

## 第8章 磯焼け対策の実施事例

### 8. 1 食害対策の基本的な取り組み

#### 1) はじめに

長崎県北西部に位置する佐世保市浅子地区は、1998年頃より磯焼けが発生し、カサゴやアワビなどの資源が減少した。このため、2013年5月に藻場保全活動組織を発足したが、初めての磯焼け対策であったため、どのような対策を行えばよいかわからなかった。当地区の磯焼けを持続させる要因は、①ウニの食害、②海藻のタネの不足、③魚の食害の3つが考えられ、対策方法を専門家等に相談しながら実施した。ここでは、磯焼け対策の基本的な手法を用いて、ヒジキやワカメなどの海藻の回復を目指した長崎県佐世保市浅子地区の事例を紹介する。

#### 2) 活動前の海藻植生

海域の浅場は岩盤帯で水深1m未満までは、ほとんど海藻が生育せずカキ類が優占した。深くなるにつれて巨礫が散見され、ヒジキやヤツタモクの残存個体がわずかに確認されるようになる。さらに深くなると大礫などが混在する礫帯へと変わり、点在する大礫にはヤツタモクやマクサが確認される。いずれにも少量の浮泥が観察され貧相な植生であった。

#### 3) ウニフェンスの製作と設置

活動域は、以前ヒジキが生えていた磯場で、漁港から近く水深が5m程度と管理のしやすい場所である。専門家からは、その場所のウニの侵入を抑制することと対策域の明確化を図るため、ウニフェンスの製作を提案され、指導を受けながらウニフェンス（高さ1m×長さ30m×6本）を製作した（図8-1-1）。



図8-1-1 ウニフェンスの製作

設置場所は、海底地形の確認と活動メンバーの人数と能力を勘案して活動面積を決定し、GPSでその岸側と沖側の4点の位置を調べた。活動域は、岸側が波当たり強く、沖側が砂地であるため、岸側と沖側からのウニ類の侵入が少ないと考えられるので、ウニフェンスの設置方法は瀬切り方式（第7章のD3参照）とした。なお、ウニフェンスは台風時期の終了後に設置している。

ウニフェンスの設置は、まず沖側の位置に目標ブイを設置し、次に岸側の位置に船を岸に近づける所まで前進させ、船首からウニフェンスを海へ落とし、バックで沖側の目標ブイに向けてゆっくり後進しながら投入していった。最後に、ダイバーが沖側から海へ入り、チェーンを少したるませたような状態で、海底とウニフェンスの間に隙間ができないように石で間詰めた。

#### 4) ウニの除去

当初、ウニフェンスに挟まれた活動域に生息するガンガゼの密度は高く、多い所では 12 個体/m<sup>2</sup>であった。活動域の摂餌圧を下げるため、活動メンバーの体力・能力に応じて、岸側の浅い岩場のウニを潰す者（図 8-1-2）、船上からウニを鉾で潰す者、潜水をしてハンマー等でウニを潰す者に分かれてウニ除去が行われた。



図 8-1-2 岸からのウニの除去活動

#### 5) 海藻のタネの供給

最初はカゴを被せたクロメ（母藻）を設置してみたが、初夏には、ホンダワラ類の着生したブロックを海底に設置した。

#### 6) 活動の成果

対策活動の成果は翌春からみられ、ワカメやアカモクを主体とした藻場が形成された。その後はウニフェンスを移動させ当初の 3 倍の活動面積としている。活動域が広がっても、回復した藻場の生産力が後押しとなり、当初と変わらないウニ除去と海藻のタネの供給を継続的に実施することができた。その結果、活動 3 年目までにウニは 0.6~3.4 個体/m<sup>2</sup>と低く抑えられ、多年生海藻のヒジキ、マメタワラ、ヤツマタモク、イソモクが確認されるようになった（図 8-1-3）。

浅子地区では、将来のあるべき藻場の姿を目標に立てて、自分たちができる小規模な活動域から始めたこと、専門家のアドバイスを受けたこと、効果を確認しながら活動域を広げることが成果につながっており、成果が見えたことにより活動が持続できるようになった。

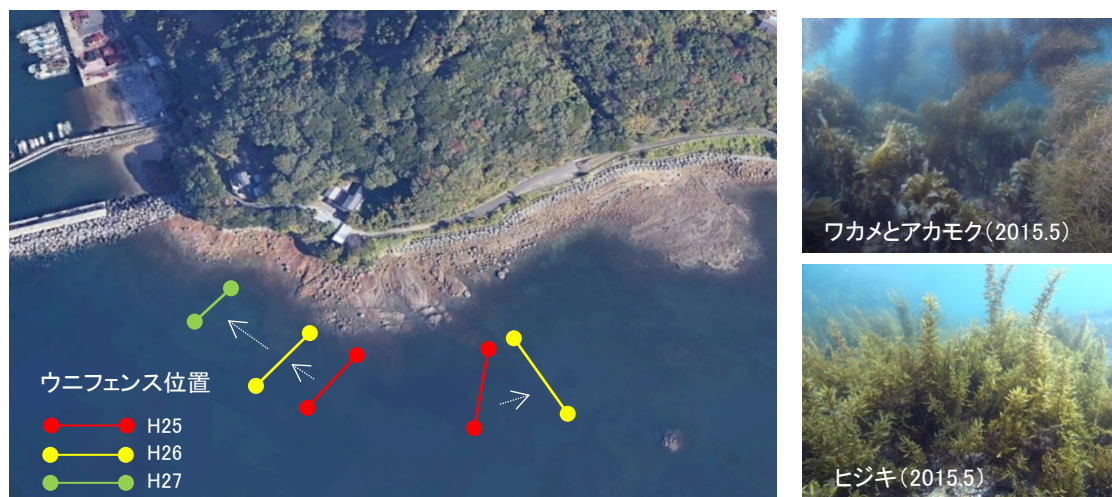


図 8-1-3 ウニフェンスとウニ除去活動による成果（長崎県佐世保市浅子地区）

## 8. 2 流れを考慮した磯焼け対策

### 1) はじめに

食害型の磯焼けの場合、ウニを除去すれば藻場が回復することは知られており、実際に取り組みやすい活動であるため、全国的に広く実施されている。多くの地先から藻場回復の報告が聞かれる一方で、継続的に活動をしているのに藻場が回復しない事例も多い。その原因の1つが、海藻のタネの供給不足である場合が多い。タネの供給不足の場合は、母藻移植やスポアバッグの設置、あるいは人工種苗の移植が効果的である（第7章のD4参照）。ここでは、ウニを除去した場所に直接タネを供給するだけでなく、広域的視点に立ち、流れによって海藻のタネが移動することを考慮して藻場を回復させた事例と、流れ藻キャッチャーを設置して、流れ藻を特定の場所に留めることで、その直下の基質に海藻のタネを供給して藻場を回復させた事例を紹介する。

### 2) 福岡県新宮町相島の事例

#### (1) これまでの取り組みと成果

福岡県新宮町相島は、アラメとホンダワラ類が混生する藻場が形成されているが、南側だけはガラモ場が消失して磯焼けの状態が続いている。このため、2013年から、島の南岸の東側にウニフェンス（瀬切り方式）を敷設し、ウニの除去を実施した。ウニの密度はすぐに低下し、1個体/㎡以下に抑えることができたが、アカモクやワカメなどの大型海藻は被度5%以下のままで藻場が回復したとはいえない状況であった。

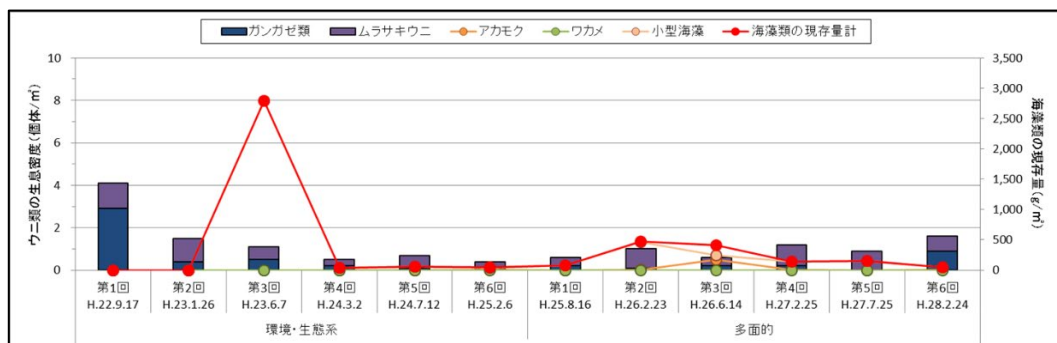


図 8-2-1 ウニ除去区域のウニの密度と海藻類の現存量の経年変化

#### (2) 流れを考慮した磯焼け対策

これまでの結果を専門家と相談し、海藻のタネの供給を活動に追加した。実施にあたっては、ウニを除去した St.4、St.5 にオープンスポアバッグを設置すると、恒常的な東向きの流れによって海藻のタネが島外に流れ出す恐れがあるため、活動域（図 8-2-2 のピンクの範囲）の St.1 辺りに設置することとした。

これによって西側に藻場を形成させ、その後は、流れに沿って東側にも海藻のタネが供給されることを期待した。オープンスポアバッグは、2016～2017年に毎年100袋以上設置した。

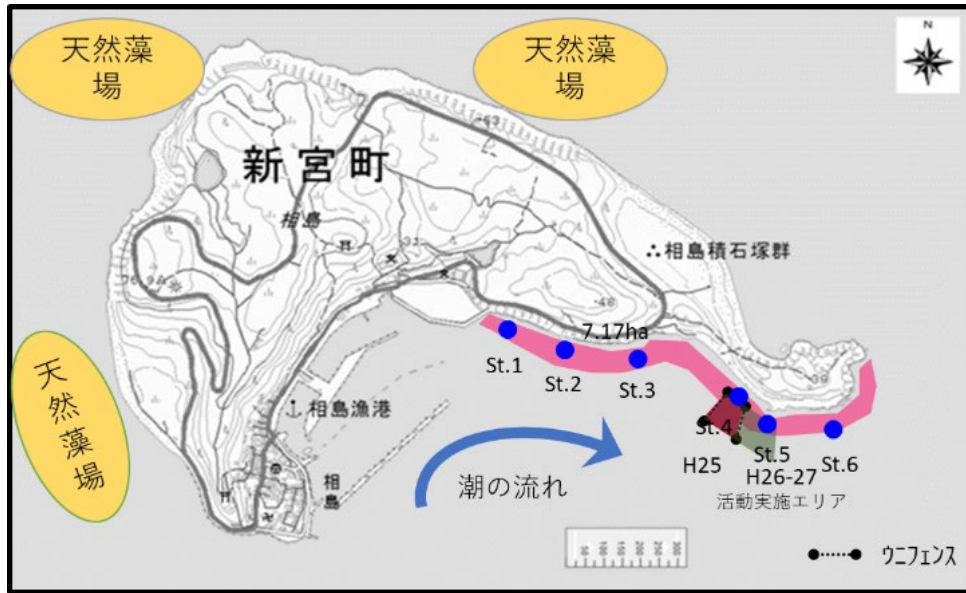


図 8-2-2 相島の磯焼け対策活動域

(3) 活動の成果

活動域が広がり、ウニの除去の単位面積当たりの作業量が低下したため、以前に比べてウニの密度を低く抑えられてはいないが、海藻の生産力がウニの食圧より勝るようになったことで、2018年春から徐々に海藻の現存量が増えるようになった(図 8-2-3)。また、対策を始めて3年目の2019年には、大型海藻の被度が、St.1 で約 20%、St.3 で約 10% まで回復している(図 8-2-4)。

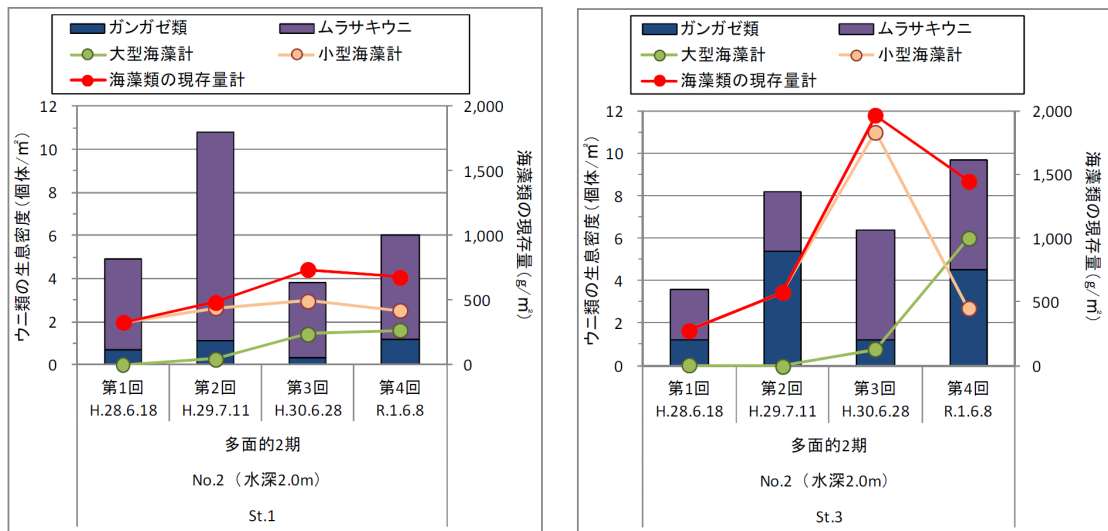


図 8-2-3 ウニの密度と海藻の現存量の経時変化

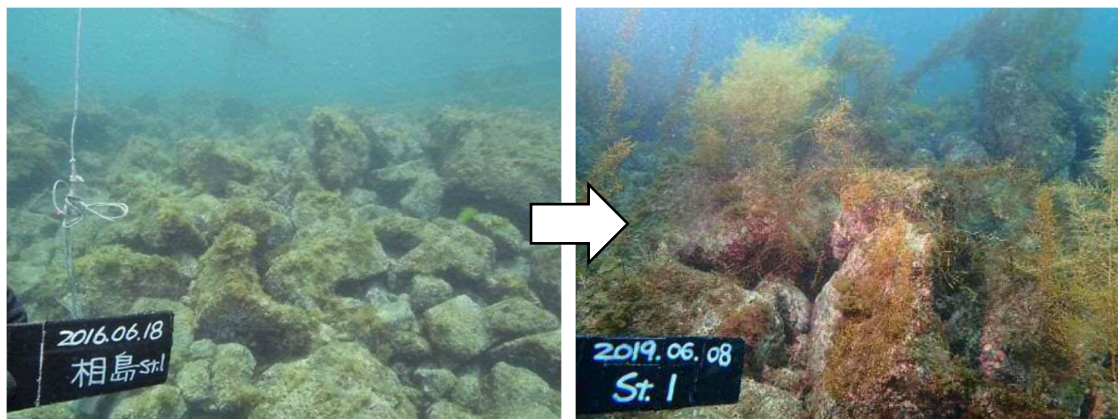


図 8-2-4 St. 1 における対策前後の状況

### 3) 長崎県佐世保市北九十九島の事例

#### (1) 磯焼けの現状

長崎県佐世保市北九十九島地区は、1989年頃から磯焼けが発生し、今ではパッチ状にガラモ場が残っているほかは、磯焼け状態が続いている。磯焼けしている場所は、ガンガゼの密度が高くパッチ状の藻場も減少傾向にある。

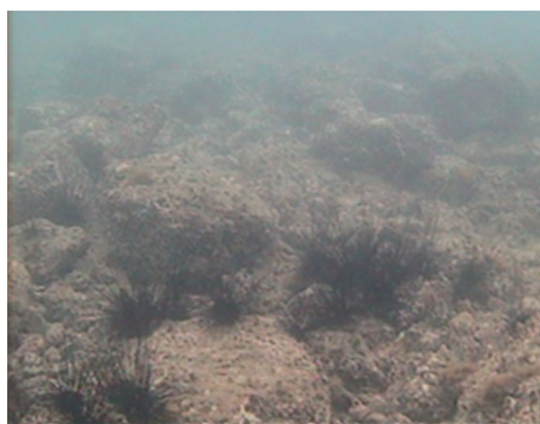


図 8-2-5 磯焼けの状況

#### (2) 流れ藻キャッチャーの設置

当該海域における藻場形成の阻害要因は、ウニの食害と、海藻のタネの供給不足と推定される。タネの供給源として残存藻場から大量に母藻を採取すると、藻場自体が衰退する恐れがあるため、海域を漂流する流れ藻の活用を試みた。流れ藻が例年見られる場所について漁業者同士で話し合い、移動経路の途中に流れ藻キャッチャーを設置することにした。

流れ藻キャッチャーの設置場所の選定にあたっては、下記の留意事項を考慮した。

- ◆ 流れ藻（ホンダワラ類）の形成に適した基質・水深である。
- ◆ 流れ藻キャッチャーから落ちたタネが着生できる十分な磯幅がある。
- ◆ タネが着生する基質には浮泥が溜まっていない。
- ◆ 梅雨時期などの降雨時に浮泥や漂流物の流入が少ない。
- ◆ 船舶の航行を妨害しない。
- ◆ 流れ藻の移動を妨げる養殖筏等が近傍にない。

対策場所は図 8-2-6 に示す 3 箇所に絞り込み、設置期間は流れ藻が確認される 5 月中旬から当該海域のホンダワラ類が成熟する 7 月中旬までの約 2 カ月とした。また、流れ藻キャッチャーを設置した 3 箇所のうち 2 箇所の直下 (St.1、St.3) では、ウニフェンス

を設置し、6～7月にフェンス内のウニの除去を行った。

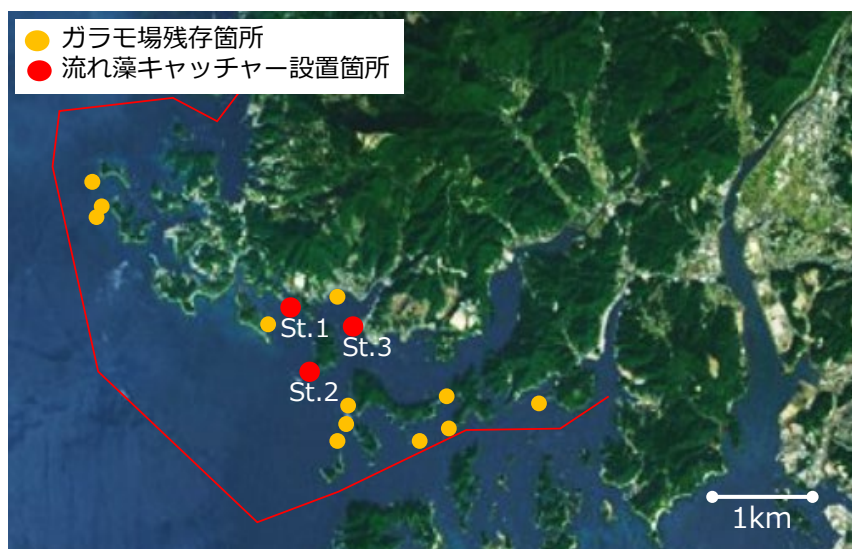


図 8-2-6 残存藻場と流れ藻キャッチャーの設置位置図

流れ藻キャッチャーは、流れ藻の絡まりやすさと設置の安全に配慮して作成した(図 8-2-7)。また、流れ藻は基本的に海面付近を移動するため、垂直方向の網の長さは 0.8m とし、網目は 10 cm 以下とした。用意した網は、設置時に網が弛むことを考慮して、想定より 20% ほど長めを用意した。さらに、船舶から視認できるように、海上部分には旗を立て、灯標を設置した(図 8-2-7)。

設置時は、流れ藻キャッチャーが波で流されないように、両端のブイから 2 本のロープを伸ばし、約 40 kg の土嚢で固定した。流れ藻キャッチャーを投入後に、ダイバーが潜り、キャッチャー本体とロープの弛みを調整した。

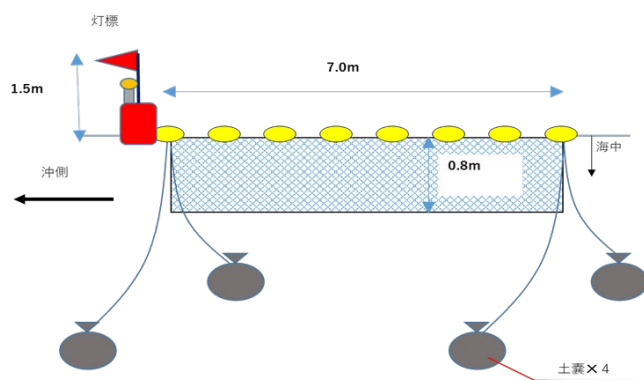


図 8-2-7 流れ藻キャッチャー

(3) 活動の成果

3箇所の流れ藻キャッチャーで捕捉した流れ藻は、2カ月間で約12kgであった(表8-2-1)。6月に大量に捕捉された主な海藻種は、南方系のホンダワラ類とアカモクであった。

St.3 の流れ藻キャッチャー設置後の出現した海藻の状況を表8-2-2に示す。流れ藻キャッチャー直下のウニを除去したウニフェンス内(面積約30㎡)には、前年に最も多く掛かったマジリモクの繁茂が確認された(図8-2-8)。マジリモクにはアオリイカの卵囊塊が産み付けられており、藻場が水産資源の回復に寄与することを実感した。

表8-2-1 流れ藻キャッチャーに捕捉された海藻種と重量の経時変化

海藻種	地点	St.3				
	調査年月日	5/22	6/4	6/19	7/17	合計
	流れ藻キャッチャー設置後	1週間	3週間	5週間	9週間	2ヶ月
アマモ科	アマモ			4		4
ホンダワラ科	モズク			18		18
	マジリモク	56	55	9,961	396	10,468
	コブクロモク			92		92
	ヒジキ		306			306
	イソモク			25		25
	アカモク	6	2	27		35
	マメタワラ			789	189	978
	フクレミモク				5	5
湿重量計(g)		62	363	10,916	590	11,931
種類数計		2	3	7	3	9

表8-2-2 St.3の海藻出現の経時変化

海藻種	出現した海藻の株数 (株/㎡)	
	1月	7月
ワカメ	11	6
キレバモク	有	-
マジリモク	16	14
アカモク	有	-
ウニ密度 (個体/㎡)	1月	7月
	1.9	1.2



図8-2-8 St.3に繁茂したマジリモク

## 8. 3 長期的な磯焼け対策の取り組み

### 1) はじめに

長期にわたって磯焼け対策に取り組んでいる地区は、自分たちの水産資源が磯焼けによって減っている状況を理解し、解決できた時の藻場の姿がイメージできているのが特徴である。気候変動により効果の発現が厳しい状況であっても、活動メンバーの結束が固く、PDCA サイクルを回し続け取り組まれている。ここでは、長期にわたって磯焼け対策に取り組む大分県佐伯市名護屋地区と長崎県西海市大島地区の事例を紹介する。

### 2) 大分県佐伯市名護屋地区の事例

#### (1) これまでの取り組みと成果

大分県の最南部に位置する名護屋地区では、1994 年頃からクロメやホンダワラ類などの大型海藻が減少しはじめ、次いでテングサなどの小型海藻も消失し、深刻な磯焼けとなった(図 8-3-1 上)。ウニ除去などの対策が単発的に行われたが、回復の兆しはみられなかった。そこで、本地区の潜水漁業者(当時 7 名)は「藻場を復元し、豊かな磯根資源を取り戻すこと」を目的として名護屋藻場協議会を 2007 年に立ち上げ、地元の市・県並びに水産庁の専門家の協力を得て、組織的な活動をスタートした。最初に取り組んだのは藻場復活の 3 大阻害要因のうち、「ウニ」と「タネ不足」の 2 つであった。名護屋湾西岸の 1 地先において、岸から沖に向かって(「瀬切り方式」と呼ばれている)、ウニの移動を阻止するためのウニフェンス(約 100m)を 2 本設置した。その内側の範囲(面積 1.4 ha)を対策区として、スキューバで徹底的な「ウニ除去」(主にガンガゼ)を行った。翌春には、スポアバッグなどを用いてヨレモクモドキの母藻投入・移植を行った。ガンガゼだらけだった海底は、次第に海藻が戻り始めたので、ウニフェンスを数十 m 移動させ、ウニの除去を繰り返し行うことにより、藻場を拡大していった(図 8-3-1 中)。その後、対岸においても同様の対策を開始した。



2007 年



2014 年



2020 年

図 8-3-1 海中景観の変化

2012年からは地区全域を対象とした、漁業者による藻場モニタリングを開始した。磯焼け（海藻被度5%以下）の面積の割合は、2020年までに全体の1%未満にまで減少し、代わってテングサなどの小型海藻域が占める割合が30%前後まで増えて維持されるようになってきている（図8-3-1下、図8-3-2）。

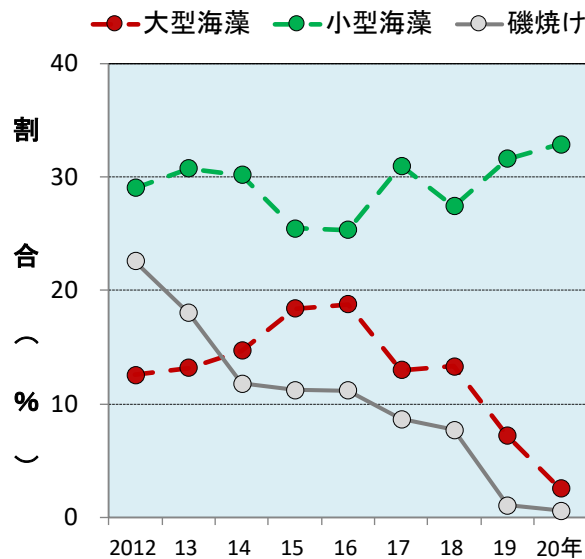


図 8-3-2 再生藻場の変遷

## (2) 新たな課題と対応策

クロメやホンダワラ類などの大型海藻域は、対策開始後10年目に全体の20%を占めるまで順調に増加したが、その後は年々減少していった。これは、ブダイの増加による食害が原因である。ブダイの幼魚は、カサゴ等の天敵に襲われた時、藻場へ逃げ込むことが知られている。大型海藻の藻場が再生したことで隠れ場が増えたため、ブダイの幼魚の生残率が高まり、結果として食害が増えたと考えられる。このため、2018年からは水産庁と連携し、ブダイの除去試験を開始した。その結果、刺網と延縄を組み合わせることにより、効率よくブダイを漁獲できるようになった。現在では、従来の磯焼け対策を行いながら、藻場を見守りつつ、適切にブダイ除去を行っている。

当地区の漁業者の磯焼け対策の目的は「もうかる藻場づくり」である。藻場は増えつつあるが、アワビの天然稚貝を磯でみることは未だに少ない。今後は、アワビ母貝の成熟に不可欠な藻場の再生を目指している。

## 3) 長崎県西海市大島地区の事例

### (1) これまでの取り組み

長崎県中部の西彼杵半島西方に位置する大島地区は、アワビ漁で年間の漁獲量が5tほどあったのが、磯焼けにより1993年には約2tまで激減した。本地区の根付け（潜水）漁業者は、この状況を深刻な問題と受け止め、1995年から自主的にウニと巻貝の除去を開始した。しかし、除去をしてもしばらくすると周りからウニが侵入して効果が持続しなかった。そんな中、北海道のウニフェンスのことを知り、彼らは製作と設置の仕方を習い、地元用に改良したウニフェンスを8月に設置した（設置の前後にはウニ除去を実施）。そ

の結果、フェンス内の岩場には付着珪藻が増え、3月にはアカモク、イソモクなどのホンダワラ類やワカメ等を繁茂させることができた(図8-3-3)。また2002年には、植食性魚類の食害の存在を知り、今度は魚フェンスを考案(図8-3-4)。しかし、魚フェンスは台風等の時化で破損することから、年間を通して海藻を維持できるように、2006年から魚礁メーカーと協力し、カゴの中でクロメを守り育てるカゴ付き藻場礁(囲い網式の藻場礁)(図8-3-5)を開発した。当時はまだ磯焼け対策手法が確立していないにもかかわらず、手探りで継続的に取り組んできたことによって、ウニと魚の食害防止対策に成功している。また、専門家からモニタリングの方法を習い自前できるようになって、既存の築礁がウニの集積場であり、アイゴの越冬場になっていることを確認し、地先の状況を把握した取り組みができるようになった。

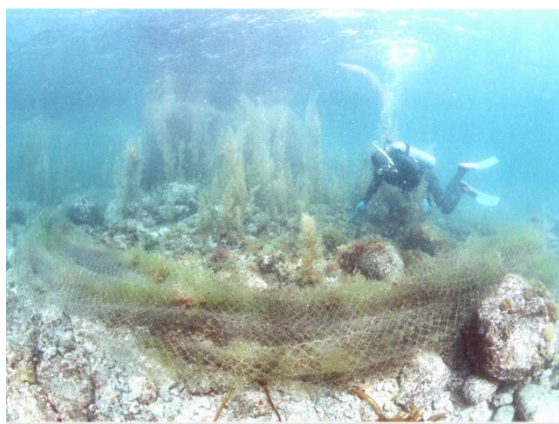


図 8-3-3 ウニフェンス(1999年)

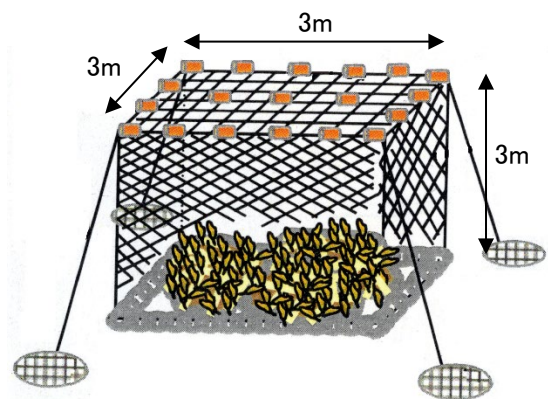


図 8-3-4 魚フェンス(2002年)



図 8-3-5 カゴ付き藻場礁(2006年)

## (2) 抱える課題と柔軟な対応

カゴ付き藻場礁は、周囲にクロメの幼体を繁茂させることから、クロメのタネの供給基地(核藻場礁)になることが期待されたが、幼体の食害が新たな課題となっている。彼らの最終目標は、藻場が回復し、アワビやサザエ、その他たくさんの魚が獲れる豊かな海を取り戻すことである。母藻の食害防止対策には成功したが、藻場の回復には至っていない。それでも、市と専門家と連携して、PDCA サイクルを回し続けて新しい取り組みを始めている。現在は、カゴ付き藻場礁の周囲に、移動可能な石やプレート等を配置し、幼体着生後に別の場所へ移動させて守り育てている。

## 8. 4 磯焼け対策を持続させる取り組み

### 1) はじめに

磯焼け対策や藻場保全活動を行う漁業者は年々高齢化が進んでおり、効率よくウニを除去したくとも潜水作業ができない、プロダイバーを雇用するにもコスト高で実施できないなどの現状がある。一方で、海に親しみ、きれいで豊かな海を末永く利用したいと望む一般市民は増え、ダイビングを楽しむ人々が増えている。これらのことから、磯焼け対策を持続的に行うには、良識と意欲のあるボランティアダイバーに参加してもらうことも1つの方法である。実際に水産多面的機能発揮対策事業の中では、ボランティアダイバーが磯焼け対策に参加している地域がある。ここでは、これらの市民が参加する磯焼け対策の取り組みを紹介する。ただし、ボランティアダイバーが参加するにあたっては、密漁増加への懸念、法律上の制限（参考資料2 許可・法律関係を参照）、手続きの煩雑さ等がある、円滑に進められていない地域もある。

### 2) 市民ダイバーが参加する磯焼け対策

#### (1) 三重県尾鷲市、紀北町

尾鷲市では、1999年頃からガンガゼ類の食害による磯焼けが確認され、2010年から漁業者とダイバーがガンガゼ類の除去を行っている。ガンガゼ類の除去には、潜水が伴うため、地元ダイビングショップやボランティアダイバー、三重大学の学生に協力してもらい、除去を行っている（図8-4-1）。ダイバーが潜水器を用いてウニを採捕すると、三重県漁業調整規則に抵触する。そのため、ステンレス製のカンガゼ専用の除去棒（図8-4-2）を使って殻を割るように潰して除去している。除去棒の値段は5,000円程度。ムラサキウニ・ナガウニ類の場合は、ホームセンターで購入できるケレンハンマーを用いている。

尾鷲市早田浦では、2010年よりガンガゼ類の除去を開始し、藻場の回復に成功している。当初は漁業者や三重大学生が年間10,000個体以上のガンガゼ類を潰していたが、現在では年間1,000個体程度で藻場が維持されるようになっている。

尾鷲市隣の紀北町白浦地区でも、名古屋のダイビングショップが設立するNPO法人が中心となって、2015年からボランティアダイバーによるガンガゼ類除去が行われている。

ガンガゼ類除去は、産卵前の6月から水温が下がる10月ま



図8-4-1 ガンガゼ類を潰す様子

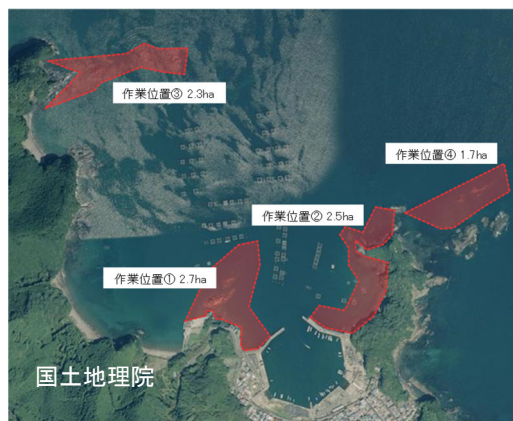


図8-4-2 除去棒

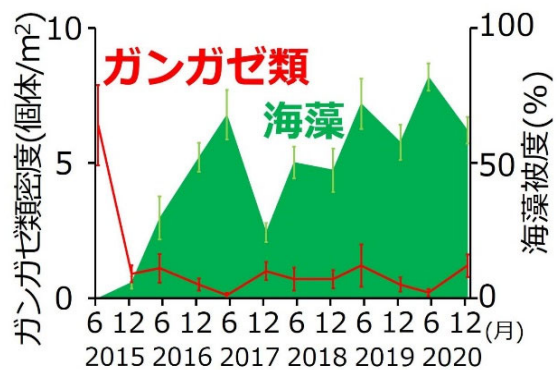
でに複数回実施される。現地では、2班（ベテラン班と初心者班）に分かれて、1日2回（午前と午後）の除去が行われている。また、ダイバーには、できる限り活動範囲を広げず集中的にガンガゼ類を潰すこと、ガンガゼはしっかりと穴をあけるか割ること、潰した個体数を数えることなどをお願いしている。活動した結果は、レポートにまとめ、モニタリングはドローンを活用して空撮からの藻場の分布を把握している。活動実績は表 8-4-1 のとおりである。

表 8-4-1 白浦地区における5年間（2015～2019年）の活動実績

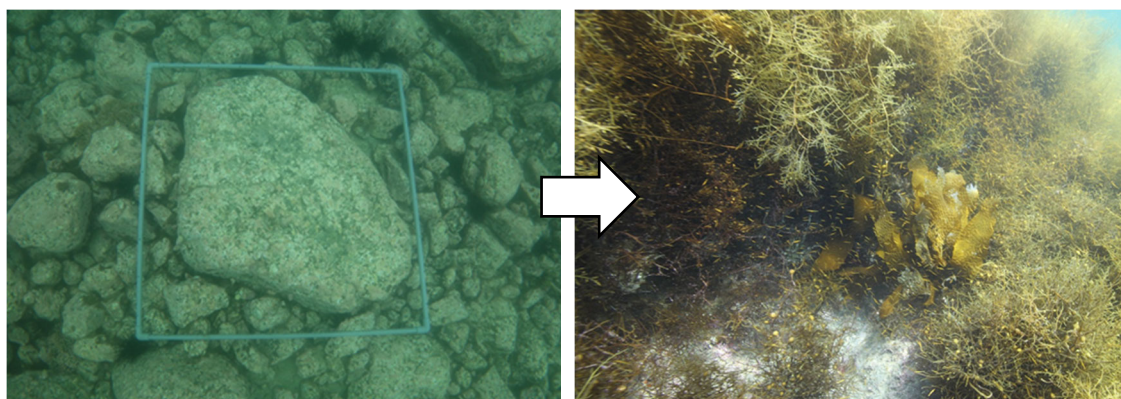
項目	5年間の活動実績
活動面積	92,768 m <sup>2</sup>
回復面積	52,961 m <sup>2</sup>
回復傾向にある面積	39,807 m <sup>2</sup>
ガンガゼ類の延べ除去数	198,427 個体
延べ参加人数	335 人
延べ活動日数	16 日



ガンガゼ類の除去を行った場所



ガンガゼ類の密度と海藻被度の経年変化



活動前の海底(2015.6)

活動により繁茂した海藻(2018.12)

図 8-4-3 白浦地区の磯焼け対策（図・写真 NPO 法人 SEA 藻）

(2) 高知県須崎市久通

高知県須崎市久通地区は、1985年には1.8haにも及ぶ藻場（カジメとホンダワラ類の混成）が知られていたが、2003年頃には港外の浅場のガラモ場まで消失した。このため、2008年に「久通地区磯焼け対策部会」を発足し、「岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業」（水産庁、2007～2009年）のサポート制度を活用して、専門家の技術サポートを受けながら、継続的に磯焼け対策に取り組んできた。しかし、漁業者の高齢化が進み、磯焼け対策の担い手が不足していることが障壁となり、専門家等の紹介でボランティアダイバーや高知大学、高知海洋高等学校の学生らの協力を得ながら実施してきた。

ウニ除去活動は6～10月に行われ、ボランティアダイバーは「高知スクーバ・ダイビング安全対策協議会」を通じて募集している。応募者は10名程度であり、その他にも地元を離れた人たちも参加し、総参加人数は多い時で30名になる（図8-4-4）。

除去するウニはムラサキウニとナガウニで、土木用のシノを加工した道具を用いて潰している（図8-4-5）。2009～2011年の対策区においては、除去前のウニの平均密度が5～16個体/m<sup>2</sup>以上と高かったが、除去後は激減し、その後低い値で推移する。一方、翌年から南方系ホンダワラ類が出現している（図8-4-6）。現在までに活動面積を3.3haにまで広げ、初夏にはアオリイカの卵塊やイサキの仔魚が確認されている。



図 8-4-4 活動の参加者

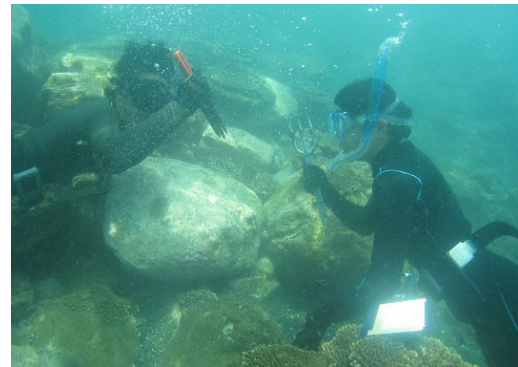


図 8-4-5 ウニ除去の様子

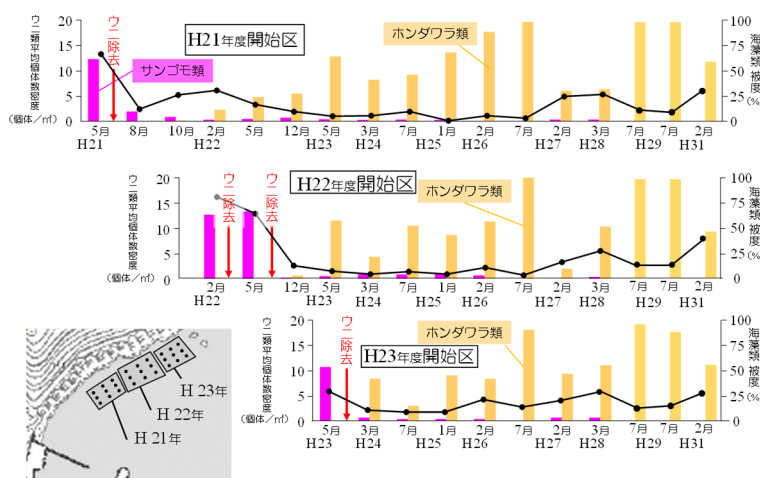
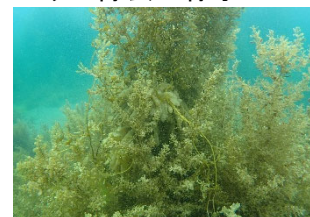


図 8-4-6 活動域のウニの密度と海藻被度の経年変化



アオリイカの卵塊



イサキの群れ

図 8-4-7 回復した藻場

### 3) 小学生が参加する磯焼け対策

大分県佐伯市名護屋地区では、2009年から地元の小学生が漁業者と一緒にホンダワラ類の母藻投入を行っている。母藻投入は生分解性の布地のオープンスポアバッグを使い、子供たちが母藻を取り付け、磯焼けの海へ投入している（図8-4-8）。また、翌年にはこの活動の成果を子供たちに報告し、藻場の大切さを理解させている。



図8-4-8 小学生が参加する磯焼け対策（オープンスポアバッグ）

### 4) 水産高校生が参加する磯焼け対策

鹿児島県肝付町にある高山藻場保全会（高山漁業協同組合内）では、2006年から素潜りでウニの除去を行ってきたが、素潜りでは限界があったので、2008年から鹿児島県立鹿児島水産高等学校の学生に協力をしてもらい、ウニの除去を行っている（図8-4-9）。水産高校の学生は2年生からスキューバ潜水の技術を習得しており、以前から指宿漁協や鹿児島県水産技術開発センターなどと藻場の保全活動に取り組んでいたおかげで、ウニを効率よく除去することができた。また、学生との交流は、後継者の育成にもつながることが期待されている。



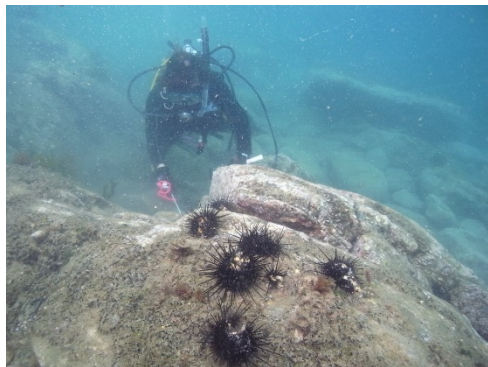
図8-4-9 水産高校生が参加する磯焼け対策

京都府立海洋高等学校でも、2019年から漁業者の依頼を受けて、水深5mほどの海底にいるウニを、年1回、除去（採捕して船に取り上げる）している。また、除去と併せて海藻の繁茂状況や放流サザエやアワビの生息状況、ウニの生殖腺重量なども調査し、結果を漁業者や京都府水産事務所と共有している。

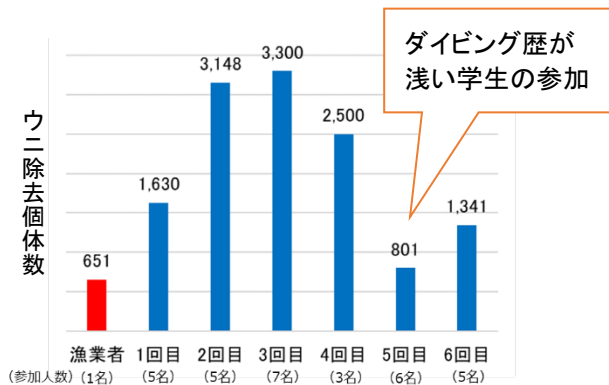
## 5) 大学生が参加する磯焼け対策

長崎県外海地区は、春にはワカメやガラモ場が繁茂する浜だったが、1998年くらいから磯焼け状態が続いている。このため、2013年に藻場保全の活動組織を発足させ、ウニと植食性魚類の除去、母藻の設置を行ってきた。しかし、活動メンバーが少数で、かつ漁業者が高齢であったため、船上から箱メガネとヤスを用いたウニの除去では、複数回実施しても効果がみられなかった。そこで、専門家と相談し機動力のある長崎大学のダイビングサークル部を勧誘し、彼らにボランティアダイバーとして参加してもらうことにした。集まった学生らは、磯焼けのことは知らない者ばかりであったが、浜の現状を知り、楽しむダイビングだけではなく、役に立つダイビングをしたいと積極的に参加している。活動はウニが繁殖する前の6月と産卵後の11月の2回、毎回5~6名が参加する。学生は年次が変わるとメンバーが入れ替わるため、毎回、参加者の中に次の学生が参加するように工夫して活動をつなげてもらっている。また、サークルのSNSを活用して活動を発信している。

学生は水中でウニ鉤とハンマーを使ったことがないため最初は要領を得ないが、次第にコツを覚え、ウニを効率的に除去できるようになり、活動域からガンガゼが見当たらなくなっている。海底は小型海藻が目立つようになったが、ノトイヌズミやアイゴの食害の影響もあって大型海藻の加入はまだ少ない状況である。



学生によるウニの除去活動



学生による1回当たりウニの除去の作業能力



ウニの密度: 17 個体/m<sup>2</sup>

活動前の海底(2011.4)



ウニの密度: 4.4 個体/m<sup>2</sup>

出現した小型海藻(2020.2)

図 8-4-10 長崎県長崎市外海地区の磯焼け対策

## 8. 5 植食動物から海藻を守る藻場造成手法

### 1) はじめに

磯焼け域、あるいは今後の磯焼けの予防的な取り組みとして、植食動物から海藻を守る藻場造成が行われている。磯焼け域での取り組みには、基盤を嵩上げる嵩上げ礁、植食性魚類から母藻を保護するカゴ付き藻場礁などがある。また、これらは、効果の発現と維持のため、整備後にモニタリングを実施し、状況に応じて植食動物の除去、あるいはスポアバッグの設置などを行い藻場の維持に努めている。

### 2) 嵩上げ礁

北海道では、海藻を食べるウニの食圧を抑制できる水深を検討する手法として、「ウニの食圧マップ」を作成している。「ウニの食圧マップ」とは、ウニの「食圧」を抑制できる場所を数値シミュレーションで地図化するものである（道総研，2015）。沿岸の波の情報（ナウファス＝全国港湾海洋波浪情報網：NOWPHAS：Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HarbourS）をもとに、沿岸の波高分布、底面波浪流速を求め、これをウニの食圧を抑制する流速（25 cm/sec で摂餌圧が低下、40 cm/sec で摂餌できなくなる）（川俣，1994）で判定して分布図を作成する。例えば、図 8-5-1 上段の図中の候補地は、水深が 2～4m 程度の海底でウニの食圧が高い場所である。候補地のうち、下段図中の仮想施設の海底を嵩上げすると、ウニの食圧が抑えられると予測される。ウニの食圧マップの考え方は北海道の藻場ビジョンでも用いられており、この結果と実際の天然優良藻場の繁茂水深を参考に、ウニの食圧が抑えられる水深まで嵩上げし、コンブの繁茂する流動環境を創出する嵩上げ礁を整備している。

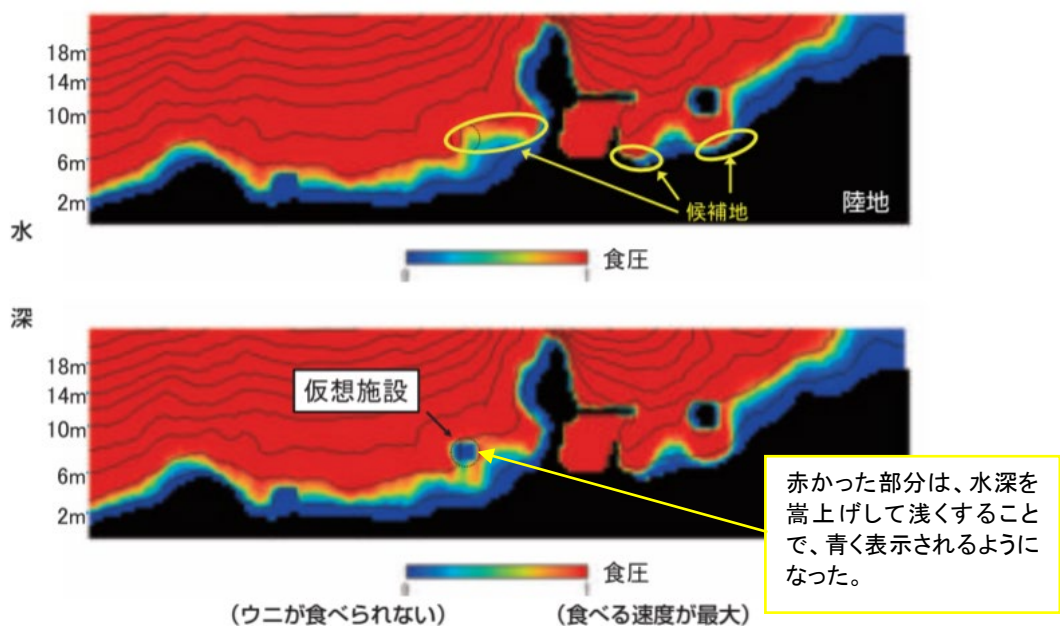


図 8-5-1 ウニの食圧マップ

嵩上げ礁とは、石材の散逸を防ぐため周囲をブロックで囲い、その内側を割石でコンブの生育水深まで嵩上げた構造である（図 8-5-2）。ただし、静穏期間が続けば海藻は食われて消失する。

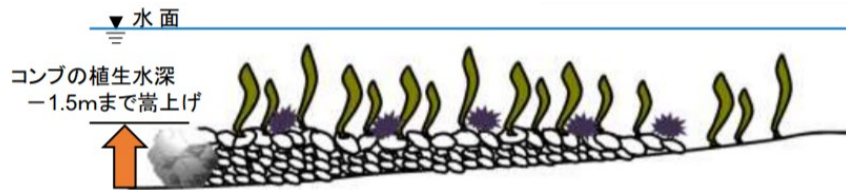


図 8-5-2 嵩上げ礁

### 3) カゴ付き藻場礁

カゴ付き藻場礁とは、植食性魚類の食害から海藻を守るため、カゴの中で海藻を育て周囲の岩礁や石材等へ海藻のタネを供給させる核藻場礁のことである。カゴのネットには、漁網、FRP、金網などを使用し、植食性魚類の成魚が侵入できない 5 cm 程度の目合が使われている。ネットには海藻やホヤなどが付着しないように、防藻加工やシリコン塗布が施されている場合があるが、それでも図 8-5-4 に示すとおり経年的には付着物に覆われることがあるため、効果を持続させるには定期的なメンテナンスが必要である。

カゴ付き藻場礁からの海藻のタネはそれほど広く拡散しない（10～15 cm/s の流れ場で 15m 程度）。また、磯焼け域では、放出された海藻のタネが発芽しても幼芽・幼体時に食害される恐れがあるため、設置直後から植食動物の除去を継続的に行う必要がある。

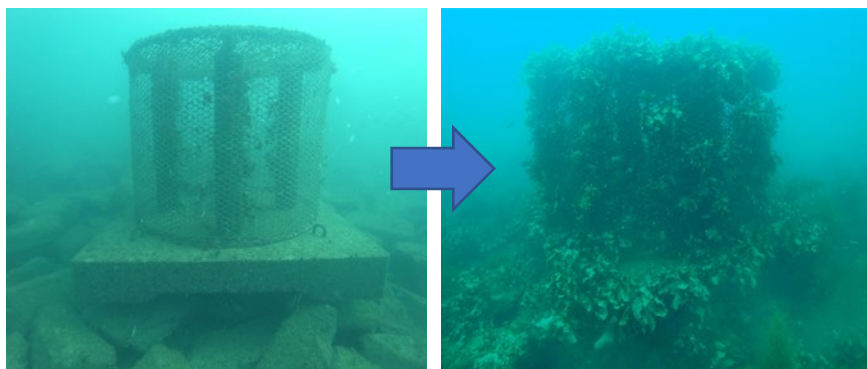


図 8-5-3 カゴ付き藻場礁（例）



図 8-5-4 付着物に覆われる防護ネット

#### 4) 間隔を開けた単体礁の設置

徳島県南部では2005年頃からサガラメやカジメが衰退する磯焼けが進行した。磯焼けの持続要因の1つに、海水温の上昇に伴うウニ・植食性魚類の食害が考えられた。ウニによる磯焼けが進行していない北中部では、砂地に石材を積む方法(石積型)で藻場造成を行ってきたが、磯焼けが起きている南部では、石の隙間にウニが住みつき海藻が生えなくなると考えられた。そこで、ウニの住み場にならないように石材を単体で砂地に設置する実証試験を3箇所で行ってみた。使用石材には、大割石(質量2~3t)を使用し、設置地点の砂層厚を調べてから、間隔を空けて単体で設置した(図8-5-5)。なお、石材の大きさは波浪に対する安定所要質量により決定され、その正確な算定は新算定式(Kawamata *et al.*, 2018)により行うことができる。

試験の結果、砂がウニの侵入を抑制することによって良好なカジメ場が成立した(図8-5-6)。また、台風時の波浪でも、大きな移動・転倒、砂に埋没することなく安定していた。ただし、本試験では母藻や種苗の移植を行っていないため、天然藻場から遠く離れている石材での藻場形成には長い歳月を要している。

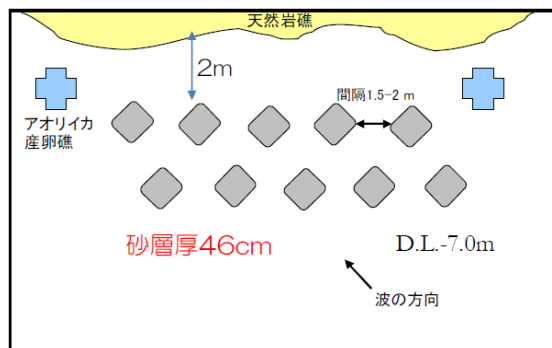


図8-5-5 石材の配置図



図8-5-6 砂地に単体で設置した石材に形成されたカジメ場

## 8. 6 イズミトラップ

### 1) はじめに

長崎県五島市崎山地区は、2008年までガラモ場が確認されていたが、その後消失し、2010年にはヒジキも確認できなくなった。その原因が植食性魚類であることを突き止め、仕切網（第7章D3の表7-D3-2、図7-D3-7参照）で磯を保護してヒジキ場を3年連続で再生させた。次に、植食性魚類の影響を小さくするため、養殖生け簀をベースに、崎山地区の竹野義昭氏と旧西海区水産研究所資源生産部が共同でイズミトラップを開発した（図8-6-1）。

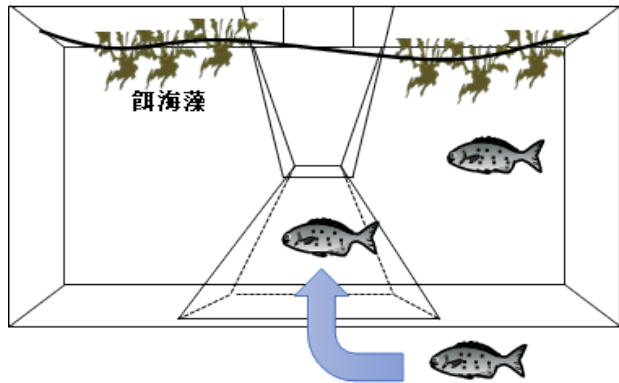


図8-6-1 イズミトラップ

### 2) 特長

- 構造は、生け簀部が上面以外の5面を角目網の網地とし、漏斗部が上面と底面以外の4側面をひし目網の網地で、目合の一边の長さがいずれも3cmである。漏斗部の底面は1.5mとして、漏斗部の上面4隅と生け簀上面とをロープで結び、側壁部が撓まないようにきれいに立ち上げる（側壁部が撓むと上部入り口の一部を隠してしまうため）。

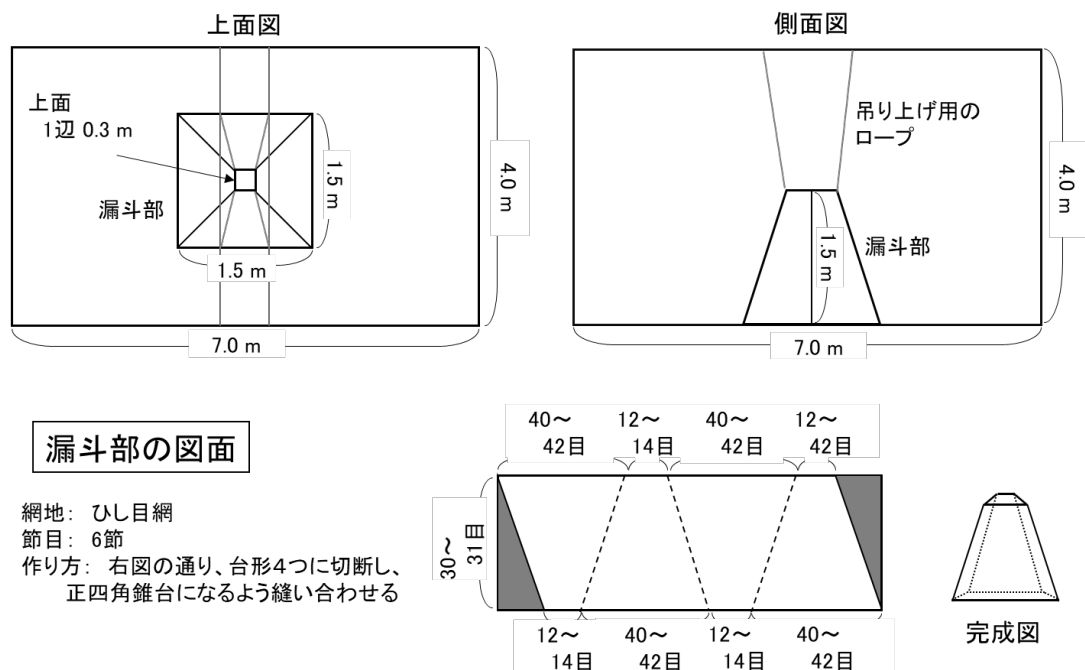


図8-6-2 イズミトラップの構造図

- ◆ イスズミを誘引するための餌海藻には、天然藻場から採取するのではなく、別の生け簀で養殖したクロメ、コンブ、ワカメ、ヒジキなどを利用するとよい。
- ◆ 設置後の作業が、刺網や延縄はななわに比べて手間が少なく、高齢の漁業者に優しい。
- ◆ トラップしたイスズミは、そのまま蓄養できるため、毎日水揚げする必要がない。
- ◆ 混獲魚を生きたまま海へ戻すことができる。

### 3) 留意事項

- ◆ 利用にあたっては、カゴ漁業等の許可申請が必要になる場合があるので、導入前に必ず関係自治体の磯焼けの担当部署と相談する必要がある。
- ◆ 設置後は、漏斗部がきれいに立ち上がっているか、付着物はないか、餌海藻は十分にあるか、魚が入ったか、入った後に逃げ出していないかなどの状況を監視し、適切な対応を施すことが必要である。
- ◆ 台風や荒天などによるトラップ損壊を避けるため、比較的静穏な場所に設置することが望ましい。崎山地区では、台風時期を避けて冬から初夏まで利用している。
- ◆ 漏斗部を生け簀網壁面に取り付けて失敗した例がある。まずは図 8-6-2 の図面どおりのものを導入し、その後の状況に応じて改変を検討するとよい。
- ◆ 設置後の管理を怠ると失敗することがある。

### 4) 今後の課題

イスズミトラップは、長崎県内の各地で導入されているが、大きさや設置場所、運用方法の違いなどにより、崎山地区と同様の効果がみられているわけではない。適用条件、トラップ効率の向上（例えば、トラップ上面を暗幕で覆う、あるいは餌の改良など）に加え、利用にあたっての適用条件や運用方法（マニュアル）の整備が今後の課題である。また、アイゴやブダイのトラップ実績は限られており、今後はこれらの生態行動を考慮した捕獲のための改良や工夫も必要である。これらを解決するためにデータの蓄積が望まれる。

表 5-6-1 イスズミトラップ漁獲実績

	時期	イスズミ	アイゴ	ブダイ	メジナ	合計	備考
崎山地区	H30.5-7	203	16	1		220	2 基分
	H30.4-7	76	0	0		76	
A 地区	H31.4-9	16	9	0		27	
	R2.4-9	—	—	—	—	0	
B 地区	R2.4-9	—	29	0	17	43	

## 8. 7 イスズミの買取り制度

### 1) はじめに

壱岐の海域は、長く植食性魚類の食害の影響により磯焼けが続いている。最近では、海水温の上昇等の影響から、植食性魚類の食害期間が長期化および活発化している。磯焼けの長期化は、海藻を餌とするアワビの漁獲量が減少、ウニの身入りの悪化を招き、特に、ヒジキ漁やワカメ養殖は壊滅的な被害を受けて、壱岐産の海藻がほとんど流通しなくなっている。

植食性魚類の食害対策には、刺網による捕獲が行われているが思うような成果が得られていない。また、定置網には大量のイスズミ（ノトイスズミ）が漁獲されるが、値が付かず、かえって処分費がかかることなどから十分な捕獲につながっていないのが現状であった。

こうしたことから、壱岐市は漁業者に植食性魚類（イスズミ）を積極的に捕獲してもらい、藻場の早期の回復を促すため、「壱岐市磯根資源回復促進事業」を2019年に創設した。

### 2) 買取り制度の内容

「壱岐市磯根資源回復促進事業」では、市内の漁業者と漁協のイスズミ捕獲に対して買い取りが行われている（表 8-7-1）。買い取られたイスズミは、一部を加工、販売の取り組みに回し、残りを一般廃棄物として処分している。

表 8-7-1 買取り制度の内容

対象経費	買取り金額	備考
定置網等に入網したイスズミ	150 円／尾	国・県事業で捕獲したイスズミは対象外
駆除を目的として捕獲したイスズミ	200 円／尾	
島外加工所への輸送費	50 円／尾	島外もしくは市外の場合

### 3) 事業の成果

買取り制度の2019年度の捕獲実績は図 8-7-1 のとおりである。実績データから月や地区・定置網の位置によって捕獲量が異なることが明らかとなり、さらに詳しく調べてみると定置網の垣網が岸側に近いほど捕獲量が多いことがわかってきた。壱岐市は、未使用の定置網を罟（トラップ）として設置する取り組みを始めている。

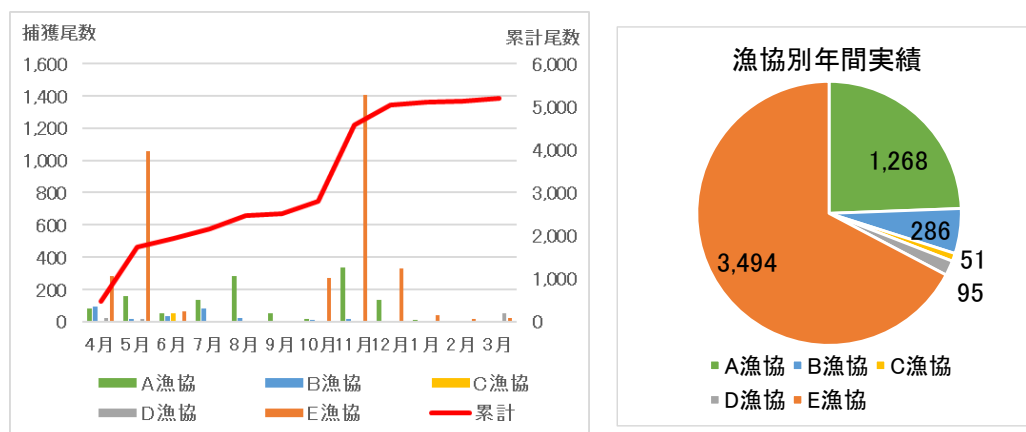


図 8-7-1 壱岐市の買取り制度の捕獲実績

E 漁協では 3,494 尾のイスズミが捕獲されたことから、ある場所では春にアミジグサ等の小型海藻が目立つようになっている。

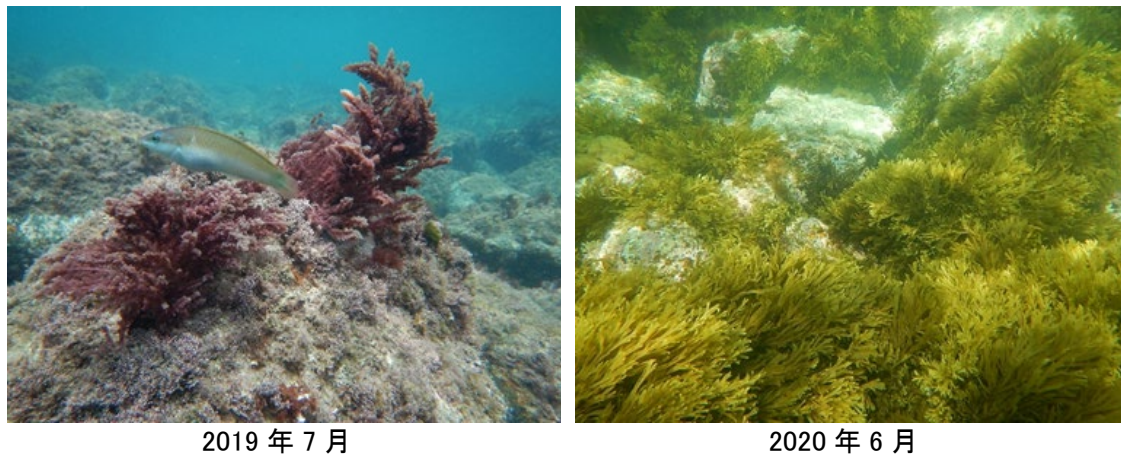


図 8-7-2 E 漁協の海底の変化

#### 4) その他の取り組み（母藻供給ネットワーク）

イスズミの買取り制度と併せて、壱岐市内の 5 つの漁協と県、市が一体となり「磯焼け対策協議会」を設立し、その中で、海藻を漁協間で供給し合う母藻供給ネットワークを構築し、壱岐海域全体の藻場回復を目指して、次の 3 つの取り組みを始めている。

- ◆ 海藻が繁茂している海域や簡易型藻場増殖礁（図 8-7-3）、あるいは流れ藻が漂着する場所から、各地区へ海藻を提供し、磯焼け対策に活用する（スポアバッグなど）。
- ◆ 海藻が繁茂している海域や簡易型藻場増殖礁内のクロメの成熟時期に様々な形状の小型基質を敷き並べ（図 8-7-3）、幼体着生後に磯焼け対策場所へ設置する。
- ◆ 栽培センターに母藻を持ち込み、種苗を育ててもらう。

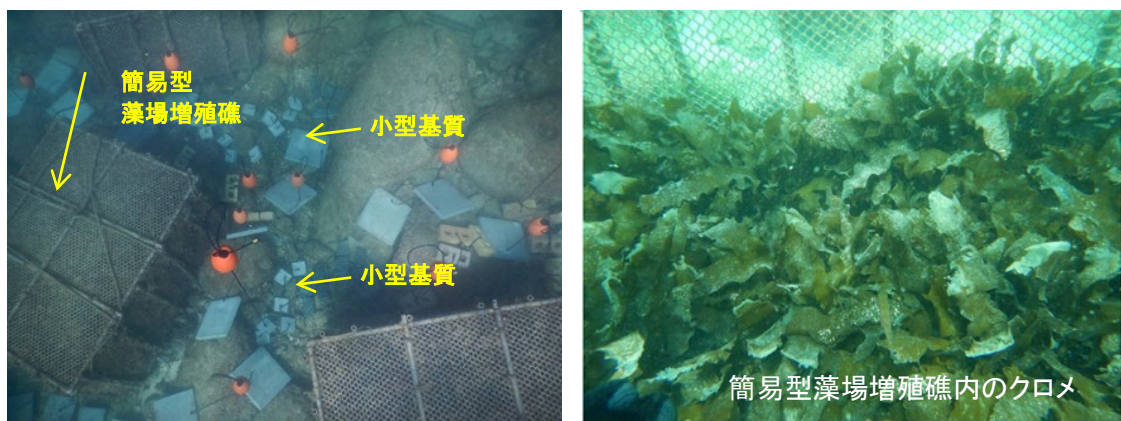


図 8-7-3 簡易型藻場増殖礁と小型基質

## 8. 8 食べる磯焼け対策

### 1) ウニ

食用のキタムラサキウニやムラサキウニは、磯焼け域から除去した後に「深浅移植」、または「肥育」をして身入り改善がなされている。一方、非食用のガンガゼ（一部の地域では食用とされている）やナガウニは、水中で潰されることが多い。ここでは、除去された身入りの悪いウニに野菜を食べさせて肥育する取り組みを紹介する。

#### (1) 神奈川県での取り組み

神奈川県水産技術センターは、磯焼け対策で除去されるムラサキウニが雑食性であることを利用し、海藻以外である加工残渣や流通規格外野菜を餌とした養殖試験を行った。その結果、キャベツやブロッコリー、ダイコンの葉などの野菜をよく食べ、そして食べ続けることを確認した。また、神奈川県に分布するムラサキウニは、7月に産卵することから4～6月の3カ月間を飼育期間とし、その時期に入手できた三浦半島特産である春キャベツの流通規格外品を給餌し、500個体のウニを養殖した。その結果、1個体のウニがキャベツ1個約800gを食べ、身入り率が当初の1%程から平均15%（2018年の58日間）に達した。味では甘味成分のグリシンやアラニンが増加し、天然のムラサキウニやキタムラサキウニと同等であった。また、苦味成分のバリンが少ないことから甘味が強く感じられ、さらに海藻由来の磯の香りも少なく、ウニ嫌いでも食べられるとアンケート調査で明らかになった。

この特性を利用し、2020年から神奈川県逗子市の小坪漁業協同組合はキャベツを餌料とした陸上養殖を開始した（図8-8-1）。ムラサキウニは4月に磯焼け海域から1,300個体を捕獲し、漁協の敷地内に設置した5台の水槽に收容し、海水漬けで沈むようにしたキャベツを与えた。このキャベツは販売時に外される外葉であり、漁協と取り引きのある市内スーパーより無償提供された。肥育したウニは、7月に組合員が割ウニとしたものをスーパーで200個体ほど販売（図8-8-2）し、板ウニにしたものは地元のイタリアン料理店で利用された。小坪漁業協同組合では、餌も販路も確保されたことから、生産量を少しずつ増やして継続的に実施していく予定である。



図8-8-1 ウニの陸上養殖水槽



図8-8-2 販売されたキャベツウニ※

(2) 北海道の取り組み

北海道神恵内村と古宇郡漁業協同組合は、キタムラサキウニが年間複数回の身入りが可能であることから、白菜を用いて身入りの少ないキタムラサキウニのカゴ養殖を実施している。

使用するカゴは、ウニのカゴ養殖用として開発された長さ 200 cm、直径 60 cm の円柱形状で、ウニや白菜を容易に出し入れできるようになっている(図 8-8-3)。カゴ内部は 2 マスに仕切られ、各マスに磯焼け域から捕獲した 200 個体のウニを収容している。使用カゴ数は現在 34 基(総ウニ収容可能数 13,600 個体)で、漁港内に許可を得て吊るしている。餌に使用する白菜は、岩見沢市まで往復 6 時間かけて出かけ、規格外のものを購入している。給餌は週 2 回行っている。

肥育されたウニの販売実績は図 8-8-4 のとおりである。自然で上品な甘味が特徴で、毎年年末の引き合いが多く、札幌市内のスーパーや飲食店に地域商社を通じて出荷(図 8-8-5)され、売り上げを伸ばしている。



図 8-8-3 ウニ養殖用カゴ

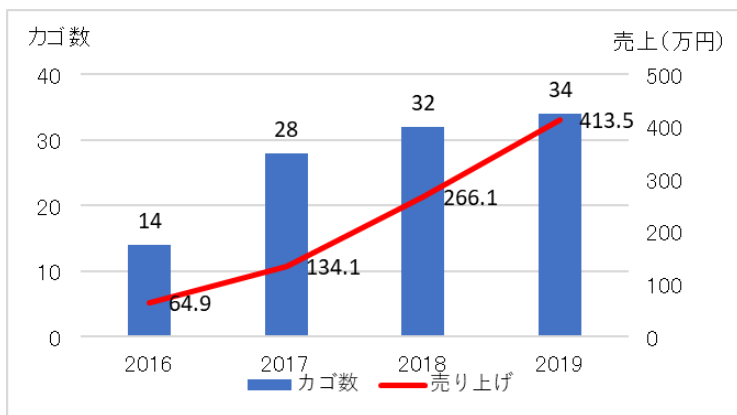


図 8-8-4 ウニ養殖用カゴの事業実績



図 8-8-5 地域商社から販売されるウニのパンフレット

これらの肥育方法は、ニュース等で取り上げられたことから、各地で様々な野菜や植物でウニの肥育の取り組みが広がっている。ただし、実用化においては、①餌の野菜の安定供給、②身入りを効率的によくする方法、③身の色合いをよくする方法、④大量飼育と高密度飼育の方法などの課題が残っていることに注意が必要である。ただし、蓄養されるウニの数は限

られ、桁違いの数のウニが維持する磯焼け域で藻場を回復させるには至らない。

#### 【コラム 8-8-1】肥育ウニの殻剥き加工ロボット

磯焼け対策で除去される身入りの少ないウニは肥育ができて、身を崩さないように「むき身」とするには、熟練の技術が要求される。この問題に対応するため、第7章 D9 のコラム 7-D9-1 で紹介したウニ識別除去ロボットの開発と併せて、宮城大学等が殻剥き加工ロボット（以下、ロボット）を開発した。

ウニのむき身では、殻を機械でカットし、手作業でウニの生殖巣を取り出しているが、このロボットを使えば、画像センシングによってワタの吸引除去を行い、身を傷つけることなく、42 秒でウニの殻を 3：2 に分割する。このロボットによって搬入から搬出までの作業が自動化されたことで、1 日当たり約 70 kg（約 600 個体）の処理が可能となり、1 人当たりの延べ作業時間における生産コストを約 33 %削減することができた。



図 1 殻剥き加工ロボットで割ったウニ

## 2) 植食性魚類

植食性魚類は、身が磯臭く、処理にコツがいるため、食用としてはあまり好まれず、水産物としての価値が低い。また、水揚げ量が多獲性大衆魚のように安定していないため、市場流通の開拓も難しい。しかし、植食性魚類は一部の地域では昔から食べられており、臭みも軽減する調理法が考案されている。このため、アイデア次第では地産地消の有望な商品となり得る。参考までに、主な植食性魚類の伝統的な利用方法や商品化して販売されているものを紹介する（表 8-8-1、図 8-8-5）。

表 8-8-1 主な植食性魚類の伝統的な利用方法

	アイゴ	イスズミ類	ブダイ	ニザダイ
利用の盛んな地域	紀伊半島沿岸、香川県東讃地域～徳島県、松山市周辺、高知県の室戸・足摺岬周辺、九州沿岸全域(特に東シナ海側)、沖縄県	伊豆諸島や静岡県、和歌山県、高知県、沖縄県	千葉県以南の太平洋側九州沿岸全域、沖縄県	千葉県、伊豆諸島、静岡県、高知県、鹿児島県など
留意点	独特の臭みは漁獲直後に内臓を取り出すと防げる。橙のしぼり汁を入れた煮汁に漬ける、味噌を使う、皮を焼くなどの調理方法がある。	独特の臭みは漁獲直後に内臓を取り出すと防げる。橙のしぼり汁を入れた煮汁に漬ける、味噌を使う、皮を焼くなどの調理方法がある。	臭みはなく、一般的に食用にされている魚種と同様に多くの調理方法がある。	皮が厚く硬いので、剥がす。関東ではあまり食用にされないが、関西ではあらいなどにされ好まれる。
料理	焼き切り、刺身、あらい、たたき、味噌汁、煮物、揚げ物、焼き物	刺身、たたき、揚げ物、煮物、焼き物、汁物、すき焼き、酢物 ※小笠原諸島のピーマカ、大分県や長崎県小値賀の焼き切り料理は有名	刺身、たたき、揚げ物、煮物、焼き物、汁物、鍋、蒸し、酢物	刺身、あらい、揚げ物、煮物、焼き物、鍋、蒸し、酢物
加工	塩辛、干物(特に和歌山県の一晩干し)、味噌漬け、練り製品	漬物、干物、練り製品	味噌漬け、干物	漬物、干物、練り製品



アイゴの干物(和歌山県)



アイゴのムニエル(長崎県)



ブダイの赤づけ寿司(千葉県)



ブダイの味噌漬(静岡県)



イズミの一夜干し(東京都八丈島)



イズミの皮焼き(長崎県五島)



イズミのすき焼き(和歌山県)



ニザダイを使った蒲鉾(鹿児島県)

図 8-8-5 植食性魚類を使った商品や料理

各地の漁協では、アイゴやイスズミの試食会が行われている（図 8-8-6）。参加者からは、「全然臭みがない」「棄てられている魚とは思えない」「幅広い料理に利用できる」などの驚きの声が聞かれて好評な結果が得られるので、漁獲へのインセンティブが働いて、植食性魚類の漁獲が進むことを期待するが、実際には、一時のイベントに終わってしまうことが多い。また、水産庁がマーケティングを学ぶ大学生らと商品開発したノトイスズミのさつま揚げやアイゴのフィッシュバーガー、東京海洋大学の生協で販売されたアイゴフライは、数年で販売が終わってしまっている（図 8-8-7）。この原因として、植食性魚類の魚価が高く、漁業者と漁協が「食べる磯焼け対策」の効果やメリットを十分に得られなかったため、材料の安定供給が構築できなかったこと、大量の植食性魚類を保管する冷凍庫の確保が難しかったことなどが挙げられる。



図 8-8-6 各地で行われている植食性魚類の試食会



ノトイスズミのさつま揚げ



アイゴのフィッシュバーガー



アイゴフライ

図 8-8-7 水産庁が開発した植食性魚類の商品

### (1) 長崎県対馬市の取り組み

長崎県対馬市の有限会社丸徳水産（対馬市美津島町）は、磯臭いイスズミを食べることで、磯焼けの問題を知ってもらう「食べる磯焼け対策」に取り組んでいる。丸徳水産では、適切な鮮度管理と臭いのもととなる内臓・血合いを取り除く独特のさばき方で、磯臭さをなくすことでイスズミ料理のレパートリーを増やしてきた。イスズミは鱗が硬く、可食部が20%と少ないが、1kg 100円で買い上げている。搬入されたイスズミは、すぐにフィーレ加工（腹部を切り開き、えらと内臓、頭部を除去し3枚におろした状態）（図8-8-8）にして自社の冷凍庫で保管している。年間の取扱量は約6t以上に達する。

レパートリーの中のイスズミのメンチカツ（図8-8-9）は、2019年の第7回 Fish-1 グランプリの「国産魚ファストフィッシュ商品コンテスト」でグランプリを受賞した。受賞によって取り組みに対する理解者と仲間が増えたことで、イスズミの供給が安定し、自ら営むレストランの定食以外に、スーパーや学校・老人ホームの給食などにも提供できるようになった。この売り上げの一部は、藻場の保全活動に充てられている。丸徳水産では、イスズミを「そう介」と呼び、「食べる磯焼け対策」に貢献するとともに、イスズミを資源として活用できるようにプロジェクトを立ち上げて、現在も積極的に取り組んでいる（図8-8-10）。



図 8-8-8 イスズミのフィーレ加工



図 8-8-9 イスズミのメンチカツ



図 8-8-10 そう介プロジェクト

## 8. 9 ウニの食品以外の有効利用

磯焼け対策で除去されるウニは、食用以外にも「肥料・堆肥」や「アート作品」など様々な利用の取り組みが行われている（図 8-9-1）。



ウニ殻ペインティング



ウニ殻の人形



ウニの棘を使ったオブジェ



ウニ殻アート教室



ガンガゼの染め物



イベントでウニ殻肥料の配布

図 8-9-1 ウニの食品以外の有効利用

## 1) 肥料・堆肥

身入りの悪いウニでも、ウニ殻には窒素やリン、マグネシウムなどの植物の成長に必要な栄養素が多く含まれている。ウニ殻は、昔から沿岸の畑や果樹園などで肥料や土壌改良材として利用されている。堆肥とは、家畜糞尿、米ぬか、魚カス、家庭生ゴミなどを堆積し、これを好気性微生物（空気のある状態で活動する微生物）によって分解させたものを指す。肥料取締法では、ウニ堆肥の場合は特殊肥料として扱われる。

ウニ堆肥は、牛糞堆肥に比べて、窒素、カリが少なく、代わりに苦土（マグネシウム）や粗灰分（ミネラル分）が多い。また、殻を含むので石灰も多く、透水性、通気性の土壌改良効果が期待できる（図 8-9-2）。

ウニは腐敗が早く強烈な悪臭を放ちやすいので、堆肥化するにあたっては、腐葉土と混和させて臭いを抑えるとよい。ただし、腐葉土の代わりに炭素の多いわら、米ぬかなどを使い過ぎると、土壌にすき込んだ際に窒素飢餓になりやすいので注意する。ウニの堆肥化の作業の流れは図 8-9-3 のとおりである。

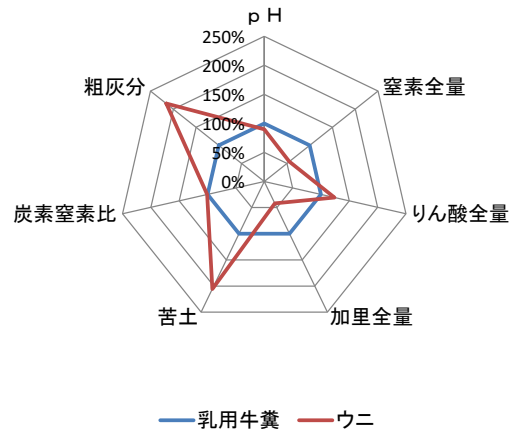


図 8-9-2 肥料成分レーダーチャート



①真水で塩分除去  
(5分間ほど浸漬)



②ウニと腐葉土を交互に堆積させて混和させる(割合は1:1)



③雨水の浸入防止と保温のためシートで覆う



④適宜、切り返しを行い土の中に空気を入れる

図 8-9-3 ウニ肥料の作成手順

堆肥の腐熟度は、色が黒褐色から黒色、棘が抜けて中身の形状が認められない、殻が脆い、堆肥臭（土のような臭い）がすることなどにより判断する。堆肥となるまでには、気温が関係するが、およそ2~6カ月を要する。ウニ堆肥は単独で利用するのではなく、牛糞や鶏糞、あるいは化学肥料と混合し、互いの成分を補うように施用するのがよい。

## 2) 海藻用の施肥材

北海道積丹町はウニの産地でもあって、毎年100t前後のウニ殻を廃棄処理していた。町と漁業者は、小樽商科大学に相談し、ウニ殻に含まれる窒素、リン等の海藻の成長を助ける成分に着目し、ホソメコンブの生育を促進させるウニ殻の施肥材を開発した。施肥材の効果

を検証するため、粉碎ウニ殻の粉（施肥材）を擦り込んだロープと対照用のロープに種苗糸を巻き付け、2018年11月に漁港内でホソメコンブの生育試験を実施した。2019年5月下旬の回収時、施肥材付きロープから採れたコンブの重量は、対照ロープに比べて最大3.8倍の重量となった（図8-9-4）。

施肥材としての良好な結果を踏まえ、次に漁業者らは磯焼け海域のコンブ場再生に応用することを検討し、漁業者ができる安価な栄養塩投入法としてウニ殻を天然ゴムで固めた肥料を考案した。天然ゴムは、冬場でも利用が可能で、土木資材として実績もあり、安価で自然に優しい素材であることから採用した。製作方法は図8-9-5のとおり。天然ゴムの固化時間は、気温が高いと短く、低いと長くなるので希釈率と混合量の調整に注意が必要である。



図8-9-4 ホソメコンブの生育試験結果



① 堆積場所で自然乾燥したウニ殻をスコップ等で粉碎



② 水道水で2~3倍に希釈した天然ゴムとウニ殻を混合



③ バケツ等の容器に入れて成型後自然乾燥させる

図8-9-5 ウニ殻施肥材の作り方

ウニ殻施肥材を用いた美国地区での実証試験では、12月にネットに入れて施肥材を投入している。ウニの摂餌行動が鈍る冬期にホソメコンブの成長を促進させることにより、翌5月にホソメコンブの群落を形成させることができた（図8-9-6）。ただし、磯焼けの範囲が広く藻場が近くに存在しない西河試験区では、藻場の再生がみられなかった。その原因として、ホソメコンブの胞子の密度が極端に少なかったためと推察された。

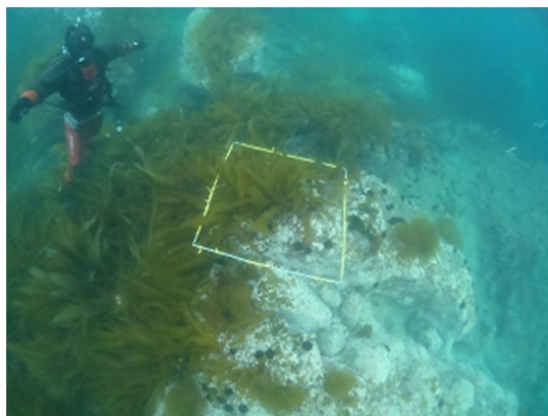


図8-9-6 ウニ殻施肥材の実証試験結果