

## 第6章 磯焼け対策の基本的な考え方と計画・設計

### 6.1 実効性の高い磯焼け対策の視点

磯焼けは、第3章で解説されているとおり、多くの要因が複合的に絡み合って起こる現象である。このため、適切に対策を実施したとしても予想と異なる状況が起こりうるので、予想に反した結果が生じることも想定しながら対策に取り組むことが重要である。

このための対策手法として、PDCA サイクル（順応的管理手法）を回す方法が有効である。PDCA サイクルとは、Plan（計画）・Do（実行）・Check（評価）・Action（改善）を繰り返し、物事を継続的に改善しながら進めていく手法である。これを磯焼け対策に当てはめると、磯焼けの現状を把握し設定した目標に応じて具体的な計画を作成する（Plan）→ 計画に基づいて実際に磯焼け対策を実行する（Do）→ 活動の結果をモニタリング・評価する（Check）→ 評価内容に応じて計画を見直し次の計画を立てて（Action）、改めて PDCA サイクルを回すこととなる。なお、藻場を回復させるにはある程度の時間を要する。図6-1-1 に示すとおり、螺旋を描くように PDCA サイクルを回し続けていくことが重要であり、それこそが水産資源の増大へとつながる磯焼け対策である。

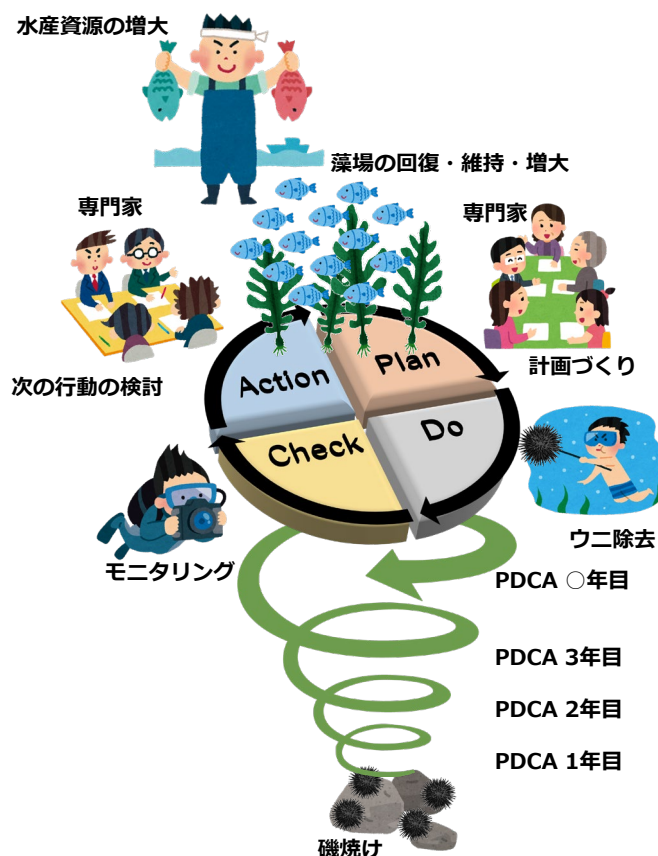


図 6-1-1 PDCA サイクルを回す実効性の高い磯焼け対策

この PDCA サイクルを着実に回すためには、最低限下記の事項に留意する。

① 目標を明確にする

PDCA サイクルでは、具体的な目標を立てることが一番重要である。目標を明確にすることにより、共通認識を高め、目標を見失う恐れを防ぐことができる（本章の 6.2 参照）。

② 日常的に藻場や磯焼けの状況を観察する

日々の漁場への行き帰りに、磯焼け対策を行った場所やその周辺の状況を観察する。例えば、海藻の生育状況、食害の有無、魚介類の産卵、流れ藻の浮遊、打ち上げ藻の漂着、魚探に表示される水温などを意識しながら観察し、必要に応じて記録する。

③ 成果を記録しておく

日常的な観察のメモやモニタリングの結果（例：ウニ除去数・藻場の被度などの経年変化グラフなど）を記録しておくこと、磯焼け対策の成果や藻場が回復する過程を具体的に分析することができる。また、前回の対策記録と比較しながら次の活動を改善し実行すれば、効果の維持や拡大につながる。

④ 人材を育成する

活動組織には核となるリーダーが必要である。リーダーには、情熱を持って新しいこと、経験したことがないことにも積極的に取り組める行動力や実行力、情報収集能力、コミュニケーション能力などが求められる。また、活動組織および関係者においては、次世代のリーダーを育成できる体制づくりが重要である。

⑤ リーダーを支援できる管理体制をつくる

行政や地元の研究者・専門家（サポーター）の方は、リーダーを支援できる管理体制を整え、継続的に組織の体制の強化に取り組むことが必要である。

## 6. 2 計画づくり

### 1) 目標の明確化

目標では、長期的な目標及びそれを達成するための当面・中期の目標、並びにそれらの達成時期等を明確にして設定する。長期目標では、自分たちが磯焼けによって困っていることを明確にし、あるべき藻場の姿を目標に設定する。

また、短期（当面）・中期の目標では、長期目標の達成に向けて、具体的かつ達成可能な数値（被度、面積）を設定する。例えば、水産多面的機能発揮対策事業（以下、水産多面的事業）では、5年間の目標値を「対象生物量を20%以上増加」とし、成果指標には「対象水域における生物量の増加」としている。ここで言う「対象生物量」の対象とは、海藻であり、生物量は海藻の被度や藻場の面積のことである。

海藻の被度や藻場面積を目標値とした場合、活動に対する達成感が得にくいので、目標値とは別の指標値を設定しておくことわかりやすい。例えば、目標値が「海藻被度を5%/年以上増加」の場合で、活動内容がウニの除去であれば、年間のウニの除去数を指標値に設定し、除去した数量から達成状況を把握した方がわかりやすい。活動メンバーに対してモチベーションを高められる指標値を設定することも活動の持続には有効である。

表 6-2-1 目標別に設定する内容

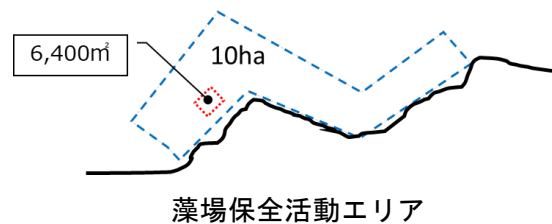
長期目標	短期(当面)・中期目標・指標
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ シンプルで覚えやすい表現</li> <li>■ チャレンジングな内容</li> <li>■ 定量的な指標に細かい数字を入れない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 数値で測れるもの</li> <li>■ 実際に達成できるもの</li> <li>■ 許容範囲を設定する</li> <li>■ 達成期間を設定する</li> </ul>

○ ケーススタディ

① 阻害要因がウニのみの場合

1) 設定条件

- ◆ 磯焼けの発生：1993年
- ◆ 海藻種：ホンダワラ類とクロメの混成藻場
- ◆ 藻場保全活動エリア：10ha
- ◆ 実対策面積：6,400 m<sup>2</sup>
- ◆ 藻場形成阻害要因：ウニ
- ◆ 実施体制：10人



2) 目標設定と指標値の設定

【短期 1-2年】

目標：海藻被度 5%/年増加させる

活動内容：ウニフェンスの設置、ウニの除去、母藻の投入

ウニ除去の指標値：ウニ 55,000 個を除去する。

(指標値の根拠)

事前調査でウニの密度が 7.8 個/m<sup>2</sup>であったことから、実対策面積に生息するウニの生息数を予測する。なお、予測にあたっては、除去後の自然増加率(経験則：当初の生息予測数の 10%)を加味する。

$$\text{ウニ生息予測数} = 6,400 \times 7.8 + 4,992 = 54,912 \approx 55,000 \text{ 個}$$

55,000 個を指標値にしてウニの除去をすることで、除去活動の達成状況がわかりやすくなる(ウニ密度が 0 個/m<sup>2</sup>になる)。

【中期 3-5年】

目標：2年間の結果を踏まえ、活動を継続するとともに、アワビの種苗が放流できるまでにする。

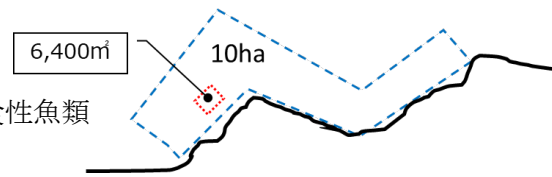
【長期 10年】

目標：継続的な藻場保全活動によって藻場が維持・拡大し、昔のようにアワビが漁獲できるまでにする。

## ② 阻害要因がウニと植食性魚類の場合

### 1) 設定条件

- ◆ 磯焼けの発生：1993年
- ◆ 海藻種：ホンダワラ類とクロメの混成藻場
- ◆ 藻場保全活動エリア：10ha
- ◆ 実対策面積：6,400 m<sup>2</sup>
- ◆ 藻場形成阻害要因：ウニと植食性魚類
- ◆ 実施体制：10人



藻場保全活動エリア

### 2) 目標設定と指標値の設定

#### 【短期 1-2年】

目標：海藻被度 5%/年増加させる

活動内容：ウニフェンスの設置、ウニ・植食性魚類の除去、母藻の投入

(1) ウニの指標値：ウニ 55,000 個を除去する。

①のウニのみの場合と同じ。ここでは省略。

(2) 魚の指標値：イスズミを 100 尾/年を除去する。

指標値の考え方

- ◆ 活動エリア内の植食性魚類の目撃情報を夏までに収集し、魚類が目撃された場合は、年間の除去数を例えば 100 尾/年と決めて、これを指標値とする。
- ◆ エリア内で定置網漁などが実施されている場合は、活動に協力してもらい、協力が得られた場合には、定置網による捕獲数もカウントに加える。
- ◆ 活動メンバーからは除去数を申告してもらい、除去数が達成した時点で終了とする。
- ◆ 達成しなかった場合は、残数を繰り越さず、達成できなかった原因を究明し、実施場所や体制強化などにフィードバックする。
- ◆ 目撃情報は毎年確認し、その年指標値を決定する。

植食性魚類は、移動範囲と生息数がわからないので、PDCA サイクルを回し除去活動を継続的に実施して、かつ柔軟に対応することが重要である。

達成！

	実対策面積	ウニ除去数 (指標値)		魚類除去数 (指標値)		目標値	
		年間実績	累積	年間実績	累積	海藻被度	増加量
活動前	-	-	-	-	-	20.0%	-
1年目	6,400m <sup>2</sup>	30,000	30,000	70	70	24.0%	4.0%
2年目	"	27,000	57,000	80	150	28.0%	8.0%
3年目	8,000m <sup>2</sup>	15,000	72,000	100	250	32.0%	12.0%
4年目	"	18,000	90,000	100	350	36.0%	16.0%
5年目	10,000m <sup>2</sup>	10,000	100,000	80	430	40.0%	20.0%

#### 【中期 3-5年】 【長期 10年】

①のウニのみの場合と同じ。ここでは省略。

## 2) 対象とする藻場

磯焼け海域にかつて存在していた藻場、あるいは現在、近傍にある藻場を目標とする。河川や沿岸域の開発、気候変動による水温・水位上昇などの環境変化により、以前存在した藻場を回復させることが困難な場合も想定される。このため、磯焼けとなった場所だけに注目するのではなく、近傍の健全な藻場、海面の利用状況を踏まえ、試験研究機関や専門家の意見を参考に対象とする藻場を決めるとよい。

## 3) 実施場所

できるだけ天然藻場の近傍の磯焼け域で、安全かつ無理なく実施できる場所を選ぶ。実施場所を選ぶ際には、インターネットの地図情報等を活用するとよい(第7章のB1参照)。磯焼けした場所だけに注目するのではなく、近傍の健全な藻場、海面の利用状況も踏まえる必要がある。

## 4) 磯焼け対策の実施フロー

磯焼け対策は、PDCA サイクルを回し続けることになる。毎年、PDCA サイクルフローのA～Gの作業を実施する(図6-2-2および次頁、第7章参照)。具体的な磯焼け対策手法は、第7章(D1～D9)で紹介している。対象海域の実態に応じて適切な手法を選び、組み合わせて実施する。

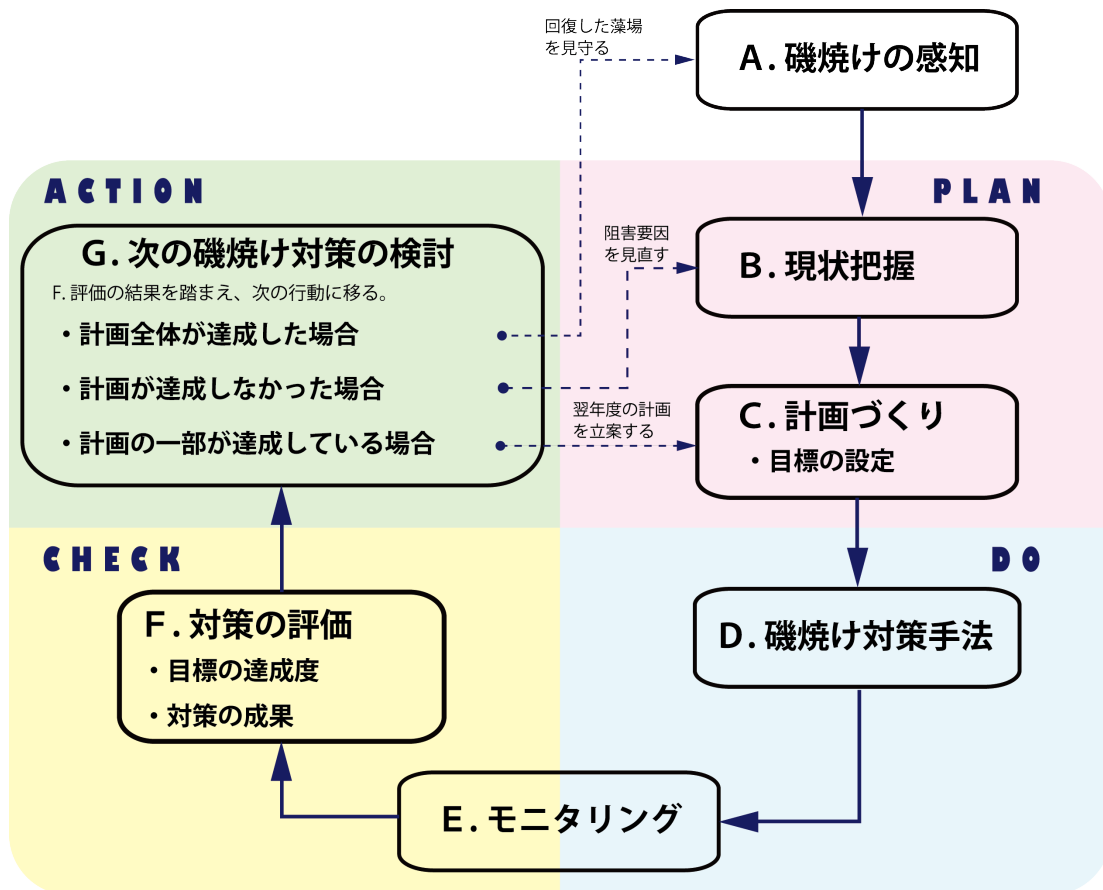


図 6-2-2 PDCA サイクルで回す磯焼け対策フロー

#### A. 磯焼けの感知

日頃から藻場の状況を観察し、海底景観の変化（例えば、岩肌の露出や食害）、アワビ等の漁獲量の急な増減などから磯焼けを感知する。

#### B. 現状把握（阻害要因の特定）

磯焼けが感知された場合は、藻場形成の阻害要因を特定する調査を実施する。阻害要因が特定できない場合には、簡単な実験的な調査を行うことも必要である。

#### C. 対策手法の検討と計画づくり

阻害要因が特定されたら関係者同士で話し合い、取り組み方針、活動内容・スケジュールなどの計画づくりを行う。計画立案にあたっては、目標設定、役割分担、作業の安全性、活動スケジュール、必要経費、利害関係者との調整など詳細まで検討する。

#### D. 対策の実施

計画した内容を着実に実施する。必要に応じて複数の対策手法を効果的に組み合わせて実施する。食害に対する磯焼け対策の実績では、「植食動物の除去」と「海藻のタネの供給」の組み合わせの効果が大きい。なお、海での作業は危険を伴うことから、気象・海象に留意し、作業の安全性を確保する。

#### E. モニタリング

磯焼け対策の実施後は、対策箇所、および周辺海域を定期的にモニタリングして状況の推移を把握する。モニタリング項目やその方法は、専門家（サポーター）に相談して決定するとよい。

#### F. 対策の評価

モニタリングの結果から目標が達成できているかどうか、実施した対策は効果があったか、専門家（サポーター）を交えながら結果を判定する。また、その結果については、活動メンバー等関係者間で共有する。

#### G. 次の磯焼け対策の検討

目標が達成（例えば、藻場が回復した）していれば、回復した藻場を見守りつつ別の場所の磯焼け対策を計画する。また、対策に効果がみられている場合は、その対策が次回も実施できるように計画する。実施した対策に効果がみられなかった場合には、その失敗の要因を分析し、計画と実施体制などの見直しを行う。

### 6. 3 体制づくり

#### 1) 実施体制の整備

磯焼け対策を効果的に実施するには、協議会を開き、様々な立場の関係者との合意形成を図り、活動を持続的に実施することが必要である。

最近の環境変化の世論調査（国立環境研究所，2016）では、59%の人が「（環境が）悪く

なっている」と回答し、気候変動や温暖化については、90%の人が「心配している」と回答している。このような地域住民の環境問題に対する関心の高まりから、藻場の保全活動（磯焼け対策を含む）においても、全国各地で地域住民の参加が目立つようになってきた。一方、これまで主体的な役割を果たしてきた漁業者は、高齢化・後継者不足などの不安を抱えている（図 6-3-1）。今後は、漁業者と行政と専門家（サポーター）だけではなく、地域住民や NPO 等の参画を積極的に受け入れ、地域全体で取り組める体制づくりも考えていくことが重要である。このような取り組みが発展すれば、都市漁村交流の推進や漁村の活性化にもつながる（図 6-3-2、表 6-3-1）。

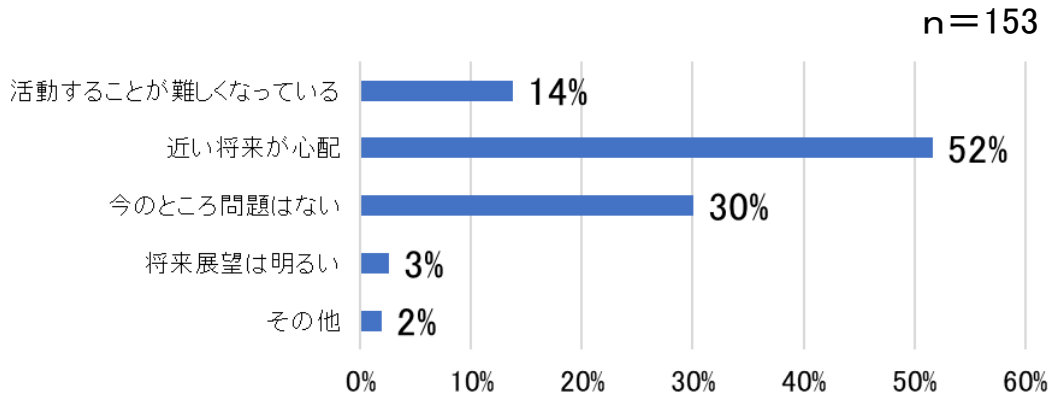


図 6-3-1 実施体制の状況

注)水産多面的事業の藻場保全活動の活動組織を対象に行ったアンケート結果(水産庁, 2020)



図 6-3-2 磯焼け対策の理想的な実施体制

表 6-3-1 各機関の役割分担

漁業関係者	地域住民・NPO 等
<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状把握調査、モニタリング</li> <li>・計画立案</li> <li>・磯焼け対策の実施</li> <li>・活動報告、報告会等の運営</li> <li>・情報発信(SNS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対策実施の協力</li> <li>・報告会への参加</li> </ul>
専門家(サポーター)・研究者	行政担当者
<ul style="list-style-type: none"> <li>・藻場や磯焼けに関する情報提供</li> <li>・計画立案のためのアドバイス</li> <li>・調査に関するアドバイス</li> <li>・対策手法の技術サポート</li> <li>・報告会への参加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・藻場や磯焼けに関する情報提供</li> <li>・財政支援</li> <li>・計画立案のアドバイス</li> <li>・リーダー育成の支援</li> </ul>

磯焼け対策で着実に PDCA サイクルを回すには、専門的な知識と解決能力等を備えた専門家（サポーター）の協力が欠かせない。専門家（サポーター）としては、対象海域の実態に通じ、藻場回復の実践経験が豊富で、PDCA サイクルの各場面でアドバイス等を行うことができる人物が望ましい。

水産多面的事業では、藻場の保全活動等に取り組む活動組織を対象に、活動の技術的な指導やモニタリング等に関して、専門家（サポーター）が直接現地に出向いてサポートを行っている。このような専門家（サポーター）のサポート体制を上手に利用して磯焼け対策に取り組むべきである。

水産多面的事業の情報サイト「ひとつみ.jp」の個別サポートのページ

<https://www.hitoumi.jp/support/support.php>

## 2) 情報の共有化

リーダーが講習会等で得た情報や技術を組織全体で共有することにより、組織力を強化する。また、ベテラン漁業者の知識や経験を共有することにより、計画づくりを効率的に進める。活動の課題やトラブルにも、経験豊富な専門家（サポーター）からのアドバイスによって解決の糸口が見つかる。

情報の共有化を図るためには、メンバー同士の日頃のコミュニケーションだけではなく、水産系研究機関、「磯焼け対策全国協議会」（水産庁）や「水産多面的機能発揮対策講習会」（水産庁）、あるいは優良な取り組みを実施している組織との交流を通じ、積極的に新しい情報を収集する。集積した情報は、「現場で使いやすい」、「管理や設定がしやすい」形で導入し、SNS（著作権などの問題に注意）を活用して情報を蓄積・発信する。

全国各地の取り組みについては、水産多面的事業の情報サイト「ひとつみ.jp」で公開されている。

水産多面的事業の情報サイト「ひとつみ.jp」の全国の実績情報のページ

<https://www.hitoumi.jp/torikumi/>

### 3) ハード整備とソフト対策の連携

藻場の形成阻害要因には、植食動物だけではなく、岩礁（基質）の埋没、浮泥の堆積などがあり、そのためにブロックや藻場礁（または、藻礁）などを設置することがある（第7章のD5、D6、D8参照）。また、海藻のタネや種苗をつくり、タネを着生しやすくするための基質の設置、成長を促進させるための栄養塩の添加がある（第7章のD4、D7参照）。これらの多くは藻場造成で培われてきた手法である。ただし、海水温の上昇や植食動物の活発化により、効果が発現・持続し難くなっているため、水産庁では、広域的な観点からハード整備とソフト対策を組み合わせせた計画を策定し、両者が連携した藻場の保全・創造対策を推進している（水産庁 藻場・干潟ビジョン、2016）。

ハード整備とソフト対策の連携とは、例えば、天然藻場から放出される海藻のタネ（孢子・種子等）が、潮流によって広域に移動する先に、予め藻場礁を設置して藻場を創出させ、同時に藻場が維持されるようにウニ除去などのソフト対策を実施するなどが考えられる（図 6-3-3、図 6-3-4、図 6-3-5、図 6-3-6）。このような連携を行うには、先に示した体制づくりと情報の共有化が重要であり、両方の計画づくりを上手に合体させる必要がある。

三重県では、『藻場造成ガイドブック 2013 改訂版』を作成し、併せて「三重県干潟・藻場等沿岸漁場保全懇談会設置要領」を定め、懇談会を開催しながら、計画から設計、施工、モニタリング、事業後の検証について、地区ごとに取り組み状況を説明し、意見交換を行いながら、効率的・効果的な事業実施を続けている。

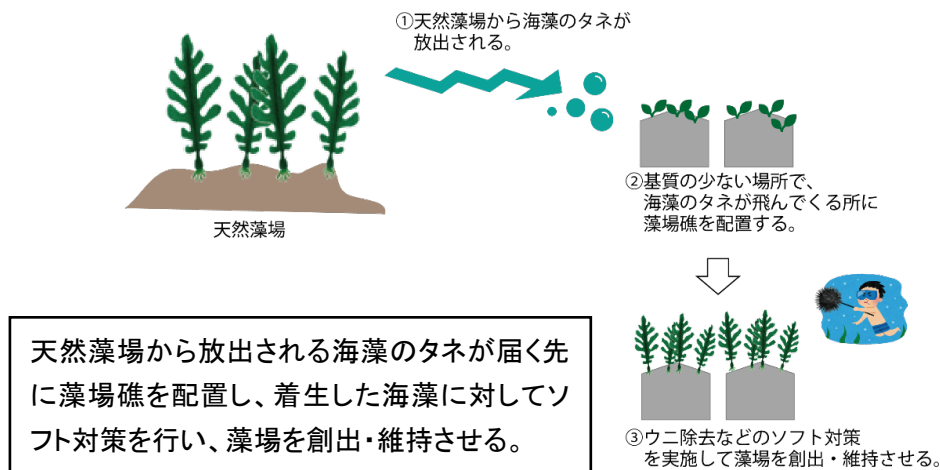
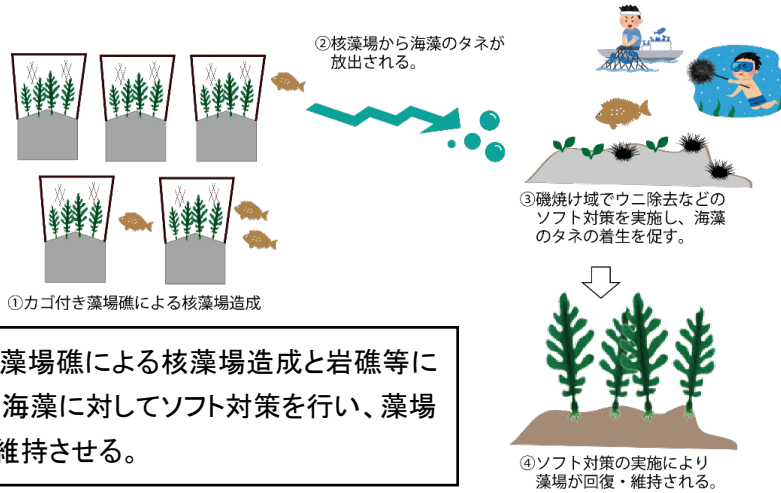


図 6-3-3 ハードとソフトの連携イメージ（例 1）



カゴ付き藻場礁による核藻場造成と岩礁等に  
着生した海藻に対してソフト対策を行い、藻場  
を創出・維持させる。

図 6-3-4 ハードとソフトの連携イメージ (例 2)



天然藻場の周りに藻場礁を仮置きし、その後  
移設して着生した海藻に対してソフト対策を行  
い、藻場を創出・維持させる。

図 6-3-5 ハードとソフトの連携イメージ (例 3)



健全な天然藻場の水深や流速を模倣して、海  
底面を嵩上げて着生した海藻に対してソフト  
対策を行い、藻場を創出・維持させる。

図 6-3-6 ハードとソフトの連携イメージ (例 4)

## 6. 4 維持管理

PDCA サイクルを回し藻場が回復した後も、藻場が維持され機能が継続的に発現できるように見守る（管理する）ことが重要である。例えば、広域の磯焼け海域に出現した小規模な藻場は、周囲に植食動物が多く存在することから、再び食害によって藻場から磯焼けへ戻ってしまうことが懸念される。一度藻場が回復した場所は、藻場の維持や磯根資源の増大を目標とする。維持管理の重要性が認識されていなかったり、別の場所の磯焼け対策で手一杯であったりなど、回復した藻場へのフォローが疎かにならないようにする。

水産多面的事業では、5年間で藻場の保全、再生のための活動を行う範囲を「協定面積」（面積単位：ha）として設定し、磯焼け対策等を実施する範囲を「活動面積」（ $\leq$ 協定面積）として区分している。定期モニタリングでは、「活動面積」の対策効果を把握するとともに、「協定面積」全体の環境や資源の状況を毎年把握することになっている。協定面積では、対策によって藻場が回復した場所にモニタリング定点を設定し、継続的にモニタリングを実施しながら、磯焼けに戻らないための対策を適宜実施することが可能である。第8章に示す取り組み事例を参考にするとよい。

## 6. 5 事後評価と次の磯焼け対策の検討

活動後の事後評価とは、活動の過程や成果を記録やモニタリングを通して評価することで、PDCA サイクルの Check（評価）のステージにあたる。また、その評価を踏まえて次の磯焼け対策を計画し進めることが、PDCA サイクルの Action（改善）のステージである。事後評価と次の磯焼け対策では、次の点に留意して評価する。

- ◆ 事前に設定した数値目標の達成状況を検証する。そして、その評価は活動メンバーに公表し情報を共有する。
- ◆ 磯焼け対策は長期にわたって持続的に取り組まれるべきものであるため、評価結果はレポートに取りまとめておく。
- ◆ 評価結果を踏まえ次の対策を計画し、活動を持続させるようにする。
- ◆ 事後評価と次の対策の計画は、漁業関係者と市町村が主体となって行い、必要に応じて専門家（サポーター）のアドバイスを受ける。