

## 2.7 海藻類

2.7で海藻類について、2.8で海草類についての保全・再生を記述する。海藻と海草は音が同じためによく間違えられることがあり、区別するために、海草を「うみくさ」をいうことも多い。以下に海藻と海草の違いを記す。

**海藻** 海中に生育する藻類を指し、形態は根、茎、葉の区別がないものが多く、根（付着器）は栄養を地中から吸収するためではなく、岩に固着するためのものである。増殖方法は付着器が分枝して繁殖したり、胞子や卵によって繁殖する。多くは岩礁域に生育する。よく知られる代表的な海藻は緑藻類のスジアオノリ、褐藻類のマコンブ、ワカメ、ヒジキ、モズク、紅藻類のアサクサノリ、マクサ（テングサ）などで食用になるものも多い。

**海草** 海産の種子植物を指し、形態は陸上の種子植物に似て、根、茎、葉の区別がある。根は砂泥の中に伸長して土中の栄養を吸収するが、葉からも吸収する。岩礁域に生育するものと砂泥域に生育するものがある。よく知られる代表的な海草は本州周辺で見られる砂泥域のアマモ、コアマモ、岩礁域のスガモ、エビアマモ、沖縄周辺で見られる砂礫域のリウキュウスガモ、リウキュウアマモ、ベニアマモなどである。

海藻類の保全・再生をする対象種として、多年生で周年同じ形状の海中林と呼ばれる藻場を形成するカジメ類と、一年生や茎部越年生などで春や秋に10m以上に伸長してガラモ場と呼ばれる藻場を形成するホンダワラ類について述べる。コンブ類も東北や北海道地方では大型で広い藻場を形成するが、水産増殖の面から生態的知見や投石などによる造成の例は多く、最近では漁港整備に伴って藻場造成を図るための『自然調和型漁港作り技術マニュアル』、『藻場造成型漁港構造物 調査・設計ガイドライン』などにも記載が多いことからここでは扱わない。

## (1) 具体的な行動計画・事業実施方針の設定（レベル2）

### 1) 海藻類の生態・生活史

#### ① 分類

コンブの仲間であるカジメは褐藻綱、コンブ目、コンブ科に属する。本種と近縁で同じような海藻群落を形成する種として、アラメ、クロメ、ツルアラメなどがある（表2.7.1,写真2.7.1）。これらをまとめてカジメ類として扱う。

表 2.7.1 カジメ類<sup>3)</sup>

種 類	特 徴
アラメ <i>Eisenia bicyclis</i>	1年目の体は1枚の笹の葉状であるが、2年目以後は二又に分かれた長く太い茎を持ち、その先に葉をつける。茎は円柱状、葉はベルト状で皺がある。低潮線付近から漸深帯の岩上に生育する。深さ10mぐらいの海底にはよく大きな群落をつくる。この群落は海中林とよばれ、魚や貝類の良い棲家となる。また、貝類の餌ともなる。夏に採取し、アルギン酸の原料にすることもある。高さ1～2m。太平洋沿岸岩手県以南、瀬戸内海、九州、日本海沿岸に分布。
カジメ <i>Ecklonia cava</i>	1年目の体は1枚の笹の葉状であるが、2年目以後の体は茎の上部に羽状の葉状部をもつ。クロメと似るが、葉の中央部が厚いこと、葉に皺がないことなどで区別できる。低潮線付近から漸深帯の岩上に生育する。3～10mぐらいの深所では特によく繁茂し、大群落をつくる。この群落は海中林とよばれ、魚や貝類の良い棲家となる。また、貝類の餌ともなる。夏に採取し、アルギン酸の原料にする。高さ1～2m。太平洋沿岸中部、瀬戸内海、九州に分布。
クロメ <i>Ecklonia kurome</i>	1年目の体は笹の葉状であるが、2年目以後は茎の上部に羽状にのびた葉状部をもつ。カジメと似ているが、体が小さいこと、葉に皺があること、体の中央部と羽状部の厚さがほぼ同じであることなどの特徴で区別される。漸深帯の岩上に生育する。高さ40～50cm。太平洋沿岸中部・南部、瀬戸内海、九州、日本海沿岸に分布。
ツルアラメ <i>Ecklonia stolonifera</i>	根が長くつるのように岩上を這い、そのところどころから直立体がでる。直立部は葉状で全面に細かい皺があり、縁には鋸状の突起がある。低潮線付近からやや深所の海底にかけて生育する。若狭湾沖で199mの深海底から採集された記録があり、これは海藻で知られた世界最深生育記録である。葉をきざんで長く煮るとどろどろになり、これをすのこの枠に入れて形を整え、乾燥させたものを板アラメといって佐渡地方で食用にする。長さ30cm。幅5～30cm。日本海沿岸、九州北岸に分布。



(カジメ)



(ホンダワラ類)

写真 2.7.1 天然の海藻群落

ホンダワラ類は褐藻綱、ヒバマタ目、ホンダワラ科に属するもので、ヒジキ属、ジョロモク属、ホンダワラ属などがある。ガラモ場を形成する代表的な種として、アカモク、シダモク、ヤツマタモク、オオバモク、ノコギリモクなどがある（表2.7.2, 写真2.7.1）。これらをまとめてホンダワラ類として扱う。

表 2.7.2 ホンダワラ類<sup>3)</sup>

種 類	特 徴
アカモク <i>Sargassum horneri</i>	一年生。根は薄い円盤状でしわがある仮盤状根。茎は円柱状で、根元近くの表面には小さいとげのような突起がたくさんある。枝は各方向に出る。気胞は円錐状で先に小葉をつける。低潮線付近から漸深帯の岩上に生育する。高さ1～10m。太平洋沿岸、八丈島、瀬戸内海、九州、日本海沿岸、北海道日本海沿岸に分布。
シダモク <i>Sargassum filicinum</i>	一年生。根は薄い円盤状でしわがある仮盤状根。茎は円柱状で、細長い。アカモクに似るが、気胞が球状なので区別がつく。漸深帯の岩上に生育する。高さ1～10m。太平洋沿岸中部、九州西岸、日本海沿岸に分布。
ヤツマタモク <i>Sargassum patens</i>	多年生。根は盤状で、茎は平たい。枝は茎の両側から羽状にでる。気胞は楕円形で先に細い1本の葉、または分枝した葉をつける。低潮線付近から漸深帯の岩上に生育する。高さ1m。太平洋沿岸中南部、瀬戸内海、九州、日本海沿岸、南西諸島に分布。
ノコギリモク <i>Sargassum serratifolium</i>	多年生。根は盤状で、茎は円柱状で根元近くで数本の主軸に分かれる。主軸はやや押しつぶされたような形で、よく縁に短いとげをだす。体の上部の葉は長い笹の葉形で、縁に鋸歯をもつ。鋸歯は二重になることが多い。この点でヨレモクと区別できる。気胞は球形または紡錘状で、先にとげまたは葉をもつ。低潮線から漸深帯の岩上に生育する。高さ1～2m。太平洋沿岸北部、中部、南部、瀬戸内海、九州、日本海沿岸、南西諸島に分布。
オオバモク <i>Sargassum ringoldianum</i>	多年生。根は盤状で、茎は円柱状で根元近くで数本の主軸に分かれる。主軸の下部は円柱状であるが、上部は平たい。葉は長いへら形で、縁に鋸歯のない場合が多い。気胞は楕円形で少し平たく、先に葉をつける。低潮線付近から漸深帯の岩上に生育する。高さ1～2m、ときに3m以上。太平洋沿岸中南部、瀬戸内海、九州、日本海沿岸に分布。

## ② 分布

カジメ類は岩礁や大型転石など安定した基盤に生育し、広い藻場を形成する。主に、アラメは太平洋、日本海に、カジメは太平洋中部以南に、クロメは日本海、瀬戸内海に、ツルアラメは日本海に分布する（図2.7.1）。

ホンダワラ類は岩礁や大小の転石などに広く生育するが、種の生活史\*や生態特性などによって異なる。冬季から初夏に大きな藻場を形成するものや、秋季に形成するものがあり、藻場の大きさや面積には季節変動がみられる。アカモクは本邦沿岸に広く分布するが、よく似たシダモクは本州中部以南、瀬戸内海に分布し、その範囲が異なっている（図2.7.2）。また、ノコギリモクは波浪の影響によって生育水深の上限が異なり、静穏であ

\* 生活史：生物の一生における生活の様子。海藻では胞子体の発芽から生長、成熟、枯死、再生産までを表す。

れば浅いところにまで生育でき、荒い場合には深いところに制限されて生育する。

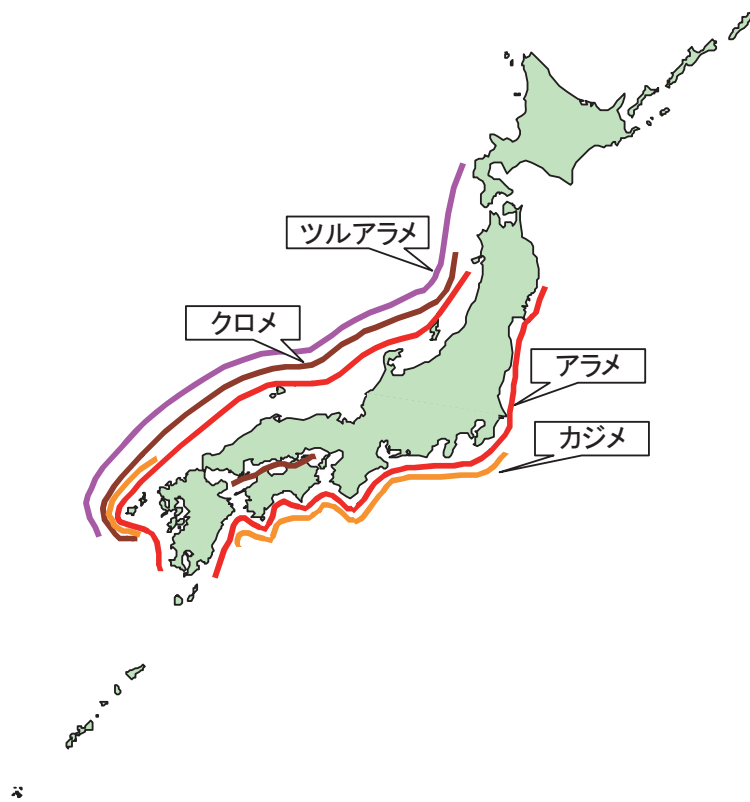


図 2.7.1 カジメ類の分布

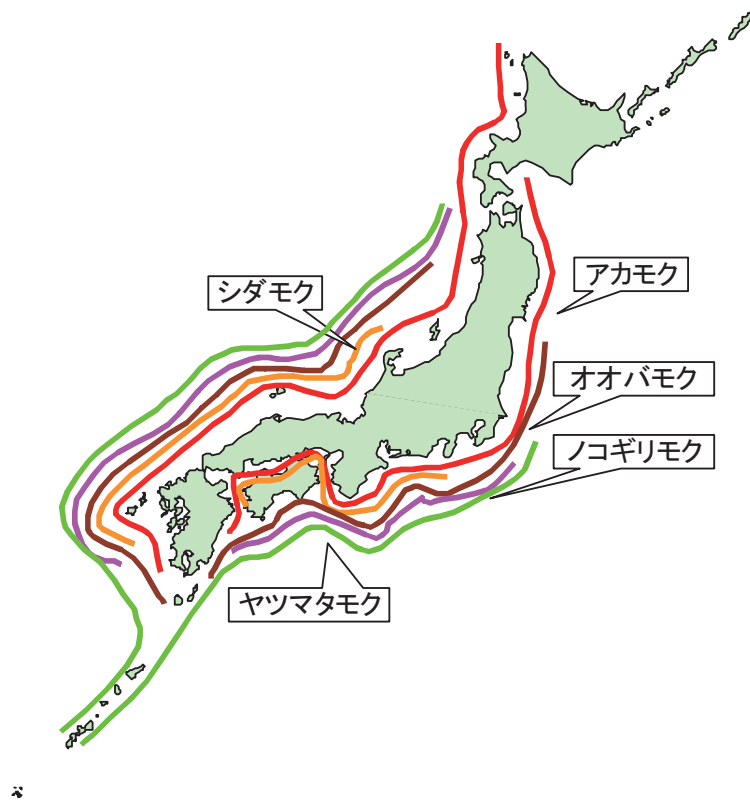


図 2.7.2 ホンダワラ類の分布

## ③ 生活史の概要

カジメ類の生活史は図2.7.3のカジメとほぼ同様である。通年観察される藻体は無性世代\*の胞子体\*\*であり、秋成熟し、放出された遊走子\*\*\*が着底すると雌雄の配偶体\*\*\*\*に生長する。雄性配偶体からの精子が、雌性配偶体の卵と受精し、受精卵が着底して胞子となり、初春以降視認されるようになり、春に大きく生長する。2年目になると成熟後若干末枯れ\*\*\*\*、再生長。寿命5～6年。台風時など秋の波浪で流失するものが多い。

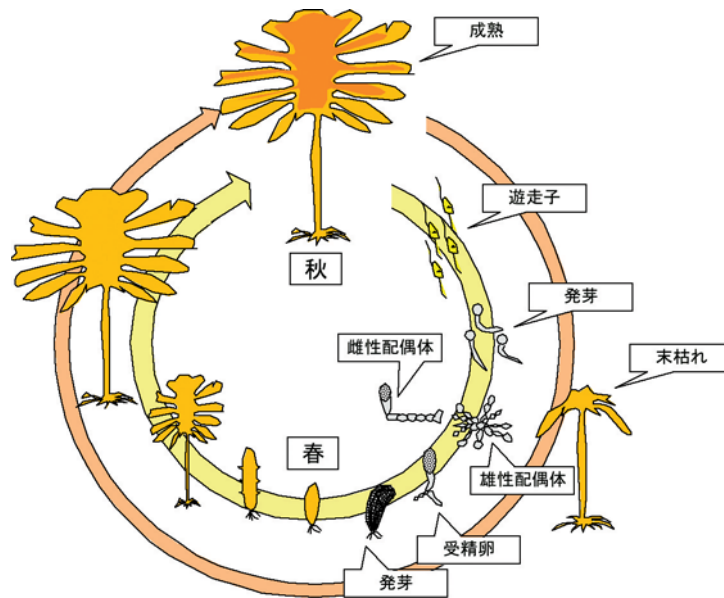


図 2.7.3 カジメの生活史

- \* 無性世代：無性生殖をする世代のこと。海藻では胞子体での期間をさし、受精後の発芽から、胞子体の生長分化、遊走子放出までの世代をいう。
- \*\* 胞子体：胞子を作る生物体。雄性配偶体から泳ぎ出した精子が雌性配偶体上の卵と受精したのち、発芽したものをさし、コンブ科海藻では目に見える世代のほとんどが胞子体である。
- \*\*\* 遊走子：鞭毛を持つ無性の胞子の一種。海藻では胞子体が成熟すると、体の一部にできた遊走子嚢から遊走子が海中に放出され、適当な基質に着生すると、鞭毛を失って配偶体となる。
- \*\*\*\* 配偶体：配偶子を作る生物体。海藻では遊走子が鞭毛を失って発芽した状態を配偶体といい、分裂生長して、雄性配偶体では精子が、雌性配偶体では卵が形成されるまでをいう。
- \*\*\*\*\* 末枯れ：コンブ科海藻で用いられる言葉で、子嚢斑が形成された後、藻体の先端から葉状部の下部を残して流失する現象をいう。その後、水温の低下とともに再生長する。この時期に水温が高いなどのダメージがあると、再生長できなくなり、枯死脱落する。

1年生のホンダワラ類の代表として、アカモクの生活史を図2.7.4に示す。同じような生活史の種はシダモク、ホンダワラなどである。春受精卵が着底すると、発芽するが生長は遅い。水温が低下し始めると伸長し、春から初夏に大型になり、成熟して雌雄の生殖器床\*を形成して、これに卵と精子が形成され成熟すると精子が放出されて、生殖器床上の卵と受精する。この時期に藻体ごと流れ藻になることも多く、流出しない場合には珪藻などが付着しはじめて立ち枯れる。海藻着生用基盤に着生したアカモクの生長の様子を写真2.7.2に示す。

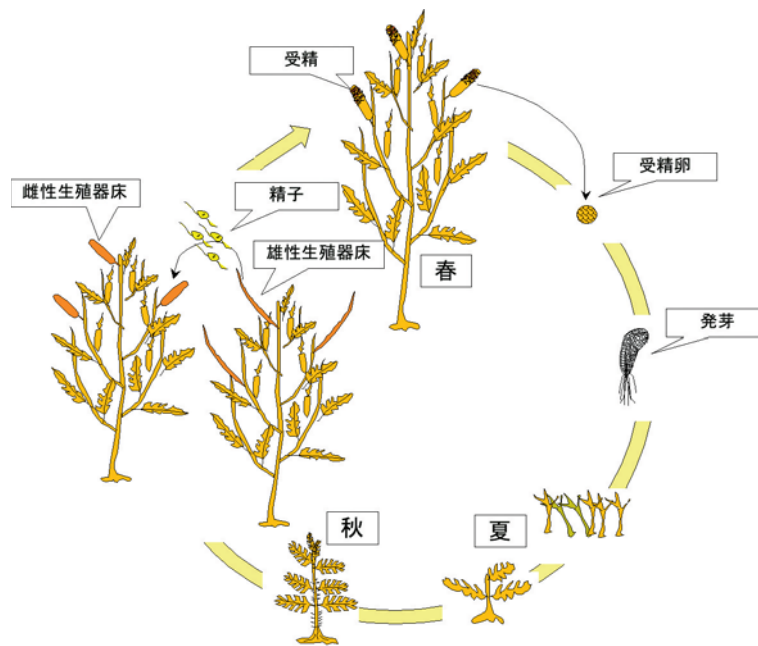


図 2.7.4 アカモクの生活史



(基盤設置半年後の10月)



(基盤設置1年後の3月)

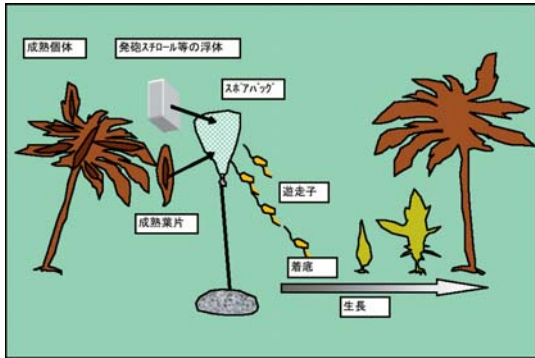
写真 2.7.2 基盤上に自然に着生したアカモクの生長

\* 生殖器床：生殖巣が形成される小枝または葉状部のことで、ホンダワラ科海藻など分化が進んだ種類にみられる。

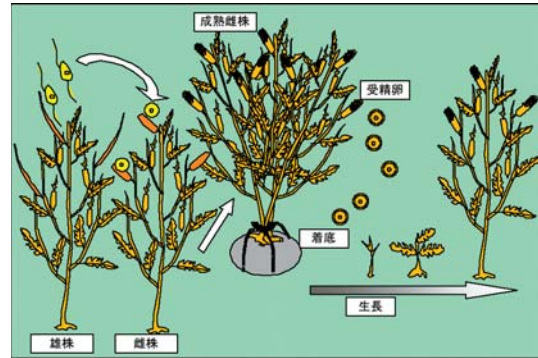
④ 増殖方法

カジメ類およびホンダワラ類の増殖方法は、前述の生活史に示された成熟時期に繁茂域を拡大させるように行うが、人工的に増殖させる場合には、以下のような方法がある。

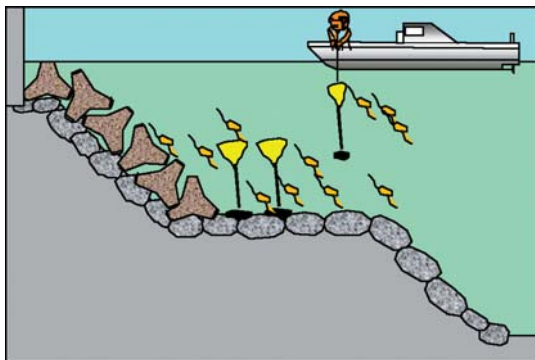
- ・成熟した母藻を設置したり、成熟した葉を入れたスポアバッグを設置して、葉面から周辺へ遊走子の放出を図る（図2.7.5, 写真2.7.3）
- ・若い胞子体を設置し、生長後の遊走子放出を図る（図2.7.6）
- ・成熟した母藻の葉を採取し、陸上水槽で遊走子を放出させたり、受精卵を落下させ、糸やその他の基盤に定着させて、育苗し、ある程度生長させたのち、海域に設置する（図2.7.7）



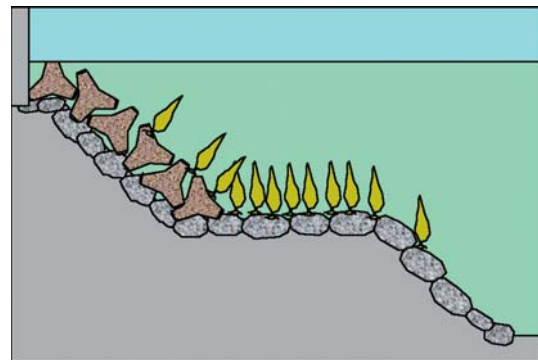
(カジメのスポアバッグ)



(アカモクの成熟株)



(カジメスポアバッグからの遊走子放出)



(次世代生育による繁茂域の拡大)

図 2.7.5 スポアバッグや成熟母藻の設置

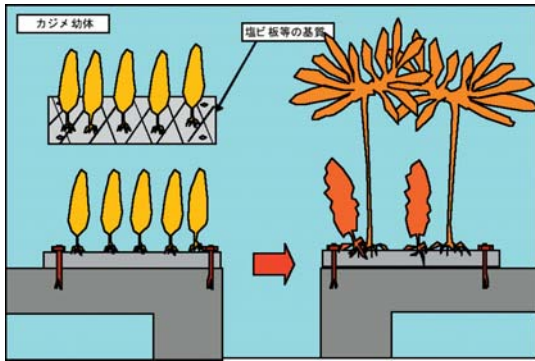


(カジメの成熟葉片のスポアバッグ)

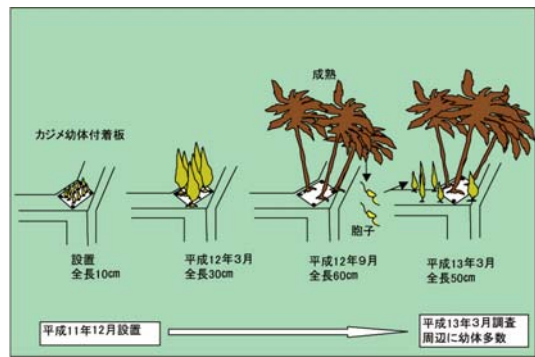


(アカモクの成熟株)

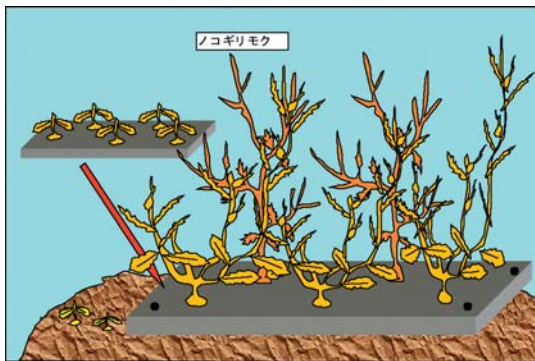
写真 2.7.3 スポアバッグなどの設置作業の様子



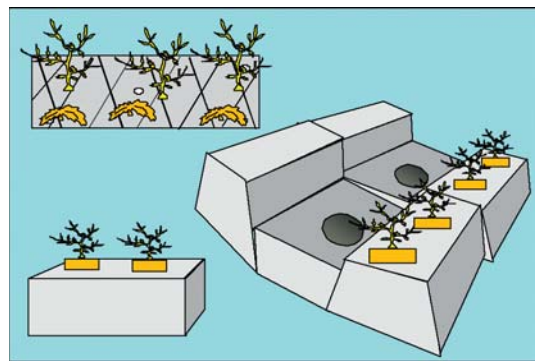
(既存ブロックへのカジメ孢子体の設置)



(移植株からの遊走子放出で繁茂域が拡大)

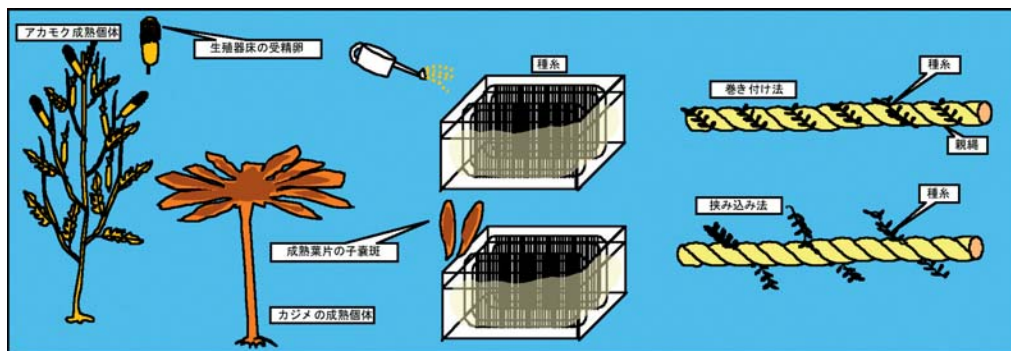


(天然基盤へのホンダワラ類の設置)

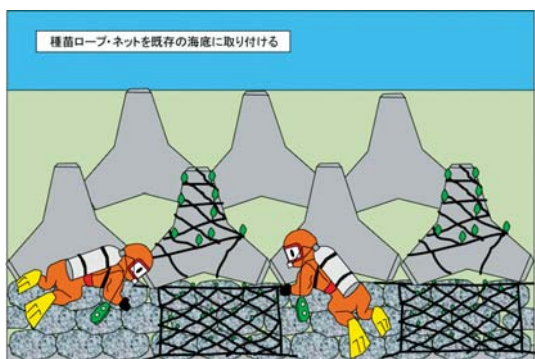


(既存ブロックへの設置の例)

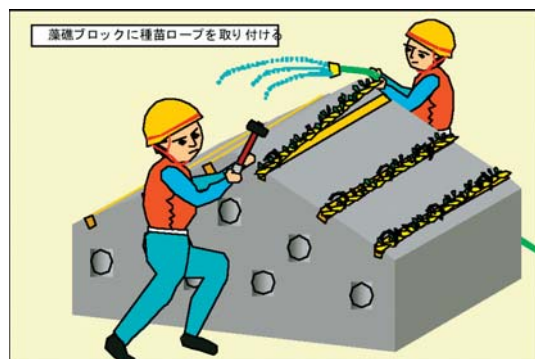
図 2.7.6 若い孢子体の移植



(アカモクの受精卵やカジメの遊走子を種糸に定着させ育苗、種糸を親縄に取り付ける)



(種苗ロープやネットを海底に設置)



(種苗ロープを藻礁ブロックに取り付ける)

図 2.7.7 人工種苗の移植



## 2) インパクト・レスポンスフローの作成と対策の整理

自然環境の変化もしくは人為的なインパクトがある場合には人為的なインパクトが対象種やその生育環境にどのような影響を与えるか、どのように伝播するかについてインパクト・レスポンスフローを作成して明確にし、保全・管理方法、創造手法を具体的に示す。例をカジメ群落で示したが、対象となる海藻の生態的特性によって、変化は異なる（図2.7.8）。

よくあるインパクトの例として、海岸の形状が変わり、流速の低下や底質の不安定化が誘引され、海藻群落の生育場所が狭まったり、生育水深が浅くなったりすることがある。また、地球規模の大きなインパクトとしては、温暖化によって水温が上昇し、カジメが生育できなくなったり、成熟できるまで生存できなかつたりし、南方系のホンダワラ類が優占するようになることがある。加えて、捕食者の生残率が高まり、カジメに対する捕食圧\*が増加するため、カジメ群落の生長が妨げられ、繁茂域が減少する。

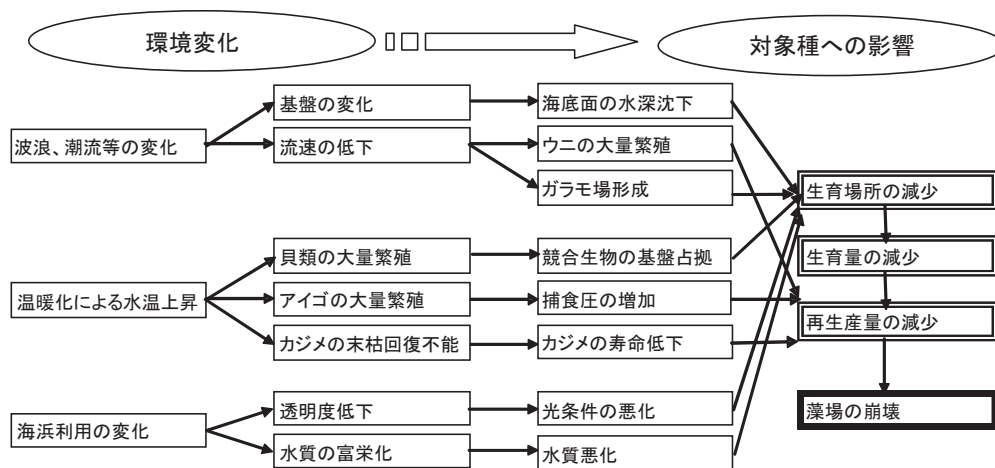


図 2.7.8 カジメに関するインパクト・レスポンスフロー

## 3) 保全・再生手法

岩礁性海藻群落の再生には、既存群落を保全または衰退した群落を再生する場合と、新たに基盤を造成して海藻群落を創出する場合がある。具体的な行動計画は、海藻類の生育に適した基盤の整備と、自然に種苗の加入が期待できない場合の対象種の移植によって、群落の保全・再生・創出することを目的に作成する。特に、定着性の海藻類にとって岩面の競合\*\*生物対策や、ウニや魚類の食害対策は維持管理に重要である。

### ① 既存藻場の保全・再生

既存の海藻群落を保全・再生する場合には、食害動物を除去するなどして、海藻類が安定して再生産されるようになるまで保護するなどの対策が必要である。考慮する点を以下に示す。

\* 捕食圧：食害生物の摂餌によるダメージのこと。海藻ではウニ、アワビ、藻食魚類、ヨコエビなどによる食害の程度をさす。

\*\* 競合：異なる生物種が同一の食物や空間などを競争し合うこと。海藻の着生基盤を競合する代表的な種はフジツボとイガイなど。

- ・保護区の設定：採取の制限、マッケ曳き\*や底曳き網の制御、漁獲の制限
- ・着生基盤の形成：岩面清掃、滯筋\*\*の再生、新規着生基盤の投入、転石の転耕、投石
- ・食害防除：ウニなどの移植、食害動物の除去
- ・環境保全対策：陸水の流入改善、濁りの流入制御、光条件改善のための嵩上げ、投石

## ② 基盤整備

基盤整備として、海藻類の生育水深帯の基盤を広く造り、多年生の対象種が長期間群落を維持できるような安定基盤とすることが必要である。考慮する点を以下に示す。

- ・光条件：海底地盤のかさ上げなどによる水深調整、水質浄化
- ・波浪条件：潮通しの確保、消波堤などによる高波浪の制御
- ・基盤の安定性：波の制御、大型基盤の設置または適正な安定基盤の設置
- ・形状：種苗が定着しやすく、かつ生長した大型個体の付着器がしっかり固着できる
- ・漂砂：海底面からの高さの確保、基盤投入

## ③ 海藻類の種苗等移植

海藻種苗等を移植する場合には、一般に海藻類の繁殖時期や、寿命、生活史に配慮した計画をし、安定した海藻群落を形成するまでの経過時間を考慮する必要がある。

- ・移植方法：種苗生産、種苗移植、幼体移植、成体移植、成熟葉投入（スポアバッグ）、藻礁ブロック、種苗糸、種苗ネットなど
- ・移植時期：付着器の生長時期の春から初夏、付着器の生長が停止する時期は避ける
- ・移植範囲：自然の繁殖力に配慮する
- ・移植密度：密度効果、適正量、摂餌圧を上回る生産量
- ・減耗対策：補植\*\*\*
- ・ウニの食害対策：漁獲、除去、移設\*\*\*\*、波浪利用、ウニ用の餌料海藻設置
- ・魚類の食害対策：網、魚類の排除
- ・競合付着生物対策：フジツボ除去、ムラサキイガイ対策
- ・年齢構成の多様性：適度な間引き

\* マッケ曳き：ロープの先に特殊な形状のカギをつけて、船の上や岸から投げて、コンブを絡め取りする方法。主にコンブ漁に用いる。

\*\* 滯筋：川や海の中で船の通れる水路となっている深みをいう。海水交換を促進させ、生物の好適棲み場を形成する方法として、海岸の浅所に局部的に深い滯筋を作る作滯工が用いられることがある。

\*\*\* 補植：補植とは、陸上植物の植栽などで用いられる用語で、街路樹などの植栽後、病虫害等により枯損した場所を穴埋めする方法をいう。田植え機で上手く植えることができなかった部分に手で苗を入れていく作業にも用いる。

\*\*\*\* 移設：生物の個体や群集を別の場所に移しかえて生息させること。実入り少ないウニを、餌料となる海藻の多い場所に一時的に移し、肥育させてから漁獲する場合にも用いる。

## (2) 目標達成基準による管理（レベル3）

### 1) 目標達成基準の設定

#### ① 指標項目

指標項目として、海藻類の生育に直接係わる項目として、海藻類の群落の面積に加えて、構成種、その密度、年齢構成、捕食者の生残、競合生物の繁殖、生産量と捕食圧の関係などが重要である。また、群落の維持にとって必要な環境条件に係わる項目として、光環境の悪化、水温の上昇、水質の富栄養化、植食魚類の増加などは人が管理できない内容であるが、モニタリング項目として測定し、状況を把握しておくことが望ましい。

#### ② 目標レベル

目標レベルは周辺の自然海域の海藻群落を想定し、少なくとも数回は再生産が行われ、多年生であれば、多年齢の個体から群落が構成されていることが必要であり、年変動する自然環境のインパクトにも耐性を持った安定した群落が形成されていることを確認する。また、環境変動による変化を把握するために、自然の群落内に対照区としてのモニタリング地点を設定することが望ましい。

海藻群落の保全・再生については、現状およびこれまでの変遷を考慮して目標レベルを設定する（図2.7.9）。新たに創出する群落を目的にした基盤整備については、周辺の自然地形の海底を対照区として設定する。

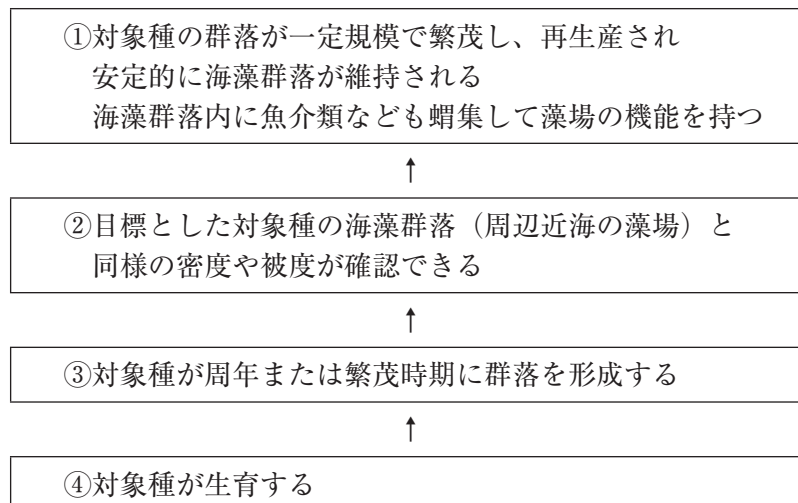


図 2.7.9 目標レベルの設定

#### ③ 目標達成年次

対象種がカジメ類である場合には寿命が数年であることと、海藻群落の形成には自然の繁殖力を利用するのが望ましいため、5、6年以上の経過を観察することが望ましい。また、ホンダワラ類である場合には寿命が2～3年、流れ藻によっても繁茂拡大、周辺海域からの種苗加入の可能性大、年変動が大きいことなどもあり、やはり数年の経過を観察することが望ましいと考えられる。

## 2) モニタリングの実施

### ① モニタリング計画策定の考え方

モニタリングの主な調査項目は、目標達成基準が達成できているか明確に検証できる必要がある。主な内容は『群落面積の変化』、『安定した再生産』の確認であり、調査時期は対象種の繁茂、衰退の時期、特に成熟、末枯れ、末枯れからの回復、新規加入、流れ藻などが確認できるように配慮する。また、群落の保全・再生に影響を及ぼす気象や海象等の環境条件はモニタリングで把握しておくことが望ましい。モニタリングの結果をインパクト・レスポンスフローに照らし、見直しが必要と判断された場合には、項目を追加したり、方法を修正するなどする。

### ② モニタリングの実施方法

#### a. モニタリング手法

調査方法は、対象種の生態に合わせて、特に成熟時期、衰退時期、台風など高波浪時期などに行う必要がある。

調査項目と調査方法を表2.7.3と図2.7.10に、モニタリングの様子を写真2.7.4に示す。

表 2.7.3 主な調査項目と調査方法

調査項目	調査方法
群落面積、分布水深	環境傾度に即した測線調査（ベルトトランセクト法）、広域分布調査（航空写真、目視観察）
現存量、生産量、葉長組成、新規加入	坪刈り、マーキング法、葉長測定
成熟、末枯れ、回復、再生長	定置枠による個体追跡、任意観察
競合生物	定置枠による目視観察、任意観察
食害動物、捕食圧	ビデオ撮影、刺し網、食害生物採取、胃内容分析
環境変動（透明度、水温、塩分、光量子量、濁度、COD、窒素、リン、浮泥、波浪）	垂下式測器、定置式連続測定、採水、採泥

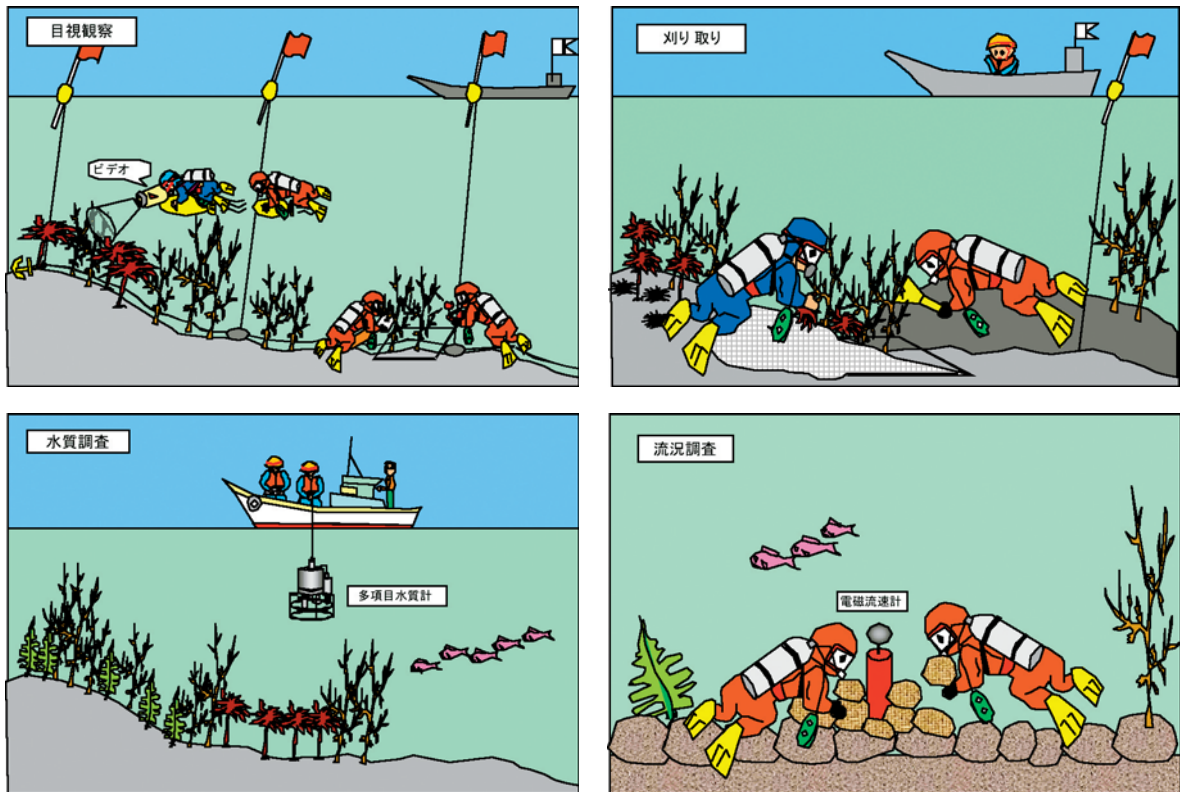


図 2.7.10 調査方法の例



(水中スクーターでの広域目視観察)



(写真撮影)

写真 2.7.4 モニタリングの様子

b. モニタリング実施体制

専門家による定期的なモニタリング調査に加えて、地域住民である漁業者、地元ボランティアやNPOの協力を得ることが望ましく、情報の共有化や合意形成に有効に働くことが期待できる。さらに周辺住民や関心を寄せる一般市民等に協力を求めて、日常的な観察やイベント的な観察など、専門家でない人たちで実施可能な項目についてモニタリングに取り入れることが望ましい。ただし、潜水調査を伴う場合などでは安全に十分配慮し、専門家との差別化も必要と考える。

### 3) 管理手法のレビューと改善

#### ① 目標達成基準の評価方法

目標達成基準の評価は、指標項目が目標レベルを満足したかどうかで評価する。

指標項目が目標レベルを満足していると評価された場合には、その後の環境変動等により藻場が変化する可能性を検討し、必要な場合は継続してモニタリングする。また、十分目標を達成し、安定して維持されると判断された場合には、モニタリング調査の頻度、調査項目を低減していく。

設定した目標レベルが達成されていない場合は、それまでの環境条件の変化や海藻群落の形成状況、未達成の原因について調査結果および関連資料をもとに推定し、管理手法をレビューして、その程度に応じて以下のような対策を検討する。

- ・様子を見る。
- ・改善のための対応策を導入する。
- ・目標達成基準を見直す。
- ・例外的な状況においては、具体的な行動計画・事業実施方針を見直す。

以上のような管理手法のレビューと改善の必要性の判断については、事業者と利害関係者などとの多様な主体の間での合意形成と、専門家による科学的知見に基づいた判断が必要である。

#### ② 管理手法改善のための対応策

管理手法の改善が必要と判断される場合は、設定した目標レベルが未達成となっている原因を検討し、改善のために有効と考えられる対応策を策定し実施する。

予測が不確実な海藻群落の保全再生や造成計画においては、あらかじめ起こりうる変化を想定し、各変化に対する対応策メニューを検討しておくことが望ましい。

## 参 考 文 献

- 1) 自然調和型漁港研究会・社団法人 水産土木建設技術センター（1999）：自然調和型漁港づくり技術マニュアル－藻場機能の付加－. p.59
- 2) 社団法人 全国漁港漁場協会（2003）：藻場造成型漁港構造物 調査・設計ガイドライン. p.243)
- 3) 千原光雄・今関六也（1972）：海藻・菌類 原色学習ワイド図鑑、学習研究社. p.250

## 2.8 海草類

### (1) 具体的な行動計画・事業実施方針の設定（レベル2）

#### 1) 海草類の生態・生活史

##### ① 分類

現在地球上の海産種子植物は、アマモ科、ポシドニア科、シオニラ科、トチカガミ科の4科56種が生育し、いずれも単子葉植物である。我が国の国土は、南北に長く暖流と寒流が流れ込んでおり、アマモ科7種（アマモ、オオアマモ、タチアマモ、スゲアマモ、コアマモ、スガモ、エビアマモ）、シオニラ科5種（ベニアマモ、リュウキュウアマモ、ウミジグサ、マツバウミジグサ、ボウバアマモ）、トチカガミ科4種（ウミショウブ、リュウキュウスガモ、ウミヒルモ、トゲウミヒルモ）の3科16種が確認されており、世界でも海草の豊富な地域とされている<sup>1)</sup>。

南西諸島に生育するトチカガミ科ウミヒルモ属は、ウミヒルモとトゲウミヒルモの2種が確認されている。（独）港湾空港研究所の内村らの研究報告では、中城湾泡瀬地区に生育する海草の分子系統解析によって新たに4種が確認され、ヒメウミヒルモ、ホソウミヒルモ、ヤマトウミヒルモ、オオウミヒルモと命名された<sup>2)</sup>。

九州以北から北海道にかけて内湾にアマモ場群落を形成するアマモと干潟域に生育するコアマモ、南西諸島における大規模なアマモ場群落の構成種である大型海草（リュウキュウスガモ、リュウキュウアマモ、ベニアマモ、ボウバアマモ）の生育条件等をまとめて表2.8.1に示す。

表 2.8.1 アマモ場群落を構成する代表種の生育条件

代表的な大型海草種	海草の生育条件等
アマモ (アマモ科)	九州以北から北海道の波静かな内湾砂泥地に生育し、種子の発芽や栄養株*の株分かれで増える特徴がある。栄養株には、伸長期、衰退期、分枝期の明確な生活環がある。
コアマモ (アマモ科)	南西諸島から北海道まで最も広く分布する種であり、低潮帯付近から漸深帯**の砂地に生育する。
リュウキュウスガモ (トチカガミ科)	南西諸島の内湾の静穏な砂地から波浪の強い礁池まで広く分布し、雌雄異株であり栄養株生殖で増える。雌株は果実を付け、その中に4～7個の種子を有し、種子からも増える特徴がある。
リュウキュウアマモ (シオニラ科)	南西諸島の低潮帯から漸深帯の地形的に遮蔽された地先に生育する傾向が強い。生育要因として底質の安定化が必要である。
ベニアマモ (シオニラ科)	南西諸島の低潮帯から漸深帯の直接波の当たらない場所で他の海草と混生して生育する。地下茎にタンニン***細胞がある。
ボウバアマモ (シオニラ科)	南西諸島の低潮帯から漸深帯の強く波の当たらない場所で他の海草と混生して生育する。乾燥に弱い特徴がある。

\* 栄養株：アマモ株には、生殖株と栄養株の2種類ある。栄養株は、地下茎を生長させ株を分枝しながら株数を増加させる。

\*\* 漸深帯：漸深帯とは、低潮線よりも深い光が届く水深に相当する部分であり、海生生物の生態的区分として使われる。

\*\*\* タンニン：タンニンとは、植物の葉などに含まれるポリフェノールの総称である。

## ② 分布

我が国に生育する海草類の分布は、生育分布からみると4パターンに区分できる。

コアマモは、亜熱帯から温帯まで最も広域に生育する種で、南西諸島から北海道まで分布する。

ウミヒルモは、コアマモに次いで分布域が広く生育する種で、南西諸島から関東地方南部、能登半島まで分布する。

アマモを代表とするアマモ亜属4種とスガモ属2種は、温帯域に生育する種で、九州以北に分布し本州北部と北海道で種類が多くなる。

それ以外のシオニラ科5種とトチカガミ科4種の海草類は、南西諸島だけに生育する種で、熱帯性海草として区分される。

我が国のアマモ場群落を構成する代表種を図2.8.1、海草大型種の生育地を図2.8.2に示す。

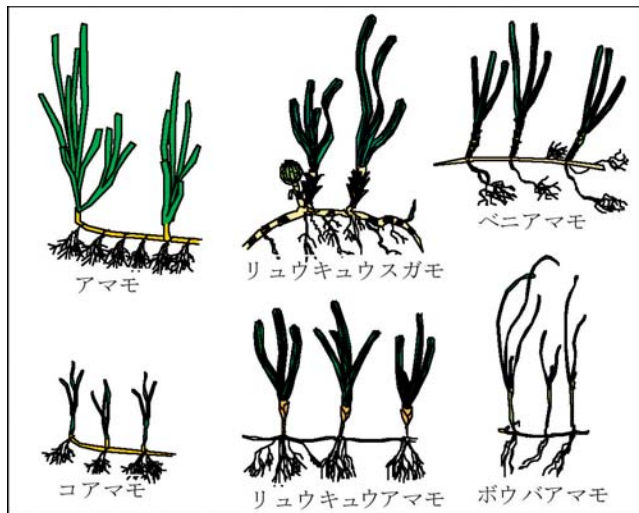


図 2.8.1 アマモ場群落を構成する代表種

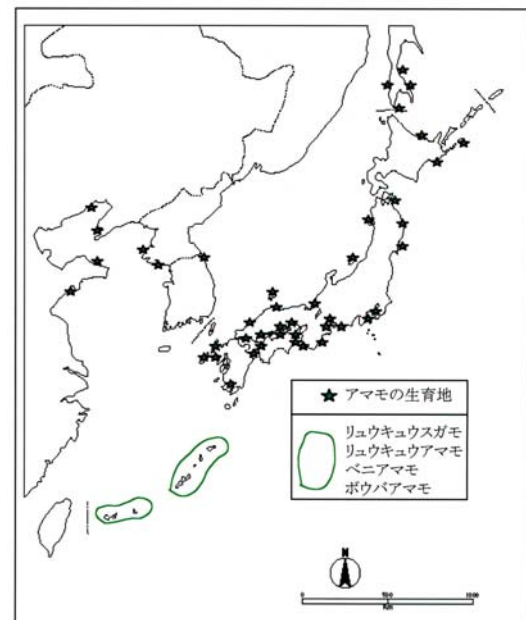


図 2.8.2 海草大型種の生育地

## ③ 生態・生活史

### a. アマモ

#### ・生態：

アマモは、北半球の温帯域から寒帯域北極圏の沿岸に広く分布し、我が国では九州から北海道の波浪の影響を受けにくい、内湾の静穏な砂泥域に生育する。

衰退期まで生育した栄養株と種子から発芽した栄養株は、秋から冬にかけて分枝して株数を増加させながら成長し、一部の株が花枝（生殖株\*）となり、春に花を付け夏に種子を海底に落とす。アマモ場での株数の維持は、栄養株の分枝と種子から発芽によって、株数を増加させ群落を維持させる特徴がある。

\* 生殖株：アマモ株の一部が生殖株となり、春季に伸長すると花枝が形成され、先端部の花穂の中に種子を付ける株。



アマモ場が形成された場合には、藻場内に生物の多様性をもたらし、葉に珪藻、コケムシ、巻貝、甲殻類の付着があり、多種多様な小魚の餌場・保育場となる。

海底部では、底生生物の生息場となり、内湾の豊かな生態系と生物の多様性形成に重要な役割を果たしている。

アマモ場群落に生息する生物を写真2.8.1に示す



(葉上を餌場とするヤドカリ)

(アマモ場を保育場とするアミメハギ)

写真 2.8.1 アマモ場群落に生息する生物

・生活史：

神奈川県小田和湾でのアマモ生活環の模式図を図2.8.3に示す。

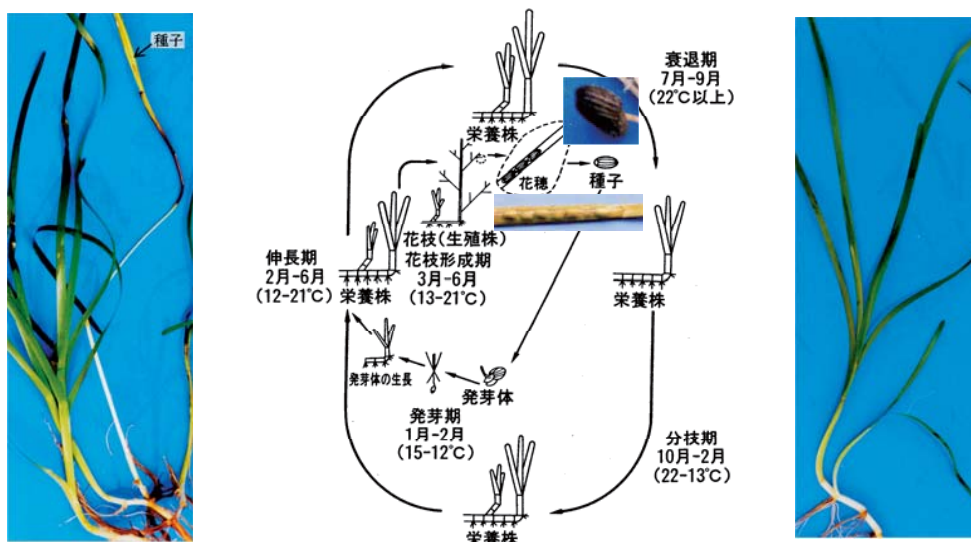
神奈川県小田和湾での観察事例では、種子から発芽した株は3月頃から一部が花枝（生殖株）となり、そこに形成された花穂に種子ができる。6月中・下旬には、種子が熟して花穂から脱落し、海底の砂に埋まり冬季に発芽・生長することが確認されている。

栄養株の生活史では、分枝期、伸長期、衰退期があり、それぞれの特徴を以下に示す。

分枝期（10月～2月）；衰退した栄養株は、分枝して新芽がでて株数が増加する。

伸長期（2月～6月）；新芽や発芽体は、生長が盛んになり6月ころ草丈が最大になる。

衰退期（7月～9月）；草丈が最大となった栄養株は、枯死する株もあり株数が最小となる。



(花枝を付けた栄養株)

(分枝した栄養株)

図 2.8.3 神奈川県小田和湾でのアマモ生活環の模式図<sup>3)</sup>

## b. 熱帯性海草

南西諸島に生育する熱帯性海草は、最近の知見も含めると14種が生育し、一般的に見られる大型種は、リュウキュウスガモ、リュウキュウアマモ、ボウバアマモ、ベニアマモの4種である。一番大型に生長するウミシヨウブは、石垣島を北限とする八重山諸島のみで生育する種である。

### ・生態・機能：

南西諸島に生育する熱帯性海草は、サンゴ礁に囲まれた礁池の比較的浅い水深帯の砂地に、単独で生育する場合もあるが、多くの場合数種が混生して群落を形成する。

藻場群落が形成された場合には、多年生海草類は年中生産を行い生育速度も速いため、熱帯雨林に匹敵する生産速度を持ち、基礎生産\*の高い場を提供する。

アマモ場に生育する海草類は、複雑に張り巡らした地下茎によって、漂砂を防いで砂地盤の安定化に寄与し、特に台風での波浪による砂地盤が大規模に攪乱されるのを防止するのに貢献している。また、熱帯性魚類の保育場やアオリイカの産卵場としての機能があり、アイゴ類（スク）には直接食べる餌場として利用されるとともに、近年では絶滅危惧種であるジュゴンが餌場として利用することで注目され、保護・保全の気運が高まっている（写真2.8.2参照）。



(光合成による基礎生産の場)



(アオリイカの産卵場)



(魚類の保育場)

写真 2.8.2 熱帯性海草群落が果たす機能

\* 基礎生産：基礎生産とは、光合成や化学合成によって、無機物から有機物が生産されることをいう。

海草は、太陽光を利用して光合成をすることによって、海草自身の生存や生長、繁殖のためでなく、他の生物のエネルギー源として利用可能な有機物をつくる働きがある。

## ・生活史：

熱帯性海草の生活史は、多年生で年中生育し、春季から夏季にかけて生育が良くなる傾向があるが、十分な知見がないのが現状である。

大型熱帯性海草4種のうちリュウキュウアマモ、ベニアマモ、ボウバアマモの3種は、現地での観察によると種子による繁殖はほとんどなく、栄養株の分枝によって繁殖するものと考えられる（写真2.8.3参照）。



(リュウキュウアマモ)



(ベニアマモ)



(ボウバアマモ)

写真 2.8.3 栄養株の分枝で繁殖する熱帯海草種

リュウキュウスガモは、栄養株の地下茎の伸長によって繁殖する場合と、果実から放出された種子によっても増加する種である（写真2.8.4参照）。



(地下茎の伸長による繁殖)



(果実を付けたリュウキュウスガモ)

写真 2.8.4 リュウキュウスガモの地下茎の伸長と種子

沖縄本島糸満市南浜での観察では、冬季（11～12月）に果実を付けた株が出現し、褐色に膨らんだ果実の中に成熟した種子が3～6個入っている。

種子の発芽・生育試験では、水槽実験によると2～3日で発芽し仮根が出て、砂に固着する（写真2.8.5参照）。

種子から発芽した新芽は、1ヶ月で4～5cm、2ヶ月で7～8cmまでの幼体に伸長するが、2ヶ月程度経過した幼体は、地下茎が横に伸びはじめ、6ヶ月を経過すると地下からも新芽がでて生育することが確認されている。

リュウキュウスガモ成長速度は、陸上水槽での生育試験で比較すると、他の種に比べて非常に遅い特徴がある。



(リュウキュウスガモの果実)

(種子と発芽した新芽)

写真 2.8.5 リュウキュウスガモの果実、種子と発芽した新芽

## 2) インパクト・レスポンスフローの作成と対策の整理

地球温暖化による水温の上昇、水質の悪化による透明度・水中光量の低下、波浪・流速の増幅による漂砂や砂面変動など自然環境の変化がある場合には、インパクト・レスポンスフローを作成して明確にし、保全・再生手法を具体的に示す。

### ① アマモ

アマモへの環境変化としては、地球温暖化による水温の上昇、水質の悪化による濁りの発生・拡散、透明度の低下、波浪・流れの増幅による砂面変動がある。

これらの環境変動によってアマモの生育環境条件を下回ると、アマモ株の枯死、生育阻害、流失やアマモへのダメージ等対象種への影響がでる（図2.8.4参照）。また、海岸構造物を設置した背後では、波浪や流速が遮断され砂面変動が小さくなり、アマモの生育条件が良くなる場合もある。

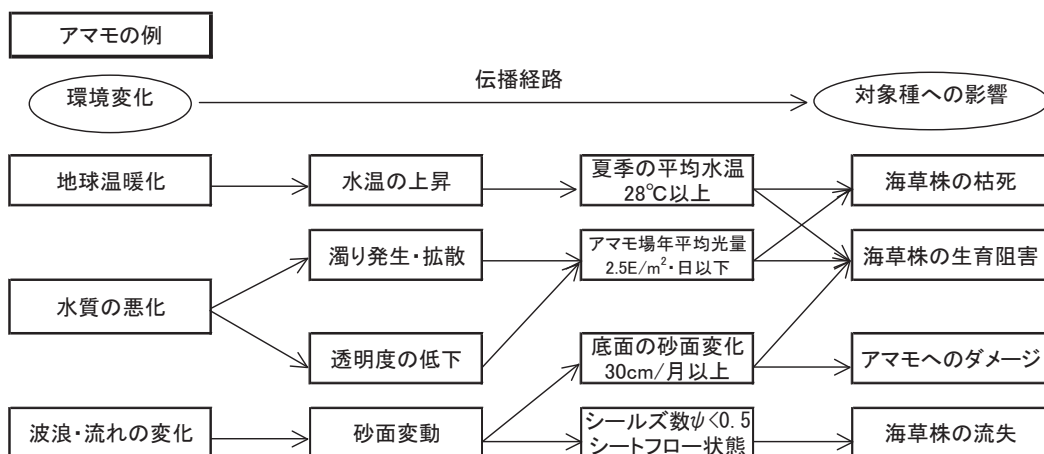


図 2.8.4 アマモに関するインパクト・レスポンスフローの一例

## ② 熱帯性海草

熱帯性海草への環境変化としては、台風による波浪増幅での漂砂や大流速の発生、赤土による水質の悪化等による濁りの発生・拡散、透明度の低下がある。

これらの環境変動によって熱帯性海草の生育環境条件を下回ると、海草株の流失、埋没、生育阻害等の影響がでる（図2.8.5参照）。

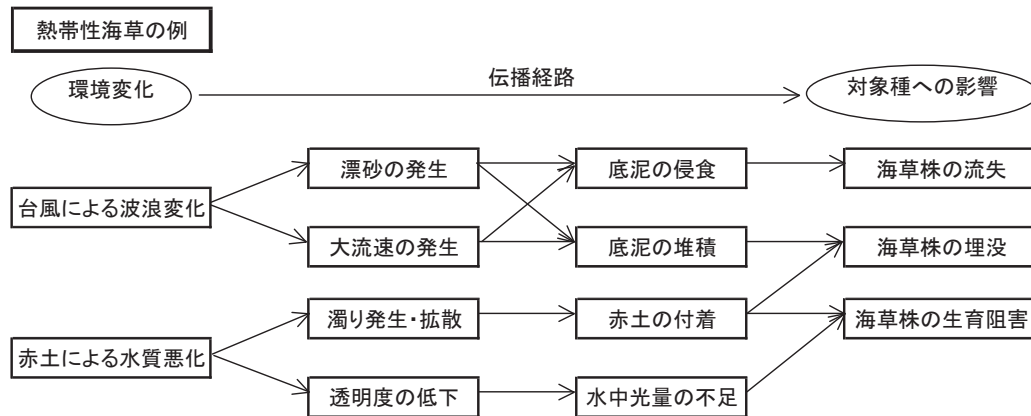


図 2.8.5 熱帯性海草に関するインパクト・レスポンスフローの一例

## 3) 保全・再生手法

海草類の保全・再生では、既存群落の保全や衰退した群落を再生する場合と、新たな株移植や播種\*によって創出する場合がある。

海草類の保全・再生に関する具体的な行動計画は、基本的には対象種として選定した海草類の群落と生育環境の保全・再生の観点より検討して作成する。

保全・再生方法の内容は、既存群落の保全、移植、保護・保全の観点から検討する。

## ① アマモ

## a. アマモの既存群落の保全

アマモ既存群落保全の方法では、生育基盤整備、静穏域設定等がある。具体的な保全の方法については、第Ⅱ編2.2.2砂泥性藻場編で詳細に記載されている。

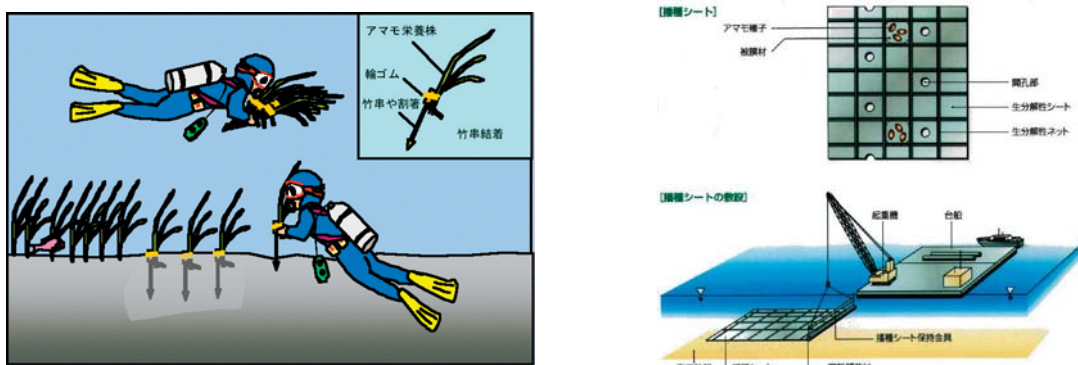
## b. アマモの移植

アマモの移植は、自然な加入が期待できない場合や、群落の形成を早める場合に実施することが必要である。

移植手法には、一般に栄養株移植、苗移植、播種、機械化移植があり、再生場所や規模、事業目的によって手法選定を十分検討する必要がある。

\* 播種：播種とは、アマモやリュウキュウスガモの種子を海底に散布し、海草群落を形成させる移植手法のひとつである。

アマモの栄養株移植と機械化による播種手法の事例を図2.8.6に示す。



(アマモの栄養株移植)

(機械化による播種)

図 2.8.6 アマモの栄養株移植と機械化による播種手法の事例

### c. アマモの保護・保全

アマモ群落を再生するためには、移植して生育したアマモを適正に保護・保全することが必要である。

具体的なアマモの保護・保全対策としては、エビ漕ぎ漁、ナマコ漕ぎ漁の禁止、漁船のプロペラによる損傷を防止するための航行禁止措置の事例がある。

近年では、NPOや市民参加によるアマモ株や種子の移植によって保護・保全の気運を高め、移植後の観察会が実施されている例もある。

学童や市民の参加では、安全への配慮と地元の漁業者やダイバーの協力によって、総合学習としてより良い成果が期待できる。

## ② 熱帯性海草

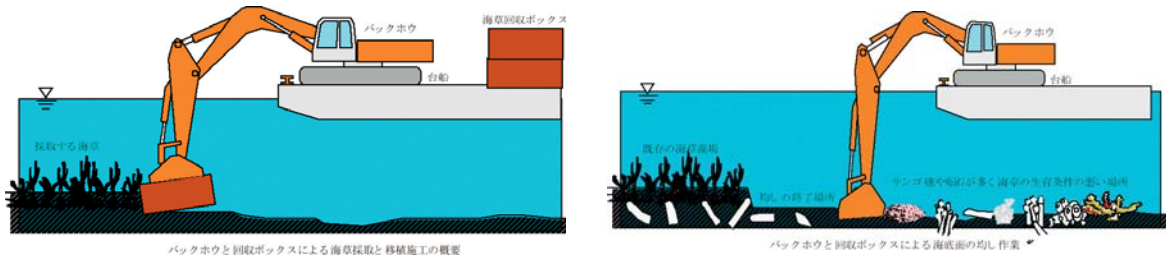
### a. 熱帯性海草の既存群落の保全

熱帯性海草の既存群落の保全では、生育基盤整備や静穏域設定等がある。具体的な保全の方法については、第Ⅱ編2.2.2砂泥性藻場編で詳細に記載されている。

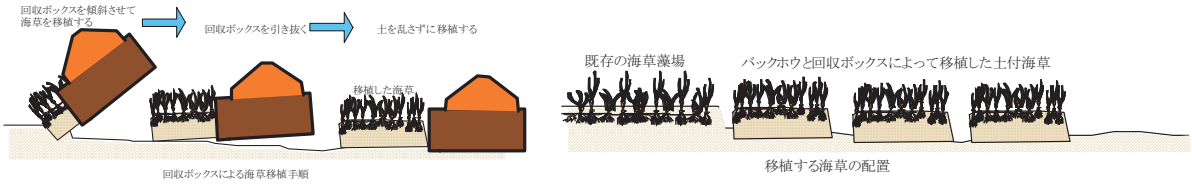
### b. 熱帯性海草の移植

熱帯性海草の移植は、新たに海草群落を再生する場合や保護・保全する場合に必要である。

移植手法には、土付き栄養株の手植え手法や機械化移植施工試験（図2.8.7参照）があり、リュウキュウスガモの種苗移植試験（写真2.8.6参照）も実施されている。



(バックホウと回収ボックスによる熱帯性海草の採取及び移植地の均し)



(バックホウ先端部回収ボックスによる海草の移植手順)

図 2.8.7 土つき熱帯性海草の機械化移植施工試験



(ヤシ繊維製マットに種苗の移植)



(生育したリュウキュウスガモ：6ヶ月経過)

写真 2.8.6 リュウキュウスガモによる種苗移植試験

c. 熱帯性海草の保護・保全

熱帯性海草の群落を維持・管理するためには、移植・生育した海草類を適正に保護・保全することが必要である。

沖縄本島や石垣島では、土付き栄養株の手植え手法や機械化移植による試験施工が実施されたが、海草を保護・保全した事例はない状況である。中城湾泡瀬地区では、機械化移植した海草の保全対策として、潜堤建設による波浪防止と砂地盤の安定による保全試験が実施され、台風の襲撃を受けても藻場が保全された事例がある。

## (2) 目標達成基準による管理（レベル3）

### 1) 目標達成基準の設定

#### ① 目標項目

アマモの指標項目としては、アマモ繁茂期の群落の生育面積、全体的被度\*、花枝の形成状況、海草群落の機能を把握することが重要である。また、海草群落に影響を与える環境条件として水中光量の低下、夏季水温の上昇、水質悪化等は人が管理できない項目であるが、モニタリングとして連続観測して状況を把握しておくことが望ましい。

熱帯性海草の指標項目としては、海草類の生育面積、全体的被度、海草群落の構成種・機能を把握することが重要である。また、海草の生育に影響を与える環境条件として、砂面変動の連続観測が望ましい。

#### ② 目標レベル

アマモは、九州から北海道までの内湾に広く分布し、地域によって差はあるが明確な生活史がある。目標レベルは、周辺の自然海域に形成されるアマモ群落の状況を想定し、アマモの生活環（分枝期、伸長期、衰退期）も考慮して設定する。

熱帯性海草は、我が国では南西諸島のみで生育する多年生の海草であり、生態や生活史の十分な知見がないのが現状である。目標レベルは、周辺の自然海域に形成される熱帯性海草群落の状況を想定し、海底地形も考慮して設定する。

なお、目標レベルの設定にあたっては、周辺の自然藻場内に対照区としてのモニタリング地点を設定するのが望ましい。

目標レベルの設定フロー図は、第Ⅲ編2.7海藻類編の図2.7.9を参照されたい。

#### ③ 目標達成年次

アマモの栄養株は、衰退期には大半が枯死するが一部生存した株の分枝・増加によって藻場を形成し、冬季には種子からの発芽・生長によっても株の増加がある。このようなアマモの生活環を考慮すると、2年以上の目標達成年次を設定することが望ましい。

熱帯性海草は、大部分が栄養株の分枝によって海草群落が保全・再生されるが、アマモに比較して分枝速度が遅く群落の拡大や形成に時間がかかるため、5年程度の目標達成年次を設定することが望ましい。

## 2) モニタリングの実施

### ① モニタリング計画策定の考え方

アマモ、熱帯性海草のモニタリングでの主な調査項目は、目標達成基準を明確に検証できる必要がある。主な実施内容は、「海草の生育・生長状況」と「海草群落の機能」等であるが、海草の生育に影響する競合生物\*\*や水域環境条件も調査することが望ましい。

\* 被度：被度とは、藻場や海草群落に生育する海草種が海底面を覆う割合のことで、一般的には百分率の被度段階で表示する。

\*\* 競合生物：競合生物とは、海草群落が生育する基質上に出現する生物であり、アマモ場ではアマモ株と混生して生育するアオサ類、熱帯性海草藻場では珪藻類である。



計画策定では、海草の生活史や群落の季節変動を考慮し、調査時期、頻度、期間、方法を設定したうえで実施することが望ましい。モニタリング結果は、インパクト・レスポンスフローに照らし、見直しが必要な場合には、調査項目の追加、方法の修正を行う。

## ② モニタリングの実施方法

### a. モニタリング手法

アマモ、熱帯性海草のモニタリング調査項目と調査方法を表2.8.2に示す。

表 2.8.2 アマモ、熱帯性海草のモニタリング調査項目と調査方法

調査項目	調査方法
海草生育状況	群落生育面積の簡易測量、生育被度の定量的観察 水中ビデオ・カメラによる生育状況の撮影・記録
海草生長状況	モニタリングポストを設定し株数、葉長の測定 栄養株の分枝状況、花枝や種子の形成状況の確認
海草群落の機能	海草群落の基礎生産、産卵・保育場、摂餌・隠れ場 砂地盤の安定化等潜水目視観察での確認、撮影・記録
競合生物	競合するアオサ類の浮遊・堆積状況、珪藻類の生育状況
水域環境条件	水温・塩分・水中光量の計器による連続観測 レベル計による砂面変動観測

### 海草生育状況調査

海草生育状況調査は、海草の生育や再生産の確認と藻場形成状況をモニタリングする。

現地海域での調査は、ダイバーによる潜水目視観察等によって海草の生育状況や被度を確認し、簡易測量によって藻場面積を算出する。海草の生育状況は、水中ビデオ・カメラで撮影・記録することが望ましい（図2.8.8参照）。

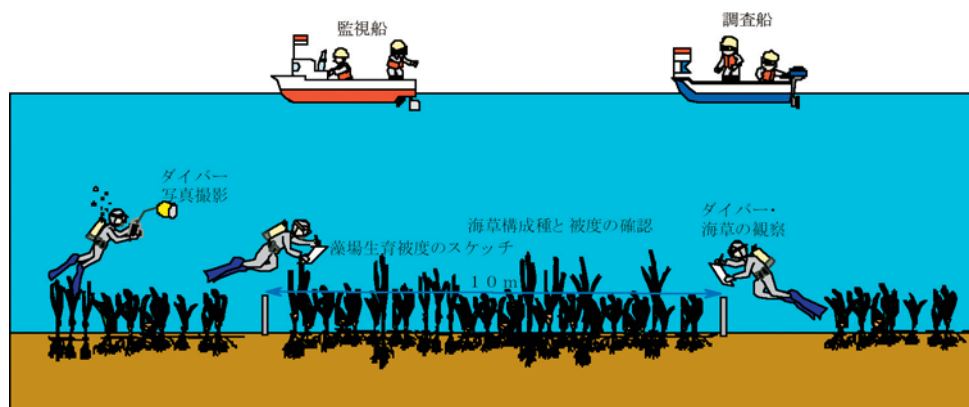


図 2.8.8 海草の生育・生長調査状況

### 海草生長状況調査

海草生長状況調査は、海草の詳細な生長状況や海草藻場が順調に維持されているかを検討するために、海草の発芽から成体までの生長過程や株数、被度、葉長の変化をモニタリングする。

現地海域での調査は、海草藻場内にモニタリングポストを適宜設置し、ダイバーによる潜水目視観察等によって株数、葉長の測定を実施する。

アマモについては、栄養株の分枝状況や成熟度の確認で花枝、種子の形成状況を観察する（図2.8.9参照）。

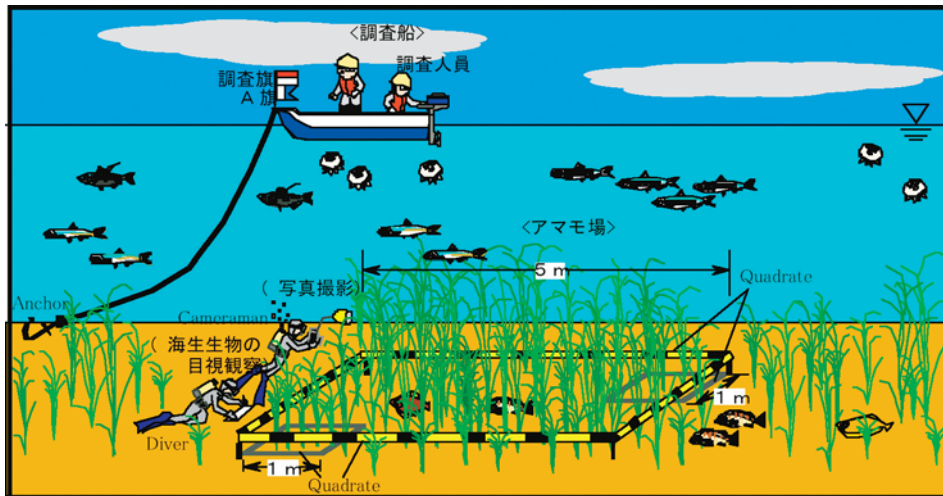


図 2.8.9 モニタリングポスト設置による海草生長調査状況

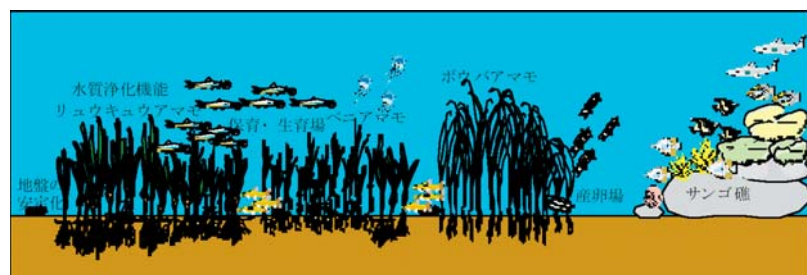
### 海草群落の機能調査

海草群落の機能調査は、海草群落が形成された場合に生物に与える効果や機能を把握するために、生息する魚介類の種や個体数をモニタリングする。

現地海域での調査は、ダイバーによる潜水目視観察等や水中写真・ビデオ撮影によって魚介類の集積状況を調査し、有用な魚介類による群落の利用状況や海底地盤の安定を把握する（図2.8.10参照）。



(アマモ場)



(熱帯性海草群落)

図 2.8.10 海草群落での魚介類の集積効果

### 競合生物調査

競合生物調査は、海草と競合して生育する海藻をモニタリングする。

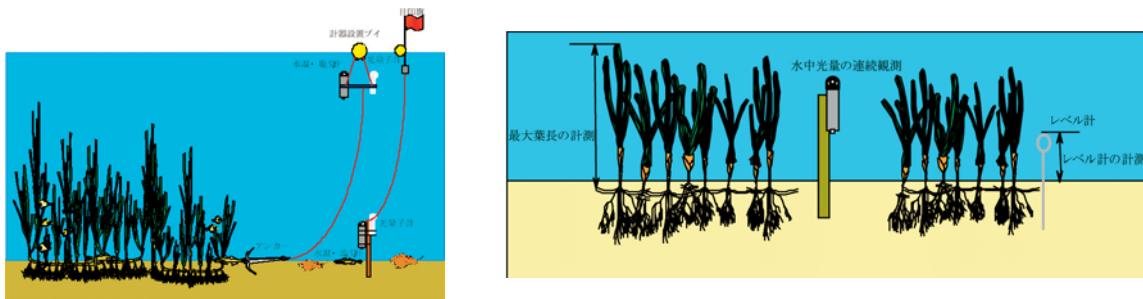
現地海域での調査は、アマモと競合して生育するアオサ類の浮遊・堆積状況や熱帯性海草に付着して生育する珪藻類の状況を調査する。

### 水域環境条件調査

水域環境条件調査は、海草群落内での水域環境と海草生育との関連を検討するために、物理的環境条件をモニタリングする。

現地海域での調査は、海草の生育環境条件である水温・塩分・水中光量を対象に計器を設置した長期連続観測で計測する。

海草の生育には、群落内の漂砂が大きく関与するため、レベル計を設置して砂面変動を計測し、その要因となる流速や波高調査を実施することが望ましい（図2.8.11参照）。



(計器設置による物理環境調査)

(熱帯性海草藻場での砂面変動、水中光量調査)

図 2.8.11 海草群落内での水域環境条件調査

#### b. モニタリング実施体制

モニタリングは、専門家による定期的な調査を継続するとともに、地元漁業者、ボランティア、NPOの協力を得て実施することが望ましい。これらの実施体制では、役割分担や合意形成を図り、支援ネットワーク構築と人材の育成に取り組み、情報の蓄積・解析と情報公開が重要となる。

### 3) 管理手法のレビューと改善

#### ① 目標達成基準の評価方法

目標達成基準の評価は、指標項目が目標レベルを満足しているかどうかで評価する。具体的な評価は、対象地区における海草の生育状況や競合生物の状況、生育環境条件の指標値を設定した目標値や対照区と比較して、目標レベルを満足しているかを検討する。設定した目標レベルが満足していると評価された場合には、モニタリング調査の頻度、調査項目を低減する検討を行う。満足されてないと評価された場合には、モニタリング調査結果の評価・解析から原因を追及し、管理手法をレビューして改善方法の提案を行う。目標レベルの達成が困難であると判断された場合には、目標レベルの見直しを行う。最終的な評価に際しては、必要に応じて専門家の意見を参考にすることも考えられる。

② 管理手法のレビューと改善の必要性の判断

第Ⅲ編2.7海藻類編を参照されたい。

③ 管理手法改善のための対応策

第Ⅲ編2.7海藻類編を参照されたい。

## 参 考 文 献

- 1) 大森雄治（2000）：日本の海草－分布と形態－、海洋と生物Vol.22、No6、pp542
- 2) Masayuki Uchimura, Etienne Jean Faye, Satoshi Shimada, Go Ogura, Tetsunori Inoue, and Yoshiyuki Nakamura（2006）：A Taxonomic Study of the Seagrass Genus *Halophila* (Hydrocharitaceae) from Japan: Description of a New Species *Halophila Japonica* sp. nov. and Characterization of *H. ovalis* Using Morphological and Molecular Data, Bull. Nati. Sci. Mus., Tokyo, Ser.B, 32（3）, pp129-150
- 3) 川崎保夫（1987）：アママモへの温度の影響Ⅲ．昇温によるライフサイクルの変化、電力中央研究所、pp6

## 2.9 海岸植生

### (1) 具体的な行動計画・事業実施方針の設定（レベル2）

#### 1) 海岸植生の特徴

##### ① 分類

我が国の沿岸域には、立地や構成する植物によって様々な種類の海岸植生が存在している。主な海岸植生の立地や構成種からみた類型は下表のように整理されている<sup>1~10)</sup>。

表 2.9.1 海岸植生の分類<sup>1~10)</sup>

砂浜植生（砂丘植生、等）
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 砂の移動、乾燥、高温、貧栄養などを特徴とする砂浜に成立する植生。ハマゴウなどの低木や、コウボウムギ、ハマニンニク、ハマヒルガオ、オニシバなどによって構成される。</li> <li>・ 保全・再生には、防風・防砂林や、飛砂防止のための草本*導入などの技術を用いることができる。</li> </ul>
塩性湿地植生（塩生植生、塩湿地植生、塩沼地植生、等）
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 塩分・過湿・過水分などを特徴とする入江の沼沢地、干潟の背後などの池や沼、湿地などで成立する植生。ヨシ、ハママツナ、アッケシソウ、シオクグなどにより構成される。</li> <li>・ ヨシ原の保全・再生技術があり、他の草本植物の保全・再生にも準用することができる。</li> <li>・ 熱帯、亜熱帯地域ではマングローブが成立し、特有の保全・再生技術が用いられる。</li> </ul>
海岸岩上植生（岩場植生、等）
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海に面した崖地や岩上に成立する植生。ツワブキ、ボタンボウフウなどの限られた草本種や、トベラ、ハマヒサカキなどの低木化した木本**種により構成される。</li> <li>・ 通常、植生整備されることは少ないと考えられる。</li> </ul>
海岸林
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 潮風の影響の強い海岸の、砂地や岩上に見られる林。日本の北部ではカシワ林、中南部ではクロマツ林、南部太平洋岸ではウバメガシ群落、沖縄亜熱帯地域ではモクマオウ(移入種)・アダン・サキシマスホウノキなどの林が成立する。</li> <li>・ 保全・再生には、防風・防砂林の整備技術を用いることができる。</li> </ul>

\* 草本：植物の生活型のひとつで、いわゆる草のこと。

\*\* 木本：植物の生活型のひとつで、いわゆる樹木のこと。

② 分布

日本の海岸の自然植生は、気候帯と海岸地形によって固有の植生が成立している。固有の植生は、気候帯によって5つの地域に分けられ、各地域の植生は海岸地域によって大きく3つのタイプに分けられる<sup>2,11~19)</sup>。

表 2.9.2 自然植生にもとづく日本の海岸の類型<sup>2,11~19)</sup>

植物群落による海岸の総合類型		砂浜海岸の類型	塩湿地海岸の類型	岩石海岸の類型	地域
a メヒルギ・クサトベラ・アダン地域		クロイワザサーアダン型	オヒルギーメヒルギ型	ウコンイソマツークサトベラ型	琉球 (小笠原)
b ナガミノオニシバ・ボタンボウフウ・クロマツ地域		コウボウムギークロマツ型 (ヤブツバキ群網亜型)	ハママツナーナガミノオニシバ型	ボタンボウフウウバメガシ型	本州中南部・四国・九州
c b・d移行地域	ca ハマギク亜地域	コウボウムギークロマツ型 ヤブツバキ群網亜型とブナ群網亜型 コウボウムギークアマツ型	ナガミノオニシバチシマドジョウツナギ型	ハマギクークロマツ型	本州北部の太平洋岸
	cb ハマオトコヨモギ亜地域			ハマオトコヨモギークロマツ型	本州北部の日本海岸
d チシマドジョウツナギ・ハマオトコヨモギ・カシワ地域		コウボウムギークアシワ型 エゾノコウボウムギーモンゴリナラ型	アッケシソウチシマドジョウツナギ型	ハマオトコヨモギークアシワ型	本州北端・北海道

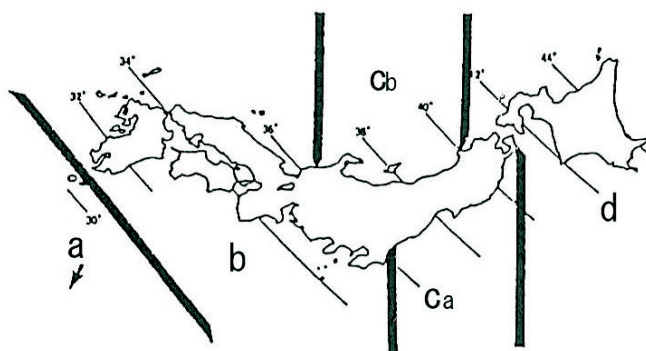


図 2.9.1 海岸の植生による日本の海岸類型の分布<sup>2,11~19)</sup>

- a : メヒルギ・クサトベラ・アダン地域
- b : ナガミノオニシバ・ボタンボウフウ・クロマツ地域
- c : b・d移行地域 (ca : ハマギク亜地域 cb : ハマオトコヨモギ亜地域)
- d : チシマドジョウツナギ・ハマオトコヨモギ・カシワ地域

## ③ 生態的特徴の概要

海岸には常時、様々な環境圧\*が存在している。海岸植生を形成する種群は、海岸の環境圧に適応するための特有の形態や機能をもっている。これらの環境圧の程度によって、その場所に分布する植物の種が決定されている。海岸の自然再生にあたって、植物の生育を制限する要因の地形条件による違いを表2.9.3に示す。

表 2.9.3 植物の生育を制限する要因<sup>2,5)</sup>

	砂浜海岸	塩湿地海岸	岩石海岸
地上部	潮風・波浪・塩分飛沫・飛砂・潮の干満など		
地下部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基盤が砂のため、養・水分含量が少ない。</li> <li>・砂の移動・堆積（飛砂）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・過湿</li> <li>・塩分濃度が極度に高い（潮間帯）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基盤が岩のため養・水分含量が少なく根の侵入が困難</li> <li>・岩の崩落</li> <li>・塩分濃度が高い</li> </ul>

植物の種は、沿岸の地上・地下部の環境圧に応じて、その場所に耐えられる種が生育する。このことにより、海岸に特有の植物群落が形成されてゆく。海岸の環境圧に対する、海岸植物の特徴の例を表2.9.4に示す。

\* 環境圧：生物の良好な生育に対していろいろな影響を与える環境の要素。

表 2.9.4 植物の生育面からみた海岸の環境圧と海岸植物の適応の例<sup>6)</sup>

立地	環境圧	植物の適応の例	植物例
全般	強い潮風	クチクラ*層・気孔**保護毛の発達	海岸植物全般
砂丘	飛砂	葉の肥厚化・地中休眠芽***	ハマニガナ
	砂移動（堆砂****）	地下茎型（上方に地下茎を伸ばす）	コウボウムギ
	砂移動（禿砂*****）	地下茎型（下方に地下茎を伸ばす）	オニシバ
	乾燥	貯水組織、直根*****の発達	ハマボウフウ
崖地	貧栄養	窒素要求量が少ない	コウボウムギ
	しぶき	クチクラ層の発達	ツワブキ
	乾燥	多肉質*****の貯水組織の発達	タイトゴメ
	土が少ない	直根の発達（割れ目に垂根） 細根*****の発達（吸水効率の向上）	ワダン オニヤソブテツ
塩沼地 マングローブ	海水の浸水	根細胞の浸透圧が高い	アッケシソウ
	土壌の含塩	塩類腺*****の発達（マングローブ）	オヒルギ・メヒルギ・ ヤエヤマヒルギなど
	土壌の滞水	呼吸根*****の発達（マングローブ）	
	地盤の軟弱	支柱根*****の発達（マングローブ）	

- \* クチクラ：ロウを主成分とする、植物体表面（葉など）を覆う透明な膜。
- \*\* 気孔：主に植物の葉面に存在する小さい孔。開閉可能であり、蒸散（水蒸気の排出）や呼吸等、ガス交換を行う器官である。
- \*\*\* 休眠芽：樹木や多年生草本で、冬を越すために一時的に活動を休止し、春まで休眠している状態の芽のこと。
- \*\*\*\* 堆砂：砂が風によって堆積すること。または堆積した砂。
- \*\*\*\*\* 禿砂：砂が風によって持ち去られること。または持ち去られた砂。
- \*\*\*\*\* 直根：真下に伸びた根のこと。一般に、植物体を支持する力が強い。
- \*\*\*\*\* 多肉質：葉や茎や根が肉厚になり、肥大化して水分を蓄えられるようになった状態。
- \*\*\*\*\* 細根：一般に、直径1～2mm以下の根のこと。養分を吸収する能力が高く、環境の変化に敏感で枯死しやすい性質を持っている。
- \*\*\*\*\* 塩類腺：一部のマングローブ植物の葉に見られる、植物体内の塩分を結晶化させて取り出す組織。
- \*\*\*\*\* 呼吸根：一部のマングローブ樹木に見られる、地上部に露出し、内部に特殊な通気組織がある根。沼沢地など酸素が乏しい環境に生える植物に多い。
- \*\*\*\*\* 支柱根：一部のマングローブ樹木に見られる、地表からタコ足状に斜めに伸び、木の幹を支える構造の根。



また海岸には、常時の環境圧だけでなく、数年に一度の台風や高潮など、より大きな環境圧が存在する。自然の海岸（特に砂浜海岸）においては、大規模な攪乱により一部が裸地化したり、植生遷移\*がある程度退行することで、内陸性の植物の侵入が困難となり、海岸植生が維持される。<sup>19)</sup>

## 2) インパクト・レスポンスフローの作成と対策の整理

自然環境の変化もしくは人為的なインパクトがある場合には人為的なインパクトが対象種やその生育環境にどのような影響を与えるか、どのように伝播するかについてインパクト・レスポンスフローを作成して明確にし、保全・管理方法、創造手法を具体的に示す。

海岸植生のインパクト・レスポンスフローの例<sup>20)</sup>を図2.9.2、図2.9.3に示す。

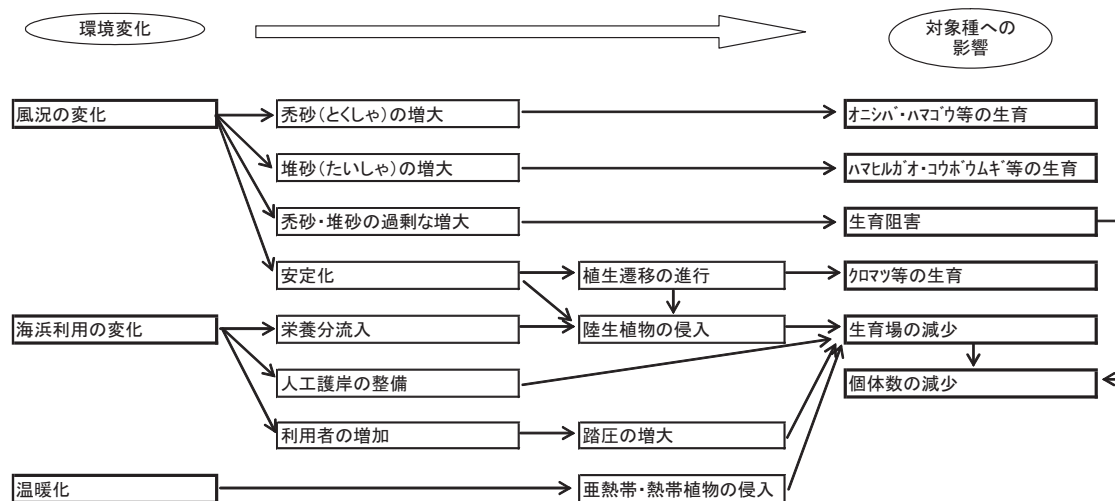


図 2.9.2 砂浜植生に関するインパクト・レスポンスフローの一例

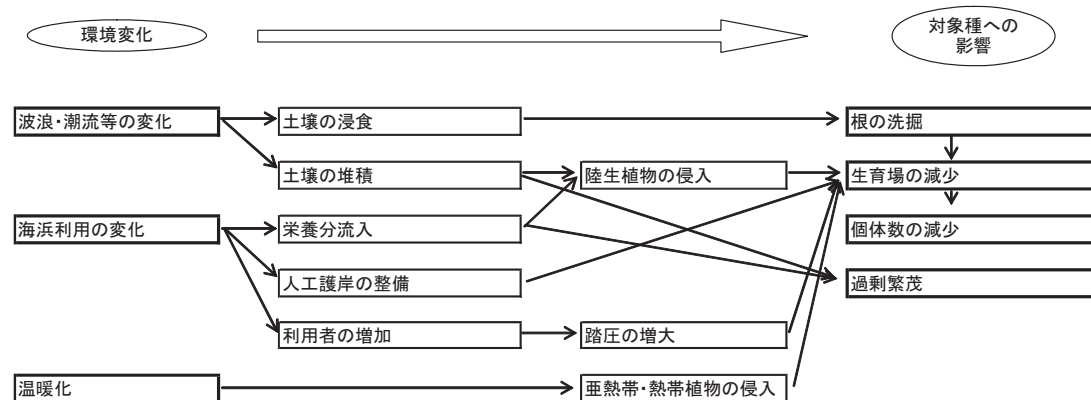


図 2.9.3 塩性湿地植生に関するインパクト・レスポンスフローの一例

\* 遷移：ある群落は、他の群落に移り変わっていき、比較的安定した群落（極相）に向かう過程。普通、先駆種、途中相を経て極相へと進行遷移するが、人為などの環境圧が働くと退行遷移\*等が起こる。

\*\* 退行遷移：通常の遷移（進行遷移）の過程において、気候の変化、人為やその他の要因により植生が初期相に向かって遷移する現象。退行遷移は、森林が伐採された跡に草原が形成される現象や、造成によって裸地化した状態などに例を見ることができる。

### 3) 保全・再生手法

海岸植生の保全・再生は、一般の植生と同じく、環境の整備が最も重要となる。環境を整備すれば、何年かのうちに植物は生えるべき場所に自然に生えてくる。環境の整備は、可能な範囲で対象とする植物に関する既往の知見を収集し、これらを設計に反映させることが重要である。植物の生育条件について十分な知見が得られない場合には、必要に応じて周辺の自然地形を参考にしたり、地元の生物や地形に関する専門家の意見を取り入れる。また海岸植物の中には、波や流れによって種子を分布して生育地を拡大する種が存在することから、波浪を適宜、制御または確保することで、海岸植生の自然な保全・再生を図ることも可能と考えられる<sup>19,21)</sup>。

植生の保全・再生を計画的に行い、促進する場合に、自然に対する補助として移植を行う。特に、種子の拡散に海を介さず、汀線づたいに内陸部を移動しないと生育地の拡張が困難な種については、自然の侵入・定着に時間がかかるため、移植は有効な保全・再生手法となると考えられる<sup>19,21,22)</sup>。移植の施工方法は、気候・海象・土壌状況を調査の上、植物材料の特性に配慮した工法・手順を選択する。海岸の植物の多くは種子や種苗の供給が行われていないので、周辺の類似の場所より、現状の植生に対する影響の少ない範囲（回復しうる範囲）で採取して、造成した場所に移植する<sup>1)</sup>。

保全・再生手法の考え方について図2.9.4に示した。

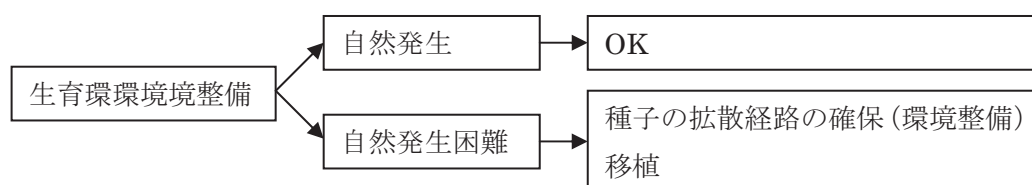


図 2.9.4 保全・再生手法の考え方

植生の保全・再生には外来植物の取扱いに注意が必要である。外来植物は有用な資源・材料であるが、生態系に悪影響を及ぼす危険がある。したがって事業の内容によっては外来植物の導入を控えたり、自然発生した個体については除去すべきである。特に注意すべき外来植物としては、コウベギク（特定外来生物\*）やニセアカシア（要注意外来生物\*\*）等がある<sup>23)</sup>。

水辺植物の保全・再生は、河川や湖沼の淡水域において、旧建設省時代から広く行われているため、海岸植生を保全・再生する際にはこれらの事業を参考にすることができる。ただし、この際には、海岸は作用する外力が大きいこと、漁業者を始めとする利害関係者が多いことなど、河川や湖沼の場合と比べて検討すべき事柄が多い点に注意が必要である。

\* 特定外来生物：「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）」において指定された外来生物。海外起源の外来生物であって、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼすもの、又は及ぼすおそれがあるものの中から指定される。飼養、栽培、保管、運搬、輸入といった取扱いが規制され、防除等を行うこととされる。

\*\* 要注意外来生物：外来生物法に基づく飼養等の規制が課されるものではないが、生態系に悪影響を及ぼしうることから、利用に関わる個人や事業者等は、適切な取扱いについて配慮を要するとされるもの。

## a. 砂浜植生（砂丘植生）

砂浜植物には、ハマゴウなどの低木や、コウボウムギ、ハマニンニク、ハマヒルガオ、オニシバなどがある。



ハマヒルガオ



チガヤ



コウボウシバ

写真 2.9.1 砂浜植物（砂丘植物）

砂浜植生の保全・再生における環境整備および管理手法については、飛砂防止事業などによる技術の蓄積があるので、これを適用することができる。

砂浜の特徴的な環境としては一般に、砂の移動、乾燥、高温、貧栄養があり、環境圧の強度ごとに植物による嗜好性に違いがある。植生の成立に適する環境を整備するためには、堆砂柵、防砂柵などを設けて砂の移動を調節したり、適度な攪乱により砂を流動化させることが考えられる。また、養浜で粘土分の少ない砂を供給することにより、砂浜を貧栄養状態に調節することが求められる。

海岸の中でも砂浜は、飛砂による堆積や洗掘が発生しやすく、また数年に一度の台風、大潮、荒天などの影響も受けやすい環境である。自然の砂浜では、これらの大小の攪乱により植生の一部が裸地化したり植生遷移がある程度退行することで、内陸性の植物の侵入が阻害され、海岸植生が維持されていることが多い<sup>19,21)</sup>。このような環境を人為的に整備することは困難であるが、保全・再生を計画的に行うためには、事前調査やシミュレーションにより攪乱の程度や頻度を予測しておき、出現する植生の消長をある程度予測して目標を設定してモニタリングを行い、その後の管理にフィードバックさせることが必要である。

## ○環境整備

堆砂柵、防砂柵、波浪制御、養浜、灌水、施肥、地盤高調整、掘削、攪乱など

## ○植生管理

密度調整（間引き）、補植\*、除草、病虫害対策など

砂浜植物の植栽については、数多くの事例が見られる。草本の砂浜植物の導入方法としては、播種および移植によるものが提案されている。コウボウムギの播種による導入例として、500粒/m<sup>2</sup>程度の播種が挙げられる<sup>25)</sup>。また、ハマニンニクの移植による導入例として、1 haあたり10~20本/m<sup>2</sup>の株植えが挙げられる<sup>26)</sup>。

木本の環境整備および管理手法は文献<sup>2,10,27,28)</sup>が多数出ているためこれらを参照でき

\* 補植：街路樹等の植栽後、病虫害等によって枯損した箇所を再度の移植によって穴埋めすること。

る。しかしこの際、植栽されたクロマツ等の防風林が汀線に向かって砂浜内に侵入することがあり、鳥取砂丘では海浜植生が樹林へと遷移する現象も確認されているため、注意が必要である。これは砂の安定化が原因と考えられることから、海浜植生の保全・再生を行うにあたっては、必要に応じて適度な攪乱を与えるなどの管理を行う。

#### b. 塩性湿地植生（塩湿地植生、塩沼地植生）

塩性湿地植物にはアッケシソウ、シチメンソウ、ハママツナ、シオクグ、アイアシ、ヨシ等がある。一般に塩性湿地植物は、浸透圧が高く、水を吸収しにくい塩水中でも水を吸収して能率よく生長できる。しかし種によって過湿条件や高塩分に対する耐性が異なるため、潮位および地盤高に従って帯状に分布する。植物の浸透圧の違いを図2.9.5に示した。

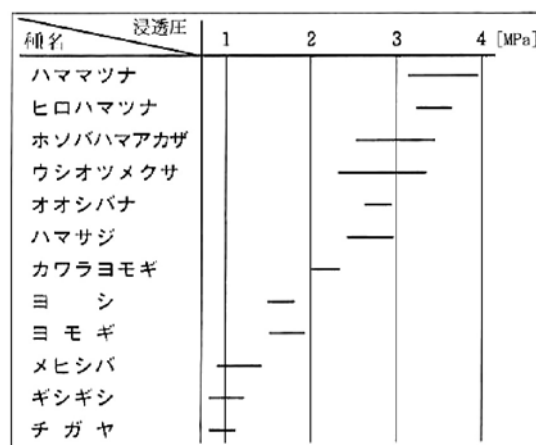


図 2.9.5 植物の浸透圧<sup>29)</sup>を改変

塩性湿地群落等の環境整備および管理手法は、これらの植生が分布している場所を整備することが主体となる。塩性湿地の植物の分布は、潮位（地盤高）および塩分との関りが極めて深い。そのため塩性湿地植生の成立のためには地盤高と塩分の環境条件を設定することが重要である。また塩性湿地植生は本来、波浪の影響の少ない静穏な汽水域に生育する植生である。そのため、基盤の洗掘や侵食には特に注意を要すると考えられ、この影響が大きい場合は、良好に生育することが困難となる。したがって洗掘や侵食が大きい場合には、植生帯を保護するために、土のうや木杭、捨石、コンクリートブロックなどにより波浪制御を行う。逆に、塩性湿地植生は繁茂を抑制する外力などが小さい場合には、過剰に繁茂して干潟部分の面積を減少させたり、植生帯そのものが陸化してしまうことがある。このことを防止するため、植生帯の境界に板を打つ、水路を掘削して土砂の堆積を防ぐ、刈取り・間引きを行う、などにより、過剰繁茂を抑制することが必要である<sup>1)</sup>。

#### ○環境整備

波浪制御、保護枠工、シート敷設、地盤高調整、掘削、など

#### ○植生管理

密度調整（間引き）、補植、除草、病虫害対策など

塩性湿地植生の整備事例はまだ少ないが、有明海において、シチメンソウ群落の保全が行われている。これは、佐賀県東与賀海岸において、堤防に耐震対策を行う際、シチメンソウ群落が失われるため、移植による保護対策を行ったものである。有明海におけるシチメンソウの生育環境は次の通りである。<sup>30)</sup>

- 土壌 堆積傾向の泥質～砂泥質。中程度の酸化土壌  
塩分（風乾土壌）：EC\* $\approx$ 10～15dS/m（一般に、EC $>$  4 dS/mで塩類土壌）
- 地盤高 中潮の満潮線より高い地盤高。  
冠水頻度：約17.8回/月。（約60回/月の満潮回数に対して約30%）

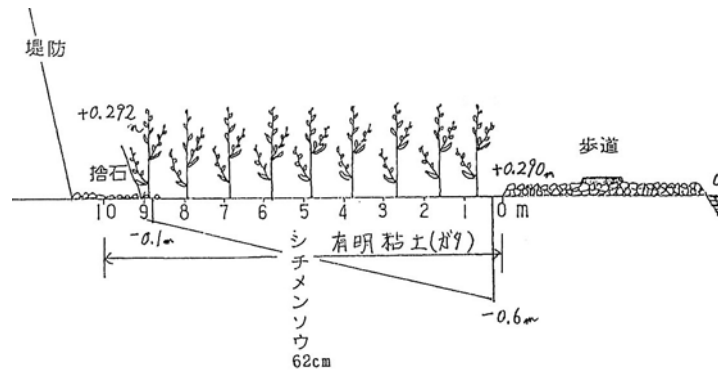


図 2.9.6 東与賀海岸横断図（自生シチメンソウ群落）<sup>31,32)</sup>



図 2.9.7 東与賀海岸整備と干潟公園構想<sup>33)</sup>

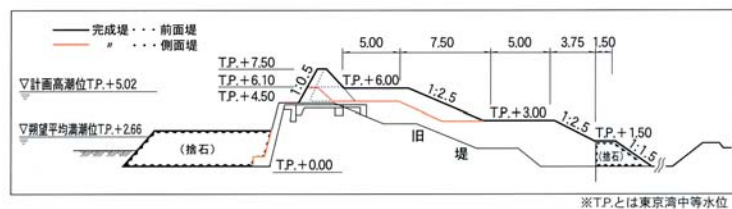


図 2.9.8 東与賀海岸堤体断面図<sup>33)</sup>

\* EC：電気伝導度。土壌中の塩類濃度を知るための指標。分析は、土壌に5倍の純水を加えて振とうし、電気伝導度計により試水の電気抵抗を測定する。

淡水域（湖沼、河川）においてはヨシ原整備が広く行われている。ヨシは日本全国の水辺に広く生育する大型の草本植物で、淡水から塩分20未満の汽水まで生育できる。株の大量の確保や購入が可能であるため、植生整備への適用は比較的容易と言える。

ヨシの植栽方法は、アイアシやシオクグ等の塩性湿地植物にも準用できる。植栽方法は概ね、株植え（ブロック植え）、地下茎植え、茎植えに分けられる。このうちから、取扱う植物の状況や施工性などを配慮して方法を選定、あるいは併用して、植栽を行う。

表 2.9.5 ヨシ類植栽方法<sup>1)</sup>を改変

	株植え（ブロック植え）	地下茎植え	茎植え
植栽方法	密生群落より地下茎を含む堆積物（20～30cm立方）を切り取り、そのまま移植する。	ヨシ群落の地下茎を掘り起こし、最低30cm以上で、新芽をつけて切り分け移植する。	地上長10～100cm程度の新茎を新根・新芽を含め根本から切り取り、直径2～3.5cm、深さ20～30cmの孔をあけ、各孔2～3本の茎を移植。
植え付け間隔	1m前後にブロックを配置する。	畦幅1～1.5m、株間50cm程度で地下茎を植える。	畦幅1～1.5m、株間50cm程度で茎を植える。
植え付け時期	休眠期終り～早春（新芽が出るまで）を中心に初夏まで（暖地では通年可能）	休眠期終り～早春（新芽が出るまで）	新茎伸長期に限定（本州中部で5月上旬～6月上旬）
植え付け適地	湿地～浅い水中	水分が多く冠水しない場所～浅い水中	地下水位が高い湿地～水中（水深20～30cm）
利点	活着率が高く生長がよい。ヨシ群落に共存する他生物も同時に移植可能。重機を用いた大規模施工に適する。	苗の入手・植え付け・運搬が容易、かつ活着率が良い。大規模植栽に適する。	苗の入手・植え付け・運搬が容易、かつ活着率が良い。大規模植栽に適する。既存群落へ与えるダメージが少ない。
欠点	手作業では大規模植栽には不適。既存群落にダメージを与える。	既存群落にダメージを与える。群落の形成まで数年かかる。	新芽の採取方法に注意を要する。移植時期が限定される。

ただし、塩性湿地に分布している草本植物については、ヨシを除いて株や種苗の入手が困難である。基本的には、場所を整備することにより、自然に群落が再生されることを期待するべきであり、早期の群落再生や、近傍に失われる群落がある場合に、移植を適用するのがよいと考えられる。

海岸の塩性湿地に分布する木本植物は、ヒルギ類（マングローブ樹木）に限定される。また、我が国ではこれらの樹木は熱帯・亜熱帯地域にのみ分布している。

これらの植物は成木の移植が困難であるため、種子（普通種子・胎生種子\*）や、これらを育てて苗にしたものを用いて移植を行うことが一般的である<sup>1)</sup>。また、移植方法については表2.9.6に示すようにとりまとめられている<sup>1)</sup>。

\* 胎生種子：一部のマングローブ樹木に見られる、果実が親木に接続している間に発芽を始め、新芽ができた状態で果実から落ちる種子。

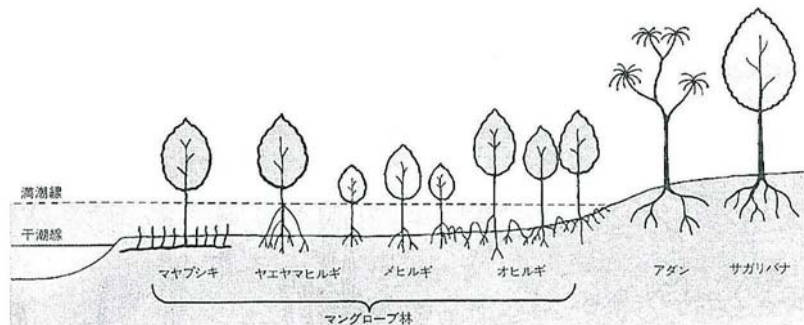


メヒルギ



ヤエヤマヒルギ

写真 2.9.2 マングローブ樹木

図 2.9.9 マングローブ林の帯状分布<sup>\*1)</sup>表 2.9.6 マングローブ樹木の移植方法<sup>1)</sup>

i. 種子・胎生種子の採取
種子は、成熟すると親木から簡単に採取できる。沖縄地区ではメヒルギ胎生種子の採取期は2月～4月、オヒルギは3月～5月、ヤエヤマヒルギは7月～8月である。
ii. 種子の処理・保存
採取した種子は一晩水につけ、普通種子の場合は種皮を、胎生種子の場合は果実を取ってから、移植作業に入る。やむをえず種子（普通種子・胎生種子）を保存しなければならない場合には乾燥しないよう配慮し、20～30℃で保存する。特に、胎生種子の場合は、長さの1/3くらいを水につけて日陰に置いておく。
iii. 移植作業
移植には、マングローブの種子をそのまま用いる方法（普通種子を直接播きつける、あるいは胎生種子を直接地面に突き挿す方法）と、苗を育成してから植え付ける方法がある。 普通種子を直接播きつける方法（直播法）は、波浪の影響を受けやすいが、定着後の初期生長は良好である。胎生種子の長さの1/3～1/2程度まで削孔したり、直接土壤に突き挿す方法（直挿法）は、活着率や初期生長で後述の植樹法に劣るが、簡便である。 育苗後に移植する場合には、普通種子や胎生種子をビニールポット等で苗木まで育ててから植えつける方法（植樹法）が一般的である。苗木は耐塩性が弱いため、苗床には平均的な海水の塩分（34～35）より低い20以下の塩分の海域を選ぶ。また、苗の設置はM.W.L.よりやや低い場所に設置する（干潮時の高温や高塩分対策）。苗の移植にあたっては、植物体が波や潮流に流されないように適宜支柱を添える。移植の間隔は1.5～2mを基準にするが、生長状況によって、間隔を広く取るなどの調整を行う。

\* 帯状分布：平地から高山にかけて、また湖岸、海岸から内陸部にかけて、それぞれの立地条件に応じて見られる植生の帯状の分布。

種子の採取



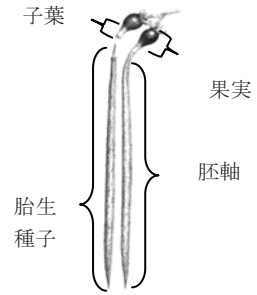
ヒルギダマシの種子



種子  
↓  
採取



オオバヒルギの胎生種子



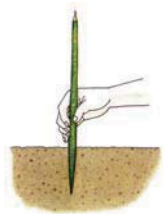
水につけて種皮と果実を除去

種子の保存



20~30℃、湿潤状態で保存

移植



胎生種子の直挿し



苗木の植付け



移植直後の風景 (インドネシア)

図 2.9.10 マングローブ樹木の移植の流れ<sup>1)</sup>

c. 海岸岩上植生

海岸岩上植生は、整備事例および整備が想定されるケースが少ない。しかし、今後は磯の整備などに伴い、背後地との環境的連続性を確保するために海岸岩上植生を保全・再生することも考えられる。



写真 2.9.3 石積み上に自生した岩上植物・アカザ科の一種 (城南島海浜公園)



## d. 海岸林

海岸林は、防風・防砂機能を持つ林（防風林、防砂林）として古くから整備されており、技術的に確立されているとすることができる。整備および管理手法にあたっては文献が多数出ているため、これらを参照されたい<sup>2,10,27,28)</sup>。海岸植生の保全・再生には、その背後に成立する海岸林の適切な管理が求められる。管理項目としては、植栽当初には灌水、施肥、除草、生育後には密度調整（間引き）、補植、病虫害対策などが挙げられる。



写真 2.9.4 海岸林

## (2) 目標達成基準による管理（レベル3）

## 1) 目標達成基準の設定

## ① 指標項目

植生の標準的な指標項目には、対象種の存在、被度、密度、高さ、現存量（生重量、乾燥重量など）、などがある。樹木の場合はこれに加え、胸高直径、枝張りなどの項目がある。これらの指標項目は量的項目と質的項目に分類できる。

- ・量的項目：存在しているか（活着の有無）、株数、被度、密度（現存量など）
- ・質的項目：健全な植生か（色合い、種組成、高さ、胸高直径、枝張り、など）

また、植生の二次的な効果である、各種生物（動物、対象種以外の植物種）の出現についても、より高レベルの目標として扱うことができる。これらの指標項目は定量的に表すことが要求され、基本的には近傍に配置した対照区と同程度を目標とすることが多い。

植生の保全・再生にあたっては、適切な環境条件（環境因子）が整備されていなくては植物の良好な生育は期待できない。そのため、環境因子を、対象植物の生育に適した範囲内に整備する必要がある。環境因子のうち、物理的環境に関係するものに、地盤高、汀線からの距離、底質の粒度組成、飛砂状況、有効水分保持率、などがある。化学的環境に関係するものに、強熱減量\*、塩分（土壌または水中）、などがある<sup>34,35)</sup>。また、一部の海岸植生は肥料分が乏しい海浜に分布することもあるので肥料分含有量を設定することも考えられる。さらに、人間や車の立ち入りや漁業関係など人為的な影響も環境因子の一つと捕らえなければ

\* 強熱減量：底質を空气中で強熱したときの重量の減少量であり、含有有機物質等の推定に役立つ。通常、重量百分率で表わされる。泥の場合、有機物質炭酸塩等が多ければ強熱減量も大きくなる。

ならない場合がある。これらの環境因子を反映させて、環境整備のための設計・施工を行う。

海岸植生の保全・再生に、順応的管理を適用するためには、対象植物、群落の指標項目についての評価に加え、初めに設計・施工した環境因子を対照区と比較して評価し、維持管理に反映させる必要がある。また環境因子は互いに関連し合って海岸植生の成立に影響を与えているため、インパクト・レスポンスフローを十分に検討し、管理すべき環境因子を絞ってゆくことが必要である。

植生は気象・海象の変化によっても影響を受ける。これらの多くは人為的にコントロールできるものではないが、保全・再生した海岸植生の生育状況を評価するためには、周辺的环境条件も把握しておく必要がある。気象・海象による海岸植生の変動は、近傍に配置した対照区にも同様に現れるので、何が管理上の問題によるものか、何が自然的要因によるものかを評価しておく必要がある。

- ・地形要因：地盤高、汀線からの距離、等
- ・土壌要因：粒度組成、有効水分保持率、等
- ・外力的要因：波浪、流れ、風、飛砂状況、日照条件（自然要因）、等
- ・化学的要因：強熱減量、塩分含有量、肥料分含有量、等
- ・人為的要因：人や車の侵入、等

## ② 目標レベル

周辺の自然地形上に、保全・復元の最終目標とする区域を設定し、その中に設けた対照区の状況を基準として、比較的低い目標と比較的高い目標を段階的に設定する。また過去の植生の資料があれば、それを基準とすることも可能である。

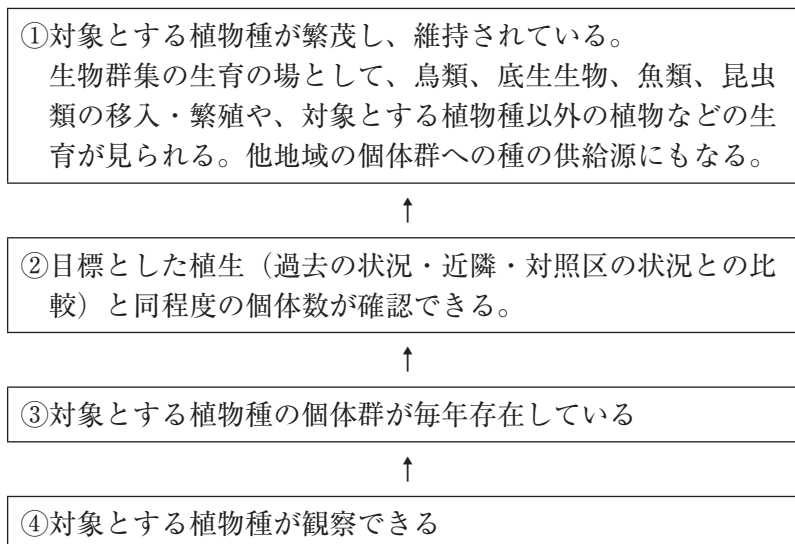


図 2.9.11 目標レベルの設定

希少種のように、観察が容易でない種や、情報の少ない種は、まずは存在させることから始めなくてはならない。そのため、目標レベルは図2.9.11の④にならざるを得ない。

周辺地域に一般に見られる種あるいは群落であれば、対照区の状況と同程度になるように

目標レベルを設定すべきである。なお、対照区を複数配置している場合には、群落の発達が最も貧弱な場所を、とりあえずの目標とすることが現実的と思われる。

植生を保全・再生する場合、図2.9.11の①～④のいずれかが目標レベルとなるが、その到達目標は、周辺地域の自然的要因および環境条件によって決まる。しかし現状においては、環境因子と海岸植生を構成する種、および群落の成立や維持のメカニズムが明確になっている事はまれである。したがって、一般に、対照区の環境因子および植生状況を再現することが到達目標であることが多い。場合によっては、環境因子が明確になっており、かつ指標項目に関する記載のある過去の記録をもとに、過去のある時点の状況を目標とすることもある。

なお、海岸植生は前述のように海岸の過酷な環境条件の上に成立している場合が多い。この条件を人為的に再現することにより、対象種によっては現状よりも良好な環境条件になる場合もある。その際には、目標レベルを対照区より上位に設定することも可能である。

### ③ 目標達成年次

植生の保全・再生を事業として計画的に行い、順応的管理を適用するためには、一定の期限を設けて目標達成状況を評価し、その結果をフィードバックさせる必要がある。

例えば、海岸植生の主な構成要素として草本植物を挙げ、草本植物が一定の大きさに生長するまでの期間を、一年草や多年草を平均して概ね2～3年程度とすると、世代交代の見られる3年以上を目標達成年次に設定すること等が考えられる。また種間競争を繰り返して極相となった群落の場合には、何年経ってその状態になったかを推定することは困難であるため、このような場合には、群落を構成している主要な構成種が世代交代を開始した年次までと考えるべきである。この場合でも最低3年程度は必要である。

これらは目標達成年次の最も単純な設定例である。しかし本来、海岸植生（特に砂浜植生）は大小の攪乱により消長を繰り返して存在するため、復元目標を空間的・時間的に一律に設定するのは困難である。そのため、海岸の碎波、越波、漂砂、飛砂等の調査またはシミュレーションにより、出現植生をある程度予測し、発生や消失等の動向を織り込んだ目標を設定するとともに、目標達成年次を十分長く設定することが必要である<sup>23)</sup>。具体的には、台風や大潮の発生確率を考慮し、少なくとも10年以上を目標達成年次に設定することが望ましいと考えられる。

実際には、周辺の植生や自然条件を参考にする等、諸条件を考慮してモニタリング期間を設定することが必要である。また一方で、当初設定した目標達成年次の途中であっても、定期モニタリングにより所定の目標が明らか達成できていないと評価できた場合には、目標達成年次を切り上げて速やかに対策を検討する必要がある。

## 2) モニタリングの実施

### ① モニタリング計画策定の考え方

海岸植生は消長を繰り返し安定（律動的安定）しているため、モニタリングは一定期間ごとに実施し、植生の動向を評価する必要がある。当初予測していた海岸植生の動向と現状の乖離が大きくなった場合は、当初の保全・再生方針、および管理手法について再検討することが重要である。

モニタリング項目は、対象種の生態特性を踏まえて設定する。また、インパクト・レスプロセスで考えられた、環境の変化による対象種への影響と伝播経路を監視できるよう、

環境因子を含めたモニタリング項目を設定することで、その設定根拠を明確にすることができる。

海浜植生は物理・化学的条件が過酷な場所に成立していることが多い。種によっては分布条件の限界付近に位置している場合もある。このため、物理・化学的条件に関する環境因子は、モニタリングを行う上で押さえておくことが望ましい。

## ② モニタリングの実施方法

海岸植生の生育状況のうち、最も優先される項目は、対象種あるいは群落の存在である。これについては、目視的観察あるいは、航空撮影などによる間接的な観察がある。このモニタリングによって、保全・再生した海岸植生の量（広がり、密度）を把握することができる。

次に、海岸植生の質を評価するためのモニタリングを行う。海岸植生は、物理・化学的環境との関連が大きいので、これらの環境との関連を調べて評価を行う。このために、環境傾度（物理・化学的な環境が変化している状況）に則して調査ラインを設定し、ライン上の要所にコドラート\*を設置してコドラート法を用いて出現種数や密度等をモニタリングする。また、線的分布を評価するためには、ベルトトランセクト\*\*法を用いて調査を実施する。

海岸の環境圧の影響が小さい場合には、過剰繁茂、遷移の進行による陸地化、内陸性植生の進入にも注意が必要である。これらについては、種の分布範囲と地形要因の対比が必要である。特定の種の過剰繁茂には土壌条件が関与する場合があるので、土壌調査も実施すべきである。

海浜植生の存在による二次的効果として、他の生物に生育空間を与える機能、および他地域の個体群への種の供給源としての機能も重要である。この評価のため、対象種以外の植物相、鳥類、底生生物、土壌動物、昆虫類等の調査を行う場合もある。また、外来植物が発生が確認された場合にはこれを除去する必要がある。

特殊な場合（マツクイムシ\*\*\*の影響がある場合等）として、植生の健康状態として病虫害の状況を観察することもある。

---

\* コドラート：植生を調査するときに使用する各種の調査区。基本的な形は正方形であるが、地形や群落の広がりに応じて長方形、円形、不定形が用いられる。大きさは目的によって様々である。

\*\* ベルトトランセクト：調査地に適当な基線を設け、その片側の帯状区について一定間隔ごとに出現種とその被度、あるいは個体数などを測定する調査法。環境が次第に変化する場所で、群落と環境との関係を調査する場合に用いられる。

\*\*\* マツクイムシ：カミキリムシやキクイムシ等の枯れたマツから発見される穿孔虫類の総称。マツノザイセンチュウとともにマツ枯れの原因とされ、海岸の防風林等に大きな被害を及ぼす恐れがある。

表 2.9.7 主な調査項目と調査方法<sup>28,29,34,35)</sup>

調査項目	調査方法
対象植物の量的状況（量的指標項目）	
存在、密度、被度	目視観察、リモートセンシング
対象植物の質的状況（質的指標項目）	
高さ、現存量（生重量、乾燥重量）、出現種数等	環境傾度に則したベルトトランセクト調査やコドラート調査による、目視観察、草丈測定、毎木調査、刈取り測定
海岸の環境（環境因子）	
地盤高、汀線からの距離、底質の粒度組成、浸食・堆積状況、飛砂量、有効水分保持率、波浪、流れ、風、強熱減量、塩分（土壌または水中）、等	地形測量（地盤高・単位時間内の地形変化量） 環境傾度に則したベルトトランセクト調査やコドラート調査による、各種測定、調査
その他（二次的項目）	
植物相	出現植物についての種数、被度、高さ、現存量等の調査
その他の生物相	鳥類、底生生物、土壌動物、昆虫類についての目視観察、個体数調査
病虫害	目視観察

### 3) 管理手法のレビューと改善

#### ① 管理手法のレビューと改善の必要性

目標レベルの達成の程度と状況に応じて、そのまま継続して様子を見るか、何らかの操作を行い改善するかを判断する。気象や海象の変動による影響も考えられるので、これらの評価は対照区との比較をもって行う（気候変動の場合、対照区も同様に影響をうける）。

モニタリング結果が、当初設定した指標項目や環境因子の範囲内であれば、現状の管理をそのまま継続するが、その場合についても、指標項目のモニタリング結果を十分に監視しておく。場合により、管理手法を簡略化する、あるいはモニタリング項目を削減するなどの検討も可能である。また環境因子を改善させる余地がある場合には、目標レベルをより高いレベルに引き上げることも検討する。

指標項目が目標レベルを満足していないと評価された場合には、モニタリング調査結果および関連資料をもとにその原因を推定し、管理手法をレビューして改善方法の提案を行う。

植生が満足に成立しない場合には、環境条件が不適切であることが考えられるため、環境因子に関するモニタリング結果を十分に評価し、改善すべき項目を抽出する。それでも改善の見込みが無い場合には、インパクト・レスポンスフローに立ち返り、目標レベルを達成するための具体的な行動計画を再検討しなくてはならない場合もある。

#### ② 管理手法改善のための対応策

保全・復元した植生が満足する結果でない場合には、植生そのものの原因よりも、植生が

成立しうる環境条件が成立していないことが考えられる。そのため、環境因子が当初の目標内にあるかどうかを十分に検討しなければならない。環境因子が自然の変動の範囲を超えて目標をはずれている場合には、現状の管理手法に問題があると判断しなくてはならない。

管理手法改善は、基本的には対照区を参考にして行う。保全管理の目標レベルが達成できていなかったり、管理手法が不明な場合には、小規模実験を行い管理手法改善に反映させる。

いかなる対策を施しても現状では目標レベル達成が困難と考えられる場合には、レベル2のインパクト・レスポンスフローに立ち返り、環境因子と指標項目との関係を見直す。環境因子を適切にコントロールできていない場合には、行動計画や事業実施方針が現地の対象種が分布する環境条件と整合していたかどうかを確認し、当初設定した具体的行動計画を修正する必要がある。このためには、土木的手法による環境の改善、あるいは最終的には目標レベルの再検討を行うべきである。

## 参 考 文 献

- 1) 海の自然再生ワーキンググループ（2003）：海の自然再生ハンドブックーその計画・技術・実践ー第2巻 干潟編, ぎょうせい. (pp.21-24,89-99,117-121)
- 2) 港湾緑化技術WG（1999）：港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル, (財) 港湾空間高度化センター 港湾・海域環境研究所. (p.231)
- 3) 矢野悟道・波田善夫・竹中則夫・大川徹（1996）：日本の植生図鑑<II>人里・草原、保育社. (pp.125-144)
- 4) 沼田眞・大野正男（1985）：房総の生物, 河出書房新社. (pp.18-31)
- 5) 榎木亨（1999）：環境圏の新しい海岸工学, フジ・テクノシステム. (p.1403) システム.
- 6) 磯部雅彦（1994）：海岸の環境創造 ウォーターフロント学入門, 朝倉書店. (pp.20-38)
- 7) 宮脇昭（1991）：沿岸地帯の生態と植生, 日本海水学会誌, 第45巻, 第3号. (pp.139-159)
- 8) 鈴木邦雄（1994）：日本の海岸植生・塩生植生, 日本海水学会誌, 第48巻, 第5号. (pp.360-366)
- 9) 小橋澄治・村井宏・亀山章（1992）：環境緑化学, 朝倉書店. (p.188)
- 10) 倉田益二郎（1986）：緑化工技術, 森北出版. (p.297)
- 11) 大場達之（1979）：日本の海岸植生類型① 砂浜海岸の植物群落, 海洋と生物 4. (pp.55-64)
- 12) 大場達之（1979）：日本の海岸植生類型② 塩沼海岸の植物群落(1), 海洋と生物 5. (pp.61-65)
- 13) 大場達之（1980）：日本の海岸植生類型③ 塩沼海岸の植物群落(2), 海洋と生物 6. (pp.52-55)
- 14) 大場達之（1980）：日本の海岸植生類型④ 塩沼海岸の植物群落(3), 海洋と生物 7. (pp.107-109)
- 15) 大場達之（1980）：日本の海岸植生類型⑤ 岩石海岸の植物群落(1), 海洋と生物 8. (pp.187-189)

- 16) 大場達之 (1980) : 日本の海岸植生類型⑤ 岩石海岸の植物群落(2), 海洋と生物 9. (pp.299-303)
- 17) 大場達之 (1980) : 日本の海岸植生類型⑦ 岩石海岸の植物群落(3), 海洋と生物10. (pp.378-382)
- 18) 大場達之 (1980) : 日本の海岸植生類型⑧ 岩石海岸の植物群落(4), 海洋と生物11. (pp.449-451)
- 19) 笹木義雄・柴田昌三・森本幸裕 (2006) : 瀬戸内海の半自然海岸および人工海岸に成立する海浜植生の種組成予測と健全性評価, 日本緑化工学会誌, Vol.31, No.3. (P364-372)
- 20) 目黒嗣樹・加藤史訓・福濱方哉 (2005) : 生態系の概念にもとづくインパクト・レスポンスフローを活用した海岸環境調査の提案, 海洋開発論文集, 第21巻. (pp.235-240)
- 21) 笹木義雄・森本幸裕 (2005) : 瀬戸内海における海浜植物の人工養浜への定着に及ぼす離岸堤の影響, 日本緑化工学会誌, Vol.31, No.1. (P69-74)
- 22) 笹木義雄・森本幸裕 (2004) : 瀬戸内海の自然海岸に生育する海浜植生の成立要因, 日本緑化工学会誌, Vol.30, No.1. (P62-67)
- 23) 日本緑化工学会編著 (2005) : 環境緑化の事典, 朝倉書店. (pp.299-321)
- 24) 沼田真・大野正男 (1985) : 房総の生物, 河出書房新社. (pp.18-31)
- 25) 鈴木清 (1974) : 海岸砂地固定植物としてのコウボウムギの利用に関する研究, 神奈川県林業試験場研究報告, 第2号. (pp.1-27)
- 26) 田中一夫・中島勇喜・遠藤治郎・金内英司 (1985) : 砂防学体系シリーズⅢ-9 海岸の砂防, 石崎書店. (p.86)
- 27) 村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也 (1992) : 日本の海岸林－多面的な環境機能とその活用－, ソフトサイエンス社. (p.513)
- 28) 倉田豊 (1993) : 緑のデザイン, 日経技術図書株式会社. (p.763)
- 29) 矢野悟道・波田善夫・竹中則夫・大川徹 (1996) : 日本の植生図鑑<Ⅱ>人里・草原, 保育社. (pp.125-144)
- 30) 佐藤正典編著 (2000) : 有明海の生きものたち 干潟・河口域の生物多様性, 海游舎. (pp.50-68)
- 31) 上床隆彦・徳永晴男・亀野辰三・小島治幸 (1996) : 東与賀海岸の植生護岸調査, 自然災害西部地区部会報・論文集, 20号. (pp.62-70)
- 32) 上床隆彦・小島治幸・嶋田長彦・児島和之 (1995) : 植生護岸による海岸及び水辺の安定について, 自然災害西部地区部会・論文集, 19号. (pp.55-66)
- 33) 東与賀町パンフレット : 干潟に燃えるシチメンソウ.
- 34) 沼田真 (1992) : 植物生態の観察と研究, 東海大学出版会.
- 35) 中西哲・大場達之・武田義明・服部保 (1996) : 日本の植生図鑑<Ⅰ>森林, 保育社. (pp.167-186)

