

藻場の復元に関する配慮事項

平成 16 年 3 月

環 境 省

はじめに

藻場^{もば}は、沿岸の浅海底に分布する大型海草^{うみくさ}・海藻^{かいそう}の群落の総称である。海草の群落は主要構成種の名称からアマモ場あるいは海草藻場と呼ばれ、ホンダワラ類やコンブ類などの海藻の群落は海藻藻場などと呼ばれる。これらの藻場は、沿岸生態系において主要な一次生産の場となっており、物質循環機能や幼稚魚の育成機能などの重要な機能を担っている。

藻場は埋立、護岸工事、水質汚濁などによって著しく減少してきており、近年も依然として減少が続いている。特に、瀬戸内海では、1945 年以降、大規模な埋立や干拓などの開発行為により、藻場の面積が大きく減少してきた。

藻場造成に関する研究は、以前より水産利用上の有用性の観点から多く実施されてきているが、最近では開発行為の実施に伴う環境保全措置として、消滅する藻場の代償措置が検討され、実施される事例が多くみられる。

しかし、代償措置として造成された海草藻場については、長期的に持続していると判断できる例は少なく、またその措置に当たって適切さを欠く実施事例もある。

これは、藻場の代償措置を検討・実施するに当たり、何を目標とし、どのような考え方にに基づき実際の取組を行うか、またその際どのような点に配慮すべきかという指針がこれまで明確にされてこなかったことがその一因であると考えられる。

本配慮事項は、藻場のうち、アマモ場及び奄美大島以南に分布する熱帯海草藻場を対象に、代償措置として「藻場の復元」を行う場合、どのような点に配慮すべきかを、「配慮事項」として示したものである。

本配慮事項にいう「藻場の復元」とは、「改変による攪乱を受ける以前に有していた藻場の無機物的及び生物的な構造を、それに関連した藻場の機能とともに、攪乱以前と同じ状態にまで回復させること」である。藻場の環境保全の観点からの損なわれる価値の代償を最大化するためには藻場の復元を目標とする必要がある。

本配慮事項は二つの章から構成される。第 1 章で、まず藻場の現状及び藻場の重要性、並びに藻場の復元の定義及びその意義について概括した上で、第 2 章で「藻場の復元に関する配慮事項」を示した。また、巻末に、藻場の復元に関する事例集及び用語集を添付した。

この配慮事項が、藻場に係る適切な代償措置の実施、ひいては藻場も含めた沿岸生態系の保全に資することを期待する。

なお、「藻場の復元に関する配慮事項」の検討に当たっては、学識経験者からなる下記検討委員会を設け、その指導の下でとりまとめを行った。また、(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 生産環境部藻場・干潟環境研究室の寺脇利信室長にも、適宜助言を頂いた。

○「藻場の復元に関する配慮事項」検討委員会 委員名簿（五十音順）

相生啓子	青山学院女子短期大学講師
岡田光正（座長）	広島大学大学院工学研究科教授
尾田 正	岡山県水産試験場専門研究員
香村眞徳	琉球大学名誉教授 (財)沖縄県環境科学センター専務理事
川崎保夫	(財)電力中央研究所 CS 推進本部次長
前川行幸	三重大学生物資源学部教授

目 次

1. 藻場及びその復元について	1
1.1 藻場について.....	1
1.1.1 対象とする藻場.....	1
1.1.2 海草の分布・生態.....	2
1.1.3 藻場の構造と機能.....	6
(1) 藻場の構造.....	6
(2) 藻場の機能.....	7
1.1.4 藻場の重要性、現状及び課題.....	8
(1) 藻場の重要性.....	8
(2) 藻場の現状と課題.....	11
1.2 藻場の復元について.....	15
1.2.1 藻場の復元の定義.....	15
1.2.2 藻場の復元の意義.....	16
1.2.3 藻場の復元に関する配慮事項の概要.....	16
2. 藻場の復元に関する配慮事項	23
2.1 藻場の復元の前提となる検討事項.....	24
2.1.1 回避・低減の優先.....	24
2.1.2 環境の保全方針の設定.....	28
2.1.3 合意形成.....	33
2.1.4 専門家の関与.....	35
2.1.5 藻場の復元に係る技術情報などの提供.....	37
2.2 藻場の復元の検討・計画段階における配慮事項.....	39
2.2.1 藻場の復元に係る目標設定.....	39
2.2.2 藻場の復元措置を実施する場所の選定.....	45
2.2.3 藻場の復元措置に用いる方法・技術の選定.....	47

2.2.4 モニタリング及び維持管理の計画	50
2.2.5 藻場の復元に係る計画書の作成	53
2.3 藻場の復元措置の実施段階における配慮事項	55
2.3.1 復元措置の実施	55
2.3.2 モニタリング及び維持管理の実施	56
2.4 藻場の復元の評価における配慮事項	58
藻場造成・海草の移植等に関する事例集	61
用語集	87

1．藻場及びその復元について

1. 藻場及びその復元について

本章では、1.1 で藻場の概略について、1.2 で「藻場の復元」の定義・意義について示す。

1.1 藻場について

1.1.1 対象とする藻場

海中に生育する大型海藻^{かいそう}（Macroalgae）もしくは海草^{うみくさ}（海産種子植物、Seagrass）の群落と、それを基礎とする独特の生物群集や環境¹⁾は、「藻場（もば）」と呼ばれている。

藻場は、元来は沿岸の浅い海底に海草が密生している場所を指す漁業者の地方用語で、アマモ類の生育している場所（アマモ場 *Zostera* bedあるいはアマモ帯 *Zostera* belt）²⁾を指して呼んだ用語である。ただし、藻場について、具体的な基準や生物学の用語のような厳密な定義はなく³⁾、海草あるいは海藻がある程度の規模（面積）で優占的に群落を形成している場所あるいはそれらの群落⁴⁾と解釈されている。

藻場は、例えば表 1-1 のように、藻場を構成する主要な植物種によって区分され⁵⁾、それぞれ藻場の呼称も異なっている。

海草により構成される群落は、主要構成種であるアマモ (*Zostera marina*) の名称からアマモ場⁵⁾あるいはアジモ場^{3, 6)}と呼ばれるほか、海草藻場^{6, 7)}あるいは海草場 (seagrass bed)⁸⁾と総称される場合がある。奄美大島以南には温帯種のアマモは分布せず、熱帯性の小型海草類（ヒルムシロ科、トチカガミ科など）で構成される海草藻場が分布する（以下、「熱帯海草藻場」という）。これらアマモ場及び熱帯海草藻場は、主に内湾の砂泥底に形成される。

また、海草の群落と区別するために、ホンダワラ科やコンブ科などの海藻から構成される群落を海藻藻場⁹⁾と総称する場合もある。これらの海藻からなる藻場のほとんどは、岩礁域に形成され、ホンダワラ科の海藻からなるガラモ場、コンブ科の海藻からなるコンブ場などがある。

本配慮事項では、次の理由によりアマモ場及び熱帯海草藻場を検討対象とした。以下特に断りのない限り、本配慮事項で使用する「藻場」という用語は、アマモ場及び熱帯海草藻場を指すものとする。

＜アマモ場及び熱帯海草藻場を対象とする理由＞

- ① アマモ場及び熱帯海草藻場は、その復元措置に当たって、岩礁性の海藻藻場と比べ、場所・方法の選定など、措置の検討・計画の技術的な困難性がより大きいと考えられること。
- ② 熱帯海草藻場は、絶滅危惧種を含め、生態がよく判っていない種で構成されている場合がある（文献^{10、11}）参照）。そのため、環境保全上問題となる可能性が高いと考えられること。

表 1-1 藻場の区分

藻場タイプの区分	構 成 種
アマモ場 (含：熱帯海草藻場)	アマモ科などの海草類（花を咲かせ種子を形成する植物）
ガラモ場	ホンダワラ科（ヤツマタモク、マメタワラなど）
コンブ場	コンブ科（マコンブ、ミツイシコンブなど）
アラメ場	コンブ科（アラメ、カジメなど）
ワカメ場	チガイソ科（ワカメ、ヒロメなど）、コンブ科（アントクメなど）
テングサ場	テングサ科（マクサ、オバクサなど）
アオサ・アオノリ場	アオサ科（アナアオサ、スジアオノリなど）
その他	その他の藻場

文献^{5、12}）を基に作成。

1.1.2 海草の分布・生態

藻場を構成する海草は、種子植物（花を咲かせ種子を形成して繁殖）であり、世界中で 60 種ほど^{6、13}）知られている。そのうち、現在我が国の沿岸では 3 科 8 属 16 種¹³）が確認*され、温帯種と熱帯種に大別される¹⁴）。16 種のうち、アマモ科 7 種は主に温帯から亜寒帯に分布している。一方、ヒルムシロ科¹¹）5 種の全てとトチカガミ科¹¹）4 種のほとんどの種は、熱帯から亜熱帯に分布する熱帯種で¹³）、これら 2 科計 9 種のうち 8 種は、南西諸島以南に分布する¹⁰）。

また、全 16 種のうち、レッドデータブック^{**、11}）に絶滅危惧種（絶滅危惧Ⅱ類）として 4 種（温帯種 2 種、熱帯種 2 種）が、準絶滅危惧種として 9 種（温帯種 2 種、熱帯種 7 種）が、それぞれ掲載されている（表 1-2）。

*：最近沖縄県内で新たに 2 種の海草の生育可能性が指摘されている。

**：レッドデータブック（「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物－レッドデータブック」¹¹）は、生物学的観点から、環境庁（現環境省）が個々の種の絶滅の危険度を評価し、選定したものである。動植物の分類群ごとに選定・公表されたレッドリスト（絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）を基に、それぞれの種の生息状況などをとりまとめ、編纂されており、以下のカテゴリーに区分されている。

- ・絶滅危惧Ⅰ類(ⅠA類；CR、ⅠB類；EN)：絶滅の危機に瀕している種
- ・絶滅危惧Ⅱ類(VU)：絶滅の危険が増大している種
- ・準絶滅危惧種(NT)：現時点では絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」（絶滅のおそれのある種）に移行する可能性のある種
- ・情報不足(DD)：評価するだけの情報が不足している種

我が国の海草の中で最大の種数を含むアマモ科は、全世界でも最大で、18 種¹⁰⁾に分類される大きなグループである。このうち、7 種のアマモ科海草が分布する日本列島は、世界で最もアマモ科の多様性が高い地域である。日本列島周辺域のアマモ科の系統関係は、DNA解析により明らかにされている^{15、16)}。これによると、淡水水草とアマモが分岐したのは分子進化時間から約 1 億年前、またタチアマモとアマモが分岐したのは 600 万年前と推定されている。アマモは、比較的新しい種であるにもかかわらず、汎世界種として分布を拡大したと考えられている^{15、16)}。

表 1-2 日本産海草一覧

科名(種類数)	和名(カテゴリー区分*)	分布域
トチカガミ科(4)	ウミシヨウブ(VU)	TR
	リュウキュウスガモ(NT)	TR
	ウミヒルモ(NT)	TR、TE
	ヒメウミヒルモ(VU)	TR
	(トゲウミヒルモ)	
アマモ科(7)	アマモ	TE
	オオアマモ(VU)	TE、AR
	タチアマモ(VU)	TE
	スゲアマモ(NT)	TE、TR
	コアマモ(DD)	AR、TE、TR
	スガモ	TE、AR(岩礁性)
	エビアマモ(NT)	TE(岩礁性)
ヒルムシロ科(5)	ベニアマモ(NT)	TR
	リュウキュウアマモ(NT)	TR
	ウミジグサ(NT)	TR
	マツバウミジグサ(NT)	TR
	シオニラ(NT)	TR
	(ボウバアマモ)	

*カテゴリー区分：VU；絶滅危惧Ⅱ類、NT；準絶滅危惧、DD；情報不足（文献¹¹⁾による）。

分布域：TR；熱帯から亜熱帯、TE；温帯、AR；亜寒帯。スガモ、エビアマモは岩礁に生育、他は砂泥底に分布。

海草藻場の代表的な構成種であるアマモは、北海道から九州まで分布し、静穏な内湾や浅海の砂泥底域⁴⁾にアマモ場と呼ばれる群落を形成する。アマモの分布南限は、8月の表面水温の27℃等温線が境界であるとされている¹⁷⁾。また、8月の平均水温28℃付近が生育上限水温と考えられている¹⁸⁾。温帯から亜寒帯に分布する海草藻場では、単一種の卓越することが多い¹⁹⁾。

アマモの生育水深は、大潮低潮線から水深5～6mまでの例が多く、最深で10m付近までである⁴⁾。そのため、アマモ場は、海岸線沿いに帯状に分布することになる。ただし、海岸線沿いに、アマモの生育に適した場所が連続しているとは限らず、アマモ場は斑状群落をなして分布する²⁰⁾ことが多い。生育水深の上限は、主に干潮時の干出と、波浪や潮汐などの海水流動による砂面移動によって制限されている²¹⁾。また、生育水深の下限は、海水中を透過してくる光量によって制限されている^{21, 22)}。

アマモの生活史は、地域により差があるものの、おおよそ図1-1に示すとおりである²³⁾。

アマモは雌雄同株で、種子による繁殖（有性生殖）と地下茎の生長・分枝による繁殖（無性生殖）を繰り返し、群落を拡大する^{3, 4)}。葉長は初夏が最大、秋～冬に最小^{3, 4)}となり、現存量もそれに応じて大きく変化する²⁴⁾。草丈は、日本南西部では伸長期に1m前後、北日本では2mに達する⁴⁾。草丈が最長8m程度になるタチアマモ（*Zostera caulescens*）は、水深16m付近まで生育する¹³⁾ことがある。アマモは多年生の海草であるが、発芽後一年以内に種子を作って枯死する一年生のアマモ²⁵⁾がみられる地域もある^{13, 26)}。

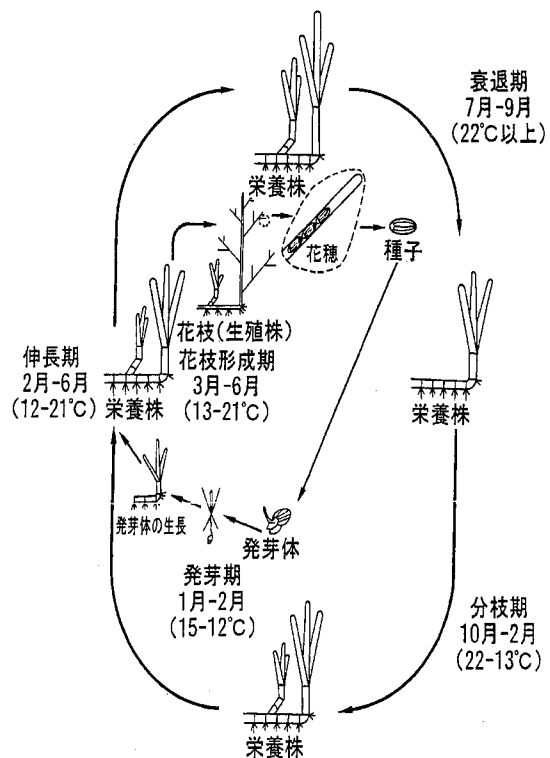


図 1-1 アマモの生活環
(神奈川県小田和湾の場合²³⁾)

奄美諸島以南では、熱帯種であるリュウキュウアマモ (*Cymodocea serrulata*) やリュウキュウスガモ (*Thalassia hemprichii*) などの小型の海草が分布する。これらは、多くの場合、サンゴ礁と陸地の間の礁湖^{27, 28)}などに密生²⁷⁾し、熱帯海草藻場を形成する。また、単一種が卓越することはほとんどなく、複数種が混生²⁹⁾して複雑な群落を形成する¹⁹⁾。これらの熱帯種は、有性・無性生殖を行って増殖する⁷⁾が、これまで開花の記録がほとんどない種¹⁰⁾もある。その現存量は、冬季に低下するものの、顕著な季節変化はない²⁷⁾。

1.1.3 藻場の構造と機能

藻場の復元に当たっては、藻場の構造と機能の理解が重要である。
以下にその概略を示した。

(1) 藻場の構造

生態系は、生物群集と無機的环境から成る一つの物質系²⁾である。
これは、生産者・消費者・分解者などの生物的構成要素と大気・水・
土壌・光などの無機的环境の構成要素からなり、これらの各構成要素
は、環境作用(action)・環境形成作用(reaction)あるいは生物相
相互作用(coaction)によって動的に結合されている²⁾。

- 注：・生物群集：ある場所に有機的集合体として生活するすべての生物
個体群。
・環境作用：環境、すなわち生物を取巻く無機的自然が生物に及ぼ
す影響。
・環境形成作用：生物が環境へ働きかけ、新しい環境を作り出す作
用。
・生物相互作用：生物相互の間でふつう直接的に関係し合うこと²⁾。

生態系としての藻場も、生産者である海草や付着微細藻類などの植
物、藻場で餌を採り生育場とする消費者としての動物、分解者である
細菌類といった生物群集(生物的構成要素の集合体)及び水・光・土
壌・地勢などの無機的环境の構成要素が、上記 3 つの作用によって
動的に結合されている一つの物質系である。

藻場の主たる構成要素の整理例を、表 1-3 に示す。なお、表中では、
生物的構成要素のうち、生産者・消費者などの分類を、植物及び動物
という構成要素に便宜的に区分して扱った。

表 1-3 藻場の主たる構成要素

区分	構成要素	構成要素の状態
生物的 構成要素	植物	海草類：密度、被度、面積、草丈、成長率、生産 力、繁殖力など
		付着微細藻類の種組成、現存量、生産力など
	動物	葉上動物・葉間性浮遊動物などの小型動物の種組 成、個体数など
		魚類などの遊泳性動物の種組成、個体数など 底生生物の種組成及び現存量など
無機的环境 の構成要素	水	水質：濁度、水温、塩分、栄養塩類濃度など 流況：流速、波浪など
	光	水中光量など
	基質	底質：粒度組成、有機成分組成、漂砂、砂面変動 の状況(堆積物の安定性)など
	地勢	干出の有無、地形、勾配の状況など

注：文献^{30~33)}などを参考に作成。

藻場の構造とは、生物的構成要素と無機的環境の構成要素が各々あるいは一体となってなす構造である。

具体的には、海草などの生物的構成要素のなす構造としては、種組成を含む群落構造、食物連鎖構造などの構造があり、生物的構成要素と無機的環境の構成要素が一体となってなす構造としては、物質生産構造などがあげられる。

藻場の構造の把握に当たっては、各構成要素の状態や構成要素同士の対応関係を検討することが重要である。

- ・ 群落構造：空間的構造としては、垂直的構造－階層構造（植物群落内にみられる葉層の成層構造²⁾）、水平的構造－個体の空間的分布、種の優占度－密度・被度・現存量などであり、時間的構造としては遷移の進行に伴う変動、植生変化における種の空間的配置と動的行動の相互関係などが含まれる³⁴⁾。
- ・ 食物連鎖構造：生態系において、生産者である植物が生産する有機物を基に、群集内で構成される互いに被食者－捕食者関係によるつながり。元来はひとつひとつの鎖環を指すのが本義であったが、現在ではつながり全体（食物網）を指して使われることが多い³⁵⁾。
- ・ 物質生産構造：光合成植物における、植物体中の水分を除いた乾燥物質量の生産過程³⁵⁾に係る構造。光合成による有機物の生成がその基本をなす³⁵⁾。植物群落の同化系と非同化系の垂直分布と、群落内の相対照度の垂直的分布は、物質生産に密接な関係を有するため、生産構造と呼ばれる²⁾。

（２）藻場の機能

生態系の機能は、その構造と密接に関係している。藻場についても同様であり、その機能としては、表 1-4 に示す例のように、物質循環、生物の共存、環境保全の三つに大別される。

物質循環機能は、一次生産、及びデトリタス*を起点とした食物連鎖³⁶⁾を通じて物質を循環させる機能に分けられる。

生物の共存機能は、生物多様性維持、幼稚魚育成、餌料供給、産卵場形成という各機能があげられる。

環境保全機能としては、水質浄化、底質安定化、環境形成・維持機能があげられる。

*注：生物体の分解によって生じた非生体的有機物を指す。巻末の用語集参照。

表 1-4 藻場の機能の例

機能の分類		特 徴
物質循環機能		・ 一次生産：海草及びその葉上に生育する付着藻類は、太陽からの光のエネルギーを化学エネルギーとして他の消費者が利用できる有機物の形に固定する一次生産を行う。 ・ 分解・物質循環：枯死したアマモは分解されてデトリタスとなり、バイオターベーション（生物擾乱又は生物攪乱）や波浪による底質の攪乱などによって底質中に有機物を供給する。また、主に腐食連鎖を通じて、魚類などの高次消費者を支える。
生物の共存機能	生物多様性の維持機能	多くの無脊椎動物や魚類の生息場所、採餌場、隠れ場として利用される。そのため、藻場は多種多様な生物を維持する機能を持つ。
	幼稚魚育成機能	藻場は、幼稚魚の隠れ家としての保護機能を持つ。
	餌料供給機能	葉上・葉間・海底に分布する珪藻類は小動物（ヨコエビ類、アミ類など）の、また小動物は幼稚魚の適切な質、大きさの餌となる。
	産卵場形成機能	海草の地上部（葉、茎、花枝など）は、付着卵を産む魚類・イカ類の産卵基質となる。
環境保全機能	水質浄化機能	・ 海草類は、その生育に伴い、富栄養化の要因であるリンや窒素を海水及び底泥中から吸収・除去する。 ・ 繁茂した葉部は水の流動を妨げ、懸濁物質を海底に沈降させる。
	底質安定化機能	海草群落の地上部が沖合からの波の力を減衰させ、また地下茎を張り巡らせることにより、底質を安定化させる。加えて、漂砂などを抑制し、砂浜や干潟の縮小を防止する。
	環境形成・維持機能	・ 上記と同様に、海草の地上部が海水の流動を抑えることにより、藻場内は静穏状態が形成される。 ・ 光合成の際、大気から海水へと溶け込んだ溶存態炭酸ガスを吸収するとともに、海水中に溶存酸素を補給する。

注：文献^{3、4、6～8、20、21、24}などを参考に作成。

1.1.4 藻場の重要性、現状及び課題

（１）藻場の重要性

藻場をはじめとした砂浜、磯、干潟、河口沼沢地などは、さまざまな海岸動物や植物の生息地、ある種の海洋動物の繁殖地、鳥類などの休息地¹³⁾などとして、沿岸生態系の重要な位置を占めている。このような生物群集を有する沿岸生態系のうち、藻場は漁業などを通じて人間にとっても昔から有用な環境として認識されてきた。

藻場は、以下のように、海洋生物の生産活動・生活の場や漁場としての特性などがあり、沿岸生態系の中で重要な役割を果たしている¹³⁾といえることができる。

＜一次生産者としての重要性＞

海洋及び陸上における主要な生態系の一次生産量の比較を表 1-5 に示す³⁾。

海洋のうち、外洋・湧昇域・大陸棚の一次生産量のほとんどは植物プランクトンによるものである³⁾。これらに対して、潮間帯・亜潮間帯と河口域の一次生産量は、主として海産大型植物（macrophyte：海藻・海草）によるもので、これらの単位面積当たりの年平均一次生産量は、陸上の熱帯降雨林に匹敵する高い生産性を示す³⁾。海草では、珪藻など葉上の付着微細藻類による生産量も高く、最大で海草の 1/3 にもものぼる¹⁾。海草を摂食する動物はウニ類や端脚類の一部などごく僅かで、他にハクチョウ類、アオウミガメ、海牛類などの脊椎動物が知られている¹⁾程度であり、海草が直接利用される割合は少ない。生産された海草は、枯死した後、その大部分が分解されてデトリタス（detritus）となって腐食連鎖に組みこまれ、これを通じて高次生産者を支えている割合のほうが多い^{1, 24)}。

このように、藻場は、一次生産及び腐食連鎖を通じて、沿岸生態系における物質循環で重要な役割を果たしている。

表 1-5 世界主要生態域における一次生産量

	面積 10 ⁶ km ²	一次生産量	
		単位面積当たり の年平均生産量 (gC/m ² ・yr)	合計（年当たり） (10 ⁹ tonsC/ yr)
＜海洋生態域＞			
外洋	332.0	125	41.5
湧昇域	0.4	500	0.2
大陸棚	26.6	360	9.6
潮間帯・亜潮間帯	0.6	2,000	1.2
河口域	1.4	1,800	2.5
（海洋合計）	361.0	152	55.0
＜陸上主要生態域＞			
熱帯降雨林	17.0	2,000	34.0
温帯落葉樹林	7.0	1,200	8.4
ツンドラ・高山	8.0	140	1.1
沼沢地・塩沢地	2.0	2,500	5.0
砂漠	24.0	3	0.07
（陸上合計）	149.0	721	107.4

注：文献³⁾を基に作成（原典は、C.J.Dawes（1981））。

<生物の共存機能及び環境保全機能の重要性>

アマモを含む海草は、その他の生物群集が生息場として利用できる三次元空間を形成する。その結果、陸上の植物群落と同様に、樹冠にあたる海草の地上部、及び地下部において、それぞれ生息場所を分けて利用している多様な生物群集が形成される³⁷⁾。

これらの藻場の動物群集は、大きく3つの動物群に分けられる。

- ・葉上の動物群

コケムシなどの固着性動物、葉上を移動する巻貝や甲殻類など³⁷⁾、付着性 (sessile) と移動性 (mobile) のグループがある。体は小型であるが、種数も個体数も極めて多く、藻場特有の動物群である¹⁾。

- ・藻場を遊泳し、自由に出入りする動物群

多くの魚類やイカ類、大型甲殻類が含まれる。水産上有用な生物も多い¹⁾。

- ・藻場内の海底上又は海底内に生息する底生動物

藻場の底生動物は、藻場以外での底生動物に比べて豊富であることが知られている。しかし、これは一次生産の豊かさによるものであり、藻場特有の底生動物が多いわけではない¹⁾。

藻場は、その存在により、藻場内の水流などの水理的環境を安定させることによって比較的静穏な環境を作り出している。同時に、水中の懸濁物を堆積しやすくさせる作用、波や流れに対して堆積物を安定化させる作用¹⁾を有するほか、水質の浄化機能や魚礁も兼ねた多機能型消波堤⁶⁾と形容される役割も果たしている。

<水産上の有用性>

従来より漁業者は、魚類がアマモ場によく集まってくることを経験的に知っており、そのためアマモ場を大切な漁場と見なしてきた³⁾。また、藻場は魚類や無脊椎動物の産卵場、そしてこれらの幼稚魚の採餌場や成育場となっており¹⁾、水産上アマモ場が大きな役割を果たしていることが近年の研究により明らかにされてきた³⁾。

(2) 藻場の現状と課題

① 現状

日本の沿岸域において、海草・海藻が生育できる水深 20m 以浅の海域面積は約 3,088,000ha である³⁸⁾。1991 年時点で現存する海草藻場と海藻藻場の総面積は 201,212ha であり、そのうちの 6.5% を占めるにすぎない。このことは、後述の藻場の減少はあるものの、海草及び海藻は沿岸浅海域のごく一部の範囲にしか生育できず、海草・海藻藻場の分布範囲も限られていることを意味する。特に、アマモ場及び熱帯海草藻場は、沿岸浅海域の低潮線から水深数メートルまでの静穏な内湾砂泥地にしか生育できないため、埋立、干拓の影響を直接受けやすい³⁹⁾。

我が国における海藻藻場を含む藻場は、高度経済成長期を通じて、埋立や護岸工事などによって著しく減少してきた⁴⁰⁾。例えば、瀬戸内海のアマモ場は、1945 年以降大規模な消滅・衰退が見られ、特に 1965 年から 1971 年の 6 年間で 11,174ha から 5,574ha と、ほぼ半減している¹⁹⁾。

環境庁第 4 回自然環境保全基礎調査(1994)によると、1978 年から 1991 年の間に、我が国の海草藻場と海藻藻場の総面積は 207,615ha から 201,212ha へと減少し、13 年間で 6,403ha の消滅が明らかとなっている⁵⁾。

この消滅した藻場のうち、アマモ場(熱帯海草藻場を含む)の消滅面積は 2,077ha である(表 1-6)。アマモ場のみの消滅比率は 4.0% であり、ガラモ場など他の藻場の消滅比率の中で中間的な値となっている。しかし、表 1-7 に示すように、海域によっては、アマモ場の消滅比率が非常に大きくなっているところもある。例えば、日向灘、播磨灘北、天草灘のように、消滅面積が現存アマモ場よりも大きい地域がある。また、陸奥湾、三河湾、備讃瀬戸西、八重山列島のように、アマモ場の消滅面積が全消滅藻場総面積の大半を占めている海域もある。

表 1-6 現存藻場と消滅藻場面積（第 4 回自然環境保全基礎調査）

藻場の区分	現存面積(ha)：a (1991 年時点)	消滅面積(ha)：b (1978～1991 年)	消滅比率 (%:b/(a+b))
アマモ場	49,464	2,077	4.0
ガラモ場	85,682	2,315	2.6
コンブ場	35,724	507	1.4
アラメ場	64,483	1,687	2.5
ワカメ場	31,381	1,550	4.7
テングサ場	19,024	1,388	6.8
アサ・アオリ場	9,109	489	5.1
その他	21,009	403	1.9

注：文献⁵⁾より、アマモ場及び熱帯海草藻場を対象として集計。同一の藻場が複数の区分で報告・計上されている場合があるため、合計面積は実際の面積よりも多くなる。

表 1-7 代表的海域の藻場の消滅状況（第 4 回自然環境保全基礎調査）

海域	現存藻場計 (ha)	現存アマモ場 (ha):a	全消滅藻場(ha):b	アマモ場消滅面積 (ha):c	消滅比率(%)	
					c/(a+c)	対全消滅藻場 (c/b)
陸奥湾	8,909	6,862	374	369	5.1	98.7
三河湾	638	390	169	169	30.2	100.0
日向灘	2,105	10	469	44	81.5	9.4
備讃瀬戸西	1,479	974	79	57	5.5	72.2
播磨灘北	534	176	377	218	55.3	57.8
天草灘	15,507	2	3,406	77	97.5	2.3
八重山列島	4,091	4,091	16	16	0.4	100.0

注：文献⁵⁾より作成。全消滅藻場はガラモ場などを含む全ての藻場を、アマモ場は熱帯海草藻場を含む。「現存」は 1991 年時点の、「消滅」は 1978～1991 年の間の消滅を示す。

上記の全藻場の消滅原因は、原因が判っているものの中では、埋立などの直接改変が主たるもの（消滅原因の 28.1%）であり、他に水質汚濁などの生育環境の悪化などもその一因とされている⁵⁾。

近年の沿岸域における埋立面積は、昭和 40 年代の約 5 分の 1 であり、埋立による量的改変の程度は鈍化している⁴¹⁾。しかし、大面積の埋立は少なくなってきたものの、残された沿岸域やその近傍における埋立は依然として継続されている⁴¹⁾。

このような藻場の減少を背景に、昭和 40 年代から沿岸漁場整備事業の一環として、水産生物の幼稚魚の育成場としてのアマモ場造成⁴⁾の試験研究が進められてきた。これらの活動は、主に瀬戸内海沿岸において、播種あるいは移植などの方法により実施されている^{4, 18)}。これまでの事例は、ほとんどが試験段階の小規模のもの⁴⁾であり、実

用的規模で造成した事例は少ない¹⁸⁾。また、造成されたアマモの群落は一年以内に消滅もしくは衰退したものが多く、移植株の活着や種子の発芽が見られた例もあるものの、長期にわたって維持できた例は少ない^{3、4、18)}のが現状である。

(最近の調査結果からみた藻場の現状)

環境庁第 5 回自然環境保全基礎調査によると、海草・海藻藻場の総面積は、142,459ha となっている。アマモ場の面積は 25,843ha へと減少している。

第 4 回調査と第 5 回調査では集計方法が異なるため、これらの結果を単純に比較することは適切ではないが、依然として藻場の消滅は続いていることが示唆される。

② 課題

前節に示したとおり、沿岸生態系において重要な位置を占める藻場は、その分布範囲が浅海域のごく一部の砂泥底に限られ、しかも開発の対象となりやすいために、その減少が進行している。

一方、近年我が国においても身近な自然や生物多様性の危機の現状が認識され始め、これらに対する国民意識が急速に高まってきている。平成 14 年には「新・生物多様性国家戦略」が決定され、同戦略の中でも干潟やサンゴ礁と同様に、藻場についてもその保全の必要性が言及されている。また、同年には、自然再生推進法（平成 14 年法律第 148 号）が成立し、平成 15 年から施行されている。この法律は、地域の多様な主体の参加により、自然再生（藻場も含め、河川、湿原、干潟、サンゴ礁などの自然環境を保全、再生、創出、又はその状態を維持管理すること）事業の推進を目的としている。

このような政府を中心とした取組も含め、これ以上の藻場の減少を防ぐことは、藻場を含む沿岸生態系の保全にとって喫緊の課題である。

そのためには、沿岸域での開発行為により藻場に影響が及ぶおそれがある場合、まず回避又は低減措置が検討されることを前提に、適切な代償措置を可能な限り実施することが必要となる。

しかし、環境影響評価制度等において、これまで実施されてきた藻場の環境保全措置*については、環境影響の回避又は低減*措置を十分に検討していない取組が多くみられる⁴²⁾。また、消滅するアマモ場に対して、その一部を海藻藻場で代償するなど、代償措置*の定義

と異なる事例もあった。また、熱帯海草藻場を対象とした移植事例⁴³⁾では、レッドデータブック掲載種や生態がよく判っていない海草種に関する環境保全上の配慮が欠けていると疑われる事例もある。

注：*を付した語の定義は、第 2 章[配慮事項 1]及び巻末の用語集参照のこと。

このように不適切と思われる事例が一部に見受けられる背景として、技術的な問題以外に、次の点が指摘できる。すなわち、藻場に対する環境保全措置の検討・実施に当たり、何を目標とし、どのような考え方に基づいてその取組を行うか、その際どのような点に配慮すべきかという指針がこれまで必ずしも明確にされてこなかった、という点である。

藻場の減少を防ぎ、その保全を図るためには、開発行為に伴う藻場の環境保全措置の検討に際し、やむを得ず代償措置を選択する場合においては、損なわれる藻場の環境保全の観点からの価値の代償を最大化することが重要であり、そのための指針となる事項を整理する必要がある。

注：開発行為が同一海域の複数地点で実施された場合、結果として広範囲の藻場が消滅する事態が想定される。このような開発行為による影響については、本配慮事項で取り上げる範囲（p.21 参照）を越えるものであるが、大きな課題である。なお、沿岸域で行われる小規模の開発行為については環境影響評価の対象とならないが、これらについても環境基本法第八条で示されているように、自然環境への影響を最小限に抑える配慮は当然必要となる。

○環境基本法（事業者の責務）第八条第 1 項

「事業者は、基本理念にのっとり、その事業活動を行うに当たっては、これに伴って生ずるばい煙、汚水、廃棄物等の処理その他の公害を防止し、又は自然環境を適正に保全するために必要な措置を講ずる責務を有する。」

1.2 藻場の復元について

前節の藻場に係る課題の解決に資するため、開発行為に伴う藻場の代償措置を適切に実施していくための考え方の指針を、「藻場の復元に関する配慮事項」としてとりまとめることとした。以下に、藻場の復元の定義・意義及び藻場の復元に関する配慮事項の概略を示す。

1.2.1 藻場の復元の定義

本配慮事項では、「藻場の復元」を次のように定義する。

「藻場の復元」：

「改変による攪乱を受ける以前に有していた藻場の無機的及び生物的な構造を、それに関連した藻場の機能とともに、攪乱以前と同じ状態にまで回復させること」

本配慮事項は、開発行為などに伴う藻場の代償措置の実施に際して配慮すべき事項を示したものである。代償措置は「損なわれる環境要素*が持つ環境の保全の観点からの価値を代償する」ものであり、開発行為などの前後で“損なわれる藻場が持つ環境の保全の観点からの価値”の減少を最小化するためには、「藻場の復元」を目標とすることが必要である。

*：環境要素については、[配慮事項 1]を参照のこと。

なお、自然再生推進法（平成 14 年法律第 148 号）における「自然再生」は過去に失われた生態系その他の自然環境を取り戻す趣旨であり、開発行為などに伴う「代償措置」は含まれない。本配慮事項は、「自然再生」の対象とされた藻場を直接想定したものとはなっていない。

1.2.2 藻場の復元の意義

藻場の復元がその定義に従って達成されることは、第一義的に、開発行為による藻場の実質的な減少を防ぐという意義がある。そのことは、開発行為実施前と同等の藻場の構造と機能が維持されることを意味する。その場合、高い一次生産力を含む物質循環機能、生物多様性などを含む生物の共存機能及び環境保全機能が維持されるということになる。藻場が水産上重要な魚介類の産卵場や生息・成育場となっていることから、藻場の復元は漁業資源の保全にとっても意義のあることとなる。

また、藻場の復元の達成は、周辺の干潟やサンゴ礁などの重要な沿岸生態系の保全と相まって、多種多様な生物が生き続けることができる健全な生態系⁴⁴⁾の保全にもつながる。

1.2.3 藻場の復元に関する配慮事項の概要

適切な代償措置としての藻場の復元を行うために、本配慮事項に示す取組が必要である。表 1-8 にその概要を示すとともに、図 1-2 に藻場の復元に関する配慮事項のフローを示した。

表 1-8(1) 藻場の復元に関する配慮事項の概要

1. 「藻場の復元」の前提となる検討事項

[配慮事項 1]: 回避・低減

環境保全措置の検討に当たっては、環境への影響を「回避」又は「低減」することが優先されていること。

「代償措置」として行われる「藻場の復元」は、「回避」又は「低減」措置が困難な場合、又は回避・低減を実施しても、藻場への著しい影響が残ると判断された場合に検討されるものであること。

その際、「回避」又は「低減」が困難な理由が明確にされていること。

[配慮事項 2]: 方針設定

対象事業全体について、以下の事項を含む環境の保全方針が設定されていること。

- (1) 環境保全措置立案の基本的な考え方
- (2) 環境保全措置の対象
- (3) 環境保全措置の対象毎の具体的な目標

[配慮事項 3]: 合意形成

環境保全措置の検討に当たっては、地域住民を中心とした幅広い関係者との合意形成が必要であることから、極力早い段階から合意形成に向けた情報提供や意見交換が行われていること。

[配慮事項 4]: 専門家の関与

環境保全措置の立案の初期段階から代償措置の検討・実施・評価に至るまでの各段階で、必要に応じて幅広い専門家の助言や指導を受けていること。

[配慮事項 5]: 情報提供

藻場の復元に係る検討経緯及び結果が公表され、技術情報が可能な限り提供されるよう取り計らわれていること。

2. 藻場の復元の検討・計画段階における配慮事項

[配慮事項 6]: 目標設定

藻場の復元に係る目標が、その評価基準及び評価年次とともに明確に設定されていること。その際、以下に示す事項が明らかにされており、目標設定に反映されていること。

- (1) 対象事業実施区域及びその周囲の藻場に関する情報
- (2) 開発行為に伴い消滅又は衰退する藻場の構造と機能に関する情報
- (3) 目標の実現性とその根拠

[配慮事項 7]: 実施場所の選定

藻場の復元措置の実施場所の選定に当たっては、以下の事項が満たされていること。

- (1) 対象事業実施区域と同一海域にあること。
- (2) 復元措置の実施により、藻場の復元措置の実施場所及びその周囲の環境に著しい影響を及ぼさないこと。
- (3) 海草の生育制限要因が明らかにされ、その要因を緩和させる措置が実施可能であること。

[配慮事項 8]: 方法・技術

藻場の復元措置に用いる方法・技術の選定に当たっては、以下の事項が配慮されていること。

- (1) 復元措置に用いる方法・技術の効果や影響が明らかにされていること。
- (2) 復元措置の方法として移植や播種を行う場合には、同一海域の草体・種子を用いることにより、その実施場所の周囲における海草の個体群に遺伝的な攪乱を起こさないよう図られていること。

表 1-8(2) 藻場の復元に関する配慮事項の概要

[配慮事項 9]：モニタリング・維持管理の計画

藻場の復元に係るモニタリング及び維持管理の計画に当たっては、以下の事項が配慮されていること。

- (1) モニタリング計画には、藻場の復元に係る評価年次及び中間年次において目標の達成状況が確認できるよう、調査の項目、方法、範囲、期間、頻度および評価基準が具体的に示されていること。
- (2) 復元措置を行った藻場の維持管理の計画について、順応的管理が検討されていること。

[配慮事項 10]：計画書・再確認

藻場の復元に係る計画の内容がまとまった際に、以下に示す取組が行われていること。

- (1) 藻場の復元措置について実施計画書がとりまとめられていること。
- (2) とりまとめた実施計画書を基に、藻場の復元措置に係る計画全体の実現性が再確認されていること。

3．藻場の復元措置の実施段階における配慮事項

[配慮事項 11]：実施段階における配慮

藻場の復元措置の実施に当たっては、実施場所及びその周囲に著しい影響を及ぼさないこと。

[配慮事項 12]：モニタリング・維持管理の実施

藻場の復元に係る計画に沿って、目標の達成までモニタリングが実施され、その結果に応じ維持管理が実施されること。

4．藻場の復元の評価における配慮事項

[配慮事項 13]：評価

あらかじめ設定した評価年次（中間年次を含む）において、藻場の復元に係る目標が達成できているかが客観的に評価され、その結果に応じて適切な措置が実施されるよう取り計らわれていること。

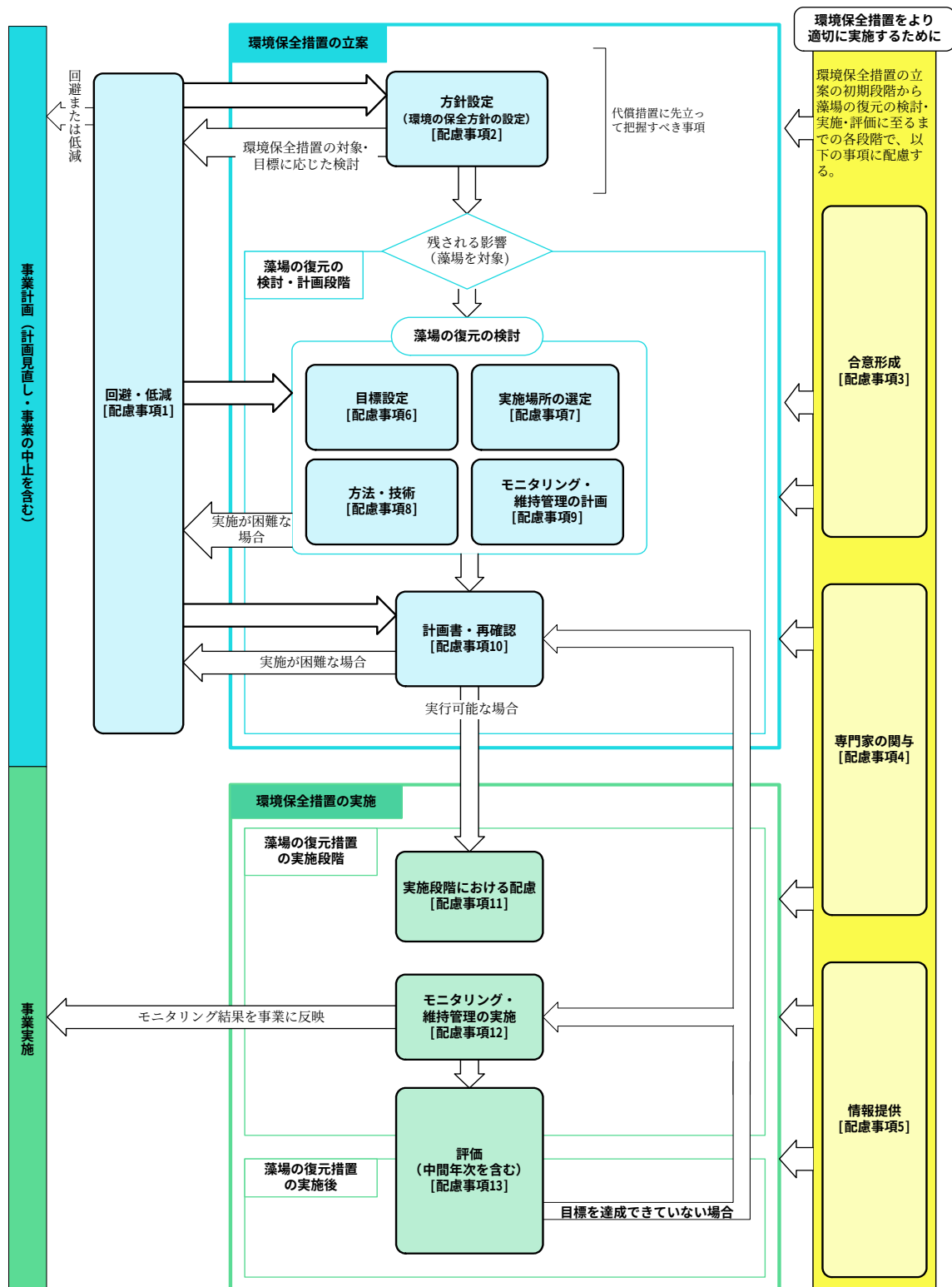


図 1-2 藻場の復元に関する配慮事項のフロー

<第1章引用文献>

- 1) 巖佐庸・松本忠夫・菊沢喜八郎・日本生態学会（2003）生態学事典．共立出版、682pp.
- 2) 沼田真（1974）生態学事典．築地書館、467pp.
- 3) 徳田廣・大野正夫・小河久朗（1987）アマモ場．VI藻場造成、海藻資源養殖学、水産養殖学講座、第10巻．緑書房、354pp.
- 4) 全国漁場環境保全対策協議会（1997）アマモ場の再生に関する事例調査報告書、89pp.
- 5) 環境庁（1994）第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書（干潟・藻場・サンゴ礁調査）第2巻 藻場．環境庁自然保護局・（財）海中公園センター、400pp.
- 6) 相生啓子（1996）藻場生態系－アマモ場を中心に－．遺伝、50(7)：24-29.
- 7) 野島哲（1996）海草藻場群集の多様性と安定化機構．生物群集を考える：動物群集の多様性と安定化機構．日本生態学会誌、46：327-337.
- 8) 川崎保夫（2003）海草群落（アマモ場）の機能と修復・創生、藻場・干潟を中心とする沿岸環境の保全・修復・創生．海洋と生物、25(2)：85-91.
- 9) 豊原哲彦・河内直子・仲岡雅裕（2000）海草藻場における葉上動物の生態．海洋と生物、22(6)：557-565.
- 10) 大森雄治（2000）日本の海草－分布と形態－、海洋と生物、22(6)：524-532.
- 11) 環境庁（2000）改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物－レッドデータブック－8 植物I（維管束植物）．（財）自然環境研究センター、660pp.
- 12) 吉田忠夫（1998）新日本海藻誌 日本産海藻総覧．内田老鶴圃、1222pp.
- 13) 相生啓子（1998）日本の海草－植物版レッドリストより．海洋と生物、20(1)：7-12.
- 14) 相生啓子・秋道智彌・大森雄治（2001）日本におけるアマモ（海草）の資源利用に関する文化史的考察とアマモ場消滅に関する生態学的研究．環境科学総合研究所年報、20：13-17.
- 15) Tanaka N., J. Kuo, Y. Omori, M. Nakaoka, K. Aioi (2003) Phylogenetic relationships in the genera *Zostera* and *Heterozostera* (Zosteraceae) based on *matK* sequence data. J. Plant Res. 116:273-279.
- 16) Kato, Y., K. Aioi, Y. Omori, N. Takahata, Y. Satta (2003) Phylogenetic analyses of *Zostera* species based on *rbcL* and *matK* nucleotide sequences: Implications for the origin and diversification of seagrasses in Japanese waters. Genes Genet Syst. (印刷中)
- 17) Miki, S. (1933) On the sea-grasses in Japan (I). *Zostera* and *Phyllospadix*, with special references to morphological and ecological characters. Bot. Mag., Tokyo, 47(564):842-862.
- 18) 川崎保夫・飯塚貞二・後藤弘・寺脇利信・渡辺康憲・菊池弘太郎（1988）アマモ場造成法に関する研究、電力中央研究所報告、U14、231pp.
- 19) 柏木正章（1985）我が国の藻場研究の現状．三重大学環境科学研究紀要、10：181-207.
- 20) 菊池泰二（1973）藻場生態系、p.23-37．山本護太郎編 海洋学講座 第9巻．東京大学出版会、213pp.
- 21) 水産庁中央研究所（1997）藻場の機能．水産業関係試験研究推進会議 資源増殖部会「テーマ別研究のレビュー」Ser.4、110pp.
- 22) Abe, M., Hashimoto N., Kurashima, A., Maegawa, M. (2003) Estimation of light requirement for the growth of *Zostera marina* in central Japan. Fish. Sci.
- 23) 川崎保夫・山田貞夫・本多正樹（1988）電源立地点の藻場造成技術の開発 第10報 播種によるアマモ場造成法．電力中央研究所報告 U88030、21pp.

- 24)向井宏(1982)アマモ *Zostera marina* L.の生態と生理. 海草藻場(特にアマモ場)と水産動物について、p.1-48、日本水産資源保護協会、149pp.
- 25)川崎保夫(1988)藻場造成の現状と課題、2、アマモ場. 水産の研究、7(6):44-48.
- 26)鷺山裕史・吉川康夫・永谷隆行・石渡達也(2002)浜名湖におけるアマモの分布について. 静岡県水産試験場研究報告、37:37-40.
- 27)向井宏(1995)第4章サンゴ礁の草原、169-225. 西平守孝・酒井一彦・佐野光彦・土屋誠・向井宏、サンゴ礁—生物がつくった<生物の楽園>. 平凡社、232pp.
- 28)菊池泰二(1982)アマモ場の魚類群集、動物にとっての機能. 海草藻場(特にアマモ場)と水産生物について. 藻場特別部会とりまとめ. 漁場環境調査検討事業、P.49-105. (社)日本水産資源保護協会、149pp.
- 29)渡辺雅子・仲岡雅裕(2000)海草の分布と生産に影響を与える環境要因・生物学的要因. 海洋と生物、22(6):533-541.
- 30)倉敷市大畠地先アマモ場環境調査委員会(1994)倉敷市大畠地先アマモ場環境調査学術報告書、83pp.
- 31)浅野孝・大垣眞一郎・渡辺義公(1999)水環境と生態系の復元—河床・湖沼・湿地の保全技術と戦略—. 技報堂出版、590pp.
- 32)和泉安洋・広沢晃・團昭紀・森口朗彦・寺脇利信(2002)底質安定化マットによる4年間のアマモの生長と成熟. 水産工学、39(2):139-143.
- 33)生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会(2002)環境アセスメント技術ガイド 生態系. (財)自然環境研究センター、277pp.
- 34)沼田真編(1993)新装版生態の事典. 東京堂出版、384pp.
- 35)八杉龍一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆編(1996)岩波生物学辞典第4版. 岩波書店、2027pp.
- 36)松政正俊(2000)海草による環境変化と底生動物. 海洋と生物、22(6):550-556.
- 37)相生啓子(2000)アマモ場研究の夜明け. 海洋と生物、22(6):516-523.
- 38)寺脇利信・新井章吾・敷田麻美(2002)藻場回復、p.89-91. 21世紀初頭の藻学の現状、日本藻類学会創立50周年記念出版. 日本藻類学会、153pp.
- 39)環境庁(1983)第2回自然環境保全基礎調査報告書(緑の国勢調査). 540pp.
- 40)有賀祐勝(2003)藻場・干潟を中心とする沿岸環境の保全・修復・創生. 海洋と生物、25(2):79.
- 41)環境省(2002)新・生物多様性国家戦略—自然の保全と再生のための基本計画—. ぎょうせい、315pp.
- 42)環境省(2002)環境影響評価に関する事後調査報告等 収集・整理・解析事業 報告書 別冊(動植物の移植等に係る実態調査). 193pp.
- 43)相生啓子(2003)藻場生態系と地球環境、地球環境と海洋生態系の危機. 遺伝、57(2):53-58.
- 44)鷺谷いづみ(2001)生態系を蘇らせる. NHK ブックス 916、日本放送協会、277pp.

2. 藻場の復元に関する配慮事項

2. 藻場の復元に関する配慮事項

本章では、開発行為に伴う環境保全措置として「藻場の復元」の検討・計画及び実施の際に、配慮されるべき事項について示す。

(全体の構成)

2.1 では、「藻場の復元」の前提として、あらかじめ検討されるべき配慮事項を示す。

このうち、2.1.1 では、代償より回避・低減が優先されるべきことを、2.1.2 では（藻場のみならず）沿岸生態系全体の環境保全措置の方針設定に際して検討されるべき事項をそれぞれ示す。また、2.1.3 から 2.1.5 では、環境保全措置に関連する合意形成、専門家の関与、藻場の復元に係る技術情報などの提供に係る配慮事項を、それぞれ示す。

2.2 以降では、「藻場の復元」の実施に際し、配慮されるべき具体的事項を示す。

このうち、2.2 では、「藻場の復元」の検討・計画段階における配慮事項として、復元に係る目標設定、復元措置の実施場所の選定、方法・技術の選定、モニタリング・維持管理の計画の策定に関する事項を示す。また、2.3 では藻場の復元措置の実施段階における配慮事項を、2.4 では藻場の復元の評価に係る配慮事項を、それぞれ示す。

(各配慮事項の構成)

各配慮事項には、番号、項目及び配慮事項本文を枠内に示す。その枠の下段に、配慮事項の内容を説明する「解説」、続けて「解説」の根拠・背景などを説明した「考え方」を示す。なお、「解説」では、配慮事項の理解の一助となるよう、主要な解説項目を＜ ＞で示し、それぞれについて説明した。また、「考え方」も、これに準じた。

《各配慮事項の構成》

【番号】 項目
配慮事項本文

(解説)
配慮事項の内容を説明
(考え方)
「解説」の根拠・背景など

2.1 藻場の復元の前提となる検討事項

2.1.1 回避・低減の優先

【配慮事項 1】：回避・低減

環境保全措置の検討に当たっては、環境への影響を「回避」又は「低減」することが優先されていること。

「代償措置」として行われる「藻場の復元」は、「回避」又は「低減」措置が困難な場合、又は回避・低減を実施しても、藻場への著しい影響が残ると判断された場合に検討されるものであること。

その際、「回避」又は「低減」が困難な理由が明確にされていること。

【解説】

＜環境保全措置＞

- ① 環境保全措置^{*a}とは、事業の全体又は一部を実行しないことによって環境要素^{*b}への影響を発生させないようにする「回避」、開発面積を少なくするなどの何らかの手段で影響要因または影響の発現を最小限に抑えること、または、発現した影響を何らかの手段で修復する「低減」から、避けられない影響を「代償」する措置までを含む幅広い概念である¹⁾。この回避、低減、代償の検討を通して、環境保全に関する基準や目標を達成することが環境保全措置の目的となる。（⇒考え方①）
- ② 環境保全措置の検討に当たっては、以下に示す事項を可能な限り具体的に明らかに¹⁾しておく。（⇒考え方②）
 - ・環境保全措置の具体的な実施内容及び効果
 - ・環境保全措置の実施に伴う他の環境への影響
 - ・環境保全措置の実施によっても残る環境影響の程度
 - ・環境保全措置の効果に関する不確実性、及びその影響に関する不確実性

^{*a}：環境影響評価法における環境保全措置は、「環境影響評価法第四条第九項の規定による主務大臣及び国土交通大臣が定めるべき基準並びに同法第十一条第三項及び第十二条第二項の規定による主務大臣が定めるべき指針に関する基本的事項を定める件」（平成9年環境庁告示第87号）（以下、「基本的事項」と言う。）の中で以下のように規定されている。

「環境保全措置は、対象事業の実施により選定項目に係る環境要素に及ぶおそれのある影響について、事業者により実行可能な範囲で、当該影響を回避し、又は低減すること及び当該影響に係る各種の環境保全の観点からの基準又は目標の達成に努めることを目的として検討されるものとする。」（基本的事項第三・一・(2)）

^{*b}：環境影響評価では、「評価対象として項目を選定する視点」²⁾として「環境要素」という区分を設けているが、これはいわゆる「環境」を区分するものではない²⁾。「環境要素」は環境影響評価における便宜上の区分であるため、カテゴリーの異なるものが含まれる場合があることに注意が必要となる。

例えば、「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全」という「環境要素」の大区分の中には「生態系」があげられており、「藻場」はこの「生態系」の中の細区分された評価対象の項目として取り扱われることが考えられる。一方、第1章に示したように、「藻場」は、生態学的には生物的構成要素と無機的環境の構成要

素から構成されるものであるが、環境影響評価においては、「藻場」そのものも「環境要素」となりうる。同時に、「藻場」の生物的構成要素である「植物」及び「動物」、無機的環境の構成要素の状態を表すと考えられる「水質」、「底質」なども、環境影響評価の「環境要素」としてあげられる場合が生じる。

＜回避・低減の優先＞

- ③ 開発行為に係る環境保全措置の検討に当たっては、後述の「代償措置」に優先^{*c}して「回避」又は「低減」するための措置¹⁾（以下、「回避又は低減措置」という）を検討する（図 2-1）。その際に、事業計画の見直し（事業の中止、事業規模の縮小、施設の形状変更など）も含めた複数案の比較検討²⁾を考慮する。（⇒考え方③）

^{*c}：環境保全措置の優先順位については、「基本的事項」の中で以下のように規定されている。

「環境保全措置の検討に当たっては、環境への影響を回避し、又は低減することを優先するものとし、これらの検討結果を踏まえ、必要に応じ当該事業の実施により損なわれる環境要素と同種の環境要素を創出すること等により損なわれる環境要素の持つ環境の保全の観点からの価値を代償するための措置（以下「代償措置」という。）の検討が行われるものとする。」（基本的事項第三・二・(1)）

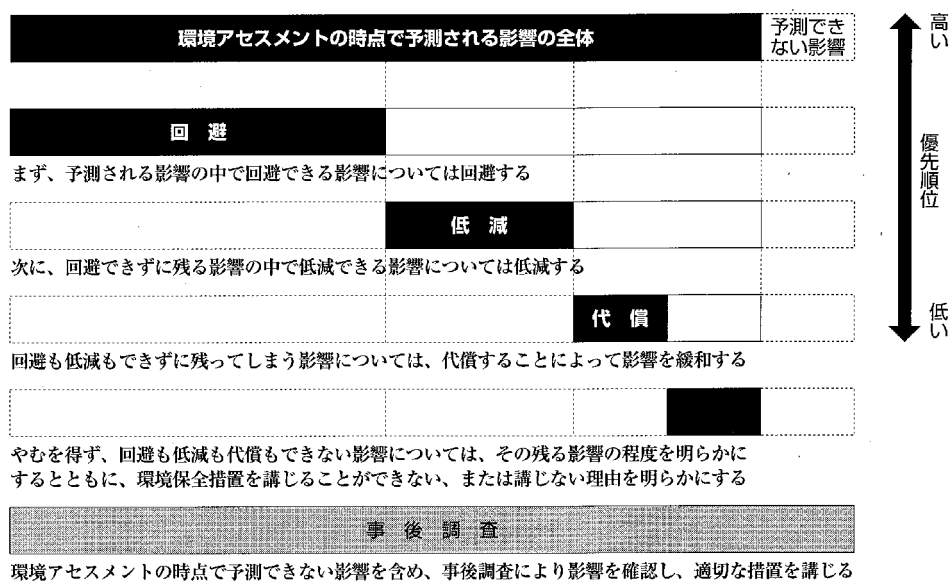


図 2-1 代償措置の前提となる検討事項と残る影響¹⁾

＜代償措置＞

- ④ 代償措置は、回避又は低減措置の効果が十分でない、あるいはその実施が不可能と判断された場合に、損なわれる環境要素の価値を補う取組である（図 2-1）。本配慮事項で扱う「藻場の復元」は、この代償措置として実施されるものである。

代償措置として藻場の復元を実施する場合、環境影響の十分な回避又は低減措置が採れない理由及びその検討経緯を明らかにする。（⇒考え方④・⑤）

- ⑤ 原則として、代償措置^{*d}は、損なわれる環境要素と同種の環境要素^{*c}に関して行われるものである。（⇒考え方⑥）

^{*d}：代償措置の検討に当たっては、「基本的事項」の中で以下のように規定されている。
「代償措置を講じようとする場合には、環境への影響を回避し、又は低減する措置を講ずることが困難であるか否かを検討するとともに、損なわれる環境要素と代償措置により創出される環境要素に関し、それぞれの位置、損なわれ又は創出される環境要素の種類及び内容等を検討するものとする。」（基本的事項第三・二・(4)）

【考え方】

＜環境保全措置＞

- ① 環境影響評価法第一条に規定されている環境影響評価の目的は、「法によって定められた手続きなどに従って行われた環境影響評価の結果を、環境保全措置や事業内容の決定に反映することによって、環境保全への適正な配慮がなされることを確保すること」と要約される²⁾。つまり、環境保全措置の立案が、環境影響評価を実施していく上で最も重要なものの一つとして位置づけられている¹⁾。そのため、開発行為を行う際には、環境保全措置の検討を適切に行うことが重要である。
- ② 環境保全措置が十分に検討され妥当な内容であるか否かが、環境影響評価が適切かつ客観的に行われるかどうかを左右することになる。そのため、検討内容の妥当性について十分に確認し、その検討経過が明らかにできるよう整理される必要がある。

＜回避・低減の優先＞

- ③ 環境保全措置の検討に際しては、開発行為による環境影響の回避や低減が優先されるべき措置であり、代償措置は他の対策がとれないか十分でない場合の措置として考えるべきものとなる³⁾。

＜代償措置＞

- ④ 生態系は、極めて多くの生物と環境要素の複雑な関係の上に成立していることから、事業自体が中止されない限り、開発行為に伴う影響は厳密な意味で回避できない¹⁾。また、開発行為により損なわれる生態系と全く同じ生態系をつくりだすことは、生態系に関する現在の研究や技術レベルでは困難である^{*e}。

そのため、環境保全措置の検討に当たっては、事業計画の変更や中止も考慮し、事業者の実行可能な範囲で、影響の回避又は低減を図らなければならない。

*e: 「藻場の復元」も厳密な意味において、その完全な実施は困難であるが、p. 14 に示したように、開発行為などの前後で“ 損なわれる藻場が持つ環境の保全の観点からの価値 ” の減少を最小化することが可能となる。

- ⑤ 「基本的事項」(第三・二・(4)、(5))において、「代償措置を講じようとする場合には、環境影響を回避し、又は低減する措置を講ずることが困難であるか否かを検討する」とともに、この検討を含めた環境保全措置に関する検討の経過を明らかにする必要があるとしている。そのため、事業者は、実行可能な範囲内でいかに回避又は低減措置を検討したか、その上で、これ以上の回避・低減が困難であると判断する理由を示す必要がある。

藻場の復元を検討する場合も同様に、当該海域において藻場の環境保全上の位置付けを踏まえ、その藻場への影響をいかに回避・低減したかを明らかにする必要がある。

- ⑥ 代償措置の定義から、例えば消失するアマモ場の代償としてガラモ場を造成するような取組は、原則として「代償措置」として認められない。

2.1.2 環境の保全方針の設定

【配慮事項 2】：方針設定

対象事業全体について、以下の事項を含む環境の保全方針が設定されていること。

- (1) 環境保全措置立案の基本的な考え方
- (2) 環境保全措置の対象
- (3) 環境保全措置の対象毎の具体的な目標

【解説】

＜対象事業全体＞

- ① 対象事業全体に係る地理的範囲は、対象事業実施区域及びその周囲^{*a}、並びに環境保全措置の実施により影響が及ぶ範囲のことである。（⇒考え方①）

^{*a}：対象事業実施区域とは、事業者が想定している事業の実施区域²⁾を指す。その周囲とは、当該事業に伴う環境影響を把握することが必要な範囲²⁾を指す。

＜環境の保全方針の設定＞

- ② 「環境の保全方針の設定」は、環境保全措置を検討する際の基礎となるものであり、どの場所や環境を対象として、それらをどのように保全するのかを明らかにすることである。環境保全措置の立案は、この保全方針に沿って行う。（⇒考え方②）

＜環境保全措置立案の基本的な考え方＞

- ③ 「環境保全措置立案の基本的な考え方」とは、開発行為に伴って影響を受ける環境を保全する上で、特に留意すべき要点であり、具体的措置を検討して行く上での基本的視点である。この基本的な考え方は、以下に示す情報を基にあらかじめ明らかにされているべきものである。（⇒考え方③）

- ・ 事業特性：立地・配置、規模・構造、影響要因など
- ・ 地域特性：地域の生態系の特性及び機能、生物相の状況、沿岸域の利用状況（漁業・船舶航行の状況、人と自然との触れ合い活動の状況など）など
- ・ 地域の環境基本計画、環境配慮指針などに示されている生態系の保全に関連する目標や指針
- ・ 方法書や準備書手続きで寄せられた意見
- ・ 影響予測結果など

例えば、公有水面埋立という事業特性を有する事業を内湾の閉鎖性水域という地域特性を有する海域で実施する場合、環境保全措置立案の基本的な考え方は次のように示される。

「対象事業を行う海域では干潟、藻場が減少傾向にあり、埋立地の存在により、流況変化及びそれに伴う水質、底質変化が考えられることから、これらの影響が及ぶ干潟、アマモ場の保全が特に重要となる。自治体の環境保全方針（干潟・藻場の重視）においても、本地域の干潟・藻場の重要性が示されている。従って、地元住民などとの合意形成を図りつつ、干潟・藻場を特に優先して保全する。」

<環境保全措置の対象>

- ④ 環境保全措置の対象は、対象事業実施区域及びその周囲において、生態系の重要な構造と機能^{*b}を支えている類型区分^{*c}とする。例えば、沿岸生態系では、干潟、岩礁域、砂浜域、藻場などを中心とした場などが対象となる。本配慮事項は、これらのうち藻場を対象とする。（⇒考え方④）

^{*b}：藻場の構造と機能については 1 章「1.1.3 藻場の構造と機能」及び用語集参照のこと。

^{*c}：「類型区分」とは、生態系の構造を把握するための手段として、生物群集と基盤環境の関係に着目し、そこから捉えられる特徴を有する地域をひとつのまとまりとして¹⁾把握される区分のことを示す。詳しくは用語集参照。

- ⑤ 環境保全措置の対象の選定に当たっては、事業による影響要因^{*d}を工事段階、施設の存在・供用段階に分けて想定し、どの類型区分にどのような影響が及ぶのかを検討する。その際、事業による影響要因と、生態系の類型区分及び環境要素への影響との関係などを判り易く示した影響フロー図（図 2-2）や一覧表（図 2-3）などに整理し、対象の選定根拠を明らかにする方法がある。（⇒考え方④）

^{*d}：「影響要因」とは、環境への影響を及ぼす事業の要因²⁾のことを言う。例えば、海域に関わる事業では、防波堤、護岸、埋立の工事及びこれらの施設の存在などが影響要因となる。詳しくは用語集参照。

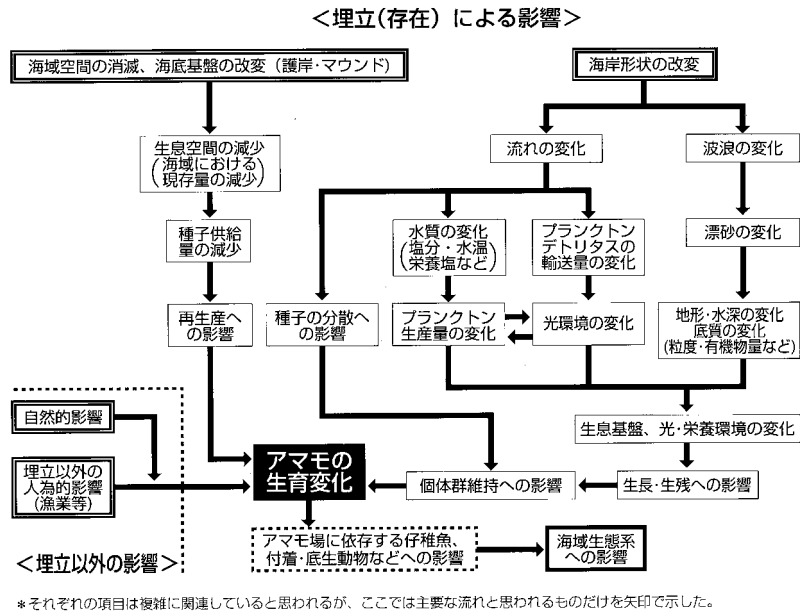


図 2-2 影響フローの例²⁾

事業の種類 影響要因			埋立、干拓		飛行場		発電所（火力）				廃棄物最終処分場									
			工事の実施 土地または工 作物の存在	土地または工 作物の存在	工事の実施 土地または工 作物の存在 よび供用	飛行場の施設の供用	工事用資材などの搬出入	建設機械の稼働	造成などの施工による一次的な影響	地形変化および施設の存在	施設稼働 温排水 排水 排ガス 機械などの稼働	資材などの搬出入	最終処分場の設置の工事	最終処分場の存在	廃棄物の埋立					
環境要素の区分			防波堤および護岸の工事	埋立の工事	埋立地または干拓地の存在	造成などの施工による一次的な影響	建設機械の稼働	車両の運行	飛行場の存在	航空機の運行	資材および機械の運搬に用いる	工事用資材などの搬出入	建設機械の稼働	造成などの施工による一次的な影響	地形変化および施設の存在	施設稼働 温排水 排水 排ガス 機械などの稼働	資材などの搬出入	最終処分場の設置の工事	最終処分場の存在	廃棄物の埋立
水環境	水質	水質（水の汚れ、富栄養化）			○															○
		濁り・水中照度	○			○							○						○	○
		水温																		
	底質	塩分																		
		底質および底質からの溶出																		
		波浪				○														
その他	流動			○																
	河川流量																			
	干出時間				○															
その他の環境	地形および地質	地形・基質			○															
	気象（日照・降雨量）	砂の移動（漂砂）			○															

環境要素の区分		水環境										その他の環境	
		水質					底質						
類型区分	水質	水中照度	濁り・堆積物	水温	塩分	底質	底質からの溶出	波浪	流動	河川流量	干出時間	地形・基質	気象（日照・降雨量）
	砂浜	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	磯（岩）浜	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	貝殻礁	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	干潟	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	海草藻場	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	サンゴ礁	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	マングローブ林	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	潮泥底域	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	礫底域	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
潮下帯	岩礁域	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	貝殻礁	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	海草藻場	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	海藻藻場	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	サンゴ礁	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
貝床	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	

図 2-3 影響要因と環境要素の変化、類型区分の一覧表の例²⁾より作成

＜環境保全措置の対象毎の具体的な目標＞

- ⑥ 目標は、選定した環境保全措置の対象毎に、その生態系の構造と機能が開発行為により影響を受ける以前の状態と可能な限り同じ状態で保全されるように設定する。(⇒考え方⑤)

- ⑦ 環境保全措置の目標は、環境保全措置の対象毎の重要度や保全対象同士の関連性、影響の内容や程度、措置の実現性などを踏まえて、複数案を検討し、最善の措置が実施できるよう設定するものである。その際、定量的・客観的に把握¹⁾できる指標を用いるよう努め、具体的な目標を設定する。環境保全措置の対象と目標設定の例を図 2-4 に示す。

本配慮事項で取り扱う「藻場の復元」は、藻場が環境保全措置の対象の一つとなり、環境保全措置の対象毎の目標を比較検討した結果、「回避・低減」を優先しても藻場の代償措置が必要と判断された場合に検討されるものである。（⇒考え方⑤）

(案1)		環境保全措置の対象			
(案2)		干 潟			
(案3)		砂 浜 域			
(案4)		藻 場			
環境保全措置の目標		環境保全措置立案の基本的な考え方			
環境保全措置の対象毎の具体的な目標	当初計画	・埋立地の存在により、流況変化および水質汚濁が考えられることから、これらの影響が及ぶ対象事業実施区域の周囲に分布する干潟、砂浜域、アマモ場の保全が重要となる。そのため、自治体の環境保全方針（干潟・藻場の重視）との整合を図りつつ、干潟・砂浜域、アマモ場を優先して保全する			
	回避・低減	・開発行為を行う〇haのうち、Xhaの干潟が改変される。 ・地域特性から、干潟の保全が重要であり、環境影響を100%回避する（改変面積をXhaから0haとする）。			
	代償措置	・代償措置を行う必要はない。			
	回避・低減	・開発行為を行う〇haのうち、Yhaの砂浜域が改変される。 ・当初計画でYha改変される砂浜域について、Y' haの藻場への影響を回避する。 ・回避しても影響が残るY'' ha (Yha - Y' ha) の砂浜域において、代償措置を行う。			
環境保全措置の対象毎の具体的な目標	回避・低減	・開発行為を行う〇haのうち、Zhaの藻場が改変される。 ・干潟および干潟への影響を回避することから、藻場への影響を回避することは難しい。 ・藻場への影響をZ' ha低減しても、Z'' ha (= Zha - Z' ha) の藻場に影響が残ることから、代償措置をおこなう。			
	代償措置	・影響を回避・低減できないZ'' haの藻場について、復元をおこなう。			

図 2-4 環境保全措置の目標設定の例

【考え方】

＜対象事業全体＞

- ① 対象事業の実施に当たっては、事業影響を把握することが必要な範囲だけでなく、環境保全措置の一環として行う工事などが周囲の環境に影響を与える可能性にも留意する必要がある。

<環境の保全方針の設定>

- ② 対象事業実施区域及びその周囲にどのような環境があり、開発行為に伴ってどのような影響を受けるのかが明確にされなければ、その環境にとって適切な環境保全措置を立案することはできない。そのため、開発行為を行う際には、環境の保全方針をあらかじめ明らかにしておく必要がある。

<環境保全措置立案の基本的な考え方>

- ③ 環境保全措置は、事業特性や対象事業実施区域及びその周囲における地域の環境の特性により、環境保全上特にどのような点に留意すべきかを明らかにして実施される必要がある。そのため、既存の文献・情報などを基にこれらの留意点を整理し、環境保全措置立案の基本的な考え方としてとりまとめることが重要である。

<環境保全措置の対象>

- ④ 環境保全措置の対象は当該海域の主要な類型区分とするが、海域全体としての一連の生態系の構造と機能を支える上では、藻場と藻場、あるいは藻場と他の類型区分との関係性も重要な役割を果たしている場合もある。そのため、具体的な環境保全措置の検討にあたっては、これらの関係性について留意する必要がある。

<環境保全措置の対象毎の具体的な目標>

- ⑤ 環境保全措置の対象毎に具体的な目標が設定されなければ、沿岸域全体の保全の検討は困難である。そのため、対象毎の目標は相互に比較検討できるよう、設定される必要がある。

2.1.3 合意形成

【配慮事項 3】：合意形成

環境保全措置の検討に当たっては、地域住民を中心とした幅広い関係者との合意形成が必要であることから、極力早い段階から合意形成に向けた情報提供や意見交換が行われていること。

【解説】

＜幅広い関係者＞

- ① 幅広い関係者とは、地権者、漁業者、地域住民、地方公共団体、専門家、その他環境保全上の意見を有する者であり、自然保護団体などの NGO・NPO も含む。（⇒考え方①・②）

＜合意形成＞

- ② ここでいう合意形成とは、事業者と幅広い関係者が当該環境に係る情報や意見の交換を通じて、双方に受け入れが可能で、より客観的な根拠に基づいた質の高い環境保全措置について、互いに共通認識を得ることである。（⇒考え方③・④）

＜極力早い段階＞

- ③ 極力早い段階からとは、代替の環境保全措置が検討可能な段階、例えば事業の基本計画が策定された段階などである。（⇒考え方⑤）

【考え方】

＜幅広い関係者＞

- ① 環境保全の取組について合意を得るためには、[配慮事項 5]を基に、幅広い関係者に対して事業計画や環境保全措置に係る情報を提供していくことが重要である。

また、幅広い関係者の意見を聞くことにより、より多くの有用な情報を収集することが可能となる。特に地域住民は、開発行為に係る利害に直接的あるいは間接的に関係し、また地域の自然環境に精通していると考えられる。そのため、事業者と地域住民とが相互に繰り返し意見交換を行う必要がある。

- ② 船舶航行や漁業など（例えば、底引網漁業など）によって藻場が影響を受ける可能性のある場所では、これらの行為を行う関係者との調整が必要となる。他方、復元措置の実施によって、水産業に影響を与える可能性も考えられることから、漁業関係者との情報交換は重要である。

また、自然保護団体などの NGO・NPO については、その地域の環境保全に関する意見を聞くことができることから、これらの団体との情報交換も重要である。

<合意形成>

- ③ 開発事業に関しては、さまざまな立場の者が自然環境の保全のあり方について関心や意見を有すると考えられる。人類の共有財である環境に対して、より良い配慮がなされていくためには、これらの意見を考慮して環境保全措置が検討されることが必要となる。そのため、どのような環境保全措置を講ずるかについても、事業者がさまざまな主体と可能な限り意見の調整を図り、共通認識を得ることにより、環境保全に係る意思決定過程の透明性と環境保全措置の実効性を高めていくことが重要である。

- ④ 合意形成に当たっては、関係者間で情報を共有することが基本となる。そのため、環境影響評価の手続きに係る場合は、少なくとも方法書の公告・縦覧時に地域住民などや環境行政担当者から環境保全に関する意見を聴くことや、環境保全措置の検討過程や選定理由を準備書や評価書において明確に記述することが必要となる。このように、環境影響評価に係る過程を通じて適切な情報を提供し、その共有化を図る⁴⁾ことは合意形成にとって重要である（[配慮事項 5]参照）。

<極力早い段階>

- ⑤ 事業計画の熟度が高まった段階で環境保全措置の検討を開始した場合、事業特性や地域特性が反映された環境保全措置を立案できない可能性がより高くなる。そのため、計画の極力早い段階より、地域住民を含めた幅広い関係者と情報交換を行い、適切な環境保全措置を検討する必要がある。

2.1.4 専門家の関与

【配慮事項 4】：専門家の関与

環境保全措置の立案の初期段階から代償措置の検討・実施・評価に至るまでの各段階で、必要に応じて幅広い専門家の助言や指導を受けていること。

【解説】

＜幅広い専門家＞

- ① 幅広い専門家とは、海草類の専門家のみならず、海岸工学、海洋化学、海洋生態学、環境工学、水産学、社会学などの専門的な知識、経験あるいは技術を有する者のことである。（⇒考え方①）

＜助言や指導＞

- ② 助言・指導とは、環境保全措置を科学的かつ客観的な取組とするために、環境保全措置の計画・実施・評価などについて、幅広い専門家がその専門的な見地から述べる意見のことである。（⇒考え方②）

【考え方】

＜幅広い専門家＞

- ① 沿岸生態系については、水質、底質、流況、植物、動物などといった多様な環境要素が含まれており、知見が十分でないものも多い。そのため、これらの分野に詳しい専門家に適宜助言や指導を受けることが重要である。

特に、代償措置として藻場の復元を選択した場合には、その措置には不確実性や技術的な困難さが想定される。そのため、藻場を構成する海草の生理・生態に関する知見、藻場の復元に係る方法や技術などの検討に際して、上記の分野における専門家の知識・経験が不可欠である。

また、藻場の存続は、漁業や沿岸域利用とも密接に関係していることから、これらの分野のうち、水産学、社会学（沿岸域管理、地域社会の分野など）などの専門家に関与を求めることも考えられる。

＜助言や指導＞

- ② 「基本的事項」*において、環境影響評価の「項目及び手法の選定に当たっては、必要に応じ専門家等の助言を受けながら客観的かつ科学的な

検討が行われる」ことの必要性が示されている。事業特性や地域特性などに配慮した環境保全措置を行うためには、その立案に係る初期段階などの早い段階から、専門家あるいは専門家を中心とした検討委員会の助言や指導を受けることが適切と考えられる。

また、環境保全措置についてより良い社会的合意形成を図り、より望ましい環境配慮を行う観点から、環境保全措置に係るさまざまな過程で専門家の助言・指導を受けることが重要である。

*：「環境影響評価法第四条第九項の規定により主務大臣及び建設大臣が定めるべき基準並びに同法第十一条第三項及び第十二条第二項の規定により主務大臣が定めるべき指針に関する基本的事項を定める件」（平成9年環境庁告示第87号）

2.1.5 藻場の復元に係る技術情報などの提供

【配慮事項 5】：情報提供

藻場の復元に係る検討経緯及び結果が公表され、技術情報が可能な限り提供されるよう取り計らわれていること。

【解説】

＜検討経緯、結果、技術情報＞

- ① 公表の対象となる藻場の復元に関する情報としては、表 2-1 に示す事項が考えられる。（⇒考え方①・②）

表 2-1 藻場の復元に関する情報の例

区 分	公 表 内 容	公表時点
計画書	○環境保全措置の検討経緯 ・回避又は低減の検討過程（[配慮事項 1]参照） ・藻場の復元を行うに至った経緯及び判断理由（[配慮事項 2]参照） ○復元に係る技術情報 ・藻場に関する情報（[配慮事項 6]参照） ・復元措置の実施場所（[配慮事項 7]参照） ・復元措置の方法・技術（[配慮事項 8]参照） ・モニタリング・維持管理の計画（[配慮事項 9]参照） ・藻場の復元に関する実施計画書（[配慮事項 10]参照）	計画の早い段階から随時
結果報告書	○復元に係る技術情報 ・復元措置の実施状況及びその成果（[配慮事項 11]参照） ○復元に係る評価 ・モニタリング結果（[配慮事項 12]参照） ・目標達成の評価に至る経緯、評価（検討委員会などの評価も含む）及びその結果に応じた対応（[配慮事項 13]参照）	結果や評価が明らかになった時点

＜可能な限り提供＞

- ② 藻場の復元に関する情報は、開発行為に係る利害関係者だけでなく、より多くの人に周知できるよう、可能な限り提供する。ただし、情報の内容によっては、提供を控える、あるいは提供しない場合もあり得る。（⇒考え方③・④）

【考え方】

＜検討経緯、結果、技術情報＞

- ① 藻場の復元に係る計画の早い段階から情報を公表することは、[配慮事項 3]に示す幅広い関係者との意見交換が可能になり、情報の共有化を図ることにつながる。それにより、藻場の復元に係る合意が得られやすくなると考えられる。

計画書の中で、環境保全措置の検討経緯について、最善の措置が採られているかどうかを客観的に評価できるよう、回避又は低減の検討過程、複数案の検討過程及び最終的な判断を行った理由などが明らかにされている必要がある。同様に、復元に係る技術情報についても、具体的な選定過程や根拠などが計画書で明らかにされていなければならない。

結果報告書については、藻場の復元措置が妥当であったことを客観的に示す必要があるため、具体的な成果あるいは評価が明らかになり次第、それに関する情報が提供される必要がある。

- ② また、情報の提供により、環境保全技術に関する情報の蓄積とその解析が進むことが期待され、藻場の復元に係る実行可能なより良い技術^{*a}の獲得¹⁾が可能となる。

^{*a}：用語集参照。

<可能な限り提供>

- ③ 藻場の復元に関する情報の提供方法には、自治体の資料室での関係資料の閲覧、必要に応じて調査計画・結果の概要を掲載した広報を配付するほか、事業者のホームページに情報を掲載することなどが考えられる。
- ④ 情報の提供に関する例外として、次のようなケースが考えられる。
- ・ レッドデータブック掲載種などが関係する情報の場合で、生息地を詳細に公表することが、その場所におけるその種の保全に悪影響を与えることが予想される場合
 - ・ 藻場の復元に当たって新たに開発した技術や研究に係る情報のうち、知的所有権が発生するものがある場合（例えば、新技術の特許申請した場合に、特許登録されるまで情報を開示しないなど）など

2.2 藻場の復元の検討・計画段階における配慮事項

2.2.1 藻場の復元に係る目標設定

【配慮事項 6】：目標設定

藻場の復元に係る目標が、その評価基準及び評価年次とともに明確に設定されていること。その際、以下に示す事項が明らかにされており、目標設定に反映されていること。

- (1) 対象事業実施区域及びその周囲の藻場に関する情報
- (2) 開発行為に伴い消滅又は衰退する藻場の構造と機能に関する情報
- (3) 目標の実現性とその根拠

【解説】

＜藻場の復元に係る目標＞

- ① 藻場の復元は、「改変による攪乱を受ける以前に有していた藻場の無機的及び生物的な構造を、それに関連した藻場の機能とともに、攪乱以前と同じ状態にまで回復させること」である。

対象事業実施区域及びその周囲の藻場に関する情報を整理し、特に消滅又は衰退する藻場の主要な構造と機能を可能な限り定量的に把握し、これを基に復元に係る目標を設定する（図 2-5 参照）。（⇒ I 章「1.2.1 藻場の復元の定義」・考え方①）

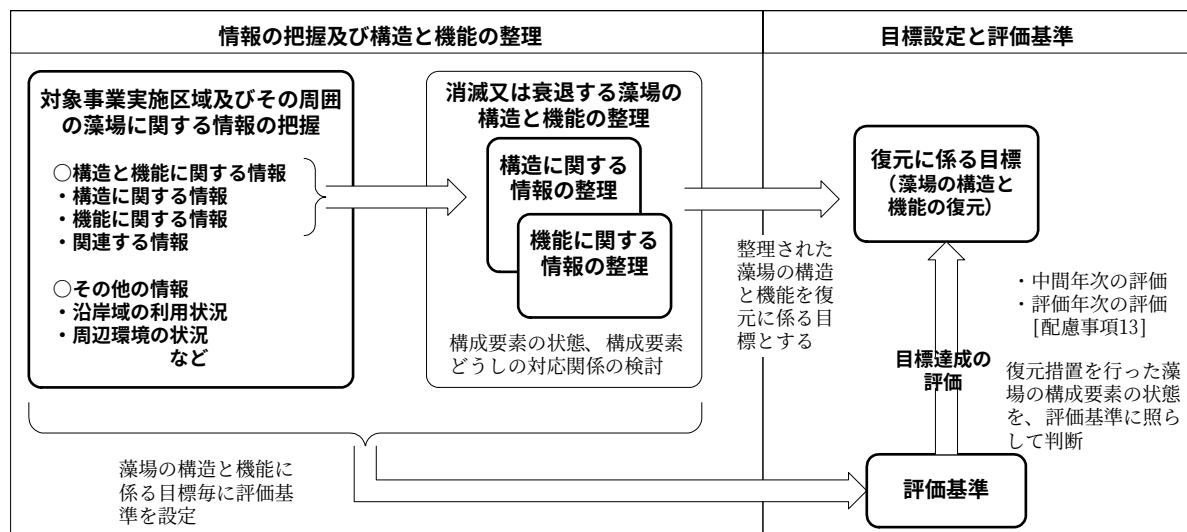


図 2-5 藻場の復元に係る目標設定の考え方

＜評価基準・評価年次の設定＞

- ② 評価基準は、藻場の復元に係る目標の達成を評価するための尺度である。これは、対象事業実施区域及びその周囲の藻場に関する情報などを基に、その構造と機能に係る目標ごとに可能な限り定量的に設定されるものである。評価基準の設定に当たっては、消滅又は衰退する藻場に関する情報ばかりではなく、その周辺の藻場に関する情報についても考慮する。例えば、海草の生育に影響を与える可能性のある漁業の実態や漂砂の状況、周辺の藻場について近年の分布状況の推移などを加味して、評価基準を設定する。

目標の達成の評価は、評価年次のみならず中間年次にも行う。評価年次は、既存事例や専門家の意見などを基に、措置を行った藻場の復元が見込まれる時期に設定する。また、中間年次は、モニタリングの実施期間〔配慮事項 9〕参照）に応じて設定する。（⇒考え方②）

＜藻場に関する情報＞

- ③ 対象事業実施区域及びその周囲の藻場に関する情報とは、表 2-2 に示すように、藻場の構造と機能に関する情報、及びその他の藻場に関連する情報（海草の生育に影響を与える可能性のある沿岸域の利用状況や周辺環境の状況など）である。藻場に関する情報は、既存文献調査、専門家や関係機関などへのヒアリング調査、現地調査により収集・把握する。（⇒考え方③～⑤）

表 2-2 藻場に関する情報の例

情報の区分		情報の内容
構造と機能に関する情報	構造に関する情報	○群落構造 ・海草の分布状況：種組成、現存量、密度、被度、面積、草丈、葉層の成層状況など ・海生生物の分布状況：付着微細藻類、動物の種組成・空間利用の特性、個体数・密度、生態など ・その他：構成要素同士の関係など ○食物連鎖構造 ・植物・動物の種組成、動物の食性など ・捕食－被食関係など、構成要素同士の関係 ○物質生産構造 ・海草・付着微細藻類の種組成・現存量など ・光環境（水中光量）など
	機能に関する情報	○物質循環機能 ・海草・付着微細藻類の生産力など ・藻場内の海草の枯死量など ○生物の共存機能 ・生物多様性の維持機能：動植物の種組成・出現量など ・幼稚魚育成機能：幼稚魚などの種組成、個体数・密度など ・餌料供給機能：葉上生物・葉間浮遊動物の種組成・現存量など ・産卵場形成機能：動物の産卵状況・生態など ○環境保全機能（水質浄化機能、底質安定化機能、環境形成・維持機能） ・藻場内外の水質・流速など
	関連する情報	・地形・基質 ・水深、干出の有無 ・波浪、流況、堆積物の安定性（砂面変動の状況） ・水質（水温、塩分、濁度、COD、栄養塩類など）、底質など
その他の情報	沿岸域の利用状況	・漁業・船舶航行の状況、開発事業の状況、人と自然との触れ合い活動の状況など
	周辺環境の状況	・周囲の類型区分、地形、海岸線、漂砂など ・過去の情報（藻場の分布状況の推移、地形など）

注：表は、文献^{1, 5-10)}を基に作成した。

- ④ 特に、消滅又は衰退する藻場に関する情報は、その藻場に係る構造と機能の把握及び復元する藻場の評価基準の設定に不可欠なものである。
(⇒考え方③)

＜藻場の構造と機能の把握＞

- ⑤ 消滅又は衰退する藻場の構造に関しては、種組成を含む群落構造、食物連鎖構造など、主要なものを把握する。例えば、群落構造については、海草の生育密度、草丈、葉数などのほか、海草を生育基盤とする生物の種組成とそれらの生息場所に関する情報を整理するなどにより、各構成要素の状態や構成要素同士の対応関係（アマモの地上部を利用空間とする動物の分布特性など）を整理して把握する。
- 藻場の機能に関しては、物質循環機能、生物の共存機能、環境保全機能などを把握する。（⇒I章「1.1.3 藻場の構造と機能」・考え方⑥）

＜目標の実現性とその根拠＞

- ⑥ 復元に必要な事項（実施場所、方法・技術、モニタリング・維持管理の計画^{*a}）を総合的に検討し、藻場の復元に係る目標の実現性とその科学的・技術的な根拠を明らかにする。（⇒[配慮事項 10]参照・考え方⑦）

^{*a}：藻場の復元措置の実施場所、方法・技術、モニタリング・維持管理の計画については、それぞれ[配慮事項 7]、[配慮事項 8]、[配慮事項 9]に示す。

【考え方】

＜藻場の復元に係る目標＞

- ① 藻場の復元に係る目標の達成を客観的に評価するためには、その目標が定量的に設定されていなければならない。また、藻場の復元の目標設定に当たっては、[配慮事項 2]で明らかにした環境保全措置の目標に沿って、藻場の構造と機能ごとに目標を設定する必要がある。
- なお、藻場が目標どおり復元された場合には、その藻場は管理しなくても持続するメンテナンスフリーの状態となることが期待される。

＜評価基準・評価年次の設定＞

- ② 評価基準は、復元措置を行った藻場が、どの程度目標とする状態にまで回復しているかを示すために必要なものである。評価基準は、現実的なものとするため、周囲の藻場の状況など、表 2-2 に示した諸状況を考慮して、具体性、定量性をもったものとする必要がある。
- 藻場の復元には長期間を要する場合もあることから、評価年次は、相応の期間を見込んで設定する必要がある。また、復元措置を行った藻場の状態が目標の達成に向けて推移していることを確認するために、中間年次においても評価を行う必要がある。

＜藻場に関する情報＞

- ③ 藻場の復元に係る目標及び評価基準の設定のためには、藻場の構造と機能に関する情報やそれぞれの関係を理解しておく必要がある。特に、消滅又は衰退する藻場については、これらに関する情報を十分に調査し、整理・把握しておくことが不可欠となる。ただし、評価基準の設定に当たっては、前述のとおり、消滅又は衰退する藻場ばかりではなく、その周辺の藻場に関する情報などについても考慮する必要がある。その場合、

全ての情報を把握することは困難であるが、重要と考えられるものについては、必ず把握しておく必要がある。

海草の生態を含む藻場に関する情報が把握できていない場合には、復元措置の実施は不可能と考えるべきであり、復元措置を行ってはならない。

- ④ [配慮事項 2]において、環境の保全方針をとりまとめる際に把握した沿岸域の利用状況（漁業・船舶航行の状況、人と自然との触れ合い活動の状況など）も、評価基準の設定を行う上で重要な情報となる。また、過去における藻場の分布状況や周辺環境の状況を確認しておくことは、海草の生育が可能な場所を検討する際（[配慮事項 7]参照）などにおいて、重要な情報となる。

- ⑤ 開発行為に伴い消滅又は衰退する藻場において、レッドデータブック掲載種^{*b}などの絶滅のおそれがある生物、又はこれに相当する種が確認された場合には、その種の絶滅の危険度に応じて慎重な対応を検討する必要がある。例えば、確認された個体群の保全が当該種の存続にとって重要と判断される場合には、専門家の助言・指導を受け、影響の回避又は低減を図るなどの対応が不可欠となる。

^{*b}: 1 章「1.1.2 海草の分布・生態」参照。

<藻場の構造と機能の把握>

- ⑥ 藻場の復元に係る目標及び評価基準の設定においては、現存する藻場の構造と機能の定量的な把握が必要であるが、全ての構造と機能を把握することは困難である。しかしながら、構造と機能のうち、少なくとも沿岸生態系を維持する上で重要と判断されるものについて、確実に把握する必要がある。

<目標の実現性とその根拠>

- ⑦ 藻場の復元の目標に係る実現性とその根拠が明らかでない場合、復元措置の効果や影響に係る不確実性が高くなるため、その目標達成が困難となる可能性がある。そのため、実施しようとする復元措置については、その目標の実現性と根拠をあらかじめ明らかにしておく必要がある。復元措置の困難性が高い場合には、代償措置自体が代償措置たり得ず、実施場所及びその周辺に悪影響を及ぼす可能性も考えられる。そのため、技術的な問題が解決されるまで、その措置を代償措置として実施しては

ならない。また、復元の実現性が十分に確認できない場合には、[配慮事項 8]に示すように、当該措置の現場において、その適用可能性を検証するなどの検討が必要となる。その場合、比較的小規模で実施することが考えられる。

2.2.2 藻場の復元措置を実施する場所の選定

【配慮事項 7】：実施場所の選定

藻場の復元措置の実施場所の選定に当たっては、以下の事項が満たされていること。

- (1) 対象事業実施区域と同一海域にあること。
- (2) 復元措置の実施により、藻場の復元措置の実施場所及びその周囲の環境に著しい影響を及ぼさないこと。
- (3) 海草の生育制限要因が明らかにされ、その要因を緩和させる措置が実施可能であること。

【解説】

＜同一海域＞

- ① 対象事業実施区域と同一海域とは、消滅又は衰退する藻場に可能な限り近い海域を意味する。（⇒考え方①）

＜周囲の環境に著しい影響を及ぼさない＞

- ② 藻場の復元場所の選定に当たっては、方法・技術の選定（[配慮事項 8] 参照）とあわせて、その影響と影響が及ぶ範囲を予測し、復元措置の実施による影響の少ない場所を検討する。（⇒考え方②）

＜生育制限要因を緩和させる措置＞

- ③ 復元措置の手段としての海草の生育制限要因（干出、堆積物の安定性（砂面変動）、光、底質、底引網漁業、温度、塩分、栄養塩¹¹⁾などの海草の生育を制限している要因）の緩和¹²⁾措置とは、生育基盤の整備などによって、海草の生育など藻場の復元に必要な状態を作り出す取組である。例えば、水中光量が不足していることがアマモの生育制限要因となっている場所では、周囲への影響を吟味した上で、地盤の嵩上げなどの措置を検討する。

海草の生育制限要因が確認できていない場合、あるいはその要因を緩和させる措置が不可能な場合には、藻場の復元措置を行ってはならない。（⇒考え方③）

【考え方】

＜同一海域＞

- ① 開発行為に伴い藻場が消滅することにより、藻場が分布する海域全体の機能も低下することになる。藻場の復元に際して、海域全体の機能を維持するためには、消滅する藻場と同一海域で実施することが必要と考えられる。

＜周囲の環境に著しい影響を及ぼさない＞

- ② 環境影響評価においては、代償措置も含め対象事業の実施に伴う周囲の環境への影響を予測することとなるが、これまで代償措置を実施すること自体による影響については、必ずしも予測されなかったのではないかと疑われる事例もある。藻場の復元措置自体も、環境の改変を必然的に伴い、措置の実施場所及びその周囲に少なからず影響を与えることから、その影響を予測し、著しい影響がないことを確認した上で実施されなければならない。

環境への著しい影響としては、例えば、基盤整備や砂の補給などに伴う濁りの発生や流況などの環境変化により、周囲の藻場を衰退させることが考えられる。

＜生育制限要因を緩和させる措置＞

- ③ 藻場の復元措置は、現在藻場が存在しない、あるいは存在しても密度が低い場所、過去に藻場が分布していた場所などで実施することになるが、これらの場所では何らかの海草の生育制限要因があると考えられる。従って、[配慮事項 6]で把握した藻場に関する情報を基にその要因を特定し、緩和するための措置が不可欠と考えられる。

緩和すべき生育制限要因が複数ある場所では、それらの要因を緩和するための措置が周囲の環境に著しい影響を及ぼすなど、不適切な取組となるおそれがある。そのため、藻場の復元措置の実施場所としては、対象事業実施区域と同一海域内のうち、海草の生育制限要因が少なく、その要因を緩和することが可能な場所を選定することが適切である。

例えば、過去に藻場が分布していた場所（[配慮事項 6]で示した藻場に関する情報参照）では、海草の生育制限要因が少ないと想定できるため、これらの場所は復元措置の実施場所の有効な候補地となる。

2.2.3 藻場の復元措置に用いる方法・技術の選定

【配慮事項 8】：方法・技術

藻場の復元措置に用いる方法・技術※の選定に当たっては、以下の事項が配慮されていること。

- (1) 復元措置に用いる方法・技術の効果や影響が明らかにされていること。
- (2) 復元措置の方法として移植や播種を行う場合には、同一海域の草体・種子を用いることにより、その実施場所の周囲における海草の個体群に遺伝的な攪乱を起こさないよう図られていること。

【解説】

＜方法・技術の選定＞

- ① 藻場の復元措置に用いる方法・技術としては、表 2-3 に示すものがある。このうち、生育基盤の整備の検討を優先して行い、その上で移植・播種の必要性を検討する。

選定した方法・技術に関しては、(ア)選定根拠、(イ)期待される効果及び周囲の環境への影響、(ウ)不確実性の程度、などを明らかにできるよう整理しておく。（⇒考え方①）

表 2-3 藻場の復元措置の方法・技術の例

方 法	技 術
生育基盤の整備	・ 底質基盤の整備（嵩上げ）・改良 ・ 流動制御工 など
移植	・ 固定具を用いた種苗の移植など
播種	・ 種子の散布、着底基質に種子を固定するなど

注：表は、文献^{12~14)}を基に作成した。

- ② 選定した方法・技術の効果や影響を、既存事例やシミュレーションなどを踏まえ、予測、把握する。これらの情報からその効果や影響が把握できない方法・技術については、その効果が確認できる規模で復元措置を試験的に行い、現場での適用を検証する。（⇒考え方②）

※「方法」は復元措置の行為（例えば、基盤整備、移植、播種など）を示し、「技術」は復元措置のための具体的な手段（例えば、移植では、栄養株を固定具を用いて植える技術など）を示す。

- ③ 方法・技術の選定に当たっては、実施場所の選定（[配慮事項 7]参照）とあわせて、その影響と範囲を予測し、復元措置の実施による影響の少ないものを検討する。（⇒考え方②）

＜同一海域の草体・種子＞

- ④ 移植・播種を行う場合には、まず開発行為に伴い消滅する藻場の草体・種子を用いる。それだけでは量的に不十分な場合、同一海域の藻場の草体・種子を用いる。（⇒考え方③）

【考え方】

＜方法・技術の選定＞

- ① 藻場の復元措置を検討する場所は、何らかの生育制限要因があり、その要因が改善されない限り、藻場の復元はできないと考えられる。そのため、方法・技術は、[配慮事項 7]で明らかにした海草の生育制限要因を緩和させることが可能なものを選定する必要がある。

移植や播種は、海草の繁茂を早める程度の効果を期待して行う¹²⁾取組であり、生育基盤の整備などにより生育制限要因の緩和ができなければ成功は難しい。

- ② 藻場の復元に用いる方法・技術の効果や影響が十分に把握されていない場合には、復元に係る目標の達成の不確実性が高くなるとともに、周囲の環境に著しい影響を及ぼす可能性も考えられる。そのため、用いる方法・技術については、その効果や影響を十分に把握しておく必要があり、それが十分に把握されるまで、復元措置を実施すべきではない。

＜同一海域の草体・種子＞

- ③ 日本列島のアマモは、大きな系群として、日本海側と太平洋側の系群に分岐しており、また地域により特異的な変異がみられることから、遺伝子交流は限られている^{*a}ものと考えられている。そのため、海草の移植・播種に当たっては、遺伝的多様性を確保し、遺伝的な攪乱^{*b}を防ぐ意味でも、まずは消滅する藻場の草体・種子を用い、量的に不十分な場合には可能な限り近隣の個体群を用いることが必要である。

また、近隣の草体・種子を採取して移植・播種を行う場合には、アマモの生殖株や栄養株の採取地となる藻場に著しい影響を及ぼさないよう十分に配慮する必要がある。

*a：日本列島のアマモは、核遺伝子の解析結果から、日本海側と太平洋側に明確な遺伝子多型ハプロタイプの分化がみられ、地域分化は能登の一例のみ太平洋側のハプロタイプが見つかった。クロロプラスト遺伝子配列による地域分化は少ない。クロロプラスト遺伝子の突然変異率が低く倍数性がないためと考えられる。日本海側と太平洋側の遺伝子交流は非常に限られている¹⁵⁾。

注：ハプロタイプ（Haplotype）とは、複数の遺伝子がある定まった組として遺伝する場合の組合せを指す用語である。通常、染色体上で近接した遺伝子群に対して用いられるが、ミトコンドリアDNAにコードされた遺伝子の組合せ、すなわちミトコンドリアDNAの型を示す語としても用いられる¹⁶⁾。クロロプラストとは、葉緑体のことである。

*b：遺伝的な攪乱により、有性生殖が行われなくなる、あるいは病気や攪乱の影響を受け易くなる⁷⁾ など、個体群の存続に悪影響を及ぼすおそれ¹⁷⁾ がある。

2.2.4 モニタリング及び維持管理の計画

【配慮事項 9】 モニタリング・維持管理の計画

藻場の復元に係るモニタリング及び維持管理の計画に当たっては、以下の事項が配慮されていること。

- (1) モニタリング計画には、藻場の復元に係る評価年次及び中間年次において目標の達成状況が確認できるよう、調査の項目、方法、範囲、期間、頻度および評価基準が具体的に示されていること。
- (2) 復元措置を行った藻場の維持管理の計画について、順応的管理が検討されていること。

【解説】

＜モニタリング計画＞

- ① 本配慮事項でいうモニタリング^{*a}とは、復元措置を行った藻場の構造と機能が、その目標にどの程度到達しているのかを把握するために行う取組である。モニタリング計画は、例えば、表 2-4 に示す調査項目、評価基準、方法、範囲、期間、頻度などを明らかにして策定する。（⇒考え方①）

表 2-4 モニタリング計画において明らかにすべき事項の例

区 分	内 容
調査項目	・ [配慮事項 6]で設定した藻場の復元に係る目標（藻場の構造と機能に係る目標）の達成状況が把握できるよう、藻場の構造と機能に関する構成要素の状態を調査項目として設定する。
評価基準	・ [配慮事項 6]で設定した評価基準を用いる。
方法	・ 方法については、[配慮事項 6]に示した藻場に関する情報を得るために実施した現地調査と同じ方法を用いる。
範囲	・ 藻場の復元場所及びその周囲を調査範囲とする。 ・ 対象事業実施区域及びその周囲の近辺において、開発行為に伴う影響が及ばないと予測される藻場をモニタリングの対照地点として設定する。
期間	・ 少なくとも藻場の復元に係る目標が達成される時点（評価年次）までを設定する。
頻度	・ 海草の分布・生長などが適切に把握できる繁茂期、衰退期などに設定する。

注：表は、文献^{1, 7)}を基に作成した。

^{*a}：本配慮事項では、環境影響評価において検討される事後調査を含め、復元措置を行った藻場の現状を把握するための調査をモニタリングとして位置付けている。

＜維持管理＞

- ② 維持管理とは、モニタリングの結果から、復元措置を行った藻場にかかる影響がみられる場合に行う取組であり、海草の生育を阻害する生物のコントロールや生育基盤の補修などが含まれる。復元に係る目標の達成が困難と判断される場合には、以下に述べる順応的管理の考え方に沿って、必要に応じて維持管理を検討し、実施する。

＜順応的管理＞

- ③ 順応的管理^{*b}は、不確実性の大きなシステムを対象とした管理手法のひとつであり、管理の方針及び実施をモニタリングによって継続的に改善して行く総合的な取組である。藻場の復元の計画立案に際しても、モニタリング結果に応じて適切な措置を検討・実施する順応的管理を計画に組み入れておく。（⇒考え方②）

^{*b}：用語集参照。

【考え方】

＜モニタリング計画＞

- ① モニタリングは、評価年次及び中間年次における藻場の復元に係る目標の達成を評価するために行う取組である。そのため、あらかじめ設定した目標及び評価基準が適切に把握できるよう、モニタリングの調査項目、評価基準、方法、範囲、期間、頻度などを設定する必要がある。

モニタリングの期間については、藻場の復元までに長い時間を要すると考えられることから、相応の年数を設定する必要がある^{*c}。また、頻度については、復元措置の実施後、藻場として安定するまでは高い頻度で調査を行い、安定した後は調査頻度を減らしていくことが考えられる^{*d}。

^{*c}：NOAA（米国商務省 海洋大気庁）では、5～10 年の調査期間が適当としている。このうち、アマモ属・ウミジグサ属・シオニラ属・ウミヒルモ属では最低でも 3 年間モニタリングを継続する必要がある、スガモ属・リュウキュウスガモ属ではこれよりも長い調査期間が必要としている⁷⁾。

^{*d}：NOAAでは、移植後 1 年間は年 4 回、その後の 4 年間では年 2 回のモニタリングを行う手順を示している⁷⁾。

＜順応的管理＞

- ② 藻場などの生態系は、人間活動を含めた極めて多様な要素とそれらの要素間の関係からなる複雑なシステムである¹⁾。また、復元措置として用いる方法・技術には、その効果や影響について不確実性があり、予測によって問題が少ないと見積もられても、実際には予測外に大きな影響が生ずる可能性を否定できない¹⁸⁾。そのため、モニタリング結果に応じ

てより適切な対応を検討するという順応的管理が必要となる。順応的管理の考え方に基づく対応例としては、以下のようなケースが考えられる。

《順応的管理の考え方に基づく対応例》

- 復元措置を行った藻場が一部消滅している。
 - ・ 原因を究明し対策を講じた上で、必要な維持管理を行う（例えば、移植・播種を再実施するなど）。
- 生育基盤の一部が維持されていない。
 - ・ 原因を究明し対策を講じた上で、生育基盤の補修を行う。
- 復元措置の実施場所の環境条件が予測したよりも悪いことが判明した。
 - ・ 原因を究明し対策を講じた上で、生育基盤を適切に再整備する（例えば、流れが予測以上に速いために、流動制御工を追加的に設置する、など）。

2.2.5 藻場の復元に係る計画書の作成

【配慮事項 10】 計画書・再確認

藻場の復元に係る計画の内容がまとまった際に、以下に示す取組が行われていること。

- (1) 藻場の復元措置について実施計画書がとりまとめられていること。
- (2) とりまとめた実施計画書を基に、藻場の復元措置に係る計画全体の実現性が再確認されていること。

【解説】

＜藻場の復元に係る計画の内容がまとまった際＞

- ① 藻場の復元に係る計画の内容がまとまった際とは、[配慮事項 6]から[配慮事項 9]に示した各々の内容が一通り検討され、復元措置の内容が整った段階である。

＜計画書のとりまとめ＞

- ② [配慮事項 6]から[配慮事項 9]で検討した藻場の復元措置の内容（目標設定、実施場所の選定、方法・技術の選定、モニタリング・維持管理計画）を体系的に整理して、藻場の復元に係る実施計画書としてとりまとめる。なお、とりまとめた実施計画書については、[配慮事項 5]に従って公表する。（⇒考え方①）

＜計画全体の再確認＞

- ③ とりまとめた計画全体について、藻場の復元に係る実現性を再確認する。その結果により、必要に応じて復元の実施計画の見直し、あるいは事業計画の見直しも含めた回避又は低減措置の再検討を行い、実施計画書に反映する。（⇒考え方②）

【考え方】

＜計画書のとりまとめ＞

- ① 藻場の復元に係る実施計画書を作成することにより、例えば方法・技術と場所の選定との対応が明確に関連づけられるなど、計画を全体的な視点により俯瞰することができるようになる。また、これによって、幅広い関係者などの第三者による点検が容易になる。

＜計画全体の再確認＞

- ② 実施計画書に示した復元措置の効果や影響を総合的に検討し、計画全体の実現性を再確認することが重要である。

また、藻場の復元措置では、長期にわたるモニタリングや維持管理に多大な資本と労力を必要¹⁹⁾とすることから、この時点で費用についても考慮することが考えられる。

2.3 藻場の復元措置の実施段階における配慮事項

2.3.1 復元措置の実施

【配慮事項 11】：実施段階における配慮

藻場の復元措置の実施に当たっては、実施場所及びその周囲に著しい影響を及ぼさないこと。

【解説】

＜周囲に著しい影響を及ぼさない＞

- ① [配慮事項 7]に示したように、藻場の復元措置の実施に当たっては、実施場所及びその周囲に著しい影響を与えていないことを確認する。例えば、生育基盤の整備において濁りを発生する土木工事を行う際に、汚濁拡散防止膜を展張するなど、周囲の環境への影響について配慮する。
(⇒考え方①)

【考え方】

＜周囲に著しい影響を及ぼさない＞

- ① 藻場の復元措置は、周囲の環境に少なからず影響を及ぼす可能性がある取組であることから、復元措置に伴う環境への影響についても可能な限り小さくするよう努める必要がある。そのため、藻場の復元措置に伴う著しい影響が確認された場合には、順応的管理の考え方（[配慮事項 9] 参照）を基にその対応を検討し、実施することが重要である。

2.3.2 モニタリング及び維持管理の実施

【配慮事項 12】：モニタリング・維持管理の実施

藻場の復元に係る計画に沿って、目標の達成までモニタリングが実施され、その結果に応じ維持管理が実施されること。

【解説】

＜モニタリングの実施＞

- ① [配慮事項 9]で計画した内容に沿って、モニタリングを実施する。目標の達成を確認した後も、必要に応じてモニタリングを継続する。（⇒考え方①・②）

＜維持管理の実施＞

- ② [配慮事項 9]で示した順応的管理の考え方に基づき、モニタリング結果において、海草の生育に影響がみられる場合には、その結果に応じた維持管理が必要となる。

復元措置を行った藻場に影響がみられ、その原因が他者に起因する場合（例えば、底引網などの漁業行為による草体の流出、周辺海域の水質の悪化など）には、関係する事業者・団体、地方公共団体、関係機関などの協議・調整が必要となる。（⇒[配慮事項 9]・考え方③参照）

【考え方】

＜モニタリングの実施＞

- ① モニタリングは、藻場の復元に係る目標の達成を評価するだけでなく、措置を行った藻場が目標の達成に向けて順調に推移しているかどうかを確認するために必要な取組である。そのため、藻場の状態が把握できるよう適切な計画が事前に策定され（[配慮事項 9]参照）、その計画に沿ってモニタリングは実施されるべきである。
- ② モニタリングは、その目的から、復元措置の開始時点から目標が達成されるまで、実施する必要がある（図 2-6：A）。ただし、復元措置の実施後、短期間のうちに目標達成に係る評価基準を満足したとしても、長期的には評価基準を満たさない場合も考えられる。そのため、藻場の動態（繁殖状況や現存量の年変動など）を考慮して、長期的な観点から目

標達成を評価することが重要であり、少なくとも[配慮事項 6]で設定した評価年次まではモニタリングを行う必要がある。

- ③ 復元措置は、それを実施して形成された藻場が長期間持続することを目指すものである。その観点から、評価年次に目標達成が確認された後も、復元した藻場が長期的に持続していることを確認するために、モニタリングを継続することが望まれる（図 2-6：B）。

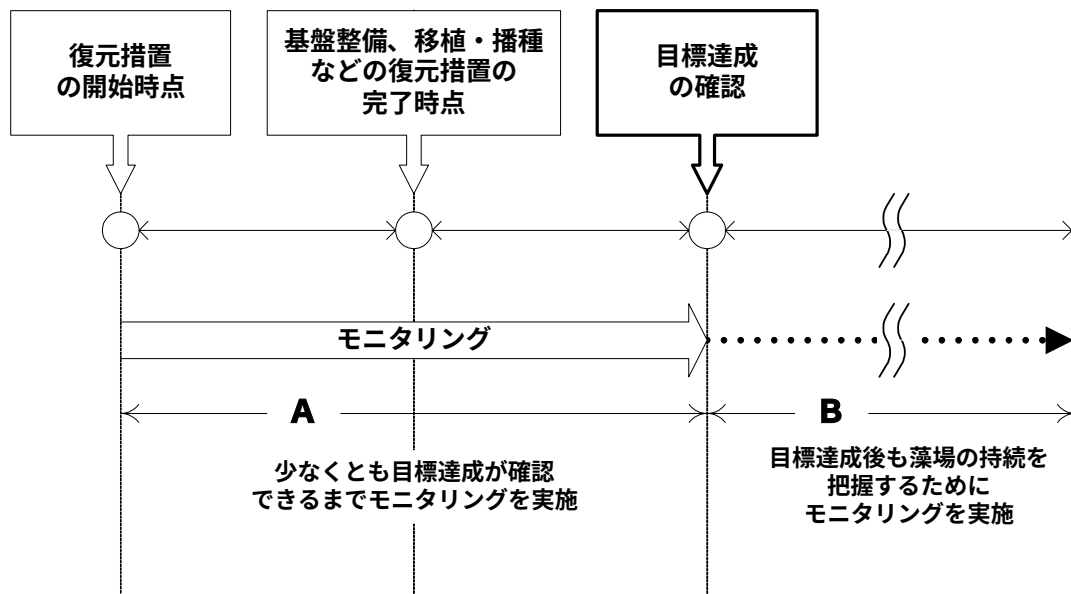


図 2-6 モニタリング期間の考え方

<維持管理の実施>

- ④ 復元措置を行った藻場が事前に計画又は予測した状態とならない場合もある。そのため、順応的管理の考え方に基づいて、モニタリングによって把握される藻場の状況に応じて、維持管理を行うといった対応を図る必要がある。

2.4 藻場の復元の評価における配慮事項

【配慮事項 13】：評価

あらかじめ設定した評価年次（中間年次を含む）において、藻場の復元に係る目標が達成できているかが客観的に評価され、その結果に応じて適切な措置が実施されるよう取り計らわれていること。

【解説】

＜目標達成の評価＞

- ① 藻場の復元に係る目標の達成は、[配慮事項 6]で設定した中間年次及び評価年次において、開発行為に伴い消滅又は衰退する藻場の構造と機能が、どの程度以前と同じ状態に復元されているかどうかにより評価する。復元措置を行った藻場の評価に当たっては、まずその藻場のモニタリング結果を、[配慮事項 6]で設定した各評価基準と比較し、それぞれ到達状況を定量的・客観的に判断する。次に、各評価基準の到達状況を整理し、目標とする藻場の構造と機能が復元されているかどうかを評価する。評価した結果については、結果報告書（[配慮事項 5]参照）として取りまとめ、関係者に対して説明を行う。（⇒考え方①・②）

＜結果に応じた適切な措置＞

- ② 藻場の復元に係る目標が達成できていないと評価された場合には、その原因を究明するとともに、その結果に応じて再度計画を検討し、公表する。（⇒考え方③）

【考え方】

＜目標達成の評価＞

- ① [配慮事項 6]に示したように、藻場の復元措置実施後の中間年次において、復元措置を行った藻場が目標達成に向けて推移しているかどうかを評価しておくことは、その後の順応的管理の実施においても重要となる。また、藻場の復元は、実施計画書に示した評価年次において、目標が達成されたと評価された段階で、完了したものと見なされる。その評価は、干潟、サンゴ礁など他の環境保全措置の対象（[配慮事項 2]参照）における目標達成の評価と併せて、対象事業全体の環境保全措置が適切に実施されているか否かを総合的に判断する上でも必要となる。

- ② 評価に当たっては、評価の妥当性と客観性を確保するために、専門家あるいは専門家を中心とした検討委員会に対し、これらの内容について助言・指導を求めることが適切である（[配慮事項 4]参照）。
- ③ 結果報告書において、藻場の復元に係る目標が達成されていないと評価された場合には、その原因の究明を行った上で、関係者（[配慮事項 3]参照）と調整しながら再度実施計画書（[配慮事項 10]参照）を作成する必要がある。またその計画書は[配慮事項 5]に沿って公表される必要がある。さらに、その計画書をもとに維持管理及びモニタリング（[配慮事項 12]参照）を実施し、目標が達成されているかどうかを評価する必要がある。

< 第 2 章引用文献 >

- 1) 生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会（2002）環境アセスメント技術ガイド 生態系・（財）自然環境研究センター、277pp.
- 2) 環境庁環境影響評価研究会（1999）逐条解説 環境影響評価法. (株)ぎょうせい、745pp.
- 3) 環境庁企画調整局（1996）環境影響評価制度の現状と課題について－環境影響評価制度総合研究会報告書. 大蔵省印刷局、230pp.
- 4) 環境省総合環境政策局環境影響評価課（2002）参加型アセスの手引き－よりよいコミュニケーションのために－. 財務省印刷局、70pp.
- 5) 浅野孝・大垣眞一郎・渡辺義公・天野邦彦・田中宏明・吉谷純一（1999）水環境と生態系の復元－河川・湖沼・湿地の保全技術と戦略－. 技報堂出版社、590pp.
- 6) Fonseca, M.S. (1989) Regional analysis of the creation and restoration of seagrass systems. Wetland creation and restoration: The Status of the science. Volume I: Regional Reviews. Environmental research laboratory, Corvallis, OR. EPA/600/3-89/038a.
- 7) Fonseca, M. S., W. J. Kenworthy and G. W. Thayer (1998) Guidelines for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent waters. NOAA'S COASTAL OCEAN PROGRAM Decision Analysis Series No.12 (U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration Coastal Ocean Office), 222pp.
- 8) 川崎保夫・飯塚貞二・後藤弘・寺脇利信・渡辺康憲・菊池弘太郎（1988）アマモ場造成法に関する研究 電力中央研究所報告 総合報告 U14、231pp.
- 9) 環境省（2001）自然環境のアセスメント技術（Ⅲ）生態系・自然とのふれあい分野の調査・予測の進め方 生態系・自然とのふれあい分野の環境保全措置・評価・事後調査の進め方. 環境省環境影響評価技術検討会中間報告書、415pp.
- 10) 日本水産資源保護協会（1992）環境が海藻類に及ぼす影響を判断するための『判断基準』と『事例』. 漁場保全機能定量化等事業、104pp.
- 11) 川崎保夫（2003）海草群落（アマモ場）の機能と修復・創生. 特集 藻場・干潟を中心とする沿岸環境の保全・修復・創生－①. 海洋と生物、25（2）：85-91.
- 12) 寺脇利信・吉川浩二・高木儀昌（1997）アマモ場の機能. 藻場の機能（水産業関係試験研究推進会議 資源増殖部会「テーマ別研究のレビュー」Ser.4 水産庁中央水産研究所 平成9年7月）：82-110.
- 13) Morita K. (2000) Restoration of eelgrass bed, Environmental Sciences, 7(3), 159-164.
- 14) (社)全国沿岸漁業振興開発協会（1993）沿岸漁場整備開発事業施設設計指針（平成4年度版）、411pp.
- 15) Kato, Y., K. Aioi, Y. Omori, N. Takahata and Y. Satta (2003) Phylogenetic analyses of *Zostera* species based on *rbcL* and *matK* nucleotide sequences: Implications for the origin and diversification of seagrasses in Japanese waters. Genes Genet Syst. (印刷中)
- 16) 長田芳和・細谷和海（1997）日本の希少淡水魚の現状と系統保存－よみがえれ日本産淡水魚－. 緑書房、379pp.
- 17) 種生物学会（2002）保全と復元の生物学 野生生物を救う科学的思考（種生物学会編、矢原徹一・川窪伸光責任編集）. 文一総合出版、260pp.
- 18) 鷺谷いずみ（1999）新・生態学への招待 生物保全の生態学. 共立出版、181pp.
- 19) 前川行幸（2003）アマモ場再生実験～英虞湾に適したアマモ移植～、p.16-19. 第3回英虞湾の再生を考えるシンポジウム講演集（平成15年3月16日開催）、41pp.

藻場造成・海草の移植等に関する事例集

藻場造成・海草の移植等に関する事例集

これまでに取組まれてきた藻場（アマモ場）の造成、海草の移植等の事例を表 3-1 に整理した。このうち本配慮事項に基づいて藻場の復元措置を行う上で、参考となると考えられる具体的事例を表 3-2～8 に示した。

各事例について参考となる点の概要を以下に示す。

- (1) 神奈川県横須賀市小田和湾（電源立地点の藻場造成技術の開発）：表 3-2

〔参考となる点〕

方法・技術、実施場所の選定

〔概要〕

アマモ場の造成技術の確立を目的として、播種によるアマモ場の造成適地選定基準及び造成法の検討が行われた。国内では、この研究の成果を基礎として、多くのアマモの移植、藻場造成が実施されている。

- (2) 岡山県鹿久居島周辺海域（浅海域緑化技術の開発）：表 3-3

〔参考となる点〕

方法・技術、実施場所の選定

〔概要〕

岡山県和気郡日生町の鹿久居島周辺海域（千軒湾、米子湾）において、短期間で広範囲なアマモ場を造成するための技術検討が行われている。(1)の研究成果を基礎とし、より適切かつ効果的にアマモ場を造成するための応用研究として実施されたものである。

- (3) 広島県尾道糸崎港（浚渫土を利用した干潟・藻場の再生）：表 3-4

〔参考となる点〕

方法・技術

〔概要〕

生育基盤（人工干潟）の整備による藻場の再生が図られている。

- (4) 広島市似島周辺海域（代替藻場造成）：表 3-5

〔参考となる点〕

方針設定、方法・技術

〔概要〕

臨海部での開発に伴い漁業環境が悪化していることから、広島港における栽培漁業の推進・高度化を図るために、代替藻場の造成が検討された。

措置に先立って、アマモ繁殖試験を行い、藻場造成に係る適地の選定条件、造成方法等を検討している。これらの結果をもとに「アマモ場造成指針」を策定し、この指針に沿って実施されている。

- (5) 岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業（藻場・干潟の回復措置の検討）：表 3-6

〔参考となる点〕

方針設定、実施場所の選定、方法・技術、専門家の関与

〔概要〕

専門家で構成する委員会を比較的初期の段階から組織し、藻場・干潟の回復案、方針等の検討が行われた。その検討に当たっては、現地調査のデータに基づき適地選定が慎重に行われている。

- (6) 徳島県鳴門市檳木地先（播種に関する調査研究）：表 3-7

[参考となる点]

方法・技術

[概要]

徳島県鳴門市櫛木地先では、冬季の波浪によって生じる砂面変動によりアマモ場の形成が妨げられることから、波浪・流動によって生じる砂面変動を緩和する工夫を行い、管理を行わなくても持続する藻場の造成が検討されている。

(7) 熊本県樋合島（移植による藻場造成）：表 3-8

[参考となる点]

方法・技術、モニタリングの実施

[概要]

事業により消滅するアマモ場 1,900 m²を計画地内に新たに造成することから、造成地の適地選定、移植に係る実証試験が行われている。

表 3-1 藻場造成・海草の移植等に関する収集事例一覧

都道府県	区分	事業名称 [内容]	実施場所	事業主体 (実施主体)	実施期間
神奈川県	基礎研究	電源立地点の藻場造成技術の開発 [藻場造成]	神奈川県横須賀市(小田和湾)	(財)電力中央研究所	1986～1988
三重県	水産	コアモ場における実験 [培養 (コアモ)]	三重県志摩郡磯部町 (的矢湾、穴川地先)	水産庁養殖研究所	1983
岡山県	水産	大規模増殖造成事業 [藻場造成]	岡山県岡山市 (児島湾)	岡山県	1980～1982
岡山県	水産	アマモ場造成事業 [藻場造成]	岡山県和気郡日生町 (日生町沿岸、諸島部)	日生町漁協	1985～1990
岡山県	水産	アマモ場造成試験及び適地条件調査 (平成 6～8 年度沿岸漁場総合整備開発基礎調査)	岡山県和気郡日生町 (米子湾、大多府島、片上湾)	岡山県	1994～1997
岡山県ほか	基礎研究	浅海域緑化技術の開発 [播種]	岡山県和気郡日生町 (米子湾、千軒湾)	(社)マリノフォーラム 21	1997～2002
広島県	港湾・水産	浚渫土砂を利用した干潟・藻場の再生 [藻場造成]	広島県尾道市 (尾道糸崎港)	国土交通省 中国地方整備局 広島港湾空港工事事務所	1984～
広島県	埋立	広島港出島地区港湾整備事業 [代替藻場造成、移植]	広島県広島市南区 (出島地区)	国土交通省 中国地方整備局 港湾空港部、広島県、広島市	1992～
広島県	水産	広島市似島周辺海域における藻場造成 [代替藻場造成、移植]	広島県広島市南区似島町	広島市	1992～
山口県	埋立	岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業 [移植試験、一部移植]	山口県岩国市 (三角町地先)	防衛施設庁広島防衛施設局	1996～
山口県	発電所	中国電力(株)・柳井発電所建設事業 [藻場造成]	山口県柳井市	中国電力(株)	1981～1987
徳島県	埋立	小松島港赤石地区港湾整備事業 [移植]	小松島市和田島町地先 (北区、東区、中区)	国土交通省 四国地方整備局 港湾空港部、徳島県	1993～
徳島県	発電所	電源開発(株)・橘湾火力発電所、四国電力(株)・橘湾発電所建設事業 [移植]	徳島県阿南市	電源開発(株)・四国電力(株)	1994～1996
徳島県	水産	底質安定化マットによる播種 (徳島県水産試験場) [播種]	徳島県鳴門市 (櫛木地先)	徳島県水産試験場	1995～
香川県	水産	三豊海域アマモ場造成試験 [藻場造成]	香川県観音寺市 (室本港)	香川県水産試験場	1987～1990
香川県	水産	水産：アマモ場造成基礎試験 (香川県水産試験場) [藻場造成]	香川県大川郡津田町	香川県	1997～
熊本県	水産	樋合漁港海岸環境整備 [移植]	熊本県天草郡松島町樋合島 (天草湾)	熊本県	1990
大分県	水産	アマモ場の造成に関する研究 [藻場造成]	大分県国東郡国見町 (小江湾)	大分県栽培漁業センター	1973～1977
鹿児島県	水産	鹿児島湾グリーンベルト構想 [藻場造成]	鹿児島県鹿児島市	鹿児島県水産改良普及所	1989～1992
沖縄県	水産	珊瑚礁内海域における増養殖漁場開発の研究 (漁場改良・造成) [移植試験 (リュウキュウスガモとベニアマモの混生群)、藻場造成の研究]	屋嘉田湾原 (沖縄県恩納村)	沖縄県水産試験場	1972～1978
沖縄県	埋立	中城湾港 (泡瀬地区) 公有水面埋立事業 [移植 [ボウバアマモ、リュウキュウスガモ]]	沖縄県沖縄市	沖縄県土木建築部	1998～

表 3-2 (1) 参考事例：横須賀市小田和湾

措置の名称	電源立地点の藻場造成技術の開発：播種によるアマモ場造成法
実施主体	(財)電力中央研究所
実施場所	神奈川県横須賀市小田和湾
実施期間	1986～1988
参考となる点	方法・技術、実施場所の選定

【背景・目的】

発電所建設工事に伴い前面海域の藻場が消失する場合等、その修復あるいは代替藻場造成を行う必要が生じることから、(財)電力中央研究所では1982年頃よりアマモ場造成に関する技術の開発研究が行われており、人工育苗の、あるいは天然のアマモの草体を移植する方法が検討されてきた。

加えて、これらの技術に比べて簡便な造成方法が必要とされてきたことから、播種によるアマモ場の造成のための適地選定基準等、その造成に関する研究が行われた。

国内では、この研究の成果を基に、多くのアマモ場の造成が検討・実施されている。

【取組内容】

研究の概要は以下のとおり。大きく分けて水槽実験及び現地播種試験により行われた。

(1) 水槽実験

海水かけ流しの屋外コンクリート水槽において、アマモの播種適期と砂に埋まった場合の発芽及び発芽体の生残を調べた。また、水流実験装置で流れによる発芽体の流出条件を検討した。

① 播種適期

アマモの種子を 1986 年 8 月から翌年 4 月まで毎月 1 回ポットに播種し、発芽時期及び発芽後の生長を調査した。

② 埋没させた種子の発芽実験

小田和湾の底土にアマモ種子を厚さ 1,3,6,9,12cm の 5 段階に覆土し、発芽実験を行った。

③ 発芽体の流失実験

水流実験装置を用いて、発芽したアマモの成長とその流失限界流速との関係を調査した。

(2) 現地播種実験

小田和湾湾口部で水深 1m、2m の 2 地点で、1 m²の実験区を 6 区ずつ設け、アマモの播種密度及び種子の流出対策について実験を行った(図 1、2)。播種は 1986 年 12 月に行い、翌年(1987 年)2 月以降にその後の経過(発芽状況)観察を行った。

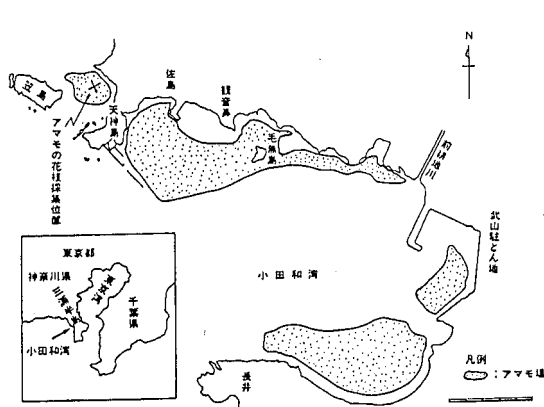


図1 小田和濟のアマモ場分布と花枝採取位置

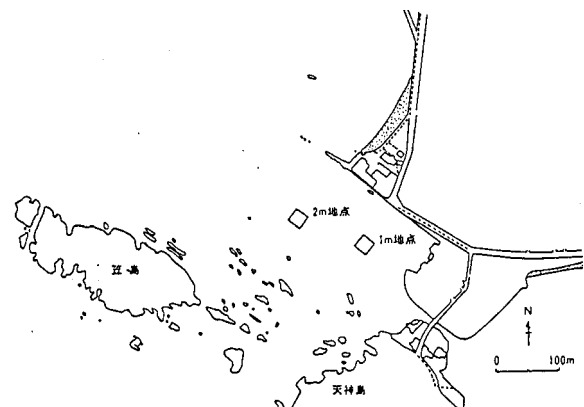


図2 小田和湾湾口部におけるアマモ採取位置

表 3-2 (2) 参考事例：横須賀市小田和湾

【取組内容（続き）】

① アマモ種子の播種密度

水深 1m と 2m にアマモ種子を 0,10,50,100,250,500 粒／ m^2 の密度で播種（覆土約 5cm）し、発芽状況を調査した。

また、ナイロンネットにアマモの種子 100 粒を入れて、水深 1m と 2m の実験区で発芽試験を行った。

さらに、播種した実験区の種子がどの程度流失せずに残っているのかを明らかにするために、1987 年 9 月に水深 2m の 250 及び 500 粒／ m^2 の播種区の中央部について覆土を約 20cm の深さで取り除き、その中の残存種子数を調査した。

② アマモ種子の流出対策

アマモ種子の流出対策について検討された。

【成果及び現状】

水槽実験及び現地播種試験により以下の成果が得られた。

(1) 水槽実験

① 播種適期

1986 年 8 月から翌年 4 月までのいずれの月に播種したのも 12～4 月にかけてよく発芽した。播種終了後の 6 月時点の株数も、4 月の播種区で少なかったほかは大差なかった。

発芽後の生長は、早期に播種したものほど良い傾向が見られ、1 月以降に播種したものは 12 月以前のものに比べて悪かった。この結果、播種適期は 10～11 月と判断された。

② 埋没させた種子の発芽及びその生残

覆土の厚さ 6cm までは発芽したが、9cm 以上では発芽率が低下した。このため、小田和湾内で採取したアマモの種子を播種する場合には、砂に 6cm 以上埋まらないようにする必要があると判断された。

② 洗掘と発芽体の流失

発芽直後のアマモ（幼葉鞘～葉数 1 枚のもの、平均草丈 2cm）では流速 35cm/s で、この状態から 2 週間たったアマモ（葉数 2 枚、平均草丈 4cm）では 45cm/s で流失し始めた。さらに成長した発芽体（葉数 2～3 枚、平均草丈 7cm）では 50cm/s でも流失しなかった。

これらの発芽体の様子を観察すると、いずれの場合も実験容器内の砂が流れ出し、発芽体の地下部まで完全に露出した部分のアマモのみ流出したが、砂に根を張っている発芽体は流失しなかった。

(2) 現地播種実験

① アマモ種子の播種密度

播種密度を変えて発芽状況を調査した結果、水深 2m の播種密度の高い区では 1 月から 5 月まで発芽体が見られたが、水深 1m では発芽しなかった。また、水深 2m の場所では、50 粒／ m^2 以上の播種密度で発芽が確認された。

また、ナイロンネットを用いて調査した結果、1987 年 2 月の発芽率はそれぞれ 57%と 42%、5 月の発芽率はそれぞれ 90%と 41%であり、水深 1m の実験区の方が発芽しやすい環境であることが分かった。

さらに、覆土を約 20cm の深さで取り除いた状態で放置した結果、250 及び 500 粒／ m^2 の播種区ともに残存種子はそれぞれ 1 粒ずつであり、ほとんどが流失していた。

これらの結果から、少なくともこれらの実験区において播種を行う場合には、何らかの流失対策が必要であると考えられた。

表 3-2 (3) 参考事例：横須賀市小田和湾

【成果及び現状（続き）】

② アマモ種子の流出対策

アマモの種子を小田和湾の底土とともに化学繊維を挟んだ特殊な紙（ハイトフペーパー）に包み、水深 1～2m に投入または埋めることにより、種子の流出が抑制され、発芽率も 42～90% が得られた。しかし、播種袋は次第に埋まる傾向がみられ、6cm 以上埋まるとほとんど出芽しなかった。

(3) アマモ場造成適地の環境基準及び造成手順

技術研究の成果を基に、播種によるアマモ場造成について、以下のように適地選定基準（水温・塩分・水深・砂の動き等）及び造成手順がまとめられた。

① アマモ場造成適地の環境基準

表 1 播種によるアマモ場造成適地の環境基準

環 境 要 素	範 囲	出 典
水 温	8 月の平均水温が 28℃以下	川崎ら、1986
塩 分	海水の塩分が 20‰以上	Phillips、1980
水 深（上限）	平均低潮面	同 上
水 深（下限）	平均水中光量子束密度 3～4E/m ² /日	石川ら、1988
砂 の 動 き	発芽時期の砂面の日変動は 2～3cm 以下	本報告
漂 流 物	海藻等の漂流物が少ない	中国電力、1985
漁 業	底曳網漁業が行われていない	Fonseca ら、1984

② 造成手順

- ア. 花枝採取：結実花穂の割合が高く、早いものでは種子が落下しはじめている時期に花枝を採取する（小田和湾では水温 20℃となる 6 月）。
- イ. 採種：花枝を 50 本ずつ束ねて石等のオモリをつけた後、海水かけ流しの水槽に入れ、連続通気しながら花枝が枯れてデトリタス状になるまで培養する。そして篩（目合 1～1.5mm）を用いて種子を集める。
- ウ. 種子選別：種子に混じったアマモの葉片や貝殻等を取り除いた後、良質種子を選別するため、26%（W/V）食塩水を入れ、沈む種子を分取する。
- エ. 種子保存：フタ付きの適当な容器に種子を 0.5～1cm の厚さに入れ、水温 15～20℃の天然海水（塩分 33‰（千分率）程度）中で保存する。なお、海水を清浄に保つため粒状活性炭を種子の上に 2～3cm 入れる。換水は 1～2 ヶ月毎に行う。
- オ. 播種：発芽時期に砂の動きがほとんどない場合には、船上よりそのまま播種適期（小田和湾の場合 10～11 月）に播種するが、垂直方向の砂の動きのある場合（日変動 3cm 程度）は種子の流出を防ぐため、ハイトフペーパーポットに種子と砂を包んだものを投入する等の対策を行う。

【参考文献】

- ・川崎保夫・山田貞夫・本多正樹（1988）電源立地点の藻場造成技術の開発 第 10 報 播種によるアマモ場造成法、電力中央研究所我孫子研究所報告 U88030、27pp.
- ・川崎保夫・寺脇利信・飯塚貞二・後藤弘・下茂繁（1986）アマモへの温度の影響Ⅱ 栄養株の生長と有性生殖、電力中央研究所報告 486019、23pp.
- ・Phillips C.R.（1980）Planting Cuidlines for Seagrass. Coastal Engineering Technical Aid No.80-2, U.S.Army Corps of Engineering Research Center, 28pp.
- ・石川雄介・川崎保夫・本多正樹・丸山康・五十嵐由夫（1988）電源立地点の藻場造成技術の開発. 第 9 報 水中の光条件に基づくアマモ場造成限界深度の推定手法、電力中央研究所報告 U88010、20pp.
- ・中国電力株式会社（1985）柳井発電所周辺藻場調査 第 4 報 アマモ移植実験に関する調査報告書、35pp.
- ・Fonseca, M. S., G. W. Tanyer, A. J. Chester, and C. Foltz（1984）Impact of scallop harvesting on eelgrass (*Zostera marina*) meadows: implications for management. North American Journal of Fisheries Management 4:286-293.

表 3-3 (1) 参考事例：岡山県鹿久居島周辺海域

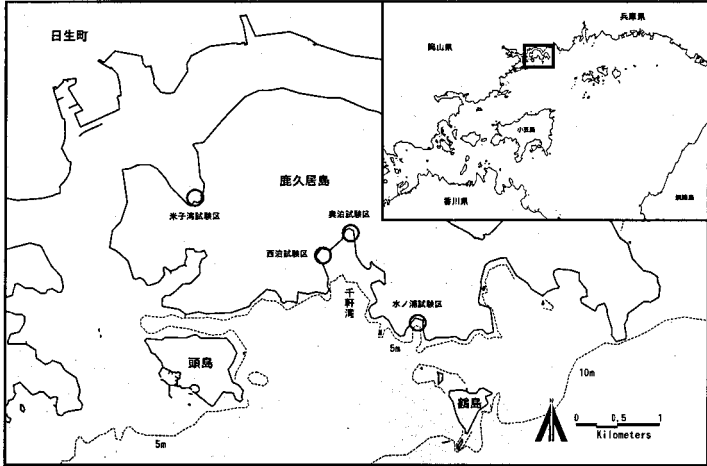
措置の名称	浅海域緑化技術の開発（アマモ場造成試験）
実施主体	(社)マリノフォーラム 21 沿岸漁場造成技術研究会 浅海域緑化技術の開発グループ
実施場所	岡山県和気郡日生町（鹿久居島周辺海域、千軒湾、米子湾）
実施期間	1997～2002
参考となる点	方法・技術、実施場所の選定
【背景・目的】 短期間で広範囲なアマモ場を造成するための技術開発を行うことを目的として、各種研究・試験が1997年から5カ年にわたって実施されている。この取組の一環として、岡山県和気郡日生町の鹿久居島周辺海域（千軒湾、米子湾）でアマモ場造成試験が行われた。	
【取組内容】 (1) 大規模造成実証試験（1998～2000 年） ① 事前調査 1998 年 6 月及び 11 月に実施した海底形状、底質環境、水質環境及び光環境の調査結果を調査対象海域別に整理し、光環境の季節変動及び鉛直勾配が比較的小さく、多年生のアマモの生育が確認されている千軒湾が実施場所として選定された。 ② アマモ場造成 1998 年 11 月に、千軒湾の五輪地先水深 D.L.=±0～-2m の範囲に試験区 1：50m×60m 及び試験区 2：26m×40m の 2 区域を設けた。試験区 1 では底質改善を目的に 20cm の厚さで粉碎カキ殻を散布した。 播種は、岡山県日生産のアマモ種子を各々 390 粒／㎡の密度になるように調整し、①植生マット方式、②コロイダルシリカ方式（コロイド状のシリカにアマモ種子を混ぜ、塊状にして海底に散布する方式）、③粘土方式、④直播きの 4 方式によりそれぞれ 1 ㎡単位で行った。 (2) 広域造成試験（1999～2000 年） ① 事前調査 1999 年 8 月に海底地形及び底質環境について調査を行い、その結果をもとに播種による造成試験の実施場所として、(1)の②に示す試験区 1、2 と物理環境が異なる鹿久居島周辺海域の 4 海域（西泊試験区、奥泊試験区、水ノ浦試験区、米子湾試験区）を選定した（図 1）。	
	
図 1 アマモ場造成試験区の造成位置	

表 3-3 (2) 参考事例：岡山県鹿久居島周辺海域

【取組内容（続き）】

② アマモ場造成

播種は、岡山県日生産のアマモ種子を 1 区画 (1 m²) 当たり 390 粒の密度となるように調整し、

①マット方式、②コロイダルシリカ方式、③直播き方式の 3 方式で 1999 年秋に実施した。

(3) 播種工法の開発に係る現地試験 (2000～2001 年)

① 試験区の造成

アマモ場の試験区は、これまでの研究開発事業で海域の水質・光環境や物理環境等が詳細に調べられている米子湾と千軒湾の地先海域において 2000 年 11 月にそれぞれ造成された (米子湾試験区の水深：D.L.－0.6m、千軒湾試験区の水深：D.L.－0.6～－2.0m)。

② 試験区の条件設定

米子湾、千軒湾の各試験区を 6 つの区域に分割して、以下のように条件設定した (図 2)。

区域①：特になし、区域②：ハニカムネット、区域③：ラッセルネット、

区域④：カキ殻、区域⑤：ハニカムネット＋カキ殻、区域⑥：ラッセルネット＋カキ殻

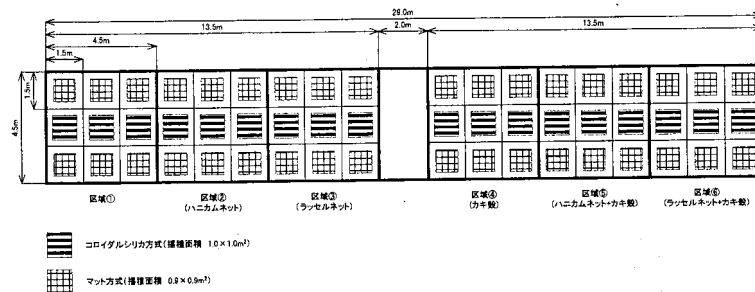


図 2 アマモ場試験区の模式図

③ 播種方法

播種は、岡山県日生産のアマモ種子を 1 区画 (1.5×1.5 m²) 当たり 390 粒の密度に調整し、①マット方式 (0.9×0.9 m²)、②コロイダルシリカ方式 (0.9×0.9 m²) の 2 方式で実施した。

【成果及び現状】

(1) 大規模造成実証試験・モニタリング結果

① 1998 年度調査 (1999 年 2 月)

ア. アマモの発芽・生育

1 m²当たりのアマモの発芽・生育株数は、概ね 0～40 株の範囲内にあった。播種量 390/m²に対する播種方法別の平均発芽・生残率はコロイダルシリカ法が 16.5%と最も高く、以下直播き法 (9.2%)、マット法 (6.3%)、粘土法 (4.1%) となっていた。

区画別の最大草丈の平均値は 20cm 前後であった。

イ. アマモの生育環境 (1999 年 2 月時点)

試験区内のほぼ全域でアオノリ類やシオミドロ等の着生が観察された。これら藻類の分布被度は水深の浅い区画で高く、最高で 90%に達していた。

水質・光環境については、調査海域内で大きな差異は認められなかった。

② 1999 年度調査 (1999 年 4・6・8・10・12 月、2000 年 2 月)

ア. アマモの季節的消長に及ぼす水質・光環境の影響

アマモの株密度あるいは最大草丈を従属変数、水質・光環境の各項目を説明変数とする重回帰モデルを用いて、アマモの季節的消長に及ぼす水質・光環境の影響が検討された。

平均株密度の季節変動では、日積算光量子数照度と水温が試験区に関係なく有意な説明変数となった。このことから、株密度の季節的消長にはこれらの影響が大きいと考えられる。なお、平均最大草丈の季節変動では、どの説明変数が重要なのかは不明であった。

表 3-3 (3) 参考事例：岡山県鹿久居島周辺海域

【成果及び現状（続き）】

イ. アマモの生育に及ぼす底質粒度の影響

粉碎カキ殻を散布した試験区 1 の平均株密度は、散布しなかった試験区 2 に比べ全体的に高い値で推移した。このことから、粉碎カキ殻の散布はアマモの流失防止に有効な底質改良手法と考えられた。

粒度組成に占める泥分やシルト分の割合が高い試験区 2 の平均最大草丈は、試験区 1 に比べ全体的に低位で推移した。試験区 2 では葉上に浮泥が堆積しているアマモが多く観察されており、波動等の外力によって巻き上がったシルトや泥が浮泥として葉上に堆積していることから、光合成が阻害されたためと推測された。

ウ. アマモの生残に及ぼす高水温の影響

8 月と 10 月には試験区の深所で株密度の減少がみられた。これは、8 月と 10 月の平均水温がアマモの生育上限水温（28℃）とほぼ同一の値であったために、浅所に比べ相対的に光量が少ない深所に生育するアマモでは、高水温による光合成活性の低下と呼吸活性の上昇に伴い光合成による純生産の値が負となり、その一部が枯死・流失したことが原因と考えられる。

エ. アマモの生残に及ぼす播種方法の影響（2000 年 1 月）

造成から 1 年半経過後、アマモの生残率が最も高かった播種方法は両試験区ともマット方式であった。このようにアマモの流失防止に対してマット方式による播種が有効であった理由として、マットによる見かけ上のシールズ数の低下、もしくは地盤支持強度の増加等が考えられる。

(2) 広域造成試験（潜水調査）（2000 年 1 月）

潜水調査（目視観察）により、アマモ種子の発芽数及び発芽体の草丈が調査された。

ア. アマモ種子の発芽数

3 つの方法で播種したアマモ種子の発芽数を試験区別、播種区画別に整理した。その結果、各試験区におけるアマモ種子の発芽数は、西泊試験区が 0～193 株、奥泊試験区が 0～95 株、水ノ浦試験区が 7～124 株、米子湾試験区が 0～40 株であった。奥泊試験区と水ノ浦試験区では、コロイダルシリカ方式で播種した区画の発芽数が最も多かった。

イ. 発芽体の最大草丈

各試験区における発芽体の最大草丈は、西泊試験区が 0～19cm、奥泊試験区が 0～12cm、水ノ浦試験区が 4～15cm、米子湾試験区が 0～10cm であった。奥泊試験区と水ノ浦試験区では、コロイダルシリカ方式で播種した区画の最大草丈が全体的に高い値を示した。

(3) 播種工法の開発に係る現地試験（2001 年 1・3 月）

①米子湾試験区

ア. 月別の比較

2001 年 1 月と 3 月の株密度はそれぞれ 9～126 株/㎡、4～119 株/㎡となっており、播種区画を株密度によって 0～50、50～100、100～150 株/㎡に区分したところ、両月とも 0～50 株/㎡の播種区画が最も多かった。

イ. 播種方法別の比較

コロイダルシリカ方式で播種した区画の株密度がマット方式の区画の株密度に比べて全体的に高い値を示した。両月とも区画によって株密度はさほど大きく違わなかった。

②千軒湾試験区

ア. 月別の比較

2001 年 1 月と 3 月の株密度はそれぞれ 0～60 株/㎡、0～79 株/㎡で、両月とも 0～50 株/㎡の播種区画が最も高かった。

イ. 播種方法別の比較

マット方式で播種した区画の株密度がコロイダルシリカ方式に比べて全体的に高い値を示した。なお、2001 年 3 月には草体が消失した区域がみられたが、両月とも区域によって株密度は大きく異なることはなかった。

表 3-3 (4) 参考事例：岡山県鹿久居島周辺海域

【参考文献】

- ・(社)マリノフォーラム 21 沿岸漁場造成技術研究会 浅海域緑化技術の開発グループ (1998) 平成 9 年度 浅海域緑化技術の開発に関する報告書 (要約) . 研究開発報告書 平成 9 年度 No.3、14pp.
- ・(社)マリノフォーラム 21 沿岸漁場造成技術研究会 浅海域緑化技術の開発グループ (1999) 平成 10 年度 浅海域緑化技術の開発に関する報告書 (要約) . 研究開発報告書 平成 10 年度 No.1、16pp.
- ・(社)マリノフォーラム 21 沿岸漁場造成技術研究会 浅海域緑化技術の開発グループ (2000) 平成 11 年度 浅海域緑化技術の開発に関する報告書 (要約) . 研究開発報告書 平成 11 年度 No.1、30pp.
- ・(社)マリノフォーラム 21 沿岸漁場造成技術研究会 浅海域緑化技術の開発グループ (2001) 平成 12 年度 浅海域緑化技術の開発に関する報告書 (要約) . 研究開発報告書 平成 12 年度 No.11、32pp.
- ・(社)マリノフォーラム 21 沿岸漁場造成技術研究会 浅海域緑化技術の開発グループ (2002) 平成 13 年度 浅海域緑化技術の開発に関する報告書 (要約) . 研究開発報告書 平成 13 年度 No.6、25pp.

表 3-4 (1) 参考事例：広島県尾道糸崎港

措置の名称	浚渫土砂を利用した干潟・藻場の再生
実施主体	国土交通省 中国地方整備局
実施場所	広島県尾道市（百島地区、海老地区、灘地区）
実施期間	1984～
参考となる点	方法・技術

【背景・目的】

尾道市の百島地区、海老地区、灘地区では、もともと小規模な干潟がありアサリ、ノリの漁場であったが、水質の悪化等により年々漁獲量が減少してきたため、漁場整備のために何らかの対策を講じることが求められていた。一方、尾道糸崎港で港湾整備の浚渫工事に伴い発生する土砂を処分する必要性が生じたため、地元漁協からの要望も受け、これら 3 地区において人工干潟が造成したところ、海草が定着し、藻場面積が増大した。

【取組内容】

(1) 実施場所

アサリの漁獲量が減少している、広島県尾道市の百島地区、海老地区、灘地区の 3 箇所で人工干潟が造成された（図 1）。

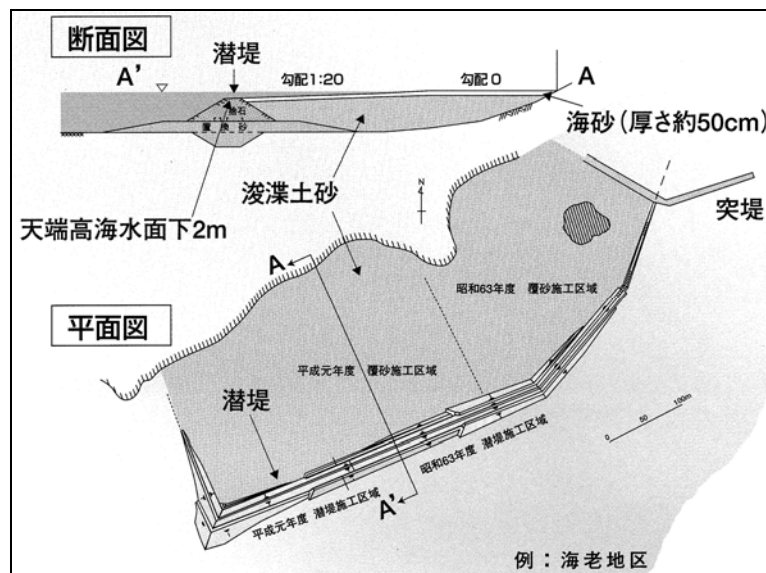


図 1 海老地区人工干潟の断面図と平面図

(2) 方法・整備状況

尾道糸崎港における航路浚渫土砂を用いて干潟造成が行われた。

造成方法としては、沖合約 200 m の場所に雑石を用いて潜堤を築造して土留め工を行い、その内側に浚渫土砂（約 140 万 m³）を投入し、その上を広島県竹原市忠海または豊田郡瀬戸田町高根島沖の海砂（覆砂材の中央粒径は 1mm 程度）を約 50cm の厚さで覆った。以下に地区別の概要を示す（表 1）。

表 1 地区別の干潟造成状況

	百島地区	海老地区	灘地区
実施年度	1984～1987	1988～1989	1995～1996
面積	約 36ha	約 16ha	約 4ha

表 3-4 (2) 参考事例：広島県尾道糸崎港

【成果及び現状】

造成された 3 地区の干潟について、整備中から整備終了後も含めて継続的にモニタリング調査（漂砂、深浅測量、水質、底質、海生生物、アマモ、干潟生物等）が行われている（表 2）。

表 2 モニタリング調査（例：海老地区）

	1987	1988	1989	1991	1995	1998	1999	2000	2001	2002
漂流桿	●			●						
漂砂(掃流砂補砂器)				●						
定点流況	●									
波浪	●									
深浅測量調査				●			●			
覆砂厚調査				●		●	●			
水質調査	●	●	●	●	●					
底質調査	●	●	●	●	●	●	●		●	
プランクトン調査	●	●	●	●						
卵稚仔調査	●	●	●	●						
幼稚仔調査	●	●	●	●		●				
底生生物調査	●	●	●	●	●	●				
アマモ分布調査	●	●	●	●	●	●				●
捨石付着生物調査			●	●	●					
潜堤形状				●			●			
アサリ調査									●	
干潟生物調査							●	●		
貴重種生息状況調査								●		

(1) 干潟（参考情報）

① 干潟の状況

造成した人工干潟の地形は造成後数年間、沈下が見られたものの、その後はほぼ安定した地形が維持されている。

② モニタリング調査

人工干潟はアサリ漁場となっており、生物生産機能の面からも着目されていることから、2000、2001 年には百島地区、海老地区において、生物生産機能の評価を目的とした干潟調査が実施された。その際、比較対照のため、福田港地区の自然干潟においても同様の調査が行われた。

福田港地区、百島地区、海老地区での底生生物の調査結果は、以下のようになっている。

ア．底生生物：自然干潟のある福田港地区では 165 種の底生生物が確認されたのに対して、百島地区では 116 種、海老地区では 118 種の底生生物が確認された（表 3、図 2）。

表 3 底生生物の地区別・分類群別出現種類数

地区 分類群	全域			福田港地区			百島地区			海老地区		
	メガロ	マクロ	合計	メガロ	マクロ	合計	メガロ	マクロ	合計	メガロ	マクロ	合計
軟体動物門	40	18	50	31	14	49	26	5	27	29	8	31
環形動物門	15	42	54	12	34	43	9	25	33	8	23	30
節足動物門	57	51	90	47	40	75	33	20	47	38	24	50
その他の動物門	8	5	10	6	5	8	6	4	9	5	4	7
合計	120	116	204	96	93	165	74	54	116	80	59	118

注：本調査では、主に表在性底生生物で目視観察が可能な大きさのものをメガロベントス、埋在性底生生物で 1 mm 目のフルイに残ったものをマクロベントスと位置付けた。

表 3-4 (3) 参考事例：広島県尾道糸崎港

【成果及び現状】

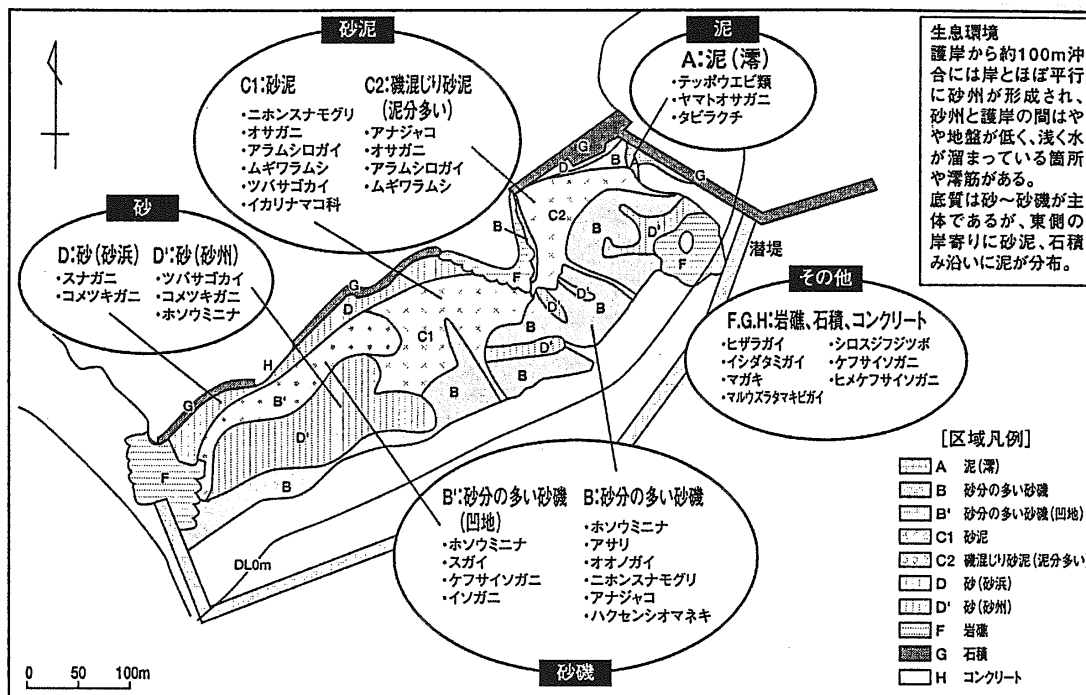


図 2 底質と生物分布 (例：海老地区)

イ. アサリの生息状況：アサリの生息密度の高い場所での調査結果をみると、福島港地区では 202 個体/0.25 m²、百島地区で 77~99 個体/0.25 m²、海老地区 200~314 個体/0.25 m² となっていた。

ウ. 希少種：各種レッドデータブックに掲載されている種は、福島港地区では 19 種確認されたが、人工干潟の百島地区で 10 種、海老地区で 17 種がそれぞれ確認された。

(2) アマモ場

尾道市の百島地区、海老地区ともに干潟造成後（1988~1990 年）に行った海草の移植では定着せず枯死したが、その後自然に海草が定着し、造成後 10 年以上経過した現在では広域にわたって群落を形成している。2002 年 8 月に実施された調査では、地盤高 D.L.+0.5~-0.5m の場所において、百島地区で約 6.7ha、海老地区で約 1.4ha、合わせて約 8ha の群落が確認された（図 3、4）。

これより多種の魚介類の産卵場、幼稚魚の保育場としての重要な機能を果たしているものと考えられる。

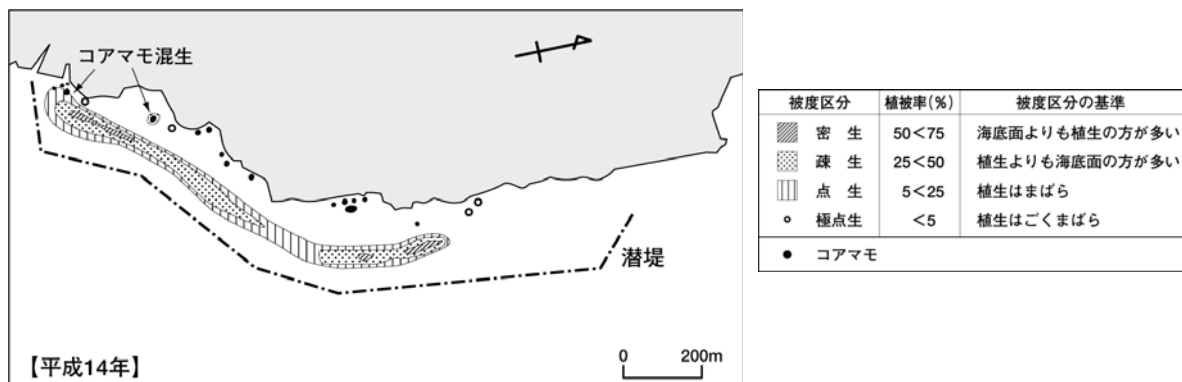


図 3 現在の百島地区

※図は、国土交通省 中国地方整備局 広島港湾・空港整備事務所（2003）のカラー原図を基に作成したものである。

表 3-4 (4) 参考事例：広島県尾道糸崎港

【成果及び現状（続き）】

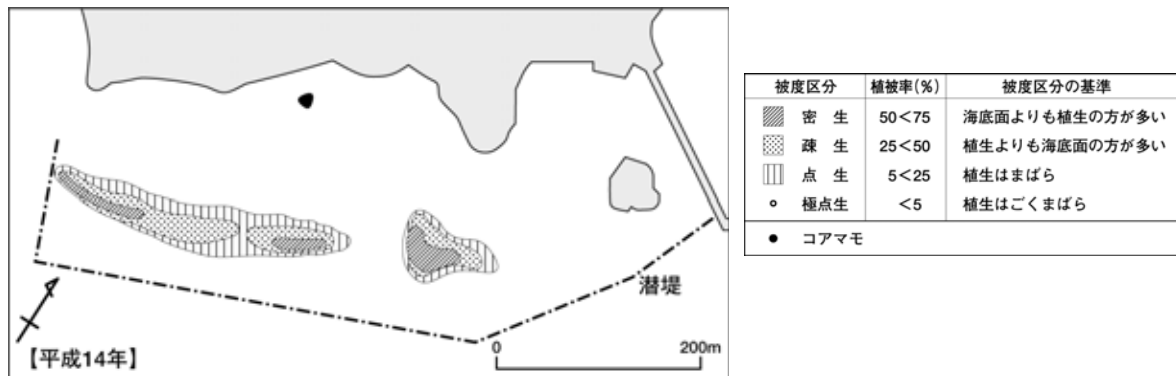


図 4 現在の海老地区

※図は、国土交通省 中国地方整備局 広島港湾・空港整備事務所（2003）のカラー原図を基に作成したものである。

【参考文献】

- ・久本忠則・竹村慎治（2002）浚渫土砂を利用した人工干潟における生物生息機能評価．国土交通省 中国地方整備局管内技術研究会論文集、53、125-128.
- ・春日井靖夫（2002）尾道糸崎港人工干潟における底生生物の生息状況．土木学会年次学術講演会概要集.
- ・春日井康夫・久本忠則（2003）広島県尾道糸崎港における干潟再生事業．海洋開発論文集、19、107-112.
- ・大山洋志（2003）港と海辺の環境再生・創造 浚渫土を用いた干潟・藻場の再生事業－尾道糸崎港3地区の干潟－．土木施工、44(7)、38-43.
- ・国土交通省 中国地方整備局 広島港湾・空港整備事務所（2003）干潟の再生（パンフレット）．

表 3-5 (1) 参考事例：広島市似島周辺海域

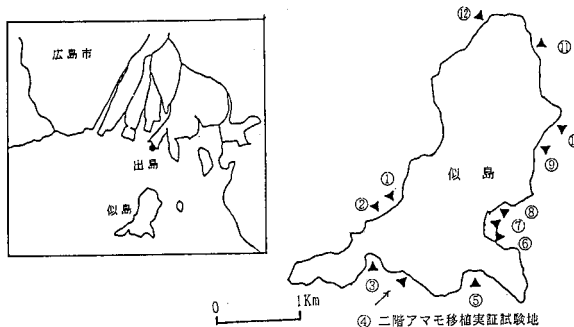
措置の名称	栽培漁業高度化計画（埋立による代替藻場造成）
実施主体	広島市
実施場所	広島県広島市似島周辺海域
実施期間	1992～
参考となる点	方針設定、方法・技術
【背景・目的】 臨海部埋立や生活・工業排水等の影響により漁業環境が悪化し、魚類の漁獲量は極端に減少している。広島市は漁業生産基盤の整備と魚介類の種苗放流を行い、1984年には「栽培漁業高度化計画」を策定した。この中で、幼稚魚の生育場として重要な役割をもつアマモ場の減少が水産業の荒廃の原因と指摘されており、広島港の栽培漁業の推進・高度化を図る上で、8.6haの藻場の造成の必要性が示された。	
【取組内容】 (1) アマモ場造成面積の算出 広島港におけるアマモ場必要量の算出を1、2、3歳魚のクロダイ（漁獲対象魚）を指標として行った。まず、クロダイ当歳魚の放流尾数と、各歳における自然死亡・漁獲係数・生残率・捕食するヨコエビの資源量を求め、次に目的とするクロダイの漁獲量を設定した。また、この漁獲量を達成するために必要なヨコエビの資源量をもとに目標とすべきアマモ場面積を算出し、この面積と現有面積との差から造成が必要なアマモ場の面積を求めた。 この結果、現状の2倍に当たるクロダイの漁獲量（放流尾数60万尾、漁獲増加量68t、他魚類増加量25t）を設定し、約8.6haの新規アマモ場造成が必要であると結論づけられた。他魚類については、クロダイの生産拡大に伴い増加すると計算された。 (2) アマモ場造成手法の検討 「移植による方法」と「播種による方法」について、手法の特徴、成果、課題の抽出が行われた。 (3) アマモ移植株採取と繁殖試験（適地選定試験） 埋立予定地の広島市出島地先から、アマモ栄養株を採取し、似島内の周囲12地点でアマモ繁殖試験を行い、適地条件、造成方法等の検討が行われた。 (4) アマモ場造成事例 広島市（水産担当課）では、(2)のアマモ場造成手法の検討成果として取りまとめられたアマモ場造成指針（後述）にしたがい、1992年2月に広島市出島地先から間引いて採取したアマモ栄養株20,000株を、似島の二階人工海浜地先の造成地1,000㎡に移植した（図1）。	
 図1 アマモ移植適地選定試験地と実証試験地（広島市似島周辺海域）	

表 3-5 (2) 参考事例：広島市似島周辺海域

【成果及び現状】

(1) アマモ場造成手法の検討成果

アマモ場造成手法の検討の結果、「移植によるアマモ場造成」は、確実性は高いと考えられるが、移植用にアマモを大量採取するため、既存のアマモ場に大きな影響を与えることが分かった。一方、「播種によるアマモ場造成」は、アマモの花枝から大量に種子を採取することが可能なため、既存のアマモ場への影響が草体の移植等と比較して少ないと考えられ、作業性も良好であった。ただし、砂の移動の大きい場所、他の海藻が繁茂している場所では確実性が低いことから、育苗して移植する必要があると考えられた。

これらの検討結果をもとに「アマモ場造成指針」を策定、以下の環境条件を調査し、アマモ場造成適地の選定を行う必要があると結論づけられた。

- ア. **水深**：似島周辺でのアマモ場の生育可能範囲は、平均海面－3m 付近までと確認された。適地選定を行う際には予定海域で深浅測量を行う必要がある。
- イ. **水質**：アマモの繁殖地の底質は細砂質が主体であり、大きな移動がないことが望ましい。そのため、底質と砂面変動の調査を実施する必要がある。
- ウ. **競合**：アマモ場内にアナアオサ等の競合海藻類が繁殖していると、アマモの生長が妨げられる。そのため、アマモ場造成の候補地点では、競合海藻の生育状況を調査する必要がある。
- エ. **漁業**：アマモは海底の砂泥の深さ数 cm に地下茎を張って生育するため、底曳網を曳くと根が流されてしまう。そのため、アマモ場造成海域を保護水面とする必要がある。

(2) アマモ場造成手法の検討成果

広島市が似島周辺海域においてアマモを移植した結果、移植後 1 年半で株数が移植時の 1.5 倍に増加し、面積が 15,000 m²程度に拡大したと報告されている。

【参考文献】

- ・水産庁漁港部建設課（1993）ミティゲーションの事例集 漁港建設技術資料(15)、50-55.
- ・森田健二（1995）沿岸域開発事業実施に伴う藻場造成の具体事例、広島港におけるアマモ場の移植造成について、「生物の豊かな環境創造の為に藻場造成技術」講習会、工業技術会。

表 3-6 (1) 参考事例：岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業

措置の名称	藻場・干潟の回復措置の検討
実施主体	防衛施設庁広島防衛施設局
実施場所	山口県岩国市
実施期間	1996～（検討期間）
参考となる点	方針設定、実施場所の選定、方法・技術、専門家の関与
【背景・目的】 岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業は、1996 年度から 2008 年度までの予定で、現基地の地先海面約 213ha を埋め立て、滑走路を約 1km 沖合に移設するものである。 本事業については、1996 年の埋立承認の手続きに際し、環境庁長官（当時）が、運輸大臣（当時）及び建設大臣（当時）に対し、「専門家の指導、助言を得て、本埋立計画地周辺海域において、最大限、新たに藻場及び干潟の造成に努めるとともに、藻の定着状況及び干潟の形成状況を計画的に監視する等により極力維持に努めること」との意見を述べている。 事業者である防衛施設庁は、1996 年 8 月に学識経験者からなる「岩国飛行場藻場・干潟回復調査研究委員会」を設置し、藻場・干潟の適切な回復を図るための検討を進めている。	
【取組内容】 (1) 岩国飛行場藻場・干潟回復調査委員会における検討 1996 年 8 月に学識経験者で構成する「岩国飛行場藻場・干潟回復調査研究委員会」が設置され、同委員会の指導・助言のもと、埋立計画地周辺を対象に消滅する藻場・干潟の適切な回復を図るための検討が進められてきた。同委員会の概要及び検討の流れ（平成 8～14 年度）を表 1、図 1 に示す。 委員会では、藻場・干潟の回復調査・検討が平成 9 年度から 5 年間にわたって実施され、その候補地区及び回復案が検討された。	
表 1 岩国飛行場藻場・干潟回復調査委員会の概要	
設置	1996 年 8 月
委員	5 名（委員長：岡田光正 広島大学大学院教授）
目的	「岩国飛行場滑走路移設事業の実施に伴う藻場・干潟の回復措置の検討に必要な指導・助言を行う」ことを目的としている。
藻場・干潟回復の基本的考え方	① 自然の藻場・干潟の形成条件を模倣することにより、なるべく管理を必要としない藻場と干潟の回復方法を数値シミュレーション等の手法を利用して検討する。 ② 地形と底質に配慮し、潮下帯の藻場と潮間帯の干潟との一体的な形成を目指す。 ③ ①と②の考え方を基本にアマモ場の形成を検討するとともに、ガラモ場の形成にも配慮する。
開催	1996 年 11 月 15 日：第 1 回検討会開催 1998 年 11 月 24 日：中間報告を公表 2002 年 7 月 31 日：第 21 回開催（意見集約）
調査研究内容	① 既往資料調査（平成 9 年度）：汀線変化調査、波浪調査、底質調査 ② 現地調査（平成 10 年度） 波浪・砂面変動・海底流況調査、横断測量 ③ 地形変化予測（平成 10～11 年度）：汀線変化モデルによる予測、3 次元地形変化モデルによる予測 ④ 形成可能環境条件の検討（平成 11～13 年度）：生育水深、水中光量、砂面変動、流速、水温、塩分、底質 ⑤ アマモ場回復研究調査（平成 9～13 年度） 藻場内窪地を対象にしたアマモ場形成試験、藻場内裸地を対象にしたアマモ場形成試験 ⑥ 藻場・干潟回復の検討・報告書作成[候補区域及び回復案の検討]（平成 12～14 年度）（参考）：藻場・干潟回復調査・設計・工事モニタリング調査（平成 15 年度以降）

表 3-6 (2) 参考事例：岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業

【取組内容（続き）】

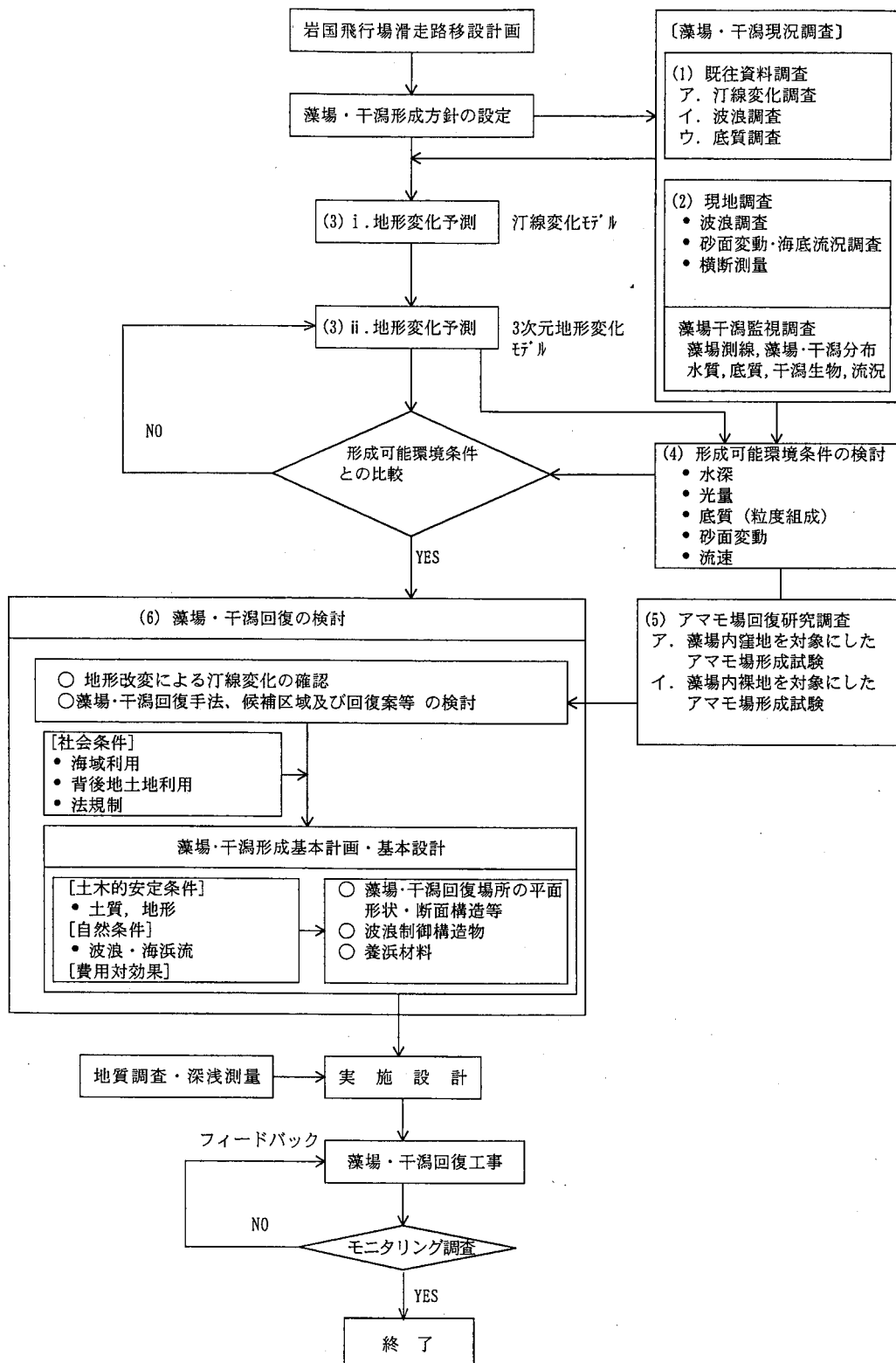


図1 藻場・干潟回復フロー

表 3-6 (3) 参考事例：岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業

【取組内容（続き）】

(2) 藻場・干潟回復の考えと方法

藻場・干潟の回復案を、以下の考え方及び方法に沿って検討した。

① 藻場・干潟回復の考え方

藻場・干潟を回復する場合、現存する生態系を保全しつつ、周辺の藻場・干潟と同様な生態系となることが望ましい。藻場・干潟回復の試みはこれまで数多く積み重ねられてきたが、移植したアマモや投入した砂の流失等によって、期待された成果が得られなかった事業もある。地盤等の安定性を考慮し、台風等で衰退しても回復を繰り返す藻場・干潟をつくることが重要である。

安定的な藻場の形成には、種子の生産場所が近隣にあること、種子が供給される水理条件にあること、生育に適した環境にあることが必要である。

干潟についても、波浪等による地盤の変動に対して、形成した生態系が一時的に変化することはあってもやがて元のような生態系に回復するような環境条件が必要である。

② 藻場・干潟回復の方法

藻場・干潟の回復は「復元」と「創出」に大きく分けられる。

ここで言う「復元」とは損傷を受けた生態系を、その損傷原因を取り除くことによって元の生態系に再形成することで、ある（Primack 1993）。これに対し、「創出」とは従来存在した生態系と異なる機能と構造の生態系をつくり出すことである（岡田 1999）。

したがって、前者においては、損傷原因の解消が主たる方策であり、環境を乱すことは少なく、元の藻場・干潟生態系への回復が期待できる。

一方、後者は生態系への介入であり、一般に海底地形の大きな改変を伴う。そのため、潮流、波浪が変化することによって、周辺の地質や地形の変化を招きやすいとされる。例えば、稲毛・幕張人工海浜では、底質の流失等が見られ、着底した稚貝が成体まで成長しない等、生物相はきわめて貧困という報告もある。

このことから、周辺と同様な安定的藻場・干潟回復には、自然地形の大きな改変を伴わない「復元」が「創出」に比べより望ましい回復方法であるとした。

(3) 対象とする藻場・干潟候補区域

岩国地先には、浚渫跡地と判断できる場所が数多くあり、かつて藻場や干潟であったと考えられる。このような場所は、埋め戻しによる「復元」が可能である。

「復元」可能場所は、提供水域内の B、C、F 区域、提供水域外の G、H 区域にある。D 区域には「復元」可能場所がないものの、南護岸隅角部の海域は堆砂傾向にあると予測された（汀線変化モデルによる結果）。海岸線の現状からも、新設された南護岸沿いの海域では堆砂傾向と藻場の沖合への拡大傾向が見られる。そのため、この海域では既存の藻場を保全、拡大しながらの「創出」が考えられている（図 2）。

河口 A 区域と E 区域では、「創出」が考えられるが、現在、C.D.L. -0.2 ～ -0.9m と浅い場所に藻場が広く分布している。ここでの藻場・干潟の回復は、土砂の投入による現存藻場の消失を伴い、また河口域の特性として流路阻害、砂面変動、濁りの流入、浮泥堆積、航路阻害等の問題があり、藻場・干潟回復場所としては不適と判断された。

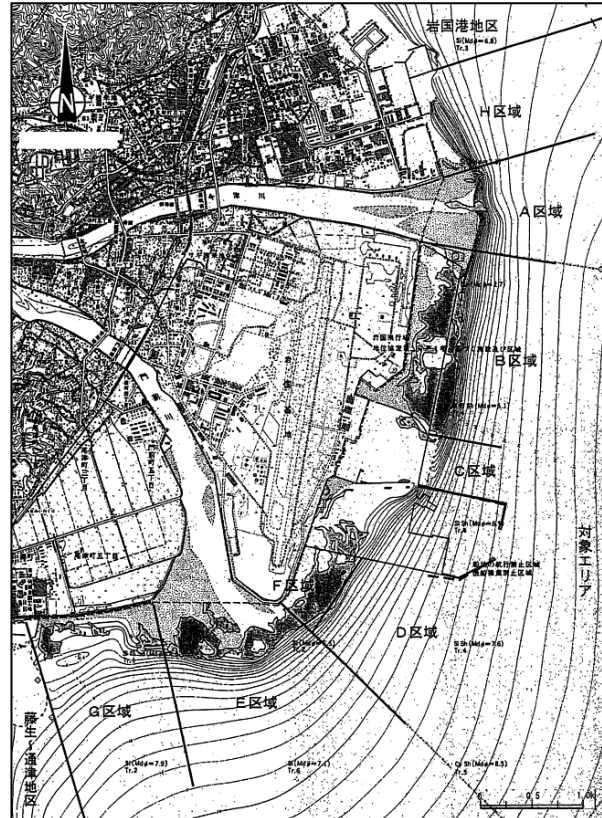


図 2 藻場・干潟回復候補区域図

表 3-6 (3) 参考事例：岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業

【成果及び現状】

以上の検討結果等から、対象とする藻場・干潟候補区域としては、表 2 のように「復元」可能な場所のある B, C, F, G, H と、「創出」を想定した D 区域の 6 区域とされた。

表 2 対象とする藻場・干潟候補区域

	対象とする藻場・干潟候補区	回復方法
提供水域内	B 区域	「復元」と「創出」
	C 区域	「復元」と「創出」
	D 区域	「創出」
	F 区域	「創出」
提供水域外	G 区域	「復元」と「創出」
	H 区域	「復元」と「創出」

(4) 対象とする藻場・干潟候補区域

検討にあたっては、回復案の採点による評価も実施している。

表 3 に示す評価項目を「藻場・干潟形成の可能性」、「周辺環境への影響」、「事業性」の 3 つの categories に区分し、それぞれ 1 点を満点として採点し評価した。各 categories の項目の配点については、1 を中項目数で除したものとし、小項目の配点は小項目数で除したものとした。各 categories の項目は、各小項目を 1、1/2、0 の 3 段階で評価し、これに前述の配点を乗じ、これらの点数を合計して各 categories の評価得点とした。

各区域毎に複数案を設けているが（表 4）、それらについて検討した結果、各候補区域毎に B-1、D-1、F、G-6、H-2 で高い得点となった（表 5）。

表 3 評価基準

評価項目		
カテゴリー	大項目	中項目
藻場・干潟形成の可能性	藻場形成環境	岩礫性藻場形成、砂面安定性、水深（光条件）、流れ藻（種子をもつ）漂着可能性、種子と地下茎による分布拡大の可能性、藻場形成後の安定性
	干潟形成環境	砂供給の可能性、砂面安定性、干潟生物群集の形成
周辺環境への影響	周辺自然環境への影響	既存藻場等の消失、藻場・干潟への影響、周辺潮流変化
	周辺社会環境への影響	アサリなどの生息場の有無、レクリエーション、航路阻害、漁業への影響
事業性	施工	藻場面積（ha）、干潟面積（ha）、養浜砂量（万 m ³ ）、構造物、施工性
	コスト	イニシャルコスト、ランニングコスト

表 4 藻場の回復案一覧

回復案			藻場面積	干潟面積	藻場消失面積	養浜砂量	構造物
B 区域	B-1	提供水域内	1ha	—	—	3 万 m ³	なし（埋め戻し）
	B-2		40ha	—	—	470 万 m ³	潜堤
C 区域	C-1		3ha	—	—	18 万 m ³	なし
	C-2		2ha	8ha	1ha	116 万 m ³	突堤＋潜堤
D 区域	D-1		5ha	—	—	11 万 m ³	潜堤
	D-2		17ha	—	—	108 万 m ³	潜堤
	D-3		40ha	—	—	444 万 m ³	潜堤
F 区域			2ha	—	—	4 万 m ³	なし（埋め戻し）
G 区域	G-1	提供水域外	11ha	—	1ha	16 万 m ³	なし
	G-2		8ha	15ha	7ha	34 万 m ³	なし
	G-3		7ha	9ha	1ha	35 万 m ³	突堤＋潜堤
	G-4		10ha	10ha	1ha	76 万 m ³	突堤
	G-5		25ha	25ha	7ha	220 万 m ³	突堤＋潜堤
	G-6		4ha	6ha	1ha	25 万 m ³	なし（自然勾配）
	G-7		33ha	17ha	7ha	250 万 m ³	突堤
	G-8		27ha	13ha	3ha	204 万 m ³	突堤＋潜堤
H 区域	H-1		6ha	6ha	—	63 万 m ³	突堤＋潜堤
	H-2		—	5ha	—	15 万 m ³	突堤

表 3-6 (4) 参考事例：岩国飛行場滑走路移設に伴う埋立事業

【成果及び現状（続き）】

表 5 対象とする藻場・干潟候補区域

候補区域		回復案	回復可能			備考
			藻場	干潟	計	
提供水域内	計画護岸	—	2	—	2	
	B 区域	B-1	1	—	1	復元（埋め戻し）
	C 区域	C-1	3	—	3	復元（埋め戻し）
	F 区域	F	2	—	2	復元（埋め戻し）
	D 区域	D-1	5	—	5	創出（嵩上げ潜堤）
提供区域外	G 区域	G-6	3	6	9	復元（埋め戻し）
	H 区域	H-2	—	5	5	復元（埋戻、突堤）

(5) 岩国飛行場藻場・干潟回復検討報告書

岩国飛行場藻場・干潟回復調査委員会における検討結果については、岩国飛行場藻場・干潟回復検討報告書として取りまとめられ、2002 年 9 月 20 日、山口県知事に報告された。この中で、次の藻場・干潟の回復案が提示されている。

回復案：対象エリアを 8 区域に分割し、計 18 案を検討。回復可能想定面積は、藻場 14ha、干潟 11ha、計画護岸 2ha の計 27ha。

【参考文献】

- ・広島防衛施設庁（2002）「岩国飛行場藻場・干潟回復検討報告書（平成 14 年 9 月）」。
- ・「岩国飛行場藻場・干潟回復検討報告書に対する環境省の見解について」（環境省報道発表資料、平成 14 年 11 月 15 日）。

表 3-7 (1) 参考事例：徳島県鳴門市櫛木地先

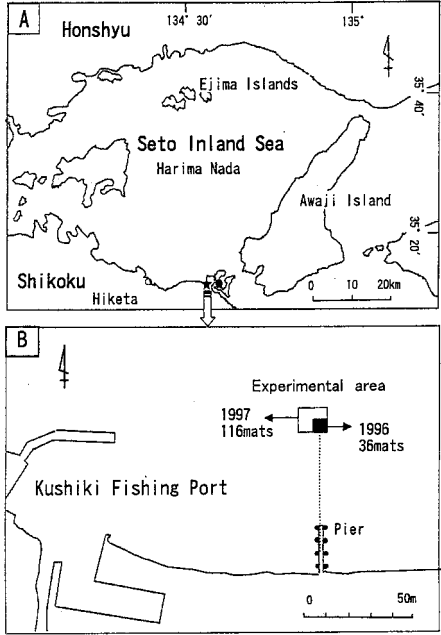
措置の名称	播種に関する調査研究
実施主体	徳島県水産試験場
実施場所	徳島県鳴門市櫛木地先
実施期間	1995～
参考となる点	方法・技術
【背景・目的】 瀬戸内海東部、播磨灘の南岸に位置する徳島県鳴門市櫛木地先は、冬の北西の季節風によって生じる波浪、海底面の砂面変動がアマモ場形成の主な制限要因となり、小規模なパッチ状のアマモが点在するのみである。 徳島県水産試験場では、波浪・流動によって生じる砂面変動を緩和する工夫を施し、なるべく管理しないで持続性の高いアマモ場を造成する技術の開発に資することを目的として、底質安定化マットを用いた播種に関する調査研究を行っている。	
【取組内容】 以下の手順により調査研究が進められた。 (1) 底質安定化マットの試作 直径 1mm のポリプロピレン繊維をヘチマ構造状に加工した半透過性構造の網にエキスパンドメタルを融着させた、縦 1 m×横 1 m×厚さ 4cm、重量 23kg と 31kg のマットを作成した。この半透過性の構造により、通過する流れのエネルギーを減衰させ、砂泥攪乱を緩和し、アマモの発芽と生育を助長する。 (2) アマモ種子の採取と保存 鳴門市瀬戸町竹島地先にある天然アマモ場から 1995 年 6 月にアマモ花枝を採取し、陸上水槽内で流水培養した。8 月に落下した種子を選別し、活性炭入りの海水で、播種時期まで 20℃の暗黒下で保存した。 (3) アマモ種子の採取と保存 播種後の種子流失を防止するため、川砂（粒径 1mm）と腐葉土を 7 対 3 で混合したものに種子（1 袋 110 粒程度）を入れた 30cm×30cm のガーゼ袋を作成した。 (4) マットの設置と播種（図 1） 櫛木漁港から東に 100 m 程度離れた栈橋先端から北へ 30～60 m、水深 DL-3～-5 m の海底の 3 ヶ所にマットの設置と播種を行った。マットは、それ自体の重量で海底面に安定する構造であった。しかし、1995 年 12 月から 1996 年 1 月にかけてマットの移動分散が見られた箇所があったことから、1996 年 1 月に全マットにスパイク（直径 5mm 長さ 25cm の鉄筋棒）を打ち込んで固定した。 播種は 1995、1996 年度の 2 年にわたって同じ手法により実施した。	
 図 1 調査研究場所	

表 3-7 (2) 参考事例：徳島県鳴門市櫛木地先

【成果及び現状】

調査結果は以下のとおり。

(1) 1995 年度設置マット (図 2)

- ・ 1 年目：8 月に平均株数 54.8 本/㎡、平均草丈 66cm の年間最大に達し、その後、平均株数及び平均草丈ともに減少した。
- ・ 2 年目：3 月には平均株数 2.4 本/㎡、平均草丈 25cm で年間最小になった後、6 月には平均株数 6.4 本/㎡、平均草丈 47cm まで回復し、花枝を形成した。
- ・ 3 年目：1 月に平均株数 0.5 本/㎡、平均草丈 28cm で年間最小となった後、5 月には平均株数 5.1 本/㎡、平均草丈 81cm まで回復し、花枝を形成した。
- ・ 4 年目：平均株数が 0.1 本/㎡まで減少し、8 月以降は全く見られなくなった。

(2) 1996 年度設置マット

- ・ 1 年目：6 月に平均株数 64.7 本/㎡、平均草丈 36cm の年間最大に達し、その後、平均株数及び平均草丈ともに減少した。
- ・ 2 年目：2 月には平均株数 1.5 本/㎡、平均草丈 24cm で年間最小になった後、6 月には平均及び数 2.2 本/㎡、平均草丈 85cm まで回復し、花枝を形成した。
- ・ 3 年目：2 月に平均株数 0.1 本/㎡、平均草丈 19cm で年間最小となった後、7 月には平均株数 1.5 本/㎡、平均草丈 75cm まで回復し、花枝を形成した。
- ・ 4 年目：1 月に平均株数が 1.3 本/㎡、平均草丈 36cm で最小となった後、7 月には平均株数 2.8 本/㎡、平均草丈 56cm まで回復し、花枝を形成し、生残していた。
- ・ 5 年目：1 月に平均株数が 0.8 本/㎡、平均草丈 62cm であったが、6 月には平均株数 3.9 本/㎡、平均草丈 49cm まで回復し、花枝を形成した。

(3) 底質の状況

底質安定化マットは、播種袋を海底面に押さえ、周辺海底の砂面が浸食を受けた冬にも砂面を安定させた。しかし、調査結果から、マット上に砂が堆積することは希であり、マット上のアマモは、秋から冬の波浪により地下茎が水中に露出する傾向がみられた。また、2 年目以降にマット上に生残したアマモは、マット上に一様に分布せず、造成地内にパッチ状に点在していた。

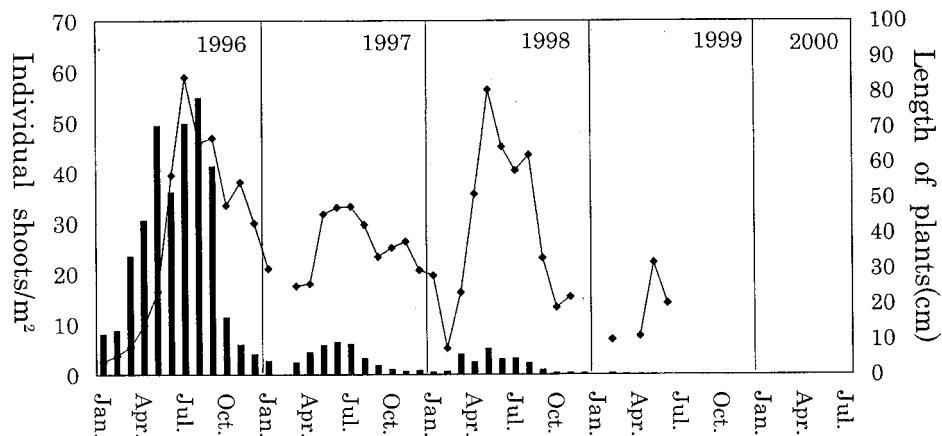


図 2 1995 年度設置マットの調査結果

【参考文献】

- ・ 團昭紀・和泉安洋・森啓介・広澤晃・寺脇利信 (1998) 底質安定化マットの播種によるアマモ繁殖、水産工学、35(1)、37-42.
- ・ 和泉安洋・広澤晃・團昭紀・森口朗彦・寺脇利信 (2002) 底質安定化マットによる 4 年間のアマモの生長と成熟、水産工学、39(2)、139-143.

表 3-8 (1) 参考事例：熊本県樋合島

措置の名称	移植による藻場造成
実施主体	熊本県
実施場所	熊本県天草郡松島町樋合島
実施期間	1989～
参考となる点	方法・技術
【背景・目的】 熊本県は、樋合島をリゾートアイランドとして総合的に開発する計画を立案した。海水浴場予定地内にはアマモの群落が分布しており、同海域の生態系に重要な「藻場」としての機能を果たしていると考えられる。そのため、熊本県は地元保護団体等と協議を行い、現存するアマモ場のうち、海水浴場建設により消滅するアマモ場 1,900 m²の生息地を計画地内に代替造成し、そこにアマモを移植した。（図 1）	
【取組内容】 措置に当たっては、計画地内にあるアマモの生育環境を把握し、課題の抽出を行った。 (1) アマモの生育環境の把握 アマモの分布範囲、形状とともに周辺海域を含めて水質、底質、水中光量の調査を行い、移植地の設計条件を以下のとおりとした。 ・移植地の水深は L.W.L.±0m～－1m の範囲で、船舶等の航行に支障がない範囲で可能な限り浅くするとの考えから、L.W.L.－0.5m～－1.0m の範囲とした。 ・移植地の底質は砂質を主体とし、中央粒径は可能な限り生育地の粒径に近づけるとの考えから、中央粒径 0.2～0.3mm の海砂を用いる。 (2) 生育地盤の安定性 アマモの根の深さは海底面から 10cm 程度しかないので、地盤が洗掘されると流失する。したがって、移植造成したアマモ場が恒久的に維持されるには、生育地盤の安定性が欠かせない。そのため、アマモ移植地は砂止め堤に接する位置とし、また移植地に接する砂止め堤のレベルは当初の L.W.L.－1.5m から計画を変更し、アマモ移植地の上限水深である L.W.L.－0.5m まで嵩上げした。 (3) 技術的課題（移植方法） アマモの移植方法には様々なものがあるが、いずれも活着率、作業性、コスト等に難点があり、試験段階でも成功例は少ない。ここでは、粘土結着覆土法（アマモの地下茎に粘土を巻き付けて海底土中に植え込む方法）が導入された。 この手法では、活着率は 100%に近く、作業性・コストの面でも優位とされた。なお、この手法の有効性を確認するため、計画地内の一部において移植試験を実施した（1990 年 3 月）結果、移植したアマモは半年間で 1.3～3 倍に増殖した。	
図 1 位置図及び事業概略平面図 ※図は、水産庁漁港部建設課（1993）の原図に加筆したものである。	

表 3-8 (2) 参考事例：熊本県樋合島

【取組内容（続き）】

(4) 移植時期

我が国沿岸に分布するアマモの一般的な生活史を踏まえ、アマモの移植時期は生長が活発で花枝を形成する前の冬季に実施することとした。

(5) 移植密度と移植株数

アマモの移植密度による生育状況の違いを比較した結果をもとに、移植密度は 25 株／㎡とし、合計 47,500 株（25 株×1,900 ㎡）とした。

(6) メンテナンス

アマモの生息地は砂泥地盤上であり、しかも他の工事における工程上の都合から、造成した移植地の養生期間を十分に確保することができなかった。

なお、アマモの移植後に地盤の沈下や波浪による洗掘が発生することも予想されたことから、移植地内の代表箇所に鉄筋棒を打ち込み、その先端から海底面のレベルを記録することで、地盤変動の結果を把握できるように配慮した。

(7) アマモ移植地の設計

アマモ移植地の設計は、造成の技術的課題を考慮し、養浜砂の沖合への流出を防止し造成後の安定性向上を図るため、潜堤に隣接する位置とした。また、潜堤に接しない部分については現地盤までの勾配を 1／30 の緩傾斜構造とした。

【成果及び現状】

アマモ移植事業は、海水浴場建設により消滅するアマモ場を計画区域内に造成したマウンドに移植造成するものであり、沿岸砂泥域における生態系の構造的基盤である「藻場」としての機能を果たす必要がある。このため、移植したアマモの生育状況とともにアマモ場内に出現する生物の出現状況についても観察を行った。

(1) アマモの生育状況

移植地内に生育するアマモを 5 ヶ所で追跡調査した結果、1991 年 1 月に 25 株／㎡の密度で移植したアマモは、移植後 1 年目には平均 20 株／㎡とやや減少していたが、移植後 2 年目には平均 51 株／㎡へと増加し、移植地全体では約 10 万株（移植時の 2 倍）が生育しているものと推計された。また、移植を行った水深 D.L.－0.5m～－1.0m の範囲では、浅い地点で生育株密度が高かった。

(2) 環境保全効果

アマモ移植地内にはメバル、ウミタナゴ、アミメハギといったアマモ場に良く出現する魚類が多数観察されたほか、アオリイカやアメフラシ等の卵塊、ハゼ科やネズッポ科の幼稚魚もみられ、沿岸生物の産卵、生育場の産卵、生育場として機能していることが確認された。

(3) アマモ生育地盤の安定性

アマモ生育地盤の安定性は、移植時に事業地内に設置した鉄筋棒先端から海底面レベルまでの長さを測定・比較することにより確認した。その結果、移植後 1 年目では一部で数 cm 程度の洗掘が認められたが、移植後 2 年目には調査した全ての地点で堆積傾向にあることが確認された。

【参考文献】

- ・水産庁漁港部建設課（1993）ミティゲーション事例集、漁港建設技術資料、15、26-33.

用 語 集

用語集

本章では、「藻場の復元に係る配慮事項」で使用した主な用語について説明する（五十音順）。

【ア】

一次生産

独立栄養生物（無機栄養生物）による有機物生産をいう。基礎生産と同義。これに関与する生物を生産者（一次生産者）と呼ぶ。一般には、光合成による有機物生産がその大部分を占めるが、 H_2S の存在するような還元環境などでは、化学合成生物が一次生産を行う特殊な生態系も存在する。一次生産の語は有機物生産を示すのが普通で、二次生産とは正確に対応しないことから、この語を植物体生産の意味で用い、有機物生産を基礎生産と呼ぶ意見もある。なお、物質ではなく、エネルギーに重点をおいて、光合成によるエネルギー固定だけをいう立場もある¹⁾。

一次生産力は、光合成を行う植物による面積当たりの生物体量の生産速度²⁾、生産者の光合成又は化学合成によって有機物として固定されたエネルギーのある期間の量、あるいはその有機物のある期間当たりの重さ³⁾を指す。

一年生アマモ

多年生のアマモと異なり、発芽後一年以内に種子をつくって枯死する型^{4,5)}のアマモを指す。すなわち、実生の全てが花枝になるアマモのことで、水深が深い場所や、低塩分、高水温など、アマモの生育にとって厳しい環境条件への適応型と考えられている⁵⁾。静岡県浜名湖、宮城県万石浦、三重県英虞湾、鹿児島湾⁶⁾、岡山県東部沿岸など⁵⁾で、その分布が知られている。

遺伝的多様性

一つの種でも、生息する地域によって、また同じ地域内の集団でも個体によって形態や遺伝的形質に違いがあること²⁾。遺伝子の多様性又は遺伝的変異と言い換えられる⁷⁾。同じ種に属する個体間の遺伝的な差異が、種間でみられる多様性の基礎をなしている。分子レベルの研究によって、ほとんどの種に遺伝的変異性が豊富に見出されることが明らかになった。実際に、ほとんどすべての種の個体は、遺伝的に異なっている。遺伝子の多様性は、単一の遺伝子から明白な複数の遺伝子座の特性まで、様々なレベルで説明することができる。これらは個体群内、並びに、個体群間の遺伝的変異性として現われる。遺伝的多様性の総量と分布は種

によって大きく異なっており、その仕組みについては十分には解明されていない。しかし、種内の遺伝的多様性が環境状況の変化に適応するために必要であることは、十分に確認されている⁸⁾。

影響フロー図

開発行為による影響が類型や注目種あるいは生態系の機能などにどのように伝わっていくかを図示したもの。影響フロー図をまとめることにより、ネットワーク的関係を持っている影響要因と環境要素や生物との関係や、影響の伝播経路をわかりやすく示すことができる⁹⁾。

影響要因

環境影響を与える側としての行為の内容。影響要因は、次のように、「工事」と「存在・供用」の二つに区分される。

「工事」は、「事業（特定の目的のために行われる一連の土地の形状の変更）並びに工作物の新設及び増改築」を行う、いわば事業としての土地又は工作物が完成するまでを指す。

「存在・供用」は、「当該工事が完了した後の土地又は工作物の存在及びこれらの供用に伴い行われることが予定される事業活動その他の人の活動」を指す¹⁰⁾。

これら二区分において、環境に影響を及ぼしうる要因を更に細区分として抽出できるようにしている。細区分に当たっては、「工事」又は「存在・供用」に関し、物質などを排出し、または既存の環境を損ない若しくは変化させるなどの要因を整理する。例えば、「工事」であれば、工事用資機材等の搬出入、建設機械の稼働などであり、「存在・供用」であれば地形改変及び施設の存在、施設の稼働などである¹⁰⁾。

【カ】

開発行為

環境影響評価法においては、土地の形状の変更、工作物の新設などの土木工事又は建設工事のことを指す¹⁰⁾。

環境影響

事業の実施が環境に及ぼす影響には、建設工事の実施中の影響にとどまらず、事業が完成した後に事業の成果物が存在し、または供用されることによる影響を含めることが適切である。例えば、道路の事業の場合、道路が建設されることに伴う自然環境への影響のみではなく、道路が供用された場合に、走行する自動車による騒音や大気汚染も環境影響に含まれる¹⁰⁾。

環境影響評価

環境影響評価（環境アセスメント）とは、ある行為の実施前にその行為が及ぼす影響がどのくらいか見積もり（予測）、必要な対策を検討した結果とあわせてとりまとめて公表し、外部から提出された意見を検討し、必要に応じて影響の予測結果や対策を修正するという手続をいう。環境影響評価は、事業者が、このような手続を通して得た情報・意見をもとに、環境の保全についてより適切な配慮をすることを支援し、確保するためのものである。なお、事業の可否については、環境影響評価の結果のほか、雇用効果、経済効果なども考慮の上、総合的見地から判断される。

環境影響評価法

本法は主として手続を定める法律として構成されている。すなわち、事業者が、事業実施が環境に及ぼす影響について調査、予測及び評価等を行う環境影響評価を実施することとし、方法書、準備書、評価書の順を踏んで、地方公共団体や環境の保全の見地からの意見を有する者、許認可等を行う者、環境大臣から意見を聴取して最終的な書面を作成し、これを事業に係る許認可等に反映するという手続を定め、この手続の履行を通じて、その事業に係る環境の保全について適正な配慮がなされることを確保しようとするものである。

環境の保全に適正な配慮をして事業を実施しようとする場合、その配慮の仕方としては様々な方法が考えられるところであり、特に事業や環境保全措置の代替案がある場合にいずれを選択するかは事業者の自主的な判断に委ねられるべきものである。同法は、このような考えに立って同法に定める手続を履行することによって、事業者において自主的に環境の保全に適正な配慮がなされるというセルフコントロールの考え方を基礎としている¹⁰⁾。

環境基本法

環境基本法は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ともに、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定める法律であり、環境基準の設定、環境基本計画及び公害防止計画の作成、審議会等の具体的な施策に関する規定も含まれているが、その大半は、施策の方向性を示す訓示規定やいわゆるプログラム規定で構成されている。

環境基本法においては、第四条の基本理念において、社会活動その他の活動による環境への負荷をできる限り低減することなどによって、持

持続的に発展することが可能な社会を構築することが重要であるとされていることを受け、事業活動の全ての段階において環境の保全に配慮した活動を求めることとしている。

第八条では、第四条の基本理念において社会経済活動その他の活動による環境への負荷をできる限り低減することなどによって持続的に発展することが可能な社会を構築することが重要であるとされていることを受け、事業者についても事業活動の全ての段階において、環境の保全に配慮することを責務として明らかにしたものである。

環境保全措置

環境の保全のための措置をいう。環境影響を回避する措置から、避けられない影響を代償する措置まで含む幅広い概念である。事業位置の変更、基本的構造の変更から、工期の変更、運用条件の変更までを含んでいる。

環境影響評価法においては、事業による環境影響が極めて小さいと判断される場合を除いて、事業者は環境への影響を回避し、低減し、必要に応じて代償措置を行うなど、環境保全措置を検討することとされている。

環境要素

環境要素とは、事業の実施によりどのような環境に影響が及ぶかという環境影響評価の項目を選定する視点としての区分であり、いわゆる「環境」を区分するものではないことに注意が必要である。環境基本法第十四条において環境保全施策に係る三つの方向性（「環境の自然的構成要素の良好な状態の保持」、「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全」、「人と自然との豊かな触れ合い」）が示されているが、これを基本として、これらに横断的で、かつ、環境への負荷の量で捉えられることが適切なものとして「環境への負荷」を加え、この四つを大区分とし、従来の環境影響評価の項目との関連性も考慮して、これらに含まれるべき要素を、必要に応じその下位の区分として示すものである⁹⁾。生態系に関しては、「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全」という大区分の中に含まれる要素として示されており、生態系にはさらに“地域を特徴づける生態系”という細区分が示されている¹¹⁾。

基盤環境

ある地域の生態系を形作る上での基盤となっている環境要素を総称して基盤環境と呼ぶ。対象地域の生物の分布を理解する上で欠かせない環境、例えば地形や地質、水域の塩分濃度などがこれに当たる。植生をこれに含めることもある¹²⁾。

基本的事項

基本的事項とは、「環境影響評価法第4条第9項の規定により主務大臣及び建設大臣が定めるべき基準並びに同法第11条第3項及び第12条第2項の規定により主務大臣が定めるべき指針に関する基本的事項を定める件」（平成9年環境庁告示第87号）の略称であり、環境影響評価法の規定に基づき環境大臣が定めて公表したものである。

環境影響評価法の対象となる全ての事業種に対し、横断的に共通する基本となるべき次の3つの考え方を取りまとめたものである。

- ① 第二種事業の判定の基準（「判定基準」）
- ② 環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針（「環境影響評価項目等選定指針」）
- ③ 環境の保全のための措置に関する指針（「環境保全措置指針」）

これらのうち、本配慮事項において最も重要なのは、③の環境保全措置指針である。これは、環境保全措置の検討の目的を、事業による環境影響がある場合等において、適切な環境配慮を事業計画に組み込むこととして示しているものである。

法の対象事業は、道路、ダム、鉄道など多岐にわたり、それぞれ基本的に備えるべき事業の諸元や立地条件などの特性を有していることから、これらの基準や指針は事業種ごとに主務省令により個別に定めることとされた。個別具体的内容は個々の主務省令に委ねる一方で、一定の水準を保ちつつ適切な内容が定められるよう、これらに共通する基本となる考え方については、あらかじめ環境大臣が基本的事項として示し、これを判断基準や指針の策定のガイドラインとするものである¹⁰⁾。

個体群

ある空間を占める同種個体の集まり。ただし、その地域の大きさと実体は、当面の研究目的に応じて、恣意的に決められることが多い¹³⁾。一般的にはその内部で遺伝的交流があり、他の個体群とは何らかの隔離がある¹⁴⁾。

対象となる空間の規模には限定がなく、例えばモンシロチョウという1生物種に対して、あるキャベツ畑の個体群、京都地域の個体群、本州全体の個体群、更には全地球上の個体群というように、解析や考察規模に応じた任意の規定が可能である。

【サ】

事業特性

事業の内容であり、一般的には、以下のものがある¹⁰⁾。

- ① 対象事業の種類

- ② 対象事業の位置（対象事業実施区域、施行区域、敷地境界など）
- ③ 対象事業の規模
- ④ 事業計画の概要及び諸元
- ⑤ 供用時の運用計画の概要
- ⑥ 工事実施計画の概要（工法、機関、工程計画、仮設工作物の計画などの工事の実施計画の概要）
- ⑦ その他の対象事業に関する事項（特に環境影響が生じるおそれのある事項）

事業特性の把握は、環境影響評価の項目、調査・予測・評価手法を選定するために必要な情報を得ることを目的として行う。把握すべき事業特性に係る情報は、事業種ごとに各主務省令において定められている。

自然環境保全基礎調査

「みどりの国勢調査」とも呼ばれる。自然環境保全法の第四条に基づき、国土の自然環境を総合的に把握し、自然環境保全施策を講ずるための基礎資料を得るための調査。1973年からおおむね5年ごとに実施されている¹⁵⁾。

第4回自然環境保全基礎調査の場合、藻場についての調査内容は、以下のとおりである。日本沿岸全域の藻場の存在する海域（39都道府県）を対象とし、平成元年度から3ヶ年にわたり実施された。現存する藻場については、分布域の位置及び範囲、面積、タイプを、また消滅藻場については消滅域の位置及び範囲、面積について調査している。¹⁶⁾

実行可能なより良い技術

事業者にとって科学的知見、施工性、経済性などの観点から実行可能であり、目的とする環境保全を達成するのに最も効果的な技術群をいう。¹⁰⁾

順応的管理

順応的管理（adaptive management）とは、不確実性の大きなシステムを対象とした管理手法のひとつであり、管理の方針及び実施をモニタリングによって常に検証し、継続的に改善して行くための総合的な取組である^{*a}。

生態系は、人間活動をも含めた極めて多様な要素とそれらの間の関係からなる複雑なシステムであり¹²⁾、絶えず変化し続けているために予測の不確実性が著しく高い対象である¹²⁾。そのため、生態系の管理はそのような不確実性への対応ができるように順応性がなければならず、また試行錯誤あるいは調査によるフィードバックの要素を含んでいなければならない

^{*b}。

^{*a}： Sit and Taylor (1998)¹⁸⁾ を参考とした。

^{*b}： UNEP (2000)¹⁹⁾ を参考とした。

準備書

「環境影響評価準備書」のこと。環境影響評価法第十四～二十条に規定されている。事業者は、方法書に対する意見を勘案・配慮して環境影響評価の項目などを選定し、環境影響評価を実施する。準備書は、この「環境影響評価の結果について環境の保全の見地からの意見を聴くための準備として」作成する文書である。「方法書」同様、準備書段階においても、地域の環境情報を補完する観点から、意見を有する者、地方公共団体（都道府県知事、市町村長）が意見を述べることができるとされている¹⁰⁾。

新・生物多様性国家戦略

1992年、国連環境開発会議（地球サミット）に併せて、「生物の多様性に関する条約」（以下、生物多様性条約という）が採択された。この条約に基づき、我が国においても1995年地球環境保全に関する関係閣僚会議で、「生物多様性国家戦略」を策定した¹⁷⁾。これは、将来の世代になっても、生物多様性の恵みを受け取ることができるよう、生物多様性の保全と持続可能な利用に関する基本方針と国のとるべき施策の方向を定めたものである。この「生物多様性国家戦略」では、施策の実施状況について毎年点検を行うとともに、概ね5年程度を目途に見直しを行うことが規定された。そのため、「生物多様性国家戦略」の全面的な見直しを行い、2002年に「新・生物多様性国家戦略」を決定した。

「新・生物多様性国家戦略」では、生物多様性の現状と課題を認識し、生物多様性の保全及び持続可能な利用の理念と目標を掲げ、生物多様性の①保全の強化、②自然再生、③持続可能な利用を基本方針として提示している。この基本方針には、藻場についても、その保全の強化と、再生・修復の必要性が示されている。

スコーピング

スコーピングとは、環境影響評価において事業者が実際の調査、予測、評価を開始する前に、事業の概要と実施しようとする環境影響評価の作業内容を公開し、それについて住民・専門家・行政などの外部の意見を聴取することによって、環境影響評価の内容を絞り込む手続きである¹⁰⁾。方法書の作成から各主体の意見の聴取を経て、環境アセスメントの項目及び手法の選定に至るまでの一連の過程を指す、項目及び手法を「絞り込む」という意味で「スコーピング」という。

生態系

生物群集と無機的環境からなる一つの物質系³⁾を指す。1935年にA.G. Tansleyによって初めて用いられた。生物的構成要素は生産者・消費者・分解者に、無機的環境の構成要素は大気・水・土壌・光などに分けられる。これらの各構成要素は、環境作用(action)・環境形成作用(reaction)あるいは生物相互作用(coaction)によって動的に結合されている。系内では、無機物→有機物→無機物という物質代謝が行われ、それにしたがってエネルギーあるいは物質が循環している³⁾。

生態系の機能

生態系の基本的な機能として、エネルギーの流れ、物質循環、系の維持をオダムはあげている。こうした機能は、具体的には生物の生息場所の供給、水質の浄化、生物資源の生産などであり、人間に多大な恵みを与えることから、生態系の機能をecosystem serviceと呼ぶこともある。生態系の機能と構造は密接に関係している¹²⁾。

藻場の機能については、物質循環、生物の共存、環境保全の三つの機能があげられる。物質循環機能は、一次生産及びその分解物を基点とした食物連鎖を通じて生物資源の生産および分解に関する物質を循環させる機能に分けられる。生物の共存機能は、幼稚魚育成、餌料供給、産卵場形成、生物多様性維持という各機能を指す。環境保全機能としては、水質の浄化、底質安定化、環境形成・維持機能があげられる。

生態系の構造

生態系の構成要素のなす構造のこと。食物連鎖構造、森林などにおける階層構造、物質生産構造、生物群集と基盤環境の対応関係などがこれに当たる¹²⁾。

藻場の構造とは、生物的構成要素と無機的環境の構成要素（「1.1.3 藻場の構造と機能」参照）が各々あるいは一体となってなす構造を指すものである。具体的には、海草などの生物的構成要素のなす構造としては、種組成を含む群落構造、食物連鎖構造などがあり、生物的構成要素と無機的環境の構成要素が一体となってなす構造としては、物質生産構造などがあげられる。

なお、主な生物的構成要素として、植物については海草類の密度、被度、面積、草丈、成長率などや付着微細藻類の種組成、現存量、生産力などが、動物については、葉上動物、葉間性浮遊動物などの小型動物・魚類などの遊泳性動物・底生生物などの種組成、個体数あるいは現存量などがあげられる。無機的環境の構成要素としては、水（水質：濁度、水温、塩分、栄養塩類濃度など。流況：流速、波浪など）、光（水中光量など）、基質（底質：粒度組成、有機成分組成、漂砂、砂面変動の状

況（堆積物の安定性）など）、地勢（干出の有無、地形、勾配の状況など）があげられる。

生物多様性

生物の間に見られる変異性を総合的に指す言葉であり、生態系（生物群集）、種、遺伝子（種内）の3つのレベルの多様性により捉えられる。この生物多様性の保護に関して、「生物の多様性に関する条約」が1993年12月、157カ国の締約によって発効した¹²⁾。生物多様性の保全とは、様々な生物が相互の関係を保ちながら、本来の生息環境の中で繁殖を続けている状態を保全することを意味する。

【タ】

地域特性

環境影響評価においては、対象事業実施区域及びその周囲の地域の自然的・社会的状況をいう¹⁰⁾。

スコーピング段階における地域特性の把握は、対象となる地域の全国的位置づけ、基盤となる環境の類型区分、生態系の概略について明らかにすることにより行う⁸⁾。

デトリタス

非生体的有機物（生物の死骸や排泄物など）を、それを基質として繁殖している微生物と区別しないで総称したもの³⁾。

【ハ】

バイオターベーション

堆積物の表面や中に棲む生物による基質の物理的攪拌のこと¹⁾。

評価書

「環境影響評価書」のこと。環境影響評価法第二十一～二十七条に規定されている。評価書は、外部手続きにより地域の環境情報を補完しつつ、事業者自らが環境影響評価を実施した結果を取りまとめた文書である。環境影響評価の最終的な結果は、これまでの手続きに関与した者（意見を有する者及び地方公共団体）に周知する必要がある、また、当該事業に係る許認可等の判断の用に供するとともに、事業の実施の際の環境の保全上の配慮の用に供することが、当該事業に係る環境の保全についての適正な配慮がなされることを確保する上で必要である¹⁰⁾。

復元

米国NRC(National Research Council)のCommittee on Restoration of Aquatic Ecosystemでは、復元restorationを「生態系を攪乱以前とほぼ同じ状態にまで回復させる こと」と定義している²⁰⁾。本配慮事項で扱う「藻場の復元」という語は、これに準拠するものである。

巻末の参考資料を参照。

物質循環

生態系の生物要素間及び生物・非生物要素間を物質が循環することという。物質、特に栄養物質にとって、非生物的環境や生物は、全てその貯留場所であり、生活活動などに伴い、特定の循環時間・循環率をもって、一つの貯留場所から他の貯留場所へと、自身もその物理化学的性状に変化を受けつつ、移動する²¹⁾。

腐食連鎖

食物連鎖のうち、生物の死体・排泄物など、有機物の分解過程にみられるもの。まず微生物、次いで他の腐植性生物、更にそれを食う捕食者という連鎖がみられる³⁾。腐植食物連鎖ともいう¹⁾。

方法書

「環境影響評価方法書」のこと。環境影響評価法第五～十条で規定されている。方法書は、「対象事業に係る環境アセスメントの調査、予測、評価を行う方法」について、環境保全の見地から意見を求めるために作成する。方法書に対しては、地域の環境情報を補完する観点から、意見を有する者、地方公共団体（都道府県知事、市町村長）が意見を述べることでできるとされている¹⁰⁾。

【マ】

ミティゲーション

開発事業による環境に対する影響を軽減するための全ての保全行為を現す概念をいう。米国環境保全審議会（CEQ）が1978年に設定した指導要領によると、ミティゲーションは次のように説明される²²⁾。

- ① 回避（Avoid）：ある行為またはその一部の行為をしないことにより、環境影響を回避する。
- ② 最小化（Minimize）：ある行為やその実施の程度、規模を制限することにより、環境影響を最小化する。
- ③ 修正（または矯正 Rectify）：影響を受けた環境を修復、再生又は復元することにより、環境影響を修正（または矯正）する。

④ 軽減／消失（Reduce / Eliminate）：ある行為の期間中の保存及び維持活動によって、経年的な環境影響を軽減又は消失させる。

⑤ 代償（Compensate）：代替的な資源又は環境で置き換えるか、または資源や環境を別途提供することにより、環境影響を代償する。（以上、文献^{11、15、22}）より作成）

代償は、環境整備のパターンによって、復元（restoration）、創出（creation）、増強（enhancement）に分類される。また、位置的にも、ほぼ同位置（on-site）と遠隔地（off-site）で行われるものとして分類され、内容によっても開発前と同種（in-kind）の環境と異種（out-of-kind）のものとして分類される²²）。

無機的环境

本配慮事項では、物理化学的環境要因で構成される非生物的環境と同義¹⁾に用いる。無機的環境の構成要素は、大気・水・土壌・光などに分けられる³⁾。

【ラ】

類型区分

環境影響評価の対象地域は、多くの場合、複数の生態系の集まりであり、それぞれの生態系がモザイク状に複合して存在している。このような対象地域の生態系の概況をつかむためには、適宜類型区分を行い把握することが有効である¹¹⁾。

類型化に当たっては、生態系が非生物空間、生物群集、生物による機能（場を構成する生物）の三者から構成されているという観点から、構造的要素と生物的要素の組合せを整理し、干潟、藻場などという一般的に認識されやすい名称の生態系区分とすることが考えられる¹¹⁾。この考えに基づいた沿岸域の類型区分としては、砂浜、礫浜、岩礁域、貝礁、サンゴ礁、マングローブ林、干潟、海草藻場（アマモ場など）、海藻藻場（ガラモ場、コンブ場、アラメ場、ワカメ場、テングサ場、アオサ・アオノリ場など）、ヨシ原などがあげられる。

レッドデータブック

個々の種の絶滅の危険度を評価し、動植物の分類群ごとに選定・公表されたレッドリスト（絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）を基に、それぞれの種の生息状況などを取りまとめ、編纂したもの。環境省は、絶滅確率の程度に応じ、基本的に次表のようなカテゴリーに区分している²³⁾。

カテゴリー区分
● 絶滅（EX）：我が国では既に絶滅したと考えられる種
● 野生絶滅（EW）：飼育・栽培下でのみ存続している種
＜絶滅危惧＝絶滅のおそれのある種＞
● 絶滅危惧Ⅰ類：絶滅の危機に瀕している種
○ 絶滅危惧ⅠA類（CR）：ごく近い将来における絶滅の危険性が極めて高い種
○ 絶滅危惧ⅠB類（EN）：ⅠA類ほどではないが、近い将来における絶滅の危険性が高い種
● 絶滅危惧Ⅱ類（VU）：絶滅の危険が増大している種
● 準絶滅危惧種（NT）：現時点では絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種
● 情報不足：評価するだけの情報が不足している種

別表－1 復元および藻場の復元について

本配慮事項で用いる「復元」は、英語のrestorationに相当する。“ restoration ” は、米国のSociety for Ecological Restoration International (SER)の定義によれば、「悪化、損傷、破壊された生態系の回復を助けるプロセス」^{*a}とされる。

^{*a} : Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed.

また、米国のNational Research Council(NRC)では、その報告書においてrestorationを「生態系を攪乱前とほぼ同じ状態まで回復させること」^{*b}や「攪乱以前の機能並びにそれに関連した物理的・化学的及び生物学的特性の回復」^{20)*c}として定義している。その目標は、「生態学的景観ecological landscapeと一体化された自然の自己規律システム（自然の摂理）にできるだけ近い状況を作り出すこと」^{*d}とされている。

^{*b}: restoraton is defined as the return of an ecosystem to a close approximation of its condition prior to disturbance.

^{*c} : the term *restoration* means the reestablishment of predisturbance aquatic functions and related physical, chemical, and biological characteristics.

^{*d} : The goal is to emulate a national, functioning, self-regulating system that is integrated with the ecological landscape in which it occurs.

米国のNOAA（National Oceanic and Atmospheric Administration）のガイドラインにおける定義も、「何らかの取組により、攪乱または完全に改変された状態を、これまでに存在していた自然の状態あるいは改善された状態に戻すこと」^{*e}とされている。

^{*e} : returned from a disturbed or totally altered condition to a previously existing natural, or altered condition by some action. Restoration refers to the return of a pre-existing condition.

「復元」という語は、生息地の創造 (creation)、リクラメーション (reclamation)、リハビリテーション (rehabilitation) などとは異なり、これらの個別的処理によっては達成できない全体的なプロセスを意味し、生態系を以前の自然の状態に回復させることを目指すものである²¹⁾。「機能を考慮せずに構造だけを再生し、あるいは自然の構造にほとんど似ていない人工的な構造に機能だけを盛り込むだけでは、復元とは言えない」²⁰⁾。海草類の移植・播種・生育場の造成などが適切な環境保全措置となるためには、“ 悪化した生態系、損傷した生態系、あるいは破壊された生態系の回復を助けるプロセス ” としての復元が必要である。そのため、“ 攪乱以前の機能並びにそれに関連した物理的・化学的及び生物学的特性の回復 ” が不可欠である。

用語集引用文献

- 1) 八杉龍一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆（1996）岩波生物学辞典 第4版. (株)岩波書店、2027pp.
- 2) 巖佐庸・松本忠夫・菊沢喜八郎・日本生態学会（2003）生態学事典. 共立出版(株)、682pp.
- 3) 沼田真（1974）生態学辞典. 467pp、築地書館.
- 4) Keddy, C.J. and D.G.Patriquin（1978）An annual form of eelgrass in Nova Scotia. *Aquat. Bot.*, 5:163-170
- 5) 田中丈裕（1998）アマモ場再生に向けての技術開発の現状と課題. 関西水圏環境研究機構 第11回公開シンポジウム. 講演要旨 p.25-47.
- 6) 今尾和正・伏見浩（1985）浜名湖におけるアマモ（*Zostera marina* L.）の生態、特に一年生アマモの成立要因. 藻類、33：320-327.
- 7) 樋口広芳（1998）保全生物学. (財)東京大学出版会、253pp.
- 8) 環境庁（1996）資料 1 世界の生物多様性アセスメント（政策立案者のための概要）. P.131-181. 多様な生物との共生をめざして—生物多様性国家戦略—. 大蔵省印刷局、201pp.
- 9) 環境庁企画調整局（2000）自然環境のアセスメント技術（Ⅱ）生態系・自然とのふれあい分野の調査・予測の進め方. 環境庁環境影響評価技術検討会中間報告書. 大蔵省印刷局、417pp.
- 10) 環境庁環境影響評価研究会（1999）逐条解説環境影響評価法. (株)ぎょうせい、745pp.
- 11) 環境庁企画調整局（1999）自然環境のアセスメント技術（Ⅰ）生態系・自然とのふれあい分野のスコーピングの進め方. 環境庁環境影響評価技術検討会中間報告書. 大蔵省印刷局、358pp.
- 12) 生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会（2002）環境アセスメント技術ガイド 生態系. (財)自然環境研究センター、277pp.
- 13) Begon, M., J.L. Harper, C.R. Townsend (堀道雄 監訳)（2003）生態学—個体・個体群・群集の科学（原著第3版）. 京都大学出版会、1304pp.
- 14) 玉井信行・奥田重俊・中村俊六（2000）河川生態環境評価法 潜在自然概念を軸として. (財)東京大学出版会、270pp.
- 15) 環境アセスメント研究会（2000）環境アセスメント基本用語事典. 原科幸彦・横田勇監修、262pp、(株)オーム社.
- 16) 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター（1994）第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書（干潟・藻場・サンゴ礁調査）第2巻 藻場. 400pp.
- 17) 生物多様性政策研究会（2002）生物多様性キーワード事典. 中央法規出版(株)、247pp.
- 18) Sit, V and B. Taylor (1998) Statistical methods for adaptive management studies. *Res. Br., B.C. Min. For., Res. Br., Victoria, BC, Land Manage. Handb. No.42*, 148pp.
- 19) UNEP(2000) CBD/COP/5/Decision V/6 Ecosystem approach.
- 20) 浅野孝・大垣眞一郎・渡辺義公（1999）水環境と生態系の復元—河床・湖沼・湿地の保全技術と戦略—. 技報堂出版(株)、590pp.
- 21) 山田常雄・前川文夫・江上不二夫・八杉龍一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆（1994）岩波生物学辞典 第3版. (株)岩波書店、1404+349pp.
- 22) 『環境アセスメントここが変わる』編集委員会（1998）環境アセスメントここが変わる. 環境技術研究協会、432pp.
- 1) 環境庁自然保護局野生生物課（2000）改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物—レッドデータブック—8 植物Ⅰ（維管束植物）. (財)自然環境研究センター、660pp.

