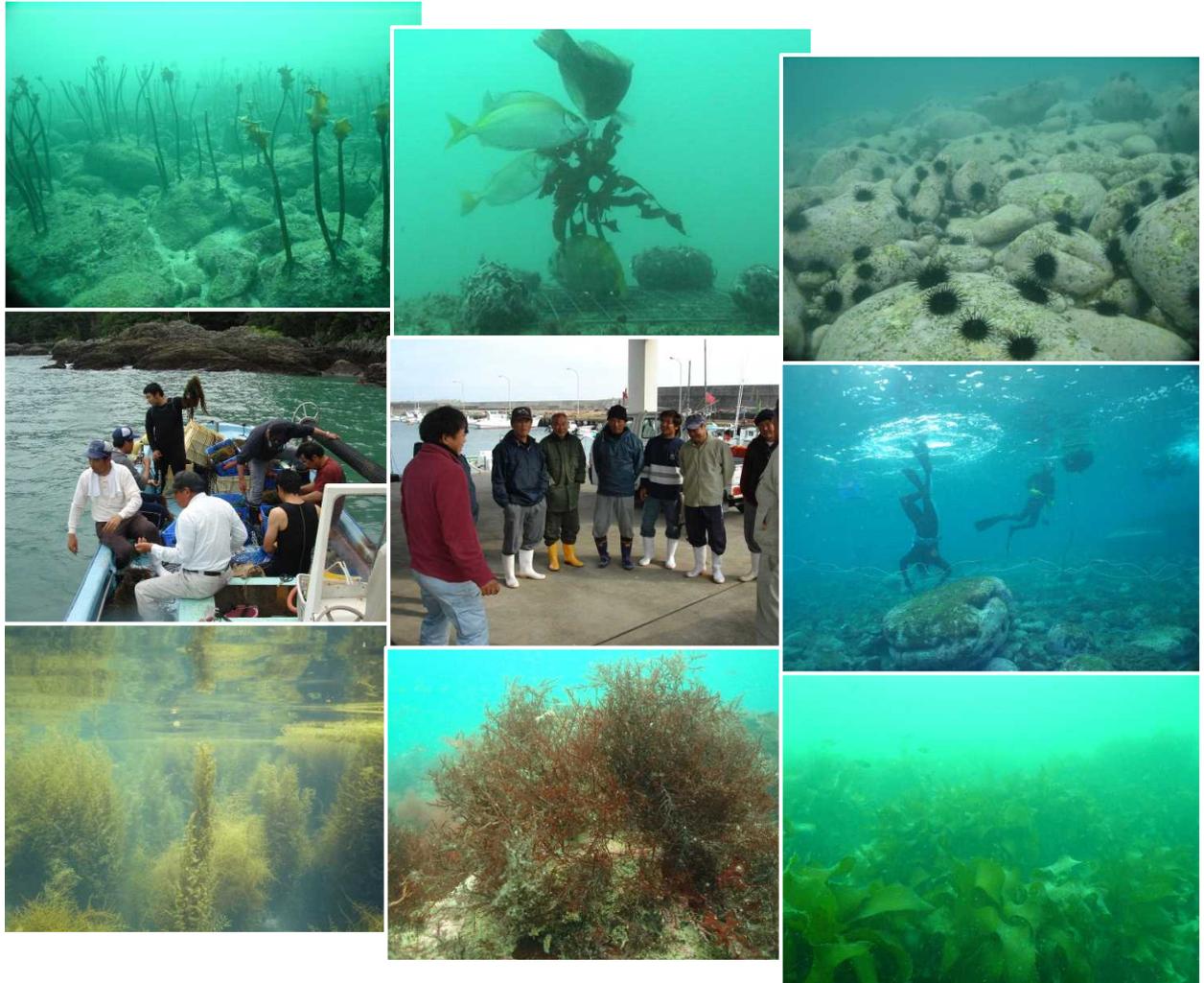


# 宮崎県沿岸における藻場造成及び管理に関する指針



平成26年3月28日  
宮 崎 県



## 目次

指針策定の目的	1
第1 藻場と磯焼け	2
第2 藻場の変遷と現状	2
1) 藻場面積と形成箇所数	
2) 藻場の衰退が漁業へ及ぼす影響	
第3 磯焼けの発生と継続	4
1) 本県沿岸における磯焼けの発生要因	
2) 本県沿岸における磯焼けの継続要因	
(1) 藻場と磯焼け域の諸条件の比較例	
(2) 磯焼け域における要因排除実験検証例	
3) 何故植食動物の海藻採食量が過剰になったのか	
(1) 植食性魚類の採食量と水温との関係に関する観察事例	
(2) ウニ類の採食量と水温との関係	
(3) 長期的にみた本県沿岸における海水温の変化	
4) 藻場の維持と磯焼けの継続機構に関する仮説	
(3) 磯焼けの発生と継続の機構に関する仮説	
5) 藻場と磯焼けの変遷の傾向と主要な要因	
(1) 大型海藻藻場から小型海藻藻場への変遷要因	
(2) 小型海藻藻場から無節サンゴ藻優占状態への変遷要因	
(3) 藻場と磯焼けの変遷の傾向と主要な要因の総括	
第4 藻場の回復・維持技術	12
1) 適用する技術の選定に係る基本的な考え方	
2) 藻場の回復及び維持に関する要素技術	
(1) 植食動物の食圧の低減技術	
(2) 海藻の生産量の増大技術	
第5 本県沿岸における藻場の回復と維持 ～『管理しながら収穫する藻場造成』	14
1) 管理しながら収穫する藻場造成のモデルとなりうる事例	
(1) 日向市平岩地先の藻場と磯焼けの現状	
(2) 日向市平岩地先の藻場回復の取組	
(3) 取組の効果評価	
2) 管理しながら収穫する藻場造成の手順	
(1) 目標設定～段階的な目標設定	
(2) 手法の選択	
(3) 反復継続	
(4) 反応の監視と手法の見直し	
付録	19
参考文献	23



# 宮崎県沿岸における藻場造成及び管理に関する指針

平成26年3月28日

宮 崎 県

## 指針策定の目的

藻場、特に、クロメ等のコンブ目やホンダワラ類等により構成される大型海藻藻場は、水産動物への餌料の供給及び生育や繁殖の場など、水産動物の再生産の上で重要な機能を担っており、従来から、本県でも普及事業や試験研究において、造成が取り組まれてきたが、これらが本格化したのは、1990年代に観察された大規模で急激な藻場の衰退以降であった。

現在までのところ、大型海藻藻場を一定の規模以上で安定的に造成した事例はないが、藻場が大規模に衰退し、その状態が維持されるメカニズムに関する仮説が実験生態学的な研究により提示された。すなわち、藻場の衰退とその後の磯焼けの継続は、主に、冬季の水温上昇により活発化した植食性魚類やウニ類などの植食動物の採食によるものであり、何らかの手法でこれらの採食が起これにくくすれば藻場は回復可能であることである。また、例えば魚類の採食を防ぐことができなくても、ウニ類の除去による密度管理などによりウニ類の採食量を低減すれば小型海藻藻場が形成され、さらに、やせウニ<sup>\*1</sup>の身入り<sup>\*2</sup>が改善され、水産上の価値を回復させることができることも実証されている。これは、藻場衰退の原因である植物と動物の喰う・喰われる関係のバランス調整による藻場造成技術又は漁場改善技術と言い換えることができる。

本県の沿岸漁業は縮小が続いており、儲かる漁業の実現を目標としている現在、このような技術開発の成果をいち早く漁業現場に活用し、少しでも生産を増加させることは当然に必要である。その際、そもそも水産上の藻場造成の取組の目的が漁業生産の増加にある以上、これを担う主体は漁業者であるべきである。藻場を回復し、それを維持するためには、継続的な金銭的、労力的コストを伴う。特に取組の初期において、取組の主体となる漁業者のみでコストを負担しきれない場合には、行政が支援することもあり得るが、将来にわたって必要となる管理コストは、回復藻場における漁業収入で回収するという、持続可能な一連のシステムこそが最も望ましい。いわば、管理しながら収穫する藻場造成であるが、これはかつて、漁業権漁場を普通に管理して漁業を営んでいた沿岸漁業の本来の姿でもある。

このような視点から、現場の漁業者の皆さんに、『今できる漁業としての藻場造成の取組の方法』を示すとともに、全ての関係者に藻場に関する認識と今後の方向性を共有して頂くため、併せてこれまでの本県の藻場造成に関する事業、試験研究における経過と成果を指針としてとりまとめることとしたものである。

※1：可食部である生殖巣が発達せず、漁獲対象とならないウニ

※2：ウニの生殖巣の発達の度合い

## 第1 藻場と磯焼け

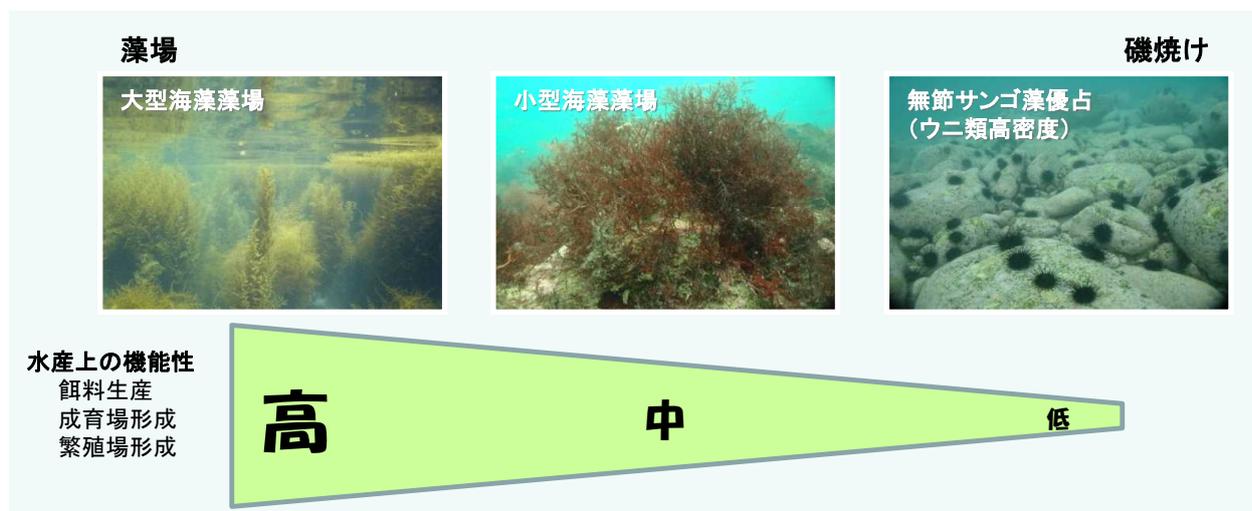


図1-1 藻場と磯焼けの景観と水産上の機能性

沿岸の浅海域において、海藻が密生し、あたかも陸上における森林や草原のような景観を呈している場所を藻場と呼び、藻場が何らかの原因で衰退し、その状態が継続する状態を磯焼けと呼ぶ。なお、歴史的にみても大型海藻や小型海藻が乏しい場所もあるが、このような場所は、そもそも藻場が成立しない場所であるため、藻場の回復を図り得る磯焼けとは区別して考えるべきである。

藻場には、水産動物の餌料生産や生育場の形成、繁殖場の形成などの水産上有益な機能のほか、栄養塩類吸収や二酸化炭素固定等の環境保全機能がある。一般的にはコンブ目やホンダワラ類等の大型の海藻群落（以下、「大型海藻藻場」という。）を藻場と呼ぶことが多いが、マクサ等の小型海藻群落（以下、「小型海藻藻場」という。）においても程度の差はあれ、同様な機能がある。一方、顕著な磯焼け状態である無節サンゴ藻優占域には、しばしばウニ類が高密度で生息しているが、餌料となる海藻が乏しいため、これらは可食部である生殖巣の発達が不十分な、いわゆる『やせウニ』であり、水産上の価値は極めて低い。従って、水産上の価値としては、大型海藻藻場、小型海藻藻場、無節サンゴ藻優占域の順に高いと言うことが出来る（図1-1）。

## 第2 藻場の変遷と現状

### 1) 藻場面積と形成箇所数

本県沿岸においては、1976年以降に行われた県内全域を対象とする藻場分布調査の結果（表1-1、図1-1）からみると、各調査間で技術水準や情報量の差などに起因する精度誤差があることに留意する必要があるものの、概ね1990年代後半に大規模な藻場の衰退が起こり、その後も回復しない磯焼け状態が継続し、現在まで低水準で推移していると考えられる。なお、1999～2001年調査時と2008～2009年調査時との間にみられる形成箇所数の増大は、藻場の回復を意味するものではなく、藻場の衰退の過程でみられる細分化や、調査技術の高度化や藻場分布に関する情報の蓄積などにより小規模な藻場の発見率が向上した結果によるものと考えられる。

表2-1 県内全域を対象として実施された藻場調査の一覧

調査年	出典
1976年	昭和51年度宮崎県沿岸海域の藻場調査－藻場の分布について－ (宮崎水試試験報告第54号、昭和53年7月)
1989～1991年	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(1994年3月) ※他の3調査と集計区分が異なるため、同区分で再集計した結果を図 I-1には示した。
1999～2001年	平成10～12年度県単沿岸漁場整備開発事業のうち藻場干潟調査報告書
2008～2009年	平成21～22年度地球温暖化産地構造改革モデル実証事業のうち地球温 暖化を踏まえた藻場の緊急分布調査報告書

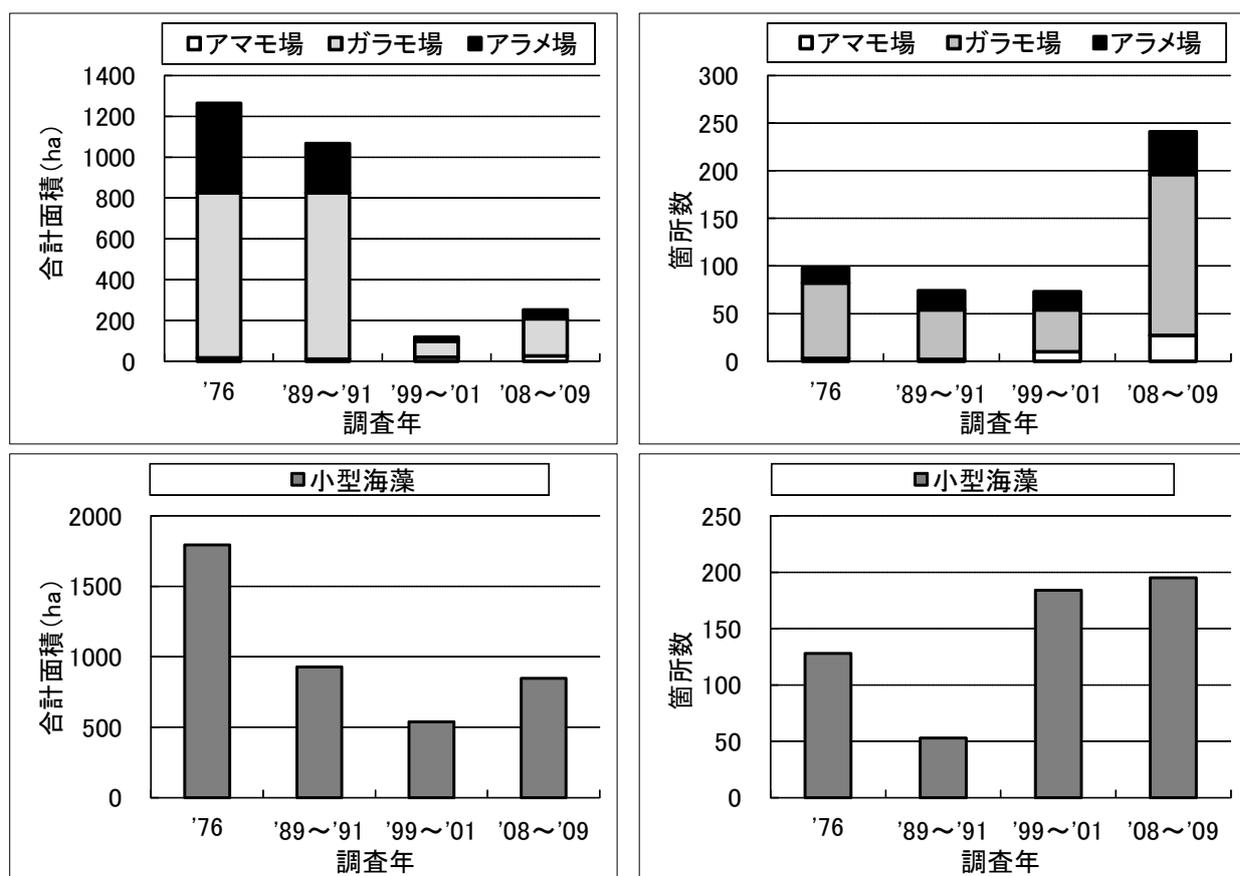


図2-1 藻場面積及び藻場の形成箇所数の変遷

アマモ場: アマモ、コアマモ、ウミヒルモ等の海草類による藻場

ガラモ場: ホンダワラ類による藻場

アラメ場: クロメ、ワカメ、アントクメ等のコンブ目による藻場

小型海藻: テングサ類、アミジグサ類等の小型海藻

## 2) 藻場の衰退が漁業へ及ぼす影響

藻場は、ワカメ類やテングサ類等の食用としての海藻の供給のほか、水産動物への餌料供給や生育、繁殖場所の提供など他の漁業資源の支えとして多様な役割を担っているため、これらを総合的に捉え、藻場の衰退が水産業に与える影響の全体像を評価することは極めて困難である。しかしながら、食用海藻資源の減少やウニ類のやせウニ化による資源価値の低下が起こっていることは明らかであり、また、ウニ類と同じく生息場や餌場として藻場に強く依存するアワビ類、サザエについても藻場の衰退が

資源の減少を来している可能性は高い。これらの資源の状態を正確に示す資料はないが、漁獲量は減少しており、生産額には2億円以上の減少が認められる（表2-2）ため、藻場の回復は水産施策上の重要な課題である。

表2-2 藻場衰退前後での漁獲状況の比較

		海藻資源			小計	藻場に餌料を依存している資源			小計	合計
		わかめ類	てんぐさ類	その他の海藻類		あわび類	さざえ	うに類		
生産量 (t)	藻場衰退前 <sup>※1</sup>	3	70	41	114	10	2	266	278	392
	藻場衰退後 <sup>※2</sup>	2	2	12	15	1	7	120	128	143
	差	▲2	▲68	▲30	▲99	▲9	5	▲147	▲150	▲250
生産額 (百万円)	単価(/トン) <sup>※2</sup>	0.25	0.83	0.40	—	7.50	0.94	0.69	—	—
	差 <sup>※3</sup>	▲0.1	▲57	▲12	▲69	▲70	5	▲101	▲166	▲234

※1:藻場衰退前:昭和51～60年(1976～1985年)の平均値

※2:藻場衰退後、単価(/トン):平成14～23年(2002～2011年)の平均値

※3:生産額の差:社会的な価格変動の影響を除外するため、藻場衰退前後での生産量の差に藻場衰退後の平均単価を掛けた値とした

資料:農林水産統計

### 第3 磯焼けの発生と継続

藻場の回復や維持を図るためには、そもそも何故磯焼けが発生し、継続しているのかを知る必要がある。磯焼けの発生又は継続要因の抽出はその初歩とも言え、本県沿岸に限らず、日本各地においても様々な研究が行われ、いくつかの要因が抽出されてきた（表3-1）。

結論から述べれば、本県沿岸における磯焼けの発生又は継続要因として最も重要なのは、冬～春季の海水温の上昇と、それに伴うウニ類や植食性魚類の海藻採食量の増大であり、いわば、喰う・喰われる関係のバランスの崩壊によるものであると考えられる。

以下に、これらの要因を抽出するに至った研究等の事例のうち、最も重要なものについて概略を記す。

表3-1 日本で考えられてきた磯焼けの発生又は継続要因と本県における観察事例

項目	本県における影響と観察事例	備考
1. 海況の変化 (海水温上昇)	◆影響: 有り (但し、5. と関連して) ◇事例: 門川町地先のクロメ藻場では冬季水温低下が不十分な年には大規模な魚類による食害が発生し藻場が一時的に消失	○海藻の生理的な障害を起こすほどの昇温は認められていない。5. 植食動物の食害のほか、2. 栄養塩類の欠乏とも関連する可能性がある
2. 栄養塩の欠乏	◇影響: 極めて低いか、無い ◇事例1: 串間市崎田周辺の藻場と磯焼け域間で溶存窒素及びリン量に差はない(第3-2)-(1)参照) ◇事例2: 児湯・宮崎市・串間市地先などの磯焼け域においてもカゴ等の中では大型海藻が生育(第3-2)-(2)参照)	○海藻の成長速度や成熟時期、海藻の形態の時期等に影響を与えている可能性は否定できない ○海況の変化(海水温上昇)とも関連する ○他県では固形肥料、鉄材投入などの実験的対策あり。効果不詳
3. 淡水流入の影響	◇影響: 無し ◇事例: 無し	○大雨や山林崩壊による土砂の流入の影響は内湾や港湾の静穏域で局所的に見られる

4. 天候の変異	◇影響：事例無し ◇事例：無し	○台風による海底の攪乱などにより一時的に藻場が崩壊する可能性はある
5. 植食動物の食害 (海藻に対する過剰な採食)	◆影響：有り ◇事例：児湯・延岡市・門川地先のクロメ藻場崩壊など多数	○海況の変化（海水温上昇）とも関連する。特に冬～春季の海水温上昇が食害を助長している ○ウニ類等底生動物については除去、侵入防止など有効策あり ○魚類については侵入防止構造物以外の実用手段なし
6. 他の固着生物による海底基質の占有	◇影響：無し ◇事例：串間市都井～黒井地先のサンゴ優占は、競合するホンダワラ類藻場の消失の結果として起こったもの	○磯焼け域にサンゴや無節サンゴ藻などが優占する現象がみられるが、水温や植食動物の食圧などの条件が、大型海藻とその他の生物のどちらに有利かによる
7. 海底基質の埋没	◇影響：一部海域に局所的にみられる ◇事例：児湯地先には移動する漂砂が存在し、一時的に海底基質が埋没、小型海藻群落が消滅	○安定した藻場は、漂砂の流入・堆積を低減する効果を持つ可能性がある
8. 公害	◇影響：無し ◇事例：無し	○山林崩壊による土砂の流入は内湾や港湾内の静穏域で局所的にみられる
9. 光条件の悪化	◇影響：一部海域に局所的にみられる ◇事例1：児湯地先のクロメ場崩壊後の光条件は、良好な藻場よりも極めて悪かった ◇事例2：項目2. の事例2参照	○河川の影響を受ける海域にあっては光条件の悪化もみられるが、大型海藻が生育できないレベルではない

※磯焼けガイドライン（水産庁2007年）を基に作成

## 1) 本県沿岸における磯焼けの発生要因

本県沿岸の磯焼けの発生要因は、厳密には明らかでない。なぜならば、我々が磯焼けの発生を認知した時に、磯焼け発生要因がその海域に継続的に存在しているとは限らず、原因究明のための調査において把握される要因の中にそれが含まれるとは限らないためである。

その中であって、児湯地先のクロメ藻場における観察事例は、本県沿岸における磯焼け発生要因を推測するための重要な知見である。当海域では、1988年頃からクロメ藻場造成ブロックの開発試験やクロメ群落の調査が行われており、藻場の状況も比較的高い頻度で観察されていた。その過程で、1990年12月に藻場を構成するクロメの葉状部が魚類の採食によって欠損したと推定される現象が観察された。この現象は、その後も拡大しながら継続し、1992年には数百haにも及ぶ藻場の消失が確認されたのである。藻場の消失の仮定での魚類による過剰な採食は、その後、門川町地先や延岡市熊野江地先のクロメ藻場においても観察されている。なお、これらの事例においては、クロメ藻場消失範囲の大半は、小型海藻藻場に置き換わって現在でも継続している。

これらのことから、少なくとも大型海藻藻場の衰退、磯焼けの発生には植食性魚類の過剰な採食が関与していると考えられ、これが、主要な要因の一つであると考えられる。

## 2) 本県沿岸における磯焼けの継続要因

磯焼けの継続要因は磯焼けが継続する海域に存在し続けているため、現状を調べることでそれを正確に抽出、把握することが可能である。本県沿岸においては、藻場と磯焼け域との間の諸条件の対比と、磯焼け域における条件の操作実験により検証されてきた。

### (1) 藻場と磯焼け域の諸条件の比較例

磯焼けの継続要因は、地理的要因が無視できる程度に近接している藻場と磯焼け域とにおいて比較した場合、そのいずれかにのみ存在しているか、又は、その程度が両者の間で明らかに異なると考えられる。串間市崎田地先の近距離間に混在している藻場と磯焼け域（図3-1）において、磯焼け継続要因として想定される諸条件の比較を行った結果、植食動物の食圧の高さの指標となるウニ類の生息密度及び魚類のホンダワラ類採食の程度と、冬季から春季の水温は明らかに磯焼け域の方が高かった（表3-2）。

このことは、植食動物の海藻に対する過剰な採食と、冬～春の高水温が、磯焼けの継続要因である可能性を示すとともに、本県沿岸において磯焼けが継続していることを、夏～秋の水温や波浪流動、光量、栄養塩類濃度の変化では説明できないことを示している。

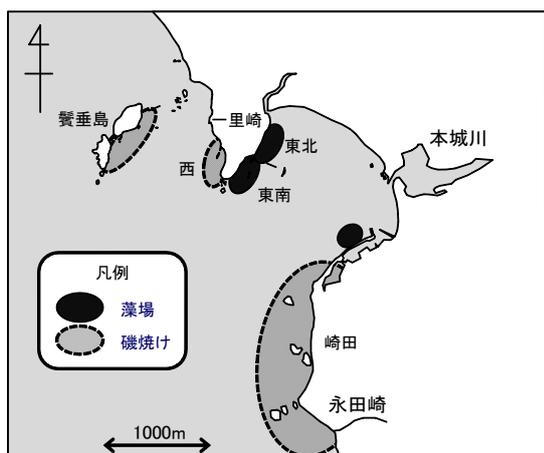


図3-1 串間市崎田地先の藻場と磯焼け域の分布

比較項目	藻場	磯焼け域
ウニ類生息密度		<
魚類のホンダワラ類採食の程度		<
水温 夏～秋		≒
冬～春		<
波浪流動		≒
光量		傾向無し
栄養塩類濃度		≒

(調査実施期間: 2007～2009年)

### (2) 磯焼け域における要因排除実験検証例

磯焼け域において、ある要因を排除し、その結果藻場が形成されるかどうかをみることで、その要因が磯焼け継続に関係するかどうかを検証することができる。

第3-2) -(1)の事例などから抽出された磯焼け継続要因の可能性のある要因のうち、植食動物の海藻に対する過剰な採食について検証した事例について述べる。

磯焼けが継続する串間市毛久保地先では、アイゴやイスズミ類、ブダイ類などの植食性動物の生息や来遊がみられるほか、ムラサキウニをはじめとしたウニ類が高密度で生息していた。ここに囲い網を設置し、その中のウニ類を除去することで、魚類とウニ類による海藻の採食が起こらないようにした上で、ホンダワラ類の母藻投入による種まきを実施した結果、囲い網内にホンダワラ類の群落が形成された（図3-2-a）。一方、その群落からわずか数mしか離れていない囲い網の外ではホンダワラ

類の生育はほとんど認められず、磯焼けが継続していた（図3-2-b）。また、囲い網内に形成された群落も、囲い網撤去後のごく短期間のうちに植食性魚類の過剰な採食を受けて消失した（図3-2-c）。

これらのことは、植食動物に過剰に採食されなければ藻場が形成される、すなわち、植食動物の過剰な採食が磯焼けの継続要因であることを示すとともに、磯焼け域にあっても水温や栄養塩類、光条件等のホンダワラ類の生育に必要な条件は整っていることをも示すものである。

なお、海水温は人為的に制御できないため、実験検証は行っていないが、この事例においてホンダワラ類群落形成されたことから考えれば、少なくともホンダワラ類が生育出来ないほどの高水温化は起こっておらず、直接的な磯焼け継続要因ではないが、以下に述べるように、植食動物の食圧を助長しているという点で、間接的な磯焼け継続要因となっていると考えられる。

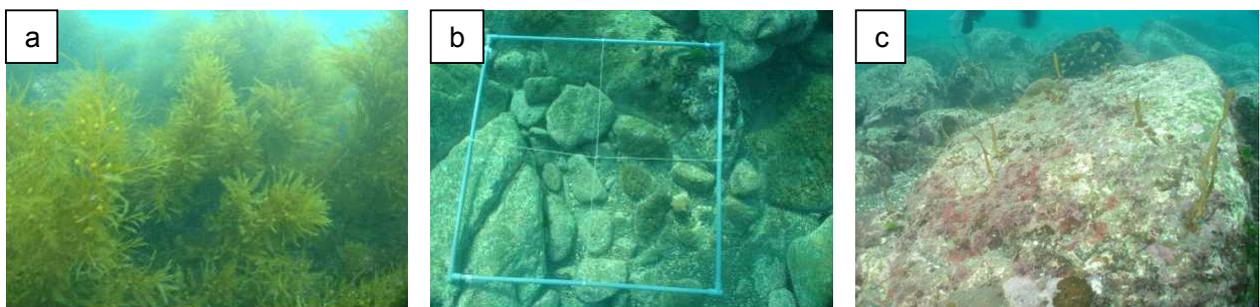


図3-2 串間市毛久保地先での実験観察事例

a:ウニ類除去、囲い網設置、ホンダワラ類幼胚添加を行った結果形成されたホンダワラ類群落(2009年1月)

b:aと隣接する、囲い網外の景観。磯焼けが継続し、ホンダワラ類の生育はみとめられない(2009年1月)

c:aの囲い網を数日間撤去した間に魚類の過剰な採食を受け、ホンダワラ群落は消失(2009年2月)

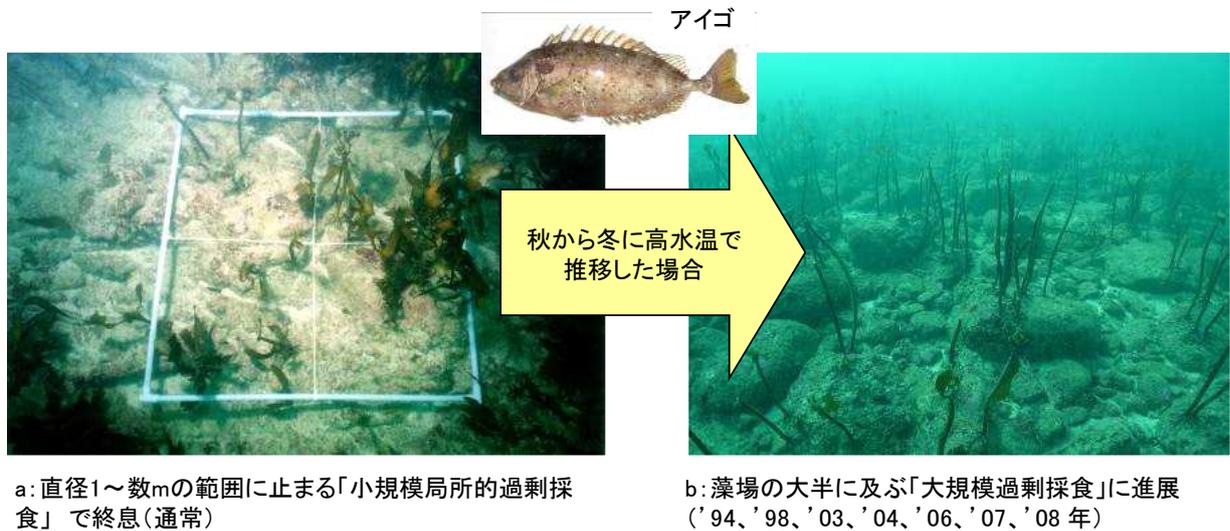
### 3) 何故植食動物の海藻採食量が過剰になったのか

植食動物の海藻採食量が過剰になるとは、植食動物の海藻採食量が海藻の生産量を上回ることである。このことは、植食動物の現存量又は海藻に対する採食量が増大するか、海藻生産量が減少することによって生じる。植食動物の現存量に関する知見は乏しいが、これらを漁獲する漁業者の印象では、「昔の方が多かった」とのことであり、少なくとも増大していることを積極的に示すデータは無い。海藻の生産量の減少については、前述のように植食動物の採食を防止すれば良好な群落形成されることから、少なくとも深刻なレベルではないと考えられる。一方、植食動物の海藻に対する採食量の増大については、以下に述べるように、特に冬から春季の高水温化により植食動物の採食活性が助長された結果として発生していると考えられる。

#### (1) 植食性魚類の採食量と水温との関係に関する観察事例

門川町地先のクロメ藻場においては、例年、秋季においてアイゴの採食によるクロメの葉状部欠損現象が観察されていた。この現象は、通常は、直径1～数mの小規模な範囲に集中しており、この小規模局所的過剰採食が、藻場の複数箇所パッチ状に形成されるが、冬季以降にはそれ以上の進行は認められなかった（図3-3-a）。しかしながら、冬季において例年よりも高水温で推移した年には、アイゴの採食は小規模局所的過剰採食に止まらず、藻場の大半に及ぶ大規模過剰採食に発展した（図3-3-b）。また、その頻度は相対的に高水温である湾口側ほど高く、湾口側で大規

模過剰採食に至っても、相対的に低水温である湾奥側では小規模局所的過剰採食に止まる例もみられた。これらの観察事例は、冬季の高水温化がアイゴの採食活性を高いままに維持させた結果として、藻場に対するアイゴの採食量を増大させることを示すものである。



a: 直径1～数mの範囲に止まる「小規模局所的過剰採食」で終息(通常)

b: 藻場の大半に及ぶ「大規模過剰採食」に進展 ('94, '98, '03, '04, '06, '07, '08年)

図3-3 門川町地先クロメ藻場における察事例  
アイゴの採食によるクロメ葉状部欠損が起こるが、通常は直径1～数mの小規模な範囲に集中する小規模局所的過剰採食(a)で終息する。秋から冬季に高水温で推移した場合、葉状部欠損は藻場の大半に及び、大規模過剰採食(b)に発展する。

## (2) ウニ類の採食量と水温との関係

ウニ類が高密度で生息する場所では、夏季から秋季の高水温時には無節サンゴ藻が優占しており、それ以外の海藻の生育は極めて乏しい(図3-4-a)が、冬季から春季において、一時的に小型海藻の生育がみられることもある(図3-4-b)。これは、冬季から春季の水温が、ウニ類の採食活性を低減させる程度にまで低下した結果であると考えられている。従って、この時期の水温低下が不十分であれば、周年にわたってウニ類の採食活性は高く維持されるため、海藻生産量を上回る採食が起こることになる。

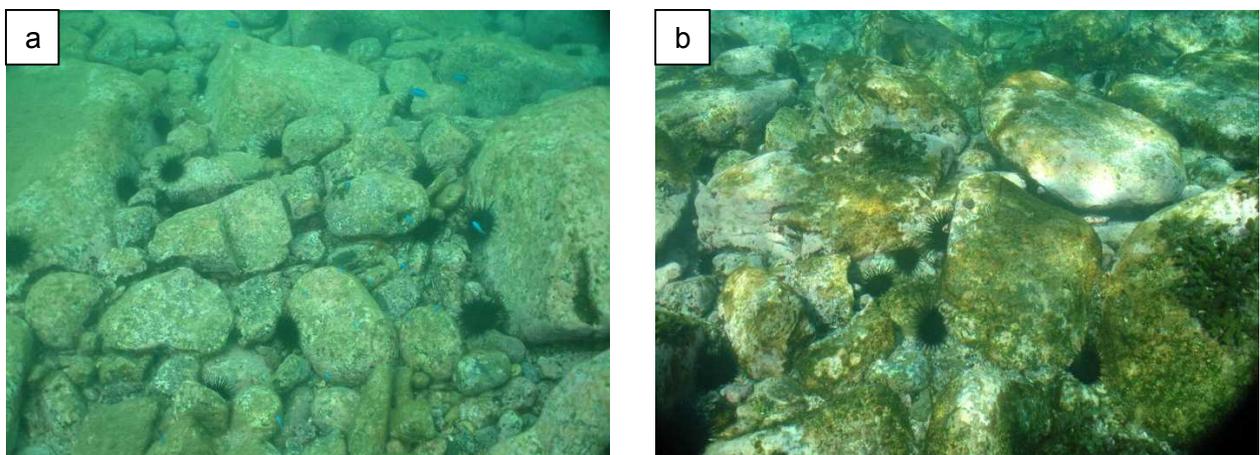


図3-4 磯焼け域における季節的な海藻生育状況の変化  
a: 通常の磯焼け域では、周年にわたって無節サンゴ藻以外の海藻は極めて乏しい  
b: 磯焼け域にあっても、冬季から春季の水温低下が十分な場所では、冬季から春季にかけて一時的に小型海藻の生育がみられることもある

### (3) 長期的にみた本県沿岸における海水温の変化

本県沿岸の表層水温の長期的な変化をみると11～3月において有意な上昇傾向が認められる。従って、本県沿岸の冬季から春季の海水温は高めに推移しており、このことが、植食性魚類やウニ類のこの時期の採食活性を高く維持させ、結果として、海藻生産量を上回る採食を引き起こしていると考えられる。

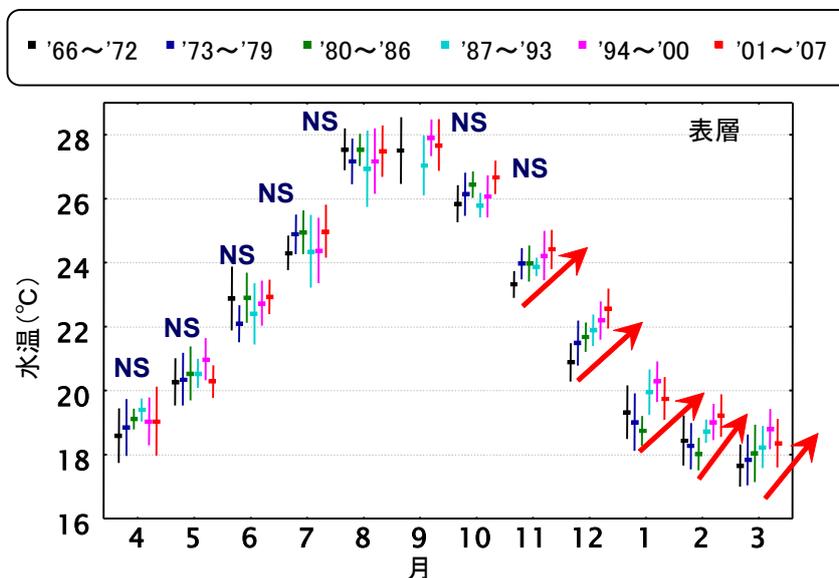


図3-5 長期的にみた本県沿岸の表層水温の変化  
宮崎水試実施の沿岸定線観測結果に基づく。  
1966～2007年までの毎月の表層水温観測結果から5か年ごとの平均値を求め、長期的な変動を解析した。  
縦方向の棒は95%信頼限界を示す。  
右上がりの矢印は有意な上昇傾向が認められたことを、NSは有意な傾向が認められなかったことをそれぞれ示す(Mann-Kendall検定)。

## 4) 藻場の維持と磯焼けの継続機構に関する仮説

磯焼けの発生又は継続要因は上述のとおりであるが、磯焼けが継続する本県沿岸にあっても、良好な状態で維持されている藻場もみられる。このような藻場では、何らかの要因により、本県沿岸における主要な磯焼け発生要因のひとつである植食動物の食圧が低減されていると考えられる。良好に残存する藻場の模倣が、藻場造成において重要なアプローチのひとつであるため、藻場の維持要因を把握し、藻場の維持機構を明らかにすることは、藻場の回復や維持を図る上でも重要である。同様に、磯焼けの維持機構を明らかにすることは、藻場回復のために解決すべき課題を明確にする上で重要である。これまでの調査研究から得られた知見を集約、整理すると、次のような本県沿岸の藻場の維持及び磯焼けの継続機構に関する仮説が得られる。

### (1) 藻場の維持機構に関する仮説

良好な藻場においても、夏季から秋季にはウニ類や植食性魚類による海藻の採食は起こるが、食圧低減要因(表3-3)が存在しているため、藻場全体でみれば海藻が食べ尽くされることはなく、海藻の個体ごとにみても、個体の回復ができなくなる程度にまで採食されることは少ない(図3-6-I)。冬から春には植食動物の採食行動が不活発になる程度にまで水温が低下するため、海藻に対する食圧が低減される一

方で、成長期にある多くの種類の海藻では急速に藻体が伸長し、その藻体の増加量が夏季から秋季に採食された量を上回るため、海藻の藻体は回復し、藻場は維持される（図3-6-II）。

表3-3 良好な藻場に存在する植食性動物の食圧を低減する条件

条件	対象	現象
波浪流動	ウニ・魚	藻場への進入、採食行動を制限する
平坦な基盤	ウニ	藻場での滞留を制限する。ただし、ある程度の波浪流動が必要
砂地の存在	ウニ	藻場への進入を制限する
小型海藻の存在(進入制限)	ウニ	藻場への急速な進入を制限する。ただし、漸進的な進入は起こる
小型海藻の存在(保護)	魚	採食から大型海藻の幼体を防御・隠蔽する
成体の繁茂	ウニ	藻場への進入を制限する
低水温	ウニ・魚	藻場への進入を制限又は採食活性を低下させる

### (3) 磯焼けの発生と継続の機構に関する仮説

近年の秋季から冬季における高水温化により、冬季においても植食動物の採食行動は活発なまま維持され、その結果として大型海藻藻場の消失、磯焼けの発生に至る（図3-1-III）。大型海藻藻場が消失すると、掃き出し作用として知られるウニ類の進入防止効果が失われるため、残存する小型海藻藻場に対するウニ類の食圧が高くなり、やがて無節サンゴ藻優占状態へ至る。冬季から春季の高水温が継続するため、植食動物の食圧は周年にわたって高いままに維持され、藻場は回復せず、磯焼けが継続する（図3-1-IV）。

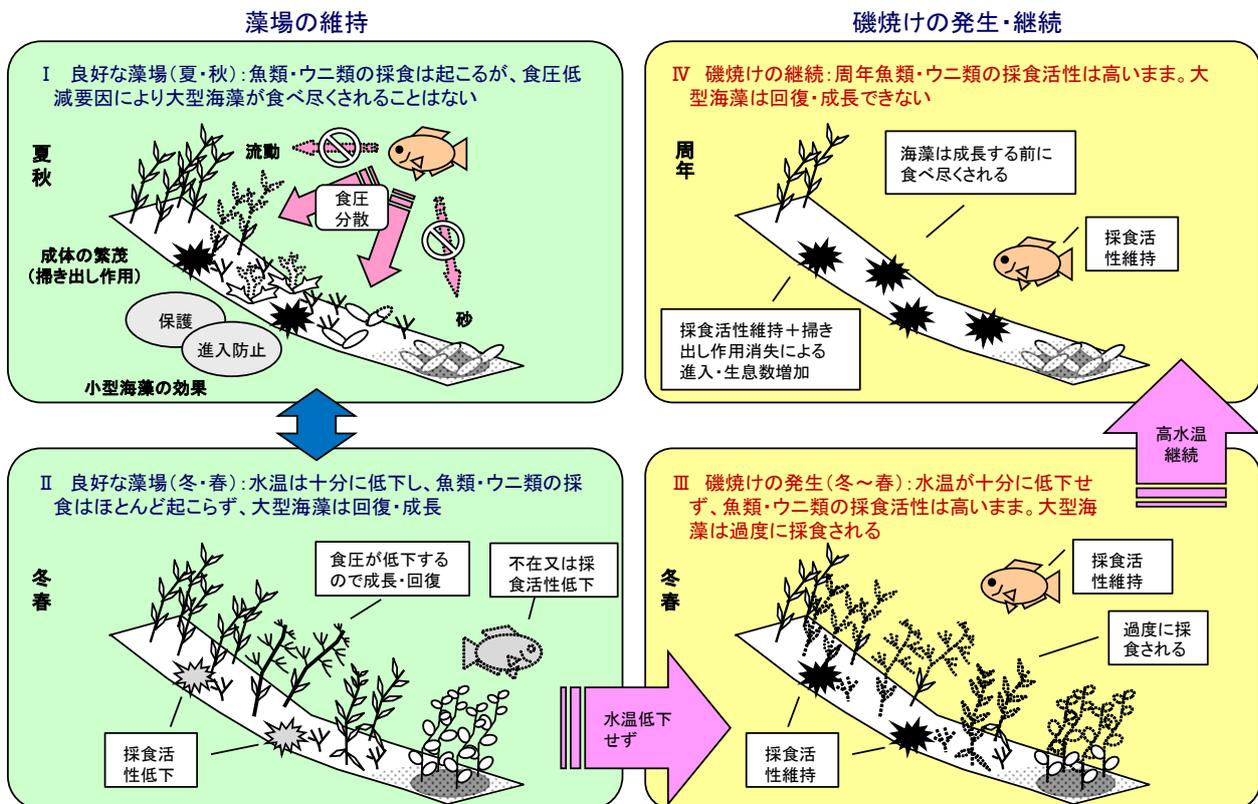


図3-6 本県沿岸における藻場の維持及び磯焼けの発生・維持機構仮説のイメージ図

## 5) 藻場と磯焼けの変遷の傾向と主要な要因

磯焼けが継続する本県沿岸においては、全体的には藻場から磯焼けへと変遷する傾向が強いということは疑いないが、大型海藻藻場が衰退しても全てが無節サンゴ藻優占状態に変遷するとは限らず、小型海藻藻場に変化して維持されているものもある（図3-7-a）。従って、大型海藻藻場から小型海藻藻場、小型海藻藻場から無節サンゴ藻優占状態のそれぞれの変遷の過程で、変遷の傾向の強さが異なっていると考えられる。これらの変遷の傾向の強さと、そこに関わっている主要な要因を理解することは、藻場の回復、維持目標を設定する上で重要である。

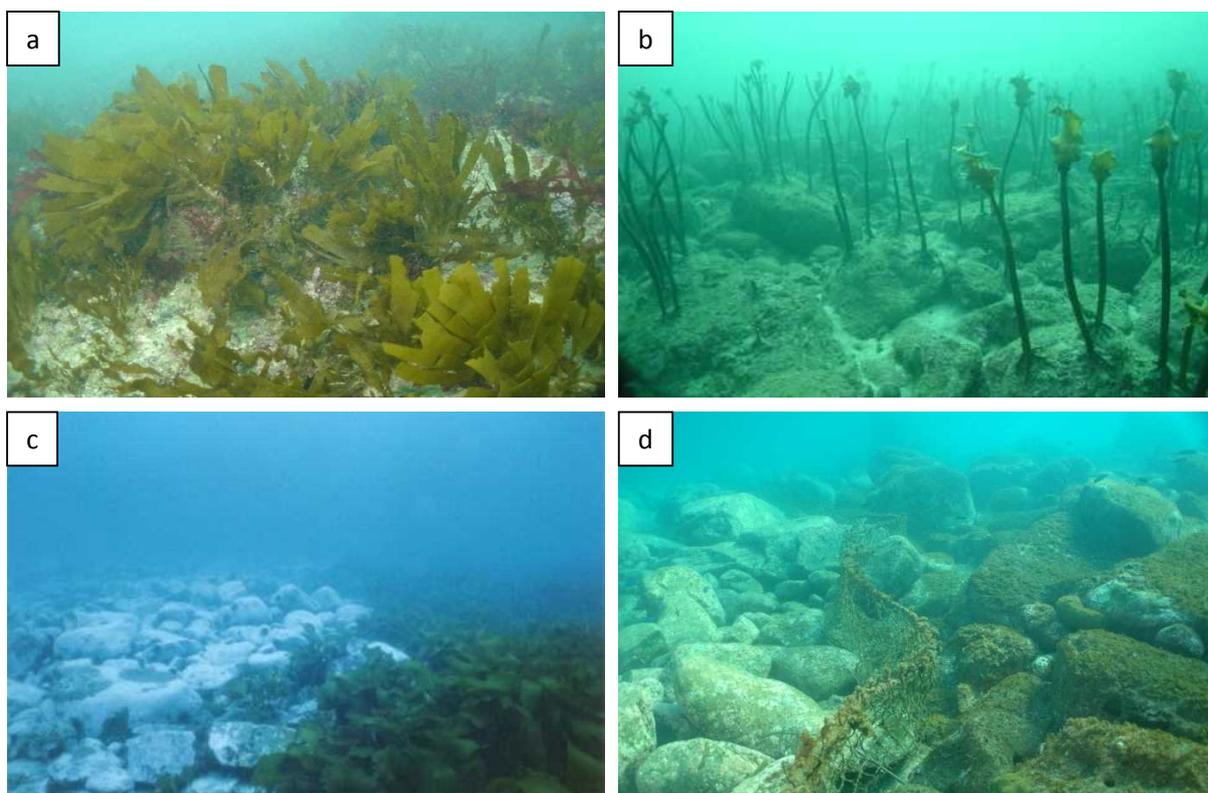


図3-7 ウニ類及び魚類が藻場の消長に及ぼす影響に関する観察事例

- a: クロメ藻場が消失した後に残存、維持されている小型海藻藻場(児湯地先)
- b: 植食性魚類の過剰な採食によりクロメ藻場が消失し、小型海藻藻場変遷(門川町地先)
- c: 良好なクロメ藻場とウニ類が高密度で生息する無節サンゴ藻域が隣接(門川町地先)
- d: 魚類の影響もある磯焼け域において行ったウニ類除去により形成された小型海藻群落(串間市毛久保地先)

### (1) 大型海藻藻場から小型海藻藻場への変遷要因

クロメ藻場等が植食性魚類の過剰な採食により短期間のうちに広範囲において衰退し、その後小型海藻藻場へ変遷する現象（図3-7-b）が児湯地先や門川地先等で観察されている。これらの事例は、植食性魚類の採食は大型海藻藻場を急速に衰退させる一方で、小型海藻藻場に対しては大きな影響を持たないことを示している。

また、藻場と隣接するウニ類高密度の無節サンゴ藻優占域との境界が長期間にわたってほぼ同じ位置に安定して存在する（図3-7-c）ことも知られているが、これらのことは、ウニ類の採食は、少なくとも大型海藻藻場の急速な衰退を起こすものではないことを示している。

### (2) 小型海藻藻場から無節サンゴ藻優占状態への変遷要因

ウニ類が高密度で生息する無節サンゴ藻優占域において、ウニ類除去による密度

管理を行った結果、小型海藻藻場が形成された（図3-7-d）事例は数多い。同時に、一旦形成された小型海藻藻場も、その後のウニ類の密度管理をせずに放置すれば、次第にウニ類が再進入して密度が増大し、元の無節サンゴ藻優占状態に戻ることも知られている。これらのことは、小型海藻藻場を衰退させ、無節サンゴ藻優占状態に変遷させる主な要因はウニ類の採食によるもので、魚類の採食の影響は比較的弱いことを示している。ただし、例えばマクサは、植食性魚類によく採食されることも知られているため、全ての小型海藻藻場において植食性魚類の影響が弱いわけではないことにも留意する必要がある。

### (3) 藻場と磯焼けの変遷の傾向と主要な要因の総括

以上のことを総括すると、本県沿岸においては、植食性魚類の採食を主要な要因とする大型海藻藻場から小型海藻藻場への変遷は強く、進行は急速であり、ウニ類の過剰な採食を主要な要因とする小型海藻藻場から無節サンゴ藻優占状態への変遷の傾向は比較的弱く、進行は緩やかである（図3-8）。

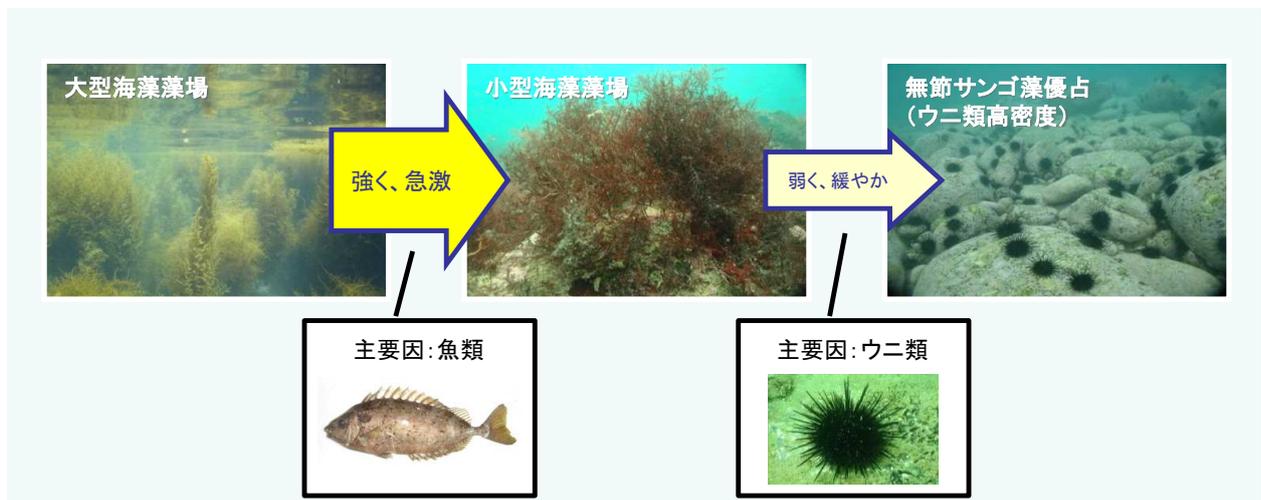


図3-8 変遷の傾向と主要因

## 第4 藻場の回復・維持技術

### 1) 適用する技術の選定に係る基本的な考え方

藻場の回復の原則は、磯焼けを継続させている要因を排除することにある。本県沿岸においては、植食動物の過剰な採食が主要な磯焼け継続要因であるため、植食動物の食圧を低減し、低い状態を維持し続けることが基本となる。広範囲で磯焼けが継続する海域においては、植食動物の過剰な採食に加えて、周辺からの海藻の種（たね）の供給不足が磯焼けの継続要因のひとつになっていることもあるため、このような場所においては、植食動物の食圧を低減した上で、母藻の投入や海藻の移植などの海藻の生産力を高める措置を併用することも効果的である。

### 2) 藻場の回復及び維持に関する要素技術

植食動物の食圧の低減及び海藻の生産力の増大に関する要素技術には様々なものが知られているが、それぞれに特徴や適用の限界がある。効率的な藻場の回復及び維持を図るためには、これらを正しく理解し、その場所や状況において最適なものを選択

することが重要であるため、以下に、それぞれの特徴と適用の限界を整理する。

## (1) 植食動物の食圧の低減技術

### ① 除去

植食動物を除去することで、生息数や生息密度に比例する食圧を低減させるものである。

ムラサキウニやナガウニ類に対しては極めて有効であり、50m四方規模の除去では、1年間近くの効果持続が期待できる。しかしながら、行動範囲が広いガンガゼ類ではより大きな規模での除去か、より高い頻度での繰り返し除去が必要であると考えられる。また、海底形状が複雑で微地形が豊富な場所では目視できない隙間などに多くのウニ類が潜んでいる場合が多く、効果が得られるレベルにまでウニ類を減らすには大きな労力を要する。

魚類に対しては、現時点では技術開発の途上であり、効率的な除去技術の開発は今後の重要な課題である。

### ② 進入防止

植食動物の進入と海藻の採食を、網やカゴ等の進入防止構造物で防止するものと、比高の高い基盤の設置等嵩上げにより波浪流動を増大させて防止するものがある。

進入防止構造物は、耐久性の問題から静穏な場所でのみ有効である。また、設置後に構造物上に着生する付着生物の除去や、構造物のメンテナンスなど、継続的な維持管理を要する。

嵩上げ基盤は波浪流動が大きい場所でのみ有効であるが、特段の維持管理は必要としないが、工事を伴うものであるため、作成や設置などで大きな初期投資を要する。

進入防止構造物及び嵩上げ基盤のいずれにおいても、食圧の低減効果は構造物上に限られるものであり、本技術を利用した大規模な藻場の回復は望みがたい。

### ③ 忌避

音響や光、化学物質等を利用して植食動物を忌避させるものである。いずれも実験レベルのものであり、実用化には至っていない。

### ④ 混植による保護

植食動物に食べられにくい海藻と混植することにより、回復させたい海藻を保護するものである。効果が得られた事例もみられるが、植食動物の食圧が極めて高い場合には、最終的には全ての海藻が採食されることもある。

### ⑤ 混植による食圧分散

より植食動物に食べられやすい他の海藻と混植することにより、回復させたい海藻に対する食圧を分散、低減させるものである。実験レベルのものであり、実用的な効果は不明である。

## (2) 海藻の生産量の増大技術

海藻の生産量を、植食動物の採食量より大きくすることを目的とした技術である

が、数haにも及ぶ藻場が植食性魚類の採食によって消失した事例もあり、これを上回る規模での造成は現実的でない。すなわち、本技術は、植食動物の食圧が低いことを前提としたものであり、本県の磯焼け域においては補助的な技術である。

#### ① 海藻の添加

人工生産又は天然から採取した海藻を移植するものである。補助的な技術として、接着剤等を用いて基盤に貼り付けるものもあるが、人工生産海藻の場合は、あらかじめ種糸や人工基盤に着生させたものを設置するか、天然採取海藻の場合は、着生している石等の基盤ごと移植するのが実用的である。

#### ② 生殖細胞の添加

成熟した母藻を投入することで、遊走子や幼胚を添加する技術である。母藻を投入する補助的な技術として、スポアバッグや中層網、流れ藻キャッチャーを用いるものがあり、成熟時期において適正に実施すれば、大量の生殖細胞を効率的に供給できる。

#### ③ 成長促進

栄養塩類を添加することにより、海藻の成長を促す技術である。ただし、本県の磯焼け域における栄養塩類濃度は、海藻の生育を制限するほど低くなく、有効性は不明である。

#### ④ 生育基盤造成

自然石やコンクリートブロック等の海藻生育基盤の設置により海藻の生育場所を造成するものであり、磯焼け対策よりも藻場の拡大を目的として用いられる。砂地などのように海藻の生育基盤が不足している場所における生育基盤の新設や、ヒジキなどのような浅所に生育する海藻の生育基盤造成を目的とした嵩上げなどがある。

### 第5 本県沿岸における藻場の回復と維持～『管理しながら収穫する藻場造成』

ここまで述べてきたように、本県沿岸で磯焼けを継続させている要因は、冬季から春季の高水温により助長された、植食性魚類やウニ類の海藻に対する過剰な採食であり、根本的な植食性魚類対策が確立されていない現状にあっては、大型海藻藻場の大規模な回復は望めない。その中であって、ウニ類対策を講じることにより、小型海藻藻場が回復したばかりでなく、ウニ類の身入りが改善された事例もみられるようになってきた。

そもそも、藻場回復と維持の水産施策上の目的は藻場の持つ水産生物の生産機能を回復し、沿岸漁業の生産を向上させることにあることを踏まえると、高い水産生物の生産力を持つ大型海藻藻場の回復を将来の目標に置きながらも、当面においてウニ類をはじめとする磯根資源の生産性を向上させるための小型海藻藻場の回復に取り組むことも、同様に重要な事である。また、回復させた藻場においてウニ漁業を適切に行えば、継続的なウニ類密度管理が果たされる。いわば、『管理しながら収穫する藻場造成』が実現されるのである。そしてこれこそが、今後の本県沿岸における藻場の回復と維持の基本となるものである。

## 1) 管理しながら収穫する藻場造成のモデルとなりうる事例

水産施策上の藻場回復の意義が、ウニ類をはじめとする磯根資源の生産量の向上にあることを踏まえると、回復に関する取組の主体は漁業者が中心としたものになる。

まさに近年、県内各地で漁業者を中心とした藻場回復活動が活発に行われるようになっており、その成果として藻場の拡大、回復に加え、ウニ類の身入り改善が図られた事例も見られるようになってきた。この中から、日向市平岩地先の事例を紹介する。

### (1) 日向市平岩地先の藻場と磯焼けの現状

日向市平岩地先は、かつて、カジメとホンダワラ類の混成藻場が形成されていたが、1998年頃までに大規模に衰退し、平岩港内や周辺の岩礁のごく一部にいくつかの小規模なクロメ群落を残すほかはウニ類が高密度で生息する無節サンゴ藻優占状態となったまま継続していた。残存クロメ群落の植食性魚類の採食による一時的な衰退も観察され、ウニ類と魚類の両方の高すぎる食圧が藻場の回復を制限していると考えられていた。

### (2) 日向市平岩地先の藻場回復の取組

この地先においては、2010年から採介藻漁業者を中心としたグループによる、徹底的なウニ類の除去が継続的に行われている。その結果、取組開始前には最大で40個体/㎡程度と極めて高かったウニ類の生息密度は、2013年3月時点では、3.4haの範囲のほぼ全域において5個体/㎡以下にまで低減された。海藻植生にも変化がみられ、ウニ類除去範囲ではクロメが混生する小型海藻群落が形成された(図5-1-B、5-2-A)のに対し、除去範囲外では無節サンゴ藻優占状態が継続していた(図5-2-B)。除去範囲内外でのムラサキウニの身入りも異なり、2013年3月時点で前者の平均GIS(生殖巣重量/体重×100)11.8(図5-2-C)に対し、後者は2.6に過ぎなかった(図5-2-D)。

### (3) 取組の効果評価

生殖巣を可食部とするムラサキウニの場合、『板うに』にするにはおおよそ、GS16以上必要とされている。この基準でみた場合、除去範囲のムラサキウニの75%がこの水準に達していたのに対し、非除去範囲では25%にとどまっていた。ウニ類除去の効果、除去範囲に残るムラサキウニを板うにとして出荷した場合の販売額で評価すると次のようになる。

面積3.4haの除去範囲に平均3個体/㎡のムラサキウニが生息すると仮定すると、全体の生息個体数は102,000個体となる。このうち、75%が板うにの基準に達しているので76,500個体が利用できる。板うに1枚につき、およそ17個体のムラサキウニが必要とされていることから(聞き取りによる)、4,500枚の板うにが生産可能で、この単価を1,000円とすると450万円に相当する。

以上、植食性魚類の影響がある海域にあっても、ウニ類を適正に保つ管理を行えば、小型海藻藻場が形成されるだけでなく、ウニ類の身入り改善に代表される生産性の向上が図られることが示された点で、本県沿岸における今後の藻場の回復と維持の基本となる、管理しながら収穫する藻場造成のモデルケースとなり得るものである。



図5-1 日向市平岩地先におけるウニ類除去による小型海藻群落の形成

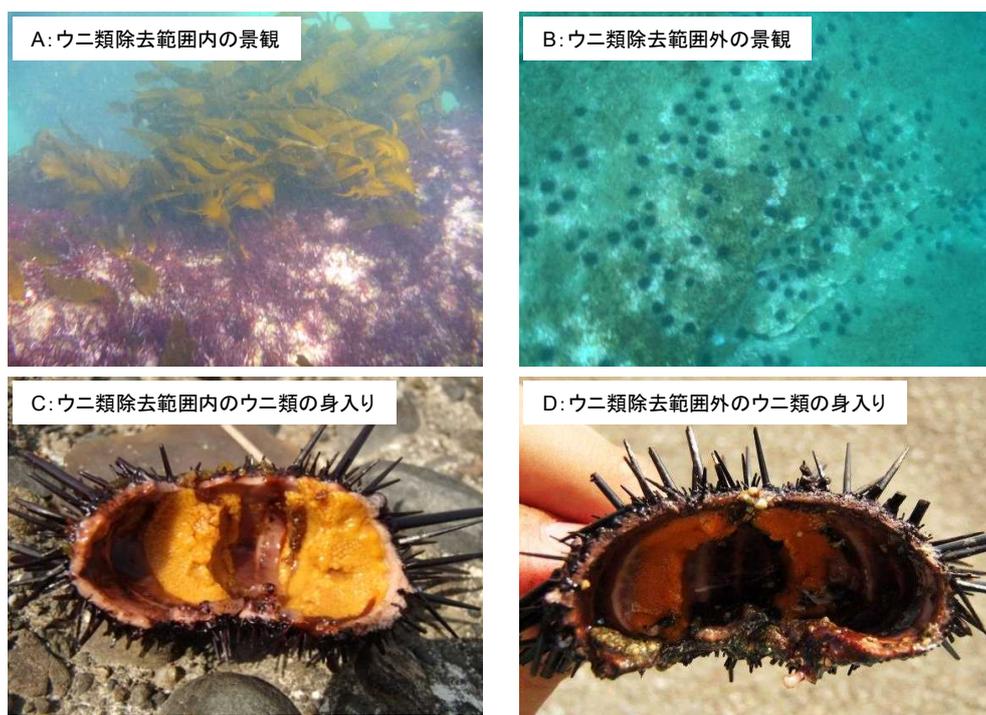


図5-2 ウニ類除去範囲内外の比較

## 2) 管理しながら収穫する藻場造成の手順

### (1) 目標設定～段階的な目標設定

藻場回復の水産施策上の目的は、藻場の持つ水産生物の生産機能を回復することによる漁業生産の向上にあるため、生産機能が高いホンダワラ類やクロメ等の大型海藻藻場（図5-3-①）の回復が最終的な目標となる。

しかしながら、本県沿岸においては、主に植食性魚類の過剰な採食により大型海藻藻場から小型海藻藻場へ急速に変化する傾向が強く（図5-3-②）、漁網等で囲う以外に有効な魚類対策が無い現状にあっては、大型海藻藻場の回復は困難である（図5

-3-③)。一方、中程度の生産性を持つことが知られている小型海藻藻場から生産性が低い無節サンゴ藻優先状態への変化は、主にウニ類の過剰な採食によって緩やかに起こり、この傾向は比較的弱いと考えられている（図5-3-②、資料Ⅲ参照）。ウニ類対策としては除去や進入防止構造物の利用等による密度管理が有効であることは上述のとおりである。

これらの事を踏まえ、本県沿岸における当面の基本的な目標を、無節サンゴ藻優占域におけるウニ類の密度管理による小型海藻藻場の回復と維持とし、これにより、早急な沿岸漁業の生産性の向上を図りつつ、今後の植食性魚類対策技術開発の進捗状況や、植食性魚類の影響の程度の変化によって可能となった段階で大型海藻藻場の回復を図ることとする。

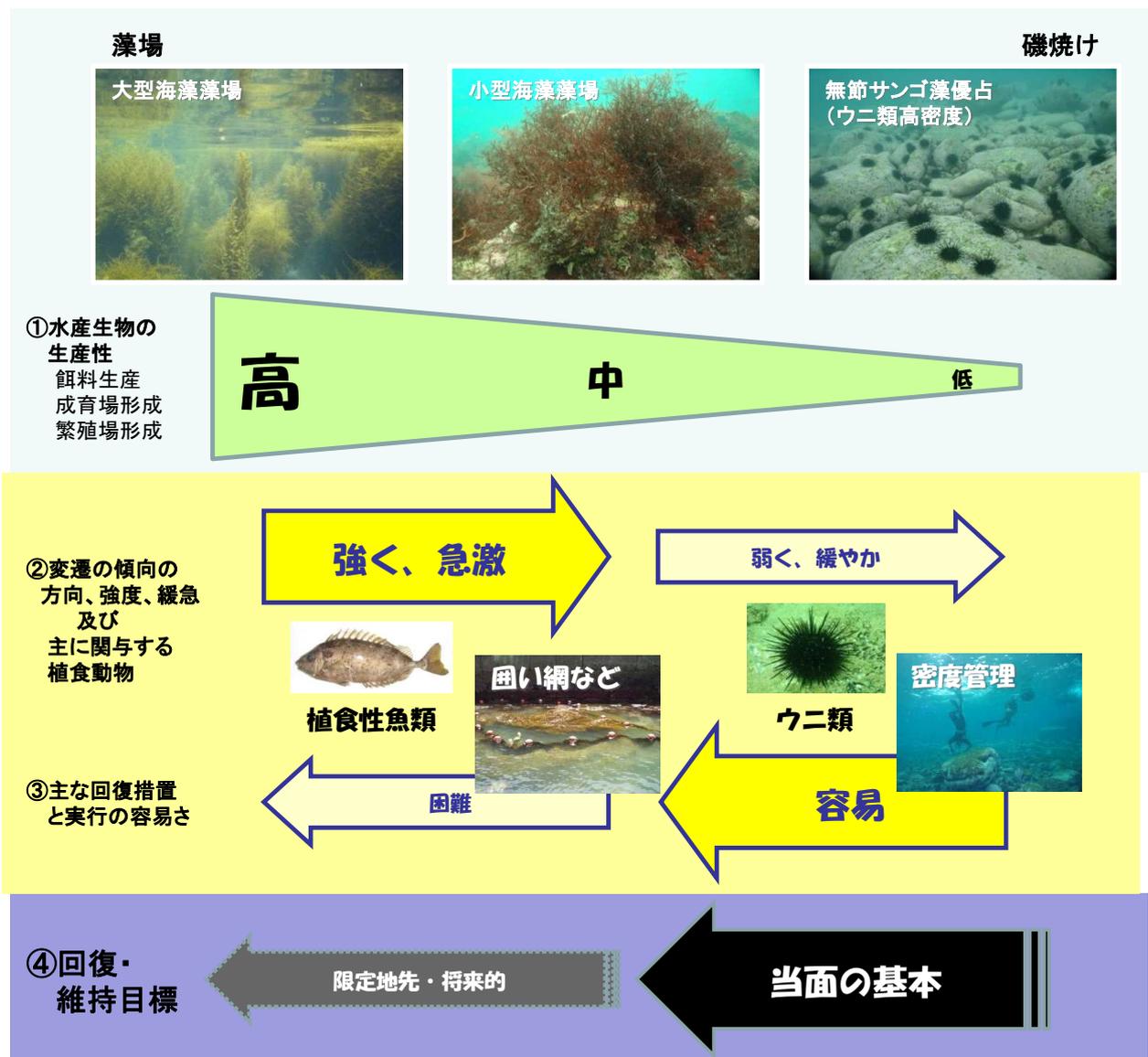


図5-3 藻場の現状を踏まえた藻場の回復・維持目標

## (2) 手法の選択

藻場の回復の原則は、磯焼け継続要因の除去と藻場形成要因の添加であるため、回復を試みようとする海域の磯焼け継続要因と、第4に述べた要素技術の効果と適用の限界とを考慮して選択する必要がある。また、いずれの手法にあっても、効果

が十分に発揮される質や規模で行うために、藻場回復に取り組もうとする海域の状況と、取組実施者の労力や技術水準を考慮して決定することも重要である。

当面、無節サンゴ藻優占域におけるウニ類の密度管理による小型海藻藻場の回復と維持を基本的な目標とするため、ウニ類除去や除去範囲への再進入防止の為の構造物（ウニハードル等）の設置が手法の主体となる。

### **(3) 反復継続**

磯焼け継続要因のうち、特に植食動物の高すぎる食圧は、一旦低減しても時間を経るごとに、再進入や若齢個体の加入により増大していく。従って、食圧低減措置は、一過性のものでなく、反復継続したものでなければならず、継続的な労力とコストの投入が必要となる。その一方で、植食動物は水産資源でもあるため、これらを漁獲対象として利用することができれば、継続的な漁業生産が反復継続的な藻場の回復及び維持の取組となる。

小型海藻藻場の回復と維持においては、ウニ類の身入りが改善され、生産性が向上することが実証されているため、回復・維持させる小型海藻藻場は良好なウニ漁場となる。ここにおいてウニ漁業を行うことが同時にウニ類の継続的な密度管理を果たすこととなるため、自然に取組の反復継続が果たされる。

### **(4) 反応の監視と手法の見直し**

藻場回復に取り組んでいる場所における藻場形成状況又は磯焼け継続状況は、取組の進捗状況やその成果のほか、常に変化しうる海水温等の環境条件や植食動物の来遊、加入量等の影響を受けるため、当初に設定した手法の種類や活動量等の取組内容が、その時の状況に適した物であるかを常に監視し、必要に応じて見直し、変更を加えるなど、柔軟な対応が必要である。従って、藻場回復に取り組んでいる場所の状況を日常的に監視し、その情報を関係者間で共有することが重要である。

小型海藻藻場の回復、維持に関しては、ウニ類の食圧が海藻の生産量を下回るレベルにウニ類の生息密度を保つことが重要であるため、近隣からの移入や加入による明らかな密度増大の有無を監視する必要がある。また、海藻の生育状況の変化も重要な指標となり、特に取組の初期にあっては、付着ケイ藻の発生が見られれば、ウニ類の食圧低減がある程度十分に果たされていると判断される。小型海藻藻場の形成、ウニ漁場の回復後は、ウニ類の漁獲量や、身入りの状況が適正な管理が図られているかを判断する重要な指標となるため、これらの情報が正確に把握される報告も重要である。

## 付録

### 藻場に係るこれまでの取組

磯焼けが継続する本県沿岸においても、これまでもその時の藻場の状況に応じて様々な藻場回復の取組がなされてきた（表-付録-1）。現在までに、クロメやホンダワラ類などの大型海藻の藻場を、一定規模で安定的に造成できた事例はないが、これらの取組からは、藻場と磯焼けの生態学的な理解を深め、藻場回復技術を開発するのに極めて重要な知見が得られてきたため、以下に総括する。

#### I) 漁場・水産資源の開拓・拡大

昭和初期から後期にかけては藻場は良好であり、藻場に係る取組は、漁場や水産資源の開拓や拡大に主眼が置かれ、藻場の分布状況調査や、投石や岩面搔爬等によるテングサ類やフノリ、マクリ群落の造成、効率的な藻場造成のための母藻投入技術や藻礁の開発が行われた。

#### II) ハード事業による藻場の回復の試み

昭和63年頃に認められた児湯地区のクロメ藻場の衰退をはじめとして、平成10年頃までの間に各地で磯焼けの発生と藻場の衰退が認知されるようになった。この頃、藻場の衰退の過程で観察された植食性魚類の海藻に対する過剰な採食が藻場の衰退や磯焼けの発生要因として注目され始めた。

植食性魚類の過剰な採食に対応した藻場回復の試みとして、平成8年頃から、児湯地区などにおいて、食害防止構造を付加した藻礁の設置が行われた。これらの試みでは、食害防止構造物の中では海藻は生育したものの、藻礁周辺への拡大には至らなかった。また、食害防止構造物は時間が経つとともに付着生物に覆われて藻礁上の光条件を悪化させるため、定期的なメンテナンスを要したほか、台風等の荒天時には破損するものもみられた。

これらの事例により、食害防止構造物を付加した藻礁等の設置によって小規模な海藻群落を形成することが可能であることが示される一方で、その適用の限界として、植食性魚類の影響がある海域においては、海藻の生育は食害防止構造物の中でのみ期待出来ることと、その造成規模は造成及び維持に要するコスト面に制限されることが示された。

##### ■児湯地先のクロメ礁設置（平成8～13年）

- ◇1992年頃に消失したクロメ藻場の回復を図るため、植食性魚類による食害対策として、食害防止構造物を付与したクロメ礁を設置
- ◇食害防止構造物の中でのクロメの生育を確認したが、礁周辺の植食性魚類の食圧は高く、周辺への拡大には至らなかった
- ◇食害防止構造物の台風等の荒天による破損や、付着生物による光条件の悪化などがみられ、礁上のクロメも平成15年頃に消失
- ◎食害防止構造物は植食性魚類の食害対策として有効であるが、その効果は構造物内に限られ、効果の持続のためには、構造物の継続的な維持管理が必要であることが示された

#### ■須美江地先ヒジキ礁設置（平成8年）

- ◇ヒジキの増産を図るため、投石によりヒジキ生育基盤を造成
- ◇平成10年には他のホンダワラ類とヒジキの混成群落が形成された
- ◇その後、ウニ類生息密度増加が増加し、平成13年頃に混成群落は消失。以降はウニ類が高密度で生息する無節サンゴ藻優占状態が継続
- ◎生育基盤の造成による海藻群落の形成は可能であるが、投石等のように生育基盤の形状が複雑である場合、ウニ類の生息に適した環境が形成され、やがたて海藻群落の維持が困難になる程度にまでウニ類生息密度が増大することが示された

### Ⅲ) 藻場・磯焼けの維持機構の解明と藻場回復への応用

藻礁の設置などの基盤整備だけでは藻場の回復は図れないことが明らかとなったことを踏まえ、根本的な藻場回復技術の確立のためには藻場と磯焼けの生態学的理解を深め、それを元にした藻場回復制限要因の排除及び藻場形成要因添加技術を開発することが重要であると考えられるようになった。これを受け、水産試験場により、残存藻場や磯焼け域における観察や実験検証が行われ、藻場の残存要因及び藻場の回復を制限する要因が明らかにされるとともに、藻場回復に関する様々な要素技術の検証が行われた。

#### ■曲面基盤の開発（平成15～21年）

- ◇凹凸の少ない平坦な基盤にはウニ類の生息が少ないことを再現し、さらに海藻の種糸を取り付けしやすいうように曲面にした基盤を作成、クロメ種糸を取り付けたものを門川町地先と日向市地先において実証
- ◇門川町地先における実証（平成15～平成18）  
門川町唐船バエ周辺、乙島地先に設置した曲面基盤ではクロメが良好に生育、礁上へのウニ類の進入もほとんどみられなかったが、平成20年秋に植食性魚類による大規模な過剰採食により消失した。最も湾奥の唐船バエ周辺設置分には現在もクロメが生育している
- ◇日向地先（平成19～20年）  
礁上へのウニ類の進入はほとんどなかったが、植食性魚類の採食により移植クロメは短期間で消失した
- ◎単純な形状の基盤はウニ類の進入が起こりにくく、ウニ類対策としては有効である可能性があるが、植食性魚類に対しては無効であるため、適用は植食性魚類の影響の少ない場所に限られることが示された

#### ■多面型核藻場礁（平成18～21年）

- ◇植食性魚類とウニ類の影響がある磯焼け域にあっても、大きな波浪流動により食圧が低減されている浅所にはタマナシモク等の藻場が形成されていることを再現する比高の高い基盤を用いて再現を試みた
- ◆串間市宮之浦地先（平成18年設置）  
波浪流動が大きい場所であり、礁上へのウニ類の進入は起こらなかったが、礁への移植タマナシモク等は魚類の採食を受けて消失した。
- ◆崎田地先（平成19年設置）  
比較的静穏な場所であり、礁上へのウニ類の進入が起こった。ウニ類の除去とヨレモクモドキ等のホンダワラ類の母藻投入とを併用した結果、平成20年には礁上にホンダワラ類の群落形成された。形成群落は更新され平成21年まで維

持されたが、その後植食性魚類の採食を受けて消失した

- ◎ここで検証した多面型核藻場礁（約4×4×1.4m）では、波浪流動が大きい海域ではウニ類に対しては有効であったが、植食性魚類の食圧を低減する効果は不十分であり、安定的な群落形成には至らなかった

#### ■ウニ類除去技術の確立（平成18～24年）

- ◇複数の実験により、50×50m規模の除去の効果は1年間程度持続することを実証
- ◎ウニ類の移動は、海水の流動や水温、底質の影響を受けるため、有効な除去規模は地先ごとに異なると考えられるが、除去規模選定の目安となる

#### ■ウニハードルの開発（平成19～21年）

- ◇漁網を利用したウニ類の進入を起こりにくくする構造物
- ◇北海道のウニフェンスを改良し、波浪流動に対する耐久性を向上、魚類や甲殻類の意図しないら網を起こりにくくしたもので、複数の実験によりウニ類除去範囲への再進入を遅らせる効果を実証
- ◎ムラサキウニやナガウニ類には有効だが、ガンガゼやシラヒゲウニに対する効果は低い

#### ■季節限定の囲い網開発（平成19～22年）

- ◇食害防止効果は高いが、維持に大きな労力やコストを要する魚類対策の囲い網の運用を改良し、設置期間の限定、短縮を試みた
- ◇ウニ類除去を行うことで形成される小型海藻群落は、夏から秋のホンダワラ類幼体を魚類の採食から保護する効果を利用したもので、通常周年である囲い網の設置時期を、ホンダワラ類が成長、成熟する冬から春に限定できる
- ◎設置期間を数か月間程度に短縮した囲い網も、植食性魚類の食害対策としては有効。ただし、ウニ類除去による小型海藻群落の形成が必須であり、かつ、設置期間中の囲い網の維持管理は必要

表-付録-1 藻場に係る取組の歴史

時期	取組内容	藻場における事象
昭和初期	<b>I) 漁場・水産資源の開拓・拡大</b> <b>■ 漁場開発調査 (S5～7年)</b> ○ 本県沿岸の藻場分布調査	◎ 藻場良好期 ほとんどの沿岸岩礁域に藻場が形成
昭和中期	<b>■ 食用・薬用藻類の増産</b> ○ マクサ、マクリ（海人草）漁場造成	
昭和後期	<b>■ 藻場の新規造成・拡大的技術開発</b> ○ 母藻投入技術開発 ○ 移植基盤開発（ベントス食害対策）	◎ 藻場衰退期 局所的な藻場の衰退が認知
平成	<b>II) ハード事業による藻場の回復の試み</b> <b>■ 磯焼け発生の認知</b> <b>■ 児湯地先藻場衰退要因の解明調査 (H3～5年度)</b> <b>■ 人工基盤設置による藻場回復の試み</b> ○ 児湯地先クロメ藻礁設置 (H8～12年) ～ 耐久性、メンテ上の問題 ○ 須美江地先ヒジキ礁設置 (H8年) ～ ウニが好む構造が形成 ※ いずれも藻場の回復には至らず	○ S63年頃児湯地先クロメ藻場の衰退が始まる ○ 藻場崩壊の過程で魚類の過剰な採食を確認 ・ 児湯 (H4) ・ 門川 (H12など) ○ H10年頃までに県北・県南での藻場衰退
	<b>III) 藻場・磯焼けの維持機構の解明と藻場回復への応用</b> <b>■ 藻場残存要因・藻場形成制限要因の抽出</b> ○ 残存藻場の観察 (H10頃～17年) <b>■ 藻場残存要因の再現・藻場形成制限要因の排除</b> ○ ウニ・魚類の食害を防止する工夫 ・ 曲面基盤の開発 (H15～21年) ・ 多面型核藻場礁 (H18～21年) ・ ウニ類除去技術の確立 (H18年～) ・ ウニハードルの開発 (H19～21年) ・ 季節限定の囲い網開発 (H19～22年) ※ ウニ類の除去、進入防止による実用規模の対策を開発 ※ 魚類対策は小規模なものに留まる <b>■ 藻場形成制限要因の排除手法・藻場形成要因の添加手法の実証</b> ○ 環境・生態系保全活動支援事業（北浦、南浦、庵川、青島、内海、富士、都井、崎田、H22～24年） ※ H25年～水産多面的機能発揮対策事業	◎ 藻場低水準期 大型海藻の藻場は内湾を中心に小規模に点在

## 参考文献

- 成原淳一ほか（1990～1993年），藻類増殖試験，S63～H3年度宮崎水試事報。
- 成原淳一ほか（1992年），宮崎県川南漁港の沖防波堤におけるクロメの生育，水産増殖40(2)。
- 成原淳一・坂本龍一ほか（1993～1995年），クロメ群落衰退原因調査，平成3～5年度宮崎水試事報。
- 坂本龍一（1994年），漁場保全対策事業（生物モニタリング調査），平成4年度宮崎水試事報。
- 坂本龍一ほか（1995年），門川地先のカジメ群落調査，平成5年度宮崎水試事報。
- 坂本龍一（1995年），藻場造成事業追跡調査，平成5年度宮崎水試事報。
- 坂本龍一ほか（1995年），都農・川南地先のクロメ群落衰退原因調査，宮崎水試試験報告第144号。
- 坂本龍一・清水博（1996,1997年），餌料藻場回復試験，平成6,7年度宮崎水試事報。
- 清水博ほか（1997年），日向灘沿岸におけるクロメ藻場の立地環境条件について，宮崎水試研報第7号。
- 清水博ほか（1999～2001年），大型海藻藻場の保護・造成技術開発試験，平成8～11年度宮崎水試事報。
- 清水博・荒武久道ほか（2002～2009年），餌料海藻群落形成技術開発試験，H12～19年度宮崎水試事報。
- 荒武久道ほか（2004～2009年），生物モニタリング調査事業－藻場調査－，H13～20年度宮崎水試事報。
- 荒武久道ほか（2004～2007年），沿岸資源生息環境整備事業，H15～18年度宮崎水試事報。
- 荒武久道（2006年），食われても平気な藻場～磯焼け対策シリーズ①海藻を食べる魚たち，成山堂書店。
- 荒武久道（2009年），クロメの分布と藻場造成－宮崎県沿岸－～カジメ属の生態学と藻場造成，恒星社厚生閣。
- 荒武久道ほか（2009～2010年），藻場回復支援事業，H19～21年度宮崎水試事報。
- 荒武久道ほか（2009～2010年），南方系ホンダワラ類藻場の維持機構の解明，H19～21年度宮崎水試事報。
- 荒武久道・山田和也・福田紘士ほか（2009～2013年），本県沿岸の海域特性を考慮した藻場造成技術の確立，H20～24年度宮崎水試事報。
- 荒武久道ほか（2009,2010年），岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業，H20,21年度宮崎水試事報。
- 荒武久道・山田和也ほか（2012,2013年），環境生態系保全活動支援事業，H22,23年度宮崎水試事報。
- 荒武久道・山田和也・福田紘士ほか（2012,2013年），植食性魚類の食害を克服する藻場造成技術の確立，H22～24年度宮崎水試事報。
- 荒武久道ほか（2006年），門川町地先クロメ藻場のアイゴによる過剰採食からの回復機構，宮崎水試研報第10号。
- 社団法人全国漁港漁場協会（2007年），磯焼け対策ガイドライン。
- 荒武久道ほか（2007年），宮崎県南部串間市沿岸のホンダワラ藻場の変遷，宮崎水試研報第11号。
- 荒武久道ほか（2007～2010年），核藻場造成によるガラモ場復興試験，H17～21年度宮崎水試事報。
- 荒武久道ほか（2013年），宮崎県沿岸における海草類・コンブ目・ホンダワラ属の分布，宮崎水試研報第14号。