

漁場環境部

赤潮総合対策調査事業 - (有害・有毒プランクトン対策研究)

西広海，田原義雄

【目的】

鹿児島湾の *Chattonella marina* (以下 *C.marina*) 赤潮 (4月～6月)，八代海の *Cochlodinium polykrikoides* (以下 *C.polykrikoides*) 赤潮 (6月～8月) の多発期を中心に，有害・有毒プランクトンや貧酸素水塊のモニタリング調査を実施し，有害・有毒プランクトンの出現状況，移動拡散の動向や貧酸素水塊の発生状況などを明らかにするための基礎データを収集する。さらにそれらの情報を迅速に漁協・漁業者に伝達して漁業被害等を軽減すると共に，研修会等を通じて赤潮に関する知識の普及・啓発を図る。

【方法】

1 赤潮被害防止対策調査

鹿児島湾及び八代海において，下記の方法で有害・有毒プランクトンのモニタリング調査を実施した。

1) 鹿児島湾

調査回数：4月2回，5月2回，6月1回の計5回 (他事業分を含め，周年実施)

調査項目：気象，海象 (水温，塩分，透明度，水色)，水質 (DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a)，プランクトン (各層採水)

(参考)

DO	：溶存酸素量 (mg/L)	TDN	：溶存態全窒素
NO ₂ -N	：亜硝酸態窒素	DIP	：溶存無機態リン
NO ₃ -N	：硝酸態窒素	DOP	：溶存有機態リン
NH ₄ -N	：アンモニア態窒素	TDP	：溶存態全リン
PO ₄ -P	：リン酸態リン	Si	：ケイ酸態ケイ素
DIN	：溶存無機態窒素	Chl-a	：クロロフィル - a
DON	：溶存有機態窒素		

調査点及び調査層

一般調査点 (水深0, 10m)：1 1点

精密調査点 (水深0, 5, 10, 20, 30, 50, B-10m) 1点 計1 2点 ；海底より-10m

2) 八代海

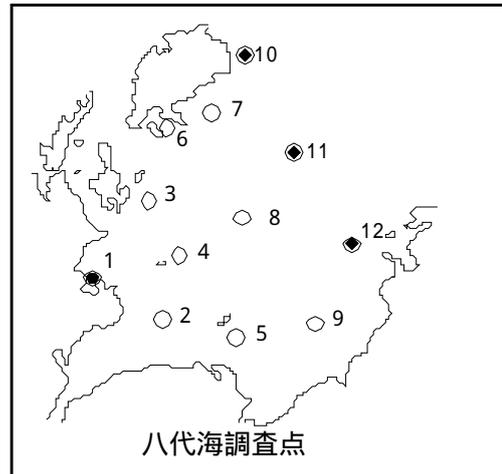
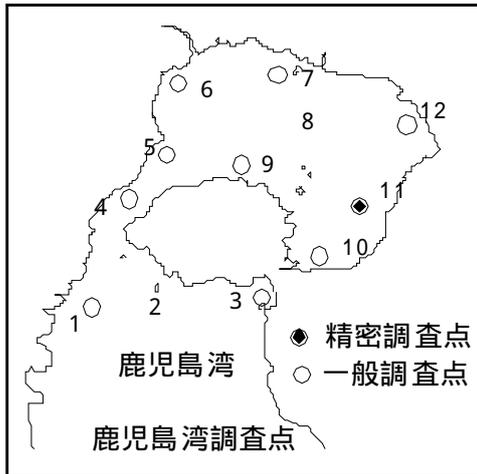
調査回数：6月1回，7月2回，8月1回の計4回 (他事業分を含め，周年実施)

調査項目：鹿児島湾に同じ

調査点及び調査層

一般調査点 (水深0, 10m) 8点

精密調査点 (水深0, 5, 10, 20, 30, B-1m) 4点 計1 2点



2 有毒プランクトンモニタリング

貝類養殖場周辺において、貝毒原因プランクトンの一種である *Alexandrium* 属のモニタリング調査を、関係機関（漁協、養殖業者等）の依頼や赤潮調査と並行して実施した。

3 貧酸素水塊調査

貧酸素状態の発生時期（9～10月）に、主に鹿兒島湾で貧酸素のモニタリング調査を、赤潮調査と同時に実施した。

4 赤潮情報等の発信，研修

有害・有毒プランクトンモニタリング調査の結果や注意報・警報を、FAX，パソコンや携帯電話のホームページ，携帯電話メールを利用して、漁協及び漁業者に情報を伝達した。

また魚類養殖漁業者等を対象に、赤潮研修会を実施した。

【結果】

1 赤潮被害防止対策調査

1) 鹿兒島湾

(1) プランクトンの状況

4月には微細藻類が優占したほか、8月以降は *Chaeto. spp.* を中心とした珪藻類が優先した。

有害種については、4～6月に *Ceratium* 属がみられたが、赤潮の形成には至らなかった。

ほか *Chattonella marina* や *Heterosigma akashiwo* は1cell/ml程度確認された。鹿兒島湾における赤潮の発生件数は1件（4月）であり、原因種は円石藻（*Gephyrocapsa sp.*）と小型珪藻の混合で、漁業被害は確認されなかった。

また2月末から山川湾で *Heterosigma akashiwo* による赤潮が2件発生し、うち1件では漁業被害が発生した。（表1）

表1 平成22年度 鹿児島湾における赤潮発生状況

No	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン 種名	細胞密度 (cells/ml)	最大面積 (km ²)	漁業被害 の有無
1	4/5-4/6	鹿児島湾奥	円石藻(ゲフィロカプサ属) 小型珪藻	5,800	10.0	なし
2	2/26-3/4	山川湾	ヘテロシグマ アカシオ	4,500	0.5	なし
3	3/9-3/22	山川湾	ヘテロシグマ アカシオ	18,570	0.5	有り

(その他海域の赤潮発生状況)

5/9	南さつま市笠沙町野間池地先	ノクチルカ シンチランス	細胞数は不明
5/19-5/21	南さつま市笠沙町野間池漁港	ヘテロシグマ アカシオ	17,000cells/ml
7/12	大島郡瀬戸内町久慈湾	ヘテロカプサ ロツンダタ	24,000cells/ml

(2)海象

平年と比較すると、表層水温は観測期間中、平年値 ± 1 程度の範囲内で推移した。表層水温の最高値は8月で30.1、最低値は2月で15.8であった。水温躍層は表層と10m層の水温差から4月～10月にかけて形成され、11月以降は水温差はほとんどみられなかった。表層塩分は8月に28.5まで低下したが、その後、冬季にかけて33から34前後に上昇した。表層と10m層の塩分差から塩分躍層は4月～11月にかけてみられた。透明度は春季から夏季にかけては低く、また湾中央と比較して湾奥部が低いという例年と同様の傾向で推移した。調査期間中、最大値は1月で13.2m、最小値は4月で5.3mであった。

(3)水質

栄養塩はDIN、DIPともに春から夏季にかけては低濃度で、鉛直循環が始まる秋季から冬季にかけて上昇する例年と同様の傾向で推移した。4～10月にかけては、DINが表層で0.9～3.4 $\mu\text{g-at/l}$ 、DIPが0.02～0.13 $\mu\text{g-at/l}$ の範囲で推移した。11月以降、濃度が上昇し、2月にDINが表層で9.2 $\mu\text{g-at/l}$ 、DIPが0.92 $\mu\text{g-at/l}$ と最高値を示した。

2) 八代海

(1)プランクトンの状況

4～7月上旬にかけ、珪藻類が比較的多かった。8月以降も *Chaeto. spp.* を中心とした珪藻類が多かったが、徐々に減少した。1月には *Thalassiosira spp.* の群体が多くみられた(2月には衰退)が、それ以外のプランクトンは数、種類ともに少ない状況となった。

八代海における赤潮の発生は2件。まず、6月下旬～8月上旬の長期間にわたり、*Chattonella antiqua* が赤潮を形成した。7月上旬には八代海中部だけでなく南部の沿岸域でも発生が確認され、その後一時小康状態となったものの、7月中旬以降、八代海中部海域の着色域が南下し、最終的にほとんどの八代海南部海域が着色して高密度で漁場内へ流入し、平成21年度を上回る、過去最大の漁業被害が発生した(プリ当年～3年魚及びカンパチ2～3年魚170万3千尾、36億8000万円)。その他5月に *Heterosigma akashiwo* による赤潮が局地的に発生したが、*Cochlodinium polykrikoides* による赤潮は発生しなかった(表2)。

表2 平成22年度 八代海における赤潮発生状況

No	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン 種名	細胞密度 (cells/ml)	最大面積 (km ²)	漁業被害 の有無
1	5/17-5/27	長島町浦底湾	ヘテロシグマ アカシオ	14,300	0.5	なし
2	6/30-8/2	八代海南部海域	シャトネラ アンティーカ	2,260	400.0	有り

(2)海象

平年と比較すると、表層水温は7月と1～2月が平年値をやや下回ったが、その他の月では平年値±1程度の範囲内で推移した。水温の最高値は9月で27.7，最低値は2月で11.6であった。水温躍層は表層と10m層の水温差から5月～9月にかけて形成され、10月以降はほとんどみられなかった。表層塩分は6月下旬から7月上旬にかけてまとまった降雨があり、7月に29.3まで低下した。それ以降は上昇し、冬季にかけて33～34前後で推移した。表層と10m層の塩分差から塩分躍層は4～9月にみられた。透明度は4月から11月まで6～10m前後の範囲で推移し、冬季にかけて上昇した。12月に16.9mと調査期間中の最高値を示した。

(3)水質

表層の栄養塩を平年と比較すると、栄養塩はDIN、DIPともに春から夏季にかけては低濃度で推移し、鉛直循環が始まる秋季から上昇する傾向を示したが、DINの上昇幅が例年と比べて小さかった。4～9月にかけては、DINが表層で0.7～2.7μg-at/l、DIPが0.04～0.19μg-at/lの範囲で推移した。秋季から濃度が上昇し、11月に表層でDINが3.4μg-at/l、DIPが0.77μg-at/lと最高値を示した。

2 有毒プランクトンモニタリング

長島町浦底湾において、貝毒原因プランクトンの一種である *Alexandrium catenella* 発生に関する情報はなかった。

3 貧酸素水塊調査

8月23日、9月13日の調査で、鹿児島湾奥部の水深30m以深において、4.0mg/lを下回る貧酸素水塊は確認されなかった。その後も貧酸素水塊は確認されずに推移した。

4 赤潮情報等の発信、研修

1) 赤潮情報、注意報等の発行

有害・有毒プランクトンモニタリング調査の結果は、赤潮（及び貧酸素）情報、注意報、警報としてとりまとめ、FAX及びホームページ（パソコン及び携帯電話向け）を用いて情報伝達した。また、携帯電話のメールによる赤潮情報を、登録者に発信した。

今年度は、赤潮情報13回、注意報7回、警報24回、貧酸素情報1回を発行した。

期間中は、鹿児島湾関係の36機関、八代海関係の27機関に対し、延べ1,416回のFAX送信による情報伝達を行った。またホームページの閲覧回数は、パソコン版が194,647回（21年度は131,564回）、携帯電話版が75,584回（21年度は62,427回）で、6月下旬～8月上旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮の影響もあって、昨年度より増加した。さらにメールアドレスは、鹿児島湾関係で約150名、八代海関係で約100名の登録があり、登録者に対し随時情報を伝達した。これらのことから、赤潮情報の伝達ネットワークの強化を図ることができた。

2) 研修会の実施

平成22年4月から23年3月まで合計6回の赤潮研修会を実施した。漁協職員や魚類養殖漁業者等が約415名受講し、県内の赤潮発生状況、赤潮の発生と対策等について講義することにより、赤潮の知識及び対処法の普及・啓発を図ることができた。(表3)

表3 平成22年度の赤潮に関する研修会実績

月 日	会 議 名	研 修 内 容	備 考 (参加人数等)
5月12日	八代海赤潮監視体制検討会議 (熊本県上天草市)	鹿児島県における赤潮発生状況等	約15名
8月11日	赤潮検証会議 (長島町)	平成22年度八代海におけるシャトネラ アンティーカ赤潮の発生状況	約30名
10月13日	赤潮研修会 (長島町)	赤潮発生時の栄養塩の変動と、日周鉛直分布等の調査結果について	約100名
10月24日	日本水産学会九州支部例会シンポジウム(鹿児島市)	2010年夏のシャトネラ アンティーカ赤潮の発生状況	約50名
10月25日	シャトネラ赤潮対策研修会 (長島町)	シャトネラ赤潮発生時の栄養塩の変動と、日周鉛直分布等の調査結果について	約100名
2月10日	水産技術開発センター研究報告会(鹿児島市)	平成22年に発生したシャトネラ赤潮の状況と得られた知見	約120名

赤潮総合対策調査事業 - (有害赤潮発生に関する生態学的研究 -)

西広海，田原義雄

【目 的】

閉鎖性海域における環境特性を明らかにするとともに，有害プランクトンの発生動向や生態等を明らかにし，赤潮発生予察技術等を開発するうえでの基礎資料を得る。

長期間・広範囲にわたる総合的な環境調査や室内培養試験などを行うことにより，高水温・広塩分に至適性を持ったシャトネラ属による赤潮発生機構を解明するとともに，赤潮防除技術の開発研究を行うことで，各種赤潮による漁業被害の未然防止と，養殖漁業経営の安定化を図る。

【方 法】

1 漁場環境の周年モニタリング調査

鹿児島湾及び八代海における12定点（赤潮調査事業と同じ）において以下の事項を調査した。

調査項目：気象，海象（水温，塩分，透明度，水色），水質（DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a），プランクトン（各層採水）

：水質項目の略号の説明は，別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

2 赤潮発生動向調査

1) プランクトン発生動向調査

鹿児島湾と八代海で周年モニタリングを行った。

2) 赤潮発生メカニズムの解明

鹿児島湾産 *Chattonella marina*（以下 *C.marina*）と八代海産 *C.marina*，*Chattonella antiqua*（以下 *C. antiqua*）の増殖に及ぼす水温変化の影響について把握するため，室内での増殖実験を実施した。試験区は，水温を23 から0.2 /dayの割合で昇温する区と，23 に保つ定温区を設定した。

【結果及び考察】

1) プランクトン発生動向調査

【鹿児島湾】

4月には微細藻類が優占したほか，8月以降は *Chaeto. spp.* を中心とした珪藻類が優占した。

有害種については，4～6月に *Ceratium* 属がみられたが，赤潮の形成には至らなかった。ほか *C. marina* や *Heterosigma akashiwo* は1cell/ml程度確認された。

【八代海】

4～7月上旬にかけ，珪藻類が比較的多かった。8月以降も *Chaeto. spp.* を中心とした珪藻類が多かったが，徐々に減少した。1月には *Thalassiosira spp.* の群体が多くみられた（2月には衰退）が，それ以外のプランクトンは数，種類ともに少ない状況となった。

八代海における赤潮の発生は2件。まず，6月下旬～8月上旬の長期間にわたり，*Chattonella antiqua* が赤潮を形成した。7月上旬には八代海中部だけでなく南部の沿岸域でも発生が確認され，その

後一時小康状態となったものの、7月中旬以降、八代海中部海域の着色域が南下し、最終的にほとんどの八代海南部海域が着色して高密度で漁場内へ流入し、平成21年度を上回る、過去最大の漁業被害が発生した（ブリ当年～3年魚及びカンパチ2～3年魚170万3千尾、36億8000万円）。その他5月に *Heterosigma akashiwo* による赤潮が局地的に発生したが、*Cochlodinium polykrikoides*による赤潮は発生しなかった。

2) 赤潮発生メカニズムの解明

シアロ属の増殖に及ぼす水温変化の影響について室内試験を実施した。各試験区分における細胞数の日別変化を、図-1～3に、図-4～6は細胞数の日別変化を片対数グラフで示す。*C.marina* 鹿児島湾産株及び八代海産株は、昇温区、定温区ともほぼ同様な増殖を示し、差はみられなかった。片対数グラフをみると、*C.marina* 鹿児島湾産株の対数増殖期は23.4～24.6 の水温域であったが、*C.marina* 八代海産株のそれは、23.4～25.0 と、鹿児島湾産株より若干広範囲であった。昨年度までの試験の結果、*C.marina* 八代海産株は高水温、高塩分の方が増殖速度が速い傾向が認められており、この特性により対数増殖期が高温域側に若干広いものと思われた。

C.antiqua 八代海産株については、定温区は期間中増殖を続けたが、昇温区は24.6℃以降は細胞数が減少し、衰退した。対数増殖期は23.4～24.2 の水温域で、*C.marina* 鹿児島湾産株及び八代海産株より範囲が狭かった。

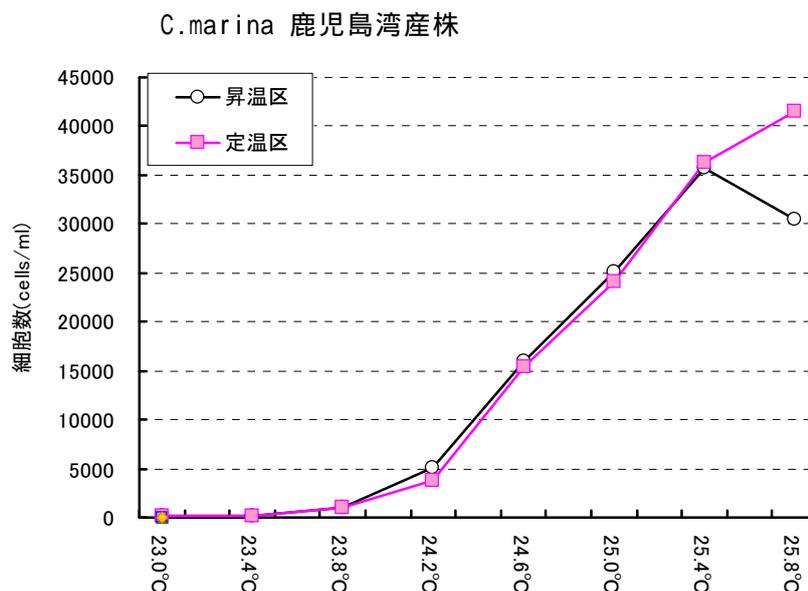


図-1 細胞数の推移 (C.marina鹿児島湾産株)

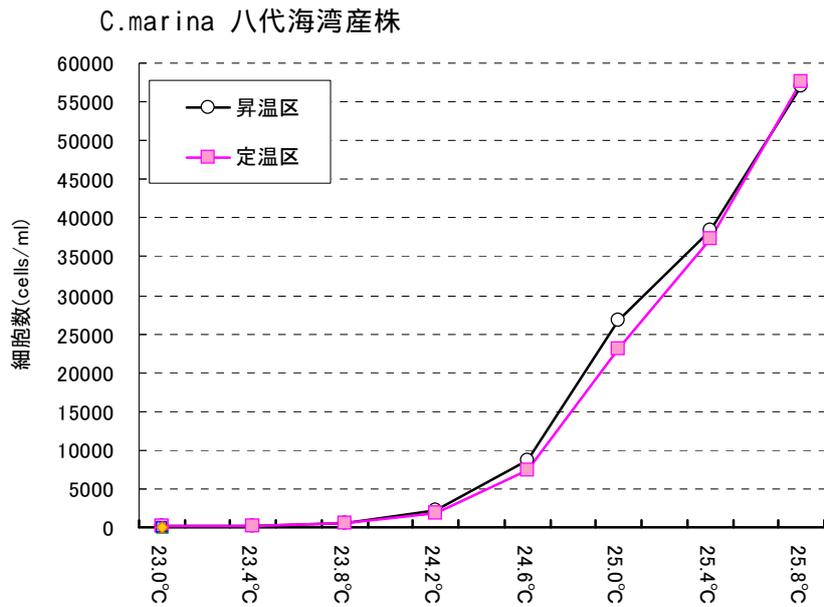


図-2 細胞数の推移 (C.marina八代海産株)

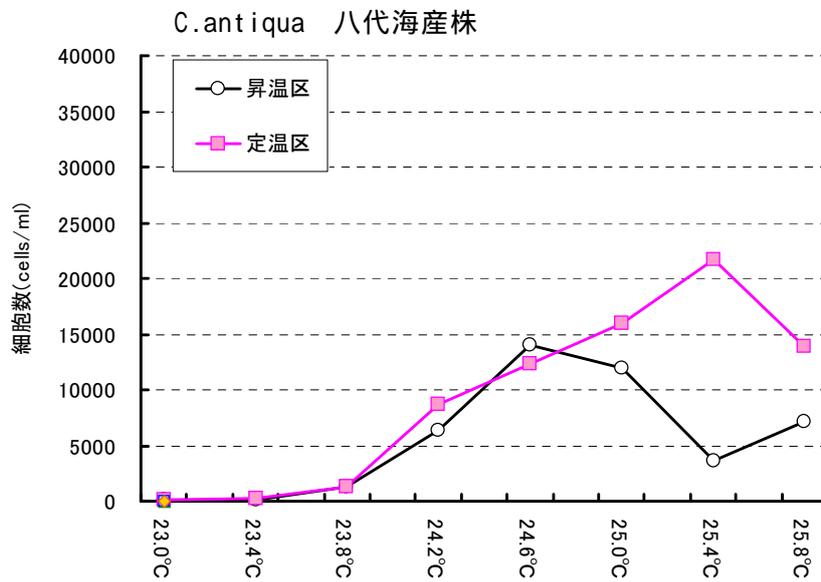


図-3 細胞数の推移 (C.antiqua八代海産株)

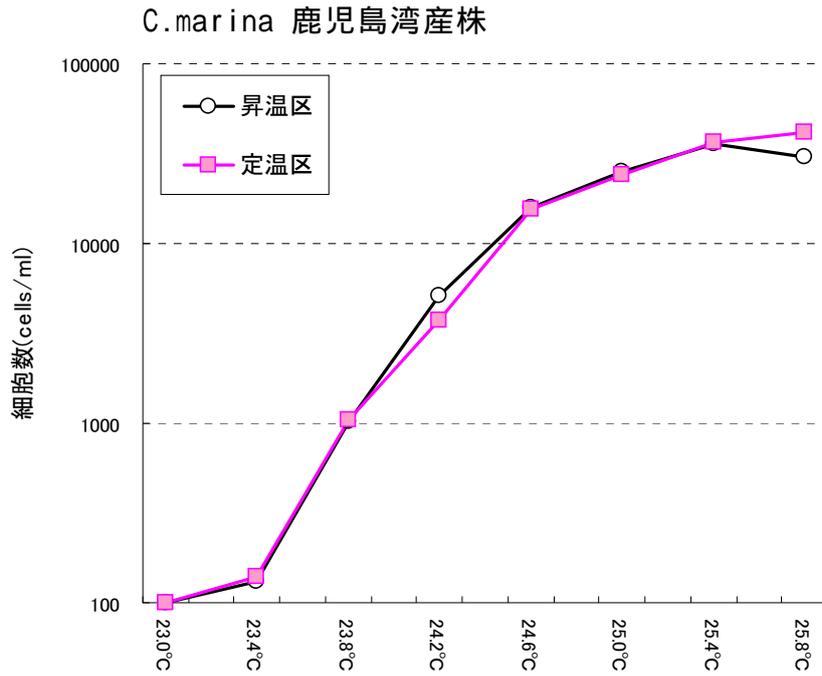


図-4 細胞数の推移 (C.marina鹿児島湾産株)

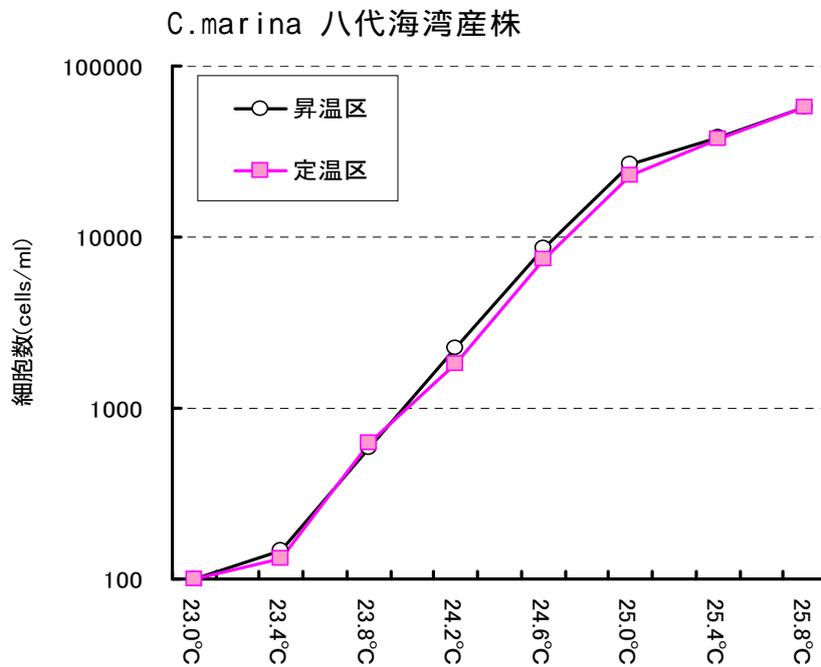


図-5 細胞数の推移 (C.marina八代海産株)

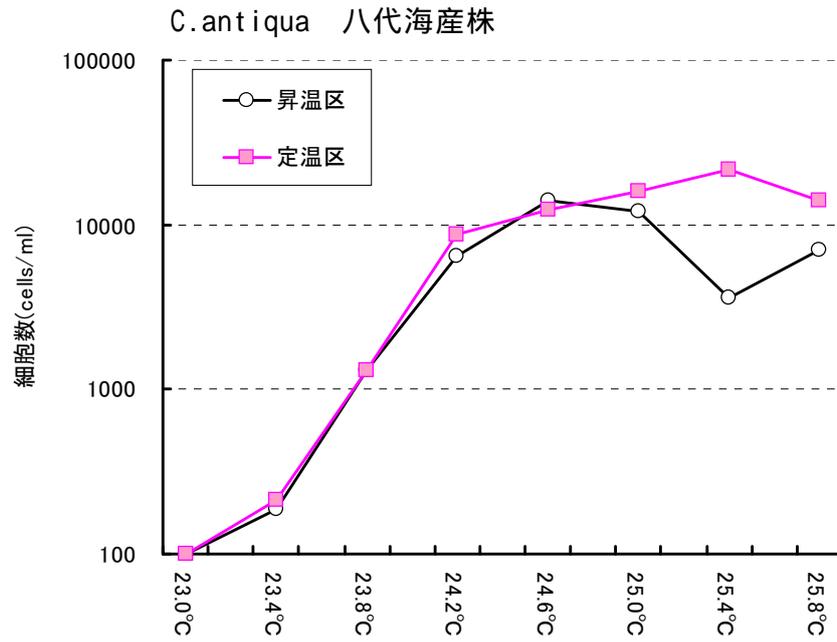


図-6 細胞数の推移 (C.antiqua八代海産株)

赤潮総合対策調査事業 -

(有害赤潮発生に関する生態学的研究 -)

〔シャトネラ属有害プランクトンの魚介類への影響，毒性発現機構の解明，漁業被害防止・軽減技術に関する研究：既存赤潮防除剤の効果や経済性の検証〕

田原義雄，中村章彦，西広海

【目 的】

シャトネラ赤潮を対象に，効率的で低コストな防除法を開発し，養殖魚類の被害軽減を図る。

【方 法】

1 防除剤の検討，試作品の作成

1) 既存の赤潮防除剤（粘土）の改良

入来モンモリ（粘土）に含まれるアルミニウムが赤潮プランクトンを殺滅させる作用を有していることから，従来の製品よりもアルミニウムイオン等の金属イオンを多く溶出させるため，粘土の物性（モンモリロナイトの純度，粒径，溶解時のpH）の改変や，粘土に新たな防除剤を併用した計13種の試作品を作成した。なお，これらについては，鹿児島県工業技術センターの協力の元，実施した。

2) 新たな赤潮防除剤の開発

防除効果の高い有効成分を検討するための基礎資料を得ることを目的に，各種金属イオンのシャトネラ アンティーカに対する殺滅効果について検討を行った。金属イオンはCa, Mg, Al, Fe, Si, Zn, Mnの計7種で，これらを含む試薬を用いた。また，阿蘇黄土やシラス加工品等，県内外産の殺滅効果が期待される8種の原料について検討した。

さらに，pHの変化がシャトネラに及ぼす影響について検討した。試験の方法は，シャトネラ培養液に0.1Nの塩酸と水酸化ナトリウムをそれぞれ添加し，酸性及びアルカリ性の強度別に影響を調べた。

3) 塩の防除効果の確認

塩単独利用による防除効果を検討した。

2 防除剤の効果試験方法（室内試験）

防除剤及び試作品等のシャトネラに対する殺滅効果を把握するため，室内実験により影響試験を実施した。八代海産のシャトネラ アンティーカを供試株とし，その培養液に，前述の防除剤を濃度別に添加し，静かに5分間攪拌，その後のシャトネラ細胞数を計数し，細胞数の減少率を測定した。細胞数の計数に当たっては，通常の細胞の状態と比較し，明らかに細胞が変形，萎縮，破壊が確認されたものを死滅細胞として判定し，それらを除外して計数を行った。試料の有効濃度は，細胞数の減少率が95%以上確認された最小濃度とした。

【結果及び考察】

1 既存の赤潮防除剤（粘土）の改良

防除剤による影響試験の結果の概要を図1 - 1，図1 - 2及び表1に示す。

- ・ モンモリロナイトの純度を高めた入来モンモリ気流分級品T2（細粒）や、粒径を細かくした入来モンモリ振動破碎品（細粒），また，酸処理を行った入来モンモリ酸処理品は有効濃度が2,000ppmで，通常の入来モンモリ（有効濃度5000ppm）よりも効果が高かった。
- ・ 入来モンモリ（5%）にポリ塩化アルミ（5%）を併用した試料は，有効濃度が500ppmであった，これは，アルミニウムイオンの溶出量が増えたことに加え，より酸性が強まり，入来モンモリ自体からのアルミニウムイオン溶出量が増加したことが要因と考えられた。
- ・ 焼ミョウバンも500ppmで効果を発現した。アルミニウムを含有し強酸性を有する物質であることから，入来モンモリとの併用による相乗効果も期待される。

今後は，さらに改良した試作品の作成と効果の確認を行うとともに，赤潮発生時に野外試験で効果を確認する必要がある。また，併せて，養殖魚類及び環境（水質，底質）に及ぼす影響についても把握する必要がある。

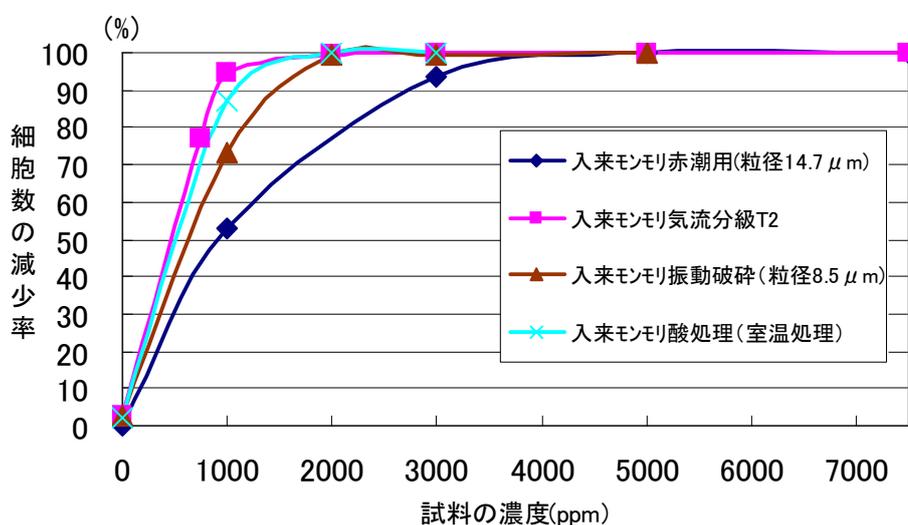


図1 - 1 各種試料がシャトレ アンティカに及ぼす影響

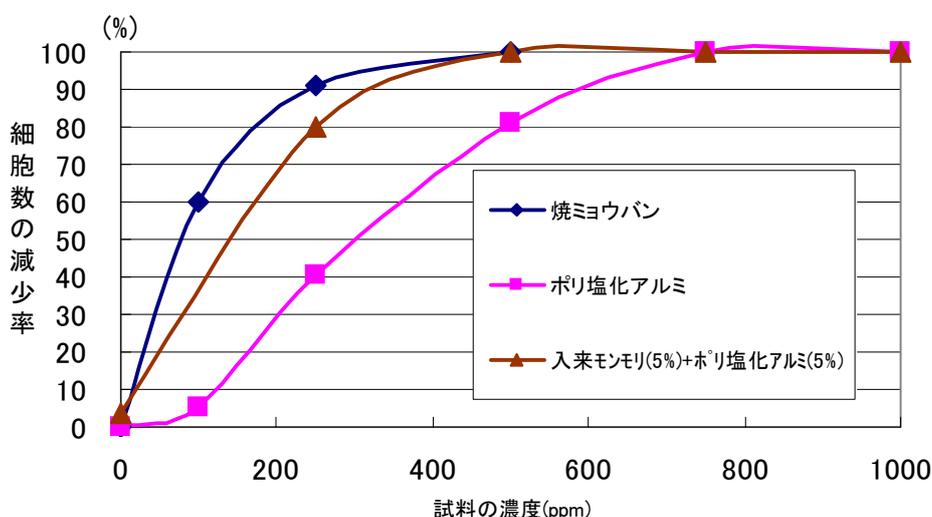


図1 - 2 各種試料がシャトレ アンティカに及ぼす影響

表1 各種試料のシャトネラに対する有効濃度（入来モンモリの改良）

No	試料名	改良内容	有効濃度	pH
1	入来モンモリ赤潮用 平均粒径14.7 μ m	現行で使用されている入来モンモリ	5,000ppm	6.1
2	入来モンモリ気流分級品T1(粗粒) 平均粒径18 μ m	粒径サイズの変更	5,000ppm	6.5
3	入来モンモリ気流分級品T2 (細粒)平均粒径14.1 μ m	粒径サイズや純度の変更	2,000ppm	6.9
4	入来モンモリ振動破碎品(細粒) 平均粒径8.5 μ m	粒径サイズの変更	2,000ppm	7.0
5	製紙用入来モンモリ水分級品 (5~7%)	溶解時のPH変更	5,000ppm	6.7
6	製紙用入来モンモリ水分級品(5~7%) + 炭酸ナトリウム (1%)添加懸濁液	溶解時のPH変更	確認できず (5,000ppm)	8.5
7	入来モンモリ(5%) + ポリ塩化アルミ(5%)	アルミニウム含量の変更	500ppm	6.5
8	入来モンモリ(5%) + ケイ酸ナトリウム(5%)	溶解時のPH変更や他原料との併用	確認できず (5,000ppm)	9.1
9	ポリ塩化アルミ	アルミニウムを含有する物質の検討	750ppm	6.2
10	焼ミョウバン(硫酸アルミニウムカリウム)	アルミニウムを含有し、強酸性を有する物質の検討	500ppm	4.7
11	入来モンモリ酸処理品(硫酸による処理:室温処理)	酸処理によるアルミニウム溶出量の変化	2,000ppm	6.3
12	入来モンモリ酸処理品(硫酸による処理:90 $^{\circ}$ C酸処理)	酸処理によるアルミニウム溶出量の変化	2,000ppm	6.3
13	活性白土	アルミニウムを含有する物質の検討	7,500ppm	6.3

2 新たな赤潮防除剤の開発

1) 各種金属イオンの検討

各種金属イオンによる影響試験の結果の概要を図2及び表2に示す。Al, Fe, SiO₂, Znイオンがシャトネラを死滅させる有効成分として可能性があることがわかった。さらに金属イオンの中でもAlイオンが最も殺滅効果が高いことが明らかになった。なお、Ca, Mg, Mnは今回の試験では効果が確認されなかった。

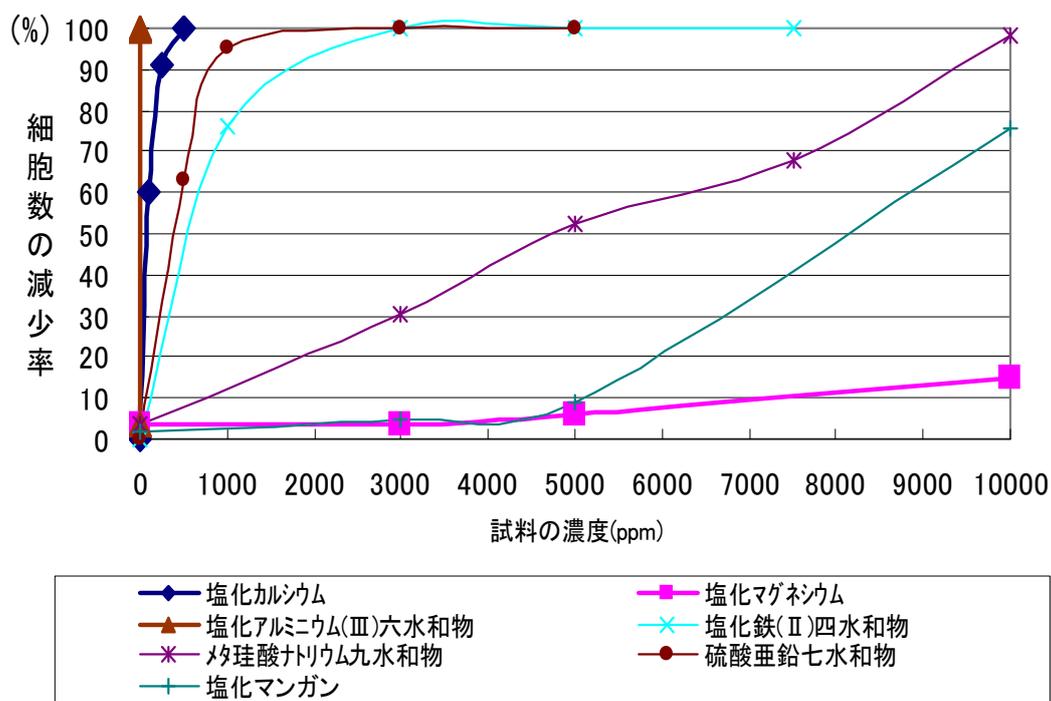


図2 各種金属イオンがシャトネラ アンティ-加に及ぼす影響

表2 各種試料のシャトネラに対する有効濃度 (各種金属イオンの検討)

No	試料名	有効成分	有効濃度	pH
1	塩化カルシウム	C a	確認できず (10,000ppm)	8.0
2	塩化マグネシウム	M g	確認できず (10,000ppm)	8.3
3	塩化アルミニウム()六水和物	A l	100ppm	6.2
4	塩化鉄()四水和物	F e	3,000ppm	5.8
5	メタ珪酸ナトリウム九水和物	S i	10,000ppm	9.9
6	硫酸亜鉛七水和物	Z n	1,000ppm	7.1
7	塩化マンガン	M n	確認できず (10,000ppm)	7.7

2) その他各種原料

各種原料の影響試験の結果の概要を図3及び表3に示す。

- ・ 琉球石灰岩1000 焼成は、有効濃度が1000ppmであったが、試料のアルカリ性が非常に強く、その作用で死滅したものと考えられた。
- ・ 阿蘇黄土は有効濃度が7,500ppmであった。阿蘇黄土に含まれる鉄イオンにより死滅したものと考えられた。

- 鹿屋土微粒分は、有効濃度5,000ppmであった、モンモリと同じく含有するアルミニウムイオンによる作用で死滅しているものと考えられた。

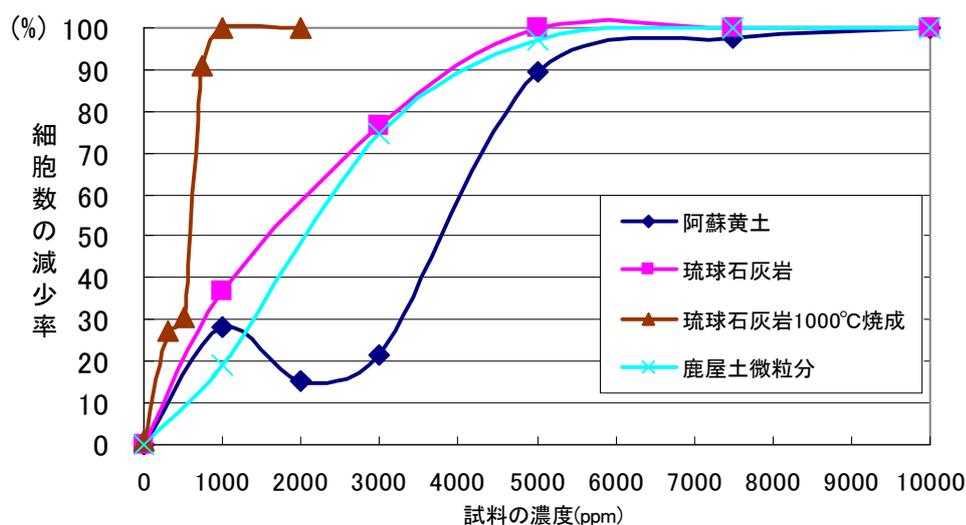


図3 各種原料がシャトネラ アンティーカに及ぼす影響

表3 各種試料のシャトネラに対する有効濃度(その他の原料)

No	試料名	有効成分	有効濃度	pH
1	阿蘇黄土	Fe	7,500ppm	6.1
2	シラス1000 焼成後気流分級T2(細粒) : 平均粒径315 μm	不明	15,000ppm	6.8
3	シラス微粒分	-	確認できず (15,000ppm)	7.4
4	シラス微粒分 1000 焼成	不明	15,000ppm	8.3
5	琉球石灰岩	Ca	5,000ppm	8.2
6	琉球石灰岩 1000 焼成	Ca, 強アルカリ	1,000ppm	10.2
7	鹿屋土微粒分: 粘土(アロフェンを含有)	Al	5,000ppm	7.0
8	郡山ゼオライト	-	確認できず (15,000ppm)	8.0

3) pHの変化がシャトネラに及ぼす影響

pHの変化がシャトネラに及ぼす影響試験の結果を図4に示す。pHの変化による影響については、シャトネラ アンティーカは酸性側では4.0を下回ると、アルカリ側では10以上で殺滅効果を有することがわかった。

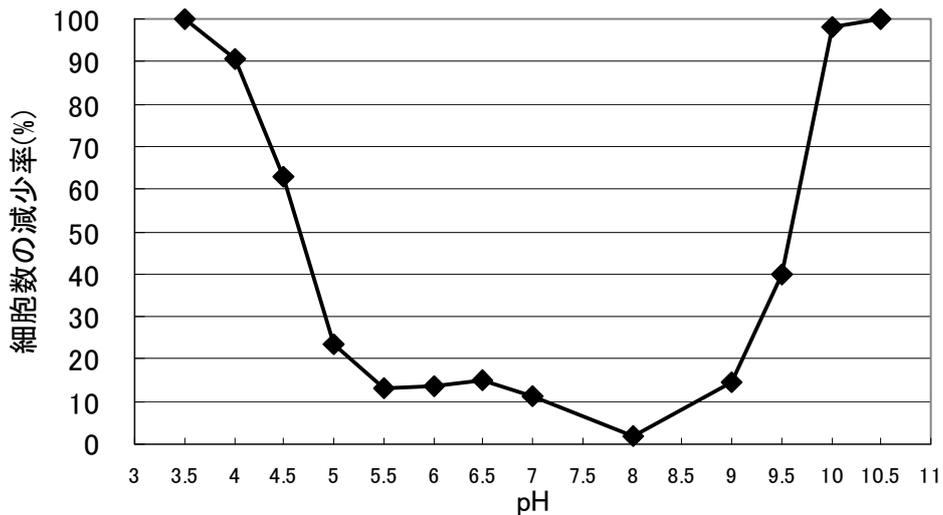


図4 pHの変化がシャトル アンティカに及ぼす影響

3 塩（塩化ナトリウム）の防除効果の確認

塩の有効濃度は20,000ppmを超えたところであった（図5）。今後、粘土と塩の併用による防除効果について確認する必要がある。

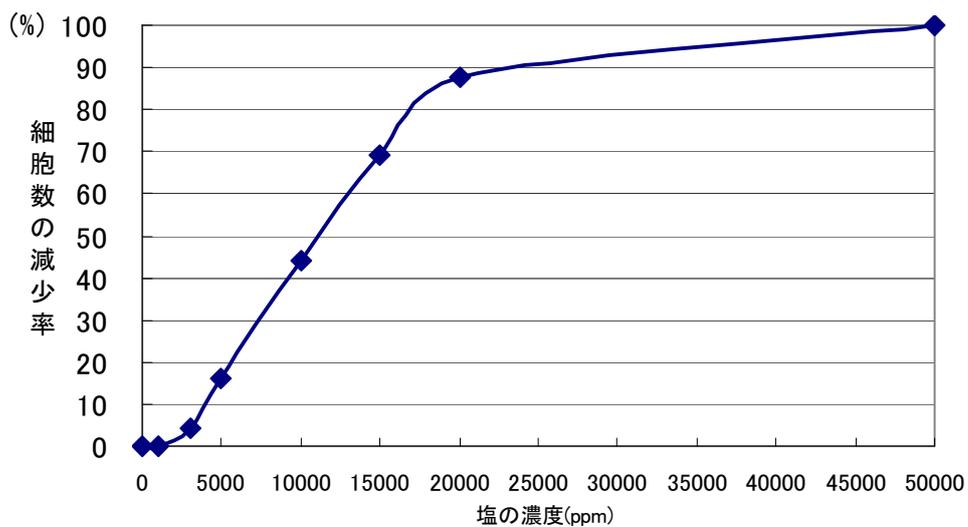


図5 塩がシャトル アンティカに及ぼす影響

赤潮総合対策調査事業 - (コクロディニウム赤潮に関する研究)

西広海，田原義雄

【目的】

これまでにコクロディニウム赤潮が頻発し，基礎的な知見が揃っていない八代海を調査対象海域に設定し，(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所を中心に，熊本県，鹿児島県，京都大学と共同で長期間・広範囲にわたる総合的な環境調査等を実施し，コクロディニウム赤潮の発生機構を解明し予察・防除技術の開発を行う。

【方法】

1 発生環境調査

八代海において，周年調査を実施した。

1) 調査回数・時期：年18回(傭船)

通常調査(月1回)・・・4～5月,9～翌3月

精密調査(月3回)・・・6～8月

2) 調査点数：12点

3) 調査項目：気象，海象(水温，塩分，透明度，水色)，水質(DO,pH,NO₂-N,NO₃-N,NH₄-N,PO₄-P,DIN,DON,TDN,DIP,DOP,TDP,Si,Chl-a)，プランクトン(各層採水)

：水質項目の略号の説明は，別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

2 発生動向調査

1) プランクトン組成の把握

2) コクロディニウム出現動向の把握

3) 採水試料サンプリング

コクロディニウムの生理・生態特性の解明等に供する海水試料を脇崎沖，水俣沖の2定点にて採水(0,5,10,20,30,B-1m)を行い，瀬戸内海区水研へ送付した。

【結果及び考察】

1 発生環境調査

18回の調査による測定値を平年(平成13年～21年度同時期の平均)値と比較すると，表層水温は7月と1～2月が平年値をやや下回ったが，その他の月では平年値±1程度の範囲内で推移した。水温の最高値は9月で27.7，最低値は2月で11.6であった。水温躍層は表層と10m層の水温差から5月～9月にかけて形成され，10月以降はほとんどみられなかった。

表層塩分は6月下旬から7月上旬にかけてまとまった降雨があり，7月に29.3まで低下した。それ以降は上昇し，冬季にかけて33～34前後で推移した。表層と10m層の塩分差から塩分躍層は4～9月にみられた。

透明度は4月から11月まで6～10m前後の範囲で推移し、冬季にかけて上昇した。12月に16.9mと調査期間中の最高値を示した。

栄養塩はDIN, DIPともに春から夏季にかけては低濃度で推移し、鉛直循環が始まる秋季から上昇する傾向を示したが、DINの上昇幅が例年と比べて小さかった。4～9月にかけては、DINが表層で0.7～2.7 $\mu\text{g-at/l}$, DIPが0.04～0.19 $\mu\text{g-at/l}$ の範囲で推移した。秋季から濃度が上昇し、11月に表層でDINが3.4 $\mu\text{g-at/l}$, DIPが0.77 $\mu\text{g-at/l}$ と最高値を示した。

2 発生動向調査

1) プランクトン組成

4～7月上旬にかけ、珪藻類が比較的多かった。8月以降も *Chaeto. spp.*を中心とした珪藻類が多かったが、徐々に減少した。1月には *Thalassiosira spp.*の群体が多くみられた(2月には衰退)が、それ以外のプランクトンは数、種類ともに少ない状況となった。

2) コクロディニウム出現動向

周年調査の結果、今年度はコクロディニウムによる赤潮は発生しなかった。

今年度は6月下旬から7月上旬にかけてまとまった降雨があり、その影響で7月に表層塩分は29.3まで低下し、同時に水温上昇が妨げられて(23～26 で維持)、シャトネラ アンティーカに適した海洋環境となったことが、コクロディニウムによる赤潮が発生しなかった一因と考えられた。

3) 採水試料サンプリング

コクロディニウムの生理・生態特性の解明等に供する海水試料を脇崎沖、水俣沖の2定点にて採水(0,5,10,20,30,B-1m)を行い、瀬戸内海区水研へ送付した。分析結果については別途報告される。

赤潮総合対策調査事業 - (平成22年に発生したシャトネラ赤潮被害の検証)

西広海，田原義雄，吉満敏，徳永成光，久保満，中村章彦

【目的】

平成22年に発生したシャトネラ赤潮について，東町漁協及び北さつま漁協の養殖業者に対しアンケート調査を実施し，その被害状況と実施された赤潮対策の効果を検証することで，今後のより有効な赤潮対策を講じるための知見を得る。

【方法】

平成22年9月2日に，東町漁協とアンケートの内容について協議した上で，東町漁協及び北さつま漁協を通じ，各養殖業者にアンケート用紙を配布した。回答があった生簀811台分（東町漁協748台，北さつま漁協63台）のデータのうち，ブリ2年魚，3年魚について抽出（東町漁協633台，北さつま漁協51台，計684台）し，生簀沈下の有無，方法，水深別，魚体重別等による被害率や赤潮対策の効果等について検証した。

1 検証する事項

1) 生簀の沈下の有無別の被害率

・生簀を沈下した事例については，沈下の時期とへい死発生時期によって，「沈下 へい死発生」，「へい死発生 沈下 2回目のへい死発生」，「へい死発生 沈下 へい死なし」の3区分に分けた。そして「沈下なし」と併せた4区分について，被害率を比較した。

2) 生簀の沈下方式別の被害率

・沈下方式を スカート方式 ， 蓋網方式 の2区分に分けて比較した。(図1)

スカート方式：生簀網の上部に網を継ぎ足し，網の水深を深くする。

蓋網方式：生簀網に蓋網を設置し，任意の水深に垂下する。

3) 魚体重(kg)と被害率の関係について

4) 生簀の沈下水深と被害率の関係について

5) その他

・餌止め期間，遮光期間と被害率の関係について

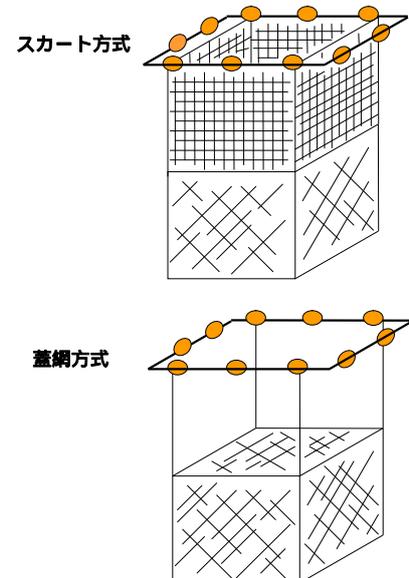


図1 生簀の沈下方式

【結果及び考察】

1 東町漁協管内

(平成22年のシャトネラ赤潮の特徴)

図2に、東町漁協が調査した各漁場のシャトネラ アンティーカの最高細胞数の平均値を経時的に示した。

平成22年のシャトネラ赤潮は、6月下旬から8月上旬までの34日間という長期間にわたり発生した。また、細胞数の増殖ピークが2回あり、養殖魚のへい死が2回発生したのが特徴であった。

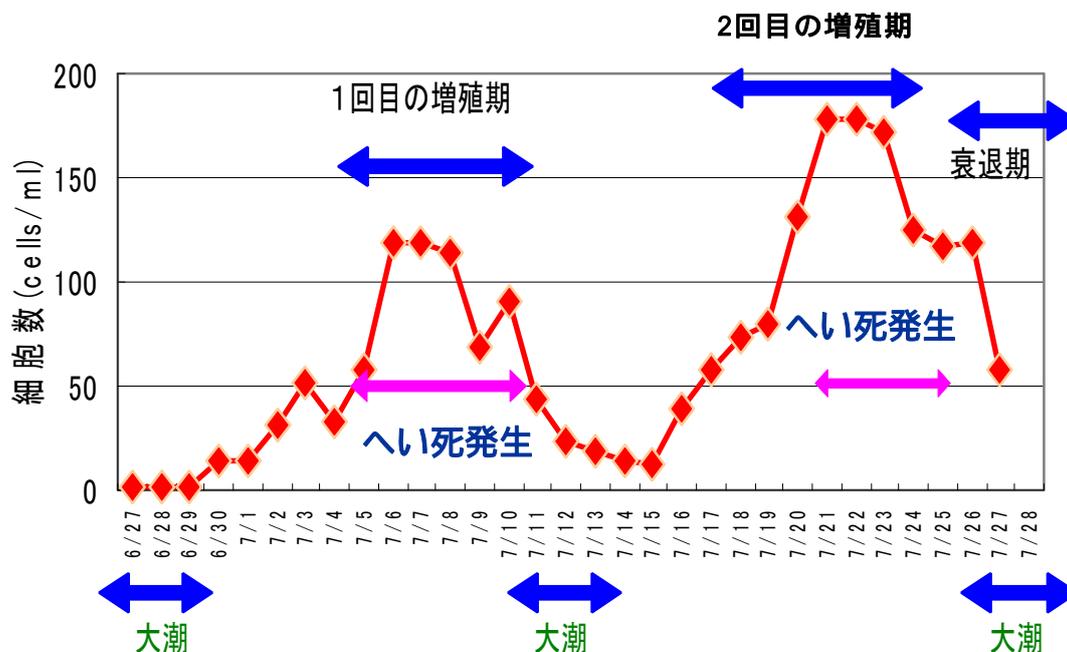


図2 赤潮発生時におけるシャトネラ アンティーカの平均最高細胞数の推移

1) 沈下の有無

- ・全体では、50.8%の生簀を沈下した。
- ・2歳魚全体における、沈下の有無別の平均被害率を見ると、生簀を沈下した場合、3つの区分とも「沈下なし」に比べ、平均被害率は低かったが、「沈下 へい死発生」と「へい死発生 沈下 2回目のへい死発生」は、大きな差はなかった(図3)。
- ・場所毎の被害率をみると、長島の東岸より西岸のほうが被害率が低い傾向が見られ、東岸では沈下の有無にかかわらず被害率が高かった。
- ・また漁場毎にみると、「沈下なし」と比較して、沈下しても被害率の高い漁場がある一方、沈下による被害の抑制効果がみられた漁場もあった(図4)。
- ・以上のことから、生簀を沈下することによる被害率の軽減効果は一律に発現するのではなく、漁場によってその効果は異なるので、生簀の沈下による赤潮被害の軽減対策を講じる場合、漁場の特性を充分考慮する必要があると思われた。

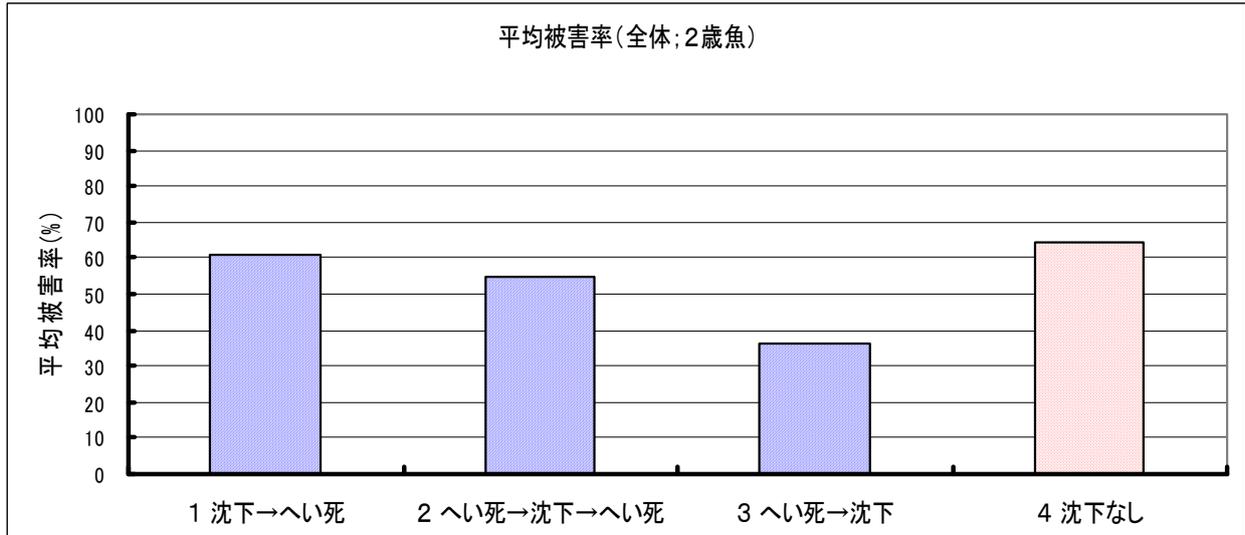


図3 沈下の有無別の平均被害率(全体:2年魚)

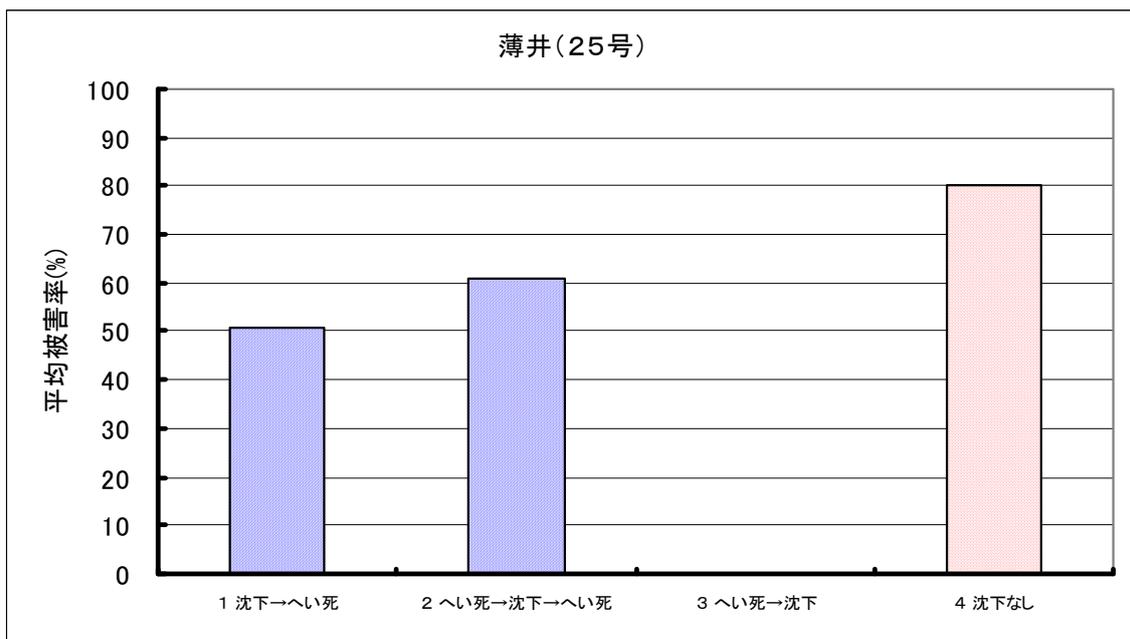


図4 沈下の有無別の平均被害率(薄井25号漁場:2年魚)

2) 沈下方式

- ・沈下方式（スカート、蓋網）の違いによる被害率の明確な差はみられなかった（図5）。

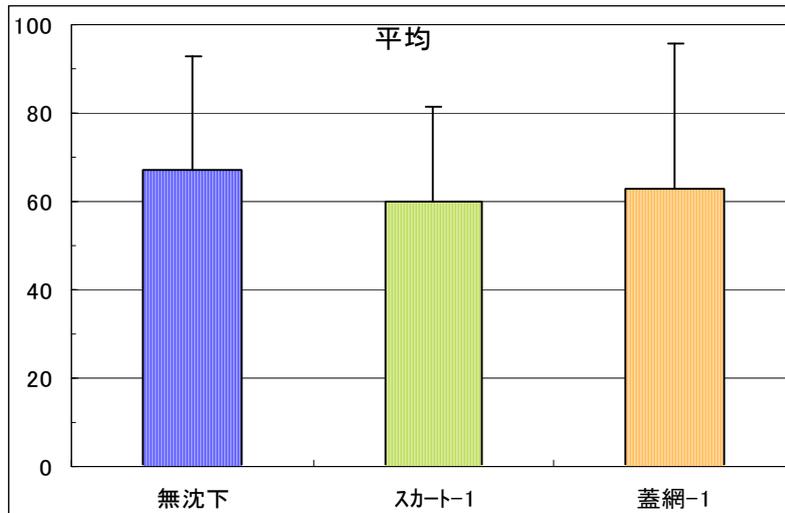


図5 沈下方式別の平均被害率

3) 魚体重

- ・魚体重と被害率の関係について、薄井第25号漁場で検討した（図6）。
- ・魚体重の重い方が被害率が高く、同じ魚体重では、沈下した方が被害率が低かった。

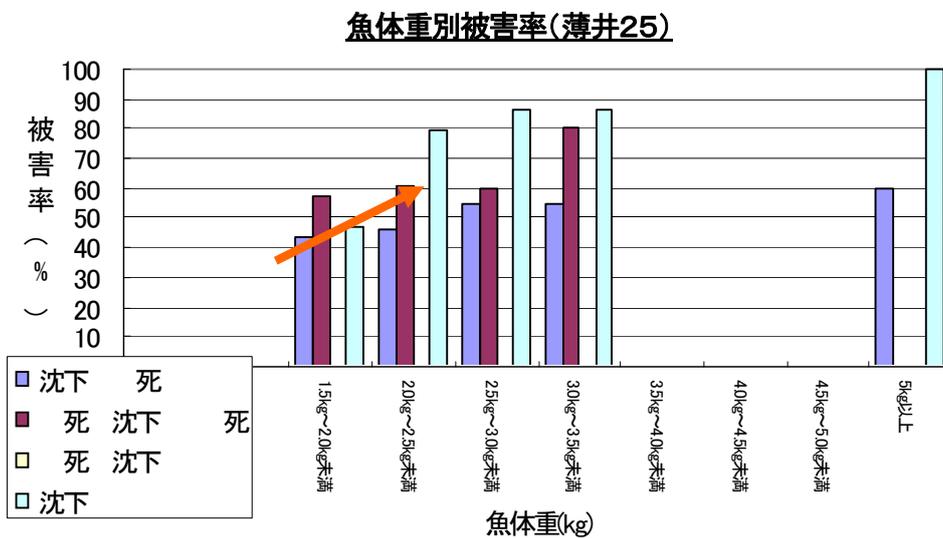


図6 魚体重別の被害率（薄井25号漁場）

4) 沈下水深

- ・沈下水深と被害率について薄井25号漁場で検討した(図7)。
- ・沈下水深が深いほど、被害率が若干低くなる傾向があった。

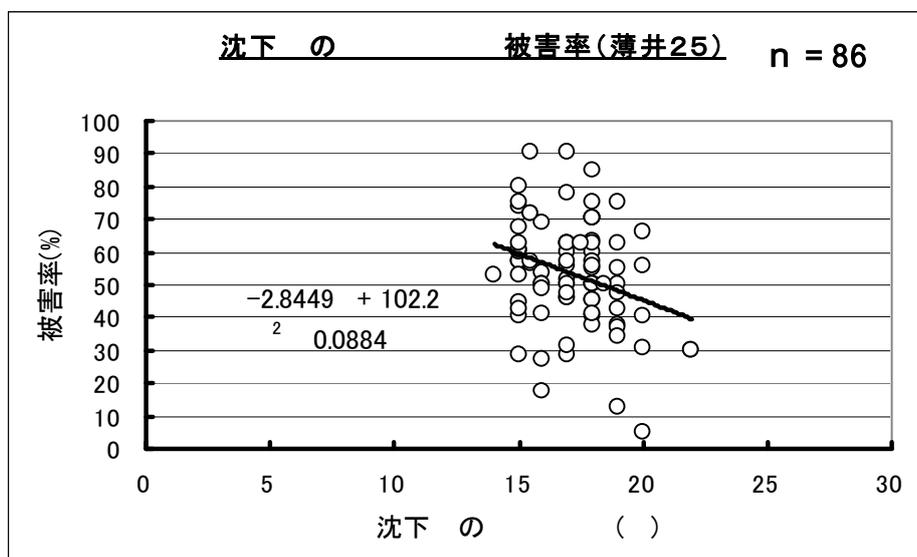


図7 沈下した水深と被害率(薄井25号漁場)

5) その他

(1) 餌止め期間とへい死状況

- ・餌止め期間とへい死率との関係については、関連性が確認できなかった。
- ・脇崎では餌止め2日目にシャトネラ細胞数が低くてもへい死が発生しており、餌止めの徹底は、赤潮対策として有効と思われた。

(2) 遮光日数と被害率

- ・遮光日数と被害率について薄井25号漁場(魚体重:2~2.5kg)で検討したが、遮光日数が長期間になっても被害率が低下する傾向は見られなかった。

2 北さつま漁協管内

(シャトネラ赤潮の被害と対策の状況)

- ・生簀63台のうち、沈下は2台のみであった。(6月13日)
- ・へい死は、7月5日~8日に発生した。
- ・7月16日~17日に、小島元、田竹、口ノ福浦漁場の生簀を、西側の浜渡、温ノ浦、蔵之元漁場漁場へ避難した。以降はへい死はなかった。

1) 漁場別被害率

- ・北さつま漁協管内の平均被害率は23.1%で、東町漁協管内の平均被害率の61.0%に比べ、全体的に被害率は低かった。

2) 魚体重別

- ・魚体重が重いほど、被害率が高い傾向があった(図8)。

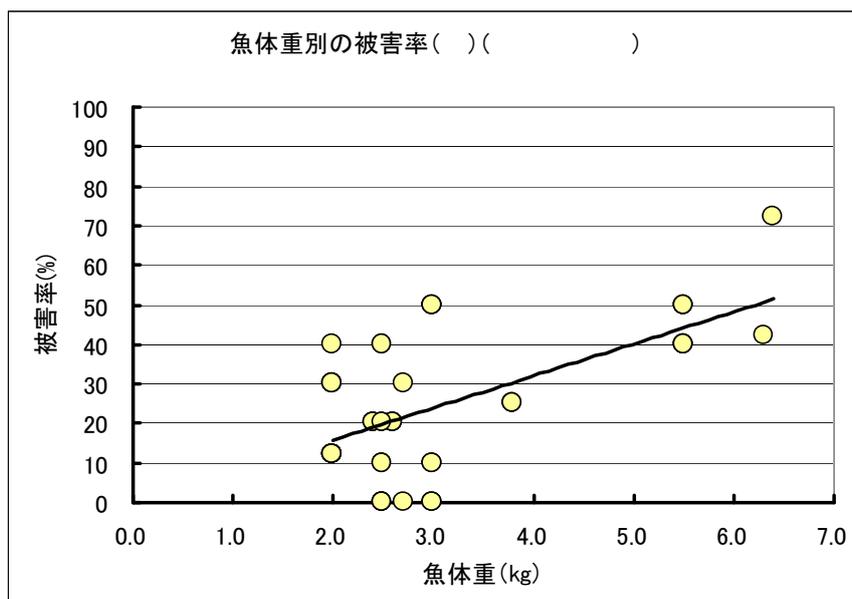


図8 魚体重別の被害率(北さつま漁協)

3) 生簀の避難

- ・7月5日～8日に被害が発生した後、7月16日～17日に、生簀を西側へ避難した。
- ・避難した浜渡、温之浦、蔵之元漁場は、7月16日～17日以降のシャトネラの細胞数が少なく、避難日以降のへい死はなかった。
- ・生簀をより西側に避難させたことで、7月後半のシャトネラ赤潮による被害を防いだ面があった。

3 検証結果のまとめ

1) 生簀の沈下について

- ・漁場によっては、無沈下と比較して、沈下した効果が見られ、赤潮対策として有効と思われた。
- ・しかし、表層から底層まで高密度で覆われるような赤潮には効果がないと思われた。

2) 魚体について

- ・魚体重が重いほど赤潮の被害率が高い傾向が見られ、3年魚については緊急出荷による対応が必要と思われた。
- ・夏場は魚を太らせず、秋以降に魚体重を増すといった、新たな飼育手法の開発も必要と思われた。

3) 生簀の避難

- ・平成22年の北さつま漁協の生簀避難状況や、鹿児島湾で避難体制が確立されていることから、生簀の避難は赤潮対策として有効であり、生簀の沈下を併用することで、より効果を発揮するものと思われる。

鹿児島海藻パーク推進事業 -

徳永成光，吉満敏，久保満

【目的】

磯焼け現象により藻場が消失した本県沿岸において，各種環境条件に応じた藻場回復技術の開発とその普及，磯焼け診断等を行う。

【方法】

1 藻場回復主幹研究

(1) 核藻場型藻場造成試験

核藻場型藻場造成の手法を確立させるため，南さつま市笠沙町において，核藻場型藻場造成地周辺の状況調査を実施するとともに，崎ノ山地区に設置されている核藻場ブロックの機能を復活させるための試験を実施した。

崎ノ山の核藻場ブロックは，平成20年度まではフタエモク等が繁茂していたが，現在ではブロック上面が小型藻類や二枚貝等に覆われた状態となって，フタエモク等の個体数がかなり減少し，周辺海域へ種苗を供給するという核藻場機能が明らかに低下した状況となっている。フタエモク等の成熟期前の6月上旬に，ブロック表面に着生した二枚貝やその他付着生物について，除去した部分（試験区）と除去しない部分（対照区）を設ける（図1）とともに，7月中旬にスポアバック法による種苗添加を行った。付着物の除去は先端がへら状になった金槌を用い，ある程度コンクリート面が露出するまで行った。その後，追跡調査を実施してフタエモク幼体の着生状況を観察し，付着物除去の効果を検証した。

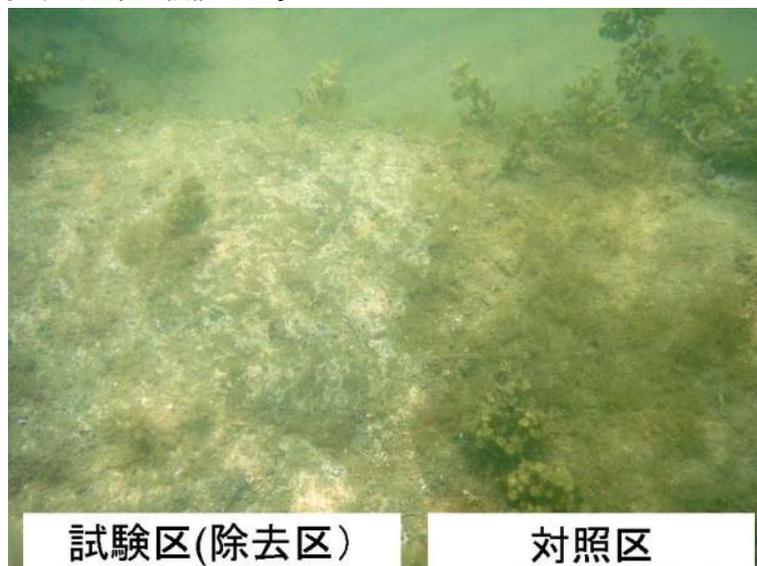


図1 核藻場ブロックの試験区と対照区

なお，基質表面の付着物除去に係る着生効果については，平成12年の外海性藻場造成基礎試験において磯掃除の有効性の検討がなされたが，顕著な効果が見られず，ホンダワラ類の良好な着生基質となるイソギンチャク等を除去してしまうことから，磯掃除（＝基質の付着物除去）は藻体の着生状況をよく調査した上で行うべきではないか，と考察されている。現在の核藻場ブロック

上面を広く覆う二枚貝等にはホンダワラ類の着生がほとんど見られなかったことから、今回は付着物の除去を試みることにした。

(2) 中層網型藻場造成試験

内湾における有効な種苗添加法としての中層網型藻場造成の手法を確立させるため、指宿市岩本地区において、引き続き藻場造成試験を実施した(図2)。

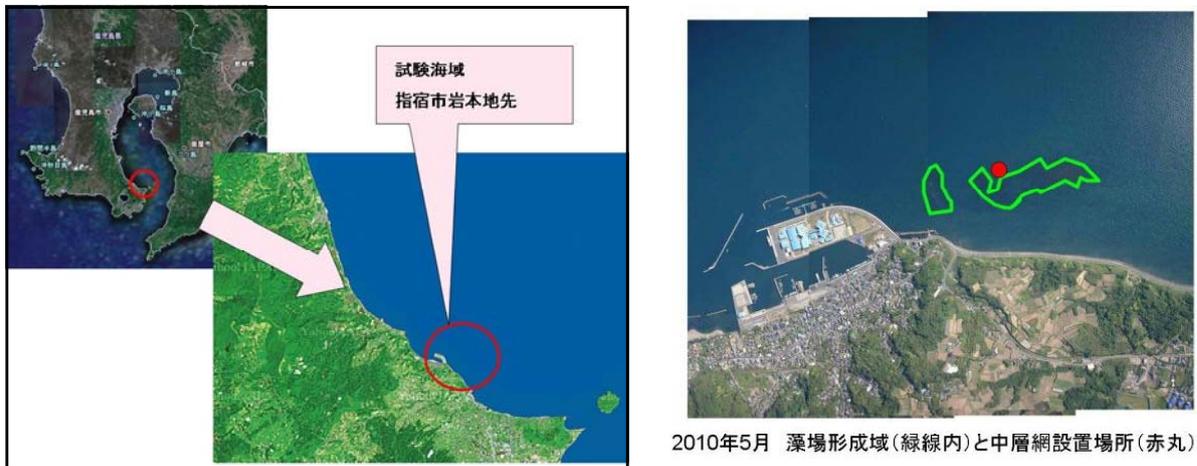


図2 指宿市岩本地区 試験地位置図

試験地は、砂地に小礫や大礫が多く露出する海域で、ガンガゼが広い範囲に大量に見られる海域である。当海域は指宿地区藻場保全会が藻場回復活動を実施しており、中層網による母藻設置は藻場保全会が実施した。食害動物であるウニの除去は、7月5日に鹿児島水産高校主体で実施し、ガンガゼ12,303個、その他ウニ類(ムラサキウニ等)を353個、合計12,656個を除去した。

試験地の追跡調査については、8,10月に潜水調査を実施し、ホンダワラ類の藻体長の測定等を実施した。

2 食害動物の有効利用に関する研究

(1) ガンガゼを用いたうにみその試作

平成21年度は鹿児島水産高校とガンガゼの塩ウニ加工に取り組んだが、平成22年度は、ガンガゼのうにみそを鹿児島水産高校、高山漁協青壮年部と試作した。

加工手順は以下のように行った。殻を割って生殖腺を取り出し、混じった砂やウニ殻を除去する。生殖腺、味噌、砂糖等を調合し混ぜ合わせる。弱火で加熱し水分を調整。

なお、原料とするガンガゼ生殖腺は、生ウニから採取する方法(高山漁協青壮年部)と、長期保存のために冷凍したウニを加熱した後に採取する方法(水産高校)を用いた。

(2) ガンガゼ体内の砂等の低減

ガンガゼは岩表面に着生している藻類等とともにフジツボなども摂食している。藻類が少ない場所では、体内に比較的多くの砂やフジツボの殻等を抱いており、ガンガゼを加工に供する際に、これら砂等が可食部に混入してしまうと異物となるため、除去作業が必要となってしまう。

異物除去作業を軽減するため、ガンガゼ体内の砂等を絶食によって排出させ、砂等の量を低減させる試験を実施した。

平均重量148.5グラムのガンガゼ18個体を用い、採捕から3日後まで絶食状態にし、糞とともに

排泄した砂等の量と体内に残った量を計測し，体内の砂等の残存量の推移を観察した。

3 磯焼け診断調査・藻場回復指導

肝付町高山地区について，平成19年度から継続して調査・指導を実施した。平成19～21年度に石油貯蔵施設周辺地域魚礁設置事業で設置された藻場礁や平成20・21年に鹿児島水産高校によるウニ類の除去が実施された海岸付近の岩礁域について，7月に高山漁協，同青壮年部，大隅地域振興局と共に追跡調査を実施した。なお，当該地区の藻場回復制限要因は，大量に分布が見られるウニ類の食害であると考えられることから，7月上旬にH21年度設置藻礁付近において鹿児島水産高校によるウニ類の除去が実施され，漁協青年部，地域振興局との連携により，ガンガゼ主体に6千個体以上のウニ類を除去した。

【結果及び考察】

1 藻場回復主幹研究

(1) 核藻場型藻場造成試験

平成21年に冬季の高水温により魚類の食圧が高まり藻場が形成されなかったと考えられる崎ノ山地区については，核藻場型藻場造成地の核藻場ブロック近辺では藻場の形成には至らなかったが，天然藻場域や平成20～21年度の藻場造成地においては藻場密度や規模は小さいものの藻場の回復が見られた（図3）。

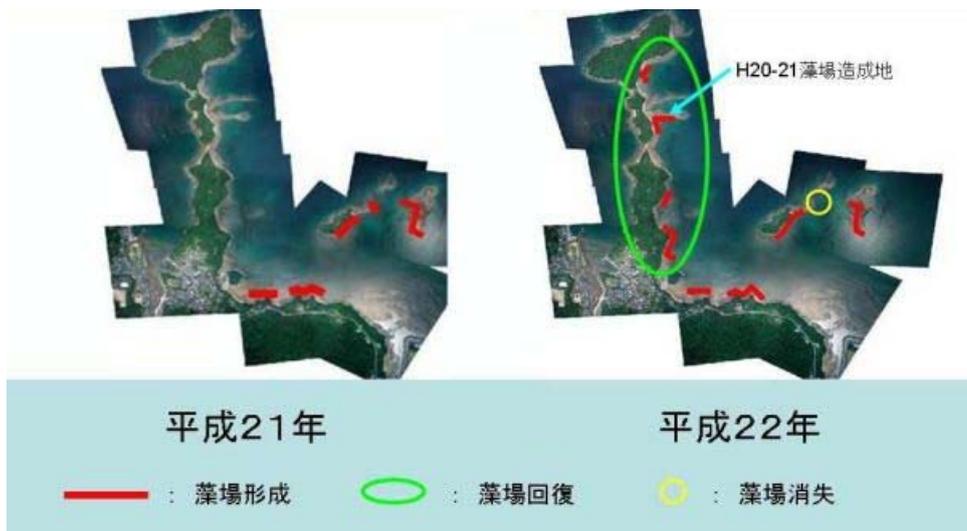


図3 藻場の回復状況

崎ノ山地区の藻場回復原因について，近年の水温帯組成から検討した。平成22年は藻場が形成されなかった平成21年と同様に，2～3月前半において17℃を超える日の割合が50%程度あり，両年に差は見られなかった（図4）。そこで，水温帯別日数を見ると，平成21年は15℃未満の日が見られなかったのに対し，平成22年は平成19年以前と同様に15℃未満の日が見られ，この点において平成21年との差が見られた（図5）。

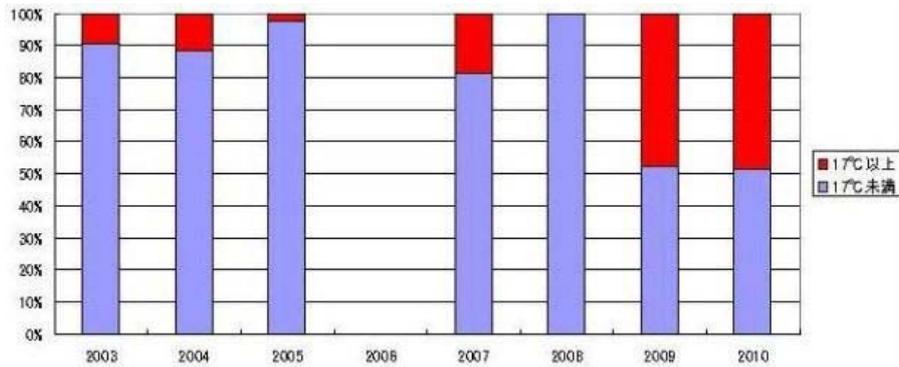


図4 崎ノ山の年別水温帯組成 (2~3月前半)

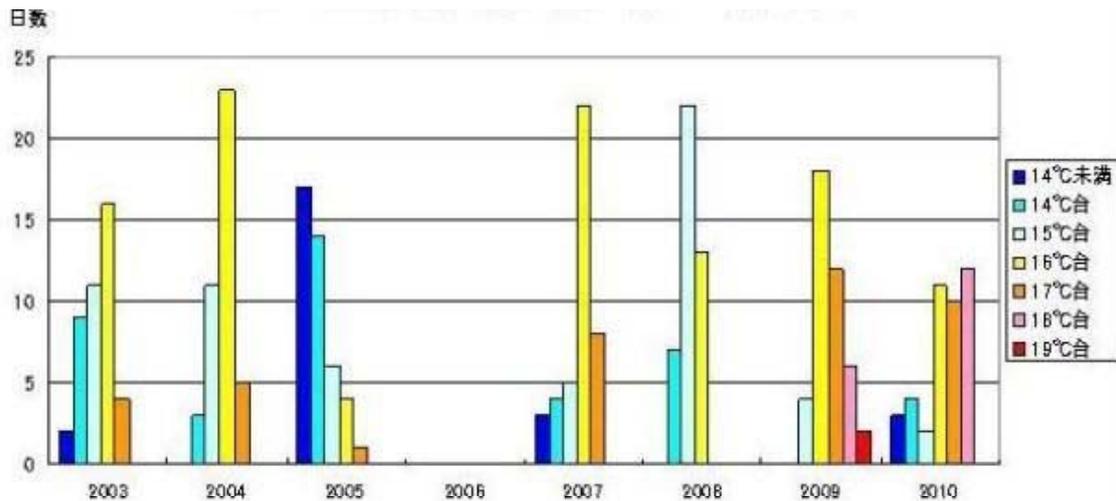


図5 崎ノ山の水温帯別日数(2~3月前半)

平成19~21年度に実施された南西水域藻場回復・拡大技術高度化事業においては、藻場が形成されなかった平成21年は、年間で最も水温が低い時期である2月から3月前半に、今までに無い19台が見られるなど、平成21年が「例年より水温が特異的に高かった」と考察したが、平成22年の水温推移を加えて検討すると、平成21年は「水温が15未満に下がらなかった」ということも特異的な状況であったと考えられた。また、平成21年は藻場が形成されなかったことにより幼胚の供給が少なく、平成21年の新規加入個体は少なかったと考えられるが、生残していた付着器から生じたと思われるフタエモク幼体が平成21年の秋期から各所で確認されていたことから、平成22年に藻場を形成する個体数は十分に維持されていたと考えられた。

なお、小浦地区では例年同様にマメタワラ、ヤツマタモク主体の温帯性ホンダワラ類(在来種)藻場が形成されたが、平成21年には温帯性種と南方系種の藻場が見られていた場所において、平成22年は生長が悪く、藻場が消失した場所(図3)があり、今後、注視していく必要がある。

核藻場ブロックの機能を復活させるための試験については、基質表面の付着物を除去した試験区と除去しなかった対照区との追跡調査を実施した結果、10月中旬におけるホンダワラ類幼体(図6)の密度は50×50cmあたり対照区平均16.5株に対し付着物除去区は平均45.5株と対照区の2.8倍の藻体密度であった。核藻場ブロック上の藻体数が増加したことから、基質面の付着物除去は核藻場ブロックの機能復活に有効であると考えられた。

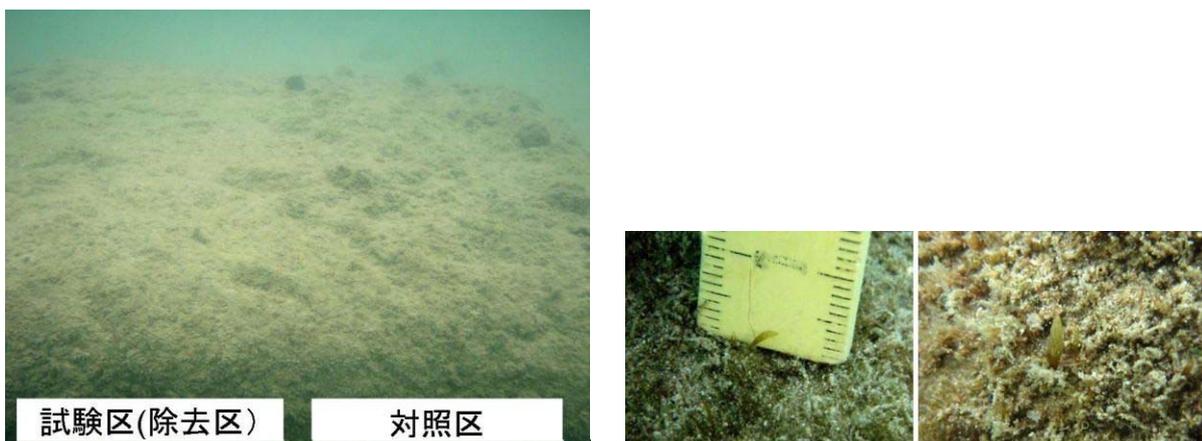


図6 10月の核藻場ブロックの状況(左)と確認されたホンダワラ類幼体(右)

(2) 中層網型藻場造成試験

8月下旬の追跡調査では、砂地上の石(長径20~50cm程度)1個あたりに1~9株のホンダワラ類の幼体を確認され、藻体長は平均25mm,最大59mmであった。中層網設置用のサンドバック上にも芽が確認され、中層網を用いた母藻設置による種苗添加効果とウニ除去による食害防止効果があったと判断される。(図7)

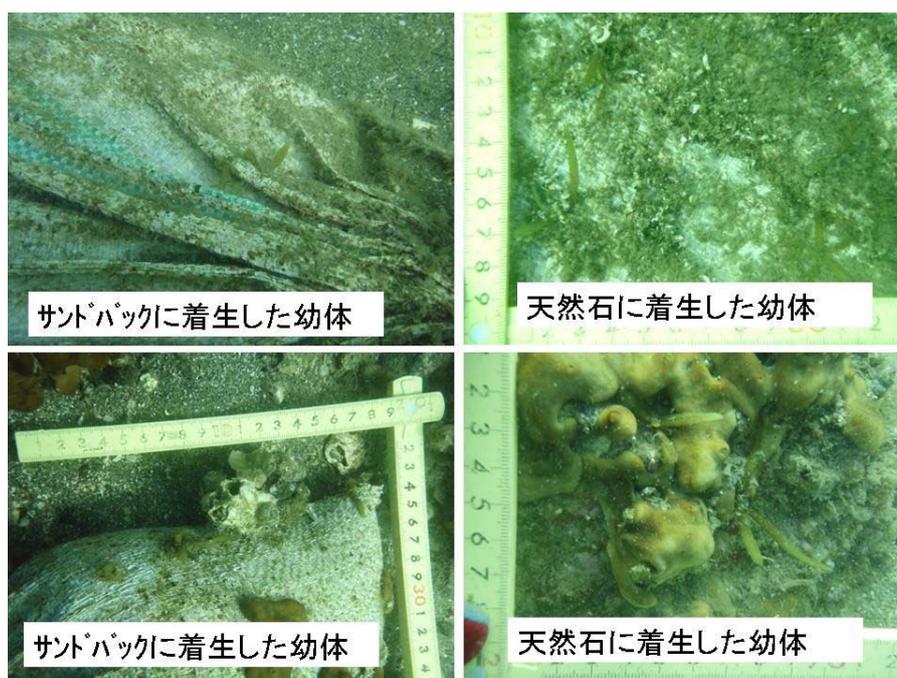


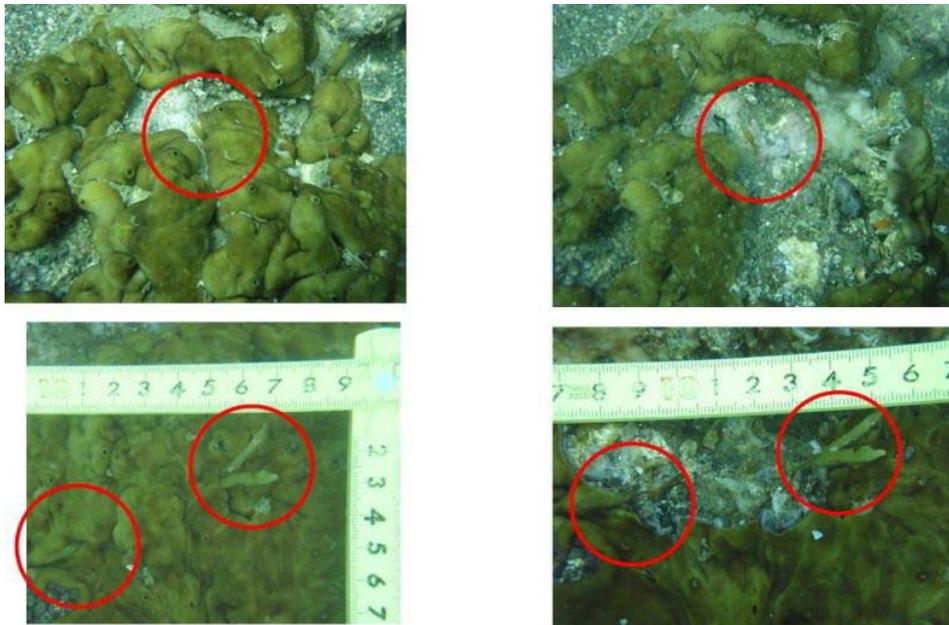
図7 8月下旬に確認されたホンダワラ類幼体

ウニ類は、ガンガゼやラッパウニが散見される程度で少なかったが、天然石表面にナンコツカイメンの一種が着生している状況が随所に見られ、ホンダワラ幼体がナンコツカイメン類に被われるような状況も見られた(図8)。中層網と同時に設置された網固定用のサンドバックにもナンコツカイメン類が着生していた。

10月の追跡調査では、中層網式の母藻設置場所中央部から、東西南北の四方向に5m間隔でホンダワラ類の50×50cmあたりの藻体数と、藻体長を測定し、ホンダワラ類幼体の着生状況、分布状況を確認した。(調査は鹿児島水産高校海洋科栽培工学コースとともに実施。)中央部から20~25m

離れると藻体数が減少していることから、10月時点のウニ除去と母藻設置による種苗供給の効果は、中央部から15～20mの範囲に及んでいると考えられた（図9）。一部の藻体には、魚による食害痕が確認されたが、藻場の形成に影響を与えるほどではないと考えられた。

ナンコツカイメン類については、8月と大差ないように感じられたが、基質面に関してホンダワラ類と競合することになるため、今後、注視していく必要がある。



左:カイメンに被われたホンダワラ類幼体。 右:カイメンを除去した状況。

図8 ナンコツカイメンに被われたホンダワラ類幼体

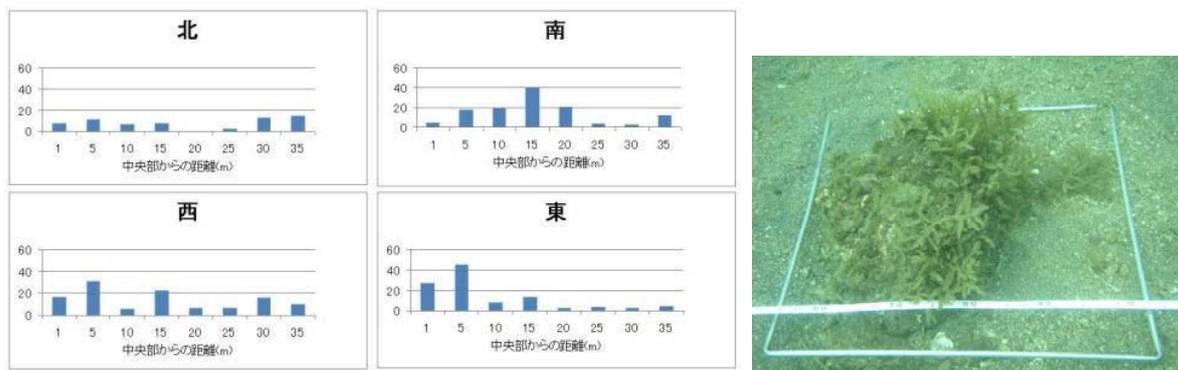


図9 ホンダワラ類幼体の分布状況と確認された幼体(右)

2 食害動物の有効利用に関する研究

(1) ガンガゼを用いたうにみその試作

試作したうにみそのガンガゼ生殖腺と味噌等との調合割合等を表1に示した。味については、味噌の違い（今回は大豆と麦のあわせ味噌を使用）や砂糖・地酒など甘味料の加減で異なってくるので、好みに応じて調整すればよいのではないと思われる。

生殖腺を生で用いる場合と加熱してから用いる場合の差異について検討した結果、冷凍ウニを加熱して得た生殖腺の場合、蒸すような状態で加熱しても煮汁が出るために幾分旨みが損なわれてしまうようである。好みによるがウニの風味を十分に味わうためには、味噌量の1.5～2倍の

表1 ガンガゼみそくに試作結果

使用した生殖腺	生ウニから採取	冷凍ウニを加熱後採取
味噌の割合	1	1
生殖腺の割合	1.4	1.5~2
砂糖の割合	0.4	0.1
シウガの割合	適量	適量
地酒の割合	適量	-
試食した方の意見	なめらか，甘みが強く万人受けする	ざらついた食感，甘くなく酒に合う

ガンガゼ生殖腺量が必要であった。また，生ウニ生殖腺の場合でも，味噌量の1.4倍のガンガゼ生殖腺量が必要であった。一般的なうにみその場合，味噌と生殖腺は同程度の量で調合されているが，ガンガゼを原料とする場合，他の食用ウニより1.4~2倍量の原料が必要となり，これについては，ガンガゼの旨み成分がムラサキウニ等より少ないためであると考えられた。

生殖腺を生で用いた場合と加熱して用いた場合の違いは食感にも現れた。生の生殖腺を使用したものについては，生の状態で味噌と十分に混合してから加熱するため，ざらつき感が生じず，なめらかな食感に仕上がった。加熱した生殖腺を使用したものは，味噌との調合前に既に粒状に固まっているため，粒状の状態が残り，少々ざらつき感が出るため，細かくすり潰すなどの改善策が必要と考えられた。

生殖腺を加熱して用いる方法は，生殖腺が熱で固まって崩れにくくなるため，殻から生殖腺が取り出しやすくなることや，砂やウニ殻の破片など夾雑物を除去しやすくなるのが利点になると考えられる。よって，高齢者の多い地区で潜水でのウニ採捕ができない場合などに，船上から鉈等で突いて獲って傷つき，生殖腺に夾雑物が多く混じってしまったガンガゼでも加工品の原料として活用できると考えられた。

(2) ガンガゼ体内の砂等の低減

ガンガゼ体内の砂等を絶食によって排出させる試験では，次のような結果が得られた。

ガンガゼ体内に取り込まれていた砂やフジツボの殻は，平均重量148.5グラムのガンガゼ1個体あたり5.1グラムと，体重の3.4%であり，大きさは0.1mm未満から最大7mmまでと多様なサイズが見られた（図10）。

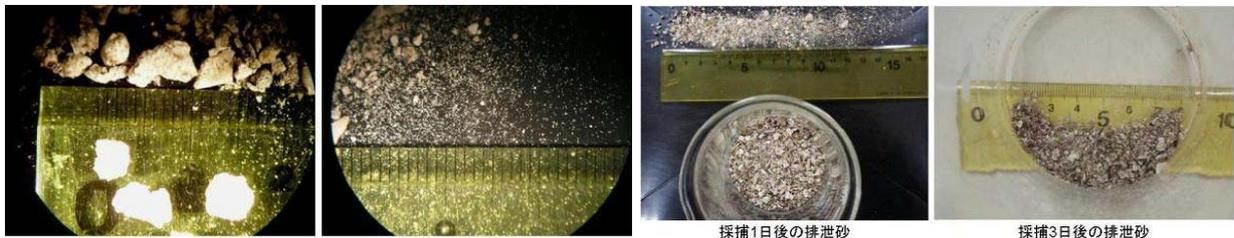


図10 ガンガゼ体内の砂等

体内に残った砂等は，3日絶食後にも大きなフジツボの殻等が見られたものの，採捕当日のガンガゼ体内に取り込まれていた砂やフジツボの殻等の重量を100%とした場合，1日経過後に約45%，2日経過後に14%，3日経過後に約6%へと減少した（図11）ことから，絶食はガンガゼ体内の砂等の排出に有効であると考えられた。

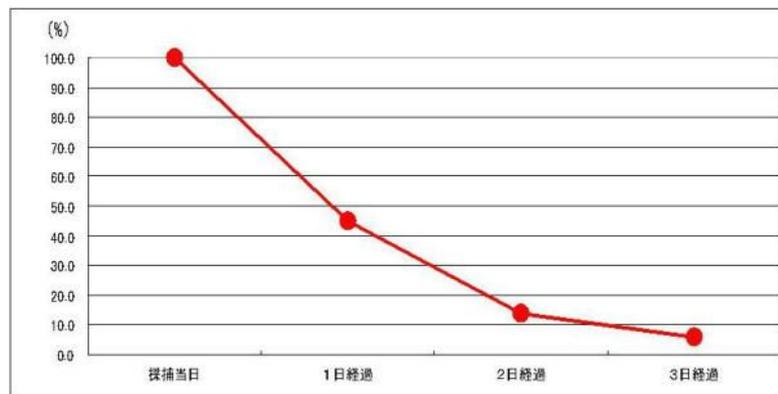


図11 ガンガゼ体内の砂等の重量推移

3 磯焼け診断調査・藻場回復指導

高山地区においては、H19年度の診断調査・藻場造成手法の提案により設置されたH19年度・20年度設置藻場礁への藻場造成指導及び追跡調査を引き続き実施したが、平成21年11月以降は、藻礁上のホンダワラ類幼体が確認できなくなり、マクサやトサカノリが僅かに見られる程度であった。H19～20年度に水産高校がウニ除去を実施した岸の浅い部分は、漁協青壮年部がウニ除去を継続して実施しているとのことで、ウニ類が昨年までより少なく、マクサが増加した印象を受けた(図12)。



図12 ウニ除去継続区域のマクサ等(7月)

H21年度設置藻場礁は、6月末に藻礁1

基あたり5～12個体のガンガゼが蟻集していたためウニ除去を実施したものの、11月には周辺から移動してきたと思われるガンガゼが藻礁1基あたり3～10個体見られ、ホンダワラ類幼体は確認できなかった(図13)。ガンガゼの摂食活動により、フジツボなどの付着生物も少ない状況であり、ガンガゼの食圧が相当高いことがうかがわれた。

当海域は、ウニの食圧が非常に高いと考えられることから、ウニの食圧が比較的小さい場所(ホンダワラ類等がいくらかでも残っているような場所)を見つけてウニ除去を継続して実施していくことが必要と思われた。



図13 平成21年度設置藻礁の状況

鹿児島海藻パーク推進事業 - (藻場環境モニタリング調査事業)

久保満，徳永成光，吉満敏

【目的】

これまで藻場や磯焼けの現状把握や磯焼けの継続原因，各環境における藻場回復技術の開発を行ってきた。

本事業では，それらの知見を活かし，地域の活動組織が環境・生態系保全活動に取り組む中で必要となる定期的なモニタリング調査を行い，藻場を維持，回復するための活動を支援する。

【方法】

定期モニタリング調査

指宿地区藻場保全会，山川地区藻場保全会が実施する藻場造成場所において，ライン調査によるモニタリング調査及び藻場造成技術指導や日常モニタリング技術指導等を行った。

調査回数

2回（平成22年度における藻場の繁茂期1回および衰退期1回）

調査場所

指宿地区藻場保全会（図1）

指宿周辺（指宿北，指宿南），指宿岩本周辺（岩本沖）

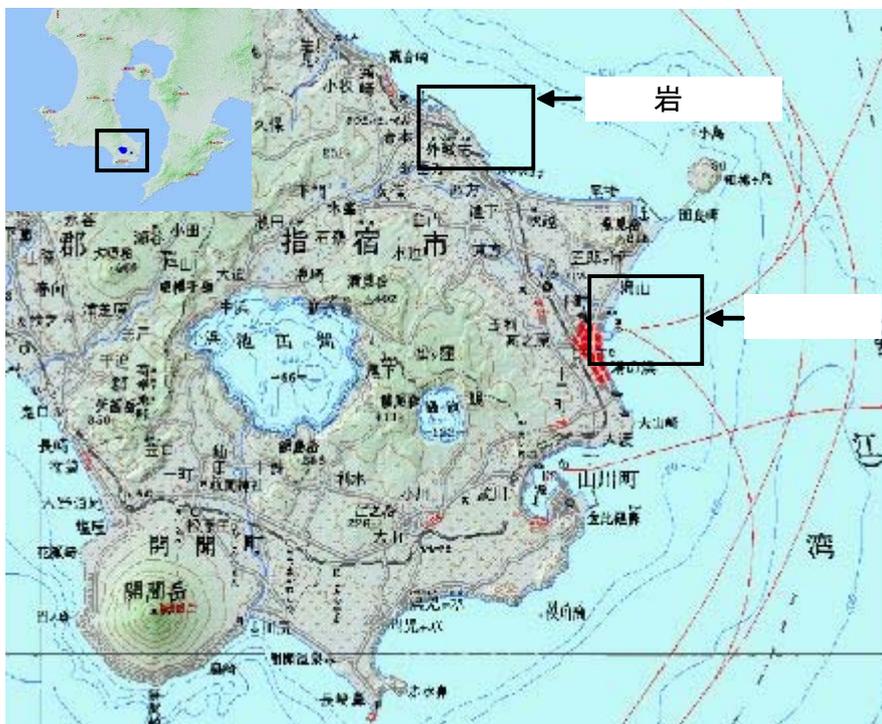


図1 指宿地区藻場保全会 定期モニタリング位置図

山川地区藻場保全会（図2）

山川港周辺（外港東，牧場下），浜児ヶ水周辺（竹山下，浜児ヶ水沖）

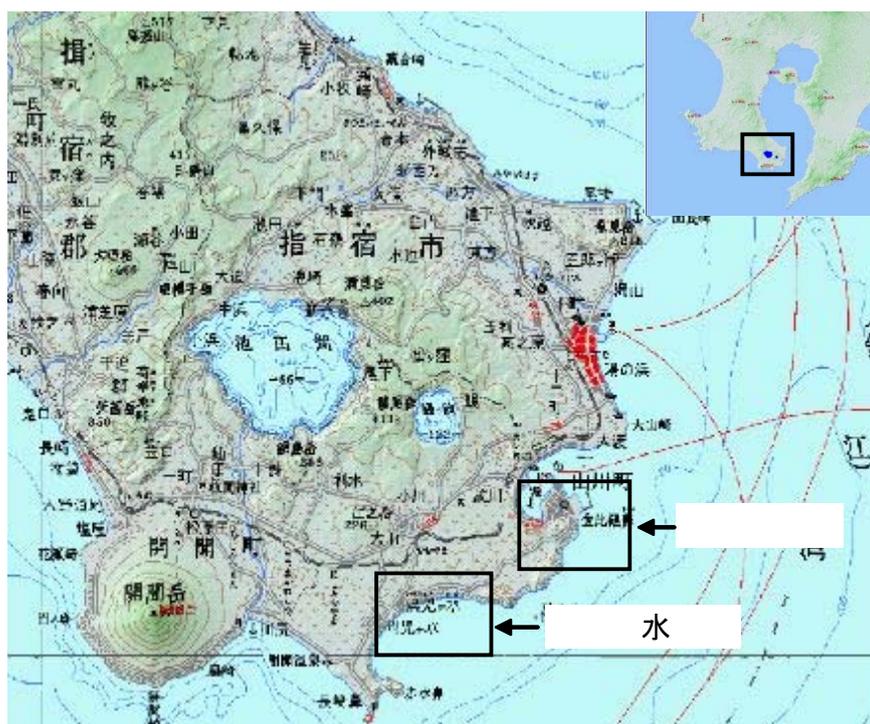


図2 山川地区藻場保全会 定期モニタリング位置図

調査内容

藻場保全会が設定した調査ラインにおいて，潜水によるライトランセクト法（以下ライン調査）により下記項目の調査を行った。

（調査項目等）

- (1) 水温
- (2) 底質
- (3) 海藻草類被度・種類
- (4) 植食性魚類の食痕の有無
- (5) 浮泥の堆積状況
- (6) ウニ類、小型巻貝密度
- (7) 各調査ポイントの状況写真

調査時期

指宿地区藻場保全会

指宿周辺 - 第1回：平成22年6月24日，第2回：平成22年9月30日

指宿岩本周辺 - 第1回：平成22年8月25日，第2回：平成22年10月15日

山川地区藻場保全会

第1回：平成22年6月10日，平成22年6月22日，第2回：平成23年1月26日，平成23年2月2日

藻場の維持，回復手法の指導

県内における環境・生態系保全活動活動グループが藻場を維持，回復するための活動を行っている。自主的な藻場造成を取組む上で知見不足であるため，その活動において，藻場造成技術やモニタリング手法等の指導・助言を行い支援する。

【結果及び考察】

定期モニタリング調査

指宿地区藻場保全会，山川地区藻場保全会の定期モニタリング調査の結果は，各活動グループに報告している。

指宿地区藻場保全会

1 指宿周辺

平成22年6月24日，食害生物除去と母藻設置が実施された当海域を，定期モニタリング調査ラインに設定し，今後，取り組みの効果を定期モニタリング調査で確認していくことになった。現状では中層網が設置されており，ラインを設置しての調査ができなかったため，平成22年度の1回目の定期モニタリング調査(6/24)は中層網に付けた母藻の状況確認と海底の海藻の状況確認を実施することとなった。

そのため，調査内容は，(1)食害生物除去と母藻設置を実施した海域の追跡調査（中層網に付けた母藻の状況確認と海底の海藻の状況確認），(2)平成21年5月下旬に指宿漁協が設置した簡易藻場礁の追跡調査とした。

平成22年9月30日，指宿北，指宿南のライン調査を実施し，衰退期の水温，底質，海藻草類被度・種類等の調査を行った。

1) 指宿周辺

(1) 平成22年6月24日調査

(ア) 食害生物除去と母藻設置を実施した海域の追跡調査（中層網に付けた母藻の状況確認と海底の海藻の状況の確認）

設置されている中層網上の母藻はほとんど流失している状態であった。

海域は砂地に小礫～大礫が積まれた人工の瀬礁となっており，以前にはホンダワラ類が繁茂していたとのことである。現在は，石の表面は全面をフジツボが被っているような状況で，瀬礁上に藻類はほとんど見られない状況であった。砂地との境付近には，少量のナガミルと一株のみホンダワラ類のマジリモクが見られた。

このマジリモクについては，隣接した簡易藻場礁に平成21年に設置していた母藻由来であると考えられた。

平成21年には大量のガンガゼを主とするウニ類が観察され，藻場形成阻害要因がウニの食害であると判断された。今回の調査では，食害生物除去としてウニ類の除去が実施されていたため，ウニ類は非常に少なく，ガンガゼ，ナガウニがわずかに見られたのみであった。

(イ) 平成21年5月下旬に指宿漁協が設置した簡易藻場礁の追跡調査

平成21年に設置された2基の藻礁には，母藻と同種のホンダワラ類（マジリモクやヤツマ

タモク)やナガミルが着生していた。

設置場所周辺は砂地で近くに藻場等はなく、藻礁設置時に隣接する瀬礁にはホンダワラ類が確認できなかったこと、また、今回の調査で母藻と同種のホンダワラ類の着生が確認されたことから、当海域において母藻設置が藻場回復の有効な方法であると判断された。

なお、藻礁上にはシラヒゲウニが1個体確認されただけであったため、ウニの食害はほとんど無かったと判断されるが、1基の藻礁はホンダワラ類の着生数が少なく藻体長も短かいため、魚の食害があったと判断される。しかし、藻体がある程度残っていることから、当海域では魚による食害の影響は比較的小さいと判断される。

(2) 平成22年9月30日のライン調査

(F) 指宿北

ライン長は33mで、最深部はライン0,29,30,33 m 地点の水深3.5 m (潮位換算後)であった。

底質は、始点から26m付近までは大礫に小礫混じり、29 m に砂地に大礫の密集する地点があり、30m からは砂地に大礫が点在した。

海藻は、衰退期でもあり、ライン上に小型紅藻類、無節石灰藻が見られたものの、大型海藻類は幼芽しか見当たらなかった。ホンダワラの芽については、0,20,23,33 m で確認でき、芽株数は50 cm×50 cm枠に1~2株であった。

ウニ類は、ナガウニ主体に0~5個/m² 見られた。

(1) 指宿南

ライン長は24 mで、最深部はライン0 m 地点の水深4.2 m (潮位換算後)であった。

底質は、始点から13 m付近まで砂に大礫混じり、13 m~27 mは大礫であった。

海藻は、0~13 m でホンダワラの芽が50 cm×50 cm枠に1~16株見られた。

ウニ類は、ライン上全てに見られ、ガンガゼ(稚ウニ)主体に1~3個/m² 見られた。

2) 指宿岩本

当初、食害生物の除去と母藻設置を定期モニタリング調査ライン上で実施し、秋以降の定期モニタリング調査で保全活動の効果を確認していく計画であったが、母藻設置等の保全活動が調査ラインとは別の区域に変更されたため、平成22年度の2回目(8/25)、3回目(10/15)の定期モニタリング調査は、保全活動実施海域の追跡調査として、ホンダワラ類幼体の着生状況の確認等を実施した。

(1) 平成22年6月24日調査

ライン調査を実施し、繁茂期の水温、底質、海藻類被度・種類等の調査を行った。

ライン長は379mで、最深部はライン102,111 m 地点の水深3.0 m (潮位換算後)であった。

底質は、始点から7 m 付近まで岩盤で、4~7 m は小礫堆積、8 m~17 m は小礫で一部に砂が堆積。18 m以降は砂地で、小礫や大礫が散在している。

海藻は、始点付近にヒジキが繁茂し、水深が深くなるにつれ、ヤツマタモク、マメタワラが生育していた。18~47 m 付近にかけてはヤツマタモクが優占するガラモ場が形成され、以降

はヤツマタモク，マメタワラが混生し，一部で濃密に繁茂していた。調査海域の広くを，シオグサ類が覆うように繁茂し，その下にヤツマタモク，マメタワラ，ワカメ，ウミウチワ，無節石灰藻，有節石灰藻，小型紅藻類，ミル等が生育していた。

ウニ類は，3～17 m，48～101 mでガンガゼ主体に2～33個/m²，146 m以降はラッパウニが0～1個/m² 見られた。

(2) 平成22年8月25日調査

食害生物の除去および母藻設置後の追跡調査(ホンダワラ類幼体の着生状況確認)を行った。砂地上の石(長径20～50 cm程度)1個あたりに1～9株のホンダワラ類の芽が確認された。藻体長は平均25 mm，最大59 mmであった。

中層網設置用のサンドバック上にも芽が確認され，中層網を用いた母藻設置による種苗添加効果とウニ除去による食害防止効果があったと判断される。

ガンガゼやラッパウニが散見されるが，ウニ類は少ない状況であった。

天然石表面にカイメンの一種が着生している状況が随所に見られ，ホンダワラ幼体がカイメン類に被われるような状況も見られた。中層網と同時に設置された網固定用のサンドバックにもカイメン類が着生していた。

(3) 平成22年10月15日調査

食害生物の除去および母藻設置後の追跡調査。

中層網式の母藻設置場所中央部に設置した砂袋を基点として，東西南北の四方向に5 m間隔でホンダワラ類の50×50cmあたりの藻体数と，藻体長を測定し，ホンダワラ類幼体の着生状況，分布状況を確認(調査は鹿児島水産高校海洋科栽培工学コースとともに実施)した。

藻体密度の分布を見ると，基点から15～20m離れると密度が減少している。藻体長は基点から15mまでは平均50mm以上であるが，15m以遠は20～30mmと小さくなっている。基点から15mまではガンガゼが見られず，20m付近から出現が見られた。これらより，10月時点のウニ除去と母藻設置による種苗供給の効果は，基点から15～20mの範囲まで及んでいると考えられる。なお，基点から30m以遠に高い藻体密度が見られたが，ウニ除去前のホンダワラ類の分布状況がわからないものの，藻体分布状況等から天然藻場域であった可能性が高いと考えられる。

8月の調査結果と同様に，母藻設置場所周辺のウニ類は少なく，ガンガゼやラッパウニがわずかに見られる程度であることから，10月時点においてもウニの食害は低く抑えられていると考えられた。

藻体には，魚による食害痕が一部の藻体に確認されるが，今のところ藻場の形成に影響を与えるほどではないと考えられる。

天然石表面を被うカイメン類については，比較的短期間で着生範囲が拡大しているようであった。今後，更にカイメン類が拡大した場合，ホンダワラ類等が着生可能な基質面が減少することが懸念される。

山川地区藻場保全会

1 外港東

ライン長は6月が150m，2月が153mで，最深部はライン120m地点の水深4.8m(潮位換算後)であっ

た。

底質は、始点から107 m付近まで砂地に大礫・転石, 108 m~120 mは岩盤(115 mまで砂が覆う), 121~139 mは砂地に転石が点在し, 139~145 mは転石帯, 以降は砂地に転石, 大礫が疎に見られ, 153 mから砂となった。

底質は、全体的に砂地に大礫 転石であった。2月には砂の移動のためか, 107 m ~ 終点に岩盤が見られた。

海藻は、6月には、始点から146m までガラモ場(コナフキモク, コブクロモク, マジリモク, トサカモク混合藻場)が形成されていたが, 120~130 m は基質が少なく藻場が中抜けしていた。その他にワカメ, ウミウチワ, フクロノリ, ヤハズ, カバノリ, 有節石灰藻, 小型紅藻類が見られた。

2月にはライン上の各所で5~15株/m² のホンダワラ類の幼芽が見られたが, ウニ類の多い場所では食害により幼芽が見られないところがあった。その他にワカメ, ヘラハヤズ, カバノリ, フクロノリ, カゴメノリ等が見られた。

ウニ類は、6月にライン上0 m ~140 m でガンガゼを1~10個/m² , 2月にライン上, 1 m ~ 68 m でガンガゼ主体に1~15個/m² , 139~145 m でガンガゼ主体に19個/m² 見られた。

2 牧場下

ライン長は6月が118 m, 2月が132 m, 最深部はライン118 m 地点の水深1.0 m(潮位換算後)であった。

底質は、始点から40 m 付近まで大礫・小礫, 41 m ~117 m は砂地に大礫, 118 m 以降は砂であった。

海藻は、6月には28~40 m にイソモク, 111~117 mにホンダワラ類の藻場が形成されていた。その他にトサカモク, フタエモク, ウミトラノオ, 小型紅藻類が見られた。

2月には、岩上を主体に79 m~123 mでホンダワラ類の幼芽(多いところで10~20株/m²), 20 m ~64 m, 79~91 m にイソモクが見られた。その他にワカメ, ウミウチワ, ヘラハヤズ, カバノリ, フクロノリ, 有節石灰藻, 無節石灰藻, 小型紅藻類等が見られた。

ウニ類は、6月にライン上32 m で1個/m² , 58mで5個/m² , 2月にライン上44m~123 m でムラサキウニ主体に4~25個/m² 見られた。

3 竹山下

ライン長は6月が117 m, 1月が95 m で, 最深部はライン117 m 地点の水深5.2 m(潮位換算後)であった。

底質は、始点から7 m 付近まで岩盤上に大礫・小礫, 7 m ~80 m は岩盤に砂が堆積(砂にほとんど埋没した箇所あった), 80~90 m は岩盤, 90~97 m は砂地に岩盤, 以降は砂地となった。

海藻は、6月, 3 m ~97 m にガラモ場(フタエモク, コナフキモク, コブクロモク, トサカノリ, マジリモクの混合藻場)が形成され, 一部にウニ類の食害のため, 海藻が見られない場所があったが, 38 m ~90 m に濃密に繁茂していた。その他に無節石灰藻, 有節石灰藻, 小型紅藻類, ミル等が見られた。

1月は8 m ~45 m , 74 m ~90 m にホンダワラ類幼芽(5~20株/10×10cm)が見られた。その他にフクロノリ, ウミウチワ, カバノリ, ユカリ, 有節石灰藻, 無節石灰藻, 小型紅藻類等が見られた。

ウニ類は、6月にライン上全体で散見され, ムラサキウニ主体に8~26個/m² , 1月にライン上全

体で散見され、ムラサキウニ主体に5~36個/m² 見られた。

4 浜兎ケ水

ライン長は6月が162 m, 1月が171 m で、最深部はライン171 m地点の水深5.6 m (潮位換算後)であった。

底質は、始点から46 m まで岩盤・砂, 46 m は砂, 72~148 m は岩盤・砂, 162 m は砂であった。

海藻は、6月, 1~7 m, 24~89 m, 140 m 付近にマジリモクの藻場が形成され、その他にウミウチワ, マクサ等が見られた。

1月は0 m ~5 m, 34 m ~50 m にホンダワラ類の幼芽が見られた。その他にアミジグサ, ウミウチワ, 紅藻類, 有節石灰藻, 無節石灰藻等が見られた。

ウニは、6月, ライン上46 mにナガウニ3個/m² ・ムラサキウニ1個/m² , 90~129 m の岩盤にはガンガゼの蝸集が見られ、1月はライン上89~150 m にガンガゼ3~19個/m² が見られた。

藻場の維持, 回復手法の指導

薩摩川内市, 枕崎市, 指宿市, 指宿市山川, 霧島市, 錦江町, 肝付町, 肝付町高山の8地区の活動グループに藻場造成技術やモニタリング手法等の指導・助言を行った。

川内原子力発電所温排水影響調査事業

田原義雄，中村章彦，吉原芳文，石田博文，富安正藏

【目的】

昭和57年度からの継続調査で，川内原子力発電所から排出される温排水が周辺海域に与える影響を調査する。

【方法】

調査の日程，項目は下記のとおりである。調査項目は，水温・塩分，流況，海生生物「海藻類，潮間帯生物（動物）」，主要魚類及び漁業実態調査で，調査定点，方法とも前年と全て同じである。

平成22年度温排水影響調査一覧

調査項目	調査の内容	平成22年度実施時期		
		春季	夏季	冬季
1 水温・塩分	(1)水平分布		平成22年7月26日	平成23年2月3日
	(2)鉛直分布		平成22年7月26日	平成23年2月3日
2 流況	(1)25時間調査		平成22年7月26～27日	平成23年2月3～4日
	(2)15日間調査		平成22年7月25 ～8月9日	平成23年2月2～17日
3 海生生物	(1)海藻類	平成22年5月24日，27 ～28日		
	(2)潮間帯生物	平成22年5月24日，27 ～28日		
4 主要魚類 及び 漁業実態	(1)イワシ類(シラス) バッチ網	平成22年1月～12月(周年)		
	(2)マダイ,チダイ	平成22年4月～12月		

【結果】

温排水の拡散範囲は，過去と同様，放水口周辺に限られており，また，流況や周辺海域の海藻類，潮間帯生物（動物），主要魚類及び漁業実態についても，おおむね過去の調査結果の変動の範囲内であった。なお，詳細な結果については，平成22年7月12日（第1回），平成22年11月26日（第2回）に開催された鹿児島県海域モニタリング技術委員会に提出した調査結果報告書及び『平成22年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。

内水面漁業振興対策総合研究 -
(内水面魚病総合対策事業：魚介類の異常へい死)

西広海，田原義雄，柳宗悦，村瀬拓也

【目 的】

県内の湖沼河川で発生する魚介類の異常斃死事故についての相談に対し魚病診断等により原因究明とその対策についての指導を行う。

【結 果】

今年度は2件の相談があり，原因不明が1件，白点病によるへい死が1件であった。

表1 異常へい死事故の原因調査結果

発生年月日	依 頼 項 目	調査結果
H23.2.22	枕崎市尻無川でのウナギへい死事故の原因調査	原因不明
H23.3.20	薩摩川内市入来町清浦ダムでのフナへい死事故の原因調査	白点病

内水面漁業総合対策研究 - (内水面増殖技術開発事業：天降川におけるアユ生態調査)

久保満，吉満敏，徳永成光

【目的】

内水面漁業の有用種について，資源の維持増大と持続的利用を図るために，河川等における増殖に関する生態を調査する。

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は，全国的に内水面漁業や遊漁の対象として重要な魚種であり，本県においても例外ではない。本県水産振興課の調べによると，平成21年度の内水面漁業におけるアユ生産量，額はともに第1位で，約33トン・91百万円であった。特にアユの遡上時期には稚アユ採捕漁が営まれ，県内外に放流用，養殖用種苗として供給されている。

本種の資源維持のため内水面漁協等を主体にして，産卵床造成や稚アユ及び親アユの放流が行われているが，漁業生産量は漸次減少しており，その原因解明とより効果的な増殖策を求める声が高い。

本県においては，生息河川の水質や産卵，流下仔魚等の基礎データを蓄積しておらず，本種の遡上量の増減が何に起因するか判断できないことや，現在行われている増殖手法をより効率的なものとするため，水質環境や遡上，成熟，流下等に関する調査を平成16年度から実施している。

【方法】

鹿児島湾奥に注ぐ天降川において，河口から約4km～9kmの流域に4定点(ST.1～4，図.1)を設定し，定期的に水質を分析，またST.1(河口から約4km)で自己記録水温計により水温を測定した。

成熟調査は，天降川で10月から11月に月上旬，中旬，下旬の月3回，1回当たり約10尾のサンプルを購入し，生殖腺熟度指数(GSI)を調べた。また他河川の成熟状況と比較するため，米ノ津川，川内川も同様に調査を行った。

流下時期及び流下量について，平成21年度までは，11月上旬から12月下旬にかけて概ね10日おきに，ST.1(水深1m程)において，プランクトンネット(北原式，口径：30cm，全長：100cm，網目：NXX13)2基を用いて，18時から23時まで1時間おきに5分間，ネットを流して流下仔魚を採集し，10%ホルマリンで固定してセンターに持ち帰り計数した。平成22年度は，河口域の碎波帯周辺にて，11月上旬から3月上旬の稚アユ遡上期直前まで上記のプランクトンネット及びサーフネット(間口高さ1m×幅4m，網目：1mm)を用い，日中，約25m曳網して採集した。

稚アユの体重，体長等は，稚アユ採捕漁(エゴ漁)の捕獲物を，3月から概ね10日おきに測定，また耳石日周輪から孵化日を推定し，孵化時期と流下時期との関係を調べた。

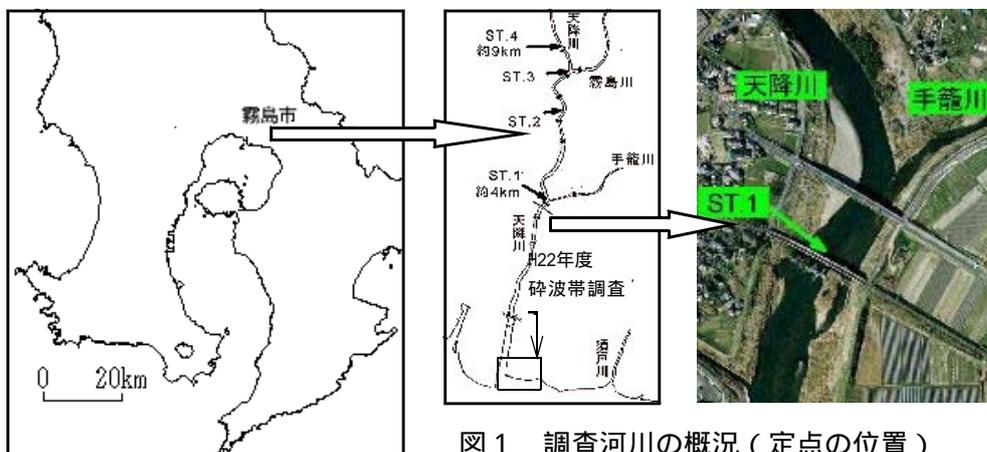


図1 調査河川の概況(定点の位置)

【結果及び考察】

水質

4 定点における測定結果を表 1 に示す。

水質(4 定点, 下表)は極端な増減はなかったが, 水産用水基準で見ると, pHは18年9月以降は殆どの調査日で基準超過となっている。また, 降雨後にBOD(繁殖2.生育3mg/L以下)やSS(25mg/L以下)が基準を超えた。

表 1 水質の測定結果(全窒素, 全リンは湖沼での基準値)

年度	pH	BOD	SS	全窒素	全リン
H.16	6.8~7.5	0.3~1.2	1.0~7.6	0.7~1.5	0.02~0.06
17	7.1~7.9	0.2~1.7	0.8~77	1.0~1.5	0.03~0.15
18	6.7~8.0	0.2~3.3	0.6~22.4	0.9~1.7	0.03~0.09
19	7.4~8.2	0.1~3.4	0.4~41	1.0~1.5	0.04~0.15
20	7.0~8.2	0.1~0.7	0.6~11.2	0.9~1.5	0.02~0.09
21	7.8~8.2	0.2~2.8	0.4~44.8	0.9~1.4	0.01~0.04
22	7.9~8.1	0.8~1.9	0.2~4.2	0.5~1.7	0.04~0.08

生殖腺熟度指数 (GSI)

生殖腺指数は個体や年によって異なるが, 成熟の早いものを見ると, 雌は10月以降に, 雄は9月下旬以降に高くなり, 産卵は10月中旬以降に開始されることをこれまでに確認している。

H22年度, 天降川のGSI変化を見ると, 雌は10月下旬に, 雄は9月下旬から高くなっている。雌は, H17, H21年同様11月中旬にピークとなり, 11月下旬に産卵を終えていると思われる(図2)。

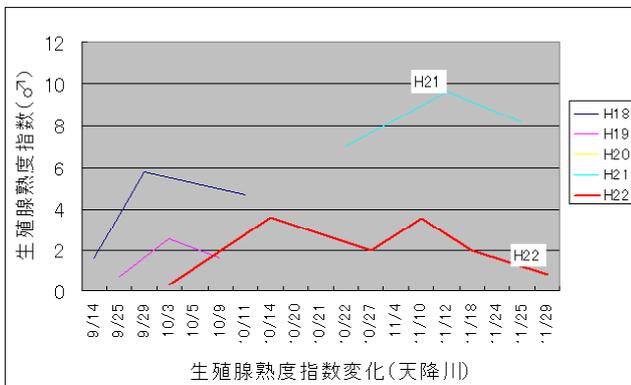
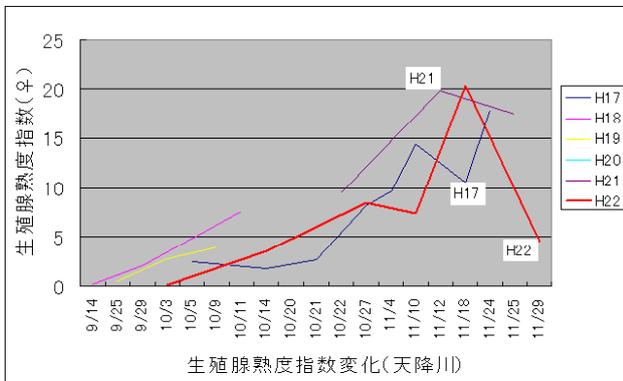


図 2 生殖腺熟度指数の年別変化(上: 雌, 下: 雄)

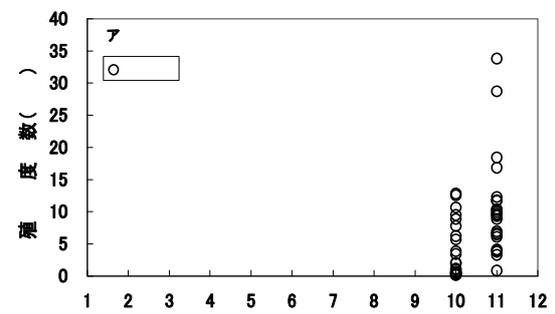
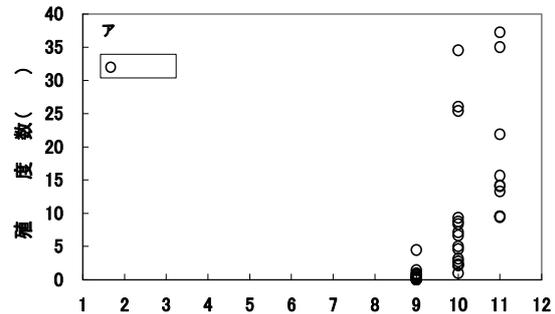
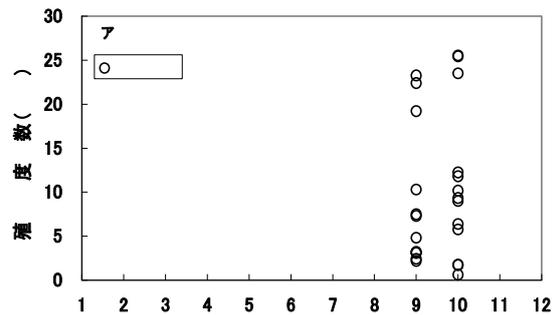


図 3 河川別生殖腺熟度指数の経月変化

次に、米ノ津川、川内川、天降川の3河川を比較した。米ノ津川では9月、川内川では10月、天降川では11月に高いことから、産卵前線が南下する傾向が見られる(図3)。

魚体サイズは、全長で雌152 mm、雄156 mm、体重は雌47g、49gが成熟最小個体であると思われる(図4, 5)。河川別に見ると、米ノ津川は15~21cmの範囲でモード19cm、川内川は19~31cmの範囲でモード23, 24, 26cm、天降川は18~26cmの範囲でモード21cmであった。米ノ津川は小型魚が多く、川内川は大型魚が多いことが分かった。いずれも完熟しており、成熟に差は見られなかった(図6)。

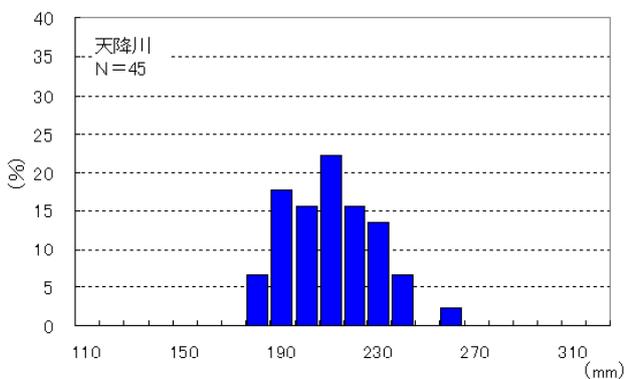
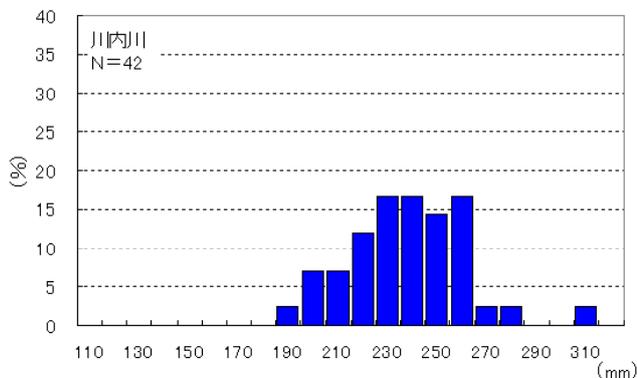
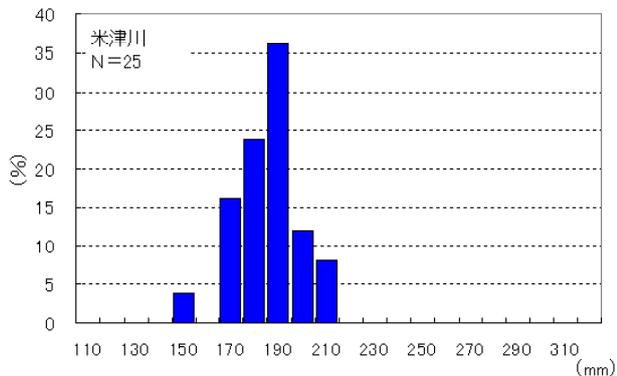


図6 河川別産卵親魚体長組成

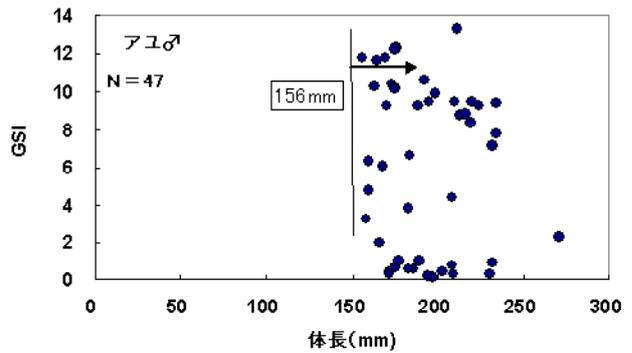


図 体長とGSIの関係

図4 体長とGSIの関係(上:雌,下:雄)

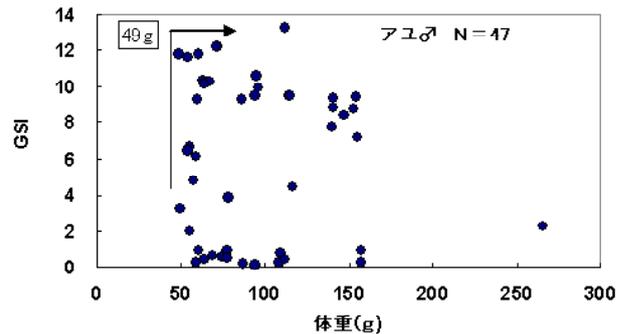


図 体重とGSIの関係

図5 体重とGSIの関係(上:雌,下:雄)

流下仔魚

平成21年度までの調査結果では、11~1月に流下が見られ、11月中~下旬がピークであった。時間帯は21~22時がピークであった。18年度と19年度は12~1月上旬もやや流下量が多かった。20年度は11~12月がピークで、その後も例年の2~3倍の流下が続いた。21年は11月下旬にピークが見られた(図7)。

22年度は河口域の砕波帯周辺にて、11月上旬から3月上旬の稚アユ遡上期直前まで漁獲調査を行った(図8)。

調査では、シラス状態の仔アユを採捕することに成功し、徐々に大型化することを確認できた。しかし、他県で採用しているサーフネットを新たに用いるなど、採捕を試みたが、シラスから変態して魚になった状態を採捕することはできなかった。これは、魚の移動が速いためにサーフネットでは漁獲が困難であったこと、分

布が調査地点より深場であったこと等の可能性が考えられる。

遡上稚アユ（孵化時期）

平成22年度の稚アユ採捕状況は、2～3 kg/日の採捕で、多い日で50 kg（5採捕場）であった。サイズは中流域で3月解禁当初2g以下であったが、3月下旬に6～7g、4月上旬は6g主体であった。

採捕された稚アユの耳石日周輪紋数から孵化時期を推定した。4月9日に採捕した18個体は11月:16%、12月:16%、1月:42%、2月:26%であった。4月16日に採捕した31個体は11月:10%、12月:29%、1月:58%、2月:3%であった。いずれも1月生まれ群が主体であった（図9）。

前述のGSIによる産卵時期推定及び流下仔魚調査結果と比較すると孵化時期のピークにズレがあることから、さらにデータを積み重ね精査する必要がある。

遡上量と流下量の関係

これまで、稚アユ採捕による遡上量と流下仔魚調査による流下量の間には正の相関が見られている（図10）。

このことは、河川内において、ある一定レベルの生残が保たれている可能性を示唆している。

しかし、今のところ流下量と遡上量の間には明確な相関は見られていない（図11）。

その大きな理由は、流下から遡上までには、海域で生活する期間があるためで、海域における生残率等が遡上量に影響を及ぼしていることが考えられるが、それらのデータを得ることは容易ではない。

今後、砕波帯における稚仔魚採捕データを積み重ねるとともに、気温や水温との関係からも詳細に検討することとしたい。

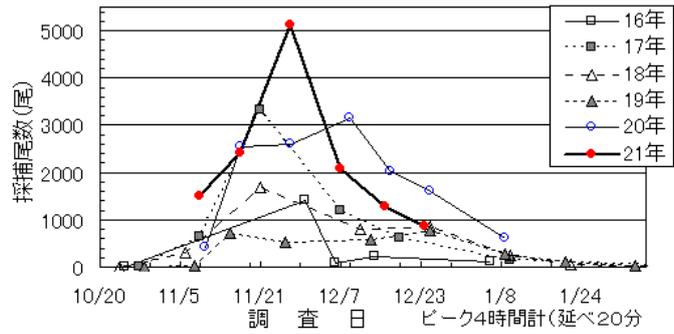


図7 年別流下仔魚採捕尾数の推移

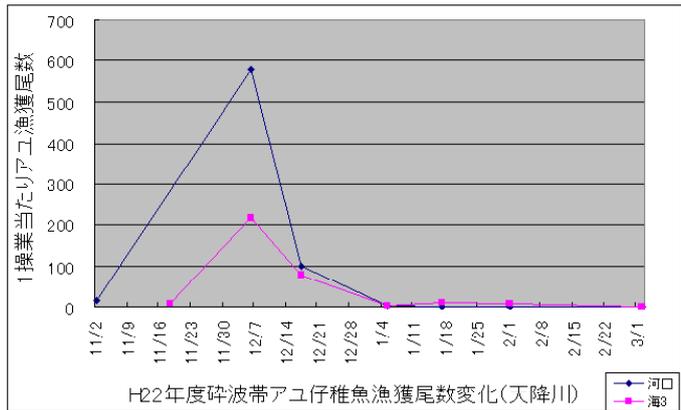


図8 砕波帯における漁獲尾数変化

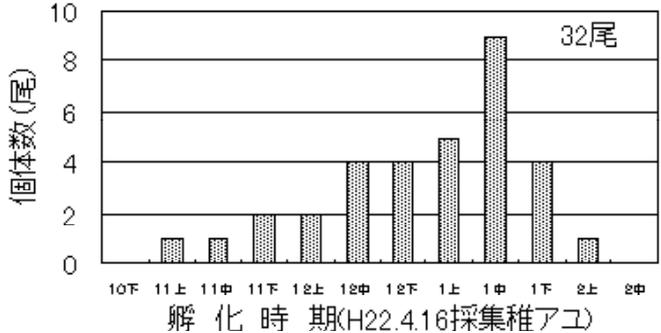
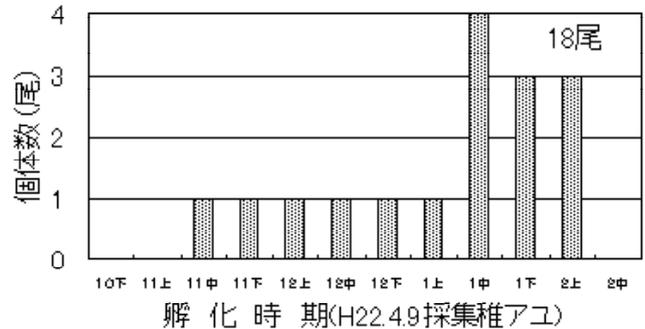
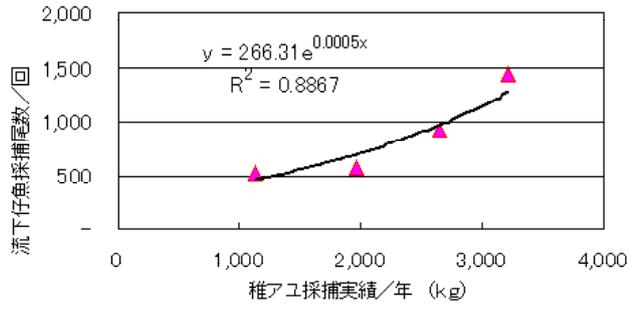
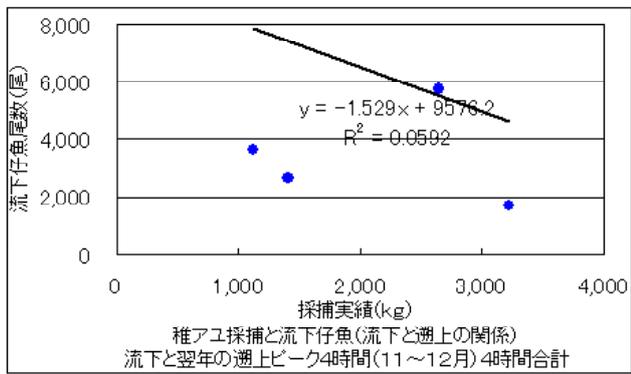


図9 耳石日周輪紋数からの孵化日推定



稚アユ採捕と流下仔魚(遡上と流下の関係)

図10 遡上と流下



稚アユ採捕と流下仔魚(流下と遡上の関係)
流下と翌年の遡上ピーク4時間(11~12月)4時間合計

図11 流下と遡上

奄美等水産資源利用開発推進事業 - (沿岸域資源利用開発調査：藻場造成試験)

吉満敏，徳永成光，久保満，田原義男

【目的】

奄美海域においてホンダワラ藻場(ガラモ場)の造成手法を開発し，奄美群島の水産資源増殖に資する。

【方法】

調査地は，内湾性藻場を瀬戸内町白浜，宇検村佐念としリーフ性藻場を奄美市笠利町佐仁，用とした(図1)。



図1 試験地

* 内湾性藻場：波当たりの弱い内湾に形成される藻場

底質は人頭大の石が混じる砂地で，リーフ性藻場に比べ構成種は少なく，マジリモクで構成される藻場が多く見られる。主に3～4月にかけて成熟して幼胚放出が行われる。

* リーフ性藻場：リーフ内に形成される藻場

底質はサンゴ由来の岩盤で，薄く砂(有孔虫やその死骸等が由来)が被っている。キレバモク，チュラシマモクなど8～10種で藻場が構成され，7～9月に成熟して幼胚放出が行われる。藻体は周年確認できるが，毎年伸長し藻場を形成するとは限らない。

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

データロガー(オンセット社製小型防水式自動計測器：ティドビッド)を調査地及びその周辺に設置し1時間ごとの水温測定を行った。また，調査時に海水を採取し栄養塩等を測定した。

2) 天然藻場調査

試験地において，ホンダワラ類の着生密度，藻体長の調査・測定を行った。

2 小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場(核藻場型造成試験)

A 瀬戸内町白浜

平成17年4月に設置した階段状基質(図2，基質面の高さ：最上段48cm，以下30，18，12，6，6cm)2基及びその周辺に投入した山石に生育するマジリモクの藻体長，着生密度を測定した。

また，藻場拡大のために平成22年3月に投入した山石に母藻を設置し幼胚を着生させて経過観察(藻体長，着生密度等の測定)を行い，階段状基質を主体とした核藻場型造成について検討した。

B 宇検村佐念

昨年度，白浜における階段状基質による核藻場形成の再現性を見るために，平成21年3月に階段状基質(基質面の高さ：最上段48cm，以下36，24，18，12，12cm)2基を設置し，幼胚を着

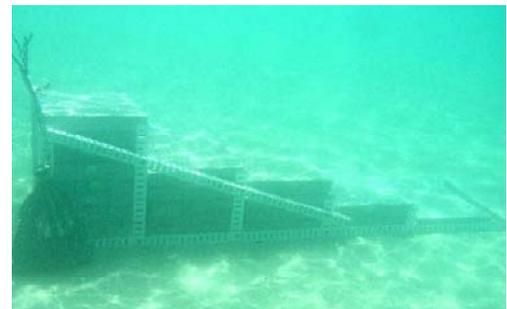


図2 階段状基質全景

生させ経過観察したが、白浜での結果を再現するには至らなかった。このことから、この結果の再確認と問題点を把握するため、平成22年4月21日に母藻(成熟を確認した白浜産マジリモク)を設置し、幼胚の着生と経過観察(藻体長、着生密度等の測定)を行った。

また、階段状基質の1基に食害防除カゴ(ステンレス製、角型、40×38×22cm)を設置し、食害の有無と防除効果の確認を行った(図3)。途中、マジリモクの初期生残が思わしくなかったことから、当地の波打ち際に繁茂するキレバモクを11月25日に移植して試験に供した。

* 核藻場：藻場を再生するに足る幼胚を供給できる最小単位の海藻群落



図3 食害防除カゴ(佐念)

2)リーフ性藻場(奄美市笠利町佐仁)

佐仁では1年おきに藻場が形成されており、その特殊性から食害による影響を疑いつつも、食害の影響を確認していなかったことから、サンゴ礁及び平成12年前後に設置したブロックに食害防除カゴ(角型、40×38×22cm)を、平成23年4月と5月に各1個設置し、その内外で経過観察(藻体長、着生密度等の測定)を行った(図4)。



図4 食害防除カゴ(角型)

また、9月に幼芽からの生長過程を観察するため、新たに食害防除カゴ3個(ステンレス製、丸型、直径18×20cm)を設置した(図5)。



図5 食害防除カゴ(丸型)

【結果及び考察】

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

ガラモ場形成と水温・水質との関係については、これまでも明確な関係が見いだせないことを報告しており、ガラモ場が1年おきに形成される佐仁の水温(12~3月:20年度報告で影響を疑った時期)でも、藻場形成との因果関係は認められなかった(図6)。

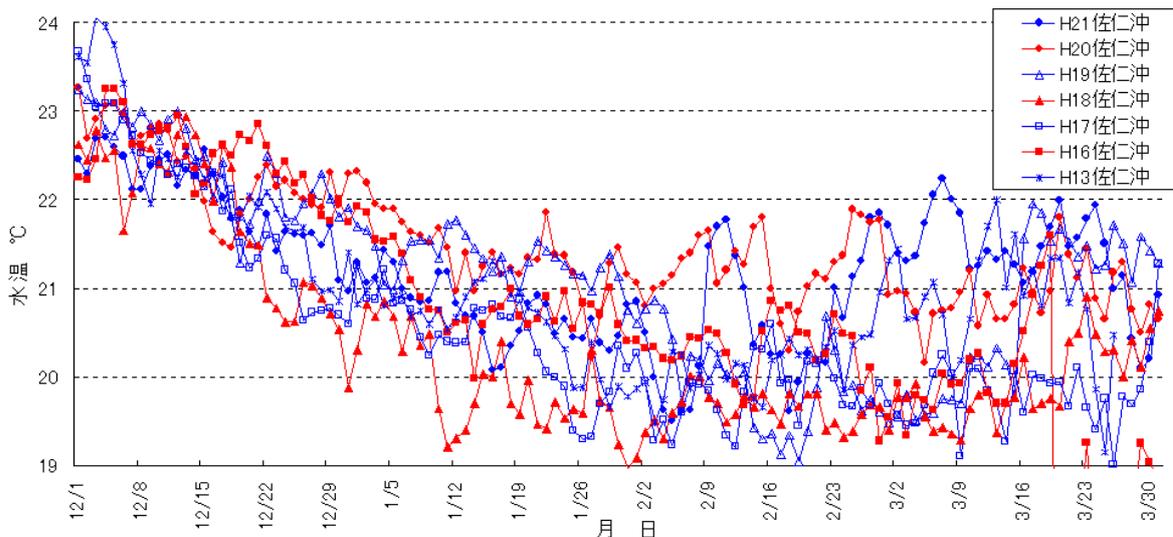


図6 佐仁沖12月~3月平均水温 *赤が藻場が形成された直近のデータ

2) 天然藻場調査

内湾性藻場

白浜：平成14年度を最後にガラモ場の形成が確認されていなかったが，平成22年3月にはマジリモクを基質ごと移植したことや付着基質面の更新により，一部藻場と言える状態まで回復(21年度報告)がみられた。

その後は藻体の生長に伴い，5月中旬には枯死流出したが，平成23年1月には藻体が目につき始め，2月には遠目にも確認できるまでに生長し，3月には疎らではあるが藻場らしい景観となった(図7)。

この間，平均藻体長は1月まで1～3cm前後で推移したが，その後は急に伸長し，2月に12cm，3月に90cmとなり，1.5m前後に生長した藻体もみられた(図8)。

なお，藻体には食害痕がみられており，食圧の程度によっては，今後，藻場の形成に影響を与える可能性もある。

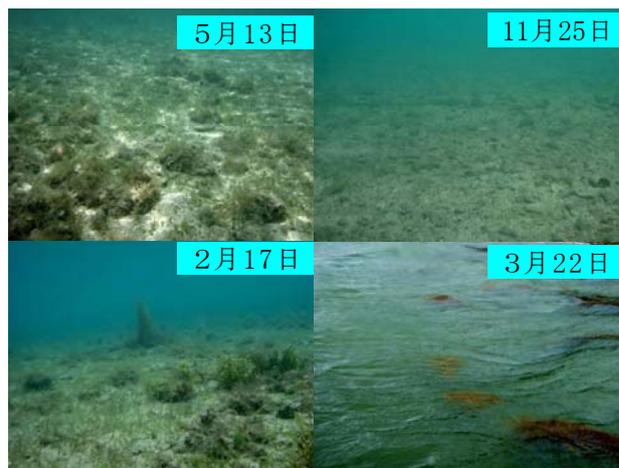


図7 白浜の景観変遷(3月は濁りのため海面を撮影)

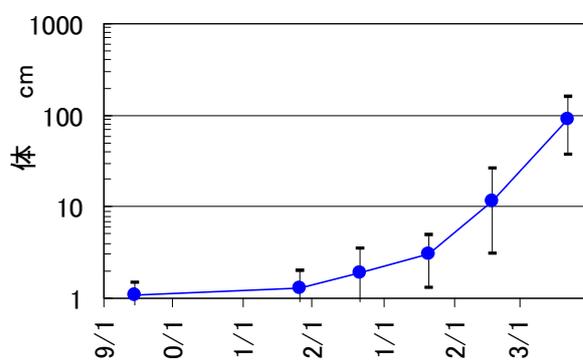


図8 平均藻体長の推移(白浜礫場)

佐念：岸近くの礫場にキレバモクが生育しているが，平成22年2月には目立たなかった藻体が伸長し始め，4月には藻体長30cm前後に生長し，帯状に藻場を形成した。その後，5月には藻体が倒れ始め，7月の調査時には茎をわずかに残し枯死流出していた。その後は新規加入した幼芽は確認できたが，再生個体を含めてほとんど伸長せず，平成23年3月になっても藻体長は4cm前後であった(図9，図10)。

これは，詳細は食害試験結果で後述するが，藻体に食害痕がみられることから，食圧が高かったことにより，藻長が3月まで伸長しきれなかったものと考えられた。



図9 佐念の景観変遷

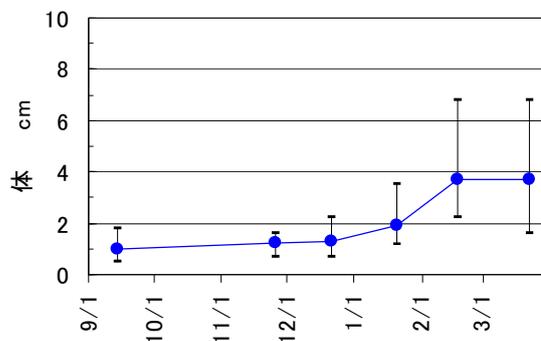


図10 平均藻体長の推移(佐念礫場)

リーフ性藻場

笠利町の調査地における平成12年以降のガラモの藻場形成状況を表1に示す。

平成22年度は、佐仁、用ともにガラモ場は形成されなかった。なお、佐仁では調査開始からこれまで1年おきにガラモ場が形成されている。

佐仁では例年9月には幼芽が見え始め、12月頃は一見何も無いような場所でもサンゴ砂に埋没した小さな藻体が確認される。平成17年、19年のように順調に生長する年は、4月頃から急に伸長し7～9月には藻体長は40cmを超えるが、その翌年はあまり伸長せず、10cmにもみたくないまま推移している(図11)。4～5月に藻体長に差が生じ始めることから、この時期に何らかの阻害要因が生じていることが疑われた。

表1 佐仁・用における藻場形成状況

年度	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
佐仁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

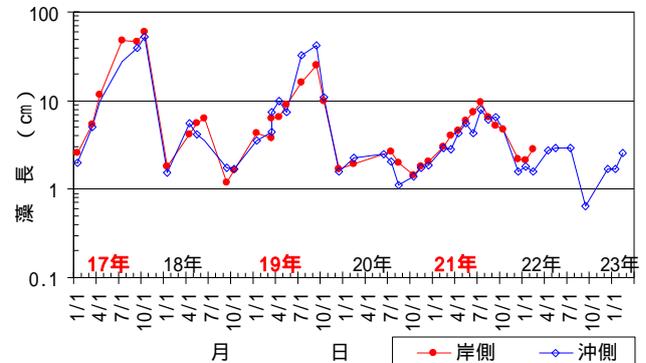


図11 平均藻体長の推移(佐仁)

2 小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場

A 瀬戸内町白浜

これまでの試験により得られた階段状基質上(3段目を抽出)の平均藻体長の推移を図12に示す。例年、階段状基質では1月までは4cm前後の藻体長で推移するが、2月から急に伸長し、4月に最大となり2m前後の藻体となる。藻体には少なからず食害痕がみられ、年によっては藻体が伸長しきれないことがあるが、藻体が伸長する2月～3月に差が生じることから、この時期に来遊する魚類の食圧が強かったため、伸長する時機を逸したものと推察される。

階段状基質周辺に新規に投入した山石には、順調に幼胚が着生・生長し、また階段状基質から離れた場所で行った離石型造成

手法でも藻体が生長し、藻場が形成された(図13, 図14)。階段状基質上の藻体も、これまで同様に密度を保ち順調に生長したことから、3月には小規模藻場が形成された(図15)。当地においては、階段状基質が核藻場として継続的に機能しており、階段状基質と周辺への着生基質投入等による造成手法が有効であることが示された。ただし、当地は砂の堆積や基質の埋没があるため、藻礁及び周辺基質の管理(堆積物の除去、幼胚の追加補給等)が必要であり、また前述した魚類による食害対策も食圧の程度によっては必要となる可能性がある。

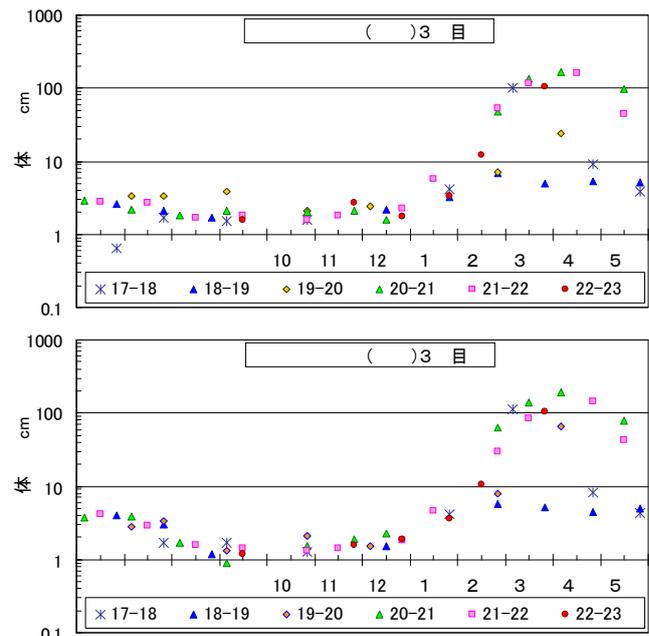


図12 平均藻体長の推移(階段状基質)

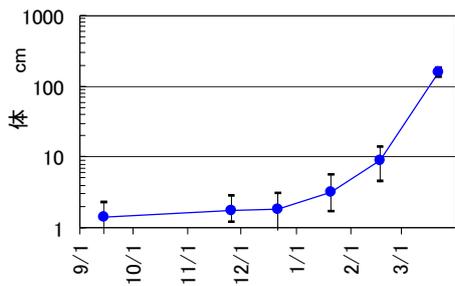


図14 離石型手法による藻場造成の経過

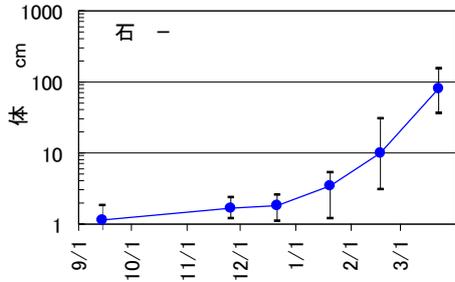


図15 階段状基質及び周辺の藻場造成の経過

図13 平均藻体長の推移(投入山石)

B 宇検村佐念

階段状基質については、昨年同様、南側では藻体はほとんど見られず、北側では藻体は見られるが伸長しなかった。北側は食害痕が見られ、昨年のマジリモクを用いた試験でも、種類は不明であるが魚類による食害を確認しているが、南側は浮泥が堆積し、塩分差による揺らぎも見られるため水質環境の影響も大きいと思われた。

昨年に続きマジリモクによる藻場造成が不調であったこと、またマジリモクの生育環境としての問題も疑われたことから、当地の波打ち際の礫場に生育するキレバモクを用いて、階段状基質に設置した食害防除カゴ内外で藻体の経過観察を行った。

平均藻体長の推移を図16、経過写真を図17に示す。

藻体は移植(11月25日)時に1cm前後で、食害防除カゴの内外とも、1月まではほとんど伸長しなかった。その後、2月にかけて伸長し3月の調査時にはカゴ内では藻体がカゴ全体に広がり、平均藻体長は18cmで、一部はカゴの高さ以上に伸長していた。当地におけるキレバモクの伸長期は1月以降からと判断される。

一方、カゴ外の藻体は伸長しきれず、3月でも平均1.7cmと短かった。波打ち際の礫場に生育する藻体も伸長できない状況があり、昨年と異なり3月まで藻場らしい景観は見られなかった。

当地においては、キレバモク藻体は伸びようとしても食害を受けて伸長しきれない状況が、1月以降継続していると推察された。

今後の課題としては、食害種の把握や防除対策の検討があげられるが、昨年度報告のとおり魚類による食害防除は困難である。

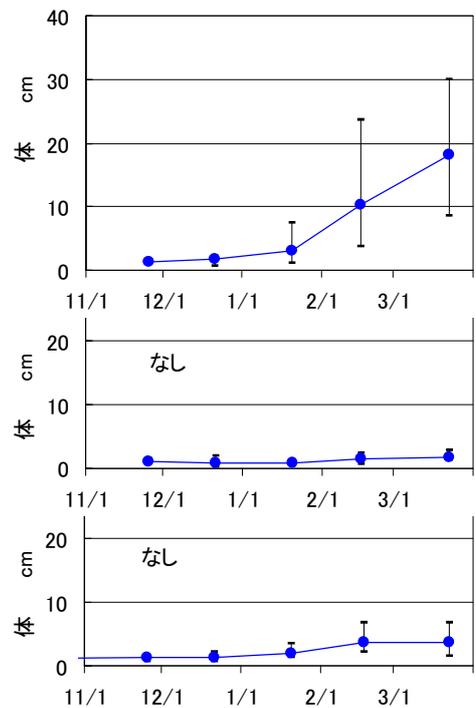


図16 平均藻体長の推移(佐念食害試験等)

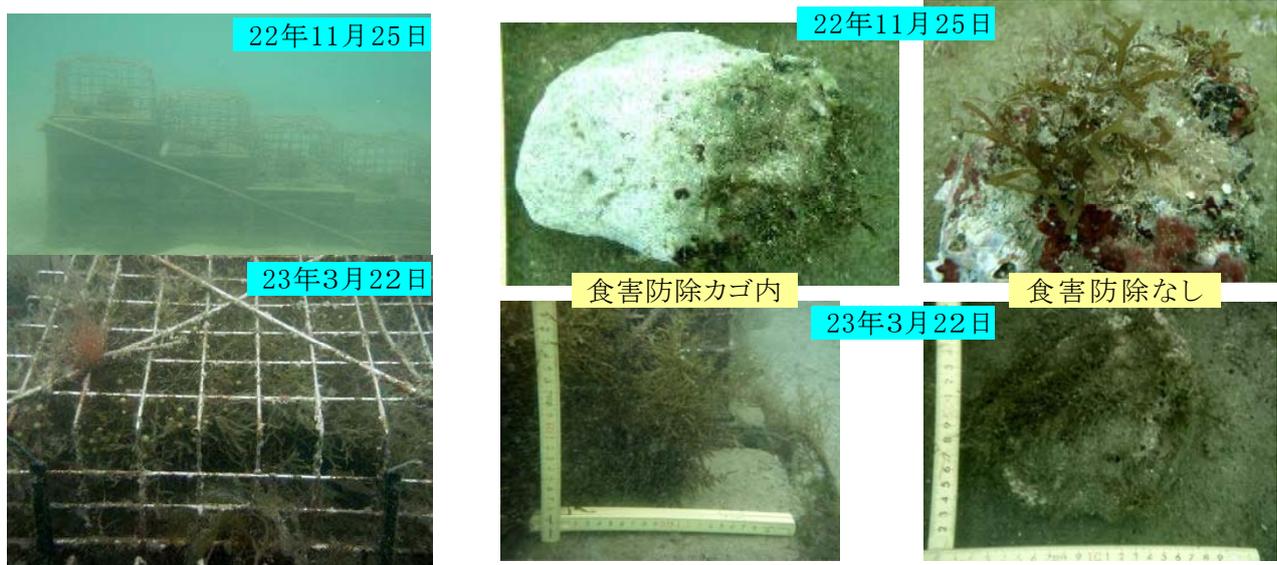


図17 食害防除試験の経過写真（佐念）

2) リーフ性藻場（奄美市笠利町佐仁）

サンゴ礁に設置した食害防除カゴは時化により流出したが、ブロックに設置したカゴは残り、防除効果の確認ができた。5月14日のカゴ設置時の藻体長は3cm前後だったが、7月9日にはカゴ内だけ藻体が15cm前後に伸長し、防除のない周辺の藻体は短いままであったことから、当地でも少なからず藻場形成に食害が影響していることがわかった(図18)。9月15日に新たにカゴ3ヶを設置し経過観察しているが、2月までカゴ内外での差は明確ではなかった。

当地は1年おきに藻場が形成され特異的な場所であり、その解明のため水質環境による要因を探ってきたが、今回、食害防除で藻体が伸長することを確認したことから、水質環境だけでなく食害との複合的な要因を探る必要があると思われる。

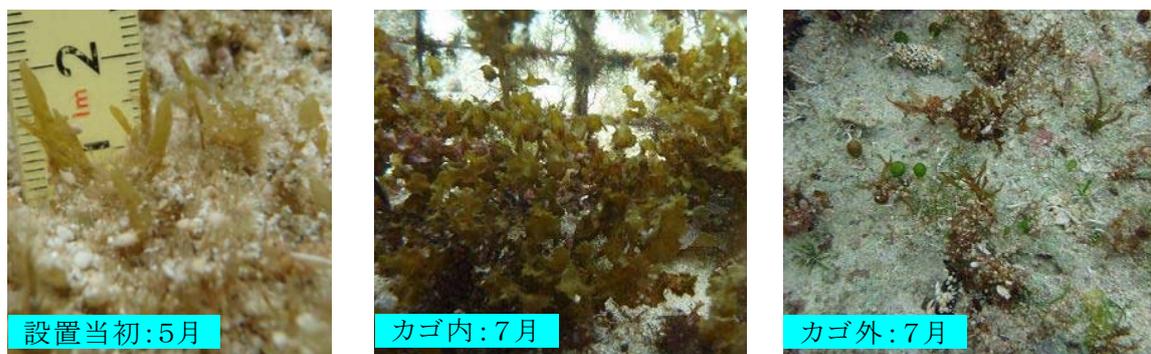


図18 食害防除試験の経過写真（佐仁）