

第2章 藻場造成機能について

2.1 藻場の定義と機能

藻場は、沿岸の浅海域において海藻や海草が繁茂している場所、あるいはそれらの群落や群落内の動物を含めた群集のことをいう。藻場は、魚介類など生物にとって生息・生育場であり、沿岸地域の一次生産の場として重要な役割を果たしている。

本ガイドラインでは、主に海藻藻場を構成する植物であるコンブ類、アラメ・カジメ類、ホンダワラ類を対象としているが、^{うみくさ}海草藻場についても参考となる情報や事例を示しているため、それらについて述べる。

<解説>

藻場を構成する海産植物は、大きく海藻と海草に分類される。藻場は構成する海藻の種類によって、主にコンブ場、アラメ・カジメ場、ワカメ場、ガラモ場、テングサ場、アマモ場に区分される。その他、緑藻のアオサ・アオノリ類が主体のアオサ場なども存在する。これらの藻場は、海域や水深によって複数の種で構成されることが多い。

藻場は日本沿岸のほぼ全域に分布しており、その分布域は水温、海流、基盤（岩礁や砂泥など）によって異なる。近年では海水温の上昇に伴い、藻場の消失や構成種の変化、生育への影響が指摘されている。

表 2-1 主な藻場のタイプと構成種および分布域¹⁾

主な藻場のタイプ	構成種	主な分布域
コンブ場	マコンブ(ホソメコンブ、リシリコンブ、オニコンブはその変種)、ガゴメコンブ、ナガコンブ、ミツイシコンブなどのコンブ類	北海道沿岸から宮城県(太平洋沿岸)までと青森県(日本海沿岸)までの岩礁域
アラメ・カジメ場	アラメ、サガラメ、カジメ(クロメ、ツルアラメはその変種)、アントクメ(暖海性コンブ類、アラメ・カジメ類)	アラメ場: 岩手県から高知県東部までと京都府から長崎県までの岩礁域 カジメ場: 千葉県から宮崎県、島根県から鹿児島県までの岩礁域
ワカメ場	ワカメ(ヒロメ、アオワカメを含む)	オホーツク、沖縄県を除く日本各地の沿岸の岩礁域
ガラモ場	アカモク、ヤツマタモク、ノコギリモクなどのホンダワラ類	日本各地の沿岸の岩礁域
テングサ場	マクサ、オオブサ、ヒラクサ、オバクサなどのテングサ目海藻	オホーツク・道東沿岸を除く日本各地の沿岸の岩礁域
アマモ場	アマモ、コアマモ、タチアマモなどの海産顕花(種子)植物	日本各地の沿岸の砂泥域(スガモ、エビアマモなど一部の種では岩礁域)

(1) 藻場を構成する主な植物の生態的特徴

1) コンプ類

大部分のコンプ類は、1枚の帯状の葉状部、細く短い茎状部、そして比較的小さな繊維状の仮根から構成される。岩礁や転石などの基質に付着し、長い葉状部を海底に横臥する。一般に、発芽は冬に始まり、初春に繁茂するが、初夏以降には葉状部の先端から枯死して流失し、葉の長さが短くなる。コンプ類には一年生と多年生の種があり、越年する藻体は短くなった葉状部で冬を越え、再び生長する。

北海道の日本海側ではウニの食害によって磯焼けが発生しており、太平洋側では海水温の上昇に伴い、藻場の種構成の変化や衰退が見られる。



写真 2-1 コンプ場

2) アラメ・カジメ類

アラメ・カジメ類は、発達した仮根で硬い基質にしっかり付着し、太く長い茎状部で立ち上がり、その先端から多数の細長い葉（側葉）を生じる。群落は、陸上の樹林を想起させる独特の様相を呈する。夏から秋にかけて成熟し、海藻のタネ（遊走子）を放出した後、徐々に先端から消失して、新葉が旧葉に取って代わる。このため、群落の疎密には季節的な変化があるが、藻体の繁茂した状態は年間を通じて維持される。一般的に、アラメは浅い水深に、カジメはより深い水深に分布する。

近年は、海水温の上昇や食害、種の変化によって磯焼けが進行し、藻場が激減している。



写真 2-2 アラメ・カジメ場（カジメ）

3) ホンダワラ類

ガラモ場を構成するホンダワラ類は、小さな仮根で基質に固着し、枝分かれした茎から多数の小葉を生じる。葉体には多数の気胞（浮き袋）があり、その浮力によって海底から立ち上がり、藻体が水面を覆うことがある。比較的波が穏やかな場所に繁茂し、アラメ・カジメ類と混生することもある。

ホンダワラ類には、一年生のアカモクやホンダワラ、多年生のヨレモクやノコギリモクなどの種がある。

海水温の上昇や食害により磯焼けが進行している。一方で、近年の九州沿岸では、南方系ホンダワラ類であるキレバモクやツクシモクが増加し、局所的に春藻場を形成することがある。

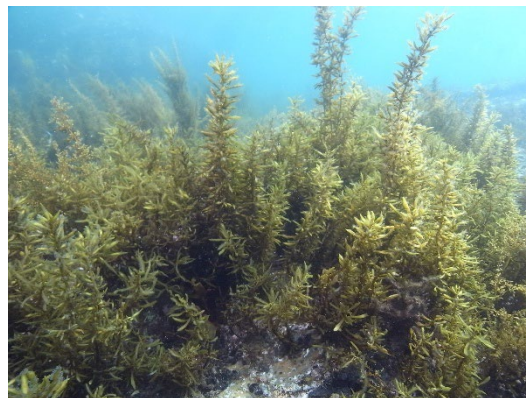


写真 2-3 ガラモ場

4) アマモ

アマモは、内湾や河口近くの浅い砂泥底に分布する被子植物である。春から夏にかけて生長・成熟し、花を咲かせて種子を形成する。成熟した種子は海底に落ち、その後、藻体は枯死・流出する。秋には丈の短い草体となり、翌春に再び生長を始める。繁殖方法は種子によるもののほか、地下茎の枝分かれによる無性繁殖もある。しかし、夏季の水温が 28℃を超える環境では無性繁殖が見られなくなる。近年、海水温の上昇により無性繁殖の減少が進み、アマモは衰退傾向にある。



写真 2-4 アマモ場

以上の内容を簡単に取りまとめたものを表 2-2 に示す。

表 2-2 藻場を構成する主な植物の生育条件 ¹⁾ (一部改変)

海 区		藻 場		磯焼けの有無	食害の有無		
		タイプ	変化		ウニ	魚	小型巻貝
九州南部・日本海・オホーツク海	東シナ海	②③④	①②③	○	○	○	○
	日本海西部	②③④	①②	△	○	○	○
	日本海北部	①②③④	①②	△	○		○
	北海道日本海	①③④	①	○	○		○
九州東部・太平洋	太平洋南部	②③④	①②③	○	○	○	
	瀬戸内海	③④	①②	□		○	
	太平洋中部	②③④	①③	△	○	○	
	太平洋北部	①②③④		△	○		○
	北海道太平洋	①②③④	①	△	○		

【凡例】 藻場のタイプ ①コンブ場、②アラメ・カジメ場、③ガラモ場、④アマモ場
藻場の変化 ①大型海藻から小型海藻に遷移、②海藻種の変化、
③基質が競合付着生物に覆われる
磯焼け状態 ○海域において広域に磯焼けが発生、△局所的に磯焼けが発生、
□磯焼けはない

(2) 藻場の機能

藻場は、魚介類やその他の多様な生物にとって生活の場であると同時に、沿岸地域の一次生産の場として重要な役割を果たしている。海中で立体的な構造を持つ藻場は、魚類や貝類、甲殻類などの生息場や隠れ場となり、特に幼稚仔期の魚介類にとっては保護育成の場として機能する。また、海藻・海草類の葉には微細藻類が付着しており、それを餌とする動物が集まることで、魚介類に豊かな餌場を提供している。さらに、流失した藻体は流れ藻として稚魚や甲殻類の生息場となり、寄り藻はアワビやサザエ、ウニなどの重要な磯根資源の餌となり、水産業に大きく貢献している。

この他、例えばテングサ場では高品質な寒天原料が採取されるほか、医療やバイオテクノロジーの分野にも活用されている。また、海藻・海草類は生長過程で窒素やリンを吸収するため、沿岸域の富栄養化を抑制する効果がある。さらに、藻場は面積が拡大することで波浪を軽減する役割も担っている。光合成を通じて二酸化炭素（CO₂）を吸収し、海中に酸素を供給するため、藻場は「ブルーカーボン生態系」として地球温暖化対策にも寄与している。

このように、藻場は生態系の機能だけでなく、環境保全においても非常に重要な場所であることから、観光やレジャー産業にも活用されている。海中公園やダイビングスポット、釣り公園などで美しい景観の一部として多くの観光客を引き寄せている。さらに、藻場の生態系の重要性や磯焼け対策の必要性を広める場として、一般市民や児童・生徒に向けた環境学習の機会も提供されている。

2.2 藻場造成機能の維持のための留意事項

藻場造成型漁港施設の整備にあたっては、造成する藻場の対象種を明らかにし、現場環境条件や対象種の生態を踏まえて施設の構造や材料を決定する。また、藻場造成機能を維持するため、対象藻場の形成阻害要因の特定とその要因を除去するための方法を検討する。

<解説>

藻場造成型漁港施設の設計では、漁港周辺（漁港区域に限らず）の藻場分布調査を通じて、対象漁港や整備予定箇所における藻場形成の阻害要因を予測し、藻場の造成が技術的に可能であるかを検討する。事業に適用される主な藻場造成の技術として、防波堤の断面やブロック等の配置の工夫、堤体の改変による流動・水深・基質形状の工夫が挙げられる。さらに、必要に応じて、母藻の投入や移植、植食動物の除去などの補完的な作業が実施される。

これらの技術によって、除去可能な藻場形成の阻害要因は、以下のとおりである。

- 基質不足
- 食害
- 海藻のタネ不足
- 付着生物との競合
- 栄養塩不足
- 懸濁物質の増加
- 光量不足
- 底質の移動と堆積

以上の阻害要因とその対策の概要を、以下に示す。

ただし、藻場形成の阻害要因には、海藻・海草類の生理機能に影響を及ぼす水温変化や塩分低下、海流の変動などがある。これらを人工的に取り除くことは、技術的および経済的に困難である。また、アマモ場においては、航跡波や底引き網漁業による底質の洗掘や葉体の引き抜きが発生する場合があります。整備にあたっては漁業者との調整が必要である。

なお、「第3版 磯焼け対策ガイドライン（令和3年3月、水産庁）」（以下、「磯焼け対策ガイドライン」という）では、藻場の種類や機能、磯焼けのメカニズム、磯焼けを引き起こす代表的な植食動物の生態、各地の藻場の現状、磯焼け対策の調査計画の考え方と進め方の手順、実践的な磯焼け対策手法などが詳述されている。詳細については、磯焼け対策ガイドラインを参照されたい。

(1) 基質不足

漁港施設は石材やコンクリートブロックで築造されるため、岩礁性藻場を造成する際には新たな基質を提供する役割を果たす。基礎マウンド、消波ブロック、被覆ブロックがその具体例である。

(2) 食害

全国的に、植食動物による食害が原因で磯焼けが拡大している。植食動物は、北日本では主にウニと小型巻貝が中心であり、南日本ではこれに加えて植食性魚類のアイゴ、ブダイ、イスズミが挙げられる。また、海草に対してはこれらに加えて、ハクチョウやガンなどの鳥類による食害も発生している。

これらの植食動物による食害が顕著化する要因には、水温が高めに推移して摂餌活動が活発化すること、寄り藻が減少したことで既存の海藻を摂食するようになること、消波施設や養殖の増加により海底の静穏化が進むこと、投石場やコンクリートブロックに植食動物が定着すること、乱獲により害敵生物が減少して植食動物の個体数や活動が抑制されなくなることなどが挙げられる。特に、近年は気候変動による海水温の上昇が摂餌活動の活発化や食害期間の長期化を招き、磯焼けの進行を加速している。

ハード整備の観点から食害防止を考えると、基盤の流動を増加させる方法や砂地を利用した基質の設置が効果的である。例えば、ウニは強い流動下では海藻に接近したり摂餌したりすることが難しいため、ウニの食害が藻場形成に影響する時期に流速振幅が摂餌限界以上になるように、潜堤や防波堤の基礎マウンドの天端を設計するとよい^{2,3)}。

また、ウニは一般に砂地での移動が困難であるため、砂地に高さのあるコンクリートブロックや石材を設置すると、ウニの侵入を防ぐことができる。ただし、キタムラサキウニやガンガゼは、棘を使って砂地を移動する場合がある。

鳥類については、鳥が潜水してアマモを摂餌できる限界水深を周辺のアマモ場の分布状況から把握し、砂面高をその限界水深より深く設定することで、食害を抑制することが可能である。

(3) 海藻のタネ不足

コンブ類やアラメ・カジメ類は大量のタネを放出するため、周辺環境が整っていれば新たに基質を設置することで海藻の着生が期待できる。一方、ホンダワラ類は、コンブ類やアラメ・カジメ類に比べてタネのサイズが大きく、母藻の近くに着生する。このため、近隣にガラモ場が存在するかを確認し、天然藻場からのタネの供給が少ない場合には、母藻移植やスポアバッグを行う必要がある。また、ホンダワラ類は垂直面や斜面への着生が難しいため、平坦な面を持つ基質が必要である。

(4) 付着生物との競合

基質を設置した後、付着生物が先に優占すると、目的とする藻場の形成が阻害される可能性がある。付着生物との競合は裸地をめぐる生物種間の競争であり、生物群集の遷移が進むにつれて、その場の環境に最も適した生物が最終的に優占する。しかし、生物種間の競合関係に明確な優劣がない場合、基質の投入時期によっては、対象種ではなく付着生物が優占し、対象種の着生が長期間阻害されることがある。このような事態を防ぐには、対象種の成熟期に合わせて基質を設置することが重要である（第8章 8.6 施工時期と藻場造成の関係を参照）。

また、コンブでは小型多年生海藻との競合が課題となる。コンブは基質を設置すると、比較的短期間で密な群落を形成できるが、時間の経過とともに他の海藻群落へ遷移する傾向がある。そのため、コンブ場がどのような環境条件によって維持されているのかを正確に把握することが必要である。設計においては、コンブ場を持続させるための環境条件を理解し、それを再現する手法を検討する。

(5) 栄養塩不足

栄養塩とは、生物の成長に必要な無機塩類を指し、海洋植物では特に窒素 (N) やリン (P) が不足しやすいため、これらが主に栄養塩（多量栄養塩）と呼ばれている。近年、排水規制の進展により海水浄化が進む一方、沿岸域では溶存窒素の減少が問題となっている。また、閉鎖性海域では富栄養化が改善せず、赤潮の発生や透明度の低下により藻場の減少や衰退が進行している。藻場の形成には適度な栄養塩が必要とされるが、その濃度を人為的に制御するには多くの技術的課題が残されている。

このような課題を受け、水産庁は過去のさまざまな調査を参考に「磯焼け対策における施肥に関する技術資料（水産庁、2015）」を作成している。この資料では、栄養塩不足の現状を踏まえ、現時点で可能な施肥の手法について整理しているので参考にするとよい。

(6) 懸濁物質の増加

陸からの濁水が影響する内湾や河口域では、浮泥が基質に堆積し、海藻のタネの着底を妨げたり、葉面に付着して藻体を枯死させる場合がある。懸濁物質（浮遊物質）の増加を抑えるためには、発生源を特定し、その除去や緩和を図ることが望ましい。また、影響域における対策としては、基質上面の流速を増大させる方法や基質形状を工夫する方法などが挙げられる。例えば、突出構造や凹凸のある多孔質構造、ロープなどの軽素材を用いた揺動体を設置することが考えられる。ただし、これらの対策も中長期的には効果が薄れるため、定期的に堆積した懸濁物質を除去するなどのメンテナンスが必要である。

(7) 光量不足

光は海藻等の生育に重要な要素であり、透明度の低い内湾域では、アマモ場の分布下限が光量によって制限されている事例がみられる。このような場合には、透明度を変えることは通常難しいので、水深を浅くする必要がある。

(8) 底質の移動と堆積

底質の移動がある海底に岩礁性藻場を造成する場合には、砂の堆積・設置面の洗掘による基質の埋没、砂礫の衝突が、群落形成の決定的な阻害要因になる。浮遊砂の堆積は、コンブ類の場合には比較的影響が少ないが、アラメ・カジメ類では重要な生育の制限要因となるので注意が必要である。漂砂の影響がある岩礁域では、海底面からの高さに応じて海藻の植生が異なり、海藻が長命または短命であるかによって砂の影響する程度を推定することができるので、それを参考に基質の高さを決定することが必要である。

一方、アマモ等、波の穏やかな砂地に生育する海草類では、種子から発芽初期の幼体や生長して根茎を砂地に張った成体が、波による砂面変動によって掘り出されて流失したり、河川から流出する土砂によって埋没したりすることが、生育の制限要因となることがある。波による砂の移動がある場合には、消波構造物の設置が、また河川からの土砂の堆積が問題になる場合には、導流堤等の設置が対策として考えられる。