

藻場資源消滅防止対策ガイドライン



平成 21 年 3 月

水 産 庁

はじめに

沿岸水産資源に関しては、これまで、有用魚介類を対象に、その生物特性を把握し、資源評価を行い、それに基づいて資源の回復が図られてきました。しかし、藻場については、主要な沿岸水産資源生物にとっての餌料または生息環境等として認識されてきたものの、従来から有用資源に位置付けられていたコンブ類以外は、水産資源という観点からの定量的な把握が進められてきませんでした。また、現在、日本の沿岸域における藻場は減少傾向にあり、その原因として、埋め立てなどの直接的な地形改変、磯焼け、海況変化等が挙げられています。直接的な地形改変以外は、7割以上が原因が特定されていないのが現状です（環境省）。

こうしたことから、水産庁は、平成18年度より、藻場資源の回復を適切に推進するための科学的知見を提供することを喫緊の課題と考え、我が国沿岸域の藻場資源の分布状況と資源量の正確な把握と藻場資源の評価とともに、消滅を防止する対策手法について検討を進めてきました。

本ガイドラインは、漁業上の価値を有する藻場の消滅を防止、あるいは予防するにあたって、順応的管理手法を取り入れた手法による取り組みの進め方、および近年の既往文献や民間の技術、さらには本事業で行った実証試験の知見を整理することで、実務者が実施する際のヒントやアイデアとなるように取りまとめたものです。そして、これらの作成にあたっては、専門家による検討会や民間会社の方々のご協力をいただきました。この場をお借りして深くお礼申し上げます。

なお、本ガイドラインは、地方公共団体の漁港・漁場担当者、あるいは水産業指導普及員などが実際の現場において、活用しやすいように読みやすく、わかりやすい記述に努めています。このため、さらに詳細な知識を得たい方は、巻末の参考図書を参照してください。

最後に、藻場の消滅原因は複雑であり、その技術は確立されていないものも多く、今後の研究の進展によっては内容を更新する必要があります。本ガイドラインを活用される場合は、このような状況を理解の上、常に最新の知見を得るように努められることを願います。

平成21年3月吉日

目次

はじめに

1. 藻場資源消滅防止対策の基本的な考え方	1
1. 1 藻場造成の課題と問題点	1
1. 2 藻場の再生・創造の基本的な考え方	3
1. 3 漁業者の藻場との関わり	3
1. 4 合意形成の進め方	4
(1) 組織体制と役割	4
(2) 合意形成の流れ	5
2. 藻場の基礎	8
2. 1 なぜ藻場を守るのか	8
2. 2 藻場の種類	10
2. 3 藻場が減少する仕組み	12
(1) 藻場の長期変遷	12
(2) トリガー（引き金）	12
(3) 藻場が減少するの仕組み	13
3. 藻場の再生・創造の進め方	16
3. 1 現況把握について	16
3. 2 目標の設定について	17
3. 3 対策技術の検討について	17
3. 4 維持管理について	19
4. 対策技術	20
4. 1 対策技術の考え方	20
(1) 阻害要因の分析	20
(2) 対策工法の選定	21
4. 2 ハード対策技術	23
(1) 藻礁の高さ	23
(2) 海藻用基質材	24
(3) 表面処理	26
(4) 食害防止籠・ウニフェンス	27

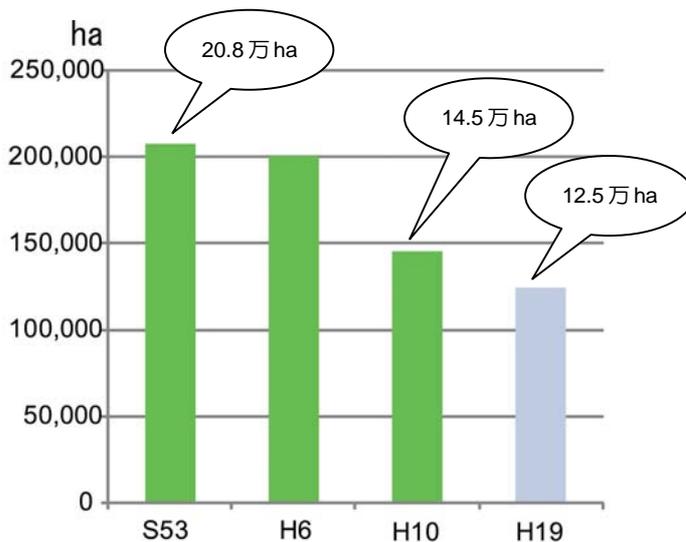
(5) 施肥	32
(6) 浮泥の除去	32
(7) 砂礫の除去	34
(8) 雑海藻の駆除	34
(9) 消波施設	36
4. 3 ソフト対策の概要	38
(1) 植食動物の除去	38
(2) 海藻の移植	39
5. 藻場資源消滅防止技術の事例	46
5. 1 摂食量を低減させる対策	46
(1) 調査内容	46
(2) 調査結果と考察	47
(3) 今後の課題	51
5. 2 海藻のタネを供給する対策	52
(1) スポアバッグによる海藻のタネの供給	52
(2) 流れ藻キャッチャーによる生殖細胞の供給	55
5. 3 ウニ類の住み場をつくらない石材・藻礁の配置	58
(1) 調査内容	58
(2) 調査結果と考察	59
(3) 今後の課題	61
5. 4 浮泥から幼芽を守る対策	63
(1) 調査内容	63
(2) 調査結果と考察	64
6. 用語の解説	68
7. 参考図書	69
8. 引用文献・参考文献	71

1. 藻場の再生・創造の基本的な考え方

1. 1 藻場造成の課題と問題点

日本の藻場は、高度経済成長とともに減少し始め、各地で藻場の保全・再生を目的とした藻場造成が行われてきた。しかし、昭和53年から平成10年の間に62千haの藻場が消滅し、この傾向は現在も続いている状況にある（図1-1）。藻場は、アワビやウニなどの磯根資源の重要な漁場でもあり、藻場を構成する海藻の中にあつては、コンブやワカメのように、それ自体が重要な資源となるものもある。また、藻場は、多くの生物の産卵場や隠れ場としての機能、幼仔稚魚の保育場としての機能、過剰な栄養塩を取り込む水質浄化の機能などを有している。このため、藻場の減少は、水産資源はもとより、沿岸環境にも大きく影響すると考えられている。

水産庁は、水産資源の維持・増殖、および漁場環境の保全を目的に、積極的に藻場や干潟等の保全再生を進めており、漁港漁場整備長期計画（平成19年6月策定）では、平成19年度から平成23年度の5年間に、概ね5,000haの藻場・干潟の保全等の整備を推進し、さらには、漁業者やボランティアを中心とした藻場づくりや植食性動物の除去等の取り組みについても支援しているところである¹⁾²⁾。



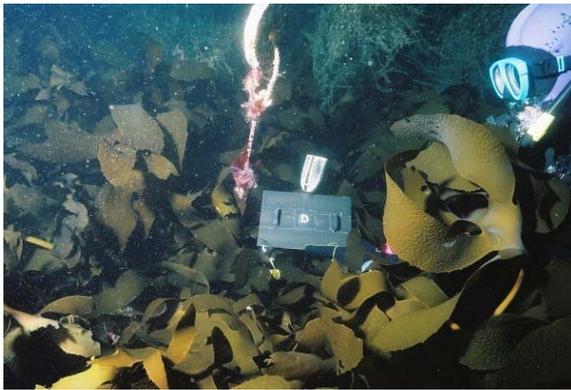
注) 対象水深はS53、H6が20mまで、H10は10mまでを調査対象。H19は推定値

図1-1 藻場の現状（環境省および水産庁）³⁾

ところで、これまでの藻場造成と言えば、投石やコンクリートブロックを据付ける工事を伴うものと考えられてきた。また、消波ブロックなどのコンクリートブロックにも海藻が着生することから、形状を工夫した様々な着定基質（以下、藻礁と言う）が開発されてきた。しかし、そのような藻礁を据え付けさえすれば、安定した藻場が維持されるものではなく、海域によってはその効果が十分に発揮されていないのが現実である。

藻場造成とは、藻場の形成を阻害する要因を、排除、あるいは緩和する対策を講じて、最終的にあまり手を加えなくても、自立する藻場を目指すことである。したがって、

海域によっては、単に藻礁を据付けるだけでは、藻場形成が難しいことがある。特に、近年、沿岸域の環境の変化が大きく、当初は最適な対策であっても、環境の変化に従い、効果がなくなることや時間の経過に伴って機能が劣化することもあるので、継続的なモニタリングと維持管理をあわせて、実施して行くことが重要である。



天然藻場の水深帯、流れを模倣した藻場マウンドにクロメやホンダワラ類の藻場が形成された



投石の空隙にウニ類が蝸集して、海藻の幼芽を摂食するため海藻が生えなくなった



沖防波堤の背後に流れ藻の滞留域ができて、その下の被覆ブロックにオオハマモクの幼芽が繁茂した



溝付きのブロックの溝にウニが棲み付き、海藻が減ってしまった（撮影：綿貫啓）



成熟時期のガラモ場の近くにブロックを設置したところ、1年後にホンダワラ類が繁茂した



ブロックに海藻用の溝を付けたが、溝に砂が溜まって海藻が着生できなくなった（撮影：近藤信一郎）
左上の写真は溝や角部に海藻が繁茂した状態



カキの産卵時期にブロックを据え付けたところ、基質の表面がカキに覆われ、海藻がほとんど生えていない



投石の空隙にメジナが大量に棲み付き、海藻の幼芽を摂食してしまい海藻が生えなくなった（撮影：新井章吾）

図 1-2 人工構造物に藻場が繁茂した事例・しなかった事例

1. 2 藻場の再生・創造の基本的な考え方

藻場の再生・創造とは、健全な天然藻場との比較から、対象海域の藻場の形成阻害要因（以下、阻害要因と言う）を明らかにし、阻害要因を排除、あるいは緩和することである。阻害要因には、物理的環境要因（海水温の上昇、台風、浮泥、砂の移動）、化学的環境要因（栄養塩類の減少、水質汚濁）、生物的環境要因（植食動物による食害、固着生物との基質を巡る競合）に大別される。これらは相互に関連し、また影響の度合いが海域の条件によって変化するため、阻害要因を排除、あるいは緩和することは容易ではない。したがって、藻場を再生・創造するには、対象海域で最も影響力のある阻害要因を排除、あるいは緩和するところから取り掛かり、モニタリングしながら、状況の変化を把握し、柔軟に次の対策を実施していくことが、効果的かつ現実的な進め方である。このような考え方を順応的管理手法と呼び、多くの公共事業等で導入されてきている。

具体的には、藻場の減少が見つかった場合 ①藻場が減少している場所と藻場が維持されている場所の生育状況を調査する、②その結果を比較して阻害要因を抽出する、③それらの阻害要因のうち最も影響力があり、他の要因との相互作用が強く、かつ、人為的な制御が可能な要因を特定し、対策を検討する、④さらに全体計画（目標の設定、実施体制、経費、モニタリング計画など）を見据えた上で、関係者間の合意形成を図って計画を決定する、⑤関係者が協働して計画を実施し、⑥その後、定期的にモニタリングを行い、その効果を評価し、良い効果が認められた場合はモニタリングを継続し、何らかの問題がある場合には、問題を発生した段階（計画・設計・施工）にフィードバックして、対策を講じて解決するというのが順応的管理の流れである。

この一連の流れは、求める藻場のあり方を漁業者等と共に考え、漁業者等の十分な理解と合意を大前提として実施することが重要である。そのためには、漁業者らと接する機会の多い地方自治体が主体となって、意見交換を重ねて情報を共有しながら（合意形成づくり）、財政面、または技術面で支援を行うことが重要である。

1. 3 漁業者の藻場との関わり方について

海藻は古くから、食料や農業用肥料、薬などとして利用されており、当時は藻場の管理はこまめに行われていたようである。しかし、近年、社会経済の発展に伴い、コンブなどの経済的価値の高い海藻以外は価格が下がり、また、肥料として使われていた海藻も、安価な化学肥料の普及により採取されなくなって、藻場の管理がおろそかになったようである。そして、次第に、漁業者や沿岸域の人々の藻場を管理する意識は希薄となり、同時に藻場に関する知識も失われてきたと思われる。

しかし、最近になって磯焼けの拡大による磯根資源の減少傾向が目立ち始め、多くの漁業者が藻場に関心を持ち始めている。これを好機として、行政側は、「海の守り人」である漁業者に藻場の価値を再認識してもらい、藻場づくりを共に考え、漁業者自らが主体となって藻場を管理できるように支援していくことが求められている。

1. 4 合意形成の進め方

(1) 組織体制と役割

藻場の再生・創造では、漁業者・漁業組織、行政、試験研究機関などが、それぞれ役割を分担し、取り組むことが望ましい(図 1-9、表 1-1)。関係者それぞれの藻場に対する知識や価値観が異なっていることが多いので、事業を進めるにあたっては、単に体制を整えるだけでなく、互いの実情や意見を十分に話し合い、相互理解を深めること(合意形成)がポイントである。

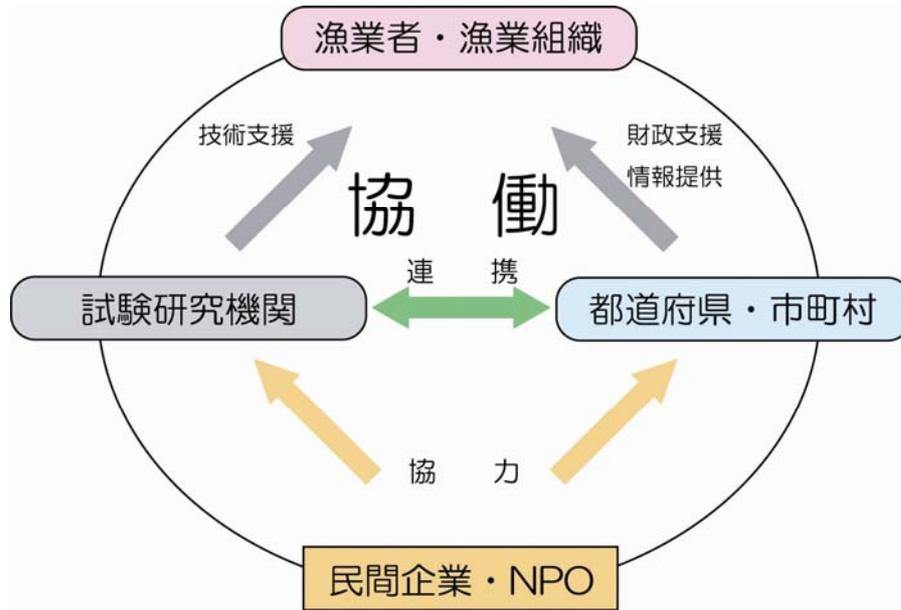


図 1-9 組織体制モデル

表 1-1 各機関の役割分担

漁業組織・漁業者	都道府県・市町村
<ul style="list-style-type: none"> ■ 藻場の現状および減少状況の報告 ■ ワークショップへの参加 ■ 藻場の保全活動・維持管理 ■ モニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業の主催 ■ 財政支援 ■ 情報提供 ■ ワークショップの開催 ■ 核となるリーダー(漁業者)の育成
試験研究機関	民間企業・NPO
<ul style="list-style-type: none"> ■ 藻場の現状等のデータ収集、解析 ■ 藻場の減少防止、再生技術の研究・開発 ■ 技術サポート ■ ワークショップへの参加 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現地調査の協力 ■ 計画立案の協力 ■ ワークショップの進行 ■ 藻場の保全活動・維持管理の協力 ■ モニタリングの協力

(2) 合意形成の流れ

地方自治体は、事業の目的と漁業者の意見を調整し、合意形成を図る必要がある。そのためには、藻場が減少した原因や組織体制の実態に応じて、段階的に実施していく必要がある。この合意形成の手法や技術は確立されたものではなく、決まった手順がある訳ではない。基本的には、初期の段階では関心のある（やる気がある）一部の漁業者と話し合い、その後、徐々に漁業者の輪を広げ、専門家などを交えたワークショップなどを開催し、藻場再生のための技術や情報を共有し、藻場再生に対して共通認識をもたせることである。また、合意形成には、漁業組織の指導的な立場にある役員（組合長など）の理解を得ておくことも大切である。

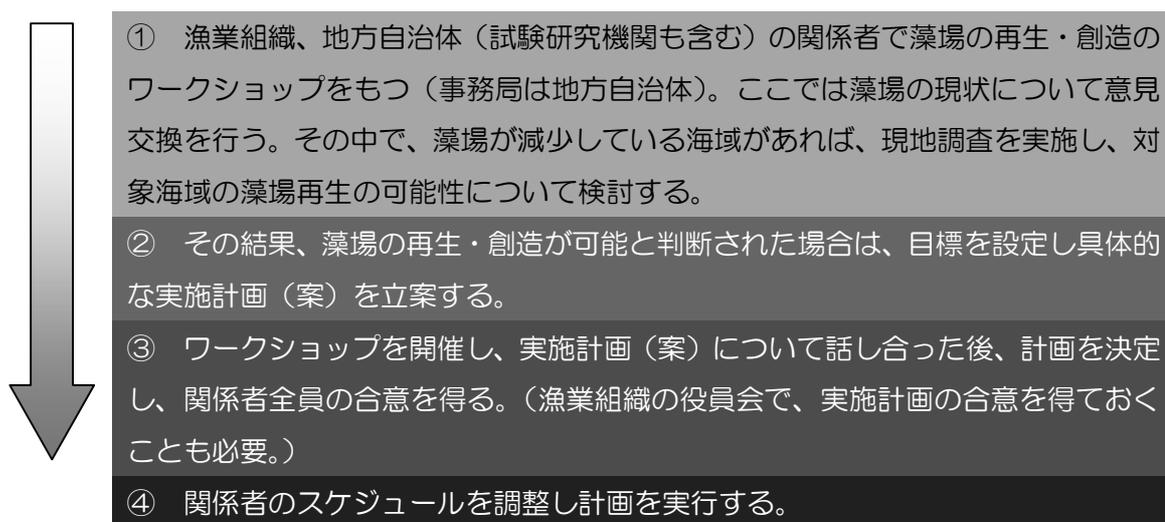


図 1-10 合意形成の流れ（例）

【ワークショップ】

ワークショップ(workshop)という英語は、もともと「工房」や「作業場」、つまり、共同で何かを作る場所を意味する。ワークショップでは、事業の主催者が整備計画を一方的に説明する従来の方式ではなく、一般参加者に積極的に意見を出していただき、お互いの理解を深めながら共に事業を進めていくことを目的としている。ただし、一般参加者には理解が難しい技術的なことは事業主体や専門家などがアドバイスしてサポートする。

したがって、藻場の再生・創造のために行われるワークショップは、「藻場を漁場として使用する漁業者と共に藻場づくりを考える場」と言える。学校のような受け身的な授業形式ではなく、参加者自らが問題意識を持って、積極的に参加していく必要がある。そのためには、司会進行役が、場の雰囲気盛り上げ、議論が活発化するような工夫も必要である。



昔の藻場の利用の仕方について

海藻は、昔から、糞尿、草木類の堆肥などとともに、農業用肥料として利用されてきた。例えば、対馬では、藩の農業政策として、農民に採藻権（海藻を採取する権利）が与えられていた。しかし、その後、食料や薬の原料としての利用が増えるようになって、採藻権は農民から漁民の手に移っていった。アマノリ、ワカメ、ヒジキ、アオサ、フノリ、テングサ、ツノマタなどは食用として利用され、ホンダワラ類やアラメ・カジメなどは麦、甘藷（さつまいも）の肥料として利用されていた。採藻の時期は、種類別、地先毎に細かく定められ、ある地先では正月の中の潮にアマノリ、旧二月と旧三月の中の潮にワカメ、旧四月初の潮にヒジキ、旧四月中旬に肥料用の海藻を採取するように取り決められていた。そのための道具（採藻具）も様々なものが作られている。また、採藻作業の時は、石を転がし、岩礁を削るため、海底はかく乱され、その結果、基質が刷新されて新芽の着生機会を増やし、海藻生産力の向上に役立っていたと思われる。一方、戦時中には火薬原料となるカリウムの需要でアラメが盛んに採取されて、アワビの漁獲高が激減した地域もあった。この他、昭和30年代後半に観光ブームが起きた伊豆では、漁業者が現金収入の得られる民宿業に流れて、テングサ採取が減ったことで、テングサ場がアラメ・カジメ場に遷移したことがあった。このように、里海である藻場の管理は、利用する人間のニーズにตอบสนองして変化していたことが窺える。

食用のコンブ類については、磯根資源の中で最も重要な海藻の1つで北海道とその周辺海域で様々な管理が行われてきた。コンブ場の主な管理手法は、採取漁具の制限や輪採制、禁漁区の設定による「母藻等の保護」、チェーン振り、ボトムスクレーパー、バックホウ工法による「雑藻駆除」および「ウニ駆除」である。コンブの場合、コンブ自体が高価であることや、駆除するウニも漁業資源であるため、漁業者自らによる積極的な藻場の管理が行われてきた。



ヒジキ刈りの風景（昭和30年代初期 長崎県対馬）



対馬市鰐浦、現在も海藻を肥料として利用している。

図1 藻場の利用状況



ホンダワラキリ



クロメキリガマ



ジュリン (テングサ採取具)

図2 海藻採取用の道具 (撮影: 佐伯市海の博物館より)



対馬の海岸の村々で海藻を貯える納屋
図3 藻小屋



図4 テングサ干し

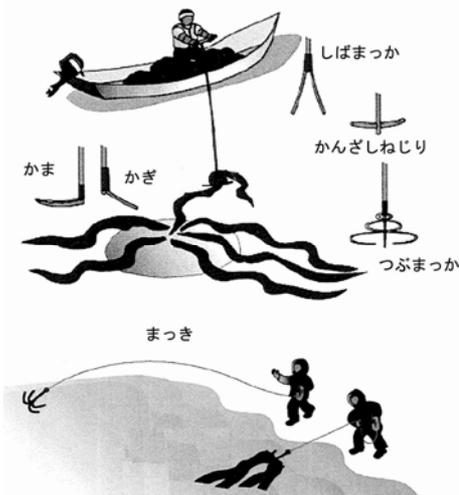


図5 コンブ採取器具



ボトムスクレーパー (写真提供: マリン総合)
図6 雑藻駆除

参考文献

- 1) 月川雅夫, 2008: 「昭和三十年代の初めの暮らし 写真集 対馬」
- 2) 蒲江町教育委員会, 2005: 「蒲江の漁撈用具」
- 3) 水産庁, 1982: 「増殖場造成指針作成委員会」資料
- 4) 北海道新聞社, 2003: 「漁業生物図鑑 新北のさかなたち」

2. 藻場の基礎

2.1 なぜ藻場を守るのか

藻場にはさまざまな機能があることが知られている。藻場が減少するという事は、これらの機能が消失し、沿岸浅海域全体の生産力が低下することである。水産資源としての藻場の減少は、直接的には、コンブ・ワカメなどの食用海藻の減少、海藻を餌料としているアワビ類、サザエ、ウニなどの成長不良、生育密度や身入りの低下を引き起こす。また、間接的には、イセエビ類の着底場、アオリイカなどの産卵基質、およびその他の水産有用種の保育場・産卵場・索餌場が消失することになる。これらの現象は、巡り巡って、漁獲量の減少と漁獲努力の増加となって現れ、漁業意欲の減退と漁場管理の放棄を招き、漁業者の高齢化と後継者不足の現状とあいまって、地域の水産業全体の活力を低下させる恐れがある。つまり、藻場を守ることは、水産の生産基盤である健全な漁場を守ることである。

表 2-1 藻場の機能（藤田、2001）⁴⁾

機能	説明
①基礎生産	太陽の光エネルギーを捕捉・炭素固定
②栄養吸収	栄養塩（窒素、リン、微量元素）を吸収、滞留・循環
③食物供給	消費・分解者に食物を供給
④環境創生	着生（内生）基質、小空間、遮蔽用の色彩環境を創生
⑤環境緩和	光や海水流動など物理的環境を緩和
⑥生物選択	優占種の構造・分布・化学シグナルにより利用生物を選択・制限
⑦環境輸出	寄り藻、流れ藻、打ち揚げ藻を供給



海藻に産みつけられたアオリイカの卵囊



打ち上げ藻

図 2-1 藻場の機能（例）

最近 20 年間の沿岸漁業全体の漁獲量と藻場や干潟に依存している魚種の漁獲量を図 2-2 に示す。沿岸漁業の漁獲量は、長期にわたって安定していたが、ここ 20 年間、藻場や干潟に依存する魚種の漁獲量と同じように減少傾向にある。このことは、藻場や干潟の減少が、そこに依存する生物や水産有用種に影響を及ぼしていると思われる。

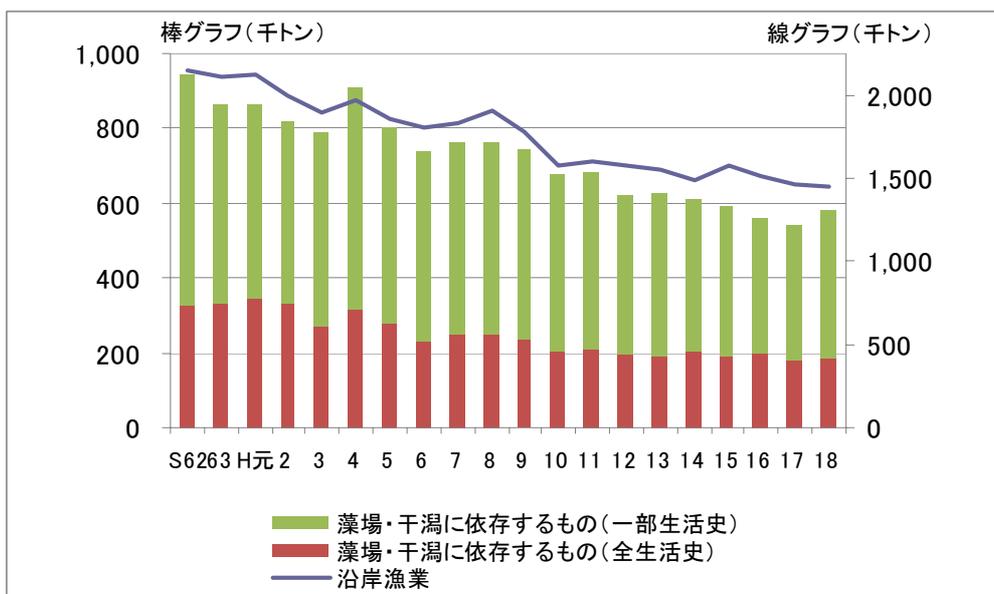


図 2-2 沿岸漁業の漁獲量と藻場・干潟依存種の漁獲量⁵⁾

静岡県榛南海域におけるアワビとサガラメの漁獲量の推移を図 2-3 に示す。ここでのアワビ類の漁獲量の減少は、温暖化による海水温の長期間の上昇によるサガラメ群落の生理的衰退や植食動物による食害によって、磯焼けが徐々に始まり、その結果、アワビが漁獲サイズになるまでの期間が延びる、好適な生息環境が少なくなる、あるいは死亡するなどの現象が引き起こされてきた。さらに、母貝量の減少と過剰な漁獲によって再生産の悪化を招いたことも考えられている（長谷川、2005）⁶⁾。

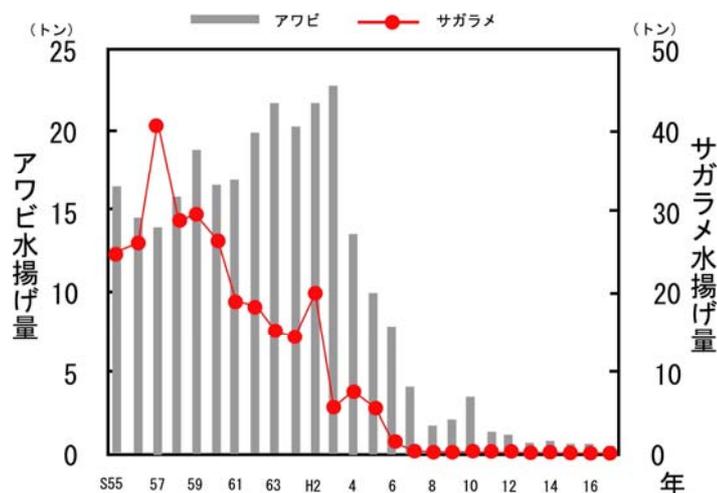


図 2-3 静岡県榛南海域におけるアワビとサガラメの漁獲量の推移⁷⁾

藻場は、季節により繁茂・衰退し、また、年により多少の変化を示すのが本来の姿である。しかし、近年は著しく減少したままとなるのが各地でみられている。ひと度、藻場の減少が起きると、例えば、アイゴやウニが多い海域では、回復過程においても次世代や周辺の残存藻場に対する食害圧が高まり、藻場はさらに減少する負のスパイラルに陥ることがある。減少した藻場を回復させるためには、海藻のタネの供給が回復条件の1つとして挙げられる。しかし、母藻からタネが拡散する距離は意外に短く、藻場の主要構成種の

うちアラム・カジメなどの遊走子（大きさ数 μmm ）で数10m、また、ホンダワラ類の幼胚（大きさ100～300 μmm 位）で数mであることが知られている。そのため、藻場の減少が広範囲に及び場合、海藻のタネの供給が不十分、ないしは断絶するため、藻場の減少は持続することになる。現在、日本各地で藻場を回復させる取り組みがなされているが、今後は、減少する兆候がみられたら、藻場を守るといった予防的な取り組みも必要と考えられる。

2.2 藻場の種類

藻場は、海中景観に基づき、次のような種類に分けられている。コンブ場は北海道と太平洋沿岸北部に限られるが、その他の藻場は日本各地にみられる。

表 2-2 藻場の種類と景観

藻場の種類	景 観
コンブ場	帯状のコンブ類が海底を覆う。
アラム・カジメ場	茎の先に葉片をつけたアラム・カジメ類が林立する。海中林とも呼ばれている。
ガラモ場	灌木のようなホンダワラ類が茂みをつくる。
アマモ場	二草のようなアマモ類が草原をつくる。
その他	テングサ場、ワカメ場、アオサ場などがある。

藻場を構成する大型海藻は、コンブ類（アラム・カジメを含む）とホンダワラ類の2つのグループに分けられる。藻場を再生・創造する上で認識しておかなければならないことは、グループごとに海藻のタネの性質が大きく異なる点である。コンブ類のタネは大きさ数 μmm で遊走子であり、一方、ホンダワラ類のタネは大きさ100～300 μmm 位の幼胚である。前者は泳ぐことができ垂直な面にも瞬時に固着できるのに対し、後者は動くことができず比較的水平的な面でゆっくりと固着する。この違いは移植場所や移植方法を決定する際のポイントとなる。



コンブ場



カジメ場



ガラモ場



ガラモ場



アマモ場 (撮影：南里海児)



アマモ場 (サンゴ礁内)

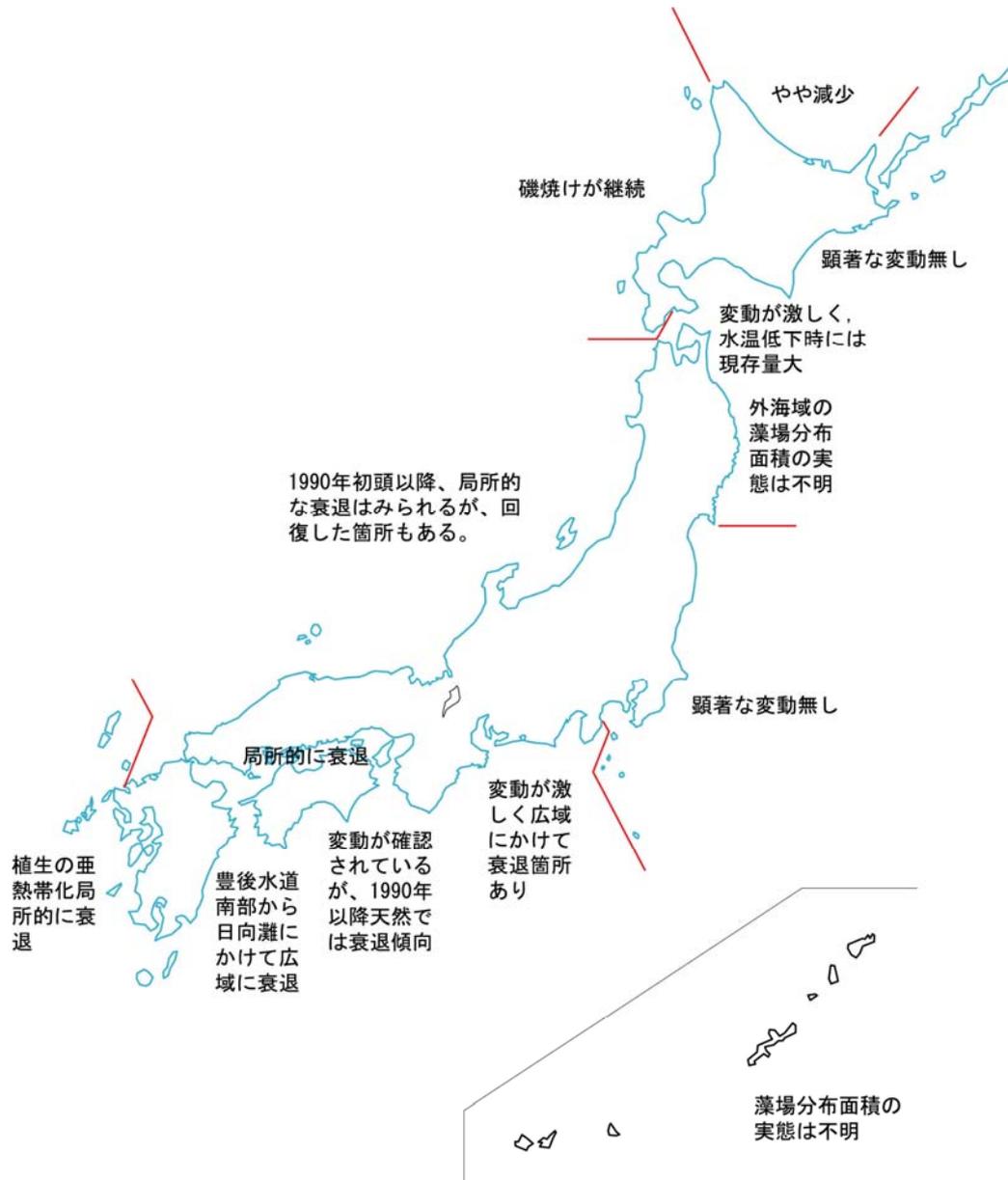
図 2-4 いろいろな藻場の景観

2.3 藻場が減少する仕組み

(1) 藻場の長期的変遷

日本全国に分布する藻場の長期変遷を、2000 年以降発表された藻場に関する資料と環境省が 1989～91 年に実施した第 4 回自然環境保全基礎調査を整理・解析した結果、地域によって様々な要因により藻場の変遷が起きていることが明らかとされた。

広域的な要因には、海流の変化、水温や栄養塩の変化、魚貝類やウニ類など食害生物の生息域や摂餌量の変化などが藻場を減少させる要因として挙げられる。さらに、地域的に、前述した要因のほか、海岸地形の変化、底質の変化、透明度の変化、富栄養化、浮泥の巻き上げなどが挙げられた。



(2) トリガー（引き金）

藻場が減少する際のトリガー（引き金）は、基本的に、物理・化学環境の変化である。藻場は沿岸域の生態系の 1 つの構成員であり、人間が感知できないような生態系の変化で

あっても、藻場は何らかの影響を受けることは自明の理である。藻場に影響する海域の環境変化として、海水温の上昇、栄養塩の減少、浮泥堆積、濁水流入、台風、植食動物の食害、固着生物との基質の競合、砂の移動、水質汚濁、構造物による静穏化などの様々な項目が挙げられている。特に、磯焼けに対する研究の進展に伴い、これらの中でも、「水温上昇」と「静穏化」が重要であると認識されてきている。

海藻の生長速度は、一般に、水温が高くなるに従い速くなり、ピークに達したあと急激に低下する。ピーク時の水温は最適水温と呼ばれており、海藻の種類や季節によって異なることが知られている。このことは、水温が上昇して藻場構成種の最適水温を越すと、藻場の生産力は急激に低下することを意味している。ちなみに、藻場の主な構成種の最適水温は、アラメ・カジメ（幼体）20℃、ワカメ 25℃、マコンブ（幼体）12℃、アカモク 25℃以下、ヤツマタモク 18～30℃であることが知られている。生産力が低下した藻場は、アイゴなどの植食性魚類やウニの食害の影響を受け、衰退・減少しやすくなる。また、高水温（30℃前後）が持続すると、枯死する海藻もあられ、藻場の構成種は変化する。

防波堤や離岸堤などの構造物の設置によって静穏化した海域では、清浄な外海水との交換が減少するとともに、濁りが滞留するため透明度が低下し、海藻の生長に必要な光が不足する。さらに、流動が弱いため、後述のように海藻の生長が悪くなる。また、タネの供給源でもある流れ藻の移動経路が構造物により遮断される場合もある。

この他に栄養塩や鉄分の減少が藻場の減少のトリガーとなっている疑いもある。確かに、栄養塩や鉄分は海藻の生長や成熟に必須なものである。かつては、漁村の生活排水や水産物残滓の海中投棄により相当量の栄養塩が沿岸に供給されていたが、現在はこの栄養塩循環サイクルが弱体化したといわれている。対策として施肥等による供給が挙げられているが、他の海産生物への影響や赤潮発生などに配慮した上で、実効性や効果範囲を確認するといった検証が必要である。

（3）藻場が減少する仕組み

磯焼け対策ガイドライン（水産庁、2007）では、近年の磯焼けの発生・継続の仕組みは、①海藻が食われる、②海藻が枯れる、③海藻が芽生えなくなる、のいずれか、もしくは組み合わせとしている。

1) 海藻が食われる

現在の藻場減少に大きく関与している植食動物は、アイゴ、ブダイ、ノトイヌズミなどの植食性魚類、ならびに、キタムラサキウニ、ムラサキウニ、ガンガゼなどのウニである（表2-3）。これらの植食動物は昔から藻場の周辺で生活していたものである。しかし、藻場と共存してきたのは、海藻の生産量が動物の摂食量を上回っていたからである。海藻の生産量の低下、あるいは動物の摂食量の増大が起きると、バランスが崩れて藻場は減少する。前者は、高波浪による母藻の流出、濁りや浮泥による光量の低下、高水温による呼吸の増加などによって生じる。一方、後者は個体数の増加、海域の静穏化（＝活動範囲の拡大）、棲み場の増加（投石や構造物設置の人工的なものによる）などによって生じる。植食性魚類は藻場減少の直接的な原因ではあるが一過性であるのに対し、ウニは藻場減少を持続させる原因となる場合が多い。

2) 海藻が枯れる

海藻が枯れるのは、環境が海藻の生育に生理的に適さなくなるためである。その大きな原因は、濁りなどにより光量が減少することである。濁った海域では通常浮泥が堆積することが多く、その浮泥が海藻の上に堆積した場合、海藻が利用できる光量はさらに減少する。次に、海域の静穏化が挙げられる。海藻は体全体で海水から栄養塩を吸収し、光合成と呼吸に伴う O_2 と CO_2 のガス交換を行っている。構造物等により流動が低下すると、これらの物質交換の効率が低下し、海藻の生長が悪くなる。そのほか、漂砂や礫による埋没・擦りも海藻が枯れる原因の一因である。

3) 海藻が芽生えなくなる

海藻が芽生えなくなる原因としては、第一に海藻のタネの供給が不足・断絶することが挙げられる。前述のように母藻からタネが拡散し、幼体が発芽する範囲は思ったより狭く、数十mの距離に天然の藻場があっても、その場所へ到達できる可能性はかなり低い。また、第二の原因として、タネの着生・生長が阻害されることが挙げられる。浮泥や漂砂が薄く海底に堆積していても、タネの着生が著しく阻害される。特に、ホンダワラ類のタネは、糸状の仮根で基質に固着するため、そこに砂等が絡まると着生は困難になる。また、着生後であっても、沈下してきた浮泥等に被覆されると生長が阻害され、枯れてしまう。



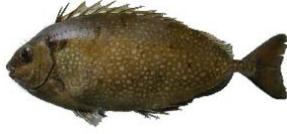
植食性魚類の食痕



浮泥の積った海藻

図 2-6 藻場が減少する要因 (例)

表 2-3 植食性魚類とウニの生態学的特徴

名称	形態	生態	藻場に与える影響	写真
アイゴ	全長 40 cm、体重 1 kg に達する。鰭に毒腺を有する鋭い棘があり、刺されるとかなり痛い。	植食性であるが、ヨコエビなどの小型甲殻類やゴカイなども食べる。	夏から秋にかけての高水温期に群れで行動するため、藻場の衰退に大きな影響を与えている。	
ブダイ	全長 45 cm に達する。♂は青みを帯び、♀は著しく赤みが強い。雌性先熟の性転換も見られる。	雑食性で、海藻のほか、エビ類、カニ類を食べる。特に夏場は甲殻類や石灰藻を食べる。	定着性が高く、幼体を食べつくすため、近くに多く生息すると海藻が芽生えなくなることがある。	
イスズミ類	全長 70 cm、体重 3.6 kg に達する。体形や体色はメジナ類に似る。	雑食性で、小型甲殻類なども食べるが、1年を通じて海藻をよく食べている。	大食漢であり、大型の群れで行動するため、の衰退に大きな影響を与えている。	
キタムラサキウニ	殻径 3~10 cm、殻高 5 cm に達する。大棘 1.6~3 cm。棘の表面に細かい縦線がある。	主な餌は海藻である。強い波浪や高水温を避けて、深い場所に移動する。	北日本の藻場の衰退に大きな影響を与えている。一般的に藻場を沖側から岸側へ衰退させる。	
ムラサキウニ	殻径 6 cm 内外、棘は殻径とほぼ同じ長さ。殻は全体に暗紫色を呈する。	管足による大きな付着力をもち、波浪が強い海域でも、岩礁のくぼみを利用して生息する。	日本海側では兵庫県以南、太平洋側では三重県以南の藻場の衰退に大きな影響を与えている。	
ガンガゼ	殻径 5~9 cm、棘長 20 cm。幼時には棘に白色縞をもつものが多い。	暖海産で、波浪の弱い浅所に群れて生息する。摂食量はウニの中では高い。	九州地方の藻場の衰退に大きな影響を与えている。	

3. 藻場の再生・創造の進め方

ここでは、藻場の再生・創造を進めるにあたって、基本的手段となる調査、計画、設計、維持管理の考え方について解説する。藻場の再生・創造のための検討のフローは図 3-1 のとおりである。

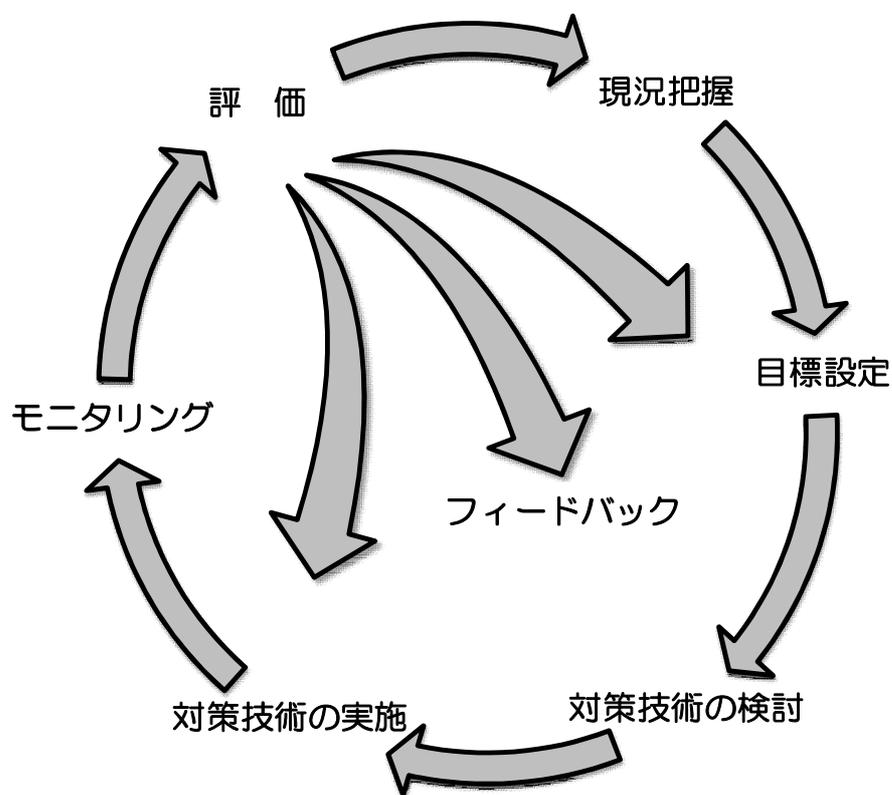
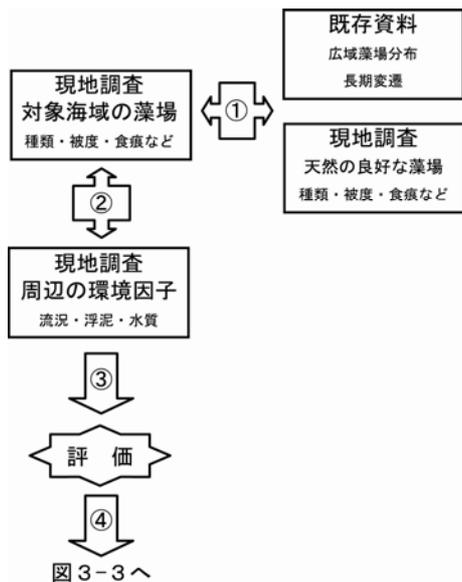


図 3-1 藻場の再生・創造のための検討フロー

3. 1 現況把握について

現況把握では、「既存の資料」と「現地の実態」を調べることが基本である。既存の資料からは、国や都道府県の試験研究機関が行った調査などを可能な限り集め、そこから、藻場の分布状況や長期的変遷を明らかにし、周辺海域を含めた藻場の現状を把握して、対象海域における阻害要因を推定する。現地調査では、藻場の現況を確認するとともに、推定された阻害要因について調査する。ただし、藻場の現況を正確に把握するためには、定量的な調査が必要であり、調査手法、観測器具、調査頻度について検討するとともに、十分な能力をもつ調査員を確保することが必要である。

調査結果は、原則として図 3-2 に示す手順で実施する。ただし、十分なデータが得られなかった場合には、専門家の意見やアドバイスを受け、追加調査を行うことが望ましい。現地調査の調査項目や解析手法等については、巻末に参考図書を紹介する。



- ① 対象海域の藻場について、既存資料や天然の良好な藻場と比較する。
- ② 対象海域の藻場と周辺環境因子との関係进行分析する。
- ③ ①②の結果を踏まえ、総合的に対象海域の藻場の現況を評価する。
- ④ 目的に合致しているか（例えば、磯根漁場としての利用に値する藻場が確保できる場所であるか）どうか評価し、対策の必要性を検討する。ただし、対策が必要でない場合でも、状況に応じて定期的にモニタリングを行うことが望ましい。

図 3-2 現況把握の検討フロー

3. 2 目標設定について

目標の設定では、藻場の現状評価、藻場の減少による資源悪化の予測、目標とする藻場の姿、ならびに制度面・技術面・予算面の課題や問題などを考慮して、現実的で達成可能な目標を設定する。ただし、過度の高い目標を設定すると、その実現のための対策費や維持管理が増えることとなり、達成が不可能となる恐れがあるので、しっかりと関係者の合意形成を図り、共通の認識を持っておくことが重要である。

また、目標は段階的に設定することが望ましく、短期（1～3年後）や中期（3～5年後）では、より具体的で定量的な目標を設定する。一方、長期（5～10年後）では、定量的な目標設定が難しい場合、緩やかな定性的な目標を設定し、関係者全員のモチベーション（意欲を持って頑張ろうと思う気持ち）が長期にわたって保てるように工夫することが望ましい。

例えば、短期的な目標であれば、対策した場所に 0.4ha の藻場を回復する。中期的な目標は、アワビの漁獲量を現在の〇〇倍まで復活させる。そして、長期的な目標であれば、以前（****年当時）〇〇地区の藻場と同等の面積を目標とする。

3. 3 対策技術の検討について

対策技術の検討では、設定した目標に対してそれに見合う効果が得られることを前提とし、予算や実施体制、施工性を考慮し、実現性のある対策技術を選定する必要がある（図 3-3）。

主な藻場の減少原因に対する人為的管理が可能な対策手法を表 3-1 に示す。これらは、直接的に阻害要因を取り除くものもあれば、その場の環境を改変することにより阻害要因の影響を軽減させる方法もある。また、これ以外にも、別の場所に同規模の藻場を造成して消失分を補償する

ミチゲーシヨンのな藻場再生も考えられる。具体的な対策技術については、4. 対策技術に解説した。

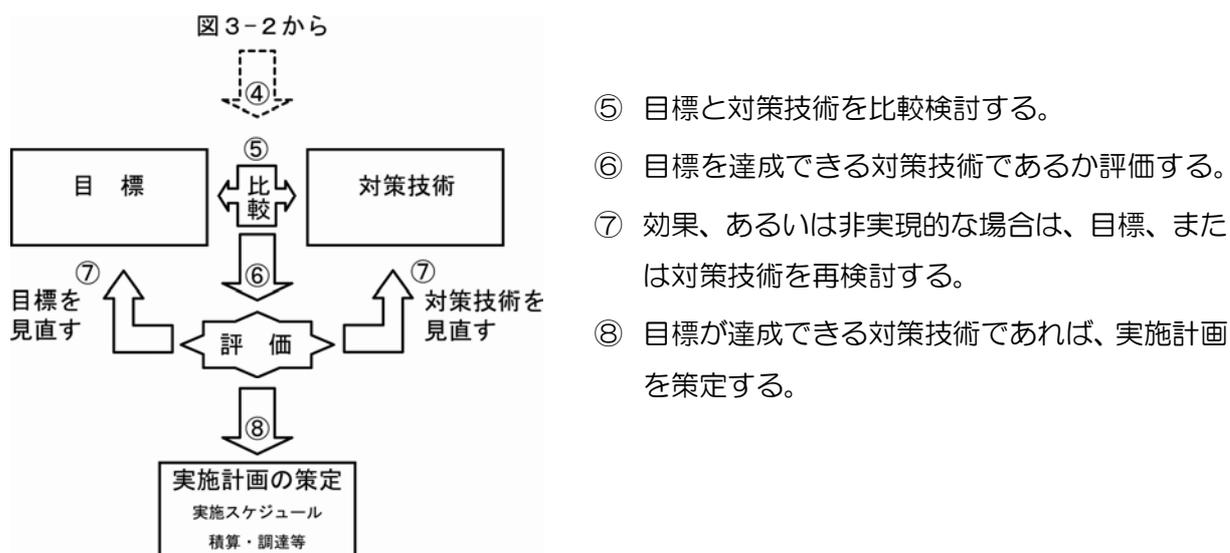


図 3-3 対策技術の検討フロー

表 3.1 主な阻害要因に対する対策手法

阻害要因	対策手法
ウニによる食害	<ul style="list-style-type: none"> ■ ウニを除去する。 ■ ウニが侵入しないようにフェンスを設置する。 ■ 餌を与えウニの食圧を下げる。 ■ ウニの住みつく窪みや割れ目を埋めて減らす。 ■ ウニの生息場と海藻の生育する場所を分離する。
植食性魚類による食害	<ul style="list-style-type: none"> ■ 海藻をネットや籠で防護する。 ■ 植食性魚類を漁獲する。 ■ 植食性魚類のねぐらとなる場所を減らす。 ■ 海藻を混植し、食べられやすい海藻を摂食から守る。
浮泥の堆積	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基質を反転する。 ■ ジェットポンプで浮泥を払拭する。 ■ 浮泥の堆積しにくい基質を設置する。 ■ 基盤を嵩上げし、流れを速めて浮泥を堆積しにくくする。 ■ 浮泥の発生する時期に基質を別の場所へ移動させる。あるいは、浮泥の発生が少ない時期に種苗を移植する。
砂による埋没	<ul style="list-style-type: none"> ■ 砂を除去する。 ■ 砂の影響が及ばない高さまで基盤を嵩上する。 ■ 防砂堤で砂を防ぐ。

3. 4 維持管理について

維持管理では、藻場を維持・拡大させるため、定期的にモニタリングを実施し、藻場が衰退・縮小している場合は、ウニの再除去や母藻の追加投入などその原因を取り除くメンテナンスを行う必要がある（図 3-4）。

モニタリングは、対策実施直後から定期的な実施し、対策後の経過を正確に把握しながら目標の達成度を定量的に評価する必要がある。また、海藻の種類や被度だけでなく、それを取り巻く環境因子や周辺の藻場の状態についても把握しておくことが大切である。ただし、藻場は空間的、時間的に大きく変動するので、入植した種から次世代が出現するまで、あるいは周辺の天然藻場と遜色ない藻場が確認されるまでは継続することが望ましい。このようなモニタリングは、藻場を利用する漁業者が中心になって行うことが望ましく、そのために、各地の藻場に関する最新情報を定期的に提供するなど、日頃から藻場に関心を持つように働きかけることも大切である。なお、対策自体の妥当性を検証するためには、試験研究機関や環境調査会社に専門的な分析や評価を委託することが望ましい。その結果、問題が見つければその原因を究明するとともに、対策についてワークショップを開催し、関係者間で得られた知見を共有し、さらなる対策技術の向上につなげることが望ましい。

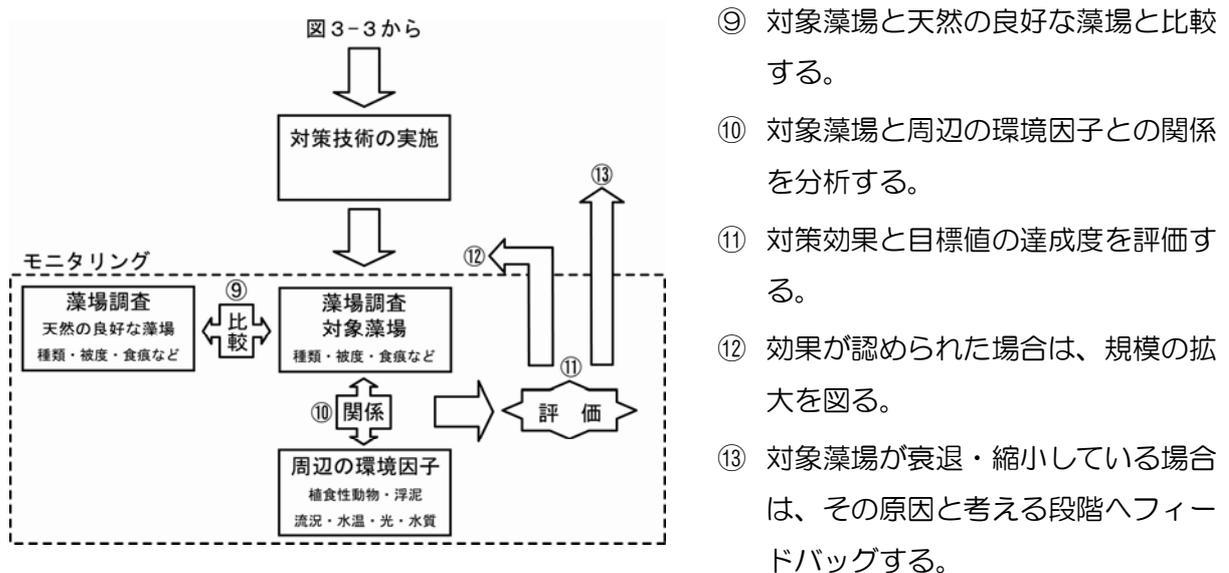


図 3-4 モニタリングの検討フロー