漁場環境部

赤潮総合対策調査事業ーI (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.polykyikoides)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,

TDP : 溶存態全リン

DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a), プランクトン(各層採水)

(参考)

: 溶存酸素量(mg/L) TDN:溶存熊全窒素

NO₂-N: 亜硝酸熊窒素 DIP : 溶存無機熊リン

NO3-N : 硝酸態窒素 DOP : 溶存有機態リン

NH₄-N : アンモニア態窒素

PO₄-P : リン酸態リン Si :ケイ酸態ケイ素

Chl-a: クロロフィルーa

DIN : 溶存無機熊窒素 : 溶存有機熊窒素

調査点及び調査層

DON

一般調査点(水深0,10m): 11点

精密調査点(水深0.5,10,20,30,50,B-10m*) 1点 計12点 ※:海底より-10m

2) 八代海

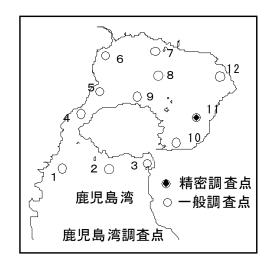
調査回数:6月1回,7月2回,8月1回の計4回(他事業分を含め,周年実施)

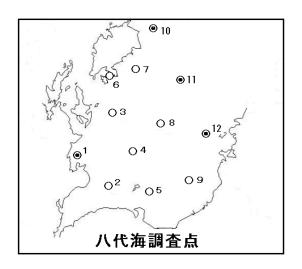
調査項目: 鹿児島湾に同じ

調査点及び調査層

一般調查点(水深0,10m) 8点

精密調査点(水深0,5,10,20,30,B-1m) 4点 計12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、鹿児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

今年度の本県における赤潮発生状況を表1に示した。

1) 鹿児島湾

(1)プランクトンの状況

湾央部では、4月中旬から7月中旬まで珪藻類は概ね高水準で推移したが、9月以降は減少した。湾奥部は、4月中旬から7月中旬まで珪藻類は概ね高水準で推移しその後減少、10月中旬に一時増加し、11月以降は減少した。

有害種については、5~6月に Ceratium 属がやや多い程度であったが、7月上旬には湾奥部で Heterosigma akashiwo が赤潮を形成し、最高97,600cells/ml確認された。

(2)海象

海象を平年と比較すると、表層水温は夏季を中心に全体的に低めで推移した。表層水温の最高値は7月で28.0℃、最低値は4月で17.3℃であった。10月以降は表層と30m層の水温差はみられなくなった。

表層塩分は6月中旬~7月中旬にかけてまとまった降雨があり、7月に23.7まで低下した。それ以降は上昇し、冬季にかけて33前後で推移した。10月以降は表層と30m層の塩分差はみられなくなった。

透明度は春季から夏季にかけては低く、冬季にかけて上昇する例年と同様の季節変動を示した。また、湾央部と比較して湾奥部が低い傾向にあった。調査期間中、最大値は1月で15.8m、最小値は7月で5.6mであった。

溶存酸素量は春季から秋口にかけて低下し、鉛直循環が活発となる秋季から春季にかけて上昇する例年と同様の季節変動を示した。調査期間中、表層溶存酸素量の最大値は4月で8.8mg/L、最小値は11月で6.0mg/L、30m層の最大値は5月で7.5mg/L、最小値は9月で4.5mg/Lであった。

(3) 水質

表層栄養塩類濃度はDIN, DIPともに春季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冬季にかけて上昇する例年と同様の季節変動を示した。4~9月にかけては、DINが表層で0.7~5.2 μ g-at/1、DIPが0.01~0.21 μ g-at/1の範囲で推移した。秋季から濃度が上昇し、1月に表層でDINが8.9 μ g-at/1、DIPが0.85 μ g-at/1と最高値を示した。

2) 八代海

(1)プランクトンの状況

調査海域のうち八代海南部および東部の珪藻類は、5月中旬から8月上旬まで高水準で推移してその後減少したが、10月下旬に一時増加した後は減少した。また調査海域北部では、6月以降珪藻類が増加し、9月上旬まで概ね高水準で推移し、その後減少した。

有害種は、5月に Heterosigma akashiwo による赤潮が局地的に発生したほか、6月以降に Ceratium 属がみられた。なお Chattonella antiqua, Cochlodinium polykrikoides による赤潮は発生しなかった。

また6月に渦鞭毛藻類の *Prorocentrum dentatum*, 7月に *Noctiluca scintillans* による赤潮が局地的に発生した。

(2)海象

海象を平年と比較すると、表層水温は夏季を中心に全体的に低めで推移した。表層水温の最高値は8月で28.4 $^{\circ}$ 、最低値は2月で12.5 $^{\circ}$ であった。9月以降は表層と底層の水温差はほとんどみられなくなった。

表層塩分は6月中旬~7月中旬にかけてまとまった降雨があり、7月に24.8まで低下した。それ以降は上昇し、冬季にかけて33前後で推移した。9月以降は表層と底層の塩分差はみられなくなった。

溶存酸素量は成層が発達する夏季にかけて低下し、鉛直循環が活発となる秋季から冬季にかけて上昇する例年と同様の季節変動を示した。調査期間中、表層溶存酸素量の最大値は7月で9.2mg/L、最小値は9月で6.3mg/L、底層の最大値は4月で8.3mg/L、最小値は8月で4.9mg/Lであった。

(3)水質

表層栄養塩類濃度は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例年と同様の季節変動を示した。 $4\sim9$ 月にかけては、DINが表層で $0.5\sim2.8\,\mu\,g$ -at/1、DIPが $0.03\sim0.18\,\mu\,g$ -at/1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 $4.6\,\mu\,g$ -at/1、DIPが $0.41\,\mu\,g$ -at/1と最高値を示した。

2 有毒プランクトンモニタリング

大島郡瀬戸内町久慈湾において、麻痺性貝毒の原因となるプランクトン(Gymnodinium catenatum)が平成24年3月から確認されたことから、定期的なプランクトン調査を実施したところ、当該プランクトンが、4月、10月~12月及び3月に、0.015~0.056cells/ml確認された。 (表 2)

3 貧酸素水塊調査

9月24日に溶存酸素が4.0mg/1を下回る貧酸素水塊を, 鹿児島湾奥の牛根沖の水深30m層において確認したが, 10月以降は, 貧酸素水塊はみられなかった。

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、ホームページ(パソコン及び携帯電話向け)及び携帯電話のメールを用いて情報を提供した。

今年度は、赤潮情報20回、注意報3回、警報5回、貧酸素情報4回を発行した。

期間中は、鹿児島湾関係36機関、八代海関係26機関に対し、FAXによる情報提供を延べ84 9回行った。またホームページの閲覧回数は、パソコン版が48,837回(23年度 68,682回)、携 帯電話版が49,205回(23年度 46,254回)であった。さらにメールアドレス登録者(鹿児島湾関 係で約180名、八代海関係で約120名)に対し、随時情報を提供した。

2) 研修会の実施

該当なし

表1 平成24年度 鹿児島県における赤潮発生状況

N o	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン	細胞密度	最大面積	漁業被害
			種名	(cells/ml)	(km^2)	の有無
1	4/15	三島村黒島の北北西	ノクチルカ シンチランス	不明	不明	なし
		沖				
2	5/8	桜島沖小島沖, 鹿児	ノクチルカ シンチランス	不明	不明	なし
		島市平川~瀬々串				
3	5/17	指宿市岩本沖	ノクチルカ シンチランス	不明	不明	なし
4	5/19-27	長島町浦底湾	ヘテロシグマ アカシオ	45,000	不明	なし
5	5/28-31	瀬戸内町久慈湾	レプトシリンドラス属	4,800	不明	なし
6	6/7-12	長島町浦底湾	プロロセントラム デンタータム	20,000	不明	なし
7	7/4-7	霧島市福山沖~垂水	ヘテロシグマ アカシオ	97,600	不明	なし
		市牛根境沖				
8	7/23-25	出水市桂島周辺	ノクチルカシンチランス	1, 575	20	なし
9	9/26	南さつま市笠沙町	コクロディニウムSP. 笠沙型	1,060	0.0025	なし
		片浦湾				
10	3/17	志布志市志布志湾	ノクチルカ シンチランス	不明	不明	なし
11	3/22	指宿市岩本沖	ノクチルカ シンチランス	不明	不明	なし

表2 瀬戸内町久慈湾における貝毒原因プランクトン及び貝毒量検査結果

20 100	門門外部時における兵毒	<u> </u>	八百里以且相外
試料採取	ギムノディニウム カテナータム の最高細胞数	貝毒量分析結果	
月日	(細胞/m1)	(MU/g)	
3月 14日	2 2 8	_	
3月 26日	1 6 0	21.6	
4月 2日	0.027		
4月 10日	確認されず	13.8	
5月 8日	確認されず	3. 9	
6月 4日	確認されず	6. 1	
7月 6日	_	2. 9	
8月 7日	_	検出されず	
9月 3日	確認されず	検出されず	
10月 4日	0.033	2. 3	
11月 5日	0.056		
12月 11日	0.015	_	
1月 15日	確認されず	_	
3月 18日	0.027	_	現地調査
3月 25日	_	検出されず	

※貝毒量の分析機関:日本食品分析センター

赤潮総合対策調査事業ーⅡ (有害赤潮発生に関する生態学的研究ーⅠ)

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*(D0,pH,N0₂-N,N0₃-N,NH₄-N,P0₄-P,DIN,D0N,TDN,DIP,DOP,TDP,Si,Ch1-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
 - ア.1回目試験

八代海産 Chattonella antiqua (以下 C. antiqua) と珪藻類のスケレトネマ(Skeletonema sp.)の増殖に及ぼす水温と光強度の影響について,人工培養した細胞株を用い,室内試験を実施した。試験区は,水温を 18° C、 20° C、 23° Cの3段階,光強度を10、50、 100_{μ} mo1/m 2 /sの3段階に設定した区を設定した。塩分は33の固定とした。以上の条件で,八代海産 C. antiqua 単独及びスケレトネマとの混合培養による最終細胞密度及び増殖速度を比較した。

イ. 2回目試験

鹿児島湾産 Chattonella marina(以下 C.marina),八代海産 C.marina,C. antiqua と珪藻類のスケレトネマ(Skeletonema sp.)の増殖に及ぼす水温と光強度の影響について,人工培養した細胞株を用い,室内試験を実施した。試験区は水温を 20° C,塩分を33の固定とし,光強度を10,50, $100 \, \mu \, \text{mol/m}^2/\text{s}$ の3段階に設定した区を設定した。以上の条件で,シャットネラ属単独及びスケレトネマとの混合培養による最終細胞密度及び増殖速度を比較した。

【結果及び考察】

- 1 漁場環境の周年モニタリング調査
- 鹿児島湾、八代海の海象及び水質については、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】

湾央部では、4月中旬から7月中旬まで珪藻類は概ね高水準で推移したが、9月以降は減少した。湾奥部は、4月中旬から7月中旬まで珪藻類は概ね高水準で推移しその後減少、10月中旬に一時増加し、11月以降は減少した。

有害種については、5~6月に Ceratium 属がやや多い程度であったが、7月上旬には湾奥部で Heterosigma akashiwo が赤潮を形成し、最高97,600cells/ml確認された。

【八代海】

調査海域のうち八代海南部および東部の珪藻類は、5月中旬から8月上旬まで高水準で推移してその後減少したが、10月下旬に一時増加した後は減少した。また調査海域北部では、6月以降珪藻類が増加し、9月上旬まで概ね高水準で推移し、その後減少した。

有害種は、5月に Heterosigma akashiwo による赤潮が局地的に発生したほか、6月以降 に Ceratium 属がみられた。なお C. antiqua, Cochlodinium polykrikoides による赤潮は発生しなかった。

また6月に渦鞭毛藻類の Prorocentrum dentatum, 7月に Noctiluca scintillans による赤潮が局地的に発生した。

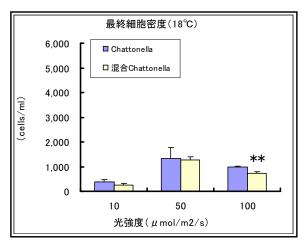
- (2) 赤潮発生メカニズムの解明
- ア. 1回目試験: *C.antiqua* (八代海産株) と *Skeletonema* sp. の増殖に及ぼす水温と光強度の影響) (図-1, -2)
 - ・最終細胞密度は、いずれの水温、光強度でも、C.antiqua 及び Skeletonema sp.ともに単独培養区よりも混合培養区のほうが最終細胞密度は低く、20 $^{\circ}$ $^{\circ}$ $^{\circ}$ 0 $^{\circ}$ $^{\circ}$ 0 $^{\circ}$ $^{\circ}$ 0 $^{\circ}$
 - ・比増殖速度は、水温20℃、光強度 $50\,\mu$ mo $1/m^2/s$ 以上で、*C.antiqua* 及び *Skeletonema* sp.ともに単独培養区よりも混合培養区のほうが比増殖速度は有意に高く、競合種が混在することにより、互いに増殖を推進させた。しかし23℃では、単独培養区と混合培養区に有意差は認められなかった。
- イ. 2回目試験: Chattonella 属3株と Skeletonema sp. の増殖に及ぼす光強度の影響 (図-3, -4)
 - ・最終細胞密度は、C.antiqua、C.marina(鹿児島湾産)及びC.marina(八代海産)は、いずれの光強度でも単独培養よりもSkeletonema sp.との混合培養のほうが細胞密度が劣った。
 - ・Skeletonema sp.は、光強度が $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ と $50\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ では単独培養のほうが Chattonella 属との混合培養より最終細胞密度が高く、 $50\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ で C.antiqua との混合及び C.marina (鹿児島湾産) との混合より有意差がみられた。光強度が $100\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ では、単独培養の

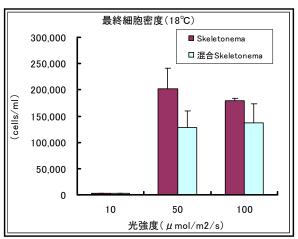
最終細胞密度は、C.antiqua との混合及びC.marina (鹿児島湾産) との混合より有意に高かった。

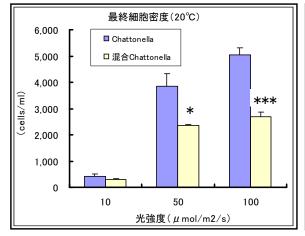
- ・比増殖速度は、C.antiqua は、単独培養では光強度が $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ が比増殖速度が最も低く、 光強度が $50\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ 、 $100\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ と上がるに従い、比増殖速度も高くなった。混合培養の比増殖速度は、いずれの光強度でも単独培養より劣り、特に $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ では有意に低かった。
- ・C.marina (鹿児島湾産)は、単独培養では $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ が比増殖速度が最も低く、光強度が $50\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ 以上ではほぼ同じ数値となった。混合培養では、 $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ では単独培養よりも 比増殖速度は高め、 $50\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ では単独培養より有意に低く、 $100\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ では逆に有意に高くなった。
- ・C.marina (八代海産) は、単独培養ではいずれの光強度でほぼ同じ比増殖速度を示した。 混合培養の比増殖速度は、いずれの光強度でも単独培養より劣り、特に10及び $50~\mu~mo1/m^2/s$ では 有意に混合培養のほうが低かった。

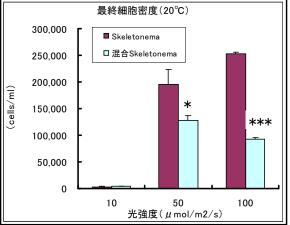
Skeletonema sp.は,単独培養では $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ が比増殖速度が最も低く,光強度が $50\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ 以上ではほぼ同じ数値となった。混合培養は,単独培養と同じか低くなり,C.marina(鹿児島湾産)と $10\,\mu\,\text{mol/m}^2/\text{s}$ で培養したものは,単独培養より有意に比増殖速度が低かった。

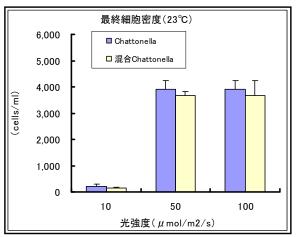
・Chattonella 属と Skeletonema sp. の細胞数が同じで、水温20℃、塩分33の条件では、 Chattonella 属と珪藻の増殖に相互作用が認められた。すなわち、珪藻が混在する環境では、 Chattonella 属の増殖は抑制され、特に $100 \mu mo1/m2/s$ と強い光強度の下でより顕著となった。

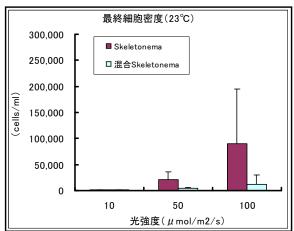






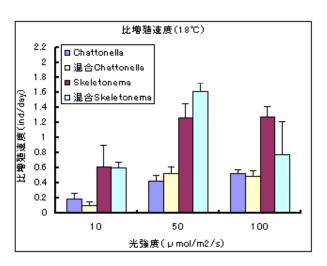


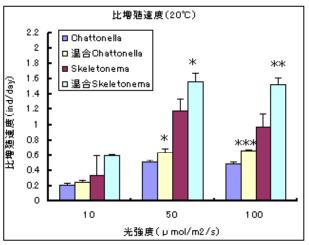


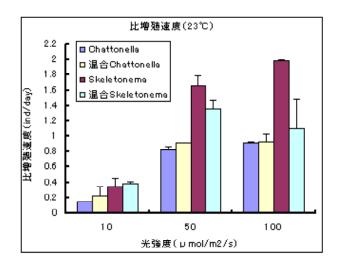


* *: (p<0.05) , **: (p<0.01) , ***: (p<0.001)

図-1 Chattonella 属と珪藻類についての水温と光強度の影響試験での最終細胞密度(第1回)

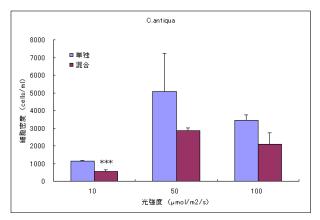


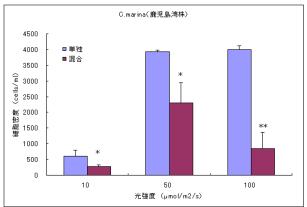


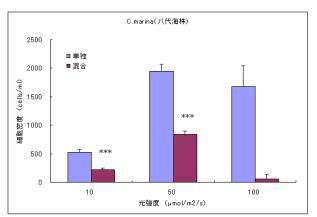


* *: (p<0.05) , **: (p<0.01) , ***: (p<0.001)

図-2 Chattonella 属と珪藻類についての水温と光強度の影響試験での比増殖速度 (第1回)







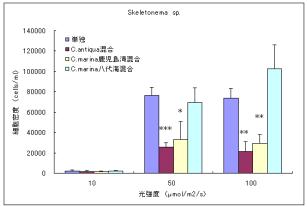
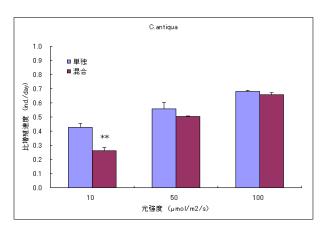
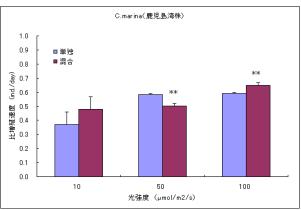
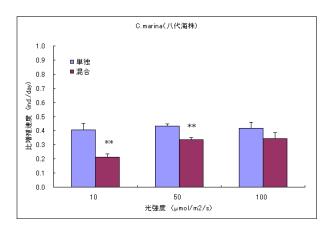
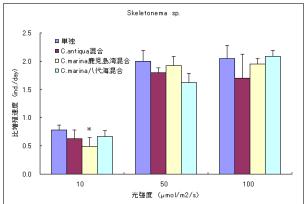


図-3 Chattonella 属と珪藻類についての光強度の影響試験での最終細胞密度(第2回)









% *: (p<0.05) , **: (p<0.01) , ***: (p<0.001)

図-4 Chattonella 属と珪藻類についての光強度の影響試験での比増殖速度(第2回)

赤潮総合対策調査事業ーⅢ (有害赤潮発生に関する生態学的研究ーⅡ)

シャトネラ属有害プランクトンの漁業被害防止・軽減技術に関する研究

田原義雄, 小湊幸彦, 折田和三, 西広海

【目的】

粘土(商品名:入来モンモリ)を中心とした既存赤潮防除剤の改良により、シャトネラ属に対し、低コストで効率的な防除法を開発し、養殖魚の被害軽減を図る。

【方 法】

- 1 赤潮防除剤の効果確認試験(室内試験)
 - 1) アルミニウムイオン溶出試験

赤潮防除剤である「入来モンモリ+焼ミョウバン」(以下、防除剤という)から海水中に溶出するアルミニウムイオンが C. antiquaに対して殺滅作用を有すると考えられることから、表1に示したように、防除剤を海水中に濃度別に添加、撹拌を行い、溶出するアルミニウムイオン濃度を測定した。

攪拌時間経過後の試料は、溶出したアルミニウムイオンをイオン状態下で維持させるため、速やかに 1μ mメッシュのメンブランフィルターで吸引濾過を行い、硝酸に τ CpH2.0以下で保存処理した。アルミニウムイオンの測定は τ IRIS-1000DU0(日本ジャーレルアッシュ社製)で行った。

なお、本試験は工業技術センターと連携して行った。

表1 防除剤の濃度と攪拌時間

入来モンモリナ 焼ミョウバン(ppm)	攪拌時間
500+ 75	無攪拌(5分静置), 5, 10, 30, 60分
500+150	10分
500+300	10分
1000+ 75	無攪拌(5分静置), 5, 10, 30, 60分
1000+150	無攪拌(5分静置), 5, 10, 30, 60分
1000+300	無攪拌(5分静置), 5, 10, 30, 60分
2000+ 75	無攪拌(5分静置), 5, 10, 30, 60分
2000+150	10分
2000+300	10分

2) 防除剤散布による形態別C. antiqua細胞密度の時間変化

防除剤を表2に示したように濃度別に八代海産C. antiqua人工培養株に添加し、5分間攪拌し、その後のC. antiquaの形態別細胞密度を24時間後まで測定した。なお、5分間の攪拌後は静置状態下におき、測定時のみ上下混合し細胞密度を測定した。

表2 試験区の概要

試験区	入来モンモリナ
武學区	焼ミョウバン(ppm)
1(対照区)	0
2	300+ 30
3	300+ 75
4	300+100
5	300+200

3) 防除剤の養殖魚(ブリ)への延命効果確認試験

防除剤散布により, C. antiqua細胞は遊泳~遊泳停止~球形化~細胞破壊に至る死滅過程を経ると考えられるが, 遊泳停止または球形化した細胞が毒性を有しているか, ブリを用いた暴露試験により確認した。

実験水槽内(180L容水槽)に収容した養殖ブリ2尾(平均体重1441g)を,通常のC. antiqua培養株と防除剤散布により遊泳停止または球形化細胞に処理した培養株に24時間暴露し,ブリへの影響を観察した。C. antiquaの処理は次の方法により行った。C. antiqua培養海水に防除剤(入来モンモリ300ppm+焼ミョウバン75ppm)を散布し,5分間攪拌することにより遊泳停止または球形化細胞の状態に処理した。その際,防除剤をなるべく除去するため,静置・沈殿し,上澄み液を分取した。

ブリの状態観察については、暴露開始から2時間までは連続的に行い、その後は随時、へい死尾数、経過時間を測定した。へい死が確認された時点または試験終了後に光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡(以下、SEM等という)により鰓の観察を行った。

試験中の水温,塩分,溶存酸素量については多項目水質計YSI85 (YSI社製)で,pHは採水し,デジタルpHメーター UC-23 (セントラル科学社製)で測定した。

処理したC. antiqua培養株と通常の培養株は海水で希釈し、表3の細胞密度に調整し、実験に供した。

飼育水温はヒーター加温で常時23 $^{\circ}$ Cに保ち、ブリは搬入後、試験前日までの約1週間で1 $^{\circ}$ C/日ずつ昇温馴致させ、その間は絶食とした。

表3	試験	▽	σ	抽田
★ 3	武馬東	X	U)	忧労

試験区	<i>C.antiqua</i> 細胞密度 (cells/ml)	調整	備 考
1	2000	培養株を飼育水で希釈	通常細胞のへい死密度確認
2	1000	培養株を飼育水で希釈	通常細胞のへい死密度確認
3	500	培養株を飼育水で希釈	通常細胞のへい死密度確認
4	0	無処理	対照区
5	2000(遊泳停止+球形化)	培養株を防除剤(入来モンモリ+焼ミョウバン 300+75ppm)散布で遊泳停止または球形化処理後, 飼育水で希釈	遊泳停止, 球形化細胞毒性確認
6	0	試験区5と同様の方法で, 防除剤を沈澱させた海水の上澄み液を分取し, 飼育水で希釈	試験区5の対照区(防除剤のブリへの影響確認)

2 防除剤の安全性確認試験

1) 防除剤が環境(底質)に与える影響試験

防除剤を水産技術開発センター 海面中間育成施設内の海面5m四方に散布し、散布前後の底質 (pH, COD, T-S, 強熱減量) の影響を調査した。pHはデジタルpHメーター により湿泥中に直接電極を挿入し測定した。COD, 強熱減量は環境省水質保全局底質調査方法に従い, T-S (全硫化物) は検知管法により測定した。

- 散布日時:平成24年7月30日
- 散布場所:水産技術開発センター 海面中間育成施設(沖生簀)水深4m
- 散布時の潮汐:中潮, 干潮時
- 防除剤及び散布量
 - ・使用防除剤: 入来モンモリ (1000ppm) +焼ミョウバン(75ppm)
 - ・防除剤の散布量:100+7.5kg(1+0.075kg/m²×25m²×4m)

○ モニタリング方法の概要

·測定項目:pH,強熱減量,COD,T-S(全硫化物)

・調査場所:散布区、対照区(無散布区)のそれぞれ3箇所で採泥。

・時間区分:散布開始前,散布後1,3,6ヶ月後

2) 防除剤が海生生物に与える影響試験

①防除剤が養殖魚(ブリ)に与える影響試験

実験水槽内(180L容水槽)に養殖ブリ(平均体重1344g)を各2尾収容し,表4に示したように,防除剤に濃度別で暴露し,24時間後のブリに与える影響を観察した。防除剤へのブリの暴露時間は30分間とし,その間は止水,通気とし,暴露終了後は海水を通水した。飼育海水は23 $^{\circ}$ の温海水を利用し,ブリは搬入後,試験前日までの約1週間で1 $^{\circ}$ /日ずつ昇温馴致させ,その間,絶食とした。

ブリの状態観察については、暴露開始から2時間までは連続的に行い、その後は随時、へい死尾数、経過時間を測定した。へい死が確認された時点または試験終了後にSEM等により鰓の観察を行った。また、試験中の水温、塩分、pH、溶存酸素量を多項目水質計DataSonde 5 (ハイドロラボ社製)で測定した。

表4 試験区の概要

試験区	散布濃度 (入来モンモリ+焼ミョウパン)	試験区	散布濃度 (入来モンモリ+焼ミョウバン)
1 (対照区)	なし	6	1000ррт+150ррт
2	500ppm+75ppm	7	1000ppm+300ppm
3	500ррт+150ррт	8	2000ppm+75pm
4	500ррт+300ррт	9	2000ppm+150ppm
5	1000ppm+75ppm (有効濃度)	10	2000ррт+300ррт

②防除剤がクルマエビに与える影響試験

実験水槽内(70Lポリ容水槽)に養殖クルマエビ(平均体長80mm)を各10尾収容し、表4に示したように防除剤に濃度別で暴露し、24時間後のクルマエビに与える影響を観察した。防除剤へのクルマエビの暴露時間は1時間とし、その間は止水、通気とした、暴露終了後は海水を通水した。

クルマエビの状態観察については、暴露開始から2時間は連続的に行い、以降は随時、行動観察やへい死尾数、経過時間の測定を行った。また、へい死が確認された時点または試験終了後にSE M等により鰓の状態を観察した。

試験中の水温、塩分、pH、溶存酸素量を多項目水質計で測定した。

なお、試験に用いたクルマエビは搬入後、馴致期間を5日間おき、試験前日まで給餌を行った。 実験水槽には砂は敷かなかった。

③防除剤が二枚貝(ヒオウギガイ. アコヤガイ) に与える影響試験

実験水槽内(70Lポリ容水槽)に養殖二枚貝(ヒォウギガイ:平均殻長79mm, アコヤガイ:平均殻長55mm)を各10個体収容し、表4に示したように防除剤に濃度別で暴露し、24時間後の二枚貝に与える影響を観察した。なお、防除剤への二枚貝の暴露時間は1時間とし、その間は止水、通気とした、暴露終了後は海水を通水した。

貝の状態観察については、暴露開始から2時間までは連続的に、以降は随時、行動観察やへい死 個体数、経過時間を測定した。へい死の判定については、貝殻が開設している状態の貝は、閉殻筋 をピンセットで刺激し、反応のない個体をへい死個体とした。へい死が確認された時点または試験終了後にSEM等により、鰓の観察を行った。

また、試験中の水温、塩分、pH、溶存酸素量を多項目水質計で測定した。

なお、試験に用いた貝は搬入後、馴致期間を2日設け、その間、濾過海水を通水した。

【結果及び考察】

- 1 防除剤の効果確認試験
 - 1) アルミニウムイオン溶出試験
 - ・防除剤の添加量の増加に伴って、pHが急激に低下し、アルミニウムイオンの溶出量が増加した。 特に、pHの低下が著しい焼ミョウバン高濃度区での溶出量が多かった。(表5)
 - ・アルミニウムイオンの溶出量は、 $pHが4.9\sim5.5$ の酸性領域では、撹拌10分まで急激に増加し、 以降はゆるやかに増加した。(表5、図1)

表5	濃度別・	・撹拌時間別アノ	レミニウム	イオン	/溶出濃度(単位	: mg/L ,	検出下限値	: 1mg/L)
10	仮タカリ	- 1元1二m11円1717 /	レヘーラム	1 ~ ~		. mg/ L,		• IIIg/L/

入来モンモリナ		攪拌時間(分)						
焼ミョウバン(ppm)		無攪拌(静置5分)	5	10	30	60		
500+ 75	Al	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		
	pН	6.9	6.8	6.9	7.3	7.4		
500+150	Al	_	I	< 1		_		
	pН	_	ı	6.3	-	-		
500+300	Al	_	1	2.0		-		
	pН	_	ı	5.5	-	-		
1000+ 75	Al	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		
	pН	6.9	6.6	6.6	7.1	7.2		
1000+150	ΑI	< 1	< 1	1.1	< 1	1.0		
	pН	6.8	6.2	6.1	6.8	7.0		
1000+300	ΑI	< 1	1.3	2.9	2.6	3.6		
	pН	6.6	5.5	5.3	5.2	4.9		
2000+ 75	ΑI	< 1	< 1	< 1	1.1	1.4		
	pН	6.7	6.5	6.3	6.8	7.1		
2000+150	Al	_		1.4	_	_		
	рΗ	_	-	6.2	_	_		
2000+300	Al	_		3.4	_	_		
	рΗ	_		5.1	_	_		

※ <1は検出下限値1mg/L未満

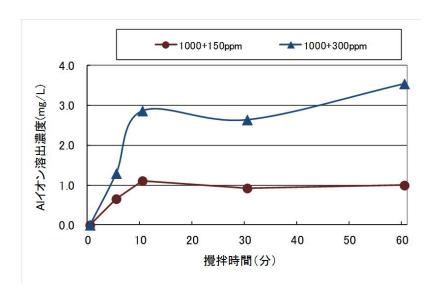


図1 防除剤添加による海水中のアルミニウムイオンの濃度変化

- 2) 防除剤散布による形態別C. antiqua細胞密度の時間変化
 - ・C. antiqua細胞は遊泳~遊泳停止~変形・萎縮~球形化~細胞破壊に至る死滅過程を経ることを 確認した。(図2, 図3)
 - ・300+30ppm区では*C. antiqua*細胞は散布5分後には70.5%の細胞が遊泳停止するが、時間が経過するに従い、遊泳を再開し、24時間後の遊泳細胞の割合は全体の71.4%を占めた。(図2)
 - ・300+75ppmや300+100ppm区では, *C. antiqua*細胞は散布5分後には遊泳停止と球形化細胞が混在するが,24時間後には球形化した細胞は破壊細胞と遊泳停止または遊泳細胞に戻る細胞とに分かれた。(図2)
 - ・300+200ppm区では, *C. antiqua*細胞は散布5分後には球形化細胞と破壊細胞が混在するが, 球形化細胞は1時間後にはすべて破壊した。(図2)

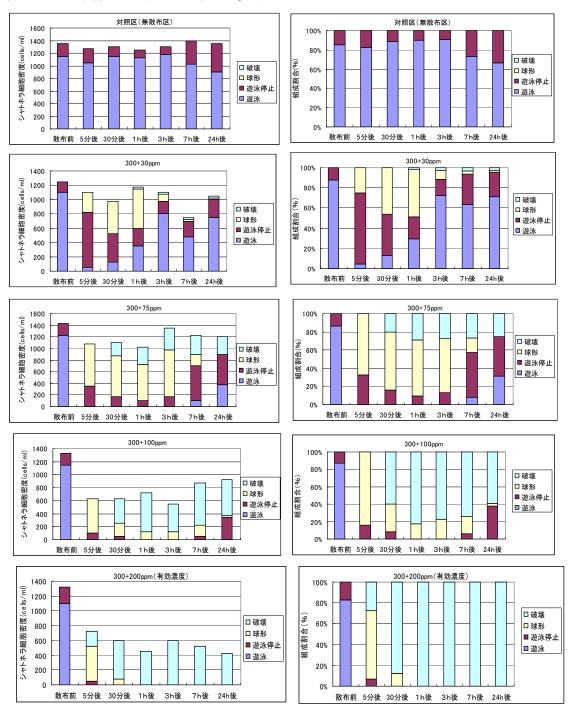


図2 粘土散布による*C. antiqua*細胞の外部形態別時間変化 (左図:細胞密度,右図:組成割合)

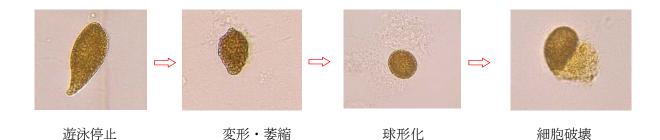


図3 粘土散布によるC. antiqua細胞の外部形態の変化

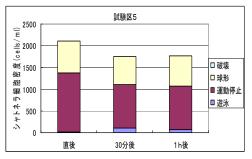
3) 防除剤の養殖魚(ブリ)への延命効果確認試験

- ・遊泳停止または球形化した*C. antiqua*に暴露した試験区5のブリ2尾は暴露開始から79,82分後に それぞれへい死した。暴露1時間後の*C. antiqua*の形態別の細胞密度は、遊泳細胞が50cells/ml, 遊泳停止細胞が1000cells/ml,球形化細胞が700cells/mlであった。(表6,図4)
- ・通常の細胞で暴露した試験区1のブリは暴露開始から70,73分後に2275~2900cells/mlの細胞密度で,試験区2のブリは暴露開始から90,104分後に1366~1500cells/mlの細胞密度ですべてへい死した。(表6)
- ・試験区3のブリは570~600cells/mlの細胞密度ではへい死はみられなかった。(表6)
- ・これらのことから、防除剤により処理した遊泳停止または球形化細胞は、毒性を失わないもの と考えられた。よって今後は破壊された細胞の毒性の有無も含めて、ブリへの暴露試験を繰り 返し、防除剤の有効性を判定するためのデータを蓄積する必要がある。
- ・試験区1,2,3,5のブリの鰓をSEMにより観察した画像を図5に示す。試験区1,2,5のブリの鰓では、 二次鰓弁の小出鰓動脈側前面が付着物で覆われていたが、試験区3ではそれが認められなかった。 このことから、へい死した原因は、二次鰓弁の小出鰓動脈側前面が付着物に覆われることによ り、ガス交換を妨げて窒息死に至ったものと推測された。

表6 結果の概要

○試験日:平成25年1月24~25日

試験区	スい死尾 暴露直後の 細胞密度		暴露1h後の形態別細胞密度(cells/ml)					観察経過
	神胞名及 (cells/ml)	遊泳運動	運動停止	球形化	破壊	合計	就 余社则	
1	2	2900	1425	850	0	0	2275	70,73分後にへい死
2	2	1366	1050	450	0	0	1500	90,104分後にへい死
3	0	570	50	550	0	0	600	静止状態を保ち、終始落ち 着いていた。
4	0	-	-	-	-	1	0	異常なし
5	2	2100	100	1000	700	0	1800	79,82分後にへい死
6	0	-	-	-	1	-	0	静止状態を保ち、終始落ち 着いていた。



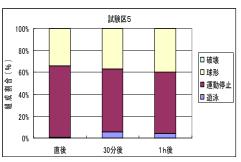


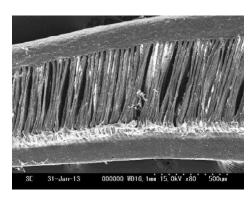
図4 試験中のC. antiqua細胞の外部形態別時間変化(試験区5)

(左図:細胞密度,右図:組成割合)

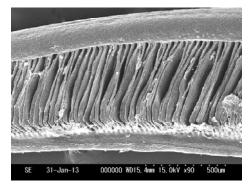
表7 水質の変動 (暴露直後~暴露2時間後まで)

試験 区	水温(℃)	塩分	рН	Do(mg/L)
1	23.2~23.5	33.5 ~ 33.7	7.8 ~ 7.9	6.3~15.3
2	22.8~238	33.4	7.8 ~ 7.9	5.6 ~ 10.8
3	23.6~24.1	33.4~33.5	7.8 ~ 7.9	5.4~測定上限値超え
4	25.6~26.9	33.1~33.5	7.8 ~ 7.9	3.6 ~ 5.4
5	24.6~26.0	33.5 ~ 33.7	7.5 ~ 7.6	5.6 ~ 15.4
6	23.4~24.1	33.4	7.3 ~ 7.5	5.1~12.1

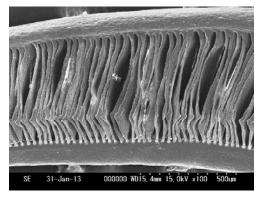
※ Doは観測途中で純酸素から空気に切り替えたため変動が大きくなっている。



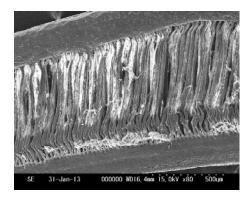
試験区1



試験区2



試験区3



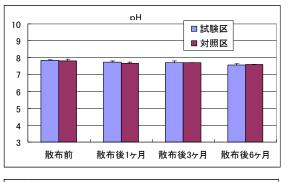
試験区5

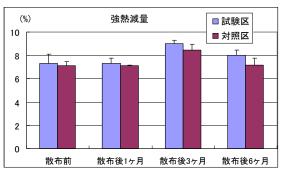
図5 鰓の電子顕微鏡画像

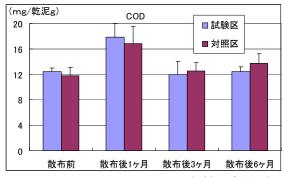
2 防除剤の安全性確認試験

- 1) 防除剤が環境(底質)に与える影響試験
 - ・全項目ともに散布区と対照区を比較して、散布前と散布後の平均値に有意な差はみられなか

った。(図6)







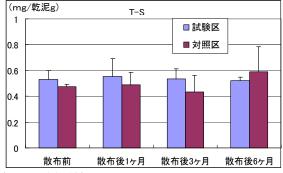


図6 底質の変動 (平均±標準偏差)

2) 防除剤が海生生物に与える影響試験

①防除剤が養殖魚 (ブリ) に与える影響試験

- ・対照区を除くすべての試験区でブリはすべてへい死した。ブリは、暴露開始数分後から激しい遊泳や横転を繰り返して、ひん死の状態におちいり、暴露開始から12~40分後の短時間でへい死した。(表8)
- ・SEM等による鰓組織の観察画像を図7に示す。試験区5,10では一次鰓弁の表面に粒子を含む粘液が著しく付着していた。また、二次鰓弁間の隙間にも粒子が入り込んでいた。このことから、へい死原因は、懸濁物質粒子と懸濁物質の刺激によって分泌された粘液によって鰓組織が覆われ、ガス交換を妨げられたことによる窒息死と考えられた。
- ・防除剤が養殖魚に与える影響については、前年度の試験では水温15.8~16.0℃,入来モンモリ+焼ミョウバン1000+75ppmの濃度下でブリ(平均体重647~964g)はへい死しなかった。今回はそれよりも低い濃度からへい死がみられ、前年度と違う結果となった。ブリの魚体サイズや暴露時の水温等、条件によって結果が大幅に変わる可能性がある。本試験については今後、試験を積み重ねデータを蓄積する必要がある。

表8 試験結果の概要

○試験日:平成25年1月22~23日

試験区	入来モンモリ+ 焼ミョウバン(ppm)	へい死数(2 尾中)	観察経過
1	0	0	異常なし
2	500+ 75	2	35,40分後にへい死
3	500+150	2	30,35分後にへい死
4	500+300	2	25分後に2尾ともへい死
5	1000+ 75	2	22,35分後にへい死
6	1000+150	2	20分後に2尾ともへい死
7	1000+300	2	12,18分後にへい死
8	2000+ 75	2	23分後に2尾ともへい死
9	2000+150	2	14分後に2尾ともへい死
10	2000+300	2	12分後に2尾ともへい死

丰α	水質の変動	(暴露開始前~暴露後10分まで)
1X 9	八目りを型	

試験 区	入来モンモリナ 焼ミゥハ・ン(ppm)	水温(℃)	塩分	рН	Do(mg/L)
1	0	24.4~24.6	33.7	7.7 ~ 7.8	5.8
2	500+ 75	24.5~24.7	33.6 ~ 33.7	6.8 ~ 7.9	6.3
3	500+150	24.5~24.7	33.6~33.7	6.4 ~ 7.8	6.4
4	500+300	24.4~24.6	33.6~33.7	5.5 ~ 7.7	6.6
5	1000+ 75	24.4~24.7	33.6	6.5~8.0	6.1
6	1000+150	24.5~24.7	33.6~33.7	6.2 ~ 7.7	6.5
7	1000+300	24.5~24.7	33.6~33.7	5.3 ~ 7.8	6.7
8	2000+ 75	24.5~24.7	33.6	6.4 ~ 7.9	6.4
9	2000+150	24.4~24.6	33.6~33.7	6.0 ~ 7.8	6.6
10	2000+300	24.3~24.6	33.6~33.7	5.1~7.8	6.7

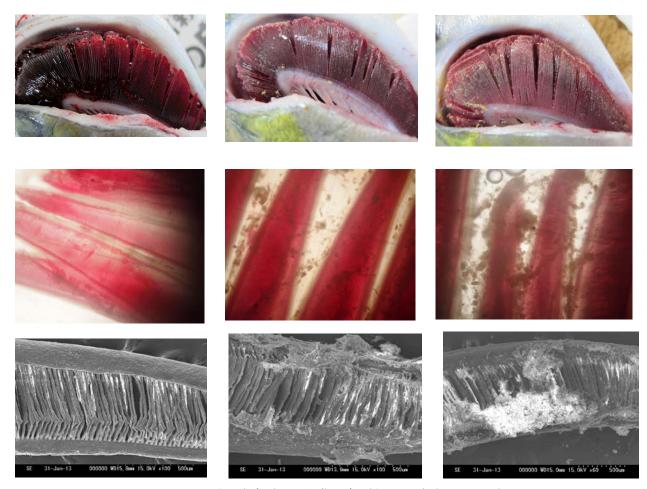


図7 鰓(ブリ)の組織写真(左から試験区1,5,10)

(上図:鰓外観,中図:光学顕微鏡画像 下図:電子顕微鏡画像)

②防除剤がクルマエビに与える影響試験

- ・全試験区で、クルマエビにへい死はみられなかった。(表10)
- ・有効濃度の試験区5(1000+75ppm)では、行動及び鰓ともに異常がなかった。(表10)
- ・試験区4,7,10のクルマエビは、暴露中はガラス棒で個体に刺激を与えても遊泳せず、静止した 個体が多くみられ、全体としてやや動きが鈍い傾向であった。しかし、流水に切り替えてから は、時間とともに活発な遊泳行動をみせ、特に異常な行動はみられなくなった。(表10)
- ・試験区のSEM観察画像を図9に示す。試験区1,5は異常がみられなかったが、試験区10では 鰓の

上皮細胞がただれたような小穴や剥離が観察された。

・水質については、水温、塩分、溶存酸素量は特に大きな変動はみられなかった。pHについてはミョウバン高濃度区である試験区4,7,10での低下が著しく、これらの3試験区すべて4台まで低下した。上記の試験区10で確認された鰓の上皮細胞がただれたような小穴や剥離及び試験区4,7,10の暴露中の動きの鈍さについてはpHの影響も考えられた。(表11,図8)

表10 結果の概要 (クルマエビ)

○試験日時:平成24年10月18日~19日

試験区	入来モンモリ+ 焼ミョウハ・ン(ppm)	へい死数 (24h後)	観察経過
1	0	0	異常なし
2	500+ 75	0	<i>II</i>
3	500+150	0	<i>II</i>
4	500+300	0	暴露中は動きが鈍くなったが, 流水後は異常なし
5	1000+ 75	0	異常なし
6	1000+150	0	<i>II</i>
7	1000+300	0	暴露中は動きが鈍くなったが、流水後は異 常なし
8	2000+ 75	0	異常なし
9	2000+150	0	<i>II</i>
10	2000+300	0	暴露中は動きが鈍くなったが, 流水後は異常なし

表11 水質の変動 (暴露開始前~暴露後24時間まで)

			73.77	. • = /	
試験区	入来モンモリ+ 焼ミョウハ゛ン(ppm)	水温(℃)	塩分	рН	Do(mg/L)
1	0	23.4~24.3	33.4~33.5	7.8 ~ 8.0	6.3~6.7
2	500+ 75	23.4~24.3	33.4~33.5	6.6~8.0	6.4~6.7
3	500+150	23.4~24.3	33.4~33.5	6.0~8.0	6.4~6.6
4	500+300	23.4~24.3	33.4~33.6	4.9~8.0	6.4~6.6
5	1000+ 75	23.4~24.3	33.4~33.5	6.3~8.0	6.3~6.7
6	1000+150	23.2~24.2	33.4~33.5	5.9 ~ 8.0	6.3~6.7
7	1000+300	23.4~24.2	33.4~33.5	4.8~8.0	6.2~6.6
8	2000+ 75	23.4~24.3	33.4~33.5	6.0~8.0	6.1~6.7
9	2000+150	23.4~24.2	33.4~33.5	5.7 ~ 8.0	6.0~6.6
10	2000+300	23.3~24.2	33.4~33.5	4.7~8.0	6.0~6.7

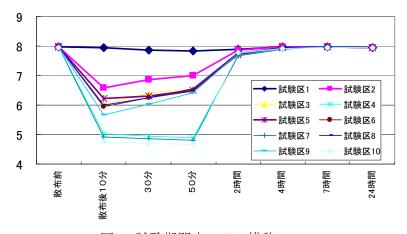
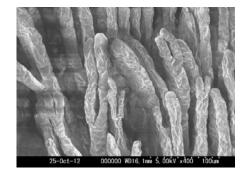


図8 試験期間中のpHの推移





試験区1



試験区1 (同拡大)



試験区10

試験区10 (同拡大)

図9 鰓(クルマエビ)の電子顕微鏡画像

③ 防除剤が二枚貝に与える影響試験

ア)ヒオウギガイ

- ・試験区8で10個体中,1個体がへい死した。(なお,試験終了3日後に,試験区4で3個体(6個体中),試験区7で1個体(6個体中),試験区10で3個体(5個体中)のへい死を確認した。(表12)
- ・有効濃度の試験区5(1000+75ppm)では、行動及び鰓ともに異常がなかった。(表12)
- ・試験区の鰓のSEM観察画像を図10に示す。試験区1,5では特に異常はなかったが、試験区8,10では、鰓の上皮細胞が破れた箇所がみられた。
- ・水質については、水温、塩分、溶存酸素量は特に大きな変動はみられなかった、pHについてはミョウバン高濃度区である試験区4,7,10での低下が著しく、これらの3試験区すべて4台まで低下した。上記の試験区10で確認された鰓の上皮細胞の破れや試験区4,7,10の暴露中の閉殻反応の鈍さについてはpHの低下による影響で鰓の機能が損傷し、致死的な影響を及ぼした可能性があると考えられる。(表13)

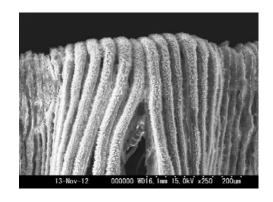
表12 結果の概要(ヒオウギガイ)

○試験日:平成24年11月8~9日

試験 区	入来モンモリナ 焼ミョウハ・ン(ppm)	へい死数 (24h後)	観察経過	備考
1	0	0	異常なし	-
2	500+ 75	0	"	-
3	500+150	0	"	-
4	500+300	0	閉殻反応鈍い個体有り	3日後に3個体(6個体中)へい死
5	1000+ 75	0	異常なし	-
6	1000+150	0	"	_
7	1000+300	0	閉殻反応鈍い個体有り	3日後に1個体(6個体中)へい死
8	2000+ 75	1	閉殻反応鈍い個体が1個体有り, 24時間後にへい死を確認	-
9	2000+150	0	異常なし	_
10	2000+300	0	閉殻反応鈍い個体有り	3日後に3個体(5個体中)へい死

表13 水質の変動 (暴露開始前~暴露後24時間まで)

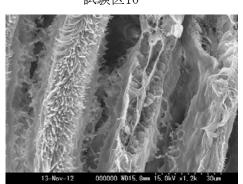
試験区	入来モンモリナ 焼ミョウハ゛ン(ppm)	水温(℃)	塩分	рН	Do(mg/L)
1	0	21.1~22.1	33.2~33.7	7.8 ~ 8.0	6.5~7.1
2	500+ 75	21.2~22.2	33.2~33.7	6.7~8.0	6.6~7.2
3	500+150	21.2~22.2	33.2~33.7	6.1~8.0	6.5 ~ 7.1
4	500+300	21.2~22.2	33.2~33.7	4.8~8.0	6.6 ~ 7.2
5	1000+ 75	21.1~22.2	33.2~33.7	6.3~8.0	6.7~7.3
6	1000+150	21.0~22.1	33.2~33.7	6.0~8.0	6.7~7.2
7	1000+300	21.2~22.2	33.2~33.7	5.0 ~ 8.0	6.2~7.1
8	2000+ 75	21.2~22.1	33.2~33.7	6.1~8.0	6.6 ~ 7.1
9	2000+150	21.1~22.1	33.2~33.7	5.6 ~ 8.0	6.5 ~ 7.1
10	2000+300	21.1~22.1	33.2~33.7	4.8~8.0	6.6~7.1



13-Nov-12 000000 aD16, Sum 15, OkV x200 * 200 um

試験区1

試験区10



試験区8

試験区8(同拡大)

図10 鰓(ヒオウギガイ)の電子顕微鏡画像

イ) アコヤガイ

- ・全試験区でへい死はみられなかった。また、鰓や行動に異常がみられた個体はなかった。 (表14)
- ・観察中のほとんどの時間でアコヤガイはほぼ閉殻した状態であった。また、僅かに開殻した状態の貝も刺激を感じると鋭敏に閉殻反応を示した。
- ・試験区の鰓のSEM観察画像を図11に示す。試験区1,5,10の鰓を比較したが、特に顕著な差はみられなかった。
- ・水質については、水温、塩分、溶存酸素量は特に大きな変動はみられなかった、pHについては ミョウバン高濃度区である試験区4,7,10での低下が著しく、5台まで低下した。(表 15)

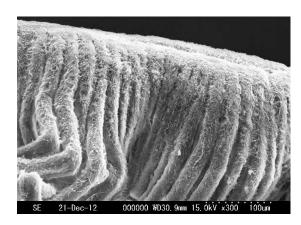
表14 試験結果の概要 (アコヤガイ)

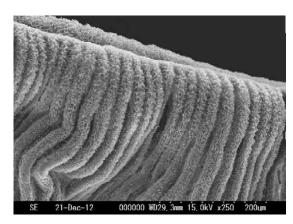
○試験日時:平成24年11月21~22日

試験区	入来モンモリ+ 焼ミョウハ・ン(ppm)	へい死数 (24h後)	観察経過
1	0	0	異常なし
2	500+ 75	0	"
3	500+150	0	<i>''</i>
4	500+300	0	<i>''</i>
5	1000+ 75	0	<i>II</i>
6	1000+150	0	<i>''</i>
7	1000+300	0	<i>''</i>
8	2000+ 75	0	"
9	2000+150	0	"
10	2000+300	0	"

表15 水質の変動 (暴露開始前~暴露後24時間まで)

試験区	入来モンモリ+ 焼ミョウハ゛ン(ppm)	水温(°C)	塩分	рН	Do(mg/L)
1	0	19.3~20.2	33.4~33.6	7.8 ~ 8.0	6.5~7.3
2	500+ 75	19.5~20.2	33.5~33.6	6.8~8.0	6.8 ~ 7.4
3	500+150	19.5~20.2	33.5~33.6	6.3~8.0	6.8 ~ 7.4
4	500+300	19.5~20.2	33.5~33.6	5.4~8.0	6.8 ~ 7.4
5	1000+ 75	19.5~20.2	33.5~33.6	6.4~8.0	6.8 ~ 7.4
6	1000+150	19.3~20.2	33.4~33.6	6.1 ~ 8.0	6.7~7.4
7	1000+300	19.4~20.2	33.5~33.6	5.1 ~ 8.0	6.8~7.4
8	2000+ 75	19.3~20.2	33.5~33.6	6.2~8.0	6.8 ~ 7.4
9	2000+150	19.3~20.2	33.5~33.6	5.8 ~ 8.0	6.7 ~ 7.5
10	2000+300	19.4~20.2	33.5~33.6	5.1~8.0	6.7~7.4





試験区1

試験区10

図11 鰓(アコヤガイ)の電子顕微鏡画像

赤潮総合対策調査事業ーIV (有害赤潮発生に関する生態学的研究ーⅢ)

微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発

西広海, 田原義雄

【目的】

シャットネラ赤潮の発生前から終息する時期について、海洋微生物相との関連性を検討し、赤潮の発生予測手法の開発および赤潮プランクトン抑制微生物の探索を行うため、八代海と鹿児島湾で海水の定期的な採水を行い、赤潮プランクトン数や栄養塩濃度等の測定を行うとともに、網羅的なDNA分析のための海水試料を共同分担機関に提供する。

【方法】

八代海及び鹿児島湾の各2定点において、八代海は5月から9月、鹿児島湾は4月から6月の赤潮発生前期、盛期、終期で定期採水を行い、共同研究機関へ海水試料を提供する。同時に顕微鏡観察による赤潮原因プランクトンの増減のモニタリングを行うとともに、赤潮発生海域の栄養塩濃度等の、環境データを観測する。

- (1) 現地調査
- ① 調査定点

八代海 :中部海域(獅子島~御所浦島:st.10)と長島町脇崎(st.1)の2定点

鹿児島湾:湾奥部(St.11)と湾央部(St.3)の2定点

② 調査回数

八代海 : 5~9月 13回 鹿児島湾: 4~6月 6回

③ 調査項目

水温,塩分,pH,透明度,DO,Chl-a,栄養塩(DIN,P04-P,Si02-Si),プランクトン(種組成,有害種)

④ 調査層

八代海 : 表層,5m層,10m層,20m層,30m層,B-1層(海底上1m層),0-10m柱状採水 鹿児島湾:表層,5m層,10m層,20m層,30m層,50m層,B-10層(海底上10m層),0-10m柱状採水

(2) 共同研究機関との連携

採水した試料は、次の機関へ送付した。

- ・水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 0m, 5m, 10m, B-1m, 0-10m柱状の採水試料
- 九州大学大学院農学研究院 0-10m柱状の採水試料
- ・北海道大学大学院水産科学研究院 Om, B-1mの採水試料

【結果】

1) 八代海南部海域

中部海域(St. 10)とブリ養殖場がある鹿児島県長島町脇崎(St. 1)の各1定点において,5/29,6/5,6/12,6/22,6/26,7/3,7/9,7/15,7/24,8/7,8/16,8/21,9/4の計13回の採水を行い,共同研究機関へ海水試料を提供した。同時に顕微鏡観察による赤潮原因プランクトンの増減のモニタリングを行うとともに,赤潮発生海域の栄養塩濃度等の環境データを観測した。

2) 鹿児島湾海域

湾奥部 (St. 11) と湾央部 (St. 3) の各1定点において、4/10、4/23、5/8、5/22、6/7、6/28の計6回の採水を行い、共同研究機関へ海水試料を提供した。同時に顕微鏡観察による赤潮原因プランクトンの増減のモニタリングを行うとともに、赤潮発生海域の栄養塩濃度等の環境データを観測した。

赤潮総合対策調査事業-V (赤潮被害防止緊急対策事業)

折田和三, 西広海, 田原義雄

【目的】

赤潮発生前から終息後までの連続調査や発生時の集中調査を実施するとともに、Chattonellaの分布状況や養殖魚に対する影響を調査することにより、赤潮の予察につながるデータを蓄積し、漁業者に的確な予察を提供する体制を構築する。

【方 法】

1 シスト休眠解除に関する調査

(1)底層水温モニタリング

長島周辺の養殖漁場4点(図1★印)でデータロガー式水温計(Onset社Tidbit)を0m, 10m及び底上1m(以下B-1mという)に位置するよう養殖生簀鋼管枠に垂下し,1時間ごとに周年測定した。

(2)シスト発芽能確認調査

2012年4月16日に長島周辺の養殖漁場4点(図1★印)で約50m四方の範囲内3カ所からエクマンバージ採泥器で海底泥を採取し、その表面から1cm程度をサジですくい取りサンプルとした。すくい取ったサンプルは、広口密閉容器に収容後アルミホイルで遮光するとともに、保冷剤を入れたクーラーボックスに入れ研究室まで持ち帰った。

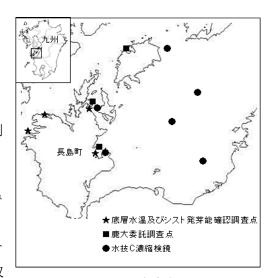


図1調査定点

持ち帰ったサンプルは10℃の冷蔵庫内に2日間保管した後, MPN法¹により発芽したシストの数を求めた。なお, 培養温度は17,18,19,20,22℃の5段階とし, 14L:10Dの明暗周期, 光強度約35µmol/m²/sの光環境下で11日間培養した。

(3)シスト発芽細胞の早期確認

0及びB-1mからバケツ又は採水器((株)離合社製リゴーB号採水器)で採水した海水1Lを目合15μmのプランクトンネットで5ml程度に濃縮した後、その中のChattonella属及びCochlodinium polykrikoides遊泳細胞を検鏡した。4月17日から当所赤潮調査定点の内、5定点及び薄井の計6定点(図1●印)で、5月14日から鹿児

島大学委託調査の3定点(図1■印)で,5月17日から 東町漁協の定期調査でそれぞれ濃縮検鏡を実施し た。なお,必要に応じて,0~10m柱状採水のサンプ ルも用いた。

2 赤潮予察につながる水質連続測定

長島周辺の養殖漁場3定点(図1■印)で5月14日から8月31日まで週3回,9月から翌3月まで月1回,合計55回の調査を実施した(表1)。

表1	水質連続調査実施日	
月	調査実施日	回数
5	14,16,18,21,23,25,28,30	8
6	1,4,6,8,11,13,15,18,20,22,25,27,29	13
7	2,4,6,9,11,13,16,18,20,23,25,27,30	13
8	1,3,6,8,10,16,17,20,21,22,24,27,29,31	14
9	11	1
10	16	1
11	13	1
12	11	1
1	8	1
2	19	1
3	12	1
計		55

各調査定点の0m,5m,10m,20m,B-1mで採水器((株)離合社製リゴーB号採水器)を用いて採水するとともに、 多項目水質計(Hyd-rolabo社, DS5)を用いて水温,塩分,pH,DO%,DOmg,Chl-aを測定した。

採水したサンプルは海水1ml中のプランクトンを計数するとともに、栄養塩類分析に供した。

なお、これらの現場調査は、鹿児島大学水産学部へ委託し、栄養塩類は採水されたサンプルを当所がオートアナライザ(BLTEC社製、AACS4)を用いてNO3-N、NO2-N、NH4-N、PO4-Pを分析した。

3 ブリ暴露試験

試験区を表2に示す。密度試験暴露3試験区及び対照区,球形化細胞暴露1試験区及び対照区の計6試験区を設定した。

表2	各試験区Chattonella和	細胞密度	
試験区	Chattonella細胞密度 (cells/ml)	調整方法	備考
1	2,000	培養株を飼育海水で希釈	へい死密度確認
2	1,000	培養株を飼育海水で希釈	へい死密度確認
3	500	培養株を飼育海水で希釈	へい死密度確認
4	0	飼育海水のみ	試験区1~3の対照区
5	球形2,000	培養株を防除剤で遊泳停止又は球形 化させた後,上澄みを飼育海水で希釈	遊泳停止,球形化細胞毒性確認
6	0	試験区5と同様の方法で処理後, 上澄 みを飼育海水で希釈	試験区5の対照区

山川町漁協管内の養殖業者から購入したブリ1年魚(体重@1440g)を180L容角形水槽に1試験区当たり2尾を入れ、1日間温海水流水で安静させた後、止水にして暴露試験を行った。暴露試験中、水温は1KWヒーターで加温し23℃に維持した。また、通気及び酸素分散により酸素を供給した。なお、試験開始直後及び適宜、水温、塩分、DOを多項目水質計(YSI社製Model85)で測定し、pHは測定時刻に採水したサンプルをpHメーター(セントラル科学社製UC-23)で測定した。

暴露に供したChattonella antiqua(以下C.antiquaという)は、八代海で2009年8月に単離分離し継代培養していた培養株を設定細胞密度になるように適宜希釈して用いた。また、球形化細胞は同じ培養海水に赤潮防除剤(入来モンモリ300ppm及び焼ミョウバン75ppm)を添加し、5分間攪拌して遊泳停止又は球形化した細胞を用い、暴露の際は粘土粒子による影響を避けるため、処理海水を静置・沈殿させた後、上澄み液を分取して用いた。さらに飼育海水に球形化細胞暴露試験区と同様の粘土処理を施し、静置・沈殿させた後、上澄み液を分取したものを対照区とした。それぞれの試験区にブリを24時間暴露し、その間の供試魚の行動を観察した。

暴露試験でへい死したブリは、へい死確認後直ちに取りあげ、尾叉長及び体重を計測した。さらに、鰓を切り取り、第1鰓弓から第1及び第2鰓弁を数枚切り出して、光学顕微鏡で観察した。また、隣接する部位から鰓弁を含む鰓弓を1cmほどを切り出し0.1%リン酸バッファ2%グルタールアルデヒド固定液に浸漬した。

固定液に浸漬された鰓弁は、定法によりアルコール系列脱水、t-ブチルアルコール置換、凍結乾燥、イオンスパッタ金属蒸着を経て、走査型電子顕微鏡(以下SEMという)(日立製 S-3000N)で観察した。

なお, 当初, 本事業に計画されていた赤潮広域集中調査及び日周鉛直分布調査は, 赤潮が発生しなかったため実施しなかった。

【結果及び考察】

1 シスト休眠解除に関する調査

(1)底層水温モニタリング

長島周辺4カ所に設置されたデータロガーで得られた水温データのうち、2011年12月1日から2012年5月31日までの10m及びB-1m水温の1時間毎の推移を図2に示す。この間、茅屋及び浜漉では、10mとB-1mの水温差はほとんどなく、水温成層は形成されていなかったと推測される。なお、脇崎のB-1mは3月13日のロガー交換後のロガー計測不良、薄井のB-1mは3月13日のロガー交換時に回収不能によりデータを収集できなかった。2012年八代海における冬期水温は2月20日、脇崎で11.9℃、薄井11.9℃、茅屋12.7℃、浜漉13.2℃で最低になり、その後脇崎と薄井は次第に、茅屋と浜漉では3月上旬にかけて急激に上昇に転じた。

この間の, データロガーを設置した海域の底層水温の維持期間を表3に示す。B-1mのデータが欠測した脇崎及び薄井は10mのデータを用いた。12[°]C以下となった時間は, 脇崎で60時間, 薄井で42時間, 茅屋及び浜漉では0時間だった。

前年の2011年は2月1日頃,脇崎で11.3℃,幣串11.9℃,伊唐11.2℃で最低になった 2 が,2012年は最低水温時期が約20日遅く,脇崎では0.6℃2011年より高かった。また,12℃以下となった時間が脇崎では2011年の496時間 2 に比べて2012年は60時間と短かったことから,2012年の八代海の冬季水温は,2011年に比べてやや高めで推移したと推測される。

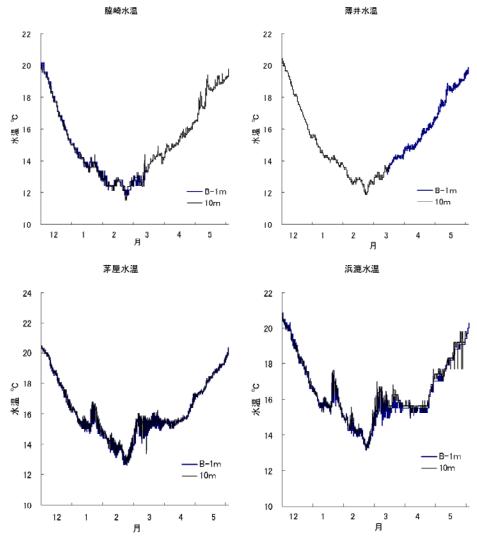


図2 長島周辺養殖漁場の冬季水温の推移

表3	底層水温	品の維持期間](B-1m又l	‡10m)	(時間)
水	温区分	脇崎	薄井	茅屋	浜漉
15°	C以下	2,365	2,289	991	704
	C以下	1,582	1,312	483	211
13°	C以下	896	761	96	0
12°	C以下	60	42	0	0

※脇崎は3/12から, 薄井は3/12まで10mデータを使用

(2)シスト発芽能確認調査

各培養温度で発芽したシストの数を図3に示す。長島周辺4カ所のうち、脇崎、薄井、浜漉で採取されたサンプルから栄養細胞が確認され、茅屋からのサンプルからはどの温度帯からも発芽が確認されなかった。

発芽が確認された水温は、脇崎で20及び22℃の2 温度帯、薄井では19及び20℃の2温度帯、浜漉では 17℃の1温度帯となっていた。シスト数はいずれも2MP N/g湿泥でほぼ検出限界の数値であった。

前年の2011年は浜漉からのみ栄養細胞が確認さ

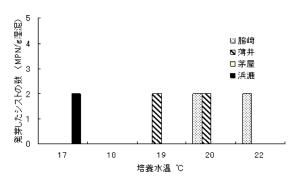


図3 培養水温別の発芽したシスト数

れ、18℃で7.5MPN/g湿泥、19℃で2MPN/g湿泥、22℃で33MPN/g湿泥であったことから、Chattonellaのシストは18℃から発芽が始まり、水温が上昇した22℃ではさらに発芽が促されると推測された²⁾。一方、2012年は脇崎、薄井、浜漉でシストからの発芽が確認されたが、それらの発芽開始水温は採泥した定点で異なり、また、培養水温と発芽したシスト数には明瞭な関係が見られなかった。

(3)シスト発芽細胞の早期確認

5月25日,東町漁協調査で脇崎(B-1m)及び薄井($0\sim10$ m柱状採水)から *Chattonella*栄養細胞が確認された。当所赤潮調査では6月22日に元ノ尻瀬戸($0\sim10$ m柱状採水)から *Chattonella*栄養細胞が確認された。なお,鹿大委託定点からは,*Chattonella*栄養細胞は確認されなかった。

前年の2011年は5月27日, 東町漁協調査で伊唐, 幣串, 辰の鼻の0~10m柱状採水1000倍濃縮試料から *Chattonella*栄養細胞が確認されており², 2012年もほぼ同時期の初認であった。

2 赤潮予察につながる水質連続測定

2012年6月1日から8月31日までの水質測定結果を2011年と比較した。

水温の推移を図4に示す。底層水温は全ての定点で2012年は2011年よりも高かった。また、6月1日は、各定点ともほとんど2012年と2011年の底層水温に差は見られなかったが、その後20℃に達するまで2011年は10日以上要したのに対し、2012年は数日で到達し水温の上昇が前年よりも早かった。

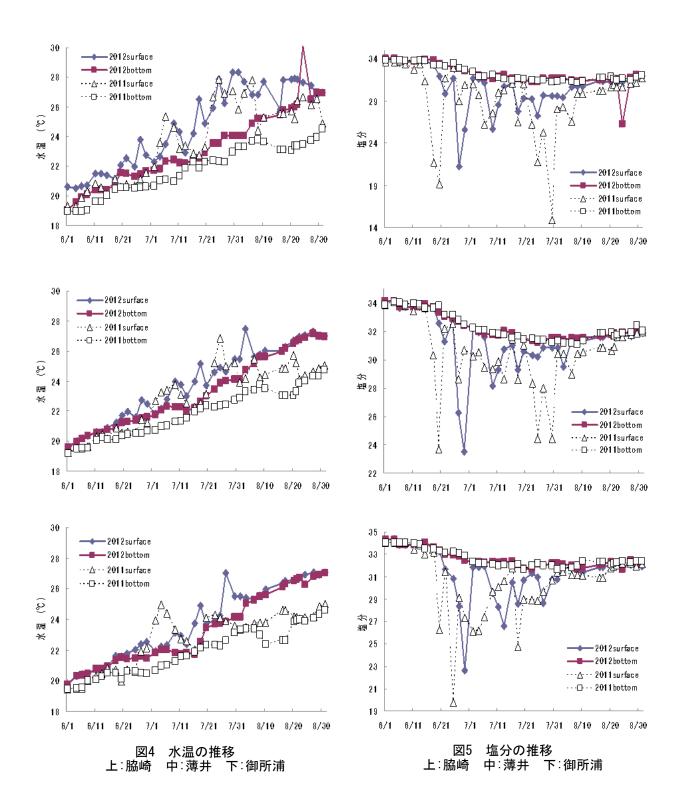
塩分の推移を図5に示す。表層塩分は2012年は7月1日前後に塩分23~24に低下し、2011年よりもその時期が約10日遅かった。さらに、2011年は7月下旬にも一時的に塩分低下が見られたが、2012年は顕著な低下は見られなかった。

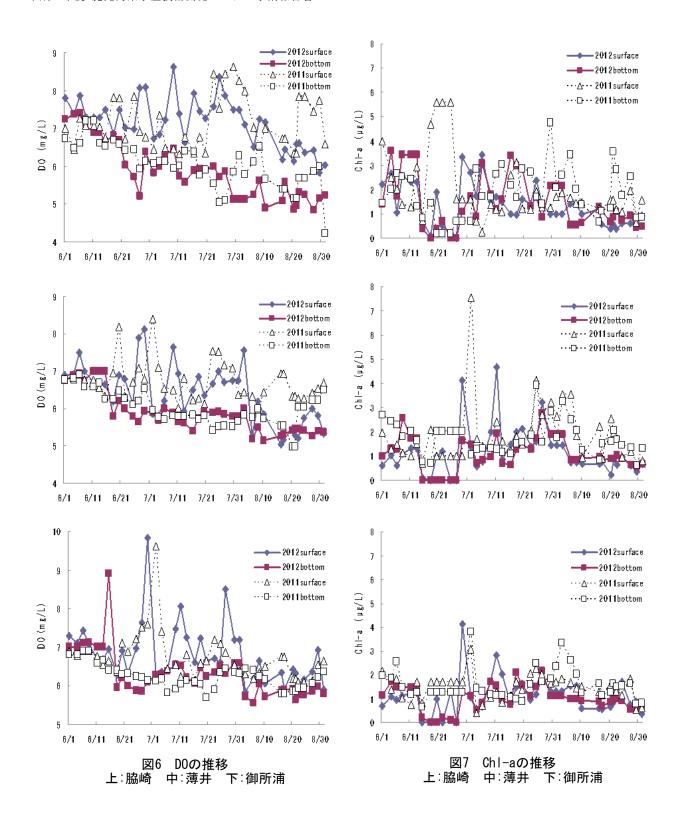
DOの推移を図6に示す。2012年珪藻類が最も多く計数された6月27日に、全ての定点の表層でDOが高かった。脇崎と薄井は、7月10日頃もDOが高かった。

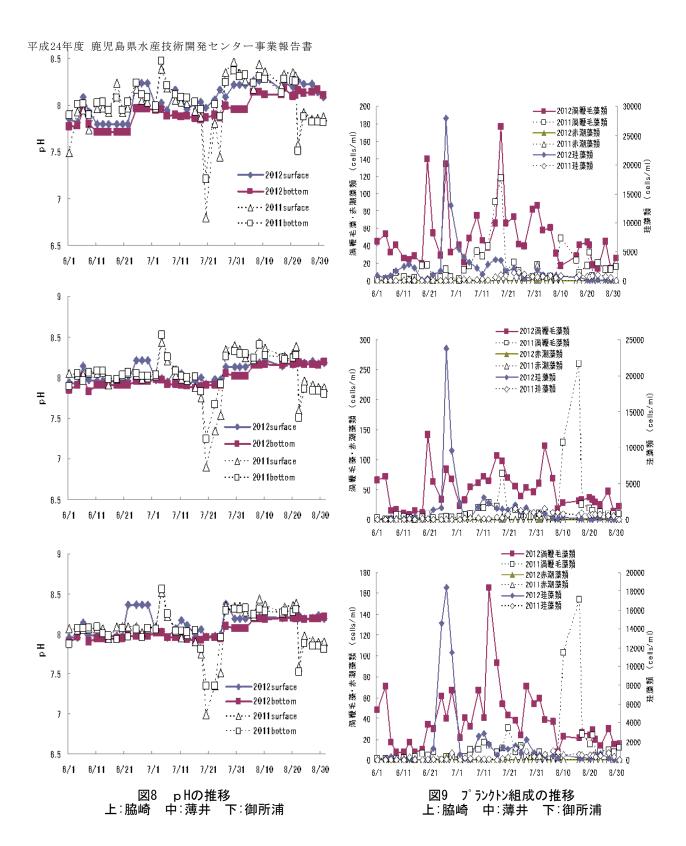
Chl-aの推移を図7に示す。6月下旬と7月10日頃にピークが見られた。

pHの推移を図8に示す。期間を通じて、pH8前後で推移した。

プランクトン細胞密度の推移を図9に示す。6月27日に全ての定点の珪藻の細胞密度がピークとなった。







調査定点の内、脇崎における水温の推移と 鉛直混合を図10に示す。表層と底層の水温差 は7月中旬までは1℃以下になる時期があった が、その後8月中旬までの間は水温差は高くな り2℃を下回ることはなく、水温成層が安定して いたと考えられる。

脇崎0mの栄養塩(DIN)と降水量(水俣)の関係を図11に示す。降水量の増加時期と栄養塩(DIN)の増加時期は、よく一致していた。そこで、栄養塩濃度と水俣及び八代における当日、1日前、2日前、当日+1日前、当日+1日前+2日前、1日前+2日前の降水量との関係を回帰分析した。結果を表4及び5に示す。DINは2011年水俣及び八代が当日+1日前、2012年水俣及び八代が1日前+2日前で最も寄与率が高かった(水0.001)が、DINほど寄与率は高くなかった。これらのことから、栄養塩類特にDINは降水

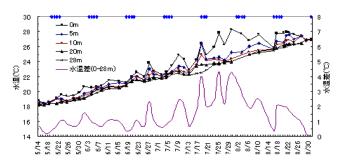


図10 水温の推移と鉛直混合 (脇崎)

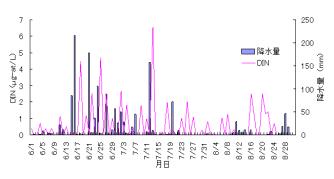


図11 栄養塩 (DIN)と降水量の関係

の影響を強く受け、1日前前後の降水により供給される可能性が高いと考えられる。

衣4 木食場(DIN)と降小車との送げ	表4	栄養塩	(DIN)と降水量との関係	系
---------------------	----	-----	---------------	---

	2011				2012			
降水量データ	水俣		八代		水俣		八代	
	寄与率	p値	寄与率	p値	寄与率	p値	寄与率	<i>p</i> 値
当日	0.418	***	0.473	**	0.000		0.000	
1日前	0.252	**	0.160	**	0.414	***	0.569	***
2日前	0.139	**	0.099	*	0.180	**	0.169	*
当日+1日前	0.596	***	0.543	***	0.322	***	0.513	***
当日+1日前+2日前	0.530	***	0.355	***	0.506	***	0.692	***
1日前+2日前	0.227		0.139		0.572	***	0.728	***

表5 栄養塩(DIP)と降水量との関係

		2011			2012				
降水量データ	水色	水俣		八代		水俣		八代	
	寄与率	p値	寄与率	p値	寄与率	p値	寄与率	p値	
当日	0.347	***	0.361	***	0.017		0.012		
1日前	0.103	*	0.119	*	0.079		0.123		
2日前	0.106	*	0.140	**	0.155	*	0.163	*	
当日+1日前	0.414	***	0.410	***	0.033		0.087	*	
当日+1日前+2日前	0.378	***	0.335	***	0.157	*	0.225	***	
1日前+2日前	0.138	**	0.154	**	0.226	***	0.272	***	

^{**: \(\}rho<0.05\), **: \(\rho<0.01\), ***: \(\rho<0.001\)

3 ブリ暴露試験

暴露試験直後及び1時間後のC.antiqua細胞密度を表6に示す。

暴露直後の細胞密度は,設定した細胞密度より5~45%高かった。1時間後の細胞密度も暴露直後の細胞密度からほぼ維持されていた。

各試験区供試魚のへい死状況を図12に示す。

試験区1はC.antiqua暴露70分及び73分後に2尾ともへい死した。試験区2は90分及び104分後2尾ともへい死した。試験区3及び試験区4は24時間後まで行動に異状は認められなかった。試験区5は79分及び82分後に2尾ともへい死した。試験区6は24時間後まで行動に異状は認められなかった。

暴露試験中の水質の変動状況を表7に示す。DOは試験開始時に酸素通気を行ったが、著しく数値が高くなったため、30分後には全ての試験区で空気通気に切り替えたことから、数値変動は大きくなった。へい死した試験区1,2,5のDOは、24時間後まで生残した他の試験区と比べても酸欠になるほど低い状態にはなかった。また、試験区5及び6は防除剤添加によりpHが試験区1~4に比べやや低く、試験区5は対照区である試験区6と比べてpHがわずかに高かった。これらのことから、へい死は酸欠によるものでなく*C.antiqua*によるものと推測される。

表6	暴露時及び暴露1時間後の各試験区形態別 Chattonella 細胞密度							
試験区 細胞	暴露直後の 細胞密度 -	暴露1時間後の形態別細胞密度(cells/ml)						
	神胞名度 (cells/ml)	遊泳運動	運動停止	球形化	崩壊	合計		
1	2,900	1,425	850	0	0	2,275		
2	1,366	1,050	450	0	0	1,500		
3	570	50	550	0	0	600		
4	0	0	0	0	0	0		
5	球形2,100	100	1000	700	0	1,800		
6	0	0	0	0	0	0		

表7	水質の変動(暴露直	直後~2時間後まで)		
試験区	水温(℃)	塩分	рН	DO(mg/L)
1	23.2~23.5	33.5~33.7	7.8 ~ 7.9	6.3~15.3
2	22.8~23.8	33.4	7.8 ~ 7.9	5.6 ~ 10.8
3	23.6~24.1	33.4~33.5	7.8 ~ 7.9	5.4~測定上限値
4	25.6~26.9	33.1~33.5	7.8 ~ 7.9	3.6~5.4
5	24.6~26.0	33.5~33.7	7.5 ~ 7.6	5.6 ~ 15.4
6	23.4~24.1	33.4	7.3 ~ 7.5	5.1~12.1

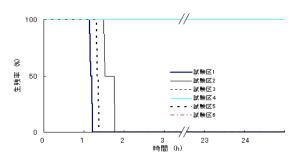


図12 C. antiqua暴露によるブリのへい死

試験供試魚の鰓のSEM画像を図13に示す。

へい死した試験区1,2,5の一次鰓弁は、いずれも二次鰓弁列の小出鰓動脈側前面が付着物で覆われていた(図13-1,2,4矢印)。二次鰓弁の小出鰓動脈側前面は基部から頂点部までが付着物でふさがれているが、頂点部から小入鰓動脈方向には付着物は認められず、上皮細胞にも剥離は認められなかった。一次鰓弁の小出細胞脈側は、上皮細胞の剥離や粘液細胞の放出痕が多数認められた。

C.antiqualには暴露されたがへい死しなかった試験区3の二次鰓弁列の小出鰓動脈側前面には付着物は認められなかった(図13-3矢印)。一次鰓弁の小出細胞脈側は、わずかに粘液細胞の放出痕があった。

これらのことから、鰓からの大量の粘液放出により、粘液が二次鰓弁の小出鰓動脈側を覆い、海水交換が妨げられ窒息によりへい死したと考えられる。また、今回の試験条件では約500から1,300cells/mlの間にへい死を引き起こす閾値があったと推測される。

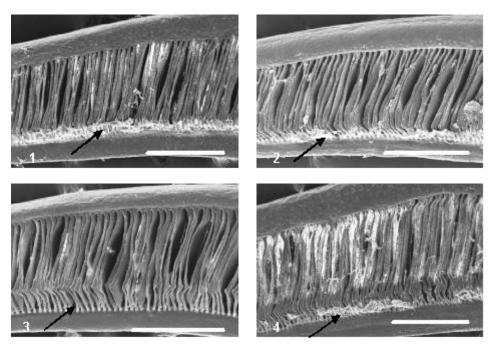


図13 供試魚の鰓SEM画像 1:試験区1 2:試験区2 3:試験区3 4:試験区5 スケールバー=500µm

文 献

- 1) 伊藤克彦,今井一郎(1987):第6章 ラフィド藻.赤潮生物研究指針.日本水産資源保護協会,122-130.
- 2) 折田和三, 西広海, 田原義雄, 中村章彦(2012).赤潮総合対策調査事業-V(赤潮被害防止緊急対策事業).平成23年度鹿水技セ事報;110-123.

鹿児島海藻パーク推進事業 - I (海藻バンク造成事業)

徳永成光, 久保満, 塩先尊志

【目的】

新たな藻場造成技術の開発等による藻場の回復と、市場価値の高い有用藻類増養殖技術の開発によって漁家経営の改善に資する。

1 藻場造成技術開発及び藻場回復指導

【方 法】

外海域に位置するいちき串木野市羽島地区と肝付町高山地 区において藻場造成試験を実施(図1)。

羽島地区では、土川漁港付近の海域において、ヒジキの幼 胚播種や母藻設置による種苗供給試験とヒジキ幼体の設置に よる種苗供給試験を行い、追跡調査を実施した。

高山地区では,漁業者グループが実施する母藻設置による 藻場造成の指導,追跡調査を実施した。

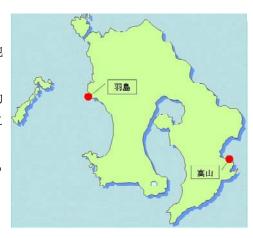


図 1 試験地位置図

(1) 羽島地区におけるヒジキの幼胚播種や母藻設置による種苗供給試験

試験実施場所(図2)は、ムラサキウニの分布密度が10個体/㎡以上と高い場所でホンダワラ類が確認できない区域であった。転石上部にのみソゾ類やヘラヤハズなど比較的小型の藻類が着生していた。転石上部は、水深0m付近に位置し、波の影響を受けるためにムラサキウニが侵入できない水深帯で、ヒジキの分布水深と合致すると判断されたため、試験は転石上部で実施した。

ヒジキの幼胚播種は7月9日に実施した。ヒジキ幼胚は、 水産技術開発センターの陸上水槽内に収容した母藻から得た 幼胚を用いた。播種する転石上面は、幼胚が着生しやすいよ うに転石上面の小型海藻を金属製のスクレーパーで部分的に 除去し、小型海藻の着生部と非着生部が混在するように調整



図2 羽島地区試験地

した(図3)。播種時には、うねりによる強い水流があり、なるべく拡散しないように幼胚を入れた容器を海水で満たし、転石の上面に被せるようにして約1㎡に播種した。

母藻の設置は7月10日に実施した。ステンレス金網で作製したカゴ内外にヒジキ母藻とロープに着生した繊維状根を取り付け、転石上部の小型海藻の付着している部分に設置した(図4,5)。

種苗供給の効果を確認するため、7月23日、11月21日に追跡調査を実施した。





図3 ヒジキ幼胚の播種面



図4 転石上部に設置した母藻やカゴ



図 5 カゴ内に設置した繊維状根付きロープ

(2) 羽島地区におけるヒジキ幼体の設置による種苗供給試験

幼胚播種や母藻設置試験では転石に固定したロープ等が波浪で破損してしまったため、試験実施場所を再検討した。土川港付近は、港内以外は波浪の影響が強いと考えられるため、形が様々でロープ等の固定がしにくく、時化の際に動く可能性のある自然石よりも、消波ブロックなどの人工構造物のほうが安定していると考えられたため、土川港南側の消波ブロックで試験を実施した(図6)。

設置したヒジキ幼体は、ヒジキ種苗量産試験で生産した0.5×1 mの種苗培養シートに着生したものを用いた。平成25年3月4日に5 cmから最大1.7mのヒジキが着生したシート2枚を消波ブ



図6 新たに選定した試験地

ロックに荷締めベルトを用いて固定した。設置水深はシート上部で約0.5m,下部で0mとした。また、予備として持ち込んだシートを土川漁港内に設置した。

シート設置場所における食害の有無を確認するため、ステンレス製のフグ篭内外にヒジキ種苗シートの一部を固定したものを3月5日に設置した。

追跡調査は3月5日と3月15日に実施した。

(3) 高山地区における藻場回復指導及び藻場造成試験

試験は、開放的な海域であり、漁業者グループが平成23年度から食害動物であるウニの除去と母藻設置による種苗供給による藻場造成活動を実施しているSt. 1, St. 2 と、消波堤内側や港内といった比較的静穏な海域であるSt. 3, St. 4 で実施した(図 7)。また、漁業者グループの母藻採取や母藻設置に立ち会い、漁業者グループがこれまで実施してきた方法の確認及び改善すべき点の指導を実施した。

母藻は志布志市夏井地区のヨレモクモドキを使用し、St. 1、St. 2においてはスポアバック法で種苗を供給した。St. 3、St. 4ではヨレモクモドキが着生した小礫10個程度を水深1~1.5mに設置し、小礫周辺への種苗供給状況と付着器の生残状況の経過観察を実施した。母藻採取は平成24年5月9日、母藻設置は5月10日に実施し、追跡調査を12月11日、平成25年3月1日に実施した。



図7 高山地区試験実施場所

【結果及び考察】

(1) 羽島地区におけるヒジキの幼胚播種や母藻設置による種苗供給試験

7月23日にカゴ内外のヒジキ母藻等の状態を確認したが、波浪で施設が破損し、ロープや金網が転石から外れて海底の大礫と転石の間に挟まれていた。母藻は波浪で転石と擦れたためか消失し、金網は押し潰されていた。ロープに着生していた繊維状根は残っていたため、ロープは転石に再設置した。

11月21日に幼胚を播種した転石とその周辺において、幼胚が着生したか否かを確認するため幼体を探したが、幼胚を播種した転石上にヒジキ幼胚は確認できなかった。播種した周辺の転石上に、ホンダワラ類の幼体が1株確認されたが、通常見られるヒジキ幼体より葉の幅が広く、ヒジキ幼体であるとは判断できなかった。

7月23日に再設置したロープは再び波浪で切れ、ロープに付いていた繊維状根は周囲の巨礫と擦れて消失していた。

試験地は土川漁港の南側沿岸に位置し、北西から南西の波浪の影響を受ける場所であり、ロープを 強固に締め込んで転石に固定していたものの、波浪の影響に施設が耐えられなかったため、施設の固 定方法に課題が残る結果となった。

(2) 羽島地区におけるヒジキ幼体の設置による種苗供給試験

シート設置翌日の3月5日には、シートに 異状はなく、食害は受けていなかった。港内 に設置したシートには、長さ2mのシート上 にアメフラシが5尾蝟集していた。

設置10日後の3月15日には、シート上のヒジキに切り取られたような食害痕(図8)が多数見られるとともに全体的に短くなり、設置時に最大1.7mあった藻体長は最大1.2mとなった。

3月5日に設置したフグ篭については,篭 外のヒジキはシート同様に切り取られたよう な食害痕が多数見られるとともに全体的に短 くなっていた(図9)。篭内のヒジキも短くな っていたが,篭内から篭の外へ出ているヒジ キが見られ,篭外に出ている部分には枝がか じり取られたように細くなった部分が見られ た。篭の周囲に,ヒジキを食べているムラサ キウニが見られ,摂食中のヒジキには,切り 取られたような魚の食害痕とは異なり,から もれたような食害痕(図10)が見られたこと から,ウニがヒジキを篭内から篭外へ引っま り出して摂食したことが,篭内ヒジキが短く なった原因であると考えられた。

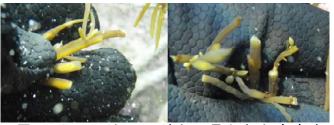


図8 シート上のヒジキに見られた食害痕



2013. 3. 5 (設置時) 2013. 3. 15(10日後) 図 9 篭外のヒジキの状況





図10 ヒジキを食べているムラサキウニ (左)とかじられたような食害痕(右)

土川漁港内に設置したシート上のヒジキは、アメフラシによる食害を受け、葉や気泡がほとんど消失し、太い枝のみとなっていた。また、シート上にはアメフラシの卵塊が複数産み付けられていた。 以上のことから、試験地においては、港内のような静穏な海域ではアメフラシ、波浪の影響を受ける港外では魚類、港外の海底付近ではウニの食圧が高いことが示された。

(3) 高山地区における藻場回復指導及び藻場造成試験

① 藻場回復指導状況

母藻採取については、これまで地域振興局から送付された母藻や母藻の写真画像を基に水産技術開発センターで母藻の成熟状態を判断し母藻採取時期を決めており、本年も同様に母藻採取時期を決定した。

5月9日の母藻採取に立ち会い、ヨレモクモドキ藻場内の藻体を所々で観察すると、同じ藻場内で も藻体の状況が箇所箇所で異なっており、成熟期のピークを過ぎて藻体に付着生物が多く付き藻体が 枯れかかって切れやすくなっているものも見られた。

これまで、母藻採取は藻場内でランダムに母藻を採取していたとのことであったため、以下のことを指導した。

・同一藻場内でも藻体の状況が場所によって異なることも多いため、母藻の成熟状況を判断するた

めのサンプルは数カ所で採取して観察する。

- ・母藻採取時には、藻体に付着物が少ない母藻を選び、付着物が多いものや枯れかかって切れやす いものは母藻としない。
- ・生殖器床を肉眼やルーペ等で注意深く観察し、内部の未放出卵が黒く見えるものや表面に卵が出 ているものを選定する。

また、母藻設置は母藻採取日に実施することが望ましいが、都合により母藻採取の翌日に母藻設置 を行うこととしていたため、母藻の保管方法については、藻体が傷まないよう海面に張った網いけす に収容するか、陸上水槽内であれば水が澱まないよう海水をかけ流すとともにエアレーションで海水 を撹拌するよう指導した。

母藻の設置については5月10日に行い、St. 1、St. 2においてはスポアバックの設置水深を夏井地 区でのヨレモクモドキ分布水深と合わせ、水深1m程度に設置するよう指導した。

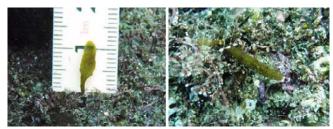
② 追跡調査結果

平成25年3月時点でヨレモクモドキの幼体は確認されなかった。ホンダワラ類幼体やアオサ類には 魚類によると判断される食害痕が見られた。当試験地においては平成23年度から漁業者グループがウ ニ除去とヨレモクモドキの母藻設置を実施してきたが、ヨレモクモドキは定着しなかった。しかし、 継続したウニ除去により有用種であるトサカノリやワカメが増加しており,今後は藻場造成対象種の 変更について検討する必要があると考えられた。

各調査点の追跡調査結果は下記のとおりであった。

a. St. 1

12月11日に、水深0.5-1.0mの転石上にホンダ ワラ類の幼体が確認された(図11)。全体的には 幼体の確認できないところが多いが、幼体が確 認される部分では1-4個体/100c㎡の着生密度で あった。5月のスポアバック設置水深が1m前後 であったので,水深的には一致するが,幼体時 期で種類は特定できなかった。



ホンダワラ類幼体 図 11

平成25年3月1日の調査では、ホンダワラ類幼体が僅かに見られたが、母藻としたヨレモクモドキ ではなく、以前から付近に分布の見られたフタエモクの幼体と判断された。また、ホンダワラ類幼体

やワカメ,アオサ類には魚類による食害痕が見 られた。漁業者グループが1月に設置したホンダ ワラ類種苗付きブロックのほとんどが魚類によ ると考えられる食害により短くなっている状況 であった。

以前から僅かに分布が見られていたトサカノリ 🌌 (図12)。



が増加しており、水深4m前後に群落がみられた 図12 フタエモク幼体(左)とトサカノリ の群落(右)

b. St. 2

12月11日は波が高くなり調査できなかった。

平成25年3月1日の調査では、紅藻類が繁茂していたが、ホンダワラ類は確認できなかった。平成 23年度に設置されたホンダワラ類種苗付きブロックは時化等で転倒し、ホンダワラ類の付着器も消失 していた。また、アオサ類は食害を受けてかなり短くなっており、魚類と思われる食害痕が見られた。 c . St. 3

12月11日の調査時には、小礫を設置した防波堤内側の基礎コンクリート上に砂泥が10-20ミリ堆積 しており、幼体は確認できなかった。また、小礫は波浪で流失したためか1個しか残存していなかっ た。ヨレモクモドキの付着器は確認できたが、食害を受けたためか幼体はなかった。

d. St. 4

12月11日の調査時に小礫は確認できず、波浪によりすべて流失したと思われた。また、小礫を設置した斜路のコンクリート面に幼体は確認できなかった。

2 食害動物利活用推進

【方 法】

藻場形成阻害要因となるウニ類の一種であるガンガゼを用いて、珍味(おつまみ的な加工品)及び 風味付け用フレーク(料理に振りかけ、ウニの風味を付けるふりかけ的な加工品)の試作を行った。

珍味の加工手順は以下のように行った。①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。②取り出した生殖腺を100℃で3時間乾燥。③乾燥してクッキー状に固まれば完成。

風味付け用フレークの加工手順は以下のように行った。①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。②取り出した生殖腺をフライパン上でへらで練りながら弱火で加熱。③水分が減少してきたらフライパンに塗りのばし乾燥。④乾燥して張り付いたウニをこそぎ取り完成。

【結果及び考察】

珍味については、ウニの生殖腺がそのままの形で固まった状態となったが、生の際は黄土色であった色が薄茶色に変色してしまった(図13)。味はウニの風味は残っているが少々焦げて苦みのあるスルメのような味になった。

今回原料としたガンガゼの身入り率(身入 り率%=可食部重量÷とげ無し重量×100)は 17.1%であった。また、可食部の乾燥後の重 量は乾燥前の34.7%となった。よって、約1kgのガン

色合いと苦みが課題として残るが,乾燥温度や調味料による味付けを工夫することで,比較的簡易に生産できる加工品に成りうると思われた。

ガゼから約60gの加工品が生産できる結果となった。

一方、風味付け用フレークについては、弱火で加熱し続け、さらに練りながら乾燥させたためか、色が薄茶色に変色するとともにウニの風味がかなり薄くなり、ガンガゼの加工方法としては適さないと判断された(図14)。



加工前



加熱乾燥後

図13 ガンガゼ珍味試作品



図14 ガンガゼフレーク試作品

3 有用藻類增養殖技術開発

【方 法】

(1) ヒジキ種苗量産試験

平成23年度にヒジキ人工種苗の量産技術の開発に着手し、種苗培養シートはエステルテープ製が安価で耐久性がある、夏の高水温期における表層での種苗育成中に枯死することはない、健全な母藻・新しい幼胚が種苗生産に適している、種苗育成中の付着生物対策として定期的な淡水浴が必要、海水の流動がある方が生長が良い、といった知見が得られた。平成24年度は、種苗生産効率向上、生長促進、種苗コスト削減、養殖の省力化・コスト削減などの課題解決に向けた試験を実施した。

①良質な幼胚を大量に確保する技術の検討

ホンダワラ類の一種であるアカモクは幼胚の冷蔵保存が可能であり、人工種苗生産等において幼胚の冷蔵保存が活用されている。ヒジキ種苗生産において、母藻から種苗生産に用いる幼胚を得るための陸上水槽施設が限られるなど、現状では良質の幼胚を一度に得るのが困難な状況であることから、アカモクのようにヒジキ幼胚を冷蔵保存し、量がまとまってから播種することが可能であるかを検証するため、幼胚を5 $\mathbb C$ で 1 、 7 、 14 日冷蔵保存し生長状況を比較した。また、幼胚の播種や冷蔵保存時に異物が混じると、基質への着生率の低下や幼胚の腐敗などの悪影響が考えられることから、幼胚に混じる異物除去のための洗浄方法について、プランクトンネットを使用した異物除去と遠心分離による異物除去について検討を行った。

②海水の流れが生じやすいシート形状等の検討

平成23年度に海水の流動がある方が生長が良いという知見が得られたため、長さ2mの通常の種苗培養シートと海水の流動を良くするために1mのシート2枚を20cm程度の隙間を空けて連結したシートとで生長を比較した。また、水産技術開発センター前の海面施設付近を静穏な海域、指宿道の駅付近を波浪の影響を受けやすく海水流動が大きいと思われる開放的海域として位置づけ、平成24年12月3日から平成25年1月11日までの期間中の種苗の生長を比較した。

③各養殖現場における種苗育成の実践

養殖コスト削減方法の一つとして、養殖業者自身が種苗育成を実施して種苗経費を削減することが考えられる。よって、養殖現場における人工種苗育成の可能性を探るため、水産技術開発センターで5月にヒジキ幼胚を播種・定着させた培養シートを鹿児島地区(鹿児島市鴨池港)と大隅地区(錦江町大根占港)に各4枚を移設して育成試験を実施した。なお、当試験については、当センターがヒジキ幼胚のシートへの播種・着生までを実施し、現場での種苗育成については鹿児島湾水産業改良協議会が実施した。

④養殖の省力化・コスト削減の検討

ヒジキ養殖は、ロープにヒジキ種苗を挟み込んで生長させるが、種苗をロープに挟み込む作業に労力を要するため、ロープに直に幼胚を播種し、種苗をロープ上で育成する試験を実施(企画研修部との共同実施)し、挟み込み作業の省略が可能であるか検討するとともに、種苗培養シート生地(エステルテープ)とロープ(ポリエチレン製、ナイロン製の2種)という基質の違いによる幼胚の定着状況の違いを比較した。

また、種苗培養シートの再利用による種苗生産コストの削減が可能であるかを検討するため、前年に使用した種苗培養シートと未使用のシートに同じように播種し、種苗育成後に100mm以上の種苗の着生密度で比較した。

(2) アサクサノリ種苗生産

八代海出水地区のノリ養殖生産者グループがH18年からアサクサノリの養殖に取り組んでいるが、種苗(のり網に付ける胞子を出すカキ殻穿孔糸状体)の安定培養や乾海苔中のアサクサノリ割合の向上が課題となっている。このことから、北薩地域振興局と連携し、フリー糸状体を用いた種苗培養技術の指導やPCR法による種の判別(養殖したノリがアサクサノリであるか近隣の漁場から移入したスサビノリであるかを判定)等を実施し、生産者グループの取り組みを支援した。

当センターにおいて、カキ殻穿孔糸状体の平面式培養(5~10月、カキ殻4000枚)と出水で生産者 グループが培養していたもののうち生長不良であった800枚の垂下式培養(8~10月)を実施し、カキ 殻に付着した珪藻除去のための洗浄など培養中の管理は、生産者グループとともに培養期間中に3回 実施した。また、培養完了時期の10月には、培養したカキ殻穿孔糸状体の胞子放出時期を把握するた め胞子放出試験を行い、平面式培養と垂下式培養とを比較した。なお、放出された胞子の確認は、濾 過海水を入れたビーカー内に糸状体培養基質であるカキ殻を糸状体が付いた面を下にして吊し、底面 に置いたスライドガラスに落下した胞子数(顕微鏡の100倍1視野あたりの胞子数)で確認した。

PCR法の分析方法及び種の判別は、二羽(兵庫県 2005 年)に従った。試料の採取については、生 ノリの場合はノリ網からノリ葉体を採取して試料とし、乾海苔製品の場合は乾海苔を水で戻して葉体 片とした後にランダムに採取したものを試料とした。

【結果及び考察】

- (1) ヒジキ種苗量産試験
- ①良質な幼胚を大量に確保する技術の検討

幼胚を冷蔵保存した後の生長状況は、冷蔵保存期間1日では冷蔵しない場合より若干低下する程度で、播種後3週間程度で生残率40%であったが、冷蔵7日では僅かに生残が見らる程度、冷蔵14日では生残個体は無かった。よって、幼胚は5℃程度の低温では冷蔵保存ができないと考えられた。

平成23年度は、幼胚を50ミクロンメッシュの袋で回収していたが、幼胚に混じる異物を除去するため、70ミクロンメッシュのプランクトンネットに幼胚を収容して流水で洗浄したところ、異物がかなり減少した(図15)。



50ミクロンメッシュで得た幼胚



図15 幼胚洗浄の効果

幼胚のサイズを測定したところ短径120,長径170ミクロンであり、100ミクロンのメッシュまでは 幼胚が流失しないと判断されたので、100ミクロンメッシュでの幼胚洗浄を試験する予定。

異物混じりの幼胚混濁液を2,000回転/分で1分間遠心分離し、沈殿物を上層、中層、下層に分けて観察した。若干の差はあるものの、どの層にも幼胚と異物が見られた。幼胚自体の比重が大きいため、遠沈管に幼胚混濁液を入れるとすぐに異物と共に沈殿する状態で、幼胚と異物との比重差が小さいと考えられた。よって、遠心分離では効率的な幼胚の選別は困難と判断された。

②海水の流れが生じやすいシート形状等の検討

長さ2mの通常の種苗培養シートと長さ1mのシート2枚を20cm程度の隙間を空けて連結した種苗培養シートとの比較については、隙間を設けたシートの収穫種苗数が、通常のシートに比べ約6%低い結果となり、隙間を空けることへの効果は見られなかった。原因としては、隙間にゴミが引っかかったことにより、着生していた種苗がこすり取られた可能性が考えられた(図16)。

静穏海域と開放的海域とでの生長比較について、100mm以上の養殖種苗サイズの割合で評価した結果、静穏海域が49.6%、開放的海域が55.0%と、やや開放的海域の方が若干ではあるが生長が良い結果となった(図17)。100mm以上の種苗の着生密度は、静穏海域が4,010本/㎡、開放的海域が4,103本/㎡と、種苗培養シートへしっかり定着した後の時期であったこともあり、大きな差は見られなかった。



図16 隙間の有無による生育状況

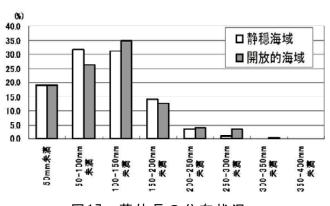


図17 藻体長の分布状況

③各養殖現場における種苗育成の実践

鹿児島地区、大隅地区両地区ともに残存個体が少なくなった。

鹿児島地区(鴨池港内)では、4枚のうち2枚のみ種苗培養シート上に低密度で残存したが、港の

奥の方でかなり静穏な場所であったためか, 火山灰や浮泥の堆積,藻類などの付着物が多 かったとのことであった。

大隅地区(大根占港内) も港の奥で育成していたが、港内に流れ込む小規模河川の河川水が港内に滞留するようで、塩分濃度が通常の1/3程度に低くなる期間があり、ほとんどが生長できなかったようである。





鹿児島地区(11月下旬) 水技センター(11月上旬) 図18 育成場所による生長の差

なお、鹿児島地区で育成したものと水産技術開発センターの海面施設において育成したものとでは 生長に大きな差が見られ(図18)、育成する環境の違いが生長に大きな影響を与えることが示唆され た。

④養殖の省力化・コスト削減の検討

ヒジキの挟み込み式養殖に使用されるポリエチレン製のロープに直接ヒジキ幼胚を播種した結果、 水産技術開発センター前の比較的静穏な海域においては、伸長するとともに脱落する様な傾向は見られず、順調に生長した。しかし、ロープ上では濃密に着生した部分とほとんど着生していない部分が あるなど、種苗の定着状況にむらが生じた。 基質の違いによる幼胚の定着状況を比較した結果、2種類のロープよりエステルテープの着生密度が2倍程度高かった。エステルテープは表面が平面であるのに対し、ロープは表面が曲面であるとともに細いロープを撚ったり編み込んで作られているために凹凸が大きくなっている(図19)。この基質表面の形状が幼胚着生密度の差の原因となっている可能性があると考えられた。

種苗培養シートの再利用については,前年 に使用した種苗培養シートでも種苗生産が可





上:ポリエチレン製ロープ 右:エステルテープ下:ナイロンロープ (幼胚播種後の状態)図19 2種類のロープとエステルテープ

能であり、シートの再利用により種苗生産コストを下げることができることがわかったが、未使用シートより100mm以上の種苗の着生密度が2割以上低かった。生産性は2割以上低いが、複数回の再利用が可能であれば、種苗生産コストの削減が可能であると考えられた。

(2) アサクサノリ種苗生産

平成24年度から、出水地区のノリ養殖グループが生産地におけるカキ殻穿孔糸状体の平面式培養に取り組むこととなっていたため、5月下旬に当センターで培養したアサクサノリフリー糸状体を提供し、出水の種苗培養施設において、北薩地域振興局とともにカキ殻への播種方法を指導した。播種後の種苗育成・管理については、北薩地域振興局が実施した。

カキ殻穿孔糸状体培養後の胞子放出状況については、平面培養と垂下式培養ともに胞子放出促進処理後の9日目から上昇し始めたが、ピークは平面式が13日目、垂下式が11日目と違いが見られた。また、平面培養は放出胞子数が上昇してから4日後の最高641個まで徐々に上昇していったのに対し、垂下式培養では放出胞子数が上昇してから2日後の最高3,718個まで一気に急上昇するなど、胞子放出の仕方や放出量に違いが見られた(図20)。平面培養の放出胞子数が少なかったのは、カキ殻一面が真っ黒になるほど糸状体が繁茂し、鮫肌症状(糸状体が繁茂し過ぎて表面がざらつく状態となる)が生じていたためでなはいかと考えられ、糸状体が過剰に繁茂しないような培養管理を行う必要があると考えられた。

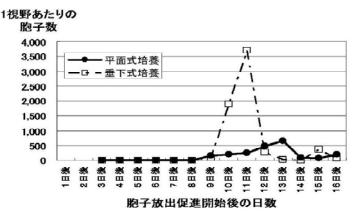


図20 平面培養と垂下式培養の胞子放出状況

鹿児島海藻パーク推進事業ーⅡ (藻場環境モニタリング調査事業)

塩先尊志, 徳永成光, 久保満

【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】

I 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等を行った。

調查回数

2回(各調査ライン)

調查場所

指宿地区藻場保全会

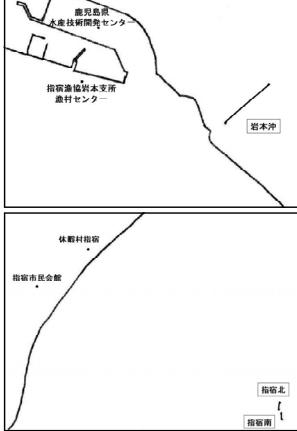
指宿地先, 指宿岩本地先



図 1 左 : 指宿地区藻場保全会

定期モニタリング位置図

右上:指宿岩本地先 右下:指宿地先



山川地区藻場保全会

山川漁港地先, 浜児ケ水地先, 赤水鼻地先

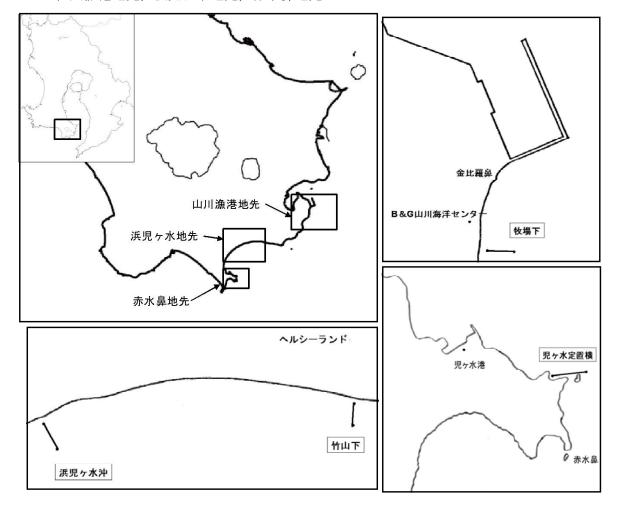


図2 左上:山川地区藻場保全会 定期モニタリング位置図,右上:山川漁港地先

左下:赤水鼻地先,右下:浜児ヶ水地先

調査内容

藻場保全会が設定した調査ライン(始点を0 mとする)において、潜水によるライントランセクト法(以下ライン調査)により下記項目の調査を行う。

(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

調査箇所	第 1 回	第 2 回	
指宿地先	平成24年6月22日	平成24年12月27日	
指宿岩本地先	平成24年6月8日	平成24年12月20日	
山川漁港地先	平成24年7月20日	平成25年2月22日	
浜児ヶ水地先	平成24年8月10日	平成25年2月20日, 22日	
赤水鼻地先	平成24年9月26日	平成25年2月20日	

Ⅱ 藻場の維持,回復手法の指導

環境・生態系保全活動活動グループに対して、薬場造成技術やモニタリング手法等の指導・助言を行う。

【結果】

I 定期モニタリング調査

指宿地区藻場保全会

- 1 指宿地先
 - 1) 指宿北(図1参照)
 - (1) 平成24年6月22日調査

ライン長は36 mで調査水深は2.2 m~3.8 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (コナフキモク,マジリモク,アミジグサ科),紅藻 (オゴノリ科, テングサ科,無節石灰藻)であった。1 m~23 mの範囲にマジリモクを主体とする藻場が形成 されていた。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

昨年度調査時(平成23年5月31日)に比べ、ウニ類、貝類は減少していた。(ウニ類は10 m : ガンガゼ1個/㎡、ナガウニ1個/㎡、20 m : ナガウニ1個/㎡、貝類は1 m : マガキガイ1個/㎡)





写真1 マジリモク主体の藻場(左:5 m付近,右:20 m付近)

(2) 平成24年12月27日調査

ライン長は36 mで調査水深は2.2 m~3.8 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻(イソモク、マメタワラ、ヤツマタモク、ホンダワラ類幼体、アミジグサ科、ワカメ)、紅藻(オゴノリ科、テングサ科、ムカデノリ科、無節石灰藻)であった。藻場の形成は見られなかった。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類は第1回目調査時より増加しており、ウニ類の除去が必要と判断された。(ウニ類は 10 mに9個/㎡ (ガンガゼ1個/㎡、ナガウニ8個/㎡)、貝類はマガキガイが15 mに4個/㎡)





写真2 ホンダワラ類の幼体(左:5 m付近,右:20 m付近)

2) 指宿南(図1参照)

(1) 平成24年6月22日調査

ライン長は30 mで調査水深は3.2 m~4.2 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (コナフキモク, マジリモク, ヤツマタモク, アミジグサ科, ワカメ), 緑藻 (ミル科), 紅藻 (オゴノリ科, テングサ科, 無節石灰藻) であった。1 m~8 m, 12 m~26 mの範囲にコナフキモク, マジリモク等による藻場が形成されていた。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類の数は少なかったが、ガンガゼ、ナガウニ、ムラサキウニ、ラッパウニを確認した。 貝類はマガキガイが25~mに16個/m°であった。





写真3 左:アミジグサ科(ウミウチワ)が繁茂(5 m付近),

右:アミジグサ科(ウミウチワ)が繁茂し、コナフキモク、マジリモクがガラモ場を形成(20 m付近)

(2) 平成24年12月27日調査

ライン長は30 mで調査水深は3.2 m~4.2 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (ヤツマタモク,ホンダワラ類幼体,アミジグサ科),紅藻 (小型 紅藻類,有節石灰藻,無節石灰藻)であった。藻場の形成は見られなかった。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

全体的にウニ類の数は少なかったが、ガンガゼやラッパウニを確認した。(20 mにガンガゼが 2 個/㎡) 貝類はマガキガイが20 mに3個/㎡) 20 m~25 mはサンゴが多く分布していた。



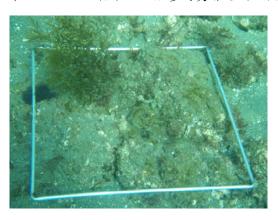


写真4 左:ホンダワラ類の幼体(5 m付近),

右:30 cm程度に生長したヤツマタモク (20 m付近)

2 指宿岩本地先(図1参照)

1) 平成24年6月8日調査

ライン長は250 mで調査水深は0.5 m~3.4 m(潮位換算後)であった。

ライン上の出現種は褐藻 (マメタワラ, ヤツマタモク, アミジグサ科, カヤモノリ科, ワカメ), 緑藻 (イワズタ科), 紅藻 (テングサ科, 有節石灰藻, 無節石灰藻), 海草 (アマモ, コアマモ) であった。60 m~110 m, 160 m~170 mはヤツマタモク主体の藻場が形成されており, 150 m~160 mにはコアマモ主体の藻場が形成されていた。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

全体的にウニ類は少なかった。(75,175,200 mにラッパウニ1個/m</sub>) 貝類はアマモ場にマガキガイが $30\sim40$ 個/mと多かった。

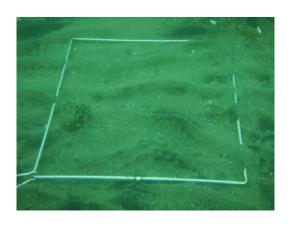








写真 5 左上:砂地(始点付近),右上:ヤツマタモク主体の藻場(100 m付近) 左下:コアマモ(150 m付近),右下:ヤツマタモク主体の藻場(200 m付近)

2) 平成24年12月20日調査

ライン長は250 mで調査水深は0.5 m~3.4 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻(マメタワラ、ヤツマタモク、アミジグサ科)、紅藻(有節石灰藻、 無節石灰藻)であった。60 m~225 mはヤツマタモク主体の藻場が形成されていた。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

 $45 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$ のホンダワラ類には魚類と思われる食害痕が多くみられた。ウニ類は75 mに2個/㎡ (ガンガゼ:1個体, ラッパウニ:1個体), 貝類はマガキガイが175, 200, 225 mに4個/㎡であった。

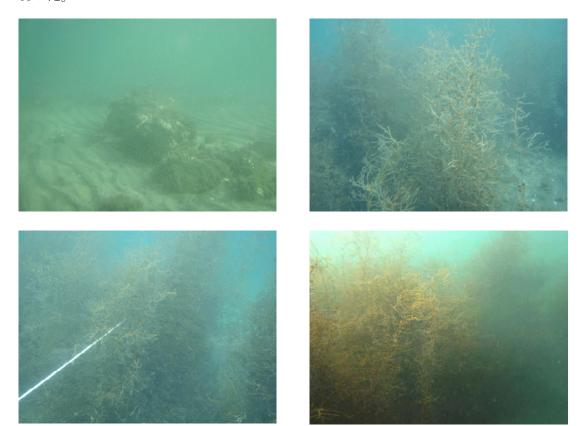


写真 6 左上:ホンダワラ類は見られない(始点付近), ヤツマタモク主体の藻場 (右上:100 m付近, 左下:150 m付近, 右下:200 m付近)

山川地区藻場保全会

- 1 山川漁港地先
 - 1) 牧場下(図2参照)
 - (1) 平成24年7月20日調査

ライン長は138 mで調査水深は-0.8 m~1.3 m (潮位換算後) であった。 ライン上の出現種は褐藻 (イソモク, コナフキモク, ヒジキ, 種不明, アミジグサ科, イシ が科), 紅藻 (テングサ科, ムカデノリ科, ナミノハナ科, 有節石灰藻, 無節石灰藻) であった。110 m付近, 130 m付近はコナフキモク主体の藻場が形成されていた。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

全体的にウニ類は少なかったが、32 mにムラサキウニが28 d/mと局所的に多くみられ、貝類はマガキガイが17 mに16 d/mで始点側に多かった。





写真7 左:イソモク(20 m付近),右:コナフキモク主体の藻場(130 m付近)

(2) 平成25年2月22日調査

ライン長は138 mで調査水深は-0.8 m~1.3 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻(イソモク、ヒジキ、ホンダワラ類幼体、アミジグサ科、カヤモノリ科、ワカメ)、緑藻(ミル科)、紅藻(テングサ科、ムカデノリ科、小型紅藻類、有節石灰藻、無節石灰藻)であった。藻場の形成は見られなかった。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

 $5 \text{ m} \sim 22 \text{ m}$ はヒジキ,イソモク, $113 \text{ m} \sim 118 \text{ m}$ ではホンダワラ類幼体が見られた。ウニ類は全体的に多く見られ,113 mに12個/m²(ムラサキウニ:10個,ナガウニ:1個,ガンガゼ1個)と多く,貝類はマガキガイが30 mに8個/m²であった。





写真8 左:磯焼け状態(20 m付近),右:ホンダワラ類幼体(118 m付近)

2 浜児ヶ水地先

- 1) 竹山下(図2参照)
 - (1) 平成24年8月10日調査

ライン長は134 m, 調査水深は1.1 m~6.0 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (コナフキモク, マジリモク, アミジグサ科, カヤモノリ科), 紅藻 (テングサ科, 有節石灰藻, 無節石灰藻) であった。11 m~26 m, 39 m~75 m付近にコナフキモク, マジリモクによって構成される藻場が形成されていた。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

 $26 \text{ m} \sim 39 \text{ m}$ はホンダワラ類が見られなかった。ウニ類は80 mに14 d/m(ガンガゼ:10 d0,ナガウニ:4 d0)見られ,貝類は0 mにマガキガイが3 d/mであった。





写真9 マジリモク主体の藻場(左:20 m付近,右:57 m付近)

(2) 平成25年2月22日調査

ライン長は134 m, 調査水深は1.1 m~6.0 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (ホンダワラ類幼体,カヤモノリ科),紅藻 (テングサ科,有節石 灰藻,無節石灰藻)であった。藻場の形成は見られなかった。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

全体的にムラサキウニが多く、0 mは60個/m (ムラサキウニ:40個、ナガウニ:20個)、貝類はマガキガイが0 mに8個/mであった。69 m ~ 99 mはホンダワラ類幼体の被度が高かった。

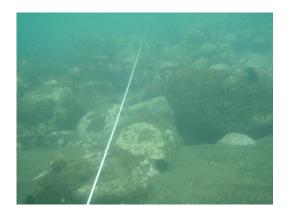




写真10 左:磯焼け状態(20 m付近),右:ホンダワラ類幼体(80 m付近)

2) 浜児ヶ水沖 (図2参照)

(1) 平成24年8月10日調査

ライン長は173 mで調査水深は1.6 m~5.7 m(潮位換算後)であった。

ライン上の出現種は褐藻(マジリモク,アミジグサ科),紅藻(テングサ科,有節石灰藻,無節石灰藻)であった。10~m付近, $21~m\sim51~m$, $68~m\sim80~m$ にマジリモクの藻場が形成されていた。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

60 m付近はホンダワラ類に魚類と思われる食害がみられた。ウニ類は152 mにガンガゼが8個/㎡であった。





写真 1 1 左:マジリモク主体の藻場(7 m付近), 右:藻体の短いホンダワラ類(60 m付近)

(2) 平成25年2月20日調査

ライン長は173 mで調査水深は1.6 m~5.7 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (ホンダワラ類幼体, アミジグサ科), 緑藻 (ミル科), 紅藻 (テングサ科, 有節石灰藻, 無節石灰藻) であった。藻場の形成はみられなかった。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

ウニ類は全体的に少なかった。





写真 1 2 ホンダワラ類幼体 (左:10 m付近,右:120 m付近)

3 赤水鼻地先

2) 児ヶ水定置横(図2参照)

(1) 平成24年9月26日調査

ライン長は158 mで調査水深は0.1 m~8.5 m (潮位換算後) であった。

ライン上の出現種は褐藻 (アミジグサ科), 紅藻 (テングサ科, 有節石灰藻, 無節石灰藻) であった。藻場の形成はみられなかった。

浮泥堆積物は全体的にやや多かった。

ウニ類は $10 \text{ m}\sim 80 \text{ m}$ でガンガゼ, ナガウニ, ラッパウニが多数みられた。(20 m: ガンガゼ9個/m, ナガウニ: 3個/m) 貝類はマガキガイが全体的に多かった。(80 m: 16個/m)





写真13 ホンダワラ類は見られない(左:20 m付近,右:100 m付近)

(2) 平成25年2月20日調査

ライン長は158 mで調査水深は0.1 m~8.5 m(潮位換算後)であった。

ライン上の出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体,アミジグサ科,カギケノリ科),緑藻(アオサ科,ミル科),紅藻(オゴノリ科,テングサ科,有節石灰藻,無節石灰藻)であった。藻場の形成は見られなかった。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ホンダワラ類幼体は0 m~40 mでみられた。ウニ類はガンガゼ、ナガウニ、ラッパウニが全体的にみられた。(20 m:ガンガゼ4個/㎡、ナガウニ1個/㎡)貝類はマガキガイが12個/㎡であった。





写真14 左:ホンダワラ類幼体(10 m付近)

右:ホンダワラ類は見られない(100 m付近)

Ⅱ 藻場の維持,回復手法の指導

平成24年7月9日,10日,いちき串木野市藻場造成グループの藻場造成活動(ウニ駆除)を指導すると共に、駆除したウニ重量の推定を行った。羽島漁協管内にはムラサキウニ、串木野市漁協管内にはラッパウニが多く、生息優先種が異なる結果となった。

表 1	ウニ類の駆除重量推定結果
10 1	

		ムラサキウニ	ナガウニ	シラヒゲウニ	ラッパウニ	合 計
ウー	個体数(個)	13	8	2	2	-
二単位重量	重量 (g)	325	250	370	120	-
里記	1個あたり重量(g/個)	25	31	185	60	-
駆(個)数	串木野市漁協管内	132	980	108	204	1,424
数	羽島漁協管内	365	1,910	2	40	2,317
	串木野市漁協管内	3,300	30,625	19,980	12,240	66,145
重 9) 量	羽島漁協管内	9,125	59,688	370	2,400	71,583



写真 15 左上:スポアバック内の藻体,右上:食害痕が見られるシマオオギ, 左下,右下:水産高校生によるウニ駆除作業(水深約3 m)

奄美等水產資源利用開発推進事業 (沿岸域資源利用開発調查-藻場造成試験)

久保満, 徳永成光, 塩先尊志

【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、主にマジリモクで構成される場所が多く見られる。主に $3\sim4$ 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*1)
 - (1) 瀬戸内町白浜
 - a 階段藻礁

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1段目:48 cm, 2段目:30 cm, 3段目:18 cm, 4段目:12 cm, 5段目:6 cm, 6段

目:6 cm,以下,階段藻礁と呼ぶ)2基及び周辺に設置した山石,岸の礫場に生育するマジリモクの藻体長,着生密度を測定した。



図2 階段藻礁全景(H24.5南側)

*1 核藻場:藻場を維持するに足る種苗(胞子や幼胚等)を供給できる最小単位の海藻群落

b ロープへの幼胚着生試験

白浜では、係留ロープ等にマジリモクが着生し、毎年のように繁茂する状況が観察されている。ロープに人為的に幼胚を着生させロープ上に藻体を繁茂させることが出来れば、軽量で容易に移設可能であり埋没しにくい核藻場造成が可能となる。また、母藻として他の場所へ容易に移設・展開することも可能となることから、ロープを着生基質とした藻場造成手法について試験を実施した。平成23年3月に基質とするロープと母藻を設置し(図3)、その後、幼胚着生状況の経過観察(藻体長、着生密度等の測定)を行った。



図3 ロープ設置と母藻の付いた山石 (H23.3設置)

c 新規基質設置

階段藻礁による核藻場からの藻場造成が成功したことから、さらに藻場を拡大するため、平成24年3月、階段藻礁周辺に山石を設置し、幼胚着生の経過観察を行った。

(2) 宇検村佐念

a 新規基質設置

昨年度までの調査結果から、岸の水深1m未満の礫場にキレバモクが生育し、平均藻体長が5 cm未満でも生殖器床が見られ成熟することが確認された。そのため、平成24年3月、礫場に山石を設置し、幼胚が着生した石を沖側へ広げることにより藻場の拡大を試み、幼胚着生の経過観察を行った。

b 食害対策試験

平成23年11月、マジリモクの幼胚が着生したプレートを設置(土台となるブロックの上に幼胚プレートを固定したものを縦6個×横4個の24個を配置)し、一部はその周囲に衝立式の網を設置した試験区(衝立式網区)を設け、経過観察を行った(図4)。

2) リーフ性藻場

(1) 奄美市笠利町佐仁

a 食害調査

食害の影響を確認するため、平成22年9月に設置した食 害調査カゴ内外の藻体長について経過観察を行った(図 5)。



図4 幼胚着生プレートと衝立式の網

(H24.5 状況)



図 5 食害防除カゴ(丸型) (H24.5 状況)

b 幼胚添加状況調査

藻場において個体数を維持する方法としては、母藻からの幼胚添加による新規加入と付着器からの発芽による栄養繁殖がある。藻場非形成年の幼胚添加による新規加入を確認するため、昨年度に引き続き、平成24年7月19日、新たに海底面の付着物を除去した区と除去しない区(対照区)を各4区設け、比較試験を行った(図6)。

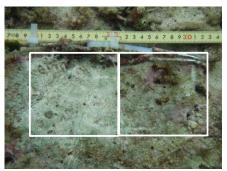


図6 試験区(左側)と対照区(右側)

【結果及び考察】

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

佐仁地区では1年おきに藻場が形成されるが、藻場非形成年となった平成24年の 藻体伸長期の水温についても、過去10年 の変動の範囲内で推移していた(図7)。

水質の測定結果を表1に示す。塩分について、白浜では7月から10月まで平均より低く推移し、佐仁では9月を除き過去10年の変動内であった。全窒素について、

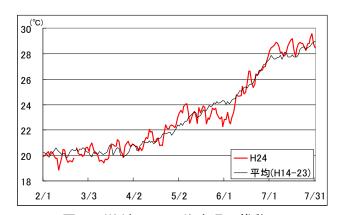
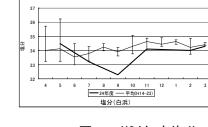


図7 H24年の日平均水温の推移

表 1 H24年度水質測定結果

	場所	塩分	SS(mg/L)		機態窒素(μg-a	DIP	На	
	物川	塩刀	SS(ffig/L)	硝酸態窒素	亜硝酸態窒素	アンモニア態窒素	(μ g-at/L)	рп
	白浜	32.3-34.5	0.4-1.2	0.14-0.68	0.01-0.88	0.22-0.71	0.02-0.17	8.0-8.1
	佐念	28.4-34.2	0.6-1.8	0.03-1.74	0.00-0.18	0.06-1.40	0.03-0.20	7.9-8.2
	佐仁	33.0-34.5	0.6-2.2	0.07-0.81	0.01-0.09	0.08-0.86	0.03-0.11	8.0-8.2
ĺ	用	33.1-34.5	0.2-3.4	0.07-0.62	0.02-0.10	0.14-0.82	0.03-0.09	8.0-8.1

白浜では5月から7月まで平均より低く推移し、佐仁では過去10年の変動内であった。水質に変動はあるものの、これまで、藻場形成と水質・水温に明確な関係は見いだされていない(図8~9)。



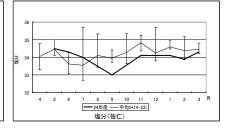


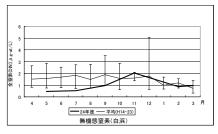
図8 H24年度塩分(左:白浜,右:佐仁)

2) 天然藻場調査

(1) 内湾性藻場

白 浜

平成23年4月, 藻体長 平均148.4cmのマジリモ



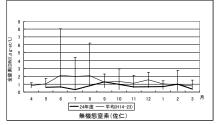


図9 H24年度無機態窒素(左:白浜,右:佐仁)

ク藻場が形成されたが、平成24年度は藻場が 形成されなかった。

原因は、マジリモク藻体の食害痕から、魚による食害と考えられた(図10~11)。

佐 念

岸の水深1m未満の礫場において、平成24年3月、キレバモクの平均藻体長は約4 cmで、4月は約3 cmと伸長せず、藻場は形成されなかった。原因は、キレバモク藻体の食害痕から、魚による食害と考えられた。

(2) リーフ性藻場

笠利町佐仁・用における平成12年以降のガラモ場形成状況を表2に示す。

平成24年度,佐仁は最大藻体長8 cmで藻場は 形成されなかった。用は最大藻体長100 cmと, 昨年度に続いて藻場が形成された。

なお、佐仁においては隔年で藻場が形成されてきたが、平成21年、23年は藻体長が短く藻場非形成年との差が小さくなっていることから、今後の推移に留意すべきと考えられる(図12~14)。

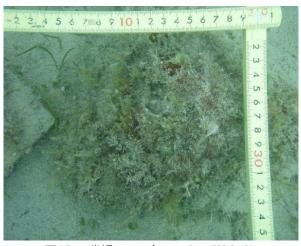


図10 礫場のマジリモク(H24.4)



図11 マジリモクの食害痕(H24.4)

表 2 佐仁・用における藻場形成状況 (〇:藻場形成年, 一:非形成年)

年度	1 2	1 3	1 4	1 5	16	17	18	19	2 0	2 1	2 2	2 3	2 4
佐仁	_	0	ı	0	-	0	_	0	-	0	_	0	_
用	0	_	_	_	_	_	_	0	_	_	-	0	0

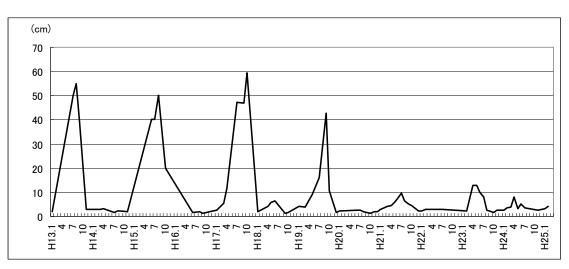


図12 佐仁おける藻体長の推移



図13 佐仁の景観(H24.7)

図14 用に形成されたリーフ性藻場(H24.7)

2 小規小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場(核藻場型造成試験)

- (1) 瀬戸内町白浜
 - a 階段藻礁

平成23年度,階段藻礁上に藻体長平均243.5cmのマジリモクが繁茂し,核藻場として機能していたが、H24年度は階段藻礁上及び周辺の山石にもマジリモク藻体は伸長せず,藻場が形成されなかった(図15~17)。



図15 階段藻礁の状況 (H24.4)

幼芽には魚による食害痕が確認されたことから魚による食害のためと考えられた。

b ロープを用いた幼胚着生試験

ロープ上の幼体着生密度は、平成23年度5~35本/mであったが、平成24年度0~12本/mと減少していた。これは、藻場が形成されなかったことから幼胚供給が少なかったためと推測された。

今後,新しいロープの設置方法も検討する 必要があると考えられた(図18)。

図16 階段藻礁上の食害状況 (H24.4)

c 新規基質設置

平成24年3月に設置した階段藻礁周辺 の山石に着生した幼体密度は、平均3.2本 /個と少なかった。これは、藻場が形成 されなかったことから幼胚供給が少なか ったためと推測された(図19)。

300^(cm) 250 200 150 100 50 0 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3^(月)

図17 白浜階段藻礁の平均藻体長(H23・24年度)

(2) 宇検村佐念

a 新規基質設置

平成24年3月に設置した礫場の山石に着生した幼体の密度は、0~4本/個で平均1本/個と少なかった。薬体長が短かかったことから、幼胚供給量が少なかったため着生した幼体密度が低く

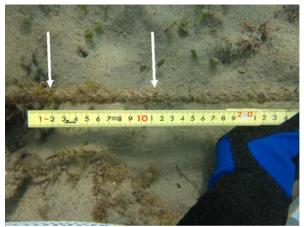


図18 ロープ上の幼体着生状況

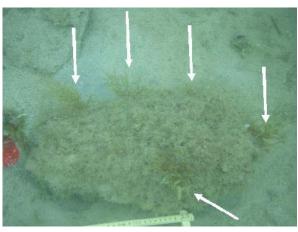


図19 白浜 新規山石に着生したマジリモク

なったと推測された(図20)。

b 食害対策試験

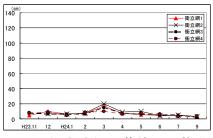
平成24年4月,衝立式網区の平均 藻体長7.4 cmであった。マジリモ クは例年,4月には藻体長が100 cm を超えることから,非常に短い状 況であった。

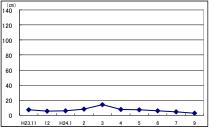




図20 佐念 新規山石に着生したキレバモク幼体

衝立式網区と食害対策を行わなかった対照区に大きな差は見られず(図21~22),食害防除カゴを設置した区の藻体は伸長していた(図23)。また、衝立式網区と対照区に食害痕が散見され、衝立式網区では網上部から魚が侵入している様子が確認された(図24~25)。





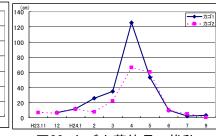


図21 衝立式網内藻体長の推移 図22 対象区平均藻体長の推移

図23 カゴ内藻体長の推移

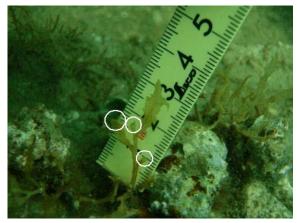


図24 マジリモクに見られた食害痕(H24.4) (枝や葉に切り取られた様な痕がある)



図25 佐念 衝立式の網上部から魚が侵入して いる様子(H24.11)

2) リーフ性藻場

(1) 奄美市笠利町佐仁

a 食害調査

食害防除カゴ外の最大 藻体長は、平成24年4月 に8 cm, 5月に3 cm, 6月 に5cm, 7月に3 cmとほと んど伸長せず、藻場は形 成されなかった。





図26 食害調査カゴ設置状況とカゴ内部の状況(H24.7)

食害防除カゴ内の最大藻体長は,4月の 13 cmから9月の161 cmへ伸長し,カゴ内 は藻体で満たされた状態となった(図26 ~27)。

H22, 23年同様,カゴにより食害が防除され藻体が大きく伸長したことから,当地における藻場形成阻害要因のひとつが食害であることが再確認された。

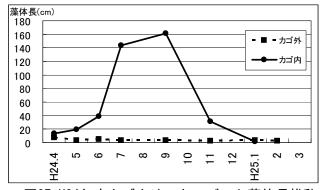


図27 H24年度カゴ内外のキレバモク藻体長推移

b 幼胚添加調査

平成25年2月現在,海底面の付着物を除去した4区に藻体は確認されなかった(図28)。

平成24年9月,カゴ内の最大藻体長は161 cm となり,生殖器床が形成されていたが,カゴ外は最大藻体長3 cm,平均藻体長は1.3 cmで生殖器床は確認されなかったことから,幼胚の供給量は極めて少なかったと推測される。

これらのことから、平成24年度は幼胚添加 による新規加入を確認することはできなかっ た。



図28 付着物除去区 (H25.2 藻体は確認されなかった。)

内水面漁業振興対策総合研究-I (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, 前野幸二

【目的】

県内の湖沼河川で発生する魚介類の異常へい死事故についての対し、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4件の相談があり、魚病診断等を行ったが、いづれも原因不明であった。

表1 異常へい死事故の原因調査結果

発生年月日	依 賴 項 目	調査結果
H24. 05. 11	薩摩川内市後川内川でのコイ等へい死	原因不明
H24. 06. 22	出水市米ノ津町調整池でのクロダイへい死	原因不明
H24. 08. 21	さつま町泊野川での甲殻類へい死	原因不明
H25. 01. 17	南さつま市笠石川での魚類へい死	原因不明

内水面漁業総合対策研究一Ⅱ

(内水面増殖技術開発事業:天降川におけるアユ生態調査 H20~24まとめ)

久保満, 徳永成光, 塩先尊志, 吉満敏, 猪狩忠光, 田原義雄

【目的】

アユ Plecoglossus altivelis altivelis の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。

【方 法】

1 水質調査

鹿児島湾奥に注ぐ天降川において、河口から約4 km~9 km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した。測定項目はpH、BOD、SS、全窒素、全リンとした。

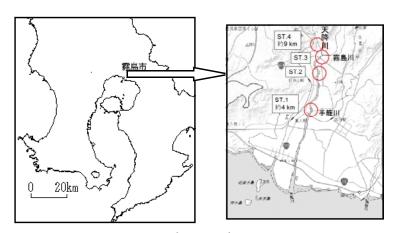


図1 調査河川の概要

2 水温調査

水温調査は、天降川のST1において、データロガー(オンセット社製小型防水式自動計測器: ティビッド)を設置し、1時間ごとの水温測定を行った。

3 成熟状況調査

成熟調査は、天降川で9月上旬から12月下旬にかけて月2~3回、1回当たり約20尾の親アユを購入し、生殖腺熟度指数(以後、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、霧島川についても同様の調査を行った。

4 流下仔魚の調査(中流域)

ST.1において、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、写真1)2基を用いて、18時から23時まで1時間

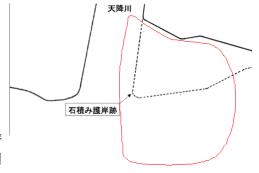


おきに5分間,ネットを流して流下仔魚を採集し,10 %ホルマリンで固定してセンターに持ち帰った。

5 砕波帯における仔魚分布調査(河口域)

海域におけるアユの初期生態を明らかにするため, 河口域の分布調査を行った。

平成22から24年度における11月上旬から3月下旬,天降 川河口域の砕波帯(水深約0.5~1.5m)において,約2週



間日毎に、サーバーネット(口径:縦50 cm×横50 cm、側長:100 cm、網目:475 μ m)及びサーフネット(間口高さ1m×幅4m、網目:1mm)、ソリネット(口径:縦20 cm×横50 cm、全長:140 cm、網目:475 μ m)を用い、日中の干潮時から満潮時

にかけて、1回につき約50 m(H22年度サーバーネット **図2 天降川河口における調査範囲** は約25 m) 曳網し、仔魚を採集した。(図2、写真2~4)

採集した仔魚は10%ホルマリンで固定してセンターに持ち帰り全長測定を行った。

また、同時に入網した餌料生物についても計数を行った。



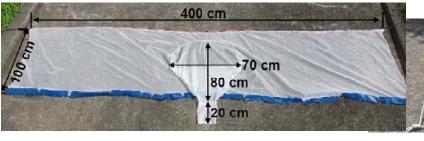


写真3 サーフネット



写真4 ソリネット

6 遡上稚アユ(孵化時期)調査

平成22年から24年の3月から4月にかけて、天降川の稚アユ採捕漁(エゴ漁)によって採捕された アユをサンプリングし、耳石日周輪から孵化時期を推定した。

【結果及び考察】

1 水質調査

極端な変化は見られなかった。水産用水基準でみると、pHは全測定検体で基準超過しており、 全窒素は一部検体で基準超過していたが、その他の項目では基準値以下であった。(表1)

2 水温調査

(1) 日平均水温の推移

H20, 21, 24年の稚アユ採捕期間(3/1~4/30)の日平均水温は,各年で水温変化の傾向が異なることが分かった(図3)。※H22~23年は欠測。

(2) H20, 24年の日平均水温と1日の稚アユ採捕量

H20,24年の日平均水温と1日の稚アユ採捕量の変化を比較したところ、水温が上昇すると1

日の採捕量が増加する傾向が見られた(図4~7)。

また、水温14℃台から20℃台で採捕が多く見られた。※H21~23年は欠測。

3 成熟状況調査

天降川では10月上旬からGSIの値が高くなり始め、12月中旬も完熟卵が確認されたことから、 産卵期は10月上旬から12月中旬であることが分かった。

産卵盛期は11月中旬で、年による大きな差は見られなかった(図8~9)。

(1) 天降川の体長とGSIの関係(H21~24年度)

体長(尾叉長)とGSIの関係を調べたところ、成熟最小個体は、雌で110 mm、雄で124 mm (図 $10\sim13$)。

(2) 河川別生殖腺熟度指数の経月変化(H23年度)

平成23年度, 県内4河川 (米ノ津川, 川内川, 天降川, 霧島川) のGSI変化を比較した (図14)。

産卵期は、米ノ津川で9月上旬~11月上旬(10月上旬が盛期)、川内川で9月中旬~12月 上旬(10月中旬が盛期)、天降川で10月上旬~12月中旬(11月中旬が盛期)、霧島川で10月上 旬~11月下旬(11月上旬が盛期)で、河川により産卵期、盛期が異なることが分かった。

(3) 河川別産卵親魚体長組成(H23年度)

4 河川における体長組成を比較したところ、河川により体長に差があり、川内川は大型魚 が多く、霧島川はやや小型であった(図15)。

4 流下仔魚の調査(中流域)

- (1) 流下仔魚の出現状況(24時間調査) 流下仔魚の時間別出現状況は、夜、21時がピークであった(図16)。
- (2) 流下仔魚の出現状況(日別)

流下仔魚の日別出現状況は、11月下旬から12月上旬に多く、年による大きな違いは見られ なかった。このことは、産卵期のピークが11月中旬であり、産卵から水温15℃で約2週間後 に孵化することを考えると、おおよそ合致する結果となった(図17)。

5 砕波帯における仔魚分布調査(河口域)

(1) H22から24年度における砕波帯アユ仔魚調査概要 H22年度,11月からプランクトンネットとサーバーネッ トを用いて調査を行った。プランクトンネットではほとん ど採捕されなかったが、サーバーネットでは12月に多く採



捕された。2月からサーフネットを使用したがほとんど採捕されなかった。

H23年度、11月からソリネットを使用したが、ほとんど 採捕されなかった。1月からソリネットとサーフネットを (全長:上31,下15 mm, H25.3.26) 使用したところ、ソリネットではほとんど採捕されなか

写真5 アユ仔魚

ったが、サーフネットで1月後半から2月後半に採捕された。

H24年度,12月から1月までソリネットとサーフネットを使用したが,ソリネットではほとんど採捕されなかった。1月後半から3月後半までサーフネットで多く採捕された(表2~3)。 採捕尾数のピークは、H22年度が12月、H23年度が1月、H24年度が2月で年により異なることが分かった。

採捕された餌生物で最も多く見られたものはオキアミで、次いでコペポーダであった。また、オキアミの採捕は年変動が大きかった。

(2) 1操業当たり漁獲尾数 (CPUE) の変化

H23年度、サーフネットにより 4 点で定点調査を行い、 1 操業当たり漁獲尾数(C PUE)を調査点別に比較したところ、採捕される場所とされない場所はいつも同じではなかった(図 $18\sim19$)。

河口域の砕波帯は時化の影響により形状や水深が変化することから,場所を少し 変更する必要があり,比較を行うことは容易ではなかった。

(3) アユ仔魚分布

図20は、H24年度、サーフネットによる1操業当たりのアユ仔魚採捕尾数 (CPUE)を調査日別に丸の大きさで表している。アユ仔魚の採捕が多かった場所ははいつも同じでなく、 岸側の流れが弱まり枯葉などゴミが集積する場所や河川水と海水がぶつかり潮目が形成される場所で多く見られた。

(4) アユ仔魚体長組成(全長)

図21~23は、H22から24年度の砕波帯で採捕されたアユ仔魚の体長組成(全長)を示している。

H22年度は3.0 mmから38.0 mmまでのサイズが採捕され、モードは7.5 mmと10.5 mmであった。

H23年度は5.5 mmから38.0 mmまでのサイズが採捕され、モードは20.0 mmであった。 H24年度は5.0 mmから43.0 mmまでのサイズが採捕され、モードは15.0 mmであった。 いずれの年も孵化直後のサイズから稚魚変態直前のサイズまで幅広く採捕された。また、 モードは年により大きく違うことが分かった。

(5) アユ仔魚体長(全長)組成(調査日別)

図24~26は、H22から24年度の砕波帯で採捕されたアユ仔魚の体長組成(全長)を調査日別に示している。

いずれの年も日を追うごとにモードが右に推移していることから、稚魚に変態する直前までこの付近で成長していると考えられる。

また、各年の同月を比較すると、年によって異なることが分かった。いずれの年も2月以降は広いサイズで仔魚が見られることから、仔魚期は体サイズが異なっていても、遊泳力が弱いため、潮目などにゴミと一緒に集積されると考えられた。

(6) 砕波帯における仔魚分布調査の課題

これまでの調査で、アユ仔魚は採捕できたものの変態した稚魚を採補することはできなかった。

そのため、「移動の速い稚魚を漁獲する漁法の導入」、「現在の調査地点より深場の調査」 が 必要と考えられる。

河口周辺海域での調査は全国各地で行われているが、まだまだ未解明であり、仔稚魚の鉛 直分布、エサ密度、生息環境などの研究を推進していく必要があると考えられる。

6 遡上稚アユ (孵化時期)

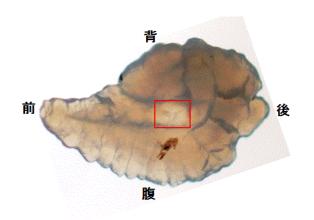
平成22年3月から平成24年4月までに採捕された稚アユの耳石日周輪紋数(写真6)から孵化時期の推定を行った(図27)。

平成22年,3月5日に採捕された稚アユの推定孵化時期は10月下旬から12月中旬でモードは11月上旬と中旬であった。同様に4月9日は11月中旬から2月上旬でモードは1月中旬であった。4月16日は11月上旬から2月上旬でモードは1月中旬であった。

平成23年,3月17日に採捕された推定孵化時期は11月中旬から1月下旬で,モードは12月下旬と1月中旬であった。4月5日は11月下旬から2月上旬で,モードは12月下旬であった。4月19日は10月下旬から2月中旬でモードは1月中旬であった。

平成24年,4月5日に採捕された推定孵化時期は12月下旬から1月下旬で,モードは1月上旬であった。4月9日は12月中旬から2月上旬で,モードは1月上旬であった。

いずれの年も早期に河川を遡上するアユは早く生まれた傾向があり、早生まれのアユは成長が速いと考えられる。



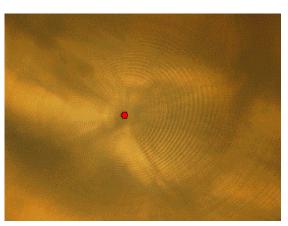


写真6 採捕稚アユの耳石 上:稚アユの右側の扁平石,下:赤い四角部分の拡大写真,赤点は輪紋の中心

7 おわりに

アユ資源の維持増大と持続的利用を図るためには、アユの生態を詳しく知る必要がある。 特に、稚アユを採捕する天降川では、H19年に採捕量が1.4 tまで減少し、現在、増加傾向にあることから、今後、稚アユ採捕量が減少しないためには、遡上量を把握し、適正な数量を採捕するするなど管理しながら持続的にアユ資源を利用していくべきであると考えられる。

表1 水質測定結果

_			- X 小月			
	年度	На	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン(mg/L)
	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
	23	7.9~8.2	0.8~1.9	0.4~ 8.2	0.5~1.1	0.02~0.06
	基準	6.7~7.5	≦2, ≦3 (繁殖),(生育)	0.4~ 8.2	湖沼≦ 1	湖沼≦0.1

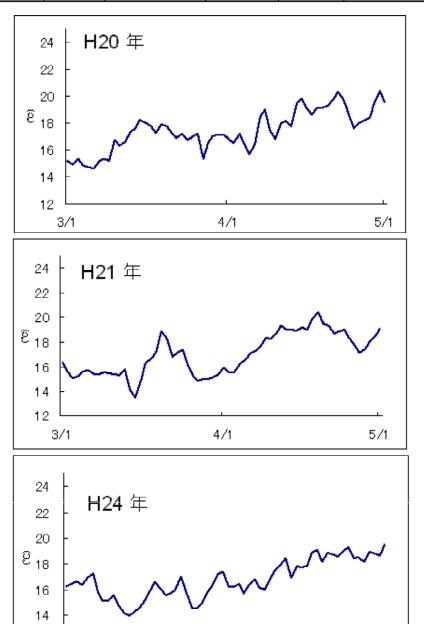


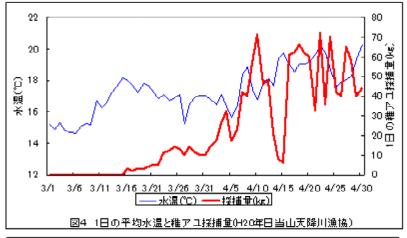
図3 天降川ST.1における日平均水温の推移

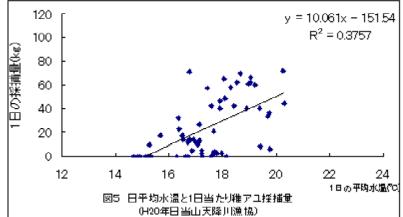
4/1

5/1

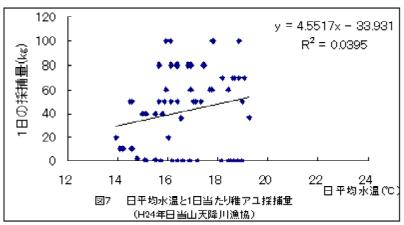
12

3/1









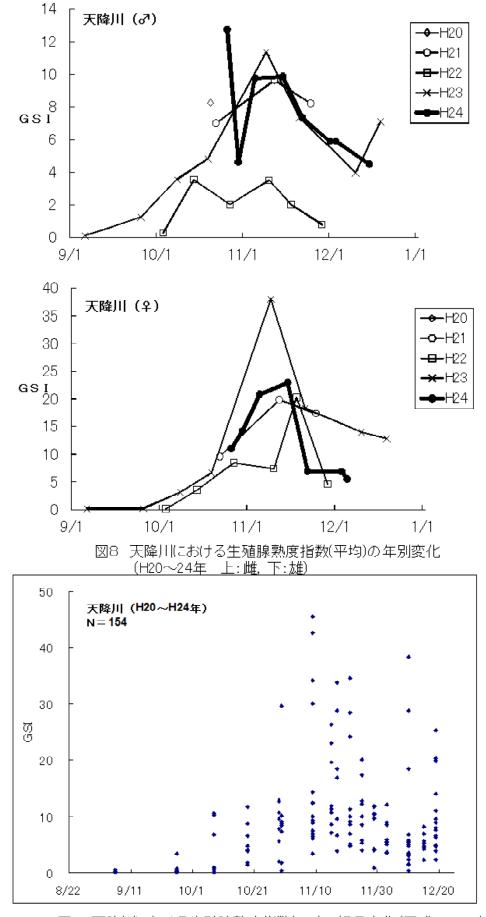
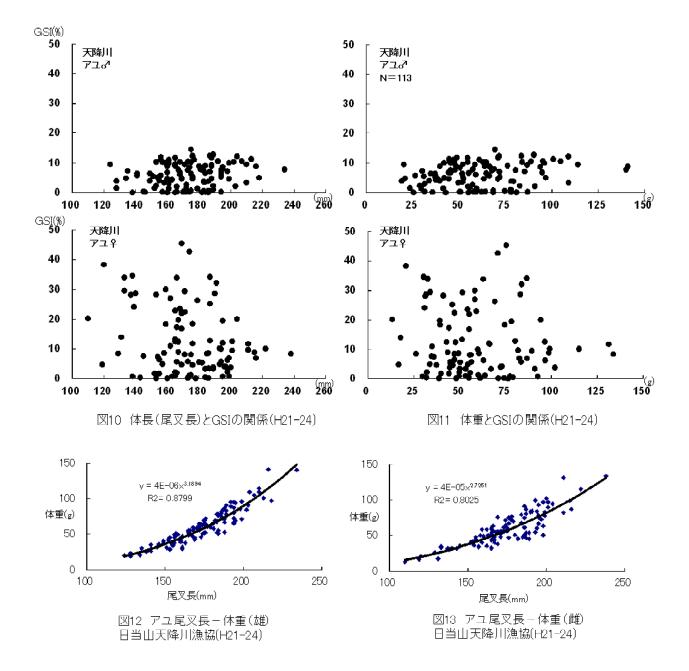


図9 天降川における生殖腺熟度指数(GSI)の経月変化(平成20~24年



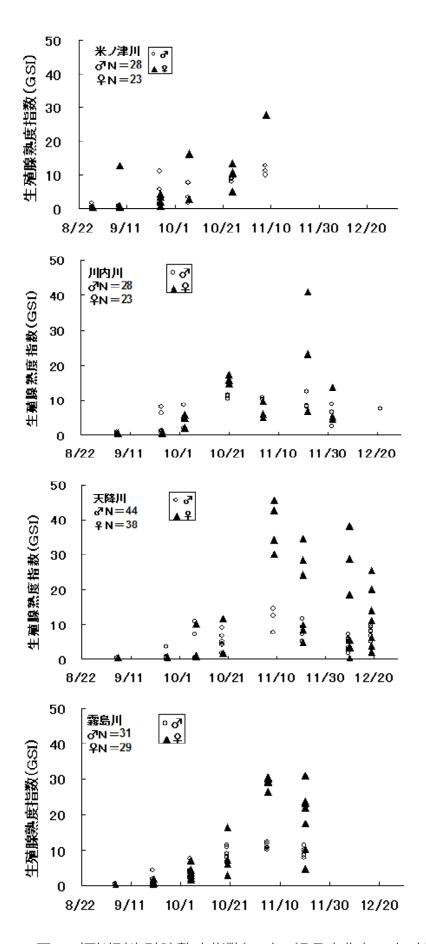


図14 河川別生殖腺熟度指数(GSI)の経月変化(H23年度)

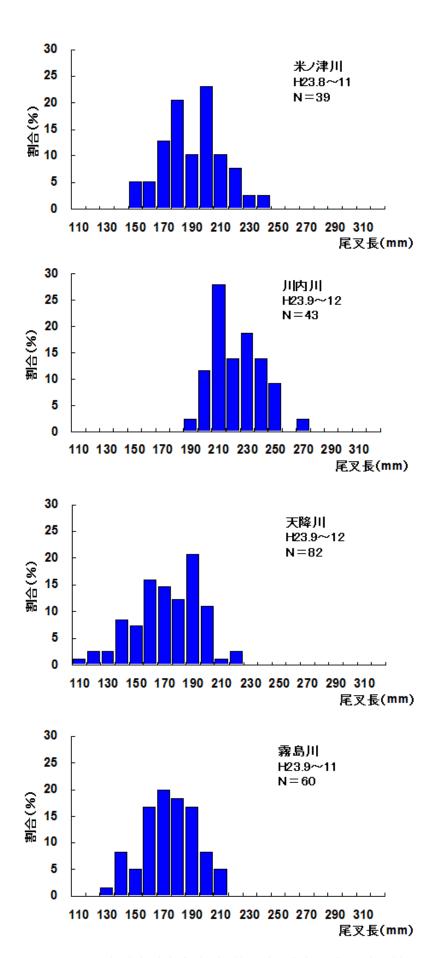
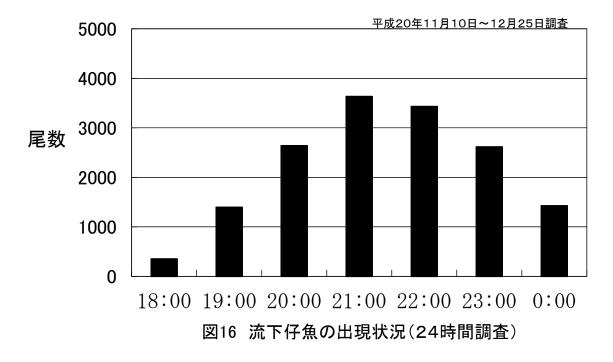


図15 河川別産卵親魚体長組成(平成23年度)



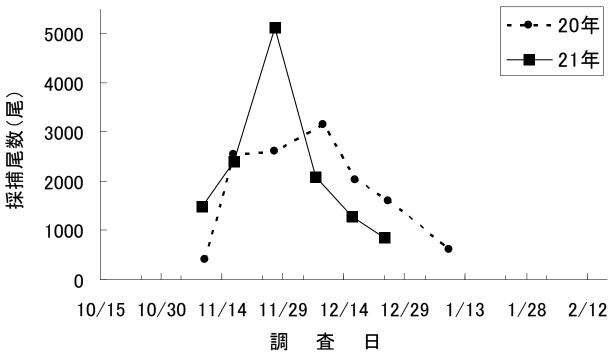


図17 流下仔魚の出現状況(日別)

表2 砕波帯におけるアユ仔魚調査結果概要(H22~24年度)

			-0.01 -0.0	711107 34411	The Latter Administration of		<i>J</i> n. /	
年度	調査	調査	使用漁具			採捕尾数		
十反	日数	回数		アユ	コペポーダ	オキアミ	ゴカイ	魚類等
H22	8	63	ブランクトンネット	1,351	866	118,184	94	110
			サーバーネット					
			サーフネット					
H23	8	45	ンリネット	827	1,970	234,634	9	116
			サーフネット					
H24	7	43	ンリネット	1,448	529	55,757	16	26,014
			サーフネット					

表3 砕波帯(これける日別アユ仔魚調査結果(H22~24年度)

	<u>+//X/m1/C02</u>				"++ /又/	
年度	日付	採捕時間	アユ採捕尾数	表層水温	干潮時間	使用漁具
H22	11月2日	11:00-15:47	17	17.0	9:44	ブランクトンネット・サーバーネット
	11月18日	11:00-14:00	93	15.7-22.5	10:57	サーバーネット
	12月6日	13:30-15:30	930	17.3-20.8	13:30	サーバーネット
	12月17日	11:30-13:00	257	13.3-16.5	10:11	サーバーネット
	1月 5日	14:00-16:00	14	13.9-17.8	14:00	サーバーネット
	1月17日	12:00-15:00	12	13.6-17.1	11:38	サーバーネット
	2月1日	13:00-16:00	7	14.8-17.3	12:37	サーフネット
	3月 2日	13:39-16:00	21	16.2-17.3	12:20	サーフネット
H23	11月17日	13:10-15:00	2	16.8-21.8	17:15	ソリネット
	11月21日	12:24-13:24	7	16.8-21.8	9:23	ンリネット
	12月6日	12:50-14:10	14	18.2-20.3	10:20	ソリネット
	1月6日	12:43-15:20	18	13.9-16.2	11:37	ソリネット・サーフネット
	1月20日	13:40- 14:40	370	17.3-18.2	11:08	サーフネット
	2月6日	13:12-15:13	153	16.8-17.9	12:38	サーフネット
	2月20日	14:21-15:18	242	16.3-16.9	12:39	サーフネット
	3月 5日	12:56-13:45	21	17.5-17.9	11:35	サーフネット
H24	12月12日	11:15-12:40	2	17.9-18.2	12:16	ソリネット・サーフネット
	12月25日	12:40-14:04	41	15.8-18.2	11:34	ソリネット・サーフネット
	1月9日	12:07-13:58	67	16.8-17.4	11:12	ソリネット・サーフネット
	1月24日	12:50-13:50	147	16.5-17.4	12:01	ソリネット・サーフネット
	2月7日	12:05-13:15	89	15.2-16.4	11:09	サーフネット
	2月27日	15:04-16:04	749	15.9-18.5	14:21	サーフネット
	3月26日	14:45-15:35	353	17.4-17.7	12:48	サーフネット

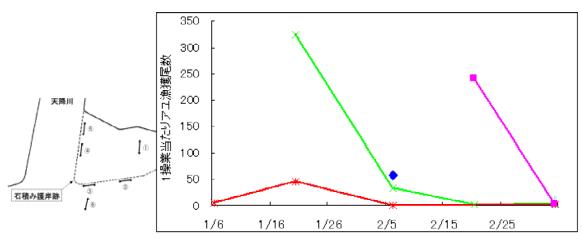


図18 H23年度調査定点 (O奏乗はライン番号)

図19 H23年度砕波帯アユ仔魚CPUE(1操業当たり漁獲尾数) (調査点別)

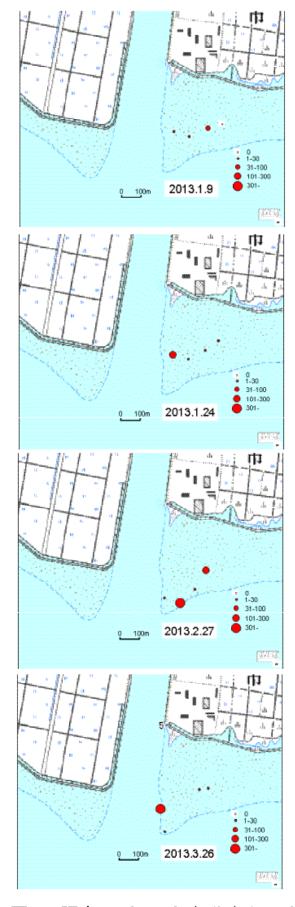


図20 調査日別アユ仔魚分布(H24年度)

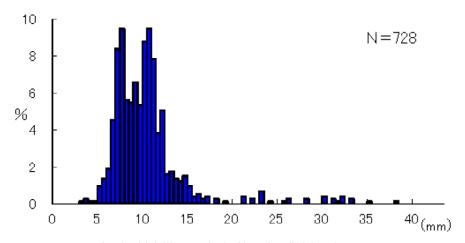


図21 H22年度砕波帯アユ仔魚体長組成(全長)H22.11.2~H23.3.2

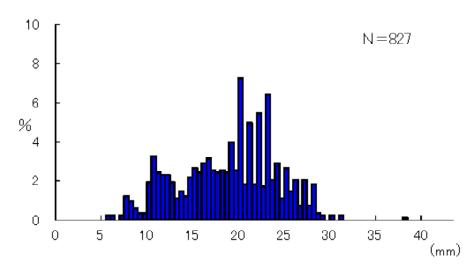


図22 H23年度砕波帯アユ仔魚体長組成(全長)H23.11.7~H24.3.5

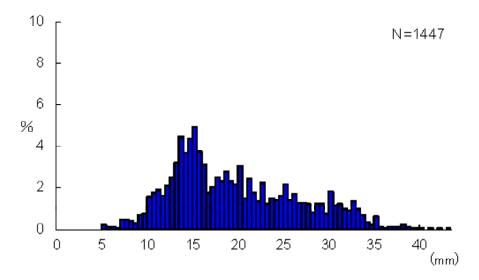


図23 H24年度砕波帯アユ仔魚体長組成(全長)H24.12.12~H25.3.26

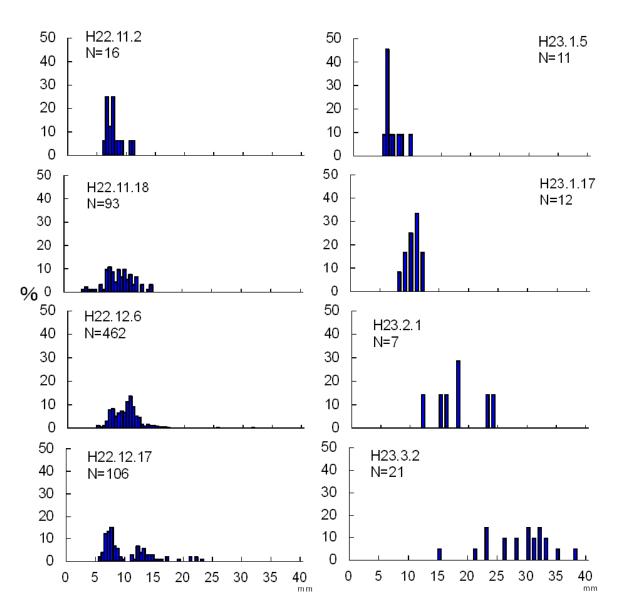


図24 H22年度砕波帯アユ仔魚体長(全長)組成(調査日別)

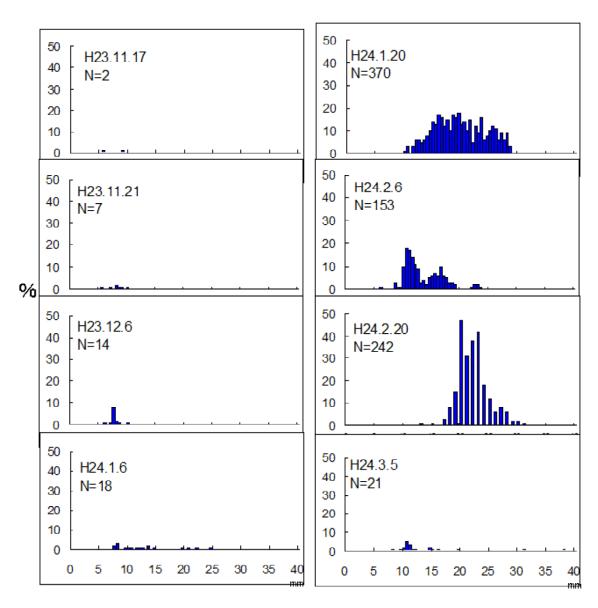


図25 H23年度砕波帯アユ仔魚体長(全長)組成(調査日別)

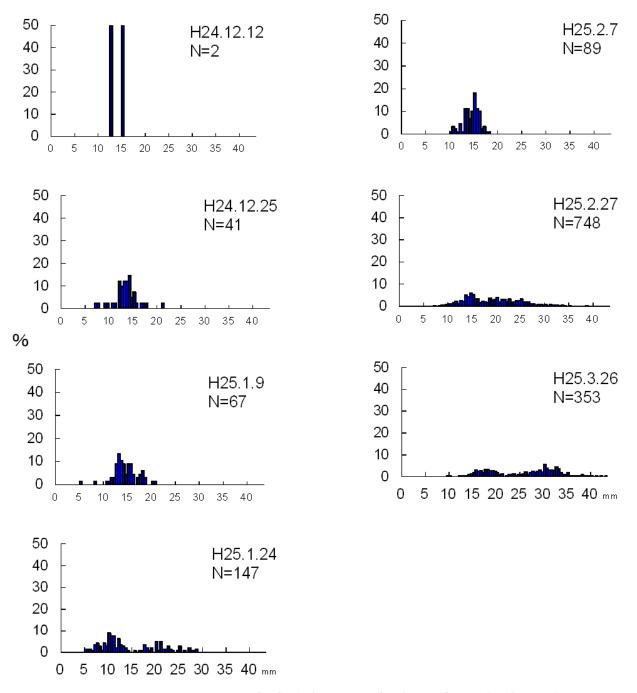


図26 H24年度砕波帯アユ仔魚体長(全長)組成(調査日別)

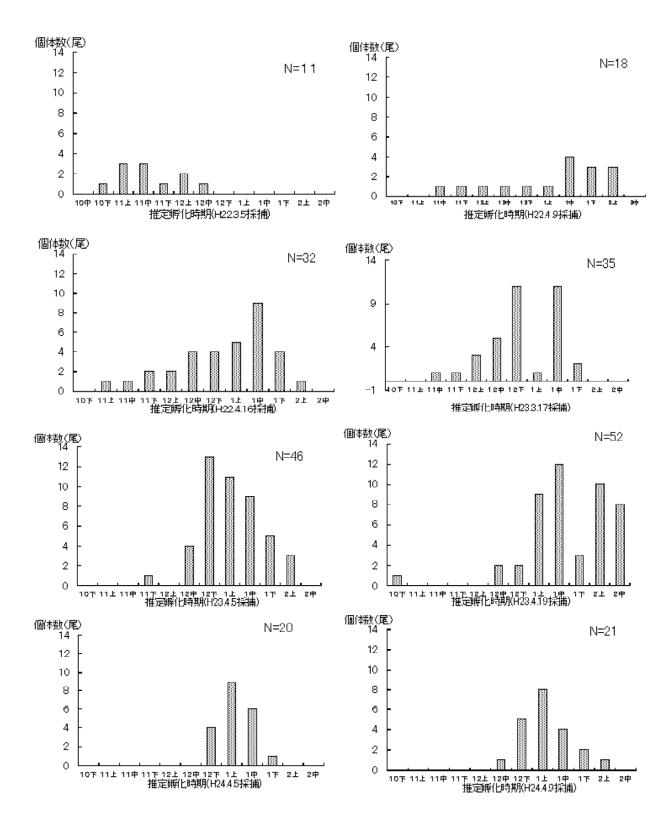


図27 耳石日周輪紋数から推定した孵化時期(H22-24)

ウナギ資源保護対策事業

塩先尊志, 久保満, 徳永成光

【目的】

種苗を天然のシラスウナギに 100 %依存している現在の養鰻業においては、将来にわたってウナギ 資源を維持・確保していくことが必要不可欠であることから、ウナギ資源の保護・増殖対策を図るため、 ウナギの生態や増殖手法を調査する。

【方 法】

1 降りウナギ実態調査

(1) 水温と水位

水温は網掛川(姶良市,図1)の調査地点(図2)の下流に自己記録水温計(Onset 社製: Tid bit v2)を河床から約0.2mに設置し、平成24年11月13日より記録を開始した。

水位は調査地点から約300m上流の竹下橋で記録している水位データを使用した。









図2 調査地点(石倉)

(2) 標本調査

網掛川漁業協同組合の石倉漁業者1名に操業日誌への記入(操業日時や各石倉の採捕尾数等)を依頼し、平成24年10から12月の3ヶ月間における採捕実績の傾向等を調査した(図3)。



①石倉外観



② マット上の石を取り除く



③ マットを取り除く



④ 金網筒を井筒にはめる



⑤ 井筒内の石を取り出す



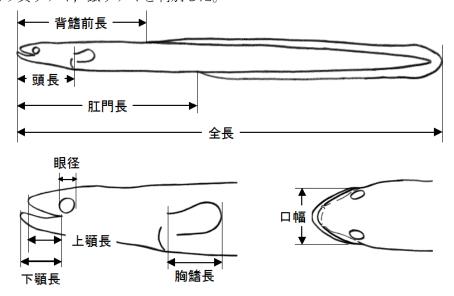
⑥ たも網でウナギを採捕する

図3 石倉漁の操業

(3) 生物測定

標本調査で採捕されたウナギは、全長、体重、肛門前長、頭長、背鰭前長、眼径、上顎長、下顎長、口幅、胸鰭長、雌雄、生殖腺重量、肝重量、胃内容物を測定した(図4)。

また、外部形態(背の黒化、腹の銀化、胸鰭の黒化、鰾の発達、鰾壁の肥厚化、生殖腺の発達)により黄ウナギ、銀ウナギを判別した。



各重量:体重,肝重,生殖腺重量,胃内容物

図4 生物測定項目

2 標識放流調査

(1) 水温

花渡川(枕崎市、図5)に設置した調査定点のSt.6に自己記録水温計(Onset 社製: Tidbit v2)を河床から約0.2mに設置し、平成24年10月31日より記録を開始した。

(2) 水位と降水量

調査定点の St. 8 の神浦橋で記録している水 位データを使用し、降水量はアメダス (枕崎 市、日降水量) を使用した。

(3) 放流ウナギ

県内養鰻業者から購入したウナギを FA100 により麻酔し、全長及び体重を測定後に赤色イラストマータグで右目下部を標識し(図6)、平成24年10月30日に放流した。

(4) 追跡調査

平成 24 年 10 月 31 日から平成 25 年 3 月にかけて竹筒、柴漬け、石倉等(図7)による採捕調査を行った。採捕したウナギ(放流及び天然)は FA100で麻酔し、全長及び体重を測定後、その場で再放流した。その他生物についてはその場で種名、個体数を記録し、放流した。



竹筒

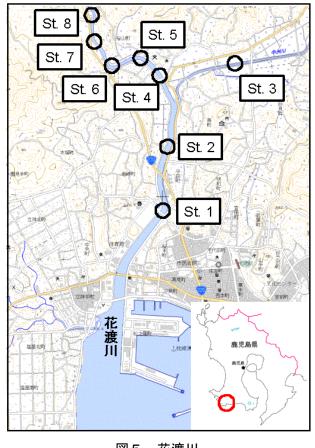


図5 花渡川



図6 標識ウナギ



図7 調査漁具

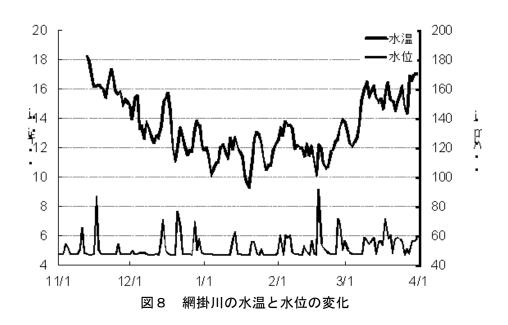


【結果及び考察】

1 降りウナギ実態調査

(1) 水温と水位

網掛川の水温は 11 月中旬が約 18 \mathbb{C} , 1 月下旬が約 9 \mathbb{C} で最低値を示した。水位は降雨の影響等による上昇がみられたが,約 50cm で推移していた(図 8)。また,1 日の水温は大潮,小潮時の両方で急激な変化が見られ,当日の干満時刻とあわせるとおおよそ合致することから,この変化は潮汐の影響によるものであると考えられた(図 9)。



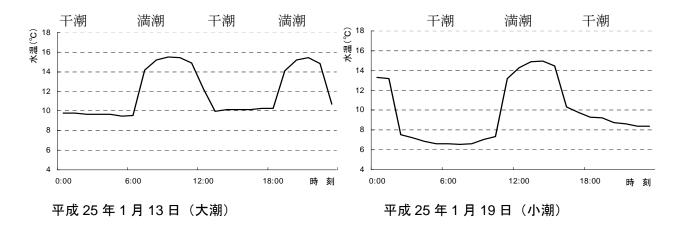


図9 網掛川の1日の水温変化

(2) 標本調査

採捕者は8基の石倉を設置しており(**図10**),新月の大潮時だけでなく、降雨時も操業していた。設置した石倉ではウナギの採捕数に差があり、流速が速く、水深の深い③~⑥で採捕されたものが多かった。

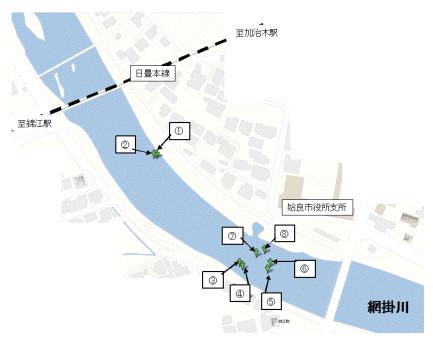


図10 石倉設置図

(4) 生物測定

1) 全長と体重

平成 24 年 10 月から 12 月の石倉漁での採捕数は 34 尾(雄:9 尾, 雌:25)であった。全長と体重の関係をみると、雄は銀ウナギ(平均全長:473mm、平均体重:160g)と黄ウナギ(平均全長:472mm、平均体重:164g)に差がみられなかったのに対し(図 1 1)、雌は銀ウナギ(平均全長:730mm、平均体重:674g)と黄ウナギ(平均全長:459mm、平均体重:125g)で平均全長が約 270 mm、平均体重が約 550 g の差がみられ、全長が 560 mm 以上はすべて銀ウナギであった(図 1 2)。

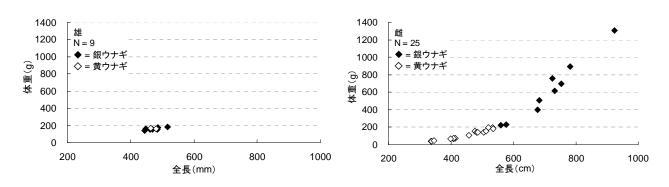


図11 雄の全長と体重の関係

図12 雌の全長と体重の関係

2) GSI (生殖腺熟度指数)

雄の銀ウナギの GSI は平均 0.33, 黄ウナギの平均 0.16 に比べ約 2 倍であったが、雌の銀ウナギの GSI は平均 2.76, 黄ウナギの平均 0.34 に比べ約 8 倍であり、雌の銀ウナギと黄ウナギに大きな差がみられた(表 1)。

表 1 採捕ウナギ測定結果

			雄			雌	
		全 体	黄	銀	全体	黄	銀
全長	平均	473	472	473	543	459	730
-	最大	517	481	517	924	577	924
(mm)	最小	445	463	445	337	337	560
体重	平均	160.9	164.0	160.0	298.4	124.8	674.4
	最大	180.6	169.2	180.6	1305.0	232.4	1305.0
(g)	最小	138.4	158.8	138.4	38.4	38.4	223.6
	平均	0.29	0.16	0.33	1.11	0.34	2.76
GSI	最大	0.50	0.21	0.50	3.60	0.63	3.60
	最小	0.08	0.12	0.08	0.05	0.05	2.12
個体数(尾)		9	2	7	25	16	9
四件女	スへ毛			3	4		

3) 銀ウナギ出現

銀ウナギは雌雄共に 11 月に出現し、12 月には採捕数が減少した。($\mathbf{表}2$)また、雄の \mathbf{GSI} はほぼ $\mathbf{0.5}$ 以下であったが、雌は $\mathbf{0.5}$ 以上の個体が多く($\mathbf{表}3$)、 \mathbf{GSI} が $\mathbf{1}$ を超えると銀ウナギの特徴を示す傾向がみられた。

表2 銀ウナギの月別出現状況

(尾)

	ħ	進	Щ	進	合計		
	黄	銀	黄	銀	黄	銀	
10月	-	-	4	-	4	0	
11月	1	6	8	8	9	14	
12月	1	1	4	1	5	2	

表3 銀ウナギの月別出現状況

		雄			雌					
GSI	~ 0.5	0.5~1.0	1.0~	~0.5	0.5~1.0	1.0~				
10月	-	-	-	3	1	-				
11月	6	1	-	8	1	7				
12月	2	-	-	3	1	1				

2 標識放流調査

(1) 水温

花渡川の水温は 11 月上旬が約 18 $^{\circ}$ で、平成 25 年 1 月に約 10 $^{\circ}$ で最低値を示した。(図 1 3)。また、1 日の水温変動をみると、平成 25 年 1 月 13 日の大潮時には水温の上昇がみられ、同月の 19 日の小潮時にはみられなかった(図 1 4)。当日の干満時刻とあわせると、大潮時は満潮時に水温が上昇したことから、この変化は潮汐の影響によるものであると考えられた。

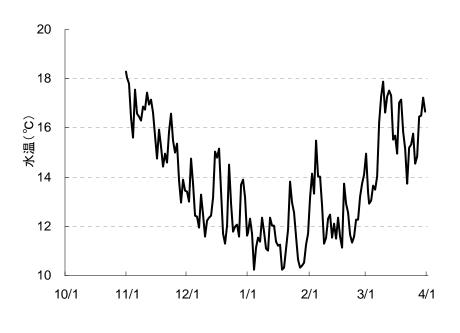


図13 水温の変化 (St.6)

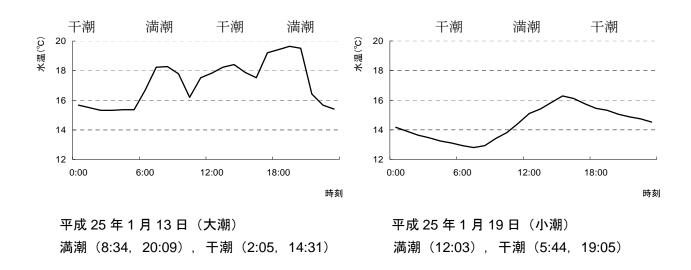
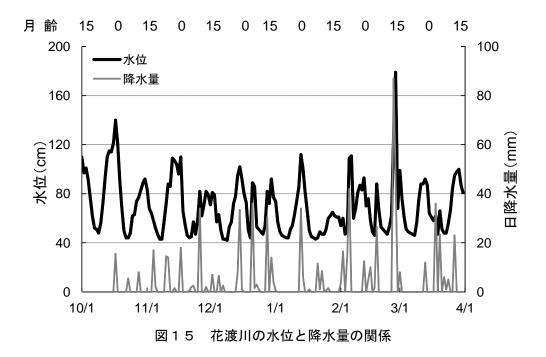


図14 花渡川の1日の水温変化

(2) 水位

降水量の多い日に水位の上昇がみられたが、大潮時は降水量に関係なく水位に変化がみられ、小潮時は約 40cm で推移した(図 1 5)。このことから、St.8(神浦橋)の水位は大潮時に影響を受けると考えられた。



(3) 放流ウナギ

放流尾数は 450 尾, 平均全長は 363 mm, 平均体重は 52 g であった。全長と体重の関係では正の相関がみられ(図 1 6),全長組成では 360mm 以上 370mm 未満をモードとする正規分布がみられた(図 1 7)。雌雄割合は雄 71.4 %,雌 28.6 %であった(図 1 8)。

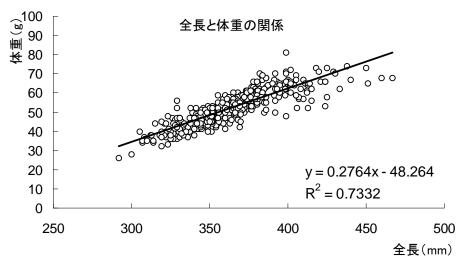


図16 放流ウナギの全長と体重の関係

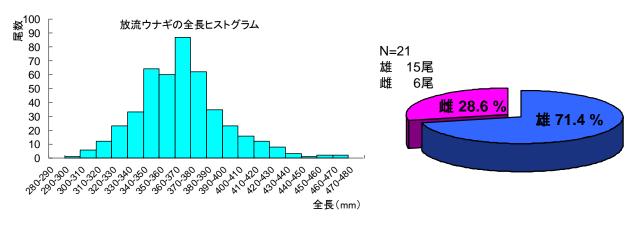


図17 放流ウナギの全長組成

図18 放流ウナギの雌雄割合

(4) 追跡調査

標識ウナギはすべての調査日で採捕され、天然ウナギもほぼ毎回採捕された。平成24年10月31日から11月13日は放流地点(St.6)を中心に下流250mの範囲に集中して採捕され、平成24年11月28日から平成25年3月27日ではSt.5が採捕範囲の中心になり、範囲の拡大がみられた。また、平成24年11月28日には放流地点から約1100m下流のSt.2、平成24年12月13日には支流部のSt.3で採捕された。また、ウナギの餌料生物としてモクズガニ、テナガエビ、カワアナゴ及びその他小型魚類等も多数採捕された。(表4、5)

表 4 標識ウナギ採捕結果

	C+		7		6		_	4	2		4	
	St.	8	7	上流側	中 央	下流側	5	4	3	2	1	
	移動距離	<u>+</u> -	流 		放流地点				(支流)	ブ	流 一 一 ▶	合計
調査日	経過日数	600 m	350 m	20 m		20 m	250 m	400 m	1500 m	1100 m	1950 m	
H24 . 10 . 31	1	※ 1			4	1	1			※ 1		6
H24 . 11 . 2	3				4	1	1					6
H24 . 11 . 6	7				3	1						4
H24 . 11 . 13	14	※ 2			1	2						3
H24 . 11 . 28	29			1			1	※ 1		1		3
H24 . 12 . 13	44				1	1	1		1			4
H24 . 12 . 26	57			1			3	1				5
H25 . 1 . 28	88						3					3
H25 . 2 . 26	117					1	1					2
H25 . 3 . 27	146			1	1							2

※1 漁具未設置により未調査

※2 上流部の工事による濁りのため調査不可

表 5 採捕調査結果

		放流ウナギ	天然ウナッ	オオウナジ	モクズガニ	テナガエ゛	カワアナ゛	ハゼ科魚な	その他魚			放流ウナッ	天然ウナギ	オオウナッ	モクズガー	テナガエ゛	カワアナゴ	ハゼ科魚	その他魚は
St.	調査日	+	ギ	ギ	=	ビ	ゴ	類	類	St.	調査日	ギ	+	ギ	=	ビ	7	類	類
	H24 . 10 . 31				4	2		3	11		H24 . 10 . 31	1			14	2		2	2
	H24 . 11 . 2				1		1		3		H24 . 11 . 2	1	1		17	2	4	1	- (
	H24 . 11 . 6				3			1	4		H24 . 11 . 6				36	5		1	4
	H24 . 11 . 13				2		3				H24 . 11 . 13				16	22	2	11	
1	H24 . 11 . 28									5	H24 . 11 . 28	1			5	3	1	2	
'	H24 . 12 . 13				1		2		1		H24 . 12 . 13	1	2		10	17	8	3	
	H24 . 12 . 26				1		1	2			H24 . 12 . 26	3	3		5	8	5		Ę
	H25 . 1 . 28						5				H25 . 1 . 28	3	3		3	6	4	2	
	H25 . 2 . 26		6		3	2	3	1	3		H25 . 2 . 26	1	1		3	7		10	
	H25 . 3 . 27		2		4		1	2	6		H25 . 3 . 27							2	
	H24 . 10 . 31	<u></u> %1									H24 . 10 . 31	5			12	3	2	1	
	H24 . 11 . 2				11		2	1			H24 . 11 . 2	5			30	6	5	3	14
	H24 . 11 . 6				17			1	1		H24 . 11 . 6	4			22	4	4	1	
	H24 . 11 . 13		2		11	8	4	1	1		H24 . 11 . 13	3			5	10	1	33	
2	H24 . 11 . 28	1			4	2	1	1		6	H24 . 11 . 28	1			2	2	4	2	
	H24 . 12 . 13		2		1			1	2		H24 . 12 . 13	2	1		16	33	15	10	
	H24 . 12 . 26				6			2			H24 . 12 . 26	1			9	31	14	10	
	H25 . 1 . 28							2	2		H25 . 1 . 28		1		11	25		13	
	H25 . 2 . 26		1		7	25	6	11			H25 . 2 . 26	1	1		7	29	7	25	
	H25 . 3 . 27		3		2	24		5			H25 . 3 . 27	2	2		4	10	1	9	
	H24 . 10 . 31				6		1		2		H24 . 10 . 31				15	5		1	
	H24 . 11 . 2		1		15	2	4	2			H24 . 11 . 2				4	38		4	
	H24 . 11 . 6		1		13	5	2				H24 . 11 . 6				15	2	1		
	H24 . 11 . 13			1		19	3	11	2		H24 . 11 . 13				2	66		14	
3	H24 . 11 . 28		4		35	18	11	2	1	7	H24 . 11 . 28					30	1		
	H24 . 12 . 13	1	2		63	85	1	2		•	H24 . 12 . 13				3	49	5	2	
	H24 . 12 . 26				5	34	7	6			H24 . 12 . 26					16	4		
	H25 . 1 . 28										H25 . 1 . 28				5	23		11	
	H25 . 2 . 26		1		4	2	5	10			H25 . 2 . 26				6	25		9	
	H25 . 3 . 27				4	56		3			H25 . 3 . 27				1	4		1	_
	H24 . 10 . 31	<u></u> %1									H24 . 10 . 31	<u></u> %1							
	H24 . 11 . 2										H24 . 11 . 2					102	1	1	
	H24 . 11 . 6										H24 . 11 . 6			1	42	51		6	
	H24 . 11 . 13										H24 . 11 . 13	<u></u> %2							
4	H24 . 11 . 28									8	H24 . 11 . 28				6	2	_1	1	
'	H24 . 12 . 13				4	11	11	2			H24 . 12 . 13				11	20	9	5	
	H24 . 12 . 26	1	5		13	22	12	1			H24 . 12 . 26				12	8	1	5	
	H25 . 1 . 28		1		2	17		26			H25 . 1 . 28		2		9	15		9	
	H25 . 2 . 26		1		3	22	13	9			H25 . 2 . 26		1		4	4		5	
	H25 . 3 . 27		2		6	34		13			H25 . 3 . 27				2				

^{※1} 漁具未設置により未調査

※2 上流部の工事による濁りのため調査不可

川内原子力発電所温排水影響調査事業

田原義雄, 小湊幸彦, 東剛志, 冨安正藏

【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。

	調査項目	 調査の内容	平成	24 年 度 実 施	時期
	M 五 公 口	hil च. √ / L 1 / G	上 春 季	夏季	冬季
		(1)水平分布		平成24年8月17日	平成25年2月25日
1	水温·塩分				
		(2)鉛直分布		平成24年8月17日	平成25年2月25日
		(水温のみ)			
		(1)25時間調査		平成24年8月17~18日	平成25年2月25~26日
2	流 況				
		(2)15日間調査		平成24年8月10~24日	平成25年2月25~
					3月11日
		(1)海藻類	平成24年5月21~23日		
3	海生生物				
		(2)潮間帯生物	平成24年5月22~23日		
4	主要魚類	(1)イワシ類(シラス)	平成2	4年1月~12月(周年)	
	及び	バッチ網			
	漁業実態	(2)マダイ,チダイ	平成2	4年4月~12月	

平成24年度温排水影響調查一覧

【結果】

川内原子力発電所1,2号機は定期検査中のため,温排水の放水はなかった。また,水温や塩分,流況, 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は,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24年7月11日(第1回),平成24年11月27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24年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。