劇物については、通常100倍程度の安全率を見込み、その許容限度を1mg/人と定めることができる。通常、人間が一回に飲料する水の量は500ml程度であるから、飲料時における許容限度は一応 $2\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 、すなわち2ppmと考えられよう。水道水についてはこれにさらにどの程度安全率を見込むかについては諸説がある。諸外国の例をとれば、ヨーロッパのWHO基準では0.2ppm、ソ連では0.1ppm、アメリカでは0.01ppmと、まちまちである。わが国の飲料水の水質基準は、この中でも比較的厳しいアメリカのUSPHSの飲料水水質基準を参考として0.01ppmと定めている。すなわち、(この場合の測定方法はシアン化物イオンを測定するものであり)この値は(公共用水域の水質調査で使用されている)現在のJIS規格(K0102の29.1.2の29.3の方法)に基づく測定では検出限界以下である。なお、シアンについては上記の水道等飲料水に対する配慮のみならず、環境衛生等国民健康の面からしても公共用水域の水質については、検出されないことと定めることが適当である』とされている⁵⁾。

環境基準のシアンの測定方法として、全シアンの定量限界が0.1ppmであるチオシアン酸第二水銀法が定められている。しかし、水道法ではピリジンピラゾロン法を測定方法としており、遊離シアンとして定量限界が0.01ppmである。環境基準の定量限界が0.1ppmでは人の健康保護を保持するためには充分安全な濃度とすることはできないのではないかと指摘があった。また、水産用水基準では48時間のTL_mの1/10の値である0.01ppmを基準値にしていることから魚介類の生息条件としても不充分ではないかと指摘もなされた。これに関して、環境基準で定められた測定方法では有害性の低い錯塩化合物中のシアンも検出されること、自然の河川や海域では短時間にシアンは分解されることを考慮して、この濃度の定量限界であっても實際上被害が生じることはないとして、定量限界の0.1ppm以下をもって「検出されないこと」と基準値が定められた^{4) 5)}。

3.2 総水銀

フェノール水銀、無機水銀の有機水銀への変化等が検討された。昭和46年(1971年)の基準

では、都道府県等の行政機関で行う測定の目的にそった分析方法は、ジチゾン吸光光度法が一般的であったため、この方法による定量限界の 0.02ppm以下をもって「検出されないこと」と定められた。昭和50年（1975年）の改訂では、測定技術の進歩に伴い定量下限が0.0005ppm以下に変更された。

3.3 アルキル水銀

知覚、聴力、言語等の障害、視野狭窄、四肢の麻痺、中枢神経障害を含む慢性中毒への影響が考慮された。『メチル水銀はその蓄積により水俣病のごとき神経系系統の疾病の原因となることが判明しており、過去の発症は主としてメチル水銀等を多量に蓄積した魚介類を反復摂取することにより生じている。このように長期間にわたる蓄積という点に着目するとメチル水銀は「検出されないこと」が望ましい。また、上水道においても、浄水処理過程での除去・分解は困難である。以上の点からして、メチル水銀は「検出されないこと」とするのが適当と考えられる。』とされている⁵⁾。昭和46年（1971年）の基準では、分析方法をガスクロマトグラフ法及び薄層クロマトグラフ分離—ジチゾン比色法の両方法を併用することとし、定量限界をガスクロマトグラフ法の定量限界である0.001ppm以下として、「検出されないこと」と定められた。昭和50年（1975年）の改訂では、魚類の生物濃縮率を用いて昭和48年（1973年）7月25日に実施された魚類の暫定的規制値（総水銀：0.4ppm、メチル水銀：0.3ppm）を超えないような水中水銀濃度が考慮された。しかし、水中水銀濃度の魚類水銀濃度への濃縮率は、理論的には総水銀に対して10倍のオーダー、メチル水銀では $10^4 \sim 10^5$ のオーダーと推定されているが、自然界での実際の測定値の報告は少ない。また、わが国の水域の総水銀濃度は0.0001ppm程度であり、比較的汚染されていると考えられる水域では0.0005～0.001ppm程度であった。水中総水銀濃度が0.0005～0.001ppmの範囲にあるならば、魚介類中の水銀濃度は暫定的規制値以下に留まると推定された。さらに、魚介類の体内でメチル水銀に変わる機構は明確でなく、濃縮係数を算定することはできなかった。

3.4 カドミウム

腎尿管管病変、骨軟化症等を発症する慢性毒性の影響が考慮された。『厚生省の“飲料水中のカドミウムの暫定基準値設定のための調査研究”の報告によると、飲料水中のカドミウムは0.01ppm以下であるべきであると結論している。その根拠としては、まず第一に地表水及び地下水において亜鉛の1/100～1/150程度量のカドミウムが含まれており、飲料水の基準は亜鉛が1ppm以下となっているので、この場合0.01ppm以下のカドミウムが含まれていると推定される。第二に、自然界のカドミウムは、通常、飲料水および各種の飲料物に含まれた形で、人間及び動物に摂取され、その大部分は体外に排泄される。しかしながら、その一部分は、消化管より吸収されて、血中に移行し、そして通常はそのほとんどは尿とともに体外に排泄されるが、吸収された量が尿中に排泄される量を越えた場合に、カドミウムは体内に蓄積され、いろいろの悪影響を起こすものと考えられる。第三に、飲料水中のカドミウムの許容量について諸外国の例をみると、WHO国際基準、アメリカ基準、ソビエト基準では0.001ppmとされており、またWHOヨーロッパ基準では0.05ppmとされている。以上の結果、とりあえずわが国における飲料水中のカドミウム含有量の暫定基準は、0.01ppm以下としている⁵⁾。また、魚類等や動植物における蓄積に関しては、未だ明らかとなっていないが、飲料水水質基準の濃度であれば問題はないとされた。さらに、厚生省のカドミウム汚染の要観察地域における汚染の状況からも、基準値とされた0.01ppmの値は問題ないとされた。

3.5 鉛

毒性に係わる症状として、大量の鉛を摂取すると、急性毒性を起こして、腹痛、嘔吐、下痢、尿閉等の症状が現れる。ときには、激しい胃腸炎等により死亡することもある。可溶性鉛塩の経口致死量は、成人10gである。少量の鉛を長期に渡り摂取すると、食欲不振、便秘、頭痛、全身倦怠、貧血、視力障害、痙攣、昏眠等が起きると考えられている。

鉛の場合、急性毒性よりも慢性毒性の方が重大であるが、安全と考えられる摂取量は明らかになっていない。AWWA（米国水道協会）では、人体における摂取が1日当たり1.0mgを越えると、摂取量を上回って蓄積される様になるとしている。

わが国の「水質基準に関する省令（厚生省令、昭和41年（1966年）」では、飲料水中の鉛の含有量は0.1ppm以下に定めており、上水道の浄水過程で除去・分解することは困難であることを考慮して、公共用水域の水質は飲料水と同程度以下の濃度であるべきであると考えられる。

3.6 クロム（六価）

毒性に係わる症状として、六価クロムを大量に摂取すると、嘔吐、腹痛、尿量減少、痙攣、ショック、昏眠、尿毒症等を起こし、死に至る。皮膚に触れると、皮膚炎、浮腫、潰瘍等が起こる。0.1ppmを超える濃度を経口摂取すると、嘔吐等が起こり、時には腸や腎臓に障害を起こす。皮膚に接触すると皮膚を腐食させる。しかし0.01ppm以下では無害だといわれている。六価クロムの経口致死量は、ウサギ1匹当たり2gとシアン等と比べ毒性は低いといわれている。

基準では急性中毒が考慮された。厚生省令によると、飲料水中の砒素の濃度は安全性を見込んで、 $0.05\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下とされている。また、浄水過程において六価クロムを除去することは困難である。以上の点及び国民の健康という面から、公共用水域においても飲料水と同等の基準が適当と考えられた。

3.7 砒素

毒性に係わる症状として、砒素の化合物を短時間に大量に摂取した場合、嘔吐、下痢、脱水症状、腹痛、ニンニク臭の呼気、流涎等を起こす。さらに多量に摂取すると、血便、血圧低下、痙攣、昏眠等を起こし、死亡に至る。長期に渡って、少量ずつ摂取すると、知覚障害、皮膚の青銅色化、浮腫、手のひらなどの角化を起こし、さらに症状が進むと、嘔吐、腹痛、流涎、肝臓肥大、肝硬変、貧血等が起き、循環器障害で死亡する。砒素の場合、急性中毒以上に慢性中毒が問題となることから、基準では慢性中毒が考慮された。

『砒素の経口致死量は、成人で100～130mgであり、5～50mgで急性中毒を起こすといわれている。砒素の場合は、急性毒性はさることながら蓄積による慢性中毒が問題である。慢性中毒は一般に飲料水として常用している場合、0.21～1.4ppm以上含有されていると、その危険があるといわれている。厚生省令によると、飲料水中の砒素は安全性を見込んで、0.05ppm以下となっている。また、浄水過程において砒素を除去することはほとんど困難である。砒素の蓄積の危険性からいって、飲料水のみならず、その他公共用水域においても、飲料水と同程度の基準が適当と考えられる。』とされている⁵⁾。

3.8 PCB

少量のPCBが人体に入り蓄積されると、眼けん浮腫、皮疹、倦怠、視力障害、色素の以上沈着、関節病等の慢性中毒の症状が起こる。魚介類に生物濃縮されることから、水中PCBの環境基準は、魚介類可食部のPCB濃度（3ppm）を可食部への濃縮率で割った値としている。可食部への濃縮率とは、魚介類可食部のPCB濃度を環境水中のPCB濃度で割った値である。文献で報告された可食部への濃縮率は5667～8582で、平均値は7630であったが、安全率を考慮して10000とみなされた。即ち、 $3\text{ppm}/10000 = 0.0003\text{ppm}$ と算定された。しかし、測定法（JISK0093）の定量限界が0.0005ppmと考えられるため、「検出されない」とするのが適当とされた。

4. 各項目の基準値

旧基準で基準値が定められていた11項目については、新たな知見に基づき、平成5年（1993年）3月、改めて検討が加えられた。

砒素については $0.05\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ から $0.01\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ へと基準値が強化された。鉛は新たに $0.1\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ から $0.01\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ に基準値が強化された。水道水質基準では水道鉛管からの溶出の可能性や鉛の暴露量のリスクアセスメントからの飲料水の寄与率の検討結果等を考慮し、 $0.05\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ と設定されている。しかし、環境基準では鉛毒性の蓄積性、魚介類への濃縮性等を考慮し、WHO飲料水ガイドラインと同じ値の厳しい値を設定している。砒素及び鉛に関しては、魚介類への濃縮性等について今後も科学的な知見の集積を引き続いて行い、将来改めて検討する必要があるとされている。

パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びE P Nの有機リンについては、急性毒性の観

点から前述のように、旧基準では基準値が決められていた。しかし、E P N以外の3物質は製造が中止され、公共用水域において20年間基準値レベルでの検出が見られないことから、新たな環境基準からは削除された。これらの物質に関しては、従来の水質汚濁防止法に基づく排水規制等を当面継続することで対応が図られている。E P Nについては、要監視項目として一定の基準で今後も監視を継続することで対応することとし、新たな基準から除かれた。その他の項目については、従来の基準値を変更する必要がないと判断され、表4-1に示すように、旧基準で設定された基準値がそのまま定められている。

シアンについては、項目名が「シアン」から「全シアン」に変更されている。環境基準では、毒性の強いシアンイオンとともに工場排水に含まれる金属と錯体を形成しているシアン等についても把握する必要がある。また、環境基準の測定方法として採用している日本工業規格(JIS)に基づく測定方法の呼称が「全シアン」であることから、「全シアン」を環境基準の項目名とした。これは、水道水質基準で呼称としている「シアンイオン」と内容的にも異なっていることから、区別を明確にするためでもある。

新たに追加する項目として特に有機塩素系化合物について重点的に検討が行われた。これはトリクロロエチレンやテトラクロロエチレン等が、従来と比べて生産量が増大し、広範囲に使用されている実績と、公共用水域や地下水において検出されている状況を考慮してである。その結果、健康影響に関する知見が得られている物質の中から、公共用水域等における検出状況から上述の2物質の他、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの9項目が選定された。ジクロロメタンは、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンが平成元年(1989年)に規制対象になり、溶剤の代替品として使用量が見込まれたことから基準項目に加えられた。1,1-ジクロロエチレンは、1,1-ジクロロエチレンから1,1-ジクロロエチレンやシス-1,2-ジクロロエチレンが環境中で生成すると考えられることから、生産実績は不明であるが、健康影響と検出状況を考慮して加えられている。四塩化炭素や1,1,1-トリクロロエタンは、オゾン層の破壊原因物質であるため、これから世界的に使用が減少することが予想される物質であるが、地下水の汚染原因物質であることから、今回の基準改正に加えられている。

ゴルフ場暫定指導指針で指針値を設定している農薬30種類と我が国で生産・出荷量が多い農薬の中から、公共用水域での検出状況を考慮して、4項目が選ばれている。ゴルフ場農薬では、一般農薬としても広く使用されていることから、シマジンが選ばれている。ゴム加流促進剤として農薬以外にも使用されているため、特定地域だけではなく全国的に汚染される可能性があることから、チウラムも選ばれている。

その他の有機化学物質及び無機物の中から健康影響等に関する知見が以前から蓄積されて毒性が明らかでない上、公共用水域等における検出状況等の結果からベンゼンとセレンが追加された。

以上で述べた新たに追加された項目は、魚介類への濃縮性が比較的低いと考えられ、ヒトの健康影響に及ぼす経路は飲料水によるものが主であると想定される。そこで、1,1,1-トリクロロエタンを除き、基準値は水道水質基準の基準値を設定した際の実態に基づき、1,1,1-トリクロロエタンを除き、基準値は水道水質基準の基準値を設定した際の実態に基づき、水道水質基準と同じ値が設定されている。

1,1,1-トリクロロエタンについては、水道水質基準では、 $0.3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ と設定されている。これは、ヒトの健康の保護のためだけでなく、水道水が有すべき性状に関連する項目として異臭を防止する意味がある。環境基準値としては健康の保護としての点を考慮すればよいことから、 $1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下でよいと判断された。

水銀、鉛、砒素等は、人為的な原因からだけでなく、天然由来の原因から検出されることがある。環境基準では、自然的原因の場合も人為的原因の場合も、公共用水域で存在する限りは異なる性質を持つものではなく、人の健康に影響するものとして、一律の値として設定されている。しかし、明らかに自然的原因により基準値を超えている場合は、評価において考慮する必要がある。

5. 要監視項目の設定

人の健康の保護に関連する物質ではあるが、現在までに得られている公共用水域における検出状態では検出レベルが低いことから、引き続き知見の集積に努めるべきものと判断された物質25項目については、公共用水域等の水質測定を行い、継続して検出実態の推移を把握していくため、「要監視項目」を設定した(表4-2)。これらの項目については、水質測定結果を評価するための数値として指針値が設定されている。要監視項目は、平成5年(1993年)3月8日付けの水質保全局長通知として、地方公共団体に伝達された。

農薬として、ゴルフ場農薬30種のうち7種類、一般農薬5種類が要監視項目として指定されている。CNPに関しては、胆のうがん死亡率に地域的な相関関係が認められるとする結論が出され、これまで認めてきた1日摂取許容量(ADI)を設定しないこととなった。これを受けて、指針値の設定もはずすこととなった。農薬メーカーは、CNPの製造・販売の自粛を決め、農水省も使用の自粛を農家に指導しているため、今後検出されないようになると考えられている。

クロロホルムについては、水道水質基準では、消毒副生成物の一つとして基準項目となっているが、環境基準では使用実績や検出状況を考慮して要監視項目となっている。

フッ素、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の2項目は、水道水質基準では以前より基準項目となっていた。今回の改正では、水道水質基準との関係を重視することから、要監視項目とし、水道水源を中心に公共用水域の監視をすることとなった。フッ素は天然由来による割合が高く、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素は肥料など面源の負荷が多い。両項目とも指針値を超えるレベルの汚染が報告されており、低減の対策が困難なことから、知見を集積し今後の検討資料とすることが必要である。

6. 環境基準の適用

人の健康の保護に関する環境基準は、健康への影響を考えた場合、飲料水経由の影響、魚介類経由の食物摂取の影響、水域から大気環境への循環等、広い視点でとらえなければならず、なにものにも優先して尊重されなければならないため、全ての公共用水域にたいして一律に適用されることになっている。即ち、水域の利用状態、汚染源の立地状況、水量等の水域の条件にかかわらず、常に維持されるべきものとして設定されている。これは、河川、湖沼で水道水源として利用されている水域では、水道の浄化処理過程で除去分解することができず、水道を通して摂取される危険性があることによるものである。また、水道水源として利用されていない水域であっても、魚介類を通じて摂取することが考えられることによるものである。従って、この考えに基づく環境基準の適用が水生生物等への影響を含め、広い意味での有害物質による環境影響汚染の防止にも役立つものと期待される。

7. 環境基準達成状況の評価

各々の項目の測定方法は表4-1に示したが、その試験操作等については基本的に日本工業規格に定められた方法に従うことになっている。ICP質量分析法、水素化物発生ICP発光分析法、パージ・トラップ・ガスクロマトグラフ質量分析法、農薬のガスクロマトグラフ質量分析法については、日本工業規格に規定されていないため、告示の別表として示されている方法による。測定方法の進歩や測定機器の改良に従い定量限界は低くなると考えられることから、全シアン、アルキル水銀およびPCBを除く項目の定量限界は基準値の1/10としている。全シアンについては $0.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ アルキル水銀およびPCBについては $0.0005\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 未満としている。

基準値は、長期間摂取をした場合の健康に及ぼす影響を考慮して設定された値であることから、従来の旧基準のように最高値で評価する必要はない。告示で、「基準値は年間平均値とする」と別表4-1の備考で記載されている。これは、一時的にある程度この値を超える様なことがあっても直ちに健康上の問題に結びつくものではないが、対策については、安全サイドに立って考え、基準値を超えることのないように進めていく必要があること。即ち、長期間に渡って平均的なレベルを基準値以下に維持するという考え方によるものである。ただし、全シアンについては、急性毒性の懸念から従来

通り最高値で評価することになっている。即ち、年間を通して全ての測定値が $0.1\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 未満であることとなる。アルキル水銀およびPCBについても「検出されないこと」をもって基準値となっていることから、年間を通して全ての測定値が不検出 ($0.0005\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 未満) であることが環境基準の達成となる。

ここで重要なことは、基準値の意味が基準値のレベルまでの汚染は許容できるということではないことである。清浄な水質は正常な状態を維持すると共に、基準値未満に汚染を保つだけでなく、できる限りより清浄な状態に改善していくことが強く求められるものである。また、測定値が一時的にでも基準値を超えた場合、原因を究明し、その後の推移の監視を継続し、必要に応じ適切な対策を検討・実施することが求められる。

8. 環境基準達成状況

最近における水質汚染の状況は、改善の傾向にある(図4-1、図4-2)。特に、カドミウムやシアン等の健康項目による汚染は著しく改善され、全国的にほぼ問題のない状況になってきた。

平成7年度(1995年度)は、5,471地点(河川3,973地点、湖沼260地点、海域1,238地点)で294,491検体が測定された。環境基準値を超える地点数の総地点数にたいする割合(非達成率)は、0.79%(43地点/5,471地点)であった(表4-3、表4-4、表4-5)。環境基準値を超えた項目は、カドミウム、全シアン、鉛、砒素、ジクロロメタン、1,2-ジクロロエタン、テトラクロロエチレン、セレンであった。環境基準については、平成5年(1993年)3月の環境庁告示により、評価方法が変更になったため、平成5年度(1993年度)より新たな環境基準に基づく評価が行われているが、平成7年度(1995年度)には前年度に比べ非達成率が0.85%から0.79%へとわずかに減少している。平成6年度(1994年度)及び平成7年度(1995年度)では、自然由来の砒素に係わる環境基準が超えていることが非達成率に大きく影響している。水質汚濁防止法による工場・事業所に対する排水規制の強化などのこれまでの努力により、旧基準値をほぼ達成することができるようになった。しかし、環境基準の改正に伴い、新たに非達成地点となっている地点も見られる様になり、今後に向けての一層の改善が期待される。

参考文献

- 1) 早水輝好(1993)環境基準と水道水質基準の改訂について、水環境学会誌 16, 2-8.
- 2) 日本水道協会(1994)WHO飲料水水質ガイドライン(第2版)第1巻.
- 3) 環境庁水質保全局(平成8年11月)水質調査方法、平成7年度公共用水域水質測定結果について
- 4) 小川洋二(1979)社団法人日本化学会編 環境・防災ライブラリー、環境の基準—その化学的背景— 3水質:丸善(1979)
- 5) 経済企画庁国民生活局(昭和45年3月31日)環境基準に係わる具体的数値の設定について(案)

図 4 - 1 各健康項目別不適号率の推移(旧環境基準による評価)
 (ただし、アルキル水銀は昭和46年度以来不適合率0%
 である。)

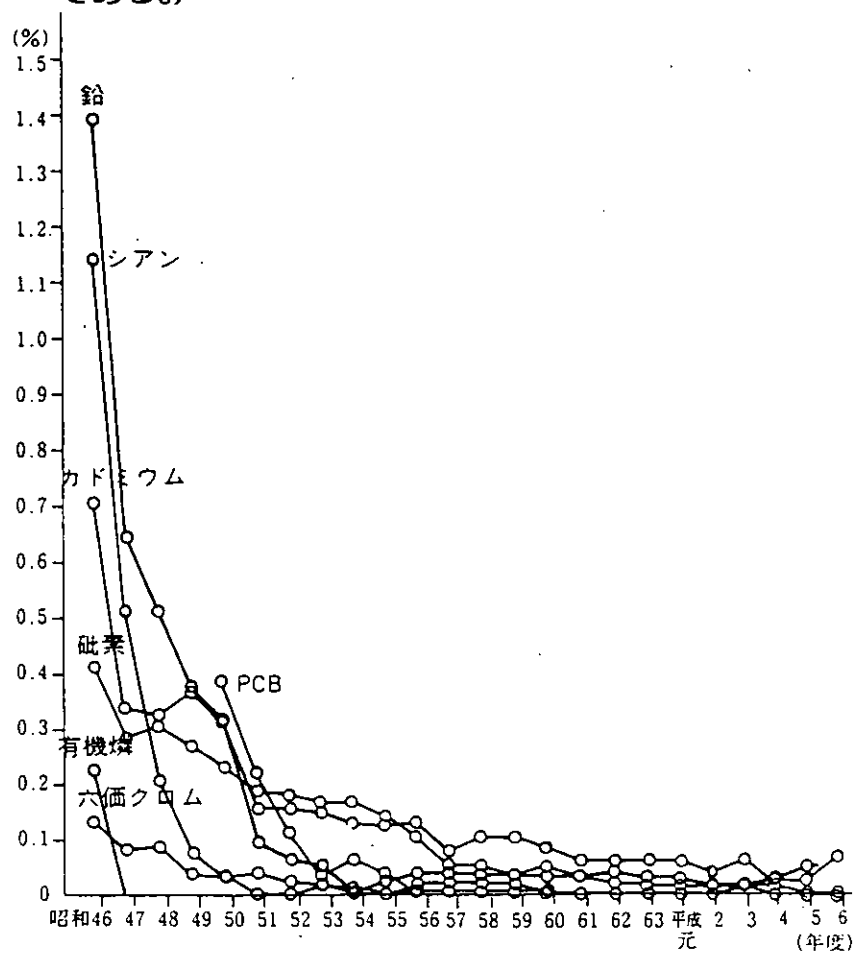


図4-2 不適合率の推移（旧環境基準による評価）

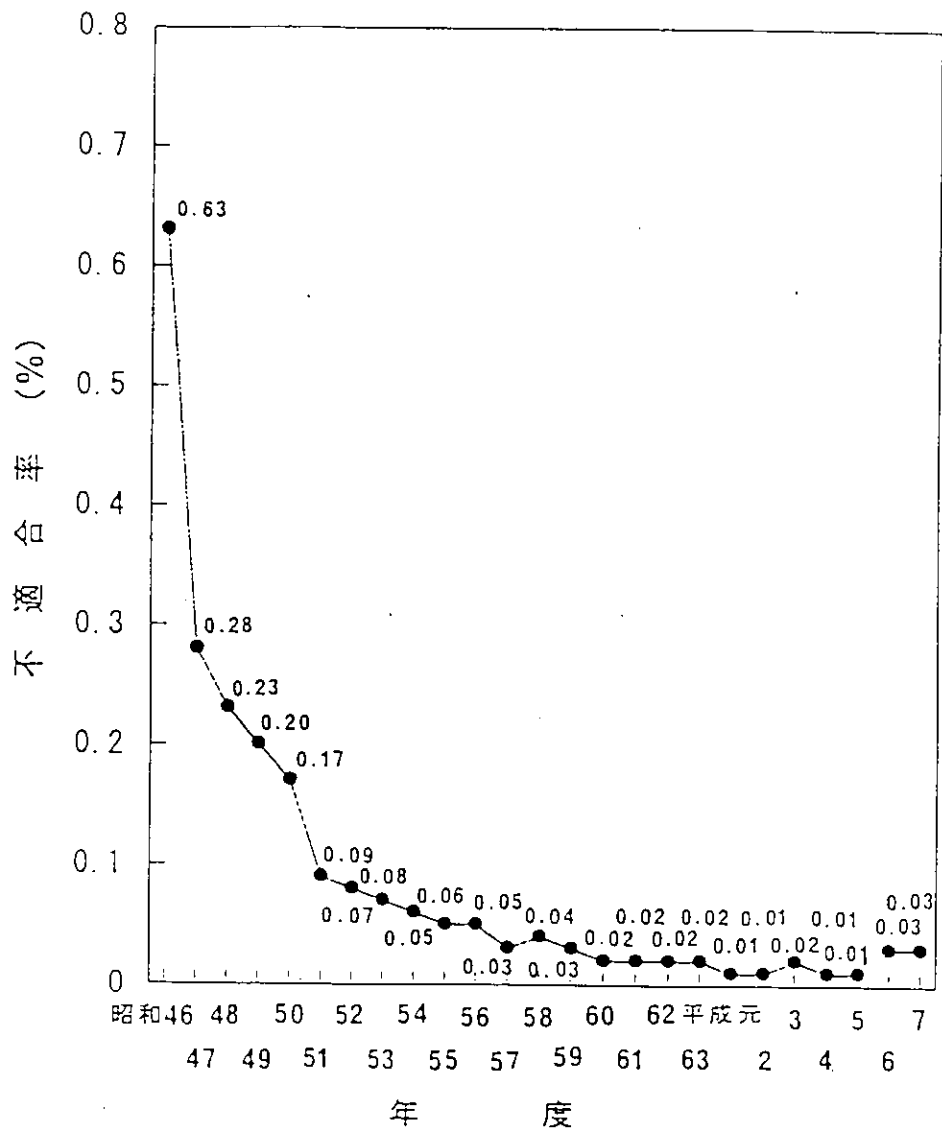


表4-1 人の健康の保護に関する環境基準

項目	基準値	測定方法	目標値
カドミウム	0.01mg・l ⁻¹ 以下	フレイム原子吸光法、電気加熱原子吸光法、ICP発光分析法 ICP/MS法	0.01mg・l ⁻¹ 以下
全シアン	検出されないこと(*1)	ピリジンピラゾロン吸光法、4-ピロジンカルボン酸ピラゾロン吸光法	検出されないこと(*1)
鉛	0.01mg・l ⁻¹ 以下	フレイム原子吸光法、電気加熱原子吸光法、ICP発光分析法 ICP/MS法	
六価クロム	0.05mg・l ⁻¹ 以下	ジフェニルカルバジド吸光法、フレイム原子吸光法、 電気加熱原子吸光法、ICP発光分析法、ICP/MS法	0.05mg・l ⁻¹ 以下
ヒ素	0.01mg・l ⁻¹ 以下	水素化物発生原子吸光法、水素化物発生ICP発光分析法	
鉛水銀	0.0005mg・l ⁻¹ 以下	還元気化原子吸光法	0.0005mg・l ⁻¹ 以下
アルキル水銀	検出されないこと(*2)	溶媒抽出GC法(ECD)	検出されないこと(*2)
PCB	検出されないこと(*2)	溶媒抽出GC法(ECD)	検出されないこと(*3)
ジクロロメタン	0.02mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, FID)、ヘッドスペースGC法(MS)	—————
四塩化炭素	0.002mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD)、ヘッドスペースGC法(MS, ECD) 溶媒抽出GC法(ECD)	—————
1,2-ジクロロエタン	0.004mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD, FID)、ヘッドスペースGC法(MS)	—————
1,1-ジクロロエチレン	0.02mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, FID)、ヘッドスペースGC法(MS)	—————
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, FID)、ヘッドスペースGC法(MS)	—————
1,1,1-トリクロロエタン	1mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD)、ヘッドスペースGC法(MS, ECD) 溶媒抽出GC法(ECD)	—————
1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD)、ヘッドスペースGC法(MS, ECD) 溶媒抽出GC法(ECD)	—————
トリクロロエチレン	0.03mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD)、ヘッドスペースGC法(MS, ECD) 溶媒抽出GC法(ECD)	0.03mg・l ⁻¹ 以下
テトラクロロエチレン	0.01mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD)、ヘッドスペースGC法(MS, ECD) 溶媒抽出GC法(ECD)	0.01mg・l ⁻¹ 以下
1,3-ジクロロプロペン	0.002mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, ECD)、ヘッドスペースGC法(MS)	—————
チウラム	0.006mg・l ⁻¹ 以下	溶媒抽出HPLC法、固相抽出HPLC法	—————
シマジン	0.003mg・l ⁻¹ 以下	溶媒抽出GC法(MS, FTD)、固相抽出GC法(MS, FTD)	—————
チオベンカルブ	0.02mg・l ⁻¹ 以下	溶媒抽出GC法(MS, FTD, ECD)、固相抽出GC法(MS, FTD, ECD)	—————
ベンゼン	0.01mg・l ⁻¹ 以下	パーティ・トラップGC法(MS, FID)、ヘッドスペースGC法(MS)	—————
セレン	0.01mg・l ⁻¹ 以下	水素化物発生原子吸光法、水素化物発生ICP発光分析法	—————

ICP/MS法：ICP質量分析法

GC法(MS)：ガスクロマトグラフ質量分析法

ECD：電子捕獲型検出器

FID：水素炎イオン化検出器

FTD：アルカリ熱イオン化検出器

HPLC：高速液体クロマトグラフ

備考：基準値は年平均値とする。ただし、全シアンに係わる基準値については、最高値とする。

「検出されないこと」とは、測定法法の欄に掲げる方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。

(*1)定量限界は、0.1mg・l⁻¹ (*2)定量限界は、0.0005mg・l⁻¹ (*3)定量限界は、0.001mg・l⁻¹

表4-2 要監視項目及び指針値

項目名	指針値	水道水質に関する値	WHO飲料水水質ガイドライン値
クロロホルム	0.06mg・l ⁻¹ 以下	0.06mg・l ⁻¹ 以下(a)	0.2mg・l ⁻¹
トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg・l ⁻¹ 以下	0.04mg・l ⁻¹ 以下(a)	0.05mg・l ⁻¹
1,2-ジクロロプロパン	0.06mg・l ⁻¹ 以下	0.06mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.02mg・l ⁻¹
p-ジクロロベンゼン	0.3mg・l ⁻¹ 以下	0.3mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.3mg・l ⁻¹ (P)
イソキサチオン	0.008mg・l ⁻¹ 以下	0.008mg・l ⁻¹ 以下(b)	
ダイアジノン	0.005mg・l ⁻¹ 以下	0.005mg・l ⁻¹ 以下(b)	
フェニトロチオン(MEP)	0.003mg・l ⁻¹ 以下	0.003mg・l ⁻¹ 以下(b)	
イソプロチオラン	0.04mg・l ⁻¹ 以下	0.04mg・l ⁻¹ 以下(b)	
オキシ銅(有機銅)	0.04mg・l ⁻¹ 以下		
クロロタロニル(TPN)	0.04mg・l ⁻¹ 以下	0.04mg・l ⁻¹ 以下(b)	
プロピザミド	0.008mg・l ⁻¹ 以下	0.008mg・l ⁻¹ 以下(b)	
EPN	0.006mg・l ⁻¹ 以下	0.006mg・l ⁻¹ 以下(b)	
ジクロロボス(DDVP)	0.01mg・l ⁻¹ 以下	0.01mg・l ⁻¹ 以下(b)	
フェノブカルブ(BPMC)	0.02mg・l ⁻¹ 以下	0.02mg・l ⁻¹ 以下(b)	
イプロベンホス(IBP)	0.008mg・l ⁻¹ 以下	0.008mg・l ⁻¹ 以下(b)	
クロルニトロフェン(CNP)	—	—	
トルエン	0.6mg・l ⁻¹ 以下	0.6mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.7mg・l ⁻¹
キシレン	0.4mg・l ⁻¹ 以下	0.4mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.5mg・l ⁻¹
フタル酸ジエチルヘキシル	0.06mg・l ⁻¹ 以下	0.06mg・l ⁻¹ 以下(b)	
ほう素	0.2mg・l ⁻¹ 以下	0.2mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.3mg・l ⁻¹
フッ素	0.8mg・l ⁻¹ 以下	0.8mg・l ⁻¹ 以下(a)	1.5mg・l ⁻¹
ニッケル	0.01mg・l ⁻¹ 以下	0.01mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.02mg・l ⁻¹
モリブデン	0.07mg・l ⁻¹ 以下	0.07mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.07mg・l ⁻¹
アンチモン	0.002mg・l ⁻¹ 以下	0.002mg・l ⁻¹ 以下(b)	0.005mg・l ⁻¹ (P)
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg・l ⁻¹ 以下	10mg・l ⁻¹ 以下(b)	50mg・l ⁻¹ (硝酸塩)(*) 3mg・l ⁻¹ (亜硝酸塩)(P)(*)

水道水質に関する値 (a):基準項目 基準値

水道水質に関する値 (b):監視項目 指針値

WHO飲料水水質ガイドライン値 (P):暫定値

(*)硝酸塩 亜硝酸塩

$$\frac{\quad}{50} + \frac{\quad}{3} \leq 1$$

表4-3 平成7年度健康項目の環境基準値を超える水域別地点数

測定項目	河		川		湖		沼		海		域
	a:環境基準値を超える地点数	b:調査対象地点数	a/b:割合(%)	a:環境基準値を超える地点数	b:調査対象地点数	a/b:割合(%)	a:環境基準値を超える地点数	b:調査対象地点数	a:環境基準値を超える地点数	b:調査対象地点数	
カドミウム	1	3,463	0.03	0	253	0	0	1,172	0	1,172	0
鉛	1	3,170	0.03	0	231	0	0	945	0	945	0
六価クロム	9	3,567	0.25	0	253	0	0	1,182	0	1,182	0
砒素	0	3,206	0	0	229	0	0	1,073	0	1,073	0
総水銀	26	3,492	0.74	1	252	0.40	0	1,153	0	1,153	0
アルキル水銀	0	3,332	0	0	235	0	0	1,153	0	1,153	0
PCB	0	1,368	0	0	129	0	0	562	0	562	0
ジクロロメタン	0	1,798	0	0	116	0	0	616	0	616	0
四塩化炭素	3	2,742	0.11	0	150	0	0	739	0	739	0
1,2-ジクロロエタン	0	2,815	0	0	161	0	0	736	0	736	0
1,1-ジクロロエチレン	0	2,739	0	0	150	0	0	728	0	728	0.14
シス1,2-ジクロロエチレン	0	2,730	0	0	150	0	0	726	0	726	0
1,1,1-トリクロロエタン	0	2,739	0	0	150	0	0	726	0	726	0
1,1,1-トリクロロエタン	0	2,843	0	0	161	0	0	743	0	743	0
1,1,2-トリクロロエタン	0	2,738	0	0	150	0	0	727	0	727	0
トリクロロエチレン	0	3,043	0	0	172	0	0	761	0	761	0
テトラクロロエチレン	1	3,047	0.03	0	172	0	0	766	0	766	0
1,3-ジクロロプロペン	0	2,825	0	0	154	0	0	711	0	711	0
チウラム	0	2,793	0	0	153	0	0	709	0	709	0
シマジン	0	2,817	0	0	153	0	0	702	0	702	0
チオベンカルブ	0	2,812	0	0	153	0	0	697	0	697	0
ベンゼン	0	2,716	0	0	150	0	0	731	0	731	0
セレン	1	2,696	0.04	0	147	0	0	774	0	774	0
全	41	3,973	1.03	1	260	0.38	1	1,238	1	1,238	0.08

表4-4 健康項目の環境基準値を超える地点数の推移（新環境基準値による評価）

測定項目	平成7年（1995年）			平成6年（1994年）			平成5年（1993年）		
	a:環境基準値 を超える地点数	b:調査対 象地点数	a/b: 割合(%)	a:環境基準値 を超える地点数	b:調査対 象地点数	a/b: 割合(%)	a:環境基準値 を超える地点数	b:調査対 象地点数	a/b: 割合(%)
カドミウム	1	4,888	0.02	1	4,910	0.02	1	5,171	0.02
シアン	1	4,346	0.02	1	4,340	0.02	1	4,517	0.02
鉛	9	5,002	0.18	10	5,017	0.20	7	5,174	0.14
六価クロム	0	4,508	0	0	4,520	0	0	4,758	0
砒素	27	4,897	0.55	28	4,874	0.57	16	5,004	0.32
総銀	0	4,720	0	0	4,722	0	0	4,918	0
アルキル銀	0	2,059	0	0	2,179	0	0	2,267	0
PC	0	2,530	0	0	2,451	0	0	2,463	0
ジクロロメタン	3	3,631	0.08	4	3,510	0.11	2	2,496	0.08
四塩化炭素	0	3,712	0	1	3,598	0.03	1	2,695	0.04
1,2-ジクロロエタン	1	3,617	0.03	4	3,506	0.11	4	2,497	0.16
1,1-ジクロロエチレン	0	3,606	0	0	3,496	0	0	2,496	0
シス1,2-ジクロロエチレン	0	3,615	0	0	3,502	0	0	2,497	0
1,1,1-トリクロロエタン	0	3,747	0	0	3,639	0	0	2,936	0
1,1,2-トリクロロエタン	0	3,615	0	0	3,501	0	0	2,601	0
トリクロロエチレン	0	3,976	0	0	3,942	0	0	3,389	0
テトラクロロエチレン	1	3,985	0.03	1	3,942	0.03	1	3,396	0.03
1,3-ジクロロプロペン	0	3,690	0	0	3,622	0	0	2,608	0
チウラム	0	3,655	0	0	3,593	0	0	2,681	0
シマジン	0	3,672	0	0	3,621	0	0	2,686	0
チオベンカルブ	0	3,662	0	0	3,617	0	0	2,691	0
ベンゼン	0	3,597	0	0	3,496	0	1	2,494	0.04
セレン	1	3,617	0.03	1	3,583	0.03	1	2,508	0.04
全	43	5,471	0.79	47	5,516	0.85	33	5,708	0.58

表4-5 健康項目の環境基準値の不適合率の推移（新環境基準値による検体数評価）

測定項目	平成7年（1995年）			平成6年（1994年）			平成5年（1993年）		
	a:環境基準値 を超える検体数	b:調査対 象検体数	a/b: 割合(%)	a:環境基準値 を超える検体数	b:調査対 象検体数	a/b: 割合(%)	a:環境基準値 を超える検体数	b:調査対 象検体数	a/b: 割合(%)
カドミウム	10	21,495	0.05	14	21,794	0.06	10	25,035	0.04
鉛	1	18,749	0.01	1	18,875	0.01	1	21,636	0
六価クロム	137	22,053	0.62	138	22,231	0.62	87	24,906	0.35
砒素	0	18,894	0	0	19,104	0	0	22,061	0
総銀	193	20,846	0.93	190	20,861	0.91	143	22,961	0.62
アルキル水銀	0(17*)	22,463	0	0(6*)	22,915	0	0(0*)	27,545	0
P	0	5,598	0	0	6,216	0	0	6,606	0
ジクロロメタン	0	4,109	0	0	4,012	0	0	3,821	0
四塩化炭素	15	9,992	0.15	17	9,497	0.18	6	4,594	0.13
1,2-ジクロロエチレン	0	11,297	0	1	10,917	0.01	1	6,298	0.02
1,1-ジクロロエチレン	3	9,969	0.03	27	9,502	0.28	9	4,541	0.20
シス1,2-ジクロロエチレン	0	9,954	0	0	9,479	0	0	4,538	0
1,1,1-トリクロロエタン	0	9,964	0	0	9,487	0	0	4,553	0
1,1,2-トリクロロエタン	0	11,647	0	0	11,264	0	0	7,473	0
トリクロロエチレン	1	9,964	0.01	1	9,487	0.01	0	4,760	0
テトラクロロエチレン	5	14,519	0.03	6	14,717	0.04	6	12,529	0.05
1,3-ジクロロプロペン	8	14,528	0.06	5	14,716	0.03	1	12,535	0.01
チウラム	0	9,958	0	0	9,602	0	0	4,361	0
シマジン	0	9,764	0	0	9,462	0	0	4,435	0
チオベンカルブ	1	9,800	0.01	3	9,570	0.03	0	4,449	0
ベンゼン	1	9,804	0.01	0	9,592	0	0	4,541	0
セレン	1	9,601	0.01	2	9,153	0.02	3	4,242	0.07
	13	9,526	0.14	11	9,295	0.12	1	4,245	0.02
全	389	294,491	0.13	416	291,748	0.14	268	242,575	0.11

*総水銀が $0.0005\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ を超える検体数。

第5章 水質環境基準（生活環境項目）

1. 水質環境基準の設定の背景

昭和30年代の高度経済成長期には、我が国では大都市を中心に多くの工場や事業所が建設され、人口集中が著しく進行した。それに伴い、河川、湖沼、海域等の公共用水域での水質汚濁問題が顕在化してきた。そして、昭和40年代になると人口や工場の集中が中小都市にも始まり、水質汚濁が全国的なレベルへと拡大されてきた。図5-1に示されるように、1950年頃から淀川では汚濁が進行し始めており、多摩川では、昭和30年（1955年）から非常に急速な汚濁進行が見られた。これらの汚濁進行の原因は次のようにまとめられる。

- 1) 都市域への人口・工場の集中による汚濁物質の水系への多量流入
- 2) 水需要の増加に伴う、都市河川の自己流量の低下と自浄機能の低下
- 3) 工場排水処理や下水道整備の遅れ

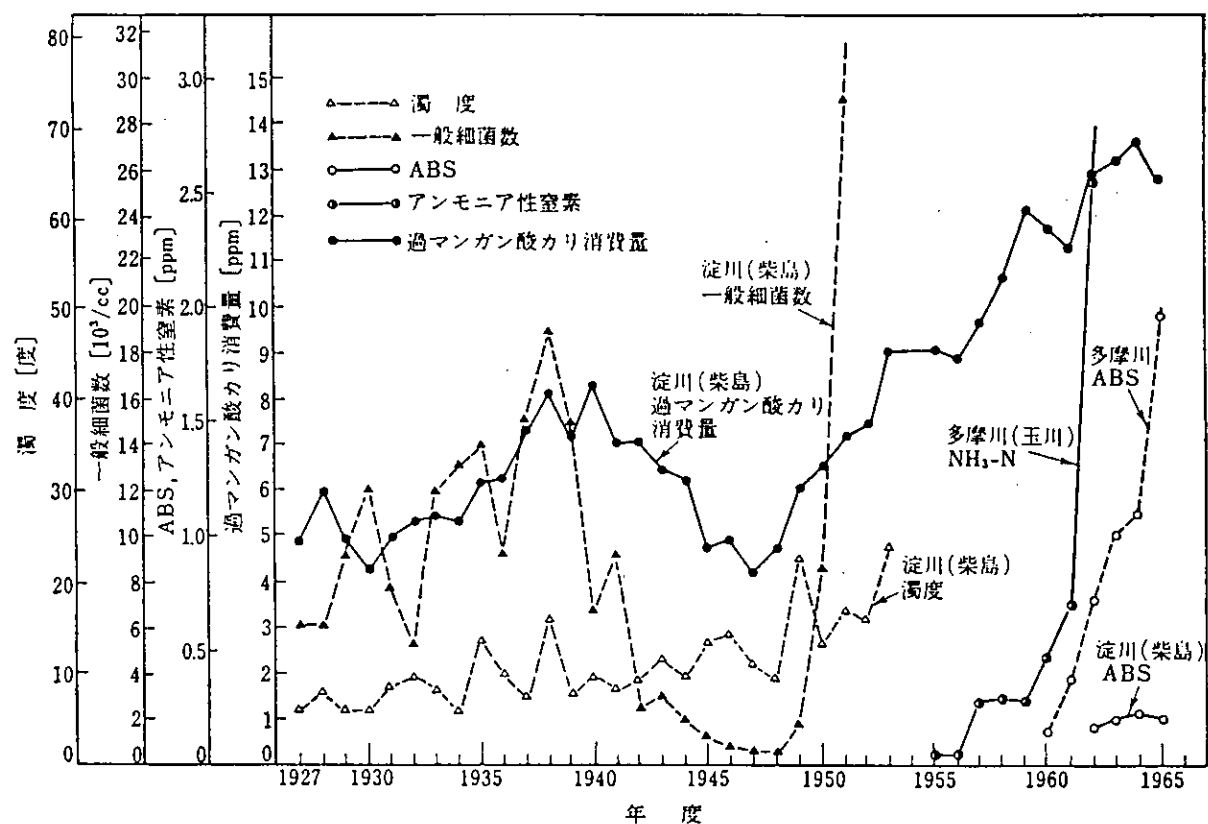


図5-1 河川の汚濁の進行例（出典 水質工学基礎編 一部改変）

このような公共用水域の水質汚濁に伴い、肉体的な健康被害とともに、様々な生活環境に関わる被害が生じてきた（表5-1参照）。例えば、飲料水の異臭味や処理コストの増大などの水道被害、魚の斃死や着臭などの水産被害、農作物の生育阻害などの農業被害、景観価値の低下や悪臭などの自然環境被害など、多様な形で生活環境の悪化が顕著になってきた。

以上のような背景から、昭和45年（1970年）に、人の健康を保護するための健康項目に加え、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準として生活環境項目として定められた。

表5-1 水質汚濁に伴う生活環境に関わる被害

被害分類	被害項目
1) 水道被害	取水や給水停止、異臭味問題、処理コストの増加、ろ過障害
2) 水産被害	赤潮や酸欠による魚介藻類の斃死、高級魚から低級漁への品種変化 着臭、産卵場や藻場の荒廃、生物相変化による魚介類の減少
3) 農業被害	土壌の酸性化またはアルカリ化、土壌の還元化、窒素過剰、透過性の低下
4) 自然環境被害 レクリエーション被害 都市環境被害	景勝地の自然的価値の低下、透明度の低下 水浴場や釣り場の喪失 悪臭による不快感、悪臭物質による健康被害や変色腐食
5) 工業用水被害	品質悪化、処理コスト増大、パイプの腐食やスケール問題

2. 環境基準設定のための基本的考え方

2.1 生活環境項目と水域類型化

環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準は、前節に記載のとおり、人の健康の保護に関するもの（健康項目）とここで述べる生活環境の保全に関するもの（生活環境項目）の二つからなっている。前者の健康項目が公共用水域一律に設定されているのと異なり、生活環境項目では、まず公共用水域として、河川、湖沼、海域別に、その利用目的に応じた水域類型を設けている。そして、それぞれの基準値を定め、各公共用水域について、水域類型の指定を行っている。

生活環境の保全に関する環境基準に関してこのような水域群別方式を採用したのは、各公共用水域の利用目的が水域ごとに多岐多様であり一様でないため、水質汚濁防止行政上の目標である環境基準もそれに対応して設定されるべきであることによる。言い換えれば、環境基準を一律に設定することが適当ではないと考えられている。ここで保全の対象としている「生活環境」の範囲は、通常の用例よりも広義であり、「人の生活に密接な関係にある財産並びに人の生活に密接に関係のある動植物及びその生育環境を含む」ものであり、上水道、工業用水道あるいは農業、水産業等も含まれる。具体的には利用目的の適応性として、自然環境保全、水道1、2、3級、水産1、2、3級、工業用水1、2、3級、農業用水、環境保全などが設定されている。

したがって、水域類型の設定においては、環境基準の設定に先立ち作成されていた「水産用水基準（1965年、日本水産資源保護協会）」、環境基準の設定作業と同時並行的に進められていた「水道原水の水質基準、（昭和45年、1970年、厚生省諮問機関生活環境審議会）」、「農業用水基準（1970年、農林省公害対策室）」、「工業用水基準（昭和46年、1971年、日本工業用水協会）」の作成における検討事項を参考にしつつ、水域の各利水目的に適応する環境上の条件を河川6類型、湖沼4類型、海域3類型に類型化することとした。その後の基準の見直しにより、湖沼と海域について全窒素と全リンの項目が追加され、この項目に関してそれぞれ別途に5類型と3類型が設定された。

なお、上記の関連基準は付表として章末に参照として添付している。なお、いくつかの基準は環境基準の設定当時のものから改訂されているものもある。

2.2 行政目標としての環境基準

環境基準は「維持されることが望ましい基準」であるとして、行政上の政策目標であることが明らかにされている。しかし、単なる理想的なビジョンではなく、具体的な施策の到達目標として着実に達成維持されるべきものでなければならない。基準値を最大許容限度として設けるという考え方も採りうるが、より積極的に維持されることが望ましいものとしての性格を有している。したがって、汚染が進行していない地域については、少なくとも現状より悪化することにならないように環境基準を

設定することが望ましい。ただし、生活環境の保全の観点からは、水域が通常の状態にある場合を前提として維持されるべきものとして考えているため、渇水時などの異常な状態では例外的に維持されないこともあり得る。

2.3 水域類型指定（「あてはめ」）について

各水域は、その利用形態や目的に応じて類型化されている。水域類型の指定は、昭和46年（1971年）5月まで国が定めていたが、それ以降は、複数の都府県に係る重要な水域である北上川等の37河川、東京湾などの10海域、合計47の県際水域を除き、その指定の権限は当該水域が属する都道府県知事に委任された。

水域類型指定において、考慮すべき点として次のものが挙げられる。

- 1) 水質汚濁に係る公害が著しくなっており、または著しくなるその恐れのある水域の優先すること。
- 2) 当該水域の現在および将来の利用目的の推移に配慮すること。
- 3) 当該水域における水質汚濁の状況、水質汚濁源の立地状況などを勘案すること。
- 4) 当該水域の水質が現状より少なくとも悪化することを許容することとならないように配慮すること。
- 5) 目標達成のための施策との関連に留意しつつ、その達成期間について配慮すること。

2.4 基準の達成期間について（昭和60年（1985年）環水管第5126号）

前述のように、環境基準は行政上の目標であり、その達成に一定の年限を付している。健康項目については、設定後直ちに達成維持されるように努めるものとされているのに対し、生活環境項目については、各公共用水域ごとに水域の汚濁の状況に応じて、指定の際に達成期間を定め、施策の推進しながら可及的速やかに達成維持を図るものとされている。その際、次のような考え方で達成期間を定めている。

- 1) 人口集中や大規模工業開発などが進行している地域に係る水域で著しい水質汚濁が生じているもの又は生じつつあるものについては、5年以内に達成することを目標とする。ただし、対策を総合的に講じて5年以内に達成が困難と考えられる水域については、例外的に5年を超えることもやむを得ないとして、改善目標値を適宜設定して、段階的な水質改善を図る。この場合にも、原則としておおむね10年以内には達成することを目標とする。なお、湖沼について、10年以内の達成が困難であり、段階的な水質改善を図る場合には、暫定目標を現在見込みうる施策による改善見通し等を十分勘案して定め、おおむね5年ごとに見直しを行う。
- 2) 上記の1)以外の水域については、設定後直ちに達成され、維持されるような水質汚濁防止に努めることとしている。

なお、平成7年度におけるあてはめ水域（全水域）のうち約6割強が直ちに達成・維持される水域に指定されており、残り4割程度が水質汚濁が進行していたり、汚濁が生じつつあるもので5年以内あるいは5年を超える期間で可及的速やかに達成を期する水域として指定されている。

2.5 基準の見直しについて

環境基準は固定したのではなく、次のような視点から適宜見直しを行い、所要の改定するものとされている。

- 1) 科学的な判断の向上に伴う基準値の変更、環境上の条件となる項目の追加等
- 2) 水質汚濁の状況、水質汚濁源の事情などの変化に伴う環境上の条件となる項目の追加等
- 3) 水域利用の様態の変化などの事情の変更に伴う各水域類型の該当水域及び当該水域類型に係る環境基準の達成期間の変更

例えば、有機塩素化合物や農薬物質などの健康項目としての追加、鉛や砒素などの基準値の強化、有機リン系農薬の使用中止に伴う項目の削除、湖沼や海域への全窒素や全リンなどの基準の追加などが行われてきている。

我が国では、約20年前に多くの水域について指定が行われたが、多くの公共用水域においてその利用目的や水質汚濁の状況が変化を生じているにもかかわらず見直しが十分に行われてきていなかった。

そこで、現在、類型指定の実態把握を行うための総点検を実施して、水域類型指定の見直し作業が進められている。例えば、現状の河川の利用目的と整合していない河川の適切な利用目的の類型への見直し、現状水質が上位類型を達成している河川について水質維持の考え方による見直し、貯水量1000 m³以上の人工湖については湖沼の類型あてはめを行う見直しなどが挙げられる。

3. 各水域の水質環境基準

水質基準項目としては、pH、BOD、COD、SS、DO、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物質（油分など）の基準と、富栄養化を防止する目的で湖沼と海域について全窒素と全リンに係る基準も定められている。湖沼と海域の全窒素と全リンに係る基準は、それぞれ、昭和57年（1982年）と平成5年（1993年）に新たに追加設定されたものである。

水質項目の選定に関する全体的な経緯として、次のようなことが挙げられる。

1) 2. 1で述べたように各種の用水基準での検討事項を参考にして基準は設定されたため、各用水基準において共通的なものが水質項目として採用され、いわゆる一般的な項目に限定されることとなった。例えば、電気伝導度、全窒素（農業用水基準）、色、マンガン、鉄など（水道原水の水質基準）などの共通する項目でないものは選定されなかった。

2) 重要項目として河川や湖沼の農業用利水点におけるpH、DO、海域における食用カキの養殖の利水点における大腸菌群数、海苔養殖および工業用利水点でのCODは基準値が選択された。海域においては、主な利水目的が水産のため、その面では問題のなかったSSを環境基準とせず、油分を加えている。

3) 有機汚濁指標として、河川についてはBOD、湖沼と海域についてはCODを採用しているが、これは湖沼や海域においてはBODの測定資料が乏しかったことに加え、BOD測定の標準法が不明であったことや植物プランクトンの影響を考慮するとBODでなくCODが適当であることが考えられた。当時、公共用水域の測定資料としては、水道水源における水道法に基づく過マンガン酸カリウム消費量の測定データや、海域でのアルカリ性法による水産関係の測定資料に限られ、それらを参考に基準設定を行なわざるを得ない状況も、項目選定に関係している。また、湖沼のような停滞性水域においては、有機物が生物化学的に酸化分解されるのは5日以上になるので、むしろ汚濁指標としてはCODが適切であるとの意見が取り入れられた。なお、自然水域の過マンガン酸カリウムによるCODとBODの関係についてはデータが限られているが、参考として河川と海域における両者の相関関係を図5-2に示す。

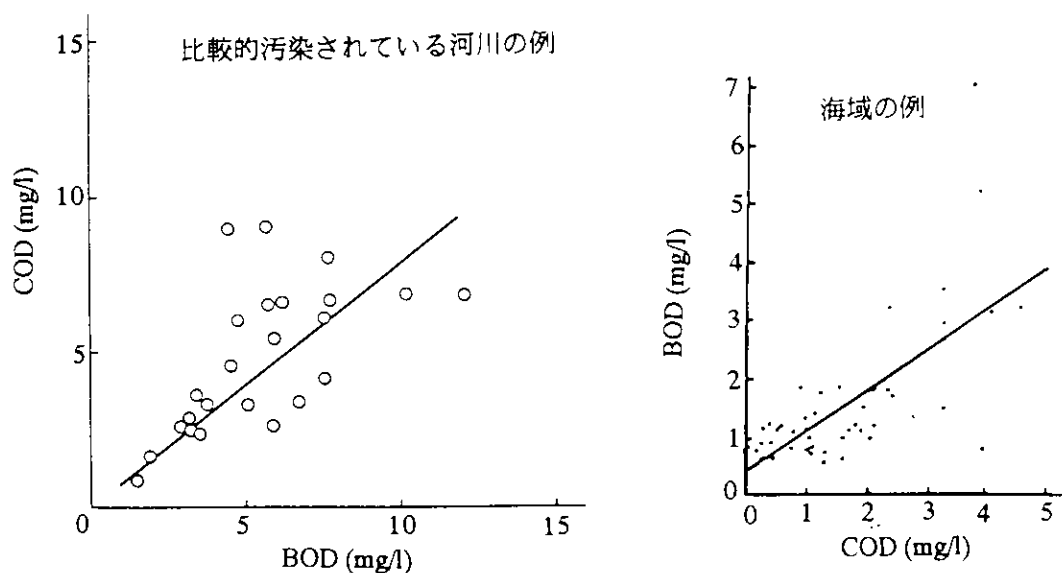


図5-2 CODとBODの相関関係

3.1 河川に関する環境基準

河川の環境基準は、表5-2に示すように、pH、BODなど5項目について定められている。そして、水域類型には、AAからEまでの6類型が設けられている。また、貯水量1000万 m^3 未満の人工湖は湖沼ではなく、河川として取り扱われている。なお、基準値はすべて日間平均値である。以下に、項目ごとの設定根拠などを説明する。

表5-2 河川の環境基準

項目 類型	利用目的の 応答性	基準値					該当水域
		水素イオン濃度 (pH)	生物化学的酸素 要求量(BOD)	浮遊物質 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級 自然環境保全及 びA以下の欄に 掲げるもの	6.5以上8.5以下	1mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	50MPN/100ml以下	第1の2の(2) により水域類 型ごとに指定 する水域
A	水道2級 水産1級 水浴及びB以下 の欄に掲げるもの	6.5以上8.5以下	2mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	1,000MPN/100ml以下	
B	水道3級 水産2級 及びC以下の欄 に掲げるもの	6.5以上8.5以下	3mg/l以下	25mg/l以下	5mg/l以上	5,000MPN/100ml以下	
C	水産3級 工業用水1級及 びD以下の欄に 掲げるもの	6.5以上8.5以下	5mg/l以下	50mg/l以下	5mg/l以上	—	
D	工業用水2級 農業用水及びE の欄に掲げるもの	6.0以上8.5以下	8mg/l以下	100mg/l以下	2mg/l以上	—	
E	工業用水3級 環境保全	6.0以上8.5以下	10mg/l以下	ゴミ等の浮遊が 認められないこと。	2mg/l以上	—	
測定方法		規格12.1に定める方法又はガラス電極を用いる水質自動監視測定装置によりこれと同程度の計測結果の得られる方法	規格21に定める方法	付表9に掲げる方法	規格32に定める方法又は隔膜電極を用いる水質自動監視測定装置によりこれと同程度の計測結果の得られる方法	最確数による定量法	X
備考							
<p>1 基準値は、日間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる。）、</p> <p>2 農業利用水点については、水素イオン濃度6.0以上7.5以下、溶存酸素量5mg/l以上とする（湖沼もこれに準ずる。）、</p> <p>3 水質自動監視測定装置とは、当該項目について自動的に計測することができる装置であって、計測結果を自動的に記録する機能を有するもの又はその機能を有する機器と接続されているものをいう（湖沼、海域もこれに準ずる。）、</p> <p>4 最確数による定量法とは、次のものをいう（湖沼、海域もこれに準ずる。）、 試料10ml、1ml、0.1ml、0.01ml……のように連続した4段階（試料量が0.1ml以下の場合は1mlに希釈して用いる。）を5本ずつBGLB試験管に移殖し、35～37℃、48±3時間培養する。ガス発生を認めたものを大腸菌群陽性管とし、各試料量における陽性管数を求め、これから100ml中の最確数を最確数表を用いて算出する。この際、試料はその最大量を移殖したものの全部か又は大多数が大腸菌群陽性となるように、また最少量を移殖したものの全部か又は大多数が大腸菌群陰性となるように適当に希釈して用いる。なお、試料採取後、直ちに試験ができないときは、冷蔵して数時間以内に試験する。</p>							

(注) 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

- 2 水道 1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
- " 2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
- " 3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
- 3 水産 1級：ヤマメ、イワナ等貧酸素水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
- " 2級：サケ科魚類及びアユ等貧酸素水性水域の水産生物用及び水産3級の水産生物用
- " 3級：コイ、フナ等、β-中酸素水性水域の水産生物用
- 4 工業用水 1級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
- " 2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
- " 3級：特殊の浄水操作を行うもの
- 5 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない程度

1) pH

通常、我が国の河川のpHは感潮域を除き、7.0前後である。図5-3に示されるように日平均5000m³以上取水した水道事業で表流水を水源とするところのpHは7.0前後の水質が多い。また、水道原水としてpHが8.5を超えると塩素の殺菌力が減少し、一方6.5以下になると凝集効果が悪くなる。水道管などの腐食面からも6.5-8.5が望まれている。水浴についても、アメリカ内務省の調査資料から、この範囲を逸脱すると眼に刺激を与えるとしている。

また、水産動植物の生育、増殖、植物による栄養素摂取へのpHの影響も考慮された。農作物のうち特に水稻に与える影響として、低いpHでの根の発育不良や土壤中の塩基流亡による生育不良、高pHでの鉄欠乏による黄化現象を呈したり、図5-4に示されるように草勢などの面で生産性の低下がある。一般に、生育に適したpHは6.0から7.5と言われており、農業利水点については表の備考にあるようにpH6.0から7.5と定めている。

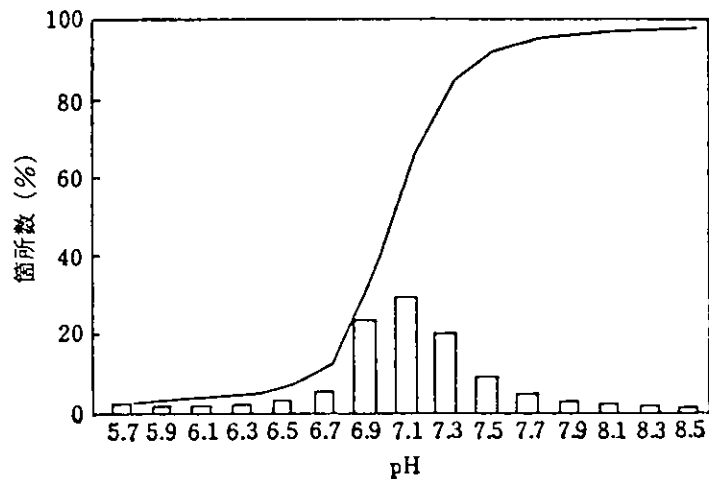


図5-3 上水道原水のpHと取水箇所数

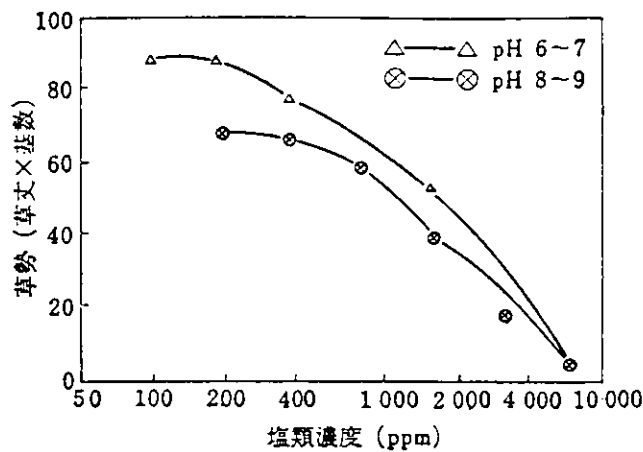


図5-4 水稻の草勢とpHの関係

2) BOD

河川の有機汚濁指標としては、自浄作用を考慮してCODよりBODが適すると考えられた。BOD 1mg/l以下の河川は、人為的な汚濁のない河川であり、自然景観の面からすれば最も適している。表5-3にあるように、BOD 1mg/l以下の水道が水源数で全体の40%、取水量で30%になっている。この数値は給水人口5000人以上の水道を対象としており、これより給水人口の少ない簡易水道では、その水源の大半は1mg/l以下の水源から取水していると考えられた。また、簡易水道などの小規模水道における管理能力や水質の安全性の面から、AA類型の基準値としてBOD 1mg/l以下が適当と考えられ

た。また、同じく表5-3に示されるように水道原水としてBOD3mg/l以上の水源数は、全体の約8%程度と低く、水量でも14%程度である。水道水質基準ではBODの項目はないものの、BOD3mg/lを超えると沈殿ろ過などの一般の処理方法では飲料で適するようにするには困難であり、特殊な処理が必要となる。したがって、水道2級と3級（A及びB類型に相当）の基準値としてそれぞれ2、3mg/lが設定された。

水産動植物に対する影響として、貧腐水性水産生物のうちでも谷川などの清水性の水域に住むヤマメ、イワナなどについてはBOD2mg/l以下、アユ、サケなどの貧腐水性生物については3mg/l以下、また中腐水性の水域に生息するコイ、フナ等については5mg/l以下であることが必要と考えられる。これに対応してそれぞれ水産1～3級（AからC類型に相当）の基準値が設定された（参照 水産用水基準）。環境保全の面（E類型に相当）からは、悪臭限界としての10mg/lが考慮された。

表5-3 水道原水の過マンガン酸カリウム消費量から推定したBOD（1967年度水道統計）

過マンガン酸 カリウム消費量	0～4.0mg/l	4.1～8.0mg/l	8.1～12.0mg/l	12.1mg/l～	計
BOD（推定）	1mg/l以下	2mg/l以下	3mg/l以下	3mg/l以上	
上水道水源数	154	150	5	29	383
（％）	(40.2)	(39.2)	(13.0)	(7.6)	(100)
平均取水量 千m ³ /日	3409	3267	2731	1511	10913
（％）	(31.2)	(29.9)	(25.0)	(13.8)	(100)

- 注) 1. BOD1～3mg/l程度では、BOD:COD=1:1
 2. 上水道水源箇所数、取水量には用水供給事業のものも含む。
 3. 上表数値は河川水（ダム水を含む）を取水する事業のみである。
 4. 過マンガン酸カリウム消費量は、測定値の算術平均である。
 従って、高濁発時などの数値の影響を強く受けていることを考慮する必要がある。
 また、従来より、水質検査の実施は比較的水質が悪化した時点で行うようになって
 いることも考慮する必要がある。

3) SS

河川における浮遊物質に関しては、主として水産生物の生育が問題となる。一般に、25mg/l以下であれば、正常な生産活動が維持でき、また、50mg/l以下であれば魚類の斃死の被害は防止できる（参照 表5-4）。また、自然現象により25mg/l程度になることもある。ただし、我が国では、海域での大規模工事におけるSSによる漁業影響として、2～5mg/l程度の低い濃度での影響を議論をしている場合もある。水道用水としては、緩速ろ過では一般に濁度30度以下が理想とされる（参照 水道原水基準）。濁度1度はSS1mg/lに相当するので、25mg/lであれば緩速ろ過で処理する水質として適当である。農業用水に対する影響は、無機質微粒子の流入による土壌の透水性悪化とそれによる生育阻害が考えられた。農業試験場の結果より堆積厚さ3cmが許容であり、これから用水中100mg/l以下とすることが判断された（参照 農業用水基準と主たる農業被害影響）。環境保全の面からは、日常生活において不快感を生じない限度としてゴミ等の浮遊が認められないことが適当と考えられた。

表5-4 SSの漁業に対する影響（EIFAC資料）

SS濃度	影響内容
25 mg/l以下	漁業に有害な影響はない
25～80mg/l	良好、上記よりやや劣る
80～400mg/l	よい漁業は期待できない
400mg/l以上	ほとんど漁業はできない

EIFAC: European Inland Fisheries Advisory Commission

4) D O

資源調査会の水質汚濁防止に関する勧告（参照 表5-5）によると、比較的水質の良好な水域については7.5mg/l以上となっている。水産用水の面から、サケ、マスなどのふ化の環境条件としては7.0mg/l以上が適当であり、その他一般の水産生物には6.0mg/l以上が望ましいとされるが、オハイオ州の水産用水の流水基準は5.0mg/l以上となっている。そのため、水産2及び3級では5mg/l以上が設定された。

利水目的に農業用水を含むD類型の基準値は2mg/lであるものの、本来農業用水としては5.0mg/l以下であると根腐れなどの障害が生ずる。そのため、農業用利水点については5.0mg/l以上とされている。環境保全上の基準としては、嫌気性発酵を防止し、臭気が生じない限界として2mg/l以上が適当である。

表5-5 水質等級と水の用途（資源調査会の水質汚濁防止に関する勧告）

等級	溶存酸素 (mg/l)	用途別
A	7.5以上	水浴、水道用水
B	7.5以上	水浴、水道用水、工業用水、魚介増殖用
C	5 以上	工業用水、水産用水、農業用水
汚濁点限界	5	
D		工業用水としても沈殿及びろ過処理を必要とする。 農業用水
E		上水源に不適、工業用水源としては高度の処理を要す 水産用水に不適、農業用水にも疑問

注) 資源調査会による水質汚濁に関する勧告より

5) 大腸菌群数

大腸菌自体は人の健康に有害なものではないが、公衆衛生上、病原菌の存在する可能性を示す指標として用いられている。水道水質基準では、飲料水中の大腸菌群数は「検出されないこと」となっており、厚生省生活環境審議会の答申では水道で行う塩素滅菌により死滅させうる大腸菌群数の安全限界値は、50MPN/100mlとされている。一方、水道における浄水処理による大腸菌群の除去率は、緩速ろ過系では約99%、急速ろ過系では通常の管理で約95%、高水準管理では約98%とされている。このことから、通常の管理操作を想定した水道2級では1000MPN/100ml、高度な浄水操作を想定した水道3級では2500から5000MPN/100mlが水道原水の安全限界と考えられる。また、水浴に関しては、同じく生活環境審議会の答申による水浴場の基準として1000MPN/100ml以下が適当であるとされた。

3. 2 湖沼に関する環境基準

湖沼の環境基準は、表5-6に示すように、全窒素や全リンを含む7項目について定められている。水域類型は、COD等5項目に関してAAからCまでの4類型が設けられ、全窒素及び全リンに関しては5類型が設定されている。COD等5項目に関する基準値は、日間平均値であり、全窒素、全リンについては、年間平均値である。以下に、項目ごとの設定根拠などを説明する。なお、pHと大腸菌群数に関しては河川に準じて設定されている。また、湖沼の富栄養化による利水障害に着目して、これを防止するために維持達成されるべき全窒素と全リンの基準に関しては第5章で説明している。

ここで、湖沼とは天然湖沼及び貯水量1000万m³の人工湖が含まれる。

表5-6 湖沼の環境基準

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値					該当水域
		水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素要求 量(COD)	浮遊物質量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級 水産1級 自然環境保全及 びA以下の欄に 掲げるもの	6.5以上8.5以下	1mg/l以下	1mg/l以下	7.5mg/l以上	50MPN/100ml以下	第1の2の(2) により水域類 型ごとに指定 する水域
A	水道2、3級 水産2級 水浴及びB以下 の欄に掲げるもの	6.5以上8.5以下	3mg/l以下	5mg/l以下	7.5mg/l以上	1,000MPN/100ml以下	
B	水産3級 工業用水1級 農業用水及びC の欄に掲げるもの	6.5以上8.5以下	5mg/l以下	15mg/l以下	5mg/l以上	—	
C	工業用水2級 環境保全	6.0以上8.5以下	8mg/l以下	ゴミ等の浮遊が 認められないこと。	2mg/l以上	—	
測定方法		規格12.1に定める方法又はガラス電極を用いる水質自動監視測定装置によりこれと同程度の計測結果の得られる方法	規格17に定める方法	付表9に掲げる方法	規格32に定める方法又は隔膜電極を用いる水質自動監視測定装置によりこれと同程度の計測結果の得られる方法	最確数による定量法	
備考 水産1級、水産2級及び水産3級については、当分の間、浮遊物質量の項目の基準値は適用しない。							

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値		該当水域
		全窒素	全磷	
I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの	0.1mg/l以下	0.005mg/l以下	第1の2の(2)により 水域類型ごとに 指定する水域
II	水道1、2、3級(特殊なものを除く。) 水産1級 水浴及びIII以下の欄に掲げるもの	0.2mg/l以下	0.01mg/l以下	
III	水道3級(特殊なもの)及びIV以下の欄に掲げるもの	0.4mg/l以下	0.03mg/l以下	
IV	水産2級及びVの欄に掲げるもの	0.6mg/l以下	0.05mg/l以下	
V	水産3級 工業用水 農業用水 環境保全	1mg/l以下	0.1mg/l以下	
測定方法		規格45.2、45.3又は45.4に定める方法	規格46.3に定める方法	
備考 1 基準値は、年間平均値とする。 2 水域類型の指定は、湖沼植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある湖沼について行うものとし、全窒素の項目の基準値は、全窒素が湖沼植物プランクトンの増殖の要因となる湖沼について適用する。 3 農業用水については、全磷の項目の基準値は適用しない。				

- (注) 1 自然環境保全：自然探勝等の環境の保全
 2 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
 " 2、3級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作、又は、前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
 3 水産1級：ヒメマス等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
 " 2級：サケ科魚類及びアユ等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産3級の水産生物用
 " 3級：コイ、フナ等富栄養湖型の水域の水産生物用
 4 工業用水1級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
 " 2級：薬品注入等による高度の浄水操作、又は、特殊な浄水操作を行うもの
 5 環境保全：国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む。)において不快感を生じない限度

1) COD

前述のように、湖沼の場合有機汚濁指標としては、プランクトン増殖の有機汚濁化への影響などを勘案して、BODよりCODが適当と考えられ、過去の水質データの蓄積の面から過マンガン酸カリウムによるCODが採用された。

COD1.0mg/l以下は、ほとんど人為的な汚染がないものと考えられ、自然景観という利水目的に適している。水道用水としては、厚生省令の水道法に基づき、水道水質基準は過マンガン酸カリウム消費量で10mg/l以下となっている。これをCODに換算すると2.5mg/l以下となる。厚生省の調査によると、表5-7にあるように、水源湖沼のほとんどがCOD3mg/l以下で、この実態と処理過程の技術能力から判断して、水道水の適応性としてAA、A類型に該当する基準値が設定された。また、水産用水を貧栄養型と富栄養型に分けると、貧栄養湖のうち特に清浄な水域を好む水産生物（例 ヒメマス）が生育する場合は1mg/l以下、貧栄養湖のうち普通程度のもの及び富栄養湖のうち比較的清浄な水域を好む水産生物（例 アユ）が生息する場合には3mg/l以下、普通の富栄養湖でコイやフナが生息する場合には5mg/l以下が適当であると考えられた（参照 昭和40年水産用水基準、昭和58年水産用水基準—改訂版）。

水浴については、3mg/l以下であれば特に問題を生じない。また、農業用水としてはCODが高いと土壌の還元促進などによりイネの活力低下や根腐れが発生し、試験結果から6mg/l以下であることが望ましいとされていることが考慮された。その他、工業用水の水源や環境保全の面からは、8mg/l以下で問題は生じない。

表5-7 水道用水を取水している湖沼の水質

過マンガン酸 カリウム消費量	0～4.0mg/l	4.1～8.0mg/l	8.1～12.0mg/l	12.1mg/l～
COD	～1.0mg/l	1.1～2.0mg/l	2.1～3.0mg/l	3.1mg/l～
上水道水源数 (%)	29 (42.0)	26 (37.6)	12 (17.3)	2 (2.8)
平均取水量 千m ³ /日 (%)	2166 (67.1)	756 (23.4)	273 (8.4)	27 (0.8)
水源数合計 64箇所	取水量合計 3224400m ³ /日			

注) 昭和42年度水運統計(湖水+ダム直接)
 (参考) 過マンガン酸カリウム消費量 2mg/l以下(COD 0.5mg/l以下)
 長野市(野尻湖) 0.92mg/l 草津市(琵琶湖) 1.28mg/l
 大村市(かやせダム) 1.30mg/l 蛇田町(清静湖) 2.0mg/l

2) SS

湖沼のSSについては、一般に透明度が3mのとき1mg/l以下といわれている。また、貧栄養湖の場合は透明度が5m以上(OECDによる判定基準:年平均透明度1.5～3m)である場合が多く、一方富栄養湖では、透明度が小さく、5m以下(OECDによる判定基準:年平均透明度6m以上)が多いようである。したがって、自然景観的な湖沼では一般にSS1mg/l以下が適当と考えられた。また、琵琶湖や諏訪湖、印旛沼などの測定データを参考に、湖沼におけるSSの実情も勘案して基準値を定めることが適当であるとされた。

環境保全の面では、河川同様に、日常生活において不快感を生じない限度として、ごみ等の浮遊が認められないこととするのが適当と考えられた。なお、水産1、2、3級については、当分の間、SSの基準値を適用しないこととされている。

3) DO

一般に比較的清浄な湖沼のDOは7.5mg/l以上である。水産用水の水質基準はアユ、サケなどに対しては7.5mg/l、コイ、フナなどに対しては6mg/l以上で、プランクトンの存在によっては、その影響からDOが低下することがあり、5mg/lが限界と考えられている。これらを勘案してAAからB類型における基準値が設定された。河川と同様に臭気発生限界は2mg/lであるため、環境保全の限界としてこの値を採用している。

3.3 海域に関する環境基準

海域の環境基準は、表5-8に示すように7項目について定められている。海域における主たる利水目的は水産であるが、SSを基準項目とはせず油污濁防止の側面から油分が追加されており、湖沼と同様に富栄養化防止のために全窒素と全リンの基準も設定されている。水域類型は、COD等5項目に関してAAからCまでの3類型が設けられ、全窒素及び全リンに関しては4類型が設定されている。なお、湖沼と同様にCOD等5項目に関する基準値は、日間平均値であり、全窒素及び全リンについては、年間平均値である。以下に、項目ごとの設定根拠などを説明する。なお、全窒素と全リンの基準に関しては第6章で説明している。

1) pH

河口等淡水が流入する箇所を除けば、海域のpHは一般的に7.8から8.3の範囲にあり、A、B類型の基準値はこの自然条件を参考に決定された。この範囲であれば、水産生物の生育にも支障がないと考えられる。また、海水は緩衝力が強く、自然条件と大幅にpHが変わるためには相当量の負荷量が必要があると考えられるため、環境保全の面では7.0から8.3の範囲であれば、ほぼ問題がないとされている。

2) COD

水産用水では、赤潮の発生を防止することを一つの目安と考えて基準を定めている。すなわち、停滞条件下にある水域において、赤潮と認められるのは、珪藻では、数千細胞/ml以上になったときであり、一応1000細胞/ml以下にすれば赤潮防止できると考えられた。それに相当する炭素量から計算するとCODは約1mg/lであり、有機物の酸化分解の後、魚類の生息できる程度に溶存酸素を残されるとすると、3mg/l以下である。両者を勘案して一般水域としてA類型については、COD 2mg/l以下とされた。

ノリ漁場については、アルカリ性法による測定値によって評価された芽傷みを生じる限度や糸状菌の発生を助長する限度、及び当時のノリ漁場の水質濃度を参考にして、水産2級として3mg/l以下とした。また、工業用水は3mg/l以下であれば、冷却水として利用可能であることが考慮された。C類型に相当する環境保全の面では、日常で不快感が生じない限度すなわち悪臭発生の限界として8mg/l以下とした。

3) DO

海域のDOは、塩素イオン存在により、河川や湖沼に比べ一般に低い。また、水産については、5mg/l以上で十分と考えられ、人為的汚染がほとんどない水域については、実測値から7.5mg/l以上とした。環境保全の面では、河川、湖沼と同様、臭気限界として2mg/lを採用した。

4) 大腸菌群数

河川と同様な考え方で設定された。ただし、生食用のカキの養殖場である海域については、食品衛生法による厚生省告示によりその水質規制があり、70MPN/100ml以下を採用した。

5) ノルマルヘキサン抽出物質（油分等）

ノルマルヘキサン抽出物質とは、ノルマルヘキサンに可溶性のある油分などをいう。海域における油濁が問題とされたのは、石油系油分による異臭魚の発生であり、従来からその被害防止のため水質規制が行われてきた。また、油膜による海水浴場の環境保全常の支障や水産生物に対する被害を生ずる恐れも考えられた。

石油系油分濃度と魚への着臭の関係については、科学技術庁の研究報告では、着臭限界は0.01-0.1mg/lとされている。通産省のデータ（石油精製排水）では0.2-3mg/lである。水産庁のデータ

表5-8 海域に関する環境基準

ア

項目 類型	利用目的の 適応性	基 準 値				該 当 水 域	
		水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素要求 量(COD)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数		n-ヘキサン抽出物質(油分等)
A	水産1級浴 水自然環境保全及 びB以下の欄に 掲げるもの	7.8以上8.3以下	2mg/l以下	7.5mg/l以上	1,000 MPN/100ml以下	検出されないこと。	第1の2の(2) により水域類 型ごとに指定 する水域
B	水産2級 工業用水及びC の欄に掲げるもの	7.8以上8.3以下	3mg/l以下	5mg/l以上	—	検出されないこと。	
C	環 境 保 全	7.0以上8.3以下	8mg/l以下	2mg/l以上	—	—	
測 定 方 法		規格12.1に定める方法又はガラス電極を用いる水質自動監視測定装置によりこれと同程度の計測結果の得られる方法	規格17に定める方法(ただし、B類型の工業用水及び水産2級のうちノリ養殖の利水点における測定方法はアルカリ性法)	規格32に定める方法又は隔膜電極を用いる水質自動監視測定装置によりこれと同程度の計測結果の得られる方法	最確数による定量法	付表10に掲げる方法	X
備 考							
<p>1 水産1級のうち、生食用原料カキの養殖の利水点については、大腸菌群数70MPN/100ml以下とする。</p> <p>2 アルカリ性法とは、次のものをいう。</p> <p>試料50mlを正確に三角フラスコにとり、水酸化ナトリウム溶液(10w/v%) 1mlを加え、次にN/100過マンガン酸カリウム溶液10mlを正確に加えたのち、沸騰した水中に正確に20分放置する。その後よう化カリウム溶液(10w/v%) 1mlとアジ化ナトリウム溶液(4w/v%) 1滴を加え、冷却後、硫酸(2+1) 0.5mlを加えてよう素を遊離させて、それを力価の判明しているN/100チオ硫酸ナトリウム溶液ででんぷん溶液を指示薬として滴定する。同時に試料の代わりに蒸留水を用い、同様に処理した空試験値を求め、次式によりCOD値を計算する。</p> $COD(O_2mg/l) = 0.08 \times [(b) - (a)] \times (Na_2S_2O_3 \times 1000 / 50)$ <p>(a) : N/100チオ硫酸ナトリウム溶液の滴定値(ml) (b) : 蒸留水について行つた空試験値(ml) (Na₂S₂O₃ : N/100チオ硫酸ナトリウム溶液の力価</p>							

- (注) 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
 2 水産1級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用及び水産2級の水産生物用
 " 2級：ホラ、ノリ等の水産生物用
 3 環境保全：国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む)において不快感を生じない限度

イ

項目 類型	利用目的の 適応性	基 準 値		該 当 水 域
		全 窒 素	全 磷	
I	自然環境保全及びI以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く。)	0.2mg/l以下	0.02mg/l以下	第1の2の(2)により 水域類型ごとに指定 する水域
II	水産1種 水浴及びII以下の欄に掲げるもの(水産2 種及び3種を除く。)	0.3mg/l以下	0.03mg/l以下	
III	水産2種及びNの欄に掲げるもの(水産3 種を除く。)	0.6mg/l以下	0.05mg/l以下	
N	水産3種 工業用水 生物生息環境保全	1mg/l以下	0.09mg/l以下	
測 定 方 法		規格45.4に定める方法	規格46.3に定める方法	X
備 考				
<p>1 基準値は、年間平均値とする。</p> <p>2 水域類型の指定は、海洋植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行うものとする。</p>				

- (注) 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
 2 水産1種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される
 水産2種：一部の底生魚介類を除き、魚類を中心とした水産生物が多獲される
 水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される
 3 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

(石油化学及び石油精製排水)では0.002-0.1mg/lである。ごく低濃度でも水に着臭あるいは異臭魚の発生の可能性があるため、環境濃度をできるだけ低くする必要がある。しかしながら、このような低濃度まで石油系油分を定量的に分離測定する公定の測定方法がないため、当面検定方法はJISによる方法で、基準は検出されないこととしている。なお、定量限界は検水量10 lの場合0.5mg/lである。

なお、ノルマルヘキサン抽出物質を海域のみへ適用したのは、河川や湖沼ではノルマルヘキサンに抽出される物質として、石油系油分以外の各種有機物も対象となる可能性があるためであり、それら有機物は、BODで代表できるからである。

4. 環境基準の達成状況の評価方法

4.1 評価方法

公共用水域が通常の状態(河川にあっては低水量以上の流量、湖沼にあっては低水位以上の水位)で測定すること、及び環境基準値は日間平均値として定められているので、測定されたデータ(日間平均値)が、異常値を除き、すべて環境基準値を満足することをもって達成されていると考える。しかし、低水量、低水位などの把握は非常に困難であり、運用上、BOD、CODについては、環境基準点において、年間を通じた日間平均値の全データのうち75%以上のデータが基準値を満足することをもって、当該基準点において適合しているとみなすこととしている。また、あてはめ水域内で複数の基準地点において測定が行われている場合には、すべての環境基準値点において基準を適合している場合に、当該あてはめ水域の環境基準が達成されていると判断することとして取り扱っている(昭和57年(1977年)環水管第52号)。

4.2 環境基準の達成状況

水域の生活環境は、有機汚濁により最も大きな影響を受けることから、代表的な有機汚濁指標であるBOD(河川)およびCOD(湖沼、海域)などの項目について達成率の評価を行っている。図5-5に経年的なあてはめ水域数の増加と全体での基準達成率を示した。平成6年度までに環境基準類型があてはめられた3181水域(河川2468、湖沼129、海域584)について、平成7年度のBOD、CODの有機汚濁指標に関する基準達成状況は、全体で72.1%であった。また、図5-6には各水域ごとの達成率の経年変化を示しているが、水域別では河川で72.3%、湖沼で39.5%、海域で78.6%であった。全体での達成率は、平成6年度の渇水の影響で低下したものを除くと、わずかず上昇してきている。河川の達成率は近年着実に向上してきているものの、湖沼では、横ばいあるいは

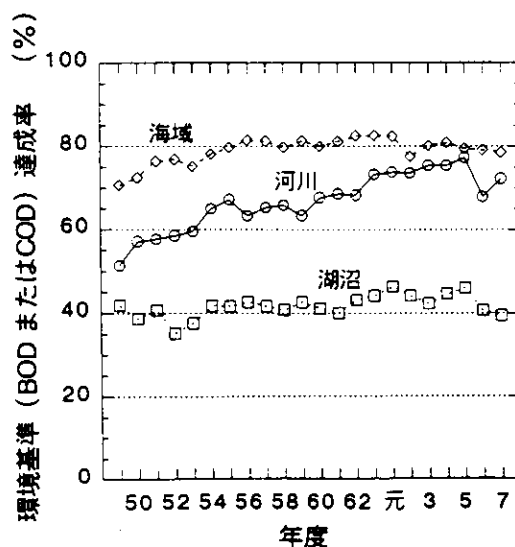
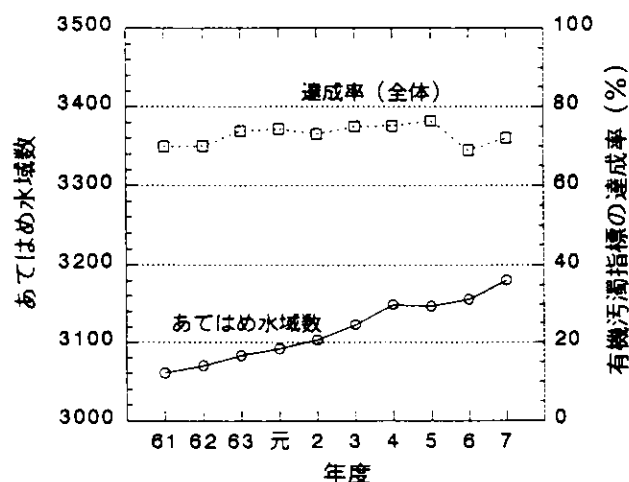


図5-5 あてはめ水域数と基準達成率の経年変化 図5-6 各水域ごとの基準達成率の経年変化

や改善の傾向が見られ、依然40%程度の低い達成率にとどまっている。一方、海域の達成率は80%前後で推移しており、河川や湖沼に比べ高い達成率である。

一般に湖沼、内湾、内海などの閉鎖性水域では水の交換が少なく、汚濁物質の蓄積が起りやすいために水質改善や良好な水質の維持が難しい。特に、湖沼では富栄養化に伴う、異臭味問題、漁業被害や透明度の低下などの問題が生じており、改善対策が急務である。また、都市内の中小河川の一部では依然として汚濁の著しい河川があることが報告されている。

5. 今後の課題

現行の環境基準に至るまでに、すでいくつかの見直しや改訂が行われてきているものの、設定当時から現在までに科学的知見も蓄積され、社会的背景や事情も絶えず変化しており、依然として問題点が指摘され続けている。以下に、今後さらに合理的な基準に見直しするために残されている課題を簡単に紹介する。

1) 海域に環境基準に関する課題

海域のA類型のDO基準値は「7.5mg/l」と定められているが、正常な海域では、夏期水温が高い場合、過飽和にならないと基準値を満足しないことが指摘されている。したがって、塩分濃度や水温の影響を受ける濃度表示ではなく、基準値に飽和度を適用することも考えられる。また、湖沼を含め、停滞水域では、植物プランクトンの光合成作用によりDOが過飽和になり、水質が悪化しているにもかかわらず、基準値を満足しているケースもある。この点からはDOに上側の基準を設定することも考えられる。

C類型はもともと汚濁した陸水の影響が考えられる水域であるが、比較的水の交換があり汚濁が少ない海域と汚濁水が停滞しやすい海域とにさらに分けられる。東京湾や大阪湾では、COD=8mg/lの高い基準であるとは思われないものの、その他の海域では停滞しやすい地点でも5mg/l以下がほとんどであり、現状の実態とややかけ離れた感もあり、「内湾」や「沿岸」の海域と「港内」や「運河など」の海域に分けて考えて、前者についてはB類型(COD=3mg/l)との中間的な何らかの基準を設けることも考えられる。

油分などの汚染を知るためのn-ヘキサン抽出物の基準値は「検出されないこと」となっているが、その検出限界が0.5mg/l(試料量10l)であり、油分以外の化合物も測定するという欠点を有している。微量な油分でも海産物に着臭することを考慮すると、より感度が良く有害試薬を使用しない分析方法が開発されることが期待されている。

2) 大腸菌群の測定方法に関する課題

大腸菌群数は糞便汚染指標の代表として広く用いられてきているが、現行の試験方法では糞便由来以外の菌種の検出などにより実態とそぐわない結果を生じる可能性がある。水浴場の水質基準判定にはすでに糞便性大腸菌群数が指標に用いられていることもあり、糞便汚染指標としての大腸菌群数の検討が望まれている。

3) 有機性汚濁指標に関する課題

有機性汚濁指標は、健康項目とは異なり対象とする物質が明確でなく、3水域に共通した指標がないため、異なる水域間でのデータ比較に不便であり、総合的な水環境政策を立案する障壁の一つである。水域特性の違いや過去のデータ蓄積に関連するとはいえ、共通の指標の設定は望ましいことである。また、我が国では過マンガン酸カリウム法によるCOD測定法が採用されているものの、国際的には重クロム酸カリウム法が一般的である。また、海域などの濃度の低いCODの測定法の問題として、ノリ養殖の利水点を除いて、工場排水の測定用として標準化された酸性法を用いていることが指摘されている。

参考文献

- 環境庁（1988）昭和62年度 環境庁委託業務結果報告書 水質環境基準検討調査－生活環境に係る環境基準についての諸検討
- 環境庁（1990）平成元年度 環境庁委託業務結果報告書 水質環境基準検討調査－海域の環境評価に関する検討調査
- 環境庁（1997）環境白書 平成9年度版 総論、各論
- 環境庁環境法例研究会（1997）平成9年度版 環境六法、中央法規出版
- 環境庁水質保全局（1973）水質汚濁（上、下）公害と防止対策、白亜書房
- 環境庁水質保全局（1986）湖沼の水質保全 その現状と新しい制度、地球社
- 環境庁水質保全局（1988）改訂水質汚濁防止法の解説、中央法規出版
- 建設省都市局下水道部（1983）流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説、社）日本下水道協会
- 合田健（1975）水質工学 基礎編、丸善
- 杉木昭典（1974）水質汚濁－現象と汚濁防止、技報堂
- 日本化学会（1979）環境の基準－その科学的背景－、丸善

付表リスト

- 1) 水産用水基準（昭和40年（1965年）日本水産資源保護協会）
- 2) 水道原水の水質基準と飲料水水質基準（昭和45年、1970年、厚生省諮問機関生活環境審議会）
- 3) 農業用水基準（昭和45年（1970年）農林省公害研究会）と農業被害影響
- 4) 工業用水基準（昭和46年（1971年）日本工業用水協会）
- 5) 水浴場の水質基準（昭和45年（1970年）生活環境審議会公害部会水質に係る環境基準専門委員会報告）
- 6) 水道水質基準（平成4年（1992年））
- 7) 水産用水基準－改訂版（昭和58年（1973年）日本水産資源保護協会）
- 8) 水浴場の水質判定基準－改訂案（平成9年（1997年））

付表 1 水産用水基準 (昭和40年 (1965年) 日本水産資源保護協会)

- (水産用水基準)
- 1) BOD
 - 20°C 5日間の BOD が 5 ppm 以下であること。ただしサケ科およびアユ科については 3 ppm 以下であること
 - 2) DO
 - 24時間中16時間以上は 5 ppm 以上、いかなるときでも、3 ppm 以上であること
 - 3) pH
 - 淡水域においては 6.5~8.5 であること
 - 4) 濁り
 - イ 人為的に加えられた懸濁物質は 10 ppm 以下であること
 - ロ 藻類が対象となるとき
 - ア 海洋にあっては藻類の繁殖水位において、その繁殖に必要な光度が保持されること
 - イ 河川にあっては着しい着色のない水であること
 - ハ 有機分等によって底土上に汚泥床などが生じぬこと
 - 5) 商品価値低下を来たす成分
 - イ 漁獲物に異常な臭味がつかない水であること
 - ア 鉱油類については水中含有量 0.01 ppm 以下であること
 - イ フェノールについては 0.01 ppm 以下であること
 - ロ その他漁獲物の商品価値を低下させない水であること
 - ア ミドリガキを生じないためには、銅は、0.0075 ppm 以下であること
 - イ 水使病の原因となる魚介類ができることを防止するためには、環境条件によっては水銀が存在しないこと
 - 6) 水産
 - 生息する生物に悪影響を及ぼすほどの自然水の水温の変化がないこと
 - 7) 急性毒物質
 - イ 純粋な化学成分は下記の濃度以下であること
 - 水銀 (Hg) 0.004 ppm, 銅 (Cu) 0.01 ppm, カドミウム (Cd) 0.03 ppm, 亜鉛 (Zn) 0.01 ppm, 鉛 (Pb) 0.1 ppm, アルミニウム (Al) 0.1 ppm, ニッケル (Ni) 0.1 ppm, クロム (Cr) 1.0 ppm, マンガン (Mn)
- 1.0 ppm, 錫 (Sn) 1.0 ppm, 鉄 (Fe) 1.0 ppm, シアン化物: CN として 0.01 ppm, 遊離塩素 (Cl) 0.02 ppm, 臭素 (Br) 1.0 ppm, 消化物: F として 1.5 ppm, 硫化物: pH 6.5 における許容濃度は全硫化物総量 (S) として 0.3 ppm, アンモニア: pH 8.0 において許容濃度は全アンモニア態窒素 (N) として 1.0 ppm
- ロ 産業排水等 (多くの急性毒物質が不特定の比率によって混合している水) については、その関係水域の重要生物を用いた 48hr TLm 値の 1/10 以下であること
- ハ 複数の産業排水が混合する場合、その条件に於いた生物試験の結果より得た安全だと思われる濃度以下であること
- (注)
- BOD
 - まず BOD についてみると、一般に生物相による水域区分と対応させれば
 - α 中層水性水域 BOD 2 または 3 ppm 以下
 - β 中層水性水域 2~5 ppm
 - α 中層水性水域 5~10 ppm
 - 強層水性水域 10 ppm 以上
- と整理できる。サケまたはアユでは中層水性水域が望ましく、一般の川魚では強層水性~β 中層水性水域が望ましい。α 中層水性水域は水たがが発生している水域で、こゝでもコイ科の魚はみられるが、条件が不安定で水産用水としては不適当である。
- DO
 - DO は魚の活動状態や成長の段階によりその要求量に差があるが、いずれにしてもあまり少なくなると魚類は窒息する。
 - pH
 - pH は、6.5~8.5 の範囲をこすと水中の栄養素の多くは結合しはじめ、植物に採取されなくなり、餌料生物の生産性が低下し全体の生産が低下する。
 - 濁り
 - 濁りの影響としては、第 1 に既に懸濁物がつまみ、魚を窒息させるような直接的な影響があり、第 2 に日光の透過がさまたげられ藻類の光合成作用が影響をうける場合があり (さらにその影響が魚類にも及ぶという場合もある。)、第 3 に河床や海底に沈んで堆積しているいわゆるへドロを形成し、水産環境を悪化させる場合がある。
 - 商品価値の低下
 - 商品価値を低下させる成分としては、第 1 に臭魚の原因となる鉱油やフェノールなどの毒臭物質があり、第 2 には蓄積濃縮された問題となる水銀、カドミウム等の金属がある。
 - 急性毒物質
 - 急性毒物質は魚類の生理に直接影響を及ぼす成分であり、一般にその許容限界濃度は、その成分を含む環境中に魚類を入れた場合、48時間後におけるの供試魚の 50% が生存しうる濃度 (これを 48hr TLm という。) の 1/10 が用いられている。

付表2 水道原水の水質基準と飲料水水質基準（昭和45年（1970年）厚生省諮問機関生活環境審議会）

区分	基準の種別 項目	飲料水基準	原水基準		
			1 類	2 類	3 類
健康被害	シアンイオン	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと
	水銀（総水銀）	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと
	有機水銀	（検出されないこと）	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと
	有機リン	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと
	鉛 (ppm)	0.1	0.1	0.1	0.1
	六価クロム (ppm)	0.05	クロム 0.05	クロム 0.05	クロム 0.05
	ヒ素 (ppm)	0.05	0.05	0.05	0.05
	ふっ素 (ppm)	0.8	0.8	0.8	0.8
	カドミウム (ppm)	(0.01)	0.01	0.01	0.01
	硝酸性窒素 (ppm)	10	9	9	9
	一般細菌(個/ml)	100	—	—	—
大腸菌群(MPN/100ml)	検出されないこと	50	1,000	5,000	
水道被害	濁度 (度)	2	2	10	30 (緩)
	色度 { (度)	5	5	5	10
	(刺激濁度)	—	1.5	1.5	1.5
	臭気 (TO)	異常でないこと	3	5 (緩) 3 (急)	5 (緩) 3 (急)
	味 (TT)	異常でないこと	3	5 (緩) 3 (急)	5 (緩) 3 (急)
	pH	5.8~8.6	6.5~8.6	6.5~8.6	6.5~8.6
	有機物等 (ppm)	過マンガン酸カリウム消費量 10	{ BOD 1 COD 1	{ BOD 2 COD 2	{ BOD 3 COD 3
	アンモニア性窒素 (ppm)	亜硝酸性窒素と同時に検出されないこと	—	0.1	0.5
	塩素イオン (ppm)	200	—	—	180
	蒸発残留物 (ppm)	500	—	—	—
	溶解性物質 (ppm)	—	—	—	400
	総硬度 (ppm)	300	—	—	300
	鉄 (ppm)	0.3	全鉄 0.3	第1鉄イオン 0.3	第1鉄イオン 0.3
	マンガン (ppm)	0.3 (0.05)	全マンガン 0.05	第1マンガンイオン 0.05	第1マンガンイオン 0.05
	銅 (ppm)	1.0	全銅 1.0	銅イオン 0.1(緩) 1.0(急)	銅イオン 0.1(緩) 1.0(急)
	亜鉛 (ppm)	1.0	1.0	1.0	1.0
	フェノール類 (ppm)	0.005	—	—	0.005
陰イオン活性剤 (ppm)	0.5	—	—	0.5	

- 注 1) 飲料水基準は厚生省「水質基準に関する省令」、原水基準は厚生大臣諮問機関生活環境審議会答申による。
 2) 表中数値はpHを除いてすべて最大値を示す。
 3) (緩)は緩速ろ過法、(急)は急速ろ過法を示す。
 4) —は基準値の定められていないことを示す。
 5) ()内数値は厚生省暫定基準を示す。
 6) 原水基準「1類」とは、地下水、伏流水、湧水および渓流水等の表流水を想定し、簡易な浄水操作によって飲用に供し得る限界値、「2類」とは、地表水のうち汚濁負荷が比較的小さい河川等を想定し、通常の浄水操作で処理することができる原水水質の限界値、「3類」とは、表流水のうち汚濁負荷がかなり大きい河川等を想定し、高度な浄水操作で処理することができる原水水質の限界値を示す。

付表3 農業用水基準 (昭和45年 (1970年) 農林省公害研究会) と農業被害影響

農業用水基準	
項目	基準値
pH (水素イオン濃度)	6.0~7.5
COD (化学的酸素要求量)	6 ppm以下
SS (無機浮遊物質)	100 ppm以下
DO (溶解酸素)	5 ppm以上
T-N (全窒素濃度)	1 ppm以下
電気伝導度 (塩類濃度)	0.3mg/cm以下
重金属	
As (砒素)	0.05 ppm以下
Zn (亜鉛)	0.5 ppm以下
Cu (銅)	0.02 ppm以下

項目	主たる被害
pH (水素イオン濃度)	(水質に対する影響) ①酸性が強い場合：根の発育が悪くなり獅子尾状根などが発生 ②アルカリ性が強い場合：鉄欠乏などによる黄化現象(クロロシス)を呈す。 (土壌に対する影響) ①酸性が強い場合：土壌から塩基が溶脱され老朽化を早める。 ②アルカリ性が強い場合：土壌粘土の分散、腐植の分解促進の嫌疑
COD (化学的酸素要求量)	①土壌還元の促進 ②有害な物質(硫化水素、有機酸など)の発生 ③これらによる根の活力低下、根ぐされの発生 (参考) 愛知県農試による現地栽培試験結果
SS (無機浮遊物質)	無機質の類似懸濁物質が水田に流入すると、土壌中の孔隙がつまり、土壌の透水性、通気性が悪くなり、水稲の生育に障害を与える。 (参考) 愛知県農試栽培試験結果

項目	基準値
COD (ppm)	6 9 12 15 18
収量割合%	0.99 0.94 0.92 0.90 0.89
被害率%	0.01 0.06 0.08 0.10 0.11

項目	基準値
水稲に対する窒素の過剰害	①過繁茂 ②倒伏 ③登熟不良 ④傾倒の大ききさの減少 ⑤不稔性の増加 ⑥米質の悪化 (参考) 東京都農試栽培試験結果
T-N (全窒素)	生育収量への影響
全収量	1 ppm以下
やや過繁茂	1~3 ppm
過繁茂時に収量減	3~5 ppm
収量減	5~10 ppm
収量激減	10 ppm以上

項目	基準値
DO (溶解酸素)	根の生育が害され、新根の発生、根長、根重が劣る。また、根の呼吸が衰え、養分の吸収が悪く、玄米収量が減少する。 (参考) 東海農政局調査結果
DO	分 区 DO 玄米重
対照区 A	9.0 ppm 97g
汚染区 B	4.0 59
C	3.5 52
	3.5 74

項目	基準値
電気伝導度 (mg/cm)	電気伝導度は、溶解性塩類濃度と、おおむね、比例関係にある。 ①過塩旺の増加による作物根の吸収阻害 ②塩類の成分組成、成分濃度のアンバランスによる養分吸収阻害 ③最初、葉先に黒褐色の斑点が生じ、その後、その部分から下部へ白葉枯の病斑の葉枯れに拡大して、葉の外縁部が白化し、下葉は流れるようになる。 ④葉肉を剥し観察すると、さらに症状が進めば白化化する。黄化葉は新葉から始まる。 ⑤根は腐根となり、新根の発生抑制、被害大なるものは全葉黄化し枯死する。 ⑥葉肉がクロロシスを呈し、實粒の症状を示す。 ⑦根の生育が阻害される。 ⑧葉の先端部から黄化、根が萎縮して伸びない。 ⑨0.1 ppmで根の生育障害を起し、0.5 ppmで實粒的の症状を示す。
As (砒素)	
Zn (亜鉛)	
Cu (銅)	

付表4 工業用水基準 (昭和46年 (1971年) 日本工業用水協会)

用途	要 望 水 質							
	濁 度	pH	アルカリ度	硬 度	蒸発残留物	塩素イオン	鉄	マンガン
冷却用水	(ppm) 10~30	7 ~7.5	(CaCO ₃ ppm) 35~100	(CaCO ₃ ppm) 50~200	(ppm) 75~300	(ppm) 10~100	(ppm) 0.05~0.1	(ppm) 0.02~0.1
洗浄用水	1~30	7 ~7.5	20~100	30~100	50~300	5~100	0.05~0.1	0.01~0.1
原料用水	1~20	7	30~60	10~80	50~200	5~30	0.01~0.1	0.01~0.1
温湿調整用水	1~20	7	40~100	20~100	50~200	5~30	0.05~0.1	0.01~0.1
製品処理用水	1~20	7 ~7.5	40~100	10~100	50~300	5~50	0.05~0.1	0.01~0.1
工業用水道供給 標準水質	20	6.5~8.0	75	120	250	80	0.3	0.2

- 注 1) 日本工業用水協会「工業用水水質基準の制定についての報告書」による。
 2) pH 以外は、業種別に異なる各要望水質の上限値を範囲で示した。

付表5 水浴場の水質基準 (昭和45年 (1970年) 生活環境審議会公害部会水質に係る環境基準専門委員会報告)

項 目	基 準 値
透 視 度	30 cm 以上
C O D	2 mg/l 以下
油 分	油膜を認めない
大 腸 菌 群	1000 MPN/100 ml 以下

付表 6 水道水質基準 (平成4年 (1992年))

○ 細菌に関する項目 (29項目)

項目名	基準	備考
1 一般細菌	1 mlの検水で形成される芽胞数が100以下であること	病原生物
2 大腸菌群	検出されないうこと	
3 カドミウム	0.01 mg/l以下	
4 水銀	0.0005 mg/l以下	
5 セレン	0.01 mg/l以下	重金属
6 鉛	0.05 mg/l以下	
7 ヒ素	0.01 mg/l以下	
8 六価クロム	0.05 mg/l以下	
9 シアン	0.01 mg/l以下	
10 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10 mg/l以下	無機物質
11 フッ素	0.8 mg/l以下	
12 四塩化炭素	0.002 mg/l以下	
13 1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/l以下	
14 1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/l以下	
15 シクロメタン	0.02 mg/l以下	
16 シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/l以下	
17 テトラクロロエチレン	0.01 mg/l以下	
18 1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/l以下	
19 トリクロロエチレン	0.03 mg/l以下	
20 ベンゼン	0.01 mg/l以下	
21 クロホルム	0.06 mg/l以下	
22 シプロクロロメタン	0.1 mg/l以下	
23 プロモジクロロメタン	0.03 mg/l以下	消毒副生成物
24 フロモホルム	0.09 mg/l以下	
25 三トリハロメタン	0.1 mg/l以下	
26 1,3-ジクロロプロペン	0.002 mg/l以下	
27 シマジン	0.003 mg/l以下	農薬
28 チウラム	0.006 mg/l以下	
29 チオベンカルブ	0.02 mg/l以下	

* 現行基準の()は、通知等に基づく暫定水質基準等である。

○ 水道水が有すべき性状に関連する項目 (17項目)

項目名	基準	備考
30 亜鉛	1.0 mg/l以下	
31 鉄	0.3 mg/l以下	重金属
32 銅	1.0 mg/l以下	
33 ナトリウム	200 mg/l以下	
34 マンガン	0.05 mg/l以下	
35 塩素イオン	200 mg/l以下	
36 カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300 mg/l以下	無機物質
37 蒸発残留物	500 mg/l以下	
38 陰イオン界面活性剤	0.2 mg/l以下	
39 1,1,1-トリクロロエタン	0.3 mg/l以下	有機物質
40 フェノール類	0.005 mg/l以下	
41 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/l以下	
42 pH値	5.8以上8.6以下	
43 味	異常でないこと	
44 臭気	異常でないこと	基礎的性状
45 色度	5度以下	
46 濁度	2度以下	

(備考) 水道水が有すべき性状に関連する項目は、それぞれ次の要件から基準を決定した。
 (色の要件) 亜鉛, 鉄, 銅, マンガン (発色の要件) 陰イオン界面活性剤
 (においの要件) 1,1,1-トリクロロエタン, フェノール類 (基礎的性状) pH値, 味, 臭気, 色度, 濁度
 (味覚の要件) ナトリウム, 塩素イオン, カルシウム, マグネシウム等(硬度), 蒸発残留物, 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)

付表7 水産用水基準—改訂版（昭和58年（1973年）日本水産資源保護協会）

項目	水域	淡水域		海域
		河川	湖沼	
有機物	自然繁殖の条件	BOD ¹⁾ 3 mg/l 以下 (サケ・マス・アユ 2mg/l以下)	COD 4 mg/l 以下 (サケ・マス・アユ 2mg/l以下)	COD 1 mg/l 以下 (ノリ養殖場 2mg/l 以下)
	生育の条件	BOD ¹⁾ 5 mg/l 以下 (サケ・マス・アユ 3mg/l以下)	COD 5 mg/l 以下 (サケ・マス・アユ 3mg/l以下)	
栄養塩類	全燐 0.1 mg/l 以下	全燐 コイ・フナ 0.1 mg/l 以下 ワカサギ 0.05 mg/l 以下 サケ科・アユ 0.01 mg/l 以下	暖流系の内湾内海域 ²⁾ 無機窒素 0.1 mg/l 以下 無機燐 0.015 mg/l 以下	
溶存酸素 (DO)	6 mg/l 以上 (サケ・マス・アユ 7 mg/l 以上)			6 mg/l 以上
pH	6.7~7.5 ・生息する生物に悪影響を及ぼすほど pH の急激な変化がないこと。			7.8~8.4
懸濁物質 (SS)	25 mg/l 以下 人為的に加えられるもの 5 mg/l 以下 ・嫌忌行動や鳃蓋運動の異常などを起こす原因とならないこと。 ・日光の透過が妨げられ、植物の同化作用に影響を及ぼさないこと。	貧栄養湖で、サケ・マス・アユなどの生産に適する湖沼 ³⁾ 水色 7 以下 透明度 4.5 m 以上 懸濁物質 1.4 mg/l 以下 温水性魚類の生産に適する湖沼 ³⁾ 水色 12 以下 透明度 1.0 m 以上 懸濁物質 3.0 mg/l 以下	透明度 年間平均 5.0 以上 最低値 2.5 m 人為的に加えられた懸濁物質 2 mg/l 以下 ・藻類の繁殖適水位において、その繁殖に必要な光度が保持されること。	
着色	・光合成に必要な光の透過が妨げられないこと。 ・嫌忌行動の原因とならないこと。			
水温	・水族に影響を及ぼすほどの水温の変化がないこと。			
大腸菌群	大腸菌群数 1,000/100 ml 以下 (生食用のカキの飼育 70/100 ml 以下)			
鉱油類	・水中には鉱油類が含まれないこと。 ・水面には油膜が認められないこと。			
有毒物質	・水中には農薬、重金属、シアン、その他の有毒物質の有害な程度に含まれないこと。			
底質	・有機物などにより汚泥床、ミズワタなどの発生をおこさないこと。 ・微細な懸濁物が岩面、又は、礫、砂利などに付着し、種苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと。 ・溶出して、有害性を示す成分を含まないこと。			(乾泥として) COD 20 mg/l 以下 硫化物 0.2 mg/l 以下 ノルマルヘキサン抽出物 0.1% 以下

- (注) 1) 20°C 5 日間。
2) 連続長期にわたる赤潮の発生をさけるための基準値。
3) 自然繁殖及び生育に支障のない条件。

付表8 水浴場の水質判定基準—改訂案（平成9年（1997年））

区分	ふん便性大腸菌群数	油膜の有無	COD	透明度
適	水質 A A 不検出 (検出限界 2個/100ml)	油膜が認められない	2mg/l以下 (湖沼は 3mg/l以下)	全透 (水深 1m以上)
	水質 A 100個/100ml以下	油膜が認められない	2mg/l以下 (湖沼は 3mg/l以下)	全透 (水深 1m以上)
可	水質 B 400個/100ml以下	常時は油膜が認められない	5mg/l以下	水深 1m未満 ~50cm以上
	水質 C 1,000個/100ml以下	常時は油膜が認められない	8mg/l以下	水深 1m未満 ~50cm以上
不適	1,000個/100mlを 超えるもの	常時油膜が認められる	8mg/l超	50cm未満*

〔備考〕

1. 判定は、同一水浴場に関して得た測定値の平均による。
2. 「不検出」とは、平均値が検出限界未満のことをいう。
3. 「改善対策を要するもの」については以下のとおりとする。
 - (1) 「水質B」又は「水質C」と判定されたもののうち、ふん便性大腸菌群数が、400個/100mlを超える測定値が1以上あるもの。
 - (2) 油膜が認められたもの。
4. 透明度（*の部分）に関しては、砂の巻き上げによる原因は評価の対象外とすることができる。

第6章 水質環境基準（湖沼の窒素、りん）

1. 窒素及びりんに係る環境基準設定の背景

湖沼水質に関する環境基準は、昭和45年（1970年）にCODを中心とする有機物濃度に対して定められ、排水規制などでその達成が図られてきた。しかし、環境基準の達成率は基準制定時から現在と同様にきわめて低く、40%程度にとどまっていた。さらに昭和50年代からは富栄養化に伴う各種の水質障害が顕在化してきた。すなわち、植物プランクトン等の大量増殖に伴う水質悪化により、透明度の低下や水色の変化による景観の劣化のみならず、水道原水としての取水している場合には浄水場でのろ過障害、飲料水での異臭味障害の発生、魚介類のへい死などの湖沼利用上の障害が生じるようになってきた。

これらの障害は、主として湖沼内部における植物プランクトンの増殖によるものであり、それは基本的には湖水中の窒素およびりんの濃度によって支配される。

以上の背景により、水中の植物プランクトン等の増殖による障害を防止するために、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として、湖沼の窒素およびりに係わる環境基準が昭和57年（1982年）に定められた。

2. 環境基準設定のための基本的考え方

湖沼の窒素及びりに係わる環境基準を設定するは、湖沼の利用目的を満足する窒素ならびにりん濃度、言い換えれば富栄養化による各種の利水障害を引き起こさないような窒素及びりん濃度を求める必要がある。このために、富栄養化による利水障害を防止するための望ましい環境条件、ならびにそれを達成するための人為的な制御が可能な栄養塩の濃度レベルとして、湖沼のりんおよび窒素に係わる水質目標を定めた。

通常の湖沼においては、りんもしくは窒素がもっとも富栄養化の制限因子となりやすいことが知られている。このため、昭和55年（1980年）にまずりに係わる水質目標を定め、昭和57年（1982年）には窒素についても水質目標を定め、これらをもとに環境基準を設定した。なお、富栄養化に伴う水質の変化は、基本的には水域内での植物プランクトン等による有機物生産（一次生産）の増大に由来するものである。一次生産は、栄養塩濃度のような化学的要因のみならず、光強度、水温、水の混合状態、滞留時間、さらに湖盆形態等の物理的要因にも影響される。しかし、水質目標設定にこれらの多様な因子のすべてを考慮することは困難である。これらの因子は水質目標の適用にあたって必要に応じて考慮することとした。

3. 湖沼の窒素及びりに係る水質目標

湖沼の窒素及びりに係る水質目標を表6-1に示した。富栄養化が有光層における植物プランクトンの増殖という常在的現象に起因することから、その濃度は湖沼表層（0.5 m）の年間平均値を指標とした。また、対応する参考項目、すなわち富栄養化に伴う水質障害に直接係わる水質指標は、湖沼表層の年平均全窒素ならびに全りん濃度に対応する期待値である。なお、全窒素濃度が高い場合、夏期のクロロフィルa濃度の変動が大きいとの理由により、全窒素については参考クロロフィルa濃度が与えられていない。

表6-1 湖沼の窒素及びりんに係わる水質目標

レベル	全窒素 年間平均値 (mg/l)	参考項目		
		夏期クロロフィルa 濃度 (mg/l)	透明度 (m)	夏期底層の 溶存酸素濃度 (飽和%)
I	0.07 以下	1 以下	6 以上	50 以上
II	0.15 以下	3 以下	4 以上	-
III	0.4 以下	20 以下	2 以上	-
IV	0.6 以下	40 以下	1 以上	-
V	1.0 以下	-	-	-

レベル	全りん 年間平均値 (mg/l)	参考項目		
		夏期クロロフィルa 濃度 (mg/l)	透明度 (m)	夏期底層の 溶存酸素濃度 (飽和%)
I	0.005 以下	1 以下	7 以上	50 以上
II	0.01 以下	3 以下	4 以上	50 以上
III	0.03 以下	20 以下	2 以上	-
IV	0.05 以下	40 以下	1 以上	-
V	0.10 以下	100 以下	-	-

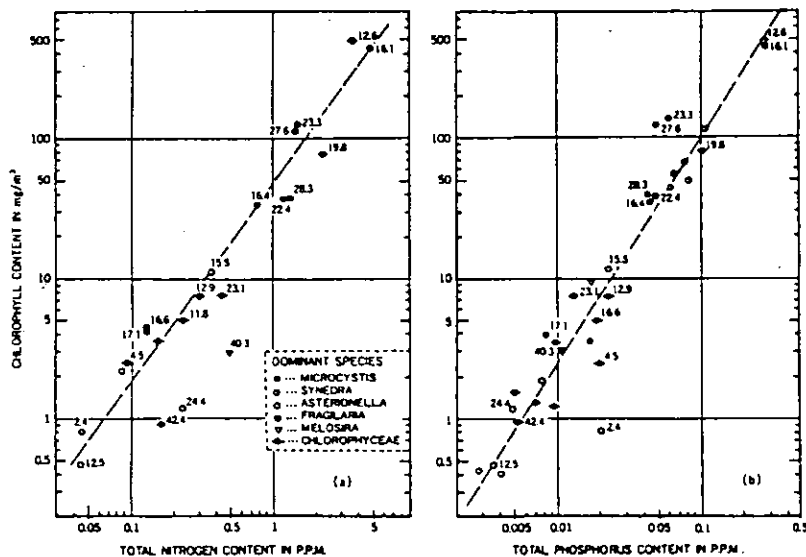


図6-1 夏期表層水中のクロロフィルa濃度と全りんならびに全窒素濃度との関係

3. 1 全りん並びに全窒素濃度とクロロフィルa濃度との関係

Sakamotoら(1966)による栄養度が異なるいくつかの湖沼における夏期表層水中のクロロフィルa濃度と水中の全りん(T-P)ならびに全窒素濃度(T-N)との関係を図6-1に示す。図から明らかなように窒素やりん濃度が増加するにつれて植物プランクトン濃度が増加する。また、多くの水域では窒素濃度が増加するにつれてりん濃度も増加する傾向にあることがわかる。とくに、N/P比が10/1~25/1の範囲においてはN,P濃度とクロロフィルa濃度との間に直線関係が成り立つ。したがって、湖水の栄養レベルはT-NまたはT-Pのどちらかで代表できると判断した。

図6-1から得られるクロロフィルa濃度 (mg/l) とT-P (mg/l) の関係は次式で表される。

$$\log[\text{chl}] = 1.583 \log[\text{T-P}] + 3.615 \dots \dots \dots (1)$$

同様な関係は、パラメータ値に多少の相違はあるものの、わが国のみならず諸外国の研究者、また米国環境保護庁の調査でも得られている。これらをまとめた表6-2に示す。これらの値を参考として、表6-1の値を得た。

表6-2 クロロフィルa濃度とT-Pの関係式によるクロロフィルa濃度推定値

T-P (mg/l)	クロロフィルa濃度 (mg/l)				
	水質目標	Sakamoto (1966)	Dillon & Rigler (1974)	USEPA (1972)	Carlson (1977)
0.005	1 以下	0.9	0.8	1.2	0.9
0.01	3 以下	2.8	2.1	2.6	2.4
0.03	20 以下	16	10	9.6	12
0.05	40 以下	36	21	18	25
0.10	100 以下	108	58	40	69

一方、図6-1から得られるクロロフィルa濃度 (mg/l) とT-N (mg/l) の関係は次式で表される。

$$\log[\text{chl}] = 1.393 \log[\text{T-N}] + 1.660 \dots \dots \dots (2)$$

式(2)とわが国の他湖沼の窒素データも参考として、表6-1の水質目標値を得た。

なお、図6-2には昭和53年 (T-P) 、昭和54年 (T-N) 当時に得られた湖沼水質アンケート結果による日本の湖沼のクロロフィルa濃度とT-P、T-Nとの関係を水質目標値と合わせて示した。

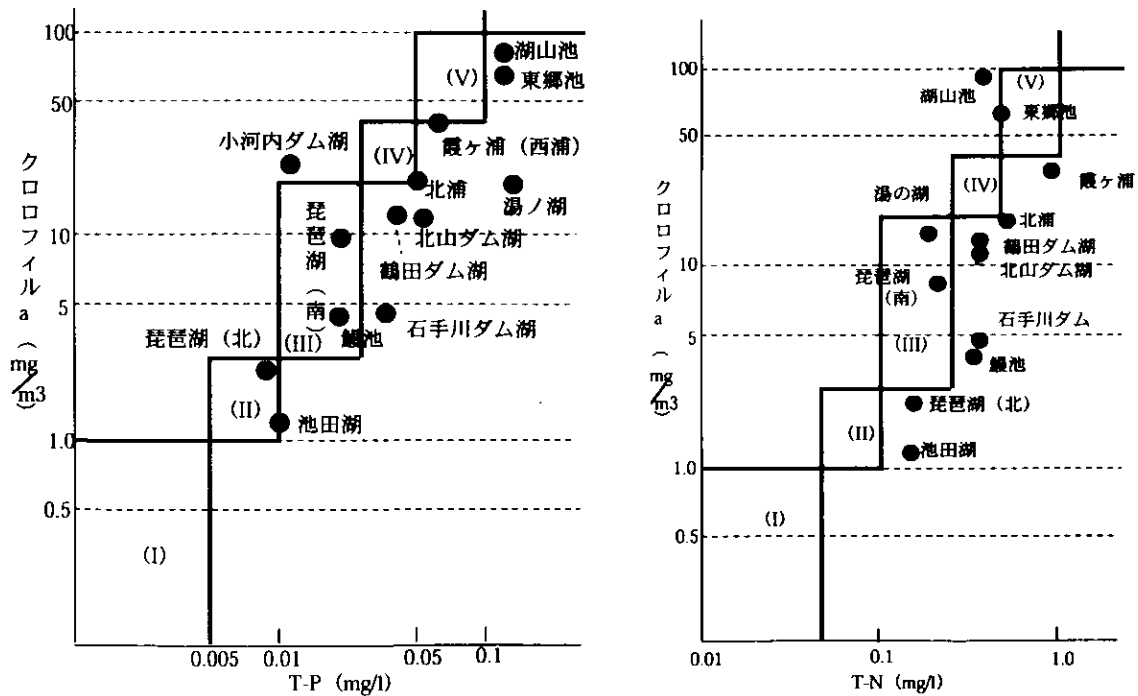


図6-2 日本の湖沼のクロロフィルa濃度とT-P、T-Nとの関係
(湖心部における年間平均値)

3. 2 全りん並びに全窒素濃度と透明度 (Tr) との関係

透明度 (m) については、Ichimuraら (1956) によってわが国の湖沼で次のようなクロロフィルa濃度との関係が得られている。したがって、(1)または(2)式を代入するとT-PならびにT-Nと透明度との関係が(4)、(5)式のように得られる。

$$\log[\text{Tr}] = 0.789 - 0.49\log[\text{Chl}] \dots\dots\dots(3)$$

$$\log[\text{Tr}] = -0.776\log[\text{T-P}] - 0.982 \dots\dots\dots(4)$$

$$\log[\text{Tr}] = -0.683\log[\text{T-N}] - 0.0244 \dots\dots\dots(5)$$

クロロフィルa濃度と同様に、他の研究者による関係式も参考にして表6-1の目標値を得た。また、図6-3には昭和53年 (T-P)、昭和54年 (T-N) 当時に得られた湖沼水質アンケート結果による日本の湖沼の透明度とT-P、T-Nとの関係を水質目標値と合わせて示した。

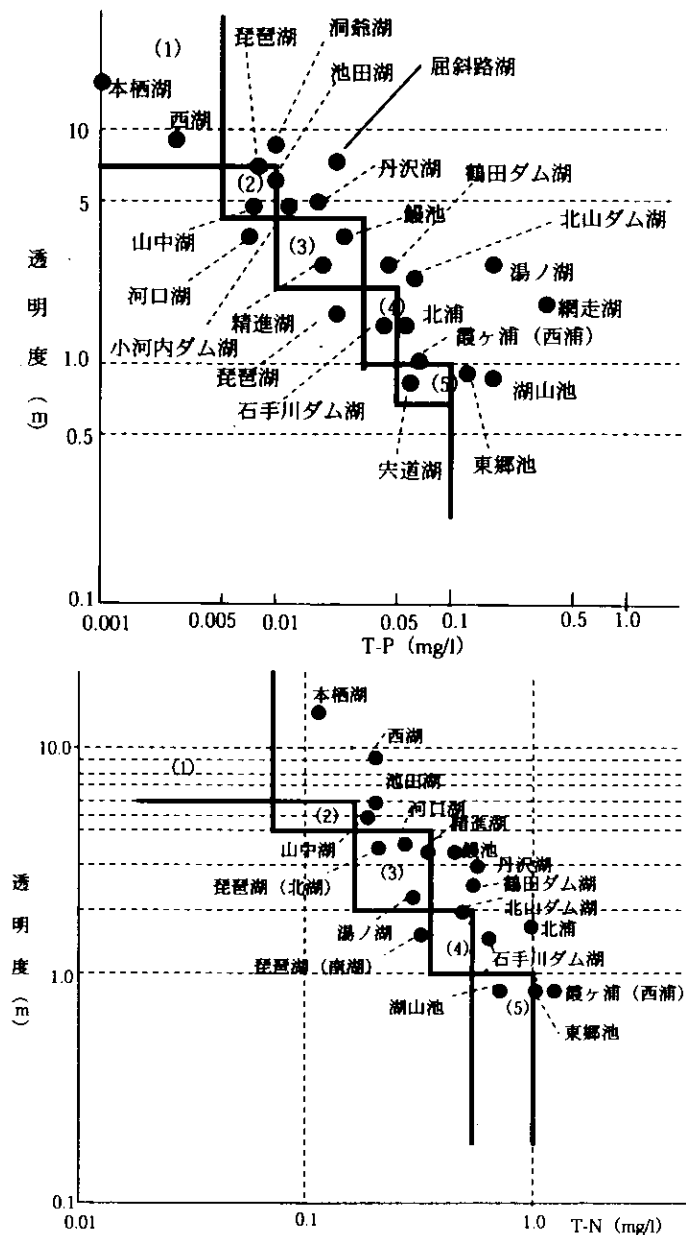


図6-3 日本の湖沼の透明度とT-P、T-Nとの関係 (湖心部における年間平均値)

3. 3 全りん濃度と底層水の溶存酸素濃度 (DO) との関係

富栄養化に伴う水質障害のうち、水生生物に直接悪影響を与える代表的な水質変化は底層水での溶存酸素濃度の減少である。その防止のために水質目標を定める必要がある。

わが国の多くの深い湖沼では、夏期に湖水の水温成層が発達する。成層期において生産層で生産された植物プランクトンの大部分は生産層で分解されるが、一部が深層に沈降して分解する。その割合は生産量の10～15%に過ぎないとされているが、分解に伴って溶存酸素を消費し、底層のDOは徐々に低下する。当然のことながら、湖外から供給された有機物 (COD) もこのDO減少に貢献する。

富栄養化に係わる問題に限定すれば、すなわち湖外からの有機物による寄与分を除けば、底層のDO減少速度は生産層から供給される有機物量により決定される。生産される有機物量はT-P濃度に依存するため、成層期の長さ、生産層と深層の容積比が与えられればDO減少レベルが推定できる。

わが国の湖沼のデータから、生産層で生産された有機物の深層で分解する割合を15%、表水層での生産速度を10 mg C / mg Chl / day、生産層の湖沼全容積に占める割合を50%、と仮定すると、湖沼中のT-Pが0.03 mg/lの場合、成層期間が4カ月で深層のDOはゼロになると推定された。また、T-Pが0.018 mg/lの場合にはDOが50%に低下すると推定された。したがって、表6-1に示すようにT-P濃度が0.01または0.005 mg/l以下では50%以上の飽和度が期待できると考えられる。

同様に、窒素については日本の湖沼での実測結果より、深層水温を10℃と仮定して表6-3の様な値が得られている。これより、表層水のT-N濃度が0.2mg/lの水域においては、純生産速度が高い場合、成層4カ月で深層のDOが0になると推定された。これから、表6-1に示すようにT-N濃度が0.07 mg/l以下では50%以上の飽和度が期待できると考えられる。

表6-3 T-Nと夏期成層4カ月後のDO飽和度推定値

深層のDO飽和度	0%	50%	80%	純生産速度
表水層中のT-N濃度 (mg/l)	0.21	0.072	-	10 mg C/chl-a mg/day
	0.59	0.22	0.055	5 mg C/chl-a mg/day

4. 湖沼の利用目的と窒素及びりんに係わる環境基準

(1) 自然環境保全

自然環境保全とは、自然探勝等の水利用が可能であるレベルの水質を目標とする。水域が富栄養化すると藻類などの増殖のため透明度が低下するとともに、水は緑色ないしは褐色を呈する。この結果、自然景観が悪化するなど自然探勝などの利用上好ましくない状態になる。

美観上からは透明度を十分に保つためにはクロロフィルa濃度を1.0mg/lに保つことが望ましい。我が国において、透明度が十分に維持されている湖沼は、摩周湖、支笏湖などであり、これらの湖沼の水質を勘案し、自然環境保全上の観点からその基準値としては、T-Nを0.1mg/l以下、T-Pを0.005mg/l以下とした。

(2) 水道

水域の富栄養化による水道の障害としては、水道水の異臭味障害や増殖した藻類等によるろ過池の目詰まりなどの浄化操作上の障害があるが、浄化操作の方法によって障害の内容も異なるので、この

点を踏まえて次のように定めた。

(i) 水道1級

水道1級（ろ過などによる簡易な浄水操作を行うもの）にあつては、緩速ろ過の過程で臭気物質等の分解除去が行われるため、異臭味水の問題はないと考えられる。しかし、原水中の藻類等の増殖によりろ過池が目詰まりを起こしろ過能力が著しく低下することがある。

緩速ろ過池にろ過障害を起こした琵琶湖（南湖）、山口・村山貯水池、野尻湖等の水源湖沼のりん濃度を表6-3に示す。これらと障害のない水源湖沼の水質を勘案するとT-P濃度が0.01mg/l以下、またT-N濃度が0.15mg/l以下ならばわが国の浄水場で緩速ろ過に障害を起こさないと推定された。このため、水道1級の基準値としては、窒素を0.2mg/l以下、りんを0.01mg/l以下と判断した。

表6-3 緩速ろ過障害を起こした水源湖沼の窒素及びりん濃度

緩速ろ過	水源湖沼名	T-N濃度 (mg/l)	水源湖沼名	T-P濃度 (mg/l)
障害あり	道原貯水池	0.35-0.68	山口貯水池	0.03 - 0.07
	野尻湖	0.15-0.41*	村山貯水池	0.02 - 0.05
	山ノ田貯水池	0.26-0.57*	琵琶湖（南湖）	0.014 - 0.071
	菰田貯水池	0.27-0.39*	旭川湖	0.03*
障害なし	-	-	小河内貯水池	0.012 - 0.033

*無機態N、Pからの推定値

(ii) 水道2級及び水道3級

水道2級（沈殿ろ過などによる通常の浄化操作を行うもの）、または、水道3級（前処理等を伴う高度の浄化操作を行うもの）にあつては、原水中の藻類等の増殖により凝集沈殿池における薬品使用量の増加や急速ろ過池のろ過持続時間が短縮する等、浄化操作上の各種障害を引き起すことがある。表6-4はこのような障害を起こした霞ヶ浦、相模湖、畑貯水池等の水源湖沼、ならびに障害のない水源湖沼の水質を示す。これから、T-Nが0.4mg/l以下、T-Pが0.03mg/l以下であれば急速ろ過障害は起こらないと判断される。

表6-4 急速ろ過障害を起こした水源湖沼の窒素及びりん濃度

緩速ろ過	水源湖沼名	T-N濃度 (mg/l)	水源湖沼名	T-P濃度 (mg/l)
障害あり	霞ヶ浦	1.21	霞ヶ浦	0.10-0.24
	屯田貯水池	0.76-1.57	相模湖	0.2*
	畑貯水池	0.40-0.66	-	-
障害なし	-	-	山口貯水池	0.03-0.07

*無機態N、Pからの推定値

また、急速ろ過による浄化操作では、臭気物質等の除去は困難であるため、水道水の異臭味障害を引き起こすことがある。日本水道協会異臭味対策専門委員会等が取りまとめた多くの障害発生水域の事例や障害を起こしていない水源湖沼の水質から、無機態窒素濃度が0.3 mg/l以上、無機態りん濃度が0.006 mg/l以上の貯水池でかび臭の発生率が高いことが明らかとなった。この濃度から推定されたT-P濃度は約0.009 mg/lと推定された。また、らん藻類の出現が見られる湖沼、貯水池ではかび臭発生率が高く、図6-4に示すように、無機態窒素が0.1 mg/lを越えるとかび臭の発生池数が増える。これはT-Nとして0.15 mg/l程度と推定された。したがって、かび臭等の異臭味水の発生を防止する観点からは、T-Nが0.2 mg/l以下、T-Pが0.01mg/l以下であることが望ましい。

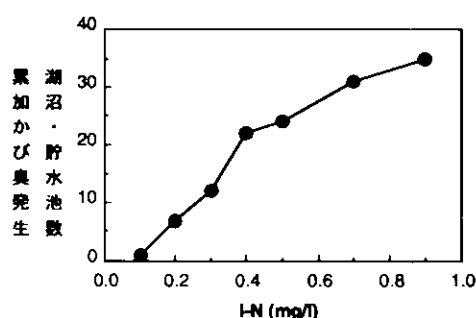


図6-4 無機態窒素とかび臭の発生池数の関係

ただし、水道3級のうち、活性炭吸着のように臭気物質等の除去が可能な特殊な浄化操作を行うもの（以下「特殊なもの」という。）にあつては、浄化施設の正常な機能を維持することが必要であり、このような観点から、T-Nが0.4 mg/l以下、T-Pが0.03mg/l以下であることが望ましい。

これらの結果から、水道2級及び水道3級（特殊なものを除く。）の基準値としては、異臭味を防止するためにT-Nを0.2 mg/l以下、T-Pを0.01 mg/l以下とした。また、水道3級の特殊なものの基準値としては、異臭味の問題がないため、急速ろ過に問題を起こさないT-Nを0.4 mg/l以下、T-Pを0.03mg/l以下とした。

なお、水道に関してはマンガン、鉄による赤水障害の防止に必要な窒素、りん濃度についても検討した。この障害は、底層のDOの低下によって生ずることから、生物生産速度を5mgC/mg Chl/dayと想定したとき、T-Nは0.6 mg/l以下、T-Pは0.05mg/l以下に維持することが望ましいと判断した。

(3) 水浴

水浴については、水域が富栄養化すると藻類等の増殖のため、水が濁り異臭がつくなど不快感をもよおすようになる。現在水浴場として利用されている代表的な湖沼は、琵琶湖（北湖）である。琵琶湖（北湖）は、現在おおむね良好な状態にあるものの、望ましくない状態の水浴場もみられるので、昭和40年代当初の良好な琵琶湖（北湖）の水質を勘案し、水浴場の基準値としては、T-Nを0.2mg/l以下、T-Pを0.01mg/l以下とした。

(4) 水産

水中の窒素及び磷の濃度が上昇すると藻類の大量発生、貧酸素水塊の発生等の現象が生じ、水産生物の繁殖・生育に影響を与える。窒素及び磷の濃度が低いレベルの湖沼では、マスなどのサケ科魚類

やアユが、中レベルのところでは、ワカサギがそれぞれ多くなっているのに対し、窒素及び磷の濃度が高いレベルの湖沼では、コイ、フナなど汚染に強いとされる種類が大部分を占めている。

従って、水産生物を代表魚種として (i) サケ科魚類及びアユ (ii) ワカサギ (iii) コイ、ワナの3つのグループに分けた。また、水産用水の環境基準としては、それぞれの水産生物が生息するために望ましいレベルを設定するとの考えに基づき、自然の繁殖・生育（再生産）が行われる条件となるよう留意した。

(i) 水産1種（サケ科魚類、アユ型）

ヒメマスなどのサケ科魚類やアユは清浄な水を好むが、これらの生息する代表的な湖としては、中禅寺湖、琵琶湖などがある。中禅寺湖では、富栄養化に伴い、魚類がヒメマスからワカサギに移行しつつあり、望ましい水質ではなくなっている。一方、琵琶湖の北湖では、アユの生息にとっておおむね望ましい4.5m以上の透明度（約6m）である。

これらの点を勘案して、水産1種基準値として、T-Nを0.2mg/l以下、T-Pを0.01mg/l以下とした。

(ii) 水産2種（ワカサギ型）

ワカサギの生産が高く代表的な湖としては、諏訪湖、八郎湖などがある。しかし、八郎湖では近年、生産が低下しており、好ましい条件ではなくなっている。また、諏訪湖では生産が横ばい傾向にある。しかしこれは種苗放流によって維持されている。したがって、自然の繁殖・生息条件を確保するためには水質を改善する必要がある。

これらの点を勘案し、水産2種の基準値としては、T-Nを0.6mg/l以下、T-Pを0.05mg/l以下とした。

(iii) 水産3種（フナ・コイ型）

窒素及び磷の濃度の上昇に伴い、水産生物のうちコイ・フナの占める割合と量は、増加する傾向にあるが、窒素が1mg/l、磷が0.1mg/lを超えると障害が生じてくる。この濃度を超えている例としては、児島湖、手賀沼、印旛沼、などがあるが、経年的にみるといずれも生産量は横ばいないし低下の傾向にある。手賀沼や印旛沼では魚肉への着臭や斃死等の障害も発生している。

以上の点を勘案し、水産3種の基準値としては、T-Nを1.0mg/l以下、T-Pを0.1mg/l以下とした。

(5) 農業用水

水稻は農業用水中の窒素（特にアンモニア性窒素）濃度が高いと、栄養生長期（苗を本田に移植後役40日間）に過繁茂となり病害を受けやすくなる。また穂くび分化期に多量の窒素があると下部節間が伸び過ぎて倒伏したり登熟不良となる。これらの結果、水稻の減収を招く。このため、農林水産省は昭和45年（1970年）、各種の調査研究成績に基づいて水稻に被害が発生しないための望ましい農業用水のT-N基準として、1mg/lを発表している。

以上の点と農業用水基準の値を勘案して、T-Nが1mg/l以下であると判断した。

(6) 工業用水

水域が富栄養化すると藻類等の増殖のため、水が濁り、工業用水としての利用に障害を生ずる。工業用水としての利用がある霞ヶ浦、琵琶湖などの主要な湖沼についてその水質をみると、おおむね望

素が1.0mg/l以下、磷が0.1mg/l以下であり障害も生じていない。以上の点などから工業用水の基準値としては、T-Nを1.0mg/l以下、T-Pを0.1mg/l以下とした。

(7) 環境保全

環境保全とは、沿岸の遊歩等を含む日常生活において不快感を生じない程度のレベルの水質を目標とする。富栄養化が進行すると藻類の異常増殖や大型の水草の繁茂に至り、それらが腐敗し悪臭を放つ等、国民の日常生活において不快感を与える。わが国の湖沼のうち、このような状況にあるのは、印旛沼、児島湖などである。これらの湖沼の水質を勘案し、環境保全上の観点からその基準値としては、T-Nを1.0mg/l以下、T-Pを0.1mg/l以下とした。

表6-5 湖沼の窒素及びりんに係わる環境基準

項目 類型	利用目的の適応性	基準値	
		全窒素 (mg/l)	全りん (mg/l)
I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの	0.1 以下	0.005 以下
II	水道1、2、3級（特殊なものを除く）、水産1種、水浴、及びIII以下の欄に掲げるもの	0.2 以下	0.01 以下
III	水道3級（特殊なもの）及びIV以下の欄に掲げるもの	0.4 以下	0.03 以下
IV	水産2種、及びVの欄に掲げるもの	0.6 以下	0.05 以下
V	水産3種、工業用水、農業用水、環境保全	1.0 以下	0.1 以下

備考 基準値は年平均値とする。

(注)

1. 自然環境保全 : 自然探勝等の環境保全
2. 水道1級 : ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
 水道2級 : 沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
 水道3級 : 前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの（「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行うものをいう。
3. 水産1種 : サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用
 水産2種 : ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用
 水産3種 : コイ・フナ等の水産生物用
4. 環境保全 : 国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない程度

5. 環境基準のあてはめ

表6-5には、湖沼の窒素及びりんに係わる環境基準をまとめた。これらの値は表層（0.5m）の年間平均値とし、農業用水については全りんの項目の環境基準は適用しないことになっている。なお、年間平均値を採用しているのは、水質目標値等の環境基準値設定の基礎となったデータ、すなわち窒素、りん濃度に年間変動があるため、それを年間平均値として用いていたことによる。

また、水域類型の指定は、湖沼植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある湖沼について行うものとし、全窒素の項目の基準値は、全窒素が湖沼の植物プランクトンの増殖の要因となる湖沼、すなわち、

- 1) T-N/T-P比が2.0以下である。
- 2) T-P濃度が0.02 mg/l以上である。

について適用することとしている。

5. 1 琵琶湖の全窒素、全リンに係わる環境基準の類型指定

5. 1. 1 類型指定の必要性：水域の利用目的と水質の現状

琵琶湖は、「近畿の水ガメ」と呼ばれるように、その水は滋賀県のみならず、京都府、大阪市をはじめ、枚方市、守口市、寝屋川市、尼崎市等の浄水道源として京阪神1、300万人の人々に利用されている。また、京阪神工業地帯の工業用水や農業用水としての利用も多い。

滋賀県における琵琶湖水の利用は水道用水、農業用水、工業用水、水産用水（養殖など）を始め、防火用水、雑用水など多方面に使われており、今後もその利用の範囲は多様化、広域化する傾向にある。また、滋賀県における主たる水産業として、琵琶湖漁業があり、主たる魚種としては、コアユ、フナ、イサザ、ホンモロコ、コイなどがある。さらに、琵琶湖は昭和25年に我国最初の国定公園に指定される等観光資源としても重要な位置にあり、近江舞子、松原等に代表される水浴場においては古くから京阪神地方の人々に親しまれている。

しかしながら、近年、都市化の進展等により、湖の富栄養化が進行し、水道水の異臭味、浄水場のろ過障害、水浴場の閉鎖、景観の悪化等の利用上の障害が生じている。このため、このような富栄養化による障害を防止するため全窒素・全リンの環境基準を設定した。

5. 1. 2 類型指定

琵琶湖は、湖盆形態、水理構造等の異なる北湖と南湖から成り立っていることから、琵琶湖（1）（北湖）と琵琶湖（2）（南湖）の2つの水域に区分し、昭和60年（1985年）に類型指定を行った。北湖、南湖の現在及び将来における主たる水域利用は水道、水産、水浴等であること等から、全窒素及び全リンの環境基準は、北湖、南湖とも類型II（全窒素0.2mg/l以下、全リン0.01mg/l以下）をあてはめた。なお、北湖、南湖の現状の平均的な水質は、おおむね類型IIと類型IIIの間であった。

5. 1. 3 将来水質予測と暫定基準

将来水質の予測は、図6-5に示すような数理モデルで行った。その予測によれば、当時見込み得る施策を行ったとしても、5年後（昭和65年、1990年）において、北湖の全窒素、南湖の全窒素及び全リンにつき類型IIの環境基準値を達成することが困難と考えられた。このため北湖、南湖の全窒素、全リンに係わる環境基準の類型指定においては、達成期間を「段階的に暫定目標を達成しつつ、環境基準の可及的速やかな達成に努める」とし、昭和65年度における暫定目標を設定した。

65年度における暫定目標は、将来水質の予測結果を踏まえ、北湖の全窒素につき0.22mg/l、南湖の全窒素、全リンにつきそれぞれ0.28mg/l、0.012mg/lとした。

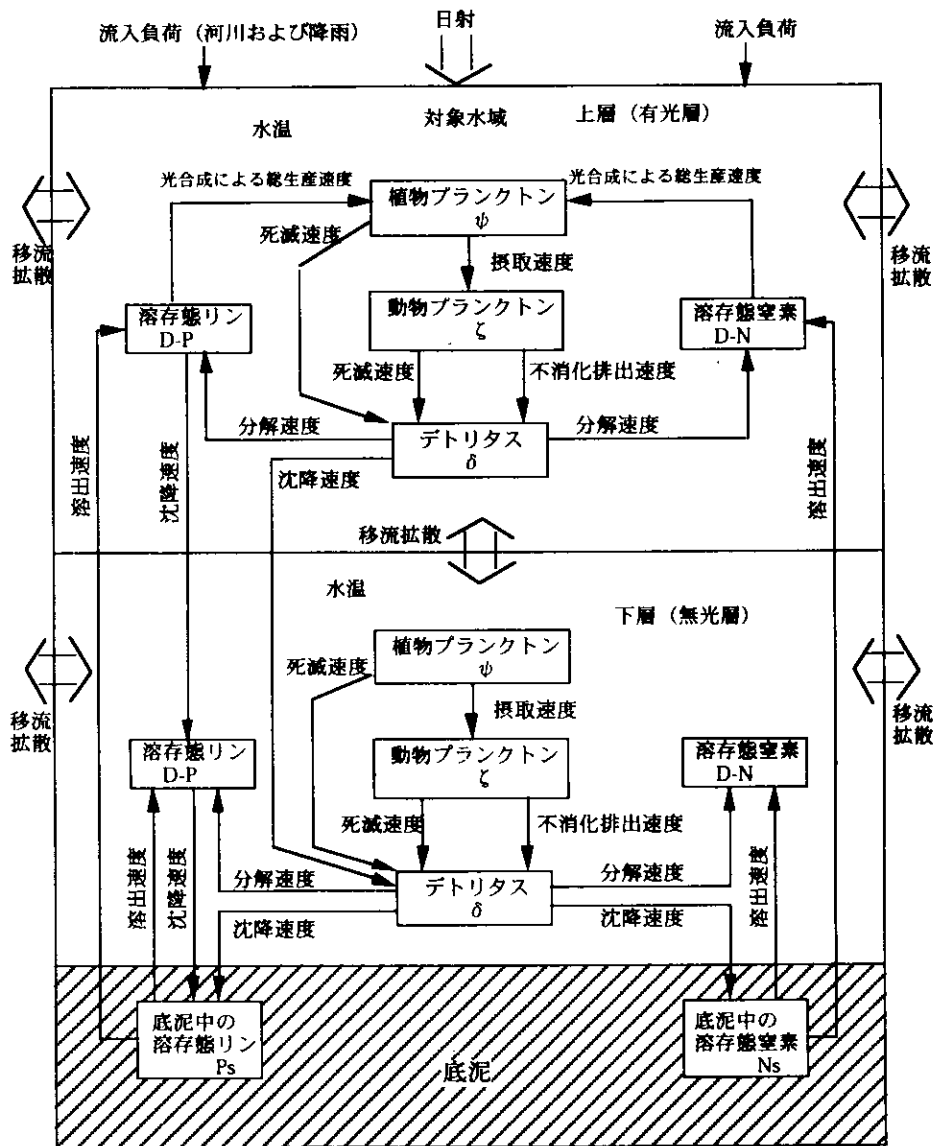


図6-5 琵琶湖の将来水質予測に用いた生物拡散モデルの構造

なお、北湖、南湖において類型IIを達成するためには、65年度の暫定目標達成時に想定される全窒素、全リンの負荷を、更に全体としてそれぞれ約30%、約20%（生活系、工場系、畜産系等の制御可能な負荷についてみると約70%、約25%）削減することが必要と見込まれ、現状の技術のもとで下水道等の整備その他の対策を鋭意進めるとしても、特に全窒素に係わる類型IIの達成は容易でないことを考慮し、今後とも、全体として均衡のある実施可能な削減対策を検討していくことが必要であるとした。このため、暫定目標については、水質の改善状況、施策の進捗状況等を踏まえて、おおむね5年ごとに必要な見直しを行うものとした。

5. 1. 3 環境基準の維持達成のための施策の概要

琵琶湖における環境基準の維持達成のための施策としては、下記のような施策が実施されてきている。

1. 下水道、し尿処理施設、農業集落排水処理施設、生活排水処理施設等の整備

- 2.工場・事業場の排水規制
- 3.合併浄化槽の普及等による雑排水対策
- 4.家畜ふん尿の適正処理
- 5.農用地における肥料の適正使用、田用水再利用
- 6.その他

6. 環境基準達成状況の推移

6. 1 環境基準達成状況の評価方法

湖沼の窒素及びりんに係わる環境基準の達成・非達成は、同一湖沼内に複数の環境基準地点が存在する場合、当該各基準地点の年平均値のうちの最高値によって評価することとしている。

上述のように、湖沼の窒素及びりんに係わる環境基準は、湖沼中心部に存在する水質測定地点の年平均値を基礎として設定された。湖沼では湖流等の影響が少なく、霞ヶ浦や琵琶湖等の水質経年変化データから、各基準地点の水質は同じような傾向を持って推移していることが明らかとなっている。このため、各基準地点の中で最大の濃度を示す基準地点の濃度で判断しても当該湖沼の総体的な水質変化を十分に把握できる。したがって、最大濃度を示す地点の濃度が当該水域の富栄養化に係わる水質の状況を総体的に把握するうえで適当と考えられるため、年平均値の最大値をもって当該水域の代表値としている。

6. 2 環境基準達成状況の推移

環境基準は昭和57年（1982年）に追加された。しかし、当初は当てはめ水域数が少ないため、平成元年（1989年）以降の湖沼の窒素及びりんに係わる環境基準の当てはめ水域数とその達成率の推移を図6-6に示した。現在、当てはめ水域数は48湖沼となっているが、CODと同様にその達成率はきわめて低く、40%内外で推移している。

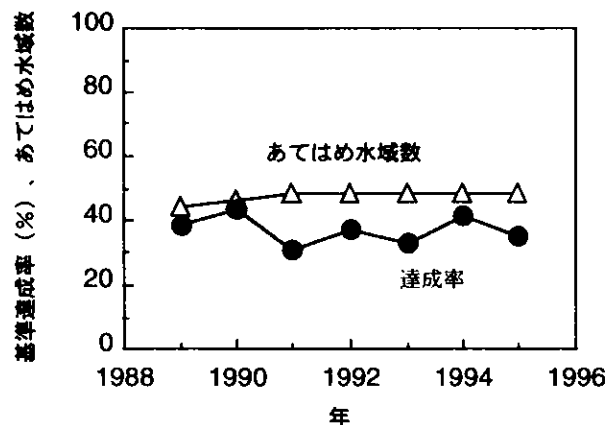


図6-6 環境基準の当てはめ水域数とその達成率の推移

第7章 水質環境基準（海域の窒素、りん）

1. 窒素、りん環境基準設定の背景と必要性

海域における水質環境基準生活環境項目の一つであるCODに係わる基準の達成状況は、全体としては河川や湖沼と比較して高い。しかし、図7-1に示すように東京湾、伊勢湾、大阪湾などの閉鎖性が強く、流域に大都市が存在して産業活動が盛んな海域ではその達成率は必ずしも高くない。これは既に述べたように、主として次のような原因によると考えられている。

- 1) 流入有機物総量の増加：流入汚濁負荷量がきわめて大きく、内部に蓄積しやすい。
- 2) 富栄養化の進行：内部生産の増加に伴い、外部から流入する有機物に加えて水域内部で有機物が生産される。

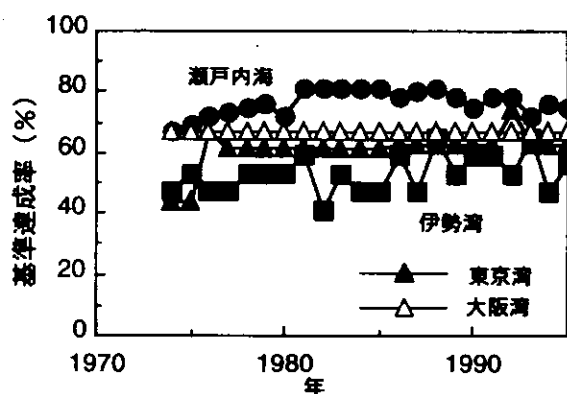


図7-1 主要海域のCOD環境基準達成率の推移

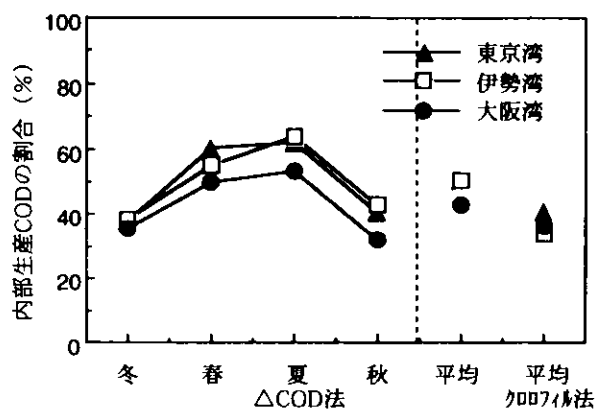


図7-2 内部生産CODが全COD負荷量に占める割合

図7-2は、 Δ COD法、ならびにクロロフィル法で推定した全COD負荷量に対する内部生産COD負荷量の割合を示す。内部生産の特性上、夏季にはその割合が高く、50～60%を占める。また、手法によっても異なり、 Δ COD法ではクロロフィル法より、わずかに高い推定値を与えた。しかしながら、年平均で内部生産によるCOD負荷量が全負荷量の40～50%を占めると推定される。したがって、海域のCOD環境基準達成には、海域の富栄養化対策が不可欠であると言える。

このような状況に対処するため、東京湾、伊勢湾、ならびに瀬戸内海の3海域にはすでに昭和53年（1978）年から水質総量規制制度が導入され、CODの負荷削減が図られてきた（第11章参照）。

しかしながら、栄養塩である窒素及びりんの入流量の増加に伴い、植物プランクトンの生産量が増加し、水質が悪化するといふいわゆる富栄養化の進行が顕著になってきた。このような水域では、図7-3に示したように赤潮の発生により養殖漁業に被害が生じているほか、レクリエーション及び景観等にも影響が生じている。また、植物プランクトンの増殖により有機物が増加し（内部生産）、夏季を中心に底層における貧酸素化を引き起こし、青潮と呼ばれる貧酸素水塊の発生、低質の悪化を招いている（図7-4参照）。この有機物の増加はCODの内部負荷の増加につながり、COD環境基準の達成も困難としていると考えられるようになってきた。さらに、これらの現象に伴って魚介類の生息状況が変化し、水産業への悪影響が生じると共に、海域生態系への影響がみられるようになった。

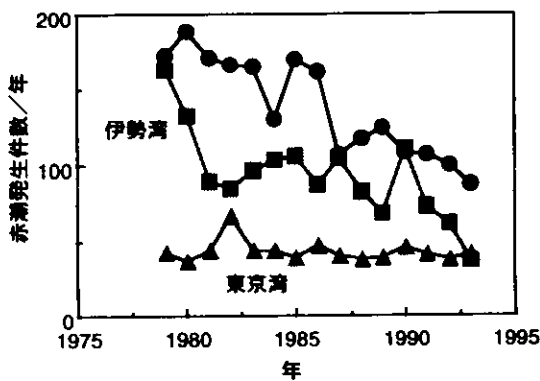


図7-3 3海域における赤潮発生状況の推移

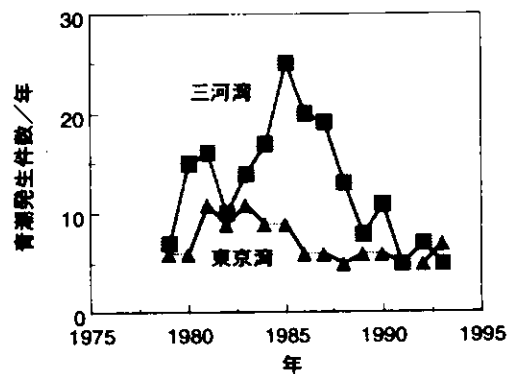


図7-4 青潮の発生状況の推移

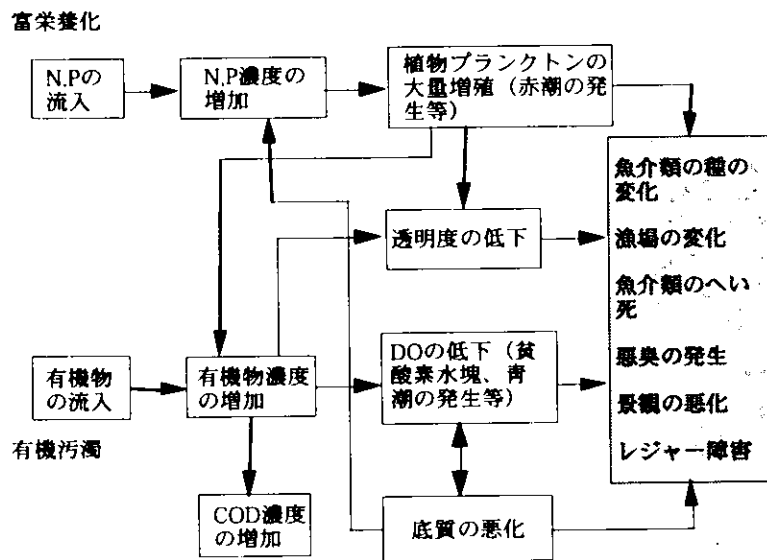


図7-5 富栄養化と有機汚濁による利水障害発生に至る過程の概念図

このような現象には自然的要因も関与しているが、窒素及びりんの流入が重要な要因である。図7-5に示すように、これらの海域において健全な海域環境を実現するためには、従来から実施してきたCODの削減のみならず、富栄養化の要因物質である窒素及びりんの削減を図る必要がある。

また、現在良好な水質が保たれている内湾においても、ひとたび富栄養化が進行すれば、その回復が容易ではないことから、水質の悪化を未然に防止するためには窒素及びりんの濃度を抑制し、それぞれの海域が持つ固有の環境を持続的に利用可能な状態で次世代に引き継ぐことが重要である。

このため、海域の窒素及びりんについて海域環境を保全するうえで維持することが望ましい基準として平成5年（1993年）、「公害対策基本法」に基づく環境基準を定めるとともに、水質汚濁防止法に基づく排水基準を定めた。

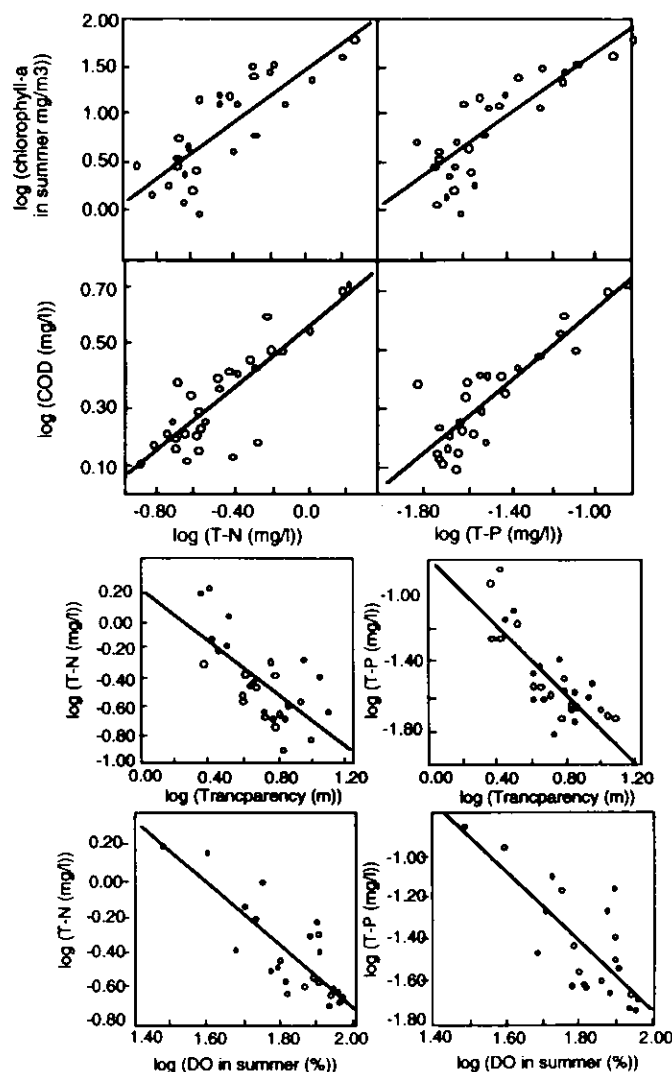


図7-6 水質項目間の相関関係

2. 海域の窒素及びりんの環境基準

2. 1 環境基準設定の基本的考え方

図7-6に示したように、海域の窒素ならびにりん濃度と水質指標（クロロフィルa濃度、COD濃度、透明度、夏季における底層の溶存酸素濃度）との間には一定の相関関係が認められる。環境基準の設定は、このような相関関係を用いて、海域の利用目的を満足する窒素及びりん濃度を定めた。その手順は図7-7の通りである。

- 1) 海域の水利用の目的を定める。
- 2) 水利用に必要な水質を明らかにする、
- 3) 必要な水質と窒素、リン濃度との関係を求める、
- 4) 他の水利用に係わる窒素、リン濃度、ならびに制約条件を考慮して環境基準を定める。

なお、海域の植物プランクトン生産量は、年間を通した海域の窒素・りん濃度の挙動によって影響

されるため、年間を通じた代表値とすべきである。このため、窒素及びりん濃度の代表値として、海域表層(0.5 m)の全窒素(T-N)ならびに全りん(T-P)濃度の年平均値を用いた。

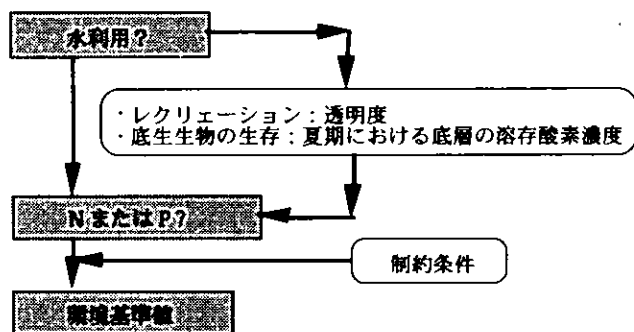


図7-7 環境基準と水利用目的の関係

2. 2 水質基準項目

海水に含まれる窒素とリンの比(海水のN/P比)が植物プランクトンの増殖に必要な窒素とリンの比(植物プランクトンのN/P比)より常に小さい場合、植物プランクトンの増殖は窒素で制限される。太平洋などの通常の海洋の場合これに当たるとされ、窒素制限とみなされている。一方、多くの陸水は逆に水中のN/P比が植物プランクトンのN/P比より常に大きい場合が多く、一般にりん制限とされている。

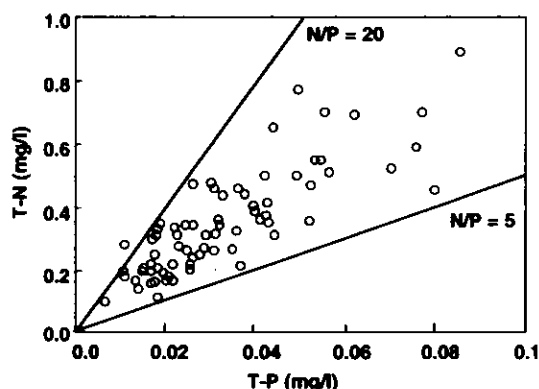


図7-8 わが国の内湾及び沿岸海水のN/P比

しかし、環境基準を設定しようとしている海域は河川水を経由しての窒素やリンの流入が多く、いわば陸水と海洋との中間的な海域である。このため、わが国の内湾のN/P比は図7-8に示すように5から20と大幅に異なる。また、同じ水域内においても季節的(図7-9)、場所的に、また降雨の影響(図7-10)等によっても変化する。一方、海域の植物プランクトンのN/P比は種類、環境条件によって大幅に異なり、低い場合には2程度、高い場合には30程度の値が報告されている。このため、両者の間に一定の大小関係を見いだすことは困難であった。

したがって、窒素またはリンのいずれか一方のみが植物プランクトンの増殖を制限しているとはいえない。また、海水のN/P比が通常値から大きく変化した場合、海域生態系の健全性が失われるおそれがある。このような観点から、窒素及びリンの両者について環境基準を設定することとした。

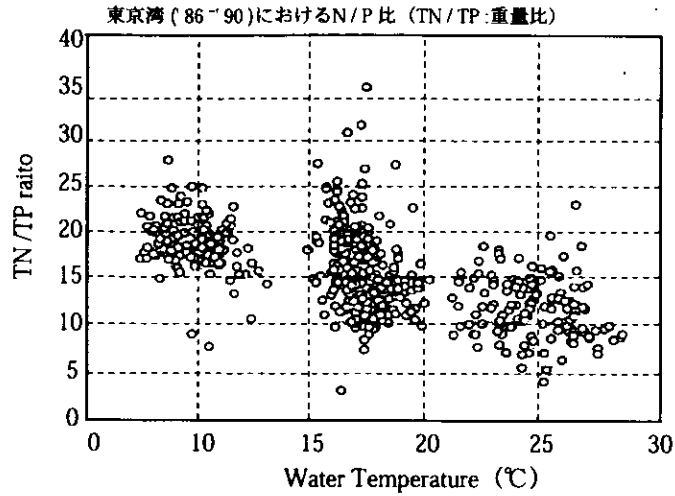


図7-9 東京湾におけるN/P比の季節的変化 (水温の影響)

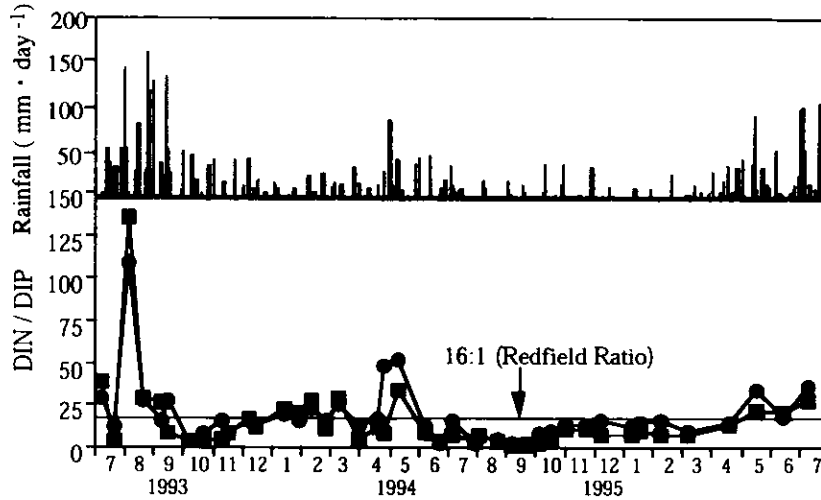


図7-10 降雨等の影響による広島湾のN/P比の変化

2. 3 海域の利用目的

従来からの環境基準と同様に、環境基準は対象水域における水利用の形態に基づいて設定された。窒素、リンに係わる新しい環境基準では、閉鎖性海域の水利用として次の5項目を想定した。

- (1) 自然環境保全
- (2) 水浴
- (3) 生物生息環境保全
- (4) 水産：1、2、3級
- (5) 工業用水

海域の利用目的に応じた望ましい窒素及びリンの濃度レベルについては、以下のとおりとした。

2. 4 水利用目的毎の環境基準の設定

1) 自然環境保全

自然環境保全は、観光、自然観察、ダイビングなどの水利用を目的とし、できるかぎりそのまま

の自然を保全することを目的としている。水域が富栄養化すると植物プランクトンの増殖により透明度が低下し、自然景観が悪化するなど自然探勝等の利用上好ましくない状態になる。

選択された水質項目は透明度である。しかし、データの不足があるため、図7-6に示した相関関係によってCODや透明度から窒素、リン濃度を推定した（表7-1の計算値）。

表7-1は海中公園地域の水質と窒素、リン濃度との関係を示す。我が国において透明度が十分に維持されている水域として海中公園地区の清澄な水質を確保するためには10m程度以上の透明度を目標とすることが適当であるとし、さらに、日本周辺の外洋域の窒素及びリンの濃度も参考にしつつ、自然探勝等のための環境保全上の望ましい水質レベルを設定すると、概ね、窒素（表層の全窒素の年間平均値をいう。本章において以下同じ。）が0.2mg/l以下、リン（表層の全リンの年間平均値をいう。本章において以下同じ。）が、0.02mg/l以下となった。

表7-1 海中公園地域の水質

項目	地点数	データ数	平均値	最小値	最大値	一定値*以下 (%)
T-N (mg/l)	6	16	0.16	0.07	0.24	88
T-N (計算値)	19	55	0.15	0.07	0.24	95
T-P (mg/l)	6	16	0.015	0.010	0.024	88
T-P (計算値)	19	55	0.013	0.008	0.024	96
COD (mg/l)	16	48	1.0	0.5	2.2	98
透明度 (m)	18	54	13	7	20	83

表7-2 外洋域における水質の平均値

	親潮域	黒潮域			対馬海流域
T-N(mg/l)	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09
T-P(mg/l)	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
COD(mg/l)	-	0.9	0.7	0.7	0.9

表7-3 既存の海水浴場近傍海域の水質

項目	地点数	データ数	平均値	最小値	中央値	75%値	最大値
T-N (mg/l)	47	141	0.36	0.05	0.30	0.41	1.45
T-N (計算値)	86	257	0.33	0.05	0.29	0.38	1.45
T-P (mg/l)	48	144	0.027	0.008	0.023	0.030	0.12
T-P (計算値)	86	257	0.027	0.008	0.024	0.032	0.12
COD (mg/l)	101	302	1.4	0.5	1.4	1.7	6.9
透明度 (m)	76	227	6.7	2.0	6.2	8.6	16

2) 水浴

水浴場については、水域の富栄養化に伴う透明度の低下や水浴障害が生じないように、現在良好な環境が維持されている水浴場における水質レベルを目標とすることが適当である。

表7-3に示すように、既存の水浴場近傍の平均的な透明度は6 m程度以上であり、この時の水質データや、植物プランクトンの増殖により水浴ができなくなるという障害が認められた時の水質データを総合的に勘案し、水浴のために確保すべき望ましい水質レベルは、概ね窒素が0.3mg/l以下、磷が0.03mg/l以下とした。

3) 生物生息環境保全

水域の富栄養化が進行すると、いわゆる内部生産により有機物が増加して底層の貧酸素化が進行することにより、水生生物、特に底生生物の生息環境に悪影響を及ぼし、ひいては海域全体の生態系への影響をもたらす。このため、環境保全の条件としては、底生生物が生息可能な溶存酸素量を、底層水において年間を通して最低限の濃度で確保できることを目標として掲げることとする。

内湾の底生生物の生息可能な溶存酸素量としては、いくつかの種では4 ml/l (約5.7mg/l) 以下でも生息になんらかの影響がみられ、2 ml/l (約2.9mg/l) 以下になると、ほとんどの種で影響が認められる。また、溶存酸素量が3 ml/l (約4.3mg/l) 以下では、底生生物群集の種類数、密度あるいは種の多様性が著しく低いレベルにあるという知見もある。

これらの結果から、図7-11に示すように、底層の溶存酸素量が2～3 ml/l以下 (DO飽和量が40～50%に相当する) になると底生生物への影響が生じると考えられる。したがって、最低限確保すべきレベルとして夏季においても底層の溶存酸素量が2 ml/l以上を確保する事を目標とし、さらに表7-4に示すように、C類型海域の水質も参考にして、窒素及び磷のレベルとしては概ね窒素が1.0mg/l以下、磷が0.09mg/l以下とした。

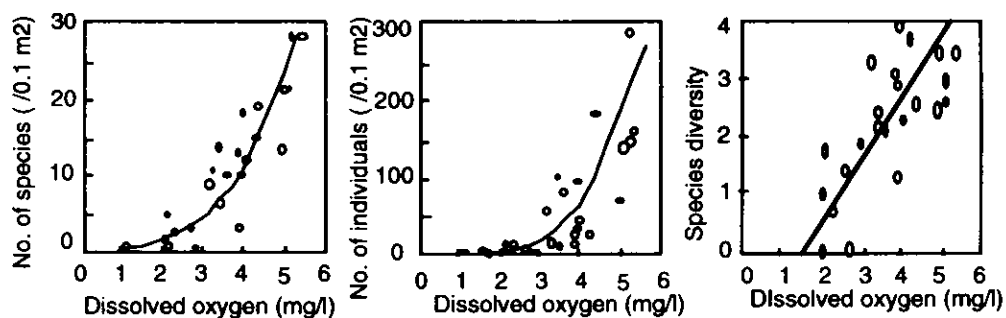


図7-11 夏期の底層水で底生生物が生息可能な溶存酸素濃度

表7-4 C類型海域の水質

項目				幾何平均	順序統計量						
	n	X	SD		min.	5%	25%	50%	75%	95%	max
T-N (mg/l)	894	1.9	2.6	0.93	tr.	0.14	0.46	0.95	1.98	7.43	16.0
T-P (mg/l)	987	0.132	0.158	0.078	tr.	0.020	0.043	0.078	0.153	0.505	1.00

4) 水産

一般には漁獲量、すなわち高次消費者である魚介類の生産量は、図7-12に示すように基礎生産量に比例する。しかしながら、富栄養化の進行した海域の漁獲物組成の変化をみると、プランクトン食性のイワシ類、コノシロや懸濁物食性のアサリなど、栄養段階の低い種類の漁獲が多くなるとともに、底層の貧酸素化の影響を受けてエビ類・カニ類を中心とする栄養段階の高い底生魚介類の漁獲が減少する傾向にある。

既往の知見並びに東京湾、大阪湾及び広島湾における主な魚介類の漁獲量と水質との関係に関する検討結果等から、富栄養化の進行に伴い漁獲量の増減が比較的明瞭にみられる水産生物の抽出等を行い、水産に係わる望ましい水質レベルを検討した。その結果、以下の3つの水質ランクで漁業形態や生態系の状況を分類した。

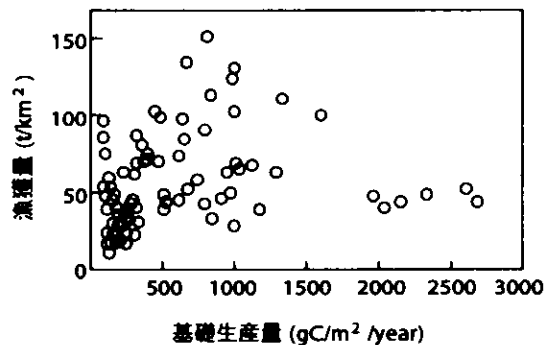


図7-12 基礎生産量と魚介類の生産量の関係

(ア) 水産1種（窒素0.3mg/l以下、磷0.03mg/l以下）

この海域は、底魚類（クロダイ、ハモ等）、甲殻類（エビ類、カニ類）、頭足類（タコ類、イカ類）、貝類（ハマグリ、アカガイ等）等の底生魚介類が豊富である。特に、他の海域と比較して、エビ類やカニ類等の底層の貧酸素化の影響を受けやすい水産生物種の漁獲が多い。

このことは、漁獲物組成が特定の種類に著しく片寄ることなく均衡化していることを表すもので、このような場では多様な水産生物がバランス良く安定して生息していると考えられる。また、ベントス食性のエビ類やカニ類を含む底生魚介類等の栄養段階の高い水産生物が多く漁獲されることは、食物連鎖を通じて海域の生物生産が有効に利用されていることを示し、正常な内湾生態系を呈する最も望ましい海域環境といえる。

(イ) 水産2種（窒素0.6mg/l以下、磷0.05mg/l以下（（ア）の濃度範囲を除く。））

この海域は、イワシ類、コノシロ、スズキ、カレイ類といった浮魚から底魚までの魚類、水産動物のシャコ、ナマコ等の漁獲がみられ、魚類を中心とした水産生物が多獲される。しかしながら、エビ類、カニ類等の底層の貧酸素化の影響を受けやすい種類の漁獲量は少なく、このような一部の底生魚介類にとって本海域の水質環境は好ましくない。

(ウ) 水産3種（窒素1.0mg/l以下、リン0.09mg/l以下（（ア）及び（イ）の濃度範囲を除く。））

この海域では、イワシ類、コノシロ、スズキ等の魚類、アサリ等の貝類の漁獲がみられるが漁獲の中心は大阪湾ではプランクトン食性のイワシ類等、東京湾では懸濁物食性のアサリ等で、これら特定種による漁獲が大部分を占めている。底生魚介類の漁獲量はかなり減少し、本海域の水質環境は多くの底生魚介類にとって好ましくない。

このように、ここではイワシ類やあさりのような低栄養段階に属する特定種が卓越するため生態系としてのバランスは良いとはいえず、不安定な内湾生態系を呈する。

(ウ) を超える窒素及びリンの濃度の海域は、夏季底層に常時貧酸素水塊の形成がみられ、青潮によるアサリのへい死のような水産障害が頻繁に起こり得る環境である。

以上のことを踏まえれば、水産に係る望ましい水質レベルは上記の3つのランクに分けて設定することが適当とした。

なお、上記以外の水産生物のうち、カキについてみると、富栄養化により単位面積当たりの生産量や成長量の低下を招くなどの影響があるが、広島湾における生産状況等から判断して、好適な水質としては概ね上記（ア）（ただし窒素が0.2mg/l以上、リンが0.02mg/l以上）又は（イ）のランクである。また、ノリについてみると、比較的富栄養化した海域で生産されるが、赤潮による窒素及びリンの消費等に伴い色落ち等の障害がみられ、既往研究事例及びノリ漁場の水質等から判断して、ノリ生産にとって平均的な水質は概ね上記（イ）又は（ウ）のランクである。

このランクと窒素、リン濃度、他の水質項目との関係を表7-5にまとめた。そして、窒素及びリンの濃度レベルが下がると、魚種組成が多様化し生態系のバランスが良くなる方向に変化すると判断した。

表7-5 水産に関わる水質ランクと窒素・リンの望ましい水質レベル

ランク	T-N	T-P	(参考) T-N、T-P濃度相当値		
			DO	COD	透明度
(ア)	0.3 mg/l ↓	0.03 mg/l ↓	4.0 ml/l ↑	2.0 mg/l ↓	5 m ↑
(イ)	0.6 mg/l ↓	0.05 mg/l ↓	3.0 ml/l ↑	3.0 mg/l ↓	4 m ↑
(ウ)	1.0 mg/l ↓	0.09 mg/l ↓	2.0 ml/l ↑	4-5 mg/l ↓	3 m ↑

5) 工業用水

海水の工業用水としての用途は主に冷却用水であるが、製塩業等の原料用水等としても利用されている。富栄養化した水域では、原料用水として利用する際のろ過器の目詰まり等の障害が生じる。

表7-6に示すように、現在工業用水として利用されている水域の水質の状況、現行の海域の環境基準の設定状況等を勘案すると、工業用水としては、概ね窒素が1.0mg/l以下、リンが0.09mg/l以下の水質で差し支えないと判断した。

表7-6 現在使用されている工業用水の水質

利用	項目	データ数	平均値	最小値	中央値	75%値	最大値
原料用水	T-N (mg/l)	8	0.15	0.57	0.42	1.00	1.5
	T-P (mg/l)	10	0.007	0.041	0.036	0.05	0.13
冷却用水	T-N (mg/l)	28	0.1	0.79	0.78	0.88	3.9
	T-P (mg/l)	28	0.02	0.074	0.06	0.08	0.37

6) 海域の環境基準値

以上をまとめ、表7-7に海域の窒素、リンにかかわる環境基準値を示した。

表7-7 海域の窒素及びリンに係わる環境基準

項目 類型	利用目的の適応性	基準値	
		全窒素	全リン
I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの（水産2種及び3種を除く。）	0.2 mg/l 以下	0.02 mg/l 以下
II	水産1種、水浴及びIII以下の欄に掲げるもの（水産2種及び3種を除く。）	0.3 mg/l 以下	0.03 mg/l 以下
III	水産2種及びIVの欄に掲げるもの（水産3種を除く。）	0.6 mg/l 以下	0.05 mg/l 以下
IV	水産3種、工業用水及び生物生息環境保全	1.0 mg/l 以下	0.09 mg/l 以下

(備考) (1) 基準値は年間平均値とする。

(2) 水域類型の指定は、植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行なうものとする。

(注) (1) 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

(2) 水産1種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランスよくかつ安定して漁獲される

水産2種：底生魚介類を除き、魚介類を基礎とした水産生物が多獲される

水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される

(3) 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

3. 環境基準値と類型指定

3.1 類型指定の考え方

環境基準値が定められると国または都道府県において海域毎に環境基準の類型指定、すなわち基準のあてはめが行われる。その基本的考え方は次の通りである。

1) 類型指定は富栄養化の防止を図る必要のあるすべての海域について行う必要があるが、富栄養化が著しく進行しているか、または進行するおそれがある海域を優先する。

2) 当該水域の利用目的については現在の利水状況のみならず過去の利水状況も参考にして決定

する。

- 3) 環境基準の達成期間は、当該水域における水質の現状、人口や産業の動向、達成の方途等をふまえ、将来の水質の見通しを明らかにした上で決定する。その際、富栄養化の進行が著しく、環境基準を速やかに達成することが困難な水域については施策実施上の暫定的な改善目標値を設定する。

3. 2 東京湾における類型指定

東京湾の利用目的は水域によって異なるため、湾全体を6水域に区分して各々の環境基準の類型指定が行われた。水域区分と指定類型、ならびに環境基準地点を図7-13に示す。類型指定は、現在ならびに将来の水利用を考慮してあてはめた。表7-8には類型指定結果と現状水質を示す。

表から明らかなように現状水質は指定類型を満足していない。したがって、目標達成のための方途として総合的な対策が不可欠とであり、このため次のような様々な対策が検討され、実施されている。

- 1) 水質汚濁防止法に基づく施策：窒素及び磷の排水規制、生活排水対策の推進計画の推進
- 2) 生活排水処理施設の整備促進及び処理の高度化
- 3) 小規模事業場排水対策
- 4) 農業・畜産対策
- 5) 直接浄化対策：底質改善、河川直接浄化、干潟等の沿岸生態系の保全・回復
- 6) 関連施策：税制・金融面支援措置、普及・啓発、技術開発及び調査研究

このような現状と人口・産業の動向、達成のための方途をふまえ、流動モデルと富栄養化に係わる生態系モデルによって将来水質の予測を行った。将来水質予測は、東京湾を水平方向には1 kmメッシュ、鉛直方向には流動モデルでは10層、富栄養化モデルでは5層に分割した。流動モデルによって各メッシュ間の移流並びに拡散を求めた。富栄養化モデルは図7-14に示すように、窒素・磷の循環と溶存酸素の挙動をモデル化した。

表7-8には上記の施策を行ったとした場合における平成11年度（1999年）の負荷量の推定を行い、このモデルによって水質予測をした結果を示す。これによれば、多くの水域で環境基準の達成が困難であることが明らかとなった。このため、平成11年度における予測値に基づいて、表7-7に示す暫定目標を設定している。なお、暫定目標は5年毎に見直すこととしている。

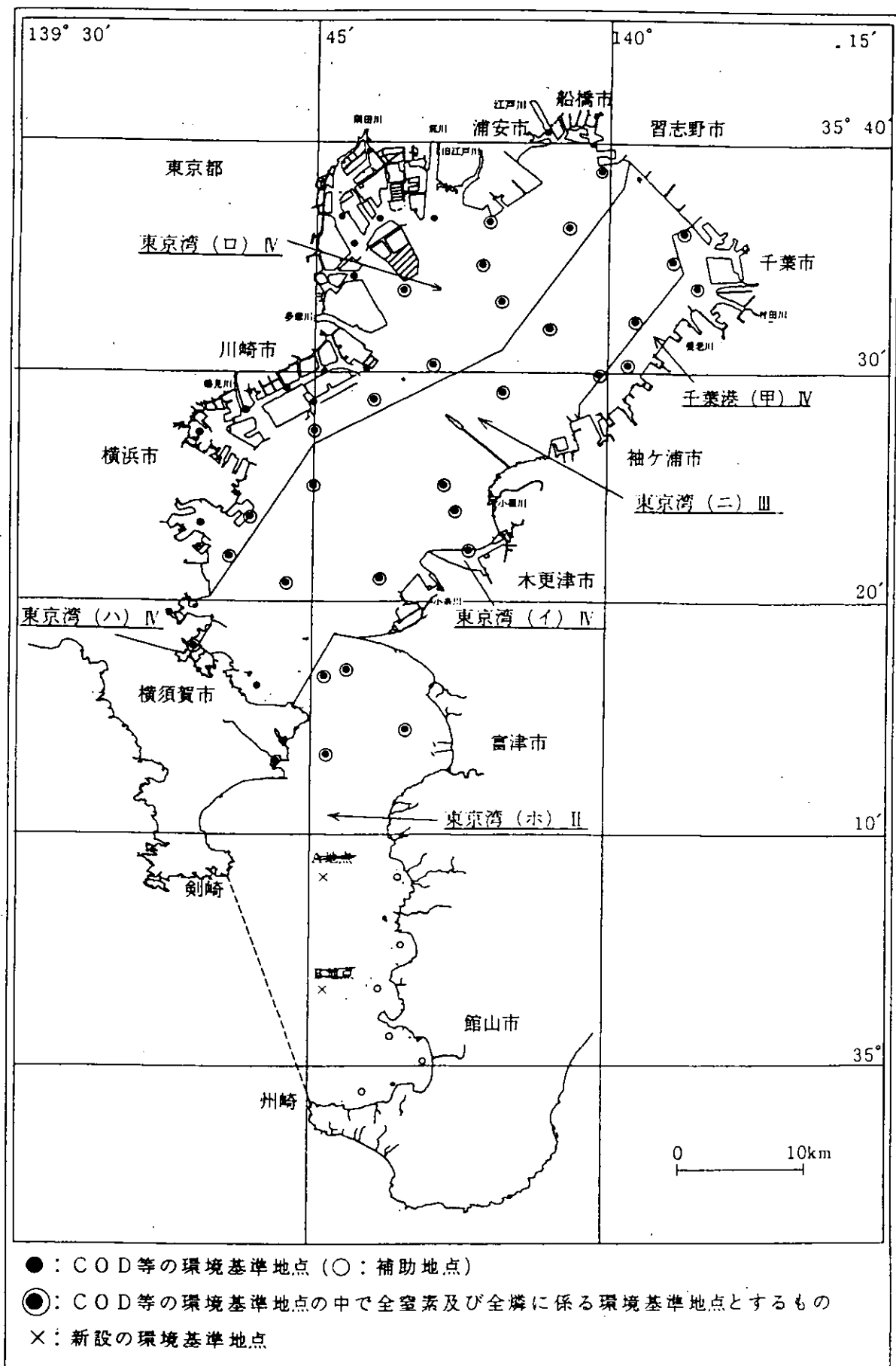


図7-13 東京湾における水域区分と指定類型、ならびに環境基準地点

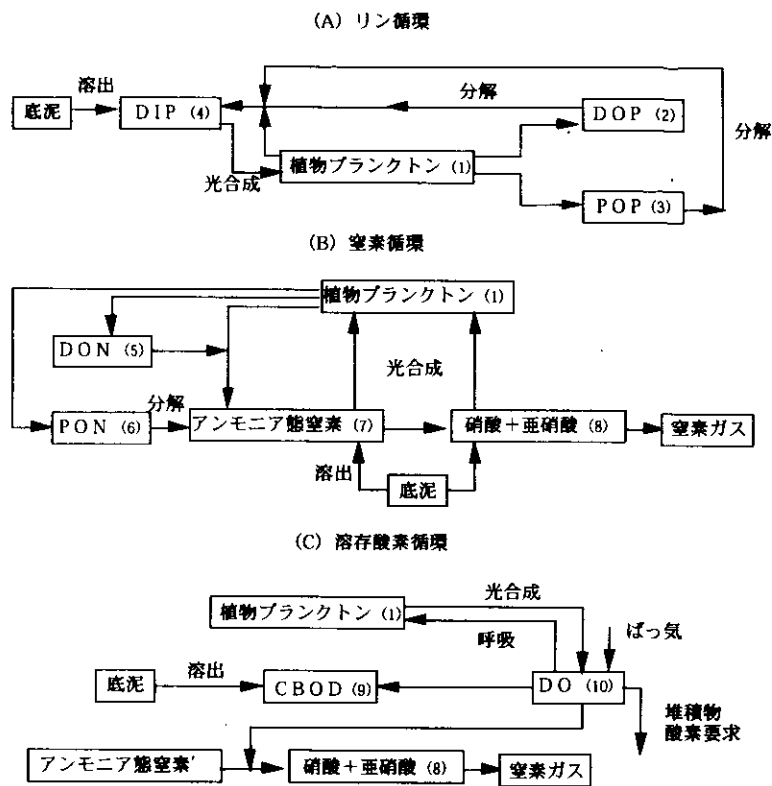


図7-14 東京湾の水質予測に使われた富栄養化モデルの構造

表7-8 東京湾における各水域の類型、現状、将来予測ならびに暫定目標水質

項目	水域名	類型		環境基準点の平均値 (mg/l)		
			基準濃度 (mg/l以下)	現状 (1989年)	1999年予測	1999年暫定目標
全窒素	千葉港	IV	1.0	1.06	1.05	1.1
	東京湾 (イ)	IV	1.0	1.00	0.99	-
	東京湾 (ロ)	IV	1.0	1.45	1.43	1.4
	東京湾 (ハ)	IV	1.0	0.93	0.92	-
	東京湾 (ニ)	III	0.6	0.98	0.97	0.97
	東京湾 (ホ)	II	0.3	0.63	0.62	0.62
全リン	千葉港	IV	0.09	0.081	0.078	-
	東京湾 (イ)	IV	0.09	0.062	0.060	-
	東京湾 (ロ)	IV	0.09	0.100	0.095	0.095
	東京湾 (ハ)	IV	0.09	0.063	0.060	-
	東京湾 (ニ)	III	0.05	0.070	0.067	0.067
	東京湾 (ホ)	II	0.03	0.046	0.044	0.044

4. 環境基準達成状況の評価方法

4. 1 環境基準達成状況の評価方法

同一水域内に複数の環境基準地点が存在する場合、当該水域の窒素及びりんに係わる環境基準の達成・非達成は、湖沼（最大値）と異なり、各基準地点の年平均値の平均値によって評価する。

上述のように、海域の窒素及びりんに係わる環境基準は、全国30水域の全窒素及び全りんと他の水質項目間の相関関係に基づいて各利水目的を確保するために必要な望ましい水質レベルを定めた。その際の水質は、水域内に複数の水質測定地点があった場合には測定地点毎の年平均値の地点平均値を用いた。したがって、当該水域内に複数の環境基準点がある場合には各地点毎の年平均値の水域内地点平均値を用いて判断している。とくに海域の場合、潮汐等によって湖沼より水質変動が激しいため、最大値で判断することは安定した水質の評価が得られない危険性があるため、平均とした。

4. 2 環境基準点の選定方法

環境基準の達成の如何は、環境基準点の選択によって大きく影響を受ける。水域内の全環境基準点の地点平均値で評価する場合、沖合いの比較的水質の良好な地点を数多く環境基準点として採用すれば、基準達成の可能性は高くなることは自明であろう。このため、環境基準点の選定においては次のような考え方が採用された。

- 1) 水域の代表地点として、水域中央部を選定し、湾奥部等流入河川の影響を直接受ける地点は選択しない。
- 2) 効率的、効果的な水質監視のため、既存のCOD環境基準点を活用する。
- 3) 水域の広さに対する基準点の数は、通常、30から140km²に対して1地点とする。
- 4) 必要に応じ、次のような条件を満たす場合、湾奥部のような小水域にも環境基準点を設ける。
 - (1) 地形的に閉鎖度が高く、水域として独立性がある、
 - (2) ある程度以上（約5km²）の面積がある、
 - (3) 利水用途がならびに水質の状況が周囲と異なる。

5. 環境基準の達成状況

表7-9には平成7年度（1995年）における海域の全窒素ならびに全磷の環境基準達成状況を示す。全窒素ならびに全磷ともに基準を満足している場合、達成水域とした。良好な水質を期待した類型IIならびにIIIの海域での達成率が低く、0%である。なお、海域別では、東京湾は33.3%、大阪湾においては現在のところ達成率は0%である。

表7-9 海域の全窒素ならびに全磷の環境基準達成状況（平成7年度）

類型	あてはめ水域数	達成水域数	達成率（%）
I	-	-	-
II	2	0	0
III	2	0	0
IV	5	2	40
計	9	2	22.2

第8章 水質環境基準（地下水）

1. 水資源としての地下水

土壌や地下水といった地下環境中では、水や物質の移動速度が表流水に比べて格段に遅い。さらに地表面付近に生息する微生物や小動物によって通常の有機物は分解され、イオン交換やろ過などの水質浄化も期待できる。したがって土壌層を経て地下水に到達した水は、大抵の場合、水道水質基準を満たしている。

図8-1には1993年に使用された日本の水利用状況を描いた。全水量は910億トンであり、内訳は、生活用水：169億トン（18.6%）、工業用水：154億トン（16.9%）、農業用水：586億トン（64.4%）である（図8-1(a)）¹⁾。このうち地下水は128.8億トンが取水ベースで採取され、生活用水に39億トン、工業用水に50.9億トン、農業用水に38.8億トンが割り振られている（図8-1(b)）。さらに各水使用量に占める地下水の割合は、生活用水：23.1%、工業用水：33.1%、農業用水：6.6%となり、全使用量にすると14.2%が地下水で賄われていることになる（図8-1(c)）。都市用水（生活用水+工業用水）にすると323億トンのうち、89.9億トンが地下水であり、これは27.8%を占める。

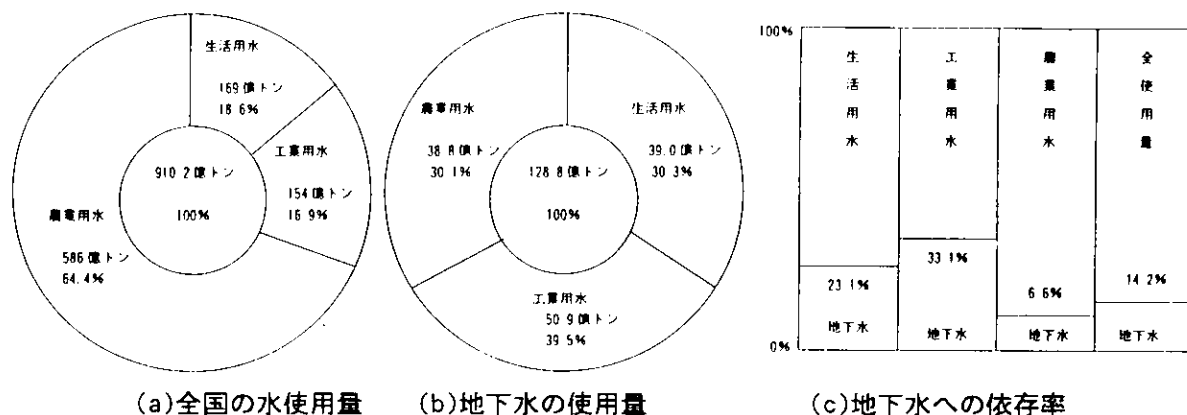


図8-1 日本の地下水の利用状況（水資源白書，1996）¹⁾

2. 地下水汚染の背景

地下水汚染と言えば、最近ではトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンに代表される揮発性有機塩素化合物を指すことが多いが、土壌・地下水汚染を引き起こす物質は、有機、無機、微生物などさまざまであり、中でも微生物による地下水汚染と飲用による健康被害は古くて新しい汚染である。

地下水の汚染要因には、人為由来・自然由来、有機物・無機物、微生物など、考えられるものの多くは地下水汚染事例として何らかの報告がある。田瀬(1988)²⁾によれば、1988年時点で最も多い汚染物質は有機塩素化合物であり、これにはトリクロロエチレンなどの有機溶剤、農薬などが含まれている。重金属類がこれに続くが、6価クロムが中心であり、このほかに4エチル鉛、ヒ素、水銀、マンガン、亜鉛、モリブデン、カドミウムなどの汚染が報告されている。3番目はガソリンなど石油類、4番目は赤痢など微生物となっている。

こうした地下水汚染事例を経年的にみると、戦前と戦後の混乱期には、平塚市のマンガン(1939)、福岡県古賀町と夜須町(1954)の4エチル鉛の汚染事例では死亡者が出ている。水道の普及により1970年以降、発症事例は激減するが、A型肝炎の発症件数が増える。最近でも大腸菌による埼玉県しらさぎ幼稚園児2名の死亡事例がある。この汚染事例では、し尿処理用の汚水タンクに漏水箇所が発見され、また汚水タンクをつなぐ配管継ぎ目にも不備が見つかり、こうした部分から漏れ出た汚水が地下水を汚染したものと推定されている。

1960年代には農薬関連の事例が多く、パラチオン、DDT、BHCが使用禁止になる。70年代になるとクロルデン、PCNB（ペンタクロロニトロベンゼン）などの散布による汚染事例が報告され始める。土壌殺菌剤として使用されるPCNBは、それ自身の急性毒性は低いが、製造過程の不純物質

として「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（化審法）で第一種特定化学物質に指定されているHCB（ヘキサクロベンゼン）が含まれており、現在でも注目されている物質である³⁾。メッキ関連（クロム、シアン、ニッケル、亜鉛）などの事例も目立ち、1975年頃にピークを迎える。80年代にはハイテク汚染として話題になったトリクロロエチレンなどの有機溶剤による事例報告が増える。有機溶剤による地下水汚染は、既に1972年に館林市、1973年に鹿児島県、1974年に東京都で発見されており、最近の地下水汚染ではない。さらにガソリン・重油などの油類による汚染事例も多く、立川・横田の基地周辺でのジェット燃料・ガソリン漏出事故もある。何らかの形でほとんど全ての自治体で地下水汚染の報告はあるが、こうした汚染事例数は、自治体によってかなりの偏りがあり、汚染事例が多いからと言って、その地域の地下水が特に汚染されているとは言いがたい。公表される内容や件数は、その自治体の地下水利用の程度、担当者の関心や意識などに依存するところが大きいからである。

3. 全国規模の地下水汚染調査

全国規模で化学物質による地下水汚染状況が明らかになったのは、1982年の環境庁調査である。この調査では、東京や京都など大都市と地域的なバランスを考慮して全国15都市から1360検体の地下水を採取し、トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなど揮発性有機塩素化合物を中心に18物質が分析された。図8-2に調査対象物質と検出率を描いているが、最も検出率の高かった物質は硝酸性窒素で、約80%の試料から検出され、10%が水道水質基準値（10mg/l）を超過していた。ただ硝酸性窒素以上に注目されたのはトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンであった。トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンは発ガンのおそれのある物質として、WHOから飲料水としてのガイドラインが示されており、トリクロロエチレンで3%、テトラクロロエチレンで4%の試料がガイドライン値を超えて検出されたからである。

その後の調査でも、全国各地の地下水からトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物による汚染が発見され、この地下水汚染が契機となり、水道水質基準、水質汚濁防止法、土壌環境基準に加えて、1997年には地下水質環境基準が制定された。

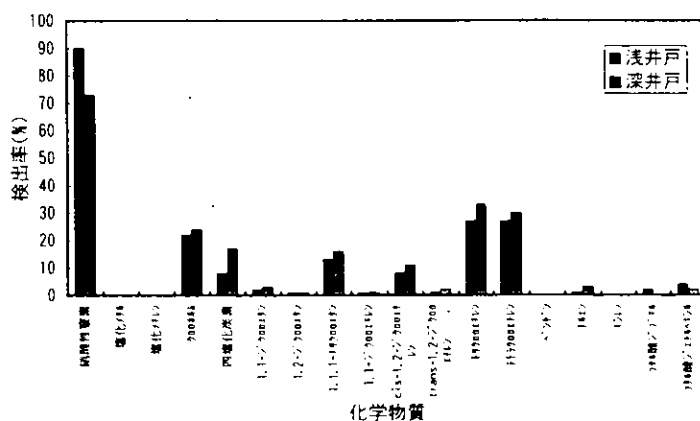


図8-2 1982年度の環境庁地下水汚染調査における化学物質の検出状況

4. 地下水質環境基準の制定

4.1 地下水質環境基準

地下環境中での水や物質の移動は表流水に比べて格段に遅く、そのため地下環境が難分解性の化学物質に汚染されると、その汚染は長く続くことになる。揮発性有機塩素化合物などの有害化学物質を例にとっても、地下水での基準超過率が数%であるのに対して、表流水では0.02%前後を推移しており、地下環境中では難分解性物質が長く滞留する特徴が現れている。

全国規模の地下水汚染が顕在化し、それに伴い法制度や環境基準が整備されたが、依然として地下水汚染は続いており、改善する兆しはみられない。さらに地下水と公共用水域は一つの水循環系を構

成しており、物質の移動も連続している。こうした背景から、流域全体の環境を保全し、改善するために、平成9年（1997年）に地下水質環境基準が制定された。対象とする物質は、公共用水域の水質環境基準と整合性を持たせるため、カドミウム、鉛やトリクロロエチレン等の23物質とし、評価基準も水質環境基準と同じとしている（表8-1）。また現状では地下水汚染は顕在化していないが、将来に汚染が危惧される物質として25項目が要監視項目として指針値が設けられた（表8-2）。

4. 2 地下水質モニタリング

1982年の環境庁調査によって、わが国のほとんど全ての地域で有害物質による地下水汚染が検出された。この調査結果が引き金となり、水質汚濁防止法、水質環境基準や土壌環境基準の見直し、さらには地下水質環境基準が設けられた。特に水質汚濁防止法の下で地下水質の常時監視が義務づけられ、全国各地で地下水汚染調査が継続実施されている。

さらに地下環境中での物質の移動は極めて遅いため、例えばモニタリングの基準点を定めたとしても、その地点に何らかの汚染要因の影響が出るにはかなりの時間がかかることになるし、汚染された地点での観測では長期間にわたり汚染が検出されることになる。こうした地下水固有の特徴があるため、これまでの地下水汚染調査は

- ①地域の全体的な地下水質把握を目的とした概況調査（この調査は地域をメッシュに切り毎年度新たな地点で測定、そのため一巡するまでは観測地点は重複しない）、
- ②概況調査により発見された汚染の範囲確認のための汚染井戸周辺地区調査、
- ③汚染井戸周辺地区調査により確認された汚染の継続的監視等を目的とした定期モニタリング調査、

表8-1 地下水質の環境基準（健康項目、単位はmg/l）

項 目	基 準 値	項 目	基 準 値
カドミウム	0.01mg/l以下	トリス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l以下
全シアン	検出されないこと。	1,1,1-トリクロロエタン	1mg/l以下
鉛	0.01mg/l以下	1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/l以下
六価クロム	0.05mg/l以下	トリクロロエチレン	0.03mg/l以下
砒素	0.01mg/l以下	テトラクロロエチレン	0.01mg/l以下
総水銀	0.0005mg/l以下	1,3-ジクロロプロパン	0.002mg/l以下
アルキル水銀	検出されないこと。	チウラム	0.006mg/l以下
P C B	検出されないこと。	シマジン	0.003mg/l以下
ジクロロメタン	0.02mg/l以下	チオベンカルブ	0.02mg/l以下
四塩化炭素	0.002mg/l以下	ベンゼン	0.01mg/l以下
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/l以下	セレン	0.01mg/l以下
1,1-ジクロロエチレン	0.02mg/l以下		

表8-2 地下水質の要監視項目（単位はmg/l）

項 目	指 針 値	項 目	指 針 値
クロロホルム	0.06mg/l以下	フェノール（BPAC）	0.02mg/l以下
トリス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l以下	イソプロピルベンゼン（IBP）	0.008mg/l以下
1,2-ジクロロプロパン	0.06mg/l以下	クロロニトロフェノール（CNP）	-
p-ジクロロベンゼン	0.3mg/l以下	トルエン	0.6mg/l以下
イソキサチオン	0.008mg/l以下	キシレン	0.4mg/l以下
ダイアジノン	0.005mg/l以下	フェノール（フェノール）	0.06mg/l以下
フェニトロチオン（MEP）	0.003mg/l以下	ほう素	0.2mg/l以下
イソプロチオラン	0.04mg/l以下	フッ素	0.8mg/l以下
有機銅（有機銅）	0.04mg/l以下	ニッケル	0.01mg/l以下
クロロホルム（TPN）	0.04mg/l以下	モリブデン	0.07mg/l以下
プロピザミド	0.008mg/l以下	アンチモン	0.002mg/l以下
EPN	0.006mg/l以下	硝酸性窒素及び	10mg/l以下
ジクロロプロパン（DDVP）	0.01mg/l以下	亜硝酸性窒素	

が行われている。一般には対象とする地域を2 kmあるいは5 kmメッシュに切り、それぞれのメッシュ毎に代表的な地点を選び、地下水の採取分析を行うことになる。ただ地下水は地下環境中で何層にも存在している。そのため一回だけの概況調査では地域の汚染状況を正確に捉えることは難しく、一通りの調査終了後も繰り返し地点を変えて調査することが必要となる。地下水質環境基準制定後も、この調査方法が踏襲されるし、ある流域を代表できる地点があれば、長期的な視点から定点観測をすることも重要であろう。

4. 3 環境基準達成状況の評価方法

汚染が発見された場合には、地下水利用の側面から利用時の浄化対策はもちろん、公共用水域と同様に直ちに環境基準が維持できるよう努める必要がある。ヒ素や鉛などは、主に地質要因に由来する自然汚染の場合もあり、自然由来の汚染については具体的な達成期間は設けられていないが、こうした場合であっても地下水質環境基準は適用される。

さらに地下水の流れは表流水に比べて緩慢であるため、流域の規模や地下水の利用状況など、対象地域の状況に応じて地下水質の測定頻度を決定する必要がある。このとき季節的な地下水変動も考慮することが望まれる。また地下水質環境基準を達成しているかどうかの判断は、基準値が長期的な摂取に伴う健康影響を考慮して決められている項目については、基本的には年間平均値で評価することとし、急性毒性が懸念されるシアンについては最高値で評価することになっている。

地下水質環境基準は表流水と整合性をとるため、対象物質も評価基準も水質環境基準と同じである。これまでも地下水については水質環境基準が準用されてきており、ややもすると従前と何ら変わらない印象を受ける。ところが先にも述べたように、地下環境中では難分解性の有害物質は長く滞留する特徴があり、表流水と比べて汚染物質の検出率や超過率は格段に高い。したがって有害物質の地下水からの検出や超過率が契機となり、要監視項目の環境基準健康項目への見直しや新たに要監視項目に加えるなど、水環境にとどまらず大気環境まで視野に入れた環境保全行政が進んでいくことになろう。

参考文献

- 1) 国土庁水資源部編(1996)平成8年度版日本の水資源(水資源白書), 374p.
- 2) 田瀬則雄(1988)日本における地下水汚染の発生状況, ハイドロロジー, 18, 1-13.
- 3) 伏脇裕一(1994)野菜栽培地域における殺菌剤ペンタクロロニトロベンゼン及び分解代謝物質の動態, 衛生化学, 40, 39-48.

第9章 排水規制および水質保全対策とその成果

1. 河川水質保全のための排水の排出規制と排出基準

水質汚濁防止法は工場および事業場から公共用水域に排出される排水を規制し、水域の水質汚濁を防止することを目的としている。排水の規制には排水基準に基づく規制と水質総量規制とがある。前者は広く公共用水域に適用される一般的な制度であり、後者は特定の水域の水質を保全するための制度である（第11章参照）。排水規制は排水基準の設定と排水基準の遵守の強制によって行われる。前者では全国一律の排水基準（ナショナルミニマム）が国によって設定されているが、この一律排水基準では十分に水質汚濁の防止がはかれないと予想される水域では、政令に基づいて都道府県によって、一般排水基準よりもきびしい基準（上乘排水基準）を設定することができる。

水質汚濁防止法の前身である水質保守法では、排水の水質基準は指定水域についてのみ適用されたが、経済成長や産業の活発化によって水質汚濁がますます拡大進行することを恐れて、水質汚濁防止法では指定水域性を廃止して全国の公共用水域を対象とする一律の基準が設定された。

有害物質に関する一律排水基準のレベルについては、ほぼ水質環境基準のうち、人の健康の保護に関するものの基準値の10倍に設定されている（表9-1参照）。これは、排水の水質は、公共用水域へ排出されると、そこを流れる河川水等によって、排水口から合理的距離を経た公共用水域においては、通常少なくとも約10倍程度には希釈されるであろうと想定された結果である。この逆算により、公共用水域で水質環境基準は維持されるという判断に基づく。なお、この一律排水基準は排水水質の最大値で定めている。日平均値での設定と比較して、排水基準違反を容易に認定することができる。

一方、生活環境項目に関する一律排水基準のレベルは、BOD、CODおよびSSについては、一般の家庭下水を簡易な沈殿法により処理して得られる数値と同等に定められている。これは、規制対象外である一般家庭と同程度の濃度まで処理することが、事業者が負うべき最低限の責務としてふさわしいものであるとの考えに立つものである。生活環境項目に関する一律排水基準のうちBOD、CODおよびSSについては最大値に加えて日平均値でも定められている。したがって、いずれか一方に違反すれば罰則が適用されることになる。

前述したように、全国一律の排水基準では水質汚濁防止上不十分であると認められる水域については、都道府県の条例によって、より厳しい基準が設定されている。表9-2には神奈川県と滋賀県における上乘せ基準の例を示した。上乘せ基準が設定されていない項目については、一律基準が適用され、一部の項目についてのみ上乘せ基準が設定された場合は、それが一律排水基準全体に代替するものではない。神奈川県では水域によって異なる上乘せ基準を設定している。一律排水基準と比較して、カドミウム、鉛およびその化合物、6価クロムおよび全クロム、ヒ素およびその化合物、銅、亜鉛、溶存鉄、溶存マンガンなどの重金属に加えて、フッ素、有機態リン、n-ヘキサン抽出物、フェノール類に対して大幅な上乘せを実施している。BODおよびCODについては、最も厳しい水域では日間最大値が15mg/l、日平均値が10mg/lとなっている。一律基準には無いニッケルについても、排水基準値が指定されている。

滋賀県でもカドミウム、シアン、有機態リン、6価クロムおよび全クロム、銅、亜鉛、フッ素などに大幅な上乘せを実施しており、一律基準には無いホウ素およびアンチモンに対する排水基準値が指定されている。

2. 窒素およびリンに係る排水基準

2.1 湖沼における窒素およびリンの排水規制

1) 窒素およびリン規制の経緯

湖沼の富栄養化に伴う水質汚濁の改善および富栄養化の防止を図るために、従来のCOD等に関する環境基準に加え、栄養塩類、とりわけ富栄養化の要因物質である窒素・リンの水質目標を設定することが必要となり、昭和57年（1982年）12月に「水質汚濁に係る環境基準について」を改正し、湖沼に係る全窒素及び全リンの環境基準が追加設定された（第6章参照）。これに引き続き、窒素・リンの排水

基準についての検討が行われることになり、昭和58年（1983年）1月に環境庁長官から中央公害対策審議会に対し「窒素及び磷の排水基準の設定について」の諮問が行われ、昭和59年（1984年）9月に中央公害対策審議会から環境庁長官に対し「窒素及び磷の排水基準の設定について」の答申が行われた。この答申を受けて、水質汚濁防止法に基づく窒素・磷の排水規制の導入に向けて必要な検討が開始され、昭和60年（1985年）5月に「水質汚濁防止法施行令の一部を改正する政令」が公布された。その後、関連法令が順次制定、公布され、湖沼の富栄養化の防止を図るための窒素・磷の排水規制は昭和60年（1985年）7月から実施されることとなった。

表9-1 一律排水基準（単位：特に指定がない場合はmg/l）

水質項目	一律排水基準
カドミウム及びその化合物	0.1
シアン化合物	1
有機リン化合物	1
鉛及びその化合物	0.1
6価クロム	0.5
ヒ素及びその化合物	0.1
全水銀	0.005
アルキル水銀	検出されないこと
PCB	0.003
トリクロロエチレン	0.3
テトラクロロエチレン	0.1
ジクロロエチレン	0.2
四塩化炭素	0.02
1,2-ジクロロエタン	0.04
1,1-ジクロロエチレン	0.2
cis-1,2-ジクロロエチレン	0.4
1,1,1-トリクロロエタン	3
1,1,2-トリクロロエタン	0.06
1,3-ジクロロプロペン	0.02
チウラム	0.06
シマジン	0.03
チオベンカルブ	0.2
ベンゼン	0.1
セレン及び化合物	0.1
pH	5.8 ~ 8.6 河川及び湖沼 5.0 ~ 9.0 海域
BOD	160 河川及び湖沼
COD	160 海域
SS	200
ノルマルヘキサン抽出物 (鉱物油)	5
ノルマルヘキサン抽出物 (動植物油)	30
フェノール	5
銅	3
亜鉛	5
溶解性イオン	10
溶解性マンガン	10
クロム	2
フッ素	15
大腸菌群数 (/ml)	3000

表9-2 神奈川県および滋賀県における上乗せ排水基準の例

水質項目	神奈川県			滋賀県	
	"A" 水域	"B" 水域	海域		
カドミウム及びその化合物	ND	/	/	0.01	
シアン化合物	-	/	/	0.1	
有機リン化合物	ND	0.2	0.2	ND	
鉛及びその化合物	0.05	/	/	0.1	
6価クロム	0.05	/	/	0.05	
ヒ素及びその化合物	0.01	/	/	0.05	
全水銀	/	/	/	0.005	
アルキル水銀	/	/	/	ND	
PCB	/	/	/	0.003	
トリクロロエチレン	/	/	/	/	
テトラクロロエチレン	/	/	/	/	
ジクロロエチレン	/	/	/	/	
四塩化炭素	/	/	/	/	
1,2-ジクロロエタン	/	/	/	/	
1,1-ジクロロエチレン	/	/	/	/	
cis-1,2-ジクロロエチレン	/	/	/	/	
1,1,1-トリクロロエタン	/	/	/	/	
1,1,2-トリクロロエタン	/	/	/	/	
1,3-ジクロロプロペン	/	/	/	/	
チウラム	/	/	/	/	
シマジン	/	/	/	/	
チオベンカルブ	/	/	/	/	
ベンゼン	/	/	/	/	
セレン及び化合物	/	/	/	/	
pH	/	/	5.8 ~ 8.6	6.0~8.5	
	15 (10)	25 (20)	/	70~100*	50~80#
BOD	15 (10)	25 (20)	25 (20)	70~120*	50~80#
COD	35 (20)	70 (40)	70 (40)	90*	70#
SS	3	/	/	5	
ノルマルヘキサン抽出物 (鉱物油)	3	5	5	20	
ノルマルヘキサン抽出物 (動植物油)	0.005	0.5	0.5	1	
フェノール	1	1	1	1	
銅	0.3	3	3	10	
亜鉛	0.3	1	1	10	
溶解性イオン	0.1	/	/	0.1	
溶解性マンガン	0.8	/	/	8	
クロム	/	/	/	3000	
フッ素	0.3	1	1	/	
大腸菌群数 (/ml)	/	/	/	2#	
	/	/	/	0.05#	

ND: 検出されないこと

- : 神奈川県条例で排出が禁止されている

() : 日平均値

(Ni): 神奈川県条例で規制されている。

*日排水量 30~50m³/日以上に適用。 #: 日排水量 50m³/日以上に適用

2) 窒素・リン排水規制の対象湖沼の考え方

排水規制の対象水域は、富栄養化しやすい湖沼及びこれに流入する公共用水域とし、富栄養化しやすい湖沼の判定は、水の滞留の程度を主要な指標とし、ダムの実態等の条件をも加味して行うこととされた。また、窒素とリンの排水基準の適用湖沼に関しては、わが国の湖沼のなかには藻類増殖にとって窒素及びリンの両者が制限的になっている湖沼と、リンのみが制限的となっている湖沼が存在するものと考えられることから、リンの排水基準は富栄養化しやすい湖沼のすべてを対象とし、窒素の排水基準は藻類の増殖にとって窒素が制限となっていると判定される湖沼を対象としている。窒素の排水基準が適用される湖沼の判定基準は、水中の窒素/リン比が20以下でかつ、リン濃度が0.02mg/l以上である湖沼とし、これ以外の湖沼においては、個別の検討結果に基づいて、窒素が制限的であることが判明したものである。

窒素およびリンを栄養源として藻類が増殖するためには、藻類の成長に必要な一定の期間を要する。このため、富栄養化しやすい湖沼は一定期間以上、湖沼内に水が滞留することが条件となる。いかにいけば、水の循環が速く河川のように流れている湖沼においては、藻類等が増殖する以前に水とともに流れ去り増殖が生じないのである。この一定期間の滞留の判定基準としては、藻類（植物プランクトン）の生息が認められる湖沼は水の滞留日数が3～4日以上あること、また、富栄養化による問題の発生率が滞留日数3～4日に相当する年間回転数100回を境として、これ以上では急激に低下することから、主として年間回転数を用いることが適当とされている。年間回転数とは湖沼の水が年間に入れ替わる回数を示したものであり、年間の日数365日をこれで除せば平均滞留日数となる。

2.2 海域における窒素およびリンの排水規制

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海等の内湾・内海においても、窒素およびリンの流入の増加に伴い、植物プランクトンが著しく増殖し水質が悪化するなど、いわゆる富栄養化が進行している水域が見られ、赤潮や青潮の発生に伴う漁業被害をはじめとする様々な影響が生じている。このような状況を改善し、海域環境を保全するためには、これまでの有機汚濁物質の削減に加えて、富栄養化の原因物質である窒素およびリンの濃度を抑制する必要がある。このため平成5年8月に海域の窒素およびリンの環境基準および排水基準が設定され、排水基準については平成5年10月から適用されている。

2.3 窒素・リンの排水基準

(1) 一般排水基準

一般排水基準の具体的な数値設定に当たっては、し尿と台所等から排出される雑排水を合わせて処理しているもののうち処理の程度がもっとも低いと考えられる下水道の沈殿法によって得られる濃度としている。窒素およびリンについても、従来の生活環境項目の排水規制の考え方を踏襲し、一般排水基準は一般家庭汚水を沈殿処理した後に含まれる窒素及びリンの濃度と同程度の許容限度として定めるという考え方に立って、窒素が120mg/l（日間平均60mg/l）、リンが16mg/l（日間平均8mg/l）とされた。

(2) 暫定排水基準

一般排水基準は、特定施設を有するすべての特定事業場に対して適用されることが原則ではあるが、直ちに一般排水基準への対応が困難な業種等については、一定期間適用される暫定的な排水基準を定めることとすべきであるとされている。富栄養化しやすい湖沼及びこれに流入する公共用水域に排水を排出する事業場においては、窒素については約40業種、リンについては約50業種が暫定基準の対象となった。これらの業種はいずれも有機物として原料中に含まれる窒素およびリンにより排水が高濃度であるもの、または製造工程において硝酸、リン酸等の薬品を使用もしくはこれらの薬品を製造することにより排水が高濃度となるものであり、業態の規模が小さく対応が困難なものまたは施設の改造に一定期間を要するものである。また一般、暫定基準とも、既設の事業場については排水規制の実施をスムーズに行うため6カ月または1年間の適用猶予期間を設けるべきことが述べられている。

一方、上記した閉鎖性海域に直接あるいはこれらに流入する公共用水域に排水を排出する事業場に

対しても、一般排水基準に対応することが著しく困難と認められる一定の業種に該当する事業場については、施行の日（平成5年10月1日）から5年間に限って、一般排水基準よりゆるい暫定排水基準が適用されている。暫定基準値は業種によって異なる。

(3) 排水基準の適用条件

水質汚濁防止法の排水基準は、その違反に対して直ちに罰則が適用される直罰主義が採用されたことに関連もあり、原則的には排出水の汚染状態の最大値で定めている。すなわち、排出水の汚染状況は一瞬たりとも排水基準で定めた最大値の許容限度を超えてはならない。最大値に加えて日間平均値の排水基準も定められており、1日の操業時間のうち操業開始直後と操業終了直前の排出水が排出されている時点を含め、3回以上測定した結果の平均値として取り扱うこととされている。この一般排水基準は一日当たりの平均的な排出水の量が50m³以上である特定事業場を対象としている。

(4) 上乘せ基準

湖沼に係る窒素及び磷の上乗せ排水基準の設定については、当該湖沼に環境基準の類型指定を行った上で、適切に行う必要があるとしている。さらに、湖沼に係る窒素及び磷の発生原因は多岐にわたっていることから、湖沼における窒素及び磷の濃度を効果的に抑制するためには、水質汚濁防止法の排水規制と規制対象以外の発生原因に係る対策とをあわせ、湖沼の富栄養化対策の総合的推進を図ることが必要であるとされた。表9-4に窒素および磷に係る滋賀県における上乘せ基準を示した。一律の排水基準は窒素は最大値が120mg/l、日間平均値が60mg/lであり、磷についてはそれぞれ16mg/lおよび8mg/lであることから、厳しい上乘せ基準が設定されている。

表9-3 滋賀県における窒素および磷に係る上乘せ基準

項目	区分	上乘せ条例および富栄養化防止条例					
		既設			新設		
排水量(m ³ /day)		30-50	50-1000	>1000	30-50	50-1000	>1000
窒素	食料品製造業	25	20	15	20	12	10
	弁当製造業	30	25	20	25	20	20
	繊維工業	15	12	10	12	8	8
	化学工業	12	10	8	10	8	8
	ゼラチン製造業	20	15	12	15	10	10
	その他の製造業	15	12	8	12	8	8
磷	食料品製造業	4	3	2	2	1.5	1
	弁当製造業	5	5	3	4	3	2
	繊維工業	2	1.5	1	1.2	0.8	0.5
	化学工業	2	1.5	1	1.2	0.8	0.5
	ゼラチン製造業	2	1.5	1	1.2	0.8	0.5
	その他の製造業	1.5	1.2	0.8	1	0.6	0.5

3. 下水道放流に関する基準

終末処理場を設置している公共下水道および流域下水道は公共用水域から除外されている。これらの下水道に水を排出するには排水基準の適用はないが、下水道終末処理場は水質汚濁防止法の特定施設とされ、排水基準や総量規制基準等の適用を受け、下水道からの放流水の水質基準が定められている。

現在の下水道の終末処理場の処理方式は、活性汚泥法を中心とした生物処理であり、カドミウム、シアン等の有害物質を含む排水を処理することは困難である。これらを含む排水については各事業場で事前に処理した上で下水道に放流する必要がある。

下水道の水質の基準は健康項目と生活環境項目のうち終末処理場での処理が困難なものについては

政令で定めるが、それ以外のBOD、SS等については政令で定める基準にしたがって条例で定めることになっている。前者の政令で定める基準値に対しては上乘せを行うことができる。下水道の下水の水質（下水道への放流基準）を表9-4に示した。

表9-4 下水道への放流基準

区分	水質項目	含有量率
大量産業排水	温度 水素イオン濃度 生物化学的酸素要求量BOD ₅ 浮遊物質 油脂類含有量 沃素消費量 フェノール類含有量 シアン含有量 クロム含有量	40℃未満 pH=5.7～8.7 300mg/l未満 300mg/l未満 50mg/l未満 220mg/l未満 50mg/l未満 2mg/l未満 3mg/l未満
一般排水	温度 水素イオン濃度 生物化学的酸素要求量 浮遊物質 油脂類含有量 沃素消費量 フェノール類含有量	40℃未満 pH=5～8 600mg/l未満 600mg/l未満 300mg/l未満 220mg/l未満 100mg/l未満

4. 排水基準の適用と特定施設の指定

水質汚濁防止法によって規制されるのは、「工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出」の行為であり、一定の要件を備える污水又は廃液を排出する施設（特定施設）を政令で指定し、この施設を設置している工場又は事業場から公共用水域に排出される水、すなわち排出水の排出に対して規制を行う。この法律において「特定施設」とは、次のいずれかの要件を備える污水又は廃液を排出する施設である。

- 1) カドミウムその他の人の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質として政令で定める物質を含むこと。
- 2) 化学的酸素要求量その他の水の汚染状態（熱によるものを含み、1)で規定されるものを除く）を示す項目として政令で定める項目に関して、生活環境に係る被害を生ずるおそれがある程度のものであること。

つまり、本法で規制対象とすべき排水を限定するに当たっては、まず、水質汚濁の原因となる污水または排水を定め、次にそれらを排出する施設を特定施設に指定し、その後に特定施設を設置する特定事業場が規制対象として特定される。

生活環境項目に関する一律排水基準は、1日当たりの平均的な排出水の量が50m³以上である工場又は事業場からの排出水に適用される。これに対して、有害物質の一律排水基準は、全ての特定事業場からの排出水に適用される。

上記したように全国一律の排水基準が設定されたが、1) 事業の規模に対して污水处理施設に著しく費用を要する業種（食料品製造、染色整理業、なめし皮製造業、毛皮製造業、へい獣取扱業等）、2) 当時の排水処理技術で一律排水基準の遵守が著しく困難であった業種（でんぷん製造業、石炭鉱業、非金属鉱業、非鉄金属製造業等）、3) 污水处理施設の設置および製造工程の改善に一定期間を要した業種（パルプ製造業、蒸留酒・混成酒製造業等）に対しては、生活関連項目についてのみ暫定基準が設けられ、一定の猶予期間の後、暫時一律排水基準へ移行している。有害物質については、全ての業種で一律の排水基準が施行と同時に適用されている。

表9-5特定施設指定の経緯と対象事業場

施行 年月日	特 定 施 設
47・ 10・1	<p>畜産農業又はサービス業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 豚房施設(豚房の総面積が50平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>ロ 牛房施設(牛房の総面積が200平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>ハ 馬房施設(馬房の総面積が500平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p>
49・ 12・1	<p>紡績業又は繊維製品の製造業若しくは加工業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ のり抜き施設</p> <p>旅館業(旅館業法第2条第1項に規定するもの(下宿営業を除く。)をいう。)の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 厨房施設、ロ 洗たく施設、ハ 入浴施設</p> <p>科学技術(人文科学のみに係わるものを除く。)に関する研究、試験、検査又は専門教育を行う事業場で総理府令で定めるものに設置されるそれらの業務の用に供する施設であって、次に掲げるもの(注)</p> <p>イ 洗浄施設、ロ 焼き入れ施設</p>
51・ 1・3	(総理府令で定めるものとして専修学校を追加)
51・ 6・1	<p>水道施設(水道法第3条第8項に規定するものをいう。)、工業用水道施設(工業用水道事業法第2条第6項に規定するものをいう。)又は自家用工業用水道(同法第21条第1項に規定するものをいう。)の施設のうち、浄水施設であって、次に掲げるもの(これらの浄水能力が1日当たり1万立方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>イ 沈でん施設、ロ ろ過施設</p> <p>中央卸売市場(卸売市場法第2条第3項に規定するものをいう。)に設置される施設であって、次に掲げるもの(水産物に係わるものに限る。)</p> <p>イ 卸売場、ロ 中卸売場</p>
54・ 5・10	<p>病院(医療法第1条第1項に規定するものをいう。以下同じ。)で病床数が300以上であるものに設置される施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 厨房施設、ロ 洗浄施設、ハ 入浴施設</p> <p>一般廃棄物処理施設(廃棄物の処理及び清掃に関する法律第8条第1項に規定するものをいう。)である焼却施設</p>
57・ 1・1	<p>冷凍調理食品製造業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 原料処理施設、ロ 湯煮施設、ハ 洗浄施設</p> <p>たばこ製造業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 水洗式脱臭施設、ロ 洗浄施設</p> <p>一般製材業又は木材チップ製造業の用に供する湿式パーカー</p> <p>合板製造業の用に供する接着機洗浄施設</p> <p>パーティクルボード製造業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 湿式パーカー、ロ 接着機洗浄施設</p> <p>新聞業、出版業、印刷業又は製版業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 自動フィルム現像洗浄施設、ロ 自動式感光膜付印刷版現像洗浄施設</p> <p>自動車用タイヤ若しくは自動車用チューブの製造業、ゴムホース製造業、工業用ゴム製品製造業(防震ゴム製造業を除く。)、更正タイヤ製造業又はゴム板製造業の用に供する直接加硫施設</p> <p>医療用若しくは衛生用のゴム製品製造業、ゴム手袋製造業、糸ゴム製造業又はゴムバンド製造業の用に供するラテックス成型型洗浄施設</p> <p>空きビン卸売業の用に供する自動式洗ビン施設</p> <p>自動車分解整備事業(道路運送車両法第77条に規定するものをいう。以下同じ。)の用に供する洗車施設(屋内作業場の総面積が800平方メートル未満の事業場に係わるもの及び次号に掲げるものを除く。)</p> <p>産業廃棄物処理施設(廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第7条第1号、第3号から第6号まで、第8号又は第11号に掲げるものに限る。)のうち、国若しくは地方公共団体又は産業廃棄物処理業者(廃棄物の処理及び清掃に関する法律第2条第3項に規定する産業廃棄物の処分を業として行う者(同法第14条第1項ただし書きの規定により同項本文の許可を受けることを要しない者を除く。)をいう。)が設置するもの</p>
57・ 7・1	<p>地方卸売市場(卸売市場法第2条第4項に規定するもの(卸売市場法施行令第2条第2号に規定するものを除く。)をいう。)に設置される施設であって、次に掲げるもの(水産物に係わるもの)に限り、これらの総面積が1,000平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>イ 卸売場、ロ 仲卸売場</p>

表9-5に特定施設の指定の経緯をまとめて示した。水質汚濁防止法に基づいて昭和47年度から特定

施設の指定がはじまり各種事業場に加えて畜産施設、病院、研究教育施設、水道施設、産業廃棄物処理施設等が特定施設に指定されている。

5. 排水基準の遵守の強制

排出水の汚染状態を排水基準に適合させるための処置としては、(1) 特定施設の設置の届出、計画変更命令等による事前の予防措置、(2) 排出基準違反を直ちに処罰する直罰措置、操業中の特定事業場に対する汚水処理方法等の改善命令等の事後的な措置が規定されている。

1) 特定施設の設置前の措置

工場又は事業場内に特定施設を設置しようとする場合は都道府県知事に届け出なければならない。都道府県知事は汚水等の処理方法や汚染状態等を把握して、排水基準に適合しない排水が排出されると認めるときは、特定施設の設置等の計画の変更または廃止を命令することができる。

2) 排出水の汚染状態が排水基準に適合しない排水を排出してはならない。排水基準の違反の原因が汚水処理施設の構造面にあり、再び違反することが明白な場合は、都道府県知事は汚水処理方法等の改善命令を行うことができる。この改善命令等は排出水の排出一時停止、つまり事実上の操業停止を命令することができる。

加えて、事業者は排出水の汚染状態を自らチェックし、常に把握しておくために測定と記録の義務が課されている。これらの措置のフローを図9-1に示した。

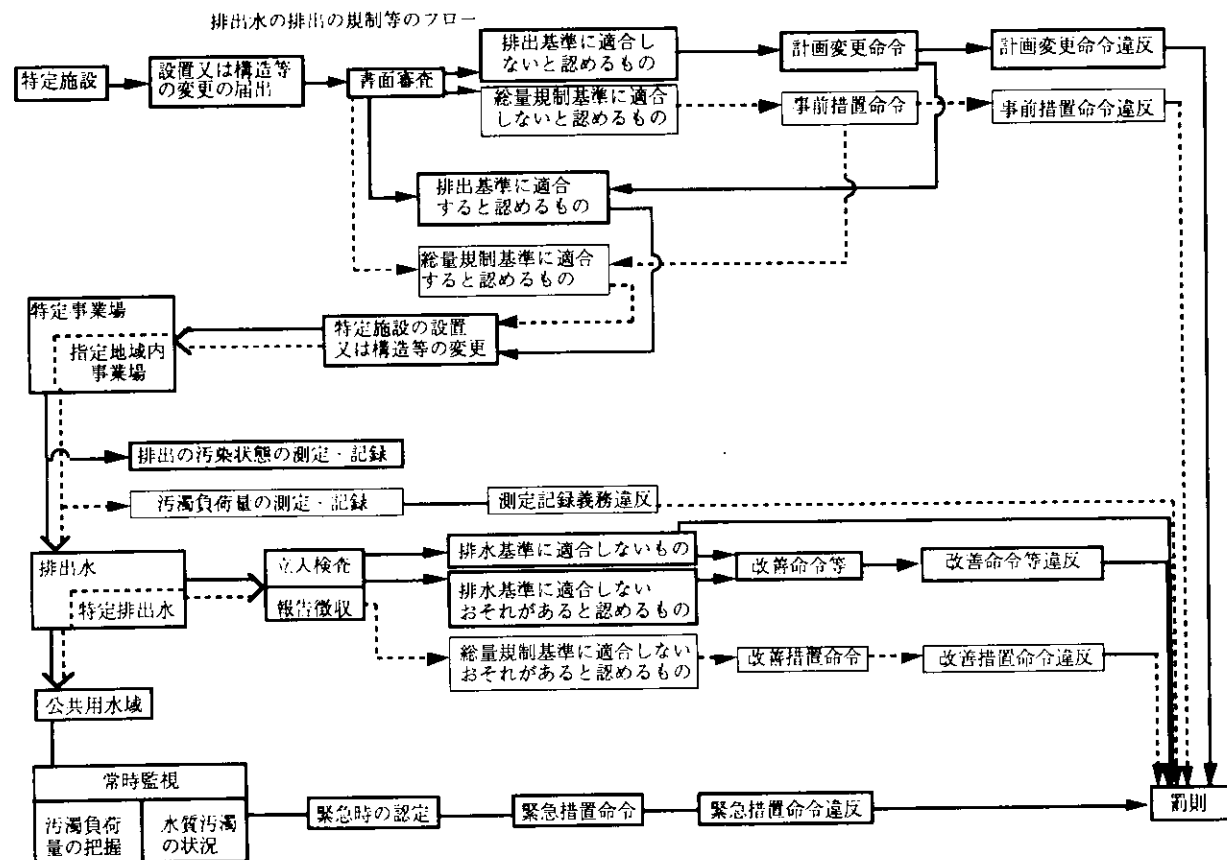


図9-1 排出水の排出の規制等の手続きおよび手順

6. 水質保全に係る各省庁の役割

公共用水域の水質汚濁防止については、環境庁に加えて他省庁もそれぞれの分野から役割を分担している。厚生省は水道水の水質保全に加えて、廃棄物とし尿の処理を担っている。通産省は鉱工業と

通商に係る監督官庁として、事業所の監督指導に加えて環境保全技術と環境への負荷を低減できる生産技術の研究開発を、運輸省は船舶の航行や港湾における活動による水質汚濁防止を、さらに建設省は下水道の建設・維持管理と河川の水理の管理をそれぞれ担当している。農林水産省も農業、林業および水産業の保全と発展の観点から水質汚濁防止に取り組んでいる。

7. 地方自治体による水質保全のための活動

地方自治体は水環境保全に大きな役割を果たしている。前述したように都道府県は全国一律の排水基準に対して、政令の定めにしたがってより厳しい上乗せ基準を設定することができる。加えて特定施設への立ち入り検査を含む水質保全のための指導監督、公共用水域における水質監視等の活動を担っている。このような指導監督及び水質監視活動は都道府県に加えて、水質汚濁防止法の定める71の政令市によっても行われている。

神奈川県では県条例で一律排水基準よりも厳しい上乗せ基準（表9-2参照）を制定するとともに、排出水の総量規制に関する条例も制定し、県内全域の公共用水域及び地下水の水質モニタリングを実施している。水質モニタリング項目と頻度はそれぞれ表9-6および表9-7に示すとおりである。河川におけるモニタリング頻度は1日4回、6時間毎の採水による測定を年間に4回実施する。河川では流量や汚濁物質の日間および季節による変動があるためこの様な頻度が設定されている。一方、湖沼では日間の変動は大きくないので、季節による変動の測定のみが実施される。電子産業、新素材産業、バイオテクノロジー産業などを発生源とした各種化学物質による環境汚染を防止するために、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン等の公共用水域や地下水、土壌におけるモニタリング手法の開発研究も実施されている。

表9-6 水質監視項目

項目	項目
健康項目	カドミウム及びその化合物、シアン化合物、有機リン化合物 鉛及びその化合物、6価クロム、ヒ素及びその化合物、全水銀 アルキル水銀、PCB、トリクロロエチレン、 テトラクロロエチレン、ジクロロエチレン、四塩化炭素 1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン cis-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン 1,1,2-トリクロロエタン、1,3-ジクロロプロペン チウラム、シマジン、チオベンカルブ、ベンゼン セレン及び化合物
生活環境項目	pH、BOD、COD _{Mn} 、SS、DO、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物、 全窒素、全リン
生活環境項目に含まれる項目	フェノール類、銅、亜鉛、溶存イオン、溶存マンガン、クロム、フッ素、ニッケル、ENP
その他の項目	アンモニア性窒素、亜硝酸、硝酸、リン、塩素イオン、塩類、1,1,1-トリクロロエタン、陰イオン性活性剤、クロロフィル a
物理的項目	天候、前日の天候、水深、試料採取水深、水量、流向、大気圧 気温

地方自治体における上記以外の水環境保全の取り組みとして以下の項目があげられる。

- 1) 水質汚濁防止法および関連する県条例に基づく事業所排水の規制・指導、
- 2) 流域下水道および終末処理場の建設と維持管理
- 3) 水道水源である相模湖の富栄養化（カビ臭発生）防止のための湖水のぼっ気
- 4) 運河・水路等の水質改善
- 5) 電子工業等先端産業による水質汚濁防止

公共用水域に排出水を排出している事業場は水質汚濁防止計画と対策を報告することが求められている。環境科学センターは報告書に記載された内容を検討するとともに、事業場の立ち入り調査を実

施し、その後に公共用水域への排水の排出すなわち操業が許可される。排水基準の違反に対しては処分および指導によって違反事項の改善を求めてきた。

表9-7 水質監視の頻度（神奈川県における例）

観測対象	頻度
河川	4回/日（6時間毎）、12日/年
湖沼・海域	1回/日、12日/年

8. 特定事業場への指導監督と公害防止管理者の設置

指導等の実施においては、まず対象事業場への立ち入り調査を行い、作業工程での水使用の状況、工程水の汚濁状況、排水処理施設があればその状況、排水の水質及び負荷量について、その概要を把握する。さらに、必要に応じて、その業種や事業場の排水特性を明らかにし、排水処理技術の適応性を検討するため、精密調査が実施される。精密調査においては、水量及び水質の経時変化も測定されることが多い。

これらの調査結果にもとづき、当該事業場の汚濁負荷量削減の指導、助言を行っている。すなわち、作業工程における原材料の見直し、排出の少ない製法や設備への転換、水使用の改善、濃厚排水の回収、固形物（ゴミ）の排水からの分離など工程内での排出抑制について、事業者理解、納得させ、実行させている。そのような排出抑制は技術力のある大規模事業場では多くが実施しており、技術指導が適切であれば、小規模事業場でも実施しやすく、かつ著しい効果を上げうる可能性が大きい。

また、排水処理施設の設置が必要であるならば、適切な処理方法を提示したり、事業者の相談に答えている。同時に、なるべく安価で現実性のある簡易な処理方法も、次善の策として用意し、排水処理施設の設置が不可能であっても、それに替わる汚濁負荷量削減方策を指導している。

排水処理等の実施後も、地元各市町村及び保健所の継続した指導、助言が行われている。小規模事業場の事業者は排水処理に関しては知識に乏しいことが多く、また維持管理費用の節減を行うため、せっかく設置した処理施設が、有効に利用されなかったり、放置されてしまう事例もみられることから、このような点は特に注意が必要である。

水環境保全のためのこの様な指導・監督を円滑に行うことと、事業場内での自主的な水質汚濁防止の取り組みを促進することを目的として、特定施設を有する事業場には公害防止管理者が設置されることになった。公害防止管理者は政府（通産省が所管）が実施する試験に合格する必要がある。公害防止管理者の役割は、排水の水質が基準を満足するように事業場における水質管理（環境管理）の指導を行うことである。県は公害防止管理者の知識および技能の向上を目的として、講習会を実施している。

9. 生活系排水対策

9.1 生活廃水処理方式

一般家庭および事業場等から発生する排水の収集・処理システムを表-7に示した。日本における排水の収集・処理システムは公共下水道（流域下水道、農漁村集落下水道等を含む）、コミュニティープラント、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、し尿のくみ取りによる処理施設である。

日本国内における下水道システムは、合流式と分流式に大別され、近年では分流式が主流となっている。下水道に流入した水は、大雨などにより流入水が受け入れ許容限度を越えた場合を除いて、ほとんど全て終末処理場において処理されてから公共用水域に放流されている。終末処理場で採用されている処理方式はほとんどが活性汚泥法を主体とした生物処理である。小規模な下水の終末処理施設では、活性汚泥法に代えてオキシデーションディッチが導入されている場合もある。散水濾床方式は昭和30年代から40年代にわたって、小規模な処理施設で建設されたが、処理水質が活性汚泥法に比較してやや劣ること、臭気や濾床ハエが発生することなどが嫌われて、次第に活性汚泥法に置き換わっ

ている。一部の処理場では回転円板法などの処理方式も利用されている。

表9-8 一般家庭及び事業場から排出される排水の収集と処理システム

排水収集・処理システム	一般家庭排水		事業場排水
	し尿	雑排水	
下水道	○	○	○
コミュニティープラント	○	○	×
合併浄化槽	○	○	×
単独浄化槽	○	×	×
くみ取りし尿の処理	○	×	×

○：処理対象、×：処理の対象としない

8.2 下水道普及率と下水処理経費

図9-2には下水道、浄化槽等の供用人口の推移を示した。くみ取りによるし尿の処理人口が減少する一方で下水道と浄化槽が普及し、水洗化率が大幅に上昇している。浄化槽については、し尿のみを処理する単独浄化槽に代わって、台所、浴場等からは発生する雑排水を含む家庭排水の全てを対象とする合併方式の浄化槽へと移り変わってきている。平成8年度には下水道普及率は54%に達しており、浄化槽の利用も含めると、トイレの水洗化率は80%を越えているものと推定される。

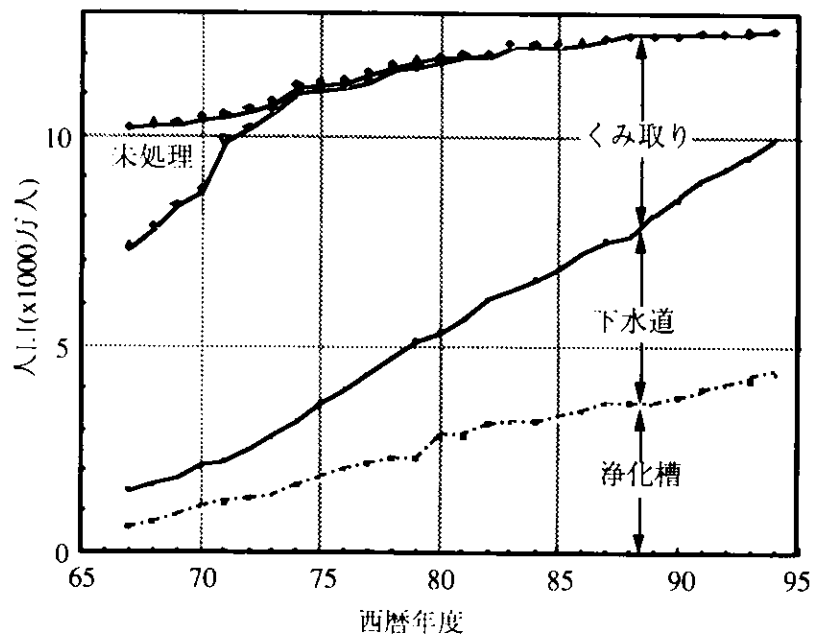


図9-2 下水道および浄化槽の普及

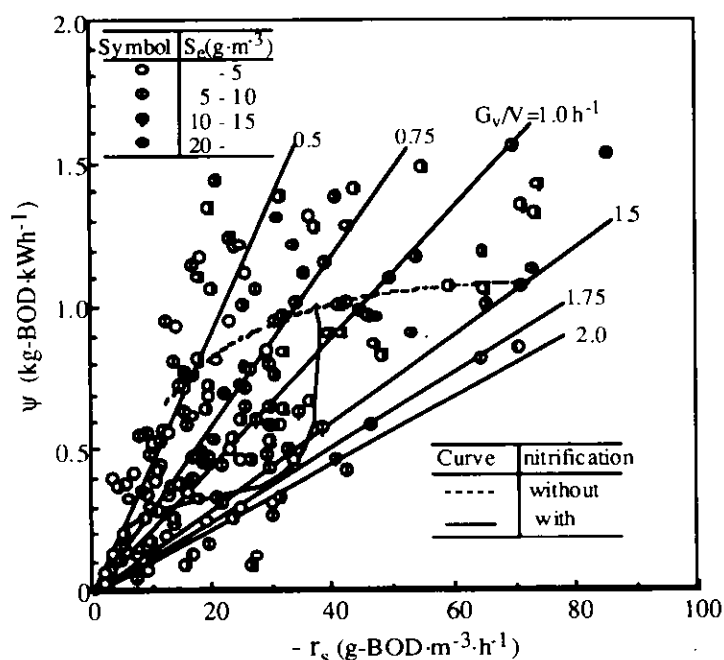
前述したように下水道の所管は建設省であり、5ヶ年後との国家計画として下水道の建設が進められている。最近の下水道整備5ヶ年計画における下水道の建設費と下水道普及率および下水道を供用することが可能になった人口の推移をまとめて表-8に示した。この表には、処理区域の人口一人当たりの下水道建設単価も併せて示した。国民総生産GNPの0.6%程度の子算が下水道建設に投入されている。一世帯当たりの家族構成員数を4人程度と仮定すると、一世帯当たりの下水道建設費は500万円を越える金額になる。加えて、下水道施設の建設および運転管理には多大な資源とエネルギーを消費することにも注意する必要がある。

表9-9 下水道整備5ヶ年計画による下水道普及率と建設費の推移

下水道整備5ヶ年計画 (西暦年度)	第3次 (71~75)	第4次 (76~80)	第5次 (81~85)	第5次 (86~90)	第7次 (91~95)
総建設費(兆円)	2.6	7.5	11.8	12.2	16.5
処理区域人口増加(万人)	935	912	616	1065	1286
普及率増加率(%)	16→23	23→30	30→36	36→44	44→54
建設単価(万円/人)	28	82	192	115	128

9.3 下水処理におけるエネルギー消費

下水道の終末処理施設に広く導入されている活性汚泥プロセスでは、有機汚濁物質の好気性生物分解を促進するために酸素の供給が不可欠であり、エアレーションタンクにおける酸素溶解のための動力がプロセス全体におけるエネルギー消費の大きな割合を占めている。全国の終末処理場におけるエアレーションのための動力とBOD除去速度から単位動力消費当たりのBOD除去量として定義される動力効率を決定し、エアレーションタンク単位体積当たりのBOD除去速度との関係を図9-3に示した。エアレーション動力1kWh当たりに除去できるBOD量は0.5~1kg程度であることがわかる。硝化反応を進行させるためには、アンモニアを硝酸まで還元するための多量の酸素が必要となるので、1kWh当たりの除去BOD量は0.5kg程度まで低下するものと判断される。下水処理場でのエアレーション動力は、全電力消費量の30%程度であることから、1kgのBODを除去するための動力は3kWh程度に上昇する。処理施設における下水1m³当たりの処理動力は1kWh程度となり、ポンプ場をはじめとする動力を含めると1kWhを大きく上回ることになる。



(エアレーションタンク単位体積当たりのBOD除去速度)

図9-3 活性汚泥法のエアレーションタンクにおけるBOD除去速度と動力効率 (1kWhの電力で除去できるBOD量) との関係

9.4 水域の富栄養化対策

近年、閉鎖性水域における富栄養化を防止する目的で、窒素およびリンの排出を削減する方向に推移している。活性汚泥方式では、好気性条件では活性汚泥がリンを過剰に摂取し、一方、無酸素状態

ではポリリン酸として過剰に蓄積しリンを放出してエネルギーを獲得する性質を持っていることが知られている。下水道施設においても、無酸素条件と好気条件とを交互に繰り返すことで、活性汚泥内にリンを過剰に蓄積させ、この条件で余剰汚泥をプロセスから引く抜くことによってリンを除去する技術が導入され始めている。過剰にリンを摂取した活性汚泥を無酸素状態に維持すると蓄積していたリンを再度放出する。リンを放出した活性汚泥はエアレーションタンクに返送して再び排水の浄化に利用される。放出されたリンは凝集剤を添加して沈殿分離される。リン酸カルシウムやリン酸マグネシウムとして晶析によって排水から分離除去する技術も開発されている。

下水中の窒素成分は、好気性条件で活性汚泥中に含まれる硝酸化菌の作用によって硝酸に酸化され、嫌気性条件になると硝酸は微生物の呼吸のための電子受容体として利用されて、窒素に還元される。この作用を利用して、下水中の窒素成分が除去される。但し、アンモニアの硝酸への酸化には大量の酸素が必要となるので、酸素消費の増大によるエアレーション動力の大幅な上昇を伴うことになる。

10. 産業排水対策

10.1 生産プロセスのクローズド化による排水発生量の削減対策

事業場から排出される排水による水環境への負荷を低減するための適切な対策を行うためには、まず生産プロセスのどこから、どの様な排水が、どれだけ排出されているかを把握しなければならない。排水に含まれる汚濁物質の特性、発生原因、濃度および量を明らかにし、生産プロセスの改善についての検討を行うことになる。

排水の発生を抑制するためには、上記の情報と検討結果に基づいて水使用の合理化を行う。生産プロセスの改良による排水量削減の手順としては：

- 1) プロセスからのこぼれ、洩れ、付着を防止するための管理の強化及び設備の改良、
- 2) 化学プロセス等原料およびそこに含まれる物質の一部が排水中に排出されるプロセスでは、溶剤等の変更、転換率・反応濃度の向上、副反応生成物の抑制などが、一方、原料とは別に副資材を加工工程で利用するプロセスでは、副資材の性能向上や工程の改善による使用量の削減および処理が容易な副資材への切り替えを行い、
- 3) 加工あるいは反応工程の改良により、回分操作から連続操作へ、さらに洗浄方法（頻度、洗浄剤、洗浄用水）の見直しや、
- 4) 冷却水、シール水などほとんど汚染されていない排出水の直接循環利用、
などが推進されてきた。

生産プロセスの各工程から発生する排水は、図-4に示されているように、通常混合して総合排水と称して、活性汚泥法を中心とした処理が行われてきた。特にCODを指標とした総量規制が実施されている地域では、排出基準に適合させるため、生物処理水に残留した汚濁物質を除去するために砂濾過や活性炭吸着等の高度処理が利用されている場合が多く見受けられ、処理コストの上昇をもたらしている。

排水処理は、排水からの汚濁物質の分離除去であり、性状や特性が異なる汚濁物質が混合すると、分離除去はさらに困難になる。発生源でプロセス排水を分別回収および分別処理を行えば、特定の汚濁物質のみを対象とした除去は容易であり、処理水は同じプロセスに循環利用も可能になる。この様な、リサイクルを伴うオンサイト処理を取り入れた生産プロセスの構成を図-5に示した。この様なプロセス構成を導入することで、生産プロセスからの汚濁負荷削減とプロセス水の利用削減を併せて実現してきた。

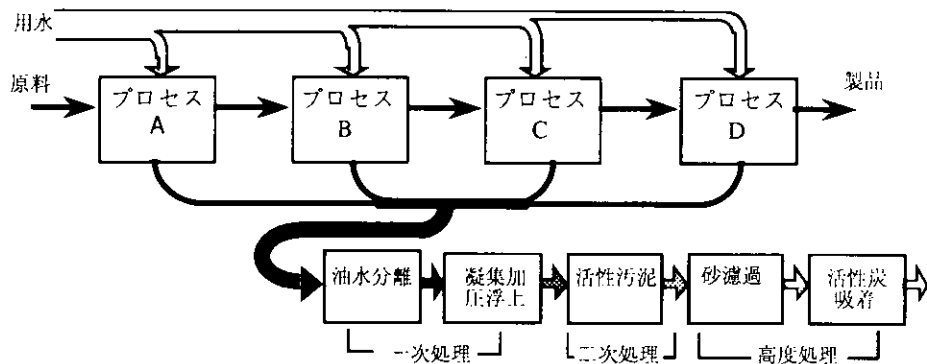


図9-4 プロセス排水を混合した総合排水処理方式

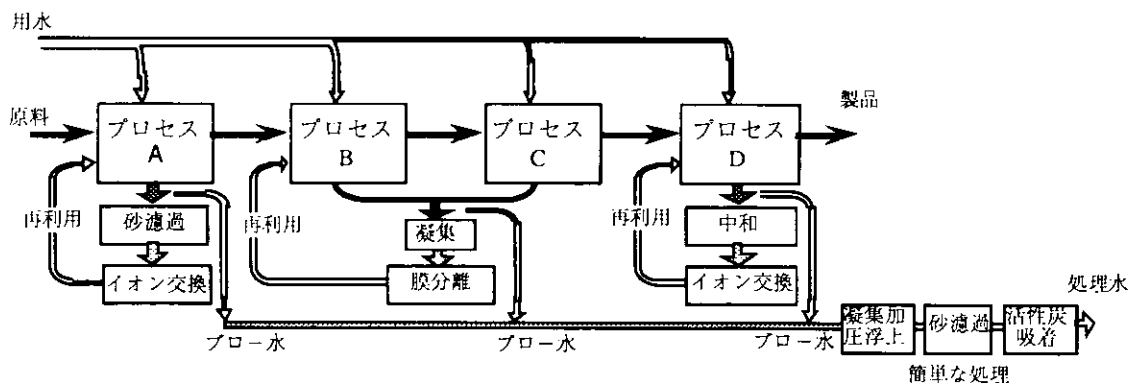


図9-5 オンサイト処理によるプロセス水のリサイクルを導入したクローズドシステム

この様に、排水のオンサイト処理と処理水の再利用を組み入れることで、水リサイクル率の向上による水使用量の低減と排水排出量の低減が併せて実現できる。

処理された排水の再利用方式には、図-5に示す局所型再利用方式、すなわち、ユニットプロセスで発生する特定の汚濁物質だけを除去してそのプロセスで再利用する方式に加えて、カスケード型再利用方式、すなわち、多少の汚濁物質の存在は次段での使用に障害とならず、清澄な水質を要求するユニットプロセスに新鮮水を供給し、そこからの排水を水質への要求が低い後段で順次使用する方式がある。前者は、他の工程排水との特性の相違から混合による処理が困難な場合に適用され、後者は、汚濁物質の特性が似ていて排水の一括処理が可能な場合に適用される。後者のプロセスの例として、図-6に示したメッキの洗浄工程を上げることが出来る。洗浄の最終工程に清澄水を供給して、メッキされた製品と洗浄水を向流で接触させることによって、洗浄水の大幅な削減が行われてきた。さらに電着塗装では、限外濾過によって顔料を除去した溶剤を製品の洗浄に利用することによって、顔料の凝集・沈着を起こすことなく、排水の削減と洗浄効率の向上が実現している。

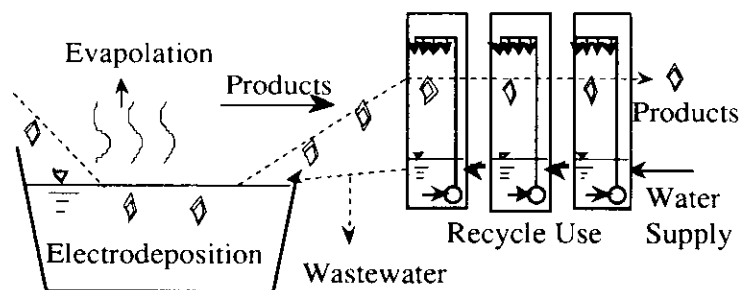


図9-6 洗浄水との向流接触による洗浄排水の削減

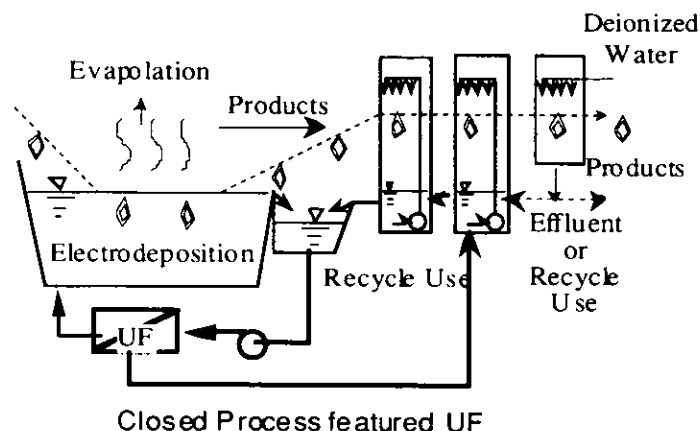


図9-7 電着塗装プロセスへの限外濾過の導入による洗浄の効率化と洗浄水削減

このように、生産プロセスおよび運転操作条件の改良によって、水使用量の削減と水リサイクル率の向上が達成されてきた。表-9にはポリマー製造プロセスにおける排水発生原単位の変遷を示した。液相重合におけるポリマー濃度の上昇、ポリマー分離プロセスの改良、各工程排水のリサイクルによる利用でポリマー製造プロセスからの排水量は $36.2\text{m}^3/\text{t}$ から $0.2\text{m}^3/\text{t}$ へ大幅に低減された。

表9-10 重合反応プロセスからの排水排出量の削減
(佐伯康治編著、化学プロセスのクローズド化、産業調査会、1979)

年月	1965年1月	1973年1月	1973年11月	1974年2月
排水量 ($\text{m}^3/\text{t-polymer}$)	36.2	17.0	8.8	0.2
対策	(A)	(B)	(C)	

- (A)ポリマー濃度の上昇
- (B)分離プロセスからの水リサイクル利用、
- (C)触媒洗浄ポリマー乾燥プロセスからの水リサイクル

上記したようなプロセス対策によっても、排水量の削減が望めないか、あるいは処理困難な排水の発生を抑制することが出来ない場合には、生産プロセス自体を新たな原理に基づくプロセスと代替する必要がある。水銀含有排水の発生を停止するために、苛性ソーダ生産プロセスを、水銀を電極とした食塩電解法を、イオン交換膜電解法によって置き換えたのは、その代表例である。日本ではこの方式を他国に先駆けて導入した。

10.2 主要業種における排水処理対策

産業排水の発生源およびその組成は業種によって異なり、極めて多様化している。日本国内の主要産業について、排水処理方式をまとめて表-10に示した。有機汚濁物質を含む排水を発生する業種の事業場では、活性汚泥法を中心とした生物処理方式が導入されており、無機系の汚濁物質を主体とする排水に対しては、表集沈殿に砂濾過等を組み合わせた処理プロセスが多く見られる。

表9-11 主要業種における排水処理プロセスの構成

業種	代表的排水処理プロセスの構成 {()は導入事業場の%}
有機化学工業	活性汚泥(14), 活性汚泥+凝集沈殿(11), 凝集沈殿(7)
無機化学工業	凝集沈殿(35), その他の高度処理*(13), 活性汚泥(7)
無機顔料・触媒製造業	凝集沈殿(33), 凝集沈殿+砂濾過(20), 砂濾過単独(9)
医薬品製造業(含む原末)	活性汚泥(23), 活性汚泥+凝集沈殿(14), 凝集沈殿(8)
コークス・コールタール製造業	活性汚泥+凝集沈殿(24), 活性汚泥+凝集沈殿+活性炭(12)
乳製品製造業	生物処理(含む活性汚泥)(76), 活性汚泥+凝集沈殿(5)
発酵工業	生物処理(含む活性汚泥)(55), 活性汚泥+凝集沈殿(14)

*その他の高度処理：凝集沈殿、砂濾過、活性炭吸着以外の高度処理のみを利用

11. 河川の水環境保全対策と成果

11.1 生産プロセスにおける水使用量と排水量の削減

上記したように、生産プロセスにおける水使用量の削減および事業場内での水リサイクルの促進は、日本国内における工業用水使用量の伸びの著しい抑制効果をもたらした。図9-8に全国の事業場における用水使用量の経年変化を示した。1973年以降も経済発展による生産量の大幅な増加があったにもかかわらず、用水使用量は頭打ちであり、特に1979年以降使用量は増加していない。より厳しい排出基準が適用されたことと、オイルショックが重なって、生産プロセスから排出された排水に対して、多大なコストとエネルギーを消費して処理するよりも、むしろ排水を排出しない生産プロセスに改良あるいは置き換える方向の対応がなされたものと判断できる。

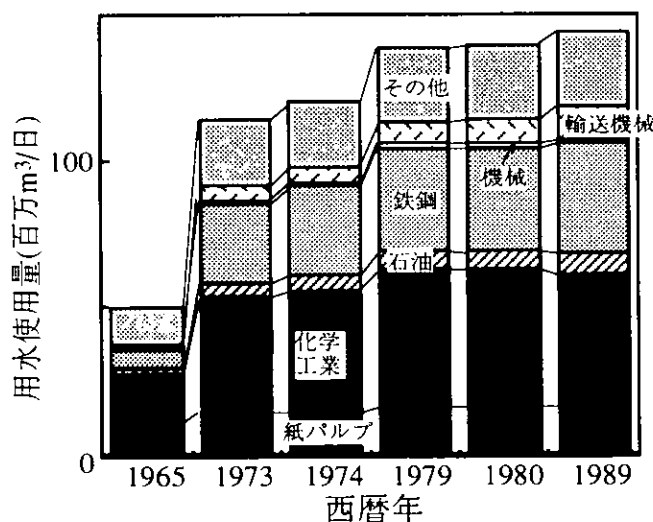


図9-8 国内における用水使用量の推移

他産業においても、水使用量の削減と排出水の再利用が促進され、顕著な用水原単位の低減が行われてきた。図9-9および図9-10に主な産業における用水原単位（生産額100万円当たりの水使用量）の推移を示した。前述した水多消費型産業である化学工業、鉄鋼業およびパルプ工業では1980年以降用水原単位の低下があまり見られない。

このような用水原単位の低下はプロセスの見直しと水リサイクル率の向上によってもたらされた。図9-11および図9-12に工場内での処理水リサイクル率向上の様子を示した。鉄鋼・金属、石油精製、化学工業および自動車産業でのリサイクル率が特に高く、80%以上に達している。これらの産業では、冷却水やシール水などへの水使用量が多いので、汚染度の低いこれらの排水は簡単な処理の後、再利用されている。これに対して、使用水が製品に直接接触する産業では処理水のリサイクル率が低下している。特に用水の水質が製品の品質を左右する紙パルプ、食品および繊維産業でのリサイクル率の

低さが注目される。水産食品加工業を例に取れば、原料魚介類の洗浄、採肉、精肉、搗り身のさらし工程、加工機械の洗浄、床等の洗浄に多量の水が使用されているが、床洗浄と直接食品に接触する水質が同程度である必要はないので、要求水質による用水の使い分けや簡単な処理による再利用が可能になると考えられ、リサイクル率の低い産業でも改善の余地は十分残されている。

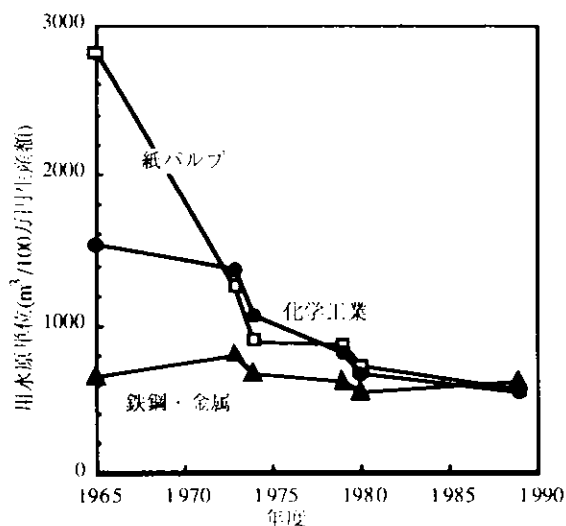


図9-9 用水原単位の推移(1)

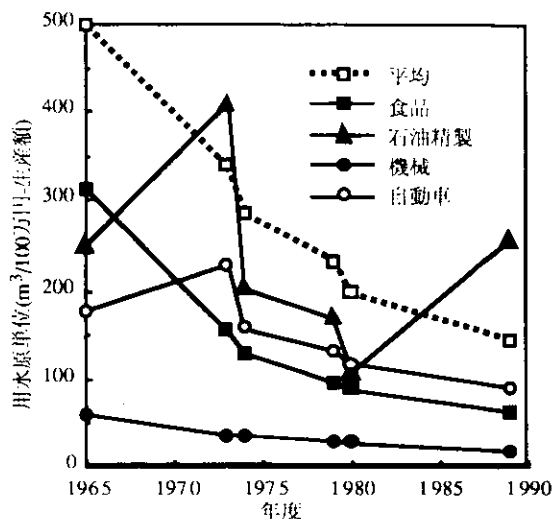


図9-10 用水原単位の推移(2)

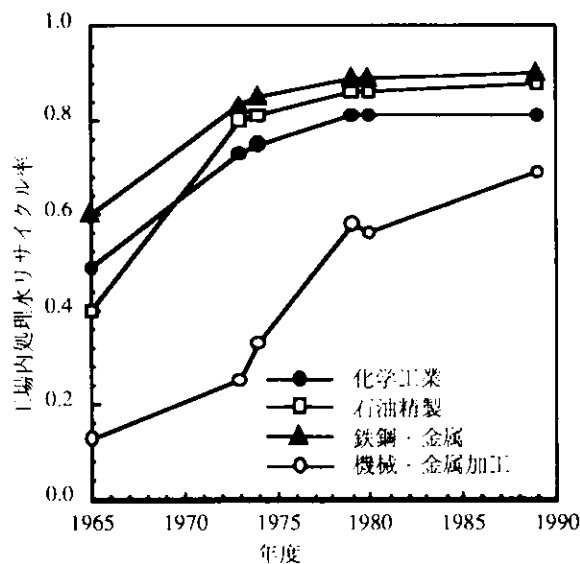


図9-11 工場内での処理水リサイクル率の推移(1)

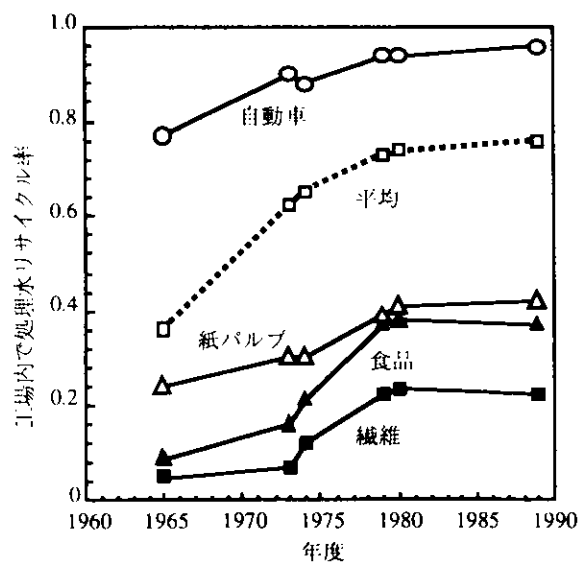


図9-12 工場内での処理水リサイクル率の推移(2)

11.2 水質汚濁の改善効果

産業排水の発生量の抑制と最適な処理および下水道や浄化槽の普及、加えて事業場への立ち入り等による指導監督、公共用水域での水質監視等の対応によって、公共用水域における水質は改善されている。図9-13にCODを指標とした総量規制を実施している3海域（東京湾、伊勢湾、瀬戸内海）における汚濁発生量の推移を示した。COD発生量は確実に減少しており、COD排出総量を規制する手法と生産プロセスにおける排出削減対策が効果を上げておりとみなすことができる。

内湾（COD）、河川（BOD）および湖沼（COD）における水質環境基準達成率については図9-14に示されている。内湾及び河川における環境基準達成率は70～80%に達しているものの、湖沼における達成率はまだ40%前後にとどまっており、さらに排出負荷の削減が求められている。

重金属および有害物質（第3章、参照）に関する環境基準未達成率の推移は図9-15に示されており、

これらの項目に関する環境基準はほぼ達成されていると見なせる。現状では、CODおよびBODで表示される有機物質による汚濁や重金属等による水質汚濁は減少している。しかし、窒素・磷の流入によって閉鎖性水域における富栄養化や、環境経路による人体に対する慢性毒性、遺伝毒性や生態系の破壊を引き起こす恐れのある微量化学物質による汚染については今後も監視が必要である。

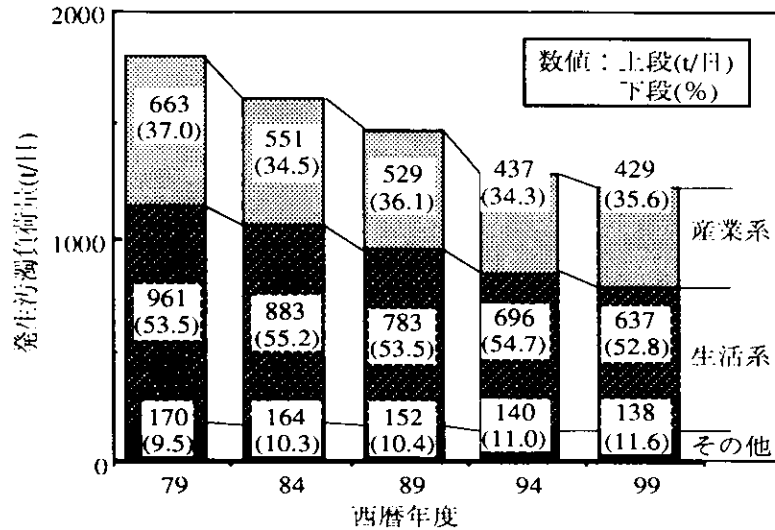


図9-13 総量規制3海域(東京湾、伊勢湾、瀬戸内海)におけるCOD発生負荷量の低減

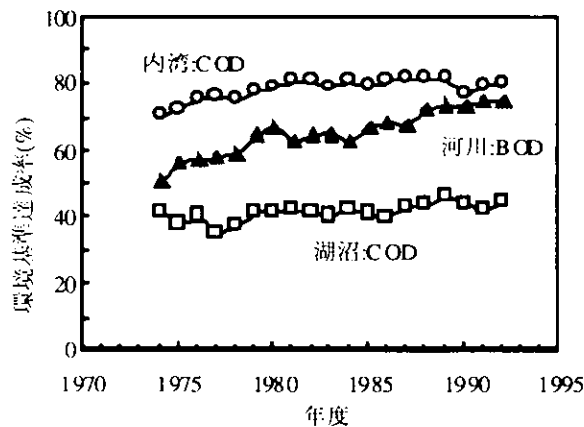


図9-14 水質環境基準の達成率の推移

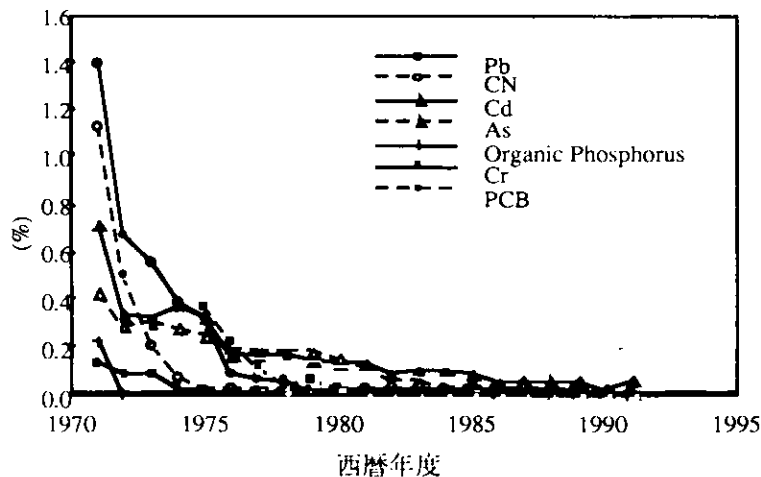


図9-15 有害物質に関する環境基準未達成率の推移

12.水質汚濁防止対策と地球環境

8.4において述べたように排水処理とはエネルギーを消費して、排水から汚濁物質を除去することである。排水処理施設の建設および運転に資源・エネルギーを消費することから、排水処理は地域の水環境を保全する一方で、地球環境へ負荷を転嫁していることになる（図9-16参照）。現在、日本国内では1kWhの発電によって、約100gの炭素換算二酸化炭素が排出されている。1m³の下排水を処理するための電力消費は1kWh程度であることから、100gの炭素換算二酸化炭素を排出して下水処理をしていることになる。さらに、排水に50ppmのアンモニア性窒素が含まれており、活性汚泥プロセスで、このアンモニアを硝化するのに排水1m³当たり0.5kWhのエアレーション動力が余分に必要になる場合を想定する。50gの窒素を除去するために新たに二酸化炭素を環境中に排出していることになる。排水処理における省エネルギーが今後益々重要な課題になることは言うまでもない。

加えて、生態中や生体に濃縮し、遺伝毒性を及ぼす可能性のある微量有害汚染物質の効果的な除去を可能にする処理プロセスも併せて求められる。

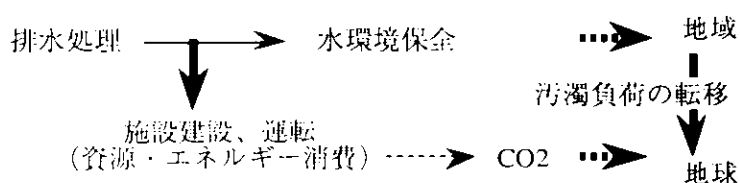


図9-16 排水処理による地球環境への汚濁負荷の移動

第10章 湖沼水質保全特別措置法とその成果

1. 日本の湖沼の現況

1.1 湖沼の種類と数

日本には人工的に作られた湖沼を含めて短径が100m以上のものは、約11600個あるといわれている¹⁾。環境庁が昭和59年度（1984年度）に行った全国的な調査によると、湛水面積が0.1km²以上で、流域面積が1km²以上の湖沼の総数は1,120であり、その約8割は人工湖（ダム湖、ため池）である。しかし、湖沼容積（貯水量）でみると、逆に自然湖沼が大きな割合（約9割）を占める²⁾（表10-1）。さらに小規模のものまで考慮に入れると、ダム湖では、その堤高が15m以上のもので昭和58年（1983年）までに完成したものが2462箇所、灌漑用のため池では、受益面積が1ha以上のものが97,564箇所（昭和56年（1981年）時点）存在する³⁾。

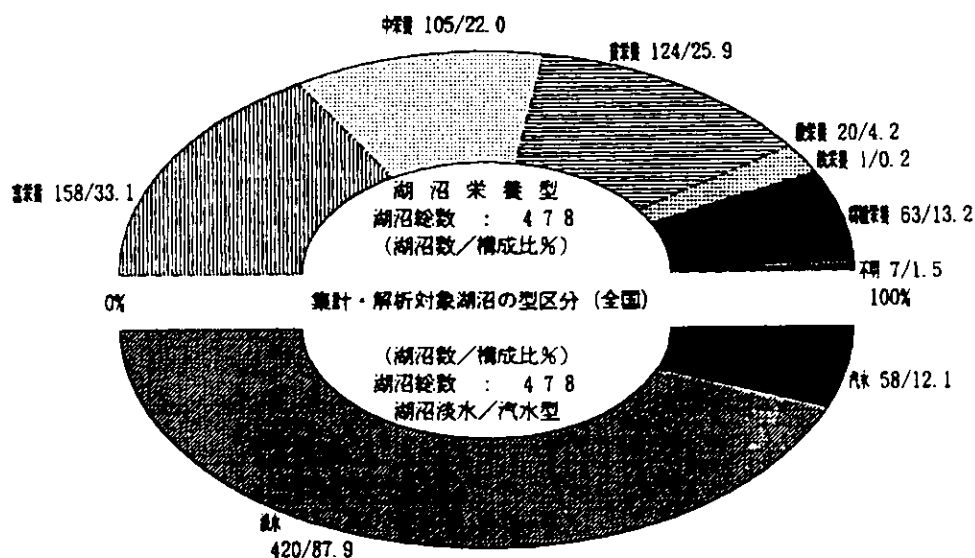
自然湖沼については、面積が1ha以上で主要なもの（約480湖沼）を対象に環境庁が昭和54年（1979年）以降、おおむね5年毎に水質、湖辺環境、魚類等に関して調査を実施している^{2, 3)}。その調査結果をもとに湖沼を栄養型で分類すると図10-1に示すように、数の上では富栄養湖が最も多く

表10-1 湖沼の種類別の数と貯水量

湖沼種類	数	湖沼容積（貯水量）の計 10 ⁶ m ³
自然湖沼	197 (17.6%)	117,435 (89.4%)
ダム湖	763 (68.1%)	13,521 (10.3%)
ため池	160 (14.3%)	346 (0.3%)
合計	1,120	131,302

備考1. 環境庁水質保全局調（昭和59年度）

2. 湛水面積0.1km²以上かつ流域面積1km²以上の湖沼（塩水湖を除く）の集計である。



湖沼の湖沼型 ティーネマンによって提唱された湖沼の生産量に着眼した分類で、生産に関する栄養塩の調和がとれた調和型湖沼と栄養塩の偏った非調和型湖沼に大別される。

第3回調査ではつぎのように区分した。

調和型湖沼……富栄養湖、中栄養湖、貧栄養湖
非調和型湖沼……富栄養湖、鉄栄養湖、酸栄養湖

図10-1 日本の湖沼の栄養型および淡水/汽水型による分類

(33%)、次に貧栄養湖 (26%)、中栄養湖 (22%) と続く。一方、淡水湖と汽水湖で分類すると淡水湖の数が多く約88%を占める。

1. 2 湖沼の水質

わが国の湖沼の水質状況は、湖沼周辺で営まれる社会・経済活動の発展に伴う流入汚濁負荷量の増大のため、近年、著しく汚濁が進行した。有機汚濁に係る水質環境基準の達成率をみると図10-2の通りであり、海域、河川に比べ湖沼の達成率は悪く40%前後で横這い状態にある。また、富栄養化による利水障害等の問題が一部の湖沼では深刻になっており、淡水赤潮やアオコの発生、上水道の濾過障害や異臭味等の問題が生じている。

水質汚濁が問題となっている主要な湖沼の状況は表10-2のとおりである¹⁾。これらの湖沼の水質レベルは、水域の利用目的を考慮して設定された水質環境基準に比べるとかなり悪く、上水道障害、水産被害、観光的価値の低下等様々な水域利用上の障害が発生している。

2. 湖沼水質保全特別措置法

2. 1 湖沼法制定の経緯

湖沼を含む公共用水域の水質汚濁の防止のため、これまで水質汚濁防止法による一律排水基準及び上乘せ排水基準の設定と適用、あるいは、下水道の整備等の対策が講じられてきたが、湖沼の水質汚濁は以上述べてきたように深刻であり、全般的にはっきりした改善がみられなかった。その背景としては次のような点が考えられた。

- 1) 湖沼は閉鎖性の水域であって水が滞留するため、流入した汚濁物質が蓄積しやすい。したがって、河川等の水の滞留時間が短い水域に比べて徹底的な負荷削減を行わないと水質を改善することはできない。
- 2) 湖沼の水質汚濁の原因が、工場等の産業系排水の他、生活系排水、農業系排水、畜産系排水、水産系排水など多種多様な負荷に由来しているため、従来のようにある特定の発生源対策を実施しただけでは十分でない。総合的な対策を実施することが必要である。
- 3) 一口に水質汚濁が進行している湖沼といっても、それぞれの湖沼で汚濁のレベル、汚濁の原因構

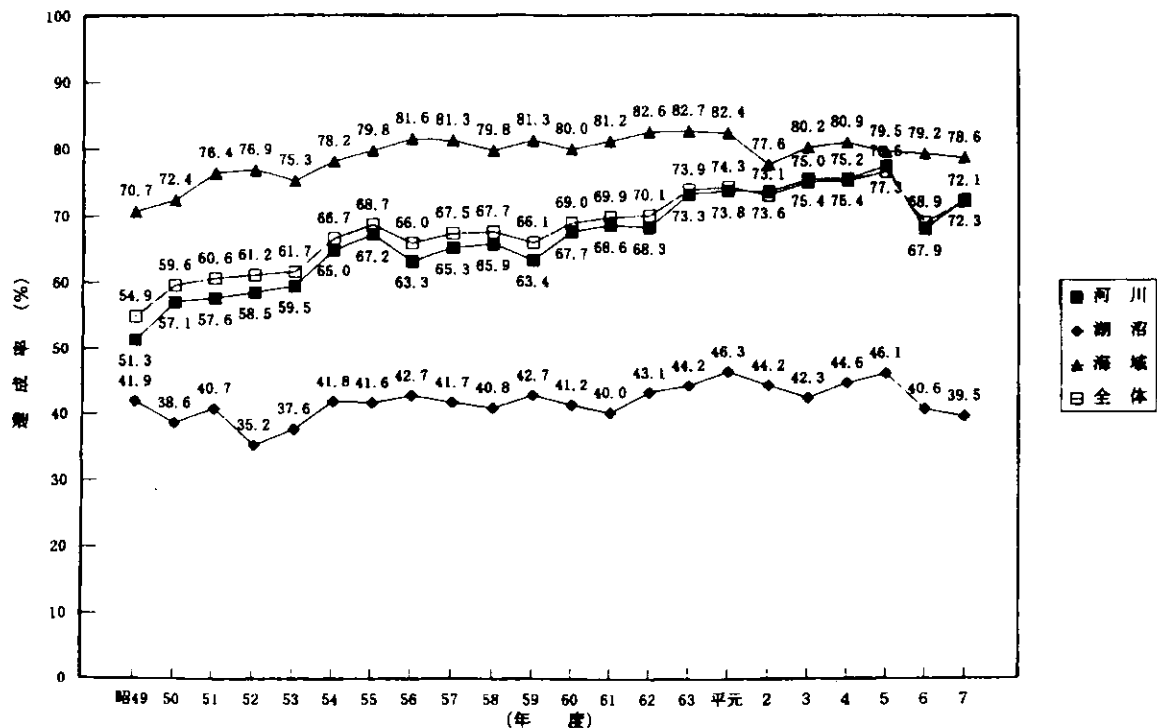


図10-2 環境基準 (BOD、COD) 達成率の推移

表10-2 主要湖沼における水質汚濁等の状況

湖沼名	都道府県	水質の状況 (COD)				利水状況	利水障害 (昭和47年度以降に発生したもの)
		環境基準	1982年度 75%値	1994年度 75%値	達成状況		
琵琶湖	滋賀	mg/l (北湖) 1 (南湖) 1	mg/l 2.6 3.9	mg/l 2.9 3.8	× ×	上水道、農業用水、工業用水、水産、水浴、釣、観光、舟遊び、自然環境保全	異臭味障害、ろ過障害アユ及びコイのへい死、水浴場閉鎖
鰐ヶ浦	茨城	3	11	(西浦) 10 (北浦) 8.8	×	上水道、農業用水、工業用水、水産、釣、舟遊び	異臭味障害、網イケスのコイのへい死、水浴場閉鎖
諏訪湖	長野	3	8.3	7.3	×	農業用水、水産、釣、舟遊び	網イケスのへい死、観光的価値の低下
宍道湖	島根	3	6	5.6	×	水産、釣、観光	観光的価値の低下
中海	島根 鳥取	3	5.6	6.6	×	水産、釣、観光	環境的価値の低下
印旛沼	千葉	3	15	12	×	上水道、農業用水、工業用水、水産、釣	異臭味障害、観光的価値の低下、釣客減少
手賀沼	千葉	5	25	24	×	農業用水、水産、釣、舟遊び	水稻倒伏及び減収、釣及び舟遊び客の減少、観光的価値の低下、魚介類被害
児島湖	岡山	5	9.8	11	×	農業用水、水産、釣	水稻の成育障害及び収量・品質の低下
釜房ダム	宮城	1	2.7	1.9	×	上水道、農業用水、工業用水、水産、自然環境保全、釣	異臭味障害、ろ過障害

成等の諸条件が異なっている。そのため、従来のような一律的な対策では汚濁の改善は望みがたい。問題のある個々の湖沼とその流域の自然的社会的条件を踏まえて有効で適切な諸対策を検討し、これを組み合わせて計画的に実施に移して行くことが必要である。

上記のような湖沼水質改善に向けての問題点および課題を解決していくためには、多面的な水質保全の取り組みが必要であり、これを推進するうえでは、国の関係省庁、都道府県、市町村、事業者、地域住民等の協力が必要となる。このような背景の下に、「湖沼水質保全特別措置法」(以下「湖沼法」と呼ぶ) 制定の検討が行われた。

具体的な制定の経緯は、まず、昭和55年(1980年)10月に環境庁長官から中央公害対策審議会に「湖沼環境保全のための制度のあり方について」の諮問が行われ、昭和56年(1981年)1月に同審議会から答申が提出された。この答申を受けて、環境庁が中心となって政府部内での法案の検討が始まり、昭和58年(1983年)5月に法案がとりまとめられた。その法案が国会に提出されたが、その後衆議院の解散に伴う廃案があるなど成立が遅れ、再提出された法案が昭和59年(1984年)7月ようやく国会で可決・成立し、昭和60年(1985年)3月から施行されることとなった。したがって、湖沼法制定のため環境庁長官の諮問から法案の可決・成立まで約4年の歳月がかかったわけである。

2. 2 湖沼法の内容

(1) 目的

本法は、湖沼の水質の保全を図り、国民の健康で文化的な生活環境を確保することを目的としている。

昭和56年(1981年)の中央公害対策審議会の答申では、湖沼の水質だけでなくその周辺の自然的環境を一体のものとして保全するための制度が提案されていた。しかし、湖沼周辺の自然的環境の保

全に関しては、「自然環境保全体系」、「森林法」、「都市計画法」等の既存の法律的確な運用を通じて相当程度対処できると考えられたことから（表10-3参照）、本法は湖沼の水質保全そのものを直接の目的としてとりまとめられた。

(2) 法の構成、体系

本法は、水質環境基準の確保が緊急な湖沼（「指定湖沼」として内閣総理大臣が指定する）について水質保全のための特別措置を講ずることを主な内容としているが、そのねらいは次の2点に要約することができる。

1) 公共用水域の水質汚濁の防止に関し一般法たる水質汚濁防止法による排水規制の措置を前提しつつ、指定湖沼の集水域において、従来の排水規制では対応できない汚濁源に対し、その特性に応じた新たな規制を行う等、特別の規制措置を導入する。表10-4に水質汚濁防止法と本法の比較を示した。

2) 指定湖沼ごとに地方と国を通じて広汎なコンセンサスを形成しつつ、下水道整備等の水質保全に資する事業と汚濁負荷削減のための各種規制等の措置に関する計画（湖沼水質保全計画）を策定し、この計画の下で各種の水質保全施策を総合的に推進する。本法の体系は図10-3に示すとおりである。

表10-3 湖沼周辺の自然環境保全に関する主な制度

根拠法	地域地区名	指定の目的又は要件	行為規制の方法
自然環境保全体系	<ul style="list-style-type: none"> 原生自然環境保全地域 自然環境保全地域 	<ul style="list-style-type: none"> 自然環境が原生の状態、面積1,000ha以上、国又は地方公共団体が所有。 自然的社会的条件からみてその区域における自然環境を保全することが特に必要 	許可制(環境庁長官)
	<ul style="list-style-type: none"> 特別地区 普通地区 都道府県自然環境保全地域 特別地区 普通地区 	<ul style="list-style-type: none"> 自然環境の特質に即し、特に保全を図る。保全地域のうち、特別地区以外。 自然環境保全地域に準ずる土地の区域。 	<ul style="list-style-type: none"> 許可制(環境庁長官) 届出制(知事) 都道府県条例で定める。
自然公園法	<ul style="list-style-type: none"> 国立公園 国定公園 	<ul style="list-style-type: none"> わが国の風景を代表するに足る傑出した自然の風景地 国立公園に準ずる自然の風景地 	<ul style="list-style-type: none"> 許可制((国立は環境庁長官) (国定は知事)) 届出制(知事) 都道府県条例で定める。
	<ul style="list-style-type: none"> 特別地域 普通地域 都道府県立自然公園 特別地域 普通地域 	<ul style="list-style-type: none"> 国立公園又は国定公園の風致を維持するため指定。特別地域以外。 すぐれた自然の風景地 	
森林法	<ul style="list-style-type: none"> 地域森林計画対象民有林 保安林 	<ul style="list-style-type: none"> 民有林(森林として利用することが相当でない認められるものを除く。) 水源のかん養、土砂の流出防備等の目的を示して指定 	<ul style="list-style-type: none"> 許可制(知事) 許可制(知事)
	都市計画法	<ul style="list-style-type: none"> 風致地区 	<ul style="list-style-type: none"> 都市の風致の維持
都市緑地保全体系	<ul style="list-style-type: none"> 緑地保全地区 	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画区域内の良好な自然環境を形成する緑地で、無秩序な市街化の防止、公害、災害の防止等の遮断地帯、緩衝地帯等として適切なもの等 	許可制(知事)
河川法	<ul style="list-style-type: none"> 河川区域 	<ul style="list-style-type: none"> 河川の流水が継続して存する土地、河川管理施設の敷地等 	許可制(河川管理者)
	<ul style="list-style-type: none"> 河川保全区域 	<ul style="list-style-type: none"> 河岸又は河川管理施設を保全するため必要な区域 	許可制(河川管理者)

表10-4 水質汚濁防止法と湖沼法との比較

水質汚濁防止法		湖沼水質保全特別措置法
公共用水域の水質保全	目的	湖沼の水質保全(指定湖沼に係る特別措置)
—	保全計画	「湖沼水質保全計画」の策定 ↓ 水質保全に資する事業及び規制等の措置の計画的実施
工場・事業場排水規制(濃度規制) (特定事業場) (全国一律基準 上乗せ基準) (必要に応じ) ↓ 総量規制	規制措置	<ul style="list-style-type: none"> 工場・事業場(特定事業場) — 新・増設の汚濁負荷量規制(湖沼特定事業場) 一定規模のし尿浄化槽等 — 排水規制 (みなし特定)施設 畜舎・魚類養殖施設 — 構造・使用方法の規制 (指定施設等)
公共用水域の水質監視等	その他	規制対象外の者に対する指導、助言、勧告 湖辺の自然環境の保護

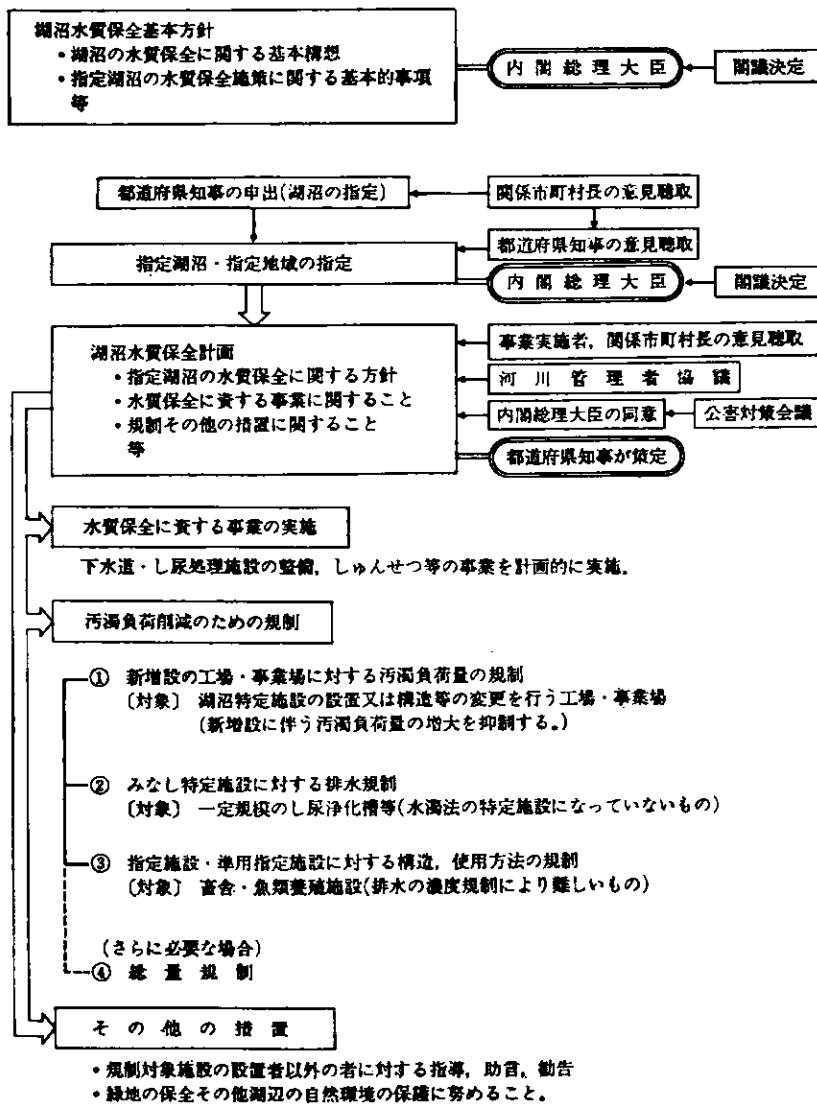


図10-3 湖沼法の体系

指定湖沼は都道府県知事の申出に基づき、内閣総理大臣が指定する。指定の要件としては、(i)水質環境基準が現に確保されておらず、または確保されないこととなる恐れが著しい湖沼であって、(ii)当該湖沼の水の利用状況、水質の汚濁の推移等からみて特に水質保全に関する施策を総合的に講ずる必要があると認められるものとしている。平成9年(1997年)3月時点で指定湖沼として指定されている湖沼は10湖沼(釜房ダム、霞ヶ浦、印旛沼、手賀沼、諏訪湖、野尻湖、琵琶湖、中海、宍道湖、児島湾)である。

(3) 国による湖沼水質保全基本方針の策定

湖沼の水質を保全するためには多様な対策を総合的に実施する必要がある、これを推進するためには国、地方公共団体、事業者、地域住民等の緊密な協力が不可欠である。このため、国は国全体の立場から、指定湖沼はもとより全国の湖沼を対象として、湖沼の水質保全を図るための基本方針として「湖沼水質保全基本方針」を定めなければならないとされた。また、この基本方針の策定にあたっては、湖沼の有する治水、利水、水産その他の公共的機能を十分配慮しつつ、湖沼の特性及び汚濁原因に応じた均衡のある水質保全対策を適切に講ずることを基本理念としなければならないとされた。このような湖沼法の規定に基づき、昭和59年(1984年)12月に総理府告示として「湖沼水質保全基本方針」が定められた。

その基本方針の中で、湖沼水質保全施策の基本的方向は次のように示されている。

1) 湖沼においては水質の汚濁が進みやすく、いったん汚濁の進んだ水質を改善することは容易ではない。そのため、水域の利用上望ましい水質が保たれている湖沼については、その状態を維持することができるよう努めるものとする。一方、水域の利用上望ましい水質が現に確保されていない湖沼、又は確保されないこととなるおそれが著しい湖沼については、所要の水質保全対策の充実・強化に努めるものとする。

2) 湖沼の水質にとっては、有機物の流入等による有機汚濁と栄養塩類の流入に起因する藻類増殖を通しての富栄養化が特に重要な問題である。これらは密接にかかわり合いながら湖沼の水質に影響を及ぼすものであるから、湖沼の水質汚濁を効果的に防止し、改善するため、関連するそれぞれの水質項目(COD、窒素、リンなど)に関し、順次適切な施策体系の下で所要の措置を講じていくものとする。

3) 湖沼の水質汚濁の発生原因は多岐にわたっていることから、特定の分野の汚濁源のみに着目して負荷の削減を求めても、必ずしも効果的に湖沼の水質を保全することはできない。このため、湖沼の水質保全を図るに当たっては、各分野における関係者の広範な協力を得つつ、全体として均衡のある対策を推進するものとする。なお、湖沼の集水域に存在する森林、農用地等の緑地その他湖辺の自然環境については、その生態系を構成する動植物、土壌等による水質保全上の機能に着目し、このような自然の有する機能に配慮した取組を図るものとする。

また、「湖沼水質保全計画」は、計画の期間を原則として5年間とし、次に定めるところにより策定するものとしている。

1) 現状における指定湖沼の水質及び指定地域内において公共用水域に排出される汚濁負荷量を把握する。また、人口、産業等の動向を勘案して将来における汚濁負荷量の推移を推計し、これに伴う指定湖沼の水質への影響を予測する。

2) 指定湖沼における水質環境基準の確保を目途としつつ、計画期間内に指定地域において実施することが可能な水質保全対策を総合的に検討し、これによる水質保全上の効果を推計する。

3) 以上の調査検討の結果を踏まえて、計画の目標を明らかにし、この目標を達成するために実施すべき対策をとりまとめる。なお、湖沼水質保全計画の策定に当たっては、指定湖沼の有する治水、利水、水産その他の公益的機能の確保に関する行政施策に十分配慮するとともに、指定地域の開発に係る諸計画について十分配慮し、これら諸計画との整合が図られるようにするものとする。

さらに、指定湖沼の水質保全のための具体的な対策の方向として次のような事項が示された。

・下水道、し尿処理施設等の整備

生活排水等に係る汚濁負荷の削減の見地から重要な役割を有する公共下水道の整備を推進する。ま

た、公共下水道の整備の現状及び将来動向を勘案して、地域の特性に応じ、公共下水道以外のし尿及び生活雑排水の公共的な処理施設（例えば、小規模の下水処理施設やくみ取りし尿の高度処理施設など）の整備を図るものとする。

・工場・事業場排水対策

特定事業場である工場・事業場について、所要の排水規制、「湖沼特定施設」（後述）の新增設に係る汚濁負荷量の規制等を行うとともに、これらの規制措置の対象とならない工場・事業場についても、所要の汚濁負荷の抑制に関する指導等を行うものとする。

・家庭排水対策

下水道等、生活排水の公共的な処理施設の整備状況を勘案して、浄化槽の適正な設置及び管理を図る。また、生活雑排水について浄化槽等による適正な処理を促すものとする。また、各家庭において発生する汚濁負荷の削減に資するよう、食物残さの流出防止等を促すものとする。

・畜産に係る汚濁負荷対策

畜舎について、その規模に応じ所要の排水規制、管理に関する規制等を行い、またこれらとあわせて家畜ふん尿処理施設の整備等を推進し、畜産に伴う汚濁負荷の削減を図るものとする。

・魚類養殖に係る汚濁負荷対策

魚類養殖施設について所要の管理に関する規制等を行い、魚類養殖業に伴う汚濁負荷の削減を図るものとする。

・その他の汚濁負荷対策

面源である農地から流出する汚濁負荷については、その実態の把握に努めつつ、営農の実情に即して適切な措置を講ずるものとする。また、市街地等から降雨等に伴い流出する汚濁負荷についても、実態把握に努めつつ実施可能な対策を検討の上、必要な措置を講ずるものとする。

・しゅんせつその他の浄化対策

湖内または流入河川内に堆積した有機物を多量を含む底質等に起因する汚濁が著しく、その防除が特に必要な場合には、状況に応じ、しゅんせつ、ばっ気、導水、水草除去等による水質の浄化対策の推進を図るものとする。

・緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護

以上のような各種汚濁源対策等とあいまって湖沼の水質の保全に資するよう、「自然環境保全法」、「自然公園法」、「森林法」、「都市計画法」、「都市緑地保全法」、「河川法」等の関係諸制度の的確な運用を通じて緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護に努めるものとする。

また、湖沼の水質保全を測っていく上では次の点も重要であるとされた。

・指定湖沼以外の湖沼に関する水質保全対策

・水質の監視測定、監視測定施設・設備の整備、監視測定体制の拡充

・調査研究の推進と技術の開発

- ・湖沼の生態系の把握
- ・淡水赤潮等の発生機構の究明
- ・山林、農地、市街地等からの流出負荷の実態把握
- ・緑地・水域での自然浄化機能の評価
- ・各種排水等の処理技術の開発
- ・湖沼の水質浄化対策技術の開発
- ・水質監視測定に関する技術の開発

・知識の普及と意識の高揚

最後の市民・農家への水質保全に関わる情報の普及と意識の高揚は、生活排水対策や農業排水対策にとって重要である。

(4) 都道府県による湖沼水質保全計画の策定

指定湖沼に定められた湖沼の水質汚濁に関係がある地域（指定地域と呼ぶ。通常は指定湖沼の集水域）を管轄する都道府県知事は、先の国が定めた「湖沼水質保全基本方針」を指針として「湖沼水質

保全計画」を定めなければならない。この計画は5年毎に定めることとされている。5年毎に計画を定める趣旨は、計画に基づき実施された各種の規制措置や事業の効果を5年毎に見直し、計画の修正や調整を行っていくためである。指定地域が二つ以上の都道府県にまたがる場合は、関係する都道府県知事が協議によって計画を定めることになっている。

湖沼水質保全計画では次の事項について定めることになっている。

- ・湖沼の水質の保全に関する方針
- ・下水道及びし尿処理施設の整備
- ・浚渫その他の湖沼の水質の保全に資する事業に関する事
- ・湖沼の水質の保全のための規制その他の措置に関する事
- ・その他、湖沼の水質の保全のために必要な措置に関する事

また、都道府県知事は計画の策定にあたっては、事業の実施機関、関係市町村長、河川管理者と協議するとともに、内閣総理大臣の同意を得なければならない。

(5) 汚濁負荷削減のための規制

湖沼法では、水質汚濁防止法で定められた「特定施設」に加えて、「みなし特定施設」として

- ・病床数が120以上299以下の病院に設置される厨房施設、洗浄施設及び入浴施設
- ・処理対象人員が201人以上500人以下のし尿浄化槽のうち排水量が50m³/日以上

の施設を「湖沼特定施設」として規制対象とした。

一方、新增設自体が指定湖沼への汚濁負荷量削減につながるとみなされる

- ・下水道終末処理施設
- ・地方公共団体の設置するし尿処理施設
- ・土地改良区が設置する農業集落排水施設

は規制対象から外されている。これらの湖沼特定施設から排出されるCOD汚濁負荷量に対して基準が設けられている（T-N、T-Pの汚濁負荷量の規制が平成3年（1991年）10月の法改正に伴い追加された）。

ここで注意したいのは、この汚濁負荷量の規制対象となるのは、新設または増設される事業場であり、既設の事業場で構造変更を行わない事業場は規制対象になっていないということである（ただし、必要に応じて都道府県知事が指導、助言および勧告することはできる）。これは、既に水質汚濁防止法に基づく排水規制制度が存在しているため、排水規制に関してはそちらの法律に役割を委ね、湖沼法ではそれを補強するという観点で、湖沼特定事業場の新增設に伴う負荷量規制、及び、水質汚濁防止法で規制されていない「指定施設」（後述）に対する新たな排水規制を導入したものと考えられる。湖沼法は負荷量規制あるいは排水規制による負荷削減に重点をおいた法律というよりは、湖沼水質保全計画による総合的な施策による負荷削減に重点をおいた法律と考えられる。

(6) 特定事業場に係る計画変更命令、改善命令等

都道府県知事は、湖沼特定施設について水質汚濁防止法の規定により届出があった場合に、その届出によって湖沼特定施設が設置される湖沼特定事業場（増設または構造等の変更により新たに湖沼特定事業場となる場合を含む）から排出される排水の汚濁負荷量が前述の規制基準に適合しないと認めるときは、その事業場の設置者に対し汚水または排水の処理方法の改善その他必要な措置を採るべきことを命ずることができる。また、湖沼特定事業場が設置された後においても、その排出汚濁負荷量が規制基準を越える恐れがあると認められる場合は、都道府県知事は改善その他必要な措置を採るように命令することができる。

湖沼特定事業場の設置者は、規制基準を遵守しなければならないが、水質汚濁防止法の排水基準の遵守義務と異なり、規制基準を達成していないからといって直ちに罰則が適用されることはない。また、水質汚濁防止法に基づく測定結果から間接的に汚濁負荷量が求められること等の理由から、この法のために新たな測定義務は課さないことになった。

(7) 指定施設

湖沼法では、湖沼の水質保全に係る発生源のうち排水規制の措置になじまないものを「指定施設」

として、その構造及び使用方法の届出制を新たに導入した。この届出制は規制実施上の前提と位置づけられ、届出のプロセスによって事業者が排水の処理・管理についてある程度配慮することを期待し、また、その段階で行政が適正な助言を与える機会を設けたものと考えられる。指定施設としては、

- ・小規模の豚房、牛房、馬房施設
(総面積として豚房は40~50m²、牛房は160~200m²、馬房は400~500m²)
- ・こいの養殖施設(網いけすの総面積が500m²を越えるもの)

が指定されている。

(8) 特定施設または指定施設設置者以外のものに対する指導

都道府県知事は、特定施設または指定施設設置者以外のものであって、指定地域においてCOD、T-N、T-Pの水質項目に関し、汚濁の原因となるものを公共用水域に排出するものに対して、湖沼水質保全計画を達成するために必要な指導、助言及び勧告をすることができる。

(9) 罰則

湖沼法の規定による命令に違反した場合には、罰金または懲役の罰則が適用される。

3. 湖沼水質保全関連法の制定の効果

3. 1 法に基づき実施されてきた対策の概要

湖沼法に基づき策定された指定湖沼5カ所における湖沼水質保全計画(第2期)の具体的内容は、表10-5(1)(2)に示す通りである。おおむね国が定めた湖沼水質保全基本方針に沿った対策内容となっている。

3. 2 湖沼の水質変化からみた対策の効果

表10-5に示した5湖沼では、第1期[昭和61年(1985年)~平成2年(1990年)]および第2期[平成2年(1990年)~7年(1995年)]の湖沼水質保全計画が策定・実施されており、すでに10年が経過している。平成9年(1997年)3月には、さらに第3期の湖沼水質保全計画が策定され実施に移されている。過去10年間の湖沼水質保全計画の実施により湖沼の水質は改善されているのだろうか。指定湖沼のうち、流入汚濁負荷量として面源負荷が比較的大きい琵琶湖と生活排水が主体である手賀沼について(図10-4参照)、その効果を見てみよう。

(1) 琵琶湖

琵琶湖の北湖と南湖の水質の経年変化と水質保全計画における目標値を図10-5に示す。水質は横這いあるいは若干増加する傾向にあり、目標値は達成されていない。流入負荷量の経年変化は図10-6に示すように、横這いなし減少する傾向にあり、水質の経年変化とは対応していない。つまり、対策の実施により流入負荷量は減ったはずなのに、水質は良くなっていないという結果になっている。

このような矛盾した結果になった原因としては、つぎのようなことが考えられる。

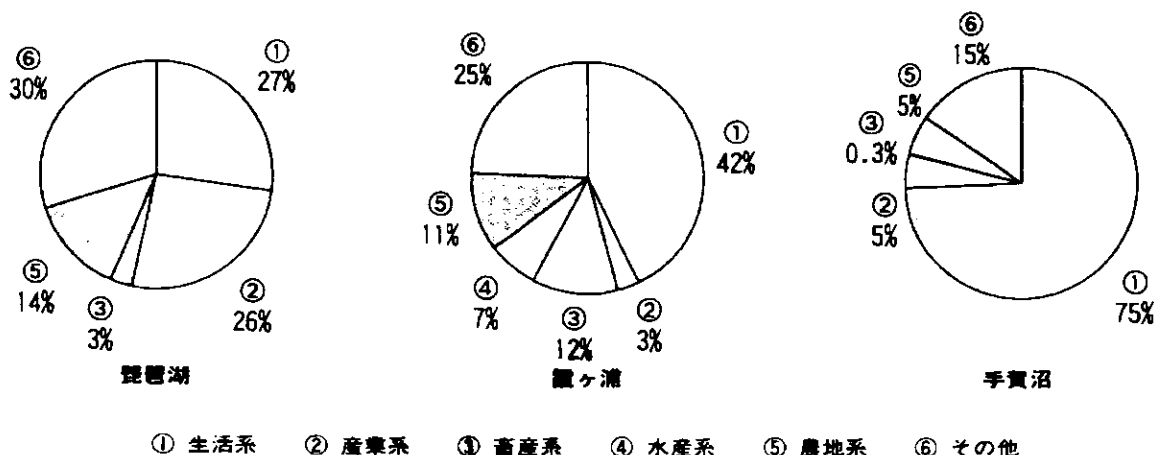


図10-4 代表的湖沼における発生源別汚濁負荷割合 (COD, 1993年)⁵⁾

表10-5(1) 湖沼水質保全計画 (第2期の内容) 4)

事項名	湖沼名	霞ヶ浦 (茨城県、栃木県、千葉県)	印旛沼 (千葉県)	手賀沼 (千葉県)	琵琶湖 (滋賀県、京都府)	児島湖 (岡山県)
1. 水質の保全に関する方針		霞ヶ浦水源地域整備計画及び霞ヶ浦富栄養化防止基本計画と有機的に機能させながら、総合的に水質保全対策を推進する。	さわやかハート千葉5か年計画、ふるさと千葉環境プランを基調に、その他関連計画と調整を図りながら、総合的に水質保全対策を推進する。	さわやかハート千葉5か年計画、ふるさと千葉環境プランを基調に、その他関連計画と調整を図りながら、総合的に水質保全対策を推進する。	南湖の水質改善対策を充実するとともに、湖辺の生態系の持つ機能能が総合的に発揮されるよう適正な管理に努める等、総合的に水質保全対策を推進する。	児島湖環境保全条例に基づき生活排水対策等を実施しつつ、総合的に水質保全対策を推進する。
2. 水質の保全に資する事業						
(1) 下水道の整備		<ul style="list-style-type: none"> 下水道の整備(145千人) (普及率 28→42%) 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道の整備(172千人) (普及率 60→74%) 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道の整備(80千人) (普及率 48→60%) 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道の整備(228千人) (普及率 26→43%) 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道の整備(103千人) (普及率 28→44%)
(2) その他の生活排水処理施設の整備		<ul style="list-style-type: none"> 農業集落排水施設(50千人) し尿処理施設(168t/d) 合併処理浄化槽(25千人) 	<ul style="list-style-type: none"> 農業集落排水施設(2千人) 合併処理浄化槽(13千人) 	<ul style="list-style-type: none"> 合併処理浄化槽(2千人) 	<ul style="list-style-type: none"> 農業集落排水施設(71千人) 合併処理浄化槽(23千人) 	<ul style="list-style-type: none"> 農業集落排水施設(2千人) し尿処理施設(80t/d) 生活雑排水単独処理施設(150基) 合併処理浄化槽(30千人)
(3) 家畜ふん尿処理施設等の整備		<ul style="list-style-type: none"> 家畜ふん尿処理施設(74t/t) 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜ふん尿還元基盤整備(13,3ha) 家畜ふん尿処理施設(7件) 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜ふん尿還元槽等機械整備(11件) 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜ふん尿処理施設(18t/t) 飼糞管理施設(5棟) 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜ふん尿処理施設(4t/t) 飼糞管理施設(1棟)
(4) 廃棄物処理施設の整備		<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理施設(685t/d) 粗大ごみ処理施設(305t/d) 最終処分場(1,503千m³) 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理施設(110t/d) 粗大ごみ処理施設(15t/d) 最終処分場(1,484千m³) 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理施設(160t/d) 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理施設(151t/d) 粗大ごみ処理施設(80t/d) 最終処分場(1,178千m³) 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理施設(300t/d) 粗大ごみ処理施設(115t/d) 最終処分場(750千m³)
(5) 湖沼の浄化対策		<ul style="list-style-type: none"> 底泥のしゅんせつ、浄化用水の導入、水生植物による水質浄化、アオコ等の除去 	<ul style="list-style-type: none"> 印旛沼総合開発事業の促進、水草の除去 	<ul style="list-style-type: none"> 底泥のしゅんせつ、浄化用水の導入、水生植物による水質浄化、アオコの除去 	<ul style="list-style-type: none"> 底泥のしゅんせつ等、水草等の除去 	<ul style="list-style-type: none"> 底泥のしゅんせつ、水生植物による水質浄化、水草の除去等、流入河川等の浄化対策
(6) 流入河川等の浄化対策		<ul style="list-style-type: none"> 河道しゅんせつ、流入河川等の直接浄化 	<ul style="list-style-type: none"> 流入河川等の直接浄化 	<ul style="list-style-type: none"> 流入河川等の浄化対策 	<ul style="list-style-type: none"> 内湖の浄化対策、河道しゅんせつ、流入河川の直接浄化 	<ul style="list-style-type: none"> 流入河川等のしゅんせつ、流入河川等直接浄化、水草の除去等

※ () 内の数字は5年間の事業量を示している。

表10-5(2) 湖沼水質保全計画 (第2期の内容) 4)

事業名	湖沼名	風ヶ浦	印旛沼	手賀沼	琵琶湖	児島湖	
3. 水質の保全のための規制その他の措置 (1) 工場・事業場排水対策	<ul style="list-style-type: none"> 化学的酸素要求量に加え、窒素、燐に係る汚濁負荷量規制基準の設定並びにその遵守の徹底 小規模事業場に対する規制の強化等 規制対象外の工場・事業場の指導等 	<ul style="list-style-type: none"> 化学的酸素要求量に加え、窒素、燐に係る汚濁負荷量規制基準の設定並びにその遵守の徹底 規制対象外の工場・事業場の指導等 	<ul style="list-style-type: none"> 化学的酸素要求量に加え、窒素、燐に係る汚濁負荷量規制基準の設定並びにその遵守の徹底 規制対象外の工場・事業場の指導等 	<ul style="list-style-type: none"> 化学的酸素要求量に加え、窒素、燐に係る汚濁負荷量規制基準の設定並びにその遵守の徹底 規制対象外の工場・事業場の指導等 	<ul style="list-style-type: none"> 化学的酸素要求量に加え、窒素、燐に係る汚濁負荷量規制基準の設定並びにその遵守の徹底 小規模事業場に対する規制の強化等 規制対象外の工場・事業場の指導等 	<ul style="list-style-type: none"> 化学的酸素要求量に加え、窒素、燐に係る汚濁負荷量規制基準の設定並びにその遵守の徹底 小規模事業場に対する規制の強化等 規制対象外の工場・事業場の指導等 合併浄化槽の義務付けに対する合併浄化槽の義務付け 	
(2) 生活排水対策	<ul style="list-style-type: none"> 水濁法に基づき生活排水対策 浄化槽の適正な設置、管理の適正化 トイレ等による生活雑排水対策 下水道への接続の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 水濁法に基づき生活排水対策 浄化槽の適正な設置、管理の適正化 ろ紙袋等の普及等 下水道への接続の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 水濁法に基づき生活排水対策 浄化槽の適正な設置、管理の適正化 ろ紙袋等の普及等 下水道への接続の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 水濁法に基づき生活排水対策 浄化槽の適正な設置、管理の適正化 ろ紙袋等の普及等 下水道への接続の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 水濁法に基づき生活排水対策 浄化槽の適正な設置、管理の適正化 滋賀県生活雑排水対策推進要綱によるトイレ・ネット等の普及等 下水道への接続の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 水濁法に基づき生活排水対策 浄化槽の適正な設置、管理の適正化 下水道への接続の促進 	
(3) 畜産に係る汚濁負荷対策	<ul style="list-style-type: none"> 畜舎の管理の適正化、ふん尿の適正処理の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 畜舎の管理の適正化、ふん尿の適正処理の促進 (千葉県畜産経営環境保全対策実施方針) 	<ul style="list-style-type: none"> 畜舎の管理の適正化、ふん尿の適正処理の促進 (千葉県畜産経営環境保全対策実施方針) 	<ul style="list-style-type: none"> 畜舎の管理の適正化、ふん尿の適正処理の促進 (滋賀県畜産公署防止基本対策要綱、京都府畜産経営環境保全対策指導方針) 	<ul style="list-style-type: none"> 畜舎の管理の適正化、ふん尿の適正処理の促進 (滋賀県畜産公署防止基本対策要綱、京都府畜産経営環境保全対策指導方針) 	<ul style="list-style-type: none"> 畜舎の管理の適正化、ふん尿の適正処理の促進 	
(4) 魚類養殖に係る汚濁負荷対策	<ul style="list-style-type: none"> 魚類養殖に係る規制基準の遵守の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> 魚類養殖に係る規制基準の遵守の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> 魚類養殖に係る規制基準の遵守の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> 魚類養殖に係る規制基準の遵守の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> 魚類養殖に係る規制基準の遵守の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> 魚類養殖に係る規制基準の遵守の徹底 	
(5) 面源負荷対策	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理 	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理 	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理 	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理 	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理 	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理 	<ul style="list-style-type: none"> 施肥法の適正化等農地対策 小水路、宅地の清掃等市街地等対策 森林の適正管理
(6) 緑地の保全その他自然環境の保護	<ul style="list-style-type: none"> 緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 	<ul style="list-style-type: none"> 緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 (みどりの基金) 	<ul style="list-style-type: none"> 緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 (みどりの基金) 	<ul style="list-style-type: none"> 緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 (みどりの基金) 	<ul style="list-style-type: none"> 緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 	<ul style="list-style-type: none"> 緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 	
4. その他水質保全のための必要な措置	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の水質の監視 調査研究の推進 地域住民等の協力の確保等 (風ヶ浦ふれあいランド) 関係地域計画との整合 事業者等に対する助成 	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の水質の監視 調査研究の推進 地域住民等の協力の確保等 ((財)印旛沼環境基金、印旛沼水質保全協議会) 関係地域計画との整合 事業者等に対する助成 	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の水質の監視 調査研究の推進 地域住民等の協力の確保等 (手賀沼環境基金、手賀沼水質浄化対策協議会、手賀沼治水補) 関係地域計画との整合 事業者等に対する助成 	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の水質の監視 調査研究の推進 地域住民等の協力の確保等 (関係地域計画との整合) 事業者等に対する助成 異臭味の原因究明 	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の水質の監視 調査研究の推進 地域住民等の協力の確保等 (関係地域計画との整合) 事業者等に対する助成 異臭味の原因究明 	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の水質の監視 調査研究の推進 地域住民等の協力の確保等 (児島湖流域環境保全対策推進協議会、児島湖クリーン基金) 関係地域計画との整合 事業者等に対する助成 	

- ①琵琶湖集水域では面積割合が比較的大きい農地等の面源からの負荷量の算定値が過小評価である可能性が高いこと。栄養塩負荷量に占める面源負荷量の割合が実際は計算値よりも大きく、点源負荷量が多少削減されたとしても総流入負荷量の変化が小さい可能性がある。
- ②浄化槽の普及（トイレの水洗化）に伴う窒素、リンの流入負荷量の増加。くみ取り便所を浄化槽に変更すると栄養塩負荷量は増加する。
- ③ライフスタイルの変化により生活系の負荷量原単位が増加している可能性があること。
- ④琵琶湖では、滞留時間が長く（約5年）、流入負荷量の変化が即座には湖沼の水質変化に現れにくいこと。
- ⑤底泥堆積物からの栄養塩溶出に伴う負荷量は、集水域からの流入負荷量が減少したとしても即座には減少しない可能性があること。ただし、琵琶湖では夏季でも底層は嫌気状態になることはないので、湖全体への負荷量からみた場合は、底泥からの栄養塩供給の寄与は小さいと考えられる。

一方、図10-7は対策を実施しなかった場合の琵琶湖への流入負荷量変化を計算した結果であるが、対策を実施しなかった場合には、明らかに流入負荷量は増加していたことが推定される。特に生活系と産業系の負荷量は対策がなかった場合は増加していたことが推定される。この増加分は実際には主として下水道整備によって除去されていると考えられる。また、表10-6に水質保全計画に基づく対策を実施した場合としなかった場合での負荷量の違いを示す。琵琶湖では対策を実施しなかった場合に比べ対策を実施したことによって、平成7年度で、CODで20%、T-Nで20%、T-Pで31%が削減されたことになる。したがって、この負荷量計算結果から考えると、現在、水質がほぼ横這いで維持されているのは、対策を実施してきたからこそであって、もし対策を実施していなかったら水質はさらに悪化していたと予想される。

(2) 手賀沼

手賀沼における水質の経年変化（図10-8）、流入負荷量の経年変化（図10-9）、対策なしの場合の流入負荷量の変化（図10-10）は、琵琶湖の場合とほぼ同様の結果となっており、対策により流

表10-6 水質保全計画に基づく対策の有無による負荷量の違いの比較

		単位：kg/日				
年度	項目	負荷削減対策有無	昭和60年度	平成2年度	平成7年度	
手賀沼	T-N	対策なし	2,384	2,607	2,656	
		対策あり（現況）	2,384	2,322	1,987	
		削減率（%）	—	11	25	
	T-P	対策なし	309.8	396.8	367.8	
		対策あり（現況）	309.8	325.7	243.2	
		削減率（%）	—	18	34	
	COD	対策なし	6,711	7,853	8,216	
		対策あり（現況）	6,711	6,867	5,673	
		削減率（%）	—	13	31	
	琵琶湖	T-N	対策なし	23,207	25,363	27,678
			対策あり（現況）	23,207	24,314	22,087
			削減率（%）	—	4	20
T-P		対策なし	1,621	1,862	2,177	
		対策あり（現況）	1,621	1,705	1,492	
		削減率（%）	—	8	31	
COD		対策なし	66,189	69,805	75,496	
		対策あり（現況）	66,189	66,572	60,723	
		削減率（%）	—	5	20	

注) 削減率（%）=100-（対策あり（現況）/対策なし）×100

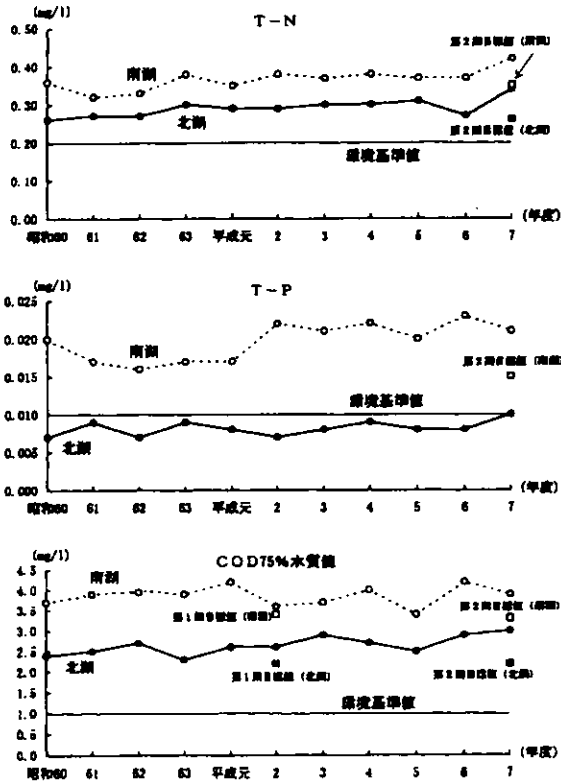


図10-5 琵琶湖における水質変化と水質保全計画での目標値⁴⁾

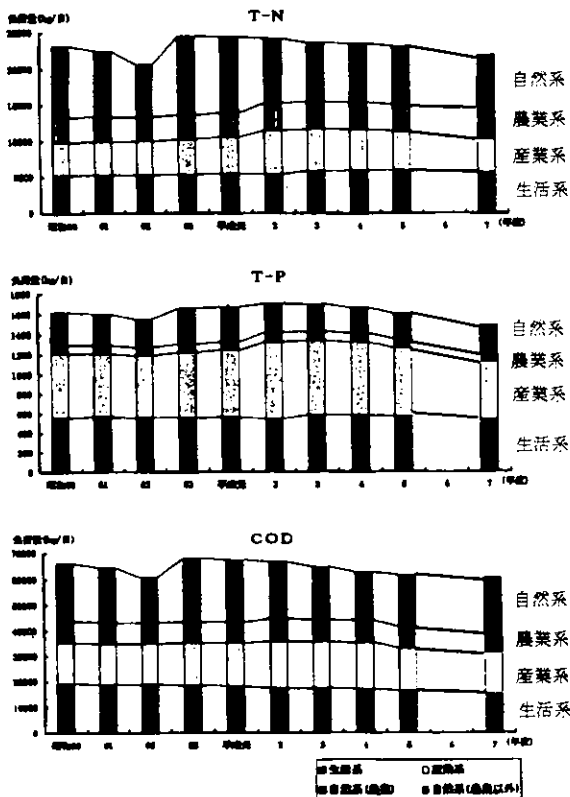


図10-6 琵琶湖での流入負荷量変化⁴⁾

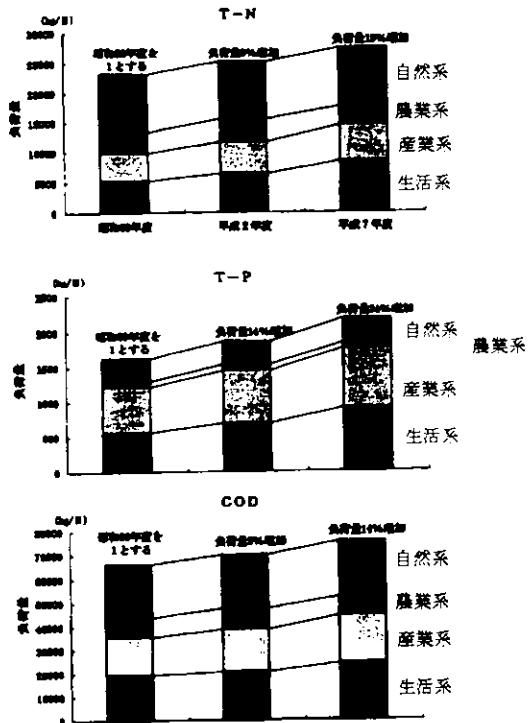


図10-7 対策を実施しなかった場合の琵琶湖流入負荷量変化の予想⁴⁾

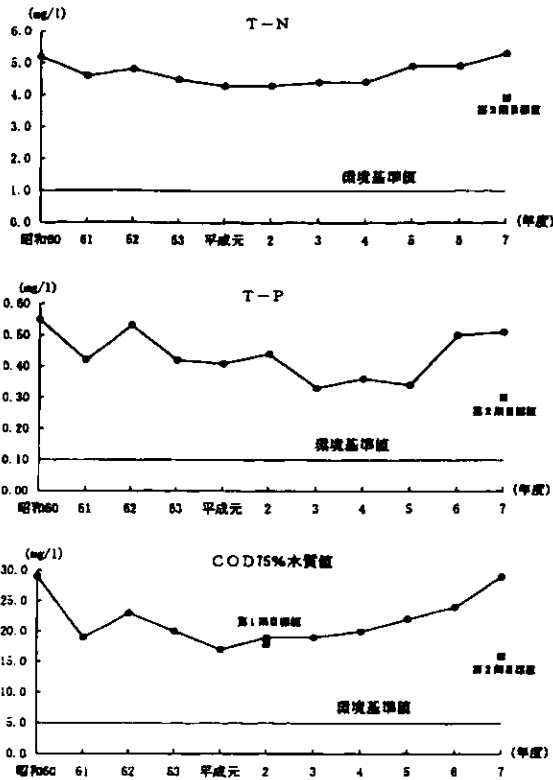


図10-8 手賀沼における水質変化と水質保全計画での目標値⁴⁾

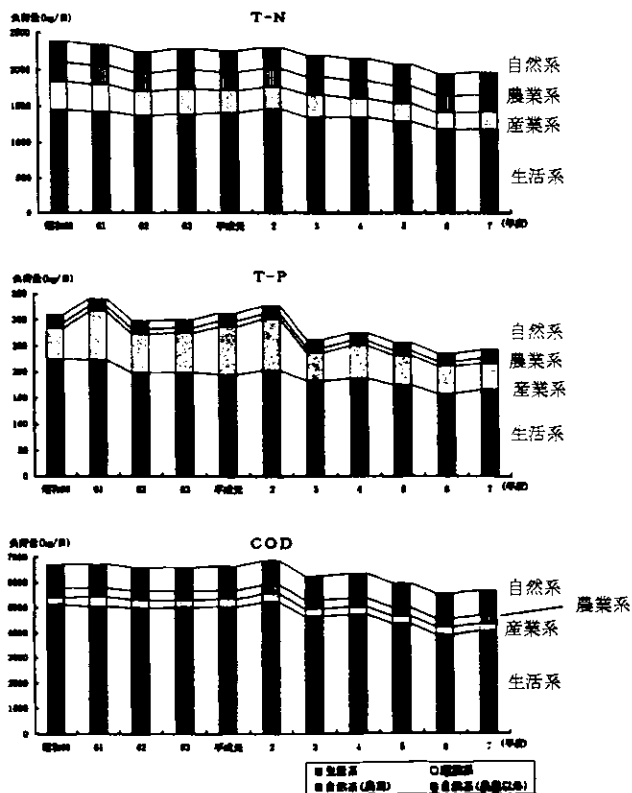


図10-9 手賀沼での流入負荷量変化⁴⁾

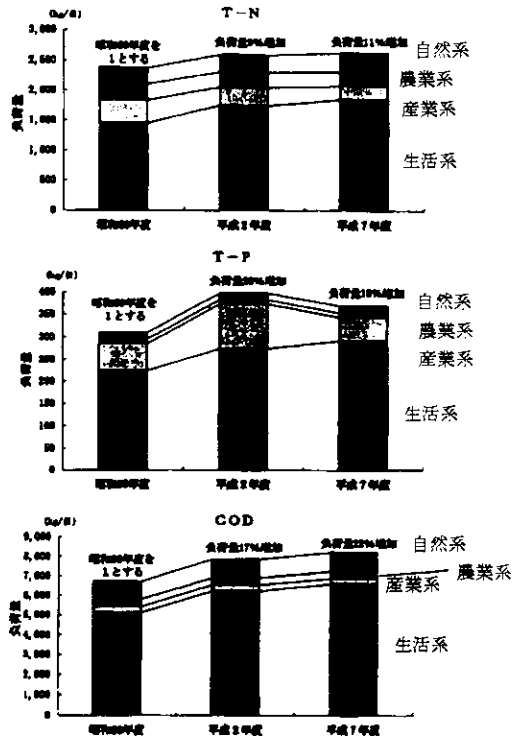


図10-10 対策を実施しなかった場合の手賀沼流入負荷量変化の予想⁴⁾

入負荷量は削減したがその効果が水質には現れていない。手賀沼の場合は琵琶湖に比べると水の滞留時間が短いため沼の水質は流入河川の水質の影響を強く受けている。そこで、流入河川の水質についても経年変化を調べた結果、改善傾向はみられなかった。したがって、手賀沼の水質を改善するためには、流入負荷量を削減するだけでなく、河川の汚濁物質濃度を低下させる対策、例えば浄化用水の導入などが必要ではないかと考えられる。手賀沼での事例は、湖沼の水質を良くするためには流入負荷量を削減するだけではだめな場合があることを示している。

4. 今後の課題

以上のように日本では湖沼水質保全のために、法的規制、下水道整備等の様々な水質保全対策を実施してきたが、湖沼水質の改善は思うように進んでいない。このような日本の経験は、湖沼の水質は一度汚濁が進むときわめて回復が難しいことを明確に示している。湖沼水質保全のために取り組んでいくべき今後の課題としては以下のことが挙げられよう。

(1) 面源からの汚濁負荷量の削減

水田、畑、市街地等からの面源汚濁負荷量に関しては、その量の把握がまだ十分でないため、湖沼水質への影響がはっきりしない。湖沼水質保全対策を考える基礎として、面源負荷量の把握調査をしっかり行う必要がある。また、面源からの汚濁負荷削減対策として、ため池、湿地等の自然浄化機能を利用した浄化方法が試みられているが、データの蓄積が十分でなく信頼性のある技術としてはまだ確立されていない。現場でのパイロット実験による調査事例を増やし、効果のある設計方法の検討を積極的に進める必要がある。さらに、省肥料のための施肥方法の改良や肥料の改良等、営農面も考慮に入れたきめ細かい対策の開発・普及が必要である。

(2) 単独および合併処理浄化槽における窒素・リン除去対策

集水域が広い湖沼では、下水道整備に数十年以上の長期間を要するため、湖沼の水質改善を早急に図っていくためには、合併処理浄化槽等の小規模排水処理施設での窒素、りん除去技術の確立、普及が必要である。現状では、技術的には可能であるが、設備費、維持管理費が高つくことが問題である。低コストで維持管理が楽な処理技術の開発が必要である。

(3) 小規模事業場における窒素・リン負荷削減対策

飲食店、宿泊施設、レジャー施設、養魚場等、小規模事業場からの汚濁負荷量は量的にまだ十分把握されていない場合が多い。負荷量の把握と小規模事業場に導入できる低コストの排水処理装置の開発や財政的な支援制度の確立が必要である。

引用文献

- 1) 環境庁水質保全局監修、水質法令研究会編（1986）湖沼の水質保全、地球社。
- 2) 環境庁編（1988）日本の湖沼環境、大蔵省印刷局。
- 3) 環境庁編（1995）日本の湖沼環境II、自然環境研究センター。
- 4) 日本水環境学会（1997）平成9年度環境庁委託業務報告書、湖沼環境保全対策検討調査。
- 5) 環境庁水質保全局（1996）日本の水環境行政。

第11章 水質総量規制制度とその成果

1. はじめに

1. 1 水質汚濁防止法の成果と問題点

昭和45年（1970年）に制定された「水質汚濁防止法」においては、行政目標として水質環境基準を決定し、その達成を図るために、工場および事業場から排出される排水の濃度を規制してきた。さらに、必要に応じて都道府県で上乘せ規制が行われてきた。

その結果として、健康項目については著しく改善されてきた。また、生活環境項目についても図11-1に示すように河川水質は顕著な改善の傾向が認められた。しかしながら、湖沼の達成率はきわめて低く、改善の傾向が認められない。また、海域については、規制開始時点においても比較的高い達成率とみなせる。しかし、その後顕著な改善は見られない。しかも、図11-2に示すように東京湾、伊勢湾、瀬戸内海など人口、産業が集中する広域的な閉鎖性水域においては、生活環境に関する環境基準の達成率が低い。また、今後さらに汚濁が進行することが懸念され、これらの水域の水質改善対策の一層の推進が必要となった。

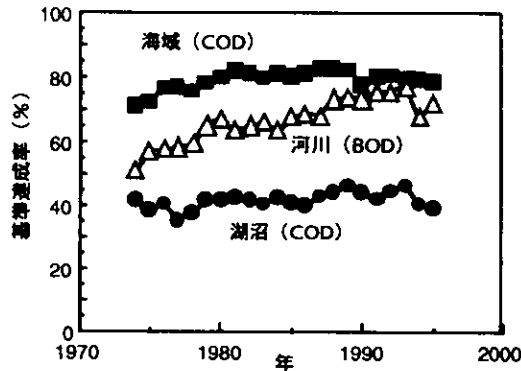


図 11-1 各水域の環境基準達成率

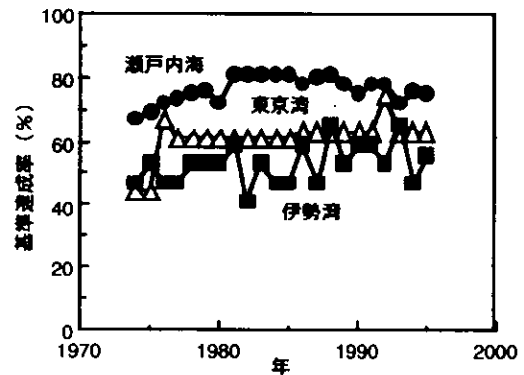


図 11-2 主要海域の環境基準達成率

1. 2 濃度規制方式の限界

このように、濃度規制は一定の成果をあげた。しかし、産業系排水のみならず、生活排水等の規制対象外の排水の負荷も大きい生活環境項目については、次のような制度的な限界が指摘された。

- ・環境基準達成のためには、水域に流入する汚濁負荷量全体を減少することが必要であるが、上乘せ基準等は都道府県毎に設定されているため、対象水域に直接面していない上流県等内陸部からの負荷を効果的に規制できない。
- ・工場および事業場に対する濃度規制の徹底に伴い、その汚濁負荷量は減少したが、それによって相対的に負荷が増えた生活排水に対しては、下水処理場等の処理水を規制しているのみで、生活雑排水も含めた生活系排水全体への配慮が十分でない。
- ・濃度規制であるため、特定施設の新増設に伴う負荷量全体の増大、また、濃度規制に適合させるための希釈排水等に有効に対処できない。

1. 3 総量規制制度の導入

このように、広域的な閉鎖性水域の水質改善を図るためには、濃度規制のみでは不十分であり、その水域の水質に影響を及ぼす汚濁負荷量全体を削減することが必要であり、当該水域の水質管理を行

うトータルシステムとして、産業排水及び生活排水のすべてを対象とするとともに、内部負荷、非特定汚染源からの負荷も含めた総合的な水質保全対策の確立が必要とされた。水質総量規制は、環境基準を達成するために、このような水域への汚濁負荷量を全体的に削減するための手法として昭和53年（1978年）から「水質汚濁防止法」、及び「瀬戸内海環境保全特別措置法」の改正によって制度化された。

なお、「総量規制制度」の導入に先立ち、昭和48年（1973年）には、瀬戸内海の環境保全のために、瀬戸内海環境保全臨時措置法が定められた。同法では、瀬戸内海に排出される産業排水に係わるCODの汚濁負荷量を昭和47年（1972年）の1/2程度に減少させることとした。このため、関係府県に割り当てられた汚濁負荷量にまで減少させるための上乘せ排水基準を設定した。ここで、濃度ではなく汚濁負荷量を減少させる考えが法制度として初めて示された。また、同法で、それを瀬戸内海以外の海域にも適用するよう求められた。同様な規制は、地方公共団体においても実施されてきた。しかし、これらの規制は、次のような点で現行の水質総量規制制度と異なっている。

- ・規制対象が産業排水のみに限定されている場合が多い。
- ・規制手段として濃度規制の強化を行っている。

2. 水質総量規制制度とその仕組み

2. 1 基本的な考え方

水質の総量規制は、総合的な水質保全対策の確立を目指し、汚濁の著しい広域的な閉鎖性水域を対象として、上流県等内陸部からの負荷、生活排水等を含め、汚濁総量を一定量以下に抑えるため、統一かつ効果的な負荷削減措置を講じようとするものである。

このため、基本的考え方は次の通りである。

- ・（対象地域）対象閉鎖性水域の流域全体。削減レベルの都道府県間アンバランスを避けるために内閣総理大臣が総量削減基本方針を示す。
- ・（削減総量）水質汚濁防止法の対象である工場、事業場と、生活排水等の規制対象外の負荷も含めた汚濁負荷のすべての量。
- ・（削減目標量）発生源別に示す。
- ・（目標達成方法）指定地域内事業場に総量規制基準の遵守義務を課すのみならず、下水道ならびにし尿処理施設整備、し尿浄化槽対策、小規模排水対策、教育・啓蒙等の広範な施策展開。
- ・（規制対象）間接冷却水、雨水等を除いた工程排水を中心とする特定排出水の1日あたりの汚濁負荷量。
- ・（負荷量測定）汚濁負荷量の測定、記録、および測定手法の届出の義務。

なお、大気汚染防止法の硫黄酸化物に関する総量規制制度、また米国における総量規制制度（TMDL: Total Maximum Daily Loading）は、環境基準と直接リンクしている。例えば、TMDLの場合、対象水域の水質環境基準を達成しうる負荷量を達成することが目標となる。わが国の水質環境基準は、達成維持すべき行政目標であることはいうまでもないが、東京湾のような人口、産業が集中した対象水域の水質の現状からすれば、総量規制において環境基準の全面的な達成を前提とした目標値を直ちに設

定して規制することは非現実的であるとともに、科学的に目標を設定することは困難であると考えた。

このため、総量規制による負荷削減の目標値は、産業活動及び人口の伸び等による負荷量の増加を見込むとともに、排水処理技術及び下水道整備の動向をふまえて、目標年次における現実的に対応可能な範囲で目標を定めるものとした。また、目標値について、一定の達成期間を定めるとともに、中間目標を設けることにより、目標値の達成が円滑になされるよう配慮するものとした。

さらに制度の的確な運営のために、普及可能な機器により、個別発生源毎の負荷量の測定体制と、測定結果の収集体制を整備することとした。総量規制制度の概要を図11-3に示す。

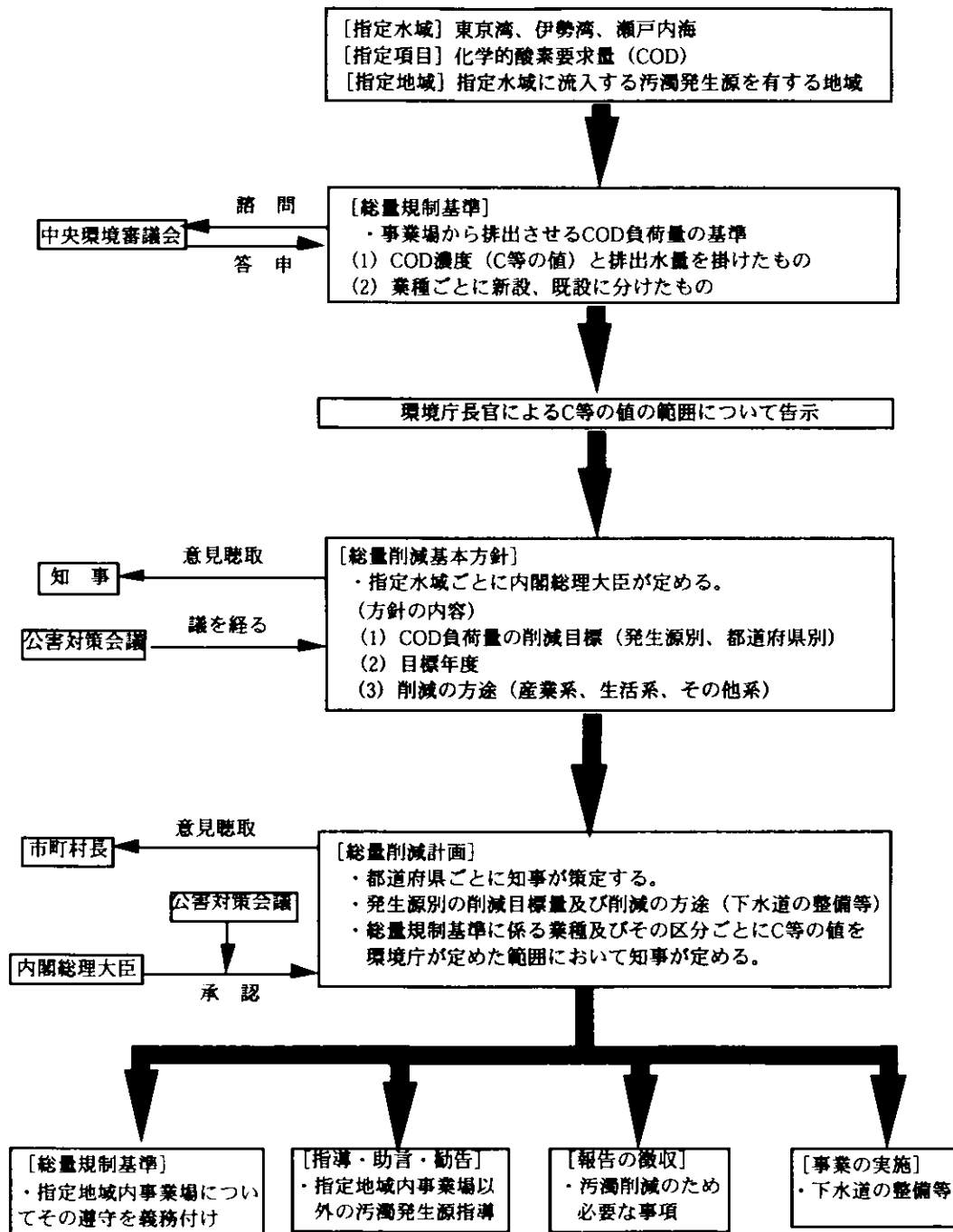


図11-3 総量規制制度の概要

2. 2 指定水域、地域、項目

総量規制の対象となる指定水域、指定地域（指定水域の水質汚濁に関係のある地域）、ならびに指定項目（汚濁負荷量の削減対象項目）は政令で定められる制度となっている。総量規制の対象水域は、後背地に汚濁源が集中し、汚濁の程度が著しい特定の広域的な閉鎖性水域とし、原則として対象水域に流入する汚濁負荷を発生する地域を規制の及ぶ地域とした。現在、これらは次のように指定されている。

- ・指定水域：東京湾、伊勢湾、瀬戸内海
- ・指定項目：COD
- ・指定地域：指定水域に流入する汚濁発生源を有する地域（20都府県）

2. 3 総量削減基本方針

総量規制では、まず内閣総理大臣が次のような総量削減基本方針を定める。第1次総量規制の基本方針は昭和54年（1979年）に定めた。

- ・当該水域に流入する現時点での汚濁負荷量。
- ・人口、産業の動向、排水または廃液の処理技術水準、下水道等の整備の見通しなどを勘案し、実施可能な限度内において、水質環境基準を確保するための汚濁負荷量の削減の目標、目標年度。
- ・汚濁負荷量の発生源別ならびに都道府県別の削減目標量。

総量規制においては目標年度における都道府県別・発生源別の削減目標量をCODの発生負荷量（公共用水域に排出される負荷量）により設定し、その達成を目指すこととしているため、環境庁では各発生源からの発生負荷量の把握を行っている。発生負荷量は表 11-1に示すように、生活系、産業系、その他系（畜産、土地等）の3種類に大別して集計している。

表 11-1 発生負荷量の算定区分

	区分	細区分
生活系	指定地域内事業場	下水処理場（生活系分） し尿処理場 合併処理浄化槽（201-500人、500人以上） 単独処理浄化槽（201-500人、500人以上）
	非特定汚染源	合併処理浄化槽（201人以下） 単独処理浄化槽（201人以下） 生活雑排水
産業系	指定地域内事業場	産業系特定事業場（50m ³ /日以上） 下水処理場（産業系分）
	非特定汚染源	小規模事業場（50m ³ /日以下） 未規制事業場
その他系	指定地域内事業場	畜舎 下水処理場（畜産系分） 下水処理場（その他分）
	非特定汚染源	畜産（牛、馬、豚） 土地（山林、水田、その他土地） 廃棄物最終処分場

2. 4 総量削減計画

この基本方針に基づき、都道府県知事は汚濁負荷量の削減目標を達成するための次のような総量削減計画を定める。第1次の場合、昭和55年（1980年）に策定された。

- ・発生源別の汚濁負荷量の削減目標量。
- ・削減目標量の達成方法。

総量規制制度は環境基準の確保を目的としているが、削減目標量については排水処理技術の水準、下水道等の生活排水処理施設の整備の見通し等を勘案して、実施可能な限度における対策努力を前提として定める。とくに、生活系と産業系の排水について全体としてバランスのとれた削減を試みている。

総量規制における削減目標量の達成のための主要な施策は次の通りである。

- a) 生活系排水対策：生活系排水は全汚濁負荷量に占める割合が大きいため、下記の施策によって負荷量の削減を図る。
 - ・下水道整備、ならびに生活排水処理施設（合併処理浄化槽、農業集落排水処理施設、コミュニティプラント等）の整備の促進。
 - ・処理施設の高度化及び適正な維持管理の推進。
 - ・普及啓発事業による家庭からの汚濁負荷の削減。
- b) 産業系排水対策：公平性の確保に努めながら負荷量の削減を図る。
 - ・総量規制基準（(4)参照）による工場、事業場の規制。
 - ・小規模・未規制事業場排水対策に関する指導要綱の整備、規制対象の拡大、報告徴収制度の活用による対策の強化。
- c) その他の対策：非特定污染源対策の推進による負荷量の削減を図る。
 - ・畜産排水対策に対する指導の強化。
 - ・合流式下水道の改善等の市街地雨天流出水対策の促進。
 - ・底質の改善。
 - ・養殖漁場対策。
 - ・河川、沿岸生態系の保全・回復による自然浄化機能の維持。

2. 5 総量規制基準

2. 5. 1 総量規制基準の考え方

従来の濃度規制は排水口毎の濃度で規制されていた。これに対し、総量規制基準は、都道府県知事が指定地域内事業場（総量規制地域内にある排水量50m³/日以上 of 工場・事業場）から排出される排出水の1日あたり、事業場単位の汚濁負荷量の許容限度であり、次式で定められる。

$$L = C \cdot Q \times 10^{-3}$$

ここに、 L：排出が許容される汚濁負荷量（kg/日）

C：都道府県知事が定める一定のCOD値（mg/l）

Q：特定排出水の量（m³/日）

なお、特定排水とは、特定事業場において事業活動その他人の活動に使用された水であり、冷却用、

減圧用等、汚濁負荷が増加しない用途の水を除いている。

しかし、新增設の指定事業場からの負荷量は、できる限り抑制するため、1980年以降新增設の事業場については次式で定める（第4次総量規制）。

$$L = (C_0 \cdot Q_0 + C_i \cdot Q_i + C_j \cdot Q_j) \times 10^{-3}$$

- ここに、 L : 排出が許容される汚濁負荷量 (kg/日)
- C₀ : 都道府県知事が定める一定のCOD値、Q₀に対応 (mg/l)
- C_i : 都道府県知事が定める一定のCOD値、Q_iに対応 (mg/l)
- C_j : 都道府県知事が定める一定のCOD値、Q_jに対応 (mg/l)
- Q₀ : 特定排出水の量 (Q_i、Q_jを除く) (m³/日)
- Q_i : 1980.7.1より1991.6.30までの新增設で増加した特定排出水の量 (Q_jを除く) (m³/日)
- Q_j : 1991.7.1以降の新增設で増加した特定排出水の量 (m³/日)

上記の都道府県知事が定める一定のCOD値はC値と呼ばれており、業種その他の区分毎に上限値ならびに下限値が環境庁によって定められている。業種区分は、第1次総量規制では217区分であったが第4次総量規制では232区分と増加している。

2. 5. 2 C値の決定方法とその変化

C値の下限値（もっとも厳しい場合）は、現在最も普及している処理技術、平均的な排水水質の実態をふまえて決定されている。とくに、新設に係わるC_j下限値については現在実用化され普及している処理技術のうち、最もCOD除去率の高い処理技術を勘案して決定されている。都道府県知事は、この範囲内においてC値を定めることとなっている。

表11-2には第4次総量規制におけるC値の設定の際、参考にした産業別排水の平均的な実態をまとめた。原水水質は400から600 mg/lのレベルで、食料品、有機化学工業がやや高い。しかし、処理水水質は食料品、有機化学工業、生活関連が20 mg/l程度であるのに対し、繊維、紙パルプなどの産業は除去率が低く、40mg/lを越えている。これは、表中に示したように繊維、紙パルプはBOD/COD比が低く、最も普及している生物処理での除去率が低いことに起因すると考えられる。

表11-3には、平成6年度（1994年）に実施した排水処理実態についてのアンケート調査結果より、平均的な（50%値）排水原水水質、処理技術Ⅰ、すなわち「現在最も普及している標準的な処理技術」、ならびに処理技術Ⅱ、すなわち「現在実用化され普及している処理技術のうちで最もCOD除去率の高い処理技術」、及び対応する処理水質（50%値）の実態をまとめた。有機系排水を排出するほとんどの業種で、処理技術Ⅰが生物処理、また処理技術Ⅱが生物+凝集沈殿処理であった。しかし、無機化学工業、窯業、金属・機械・電気工業では処理技術Ⅰが凝集沈殿処理、また処理技術Ⅱが凝集沈殿+砂ろ過処理であった。

表11-4には第1次（C₀値のみ）ならびに第4次総量規制におけるC値の設定例を示す。第4次総量規制では、排水水質の実態、排水処理技術の水準、汚濁負荷量の削減のために今までとられてきた措置等を勘案し、公平性の確保に努めながら、第3次よりさらにC値の低減（97区分における改訂）がはかられた。第3次総量規制まではC値の上限値が一律排水基準（160 mg/l）以上の業種が18業種（区分）あったが、第4次ではパルプ、コールタール、イオン交換樹脂、コークス製造業の4業種

に減少している。第1次の総量規制基準と比較するとパルプ、コールドール、コークス製造業のようにC値が高い業種ほどその値の低減が顕著である。一方、乳製品製造業のように1次から4次までほとんど変化していない業種もある。

表11-2 産業別原水ならびに処理水の平均水質 (COD、mg/l) とBOD/COD比

業種名	処理方法	原水の水質 (生物)	原水の水質 (生物+凝集)	計
	項目			
食料品	COD	600	680	630
	BOD	990	1190	1060
	BOD/COD	1.65	1.75	1.68
繊維	COD	450	400	390
	BOD	380	381	370
	BOD/COD	0.84	0.95	0.95
紙・パルプ	COD	420	460	360
	BOD	370	400	320
	BOD/COD	0.88	0.87	0.89
化学工業 (有機)	COD	450	780	540
	BOD	860	1060	860
	BOD/COD	1.91	1.36	1.59
生活関連	COD	390	520	390
	BOD	500	830	520
	BOD/COD	1.28	1.60	1.33

業種名	処理方法	処理水の水質 (生物)	処理水の水質 (生物+凝集)	計
	項目			
食料品	COD	17.8	15.2	18.0
	BOD	10.8	10.2	11.9
	BOD/COD	0.61	0.67	0.66
繊維	COD	48.3	37.4	45.3
	BOD	21.7	19.8	25.6
	BOD/COD	0.45	0.53	0.57
紙・パルプ	COD	59.3	45.2	47.6
	BOD	27.4	17.9	30.4
	BOD/COD	0.46	0.40	0.64
化学工業 (有機)	COD	20.8	25.2	24.6
	BOD	11.0	19.7	17.1
	BOD/COD	0.53	0.78	0.69
生活関連	COD	13.4	13.0	13.6
	BOD	8.5	7.7	8.7
	BOD/COD	0.63	0.59	0.64

表11-3 排水処理の実態 (例)

業種 番号	業種その他の区分	原水水質 50%値	処理水水質			
			処理技術 I		処理技術 II	
			処理方法	50%水質	処理方法	50%水質
2	畜産農業 (1,000t/d未満)	1,970	B	75	B+C+F	117
6	乳製品製造業	270	B	19	B+C+F	14
18	醤油・食用アミノ酸製造業	483	B	21	B+C+F	15
41	清涼飲料水製造業	240	B	18	B+C+F	14
79	パルプ製造業 (未さらしケミ グランドパルプ製造工程)	1,140	C+B	50	C+B+F	45
102	窒素質・リン酸質肥料製造業	87	C	12	B+C+F	18
120	プラスチック製造業	166	B	26	B+C+F	20
147	石油精製業	87	B	12	B+C+F	9
149	コークス製造業	4,420	B	23	B+C+F	17
169	砕石製造業	8	C	7	C+F	7
209	下水道業	85	B	12	B+C+F	9
213	飲食店	150	B	14	B+C+F	10
221	し尿浄化槽 (501人以上)	92	B	12	B+C+F	9

注) B: 生物処理、C: 凝集処理、F: 砂ろ過

表 11-4 第1次ならびに第4次総量規制におけるC値の設定例

業種 番号	業種その他の区分	第1次		第4次					
		C0		C0		Ci		Cj	
		下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値
2	畜産農業 (1,000t/d未満)	70	140	70	120	70	100	60	90
6	乳製品製造業	30	60	30	50	30	50	20	40
18	醤油・食用アミノ酸製造業	90	120	70	100	70	90	40	80
41	清涼飲料水製造業	20	120	20	60	20	50	20	40
57	繊維工業 (麻製織工程)	100	120	90	110	90	110	90	110
79	パルプ製造業 (未さらしケミ グランドパルプ製造工程)	210	330	140	170	130	170	130	170
102	窒素質・リン酸質肥料製造業	30	120	30	90	30	70	30	60
120	プラスチック製造業	30	50	30	50	30	50	30	50
147	石油精製業	20	60	20	50	20	40	20	40
149	コークス製造業	250	350	180	220	180	200	90	160
169	砕石製造業	20	40	20	40	20	40	20	40
209	下水道業	30	110	20	60	20	40	20	40
213	飲食店	-	-	50	70	40	60	30	50

2. 6 汚濁負荷量の監視体制

水質の総量規制制度においては、事業者による適正な汚濁負荷量の測定及び記録が制度的確な運営上不可欠である。汚濁負荷量の測定は、直接的に自動連続測定することが望ましい。しかし、COD負荷量を公定法に従って直接的かつ自動連続測定するのは困難である。このため、表11-5に示すように、普及可能な測定機器によって工程排水量とCOD濃度とを測定し、その積で汚濁負荷量とすることとしている。測定の原則は、流量計とCOD等の自動分析計であるが、小規模な排水については簡易な方法で実施することも可能としている。

表11-5 汚濁負荷量の測定方法と測定頻度の概要

計測法	事業場	日平均排水量 400m ³ 以上	日平均排水量 400m ³ 未満	水の量との関係が明らかである場合		その他 (差し引き方法)
				400m ³ /日以上	400m ³ /日未満	
COD濃度 Cmg/l	(1) 水質自動計測器 (COD計、TOC計、TOD計、UV計等) (自動採水、記録機能付)	○	○	—	—	
	(2) コンポジットサンプラー+指定計測法	(1) によることが技術的に妥当でない場合その他 (1) によりがたいと認められる場合可能	○	—	—	(1) によることが技術的に妥当でない場合その他 (1) によりがたいと認められる場合可能
	(3) 指定計測法 (1日3回以上試料採取)	都道府県知事が定める場合可能	○	—	—	都道府県知事が定める場合可能
	(4) 簡易な計測器 水質計測器 (自動採水、記録機能がないタイプ) (1日3回以上試料採取)	都道府県知事が定める場合可能	○	—	—	都道府県知事が定める場合可能
排水量 Qm ³ /d	(1) 流量計又は流速計 (流量積算、記録機能付)	○	○	○	○	○
	(2) 積算体積計 (記録機能付)	○	○	○	○	○
	(3) JIS K0094の8等の簡易な計測方法	都道府県知事が定める場合可能	○	—	○	都道府県知事が定める場合可能

注：指定計測方法とは、環境庁告示第64号に定める排水の検定方法（手分析）である。

指定地域内事業場の日平均排水量	回数
400m ³ 以上	排水の期間中、毎日
200m ³ 以上、400m ³ 未満	7日を超えない排水の期間ごとに1回以上
100m ³ 以上、200m ³ 未満	14日を超えない排水の期間ごとに1回以上
50m ³ 以上、100m ³ 未満	30日を超えない排水の期間ごとに1回以上

3. 総量規制の実施状況—総量削減基本方針

総量規制は、まず第1次総量規制が、昭和59年（1984年）を目標年次として昭和54年（1979年）から実施された。これにより、図11-5に示すように、CODの負荷量は3海域ともに減少した。しかし、その水質の改善状況は十分でなく、赤潮や青潮の発生などが見られた（後述図11-、11-参照）。このため、さらに平成元年（1989年）、平成6年（1994年）の各年度を目標に第2次、第3次まで実施された。

1989年度から1994年度までの第3次総量規制では、生活系は12%、産業系は9%、その他2%の削減を、また海域別では東京湾は13%、伊勢湾は8%、瀬戸内海は9%の削減を図ることとなった。また、都府県別には、下水道整備の見通し、過去の削減状況等を勘案しつつ削減目標量が定められており、都府県によって削減率の差が生じている。

さらに指定水域の水質改善が依然として必要であるとの認識から、平成8年（1996年）4月には平成11年（1999年）を目標年次とする第4次総量削減基本方針が示された。これによると、海域別では東京湾は8%、伊勢湾は7%、瀬戸内海は4%、3海域全体では5%の削減を図ることとなった。発生源別では、生活系は9%、産業系は3%の削減となるが、その他系では逆に5%の増加となる。これは、平成6年度が渇水年であったことによるもので、平年ベースに補正した負荷量ではほぼ横ばいとなる。

4. 総量規制の実施状況—対策の実施状況と発生負荷量の推移

図11-4は第1次総量規制実施以降の東京湾、伊勢湾、瀬戸内海ならびに3海域合計のCOD負荷量の推移ならびに第4次の目標年度である平成11年（1999年）の目標値を示す。東京湾においては生活系は順調に減少してきたが、産業系はあまり進んでいない。瀬戸内海は生活系、産業系共に削減されてきたが、東京湾に比較して遅いペースにある。その他系はほぼ横這いである。

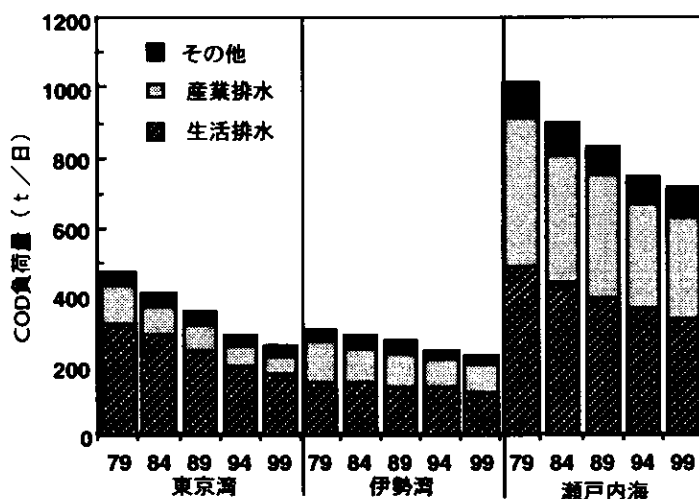


図11-4 東京湾、伊勢湾、瀬戸内海ならびに3海域に対するCOD負荷量の推移と平成11年度における目標値

図11-5には、昭和59年（1984年）ならびに平成4年（1992年）における東京湾、伊勢湾、瀬戸内海に対する発生源別COD負荷量の割合を示す。昭和59年には、生活系排水の占める割合が極めて高

く、東京湾70%、伊勢湾、瀬戸内海ではやや少ないものの、53%、49%を占めていた。とくに、そのうちの65~80%を生活雑排水が占めていた。

しかし、生活排水対策の進展により、平成4年には生活排水の割合がやや減少してきている。とくに、未処理で放流されている生活雑排水の占める割合は、いずれの海域でも減少している。一方、生活排水とは相対的に、東京湾ならびに瀬戸内海では産業系の割合が増加している。

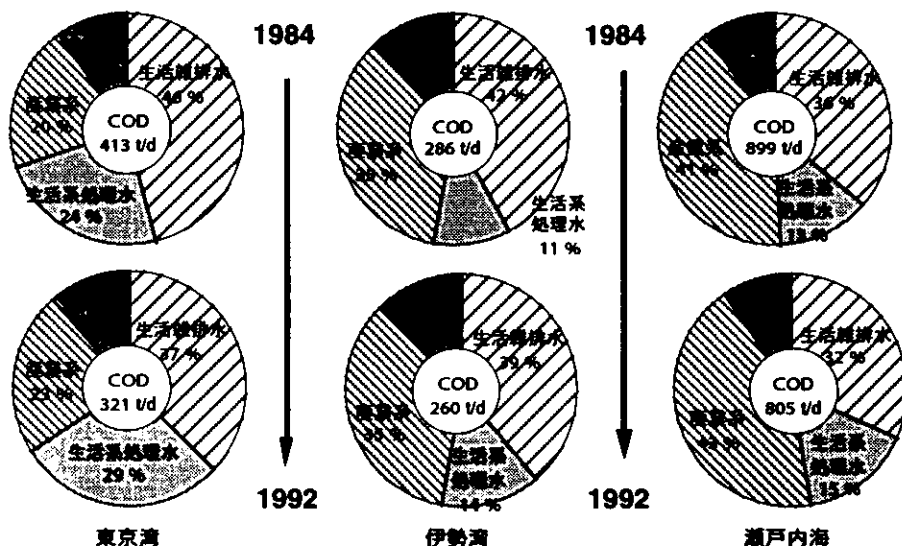


図 11-5 東京湾、伊勢湾、瀬戸内海に対するCOD負荷量の割合とその変化

(1) 生活系排水対策の実施状況

図11-6には3指定地域内の人口の推移を示す。総人口は各海域共にわずかではあるが増加している。図11-7には3指定地域内における生活排水の処理形態別の人口の変化を示した。いずれも下水道利用人口の伸びが著しい一方、し尿処理人口は年々減少している。浄化槽の利用人口は東京湾では減少の傾向にあるが、瀬戸内海では横這いである。伊勢湾では下水道整備の速度がやや遅く、浄化槽利用人口が増加している。このため、生活雑排水の排出人口は減少し、平成4年(1992年)における未処理割合は東京湾、伊勢湾、瀬戸内海でそれぞれ25.2%、54.6%、45.5%に低下した。

図11-8には、平成4年(1992年)における総量規制3海域の処理形態別人口と負荷量の割合を示す。下水道と合併浄化槽の人口は60.1%を占めるが、その負荷量は約27%に過ぎない。また、し尿処理人口は16.5%を占めるが、それ自身の負荷は1%以下である。しかしながら、し尿処理ならびに単独浄化槽等に頼る約40%の人口は生活雑排水を排出するため、その負荷量は65%にも達する。生活系排水の負荷量に占める生活雑排水の割合がきわめて大きいことを示している。

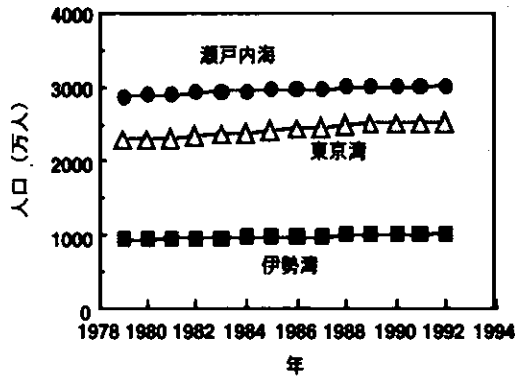


図 11-6 3指定地域内の人口の推移

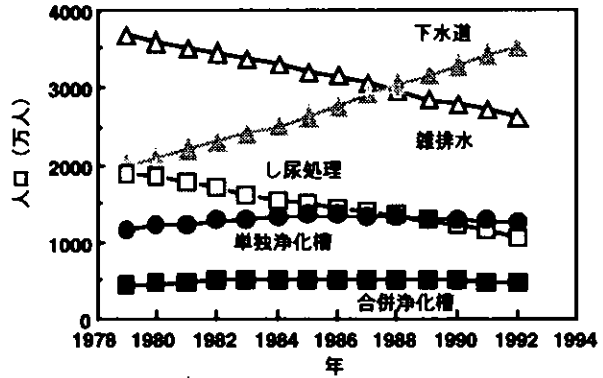


図 11-7 3指定地域内における生活排水処理形態別の人口の変化

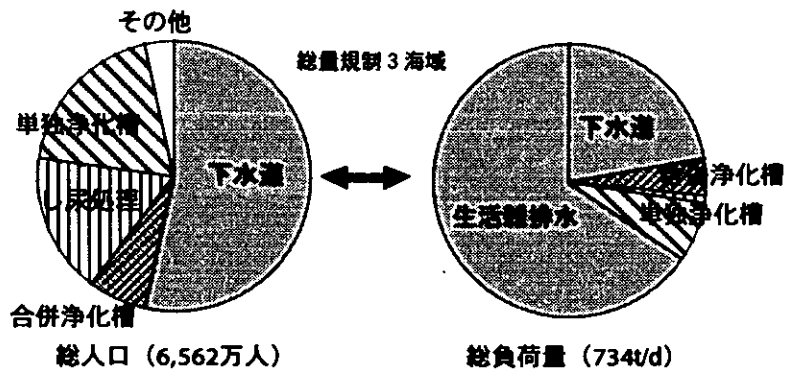


図 11-8 指定3海域の処理形態別人口と負荷量の割合 (1992年)

表11-6 指定地域内事業場における排水処理施設の新増設の状況

処理方式	施設数
活性汚泥処理	197
その他生物処理	117
凝集沈殿	118
砂ろ過	71
油水分離	13
オゾン処理	4
活性炭処理	50
その他高度処理	9
その他処理施設	98
合計	677

表11-7 指定地域内事業場における工程内対策の実施状況

対策の種類	事業場数
用水の合理化	123
製造工程の変更	98
処理施設の維持管理強化	116
その他	37
合計	374

(2) 産業系排水

産業系の汚濁負荷削減対策としては、排水処理施設の整備の他、用水の合理化、製造工程・原料の変更等の工程内対策が講じられてきた。表11-6には平成2年度から5年度上半期における指定地域内事業場における排水処理施設の新増設の状況をまとめた。活性汚泥法を中心とする生物処理と凝集沈殿や砂ろ過のようなSS除去のための処理法の採用が主体であるが、活性炭処理のような高度な処理方法を採用した事業場もあった。また、表11-7には工程内対策の状況をまとめた。単に処理施設の新増

設のみならず、維持管理強化、さらには用水の合理化、製造工程の変更も含めて総量規制基準の遵守に努めてきたといえよう。

業種毎の対応状況を明らかにするため、表11-8には業種別の対策の実施状況をまとめた。排水処理施設の新増設で対応した事業場は全体の5から20%であり、石炭石油製品製造業が最も高かった。一方、食料品や繊維工業のような比較的規模の小さい事業場は新増設、工程内対策も相対的に近年の実施例が少ないようである。また、表11-9には平成6年度アンケート結果による製造工程内対策の概要をまとめた。薬品の使用の適正化、工程管理の強化など、排水処理に頼らない工程内対策でもかなりの負荷削減が可能であったと推定される。

表11-8 指定地域内事業場における業種別の対策の実施状況

業 種	総事業場数 (1992)	新増設 事業場数	新増設 比率 (%)	工程内対策 事業場数	工程内対策 比率 (%)
食料品製造業	1,253	69	5.5	49	3.9
繊維工業	589	26	4.4	27	4.6
パルプ等製造業	220	17	7.7	25	11.4
化学工業	603	74	12.3	68	11.3
石油・石炭製品	48	9	18.8	5	10.4
鉄鋼業	204	13	6.4	4	2.0
その他産業系事業場	5,070	223	4.4	13	2.6
生活系事業場	-	37	-	-	-
合 計		468		309	

表11-9 製造工程内対策の概要 () は回答数

対 策	主 要 な 内 容
製造工程の改善 (742)	<ul style="list-style-type: none"> ・工程管理の強化 (238) ・使用機器類の新調 (209) ・自動機器類の導入 (157) ・その他 (138)
原材料等の転換 (97)	<ul style="list-style-type: none"> ・加工原材料に転換 (38) ・原材料の加工を委託処理 (5) ・その他 (54)
使用薬品の変更 (534)	<ul style="list-style-type: none"> ・使用量の適正管理 (263) ・窒素・リンを含まない薬品への変更 (190) ・その他 (81)
その他の対策 (411)	<ul style="list-style-type: none"> ・歩留まり改善 (180) ・工程内リサイクル (103) ・廃棄物の有効利用 (94) ・その他 (34)
濃厚廃棄物の別途処理 (117)	<ul style="list-style-type: none"> ・焼却等の別途処理 (51) ・産業廃棄物処理委託 (51) ・肥料化 (15)

総量規制基準の遵守状況を表11-10にまとめた。1日でも基準を超過した事業場の数は約7%であり、近年の顕著な変動はない。超過理由は表11-11にまとめたように、処理施設の未設置は少なく、維持管理の不徹底が最も大きな原因であった。また、施設の故障、老朽化、また、操業状況の変化に起因す

ると考えられる流入水量や濃度の増加や変化なども主要な原因であった。なお、総量規制基準超過に対しては、直罰性をとっている排水基準違反と異なり、都道府県知事による改善命令を行うことができる」とされている。実際には、表11-12に示すような様々な対策、指導が行われてきている。

表11-10 総量規制基準の遵守状況（3海域）

	総事業場数	超過事業場数	比率 (%)
平成2年度	10,669	813	7.6
平成3年度	10,688	743	7.0
平成4年度	10,886	745	6.8
1.年間で1日以上超過事業場数 2.201-500人槽の浄化槽は除外			

表11-11 総量規制基準超過の原因（3海域）

原因	比率 (%)
処理施設の未設置	3.6
処理施設の故障・老朽化	14.6
処理施設の維持管理の不徹底	40.9
流入水量・水質の増加、変動	15.6
測定ミス、不明	25.3

表11-12 総量規制基準超過に対する対策、指導の内容（総数95のうちの%）

内容	割合 (%)	対策指導例
維持管理の徹底を指導	54	<ul style="list-style-type: none"> ・ばっき時間の適正化 ・pH計と薬注設備の連動化 ・ポンプ作動時間（仕事量）の調節 ・凝集沈殿処理の徹底
処理施設の改善指導	25	<ul style="list-style-type: none"> ・触媒の交換 ・ばっき方法の変更 ・移動式フローティング・スカム・スキマの設置 ・回分から連続式への処理方式変更 ・消泡設備の設置
処理能力の増強・節水指導	8	<ul style="list-style-type: none"> ・ばっき槽の設置 ・前処理施設（沈殿槽）の設置 ・マルチフィルタ・砂ろ過の設置 ・酸化・凝集沈殿プロセスの追加
その他	-	<ul style="list-style-type: none"> ・設備点検回数の強化 ・高負荷の工程対策指導 ・点検、清掃の実施 ・雨水、地下水浸入防止対策の実施 ・合併浄化槽の設置 ・濃厚廃液の処理委託（産業廃棄物） ・使用薬品・原材料の変更

図11-9は総量規制を行ってきた3海域における産業別の負荷割合を示す。産業系の内ではパルプ・紙・紙化工業の負荷量が最も多い。次に多いのは化学産業である。しかし、50m³/day以下の特定事業場、ならびに未規制の事業場の負荷量が30%以上を占めている。小規模・未規制の事業場に対しては、都府県において条例、要綱の整備、技術マニュアルの作成等により対策の推進が図られているが、今後更なる対策が必要であろう。

図11-10は、50m³/day以下と未規制の事業場を除いた主要な産業別の負荷量と製品出荷額の比較を行った図である。製品出荷額に対して、パルプ・紙・紙化工業の負荷量が大きいがわかる。逆に、食品や鉄鋼は相対的に負荷量が小さい。

このように現在の負荷量を見る限り、特定の業種が占める割合が大きいいえる。しかしながら、

もともとの排水の特性からして、きわめて処理しやすい排水もあれば、技術開発を待たなければ処理困難な排水もある。製品出荷額のみが必ずしも負荷量の妥当性を判断する指標にはならず、製品需要、雇用など様々な社会的背景も含めて判断する必要がある。

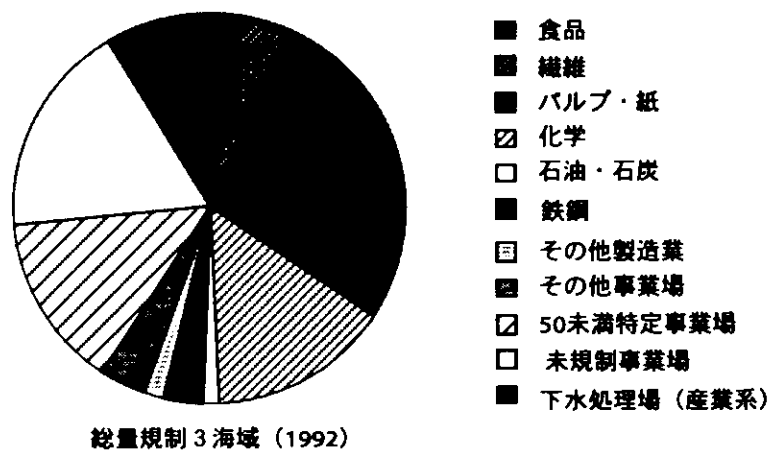


図 11-9 3海域産業区分別負荷量の割合（1992年）

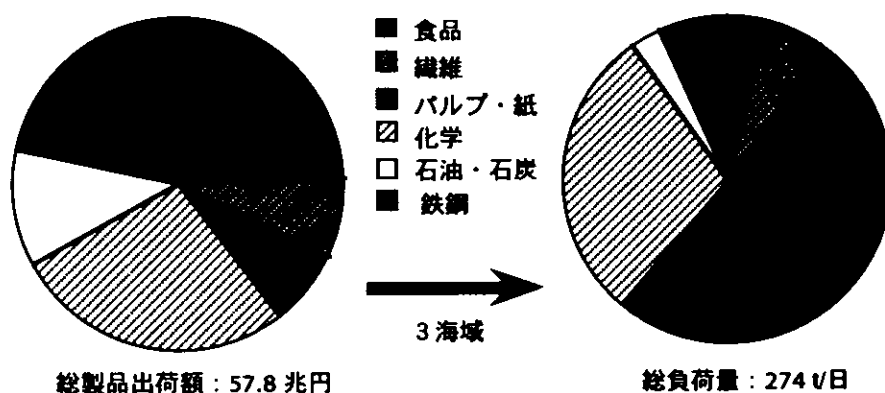


図 11-10 主要6業種別の製品出荷額と負荷量の割合（1992年）

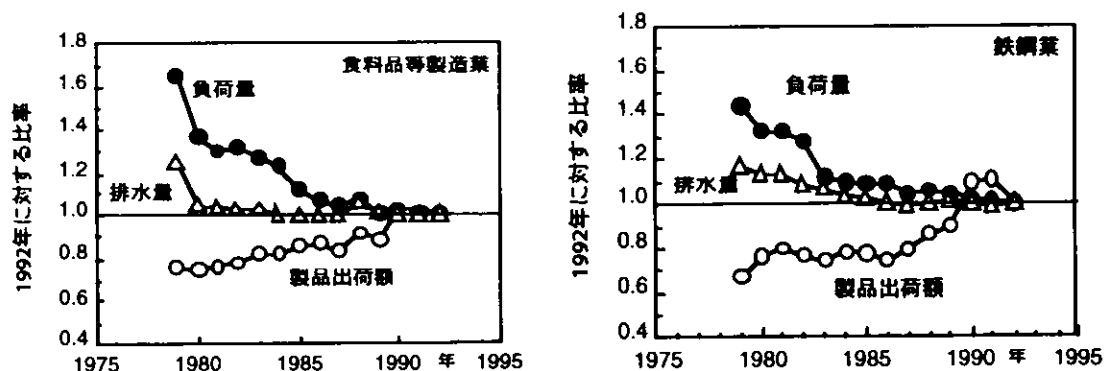


図 11-11 食品ならびに鉄鋼業の製品出荷額、排水量と負荷量の変化

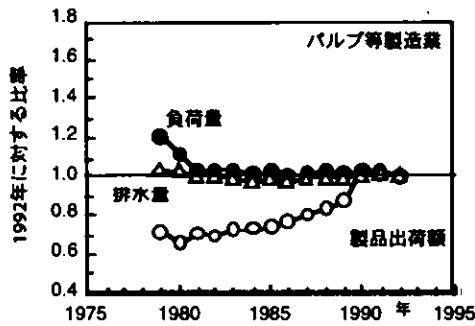


図 11-13 パルプ等製造業の製品出荷額、排水量と負荷量の変化

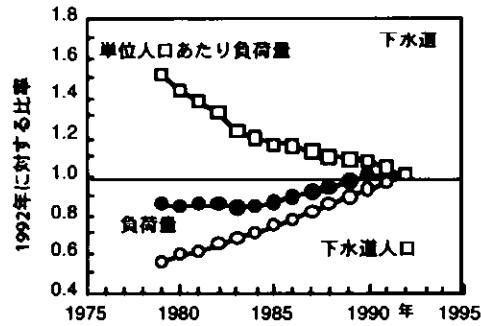


図 11-13 下水道の人口、総負荷量と一人当たり負荷量の変化

さらに、排水処理は一般に処理レベルを向上すればするほど、処理レベルを向上する費用が増加する。したがって、これまで排水処理や工程内対策を十分に行ってきた事業場ほど新たな負荷削減は困難である。図11-12から図11-14は、いくつかの業種と下水道を対象にして、総量規制3海域を対象に、総量規制に伴う負荷削減の経過をまとめた図である。いずれも平成4年（1992年）のレベルに対する相対値で表している。

食料品製造業の場合、昭和54年（1979年）には現在の1.7倍程度の負荷量があった。規制導入初期には30%以上の負荷の低下があった。同時に20%以上の節水も行われた。しかし、その後の負荷量の削減は緩やかであり、昭和62年（1987年）以降はほとんど変化していない。しかしながら、昭和54年から現在まで製品出荷額は一定の増加を示しているため、総量規制の効果はあったといえよう。

同様な傾向は鉄鋼業にも認められる。また、パルプ等製造業についても同様であるが、他の産業に較べて負荷量の低下の度合いは少ない。しかしながら、製品出荷額の増加を勘案すると総量規制の効果が現れていると判断される。下水道は、産業系と異なり、その負荷量は一貫して増加している。これは、先に述べたように下水道人口の増加が原因であり、負荷削減の努力を行わなかったことにはならない。人口一人当たりの負荷量を見ると、昭和54年（1979年）から平成4年（1992年）まで一貫して低下しており、下水処理技術の進歩の後がうかがえる。

表11-13には、排水処理処理施設の設置費ならびに運転経費を業種間で比較した結果である。設置費は、各業種毎の排水量50%値を求め、対応する処理施設規模の設置費を設置費と処理水量の関係式より求めた。単位排水量あたりの設置費用は12から最大464千円の範囲で、産業ならびに処理方法毎に大幅な差が認められた。紙パルプ、繊維産業は比較的設置費用は低い傾向にあったが、経常利益あたりの設置費にするとときわめて高価な処理施設を設置していることになる。

図11-14は、このような観点から単位出荷額あたりの負荷量の変化を求めた結果である。多くの産業は総量規制の導入によって、ほぼ一貫してその単位負荷量を低減してきており、昭和54年（1979年）のレベルからすれば50%以上もの負荷量が低下している。低下割合もほぼ一定で1年あたりほぼ4%強の負荷量が低下してきている。しかしながら、パルプ等製造業は約40%の低下、石油・石炭製品製造業は約25%程度の低下にとどまっている。

表11-13 排水処理施設設置費ならびに運転経費の業種間比較

	排水処理施設設置費 (百万円)			排水量当り設置費 (千円/m ³)			出荷額当り設置費 (千円/百万円)			経営利益当り設置費 (千円/百万円)		
	凝集	生物	生物凝集	凝集	生物	生物凝集	凝集	生物	生物凝集	凝集	生物	生物凝集
畜産業	—	11.8	—	—	119	—	—	112	—	—	—	—
食料品製造業	—	25.4	32.8	—	256	331	—	11	14	—	309	399
繊維工業	24.4	32.0	56.3	115	151	267	26	34	60	1,139	1,494	2,632
紙・パルプ工業	22.1	84.1	106.2	12	45	57	9	32	41	1,668	6,350	8,018
化学工業(無機)	26.8	—	—	99	—	—	5	—	—	613	—	—
化学工業(有機)	37.6	114.7	152.3	63	193	256	5	14	19	73	223	296
窯業	16.3	—	—	129	—	—	4	—	—	140	—	—
金属・機械・電気	50.5	68.1	101.5	113	152	226	5	7	11	240	323	481
生活関連その他	21.8	28.6	46.2	279	367	464	—	—	—	—	—	—

	凝集処理	生物処理	生物+凝集処理
畜産業		68	
食料品製造業		50	67
繊維工業	60	39	99
紙・パルプ工業	9	19	28
化学工業(無機)	37		
化学工業(有機)	37	40	72
窯業	31		
金属・機械・電気	60	46	
生活関連その他	40	44	56

(備考) 運転費は、排水処理方法別に業種毎に電力費、薬品費を集計し、その50%値を代表値とした。

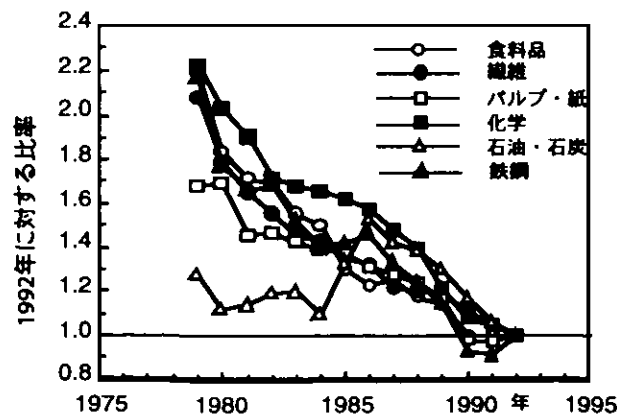


図11-14 単位出荷額あたりの負荷量の変化

表11-14 第3次総量規制における削減目標値と実績値（t/日）の比較

	平成6年度	生活	産業	その他	計
東京湾	目標値	203	69	36	308
	実績値	197	59	30	286
伊勢湾	目標値	127	91	33	251
	実績値	134	83	29	246
瀬戸内海	目標値	359	321	80	760
	実績値	365	309	72	746

5. 負荷量削減状況と総量規制の効果

表11-14には、第3次総量規制における削減目標値と実績値（t/日：第4次における算定）の比較を示す。第3次にかかわらず、総量規制の目標値と実績値はほとんど一致しており、ほとんどの場合実績値が目標値を下回っている。その結果、図11-4に示すように、対象海域における汚濁負荷量はかなり減少している。第4次総量規制の終了時、すなわち平成11年（1999）には、規制開始時点の1979年と比較して東京湾では55%に削減され、伊勢湾ならびに瀬戸内海では、それぞれ75%、71%に負荷が削減される見通しとなっている。

図11-2には、この間における水質変化、また、図11-15、図11-16には青潮、ならびに赤潮の発生状況の経年的な変化を示す。青潮、赤潮の発生件数は1980年代と比較して減少の傾向にある。しかしながら、環境基準の達成率は相変わらず低い。この理由として、第6章に述べたように、富栄養化の進行があげられる。総量規制制度は、対象3海域へのCODの外部負荷量の削減には効果があったものの、富栄養化による内部生産の削減にはつながらない。事実、内部生産によるCOD負荷量は30%～60%と推定されているため、内部生産の削減も外部からの負荷量削減と同様に重要であろう。今後、CODのみならず、窒素やりんも含めた総量規制が必要であろう。

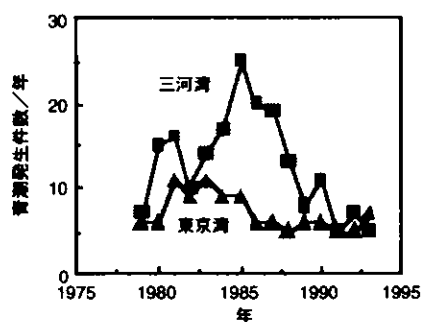


図11-15 青潮発生状況の経年変化

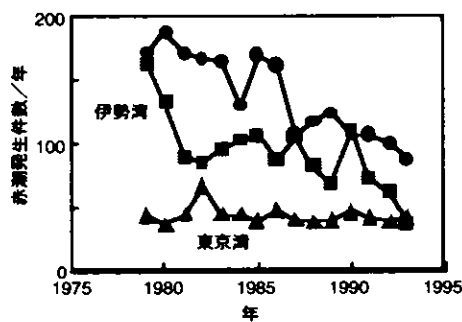


図11-16 赤潮発生状況の経年変化

第12章 瀬戸内海対策

1. はじめに

瀬戸内海は温暖な気候と資源に恵まれ、古くから人間の生活、文化と密接な関係を持ち、自然の恵みを提供してきた。また、世界的にも比類なき多島美や白砂青松でたとえられる海岸線等の美的景観は人の心をなごませ豊かにするものであり、昭和9年(1934年)には我が国最初の国立公園にも指定されている。しかしかつては豊穡で美しかった海域も戦後の高度経済成長による開発や産業活動の拡大に伴い、干潟や藻場等の浅海域は大規模に埋め立てられて消失していくと同時に、工場排水口付近の沿岸部では水質汚濁が進行し、油着臭魚や背骨が曲がりたり腫瘍の出来た奇形魚がみられ、また夏期には水域の富栄養化により大規模な赤潮が発生するなど、環境の破壊や汚染が社会的な問題となった。そのため国も全国一律の法規制以外に瀬戸内海に限定した固有の法律(特別措置法やCOD総量規制制度)を作り環境保全の対策を推進してきた。その結果、排水の影響が大きかった局所的な水質汚染や赤潮の発生件数等は改善されてきたが、瀬戸内海全体の水質等はそれほど改善効果が表れていない。

この章では、主として瀬戸内海で汚染が顕著となった昭和40年代半ば(1970年代)以降を対象とし保全対策の概要やそれに伴う環境の変化を紹介し、最後に今後の問題点を模索してみた。

2. 瀬戸内海の概要

2.1. 概況

日本列島はアジア大陸と陸続きであったが、地殻変動により大陸から切りはなされて出来たもので、本州と四国、九州の間に海進がはじまり、現瀬戸内海が誕生したのはほぼ1万年程前であるといわれている¹⁾。

瀬戸内海は本州、四国、九州に囲まれ、東西450 km、南北15~55 km、総面積は約22,000 km²、平均水深は約37mの東西に細長い内海であり、平均気温は15℃で適度な降雨(年間1,000~1,600mm)を有する温暖型気候に属し、大小700以上の島々が点在し、全長6,800 kmにおよぶ海岸線を有している。流入する河川は662あり、総流入量は年間550億 tに達する(図12-1)。

瀬戸内海は典型的な閉鎖性海域で、海水の交換性が悪いと言われていたが、最近の研究で、全体の海水の滞留時間は約15ヶ月であることが判明した²⁾。瀬戸内海全体の流況(恒流)を図12-2に示す。

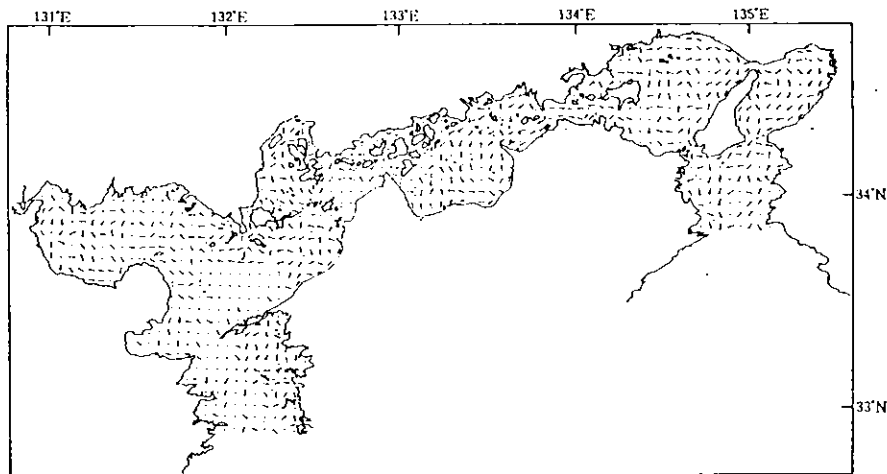
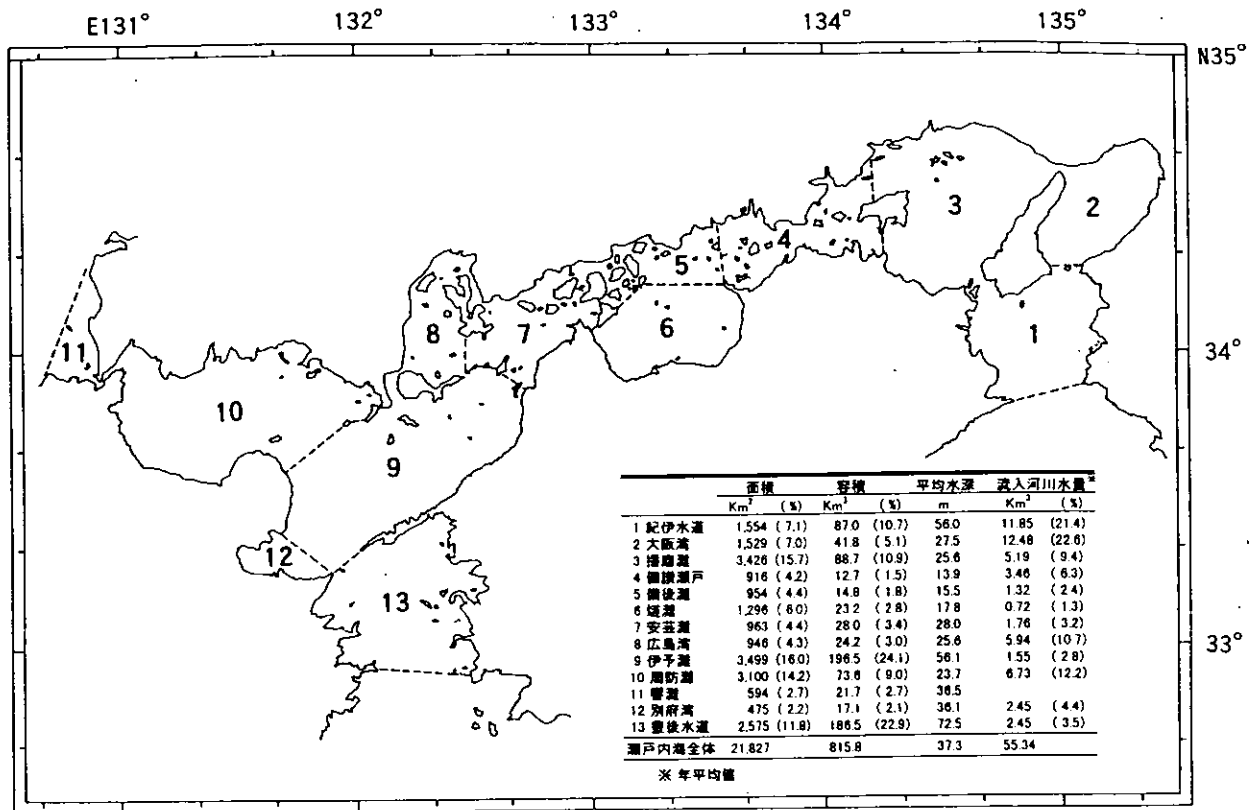


図 12-1 瀬戸内海の概要
図 12-2 表層水の恒流²⁾

2.2. 漁業生産

瀬戸内海には約3,000種の動物と500種の植物が存在している。魚類は約600種存在し、そのうち約100種程が漁業の対象とされている。

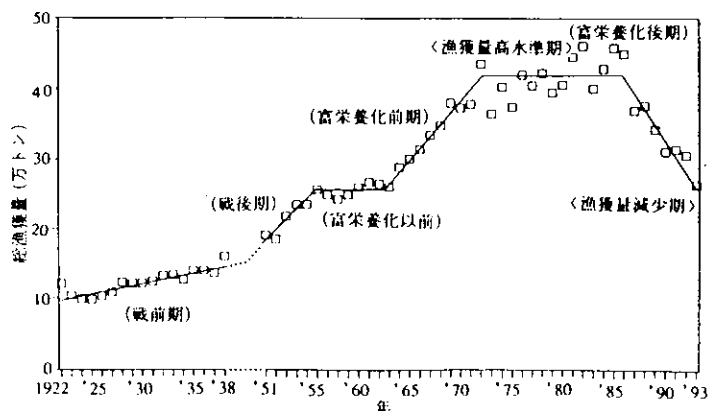


図 12-3 瀬戸内海における漁獲量の推移

漁獲量は戦前は15万 t/年以下で推移していたが、戦後は10年間で25万 tまで急増している。その後横這いの後、1960年代半ばから拡大期を迎え、1980年前後には45万 tに倍増した。しかしこれをピークに以降は減少傾向にあり、1993年には30万 t以下にまで落ち込んでいる^{3,4)}(図12-3)。1965年からの拡大期は、高度経済成長期にあり、海産物生産の場として重要な沿岸海域が大規模に埋め立てられ、また排水などにより漁場環境が変化している時期である。しかし一方で漁業技術の向上や合理化で生産性が著しく向上したため生産量は増加している。ただ魚種別に生産量をみると、この時期には高級魚として需要の高かったマダイ等は減少し、カタクチイワシやタチウオ、イカナゴ、シラス等の低価格魚が増大している。1990年代後半からはマダイ等の種苗放流効果もあり、高級魚の生産は持ち直し、横這い状態にあるが、最近では乱獲状態にあった低級魚の資源量が減少してきている。

2. 3. 流域社会環境の変化

ここでは汚濁負荷に関連する基礎データとして、社会経済的背景の変化について簡単にふれる(図12-4~8)。瀬戸内海は工業用地の造成に適した遠浅の海岸線が多く、また良港にも恵まれ輸送の便が良かったことから、昭和30年(1955年)以降の高度経済成長の時期を通じコンビナートの形成を軸に重化学工業化が推進されてきた。特に鉄鋼、石油製品、化学工業等の出荷額は全国の約5割を占め、食品、繊維、紙パルプの生産高も1/3を占めていたが、現在はいずれの比率も少しずつ低下してきている。全工業出荷額では、昭和35年(1960年)には全国の38%を占めていたが平成5年(1993年)では約86兆円で、全国比は28%に低下してきている⁵⁾。産業分類でみると1, 2次産業の比率は減少し3次産業が増加している。

一方、流域人口は毎年少しずつ増加しており、最近15年間で約130万人増加し、平成5年(1993年)現在で3,010万人に達している。しかしその間に下水道処理人口は907万人から1,480万人に増え、下水道の普及率は約30%から50%近くまで増加している。また合併処理浄化槽人口も162万人から208万人、単独浄化槽人口も444万人から531万人に増加し、何らかの形で生活系排水が処理されている人口が、約700万人分増加している。

瀬戸内海沿岸域の家畜の養頭数は平成5年(1993年)現在で牛が60.4万頭、豚97.4万頭、馬1,220頭、鶏49.6百万羽で、全国比率ではそれぞれ10, 10, 5, 25%程度を占めている。森林面積は464万haで全国森林面積の20%を占めており20年間で21万ha増加している⁶⁾。

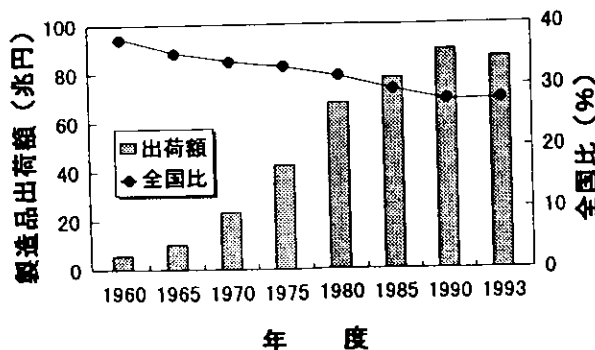


図12-4 製造品出荷額の変化

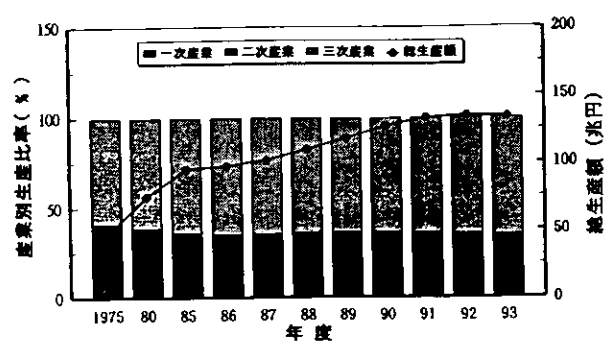


図12-5 産業別生産額の比率

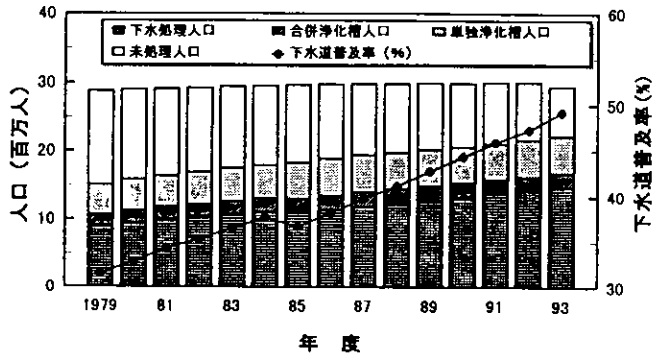


図 12-6 人口及び下水道普及率の変化

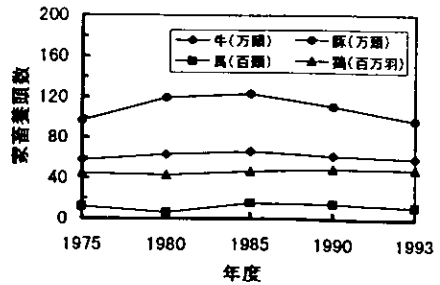
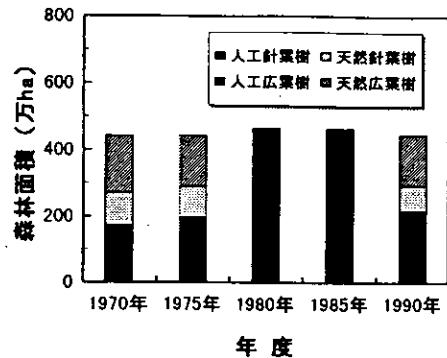


図 12-7 家畜養頭数の変化

図 12-8 森林面積の変化



2. 4. 海岸埋め立て状況

瀬戸内海の埋め立ては明治30年(1898年)から昭和45年(1970年)までの約70年間で26,400 haにのぼるが、昭和40年(1965年)からのわずか5年間でその間の33%が埋め立てられている。昭和40年(1965年)以降の埋め立て状況を図12-9に示すが、「瀬戸内海環境保全臨時措置法」及び「瀬戸内海環境保全特別措置法」で埋め立てに対して特別に配慮することが明記されているため臨時措置法が施行された1974年以降はその速度が幾分か弱まっている。しかし、1898年から1993年までを累積すると全部で41,900haの浅海域が消滅した事になる。これらの埋め立てによって、瀬戸内海の海岸線の総延長約6,800kmの内、約1/2に相当する3,100kmがコンクリート護岸などの人口海岸となり、自然海岸は38%の2,580kmしか残っていない³⁾(図12-10)。

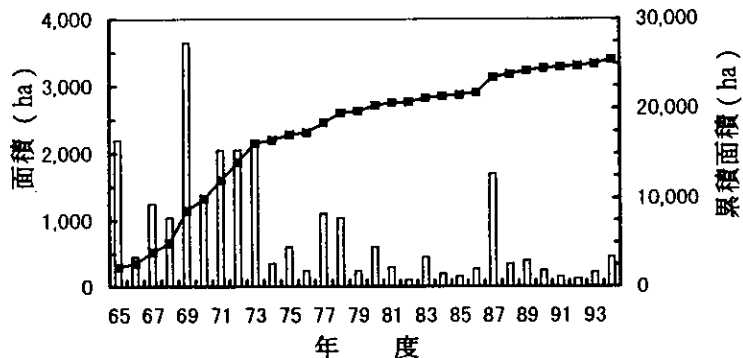


図 12-9 瀬戸内海における埋め立て面積の推移

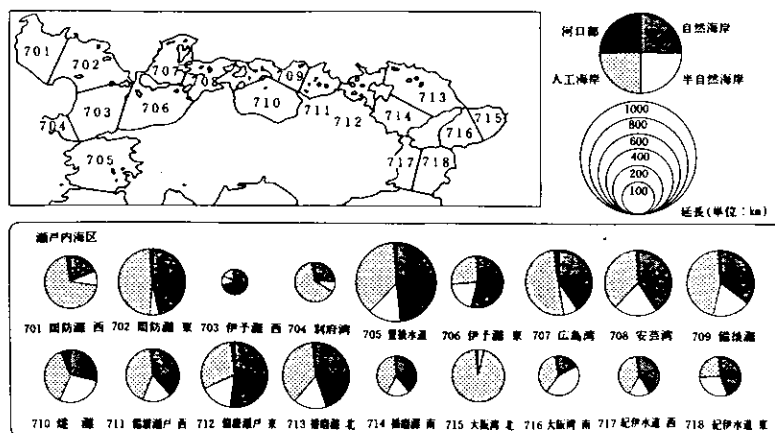


図 12-10 海岸線の改変状況

2. 5. 油汚染発生状況

海域の油汚染はタンカーの海難事故の他に船舶からの不法投棄や荷役作業時の過失による流出、ビルジ水や潤滑油、石油コンビナート等からの廃棄物としての排水があり、1974年当時、年間に瀬戸内海に排出される油分は13,000~32,200トンに達すると推定されている⁷⁾。昭和45~50年(1970~75年)頃、油汚染の進行は油臭魚等の水産被害と合わせて環境汚染として社会的に問題となった。

タンカーの海難事故による海洋汚染としては1987年のアラスカ湾及び1993年のスコットランド沖での原油流出が有名であるが、我国近海における大規模な海難事故としては1971年の新潟港外でのジュリアナ号による原油流出(7,200 K1)と1997年1月に山陰沖の日本海で座礁したロシア船籍ナホトカ号からの重油流出(3,700 ton)がある。

図12-11に昭和45年(1970年)以降の瀬戸内海の油汚染発生件数の推移を示すが、2年後の47年(1972年)の最盛期には874件の汚染が報告されている⁵⁾。昭和49年(1974年)には岡山県の水島コンビナートにおいて、タンクの破損事故により約43,000K1の重油が流出し、その内7,500~9,000K1が海域に流入した。これは当時としては我国最大の重油汚染で、被害は総額で約160億円に達した³⁾。瀬戸内海の油汚染は1971~74年にかけてピークを示したが、それ以降徐々に減少し、最近では101件と大幅に減少しているものの、なお全国の約30%を占めている。

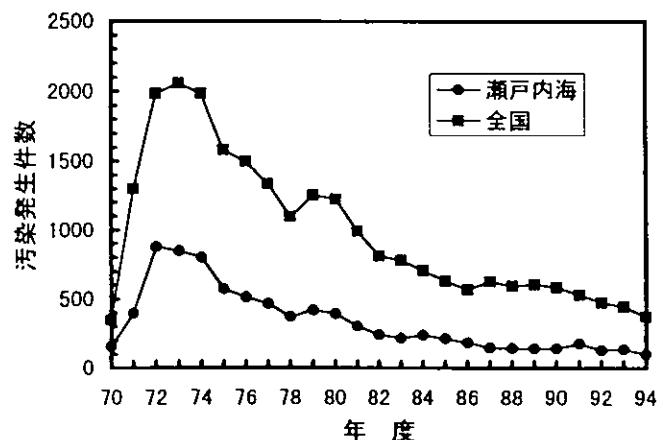


図 12-11 我国及び瀬戸内海における油汚染発生件数の推移

3. 赤潮及び漁業被害

瀬戸内海でも他海域と同様に *Noctiluca* による赤潮は昔からみられており、大阪湾では戦前(1945年以前)から *Skeletonema* などによる赤潮が発生していた。しかし昭和32年(1957年)に徳山湾で *Gymnodinium* による漁業被害を伴った赤潮が発生するまでは小規模に出現する程度であり問題とならなかつたが、それ以降毎年のように珪藻や渦鞭毛藻による赤潮や漁業被害が生じるようになり、規模も拡大していった⁸⁻¹⁰⁾。1957年以降の主だった赤潮による漁業被害の状況を表12-1に示す³⁾。昭和44, 45年(1969, 70年)に広島湾沿岸で発生した *Chattonella* の赤潮が1972年には播磨灘で未曾有の規模で発生し、瀬戸内海の富栄養化、赤潮問題が一気に社会的な問題へと発展した。この赤潮が契機となって、国も瀬戸内海の汚染対策を行うことと

なり、「瀬戸内海環境保全臨時措置法」等の法律が作定されていった。瀬戸内海における赤潮発生件数の推移を図12-12に示すが、昭和51年（1976年）をピークとして現在は減少傾向にある。

表 12-1 赤潮による漁業被害状況

発生年	発生海域	原因種	被害その他	魚類へい死尾数	被害金額(百万円)
1962	山口県 徳島湾	<i>Gymnodinium</i>	魚類	1	.4
1964	山口県 徳島湾	同 上	魚類		24
1965	大分県 佐伯湾	同 上	ハマチ	20,000	不明
	徳島県 津久見湾	同 上			
1966	徳島県 椿泊湾	同 上	ハマチ	500,000	100
	愛知県 豊田南部	<i>Eutreptiella</i>	富栄養化の現れ		-
1969	広島湾	<i>Chattonella</i>	漁業被害発生、 <i>Chattonella</i> の確認		
1970	広島県沿岸その他	同 上	ハマチ	500,000	620
1971	徳島	<i>Fibrocapsa</i>	瀬戸内海の汚染の認識深まる		-
1972	播磨灘	<i>Chattonella</i>	ハマチ 最大の被害	14,000,000	7,100
1975	播磨灘	<i>Prorocentrum</i>	ハマチ	35,000	不明
1977	播磨灘	<i>Chattonella</i>	ハマチ	3,300,000	2,688
1977	広島湾	<i>Gymnodinium</i>	ハマチ	69,000	161
			その他魚類	142,000	18
1977	和歌山県 田辺湾	<i>Gymnodinium</i>	ハマチ	50,000	76
1978	播磨灘	<i>Chattonella</i>	ハマチ	2,800,000	3,277
1978	大坂湾、紀伊水道	同 上	ハマチ	31,000	40
1979	播磨灘	<i>Chattonella</i>	ハマチ	1,042,000	316
1979	播磨灘	<i>Chattonella</i> および <i>Gymnodinium</i>	タイ	15,000	25
1979	愛媛県 豊後水道諸湾	<i>Gymnodinium</i>	ハマチ	547,000	496
1979	愛媛県	<i>Gymnodinium</i>	タイ、アジ	219,000	12
1979	大分県 周防灘	同 上	アサリ (3,416トン)		262
1979	山口県 仙崎湾	<i>Photogonyaulax</i>	麻痺性貝毒 16名中毒		
1980	和歌山県、豊浦、串本周辺	同 上	ハマチ	9,700	19
			タイ、カンパチ、マグロ	4,255	10
			アワビ、サザエ、イセエビなど		12
1980	愛媛県 豊後水道	同 上	ハマチ	468,000他	326
1980	大分県 佐伯湾	同 上	ハマチ他	41,173	23
1981	大分県 別府湾	<i>Olithodiscus</i>	カレイ、タイ、クルマエビ (18,408 kg)		20
1981	愛媛県 豊後水道諸湾	<i>Gymnodinium</i> <i>Heterosigma</i> など	ハマチ、アジ	77,757	71
1981	香川県 志度湾	<i>Heterosigma</i>	ハマチ	8,048	20
1983	播磨灘	<i>Chattonella</i>	被害なし		
	徳島県 紀伊水道	同 上	ハマチなど	286,000	281
1984	熊野灘沿岸	<i>Gymnodinium</i>	ハマチなど		4,600
1985	周防灘、豊後水道	同 上	ハマチなど		10,210
1987	播磨灘など	<i>Chattonella</i>	ハマチ	約190万	2,400
1989	豊後水道	同 上	ハマチなど	約17万	490
1991	安芸灘、伊予灘、周防灘	<i>Gymnodinium</i>	マダイなど	約205万	1,500
1995	豊後水道	<i>Gonyolux</i>	マダイなど	約487万	800
1995	播磨灘	<i>Gymnodinium</i>	カンパチ、ハマチなど	554,270	469

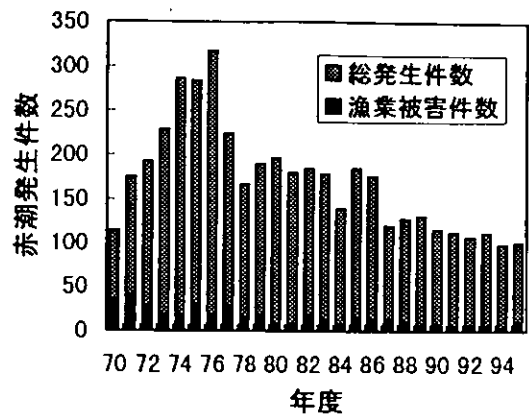


図 12-12 瀬戸内海における赤潮発生件数の推移

赤潮による漁業被害の原因は一般的に有害物質による中毒死と酸欠による窒息死に大別されている。*Chattonella*の場合には、エラの粘膜細胞が破壊され窒息死に至ることが知られている。その他の被害としては、渦鞭毛藻類等でGonyautoxinやSaxitoxin等の貝毒を生成するものがあり、それを摂取した貝を人間が食べると神経性麻痺症状を示し、死に至ることもある¹¹⁾。

我が国で赤潮による漁業被害が多いのは、人工養殖が盛んなためで、筏の中の魚が避難できない事が主な原因である。これらの被害対策としては、基本的には海域の富栄養化対策を行うことであるが、当面 1) 赤潮のモニタリング体制を整備し、2) 発生初期段階で筏の深度を下げたり、他へ移動させるシステムを確立したり、3) 富栄養化の自家汚染因子である投餌量を減らす等の工夫がなされている。

4. 水質汚濁規制及び対策

瀬戸内海における水質汚濁に対する法的規制としては、基本的には水質汚濁防止法により環境及び排水の基準が定められ規制が行われている。しかし、これだけでは改善効果の期待度が低いため、固有の対策として、「瀬戸内海環境保全臨時措置法」（臨時措置法）、「瀬戸内海環境保全特別措置法」（特別措置法）と総量規制制度が導入されている。ここでは臨時措置法と特別措置法の概要を紹介する。

4. 1. 臨時措置法

瀬戸内海では赤潮が頻繁に発生し、大規模な漁業被害をもたらすようになり、その緊急な対策が政治的課題となり、5年間の期限付きで成立した議員立法である。本法は昭和48年（1973年）に施行され、5年後に特別措置法に引き継がれた。内容は後継法とほぼ同じであるが、次の2点が異なっている。

1) COD総量規制の必要性を明記

2) 産業系のCOD流入負荷を1/2に削減

当時は濃度規制で、まだ総量規制となっていなかったため、総量規制の必要性を明記すると同時に、削減の科学的根拠については明確なものがあつたわけではないが、対策の緊急性を考慮し、当面有機汚濁の主要因と考えられていた産業系排水の有機汚濁負荷量を半減すれば水質がかなり改善するものと予測して、本法実施から3年以内に無条件で産業系排水のCOD負荷量を昭和47年（1972年）当時の1/2に削減することを義務づけた^{12) 13)}。

4. 2. 特別措置法

臨時措置法の考え方を受けて、1979年に水質汚濁防止法が改正され、COD負荷量の総量規制制度が導入された（瀬戸内海以外にも東京湾、伊勢湾にも適用）。そのため本法ではCODの総量規制が盛り込まれている他、富栄養化防止のため栄養塩負荷の削減対策が設けられた。主な内容は以下の通りである。

① 府県の環境保全計画作定

国が基本計画を作り、関係府県が瀬戸内海の保全に関する計画を作成し実施する。

〈基本計画の考え方〉

景勝地としての美的価値、漁業資源の宝庫としてその恵みを等しく受け、後世の人にも継承するために環境保全上有効な施策を実施するための計画を作成する。

〈基本計画の内容〉

具体的には地域性を考慮して②以下の環境保全計画を各府県ごとに策定する。

② 特定施設設置の規制

水質汚濁防止法では特定施設の設置は届出制であるが、本法では許可制となっており、汚濁負荷削減のために各自治体ごとに特定施設の許可基準を作成する。また新設の施設は事前に環境影響評価を行うことが義務づけられている。

③ COD汚濁負荷の総量規制の推進

国が目標年度を定めて内海全体の負荷削減量を決定し、関係自治体に割りふって削減を実

施する。削減量については、目標年度において削減可能な見積もり量の範囲内で決定されている。CODの削減目標及び実施状況は表12-2の通りである。

表12-2 COD及び指定物質負荷量削減計画

	目標年度	COD 負荷量		指定物質
		目標削減率(%)	実質削減率(%)	
第1次	1984	7.4	10.9	リン
第2次	1989	6.1	6.8	リン
第3次	1994	9.1	10.9	リン
第4次	1999	3.9		リン、窒素

④ 指定物質(栄養塩) 負荷量削減指導

指定削減物質としては、窒素は水域で生物固定されることや、当時窒素の処理技術が十分に確立されていなかったため第3次まではリンのみが対象となった¹⁴⁾(表12-2)。しかし、1) 海域の場合は海水中の窒素とリンの比が同じ水域内でも季節的、場所的に変動しており、植物プランクトンの増殖に必要な窒素とリンの比率を一定の値に特定することができず、リンのみが増殖の制限因子になっていると断定できないことや、2) 窒素とリンの比が通常値から大きくはずれた場合には、健全な海域の生態系維持という観点から支障を生じるおそれがあるという理由で、4次の削減指導から、リンと合わせて窒素及びその化合物も削減指導の対象となった¹⁵⁾。

削減指導は国の方針に基づき、自治体が地域の実状に合わせ指定物質の削減ができるように指導方針を作成、実施する。主な内容は以下の通りである。

1) 産業排水対策

- ・排水基準の遵守
- ・窒素、リンを含む副原料の適正使用
- ・無リン洗剤への転換
- ・処理施設の適正な維持管理
- ・効率の高い処理施設の導入

2) 生活系排水対策

- ・下水道、農業集落排水施設、し尿処理施設、合併浄化槽の整備促進及び維持管理の適正化
- ・無リン洗剤の使用促進
- ・生活雑排水に関する住民意識を啓蒙するための教育及び広報活動

3) その他

- ・畜産対策：ふん尿の適正処理及び利用技術の普及
- ・農業対策：窒素、リンを含む肥料の適正使用
- ・魚養殖対策：給餌法の適正化
- ・環境浄化対策：環境中の水質浄化機能の積極的活用

しかし、これらは現在行政指導の範囲に留まっており、CODのような総量削減目標は存在していない。

⑤ 自然海浜の保全

瀬戸内海の特異性を考慮し、

- 1) 砂浜、岩礁及びこれに類する自然の状態が維持されているもの
- 2) 海水浴や潮干狩り等で公けに利用されており、将来にわたってその利用が行われる可能性があるもの

に該当する区域を自然海浜保全地区に指定し、開発を制限する。平成7年（1995年）現在91地区が条例に基づき指定されている。

⑥ 埋め立ての抑制

瀬戸内海の公有水面の埋め立てについては十分配慮し、その基本方針に関しては瀬戸内海環境保全審議会で調査、審議することが義務付けられている。

⑦ 環境保全プロジェクトの推進

- 1) 廃棄物、公共下水道、流域下水道等の処理施設の整備促進
- 2) 船舶の廃油処理施設の整備
- 3) 赤潮生成メカニズム解明のための水質監視及び研究
- 4) 赤潮等による漁業被害者の救済

5. 流入汚濁負荷量の変遷

瀬戸内海の水質汚濁や赤潮による漁業被害の対策として、臨時措置法で産業系COD負荷の1/2削減が行われ、後継の特別措置法で総量規制が採用され、5年おきにCOD負荷量の削減計画が立案され、目標の削減率を上回る実績をあげてきた。1、2次の規制では産業系や下水道整備が中心であったが、3次以降はこれらの他に地域の実情に応じ、コミュニティープラント、農業集落排水施設、合併処理浄化槽の整備など生活系排水の対策を含め総合的に負荷対策を推進していくこととなり、現在は第4次の総量規制が行われている。

一方、CODの総量規制と並行して栄養塩類の負荷も臨時及び特別措置法のもとで関係自治体が削減指導方針を策定し、削減指導を行ってきた。ただ1～3次までは磷だけが対象とされてきたが、4次からは窒素も削減指導の対象となった。

この間の流域からのCOD及び窒素、磷の流入負荷量の変化を図12-13に示す⁶⁾。COD負荷量は、昭和36年（1961年）と43年（1968年）の間に大幅に増大しているが、それ以降は減少し、特に昭和47年（1972年）と54年（1979年）の間に著しい減少が認められる。前者は産業活動の拡大が原因であるが、後者は臨時措置法による産業系負荷削減結果を反映したもので、瀬戸内海全域で流入負荷がほぼ半減している。昭和54年（1979年）以降では1～3次の総量規制の結果を反映して15年間で約1,000t/日から800t/日に低下している。産業系と生活系の比率をみると、昭和47年（1972年）当時は産業系が生活系の3倍近くを占めていたが、厳しい排水規制の結果、現在では生活系負荷を下回っている。削減率で見ると過去20年間で産業系が約75%、生活系が約20%削減されたこととなる。

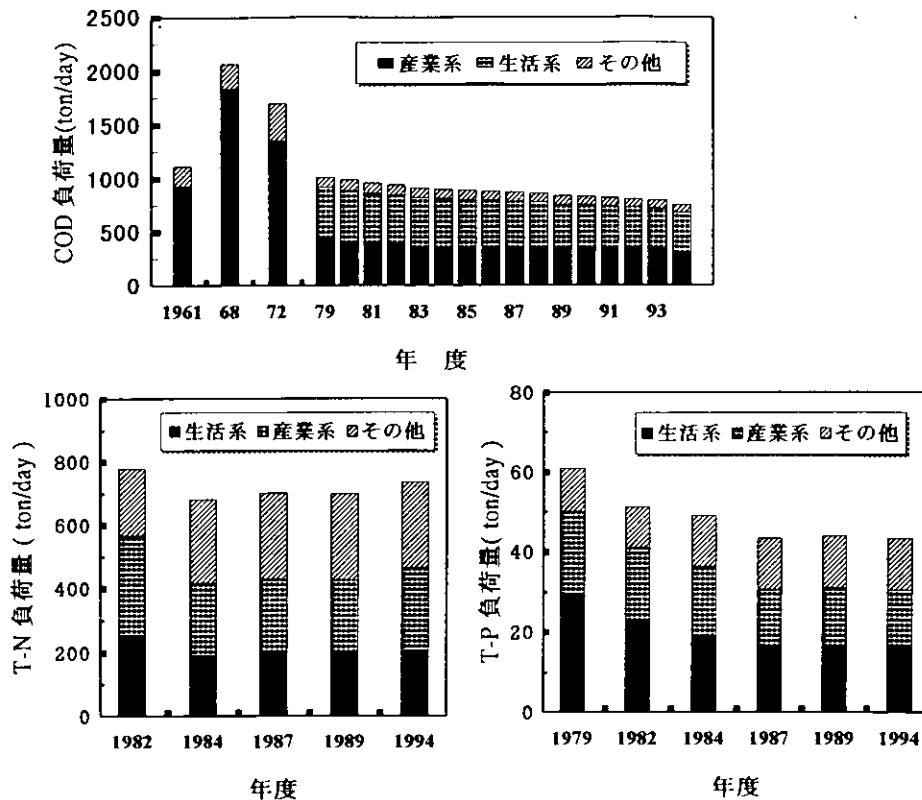


図 12-13 COD, T-N, T-P 流入汚濁負荷量の推移

(1961 ~ 72 年の COD 生活系負荷はその他に含まれる)

次に窒素、磷の負荷量変化では、1980年前後からの10年間で、磷は削減指導対策の効果を反映して28%低下しているが、窒素は10%程度に留まっている。生活系、産業系、その他の比率でみると、磷では生活系、産業系の負荷が削減されたことにより、1979年には全体の1/2近くを占めていた生活系の比率が低下し、1989年には三者の比率がほぼ均等になっている。生活系負荷の削減では無リン洗剤への切り替えも効果を発揮した。窒素はこれら三者の比率がほぼ等しいが、その他（自然系）の比率がやや高い。

現時点の流入負荷を各水域別にみると大阪湾が特に高く、COD, T-N, T-Pとも全体の30%近くを占めている（表12-3）。各水域ごとの負荷量を水域面積で割った水域面積負荷も大阪湾が最も大きくCOD負荷で147kg/km²/日、次いで備讃瀬戸103、広島湾80、紀伊水道54kg/km²/日の順で最も低いのは豊後水道の8.9kg/km²/日である。特に大阪湾は流域人口も高く、瀬戸内海全体の約1/2の人口をかかえ、生活系の負荷が産業系の3倍近くを占めている。しかし20年前の負荷と比較すると当時の40%程度にまで減少している⁶⁾。

	流域人口 (千人)	下水道普及率 (%)	汚濁負荷量		
			COD(t/日)	T-P(t/日)	T-N(t/日)
紀伊水道	1,690	6.0	84	4.18	76.8
大阪湾	15,300	68.2	225	14.4	206.2
播磨灘	2,410	33.9	72	3.73	67.4
備讃瀬戸	2,720	20.5	95	4.94	97.4
備後灘	944	19.6	29	1.45	20.7
燧灘	583	26.9	50	1.79	30.6
安芸灘	416	19.1	20	0.58	8.0
広島湾	1,760	48.6	76	2.52	35.5
伊予灘	1,440	21.9	52	2.86	50.3
周防灘	1,520	29.7	52	3.45	48.9
響灘	1,030	83.5	22	1.64	31.5
豊後水道	335	8.9	23	0.77	7.8
全 域	30,100	49.2	798	44.05	699.9

表 12-3 水域別汚濁負荷データ

注) 1993年データ、ただしT-N, T-Pは1989年データ
別府湾は伊予灘に含まれる

6. 瀬戸内海の水環境

6. 1. 海域の類型指定とモニタリングシステム

海域の環境基準は人体にとって有害な健康項目は一律規制であるが、COD等の生活環境項目は利水目的に応じていくつかのランクに分類され、各ランクごとに基準値が異なる。PH, CO D, DO等は昭和45年（1970年）に、また窒素、磷は平成5年（1993年）に環境基準が作成され、前者はA～Cの3類型に、後者はI～IVの4類型に分類されている。この基準を基に、自治体が各水域の類型指定を行い、基準が守られているかどうか定期的に水質をモニタリングして監視している。

〈類型指定を行う際の基本的考え方〉

水域の現在及び将来の利水目的、汚濁状況及び下水道計画等の負荷削減対策を勘案し、現状より水質悪化を許容しないように類型の当てはめを行う。

COD等の類型指定は昭和45年（1970年）から49年（1974年）にかけて国が多県にまたがる県際間水域の指定を行い、関係府県が残りの県内海域の指定を行った。指定に当たっては、上記の考え方と瀬戸内海が有数の景勝地であり、また漁業資源の宝庫であることを考慮して、工場排水や生活排水による汚濁が顕著で漁業権が設定されていない内湾等一部の海域を基準の緩いB、Cに指定した以外は基本的により厳しいA類型の当てはめがなされた。瀬戸内海全域の類型区分を図12-14に示す。一方、T-N, T-Pに関しては現在類型指定の作業中である。

瀬戸内海の水環境の定常的なモニタリングシステムとしては、水質汚濁防止法で定められている公共用水域の常時監視調査（昭和45年（1970年）～）と環境庁が関係府県の協力で実施している瀬戸内海広域総合水質調査（昭和47年（1972年）～）がある。その概要を表12-4に示す。

表 12-3 瀬戸内海におけるモニタリングシステム

	調査地点	調査深度	調査頻度	測定項目
常時監視調査	環境基準点 及び補助点*1 (0.5, 2m層)	原則2層	原則1回/月	環境基準項目
広域総合水質調査	124地点	2層 (表層、下層*2)	4回/年	透明度、水温、PH、DO、COD、DIN、T-N、 DIP、T-P、TOC、Chl.a、プランクトン

*1: 環境基準の類型あてはめが行われた水域に対し、維持達成状況を把握するために設定されているモニタリング地点

*2: 下層は水深により異なる。
水深 下層
5m以下 : 底泥上1m
5～10m : 底泥上2m
20～55m : 底泥上5m
55m以上 : 50m

この他に水産庁サイドで、漁業資源保護の目的で環境のモニタリングを行っている漁業海況予報事業浅海定線調査（昭和47年（1972年）～）と赤潮予察調査（昭和51年（1976年）～）とがある。測定項目はどちらも広域総合調査と同じで、モニタリング頻度は前者が4回～12回/年の定期的モニタリングであるのに対し、後者は赤潮が発生する5～10月の間に5～15回程度集中的なモニタリングが行われている。

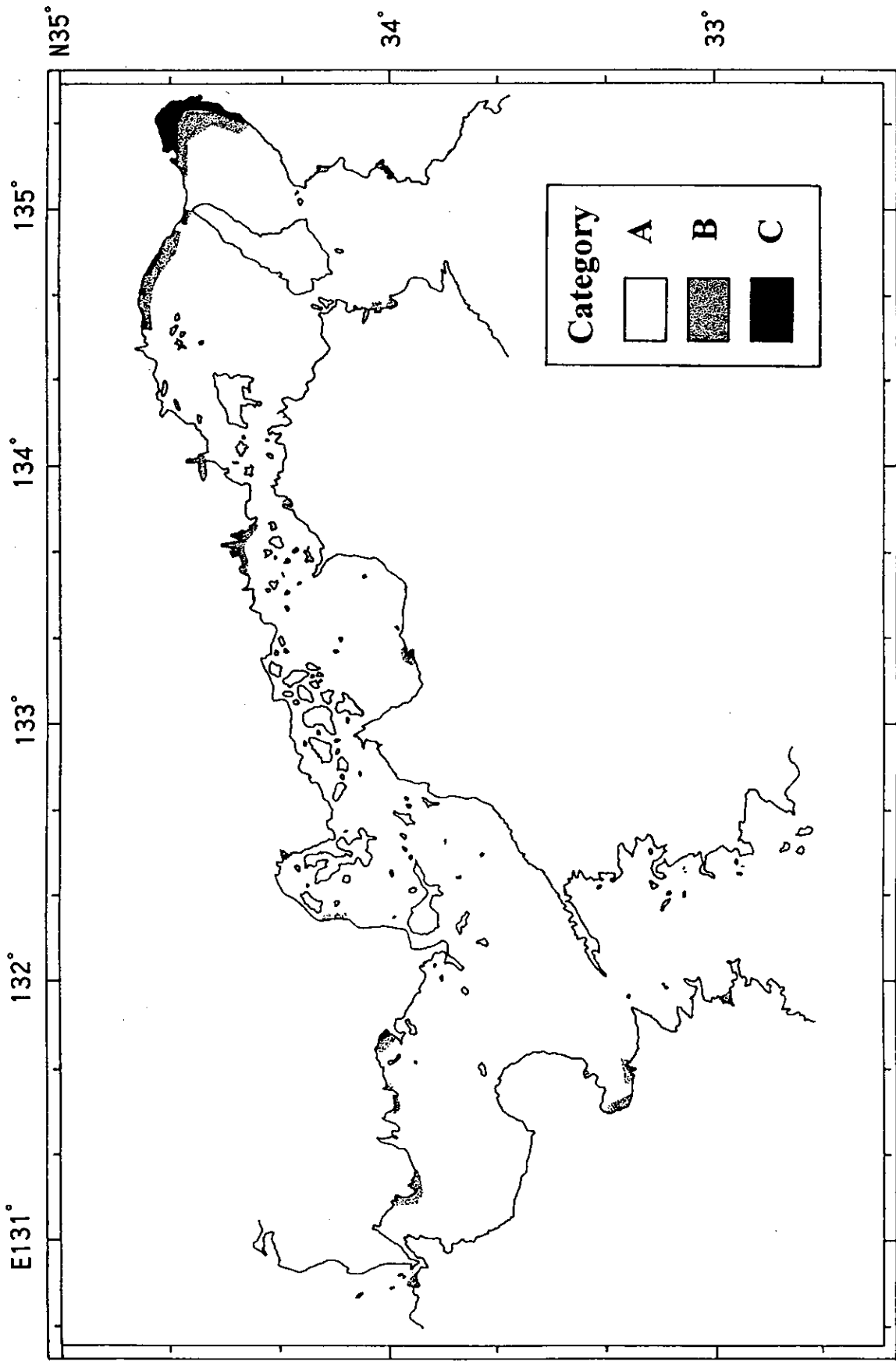


図 12-14 COD 等生活環境基準の類型区分

6. 2 瀬戸内海の水環境

6. 2. 1 水質環境の変遷

瀬戸内海の汚染に対処するため、上述したようにこれまで様々な対策が行われてきたが、瀬戸内海の水質の変遷をCOD等の生活環境基準達成率でみると80%前後で推移しており改善傾向はほとんど認められない(図12-15)。類型別にみるとA類型が特に達成率が低く、1994年度で43%にすぎない。瀬戸内海広域総合水質調査の全地点の表層データを用いそれぞれ透明度、COD、TN、TP、Chl.aの年平均値の経年変化を求めたものが図12-16である。Chl.aだけは85、86年にピークが認められるが、それを除くと各項目とも横這いで、基準達成率同様ほとんど水質改善効果は認められない。瀬戸内海全体の平均水質は季節的にかなり変化するが、年間平均値でみると透明度=6~7m、COD=1.5~2.0mg/l、Chl.a=3~4 μ g/l、TN=0.25~0.3mg/l、TP=0.025mg/lの範囲である。

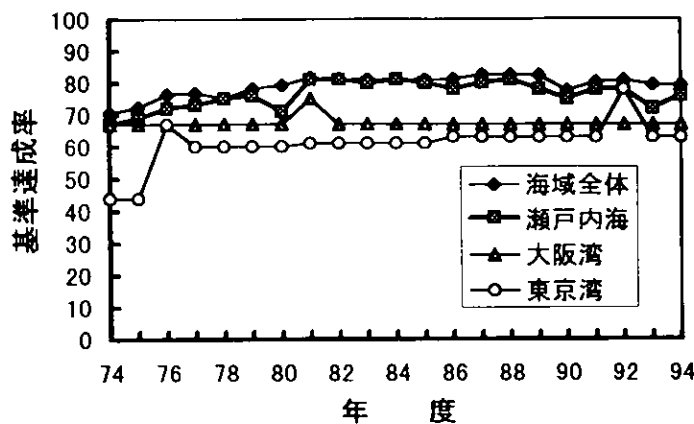


図12-15 海域におけるCOD等生活環境基準達成率の変遷

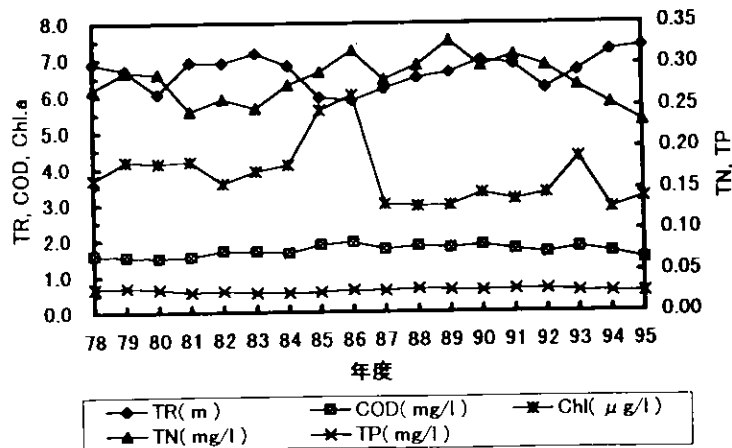


図12-16 瀬戸内海全域の平均水質の変化

同じく広域総合調査のデータを用いてCODとChl.a濃度の水平分布を調べたものが図12-17である⁶⁾。また、TN、TPの湾、瀬ごとの約20年分の平均濃度を図12-18に示す。各モニタリング項目とも大阪湾が濃度が高く、水質が汚染されている様子がわかる。CODの高い水域はChl.a濃度も高く、瀬戸内海の有機汚染が植物プランクトンの増殖と強く関連している様子が伺われる。

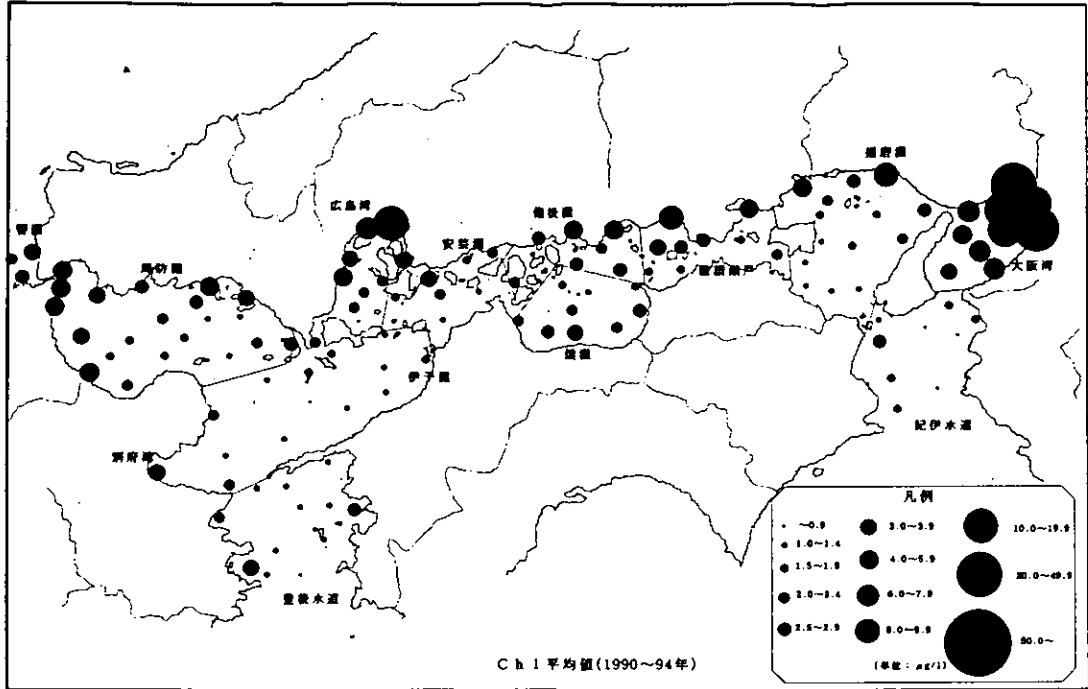
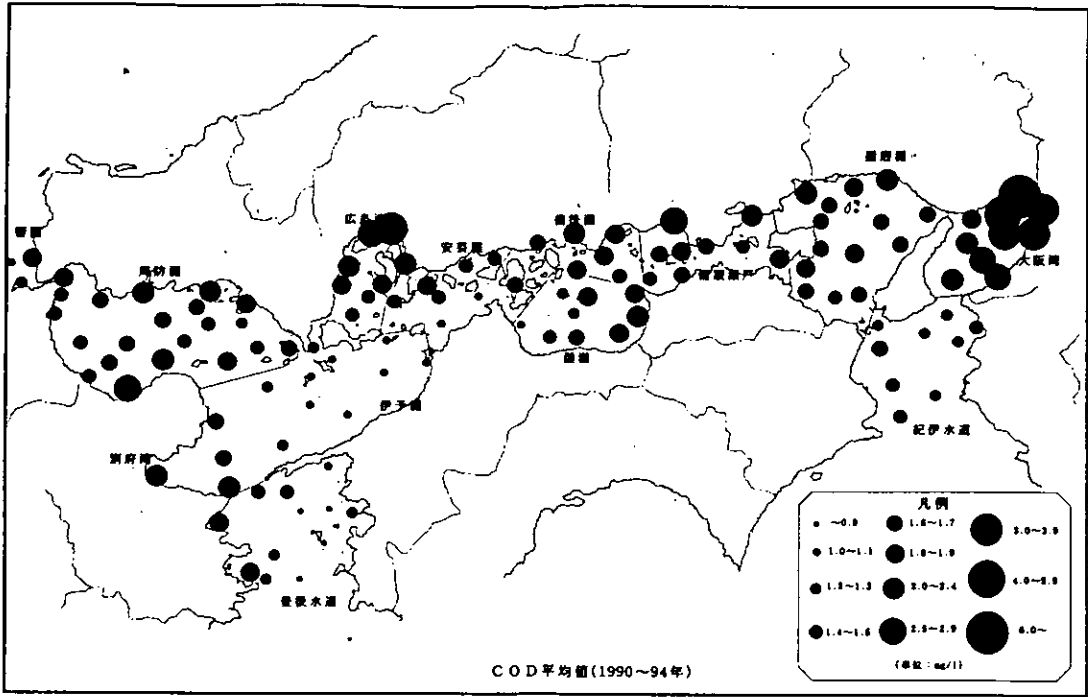


図 12-17 瀬戸内海水質の水平分布

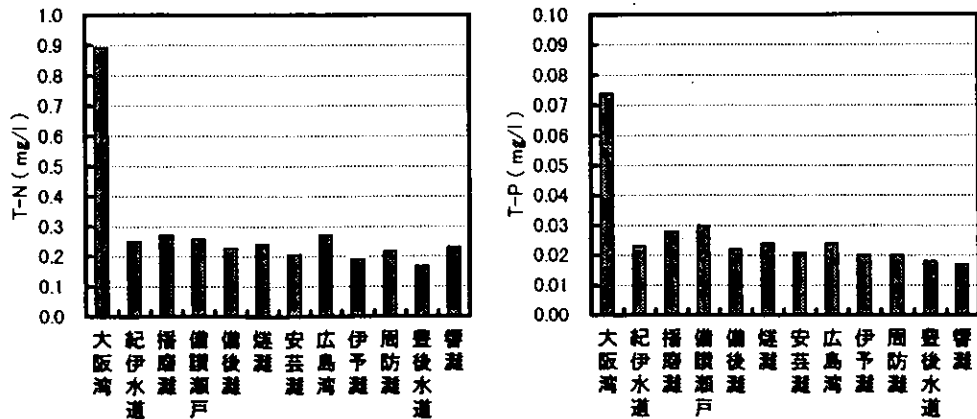


図 12-18 各湾、瀬ごとの栄養塩濃度レベル

この様に、全体的にみると瀬戸内海の水質は過去20年近くほとんど変化が認められないが、それを湾、灘別に個別にみると、CODは広島湾、備讃瀬戸、備後灘の一部で若干悪化しているが、透明度では大阪湾、播磨灘の一部で改善してきている。TN、TP、Chl.aは他の海域では変化がないが、大阪湾奥部では減少が認められている⁶⁾。

これらの生活環境項目以外にも水銀やカドミウム等の重金属による汚染も見られ、1970年初頭には徳山湾の魚介類で厚生省の暫定基準を上回る水銀濃度や広島県中部海域の養殖カキで高濃度のカドミウムが検出される等の問題が生じた。しかし、これらの重金属汚染は水質汚濁防止法による排水規制により徐々に改善されてきた。現在健康項目に関しては瀬戸内海ではすべての水域で環境基準を達成している。

また、重金属以外の有害物質として船底塗料や漁網防汚剤等に用いられた有機スズや農薬等の化学物質による汚染も指摘されてきた¹⁶⁾。国際的に汚染が問題になっているPCBでは環境基準が設定されているが、海域ではすべてND (0.5 μ g/l以下)で基準値以下である。しかし、これらの化学物質は魚介類に濃縮、蓄積される傾向がある。そのため環境庁では昭和53年(1978年)から全国の環境水や底泥、魚体を対象にして環境基準が定められていない各種の有害化学物質も含めて調査を行っている。図12-19には瀬戸内海における魚体(スズキ)中のPCBと有機スズ(TBT, TPT)の経年変化の一例を示す。PCBは昭和48年(1973年)に制定された「化学物質の審査及び製造品の規制に関する法律(化審法)」の第1種特定化学物質に指定され、製造、輸入、販売が禁止され、濃度も昭和57年(1982年)をピークに減少傾向を示している。また、有機スズも1980年代の後半には厚生省が示している許容摂取量(人の体重Kg当たりTBT 1.6 μ g/Kg/day, TPT 0.5 μ g/Kg/day)をかなり超える魚介類がみられていたが、1990年に化審法の規制対象物質に指定されたことや、その数年前から業界の自主規制が行われたため、環境中の濃度は徐々に減少しており、最近では許容摂取量に相当する濃度をこえるものはほとんど観測されなくなってきた^{17, 18)}。

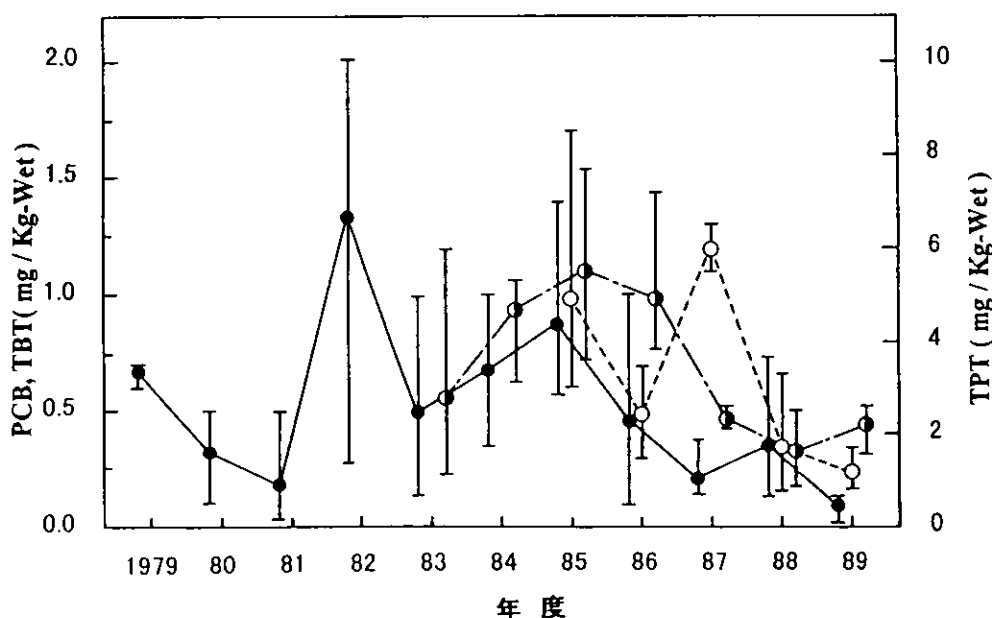


図 12-19 瀬戸内海における魚体(スズキ)中の化学物質濃度の推移
●: PCB、○: TBT、●: TPT、範囲は最大と最小値を示す

6. 2. 2 底泥環境

環境庁が昭和56年(1981年)～60年(1985年)にかけて調査した瀬戸内海全域の底質の概要を図12-20に示す¹⁹⁾。外洋水(太平洋)と内海水の交換が生じる水域や瀬戸部では潮流が速いため水中懸濁物の堆積が生じにくく砂質の部分が多く、逆に水が滞留しやすい水域は粒径の細かい有機質な汚泥となる。TOCの水平分布で見ると大阪湾奥、播磨灘沿岸及び中央部、広島湾、周防灘西部、別府湾が20mg/g以上の汚泥が堆積し、汚染が進行している様子が伺われ、その分布は含泥率の高い水域と良く一致している。

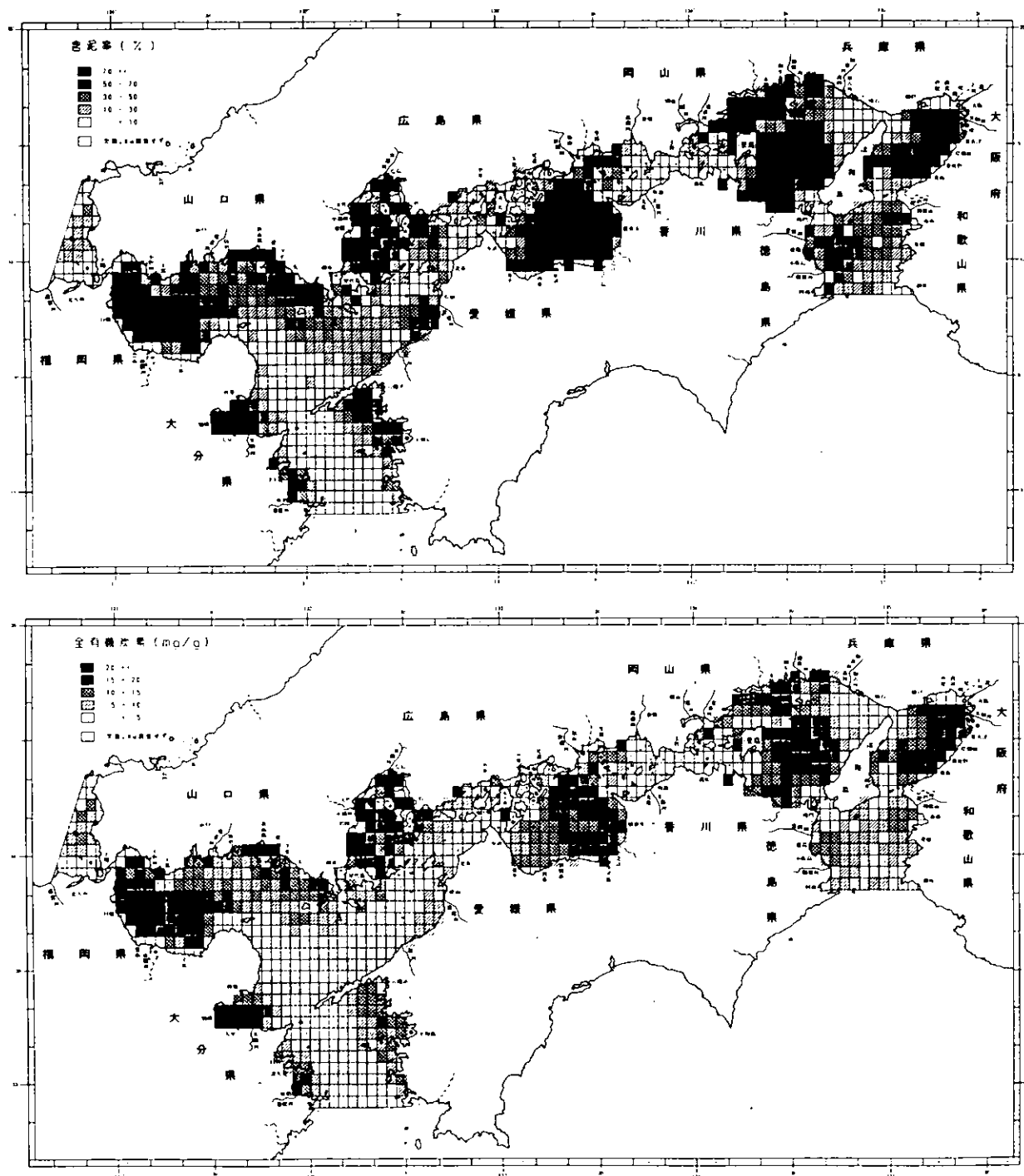


図 12-20 瀬戸内海全域の底質環境の平面分布

瀬戸内海の底泥環境の変化を調べるため、10年後に二度目の調査が実施され各測定項目（含泥率、IL、TOC、T-N、T-P等）ごとに二度の調査データの比較検討が行われた結果、危険率5%で統計的に有意な差異は認められていない⁶⁾。なお、二度目の調査では瀬戸内海の重金属濃度の分布も測定されている。

7. 今後の課題

瀬戸内海の汚染が問題となってモニタリングシステムの整備、流入負荷量の削減、下水道処理施設の整備促進、埋め立ての規制等様々な対策が行われてきたにもかかわらず最後の水環境の変遷で述べてきたように瀬戸内海の水質及び底質はあまり改善効果が認められない。ただし、赤潮の発生件数の減少や大阪湾における水質の改善及び瀬戸内海全域の水質が悪化せず現状を維持できていることはこれまで行ってきた一連の対策の一定の成果であると考えることが出来る。

流入負荷削減にもかかわらず水質が改善しない最大の理由は瀬戸内海の有機汚染が陸上からの直接的な流入負荷に加え、水域の富栄養化に起因する内部生産に支配されているからであると考えられる。星加らは富栄養化が著しい大阪湾において底泥表層の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を測定し、湾内の有機汚濁の80%を内部生産起源のものが占めていることを報告している²⁰⁾。一方、広島湾北部海域でも内部生産速度と陸上からの流入負荷量との比較から、前者が90%以上を占めていることが報告されている²¹⁾。これまでの対策で陸上からのCOD流入負荷量は最大時に比較して60%近く削減されている。しかし、富栄養化の原因物質である窒素、磷に関しては削減率は低く、窒素では10%前後にすぎない。海域の富栄養化は水質汚濁や赤潮の他に、底層水の貧酸素化により水域の生態系に影響を及ぼす。大阪湾や広島湾北部沿岸域では夏期には底層のDO濃度が2mg/l以下になり、底生生物の棲息可能レベルを下回る貧酸素状態が確認されている²²⁾。1999年を目標年度とする我国の第4次指定物質削減指導では、磷とともに窒素も削減指導の対象になっているが、今後さらに水域における窒素、磷削減の効果的な対策が望まれる。

また、これまで瀬戸内海では有機汚濁の観点から各種の対策が実施されてきたが、船底塗料や漁網防腐材として使用されたTBTやTPP等の有機スズ化合物及び有機磷、カーバメート系農薬による沿岸環境汚染が見られ、さらに平成5年(1993年)からは有害化学物質が環境基準に追加され、要監視項目も25項目リストアップされている。今後、新たな有害化学物質に対する重要性はさらに高まるものと考えられるので、これらの物質に対するモニタリングシステムや対策にも力を入れていく必要がある。

最後に、これらの水質汚染対策と併せて、瀬戸内海の類希なる自然の美的景観を末永く保存し、後世に継承していくための政策も重要なことではないだろうか。

引用文献

- 1) 津田覚(1974)環境科学ライブラリー瀬戸内海、大日本図書。
- 2) 小坂淳夫(1985)瀬戸内海的环境、恒星社厚生閣。
- 3) 岡市友利、小森星児、中西弘(1996)瀬戸内海の生物資源と環境、恒星社厚生

関。

- 4) 村上彰男 (1976) 瀬戸内海の海域生態と漁場、フジテクノス。
- 5) 瀬戸内海環境保全協会 (1996) 環境庁水質保全局監修、平成7年度瀬戸内海の環境保全一資料集一。
- 6) 瀬戸内海環境保全協会 (1997) 平成8年度環境庁請負業務結果報告書、瀬戸内海環境管理基本調査 (総合解析編)。
- 7) 岡市友利、辰巳修三 (1975) 瀬戸内海の重油汚染一その記録とリモートセンシング一、アジア企画。
- 8) 村上彰男 (1976) 赤潮と富栄養化、公害対策同友会。
- 9) 村上彰男 (1980) 瀬戸内海の赤潮ハンドブック、瀬戸内海水産開発協議会。
- 10) 岡市友利 (1987) 赤潮の科学、恒星社厚生閣。
- 11) 柳田友道 (1976) 赤潮、講談社。
- 12) 村上彰男 (1974) 水質総量規制の生態学的考察、公害と対策、10, 317-323。
- 13) 瀬戸内海環境保全知事、市長会議 (1973) 速記録。
- 14) 中西弘 (1996) N, P規制の必要性、制定の経緯と内容、日本海洋学会沿岸海洋研修講習会、1-8, 1996。
- 15) 瀬戸内海海洋保全審議会、瀬戸内海における窒素、削減指導に関する基本的な考え方 (答申)。
- 16) 日本海洋学会 (1994) 海洋環境を考える一海洋環境問題の変遷と課題一、恒星社厚生閣。
- 17) 環境庁環境保健部保健調査室 (1990) 昭和61~平成2年版化学物質と環境。
- 18) 環境庁環境保健部環境安全課 (1996) 平成8年版化学物質と環境。
- 19) 瀬戸内海環境保全協会 (1988) 昭和62年度環境庁委託業務結果報告書 瀬戸内海環境情報基本調査 (総合解析編)。
- 20) 星加章、三島康史、谷本照巳 (1997) 大阪湾における陸起源および内部生産有機物の循環、第31回日本水環境学会講演集。
- 21) 伊達悦二、清木徹、井澤博文、星野馨 (1989) 広島湾における炭素、窒素、リンの循環、水質汚濁研究、12, 567-574。
- 22) 瀬戸内海環境保全協会 (1997) 平成8年度環境庁委託業務報告書、瀬戸内海における底層貧酸素化対策調査一総合解析編一。

第13章 地下水汚染対策

1. 汚染物質の検出状況

1.1 揮発性有機塩素化合物

昭和57年（1982年）の環境庁調査に引き続き、全国規模で地下水汚染モニタリングが継続されている。一例として、図13-1には1994年度の結果の内、有機塩素化合物の最高濃度の汚染マップを描いた。1995年までに全国各地で59000検体の地下水が調査されており、この資料を基に図13-2にはトリクロロエチレンなど3物質の基準超過率の推移を描いた。調査の始まった当初には、2～5%の試料でトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンの基準を超える汚染が見つかったが、最近では1%以下にまで低下している。一見、地下水汚染は改善しているようにも思えるが、調査資料は毎年調査井戸を変えてモニタリングしている概況調査であり、この結果は汚染物質の使用量の多い工業地域や都市域での調査が一段落し、最近では汚染の可能性の少ない地域にまで調査が進んできたからに他ならない。

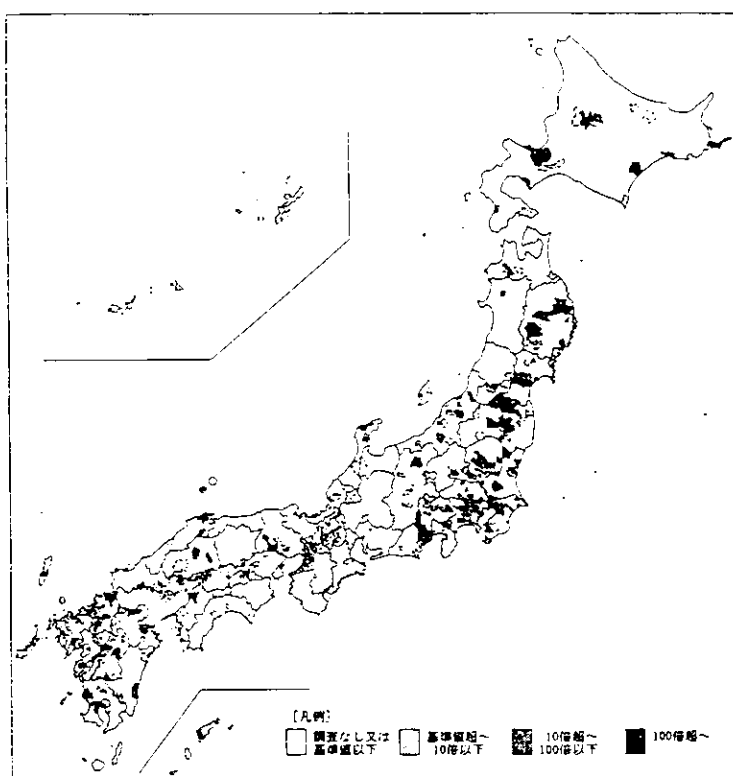


図13-1 揮発性有機塩素化合物による地下水汚染マップ（最高濃度、1994）

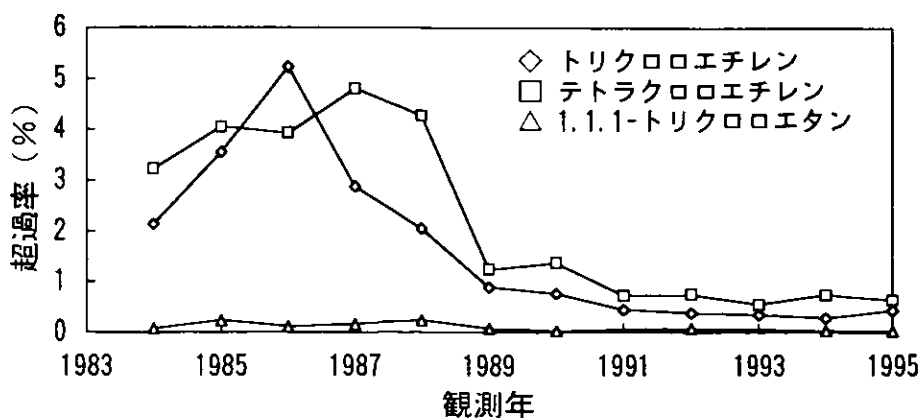


図13-2 揮発性有機塩素化合物の基準超過率の推移

1. 2 重金属類

重金属による地下水汚染についても、1989年から体系的に調査されている。これによると、PCB、アルキル水銀と有機リンを除いて、水質環境基準を超える汚染が見つまっている。特に、ヒ素と水銀は旧基準から見ても毎年かなり高い割合で基準超過が見い出されている（表13-1）。ヒ素と鉛は水質環境基準の改定に伴い評価基準が強化されており（鉛：0.1→0.01、ヒ素：0.05→0.01mg/l）、特にヒ素は今後も確実に汚染事例は増加すると予想される。重金属による市街地土壌汚染事例も確実に増加しており、メッキ工場などの金属製品製造業、化学工業、試験研究機関などで6価クロム、鉛、水銀、カドミウムなどが見つまっている。

ヒ素やクロムは土壌や岩石にも含まれている。平均的な地殻存在量は、ヒ素：1.8mg/kg、クロム：100mg/kgであり、地質由来の自然起源の汚染も存在する。地質由来の汚染として、インド・ベンガル地方のヒ素汚染が知られている。これは深層地下水を農業用水として大量に揚水したため、浅層地下水がその下位にある砒鉄鉱を浸透して深層地下水に至り、ヒ素を含む深層地下水を生活用水として利用したため、皮膚炎や皮膚ガンが発現した事例である。

表13-1 地下水からの有害物質の検出状況

調査年度	基準超過率 (%)					基準値(mg/l)
	1989	1990	1991	1992	1993	
6価クロム	0.0	0.03	0.03	0.0	0.04	0.05
ヒ素	0.26	0.16	0.14	0.18	1.44	0.01
総水銀	0.0	0.12	0.10	0.11	0.11	0.0005

1992年までのヒ素は旧基準の0.05mg/lに対する超過率

1. 3 硝酸性窒素

硝酸性窒素は1982年の環境庁調査で検出率が80%と最も高く、10%で水道水質基準を超えていた物質である。水環境中の窒素酸化物は、微生物による大気中の窒素ガスの固定に始まるが、自然状態で固定される窒素量に見合う窒素が工業的に固定されており、この自然循環量に上乗せされた余剰な窒素が、水や物質の滞留時間の長い地下水環境に蓄積されたと考えられている。

硝酸性窒素は降水にも含まれるが、主要な供給源は農業系（有機・無機肥料、植物残渣）、畜産系（畜産廃棄物の農地還元、畜舎排水の地下浸透）、生活排水や工場排水の地下浸透、などである。降水について酸性雨などの観測結果をみると、わが国全国平均で無機態窒素濃度は0.52mg/l、年降水量を1755mmとすると年負荷量は9.1kg/haとなる。このように平均的にわが国では年間約10kg/haの窒素が降水によってもたらされているが、この程度では地下水に高濃度な硝酸汚染を招くことはない。

生活排水を土壌トレンチなどで土壌浸透処理をした場合でも、基準を超える硝酸性窒素が地下浸透するとみられるが、小規模な土壌浸透処理は地下水での混合・希釈が期待できる。ただ都市域など人口の集中した地域での大量の土壌浸透処理は地下水汚染を招く恐れがある。

こうした要因の中で、最も懸念される窒素供給源は農地への施肥と肥料成分の地下水への溶脱である。農地の内、水田については窒素の年間施肥量は40～60kg/ha程度であり、降水負荷量と比べても数倍程度に収まっている。さらに施肥量と作物吸収量がバランスしていることが多く、しかも水田への流入窒素量より流出窒素量の方が少なく、水質浄化に役立つこともある。ところが畑地作物について、特にレタス、セロリや茶などの食葉野菜では年間施肥量が1トン/haを超えることもまれではない。こうした多量の窒素施肥と灌漑を繰り返すことによって、肥料成分のかなりの部分が地下浸透するとみられている。図13-3には畑地への窒素施肥量と地下水への溶脱量を比較した。これらの観測結果をみる限りでは、年間の窒素施肥量が100～200kg/haまでは地下水への溶脱量は降雨負荷量と大差ないのに対して、200kg/haを超える付近から急激に増加し、施肥量の約半量が地下浸透していること

が読み取れる。

農地への施肥に由来する硝酸汚染として、沖縄県宮古島と岐阜県各務原市が知られている。図13-4には、地下水中で検出される硝酸性窒素濃度の推移の一例として、1989年の沖縄県宮古島地下水の観測例を描いた²⁾。1966年の調査では、硝酸性窒素濃度の平均値は1.92mg/lであったのが、23年後の1989年には7.58mg/lにまで約4倍も上昇している。サトウキビの収量を上げるため、1970年代から急増した化学肥料の施肥が濃度上昇の原因とされているが、これに生活排水の土壌浸透処理が重なり、地下水の硝酸汚染を加速したと考えられている。

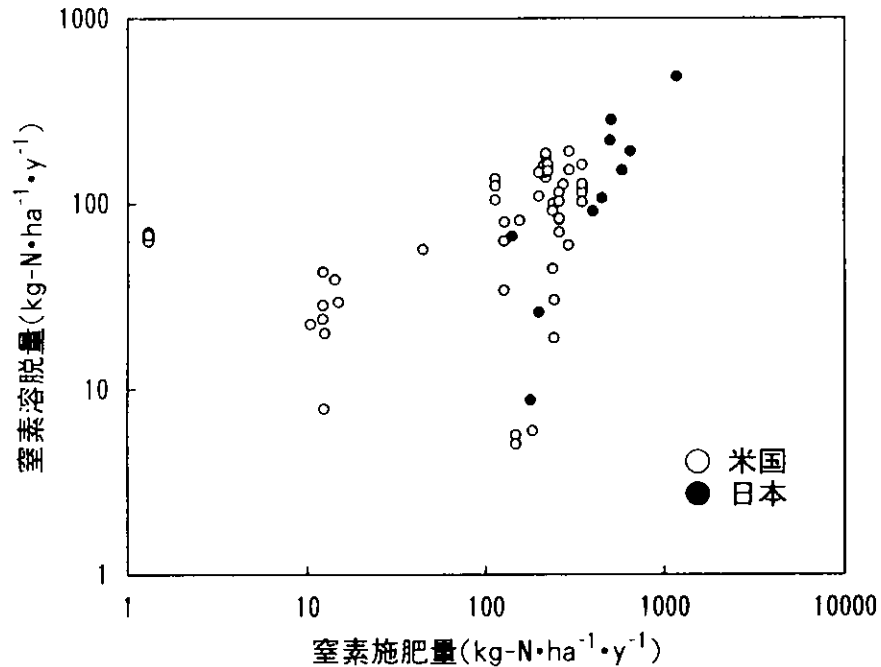


図13-3 畑地への窒素施肥量と地下水への溶脱量（文献1）にわが国の資料を加えて作成）

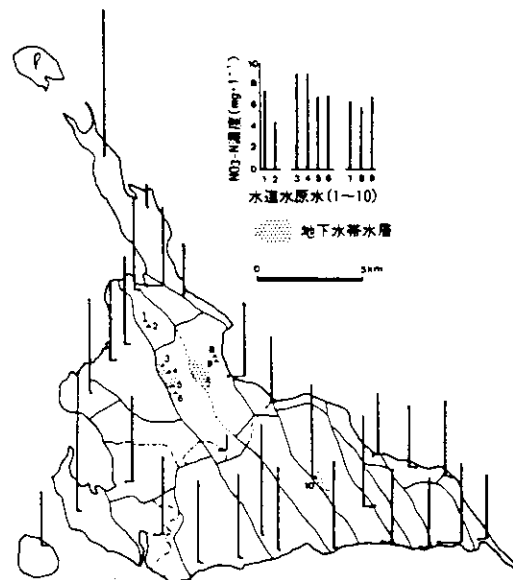


図13-4 宮古島地下水の硝酸性窒素濃度の空間分布（1989年の観測値）²⁾

1. 4 その他の汚染物質

硝酸性窒素に加えて、農業由来の汚染として農薬があり、わが国でもPCNB（ペンタクロロニトロベンゼン）や臭素農薬が地下水から検出されている。PCNB自体の毒性は低い、製造過程で不純物として生成されたHCB（ヘキサクロロベンゼン）を含むことから注目されている物質である。

石油類の汚染も散見されるが、現在のところ大規模な地下水汚染を引き起こすまでには至っていない。さらにフタル酸エステルもかなりの割合で検出されている。フタル酸ジエチルヘキシルは指針値を超える汚染はないものの、1/10を超えるレベルで幅広く検出されており、フタル酸エステルと同様、可塑剤として使用されているアジピン酸ジエチルヘキシルも地下水から検出されている。

2. 地下水汚染対策

2.1 未然防止対策

地下水汚染対策は、大きくは汚染の未然防止対策と汚染された地下水を修復する浄化対策からなる。概況調査により地下水汚染が発見されると、汚染要因や汚染の範囲を確定するための汚染井戸周辺地区調査を実施し、この調査結果から地下水の利用状況に応じて緊急対策を講じることになる。飲用されている場合には、代替水源の確保や汲み上げた汚染地下水そのものを浄化する対策である。さらに水質汚濁防止法では、表8-1に示した有害物質を含む水の地下浸透を規制しており、公共用水域へ排出するときには、基準値の10倍濃度を排出基準と定め、汚染の未然防止対策を実施している。

2.2 浄化対策と対策技術の分類

1997年4月からは、地下水環境を保全するために、水質汚濁防止法を改正し、より厳しい措置がとられている。地下水から有害物質が基準値を超えて検出されたときには、汚染原因を究明し、この汚染源が特定施設であり、対象とする地下水が飲用されている、あるいは飲用に供される可能性がある場合には、都道府県知事が汚染原因者に対して浄化命令を発動できることになっている。

こうした法制度の整備と並行して、汚染された地下水浄化を担保する技術も必要となる。地下環境中では、水の移動速度が遅く、もともと有機物量が少ないため、微生物活性が低い。そのため汚染された地下空間から汚染物質を除去、無害化しない限り、地下水は水資源としての価値を失う恐れがあるからである。その技術として、わが国では対策の進んでいる欧米から技術導入され、またわが国独自に開発された技術を含め、さまざまな手法が考案されている。

土壌・地下水汚染の浄化対策技術は、土壌や地下水中から汚染物質を除去し、あるいは無害化する技術である。図13-5に示したように、大きくは①汚染物質の拡散防止技術と②汚染物質の分解・除去技術に分かれるが、これらの対策は密接に関連しており、浄化効果を挙げるには、適切に組み合わせる必要がある³⁾。

汚染物質の拡散防止技術には、不飽和土壌中に存在する汚染物質の地下水への溶出を防ぐ方法と地下水流れを制御して、地下水汚染の拡散を防止する方法がある。地下水への溶出防止には、汚染土壌を封じ込める手法と汚染物質を不溶化する手法が考えられ、後者は主に重金属などの無機イオンの汚染物質に用いられている。

汚染土壌の封じ込めには、汚染土壌の周囲をプラスチックシート、粘土や鋼矢板などで囲い込む方法と、汚染土壌を固化する方法がある。固化技術として、セメントミルクや水ガラスを用いたグラウト技術が多用されているが、液状の汚染物質までは固化できない。固化技術としては、これら以外にも地中に高電流を流し、高温状態で土壌をガラス固化する技術も開発されているが、主に重金属や放

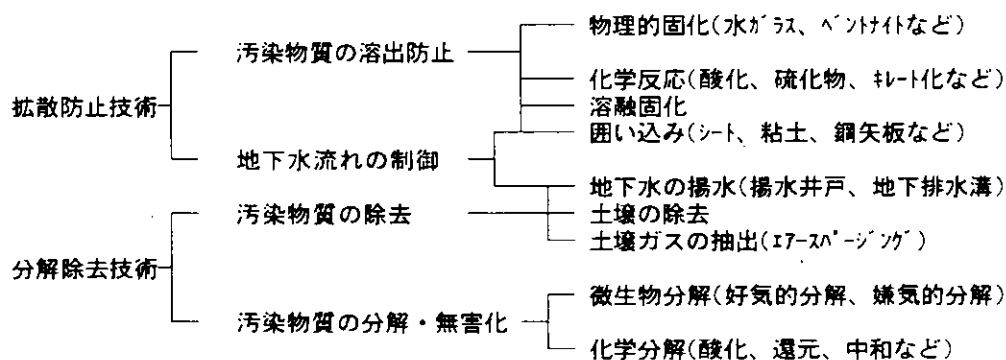


図13-5 土壌・地下水汚染浄化技術の分類

放射性物質の処理に用いられている。

一方、土壌・地下水中から汚染物質を除去する技術には、土壌・地下水中から汚染物質そのものを取り出し処理する方法と、取り出さず原位置で無害化する技術が考えられる。このうち、微生物分解はガソリンなど比較的分解されやすい炭化水素の浄化に用いられてきた。空気や栄養物質を注入して、土壌中に生息する微生物の活性を上げる方法であり、米国では原位置処理技術として定着しつつある。

揮発性有機塩素化合物の無害化技術としては、化学分解と微生物分解が考えられる。化学分解には、過酸化水素、オゾンや次亜塩素酸などを用いる方法が検討されている。また微生物分解には、現場に生息している微生物の活性を高める方法と活性の高い微生物を汚染現場の土壌や地下水に注入する方法がある。ただ微生物分解に伴って1,1-ジクロロエチレンなどの多様な副産物が生成されるため、安全性には十分に留意しなければならない。これら揮発性有機塩素化合物の無害化処理技術は、将来に期待される技術ではあっても、研究段階にあるか、実用化に向けて現地実証実験の段階にある。

3. 地下水汚染浄化の対策例

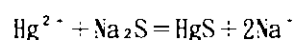
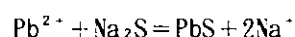
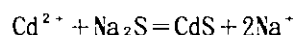
3. 1 重金属汚染

3. 1. 1 物理的処理

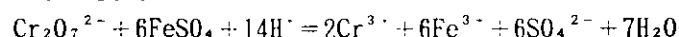
農用地の土壌からは銅、カドミウム、ヒ素など、市街地では水銀、カドミウム、鉛、ヒ素などの重金属が検出されることが多い。土壌中の重金属はもともと水には溶けにくく、カドミウムなどは陽イオンとして表層土壌に保持されるため、掘削除去、客土、天地返し、遮水工や現場固化などが物理的技術として用いられている。農用地ではカドミウムを中心として6140haで対策計画が策定されているが、1994年度までに80%（4920ha）で排土や客土を行って対策が完了している⁴⁾。また1994年度の環境庁アンケート調査でも、土壌汚染対策を実施した318件のうち、約30%が封じ込め処理であり、覆土工も16%に上っている。

3. 1. 2 化学的処理

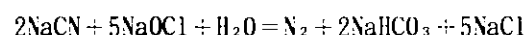
重金属は化学形態によって水溶解度が異なるため、酸化・還元や中和処理を行って不溶化する技術もある。例えば、カドミウム・鉛・水銀化合物などには硫化ナトリウムを加え、水溶解度の低い硫化物にする技術、



6価クロムには還元剤として硫酸第一鉄（速効性）・亜炭（遅効性）・鶏糞などを用いて3価クロムに還元する技術、



シアン化合物には次亜塩素酸ソーダを用いた酸化分解技術、



などである。いずれの場合も効果の持続性が問題であり、化学処理後は土壌の溶出試験を行い、基準を上回る場合には遮水工、遮断工による封じ込め措置が取られる。ただしカドミウムとヒ素などの対策は全く逆であり、多様な汚染物質が共存している場合には、化学反応を利用した汚染土壌の処理は難しい。

封じ込め対策や化学的不溶化対策では、原位置に汚染物質は依然として残っており、東京都の6価クロム事例を見るまでもなく、汚染が再び生じる恐れがある。恒久対策として重金属や放射性物質を対象に地中に高電流を流し、土壌を溶融固化し、固体体に汚染物質を閉じこめるガラス固化技術も開発・実用化されている。汚染土壌を分級・洗浄すれば、高濃度部分を取り出せる可能性があり、分別した低濃度部分は溶出試験をクリアすれば資源として再利用できる可能性もある。さらに土壌中に電流を流し、イオン化した汚染物質を抽出する技術なども、現在わが国で現場実証試験が行われている。

クロム鉍滓埋め立て地域で68000m³の鉍滓と96700m³の汚染土壌を除去し、収容施設に封じ込めた事例がある。この対策ではクロム鉍滓撤去跡地では硫酸第一鉄と消石灰で還元中和処理して表土を埋め

戻し、整地復元の措置がとられている。水銀汚染についても、硫化ナトリウム・硫酸第一鉄・コロイド硫黄を散布して水銀を安定化した対策例がある。

汚染された地下水を原位置で化学処理し、汚染の拡散防止を行った事例もある。図13-6は6価クロムに汚染された地下水（宙水）にまで深さ6mの溝を掘り、宙水の通過する部分に亜炭と酸性白土を充填して埋め戻している⁵⁾。この対策は汚染土壌を除去するまでの応急措置として実施したものである。

3. 2 揮発性有機塩素化合物汚染

3. 2. 1 汚染の特徴

トリクロロエチレンなどの有機塩素化合物は、①油脂洗浄力が強い、②高揮発性があり、③燃えにくい、など溶剤として優れた性質がある。そのため金属部品や電子部品の脱脂洗浄、ドライクリーニング溶剤など幅広く使用されている。ただ揮発性有機塩素化合物は土壌には吸着されにくく、粘性や表面張力が水の1/2から1/3と小さいうえに、比重が1.5前後もあるため、不飽和土壌中を容易に、しかも横方向には広がらず真っ直ぐ下に浸透する性質がある。これまでに明らかになった汚染要因の多くは、溶剤タンクや配管からの溶剤の漏れ、高濃度に溶剤を含む廃棄物の埋め立てなどであり、こうした事態が生じると、原液か原液に近い汚染物質が地下浸透すると考えられる。

図13-7には火砕流堆積物が厚く積もった地域で観測されたトリクロロエチレンの土壌濃度分布を描いているが、40m 以上も浸透すること、この程度浸透しても10mg/kgを超える高濃度汚染は半径20m程度に収まっていることが分かる。浅い土壌汚染では 10万mg/kgを上回る汚染が検出されることもあるが、こうした極端な汚染はごく狭い範囲に限られており、数m離れると土壌濃度は2～3桁減少する。

表13-2には汚染源付近で観測された、土壌濃度、地下水濃度と土壌ガス濃度の最大値をまとめた。このように汚染源付近ではほとんどの事例で100mg/kgを超える高濃度土壌汚染が見いだされており、数万～数十万 mg/kgと汚染物質が原液状態で土壌中に存在している事例もある。地下水濃度については、トリクロロエチレンとテトラクロロエチレンいずれも水飽和溶解度（トリクロロエチレン：1100mg/l、テトラクロロエチレン：150mg/l）を超える高濃度汚染が検出されており、汚染物質は地下水中にまで侵入していることが分かる。さらに土壌中に汚染物質原液が存在すれば、飽和蒸気圧に等しい濃度（トリクロロエチレン：76300ppmv、テトラクロロエチレン：18400ppmv）が観測されるはずであり、実際の汚染現場でも1万ppmvを超える高濃度土壌ガスが検出されている事例もある。

3. 2. 2 浄化対策例

(1) 汚染土壌の除去

地下数mといった浅い土壌汚染では、土壌を掘削・除去する技術が多用されている。ただ汚染土壌を掘削すると高濃度な汚染物質が大気中に揮散する恐れがあるため、大気環境基準（トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンとも0.2mg/m³以

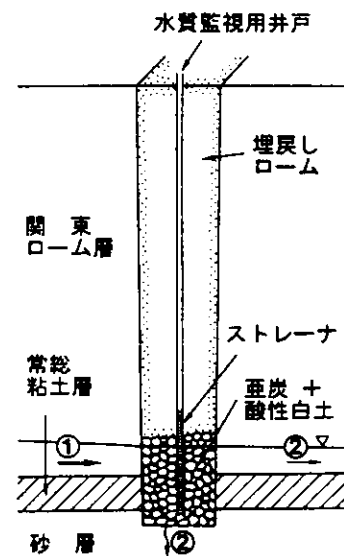


図13-6 宙水層に設けた6価クロム処理用障壁。①汚染された上流地下水、②処理された地下水の流れ⁵⁾。

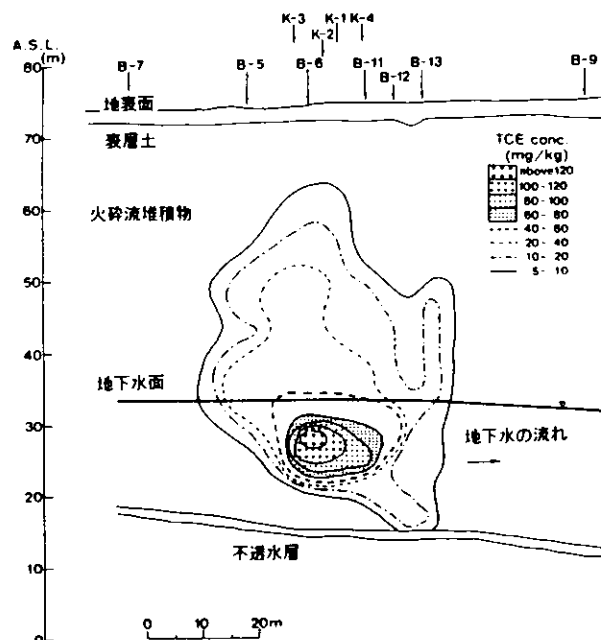


図13-7 土壌中のトリクロロエチレン濃度の分布

下)を目安として、適切な作業環境や周辺環境を保つことが望まれる。掘削した土壌は、2次汚染を招かないよう、熱をかけ汚染物質を抽出するなど適切に処理する必要がある。処理後土壌については、溶出試験を行い、基準を満たせば元位置に埋め戻すこともできる。

汚染土壌を掘削すると、その直後に地下水質は急激に回復する。ところが深い土壌や地下水中の汚染物質までは除去できないため、汚染土壌除去後には地下水の揚水も実施する必要がある、継続して地下水を汲み上げ、十数トンのトリクロロエチレンを回収して水道水質基準近くまで地下水を浄化した事例がある(図13-8)。

(2) 土壌ガスの吸引

土壌ガス吸引技術は、不飽和間隙中の土壌ガスに気化した汚染物質を土壌ガスとともに吸引除去する技術であり、数カ月から1年の対策で数百kgから1トンのトリクロロエチレンが除去されている。この土壌ガス吸引技術は、不飽和土壌を対象とした浄化技術であり地下水までは修復できないこと、さらに減圧吸引によって地下水位が上昇するため、土壌ガス吸引技術では大量の地下水の汲み上げも必要となる。土壌ガスも地下水も除去した対策事例によると、対策初期には土壌ガス吸引による汚染物質除去率は地下水揚水を1桁上回っていたが、対策の進捗とともに除去率が低下し、両者の除去率は逆転することも明らかにされている(図13-9)。この事例では、対策開始7000時間から地下水揚水量を2トン/時間から30トン/時間にまで強化したため、この揚水量増加も寄与して土壌ガス吸引と地下水揚水の除去率は逆転している。このように水に溶けにくい汚染物質を地下水揚水で除去するには時間はかかるが、長年の揚水で汚染土壌除去や土壌ガス吸引技術より多くの汚染物質を回収できる可能性があり、地下水揚水は地下水浄化には欠かすことのできない基本的な技術であることが分かる。

表13-2 土壌・地下水汚染事例で観測された土壌・地下水・土壌ガス濃度の最大値

事例 No	汚染物質	土 壌 (mg/kg)	深 度 (m)	土 質	地 下 水 (mg/l)	土 壌 ガ ス (ppm)
1	トリクロロエチレン	865 dry	2.5	粘 土	137	1500
2	トリクロロエチレン	6600 wet	2	砂質粘土	140	—
3	トリクロロエチレン	40 dry	25~27	シルト	360000	—
4	トリクロロエチレン	10 dry	0.7	表 土	410	—
5	トリクロロエチレン	138	46	砂質シルト	455	9400
6	トリクロロエチレン	232	3	砂 礫	1390	—
7	トリクロロエチレン	210000	7~8	砂質シルト	40	—
8	トリクロロエチレン	4300	4.5	有機質粘土	28	—
	テトラクロロエチレン	18000			75	—
9	テトラクロロエチレン	360	5.5	シルト	80	—
10	テトラクロロエチレン	8100	2.1	砂 礫	33	14000
11	テトラクロロエチレン	25000	0.8	粘 土	22	3000
12	テトラクロロエチレン	62000 dry	2.3	シルト混砂	160	14000

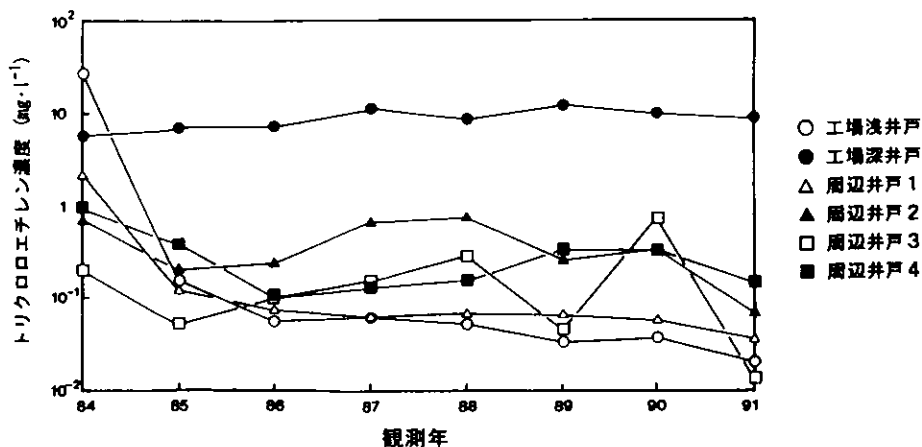


図13-8 土壌掘削(1984年5月)後の地下水中のトリクロロエチレン濃度の推移

ただ地下水揚水による汚染の浄化にはかなりの時間を要することも事実である。図13-9と同じ資料を用いて、図13-10には揚水した地下水に含まれるトリクロロエチレン濃度の経時変化を示している。図には2本の対策井で得られた地下水濃度を指数関数に当てはめ、その近似曲線を載せているが、このうち(2)の近似曲線から汚染された地下水濃度が地下水質環境基準0.03mg/lにまで減少するのに要する時間を求めると、31.3年となる。このようにトリクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物は水には溶けにくく、難分解性物質であるため、一度こうした微量有害化学物質に地下水が汚染されると、元の清浄な姿に戻すには長い時間がかかることが分かる⁶⁾。

土壌ガス吸引とは逆に、空気や蒸気を不飽和土壌や地下水中に吹き込み、ガス流れや地下水流れを攪乱して浄化するエアースパージング技術⁷⁾も開発されている。空気を注入することによって微生物分解も期待できるとされているが、わが国ではまだ現場実証試験の段階にある。

(3) 微生物分解技術

土壌ガスの吸引や地下水揚水などの物理的な浄化技術は、手法に違いはあっても、最終的には汚染物質を気化させ活性炭で回収している。低沸点化合物の除去技術として理にかなっていても、活性炭

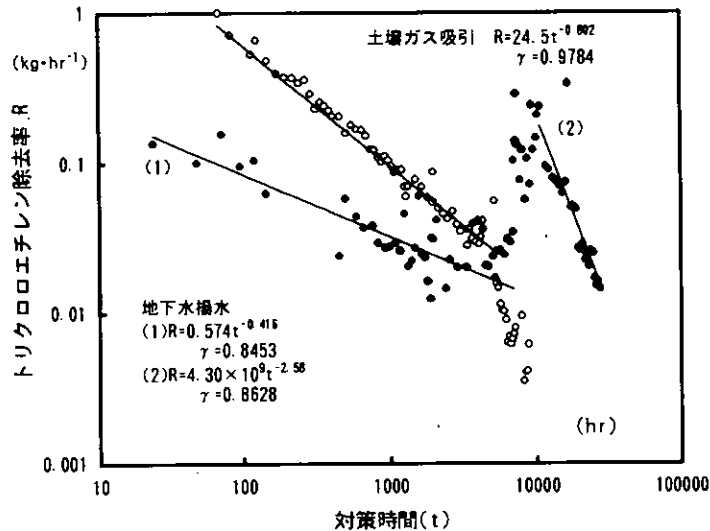


図13-9 土壌ガス吸引と地下水揚水によるトリクロロエチレン除去率の比較

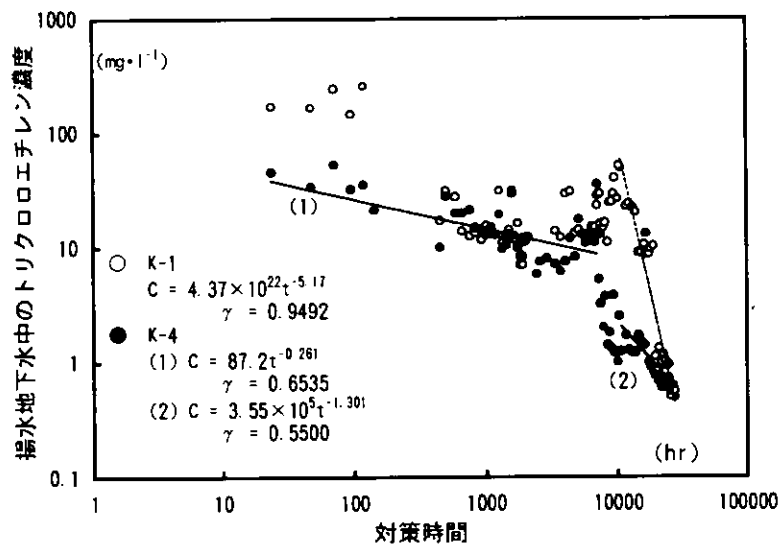


図13-10 揚水した地下水に含まれるトリクロロエチレン濃度の経時変化

から着脱した溶液や活性炭そのものを焼却処分することになり、これが不十分であると非意図的な汚染物質を生成する恐れもある。対策に時間がかかったり、物理的な限界もある。これに対し、微生物分解は原位置で汚染物質を炭酸ガスにまで完全分解できる可能性がある。

微生物分解は、ガソリンなど比較的分解されやすい炭化水素の浄化技術として、欧米では既に実用化されている。一方、トリクロロエチレンなどは、もともと微生物分解されにくい物質であるが、それでも嫌気的な条件下ではかなり効率よく分解する微生物が発見されている⁸⁾。実用化を目指して米国では既に現場実証実験が進められており、現場から抽出した分解微生物を栄養物質とともに地下水中に注入してトリクロロエチレン濃度で3 mg/lの地下水を浄化した実績もある。わが国でも汚染地下水中にメタン、栄養塩類や酸素を吹き込み、地下水中に生息する微生物活性を上げる浄化技術の実証試験が行われている(図13-11)⁹⁾。注入開始後に、地下水中のトリクロロエチレン濃度は低下しているが、これは注入水の希釈によるものである。そして注入を停止した後もトリクロロエチレン濃度は低い状態が続き、その間40日の対策で約1.2kgのトリクロロエチレンが無害化されたと報告されている。ただ好氣的雰囲気での微生物分解は、トリクロロエチレンについては現状では数十mg/lが限界であることも事実である。したがって最初に物理的な除去技術を施し、高濃度汚染を取り除いた後でなければ適用できないのが現状である。ところが汚染源中心には飽和水溶解度の汚染地下水が滞留しており、浄化対策技術として微生物分解技術を定着させるには、この程度の汚染まで無害化できる必要があろう。一方、還元的脱塩素反応では、テトラクロロエチレンからトリクロロエチレン、ジクロロエチレンを経て、塩化ビニルの生成することが指摘されており¹⁰⁾、分解生成物の毒性が問題となる。化学的に塩素で飽和したテトラクロロエチレンは還元状態でないと塩素はずれず、テトラクロロエチレンの分解については還元的雰囲気維持手法や好氣的分解を組み合わせた技術の開発も必要となろう。

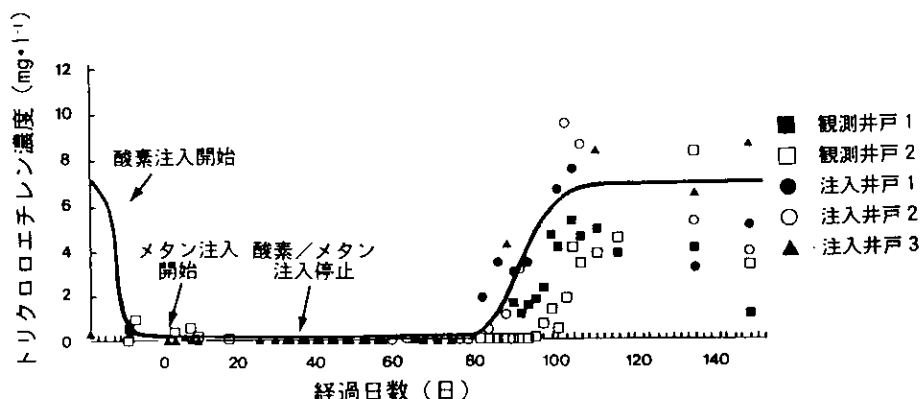


図13-11 注入井と観測井におけるトリクロロエチレン濃度の経時変化⁹⁾

3. 3 硝酸性窒素

地下水への硝酸性窒素の供給源には、大きくは生活排水・工場排水の土壌浸透処理に由来する点源、農地に施用された肥料成分の溶脱に由来する非点源の2つの形態がある。このうち最も懸念されているのが農地への施肥であり、汚染物質の供給源が面的に拡がりを持っているため、汚染された地下水の浄化そのものは極めて困難であり、施肥量を減量する以外に有効な手だてのないのが現状である。

ところが単に肥料を減らし、その結果、農作物の収量や品質が低下しては有効な対策として機能しない。必要な時期に、適量の肥料を施用するなど、肥培管理が重要となる。それには対象とする作物それぞれについて、圃場試験やライシメータ試験を実施する必要がある。かなりの時間と経費がかかる。そのためわが国では、硝酸汚染対策としての肥料の減量化はまだ始まったばかりであり、対策例は少ないが、その一つに岐阜県各務原市がある。

各務原台地はニンジンの生産で知られているが、1970年代から多量の無機化学肥料がニンジン畑地に施用されてきた。その結果、1980年代に入り畑地地下水の硝酸性窒素濃度が25mg/lを上回り、生活

用水を取水していたいくつかの揚水井は閉鎖に追い込まれた。これと並行して、過剰な無機化学肥料がニンジンの品質に影響を及ぼし、農業生産と地下水質保全の両面から肥料の減量化が急務の課題となった。こうした背景から、綿密な圃場試験やポット試験を繰り返し、従来から慣行的に行われてきた年間窒素施肥量400kg/haを300kg/haにまで減らしても、ニンジンの収量や品質に影響のないことを確かめ、実際の畑地で肥料の減量化を実践している。この減量化には、無機化学肥料を減らすことはもちろん、有機肥料や肥効調節肥料も導入されている¹¹⁾。

肥料の減量化は1990年代から始まっているが、この前後の各務原台地地下水の硝酸性窒素濃度の分布を図13-12に描いた。減肥対策によって1980年代には硝酸性窒素濃度で25mg/lを超えていた範囲が狭くなり、対策の効果が現れていることが分かる。各務原台地地下水は浅い不圧地下水であり、地上での人間活動の影響を受けやすい反面、有効な対策を実施すれば効果も比較的早く現れる好適な事例である。

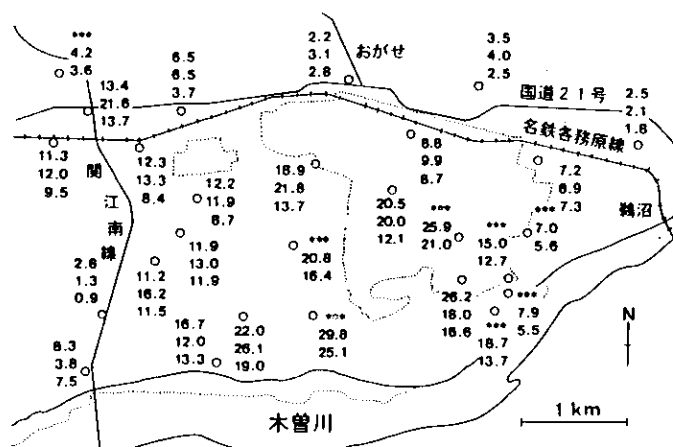


図13-12 各務原台地地下水中の硝酸性窒素濃度の推移¹¹⁾。図中の数字は、上段：1984年7月、中段：1990年7月、下段：1994年7月の観測値で、単位はmg/l。

4. まとめ

重金属類による浄化対策は、調査手法を含めある程度マニュアル化されている。封じ込めや不溶化技術に加え、最近では積極的に汚染物質を除去する技術の開発も進められている。揮発性有機塩素化合物については、汚染土壌の除去、地下水の揚水や土壌ガス吸引といった物理的な汚染物質除去技術を中心に汚染現地に適用され、修復技術としての有効性が実証されるとともに、評価も定まりつつある。もちろん先端的な技術の開発と導入は、浄化対策の効率化をはかるために必要であるが、多額の経費がかかる。その意味で簡易な技術の開発は、浄化対策の促進に不可欠である。例えば、土壌ガス吸引については鉄パイプを打ち込むだけで、ロータリー掘りした吸引井と何ら遜色ない汚染物質の除去率が得られているし、深さが7m程度までであればウエルポイントも有効である¹²⁾。

このように見ると、土壌・地下水汚染の浄化対策技術は、調査技術を含めてほぼメニューが揃いつつあるといえる。それぞれの技術には適性があり、汚染物質の存在形態、地下水の利用形態や対策にかかる経費など、目的にあった適切な技術の選定・実施が重要である。

参考文献

- 1) 川西琢也, 川島博之, 尾崎保夫(1991)地下水の硝酸性窒素濃度の上昇と農業生産—諸外国の研究事例のとりまとめと今後の課題—, 用水と廃水, 33, 17-28.
- 2) 宮古島地下水水質保全対策協議会(1993)平成4年度宮古島地下水水質保全調査報告, 224p.
- 3) 平田健正(1994)土壌・地下水汚染の浄化技術の現状と課題, 水環境学会誌, 17, 86-90.
- 4) 環境庁編(1996)平成7年版環境白書, 大蔵省印刷局, 415p.
- 5) 佐藤賢司, 古野邦雄, 高梨祐司, 原 雄, 楡井 久(1991)地下水汚染の事例研究・防食加工工場周辺, 共立出版, 地下水汚染論, 291-305.

- 6) 平田健正, 江種伸之, 中杉修身, 石坂信也(1996)土壤ガス吸引と地下水揚水を併用した地下環境汚染の修復, 環境工学研究論文集, 33, 47-55.
- 7) Lundegard, P.D. and LaBrec-que, D.(1995)Air sparging in a sandy aquifer(Florence, Oregon, USA):actual and apparent radius of influence, J. Contaminant Hydro., 19, 1-27.
- 8) 田上四郎, 徳永隆司, 永淵義孝, 世良暢之, 北森成治, 常盤寛(1993)汚染土壌から分離した高濃度テトラクロロエチレンの分解菌, 第27回日本水環境学会年会講演集, 628-629.
- 9) 小山田久実ら(1995)トリクロロエチレン汚染現場への原位置バイオレメディエーションの適用, 第4回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 75-78.
- 10) Vogel, T.M. and McCarty, P.L.(1985)Biotransformation of tetrachloroethylene to trichloroethylene, dichloroethylene, vinyl chloride, and carbon dioxide under methanogenic conditions. Appl. Environ. Microbiol., 49, 1080-1083.
- 11) 寺尾 宏(1996)畑作地帯の硝酸性窒素による地下水汚染と軽減対策-岐阜県各務原台地における汚染事例-, 水環境学会誌, 19, pp. 956-960.
- 12) 長藤哲夫, 鈴木孝治, 下村雅則, 中杉修身, 平田健正, 鞍谷保之(1994)浅層砂礫層における揮発性有機塩素化合物の気液混合抽出法による土壌浄化と予測, 水環境学会誌, 17, 641-649.

第14章 水道水源対策

1. はじめに

公共用水域における水利用の中でも水道水源としての利用は、最も重要なものとして位置づけられる。社会基盤施設としての水道は、われわれが衛生的で快適な日常生活を営むために必要なだけでなく、現代社会における産業活動や種々の社会的活動を支えるためにも不可欠なものである。このため水道では、安全で良質な水道水を必要量だけ確保することが常に求められている。

しかしながら、近年、わが国の水道においては、良質な水道水を確保することが困難となるに至った。そのため、水道水源の水質保全を目的として、新たに「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」及び「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法」が平成6年（1994年）3月に制定された（以下、これらを水源二法と呼ぶ）。

これらの法律は制定後間もないことから、その効果を見るにはまだ至っていないが、すでにいくつかの水域において適用され、水道水源の水質保全のための計画が策定されている。このようなことから、今後これらの法律が活用されることにより、水道水源の水質保全事業が円滑かつ効果的に実施されることが期待される。

本章では、上記の水源二法の制定の背景からその適用の現状までについて述べる。

2. 水源二法制定の背景とその経過

水源二法の制定の背景には、水道水源の汚染の進行にもかかわらず、従来の法制度のもとではそれに対して十分に取り組むことができなかつたことがあげられる。以下では、水源二法制定に至る主な背景と経過につき述べる。

2. 1 水道水の汚染

水道では、近年、塩素処理に伴うトリハロメタンの生成、トリクロロエチレン等の有機溶剤による地下水の汚染、農薬による汚染、富栄養化に伴う異臭味の発生等、水質上の様々な障害が顕在化してきた。このうちトリハロメタンは、消毒など塩素処理に伴って生成されるいわゆる消毒副生成物の一部であり、クロロホルム、ブromोजクロロメタン、ジブromオクロロメタン、ブromホルムの4種類の化合物により構成される。トリハロメタンは動物実験により発がん性が認められている。

上記のような水質上の障害に対処するため、水道では、前塩素処理を中間塩素処理に変更したり、活性炭処理、オゾン処理、生物処理等の高度浄水処理を導入するなど、水道の水質基準を満足する安全で良質な水道水を確保するため、あらゆる努力が続けられてきた。しかしながら、浄水処理による対処には自ずと限界があり、水源汚染に対する抜本的な対策の確立が求められていた。

水道水の汚染の端的な例は図 14-1 に示すような異臭味の問題であり、全国で毎年約2,000万人が被害を受けていた。また、厚生省が平成3年（1991年）度に、全国の上水道事業と水道用水供給事業のうち地下水のみを水源とするものを除いた約1,600事業を対象に調査した結果によれば、トリハロメタン5項目のいずれかの検査結果が基準値の70%を超えていた例は、表 14-1 に示すように63事業体（約4%）に及び、給水人口としては約250万人にのぼった（トリハロメタンの濃度変動を考慮して基準値の70%を目標値としている）。このほか、様々な化学物質による水道水の汚染が各地で認められており、また、工場排水等による突発的な水源汚染事故による水道水の汚染も頻繁に発生し、そのうち多くの場合は取水停止を余儀なくされてきた。

このようなことから、国民の間では水道水の安全性に対する不安感が著しく高まってきた。このことは、家庭用浄水器やボトル水の販売状況にも明らかに反映されており、特に近年では一般国民の水道離れが顕著になってきた。

2. 2 水道水源保全に関する従来の法制度

水源二法の制定以前においては、水道水源の保全に関する法制度の整備は必ずしも十分なもので

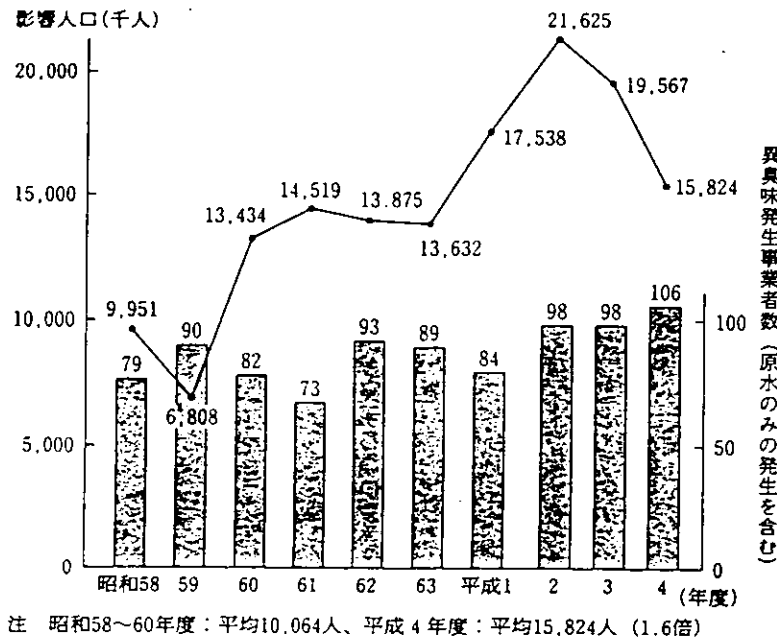


図 14-1 水道の異臭味状況¹⁾

表 14-1 トリハロメタン濃度が基準値の70%を超える水道事業者数²⁾

項目	基準値の7割超過事業者数
総トリハロメタン	39
クロロホルム	27
ブロモジクロロメタン	39
ジブロモクロロメタン、プロモホルム	0

注 同一事業者が複数項目について基準値の7割を超過している場合もあるため各項目の事業者数の合計は63にはならない。

(参考) トリハロメタンの水質基準値

総トリハロメタン	0.1 mg/l	ジブロモクロロメタン	0.1 mg/l
クロロホルム	0.06 mg/l	プロモホルム	0.09 mg/l
ブロモジクロロメタン	0.03 mg/l		

はなかった。

水道行政の側においては、水道法において、国及び地方公共団体は水道水源の清潔保持に必要な施策を講ずるとともに、国民もその清潔保持に努めること、並びに、水道事業者等は必要に応じて関係行政機関に対し水源の水質汚濁防止に関し適当な措置を講ずべきことを要請することができることを定めている。しかし、このような水道事業者の要請に対する具体的な対処の方法については、どこに

も定められていなかったため、この条項が実際に活用されることはほとんどなかった。

また、環境行政の側においては、環境基本法（以前は公害対策基本法）に基づく公共用水域に対する環境基準の類型指定、並びに、水質汚濁防止法に基づく排水基準の適用等が行われてきている。しかしながら、環境基準の類型指定は、違反した場合の罰則規定がなく、その拘束力に限界がある。そのため、平成2年（1990年）度における水道水源水域における環境基準の達成状況は、図 14-2 に示すように決して満足と言えるものではなかった。しかも、上水道及び水道用水供給事業の全水源のうち類型指定を受けているものは28.6%で、残りの71.4%は類型指定を受けていなかった。

このほか水道水源の水質保全に関係する法律には、湖沼水質保全特別措置法、下水道法、河川法、農薬取締法、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律等、多くのものがある。しかしながら、これらの法律はいずれも水道水源の水質保全と間接的なかわりを持つだけで、それを効果的に推進するための具体的な方法と手順が、水道法の場合と同様に明確に規定されていなかった。

2. 3 水道水質基準の改正

水道水の汚染と健康影響に対する社会的不安の高まり、水道水中の汚染物質の健康影響に関する科学的知見の蓄積、WHO飲料水質ガイドラインの改訂等を背景として、平成4年（1992年）12月に水道の水質基準が表 14-2 のように改正された。この改正は昭和53年（1978年）以来のもので、実質的には昭和32年（1957年）以来実に35年ぶりの大幅改正であった。この結果、旧基準の26項目が46項目に拡充・強化された。このほか、水質基準を補完するものとして、表 14-3 に示すような「快適水質項目」13項目とその目標値、及び、表 14-4 に示すような「監視項目」26項目とその指針値が新たに設定された。

なお、このような水道の水質基準の改正等の動きを受けて、平成5年（1993年）3月には「人の健康の保護に関する環境基準」も同様に改正され、また、これを補完するものとして「要監視項目」25項目とその指針値も設定された。さらに、平成5年（1993年）12月には排水基準も改正された。

2. 4 立法化への動き

上記のような状況を踏まえて、水道事業者に対して監督責任を有する厚生省では「水道水源の水質保全に関する有識者懇談会」を開き、水道水源保全のあり方につき意見を求めた。この結果、水道

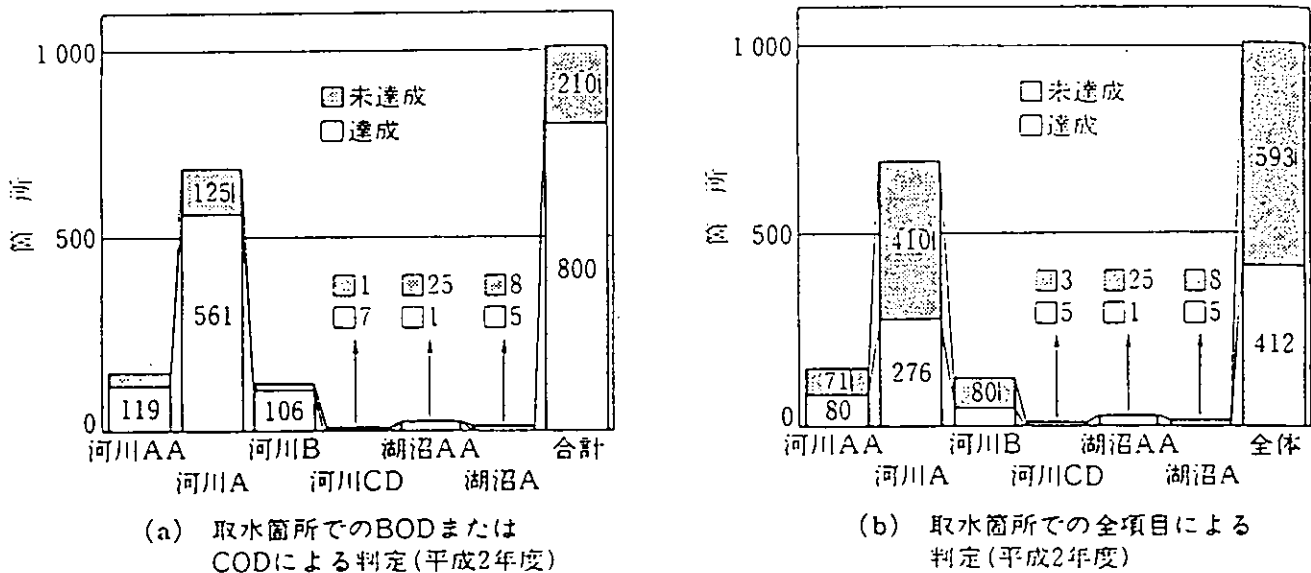


図14-2 水道水源における環境基準の達成状況（環境基準類型別）³⁾

表 14-2 水道の水質基準

◎ 健康に関連する項目 (29項目)

項目名	基準値	項目名	基準値
1 一般細菌	1 ml の検水で形成される集落数が100以下であること	15 ジクロロメタン	0.02mg/l 以下
		16 シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l 以下
2 大腸菌群	検出されないこと	17 テトラクロロエチレン	0.01 mg/l 以下
3 カドミウム	0.01 mg/l 以下	18 1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/l 以下
4 水 銀	0.0005 mg/l 以下	19 トリクロロエチレン	0.03 mg/l 以下
5 セレン	0.01 mg/l 以下	20 ベンゼン	0.01 mg/l 以下
6 鉛	0.05 mg/l 以下	21 クロロホルム	0.06 mg/l 以下
7 ヒ 素	0.01 mg/l 以下	22 ジブromokクロロメタン	0.1 mg/l 以下
8 六価クロム	0.05 mg/l 以下	23 プロモジクロロメタン	0.03 mg/l 以下
9 シアン	0.01 mg/l 以下	24 プロモホルム	0.09 mg/l 以下
10 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10 mg/l 以下	25 総トリハロメタン	0.1 mg/l 以下
		26 1,3ジクロロプロペン (DD)	0.002 mg/l 以下
11 フッ素	0.8 mg/l 以下	27 シマジン (CAT)	0.003 mg/l 以下
12 四塩化炭素	0.002 mg/l 以下	28 テウラム	0.006 mg/l 以下
13 1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/l 以下	29 テオベンカルブ (ベンチオカーブ)	0.02 mg/l 以下
14 1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/l 以下		

(注) 平成5年12月1日施行

◎ 水道水が有すべき性状に関連する項目 (17項目)

項目名	基準値	項目名	基準値
30 亜 鉛	1.0 mg/l 以下	39 1,1,1-トリクロロエタン	0.3 mg/l 以下
31 鉄	0.3 mg/l 以下	40 フェノール類	フェノールとして 0.005 mg/l 以下
32 銅	1.0 mg/l 以下		
33 ナトリウム	200 mg/l 以下	41 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/l 以下
34 マンガン	0.05 mg/l 以下		
35 塩素イオン	200 mg/l 以下	42 pH 値	5.8 以上 8.6 以下
36 カルシウム、マグネシウム等 (硬度)	300 mg/l 以下	43 味	異常でないこと
		44 臭 気	異常でないこと
37 蒸発残留物	500 mg/l 以下	45 色 度	5 度以下
38 陰イオン界面活性剤	0.2 mg/l 以下	46 濁 度	2 度以下

(注) 平成5年12月1日施行

水の安全性を確保するためには、水道事業者側の対応のみでは限界があり、水道水源の水質保全対策が重要であるとして、下記のような提言を盛り込んだ報告書⁴⁾が平成5年(1993年)2月に取りまとめられた。

- ①地域の实情に応じた工場等の排水規制の強化
- ②農薬等の使用の適正化
- ③生活排水の適正処理を行うための各種の事業の推進

表 14-3 水道の快適水質項目

項目名	目標値	項目名	目標値
1 マンガン	0.01 mg/l 以下	7 遊離炭酸	20 mg/l 以下
2 アルミニウム	0.2 mg/l 以下	8 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	3 mg/l 以下
3 残留塩素	1 mg/l 程度以下	9 カルシウム、マグネシウム等(硬度)	10 mg/l 以上 100 mg/l 以下
4 2-メチルイソボルネオール	粉末活性炭処理 : 0.00002 mg/l 以下	10 蒸発残留物	30 mg/l 以上 200 mg/l 以下
	粒状活性炭等恒久施設 : 0.00001 mg/l 以下	11 濁度	給水栓で1度以下 送配水施設入口で 0.1度以下
5 ジェオスミン	粉末活性炭処理 : 0.00002 mg/l 以下	12 ランゲリア指数(腐食性)	-1 程度以上とし、 極力0に近づける
	粒状活性炭等恒久施設 : 0.00001 mg/l 以下	13 pH値	7.5 程度
6 臭気強度 (TON)	3 以下		

注1) マンガン、有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物、濁度及びpH値については、基準項目であるが、より質の高い水道水の目標とする値として別途設定した。

注2) 残留塩素については、消毒の確実な実施を前提として目標値を活用すること。

注3) 平成5年12月1日施行

表 14-4 水道の監視項目

項目名	指針値	項目名	指針値
1 トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/l 以下	14 ジクロロアセトニトリル	0.08 mg/l 以下
2 トルエン	0.6 mg/l 以下	15 抱水クロラール	0.03 mg/l 以下
3 キシレン	0.4 mg/l 以下	16 イソキサチオン	0.008 mg/l 以下
4 p-ジクロロベンゼン	0.3 mg/l 以下	17 ダイアジノン	0.005 mg/l 以下
5 1,2-ジクロロプロパン	0.06 mg/l 以下	18 フェニトロチオン(NEP)	0.003 mg/l 以下
6 フタル酸ジエチルヘキシル	0.06 mg/l 以下	19 イソプロチオラン	0.04 mg/l 以下
7 ニッケル	0.01 mg/l 以下	20 クロロタロニル(TPN)	0.04 mg/l 以下
8 アンチモン	0.002 mg/l 以下	21 プロピザミド	0.008 mg/l 以下
9 ほう素	0.2 mg/l 以下	22 ジクロルボス(DDVP)	0.01 mg/l 以下
10 モリブデン	0.07 mg/l 以下	23 フェノバルブ(BPMC)	0.02 mg/l 以下
11 ホルムアルデヒド	0.08 mg/l 以下	24 クロルニトロフェン(CNP)	0.0001 mg/l 以下 (注2)
12 ジクロロ酢酸	0.04 mg/l 以下	25 イプロベンホス(IBP)	0.008 mg/l 以下
13 トリクロロ酢酸	0.3 mg/l 以下	26 EPN	0.006 mg/l 以下

注1) 平成5年12月1日施行

注2) 暫定指針値(平成6年3月8日衛水第56号)

④上流地域での開発行為からの小規模水道事業者の保護

さらに、厚生省生活環境審議会による答申「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する制度について」（平成5年（1993年）11月）では、水道原水の水質保全を図るための事業を促進するため、早期に必要な法制度の整備を図る必要があることが指摘された。

また、環境庁中央公害対策審議会による答申「水道利水に配慮した公共用水域等の水質保全対策のあり方」（平成5年（1993年）12月）でも、安全で良質な水道水を確保する観点から、既存の制度では対応が困難な場合には、法制度も含めた新たな対応策を講ずることが必要であると指摘された。

これらの経緯を踏まえて、図 14-3 に示すような考え方のもとに水道水源の水質保全のための施策を推進するため、「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」（厚生省、農林水産省及び建設省が主管）及び「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法」の制定

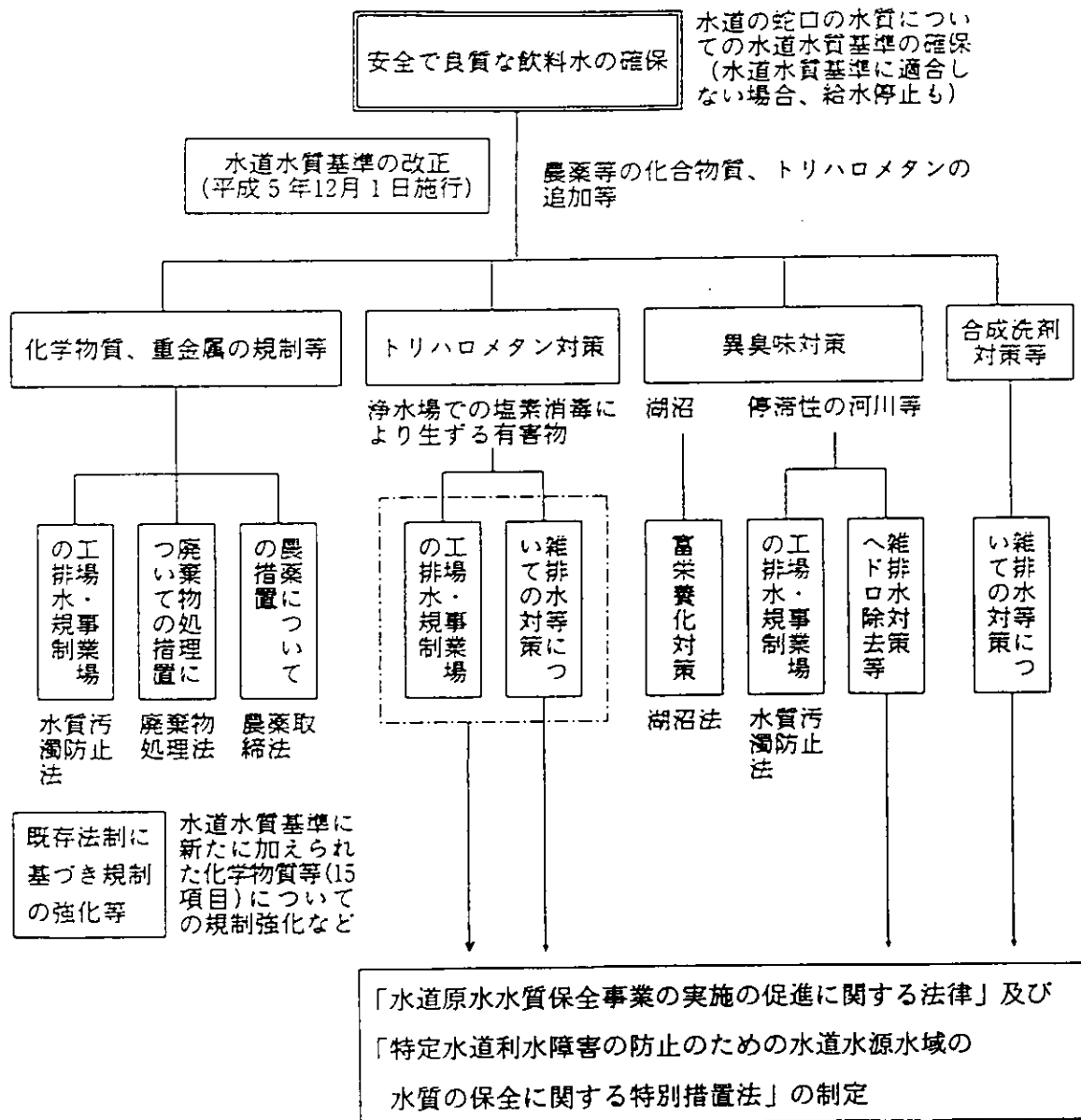


図 14-3 水道原水の水質の保全に関する施策（文献5の図を修正）

法」（環境庁が主管）が、いずれも平成6年（1994年）3月に制定され、同年5月に施行された。

3. 水源二法の概要とその適用

ここでは、上記のようにして新たに施行された水源二法の概要及びその適用状況等について述べる。施行後今日までにすでに3年以上経過しており、適用事例の中には、水道原水水質保全事業の実施を促進するための都道府県計画がすでに策定されたものもあるので、その一端も併せて紹介する。

3.1 概要

水源二法の概要は以下のとおりである。すなわち、「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律（以下、事業促進法と略す）」は、トリハロメタンや異臭味等による水道水源の汚染に対処するため、下水道・合併処理浄化槽の整備事業及び河川事業等を促進することをねらいとしたものである。また、「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法（以下、特別措置法と略す）」は、トリハロメタン生成能に限っての水道水源の汚染に対処するため、工場排水の規制等をねらいとしたものである。

これらの水源二法は、水道原水の水質汚染のレベルが高いため、水質基準を満たす水道水を水道事業者のみの努力では確保することが困難な場合に適用される。水源二法の適用は水道事業者による要請に基づいて行われ、必要に応じて上記のような内容を盛り込んだ水質保全のための計画が地域ごとに作成される。

事業促進法に基づく水道原水水質保全事業は、水道の取水地点から上流15～20kmまでの範囲を対象とし、その実施予定期間はおおむね5年を目処に定めることとされている。

また、特別措置法では、水質保全のための計画の中でトリハロメタン生成能について工場・事業場の規制を行う場合の排水基準を、表 14-5 に示す範囲で定めることとしている。この排水基準を定めるに当たっては、利用可能な技術レベルや水域の水質を確保する上で必要かつ十分な排水の濃度レベルを考慮に入れて、業種ごとの代表的な排水水質の日間平均値の頻度分布に基づき、その75%値×(4/3)を下限値、また、その95%値×(4/3)を上限值としている。このうち下限値については、工場・事業場に過度の負担をかけずに技術的に対応可能なレベルとして設定された。また、上限値については、現在の技術水準を前提に施設の管理の適正化により達成できるレベルとして設定された。なお、係数4/3は、CODやBODについての最大値と日間平均値の比を準用したものである。

3.2 運用方法と適用状況

事業促進法の運用方法は図 14-4 に示すとおりである。

図中で都道府県計画とあるのは、水道原水水質保全事業の実施を促進するために都道府県が作成する計画のことである。

なお、水道事業者が特別措置法の規定による要請をしたときには、当該水道事業者は事業促進法による要請をしたものとみなされ、また、水道事業者がトリハロメタン対策に関し事業促進法の規定による要請をしたときには、特別措置法の規定による要請をしたものと見なされる。

水源二法の適用状況は表 14-6 に示すとおりであり、平成8年（1996年）末までに10水道事業体により要請が提出され、このうち4件について都道府県計画がすでに策定されている。

4. 水源二法の適用事例－香川県詫間町水道事業

ここでは、すでに水源二法の適用が要請され、しかも水道原水水質保全事業実施促進計画書が作成されている香川県詫間町水道事業の事例につき紹介する。

4.1 水道事業の概要と要請理由

香川県詫間町水道事業の概要は表 14-7 に示すとおりで、昭和26年（1951年）に創設されており、

表 14-5 工場・事業場のトリハロメタン生成能に関する排水基準

(単位：mg/l)

産業分類コード番号	業種及びその他の区分	下限値	上限値
0 1 2	畜産農業	1.3	5.2
1 2 1	畜産食料品製造業	0.4	0.6
1 2 2	水産食料品製造業	0.4	3.6
1 2 3	野菜缶詰・果実缶詰・農産保 存食料品製造業	0.8	1.1
1 2 9	その他の食料品製造業	0.3	0.8
1 3 1	清涼飲料製造業	0.6	1.4
1 3 2	酒類製造業	0.4	0.5
1 4	繊維工業（衣服、その他の織 維製品を除く。）	0.6	1.7
1 8 1	パルプ製造業	1.0	1.7
1 8 2	紙製造業	0.4	0.8
2 0 2	無機化学工業製品製造業	1.0	4.3
2 0 3	有機化学工業製品製造業	1.0	4.5
2 0 6	医薬品製造業	0.4	0.6
2 8 6	金属被覆・彫刻業、熱処理業 （ほうろう鉄器を除く。）	0.4	1.0
3 0	電気機械器具製造業	0.2	0.4
3 8 3	下水道業	0.2	0.3
7 2 1	洗濯業	0.2	0.3
8 7 1 2	し尿処分業 （し尿浄化槽を除く。）	0.4	0.8
9 5 2 1	と畜場	0.4	0.6
浄化槽	農業集落排水施設を除く施設	0.2	0.6
	農業集落排水施設	0.2	0.3
その他		0.2	—

平成7年（1995年）度の計画給水人口は18,700人、計画給水量は17,200m³/日であった。詫間町水道の汐木浄水場では高瀬川水系高瀬川（二級河川）から取水しているが、原水の総トリハロメタン生成能は100μg/Lを超えており、水道水の総トリハロメタン濃度も基準値100μg/Lの7割、すなわち70μg/Lを時によって超えることが認められた。このため、詫間町では以下の措置を講じた、又は講じようとした。

- ①粒状活性炭吸着設備の適正使用、県営水道供給水との混合等（平成6年度（1994年）度実施）
- ②前塩素処理を中間塩素処理に変更（平成7年（1995年）度予定）

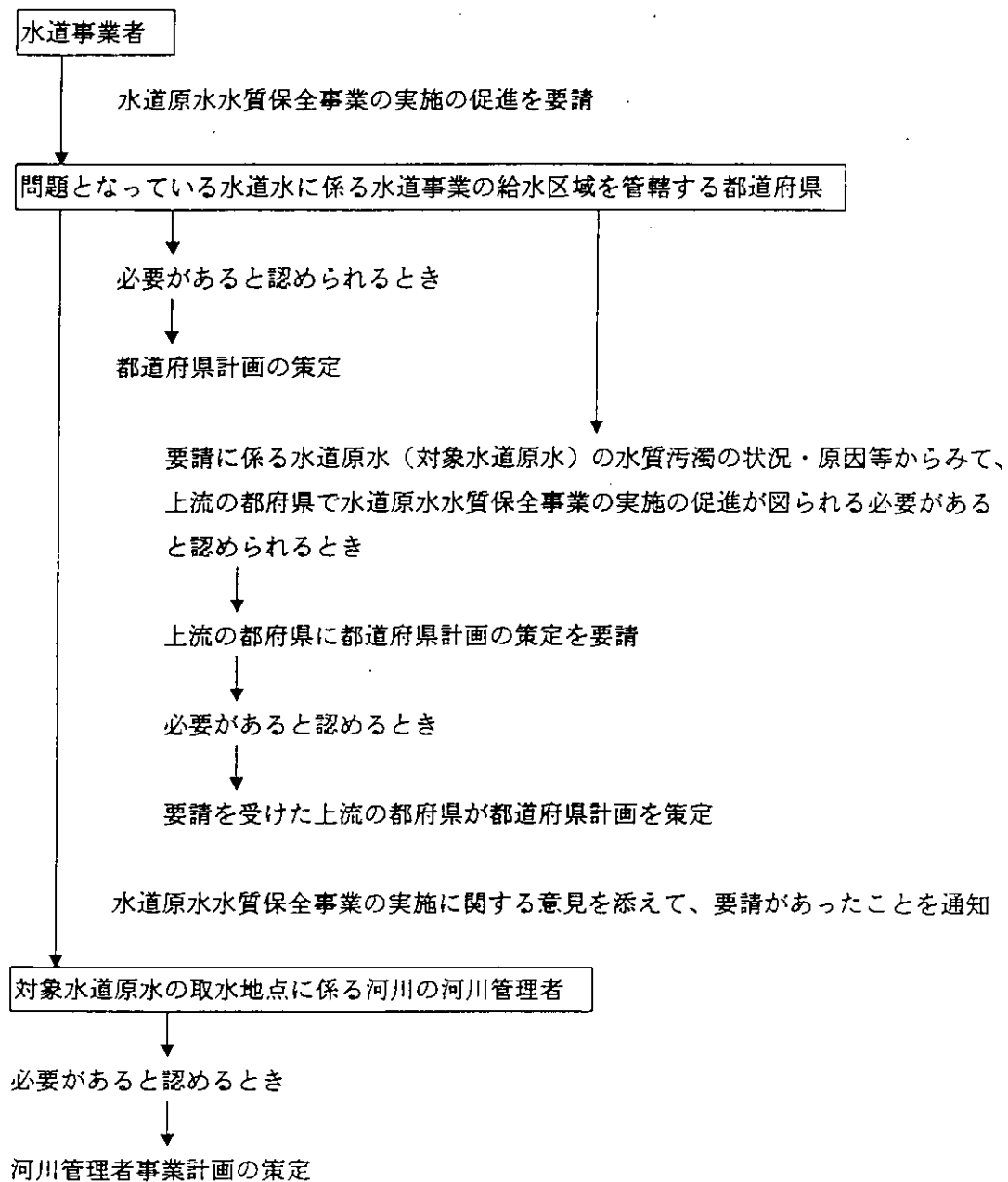


図 14-4 「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」の運用方法⁶⁾

上記②の措置によりある程度の改善は見込まれるものの、詫間町水道事業による独自の対応のみでは限界があり、かつ水源水域は環境基準のBODが未達成で生活排水も増加傾向にあることから、上記の措置だけでは水質基準値を超える恐れがあると判断した。

以上の理由により、平成6年（1994年）9月に、詫間町は香川県に対して水源二法の適用を要請した。

4. 2 都道府県計画の作成

上記の要請を受けた香川県は、要請の妥当性を認めるとともに、水道原水水質保全事業の実施を促進する必要があると判断し、県の関係部局担当者により構成される計画策定連絡会を直ちに設置した。この連絡会による検討結果に基づき、香川県は平成7年（1995年）6月に、汐木浄水場の取水地点

表 14-6 水道原水法の施行状況⁷⁾

	事業者名 (河川名)	県名	要請時期 (平成)	計画策定状況
①	石川町 (北須川(千五沢ダム))	福島	6年6月	計画策定済 (6年12月)
②	須賀川市 (祝迎堂川)	福島	6年6月	計画策定済 (6年12月)
③	詫間町 (高瀬川)	香川	6年9月	計画策定済 (7年6月)
④	加古川市 (加古川)	兵庫	6年9月	計画策定中
⑤	県営水道事業 (養老川(高滝ダム))	千葉	6年10月	計画策定済 (7年3月)
⑥	県営水道用水供給事業 (加古川)	兵庫	6年11月	計画策定中
⑦	東総広域水道事業団 (黒部川)	千葉	6年11月	計画策定中
⑧	県営水道用水供給事業 (億首川(金武ダム))	沖縄	7年7月	計画策定中
⑨	県営水道用水供給事業 (大保川)	沖縄	7年7月	計画策定中
⑩	県営水道用水供給事業 (天願川)	沖縄	7年7月	計画策定中

表 14-7 香川県詫間町水道事業の概要

対象水源名 (取水点)	高瀬川水系高瀬川
20Km流域	3町 (詫間町、三野町、高瀬町)
浄水場名	汐木浄水場 (第1、第2) (公称施設能力: 5,190m ³)
計画給水人口	18,700人
現在給水人口	14,866人
計画給水量	17,200m ³ (香川用水受水 10,000m ³ 、豊中町受水 2,000m ³)
平均給水量	11,101m ³

上流域3町を対象とする「香川県地域水道原水水質保全事業実施促進計画書（詫間町水道事業汐木浄水場に係る取水地点上流地域）」を作成した。

計画書では、対象水道原水の水質を保全するため必要と認められる地域水道原水水質保全事業として、農村集落配水施設の整備に関する事業3件及び合併処理浄化槽の整備に関する事業3件につき、実施主体、実施区域、設置基数、処理人口、処理方式、実施予定期間、及び概算事業費を明記するとともに、家畜糞尿処理のあり方についても言及している。

なお、この計画書によれば、平成5年度の取水地点における水質測定結果では、BODが2.2～11（平均5.2）mg/Lであり、環境基準が未達成であるほか、原水の総トリハロメタン生成能が0.134～0.464（平均0.299） $\mu\text{g/L}$ と高く、水道水源の水質汚濁が見られるとしている。

参考文献

- 1)厚生省生活衛生局水道環境部計画課・水道整備課監修(1996) 安全で良質な水道水の確保を求めて―水道原水水質保全事業実施促進法の解説―、4.
- 2)厚生省生活衛生局水道環境部計画課・水道整備課(1994) 水道原水水質保全事業実施促進法のポイント、第一法規出版、30.
- 3)金子光美編著(1996) 水質衛生学、技報堂出版、114.
- 4)水道水源の水質保全に関する有識者懇談会(1993) 水道水源の水質保全対策の推進について、平成5年2月4日.
- 5)文献1、10.
- 6)文献1、41-42.
- 7)浜田康敬(1997) 水道の現状と今後の課題、環境技術、26(1)、25-29.

第15章 水質モニタリング

1. 水質の汚濁の状況の監視

公共用水域及び地下水の水質汚濁の状況を把握し、及び水質汚濁の防止のための規制措置を適正に実施するため、水質汚濁の監視・測定等の体制の整備を図る必要がある。また、環境基準は国と地方公共団体を通じての共通の行政目標であることに鑑みれば、国や地方公共団体の各種調査は統一的な見地から総合的に実施する必要があるが、このためには、これら各種調査の統一性と総合性を確保するとともに、必要な調査を追加することにより、全体として合理的な水質監視測定体制を整備して行かねばならない。

水質汚濁防止法は、このような見地から、①都道府県知事に公共用水域及び地下水の水質の汚濁の状況の常時監視を義務づけるとともに、②都道府県知事は国の関係機関と協力して国及び地方公共団体が行う監視測定について測定事項、測定地点、測定方法等を統一的に調整するための測定計画を作成しなければならないものとし、③測定計画に基づいて行った測定結果は都道府県知事に送付することとし、④都道府県知事に水質汚濁状況の公表を義務づけることとして（法第十五条～第十七条）監視測定体制の整備を図っている。

さらに、環境庁においては、常時監視のために必要な経費のうち測定計画の作成費及び公共用水域及び地下水の水質調査にかかる経費について助成を行っている。この水質調査の対象水域は、環境基準の水域類型の指定が行われた水域等水質監視の必要性の高い水域となっている。

1. 1 水質調査方法について

水質調査については環境庁により「水質調査方法」（昭和46年（1971年））において原則的方法が示されており、都道府県知事が行う公共用水域の水質の汚濁の状況の常時監視のための水質調査、環境基準の水域類型の指定に必要な水質調査、上乘せ排水基準設定のための水質調査、工場事業場の排水の水質調査及び公共用水域の底質調査については、通知の調査方法に準拠するべきとされている。

公共用水域における水質調査の概況は下記の通りである。

1. 1. 1 調査項目及び回数

公共用水域において調査すべき項目は、環境基準の健康項目及び生活環境項目である。

調査回数は、環境基準の健康項目と生活環境項目とのそれぞれに定められている。

環境基準健康項目

環境基準の健康項目については毎月1日以上各1日について4回程度採水分析することを原則としている。また、このうち1日以上は全項目について実施し、その他の日においては、水質の汚濁の状況、排水の汚染状態の状況等から必要と思われる項目について適宜実施することとされている。

環境基準生活環境項目

生活環境項目については環境基準点（環境基準の水域類型へのあてはめが行われた水域についてその維持達成状況を把握するための地点）や利水上重要な地点等で実施する調査では、月1日以上、各1日について4回程度採水分析することを原則としている。ただし、河川の上流部、海域における沖合等水質変動が少ない地点においては、状況に応じ適宜回数を減らしても良いとされている。

また、通年調査を行う地点のうち、日間水質変動が大きい地点においては、年間2日程度は各1日につき2時間間隔で13回採水分析することとされている。

なお、上記以外の地点で補完的に実施する調査においては、年間4日以上採水分析することとされている。

1. 1. 2 調査時期、採水地点

調査時期、採水地点等については河川、湖沼、海域の区分ごとにそれぞれ定められている。

河川

調査の時期は、低水量時、水利用が行われている時期を含めるものとし、採水日は比較的晴天が続く水質が安定している日を選ぶこととする。

採水地点は、①利水地点、②主要な汚濁水が河川に流入した後十分に混合する地点及び流入する前の地点③支川が合流後十分混合する地点及び合流前の本川または支川の地点④流水の分流地点⑤その他必要に応じ設定する地点を考慮して選定する。ただし、環境、水質監視調査においては、必ず基準点を含むこととする。

なお、各採水地点は原則として流心とするが、汚濁水が偏って流れている場合、川幅が広い場合などは状況によっては右岸、左岸それぞれを別々の採水地点として設定する。

採水の部位は、水面から原則として水深の2割程度の深さとする。採水時刻は人間の活動時、工場、事業場の操業時及び汚濁物質の流たつ時間を考慮して決定する。なお、干潮時は潮時を考慮し、水質の最も悪くなる時刻を含むよう採水時刻を決定する。

湖沼

調査の時期は、停滞期と循環期の水質は著しく異なるため、その両期の水質を測定するよう考慮する。また、水質が水利用に悪影響を及ぼす時期を含めるものとする。

採水日は、採水日前において比較的晴天が続く、水質が安定している日を選ぶこととする。

採水地点は、①湖心、②利水地点、③汚濁水が湖沼に流入した後十分に混合する地点、④河川が流入した後十分に混合する地点及び流入河川の流入前に地点、⑤湖沼水の流出地点を考慮して選定し、環境水質監視調査においては必ず基準点を含むこととする。

採水に際しては、循環期には表層から、停滞期には深度別に多層採水を行うものとする。深度の区分は、5～10m毎を標準とする。また、河川同様、採水日は比較的晴天が続く、水質が安定している日を選ぶ。

海域

調査の時期は水質が水利用に悪影響を及ぼす時期を含めるものとする。流入河川の調査があれば、この時期と合わせるのが望ましい。なお、採水日は、原則として大潮期の風や雨の影響の少ない日を選ぶ。

採水地点は、水域の地形、海潮流、利水状況、主要な汚濁源の位置、河川の流入状況等を考慮し、水域の汚濁状況を総合的に把握できるようにして選定する。採水地点間の最短距離は500m～1km程度を標準とし、環境水質監視調査においては、必ず基準点を含むものとする。

採水に際しては、原則として表層及び中層から採水する。表層とは、海面下0.5m、中層とは海面下2mの水位置とする。水深が5m以浅の地点では表層のみから採水する。ただし、水深が10mをこえる地点では、必要に応じ下層（海面下10m）からも採水する。採水時は、昼間の干潮時を含める。なお、採水にあたっては一斉採水が望ましい。また、各層の資料を別々に採水分析するのを原則とするが、環境水質監視調査にあっては、各層から等量ずつ採取した資料を混合し、分析しても良い。

1. 2 地下水質の水質監視

地下水質の調査方法については、平成元年（1989年）に水質汚濁防止法が改正され、有害物質を含む水の地下浸透禁止及び都道府県知事による地下水質の常時監視等の措置が制度化された時に、「地下水質調査方法」として通知が出されている。その概況は下記の通りである。

1. 2. 1 水質調査の種類

地下水質の調査の種類は、概況調査、汚染井戸周辺地区調査、定期モニタリング調査の3種類があり、それぞれ次の目的で調査が行われている。

(1) 概況調査

地域の全体的な地下水質の概況を把握するために実施する地下水の水質調査であり、地域の実情に応じ、年次計画を立てて、計画的に実施することされている。

なお、本調査の一環として、地域における一定の代表的な地点において長期的な観点から水質の経年的変化を把握することにも配慮することが望ましい。

(2) 汚染井戸周辺地区調査

概況調査等により新たに発見された汚染について、その汚染範囲を確認するために実施する地下水の水質調査である。

(3) 定期モニタリング調査

汚染井戸周辺地区調査により確認された汚染の継続的な監視等、経年的なモニタリングとして定期的に実施する地下水の水質調査である。

1. 2. 2 調査項目及び回数等

(1) 調査項目

地下水質の水質調査は、地下水の水質汚濁に係る環境基準項目について実施し、汚染の可能性が極めて低いと考えられる場合には、適宜対象物質を減ずることができるものとする。

水質調査の際には、調査井戸の諸元についてもできるだけ把握することとする。

また、その他地下水の特性把握に必要な項目については適宜実施することとする。

(2) 回数等

ア. 概況調査

年次計画を立てて実施する場合は、当該年度の対象井戸については、年1回以上実施することとされている。なお、季節的な変動を考慮することが望ましい。

地下水の流動や汚染物質の使用状況を考慮して、数年後に再度調査を行うことが望ましいとしている。

イ. 汚染井戸周辺地区調査

汚染発見後、できるだけ早急に実施することとする。1地区の調査は、降雨等の影響を避け、できるだけ短期間に行うことが望ましい。

ウ. 定期モニタリング調査

対象井戸について、年1回以上実施することとし、調査時期は毎年同じ時期に設定することとする。なお、季節的な変動を考慮することが望ましい。

1. 2. 3 調査地点

各調査ごとに、次に掲げる事項に留意して調査地点を選定することとしている。なお、鉛直方向の汚染の広がりにも留意すること。

(1) 概況調査

①調査全体として、地域全体の地下水の水質の概況を把握できるようにする。

②工場・事業場等の立地の状況、地下水の利用の状況等を勘案し、汚染の可能性が高い地域及び汚染による利水影響が大きいと考えられる地域を重点的に調査する。

③汚染された場合、多数の人の健康に影響を与える可能性が高い井戸を優先的に選定する。

④工場・事業場等の立地の状況等から汚染の可能性が高い井戸を優先的に選定する。

(2) 汚染井戸周辺地区調査

①汚染が想定される範囲全体が含まれるように調査範囲を設定する。

②地下水の流向がわかっている場合には、その方向に帯状に調査する。

③飲用に供されている井戸はできるだけ調査する。

④調査範囲が広く、対象となる井戸が多い場合は、区域を分け順次調査を行う。

⑤既存の井戸を調査するのが基本であるが、大きな空白地区が生じる場合は、観測井を設置するこ

とも考慮する。

(3) 定期モニタリング調査

- ①工場・事業場等の立地の状況、地下水の利用の状況等を勘案し、地域の地下水の水質の経年的変化を把握する上で、代表的な地点を選定する。なお、汚染地区の定期モニタリングに当たっては、汚染源近傍地点及び下流側の未汚染地点を含むことが望ましい。
- ②より効果的な監視を行うために、必要に応じて観測井を設置することも考慮する。

1. 2. 4 その他留意事項

地域の井戸の設置状況、地下水の利用状況、地下水の流れ等については、適宜調査を実施し、水質調査に当たって必要な状況を把握しておくことが望ましい。

1. 3 水質の監視状況

公共用水域の水質の調査は平成7年（1995年）度においては、国及び地方公共団体により、環境基準健康項目について5,471地点（河川3,973、湖沼260、海域1,238）で、294,491検体が、生活環境項目については、環境基準の水域の種類の指定が行われた水域の7,093地点（河川4,533、湖沼428、海域2,132）で426,701検体が測定された。

また、地下水質の水質の調査は平成7年（1995年）度においては、概況調査について4,357本、汚染井戸周辺地区調査について1,659本、定期モニタリング調査について4,395本の井戸で調査が行われた。

公共用水域については、水質汚濁の状況の経時的な変化を把握するため、公共用水域の重要地点における水質監視の自動化を推進する必要がある。平成7年（1995年）度末現在、都道府県、政令市により165カ所において水質自動監視測定機器が設置されている。また、都道府県知事の常時監視の他、建設省においても河川管理者の立場から全国一級河川の主要な水域について水質汚濁状況を把握するとともに、水質の常時監視が実施されており、平成6年（1994年）度までに66水系139カ所に水質自動監視測定機器等の設置を行っている。

この他、農林水産省、水産庁関係の農業用または水産用の公共用水域の水質調査、運輸省関係の海水の油濁調査等が実施されている。さらに、都道府県、市町村等において、適宜公共用水域及び地下水の水質調査が実施されている。

2. 排水の水質監視

排水については、都道府県知事及び政令市長が工場、事業場の排水基準の順守状況を監視するため、水質汚濁防止法にもとづき、必要に応じ、工場、事業場に報告を求めまたは立入検査を行っている。これらの監視行為に基づき、改善命令等の必要な行政措置を工場、事業場に行っている。

また、水質汚濁防止法においては、総量規制基準が適用されている指定地域内事業場から排出する者は、汚濁負荷量を測定し、その結果を記録することが義務づけられている。

2. 1 水質調査方法について

水質調査については公共用水域同様、環境庁により「水質調査方法」（昭和46年（1971年））において原則的方法が示されている。

排水における水質調査の概況は下記の通りである。

2. 1. 1 調査項目及び回数

工場、事業場の排水口において調査すべき項目は、環境基準の健康項目及び生活環境項目である。調査回数は、環境基準の健康項目と生活環境項目とのそれぞれに定められている。

環境基準健康項目

環境基準の健康項目については毎月1日以上各1日について4回程度採水分析することを原則としている。また、このうち1日以上は前項目について実施し、その他の日については、水質の汚濁の状況、排水の汚染状態の状況等からみて必要と思われる項目について適宜実施することとされている。

環境基準生活環境項目

生活環境項目については排水水質監視調査にあつては、排水基準に定められている項目について、工場、事業場における排水基準の遵守状況を把握するとともに、排水基準の違反のおそれがある工場、事業場及び公共用水域の水質の汚濁に大きな影響を及ぼす工場、事業場については調査頻度を高めて重点的に採水分析を行うこととされている。

排水基準設定調査にあつては、工場、事業場の排水の実態に着目し、排水基準設定に必要な項目について年間4日以上採水分析を行うこととされている。

2. 1. 2 調査時期、採水地点

調査の時期は工場、事業場の業種、操業の状態、季節的な変動等を考慮し調査することとするが、排水水質調査にあつては、本調査が環境水質監視調査と不可分の関係にあることを考慮し、環境水質監視調査の時期とあわせて行うことを原則とする。

採水地点は、排水口とし、排水口で採水できない場合は、排水口と同質の排水が採水可能な最終の排水処理施設等の排出口とする。また、排水基準設定調査においては、汚水等の処理施設のある場合、必要に応じてその施設への流入前の地点も追加するものとする。

採水は、工場、事業場の1日の操業時間内に3回以上行うことを原則とし、水質変動が少ないものについては適宜回数を減じて良いものとする。分析用試料は、各採水時毎に分析するのを原則とするが、排水基準設定調査にあつては、1日の試料を混合分析しても良いものとし、1日のコンポジットサンプルが自動的に得られる場合は、この試料について分析しても良いものとする。

3. 民間における測定の実施体制

水質汚濁防止法等の法令における規制を守るためには、排水等の水質の状況を把握するための測定が重要である。日本では、公共用水域及び地下水の常時監視については都道府県知事が行い、その測定は国及び地方公共団体が行うこととなっているが、工場・事業場からの排水については、水質汚濁防止法第14条により事業者自らが測定・記録を行うこととされている。

このため、企業自らが水質の測定等を行うため、専門の知識・技能を有し、水質等の測定の精度を管理するため、公害防止管理者等の制度及び環境計量士制度を設けているところである。

3. 1 公害防止組織の整備

工場等における公害防止体制を確立するため、昭和46年（1971年）に制定した「特定工場における公害防止組織の整備に関する法律」において公害防止組織の整備について義務を課している。

対象の工場は、水質汚濁防止法、大気汚染防止法等の各種公害関係規制法において、公害発生施設として規制されている施設（汚水等排出施設、ばい煙発生施設等）を設置している工場のうち、製造業、電気供給業等特定の工場を対象としている。これらの工場については、公害防止組織を設置し、公害の防止に対する責任体制を確立することとしている。

公害防止組織の基本的部分は、以下のものから成っている。

- (1) 公害防止対策の責任者たるべき「公害防止統括者」
- (2) 専門家として公害防止対策の技術的事項を所掌する「公害防止管理者」
- (3) 公害防止統括者を補佐し及び公害防止管理者を指揮する「公害防止主任管理者」（一定規模以上の特定工場のみ）

上記のうち、(2)及び(3)については、国家試験に合格し、又は資格認定講習過程を修了した有資格者であることが必要とされている。また、本人が事故等により業務が遂行できないためのために、

それぞれ代理者がおかれることとされているが、この場合でも(2)、(3)の代理者は有資格者であることが必要とされている。平成8年(1996年)度末までに、国家試験の合格者は約25万人、資格認定講習の修了者は約21万人を数えている。

公害防止統括者等は以下の事項について業務を管理することとされている。

- (1) 汚水等排出施設の使用の方法の監視
- (2) 汚水等排出施設から排出される汚水又は廃液を処理するための施設及びこれに付随する施設の維持及び使用
- (3) 使用する原材料の検査
- (4) 特定工場からの排水又は特定地下浸透水の汚染状態の測定及び記録
- (5) その他水質の汚濁の防止に必要な業務

3. 2 環境計量士制度

計測に関する制度として、「計量法」において計量の基準が定められ、適正な計量の実施の確保が図られている。

水質の測定及びその測定値が正しいことを証明するためには、計量器の整備、計量の正確の保持、計量方法の改善その他適正な計量の実施といった計量管理を行う必要がある。計量法においては、この計量証明を行う事業者を登録し、同時に計量士及びその職務の内容を登録することとしている。

計量士制度は、国家試験に合格し、専門の知識・技能の経験を有するものに対して一定の資格を与え、計量士として登録し、計量管理に関する職務を分担せしめることとしている。環境問題に関する測定に関しては、騒音、振動、有害物質の濃度等特に重要性が高まってきたため、昭和49年(1974年)に、環境分野の計量管理を行う「環境計量士」が設けられた。その後、環境計量士の専門分野の広さから、平成5年に化学分野の濃度関係と、物理分野の騒音・振動関係の2つに分割し、現在では「環境計量士(濃度関係)」、「環境計量士(騒音・振動関係)」、「一般計量士」の3区分となっている。

平成8年(1996年)度末までに、環境計量士(濃度関係、騒音・振動関係を含む)の国家試験の合格者は約1万人となっている。

4. 地方公共団体における水質モニタリング

地方公共団体は水環境を保全し地域住民が健康で快適な生活が営めるように、水環境に関しても様々な行政施策を実施している。その中で、環境水および排水等の水質モニタリングはそれらの水質の現況監視にとどまらず、過去に実施した水質規制効果の把握、問題が生じた場合の適切な対策実施、および今後の水質問題発生を防止を図るために必要不可欠な調査となっており、毎年計画的に実施しているところである。

ここでは地方公共団体を単位として実施している水質モニタリングの種類やその実施状況、さらにモニタリングを適切かつ精度良く実施するために行っている方法などについて述べる。

4.1 水質モニタリングの種類

地方公共団体が実施している各種水質モニタリングは、次のように4種に大別される。

4.1.1 法律に基づき実施するモニタリング調査

環境基本法や水質汚濁防止法等に基づき、全国の各地方公共団体は環境庁の統括の下、表15-1に示す水質モニタリングを一斉に実施している。

表15-1 法令・通達に基づき、地方公共団体が実施している水質モニタリング調査

調査名	調査実施年*	目的	調査項目
(1) 公共用水域水質調査	昭和45年 (1970年)～	河川・湖沼・海など公共用水域の水質汚濁状況を常時監視	健康項目 (23項目) 生活環境項目 (9項目) 要監視項目 (25項目) 農薬水質評価指針項目 (27項目) 水浴場調査項目 (5項目) 底質調査項目 (22項目)
(2) 工場及び事業場排水水質調査	昭和46年 (1971年)～	特定事業場から排出される排水の水質を監視	健康項目 (23項目) 生活項目 (16項目)
(3) 地下水水質調査	平成元年 (1989年)～	地下水の水質汚濁の常時監視	健康項目 (23項目)
(4) ゴルフ場排水水質調査	平成6年 (1994年)～	ゴルフ場農薬暫定指導指針値の適合性を評価	ゴルフ場農薬 (35農薬)

* 法律の施行年で、各地方公共団体では測定体制が整い次第モニタリングを開始。

4.1.2 省庁からの委託モニタリング調査

近年の高度な産業活動等の影響により、水環境には、表15-1に示した法的な水質モニタリング項目以外の化学物質が多種多量存在するようになってきた。そのため、これら化学物質の汚染状況およびそれらの生体影響や生態影響について、調査が実施される必要が生じてきている。そこで環境庁を初めとする国の省庁は、このような各種水質汚濁・汚染物質に対して適切かつ総合的な対策がとれるよう、様々な調査を地方公共団体に委託している。

このような委託調査の中で、人口100万人の政令都市北九州市を例として、環境庁等から受託している調査を表15-2に示す。この表の(1)の化学物質環境調査では、有機スズをはじめとする未規制化学物質の分析法の開発や我国の水域での検出状況などについて、他の地方公共団体とともに調査を行っている。(3)の土壌汚染調査では、汚濁源となるクリーニング店等からのトリクロロエチレンなど有機塩素系化合物の土壌汚染状況や地下水汚染状況を、約14年間にわたり受託調査した。また(4)の地下水水質調査では、現在、法律で測定が定められている健康項目以外の物質、例えば要監視項目の数物質等について地下水の汚染状況を調査し、将来、法的な規制対象物質となるか否かの情報提供

を行っている。

その他、環境庁では東京湾、伊勢湾および瀬戸内海など一定規模の水域に対し総合的かつ効果的な水質浄化対策を施すため、その水域周辺の地方公共団体に特定項目についての調査を委託している。(2)に示す瀬戸内海総合調査では、瀬戸内海の富栄養化対策を的確に展開するため、瀬戸内を囲む県および市等の地方公共団体が年4回、調査を一斉に実施している。

表15-2 国の省庁からの委託で、地方公共団体が実施している水質モニタリング調査例

調査名*	調査実施年	目的	調査項目
(1) 化学物質環境調査	昭和49年 (1974年)～	未規制化学物質の水環境汚染の未然防止	海域、河川および湖沼の水質、底質、生物中の有機スズ、農薬、多環芳香族等
(2) 広域総合水質調査	昭和54年 (1979年)～	瀬戸内海の総合的な富栄養化対策実施	海域の栄養塩やプランクトンなど(18項目) 底質調査項目(10項目)
(2) 土壌調査	昭和57年～平成7年(1979～'95年)	化学物質による陸域の土壌汚染対策	陸域の土壌と地下水中のトリクロエチレン等、有機塩素系化合物
(4) 地下水水質調査	平成元年 (1989年)～	未規制化学物質による地下水の水質汚染対策	要監視項目(25項目)

* (1)～(4)は環境庁委託調査。

4.1.3 各地方公共団体が独自に実施するモニタリング調査および研究

各地方公共団体では地域の特殊性や実状に沿った水質環境施策を実施するため、表15-3 (1)および(2)に示すような水質モニタリング調査を実施している。また、表15-1に示すように水質モニタリングのための測定項目が物理化学的項目が多い中で、同表の(3)に示すように、水生生物の出現状況から水質評価を総合的に試みる地方公共団体も近年増加してしている。このような生物学的水質調査は地域住民の環境教育教材としても役立っており、住民参加型の水質モニタリング調査としても実施されている。

地方公共団体では、以上のルーチン的な業務では対処の困難な新しい水質問題に対して、適切な対

表15-3 各地方公共団体が独自に実施している水質モニタリング調査例

調査名	調査実施年	目的	調査項目
(1) 公共用水域水質調査	昭和45年 (1970年)～	地域の実状に即した水質項目について、公共用水域調査時に常時監視	表15-5参照
(2) 工場および事業場排水水質調査	昭和46年 (1971年)～	水質汚濁防止法に定められていない工場や事業場から放出される排水の水質監視	健康項目 生活項目
(3) 水生生物調査	昭和48年 (1973年)～	水域の生物の出現状況から水質環境を評価	水生昆虫、魚類、プランクトン、底生動物、付着生物

策がとれるよう化学、物理および生物学的手法を組み合わせ、各種調査研究を実施している。表15-4にその数例を示す。

表15-4 各地方公共団体が独自に実施している水質モニタリングのための調査研究例

(1) 水質浄化関連	バイオレメディエーションに関する研究、排水処理に関する調査研究など
(2) 化学物質関連	化学物質の環境動態に関する調査研究、化学物質の一斉分析法の開発など
(3) 富栄養化関連	赤潮・貧酸素水塊に関する調査研究、生態系モデルの開発など
(4) 生物学的な水質評価関連	生物指標に関する調査研究、生物試験・検定に関する調査研究など
(5) 水環境創造関連	干潟・藻場の造成に関する研究、ビオトープ創出に関する調査研究など

4.1.4 突発的モニタリング調査

油流出事故や地震など大規模な突発的の事故や災害が発生した場合、地方公共団体では国や他の地方公共団体と協力して、その後のモニタリング調査を実施している。このような調査の実施機関、調査範囲、調査期間、調査項目などは、事故や災害の規模、状況によって適宜決定している。

また、河川や池沼等など小規模な水域で魚介類の斃死現象や奇形事件等が発生した場合にも、その原因究明と事後の経過調査などを、各地方公共団体では随時実施している。

4.2 公共用水域水質モニタリング調査の実施状況

表15-1、15-2および15-3に示したように、数多いモニタリング調査の中で、各地方公共団体が昭和46年から26年間にわたって実施している公共用水域水質モニタリング調査を例にとって、モニタリング調査の実施状況を述べる。

4.2.1 水質測定計画と実施機関

水質汚濁防止法に基づき、公共用水域水質モニタリング調査の測定計画は、毎年、都道府県を単位としてそれらの首長が作成するが、実際の水質調査は各都道府県内に位置する国および地方公共団体の機関が分担し実施している。例えば福岡県の場合では、水質調査の実施機関は、建設省九州地方建設局など国の3機関、福岡県、福岡市や北九州市など2つの政令都市を含む17市、および9つの町と総計30機関に上っている（平成9年度）。ちなみに、これらの30機関は県内463地点、約52,000検体（地点数×項目数の総計）の測定を分担、実施した。

4.2.2 調査実施地点・項目・回数

全国の公共水域における測定値点数は、平成7年度（1995年度）の場合、健康項目では河川3,973、湖沼260、海域1,238の計5,471地点で、生活環境項目では環境基準類型が当てはめられた水域の河川4,533、湖沼428、海域2,132の計7,093地点であった。調査項目は表15-1に示すように89項目と多項目に及んでいたが、実際に各地方公共団体において測定頻度が高かったのは全シアンなど昭和45・46年（1970・71年）に定められた健康項目7項目、BODやCODなどの生活環境項目9項目の16項目であった。ちなみに平成7年度（1995年度）には、健康項目294,491検体、生活環境項目426,701検体の計約72万検体が全国の公共用水域で測定された。

これらの公共水域の全測定項目89項目の中で、健康項目15項目、全窒素および全リンの生活環境項目2項目、要監視項目の全項目および農薬水質評価指針項目の全項目の計69項目は、平成5年（1993年）以降に新しく設定されたものである。近年になってこのように調査項目数が急激に増加しているため、各地方公共団体では、試料の採取は前記のように「水質調査方法」（昭和48年9月30日環水管第30号水質保全局長通達）に従っているが、実際の各調査地点における調査項目の選定とその調査回数等の決定は、各水域での長年にわたる水質モニタリング結果ならびに充当できる水質調査予算などを勘案しつつ行っている。

我が国の全自治体が平成4年度（1992年度）に公共用水域の環境基準点で実施した水質調査において、調査頻度と採水層についてとりまとめた結果を図15-1に示す。調査頻度が年に12回の環境基準点数は644と全環境基準点数1,465の約半数で、残り半数の環境基準点のうち調査頻度が年6回の地点数は437と全点数の約30%であった。また採水層については、1層（表層）、2層、3層の順に基

準点数は609、671、185で、全環境基準点数の約41.6、45.8および12.6%であった。特に、A類型の環境基準点では水深が10m以上に及んでいる地点が多いと考えられるが、3層から採水が行われていた基準点数は135で、A類型の全基準点数927の15%に過ぎなかった。このように、環境庁からの通達通りに調査が実施されている基準点は、多くないことがわかる。

また一方、各調査地点での1日当たりの測定回数は1回というのが多い中で、河川調査で問題の認められる地点では1日当たりの測定回数が4回と、測定頻度を高め監視を行っている場合もある。

4.2.3 水質測定方法

各地方公共団体では、公共用水域の水質の測定は環境庁告示「水質汚濁に係わる環境基準について」の第2の別表1及び別表2に掲げられた測定方法に基づいて行っている。このようにモニタリング調査の水質測定を統一的に規格化された方法で実施することにより、例えば「検出されないこと」となっている基準値の数値の測定根拠を明らかにしているとともに、水質環境基準の達成状況を客観的にも評価できるようになっている。

4.2.4 地方公共団体が独自に実施している水質調査項目

公共用水域の水質モニタリング実施時に、地域の特殊性や実状を鑑み特別に実施する水質モニタリング（表15-3(1)）の測定項目は、表15-5に示すように様々である。

表15-5 地方公共団体が独自に実施している水質モニタリングの項目例

分類	項目
《水質調査法等に掲げられた一般的な現地調査項目》	
(1) 現地測定項目	天候、前日天候、水深、採取水深、気温、水温、風向、風速、色相（水色）、臭気、透視度（透明度）、流向、流量、外観
《水浴場調査項目や要監視項目の中の特定項目》	
(2) 衛生関連	糞便性大腸菌群数
(3) 要監視項目	EPN、フッ素、ニッケル、アンチモン
《他の法律に定められる水質モニタリング調査の測定項目に含まれているが、公共用水域水質調査には定められていない項目》	
(4) 排水基準項目	フェノール類、銅、亜鉛、（溶解生）鉄、（溶解生）マンガ
(5) 環境庁が海域における指針値を設定	有機スズ化合物
《法律に定められていない調査項目》	
(6) 物理学的測定項目	電気伝導度、塩素イオン、塩分、濁度

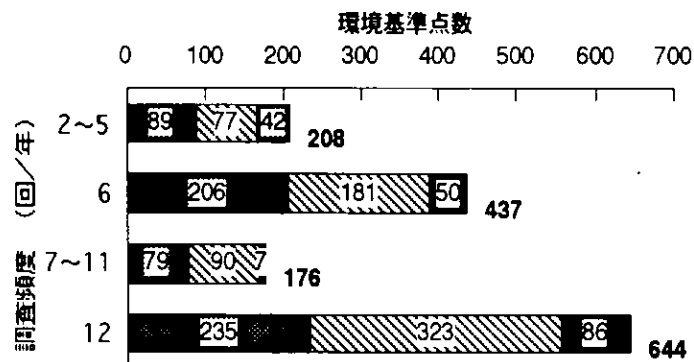


図15-1 我が国の全自治体が公共用水域の環境基準点で実施した水質測定の実施状況
(平成4年度、1992年度)
採水層 ■, 1層(表層); ▨, 2層(表層・中層、表層・底層、2層の混合); ▩, 3層(表層・中層、底層、3層の混合)

(7) 富栄養化関連	有機態窒素、無機三態窒素、リン酸態リン、ケイ酸、底層の溶存酸素、クロロフィルa、フェオ色素、プランクトン組成、藻類潜在生産力
(8) 有機汚染関連	全有機炭素、粒子性全有機炭素、溶存性全有機炭素、溶存性COD
(9) 界面活性剤関連	陰イオン界面活性剤、メチレンブルー活性物質、LAS、MBAS

4.2.5 民間委託状況

各地方公共団体が行っている水質モニタリング調査の作業の中で、測定計画や調査結果の取りまとめは地方公共団体自身が行うが、採水作業および水質分析については、近年、地方公共団体直営の測定機関では行わず、一部民間の測定機関に委託されるようになった。これは、水質環境行政を積極的かつ先行的に行うため、地方公共団体直営の水質分析機関には試験検査業務ではなく調査研究業務を担わせようというものである。また、前記のように平成5年（1993年）から公共水域の水質モニタリングの調査項目数が増加したのに加え、平成元年度（1989年）からは地下水の健康目25項目、さらに平成6年（1994年）からは工場および事業場排水のモニタリング項目数も23項目に増加したため、地方公共団体直営の分析機関のみでは、マンパワー的にもこれらの増加分に対処できなくなっているという状況も生じている。その一方、近年では民間分析機関の水質分析体制が充実してきているため、水質測定の一部が民間に委託されるようになったものである。

図15-2に示すように、平成8年度（1996年度）、我が国の47都道府県の中で、水質測定を直営機関のみで実施しているのは京都府など10府県であった。それ以外の都道府県は何らかの民間委託を実施しており、東京都や大阪府をはじめ9都府県は100%の民間委託を行っている。また、我が国の77政令都市もその政令市が位置する都道府県と同程度の民間委託を行っている。

項目別にみた民間委託状況は、図15-3に示すように、平成8年度（1996年度）において、47都道府県と77政令市が実施した公共水域水質モニタリングの総検体数のうち、健康項目、生活環境項目、その他の特殊項目ともに、50~60%が民間委託された。なお、77政令都市の測定検体数は、健康項目、生活環境項目、その他の特殊項目ともに都道府県の検体数の、約1/3を占めていた。

4.3 工場および事業場排水の水質モニタリングの実施状況

特定事業場からの排水の水質モニタリングも、県知事が水質測定計画をたて、これに従い各地方公共団体が水質測定を実施している。その調査項目数は健康項目23項目、生活項目13項目の計36項目に及んでいるが、事業場の種類によって調査を実施する項目が設定されている。また、調査回数は事業場の規模、汚濁物質の排出状況および過去の排水基準違反状況によって異なっているが、年間に1

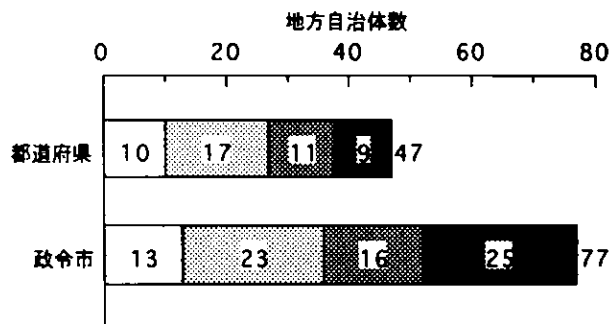


図15-2 平成8年度（1996年）都道府県および政令市における公共水域水質調査の民間委託状況

民間委託率 □, 0%; ■, 1~50%; ■, 51~99%; ■, 100%.

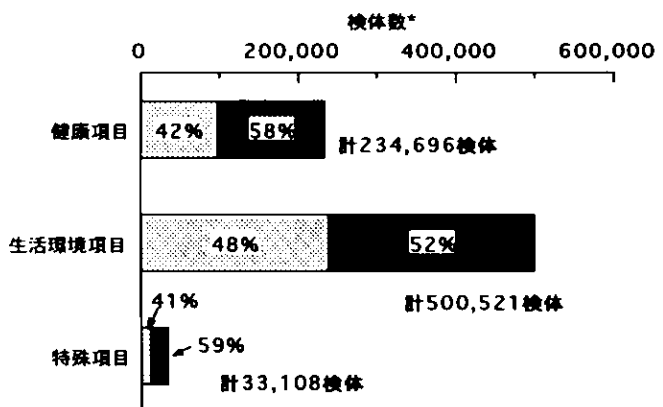


図15-3 平成8年度（1996年度）都道府県および政令市における項目別公共水域水質測定のための民間委託状況

* 検体数は都道府県と政令市の総計
□, 直営; ■, 民間委託.

～2回程度の調査が多い中で、6回調査を実施している工場や事業場もある。

一律排水基準や上乘せ排水基準等に対する違反は排水の日間平均値および最大値で判定されることとなっているが、もともと、事業場の排水は事業者によってモニタリングすることが義務づけられており、また必要に応じそのモニタリング結果を地方公共団体への提出を求めることが出来るため、1日当たりの調査回数も1回とされていることが多い。この1回調査の場合、得られた測定値をそれぞれの排水基準の最大値と照らし合わせ、基準値を上回っている時は改善命令を事業主に出すこととしている。

4.4 水質測定・分析体制 一職員と分析機器一

我が国の都道府県および政令指定都市が所有する「環境・公害試験研究機関」は全部で61機関あり、水質モニタリングはこれらの試験研究機関ならびに各地方公共団体の保健所等で実施されている。近年の水質モニタリング項目には、GC/MS装置など高度な分析機器が必要とされている。それら分析機器の整備状況を東京都や香川県等7つの環境・公害試験研究機関について調べた結果、表15-6に示すように、各機関にはモニタリングに必要な機器がほぼ1台以上配備されていた。

表15-6 地方公共団体の試験研究機関における主要分析機器整備状況例
平成7・8年(1995・'96年)

分析機器	北海道	山形県	東京都	大阪府	広島県	香川県	北九州市	
GC装置	6	3	20	13	6	6	11	
GC/MS装置	5	2	6	7	2	2	6	
HPLC装置	4	1	4	13	3	3	5	
薄層クロマトグラフィー装置	2	1	2	1	2	2	2	
原子吸光分析装置	4	2	2	3	5	3	2	
蛍光分光光度計	2	1	1	1	2	0	0	
赤外分光光度計	1	1	1	1	1	0	1	
分光光度計	1	2	6	3	2	3	3	
ICP発光分析装置	1	0	1	1	1	1	0	
ICP/MS装置	0	0	1	1	1	0	1	
水銀分析計	1	0	1	1	0	1	1	
元素分析計*	1	0	2	0	1	0	0	
蛍光X線分析装置*	1	0	1	1	1	1	0	
調査年度	平成 (西暦)	8年度 (1996)	7年度 (1995)	8年度 (1996)	8年度 (1996)	7年度 (1995)	8年度 (1996)	8年度 (1996)

* 調査研究のための分析機器。

4.5 水質モニタリング実施のための研修・トレーニング

地方公共団体における昭和40年代(1970年代後半)の水質モニタリングは、主として産業公害対策のために実施されていた。しかし近年では、産業構造の変化や都市化の進展などにより水質問題が多様化しており、適切な水質モニタリングを実施するには広範で高度な知識と経験が必要となっている。

る。一方、水質モニタリングに携わる地方公共団体の職員は高校卒、大学卒および大学院卒業の者で構成されているが、各々は在学中に化学や生物関係の教育を受けたものの、水質環境関連のモニタリングや調査研究を専門に学んだ者は極めて少ない。

このため、地方公共団体の行政および分析に携わる職員は日々その職場で日常業務を通じて研鑽に勤めている（OJT）。職場内ではその他、論文抄読会、学会講演練習会、調査研究報告会および研修報告会を随時実施し、水質調査のレベルアップを図っている。また職場外研修としては、地方公共団体内の他の部署での研修、国の研究・研修機関での研修、大学派遣研修、海外派遣研修、学術団体の年会参加、分析機器メーカーの主催する各種セミナーや講習会への参加等を随時行っている。

水質関係の研修を国および地方公共団体職員を対象として実施している国立研修機関は、厚生省国立衛生院と環境庁国立環境研究所所屬の環境研修センターの2機関である。例として、後者のセンターが昭和49年（1974年）から開始している研修名を表15-7に示す。

表15-7 環境庁環境研修センターが実施する国及び地方公共団体職員を対象とした水質モニタリング関連の研修（平成9年度 1997年度）

研修の名称	定員	研修 日数	研修の名称	定員	研修 日数
《行政関係》			《分析関係》		
(1) 環境行政管理・監督者 研修会	60	5	(1) 機器分析研修(一般課程)	45	13
(2) 地球環境研修	100	5	(2) 一般分析研修	45	8
(3) 環境影響評価研修	120	6	(3) 水質分析研修	45	13
(4) 環境基本計画研修	100	5	(4) 機器分析研修(特定課程)	25	5
(5) 水質保全研修	120	6	(5) 課題分析研修	51	5
(6) 地球環境保全研修	50	5	(6) 特別分析研修	若干 名	20以上 180以上
(7) 環境情報研修	40	8			

4.6 精度の高い水質分析のために

地方公共団体が水質モニタリングを実施するにあたり、前記のように分析項目数が増加し、分析内容が高度化する状況において、水質分析の精度管理を行うことは極めて重要な業務となっている。水質分析の信頼性を確保し精度の向上を図るため、現在、各地方公共団体では分析機関毎に（内部）精度管理を実施している。

一方、地方公共団体以外の機関が実施する精度管理としては、環境庁が「環境測定分析統一精度管理」を昭和50年（1975年）から実施している。統一制度管理に参加する分析機関は年々増加する傾向にあり、平成7年度（1995年度）の参加機関数は都道府県51機関、市43機関で、民間機関は456機関に上っており、総計は550機関であった。

平成7年度（1995年度）のこの統一精度管理では、工場跡地土壌試料中のカドミウム、ひ素など6種の重金属の含有量および溶出量試験、ならびに模擬排水中のテトラクロロエチレンなど3種の有機塩素系化合物の濃度分析が実施された。これらの含有量試験や模擬排水試験結果の中で、精度に関して平均的な結果の得られたカドミウムとジクロロメタンの2項目について、ヒストグラムを図15-4に示す。カドミウムでは平均値を含む階層に全回答数の約40%の回答数が分布しており、分析精度は良好であったと言える。また、ジクロロメタンでは、平均値に対する相対値が「0.95以上1.05未満」の階級に回答数の最大度数が分布した。なお、ジクロロメタンの分析平均値0.112mg/lは設定濃度

0.12mg/lより5~7%低い結果となったが、公的機関（回答数74）の場合は棄却された分析値は含まれず、平均値0.114g/l、精度（CV%）18.8と測定値、精度とも満足すべき結果であった。

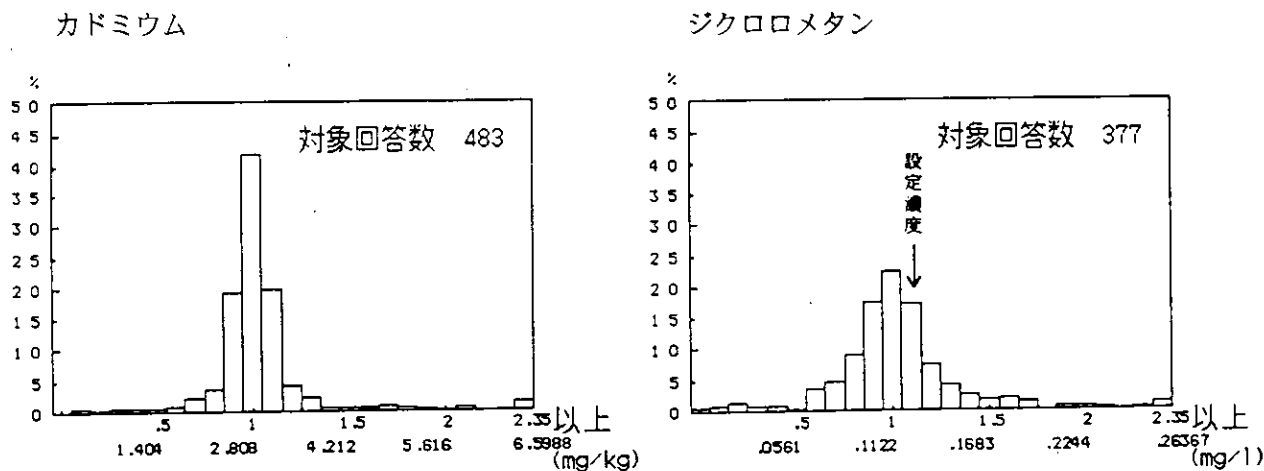


図15-4 土壤試料中カドミウム含有量と模擬排水中ジクロロメタン測定値のヒストグラム
報告値のうち、「0」など検出限度値以下は対象データとして採用されていない。
横軸は分析結果の異常値棄却後の平均値を1とした場合の相対値。
縦軸は各階級の度数の全回答数に対する割合（%）。

この統一精度管理では、各分析機関から寄せられたデータが環境庁により上記のように解析・評価され、それらをまとめた報告書が作成される。各地方公共団体では、環境庁から送付されるこの報告書をもとに自己の分析精度について点検を行っている。しかしこのように現在実施している統一精度管理は、参加が強制されたものではなく、また分析結果に問題のあることが判明してもその改善は各分析機関の自主性に委ねられており、改善後の客観的評価も行われない。このことから、現在実施されている精度管理法は分析精度の信頼を高めるためにある程度の機能は果たしているが充分とは言えず、内部監査や外部監査など新しい分析精度管理制度の導入について検討が必要であると考えられる。さらに将来的には、分析法に加え採水業務など水質モニタリングの全行程について、誰が行っても高い精度で再現性良く実施できるようなマニュアルづくりも必要であろう。

参考文献

- 1) 環境庁水質保全局監修（1996）逐条解説水質汚濁防止法，水質法令研究会編集，中央法規出版，東京，606pp.
- 2) 環境庁水質保全局（1996）平成7年度 環境基準に関する調査報告書 第二編 水質に係る環境基準の見直しに関する調査，42pp.
- 3) 環境庁企画調整局環境研究技術課（1996）平成7年度 環境測定分析統一制度管理調査結果—工場跡地土壤、模擬排水—，403pp.

第16章 水俣湾

1. 概要

八代海（不知火海）は、九州中部西岸と天草諸島に囲まれた、北と南に2本ずつの水道によって有明海及び東シナ海と通じるだけの内海である。水俣湾は、その八代海に面した、熊本県南端近くに位置する入り江である。

この水俣湾岸にチッソの前身である日本窒素肥料が水銀を触媒としたアセトアルデヒド製造工場を稼働し始めたのは昭和7年（1932年）のことであった。その後この工場は36年間操業を続け、その間、工場排液は無処理で水俣湾に放出され続けた。その排液に含まれる汚染物質、特にメチル水銀が水俣湾を死の海へと変えた。しかしそのことが理解されるまでには、多くの年月を必要とし、その間環境汚染を媒介とした特異な機序による、その当時の理解を越えた公害病—水俣病によって多数の犠牲者を出すこととなった。

公式に水俣病患者が認知されたのが昭和31年（1956年）、政府が水俣病の原因を排液中のメチル水銀と公式に認めたのが、工場の稼働停止と同じ昭和43年（1968年）、そして、昭和52年（1977年）には水俣湾の水銀を高濃度に含むヘドロの処理事業が開始されると同時に、汚染魚封じ込めのための仕切り網を設置した。このヘドロの浚渫と封じ込めのための、仮締切堤設置工事が実質的に始まったのは昭和55年（1980年）であった。浚渫工事は昭和63年（1988年）に終了し、最も汚染のひどかった百間港は埋め立てられた。更に、水俣病事件の象徴的存在になっていた仕切り網も平成9年（1997年）9月に全面撤去された。公害の原点と呼ばれた水俣湾の水銀汚染はこうして収束を迎えつつある。埋立地も近代的な外観を備えた公園となり、水俣湾の地形と景観は大きく変わった。

2. 水俣病発生以前の水俣湾

冒頭にも述べた通り、八代海は南北に狭い水道で連絡する内海で、その面積は約1,200km²、深度は20~50m、最も深いのは南端の長島海峡と呼ばれるあたりで、70mほどある。この長島海峡を通じる潮の出入りが最も大きな海水交換量を示す(図16-1)。この内海に産する魚介類の種類は多く、そのため漁業形態も多種多様であるが、総じて零細である。

水俣湾の南側は西の浦半島で区切られて袋湾という小さな入り江をつくり、北側は明神崎と、その延長にある恋路島とで境界を作っている(図16-2)。湾は北東から南西へ長径2.6km、北西から南東へ短径1.3kmの類楕円形をしていて、その面積はおよそ3km²である。恋路島と西の浦半島の間が約1.1kmの距離で大きく開き八代海へ通じている。ここの水深が最も大きくて約20mほどあり、海底は岸からなだらかに深さを増し、この開口部において少し傾きを増しながら八代海へ傾斜していく。一方明神崎と恋路島との間は370m程離れていて（今は護岸工事によって190mに短縮されている）、ここから八代海へは比較的急勾配をなす。

水俣湾は、かつて回遊魚の産卵場を提供し、多種類の魚介類の生息する極めて豊かな海域であった。この事は多くの資料や住民の語る言葉で了解される。当然住民は、お金を出して購入する米よりも、すぐ近くの海に出さえすれば容易に採集する事のできる新鮮な魚介類に、より多くその食生活を頼っていた。

発足当時（1889年）の水俣村の人口は12000人余りであった。水俣地区は背後に迫った山と眼

前の海とに挟まれた狭隘な土地で、農地も少なかった。そのため明治前の産業としては、わずかに榎の実を年貢代わりに藩へ納め、塩田で塩を作っていたくらいである。この塩は不知火海特有の甘じ味がするとして珍重された。水俣川河口には漁村があって、前述のとおり、豊富な魚介類が基礎的な食物として利用されていた。

村制施行9年後の明治41年(1908年)、この寒村に日本カーバイド商会水俣工場が設立された。この工場へ電力を供給していた曾木電気(鹿児島県大口市)が日本カーバイド商会と合併して日本窒素肥料株式会社(日窒)を設立したのはその直後の8月20日である。この日窒は、幾つかの幸運も手伝って石灰窒素その他の生産が順調に推移し、大正元年(1912年)に水俣に町制が布かれたことには大いに寄与した。

工場の発展に伴って、水俣川河口の漁村は昭和初期までに消失することになるが、大正期から対岸の天草島からの移住者が南部、鹿児島県との境界に近い地域へ定着し、湯堂、出月、袋、茂道などの漁民集落を作った¹⁾。ところが、そういった人達も含めて水俣地区の住民は、現金収入の道としては日窒で働くことを選び、漁業を重視しなかった。そのためか周辺及び対岸の漁民が多く水俣湾へ押し寄せて漁業を営んでいた²⁾。すなわち、水俣湾周辺の魚介類は水俣及び周辺の山間部、沿岸部といった広い範囲におよぶ人々の重要な蛋白源であった。こういった事項は、工場排液による魚介類の水銀汚染が発生した際に、水俣を中心とした広範囲の住民に重大な悲劇を産むことになる特異的な要因となった。

3. 水銀汚染の推移

日窒は、近代日本黎明期の有機化学工業の基幹をなす重要な産業として囑望され、しかも周囲の豊富な水資源を利用した電力と安い労働力に助けられ、また後に軍需産業としての役割を担うなどの社会状況によって急激な発展を遂げた。

日窒がアセトアルデヒド・合成酢酸設備を稼働しはじめたのは昭和7年(1932年)であって、水俣湾の水銀汚染の歴史もこの時に始まった。この最初の生産設備を1期と呼んでいるが、これに引き続き、昭和8年、9年、10年そして12年(1933年、34年、35年そして37年)と次々にそれぞれ2期から5期と呼ばれる生産設備が増設された(図16-3)。こういった初期の生産設備だけでも全国生産の50%もの酢酸生産量を誇った。その結果アセトアルデヒドの生産量は最高9,000余トンまで上昇したが、第二次世界大戦の敗戦前の爆撃によって工場が壊滅状態に陥ったため、昭和20年(1945年)には一時生産がストップした。しかしその6ヶ月後には早くも復旧を果たし、1期と2期は昭和30年(1955年)まで、3期と4期は昭和24年(1949年)まで、そして5期は昭和31年(1956年)まで稼働して、これは新5期に引き継がれた。その間、昭和25年(1950年)に新日本窒素肥料株式会社(新日窒)と名を改めた頃から、戦後日本の産業復興と歩調をあわせるように、生産設備の改良をくり返す中で急速な増産を果たし、昭和29~30年(1954~55年)には戦前の生産量の最大レベルを上回る生産量を達成した。その急展開の最中には、5期から新5期への転換と前後して、昭和28年(1953年)には6期、34年(59年)には7期がそれぞれ新鋭装置として生産を開始している(図16-3)。その結果として、このスクラップアンドビルドの期間には通常運転で廃棄される量をはるかに上回る廃棄物が生じ、水銀を含む排液も予想以上の量で水俣湾に放出された疑いがもたれて

いる(後述)⁹⁾。

一方、日窒のもう一つの柱であった塩化ビニールの生産は、やはり水銀を触媒にしたアセチレン法によって昭和 16 年(1941 年)に日本で最初に開始された。この生産ラインも、昭和 24 年(1949 年)に再スタートしてから、ビニール製品の需要増大を受けて設備拡大を行いながら生産量を伸ばしていった。昭和 40 年(1965 年)に新日窒がチッソ株式会社(チッソ)と改称し、昭和 43 年(1968 年)にアセトアルデヒド生産設備が閉鎖された年に、最大生産量(62,925 t/年)を記録した。この生産ラインは昭和 46 年(1971 年)に石油化学方式へ転換されて終息した。塩化ビニール生産ラインからもメチル水銀を含む水銀廃液が放出された。その量はアセトアルデヒドラインほど多くはなかったが、有馬⁹⁾の計算によると全損失量として、30.6 t になるという。

こうして水銀を含む工場排水の流出は昭和 7 年(1932)以来 40 年近く続いたが、アセトアルデヒドの急激な増産に加えて昭和 33 年(1958 年)9 月、それまで水俣湾に排出していたアセトアルデヒド酢酸設備排水の排水路を水俣川河口に変更したため、汚染は八代海一帯に拡がり、被害発生を増大させる結果を招いた。この水俣川河口への排水路は翌年 9 月再び水俣湾へ変更された。

水俣病発生当時はその原因究明に手間取り(後述)、水銀が原因物質であるという認識を得るまでには長年を要した。したがって、水銀汚染に関するデータは熊本大学医学部水俣病研究班が水銀に辿りついた昭和 34 年(1959 年)の喜田村らによる調査が最初のもので、当時の水俣湾の汚染状況を知る上で貴重な資料となっている⁹⁾(図 16-4)。すなわち、底質については、湾奥部の工場排水口付近の 2010ppm(湿重量当たり)の総水銀濃度を最高値とし、外海に向かうに従って減少する傾向がみられた。

その後、昭和 38、44、45、および 46 年(1963、1969、1970 および 1971 年)に湾内の 16 地点の定点総水銀測定が行われている⁹⁾が、その濃度は乾重量当たりそれぞれ 146.3± 173.5ppm、141.6± 214.6ppm、67.1875± 65.1ppm、そして 129.6± 147.3ppm を示した。その後平成 2 年(1990 年)までに、後に述べるとおり、総水銀として 25ppm 以上を含む汚泥の除去処理が完了したが、その事後調査によると、最高総水銀濃度は基準値よりかなり低い 12ppm 程度まで低下している。水銀を含む工場排水を受け続けた水俣湾内の堆積汚泥の厚さは湾奥部で最高 4m に達する所もあった。昭和 49 年(1974 年)汚泥の処理に先立って行われた熊本県の事前調査によると、湾内のほぼ全域にわたって 25ppm 以上の底泥が分布しており、湾奥部で高く、最高 2,700ppm(乾重量当たり)を記録し、湾外に向かって減少傾向を示した。その汚泥の総量は 150 万 m³と発表されている。一方、メチル水銀については、0.03ppm(乾重量当たり)を最高値に極微量が散見されたにとどまり、ほとんど定量限界以下であった。

ところで、実際にどのくらいの水銀が海域に流出したのかという点になると、正確な数値を算出するための資料が不足しており、工場の製造日誌等から計算して推定する他はない。熊本県や水俣市の公式見解としては、水俣湾に堆積した水銀量が 150 トンないしそれ以上、ということになっている。また、この計算をより綿密に行った研究者が何人かいるが、その一人である有馬澄雄⁹⁾によれば、図 16-5 に示す通りの推移になるという。更に、用いられた触媒の水銀化合物(酸化水銀)は、アセトアルデヒド製造のための反応液中でメチル水銀に転換することが確かめられている⁹⁾。その生成効率も意外に高く、最終段階の廃液中では 75%以上がメチル水銀であったことがわかっている⁹⁾。

魚介類に関しては、水俣病の発生がメチル水銀汚染魚介類を摂取して起きたという事実から、

水俣湾における汚染の推移には大きな関心が払われてきた。そしてアセトアルデヒド酢酸設備排水が常時流入していた当時の水俣湾の水質・底泥、魚介類などすべてがメチル水銀で濃厚に汚染を受けていたことは、その汚染源であるアセトアルデヒド精留器内の排液にあった水銀の大部分がメチル水銀であったことから容易に想像できる。

しかしこの魚介類中水銀についても、昭和34年(1959年)当時の喜田村ら³⁾の調査データが最初のものである。それによると二枚貝ヒバリガイモドキの総水銀は、湾内で11.4-39.0ppm(湿重量当たり)、湾外でも2.4-20.4ppmを示している。また、その他の魚介類では、コガニ35.7、イシモチ14.9、アサリ20.0、チヌ24.1ppm(いずれも湿重量当たり)などの総水銀値が報告されている。これらの値は、1974年に定められた食品衛生法の魚介類中水銀暫定基準値0.4ppm(湿重量当たりの総水銀)と比較すると約40-100倍に相当し、当時の汚染状況が異常なものであったと言える。

水俣湾産魚介類中水銀濃度のその後の推移については、入鹿山らの昭和30年以降46年(1960以降1971年)までの貝類の定点観測結果が報告されている⁴⁾(表16-1)。昭和35年(1960年)以後の変化は緑海岸(月の浦)で採集されたヒバリガイモドキ(当時はイガイと表記されている)のデータしか見ることができないが、これらについてみると、当時の85ppm(乾重量当たり)から昭和38年(1963年)10月には12ppmまで減少している。同地点のアサリについては、昭和38-40年(1963-65年)に30ppm(乾重量当たり)前後、昭和41年(1966年)には84ppmに上昇し、それ以降減少傾向がみられるものの、昭和45年(1970年以降)でも20ppmに近い高値を示す場合もみられ、全体的にはアサリのような底生動物では水銀濃度が容易に減少しないことを示している。一方これより後における、水俣湾の魚類中水銀濃度の変化については、熊本県による膨大なデータの蓄積がある(図16-6)⁵⁾。1961-1974年の全魚種の推移を平均値でみると、昭和36年(1961年)の9ppm(湿重量当たり)から昭和44年(1969年)までに急速に低下し、それ以降0.5ppm付近で推移している。更に昭和49年(1974年)以降は、昭和55年(1980年)と56年(1981年)に一時的に上昇した魚種があったものの、平均値の上では徐々に減少し、暫定規制値0.4ppmを下回り始めるのが汚泥浚渫の始まった昭和61年(1986年)以後である。しかし水俣湾底泥の除去作業が完了してからも、魚種によっては顕著な減少がみられないものが存在し、平成元年(1989年)の調査でアイナメ、カサゴ、シマイサキ、チヌ、シロギス、クロダイ、カレイなど16種の魚類が暫定基準値を超えて記録されていた。このため県では、湾内の汚染魚を絶滅させるために定期的な捕獲処分を実施した。その結果、平成6年度(1994年)以降の調査では暫定規制値を超える魚類は見出されなくなった。

4. 水俣病発生時の原因究明の過程と水俣湾周辺の状況

実際には昭和28年(1953年)ないしそれ以前から認められていた水俣湾周辺の重篤な神経障害が公式に確認されたのは昭和31年(1956年)5月のことである。当時は水俣奇病と呼ばれ、その原因究明は難航した。同年8月に熊本大学医学部に研究班が結成され、その翌年には早くも水俣湾の魚介類に含まれる物質が原因であり、その汚染源は新日窒水俣工場の排水であるとの見解がまとめられた。ところがその後、セレン、タリウム、マンガン等が原因物質として疑わしいとする説やアミン中毒説が出されるなどして、原因物質の特定までには長い年月を要した。

そのような状況の中で、当時ネコの水俣病が確認され、病理学的所見もヒトの場合と一致すること

が明らかにされたことから、ネコを用いて水俣湾で捕獲した魚介類による水俣病発症実験が行われている。伊藤らは投与開始から 7-48 日で発症することを明らかにし⁷⁾、世良らもネコを外部から集めて汚染地区に持ち込んで飼育している⁸⁾。後者の実験では、水俣湾産のイリコ（乾物）を 1 回 40 匹（約 10g）で一日に 3 回与えると 51 日目に発症するなど、結局 8 匹全部が 32-65 日で発症することを確認した⁹⁾。

昭和 34 年（1959 年）に至り、水俣湾周辺の底質、二枚貝のヒバリガイモドキ等に含まれる種々の有害金属を分析した結果、異常に高濃度の水銀の存在が喜田村らによって確認された⁹⁾。喜田村らはさらに、湾内の魚介類を与えて発症したネコおよび不知火海沿岸に生息するネコについて主要臓器中水銀量を測定し、対照群のネコに比べて顕著に高濃度の水銀が含まれることを確認している⁹⁾（表 16-2）。また、発症し死亡したヒトについても同様に、その水銀濃度は他疾患剖検例に比して異常に高い値を示した。特に、発病して死亡するまでの期間が短いほど臓器中の水銀濃度が高いことが判明した（表 16-3）。患者の毛髪水銀調査においてもその含量は極めて高かった（平均 140.1 ± 188.7 ）⁹⁾。

これらの成果を基に、水俣病研究班は昭和 34 年（1959 年）7 月、水俣湾産の魚介類を汚染している毒性物質としては水銀が極めて重視されるとの見解を発表した。さらに、ヒバリガイモドキ、アサリおよび工場のスラッジからメチル水銀化合物を相次いで抽出結晶化し、その物質を動物に投与して水俣病を発症させることに成功した^{9),10)}。アセトアルデヒドは、硫酸と無機水銀を含む水溶液にアセチレンを吹き込むことで、アセチレンの水付加反応によって生成し、これを蒸留器で分離するという工程で生産される。このアセトアルデヒド-酢酸製造設備内のスラッジからメチル水銀が結晶として取り出されたことによって、アセトアルデヒド製造工程で無機水銀からメチル水銀化合物が副生されていたことが明らかとなり、研究班は大きな成果を収めたのである。

アセトアルデヒド酢酸設備排水の放出は、昭和 40 年（1965 年）に新潟県水俣病の発生を機に、完全循環式に改められるまで止まなかった。昭和 43 年（1968 年）5 月、アセトアルデヒド製造が停止された。そして同年 9 月、ようやく「熊本水俣病は新日窒水俣工場アセトアルデヒド酢酸設備内で生成されたメチル水銀化合物が原因である」と断定する政府公式見解が発表され、水俣病が公害病と認定されるに至った。

その後、熊本県や鹿児島県による水俣病患者認定の作業が営々と続けられてきた。その結果平成 6 年（1994 年）の時点で、13,408 名の認定申請者の内、1,770 名が水俣病患者として認定を受け、チツソから療養費等の補償を受けている（表 16-4）。政府の公式見解発表に伴う、救済法（正式には「公害に係る健康被害の救済に関する特別措置法」-昭和 44 年）の施行に始まる患者認定の歴史は紛争の歴史でもあり、多くの訴訟がおこされた。表 16-4 を見ると、数字が急激に変化している箇所が幾つかあり、これはその時の社会状況や司法判断を反映している。例えば昭和 48 年（1973 年）に新たに公害健康被害の補償等に関する法律（補償法と呼ばれる）が施行され、申請件数が一気に増加している。さて、昭和 61 年（1986 年）に申請棄却取り消し訴訟で原告が勝訴した。このあたりから司法の判断にも紛争の長期化に関して行政の責任を認める傾向が強くなっている。同時に行政の方も特別医療事業など、様々な工夫を施策に盛り込んだ。特別医療事業は、水俣病と認定できずとも、水銀汚染による健康影響の不安を軽減・解消するために、一定の医療補償を提供するものである。この制度はその後平成 4 年（1992 年）に水俣病総合対策医療事業として更に拡充された。その後、平成 7 年（1995 年）に政府はそれまでの紛争の政治決着をはかる解決案として、水俣病総合対策医療

事業を基礎とした救済策を示した。これは、有機水銀摂取の可能性が濃厚で、四肢末端の感覚障害を持つ人を対象者とし、医療費の支給に加えて一時金（260万円）を支払うという内容である。被害者団体のほとんどがこの解決策を受け入れたため、水俣病にまつわる長期に亘った紛争は、一気に最終決着へとむかった。水俣病総合対策医療事業にしたがって、熊本県は判定検討会を組織し、一時金対象者を認定していく業務を行ない、平成9年（1997年）3月までに10,329人を承認した。

5. 水俣湾堆積汚泥処理事業

上述のように、過去40年にわたってメチル水銀を含む工場排水で汚染され、わが国の公害の原点といわれる水俣湾は、住民はもとより各方面からの要望で堆積汚泥の除去を余儀なくされるが、その費用負担、工法、そして除去基準の問題で、長期間に亘って世界の注目を集めることになった。

まず、昭和48年（1973年）6月に国の諮問機関である中央公害対策審議会水質部会によって、浚渫すべき水銀汚泥の除去基準が、水俣湾では暫定的に25ppm以上と答申された。この値を採用して、国から促される形で、熊本県が25ppm以上を含む底泥約150万 m^3 を浚渫および埋立てにより処理することを決定し、総工費の65%原因者負担、残りを国と熊本県が負担するという形で工事が始められた。その際、汚泥の拡散等による二次汚染防止のため、工事に先立って数々の手段が講じられた。それは、湾内の魚類封じ込み用の3.6kmに及ぶ仕切り網の設置、汚泥の浚渫工事でのカッターレスポンプの使用、余剰水の処理装置設備、水質および魚類の水銀モニタリング等監視システムなど、多岐に亘り(図16-7)、それに費やされた時間と費用も相当なものになる。

さて、この暫定除去基準25ppmの算出法であるが、その計算の根拠にある因数は以下の通りである。1)食用魚の水銀汚染許容値を総水銀0.4ppmとした厚生省の暫定基準値、2)底質から海水への水銀の溶出率に関する実験値に基づく値、3)潮の干満の差、4)底泥から魚へ至る水銀濃度の濃縮係数(ここでは1,000とされた)、そして5)食料としての魚介の利用度合を勘案して決められる“安全率”(水俣湾では100とされた)。つまり、0.4ppm以上の汚染魚を生じさせないためには底質中に、水俣湾の場合には、25ppm以上の総水銀が存在してはならない、という計算である。ただし、この算出法については当時批判の声もあがっている。例えば、算出根拠の一つである厚生省の基準値は、メチル水銀の生物学的半減期70日を踏まえて計算されているが、中枢神経では半減期が230日と長期に亘るので、メチル水銀中毒の本態が中枢神経障害であるという知見を考えると、検討の余地がある、といった具合である。また濃縮係数や安全率についても、同様に検討の余地があるとの指摘があった。いずれにしても、これらの値はあくまで水俣湾における当時の状況に関する“暫定”基準である。

工事はまず2次汚染防止のための予備工事が昭和52年（1977年）に開始され、昭和55年（1980年）に仮締め切り工事を行った後、本格的な浚渫・埋立工事は昭和56年（1981年）になってようやく始まった。その後、水俣湾のほかに工場排水が流出した丸島港や排水路の処理までに至る全ての工事が完了したのは平成2年（1990年）のことである。その間実に10数年の歳月を要し、総工費485億円の巨額をかけた大規模な事業であった。こうして、かつて漁港であった58ヘクタールの海が埋立てられ、濃厚汚染を受けた水俣湾および周辺海域の公害防止事業が完了した。しかしながら、湾内の魚介類の水銀値が短期間のうちに減少するとは限らない。この工事による効果を判定する上でも魚介類の水銀モニタリングは重要視され、その後も熊本県や水産庁による調査が続けられてきた。その結果、平成7年度（1995年）の水産庁資料によると、水俣湾内の魚類の中でも水銀含有レベルのも

つとも高いカサゴにおいても、湾中央部のもので、0.4ppm 以下になっていた。そして平成9年（1997年）7月、熊本県は湾内の魚の水銀レベルに関して、過去3年間基準値を上回る魚が出なかったことを根拠に安全宣言を出し、漁協等の了解を得た後、8月から1ヶ月をかけて仕切り網の撤去を実施した。こうして水俣湾の景観は大きく変わり、環境保全をスローガンとした新しい水俣の町を建設していく象徴としての存在価値を獲得しつつある。また、水俣病発生以来、漁場としての価値が完全に損なわれたままになっていた水俣湾が、この環境復元事業によって今後どのように回復していくかも注目される場所である（図16-8）。

6. 結語

このように未曾有の水銀汚染を経験した水俣湾は、膨大な金額と時間を費やして再生された。チツソは原因者負担の原則によってこれからも様々な補償の代価を支払い続けなければならない。そして熊本県と国は、そのチツソが支払いに窮して倒産しないために支援策の算段を続けていく必要にせまられている。

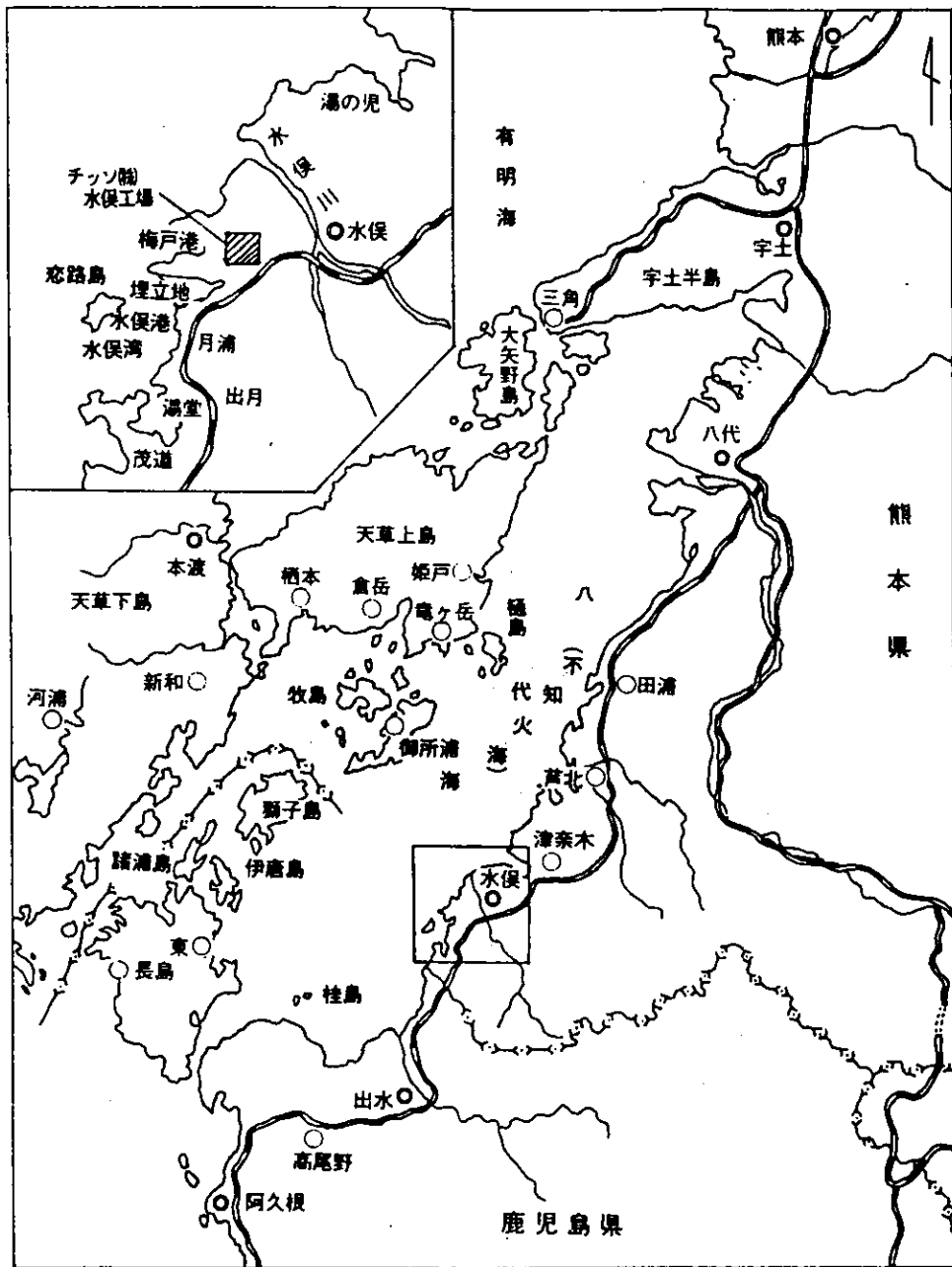
一方、水俣湾から基準値を上回る魚がいなくなったのは、湾内汚染魚の絶滅作戦の結果、大型の魚が除去されて、捕獲される個体が小さくなったので、見かけ上水銀濃度が低下してきたためであるという可能性も残っている。また従来から、魚介類中に蓄積された水銀の大部分がメチル水銀であることはよく知られているが、底泥中のメチル水銀濃度は極めて低く、不検出の場合が多い。その上、現在の湾内海水中の水銀濃度は総水銀についても検出限界以下で、魚介類のメチル水銀蓄積に至る機構など今後究明すべき課題も多く残されている。現実にこれからも汚染魚が出現しないのかどうかを含めて、水俣湾の水銀汚染状況については、今後さらに監視を続けていく必要がある。

文献

- 1) 岡本達明、西村 肇：追跡 水俣病（4） 技術と人間 12月号 技術と人間出版 1996年
- 2) 有馬澄雄：工場の運転実態からみた水俣病—チツソ水俣工場からの水銀の流出— 水俣病—20年の研究と今日の課題— 有馬澄雄編集 青林舎 1979年
- 3) 喜田村正次他：水俣病に関する化学毒物検索成績. 熊本医学会雑誌 34（補3）、593-601, 1960.
- 4) 入鹿山且郎他：水俣地方の魚貝、海底泥土等の水銀汚染状況の変遷. 日本公衆衛生学雑誌 19（1）25-32, 1972.
- 5) 入鹿山且郎他：水俣工場アセトアルデヒド生産停止前後の水俣地方の水銀による汚染状況. 熊本医学会雑誌 43（11）946-957, 1969.
- 6) 熊本県環境公害部資料、1995.
- 7) 伊藤蓮雄：水俣病の病理学的研究（第五報）、水俣湾内で獲った魚介類投与に由る猫の実験的

- 水俣病発症. 熊本医学会雑誌 31 (補 2) 282-289, 1957.
- 8) 世良完介他: 水俣地方に発生した原因不明の中樞神経系疾患に関する主として発生原因に就いての動物実験成績. 熊本医学会雑誌 31 (補 2) 307-310, 1957.
- 9) 井上赳: 水俣湾産ヒバリガイモドキより結晶化した有機化合物 methylmercuric sulfide ($\text{CH}_3\text{HgSCH}_3$)の同定に就いて、その合成及び分析化学的研究並びに本物質の水俣病発症. 熊本医学雑誌 36 (12) 877-889, 1962.
- 10) 内田楨男: 水俣病の生化学的研究、生化学 35 (8) 430-439, 1963.

図 16-1 八代海



水俣市資料「水俣病のあらまし」より

図 16-2 水俣湾

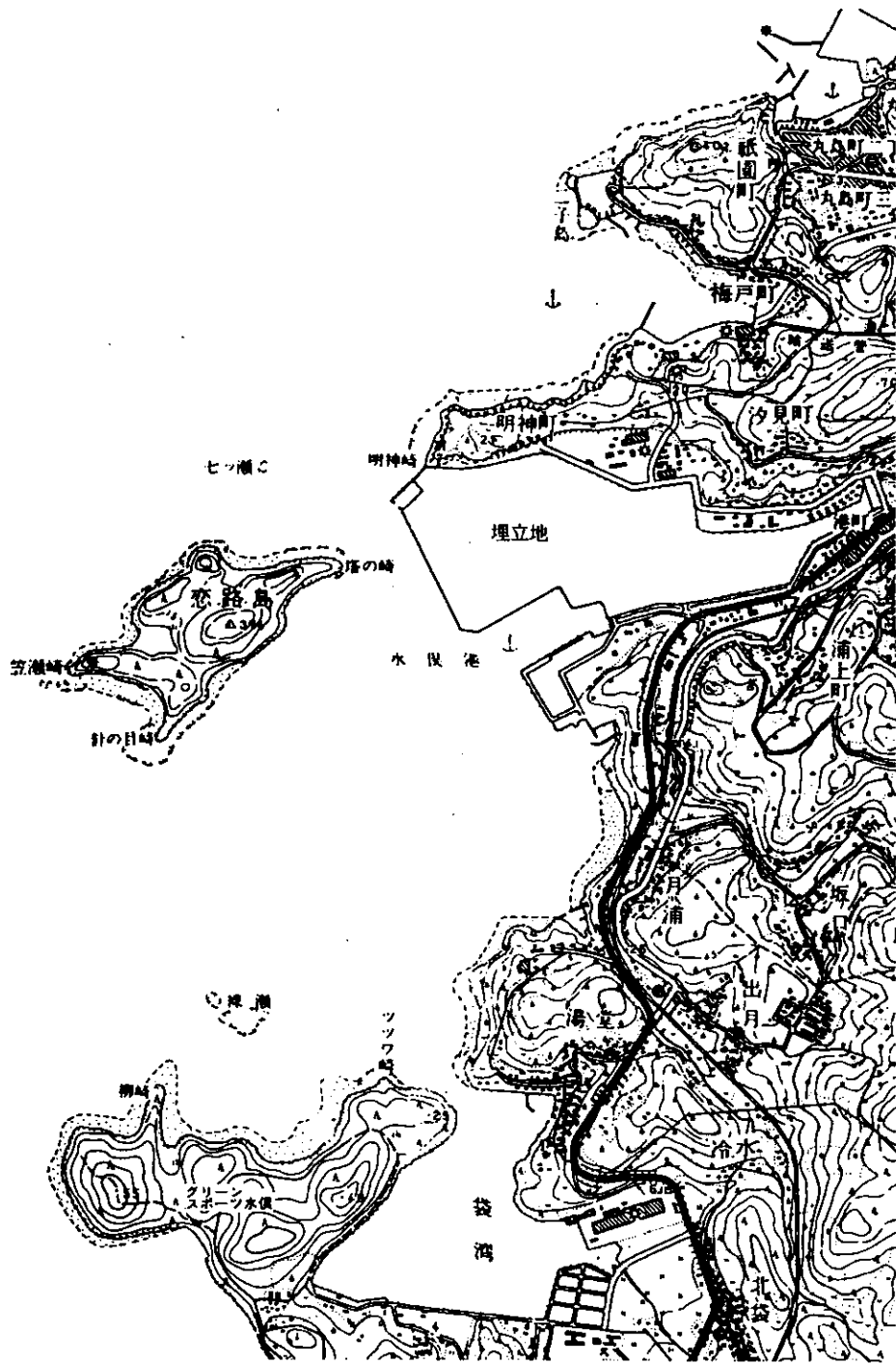
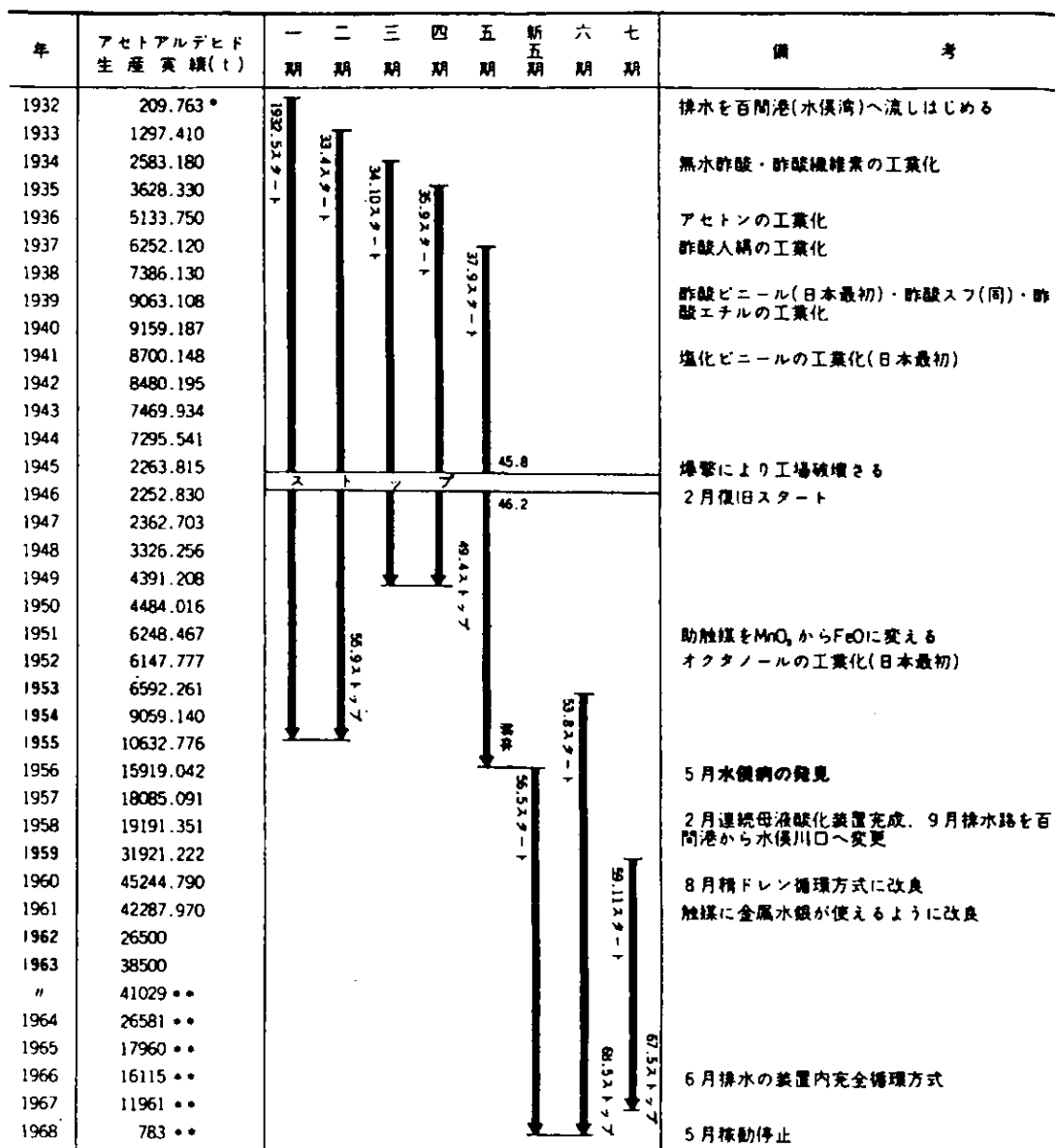


図 16-3 アセトアルデヒド生産設備の変遷と生産量²⁾



装置のシステム………蒸気分溜法 真空分溜法

註 アセトアルデヒド生産実績は、1961年までは製造日報から集計された歴年のデータ。62、63年は製造日報を基礎に欠落部分を補った推計値(歴年)。その後はチッソ株式会社資料によったが、会計年度の集計なので63年から掲示した。

* 計算時12月分の日報がなかったため、実際の生産量は上回る。 ** 会計年度の集計。

↑ チッソ株式会社：“水銀の使用状況について”，1972。 水俣病研究会：“水俣病にたいする企業の責任—チッソの不法行為”，1970。その他を参照して作成

図 16-4. 水俣湾内泥土中水銀量³⁾ (湿重当たり ppm)

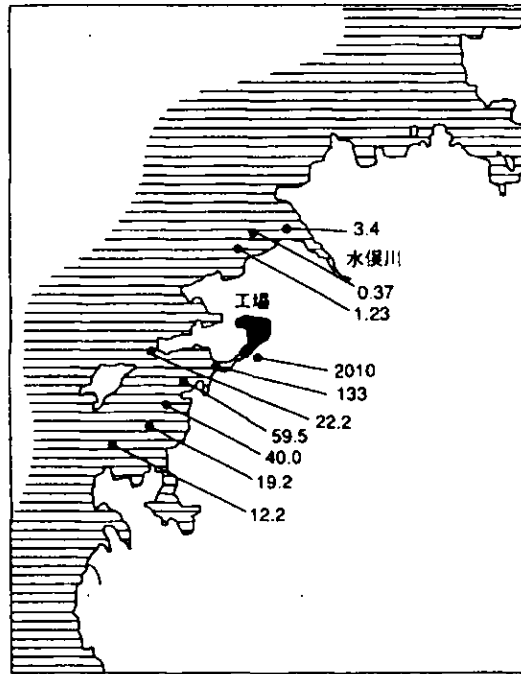


図 16-5 アセトアルデヒド生産工程の損失水銀量²⁾

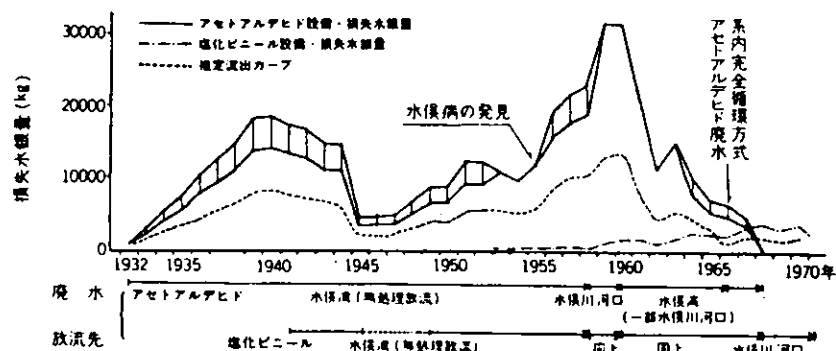


表 16-1 貝類水銀濃度の変遷⁴⁾

(μg/g 乾燥重量当たり)

年 月		1960年			1961			1962			1963			1965			1966			1967			
採集地点	貝の種類	1月	4	8	1	4	12	1	10	5	10	12	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12	
緑(月ノ浦)	イ 貝*	85	50	31	56	30	9	12	12								8						
緑(月ノ浦)	アサリ								28	33	84		8	15	26	24	20						
明 神	アサリ							28	12	16	21		7	8	3	16	13						
恋 路 島	アサリ							43	40		81		60	19	48	32	14						
大 崎	アサリ							5	5	5			6	3	6	5	9						

年 月		1968年			1969			1970			1971					
採集地点	貝の種類	3月	6	7	8	2	6	8	10	12	2	6	8	12	2	3
緑(月ノ浦)	イ 貝*															
緑(月ノ浦)	アサリ	12	8	9	4	4	2	1	1	1	2	1	16	3	18	3
明 神	アサリ	9	10	12	2	6	7	3	4	6	5	14	2	6	3	4
恋 路 島	アサリ	45	30		5	2	12	16	4	2	10	7	7	4	4	4
大 崎	アサリ	4	3	1	0.7	1	0.6	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.3	0.7

*ヒバリガイモドキ

図 16-6 水俣湾の魚類中水銀濃度の変遷^①

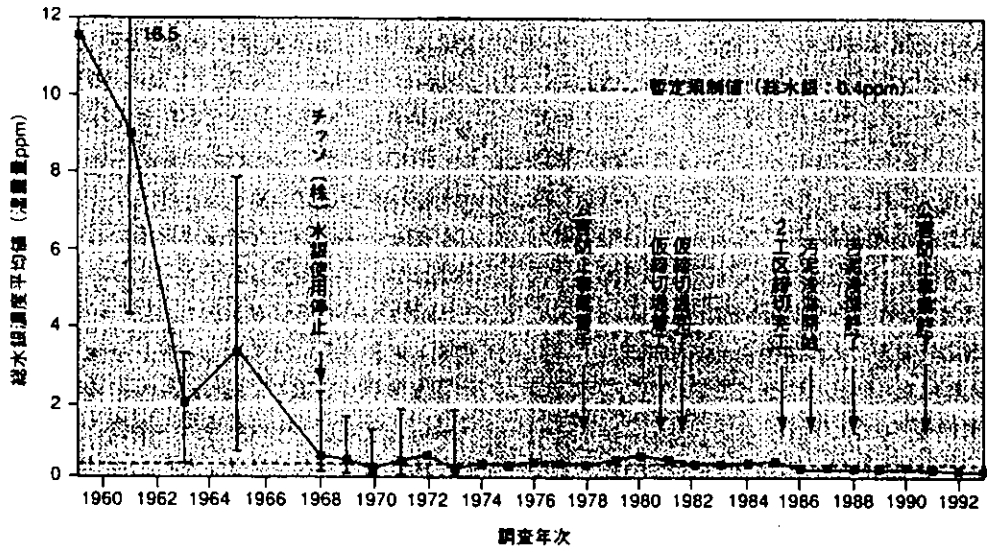


表 16-2 猫臟器中水銀量³⁾

(ppm)

水 俣 病 猫						不知火海沿岸健康猫						对照地区健康猫											
		肝	腎	腦	毛	血	地名		肝	腎	腦	毛	血	地名		肝	腎	腦	毛	血			
白 然 免 疫 症 例	1	54.0	30.0	—	—	—	熊 本 市	熊 本 市	1	7.2	3.24	—	—	熊 本 市	熊 本 市	1	0.9	0.7	—	—	—		
	2	37.0	17.2	—	—	—			2	29.2	5.15	2.42	88.6			—	—	2	3.66	0.52	—	—	—
	3	58.5	—	—	—	—			3	14.5	0.16	1.29	—			—	—	3	3.01	—	—	—	—
	4	101.1	—	—	—	—			4	23.0	6.0	2.53	—			—	—	4	1.18	0.82	0.05	2.2	—
	5	54.5	12.2	8.08	52.0	10.6			5	84.5	3.73	2.18	—			—	—	5	1.28	0.09	0.05	0.51	0.13
	6	68.0	—	10.4	39.8	15.8			6	28.9	3.61	1.23	—			—	—	6	1.56	0.28	0.12	3.34	—
実 験 免 疫 症 例	1	66.0	—	—	—	—			7	172.0	3.03	4.05	—			—	—	7	1.64	0.55	0.13	3.45	—
	2	105.6	—	—	—	—			8	301.0	6.75	1.76	80.2			—	—	8	0.66	0.25	0.09	1.91	—
	3	145.5	—	18.1	—	—			9	4.69	2.49	0.96	25.5			—	—	9	1.25	0.16	0.04	3.05	0.08
	4	53.5	—	8.05	—	—			10	34.2	2.30	2.76	—			—	—	10	0.64	0.28	0.02	0.8	0.06
	5	57.5	36.1	—	—	—			11	13.5	6.2	1.91	32.3			—	—	11	—	—	—	—	0.26
	6	78.3	12.8	—	—	—	天草御所浦 川尻	1	58.0	3.29	3.62	128.0	—	—	天草御所浦 川尻	1	33.3	3.96	2.5	117.0	2.9		
	7	62.0	—	18.6	—	—	川尻	2	15.1	2.64	1.69	70.0	—	—	川尻	2	33.4	3.52	1.08	117.5	5.2		
	8	47.6	15.6	10.0	70.0	—	八代市鼠藏町	1	31.8	2.17	2.43	51.0	1.09	—	八代市鼠藏町	1	9.0	1.83	0.83	33.1	1.4		
	9	52.5	15.9	9.14	21.5	—	不知火町	2	14.5	4.38	0.71	46.6	0.63	—	不知火町	2	20.2	0.9	0.13	17.6	0.3		
	有 明 海 沿 岸 漁 村	1	—	—	—	—	—	天草瀬戸	1	75.2	3.64	2.9	134.2	2.12	有明海 沿岸漁村	1	7.0	—	—	—	—		
		2	—	—	—	—	—	天草瀬戸	2	12.3	2.75	2.14	86.5	2.34	有明海 沿岸漁村	2	—	—	—	—	—		
		3	—	—	—	—	—	牛深	1	20.2	0.9	0.13	17.6	0.3	有明海 沿岸漁村	3	1.7	—	—	9.0	—		
		4	—	—	—	—	—	田浦	2	29.7	3.64	1.68	39.2	1.4	有明海 沿岸漁村	4	2.7	—	—	0.16	0.05		
5	—	—	—	—	—	八代壘塚	3	5.4	1.17	—	8.86	0.28	有明海 沿岸漁村	5	6.58	0.05	0.12	29.2	0.68				

表 16-3 ヒトの臓器中水銀量³⁾

					(湿重量 ppm)			
水 俣 病 例 検 例					他 患 者 例 検 例			
症例	発症後死亡までの概略日数	肝	腎	脳	症例	肝	腎	脳
1	20	70.5	144.0	9.60	1	0.18	—	—
2	25	38.2	47.5	15.4	2	—	—	0.11
3	50	34.6	99.0	7.80	3	0.84	—	—
4	50	39.5	40.5	8.95	4	0.45	—	—
5	60	42.1	106.0	21.3	5	0.2	—	—
6	60	38.8	68.2	24.8	6	0.38	—	—
7	60	34.7	64.2	7.8	7	1.06	—	—
8	90	—	—	9.45	8	1.02	3.02	—
9	90	36.2	21.2	4.85	9	—	0.37	0.11
10	95	30.0	22.6	4.63	10	—	0.25	0.08
11	100	22.0	42.0	2.6	11	—	1.08	0.12
12	550	26.0	37.4	5.32	12	0.07	10.7	0.05
13	860	6.35	12.8	1.30	13	—	0.53	0.09
14	1,000	2.05	3.11	0.09	14*	0.60	2.04	0.47
15	1,470	5.44	5.9	2.22	15*	0.97	1.01	1.54

*水俣地方に在住した者

表16-4 水俣病認定申請及び認定等年度別状況(熊本県環境白書 平成7年版より)

年月 件数	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
法 施行前													
申請件数	44	95	10	500	1,888	654	524	610	1,276	904	696	589	391
認定件数	44	67	5	204	292	29	146	109	196	125	116	48	57
棄却件数	0	0	2	12	44	16	37	92	108	365	656	890	584
未処理 件数	0	28	31	584	2,143	2,768	3,137	3,562	4,622	5,139	5,133	4,838	4,622

年月 件数	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	計
申請件数	313	626	625	490	500	675	307	173	271	284	191	144	280	13,408
認定件数	76	46	41	29	44	18	7	2	7	1	1	1	1	1,770
棄却件数	330	280	488	411	1,009	1,327	968	472	432	513	265	597	566	10,465
未処理 件数	4,561	4,920	5,082	5,187	4,688	3,933	3,233	2,884	2,574	2,366	2,189	1,562	1,173	

(注) 申請件数は取下げ件数を差引き、また棄却件数も行政不服審査での処分の取り消しのあったものを差引き、それぞれ記載。各年度の認定、棄却、未処理件数は、当該年度の申請に対するものではない。未処理件数は、各年度末時の未処理数。臨時措置法に基づく国への申請及び処分を含む。

法とは公善に係る健康被害の救済に関する特別措置法を指す。

年月は元号

图 16-7 水俣湾浚渫·埋立工事

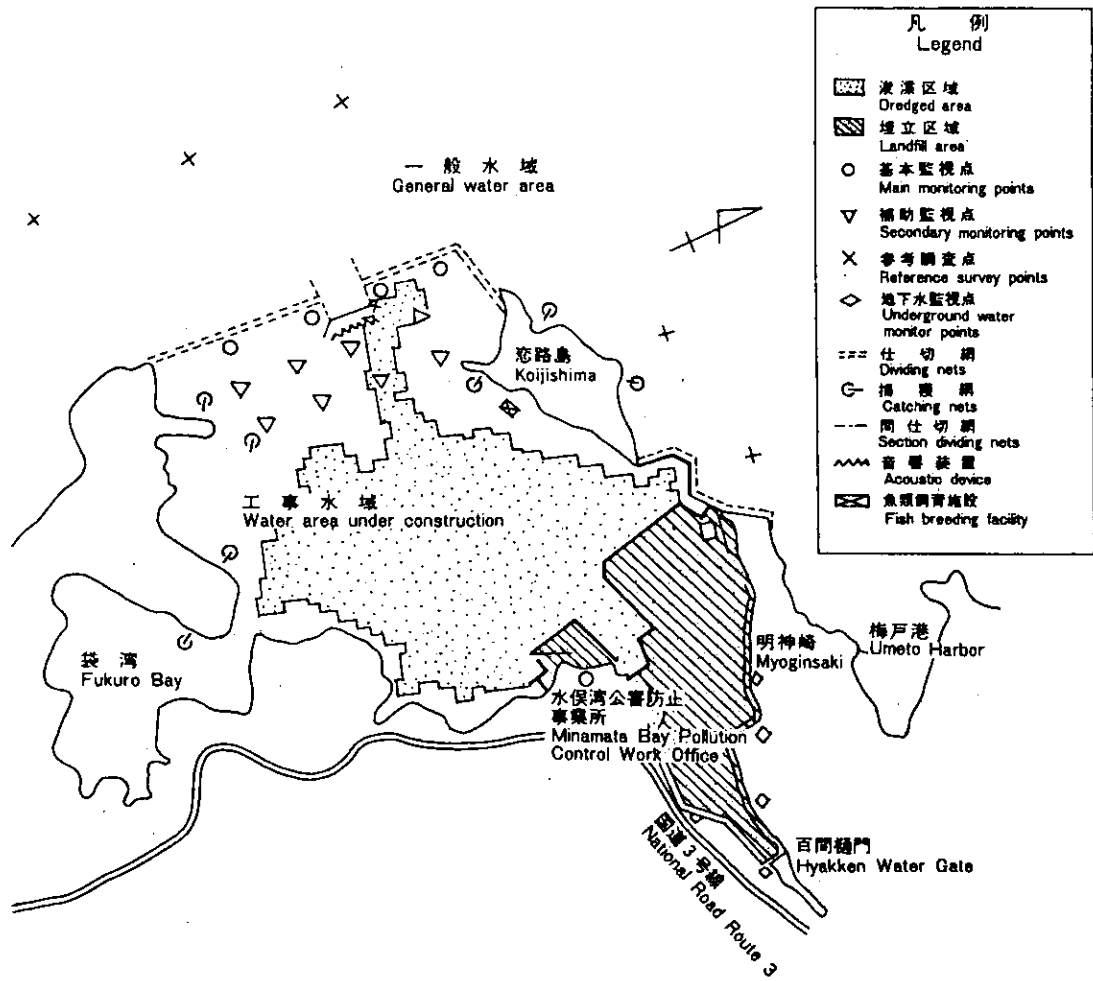
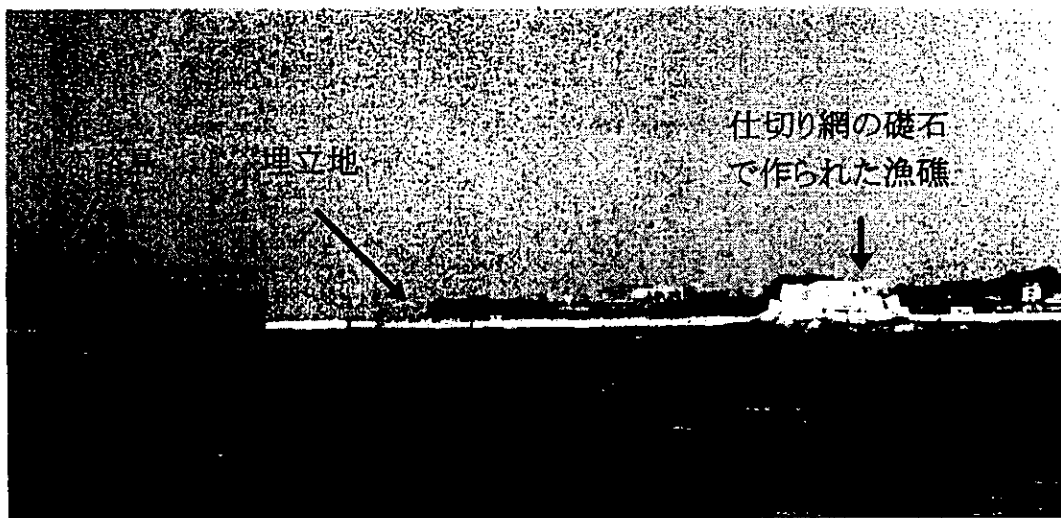


図 16-8 現在の水俣湾



第17章 洞海湾

1. はじめに

かつて「豊かな海、クルマエビの宝庫」と呼ばれていた洞海湾は、明治34年（1901年）官営八幡製鉄所が湾岸に建設され、沿岸一帯が北九州重化学工業地帯として発展していくのに伴い、未処理の工場排水が多量流入する巨大な排水溝と化した。このため洞海湾は激甚な水質汚濁に見舞われ、「汚染日本一」、ほとんど魚影の認められない「死の海」と呼ばれるに至った。しかし、昭和40年代（1960年代後半）から市民、企業、行政が一体となり、旧水質2法「公共用水域の水質の保全に関する法律（以下水質保全法と記述）」および「工場排水等の規制に関する法律」に基づく水質浄化対策と浚渫など底質浄化対策が次々と展開された結果、湾内環境は著しく改善され、生産者から高次消費者に至る内湾生態系の諸生物群も多量復帰するまでに回復した。このような奇跡とまで言われた湾の環境改善に加え、この間に蓄積された水質測定・処理などの技術を開発途上国に移転する努力を重ねたことも評価され、北九州市は「国連自治体表彰」など国際的な表彰を平成2年（1990年）と4年（1992年）の2度にわたって受賞した。

しかしこれで洞海湾の水質汚濁問題はすべて解決されたわけではなく、富栄養化、環境修復など今後取り組むべき問題や課題も残されている。

以上のように約100年間にわたって繰り広げられてきた洞海湾の水質汚濁とその浄化対策の歴史のうち、昭和40年代（1960年代後半）に執られた水質・底質浄化対策は、我が国でかつて認められた産業公害型水質汚濁の対策事例の中で、最も重症な海域を短期間のうちに甦らせた成功例の一つと評価されている。そこでこの報告では、洞海湾で展開されてきた水質汚濁とその対策の歴史を紹介するとともに、この間の経験をもとに明確となった教訓や、地方自治体が公害問題や環境保全に対して担う責任と役割について考察する。



水質汚濁の著しかった昭和40年代前半（1960年代後半）の洞海湾



図17-1 水質が改善された現在平成元年（1989年）の洞海湾

2. 誕生から20世紀初めまでの豊かな海 洞海湾¹⁾

著しい人為的攪乱を受けた海域の生態系を修復し、市民の憩える快適な水辺環境を創出するには、その水域の汚濁以前の生態学的諸状況を明らかにし、それらをもとに水環境の修復・創出目標を設定することが重要と考えられる。そこでまず、生物の生息基盤として洞海湾の形状についてその成り立ちから現在に至るまでの変化をたどるとともに、生態系が攪乱される以前の湾の生物相について述べる。

2.1 洞海湾の成り立ちと形状の変化

洞海湾は今から5,000～6,000年前の縄文時代にその原型が形成された。その後、近代産業が誘致される20世紀当初までの長期間にわたって、洞海湾は南北に幅広いずんぐりとした形状で、水深は1.5～2.0mと遠浅の内湾であった（図17-2A）。アマ藻場が至る所にみられ、湾岸では白砂青松が美しい景色を織りなしていた。また、湾奥では淡水の影響をうける砂泥干潟、湾口部では外洋水の影響を受ける砂質干潟も広がり、アシ原も認められていたという。

15世紀から農耕のために干拓が、20世紀に入り重化学工業地帯の産業港として機能するため埋立てと浚渫が湾内で繰り返され（図17-2B, C）、その結果、現在湾の大きさは湾幅が湾口部で1.2km、湾奥部で0.3km、奥行きが13km、水域面積は10.4km²と、東西に細長い水路のような形状となった（図17-2D）。航路の水深は約10mに維持されており、二万トン級の大型船の航行が可能

である。湾岸のほとんどは工業地域あるいは準工業地域であるため、岸壁は大半が垂直護岸などの人工護岸となっており、44kmにわたる海岸線のうち自然海岸は湾中央部の約0.28kmのみである。また現在、大潮干潮時に干出のみられる干潟域が、湾奥部に0.4km²残っている。

2.2 生物相と漁業²⁾

湾に関する歴史的資料、特に生物に関する資料は極めて少ない。その中で、洞海湾では稲作伝来以前の紀元前約3,500年前から20世

紀初めにいたるまで漁業が営まれ、湾岸の人々に豊かな海の幸を供給していたことが史実から推定できる。20世紀に入り、まだ水質汚濁が著しくなかった頃の洞海湾は「豊かな海・クルマエビの宝庫」と呼ばれていた。その漁獲物は、クロダイ、スズキ、カキ、クルマエビなどの内湾産種や汽水産種で、現在西日本の沿岸や河口域で普通にみられるものであった。

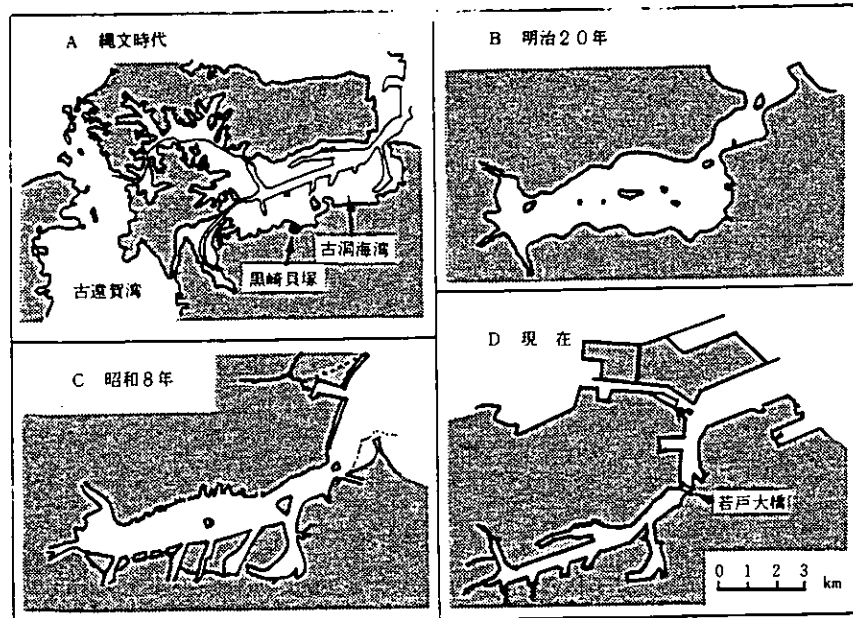


図17-2 洞海湾の形状の変化¹⁾

3. 北九州工業地帯の発展と水質汚濁の進行

洞海湾が自然豊かでのどかな風景にピリオドをうちドラスティックな変貌を遂げたのは、我が国が日露戦争を経験してからであった。富国強兵を押し進めていた20世紀当初、我が国の緊急課題は鉄の国内確保で、その基幹産業を担うべく北九州工業地帯が発展し、洞海湾の環境問題が発生した。

3.1 北九州工業地帯の成立と発展

明治34年(1901年)、数多い候補地の中で洞海湾の湾岸の八幡村に、東洋一の官営八幡製鐵所(現新日本製鐵所)が建設された。それは製鉄に必要なエネルギー源である石炭の確保と原料である鉄鉱石の輸入に、八幡村が地理的に有利であったことによっている。とくに洞海湾は、約25km南に位置する筑豊炭田からの石炭積み出し港として港湾設備をすでに当時から兼備していたことも、製鐵所の誘致に有利に働いた。

湾内に埋立て地が造成されればそこには直ちに工場が建設されるという風に、北九州工業地帯は我が国の四大工業地帯の一つとしてめざましい発展を遂げていった。その後、第二次世界大戦において空爆を受けたため、八幡製鐵所をはじめ多くの工場が操業不能となった。しかし、昭和26年(1951年)には特定重要港湾に北九州港が指定され、戦後は戦前にも増して我が国の重厚長大型の基幹産業を担う工業地帯として著しい発展を遂げた。その中で、エネルギー転換の起こる前の昭和34、35年(1959、'60年)には、洞海湾は石炭の積出量についても我が国の首位を誇った。また、昭和

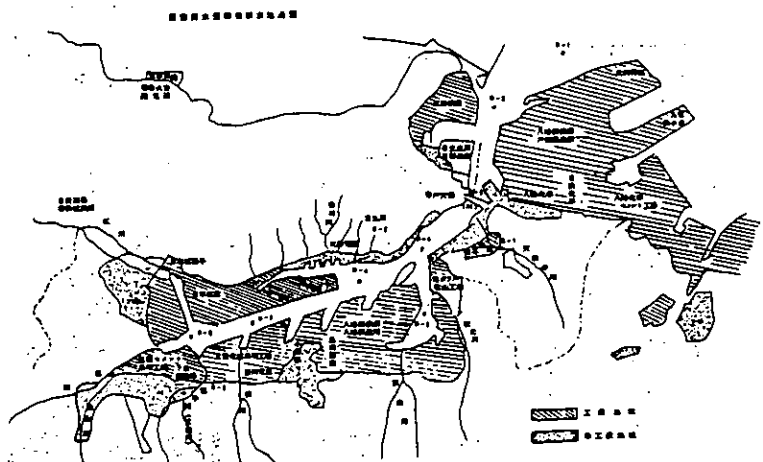


図17-3 昭和44年(1969年)の洞海湾の湾岸状況²⁾

43年の年間の船舶入港数は58,000隻、取り扱い貨物量は4,100万トンに達した。この北九州工業地帯の最盛期には、図17-3に示すように湾岸は工場地帯に囲まれ、鉄鋼を主体とする金属、機械、造船、化学、窯業、セメント、食料品などの約1,035にのぼる工場群が湾岸に林立した。

3.2 水質汚濁の激化に伴う漁業被害 1.2)

3.2.1 漁獲量の減少

前述のように、洞海湾では20世紀に入って以来埋立てと浚渫が進められ、生物の生息基盤は急激に変化していった。さらに大正6年(1917年)の福岡県漁業調査報告書では、「出入船舶ノ増加製鐵所其他工場ノ隆盛ハ洞海内ノ漁業ヲシテ殆ト廃滅ニ帰セシメントシツツアリ」と言う下りに加え、湾内で貝類の養殖を実施しようとするものがあるが、沿岸工場の排水やその他で失敗するかもしれないと、水質汚濁が漁業に及ぼす影響についてすでに警鐘が鳴らされている。

そのように漁業被害の兆しはみられたものの、産業の発展と共に洞海湾の漁獲物への需要は高まり、湾の漁業のピークは昭和3年(1928年)であったといわれる。ところが、この年からわずか4年後に漁獲高が半減した(図17-4)。そこで洞海湾周辺の漁業組合の陳情により、福岡県水産試験場⁴⁾が昭和8年(1933年)に調査を実施した結果、油臭魚やアオバナ(ミドリガキ)等の漁業被害が起こっており、クロダイ、タイラギ、ナマコ、コウイカなどの19種の魚介類と、ワカメ、アマモなど14種の高藻・海藻が湾内から姿を消していることも確認された。

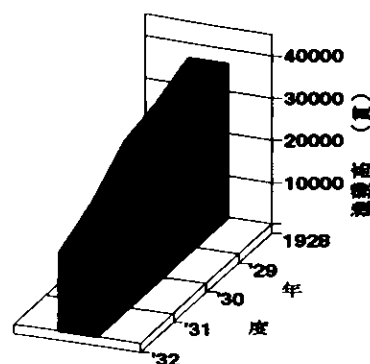


図17-4 洞海湾 昭和3年(1928年)から7年(1932年)における漁獲高の減少¹⁾

このような漁業被害の原因究明は、表17-1に示す簡単な生物試験で行われた。この試験は、湾岸に立地している工場の排水口付近から海水を採取し、それにマダイ稚魚やウナギを投入するというものである。当時の試験方法に多少疑問を感じざるを得ないが、対照区の海水では供試生物が3時間以上影響がみられなかったのに対し、すべての試験区の海水ではわずか12分から164分の間に供試生物が全部死亡した。この結果から、湾の漁獲高が半減した原因は、未処理のまま湾内に放出されていた工場排水であることが明らかになった。さらに水産試験場は、工場の排水口付近の岸壁や構造物も調査し、アオノリやフジツボなど附着生物の観察されない、ほとんど無生物の状態となっている場所も生じていることを報告した。以上の一連の調査結果から、洞海湾では未処理の工場排水による漁業被害が、既に昭和8年(1933年)という早い時期から発生していたことがわかる。

表17-1 昭和8年(1933年) 洞海湾で採水された海水の生物試験¹⁾

採水地点	供試魚類*の死亡に要した時間(分)
硝子工場排水口付近	12
食品工場排水口付近	34
硫酸工場排水口付近	46
工場のドック奥	57
工場のドック入り口	63
若松旧港	75
戸畑魚市場付近	83
平瀬付近	90
水上署付近	115
包帯工場排水口付近	164
若松灯台付近(対照)	180<

* マダイやウナギの幼魚

3.2.3 漁業権の消滅⁵⁾

福岡県水産試験場の調査から約10年を経た昭和17年(1942年)頃から、洞海湾では全く漁獲がなくなった。その後第二次世界大戦で湾周辺の工場が壊滅的な打撃を受けたため、戦後数年間は魚影がみられたが、産業の復興とともに未処理の工場排水が多量流入するようになり、激甚な水質汚濁が再び進行して漁獲は全く無くなり、昭和26年(1951年)から38年(1963年)にわたって湾奥部から現若戸大橋下までの漁業権が段階的に消滅した。

3.3 水質汚濁と市民の認識

洞海湾の水質汚濁は、上記のように、漁業者の間では大正時代という早い時期から問題となってい

たが、市民の中では昭和40年代（1970年代後半）の高度経済成長期に至るまでほとんど問題視されることはなかった。それは、湾岸が工場群に占有され、洞海湾の惨状が市民の目にふれる機会がほとんどなかったことも一因となっていた。また、たとえ目に触れたとしても、例えば大気汚染の「工場群からの七色の煙が北九州工業地帯の活力の証」とむしろ歓迎されたことからわかるように、産業の発展が謳歌されたこの時代においては、大半の市民は水質汚濁の深刻さや弊害を認識するには至っていなかった。さらに、極く少数の市民が公害の悪弊に疑念を抱いたとしても、市民の多くが企業に勤務する者と縁故関係にあるという企業城下町においては、企業に対し反公害という反旗を翻すことは究めて困難という事情もあった。

そのような中、昭和40・41年（1965・'66年）には洞海湾の湾奥部近辺の住民から悪臭の苦情が行政に寄せられるようになった。さらに、漁業者が洞海湾の開口する響灘で獲ったイカを漁船の生け簀で生かして洞海湾に入港した結果、数分のうちにそのイカが苦悶死したことが報道された。さらに、洞海湾に入港した船舶では船底に付着したフジツボなどの汚損生物が2、3日のうちに死滅落下することも新聞にとりあげられた。これらイカやフジツボの斃死現象はまさに現場海域で急性毒生物試験を行っているようなもので、これらが報道されるにいたり、市民は湾の水質悪化に対してようやく危機感を覚えるようになった。

一方、このような湾の水質悪化は船舶の耐用年数を短縮させ、海水が船舶のバラスト水として使用不適となったのみでなく洗唼も不能となるなど、水質汚濁は企業側にも影響を及ぼすようになった。



図17-5 昭和40年代前半（1970年代後半）の洞海湾

4. 三大浄化対策の推進

4.1 工場排水の規制と公害行政の進展

上記のような洞海湾の非常事態が新聞等に取り上げられるようになり、ようやく湾の水質浄化のための取り組みが開始され、その後、わずか10年の間に洞海湾の水質環境は劇的な改善への道を辿ることとなった。

4.1.1 初めての水質調査と国への要望

洞海湾の水質に危機感を強めていた北九州市では、初めての理化学的水質調査⁶⁾を昭和41年（1966年）に実施した。その結果、水色は赤黒色や黒黄色、湾中部から湾奥部にわたって水深約3 mでは溶存酸素が0 mg/ℓ、浮遊物質量が765~1,082 mg/ℓ、pHが6.6~7.2と、本湾はもはや海とは言えない状態になっていることが明らかになった。

そこで北九州市では、洞海湾のこの惨状を打開すべく、早期のうちに湾が水域指定されるよう経済企画庁に強い要望を行った。それは、工場排水の規制を行うため水質基準を設定するには、まず湾が経済企画庁により水域指定されなければならないことが、当時の水質関係の環境法である水質保全法で定められていたからである。また水質保全法は経済企画庁の所管するところであったが、湾岸に立地する工場を所管するのは通産省であったため、本市は経済企画庁のみでなく通産省にも対策の検討を強く要望し、さらに総合的な浄化対策をはかるため厚生省、建設省、運輸省などの各関係省庁とも緊密な連絡を行った。

4.1.2 水質保全法による水域指定のための水質調査

海域が水質保全法に基づいて水域指定されるには、事前に指定すべき水域か否かを判定するための予備調査、次いで水質基準設定のための本調査の2調査が経済企画庁により実施されることとなっている。洞海湾では昭和43年（1968年）に予備調査、昭和44年（1969年）に本調査が実施された⁵⁾。

これらの2回の調査結果のうち、本調査で得られた洞海湾湾奥部の定点D7表層における測定結果を表17-2に示す。表2では平均値のみ示したが、最高値はCODでは74.6mg/lと極めて高く、湾の最奥部測定点D8では有害物質であるシアンやヒ素もそれぞれ0.64mg/l、0.15mg/l検出された。これらの調査結果から、洞海湾の水質汚濁は多種に及ぶ有機汚濁物質や有害物質が高濃度に存在している結果であることが明かとなった。

以上のような一連の調査結果が新聞等に報道されて以来、本湾の「死の海」というイメージが広く我が国に定着するようになった。なお、その他当時の新聞の見出しをいくつか拾ってみれば、「汚染日本一」、「二度とよみがえらない」、「魚住めないこと実証」、「海は浄化槽じゃない」などであり、当時の水質汚濁の著しさがうかがえる。

4.1.3 水質汚濁の構図
 経済企画庁による同調査⁵⁾によれば、昭和44年(1969年)の洞海湾への家庭下水と大手工場20社からの総排水量は約408万m³/日、COD総負荷量は約233トン/日と報告された(図17-6)。このうち、大手工場20社は総排水量の98.5%、COD総負荷の97.3%を占め、さらにそれら工場20社のうち3社は排水量の約86.3%、COD負荷量の約66.3%を占めていた。これらのことから、洞海湾の水質汚濁源は生活排水では無く、大手工場から放出される排水であることがわかる。

4.1.3 水質汚濁の構図

この昭和44年(1969年)の調査時に、22工場の75ヶ所におよぶ排水口について排水の水質が調査された。その結果の一部⁸⁾は、表17-3に示すように、CODおよび有害物質であるフェノールやシアンの最高濃度は順に400mg/l、45.0mg/l、25.0mg/lと高かった。このことから、当時洞海湾に放出されていた工場排水は、ほとんど処理が施されていないことが示唆される。

4.1.4 水域指定と厳しい排水の水質基準
 我が国では当時、水銀中毒による水俣病が最も大きな水質汚濁問題となっていたことから、水質保全法に基づいてメチル水銀の排出規制を実施するため、全国の海域が次々に水域指定されていった。洞海湾もこの動きの中で、昭和44年(1969年)2月、若戸大橋から奥部の水域が水域指定され、洞海湾沿岸に立地している2つの工場に対して「メチル水銀を検出してはならない」という厳

表17-2 洞海湾湾奥部(D7)表層における昭和44年度(1969年度)⁵⁾と平成7年度(1995年度)⁷⁾の水質*の比較

項目	単位	昭和44年度	平成7年度
pH		6.8	7.8
COD	mg/l	48.4	4.0
溶存酸素	mg/l	0.6	6.5
浮遊物質	mg/l	17.9	
n-ヘキサン抽出物質	mg/l	3.4	
フェノール	mg/l	0.35	
カドミウム	mg/l	0.013	ND
シアン	mg/l	Tr**	ND
鉛	mg/l		ND
六価クロム†	mg/l	ND***	ND
ヒ素	mg/l	0.05	ND
総水銀	mg/l		ND
アルキル水銀††	mg/l	ND	
塩素量	‰	15.4	16.6

* 値は表層の平均値。

** Trは痕跡。

*** NDは検出限度未満。

† 昭和44年度はクロムを測定。

†† 昭和44年度はメチル水銀を測定。

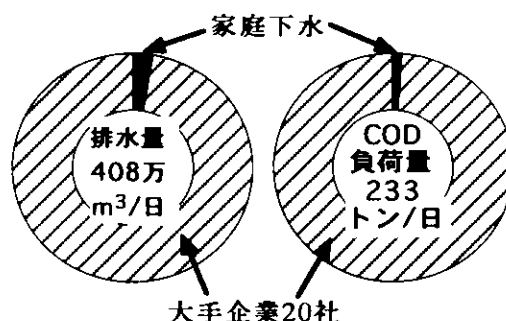


図17-6 昭和44年(1969年)の洞海湾負荷量⁵⁾

表17-3 昭和44年(1969年)洞海湾に放出された工場排水の性状⁸⁾

項目	単位	試料数	濃度
透視度	cm	16	1.0~27.0
pH		16	3.0~10.1
COD	mg/l	16	8.0~400
浮遊物質	mg/l	16	10~2,366
油分	mg/l	6	0.6~5.5
フェノール	mg/l	14	2.0~45.0
シアン	mg/l	18	0.55~25.0

しい水質基準が排水に設定された。昭和45年（1970年）9月には、排水の水質基準が一律にカドミウムやシアンなど9項目に拡大された。なお、この排水の水質基準値は現行法である水質汚濁防止法に定められた健康項目の排水基準値とほぼ一致している。

さらに同年11月20日には、昭和43年（1968年）と44年（1969年）に実施された洞海湾の水質調査結果に基づき、洞海湾に加え同湾の開口する響灘も水域指定され、湾岸の工場に対して業種別に基準項目の最大許容濃度が設定された（表17-4）。この工場排水の水質基準には、健康項目のみでなくCOD等の生活環境項目も加えられており、設定された排水のCODの水質基準値は工場の業種によっては日間平均値が60mg/lと、現行法の水質汚濁防止法による一律排水基準のCOD基準値120mg/lと比較すれば、極めて厳しいものであった。このようにCODに厳しい基準値が設定されたのは、洞海湾海水の自浄作用が5年後に回復するには、湾内に放出される排水のCOD総負荷量が昭和45年（1970年）当時の1/7に削減される必要のあることが経済企画庁のボックスモデル計算により明かにされたためであった。

表17-4 洞海湾に昭和45年（1970年）11月20日告示された水質保全法に基づく業種別水質基準（一部抜粋）と水質汚濁防止法による一律排水基準

項目	水質保全法に基づく業種別水質基準			水質汚濁防止法による一律排水基準	
	既設		新增設	既設	
	コークス製造業	鉄鋼業(排水量2000m ³ /日以上)	化学工業・鉄鋼業・その他排水量2000m ³ /日以上	一律排水基準	
pH	6~9	5~9	6~9	5~9	
COD	日間平均	50	15	10	120
	最大	60	20	15	160
浮遊物質	日間平均	50	40	20	150
	最大	60	50	25	200
油分	最大	2	6	2	5 (30) *
フェノール	最大	1	1	1	5
シアン	最大	1	0.5	0.5	1

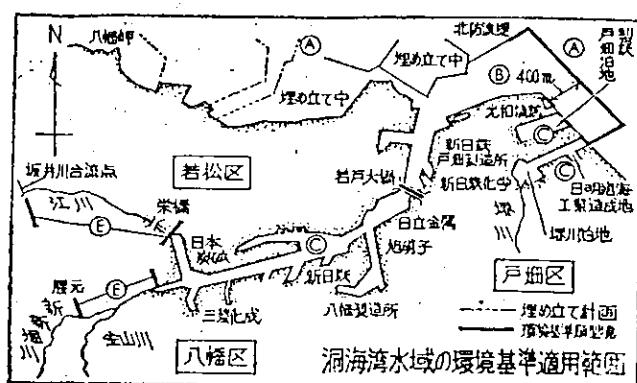
** ノルマルヘキサン抽出物質含有量として鉱油料含有量5mg/l、動植物油脂類含有量30mg/l。

また、鉄鋼業や有機化学工業製品製造業からの排水のシアンの水質基準が0.5mg/lと、一律排水基準の1mg/lと比較し厳しい値となっていたのは、表3に示したように、湾内にシアンを放出する工場が多く、基準値が1mg/lでは水質の改善が見込めなかったことによる。また油分では、鉄鋼業からの排水の水質基準値が6mg/lと他の業種の排水基準値に比較して高めに設定されたのは、当時冷却水などに使用される洞海湾の海水には既に油分が5mg/lと高濃度懸濁していたことが考慮されたものであった。

なお当時、洞海湾水域で対象となった工場および事業場は45事業所、特定施設は513施設であった。

4.1.5 公害対策基本法による環境基準

翌年の昭和46年（1971年）5月、公害対策基本法に基づき洞海湾、響灘および洞海湾の湾奥部に流入する2河川が、図17-7に示すように類型指定され、水質保全行政の目標となる環境基準が設定された。洞海湾の若戸大橋から奥部は「国民の日常生活において不快感を生じない程度」のCランク、洞海湾奥部に流入する2河川は海域のCランクと同様の利用目的のEランク、洞海湾の湾口側はボラやノリ等の水産生物が生息でき、工業用水に利用できるBランク、そして洞海湾の開口する響灘がマダイ、ブリ、ワカメなどが生息でき、海水浴のできるAランクに類型指定された。なお、当時の環境基準項目はCODなどの生活環境項目が5項目、総水銀等の健康項目が8項目の計13項目であった。



名称	類型	達成期間
奥洞海	C	5年以内に達成
新日鉄戸畑泊地	C	直ちに達成
境川泊地	C	直ちに達成
洞海湾口部	B	5年以内に達成
響灘	A	直ちに達成
新新堀川	E	直ちに達成
江川	E	直ちに達成

図17-7 洞海湾水域および流入河川の環境基準類型指定状況（昭和46年（1971年）5月）

4.1.6 水質汚濁防止法による排水基準と上乘せ排水基準

昭和46年（1971年）6月に施行された水質汚濁防止法により、洞海湾の汚濁発生源には一律排水基準が設定されたが、前述のように、昭和45年（1970年）の水質保本法に基づく業種別水質基準値の方がこの一律排水基準値より厳しいものであったため、規制は水質基準値にそって行われた。昭和48年（1973年）3月に、福岡県が洞海湾水域に対し上乘せ排水基準条例を制定するに至り、排水にはこの新しい基準値が設定された。なおその上乘せ基準値は、昭和44年に設定された業種毎の水質基準にほぼ一致している。

水質汚濁防止法の施行により、北九州市には工場・事業場への立ち入り権が与えられた。さらに、届出の受理、工場排水の監視、施設の改善命令等の排水規制に関する権限も福岡県知事から北九州市長に委譲され、これを機会に市独自のきめの細かい水質保全行政が行えることとなった。

4.2 北九州市の公害防止体制の整備

北九州地域では当時水質汚濁のみでなく激甚な大気汚染にも直面しており、公害対策への総合的な取り組みが迫られていた。このような中、昭和38年（1963年）に5市合併により北九州市が人口100万人の政令都市として発足したことから、公害対策に関しても一元的な総合的な取り組みが行えるようになった。

4.2.1 制度の確立⁹⁾

公害問題に総合的に取り組むため北九州市では、昭和38年（1963年）に市長の公害に関する諮問機関として「北九州市公害対策審議会」を設置し、法的事項、制度、計画など公害行政の根幹となる事項の審議を付託した。その成果の1例として、昭和43年（1968年）に「公害防止資金融資制度」を設立し、昭和45年（1970年）に「北九州市公害防止条例」を施行した。また都市そのものの体質を改善することを目的として、公害対策基本法に基づき、昭和47年（1972年）から5年毎に「北九州地域公害防止計画」を策定し環境行政を推進している。

4.2.2 組織、体制の拡充⁹⁾

北九州市の公害行政機構は、昭和38年（1963年）に公害係4名で出発し、その後人員と組織の拡充を図り、昭和46年（1971年）に公害対策局を新設し、公害防止対策の企画、啓発、健康被害調査、工場の届出指導、汚濁発生源の監視・測定、公害防止協定、公害防止資金融資、苦情・要望の処理などを行っている。一方、本市の環境汚染に関する試験研究機関は昭和40年（1965年）北九州市衛生試験所として出発し、その後組織と分析機器の拡充、整備を行い、現在水質に関する試験検査、調査研究、指導研修等は市環境科学研究所に平成6年（1994年）に設立されたアクア研究センター20名で担当している。

なお、昭和46年（1971年）に公害対策の法的権限が北九州市長に委譲され、上記のようなきめの細かい水質汚濁対策がとれるようになったこともあり、図17-8に示すように、汚濁発生源の監視が功を奏し、洞海湾に排水を放流している工場の排水基準違反件数も近年は減少し、年に1件か2件となっている。

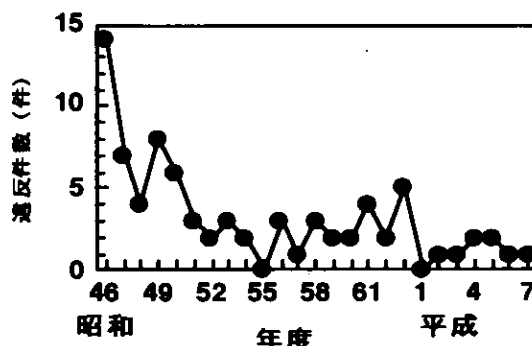


図17-8 洞海湾に放出される工場排水の排水基準違反件数

4.2.3 公害防止協定の締結

市公害防止条例に基づいた公害防止協定とは、企業の合意を前提とした市による非権力的な公害行政手段である。新規参入を予定している一定規模以上の企業ではこの協定の市との締結が市域への進出の条件とされ、また既設の工場もこの協定を市と一旦締結すれば、工場排水の届出、工場への市の立入り等で厳しいチェックにあうこととなる。

このような厳しい排水規制を盛り込んだ公害防止協定は、昭和45年（1970年）11月に洞海湾湾口部に設立されるアルミナ工場の企業と北九州市の間で初めて締結された。当時、新設および既設の工場には表17-4に示すような厳しい排水の水質基準がかけられたにもかかわらず、各企業は市の要請によく応え、多額の投資をして処理能力の高い排水処理装置を設置し、公害防止協定を締結した。以後平成6年（1994年）4月まで13年間にわたり、洞海湾と警灘に排水を放流する企業と当市は15件公害防止協定を締結している。

4.3 企業の努力

昭和31年（1956年）の水俣病事件、さらに昭和40年（1965年）頃から報道されるようになった洞海湾の著しい惨状を目前にして、洞海湾湾岸の大手企業自身も公害における企業の社会的責任を認識するようになった。そこで昭和43年（1968年）頃から、各企業内ではそれまで蓄えられてきたエンジニアリングの技術力が結集され、本格的な排水処理の研究が行われるようになった。

4.3.1 排水処理施設の設置

経済企画庁は、昭和45年（1970年）に洞海湾湾岸の工場に排水の水質基準を設定するにあたり、「洞海湾は多種にわたる化学物質に汚染されているが、工場排水の処理は末端の排水処理施設の設置で可能である。」ことを指摘した。いわゆるエンドオブパイプの排水処理で、洞海湾の水質を改善できることを示唆した。実際、コークス排水の処理にはフェノール抽出法に代わって活性汚泥法が、油を含有した排水には油水分離の技術が適用されるなど新しい排水処理法が開発され、その排水処理施設が次々に湾岸の工場に設置されていった。

図17-9に示すように、八幡製鐵所排水のCOD発生量や油分発生量は、昭和45年（1970年）を100%とした場合、わずか1年後の昭和46年（1971年）には約半分に減少した¹⁰⁾。このことから、排水処理施設の設置と運転が湾への負荷量削減に貢献していたことが示唆される。

4.3.2 クリーナプロダクション

八幡製鐵所では、汚濁物質の削減に加え排水量削減にも取り組んだ。図17-9に示すように、昭和45年（1970年）には生産工程で使用する水のクローズドシステム化を進め、水の循環率（再利用率）は既に約80%に達していた。その後26年経過した平成8年（1993年）には98%と再利用率はわずか12ポイント増加しているにすぎないが、工程水についてはカスケード方式等がとられることによ

り、排水量は昭和45年（1970年）を100%とした場合平成8年（1993年）には約1%にまで減少した。これらのことは排水の量そのものが大幅に減少していることを示しており、鉄鋼生産のためのあらゆる生産プロセスが改善されていることを意味している。そのような鉄の生産工程全般における技術革新は、排水量を削減させたのみでなく省エネ・省資源化および廃棄物の最小化を促進し、さらに生産される銑鉄の品質も良好なものにしており、これらは企業により長年をかけて開発されたクリーナプロダクション技術による大きな成果といえよう。

なお、昭和44年（1969年）からメチル水銀について工場排水規制法に基づき特定施設となった洞海湾湾岸の苛性ソーダ製造工場では、2工場とも昭和50年までに水銀電極法から隔膜法に切り替えられた。

4.4 下水道の整備

北九州市では都市基盤整備事業の一貫として下水道の普及に努めてきており、昭和38年（1963年）から洞海湾湾奥部に位置する皇后崎下水処理場の操業を開始した。同下水処理場は昭和45年（1970年）に設定された水質保全法による水質基準（BOD20mg/l、浮遊物質70mg/l、大腸菌群数3,000個/m³）をクリアしたが、屎尿処理場は基準値を達成できず、改善を迫られることとなった。なお、公害防止計画においても下水道の整備が推進されたため、北九州市では1996年度（平成8年度）に下水道の普及率が95.4%に達している（図17-10）。

4.5 汚染底質の浚渫

経済企画庁により昭和43・44年（1968・'69年）の2年間にわたって実施された洞海湾の予備・本調査時には、水質調査のみでなく底質調査⁸⁾も実施された。その結果、例えばn-ヘキサン抽出物質濃度は2.9~17.0mg/gと高く、底質の汚染が湾内全域にわたって進行しており、極めて深刻化していることが確認された。当時、著しく汚染された底質は「ヘドロ」と呼ばれており、このヘドロを多量に蓄積した我が国の二大汚染海域として新聞には「東の田子の浦か西の洞海湾か」と報道されている。

洞海湾のこのような汚染底質を浚渫除去することが、湾の水質を浄化するための緊急課題として掲げられたが、このよ

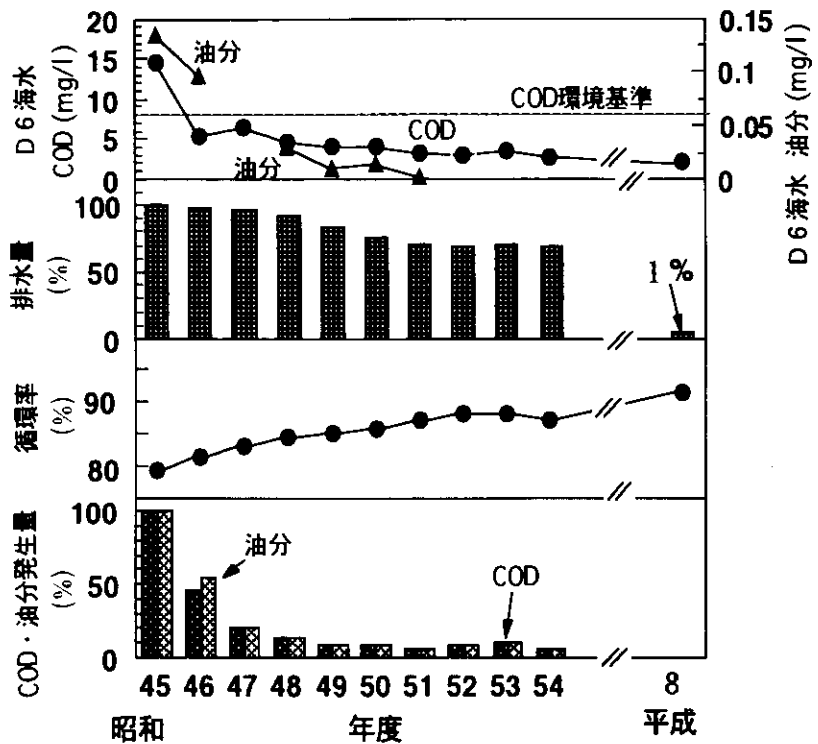


図17-9 八幡製鐵所関連排水の排水処理対策の成果¹⁰⁾

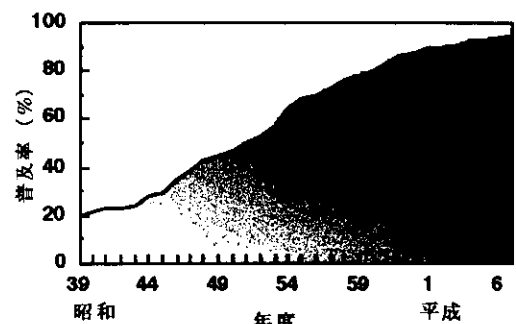


図17-10 北九州市における下水道普及率の推移



図17-11 昭和46年（1971年）洞海湾の底質

うに著しい汚染底質の浚渫除去事業は、世界的にみてもこれまで実施されたことがなかった。このため、洞海湾の当時の管理責任者である北九州港管理組合（北九州市港湾局の前身）は、まず汚染底質の性状などについて詳細な調査を実施し、次いで浚渫法の検討を行った¹¹⁾。

4.5.1 汚染底質の堆積量と性状^{11,12)}

昭和46年（1971年）に詳細な底質調査が実施された結果、汚染された底質の厚さは最大で4.0mと厚く、堆積量は480万 m^3 と推定された。垂直的にみれば、湾奥部ではシアンなどの有害物質の最高濃度は表層部ではなく2.25~3.05mの深度の層にあることが確認された。水平的には、図17-12に示すように、湾奥部の南岸や八幡泊地に有害物質が高濃度蓄積していることが明らかになった。シアン、カドミウム、ヒ素および総水銀の最高濃度はそれぞれ順に327mg/kg、603mg/kg、670mg/kg、551mg/kgときわめて高く、これらの濃度は、当時の我が国の海域における底質中のものと比較すると最高の値であった。また、鉛、総クロム、有機リンも底質中に高濃度含有されていることも明らかになった。

4.5.2 汚染底質の浚渫の目的 - クライシスマネジメント

当時は洞海湾に魚介類が生息していなかったため、漁獲が無く人への健康被害は発生しなかったが、将来水質が改善されて魚介類が湾内に復帰した場合、汚染底質に含有されている有害物質が食物連鎖を通じて魚介類に移行、蓄積し、人間にもそれらの影響の及ぶ恐れが生じる。また、洞海湾の底質には多量の硫化物が含有されているため水銀の溶出が現在のところ認められないが、将来湾内に溶存酸素が豊富になれば、無機水銀がバクテリアによってメチル水銀へと変換される可能性もでてくる。そこでこのような事態の発生を防止する目的で、特に当時水俣病が社会的問題にもなっていたという背景もあり、水銀を高濃度含有している汚染底質を洞海湾から浚渫除去することとなった¹¹⁾。

このように将来に対する科学的予測が困難な状況の中で、洞海湾では、汚染底質の浚渫が開始されることとなった。通常、莫大な経費を要する事業が実施される場合、事業に必要な費用負担と便益効果に対比され便益の方が優先して考慮されることが多い。しかし洞海湾の汚染底質浚渫除去事業は、便益よりも将来のリスクの方が優先されるといふクライシスマネジメント的な考え方により実施されたのであった¹³⁾。

4.5.3 汚染底質の除去基準と浚渫区域の決定

堆積汚泥の除去基準は、環境庁の通達に基づき有害物質の溶出率から算出されることとなっている。しかし、洞海湾の汚染底質（水銀濃度は平均49.5mg/kg）からは水銀は全く溶出しなかったため、溶出率が求められず、除去基準も算出できなかった。そこで底質が水銀によって汚染されている徳山湾（平均濃

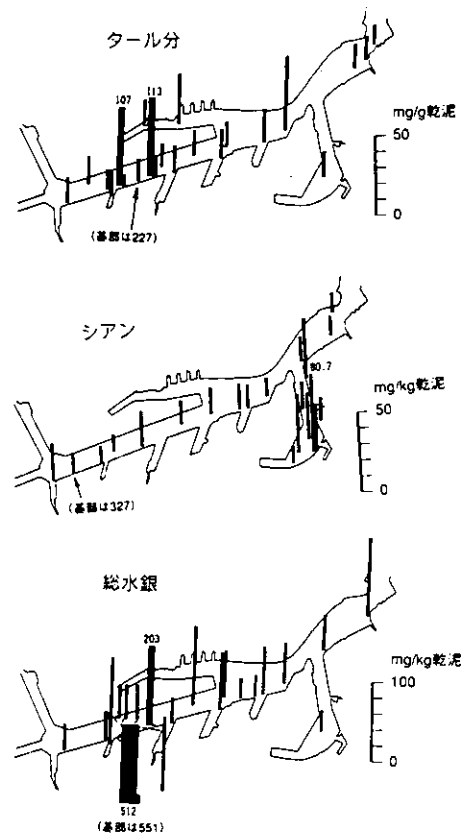


図17-12 昭和46年（1971年）洞海湾底質の性状¹²⁾

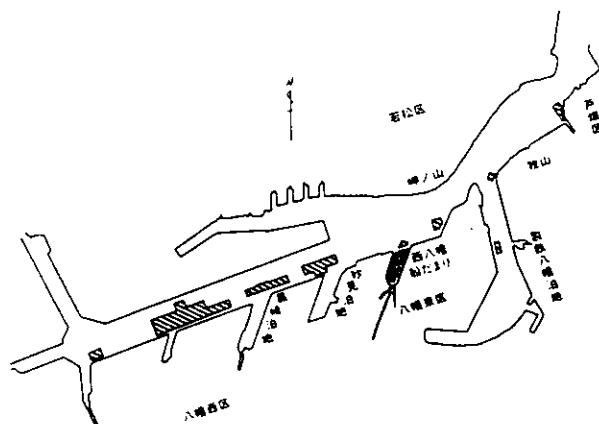


図17-13 洞海湾における汚染底質の浚渫区域と投棄場所¹⁴⁾

度22.6mg/kg)の事例、「徳山湾では水俣病は発生していないものの、魚介類多食者の中には頭髮に多量のメチル水銀を蓄積し、水俣病発生の限界に近づいている人もいる」という事例が参考にされた。すなわち、算術平均的に考えれば、洞海湾の底質の水銀濃度を徳山湾並の22mg/kg以下にするためには、水銀濃度60mg/kg以上の底質を除去すれば良かったが、環境庁と北九州港湾組合は安全度を考慮して、総水銀を30mg/kg以上含む汚染底質を浚渫除去することを決定した¹¹⁾。浚渫される汚染底質は図17-13に示すように湾内の9カ所にわたっており、計35万m³に及んでいた¹⁴⁾。

4.5.4 汚染底質の新しい浚渫工法¹⁴⁾

北九州港管理組合は、以上のような種々の検討を踏まえ、洞海湾の汚染底質の浚渫事業を昭和49年(1974年)から開始し、50年(1975年)に完了した。浚渫時の汚染底質の浮遊拡散を防ぐため、図17-14に示すように、浚渫場所にはフェンスが設置された。また、浚渫船では汚染底質が漏出しないよう工夫された改良型の密閉式グラブが採用され、運搬船も同様の目的から函型の完全密閉式に改良が施され、浚渫作業による二次汚染防止が努められた。

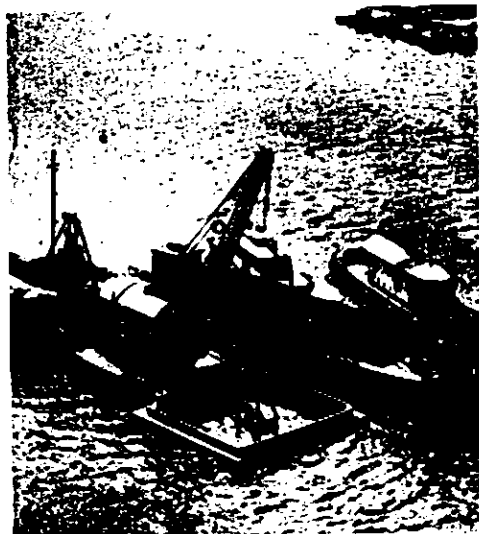


図17-14 洞海湾における汚染底質の浚渫¹⁴⁾

4.5.5 汚染底質の新しい投棄処分法¹⁴⁾

浚渫された汚染底質泥を投棄処分する場所として、本湾の湾中央部に位置する西八幡船だまり(57,200m²)が決定された。船だまりからの汚染底質の流出防止のため、海域との接触面はすべて護岸で閉鎖する締切護岸工事が昭和48年(1973年)から1年をかけて実施された。

船だまりでは、護岸工事終了後、浚渫された汚染底質の投入に先立ち、合成ゴムシートが汚染物質の浸透防止のために敷設された。ここに35万m³の汚染底質が投入された結果、平均7.0mの厚さの超軟弱地盤が形成された。この覆土工法としてバンブーネット工法を開発し、竹の井桁、シート、砂(1m)そして山土(0.5m)を順に敷設、覆土し一連の工事は昭和51年(1976年)に完了した。

その後この覆土された処分地は市からそれが位置する企業に売却され、現在資材置き場として利用されている。

4.5.6 浚渫費用¹³⁾

浚渫事業には総額18億円を要し、昭和47、48年(1972、'73年)の両年にわたって事業費が負担された。負担割合の算定には汚染者負担の原則(PPP: Polluter Pays Principle)が適用され、浮遊物質と健康阻害物質の2物質について、それぞれの物質に公共側の負担率が算出され、残りが企業側の負担率とされた。表17-5

表 17-5 洞海湾における汚染底質の浚渫事業の負担率と負担額¹³⁾

に示すように、工場排水に由来する汚泥浚渫分として71%にあたる12.8億円は湾岸の企業が負担し、生活排水、河川および倒産企業に依る29%5.2億円分は公共機関が負担した。なお、公共側では国が1/2、県と市がそれぞれ1/4を担当した。

負担者	項目	汚染負荷量による負担率(%)		総負担率(%)	負担額(億円)
		浮遊物質	健康阻害物質		
事業者	工場排水	54	87	71	12.8
公共側 (国・県・市)	生活排水 倒産企業分	46	13	29	5.2
		100	100	100	18.0

5. 水質・底質の改善と生物復帰

5.1 理化学的測定値からみた環境改善

5.1.1 水質環境基準のクリアー

以上のような排水対策が実施された結果を、CODを例に図15に示す。工場排水のCODが規制されるようになったのは、前述のように、昭和45年（1970年）11月20日、洞海湾水域が水質保全法の指定水域となり、排水の水質基準が設定されてからである。ここで注目すべきことは、図17-15に示した湾内の3測定点において、いずれもCODにピークがみられたのは昭和44年（1969年）で、その後減少の一途をたどり、昭和48年（1973年）からほぼ横這いの状況が継続していることである。このように排水規制の法令が施行される以前からCODが減少を始めていたのは、排水処理など水質改善努力が企業によりすでに実施されていたことを意味している。

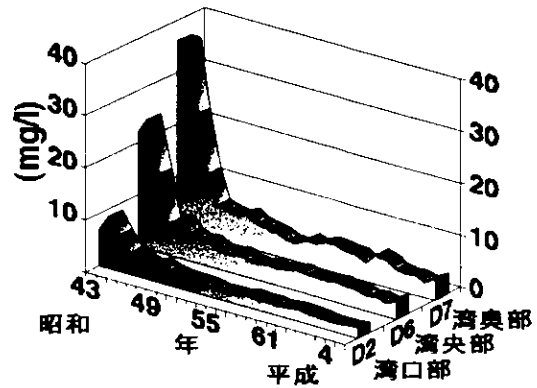


図17-15 洞海湾CODの経年変化

そのため、洞海湾の環境基準点であるD6では水質汚濁防止法が施行された昭和46年（1971年）には環境基準値8mg/lをクリアーするという早いスピードで基準を達成した。なお、D6では他の生活環境項目と健康項目のすべてが同じく昭和46年（1971年）にそれぞれの環境基準を達成し、現在に至っている。

5.1.2 底質の改善状況¹²⁾

昭和46年（1971年）に実施された底質調査結果を浚渫前のデータとし、平成2年（1990年）の当所で行った調査結果を浚渫後のデータとしてこれらの比較検討を行った。総水銀は、図17-16に示すように、浚渫前には湾奥部から八幡泊地にわたって各調査域での平均値で10.5~50.9mg/kgであったが、現在では1.8~3.6mg/kgと急激な低下が認められた。カドミウムなど重金属には水銀でみられたような浚渫前後における減少傾向が認められた。このような減少がみられるのは、汚染底質の浚渫除去、航路維持のための底質の浚渫除去並びに工場排水の排水基準遵守などが効果をあげているものと考えられる。

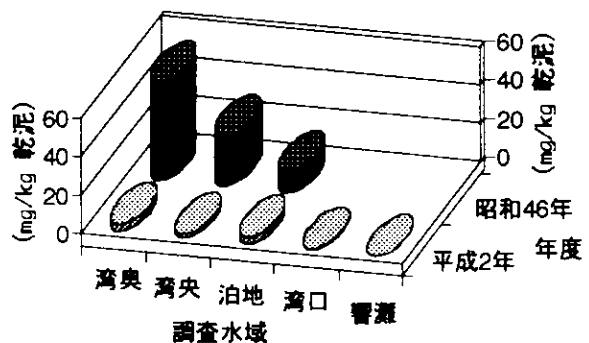


図17-16 □洞海湾の浚渫前（昭和46年、1971年）と浚渫後（平成2年、1991年）における底質中の総水銀濃度¹²⁾

一方、強熱減量は湾奥部、湾中部および八幡泊地の3水域において水域毎にやや減少はみられるものの、現在においても12.9~19.0%と高い値であることがわかった。このことは、現在の底質は浚渫前と比較して有機物濃度に大きな差が認められないことを示している。しかし、浚渫前の有機物の組成は当時多量に検出されていた油分やタール分であったことが推定されるが、現在は採泥時に当時みられたような明確な油膜や強烈なタール臭はほとんどなく、現在の有機物の組成は当時とはかなり異なったものになっていると考えられる。また全硫化物は、浚渫前には湾奥部や湾中部で6.7~7.4mg/gであったものが、現在は1.4~3.5mg/gに低下している。

5.2 生物学的水質評価^{2,12,15,16)}

5.2.1 漁業の復活

上記のように洞海湾における水質・底質浄化作戦が功を奏し、クルマエビ漁が昭和58年（1983年）から復活した（図17-17）。この年は水質保全法に基づく排水の水質基準設定後から14年目、環境基準をクリアーしてから8年目にあたる。漁業被害の大きさを考えると、この生物再生のスピードは極めて早く、これも洞海湾の特徴の一つといえよう。漁獲再開当時の洞海湾におけるクルマエビの水揚げ高は、年間約50トン、約3,500万円と大漁であった。湾内では現在このクルマエビ刺網漁業の他、第二種エビ漕漁、定置網漁業およびカゴ漁業の3漁法も県から許可を得て実施されている。

5.2.2 生態系の再生

これらの漁業の復活は、とりもなおさず洞海湾の水質のある程度の改善を意味したが、市民は依然として洞海湾に暗いイメージを持ち続けているという実状があった。それは、「漁獲されているクルマエビは洞海湾に偶然迷い込んだものであり、あのように汚れていた洞海湾に、今といえども、魚介類が生息できるはずはない。」というのが市民の偽らざる思いであり、かつての湾の水質汚濁の著しさを考えれば当然のことであった。そこで当所では生物の復帰を確認することにより洞海湾の水質改善を例証すべく、海域の生態系を構成している主要生物群について、平成元年度（1989年度）から5カ年計画で出現状況を調査した。



図17-17 洞海湾における現在のクルマエビ漁

(1) 多様な生物の復帰

一連の調査の結果、表17-6に示すように、食物連鎖の出発点である生産者、植物プランクトンから最高位に位置する消費者の鳥にいたるまで、湾内では総計527種にのぼる生物の復帰が確認された。

(2) 再生産と食物連鎖

湾で採集された生物について、生活史や移動力さらに出現量などを総合的に考慮すると、鳥や一部の魚介類を除けば、ほとんどの生物が湾内で再生産していたことが推定された。一方、湾奥部で採集されたアイナメやシログチの胃内容物は、ニホンイサザアミやユピナガスジエビなど湾奥部に生息している生物種であった。また、湾中央部で採集されたアサリはそこで赤潮を形成していた植物プランクトンを摂食し、糞として排泄していたことも確認され、湾内に生息している生物同士は食物連鎖で深くかかわり合っていることも明らかになった。

このように現在の洞海湾では多様な生物が再生産し、それらが食物連鎖で関係しあっていることから、湾には生態系が再生していることが推定された。

このように現在の洞海湾では多様な生物が再生産し、それらが食物連鎖で関係しあっていることから、湾には生態系が再生していることが推定された。

(3) 干潟

干潟は水質浄化機能が強く、また生産力が高いため、稚仔魚の保育場や野鳥の飛来地となっている。このため、環境の保全および生物資源の保護の観点から、干潟は極めて重要な湿地の一つとなっている。

洞海湾においても、現在約40ヘクタールの干潟が湾中央部から湾奥部にわたって残されている。この洞海湾の干

表17-6 現在*の洞海湾の主な生物群の種類数とその代表的生物

分類	種類数	代表種
植物プランクトン	157	<i>Skeletonema costatum</i> , <i>S. tropicum</i> ,
海藻	50	ワカメ、マクサ、アオノリ、
動物プランクトン	53	キシユメエビ、 <i>Oithona davisae</i> (ケミンソノコ)
底生動物	71	イトゴカイ、シズクガイ、ヨツバナスピオ
付着動物	74	ムラサキイガイ、コウロエンカワヒバリガイ
エビ類	} 37	クルマエビ、サルエビ、シャコ
カニ類		イシガニ、タイワンガザミ、ヘイケガニ、
貝類	13	マガキ、アサリ、アカニシ
イカ類	5	コオイカ、カミナリイカ
魚類	74	マハゼ、クロダイ、コノシロ
鳥類	46	アオサギ、セグロカモメ、オナガガモ
全種類	527**	

* 平成元年度（1989年度）～5年度（1993年度）

** 全種類の合計値は、例えばマガキの場合では付着動物と貝類の両方で種類数をカウントしていることから、各分類のそれぞれの種類数をすべて合計した値より少ない値となっている。

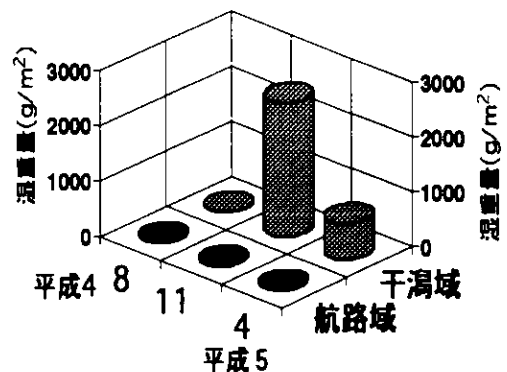


図17-18 洞海湾の干潟域と航路域の底生動物現存量

潟域と隣接する航路域について生物調査を行った結果、干潟域の底生動物の現存量は平均値でみた場合、航路部のそれより約450倍多いことがわかった（図17-18）。

(4) 移入種

もともと我が国の沿岸海域には生息していなかった種類が、海外から我が国の沿岸域に侵入し定着している種類を移入種と呼んでいる。洞海湾においても、アメリカ太平洋岸からイッカククモガニやマンハッタンボヤ、ヨーロッパからムラサキガイ（ムールガイ）、東南アジアからミドリイガイなど11種の移入種が、在来種とともに湾内に生息していることが確認された。このことは、洞海湾が海外と交流の機会が多いことを示唆している。なお、表6に示した湾内の各生物群の中では、付着動物に移入種の多いのが特徴的である。

(5) 食品としての安全性

漁獲物の食品としての安全性は、厚生省の定めた食品衛生法において、PCBと水銀の2物質について検査することとなっている。そこで平成元年度（1989年）洞海湾から採集したマハゼやクルマエビなど12種類の魚介類について可食部を分析した結果、いずれの種類もPCBと総水銀のそれぞれの暫定的規制値3mg/kgと0.4mg/kgを下回っており、食品として問題ないことが示唆された。

5.3 生物の出現状況からみた洞海湾の水質と底質 15,16)

5.3.1 過去に実施された浄化対策の生態学的評価

一旦壊滅した生態系は蘇りにくいと言われているが、前述のように洞海湾では多岐にわたる生物が短期間のうちに復帰した。現在の洞海湾は、過去に比べると、水質のみでなく形状も著しく異なっているため、復帰している生物の種類組成が昔のそれらと一致することを期待するのは無意味である。しかし、無生物の状況を脱却し、現在生態系が再生しているということは、洞海湾で展開された浄化対策、すなわち家庭排水や工場排水の処理ならびに汚染底質の浚渫など公害対策が功を奏したことを例証していると考えられる。

ただし生物の出現状況から見て、現在の洞海湾の水質には以下の問題点が残されていることも明らかになった。

5.3.2 新しい水質問題 - 赤潮と貧酸素水塊の発生

昭和55年度（1980年）からの定期調査によれば、洞海湾では水温が20℃以上に上昇する5月から10月までの半年間にわたって赤潮の発生が認められる（図17-19）。このような植物プランクトンの出現状況から洞海湾の富栄養度を判別すれば、富栄養度の高い方から低い方に向かって「腐水域」、「過栄養域」、「富栄養域」および「貧栄養域」の4階級のうち、過栄養域の段階にあることがわかった。付着動物の出現状況からも、洞海湾の富栄養度は同様に過栄養の状況にあると判定された。さらに、底生動物も汚濁耐性種が多量出現していたことから、底質も有機汚濁度の高い状況にあることが示唆された。

赤潮の発生と関連して、夏季成層期には図17-20に示すように、湾奥部の底層から貧酸素水塊が発生し、その規模を表層と湾中央部に向かって拡大することも観測された。図17-18に示すように、洞海湾の干潟域で8月に底生動物の現存量が11月や4月のそれらと比較し著しい減少が認められたのは、湾奥部に発生した貧酸素水塊が干潟域に影響を及ぼしてい

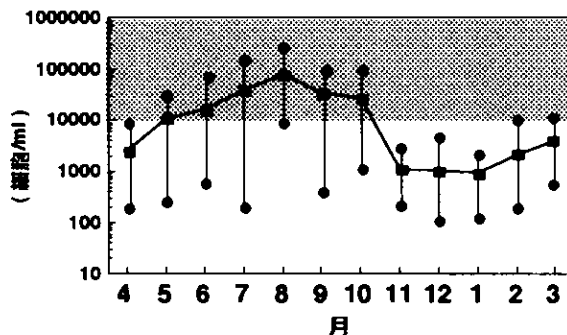


図17-19 昭和55年度(1980年)～平成4年度('92年)洞海湾湾中央部における植物プランクトン現存量の季節変化(赤潮形成密度は<10,000cells/ml)

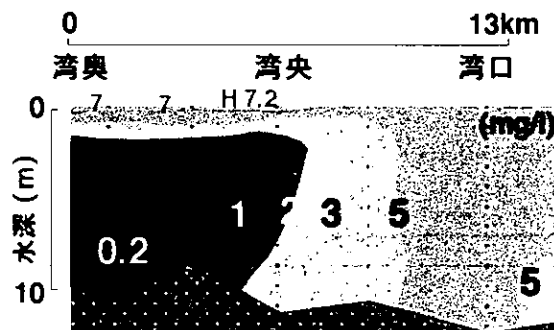


図20-20 洞海湾における溶存酸素の鉛直断面(平成5年8月31日) (1997年)

たものと推定される。このように洞海湾の水質は、富栄養度がかなり高く、さらなる水質改善の必要性が明かとなった。

6. 現在の洞海湾の水質をめぐる課題

洞海湾の激甚な有機汚濁と重金属汚染は、上記のように著しく改善されたものの、富栄養化については新たな取組みが必要であることが示唆された。また、近年地球上で人工的に生産された化学物質はすでに10万種を越えており、これら化学物質の水中における挙動についても詳細な調査研究が必要となってきている。富栄養化および化学物質問題は特に後背域に大都市を控えた内湾、沿岸域が共通に抱える都市生活型環境問題であり、洞海湾は現在、他の内湾と同様の悩みを抱えているといえる。

6.1 富栄養化

6.1.1 窒素・リンに係る環境基準の設定

洞海湾水域は、瀬戸内海海域の一つとして平成9年（1997年）4月28日付けで、全窒素および全リンについて海域Ⅳに指定され、これらの環境基準が設定された。基準値は、全窒素1mg/l、全リン0.09mg/lで、全窒素については達成までに5年間の暫定期間が設けられ、暫定基準として2mg/lが設定された。評価は洞海湾内の環境基準点の2点および関門海峡に面する泊地の一般測定点2点の計4点について、それぞれの表層で得られた年間平均値をさらに平均して得た値を、環境基準と比較して行うこととなっている。

図17-21に示すように、全窒素は昭和55年度（1980年）の1.8mg/lから漸増の傾向が認められ、平成4年度（1992年）に最高値の2.8mg/lが測定されたが、その後減少し平成7年度（1995年）は2.0mg/lと暫定基準と同じ値であった。一方、全リンは昭和55年度（1980年）の0.08mg/lから漸減の傾向が認められ、平成7年度

（1995年）には0.04mg/lと環境基準値を大きく下回っていた。

なお、洞海湾の湾中央部の環境基準点D6表層における平成7年度（1995年度）の全窒素濃度と全リン濃度の年間平均値はそれぞれ5.3、0.12mg/lと高濃度であったことから、本測定点の特に窒素濃度が4点の平均値を押し上げていることがわかる。

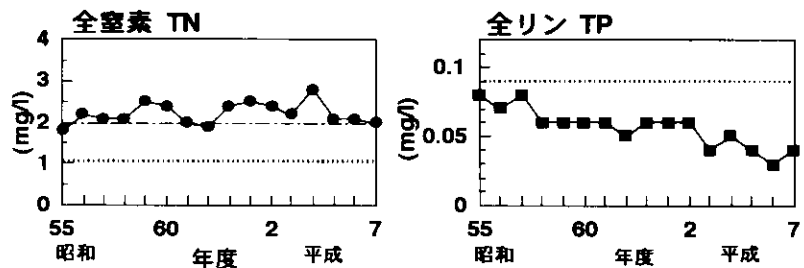


図17-21 洞海湾水域における全窒素および全リンの経年変化
 , 環境基準 (TN 1mg/l, TP 0.09mg/l)
 - - - , 暫定目標 (TN 2mg/l)

6.2 新規化学物質

6.2.1 追加環境基準項目と追加排水基準項目

平成5年（1993年）3月から、人の健康保護に関する環境基準（健康項目）15項目と要監視項目25項目が測定項目として追加されたため、前者については平成5年（1993年）度から後者については平成6年（1994年）度から分析を開始した。湾内の環境基準点2地点および一般基準点2地点の計4地点において調査を実施した結果、要監視項目のほう素の3.0~5.8mg/l、フッ素の1.1~1.4mg/lの2項目以外の36項目はほとんどが検出限度以下で、それぞれの基準値を満足した。なお、洞海湾で得られたほう素とフッ素の2項目の分析値は、通常海域において得られる値と同等であり、問題はない。

6.2.2 未規制化学物質

農薬やトリクロロエチレンに代表される新規化学物質は、微量であっても人や生態系に大きな障害を与えるものがあるため重大な環境汚染問題として取り上げられている。このような背景のもと、本市では昭和50年（1975年）から新規化学物質による環境汚染の未然防止を目的として、水環境中化学物質調査を実施してきた。また、時期を同じくして環境庁保健調査室（現環境安全課）は化学物質の分析法の開発やモニタリング調査などを開始し、本市はこれを一部受託して調査を実施してきてい

る。

底質モニタリング調査で分析されている20種の化学物質の中で、典型的な経年変化を呈する2物質¹⁷⁾についての分析結果を図17-22に示す。クロルデン類は昭和61年(1986年)に第1種特定化学物質と指定され製造と使用が規制され湾への供給が無くなったことから、図17-22に示すtrans-クロルデンのように、漸減の傾向が認められる。一方、消臭剤や殺虫剤として使用されているp-ジクロロベンゼンは、開放系で使用されるため最終的には河川や海域に放出されている。このため、洞海湾底質中での濃度は一定範囲内での変動が認められる。

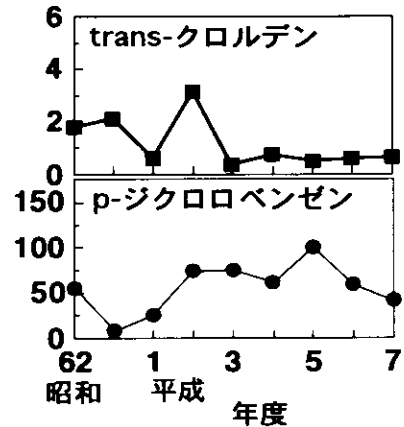


図17-22 洞海湾底質中の特定化学物質の経年変化

7. 新しい洞海湾

企業の産業港あるいは排水溝としての役割を担ってきた洞海湾は、最近市民の海としても見直されるようになってきている。またかつての公害経験を糧として、海外への技術移転の努力もなされるなど、湾をめぐるハード、ソフトの両面から、湾には新しい展開が認められるようになってきた。

7.1 市民のためのウォータフロンツの創出

21世紀への新しいまちづくりを目指し、北九州市では昭63年(1986年)にルネッサンス構想を策定し、5年毎に実施計画を更新している。この施策の中においても洞海湾湾岸をめぐる動きは活発で、湾岸の貯炭場跡にマンションなど市民の居住区を創設するニュータウン造り、水際線においては市民の憩いの場となるプロムナードなどウォータフロンツの創出、また湾岸の工場跡地には博物館など文化施設の建設計画など市民のための新しい拠点造りが進行している。なお、後者のウォータフロンツ域では、大手企業によるアミューズメントパークも開園されており、産・民・官が一体となって、水際線を楽しむ活用する施策を企画し展開している。

7.2 アジェンダ21北九州

近年公害が産業型から都市生活型に移行したことを背景に、公害の発生を未然に防止し快適な環境を創造することを目的として、北九州市では環境管理計画を昭和61年(1986年)に策定した。さらにこの計画は、地球環境サミットで採択された「アジェンダ21」の北九州市版ともいべき「アジェンダ21北九州」に平成8年(1996年)に引き継がれ、地球環境保全も視野に入れた行動指針が示されている。洞海湾については、「アジェンダ21北九州」の中において「生態学的環境修復」という生態機能を活用した新しい水質・底質浄化技術と環境管理の開発研究が行動計画として掲げられている。

7.3 環境国際協力の推進

7.3.1 環境NGO KITA¹⁸⁾

北九州市には、前述のように、かつての激甚な水質汚濁を改善した実績があり、現在市内の企業、行政および大学には公害対策技術のノウハウが蓄積されている。そこでこれら省エネルギー技術、環境保全技術、生産性向上技術、設備保全技術など環境と開発の調和した適正技術を開発途上国に移転することを目的として、KITA(カイト、(財)北九州国際技術協力協会 Kitakyushu International Techno-cooperative Association)が、昭和55年(1980年)に企業を主軸に、行政と大学によって設立された。

KITAは職員の多くがボランティアで構成されているが、企業をはじめとする大学、行政の200を超える実務・研究機関の協力を得ることにより、JICAの国際研修集団コースなど26コースの研修を実施している。これは、1民間組織が行っている国際研修の規模としては国内最大となっている。発足後17年目の平成9年(1997年)3月には91カ国から1,817名の研修員が北九州市で学び、帰国後世界各地で環境保全を配慮した産業発展に努力している。

7.3.2 北九州市の取り組み

北九州市も昭和61年（1986年）以来国際研修に取り組んでおり、平成4年（1992年）にはKITAの中にKITA環境協力センターを設置し、これに職員を派遣するなどして、国際研修事業を充実してきた¹⁹。平成8年（1996）には、集団研修5コース、特別研修5コース、個別研修6コースの計16コースを実施した。この11年間に、図17-23に示すように、61カ国、566名の行政官、技術者の研修員を受け入れている。

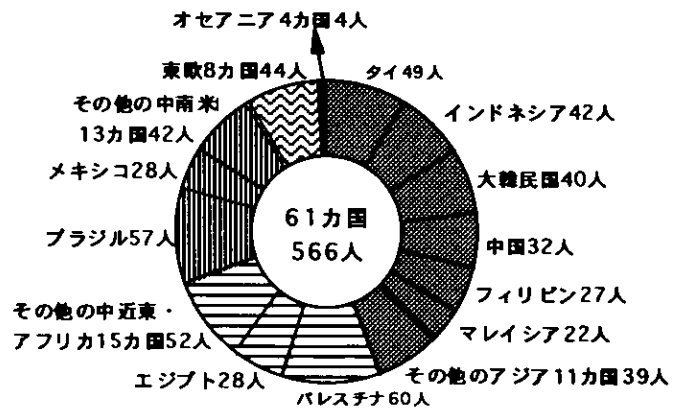


図17-23 北九州市における国際研修受け入れ実績
昭和61年（1986年）～平成8年（1996年）

7.3.3 大連環境モデル地区建設計画への環境協力

北九州市の友好都市である中国の大連市では、現在水質汚濁や大気汚染などの公害が著しく、その対策が急がれているところである。そのため昭和56年（1981年）から、環境保全のための技術支援や専門家の交流などを行ってきた。北九州市と大連市が都市レベルで進めていた大連環境モデル地区建設計画が、平成8年（1996年）、政府開発援助（ODA）による開発調査として採択され、平成6年（1994年）12月からJICAと北九州市による共同調査が開始された。北九州市では市の職員とKITAによる調査団を組織し、地域の官民が一体となって行うきめの細かい環境協力を展開している。

8. おわりに

産業公害による激甚な水質汚濁の克服事例、「洞海湾サクセスストーリー」は、市民、企業および行政の3者が試行錯誤を重ねながら獲得した成果といえる。その経過を振り返ることにより、産業公害型の水質汚濁対策に関して以下のような教訓を得ることが出来るであろう。

8.1 洞海湾サクセスストーリーを振り返って

洞海湾は「死の海からの再生」というサクセスストーリーを持っているとはいえ、水質汚濁対策の実施タイミングが遅きに失したのは否めない。それは、20世紀前半という時代は何よりも経済発展を優先した時代であったことと、洞海湾の湾岸一帯が企業城下町化し、環境を配慮する姿勢が欠如していたということに加え、産業発展と表裏一体の水質汚濁というものに対する認識そのものが、当時のほとんど培われていなかったことにもよっていると考えられる。即ち産業発展が急速で、水質汚濁の進行が極めて急激であったため、その科学的知見や情報も限定されたものとなり、市民、企業および行政の3者の水質汚濁に関する危機的認識がともに低かったことによっていると考えられる。

このような状況の中で、洞海湾の水質汚濁対策を講じるきっかけを造ったのは汚濁の被害を被った市民であった。まず湾奥部流入河川の悪臭苦情問題に端を発し、これが地方自治体による初めての水質調査を実施させた。その結果、水質汚濁の深刻さが地元で強く認識され、洞海湾の水質汚濁対策が急速に展開するに至った。以上のことから、行政ならびに企業を汚濁対策の実施に駆りたてたのは、市民パワーであったことがわかる。なお、この市民の「汚濁対策が緊急に必要である」という合意の形成には、ジャーナリズムが大きな役割を果たしたことは無視できない。

地元北九州市は市民の対策への切実な要望に応えるため、当時の法的枠組の中で最大の努力を行った。昭和40年代前半（1960年代後半）という当時は、まだ水質環境基準はおろか工場排水の基準も無かったため、当時の水質関係の環境法である水質保全法のもとで工場排水の水質基準を設定し、工場排水規制法で排水処理を促すには、経済企画庁による水域の予備調査と本調査という2回の調査が実施されなければならなかった。水質保全に関して何の法的権限も持っていなかった北九州市がこのような法体系内で行えたことは、基準設定のために、経済企画庁をはじめとする国の省庁に陳情を行い、ようやく実施された予備調査時に様々な便宜を図るということのみであった。しかしこの調査の

結果、経済企画庁により提出された見解は、「洞海湾は、手の施しようのない重傷海域であるため、この湾については指定水域の指定は行わない。従って排水の水質基準を設定するための本調査も実施しない。」という、当市の要望とは正反対のものであった。このような非常事態を覆し、本調査の実施とそれに引き続く水域の指定を経済企画庁に行わしめたのは、市民の切実な声と地元地方自治体の国への熱心な働きかけであった。

本調査を終え、昭和45年（1970年）に洞海湾が水域指定されるにあたっては、洞海湾のみでなく洞海湾の開口する響灘の水質保全も、地元自治体の強い要望により勸案された。後の公害対策基本法に基づく類型指定では、水質のナショナルミニマムを維持する目的から公共用水域全体に環境基準が設定されているが、それ以前に水域指定に際し、既にこの考え方が取り入れられていたのは特記すべきことと言える。即ち、この時に設定された排水の水質基準は、洞海湾の水質浄化のみでなく、洞海湾の開口する響灘が水産の営める海域として存続することも目的とされていたのであった。

そのため、既存の工場に対する排水の水質基準は現行法の水質汚濁防止法の一律排水基準に比較しても極めて厳しいものになっていたが、新設工場に対する排水の水質基準はさらに厳しく、洞海湾の湾岸のみでなく響灘に面する陸域に新たに進出してくる工場にも高度で高価な排水処理施設の設置を義務づけることとなった。特にこの法律を有効に行使するため、北九州市では進出企業と公害防止協定という紳士協定を締結し、この協定は環境改善において大きな役割を果たした。なお、このような取り組みからもわかるように、この公害経験を契機に、北九州市はこれまでの産業・経済優先という政策の方向性を反省し、環境と共存する市政に政策を転換したことが注目される。

一般に、産業公害型の水質汚濁では汚染者と被者との構図が明確である。洞海湾の場合もその構図が明白であったため企業は社会的責任を認識し、排水の水質基準が設定される数年前から総力を結集し排水対策に取り組んだ。企業に於けるこのような排水処理技術開発と設備投資は、わずか数年のうちに洞海湾の水質を環境基準をクリアーさせるという快挙を成し遂げさせた。この事実は、有機汚濁や重金属汚染への対策技術が既に当時の技術力で賄え、その投資が当時の産業経済活動へも大きな支障を与えなかったことを意味している。さらにこの企業の取組みは、後のクリーナプロダクション技術の開発へと進展した。

以上の経過から、洞海湾の産業公害に対するストーリーは、市民、企業、行政とここではあまりふれなかったが大学などの研究者がそれぞれ役割分担を全うしながら互いに連携を保ち、対策のための制度や技術を模索の中から確立し、開発した成果であることがわかる。

これらの経験の中で、市民サイドでは、環境保全のためには「たゆまない環境監視」と「環境対策要請のための市民の合意形成」が、何よりも重要であることを確認した。一方、企業サイドは「産業公害型の水質汚濁は、排水処理により改善出来る」ことを例証したが、さらにクリーナプロダクション技術を開発することにより「省エネ・省資源と製品の品質向上がコスト面からも両立できる」ものであることも例証した。

行政サイドにおいては、国では洞海湾の水質問題も一例として考慮され、公害対策基本法などナショナルミニマム的発想の法体系、北九州市では公害防止条例など地域の事情に即した法体系が確立された。また、法律による排水規制の実施、公害防止協定の締結、公害対策設備設置のための税制の優遇措置や貸付など水質保全のための諸制度も制定され、公害対策を一元的に管轄する機関、国では環境庁、北九州市では公害対策局が設置された。特に行政が事態の深刻さを予見し、先見性を持って対策を実施するためには、水質汚濁に関する科学的研究と実態把握が重要であり、さらにその情報公開も必要であることを行政は確認した。さらにきめの細かいリアルタイムの環境行政を実施するには、地元地方自治体へあらゆる権限が委譲されることが必要であることも確認した。

8.2 地元地方自治体の責任と役割、その実践のために

市民・企業・そして国との間で環境行政を担う地方自治体の責任と使命は、上記のことを踏まえてみれば、地域住民の切実な要請に即応し、地域に密着した施策を策定、実践するところにあるといえる。そのため各地方自治体は、現在、公共用水域の水質モニタリング、排水に関する企業への管理監

督ならびに水質保全のための制度の制定等を、鋭意行っているところである。

しかし、市民との信頼関係および企業との緊張関係を維持しながらこれらのことを実践するには、地方自治体には兼備されなければならないことが多々存在する。例えば公害防止協定の締結ひとつとってみても、地方自治体は対象企業の排水処理法に精通しているのみでなく、その企業の製品の製造・省資源・省エネなどのプロセスを熟知し、排水の対象水域への影響を予見した上で企業の相談に乗り、企業との合意点に到達するまで強い意思をもって折衝を続けるなど、科学的かつ総合的な力量が要求される。通常、自治体の管轄する企業の業種は多種に及んでおり、またチェックを行う水質項目は多岐に及び、近年チェックの必要な物質は増加傾向にある。この例からも示唆されるように、地方自治体が地域住民の安全と健康を確保するために、先見性を持ちつつ責任ある環境行政を担っていくには、知識・情報・技術面、人材面、制度面および資金面をたゆまなく充実させておくことが必要である。

さらに、地元と密着した環境行政を実施・徹底するためには、上記のように、新制度の制定権や企業への命令権など、あらゆる環境行政における地方分権化が必要と考えられる。

8.3 明日に向かって

洞海湾の水質問題は、過去の有機汚濁や重金属汚染といった産業公害型の水質汚濁から現在は「富栄養化」や「化学物質によるリスク」という新たな局面に立っていることが確認された。北九州市では、「富栄養化」に対しては新しい排水処理技術として「MAP（リン酸アンモニウムマグネシウム）法」²⁰⁾、また現場水域における新しい対策技術として「生態学的環境修復法」²¹⁾など、物質循環を促進し資源を再利用するための技術開発研究を実施している。一方、「化学物質によるリスク」に対しては、「各種化学物質の分析法の開発」ならびに「生態系リスク調査研究」等を実施しているところである。当市ではこれらの調査結果や技術開発の成果を踏まえ、新しい水環境管理、行政施策を展開していくアクアポリス計画を策定している。

洞海湾等での公害経験の中で、当市ではかつての産業発展一辺倒の政策を反省し、人々の暮らしと自然と産業とが健やかに共存する政策の必要性を痛感した。特に洞海湾のように極度に人為的攪乱を受けた内湾においては、今後、人間と自然と産業とが共存していくためには、環境管理など行政的施策、環境修復や環境創造などの土木的施策ならびに環境教育など情操面における施策を積極的に実施することが必要であると確認した。そのため当市では、従来の水質管理に加え、市民が憩えるウオータフロントの創出や市民を対象とした「水辺の教室」などを開催し、都市型内湾の将来像に向かって新たな都市政策を展開しているところである。

また洞海湾等においてある程度の水質改善に成功した北九州市は、現在水質汚濁に悩んでいる開発途上国に、かつて水質改善のために培ってきた多くのソフト・ハードの対策技術を移転することが、地方自治体の大きな責務と考えている。そこで当市では、グローバルな視野に立ち、今後も国際環境協力への貢献を推進していくこととしている。

参考文献

- 1) 北九州市環境衛生研究所（1990）平成元年度洞海湾総合報告書Ⅰ魚、エビ・カニ類，89pp.
- 2) 山田真知子（1995）洞海湾今昔～その環境と生きものたち～（上），ひろば北九州，107，6-13.
- 3) 北九州市衛生局（1969）北九州市の公害 第3号，32.
- 4) 福岡県水産試験場（1933）洞海湾調書，139pp.
- 5) 経済企画庁国民生活局（1970）洞海湾水域の概況，76pp.
- 6) 北九州市衛生局（1967）北九州市の公害 第2号，218-221.
- 7) 北九州市環境科学研究所（1995）北九州市環境科学研究所報 第23号（平成7年度），
- 8) 読売新聞（1970）10月29日付け，洞海湾汚染 主な工場排水の水質（経企庁調べ）.
- 9) 北九州市公害対策局（1981）公害行政の歩み—公害対策局設置10周年にあたって—，159pp.

- 10) KITA環境協力センター（印刷中）製鉄所全体の排水処理「鉄鋼業におけるクリーナプロダクション」.
- 11) 洞海湾堆積汚泥調査研究会（1971）洞海湾地積汚泥に関する調査報告書，136pp.
- 12) 北九州市環境衛生研究所（1992）平成元年度洞海湾総合報告書Ⅱ底質と底生動物，98pp.
- 13) The world Bank（1996）The Dokai Bay Sedimentary Mud Dredging Project, Japan's Experience in Urban Environmental Management Kitakyushu A Case Study, 42-46.
- 14) 北九州市港湾局（1990）洞海湾の堆積汚泥と浚渫除去「北九州の港史 北九州港百年を記念して」（北九州市開港百年史編さん委員会編），356-364.
- 15) 北九州市環境衛生研究所（1994）平成5年度洞海湾総合報告書Ⅲ生態系の主要生物群，263pp.
- 16) 山田真知子（1995）洞海湾今昔～その環境と生きものたち～（下），ひろば北九州，108，12-19.
- 17) 環境庁環境保険部保健調査室（1987～1995）昭和62年度判～平成7年度判 化学物質と環境.
- 18) 丸山隆興（1990）浮生碌々 水野勲聞著，西日本新聞社，205-210.
- 19) 篠原亮太（1994）水環境国際協力地方自治体研究所の役割—北九州市の事例に見る現状と課題—，水環境学会誌，17，14-17.
- 20) 神代和幸・奥村祐司（1997）海水を利用したMAP法によるリン除去，下水道協会誌（投稿中）.
- 21) 山田真知子・鈴木 學・杉嶋伸祿（1997）富栄養化対策としての生態学的環境修復法，シンポジウム閉鎖系水域の環境管理と修復，環境科学会1997年会講演要旨集.

第18章 琵琶湖

1. 琵琶湖の概況

琵琶湖は大阪湾の上流部に位置し、貯水量、面積ともに日本で最大の湖である(図18-1)。その水は下流部での水利用も考慮に入ると、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県など近畿地方に住むおよそ1400万人の人々に利用されている。

琵琶湖の面積は670 km²で滋賀県の全面積(4017km²)の約6分の1を占め、貯水量は275億m³である(表18-1)。琵琶湖は南北に長く直線距離で63.5 kmあり、東西の幅は最も広いところで22.8kmある。南端から約16kmの所で最も狭くなり(幅約1.35 km)そこでくびれる形になっている。その付近を境に北側を「北湖」、南側を「南湖」と呼んでいる。この地点には現在「琵琶湖大橋」がかかっている。北湖は琵琶湖の91.5%の面積を占め、平均水深は約43m(最大水深104m)である。一方、南湖の平均水深は4m(最大水深8m)と浅い。海底地形は図18-2に示すように、北湖の西側で深くなっている。貯水量は北湖が273億m³、南湖が2億m³と北湖の貯水量が圧倒的に大きく、南湖の貯水量は琵琶湖全体の1%にも満たない。

琵琶湖には大中約460の河川が流入しているが、流出する自然河川は南湖の南端から流れ出る瀬田川ただ1河川のみである。この瀬田川は、宇治川、淀川と名前を変えて大阪湾に流れ出ている。瀬田川には、南郷洗堰があり、琵琶湖からの放水量と琵琶湖の水位を調整している。また、もう一つの琵琶湖からの水の出口として琵琶湖疎水がある。これは、京都への都市用水供給および発電用水供給のために建設された人工水路であり、明治23年(1890年)に第一疎水が完成し、その後さらに水需用増大に対応するため第二疎水が明治45年(1912年)に建設された(取水量は合計で23.65m³/s)。

琵琶湖の集水域面積は3848km²で、滋賀県の93%を占め(図18-3)、ほぼ滋賀県の県域に一致している。集水域の地形は図18-4に示すように、東岸部は平野が多くなだらかな地形であるが、西岸部

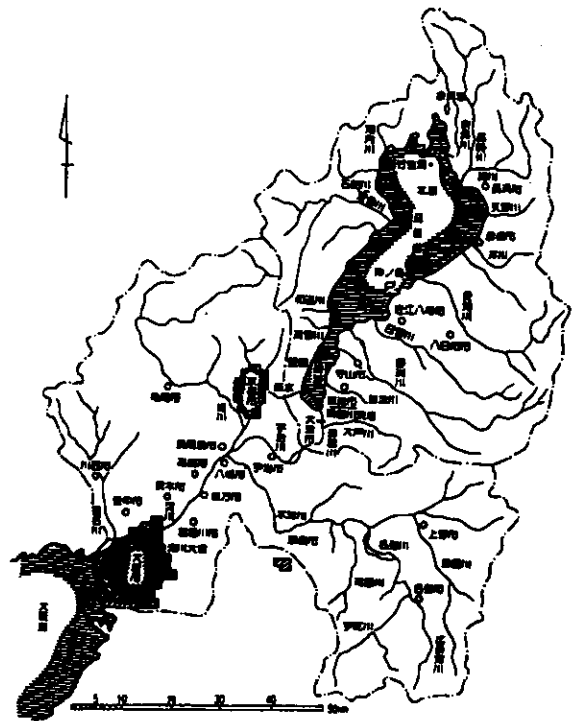


図18-1 琵琶湖・淀川流域図¹⁾

表18-1 琵琶湖の諸元²⁾

滋賀県の面積	4,017km ²
琵琶湖の集水域	3,174km ²
琵琶湖の面積	670km ² (北湖:南湖=11:1)
琵琶湖の長さ	63.49km
琵琶湖の最大幅	22.80km
琵琶湖のまわり	235.20km
最も深いところ	103.58m
平均の深さ	41.20m
貯水量	275億m ³ (北湖273億m ³ 、南湖2億m ³)
北湖の平均の深さ	約43m
南湖の平均の深さ	約4m

(「滋賀の環境 水質編」平成7年10月より)

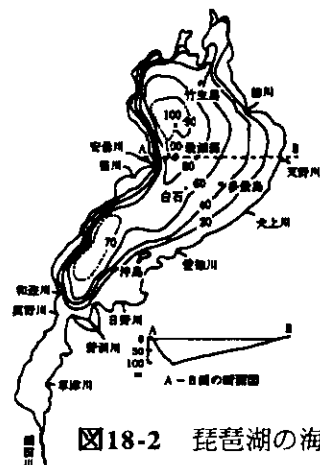
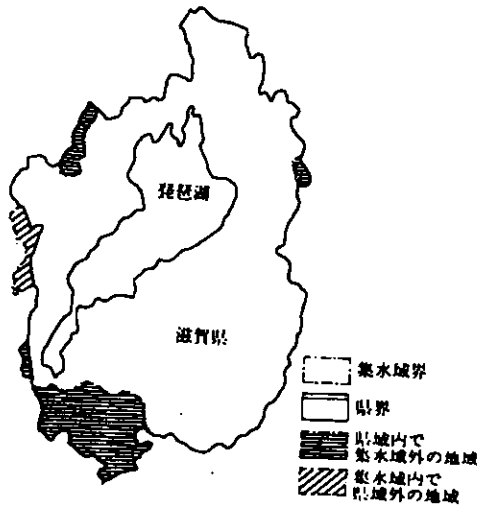


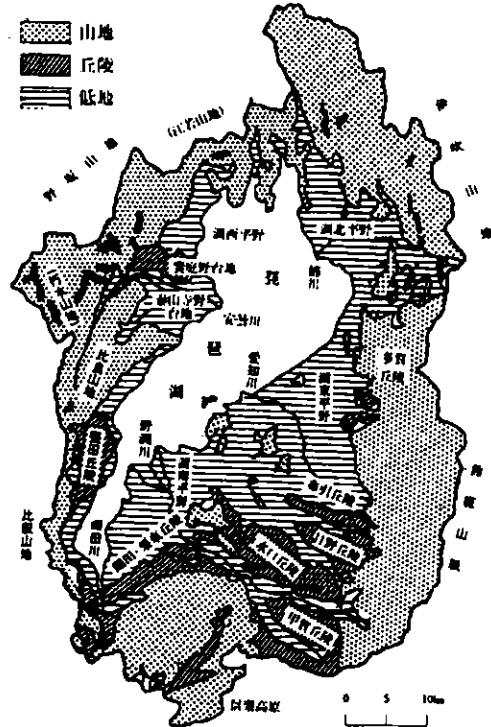
図18-2 琵琶湖の海底地形²⁾



資料：滋賀県琵琶湖研究所、総合研究開発機構
共編「世界湖沼データブック」(1984年)

図18-3 滋賀県境界と琵琶湖集水域の比較³⁾

滋賀県の地形図



資料：「滋賀県百科辞典」

図18-4 滋賀県の地形³⁾

は山が湖岸に迫っており平野は狭い。特に南東部の集水域面積は広く、野洲川、日野川、愛知川の3大河川が流れている。琵琶湖を含む滋賀県の土地利用状況は図18-5に示すように、林野が約50%を占め最も多く、耕地が約15%、市街地、道路、水路等のその他の土地が17%を占める。琵琶湖自体は滋賀県の全面積の約17%を占める。

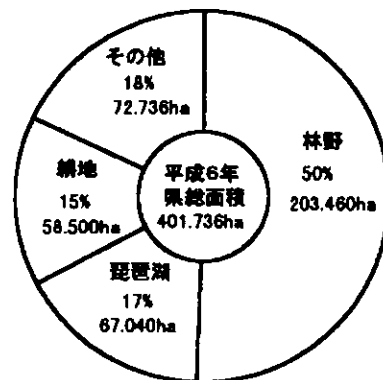
降水量は表18-2に示すように、琵琶湖の北部で多く、南部で少ない傾向にある。北部で降水量が多いのは冬季に雪が降るためである。

2. 琵琶湖の水利用と水資源開発

2.1 水位の変化と制御

琵琶湖の水位の変遷を図18-6に示す。先に述べたように琵琶湖の出口は自然河川としては瀬田川のみであり、昔は川幅も狭く川底も浅かったため水の疎通能力が小さく、ひとたび洪水が起きると長い期間に渡って琵琶湖の沿岸が浸水し、大きな被害をもたらしてきた。特に、明治29年(1896年)の大雨の際には水

位が3.8mに達し、低地では280日程度浸水したままという被害が生じた。この大洪水を契機に瀬田川の改修工事が本格的に進められることになり、明治38年(1905年)には旧南郷洗堰が完成し、その後、



(農林水産省「平成6年耕地面積調査」)

「1990年世界農林業センサス林業地域調査」

図18-5 滋賀県の土地利用の概況²⁾

表18-2 琵琶湖集水域の月降水量(1931~1960年平均)³⁾

地域	月	(単位:mm)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
湖北	木之本	216	147	129	133	138	204	219	147	207	145	138	205	2,028
湖東	彦根	115	105	116	124	128	202	206	136	192	129	92	99	1,644
湖西	今津	189	166	134	136	141	210	220	134	206	139	127	167	1,989
湖南	大津	56	73	115	152	160	255	229	164	198	133	87	56	1,678
	大津	43	57	96	125	121	192	179	117	169	122	80	51	1,352

資料：気象庁「全国降水量」

昭和36年（1961年）には新南郷洗堰が建設された。この洗堰の水門操作により、洪水の調整や放水量の調整が可能となり、その後の水位は低く抑えられ、大雨により浸水することは少なくなった。

2.2 水利用の変化

琵琶湖・淀川水系の水利用の実態は図18-7及び表18-3に示す。琵琶湖では農業用水として利用される量が多いが、京都に導水されている琵琶湖疎水や下流の淀川では上水に利用されるものが多い。また、琵琶湖・淀川水系における水の使用量は、水系内の人口増加や産業の発展に伴い増加しており、特に水道用水の増加が著しい（図18-8）。昭和47年（1972年）から平成4年にかけて農業用水量の増加が大きい、これは表18-3に示すように滋賀県内での取水量増加が影響しているものと思われる。この滋賀県内での農業用水量の増加は、「琵琶湖総合開発計画」（後述）で水位が低下した場合に対応するために建設された琵琶湖沿岸部の逆水かんがい施設（農業用水を琵琶湖からポンプアップして水田に供給するかんがい施設）による取水量増加が影響しているものと考えられる。

2.3 琵琶湖総合開発計画

戦後の高度経済成長期における近畿圏での急速な水需用の延びに対応するため、国では「琵琶湖総合開発特別措置法」を昭和47年（1972年）に制定し、40m³/sの水を新たに開発することを目的に「琵琶湖総合開発計画」を策定した。この琵琶湖総合開発計画は阪神地域の水需用に答えるための水資源

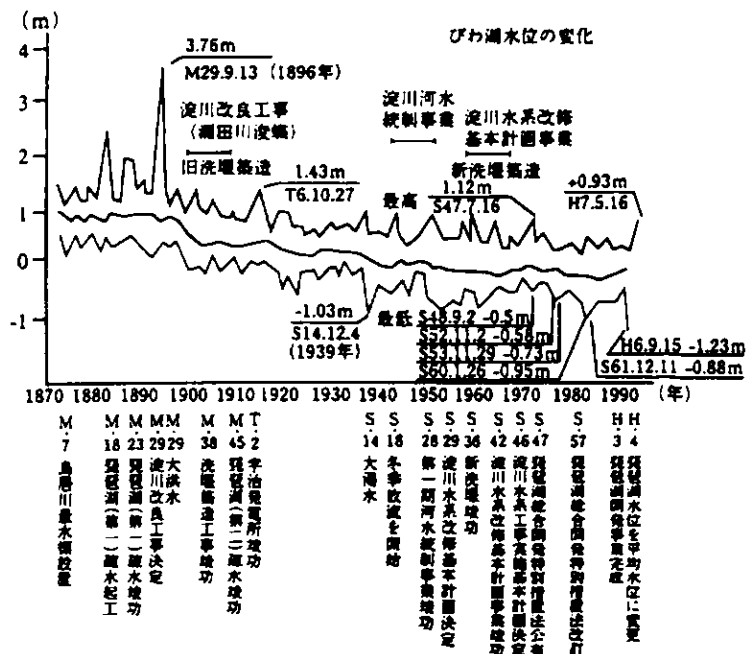


図18-6 琵琶湖の水位の変化²⁾

「琵琶湖総合開発計画」（後述）で水位が低下した場合に対応するために建設された琵琶湖沿岸部の逆水かんがい施設（農業用水を琵琶湖からポンプアップして水田に供給するかんがい施設）による取水量増加が影響しているものと考えられる。

(単位は全てm³/s)

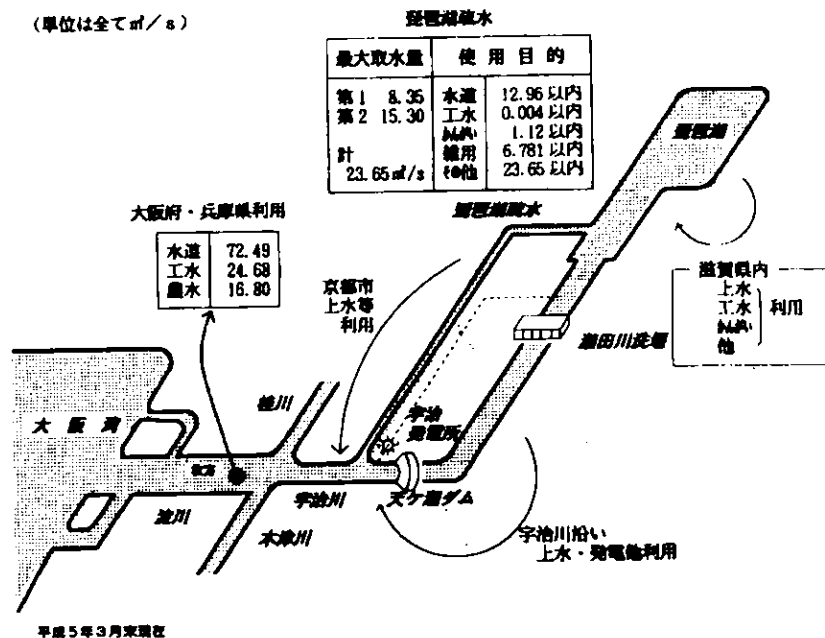


図18-7 琵琶湖・淀川水系の水利用の概況¹⁾

表18-3 琵琶湖の水の利用水量 (m³/s)

年	昭和55年 (1980)	平成2年推定値 (1990)	平成4年 (1992)
地域	滋賀県 (琵琶湖からの直接取水量)	滋賀県 (琵琶湖からの直接取水量)	琵琶湖下流部での取水も含めた 琵琶湖水に対する水利権量
水運用水	2.2	4.3	43.6
工業用水	1.0	1.5	18.9
農業用水**	10.0	39.0	76.2
合計	13.2	44.8	138.7
出典	(4)	(4)	(5)

(注1) 発電用の取水量は除く
(注2) 農業用水の取水量は夏期かんがい期平均値を使用

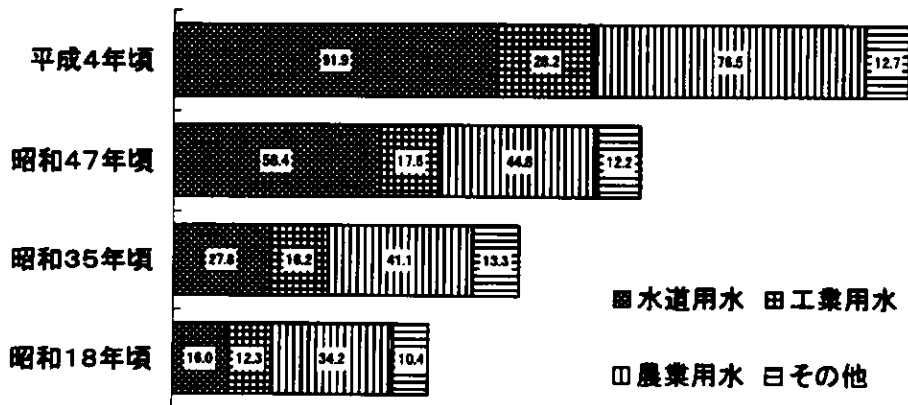


図18-8 琵琶湖・淀川水系の水利用の変化⁶⁾

開発が主目的であるが、下流にこれだけの水量を新たに供給するためには、琵琶湖の水位が時期によっては低下する(10年に1回程度は基準水位に対して-1.5m程度低下することが予測された)ことを覚悟しなければならず、琵琶湖を多方面に利用している滋賀県民の生活に影響が出ることが予測された。このような下流の阪神地域の要求と上流の琵琶湖周辺地域の要求とをいかにバランスを取りながら調整を進めていくかが、この琵琶湖総合開発計画の策定にあたっては最も難しい問題となった。この問題解決のため、琵琶湖総合開発では次のような工夫が行われた⁴⁾。

- (1) 水資源開発事業の実施による不利益を補う意味で、琵琶湖とその周辺の住民の福祉増進に必要な地域整備事業と水資源開発事業を一体として実施した。
- (2) 水資源開発事業と地域整備事業を一体として実施するには膨大な経費が必要となり、地元に必要な負担がかかることから、地元地方公共団体の財政負担を軽減するため、国と水を利用する下流の地方公共団体に財政的な協力を求める制度を確立した。
- (3) 水資源開発と地域整備事業が、近畿圏の健全な発展に寄与する広域的事業であり、国家的事業であることから、これを一つの総合計画とし、滋賀県知事が原案を作成し内閣総理大臣がこれを決定するとした。つまり、滋賀県と国とが一体となって計画を策定する形とした。

このような仕組みを作ることで、琵琶湖総合開発は、滋賀県と下流府県、国の三者が、琵琶湖の水資源開発と湖周辺の地域整備を協力して推進することになった。

図18-9に琵琶湖総合開発事業の概要を示した。その内容は、保全、治水、利水の3つに分かれている。これらの事業は25年間に渡って実施され平成9年3月(1997年3月)に終了した。

この25年の間、琵琶湖総合開発事業は順調に進んだわけではなく、様々な問題に直面した。この事業は当初は水資源開発に重点が置かれ、琵琶湖の水質保全や生態系保全への配慮が欠けているのではないかとの批判が、生態学者や有識者から出され、開発差止めを要求する訴訟が起った。14年間にもわたる裁判の結果（平成元年3月、1989年3月結審）、琵琶湖総合開発が琵琶湖の水質に悪影響を及ぼしていることは、立証することが現時点では困難であるとの理由から、開発は続けられることになった。しかし、裁判の過程で、琵琶湖の水質と開発事業の因果関係について、様々な角度から検討、議論が行われ、開発と環境保全の両立の難しさと大切さについて、行政および県民が真剣に考える機会となった。また、このような議論がきっかけとなり、琵琶湖総合開発計画の内容が見直され、水質保全のための事業にも重点がおかれることになった。

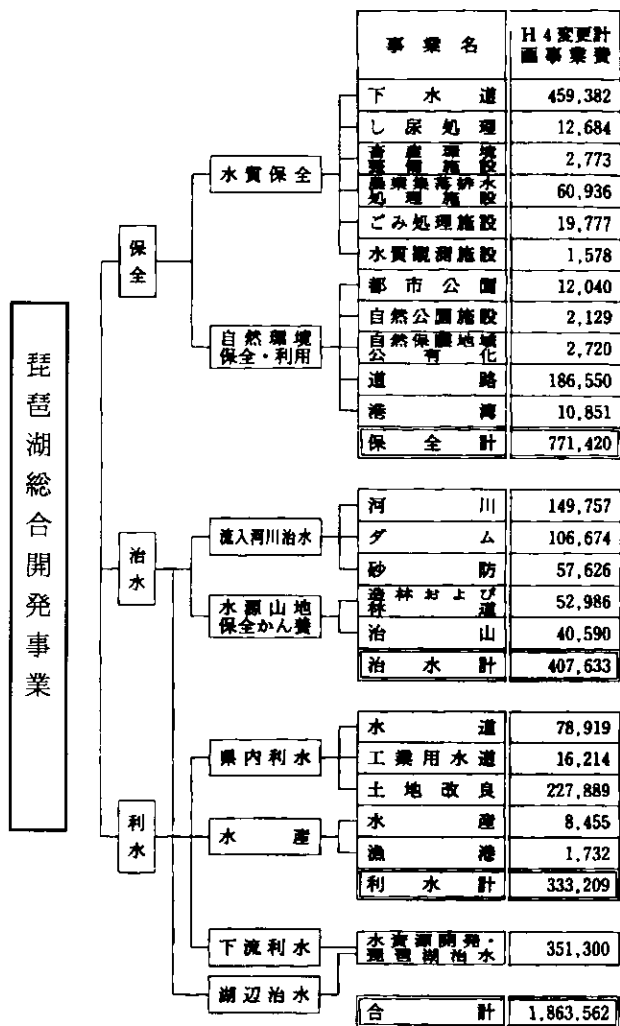


図18-9 琵琶湖総合開発事業の概要⁷⁾（事業費単位：百万円）

3. 琵琶湖の水質の変化と現状

3.1 水質の変化

琵琶湖は、昭和10年代頃（1930年代頃）までは貧栄養湖に分類される水質レベルにあり、北湖では10mを越える透明度が観測されていた。しかし、昭和30年代以降、琵琶湖に流れ込む汚濁物質が増え、南湖を中心に水質悪化が進行し、昭和46～47年頃に悪化のピークを示した（図18-10）。その後、一時的に回復したもののそれ以降改善傾向ははっきりみられず横這い状態にある。利水障害としては、昭和35年頃から上水道の浄水場での濾過障害が見られるようになり、昭和45年頃から水道水の異臭味が発生するようになった（図18-11）。また、昭和52年からはウログレナによる淡水赤潮が主に北湖で発生するようになり、昭和58年からは南湖沿岸でアオコが発生するようになった（表18-4）。一方、琵琶湖での漁獲量の変化は図18-12に示すとおり、貝類、特にシジミの漁獲量が近年減少しており、水質や底質の悪化が原因ではないかと懸念されている。しかし、その因果関係は解明されていない。

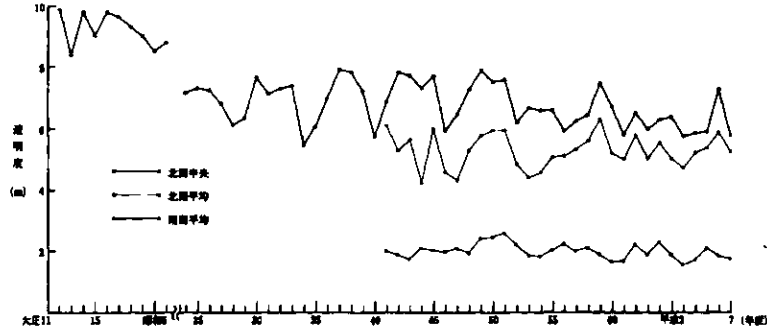
COD、T-N、T-Pの昭和45年以降（1970年以降）の変化を図18-13に示す。南湖のBODとりんについては、やや減少する傾向がみられるが、北湖のCOD、T-Nについてはやや増加する傾向がみられる。

表18-4 琵琶湖における淡水赤潮とアオコの発生状況⁸⁾

年 度	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	7	8
淡水赤潮 (水域数)	5 (9)	16 (2)	17 (2)	4 (1)	9 (3)	7 (8)	4 (8)	5 (5)	8 (10)	0 (0)	4 (7)	4 (3)	4 (4)	5 (10)	1 (1)	3 (3)	1 (1)	3 (5)	1 (8)	5 (7)
アオコ	-	-	-	-	-	-	1	0	1	1	13	15	1	12	2	2	3	31	26	4

注) 黒欄発生日数を示す。()は発生水域数を示す。

■ 透明度経年変化



■ 琵琶湖に現れた現象

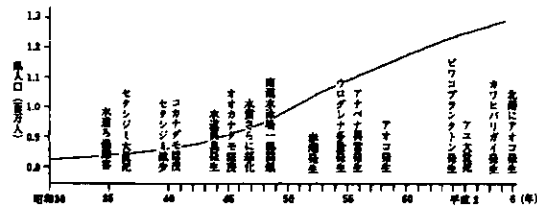


図47 透明度の経年変化と琵琶湖に現れた現象
 (透明度経年変化：「琵琶湖の環境 水質編」より)
 (琵琶湖に現れた現象：「豊かな湖を未来へ」より)

図18-10 透明度の変化と琵琶湖で現れた主な現象²⁾

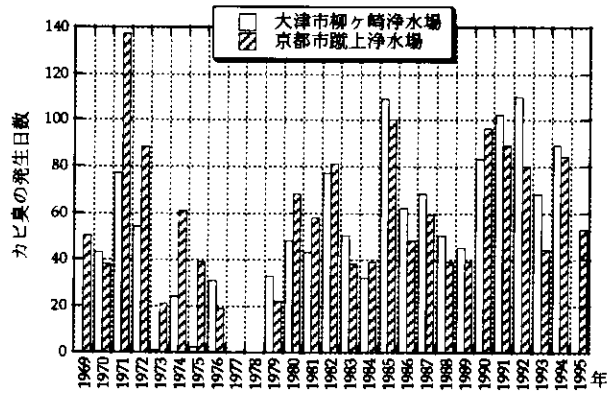


図18-11 浄水場でのカビ臭の発生状況 (資料5から作成)

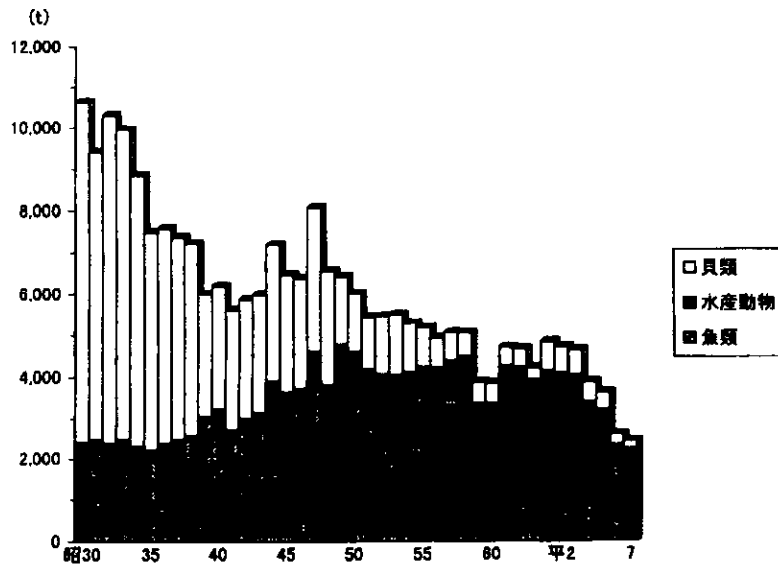


図18-12 琵琶湖における漁獲量の推移⁵⁾

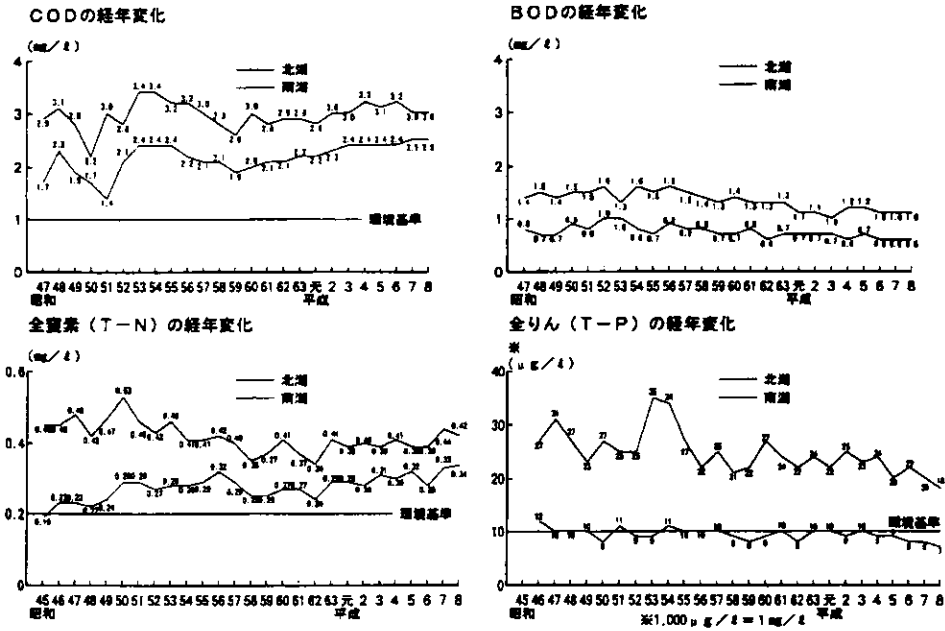


図18-13 琵琶湖の水質の推移⁹⁾

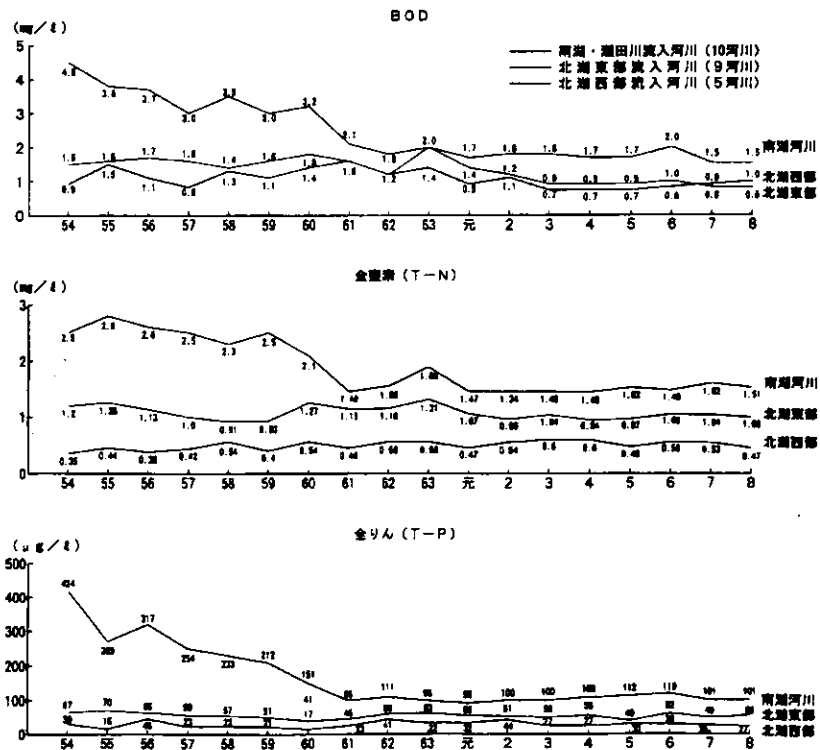


図18-14 琵琶湖流入河川の水質の推移⁹⁾

3. 2 流入河川水質の変化

一方、河川水質の変化をみると(図18-14)、南湖流入河川ではBOD、T-N、T-Pとも昭和53年から61年頃にかけて減少する傾向がみられ、後述する種々の水質改善対策の効果が現れたものと考えられる。しかし、北湖流入河川ではBODでは若干減少する傾向がみられるが、その他の項目については明確な傾向はみられない。

3.3 琵琶湖周辺での公害事例³⁾

琵琶湖の水質汚濁によって住民に被害をもたらした最初の事例は昭和3年（1928年）に大津市にある繊維工場の排水によって瀬田川の魚類が大量に弊死したのが最初であった。ついで、昭和35～37年（1960～1962年）に水田除草剤PCP（Pentachloro phenol）によって琵琶湖東南部で魚類、イケチョウ貝に大被害をもたらした。

昭和43年（1968年）には、米原町にあるアンチモン精錬工場の近隣で松の枯死、翌年に養蚕に被害が発生し、昭和45年には健康被害を懸念する住民運動が起こった。そこで、工場は約半月間操業を停止して公害防止施設を整備するなどして地元との和解を図った。また、行政では専門家による対策検討委員会を設置し、排出基準等の検討を行い、条例にアンチモンの排出基準（大気および水質）を盛り込んだ。

昭和45年（1970年）には、琵琶湖下流の宇治川での鵜の弊死問題調査に端を発し、魚類に蓄積したPCBが原因であることが指摘され、その発生源調査が行われた。その結果、草津市および甲賀町のコンデンサー製造工場等が原因であることがわかり、排水処理の改善、汚染土壌、底泥の除去等の対策が行われた。また、昭和47年（1972年）には、国の行政指導もあり工場はPCBの使用を停止した。

その後、産業の発展、人口の増加にともない、水質汚濁問題は県内各地で多発した。水質汚濁に係る苦情件数は昭和45年頃（1970年頃）から増加し始め、昭和48年（1973年）にピークに達し（約400件）、その後はやや減少し、平成8年は237件になっている⁹⁾。

4. 集水域における社会、経済環境の変化と現状

4.1 人口の変化

滋賀県の人口は、明治時代（1868～1912年）、大正時代（1912～1926）、および、昭和10年代まで（1926～1944年）は、60～70万人という安定した人口規模を維持してきた。第二次世界大戦の戦中から終戦直後にかけては、疎開などにより一時的に85万人前後に増加したものの、その後は京阪神等の大都市への人口流出の影響もあり、ゆっくりとした増加にとどまり、昭和40年（1965年）の人口は85万人程度であった。しかし、昭和40年代に入ると、大都市圏の人口は飽和状態となり、人口増加が隣接府県にまで及ぶようになった。滋賀県では、京阪神地区へ通勤する人々のベッドタウン化や滋賀県での工場立地、産業発展に伴い、昭和40年代後半から50年代前半（1970年代）には、年間2万人前後の勢いで人口が増え続けた。この期間の人口増加率は年1.71～2.42%であり、その伸びは全国第5位であった。このような急激な人口増加によって昭和

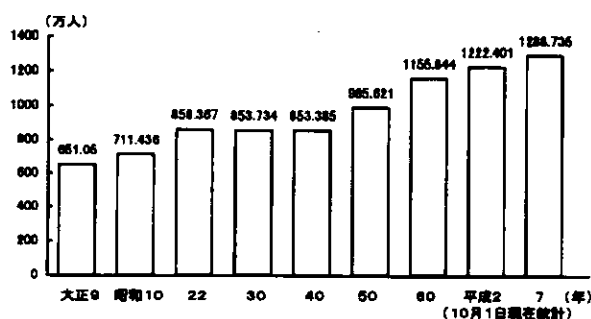


図18-15 滋賀県の人口の推移²⁾

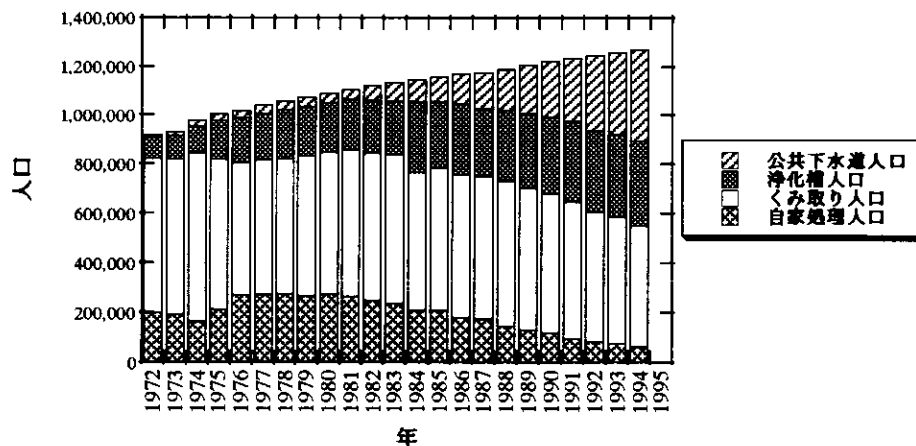


図18-16 滋賀県におけるし尿の処理状況の推移

51年（1976年）には県人口は100万人を超えた。その後は人口増加率はやや減少したものの依然として高い増加率を維持しており、平成7年（1995年）には約127万人となっている（図18-15）。

このような人口増加に対してし尿処理の形態がどのように変化してきたかを図18-16に示す。下水道整備地区の人口は着実に増加している。しかし、一方では滋賀県内の人口自体が増加しているため、下水道未整備地区の人口（浄化槽人口＋くみ取り人口＋自家処理人口）はあまり減少していない結果になっている。

4.2 産業の変化

滋賀県では、古来から農業が産業の中心であった。1910年代頃からは、繊維工業を主とした近代工業の立地が湖岸で進み、その結果、特に人絹では昭和初期には世界有数の生産量をあげることになった。こうした新しい化学工業を進展させる原動力となったのは、琵琶湖の豊富で良質な水と農村の人手であった。また、繊維工業以外にも、第二次世界大戦中には機械工業も発展した。しかし、高度経済成長期以前（1960年代半ば以前）は、立地工場も限られており、滋賀県は農業県とみなされていた。その後、1960年前後には、国道1号、8号線の整備や名神高速道路の開通（昭和39年、1964年）、東海道新幹線の開通（昭和39年、1964年）などの交通基盤の整備が進んだ。こうした交通基盤の整備、および、県の地域開発構想に沿った工業団地の造成等によって、工場立地が急速に進んだ（図18-17）。工場は図18-18に示すように琵琶湖東部に立地する機会が多く、進出企業は主として非用水型の電気機器や機械を中心とした加工組立型産業であった。この時期に滋賀県の産業構造は農業県から内陸工業県へと大きく変容した。産業別就業者数もこのような産業構造の変化を反映した形となり、図18-19に示すように第一次就業者数は大きく減少し、第二次、第三次就業者数は増加した。

工業の発展に伴い工業用水量も増加したが（図18-20）、その増加は回収水量（リサイクルされる水量）の増加によるものであり、河川水、地下水、湖水等から取水して補給する水量（淡水補給水量）は増加しなかった。これは、工業用水の使用量を減らすことによって生産コストを削減しようとしたことと排水量を減少することによって汚濁負荷量を削減する努力を企業が進めたためと考えられる。



資料：滋賀県「環境白書」（1989年版）

図18-17 工場立地の推移³⁾

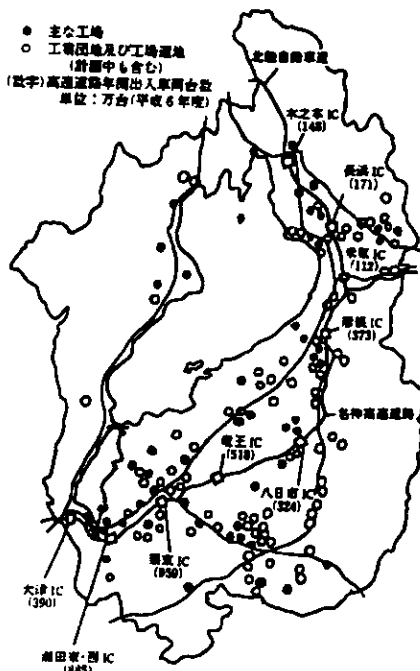


図18-18 滋賀県における主な工場分布と道路²⁾

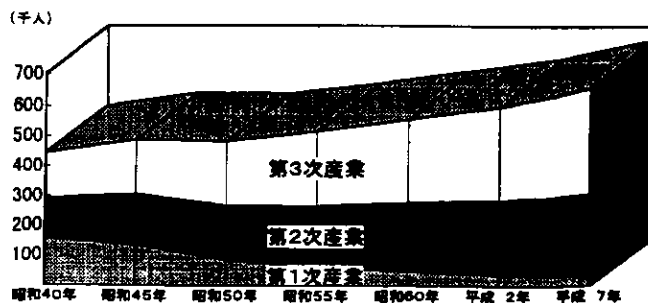


図18-19 滋賀県における産業別就業者数の推移⁵⁾

4.3 農業の変化

農業は昭和40年（1965年）頃以降、工業の発展とは対照的に衰退する一途を辿っており、耕地面積（図18-21）、農家数（図18-22）、就業者数（図18-19）とも減少している。また、農業の兼業化が進み、専業農家は全農家数の約6%（平成7年、1995年）になっている。滋賀県の主な農作物は米であり、耕地面積のうち92%が水田である（平成7年、1995年）。米の収穫量は昭和42年（1967年）の29万トン进行ピークにその後減少し、昭和55年（1980年）以降は20万トン前後で横這い状態で推移している。図18-23に主要農業機械所有台数の変化を示したが、昭和45年から55年にかけて動力田植機とコンバインの所有台数が急増しており、各農家では人手の不足を機械の購入で補っていることがわかる。また、水田での農作業、水管理、および機械化が容易になるように水田の区画整理、湿田の乾田化等を行う「圃場整備事業」が、琵琶湖総合開発事業の一環として県および国の補助事業として進められ、それが農業の機械化を促進させる要因ともなった。

また、圃場整備事業の一環として、農業用水の効率的かつ公平な配分のために、用排水分離工事が行なわれた。用水は上流のダム（頭首工、堰）から水路またはパイプラインでそれぞれの水田に導水される。水田からの排水は用水供給とは別の排水専用水路に流される。湖岸地域では琵琶湖の水をポンプで取水しパイプラインと水路で水田に供給する逆水かんがい施設が整備され、この場合も排水は排水専用水路に流される形になった。このような圃場整備事業は図18-24に示すように、特に昭和45年から昭和60年頃にかけて進捗率が大きく、滋賀県での工業発展の時期とほぼ一致する。

このような圃場整備事業によって、農業に伴う水の動きは大きく変わったと考えられる。つまり、以前は上流の水田で使った水を再度下流の水田で使うという田越し灌漑や反復利用が一般的な水利用形態であったが、現在では用水路あるいはパイプラインから供給された新鮮な水を水田で使用した後、排水専用の水路に流すという形態が

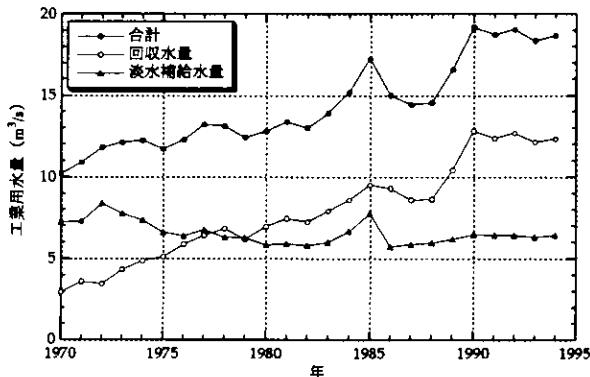


図18-20 滋賀県における工業用水使用量の推移

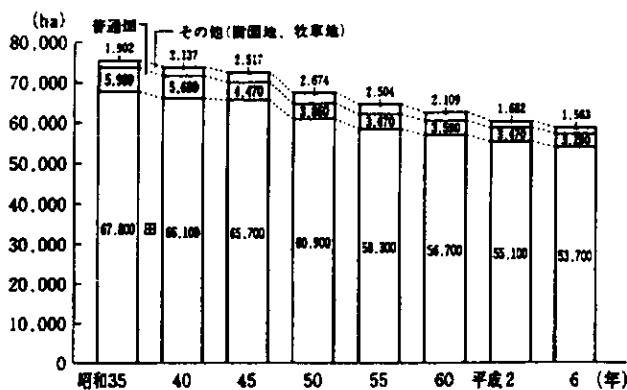


図18-21 滋賀県における耕地面積の推移²⁾

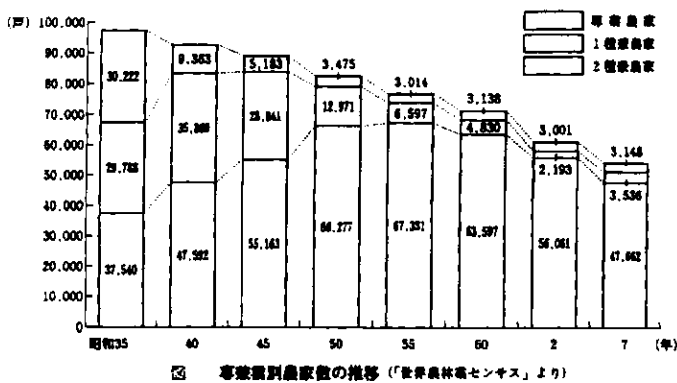


図18-22 滋賀県における専業業別農家数の推移²⁾

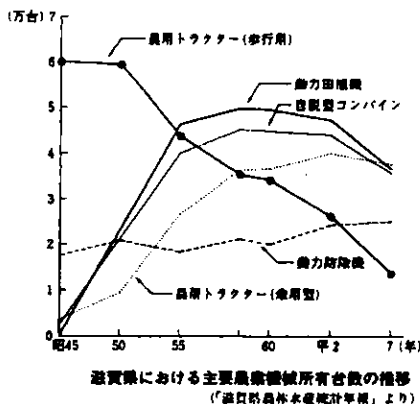


図18-23 滋賀県における主要農業機械保有台数の推移²⁾

増えた。このような水の流れの変化によって、水田から流出した栄養塩は再利用されことなくコンクリート側壁で直線化された水路（滋賀県では水路の底面はできるだけ土のままにするように指導されている）によって一気に琵琶湖に流出していく形に変化したと考えられる（図18-25）。このような農業の水利用形態の変化によって、農地から琵琶湖へ流出する栄養塩量は増加したことが推測される。

4.4 集水域の土地利用および湖岸環境の変化

滋賀県の土地利用状況は産業発展に伴い、昭和40年（1965年）以降、農用地が減少し、それが道路や宅地（工場用地を含む）に転用されるケースが多くみられるようになった（図18-26）。耕地面積は昭和40年（1965年）には73,917haであったものが、平成6年（1994年）には58,553haと15,364haが他に転用された。一方、それ以前の昭和10年代から40年頃にかけては、米の増産のために、湖岸の内湖の干拓・埋め立てが盛んに行われ、延べ2,521haの内湖が埋め立てられた（図18-27）。ヨシ原等の植物帯が広く分布する内湖は、魚類の産卵や稚魚の成育の場として、また、鳥類の生息場としても重要であることが、研究者によって指摘されてきた。

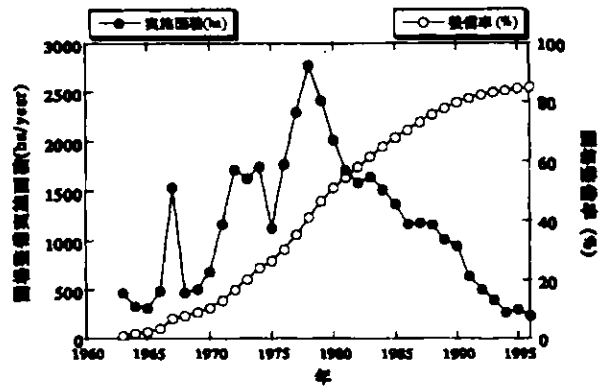


図18-24 滋賀県における圃場整備の推移

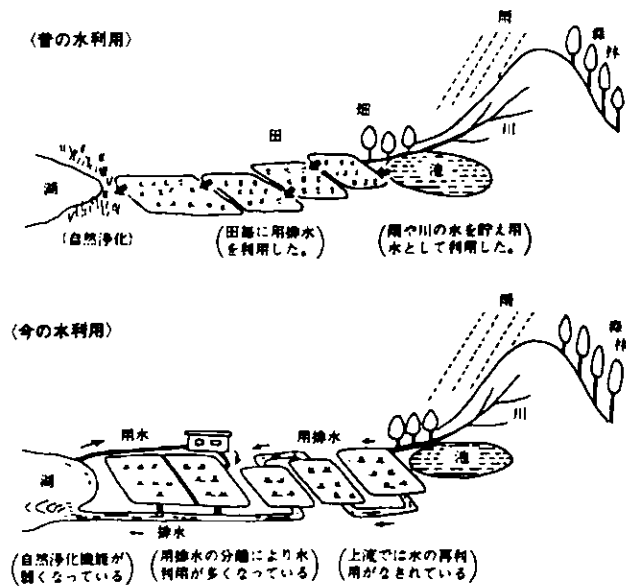
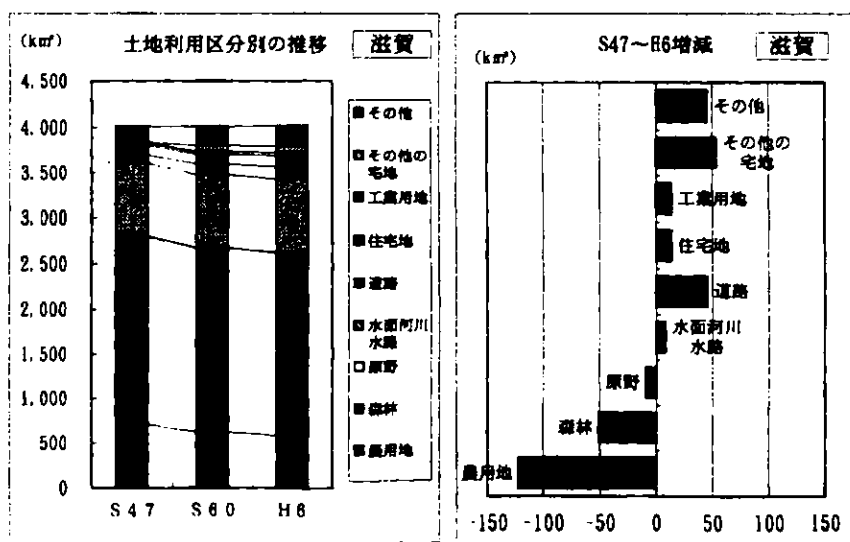


図18-25 農業における水利用形態の歴史的変化¹⁰⁾



資料：滋賀県土地対策課「滋賀県における土地利用の現状と対策」
資料：国土庁土地局「土地白書」

図18-26 滋賀県における土地利用の推移⁵⁾

また、埋め立ては古来から人々に親しまれてきた歴史的景観も損なう結果になった。このような状況を踏まえて、昭和48年（1973年）に滋賀県は埋め立ての基準を設け、原則として埋め立ては認めないこととした。

琵琶湖周辺のヨシ帯の面積は、昭和28年の観測では260haあったものが、平成4年には130haに減少した⁵⁾。これは、内湖の埋め立てによる農地造成や琵琶湖総合開発の一環としての湖岸堤建設などの湖岸での開発の影響と考えられる。しかし、現在は生態系保全および景観保全の観点から滋賀県ではヨシ帯の保全と造成を図っている。

林野面積は昭和40年（1965年）から平成6年（1994年）にかけて約8,600haが減少した。この減少分は、主としてゴルフ場、工場・事業場用地、宅地、道路、土砂の採掘用地に転用されている。

4.5 流入汚濁負荷量の現状

集水域から琵琶湖に流入する負荷量の推算結果（平成7年、1995年時点）を図18-28に示す。COD、T-N負荷量では、点源負荷量（生活系、工場系、畜産系）と面源負荷量（農地系、都市系、森林系、降雨由来、地下水由来）がほぼ半分づつを占めている。一方、T-Pでは、点源負荷量が64%を占め、面源負荷量に比べ大きくなっている。しかし、面源負荷量の推算値については、雨天時流出負荷量などのデータが十分に揃っていない段階での推算であり信頼性は低い¹¹⁾。

5. 琵琶湖富栄養化防止条例

5.1 制定の経緯

滋賀県では、昭和44年（1969年）に制定された「滋賀県公害防止条例」を昭和47年（1972年）に全面改正し、特定施設の横だし、規制項目の横だし、規制基準の上乗せなど、水質汚濁防止法より厳しい規制を実施した。しかし、昭和52年（1977年）5月に琵琶湖北湖西岸で赤潮が発生し、県民に大きな衝撃を与えることとなった。この赤潮の発生を契機に、滋賀県では琵琶湖の富栄養化に少なからぬ影響を及ぼしていると考えられたりんを含む合成洗剤に対する対策検討を積極的に進めることになった。県では、「滋賀県合成洗剤対策委員会」を設置し、消費者、事業者、学識経験者、行政関係者による審議を依頼した。委員会では、りんを含んだ合成洗剤の使用を減らし、環境への影響が比較的小さい石鹼の使用をすすめるべきである旨の提言を行った。この提言を契機に住民運動としての石鹼使用

琵琶湖周辺干拓事業概要

地区名	面積	着工年月	完成年月	事業費
入江内湖	305.4 [※]	19年4月	22年3月	49,713 [※]
松原内湖	73.3	・	・	6,295
小中の湖	342.1	17年8月	・	33,754
水葦内湖	201.3	19年4月	・	101,327
曾根沼	87.0	38年4月	43年3月	341,765
早崎内湖	91.9	39年4月	46年3月	718,579
大中の湖	1,145.0	21年4月	43年3月	3,117,000
津田内湖	119.0	42年4月	46年9月	990,000
その他	156.3			80,227
計	2,521.2			

（滋賀県資料より）

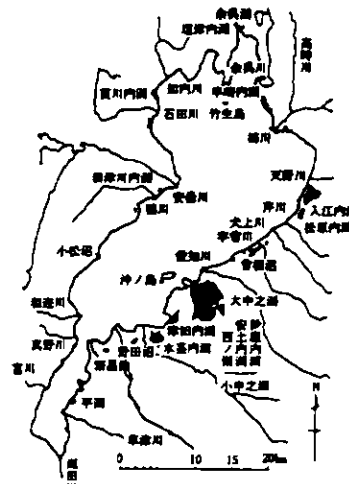
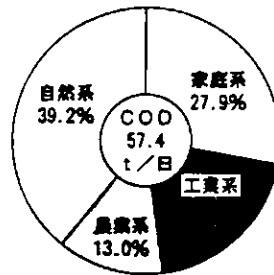
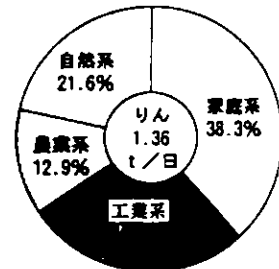
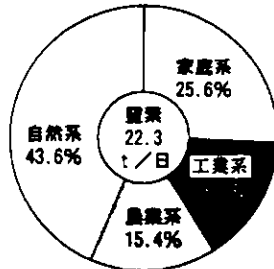


図18-27 琵琶湖周辺の干拓および埋立地²⁾



※) 家庭系とは、家庭の台所、風呂場、便所等、工業系とは、工場、事業場、農業系とは、水田、畑、畜産等、自然系とは、山林、原野、雨等からの汚濁物質の流入の割合を示しています。



（平成7年度実績）

図18-28 琵琶湖に流出する汚濁負荷量の内訳（平成7年度時点）⁸⁾

推進運動はより積極的に展開されるようになり、昭和53年（1978年）に結成された「びわ湖を守る粉石けん使用推進県民運動県連絡会議」には幅広い層から多くの参加者が集まり、県民総ぐるみの住民運動として展開されることとなった。

このような琵琶湖の富栄養化防止に取り組む県民の行動を受けて、昭和54年（1979年）に「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」（通称「琵琶湖条例」）が制定され、翌年に施行された。この条例は、工場排水に対する窒素、りん規制だけでなく、りんを含む

家庭用合成洗剤の使用禁止をも盛り込んだ総合的な富栄養化防止対策をめざす法規制として今までにない画期的なものであった。有りん合成洗剤の使用禁止については、憲法で保証された商業活動の自由を束縛する規制行為であるとして洗剤工業界が反発し訴訟も辞さない態度をとるとともに、滋賀県の条例を批判する大規模なキャンペーンをマスメディアを通じて展開した。しかし、それが換えて県民の反感を買い、洗剤工業界は訴訟に持ち込むことを断念した。滋賀県では粉石けんの購入を促進するため図18-29に示すような補助券を発行し県民に配布するという工夫も行った。

5.2 琵琶湖条例の内容

この条例は琵琶湖の富栄養化防止のための総合的な条例であり、全文では条例の基本的理念として、ものの豊かさや便利さを追求してきた現代文明や生活観を反省し水と人間生活の関わりを見直すことの必要性や、行政、企業、県民の三者が一体となって琵琶湖の保全に取り組むことの必要性が示されている。条例の具体的内容としては、

- (1) 窒素、りに係る工場等からの排水規制
- (2) りんを含む家庭用合成洗剤の使用、販売、贈答の禁止
- (3) 流域下水道を始めとする下水道の整備と窒素とりんに対する処理施設の導入
- (4) 農業用肥料の適正使用管理、家畜糞尿の適正処理、家庭雑排水の処理等である。

5.3 水質目標の考え方

琵琶湖の富栄養化を防止するための窒素、りんの目標水質について、「滋賀県水質審議会」において昭和50年（1975年）当時の知見に基づき様々な見地から検討が行われた。その検討結果の概要は次の通りである¹³⁾。

- (1) 琵琶湖の富栄養化に関係する因子としては、窒素、りん、炭素、ケイ素、鉄、マンガンなどが考えられるが、これらの元素のうちとりわけ窒素、りんが重要である。なかでも、りんが支配的であると考えられる。しかし、南湖の夏季には窒素が藻類の増殖を規定していると考えられることや、琵琶湖での硝酸態窒素濃度が増加していること等から、りんの対策に併せて窒素対策も必要である。
- (2) 既往の研究結果から、富栄養状態に分類される湖の窒素、りん濃度の下限値をまとめると、窒素0.15～0.50mg/l、りん0.010～0.020mg/lであり、一般的には、窒素0.20mg/l、りん0.010～0.020mg/lである。
- (3) 琵琶湖にとって望ましい水質として、CODの環境基準1.0mg/lを想定した場合、そのCOD濃度に対応する窒素、りん濃度は、既往の湖沼の水質データから判断すると、およそ窒素0.10mg/l、りん0.005mg/lと考えられる。しかし、将来的には人口増加や産業発展によって負荷量の増加が予想され、現在の知見・技術では窒素、りん負荷量の大幅な削減は不可能である。そこで、この条例では、CODの環境基準とは別に、富栄養化防止の観点から窒素、りんの目標値を考えることとする。
- (4) 過去における琵琶湖の変遷から見ると、北湖が貧～中栄養の状態であり、底層部の溶存酸素が50%前後に確保されていた昭和40年前後の水質まで回復を図ることが望ましい。この当時の北湖の水

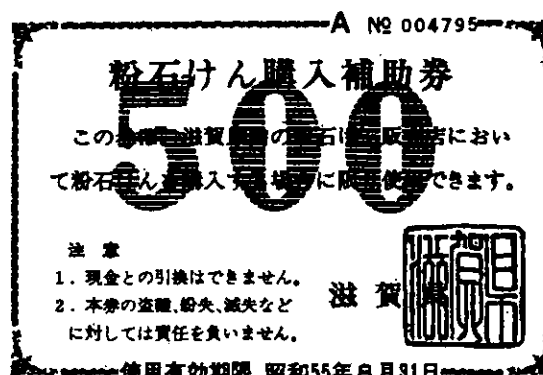


図18-29 粉石けん購入補助券³⁾

質は、窒素0.20mg/l、りん0.010mg/l程度であったと推察される。

(5) 琵琶湖における水利用として最も重要である水道水としての原水確保という意味から、少なくとも異臭味の発生を防止するためには、昭和40年代半ば程度の水質を維持する必要がある。この当時の南湖の水質は、窒素0.25mg/l、りん0.015mg/l程度であったと推察される。

(6) 陸域における発生源からの負荷量の削減実施可能量は、昭和60年の負荷量に対して窒素25%、りん50%前後と考えられ、この削減が実行された場合の昭和60年における予測水質をシミュレーションモデルを用いて推定すると、北湖で窒素0.25~0.26mg/l、りん0.009~0.011mg/l、南湖で窒素0.32~0.33mg/l、りん0.012~0.014mg/lとなった。

以上のような検討結果から、昭和50年を現状として、昭和60年時における窒素、りんの目標（中央部表層の年平均値）を、北湖中央部では窒素0.25mg/l、りん0.010mg/l、南湖中央部では窒素0.30mg/l、りん0.015mg/lとした。

5.4 琵琶湖条例の水質に対する効果

この条例によるりん含有洗剤追放の河川水質に対する影響は大きく、汚濁が進んでいた南湖の河川では顕著にりん濃度が減少した。しかし、図18-14に示したように、琵琶湖のりん濃度の減少に対してはその効果はわずかであった。

5.5 琵琶湖条例の波及効果

この琵琶湖条例制定をきっかけとして、霞ヶ浦がある茨城県を始めとして、日本国内の多くの県、市町村で粉石けん使用推進要綱などが作られ、日本のほとんどの地域で何らかの形で合成洗剤追放の運動が行われることとなった。

一方、洗剤メーカーはその後無りん洗剤を開発し、利便性が粉石けんより優れているため、そのシェアは現在では粉石けんを上回る結果になっている（図18-30）。

また、この条例制定が契機となって、国では昭和56年（1984年）に湖沼水質保全特別措置法が制定され、昭和60年（1985年）には全国の湖沼流域内の工場・事業場排水に対して窒素、りん規制が実施されることになった。

6. 窒素、りんの環境基準

6.1 窒素およびりに係る環境基準の類型指定の考え方

琵琶湖では琵琶湖条例で既に窒素、りんの水質目標が定められていたが、その後、「公害対策基本法」（現在、「環境基本法」）に基づく「水質汚濁に係る環境基準」に湖沼に係る全窒素、全りんの環境基準が追加された（昭和57年、1982年）。これを受けて琵琶湖の窒素、りんの環境基準の類型指定の検討が滋賀県水質審議会で行われることになった（昭和59~60年、1984~85年）。その際に、以下のような考え方にに基づき琵琶湖の環境基準としてII類型（全窒素0.2mg/l、全りん0.001mg/l）が妥当であると判断された¹³⁾。

1) 富栄養化の限界濃度は窒素0.20mg/l、りん0.010mg/lであると考えられ、琵琶湖の富栄養化防止という観点からみれば、この程度に維持されることが妥当であると考えられた。また、この濃度であれば、利水上の影響、障害もあまり問題にならない程度であるものと思われた。琵琶湖の水を上水として利用する場合に、通常の浄水操作により供給するためには、水道2級の水質が維持されなくてはならない。

2) 琵琶湖の水産において最も重要な魚類はアユであるが、このアユの生息にとっては水産1種の水質が保たれることが必要である。

②経年変化

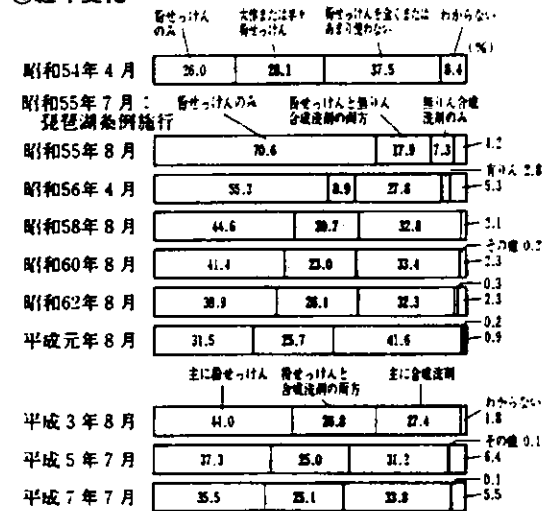


図18-30 滋賀県における洗剤の使用状況²⁾

3) 琵琶湖が良好な水泳場として利用されるためには、Ⅱ類型に保たれるべきであり、窒素0.20mg/l、りん0.010mg/l維持されることが必要である。

4) 環境基準のあてはめを検討していた当時の窒素、りん濃度は、Ⅱ～Ⅲ類型の間に位置しており、その時には経年的に濃度がやや低下する傾向がみられていたことから、Ⅱ類型にあてはめることが妥当と考えられた。

5) 検討当時の現状水質より悪化させない（非悪化原則）。

6. 2 窒素およびりんに係る環境基準点設定の考え方

また、琵琶湖の窒素、りん濃度のモニタリングを行うための環境基準点は下記の考えに基づき設定された¹³⁾。

1) 窒素およびりんに係る環境基準の達成状況は、湖沼の平均的な水質によって判断するのが適当である。そのため、環境基準点は原則として湖沼の中央部に設けるものとされている。

2) 琵琶湖における水質の水平分布を把握するため47定点での詳細調査を行い、その結果から水質の代表点としては、北湖については、今津－長浜中央、安曇川－彦根中央、南比良－長命寺中央の3地点が、また南湖については、唐崎－伊佐々川中央の1地点が、琵琶湖水質を代表する地点として妥当であると判断された。

以上の基準点の設定方法は国の指針に基づくものであるが、滋賀県としてはこの基準点の他に独自に水質モニタリング地点を設置することとした。それは、琵琶湖は広大であり、その利水状況は広範・多岐にわたっており、また、琵琶湖の自然環境保全の観点からも中央部だけのモニタリングでは十分ではないと考えたためである。そこで、陸域からの汚濁に対して鋭敏な沿岸部の調査点での窒素、りん濃度のモニタリングも併せて行うこととした。また、このような沿岸部でのモニタリングを行うことによって、汚濁発生源を推定し、水質保全施策に結びつけることも可能であると考えた。

6. 3 水質予測モデルによる水質目標達成可能性の検討結果

6. 3. 1 目標達成時期の予測¹³⁾

滋賀県水質審議会では、水質シミュレーションモデルによる検討を行い（モデルの構造は第6章参照）、琵琶湖条例に基づく対策のみを継続した場合は、北湖のりん以外については、Ⅱ類型の窒素・りん環境基準の達成は困難であることを予測した（図18-31）。

Ⅱ類型の環境基準を達成するためには、その当時の対策に加えて、さらに窒素・りんを数十%削減する対策が必要であると予測された。このような予測結果から、最終的にⅡ類型の窒素・りん環境基準を達成するためには、かなりの時間を要するものと考えられた。そこで、段階的に暫定目標を設定しつつ水質の改善を図る必要があると判断した。

6. 3. 2 負荷量削減のために当面検討を要する事項¹³⁾

シミュレーション結果から、琵琶湖条例に基づく対策だけでは窒素、りんの環境基準の達成は困難である

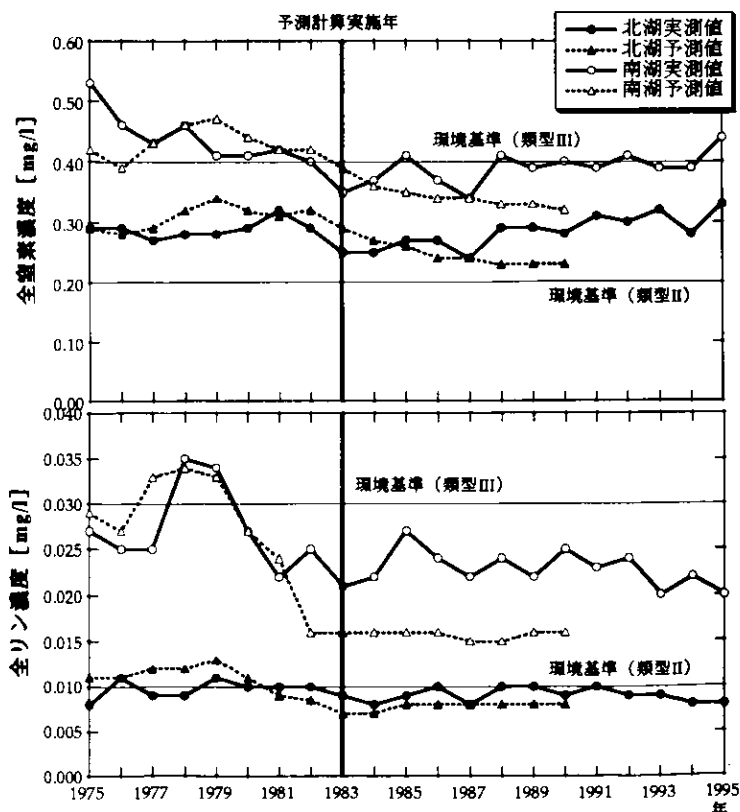


図18-31 水質シミュレーションモデルによる予測結果と実際の水質変化

ことが予測され、さらに効果のある負荷削減対策を検討していかなければならないことが示された。負荷削減のためには当面以下の事項について検討する必要があると考えられた。

- ・下水道整備の積極的な推進
- ・農業集落排水処理施設整備事業の推進
- ・雑排水対策の有効な推進方法の検討
- ・農畜産排水による負荷削減方策の検討
- ・飲食店等未規制事業場からの負荷削減方策の検討
- ・排水基準の適用を受けていない小規模工場等からの負荷削減方策の検討
- ・小規模河川、水路等の堆積物の除去等による琵琶湖への流入汚濁負荷量の削減方策の検討
- ・琵琶湖の底泥からの栄養塩溶出等による負荷量の削減方策の検討
- ・汚濁負荷を減らす生活様式や生産形態の検討、流域での人と水とのかかわり方の見直し
- ・流域での人間生活のあり方を考えるための材料となる環境保全に関する情報の公開、学校教育、啓発

6. 3. 3 当時の水質予測結果の妥当性

図18-31に昭和58年（1983年）時点で予測した水質とその後の実測水質を示した。予測値と実測値では明らかに異なるトレンドを示し、当時のシミュレーション計算に問題があったことを示している。なぜこのようなくい違いが生じてきたのかを客観的に分析し、今後のモデル開発およびモデルパラメータの設定の改良に行かしていく必要がある。

7. 琵琶湖の富栄養化防止対策

現在、琵琶湖の富栄養化対策は、湖沼水質保全特別措置法に基づく湖沼水質保全計画として総括的にまとめられている。その概要は図18-32に示すとおりである。湖沼水質の改善には長期間を要するため、湖沼水質保全計画では5年毎（第1期：1986～90年、第2期：1991～95年、第3期：1996～2000年）に目標を定め、漸次、その目標達成に向けて計画をたて、対策を実施していくことになっている。

7. 1 生活排水対策

生活系の負荷削減対策として滋賀県では、窒素・りん除去可能な高度処理終末処理場を備えた公共下水道の整備に最も力を入れている。平成7年（1995年）における滋賀県総人口に占める下水道処理人口の比率は31.8%であり、農村下水道は4.8%、合併処理浄化槽は9.3%、単独処理浄化槽は13.4%、し尿くみ取りは37.0%、自家処理が3.6%となっている⁹⁾。下水道建設は管渠敷設工事に時間と費用がかかるため、なかなか普及率が上がらないのが現状である。

農村部の集落では、農村集落排水処理施設（農村下水道）が建設されている。この施設が整備された箇所は平成9年（1997年）3月で195地区になっている。この施設での窒素、りん除去率は、公共下水道に比べると低いが、小型の合併処理浄化槽に比べると高く、最近では技術の進歩によって徐々に除去率が高くなってきている。また、一般に工場排水の流入がないため、汚泥をコンポスト化し農地還元等を行うことも可能であり、農村部には適した処理方法といえる。しかし、実際にはコンポスト化には多額のコストがかかるため、汚泥のコンポスト化を実施しているのは滋賀県内ではびわ町のみである（平成9年、1997年時点）。

合併処理浄化槽は、単独処理浄化槽に比べ有機物の除去率が高い点で優れているが、現時点ではまだ窒素、りんを低コストで除去する技術は確立されておらず、富栄養化防止の観点では不十分な処理装置である。しかし、これまで垂れ流していた雑排水を処理するという面では、BODやCODの負荷削減に結びつくことは確かであり、滋賀県では平成9年（1997年）に合併処理浄化槽の設置を促進する条例を施行した。この条例によって下水道計画区域以外の地域、および、下水道計画区域であっても下水道整備が長期間期待できない地域では、家を新築あるいはトイレを水洗化する場合には合併処理浄化槽の設置が義務づけられた。

くみ取り便所にし尿を貯め、定期的にバキュームカーで収集・運搬し、し尿処理施設で処理するという方法は、日本独自の処理方式であるが、し尿処理施設の窒素、りん除去技術の進歩によって高い

琵琶湖水質保全計画の体系

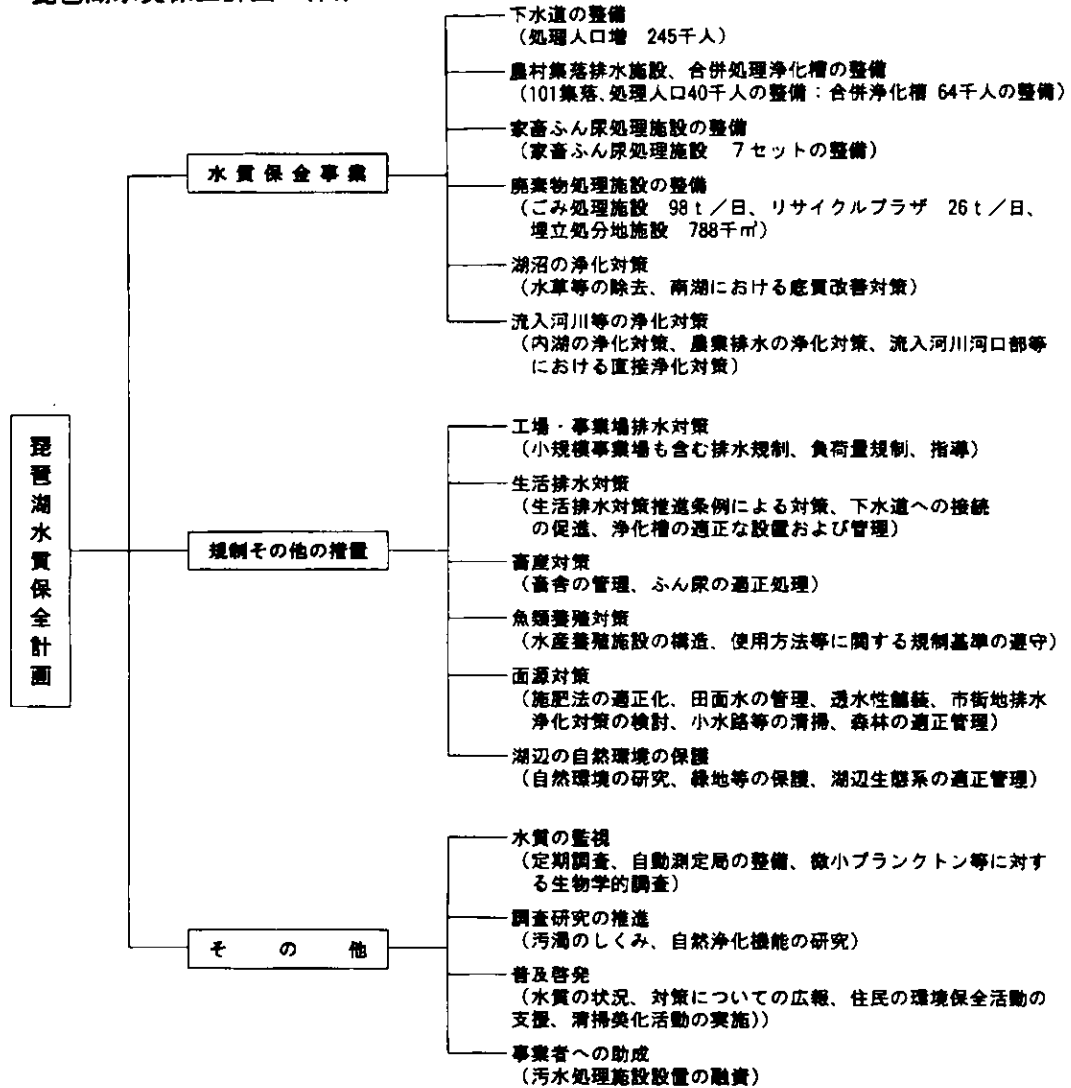


図18-32 琵琶湖水質保全計画の概要¹⁴⁾

除去率が実現されており、生活面では多少不便（不快）であるが、富栄養化防止の観点では、優れたし尿処理形態である。しかし、現実にはトイレの水洗化を希望する人が多く、下水道が当面整備される見込みのない地域ではし尿処理浄化槽に変更するケースが多い。

生活排水対策としてはこれらの他に、各家庭でできる取り組みがある。例えば、水の節水、フィルターによる調理くずの台所での捕捉、食用油の適切な処理、洗剤の適正な使用などである。これらの取り組みは県民それぞれの意識に委ねられており、行政はパンフレットの配布、自治会での取り組みの支援等を通して広報・啓発活動を行っている。

7.2 窒素、りんの排水規制

7.2.1 排水基準と規制対象規模

工場、事業場の排水に対する滋賀県の規制基準を表18-4に示す⁹⁾。滋賀県では上乘せ条例により国が定めた基準より厳しくしている。また、国では規制対象となる排水量規模を50m³/日としているが、滋賀県では10m³/日以上とし、小規模排水事業場に対しても規制を行っている（平成8年、1996年7月施行）。この小規模排水事業場対策の策定の経緯を以下に示す^{15)~18)}。

7.2.2 規制対象とする事業場の排水量規模の根拠

水質汚濁防止法の総量規制地域において、汚水・廃水等の処理方法などを報告させる対象とされて

いる小規模事業場の排水量規模が10m³/日相当とされていることや、これまで滋賀県では処理対象人員51人（概ね排水量10m³/日）を超える開発が行われる場合には合併処理浄化槽の設置を指導してきたことなど生活排水対策との均衡を考慮し、排水基準を適用すべき小規模排水事業場の規模を日平均排水量10m³/日とした。

ただし、すべての事業場が規制対象となるのではなく、特定施設として指定された施設が設置されている事業場（特定事業場）のみが規制対象となる。例えば、養魚場や公衆浴場などは特定施設に指定されていないため排水量の大小に関わらず規制対象とはならない。また、床面積が法律で定められた規模より小さい飲食店は、排水量が実際には大きくても規制対象とはならない。

図18-33に排水量規模別特定事業場の内訳を示したが、規制対象排水量のすそ下げ（30から10m³/日へ）、および、規制対象となる特定施設の追加（飲食店、病院、し尿浄化槽等の規制対象規模の拡大）を行った結果、新たに特定事業場となった事業場は1627施設であり全体の事業場数に占める割合は37.4%である。一方、特定事業場の排水量の内訳をみると、10～30m³/日の小規模事業場からの排水量が全体の排水量に占める割合は小さい。

7. 2. 3 排水基準設定にあたっての基本的考え方

(1) 既設、新設の区分

既設事業場に対しては、二次処理相当程度の施設で処理した場合の基準を設定し、新設事業場に対しては、新たな汚濁負荷の増加を抑制する観点からより厳しい基準とした。なお、上乘せ排水基準値は、いかなる時点でも基準値を超えることを認めない最大値規制を原則とした。

(2) 製造業に係る排水基準

原則として、業種ごとの排水特性に応じた処理施設を設置させるものとし、排水基準は業種別の排水処理の実態に基づき設定された。既設の事業場の排水基準は、業種別の平均的な処理水質を算定し、この値から最大値を推定して基準値とした。この換算は、水質汚濁防止法の一律基準における日間平均値と最大値の比を参考にし、COD、BODについては、平均値の1.25～1.5倍、窒素、りんについては、平均値の2倍とした。また、新設の事業場については、窒素については、処理前の平均的な原水濃度に対して50%の除去が可能であるとみなし、りんについては、安定した処理濃度が1mg/lとな

表18-4 滋賀県における排水基準（単位：mg/l）⁹⁾

業種区分	排水量m ³ /日	BOD		COD		SS	業種区分	排水量m ³ /日	窒素含有量		りん含有量		
		既設	新設	既設	新設				既設	新設	既設	新設	
製造業	食料品製造業	10～30	100	60	100	60	食料品製造業	10～30	40	30	8	2	
		30～50	70	50	70	50			25	20	4	2	
		50～1000	50	40	50	40			20	12	3	1.5	
		1000以上	40	30	40	30			15	10	2	1	
	弁当製造業	10～30	90	30	90	30	弁当製造業	10～30	60	45	8	6	
		30～50	70	30	70	30			30	25	5	4	
		50～1000	50	30	50	30			25	20	5	3	
		1000以上	40	30	40	30			20	20	3	2	
	織工業	10～30	80	60	80	60	織工業	10～30	40	30	6	2	
		30～50	60	50	60	50			15	12	2	1.2	
50～1000		50	40	50	40	10			8	1.5	0.8		
1000以上		40	30	40	30	10			8	1	0.5		
化学工業	10～30	70	40	70	40	化学工業	10～30	20	15	5	2		
	30～50	40	30	40	30			12	10	2	1.2		
	50～1000	30	20	30	20			10	8	1.5	0.8		
	1000以上	20	15	20	15			8	8	1	0.5		
ゼラチン製造業	10～30	70	40	70	40	ゼラチン製造業	10～30	20	15	5	2		
	30～50	50	40	50	40			20	15	2	1.2		
	50～1000	40	30	40	30			15	10	1.5	0.8		
	1000以上	30	20	30	20			12	10	1	0.5		
その他の製造業	10～30	70	40	70	40	その他の製造業	10～30	40	20	2	2		
	30～50	40	30	40	30			15	12	1.5	1		
	50～1000	30	20	30	20			12	8	1.2	0.6		
	1000以上	20	15	20	15			8	8	0.8	0.5		
その他の施設等	畜産施設	10以上	120	120	120	120	畜産施設	10以上	80	45	25 (16)	15	
	し尿処理施設	10以上	30	20	30	20	し尿処理施設	10以上	20	10	2	1	
	下水道終末処理施設	10以上	20	20	20	20	下水道終末処理施設	10～3000	20	20	1	0.5	
	し尿浄化槽	10以上	60	20	60	20	し尿浄化槽	10以上	51人～100人	60	45	8	6
		51人～100人	30	20	30	20				60	40	8	5
		101人～200人	30	20	30	20				60	40	8	5
		201人～500人	20	20	20	20				60	40	8	5
	その他の事業場	10～30	90	30	90	30	その他の事業場	10～30	50～1000	60	45	8	6
		30～50	70	30	70	30				30	25	5	4
		50～1000	50	30	50	30				25	20	5	3
1000以上		40	30	40	30	20				20	3	2	

備考：基準値は最大値。ただし、し尿処理施設、下水道終末処理施設、し尿浄化槽は日間平均値。

る施設を前提として処理水質を求め、それを最大値に換算して基準値とした。

(3) サービス業に係る排水基準

飲食店、旅館などのサービス業では、新設の事業場の場合は基本的にBOD20mg/l構造の合併処理浄化槽で排水処理させるものとして、その処理水平均濃度の1.5倍を排水基準とした。また、既設の事業所の場合は、BOD60mg/l構造以上の性能の合併処理浄化槽で処理されていることを想定し、その処理水平均濃度の1.5倍を基準値とした。

7.2.4 小規模排水事業場の規制による負荷削減見込み量

小規模排水事業場に係る規制の拡大によって見込まれる負荷削減量の琵琶湖流入全負荷量に対する割合は、CODで5%、窒素で1%、りんで2%程度と見込まれ、全体の負荷量に対する割合としては小さい。しかし、残された負荷削減対策の中では大きいものであり、地域的な水環境の改善にとっては効果があるものと考えられた。また、この規制によって下水道への接続が促進されるという副次的効果もあると考えられる。

7.2.5 排水処理施設改善のための低利融資制度

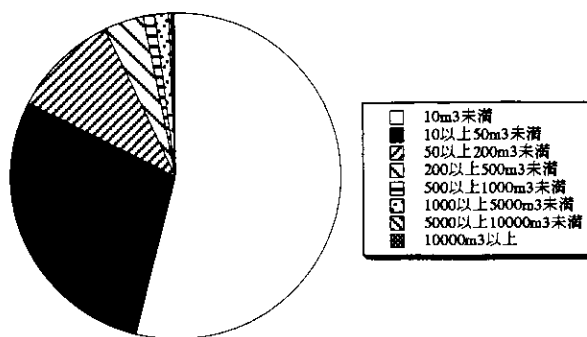
小規模排水事業場には、経営規模が小さく、直ちに排水基準に適合するための排水処理施設改善を求めることが困難な場合も多いと予想されることから、排水基準の適用に際しては、改善猶予期間の設定や資金的な支援などの配慮が必要である。そのため滋賀県では処理施設改善のための時限的な低利融資制度を新たに設けている。また、行政によるきめ細かな現場指導を徹底し、事業者が事前に対応措置を講じられるよう支援している。

参考に、滋賀県の調査では、小規模事業場の排水処理設備費は、1m³当たり70~150万円程度であり、10m³/日の処理能力の施設ではおよそ1500万円の設備費となっている。また、電気代、汚泥処理費等の維持管理費は、1月当たり8~15万円となっている。1500万円の融資を受けた場合の返済金は(15年償還、無利子として)は1月当たり約8万円であるので、1月当たりの負担金は維持管理費を合わせると16~23万円程度になる。

7.3 公害防止協定

公害防止協定は、企業と住民あるいは市町村との間で、法とは別に、排水基準の強化や立入調査権等を規定した協定書を取り交わし、公害防止を図っていく方法である。この方法は法律の対象となっていない事項に対する規制や立入検査の権限がない市町村にとっては有効であり、昭和39年の横浜市での事例を最初として、全国的に普及した。滋賀県における公害防止協定は、**図18-34**に示すように、昭和48年(1973年)をピーク(230件)として、その前後に多数締結されている。

規模別特定事業場数の内訳
(総事業所数5,897)



規模別排水量の内訳
(総排水量1,121,690m³/日)

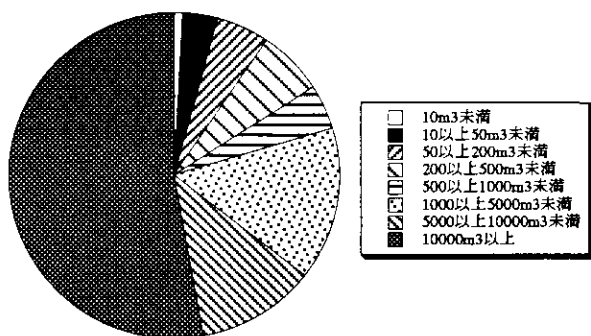


図18-33 滋賀県における特定事業場の数と規模
(平成9年3月)⁹⁾

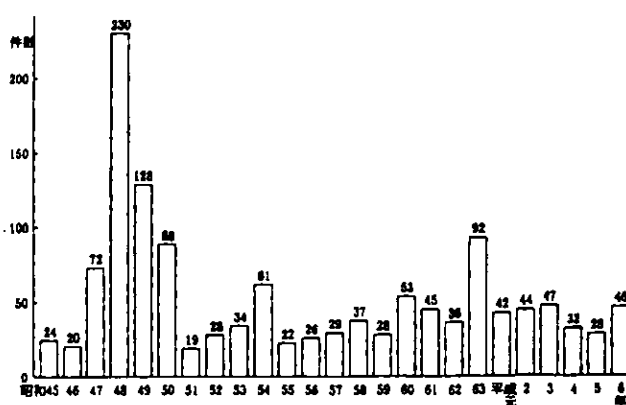


図18-34 公害防止協定の新規締結件数の推移¹⁹⁾

公害防止協定の形式は、協定書と覚え書きからなっているのが一般的で、協定書には立ち入り調査権、操業停止命令、損害賠償等の各企業に共通する条項を規定し、覚え書きでは、各企業別に水質・大気などの具体的な基準値を定めている。その内容は、基準値については公害法令より厳しい値を、基準項目については、公害関連法令に含まれていない項目で、その地域で公害問題を引き起こしている項目が含まれている場合が多い。協定締結の時期は立地時と操業開始以降とに分けられるが、後者の方が多い。

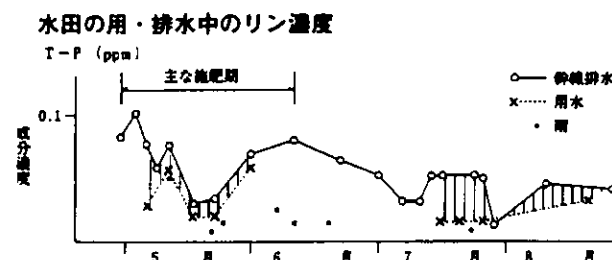
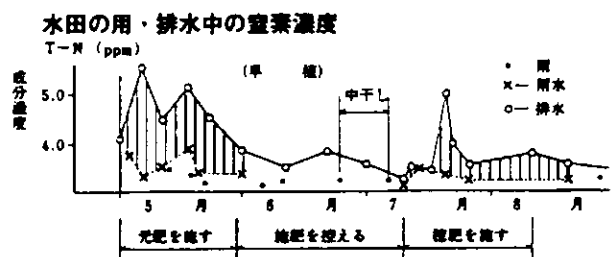
このような協定は企業にとっては一見メリットが少ないように思えるが、次のような効果があったことが企業から報告されている³⁾。

- (1) 行政との対話生まれ、お互いの理解ができるようになった。
- (2) 地域住民の信頼が得られるようになった。
- (3) 行政が紛争の窓口になってくれることもある。
- (4) 廃水処理施設の導入等公害防止の設備投資の理由が明確になった。
- (5) 従業員の公害防止意識が向上した。

7.4 農業系負荷対策

水田や畑からの汚濁負荷は面源負荷（ノンポイントソース）と呼ばれるが、この面源負荷については、まだデータの蓄積が少なく、その経年変化や湖沼水質への影響はよくわかっていないのが現状である¹⁾。

琵琶湖では昭和52年（1977年）5月に大規模な赤潮が発生し、これを契機として琵琶湖条例の制定が一気に進められることになったが、一方では、この年以降毎年発生を繰り返す赤潮の原因究明のための調査研究が続けられ、昭和56年（1981年）に提出された「琵琶湖プランクトン異常発生調査団」（代表・門田元京大教授）の報告書では農業排水もその原因の一つとして可能性があることが指摘されている²⁾。琵琶湖での赤潮の発生時期は4月下旬から6月初旬にかけてであるが⁸⁾、4月下旬から5月初旬にかけて県内の水田では一斉に代かき・田植えが行われ、それに伴い栄養塩が流出する（図18-35）。



（「クリーン&リサイクリング農業」滋賀県より）

図18-35 水田の用排水中の窒素、りん濃度の季節変化²⁾

その栄養塩流出と水温上昇が相乗作用と

なって赤潮の発生を促している可能性が考えられる。水田は江戸時代以前からあったのになぜ最近になって赤潮が発生するようになったのかという疑問があるが、これには圃場整備に伴う用・排水分離、用水供給のパイプライン化、排水路の直線化・コンクリート化が影響しているのではないと思われる。ただし、赤潮の発生には農業の影響だけでなく集水域の人口増加や産業発展にともなう栄養塩負荷量の増加が影響していることも否定できない。

滋賀県では、琵琶湖条例の制定を受けて農業からの汚濁負荷量の削減を図るため「クリーン&リサイクル農業」が農林水産部によって推進されてきた。その内容は下記のようなものである²⁾。

- 1) 施肥量の削減……元肥重点施肥から追肥重点施肥へ
- 2) 施肥方法の改良……全層施肥の普及、施肥田植機の普及
- 3) 土壌管理の適正化
- 4) 水管理の適正化……かけ流しの抑制
- 5) 代かき時の濁水流出防止

施肥量の削減については、この施策によって1割削減されたとしている。また、平成8年度には新しく「みずずまし構想」という農業系負荷削減計画が策定され事業が開始されつつある²²⁾。この構想では、水質および生態系の保全を考慮した農業の方向性を打ち出しており、次のような施策に重点が置かれている。

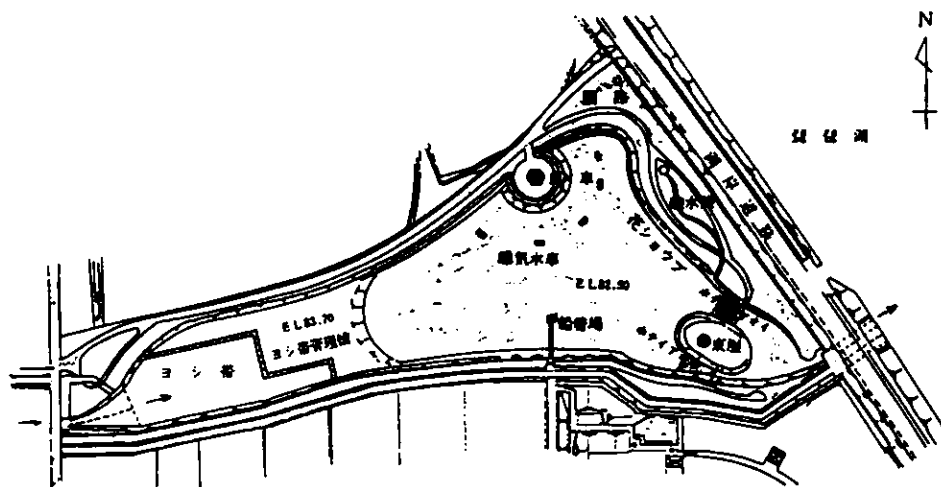


図18-36 水質浄化もねらった整備内湖の例（新旭町菅沼）¹³⁾

1) 琵琶湖の水質保全および生態系保全に結びつく対策を積極的に実施する。特に、自然浄化機能を利用した浄化方法を積極的に取り入れる。例えば、逆水かんがい区域での循環かんがいの促進、農業用水の反復利用の促進、内湖・ため池・湿地の整備、造成による水質浄化の促進など。

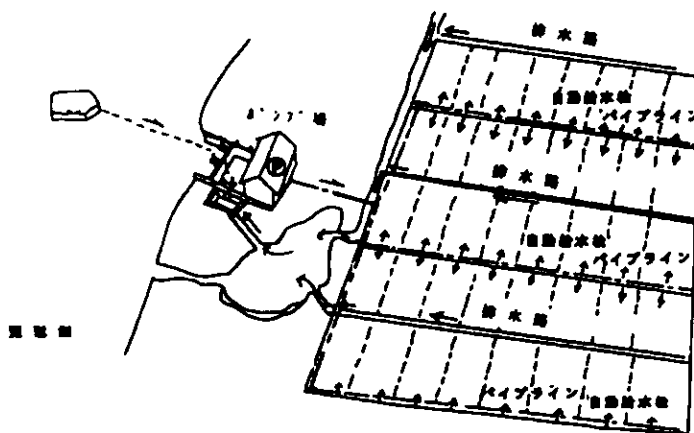


図18-37 循環かんがい施設の概観²⁴⁾

2) 対象地域の自然環境（生態系）に調和した対策を実施する。例えば、ため池、湿地等を利用した水質浄化。

3) 対象地域の社会環境（景観、歴史、住民の要望等）に調和した対策を実施する。例えば、親水性護岸の農業用排水路

4) 地域の住民、農家、団体（企業）と行政とが協力して対策に取り組む。例えば、ため池や湿地の維持管理。

5) 水質浄化施設で発生する汚泥等の派生物のリサイクルを図る。

すでに、滋賀県内では内湖を利用した浄化施設（図18-36）や循環灌漑施設（図18-37）がいくつか建設されている。そのうち一部の内湖で水質浄化効果を調査した結果を表18-5に示す。CODでは除去率はマイナスになっているものが多いが、これは内湖で植物プランクトンが増殖しているためと推定される。T-N、T-Pでは除去率はプラスとなっている場合が多いが、いずれにしてもばらつきが大きく、今後さらに調査データを増やし、除去率に及ぼす影響因子について詳しく検討していく必要がある。

7.5 その他の陸域での対策

水路浄化法などの自然浄化機能を利用した浄化施設が最近各地で建設されているが、汚泥の引き抜きや酸素の補給などの維持管理を適正に行わなければ水質浄化は期待できない²⁵⁾。内湖を利用した浄化施設においても、堆積汚泥の定期的浚渫や水生植物の刈り取りなどの維持管理方法の確立、および、維持管理をする人の確保、体制づくりが重要な検討課題であろう。

陸域での水質保全対策として、森林の保全も重要である。森林は栄養塩類を貯蔵する機能を持って

表18-5 内湖における水質測定結果

		COD			SS			T-N			T-P		
		流入	流出	除去率	流入	流出	除去率	流入	流出	除去率	流入	流出	除去率
		(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(%)
貫川内湖	代かき期	6.97	5.53	20.7	44.37	16.50	62.8	1.28	1.14	9.5	0.20	0.16	20.0
	普通期	3.40	3.50	-2.9	8.07	3.73	53.8	0.80	0.68	15.0	0.08	0.04	33.3
	汚濁期	2.50	3.20	-28.0	9.00	5.43	39.7	0.70	0.57	18.8	0.04	0.04	0.0
	平均	4.29	4.08	-3.4	20.48	8.55	52.1	0.92	0.80	14.4	0.10	0.08	17.8
曹湖	代かき期	4.35	4.48	-3.0	16.35	10.73	34.4	0.84	0.81	3.8	0.13	0.11	15.4
	普通期	3.25	4.43	-36.3	8.92	8.85	1.0	0.65	0.65	0.0	0.11	0.10	9.1
	汚濁期	2.03	3.23	-59.1	3.70	11.28	-204.9	0.61	0.61	0.0	0.08	0.10	-66.7
	平均	3.21	4.05	-32.8	8.99	9.82	-56.5	0.70	0.69	1.2	0.10	0.10	-14.1
野田沼	代かき期	3.43	4.20	-22.4	33.55	18.03	52.2	1.01	0.73	27.7	0.25	0.14	44.0
	普通期	3.64	4.66	-21.4	11.58	11.28	2.8	0.95	0.87	8.4	0.25	0.17	32.0
	汚濁期	2.00	2.50	-25.0	4.48	8.65	-93.1	0.79	0.62	21.5	0.14	0.12	14.3
	平均	3.09	3.79	-22.9	16.54	11.99	-12.8	0.92	0.74	19.2	0.21	0.14	30.1

(備考) (1) 月一回程度の調査の平均値。流入流出口が複数の場合はその平均値。

(2) 曹湖 (1988-90年度の5年間の平均値)

(3) 貫川内湖 (1988-90年度の3年間の平均値)

(4) 野田沼 (1992,91年度の2年間の平均値)

(出典) 滋賀県農村整備課資料。一部改変。

おり、森林を保全することは琵琶湖への栄養塩の流出量を少なくすることに結びつくと考えられる。

7.6 湖岸、湖内での対策

7.6.1 南湖水質改善事業

アオコの発生などの水質の悪化が著しい琵琶湖の南湖について、水質改善対策の検討、実施にあたり必要なデータを得るために、昭和63年(1988年)から南湖を対象に底質の状況、水の華、水質等の詳細な調査を行うとともに、底泥浚渫による底質改善、ヨシ原を利用した水質浄化事業等の各種パイロット事業を行い、その実施可能性や効果を検討している。

これらのパイロット事業の効果はまだ十分にわかっていないが、底泥を浚渫した後覆砂した場合は底泥からの窒素、リンの溶出は抑えられる結果が出ている²⁶⁾。ヨシ原の浄化効果については実験規模では良い結果が得られているが²⁷⁾、現場での効果を評価できるだけのデータがまだ揃っていない。ため池を利用した雨天時流出水の滞留実験では、データのバラツキが大きい、滞留時間を1日以上にすれば、T-Pについては20~40%程度除去できる結果が得られている。T-Nや溶存態栄養塩については、滞留時間を60時間程度にしても除去は難しいという結果が得られている²⁸⁾。

7.6.2 ヨシ群落保全条例

ヨシ帯は、自然景観の維持、魚類・鳥類の生息場所、湖岸の浸食防止、水質保全等多様

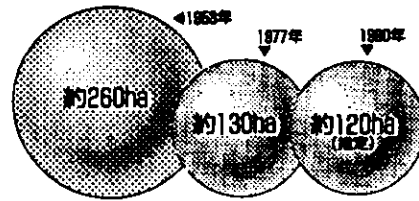


図18-38 ヨシ帯の面積の推移²⁾

ヨシ群落保全区域指定概略図

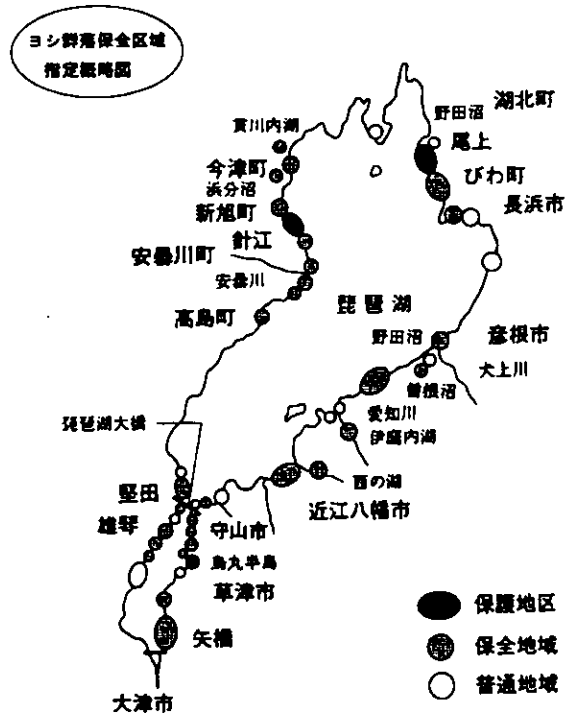


図18-39 ヨシ群落保全条例によるヨシ群落の保全・保護区域²⁹⁾

な機能を有し、豊かな生物相を育み、琵琶湖の環境保全に大きな役割を果たしている。しかし、内湖の埋め立てや湖岸堤の建設によってヨシ群落の面積は減少している（図18-38）。そこで、このような多様な機能を持つヨシ群落を保全するために平成4年（1992年）に「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」が施行された。

条例では、ヨシ、マコモ、ウキヤガラ、ガマ等の抽水植物とヤナギ類が一体となったものをヨシ群落と定義し、「ヨシを守る」、「ヨシを育てる」、「ヨシを活用する」の3本の柱をその内容としている（29）。

「ヨシを守る」では、琵琶湖や内湖で保全が必要な場所を「ヨシ群落保全区域」に指定しヨシ群落の保全を図る（図18-39）。「ヨシを育てる」では、ヨシ群落の保全およびヨシの増殖のために、ヨシの刈り取りや、消波柵の設置、植栽等を行う。「ヨシを活用する」では、刈り取ったヨシの商品化などの有効利用方法の研究を進め、また、ヨシ群落を利用した環境学習や自然観察会を実施するなどして広く県民にヨシ群落の必要性を啓発していく。

ヨシ原の水質浄化能力については、まだ十分に明らかにされていない。滋賀県水産試験場が現場調査を実施し、その結果をもとにシミュレーションでヨシ帯の浄化能力を評価した結果³⁰⁾によると、窒素の浄化能力が約58 mg/m²/day、リンの浄化能力が約3 mg/m²/dayと見積っている。琵琶湖全体の抽水植物群落の面積を126ha³¹⁾とすると、琵琶湖全体での浄化能力は窒素で73 kg/day、リンで3.8 kg/dayとなる。琵琶湖に流入する総負荷量（1990年推算）は窒素で24.1 t/day、リンで1.7 t/dayであることから、これに対するヨシ等の抽水植物帯による浄化量は、窒素で0.3%、リンで0.2%になる。量的には小さい結果になったが、ヨシ帯の水質浄化機能については、まだ、データの蓄積が不十分であり、さらに調査・研究が必要である。また、ヨシ帯等の水生植物群落は、魚や鳥類など多様な生物を養う機能を持つといわれており、水質浄化機能だけでなくそのような生態系保全機能の評価も重要である。最近の研究でヨシ帯の内部では動物プランクトンの現存量が多く、また、それを餌とするニゴロブナの生育にとって好条件であることが明らかにされている³²⁾。

7.7 その他の対策

7.7.1 調査研究の促進

琵琶湖の水質保全対策を考えるためには、湖内の水質、生物、底質、流況等の自然環境および集水域の自然、社会環境に関する基礎的なデータを蓄積していくことが、非常に大切である。このため、琵琶湖研究所、琵琶湖博物館、衛生環境センター、農業試験場、水産試験場、滋賀県立大学等の試験研究機関で多方面の調査研究が行われている。また、各機関の研究内容の調整や協力を図るため、試験研究機関連絡会議が年2回程度開かれている。

琵琶湖総合開発が進められる中で自然科学及び人文・社会科学を含めた多面的視点から環境保全施策のあり方を総合的に考えるシンクタンク的な機関として琵琶湖研究所が昭和57年（1982年）に設立された。この研究所は琵琶湖に関する情報を一括して収集整理し、琵琶湖に関する情報及び研究成果を行政および一般県民に提供する役割を担っている。その後、滋賀県立大学や琵琶湖博物館が設置され、現在はそれらの機関で共同してその役割を担う形になってきている。

7.7.2 研究成果情報の普及

琵琶湖博物館等の試験研究機関では、セミナー、講演会、研究会等を一般市民を対象に実施しており、研究成果を市民に還元するよう努めている。また、各機関では定期的にニュース、パンフレットを作成、配布し、情報の普及に努めている。

7.7.3 環境教育、環境学習の促進

小学生、中学生、高校生を対象とした琵琶湖の環境に関する副読本を発行し環境教育の教材としている。また、船を活用した学習会や水辺での自然観察会など各種イベントを企画し、環境学習の場を提供している。

7.7.4 行政機構改革

平成9年度（1997年度）から、滋賀県では行政機構改革を行い、環境に関わる部局を統合し「琵琶湖環境部」を創設した。この部は、従来の環境担当部局と下水道担当部局と森林管理担当部局を統合

した部である。農業・水産や水道・衛生関連の環境部局は統合されなかったが、琵琶湖での環境保全施策を効率よく実行していく上で、このような行政機構改革は有効と考えられる。

8. 琵琶湖の水質改善に向けての課題

琵琶湖では、これまで述べたように湖沼水質保全計画に基づき下水道の整備を始めとして様々な対策が実施されてきた。しかし、水質の改善状況は芳しくない。この原因としては、次のようなことが考えられよう。

- (1) 農業等の面源負荷量の算定値が過小評価になっている可能性が高く、点源負荷量が多少削減されたとしても総流入負荷量の変化が小さい可能性があること。
- (2) し尿くみ取りからし尿浄化槽（単独または合併処理）への移行に伴い窒素、りんの入力負荷量が増加している可能性があること。
- (3) ライフスタイルの変化により生活系の負荷量原単位が増加している可能性があること。
- (4) 琵琶湖のように容積の大きい湖沼では、滞留時間が長く（約5年）、流入負荷量の変化が即座には湖沼の水質変化に現れにくいこと。
- (5) 底泥堆積物からの栄養塩溶出に伴う負荷量は、集水域からの流入負荷量が減少したとしても即座には減少しない可能性があること。

このような点についてもさらに科学的分析を進める必要がある。

一方、琵琶湖周辺での人口増加や産業発展が著しい中、水質はそれほど悪化していないと解釈することもできる。このような視点で見ると、これまで実施してきた対策はある程度効果が発揮されていることも事実である。

いずれにしても、水質保全計画でこれまでに実施されてきた排水規制を始めとする法的規制、下水道整備事業、合併処理浄化槽の普及、雑排水対策としての水路浄化施設の建設、湖岸のヨシ帯の保全等の様々な対策の湖沼水質への影響や負荷削減に対する効果を科学的に再度評価し直す必要がある。今後、より効果的な事業を展開していくためには、これまでの経験とデータを有効に活用し科学的分析に基づき効果的対策を見い出していくことが大切である。

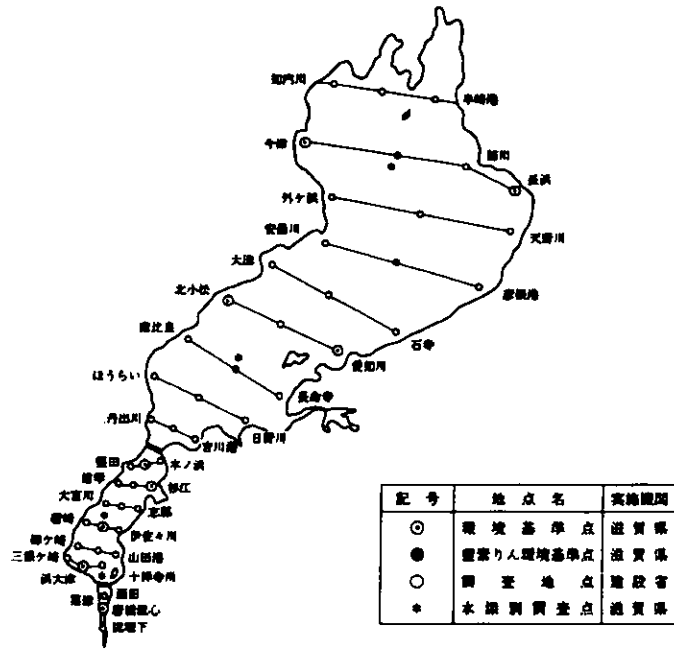
引用文献

- 1) 琵琶湖・淀川水質保全機構（1995）琵琶湖・淀川の水質保全。
- 2) 滋賀県教育委員会、滋賀県生活環境部編集（1997）琵琶湖と自然（四訂版）。
- 3) 国際協力事業団国際協力総合研修所、国際湖沼環境委員会（1990）湖沼環境保全対策および適正技術に関する調査研究。
- 4) 滋賀県（1982）琵琶湖総合開発100問。
- 5) 滋賀県（1997）琵琶湖総合保全整備計画の在り方、平成9年3月。
- 6) 建設省近畿地方建設局琵琶湖工事事務所、水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所（1996）水のめぐみ館「アクア琵琶」パンフレット。
- 7) 滋賀県琵琶湖総合開発推進協議会（1995）琵琶湖総合開発。
- 8) 滋賀県琵琶湖環境部（1997）滋賀の環境（平成9年版環境白書の概要）
- 9) 滋賀県（1997）環境白書、平成9年版
- 10) 滋賀県農林部（1980）クリーン&リサイクル農業。
- 11) 大久保卓也（1997）琵琶湖の水質とノンポイント負荷、滋賀県琵琶湖研究所所報、14、16-19。
- 12) 琵琶湖条例の記録編集委員会編集（1983）美しい湖を時代へー琵琶湖条例制定のあゆみとその後ー、ぎょうせい。
- 13) 滋賀県生活環境部（1985）滋賀県水質審議会資料、昭和60年3月。
- 14) 滋賀県生活環境部環境室（1997）滋賀の環境 水質編
- 15) 松居弘吉、深田富美男（1995）琵琶湖流域における小規模排水事業場対策、霞ヶ浦世界湖沼会議資料。

- 1 6) 滋賀県生活環境部 (1992) 滋賀県公害対策審議会水質部会資料、平成4年12月。
- 1 7) 滋賀県生活環境部 (1993) 滋賀県公害対策審議会水質部会資料、平成5年2月。
- 1 8) 滋賀県生活環境部 (1994) 滋賀県公害対策審議会資料、平成6年3月。
- 1 9) 滋賀県 (1996) 平成7年度版環境白書
- 2 0) 琵琶湖・淀川水環境会議編 (1996) よみがえれ琵琶湖・淀川、日経サイエンス社。
- 2 1) 滋賀県生活環境部 (1985) 滋賀県水質審議会資料No.2 (昭和60年3月13日)
- 2 2) 滋賀県農林水産部 (1997) みずずまし構想
- 2 3) 滋賀県農林水産部農村整備課 (1995) 土地改良関連環境保全事業。
- 2 4) 滋賀県農林水産部農村整備課資料 (1996)
- 2 5) 大久保卓也ほか (1995) 数理モデルによる水路浄化法の性能に及ぼす影響因子の検討, 水環境学会誌, 18(2), 121-137.
- 2 6) 鈴木隆夫、森田尚 (1997) 赤野井湾漁場の水質・底質モニタリング調査、平成8年度滋賀県水産試験場事業報告、80-82.
- 2 7) 中川元男ほか (1995) 水性植物による琵琶湖流入河川の浄化実験、環境システム研究、23、382-389.
- 2 8) 滋賀県土木部資料 (1996)
- 2 9) 滋賀県生活環境部環境室 (1994) ヨシ群落保全条例のあらまし。
- 3 0) 日本水産資源保護協会ほか (1996) 湖沼沿岸帯の浄化機能。
- 3 1) 浜端悦治 (1996) 水位低下時に計測された湖岸植生面積、滋賀県琵琶湖研究所所報13。
- 3 2) 藤原公一 (1996) ニゴロブナの発育の場としてのヨシ群落の重要性、第14回琵琶湖研究シンポジウム報告集「農山村地域の生物と生態系保全」。

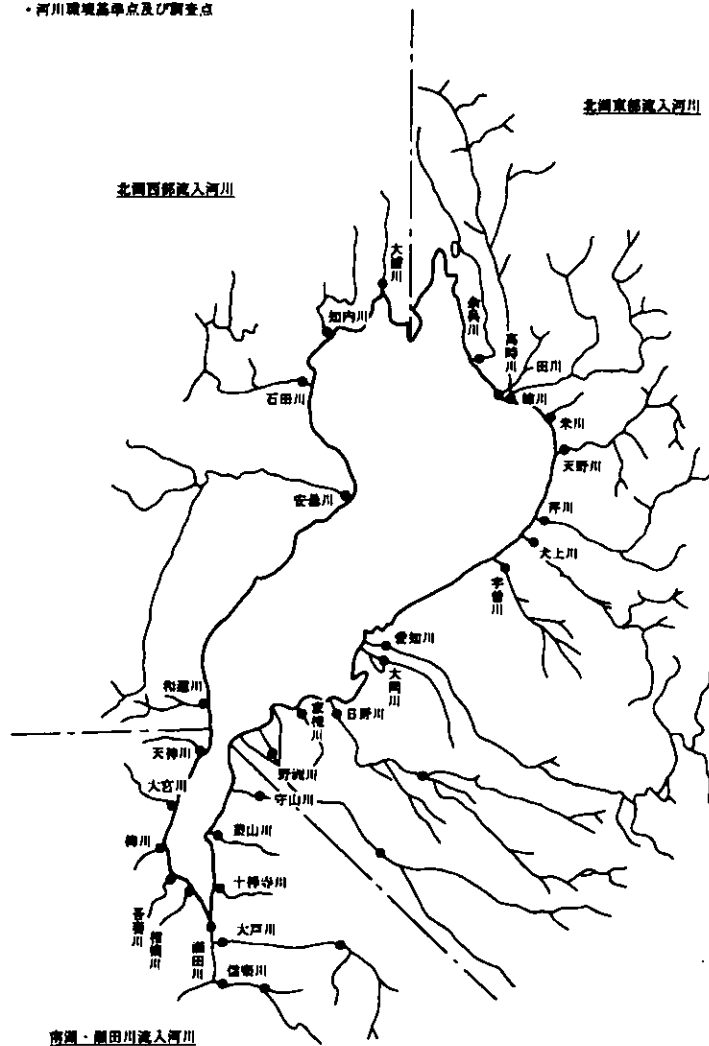
(資料) 水質測定点 (琵琶湖および流入河川)

琵琶湖・瀬田川水質測定地点図



公共用水域水質調査図

・河川環境基準点及び調査点



第19章 霞ヶ浦

1. 霞ヶ浦の概況

1. 1 霞ヶ浦

首都・東京の北東約60~90Km に位置する霞ヶ浦は、我が国第2位の広さを有する自然淡水湖である。特徴としては、湖面積に比べて水深が極めて浅いという自然的条件と、古代から様々な様相が変化してきたという歴史的条件を有していることがあげられる。特に近年においては、首都圏にあって平坦な流域は開発可能地域として、また、豊かな水は貴重な資源として、人為的な改変と利用・管理が進んでいる湖である。

霞ヶ浦とは、西浦、北浦及び外浪逆浦を合わせた総称である(図19-1)。一般的には西浦を指して霞ヶ浦と呼ぶことも多いが、ここでは環境や河川の法律に準じて3水域を合わせて霞ヶ浦と表現する。

霞ヶ浦の面積は約 220km²、平均水深は約4m、容積は約 8.5億m³ である⁵⁾(表19-1)。また、湖岸線は約250Km と長く、その形状は細長く、数本の河川が合わさった様相をしていることから、周辺住民は霞ヶ浦を「川(かわ)」と呼んでいる。

霞ヶ浦は、昔海だったところに上流から運ばれてきた土砂によって河口がふさがれてできた海跡湖である。そのため、現在でも水面高(Y.P.+1.0m)は海拔16cmである。そして、流入する河川は56を数えるが、流出する河川は常陸川1河川のみで、利根川の下流部(河口から約18Km地点に合流)を経て、太平洋に繋がっている。

なお、現在では、常陸川と利根川の合流地点に、通称逆水門と呼ばれる常陸川水門が建設されており、この水門の操作によって霞ヶ浦への海水の侵入を阻止している。このことから、多くの人々に霞ヶ浦は最近まで汽水湖であり、逆水門の締切りによって湖水が淡水化したという印象を与えている。しかし、実際には霞ヶ浦が現在のような淡水湖の姿になったのは250年以上も前で、江戸時代の寛永15年(1638年)前後といわれている²³⁾。



図19-1 霞ヶ浦の名称と水深

表19-1 霞ヶ浦の諸元

区分	項目	単位	霞ヶ浦	利根川	荒川	荒川	牛久沼
湖	成因	-	海跡湖	新層湖	新層湖	沼澤湖	河口部への土砂の堆積
	最大水深	m	7	104	7	6.5	3
	平均水深	m	4	41	4	2.1	1
	湖面積	km ²	220	674	13	9.35	6.52
	湖岸線	km	250 (JR水戸駅から山台までとほぼ同じ)	235	16	22	20
	湖目録	冊数	約8 (後編東京ドームの645冊分)	約275	約0.6	0.2	0.065
	平均滞留日数	日	約200	約2,000	約47	50	17
	冠水高さ	m	0.16	85	750	0	1
流域	流域面積	km ²	2,156 (茨城県流域面積の約3分の1)	3,848	531	430	148
	流域の市町村	-	44市町村 (茨城県41、千葉県2、栃木県1)	ほぼ全県	6市町村	9	6
	湖周辺の市町村	-	22市町村 (茨城県20、千葉県2)	20市町村	4市町村	4	3
	流域人口	万人	約95	約120	約19	約15	約9
	年間平均降水量	mm	1,350 (年間平均降水量28.2mm)	1,924	1,374	1,330	1,350
	年間平均流出量	億m ³	約14 (年間平均流出率48%)	約49	約6	約1.5	約1.4

1. 2 霞ヶ浦の流域

霞ヶ浦の流域は、茨城県、栃木県、千葉県の44市町村にまたがり、その面積は約 2,200km² で、茨城県全面積の約3分の1に相当する(図19-2)。

流域には、現在約25万世帯95万人の人々が生活している。昭和45年頃(1970年)までは60万人程の人口であったが、近年の人口増加は著しく、今後も増加が見込まれる地域である(図19-11)。しか

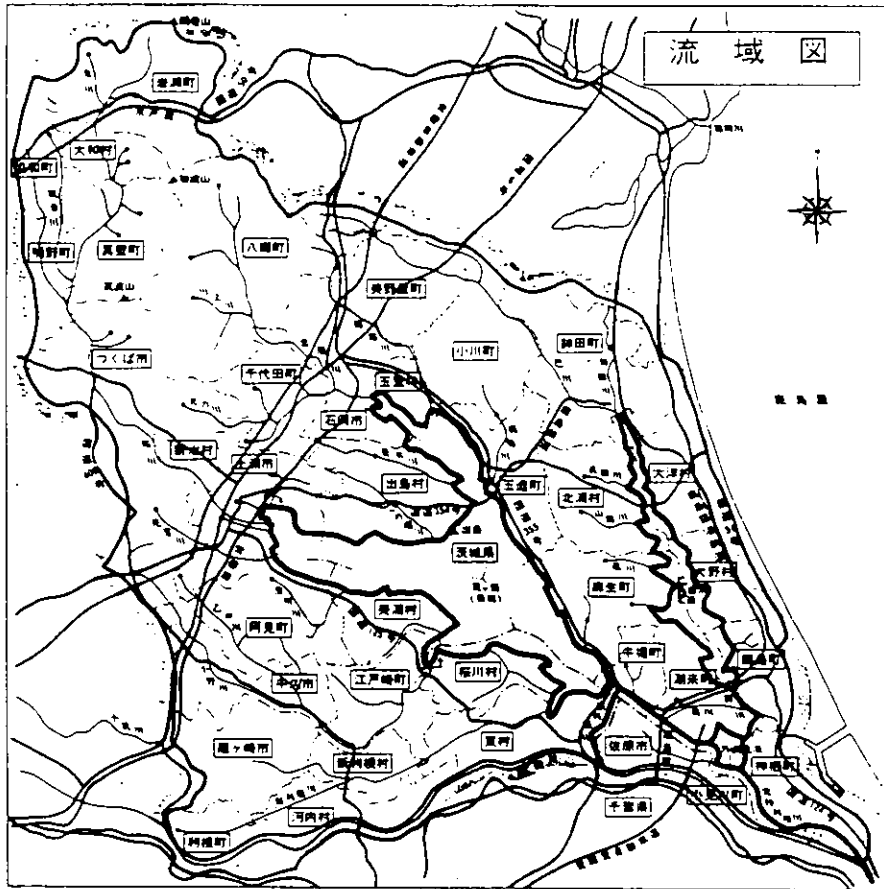


図19-2 霞ヶ浦流域図

し、首都圏の中にあつては、まだ比較的低密度の地域に属する。

霞ヶ浦流域の地形は、筑波山地、洪積台地、沖積低地がそれぞれ20、60、20%の割合を占め、人が住みやすい平野部が80%にも及んでいる¹⁸⁾。また、その土地利用は、水田(20.2%)や畑・樹園地(15.7%)など農耕地としての利用が多く、山地等(40.5%)のうち約半分は、洪積台地(標高30~50m)にある平地林と呼ばれる緑地と裸地などの荒地で、標高150mを越す山地森林地帯は約20%程であり、日本の中では極めて山地森林が少ないのが霞ヶ浦流域の特徴である。

さらに、市街地(13.3%)としては、古くから発達した小都市が流域内に点在しているが、近年、鹿島臨海工業地帯の造成や、筑波研究学園都市の建設、高速自動車道路の整備などに伴い、新たな都市が形成され、農耕地や平地林が減少し市街地が増加する傾向が続いており、土地利用も大きく変容しつつある地域といえる(図19-3)。

この流域では、温暖な気候と恵まれた自然資源を利用して、農業、畜産業、水産業など第1次産業が盛んに営まれている。特に、経営規模が高いレベルにある水郷地帯の稲作、生産量としては全国第

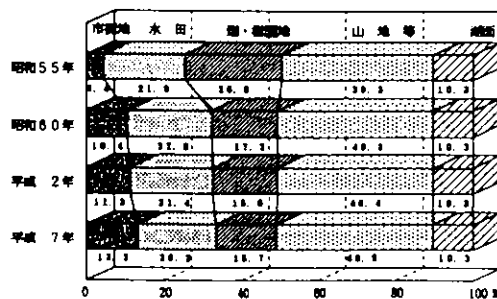


図19-3 流域の土地利用とその推移

表19-2 流域の主な産業

工業	●工業出荷額 2兆3,884億円 (県出荷額の約5分の1、全国9位)
農業	●米作付面積 49千ヘクタール (県作付面積の約2分の1、全国5位) ●れんこんの作付面積 1,730ヘクタール (県作付面積のほとんど、全国1位) ※首都圏の生鮮食糧の供給地
畜産	●豚飼養頭数 30万頭(県飼養頭数の約5割、全国3位) ●肉用牛飼養頭数 2.3万頭(県飼養頭数の約4割、全国17位) ●乳用牛飼養頭数 2.7万頭(県飼養頭数の約6割、全国8位) ●採卵鶏飼養羽数 686万頭(県飼養羽数の約6割、全国3位)
水産	●内水面漁獲量 4,576トン(県漁獲量の約4割、全国1位) ●コイ養殖生産量 5,537トン(県生産量のほとんど、全国1位)

(注)1. 数値は平成6年度のものを示す。(工業は平成5年度)
2. 農業の数値は、関連市町村のものを示す。

1位のレンコン、全国第3位を誇る養豚、さらには、内水面漁獲量、コイ養殖生産量はともに全国第1位となっている(表19-2)。

また、首都・東京に近いことから、近年、工場の新規立地が活発となり、年間工業出荷額は約2兆4千億円に達し、最近の10年間で約3倍に増加している。

かつて、霞ヶ浦の流域一円は、関東の水溜りといわれる水害常習地を抱え、さらに利根川や霞ヶ浦が天然の障害物となって交通体系の整備が疎外され、首都圏のなかの後進地域に取り残されてきた。しかしながら後進地域からの脱却を1960年代の命題にかかげ、県民の創意と工夫によって未来社会の創造に向かってのはなばなしい努力がなされてきたところである²⁴⁾。

2. 霞ヶ浦の利用と管理

2.1 霞ヶ浦と人との関わり

霞ヶ浦と人との関わりは、古くから多様な方面にみられた。とりわけ霞ヶ浦に生息する豊富な魚種が、内水面漁業の発展の基盤となってきた。漁業の主な対象魚種は、昭和55年(1980年)頃まではワカサギ、シラウオ、シジミであったが、最近ではハゼ、エビ、イサザアミとなっている(図19-4)。また、獲る漁業からつくり育てる漁業をめざし、昭和30年代後半(1955年)からコイの網いけす養殖も行われるようになった²⁵⁾(図19-21)。

水上交通路としての利用も古い歴史がある。特に江戸時代(1603~1867年)には、霞ヶ浦は東北・奥羽地方から江戸(現在の東京)へ運ばれる物資輸送の重要なルートであった。

農業用水としても古くから利用されていたが、その広汎な利用は、大正時代以降(1925年)ポンプなどの近代的用水施設が普及してからである。その後、水道用水としての利用が昭和30年代(1955年)から、さらに昭和40年代(1965年)になると鹿島臨海工業地帯造成を契機として工業用水としての利用が始まり、今日に至っている。

また、最近湖底の砂礫が、建設用資材として盛んに掘り取られている。霞ヶ浦は首都圏内の工事現場に近く、塩分をほとんど含まない砂礫を産することから、霞ヶ浦は首都圏の都市建設に欠くことができないものとなっている²⁶⁾(表19-3)。

この他、かつては浮島、天王崎、歩崎などいくつもの水浴場があって子供たちの遊びの場となっていた。また、霞ヶ浦一帯は、水郷情緒に富んだ観光地として全国的に知られ、水郷筑波国定公園に指定されている。そしていま、霞ヶ浦は首都圏に残された貴重な自然地帯としての評価が高まりつつあ

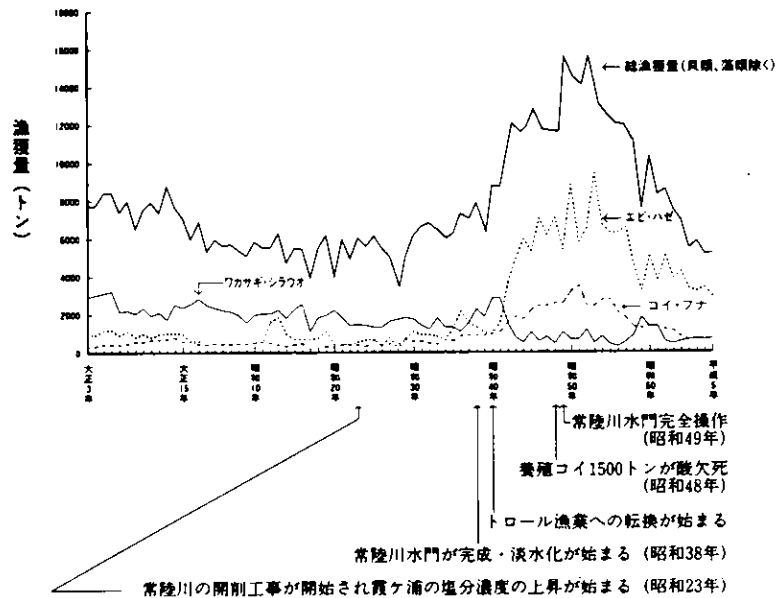


図19-4 霞ヶ浦の漁獲量の推移

表19-3 砂利採取量の推移

・砂利採取量(湖内) (単位:千㎡)

年度\水域	霞ヶ浦	北 浦	常陸利根川	計
昭和53	378	2	122	502
54	394	0	122	516
55	393	0	114	507
56	354	0	67	421
57	368	0	75	443
58	376	0	81	457
59	423	0	88	511
60	416	0	91	507
61	385	0	67	452
62	374	0	67	441
63	494	0	79	573
平成元	494	0	84	578
2	478	0	83	561
3	441	0	67	508
4	457	0	67	524
5	408	0	67	475

(注) 砂利採取業者数 16社 (内1社休業中)
資料: 建設省霞ヶ浦工事事務所

る。

2. 2 洪水と塩害

また、第一次、第二次世界大戦を契機とする国内の食糧増産要請などに応えるため、大正10年(1920年)頃より湖岸周辺の開墾事業や湖面の干拓事業が進められてきた。その結果、霞ヶ浦周辺の干拓地は約2,700haに達し、豊かな農地が拡張された。こうして現在、下流一帯は関東でも有数の穀倉地帯となっている。

ところが、霞ヶ浦周辺は低平地であり、水はけが悪いことからしばしば洪水に悩まされてきた¹⁰⁾(表19-4)。特に、昭和13年・16年(1938, 1941年)の洪水では、霞ヶ浦周辺に大きな被害が生じた。このため、戦後になって抜本的な改修計画として、常陸利根川の河道浚渫・川幅拡幅に着手し、流下

表19-4 主要洪水表

発生年月	水位・雨量	水 位	流域平均降雨量	備 考
昭和13年6、7月		Y.P. +3.34m	600mm(7日間)	台風
昭和16年7月		Y.P. +2.90m	315mm(4日間)	台風8号
昭和22年9月		Y.P. +1.96m	179mm(5日間)	台風9号(カスリン)
昭和25年7月		Y.P. +2.34m	248mm(10日間)	台風17号
昭和33年9月		Y.P. +2.30m	246mm(5日間)	台風22号(狩野川)
昭和36年6、7月		Y.P. +1.96m	300mm(7日間)	前線
昭和46年9月		Y.P. +1.91m	312mm(9日間)	台風23号、25号
昭和52年8月		Y.P. +1.84m	212mm(7日間)	前線、熱帯低気圧
昭和57年9月		Y.P. +1.80m	175mm(3日間)	台風18号
昭和60年6、7月		Y.P. +1.89m	115mm(2日間)	台風6号
昭和61年8月		Y.P. +2.05m	238mm(2日間)	台風10号
平成3年9月		Y.P. +2.31m	198mm(2日間)	台風18号
平成3年10月		Y.P. +2.50m	279mm(9日間)	台風21号

(昭和36年以前、井上水位観測所/昭和46年以降、出島水位観測所)

能力の増大を図った。この結果、霞ヶ浦や利根川の疎通はよくなったが、逆に海から塩水が遡上しやすくなった。また、昭和20年（1955年）頃より利根川からの取水量が増えたこととも重なって、常陸利根川沿いの水田ではしばしば塩害に見舞われるようになった。昭和33年（1958年）の濁水による塩害では、甚大な被害を被るに至った（図19-5）。

こうしたことから、昭和38年（1963年）5月に利根川からの逆流による洪水防除と干ばつ時の塩害防止のため、常陸川と利根川の合流地点に常陸川水門が建設された。これにより以前のような大洪水はなくなり、塩害も昭和50年（1975年）以降水門を順流操作（海水の混じる利根川の水を霞ヶ浦に逆流させないよう水門を操作すること）としてからは起きなくなった。

2. 3 霞ヶ浦総合開発

このように常陸川水門がその機能を果たすようになると、霞ヶ浦からの無効放流（利用しないまま流れ去る水）をこの水門でせき止め、それを有効に利用しようとする要望が一層強くなってきた。こうした背景には、日本経済の高度成長や茨城県内の地域振興政策によって、鹿島臨海工業地帯が開発されるようになったことや、筑波研究学園都市の建設が決定し、さらに東京圏の外延的拡大が進んできたこと、などがある。

霞ヶ浦周辺地域の山地や農地は浸透性に富む土壤に覆われていることから、昔から地下水が豊富であると考えられ、盛んに利用されてきた。しかし、地下水には限界があり、その水質も良好とはいえ

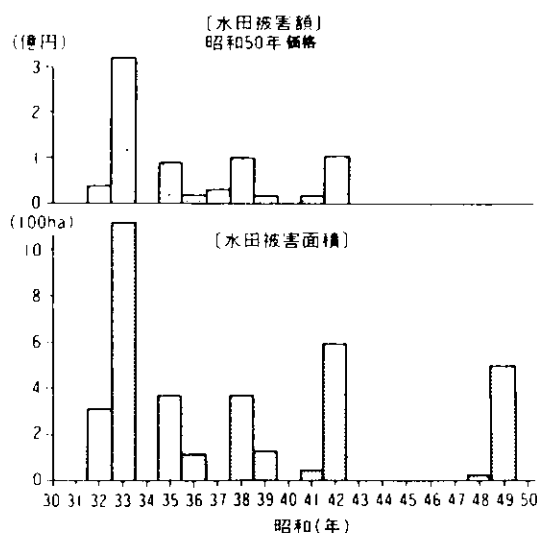


図19-5 農業の塩害状況

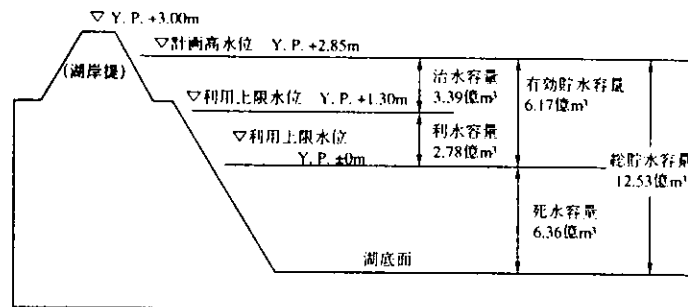
ない状況にある。また、霞ヶ浦周辺地域には大きな河川もなく、平均年降水量も約1,350mmと日本の中では少ないほうである。一方、霞ヶ浦は下流低地にあるので水利調整に有利であり、さらに、利根川を含めた無効放流の抑制に、大変有利な地理的地形的条件を備えている²⁵⁾。したがって、良好な水を得ることができる安定した水源として、この地域では霞ヶ浦への依存が強まるのも当然といえる。

そして、霞ヶ浦周辺の地域開発を支えると同時に、拡大発展を続ける首都圏の長期的、かつ広域的な水需要に応える水源として位置づけられ、霞ヶ浦開発事業が実施されることとなった。この事業は、霞ヶ浦の湖岸周囲に天端高 Y. P. +3.0mの堤防を建設して湖周辺を洪水から守る治水と、湖水位 Y. P. ±0.0mから Y. P. +1.3mまでの水深1.3m、その容量2.78億 m^3 を利用(図19-6)し、茨城県をはじめ首都圏の年々増大する水需要に対する新規利水の供給を目的としている(図19-7)。総事業費は2,864億円で、昭和43年度(1968年)から25年の歳月を経て、平成8年(1996年)3月に完成した。

また、霞ヶ浦開発事業により湖周辺の基礎条件が著しく変化することから、霞ヶ浦及びその周辺地域の生産機能・生活環境等に及ぼす影響を緩和し、あわせて、霞ヶ浦の水質を保全し、関係住民の生活の安定と福祉の向上を図ることを目的として霞ヶ浦水源地域整備事業が計画され、現在、計画に沿って事業が進められている。霞ヶ浦開発事業と霞ヶ浦水源地域整備事業をあわせて霞ヶ浦総合開発と言っている¹⁾(図19-8)。

2. 4 水位管理

霞ヶ浦開発事業の完成により、平成8年(1996年)4月からの霞ヶ浦の水位管理は、これまで通り常陸川水門の操作によって行われているが、開発事業の治水・利水の目的を達成するとともに、湖の水理特性を踏まえ、環境に配慮した管理を行うこととしている。具体的には、霞ヶ浦の周辺環境などを考慮して、ヨシなどの植物の生育期、開花・結実期である4月から10月中旬は、Y. P. +1.1mを中心として管理し、また、11月中旬から2月の間はんがい期の水利用に備えるため、Y. P. +1.3mを目標に水位運用を行っている¹²⁾(図19-9)。



※Y.P.……Yedogawa Peilの略で、利根川水系の河川改修基準面を用いる。東京湾中等潮位(高潮位基準面)の-0.8402mをY. P. ±0mとしている。

図19-6 霞ヶ浦容量配分図

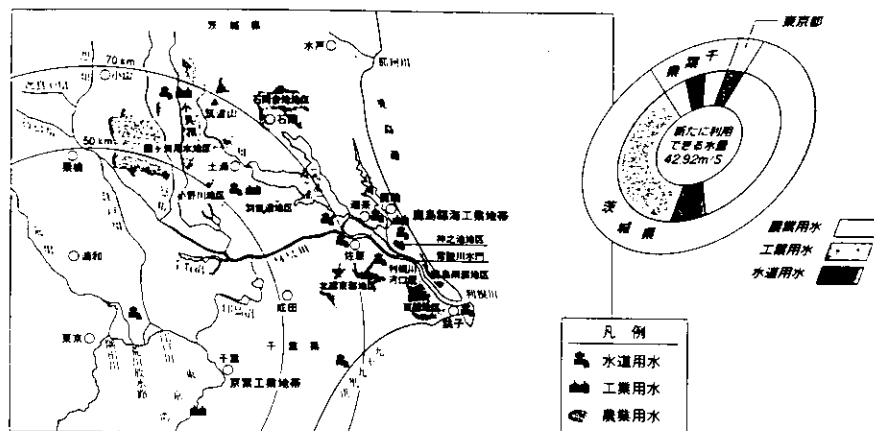


図19-7 給水区域計画図

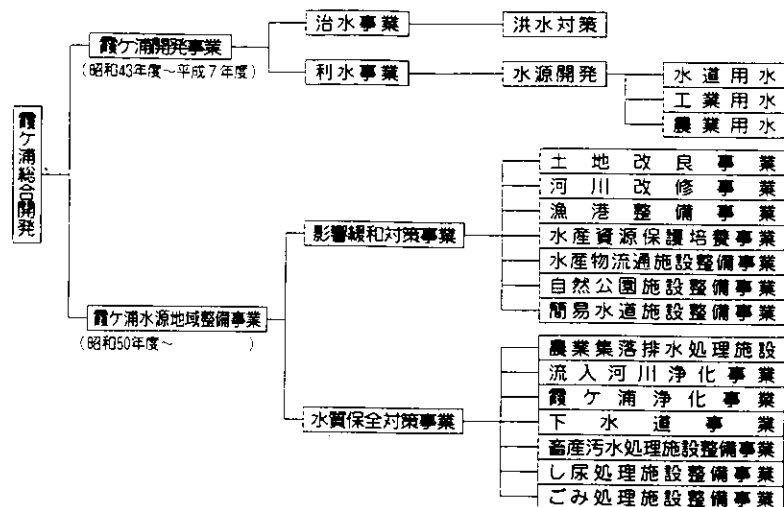


図19-8 霞ヶ浦総合開発の体系

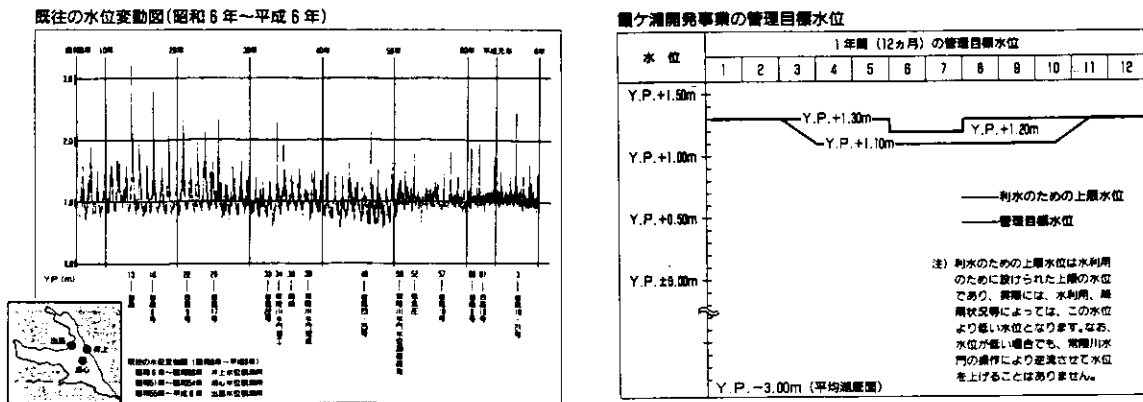


図19-9 霞ヶ浦の水位管理

実際のところ、夏季にはこれまでの水位 (Y.P. +1.0m) とほとんど変わらない状況であるが、冬季は確かに増水した景観に変わってきた。このような水位管理に対し、従来からの季節変動とは異なるものであり、水生植物や生態系、また周辺環境への影響を懸念する意見もあることから、湖の水理、環境モニタリング調査を十分に行いつつ、注意深く運用することとなっている。

2. 4 霞ヶ浦の水利用

さらに、水資源を確保し、合わせて霞ヶ浦の水質浄化を図るための事業として、霞ヶ浦導水事業が進められている (図 19-10)。この事業は、那珂川下流部と霞ヶ浦 (約42.9km)、利根川下流部と霞ヶ浦 (約 2.6km) を地下トンネルで結び、年間 6.5億 m^3 を導水することにより、霞ヶ浦及び桜川 (那珂川水系) の水質浄化や既得用水の安定取水を図り、毎秒12.7 m^3 の新規都市用水を開発するものである。総事業費は1,900 億円で、工事は昭和59年度 (1984年) に着工され、平成12年度 (2000年) に完成する予定である^{13) 14)}。

こうした水資源開発等の進展により、現在霞ヶ浦の湖水利用量は、水道用水、工業用水、農業用水として、合計毎秒117.82 m^3 に及んでいる (表19-5)。一番多くの湖水を利用しているのは農業用水で、水田稲作へのかんがい用水となっている。そして、水道用水としては、約90万人の生活用水となっている。なお、平成8年 (1996年) に完成した霞ヶ浦開発事業に伴う開発水量 毎秒42.92 m^3 のうち、現在利用している量は約半分で、これから利用水量の増加が計画されている状況にある。

水の使用量は、流域人口の増加、生活様式の変化、工業団地の整備などにより、今後も増えていくものと見込まれている。平成7年 (1995年)、そして8年 (1996年) には全国的な渇水による水不足が問題になる中で、霞ヶ浦は渇水に強い水源として注目された。かつて「降れば水害、照れば干害」

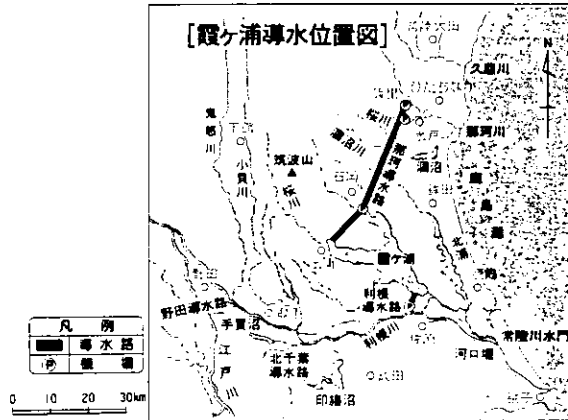


図 19-10 霞ヶ浦導水位置図

表19-5 霞ヶ浦の水利用現況

(単位: m³/秒)

事 項	件数	最大取水量	備 考
農業用水	136	101.73	かんがい面積約50.873ha
上水道用水	9	2.98	県南広域水道、東西広域水道など
工業用水	3	12.14	鹿島工業用水、東西広域工業用水など
雑用水	61	0.97	
合 計	209	117.82	

(資料提供: 建設省霞ヶ浦工事事務所) ※平成8年8月現在

と周辺住民を苦しめてきた霞ヶ浦が、今や茨城県のみならず首都圏全体の発展に無くてはならない大切な資源となっているのである¹⁵⁾。

3. 霞ヶ浦の水質汚濁とその要因

3. 1 湖沼の特性

霞ヶ浦の水深は平均約4mと、広さに比べて極めて浅い。そして平均滞留日数も約 200日と長い。さらに霞ヶ浦は、水温が高いこと(3~31℃)、湖水量に対し流域面積が広いことなど、その自然的条件から富栄養化しやすい特性をもった湖である。また、明治43年(1910年)にはアナベナやマイクロキスティスが観察され、古くから水の華現象がみられていたといわれている。

一般的に、富栄養湖の水質は、窒素0.2mg/l、りん0.02mg/l以上を示しているといわれている。Vollenweider(1974年、1975年)は、この濃度にならないための許容負荷量について、水深と滞留時間等から求める関係式を提案している。この関係式を用いて、我が国の主な湖沼について許容負荷量を求めたものが、表19-6である²⁾。許容負荷量をみると、霞ヶ浦では琵琶湖の3分の1程度である。さらに、人間が生活する流域の面積で除して得られる許容流域負荷を計算すると、琵琶湖の2分の1

表19-6 湖沼諸元と許容負荷量(P)

湖沼名	湖面積 km ²	滞留時間 年	平均水深 m	許容負荷量 kg/日	流域面積 km ²	許容流域負荷 kg・P/km ² ・日
霞ヶ浦	220	0.55	4.0	104.0	2,169	0.048
山中湖	6.41	0.38	11.0	6.8	66	0.104
諏訪湖	13.7	0.13	4.1	15.7	531	0.030
六道湖	80.3	0.20	4.5	70.8	1,318	0.054
児島湖	8.2	0.06	1.6	8.2	532	0.015
琵琶湖	680	5.34	41.0	329.8	3,800	0.067

程度となる。もし琵琶湖と同程度の水質を期待するならば、単位流域内の人間活動を半分にするか、2倍の高度処理をするか、ということになり、霞ヶ浦はそれだけ水質保全には厳しい条件を備えた湖であるといえることができる²²⁾。

3.2 水質の変化

霞ヶ浦の水質は昔からCODが4~5mg/l程度あり、透明度もそれほど高いものではなかった（日本のCOD標準法は酸性過マンガン酸カリウム法である）。それでも水は澄んでいたし、湖底の砂礫ははっきり見え、そして、直接湖水を飲用に利用しても支障はなかったといわれている。

ところが、流域での諸活動が盛んになり、水利用が増えてきた昭和40年代（1965年）頃から、霞ヶ浦の水質も変化してきた（図 19-11）。

そして、昭和40年代（1965年）後半頃から藻類の発生が著しくなり、CODの年平均値（基準点8ヶ所で年間12回測定）は6mg/lを超えるようになった。これにともない、浄水場ではろ過閉塞などの処理上の障害が発生したり、利用者から異臭味の苦情などが毎年でるようになった。特に濁水であった昭和48年（1973年）の夏には、アオコ（ミクロキスティスによる水の華）が大量発生し、浄水障害に加え、アオコの腐敗による悪臭や、酸欠による養殖コイの大量へい死などの被害が発生し、霞ヶ浦の水質汚濁は大きな社会問題となった。それ以来、霞ヶ浦は、汚い水、アオコ、死の湖など汚濁湖沼の代名詞となって、全国的に知られるようになった。

その後も、昭和50年代（1975年）初めにかけては、COD 6~7mg/l台で推移したが、昭和53、54年度（1978年、1979年）は夏季にはミクロキスティス、冬季にはクロステリウムが大量発生し、CODも10mg/lを超すような状態となった。

このため、流域では工場排水の規制や下水道の整備、湖内ではアオコの採取や底泥の浚渫など水質浄化に向けた各種の取り組みが進められた。その効果もあって、CODは徐々に低下し、昭和58年度（1983年）からは8mg/l台、昭和63年度（1988年）以降は7mg/l台で推移した後、平成3年度（1991年）には6.8mg/lと14年ぶりに6mg/l台に低下した。

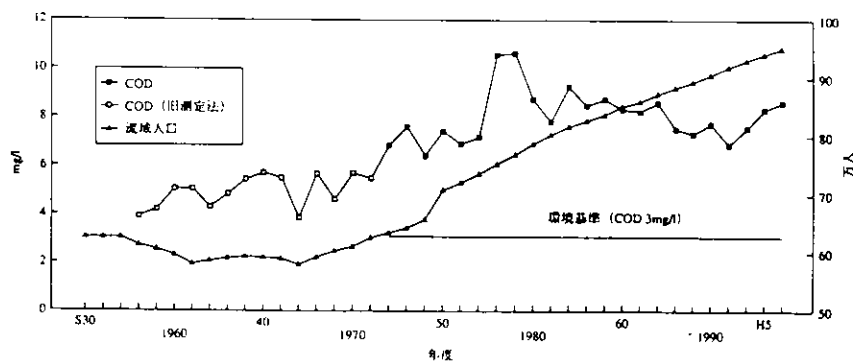


図 19-11 霞ヶ浦の水質経年変化 (COD) と人口の推移

3.3 水質の現況

このまま水質改善が進むものと期待されたところであったが、平成5年度（1992年）以降、CODは再び8mg/l台に上昇し、現在も継続している。

CODの季節変動（図 19-12）をみると、霞ヶ浦ではCOD年平均値が上昇するにしたがって、夏季に高い値を示し冬季に低い値となる変動をくり返していたが、最近では年中ほぼ同じ値で季節変動は見られなくなっている。

これに対して、全窒素、全りんの水質の変動（図 19-13）は、CODとはやや異なるものである。全窒素については、昭和47年（1972年）以降ほぼ同じ値で推移してきたが、近年やや低下する傾向にある。また、全りんについては、昭和53年（1978年）は特異的に高い値をとっているが、昭和47年（1972年）以降徐々に増加傾向にある。

霞ヶ浦の現在の水質レベルは概ね、透明度0.5m、COD8.5mg/l、全窒素0.9mg/l、全りん0.09mg

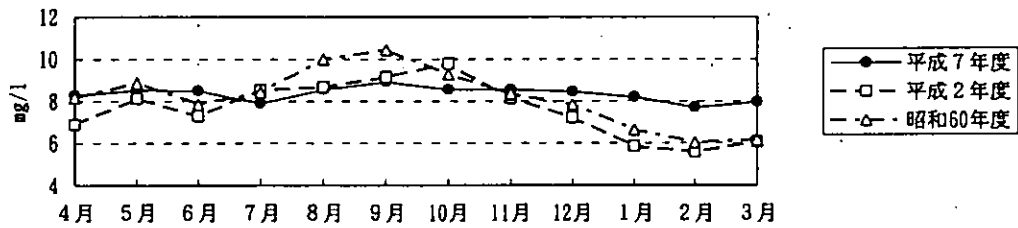


図 19-12 霞ヶ浦の水質季節変化 (COD)

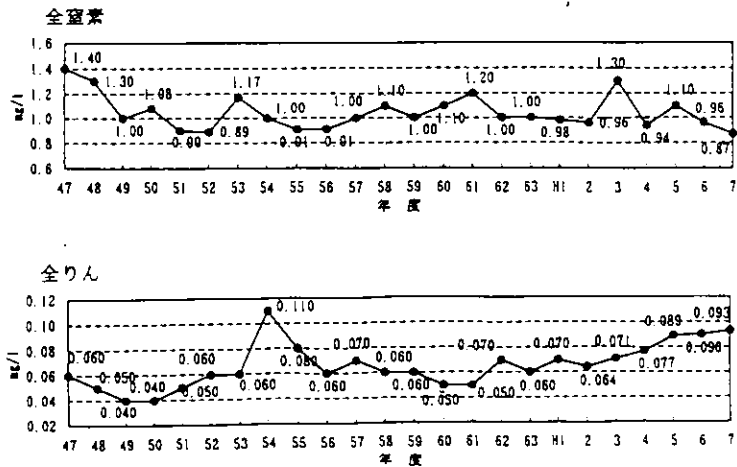


図 19-13 霞ヶ浦の水質経年変化 (T-N, T-P)

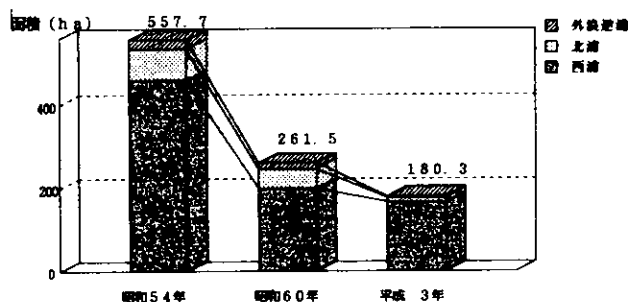


図 19-14 挺水植物群落面積の推移

1、クロロフィル a 70 μ g/l、塩化物イオン50mg/lである。この現況は、昭和50年代(1975年)前半の状況に比べ、アオコの発生は少なくなってきたし、大きな利水障害も見られなくなり、長期的にみれば顕著な改善とは言えないが、汚濁の進行を抑制している状況にあると言える。

しかし、全りん濃度が徐々に増加(図 19-13)していることに加え、一時的に高い透明度(2~3m)が観測されたり、イサザアミなど動物プランクトンの急激な発生や消滅が見られること、さらに水生植物帯の減少(図 19-14)、漁獲量の減少(図19-4)など、不安定な湖沼の水環境となっていることから、今後の水質動向が憂慮される状況である。

ではなぜ、水質浄化のための努力が続けられているにもかかわらず、最近水質改善が進まなかったのか、その原因は次のように整理される。まず第1に、湖内に発生する植物プランクトンの種類が、夏季に発生し、冬季に死滅するミクロキスティスから、低温・低照度を好み、通年生き続けるオシラトリア、フォルミデュウム(糸状性藍藻類)に変わった(図 19-15)ため、従来比較的きれいであった冬季の水質が上昇して水質の季節変動がなくなり、年平均水質を悪くしている。しかし、なぜ植物プランクトンの種類の変化が起こったのかは、窒素とリンの比率が変化したことや、底泥から溶出する有機物の影響、生物間の競合関係などと言われているが、まだ明らかになっていない。

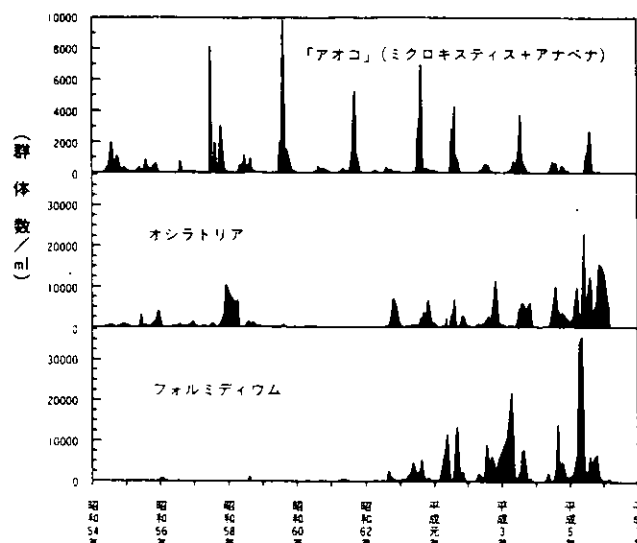


図 19-15 近年の霞ヶ浦湖心の表層における主要な植物プランクトンの出現状況

第2には、流域からの汚濁負荷、特に富栄養化の要因となる窒素・リンの負荷削減が最近計画どおりに進まないことがあげられる。これは、下水道などの生活排水処理施設の整備は計画通り進んでいるにもかかわらず、それ以上に近年窒素・リンの処理性能の低い単独処理浄化槽によるトイレの水洗化が進んでいることなどによるものである。

このほか、降雨時の汚濁物質（特にリン）の流出や、農村地域河川の窒素濃度の上昇、湖底の嫌気化に伴う窒素やリンの溶出、生態系の変化に伴う自然浄化機能の低下など、把握しがたい要因が重なったことが考えられている。

3. 4 利水障害

霞ヶ浦の水質汚濁の進行に伴って、種々の利水障害も発生している。主な利水障害としては、表19-7に示したように、水道用水の浄水障害や異臭味問題、酸欠等による魚類へい死（表19-8）などである。

霞ヶ浦では、昭和35年（1960年）から水道用水として利用が始まったが、藻類が大発生するようになった頃から障害が報告されるようになった。そして、アオコの発生が見られるようになった昭和42、43年頃から浄水障害や異臭味問題が顕在化した。そのため、粉末活性炭の注入、凝集剤のPACへの切替え、前塩素の強化などの障害対策を実施してきた。さらに、昭和53年（1978年）には取水点を湖心に近い地点への変更、昭和59年（1984年）には生物酸化処理施設の増設など実施してきた。この結果、従来の浄水障害や異臭味問題などは軽減している。最近では、カビ臭がやや多発している状況にある³⁾。

表19-7 利水障害の発生状況

利 水 障 害	発生の有無	発 生 状 況・量 等
異臭味・カビ臭障害	有	昭和44年頃から
凝集・ろ過障害	有	昭和43年頃から
水産被害	有	養殖こいへい死（昭和48, 49, 53, 57年等）
農業被害	有	塩害（昭和33, 42, 49年等）
水浴場閉鎖	有	昭和48年閉鎖
観光価値低下	有	
赤 水	無	
赤 潮	無	
ア オ コ	有	
そ の 他		

表19-8 主な漁業被害

年月	被害内容	被害量(トン)	場所	備考
S41. 8	シジミ	1,045	常陸川	酸欠
S48. 5	シジミ	2,053	常陸川	酸欠
7~9	養殖コイ	1,349	霞ヶ浦・北浦	〃
S49. 5~9	養殖コイ	423	霞ヶ浦・北浦	酸欠・魚病
S53. 7~9	養殖コイ	348	霞ヶ浦・北浦	酸欠
S57. 7~9	養殖コイ	235	霞ヶ浦・北浦	酸欠

なお、現在でも農業用水としての利用には障害となる水質ではない。さらに、アオコの産生する毒性物質の問題については、霞ヶ浦では上水処理工程に生物酸化処理を増設したことにより毒性物質を容易に分解できること、また近年アオコの発生が少なくなってきた(図 19-16)ことから、最近話題となっていない。

流域の農耕地で使用される農薬は、年間約5,600 トンもあると言われている。また、流域内には計画中のものも含めてゴルフ場が57ヶ所(1995年現在、流域総面積の約2%を占める)あり³⁾、相当量の農薬を使用している。しかし、流入過程の流況が緩やかなことから分解が進み、今まで霞ヶ浦では農薬が問題になることはほとんどなかった。

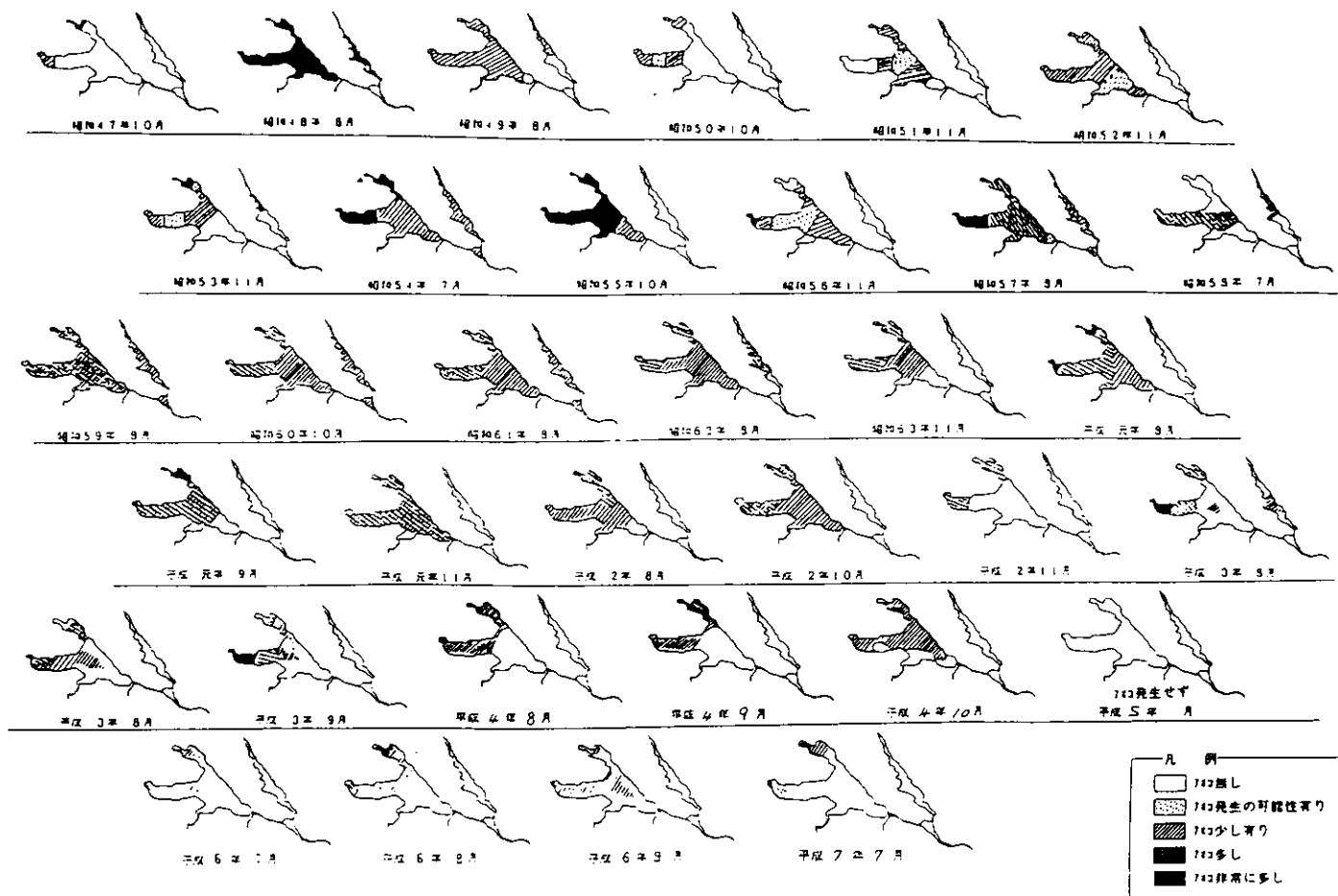


図 19-16 近年のアオコの発生状況

3. 5 水質汚濁の要因

水質汚濁の要因は、図 19-17のように分類することができる。外部要因としては、流域の各家庭からの生活系排水、工場系排水、畜産系排水、そして山林、水田・畑、市街地、降雨等の面源系排水、湖面の網生質による魚類養殖などが考えられる。そこで、原単位法によって要因別に排出負荷量を算出すると、現状（平成 7年）ではCOD28.8t/日、全窒素10.1t/日、全りん0.91t/日になり、この20年間にも人間活動や浄化対策の進展により変化がみられる（表19-9）。

COD排出負荷量については着実に減少してきたが、昭和50年代（1975年）の大きな削減にくらべると最近の削減量は小さくなっている。一方、窒素、りんは昭和50年代（1975年）には減少していたが、最近増える傾向にある。これは、し尿汲み取り世帯が窒素・りんの処理性能の低い単独処理浄化槽によりトイレの水洗化を図ったことや、流域人口の増加に加え、各世帯の水使用量そのものが増えたことなど、生活様式の急速な変化が起きたことによるものと考えられている。

また、汚濁要因としては依然として生活系と面源系の割合が高いのであるが、昭和50年代（1975年）には工場系の占める割合が減少したこと、最近では面源系の占める割合が増加していることが特徴となっている。面源系負荷が増加している原因としては、次のように考えられている。まずCODについては、排出負荷原単位の高い都市化に伴う住宅地や生活基盤整備に伴う道路など市街地面積の増加によるものである。また、窒素については、農耕地土壌中に蓄積した肥料成分等の流出率の増加などが原因であると考えられている。りんについては、りん成分を吸着しやすい土壌に覆われていることから、面源からの流出が少ないのが特徴となっている。

その他、霞ヶ浦では湖底に堆積している底泥から溶出する内部負荷も大きな要因と言われている。霞ヶ浦では風速5mを越える風がしょっちゅう吹くが、その風で水深2~3m付近までは容易に混合する。しかし風が止むと、夏季にはたちまち温度差による水の成層構造ができ、有機物の分解が進んでいる

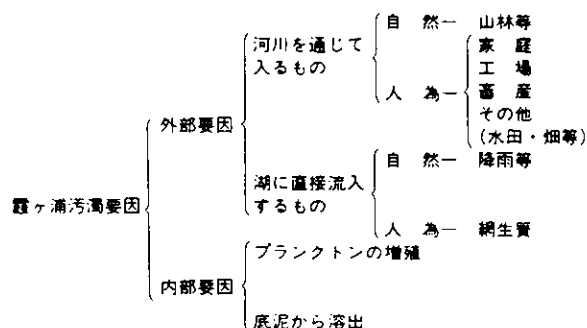


図 19-17 霞ヶ浦汚濁要因

表19-9 霞ヶ浦流域における排出負荷量の推移

項目	年次	排出負荷量 t/日	要因別内訳 %				
			生活	面源	工場	畜産	水産
COD	昭和53年	45.2	40.7	30.0	15.7	7.4	6.2
	60年	31.7	42.9	32.6	4.9	12.0	7.6
	平成 2年	30.8	43.7	33.5	3.9	11.9	7.0
	7年	28.8	34.4	42.7	3.3	12.5	7.0
	(計画)12年	25.7	28.5	49.1	3.5	11.8	7.1
全窒素	昭和55年	11.6	30.6	38.5	5.2	12.9	12.3
	60年	10.6	31.8	38.2	8.1	12.1	9.8
	平成 2年	10.1	37.4	36.3	6.0	11.7	8.5
	7年	12.1	34.9	39.8	4.8	13.8	6.6
	(計画)12年	10.8	34.6	42.6	5.0	11.3	6.5
全りん	昭和55年	1.25	27.2	18.4	26.4	6.4	21.6
	60年	0.93	39.7	21.5	10.8	5.4	22.6
	平成 2年	0.84	47.6	22.6	7.1	6.0	17.9
	7年	0.91	46.1	22.1	7.6	4.9	19.3
	(計画)12年	0.78	44.6	25.2	8.2	4.8	17.1

湖底付近では酸素がなくなり、りんなどの溶出が増える。そして、風が吹くと水は再び混合し、底層にあった栄養塩を表層に持ち上げてくる²¹⁾。近年霞ヶ浦では植物プランクトンの種類が変化したことなどにより、底泥の無酸素化が進んでいると指摘されている。

最近の建設省¹¹⁾の試算によれば、COD、りんの底泥溶出負荷量は霞ヶ浦に流入する負荷量とほぼ同等、窒素では約半分となっている(図19-18)。

なお、霞ヶ浦の水質悪化の原因は常陸川水門の締切りである、と主張する意見も聞かれる。水門の操作によって滞留時間が変わったことが富栄養化を進行させた一つの要因であると考えられるが、その寄与度を見積もった報告はまだない。

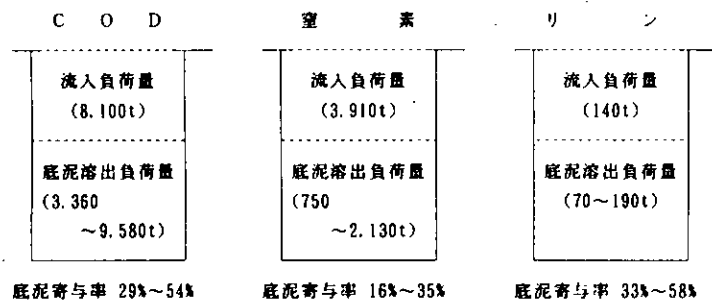


図 19-18 底泥溶出負荷量 (年間)

4. 霞ヶ浦の水質浄化対策

4. 1 環境基準

このような霞ヶ浦の水質汚濁を防止するため、行政目標という観点から望ましい水質として定めたのが、水質汚濁にわたる環境基準である。この環境基準は、「環境基本法」(旧公害対策基本法)に基づくもので、人の健康の保護に関する項目(健康項目)と生活環境の保全に関する項目(生活環境項目)がある。健康項目は、すべての公共用水域に一律に定められているが、生活環境項目は、河川、湖沼、海域ごとに利水目的に応じた水域類型を設け、それぞれに基準値が定められている。

霞ヶ浦は、水道水源として利用することから昭和47年(1972年)に湖沼A類型に指定された。湖沼A類型とは、COD 3mg/l以下で、簡易処理により水道水として使用できるレベルの水質である。しかし、元々霞ヶ浦のCODは4~5mg/l程度であったことを考えると、この目標設定は達成可能なゴールというよりは利水目的を重視したものであり、後々議論的的となっている。

そして霞ヶ浦に流入する河川は、昭和48,49年(1973,74年)に河川A類型(BOD 2mg/l以下)に、また、霞ヶ浦の全窒素・全りんに係る環境基準は、昭和61年(1986年)にⅢ類型(全窒素0.4mg/l以下、全りん0.03mg/l以下)に指定された。

4. 2 上乘せ排水基準

この環境基準を達成するため、まず「水質汚濁防止法」(1971年制定)や「茨城県公害防止条例」(1971年全面改正)により、工場・事業場から排出される排水に対して規制対策を実施した。水質汚濁防止法では、汚水または廃液を排出する施設を特定(特定施設)し、これを設置している工場・事業場(特定事業場)に届出義務を課すとともに、排出する排水に対し全国一律に適用する基準(一律排水基準)を定めた。さらに、茨城県では、霞ヶ浦の水質汚濁の防止を図るという観点から、条例により全国で最も厳しい基準(上乘せ排水基準)を、表19-10のように既設、新設に区分して定めた。ここで既設は、条例施行となった日において現に特定施設を設置している工場・事業場に、そして新設は施行となった日以後に設置又は構造等の変更した工場・事業場に適用するものである。

また、霞ヶ浦は、昭和50年(1975年)に「水源地域対策特別措置法」に基づく水源地域に指定され、昭和51年(1976年)に水源地域整備計画が策定された。この中に下水道及びし尿処理場の整備、家畜ふん尿処理、底泥の浚渫などの水質保全対策も、水源地域整備事業に位置づけられて推進してきた(図19-8)。そして、これらの水源地域整備事業の実施に当たっては、地元地方公共団体の財政負担を軽減するため、同法の規定により、一部の事業に対する国庫補助率の高上げをする優遇措置がとられ、

表 19-10 一律排水基準と上乘せ排水基準

	水 質 項 目	水 質 汚 濁 防 止 法 一律排水基準(総理府令)	茨城県公害防止条例 霞ヶ浦水域における上乘せ排水基準	
			新 設	既 設
有 害 物 質	カドミウム・化合物	0.1mg/ℓ	0.01mg/ℓ	
	シアン化合物	1 "	検出されないこと	
	有機りん化合物	1 "	"	
	鉛・化合物	0.1 "	0.1mg/ℓ	
	六価クロム化合物	0.5 "	0.05 "	
	ヒ素・化合物	0.1 "	0.05 "	
	水銀・アルキル水銀・化合物	0.005 "	0.0005 "	
	アルキル水銀化合物	検出されないこと		
	PCB	0.003mg/ℓ	検出されないこと	
	トリクロロエチレン	0.3 "		
	テトラクロロエチレン	0.1 "		
	ジクロロメタン	0.2 "		
	四塩化炭素	0.02 "		
	1,2-ジクロロエタン	0.04 "		
	1,1-ジクロロエチレン	0.2 "		
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4 "		
	1,1,1-トリクロロエタン	3 "		
	1,1,2-トリクロロエタン	0.06 "		
	1,3-ジクロロプロペン	0.02 "		
	チウラム	0.06 "		
	シマジン	0.03 "		
チオベンカルブ	0.2 "			
ベンゼン	0.1 "			
セレン	0.1 "			
生 活 環 境 項 目	水素イオン濃度(pH)	5.8~8.6(但し海域は5.0~9.0)	5.8~8.6	5.8~8.6
	生物学的酸素要求量(BOD)	160mg/ℓ(日間平均120mg/ℓ)	15(10)mg/ℓ	25(20)mg/ℓ
	化学的酸素要求量(COD)	160 "(日間平均120mg/ℓ)	15(10) "	25(20) "
	浮遊物質(SS)	200mg/ℓ(日間平均150mg/ℓ)	20(15) "	40(30) "
	ノルマルヘキサン抽出物質(鉱油)	5mg/ℓ	3 "	3 "
	ノルマルヘキサン抽出物質(石油)	30 "	5 "	5 "
	フェノール類	5 "	0.1 "	1 "
	銅	3 "	1 "	3 "
	亜鉛	5 "	1 "	5 "
	溶解性鉄	10 "	1 "	10 "
	溶解性マンガン	10 "	1 "	1 "
	クロム	2 "	0.1 "	1 "
	フッ素	15 "	0.8 "	8 "
大腸菌群数	日間平均3,000個/cm ³	日間平均3,000個/cm ³	日間平均3,000個/cm ³	
窒素含有量	120mg/ℓ(日間平均60mg/ℓ)	(次ページのとおりに)		
りん含有量	16mg/ℓ(日間平均8mg/ℓ)			

(注) 排水基準が適用になる工場・事業場は次のとおりです。
 1 有害物質は排水量を問わずすべてのものに適用。
 2 生活環境項目は既設のものは50m³/日以上(但し、有害物質を排出するところは30m³/日以上)、新設のものは20m³/日以上に適用。

国の財政的援助を得て、霞ヶ浦の水質浄化に取り組むこととなった。

この他、住民による水質浄化運動として、粉石けん・無りん洗剤の使用運動、霞ヶ浦清掃大作戦なども実施されるようになった。

4. 3 富栄養化防止条例

しかし、このような浄化対策の進展にもかかわらず、人口の増加や、産業活動の活発化、生活様式の変化などに伴い、霞ヶ浦の水質はさらに悪化し、昭和53、54年(1978、79年)にはCODが10mg/lを超えるまでになった。

この水質汚濁の要因は、窒素、りんなどの栄養塩類の流入による植物プランクトンの大量増殖、いわゆる富栄養化に起因するものであり、この対策としては、霞ヶ浦に流入する窒素やりんを削減することから、茨城県では、昭和56年(1981年)12月に「霞ヶ浦の富栄養化の防止に関する条例」(図 19-19)を制定し、翌年に施行した。これにより、霞ヶ浦では琵琶湖に次いで2番目に、国に先駆けて富栄養化防止対策を実施していくこととなった。

この条例は、

- (1)富栄養化の防止を図るため、県、市町村、県民、事業者などの責務を明らかにしたこと、

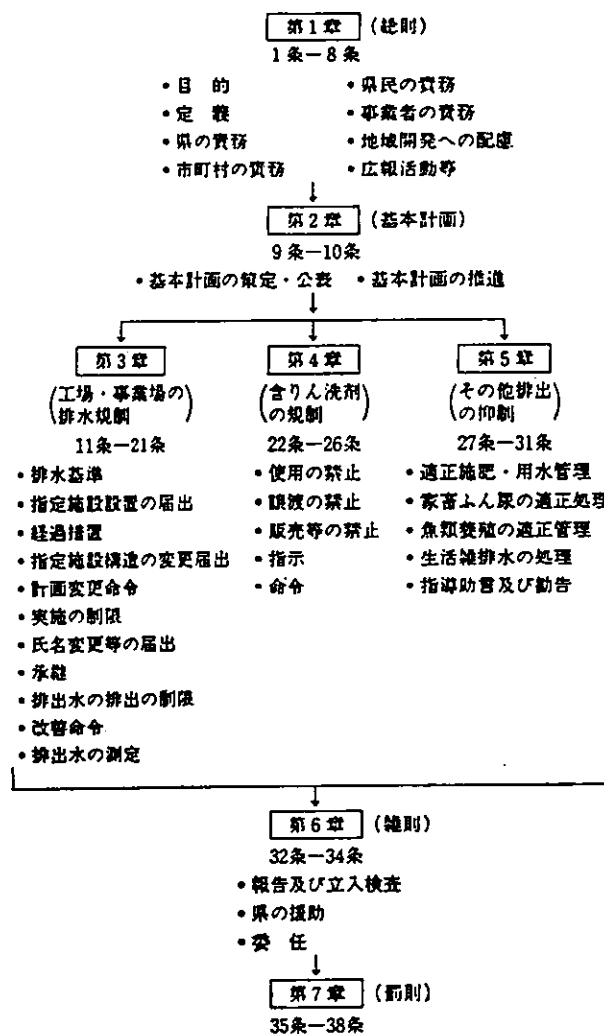


図 19-19 富栄養化防止条例の概要図

- (2)総合的な汚濁負荷削減対策が必要になるため、目標年次、目標水質、窒素・りん削減目標、目標達成に必要な対策などを盛り込んだ富栄養化防止基本計画の策定を義務づけたこと、
- (3)窒素・りんについて水質汚濁防止法のしくみに準じた工場・事業場の排水規制を設けたこと、
- (4)りんを含む家庭用合成洗剤の使用などを禁じたこと、
- (5)規制の対象となりにくい農業、畜産、水産養殖、生活雑排水の処理などについて訓示規定を設けたこと、などが特徴である¹⁶⁾。

4. 4 富栄養化防止基本計画

続いて茨城県では、基本計画を策定し、条例の施行に合わせて公表した。計画では、着実な水質改善による環境基準(COD 3mg/l以下)の達成をめざし、昭和65年(平成2年、1990年)の水質目標を、アオコの発生や利水障害のない昭和40年代(1965年)中頃の水質(COD 6mg/l台)とした。さらにこの水質目標を達成するための窒素・りん削減量の目標を、表 19-11のように汚濁要因別に定めるとともに、基本的方法を具体的に示した。なお、表中の将来の予測負荷量とは施策を講じない場合の負荷量であり、目標負荷量とは目標水質を達成するための負荷量である。

工場・事業場に対する窒素・りんの排水規制については、既設・新設の区分に加え、業種区分、さらに排水量区分を設けて、表 19-12のように排水基準を設定した。ここで業種区分を設けたのは、それぞれの業種の窒素・りんの排水実態と処理技術の関係を勘案したためである。また、新設の欄の排水基準は、既設のそれに比べて、より厳しい許容限度を定めており、これは、今後の新規立地工場等については、新たな負荷の増加を極力抑えるためと、新規立地工場等の場合には、排水処理施設を設

表 19-11 要因別流入負荷削減目標 (トン/日)

		現 状 流入負荷量		昭 和 65 年						
				予測流入負荷量		目標流入負荷量		削減すべき量		
		窒 素	り ん	窒 素	り ん	窒 素	り ん	窒 素	り ん	
面 源 負 荷	湖 面 降 雨	0.61	0.03	0.61	0.03	0.61	0.03	0	0	
	山 地 等	0.85	0.05	0.85	0.05	0.85	0.05	0	0	
	市 街 地	0.27	0.05	0.27	0.05	0.27	0.05	0	0	
	農 地	水 田	1.41	0.04	1.41	0.04	0.98	0.03	0.43	0.01
		畑 地	1.35	0.06	1.35	0.06	0.82	0.04	0.53	0.02
		小 計	2.76	0.10	2.76	0.10	1.80	0.07	0.96	0.03
	合 計	4.49	0.23	4.49	0.23	3.53	0.20	0.96	0.03	
点 源 負 荷	生 活 系 排 水	糞 排 水	1.21	0.22	1.10	0.21	0.90	0.10	0.20	0.11
		し尿浄化槽	0.70	0.06	0.59	0.05	0.59	0.05	0	0
		し尿処理場	1.29	0.03	0.85	0.02	0.12	0.01	0.73	0.01
		下 水 道	0.36	0.03	3.25	0.30	1.96	0.05	1.29	0.25
		小 計	3.56	0.34	5.79	0.58	3.57	0.21	2.22	0.37
	工 場 負 荷	工 場	0.60	0.33	0.79	0.44	0.54	0.17	0.25	0.27
		畜 産	1.50	0.08	1.96	0.11	1.30	0.05	0.66	0.06
		水 産 養 殖	1.49	0.27	1.49	0.27	0.58	0.16	0.91	0.11
		合 計	7.15	1.02	10.03	1.40	5.99	0.59	4.04	0.81
		總 計	11.64	1.25	14.52	1.63	9.52	0.79	5.00	0.84

表 19-12 窒素・りんの上乗せ排水基準 (単位: mg/l)

区 分	1日の平均的 な排水の量	新 設		既 設		
		窒 素	り ん	窒 素	り ん	
製 造 業	食 料 品 製 造 業	20 立方メートル以上 50 立方メートル未満	20	2	25	4
		50 立方メートル以上 500 立方メートル未満	15	1.5	20	3
		500 立方メートル以上	10	1	15	2
	金 属 製 品 製 造 業	20 立方メートル以上 50 立方メートル未満	20	2	30	3
		50 立方メートル以上 500 立方メートル未満	15	1	20	2
		500 立方メートル以上	10	0.5	15	1
	上 記 以 外 の 製 造 業	20 立方メートル以上 50 立方メートル未満	12	1	15	1.5
		50 立方メートル以上 500 立方メートル未満	10	0.5	12	1.2
		500 立方メートル以上	8	0.5	10	1
そ の 他 の 業 種 等	畜 産 農 業	20 立方メートル以上 50 立方メートル未満	25	3	50	5
		50 立方メートル以上 500 立方メートル未満	15	2	40	5
		500 立方メートル以上	10	1	30	3
	下 水 道 終 末 処 理 施 設	20 立方メートル以上 100,000立方メートル未満	20	1	20	1
		100,000立方メートル以上	15	0.5	15	0.5
	し 尿 処 理 施 設 (し尿浄化槽を除く。)	20 立方メートル以上	10	1	20	2
	し 尿 浄 化 槽	20 立方メートル以上	15	2	20	4
	上 記 以 外 の 事 業 場	20 立方メートル以上 50 立方メートル未満	20	3	30	4
		50 立方メートル以上 500 立方メートル未満	15	2	25	4
		500 立方メートル以上	10	1	20	3

計の段階から組み込むことができるからである。さらに、排水量の規模によって排水基準の値が区分されているのは、窒素・リンの量規制的な面も考慮したためである。なお排水基準の数値は、現在の窒素・リン処理技術及び処理経費等を総合的に判断して定められたものである²⁾。その後、昭和60年(1985年)に水質汚濁防止法施行令が一部改正されて、一律排水基準に窒素・リンが追加され、霞ヶ浦も規制対象湖沼に指定されたことから、条例による窒素・リンの排水規制は、水質汚濁防止法に定める一律排水基準の上乗せ排水基準として位置づけられて運用されている。

この計画では、窒素・リンの削減目標量が、規制対策による量と指導対策による量がほぼ同量見積もられているように、従来規制になじまなかった汚濁源の対策にも取り組むようになったことも大きな特徴である。

特に、湖内で行なわれているコイ養殖についても、その糞や尿が汚濁源となる⁷⁾(図 19-20)ことから、生産量を低減したり(図 19-21)⁸⁾、飼料の改善、魚種の転換等負荷削減のための対策が行われるようになったことは特徴的である²⁰⁾。

この計画によって、従来から実施されていた水質保全対策事業も計画の中に位置づけられることになり、また、県民の総意による霞ヶ浦の浄化対策が、計画的かつ総合的に推進されることとなった。

4. 5 湖沼水質保全特別措置法

昭和60年代(1985年)に入ると、湖沼の富栄養化による水質汚濁は、全国的に共通した問題となったことから、国においても法制度の充実を図ることとなった。まず、水質汚濁の進行によりさまざまな環境上の障害をもたらしている湖沼について、特別の措置を講じてその水質保全を図るため、昭和59年(1984年)に「湖沼水質保全特別措置法」が制定された。この法律では、特に対策の必要性の高い湖沼を指定して、下水道などの水質保全に役立つ事業や、工場排水規制などの対策を盛り込んだ湖沼水質保全計画を5年ごとに策定し、この計画にしたがって湖沼の水質保全を計画的・総合的に進めることになった。

霞ヶ浦は、昭和60年(1985年)に指定湖沼となり、これを受けて茨城県、栃木県及び千葉県との3県は、昭和62年(1987年)に保全計画を策定した。この計画は、昭和65年(平成2年、1990年)の目標

図 19-20

■コイ養殖による負荷量

網いけすでコイを1kg生産するためには1.4kgの配合飼料の給餌が必要である。その場合、水中へ溶出負荷として、尿、ふんから窒素48.9g、リン5.3gが湖水中に溶出する。

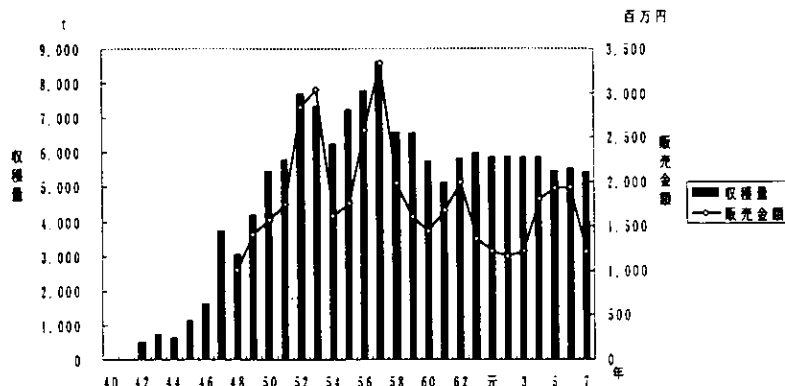
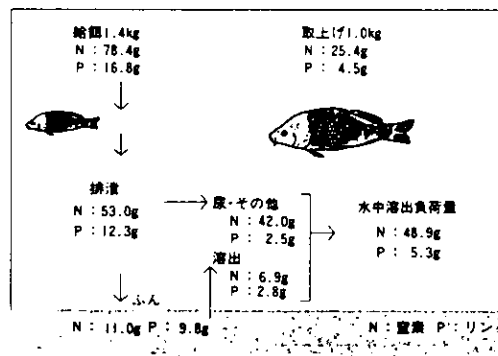


図 19-21 こい養殖業の取引量と販売金額の推移

水質をCOD 6.8mg/lとし、この目標達成のために必要な施策及び事業量を示した。

湖沼法に基づく水質保全の方針は、霞ヶ浦条例と類似したものであることから、茨城県では法に基づく湖沼水質保全計画を5年間の事業量を明記した短期的計画、条例に基づく富栄養化防止基本計画を10年間の方針を示した中長期的計画として位置づけ、有機的な連携を図りながら霞ヶ浦の水質浄化を推進することとなった。

湖沼法や富栄養化防止条例は、湖沼の水質汚濁が重金属などの健康項目から、富栄養化に関連した生活環境項目へ移行したことや、排出源が少数の特定した工場・事業場を中心とした産業系から、零細多数の個々の家庭を含む生活系へと、負荷のウエイトが移行したことに対応するものとして制定されたものである。これらにより湖沼の水質保全は、従来の取締り規制対策から、規制と施設整備を両輪とする計画対策へと、その性格を変えてきたと言える。

4. 6 湖沼水質保全計画

茨城県、栃木県及び千葉県は、昭和61年度（1986年）に第1期の湖沼水質保全計画を、また平成2年度（1991年）には第2期の計画を策定し、下水道の整備等の水質保全事業や工場等各種汚濁源に対する規制等の措置を総合的・計画的に推進してきた。

水質保全計画の策定は、まず、湖沼の水質浄化に関連する各種事業を有機的に結びつけ、総合的に施策の展開を図るようになったこと、さらに、毎年各施策の事業量や事業費などについて進捗状況を管理することによって、より計画的に施策の推進をするようになったこと、などに大きく寄与した。しかし、湖沼の水質保全に関する制度の整備は進んだところであるが、必ずしも河川や湖沼の水質改善に結びついているとは言い難い状況である。

第1期計画期間（昭和61年度から平成2年度）（1986～1990年）については、目標水質には達しないものの、負荷量は減少し、かつ湖内の水質は改善傾向が認められていた。しかし、第2期計画期間（平成3年度から平成7年度）（1991～1995年）については、計画に盛り込まれた施策については概ね計画どおりに実施されたにもかかわらず、水質目標は達成できなかったばかりでなく、水質は計画策定時よりも悪化した（図19-22）。また、COD負荷量はほぼ計画どおりの減少を示したが、窒素・りん負荷量は計画策定時よりもむしろ増加した。2期10ヶ年を全体的にみても、水質改善が進んでいる状況ではなく、汚濁の進行を抑制することに留まっている。

一方、このような状況の中で、平成7年10月には、霞ヶ浦を舞台に、「人と湖沼の調和—持続可能な湖沼と貯水池の利用をめざして—」をテーマとする第6回世界湖沼会議が開催され、世界の湖沼が抱えている課題について、さまざまな討議がなされ、多大な成果を収めるとともに、「霞ヶ浦宣言」が採択され、21世紀に向けた湖沼環境の保全修復についての行動指針が世界に向けてアピールされた。

茨城県、栃木県及び千葉県は、第6回世界湖沼会議の成果等を踏まえ、今後予想される多種多様な汚濁負荷の増大に対応し、なお一層の浄化対策を推進する観点に立って、平成9年3月に第3期湖沼水質保全計画を策定した。

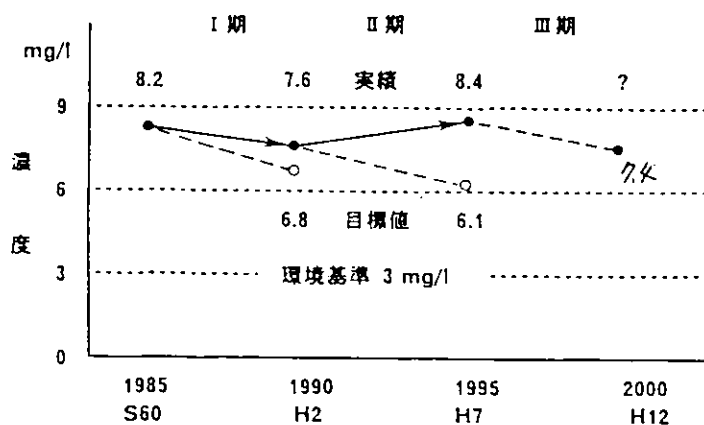


図 19-22 湖沼水質保全計画の水質目標と実績 (COD, 田淵作成)

4. 7 第3期湖沼水質保全計画

第3期計画の策定に当たっては、目標年度を平成12年（2000年）とし、汚濁要因別フレームや計画に盛り込む施策を次のように設定した。流域人口は956千人から1027千人に、市街地面積は284haから313haに増加するとし、豚飼養頭数やこい養殖生産量、農地・山地等面積はやや減少するものとした。また、主要な生活排水対策としては、下水道普及率は42%から53%に、下水道水洗化率は80%から87.5%に、農業集落排水処理施設利用人口は26.3千人から68.1千人に、また合併処理浄化槽の普及促進などを展開するものとした。その他、面源対策、家畜排泄物処理対策、こい養殖対策、工場・事業場排水対策、底泥浚渫等直接浄化対策など従来からの浄化施策の一層の充実強化を図るとともに、生態系の保全・回復と自然のもつ浄化機能を活用した水質浄化施策の推進や、住民、研究者、企業、行政4者のパートナーシップによる施策の推進、霞ヶ浦の湖沼と流域の全体を視野に入れた流域管理への取り組みなど、新たな施策の展開を図ることとした。

計画に盛り込んだ施策の事業量と目標水質の設定は、次の手順によっている。汚濁要因別フレームと計画される施策の事業量から、原単位法によって、施策を実施した場合としない場合の排出負荷量を推定する。その負荷量をもとに、最近10ヶ年の水質変動を再現できることが検証された水質予測モデルによって、平成12年度（2000年）の水質を予測する。予測水質が、目標水質として望ましい値になるまで、施策事業量を見直していく。あるいは、実施可能な事業量・事業費によって達成可能な水質濃度の値を求める。両者の側から検討・協議のうえ、事業量と目標水質は決定される。なお、霞ヶ浦の水質シミュレーションには、霞ヶ浦水域を7ブロックに分け、植物プランクトンによる内部生産を加味した物質循環モデル（図19-23）が使用されている⁴⁾。

こうした手順に従って設定されたのが、表19-13に示した第3期計画の水質目標値である。シミュレーションに見られる近年の霞ヶ浦の水質改善傾向としては、日本の他の湖沼に比べて、負荷削減割合に対する水質改善割合が小さいことがあげられる。この理由については不明な点が多いが、湖内に発生する植物プランクトンの種類が変化してきたことが最近の水質悪化に結びついていることに象徴されるように、流域においても、湖内においても健全な生態系の保全・回復が湖沼の水質浄化にとって重要であることを示唆している。そこで、従来から進められてきた負荷削減対策に加え、生態系の保全・回復など新たな視点に立って策定されたのが、図19-24した内容の第3期の霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画である²⁶⁾。

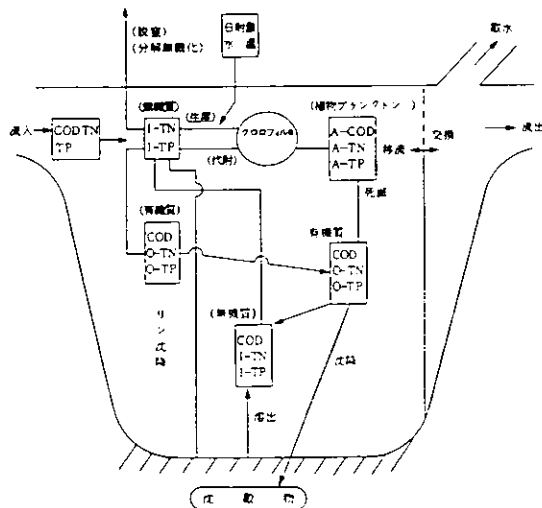


図 19-23 水質予測モデル

表 19-13 第3期湖沼水質保全計画
の水質目標

水質目標値（全水域の平均）（単位：mg/l）

項目	現 状 (平成7年度)	平成12年度	
		施策を講じ ない場合	施策を講じ た場合 (目標値)
COD	8.4	8.9	7.4
全窒素	0.87	0.95	0.83
全りん	0.093	0.10	0.085

5. 今後の課題

霞ヶ浦開発事業が完成した現在、河道拡幅、常陸川水門の完成及び湖岸堤の暫定完成により、治水の安全度は著しく向上し、また、安定した利水が可能な状況になり、流域住民に多くの恵恵みをもたらしている。しかし一方、霞ヶ浦では、湖沼水質保全計画に基づき諸対策を実施しているにもかかわらず

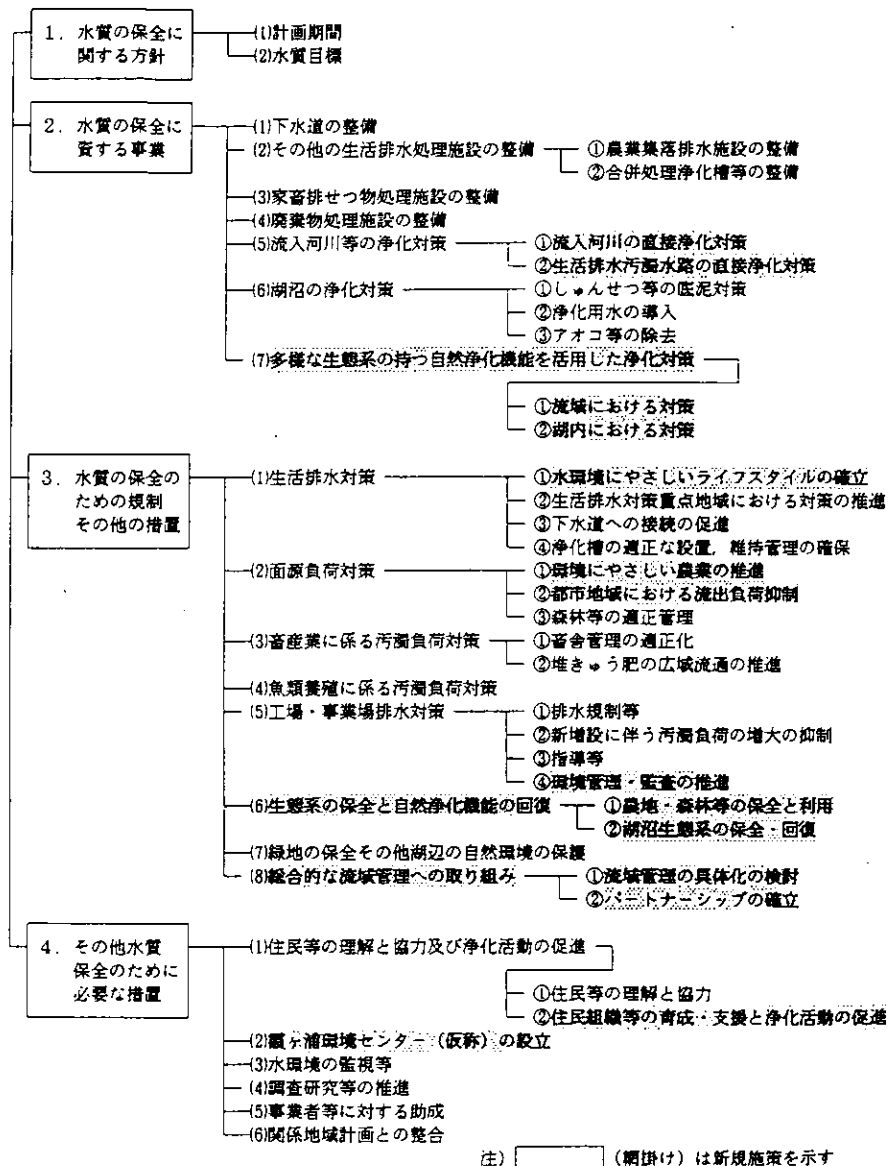


図 19-24 第3期の霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画及び施策体系

らず依然として水質改善が思うように進まないこと、さらに、堤防の建設や波浪に伴う湖岸域の水生物群落及び砂浜の喪失など失われた自然の修復と創造が強く求められている状況にある。こうした現状を踏まえて策定された第3期計画では、新たな浄化施策を積極的に推進することとしている。

今後一層の水質改善を図るためには、まず、あらゆる汚濁源に対して負荷削減対策の強化を図る必要がある。生き物の必須成分である窒素、リンの排出源は多岐にわたり、かつ高度処理技術が未確立であるという課題があるが、これからも湖沼水質浄化の基本的対策と言えよう。

そのためには発生源では、処理技術にはいつの時点でも限界があることを認識し、汚濁物質を発生させない、発生を少なくする、再利用することへの取り組みが今後の大きな柱になるものといえる。日常生活におけるリデュース、リユース、リサイクルの推進等、環境への負荷の少ないライフスタイルの確立に努めることである。また、事業活動においても環境管理・監査等の自主的な取り組みや、リデュース、リユース、リサイクルの促進を図ることである。

さらに負荷を削減するためには、これまで対策が施されなかった面源系の汚濁対策が重要になっている。排出負荷密度の高い市街地から降雨等に伴い流出する汚濁負荷に関しては、雨水調整池等により流出抑制に努めるとともに、新規開発地域においては可能な限り緑地面積の確保に努めることである。また、農業面源としては、農業の持つ保全機能を活用する環境にやさしい農業を進める必要があ

る。環境にやさしい農業は、収量が下がり、虫食いで消費者が買ってくれないことなどから現実的には進まない状況にあるが、水質浄化ばかりでなく、これから農業が発展していくためには、作物の特性に応じた施肥管理、過剰の肥料を吸収するクリーニングクロップの導入など取り組んでいかなければならない。

そして湖沼の水質浄化においても、ため池、ウェットランド、砂浜、ワンドなど多様な生態系の保全・修復を図ることが求められている。そして、自然浄化機能を活用した浄化対策を推進することである。堤防の建設や波浪による砂浜及び水生植物帯の減少、また、漁獲量の減少や在来種に影響を及ぼすブラックバス、ブルーギル等の外来魚の繁殖などにより、霞ヶ浦の生態系構造が変化したことが指摘されている。健全な生態系の回復・創造が、湖沼の水質浄化にとっても今後の重要な課題である。

さらに、湖沼と流域を一体としてとらえた総合的な流域管理への取り組みの推進である。すでに流域の土地利用の合理化や環境容量を考慮した規制のあり方、生態系に配慮した循環型地域づくりなどについていろいろな概念の提案はなされているが、未だ実行性に乏しい段階にあることから、まず具体化の検討を進めることである。

そして、霞ヶ浦とその湖辺における豊かな生活基盤を実現するため、自然環境とのバランスを保ち、住民、研究者、企業、行政が共通の認識に立ち、相互に協力しながら、質の高い霞ヶ浦の周辺整備や適切な利用の促進を図ることである⁹⁾。

6. 参考資料

- 1) 茨城県(1997) 快適な環境のために－霞ヶ浦総合開発－。
- 2) 茨城県生活環境部(1984, 1995) 霞ヶ浦水質保全等関係例規集。
- 3) 茨城県生活環境部霞ヶ浦対策課(1995) 霞ヶ浦関係資料集。
- 4) 茨城県生活環境部霞ヶ浦対策課(1993) 湖沼水質保全計画策定関係資料集。
- 5) 茨城県、霞ヶ浦問題協議会(1996) 清らかな水のために－霞ヶ浦－。
- 6) 茨城県企画部水・土地計画課(1997) 霞ヶ浦環境創造ビジョン。
- 7) 茨城県内水面水産試験場(1995) 霞ヶ浦北浦魚をめぐるサイエンス。
- 8) 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所(1997) 霞ヶ浦北浦の水産。
- 9) 茨城県企画部水・土地計画課(1997) 霞ヶ浦環境創造ビジョン。
- 10) 建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所(1995) 霞ヶ浦。
- 11) 建設省関東地方建設局、水資源開発公団(1995) 霞ヶ浦 人と自然の共存を求めて。
- 12) 水資源開発公団(1996) 霞ヶ浦。
- 13) 建設省関東地方建設局霞ヶ浦導水工事事務所(1994) 霞ヶ浦導水事業。
- 14) 建設省関東地方建設局霞ヶ浦導水工事事務所(1995) 潤いの明日へつなぐ霞ヶ浦導水。
- 15) 富山暢(1994) よみがえる霞ヶ浦、霞ヶ浦水質浄化対策研究会。
- 16) 霞ヶ浦研究会編(1994) ひとと湖とのかかわり－霞ヶ浦－、STEP。
- 17) 茨城大学農学部霞ヶ浦研究会(1977) 霞ヶ浦、三共出版。
- 18) 茨城大学地域総合研究所(1984) 霞ヶ浦、古今書院。
- 19) 兼子仁、関哲夫(1984) 湖沼の水質保全条例、北樹出版。
- 20) 環境庁水質保全局(1986) 湖沼の水質保全、地球社。
- 21) 高村典子(1996) 湖の悲鳴、ILLUME, Vol. 8, No. 1, pp. 5~21。
- 22) 津田勉(1992) 霞ヶ浦の水質保全について、茨城県公害防止協会創立二十周年記念誌。
- 23) 豊崎卓(1967) 霞ヶ浦の歴史、工業用水、No. 146, pp. 61~67。
- 24) 高橋直(1967) 霞ヶ浦周辺の開発構想、工業用水、No. 146, pp. 3~14。
- 25) 高橋裕編(1993) 首都圏の水、東京大学出版会。
- 26) 茨城県、栃木県、千葉県(1997) 第3期霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画。

「利根川の東遷」が行われた。これにより東京湾への河川水流入量は約30%減少したといわれている。現在、東京都と埼玉県の都市用水や農業用水などとして利根川から導水されているものの、東京湾への淡水流入量は大幅に減少した。

湾口部における海水の流動については、年間を通して、西側では上層流出、下層流入になり、東側では全層が流入傾向にある。また、海水の滞留時間は年平均1.6カ月であり、最大時間は1~2月の3.5カ月、最小時間は9~10月の0.8カ月と推算されている。伊勢湾・三河湾の滞留時間（年平均0.7カ月）に比べて、東京湾の滞留時間は2倍ほど長いことから、東京湾の閉鎖性が強いことがわかる。

2.2 漁獲量の推移^{8,9)}

東京湾は規模が小さく雑多な魚種を対象とした内湾性漁業が盛んな水域であった。しかし、大正9年（1920年）頃から工場排水等による漁業被害が出始め、年々増加していき、昭和25年（1950年）代以降は特に著しくなった。このように水質汚濁が進行したことなどにより漁業環境は次第に悪化し、昭和37年（1962年）には東京都下の漁業権全部が330億円の補償金をもって抹消されることになった。その後、東京都の漁場だけでなく、神奈川・千葉の地先水面のほぼ全域で大規模な埋立てが行われ、京浜、京葉の2大工業地帯が造成された。

東京内湾域の総漁獲量は昭和35年（1960年）頃までは12万トン前後あったが、それから減少していき昭和47年（1972年）以降は当初の約3分の1で推移している。これは、主にハマグリ、カキ、エビの減少によるもので、現在の総漁獲量に占める種類の割合をみると、アサリ、養殖ノリなどが高くなっている（図20-2）。

2.3 社会環境の変化^{7,8,9)}

表20-2に東京湾流域の人口・産業の推移を示す。東京湾流域の1都3県の総人口は平成6年（1994年）度現在で3,239万人となっており、昭和50年（1975年）度以降19年間に約20%増加した。産業別の生産額の推移をみると、1次産業はあまり変化していないが、2次及び3次産業の増加が著しく、19年間にそれぞれ2.6倍、4.1倍となっている。家畜の養頭数については、いずれの家畜も昭和60年（1985年）度頃にやや増加傾向が認められるものの、大きく変化していない。一方、耕地面積は緩やかに低下してきており、19年間に約18%減少した。耕地の宅地化などが進んだため考えられる。

人口と下水道普及率の推移の関係についてみると（図20-3）、人口に比べて下水道普及率の増加が大きい。下水道普及率は昭和50年（1975年）度の約30%から平成6年（1994年）度には約75%まで上昇し、下水処理人口としては約900万人から約2,400万人へ約2.7倍増加した。

2.4 海岸埋め立て状況^{10,11)}

東京湾では、臨海部の工業団地や港湾等の造成のための埋め立てによって、従来の東京湾の約2割に相当する約24000haの水面や干潟が消失した（図20-4）。特に、干潟については、明治時代に存在した干潟面積の90%以上が失われた。海岸線の状況は内湾の約95%が人工海岸で、一般の人々が自由に立ち入ることのできる海岸は極めて少なく、また、自然海岸はわずか1.8%である。

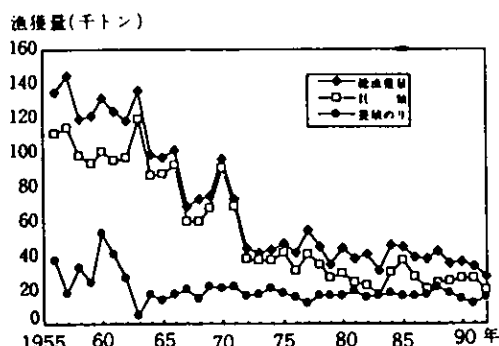


図20-2 東京湾内湾における漁獲量の推移

表20-2 東京湾流域の人口・産業の推移

年度		1975	1980	1985	1990	1994
人口(万人)		2704	2870	3027	3180	3239
生産額	1次産業(兆円)	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
	2次産業(兆円)	17.9	27.9	35.1	49.3	46.0
	3次産業(兆円)	27.2	44.8	63.8	106.0	110.8
養頭数	牛(万頭)	20.0	22.6	24.2	23.9	21.3
	豚(万頭)	91.6	98.9	100.7	101.8	85.3
	鶏(百万羽)	18.4	20.0	22.0	19.9	19.9
耕地面積(万ha)		33.0	31.1	29.9	28.5	27.0

注)東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県合計

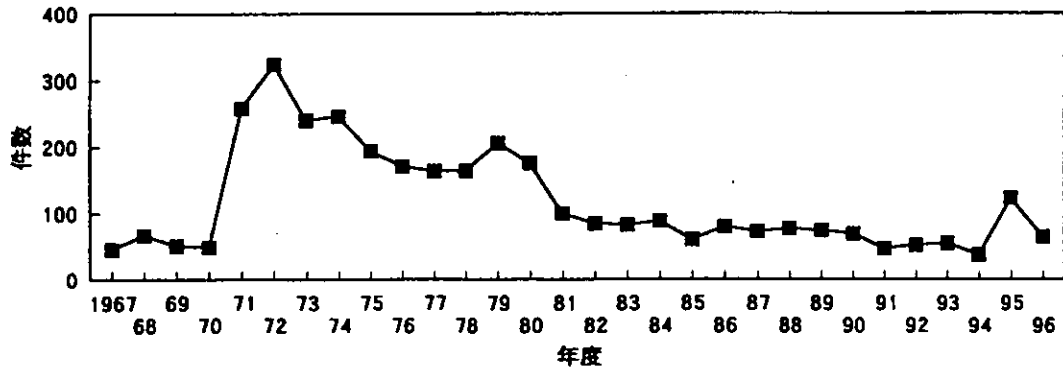


図20-6 東京湾内における油汚染事故発生件数の推移

2. 6 国内主要内湾との比較^{6,9)}

まず、人口や入港船舶数などについて、東京湾と大阪湾および伊勢湾とを比較した(図20-7)。いずれの項目も、大阪湾及び伊勢湾に比べて東京湾の占める割合が多い。その傾向が特に顕著な項目は埋め立て面積累計数で、大阪湾および伊勢湾はいずれも東京湾の20%程度である。全国比では東京湾の埋め立て面積累計数は約50%を占めている。また、東京湾の人口に対する大阪湾及び伊勢湾の人口の割合はそれぞれ55%、34%となっており、全国比では東京湾の人口は20%を占めている。さらに、海上出入貨物トン数総数の東京湾に対する大阪湾及び伊勢湾の割合はそれぞれ64%、34%であり、全国比で東京湾の海上出入貨物トン数総数は約20%となっている。

次に、国内主要内湾におけるCODと流域の人口密度(図20-8)について比較してみると、東京湾のCODは他の国内主要内湾のCODよりも高い。同様な傾向は窒素・磷についても認められており、例えば、東京湾は大阪湾よりもCODで約1.5倍、全窒素で約2倍、全磷で約1.5倍ほど高い濃度を示している。このように東京湾の水質が他の国内主要内湾の水質に比べて悪いのは、東京湾に流入する汚濁負荷量が多いことに加えて、東京湾の閉鎖性が高いことも影響しているためと考えられる。

3. 有機汚濁、赤潮及び青潮の状況^{3,13,14,15,16,17,18)}

東京湾における水質汚濁の状況を7月の上層のCOD分布でみると(図20-9)、CODは主要河川の河口が位置している湾奥部から西岸沿いにかけて高くなっている。同様な傾向は栄養塩、DOそしてクロロフィルaでも認められており、その水域では赤潮発生(2次汚濁)の影響が著しい。赤潮の発生海域は昭和15年(1940年)代までは品川から横浜沿岸に限られ、その後昭和28年(1953年)頃までに浦安から千葉市沿岸に広がり、昭和29年(1954年)からは湾全域に及んだと言われている。

図20-7 東京湾と大阪湾・伊勢湾との比較
(1993, 1994年のデータ、東京湾を100%とした場合)

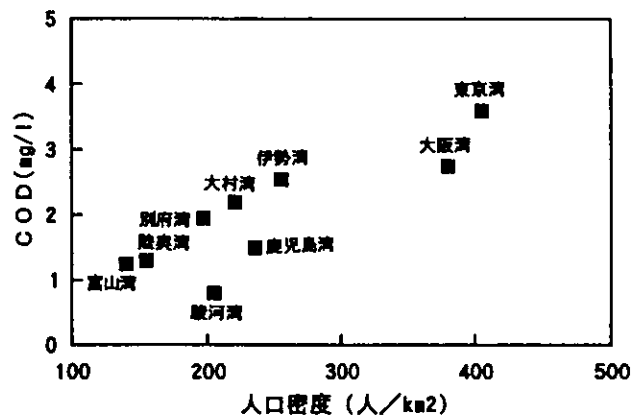
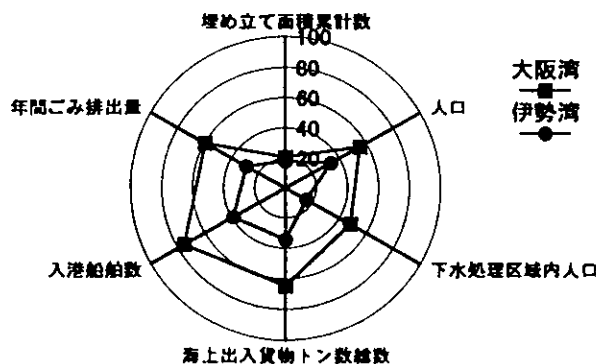


図20-8 国内主要内湾の水質と人口密度
(水質は河口部、港湾部を除いた表層平均)

東京都内湾において、赤潮は主に5月から8月にかけて毎年80日前後発生し（図20-10）、毎年発生している優占プランクトンは*Skeletonema costatum*と*Heterosigma akashiwo*である（図20-11）。なお、瀬戸内海などで漁業被害を伴う赤潮の優占種として知られているラフィド藻綱の*Chattonella sp.*が平成元年（1989年）度に初めて確認され、平成6年（1994年）度には優占5種として観察された。また、平成7年（1995年）度にハプト藻綱の*Gephyrocapsa oceanica*が東京湾から相模湾にかけて大発生し、海の色が土色に変色して話題となった。

一方、海底に沈降・堆積した植物プランクトンの嫌氣的分解等により、底層水は貧酸素化される。東京湾では、このような貧酸素水塊は昭和30年（1955年）代から確認されている。最近の調査によると、湾奥部の底層は赤潮の発生する梅雨期から秋にかけて貧酸素状態になっており（図20-12）、無生物域あるいは貧生物相域を形成し、また、燐など栄養塩の溶出が起きている。湾奥部のなかでも、幕張沖等の海底には埋立用土の浚渫後窪地が存在し、そこでは海水の混合が起りにくいことから、非常に貧酸素化しやすくなっている。

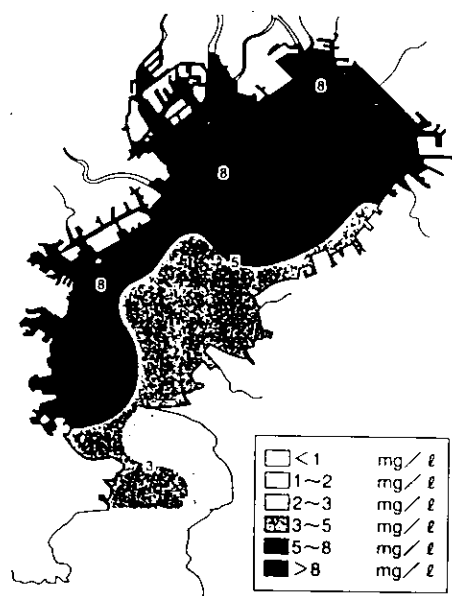


図20-9 7月の上層におけるCODの水平分布(1994年)

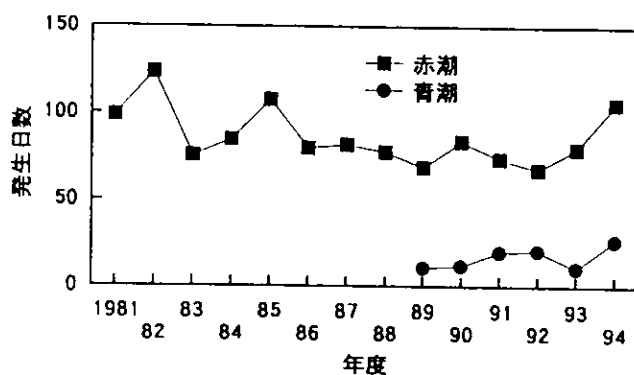


図20-10 赤潮と青潮の発生日数の推移
(赤潮は東京都内湾、青潮は千葉県のデータ)

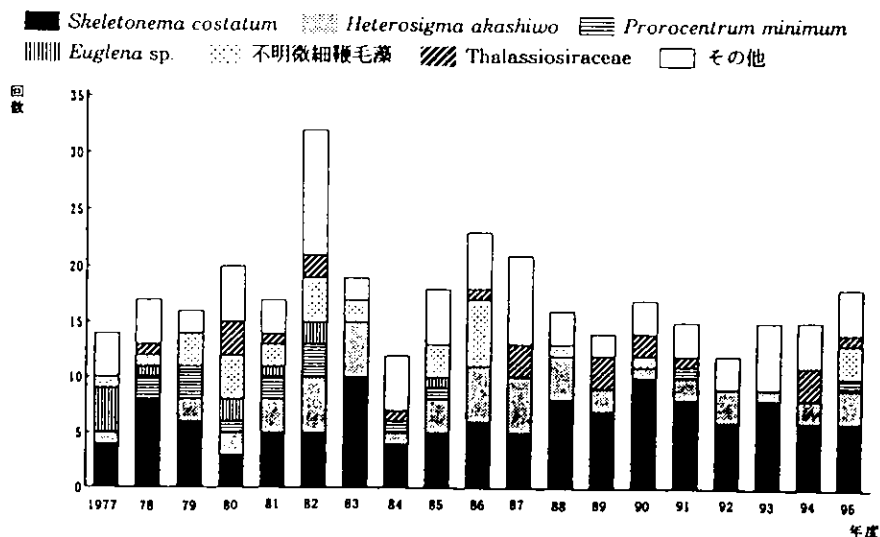


図20-11 優先プランクトン別赤潮発生回数の推移

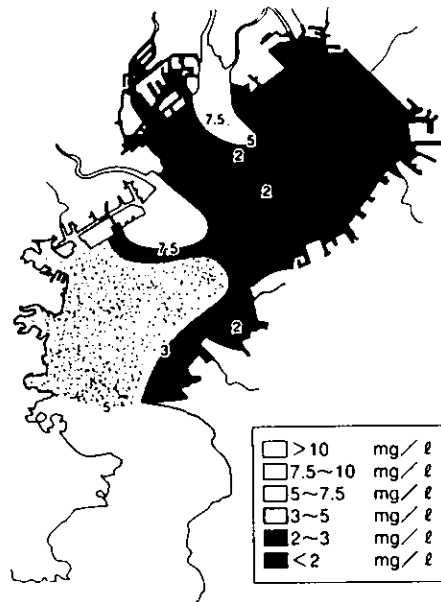


図20-12 7月の下層におけるDOの水平分布(1994年)

このような底質環境の中で、強い北東風が数日続くと上層水が沖に流され、底層の硫黄化合物を含む貧酸素水が湧昇して表層の酸化性海水と接触し、いわゆる青潮を形成する。青潮は、東京湾では地形と風向の関係から、主として8月から9月にかけて北東岸の船橋沖から千葉沖で発生しやすくなっている。最近では、それらの海域を中心に青潮は毎年平均して延べ17日間程度発生しており（図20-10）、最近では平成6年（1994年）8、9月には規模の大きい青潮が船橋沖で発生して、アサリ等に大量の被害があった。

4. 浄化対策

4. 1 昭和40年（1965年）前後における取り組み^{19,20)}

産業復興に伴い増大した工場公害を防止するため、東京湾流域の自治体はそれぞれ昭和24年（1949年）から昭和38年（1963年）にかけて公害防止条例を制定した。しかし、多くの条例は、工場設置の許可手続きを定めるだけで、定量的な基準によって規制を行うものではなかった。国においても、江戸川の製紙工場排水による漁業被害を巡る漁民と工場との乱闘事件を契機として昭和33年（1958年）に「公共用水域の水質の保全に関する法律」及び「工場排水等の規制に関する法律」を制定し、国が特に指定した公共用水域に対して環境基準を定めて規制が行われた。例えば、紙製造業の排水基準はCODで $600\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であった。しかし、実際に指定された水域は少なく、産業相互との協和を目的としていたことから、公害規制の観点から十分に貫かれていたとは言い難かった。また、これらの条例や法律による対策では、人口、産業の急激な集中と発生源の多様化した東京湾の公害は改善されなかった。こうした状況の中で、東京湾流域の自治体は市民運動を背景にして大規模な工場と「公害防止契約」を結び法律より厳しい内容の基準を認めさせていった。

東京湾岸で昭和40年（1965年）前後に市民・行政・企業が取り組んだ工場公害対策の1例として、横浜市磯子区の根岸湾臨海工業地帯への工場進出問題について紹介する。

4. 1. 1 市民運動

根岸湾臨海工業地帯へ工場進出が予定されていたが、昭和35年（1960年）5月に、磯子区医師会は市長に対し進出予定工場が公害防止対策をたてるよう陳情した。横浜市はこれを受けて、「要望」の写しを進出企業に送付して協力を求めたところ、各社は市長に「趣旨に沿う」旨の回答をした。しかし、昭和39年（1964年）4月、臨海工業地帯に進出した工場の操業が始まると、騒音や悪臭、さらには洗濯物には褐色の斑点が生ずるなどの被害が出たので、市民の間で公害反対の機運が急速に高まった。当時は、四日市公害の悲惨な姿や静岡県三島・沼津での石油コンビナート建設反対の住民運動が大きな盛り上がりを見せた時期でもあった。

昭和39年（1964年）6月、中区・磯子区の町内会役員、医師会役員、保健指導員代表、民生委員、区社会福祉協議会役員、婦人団体代表、地元商店会幹部らは、実行委員200人に及ぶ住民組織「中区磯子区環境衛生保全協議会」を発足させ、通産、厚生、建設、経済企画の各省庁に「根岸・本牧工業地区の公害事前調査」を陳情した。厚生省から、「厚生省にても環境衛生面より直ちに善処するが、地元の県市当局においても今後の大きな公害の発生が予想される地域に対しては、専門の調査機関を設けて、事前調査を行うことが必要である」との回答を受けて、協議会は横浜市に「万全の処置」を要請した。以後、この運動は横浜市の公害防止対策をバックアップする役割をはたしていった。

4. 1. 2 行政の対応

協議会の要請に応じて、横浜市は事前調査を実施し、その調査データをもとに学者グループに提言を求めた。学者グループは、工業立地計画などの再検討、火力発電所の立地の変更、公害観測網の整備強化などの内容を含む9項目の提言を行った。この提言が、その後の公害対策の基礎ともなって大いに生かされ、今日、そのほとんどが実行されるに至った。

昭和39年（1964年）6月、市議会で条例として制定された「横浜市公害対策協議会」は、市長の諮問機関として、重要な事項の調査審議にあたり、市長はその答申を受けて公害行政を進めていった。臨海工業地帯へ進出する工場の公害対策についても審議し、その答申はすべて市の施策として取り上げられた。電力会社の用地の一部を使用することになっていた火力発電所に対して、市と電力会社で交わした土地の売買契約の中に定めた「転用する場合には市の同意を受けなければならない」という条項があるのを生かし、一定の条件付けに成功した（公害防止契約の締結）。これを契機として、根岸湾臨海工業地帯や他の地域の大規模工場とも、法律より厳しい内容の公害防止契約を成立させることができた。当初の公害防止契約の主な内容は大気汚染対策に係わるものであったが、昭和40年代（1965年）後半から水質汚濁対策を盛り込み、工場全体をみわたした総合的な公害防止契約へと、その形を整えていった。昭和48年（1973年）以降の契約には一定の水質基準が維持されており、BOD・CODが $10\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下が通例となっている。

公害防止契約の持つ効果を普遍的に広げようとするれば、条例などによる法的な規制方法をとるのが有効である。また、契約の積み重ねや契約という形をとらなくとも市の指導に従ってもらうケースが増加してくると、一つの統一した指導の指針のようなものが形成されてくる。そういうものをまとめて市の方針として示していくことも規制のスピードを上げていく上で、また、もっと広い対象をこういう規制の枠内に組み入れていく点で重要となる。そこで、「条例」という形にせず、市長が定める「指導要綱」という形式をとって、条例に準ずる効果をもたせていく方向をとることになった。これらの公害対策を着実にかつ効果的に行う上で、法令だけでなく工場の生産工程の理解など技術的対応に努力した公害担当職員が果たした役割は大きかった。

4. 1. 3 企業の取り組み

企業が工場の製造工程から出る廃棄物について対処する場合、効率本位の考え方と公害防止の考え方が具体的な事項についてどう一致し、どう対立するかが問題となる。効率本位の考え方からすれば、物質バランス上、廃棄物が少ない方が良いわけであり、これは公害防止上からも効果のあることである。しかし、廃棄物を少なくすることがコスト低減に結び付かない場合が多くある。こういう時にこそ、公害対策に力点をおいた製造工程の検討を実施していく必要があり、工場毎の特殊性に対して、企業自らの責任で主体的、積極的に対応し、技術的に困難な問題を解決していくことが強く求められる。

水質汚濁の法的規制が濃度規制であったことから、排出水量の削減は排出負荷量を下げるために重要な意味をもった。しかし、水に対する工場の考え方は、渇水対策を考えねばならない場合を除き、多くは「タダのもの」「安いもの」ということであったし、多くの工場は水の得やすいところに立地した。このような発想から、水の使いっぱなし、ムダ使いという状況が過去には数多くあった。しかし、規制や指導により企業の水の使い方に対する姿勢も徐々に変化して行き、水の使い方を再検討し、大幅に削減することに成功した例も出るようになった。

(1) 直接冷却から間接冷却へ

A コークス工場では、ガス冷却洗浄装置に海水を使用していたが、これを海水で間接冷却されたガス

液による直接冷却と吸収液による洗浄に切り換えたため、7,000m³/日以上あった工程系の排水を600m³/日以下に減少させることができた。

(2) 工程系排水の系内全量再利用

大手化学メーカーのB研究所では、分散していた研究施設を統合するのを機会に、実験系の排水を同じ系内で全量再利用することにした。すなわち、実験で使用した薬品や生成物はいったん別の容器に類型別に分離して集め、それらは別途処理することによって排水にかかる負荷を大幅に減らすようにした。こうして排水量は当初予定の3,000m³/日から800m³/日以下に、しかも生活系や空調系の排水だけとなった。また、水処理においても、系内再利用にふさわしく、イオン交換による脱塩設備を設置し、イオン交換の再生排水についても別途処理することとなった。

(3) 水の多段利用

鉄鋼業は典型的な用水産業であり、汚濁負荷量も非常に高く、それを全量処理するには巨大な施設を必要とする。そこで、各工程で排出される水量と水質を検討し、少々汚れていても使える工程や簡単な処理をしたのち使える工程をさがし、そこへ供給するならば、新水を供給しなくて済むことになる。こうして何段階かの工程で多段利用されて出てきた水を最終処理すればよい。しかも、水量は対策以前よりも少なくなるため、処理施設の容量も相対的に小さくて済む。

C製鉄所は600万t/年の粗鋼生産能力をもっているが、多段利用により96%の循環を可能にした。これは、間接冷却(循環)→ブロー→直接冷却(循環)、ガス洗浄などにもっていくだけで、11万m³/日にまで減少させることができた。

4. 2 水質汚濁防止法による規制

4. 2. 1 上乘せ基準²¹⁾

昭和45年(1970年)の公害国会において、規制地域や規制対象業種の拡大、そして排水規制の強化などが盛り込まれた「水質汚濁防止法」が制定された。また、水質汚濁防止法では、それに基づく一律基準よりも厳しい基準(上乘せ基準)を設けることができ、東京湾流域の自治体はそれぞれの実情に応じて、BOD、COD、SSなどに対して上乘せ基準を定め、また、規定排水量よりも小さい事業場まで規制対象を拡大している(表20-3)。この基準値を基に、東京湾流域の自治体は事業場の排水基準遵守状況の確認や排水処理施設等の維持管理の指導および公害防止に係わる啓発等を目的として立入検査を行い、違反した場合には改善命令や一時停止命令等の行政措置をとっている。

4. 2. 2 総量規制^{12, 22)}

一方、これらの排水基準が濃度規制方式であることから、各発生源が排水基準を守っていても、工場の生産活動の活発化や規模の拡大あるいは新設に伴い排水量が増加した場合には、水域に流入する汚

表20-3 各都県における主な特定事業場の排水基準(mg/l)

項目	一律基準 (日間平均)	東京都				神奈川県			千葉県		埼玉県
		江戸川・多摩川水域		その他の水域		水質保全 湖沼等	以 外の水域	海域等	500m ³ /日 500m ³ /日		10m ³ /日
		500m ³ /日 以上	500m ³ /日 未満	500m ³ /日 以上	500m ³ /日 未満	湖沼等	湖沼等 以外の水域	海域等	以上	未満	以上
pH	5.8~8.6	5.8~8.6(5~9)				5.8~8.6			5.8~8.6(5~9)		5.8~8.6(5~9)
BOD	160(120)	20	25	20	25	5(3)	15(10)	25(20)	10	20	25(20)
COD	160(120)	-	-	20	25	5(3)	15(10)	25(20)	10	20	160(120)
SS	200(150)	40	50	40	50	15(5)	35(20)	70(40)	20	40	60(50)
n-ヘキサン抽出物質 (鉱油類)	5	5	5	5	5	3	3	-	2	3	5
(動植物油脂類)	30	5	5	10	10	3	3	5	3	5	30
フェノール類	5	1	1	5	5	-	0.005	0.5	0.5	0.5	
銅	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3
亜鉛	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	5
備考		50m ³ /日以上				50m ³ /日以上			30m ³ /日以上		

濁負荷は量的に増大する。その結果、特に東京湾のような閉鎖性水域は著しくその影響を受け、水質の改善が図られないことになる。そこで、東京都は、昭和48年（1973年）に東京都水質審議会から昭和51年度（1976年）を実施目標とする「総量規制の導入について」の答申があり、東京都はこれを実現するため現行の濃度規制の強化をはかりつつ、量規制の実効を計画的にかつ段階的に実施することになった。

こうしたなかで、国は昭和54年（1979年）に水質汚濁防止法等を改正し、東京湾等については水質の濃度規制に加えてCOD総量規制制度を導入した。その内容は、国が定めた総量削減基本方針と削減目標量にしたがい、各自治体が総量削減計画を定め、それに基づいて発生源別に削減対策を実施する方式となっている。これまで、3次にわたり総量規制を実施し、昭和54年（1979年）度から平成6年（1994年）度までの間に東京湾へ流入するCOD負荷量が約40%削減された（図20-13）。発生源別の削減量は、生活系の39%に対して産業系は49%と多く、厳しい排水規制等による効果が認められる。

平成6年（1994年）度における発生源別汚濁負荷量の割合によると（図20-14）、生活系が69%、産業系が21%、そして、その他が10%となっており、生活系の占める割合が多い。その生活系の汚濁負荷量の中で雑排水と処理水はほぼ半々となっている。このように、COD負荷量は高く、依然として環境基準の達成が困難であることから、平成11年（1999年）度を目標とする第4次総量規制により、平成6年（1994年）度の負荷量に対し8%の削減を図ることになっている。その達成のため、生活排水、産業排水、下水処理場、その他排水等について汚濁発生源別に削減に努めることとしている。

4. 2. 3 富栄養化対策

(1) 自治体による行政指導^{9,11,24,25)}

東京湾流域の自治体は、公害問題の発生当初はそれぞれ独自に浄化対策を構っていたが、東京湾という共通した課題に取り組むため、共同して広域的な体制をとるようになった。その一つとして、富栄養化対策がある。

東京湾の汚濁問題を解明するため、1都2県（東京都、神奈川県、千葉県）が昭和46年（1971年）度から48年（1973年）度にかけて東京湾の総合的な共同調査を行った。その結果、アンモニア性窒素は昭和30年（1955年）代の後半まで $0.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ であったが、昭和48年（1973年）には沿岸で $0.5\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ に達し、また、夏季には富栄養化に伴う植物プランクトンの増殖が湾内の水質汚濁に大きな影響を及ぼしていることが改めて明らかとなり、栄養塩類の除去対策の必要性が指摘された。

そこで、東京湾流域の自治体は共同して昭和54年（1979年）から特定事業場に対して栄養塩の削減を法規制ではなく行政指導として実施している。これまで3次にわたり削減指導を行ってきており（図20-15）、昭和54年（1979年）度から平成6年（1994年）度までに窒素負荷量が約23%、磷負荷量が約45%削減された。発生源別としては、窒素・磷とも産業系の削減量が多く、それぞれ48%、55%となっており、行政指導等の成果が認められる。また、生活系については窒素の13%に対して磷では43%削減されており、洗剤の無磷化が効果を発揮した。平成6年度（1994年）における負荷量の割合は窒素・磷とも生活系が大きく、ともに約62%となっている。現在は平成11年（1999年）度目標として、東京湾流域から公共用水域に排出される窒素・磷の総量を平成6年度（1994年）より減少させる計画を進めている。

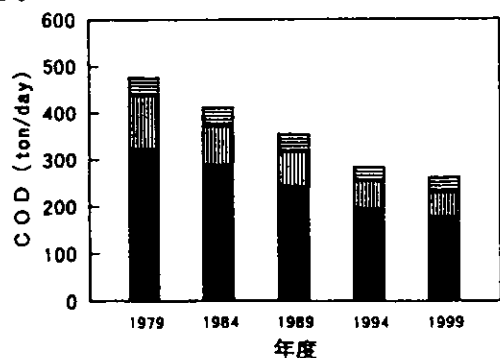


図20-13 COD負荷量の推移と削減目標

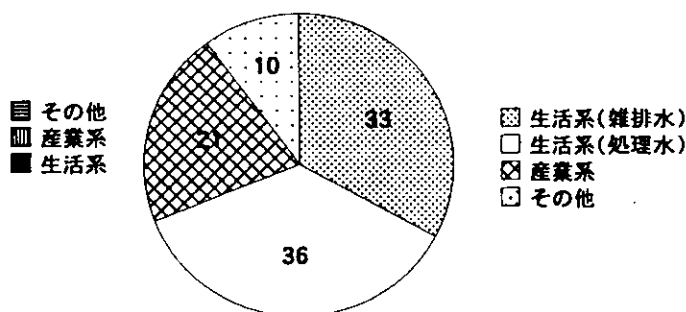


図20-14 発生源別汚濁負荷量の割合(1994年度)

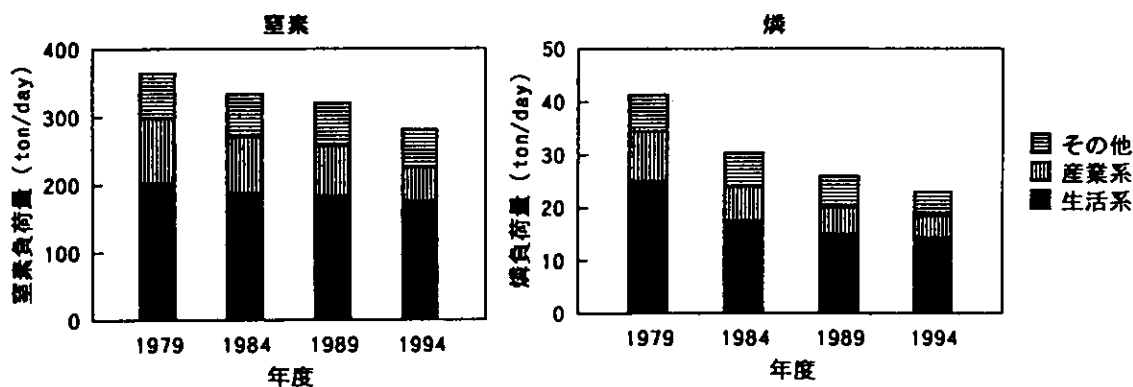


図20-15 窒素・燐の発生負荷量の推移

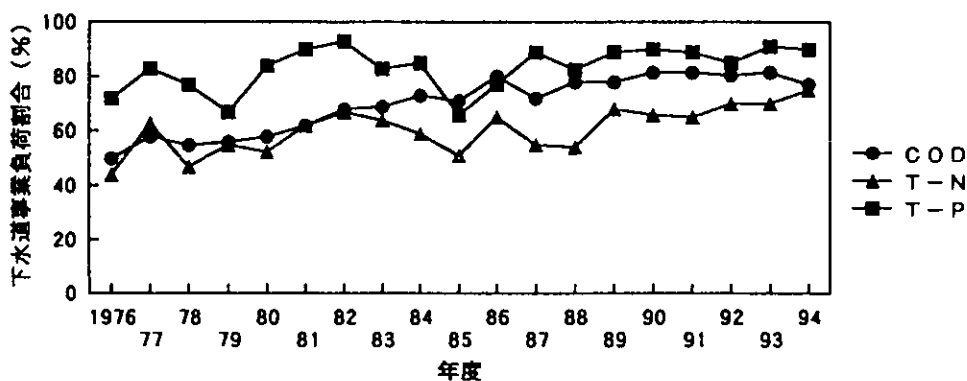


図20-16 工場一斉調査における下水道事業負荷割合の経年変化

一方、下水道普及率が高くなるにつれて、業種別の負荷割合が変化してきた。東京湾流域の自治体は、排水量1000m³/日以上規模の工場を対象にCOD、全窒素及び全燐等について一斉立入調査を実施している。その調査結果によると(図20-16)、業種別の負荷割合は各項目とも下水道事業の負荷割合の上昇が見られ、近年は全燐で90%、CODで80%及び全窒素で70%前後を占めている。

(2) 水質汚濁防止法の改正¹²⁾

このような状況の中で、平成5年(1993年)に環境基本法および水質汚濁防止法の改正により、海域における全窒素・全燐の環境基準および排水基準の設定がなされ、特定事業場については排水基準が適用されることとなった。さらに、平成7年(1995年)には東京湾に適用される水質環境基準の水域類型指定がなされたところである。

5. 東京湾の水環境

5.1 類型指定とモニタリングシステム^{9,13)}

昭和45年(1970年)の水質汚濁防止法の制定により、東京湾等についてpH、COD、DO等に係る環境基準の水域類型指定が行われた(図20-17)。類型指定の内容は、概ね湾口部から湾中央部にかけて最も厳しい基準のA類型、次に湾中央部から湾奥部にかけてB類型、そして人口や工場の集積地の地先でC類型となっており、19の水域に分けられ、合計49の環境基準点がある。

また、平成7年(1995年)には水質汚濁防止法が改正され、東京湾等について窒素・燐に係る水域類型指定が行われた。その内容は、概ね湾口部でⅡ類型、湾中央部から東岸寄りにかけてⅢ類型、湾奥部の西側や東側の沿岸域でⅣ類型となっており、6水域に分けられている。

東京湾における定常的な水質モニタリングシステムとしては、水質汚濁防止法で定められている公用水域の常時監視調査と環境庁が東京湾岸の1都2県の協力で実施している東京湾広域総合調査がある。調査頻度は、測定項目により異なるが、原則として前者では毎月1回、後者は季節毎の年4回の上下層について行われている。

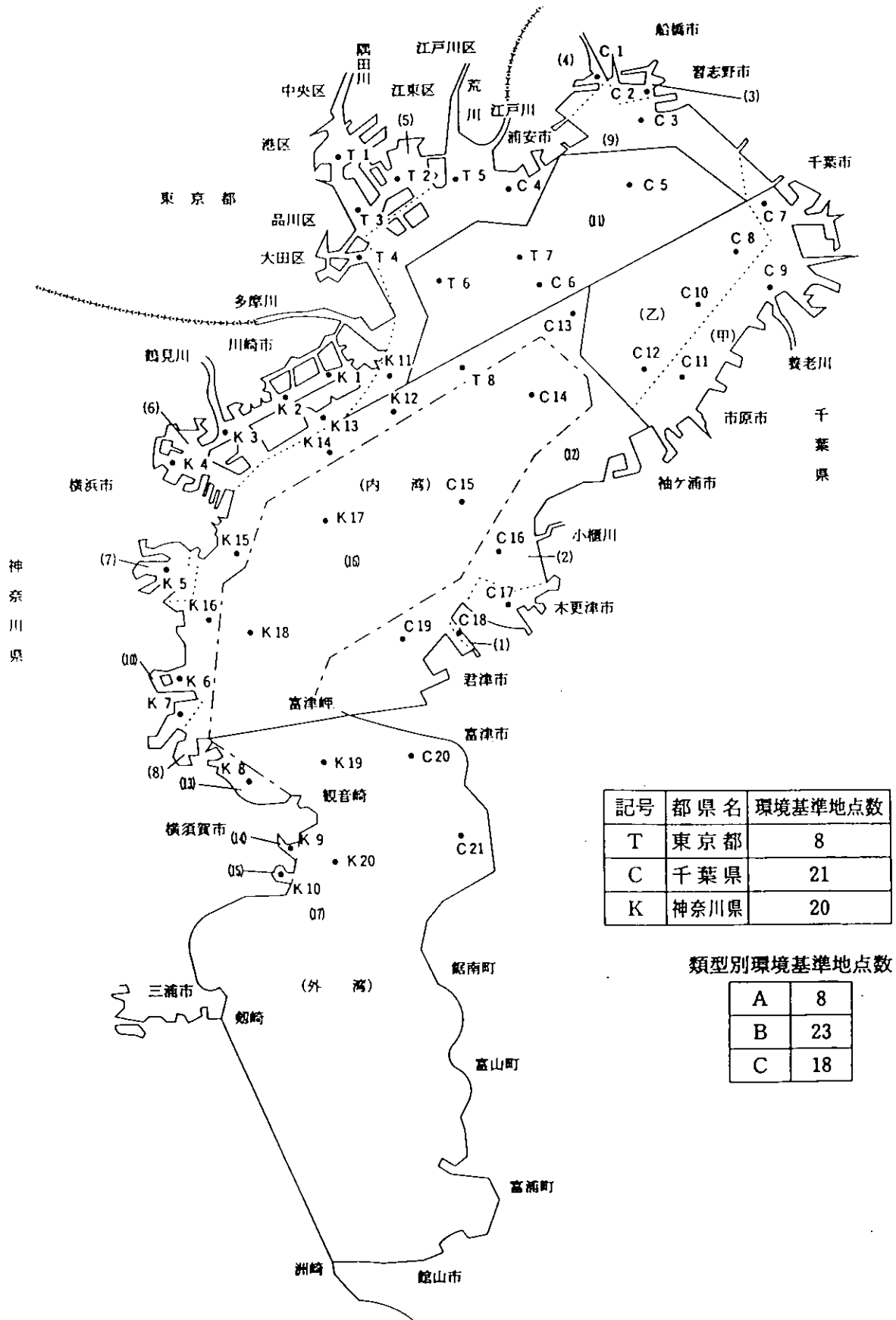


図20-17 東京湾のCODに係る環境基準点及び水質類型指定図

5. 2 水質環境の変遷^{1),23)}

東京湾の水質汚濁は、東京湾流域からの流入負荷なかでも河川からの負荷によって引き起こされる割合が大きい。東京湾に流入する主要な河川のCOD(図20-18)は、昭和48年(1973年)度前後に約 $20\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ と最も高い値を示したが、昭和52年(1977年)度頃には急減して $10\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下となっており、排水規制の強化や下水道整備などの成果が表れている。しかし、それ以降CODはほぼ横ばいで推移し、平成2年(1990年)では $5\sim 8\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ の範囲にある。

次に、東京湾広域総合調査結果から東京湾におけるCODの経年変化をみると(図20-19)、東京湾のCODは昭和47年度(1972年)度頃には $4\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を超えていたが、昭和51年(1976年)度になると $3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を下回った。しかし、その後のCODは大きく改善されず、昭和61年(1986年)以降は $3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 前後の範囲で推移してきている。このように東京湾のCODは流入河川の場合ほど大きな変化を示していない。昭和61年以降のCODの濃度変化はクロロフィル-aと比較的よく対応していることから、東京湾では、流入河川からの流入負荷に加えて、湾内で生産される植物プランクトン(2次汚濁)のCODへの寄与が無視できなくなっている。

植物プランクトンの成長と密接に関連する窒素と磷の濃度の経年変化については(図20-20)、全窒素濃度は昭和49年(1974年)度に最も高い $2.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を示した後、翌昭和50年(1975年)度になると大きく低下した。しかし、その後は緩やかに上昇していき昭和57年(1982年)度頃を境にして再び徐々に減少してきており、近年は $1.3\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 前後で推移している。このように窒素は削減指導等の成果が表れてきていることがうかがえる。全磷濃度については、昭和51年(1976年)度の $0.18\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ から徐々に減少しており、洗剤の無磷化等の効果が表れている。しかし、昭和58年(1983年)度以降は $0.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 前後で推移しており、ほとんど変化していない。

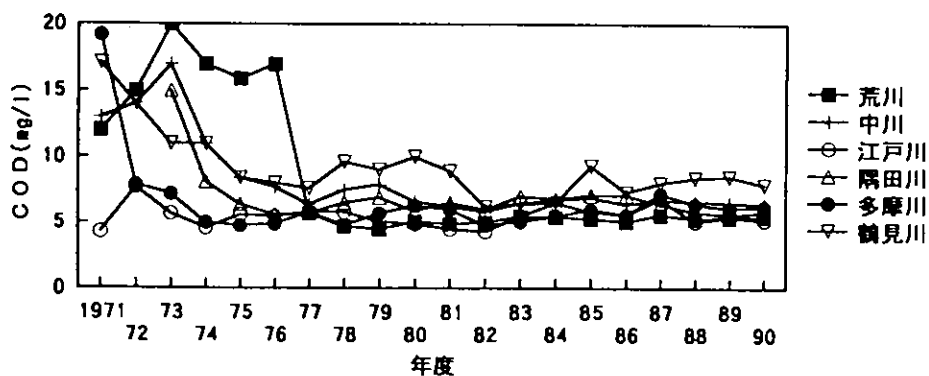


図20-18 流入河川のCODの経年変化

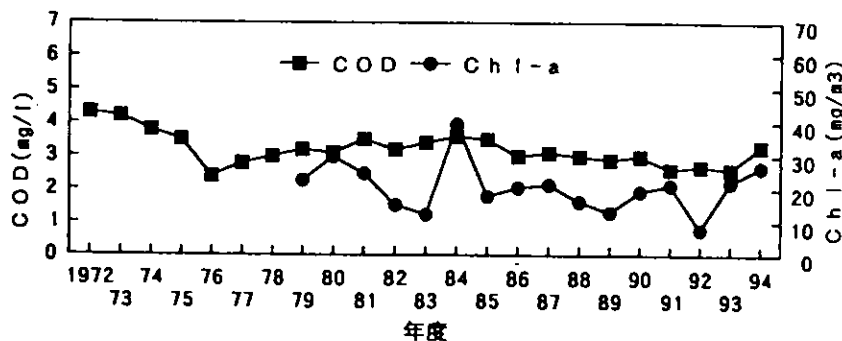


図20-19 東京湾におけるCOD及びChl-aの経年変化

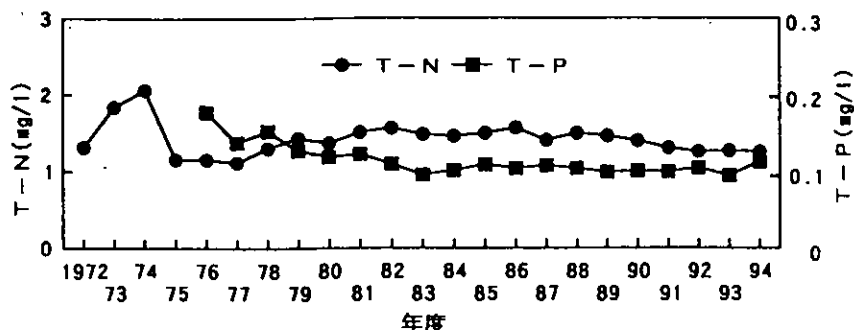


図20-20 東京湾におけるT-N及びT-Pの経年変化

5. 3 環境基準と水質の現状^{9,13,26)}

東京湾におけるCODの環境基準値適合率の経年変化を概観すると(図20-21)、C類型の適合率は昭和56年(1981年)度から昭和60年(1985年)度にかけて100%をやや下回ることがあったが、近年はほぼ100%で維持している。AおよびB類型の適合率は、昭和52年(1977年)度から昭和59年(1984年)度にかけて50%前後を示し、それから徐々に上昇してきた。しかし、平成3年度(1991年)度以降になると70%前後で推移しており、水質の改善傾向がみられなくなった。

現状の水質を環境基準と比較するため、まず、生活環境項目の平成7年(1995年)度現在における平均値と環境基準値を類型別に示したのが表20-4である。pHはすべて環境基準値に適合しているが、CODとDOでは不適合の類型が認められる。CODはA及びB類型の上層でそれぞれ基準値を $0.7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、 $0.6\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 上回っており、DOはA類型の下層で基準値を $1.1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 下回っている。DOについては、下層の最小値はいずれの類型も $0.5\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下を示し、逆に上層では最大値が $18\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を超える場合もあった。上層のpHとCODについても、最大値がそれぞれ8.9、 $9.7\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ とかなり高い値を示していることから、2次汚濁と貧酸素化の影響が大きいことがうかがえる。

なお、カドミウムやジクロロメタンなどの健康項目は、東京湾では近年ほとんど環境基準を超えることはなく、平成7年(1996年)度においても全地点で環境基準を超えていない。

次に、全窒素及び全磷について、現状水質と環境基準を比較した(表20-5)。ここで、暫定目標とは、環境基準の達成が困難と考えられる水域について設定されたもので、達成期間を「段階的に暫定目標を達成しつつ、環境基準の可及的速やかな達成に努める。」こととされた。また、暫定目標については、水質の改善状況、施策の進捗状況等を踏まえて、今後おおむね5年ごとに必要な見直しを行うこととしている。表20-5によると、窒素、磷ともに環境基準を達成している水域はN類型の2水域であり、磷のみが環境基準を達成している水域はN類型で1水域あったが、II及びIII類型の水域は窒素・磷とも基準値を超えている。ほぼ湾全域で高濃度レベルにある。一方、暫定目標との比較では、窒素は4水域とも暫定目標を下回っているが、磷は3水域のうち2水域で暫定目標を上回っている。

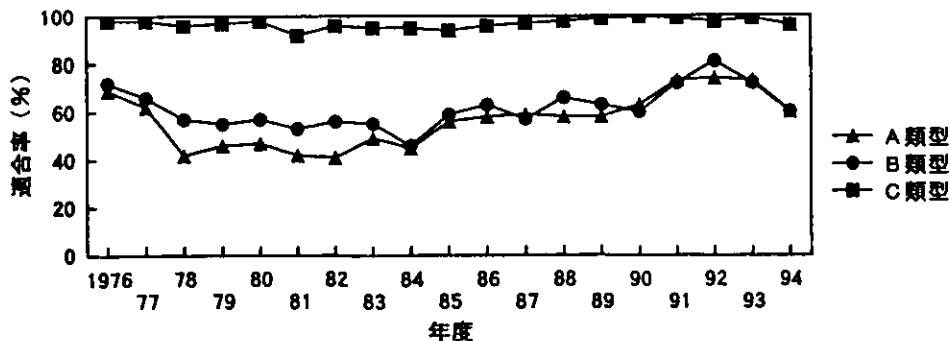


図20-21 CODの環境基準値適合率の経年変化

表20-4 生活環境項目に係る環境基準及び測定結果

項目	環境基準		1995年度平均値	
	類型	基準値	上層	下層
pH	A	7.8-8.3	8.2	8.1
	B	7.8-8.3	8.2	8.0
	C	7.0-8.3	8.1	8.0
COD	A	2 mg/l以下	2.7 mg/l	1.5 mg/l
	B	3 mg/l以下	3.6 mg/l	2.3 mg/l
	C	8 mg/l以下	3.9 mg/l	2.5 mg/l
DO	A	7.5 mg/l以上	8.3 mg/l	6.4 mg/l
	B	5 mg/l以上	8.7 mg/l	6.0 mg/l
	C	2 mg/l以上	8.3 mg/l	5.7 mg/l

表20-5 全窒素及び全磷に係る環境基準、測定結果及び暫定目標

項目	水域	環境基準		1995年度	1999年度
		類型	基準濃度 (mg/l以下)	平均値 (mg/l)	暫定目標 (mg/l)
窒素	千葉港	N	1	1.07	1.1
	東京湾(イ)	N	1	0.93	-
	東京湾(ロ)	N	1	1.27	1.4
	東京湾(ハ)	N	1	0.71	-
	東京湾(ニ)	III	0.6	0.89	0.97
	東京湾(ホ)	II	0.3	0.43	0.62
磷	千葉港	N	0.09	0.085	-
	東京湾(イ)	N	0.09	0.065	-
	東京湾(ロ)	N	0.09	0.096	0.095
	東京湾(ハ)	N	0.09	0.059	-
	東京湾(ニ)	III	0.05	0.071	0.067
	東京湾(ホ)	II	0.03	0.035	0.044

6. 今後の課題^{6,10,11,16,27,28,29)}

東京湾の水質は、法律や条例等による排水規制・指導のほか、市民・行政・企業による努力の結果、かなり改善された。しかし、近年になると水質の改善傾向は認められず、湾奥部では夏期を中心に、赤潮は毎年発生し、底層水は貧酸素化して生物生息に悪影響を及ぼしている。炭素の安定同位体C¹³を用いて有機物の起源を試算した結果によると、東京湾では河口を除いて湾内に分布する底泥有機物や海水懸濁物等のほとんどは海域起源の有機物と推定され、貧酸素水塊の形成に2次汚濁による有機物負荷の寄与が大きいことが指摘されている。汚濁負荷量のさらなる削減指導や下水道普及率の向上とともに、今後は下水処理におけるCODや栄養塩の高度処理等も視野に入れた対策が求められている。また、東京湾にかつての干潟があったならば、そこでの浄化作用により東京湾では今でも貧酸素水塊や青潮が起これなかった可能性が強いとの指摘があり、干潟は自然浄化の場として重要である。自然の砂浜に比べ浄化能力が劣るとはいえ、人工海浜による東京湾の水質浄化への寄与などについても検討していく必要がある。

このように東京湾の水環境を回復するためには多くの課題があるが、多面的な施策を着実に実施していくことにより、かつての豊かな「江戸前の海」に一步步近づけていくことが次世代への我々の責務であると考えられる。

参考文献

- 1) 菊池利夫(1974)東京湾史、大日本図書。
- 2) 日本科学者会議編(1979)東京湾、大月書店。
- 3) 小倉紀雄編(1993)東京湾、恒星社厚生閣、東京。
- 4) 貝塚爽平編(1994)東京湾の地形・地質と水、築地書館。
- 5) 東京都(1996)平成7年度東京都環境白書。
- 6) 環境庁水質保全局編(1990)かけがえのない東京湾を次世代に引き継ぐために。
- 7) 総理府統計局(1975-1997)日本の統計。
- 8) 経済企画庁経済研究所編(1975-1997)県民経済計算年報。
- 9) 東京湾岸自治体公害対策会議編(1996)東京湾・20年の歩み、東京湾岸自治体公害対策会議。
- 10) 環境庁企画調整局編(1989)東京湾・その保全と創造に向けて。
- 11) 七都県市首脳会議東京湾問題対策委員会(1992)東京湾域のバランスある発展をめざして。

- 12) 環境庁(1970～1997)公害白書、環境白書。
- 13) 一都三県公害防止協議会、関東地方公害対策推進本部・同東京湾部会編(1996,1997)平成6、7年度東京湾水質汚濁調査報告書。
- 14) 二宮勝幸、柏木宜久、安藤晴夫、小倉久子(1997)東京湾における溶存性無機態窒素およびリン
- 15) 東京都環境保全局水質保全部(1996,1997)平成6、7年度東京都内湾赤潮調査報告書。
- 16) 環境庁水質保全局(1992)青潮発生機構解明調査、平成3年度環境庁委託業務結果報告書。
- 17) 小倉久子、飯村晃、相坂清子(1994)東京湾の青潮発生状況、千葉県水質保全部研究所年報、63-67。
- 18) 木村賢史、西村修、川井利雄、稲森悠平、秋山章男、須藤隆一(1997)東京都内湾の底層水域環境との空間濃度分布の季節別特徴、水環境学会誌、20、457-467。
- 19) 加藤一郎(1968)公害法の生成と展開、岩波書店。
- 20) 横浜市公害対策局(1976)昭和51年版公害との戦い。
- 21) 東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県 資料。
- 22) 東京都公害局(1976)昭和50年度事業概要。
- 23) 環境庁 資料。
- 24) 一都三県公害防止協議会(1972)東京湾総合調査報告書(昭和46年度)。
- 25) 東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県(1996)東京湾富栄養化対策指導指針。
- 26) 環境庁水質保全局(1996)平成7年度公共用水域水質測定結果について。
- 27) 東京都環境保全局水質保全部(1997)平成7年度水生生物調査結果報告書。
- 28) 赤澤豊、三好康彦、嶋津輝之、木村賢治、大島奈緒子(1991)人工海浜の浄化能力について(その4)人工海浜と自然海浜における底生動物の現況とその浄化能力の検討、東京都環境科学研究所年報、1991-2、124-134。
- 29) 森真朗、土屋隆夫(1995)東京湾の環境(その5)-東京湾の水質汚濁対策と今後の課題-、用水と廃水、37、900-908。

わずかの間で、シジミも餌料の「ゴカイ」「イトメ」もまったく生存しえなくなった。他の魚も同じであり、昭和37年(1962年)には漁業権も消滅してしまった。東京の顔・隅田川も、日本経済が戦前水準をこえ新しい成長をとげはじめたまさにその年、魚もシジミもすめなくなり、以後悪臭のどぶ川に墮してくる。川は死んだのである。⁵⁾

川から発生する悪臭は沿岸の家々を襲い窓を開けておけなくなった。電車が隅田川の鉄橋を渡るとき、あまりの悪臭に窓が一斉に閉められたという。隅田川両岸の伸銅品問屋では、真鍮製品が仕入れて1~2日で褐色に変わり、10日ほどでまったく黒変するので商品価値が低下し、その被害高は5~9月で7億5千万円に達したといわれる。水質汚濁がひどいために、メタンガスその他有害ガス・悪臭が発生し、沿岸の都民につねに軽い「せき」や目の充血・食欲減退・頭痛が起き、動植物に悪影響が出てきた。当時の隅田川周辺の状況を、東京都人権擁護委員連合会長が各行政機関あてに、住民の心身に対する被害、物質的被害、経済的被害、文化財等に関する被害、その他被害などを述べた要望書を提出している。⁶⁾

両国の花火大会や早慶レガッタは昭和36年(1961年)にともに中止された。

昭和25年(1950年)からの水質の変化をみると、図3のとおり、昭和30年頃から水質悪化が著しくなり、37・38年に小台橋においてBOD水質が63mg/lと悪化のピークであったが、その後昭和39・40年頃に急速にBOD20mg/l程度に低下した後、順調に改善が進み、昭和60年以後はBOD10mg/l以下となり、その後改善は緩やかとなっている。



図21-2 神田川浅草橋付近の汚れ⁵⁾

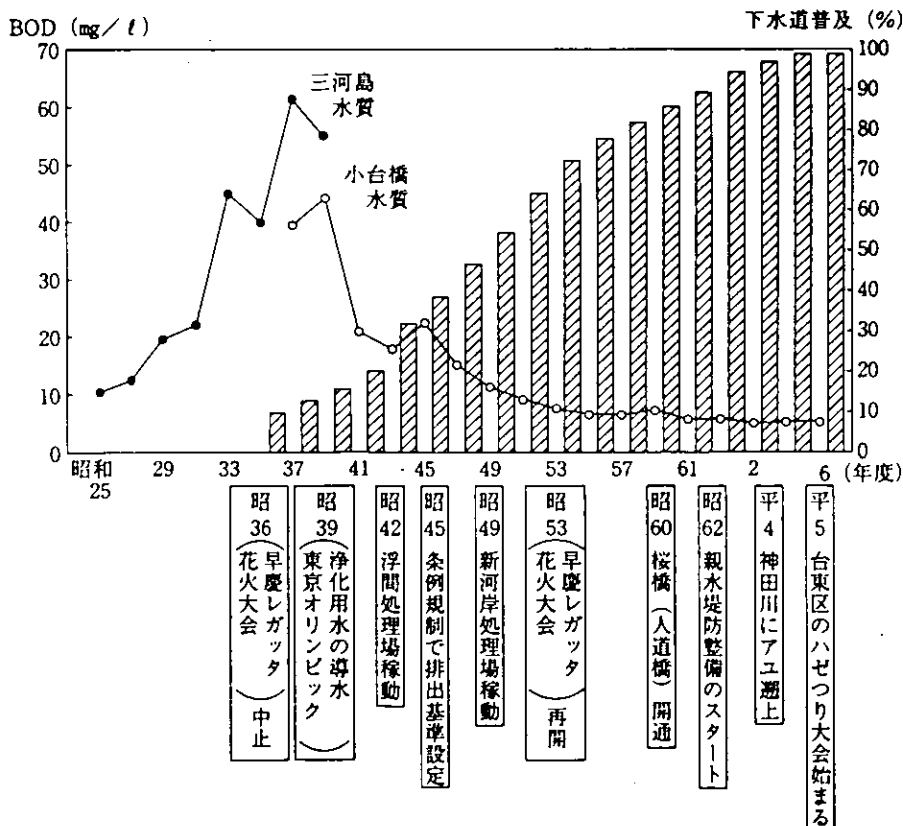


図21-3 隅田川水系の下水道普及率と水質の推移⁷⁾

その改善への取り組みを以下に示す。

2. 改善へのとりくみ

2. 1 工場排水の規制と公害行政の進展

(1) 工場公害防止条例

戦後、工業活動が急速に回復するにともない、工場と住宅が混在する地域でばい煙、騒音、悪臭などの苦情が多発するようになった。また、工業地帯や都心ビル街でのスモッグ発生、工場排水による河川の汚濁、工業用水のくみ上げによる江東地域の地盤沈下といった広域にわたる問題が進行し始めた。

こうした状況に対処するため、都は昭和24年(1949年)8月に地方自治体で初の公害規制法規である「工場公害防止条例」を定めた。この条例は、工場から発生する騒音、振動、粉じん、有臭・有害ガスおよび廃液などを規制の対象とし、工場を新設・増設するときは事前に知事の認可を受けさせ、公害が発生するおそれのあるときは、認可の際設備の改善などを義務づけることによって、公害の発生を未然に防止しようとした。条例施行に伴う既設工場からの届出は1万6千件にものぼった。⁸⁾しかし、当時の公害に関する社会規範意識と科学技術の低さから、公害の基準を具体的に定めることができず、「著しい廃液を発生し、公害を生ずるおそれのある場合……」という定め方をしたため、具体的な事例に当面した場合、どの程度が著しく、したがって公害であるかという判断があいまいで、具体的な規制基準が定められなかったため、もっぱら行政指導に依存し、十分な効果をあげることができなかった。⁵⁾

(2) 水質二法の制定から公害対策基本法へ

昭和27・28年ごろから河川の汚れが目立ち始め、廃液を流す工場に対する漁民の反感は急速に高まり、ついに昭和33年(1958年)6月、約1000名の漁民が本州製紙江戸川工場へ押し寄せ、流血の惨をみるに至った。これは、同工場が3月から運転を始めたセミケミカルパルプ製造装置の廃液が江戸川から東京湾へ流入、魚介類を死滅させ、関係漁民がたびたび工場側に汚水浄化を求めていたが、話し合いがつかぬまま放流を再開したのに抗議したものであった。本事件は都当局のみならず、国にも大きな衝撃を与え、国により同年12月の「公共用水域の水質の保全に関する法律(以下「水質保全法」という)」と「工場排水等の規制に関する法律」が公布され、37年(1962年)には江戸川水域の指定水域の指定及び水質基準の設定がなされた。しかし、隅田川は指定水域性の手順に手間取り、指定と水質基準の設定がされたのは、水質保全法制定後6年を経過した昭和39年(1964年)8月であった。

表21-1 工場、事業場から都内各河川に排出される水の水質基準⁵⁾

隅 田 川

区 分	取 引 項目	水素イオン 濃度 pH	生物学的酸素 需要量 ppm		浮遊物質量 ppm		クロム含有 量ppm	シアン含有 量ppm	通 用 期 間 (適用期日)
			日間平均	最 大	日間平均	最 大	最 大	最 大	
39.8.24に おいて、既 存の工場・ 事業場	乙地域に所在し、1 日の通常の排水量 100トン以上のもの	5.8以上 8.6以下	300以下	360	300以下	360			乙1期(40.4.1-42.3.31) 乙2期(40.4.1-42.8.31) 乙3期(40.4.1-43.3.31)
	丙地域に所在し、1 日の通常の排水量 100トン以下のもの		120以下	150	150以下	180			40.1.1から別に告示する日まで
	丁1地域に所在する もの		120以下	150	150以下	180			41.4.1から別に告示する日まで
	丁2地域に所在する もの		120以下	150	150以下	180			42.2.1から別に告示する日まで
上記の工場 ・事業場	甲地域に所在するもの	5.8以上 8.6以下							(40.1.1)
	乙地域に所在するもの		20以下	25	70以下	90	2	1	乙1期(42.4.1) 乙2期(42.9.1) 乙3期(43.4.1) (別に告示する日)
39.8.24の後に おいて新設の工場 ・事業場	丙地域・丁地域に所在するもの								(40.1.1)

経済企画庁がまとめた資料によると、昭和36年(1961年)ころ隅田川には、家庭下水が32%、大規模工場から53%、その他の工場から15%で総計BOD負荷量が195t/日排出され工場排水の負荷量が多かった。⁹⁾そこで、江戸川や多摩川と異なり、都市河川方式とって原則的には全ての業種に対して同一の基準を設定したうえで、公共下水道整備計画・既設・新設を考慮したものとして、昭和39年「荒川水域甲」(隅田川流域に該当)の指定と水質基準の設定が行われた。その際、目標は「シラウオ」のとれる隅田川の再現が望ましいものの、当時の隅田川の汚染の状況、産業の協和という水質保全法の立場等からみてとてもこれを早期に望むことは困難であるとの判断がされ、少なくとも隅田川の流水から悪臭が出ないようにすることが最低ぎりぎりの線であるとされ、BOD10 mg/l以下、D01 mg/l以上の水質となった。¹⁰⁾

昭和45年(1970年)には公害対策基本法が制定、それに基づき水質汚濁に係る環境基準として、「生活環境の保全に関する環境基準」の水域類型の指定がなされたが、隅田川はこの流れでE類型(BOD 10mg/l以下)の閣議決定を受けた。環境基準達成のための施策としては、「下水道整備の促進」と「隅田川のしゅんせつ」が示された。環境基準は、昭和50年(1975年)にD類型(BOD 8mg/l)に改定された。

(3) 東京都都市公害対策審議会

再度、東京都の行政にもどるが、昭和35年(1960年)の都内の工場数は、昭和20年の6.5倍である3万5400にまで増加した。一方、都心部への人口集中がすすむとともに住宅不足、交通渋滞、公害などの弊害が顕在化し始めた。

昭和35年10月には、知事の諮問機関として「東京都都市公害対策審議会」および「東京都都市公害紛争調整委員会」を設置して、より総合的な施策を推進することとした。東京都都市公害対策審議会の答申は、単に都市公害の基本的対策の樹立や総合調整にとどまらず、国の法律の改正などにも反映され、具体的な成果をあげた。¹¹⁾

隅田川の汚濁は急速に進行し、その主な原因は、隅田川沿岸や、上流の新河岸川沿岸にある工場の排水と、流入支川の石神井川や神田川などの家庭排水によるものであった。とりわけ、新河岸川沿岸の工場は中小企業が多く、個々に除害施設をつくることは困難であった。このため、37年3月、都市公害対策審議会は、特に新河岸川沿岸工場からの排水に専用排水処理場を設置するよう答申した(答申第二号)。後に述べる浮間処理場である。また、昭和35年ころから、都内では大規模な住宅団地の建設が活発となり、合併処理浄化槽が設置されるようになってきた。このため、活性汚泥法などによる高級処理方式を採用すべきとの答申がなされ(昭和40年3月、答申第五号)、その処理が下水処理場と同水準になるよう指導を開始した。これは、昭和44年の建築基準法に基づく浄化槽の構造基準告示に反映された。

(4) 東京都公害防止条例

東京都では、先に述べた工場公害防止条例の他、騒音防止条例およびばい煙防止条例の三条例が、法律に先行してきたことで、法律との間にかかなりの重複と混乱を生じ、また公害現象そのものが量的にも質的にも拡大してきたため、三条例を一本化し、昭和44年(1969年)7月「東京都公害防止条例」

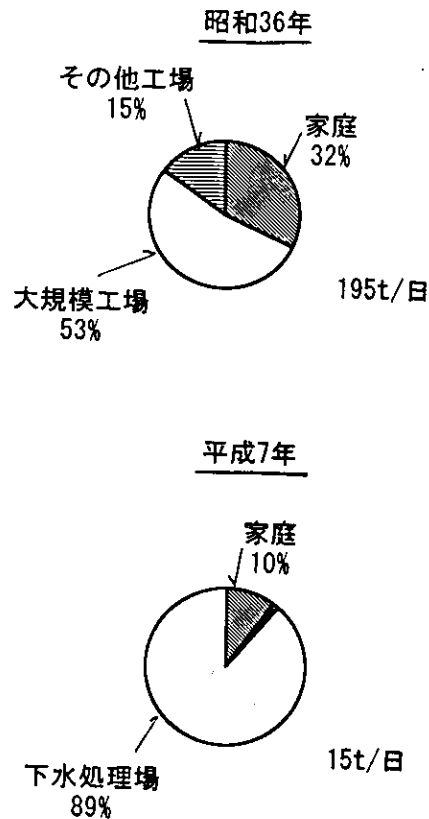


図21-4 隅田川のBOD負荷量(昭和36年)¹²⁾

を制定した。同条例では、前文で、公害に関する三つの基本理念を宣言し、本文で「都民の健康で安全かつ快適な生活を営む権利を保障する最大限の義務を負う」という都の責務を明記したほか、工場の認可制を踏襲し、従来工場として取り扱うことができず都民の苦情のもとになっていたガソリンスタンド、と畜場なども指定作業場（届出制）に位置づけ広く規制の対象とした。⁵⁾昭和45年12月、水質関係二法が発展的に統一され、水質汚濁防止法が制定された。同法により事業場からの排水基準が全国一律でBOD120 mg/ℓ（日平均値）などが定められたが、都道府県が地域の実情にあった規制指導が行えるよう知事に規制権限等が委ねられ、公共用水域の水質環境基準の達成・維持を図るために、条例で上乘せ基準値を定めることができるようになった。これを受けて都は、昭和47年1月、先行して公布されていた東京都公害防止条例の改正を行い、大規模の排水を出す事業場に対しては規制基準として当時の水処理の限界レベルとされていたBOD20mg/ℓなどの厳しい値を設定した。

(5) 都民を公害から防衛する計画

東京における公害は、ますます複雑化、多様化、広域化し、質量ともに悪化の一途をたどった。牛込柳町における自動車公害、光化学スモッグ、ヘドロによる東京湾汚染、カドミウムによる土壌、産米、用水の汚染など新種の公害が矢継ぎ早に発生した。このため、東京都は「都民を公害から防衛する計画」を策定した（昭和46年（1971年）3月）。この計画は、第一に、公害の監視、規制というような直接的な公害対策にとどまらずに、都政のなかで、公害防止に関連するすべての施策を盛り込んだこと、第二に、都民の生活をとりまく環境自体を、各種の汚染から保護するという見地から、自然環境の保全をとりあげたことに特徴があった。そこで下水道計画を大幅に繰り上げたことをはじめとして、道路、住宅の建設などすべての行政を公害防止という観点から見直し、再点検し、公害防止のために東京都の施策を総動員しようとした。

水質汚濁対策としては、区部について55年（1980年）までに、河川に放流する三河島・落合・小台・新河岸・小菅の5処理場で超高級処理を行うと計画された。その理由は以下のとおりである。仮に、隅田川の流域に将来下水道が完備したとすると、この川に放流される下水の処理量は、25～30 m³/sと考えられる。環境基準の類型指定により隅田川はBOD10mg/ℓと設定されたので、それ以下に保つためには、処理水質を20mg/ℓとすると、河川の固有水量はほとんど見込み得ないため、下水の放流量にほぼ見合うだけの浄化用水を流す必要がある。しかしながら、比較的水量に恵まれた1969年の実績でも、浄化用水の放流量は10～20 m³/sにすぎない。将来さらに産業が発達し、生活水準が向上して、水需要が増加すれば、その量すら維持することが難しくなる。したがって、今後は、この流域での下水の放流水質をBOD10mg/ℓ程度にすることが必要とされた。⁵⁾しかし、落合処理場で、45万 m³/日の能力を持つ高度処理施設（急速砂濾過）が完成したのは昭和62年（1987年）であり、その他の処理場では行われていない。それでも、放流水質はBOD平均10以下mg/ℓとなっている。¹⁾

(6) 住宅団地排水の処理指導

昭和35年（1960年）前後から東京周辺に大規模な住宅団地が続々と建てられるようになった。これらの住宅団地は地価の暴騰や住宅の不燃化・効率化などの要請から高層化され、便所の水洗が行われるようになった。その人口密度は1 haあたり300～600人で、人口規模は2千から2万人程度のもが多い。これは人口密度の面からみれば、区部の当時の平均人口密度1 haあたり158人、区部の最大人口密度285人より大きく、人口の規模では都下の町村の規模に相当した。このような規模の高密度集落が下水道はもちろんのこと、排水路の整備すら完全でない田園地帯に出現すると、そこから排出されるトイレ排水や家庭雑排水によって、周囲の水質が著しく悪化することになる。そのため都では38年以降、下水道の整備が近々に行われる見通しのない地区に建設される住宅団地に対して、トイレ排水と雑排水を合併して、公共下水道の終末処理場とほぼ同水準の処理水が得られるような、住宅団地排水処理施設の構造基準を都独自で作成し、その設置を指導していった。昭和45年までの設置実績は、計画中のものを含めて、処理対象人員は約50万人に及んだ。

(7) 規制指導の実態

一般に、わが国においては水が比較的容易に利用できたため、水の使用方法についてほとんど工夫がなされていなかった。むしろ、汚れたものは水で洗い流すという思想が強く、ほとんどの工場では、

希釈して放流していた。

水質保全法の時代は、国は隅田川については、指定水域として基準を設定するのに手間取っていたが、その間にも、都は独自に排水濃度に係る指導基準を作成し、それに基づいて、流域の大規模事業場から指導していった。金属製品製造業（メッキ業）については特に、その頃、魚のへい死事故が多発したことや毒物取締法でもシアン規制がなされていたことで、公害・下水・衛生各局が三局会議をもち、統一した指導する中で、公害局はメッキ処理施設の構造基準を作成して指導していった。

当時の職員は次のように語っている。

「当時、水処理施設に対する参考書や指導書が何もなかった。職員にも経験者がいなかったため、事業者とともに、ひとつひとつの工程から洗いなおし、工程毎の水質、水量を調べ、どこをおさえていくとよいかを見ていった。工程を調べることにより、溶剤や原料の回収ができたり、再利用を図ることにより、結果的に排水のBOD値を軽減できたりした。メッキの場合には、洗浄工程に回収槽を設置し、水洗を向流多段水洗に変えることで排水濃度が低くなると同時に洗浄水量が少なくなり合理的な水使用が図られ、事業者に感謝された。」

水質汚濁防止法の時代に入って直罰規定ができたが、都では、立ち入り結果に基づいて、勧告、警告を出しながら、事業者を集めて講習会を開催し、処理原理の理解の徹底と処理方法の指導、維持管理の徹底を伝えるというように、指導をおこないつつ、対応の不十分者には改善命令と同時にプレス発表という行政措置を講じていった。時には、企業のピラミッド構造を利用し、中堅所を集中的に指導し、大工場に見習わせるということもあったという。

昭和47年からの総立ち入り件数と不適合件数の推移を示す。当初は違反率が半数近くあったが、近年は3%台まで改善されている。しかし、厳しい指導の結果、助成して移転を図るといふ、いわば追い出された事業場もあったようである。このように、きめ細かな行政指導を行って実効をあげていったので、水質汚濁防止法により直罰規定はされたものの適用が少なく、一方で、同法により警視庁が抜き打ち的に告発を行うことが一時期よくあった。

(8) 監視体制の強化

水質汚濁防止のためには、一方において発生源の規制を強化するとともに、河川環境の常時継続的な測定を行う必要がある。施策の効果を判定するのに利用するとともに、有害物含有排水の流出による魚のへい死事故のような異常水質の早期発見にも役立つように、東京都では、水質汚濁防止法第16条による測定の他に、昭和47年から流域に水質常時測定室を設置し、24時間自動で連続的に監視する体制をつくり、コントロールセンターとのテレメーター化を図って常時監視を行ってきた。

昭和40年代後半はシアン流出による魚浮上などの事故が多発した。そのため、通商産業省の主導により、シアン使用工場607のうち、シアンメーター設置可能工場を対象に120台のシアンメーターを設置した。国と都が費用の1/2づつを負担し、設置にあたっては、上水道源となっている河川を優先した。塩化物等の妨害物質の存在など問題があったものの、自己監視の意義が大きかった。

2. 2 下水道の普及

(1) オリンピック以前の下水道

時代は逆上るが、東京の近代下水道は、明治初期の度重なるコレラの流行や衛生思想の発達を受け

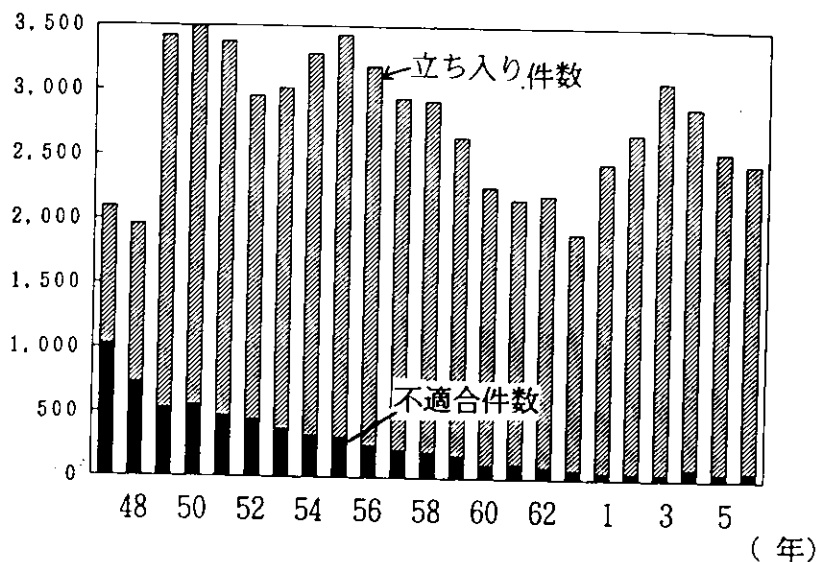


図 2 1 - 5 立ち入り不適合件数の推移

(環境保全局事業概要¹⁰⁾より作成)

て明治17年に建設された「神田下水」に始まる。だが、下水道の整備には巨額の費用を要すること、直接の収益がないこと等の理由により、明治17年、18年の2か年を限りに中止された。その後、明治41年に「東京市下水道設計」が認可、告示された。この計画では、当初、分流式であったものを、明治40年代に頻発した大雨に対応すべく、合流式に改めて、汚水の排除とともに効率的な雨水排除施設としての役割をも担わせている。その後、市街地の拡大により、それまで農民やくみとり業者が買っていたし尿が都心部に停滞するようになり、トイレの水洗化の要望が高まった。こうして、大正11年に我が国初の下水処理場として三河島処理場が建設され運転された。

昭和10年以降は、戦時経済などのため下水道工事は中断に等しいほど縮小された。

戦災下水道復旧事業は3年でほぼ完了したが、下水道の面的普及は遅れていた。東京の発展がすすむ中で、都心部への人口集中がすすみ、水使用量の増大にともなう発生汚水量が増加した他、雨水の流出にも新しい変化がみられた。都心3区の昼間人口は30年の132万人から40年には192万人と10年間で1.5倍近くに膨張。水の使用量も、区部の1人あたり1日最大配水量は、夜間人口ベースで30年の341ℓから40年には471ℓへ、昼間人口ベースでも同約330ℓから約420ℓへと急増した。それらの排水が、下水道未普及地域では川の負荷を高めていった。

(2) オリンピック投資

そんな中で昭和34年、オリンピック東京大会の開催が決定した。世界の注目を集めるオリンピック開催都市として、その名に恥じない環境と施設を整備すること、それがオリンピック関連事業の主要なコンセプトであった。しかし東京の顔、隅田川は「死の川」と化し、重大な社会問題をひき起こしていた。34年、都はそれまでの下水道拡張10か年計画を見直し、下水道事業の強力な推進体制をかためた。新10か年計画は、事業費を366億円から650億円に増額する大幅な拡大改訂であった。建設省もこの年、「隅田川の汚濁を2か年で防止せよ」との大臣指令にもとづき「隅田川汚染防止2か年計画」を定め、隅田川の浄化対策にのり出した。このように、オリンピックを機として、強力に下水道事業が推進された結果、昭和39年には面積普及率が26%に上昇。山の手線の内側ではほぼ下水道の普及が完了した。また37年には小台処理場が、39年3月には落合処理場が稼働し、三河島、砂町、芝浦とあわせて、23区内は5処理場で汚水の処理が行われるようになった。

(3) 工場排水共同処理場の建設（浮間処理場）

昭和37年に始まった隅田川浄化対策事業の最大のポイントは、新河岸川沿岸の工場排水を集め処理する浮間処理場の建設であった。こうした工場排水専用処理場の設置が必要とされたのは、新河岸川沿岸に立地する工場の大部分が中小零細規模の工場だったためであった。つまり各工場による排水の自己処理には、経営状態や用地の制約などから限界があり、共同の処理場を設けた方が早急な効果が期待できるとされたのである。

浮間処理場の建設は、昭和39年2月、基本計画の区部全域への拡大改訂とあわせて都市計画決定され、同時に事業計画も認可された。新河岸川沿岸1.087haの区域内にある730工場の排水(21万 m^3 /日)と一般家庭汚水(8万 m^3 /日)をあわせて処理するというものである。また同処理場はいわゆる前処理施設として、流入排水を隅田川の排水基準であるBOD120ppmまで処理し、さらにこの処理水を新河岸処理場に導き、終末処理場の放流基準(BOD20ppm)まで処理することとした。

昭和41年4月、浮間処理場は一部運転を始め、同時に前処理料金の徴収も開始された。ただ料金徴収の対象は排水量が100万 m^3 /日以上工場としたため、徴収工場数は全730工場のうち約15工場となった。

しかし他に類例をみない新方式であったゆえに、少なからぬ批判をまきおこすことにもなった。とくに多様な工場排水の混合処理は、当時の技術水準では必ずしも十分に対処しえないという面があった。たとえば化学的処理は、全体の処理にかえってマイナスになるとして、ほどなく中止された。さらに活性汚泥法では、工場排水中に含まれる重金属を処理できないという調査結果も報道された。

浮間処理場は、あくまでも緊急対策的なひとつの試みであったといえよう。のち工場排水処理に対する社会的要請の変化や、排水規制の強化がすすむなかで、同処理場は廃止された。しかし、個々の工場指導では得られない成果を挙げ、新河岸川、及び下流の隅田川の水質浄化に大きな成果をあげた

と評価される。

(4) 中小河川の下水道幹線化（36答申）

一方、下水道整備の立ち遅れによる弊害は、山の手地域でも顕著となってきた。武蔵野台地の東端に位置する東京の山の手一帯には、いくつもの中小河川が流れている。これらの川は、かつては田園地帯を流れる清流であったが、下水道が整備されないままにすすんだ流域の宅地化により、家庭や工場からの排水が直接川に流れ込み、晴天時には流量の大部分を汚水が占めるようになった。さらに、上流部の宅地化などにより水源が枯渇して排水路となる川もあった。しかも、これらの河川は流量が少なく流れが不十分で、汚水は容易に流出せず、汚物が沈滞して腐敗がすすんだ。こうして山の手の中河川は、悪臭を放つドブ川と化していった。

さらに、流域の都市化の進展は、雨天時の洪水の危険性も増大させることとなった。かつての遊水池としての機能を果たしていた農地が相次いで宅地化されたために土地の保有能力が大きく低下し、また、河岸まで家屋が密集して建ち並ぶようになったため、ひとたび氾らんがおこると、かつてとは比較にならないほどの大きな被害が発生するようになった。特に33年9月の狩野川台風では、区部面積の三分の一にあたる211 ㍍が浸水し、罹災者約200万人にのぼる未曾有の被害をこうむった。罹災区域は、江東デルタを中心とした東部低地帯に限らず、山の手の中河川地域でも各所に大きな被害が発生した。こうしたなか、都は、35年3月、東京都都市計画河川下水道調査特別委員会を設置し、都内の排水問題についての検討を開始し、翌36年10月、河川と下水道のあり方について、源頭を有しない14河川の一部または全部を暗渠化し、下水道幹線として利用するなどの内容の答申（通称「36答申」）を行った。都は、桃園川と渋谷川については、答申に先立ち暗渠化工事を開始し、他の河川についても順次事業をすすめ、覆蓋上部は遊歩道などとして利用していったものの、その後、川をとりもどそうとの社会機運が高まり、すべての実行はなされなかった。

当時、真先に蓋掛けされた渋谷川の一部は、最近、親水性の課題から「春の小川」構想のもとに二層河川となろうとしている。

2. 3 浄化用水の導入

昭和39年(1964年)は、東京は「東京砂漠」といわれた異常渇水であった。制限給水率が50%となり、近づく東京オリンピックを前に、水道水を確保するための利根川から荒川を經由した導水工事が急がれていたが、この時を機に、隅田川を浄化するため、この利根川からの水道水の余剰水を最大23.4m³/s希釈水とすることが暫定的に開始された。その条件は次のとおりであった。①荒川の豊水時の流量を新河岸川に分派し、隅田川の浄化を行う。②利根川に余剰水があり、かつ利根川と荒川との連絡水路（武蔵水路）の容量に余裕があるときには、荒川に放流された利根川の余剰水を新河岸川に導入するものとする。¹³⁾

浄化水路の事業費は国が一割負担で総額27億5千万円要した¹⁴⁾。その浄化効果の予測と

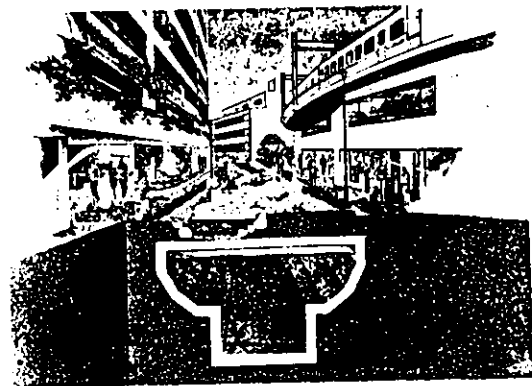


図 2 1 - 6 河川の二層化によって復活する「春の小川」¹²⁾

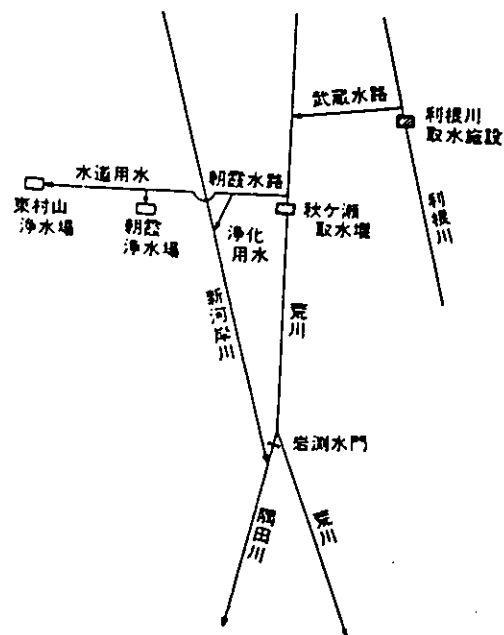


図 2 1 - 7 浄化用水導水路図⁵⁾

実績を図21-7表21-2に示す。志茂橋における水質は4月BOD20 mg/lであったが、もし浄化用水も浮間処理場もなかったら64mg/l、浮間処理場のみでは38mg/lであったと予測された。

5) 隅田川下流の両国橋においても、この時期に大きな改善がみられている。昭和39年9、10月に試験通水を行い、40年5月以降荒川本川に余裕のある限り常時、浄化用水を新河岸川に導入している。昭和39年にはBODで30mg/l程度あった水質が、浄化用水放流後には約1/2の13mg/lにまで低下しており、その効果の大なる様子が伺える¹³⁾。ただし前述したように、貴重な水道水の余剰水であるため、常に一定量の水が確保されているわけではない。それでも平成6年度の実績では年最大21 m³/sであり、年間の半分以上の日は4.5 m³/sを確保している。ちなみに、4.5 m³/s(約40万 m³/日)は神田川流域の落合処理場の排水量に相当する量である¹⁾。

2. 4 しゅんせつ

(1) 三期にわたるしゅんせつ

戦後、都内の各河川は上流からの土砂の堆積に加え、工場排水・家庭排水の流入、塵芥等の投および終戦の残骸処理として河川に投棄されたままとなっていた瓦礫類等により著しく汚染され、32年(1957)には、これら河川に堆積した土砂量は実に1000万 m³とも推定された。隅田川の川底の汚泥が堆積して、スカムとして浮いてきたり、硫化水素の悪臭が発生するようになり、治水上はもとより舟運にも支障をきたすようになり汚泥をさらう「しゅんせつ」の必要性が叫ばれるようになった。台東区議会でも昭和32年に隅田川しゅんせつ促進の決議がされた。そこで都は、河川事業に新たに河川浄化対策を取り入れ、水質汚濁防止及び水質の向上をはかることとなり、33年度河川汚濁対策事業として国の補助を得て隅田川等のしゅんせつ事業を開始した。次いで34年度の河川浚渫緊急5か年計画および36年度を初年度とする東京都長期計画に基づき、42年度までの10か年に全川を3度にわたり延べ約600万 m³のしゅんせつを行った⁸⁾。図21-9にしゅんせつ土量の累計を示すが、初めの

三期に集中的に実施された様子が伺える。その後、47年度策定の東京地域公害防止計画において、汚濁の著しい河川について優先的に堆積汚泥をしゅんせつして河川の水質浄化をはかることとしたが、毎年のように隅田川の一部が該当している。現在でも毎年、順次、区間を定めて、7~9万 m³程度のしゅんせつが実施されている。そして、これらに係る経費は近年、毎年2億円を上回る規模となって

表 2 1 - 2

浄化用水が新河岸川に対する浄化効果⁵⁾

志茂橋 BOD (ppm)			
条件 1962年 月	実測値	浄化用水、浮 間処理場と もない場合	浄化用水のみ ある場合 (浮間処理場なし)
4	20.9	64.0	33.5
5	20.4	54.0	34.6
6	33.3	59.2	59.2
7	12.1	46.8	27.5
8	17.5	46.6	32.3
9	19.2	54.0	32.0

(注) 建設省調べ

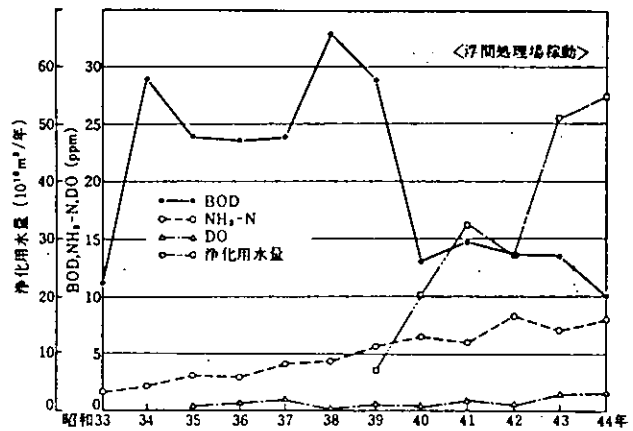


図 2 1 - 8

隅田川(両国橋)水質経年変化と浄化用水¹³⁾

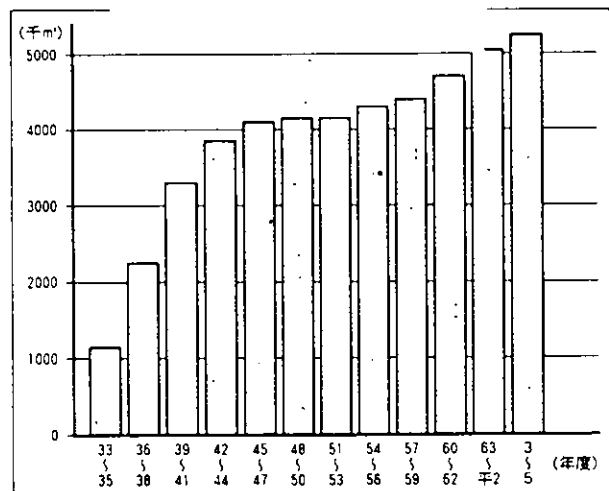


図 2 1 - 9 隅田川の浚渫土量(累計)¹⁵⁾

いる¹⁶⁾。

(2) PPPの原則による汚染底質の除去

汚染者が負担を負った浚渫例がある。昭和48年(1973年)の「全国水銀汚染等総点検調査」により判明した隅田川の上流部右岸の荒川区にあった製造工場が、昭和30年(1955年)から水銀電解法による苛性ソーダの製造過程で、無機水銀を含む汚泥を隅田川に放流し、底泥中の水銀濃度が除去基準25ppmを超え、最高値180ppm、平均66ppmの泥が延べ8400㎡(湿泥)あったことが判明した。当該企業は公害の汚染者負担の原則(PPPの原則)に従って、都の行政指導の下、企業の責任にて調査・検討を重ね、昭和50年(1975年)12月から6カ月かけて監視をしつつ浚渫を実施した。仮置きの後、高濃度汚染土壌は北海道に送って処理され、他は薬剤処理後、敷地地下に設けたコンクリート壁の中に封じ込められ、後に公共用地の原っぱとなった。同社は、工場等立地制限法や排水規制の動向もあり、これらを契機に鹿島と市原のコンビナートに移転した。¹⁷⁾

2. 5 地盤沈下と揚水規制

隅田川以東の江東方面一帯は、北から南にかけてゆるく傾斜した一面の低湿地で、地盤が軟弱である。しかし、東京湾にも近く水運の便に恵まれ、工場地帯として好適な立地条件にあるため、我が国有数の工業地帯となってきた。このため、工業用水として地下水のくみ上げが盛んに行われ、大正の初期から地盤沈下が発生した。この現象は大正9年(1920年)頃から次第に激しくなり、昭和13年(1938年)には年間12cmも沈下して、戦前の最高を記録した。その後、昭和19年(1944年)から22年にかけては、戦争被害による工業活動の低下により減少していた。24年ころから低地部における地盤沈下が再び観測されるようになり、その後、沈下地域が千葉県や埼玉県との境まで拡大して、沈下量も増加してきた。このため都は、26年度から基礎調査を行うとともに、28年3月に東京都地盤沈下対策審議会を設置し、地盤沈下原因の調査を行った。⁸⁾

隅田川沿岸の城北(内陸部)・江東(臨海部)両工業地帯には区部の用水型工場の8割が集中しており、地下水の揚水量は40年ごろで1日50万㎡と推定された。都は、24年8月のキテイ台風以来、被害の著しい江東三角地帯を洪水や異常高潮から防ぐため、護岸・かさ上げ工事等を実施し、32年度からは、江東三角地帯を囲む外郭堤防修築工事に着手し高潮対策事業を開始した。その間にも地盤沈下は進み、沈下量が4mを越える場所も出てきた。

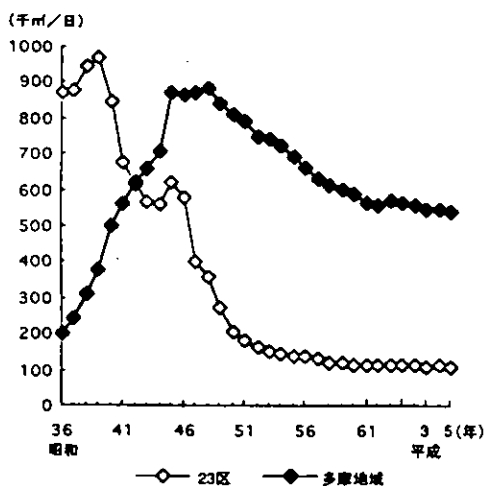


図21-10 地下水揚水量の推移⁷⁾

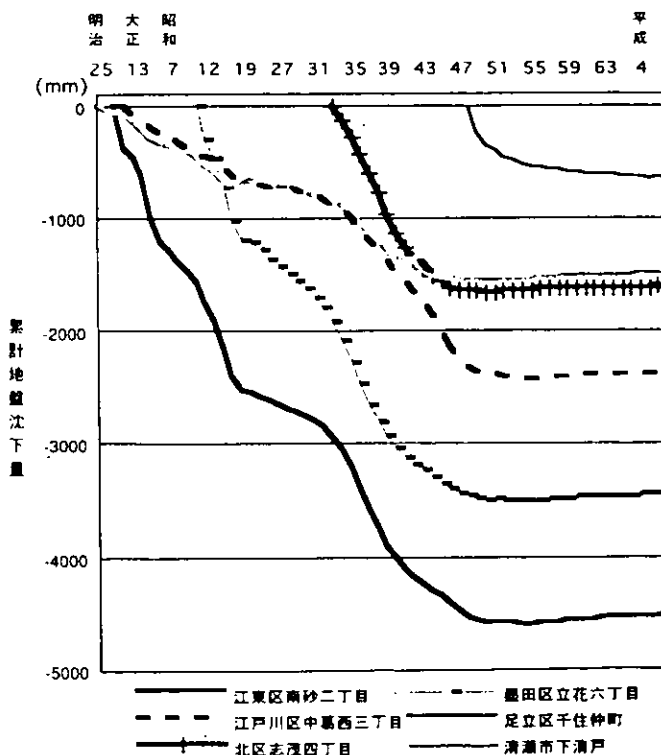


図21-11 東京における主要水準基標の累計地盤沈下量⁷⁾

一方、地盤沈下そのものを抑止するために、地下水の揚水規制が行われてきた。工業用水や暖冷房等に用いる地下水については、31年から工業用水法に基づく揚水規制を行うとともに、基準に適合しない既設井戸については他の水源に転換させた。¹⁹⁾ それでも、水需要がきわめて逼迫している状況において地下水の代替水源を確保することは非常に困難な事情にあった。地下水を使用する事業所について調査を行ったところ、過大な水使用が行われており、水使用の合理化を徹底すれば、地下水揚水量を大幅に削減できることが明らかになった。この現状に対処するため、学識経験者を中心として揚水量の減少勧告を行うための地下水使用合理化基準の設定について検討を行い、昭和50年1月に東京都都市公害対策審議会から答申を得、条例施行規則を改正して「地下水使用合理化基準」を設定し、工場等の冷却用水、びん洗浄用水など8用途について水を合理的に使用するよう勧告指導した。また、し尿処理場希釈水、プール用水などの4用途についても、指導要綱により合理化の対象とし、地下水揚水量の節減に努めてきた。その結果、揚水量は漸減し、地下水位は次第に上昇してきた。なお、上水用の井戸については、当初の工業揚水規制法の対象となった江東0メートル地帯、及び、ビル揚水法の対象となった23区内に、該当するものがなかったため、規制対象となっていない。

地盤沈下の経済損失について、以下の試算がある。

もし、地盤沈下で失われた、都内の低地だけで年400万～700万 m^3 の体積に対する、土による嵩上げの費用を算定するとしたら、かりに1 m^3 当たり1万円としても年400～700億円という莫大な金額になる。年平均74億円の公共支出—税金からの支出を、もし機械的に下町低地からの同期間の平均揚水量、3600万 m^3 で割ると、1 m^3 の水につき約200円の公共支出(外部不経済)を生じさせたということになる。地下水を利用してきた企業にとっては、地下水の用水原価は1 m^3 当たり1～3円といわれ、上水道水の単価の1～2割の安さであるが、外部不経済を考えれば、実質の100分の1以下の価格の水が使えたということになる。¹⁸⁾

2.6 大規模工場の移転

既成市街地での人口増加をもたらした大きな原因とみられる大規模な工場、大学などの新增設を制限するため、昭和34年(1959年)3月、「首都圏の既成市街地における工業等の制限に関する法律」(以下、工業等制限法という)が制定された。制限区域内では、一定規模以上の作業場面積の工場などの新增設ができなくなったのである。時を同じくして「公共用水域の水質の保全に関する法律施行令」「工場排水等の規制に関する法律」が公布された。これらによって、事業の拡大や工場の新展開を図る工場等で、首都圏から移転するものや生産部門を都外に移すものが現れてきた。昭和30年代の隅田川流域区の工場数の推移を図1に、同時期の東京都の人口の推移を図2に示す。工業等制限法の施行にもかかわらず東京都の全体人口は増加の一途を辿っていたが、隅田川流域の工場数及び人口は、昭和30年代後半から40年代始めに頭打ちあるいは減少に転じている。

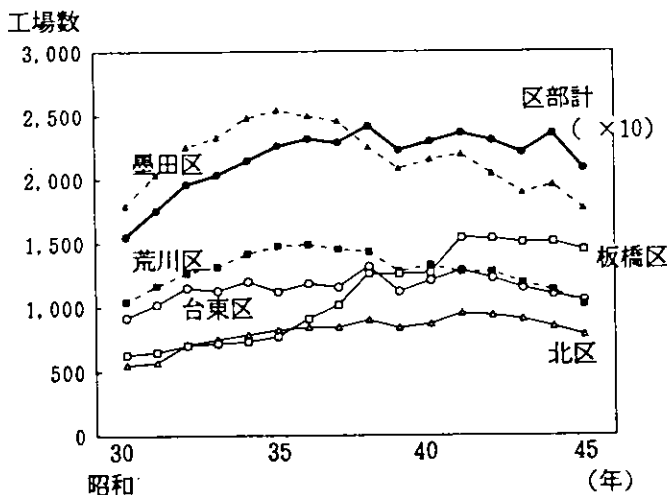


図21-12 隅田川流域工場数の推移¹⁹⁾
(従業員10人以上)

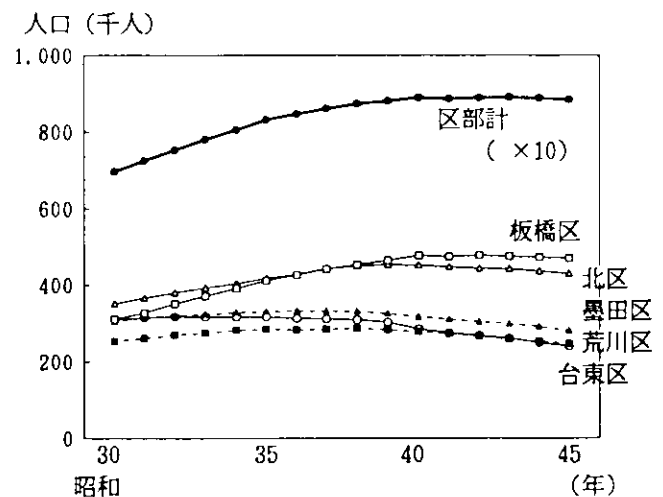


図21-13 隅田川流域人口の推移²⁰⁾

2. 7 公害防止の助成、工場の移転・集団化(中小規模)

都内には昭和43年(1968年)当時約8万の工場があった。これらの工場が、住居と混在して都民の公害に関する苦情・陳情の因となっていた。この解決のためには、発生源に公害防止設備を設置して公害が発生しないようにしなければならない。そのためには、相当多額の資金を必要とするが、この資金は企業の側からみれば生産に直接寄与することは少なく、とくに中小企業にとっては大きな経済的負担となる。そこで、中小企業の負担を軽減して企業の公害防止対策を促進するため、公害防止設備改善資金の貸付、公害防止資金の融資あっせん、税制上の優遇措置などを講じていった。

また、鑄造工場や魚腸骨工場などの公害発生型工場は、公害の防止が技術的に非常に困難であった。したがって、効果的な対策としては、住工分離を図って工業適地に移転させることであり、しかも移転先で公害が発生しないように、それらの工場を集团的に移転して工場施設を近代化することであった。工場移転の促進事業として、移転資金の融資あっせん、鑄造工場・魚腸骨工場の集団化・移転および工場跡地買収事業があった。

買収実績は昭和43年度までに工場実数57社62工場、約70万㎡を買収した。買収跡地の利用状況は住宅建設7899戸、公園27カ所、遊び場7カ所などである。⁵⁾

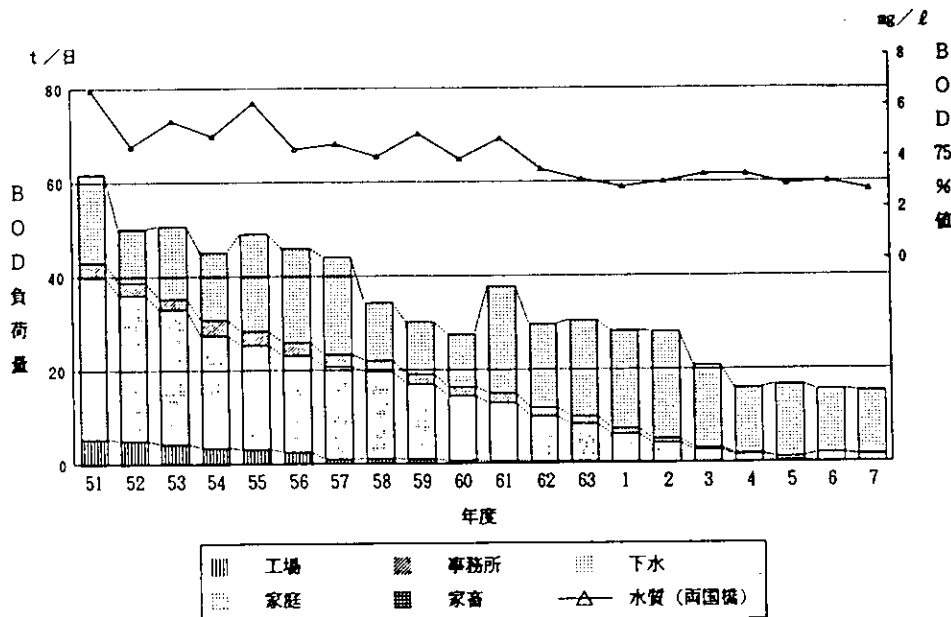


図 2 1 - 1 4 隅田川の汚濁排出負荷量と水質の推移²⁾

3 現在の隅田川の姿

3. 1 水質の改善と課題

「花・レガッタ・花火ー再び隅田川に」こんな見出しの記事が朝刊にのったのは、昭和53年4月のことであった。昭和36年(1961年)以来汚れきった隅田川から去っていた下町の伝統行事ー“両国の花火” “早慶のレガッタ” がともに17年ぶりで再開されるという内容であった。下水道の普及により、いまや隅田川には直接排水する工場排水も生活排水もなくなった。BODでみると環境基準をすでに達成しており、下流の両国橋でBOD 2~4 mg/l程度と改善された。昭和51年からのBOD排出負荷量の推移を図に示す。現在は排出負荷はほとんどが流域に立地する下水処理場の処理水であり、河川水量の6割を占める。そのため、河川水質は処理水質に大きく依存するようになった。図15に隅田川のNH₄-Nの縦断変化を示すが、8mg/lといった高濃度レベルもそれによる。また、DOが特に夏期に低くなり、魚の生息限界といわれる5mg/lを下回る。このように、BODが大幅に改善されたにもかかわらずそれ程DOが回復しないのは、前述のアンモニアの硝化も一因と考えられる他、隅田川の浄化能力が小さいことに原因がある。隅田川のように固有流量が少なく流れがゆるやかな感潮河川では、大気からの酸素供給が小さい反面、滞留時間が長いとD Oの消費が大きくなり、

その結果DOが低くなりがちなのである。流域に23か所ある下水道のポンプ場からの初期雨水による汚濁も懸念される。¹⁾

3. 2 生き物復活と親水性

隅田川では1日に200艘前後のタンカーや貨物船、そして水上バスが行き交っている。²²⁾ 人々が水辺に近づけるようにした親水テラスもかなり進歩した(平成6年度末累積14.6km)。眼下1mに見る水面は透視度が40cm程度といくらか濁っており、時に下水処理臭が感じられるものの、水質は、最近の生物調査によると種類数・個体数共に少ないが、小台橋でコイ・フナ類、両国橋でサッパ、スズキなどが採集されるようになった。²³⁾ 小台橋より下流にあり、海水の影響の大きい桜橋では、ハゼ釣り大会も平成6年から開始された。支川の神田川

では平成6年天然アユの遡上が確認され、隅田川の両国橋付近を通過していったものと推測される。

しかし、いまだ魚影は通過魚でしかなく、隅田川そのものが、いわゆる魚の棲む川とまでは回復していない。これらの原因として、前述した水質(DO, NH₄-Nを含む)の問題の他、河川構造があげられている。親水テラスとなっても、水際線はほぼ全域、兩岸ともコンクリートや矢板で連なっているため、魚の休む水草等がなく、水生生物の生息を妨げる原因となっている。白鬚橋上流の工事中のテラスに過渡的にできた干潟状の場所にコサギが来ていたとの新聞報道があった。そこにはエサとなる小魚が生息していたのである。

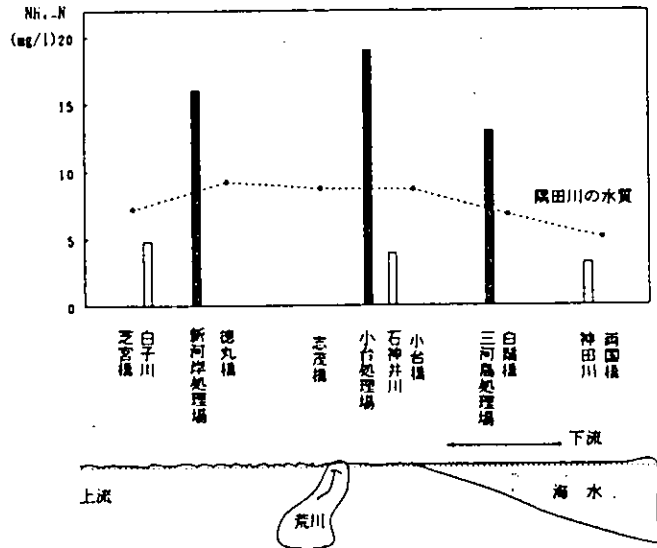


図21-15 隅田川のアンモニア性窒素濃度と流入排水の水質(平成7年度)¹⁾

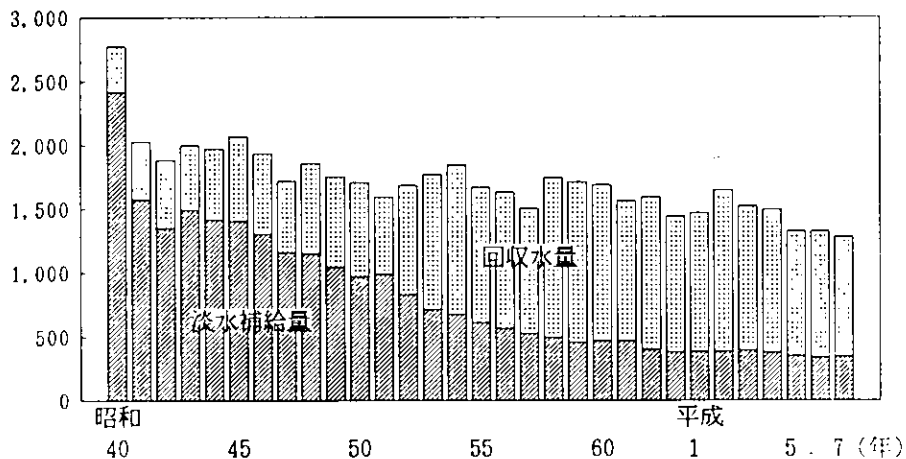


図21-16 工業用水使用量の推移(東京都全域)²⁵⁾

4 あとがき

極度の人口集中、業務中枢機能の高まりにより、著しく病んだ川が、オリンピックを機に人々の努力により、東京の顔としてよみがえってきた。隅田川は直接、その河川水を飲むわけではないが、江戸の昔からそこに生活する人々の心や体をうるおしてくれる大切なものであった。今、それをとりもどしつつある。スーパー堤防や白鬚防災地区の整備にみられる、災害の不安への対策がなされ、これまで述べたように水質が回復し、親水テラスで水面に近づくことが可能になり、水上バスや屋形船、花火大会などで賑わいを取り戻しつつあり、また、生きもの呼び戻そうとの努力も始まっている。渡し船の復活の話もある。

一方で、地域の水循環を見直す動きが出てきている。例えば、両国にある国技館ではトイレの水に雨水を利用している。墨田区内には、雨水を貯留して活用を図る施設が数多い。路地尊と言われる雨水貯留タンクもあちこちに見られる。新宿副都心では、下水を高度処理した再生水をビルの水洗トイレ用水に有効利用している(日最大8,000 m³)²⁴⁾。都の事業場全体としても、図に示すように、回収水の利用がすすみ、²⁵⁾ 循環都市に向けての努力をしている。エネルギーについても、下流の箱崎町には、隅田川の河川水をヒートポンプに活用する施設も運用されており、地域のもつ資源の有効活用となっている。

隅田川が、下町の地域に活きた親しめる川として復活するよう、地域の人々と行政はこれからも努力しつづけることであろう。

参考資料

- 1) 東京都環境保全局 平成7年度公共用水域の水質測定結果(総括編)
- 2) 三井嘉都夫: 江戸川・隅田川・中川の水質汚濁に関するうつつ的性格 水質汚濁研究(資源科学研究所)2号(1962)
- 3) 島正之 隅田川 榊名著出版(平成4年8月)
- 4) 東京市衛生試験所 昭和15年河川水質試験の概要(昭和16年5月)
- 5) 東京都公害研究所編 公害と東京都(昭和45年3月)
- 6) 下水道東京100年史(平成元年5月)東京都下水道局
- 7) 東京都環境白書(平成7年)
- 8) 東京都 東京都政五十年史(平成6年12月)
- 9) 経済企画庁国民生活局「指定水域の指定と水質基準の設定」の説明集その1(昭和45年6月)
- 10) 東京都環境保全局事業概要
- 11) 佐々木徹 水質関係法令と組織の変遷 さろん・ど・えこ資料
- 12) 東京河川ルネッサンス21検討委員会 東京河川ルネッサンス(平成8年6月)
- 13) 杉木昭典 水質汚濁 現象と防止対策 技報堂
- 14) 東京都公害研究所 東京における公害の実態 水質汚濁(1969)
- 15) 台東区環境保全課 すみだ川-再生のあゆみ-平成5年3月
- 16) 東京都建設局資料
- 17) 東京都環境保全局資料
- 18) 貝塚爽平ら 東京の自然史
- 19) 東京都 東京の工業(工業統計調査報告)(昭和30年~45年)
- 20) 東京都 東京の人口(昭和30年~45年)
- 21) 東京都環境保全局水質保全部 汚濁総量管理システムによる負荷量集計結果(抜粋)平成7年
- 22) 建設省関東地方建設局・埼玉県・東京都 荒川水系水面利用計画 平成3年8月
- 23) 東京都環境保全局水質保全部 水生生物調査報告書(平成7年3月)
- 24) 東京都下水道局 リサイクル読本
- 25) 東京都 東京の工業(工業統計調査報告)(昭和40年~平成9年)

第22章 長野県

1 県の地勢

長野県は、図 22-1 のとおり本州中央部に位置し、東西約 120km、南北約 210km に広がっており、面積は 13,585k m² を有し、北海道、岩手県、福島県に次いで、47 都道府県のうち第 4 位の広さを誇っている。

地形は、3,000m を超える 16 座がそびえており「日本の屋根」と呼ばれる山岳地帯、その山岳地帯に取り囲まれる形の長野盆地、佐久・上田盆地、松本盆地、伊那盆地等の平坦部及び山岳地帯と平坦部とをつなぐ中山間地域により構成されている。主な河川としては、北に流れ日本海に注ぐ千曲川、犀川（2 川は合流して千曲川となり、新潟県に入ると信濃川と名称が変わる）、南に流れ太平洋に注ぐ天竜川、木曾川などがあり、その流程は図 22-2 のとおりである。これらの河川は長野県のみならず、愛知用水等にみられるように水道水、工業用水や農業用水などとして下流県においても多目的に使用されている。また、平坦部においては、特徴的な地形として、天竜川等において河岸段丘がみられ、段丘の斜面はグリーンベルトの役割を果たしている。

気候は全県的には内陸性気候であり、気温の年較差や日較差が大きく、北は日本海気候の、南は太平洋気候の影響を受け、それぞれの地域の地理的・地形的特徴から気候特性も極めて多様である。特に、冬期の積雪の深さに気候の相違が現れているが、降水量についても、県東部の上田・佐久盆地から北部の長野盆地にかけては、年降水量が 1,000mm 前後の全国有数の少雨となっている一方で、県の西部から南部にかけては、年降水量が 3,000mm を超える御嶽山や 2,000mm を超える南木曾町などの地域を有している（図 22-3）。

県土は約 8 割を森林が占めており、複雑な地形・地質、変化に富んだ気象条件から、多様な生態系を有している。

図 22-1 長野県の位置

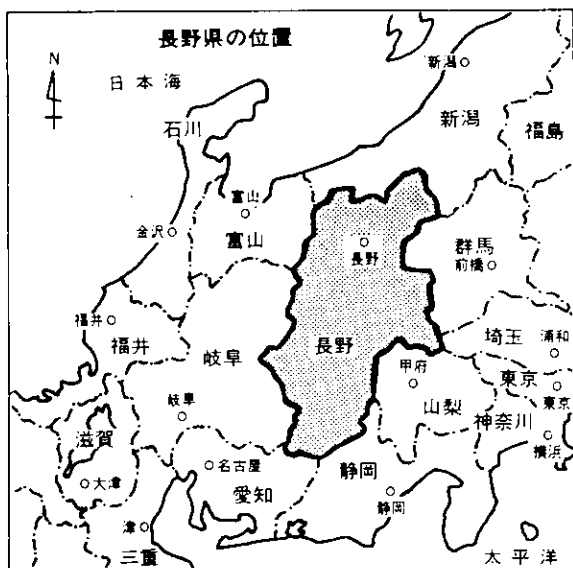


図 22-2 主な河川の流程

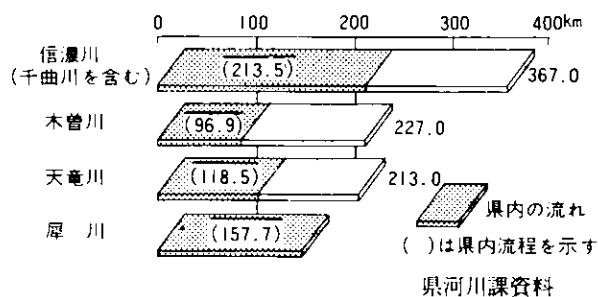
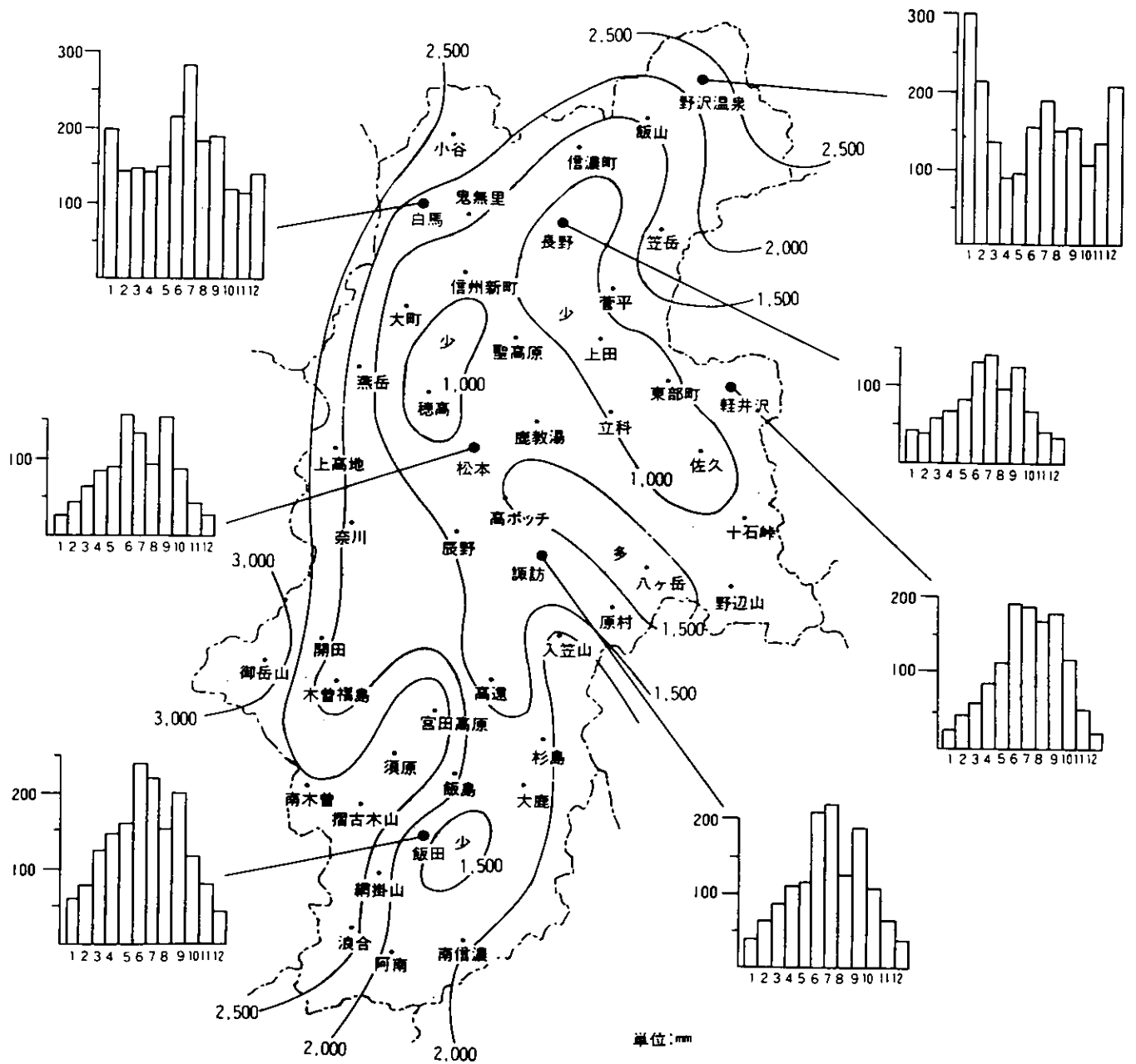


図 22-3 降雨水量分布と月降水量の年変化



年降水量分布(アメダス準平年値:1979~1987)

主な観測所の月降水量の年変化(統計期間:1961~1990年)

出典:信州の気候百年誌(長野地方気象台)

2 水質

2. 1 水質測定結果

(1) 公共用水域の水質

河川・湖沼などの公共用水域の水質の保全を図るため、「水質汚濁防止法」の規定により水質測定計画を策定し建設省、長野県、水質汚濁防止法の政令市である長野市及び松本市において水質測定を実施している。

このうち水質汚濁に係る環境基準の類型指定がなされている主要河川・湖沼では、人の健康の保護に係る項目（健康項目）24項目及び生活環境の保全に関する項目（環境項目）15項目について測定を行っている。

健康項目については温泉水など自然由来によるヒ素が2地点で超過しているほか、すべての項目で環境基準を達成するといった状況が続いている。

生物化学的酸素要求量（BOD：河川）及び化学的酸素要求量（COD：湖沼）の環境基準の達成率は図22-4のとおりで、ここ数年横這いもしくは悪化傾向にあり、特に湖沼では達成率は低い状態にある。平成8年（1996年）における河川、湖沼別の状況は図22-5のとおりであり千曲川、犀川では、工場や住宅の密集する市街地の影響を受ける地点で水質が悪くなっている。また天竜川では諏訪湖の影響を受ける上流部の水質が悪くなっているが、自浄作用や清浄な支流の希釈作用により下流にいくにつれて水質が改善されている。湖沼ではアオコの発生にみられるように富栄養化が進んでいる諏訪湖については、昭和46年（1971年）に類型指定がされて以来、県内でワースト1の状況が続いている。

一方、環境基準の類型指定のなされていない中小河川についても、主要河川、湖沼の水質に与える影響は大きいと約70の中小河川で測定を実施しており、約70%の中小河川はBODで5 mg / ℓ以下という状況になっている。都市部の河川を中心に10 mg / ℓを超える河川も数河川みられているが、下水道の普及や生活排水に対する意識の向上により水質は改善されてきている。

(2) 地下水

地下水の汚染状況を把握するための概況調査と既に汚染が判明している地点を監視する定期モニタリング調査を実施している。概況調査は県内の山岳地域等を除いた地域を191のメッシュに区分し、平成元年（1989年）から毎年約80～100の井戸について環境基準項目及び要監視項目（クロロホルム、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）について測定している。平成8年（1996年）までに汚染の判明した井戸は124井戸であり、その内訳はトリクロロエチレンが26井戸、テトラクロロエチレンが29井戸、1,1,1-トリクロロエタンが2井戸、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が72井戸（重複井戸あり）である。なお、汚染判明井戸においても大幅な基準超過は見られず、また有機塩素系化合物について実施している定期モニタリング調査の結果では改善傾向となっており、平成8年（1986年）において引き続き基準超過となった井戸は12井戸であった。

(3) 上流域河川

常時監視を行っている河川より上流にあり、水道水源を抱え、廃棄物処分場やゴルフ場などの大規模開発により水質汚濁が懸念される河川について上流域監視を行っている。平成4年（1992年）から約50河川において、金属化合物、揮発性有機塩素化合物、農薬等の水質保全目標（5.4参照）が設定された項目について測定を行っているが、開発に伴うと考えられる汚染は現在のところみられていない。

2. 2 工場・事業場

水質汚濁防止法に基づく届出対象特定事業場は図22-6のとおりである。平成9年（1997年）3月末での届出件数は11,565件で、旅館業が6,793件（68.7%）で最も多くなっており、このうち排水基準が適用される特定事業場は2,516件である。

また、水質汚濁防止法による規制の対象とならない自動車整備業等5業種では「公害の防止に関する条例」により届出が義務づけられており、届出対象施設は平成9年(1997年)3月で302件となっている。なお、平成9年(1997年)10月には水質汚濁防止法の特定事業場に該当しない規模の飲食店等が条例の改正により新たな特定事業場となった。

本県では、工場・事業場からの排水に対しては、水質汚濁防止法に基づき、昭和47年(1972年)に上乗せ排水基準を制定し規制している。しかし、①環境基準の達成状況が横ばい状態である ②長野県長期構想により、生活排水対策として平成22年(2010年)までに全県に下水道等が普及される といった状況の中で、工場・事業場排水に対する新たな施策が必要となり、BOD(COD)、SSについて、これまでの上乗せ排水基準の全面的な見直しを行った。新しい上乗せ排水基準は、①水域や業種によって異なっていた基準値を全県一律とした ②基準値を現在の排水処理技術レベルに応じ強化した ③下水道の普及を考慮してこれまで規制のかからなかった小規模の事業場まで適用を拡大した ことが特徴である。なお新しい基準値は表2-1のとおりであり、平成9年(1997年)10月から適用されている。

2.3 生活排水

平成6年(1994年)の調査では、県内の河川や湖沼の汚濁原因は、生活系が44%、工場・事業場系が27%、農業系、その他が29%となっており、生活系が最も大きな汚濁原因となっている。このため、下水道や農業集落排水施設、コミュニティ・プラント、合併処理浄化槽(以下下水道等)の整備が必要であり、地形や地域の特性を配慮して作成された「下水道等整備構想エリアマップ」に基づき計画的な整備を進めている。

図22-7のどおり、平成9年(1997年)3月での下水道等普及率は52.1%で、県民の2人に1人は下水道等の使用が可能となった。長野県中期総合計画においては、平成13年(2001年)3月までに、下水道等の普及率を66%に引き上げることを目標としている。

図22-4 主要河川、湖沼の環境基準達成率の推移

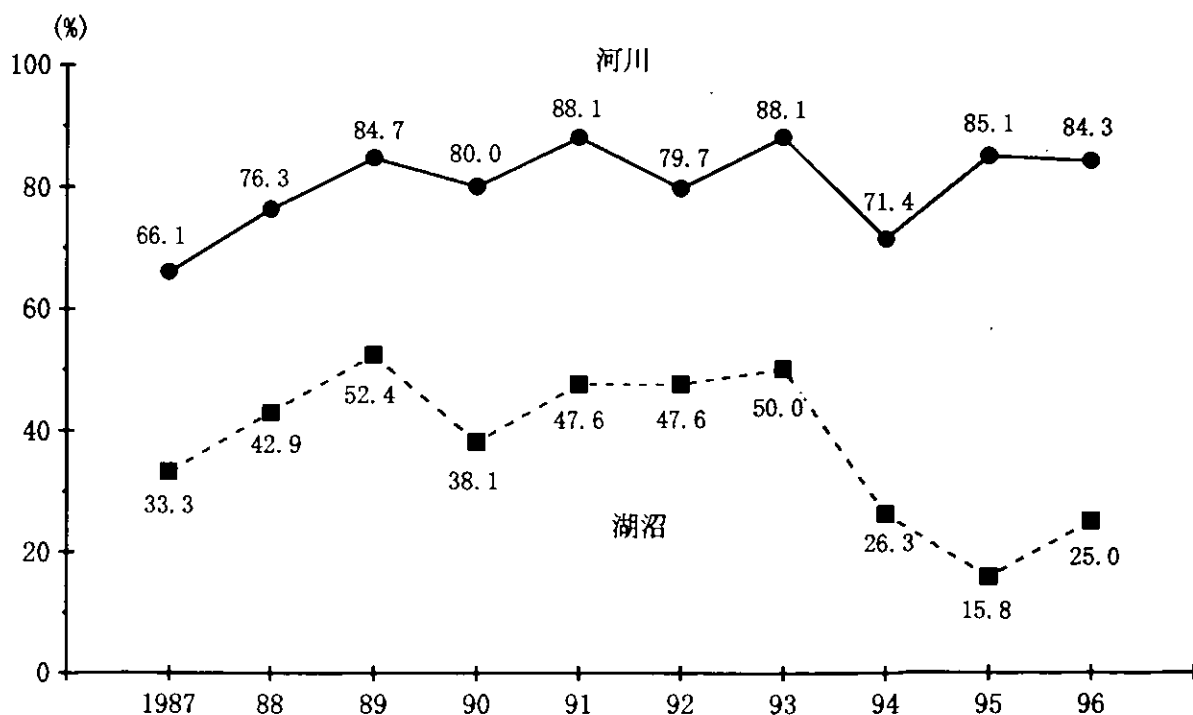


図 22-5 公共用水域水質測定結果 (平成 8 年 (1996 年))

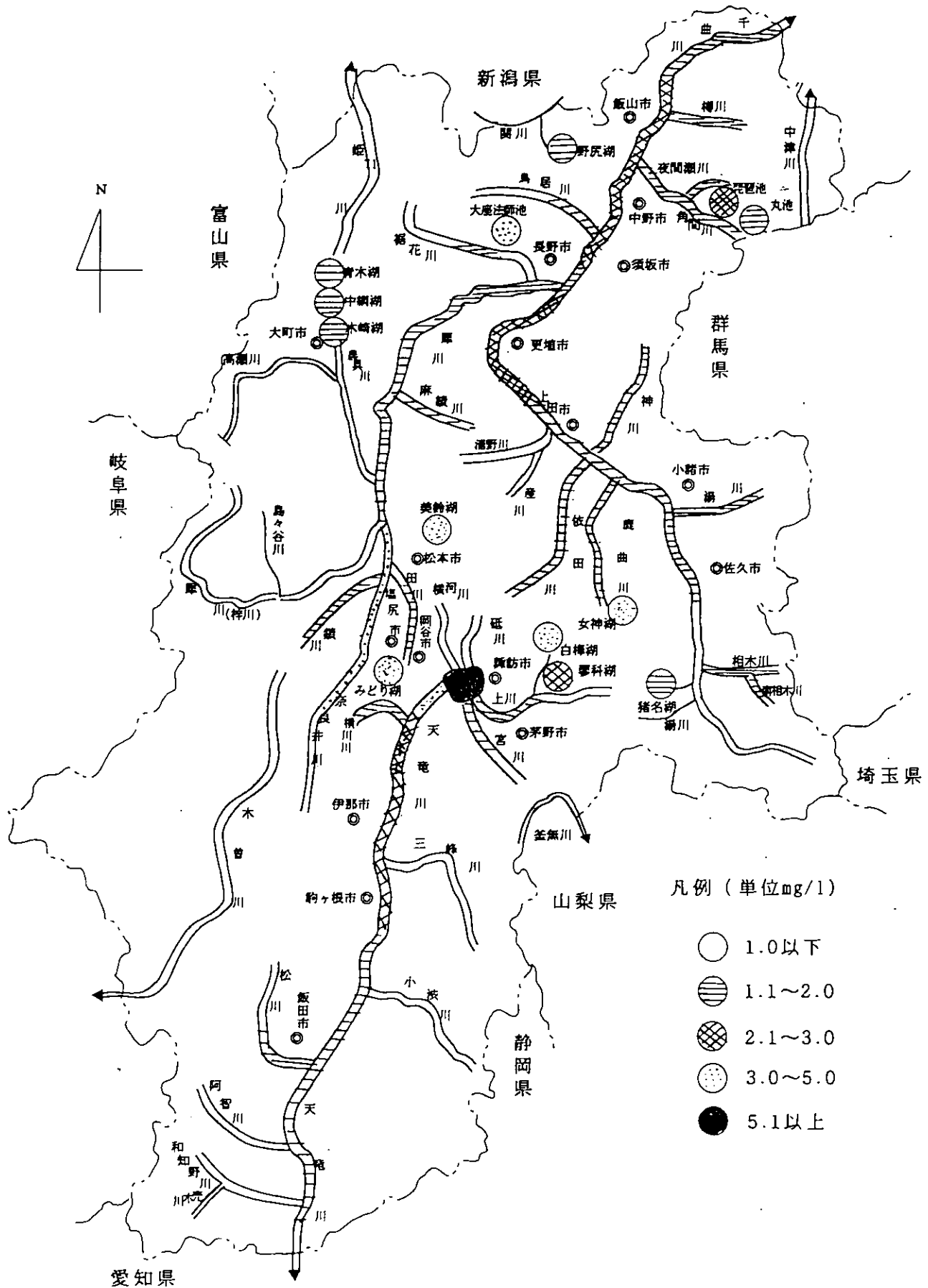


図 22-6 水質汚濁防止法に基づく特定施設の状況（平成9年(1997年)3月末現在）

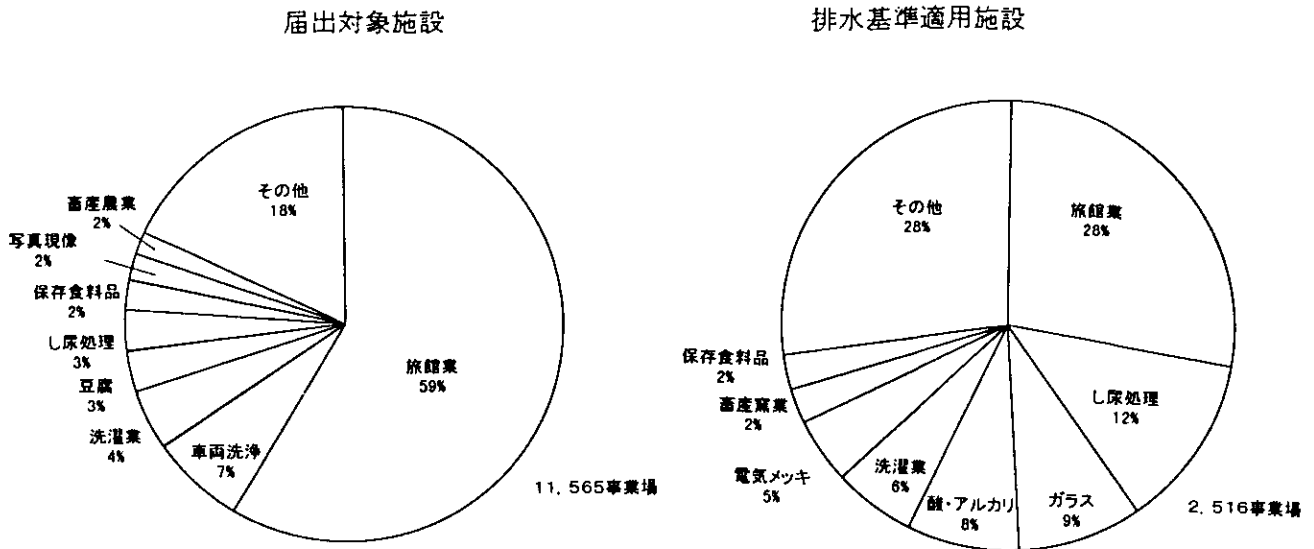
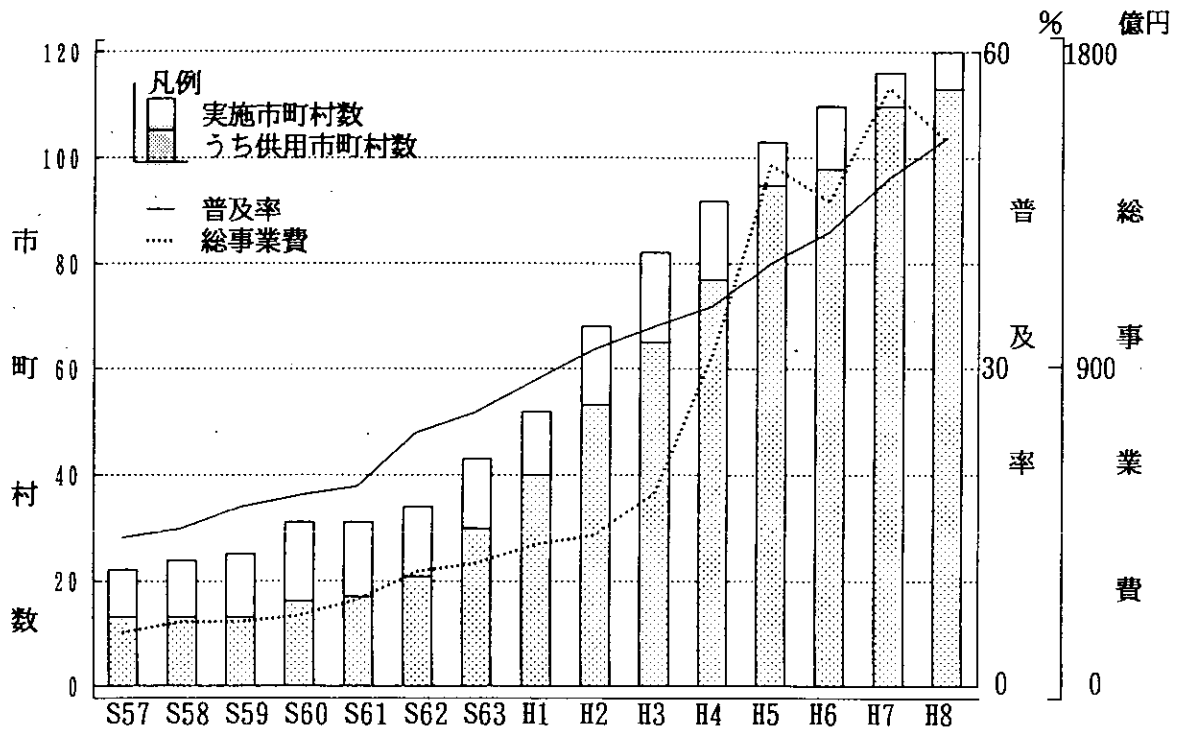


表 22-1 BOD (COD)、SSに係る上乘せ排水基準

区 分			項 目 及 び 許 容 限 度			
			BOD(COD)(mg/ℓ)		SS (mg/ℓ)	
			最 大	日間平均	最 大	日間平均
下記以外の業種	排水量	10㎡以上 50㎡未満	60	40	90	60
		50㎡以上	30	20	50	30
寒天製造業 清酒製造業		排水量10㎡以上	60	40	90	60
畜産農業 (豚房の総面積が250㎡以上 及び牛房の総面積が500㎡ 以上のものに限る。)	排水量	10㎡未満	160	120	200	150
		10㎡以上 500㎡未満	160	120	85	70
		500㎡以上	30	20	50	30

図 22-7 下水道等普及率の推移



3 水辺整備の現状

本県には8水系740の一級河川があり、その総延長は5,121.1kmに達する。地形急峻、地質脆弱という自然条件に加え、近年の都市化、農業形態、林相、土地の高度利用、水路の整備など流域の土地利用の変化に伴い、本来流域の持つ保水、浸透、遊水能力の低下を生じ、河川の治水安全度が脅かされ水害が頻発している。このため、河川や湖沼の護岸整備などが進められており、平成8年（1996年）における河川整備率は32.7%となっている。

治水対策は、水害から人々の命や財産を守る意味から大きな効果を挙げているが、一方で、コンクリート張りの河川は、人々から川を隔絶する結果となった。このため昭和60年代前半になると、人々は物質的な豊かさだけでなく、心の豊かさを求めるようになり、「快適環境」の創造が叫ばれ、水辺においても、水辺を遊びの場や心を癒す場として考えるようになってきた。

このような背景から、河川改修にあたっては、利用実態等に配慮して、保全と利用が調和したより望ましい河川環境を創造するため、表3-1の3つのゾーン区分による保全または整備を進めている。

また、緩やかな護岸の採用や親水広場の整備、動植物に配慮した「多自然型川づくり」が進められ、平成8年（1996年）には72.2kmが整備されている（図22-8）。本県における代表例としては、諏訪湖における人工なぎさやヨシ原の復活の試みがある。

また、本県の美しい自然を活かした良好な景観形成を図るため、平成4年（1992年）には、長野県景観条例が制定され、自然景観の保全と創造が図られている。

本県においては、昔から水と人々との繋がりが密接で、これは、特有の食文化としての「ざざむし」や伝統文化としての祭りにおける「みそぎ」の儀式など現在も受け継がれているものからその一端をうかがい知ることができる。また、かつては河川を利用した船運による物流も大きな役割を果たしていた。

しかし、生活様式の変化、水質汚濁、治水対策を原因として、人と水辺の関係は希薄となった。近年の環境問題の意識の向上が引き金となって、カヌーを取り入れた授業の導入や水生生物の観察などが環境学習の一環として取りこまれるようになり、水と人との関わりが再び見直されている。

表 22-2 河川のゾーン区分

区 分	概 要
自然ゾーン	河川特有の自然環境や景観を保全し、原則として治水・利水目的以外の人工的改変を行わず、あるがままの自然とふれあう場として利用することが望ましい空間
自然利用ゾーン	河川特有の自然環境や景観を活かし、自然観察や野草広場、生産緑地等準自然的な環境を整備し、散策や自然指向のレクリエーション活動ができる場として利用することが望ましい空間
整備ゾーン	高水敷や川岸を活用し、多目的広場、公園、運動広場、階段護岸、緩傾斜護岸等の整備を行い、各種レクリエーション、スポーツ活動あるいは河道内で行われる花火大会等の観覧等ができる場として整備することが望ましい空間

図 22-8 多自然型川づくりの実績（単位：km）

	平成6年度 (1994)	平成7年度 (1995)	平成8年度 (1997)
延長距離	54.0	62.1	72.0

4 長野県水環境保全条例

4. 1 条例の制定の経過

近年、本県においても都市化の進展、産業構造の高度化などの社会経済の変化に伴い、生活排水による水質汚濁、新たな化学物質による地下水汚染等による水道水源汚染の懸念などの問題となってきた。また、水辺や森林等、流域の保全に対して県民の高い関心が寄せられるようになった。

このような水環境を取り巻く状況の変化に対応するため、従来から進めてきた水質監視などの保全対策を充実・強化するとともに、新たに水辺の整備や流域保全対策を取り入れ、これらを体系化して有機的に推進するための総合的な計画の策定を目指し、平成2年(1990年)に、全国の水環境に関する豊かな見識を持つ者などによる「水環境保全懇話会」を設置し、検討を進めることとなった。

一方、上流の水源地域などにおいて、廃棄物最終処分場やゴルフ場等のリゾート施設を建設する計画が相次ぎ、全国の市町村のなかには、水道水源の汚染に対する懸念から、各種開発から水源域を保全するための条例を制定するところも出てきた。本県は、首都圏から近いという地理条件もあり、従来からリゾート施設の立地が盛んであり、例えばゴルフ場でみると、昭和62年(1987年)には、47か所に及んでいた。さらに、民間事業者の活用によりレクリエーション施設の整備を図るための、いわゆる「リゾート法」の制定などにより、昭和62年(1987年)から平成2年(1990年)の「バブル期」と呼ばれる期間に、図22-9のとおり、11か所のゴルフ場が新設された。このように、相次いでゴルフ場などのリゾート施設の建設がなされるなか、県民の間に、水道水源の汚染に対する不安が高まっていった。

平成2年(1990年)11月には、長野県水源保護条例制定県民連絡会議により、12万有余の署名とともに、水道水源を保全するため、県内の水源地及び水源域におけるゴルフ場、廃棄物処理施設及びリゾート施設の開発行為を禁止するという内容の「水源地等におけるゴルフ場開発禁止条例案」制定に関わる直接請求がなされた。県では、この条例案の内容について詳細に検討を行った結果、地下水の集水域を特定するのが困難で開発禁止区域を予測することが難しいこと、また、広範囲に及ぶ区域における禁止は県民生活や産業活動に与える影響が大きいことなどを理由に、条例制定には賛成できない旨の意見書を付して県議会に提出した。

最終的には、平成2年12月議会で否決されたが、この後も、日本社会党や県弁護士会により条例の制定を求める動きがあり、県内世論は、引き続き活発な動きをみせた。

こうしたなかで、先の水環境保全懇話会においても、水環境保全に関する総合的な計画を、より実効性のあるものにするには、何らかの形で条例制定が必要との意見集約を行い、これを受けて「長野県水環境保全条例」が平成4年(1992年)3月に制定された。

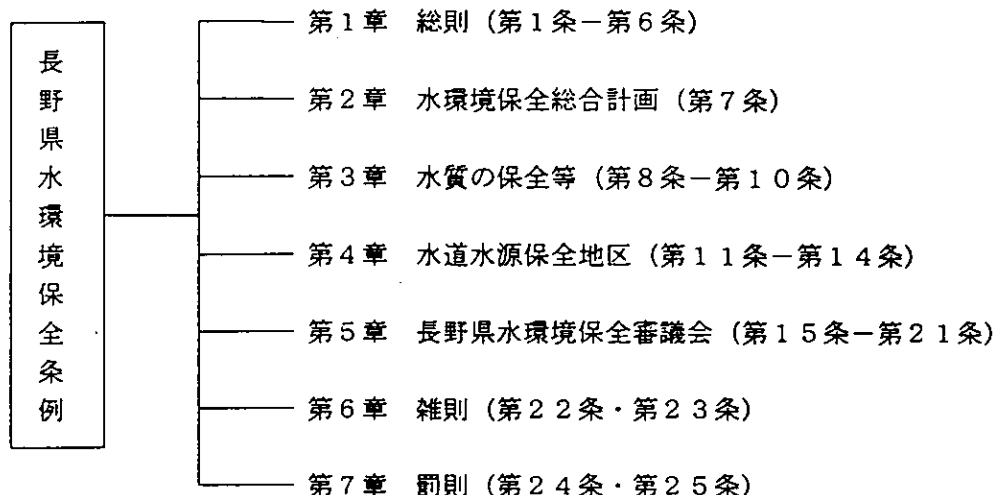
水質や水辺、流域など、水や水を取り巻く環境を総合的に捉えた「水環境」の保全を目的とした条例としては、全国で初めて制定されたものである。

図 22-9 バブル期(昭和62年(1987年)～平成2年(1990年))におけるゴルフ場の新設数

	昭和62年 (1987)	昭和63年 (1988)	平成元年 (1989)	平成2年 (1990)	平成8年 (1997)
新設ゴルフ場数	3	0	6	2	2
累 計 数	50	50	56	58	67

4. 2 条例の概要

図 22-10 長野県水環境保全条例の体系



長野県水環境保全条例の体系は、図 22-10のとおりになっている。

第1章では、第1条で目的として、水環境の保全に関し、県、市町村、県民及び事業者の責務を明らかにするとともに、水環境保全総合計画の策定、水質監視及び水道水源保全地区の指定等について必要な事項を定めることにより、水環境の保全対策の総合的な推進を図り、もって県民の健康で文化的な生活を確保することを掲げ、さらに第3条から第5条で県、市町村、県民の責務を定めている。

第2章では、水環境の保全のための方針と施策に係る事項を定めた「水環境保全総合計画」を定めることとしている。(水環境保全総合計画の詳細については5. 水環境保全総合計画に記載)

第3章では、ゴルフ場や廃棄物処分場等の立地が上流水源域にまで及んでいることにかんがみ、水源等の水質を保全するため、地域の土地利用等の状況に応じ、必要な水質の監視を行うものとしており、これに基づき、長野県では水質汚濁防止法による常時監視とは別に、地点及び監視項目を設定し、上流域水質監視測定を行っている。

第4章では、知事は、水道水源を保全する特に必要な区域を、その区域を管轄する市町村長の申出により、水道水源保全地区として指定できるとしている。このほか、知事は、市町村長から他の市町村長の区域に係る水道水源保全地区の指定の要請があった場合は、関係市町村長の意見を聴いて水道水源保全地区の指定をすることができるとしている。

水道水源保全地区内において、ゴルフ場の建設、廃棄物の最終処分場の設置、長野県水環境保全条例施行規則で定めた1ha以上の規模を超える土地の形質の変更を使用とする者は、あらかじめ知事に協議し、その同意を得なければならないとしている。また、知事は、協議があったときは、関係市町村長及び水環境保全審議会の意見を聴かなければならず、同意には水道水源の保全のために必要な限度において、条件を付することができるとしている。(第12条)

第13条において、知事は、事前協議をせず、又は同意に付された条件に違反した者に対し、行為の中止、現状回復等を命じることができるとしており、続いて、第14条では、知事は、同意をした行為の実施状況等について報告を求め、又は協議に係る行為について立入検査をすることができるとしている。

第12条から第14条の規定に違反したものについては、第7章の第24条において罰則規定を設けており、水道水源保全地区により、水道水源の保護について担保をしている。

第5章では、水環境の保全に関する重要事項について調査審議するため、水環境保全審議会を置くとしている。

第6章第22条においては、知事は、水環境の保全のための効果的な推進を図るため、水環境保全推進員を任命するものとしている。

現在県下で150人が任命され、県や市町村と連絡を取りながら、地域において水環境保全意識の高揚を図るほか、河川の流域を巡回し、状況を観察している。

5 水環境保全総合計画

5. 1 計画策定の趣旨

近年、本県においても社会経済の変化に伴い、上流域の水源等の水質汚濁の懸念、新たな化学物質による地下水汚染、さらには、生活排水等による湖沼の富栄養化などの問題が生じるとともに、水辺や森林等の流域保全に対する県民の意識が高まってきた。

県では、このような水環境を取り巻く状況の変化に対応するため、平成4年（1992年）3月に制定された長野県水環境保全条例に基づき、平成4年（1992年）7月に水環境保全に関する総合的計画を策定した。

この計画は、河川環境管理基本計画、地域森林計画等とあいまって、水環境保全のための施策の総合的な推進を図り、将来にわたって、良好な水質を保全し、豊かな流域を創造しようとするものである。

5. 2 計画の性格

水環境保全総合計画の性格は、①本県が、目指す水環境保全の基本的方向を示す、②水質、水辺、流域等、水及び水を取り巻く環境を包括的に捉え、健康で快適で豊かな水環境の創造を進めるための総合的施策を示す、③県内各地域の特性を生かし、県民、事業者及び行政の3者の連携、協力による水環境保全への取組方法を示す、というものである。

5. 3 計画の構成

計画は、図2-11のとおり「長野県がめざす水環境」と「目標達成のための総合的な施策」から構成されている。

「長野県がめざす水環境」は、水環境保全に当たっての基本的な考え方である「水環境保全の理念」、施策の柱である「水環境保全の方針」、計画の目標となる「水環境保全目標」から構成されている。

5. 4 計画の概要

(1) 水環境保全の方針

施策の柱である「水環境保全の方針」は、次の7本の方針から成り立っている。

- 安全でおいしい水の確保
(上流域等の水質監視など水源等の水質保全)
- 清らかなせせらぎと湖の復活
(生活排水等汚濁発生源対策などの推進)
- 水辺の自然環境の保全
(多様な動植物の保護育成、水辺の景観の保全と創造)
- 人と水とのふれあい空間の創造
(親水性のある水辺の整備、ふるさとの川づくりの推進)
- 豊かな水を育む流域の保全
(森林等の水を育む流域の保全)
- 県民参加と環境教育
(県民の水環境保全への意識啓発、自主的な活動の推進)
- 水環境保全のための調査研究
(河川・湖沼の水質保全、快適な水辺環境の整備等の調査研究)

(2) 水環境保全目標

計画を推進するに当たっての「水環境保全目標」は、水質保全目標と水辺環境目標から成り立っている。

○水質保全目標

水質保全目標は、生活環境、金属化合物、揮発性有機塩素化合物、農薬、その他の合計 77 項目について目標値を定めている。これらは、環境基準値、水道水質基準等飲用可能な水質レベルを目標値として設定し、農薬については、長野県独自の目標値も定めている。

また、具体的な目標値とな別に、地域住民が水質調査を実施したり、水質保全の実践活動を進める際のわかりやすい目安として、身近な水質指標を設け、県民の水質保全に対する意識の高揚に活用している。

○水辺環境目標

水辺環境目標は、水辺の自然、水辺の親水性及び流域の保全について、県全域の共通目標と、地域の特性、現状に対応した地域別目標を設定している(図 22-12)。

(3) 目標達成のための総合的な施策

「目標達成のための総合的な施策」では、7つの水環境保全の方針ごとに、表5-1のとおり施策を体系化して、各施策の現状と課題を明らかにし、これから取り組んでいく施策の内容を示している。

5. 5 施策の推進

施策の進捗状況については、毎年、水環境に関する事業調べを行い、事業を実施している関係課(所)で構成する水環境保全対策会議において、水環境保全施策の一層の充実と目標達成のための施策の推進を図っている。

図 22-11 長野県水環境保全総合計画の構成

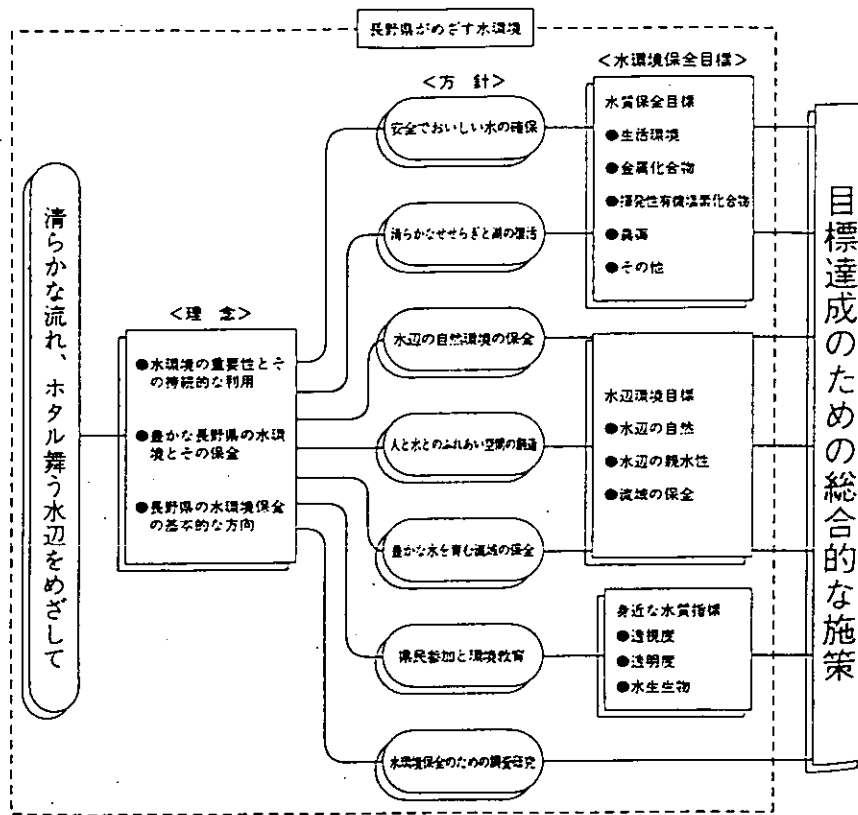
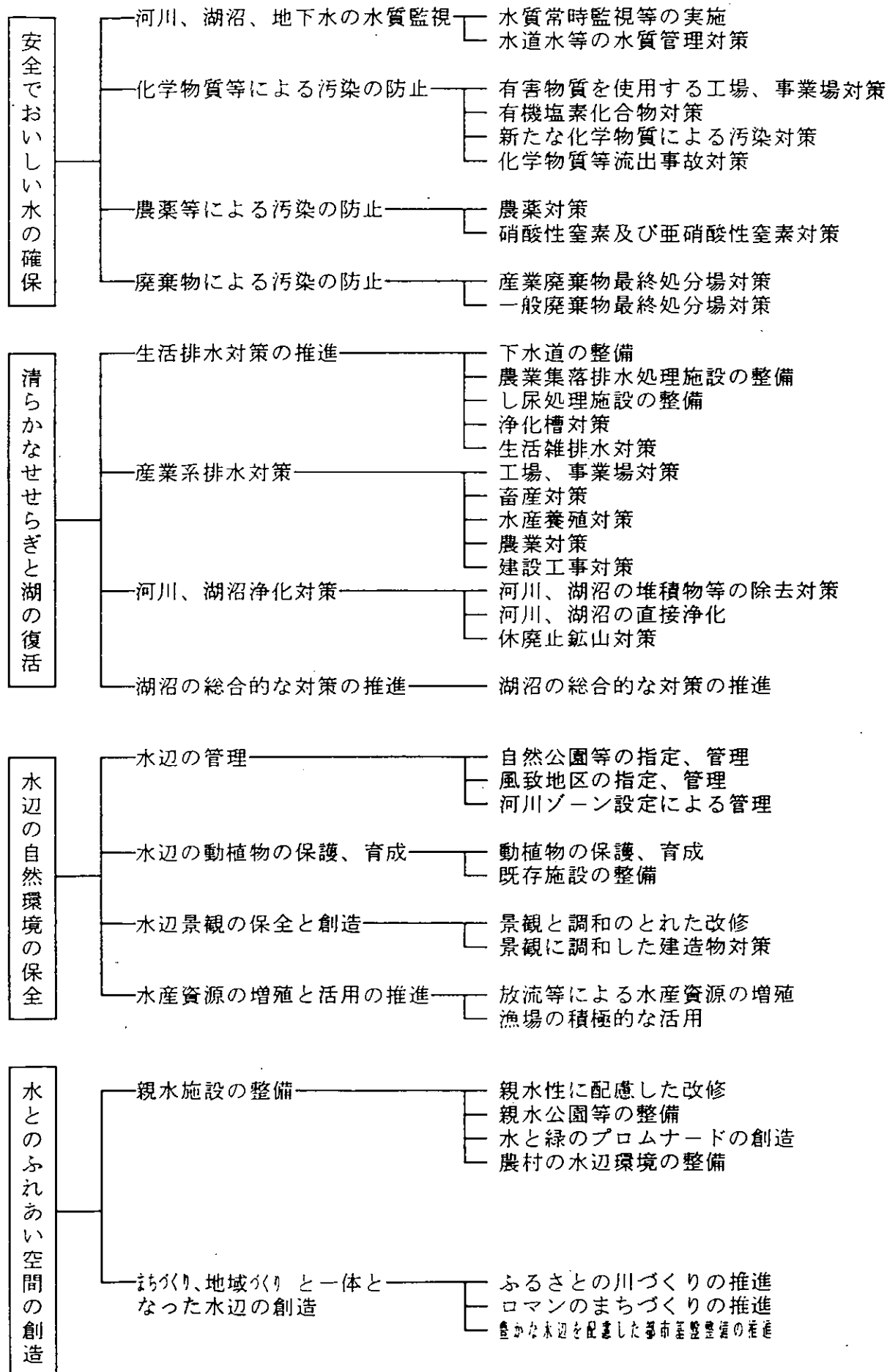
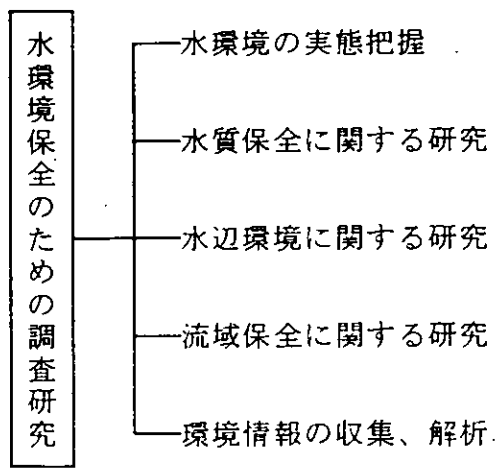
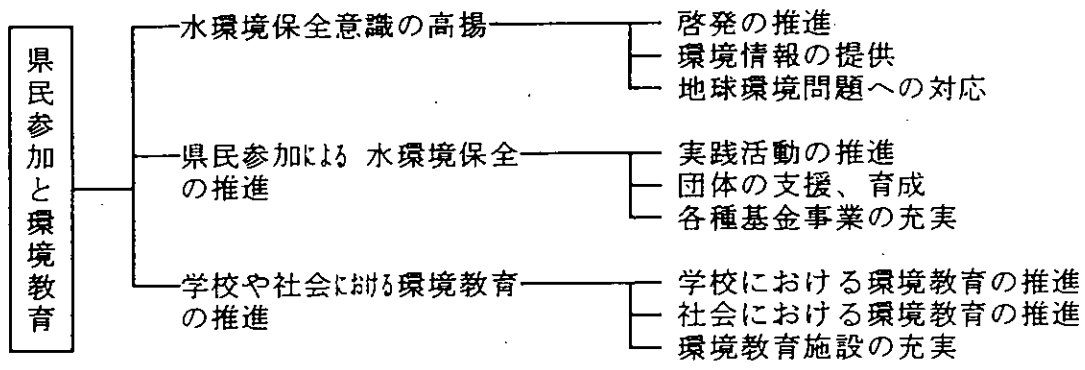
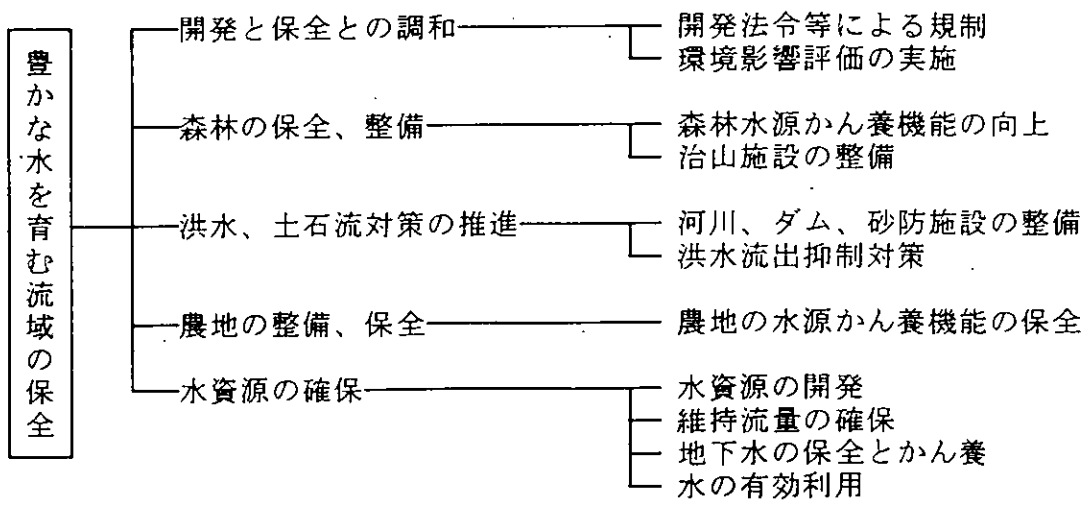


図 22-12 地域別水辺環境目標の例（諏訪）

		(1) 水辺の自然	(2) 水辺の親水性	(3) 流域の保全
諏訪	1 諏訪	<ul style="list-style-type: none"> ・諏訪湖上流の水辺と八ヶ岳連峰の景観の調和に配慮する。 ・八ヶ岳、霧ヶ峰及び高ボッチ高原へと連なる山地の湿地植物群落と、そこに生息する希少な両生類の生息環境の保全に配慮する。 ・霧ヶ峰高原等に特有なトンボ等の生息環境に配慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・有数のリゾート地として利用されている八ヶ岳山麓を流れる河川の自然豊かな水辺の保全と、利用のための親水施設の整備に努める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・流域における流出抑制対策として貯留浸透施設等の整備に努める。 ・アカマツ林、カラマツ林を中心とする森林の整備とともに樹種の多様化を図り、水源かん養機能を高める。 ・流域から湖沼への汚濁物質の流入・堆積を防止して水質保全を図るため農地・市街地対策を進める。
	2 諏訪湖	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和30年当時を諏訪湖の原風景とした湖畔の再生と創造に努める。 ・魚類の産卵、生育等に資する湖岸の植物群落の保全・創造に努める。 ・ハクチョウ、カモ類等の渡り鳥の生息環境に配慮した水辺整備に努める。 ・住民と一体となった水質浄化対策により「泳げる諏訪湖」を目指す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・湖面及び湖岸を利用したふれあい渚等親水施設の整備に努める。 ・水辺空間を利用した散歩道の整備に努める。 ・花火、ボート等の湖面や湖岸を利用したレクリエーション活動を支援する施設整備に努める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市部における雨水の地下浸透等により、良好な水循環の確保に配慮する。 ・ダム建設などの水資源の開発に当たっては周囲の自然環境に配慮する。
	3 釜無川	<ul style="list-style-type: none"> ・上流部に生息するイワナ、カジカ等の生息環境に配慮する。 ・平地部において広範に生息するホタルの生息環境に配慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・集落付近で身近に水とふれあう施設の整備に努める。 	

表 22-3 水環境保全施策体系図





6 水道水源保全地区

6. 1 制度の概要

近年本県においては、上流域におけるリゾート開発等から水道水源を保全することについて、県民の高い関心が寄せられた。県では、こうした課題に対処するため、長野県水環境保全条例において、水道水源を保全するため特に必要な地域を、市町村長の申出又は要請（以下、「申出等」という。）により県知事が「水道水源保全地区」として指定し、保全地区内におけるゴルフ場の建設や廃棄物の最終処分場の設置、1 ha を超える土地の形質変更や土石の採取について、事業を行う者に県知事への事前協議を行うことを義務づけたものである。

条例制定後、表6-1のとおり、県内で29地区を水道水源保全地区として指定している。

将来にわたって、良好な水質を保全し、健康で文化的な生活を確保するため、今後も、水道水源保全地区の指定を進めるよう、市町村長に協力を求めていくこととしている。

4. 2 指定エリアの考え方

水道水源保全地区の指定エリアについては、原則的には、申出等を行う市町村長が設定することとなるが、県が一元的に指定するものであり、地区設定の基本的考え方が必要とされた。このため、平成4年（1992年）9月に「水道水源保全地区の指定の考え方」を次のとおり示し、市町村長が申出等をする際の参考として用いられている。

(1) 地表水（河川水、伏流水、湖沼水及びダム水）

排水が十分に希釈されないで水道水源に到達する可能性のある区域（表22-5、22-6）

(2) 地下水（浅層地下水、深層地下水及び湧水）

個々の行為が水道水源に影響を及ぼす可能性のある区域（表22-7）

なお、区域設定に当たっては、申出等を行う市町村において、事前に、個々の水源の地形、地質、水象等の調査を行い、対象水源の実状に応じて弾力的な設定を行うこととしている。

表22-4水道水源保全地区の指定状況（平成9年（1997年）11月現在）

広域圏	地区数	水源数	面積(ha)	市 町 村 名
7	29	36	2,287	22市町村

表 22-5 指定エリアの考え方 (河川水、伏流水)

<p>1 考え方</p> <p>(1) 河川水については、水道原水の取水地点に対する集水域のうち、排水が十分に希釈されないで取水地点に到達する可能性のある区域を基本とし、取水状況、河川の形状及び水流、水質等の状況、集水域の状況等を考慮して設定する。</p> <p>(2) 伏流水についても、原則として上記の考え方を適用する。</p>	<p>2 区域の設定</p> <p>(1) 範囲</p> <p>上記考え方の「排水が十分に希釈されないで取水地点に到達する可能性のある区域」は、取水地点からおおむね上流1km（流入河川も含む）の区間の直接集水域とする。ただし、十分な希釈水量が確保できない河川についてはこの限りではない。</p> <p>(2) 考慮事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水状況……………取水位置、取水量 ・河川の形状……………河川幅、水深、勾配、流路形態、河川の粗度 ・河川の水質、水質等の状況……………流速、流量、水質 ・集水域の状況……………分水界、地形、水系・水路等、地質構造、植生、降水量、土地利用 ・その他
--	---

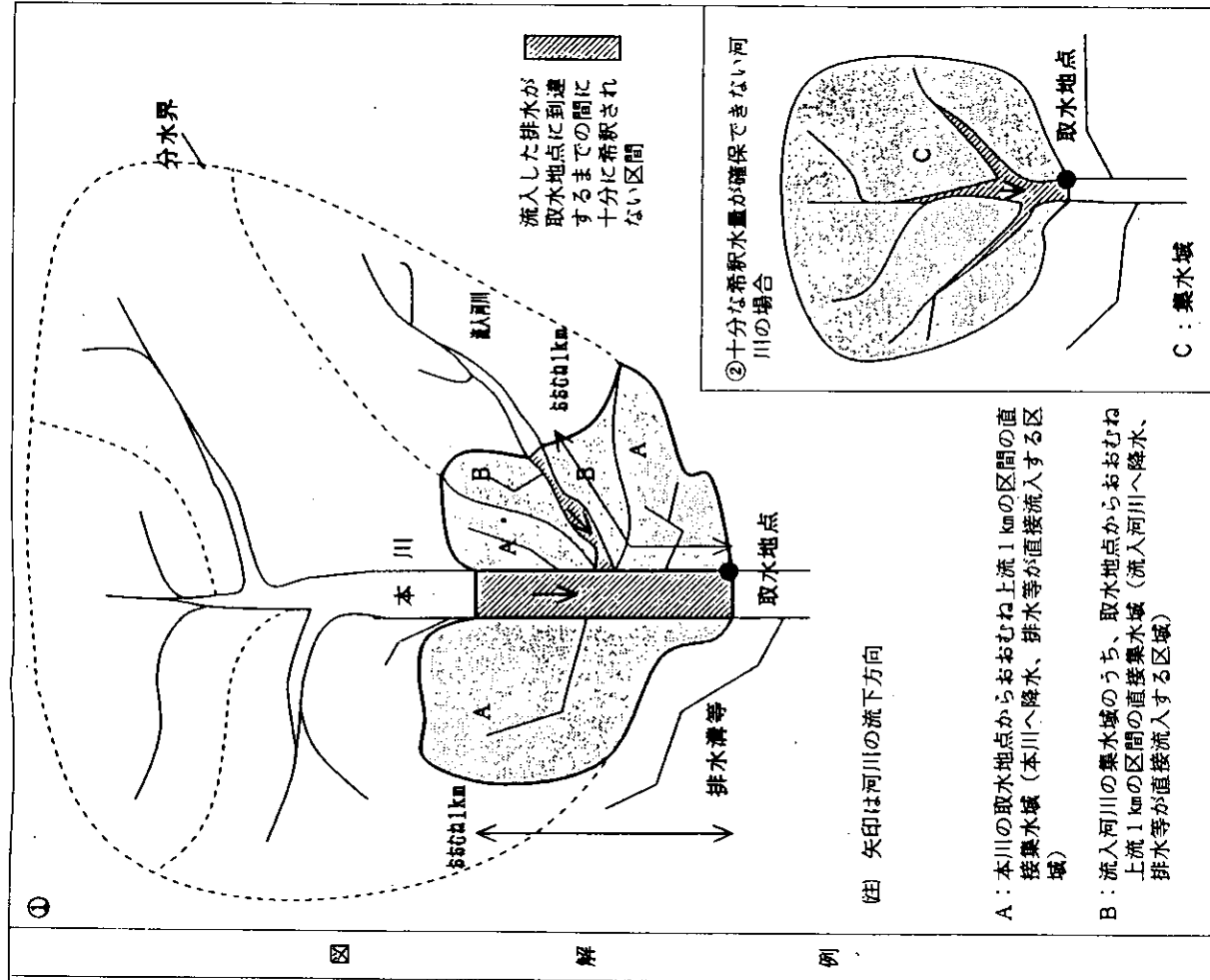


表 22-6 指定エリアの考え方（湖沼水、ダム水）

1 考え方

湖沼（ダム湖）の集水域のうち、排水が十分に希釈されないで取水地点に到達する可能性のある区域を基本とし、取水状況、湖沼（ダム湖）及び流入河川の形状、水流、水質等の状況、集水域の状況等を考慮して設定する。

2 区域の設定

(1) 範囲

上記考え方の「排水が十分に希釈されないで取水地点に到達する可能性のある区域」は、

ア 湖沼（ダム湖）の直接集水域とする。

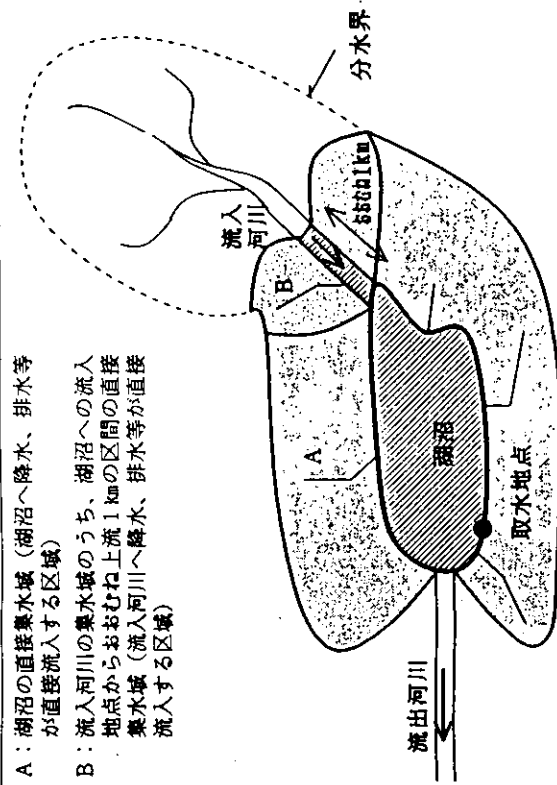
イ 流入河川については、湖沼（ダム湖）への流入地点からおおむね上流1kmの区間の直接集水域とする。

ただし、十分な希釈水量が確保できない流入河川についてはこの限りではない。

(2) 考慮事項

- 取水状況……………取水位置、取水量
- 湖沼（ダム湖）の形状……………湖沼（ダム湖）の面積、水深、容積、形状
- 湖沼（ダム湖）の水流、水質等の状況……………水の流入量及び流出量、湖沼（ダム湖）の水流、水質
- 流入河川の形状……………河川幅、水深、勾配、流路形態、河川の粗度
- 流入河川の水流、水質等の状況……………流況、流速、水質
- 集水域の状況……………分水界、地形、水系・水路等、地質構造、植生、降水量、土地利用
- その他

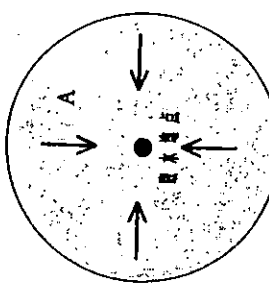
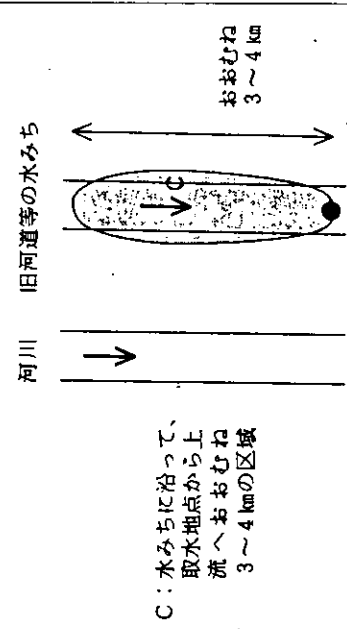
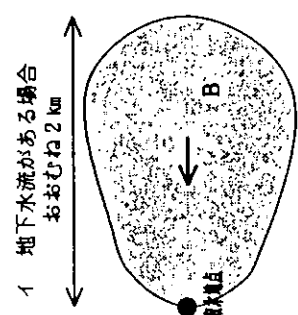
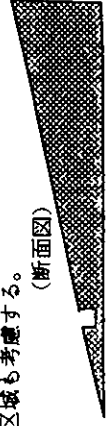
図 解 例



A : 湖沼の直接集水域（湖沼へ降水、排水等が直接流入する区域）
 B : 流入河川の集水域のうち、湖沼への流入地点からおおむね上流1kmの区間の直接集水域（流入河川へ降水、排水等が直接流入する区域）

(注) 矢印は河川の流下方向

表 22-7 指定エリアの考え方（浅層地下水、深層地下水、湧水）

<p>1 考え方 個々の行為が水道水源に影響を及ぼす可能性のある区域を基本とし、取水状況、水源周辺の状況、涵養域の状況等を考慮して、個々の水源の状況に応じて設定する。</p> <p>2 区域の設定 (1) 範囲 上記考え方の「個々の行為が水道水源に影響を及ぼす可能性のある区域」は、 ア 浅層地下水の場合には、取水地点からの距離がおおむね1～2 kmの範囲とする。ただし、旧河道などのように顕著な水みちが形成されている場合には、取水地点から水みちに沿って上流、おおむね3～4 kmの範囲とする。 イ 深層地下水の場合には、分水界、地形、地質構造等の涵養域の状況等を考慮した範囲とする。 ウ 湧水の場合には、個々の水源の状況に応じて、浅層地下水または深層地下水の範囲を適用する。</p> <p>(2) 考慮事項 ・取水状況……………取水深度、取水量、取水時の水位低下 ・水源周辺の状況……………帯水層の性状及び分布、地下水の流動方向 ・涵養域の状況……………分水界、地形、地質構造、植生、降水量、土地利用 ・その他</p>	<p>①浅層地下水の場合 ア 地下水流がない場合 おおむね1 km</p>  <p>A : 取水地点からの距離がおおむね1 kmの区域 (注) 矢印は地下水の流動方向</p> <p>②浅層地下水で顕著な水みちが形成されている場合</p>  <p>C : 水みちに沿って、取水地点から上流へおおむね3～4 kmの区域 (注) 矢印は河川の流下方向、地下水の流動方向</p> <p>③浅層地下水の場合 イ 地下水流がある場合 おおむね2 km</p>  <p>B : 取水地点からの距離がおおむね2 kmの上流側の区域 ただし、地表面の傾斜が緩い場合など地下水流が弱い場合、取水量が多い場合には取水地点の下流側の区域も考慮する。 (断面図)</p> 
--	--

7 湖沼水質保全

本県には、多くの湖沼があり、豊かな自然環境を形づくっているほか水資源としても多目的に利用されている。しかし、諏訪湖をはじめとして富栄養化が進行している湖沼もみられ、環境基準が設定されている14湖沼の環境基準達成率（COD）も25.0%と非常に低いことからその水質保全が急務となっている。さらに、湖沼とその周辺が持つ独特の環境は、河川には見ることのできない物であり湖辺の保全も必要である。

諏訪湖、野尻湖については湖沼水質保全特別措置法（湖沼法）の指定を受けて総合的な水質保全対策を進めており、また、青木湖、中綱湖及び木崎湖の仁科三湖についても同様の対策を実施中である。以下に、その概要を述べる。

7.1 諏訪湖

諏訪湖は、湖面積が13.3km²で本県では最も大きく、流域は人口18万人を抱え、古くから産業活動が盛んで、本県を代表する湖沼である。湖を取り巻く諏訪地方は、かつては世界一の生糸の生産地として知られ、その後は時計、カメラなどの精密機械工業が盛んで諏訪湖と周囲の山々が織り成す風景とともに「東洋のスイス」と呼ばれていた。また、湖は夏には水泳、冬はスケートと周囲の人々に親しまれていた。

ところが、昭和30年（1955年）代の後半から我が国の高度経済成長とともに水質汚濁が進行し、夏期には植物プランクトンの「マイクロキスティス」の異常増殖によるアオコの発生がみられるなど富栄養化が進んでいる。

県では、昭和44年（1969年）に底泥のしゅんせつに着手して以来、流域下水道の整備、事業場排水規制の強化等の対策を進めてきたが、昭和61年（1986年）に湖沼法の指定を受け、湖沼水質保全計画を定めて、さらに総合的な対策を進めている。その結果、流域の下水道普及率は81%に達し、水質は図22-16に示すとおり以前に比べて改善傾向にあるが、現在のところ環境基準は確保されておらず、アオコの発生も続いている。しかし、全国の湖沼法指定湖沼（10湖沼）の水質改善がはかばかしくない状況の中では比較的対策の効果が現れている湖といえよう。

また、湖周囲を8ゾーンに分け、それぞれの持つ環境や利用形態に応じて整備を進める水辺整備事業も始められ、水質保全と合わせて良好な水環境保全の創出に向けた取組みが行われている。

7.2 野尻湖

野尻湖は県の北部、新潟県境に位置し、湖面積4.56km²、上信越国立公園内にあつて周辺には、妙高山、黒姫山などの雄大な山々と高原地帯を抱える自然豊かな湖である。水質は比較的良好で、長野市の水道水源に利用されているほか夏期には水浴を楽しむ者がいる。

昭和63年（1988年）の6月下旬から7月にかけて、植物プランクトン「ウログレナ」の異常増殖により野尻湖では初めての淡水赤潮が発生した。湖面は赤褐色に染まり周辺には異臭が漂った。これを契機として水質保全対策が動きだし、生活排水の簡易処理、下水道計画の樹立・着工、湖沼法の指定へと歩んでいくこととなる。

現在は、湖沼水質保全計画に基づき下水道の整備を中心として、農業排水浄化施設の建設、水辺整備計画の策定等が実施されている。自然豊かな湖の特徴として自然系からの汚濁負荷割合が非常に高く、水生植物を利用した水質浄化を試みてはいるが、湖の水質改善は容易ではない。ここ数年の水質は、CODは横ばいであるが、T-N、T-Pについては漸減傾向を示している。

7.3 仁科三湖

仁科三湖は、県の西北部に位置し、本州を南北に走るフォッサマグナに沿う青木湖、中綱湖及び木崎湖の総称である。古くこの地方を豪族仁科氏が治めていたことから、3湖を合わせて、こう呼ばれている。また、湖の西に連なる北アルプスの姿を湖面に写し出すことから「北アルプスの鏡」と呼ぶ人もいる。

人もいる。

周囲の自然は豊かで、野尻湖と似た環境を有しており、水質は3湖とも比較的良好である。

3湖のうち木崎湖において、野尻湖で発生したのと同じ頃、昭和63年（1988年）の夏に植物プランクトン「ペリジニウム」による淡水赤潮が発生した。

仁科三湖は、利水目的、湖面積等から湖沼法の指定は受けず、県単独で湖沼水質保全計画に準じた「仁科三湖水質保全計画」を定めて、流域を構成する1市1村とともに対策を進めている。この計画は、「長野県水環境保全総合計画」の考え方と整合を図り、豊かな自然環境に配慮するとともに地域に密着した取組みを進めるため自治会、漁業協同組合、観光協会等の民間団体と関係行政機関とで「仁科三湖水質保全対策会議」を組織して身近で実践的な活動を行うこととしている。

図 22-16 湖沼水質保全計画体系図（諏訪湖）

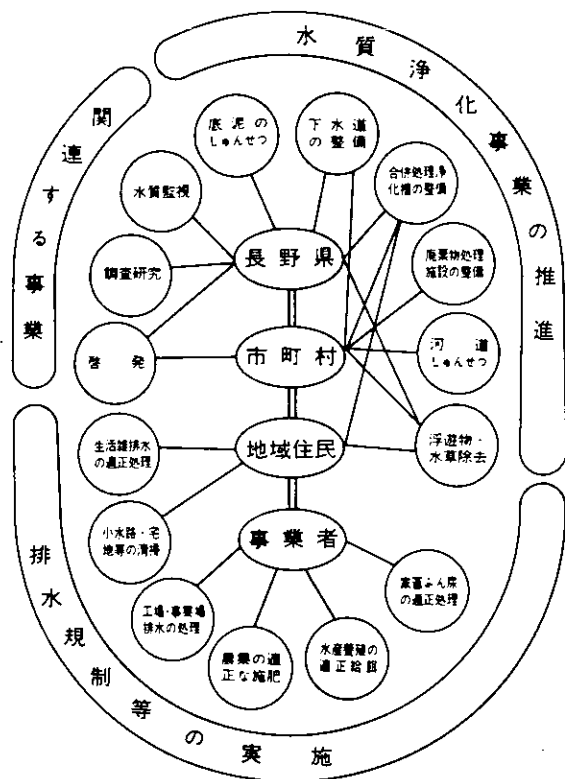


図 22-17 主な湖沼のCOD、全窒素、全燐の経年変化

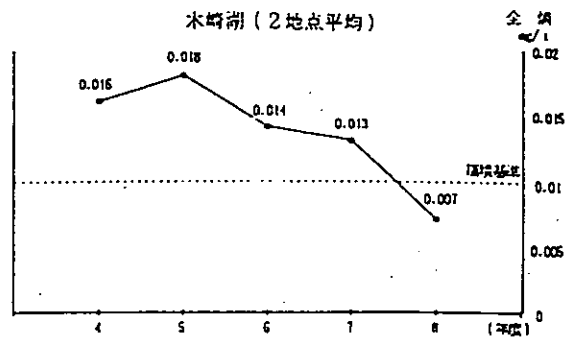
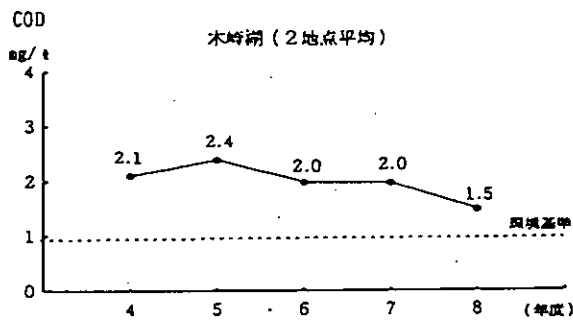
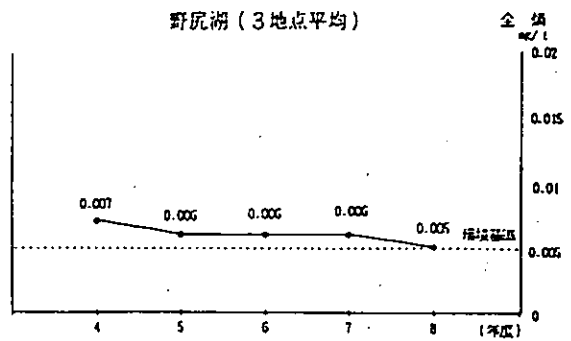
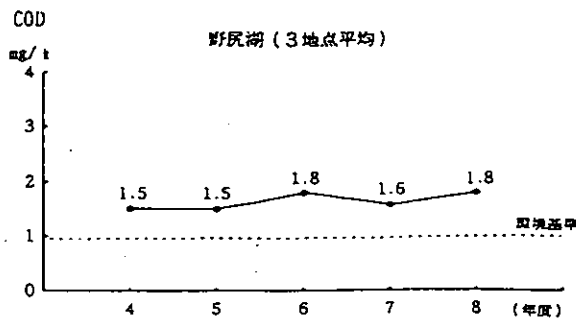
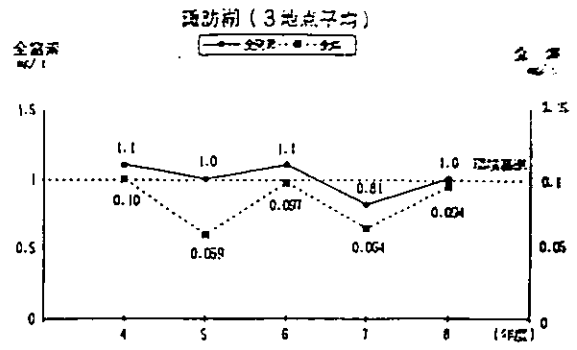
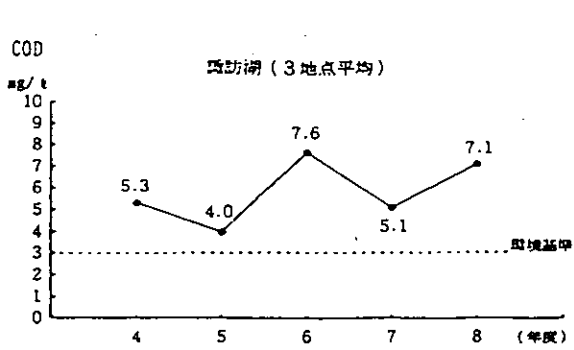
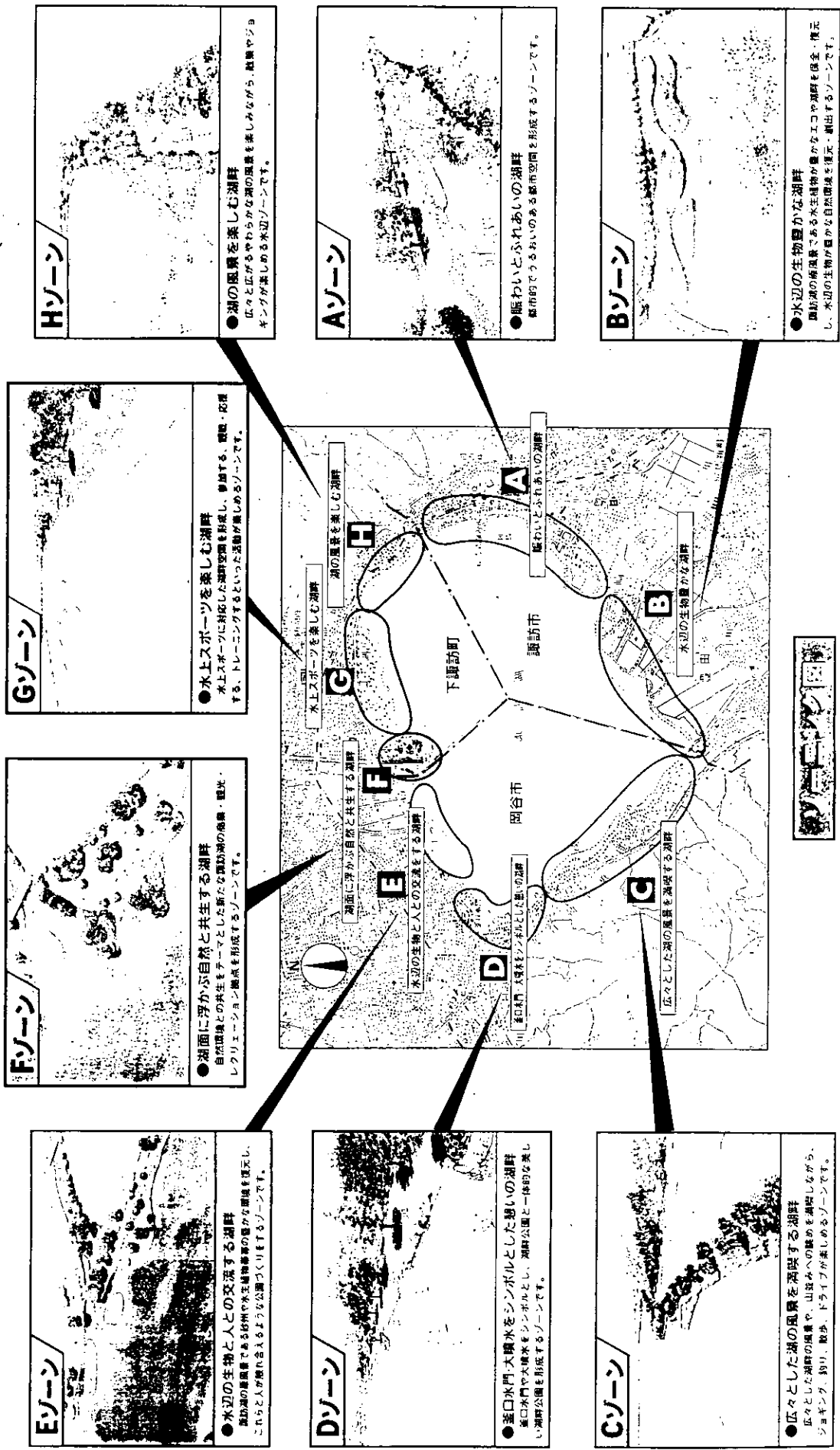


図 22-18 諏訪湖の水辺整備の概要

新たな諏訪湖 (水辺整備マスタープラン)

— 昭和30年当時の諏訪湖を原風景とした湖畔環境の再生と創造 —



8 今後の取組の方向

現在、本県においては「第2次水環境保全総合計画」と「第3期諏訪湖に係る湖沼水質保全計画」を策定中であるが、これらの計画では、従来の施策に加えて、①農地、市街地等の非特定汚濁源からの汚濁防止対策 ②良好な水循環の確保 ③県民の主体的行動による水環境保全活動など新たな取り組みを進めていくよう検討中である。

非特定汚濁源による汚濁は、降雨初期における路面排水の水質がCOD40～60mg/lを示すなど河川や湖沼に相当の汚濁負荷を与える。現在は、決め手になる有効な手法は確立されていないが、特に湖沼の流域では降雨時に流入する汚濁物質が大量に湖内に堆積するため大きな問題となりやすく、これまでの産業排水、生活排水についての対策に加え早急に取り組むべき課題である。

また、都市化の進展に伴い、降水がゆるやかに浸透して湧出するという本来の水循環が損なわれてきつつあり、そのため地下水や湧水、河川流量の減少とそれに伴う水質悪化が懸念されている。そこで、流域の森林を保護していくことはもちろんのこと、浸透性を考慮した街づくりや河川整備が求められている。個人や事業場における節水等の水の有効利用を進めることも良好な水循環を確保するうえで重要である。

さらに、水環境の保全には県民一人ひとりの認識と行動が不可欠である。最近、各地で水生生物の観察会、学習会等が実施されたり、清掃活動をはじめとする実践活動が盛んになってきた。しかし、河川などへのゴミの投棄は相変わらず多く、また、子供たちが水と接する機会もかつてに比べると大幅に減少しており、体験を通じた学習機会の拡大やそのための施設整備、指導者の養成が必要となっている。地域で、その地域に良く馴染んだ身近な行動目標を定めて実践活動を行い、そして自ら活動の評価を行って次の段階に進むといった方法などを普及していくことが望まれる。

以上のほかに水による文化、水を介した交流などの側面も加えて、一層総合的な水環境保全施策を推進していく予定である。