

第1章 収集・運搬及び前処理技術・システム

1.1 汲み取り便所	33
1.1.1 汲み取り便所の概要とし尿汲み取りの歴史的変遷	33
1.1.2 汲み取りし尿の発生量および性状	40
1.1.3 汲み取り便所の種類と仕組み	44
1.1.4 汲み取り便所の利点と問題点	56
1.1.5 災害発生時における汲み取り便所の活用	57
1.2 浄化槽	62
1.2.1 浄化槽の立ち位置	62
1.2.2 浄化槽の処理方式および構造	65
1.2.3 し尿の取り扱いの変遷	68
1.2.4 浄化槽技術の変遷	69
1.3 海洋投入	84
1.3.1 海洋投入の変遷	84
1.3.2 海洋投入船	93
1.3.3 海洋投入方法	97
1.4 収集・運搬	100
1.4.1 収集・運搬の概要および技術の移り変わり	100
1.4.2 バキューム車（収集・運搬車）	105
1.4.3 し尿運搬の歴史（東京都の事例）	113

1.5	受入・貯留	117
1.5.1	前処理技術の移り変わり	117
1.5.2	受入・貯留設備の概要	120
1.5.3	計量機（トラックスケール）	121
1.5.4	受入室	124
1.5.5	受入口	129
1.5.6	沈砂槽	131
1.5.7	沈砂除去装置	132
1.5.8	受入槽	134
1.5.9	破砕機	137
1.5.10	きょう雑物除去装置	140
1.5.11	貯留槽	150
1.5.12	スカム防止装置	153
1.5.13	細砂除去装置	154

1.1 汲み取り便所

1.1.1 汲み取り便所の概要とし尿汲み取りの歴史的変遷

(1) 汲み取り便所の概要

ここで取り上げる「汲み取り便所」とは、排出されたし尿を水流により下水道や浄化槽へ流す水洗式便所に対して、便器下に据え付けられた便槽にし尿を貯留し、定期的に人力あるいは機械によって汲み取る形式の便所一式を指す。便器から直接、又はパイプ等で接続された貯留用の容器のみのシンプルなもの以外に、槽内で腐敗処理機能を有するもの、簡易的な水洗浄便器を伴うものなどの特徴を有するものもある。

俗語表現でポットン便所、ポットン便所（現在は「便所」の代わりに「トイレ」と呼ばれることも多い）等とも呼ばれ、水洗式便所が普及するまでは日本国内で一般的に見られる便所であった。

現在は水洗式便所が広く普及しており、また下水道法第 11 条の 3 によって、下水道整備地域では汲み取り便所から水洗式便所への改造が義務付けられているため、特に都市部においては、その役割のほとんどは水洗式便所にとって代わられつつある。ただし、下水道や浄化槽の敷設が困難な地域、水洗式便所に変更する意向を持たない人々、あるいは災害時など緊急に便所が必要となる場合もあり、現在も姿を変えながら利用され続けている。

(2) し尿汲み取りの歴史的変遷

(a) 古代における便所と農業

日本における汲み取り便所の歴史は、し尿の農業利用と密接に関わっている。単純にし尿を一定期間、桶や容器に溜めておく習慣は日本に限らず世界各地で見られるが、日本においては鎌倉～昭和期までの 1000 年近い期間、し尿は「下肥」と呼ばれ、便槽からし尿を汲み取り農地還元するシステムが構築されてきた。汲み取り便所は現代でこそ、水洗化が困難な場合の代替手段のように捉えられているが、歴史上は日本の農業を支える重要な要素の一つでもあったと言える。

では、日本人は古代より汲み取り便所を使用し続けていたのだろうか。考古学的調査によると、必ずしもそうとは言えず、推測段階ではあるものの水洗式と汲み取り式が混在していたように思われる。まず、縄文時代の日本においてはし尿を川や水路によって流す、水洗式様の処理が行われていたのではないかと推測されている。縄文時代初期のものと見られる鳥浜貝塚（福井県若狭町）に流れる鱒川^{はすかわ}から、川底に打ち込まれた杭と人糞の化石（糞石）が出土しており、定かではないが川に掛けられた栈橋のような場所から水中に排泄していたのではないかと推測されている⁹。大陸から稲作が伝わり、農業社会が形成されると同時に、し尿を溜めて肥料として利用する習慣が生まれたとされ、し尿の溜め場が作られ更にその場所をそのまま便所として使用するようになったといわれている²⁾。

やがて都が形成された頃になると、水路が築かれるようになり、飛鳥時代の都である藤原京、続く平城京の水路からは人糞の形跡や尻を拭くためと思われる木の板等が発見されている。これらのことから、古代の都においては水路を利用した水洗式に近い便所を利用していたものと推測され、し尿を貯留するシステムが存在していたかは明らかになっていない³⁾。続く平安時代においては、貴族階級で現代のおまるに近い「ひばこ」「しのはこ」等と呼ばれる箱が便器として使用されるようになった。このし尿を農業利用したかどうかを含め、どのように処理していたのかはよく分かっていないが、初期における汲み取り便所の形態のひとつであると言えることができるだろう。ただし、そのような便所を使用していたのは貴族等一部の人々のみで、一般庶民は決まった便所を持たず、路傍で排泄し、し尿はそのまま垂れ流していたと推測されている⁴⁾。

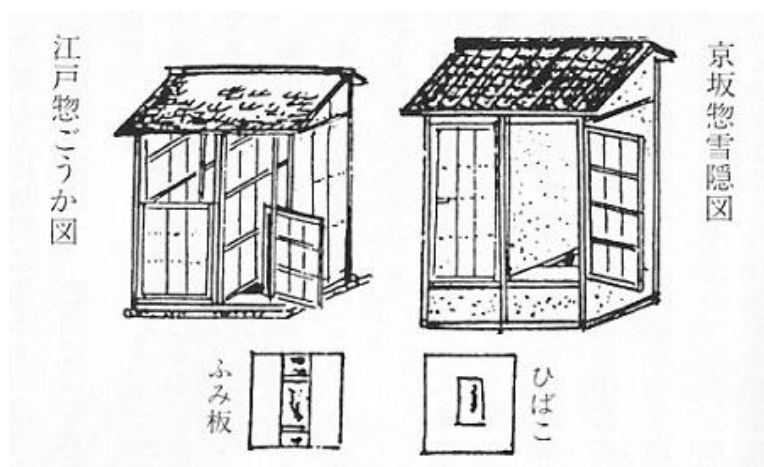
(b) 農地還元のシステム化

中世（12世紀頃）になると、農業が盛んに行われ、肥料となるし尿を特定の箇所に貯留しておくことが主流になった。この頃は、し尿の農業利用が確認できる最初の時期と言われている。当時の便所の状況を示す明確な言及はほとんど伝えられていないものの、絵巻などの図版から、便所の形状や、し尿を汲み取っている様子を確認することができる。し尿が農業利用されていたことを示す言及は、安土桃山時代に訪日したカトリック宣教師のルイス・フロイスが、自国ポルトガルと日本の風俗を対比形式に指摘した『日欧文化比較』にみられる。フロイスは、生活習慣について記した項目の中で、自分達（西洋人）は家畜の糞を、日本人は人糞を農業に利用していることを述べている⁵⁾。

江戸時代に入ると、し尿を農業利用するシステムは最盛期を迎えた。江戸、大阪、京都等の大都市を中心に国内人口が増加し、また都市部の住民の食糧需要により農業の増強が必須となったため、肥料として人のし尿の需要が高まったのである⁶⁾。当時、すでに干鰯や油かす等の有機肥料（金肥）も使用されていたが、それらに比べ安価なし尿は貴重な肥料として、汲み取りが続けられた。江戸においては、庶民向け住宅として一般的であった長屋の共同便所に排出されたし尿の汲み取り代は、長屋の管理を行う大屋の収入となっていた。当時の川柳に「店中の尻で大屋は餅を搗き」⁷⁾とあるように、それなりの収入源であったことが窺われる。その他、し尿の汲み取り料金は便所を設置した者の収入となったため、道に桶等を置き、簡易的な便所として町民に提供してし尿を集める者もいたという。当初は農家と汲み取り便所の所有者との私的契約によって汲み取られていたし尿は、やがて仲買人や専門の汲み取り人等が介入する巨大なビジネスとして成長し、時代が下るにつれて価格が高騰、農民による価格引き下げ運動が各地で勃発するようになった。

江戸後期の風俗紹介書である『守貞謾稿』^{もりさだまんこう}によれば、長屋の便所（雪隠、後架等と呼ばれていた）は、床面に穴を開け、その上に足を乗せる踏み板を渡した「ひばこ」という便槽に排泄し、そこに貯留されたし尿を穴や外側の汲み取り口から汲み出す構造であることが説明されている⁸⁾。当時の便槽は主に木製で、前述のように便所の直下に設けられた他、簡易式の公衆便所としてし尿の収集に用いられた「辻便所」のように、ただ路傍に桶を置

くだけの便槽もあった。



(出典：近世風俗志—守貞謄稿)

図 1.1-1 江戸時代の便所（部屋の構造は地方によって異なっていた）⁹⁾

汲み取り便所は、江戸の人々にとって食糧事情の解決と同時に、利益をもたらす重要なシステムの一部であったと考えられる。

(c) 農業利用の終焉と便所の衛生対策

約 260 年余り続いた江戸幕府が終焉を迎え、開国とともに明治の改革が始まると、それまで厳しく制限されていた諸外国との交流が急速に活発化した。積極的に西洋文明を取り入れようとした明治政府の方針は、日本に文明開化と呼ばれる多彩な外国の技術・文化をもたらした一方で、コレラ等の感染症を上陸させるきっかけにもなった。これに加えて、急激な社会変動に伴う混乱、人口の移動等の要因から、日本の衛生システムそのものが限界を迎え、水を介して伝染する水系感染症が度々蔓延した。1879 (明治 12) 年にはコレラにより最大で 10 万人以上が死亡している¹⁰⁾。

こうした事態を受けて、水系感染症拡大の防止と衛生状態の改善を目標に、明治政府は上下水道設備の整備、汲み取り便所の構造やし尿の汲み取りの法規制に取り組んだ。初期のものでは 1877 (明治 10) 年に内務省から「べんじょげすいかいりゅうこうぞうそうじとりしまり便所下水芥溜構造掃除取締」の通達において、『便所下水芥溜等』を修繕、掃除するよう指示されているが、本文中に『各地ノ便宜ニ従テ』と記載されているように、具体的な指針は示されていない¹¹⁾。

これ以降、公衆衛生に関する権限は警察主導のものとなり、警視庁によって便槽の構造や掃除が規定された。代表的なものには「かわやこうぞうならびにしにょうくみとりきそく「しせいがいりゅう廁構造并屎尿汲取規則 (1879 (明治 12) 年¹²⁾」、「しせいがいりゅう廁圍芥溜下水取締規則 (1887 (明治 20) 年¹³⁾」、「清潔保持ニ関スル取締規則 (1900 (明治 33) 年¹⁴⁾」等がある。いずれも便槽からし尿を土壌や飲料用水に浸出させないように、便槽を取水場所 (井戸等) から一定距離をおく、便器や便槽を陶器やセメント製等

のし尿が外へ漏れ出さない密閉構造にする、定期的に槽内を掃除し、破損しているものは修繕を施すこと等を定めている¹⁵⁾。

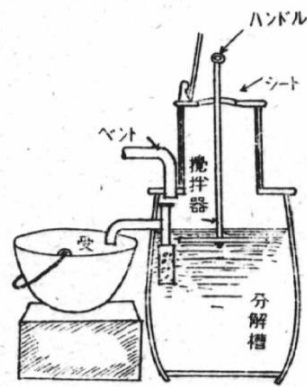
ただし明治時代のし尿処理方法は、江戸時代に引き続き農家や汲み取り業者によるし尿汲み取りが主流であった経緯もあり、法律による便槽およびその管理の義務化が容易には進まず、結果として一般に広く普及したとは言い難かった。

なお、近代的な水洗式便所についてはこの頃、海外から技術が輸入され、外国人居留地や一部の富裕層の自宅等、極めて限定的な場所で採用されている。

大正時代頃から、化学肥料の普及に対して肥料としてのし尿の需要が減少していくことに加え、人口が集中している都市では汲み取り自体が追い付かず、汲み取られず持て余されたし尿が河川等に不法投棄される問題が深刻化した。ここを区切りとして、商品として汲み取る農家の側が対価を支払って各戸から汲み取っていたところを、逆に都市の住民側が対価を払い農民に汲み取ってもらわなければならない状況へ次第に移行していく。汲み取りの状況変化の契機は1918（大正7）年、旧東京市の神田衛生同業組合が、し尿収集処分のために料金を徴収する許可を取り付けたことであった¹⁶⁾。し尿が農業における有価物から、厄介な廃棄物へ移り変わる過渡期とも言うことができる。

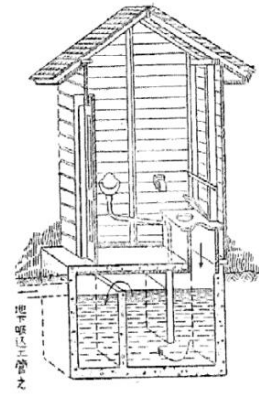
滞ったし尿が都市に溢れかえるに従い、寄生虫や水系感染症、臭気等の問題が更に顕著になり、便槽にもそれらを抑制する構造が要求されるようになった。明治期の便槽規制があくまでもルール上でのものに過ぎなかったのに対して、大正から昭和にかけては、海外の便槽技術が紹介され、化学的にし尿の処理を行う考え方が初めて本格的に浮上した。

当時、米国で開発され、日本に紹介されたものは、L.R.S 式便池とケンタッキー便所が代表的である。L.R.S 式便池は便槽を密封し、腐敗が進んだところで槽内に据え付けられた攪拌機を回し、沈殿物や浮遊物を処理された液体成分から分離するもので、排出された処理液はこのまま放流しても安全だと謳っている。しかし、攪拌機を用いることの不便さ、便槽が詰まりやすいこと、処理液の運搬上の問題点があったため、次いでケンタッキー便所が採用された。これは複数槽式の便槽で、槽内でし尿を自然流下させながら処理を行うもので、処理液は地中に排出され、土壌の自浄作用にある程度任せる構造になっている¹⁷⁾。



(出典：便所の進化)

図 1.1-2 L.R.S 式便池¹⁸⁾



(出典：尿尿処理の知識とその研究)

図 1.1-3 ケンタッキー式便槽¹⁹⁾

船医として米国や欧州を巡り、これら各国の汚水処理技術を見学した城口権三は、これらの経験を元に、1918（大正 7）年に現代の汲み取り便所に近い形状の「城口式大正便所」を開発した²⁰⁾。一方、内務省実験所からは、未処理のし尿を農業利用することで蔓延する寄生虫の撲滅を目的として、1927（昭和 2）年に「改良便所」が考案された。こちらは、大正便所とは対照的に槽内を複数の区画に区切り、時間をかけてし尿の腐熟処理を行うことで寄生虫卵を死滅させる効果が期待された。各便所の構造図はそれぞれ図 1.1-5、図 1.1-6 を参照。

その一方、行政は本格的にし尿を下水道によって処理する方向へ動き始め、徐々に下水道敷設の準備が進められた。1920（大正 9）年、市街地の保安、衛生、都市計画などを目的として建築物の規制を定めた「市街地建築物法」が制定された。その施行規則第 12 条において、地方長官により指定された下水道および下水道の敷設された区域での汲み取り便所の設置が禁止された。²¹⁾さらに 1922（大正 11）年には、東京市が警視総監から“地方長官の指定する下水道区域”の指定を受け、従来使用されていた汲み取り便所から水洗便所に改造するよう市民に働きかけた²²⁾。同年 3 月には、国内初の下水処理施設である三河島汚水処分工場（東京市）が完成、運転を開始している。これは、し尿を汲み取りではなく下水管に流して処理施設へ移送する体制が初めて整えられたとともに、トイレの水洗化を押し進める契機となったとされる²³⁾。

しかし、第二次世界大戦が始まると、あらゆる物資が軍事のために徴収され物資不足となり、また、空襲によって下水道敷設が滞った。これにより、し尿を含む汚水の処理技術は停滞を余儀なくされた。

(d) 汲み取りから水洗へ

第二次世界大戦が終わりを告げ、連合軍によって占領された当時の日本は、戦争の混乱から非常に不衛生な環境下におかれていた。物資不足により、大正期に入って持て余していたし尿は再び農業肥料として重宝されたが、それも復興が進むにつれて沈静化した²⁴⁾。

日本を占領した連合軍最高司令官総司令部（以下、GHQ）は、日本の衛生状況を目的

当たり前にして DDT を用いた徹底的な消毒を始めとする改善策を行った。それは便所も例外ではなく、彼らは汲み取り便所を嫌がり、自分達の住宅用に水洗式便所を備えた建物を接收し、更に DDT による消毒を行った。生野菜をサラダにして食べる習慣がある米軍は、下肥を肥料として作られた野菜を「不潔」「文化的でない」ものとしていたという²⁵⁾。米軍の要求事項に従い、米軍の滞在する建物にはアメリカの技術による下水道や衛生設備機器が設えられた^{26) 27)}。

GHQ の指示により、1950 (昭和 25) 年に資源調査会から「屎尿の資源科学的衛生処理勧告」が発表された。ここでは旧来日本で行われてきたし尿の農業利用を評価しつつも、寄生虫を蔓延させるという観点から汲み取り便所を不潔なものとしている²⁸⁾。「屎尿を衛生的に無処理の儘、農作物に灌漑することは、永久に続けるものでなく、これの改善こそ現時の我国の責務である²⁹⁾」と言及した上で、し尿は農地に散布せず水洗式便所によって下水処理施設で処分すること、処理に伴い発生した汚泥を肥料化することが良いとした³⁰⁾。

農地の改革と並行して、明治時代以降、段階的に進められていた化学肥料が普及していくようになり、都市部の人口集中も進んでいく中、し尿は更に持て余されるようになった。下水道の普及もすぐには進まなかったため、結果的に回収されなかったし尿は海洋ばかりでなく河川、湖沼、湿地や窪地、沢や谷、沿岸部等あらゆる場所に不法投棄され³¹⁾、赤痢等の感染症が蔓延する原因となった。皮肉にも、GHQ が衛生面向上の目的でし尿の農業利用を禁じたことが、かえって衛生状況を悪化させたことになる。

終戦直後、来日した占領軍には近代的な設備の整った住宅が用意された一方、焼け野原となった国内は深刻な住宅不足に悩まされていた。政府は仮設住宅を建設して急場を凌いだものの、続くインフレによる資材調達困難、更に高度経済成長期が始まると人口が都市に集中するようになり、住宅建設が需要に対応できなくなった。

これを打開すべく、1955 (昭和 30) 年に設立された日本住宅公団は、建具や設備の統一規格化、工場生産手法への移行による効率化に乗り出した。これにより、ダイニングキッチン等を備えた新しい住宅スタイルである、集合住宅が建設されるようになった。これらの住宅には水洗式便所が積極的に採用され、戦後の住宅業界を席卷した。

戦争からの復興が進むにつれて、法的規制の整備も進められた。1950 (昭和 25) 年に「市街地建築物法」の後身である「建築基準法」が制定され、施行令第 29 条に汲み取り便所の構造が定められた³²⁾。ただし、過去の規制のように槽の材質等の明確な規定はなく、し尿や臭気が外部に漏洩しない、土砂や雨水が槽内に流入しない構造と、簡略化されている。加えて、し尿以外の生活排水や雨水の処理を目的としていた「下水道法」(1900 (明治 33) 年施行) が廃止され、1958 (昭和 33) 年、新たに公布された新「下水道法」により、し尿が下水道処理の対象となった。復興に応じて、滞っていた下水道の普及事業も再開された。水洗式便所の増加に伴うインフラ整備も次第に整い、以降は急速に水洗式便所が普及していくようになった。

一方で、汲み取り便所は次第に姿を消していった。汲み取りし尿の処理の必然性から戦

後数多く建設されたし尿処理施設も、それに伴い減少しつつある。高度経済成長と共に整えられた水洗式便所とは対照的に、汲み取り便所は過去のもの、という認識が定着しているようにも思われる。

なお、明治から昭和にかけての、汲み取り便所に関する主な法的規制の変遷を総括すると、表 1.1-1 の通りとなる。

表 1.1-1 汲み取り便所の主な法的規制の変遷^{12)・15) 20) 31)}

法律名	便槽・桶の材質、構造	便槽・桶の周囲	便所の構造
廁構造并尿尿汲取規則 (1879 (明治12) 年)	・なるべく陶製 (不可能なら必ず油樽を用いるか厚板で堅固に作る)	・板もしくは石粉石灰等 ・周囲を高くし、し尿が槽内に流下するよう傾斜を付ける	・便所内部の槽に近い四方は漆喰塗
廁圍芥溜下水取締規則 (1887 (明治20) 年)	・内外に釉薬を塗った甕又は不透過質 (セメント、コンクリート)	・厚さ三寸以上のコンクリート ・壺の中に勾配を付ける	・地盤より三寸以上高くして雨水の流入を防ぐ ・便所の踏み板下の壁は良資材煉化又は厚板 (ペンキ又はコーラル塗) 便所の底面は不透過質の材料
清潔保持ニ関スル取締規則 (1900 (明治33) 年)	・内外に釉薬を塗った甕又は不透過質 (セメント、コンクリート)	・漏斗状にして厚さ三寸以上のセメント、モルタル、コンクリート	・飲料井戸から三間以上離す 地盤から三寸以上高くする
市街地建築物法施行規則 (1920 (大正9) 年)	・不透過質	・汲取り口は下端を地盤面から三寸以上高くし直接道路に面するようにする ・壺の上周辺は厚さ三寸以上のコンクリートで漏斗状に作り不透過質の材料で上塗り	・床下は周辺に耐水材料で障壁を設け他の部分と遮断する
建築基準法施行令 (1950 (昭和25) 年)	・尿尿に接する部分から漏水しないものであること ・尿尿の臭気が建築物の他の部分又は屋外に漏れないものであること ・便槽に雨水、土砂等が流入しないものであること		

(e) 汲み取り便所の現在

2016 (平成 28) 年度の環境省調査によると、国内での非水洗化人口 (し尿処理施設への計画収集人口、自家処理人口含む) は約 690 万人とされている³³⁾。水洗式便所の普及に伴い、汲み取り便所は減少の一途を辿り、下水道や浄化槽の設置が困難な地域に留まっている。特に都市部では、汲み取り便所を使用したことがない・見たことがないという世代も増加し、汲み取りに対応した便器や便槽を製造する企業も数社程度に限られている。

日本の農業や生活様式も一変し、現在はし尿を直接農業に利用することはほとんど見られなくなった。便槽から汲み取られたし尿はし尿処理施設で処理されるため、便槽内処理を行う必要がなくなり、「1.1.2 (3) 改良便所」に示すような、農地散布を視野に入れて

開発された槽内処理機能を持つ便所の必要性も薄れている。

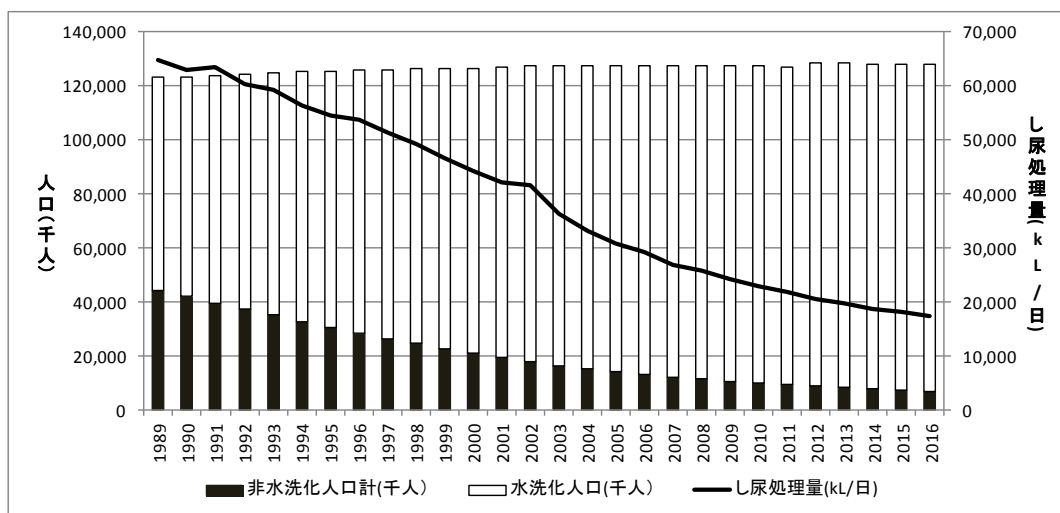
恐らく今後、従前の汲み取り便所を持つ便所が一般家庭や建築物内で個数を増やすということは考えにくい。しかし近年では、後述するような簡易水洗式便所や自己完結型トイレ等、時代のニーズに沿った新しい形での汲み取り便所が近年、受け入れられるようになった。かつて、日本の生活様式とマッチングして発展してきたように、現代でも汲み取り便所は人々の生活に適応した活躍の場を維持している。

1.1.2 汲み取りし尿の発生量および性状

(1) 発生量

旧厚生省及び現環境省から公表されている一般廃棄物処理事業実態調査結果によると、1989（平成元）年度から2016（平成28）年度までの水洗化人口、非水洗化人口、1日当りし尿処理量の推移を示すと、図1.1-4のようになる。これらの統計は集計する機関によって定義が異なるが、旧厚生省及び環境省の統計では、「水洗化人口」が下水道、浄化槽によるし尿処理を行っている人口を、「非水洗化人口」がし尿を収集・運搬し、し尿処理施設等の処理もしくは海洋投入（2007（平成19）年度に全面禁止）、農地還元、自家処理等を行っている人口を指す。また、各人口計は総人口ではなく、し尿の計画処理区域内人口に対する数を表わしている（1992（平成4）年度以降は総人口と一致している）。

1日当りし尿処理量は、計画処理区域内において収集され、し尿処理施設での処理、資源化处理、下水道投入、農地還元、海洋投入等を行ったし尿量を指す。自家処理量はこれには含まれない。なお、本節は汲み取り便所に排出されるし尿を対象としているため、浄化槽汚泥処理量は含まれていない。



(出典：一般廃棄物処理事業実態調査結果（1989～2016（平成元～平成28）年）より作成)

図1.1-4 1人当たり水洗化、非水洗化人口、し尿処理量の推移
(1989～2016（平成元～平成28）年)^{34) 35)}

また、上記の統計を元に、1人当りのし尿排出量（1989～2016（平成元～平成28）年度の推移を表1.1-2に示す。

表 1.1-2 1人1日当りし尿排出量の推移（1989～2016（平成元～平成28）年）^{34) 35)}

年度	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1人当りし尿排出量(L/日)	1.57	1.61	1.70	1.70	1.76	1.79	1.84	1.94	1.99	2.06	2.09	2.16	2.23	2.19

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1人当りし尿排出量(L/日)	2.26	2.23	2.21	2.25	2.22	2.32	2.30	2.30	2.33	2.33	2.40	2.43	2.51	2.52

（出典：一般廃棄物処理事業実態調査結果（1989～2016（平成元～平成28）年度）より作成）

1989（平成元）年度の計画処理人口における非水洗化率はおよそ36%程度であり、以降の非水洗化人口も徐々に減少していく傾向にある。1日当りし尿処理量も同様に減少傾向が見られ、1989（平成元）年度から2015（平成27）年度の処理量推移をみると、し尿処理量は26年間で1/3程度にまで減少している。また、「1.2 浄化槽について」図1.2-4で示されているように、浄化槽汚泥処理量は横ばい傾向に推移しており、これに伴いし尿処理施設における浄化槽汚泥の搬入比率が汲み取りし尿を上回り、し尿処理施設での処理の主体も浄化槽汚泥へと変わりつつある。

1989（平成元）年度から2015（平成27）年度までの1人1日当りのし尿排出量を表1.1-2に示す。これを見ると、若干ではあるが年々増加傾向にあることが分かる。これには、排泄後の洗浄に僅かながら水を使用する簡易水洗式便所の普及などにより、し尿が希釈されて汲み取り量が増加しているためと推測される。

（2）性状^{36) 37)}

し尿は、体外に排出されたばかりの時と、貯留され汲み取られる時とで性状に差が生じる。これは、貯留されている間に便槽内で腐熟（よく発酵して腐ること）が進むことによるもので、以下に汲み取り時のし尿（収集し尿）の性状について述べる。

（a）物理的性状

（ア）比重

汲み取りし尿の比重は、尿と屎（便）の可溶成分による溶液部と屎粒子の比重とから成り、これらの混合比に応じて変化するが、概ね1.01～1.03の範囲内であり、通常は1.02程度といわれている。屎粒子の比重は溶液部の比重より大きいので、静置しておくとも比重差によって屎粒子の沈降が生じる。

（イ）粘度

汲み取りし尿は水に比べて粘度が高く、比粘度として1.2～2.2といわれている。ただし、溶液部と屎粒子の混合比により値は異なる。

(ウ) きょう雑物

し尿中に混入している粗大な固形物をきょう雑物と呼び、金属片、砂、紙類、木片、プラスチック、繊維、し尿中の未消化物等、一般的に 1 mm 以上の固形物を指す。

これらはし尿処理施設の前処理において除去及び脱水され、処理施設内で焼却されるか場外に搬出されごみ処理施設等で焼却処分される。

(b) 化学的性状

し尿の成分は、97～98%が水分で構成されている。水分を除いた、し尿処理技術に係るし尿の化学的性状は、大別して以下の項目が挙げられる。

(ア) 固形物（蒸発残留物（TS））

固形物とは、浮遊物質（SS、Suspended solid）と溶解性物質（DS、Dissolved solid）の和を表し、し尿全体における 2～3%を占める。成分は食物の未消化物、未吸収物、消化管の上皮細胞、紙、綿等の繊維類の小片等で、化学的にみるとセルロース、ヘミセルロース、ケラチン、リグニン等が主体となる。

(イ) 有機物

有機物はし尿の汚染の主体をなすものであり、し尿の固形物中の 60～70%が強熱減量であることから、し尿全体に対して 1.2～2.0%程度を占めている。

(ウ) 無機物

無機物は固形物の 30～40%を構成する成分であり、固形物を 3%とした場合、湿物中の 1.0～1.5 %を占める。その成分は塩化物を主体とする金属塩類や土砂である。

無機物中の内、1/2 が塩化物であり、大部分が食塩として排出されたものである。塩化物イオンはし尿処理過程において数値が変化しないため、この数値から処理過程における、し尿が希釈された場合の希釈倍率を推定することが出来る。

(エ) BOD（生物化学的酸素要求量）

し尿中の有機物の内、主に炭素化合物が微生物によって分解される時に消費される酸素量を示す指標である。BOD 源の大半は脂肪酸類であるといわれる。BOD が高いということは、それだけ有機物量が多いことを示している。し尿処理の重要な目的のひとつは BOD を低下させることにある。

(オ) 窒素化合物、リン

汲み取りし尿中には、5,000～6,000 mg-N/L 程度の全窒素と 480～650 mg-P/L 程度の全リンが含まれている。これらは水中の微生物の栄養源となり、水質の富栄養化を助長し、プランクトンや藻類の異常発生の原因物質となる。

全窒素の大部分は尿中に尿素の形で排泄された有機態アンモニア性窒素であるが、便槽内に貯留されている間にアンモニア態に変化し、炭酸アンモニウムや重炭酸アンモニウムの形で存在している。全リンは通常、水中でリン酸の形で存在している。

窒素およびリンは、「排水基準を定める省令」により、湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋動物プランクトンの著

しい増殖をもたらすおそれがある海域として環境大臣が定める海域およびこれらに流入する公共用水域への排水時に排出基準が定められている。し尿中の窒素やリンを未処理のまま放流すると、湖沼や海域の富栄養化を引き起こすが、一方で窒素やリンは農業の肥料源にもなる物質である。そのため、近年は資源化技術による回収・利用が進められている。

(c) 生物学的性状

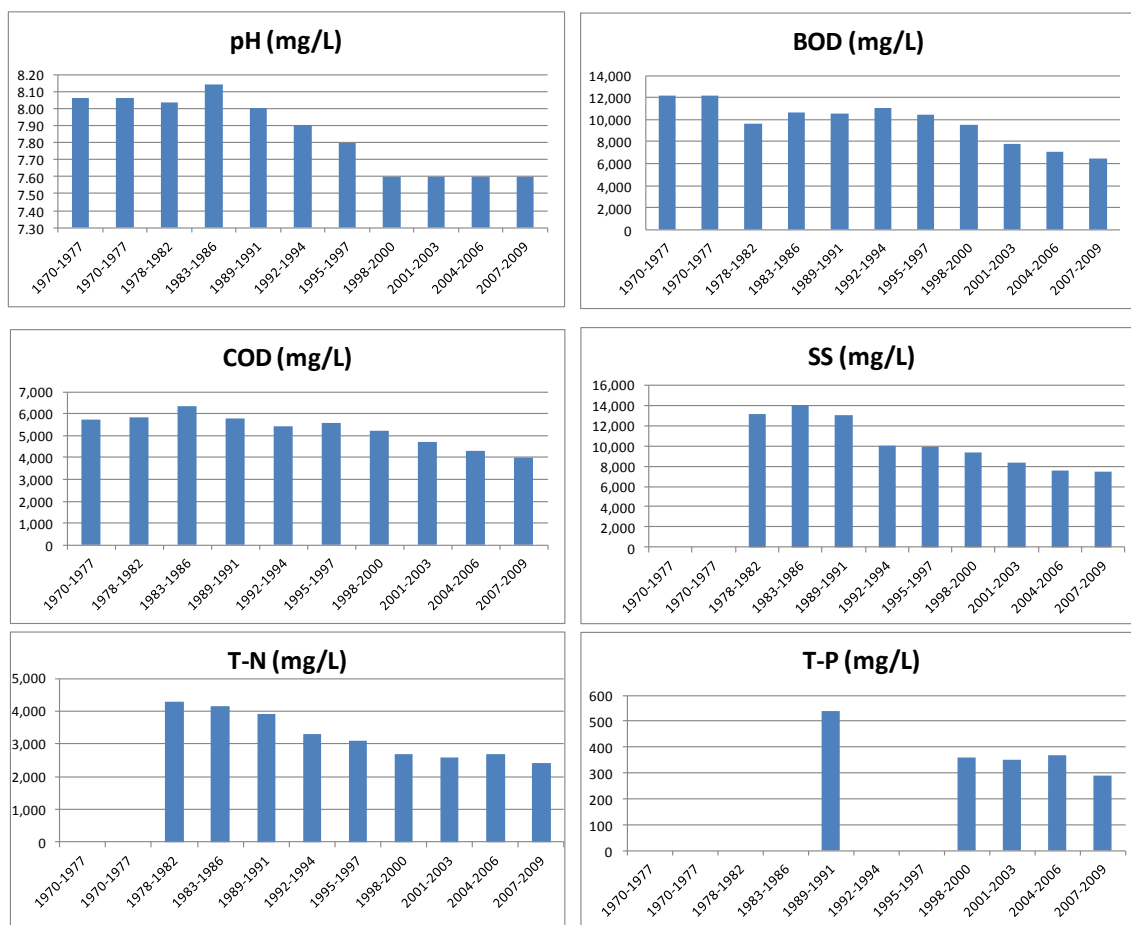
汲み取りし尿には多くの微生物群が含まれている。微生物群はほぼ便中に含まれ、大半が大腸菌群であるが、この他、尿素分解菌群、繊維素分解菌群、メタン菌、各種病原菌等の細菌類、寄生虫卵（回虫卵、蟯虫卵、鞭虫卵等）が含まれる。過去には多くの人が細菌と寄生虫による感染症に罹患したため、処理工程で除去・死滅出来るよう様々な方策が試みられてきた。

代表的な含有細菌の大腸菌群は、他の病原菌に比べて外界での抵抗性が比較的強く、菌量も多く、検出方法が簡便であることから、し尿による汚染の指標として用いられている。また、寄生虫はかつて多くの日本人が体内に保有していたが、その原因は有虫者から排出された寄生虫卵を含むし尿を、卵が死滅しないまま農地還元していたことである。し尿を未処理で農業利用することは寄生虫症を蔓延させる引き金になる。

(d) 汲み取りし尿の性状変動

汲み取りし尿の性状は排泄者の身体的条件（年齢、性別等）、気候条件、各地域の食生活等の生活条件によって変動があり、総合的な性状の推移を掴むことは難しい。し尿処理施設や汚泥再生処理センターを建設する際には、収集地の汲み取りし尿の性状を十分に調査し、それらに合わせた処理方法を検討する必要がある。

一般財団法人日本環境衛生センターで実施している調査による、主な項目の大まかなし尿性状の推移は図 1.1-5 のようになる。なお、棒グラフが示されていない期間は調査が実施されていないことを表している。



(出典：日本環境衛生センター実施の精密機能検査 (1970～2009 (昭和 45～平成 21) 年) を基に作成)

図 1.1-5 主要水質項目の推移 (1970～2009 (昭和 45～平成 21) 年) ³⁸⁾

近年における汲み取りし尿の性状は、簡易水洗式便所の普及や便器洗浄水が便槽内に混入していることで、性状が希薄化している傾向にあるといわれている³⁹⁾。本グラフの結果を見ると、年度ごとに多少のばらつきは見られるものの、概して性状は希釈化されている傾向が分かる。

1.1.3 汲み取り便所の種類と仕組み

(1) 汲み取り便所の種類

便器下に据え付けられた便槽にし尿を貯留し、定期的に人力あるいは機械によって汲み取る形式の便所一式を、一般的には総称して“汲み取り式便所”と呼ぶ。

汲み取り式便所は、便所自体の用途により、大別して 5 種類に分類される。『公害・衛生工学大系 I』を基に、過去及び現代における汲み取り便所を分類すると表 1.1-3 のようになる⁴⁰⁾。

なお、「仮設便所」は従来、汲み取り式のものが一般的であったが、現在は下水道に接続

した水洗式のものも存在するため、本表には含めていない。

表 1.1-3 汲み取り便所の分類および説明

種類	分類・概要
普通汲取便所	最も一般的なもの
改良便所	大正便所 内務省（厚生省）式改良便所 昭和便所 尿尿分離式便所 無臭便槽
容器便所	桶等にとり、定期的に取り換える
特殊便所	化学便所 加熱便所 水洗式汲取便所（簡易水洗便所）
自己完結型トイレ	槽内で微生物等による処理を行う 袋等に排泄し、持ち帰って処分する

（出典：公害・衛生工学大系 I を基に作成）

（2）普通汲取便所

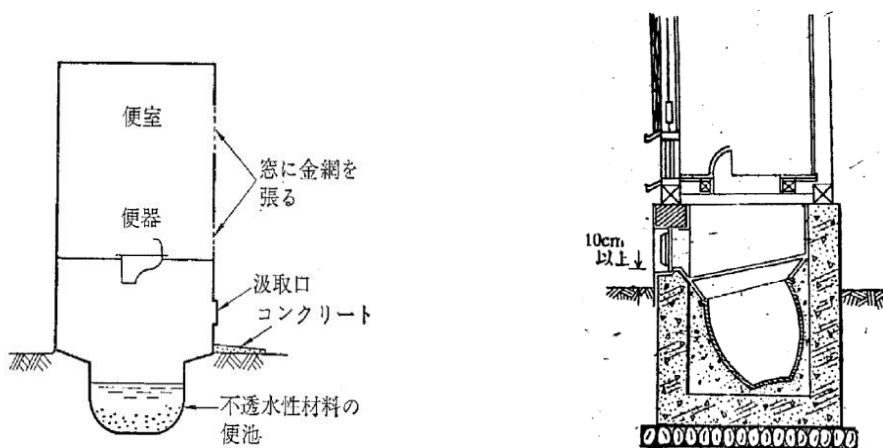
普通汲取便所とは、便器に開けられた穴から落下したし尿が下部の便槽にし尿が貯留される、汲み取り便所の中でも最も基本的なスタイルのものを指す。通常、便器から便槽に接続する配管がなく、便槽にも仕切り等がないシンプルな構造を持ち、地上部または槽上部側面に設けられた汲み取り口からし尿を汲み取る仕組みである。

かつては木製の槽が使用されたが、近代以降になると衛生面の懸念からコンクリートまたはモルタル構造にするよう規制された。現在では、耐久性や強度に優れた PVC（ポリ塩化ビニル）や FRP（繊維強化プラスチック）を用いた便槽も販売されている。

便槽は、基本的にはし尿を貯留する機能を有しているのみであり、便器の穴から直接流下するか、トラップ等のない接続配管から自然流下するような構造となっている場合がほとんどである。

現在、各メーカーから便槽として販売されているものは、大多数が何らかの配管によって便器と接続している。後述する「無臭便槽」や簡易水洗式便所の便槽と混同された表記も多く、現代においてはやや定義が曖昧になっている。

普通汲取便所の例を、図 1.1-6 に示す。



(左図出典：清掃施設技術管理者資格認定テキスト（共通 2 級）)

(右図出典：塵芥と尿尿の科学)

図 1.1-6 普通汲取便所の例^{41) 42)}

(3) 改良便所

改良便所は、普通汲取便所に処理機能や臭気対策機能を加えた便槽を装備するのが一般的だが、開発当時と現代で、機能に対する視点が異なる。

初期のものは便槽に改良を加えて、し尿を一定期間貯留し腐熟させてから汲み取るもので、主に大正・昭和期に開発された。建築基準法施行令第 31 条の定義においては、槽内を貯留槽と汲み取り槽の 2 つに区分し、し尿を槽内で長期間（100 日以上。汚水の温度低下防止措置がある場合は 80 日以上）貯留することで病原菌や寄生虫を死滅させる便槽を指す³¹⁾。

改良便所の導入は、大正時代に米国で開発されていた技術を輸入したことに始まる。当時、未処理のし尿を媒介とする寄生虫や感染症が問題となっていた中で、便槽のし尿を汲み取るだけでなく、便槽内である程度の処理を行うことが要求された。そこで導入されたのが、槽内をいくつかの間仕切りで区切り、し尿を長期間槽内に滞留させる方策である。

一方で、し尿を直接農業利用することのない現代においては、普通汲取便所に臭気対策や水洗式に近い使用感を付与した便所を改良便所と呼ぶことが一般的である。現在市販されているものの多くは、便器と便槽を繋ぐ配管にトラップや排気管を設け、臭気や害虫が上ってくるのを防いで、槽内に仕切りがないことが多い。

以下に、近代以降開発された主な改良便所を年代順に挙げる。

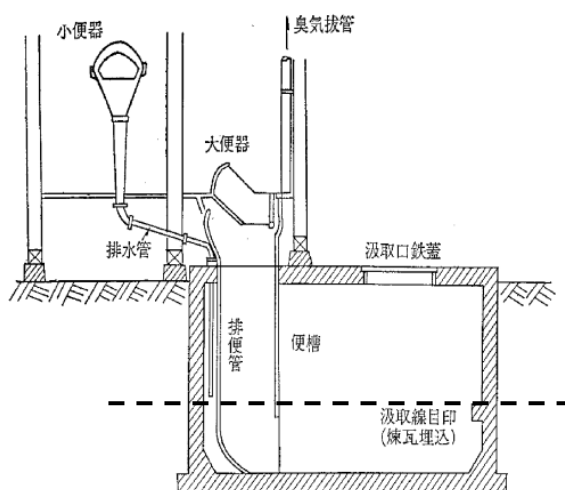
(a) 大正便所

医師の城口権三が 1918（大正 7）年に、諸外国の便所を参考に開発した便所である。図 1.1-7 に示すように、便器、排便管及び一槽式の便槽で構成され、排便管の槽出口が槽内下部に位置し、上部に行くに従って古いし尿となり、汲み取り時に腐熟した上部のし尿をすくう。簡素な構造ゆえに維持管理性に優れていたが、排便管からの臭気を貯留されたし尿によって水封するため、管出口が水面に出ない程度に汲み取り量を制限する必要がある

街)。これを怠ると排便管から臭気が漏れ、また十分に腐熟しないままのし尿が汲み出されて衛生面に欠けるという欠点があった。これを防ぐために、し尿汲み取りの目印が槽内に設けられていたが、汲み取り業者に注意徹底させることは難しかったと思われる。なお、後年には、簡易的に槽内を2箇所に区切る仕切が取り付けられている事例もある。

注) 汲み取り時に、便槽内の排便管から臭気が漏れないよう、槽内のし尿全てを汲み取らず図 1.1-5 の点線部程度の位置まで残しておく。これにより臭気抑制の他、排出されて間もないし尿まで汲み取ってしまうことを防止する。

しかし、開発者である城口によれば、後述する改良便所と同様、多槽式の便槽による実験を経た上で、細菌学上の効果減には目をつむる形で便所としての実用性を選んだとしている⁴³⁾。大正便所における欠点は、その後昭和便所の便槽によって解決が図られた。



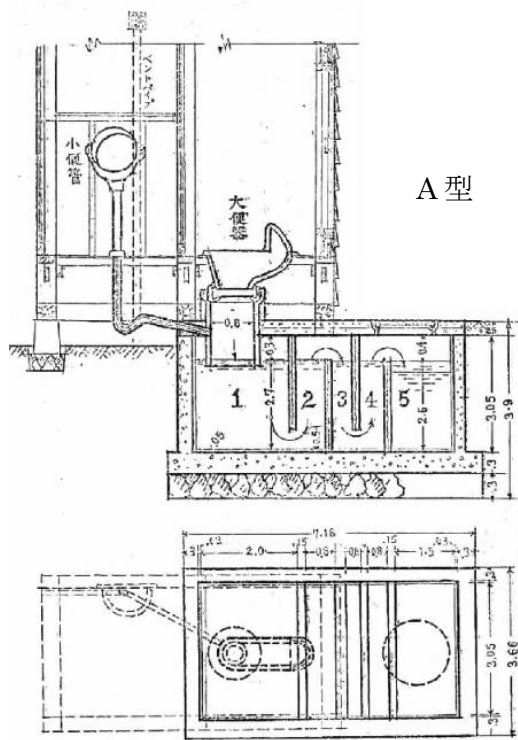
(出典：公害・衛生工学大系 I)

図 1.1-7 大正便所⁴⁴⁾

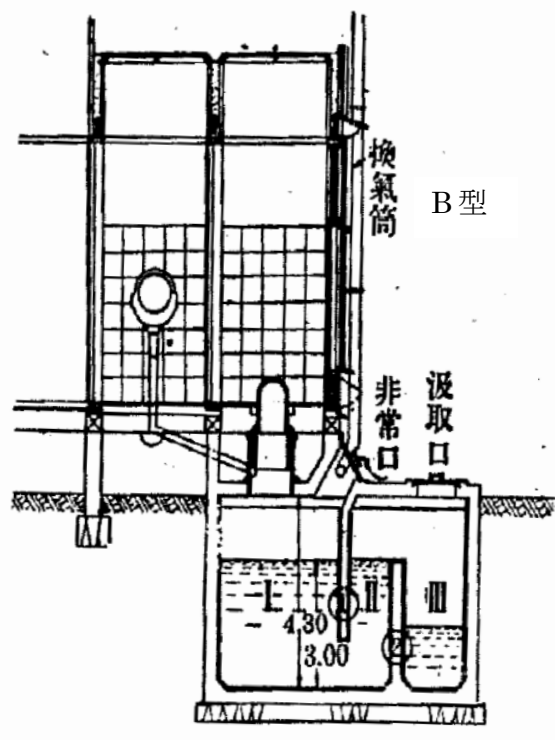
(b) 内務省（厚生省）式改良便所

1925（大正 14）年から 1931（昭和 6）年にかけて、現在の厚生労働省（当時の内務省衛生局）が埼玉県大宮市に実験所を設けて開発した便所である⁴⁵⁾。後に内務省の名称が厚生省へ変更されたため、厚生省式改良便所とも呼ばれる。

これは、し尿を便槽内に長期間滞留させ嫌気性消化による処理機能を設けたもので、一槽式の城口式大正便所に対して槽内を複数のスペースに区切り、120～150 日間の長期間に渡り段階的に腐熟処理を行う⁴⁶⁾。便槽にはコンクリートを用い、防水としてモルタルを塗り仕上げる。排泄されたばかりの未処理のし尿は汲取口から最も離れた第一槽に送られ、最終的に汲み取られるまでの便槽滞留中にし尿に含まれる病原菌、寄生虫が死滅するため、「この便所から汲出された糞尿は、これをすぐ肥料に供しても安全である」としている⁴⁷⁾。また、便槽が閉塞した時の対処として、汲み取り口とは別に非常用の掃除口を設け、そこから詰まったものを除去する措置が図られている。概要を図 1.1-8 に示す。



(出典：官報 (1927年6月22日))



(出典：塵芥と尿尿の科学)

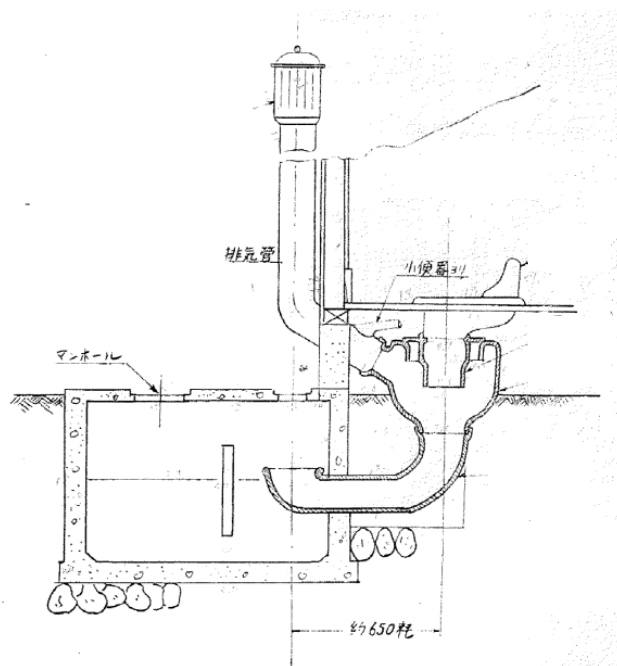
図 1.1-8 内務省式改良便所 (左：5槽式、右：3槽式) 48) 49)

最初の発表が1927(昭和2)年で、その際には槽内に4枚の隔壁を設けた5槽式(A型)の便槽構造となっている。この他、家庭用を想定し、構造をより簡便にした3槽式(B型)の便槽が開発された。設置費用は、1939(昭和14)年の相場で5槽式が100円、3槽式が80円であった⁵⁰⁾。

し尿の処理を第一に考慮し、病原性細菌等(微生物)の処理に優れている便槽であったが、槽内構造が複雑であるため、し尿中の固形物が槽の途中で沈降したり、異物が混入した時等に槽が閉塞するおそれがあるなど、維持管理性にやや難があったとされる^{51) 52)}。

(c) 昭和便所

大正便所は構造が簡易ながら、実用において汲み取る量に配慮が必要など、衛生上の欠点があった。これを解決するため、須賀工業株式会社(当時の須賀商会)において昭和便所が考案された⁵³⁾。例を図1.1-9に示す。



(出典：近世便所考)

図 1.1-9 昭和便所の例⁵⁴⁾

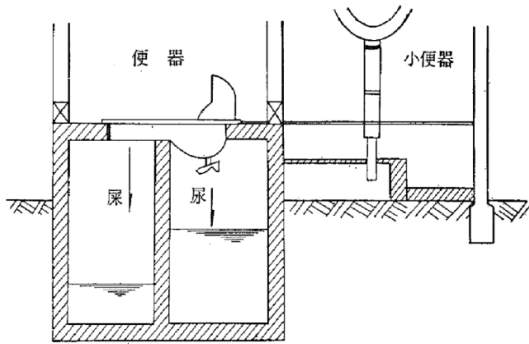
排便管が直下式であった大正便所に対して、昭和便所の排便管は一度湾曲させており、これが排水トラップとなり臭気が上がることを防ぐ。また、内務省式改良便所と同様、槽内中央に仕切を設けることで、新しいし尿まで全て汲み取られないよう工夫が施された。ただし、仕切の数は簡略化されている。汲み取り口は排便管出口の反対側にあり、排便管が詰まった時のための掃除口が設けられている⁵⁵⁾。汲み取り時には、排便管内にし尿が残留している可能性があるため、便器から水を流す。このため性状が少し希釈される。

昭和便所は現在各メーカーから市販されている“無臭便槽”を装備した汲み取り便所と構造が極めて似通っている。明確な関連性は不明だが、恐らく昭和便所をベースとして現代の汲み取り便所が開発されたものと推測される。

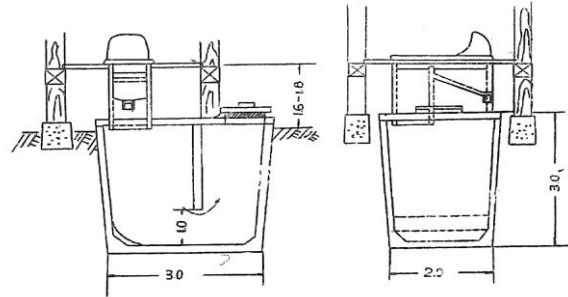
(d) 尿尿分離式便所

第二次世界大戦後、課題となっていたし尿の衛生的処理と寄生虫撲滅の解決を目指して、神奈川県衛生研究所の児玉威博士の考案により開発された、尿と便をそれぞれ別の槽で貯留する便所である。形態の異なる尿と便を最初から分けておくことで固液分離が容易であり、更に排泄直後の尿は無菌で、便に比べて肥効成分が多いのですぐに液肥として利用することが出来る。主な構造を図 1.1-10、図 1.1-11 に示す。

・一般的な構造



・便槽を2槽循環式にした構造



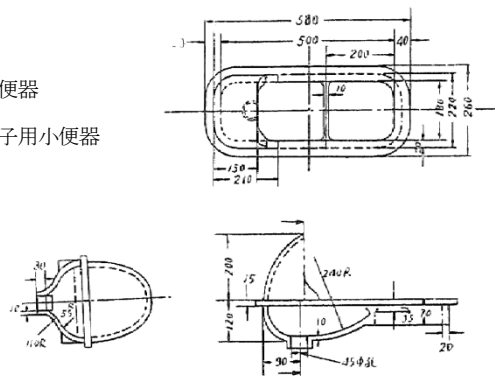
(左図出典：公害・衛生工学大系 I)

(右図出典：尿尿分離式改良便所 作り方, 使い方とその効果)

図 1.1-10 尿尿分離式便所の例 (便・尿槽) 56) 57)

上：大便器

下：男子用小便器



(出典：尿尿分離式改良便所 作り方, 使い方とその効果)

図 1.1-11 し尿分離式便所の例 (便器) 58)

便器の後部から $\frac{2}{5}$ の位置に隔壁を設け、前 $\frac{3}{5}$ を尿受器、後ろ $\frac{2}{5}$ に便を槽へ落とす穴を開け、排泄時に別々の槽へ分かれるように設計されている。便は施肥する前に、2槽循環式の便槽を採用している場合は6ヶ月間以上貯留し腐熟させ、2槽式でなければ発酵法か生石灰処理を行い寄生虫卵の死滅を図る⁵⁹⁾。槽の大きさは年2~4回程度の汲み取り頻度になる程度が良いとされる⁶⁰⁾。

当時の肥効試験によれば、小麦に対する肥効は同一の窒素量において、尿は便の1.3倍の効果があった。ゆえに、肥効が低く疫学的に危険度の高い便を衛生的に処理し、肥効が高く危険度の少ない尿をそのまま農業利用する方が合理的であるとしている⁶¹⁾。

(e) その他の改良便槽

大正~昭和期にかけて、官民間わず多数の改良便槽案が提示された。代表的なものに妻木式⁶²⁾、アイデアル改良便所⁶³⁾等が挙げられる。

当時の特許取得情報や実用新案を参照すると、非常に多くの便槽が発案されているのが分かる。この頃はし尿の衛生的処理が喫緊の問題となっており、それに伴い様々な試行錯誤が繰り返されていたことを示すものであろう。

(f) 便槽内での寄生虫・病原菌対策

縄文時代や奈良時代の遺構で発掘された糞石からも分析されているように、し尿には多数の寄生虫卵が潜み、疾病の原因となっていた。これに加えて、近代以降は海外から持ち込まれた病原菌が感染症の大規模流行を引き起こしたことで多数の死者を出し、その原因の一端がし尿の不衛生的な管理であったことから、これを解決することがし尿の衛生的処理の第一の目的となった。

寄生虫卵、病原菌の撲滅への試みは、改良便所の研究過程において積極的に行われた。開発が始まった当時、し尿処理施設における嫌気性消化処理技術はまだ確立されておらず、個々の便槽内での長期貯留による原始的な形での嫌気性消化処理に立った技術開発が行われていた。

内務省衛生局の研究結果では、槽内処理における病原菌の駆除効果は気温により差があり、夏季は1ヶ月程度、冬季は最長で148日間に及び生存し続けたものもあったが、100日間程度の貯留によりほぼ死滅させられるというデータが出ている。寄生虫卵は種類によって生存期間がまちまちで、抵抗力の強いものは300日以上生存し続けるため、多槽式の槽内を長期間循環させることで嫌気性処理を行い死滅させることが重要としている⁶⁴。また、当時内務省衛生局の試験に携わり、大正から昭和初期にかけて便槽の改良に貢献した研究者の高野六郎によれば、病原菌類は60℃に30分間、寄生虫卵はそれよりも低温、短期間の加熱で死滅するので、し尿を常時50℃程度に保つことでこれらを死滅可能である。これは後の、嫌気性消化処理における加温方式に相当する原理であるが、一般家庭では便槽内での長時間の加熱が現実的ではない。従って、長期間の貯留により死滅させることがかつての農業利用の場で自然に定着したのであろうと結論付けている⁶⁵。

神奈川県衛生研究所の研究では、寄生虫の一種である回虫の卵が便を3ヶ月貯留すれば97%、6ヶ月の貯留でほぼ100%死滅させられるとしている。ここでの研究においても、寄生虫卵の撲滅のために便(屎尿分離式便所の研究では、便の貯留期間を長く取っている)を一定の温度で長期間貯留することの重要性を示唆している⁶⁶。

なお、大正便所の研究過程でも、同様の見地から便槽を多槽式に設計した試験が行われていたようだが、維持管理性の面から衛生的処理効果には目をつぶる形での便槽開発に至っている。改良便所の“便槽”の役割について、改良便所の多くがし尿を肥料として活用するための処理方法を第一に考えているのに対し、こちらは使いやすさを重視している珍しい例と言える。

し尿処理施設の収集体制や浄化槽、下水道処理施設によるし尿処理が未発達の際は、いかにして寄生虫や病原菌の増殖を食い止め、なおかつ効率的に農業利用が出来るかが便槽の課題であった。化学肥料とし尿処理施設の普及により、便槽にそのような機能を設ける

必要はなくなったが、今後は自己完結型トイレの槽内処理に技術を活用する余地が生じるかも知れない。

(4) 容器便所

手桶便所、樽便所とも呼ばれる。仕組みとしては普通汲取便所と同様だが、固定された便所からし尿を汲み取る他の汲み取り便所に対して、容器便所は桶や袋等、すぐに取り換えられる容器にし尿を短期間貯留し、適宜交換するものを指す。槽内での処理を目的としないので、後述する自己完結型トイレとは区別されるが、し尿を入れる便袋を持ち歩く携帯トイレとも共通点があり、携帯トイレは容器便所の発展形とも考えられる⁶⁷⁾。

歴史的なルーツとしては、平安時代の貴族が便所として使用していた“樋箱”や、江戸時代に路傍に置かれたし尿収集用の桶がそれに近いものだろう。現代においては、主に介護用のポータブルトイレ、幼児のトイレトレーニングに使用される“おまる”等が挙げられる。

通常の居室のような、便所のない場所でもすぐに設置・利用することが可能なため、現代に至るまで様々な目的に分化して用いられている。その半面、し尿を処分までの間、居室内に保管する必要がある、他の汲み取り便所のように排気設備を持たないので、し尿の臭気が問題となりやすい。出来るだけ臭気を充満させないように、消臭剤や凝固剤を活用する等の工夫が必要になる。

排泄後のし尿は、通常の便所に流す、ごみとして廃棄するなど、何らかの衛生的処理が必要となる。

(5) 特殊便所

汲み取り便所は通常、槽にし尿を貯留するだけの構造であることが多いが、槽内での処理に特殊な方法を用いる、汲み取り式であるが便器の洗浄方法が水洗式である等、一般的な汲み取り式とは性格が異なるものが特殊便所である。

特殊便所の多くは現代ではほぼ姿を消し、現代では特殊便所の多くがほぼ姿を消し、水洗式汲み取り便所（簡易水洗式便所）のみが散見される。

(a) 化学便所

便槽内のし尿に、水酸化ナトリウム、粗製硫酸銅、塩化アルミニウム等の化学薬品を注入して防臭、防腐を図り、乾燥させたものを肥料として用いる目的の便所であるが、国内ではほとんど普及しなかったのではないかとみられる⁶⁸⁾。便槽には耐腐食性の鋼製容器を使用し、数か月ごとに内容物を除去する。臭気の心配がなく、船舶、航空機、列車等での使用例があったとされる⁶⁹⁾。

(b) 加熱便所

し尿及びその他の廃棄物を、焼却炉や蒸気によって加熱処理する便所を指し、特に注意して消毒処理を行わなければならないという意識から、病院等で患者のし尿や汚物を処理するために主に採用されたといわれている。

ロシア人の技術者によって紹介され、導入した大学病院では処理に効果が見られたとい

う言及があるが、し尿を焚き付けにより焼却する方法は一般家庭には受け入れられることなく、消滅したようである^{70) 71)}。焼却装置を備えた便槽は、過去にいくつかの特許申請があるが、現代では普及している様子が見受けられない。

(c) 水洗式汲取便所（簡易水洗式便所）

通常の汲み取り式便所に代わり、近年採用例が増えている便所である。現代においては簡易水洗式便所と呼ばれることが多い。

少量の水を用いて水洗式のようにし尿を便槽へ流し入れる仕組みのものを指し、その使用感は水洗式便所とあまり変わりはないといわれている。し尿と洗浄水は他の汲み取り式便所と同様に下部の便槽へ貯留されるため、普通汲取便所から改修する場合も、使用していた槽はそのまま活かすことが多い。槽内の構造も普通汲取便所と同様、現在のものは処理機能等を備えていないため、“水洗式汲取便所”とは、厳密には便槽というよりも便器の洗浄方法による定義と位置づけられる。

洗浄には、水洗式便所と同様水洗レバーを用いるもの、シャワーや水鉄砲等を用いて手で水を流すもの等があり、メーカーの仕様にもよるが水の使用量は1回当たり200～500 cm³程度で済む。ただし、少量であっても洗浄水がし尿と共に便槽に流入することで、貯留される量とその分増加し、性状も希釈される特徴がある。他の方式の汲み取り便所から便槽を変えずに改修した場合は、槽容量を考慮し、汲み取りの時期を調整する必要がある⁷²⁾。

簡易水洗式便所の便器と排便管の境界には臭気拡散防止の用途で、上下に開閉するフラップ式の開閉弁が取り付けられ、洗浄時に開いて便槽にし尿および洗浄水を落下させる。また、しゃがみ式便器が多い汲み取り便所の中では腰掛け式の便器が多く採用されているのも特徴である。

(6) 自己完結型トイレ

山岳地や山麓、海岸、離島等の自然地域で、上下水道、商用電源、道路等のインフラの整備が不十分な地域、または自然環境の保全に配慮が必要な地域においてし尿を適切に処理するため⁷³⁾の、新しい形式の便所である。統一された呼称がなく、自己処理型トイレ、バイオトイレ（コンポスト方式の処理を行うもの）とも呼ばれる。

環境省では“自然地域トイレ”の名称を採用し、2003（平成15）年度から開始された環境技術実証事業に自然地域トイレし尿処理技術を指定しており、山岳地帯を中心としての実証試験が行われている。処理水を公共用水域に放流しないため、同じく槽内処理を行う浄化槽には含まれず、汲み取り便所として位置づけられている。また、排泄したし尿を自身で持ち帰るという意味合いからか、携帯トイレを自己完結型トイレの一種とする場合もある^{74) 75)}。

自己完結型トイレの主な処理方式は表 1.1-4 のように示される。改良便所が槽内で嫌気性処理を行うことに対して、自己完結型トイレでは生物処理や燃焼による物理的処理等の様々な処理方法が採用される。処理水は便器の洗浄水として用いることで、水洗式と同様の使用感、水の使用量の低減を図る場合が多い。

表 1.1-4 自己完結型トイレの主な処理方式⁷⁶⁾

処理方式	特徴
水循環方式	微生物を用いて生物学的に処理を行い、その処理水を便器洗浄水として再利用する
土壌利用方式	微生物による前処理を行ったのちに、土壌を用いて汚水を浄化する
木質チップ方式	木質系の接触剤を活用し、混合・攪拌により微生物処理を行う
燃焼・乾燥方式	汚水を燃焼・乾燥させて水分を蒸発させ、残渣物を焼却する
携帯トイレ	し尿を凝固・吸収させ、袋や容器にパック処理して個人で持ち帰り処分する

(出典：トイレ学大事典)

自己完結型トイレは、インフラが不十分な場所でも導入可能で、自然環境に配慮した次世代型の汲み取り便所ということが出来るが、適切な処理を維持していくために適切な利用が必須である。自己完結型トイレは他の便所に比べて構造が複雑であり、槽内で処理を適切に完結するため、処理方式によって一度に使用できる回数が決まっている。更に、登山道そば等で不特定多数の利用者が見込まれたり、中には便槽内へごみを捨てる利用者も少なくなかったりという。処理技術の向上はもちろんだが、利用者側のマナーの徹底が、自己完結型トイレの最も大きな課題であるといえるだろう。

自己完結型トイレ利用の代表例としては、国内最大の山である富士山が挙げられる。

かつて、富士山の登山道には、上下水道を引くことが困難なため、浸透放流式のトイレが設置されていた。これは、登山シーズン後に貯留していたし尿を地表へ放流する、いわゆる“垂れ流し”式の便所で、結果として山肌に使用されたトイレトペーパーの残骸が“白い川”と呼ばれる白い筋を作り、悪臭を放っていた。これを改善すべく、1997（平成9）～1998（平成10）年頃から富士山トイレの実態調査やトイレの開発が行われ、おが屑、カキ殻等を用いた自己完結型トイレが導入された。同時に、登山者に対するトイレ利用マナーの普及啓発を行い、適切な利用方法の周知徹底を図るとともに、小額の協力金を募りトイレの維持管理を図っている^{77) 78)}。

自己完結型トイレの研究・実証は始まって間もなく、今後の普及状況が注目される。

(7) 共通設備の構造

し尿の最初の受け皿である便器、および便槽にし尿を運搬する配管は、汲み取り便所構成をする要素である。

(a) 便器

汲み取り便所に採用される便器は、主にしゃがみ式の大便秘器と男性用の小便器である。腰掛け式の便器は、水洗式と並行して普及している傾向があるためか、従来、採用例がほとんど見られなかったが、近年は簡易水洗式便所や自己完結型トイレ、汲み取り式の仮設

便所で導入されることが多くなっている。

近代以前の便器は主に木製のものが用いられていたが、現在のような陶器製の便器は江戸末期から明治初期以降に利用されはじめ、産地は陶器の生産地として有名な常滑（愛知県）、信楽（滋賀県）、赤坂（福岡県）等であった。当時の陶器製便器は、装飾性が高いが品質は悪く、贅沢品として流通量が少なかったようだ。大正期に海外企業に水洗式便器を発注した事例もあったがやはり品質は見込めず、近代製陶事業の礎を築いた森村組出身の大蔵孫兵衛が1912（明治45）年に設立した製陶研究所で本格的な国内産衛生陶器の製造研究を開始している⁷⁹⁾。

1914（大正3）年には国産の陶器製便器が初めて大阪の建築陶器卸商、浜田商店に出荷され、1916（大正5）年にはTOTO株式会社（当時の東洋陶器株式会社）が小倉（福岡県）で、1924（大正13）年には現在の株式会社LIXILの前身企業の一つ、株式会社INAX（当時の伊奈製陶株式会社）が常滑で設立された。これ以降、便器及び周辺金具類は海外輸入品を抑えて国内シェアを増やしていき、戦後の集合住宅需要を受けて飛躍的に生産数が増加した⁸⁰⁾。

現在は陶器製の他、設置場所やメンテナンス性に応じて樹脂製、金属製の便器も開発されている。また、単純にし尿を流すだけでなく、便座を温め座り心地を改善し、水を用いて局部を洗浄する温水洗浄便座が搭載されたものも販売されるようになった。

汲み取り便所の場合、便器に落下したし尿は配管を通して直接便槽へ流入するため、便器の構造も水洗式便所とは異なる。しゃがみ式の便器の場合、水洗式便所は一般的に便器の前方に排水溝が設けられるが、汲み取り式便所では便器の後方に設けられ、穴の径も大きなものになる。便と尿を区別している場合は前後にそれぞれ2箇所の穴が開けられる。

簡易水洗式便所の場合は、便器を水で洗浄し、腰掛式便器を採用して便座に暖房機能を備える等、近年、ほぼ水洗式便所と同様の感覚で使用可能なものも普及している。

（b）排便管・排気管

便器と便槽を繋ぐ排便管は、直線のもの、排水トラップのように湾曲させて臭気を防いでいるものがある。排便管を設ける場合は、便槽からの臭気が便所内に上がって来ないように、貯留されたし尿で水封するような構造になっていることが一般的である。大正便所等にはし尿の汲み取り過ぎで水封機能が損なわれないよう、汲み取り境界線が便槽内に設けられている。また、害虫の発生を抑止するため、便器直下の排便管にはうじ返しを取り付けられている場合が多い。

この他、便槽の臭気が便所室内へ上がって来ないように、便器と給水管を接続するスパッドの下に臭気溜と呼ばれる中継地点を設け、そこから臭気を外部に放散するための臭突管を接続する場合がある。また、臭突の頂点に当たる排気口には電動式のファンを取り付け、より効率的に臭気を排出できるように工夫されている場合がある。

なお、大便器の他に男性用小便器を設置している場合は、大便器用の配管と合同で便槽に落下するよう大便器の配管に小便器の配管を接続させる。

1.1.4 汲み取り便所の利点と問題点

(1) 利点

汲み取り便所における利点としては、以下の点が挙げられる^{81) 82)}。

(a) 設置制約が少ない

処理施設までの管路接続を要する下水道に比べ、汲み取り便所は便器の直下もしくは付近に便槽を設置するだけで工事が完了する。槽を地中埋設しない容器便所等では更に設置が容易である。

(b) 洗浄水の必要量が少ない

便槽の種類により洗浄や汲み取り時に若干の水を必要とするものの、洗浄水が必要な簡易水洗式便所でも1回の洗浄に必要な水量は1L未満と、水洗式便所に比べると汲み取り便所の水の使用量は格段に少ないものとなる。水洗式便所の場合、近年の節水志向に対応して徐々に洗浄水量は抑えられつつあるが、1回の洗浄につき最低でも数L程度の水が必要になる。

世界的に水資源の不足が叫ばれる中、便所排水は生活排水の約30%を占める⁸³⁾。更に、その後の処理過程にも水が必要であることを考慮すると、洗浄時に使用する水量が抑えられることは環境面において大きなメリットとなる。

(c) 農業への利用

汲み取り便所を経由してのし尿の農業利用は、日本の食糧需要を支えてきた。

し尿には農作物の生育に重要な窒素、リンが豊富に含まれ、安定的な供給がある。化学肥料の発達・普及以前には安価かつ重要な肥料源として役立っていたことが多くの資料から確認できる利点である。ゆえにし尿は人々によって積極的に管理され、商品価値を付与されていたこともあった。し尿を直接肥料として用いることで、寄生虫や伝染病蔓延のリスクが増大する側面は決して無視することは出来ない。しかし、少なくとも以前の日本において、し尿の農業利用は食糧問題の解決に不可欠なものであり、また、し尿を農地に搬出することにより、居住地の衛生状況の維持に貢献してきた。

(2) 問題点

前述の高野六郎は著書『便所の進化』の中で、汲み取り便所の欠点として「第一不潔になり易い。第二臭く、見苦しい。第三蠅が出入し、或は蛆を潑育させる。第四汲取られた屎尿液はそのまゝ肥料に供せられるが、その結果として消化器伝染病が流行し、又寄生蟲を蔓延させる」としている⁸⁴⁾。

し尿を槽内に貯留するという構造上、寄生虫や病原菌、更には害虫、悪臭等の温床となり、多くの人に強い不快感をもたらすし尿が身近にある、という点が汲み取り便所の課題であり、使用する上で様々な対策が試みられている。

(a) 不衛生になりやすく、臭気発生源となる

汲み取り便所の欠点として最も指摘されるのは、衛生面の問題であると考えられる。し

尿は多くの人にとって不快感を催す臭気を放ち、寄生虫を始め、多くの病原菌の伝播源となり得、また放置しておくとはエ等の衛生害虫の発生源ともなる。衛生面においては多くの技術者、学識者が、水によりし尿を流し去る水洗式に圧倒的な利があることを認めており、後段の処理は別として、この点において、水洗式便所が最も効果的な便所であると言える。

汲み取り便所では対策として、し尿が汲み取られるまでの間、便器下にうじ返しを取り付ける、排気管を接続し電動式ファンによって臭気を放出する、便器に蓋をしておく、等の手段によってこれらを緩和する必要がある。

(b) 心理的な抵抗感が高い

上記の点は、実用的な見地からの課題点である。水洗式便所の普及とともに、臭気や衛生面だけでなく美観にも配慮した便所が一般的になりつつある現代においては、これらの問題に加えて、心理的な抵抗感、嫌悪感の問題が顕著になりつつある。

元来、し尿は“汚い”“臭い”ものとして忌避される傾向が強く、それらを排出する場である便所もまた3Kや5K（暗い、汚い、臭い、怖い、壊れている等不快な場所であることを示す表現の総称）と評され、出来ればあまり近付きたくない場所に分類されがちである。それが現代においては、水洗化に加えて清潔感やお洒落な演出を散りばめた便器や便所空間全体のデザイン化、メンテナンスを徹底してきれいな状態を可能な限り維持する取り組みが行われ、従来のイメージを払拭する動きが活発になっている。現代の便所は水洗化によりし尿を見えない場所へ運び去ってくれるだけでなく、訪れても不快感を感じない、むしろ快適さを求める場所へと変貌しつつある。

1.1.5 災害発生時における汲み取り便所の活用

大地震等の大規模災害発生時には、上下水道を始めとする多くのインフラが利用不可能に陥るおそれがある。火山の多い日本は地震多発地帯でもあり、平成以降（1989年～）に絞っても1997（平成9）年の阪神淡路大震災、2004（平成16）年の新潟県中越地震、2007（平成19）年の新潟県中越沖地震、2011（平成23）年の東日本大震災、2016（平成28）年の熊本地震と、大規模地震が多数発生している。これらの震災時には多くの下水管路がダメージを受け、水洗式便所が使用不能に陥った。避難所での便所不足、劣悪な便所環境が問題となり、排泄を我慢して体調を崩すケースも多数あったという⁸⁵⁾。

前述の通り、現在の日本においては水洗式便所の利用が一般的になっており、汲み取り便所は大きく減少している。しかし、普段通りの便所環境が維持不能となった場合は、携帯トイレや汲み取り式の簡易便所の充実が非常に重要になっていくものと考えられる。携帯トイレは、汲み取り便所の中でも備蓄が比較的容易で、設営も簡単である。し尿の凝固剤や防臭剤も改良が進められており、災害用トイレキットには組み立て式の腰掛け式便器がセットに含まれているものも販売されている。

このような非常用の便所は特に災害発生直後、避難所への仮設便所の到着、損傷した上下水道の復旧が完了するまでの期間の初期対応として重要であり、被害状況（想定される災害種類、ライフラインの被害、最大避難者数、災害時の水洗トイレの使用ルールなど）を考慮し、各地域で十分な備蓄を確保する必要がある⁸³⁾。

これら緊急用の便所の準備は一部の自治体で既に行われているが、想定される利用者に対する準備が不十分と答える自治体は全国の約7割に上る⁸⁶⁾。災害が発生した時に便所不足となる懸念は非常に高い。市町村や行政に留まらず、個人レベルでも携帯トイレを備蓄しておくことが望ましいと思われる。

しかし、これらの便所によりし尿を一旦生活圏から排除、除去した後は、適切に収集され処理されなければならない。

災害時にはインフラのマヒにより廃棄物の収集が遅れる懸念が大きく、また、排泄後のし尿は可燃物として廃棄可能であったりトイレにそのまま流すことが出来るとしても、内容物の凝固剤等がその後の処理工程に影響を及ぼさないとは言い切れない。排泄後のし尿や処理袋の行き場に困り、不法に投棄された結果、新たな衛生面・環境面のトラブルにも繋がるおそれがある。

災害発生時に備えて汲み取り式便所を準備する際には、収集システムが復旧するまでの間、し尿及びトイレトーパー等の付随物の保管方法・場所、凝固剤等を使用している場合は処理施設での処理が可能かどうかを併せて検討する必要がある。

1.1 参考文献

- 1) 黒崎直：水洗トイレは古代にもあったトイレ考古学入門，吉川弘文館，185-188 (2009)。
- 2) 李家正文：住まいと厠，鹿島出版会，105-110 (1983)。
- 3) 黒崎直：水洗トイレは古代にもあったトイレ考古学入門，吉川弘文館，200-203 (2009)。
- 4) 黒崎直：水洗トイレは古代にもあったトイレ考古学入門，吉川弘文館，95-102 (2009)。
- 5) ルイス・フロイス（岡田章雄訳）日欧文化比較，岩波文庫，151 (1993)。
- 6) 永井義男：江戸の糞尿学，作品社，177 (2016)。
- 7) 渡辺信一郎，江戸のおトイレ，新潮選書，188-194 (2002)。
- 8) 喜田川守貞（宇佐美英機校訂）：近世風俗志一守貞謄稿，岩波文庫，103-104 (1996)。
- 9) 喜田川守貞（宇佐美英機校訂）：近世風俗志一守貞謄稿，岩波文庫，104 (1996)。
- 10) 厚生労働省編：平成 26 年度厚生労働白書，5 (2014)。
- 11) 斎藤千太郎編：巡查至要警察携便，189 (1886)。
- 12) 須原鉄二編：東京警視本署布達全書，警視局・警視庁蔵版，6-10 (1886)。
- 13) 官報 (1887 年 4 月 14 日号)，133-134。
- 14) 警察講法会編：法規顧問：市民宝典，警察講法会，123-127 (1910)。
- 15) 安野彰，櫻内香織，内田青蔵，藤谷陽悦：明治・大正・昭和初期における住宅用汲取便所の改良過程について，学術講演概要集，F-2 建築歴史・意匠，217-218 (2008)。
- 16) 東京都清掃局編：東京都清掃事業百年史，東京都清掃局，60 (2000)。
- 17) 高野六郎：便所の進化，厚生閣，137-141 (1941)。
- 18) 高野六郎：便所の進化，厚生閣，138 (1941)。
- 19) 児玉威：屎尿処理の知識とその研究，神奈川県衛生研究所，94 (1951)。
- 20) 株式会社城口研究所「城口研究所の歴史」，<<http://www.shiroguchi.co.jp/history.html>>2017 年 11 月 20 日閲覧。
- 21) 官報 (1920 年 11 月 9 日号)，157-158。
- 22) 日本下水道協会下水道史編さん委員会：日本下水道史 総集編，日本下水道協会，119 (1989)。
- 23) 日本下水道協会下水道史編さん委員会：日本下水道史 総集編，日本下水道協会，117 (1989)。
- 24) 平成 6 年東京大学工学部都市工学科国際環境計画（クボタ）講座「日本のし尿・雑排水処理 第 1 編 歴史」資料 23。
- 25) スチュアート ヘンリ：トイレと文化考 はばかりながら，文藝春秋，249-251 (1993)。
- 26) 日本下水道協会下水道史編さん委員会：日本下水道史 総集編，日本下水道協会，176 (1989)。
- 27) 前田裕子：水洗トイレの産業史 20 世紀日本の見えざるイノベーション，名古屋大学出版会，200-203 (2008)。
- 28) 経済安定本部資源調査會編：屎尿の資源科學的衛生處理勸告，経済安定本部資源調査會，8 (1950)。
- 29) 経済安定本部資源調査會編：屎尿の資源科學的衛生處理勸告，経済安定本部資源調査會，57 (1950)。
- 30) 経済安定本部資源調査會編：屎尿の資源科學的衛生處理勸告，経済安定本部資源調査會，9 (1950)。

- 31) 井上雄三：わが国のし尿処理技術の歴史 第2回 序章（その2）近代～現代における人の排泄物（し尿）と文明の関わりあい，月刊浄化槽，9月号（No.389），30-36（2008）.
- 32) 電子政府の総合窓口 e-Gov 「建築基準法施行令」，<http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=325CO0000000338#280> 2018年2月16日閲覧.
- 33) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：日本の廃棄物処理（平成28年度），44（2016）.
- 34) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課：一般廃棄物処理事業実態調査結果（1989～1997）.
- 35) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課（1998～2016）「一般廃棄物処理事業実態調査結果」，<http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html>2018年11月29日閲覧.
- 36) 大野茂監修，し尿処理施設の機能と管理、産業用水調査会，44-45（1975）.
- 37) 田所正晴，メルマガ講座「日本のし尿処理」—その歴史と技術— 第5回 し尿の性状と量—（2）収集し尿について，環境衛生施設維持管理業協会，3-4（2010）.
- 38) 一般財団法人日本環境衛生センターで実施した精密機能検査の集計結果（1970年から2009年までの断続的調査）.
- 39) 一般財団法人日本環境衛生センター：廃棄物処理施設技術管理者講習 基礎・管理過程〔し尿・汚泥再生処理施設コース〕テキスト，日本環境衛生センター，9（2017）.
- 40) 石橋多聞，西脇仁一：公害・衛生工学大系 I，日本評論社，141（1966）.
- 41) 財団法人日本環境衛生協会編：厚生省認定通信教育 清掃施設技術管理者資格認定講習テキスト（共通2級）清掃施設概論，日本環境衛生協会，36（1966）.
- 42) 川畑愛義：塵介と尿尿の科学，河出書房，170（1944）.
- 43) 大熊喜邦：近世便所考，建築知識社，318（1937）.
- 44) 石橋多聞，西脇仁一：公害・衛生工学大系 I，日本評論社，142（1966）.
- 45) 川畑愛義：塵介と尿尿の科学，河出書房，187（1944）.
- 46) 大熊喜邦：近世便所考，建築知識社，129（1937）.
- 47) 官報（1927年6月22日号）雑報.
- 48) 官報（1927年6月22日），附録3.
- 49) 川畑愛義：塵介と尿尿の科学，河出書房，195（1944）.
- 50) 川畑愛義：塵介と尿尿の科学，河出書房，209（1944）.
- 51) 高野六郎：便所の進化，厚生閣，153（1941）.
- 52) 大熊喜邦：近世便所考，建築知識社，129（1937）.
- 53) し尿処理ガイドブック編集委員会：し尿処理ガイドブック，理工新社，16（1986）.
- 54) 大熊喜邦：近世便所考，建築知識社，131（1937）.
- 55) 高野六郎：便所の進化，厚生閣，145-146（1941）.
- 56) 石橋多聞，西脇仁一：公害・衛生工学大系 I，日本評論社，145（1966）.
- 57) 神奈川県衛生研究所編：尿尿分離式改良便所 作り方，使い方とその効果，神奈川県衛生研究所，41（1952）.
- 58) 神奈川県衛生研究所編：尿尿分離式改良便所 作り方，使い方とその効果，神奈川県衛生研究所，49（1952）.
- 59) 神奈川県衛生研究所編：尿尿分離式改良便所 作り方，使い方とその効果，神奈川県衛生研究所，24（1952）.

- 60) 石橋多聞, 西脇仁一: 公害・衛生工学大系 I, 日本評論社, 144-145 (1966).
- 61) 神奈川県衛生研究所編: 尿尿分離式改良便所 作り方, 使い方とその効果, 神奈川県衛生研究所, 25-26 (1952).
- 62) 大沢一郎, 桜井省吾: 台所便所湯殿及井戸, 汎工社出版部, 126 (1927).
- 63) 大熊喜邦: 近世便所考, 建築知識社, 132-133 (1937).
- 64) 川畑愛義: 塵介と尿尿の科学, 河出書房, 187-196 (1944).
- 65) 高野六郎: 便所の進化, 厚生閣, 42-43 (1941).
- 66) 神奈川県衛生研究所編: 尿尿分離式改良便所 作り方, 使い方とその効果, 神奈川県衛生研究所, 24-25 (1952).
- 67) 川畑愛義: 塵介と尿尿の科学, 河出書房, 170 (1944).
- 68) 川畑愛義: 塵介と尿尿の科学, 河出書房, 168-169 (1944).
- 69) 石橋多聞, 西脇仁一: 公害・衛生工学大系 I, 日本評論社, 145-146 (1966).
- 70) 川畑愛義: 塵介と尿尿の科学, 河出書房, 169 (1944).
- 71) 高野六郎: 便所の進化, 厚生閣, 175-176 (1941).
- 72) 一般財団法人日本環境衛生センター: 我が国におけるし尿処理システムの発達史に関する調査業務報告書 (平成 19 年度), 76-77 (2007).
- 73) 環境省環境技術実証事業「自然地域トイレ し尿処理技術分野」,
<<https://www.env.go.jp/policy/etv/field/f01/index.html>>2017 年 12 月 8 日閲覧.
- 74) 一般社団法人日本トイレ協会編: トイレ学大事典, 柏書房, 128-129 (2015).
- 75) 特定非営利活動法人自己処理型トイレ研究会「自己処理型トイレとは?」,
<<http://jk-toiletken.jp/about/>>2017 年 12 月 8 日閲覧.
- 76) 一般社団法人日本トイレ協会編: トイレ学大事典, 柏書房, 129 (2015).
- 77) 富士登山オフィシャルサイト「富士山のトイレ」,
<<http://www.fujisan-climb.jp/hospitality/toilet.html>>2017 年 12 月 8 日閲覧.
- 78) 富士山トイレ研究会: 富士山トイレの改善に向けて 最終報告書 (2002).
- 79) 前田裕子: 水洗トイレの産業史 20 世紀日本の見えざるイノベーション, 名古屋大学出版会, 120-129 (2008).
- 80) 前田裕子: 水洗トイレの産業史 20 世紀日本の見えざるイノベーション, 名古屋大学出版会, 204-205, (2008).
- 81) 一般財団法人日本環境衛生センター: 我が国におけるし尿処理システムの発達史に関する調査業務報告書 (平成 19 年度), 132 (2007).
- 82) 一般社団法人日本トイレ協会編: トイレ学大事典, 柏書房, 195 (2015).
- 83) 環境省パンフレット「ひろげよう キレイな水のある暮らし」
- 84) 高野六郎: 便所の進化, 厚生閣, 129-130 (1941).
- 85) 内閣府 (防災担当): 避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン (2016).
- 86) 日本トイレ研究所「災害用トイレの“備えに関する考え方や施策”についてのアンケート) 2017 調査結果」, <<http://www.toilet.or.jp/toilet-guide/pdf/report/20171128.pdf>>2017 年 12 月 11 日閲覧.

1.2 浄化槽

1.2.1 浄化槽の立ち位置¹⁾

(1) 生活排水処理施設における立ち位置

生活排水処理施設は浄化槽を主とする下水道類似施設と下水道に分かれ、図 1.2-1 の水色で示されたものが下水道類似施設で、茶色で示されたものが下水道と呼ばれている。コミュニティ・プラントは法令上し尿処理施設であって浄化槽ではないが、構造、機能や用途の点から便宜上ここに入れている。

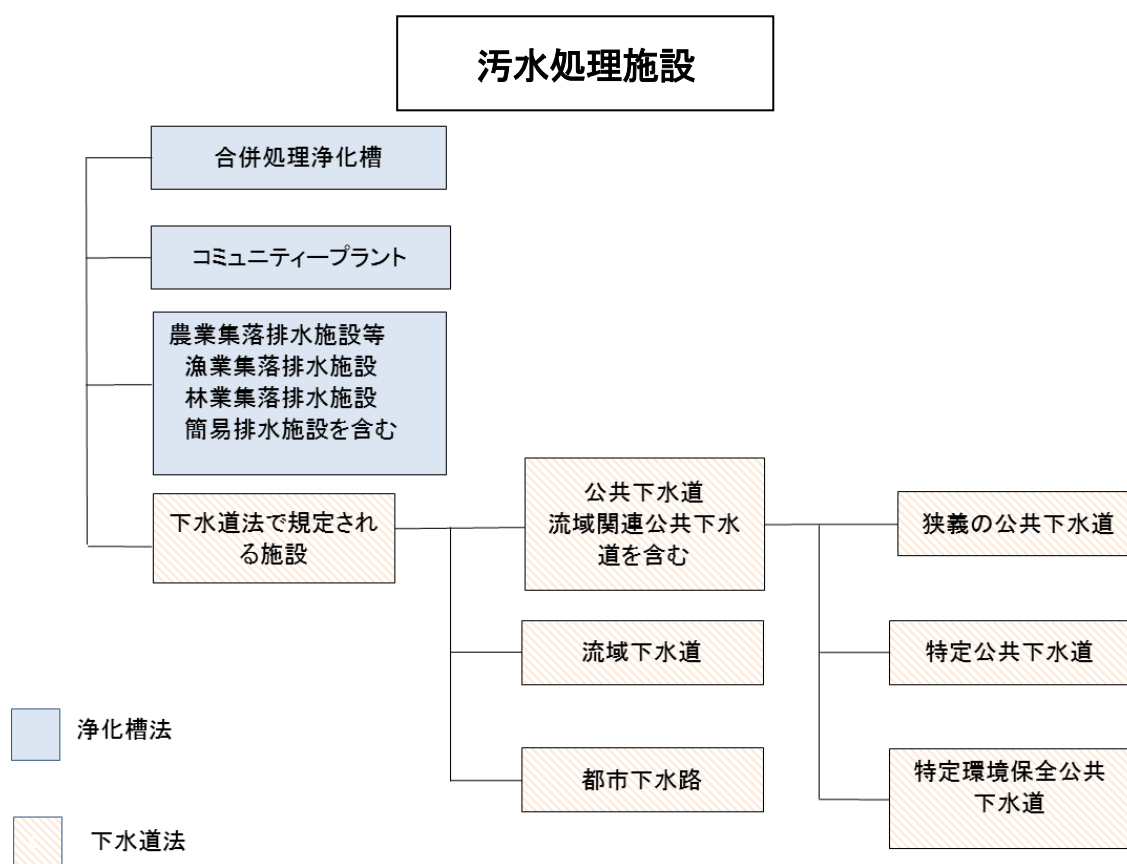


図 1.2-1 浄化槽の生活排水処理施設における立ち位置図

浄化槽の法規上の位置づけを理解するため、これらの生活排水処理施設の概要を記載する。

(a) 浄化槽

下水道未整備地域で水洗便所排水及び生活雑排水を併せて分散的に個別処理する施設である。従来、合併処理浄化槽と称していた。これに対して、水洗便所排水のみを処理する

単独処理浄化槽は新設が禁止されるとともに、みなし浄化槽と称されるようになった。

(b) コミュニティ・プラント

廃棄物処理法に基づいたし尿処理施設であり、管渠によって集められた水洗便所排水に併せて、同じく管渠によって集められた生活雑排水を処理する施設である²⁾。

(c) 農業集落排水施設³⁾

農業振興地域内の農業集落において農業用排水等の水質保全や生活環境の改善を目的とした生活排水処理施設である。処理施設は浄化槽法上の浄化槽である。

(d) 漁業集落排水施設⁴⁾

指定漁港背景の漁村地域における生活環境基盤整備を目的とした生活排水処理施設である。処理施設は浄化槽法上の浄化槽である。

(e) 林業集落排水施設⁵⁾

林業振興地域等の林業集落における山村地域の生活環境基盤整備を目的とした生活排水処理施設である。処理施設は浄化槽法上の浄化槽である。

(f) 簡易排水施設⁵⁾

振興山村地域等における中山間地域の活性化と定住の促進を目的とした生活排水処理施設である。処理施設は浄化槽法上の浄化槽である。

(g) 公共下水道

公共下水道とは、主として市街地における下水を排除し、または処理するために地方公共団体が管理する下水道で、終末処理場を有するもの又は流域下水道に接続するものであり、かつ、汚水を排除すべき排水施設の相当部分が暗渠である構造のものをいう⁶⁾。

終末処理場を有するものは特定公共下水道、特定環境保全下水道及び狭義の公共下水道に分けられる⁶⁾。狭義の公共下水道は、公共下水道のうち、市町村が管理するもので、終末処理場を有するもの（単独公共下水道）と、流域下水道に接続するもの（流域関連公共下水道）があり、後述する他の公共下水道と区別するために“協議の”を冠している。

(h) 特定公共下水道

公共下水道のうち、特定の事業者の事業活動に主として利用されるものをという⁶⁾。

(i) 特定環境保全下水道

公共下水道のうち、市街化区域以外の区域において設置されるもので、農山漁村あるいは自然保護地域において施工されるもの及び処理対象人口が概ね 1000 人未満で水質保全上特に必要な区域において施工されるものをいう⁷⁾。

(j) 流域下水道

2 以上の公共下水道により排除される下水を受けて、これを排除し処理するための下水道又は 2 以上の公共下水道により排除される雨水のみを受けて、これを河川、海域等に放流するための下水道で、当該雨水の流量を調節するための施設を有するものである⁸⁾。

(k) 都市下水路

主として市街地における下水を排除するため下水道で、専ら雨水排除を目的とするもの

で、終末処理場を有しないものをいう⁹⁾。

(2) 浄化槽法の立ち位置

図 1.2-2 は、浄化槽法に関連する法律との関係を示しており、関連法との歴史的関連を組み込んでいる。

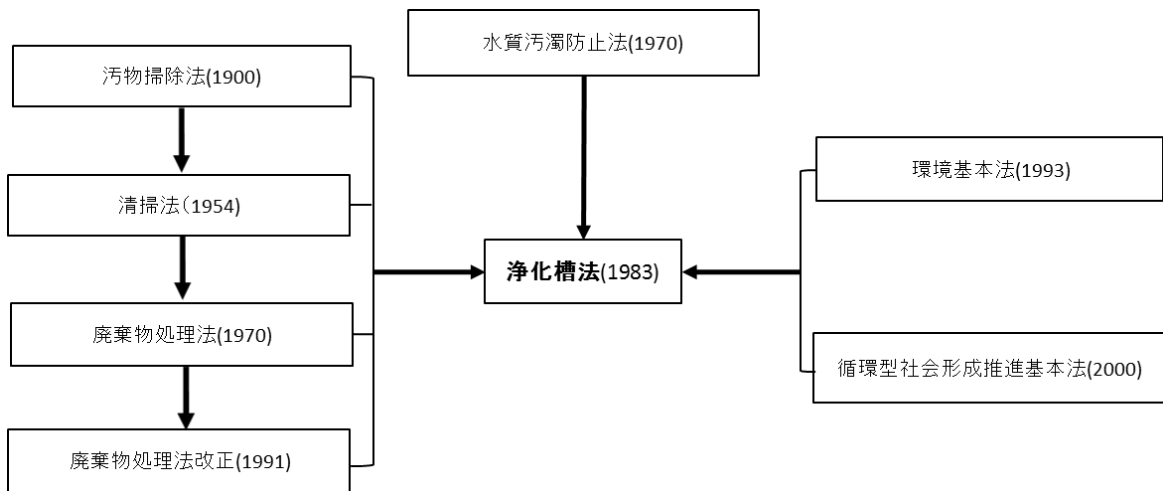


図 1.2-2 浄化槽法と関連法の関係

これらの法律の概要と、各法律の目的並びに浄化槽との関連を以下に述べる。

(a) 汚物掃除法

1900（明治 33）年制定、土地の所有者、使用者、占有者は地域内の汚物を掃除し、清潔を保持することを目的としたものである¹⁰⁾。

(b) 清掃法

汚物掃除法を引き継ぐ法律で、汚物を衛生的に処理し、生活環境を清潔にすることにより、公衆衛生の向上を図ることを目的とする。「清掃法」および「清掃法施行令」、「清掃法施行規則」において単独処理浄化槽および合併処理浄化槽（ママ）の維持管理に関する規定が定められた¹⁰⁾。

(c) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）

清掃法を引き継ぐ法律である。廃棄物の排出抑制、適正処理をするとともに、生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全、公衆衛生の向上を図ることを目的とする。制定時頃、単独処理浄化槽に関して従来の腐敗タンク方式から全ばっ気型が急増し、浄化槽の維持管理上の改善整備（ママ）が緊急な課題となり、維持管理作業について「保守点検」と「清掃」に区分する体制がとられた¹⁰⁾。

(d) 水質汚濁防止法

「公共水域の保全に関する法律」、「工場排水等の規制に関する法律」の旧水質二法の抜本的改正に伴い制定された¹⁰⁾。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、国民の健康を保護し生活環境を保全することなどを目的としている。

1990年に改正され、生活排水対策を真正面から取り組むこととなり、「生活排水対策の実施を推進すること」を目的に向けた手段に加え、かつ、その実現に向けた対応を図った。

浄化槽では、合併処理浄化槽を整備すること、501人槽以上を特定施設とし総量規制対象地域で201人槽以上を指定地域特定施設として排水規制の対象とすることとしている。

(e) 浄化槽法

議員立法により創設された法律であり、浄化槽の製造から施工、維持管理に至るまでを規定している。具体的には、第1条に「この法律は、浄化槽の設置、保守点検、清掃及び製造について規制するとともに、浄化槽工事業者の登録制度及び浄化槽清掃業の許可制度を整備し、浄化槽設備士及び浄化槽管理士の資格を定めること等により、公共用水域等の水質の保全等の観点から浄化槽によるし尿及び雑排水の適正な処理を図り、もって生活環境の保全及び公衆衛生の向上に寄与することを目的とする。」としている。

(f) 廃棄物処理法の改正

廃棄物の適正な処理の確保を図るため、廃棄物処理法全般にわたり見直しを行い、廃棄物処理体制の拡充・強化が図られた。浄化槽に関連しては、その中で、廃棄物の減量化・再生の推進も謳われ、し尿・汚泥集約処理でもリサイクルに向けた対応の要請が高まることとなった¹⁾。

(g) 環境基本法

環境保全の分野について、基本理念を定め、並びに国、地方公共団体、事業者及び国民の責務を明らかにすると共に、環境保全に関する施策の基本となる事項を定める法律。¹²⁾ 現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与すること、人類の福祉に貢献することを目的としている。

浄化槽に直接関わるものではないが、浄化槽法や廃棄物処理法などの個別法の上に位置づけされる。

(h) 循環型社会形成推進基本法

大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済社会から脱却し、生産から流通、消費、廃棄に至るまで物質の効率的な利用やリサイクルを進めることにより、資源の消費が抑制され、環境への負荷が少ない循環型社会の形成を推進する基本的な枠組みを与える法律である。浄化槽に関連しては、廃棄物処理法の改正と併せて、し尿・汚泥集約処理でもリサイクルに向けた対応の要請が高まることとなった。

1.2.2 浄化槽の処理方式および構造¹⁾

(1) 浄化槽の構造方法の概要

浄化槽の構造方法は「屎尿浄化槽及び合併処理浄化槽の構造方法を定める件」(1980(昭

和55)年7月14日建設省告示第1292号)1~12からなり(告示第2、第3の規定は、2006(平成18)年1月17日国土交通省告示第154号により削除された)、その概要を表1.2-1に示す。

なお、告示に構造が示されていない浄化槽であっても、国土交通大臣がそれらと同等以上の性能があると判断したものは特別に認めることになっており、処理技術の進展に伴って新たに開発される構造の浄化槽をそれらと同様に取り扱うことができる。これを性能評価型浄化槽といい、近年設置される家庭用の小型浄化槽はほとんどがこれである。

表 1.2-1 浄化槽の構造方法の概要¹⁾

告示区分	処理性能					処理方式	処理対象人員						
	BOD D以上 除去率	BOD 濃度 ($\frac{mg}{l}$) 以下	COD 濃度 ($\frac{mg}{l}$) 以下	TN 濃度 ($\frac{mg}{l}$) 以下	TP 濃度 ($\frac{mg}{l}$) 以下		5	50	100	200	500	2,000	5,000
第1 合併	90	20	—	—	—	分離接触ばっ 嫌気濾床ばっ 脱窒濾床ばっ 気							
第2及び第3 削除													
第4 単独	55	120	—	—	—	腐 敗 槽							
第5 単独	SS 55% 除去率	SS 濃度 250 ($\frac{mg}{l}$) 以下	—	—	—	地 下 浸 透							
第6 合併	90	20	(30)	—	—	回 転 板 接 触 ば っ 接 触 ば っ 濾 過 散 水 ば っ 濾 過 長 時 間 ば っ 濾 過 標 準 活 性 汚 泥							
第7 合併	—	10	(15)	—	—	接 触 ば っ 気 濾 過 凝 集 分 離							
第8 合併	—	10	10	—	—	接 触 ば っ 気 活 性 炭 吸 着 凝 集 分 離 活 性 炭 吸 着							
第9 合併	—	10	(15)	20	1	硝 化 液 循 環 活 性 汚 泥 三 次 処 理 脱 窒 脱 磷							
第10 合併	—	10	(15)	15	1	硝 化 液 循 環 活 性 汚 泥 三 次 処 理 脱 窒 脱 磷							
第11 合併	—	10	(15)	10	1	硝 化 液 循 環 活 性 汚 泥 三 次 処 理 脱 窒 脱 磷							
第12	COD ($\frac{mg}{l}$)		≤ 60		≤ 45	≤ 30	≤ 15						
	SS ($\frac{mg}{l}$)		≤ 70		≤ 60	≤ 50	≤ 15						
	n-Hex. ($\frac{mg}{l}$)		≤ 20		≤ 20	≤ 20	≤ 20						
	pH		$\geq 5.8, \leq 8.6$		$\geq 5.8, \leq 8.6$	$\geq 5.8, \leq 8.6$	$\geq 5.8, \leq 8.6$						
	構造		※1		※2	※3	※4						

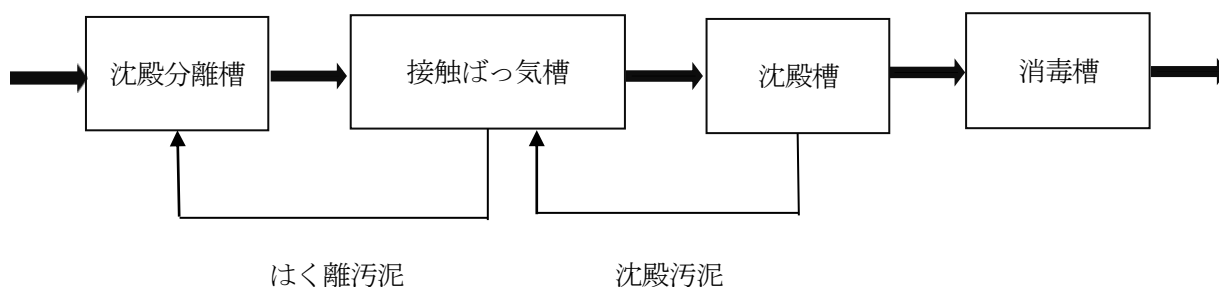
※1 第6、第7、第8、第9、第10又は第11に定める構造 (改正昭和63年3月建設省告示第342号)
 ※2 第6、第7、第8、第9、第10又は第11に定める構造 (# 平成3年2月建設省告示第135号)
 ※3 第6、第7、第8、第9、第10又は第11に定める構造 (# 平成7年12月建設省告示第2094号)
 ※4 第7、第8、第9、第10又は第11に定める構造 (# 平成12年5月建設省告示第1465号)
 注1) 第9、10、11の硝化液循環活性汚泥方式においては日平均汚水量が10m³以上の場合に限る。 (# 平成13年3月国土交通省告示第353号)
 注2) 第1の〔 〕内の数値は、建設省住宅局建築指導課長通達(平成8年3月29日住指発第135号、平成12年6月1日住指発第682号)によるものである。 (# 平成18年1月国土交通省告示第154号)
 注3) 処理性能のCOD欄の()は、第12の区分から対応する数値である。
 注4) 第5に定める構造の浄化槽を除き、処理水の大腸菌群数3,000個/cm³以下の性能を有する。

(出典：浄化槽の構造基準・同解説 2006年版)

(2) 処理方式の概要¹⁾

上述のように、新設される家庭用の小型浄化槽は大半が性能評価型であるが、稼働中の基数が多く、また、浄化槽の構造の基本を備える、構造方法型の5～50人槽の合併処理浄化槽のフロー図(図1.2-3～図1.2-5)と概要を記載する。

(a) 分離接触ばっ気方式



(出典：浄化槽の構造基準・同解説 2006年版)

図1.2-3 分離接触ばっ気方式(処理対象人員5～30人)のフロー図¹⁾

汚水をまず沈殿分離槽に流入させ、流入汚水中の固形物質や夾雑物を沈殿させて貯留し、一方、沈殿分離水は次の接触ばっ気槽に移流させる。接触ばっ気槽には接触材が充填されており、この槽で沈殿分離流出水をばっ気することにより接触材の表面に付着する微生物の作用で処理し、ついで沈殿槽に移流させて上澄水と沈殿汚泥に分離する。上澄水は消毒後放流する。沈殿槽での沈殿汚泥は、処理対象人員が5～30人では接触ばっ気槽に、31人から50人では沈殿分離槽に移送される。接触ばっ気槽のはく離汚泥及びその他の浮遊汚泥は沈殿分離槽に移送される。

(b) 嫌気濾床接触ばっ気方式

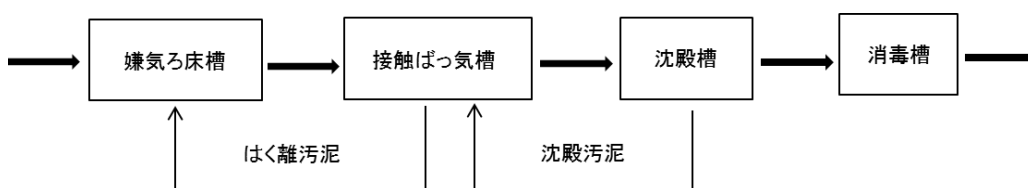


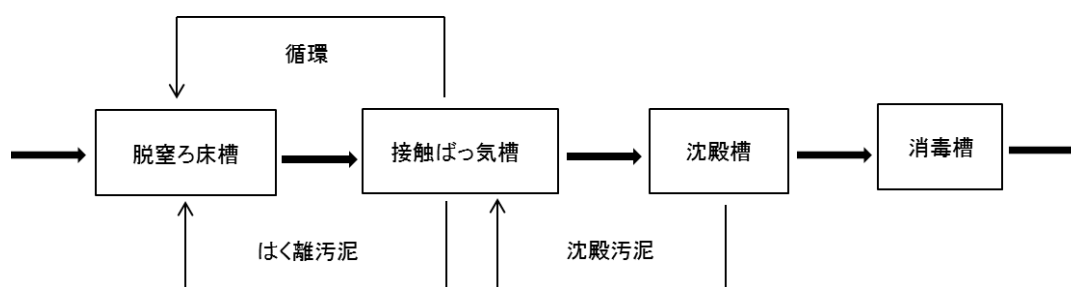
図1.2-4 嫌気濾床接触ばっ気方式(処理対象人員5～30人)のフロー図¹⁾

この方式の浄化槽では、汚水をまず嫌気ろ床槽へ流入させ、流入水中の浮遊物質などの大部分を分離し貯留する。嫌気ろ床槽には濾材が充填されているが、ばっ気は行わない。従って、槽内は嫌氣的となっていて、濾材の表面には嫌気性微生物が固定され処理が行わ

れる。

嫌気ろ床槽からの処理水は接触ばっ気槽へ移流される。接触ばっ気槽には接触材が充填されているが、ここではばっ気を行うので槽内は好氣的に保たれ、接触材の表面には好気性微生物が固定され処理が行われる。ついで、この処理水を沈殿槽へ移流させ、上澄水と沈殿汚泥とに分離し、さらに、上澄水は消毒槽を経由して消毒した後放流する。

(c) 脱窒濾床接触ばっ気方式



(出典：浄化槽の構造基準・同解説 2006年版)

図 1.2-5 脱窒濾床接触ばっ気方式（処理対象人員 5～30 人）のフロー図¹⁾

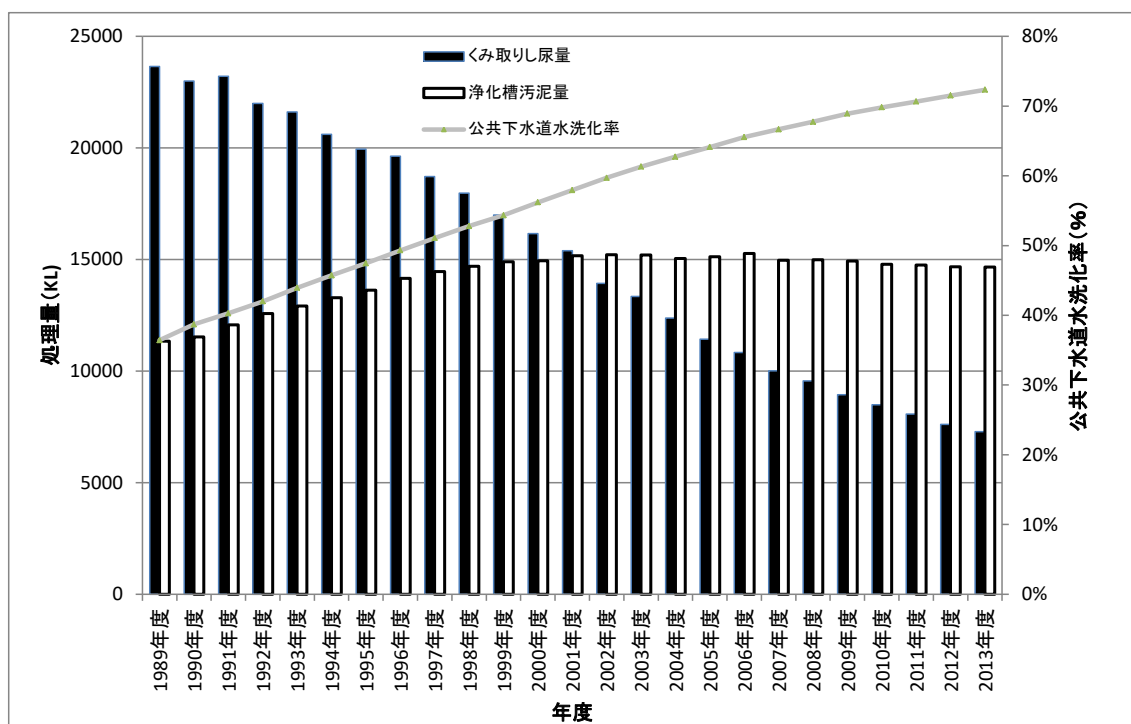
この方式では、汚水をまず脱窒ろ床槽へ流入させ、流入汚水中の浮遊物質などの大部分を分離し貯留する。脱窒ろ床槽には濾材を充填し、ばっ気を行わない。したがって、槽内は嫌氣的となっていて、濾材の表面には嫌気性及び通性嫌気性微生物が固定され処理が行われる。脱窒ろ床槽からの処理水は接触ばっ気槽へ移流される。接触ばっ気槽には接触材が充填されており、ばっ気を行うので槽内は好氣的に保たれ、接触材の表面には好気性及び通性嫌気性微生物が付着し処理が行われる。ついで、この処理水を沈殿槽へ移流させ、上澄水と沈殿汚泥とに分離し、さらに、上澄水は消毒槽を経由して消毒した後放流する。

1.2.3 し尿の取り扱いの変遷¹⁾

日本では汲み取り便所が石器時代の後期から現代まで長い間、便所の主役を演じてきたが、明治以後、ヨーロッパ風の生活様式が多く取り入れられるようになり、それにつれて水洗式便所が次第に増加してきた。特に 1960 年代後半（昭和 40 年代）以降は下水道及びし尿浄化槽の普及が著しく、それにつれて汲み取り便所は減少する傾向にある。

近年におけるし尿の取り扱いの変遷について、1989 年に始まった平成に入ってから、汲み取りし尿量、浄化槽汚泥量（浄化槽の清掃に伴って回収される汚泥の量）並びに公共下水道利用による水洗化率の経年変化を図 1.2-6 に示す。下水道と浄化槽の普及にともな

いし尿の処理量は減ってきており、現在はし尿より浄化槽汚泥の処理量が増大する事となった。



(出典：一般廃棄物処理事業実態調査結果（1989～2013（平成元年～平成 25）年度版）)

図 1.2-6 汲み取りし尿量、浄化総汚泥量、公共下水道水洗化率の経年変化^{13) 14)}

1.2.4 浄化槽技術の変遷¹⁾

下水道未整備地域で大きな役割を果たすことになった浄化槽について、その技術の変遷を通して現在の浄化槽に至った過程を振り返る。表 1.2-2 に浄化槽関連法規等を年表として示す。

表 1.2-2 浄化槽関連法規等年表

西暦	和暦	関連法規等	技術内容
1920	T9	市街地建築物法規則第12条	地方長官が許可した「汚物処理槽」により処理されたものは、公共の溝渠、下水道、河川などの公共の水域に放流しても差し支えない ¹⁾
	T9	水槽便所取締規則（警視庁令第13号）	自家用の汚物処理槽を持つ便所を「水槽便所」と呼び、腐敗槽、酸化槽、消毒槽を設けた。 ¹⁾
1944	S19	建築敷地内衛生施設の臨時日本標準規格を制定	汚物浄化槽の規格を規定 ¹⁾
1950	S25	建築基準法施行令第32条	し尿浄化槽の構造基準制定 ¹⁾
1954	S29	清掃法制定、汚物掃除法、水槽便所取締法の廃止	構造基準は建築基準法、維持管理は清掃法による ¹⁾
1960	S35	JIS-A-3302制定	「し尿浄化そうの容量算定基準」が制定 ¹⁵⁾
1961	S36	行政基準はJISで	行政指導の基準をJISに置く ¹⁾
1969	S44	建築基準法施行令の改正建設省告示第1726号制定	構造基準を告示により制定、性能基準を明示 ¹⁾
1970	S45	水質汚濁防止法による上乘せ基準制定	し尿浄化槽の構造指定を行う ¹⁾
1980	S55	建築基準法施行令第32条改正	第2次構造基準の全面改正、全ばっ気方式廃止 ¹⁾
1983	S58	浄化槽法制定	生活環境の保全及び公衆衛生の向上に寄与する ¹⁾
1988	S63	構造基準の一部改正	小規模合併浄化槽の構造基準制定 ¹⁾
1995	H7	構造基準改正	第3次大幅改正 ¹⁾
1998	H10	建築基準法31条改正	し尿浄化槽は政令で定める技術的基準に適合し、①建設大臣が定めた構造を用いるもの②建設大臣の認定をうけたものとする。 ¹⁾
2000	H12	平成12年政令第211号	し尿浄化槽の技術的基準 ¹⁾
		建設省告示第1292号改正	「政令で定められた技術的基準に適合するものとして建設大臣が定めた構造方法」と位置付け ¹⁾
		浄化槽法の一部改正	単独処理浄化槽を削除、合併処理浄化槽のみが定義 ¹⁰⁾
		浄化槽行政の変更	厚生省から環境省に ¹⁾
2001	H13	建築基準法施行令改正	令35条に合併浄化槽の構造規定 ¹⁾
		建設省告示第1292号改正	「尿尿浄化槽及び合併浄化槽の構造方法を定める件」と改正 ¹⁾
2005	H17	浄化槽法改正（施行18年）	目的、放流水質基準創設、検査時期の適正化、都道府県監督規定の強化、報告書徴収及び立入検査規定の整備 ¹⁾
2006	H18	構造方法の一部改正	浄化槽はBOD20mg/L以下 ¹⁾
2007	H19	廃掃法施行令改正により	し尿や浄化槽汚泥の海洋投棄全面禁止 ¹⁶⁾

なお、浄化槽及び浄化槽に類する施設については、汚物処理槽（共に汚物掃除法の時代）、し尿浄化そう（清掃法）、尿尿浄化槽（建築基準法）、浄化槽（浄化槽法）などの用語があるが、ここでは特定する必要がない場合はし尿浄化槽^{注)}を用いる。

注) ここでいう“し尿浄化槽”には、水洗便所排水のみを単独処理するもの（単独処理浄化槽、みなし浄化槽）と、水洗便所排水および生活雑排水を合併処理するもの（合併処理浄化槽）がいずれも含まれている。

便所の水洗化に付随して発達したし尿浄化槽について、その変遷を大別すると、し尿浄化槽の必要性が検討され、開発された明治から 1940 年代後半（昭和 20 年代）に至るまでの時代を第 1 期とし、次いで種々の形式の“水槽便所”が現れ、また公害問題が起こる中で、様々な構造の乱立の見直しとしての構造基準を建設省告示で定めた 1969（昭和 44）年までを第 2 期として、それ以降し尿浄化槽の普及が急速に進み、水質汚濁防止上、合併処理施設の改善や高度処理方式の開発を必要とした現在までの第 3 期に分けることができる。

(1) 第 1 期

(a) 汚物掃除法とし尿浄化槽の開発

明治の終わり頃から我が国でも西洋建築が次第に普及するようになり、また、文化も進んでくるにつれ、水洗便所を設けるものが現れてきた。その汚水は汚物掃除法の規定によって汚水だめを設け、ここに貯えて随時汲み取り、運搬処分する事となっていた。しかし、その汚水量が多いためほとんど実行不可能で、かえって不衛生な結果をきたしていた。

そこで、市街地建築物法規則（内務省令）（12 条）の施行（1920（大正 9）年）及び汚物掃除法施行規則（内務省令）の一部改正により、地方長官が許可した“汚物処理槽”により処理されたものは、公共の溝渠、下水道、河川などの公共の水域に放流しても差し支えないこととなった。

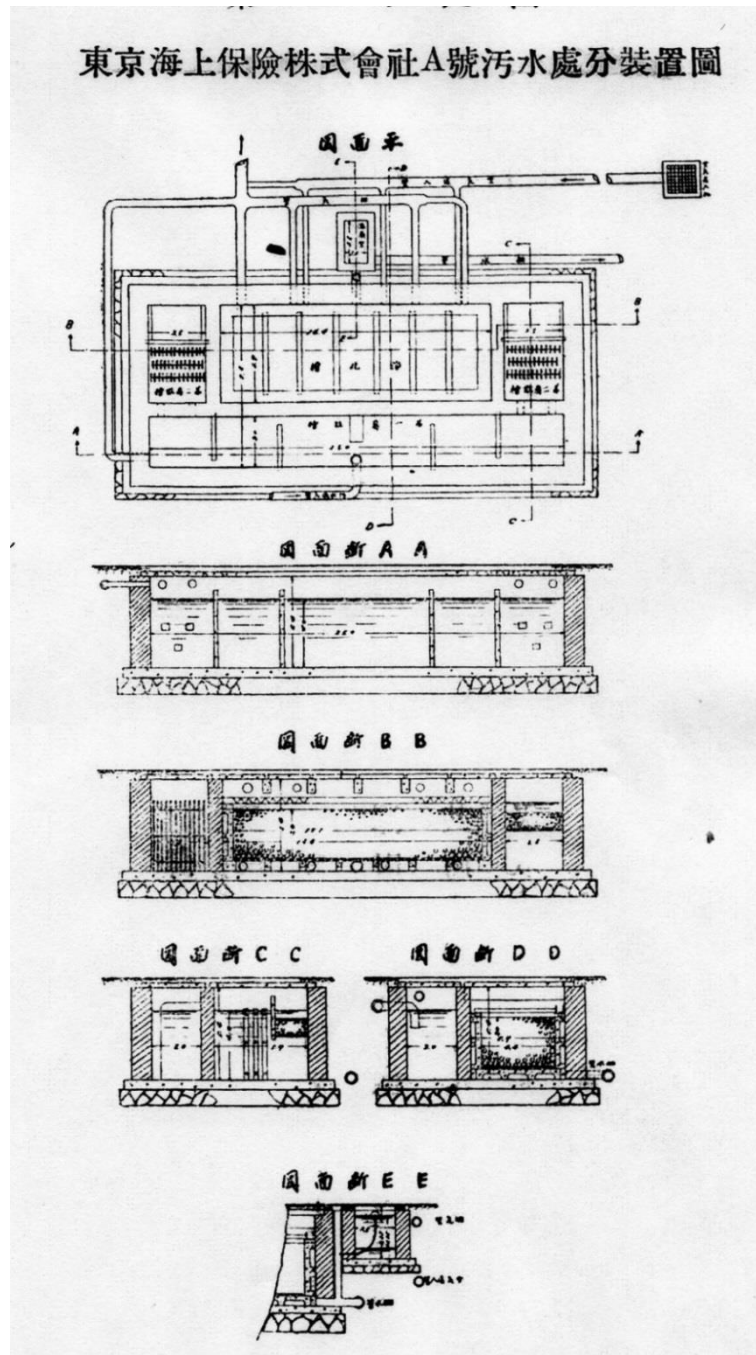
この政府の方針に基づき、専門家によっていろいろの型式の汚物処理槽が研究考案されたが、我が国で初めての住宅用の本格的な汚物処理槽は、これより先に 1914（大正 3）年に原宿の伊庭邸に設けられたものだといわれている。この型式はドイツにみられた腐敗槽と砕石ろ床とを組み合わせたものを参考として考案されたものである。

なお、我が国で最初につくられたし尿浄化槽は 1911（明治 44）年前後に、米人設計による川崎のマツダランプ工場のそれといわれる。また、如水館、三菱 24 号館、東京海上ビル、国技館、東京駅、大阪白木屋などは最も古くし尿浄化槽を設けた建築物であり、し尿浄化槽の初期の開発には城口権三、西原脩三、米元晋一らの技術上の努力と、警視庁における西崎弘太郎、大木末吉、竹内甲子二らの行政、試験などに関する熱意が大きく寄与している。

(b) 地方命令による取締規則

1921（大正 10）年 6 月、市街地建築物法施工規則を受けて、東京では警視庁令第 13 号によって初めて「水槽便所取締規則」が公布された。つまり、自家用の汚物処理槽をもった便所を“水槽便所”と呼んだわけである。この警視庁令の制定は当時の西崎衛生検査所長が中心となって米元晋一や西原脩三と共に東京海上ビル（図 1.2-7）で研究された成果であるといわれる。

東京海上保險株式會社A號汚水處分裝置圖



(出典：海上ビルディング暖房換気衛生工事に就いて)

図 1.2-7 東京海上ビル浄化槽 AA~EE 断面図¹⁷⁾

この警視庁令に刺激されて、各府県においても相次いで、ほぼこれと同様な内容の取締規則が設けられるようになった。これらの各地方の取締規則の要点は次のとおりであると

いわれている。

- ①設置するに当たっては警視庁又は府県に必要事項を記載し願ひ出て、その許可を要すること。
- ②腐敗槽・酸化槽及び消毒槽を設けること。
腐敗槽の最小容量は 60 立方尺とし、使用人 30 名を超えるときは 1 人につき 2 立方尺以上を増すこと。
- ④酸化槽の、ろ床の高さは 3 尺以上、その容積は 30 立方尺以上とし、1 日間に灌注される汚水量と同一量以上とすること。
- ⑤放流水の条件は次のとおりであること。
 - ㊶かすかに混濁するも臭気を放たないこと。
 - ㊷亜硝酸又は硝酸の反応が顕著であること。
 - ㊸メチレンブルー脱色試験で 5 時間以内に脱色しないこと。
 - ㊹酸素吸収量は 4 時間以内で 15 ppm 以下であること。
 - ㊺白アンモニアは 3 ppm 以下であること。
 - ㊻放流水の原汚水に対する酸素吸収量及び蛋白アンモニアの減少は 45%以上であること。

すなわち、構造は腐敗槽に二次処理装置として散水ろ床を組み合わせたもので、建築基準法による改正前の構造基準とほとんど同様のものである。ただし、最小容量として、腐敗槽はおおよそ 1.6 m³（後に 0.8 m³）、酸化槽（ろ床）はおおよそ 0.8 m³（後に 0.4 m³）と規定している。従って住宅用としては、かなり容量を大きくとっているのが特徴である。

このような各地方の取締規則をみてもわかるように、技術的にも当時としては高度のもので、放流水の水質基準も厳重であり、特に COD の除去率を規定（⑤の㊻）していることは興味がある。また、当時は、このような各地方の実施につき各地方とも力を入れたようで、例えば、愛知県の規則では放流水の出口に開閉装置として鎖輪をつけることとしていた。これは万一放流水の水質が基準に合致しないときは、直ちに放流を停止させるようにするためのものであった。

1944（昭和 19）年には技術院において建物敷地内衛生施設標準（臨時日本標準規格 586 号類別 A）が作られたが、その中で“汚物浄化槽”の標準が定められた。ここで初めて“浄化槽”という言葉が使われ、その定義は“水を使用してし尿を浄化放流する施設”とした。

その内容は、

- ①腐敗槽の機能を向上させるため、腐敗槽は沈殿分離槽と予備濾過槽をもって構成し、固形物を完全に分離する構造とすること。
- ②散水といと濾材面との距離、碎石受下面と槽底との距離、排気管の寸法を規定するなど、ろ床の構造の規格化を図った。
- ③適当な放流先のない場合は、土地の状況及び地質により衛生上支障のないときは、浸透処理しても差し支えないこと。

などである。1921（大正 10）年の警視庁令以来一步前進した。

しかし、その後の世界恐慌とそれに引き続く戦時体制への移行などによって、し尿浄化槽は拡張増設を促された軍関係工場のみに限られ、ほとんど住宅やビルでは中断された。水洗便所によって生活の向上を目指すし尿浄化槽に係わる仕事などは次第に影も薄れ、かくてし尿浄化槽行政には特にみるべきものはなく、長年を経過した。

敗戦に引き続き、駐留軍家族住宅や軍人軍属用の宿舍設営を急ぐに至り、水洗便所の設備が大量に要請された。また一方、戦災都市の復興の進捗に伴い、その間さまさまの新考案が現れ、在来の基準型の他、種々の新案形が使用されその数も百余種を数えるに至った。

（2）第 2 期

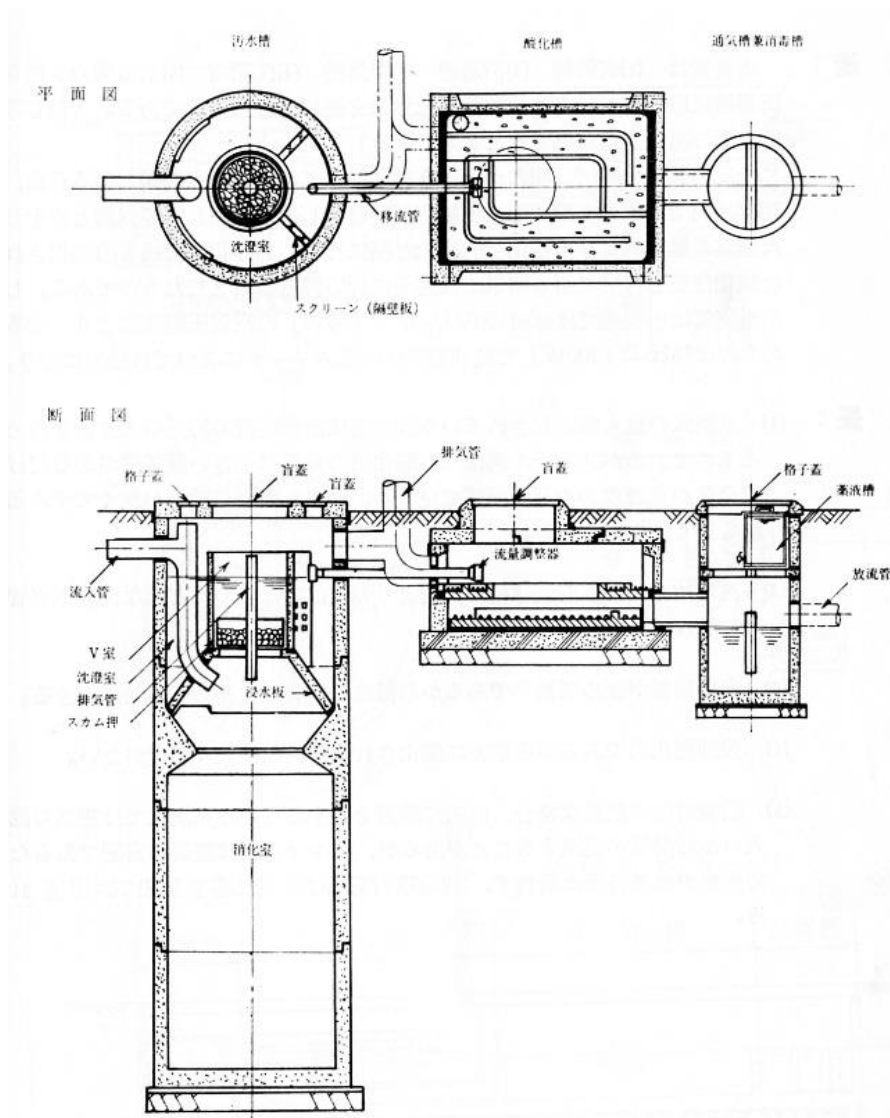
（a）建築基準法とし尿浄化槽

1950（昭和 25）年に市街地建築物法に代わって、建築基準法が制定・公布され、地方条例を統合して全国共通の基準化が図られた際、これに基づいてし尿浄化槽の構造基準が新たに定められた（建築基準法施行令第 32 条）。その内容は先に述べた警視庁令による構造を中心に、一部日本建築学会が策定した建物敷地内衛生施設標準が取り入れられた。すなわち、多室型腐敗槽と散水ろ床に消毒槽を組み合わせた型式で、いわゆる基準型と呼ばれるものである。

建築基準法施行令第 32 条本文においては、標準的なものを定め、但し書きとして、性能がこれと同等以上のものであれば特定行政庁の認定を得て設置できるものとした。

基準型は、散水ろ床の維持管理が難しいこと、放流のためにポンプを必要とする場合があること、建設費が割高であることなどの欠点があり、それを補う名目で多くの形が考案され、それぞれの特定行政庁で認定を得て実施されるに至った。これがいわゆる特殊型と呼ばれるもので、その種類は全国で 200 以上にも及んだ。

特殊型の腐敗槽の構造は、変形二階タンクとみなされるものが最も多く、そのほか二階タンク型の範疇に入ると考えられるもの、あるいは分離器と称するものを備えたものなど雑多な種類があるが、二次処理装置はほとんど例外なく平面酸化方式を採用し、中には腐敗槽流出水の大部分を地下に浸透させるようなものも出現してきた（図 1.2-8）。



(出典：し尿アーカイブス検討委員会資料)

図 1.2-8 平面酸化式し尿浄化槽例¹⁸⁾

これらの数多い特殊型については、各特定行政庁の取り扱いにかなりの差異がみられ、極めて厳格な態度で臨んでいるところもあれば、試験装置という名目で一般的な設置認定を与えるところもあるなど、少なくとも全国的な行政水準が不均衡となっているような問題が生じてきた。しかし、年々特殊型の設置が増加し、1962（昭和 37）年には特殊型の設置数はついに基準型のそれを上回るに至った。

一方で、基準型の改良とは別に、公共下水道の終末処理施設に設けられていた活性汚泥法の住宅用し尿浄化槽への応用などが研究され、実用化の段階へ進み、多くの型式のもの

が新たに建築基準法第 38 条に基づく建設大臣の認定を受けて実用化に移された。

(b) 清掃法とし尿浄化槽

建築基準法の制定当初においては、し尿浄化槽の設置はすべて建築主事の確認を要することとされ、一方、汚物掃除法によれば都道府県知事の許可が必要とされていた。このため、行政上の重複した手続きが必要となり、いたずらに無駄な労力が払われていた（二重行政）。

1954（昭和 29）年に新たな清掃法が制定されるのを機会に、構造基準は建築基準法によること、建築物の新築と同時に設置されるし尿浄化槽は建築主事の確認のみに統一すること、その他の事柄については清掃法に基づく届出とすることになった。そして、維持管理は清掃法に依ることとし、初めて厚生省令をもって維持管理の基準が示された。

この清掃法の制定の準備として、1951（昭和 26）年にし尿浄化槽に関する全国的な実態調査が行われたが、規定にほど遠いものがあつた。しかし調査を通じてそれまで放置されていたし尿浄化槽の実態を明らかにすることができ、また主任研究員の洞沢勇により、塩素イオン濃度から洗浄水の使用量の算定方式が確立されたことは大きな進歩であつた。

清掃法においては、放流水の水質基準として地方条例で定められている水質基準を一応の目安とすることとした。しかし、実態とあまりにかけ離れることは、かえって規則が守られなくなる点を考慮して、COD の除去などは基準から除外し、また住宅用などの小型し尿浄化槽の性能が特に劣っていたので、使用人員 50 人のものを境に、放流水の基準に差を設けることなどの措置をした。ただし、全国を画一的に規制し、放流先の環境的諸条件などを考慮してそれぞれの地域の実情に応じた弾力的な取扱いを得るところまでには至らなかった。

(c) 構造基準の検討

戦後我が国の社会情勢が落ち着くとともに、し尿浄化槽の放流水の苦情が各地に起こり、し尿浄化槽自体の改善が熱心に要望されるようになった。そのため、旧建設省は 1959（昭和 34）年各方面の関係者による委員会を設け、望ましい構造基準のあり方を諮問した。この委員会は、3 年間をかけて実際に浄化装置に与える汚濁負荷を検討し、それに立脚した合理的なし尿浄化槽の出現に努力した。

その結果、し尿浄化槽の最小容量は種々のデータを参照し、腐敗槽は 1.5 m³、酸化槽はその 1/2 と、それまでのものより拡大されるなどの答申がなされた。委員会のこれらの答申は、最低限の基準を定める建築基準法には取り入れられるには至らず、昭和 32 年に至り、し尿浄化槽の機能を向上させる目的で建築行政協会の中に「し尿浄化そう容量算定基準原案作成委員会」が設けられ、1960（昭和 35）年 12 月に「JIS-A-3302:し尿浄化そうの容量算定基準」が制定された。1961（昭和 36）年に JIS として出発することとなった。

そして、これを機会に、大部分の都道府県では、実際上の行政指導の基準を JIS においたのである。JIS 規格を定めることは、し尿浄化槽を正しく普及する上から望ましいことであり、特にそれまでし尿浄化槽の容量を使用人数で呼称していたものを、建築物の大き

さや用途などから算定して、実際の容量で表現することとなったのは一つの進歩であった。

(d) いわゆる“コミュニティプラント”

ここでいう“コミュニティプラント”は集合汚水処理施設のことで、指針でいう管きよによって集められたし尿及び生活雑排水を併せて処理する施設の“コミュニティ・プラント”とは異なる。

戦後の世界的な傾向として、宅地団地・ニュータウンの造成、学園都市の建設、地域開発、観光開発などが意欲的に進められた。これらの開発地域はほとんど例外なく公共下水道の延長可能な区域外に位置しているため、総合的な地域整備事業の一環として、集合汚水処理の問題が各国とも共通して取り上げられるに至った。

我が国においても、1951（昭和 26）年頃から住宅団地、大規模な学園・病院・兵舎などに汚水処理施設が設けられるようになってきた。しかし、これらはすべて便所汚水とともに雑排水を合併して処理する施設であるため、従来のような便所汚水のみを処理する腐敗槽型のし尿浄化槽の構造をそのまま適用することはできなかった。当初は、標準散水ろ床方式の施設を好んで設けたが、これはワシントンハイツ（代々木）やグラントハイツ（練馬）に端を発する戦後の駐留軍キャンプの汚水処理施設の処理方法に影響されるところが大きかったからである。



（出典：し尿処理アーカイブス検討会資料）

写真 1.2-1 現存するワシントンハイツの住宅（代々木公園）¹⁹⁾

1956（昭和 31）年 10 月、旧厚生省はし尿処理対策の一環として、散水ろ床方式の集合汚水処理施設を共同し尿浄化槽の名の下に普及を図る方針を決定した。また 1966（昭和 41）年には中期経済計画において、これらの集合汚水処理施設を初めて“コミュニティプ

ラント”と称して、計画的にその普及を促進することとなった。かくして、我が国のこの方面の技術も長足に進み、かつての散水ろ床方式に代わって、活性汚泥方式が好んで採用されることとなった。

なお、建築基準法並びに清掃法の規定によると、便所汚水を放流するためには公共下水道によるか、さもなければし尿浄化槽によらなければならない。従って、“コミュニティプラント”も、公共下水道の取り扱いを受けない限り、し尿浄化槽として取扱い、その規制を受けなければならないわけである。しかし、これまでの建築基準法に基づくし尿浄化槽の構造基準によって取り扱うことは技術的に不可能となっていたため、建築主事の確認は受けても、実際問題としては“コミュニティプラント”についての技術的判断が的確に行い得たとは言い難い。

もともと、日本住宅公団その他の公的機関にあつては、研究も行い、多くの場合技術的にみても合理的なものが作られてきたが、その間の統一的な調整は図れていなかった。また、民間の住宅造成などが活発に行われるようになり、汚水処理施設については理解がない場合も多く、調査の結果は問題とすべき施設も決して少なくはないことが明らかになってきた。

このような趨勢にあつて日本住宅公団では合理的な設計・入札の一つの指標として、1967（昭和 42）年から基準化を図り、また東京都は河川の水質汚染を防止する観点から「住宅団地汚水処理施設」について指導基準を定めてきた。このような現状は、行政上から不十分であり、国としての基準の制定とその指導強化が望まれた大きな理由であった。

（d）建築基準法施行令の改正と合併浄化槽の構造基準制定¹⁾

し尿浄化槽は、生活意識の向上や、経済の成長によってますます増加の方向をたどっている反面、公共用水域の汚染問題に関連して、し尿浄化槽の放流水の水質が新しい問題を提起するに至った。こうして、し尿浄化槽については改めて根本的に再検討し、構造及び維持管理の基準とともに、行政上の取り扱いについても新たな方策を確立する必要に迫られた。そこで、旧建設・厚生両省が協議し、1965（昭和 40）年度に研究委員会を設けて総合的な調査研究が行われることとなった。

研究委員会（委員長：楠本正康）は、諸外国の基準や行政上の取り扱い方針を調査するとともに、多数のサンプルを選んで実態の把握に努めた。これらの資料を基礎に総合的な検討を行い、1966（昭和 41）年 1 月調査結果を旧建設・厚生両省に提出する一方、とりあえず財団法人日本建築センター内に衛生設備審査会を発足させ、この審査会においてし尿浄化槽の構造及び性能の審査を行うこととなった。

旧建設省は、この調査結果を基に、1969（昭和 44）年に建築基準法施行令を改正するとともに、構造基準を告示により制定した。（昭和 44 年建設省告示第 1726 号）

その主たる内容は、特定行政庁が衛生上の観点から 3 種類の区域を規則で指定し、これらの区域と処理対象人員に応じて処理水 BOD 濃度とその除去率の基準を段階的に設け、それを満足すると想定される性能を持った処理方式のし尿浄化槽の構造基準が定められた

ことである。また、従来の構造基準では、水洗便所污水のみを処理対象としていたが、新たに水洗便所污水と生活雑排水を合わせて処理する合併処理浄化槽の構造が定められた。

なお、第3期に入るが、1970（昭和45）年には、水質汚濁防止法による、いわゆる上乘せ基準が定められた場合におけるし尿浄化槽の構造を指定する旨の規定が加えられた。（建築基準法施行令第32条第3項）

（3）第3期

（a）1980（昭和55）年の建築基準法施行令改正とし尿浄化槽の構造基準改正

1980（昭和55）年に建築基準法施行令第32条が改正され、“特に衛生上支障のある地域”における合併処理浄化槽の設置基準が従来の101人以上から51人以上となった。また、これを受けた同年の構造基準改正は、1969（昭和44）年のそれに続く第2次改正というべきもので、構造に関して、かなりの大幅な変更が行われている。

改正を必要とするに至った主な理由は、し尿浄化槽の普及が急激に高まり、公共用水域の汚濁源としての比重が顕著になったことで、これには住宅その他し尿浄化槽を設置する建築物が飛躍的に増加したこと、一般の人々の生活水準が高くなり、水洗便所を要望するようになったことなどが大きな要因となっている。

新たに制定された建設省告示では、単独処理浄化槽に関しては、実績の上がらなかった平面酸化床や活性汚泥法のうち、いわゆる全ばっ気方式が廃止された。残されたものうちでも分離ばっ気方式の装置については容量の拡大が行われ、さらに、新処理方式として分離接触ばっ気方式が追加された。

合併処理浄化槽に関しては、従来のように活性汚泥法偏重を避け、回転板接触法、接触ばっ気法などの新しい処理方式が追加され、処理対象人員の規模が、最低101人以上から最低51人以上に引き下げられた。

（b）1988（昭和63）年及び1991（平成3）年の構造基準改正

1988（昭和63）年には構造基準の一部改正が行われ、新たに5人から50人を処理対象人員とする“小規模合併処理浄化槽”の構造基準が定められ、1991（平成3）年には51人以上の規模の合併処理浄化槽の構造基準の一部見直しが行われた。これらにより、すべての人槽規模の合併処理浄化槽の構造基準が確立された。

（c）1995（平成7）年の構造基準改正と高度処理の流れ

1995（平成7）年に行われた構造基準改正は構造についてかなり大幅な追加・改正が行われた。改正の理由として、上水源水質の保全に関する「水道水源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保全に関する特別措置法」の二法が制定されたことがある。閉鎖性水域の生活排水対策がクローズアップされ、浄化槽はBOD 20 mg/Lだけでなく、窒素や磷（ママ）の除去をできるなど高度処理が行える性能が要求されるようになった²⁰。

各メーカーでは、1995（平成7）年改正の構造基準に準拠しない独自の処理方式で浄化槽開発が進んでいった。特に窒素除去型の家庭用浄化槽では、硝化機能を高めるため、今

まで主流であった板状接触材から、比表面積の大きい担体を用いた処理方式が多く開発された。その他には、大型槽で回分式や膜処理方式が開発され、窒素だけでなくリンの除去もできる浄化槽が1999（平成11）年に発売された。

1995（平成7）年の主な改正点は以下の通りである。

- ① 201人槽以上とされていた流量調整槽の構造基準追加
- ② 長時間ばっ気方式が101人槽から可能
- ③ 50人槽以下の窒素除去型合併処理浄化槽の構造基準追加 {第1第六号脱窒ろ床接触ばっ気方式}
- ④ BOD 10 mg/L 以下の構造基準追加 {第7}
 - ㊦ 第6の構造（流量調整槽を備えたもの）＋三次処理（接触ばっ気・砂ろ過方式）
 - ㊧ 第6の構造＋三次処理（凝集分離方式）
- ⑤ BOD 10 mg/L、COD 10 mg/L 以下の構造基準追加 {第8}
 - ㊦ 第6の構造（流量調整槽を備えたもの）＋三次処理（接触ばっ気・活性炭吸着方式）
 - ㊧ 第6の構造＋三次処理（凝集分離・活性炭吸着方式）
- ⑥ BOD 10 mg/L、TN 20 mg/L、TP 1 mg/L 以下の構造基準追加 {第9}
 - ㊦ 硝化液循環活性汚泥方式（51人槽以上かつ日平均汚水量が10 m³以上）
 - ㊧ 第6の構造＋三次処理脱窒・脱磷方式（51人槽以上）
- ⑦ BOD 10 mg/L、TN 15 mg/L、TP 1 mg/L 以下の構造基準追加 {第10}
 - ㊦ 硝化液循環活性汚泥方式（51人槽以上かつ日平均汚水量が10 m³以上）
 - ㊧ 第6の構造＋三次処理脱窒・脱磷方式（51人槽以上）
- ⑧ BOD 10 mg/L、TN 10 mg/L、TP 1 mg/L 以下の構造基準追加 {第11}
 - ㊦ 硝化液循環活性汚泥方式（51人槽以上かつ日平均汚水量が10 m³以上）
 - ㊧ 第6の構造＋三次処理脱窒・脱磷方式（51人槽以上）
- ⑨ そのほか各単位装置に係る必要な改正（スクリーン、流量調整槽、接触ばっ気槽、沈殿槽など）。

(d) 1998（平成10）年6月12日の建築基準法改正

1998（平成10）年6月12日、建築基準法が改正され、性能規定化や建築確認検査の民間開放、型式適合認定制度、製造者認定制度等の新制度が盛り込まれた。

し尿浄化槽に係る法31条も性能規定化のために改正され、し尿浄化槽の構造基準である1980（昭和55）年建設省告示第1292号も2000（平成12）年5月31日に改正され、構造基準は法31条に基づく「政令で定められた技術に適合するものとして建設大臣が定めた構造方法」と位置付けられた。

(e) 2006（平成18）年の改正浄化槽法施行、建築基準法施行令改正、構造方法改正

浄化槽の一部が、2005（平成17）年に改正され、2006（平成18）年施行された。同年建築基準法施行令も改正により浄化槽法と同等の水質基準が規定され、2006（平成18）

年 2 月から施行された。

改正浄化槽法では、以下がなされた。

- ①浄化槽法の目的の明確化
- ②浄化槽からの放流水に係る水質基準の創設
- ③浄化槽設置後の水質検査の検査時期の適正化
- ④適正な維持管理を確保する為の都道府県の監督規定の強化
- ⑤報告徴収及び立ち入り検査に係る規定の整備

その後、浄化槽法施行規則において、上記②の新基準「BOD の除去率が 90%以上、放流水の BOD が 20 mg/L 以下」と定められた。

2005（平成 17）年 7 月に建築基準法施行令が改正され、2006（平成 18）年 1 月に公布、2 月に施行された（1 月公布の 2 月施行である）。改正内容は、以下のとおりである。

- ①告示第 2・第 3 の規定を削除

新基準が確保されない合併処理浄化槽の構造方法を定めていたが、今回削除を行い、これに伴い、告示第 6 以降で告示第 2・第 3 の規定を読み替えていた部分を書き下ろした。

- ②小規模合併処理浄化槽の性能に関する記述の変更

告示第 1 に規定された小規模合併処理浄化槽の構造は、新基準と同等の性能を有するものであるが、新基準と同等の性能が法令に規定されていなかったため、告示上の性能が実際に浄化槽の有する性能と異なっていた。これを一致するようにし、ただし書きを削除した。また「BOD」と「放流水の BOD」について告示第 1 では定義していたが、記述変更に伴い、第 4・第 6 でそれぞれ定義付けを行った。

本改正にあたり、今後の検討すべき重要課題として窒素・リン除去型の高度処理浄化槽の普及整備にあたっての維持管理体制、省コスト型の新たな技術開発の推進等が位置付けられた。

1.2 参考文献

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課編・国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所・浄化槽の構造基準・同解説委員会：浄化槽の構造基準・同解説 2006年版，日本建築センター，1-10,121,122,143,151 (2009)。
- 2) 社団法人全国都市清掃会議編：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006改訂版，社団法人全国都市清掃会議，419 (2006)。を参考に加筆した。
- 3) 国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/data/renkei.html> を参照し加筆した。
- 4) 国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/data/renkei.html> を参照し加筆した。
- 5) 国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/data/renkei.html> を参照し加筆した。
- 6) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部監修：下水道事業の手引き 平成 29 年版，3 (2015)。を参考に加筆した。
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部監修：下水道事業の手引き 平成 29 年版，3 (2015)。を参考に加筆した。
- 8) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部監修：下水道事業の手引き 平成 29 年版，日本水道新聞社，4 (2015)。を参考に加筆した。
- 9) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部監修：下水道事業の手引き 平成 29 年版，日本水道新聞社，6 (2015)。を参考に加筆した。
- 10) 岩堀恵祐，小川浩，石原光倫：浄化槽の史的背景と処理技術の変遷，用水と廃水，10月号，産業用水調査会，25-34 (2014)。を参考に加筆した。
- 11) 松田圭二，岩堀恵祐，し尿・汚泥集約処理システムの史的背景と処理技術の変遷，用水と廃水，6月号，産業用水調査会，を参考に加筆した。41-56 (2016)。
- 12) 環境庁企画調整局企画調整課，環境基本法の解説，ぎょうせい，118 (1994)。
- 13) 厚生省生活環境衛生局水道環境部環境整備課：一般廃棄物処理事業実態調査結果 (1989 (平成元年) から 1997 (平成 9) 年)。
- 14) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策課：一般廃棄物処理事業実態調査結果 1998 (平成 10) 年～2015 (平成 27) 年。
- 15) 屎尿浄化槽の設計・施工・管理，社団法人，日本管工事工業協会，7 (1964)。
- 16) 田所正晴：神奈川県におけるし尿処理施設の変遷，平成 23 年度版神奈川県環境科学センター研究報告 34 号，4 (2011)。
<http://www.pref.kanagawa.jp/docs/b4f/cyousakenkyu/seika/kenkyuhoukoku/h23houkoku.html>

- 17) 曾禰達蔵：海上ビルディング暖房換気衛生工事に就いて，暖房冷蔵協会誌（3），暖房冷蔵協会，12-78（1919）.
- 18) 株式会社 西原環境提供.
- 19) 現在東京の代々木公園内に保存されている駐留軍家族住宅，株式会社西原環境提供.
- 20) 一般社団法人浄化槽システム協会技術推進部会編：浄化槽の開発動向と歴史，浄化槽システム協会，94（2015）.

1.3 海洋投入

1.3.1 海洋投入の変遷

(1) 法的規制

日本では、古来よりし尿が農業用肥料として利用され、貴重な商品となっていた。しかし、第一次世界大戦（1914～1918（大正3～7）年）後の好景気によって、都市部では労賃上昇や市街地拡大に伴う輸送距離の延長（コスト増大）、人口増加に伴う排出量の増加（供給過剰）、化成肥料の普及（需要減退）により商品価値が低下した。それまでのように、都市部のし尿全量を農地還元することができなくなり、余剰となったし尿を海洋に投入することになった。

し尿の海洋投入は、1932（昭和7）年頃から始められ（東京都（旧東京市）¹⁾）、農村還元、下水道への投入とともに、し尿処理の一方策として行われるようになった。第二次世界大戦が激化した1944（昭和19）年には、燃料不足と船の転用、食糧増産の貴重な肥料源確保のため、し尿の海洋投入が一時中断された。終戦後しばらくの間は、都市部の人口減少からし尿の排出量も少なく、農村の肥料不足も深刻であったため、汲取りし尿の大部分が農地還元により処理されていた。しかし、人々が都市部に戻り始めて人口が急増し、し尿処理が再び問題となってきた。1945～1953（昭和20～28）年にかけては、赤痢や腸チフスなどの水系伝染病が全国各地で発生した。

当時、沿岸の多くの都市が本格的にし尿の海洋投入を行うようになっており、海原に広がる尿尿の黄色い帯が「黄河」と評されたというが、衛生問題や海水浴場などへの環境汚染のほか、水産業にも悪影響を及ぼしていたことから、1954（昭和29）年の清掃法施行にともない、し尿の海洋投入を規制することとなった。

(a) 清掃法の制定

1954（昭和29）年に制定された清掃法では、その施行令において、東京湾及び相模湾、伊勢湾、大阪湾、備讃瀬戸、広島湾、周防灘、玄界灘の7つの海域において、し尿投入を禁止する海域が具体的に示された（表1.3-1）。これらの海域は、

- ①都市が集中していること
- ②都市のふん尿の農村還元が困難なため計画的に海洋投入を行っていること
- ③海域の利用度が多角的で環境衛生上の支障を生ずるおそれが極めて多いこと

の三条件に該当するものとして指定された。また、市町村が行う汚物処理基準として、「内海、湾内の海洋への投入処分を行う場合には、海岸の利用度、漁ろうの状況、海流及び潮流等当該海域の状況を考慮し、かつ、適当な深さに投入する等の措置により海水の汚染を少なくすること」とされた。しかし、東京湾及び相模湾について設定された禁止海域では、海流の状況から沿岸の海水汚濁を十分防止することができなかったことから、1957（昭和32）年に施行令を改正し、禁止海域を相模灘を含めた海域に拡張している（表1.3-2）。な

お、当時の東京湾及び大阪湾におけるし尿海洋投入位置を図1.3-1及び図1.3-2に示す。

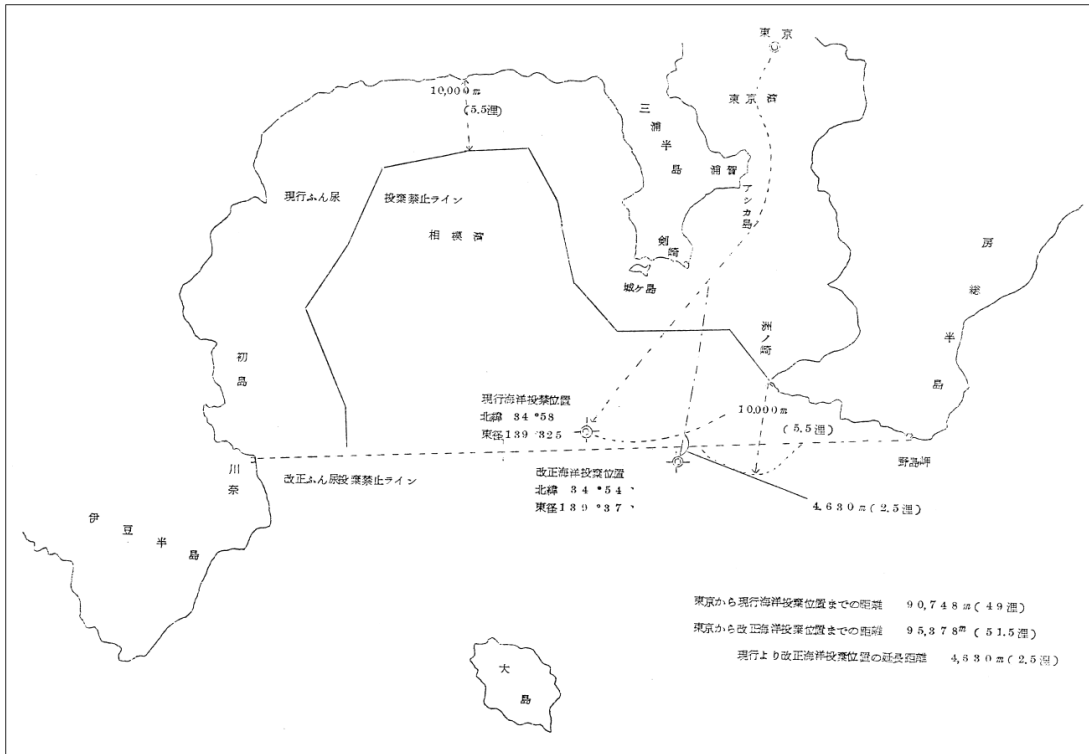
表1.3-1 し尿投入を禁止する海域（清掃法施行令別表：1954（昭和29）年）

海域名	海面の区域
東京湾	神奈川県三浦郡南下浦町剣崎から千葉県安房郡西岬村州崎まで引いた線及び陸岸により囲まれた海面
相模湾	神奈川県三浦郡南下浦町剣崎から相模川河口を経て静岡県伊東市川奈崎に至る陸岸から1万メートル以内の海面
伊勢海	愛知県渥美郡伊良湖岬村伊良湖岬から三重県志摩郡波切町大王崎まで引いた線及び陸岸により囲まれた海面
大阪湾	兵庫県明石市明石川河口左岸から同県津名郡岩屋町松帆崎まで引いた線、同郡由良町生石崎から和歌山県海岸郡加太町田倉崎まで引いた線及び陸岸により囲まれた海面のうち、これらの線及び陸岸からそれぞれ1万メートル以内の海面
備讃瀬戸	香川県大川郡小田村馬ヶ鼻から同県小豆郡内海町大角鼻まで引いた線、同郡福田村金ヶ崎から岡山県邑久郡牛窓町蕪崎まで引いた線、広島県沼隈郡千年村阿伏免崎から香川県三豊郡荘内村岬まで引いた線及び陸岸により囲まれた海面
広島湾	広島県佐伯郡大竹町小瀬川河口左岸から横島南端まで引いた線、同地点から小館場島北端まで引いた線、同地点から広島県呉市アラメノ鼻まで引いた線及び陸岸により囲まれた海面
周防灘	広島県佐伯郡大竹町小瀬川河口左岸から厚狭川河口を経て山口県下関弟子待鼻に至る陸岸から1万メートル以内の海面及び福岡県門司市門司崎から山国川河口を経て大分県北海郡佐賀関町地蔵崎に至る陸岸から1万メートル以内の海面
玄界灘	山口県豊浦郡神玉村神田岬から同郡豊西村観音崎を経て同県下関市弟子待鼻に至る陸岸から1万メートル以内の海面及び福岡県門司市門司崎から遠賀川河口を経て同県糸島郡北崎村西浦岬に至る陸岸から1万メートル以内の海面

表1.3-2 し尿投入を禁止する海域（清掃法施行令改正：1957（昭和32）年）

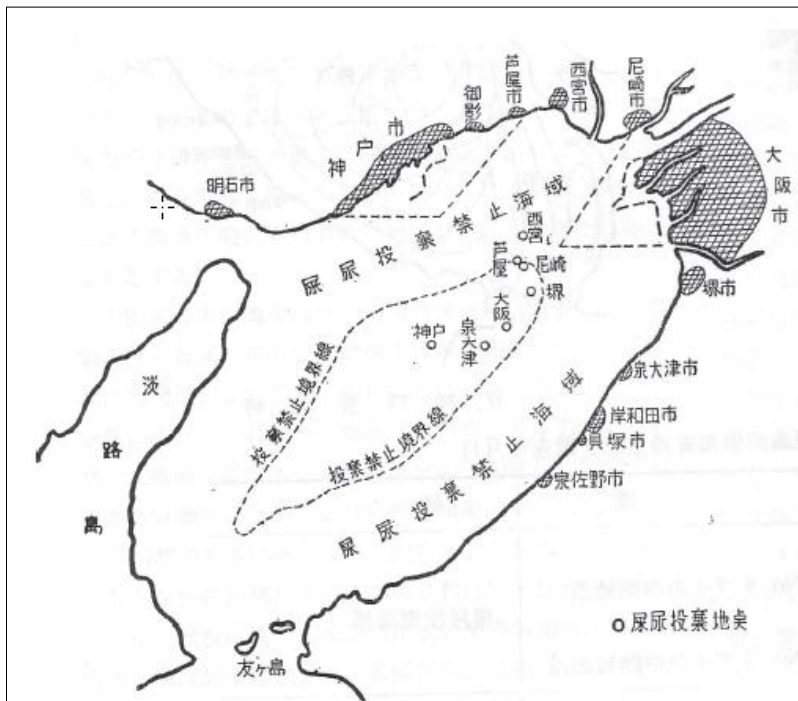
海域名	海面の区域
東京湾、相模湾 および相模灘	千葉県安房郡白浜町野島岬から静岡県伊東市川奈崎まで引いた線および陸岸により囲まれた海面ならびに千葉県館山市州崎を中心とする半径1万メートルの円内の海面

※東京湾、相模湾について改正



(出典：東京都清掃事業百年史，671)

図1.3-1 東京湾付近におけるし尿海洋投入位置略図1 (1957 (昭和32) 年) 3)



(出典：し尿海洋投棄に関する研究)

図1.3-2 大阪湾におけるし尿海洋投入位置略図4)

「夏季観光地等の清浄化に関する件について（1956（昭和31）年7月12日、厚生省公衆衛生局長通知）」においては、し尿の海洋投入の適正化について各都道府県知事宛に、

- ①所属都市のふん尿投入船であることの標識を掲示すること
- ②夜間の投入は絶対に行わないようにするとともに、出航時間、投入時間を一定となるようにすること
- ③単独航行を避け数隻づつ船団を組んで航行投入を行わせるようにすること
- ④船団ごとに一人の監視員を乗船させるようにすること
- ⑤現行の投入禁止海域を厳守することはもちろん、禁止海域外であってもできるだけ遠隔の地点に投入するようにすること

などが通知されている。

（b）廃棄物処理法の制定

1956（昭和31）年、国は「し尿処理基本対策要綱」を定め、「汚物処理5カ年計画」を策定し、し尿の海洋投棄原則廃止と陸上処理への転換を図った。その後、「環境衛生施設10カ年計画（1958（昭和33）年）」、「清掃施設整備10カ年計画（1961（昭和36）年）」、さらには「生活環境施設整備緊急措置法」の制定によって「生活環境施設整備5カ年計画（1963～1967（昭和38～42）年）」、「清掃施設整備5カ年計画（1967～1971（昭和42～46）年）」等が策定され、し尿処理施設の整備促進が図られたが、依然としてし尿の海洋投入は行われていた。

1970（昭和45）年、廃棄物処理法が制定され、施行令において、し尿の海洋投入には硫酸第一鉄または塩化第二鉄を0.1%以上混入すること、または破碎することが義務付けられた。また、速やかに海中において拡散するように必要な措置を講ずることとされ、水産動植物の生育環境に支障が生じないようにすること、廃棄物の種類に応じて速やかに海底に沈降堆積または海中拡散するように必要な措置をとることなどが定められた。

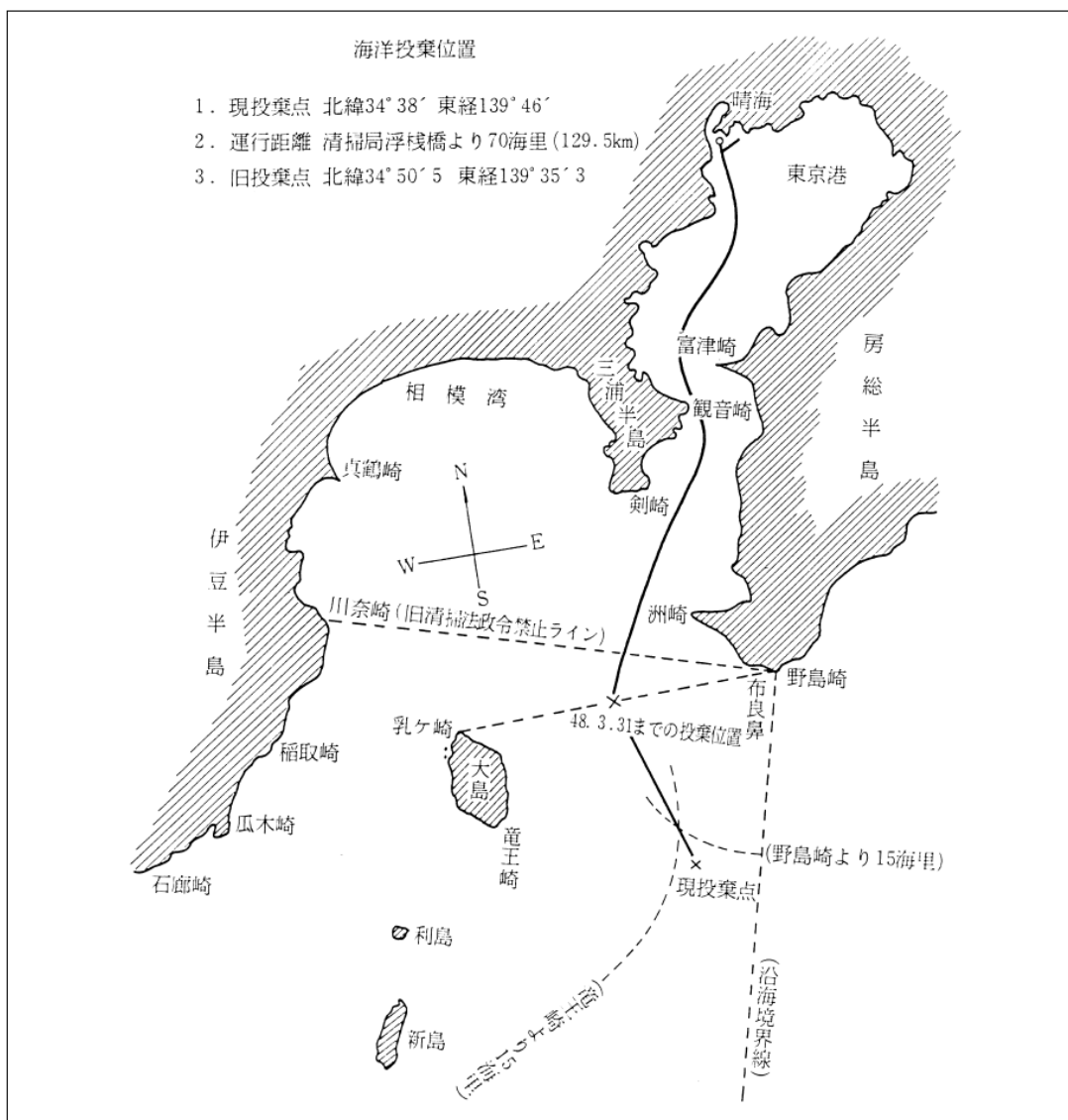
なお、1971（昭和46）年の中央公害対策審議会答申においては、「海洋投入処分はあくまで暫定的な措置であり禁止する方向で対処すべき」旨の方針が示されている。

（c）海洋汚染防止法の制定

1970（昭和45）年には、海洋汚染防止法も制定され、海洋投入処分の許可、排出海域の監視、排出船の登録、処理の記録などについて規定するとともに、その施行令（1972（昭和47）年改正）において、し尿・汚泥などの海洋還元型廃棄物の排出海域および排出方法に関する基準が定められた。施行令では、し尿等の排出方法を海面下に船舶の航行中に排出する「拡散型排出方法」とした。1976（昭和51）年4月1日以降の排出海域は「国の領海の基線から50海里をこえる海域（C海域）」を原則とし、陸上処理施設や大型運搬船の建造に必要な猶予期間として、1973（昭和48）年3月31日までは従前の海域（旧清掃法施行令に定める区域）への投入を認め、同年4月1日から1976（昭和51）年3月31日までは、沿岸から15海里を超える海域への投入が認められた。当時及びその後の東京湾付近の海洋投入位置を図1.3-3及び図1.3-4に示す。なお、排出海域の設定においては、次の事項が考慮

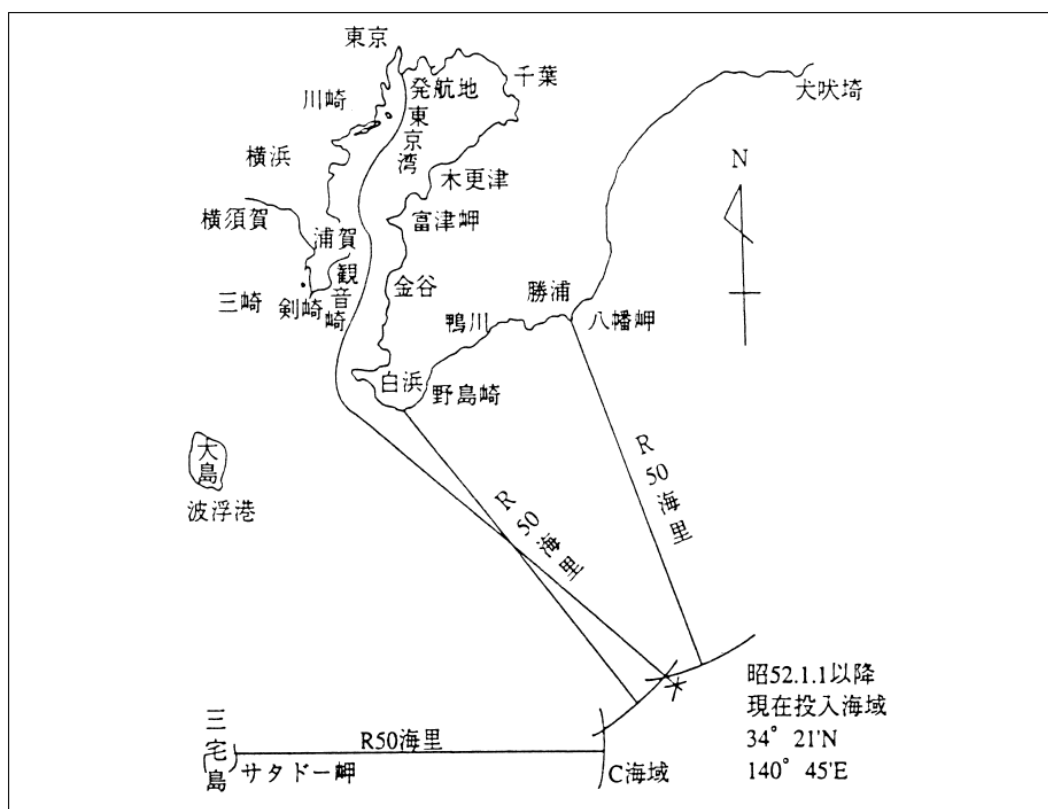
されている。

- ①広範な海洋の浄化能力を利用するため、黒潮親潮等の海流に乗せやすい海域であること
- ②内湾、内海等の沿岸海域に廃棄物が漂着しないような海域であること
- ③水産動植物の生育環境および漁場として重要な海域以外の海域であること
- ④船舶からの水バラストの排出については、すべての国の領海の基線から一律に50海里以遠という基準となっている例もあるので、C海域についても①～③を勘案しつつ、領海の基線からの距離を一律に定めることとすること



(出典：東京都清掃事業百年史，672)

図1.3-3 東京湾付近におけるし尿海洋投入位置略図2 (1974 (昭和49) 年)³⁾



(出典：東京都清掃事業百年史，672)

図1.3-4 東京湾付近におけるし尿海洋投入位置略図3（1998（平成10）年）³⁾

(d) し尿等の海洋投入処分の全面禁止（廃棄物処理法の改正）

海洋の汚染を防止することを目的として、陸上発生廃棄物の海洋投棄などを規制するための国際条約である「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約（ロンドン条約）」が1972（昭和47）年11月に採択され、1975（昭和50）年8月に国際発効された。わが国は、1973（昭和48）年に署名し、1980（昭和55）年10月に批准書寄託、同年11月に国内発効された。その後の世界的な海洋環境保護の必要性への認識の高まりを受けて改正され、1996（平成8）年1月1日から産業廃棄物の海洋投棄は、原則禁止となった。

わが国では、同条約の求めるところを海洋汚染防止法及び廃棄物処理法に盛り込み、廃棄物の海洋投入処分等の適切な管理を行っている。

本条約に基づき、し尿等の海洋投入処分量をゼロにすることにより、海洋への環境負荷低減を図るため、2002（平成14）年2月1日、廃棄物処理法施行令の一部を改正する政令が施行され、し尿・浄化槽汚泥等の海洋投入処分が全面禁止された。それまでにし尿等の海洋投入を実施していた市町村においては5年間の適用猶予が設けられていたが、2007（平成19）年2月1日から全面禁止となった。

全面禁止に至るまでのし尿等の海洋投入の変遷を表1.3-3に示す。

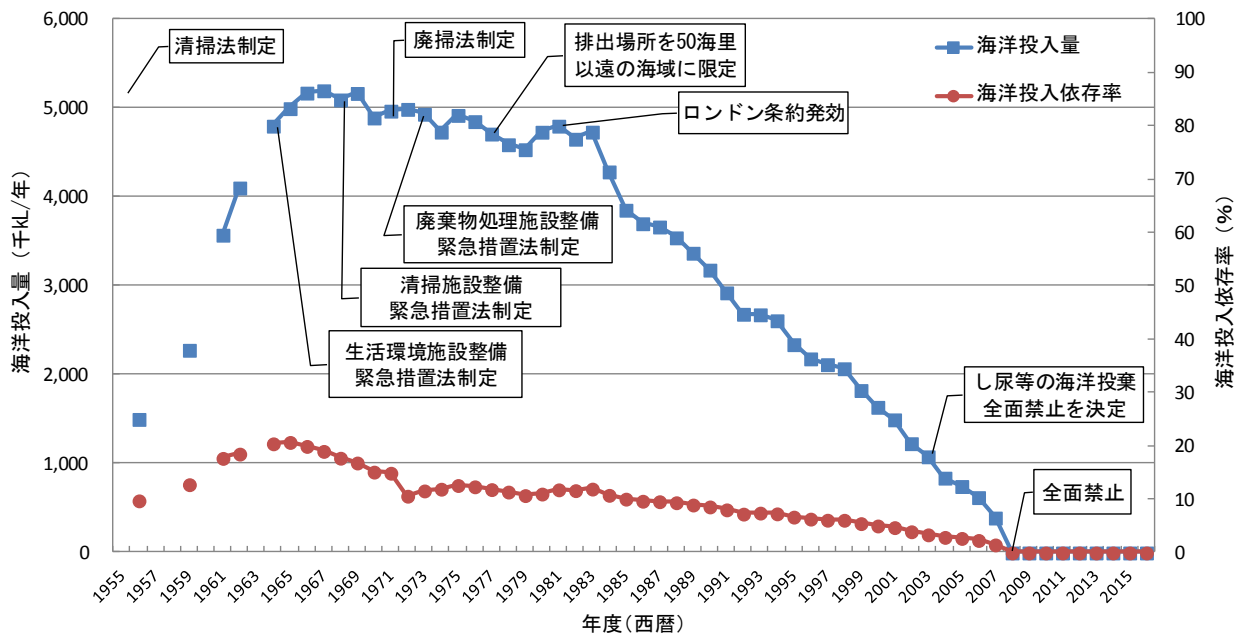
表1.3-3 し尿・浄化槽汚泥等の海洋投入の変遷

西暦	和暦	制度・法令等	概要
1932年	昭和 7年	し尿の海洋投入処分開始 (東京市)	千葉県須崎から東南5海里に投入 第2次世界大戦中に一時中断
1954年	昭和29年	清掃法制定	海洋投入禁止海域の設定
1957年	昭和32年	清掃法改正	海洋投入禁止海域の拡大
1970年	昭和45年	廃棄物処理法制定 海洋汚染防止法制定	海洋投入の方法や管理について 規定
1971年	昭和46年	中央公害対策審議会答申	海洋投入処分はあくまで暫定的 な措置であり禁止する方向で対 処すべき旨の方針
1976年	昭和51年	海洋汚染防止法改正	し尿の投入場所を沿岸から50海 里以遠のC海域に限定
1980年	昭和55年	海洋汚染防止法改正	ロンドン条約(廃棄物その他の物 の投入による海洋汚染の防止に 関する条約:1972年締結)の発効、 廃棄物海洋投棄の規制強化
2002年	平成14年	廃棄物処理法改正	し尿・浄化槽汚泥等の海洋投入処 分全面禁止決定 ロンドン条約に基づき、廃棄物処 理法施行令の一部を改正、適用猶 予期間5年(2007年)
2007年	平成19年		し尿・浄化槽汚泥等の海洋投入処 分全面禁止

(2) 海洋投入量

清掃法制定後の1955（昭和30）年には、表1.3-4に示すとおり全国28都市⁵⁾において1,503千kL/年⁶⁾のし尿等が海洋投入されていた。全国の海洋投入量は、生活環境施設整備緊急措置法が制定された後の1966（昭和41）年にピークを迎え、5,201千kL/年であった⁶⁾。図1.3-5に示すとおりその後も施設整備に係る緊急措置法が制定され、し尿処理施設の整備が進められたが、し尿の海洋投入量減少は緩やかなものであった。

しかし、1980（昭和55）年にロンドン条約が発効され、海洋投棄全面禁止の機運が高まると、し尿処理施設の技術革新も相まって激に海洋投入量は減少することとなった。ロンドン条約発効後の1982（昭和57）年においては、4,736千kL/年⁶⁾であった海洋投入量が10年後の1992（平成4）年においては2,680千kL/年⁷⁾、廃棄物処理法が改正され海洋投入の全面禁止を決定した2002（平成14）年においては1,082千kL/年⁸⁾となり、2007（平成19）年には、全廃が達成されている⁹⁾。



(厚生省五十年史及び一般廃棄物処理事業実態調査結果より作成)

図1.3-5 し尿等の海洋投入量の推移^{6) 10) 11)}

表 1.3-4 し尿等の海洋投入実施状況（1955（昭和30）年4月1日現在）⁵⁾

県名	市名	人口	海洋投棄（石/月）			投棄船		
			直営	請負	計	石積	数	種類
北海道	室蘭	124,914	7,276		7,276			
東京		6,944,000	187,025		187,025	1,000	{ 2 17	鉄木
神奈川	横浜	1,126,107	1,568	72,843	74,411	500	16	木
"	横須賀	274,827	21,000		21,000	{ 400 200	1 1	木
"	川崎	432,402	27,440		27,440	800	2	木
静岡	焼津	67,582	70	210	280	9	1	木
愛知	名古屋	1,310,836	4,359		4,359			
三重	鳥羽	30,370		54	54			
大阪	大阪	2,542,462	22,990		22,990	500	1	木
"	泉大津	57,871		2,490	2,490	75	1	
兵庫	神戸	959,943	93,985		93,985	{ 450 380	1 3	
"	尼崎	357,936	29,100		29,100	300	2	木
"	西宮	218,123	1,007		1,007	150	1	木
"	芦屋	55,462	1,800		1,800			
和歌山	和歌山	216,644				{ 200 150 75	1 1 2	
岡山	岡山	233,050	2,458		2,458	300	1	木
"	玉島	50,151		100	100			
広島	広島	351,477	1,206		1,206	{ 250 120	1 1	木
"	呉	198,501	1,950		1,950	160	1	木
"	因島	41,844	900		900	70	1	木
山口	宇部	157,268	8,880		8,880	{ 176 154	1 1	木
福岡	門司	143,341	12,680		12,680	{ 400 350	1 1	木
"	小倉	240,423	8,573		8,573			
"	若松	96,121	5,061		5,061	250	1	
"	八幡	282,574	16,623		16,623	240	2	木
長崎	長崎	297,328	2,628	5,465	8,093	160	5	
"	佐世保	254,479		9,588	9,588	{ 150 240	5 1	
宮崎	延岡	115,000	4,500		4,500	330	1	木
合計		(石/月)	463,079	90,750	553,829			

(出典：都市におけるし尿塵芥処理の現状と対策（一部加筆）)

1.3.2 海洋投入船

(1) 船積

海洋投入されるし尿は、船積場までトラック、オートバイ、片引車、船等によって輸送された。船積場に集められたし尿は船積まで貯留槽や貯留船に貯留されるが、運搬してきた車や船に積まれたままとする場合もあった。船積は、自然流下（横浜市）、積込用ポンプで圧送（大阪市）、投入船自身のポンプで吸入（尼崎市）等の方法により行われた⁵⁾。また、船積されたし尿は、さらに大型の船舶に積み替えられる場合もあった。

(2) 海洋投入船の数と型式

1955（昭和30）年4月の全国市長会調査によると、当時、全国で77隻の海洋投入船が運用されていたが、そのほとんどが木造であった⁵⁾。なお、海洋投入船には、都市直営の船舶と請負船があり、都市によってはこれらを併用して海洋投入を実施していた。

海洋投入船の型式には、底部開放式、側面開放式、圧送式がある。底部開放式、側面開放式は海面に放出するが、圧送式では海中に注入することとなる。

底部開放式は、通常木造で50~100石（9~18 kL）の積載量を有し、被曳航船であった。この型式は安価で投入操作が容易であり、船体が小さいことから都市河川の沿岸の各地域で容易に船積できた。しかし積載量が少なく、曳船が必要であり、船足が遅い。また、投入後、海水を多少汲み出さなければならない欠点があった。さらに風波のあるときは沖に出て投入できず、海水の上層部を特に汚染した⁵⁾。

側面開放式は、曳船を必要としない型と必要とする型に分かれ、前者は通常木造で300~1,000石（54~180 kL）の積載量であった。し尿の投入口は通常両舷側に2箇所ずつあった。この型式は、比較的安価で底部開放式より風波に耐えられるため、沖に出て投入することが可能であった。また、航行しながら投入できるため、操作が簡易迅速であった。しかし、海水の上層部を特に汚染し、かつ、船積に適当な設備を設けなければならない欠点があった。曳船を必要とする型は、通常木造で200~300石（36~54 kL）の積載量を有し、底部開放式と曳船を必要としない側面開放式の間での性能を有していた⁵⁾。

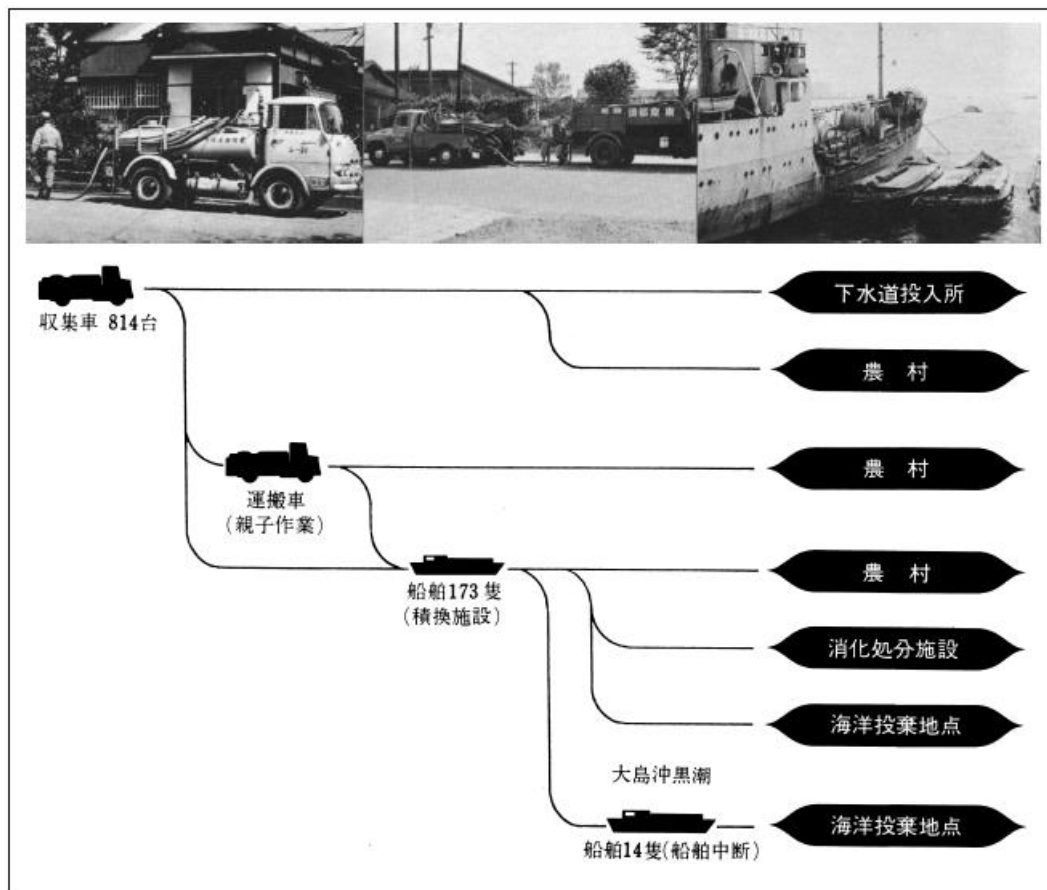
圧送式は、油輸送船と同型式で通常鉄船であった。積載量は一般に300石（54 kL）以上で、自力で航行し、船のエンジンによって海中にし尿を圧送する。この型式は風波に強いことから、沖に出て投入することが可能であった。操作は衛生的であり、船積も同じ方法で行えた。しかし、建造費がかさみ、操作がやや複雑であり、航行を停止して投入しなければならなかったため、投入に時間を要する等の欠点があった⁵⁾。

(3) 東京市、東京都の海洋投入

東京市では、清掃課によるし尿終末処分の一環として、当局の雇上船がし尿を海中に投入しており、それも最初の頃は近場の品川沖やお台場沖付近で、もっぱらダルマ船や伝馬船によって小規模に行われていたことがうかがえる。このような措置は、し尿の農村輸送

に対する農民側の感情的な拒否反応への応急的な対応策として行われた²⁾。

その後の東京都における陸上処分、農業利用も含めたし尿の運搬経路を図1.3-6に整理する。何度かの積み替えがなされる場合もあった。



(出典：東京都清掃事業百年史，200)

図1.3-6 し尿運搬経路 (1966 (昭和41) 年、東京都) ²⁾

1969 (昭和44) 年度においてのことであるが、最も長かった運搬経路としては、収集車からし尿中継所の中継槽へ投入され、そこから大型運搬車へ積み込まれ、し尿取扱所へ送られた。そこで船に積み込み、第六台場へ水上を運ばれ、海洋投入船に積み替え、海上を投入場所へと向かうという、実に5回も積み替えられるし尿が存在したという²⁾。

海洋投入において、東京都では1961 (昭和36) 年に「むらさき丸」(総トン数860 t、積載量990 kL)、1962 (昭和37) 年に「おおとり丸」(総トン数997.31 t、積載量1,080 kL) という2隻の大型船を購入し、「むさしの丸」(総トン数388.64 t、積載量323 kL)、「千代田丸」(総トン数667 t、積載量648 kL) とあわせて4隻の直営船で海洋投入にあっていた。なお、1971 ((昭和36) 年には「むらさき丸」に替わって「第二むさし丸」(総トン数990 t、積載量1,160 kL) が加わった。

東京都清掃事業百年史に示されている海洋投入船の概要を整理し、表1.3-5に示す。1935

(昭和10)年に竣工した「むさしの丸」(写真1.3-1)は、し尿運搬船として建造されたが、し尿の季節的需給関係を円滑にするため、海洋投入も行っていた。積載量は324 kLで、二重底、全通甲板を構え、船内は貨物の流動を防ぐため、隔板で12個に区分し、各区画ごとに制水隔板を増設していた。その後、購入された「千代田丸」、「むらさき丸」及び「おおとり丸」もタンカーとして建造されたものを改造して使われている。しかし、1971(昭和46)年に竣工した「第二むさしの丸」(写真1.3-2、図1.3-7)は、新造船である。安全性に重点を置き、し尿の投入時間を短縮するとともに、馬力の大きいエンジンを取り付けることにより作業能率をあげた。また、船室にゆとりを持たせたり、全居室に冷暖房を設備して、作業環境の改善をはかっている³⁾。

表1.3-5 東京都の海洋投入船概要(直営船)³⁾

名称	積載量	竣工年度	廃止年度	構造等	備考
むさしの丸	324kL	1935年 (昭和10年)	1970年 (昭和45年)	二重底、全通甲板を構え、船内は貨物の流動を防ぐため、隔板で12個に区分し、各区画ごとに制水隔板を増設	大型し尿運搬船として建造
千代田丸	648kL	1952年 (昭和27年)	1973年 (昭和48年)	し尿を海中に放出する放出口(スルースバルブ)を船底の左右1か所ずつ有し、船の浮力を利用しながら、貯留しているし尿の6割を海中に放出し、残りを真空ポンプでくみ上げて投入	当初タンカーとして建造されたものを購入
むらさき丸	990kL	1961年 (昭和36年)	—	し尿の海底への沈下を促進するため、し尿の全量を真空ポンプで水深16mの海中に放出する構造になっていたが、所定の能力を発揮できず、従来の手法で投入していた。	中古タンカーを改造
おおとり丸	1,080kL	1962年 (昭和37年)	1975年 (昭和50年)	—	中古タンカーを改造
第二むさしの丸	1,160kL	1971年 (昭和46年)	1986年 (昭和61年)	安全性に重点を置き、し尿の投入時間を短縮するとともに、馬力の大きいエンジンを取り付けることにより作業能率をあげた。	50海里以遠のC海域へは、本船及び雇上げ船3隻で対応

(東京都清掃事業百年史より作成)



(出典：東京都清掃事業百年史，665)

写真1.3-1 むさしの丸³⁾

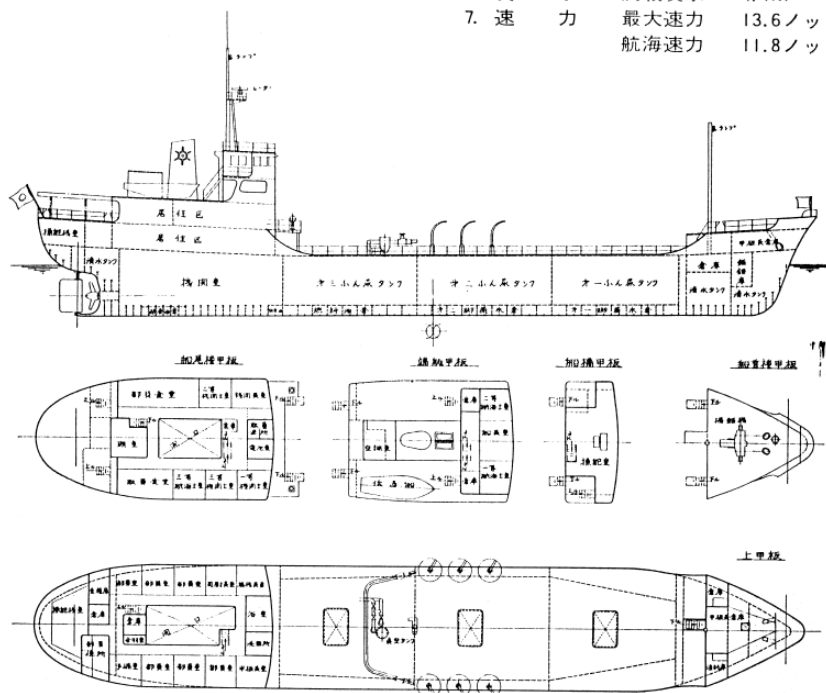


(出典：東京都清掃事業百年史，669)

写真1.3-2 第二むさしの丸³⁾

船体概要

1. 建造	林兼造船株式会社 横須賀造船所	4. 総トン数	990トン
2. 工費	218,800千円	全長	67.7M
3. 着工	昭和45年11月6日	幅	10.6M
完 成	昭和46年3月18日	深さ	5.2M
		5. 積載量	1,160kℓ
		6. 喫水	満載喫水 4.4M
		7. 速力	最大速力 13.6ノット
			航海速力 11.8ノット



(出典：東京都清掃事業百年史，669)

図1.3-7 第二むさしの丸船体概要³⁾

都では、直営船のほかに、雇上船も活用した。1969（昭和44）年度には7隻の雇上船が海洋投入にあっていた³⁾。

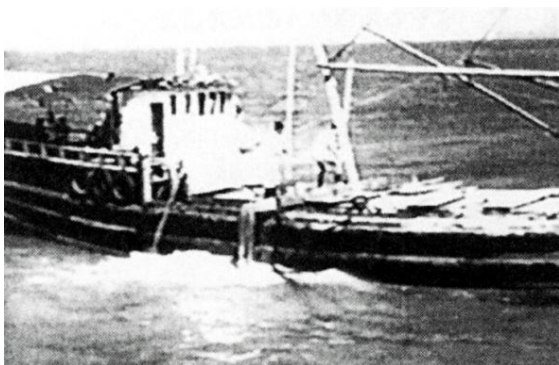
海洋投入は投入海域を厳守しなければならず、そのため、雇上船については監視制度をとって、投入海域の厳守に努めていた。

当時の状況について、元東京都清掃局員が以下のように語っている¹³⁾。

「海洋投棄を再開して間もなくして、『途中で垂れ流しているのではないか』という指摘が漁業関係者から出るようになり、事実、投棄点に近い海岸に尿尿が流れ着くということが起きました。そこで、雇い上げの船による投棄作業を監視するため、都の職員を随時に乗船させたらどうかということになりました。ところが、職員の間でパニックが起きました。捨てるものが捨てるものですから、非常に臭いです。船に乗るとプーンと臭うわけです。それだけでなく、蛆がハッチの隙間から出てきて甲板を這い回るわけです。まるで雪が降ったように甲板が真っ白になります。こうしたことから『汚物の臭気と揺れで、とても耐えられない』と、辞退者が後を絶ちませんでした。」

1.3.3 海洋投入方法

海洋投入方法は、投入船が航行を停止して行う方法（写真1.3-3の左）と航行しながら行う方法（写真1.3-3の右）とがある⁵⁾。



（出典：トイレ考・尿尿考）



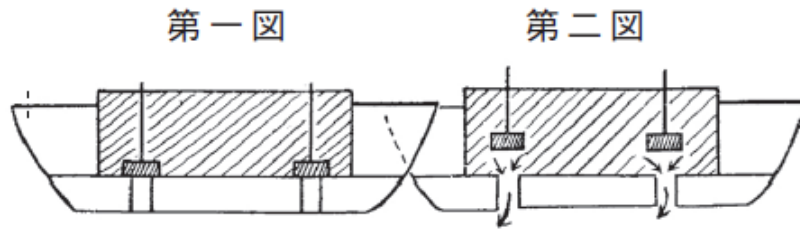
（出典：トイレ考・尿尿考）

写真1.3-3 海洋投入船によるし尿等の投入状況¹²⁾

航行しながら投入する場合、投入海域において、海面を疾走しながら、排出孔よりし尿を船外へ排出する。排出されたし尿は海水より比重が軽いせいで海面をただよいながら、海面を帯状に糞色に染めていくこととなる。周囲は糞尿臭で辺り一面を覆い尽くされる。¹⁾

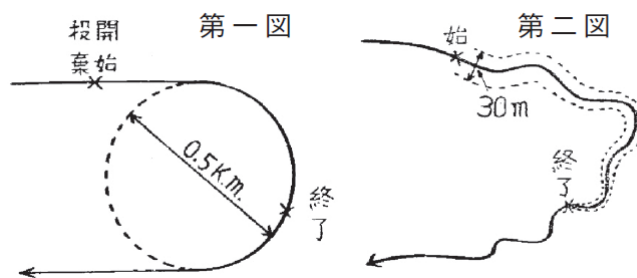
神戸市立衛生研究所調査研究報告によれば、実際の海洋投入状況は、次のようであったと記述されている¹⁴⁾。

「投棄船によって処理される汲取りし尿の量は370石（67 kL）であり、5.5～7ノットの速力で走りつつ投棄される（図1.3-8第二図）。投棄開始地点では投棄されたし尿は帯状に広がり直径は約30mとなるが投棄終了地点に移行するに従い徐々にその幅はせばまる。船は図1.3-9に於いてみられる如く直径0.5 kmの円の周囲を走る如く弧状に進む。なお曳航船と投棄船とを連結する引き綱を短くした為に図1.3-9第二図の如くジグザグ型の進行状態を示した。投棄は約5分で終了する。投棄終了約30分～60分経過するとし尿の帯状の幅はだんだん広がり遂には肉眼的には察知できなくなるが、し尿の黄色の帯の消失時間は船舶の影響にもよるが終了時間以降と思われる。投棄終了後60分を経過して投棄地点周囲を迂回するも付近海面はなおし尿臭を残す。水鳥多数が集まり海面に浮上している蛆虫等をついている状態を観察することができた。」



(出典：神戸市を中心とした汚染分布に関する研究)

図1.3-8 し尿海洋投入船の例（第二図は投入方法）¹⁴⁾



(出典：神戸市を中心とした汚染分布に関する研究)

図1.3-9 投入船曳舟の航路と実際の投入状況¹⁴⁾

海洋投入されたし尿は長時間浮遊し、潮流や風向によって沿岸に漂着するおそれもある。漁網の損傷、魚介類への被害なども発生しており、速やかな沈降により広範囲な拡散を防止する対策が求められていた。

このような状況において、東京都清掃研究所では、海洋投入における沈降促進方法と臭気の除去についての研究が行われた。1962（昭和37）年頃から硫酸第一鉄の添加室内試験が行われ、1964（昭和39）年には投入船による洋上実験が行われている。洋上実験における硫酸第一鉄の添加は、投入船への積込みの際に行われた。その結果、海面下に投入されたし尿は速やかに沈降し、浮遊物の漂流は見られなかった。以後、都では硫酸第一鉄粉末の0.1%をし尿に添加することにより、投入し尿の速やかな沈降と臭気の軽減をはかるようになった³⁾。この方法は、国内で海洋投入を行う他の自治体にも普及し、1970（昭和45）年の廃棄物処理法制定時のし尿の海洋投入方法として採用された。

1.3 参考文献

- 1) 東京都清掃局総務部総務課：東京都清掃事業百年史，93（2000）.
- 2) 東京都清掃局総務部総務課：東京都清掃事業百年史，200（2000）.
- 3) 東京都清掃局総務部総務課：東京都清掃事業百年史，664-674（2000）.
- 4) 三浦運一，他：し尿海洋投棄に関する研究(3)，大阪湾汚染共同調査報告，国民衛生，26，231-249（1957）.
上記文献の引用元は以下を参照。
山本攻：大阪市におけるし尿海洋投棄処分と大阪市立衛生研究所が果たした役割，資料，生活衛生，Vol.51，178-184（2007）.
- 5) 全国市長会：都市におけるし尿塵芥処理の現況と対策，26-35（1956）.
- 6) 厚生省五十年史編集委員会：厚生省五十年史（資料編），737-741（1988）.
- 7) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：日本の廃棄物処理－平成4年度版，1（1995）.
- 8) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：日本の廃棄物処理－平成14年度版，24（2005）.
- 9) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：日本の廃棄物処理－平成21年度版，38（2009）.
- 10) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課：一般廃棄物処理事業実態調査結果（1989～1997）
- 11) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：一般廃棄物処理実態調査結果（1998～2015）〈http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html〉2017年12月14日閲覧.
- 12) NPO 日本下水文化研究会尿尿研究分科会：トイレ考・尿尿考，38-39，（2003）.
- 13) NPO 日本下水文化研究会：「尿尿投棄船に乗って」（2008）
〈<http://sinyoken.sakura.ne.jp/caffee/cayomo001.htm>〉2017年12月18日閲覧.
- 14) 堀道紀，他：神戸市を中心とした汚染分布に関する研究（第一報），神戸市衛生研究所調査研究報告，17（1956）.
上記文献の引用元は以下を参照。
山本攻：大阪市におけるし尿海洋投棄処分と大阪市立衛生研究所が果たした役割，資料，生活衛生，Vol.51，178-184（2007）.

1.4 収集・運搬

1.4.1 収集・運搬の概要および技術の移り変わり

(1) 機械化以前のし尿収集

第二次世界大戦後、1950年代前半（昭和20年代後半）にバキューム車が開発されるまで、し尿の収集・運搬は、柄杓でし尿を汲み取り（写真1.4-1）、大八車やリヤカーで肥桶を運搬するのが一般的であった。都市部では、人口の集中に伴いし尿の汲み取り量が増加したため、運搬に荷車、オート三輪、トラック（写真1.4-2）なども利用し、運搬作業の能率化を図っていた。しかし、臭気や衛生面から、し尿の収集・運搬作業が社会的な問題となり改善が求められていた¹⁾²⁾。



（出典：東京都清掃事業百年史，410）

写真 1.4-1 手作業によるし尿汲み取りの例¹⁾



（出典：東京都清掃事業百年史，412）

写真 1.4-2 し尿の積み替えの例¹⁾

(2) し尿収集の機械化

1950（昭和 25）年、「屎尿の資源科學的衛生處理勸告（以下、衛生處理勸告）」でも“し尿汲み取りの機械化”が取り上げられ、その内容は、“し尿を人手、柄杓で取る原始的な方法を迅速で臭気の放散がない機械化汲取法にかえること”とされ、タンク車にポンプ付オート三輪車を接続してし尿収集を行う方法と、その利点が具体的に説明された¹⁾³⁾。

川崎市（神奈川県）では、バキューム車による収集・運搬作業の機械化が、「衛生處理勸告」が出される前（1949（昭和 24）年）から計画された。試行錯誤のうへ、1951（昭和 26）年 9 月にバキューム車が完成し、1952（昭和 27）年から本格的な運用が開始された。ここで開発されたバキューム車は、現在のものと構造がほぼ同じで、鋼鉄製タンクと真空ポンプを搭載し、連結された長さ 15 m、太さ 2 インチの吸引ホースにより、便槽からし尿を衛生的に汲み取ることができた。全国に先駆けて実施されたバキューム車によるし尿の収集・運搬は、長い吸引ホースの巻き取りやタンク内排ガスの臭気に難点があったものの、衛生的な収集・運搬作業に向けた取組として全国へ普及していった²⁾⁴⁾。開発当時のバキューム車およびし尿収集の例を写真 1.4-3 に示す。



（出典：私の清掃史，口絵）



（出典：私の清掃史，26）

写真 1.4-3 開発当時のバキューム車およびし尿収集の例⁴⁾

その後のバキューム車の普及について、当時の東京都の事例を紹介する。

東京都では、し尿収集の機械化が進み、効率的なし尿収集のために表 1.4-1 に示すような種類のバキューム車が使用された¹⁾。

表 1.4-1 当時のバキューム車の種類（東京都）¹⁾

種 類	内 容
大型バキューム車 (写真 1.4-4)	学校等の多量排出戸の収集に使用された。また、親子作業方式や中継槽を用いての中継作業のなかでも活躍した。大型バキューム車は、車体に鉄製タンク、真空給排装置（真空ポンプ）、作業時における消音、脱臭等の装置を備えていた。
小型バキューム車 (写真 1.4-5)	小口排出戸のし尿収集用に使用され、大型バキューム車と同様の各種装置を備えていた。収集作業の主力となるもので、大型車と組み合わせて親子作業、中継作業にあたるものもあった。
小型三輪バキューム車 (写真 1.4-6)	狭い路地で使用された超小型の車両。主に機械化初期に使用された。
軽小型バキューム車	小型三輪バキューム車が姿を消すと、狭小路地での作業用として 0.5 kL 積が登場した。各種装置は他のバキューム車と同様である。1973（昭和 48）年に廃止された。

注) バキューム車は、当時、吸上車と呼ばれていた。

(出典：東京都清掃事業百年史，414 を基に作成)



(出典：東京都清掃事業百年史，413)

写真 1.4-4 大型バキューム車の例¹⁾



(出典：東京都清掃事業百年史，413)

写真 1.4-5 小型バキューム車の例¹⁾



(出典：東京都清掃事業百年史，414)

写真 1.4-6 小型三輪バキューム車の例¹⁾

(3) バキューム車の改良

その後、車両の基本構造に大きな変化はないものの、安全や衛生面の向上、作業の効率化のために、いくつかの改良がなされた。

(a) ホース巻き取り装置 (ホースリール)

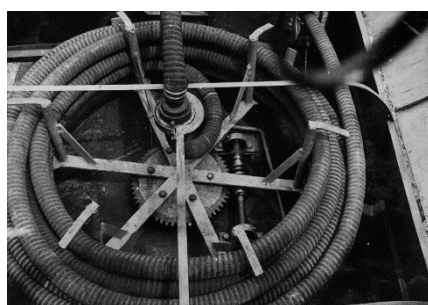
バキューム車導入当初、吸上ホースは、車両タンク上に装備されており、このホースの収納作業は人力で行われ、かなりの重労働であった。作業の効率化、安全確保のためにも、早期の改善が望まれるものであった。

1973 (昭和 48) 年頃になると、狭小路地作業に使用されていた 0.5 kL 積の軽小型バキューム車が製造中止となり、その対策として、小型バキューム車にホースリール (ホース自動巻き取り装置) が装備 (写真 1.4-7、1.4-8) され、狭小路地作業等に対処されることになった。これは、車両のバッテリーの力で、タンク上にホースを自動的に巻き取るものである。これを機に、ホースリールは順次導入されていき、現在では標準装備のひとつとなっている¹⁾。



(出典：株式会社モリタエコノス提供資料)

写真 1.4-7 ホースリール搭載バキューム車の例⁵⁾



(出典：東京都清掃事業百年史，415)

写真 1.4-8 ホースリールの例¹⁾

(b) 脱臭装置

バキューム車の導入によって、し尿の臭気の問題はいくらか改善されたが、それでもなお発散される悪臭には何らかの対策が必要とされた。

1961（昭和 36）年頃から東京都清掃研究所で脱臭について研究が行われ、1965（昭和 40）年、試験的に一部バキューム車に脱臭装置がつけられた。その成果を受けて、東京都では 1969（昭和 44）年に全車両への取り付けが完了された¹⁾。

（４）バキューム車のイメージアップ

し尿等の収集・運搬に使用されるバキューム車は、悪臭を伴うとしてマイナスイメージが大きく、未使用の車を見ても不快に感じると言われるほど、その視覚やイメージだけで嫌悪感をもつ場合が多い。1975（昭和 50）年頃から、バキューム車のタンク部分（ホース収納部を含めて）をカバーで覆うことにより、一見トラックのような外観をもつ車両（アルミパネル車）が普及しはじめた。搬入業者からみると作業性に難があると言われるが、周辺住民の嫌悪感情を和らげるには効果がある²⁾。

その後、1998（平成 10）年頃からデザインやメンテナンス性を向上したエコパネル車が登場し、アルミパネル車とともに住宅密集地やバキューム車の往来が制限される地区等に徐々に普及している。詳細は「1.4.2（2）（a）～（c）」の項に示す。

（５）浄化槽汚泥濃縮車の出現

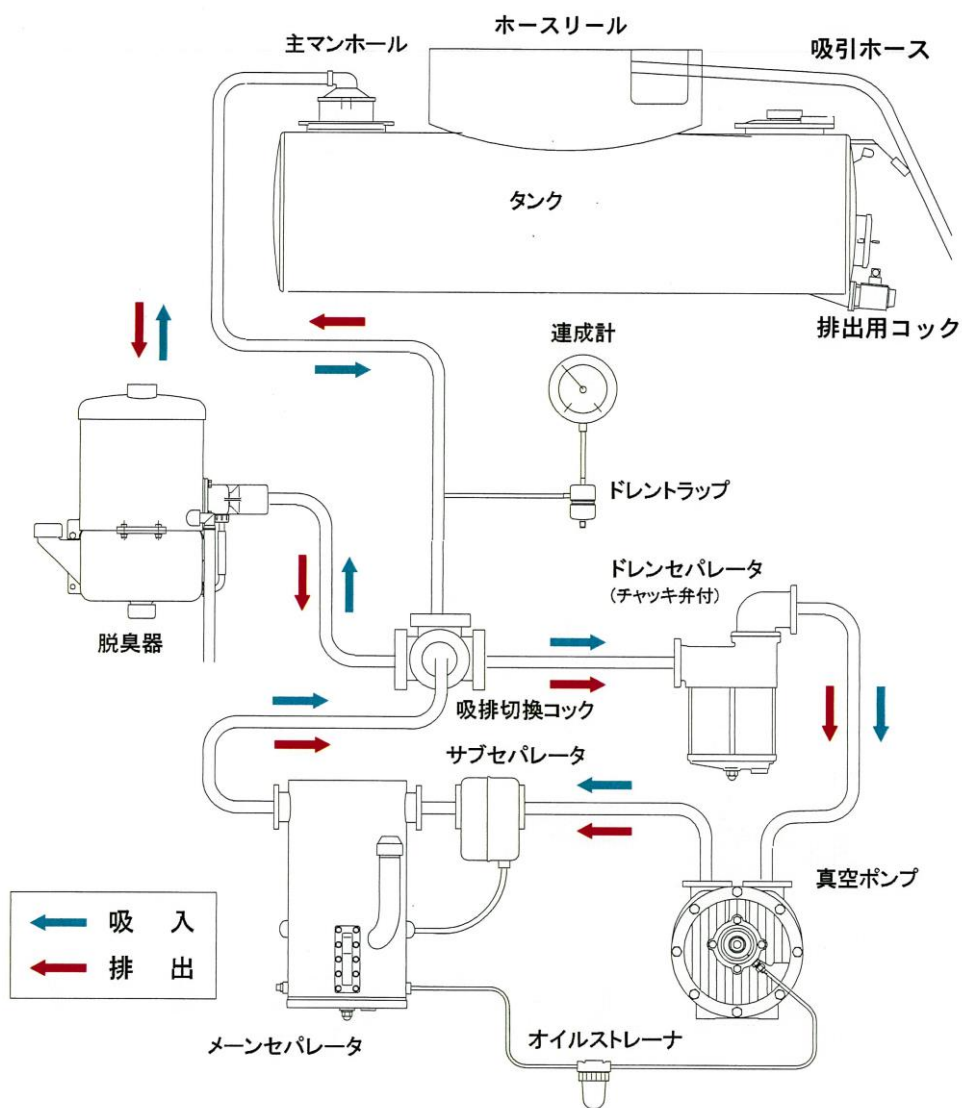
1980 年代（昭和 50 年代後半）に入ると、浄化槽汚泥の減量化や輸送効率の向上および水のリサイクルを目的として、浄化槽汚泥濃縮車が開発・実用化された。汚泥濃縮車は、浄化槽の清掃時に浄化槽汚泥を濃縮して収集・運搬する車両で、その後も作業性に関する改良が加えられ、1990 年代（平成年代初頭）中盤から徐々に普及していった⁶⁾。

浄化槽汚泥濃縮車の詳細については「1.4.2（2）（d）」の項に示す。

1.4.2 バキューム車（収集・運搬車）

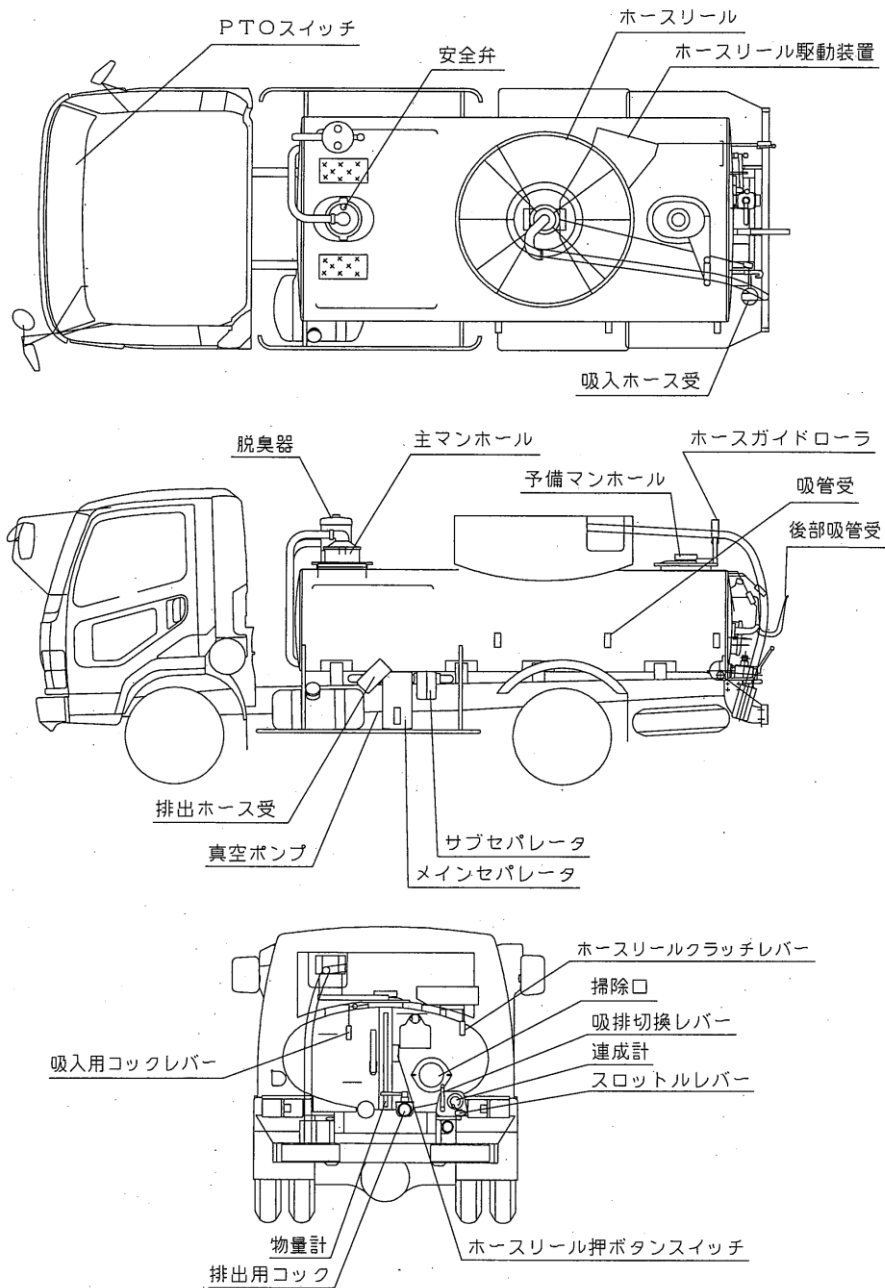
(1) 原理および構造

バキューム車の原理と基本的構造は、開発当時から今日に至るまで大きくは変わっておらず、以下に示すとおりである。標準的なバキューム車フローシートの例を図 1.4-1 に、バキューム車各部名称の例を図 1.4-2 に示す。



(株式会社モリタエコノス提供資料)

図 1.4-1 バキューム車フローシートの例⁵⁾



(株式会社モリタエコノス提供資料)

図 1.4-2 バキューム車各部名称の例⁵⁾

原理は、タンク内を負圧にし、大気圧とタンク内の内圧の差により、吸引ホースから液体（し尿等）をタンク内に吸い上げる。吸込み最大高さは理論上 9.5 m だが、配管抵抗などによる圧力損失があり、実作業時は 7~8 m 程度が限度である⁵⁾。

真空ポンプへの配管は、タンク内の空気のみを吸い込むようにタンク上部に接続され

る。積載物を吸い込むためのホースは、タンク下部にバルブを介して装着される。真空ポンプは、エンジンを動力とし PTO^{注1)} 出力で駆動する。

注 1) PTO：車両駆動用のエンジン動力を作業機の駆動のために取り出す機構のこと。

真空ポンプが、タンク内の空気を吸引するとタンク内の圧力が低下し、この状態で吸引ホースのバルブを開くと、タンク内の圧力と大気圧の差により液体を吸引する。

吸引する液体そのものはポンプを通過しないため、ホースとバルブを通るものであれば、多少の固形物や粘度の高い液体でもタンク内に積載することができる。また、配管の切り替えやポンプの逆転によりタンク内に空気を流入させれば、同じホースを使い、積載物を排出することができる⁸⁾。し尿等の吸引・投入は、このような原理を応用している。

(2) 現代のバキューム車の種類⁵⁾

現在使用されているバキューム車には、以下のような種類がある。標準的なバキューム車の他にバキュームタンク等の架装全体を外装パネルで覆ったパネル式バキューム車や浄化槽汚泥濃縮車がある。

(a) 標準的なバキューム車

ホースリールが開発されて以来、車両の基本構造に大きな変化はないが、改良が加えられ現在の主流となっている。バキューム車のタンク容量は 1.8～9.5 kL のものが多い(写真 1.4-9)。



(株式会社モリタエコノス提供資料)



(東邦車輛株式会社提供資料)

写真 1.4-9 標準的なバキューム車の例⁵⁾⁷⁾

通常のし尿等の収集・運搬にはタンク容量 1.8～3.7 kL が使用されることが多い。収集区域内に中継槽がある場合や大型の合併処理浄化槽・農業集落排水施設などから汚泥が持ち込まれる場合は、タンク容量 9.5 kL などの大型車で運搬されることもある。

(b) アルミパネル式バキューム車

バキューム車タンク等の架装全体をアルミパネルで囲うことにより、従来のイメージを一新したバキューム車で、1975(昭和 50)年頃開発され住宅密集地やバキューム車の往来が制限される地区等に普及してきた(写真 1.4-10)。



(株式会社モリタエコノス提供資料)

写真 1.4-10 アルミパネル式バキューム車の例⁵⁾

吸引・排出作業は後部のシャッターを開けて行う。パネル側面にはメンテナンス用の点検口を兼ねた扉が設けられている。タンク容量は 1.8 kL、3.5 kL が普及している。

(c) エコパネル式バキューム車

アルミパネル式バキューム車をさらに進化させたものとして 1998 (平成 10) 年頃から実用化された (写真 1.4-11)。



(株式会社モリタエコノス提供資料)

写真 1.4-11 エコパネル式バキューム車の例⁵⁾

バキューム車のタンク全体を外装パネルで囲み、車両側面や後面に描くイラストや文字の自由度をアップさせて従来のイメージを一新したバキューム車として登場した。外装パネルはサイドパネルに跳ね上げ式を採用するなど、メンテナンス性を向上させている。タンク容量は 1.8 kL、3.6 kL が普及している。

2010 年代 (平成 20 年代) には、さらに魅せるイメージを向上した改良型エコパネル式バキューム車が登場した (写真 1.4-12)。



(株式会社モリタエコノス提供資料)

写真 1.4-12 改良型エコパネル式バキューム車の例⁵⁾

外装パネルのデザインの多様化により、観光地周辺等の収集・運搬に徐々に普及している。外装パネルは FRP などにより軽量化が図られている。タンク容量 3 kL が普及している。

(d) 浄化槽汚泥濃縮車

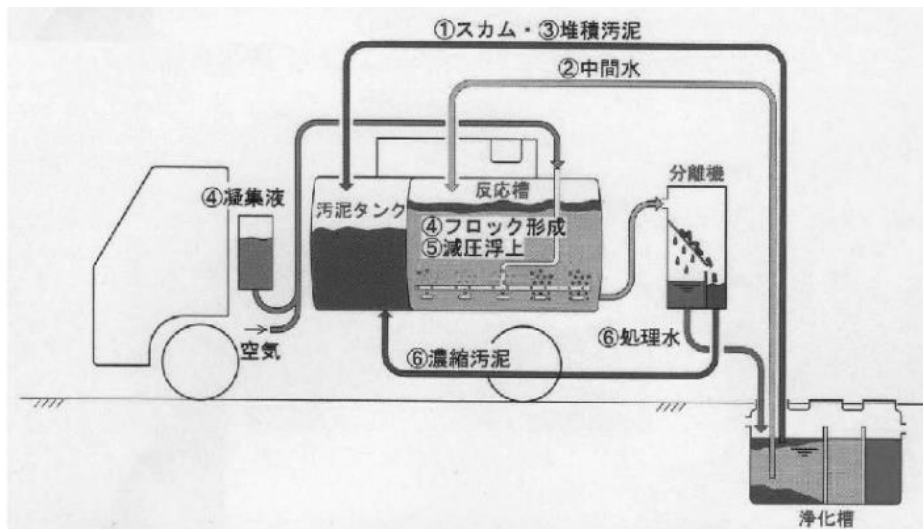
浄化槽汚泥濃縮車（以下、汚泥濃縮車）は、汚泥の減量化や輸送効率の向上および水のリサイクルを目的として 1980（昭和 55）年頃に開発された。当時は、作業時間が比較的長いことや社会的なニーズの高まりがなかったことからあまり普及しなかった。その後、作業性の向上などの改良が図られ、1995（平成 7）年頃から徐々に普及してきた。2016（平成 28）年現在、国内の汚泥濃縮車納入台数は 215 台程度となっている（主要メーカー聞き取り調査結果より）。

改良された汚泥濃縮車の外観、処理フローシートの例を写真 1.4-13、図 1.4-3 に示す。



(株式会社モリタエコノス提供資料)

写真 1.4-13 汚泥濃縮車の例⁹⁾



(出典：浄化槽汚泥濃縮車の構造と特徴 (1))

図 1.4-3 汚泥濃縮車処理フローシートの例⁹⁾

代表的な汚泥濃縮車の構造は、バキューム車のタンクを凝集反应用と汚泥タンクの2槽構造とし、凝集剤注入装置と固液分離装置などを付加したもので、固液分離機には、バー型傾斜スクリーンやドラムスクリーン等が用いられている。車両は4トン車で、汚泥タンク容量1,500L、凝集反応タンク容量2,500L程度である。

収集車両として汚泥濃縮車を用いた場合は、その減量効果を考慮した収集量原単位を用いて搬入量を算定しなくてはならない。汚泥濃縮車を用いた場合の減量効果として、バキューム車と汚泥濃縮車を用いた場合の搬入汚泥量を比較した事例を表1.4-2に示す。

表 1.4-2 バキューム車と濃縮車の搬入汚泥量の比較^{10) 11)}

(計画清掃対象汚泥を100%とした場合)

名称	単独処理浄化槽 (戸建て住宅)	合併処理浄化槽 (戸建て住宅)
バキューム車	105%	113%
汚泥濃縮車	25.3%	46.0%
減量効果 ^{注2)} (%)	24.1%	40.7%

注2) 減量効果=汚泥濃縮車での搬入汚泥量/バキューム車での搬入汚泥量

(出典：浄化槽の清掃作業原単位に関する検討を一部加筆)

清掃対象汚泥量に対する搬入割合は、バキューム車の場合、単独処理浄化槽105%、合併処理浄化槽113%を示している(清掃時の洗浄水量含む)。一方、汚泥濃縮車の場合、清掃対象汚泥量に対する搬入割合は、単独処理浄化槽25.3%、合併処理浄化槽46.0%

を示し、バキューム車に対しては、単独処理浄化槽 24.1%、合併処理浄化槽 40.7%であり汚泥減量効果が確認されている¹¹⁾。

その他に浄化槽清掃作業の合理化が期待できる。通常の浄化槽の清掃はバキューム車 2 台 1 組での作業（1 台は汚泥引き抜き、もう 1 台は張り水用給水車）であるが、汚泥濃縮車では、1 台で汚泥引き抜きによる清掃から水のリサイクルによる張り水まで行うことができる。

汚泥濃縮車による清掃作業手順を表 1.4-3 に示す⁶⁾。

表 1.4-3 汚泥濃縮車による清掃作業手順⁶⁾

<p>①浄化槽内のスカムを汚泥タンクに吸引する。</p> <p>②浄化槽内の中間水を反応槽に吸引する。</p> <p>③浄化槽内の堆積汚泥を汚泥タンクに吸引する。</p> <p>④反応槽にて空気攪拌を行いながら凝集液を添加、フロックを形成する。</p> <p>⑤反応槽を減圧しフロックを減圧浮上させる。</p> <p>⑥反応槽の汚泥水を分離機に排出し、固液分離した処理水は浄化槽に張り水として返送、汚泥は汚泥タンクに吸引する。</p>

(出典：次世代バキュームカー)

汚泥濃縮車導入に関する留意事項として、以下があげられる。

- ①処理施設への搬入量は少なくなるが、高濃度の汚泥を搬入することになり、濃縮汚泥の混入率が高くなると既存の施設の前処理設備などへの影響が懸念されることから、濃縮汚泥を搬入する場合は、事前に施設側と調整する必要がある。
- ②新施設計画時は、収集区域内の汚泥濃縮車の有無や将来の導入計画および濃縮汚泥搬入量について調査しておく必要がある。

(3) 収集時の臭気対策等

バキューム車によるし尿等の吸引作業時には、主な臭気源である高濃度の硫化水素、アンモニアが発生する。バキューム車の臭気は、真空ポンプから排気されるラインの脱臭器により脱臭される。

脱臭方式として、中和・マスキング方式、水溶・マスキング方式、活性炭吸着方式、燃焼脱臭方式などがある。主な脱臭器の比較例を表 1.4-4 に示す。

表 1.4-4 主な脱臭器の比較例⁵⁾

脱臭方式	中和・マス킹方式	水溶・マス킹方式	活性炭吸着方式	燃焼方式
概要	臭気に脱臭剤（芳香剤）を添加し、不快な臭いを芳香臭に置き換える方法。	水と臭気を接触させ臭気成分を水に吸収させる方法。水には芳香剤として脱臭剤を希釈配合。	活性炭の吸着作用により臭気成分を除去する方法。	完全燃焼により臭気成分を分解し、無臭化する方法。
使用脱臭剤	脱臭液 15 L	脱臭液 0.2～0.36 L	活性炭 20～40 L	不要
脱臭剤交換目安	1 週間に 3 L 追加	1 週間に 2 回交換	夏場：1 ヶ月毎 冬場：2 ヶ月毎	不要
その他必要用役	—	水 10～18 L 1 週間に 2 回交換	—	軽油 2.1 L/h
脱臭剤の後処理	不要	要	要	不要
特長	・軽量、コンパクト ・メンテナンス性良（脱臭液補充のみ）	・水による脱臭が主で低ランニングコスト	・脱臭効果が高い ・メンテナンス性良（脱臭剤交換のみ）	・脱臭効果が非常に高い ・車両燃料使用で低ランニングコスト
脱臭効果	△	△	◎	◎
イニシャルコスト	◎	○	○	△
ランニングコスト	○	◎	△	○
実用化の時期	1970 年代 (昭和 40 年代後半)	1980 年代 (昭和 50 年代後半)	1980 年代 (昭和 50 年代後半)	1990 年代 (平成元年代)

(記号の説明) 脱臭効果：◎ > ○ > △、コストの安さ：◎ > ○ > △

(株式会社モリタエコノス提供資料を基に作成)

実際の運用においては、イニシャルコスト・ランニングコスト面などより、脱臭剤を使用したマス킹方式（中和・マス킹または水溶・マス킹）が大部分を占めている。脱臭剤については、香料と各種脱臭成分の組み合わせなど各メーカーにて開発・改良が進められている。

2016（平成 28）年頃から、バキューム車の作業時に使用する真空ポンプの潤滑油に、芳香剤の成分を調合した特殊な潤滑油を使用することで、同製品が真空ポンプと配管を通じてバキューム内を循環し、不快な臭いを芳香臭に変える方法も実用化されている⁷⁾。

脱臭効果の高い活性炭吸着方式はランニングコストが高く、燃焼脱臭方式はイニシャルコストが高いこともあり現在の普及率は低いが、周辺環境対策などから今後増えることが予想される。なお、燃焼脱臭方式の燃料には、車両（ディーゼルエンジン車）で使用する軽油を利用することが多い。LP ガスによる燃焼は安全面より採用事例が少ない。

1.4.3 し尿運搬の歴史（東京都の事例）¹⁾

（1）概要

し尿の運搬は、収集の機械化や社会情勢の変化とともに移り変わってきた。し尿の農地還元や海洋投入処分が行われていた当時の、し尿運搬の移り変わりについて東京都の事例などを参考に以下に記載する。

（2）運搬方法

（a）大八車、リヤカーによる運搬

戦前から、柄杓でし尿を汲み取った肥桶の農耕地への運搬やトラック等への積み替え場所への運搬に利用されていた。戦後、バキューム車の普及により姿を消した。

（b）し尿の鉄道輸送

戦前から、都市化が進んだ東京などでは、肥料として利用されるし尿の需要先が近県農村へと移行したことで大量輸送が可能な鉄道輸送が行われていた。

東京での鉄道輸送は、明治末の民間の営利事業に始まり、農地還元が衰退した 1955（昭和 30）年頃まで行われた。なお、自動車（トラック）輸送が主流となった 1936（昭和 11）年から 1944（昭和 19）年の期間、鉄道輸送は廃止された。

（c）自動車輸送

（ア）戦前の自動車輸送（トラック）

東京では、近県農村へのし尿の自動車輸送が 1933（昭和 8）年に開始され、その後、輸送の主流となっていた。しかし、1944（昭和 19）年、戦争の激化に伴う燃料不足や新車補充難のため、船舶輸送やマンホール投入に切り替えて縮小され、同年から鉄道輸送も再開された。

（イ）戦後の自動車輸送（バキューム車）

バキューム車の普及により、運搬用トラックやリヤカーなどは姿を消した。バキューム車で処分地まで直送するほかに、小型車で収集したし尿を大型の車両に積み替えて運搬する以下の中継技術が考案された。

（i）親子作業方式

大型バキューム車 1 台に小型バキューム車 3 台を組み合わせ、小型車によって収集したものを大型車に積み替えて運搬し（写真 1.4-14）、作業効率の向上を図るもの。東京では、1956（昭和 31）年から採用されたが、交通事情の悪化等により、1965（昭和 40）年から 3 ヶ年で廃止された。



(出典：東京都清掃事業百年史，148)

写真 1.4-14 親子作業方式によるし尿の積み替えの例¹⁾

(ii) 中継方式

中継槽による中継方式で、し尿取扱所まで遠距離にある作業地域からの陸上輸送において、輸送効率の向上を図るため、1957（昭和 32）年頃から設けられた（写真 1.4-15）。ここで小型バキューム車から輸送専門の大型バキューム車への積み替えが行われた。

現在も全国の収集区域が広域に及ぶような地域においては、中継基地方式として採用されているところもある。



(出典：東京都清掃事業百年史，420)

写真 1.4-15 し尿中継槽の例¹⁾

(d) 水上輸送

東京では、戦前からし尿の大量輸送が可能な河川を利用した船舶による水路輸送方法が発達していた。収集されたし尿は、し尿の積み替え施設（扱場）で船舶に積み替

えられ、農村へ輸送されていた。戦前の自動車輸送の登場で船舶輸送の割合はいったん減少することになった。

一方では、農耕地へし尿を海洋輸送するための「大型し尿運搬船」として1935（昭和10）年に「むさしの丸」、1938（昭和13）年に「優清丸」^{注3)}が竣工し、神奈川県や千葉県の着船所へし尿を輸送した。これらの船舶は、臨時の場合は海洋投入作業にも従事するものとされた。農地還元のためのし尿需要には季節的な変動があるため、その解決策として海洋投入が行われたものである。「むさしの丸」は、1950（昭和25）年、海洋投入が再開されたときは、これに専従するものとなった。

注3) 大型し尿運搬船は、戦争の激化により1944（昭和19）年、軍に徴用され、「優清丸」は1945（昭和20）年3月南方方面海上で重油輸送中、攻撃を受け沈没した¹²⁾。

その後、東京では1999（平成11）年、海洋投入処分が廃止されると、これに伴い船舶によるし尿輸送の役割も終了した。

1.4 参考文献

- 1) 東京都清掃局総務部総務課編：東京都清掃事業百年史，東京都清掃局総務部総務課，146-148・410-422（2000）.
- 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部、一般財団法人日本環境衛生センター編：平成 28 年度し尿処理技術・システムに関するアーカイブス作成業務報告書，40-45(2017).
上記文献の引用元は以下を参照。
田所正晴：神奈川県におけるし尿処理施設の変遷，平成 23 年度版（2011），神奈川県環境科学センター研究報告第 34 号，1-13（2011）.
- 3) 経済安定本部資源調査会編：資源調査会勧告第 9 号 屎尿の資源科学的衛生処理勧告，経済安定本部資源調査会，1-6（1950）.
- 4) 工藤庄八編：私の清掃史－清掃事業の近代化にかけて－，工藤庄八，24-26・109-110（1987）.
- 5) 株式会社モリタエコノス提供資料：バキューム車説明資料，（2017）.
- 6) 関川貴寛（2010）：環境リレーコラム第 19 号（2010 年 4 月号）次世代バキュームカー，〈http://133.33.73.63/column/19/colomn_19.htm〉2018.03.08 閲覧。
上記文献の引用元は以下を参照。
里見恭一郎：浄化槽汚泥濃縮車の構造と特徴（2）－東急車輛製造(株)－，都市清掃，61（285），420-426（2008）.
岡城孝雄：汚泥再生処理センターと浄化槽汚泥濃縮車，都市清掃，61（285），431-437（2008）.
- 9) の論文.
- 11) の論文.
- 7) 東邦車輛株式会社提供資料：バキューム車資料（2017）
- 8) バキュームカー－Wikipedia，〈<https://ja.wikipedia.org/wiki/バキュームカー>〉2018.01.26 閲覧.
- 9) 上田守弘：浄化槽汚泥濃縮車の構造と特徴（1）－株式会社モリタエコノス－，都市清掃，61（285），420-426（2008）.
- 10) 社団法人全国都市清掃会議編：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版，全国都市清掃会議，19（2006）.
- 11) 渡辺孝雄，根本正，山川敏幸：浄化槽の清掃作業原単位に関する検討，浄化槽研究，14（1），15-23（2002）.
- 12) 東京都清掃局総務部総務課編：東京都清掃事業百年史，東京都清掃局総務部総務課，93-94・664（2000）.

1.5 受入・貯留

1.5.1 前処理技術の移り変わり

し尿・汚泥再生処理の処理対象物は、生活排水処理体系の推移と適正化に伴い変化していった。し尿処理施設に搬入されるし尿・浄化槽汚泥等には、その時々における生活排水処理の状況に応じて、様々なきょう雑物が混入してきた。それに対応するためのきょう雑物除去など前処理技術の移り変わりを以下に示す。

(1) 初期のきょう雑物除去

し尿処理施設（嫌気性消化処理方式）が普及しはじめた 1950 年代前半（昭和 20 年代後半）の施設では、汲み取りし尿中のきょう雑物除去に、主としてバースクリーンなど当時の下水処理と同様の方法が用いられた（図 1.5-1）。しかし、し尿中のきょう雑物は下水中のきょう雑物と量・質ともに異なり、きょう雑物の回収率が低いこと、除去装置の故障あるいは強度の臭気の発生さらには作業環境の悪化等が重なり、きょう雑物除去が現場できらわれ、小規模下水処理で行われているきょう雑物破碎方式がスクリーンに代わって登場した（図 1.5-2）。その後、数年を経ずして、きょう雑物は除去されず、細断されてし尿とともに主工程（嫌気性消化槽）へ送られる方法に変わっていった¹⁾。

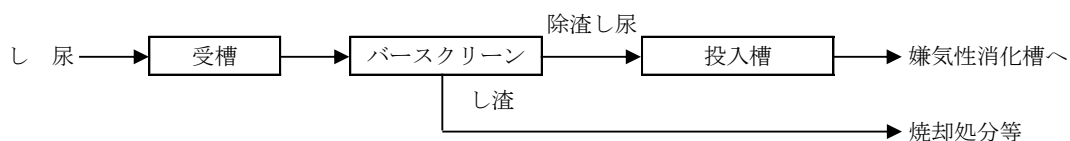


図 1.5-1 バースクリーンによるきょう雑物除去方式の例

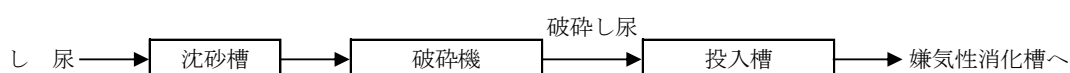


図 1.5-2 きょう雑物破碎方式の例

(2) 前処理技術の変更による弊害¹⁾

バースクリーンに代わるきょう雑物破碎方式への変更は、当時のし尿処理の主工程である嫌気性消化槽内にスカム増加となって現れ、脱離液の水質にも悪影響をおよぼした。また、後段の好気性（活性汚泥）処理工程に対しては、SS 性きょう雑物が槽表面に浮上して処理水中に混在するなど、処理機能に影響を与え、きょう雑物破碎方式を用いない方向への検討が必要になった。

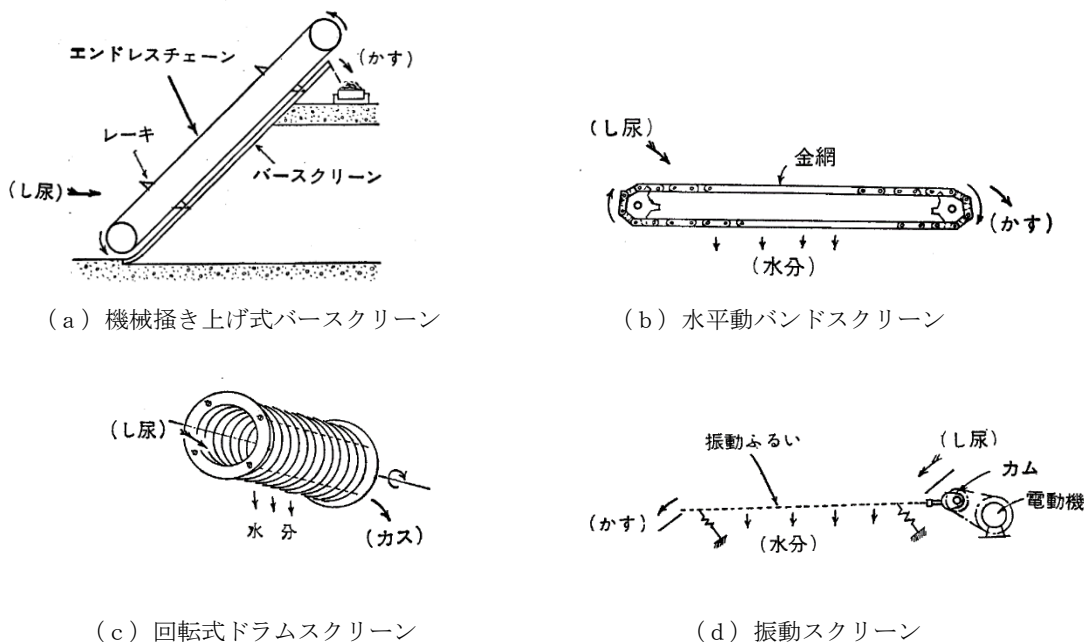
スカムの増加については、これを定期的に除去する作業が新たに生じ、その除去期間中は消化槽上部のマンホールを開放するため、遠く場外にまで悪臭が飛散し、処理場に

対する不信感を大きくするなどの社会的影響にまで発展していった。処理工程全体をシステムとしてとらえないことによって生じた当然の帰結であったと言われている。

(3) 前処理技術の開発^{1)~3)}

当時のし尿処理の主工程である嫌気性消化槽に発生した機能上の欠陥を是正するために、前処理などの周辺技術が再検討され、新しい技術を生む努力が重ねられていった。

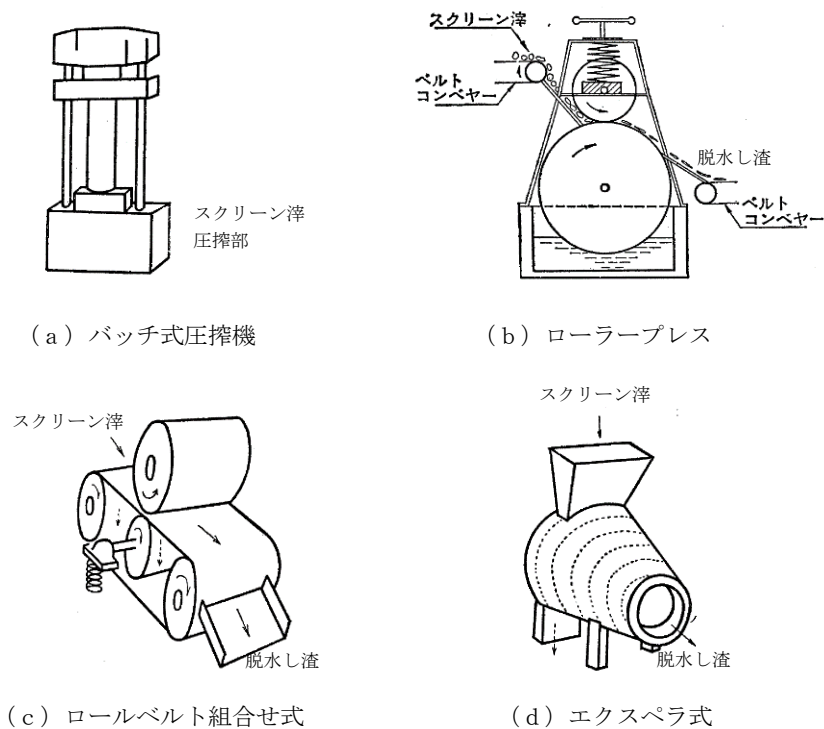
1960(昭和35)年~1970(昭和45)年にかけて、きょう雑物の除去装置については、機械式掻き上げスクリーン、水平動バンドスクリーン、回転式ドラムスクリーン(以下、回転式ドラムスクリーン、ロータリードラムスクリーン等を総称してドラムスクリーンと言う。)、振動スクリーンなどの各種スクリーン(図1.5-3)のほか、遠心分離式除渣装置などが、次々と実用化され、臭気対策も考慮されるようになっていった。



(出典：し尿処理施設ハンドブック，91-92)

図1.5-3 当時の各種スクリーンの例²⁾

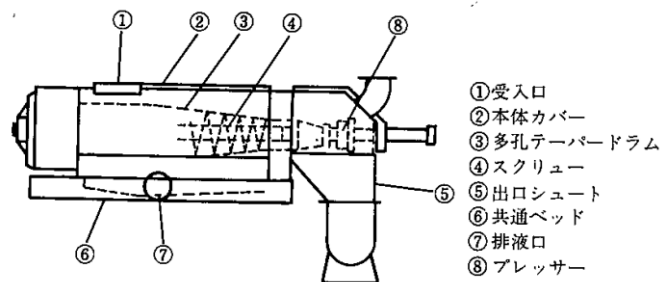
当初のきょう雑物(し渣、図中ではスクリーン滓)の脱水は、図1.5-4に示すような、人力、重力、油圧、水圧等によるバッチ圧搾機、大小2個のローラで脱水するローラープレス、ローラとベルトによるロールベルト組合せ式、エクスペラによる方法等で圧搾脱水が行われていた。このうち、ローラープレスがもっとも一般的であった。



(出典：し尿処理施設ハンドブック，144・339に加筆)

図 1.5-4 当初の各種し渣脱水機の例（スクリープレス出現前）²⁾

その後、スクリープレス（図 1.5-5）が技術導入され、その結果、前処理はドラムスクリーンとスクリープレスの組み合わせが主流となった。詳細は、「1.5.10 きょう雑物除去装置」に示す。



(出典：し尿処理施設ガイドブック，382)

図 1.5-5 し渣脱水用スクリープレスの例¹⁾

(4) ドラムスクリーン技術の進化

ドラムスクリーンへの投入は、導入当初、前段に砂溜りを設けるだけで、破碎ポンプを使用しない流下式（直接投入）が多かった。そのため、下着類をはじめ大型の布類などがし渣脱水用のスクリープレスに入り故障の原因にもなった。

その後、破碎したし尿をドラムスクリーンに供給する方式が実用化され、前処理技術は、“破碎機 → ドラムスクリーン → スクリュープレス → し渣焼却”という典型的なフローに落ち着いていった³⁾。

大型のきょう雑物による移送ポンプ、配管、バルブなどの閉塞を防止するために採用される破碎機は、横型破碎機、特殊横型破碎機、ポンプ型破碎機、縦型破碎機、うず流縦型破碎機など各種の破碎機が実用化されたが、その後、横型破碎機、うず流縦型破碎機に収束されていった。

(5) 細目ドラムスクリーンの開発

ドラムスクリーンの目幅に関しては、当初、粗目（4～7 mm 程度）を採用していたため、細かいきょう雑物が流出して、ポンプ、配管、バルブなどの閉塞を招き、後段の水槽等でスカムが異常発生する事態がみられた。

生物学的脱窒素処理方式によるし尿処理施設の普及に併せ、1980（昭和 55）年前後から細目（1 mm）を採用する施設が増えた。細目ドラムスクリーンが出現した当初は、粗目と細目のドラムスクリーンの組み合わせが主流であったが、技術改良により、1980年代中盤（昭和 60 年前後）から細目スクリーン 1 段式を採用する施設が増加した。さらに、1980 年代後半（昭和 60 年代前半）になると膜分離技術の登場とともに微細目ドラムスクリーン（0.7 mm）を採用する施設も現れるようになった³⁾。

(6) ドラムスクリーンの浄化槽汚泥油分対策⁴⁾

1990 年代（平成年代初頭）には、浄化槽汚泥の油分によるドラムスクリーンの目詰まりが問題となり、温水洗浄装置（温水温度 60～70℃、洗浄水圧 0.6 MPa 程度）が開発された。また、同時期にアルカリ洗浄装置（苛性ソーダ 5～10%液利用）も開発された。

その後、スクリーンに強固に固まった油分や付着した析出塩（リン酸マグネシウムアンモニウム塩等）対策として、高圧温水洗浄装置（温水温度 60～70℃、洗浄水圧 2 MPa 以上）が開発され現在に至っている。

1.5.2 受入・貯留設備の概要⁵⁾

現在の受入・貯留設備の計画は、泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版（以下、「計画・設計要領 2006 改訂版」）に準拠することが多いが、本項では近年の傾向などを交え記載する。

本設備は、収集・運搬車（本項では、バキューム車を収集・運搬車と言う。）で搬入されるし尿および浄化槽汚泥（以下、し尿等）、および液状廃棄物を受け入れ、きょう雑物・砂等を処理、貯留する設備であり、計量機、受入口、受入槽、きょう雑物除去装置、（焼却装置）、貯留槽等を組み合わせたものより構成される。なお、液状廃棄物として搬入されるものには、下水汚泥、ディスポーザ処理汚泥等がある（浄化槽濃縮汚泥、

農業集落排水汚泥は浄化槽法の定義に従い、本項では浄化槽汚泥に含むこととして扱う)。

焼却装置については、脱水し渣は非衛生的であるため焼却する必要があることから、以前は受入・貯留設備に位置づけされていた。その後、し渣専用ではなく、し渣と一緒に処理工程の余剰汚泥(脱水・乾燥汚泥)を焼却することが多くなり、現在は、汚泥処理設備に位置づけされている。汚泥再生処理センターのみが国庫補助事業対象となった1998(平成10)年以降は、新たな焼却装置の採用が減少し、し渣を場外のごみ焼却施設等へ搬出し焼却されることが多くなった。なお、場外での処理が困難な場合、脱水したし渣や再生しない場合の汚泥は、焼却処理等により衛生的な処理を行うことが必要である。焼却設備については、「4.2.4 焼却設備」に示す。

本設備では、受入口から投入した収集し尿等を沈砂槽等で沈砂した後、破砕機できょう雑物を破砕しドラムスクリーン(あるいは遠心分離機)で除渣を行うか、ドラムスクリーンで除渣後、さらに遠心分離機または多重円板機で除渣・細砂除去あるいは油脂分離を行う場合もある。2000年代(平成10年代)中頃になると除渣後の細砂除去に液体サイクロンと洗浄・水切り装置を組み合わせた方式も普及してきた。

除渣後のし尿等は、貯留槽に一時貯留することにより、し尿等の性状の均一化、収集量の時間的変化の吸収、次工程以降の処理の安定化を図る。

また、次工程以降での処理状態監視・調整等の目的で、し尿と浄化槽汚泥の搬入割合が著しく変動する場合や負荷が著しく変動する場合に備え、あるいは収集地域の搬入形態を考慮し、必要に応じて、し尿と浄化槽汚泥それぞれの受入・貯留設備の系列を分けて設ける。

さらに、収集量が季節的に変動することが見込まれる場合には、次工程以降への負荷量を一定にさせる目的で、貯留槽の容量に余裕を見込むか、あるいは除渣後の貯留槽とは別に予備貯留槽を設ける。

なお、2003(平成15)年に汚泥助燃剤化が国庫補助事業対象に追加されたことや浄化槽汚泥の増加により出現した前脱水(直接脱水)方式による汚泥助燃剤化(含水率70%以下)の場合は、ドラムスクリーンを粗目(4~6 mm程度)にするか、または、ドラムスクリーンをなくして直接脱水を行いし渣と汚泥を同時に助燃剤化することが多く、受入・貯留技術とは区分する。

1.5.3 計量機(トラックスケール)

し尿処理施設に計量機(トラックスケール)が普及するまで、し尿等の搬入量は伝票のみで管理されていた。1980年代後半(昭和60年代前半)頃から、し尿等の受入に先だって、搬入量を把握するために計量機を設けることが多くなった。計量機は、施設に搬入されるし尿等や生ごみ等の有機性廃棄物、あるいは場外搬出される汚泥等の量およ

び種類のほか、出入りの収集・運搬車数量等を正確に把握して施設の管理を合理的に行う目的で設置される。

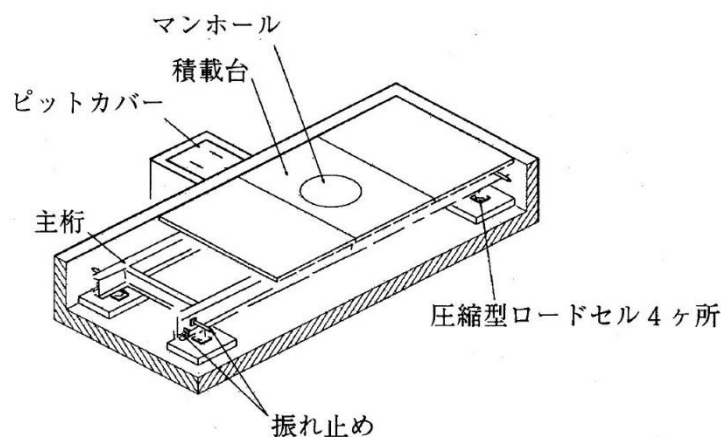
計量機本体の基本的な構造は、導入当初と大きな変化はないが、近年は、運用方法やデータ処理等が進化してきた。

(1) 計量機の種類⁵⁾

計量機は、車両が載る積載台、質量を計量・指示する計量装置、この二つを結ぶ伝達装置、計量結果を記録・記憶する印字装置およびデータ処理装置から構成される。

積載台の種類は、ピット式（地中埋込型）とピットレス式（地上設置型）があり、設置場所や使用条件により選択される。汚泥再生処理センターでは、積載台面と地上面が同レベルのため設置面積が小さいピット式の採用が多い。ピットレス式は積載台面と地上面のレベル差があるため積載台の前後にスロープが必要であるが、排水対策が不要なことから屋外設置の場合に採用されることもある。

積載台の大きさは、計量機の最大秤量および車両の大きさにより寸法を決定する。質量の検出にはロードセルで電氣的に検出する方式（ロードセル式）が広く使用されている。印字装置およびデータ処理装置にはコンピュータを組み合わせたものが広く使用されている。4点ロードセル式計量機の例を図1.5-6に、収集・運搬車の寸法の例を表1.5-1に示す。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 125)

図 1.5-6 4点式計量機の例（ピット式）⁵⁾

表 1.5-1 収集・運搬車の寸法の例⁵⁾

収集・運搬車 タンク容量	車両寸法 (mm)			回転半径 (mm)
	全長	全幅	全高	
1.8 kL	4,670	1,695	1,970	4,400 ~5,300
3.7 kL	5,720	2,030	2,360	4,900
6.5 kL	6,775	2,490	2,770	6,000
7.2 kL	7,400	2,490	2,900	7,200
9.5 kL	9,400	2,490	2,920	7,800

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，126)

計量管理機能を利用したデータ処理の具体例としては、積載台脇にカードの読み取り、伝票発行、質量表示等の機能を持つ現場盤（操作ポスト）を設置し、運転手が自車登録カードを挿入またはかざすことによって積載物量の計量を自動的に行い、コンピュータにて車体番号、搬入物の種類、収集区域、年月日、時刻、料金単価等のデータを処理することなどが行われている。

登録カードの種類は、当初パンチカード挿入方式が使用されていたが、その後、磁気カード式さらに IC カード式に進化し、操作ポスト盤面にカードをかざすだけで自動計量・データ処理ができるようになった。

また、操作ポストは大型車から小型車まで運転席から容易に操作できる、上下 2 段式も普及してきた（写真 1.5-1）。



2 段式操作ポスト

計量機

(し尿処理アーカイブス検討会資料)

写真 1.5-1 計量機および操作ポストの例⁶⁾

(2) 最大秤量と設置台数⁵⁾

①最大秤量は、施設に出入りする車両の自重と最大積載質量を加えた総質量により決定する。

②積載台面寸法は車両の寸法により定められ、ホイール間寸法に 1,500 mm 程度を加

えた長さ、トレッド寸法に 800 mm 程度を加えた幅の余裕を加えた大きさの台面寸法とする。秤量と積載台寸法の例を表 1.5-2 に示す。

表 1.5-2 秤量と積載台寸法の例（ピット式）⁵⁾

秤量 (t)	積載台寸法
15	2.4 m×5.4 m
	2.7 m×6.5 m
20	2.7 m×6.5 m
	3.0 m×7.5 m
25	2.7 m×6.5 m
	3.0 m×7.5 m
	3.0 m×8.0 m

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 126)

③汚泥再生処理センターでは、し尿等や液状廃棄物の収集・運搬車の秤量用、生ごみ等の有機性廃棄物搬入車の秤量用として、一般的に 15～25 t 程度のものが多く採用されている。

④計量方式については、あらかじめ収集・運搬車の空質量を測定して登録し搬入時のみ計量する「一回計量」と、搬入時と退出時それぞれ計量する「二回計量」の 2 通りがあり、「二回計量」でも一つのトラックスケールで 2 回計量してデータ処理する場合もある。計量方式によって、搬入車の場内動線を考慮の上、設置位置を検討する。汚泥再生処理センターでは「一回計量」を採用する事例が多い。受入室に前室を設ける場合は、風雨対策等を考慮し前室内に計量機を設置することが多い。この場合、場外搬出するし渣・脱水汚泥等の計量は、し尿等のバキューム車と動線を分離するために、貯留ホッパのロードセルで行うこともある。設置台数は、屋外に設置する場合は 1 基、受入前室に設置する場合は、受入室の車線数に応じた台数とすることが多い。

(3) 検定・定期検査⁵⁾

計量法によれば、搬入し尿等の料金徴収や汚泥などを有価物として売却等の商取引行為に用いられる計量機では、取引証明のために完成品の検定検査と使用中の定期検査が義務づけられており、補修等の場合でもその都度検定監査が必要となる。計量法に基づく定期検査は 2 年に 1 回行うことが求められる。

1.5.4 受入室

受入室は、収集搬入車の通行形態により通り抜け式とスイッチバック式があり、通り抜け式の場合は車線数を、スイッチバック式は方向転換に必要なスペースを十分考慮し、

収集・運搬車が支障なく通行できるようにするとともに、臭気の外部への飛散を防止する目的で設置される。立地条件などにもよるが、近年は通り抜け式を採用する事例が多い。

(1) 受入室の大きさ

受入室は時間最大搬入量に見合う受入口の数に対応する収集・運搬車を収容できる大きさとする。収集・運搬車のタンク容量は一般的に 1.8 kL の小型車から 9.5 kL の大型車まであり、収集作業の状況により集中的に搬入される場合を考慮する⁵⁾。通り抜け式の場合、1 車線のスパンは作業性等を考慮し、近年の施設では 6.0～6.5 m 程度にすることが多い。写真 1.5-2 にし尿等受入室内部の例（通り抜け式）を示す。



(し尿処理アーカイブス検討会資料)

写真 1.5-2 し尿等受入室内部の例（通り抜け式）⁶⁾

(2) 受入室の臭気対策

受入室の出入り口には自動シャッター、自動扉等を設置し、臭気の外部への飛散を防止する。また、受入前室あるいは受入後室を設けて外部への臭気の飛散を防止している事例もある。なお、受入前室は計量室を兼ねて使用している場合が多い⁵⁾。

(a) 自動シャッター、自動扉等

し尿処理施設が普及する初期の頃は、受入室にシャッター等の設置がない施設が多く、受入時の臭気が周辺に飛散することもあり問題であった。その後、臭気飛散を防止するためにエアーカーテン式やオーバースライダー式自動シャッター等が登場した。1990 年代（平成年代初頭）頃から、SUS 製の横引式自動扉が登場し現在も広く採用されている。2000 年代（平成 10 年代）になると高速シャッター（スパイラル式等）が出現し、開閉時間の短縮も可能になった。

現在は、横引式自動扉と高速シャッターが主流となり、立地条件や運用面等を考慮して選択される。また、受入室および前室・後室の自動シャッター、自動扉等は前後のシャッター・扉が同時に開かないように制御し、受入室臭気の外部への飛散を防止してい

る。

写真 1.5-3 に横引自動扉、写真 1.5-4 に高速シャッター設置の例を示す。



(し尿処理アーカイブス検討会資料)

写真 1.5-3 横引自動扉設置の例⁶⁾

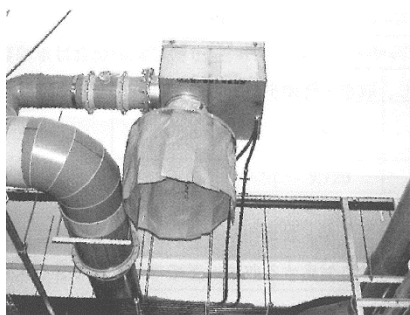


(し尿処理アーカイブス検討会資料)

写真 1.5-4 高速シャッター設置の例⁶⁾

(b) 受入室内の硫化水素対策⁵⁾

受入室、作業室内等には、作業環境保持のため空気中の硫化水素濃度等が労働安全衛生法許容濃度以下になるように換気を兼ねた臭気捕集口等を設け、捕集した臭気を脱臭処理する。臭気捕集口は、受入口の周辺や、収集・運搬車のスタック排気等臭気が発生しやすい箇所に重点的に設置する。収集・運搬車臭気捕集装置の例を写真 1.5-5 に示す。なお、脱臭設備については「4.4 脱臭技術・システム」に準ずる。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，128)

写真 1.5-5 収集・運搬車臭気捕集装置の例⁵⁾

また、受入室等にトイレや洗面台等を設置した場合、排水管の水封が切れると流下先である受入槽の臭気成分がトイレ室内に充満し、硫化水素による中毒事故などを起こすおそれもあるので、臭気対策は槽内臭気の捕集容量等を含めて計画的に行う。

硫化水素の有毒性については、表 1.5-3 に示す。なお、労働安全衛生法上の許容濃度とされていた値の硫化水素 10 ppm は 2001 (平成 13) 年の「日本産業衛生学会管理濃

度検討会の勧告」により 5 ppm とされた。

表 1.5-3 硫化水素の毒作用⁵⁾

濃度 (ppm)	部 位 別 作 用 ・ 反 応	
0.025	嗅覚 鋭敏な人は特有の臭気を感じできる (嗅覚の限界)	
0.3	誰でも臭気を感じできる	
3~5	不快に感じる中程度の強さの臭気	
5		許容濃度 (日本産業衛生学会) 管理濃度 (1988 (昭和 63) 年労働省告示第 79 号)
10		眼の粘膜の刺激下限界
20~30	耐えられるが臭気の慣れ(嗅覚疲労)で、それ以上の濃度に、その強さを感じなくなる	呼吸器 肺を刺激する最低限界
50		眼
100~300	2~15 分で嗅覚神経麻痺で、かえって不快臭は減少したと感じるようになる	8~48 時間連続ばく露で気管支炎、肺炎、肺水腫による窒息死
170~300		結膜炎 (ガス眼)、眼のかゆみ、痛み、砂が入った感じ、まぶしい、充血と腫脹、角膜破壊と剥離、視野のゆがみとかすみ、光による痛みの増強
350~400		気道粘膜の灼熱的な痛み、1 時間以内のばく露ならば、重篤症状に至らない限界
600		1 時間のばく露で生命の危険
700	脳神経 短時間過度の呼吸出現後直ちに呼吸麻痺	30 分のばく露で生命の危険
800~900	意識喪失、呼吸停止、死亡	
1,000	昏倒、呼吸停止、死亡	
5,000	即死	

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，128。新酸素欠乏危険作業主任者テキスト (2004 (平成 16) 年 7 月中央労働災害防止協会編)

(c) 収集・運搬車のエンジン排出ガス対策⁵⁾

収集・運搬車からの排出ガス中には、種々の有毒成分が含まれているが、その中で最も人体に影響を及ぼすと考えられるものが CO (一酸化炭素) である。CO を許容値以下に希釈することにより、その他の成分はいずれも許容値以下になると言われている。

自動車から発生する CO 量 (m³/時) は、理論的には排出ガス中の CO 含有率 (%)

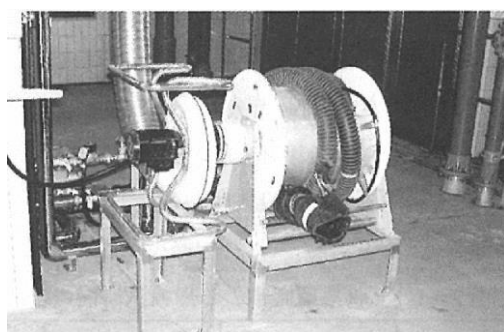
と総排気量との積で得られるが、車の機関容積、形式、負荷割合、運転状態等によって一定しない。表 1.5-4 に CO の濃度と中毒症状との関係を示す。

表 1.5-4 CO の濃度と中毒症状⁵⁾

濃度 (%)	呼吸時間と症状
0.02	2～3 時間以内に前頭に軽度の頭痛
0.04	1～2 時間で前頭通、吐き気 2.5～3.5 時間で後頭痛
0.08	45 分で頭痛、めまい、吐き気、けいれん 2 時間で失神
0.16	20 分で頭痛、めまい、吐き気 2 時間で致死
0.32	5～10 分で頭痛、めまい 30 分で致死
0.64	1～2 分で頭痛、めまい 10～15 分で致死の危険
1.28	1～3 分で致死

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，129。管工事施工管理技術研究会)

受入室内では換気装置または排出ガスを容易に捕集することができるような装置を設け CO の濃度を 0.01% 以下にすることが望ましい。対策として、排気ガス捕集装置（写真 1.5-6）等により排出ガスを直接捕集して室外に排出または低濃度臭気として処理するか、エンジン排出ガス発生箇所付近に専用の臭気捕集口（写真 1.5-7 の赤枠線のもの）を設け低濃度臭気として処理する。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，129)
写真 1.5-6 排気ガス捕集装置の例⁵⁾



(し尿処理アーカイブス検討会資料)
写真 1.5-7 排気ガス専用捕集口の例⁶⁾

(d) 換気回数

受入室の搬入時間帯における換気回数は、作業環境維持のために 7.5～10 回/時以上とすることが多く、捕集した臭気は低濃度臭気として脱臭する。

(3) その他の付帯設備

(a) 清掃設備等

受入室には、高圧水による室内および水槽の洗浄が可能な設備を設けるほか、床は防水・耐摩耗の施工とし、排水のための十分な勾配を設ける。

(b) 受入室自動シャッター等のセンサ

車両入口には従来から地中埋込のループコイル式が広く使用されている。2000年代(平成10年代)になると地上設置のレーザーセンサ等の事例もみられるようになった。室内部のセンサは、従来から光電管式の事例が多い。

(c) 信号

受入室入口には、渋滞緩和等のために車線ごとに車両用信号を設けることが一般的になっている。

(d) 浄化槽張水の取水口

浄化槽張水に処理水を利用する場合がある。取水は屋外に専用の水槽を設けて行うことが一般的である。外部から目につかないように受室内で取水する場合は、室内に張水用の取水口を設けることがある。

1.5.5 受入口⁵⁾

収集・運搬車からし尿等あるいは液状廃棄物を受け入れるための接続口である。収集されたし尿等は受入槽に移送する際に、専用の受入口より安全かつ衛生的に移送する必要がある、臭気対策を考慮した構造とする。

設置基数は搬入量および収集・運搬車の状況等を考慮して決定し、口径等は収集・運搬車側の口径を考慮して決定する。

(1) 受入口の設置基数

受入口は、し尿および浄化槽汚泥それぞれの1時間最大搬入量に見合う数を計画する。受入口の設置基数nの算定式を式1.5-1に示す。

$$n = \frac{7}{\text{搬入日数 (日)}} \times \frac{\text{計画処理量 (m}^3\text{/日)}}{\text{収集車容量 (m}^3\text{/台)}} \times \frac{1}{\text{搬入時間 (h/日)}} \times \text{ピーク係数} \\ \times \frac{\text{1台当たりの投入時間 (min/台)}}{60 \text{ min/時}} \quad (1.5-1)$$

たとえば、計画処理量が100 m³/日で、収集車容量3.7m³/台の場合は、次のようになる。

$$n = \frac{7}{5 \text{ d}} \times \frac{100 \text{ m}^3\text{/日}}{3.7 \text{ m}^3\text{/台}} \times \frac{1}{6.0 \text{ h/日}} \times 3.0 \times \frac{5 \text{ min/台}}{60 \text{ min/時}} = 1.58 \text{ 基} \approx 2 \text{ 基} \quad (1.5-2)$$

式 1.5-2 は、1 週間で 5 日（月曜日から金曜日）に搬入され昼間 6 時間以内の投入を前提とし、平均台数の 3 倍がピーク時に集中し、収集・運搬車（3.7 kL 車）の 1 台当たりの投入時間を約 5 分とした時の算定式である。

受入口の故障等により受入れに支障が生ずることが懸念される場合は、受入口の予備を設けることもある。

収集・運搬車よりし尿等を受入口に投入する場合の投入時間の調査例を表 1.5-5 に示す。

表 1.5-5 収集・運搬車のし尿投入時間の例⁵⁾

収集・運搬車	1.8 kL	3.7 kL	5.4 kL	7.2 kL	10 kL
し尿排出 ホース径	径 65 mm	径 65 mm	径 75 mm 径 100 mm	径 100 mm	径 100 mm
し尿搬出準備時間 (ホース脱着時間)	20 秒	20 秒	20 秒	20 秒	20 秒
し尿排出時間	120 秒	180 秒	240 秒	240 秒	300 秒
ホース洗浄時間	20 秒	20 秒	20 秒	20 秒	20 秒
後片付時間 (ホース装着時間)	30 秒	30 秒	40 秒	40 秒	40 秒
計	190 秒 約 4 分	250 秒 約 5 分	320 秒 約 6 分	320 秒 約 6 分	380 秒 約 7 分

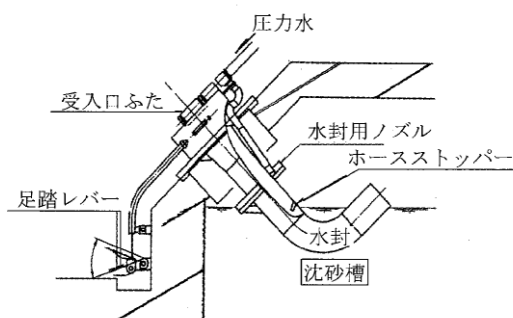
(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，130)

注) 5.4 kL、7.2 kL のし尿排出時間が同じになっている理由

5.4 kL は一般的に用いられるホース径 75 mm の排出時間を示し、7.2 kL のホース径は 100mm とサイズが大きいため排出時間が同じになっている。

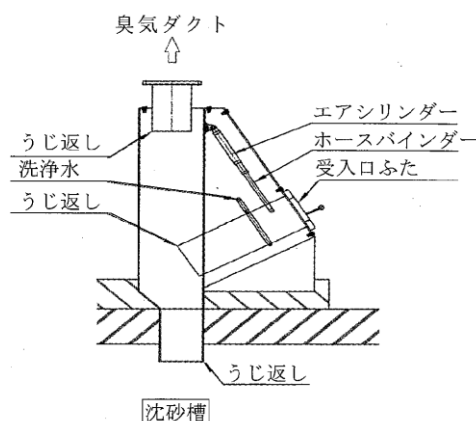
(2) 受入口の構造

受入口は、各種設備の中でもっとも臭気が発生しやすい個所なので、水封式または、負圧式等にして臭気が外に逸散しない密閉構造とし、耐食性の材質を使用する。水封式受入口の例を図 1.5-7 に、負圧式の受入口を図 1.5-8 に示す。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 130)

図 1.5-7 水封式受入口の例⁵⁾



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 130)

図 1.5-8 負圧式受入口の例⁵⁾

また、投入中にホースが抜けるのを防止するために、ホース押さえが可能な機構を設けている。さらに、衛生上の観点からホース洗浄ができる機構を備えた構造としている。

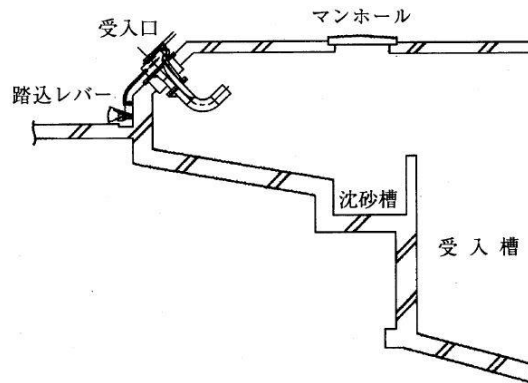
1.5.6 沈砂槽⁵⁾

収集し尿等の中には、土砂、石、金属片等が混入している場合があり、以後の処理を円滑に行うために、これらを取り除く必要がある。この土砂類を取り除くために沈砂槽・受入槽および沈砂除去装置を設けることが必要である。

なお、地域によって細砂の流入量が多い場合や沈砂槽・沈砂除去装置で除去できない細砂の流出を低減するために、受入槽の後の工程に細砂除去装置を設ける場合もある。

(1) 沈砂槽の構造と容量

受入口と受入槽の間には土砂類を沈殿分離できる構造の沈砂槽を設ける。沈砂槽は、受入口から受入れたし尿等に含まれる比較的粗い土砂類を沈殿・貯留し、受入量に応じた容量とする。沈砂槽の構造例を図 1.5-9 に示す。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 131)

図 1.5-9 沈砂槽断面図の例⁵⁾

沈砂槽の容量が大きく深いほど沈殿分離効率が上がるが、槽内清掃作業が困難で危険なため、マンホールから 1～1.5 m 程度の深さにするのが適当である。自動沈砂除去装置等を設置した場合などでは、2 m 程度の深さにする例もある。マンホールは、受入槽を含めて 2 ヶ所以上設け、槽内の清掃等を考慮しておくことが必要である。

一般に、沈砂槽では、収集し尿等に含まれている比較的粗い土砂類を粗取りし、沈砂槽で除去できなかった土砂類を、以後の受入槽、貯留槽で定期的な清掃により除去している。

沈砂槽で収集し尿等に含まれている土砂類（収集し尿等の 0.3% 程度）を 50% 程度除去できるものとして、処理規模 100 m³/日を例に、1 週間に 1 回の清掃（7 日間の貯留）を想定すれば、その容量は次式 1.5-3 のとおりとなる。

$$\text{沈砂槽容量} = 100 \text{ m}^3/\text{日} \times \frac{0.3}{100} \times \frac{50}{100} \times 7 \text{ 日} = 1.05 \text{ m}^3 \quad (1.5-3)$$

沈砂槽に堆積した土砂は、長期間放置しておくると圧密して吸引除去が困難になるため、定期的に清掃除去する必要がある。また、流入するし尿等にきょう雑物が混入しているため、容量を必要以上にとることは、きょう雑物が腐敗ガスにより浮上しスカムの発生等を生じ、次工程での処理が困難になるので好ましくない。

1.5.7 沈砂除去装置

し尿処理施設が普及した一時期（構造指針解説が示された 1979（昭和 54）年以前）、沈砂槽を大型にして、数ヶ月あるいは年に 1 回程度清掃を行う施設もあった。この場合、容量が大きいため沈砂除去等の清掃作業を外部の業者に委託するケースが多く、処理場担当者が直接手をふれないやり方が普及した。その後、沈砂槽容量を沈砂量の 7 日分程度に小容量化し、処理場担当者により沈砂除去装置で 1 週間に 1 回清掃すること

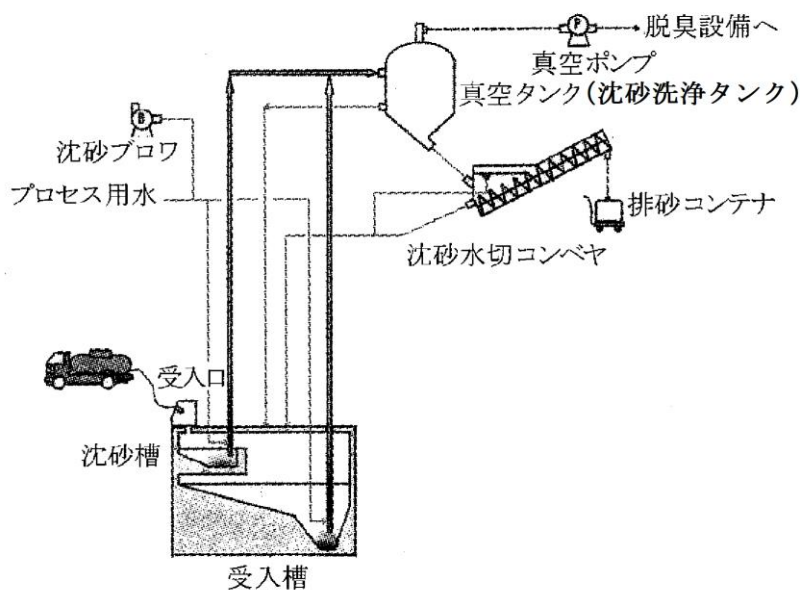
が定着した。1 回当たりの量も少量でありその処分も容易になり、処理コストも軽減できるようになった⁴⁾。

(1) 沈砂除去方法

沈砂槽に堆積した土砂を除去するため、槽内に直接人が入らないで除去できる装置を設ける。使用されている沈砂除去装置は、次のような例がある。

(a) 真空ポンプ等によって砂を吸い上げる方式

本方式では、真空ポンプにより、沈殿物を真空タンク（沈砂洗浄タンク）に吸引し、水洗を行ったのち沈殿物を下部より排出する。図 1.5-10 に真空ポンプによる吸い上げ方式の例を示す⁵⁾。真空ポンプの代わりにブロワを使用することもある。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，131 を基に作成)

図 1.5-10 真空ポンプによる吸い上げ方式の例⁵⁾

本方式には、真空タンクと沈砂洗浄タンク一体型と分離型があるが、近年は一体型の事例が多い。沈砂洗浄タンクの容量は 1 回の操作で沈砂を清掃できるものがよい。

(b) サンドポンプ等によって砂を吸い上げる方式

本方式では、沈砂槽からサンドポンプで沈殿物を吸い上げ、セパレータで分離したのち沈殿物を下部より排出する⁵⁾。本方式は、大きな異物による閉塞やポンプ摩耗などのおそれもあり実施例は少ない。

(c) その他の方式

1979 (昭和 54) 年の「構造指針解説」では、小規模施設で沈砂だまりに籠を入れ取り出す方法 (籠式) も示されていたが、人手を要することなどから、その後削除された。

(2) 沈砂の洗浄と処分⁵⁾

いずれの方式でも、沈砂槽から除去した土砂は、有機物が大量に付着しており、臭気が強いため、水を用いて十分洗浄したのち水切りし、取り出した沈砂を運搬容器や沈砂ホッパに貯留後、場外搬出処分する場合はほとんどである。また、施設内に焼却装置が設置され稼働している場合は、焼却して衛生的に処分する例もある。

(3) 沈砂除去・洗浄の自動化⁵⁾

沈砂除去装置には各種の方式があるが、真空吸引方式の場合、従来は吸引ホースを沈砂槽に人の手で挿入し沈砂を吸引し、洗浄後、排出していた。最近の施設では、人の手を介さずに衛生的に沈砂を除去する目的で、沈砂槽からの引き抜き配管を固定配管とし、沈砂の吸引・洗浄・水切り・排出の一連の動作を自動化させる例が多くなった。実際の沈砂の量は搬入状況によって様々であるので、自動化されていても監視の必要がある。

1.5.8 受入槽

(1) 受入槽の容量

受入槽の容量は、次の処理工程の操作に影響のないものとするため、計画処理量の0.3～0.5日分程度とする⁵⁾。近年の施設では搬入量の変動や大型バキューム車による搬入等を考慮し、稼働日あたり搬入量の0.5日以上とする事例が多い。

受入槽のし尿等は、きょう雑物がそのまま混入しており、長時間貯留するとスカムが発生し、その処理が困難となる。したがって受入槽の容量を必要以上に大きくせず、スカム防止装置の運用や受入槽を毎日空にするなどの対応でスカムによるトラブルを回避する。

(2) 受入槽の構造⁵⁾

受入槽は沈砂槽で沈殿除去できなかった砂分が流入するので、槽底面に勾配をつけて、槽を空にする際に底面に残るスカム、沈砂をピットに集積させるような構造とする。また、水圧、土圧に対して強度的に十分考慮した鉄筋コンクリート造り等の水密構造とし、腐食に耐えられるような処置を講じる必要がある。防食処置については槽の使用期間、定期補修状況によって決定することとし、詳細は「4.2.2(2)(b)防食」表4.2-2～表4.2-5に示す。

受入槽には流入した砂分が堆積するので、槽内を定期的に清掃するために、沈砂槽を含めて2ヶ所以上のマンホールを設ける。また、内部において発生するガスや臭気は漏洩することなく捕集できる構造とする。

なお、し尿と浄化槽汚泥それぞれの受入槽を専用で設けるか、兼用とし混合受入することもある。兼用とする場合も槽は複数とする。

(3) コンクリート防食技術の変遷

受入・貯留関連水槽のガスに接するコンクリート面は、し尿等から発生する硫化水素

により腐食されやすい環境にある。腐食の原理は「4.2.2 (2) (b) 防食」に示す汚泥貯留槽等と同様である。

現在のし尿・汚泥再生処理施設におけるコンクリート槽の防食仕様は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアル(以下、*防食技術マニュアル*)」最新版などの該当項目を参考にしている。同マニュアルは、1980(昭和55)年頃から、国内で硫化水素に起因するコンクリート腐食・劣化の事例報告が顕在化したことから、1987(昭和62)年に下水処理場の密閉構造物のコンクリート腐食を防ぐことを目的に制定された。制定当初は、下水処理場の硫化水素ガス発生が多いとされる施設(嫌気性消化槽内部、汚泥濃縮槽内部等)を対象にタールエポキシ樹脂塗装を行うこととされた。その後、新しい防食被覆材料や被覆工法の開発などにより、数回にわたり「*防食技術マニュアル*」の改訂が行われた。同マニュアルの技術基準の改訂経緯を表1.5-6に示す⁸⁾。

表 1.5-6 日本下水道事業団におけるコンクリート腐食対策に関する
技術基準の改訂経緯(要約)⁸⁾

制定・改訂年月		制定・改訂の概要
西暦	和暦	
1987年 3月	昭和62年	<u>コンクリート防食塗装指針(案)の制定</u> 下水処理場の密閉構造物のコンクリート腐食を防ぐことを目的に硫化水素ガスの発生が多いとされる施設(嫌気性汚泥消化槽内部、汚泥濃縮槽内部等)を対象に、タールエポキシ樹脂塗装をすることとした。
1991年 3月	平成3年	<u>コンクリート防食指針(案)の制定</u> 硫化水素の生成およびコンクリート腐食のメカニズムを記述し、腐食環境を分類(A、B、C、D種)し、防食被覆工法の標準設計仕様を定めた。 また、タールエポキシ樹脂に加えて、有機質被覆材料として、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂等が追加された。
1993年 6月	平成5年	<u>コンクリート防食指針(案)の改訂(第1次)</u> 新しく開発された防食被覆材料の取り込み、防食被覆施工におけるコンクリート躯体の処理や被覆対象コンクリートの前処理、表面処理、素地調整の章立てと、対象コンクリート躯体の検査が追記された。
1997年 6月	平成9年	<u>コンクリート防食指針(案)の改訂(第2次)</u> 従来の塗布型ライニング工法に加えて、シートライニング工法の取り込み、標準設計仕様の見直し、コンクリート防食の耐久性の目標年数を定めるなど、コンクリート防食の品質向上を目指した。
2002年 11月	平成14年	<u>下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術指針・同マニュアルの制定</u> 硫酸によるコンクリート腐食・劣化の機構・現象の記述の充実、腐食抑制技術と防食技術による設計・施工・維持管理にわたる総合的な腐食対策の明確化、標準設計仕様の例示から性能照査型への移行等、指針(案)を全面改訂した。 また、腐食対策に関する技術上の方針を定めた「指針」と、指針にもとづく設計・施工および維持管理における具体的手法を記載した「マニュアル」に分離するとともに改称した。

2007年 7月	平成19年	下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術指針・同マニュアルの改訂（第1次） 全体構成や記載内容を全面的に見直し、性能照査型の徹底、設計・施工の明確化および記載の充実、既設コンクリート構造物の補修に関する記載の充実、施工実態や関連規定改正等の反映により、指針・マニュアルの改訂を行った。 また、第1次改訂版から、マニュアルのみを公開とした。
2012年 4月	平成24年	下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術指針・同マニュアルの改訂（第2次） 従来の塗布型ライニング工法、シートライニング工法に加え耐硫酸モルタル工法の取り込み、設計腐食環境と工法規格の関係を整理し、コンクリート防食の品質向上を目指した。
2017年 12月	平成29年	下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアルの改訂（第3次） JIS A 7502「下水道構造物のコンクリート腐食対策技術」の制定（2015年）、 「シートライニング工法（光硬化型）防食技術の技術評価報告書」（2015年7月）等を踏まえマニュアルの改訂を行った。

（出典：下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアル，vを基に作成）

し尿処理施設では、同マニュアルが制定される以前から、嫌気性消化槽の防食処置が行われており、1956（昭和31）年制定の「し尿消化槽の構造等の基準について『別紙二 し尿消化槽の資材の基準について』」の中でも、消化槽内容物および発生ガスに接する部分の防食に、防食塗料の使用が示されている。さらに、「構造指針解説」（1979（昭和54）年発行）では、嫌気性消化槽は発生ガスによる侵食を防止するため、特にガスに接触する部分は、防食ライニング、またはタールエポキシ樹脂、エポキシ樹脂塗装を施す必要があると定めている。その後、嫌気性消化槽以外のコンクリート槽においても防食処置が行われるようになり、「構造指針解説 1988年版」では、受入槽・貯留槽・汚泥貯留槽などガスに暴露する部分について、タールエポキシ塗装、エポキシ樹脂塗装等の塗布防食処置を行うことが示された。その後も、し尿処理施設コンクリート槽の防食技術は時代とともに進化してきた。

それでも、コンクリート面の完全な腐食対策は難しいので、内部を定期的に点検し、必要に応じて防食補修等を行いコンクリート面の腐食を未然に防ぐことが重要である。なお、現在の防食被覆工法における防食被覆層の耐用年数は、10年間を確保できる性能を有する仕様とするように定められている。

最新の「防食技術マニュアル」に記載されている腐食環境の分類を表 1.5-7 に、設計腐食環境、点検・修繕・改築と工法規格を表 1.5-8 に示す。受入・貯留関連の槽はⅠ類またはⅡ類に該当する。し尿・汚泥再生処理施設のコンクリート槽の防食は、「4.2.2（2）（b）防食」表 4.2-2～表 4.2-5 に示す防食仕様例を参考にすが、近年は施設の長寿命化の観点から、同表に示す防食仕様例よりも高い仕様を要求されることが多い。

表 1.5-7 腐食環境の分類⁸⁾

分類	腐食環境
I 類	年間平均硫化水素ガス濃度が 50 ppm 以上で、コンクリート腐食が極端に見られる腐食環境
II 類	年間平均硫化水素ガス濃度が 10 ppm 以上 50 ppm 未満で、コンクリート腐食が顕著に見られる腐食環境
III 類	年間平均硫化水素ガス濃度が 10 ppm 未満ではあるが、コンクリート腐食が明らかに見られる腐食環境
IV 類	硫酸による腐食はほとんど生じないが、コンクリートに接する液相が酸性状態になりうる腐食環境

(出典：下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアル，47)

表 1.5-8 設計腐食環境、点検・修繕・改築と工法規格⁸⁾

防食被覆工法 設計腐食環境		工法規格									
		塗布型 ライニング 工法		シートライニング工法						モルタル ライニング 工法	
				成型品 後貼り型		プリプレグ 後貼り型		型枠型			
腐食環境	I 類	D 種	—	D 種		D 種		D 種		—	
	II 類	C 種	D 種	—	D 種	—	D 種	—	D 種	C 種	—
	III 類	B 種	C 種	—		—		—		B 種	C 種
	IV 類	A 種		—		—		—		—	
点検・修繕・改築の難易性		容易	困難	容易	困難	容易	困難	容易	困難	容易	困難

(出典：下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアル，64)

1.5.9 破砕機⁵⁾

収集し尿等には、紙類、プラスチック類、下着、雑布、脱脂綿等の繊維類などの異物が混入する。これを十分に除去しないと槽内でスカムが異常に発生したり、ポンプが閉塞するなど、管理面で重大な支障をきたすため、破砕機を設ける。

破砕機は、受入槽内の液を循環するなどして受入槽内のスカム破砕および発生防止としても使用する。破砕されたし尿等はきょう雑物除去装置に送り除渣する。

(1) 破砕する効果

大型のきょう雑物によるポンプ、配管、バルブ、機器等の閉塞、水槽設置機器等の不具合（引っ掛かり、詰まり）を防止する。

きょう雑物を破砕することにより、し渣の脱水、搬送過程において閉塞によるトラブルの発生を防止する。

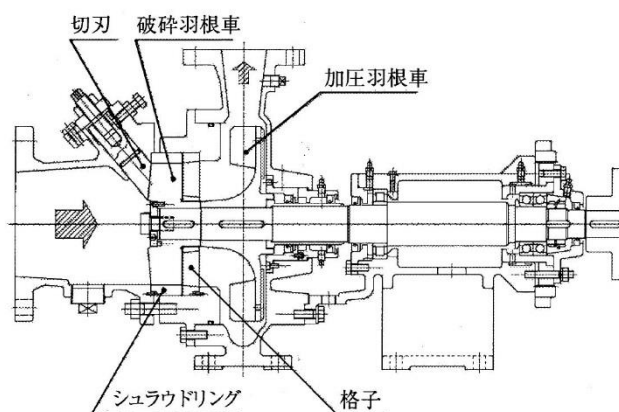
(2) 破砕機の型式と構造

破砕機は、破砕機構や揚程の違いにより、横型破砕機、うず流型破砕機、水中ポンプ型破砕機等がある。きょう雑物除去装置の能力、揚程、配管の取合せや設置スペース等により最適なものを選定する。

(a) 横型破砕機

本装置は、し尿等に含まれるきょう雑物を直接破砕して圧送でき、異物の蓄積がなく、密閉構造なので、悪臭が洩れず衛生的である。現在のし尿等破砕機の大部分は横型破砕機が占めている。

し尿等に含まれるきょう雑物は、切刃と羽根車によってまず荒切りされ、シュラウドリングや格子によってさらに細かく破砕されて、次の工程に移送される構造となっている。破砕機を経た紙、布類はほぼ繊維状になり、木片、ビニール片等は 20 mm 以下に切断される。横型破砕機の構造の例を図 1.5-11 に示す。

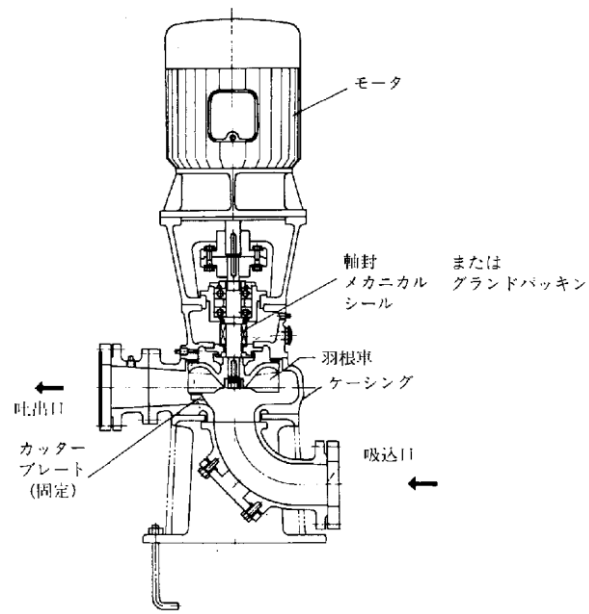


(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 133)

図 1.5-11 横型破砕機断面図の例⁵⁾

(b) うず流型破砕機および水中ポンプ型破砕機

設置スペースや水槽構造等の事情によっては、うず流型破砕機および水中ポンプ型破砕機を使用することもある。これらはいず流型ポンプおよび水中ポンプのケーシングに切刃を取り付けて、羽根車との間で破砕される構造となっている。水中ポンプ型破砕機は、メンテナンスを水槽から引き上げて行う必要があることなどから設置事例は少ない。うず流型破砕機の構造の例を図 1.5-12 に示す。



(出典：構造指針解説 1988 年版, 80)

図 1.5-12 うず流縦型破碎機の例 7)

1.5.10 きょう雑物除去装置

きょう雑物除去装置は、し尿等に含まれるきょう雑物等を除去し、後段での処理の円滑化を図ることを目的として設置される。また、きょう雑物除去装置技術の移り変わりの概要を表 1.5-9 にまとめた。

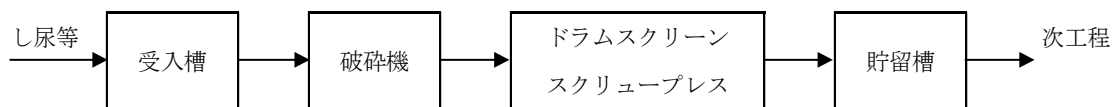
表 1.5-9 きょう雑物除去装置技術の移り変わりの概要

西暦	和暦	技術の変遷	特記事項
1953年頃	昭和28年頃	固定式バースクリーン ※臭気、作業環境等の問題あり	し尿消化槽（嫌気性消化処理）の出現（1953（昭和28）年）
1960年～1970年	昭和35年～45年	以下の方式が開発 ・機械式掻き上げスクリーン ・水平動バンドスクリーン ・粗目ドラムスクリーン ・振動スクリーン ・遠心分離式除渣装置	前処理技術の開発（1960（昭和35）年～1970（昭和45）年）により、ドラムスクリーン＋スクリュープレスの組み合わせが主流となる
1980年前後	昭和55年前後	粗目ドラムスクリーン（4～7mm）＋細目ドラムスクリーン（1mm）の2段式が実用化	生物学的脱窒素処理の出現（1976（昭和51）年） 高負荷処理の出現（1978（昭和53）年） 高負荷脱窒素処理の出現（1982（昭和57）年）
1980年代中盤	昭和60年前後	細目ドラムスクリーン（1mm）1段式の実用化	
1980年代後半	昭和60年代前半	微細目ドラムスクリーン（0.7mm）の実用化	膜分離技術の出現（1988（昭和63）年）
1990年以降	平成2年以降	細目スクリーン（1mm）1段式が主流 浄化槽汚泥の油分対策に温水洗浄、アルカリ洗浄装置の出現 高圧温水洗浄装置の出現	汚泥再生処理センターの制定（1997（平成9）年）

以下に、現在の一般的なきょう雑物除去装置について記載する。

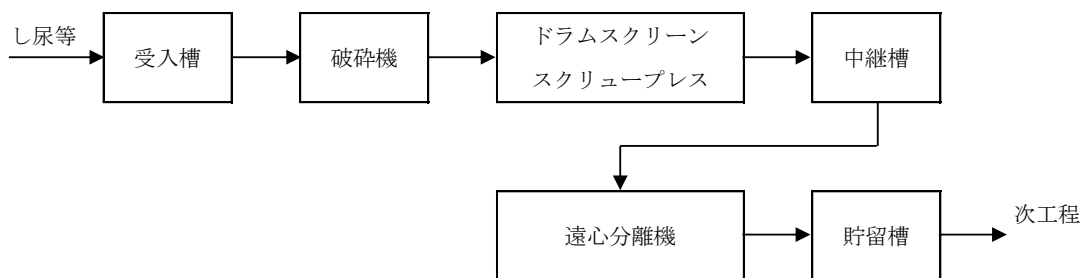
（1）きょう雑物除去装置の型式と構造

搬入するし尿、浄化槽汚泥等の比率や、水処理における主処理設備の方式によって、ドラムスクリーン＋スクリュープレス、遠心分離機、多重円板機などを単独または適宜組み合わせて使用する。構成例を図 1.5-13～図 1.5-15 に示す⁵⁾。



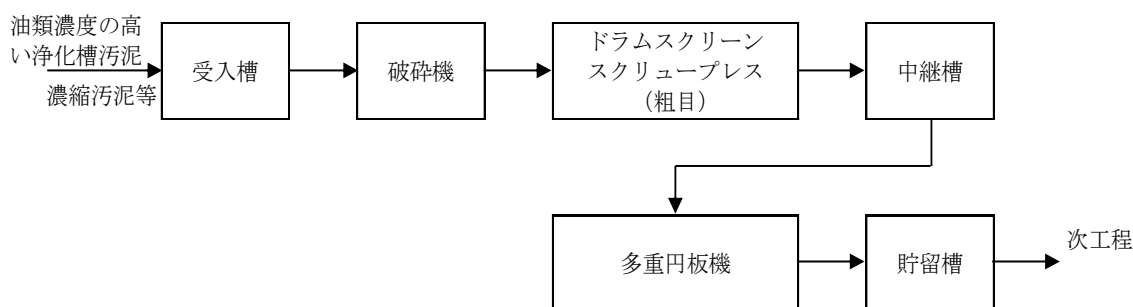
(出典：計画・設計要領 2006 改訂版,133)

図 1.5-13 ドラムスクリーン+スクリュープレス設置の例⁵⁾



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版,133)

図 1.5-14 (ドラムスクリーン+スクリュープレス) +遠心分離機設置の例⁵⁾



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版,134)

図 1.5-15 (ドラムスクリーン+スクリュープレス) +多重円板機設置の例⁵⁾

(a) ドラムスクリーン⁵⁾

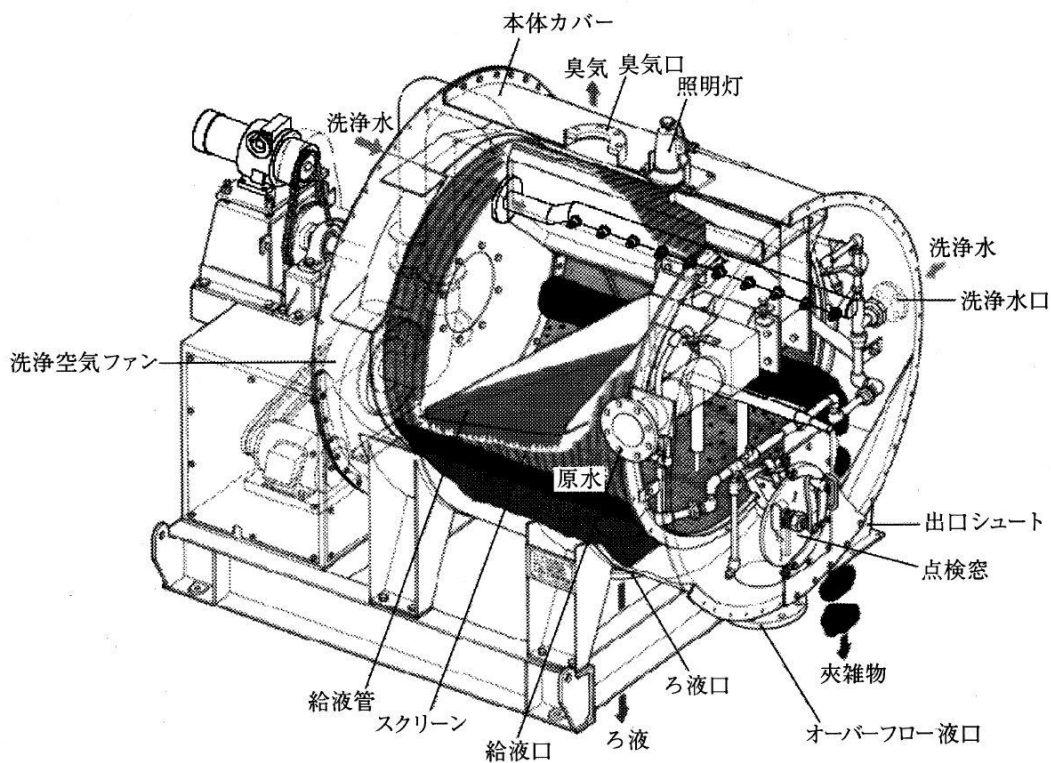
ドラムスクリーンは、バースクリーンを円筒状に巻いて横型にしたものを回転させ、ドラムの内側または外側からし尿等を供給して、きょう雑物を除去する。

ドラムスクリーンは、構造も簡単でスクリーンの閉塞も少なく、また悪臭の発散を防止しやすいので、もっとも一般的なきょう雑物除去装置となっている。とくにドラム内側にし尿等を供給する型式のものがほとんどである。

ドラムスクリーンが出現した当初は、粗目ドラムスクリーン、続いて、粗目ドラムスクリーンと細目ドラムスクリーンの組み合わせによる 2 段式が普及した。その後、細目ドラムスクリーンの性能アップやオーバーフロー対策など技術の改良により 1 段式細

目ドラムスクリーンに至った。

図 1.5-16 は、破碎後のし尿等を受け入れて、スクリーン自身を回転させながら固液分離を行う方式のドラムスクリーン構造図の例である。除渣後のし尿等は貯留槽に送り、し渣はドラムスクリーン先端部より回収する。し渣の水分は約 90%である。スクリーンは、次の処理工程でスカムが異常に発生したり、ポンプの閉塞または装置そのものの閉塞等を防止するために設ける。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 134)

図 1.5-16 ドラムスクリーンの構造例⁵⁾

スクリーンの目幅は次の処理工程の設計仕様に応じて選定することになる。スクリーンの目幅は、細くするほど運転管理に注意が必要となるが、通例は、粗目は 4 mm、細目は 0.7 mm～1 mm 程度が用いられる。なお、浄化槽濃縮汚泥の場合は 4 mm 程度の目幅のものが適切である。

スクリーンには運転終了後洗浄作業を行うため洗浄装置を設ける。特に、油類（ノルマルヘサキン抽出物質）の濃度が高い浄化槽汚泥等については高圧洗浄や温水洗浄の他、薬液（アルカリ）洗浄等が必要となる。現在は高圧温水洗浄方式が主流である。アルカリ洗浄については、苛性ソーダ 5～10%液を使用するため取り扱いが危険であることから、使用については限定的である。

きょう雑物除去工程で除去されるし渣量は、し尿等の性状およびきょう雑物除去装置

の種類等により異なるので、正常に稼働している既存の装置の運転実績等を参考とするものとする。除去されるし渣量について、設計に用い得る値が得られない場合は、表 1.5-10 を参考とする。また、目幅 0.7 mm のし渣除去量は目幅 1 mm と同量程度である。近年は、1.5.10 (2) (a) に示すように、生活様式の変化に伴う簡易水洗便所の普及、便器洗浄水の混入などによるし尿の希薄化や合併処理浄化槽の普及、清掃頻度の適正化に伴う浄化槽汚泥性状の変化により、し渣発生量は表 1.5-10 に示す参考値よりも減少する傾向にある。

表 1.5-10 し渣除去量⁵⁾

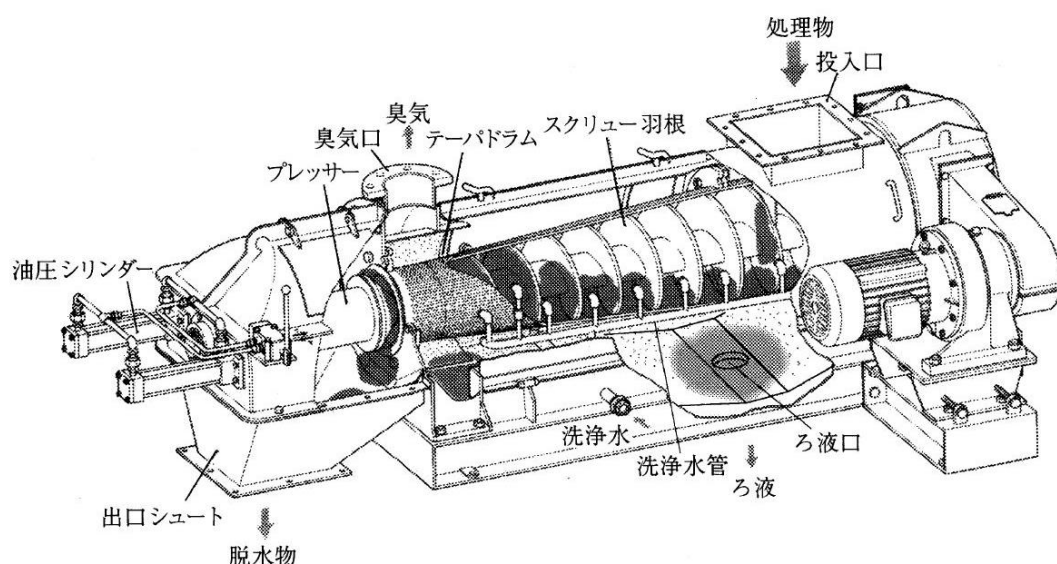
項目	目幅 4 mm	目幅 1 mm
し尿	5 kg-DS/m ³	8 kg-DS/m ³
浄化槽汚泥	2 kg-DS/m ³	3 kg-DS/m ³

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，135)

(b) スクリュープレス

ドラムスクリーンで除去したきょう雑物(し渣)を脱水するために、一般的にスクリーュープレスが使用されている。

除去したきょう雑物は、図 1.5-17 の構造例で示すようにスクリーュープレスの投入口に送り、スクリーュー羽根により多孔テーパドラムに送られ加圧・脱水する。スクリーュープレス脱水後の水分は 60%程度である⁵⁾。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，135)

図 1.5-17 スクリュープレスの構造例⁵⁾

現在の形に収束されるまでの初期の頃、きょう雑物の脱水にはローラープレス等が使用されていた。その後、スクリュープレスが導入され、ドラムスクリーンとの組み合わせで効率的な連続処理が可能になり、臭気対策等も容易になって、現在の主流となった。

用途は異なるが 2010 年代（平成 20 年代）になると、し尿等に薬品を注入し調質後、直接脱水する汚泥助燃剤化方式（水分 70%以下）が出現し、脱水機にスクリュープレスが採用されることがある。汚泥助燃剤化用のスクリュープレスについては「4.3.2（2）（c）（ア）スクリュープレス脱水機」の項に示す。

（c）遠心分離機

構造は、「4.2.3（3）（a）遠心脱水機」に準ずる。設置目的は、砂も含めたし渣の回収であり、し尿等中の粗繊維分を除去するために使用されることもある⁵⁾。なお、連続処理が可能で臭気対策等が容易である点はスクリュープレスと同様である。

本方式の遠心分離機は、1990 年代（平成年代初頭）に普及した主処理設備の固液分離に限外ろ過膜（UF 膜）を使用する施設で、ドラムスクリーン（細目）による除渣後に設置され、粗繊維分による膜の閉塞を防止する目的で使用されることが多かった。2000 年代（平成 10 年代）中頃から膜分離に浸漬式の精密ろ過膜（MF 膜）の普及や浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式（前凝集分離）の採用が多くなるとともに、遠心分離機による粗繊維分等の除去方式は衰退した。

（d）多重円板機

本項では、汚泥脱水設備用の多重円板脱水機と区別するために多重円板機と称す。

構造は、「4.2.3（3）（d）多重円板脱水機」に準ずる。設置目的は、主に浄化槽汚泥等の油分除去⁶⁾であり、油脂分を多く含む浄化槽汚泥が搬入されるような施設において、ドラムスクリーンによる除渣後に多重円板機が設置されることがある。

また、し尿等の下水道投入設備において、除渣後の固液分離に多重円板機が設置されることもある。

（2）除渣後のし尿等の性状⁵⁾

除渣後のし尿等の性状を設定することは、施設の設計を行う上で計画処理量と同程度に重要である。

除渣後のし尿等の性状は原則として実態調査から得られた数値を用いるが、性状の設定に十分なデータが得られない場合には、「計画・設計要領 2006 改訂版 I 編 3.4.2 3) し尿等の性状値の設定」に記載されている性状値を参考にする。その主な内容等について以下に示す。

（a）「計画・設計要領 2006 改訂版」に記載されている収集し尿等の性状⁹⁾

全国のし尿処理施設のうち精密機能検査を実施した施設（2001（平成 13）年度～2003（平成 15）年度）を対象に、収集し尿等の性状を統計処理したものを表 1.5-11 に示す。

表 1.5-11 精密機能検査データに基づく収集し尿および収集浄化槽汚泥の性状⁹⁾
し尿 (2001 (平成 13) 年度～2003 (平成 15) 年度)

項目		試料数	平均値	中央値 (50%値)	最大値	最小値	標準偏差	75%値	
搬入	pH	—	129	7.6	7.6	8.9	6.0	0.43	7.9
	BOD	mg/L	129	7,800	7,300	21,000	1,200	3,200	10,000
	COD	mg/L	129	4,700	4,500	11,000	1,700	1,700	5,800
	浮遊物質	mg/L	129	8,300	8,300	16,000	1,000	3,400	11,000
	全窒素	mg/L	129	2,700	2,600	5,000	640	870	3,300
	全リン	mg/L	51	350	310	780	89	150	450
	塩素イオン	mg/L	129	2,100	2,100	3,800	110	760	2,600
除渣後	pH	—	78	7.5	7.6	8.4	6.1	0.47	7.8
	BOD	mg/L	78	7,300	6,900	15,000	2,500	2,800	9,200
	COD	mg/L	78	3,900	3,900	8,100	1,300	1,300	4,800
	浮遊物質	mg/L	78	6,000	5,100	35,000	1,100	4,500	9,000
	全窒素	mg/L	78	2,300	2,300	3,900	700	660	2,700
	全リン	mg/L	46	270	240	1,100	140	150	370
	塩素イオン	mg/L	78	1,700	1,800	2,900	470	540	2,100

注) 75%値は平均値と標準偏差からの計算値

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，47。一般財団法人日本環境衛生センター「精密機能検査結果から見た現状と課題」2004 (平成 16) 年度技術管理者等ブロック別研修会テキスト)

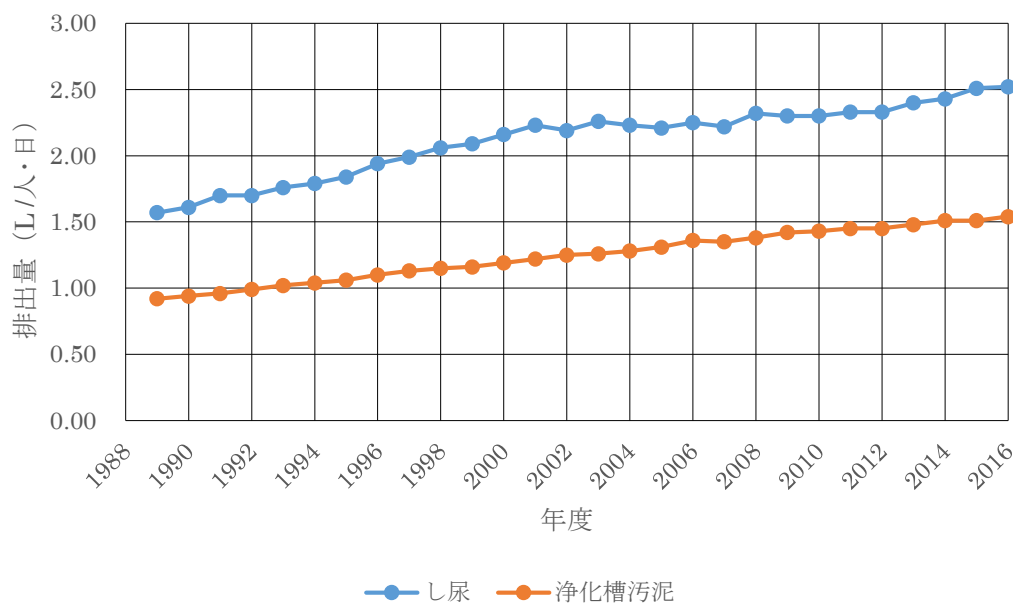
浄化槽汚泥 (2001 (平成 13) 年度～2003 (平成 15) 年度)

項目		試料数	平均値	中央値 (50%値)	最大値	最小値	標準偏差	75%値	
搬入	pH	—	129	6.8	6.9	8.2	5.1	0.61	7.2
	BOD	mg/L	129	3,700	2,900	14,000	550	2,500	5,400
	COD	mg/L	129	3,700	3,200	10,000	230	2,000	5,000
	浮遊物質	mg/L	129	8,600	7,600	25,000	1,200	4,600	12,000
	全窒素	mg/L	129	800	620	3,000	92	580	1,200
	全リン	mg/L	54	130	100	400	29	87	190
	塩素イオン	mg/L	128	340	160	2,600	44	450	640
除渣後	pH	—	80	6.7	6.7	8.9	5.3	0.62	7.1
	BOD	mg/L	78	3,300	3,100	9,800	220	1,800	4,500
	COD	mg/L	79	3,600	3,500	8,700	240	1,600	4,700
	浮遊物質	mg/L	80	8,300	7,500	21,000	640	4,200	11,000
	全窒素	mg/L	79	780	650	2,300	210	400	1,000
	全リン	mg/L	49	150	120	320	70	72	200
	塩素イオン	mg/L	78	310	190	1,900	41	310	520

注) 75%値は平均値と標準偏差からの計算値

(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，48。一般財団法人日本環境衛生センター「精密機能検査結果から見た現状と課題」2004 (平成 16) 年度技術管理者等ブロック別研修会テキスト)

また、し尿・浄化槽汚泥 1 人 1 日あたり排出量の推移 (1989 (平成元) 年以降) を図 1.5-18 に示す。



(出典：日本の廃棄物処理 1998(平成 10)年度，2007(平成 19)年度，2016(平成 28)年度より作成)

図 1.5-18 し尿・浄化槽汚泥 1 人 1 日あたり排出量の推移¹⁴⁾

し尿の性状は、浄化槽汚泥に比べばらつきが少ない。また、簡易水洗便所の普及、便器洗浄水の混入など、便所の構造および使用条件の変化により、収集し尿の濃度は徐々に薄くなってきている。し尿の希薄化は、原単位（1 人 1 日あたり排出量）の増加と併せて考えると妥当と考えられる。

浄化槽汚泥の性状は、浄化槽の構造が単独処理か合併処理かの違いにより大きく異なってくる。しかし、浄化槽汚泥が処理施設に搬入される段階で、ほとんどの場合、単独処理、合併処理の区別なく混合した浄化槽汚泥となっており、ここで示す数値はそのような浄化槽汚泥の性状である⁹⁾。浄化槽汚泥についても、合併処理浄化槽の普及、浄化槽清掃頻度の適正化に伴い性状が変化してきている。

(b) し尿等の性状値の設定⁹⁾

『実態調査と表 1.5-11 に示す性状データを併せて検討する場合の数値の取り扱い例を示す。なお、処理施設の設計に際しては、収集し尿等の性状値の他に除渣後のし尿等も用いるため、これらについても同様な性状調査が必要であるが、除渣後し尿等の実績値が得られない場合には収集し尿等の性状値を用いてもよい。

- ①原則として、実態調査から得られた統計処理数値（平均値等）を用いる。
- ②データ数が少ない等の理由によりやむを得ず表 1.5-11 の数値を参考にする場合には、以下㉗～㉙の方法を組み合わせる。
 - ㉗実態調査の平均値や範囲と表 1.5-11 の統計値（平均、中央、標準偏差）の値を比較し、近似値を採用する。

- ④し尿のようにデータのばらつきが大きい場合は、非超過確率 50%値を採用する。
- ⑤浄化槽汚泥のように比較的データがばらついている場合は、非超過確率 75%値を採用する。
- ⑥浄化槽汚泥であっても、変動要因が少ない場合（浄化槽の型式が偏っている場合、清掃頻度が徹底されている場合等）や、処理施設において容量の大きな浄化槽汚泥貯留槽で質の均一化が望める場合には、非超過確率 50%値を採用する。』(原文のまま)

(c) 収集し尿等の性状の変化^{9)・12)}

「構造指針解説」が発行された1979（昭和54）年以降の収集し尿等の性状の変化について、「構造指針解説」「構造指針解説1988年版」「計画・設計要領」「計画・設計要領2006改訂版」に記載されている性状に基づき整理した。

図1.5-19に収集し尿の性状の変化、図1.5-20に収集浄化槽汚泥の性状の変化を示す。非超過確率は施設計画の参考にすることが多い収集し尿50%値、収集浄化槽汚泥75%値を採用した。非超過確率の区分がない「構造指針解説」（1979（昭和54）年発行）については、以下のとおり扱った。

- ①収集し尿の性状は、50%値として扱う。
- ②収集し尿の全リンは、リン酸表記のため対象外とする。
- ③収集浄化槽汚泥の性状は、本文に記載がないため対象外とする。

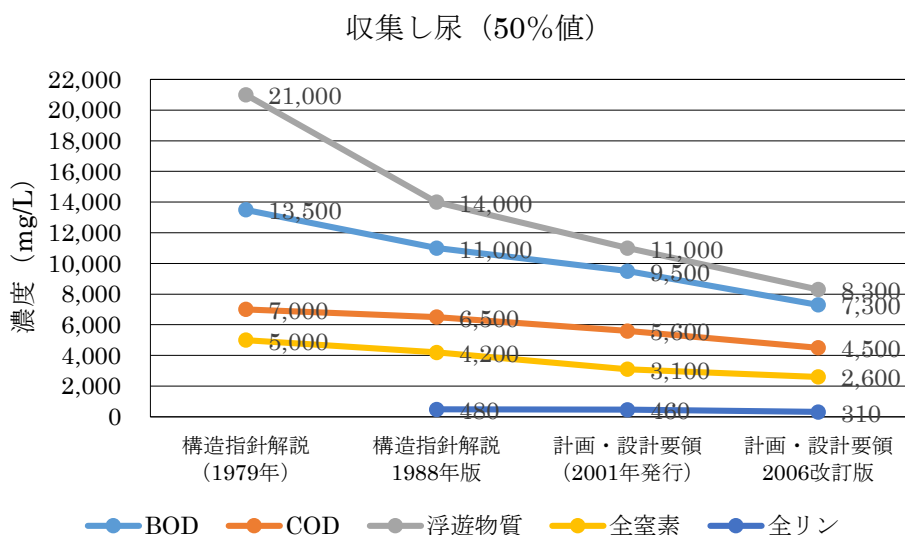


図 1.5-19 収集し尿の性状の変化

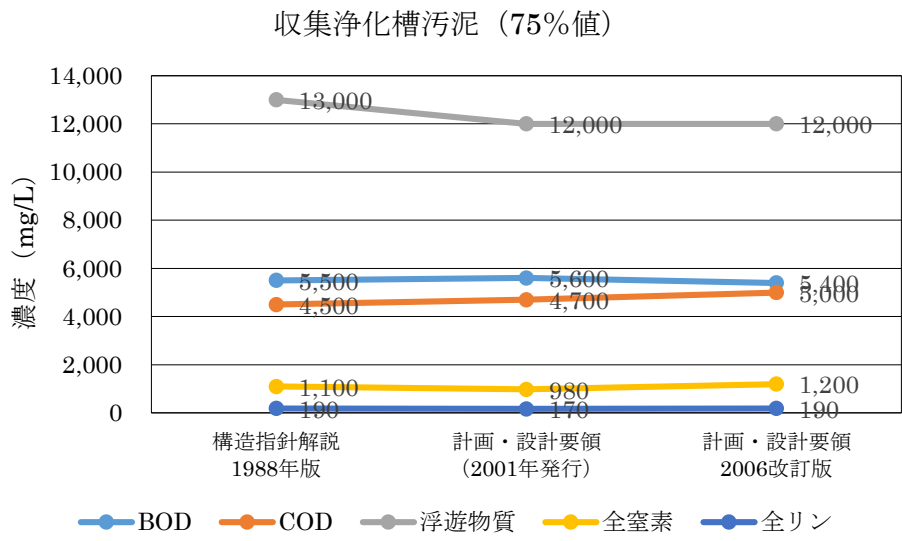


図 1.5-20 収集浄化槽汚泥の性状の変化

収集し尿（50%値）の性状は、年々1人1日あたりの排出量が多くなっていることから、希釈による濃度の低下傾向が見られる。収集浄化槽汚泥（75%値）の濃度は、全体的には概ね横ばいの状況である。なお、除渣後のし尿等については、「計画・設計要領 2006 改訂版」以外にデータが示されていないことから、性状の変化の対象外とした。

（d）近年の収集し尿等の性状について

近年の収集し尿等の性状例として、2007（平成 19）年度～2010（平成 22）年度に実施した各所の精密機能検査結果の集計値を表 1.5-12 に示す。

表 1.5-12 近年の精密機能検査結果に基づく収集し尿および収集浄化槽汚泥の性状¹³⁾
し尿 (2007 (平成 19) 年度～2010 (平成 22) 年度)

項 目			試料数	平均値	標準偏差
搬入	pH	—	104	7.6	0.39
	BOD	mg/L	101	6,500	2,600
	COD	mg/L	102	4,000	1,700
	浮遊物質	mg/L	102	7,400	4,000
	全窒素	mg/L	102	2,400	940
	全リン	mg/L	44	290	140
	塩素イオン	mg/L	97	1,700	670
除渣後	pH	—	104	7.5	0.53
	BOD	mg/L	102	5,500	2,100
	COD	mg/L	101	3,200	1,200
	浮遊物質	mg/L	104	5,200	3,200
	全窒素	mg/L	101	1,800	580
	全リン	mg/L	71	210	67
	塩素イオン	mg/L	92	1,300	480

(一般財団法人日本環境衛生センター提供資料に基づき作成)

浄化槽汚泥 (2007 (平成 19) 年度～2010 (平成 22) 年度)

項 目			試料数	平均値	標準偏差
搬入	pH	—	104	6.9	0.54
	BOD	mg/L	100	2,100	1,300
	COD	mg/L	99	2,900	1,500
	浮遊物質	mg/L	100	7,500	4,100
	全窒素	mg/L	100	570	310
	全リン	mg/L	44	180	150
	塩素イオン	mg/L	98	160	160
除渣後	pH	—	107	6.6	0.66
	BOD	mg/L	101	2,700	1,200
	COD	mg/L	104	2,900	1,200
	浮遊物質	mg/L	106	6,500	3,500
	全窒素	mg/L	102	680	330
	全リン	mg/L	75	140	71
	塩素イオン	mg/L	97	350	380

(一般財団法人日本環境衛生センター提供資料に基づき作成)

本集計値の平均値を「計画・設計要領 2006 改訂版」に記載されている性状 (表 1.5-11) の平均値と相対的に比較したものを図 1.5-21～図 1.5-24 に示す (表 1.5-11 の平均値を 100 として比較)。

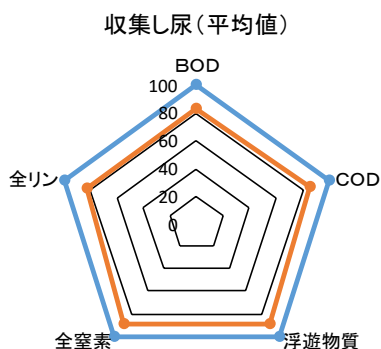


図 1.5-21 収集し尿の比較

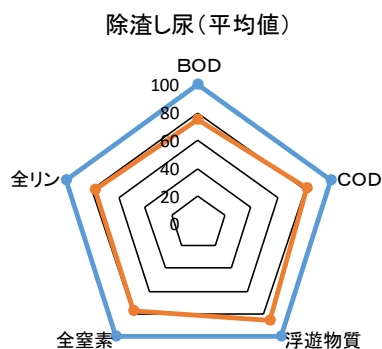


図 1.5-22 除渣し尿の比較

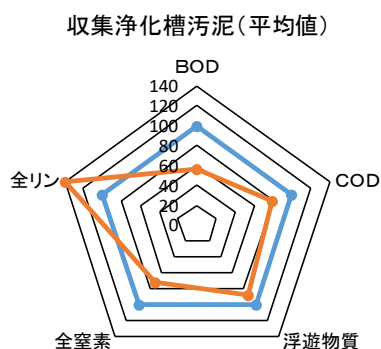


図 1.5-23 収集浄化槽汚泥の比較

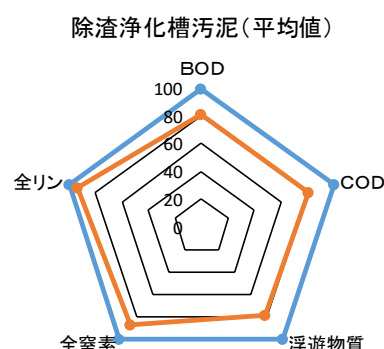


図 1.5-24 除渣浄化槽汚泥の比較

収集し尿、除渣し尿とも同様の傾向を示し、2007（平成 19）年度～2010（平成 22）年度の性状の平均値は、「計画・設計要領 2006 改訂版」に記載される平均値（2001（平成 13）年度～2003（平成 15）年度）に対し、75%～90%の範囲にある。

収集浄化槽汚泥、除渣浄化槽汚泥の性状の平均値は、収集浄化槽汚泥の全リン以外は「計画・設計要領 2006 改訂版」に記載される平均値以下である。

1.5.11 貯留槽

貯留槽は、破碎あるいはきょう雑物除去または細砂除去後のし尿等を次の処理工程に投入する前にいったん貯留し、これらの性状の平準化および処理量の調整を図るための目的で設置される。

(1) 貯留槽の構造⁵⁾

貯留槽の構造は、水圧・土圧に対して強度的に十分考慮した鉄筋コンクリート造り等の水密構造とし、腐食に耐えるような処置を講じる必要がある。また、槽の底部には清掃しやすいように勾配をつける。

鉄筋コンクリート造り以外の例えば鋼板製でも採用できるが、この場合には、防食ライニング等の処置を施すものとし、貯留槽の使用期間、定期補修状況に応じて防食仕様を決定する。最近の施設で鋼板製の貯留槽はほとんどみられない。

なお、清掃等に備えて2ヶ所以上のマンホールを設け、水槽内部を換気できる構造・設備とする。コンクリート槽の防食処理については、「4.2.2(2)(b)防食」表4.2-2～表4.2-5の水槽内部防食仕様例や「防食技術マニュアル」最新版を参考にする。

コンクリート防食技術の変遷や近年の傾向については、「1.5.8(3)コンクリート防食技術の変遷」の項に示した。

(2) 貯留槽の容量⁵⁾

一般的に、し尿等の収集頻度や性状が異なるため、貯留槽の容量を決定する際には、し尿と浄化槽汚泥とを別々に貯留するように計画することが多い。共通していることは、し尿等の収集量に変動があっても、し尿等を処理工程へ均等に送るため、また、週休2日制に対応するため、計画処理量の3日分程度とする場合が多いことである。

なお、週休2日制が定着^{注)}する以前は、計画処理量の2日分が標準とされていた。

注) 参考：国家公務員の完全週休2日制の導入は1992(平成4)年。

その他に留意すべき事項は、週変動と季節変動である。特に、寒冷地や観光地など施設の立地状況によっては、週変動が大きいことがあるので、実情に併せて計画を行う。また、収集量の変動が季節によって著しい場合には、基本として、し尿等収集計画の見直し等により変動を緩和させることで対応をすることが望ましいが、必要に応じて、地域の実情に併せた予備貯留槽を計画する。予備貯留槽の容量は、一般的に計画処理量の3～4日分程度とすることが多いが、特に、寒冷地などの場合、降雪時等における収集作業の中断に備えて、事前に収集を済ませておくことがあるため、2～3ヶ月間程度の予備貯留槽を設置する等の配慮が必要となる場合がある。

また、汚泥濃縮車の場合は、農業集落排水処理施設や浄化槽の汚泥を現地で機械濃縮し濃縮汚泥を搬入することとなる。このような濃縮汚泥が多い場合は、し尿等と区別して受入れることとし、これに対応する貯留容量を確保することが必要である。

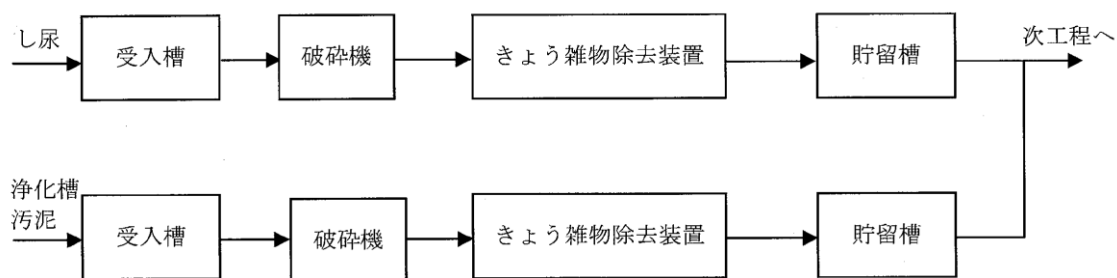
汚泥濃縮車については、「1.4.2(2)(d)浄化槽汚泥濃縮車」の項に示す。

(3) 浄化槽汚泥の受入れと貯留

近年、浄化槽汚泥の収集量自体は横ばいであるが、し尿収集量の減少により浄化槽汚泥の混入比率が増大する傾向(2016(平成28)年度全国平均の浄化槽汚泥搬入比率約70%¹⁴⁾)にあり、それに伴って施設として十分な対応が必要となってきた。浄化槽汚泥は、その特性上、一般的に質的・量的な変動が大きいので、前述したようにし尿と

は別に専用貯留槽を設けておくことがよい。

浄化槽汚泥の貯留槽容量を決定するには、前述の配慮に加え、その地域性（寒冷地や観光地など）、収集形態等に十分配慮する必要がある。特に、発生源（マンション、工場、病院、サービスエリア等）や収集状況により、中継槽を介して施設へ搬入する場合もあるため、その量、質の把握が大切である。また、単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への移行が進むと同時に、農業集落排水施設などの普及に伴う農集汚泥も浄化槽汚泥と一緒に搬入される例が増えてきている。そのため、量、質の変動状況を入念に調査・把握し、実態に適した設備を具備することが望ましい。さらに、地域的な事情によっては、規模の大きな合併処理浄化槽の設置数量等を踏まえ実状に併せた収集・運搬量を見込んだ容量の浄化槽汚泥専用予備貯留槽の設置も考慮する必要がある。図 1.5-25 に参考としてフローシート例を示す⁵⁾。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版，137)

図 1.5-25 浄化槽汚泥貯留槽設置方法の例⁵⁾

浄化槽汚泥貯留槽の容量は、週休 2 日制導入前の 1980 年代（昭和 60 年前後）は表 1.5-13 を標準としていた。近年は、し尿貯留槽と同様に計画処理量の 3 日分程度とし、浄化槽汚泥専用の予備貯留槽を設け搬入量の変動を吸収することが多い。

表 1.5-13 浄化槽汚泥専用貯留槽容量の例（週休 2 日制導入前）⁷⁾

浄化槽汚泥処理量	容量 (m ³)
10 kL/日 未満	5 Q _s
10 kL/日以上 30 kL/日未満	3 Q _s + 20
30 kL/日 以上	2 Q _s + 50

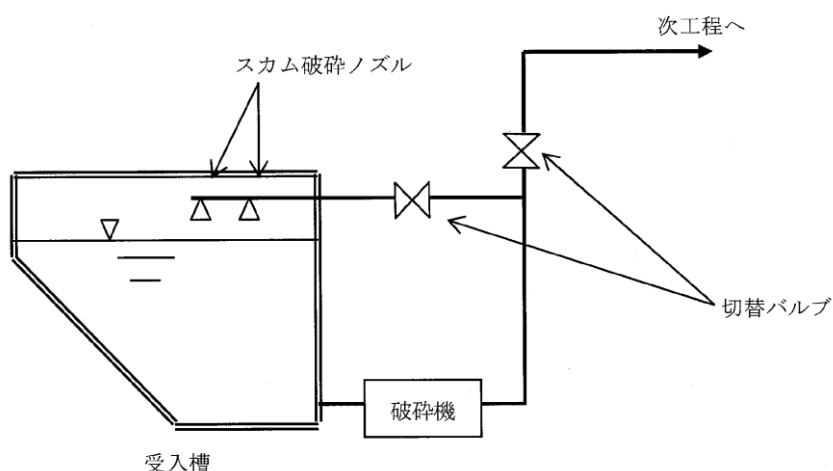
Q_s：浄化槽汚泥計画処理量 (kL/日)

(出典：構造指針解説 1988 年版，86)

1.5.12 スカム防止装置

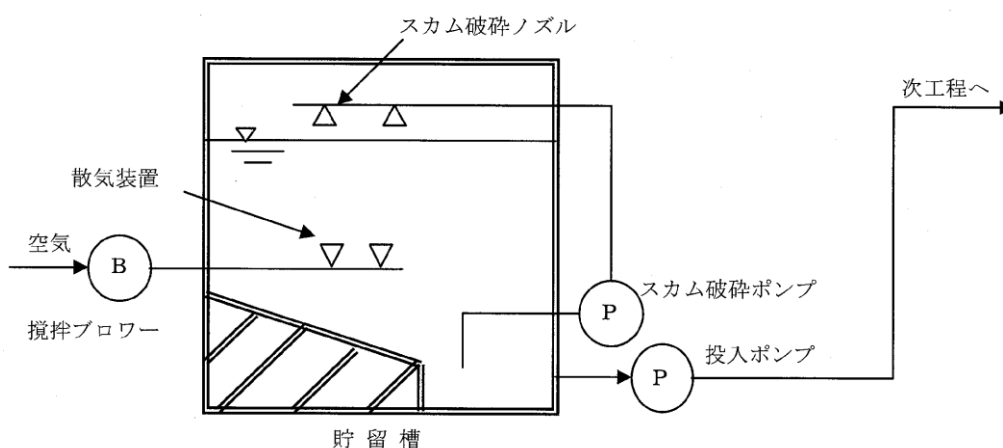
受入槽、貯留槽では、通常し尿等を貯留するとスカムが形成されるので、スカム防止装置を設ける必要がある。スカムの発生防止装置としては、ポンプ（槽外型ポンプまたは水中ポンプ）による液循環スプレー方式、機械による攪拌方式、あるいは空気による攪拌方式等がある。この攪拌により槽内の均一化が期待できる⁵⁾。水中ポンプ、機械攪拌方式の採用事例は少ない。

受入槽、貯留槽のスカム防止装置の例を図 1.5-26、図 1.5-27 に示す。また、受入槽はスカム等の堆積防止のために、原則として槽を毎日空にすることが望ましい。



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 137)

図 1.5-26 受入槽スカム防止装置の例⁵⁾



(出典：計画・設計要領 2006 改訂版, 137)

図 1.5-27 貯留槽スカム防止装置の例⁵⁾

1.5.13 細砂除去装置

1990年代（平成元年代）頃から、除渣後のし尿等に含まれる細砂除去の機運が高まり、細砂除去装置が出現した。2000年代（平成10年代）になると、省エネルギー型の液体サイクロンと水切り装置を組み合わせた方式による細砂除去装置が実用化され徐々に普及してきた。

（1）技術開発の背景

搬入されるし尿等には、0.3%程度の砂等が含まれる。搬入される砂等の50%は沈砂槽で除去されるが、残りの50%に相当する沈殿しにくい砂（細砂）は粒径0.3 mm以下が大部分であり、きょう雑物除去装置（細目ドラムスクリーン目幅0.7～1 mm）ではほとんど除去されず、し尿等と共に後段の貯留槽や生物処理槽へ流入して槽内に堆積し、ポンプ類の摩耗や水槽容量減少等により施設へ悪影響を及ぼす。そのため、貯留槽等は定期的に水槽を空にして清掃し、堆積した細砂等を取り出し場外処分することで対応されてきた。

貯留槽に堆積した細砂の除去作業は不衛生で酸欠等の危険な作業に加え、場合により設備停止も必要になり多大な費用が発生する。そのため、細砂除去の要求が高まり各種の細砂除去装置が開発・改良された。

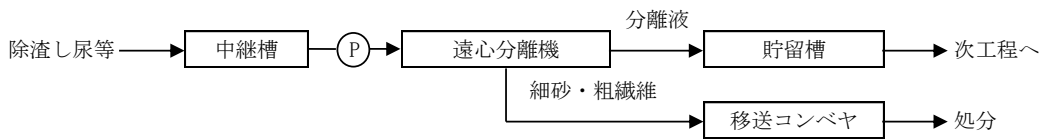
（2）液体サイクロンを利用した細砂除去

液体サイクロンを利用して細砂除去する方式では、除渣し尿等を所定の流速以上で液体サイクロンへポンプ圧送し、サイクロンの遠心力効果で比較的比重の大きい細砂を分離・濃縮する。液体サイクロンの上部からは細砂等が除去されたし尿等のみが後段の貯留槽へ流入する。分離・濃縮された細砂は、各種の方式で水切りを行い、排出した後処分される。

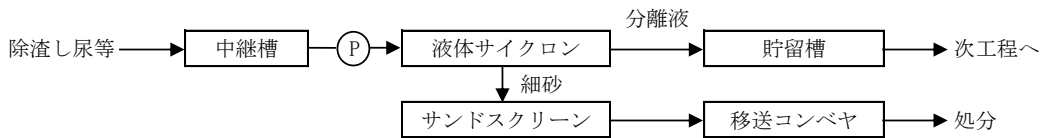
（3）細砂除去方式

主な細砂除去方式の概要を以下にまとめる。フローシートの例を図1.5-28に示す。

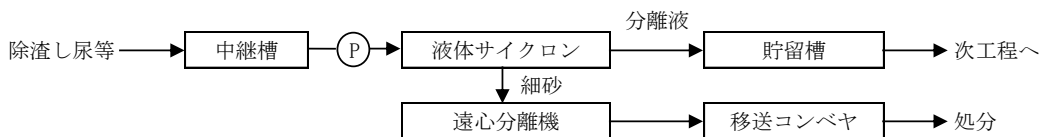
(ア) 全量遠心分離方式



(イ) 液体サイクロンとサンドスクリーンの組み合わせ



(ウ) 液体サイクロンと遠心分離の組み合わせ



(エ) 液体サイクロンと洗浄・水切り装置の組み合わせ

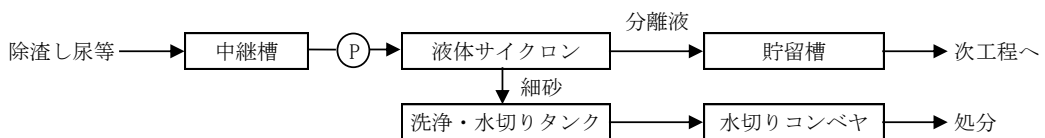


図 1.5-28 細砂除去装置フローシートの例

(a) 全量遠心分離方式

除渣し尿等の全量を遠心分離する方式である。除渣し尿等の粗繊維分の除去が主目的で、それに付随して細砂が除去される。

全量遠心分離方式については、「1.5.10 (1) (c) 遠心分離機」に示した。細砂以外の粗繊維分まで除去されるため残渣の発生量が多い。本方式による細砂除去は、限外ろ過膜採用の減少とともに衰退した。

(b) 液体サイクロンとサンドスクリーンの組み合わせ

液体サイクロンで分離・濃縮した細砂をサンドスクリーン（目開き 0.25～0.35 mm 程度）で水切りを行う方式である。含水率を 80%以下とする場合は、高分子凝集剤を添加することが多いため、近年の採用事例は少なくなった。

(c) 液体サイクロンと遠心分離の組み合わせ

液体サイクロンで分離・濃縮した細砂を遠心分離機で含水率 80%以下に脱水する方式である。比較的運轉動力が大きく、近年の採用事例は少なくなってきた。

(d) 液体サイクロンと洗浄・水切り装置の組み合わせ

運轉動力やメンテナンス費等を改善した方式で、2000 年代（平成 10 年代）に実用化された。液体サイクロンで分離・濃縮した細砂を水切りタンクに受け、水切り機構付き

のコンベヤで排出する。その後、細砂に含まれる有機物等を除去するために、洗浄装置を付加したものが普及してきた。

性能は細砂除去率 90%以上、水切り後の細砂含水率 50～80%程度が期待できる¹⁵⁾。

1.5 参考文献

- 1) し尿処理ガイドブック編集委員会編：し尿処理ガイドブック，環境技術研究会，36-37・382・590-591（1981）.
- 2) 産業用水調査会編：し尿処理施設ハンドブック，産業用水調査会，91-92・143-144・339（1962）.
- 3) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部、一般財団法人日本環境衛生センター編：平成 28 年度 し尿処理技術・システムに関するアーカイブス作成業務報告書，41（2017）.
- 4) 大機エンジニアリング株式会社提供資料：前処理設備におけるドラムスクリーン・スクリュープレスの変遷，（2017）.
- 5) 社団法人全国都市清掃会議編：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版，全国都市清掃会議，125-138（2006）.
- 6) 三井造船環境エンジニアリング株式会社提供資料（2017）.
- 7) 社団法人全国都市清掃会議編：し尿処理施設構造指針解説 1988 年版，全国都市清掃会議，77-80・85-86（1988）.
- 8) 地方共同法人日本下水道事業団編：下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル平成 29 年 12 月，日本下水道事業団，v・47・64（2017）.
- 9) 社団法人全国都市清掃会議編：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版，全国都市清掃会議，47-48（2006）.
- 10) 社団法人全国都市清掃会議編：廃棄物処理施設構造指針解説 し尿処理施設構造指針篇，全国都市清掃会議，12（1979）.
- 11) 社団法人全国都市清掃会議編：し尿処理施設構造指針解説 1988 年版，全国都市清掃会議，23（1988）.
- 12) 社団法人全国都市清掃会議編：汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領，全国都市清掃会議，37（2001）.
- 13) 一般財団法人日本環境衛生センター提供資料：性状に関する精密機能検査集計結果（平成 19～22 年度），（2017）.
- 14) 環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課編：日本の廃棄物処理（平成 28 年度版），38（2018）.
- 15) 松田友紀：経済産業省産業技術環境局長賞 し尿等の細砂除去装置－三菱重工環境エンジニアリング株式会社－，産業機械，（696）2008.9，12-15（2008）.