

平成 26 年度
事業 報 告 書



平成 28 年 3 月

鹿児島県水産技術開発センター

指宿市岩本字高田上160-10

は し が き

「漁村・水産業を取り巻く状況はますます厳しくなっている」、これが常套句のように使われるようになって、どのくらいの年月が経ったでしょうか。

たしかに、燃油、資材の高騰、資源悪化など、年々厳しさが増しているものが多くあります。

しかし、海況、資源状況、魚価、環境等、すべてが悪化しているとは限りません。

例えばホタテ（標準和名：アオダイ）、これは近年、漁獲量、魚価とも上昇していますし、藻場が回復傾向にある海域もあります。また、主要養殖魚種のブリ、カンパチも一頃の原価割れの状況から、持ち直しつつあります。

このように、状況が種々変わっていくなか、県の水産調査・研究部門を担う当センターの役割も日々変わっていかねばなりません。

最近では新聞を賑わすことの多いウナギですが、養殖生産量全国一でありながら、これまでの調査・研究は単発的なものが多く、研究者もあまり育っていませんでした。

シラスウナギの記録的不漁と、ワシントン条約による国際取引の禁止が取り沙汰される中、国の公募型事業に参画し、第一線のウナギ研究者と意見交換する中で、当センターでも研究体制を整えてまいりました。

一方、環境や資源の長期変動や赤潮の発生予測等を行うため、長期間、継続的に基礎データを積み重ねていく地道な作業も重要であり、県の試験・研究機関として、目先の事業効果ばかりに目を向けるわけにもいきません。

今後も、継続すべき事業は継続しながら、調査・研究に対する新たな要望・必要性に柔軟に対処できる体制を整えていきたいと考えておりますので、皆様の御理解と御協力をお願い申し上げます。

平成28年 3月 1日

鹿児島県水産技術開発センター
所 長 佐々木 謙介

目 次

【 庶 務 一 般 】

事務機構及び職種別人員	1
職員の職・氏名	2
平成26年度事業一覧	3

【企画・栽培養殖部 企画部門】

試験研究の企画調整	4
漁業情報提供事業	9
漁業研修推進事業	11

【 資 源 管 理 部 】

漁海況予報事業	12
200カイリ水域内漁業資源総合調査事業	14
200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (マチ類)	23
200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (トビウオ資源動向調査)	30
200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (キビナゴ資源動向調査)	34
200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (大型クラゲ出現状況調査)	41
マグロ漁場調査 - (ビンナガ魚群調査)	44
マグロ漁場調査 - (日本周辺クロマグロ調査委託事業)	47
ヨコワ来遊予報調査	56
沿岸・近海漁業資源調査 - (浮魚資源調査：モジャコ調査)	57
沿岸・近海漁業資源調査 - (漁場環境調査：魚礁調査)	63
奄美等水産資源利用開発推進事業 - (スジアラ資源生態調査)	65
豊かな海づくり広域推進事業 - (マダイ)	68
豊かな海づくり広域推進事業 - (ヒラメ)	73

【 漁 場 環 境 部 】

赤潮総合対策調査事業 - (有害・有毒プランクトン情報伝達事業)	76
赤潮総合対策調査事業 - (赤潮対策技術高度化事業 - 1 赤潮広域モニタリング高度化)	83
赤潮総合対策調査事業 - (赤潮対策技術高度化事業 - 2 シャットネラ等赤潮被害防止技術実用化)	93
⑲ 赤潮総合対策調査事業 - (赤潮対策技術高度化事業 - 3 微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発)	103
⑳ 赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)	104
㉑ 鹿児島海藻パーク推進事業 - (海藻バンク造成事業)	116
㉒ 鹿児島海藻パーク推進事業 - (藻場定期モニタリング調査事業)	125
㉓ 奄美等水産資源利用開発推進事業 - (磯根資源開発調査)	134
㉔ 内水面漁業総合対策研究 - (内水面魚病対策推進事業：魚介類の異常へい死)	139
㉕ 内水面漁業総合対策研究 - (アユ資源増殖技術開発事業)	140

⑳	ウナギ資源増殖対策事業 - (鰻生息状況等緊急調査事業)	147
㉑	ウナギ資源増殖対策事業 - (放流用種苗育成手法開発事業)	169
㉒	ウナギ資源増殖対策事業 - (内水面資源生息環境改善手法開発事業)	174
㉓	川内原子力発電所温排水影響調査事業	188
㉔	公募型試験研究事業 - (藻場回復高度化事業)	189

【水産食品部】

㉕	かごしま海の幸発掘活用研究 -	194
㉖	かごしま海の幸発掘活用研究 - (漁獲物の付加価値向上対策研究)	196
㉗	かごしま海の幸発掘活用研究 - (魚肉に含まれるアルデヒド類の特定・低減化試験)	199
㉘	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業(安心・安全な養殖魚生産技術等実証事業)	202
㉙	魚病総合対策事業(養殖衛生管理体制整備事業)	206
㉚	内水面漁業総合対策研究 - (内水面魚病対策推進事業)	214
㉛	奄美等水産資源利用開発推進事業 - (水産資源利用加工開発調査)	218
㉜	公募型試験研究事業 - (多獲性赤身魚「サバ」の高付加価値化を実現するための革新的な原料保蔵と加工システムの構築)	221
㉝	公募型試験研究事業 - (養殖ブリ類のストレスレス水揚げシステムと大型魚全自動高速魚体フィレ処理機開発 - 冷凍品の品質評価)	226
㉞	公募型試験研究事業 - (新たなダシ用鰹乾燥品の開発)	229
㉟	公募型試験研究事業 - (抜本的な生産コストの抑制手法の開発研究) (養殖業者の大型生簀による実証試験：飼育魚の健全性によるコスト評価)	233

【企画・栽培養殖部 栽培部門】

㊳	カンパチ種苗実用化技術開発試験	237
㊴	親魚養成技術開発試験(オオモンハタ)	247
㊵	養殖魚種多様化技術開発事業(ヤイトハタ)	249
㊶	奄美等水産資源利用開発推進事業 - (スジアラ種苗生産技術開発)	251
㊷	奄美等水産資源利用開発推進事業 - (クロマグロ中間育成試験)	258
㊸	有用介類種苗生産試験 - (シラヒゲウニ種苗供給)	263
㊹	有用介類種苗生産試験 - (イワガキ種苗生産技術開発)	265
㊺	有用介類種苗生産試験 - (イワガキ養殖試験)	271
㊻	天然ウナギと養殖ウナギとの混養試験	275
㊼	公募型試験研究事業 - (カンパチ種苗生産における初期配合餌料試験)	278

庶務一般

事務機構及び職種別人員（平成26年度）

平成26年4月1日現在

機 構	職 種															合 計	
	行 政 職				技 術 職								非 常 勤 職 員	臨 時 的 任 用			
	部 長	主任水産業専門普及指導員	主 幹 兼 係 長	主 査	研 究 職						海 事 職	現 業 職					
					所 長	副 所 長	研 究 主 幹	部 長	研 究 専 門 員	主 任 研 究 員		研 究 員			主 任 技 術 補 佐 員		技 術 補 佐 員
所 長					1											1	
副 所 長						1										1	
研 究 主 幹							1									1	
庶 務 部	1		1	1												3	
企 画 ・ 栽 培 養 殖 部		1						(1)	2	2			1	2	1	9	
資 源 管 理 部								1	4	1		17				23	
漁 場 環 境 部								1	3		2					6	
水 産 食 品 部								1	2	1	1				1	6	
合 計	1	1	1	1	1	1	1	3	11	4	3	17	1	2	2	0	50
対 前 年 比										-1		-1					-2

表中の（ ）内は、兼務職。

職員の職・氏名（平成26年度）

平成26年4月1日現在

所属(部課室名)	職 名	氏 名
	所 長	柳原重臣
	副所長兼企画研修部長	今村昭則
	研 究 主 幹	矢野浩一
庶務部	部 長	富山泰雄
	主幹兼総務係長	竹山昇一
	主 査	内田満秀
企画・栽培 養殖部	主任水産業専門普及指導員	奥原誠
	研 究 専 門 員	外菌博人 川口吉徳
	主任 研 究 員	眞鍋美幸 今吉雄二
	主任技術補佐員	神野芳久
	技 術 補 佐 員	松元則男 池田祐介
	企画研修指導員	東博文
資源管理部	部 長	東剛志
	研 究 専 門 員	中野正明 石田博文 富安正藏 宍道弘敏
	主任 研 究 員	野元聡
調査船 くろしお	船 長	森昌人
	機 関 長	國生和義
	通 信 長	射場晴典
	航 海 長	小湊正継
	漁 撈 長	宿里幸郎
	技 術 専 門 員	椎原久 若松勝久 岩元文敏
	技 術 主 査	上誠 柳田讓治 川崎太 福満茂樹
	〃	北山大吾 西山裕之 浜村明彦
	通 信 士	祝田幸輝
機 関 士	宮路大聖	
漁場環境部	部 長	小湊幸彦
	研 究 専 門 員	猪狩忠光 西広海 平江多積
	研 究 員	東條智仁 保科圭佑
水産食品部	部 長	稲盛重弘
	研 究 専 門 員	保聖子 柳宗悦
	主任 研 究 員	加治屋大
	研 究 員	今岡慶明

※ 公益財団法人かごしま豊かな海づくり協会勤務

漁業指導 兼船み 取調 お お す	船 長	丸儀敏之
	機 関 長	中村力久
	航 海 長	脇田博志
	漁 撈 長	富永満洋
	一 等 機 関 士	小出水秋洋
	技 術 専 門 員	守山恵一
	技 術 主 査	海陸和人 長井智之 山賀一成 高田三男
	〃	板敷洋一
	機 関 士	川崎秀一

平成26年度事業一覧

(決算額)

担当部名	事業名又は事項名	事業費(円)	摘要
庶務部	水産技術開発センター運営費	97,307,552円	H16～, 県単
	水産技術開発センター維持補修費	12,701,280円	H16～, 県単
企画・栽培 養殖部	漁業情報提供事業	9,049,900円	H16～, 県単
	親魚養成技術開発試験	357,702円	H23～, 県単
	養殖魚種多様化技術開発事業	1,705,911円	H23～, 県単
	有用介類種苗生産試験	1,575,000円	H25～, 県単
資源管理部	船舶運営費	72,460,066円	県単
	漁海況予報事業	1,363,698円	H14～, 国補
	200カイリ水域内漁業資源総合調査	26,085,072円	S52～, 特定
	マグロ漁場調査	14,712,906円	S44～, 特定
	沿岸・近海漁業資源調査	1,349,655円	S62～, 県単
漁場環境部	赤潮総合対策調査事業	7,967,460円	S52～, 県単・国庫・特定
	鹿児島海藻パーク推進事業	2,138,755円	H19～, 県単
	温排水影響調査事業	7,686,351円	S56～, 国庫
	内水面漁業総合対策研究 (アユ資源増殖技術開発事業)	517,488円	H25～, 県単
水産食品部	かごしま海の幸発掘活用研究	950,739円	H26～, 県単
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (安心安全な養殖技術改良試験)	309,950円	H20～, 県単
	魚病総合対策事業	1,418,000円	S59～, 国補・県単・特定
	内水面漁業総合対策事業 (内水面魚病総合対策事業)	548,000円	S61～, 国補
各部	公募型試験研究事業	8,400,000円	H22～, 国庫・特定
	(多獲性赤身魚の高付加価値化)	4,000,000円	
	(養殖魚安定生産・供給技術開発委託事業)	1,300,000円	
	(藻場回復技術研究)	700,000円	
	(ストレスレス水揚げシステム開発)	1,000,000円	
	(新たなダシ用鰹乾燥品の開発)	150,000円	
	(カンパチ種苗生産における初期配合飼料の共同研究)	1,250,000円	
合 計		268,605,485円	

予算令達による事業

担当部名	事業名又は事項名	摘要
企画・栽培 養殖部	研修推進事業	H19～, 県単
	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のうち「スジアラ種苗生産・クロマグロ中間育成」)	H26～, 国庫
資源管理部	豊かな海づくり総合推進事業(マダイ・ヒラメ)	H22～, 県単
	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のうち「スジアラ資源生態調査」)	H26～, 国庫
漁場環境部	ウナギ資源増殖対策事業(企画・栽培養殖部含む)	H24～, 県単
	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のうち「藻場場造成試験」)	H26～, 国庫
水産食品部	奄美等水産資源利用開発推進事業(水産資源加工利用開発調査「水産資源の利用加工試験」)	H26～, 国庫

企 画 ・ 裁 培 養 殖 部
(企 画 部 門)

試験研究の企画調整

川口吉徳ほか企画・裁培養殖部職員

【目 的】

本県の水産業振興に資する試験研究を計画的・効果的に推進するため、課題設定、進行管理、成果の普及など、総合的な企画調整を行う。

【事業内容】

- 1 試験研究ニーズ等の把握
- 2 試験研究の総合的な企画調整
- 3 試験研究の進行管理
- 4 研究成果の広報・普及
- 5 国内外の技術交流・研修の調整

【26年度の実績】

- 1 試験研究ニーズ等の把握
 - 1) 図書文献の収集整理
当センターに配布のあった各研究機関等からの事業報告書や研究報告書等の文献を整理し、図書室に保管するとともに、データベースに登録した（毎月2回程度）。
 - 2) ネット情報の収集整理
随時、インターネット上にある試験研究関連情報等を整理し、研究員等に周知した。
 - 3) 現地応用講座・視察研究受入等によるニーズ把握
県内各地で実施した各種研修等や当センターにおける視察研修の受入時に、漁業者等からの試験研究に対するニーズの把握に努めた。
 - 4) 出先機関との意見交換会
現場における問題解決やニーズ把握のため、地域振興局及び支庁の水産関係職員との意見交換会を開催した。
 - ・日 時：平成26年7月2日（火） 13:30～16:00
 - ・開催場所：水産技術開発センター 講義室
 - ・出席者：水産振興課・地域振興局及び支庁11名、当センター20名
- 2 試験研究の総合的な企画調整
 - 1) 研究開発推進会議
当センターの試験研究業務の適切かつ効果的な推進を図ることを目的に開催した。
 - ・日 時：平成26年9月5日（金） 13:30～15:30
 - ・開催場所：社会福祉センター第3会議室
 - ・出席者：研究開発推進会議委員7名（代理出席1名）、当センター8名
 - ・内 容：平成26年度終期事業及び継続事業についての評価
平成27年度新規予定事業についての評価

2) 水産総合研究センターとの連携等

- ・(独)水産総合研究センター主催のブロック別水産業試験研究推進会議の本会議及び部会(西海区ブロック)や専門分野別水産業試験研究推進会議(水産利用加工等)に出席した。
- ・10課題について、共同研究や連携した研究に取り組んだ。

表1 (独)水産総合研究センター主催の主な会議等への出席状況

期 日	会 議 名	開催地	出席者
11月6～7日	西海ブロック水産業関係研究開発推進会議 漁業資源・海洋環境部会，地域増養殖研究部会， 有明海・八代海研究部会	長崎市	副 所 長
11月11～13日	水産利用関係研究開発推進会議及び利用加工技術 部会研究会(品質安全研究会・資源利用研究会)	横浜市	担当職員
12月4～5日	漁場環境保全関係研究開発推進特別部会 赤潮・貝毒部会	広島市	担当職員
12月4～5日	水産増養殖関係研究開発推進会議 魚病部会	伊勢市	担当職員
12月4～5日	西海ブロック水産業関係研究開発推進会議	鹿児島市	所長，副所長

3) 他県との連携等

九州・山口ブロック水産試験場長会

場長会(2回)及び各分科会に出席した。なお、魚病分科会は、本県が担当県となり鹿児島市で開催した。

表2 九州・山口ブロック水産試験場長会及び部会への出席状況

期 日	会 議 名	開催地	出席者
10月23～24日	魚病分科会	福岡市	担当職員
10月29～30日	漁業・資源分科会	唐津市	担当職員
7月30～31日	場長会	宮崎市	所 長
11月6～7日	漁場環境分科会	長崎市	担当職員
11月6～7日	利用加工分科会	長崎市	担当職員
1月15～16日	内水面分科会	山口市	担当職員
2月12～13日	海面増殖分科会	福岡市	担当職員
3月3～4日	磯焼け・藻場造成分科会	上天草市	担当職員

他県との共同・連携研究

9課題について、共同研究や連携した研究に取り組んだ。

4) 大学との連携等

水産研究交流セミナー（平成13年度から毎年1回実施）

鹿児島大学水産学部との連携を図るため「水産研究交流セミナー」を開催した。

- ・日時：平成26年11月21日（金） 15:00～17:00
- ・開催場所：水産技術開発センター 講義室
- ・出席者：鹿児島大学水産学部20名，当センター21名
- ・内容：水技センターと水産学部間の共同・連携研究活動の紹介及び情報・意見交換

大学との共同・連携研究

10大学，16課題について、共同研究や連携した研究に取り組んだ。

5) 各種競争的資金にかかる情報収集・管理

各種資金の説明会，情報交換会等に参加し，所員へ伝達し，競争的資金の応募等を促進した。

表4 平成26年度に新たに採択された競争的資金

制 度 名	採 択 課 題
農林水産省（農林水産技術会議） プロジェクト研究	養殖ブリ類のストレスレス水揚げシステムと大型魚全自動高速魚体フィレ処理機開発

3 試験研究の進行管理

試験研究の進行管理，評価等を行うため，4月に進行管理，10月に中間進行管理を行うための所内会議を開催した。

また，各部ごとに業務検討会（4～5月開催）を開催した。

4 研究成果の広報・普及

1) 漁業情報システムによる研究成果の広報・普及

漁業情報システムの情報発信機能（ホームページ等）を活用し，研究成果の広報・普及を図った。

ホームページへの掲載回数「研究の動き」「普及の動き」：103回

2) 漁業研修の推進

各種漁業研修を通じ研究成果の広報・普及を図った。（「漁業研修推進事業」参照）

3) 機関誌「うしお」の発行

研究成果の広報・普及を図るため，機関誌「うしお」を4回（5，8，11，2月）発行した。（発行部数：250部/回）

4) 事業報告書の発行

平成25年度版事業報告書を平成27年3月にホームページに掲載した(20年度版から印刷製本休止)

5) 研究報告の発行

研究成果の広報・普及を図るため、「研究報告第5号」を平成26年5月に発行した。

6) 研究報告会の開催

開所から10年間における主な取組, 成果を漁業関係者をはじめ, 広く県民に広報・普及を図るため研究成果発表会を開催した。

- ・期 日：平成27年2月10日(火)
- ・場 所：かごしま県民交流センター大ホール
- ・内 容：

口頭報告

報 告 課 題	報 告 書
鹿児島県海域におけるキビナゴの漁獲特性	資源管理部 主任研究員 野元 聡
ヒジキの種苗生産技術開発について	漁場環境部 研究専門員 猪狩 忠光
ノカルジア症に関する研究について	水産食品部 研究専門員 柳宗 悦
イワガキ種苗生産技術開発研究	企画・裁培養殖部 主任研究員 眞鍋 美幸

ポスタ - 発表

報 告 課 題
<ul style="list-style-type: none"> ・ 流れ藻とモジャコの来遊予測に向けて(資源管理部) ・ 赤潮防除剤開発試験の概要(漁場環境部) ・ 高品質冷凍魚開発研究(水産食品部) ・ 南方海域で漁獲されたカツオの品質について(水産食品部) ・ 内水面における魚病診断状況について(水産食品部) ・ マグロ血合肉すり身化技術(水産食品部) ・ カンパチ種苗生産技術の開発と移転(企画・裁培養殖部) ・ 放流ウナギ馴致試験(企画・裁培養殖部) ・ ウナギ資源保護対策研究結果の概要(漁場環境部)

5) その他

表5 特許等の出願状況

種 別	出願状況等	件 数	内 容	取得年度
特 許 権	登 録 済 み	2 件	アシタバ添加養殖用餌料 血合い肉利用した練り等製造法	H24.7 H26.9
	出 願 中	1 件	酒盗の凍結乾燥粉末の製造法	
	審査請求中	1 件	ヒスタミン発生の抑制	
意 匠 権	登 録 済 み	2 件	藻場造成ブロック(大型) 藻場造成ブロック(小型)	H16.11 H17.10
計		6 件		

5 国内外の技術交流・研修の調整等

国内外からの研修視察を受け入れるとともに、必要に応じて当センター職員等の講師について調整を行った。

表6 研修視察等の受入実績

区 分	受入団体数	受入人数
研修視察	22	202
海外からの視察	2	15
インターンシップ	1	4
一般見学	34	1,277
合 計	56	1,479

表7 研修視察等の受入実績の推移

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
受入人数	4,648	2,880	2,338	2,359	1,932	2,043	1,719	1,461	1,948	1,495	1,479

漁業情報提供事業

川口吉徳，富安正藏，西広海

【目的】

水産技術開発センターの試験研究の成果等を迅速に広報・普及するため，漁業情報システムの円滑な運用を図る。

【事業内容】

- 1 漁業情報システムの円滑な運用
- 2 漁業情報の迅速な提供

【26年度の実績】

- 1 漁業情報システムの円滑な運用

漁業情報システムの保守業務については，民間の専門業者に委託して実施し，円滑な運用を図った。

- 2 漁業情報の迅速な提供

人工衛星情報，フェリー情報，赤潮情報等について，データを収集，解析，加工し，インターネット，電話（音声情報），FAXにより漁業者等に提供した。

表1 漁業情報システムで提供した主な情報

システム名	内 容	インターネット	F A X	携帯電話
人工衛星	水温分布(画像)			
	水温分布(白黒)			
フェリー クイコ-ル8 ニューこしき	水温・流向図			
	定点別水温			
	黒潮北縁域			
漁 海 況	週報			
	長期予報			
	モジャコ情報			
	卵稚仔調査結果			
浮 魚 礁	水温，位置情報			
赤 潮	地図でみる赤潮情報			
	赤潮調査結果			
	注意報・警報ほか			

表2 漁業情報システムの利用件数の推移

媒体		H22	H23	H24	H25	H26
Webサイト訪問数		300,798	210,917	202,088	265,128	245,546
主なサイトの閲覧数	人工衛星	430,949	92,910	83,573	90,118	137,805
	赤潮	194,647	68,682	48,837	18,708	12,625
	フェリー	105,067	100,002	103,303	88,968	87,682
音声情報(浮き魚礁)		526	40	17	50	46
FAX情報(衛星等)		108	87	66	51	37
システム利用合計		301,432	211,044	202,171	265,229	265,229

漁業研修推進事業

奥原誠ほか企画・栽培養殖部全員

【目的】

漁業担い手の確保・育成を図るため、漁業者等を対象にして、漁業に関する知識や技術等の研修会を開催するなど、漁業研修を推進する。(水産振興課からの令達予算で事業を実施)

【事業内容及び26年度の実績】

1 小中学生・高校生研修

小・中・高校生を対象に、水産業に関する初歩的な知識や技術(小・中学生)、漁業の現場等(高校生)についての認識を深めてもらうための研修を実施した。

実施校	実施場所	実施期間	日数	参加人数	研修内容
今和泉小学校	水技センター	5～2月	3	24	ワカメの養殖, 魚の加工(比`ウ塩干)体験
西指宿中学校	水技センター	7月4日	1	19	魚の加工体験(比`ウ燻製)
鹿児島水産高校 栽培工学コース	東町漁業協同 組合 他	11月4日 ～6日	左記の内 2	16	東町漁業協同組合の概要研修 水産加工場実習, 漁家体験 他

2 漁業就業者研修

中核的漁業者の育成を図るため、漁業就業者を対象として、漁業に関する総合的、専門的な知識及び技術について研修を実施した。

コース	実施場所	実施月日	日数	参加人数	研修内容
潜水士免許講習	水技センター	8月26日 ～27日	2	7	潜水士養成講習
栽培養殖コース	水技センター	9月4日	1	9	魚類養殖に関する研修 (牛根漁協青年部)

3 現地応用講座

地域の課題に対応した研修や、水産技術開発センターの成果報告を行った。

実施地区	実施月日	日数	参加人数	研修内容
南薩地区(枕崎市)	11月27日	1	30	カツオ資源の動向, マダイ・ヒラメの放流効果について
西薩地区(いちき串木野市)	3月6日	1	50	西薩海域における資源の動向外

4 コンサルタント派遣事業

漁業生産の安定と漁村の活性化を図るため、県内外の知識人、学識経験者、熟練技術者等の専門家を各地域に派遣し、知識、技術の教育普及等を行った。

実施地区	実施月日	日数	参加人数	研修内容
北薩地区	6月12日	1	15	最近の水産物流通について

5 ザ・漁師塾

漁業への理解と就業を促進するため、ザ・漁師塾を実施した。(水産振興課と共同で実施)

区分	実施場所	実施日(期間)	日数	参加人数	研修内容	
入門研修	座学研修	鹿児島市	6月7日	1	17	漁業制度, 漁業の概要 養殖業体験
	乗船研修	南さつま市	6月8日	1		
短期実践研修	各地	随時(1週間)	7	-	一本釣漁業ほか各種	
実践研修(県漁連)	各地	随時(6ヶ月～1年)	6ヶ月	-	研修生の希望する漁業	

資源管理部

漁海況予報事業

富安正藏 他資源管理部全員

【目的】

沿岸・沖合漁業に関する漁海況及び資源の研究結果に基づき漁海況予報を作成するとともに、漁海況情報を迅速に収集・処理し、提供することにより、漁業資源の合理的利用と操業の効率化を図り漁業経営の安定に資する。

【方法】

標記事業及び200カイリ水域内漁業資源総合調査等により漁海況情報を収集、整理、分析して、アジ、サバ、イワシ類、クロマグロ(ヨコワ)、海水温、黒潮流況の漁海況予報を行うとともに週単位の現況を漁海況週報にとりまとめ、情報発信を行った。

1 漁海況情報の収集

- 1) 定期客船(鹿児島-沖縄間1隻, 串木野-甕島間1隻)で観測した海面水温, 水深105m以浅の流況 毎日
- 2) 黒潮域潮流水温調査
県漁業指導取締船兼調査船おおすみにより, 鹿児島湾内~奄美大島名瀬間の水温, 潮流を測定。
- 3) 水揚げデータ収集(北さつま, 枕崎市, 山川町, 内之浦, 高山漁協) 週1回
- 4) 電話での聞きとり 甕島漁協他15漁協 週1回
- 5) 海洋観測及び卵稚仔調査結果 月1回(7, 2月を除く)

2 漁海況情報分析

漁海況分析検討会

- ・西海区ブロック...長崎1回, ネット会議1回
- ・中央ブロック.....神奈川2回

【結果】

1 黒潮域潮流水温調査

調査期間 平成26年9月3日~平成26年9月6日

図1の定点における水温, 潮流について表1に示した。

2 漁海況情報提供

- 1) 長期漁海況予報文...4, 7, 10, 1月
- 2) 重要魚種予報文...ヨコワ漁期前
- 3) 漁海況週報...毎週木曜日
 - ・漁協, 各行政・研究機関, 漁業情報サービスセンターへFAX, Eメールによるお知らせ
 - ・南日本新聞の金曜日版に毎週掲載
 - ・鹿児島漁業無線局から毎週木曜日に概要を無線放送
- 1)~3)の情報は同時に水技HPへ掲載
- 4) 定期客船観測の海況情報 水技HPで随時公開

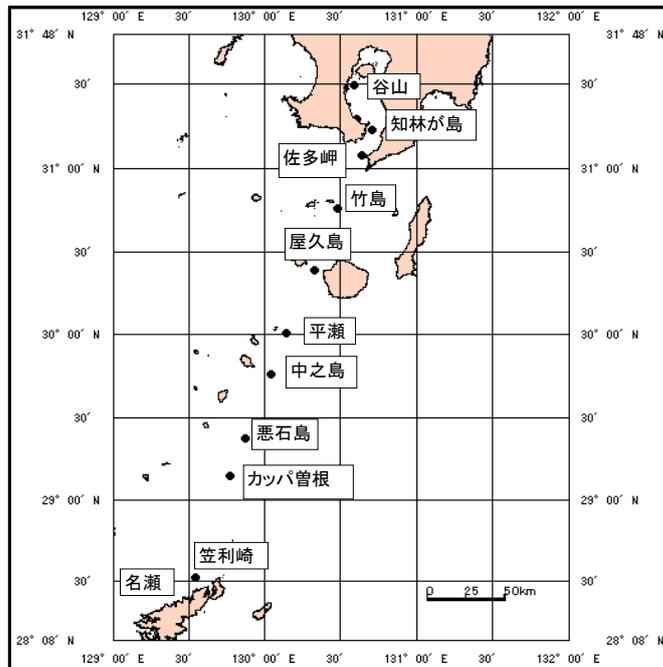


図1 調査定点

表2 水温，潮流測定結果

往路

定 点	水温 (°C)	水深10m		水深35m		水深105m	
		流 向	流速(ノット)	流 向	流速(ノット)	流 向	流速(ノット)
谷 山	27.8	19	0.2	14	0.2	-	-
知林が島	28	179	0.2	135	0.2	-	-
佐多岬	27.7	181	0.8	201	0.4	-	-
竹 島	28.6	3	0.5	38	0.5	85	0.6
屋久島	29.1	119	0.3	119	0.4	331	0.1
平 瀬	29.1	108	0.3	70	0.8	18	0.3
中之島	28.9	112	1.5	107	1.6	106	0.7
悪石島	29.6	98	1.2	102	1.6	95	1.3
カツパ曾根	29.5	117	0.9	113	0.8	104	0.7
笠利崎	29.4	118	0.8	125	0.7	72	0.2
名 瀬	29.5	305	0.3	-	-	-	-

復路

定 点	水温 (°C)	水深10m		水深35m		水深105m	
		流 向	流速(ノット)	流 向	流速(ノット)	流 向	流速(ノット)
谷 山	27.3	103	0.2	225	0.1	-	-
知林が島	27.6	41	0.2	304	0.1	-	-
佐多岬	27.5	103	0.4	123	0.8	-	-
竹 島	28.7	31	0.6	33	0.6	242	0.4
屋久島	29.2	42	1.2	35	1.1	60	0.3
平 瀬	29.1	355	0.3	24	0.2	300	0.5
中之島	29.4	52	1.4	55	1.5	75	2.3
悪石島	29.6	105	0.6	152	0.5	172	0.7
カツパ曾根	29.9	257	0.3	273	0.4	306	0.6
笠利崎	29.6	119	0.9	129	0.7	6	0.5
名 瀬	29.5	183.7	0.1	-	-	-	-

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (資源評価調査委託事業)

富安正蔵，野元 聡，宍道弘敏，調査船くろしお乗組員

【目 的】

この調査は、200カイリ水域の設定に伴い水域内の漁業資源を評価し、資源の維持培養及び高度利用の推進に資するための基礎資料を整備するために、全国的な調査の一環として実施した。

【方 法】

1 生物情報収集調査・生物測定調査

主要港における水揚量・努力量及び漁獲物の体長組成・体重・生殖腺重量を把握する。成長・成熟に関する詳細な知見を得るため、年齢形質による年齢査定や生殖腺の組織学的検討を行った。

(1) 対象魚種

マアジ・マサバ・ゴマサバ・マイワシ・ウルメイワシ・カタクチイワシ・ムロアジ類・ウマツラハギ・トラフグ・マダイ・ヒラメ・ブリ

(2) 調査内容

生物調査

魚種	測定方法	時期	頻度	調査地点	漁業種類
マアジ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
マサバ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
ゴマサバ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
マイワシ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
ウルメイワシ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
カタクチイワシ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
ムロアジ類	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	まき網・定置網等
ブリ	精密・体長組成	周年	月1回以上	主要港	定置網・釣り等
マダイ	体長組成	周年	随時	県内6市場	ごち網、釣り等
ヒラメ	精密・体長組成	周年	随時	県内8市場	刺網、釣り等

水揚量調査

調査項目	調査地点	漁業種類	魚種
漁業種類別月別銘柄別漁獲量	主要港	まき網・棒受網等	マアジ,マサバ,ゴマサバ,マイワシ,ウルメイワシ,カタクチイワシ,ムロアジ類 ウマツラハギ,トラフグ,マダイ,ヒラメ (年間漁獲量のみ)
月別入港隻数	主要港	まき網・棒受網等	
年齢別漁獲尾数			マダイ・ヒラメ

2 標本船調査

信頼性の高いCPUE等の資源量指数を得るため、標本船を設定して漁場別漁獲量・網数等を調査した。

調査項目	調査地点	漁業種類	魚種
日別漁獲量・水温	内之浦・笠沙	定置網	マアジ, サバ類, イワシ類, その他
漁場別日別漁獲量・努力量	主要港	まき網・棒受網・バッチ網	マアジ, サバ類, イワシ類, その他

3 漁場一斉調査

モジャコ(マアジを含む)の来遊量を把握するため、流れ藻と付着魚類の定量的な採集を実施した。

4 沖合海域海洋観測等調査

調査船くろしおにより、図1に示した調査定点において、水温・塩分等の海洋観測を行い、海洋環境の経年変化から資源への影響を判断する基礎データを収集した。また、併せて、西海ブロックにおける重要魚種の卵・稚仔魚の分布および量を求めるため、改良型ノルパックネットを用いて調査した。

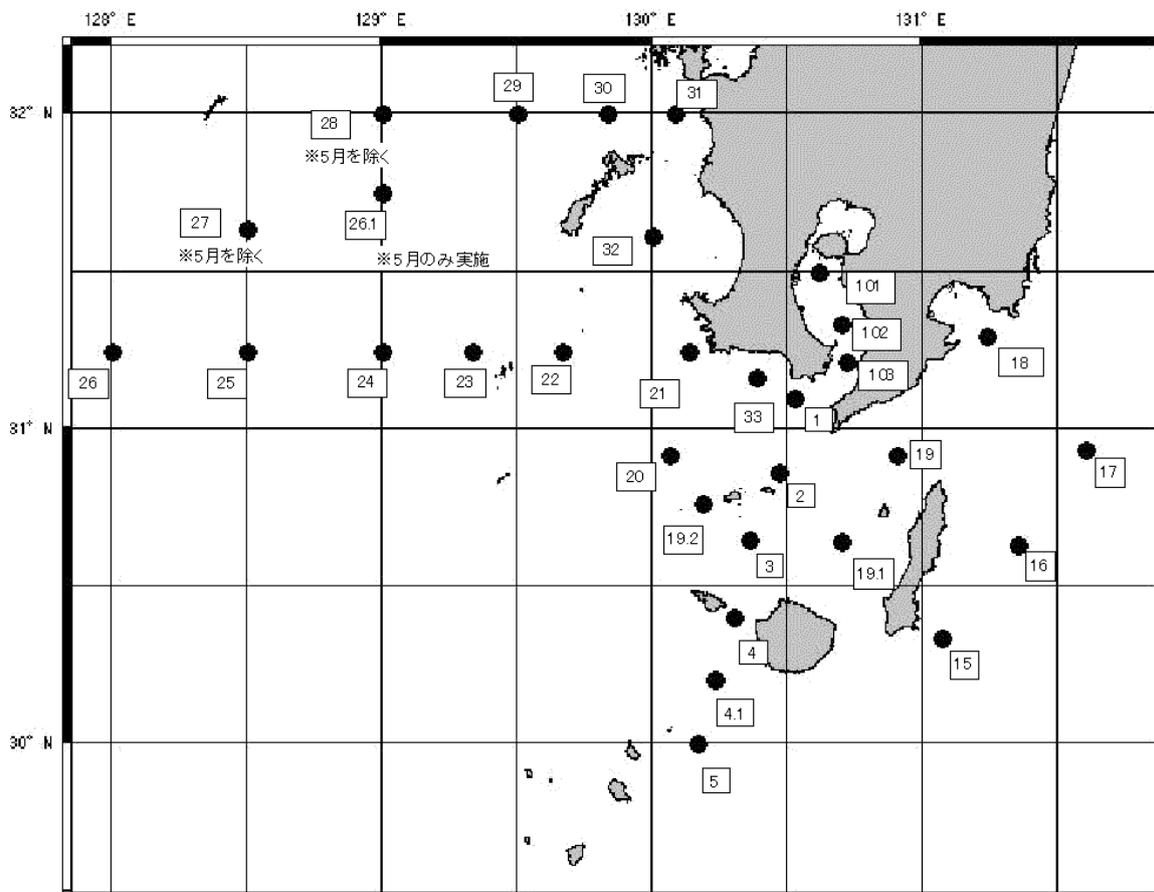


図1 沖合海域海洋観測等調査定点図

5 新規加入量調査

東シナ海・日本海西部海域における重要魚種の幼稚魚の分布および量を求めるために、ニュース

トンネットを用いた幼稚魚分布調査を行った。

【結 果】

1 生物情報収集調査・生物測定調査

(1) 体長・精密測定

マアジ，サバ類，イワシ類等について表1に示すとおり各魚種合計140回，21,511尾の体長測定を実施し，また表2に示すとおり各魚種合計106回，2,851尾の精密測定（体長，体重，生殖腺重量）を実施し，(独)水産総合研究センターへ報告した。

代表魚種の体長組成を図2に示した。

表1 体長測定結果

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		合計		
	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数								
マアジ	1	188	1	195	3	569	1	222	3	414	1	210	0	0	0	0	0	0	5	793	1	222	3	587	19	3,400	
マルアジ	1	150	1	150	0	0	0	0	1	88	0	0	0	0	0	0	0	0	2	158	1	50	2	157	8	753	
モロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クサヤモロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	94	0	0	0	0	1	91	0	0	0	0	2	185	
ゴマサバ	1	118	2	245	2	383	3	243	2	128	2	53	1	97	1	223	1	65	2	150	1	9	1	73	19	1,787	
マサバ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	1	60	0	2	89	1	15	2	78	7	256	
カタクチイワシ	3	623	3	636	5	1,129	4	706	5	817	1	203	3	644	2	418	3	644	0	0	2	443	1	222	32	6,485	
ウルメイワシ	1	210	2	408	5	1,023	3	391	6	1,067	2	248	2	176	3	520	1	204	3	420	1	206	2	391	31	5,264	
マイワシ	1	195	2	464	4	732	2	430	2	433	1	108	2	18	1	66	0	0	3	365	1	222	2	289	21	3,322	
オアカムロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	59	0	0	0	0	1	59	
ムロアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
アカアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計	8	1,484	11	2,098	19	3,836	13	1,992	19	2,947	8	836	9	1,029	8	1,267	5	913	19	2,125	8	1,167	13	1,797	140	21,511	

表2 精密測定結果

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		合計		
	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数										
マアジ	1	25	0	0	1	25	0	0	1	25	1	25	0	0	0	0	0	0	5	125	1	0	3	75	13	300	
マルアジ	1	25	1	25	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	2	50	1	25	2	50	8	200	
モロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
クサヤモロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	2	50	
ゴマサバ	1	25	1	25	1	25	3	75	2	50	2	50	0	0	0	0	1	25	2	50	1	0	1	25	15	350	
マサバ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	2	50	1	25	2	50	6	150		
カタクチイワシ	3	90	3	90	2	60	4	120	5	150	1	30	3	90	2	60	3	90	0	0	2	30	1	30	29	840	
ウルメイワシ	0	0	1	30	0	0	2	60	0	0	2	60	2	60	2	60	1	30	3	90	1	30	2	60	16	480	
マイワシ	1	30	1	30	2	60	1	30	1	30	1	30	2	50	1	30	0	0	3	76	1	30	2	60	16	456	
オアカムロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	1	25	
ムロアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
アカアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計	7	195	7	200	6	170	10	285	10	280	7	195	8	225	6	175	5	145	19	491	8	140	13	350	106	2,851	

(2) 水揚量調査

表3に示すとおり各魚種の水揚量調査を実施し，(独)水産総合研究センターへ報告した。

2 標本船調査

表4に示す漁業者へ操業日誌の記帳を依頼し漁場別漁獲量・網数等を調査し，(独)水産総合研究センターへ報告した。

表3 近海旋網 主要魚種水揚量

(AK:阿久根 MZ:枕崎 YG:山川 UU:内之浦) 単位:トン

年月	合計					入港隻数				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
26.4	252.4	4,048.8	0.0	0.0	4,301.2	35	97	0	0	132
26.5	196.0	2,331.5	0.0	0.0	2,527.4	48	84	0	0	132
26.6	1,024.4	2,157.2	0.0	2.4	3,184.1	110	77	0	1	188
26.7	1,407.3	2,423.2	0.0	12.2	3,842.7	123	81	0	2	206
26.8	1,435.4	3,051.9	0.0	0.0	4,487.3	96	88	0	0	184
26.9	1,656.5	920.7	0.0	0.0	2,577.2	124	43	0	0	167
26.10	1,442.4	2,616.9	0.0	0.0	4,059.3	89	85	0	0	174
26.11	815.3	2,709.0	0.0	0.0	3,524.2	56	71	0	0	127
26.12	1,131.1	1,722.8	0.0	0.0	2,853.8	39	48	0	0	87
27.1	1,261.4	2,228.4	0.0	0.0	3,489.8	53	68	0	0	121
27.2	1,068.1	2,396.7	0.0	9.4	3,474.2	51	64	0	3	118
27.3	632.9	3,377.2	0.0	0.0	4,010.1	48	81	0	0	129
計	12,323.1	29,984.2	0.0	24.0	42,331.3	872.0	887.0	0.0	6.0	1,765.0

年月	マアジ					サハ類				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
26.4	59.7	21.0	0.0	0.0	80.7	14.1	3,702.2	0.0	0.0	3,716.2
26.5	12.4	24.3	0.0	0.0	36.6	6.0	1,635.1	0.0	0.0	1,641.0
26.6	167.7	8.9	0.0	0.0	176.5	15.5	892.6	0.0	0.0	908.1
26.7	134.7	30.6	0.0	0.0	165.3	114.4	917.4	0.0	0.0	1,031.8
26.8	117.1	146.6	0.0	0.0	263.7	272.7	533.6	0.0	0.0	806.4
26.9	229.0	80.2	0.0	0.0	309.2	121.2	78.7	0.0	0.0	199.9
26.10	69.9	16.5	0.0	0.0	86.5	107.8	261.1	0.0	0.0	368.9
26.11	31.7	5.2	0.0	0.0	36.9	82.3	284.3	0.0	0.0	366.7
26.12	5.5	0.4	0.0	0.0	5.9	108.4	68.6	0.0	0.0	177.1
27.1	361.4	366.3	0.0	0.0	727.7	319.7	1,099.9	0.0	0.0	1,419.7
27.2	429.9	41.9	0.0	0.7	472.5	300.6	2,029.2	0.0	3.6	2,333.5
27.3	310.6	79.5	0.0	0.0	390.1	142.9	2,801.4	0.0	0.0	2,944.2
計	1,929.4	821.4	0.0	0.7	2,751.5	1,606.6	14,304.1	0.0	3.6	15,913.3

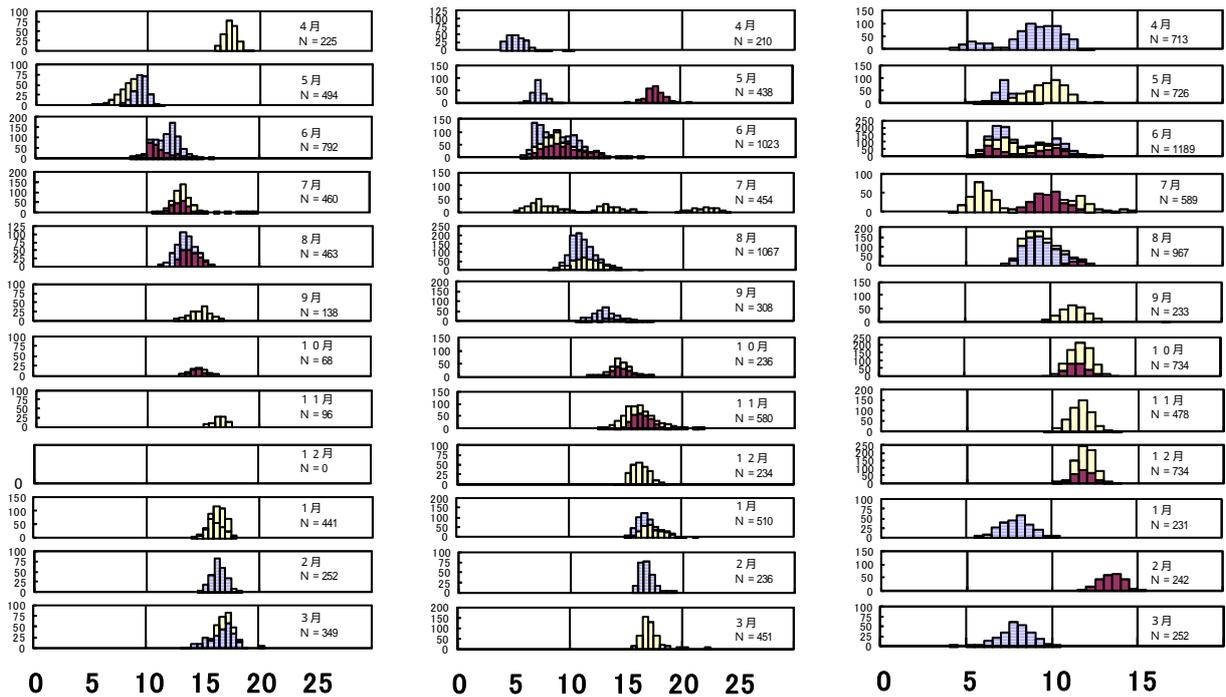
年月	マイワシ					ウルメイワシ					カタクチイワシ				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
26.4	9.6	9.6	0.0	0.0	19.2	135.1	183.2	0.0	0.0	318.4	7.3	14.3	0.0	0.0	21.7
26.5	1.0	21.5	0.0	0.0	22.6	38.1	404.5	0.0	0.0	442.5	62.9	13.8	0.0	0.0	76.8
26.6	126.9	313.7	0.0	0.0	440.6	124.6	379.4	0.0	0.0	504.0	407.6	283.5	0.0	1.7	692.8
26.7	349.8	514.1	0.0	0.0	863.9	299.3	436.6	0.0	11.7	747.7	412.8	375.5	0.0	0.0	788.3
26.8	330.6	668.5	0.0	0.0	999.1	328.5	1,023.7	0.0	0.0	1,352.1	143.3	541.7	0.0	0.0	685.0
26.9	83.3	14.8	0.0	0.0	98.1	130.2	119.2	0.0	0.0	249.4	877.5	361.1	0.0	0.0	1,238.6
26.10	49.0	73.9	0.0	0.0	122.9	116.4	274.6	0.0	0.0	391.0	1,021.4	1,441.5	0.0	0.0	2,462.8
26.11	42.9	58.0	0.0	0.0	100.9	270.9	444.7	0.0	0.0	715.6	373.5	1,493.3	0.0	0.0	1,866.8
26.12	46.7	6.0	0.0	0.0	52.7	123.5	72.1	0.0	0.0	195.5	756.7	1,239.6	0.0	0.0	1,996.3
27.1	172.9	23.9	0.0	0.0	196.8	168.5	56.7	0.0	0.0	225.2	64.9	120.2	0.0	0.0	185.1
27.2	22.5	139.1	0.0	0.0	161.6	71.2	117.7	0.0	1.2	190.1	23.4	0.0	0.0	0.0	23.4
27.3	4.4	115.8	0.0	0.0	120.1	35.1	74.3	0.0	0.0	109.4	73.7	0.0	0.0	0.0	73.7
計	1,239.8	1,959.7	0.0	0.0	3,199.5	1,841.2	3,586.7	0.0	13.0	5,440.9	4,225.1	5,884.5	0.0	1.7	10,111.3

年月	ムロアジ					オアカムロ				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
26.4	0.2	84.6	0.0	0.0	84.8	0.0	3.1	0.0	0.0	3.1
26.5	0.2	110.1	0.0	0.0	110.3	0.0	13.8	0.0	0.0	13.8
26.6	9.2	63.4	0.0	0.0	72.7	0.0	65.8	0.0	0.0	65.8
26.7	0.3	8.4	0.0	0.0	8.7	0.0	56.9	0.0	0.0	56.9
26.8	0.1	37.4	0.0	0.0	37.5	0.0	29.6	0.0	0.0	29.6
26.9	1.5	157.1	0.0	0.0	158.6	0.0	63.9	0.0	0.0	63.9
26.10	1.1	438.7	0.0	0.0	439.8	0.0	74.5	0.0	0.0	74.5
26.11	0.6	399.1	0.0	0.0	399.7	0.0	35.7	0.0	0.0	35.7
26.12	2.1	182.9	0.0	0.0	185.0	0.0	84.0	0.0	0.0	84.0
27.1	3.6	67.5	0.0	0.0	71.1	0.0	101.3	0.0	0.0	101.3
27.2	3.4	6.9	0.0	0.0	10.3	0.0	17.1	0.0	0.0	17.1
27.3	2.2	103.4	0.0	0.0	105.5	0.0	148.9	0.0	0.0	148.9
計	24.4	1,659.5	0.0	0.0	1,683.9	0.0	694.6	0.0	0.0	694.6

年月	マルアジ(アオアジ)					アカアジ				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
26.4	7.9	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	6.5	0.0	0.0	6.5
26.5	31.5	0.0	0.0	0.0	31.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
26.6	65.2	34.7	0.0	0.0	99.9	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6
26.7	48.7	10.3	0.0	0.0	59.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8
26.8	74.0	0.0	0.0	0.0	74.0	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0
26.9	76.7	0.5	0.0	0.0	77.2	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0
26.10	20.2	0.0	0.0	0.0	20.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8
26.11	5.8	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	8.3	0.0	0.0	8.3
26.12	83.9	0.0	0.0	0.0	83.9	0.0	47.6	0.0	0.0	47.6
27.1	132.3	180.9	0.0	0.0	313.1	1.8	81.0	0.0	0.0	82.8
27.2	177.1	1.0	0.0	0.0	178.1	0.0	16.4	0.0	0.0	16.4
27.3	53.5	5.5	0.0	0.0	59.0	0.0	4.7	0.0	0.0	4.7
計	776.8	232.9	0.0	0.0	1,009.7	1.8	176.8	0.0	0.0	178.6

表4 標本船調査依頼者一覧

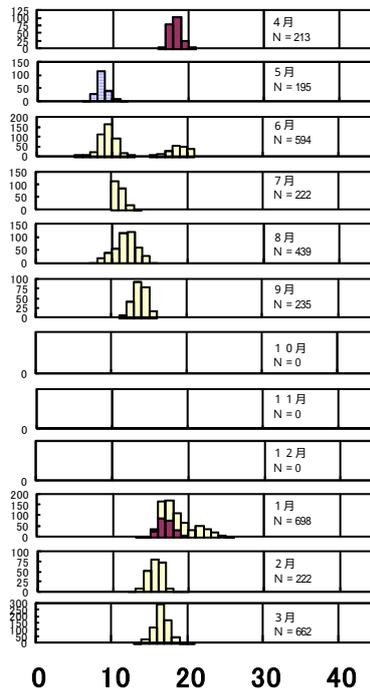
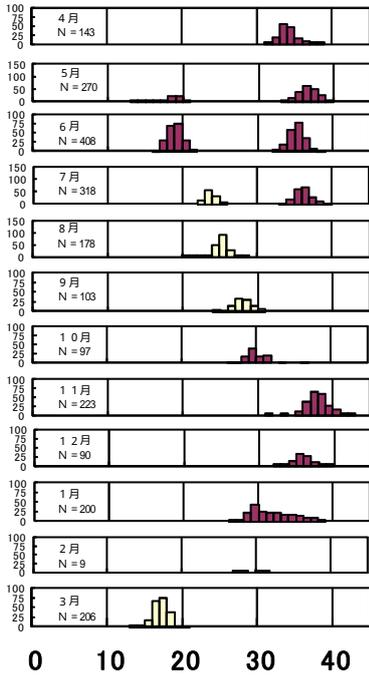
所属漁協	漁業種類	船名
北さつま漁協	中型まき網, 棒受網	三代丸, 海盛丸, 竹吉丸, 豊漁丸
かいゑい漁協	中型まき網	豊徳丸
内之浦漁協	定置網	子ドリ丸
羽島漁協	船曳網	幸丸
志布志漁協	船曳網	八千代丸, 良昭丸
加世田市漁協	船曳網	福芳丸
笠沙町漁協	定置網	協進丸



マイワシ

ウルメイワシ

カタクチイワシ



ゴマサバ

マアジ

体長単位：cm

阿久根

枕崎

棒受網・定置網

図2 代表魚種体長組成

注：凡例については以下のとおり

阿久根 = 近海まき網により阿久根漁港に水揚げされた魚

枕崎 = 近海まき網により枕崎漁港に水揚げされた魚

棒受網・定置網 = 棒受網，定置網により県内で水揚げされた魚

3 漁場一斉調査
別途報告

4 沖合海域海洋観測等調査

表5に示すとおり年11回海洋観測を実施し、(独)水産総合研究センターへ報告した。また、同時に表6に示すとおり改良型ノルパックネットを用いて卵稚仔調査を実施し、(独)水産総合研究センターへ報告した。

5 新規加入量調査

表7に示すとおり、4・5・3月にニューストーンネットを用いて調査を実施し、(独)水産総合研究センターへ報告した。

表5 平成26年度沖合定線調査結果(0,50,100m水深の水温,塩分)

水温

海域区分	水深 m	4/7~10			5/7~10			6/3~6			8/16~19			9/1~4			10/1~3, 15~17		
		測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価
天草西沖 [st-28~31:4点]	0	17.38	-0.23	-+	19.02	-0.64	-+	21.14			27.39	-0.86	-+	27.85			25.18		
	50	17.11	0.25	+-	18.16	0.28	+-	19.42			24.48	1.56	+	24.41			25.18		
	100	16.35	0.21	+-	16.88	0.33	+-	17.55			20.56	2.06	++	19.72			20.75		
西薩・甌沖 [st-27~32:5点] ※3	0	17.47	-0.44	-+	19.27	-0.44	-+	21.34			27.54	-0.80	-+	27.91			25.15		
	50	17.21	0.10	+-	18.54	0.55	+	19.63			24.32	1.11	+	24.30			25.15		
	100	16.82	0.30	+-	16.97	0.47	+-	17.73			20.15	1.63	+	19.62			20.67		
薩南(沿岸I) [st-1~4,20~24,33:10点]	0	18.81	-0.88	-+	21.06	-0.49	-+	21.66			28.21	-0.27	-+	28.40			26.79		
	50	18.17	0.07	+-	19.25	0.39	+-	19.96			24.24	1.73	+	24.92			25.61		
	100	17.00	-0.20	-+	17.43	-0.18	-+	17.73			19.59	-0.10	-+	20.26			20.22		
薩南(沿岸II) [st-15~19:5点]	0	19.54	-0.70	-+	21.63	-0.34	-+	23.45			28.03	-0.08	-+	28.62			27.55		
	50	19.06	-0.12	-+	20.01	0.12	+-	21.65			24.33	0.58	+-	24.22			26.13		
	100	19.65	0.89	+	18.25	-0.64	-+	20.09			23.43	2.12	+	21.93			22.05		
薩南(西) [st-4-1~5,25,26:4点]	0	18.62	-2.44	--	21.51	-1.64	-	22.55			28.51	-0.42	-+	29.22			26.82		
	50	18.17	-1.97	-	20.51	-1.12	-+	20.70			26.35	0.77	+-	25.43			26.31		
	100	17.68	-0.81	-+	18.21	-1.30	-+	18.51			21.40	0.26	+-	22.12			21.43		

海域区分	水深 m	11/6~9			12/7~10			1/10~13			3/2~6		
		測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価
天草西沖 [st-28~31:4点]	0	23.44	0.53	+-	19.39			16.62	-1.25	--	15.75	-1.15	-
	50	23.55	0.75	+	19.40			16.57	-1.26	--	15.46	-1.16	-
	100	20.33	-0.05	-+	13.92			16.60	-0.97	--	15.41	-0.76	-
西薩・甌沖 [st-27~32:5点] ※3	0	23.53	0.47	+-	19.58			17.03	-1.12	-	16.17	-0.96	-
	50	23.61	0.73	+-	19.59			16.74	-1.34	--	15.81	-1.00	-
	100	20.71	0.27	+-	18.94			16.71	-1.02	-	15.68	-0.65	-
薩南(沿岸I) [st-1~4,20~24,33:10点]	0	24.45	0.22	+-	20.86			18.91	-0.84	-+	17.69	-1.01	-
	50	24.19	0.25	+-	20.42			18.79	-0.71	-+	17.26	-0.91	-
	100	20.82	-0.17	-+	19.56			17.56	-1.06	-	16.23	-0.96	-
薩南(沿岸II) [st-15~19:5点]	0	24.45	-0.04	-+	21.02			18.58	-1.81	--	18.84	-0.47	-+
	50	24.24	0.14	+-	20.97			18.49	-1.62	--	18.71	-0.08	-+
	100	24.00	0.43	+-	19.74			18.38	-1.75	--	18.87	0.11	+-
薩南(西) [st-4-1~5,25,26:4点]	0	24.45	-0.23	-+	22.78			20.20	-0.63	-+	18.18	-1.26	-
	50	24.39	-0.20	-+	22.75			20.07	-0.56	-+	17.86	-1.20	-
	100	21.79	-0.58	-+	21.46			19.30	-0.63	-+	16.97	-1.26	-

塩分

海域区分	水深 m	4/7~10			5/7~10			6/3~6			8/16~19			9/1~4			10/1~3, 15~17		
		測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価
天草西沖 [st-28~31:4点]	0	34.60	0.00	-+	34.61	0.18	+	34.23			33.94	0.93	+	33.61			34.13		
	50	34.59	-0.02	-+	34.60	0.04	+-	34.47			34.11	-0.04	-+	34.28			34.14		
	100	34.59	-0.03	-+	34.59	-0.01	-+	34.56			34.67	0.11	+	34.64			34.60		
西薩・甌沖 [st-27~32:5点] ※3	0	34.57	-0.04	-+	34.62	0.18	+	34.26			33.92	0.85	+	33.47			34.15		
	50	34.60	-0.01	-+	34.60	0.04	+-	34.46			34.17	0.03	+-	34.29			34.15		
	100	34.59	-0.02	-+	34.56	-0.04	-+	34.53			34.65	0.08	+	34.63			34.58		
薩南(沿岸I) [st-1~4,20~24,33:10点]	0	34.69	0.03	+-	34.58	0.06	+-	33.74			33.81	0.38	+-	33.57			33.70		
	50	34.65	0.02	+-	34.47	-0.09	-	34.25			34.30	-0.07	-+	34.30			34.13		
	100	34.59	-0.03	-+	34.45	-0.14	--	34.43			34.62	0.08	+-	34.65			34.62		
薩南(沿岸II) [st-15~19:5点]	0	34.72	0.06	+-	34.66	0.13	+	33.90			34.00	0.33	+-	33.77			33.98		
	50	34.68	0.03	+-	34.58	-0.03	-+	34.54			34.44	0.08	+-	34.41			34.16		
	100	34.71	0.03	+-	34.57	-0.08	-	34.60			34.58	-0.08	-+	34.58			34.60		
薩南(西) [st-4-1~5,25,26:4点]	0	34.66	-0.01	-+	34.64	0.07	+-	33.42			34.00	0.37	+-	33.37			34.16		
	50	34.65	-0.02	-+	34.60	0.02	+-	34.44			34.43	0.12	+	34.47			34.27		
	100	34.63	-0.01	-+	34.56	-0.07	-+	34.40			34.72	0.09	+	34.67			34.72		

海域区分	水深 m	11/6~9			12/7~10			1/10~13			3/2~6		
		測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価
天草西沖 [st-28~31:4点]	0	34.29	0.06	+-	34.45			34.57	-0.02	-+	34.63	-0.03	-+
	50	34.31	0.06	+-	34.44			34.56	0.00	-+	34.62	-0.02	-+
	100	34.57	0.02	+-	34.52			34.56	0.01	+-	34.64	0.01	+-
西薩・甌沖 [st-27~32:5点] ※3	0	34.33	0.07	+-	34.47			34.59	-0.01	-+	34.66	-0.01	-+
	50	34.34	0.07	+-	34.46			34.57	0.00	-+	34.63	-0.02	-+
	100	34.57	0.02	+-	34.49			34.57	0.00	+-	34.64	0.01	+-
薩南(沿岸I) [st-1~4,20~24,33:10点]	0	34.51	0.17	+	34.51			34.71	0.08	+	34.72	0.04	+-
	50	34.50	0.16	+	34.51			34.69	0.10	+	34.69	0.02	+-
	100	34.57	-0.01	-+	34.57			34.61	0.02	+-	34.63	-0.02	-+
薩南(沿岸II) [st-15~19:5点]	0	34.60	0.22	+	34.62			34.71	0.06	+	34.76	0.05	+-
	50	34.58	0.16	+	34.62			34.70	0.07	+	34.75	0.06	+
	100	34.66	0.10	+	34.61			34.66	0.03	+-	34.75	0.05	+-
薩南(西) [st-4-1~5,25,26:4点]	0	34.45	0.04	+-	34.57			34.76	0.12	+	34.72	0.02	+-
	50	34.44	0.06	+-	34.68			34.75	0.13	++	34.70	0.02	+-
	100	34.57	-0.02	-+	34.74			34.70	0.09	+	34.67	0.01	+-

※1 平年値は、1991~2010の20年平均

※2 9,10,12月は2008年より開始、6月は一部定線を変更し2007年より開始したため平年値は無し

(偏差の目安)	高め	低め	標準偏差(σ) 発生頻度
平年並み	+- (プラス基調)	-+ (マイナス基調)	0.6σ以下 およそ2年に1回
やや	+	-	0.6σ~1.3σ 3年に1回
かなり	++	--	1.3σ~2.0σ 7年に1回
甚だ	+++	---	2.0σ以上 22年に1回

表6 改良型ノルパックネットによる主要魚種卵稚仔の出現状況

調査箇所数

海 域	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
西部海域	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
南薩・大隅東部海域	15	15	15	15	15	14	15	14	15	15
計	25	25	25	25	25	24	25	24	25	25

海域区分

鹿児島湾内: St102,103 西部海域: St22~32 南薩・大隅東部海域: St1~21, 33

マイワシ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
南薩・大隅東部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5

マイワシ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0
南薩・大隅東部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0

カタクチイワシ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	86.5	216.0	111.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.0
西部海域	1.1	2.6	2.6	2.5	16.6	0.0	2.9	0.3	0.1	14.6
南薩・大隅東部海域	10.7	6.7	40.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1

カタクチイワシ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	25.0	110.5	64.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
西部海域	1.8	4.5	2.6	5.0	8.5	1.5	1.8	0.6	0.3	3.9
南薩・大隅東部海域	17.3	2.4	2.0	2.1	0.4	0.5	1.2	4.6	0.0	1.1

ウルメイワシ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	25.0	11.5
西部海域	2.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.5	4.6
南薩・大隅東部海域	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3

ウルメイワシ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	2.5
西部海域	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.3	1.5
南薩・大隅東部海域	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5

サバ属卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南薩・大隅東部海域	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

サバ属稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
南薩・大隅東部海域	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

マサバ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南薩・大隅東部海域	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ゴマサバ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南薩・大隅東部海域	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

マアジ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	2.0	7.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	5.0
西部海域	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南薩・大隅東部海域	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

マアジ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月
鹿児島湾内	2.5	12.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
南薩・大隅東部海域	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

表7 ニューストンネットによる稚仔魚分布調査結果

○対象海域での総採集数。

月	海 域	調査 箇所 数	カタチイワシ		マアジ		マアジ類似種		ブリ		カンパチ		サバ属		マイワシ	
			卵	前期仔魚	後期仔魚～	前期仔魚	後期仔魚～	前期仔魚	後期仔魚～	前期仔魚	後期仔魚～	前期仔魚	後期仔魚～	前期仔魚	後期仔魚～	
4月	西部海域	8	0	0	11	0	0	0	37	0	0	0	167	0	86	
	南薩・大隅東部海域	10	0	0	24	0	0	0	315	0	0	0	197	0	3	
	計	18	0	0	35	0	0	0	352	0	0	0	364	0	89	
5月	西部海域	8	0	0	19	0	1	2	277	0	1	0	3	0	7	
	南薩・大隅東部海域	10	0	0	10	0	19	0	482	0	6	0	36	0	0	
	計	18	0	0	29	0	20	2	759	0	7	0	39	0	7	
3月	西部海域	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	
	南薩・大隅東部海域	10	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	
	計	18	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	1	0	7	

月	海 域	調査 箇所 数	カタチイワシ		ウルメイワシ		サンマ	葉形仔魚	スルメイカ 幼生	タチウオ		ボラ属	その他 仔・稚魚	頭足類 幼生
			前期仔魚	後期仔魚～	前期仔魚	後期仔魚～				前期仔魚	後期仔魚～			
4月	西部海域	8	22	1,122	29	41	17	0	11	0	1	2	615	2
	南薩・大隅東部海域	10	20	1,284	0	0	1	1	0	0	0	3	1,141	21
	計	18	42	2,406	29	41	18	1	11	0	1	5	1,756	23
5月	西部海域	8	3	492	0	10	1	0	0	2	0	16	617	1
	南薩・大隅東部海域	10	1	1,681	0	0	0	0	1	1	0	4	727	170
	計	18	4	2,173	0	10	1	0	1	3	0	20	1,344	171
3月	西部海域	8	0	15	0	4	8	2	2	0	0	13	201	3
	南薩・大隅東部海域	10	0	0	0	2	22	1	7	0	0	10	1,156	11
	計	18	0	15	0	6	30	3	9	0	0	23	1,357	14

※海域区分: 西部海域: St22~31 南薩・大隅東部海域: St1~18, 21

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (マチ類)

宍道弘敏，調査船くろしお乗組員一同

【目的】

本県海域におけるマチ類（アオダイ・ハマダイ・ヒメダイ・オオヒメ）の漁業実態の把握，生物情報の収集，資源状態の把握等により，資源回復計画（現，広域資源管理）の円滑な推進に資する。なお，本調査の一部は，鹿児島大学水産学部増田教授との共同研究として実施した。

【材料及び方法】

1 漁獲統計調査

熊毛・奄美海域の各漁協及び指宿漁協岩本支所所属船による漁獲量，並びに鹿児島市中央卸売市場のマチ類取扱実績を把握した。

2 生物学的特性に関する調査

(1) 精密測定

前年度までに得られたサンプルの解析を行った。

(2) 標識放流

マチ類の移動回遊生態を把握するため，屋久島南西沖海域におけるマチ類の主漁場の一つである“オジカ瀬”において，ハマダイを対象として実施した。

実施期間：平成26年9月16～20日（9/17-19で放流実施）

使用船舶：漁業調査船くろしお（260t）

標 識：Hallprint社製ダートタグPDX型×2本

装着部位：背鰭第3～4棘条基部付近

放流手順： サンプルを釣獲（毎秒1m程度の速度でゆっくり巻き上げる）

冷却海水（16℃以下）内で注射器及び注射針を用いて浮袋内の空気を抜く

胃が反転している場合はプラスチック棒で腹腔内へ押し戻す

肛門から腸が飛び出している場合も同様に押し戻す

活力を確認し，良好な個体のみステンレス製標識装着具を用いて標識を装着

尾叉長を0.5cm単位で計測

放流

3 資源状態に関する調査

(1) 市場調査

熊毛・奄美海域における主要漁場別尾叉長組成を把握するため，主要水揚げ港4カ所（種子島漁協中種子支所，屋久島漁協，奄美漁協，沖永良部島漁協）において，月8回を基本として，尾叉長測定を実施した。また，得られたデータから漁獲物の平均尾叉長の推移を把握し，資源の回復状況を推察した。

実施期間：周年

調査項目：尾叉長測定，生産者・漁場の記録

(2) 市場精密測定調査

鹿児島市場におけるマチ類の体長組成を把握するため，漁獲物の標準体長測定を行った。

調査頻度：原則3回/月

実施期間：周年

調査項目：標準体長測定，重量・尾数・生産者・産地の記録

測定精度：0.5cm

調査方法：漁獲物の全数測定を基本とするが，箱詰めされていて全ての個体を測定できない場合は4～8尾程度を測定し，全体に引き延ばす
(Ex)15尾のうち5尾測定し，SL32，31，33，32，31cmだった場合，32，31，33，32，31cmを3回繰り返す

【結果及び考察】

1 漁獲統計調査

鹿児島市中央卸売市場 平成26年のマチ類取扱実績は，122トン，1億3,550万円，平均単価1,108円/kgで，水揚げ量はハマダイが前年と変わらず，その他の3種が前年を下回った。水揚げ金額は全ての魚種が前年を下回った。平均単価はアオダイ・ヒメダイが前年を上回り，ハマダイ・オオヒメが前年を下回った(図1～3)。

熊本海域 平成26年のマチ類漁獲量は，アオダイ22.3トン，ハマダイ20.5トン，ヒメダイ4.3トン，オオヒメ1.7トンだった。アオダイ・ヒメダイは前年を上回り，ハマダイ・オオヒメは前年並だった。資源回復計画(現 広域資源管理)が開始された平成17年以降増加傾向を示しているハマダイは依然高い水準を維持しており，アオダイは17年以降の最高値であった(図4)。

奄美海域 平成26年のマチ類漁獲量は，アオダイ66.8トン，ハマダイ27.3トン，ヒメダイ・オオヒメ32.7トンだった。アオダイは前年を上回った。ハマダイ，ヒメダイ・オオヒメは前年を下回った(図5)。

指宿漁協岩本支所所属船 平成26年のマチ類漁獲量は，アオダイ37.0トン，ハマダイ9.2トン，ヒメダイ16.5トン，オオヒメ15.3トンだった。特にアオダイ，ヒメダイが大きく減少しており(図6)，所属船隻数が5隻から3隻に減少したことが影響していると考えられた。

2 生物学的特性に関する調査

表1 マチ類4種 産卵・成熟に関するまとめ(暫定値)

(1) 精密測定

平成15年から26年までの調査で得られた生物学的特性値に関する暫定値を表1に示す。
なお，今後も引き続きデータの充実を図ることとしている。

魚種	産卵期※	雌の生物学的最小形(尾叉長)	雌の年齢別成熟割合
アオダイ	♂:2～10月 ♀:4～8, 11月	262mm	1歳:0%, 2歳:1%, 3歳:18%, 4歳:43%, 5歳:71%, 6歳:75%, 7歳以降:100%
ハマダイ	♂:7～11月 ♀:5～8, 11,12月	640mm	7～8歳から成熟可能個体が見られる
ヒメダイ	♂:4～12月 ♀:4～11月	204mm	1歳:0%, 2歳:88%, 3歳:95%, 4歳:100%, 5歳:92%, 6歳以降:100%
オオヒメ	♂:3, 7～10月 ♀:4～9月	293mm	1歳:0%, 2歳:23%, 3歳:51%, 4歳:33%, 6歳以降:100%

※♂:機能的成熟期, ♀:放卵期
藤本(2012), 上園(2013), 重信(2014), 松尾(2015), 塚原(2015)参照

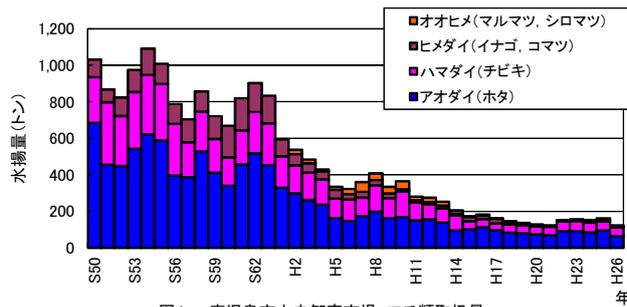


図1 鹿児島市中央卸売市場 マチ類取扱量

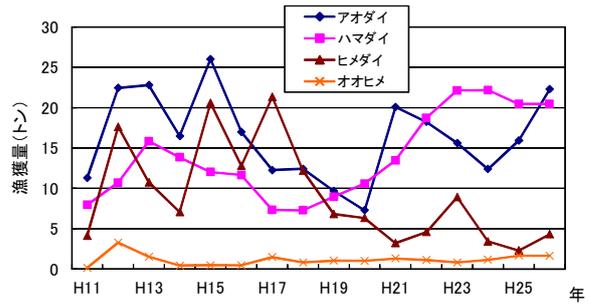


図4 マチ類漁獲量(熊毛)

※H17以降1漁協分を追加
※H17以前はヒメダイにオオヒメが混じる可能性がある

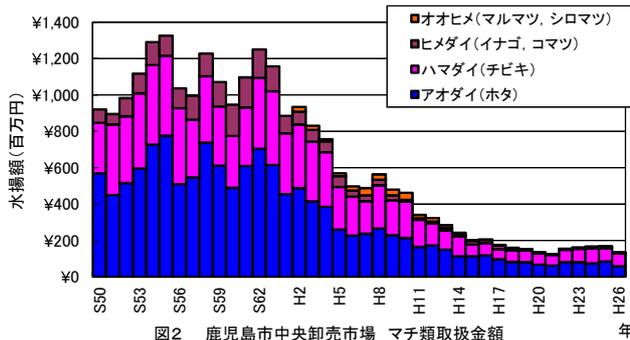


図2 鹿児島市中央卸売市場 マチ類取扱金額

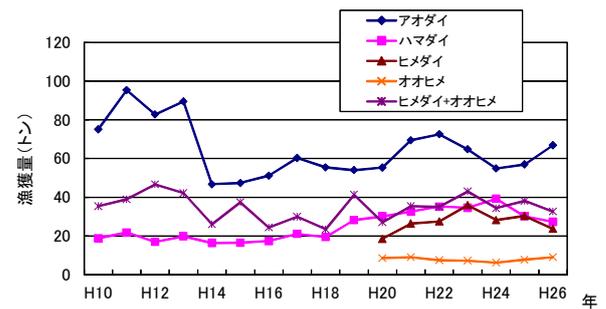


図5 マチ類漁獲量(奄美)

※H17以降1漁協分を追加
※H20以降ヒメダイ、オオヒメを分けた。ただし1漁協でヒメダイがオオヒメを含む

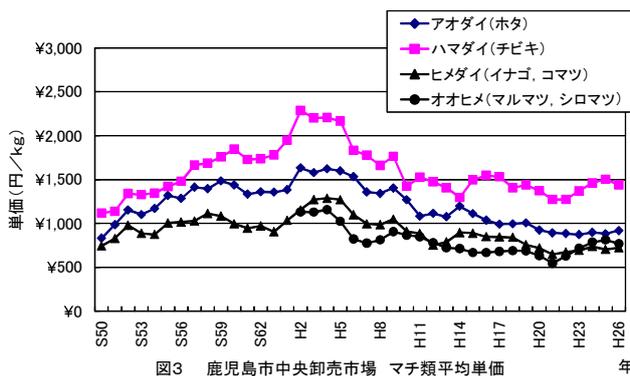


図3 鹿児島市中央卸売市場 マチ類平均単価

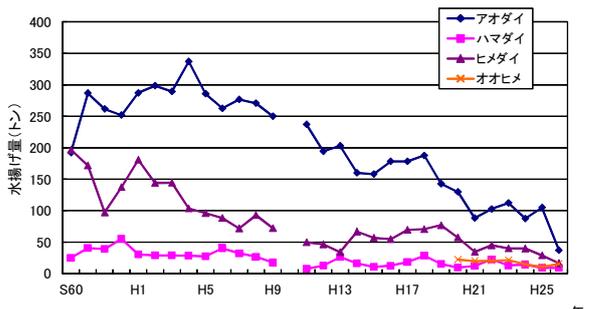


図6 指宿漁協岩本支所所屬船マチ類漁獲量の推移

※H20以降オオヒメを追加

表2 マチ類標識放流実績

放流年月日	放流場所	魚種			
		アオダイ	ヒメダイ	オオヒメ	ハマダイ
H17.7.10~12	奄美北部海域 (アツタ管根)	226	1	0	—
H18.8.30~9.2	"	346	0	9	—
H19.7.20~22	"	269	15	11	—
H20.8.22~26	種子島南部海域 (下のだんとう)	112	5	1	—
H21.7.27~8.31	"	263	34	45	—
H22.9.29~10.1	"	198	5	10	—
H23.8.21~24	沖永良部島北東 (国頭岬沖)	48	1	1	—
H24.9.8~12	"	100	2	2	—
H25.9.12~13	"	18	0	0	—
H18.9.28	屋久島南沖海域 (屋久新曾根)	—	—	—	4
H19.10.2~3	"	—	—	—	9
H26.9.17~19	屋久島南西沖海域 (オジカ瀬)	—	—	—	11
合計		1,580	63	79	24

(2) 標識放流

3日間でハマダイ11尾を放流した。

これまで、放流ハマダイの再捕には至っていないが、アオダイとオオヒメでは放流から1年以上経過後に再捕された事例が確認されているので、今後さらなる知見の蓄積が期待される(表2・3, 図7)。

表3 マチ類放流魚再捕実績

魚種	放流日	放流場所	放流サイズ 尾叉長 (cm)	再捕日	再捕場所	再捕サイズ 尾叉長 (cm)	経過日数	移動距離	
アオダイ	H17.7.12	アッタ曾根	26.5	H17.11.27	アッタ曾根	27.0	138	ほとんどなし	
	H17.7.10	"	25.0	H17.11.27	"	27.0	140	ほとんどなし	
	H17.7.12	"	27.0	H17.11.29	"	28.1	140	ほとんどなし	
	H18.8.31	"	28.0	H19.3.26	"	30.0	207	ほとんどなし	
	H18.8.30	"	29.0	H19.9.26	シビ曾根	33.0	392	150km	
	H18.8.31	"	27.0	H19.11.1	大島新曾根	32.0	427	40km	
	H21.7.27	下のだんとう	28.5	H21.8.16	下のだんとう	28.5	20	ほとんどなし	
	H21.7.31	"	24.5	H21.9.10	"	24.5	41	ほとんどなし	
	H21.8.30	"	26.0	H22.9.17	"	30.8	383	ほとんどなし	
	H22.9.29	"	21.0	H25.8.10	"	41.2	1,046	ほとんどなし	
	H23.8.22	国頭岬沖	28.5	H24.8.14	国頭岬沖	31.7	358	ほとんどなし	
	ヒメダイ	H21.8.1	下のだんとう	25.5	H21.8.24	下のだんとう	不明	23	ほとんどなし
	オオヒメ	H19.7.22	アッタ曾根	23.0	H20.8.6	白浜曾根	33.6	381	93km
H19.7.20		"	22.0	H20.12.18	アッタ曾根南	37.4	517	ほとんどなし	
H23.8.21		国頭岬沖	43.0	H23.10.25	伊平屋島西沖	42.5	65	86km	

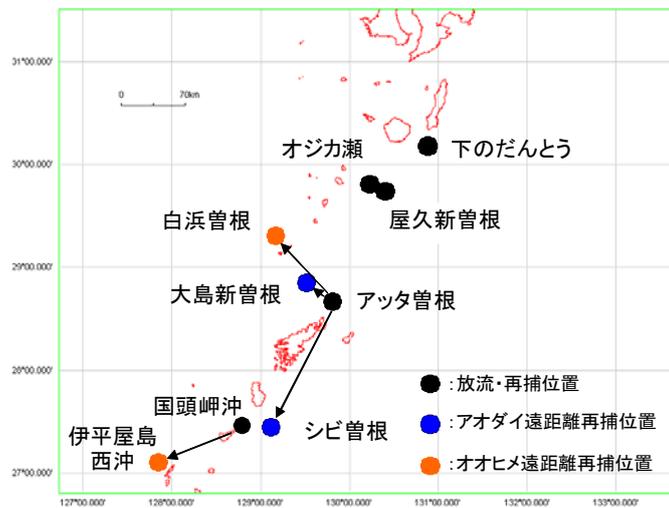


図7 マチ類標識放流再捕位置図

3 資源状態に関する調査

(1) 市場調査

熊毛海域及び奄美北部・南部海域における漁獲物の平均尾叉長の推移を表4～6に示す。

平成17年に開始された資源回復計画（現 広域資源管理）の、開始後の資源回復状況を推察するため、漁獲物平均尾叉長を平成16・17年と25・26年で比較すると、平均漁獲サイズの増減は-5～+12%と、海域や魚種によってばらつきがあった（表4・5）。

保護区が設定されている漁場について詳しくみると、比較できた13事例中7事例で平均尾叉長の増加が認められ、ハマダイで21%、アオダイで17%、オオヒメで17%増加した保護区もみられた（表7）ことから、保護区が設定されている漁場では魚種によって資源保護の取り組みの効果が現れている可能性があると考えられる。

平成22年度より調査を開始した奄美南部海域（沖永良部島漁協市場）については、平成26年に4魚種計8,164尾を測定し、平均尾叉長はアオダイ33.4cm、ハマダイ41.3cm、ヒメダイ30.5cm、オオヒメ40.3cmであった（表6）。今後も同様の調査を継続し、同海域における保護効果の把握に努める必要がある。

表4 市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ(熊本海域)

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)
H16	1,533	35.3	1,401	40.9	1,254	31.4	203	36.5
H17	3,015	32.3	3,717	38.7	3,237	32.6	506	34.7
H18	1,344	33.0	1,811	40.0	1,718	33.3	233	35.6
H19	1,031	33.6	1,380	40.5	1,200	31.4	196	30.4
H20	922	32.9	1,481	44.3	1,135	31.4	603	34.3
H21	1,423	32.9	2,492	37.7	1,444	31.2	292	35.1
H22	1,381	33.3	3,203	41.5	1,388	31.3	102	35.4
H23	1,391	34.7	2,126	38.9	2,310	32.4	145	37.5
H24	593	34.1	2,944	44.4	1,337	31.4	343	29.9
H25	876	31.5	2,893	43.9	614	31.0	399	32.0
H26	1,072	33.3	2,681	44.4	1,064	31.7	254	35.8
H16・17平均尾又長(cm)		33.3		39.3		32.3		35.2
H25・26平均尾又長(cm)		32.5		44.2		31.4		33.5
増減率		▲ 0.03		△ 0.12		▲ 0.03		▲ 0.05

※調査実施市場

(△:増加, ▲:減少)

種子島漁協中種子支所・屋久町漁協(H17～屋久島漁協)

表5 市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ(奄美北部海域)

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)
H16	7,994	33.4	1,266	40.9	1,111	30.6	2,248	37.5
H17	6,607	31.0	1,050	42.2	477	30.5	2,214	36.8
H18	7,531	31.7	1,303	37.0	1,741	32.0	2,354	38.3
H19	9,080	33.3	1,904	39.6	9,624	30.8	4,249	38.3
H20	6,214	30.9	1,517	41.6	1,619	32.8	1,667	37.2
H21	10,504	31.2	965	39.7	3,036	32.4	2,304	36.9
H22	6,151	31.1	1,144	40.9	1,695	31.2	1,265	37.5
H23	2,222	33.0	951	39.3	4,619	31.3	1,658	37.6
H24	7,680	32.3	244	39.3	7,479	29.7	545	39.0
H25	5,015	33.3	235	40.0	3,755	29.9	259	41.3
H26	4,140	34.0	114	41.9	2,375	30.4	298	40.7
H16・17平均尾又長(cm)		32.3		41.5		30.5		37.2
H25・26平均尾又長(cm)		33.6		40.6		30.1		41.0
増減率		△ 0.04		▲ 0.02		▲ 0.01		△ 0.10

※調査実施市場

(△:増加, ▲:減少)

H16年 名瀬漁協市場
 H17年 名瀬漁協市場・奄美漁協市場
 H18年 名瀬漁協市場・奄美漁協市場
 H19年～ 奄美漁協市場

表6 市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ(奄美南部海域)

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)
H22	5,451	33.4	869	40.5	1,210	32.1	324	37.7
H23	4,031	32.7	883	40.6	743	31.1	562	38.4
H24	4,908	35.2	729	42.7	1,321	31.8	377	35.7
H25	4,580	33.6	923	41.9	1,794	30.3	760	36.6
H26	5,130	33.4	864	41.3	1,698	30.5	472	40.3

※調査実施市場

H22年～ 沖永良部島漁協市場

表7 保護区が設定されている漁場におけるマチ類平均漁獲サイズの比較

漁場	アオダイ			ハマダイ			ヒメダイ			オオヒメ		
	平均尾叉長(cm)		増減率									
	H16・17	H25・26										
田之脇曾根	32.8	33.7	△ 0.03	42.5	35.8	▲ 0.16	31.3	31.0	▲ 0.01	33.3	34.2	△ 0.03
ペンタイ曾根	—	—	—	36.7	36.2	▲ 0.01	—	—	—	—	—	—
屋久新曾根	34.1	32.2	▲ 0.05	40.5	49.1	△ 0.21	34.2	35.0	△ 0.02	36.1	—	—
アッタ曾根	28.9	33.9	△ 0.17	36.4 *	35.7	▲ 0.02	30.9	31.7	△ 0.02	37.1	43.6	△ 0.17
大島新曾根	35.9	34.2	▲ 0.05	43.7 *	—	—	—	—	—	—	—	—

*H17・18年平均

(△:増加, ▲:減少)

(2) 市場精密測定調査

鹿児島市場における平成26年の魚種別体長組成を図8～11に示す。

今後も同様の調査を継続するとともに、体長組成を年齢組成に変換するために必要な年齢-体長相関 (Age-length key) を作成し、年齢別漁獲尾数の把握に努める必要がある。

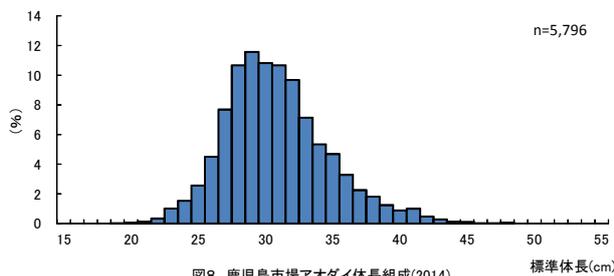


図8 鹿児島市場アオダイ体長組成(2014)

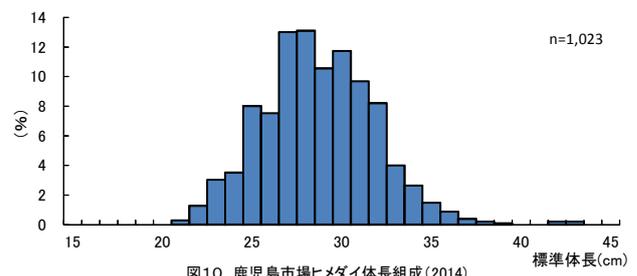


図10 鹿児島市場ヒメダイ体長組成(2014)

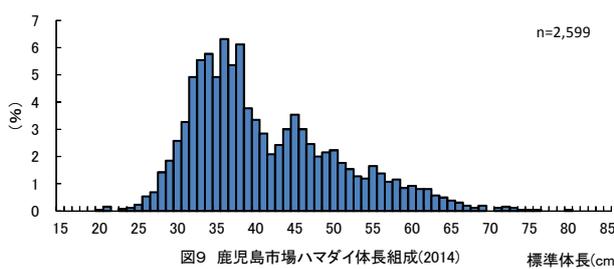


図9 鹿児島市場ハマダイ体長組成(2014)

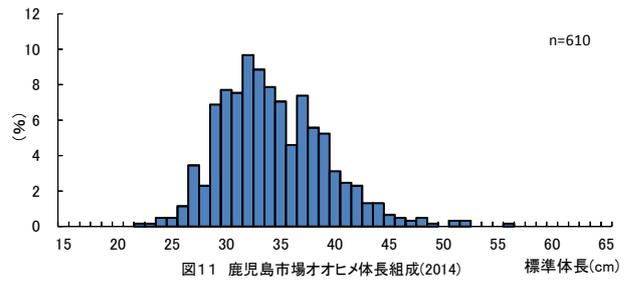


図11 鹿児島市場オオヒメ体長組成(2014)

【参考文献】

- 海老沢明彦 (2007) . 琉球列島海域に分布するハマダイの産卵期と成熟体長 (生物情報収集調査およびアオダイ等資源回復推進調査) . 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書, 91-92 .
- 片山雅子 (2007) . 鹿児島県産フエダイ科魚類4種の年齢と成長 . 鹿児島大学修士論文, 1-30 .
- 浅井武範 (2007) . 鹿児島県産フエダイ科魚類4種の成熟と産卵 . 鹿児島大学卒業論文, 1-17 .
- 増田育司・片山雅子・浅野龍也・久保満・神野公広・斎藤真美 (2008) . 薩南諸島周辺海域におけるヒメダイとオオヒメの年齢と成長 . 2008年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 7 .

- 増田育司・浅井武範・藤浦智裕・亀田龍介・久保満・神野公広・斎藤真美（2008）．薩南諸島周辺海域におけるヒメダイとオオヒメの成熟と産卵．2008年度日本水産学会春季大会講演要旨集，7．
- 登日あゆみ（2009）．薩南諸島周辺海域におけるフエダイ科魚類4種の成熟と産卵．鹿児島大学卒業論文，1-21．
- 宍道弘敏・久保満・神野公広（2009）．フエダイ科魚類3種の標識放流技術と放流再捕記録．2009年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集，90．
- 宍道弘敏・神野公広・久保満（2010）．鹿児島県海域におけるマチ類資源回復計画開始後の尾叉長組成の変化．2010年度日本水産学会春季大会講演要旨集，8．
- 増田育司・片山雅子・浅野龍也・入野敬介・久保満・神野公広・宍道弘敏・斎藤真美（2010）．薩南諸島周辺海域におけるハマダイの年齢と成長．2010年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，8．
- 入野敬介（2010）．薩南諸島周辺海域におけるフエダイ科魚類4種の年齢と成長．鹿児島大学卒業論文，1-21．
- 小村雄大（2011）．薩南諸島周辺海域におけるハマダイとヒメダイの年齢と成長．鹿児島大学卒業論文，1-16．
- 前門正俊（2011）．薩南諸島周辺海域におけるアオダイとオオヒメの年齢と成長．鹿児島大学卒業論文，1-16．
- 高橋啓介（2011）．薩南諸島周辺海域におけるフエダイ科魚類4種の成熟と産卵．鹿児島大学卒業論文，1-21．
- 藤本由季（2012）．薩南諸島周辺海域におけるフエダイ科魚類4種の成熟と産卵．鹿児島大学卒業論文，1-21．
- 増田育司・片山雅子・浅野龍也・入野敬介・前門正俊・上園夕里奈・久保満・神野公広・宍道弘敏・斎藤真美（2012）．薩南諸島周辺海域におけるアオダイの年齢と成長．2012年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，13．
- 上園夕里奈（2013）．薩南諸島周辺海域におけるアオダイの成長と成熟．鹿児島大学卒業論文，1-27．
- 久保満・神野公広・宍道弘敏（2013）．アオダイ *Paracaesio caerulea* の陸上飼育記録．鹿水技セ研報；4: 33-39．
- 重信成穂（2014）．薩南諸島周辺海域における雌ハマダイと雌アオダイの成熟と産卵．鹿児島大学卒業論文，1-15．
- 松尾公美（2015）．薩南諸島周辺海域におけるヒメダイの成長と成熟．鹿児島大学卒業論文，1-24．
- 塚原真由美（2015）．薩南諸島周辺海域におけるオオヒメの成長と成熟．鹿児島大学卒業論文，1-24．

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (資源評価調査委託事業：トビウオ資源動向調査)

野元 聡

【目的】

鹿児島県，長崎県，佐賀県の3県連携によりトビウオの長期的な資源動向を把握するとともに，鹿児島県内及び長崎県内の主要産地の漁獲物から生物学的特性を把握する。

【方法】

3県の漁獲データ（平成18年までは農林水産統計，平成19年以降は各県調べ）を基に資源状況および資源動向について検討を行った。

鹿児島県及び長崎県の主要産地よりサンプルを入手し，体長・体重・生殖腺重量を測定した。

【結果及び考察】

(1)資源状態

鹿児島県における平成26年のトビウオ類の漁獲量は，県水産技術開発センター調べで807トンであった。昭和62年以降概ね1,500トン前後を横ばいで推移していたが，平成17年以降は減少傾向を示している(図1)。このうち，最も多くの割合を占めているハマトビウオの屋久島漁協における漁獲量は平成8年から平成16年にかけて増加傾向にあったが，平成17年以降は500トン前後で推移しており，平成26年は349トンと前年（前年比74%），平年（平年比51%）を下回った（図2）。漁業種類では，熊毛地区，奄美南部では主にロープ曳き，甕島海域，南薩海域，大隅半島南部では定置網で漁獲されている。

また，九州北西部海域（長崎県＋佐賀県）におけるトビウオ類の漁獲量は年変動が大きく，農林統計によると昭和40年以降，約1,000～3,000トンの間を推移しており，平成26年の漁獲量は長崎県，佐賀県調べによると918トンであった(図3)。沖合域でのトビウオ親魚飛翔目視調査においては前年、平年を下回る飛翔数だった。また、平成26年の未成魚の漁獲量は95トンであった。漁獲された未成魚の種組成では、ホソアオトビ未成魚の割合が平成25年と比較すると減少した。

以上の漁獲動向等をもとに主要4種の平成26年の資源水準および資源動向は以下のとおりと推測した。

ツクシトビウオ	低位水準	横ばい傾向
ホソトビウオ	中位水準	横ばい傾向
ホソアオトビ	低位水準	減少傾向
ハマトビウオ	低位水準	減少傾向

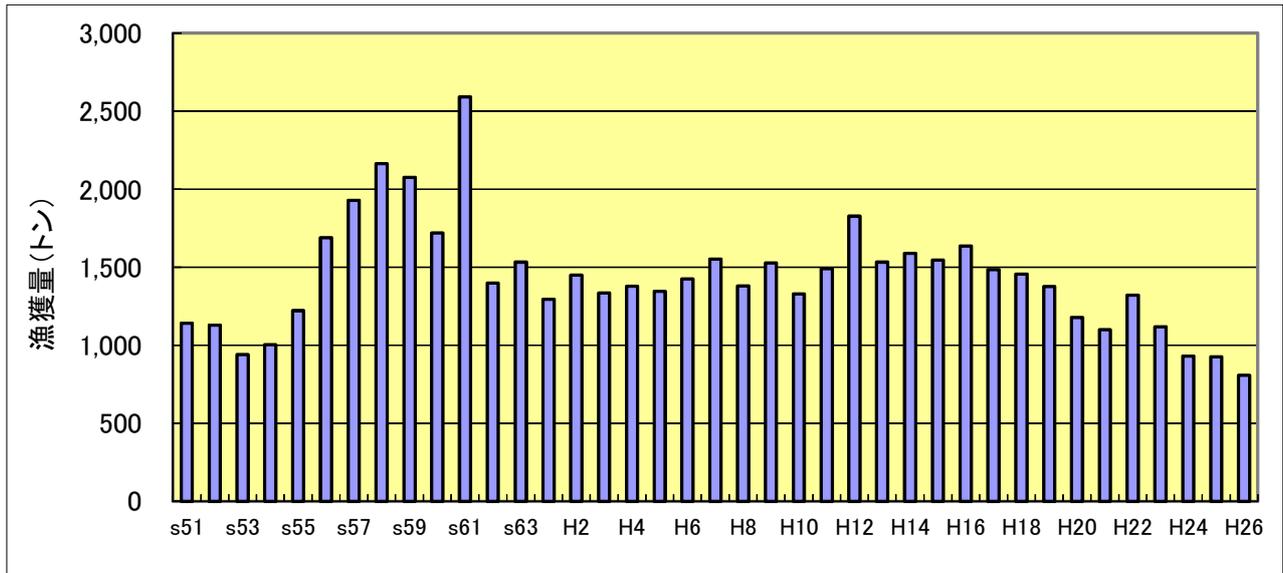


図1 鹿児島県のトビウオ漁獲量の推移

(平成18年までは農林水産統計年報, 平成19年以降は水産技術開発センター調べ)

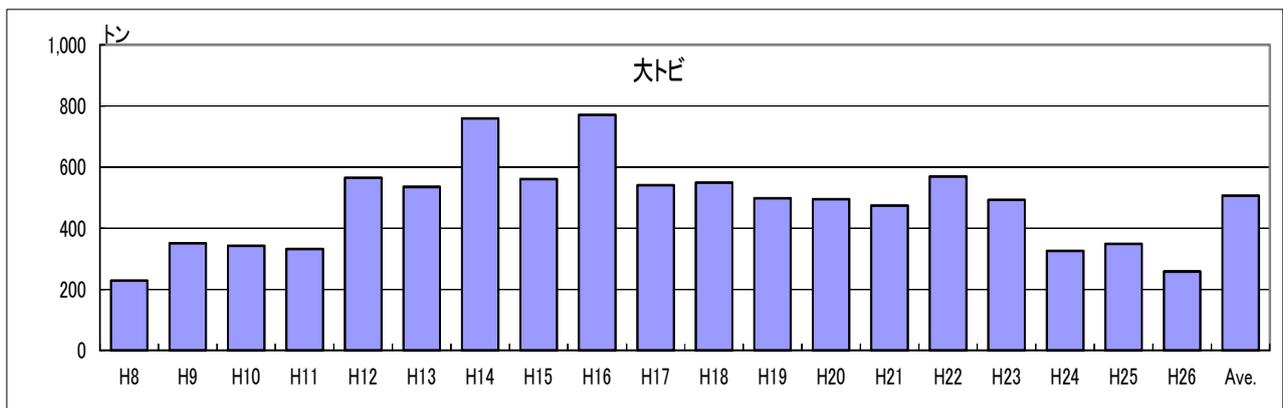


図2 屋久島のハマトビウオ(大トビ)漁獲量の推移

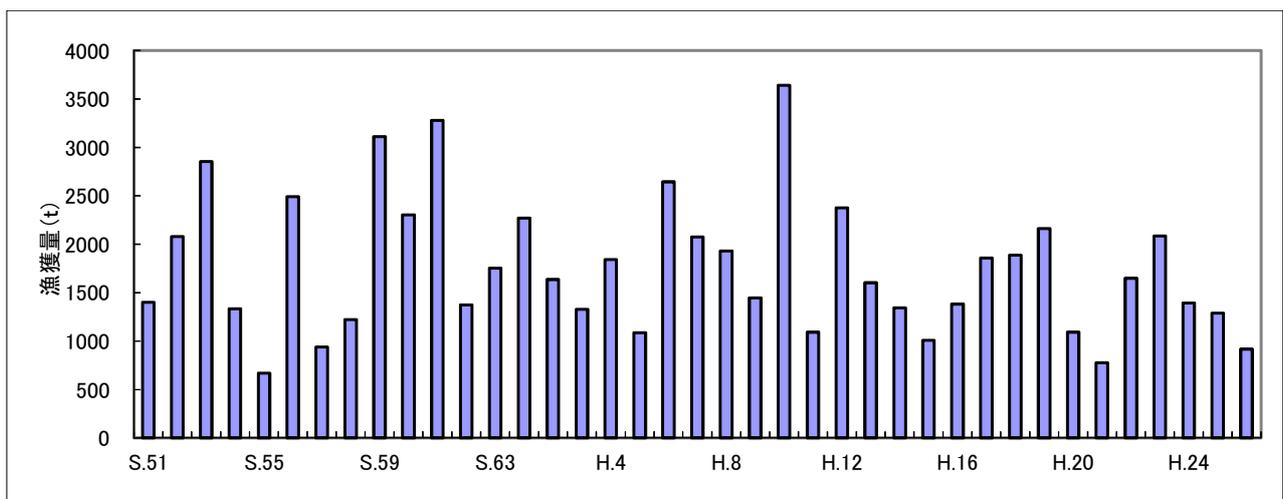


図3 昭和51年以降の九州北西部海域のトビウオ類漁獲量

(平成18以前は長崎県及び佐賀県の農林統計, 平成19年以降は長崎県総合水産試験場, 佐賀県玄海水産振興センター調べによる)

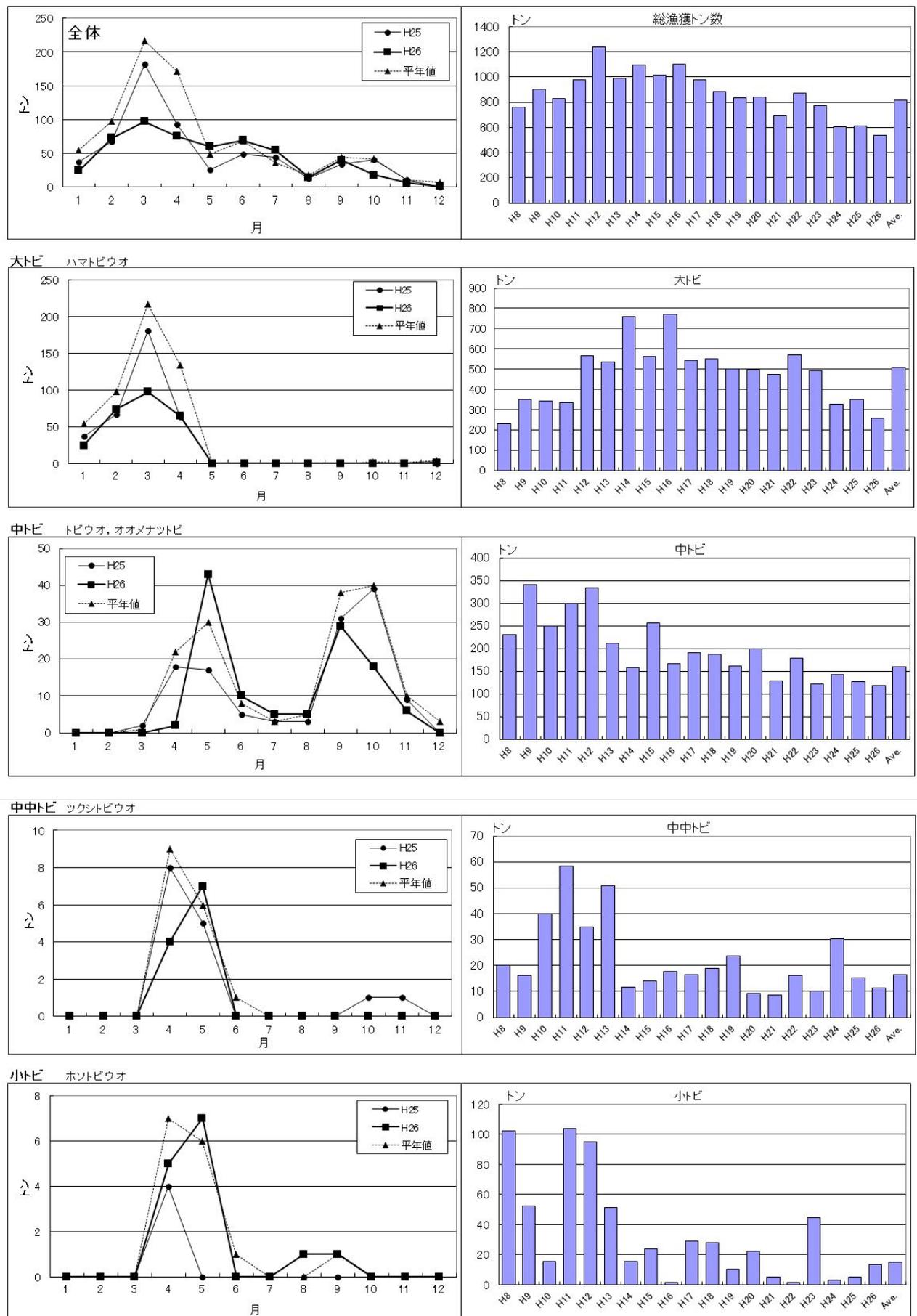


図4 屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化および経年変化(1)

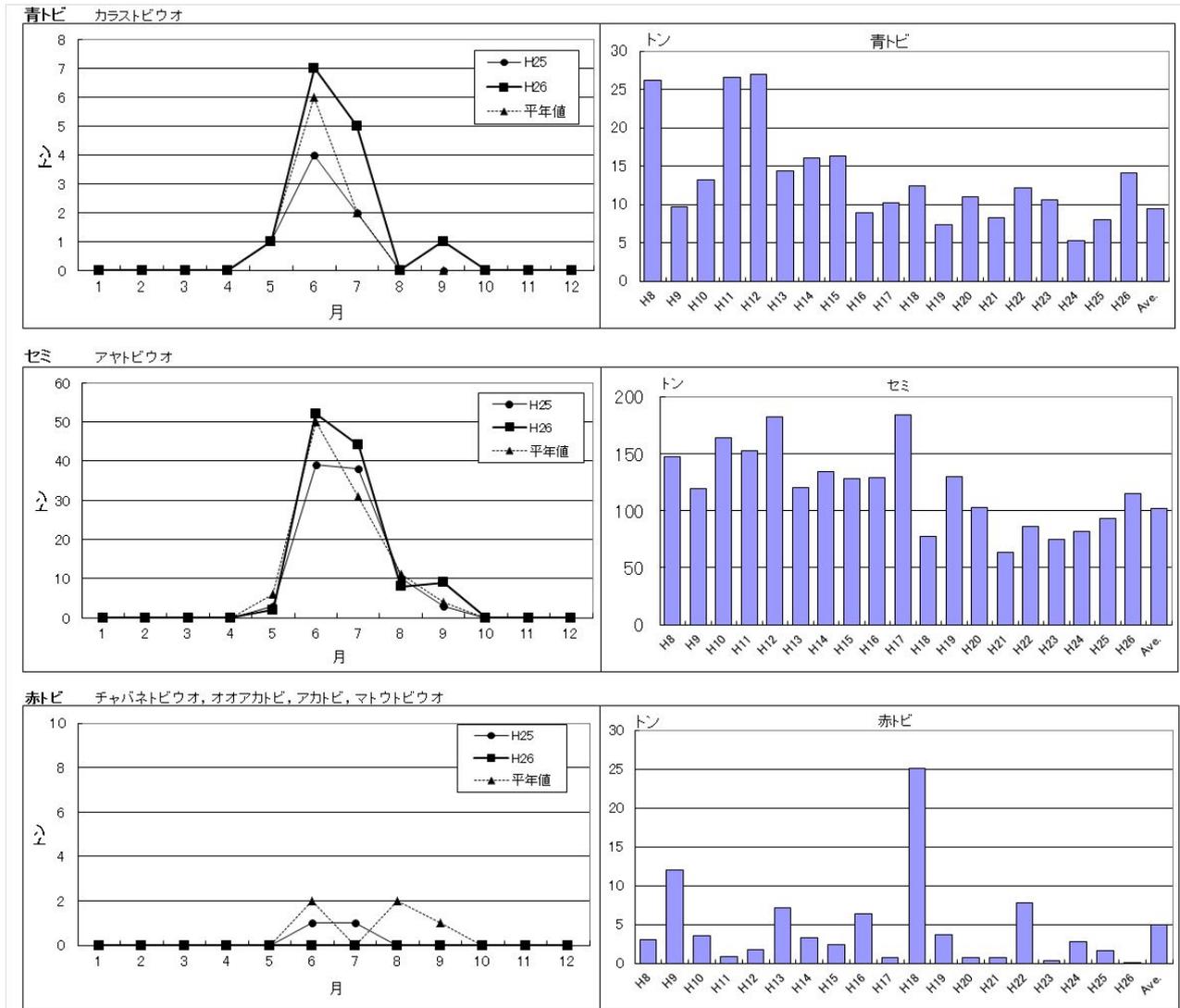


図4 屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化および経年変化(2)

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 - (資源評価調査委託事業：キビナゴ資源動向調査)

野元 聡

【目的】

鹿児島県、長崎県の2県連携によって両県の長期的な資源状況および資源動向を調査するとともに、鹿児島県内及び長崎県内の主要産地の漁獲物を収集し、生物学的特性を把握する。

【方法】

両県の漁獲データ（平成18年までは農林水産統計，平成19年以降は各県調べ）を基に資源状況および資源動向について検討を行った

鹿児島県及び長崎県の主要産地よりサンプルを入手し，体長・体重・生殖腺重量を測定した。

【結果及び考察】

(1)資源状態

鹿児島県海域において県全体のS62年以降の年間漁獲量は，概ね1500～2000t程度の間で推移しており，H26年は，県水産技術開発センター調べで1,627tと前年（1,273t）を上回り，平年（1,724t：過去10年平均）並であった。過去27年間（S62～H25年）の漁獲量の最大値と最小値の間の範囲を3分割し，1,595t以下を低水準，1,595～1,916tを中水準，1,916t以上を高水準と定義すると，資源水準は中位で，最近5年間（H22～26年）の漁獲量から，動向は減少傾向であると考えられる。

長崎県海域において県全体の漁獲量の推移を見ると，多い年は2000t程度，少ない年は750t程度と比較的大きく変動しているが，ここ数年は900～1,000t程度で安定している。H26年の漁獲量は867tと前年（919t）よりやや減少した。漁獲量は長期的な減少傾向にあるが，主産地である五島海域での資源量指数は横ばい傾向にある。

(2)生物学的特性

G S I（生殖腺発達指数 = 生殖腺重量 / 体重 × 100）による各月の生殖腺の発達状況を調査したところ，長崎県海域では，H26年は雄で6月～9月に生殖腺の発達した個体が多く見られた。雌は成熟個体の割合が高いとされるG S I 8以上の個体が6, 7, 9月に見られ，6, 9月が特に多く見られた。また，H22～23年は成熟がやや遅れる傾向にあったが，H24は5月以降，H25～26年は6月以降に成熟個体が見られた。

鹿児島県海域では，H26年は雄，雌とも5～9月に成熟個体が見られた。過去の成熟個体の出現時期は，H21年までは4～10月であったが，H22年以降は，5～9月と成熟開始時期が遅れ，期間も短くなっており，G S Iの値も全体的に低い値を示す傾向にある。

H26年の成熟個体の出現時期は，長崎県海域では前年とほぼ同様であったが，鹿児島県海域では，これまでとは異なる成熟状況を示した。これらの成熟状況の変動は，一過性の現象なのか様々な環境要因等も踏まえて検討する必要があるが，今後も推移を見ていく必要がある。

(3)今後の課題

現在、鹿児島県海域では甌島や種子島など主産地において漁業者による協議会が機能し、資源管理に向けた取り組み（禁漁期・禁漁区の設定，網目や操業時間の設定等）を行っている。特に，最も多い漁獲量を誇る甌島では，日曜祝日の休漁，稚魚育成のための保護区の設定，灯火時刻は午前2時以降とした漁獲競争の軽減，産卵期の5～6月は主要な産卵場での操業禁止など独自にキビナゴ資源管理に取り組んでいる。しかしながら，同地区のH26年の漁獲量は539tで，S62年以降過去最低の漁獲量となった前年（399t）は上回ったものの，平年（706t）を下回っており，減少傾向が続いている。

長崎県海域では，主漁場である五島海域において産卵親魚を保護するために6～7月の販売禁止措置を行うなどの資源管理措置を行っている。

長崎県の漁獲量は安定している一方で，鹿児島県では，甌島では前年に過去最低の漁獲量を記録するなど海域によって漁獲量変動に違いが認められることから，これらが一過性のものなのか，今後も調査を継続する必要がある。今後も現状の資源管理措置を続け，回遊ルートの解明や資源変動の要因等の生物学的情報をさらに収集していく必要があると考える。

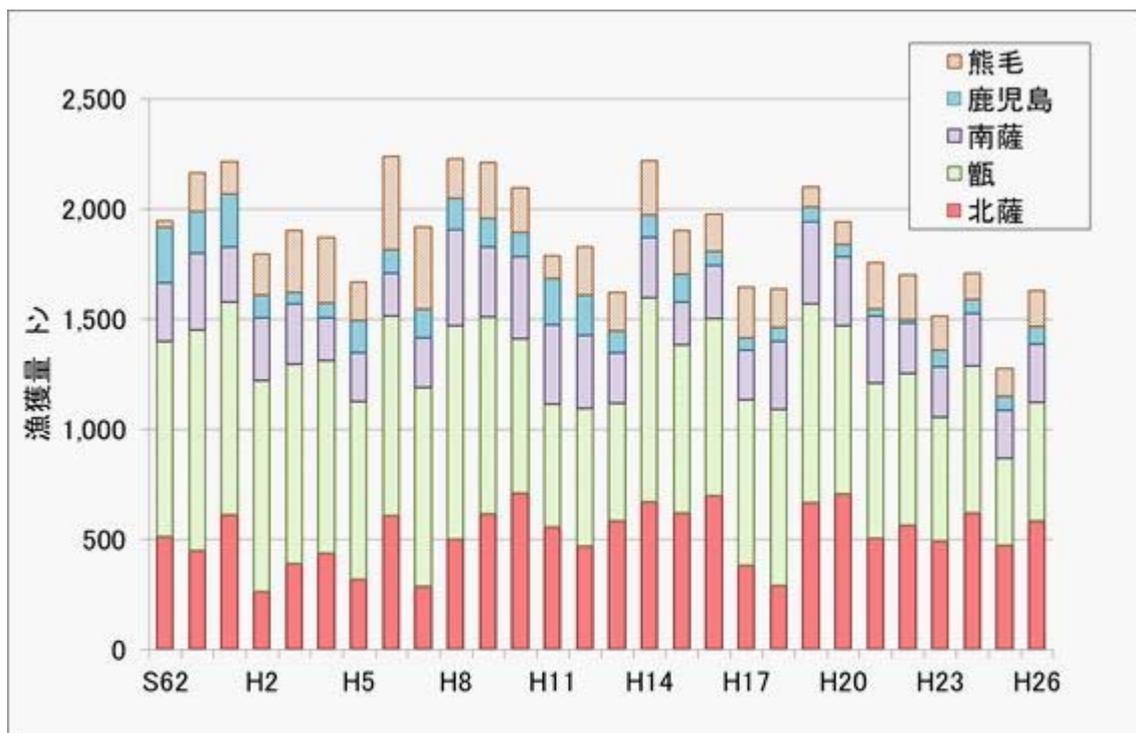


図1 昭和62以降の鹿児島県全体のキビナゴ漁獲量

(H18年以前は農林統計，H19年以降は鹿児島県水産技術開発センター調べによる)

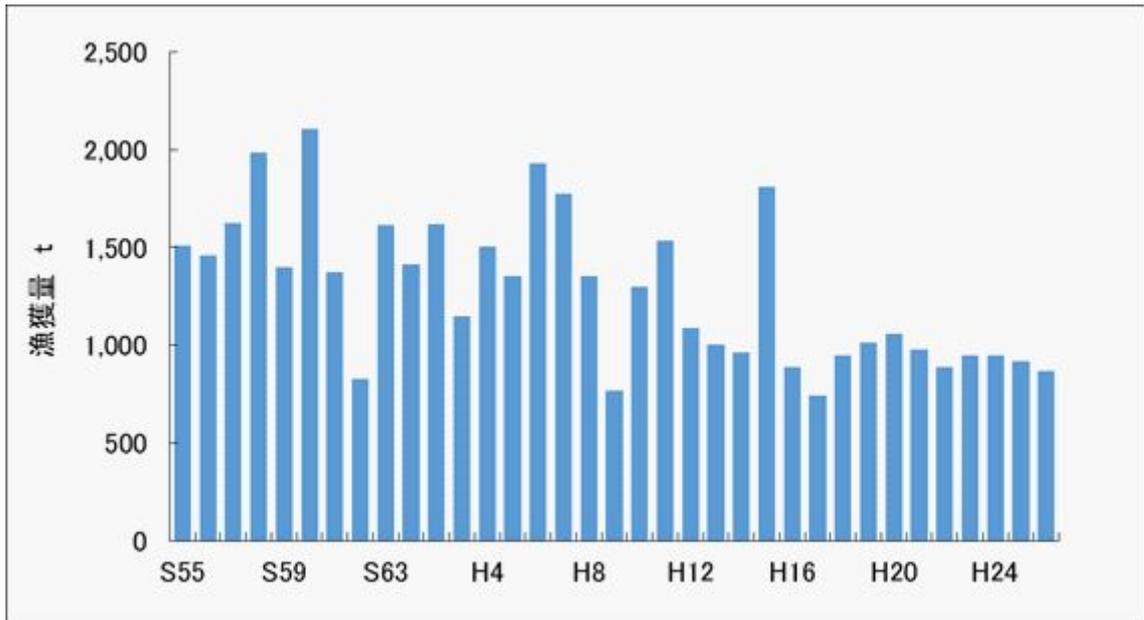


図2 昭和55年以降の長崎県全体のキビナゴ漁獲量
(H18年以前は農林統計、H19年以降は長崎県総合水産試験場調べによる)

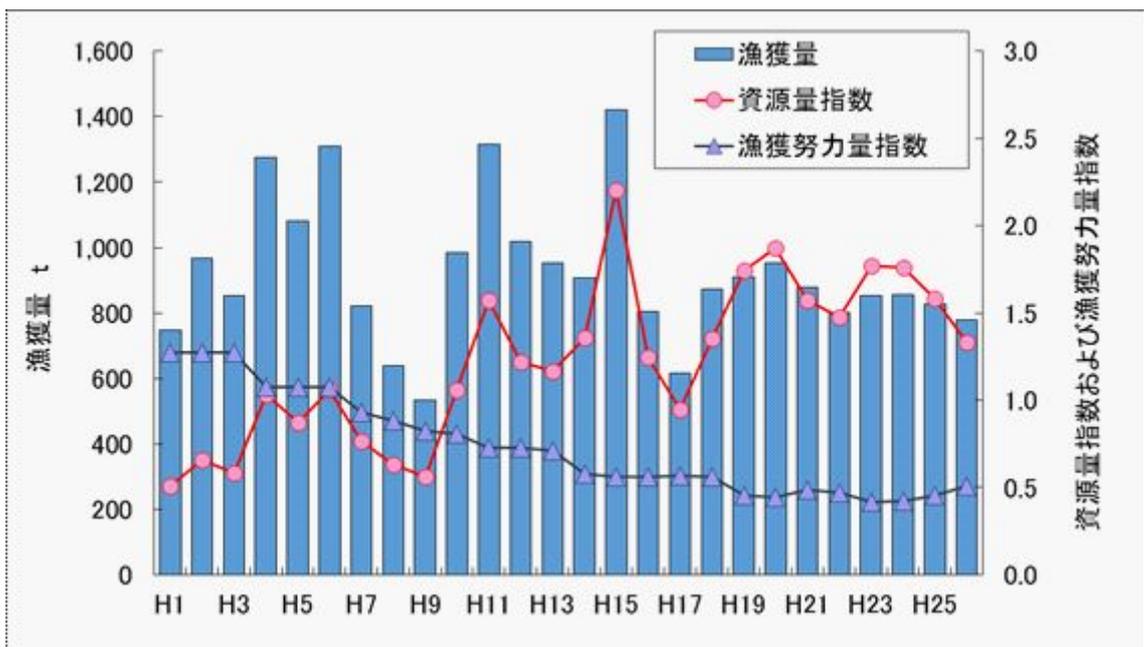


図3 昭和55年以降の五島海区の年間漁獲量と資源量指数(標本船のCPUE)の推移
(H18年以前は農林統計、H19年以降は長崎県総合水産試験場調べによる)

漁獲努力量指数：許可隻数×操業月数

資源量指数：漁獲量 / 漁獲努力量指数

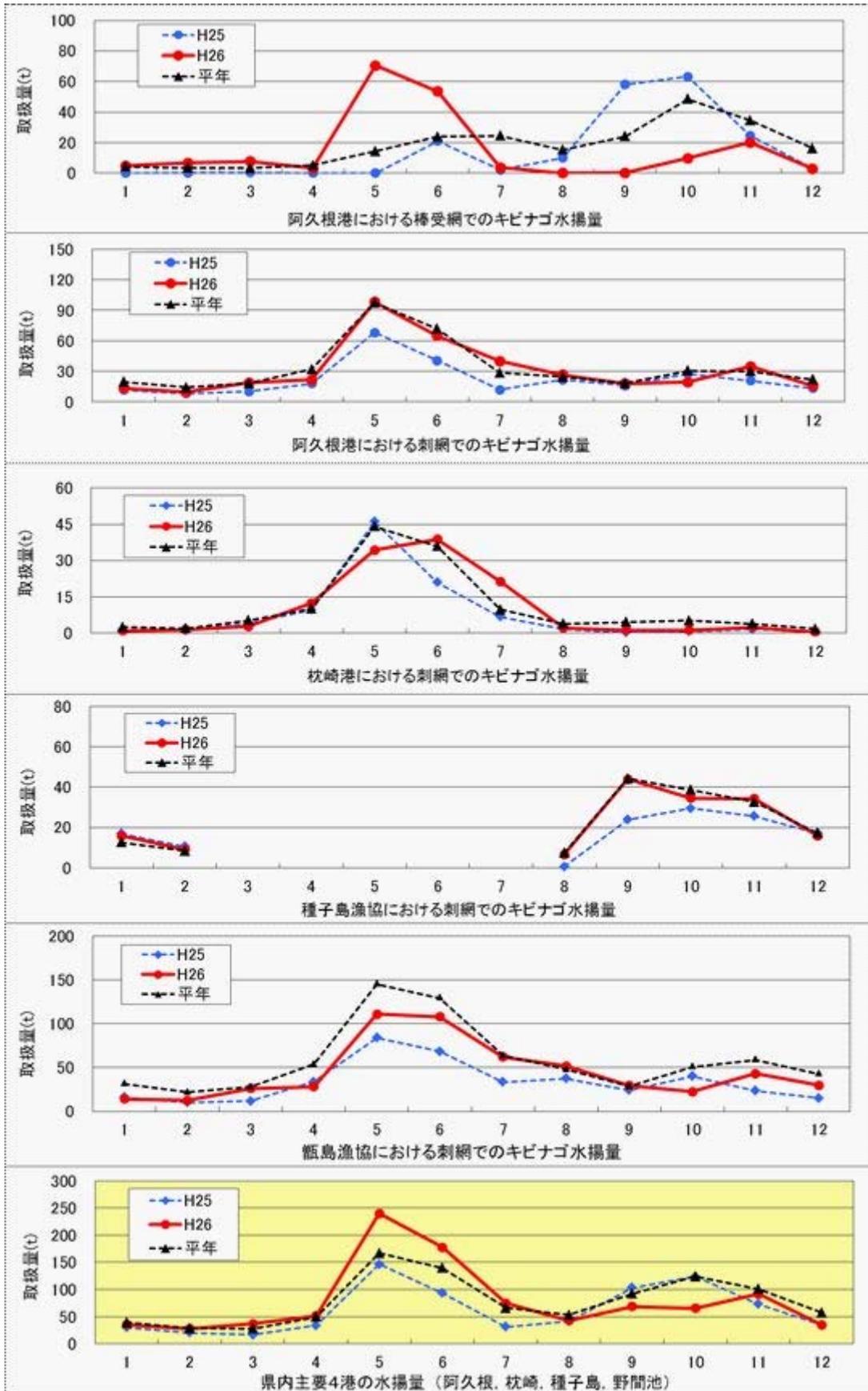


図4 鹿児島県内の各産地におけるキビナゴの水揚量(取扱量)の推移

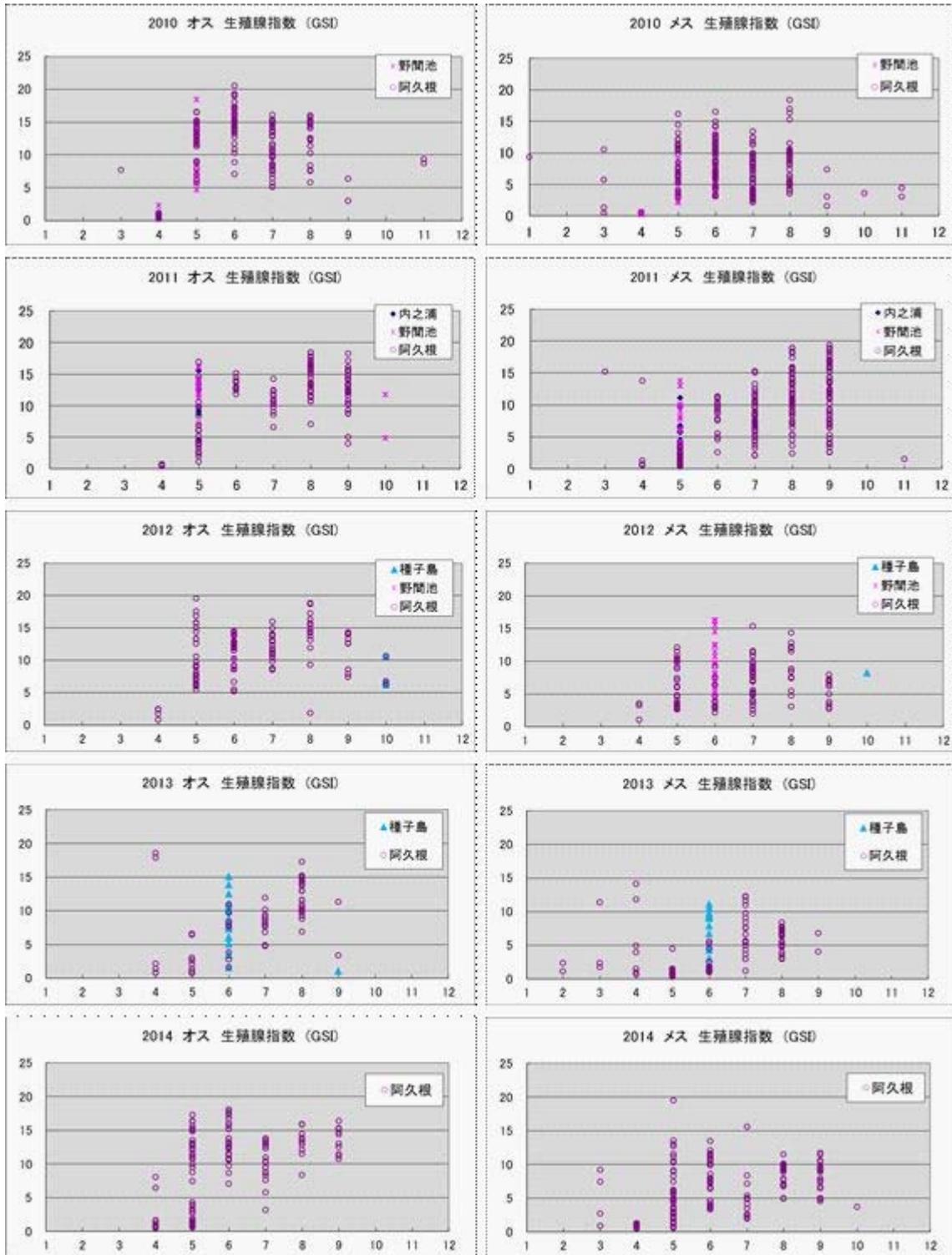


図5 鹿児島県海域におけるGSIの経月変化 [2010(H22)~2014(H26)]

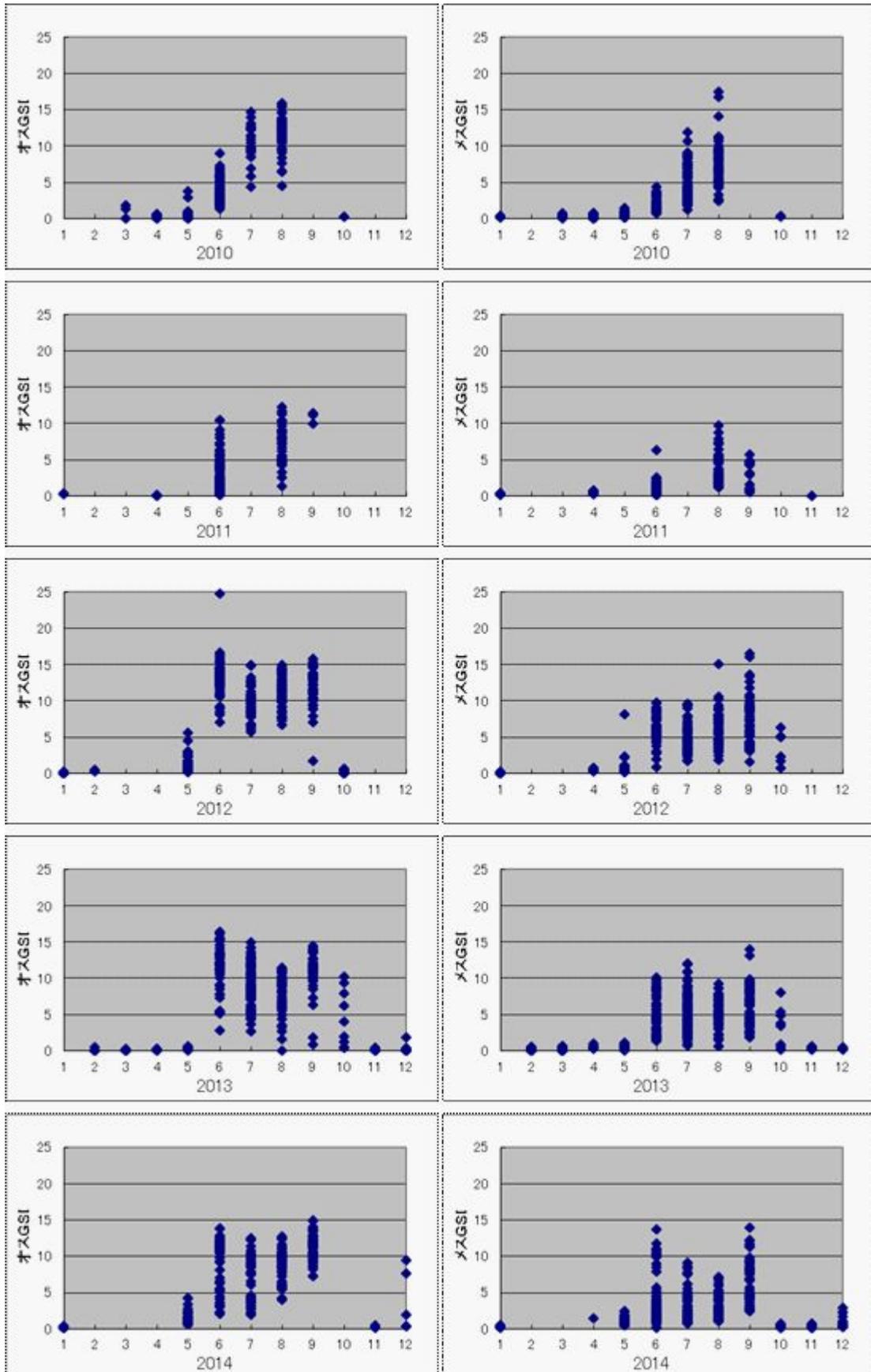


図6 長崎県海域におけるGSIの経月変化 [2010(H22)~2014(H26)]

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業 -
(大型クラゲ出現状況調査)
(有害生物出現調査並びに有害生物出現情報収集・解析及び情報提供委託)

(担当者名) 富安正藏, 調査船くろしお乗組員一同

【目的】

我が国周辺海域における大型クラゲ出現状況を調査船による洋上調査, 漁船や市場での聞き取り調査等で迅速に把握し, 総合的にそれらのデータを解析して大型クラゲの分布に関する情報を広く漁業者等に配信することを目的とする。

【方法】

1 洋上調査(図, 表1)

調査船「くろしお」により下記の日程及び別図の調査ラインにより目視調査, 一般海洋観測を行った。

平成26年8月5, 6日(調査ラインA)

平成26年9月8, 9日(調査ラインA)

2 陸上調査

(1) 県内漁協や漁業者に対して漁況状況と併せて聞き取り調査を行った。

【結果】

1 洋上調査(表2)

大型クラゲは確認されなかった。

8月5, 6日の表層水温は26.25~28.82, 表層塩分は33.64~34.50であった。9月8, 9日の表層水温は29.01~29.40, 表層塩分は33.23~34.07であった。

2 陸上調査

大型クラゲの発生の報告は無かった。

これは, 調査期間内の洋上調査結果と矛盾しない結果であった。

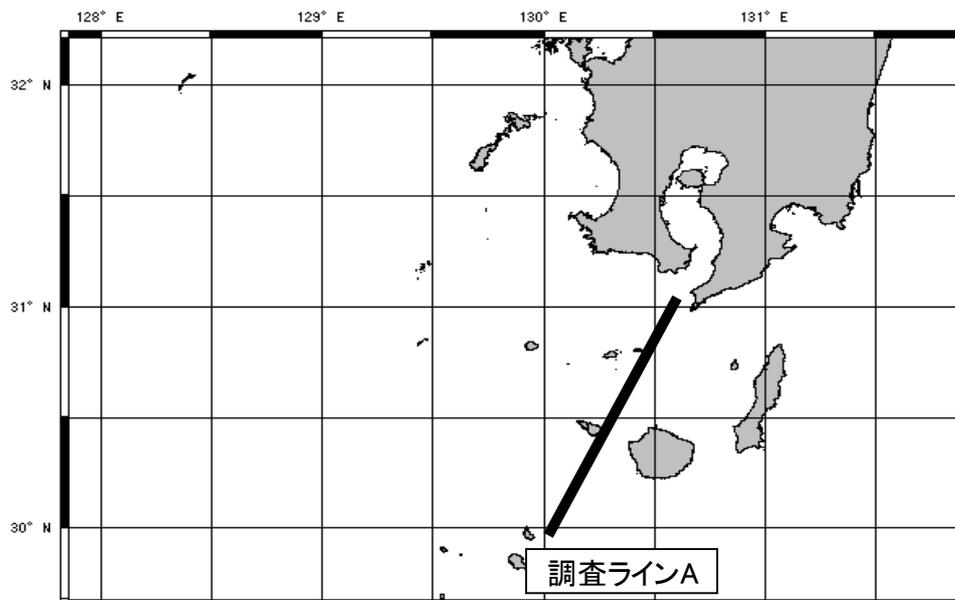


図 大型クラゲ調査船目視調査ライン

調査ラインA (北緯31°06 東経130°31.5 と北緯30°00 東経130°10 を結ぶ線)

表1 各調査ラインと定点の位置

調査ライン	定点名	緯度	経度	水深m	備考
A	ST1	31°06.0 N	130°31.5	250	
	ST2	30°52.0 N	130°28.0	260	
	ST3	30°39.0 N	130°21.5	350	
	ST4	30°24.0 N	130°18.0	590	
	ST5	30°00.0 N	130°10.0	615	

表2 海洋観測結果（水温，塩分）

2014年8月5～6日海洋観測結果

ST	水深m	水温	前年偏差	塩分PSU	前年偏差
1	0	26.25	-2.99	33.64	0.32
1	5	26.23	-2.61	33.64	0.51
1	10	26.20	-2.42	33.64	0.35
1	30	25.84	0.93	33.77	0.05
1	50	21.31	-1.69	34.40	0.30
1	75	18.29	-3.33	34.58	0.01
1	100	17.14	-0.98	34.58	-0.04
1	150	15.46	-0.46	34.54	-0.03
1	200	14.82	0.06	34.52	0.00
2	0	27.66	-1.82	34.12	1.13
2	5	27.41	-2.03	34.12	1.12
2	10	27.26	-1.76	34.11	0.84
2	30	26.88	0.15	34.08	-0.25
2	50	24.38	-1.21	33.96	-0.36
2	75	20.98	-0.99	34.35	-0.03
2	100	18.30	-1.60	34.55	0.05
2	150	15.51	-3.06	34.53	-0.05
2	200	14.89	-0.91	34.52	-0.05
3	0	28.63	-0.95	34.18	0.33
3	5	28.49	-1.08	34.19	0.34
3	10	28.13	-1.24	34.28	0.45
3	30	27.75	1.74	34.25	-0.04
3	50	27.25	1.62	34.18	-0.14
3	75	23.22	-1.51	34.26	-0.21
3	100	21.48	-0.45	34.33	-0.19
3	150	16.72	-2.49	34.55	-0.05
3	200	15.28	-0.48	34.53	-0.01
3	300	13.29	1.52	34.47	0.08
4	0	28.82	-1.15	34.35	0.99
4	5	28.75	-1.20	34.38	1.02
4	10	28.73	-0.99	34.38	0.94
4	30	28.62	0.46	34.37	0.42
4	50	28.48	2.19	34.45	0.32
4	75	25.28	0.98	34.73	0.50
4	100	23.73	0.66	34.85	0.44
4	150	20.34	2.06	34.79	0.21
4	200	17.72	2.09	34.65	0.08
4	300	13.61	1.90	34.48	0.10
5	0	28.35	-1.26	34.50	0.90
5	5	28.33	-1.28	34.50	0.90
5	10	28.23	-0.56	34.52	0.58
5	30	27.87	-0.25	34.55	0.52
5	50	27.01	0.09	34.64	0.34
5	75	25.62	-0.86	34.74	0.30
5	100	23.53	-0.22	34.85	0.22
5	150	22.20	1.30	34.80	0.12
5	200	18.76	0.73	34.75	0.11
5	300	15.29	1.43	34.57	0.09

2014年9月8～9日海洋観測結果

ST	水深m	水温	前年偏差	塩分PSU	前年偏差
1	0	29.01	0.56	33.68	1.44
1	5	28.94	0.46	33.68	1.29
1	10	28.68	0.08	33.78	1.13
1	30	26.46	-2.41	33.78	0.61
1	50	23.83	0.47	34.08	0.04
1	75	21.75	1.71	34.49	-0.01
1	100	19.42	1.16	34.63	0.00
1	150	16.44	0.46	34.59	0.05
1	200	14.95	0.17	34.54	0.01
2	0	29.32	0.30	33.23	-0.33
2	5	29.14	0.11	33.23	-0.40
2	10	29.04	0.11	33.36	-0.37
2	30	26.45	-1.93	34.26	0.22
2	50	24.40	-0.20	34.34	-0.01
2	75	22.01	-0.38	34.64	0.05
2	100	20.08	-0.06	34.69	0.03
2	150	17.83	-0.01	34.63	0.01
2	200	15.45	0.80	34.56	0.07
3	0	29.35	0.41	33.31	-0.12
3	5	29.31	0.16	33.32	-0.63
3	10	29.24	0.18	33.34	-0.61
3	30	29.13	0.21	33.99	0.03
3	50	26.13	0.34	34.28	-0.15
3	75	23.88	0.61	34.54	-0.02
3	100	21.77	0.01	34.62	0.01
3	150	18.10	0.94	34.67	0.04
3	200	15.95	0.71	34.59	0.03
3	300	11.76	-0.23	34.40	0.00
4	0	29.15	0.01	33.59	-0.27
4	5	29.04	-0.09	33.62	-0.24
4	10	28.58	-0.52	33.84	-0.03
4	30	27.64	-1.14	34.32	0.35
4	50	26.27	-0.81	34.38	0.30
4	75	24.95	0.75	34.46	0.04
4	100	22.74	2.06	34.59	0.04
4	150	19.20	0.56	34.69	0.08
4	200	15.30	0.40	34.56	0.03
4	300	11.78	0.21	34.41	0.02
5	0	29.40	0.26	34.07	0.00
5	5	29.41	0.27	34.07	0.00
5	10	29.41	0.25	34.07	-0.02
5	30	28.97	-0.17	34.20	0.06
5	50	28.70	-0.14	34.28	0.02
5	75	28.08	0.62	34.39	-0.01
5	100	26.01	2.65	34.51	-0.13
5	150	21.39	0.42	34.65	-0.04
5	200	18.88	1.07	34.67	0.02
5	300	14.01	1.42	34.50	0.07

マグロ漁場調査 - (ビンナガ魚群調査)

中野 正明

【目的】

ビンナガ漁場形成の予報を作成することにより、本県遠洋かつお一本釣漁船の漁場探索に要するコストを縮減し、ロケット打上の影響緩和を図る。同時に調査船により予報を検証し、漁場予測モデルの精度の向上を図る。

【方法】

1 ビンナガ漁場予報の作成

これまでの民間船の漁獲実績や漁場環境の関係から、漁場形成の可能性の高さを表す漁場環境指数(以下 HSI値)を作成した。これに米海軍研究機関のHYCON画像データ(海面高度, 表面水温, 表面塩分)に予測指標を当てはめて漁場を予測し漁場予報を作成した。

2 ビンナガ漁場調査(調査船調査)

①調査期間

平成26年6月11日～7月8日(28日間)

②調査内容

1で作成した漁場予報を検証するため、漁業調査船くろしお(260トン)による試験操業を実施した。検証には6月中旬(14～20日)の予報図を用いた。

【結果及び考察】

1 ビンナガ漁場予報の作成

作成したビンナガ漁場予報を図1に示す。

平成26年にはインターネット利用により漁業調査船内で衛星情報の収集・加工及び民間船への情報に付け提供が可能となり、調査船内から2回の情報提供を行なった。

図1にビンナガ予報を示した。

図2に予測日に対する民間船の操業状況と予測の際使用したHSI値を当てはめて示した。

6月15日は、民間船20隻が出漁、有漁船は15隻でビンナガ主体に45トンの漁があった。(図2-1) 漁獲があった漁場の水温は、19.7～23.5℃と報告された。

6月20日は、民間船21隻が出漁、有漁船は3隻でビンナガを6トンの漁であった。(図2-2) 漁獲があった漁場の水温は20.1から21.1℃と報告された。

両日とも直接予報した漁場での操業は少なかったが、HSI値が比較的高い海域での操業が窺えた。

ピンナガ漁場予報
(平成26年6月9～15日)

平成26年6月9日
鹿児島県水産技術開発センター

平成26年6月第2週(6月9～15日)のピンナガ漁場は以下のように形成すると予想されます。

- ① 北緯37度線上の暖水の張り出し部分に漁場が形成される可能性があります。
 - A 北緯37度 東経144度付近を中心とする海域
 - B 北緯37度 東経148度付近を中心とする海域
 - C 北緯37度 東経153度付近を中心とする海域

【根拠】

過去のピンナガ漁場データ(QRY)と衛星画像により過去に漁場となった海域の海面高度・水温・塩分濃度のデータを抽出・集計し、漁場環境指標を作成。アメリカ海軍研究所が公開しているHYCOM(Hybrid Coordinate Ocean Model)予測図に漁場環境指標を当てはめて漁場を予測。指標は1(最適)～0(不適)で表され、以下の予測図には、0.9以上を赤色、0.8以上を緑色、0.7以上を青色で図示しています。ピンナガ漁場は表面水温20～21度の箇所に形成される傾向があります。漁場の水温にご注意下さい。

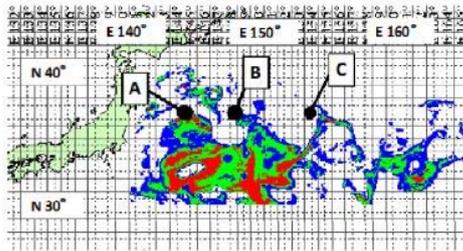


図 HYCOMの予測画像に漁場環境指標を当てはめて作成した6月15日における予測漁場

ピンナガ漁場予報
(平成26年6月15～20日)

平成26年6月14日
鹿児島県水産技術開発センター

平成26年6月第2週(6月15～20日)のピンナガ漁場は以下のように形成すると予想されます。

- ① 北緯36度線上の暖水の張り出し部分や潮流部分に漁場が形成される可能性があります。
 - A 北緯36度 東経146度付近を中心とする海域
 - B 北緯36度 東経149度付近を中心とする海域
 - C 北緯36度 東経155度付近を中心とする海域
 - D 北緯36度 東経159度付近を中心とする海域

【根拠】

過去のピンナガ漁場データ(QRY)と衛星画像により過去に漁場となった海域の海面高度・水温・塩分濃度のデータを抽出・集計し、漁場環境指標を作成。アメリカ海軍研究所が公開しているHYCOM(Hybrid Coordinate Ocean Model)予測図に漁場環境指標を当てはめて漁場を予測。指標は1(最適)～0(不適)で表され、以下の予測図には、0.9以上を赤色、0.8以上を緑色、0.7以上を青色で図示しています。ピンナガ漁場は表面水温20～21度の箇所に形成される傾向があります。漁場の水温にご注意下さい。

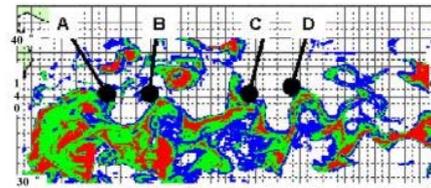


図 HYCOMの予測画像に漁場環境指標を当てはめて作成した6月20日における予測漁場

図1 ピンナガ予報

左側 H27.6.9発行 6/15における漁場予報

右側 H27.6.14発行 6/20における漁場予報

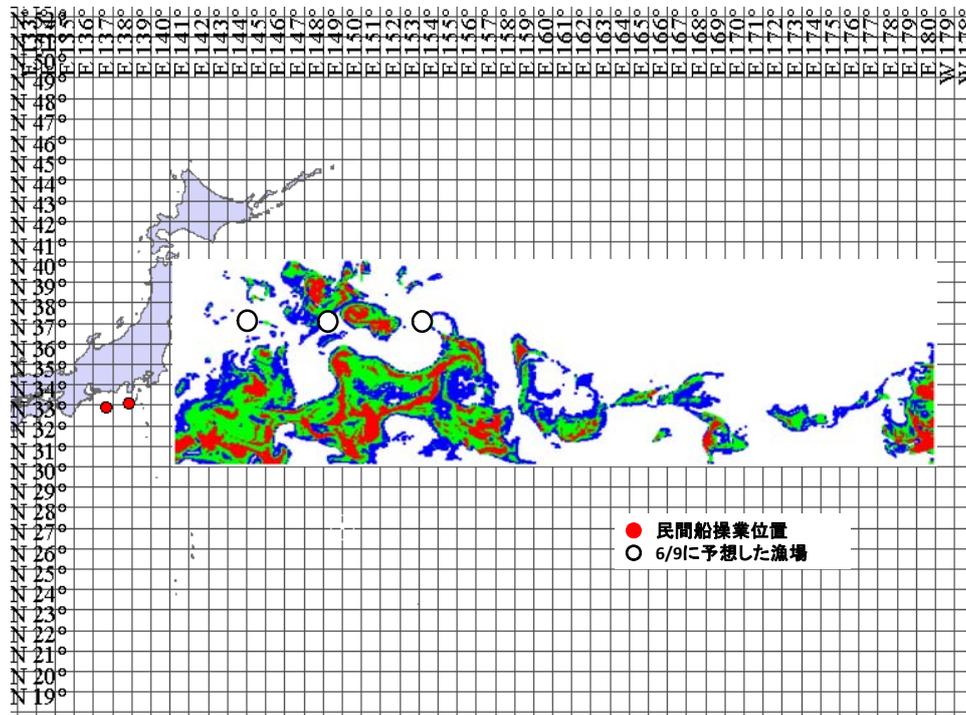


図2-1 6月15日の操業実績(漁場環境指数を重ねた)

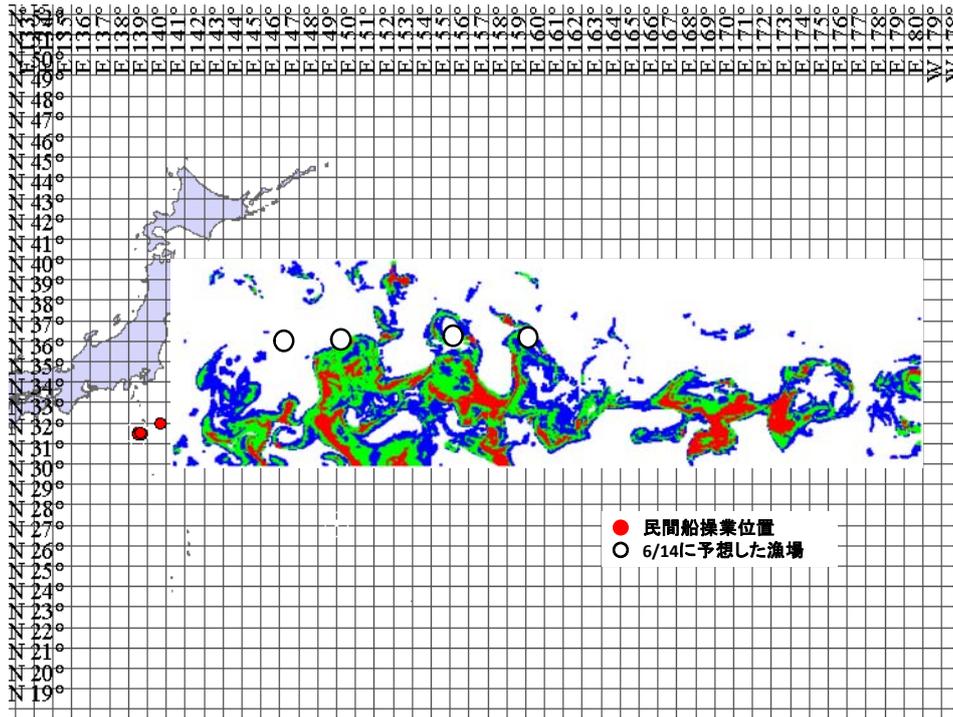


図 2 - 2 6月20日の操業実績（漁場環境指数を重ねた）

2 ビンナガ漁場調査

漁業調査船による漁場調査は、鳥群れや漂流物の視認や、航走中に曳縄漁具を曳航して魚群と遭遇し、竿釣りによる試験操業を行った。

平成26年度は、6月15日の1回のみ魚群に遭遇し竿釣りによる試験操業を実施した。(図3)

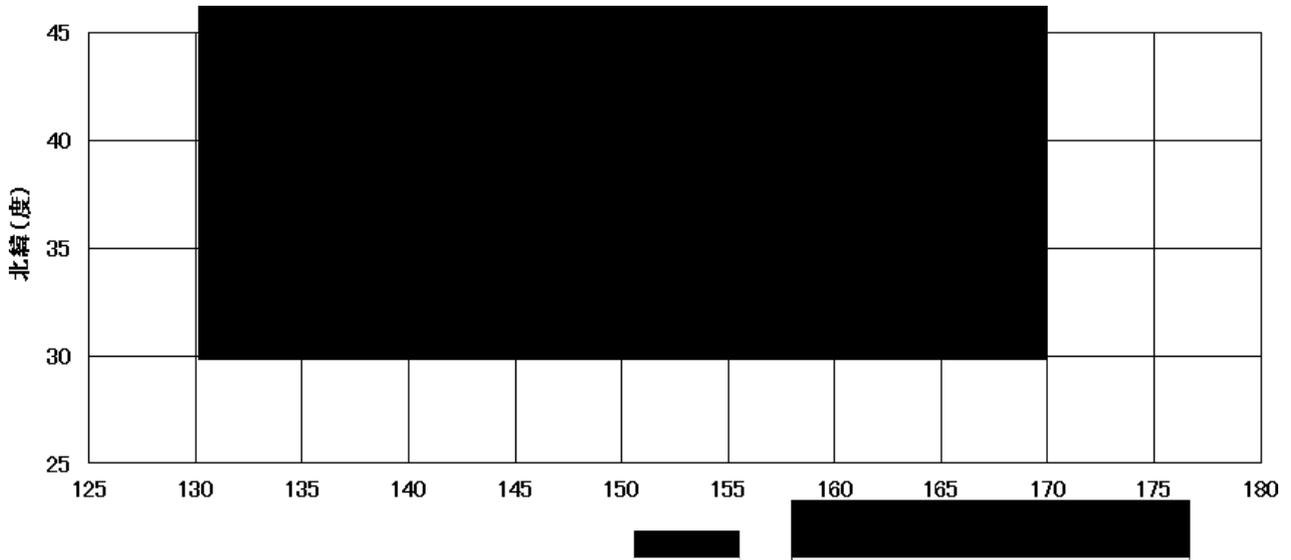


図 3 くろしおの航跡と竿釣り操業位置

漁獲位置は、35° 08N, 142° 30E, 水温23.5℃の海域で発見した鳥群れでビンナガ82尾(892kg)を漁獲した。

その他、曳縄でビンナガ1尾、カツオ7尾を漁獲した。

今年度は、曳縄操業での魚群との遭遇がほとんど無かった。また、鳥群れや漂流物に魚群が付いておらず、竿釣りによる試験操業も不調であり、予測の検証には至らなかった。

マグロ漁場調査 - (日本周辺クロマグロ調査委託事業)

中野 正明

【目的】

カツオ・マグロ・カジキ類の本県漁業者による安定的な利用を図るため、WCPFC(中西部太平洋まぐろ類委員会)が行う資源解析に必要な各種知見を収集・提供する。

なお、本調査は水産庁委託の「国際水産資源評価等推進委託事業」において、国際水産資源評価等推進委託事業共同研究機関の構成機関として実施した。

【方法】

1 市場伝票整理

鹿児島市中央卸売市場・枕崎市漁協・笠沙町漁協・南さつま漁協野間池支所・山川町漁協・瀬戸内漁協の各市場のカツオ・マグロ・カジキ類の水揚データを伝票調査及び水揚情報システムにより収集した。

2 体長、体重データ等収集・整理

(1)市場測定

枕崎市漁協・笠沙町漁協・甑島漁協下甑支所に測定員を配し、水揚げされたカツオ・マグロ類の尾叉長・体重を測定した。

魚種	測定項目	時期	頻度	調査地点	漁業種類
カツオ	体長・体重	周年	原則月5回以上	枕崎市漁協, 笠沙町漁協, 甑島漁協下甑支所	曳縄
クロマグロ	体長・体重	11～3月	原則月5回以上	枕崎市漁協, 笠沙町漁協, 甑島漁協下甑支所	曳縄, 定置網
キハダ	体長・体重	周年	原則月5回以上	枕崎市漁協, 笠沙町漁協, 甑島漁協下甑支所	曳縄

(2)精密測定

カツオ北上群の生物学的特性を把握するため、鹿児島市中央卸売市場魚類市場で標本魚を収集し、精密測定を実施した。

魚種	測定項目	時期	頻度	調査地点	漁業種類
カツオ	体長・体重・生殖腺重量	周年	月20～40尾(年間380尾)	鹿児島市魚類市場	近海かつお一本釣

(3)標本魚収集

クロマグロの生物学的特性を把握するため、笠沙町漁協より標本魚を収集した。

魚種	時期	頻度	調査地点	漁業種類
クロマグロ	8～9月	月100尾	笠沙町漁協	曳縄

3 クロマグロ稚魚分布調査

宮古島から沖縄本島周辺で産卵したクロマグロの稚魚の薩南海域から九州西岸への回遊ルートを明らかにするため、曳縄による分布調査を実施した。

【結果及び考察】

1 市場伝票整理

表1に示すとおり、漁法別・水揚港別の各魚種の水揚量調査を実施し、独立行政法人水産総合研究センター（以下水研センターと称す）へ報告した。

2 体長、体重データ等収集・整理

(1)市場測定

表2に示すとおり、カツオ2,094尾、クロマグロ365尾、キハダ2,776尾の測定を実施し水研センターへ報告した。各魚種の尾叉長組成を図1～3に示す。

(2)精密測定

表3に示すとおり標本魚を収集し、精密測定を実施。測定結果を水研センターへ報告すると同時に、標本魚の生殖腺等のサンプルを提供した。

平成26年1月～12月までに収集したカツオ(計319尾)の尾叉長は319～733mmで、体重は1,423～8,900gであった(図4)。GSIの推移は6月頃から上昇をはじめ、7月に雌雄ともに最も高い値を示し(平均値±標準偏差=雄:3.20±0.61, 雌:2.74±0.37), 11月には減少した(図5)。

(3)標本魚収集

笠沙町漁協より標本魚(養殖用種苗クロマグロ)を79尾収集し、水研センターへサンプル提供した。

3 クロマグロ稚魚分布調査

(1)調査日程 1回次 平成26年7月23日～29日 (7日間)

2回次 平成26年8月22日～27日 (6日間)

(2)調査定線 1回次 A1～A6

2回次 B2～B6 (図6)

(3)漁獲物 1回次 キハダ(FL:20.2～43.6cm)16尾, カツオ(FL:24.6cm)1尾

2回次 キハダ(FL:20.0～30.0cm)41尾, カツオ(FL:20.8～32.0cm)28尾

ソウダカツオ(FL:23.0～34.0cm)5尾, スマ(26.7～26.9cm)2尾

本年度の調査では、目的種であるクロマグロ幼魚は漁獲できなかった。(表4)

しかし、漁獲されたキハダのサイズから、使用した漁具はクロマグロの稚魚採捕に有効と示唆された。

表1 漁法別市場別魚種別水揚量(単位:kg)

【沿岸・近海かつお一本釣り】

市場名	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
枕崎市漁協	カツオ	0.0	0.0	0.0	0.0	21,240.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37,225.6	0.0	58,465.6
	キハダ	0.0	0.0	0.0	0.0	1,305.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0	1,380.0
	メバチ	0.0	0.0	0.0	0.0	395.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	395.0
	計	0.0	0.0	0.0	0.0	22,940.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37,300.6	0.0	60,240.6
山川漁協	カツオ	2,237.0	3,406.2	56,508.9	45,589.7	179,966.8	113,794.6	39,990.9	37,140.7	17,793.0	52,244.9	62,075.5	0.0	610,748.2
	キハダ	4,500.0	2,452.0	7,976.0	2,487.1	5,184.1	749.6	249.2	1,780.9	17,891.0	35,595.1	14,790.0	0.0	93,655.0
	メバチ	26.0	0.0	95.6	7.9	11,641.1	5,777.1	3.4	131.0	223.0	2,585.7	36.0	0.0	20,526.8
	ビンナガ	0.0	1,018.7	2,197.6	950.5	16,188.8	3,656.5	1,915.0	1,130.6	0.0	5,062.2	0.0	0.0	32,119.9
	計	6,763.0	6,876.9	66,778.1	49,035.2	212,980.8	123,977.8	42,158.5	40,183.2	35,907.0	95,487.9	76,901.5	0.0	757,049.9
鹿児島市中央卸売市場	カツオ	4,054.3	113,078.3	492,629.6	908,312.1	918,815.1	769,721.1	903,833.0	660,130.0	670,401.7	401,404.9	274,625.0	33,883.6	6,150,888.7
	クロマグロ	0.0	15.6	7.4	0.0	8.3	62.7	0.0	0.0	0.0	67.6	40.5	0.0	202.1
	キハダ	17,452.0	122,558.8	132,174.0	131,228.2	157,478.0	50,460.9	28,792.4	46,508.5	156,271.4	172,793.5	40,171.1	8,038.7	1,063,927.4
	メバチ	28.3	1,025.2	3,059.0	9,823.5	13,144.2	7,307.9	10,125.3	1,188.9	20,000.2	8,629.9	556.6	53.8	74,942.8
	コシナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	84.8	33.4	0.0	4.8	0.0	1.1	0.0	127.1
	ビンナガ	0.0	76.1	1,286.8	20,182.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,549.4
	計	21,534.6	236,754.0	629,156.8	1,069,545.8	1,089,453.1	827,637.4	942,784.1	707,827.4	846,678.1	582,895.9	315,394.3	41,976.1	7,311,637.5
瀬戸内漁協	カツオ	282.7	41.0	563.5	5,425.3	33,381.3	12,871.2	35,605.4	15,756.1	19,289.0	8,620.6	5,612.4	2,368.8	139,817.3
	キハダ	2,833.9	0.0	205.4	1,830.8	10,044.3	7,156.5	2,423.3	5,780.5	18,808.4	27,516.7	12,431.4	9,735.5	98,766.7
	メバチ	20.4	553.8	670.8	9,185.8	28,042.6	30,785.7	29,110.9	20,756.6	30,193.2	14,460.4	70.7	36.4	163,887.3
	計	3,137.0	594.8	1,439.7	16,441.9	71,468.2	50,813.4	67,139.6	42,293.2	68,290.6	50,597.7	18,114.5	12,140.7	402,471.3
4港計	カツオ	6,574.0	116,525.5	549,702.0	959,327.1	1,153,403.2	896,386.9	979,429.3	713,026.8	707,483.7	462,270.4	379,538.5	36,252.4	6,959,919.8
	クロマグロ	0.0	15.6	7.4	0.0	8.3	62.7	0.0	0.0	0.0	67.6	40.5	0.0	202.1
	キハダ	24,785.9	125,010.8	140,355.4	135,546.1	174,011.4	58,367.0	31,464.9	54,069.9	192,970.8	235,905.3	67,467.5	17,774.2	1,257,729.1
	メバチ	74.7	1,579.0	3,825.4	19,017.2	53,222.9	43,870.7	39,239.6	22,076.5	50,416.4	25,676.0	663.3	90.2	259,751.9
	コシナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	84.8	33.4	0.0	4.8	0.0	1.1	0.0	127.1
	ビンナガ	0.0	1,094.8	3,484.4	21,132.5	16,193.3	3,656.5	1,915.0	1,130.6	0.0	5,062.2	0.0	0.0	53,669.3
	計	31,434.6	244,225.7	697,374.6	1,135,022.9	1,396,842.1	1,002,428.6	1,052,082.2	790,303.8	950,875.7	728,981.5	447,710.9	54,116.8	8,531,399.3

【沿岸・近海まぐろはえ縄】

単位:kg

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
鹿児島市中央 卸売市場	クロマグロ	368.4	0.0	184.8	671.0	6,044.6	7,540.1	1,201.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16,010.3
	キハダ	2,612.2	5,220.0	10,148.0	4,341.0	41,077.4	52,371.3	36,989.1	18,714.4	6,324.6	1,539.0	3,371.4	4,817.8	187,526.2
	メバチ	7,667.6	7,735.0	6,116.2	4,007.8	3,582.7	1,744.4	673.0	103.6	0.0	134.2	6,350.6	31,456.6	69,571.7
	ビンナガ	45,431.8	40,263.0	44,107.6	39,920.2	17,691.9	3,063.8	7,234.6	163.2	54.6	226.6	5,859.2	95,469.0	299,485.5
	メカジキ	1,489.6	1,235.0	2,150.8	1,548.4	820.7	713.8	161.2	80.2	0.0	0.0	487.0	2,288.0	10,974.7
	マカジキ	1,248.4	2,216.8	4,273.4	1,486.6	8,399.6	11,315.7	5,951.3	52.8	0.0	60.8	276.0	484.0	35,765.4
	クロカジキ	783.4	1,718.8	2,366.8	1,690.8	5,181.3	4,792.6	3,668.5	285.8	547.2	95.8	63.0	642.4	21,836.4
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	295.1	330.8	69.0	0.0	0.0	123.4	0.0	0.0	818.3
	バショウカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	861.4	6,505.8	4,172.2	968.0	365.8	27.8	0.0	52.4	12,953.4
	計		59,601.4	58,388.6	69,347.6	53,665.8	83,954.7	88,378.3	60,120.3	20,368.0	7,292.2	2,207.6	16,407.2	135,210.2

【曳縄・旗流し 他】

単位:kg

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
笠沙町漁協	クロマグロ	617.2	452.7	59.1	16.3	347.4	136.1		55.6	284.6	94.0	68.0		2,131.0
	キハダ	12.8			23.6	541.1	172.1	54.8	647.1	224.1	177.2			1,852.8
	メバチ						4.4							4.4
	コシナガ					30.1	24.2	8.9	23.5	138.1	40.3			265.1
	シロカジキ								49.0					49.0
	バショウカジキ						88.0	117.0	1,126.5	2,110.6	724.5	662.0	23.0	4,851.6
	計		630.0	452.7	59.1	39.9	918.6	424.8	180.7	1,901.7	2,757.4	1,036.0	730.0	23.0
南さつま漁協 (本所)	クロマグロ								8.7	8.7				17.4
	キハダ													0.0
	バショウカジキ													0.0
計		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	8.7	0.0	0.0	0.0	17.4
枕崎市漁協	クロマグロ	18.9	30.5	18.1	3.5					3.3	29.4	114.6	25.0	243.3
	キハダ	3,082.6	1,697.2	2,465.4	4,185.2	8,296.7	5,094.6	5,473.1	4,854.5	5,182.8	7,292.8	7,264.0	2,762.3	57,651.2
	メバチ	7.4		3.8	103.1		2.8	39.1			26.4		11.2	193.8
	コシナガ	5.7	4.6											10.3
	ビンナガ	31.8	93.1	37.6	47.4									209.9
	種不明カジキ	31.8	93.1	37.6	47.4									209.9
	計	3,178.2	1,918.5	2,562.5	4,386.6	8,296.7	5,097.4	5,512.2	4,854.5	5,186.1	7,348.6	7,378.6	2,798.5	58,518.4
3港計	クロマグロ	636.1	483.2	77.2	19.8	347.4	136.1	0.0	64.3	296.6	123.4	182.6	25.0	2,391.7
	キハダ	3,095.4	1,697.2	2,465.4	4,208.8	8,837.8	5,266.7	5,527.9	5,501.6	5,406.9	7,470.0	7,264.0	2,762.3	59,504.0
	メバチ	7.4	0.0	3.8	103.1	0.0	7.2	39.1	0.0	0.0	26.4	0.0	11.2	198.2
	コシナガ	5.7	4.6	0.0	0.0	30.1	24.2	8.9	23.5	138.1	40.3	0.0	0.0	275.4
	メカジキ	1,489.6	1,235.0	2,150.8	1,548.4	820.7	713.8	161.2	80.2	0.0	0.0	487.0	2,288.0	10,974.7
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0
	バショウカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.0	117.0	1,126.5	2,110.6	724.5	662.0	23.0	4,851.6
	種不明カジキ	31.8	93.1	37.6	47.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	209.9
	計	5,266.0	3,513.1	4,734.8	5,927.5	10,036.0	6,236.0	5,854.1	6,845.1	7,952.2	8,384.6	8,595.6	5,109.5	78,454.5

【定置網】

		単位:kg													
市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計	
笠沙町漁協	クロマグロ	617.2	452.7	59.1	16.3	347.4	136.1		55.6	284.6	94.0	68.0		2,131.0	
	キハダ	12.8			23.6	541.1	172.1	54.8	647.1	224.1	177.2			1,852.8	
	メバチ							4.4						4.4	
	コシナガ					30.1	24.2	8.9	23.5	138.1	40.3			265.1	
	シロカジキ								49.0					49.0	
	バショウカジキ						88.0	117.0	1,126.5	2,110.6	724.5	662.0	23.0	4,851.6	
	計		630.0	452.7	59.1	39.9	918.6	424.8	180.7	1,901.7	2,757.4	1,036.0	730.0	23.0	9,153.9
南さつま漁協 (本所)	クロマグロ								27.0			29.0		56.0	
	キハダ				80.4	27.8			11.0					119.2	
	バショウカジキ												55.0	55.0	
	計		0.0	0.0	0.0	80.4	27.8	0.0	0.0	38.0	0.0	0.0	29.0	55.0	230.2
枕崎市漁協	クロマグロ	53.5	93.9											31.8	179.2
	キハダ	31.0			11.3	300.4	256.4	29.0			6.9	18.8		653.8	
	コシナガ	0.5			4.6			23.8	15.1	41.4	4.2			89.6	
	種不明カジキ											126.3		126.3	
	計	85.0	93.9	0.0	15.9	300.4	256.4	52.8	15.1	41.4	11.1	145.1	31.8	1,048.9	
3港計	クロマグロ	670.7	546.6	59.1	16.3	347.4	136.1	0.0	82.6	284.6	94.0	97.0	31.8	2,366.2	
	キハダ	43.8	0.0	0.0	115.3	869.3	428.5	83.8	658.1	224.1	184.1	18.8	0.0	2,625.8	
	メバチ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	
	コシナガ	0.5	0.0	0.0	4.6	30.1	24.2	32.7	38.6	179.5	44.5	0.0	0.0	354.7	
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0	
	バショウカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.0	117.0	1,126.5	2,110.6	724.5	662.0	78.0	4,906.6	
	種不明カジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	126.3	0.0	0.0	
	計	715.0	546.6	59.1	136.2	1,246.8	681.2	233.5	1,954.8	2,798.8	1,047.1	904.1	109.8	10,433.0	

【大中型・中型まき網】

		単位:kg												
市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
枕崎市漁協	キハダ	160.0	64.0				53.0		48.0		32.0	35.0		392.0
	種不明カジキ		465.0		100.0	40.0		59.0	380.0	435.0	25.0	40.0	35.0	1,579.0
	計	160.0	529.0	0.0	100.0	40.0	53.0	59.0	428.0	435.0	57.0	75.0	35.0	1,971.0

表2 市場別魚種別体長測定実施実績一覧(単位:尾)

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
枕崎市漁協	カツオ	107	84	13	116	154	246	390	319	155	114	183	213	2,094
	クロマグロ	8	13	4	0	0	0	0	0	0	0	13	11	49
	キハダ	290	68	91	122	178	134	181	356	267	389	368	330	2,774
	計	405	165	108	238	332	380	571	675	422	503	564	554	4,917
笠沙町漁協	カツオ	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	クロマグロ	58	70	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	136
	キハダ	2	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2
	計	60	70	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	138
甑島漁協下甑支所	カツオ	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	クロマグロ	180	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	180
	キハダ	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	計	180	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	180
3港計	カツオ	107	84	13	116	154	246	390	319	155	114	183	213	2,094
	クロマグロ	246	83	11	0	0	0	0	0	0	0	13	12	365
	キハダ	292	68	91	122	178	134	181	356	267	389	368	330	2,776
	計	645	235	115	238	332	380	571	675	422	503	564	555	5,235

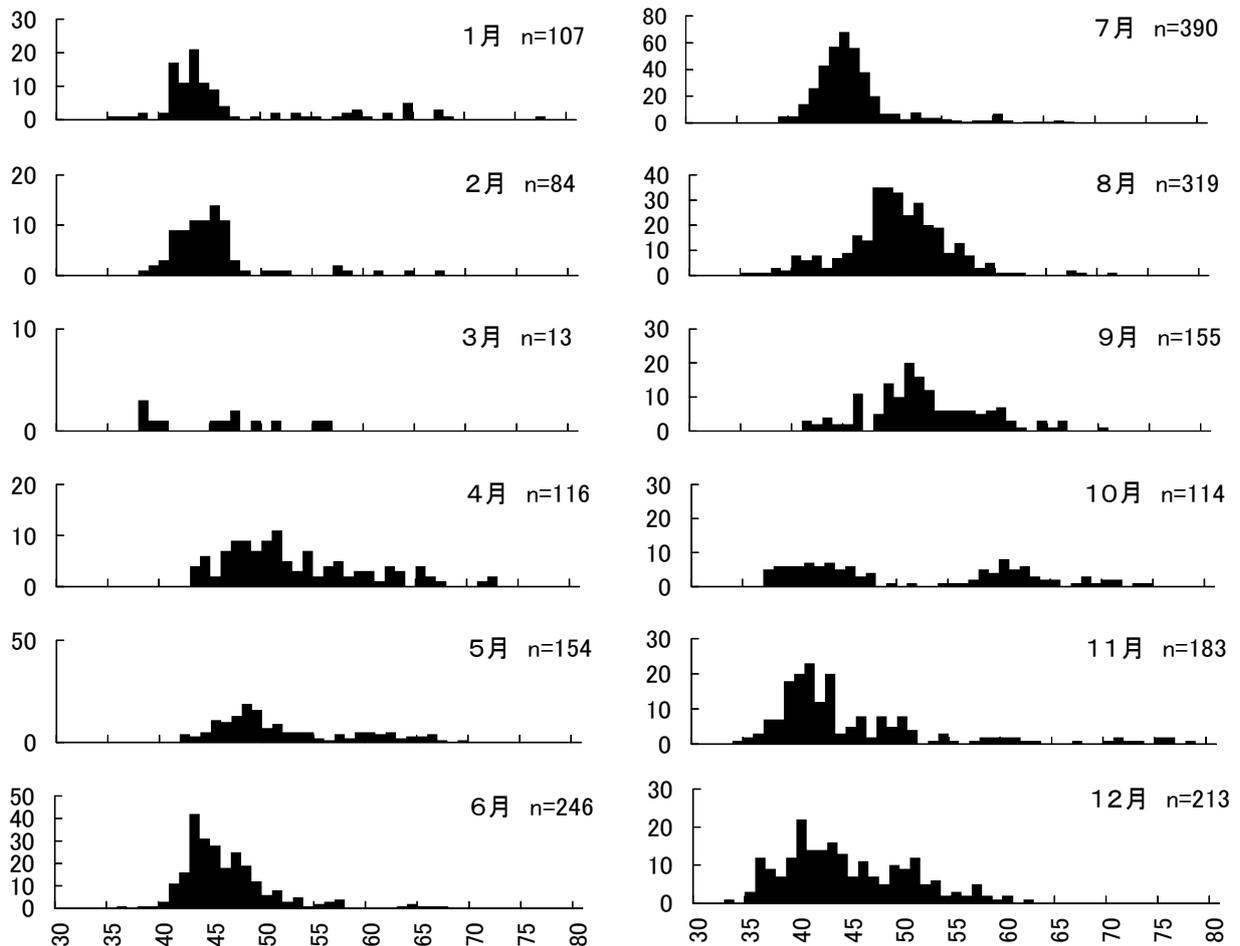


図1 カツオ月別尾叉長組成 横軸は尾叉長 (cm), 縦軸は尾数

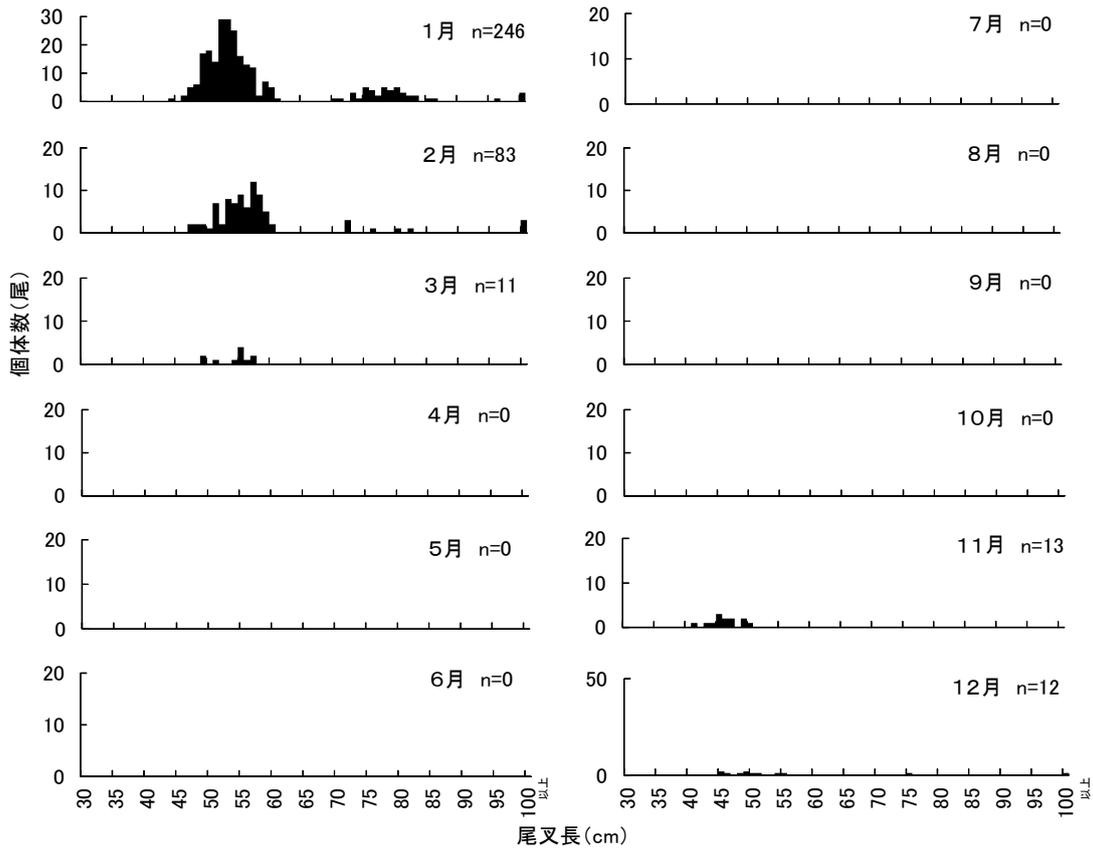


図2 クロマグロ(ヨコワ)尾叉長組成 横軸は尾叉長(cm), 縦軸は尾数

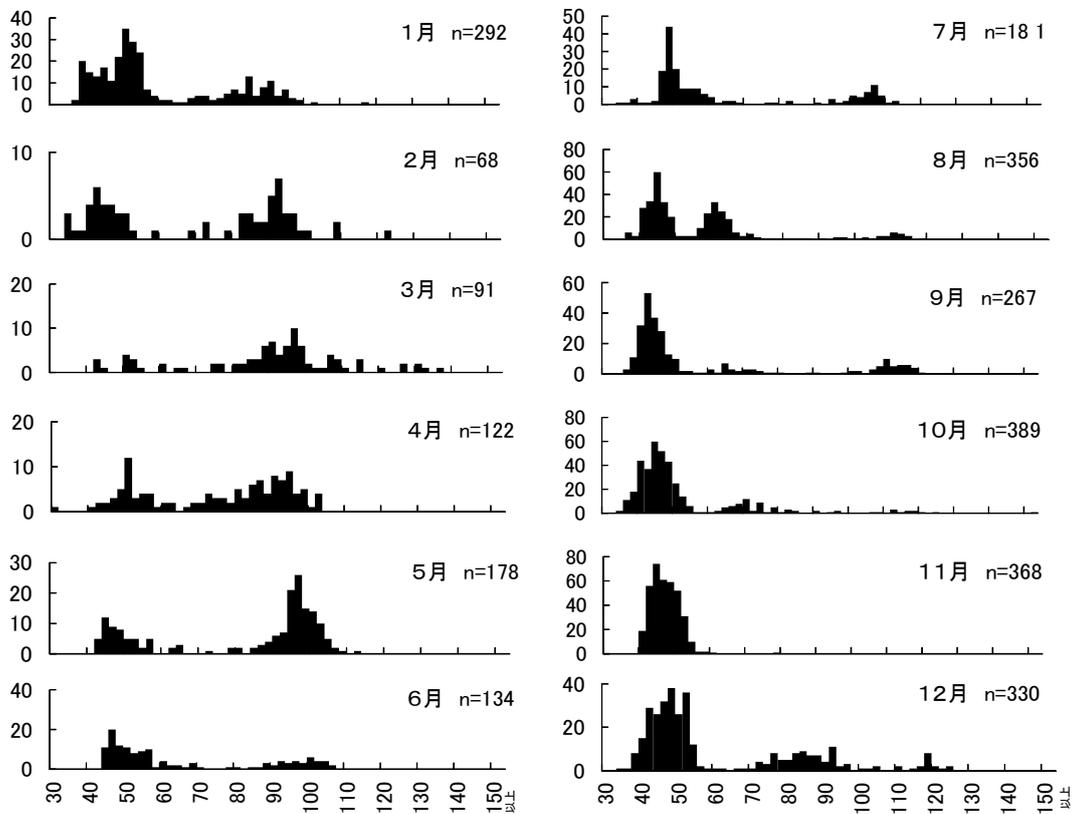


図3 キハダ月別尾叉長組成 横軸は尾叉長(cm), 縦軸は尾数

表3 精密測定に用いた標本魚の収集尾数

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
鹿児島市中央卸売市場	カツオ	0	0	0	20	40	40	40	40	40	40	39	20	319

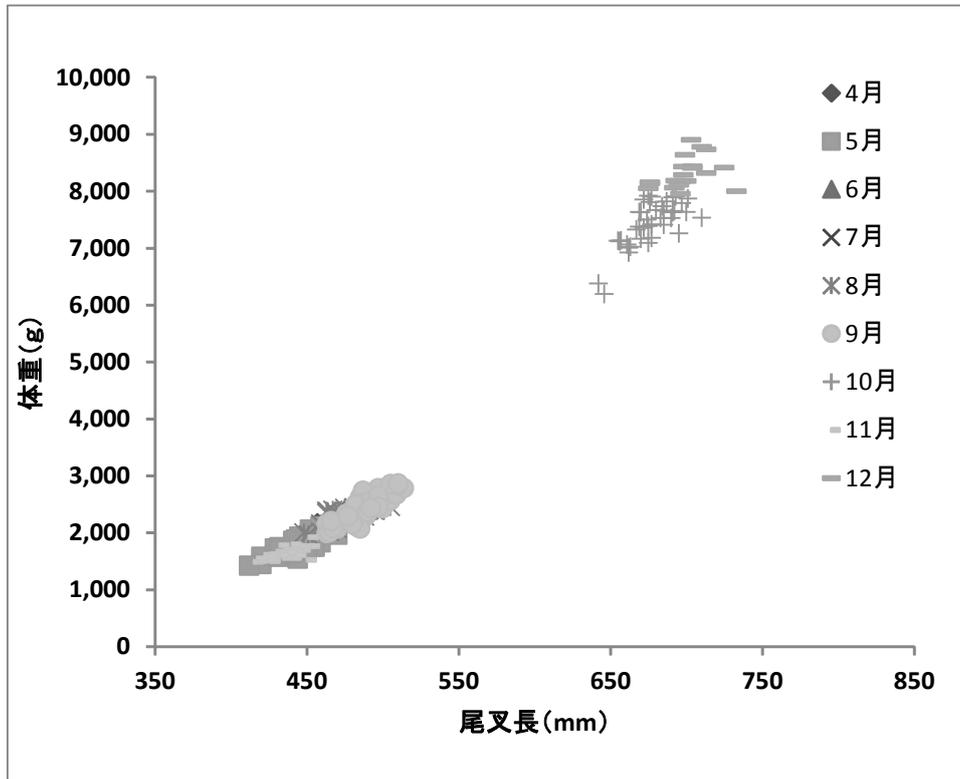


図4 カツオ標本魚の尾叉長と体重

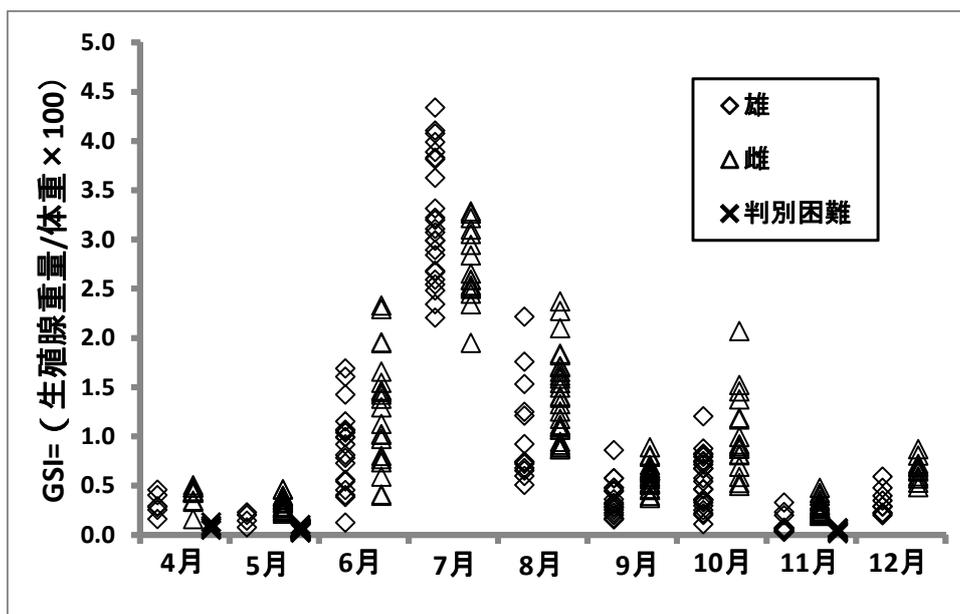


図5 カツオ標本魚のGSIの推移

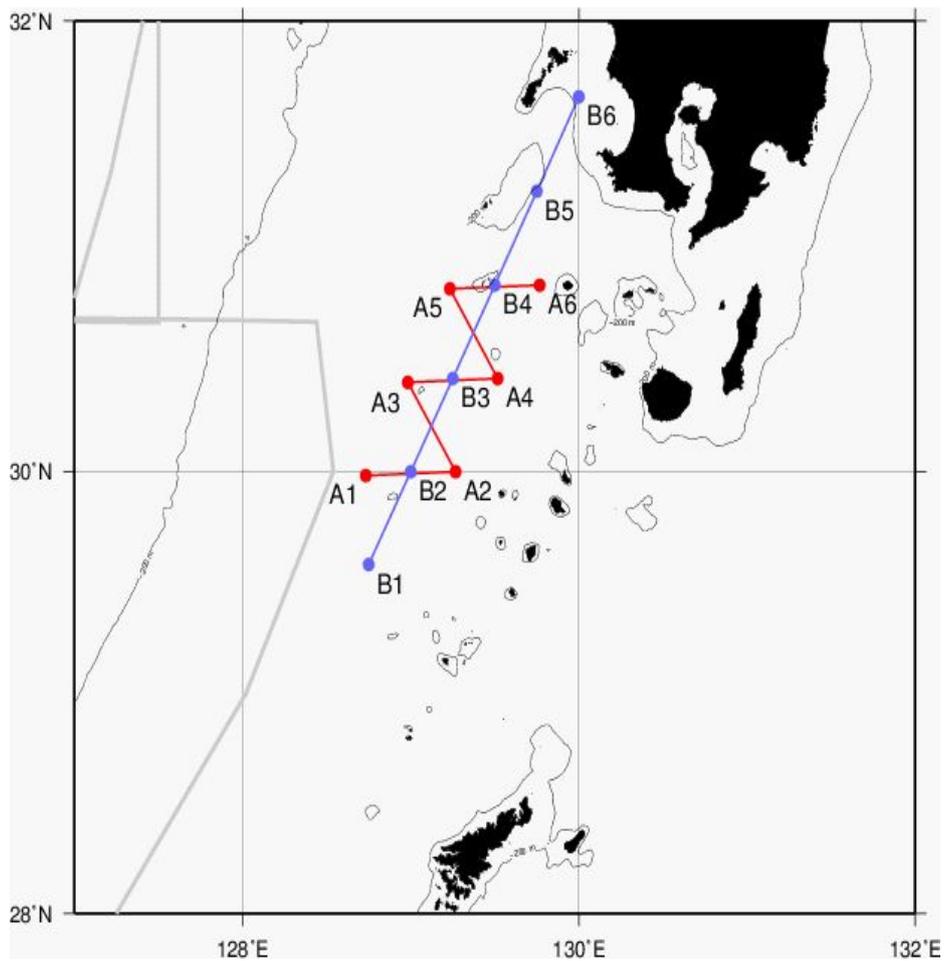


図6 クロマグロ仔魚分布調査結果概要図

表4 曳縄調査結果の概要

期 間	第1回次航海		第2回次航海	
	H26.7.23 ~ H26.7.29 7 日間		H26.8.22 ~ H26.8.27 6 日間	
定 点	A1 ~ A6		B2 ~ B6	
表面水温 °C	28.7 ~ 31.3 °C		27.6 ~ 30.9 °C	
漁 獲 物	キハダ	16 尾	キハダ	41 尾
(平均FL cm)	21.91	(20.2 ~ 43.6)	25.23	(20.0 ~ 33.0)
(平均体重 kg)	0.491	(0.18 ~ 1.70)	0.304	(0.14 ~ 0.69)
漁 獲 物	カツオ	1 尾	カツオ	28 尾
(平均FL cm)	24.6		25.97	(20.8 ~ 32.0)
(平均体重 kg)	0.60		0.291	(0.15 ~ 0.49)
漁 獲 物			ソウダ	5 尾
(平均FL cm)			28.08	(23.0 ~ 34.0)
(平均体重 kg)			0.402	(0.22 ~ 0.69)
漁 獲 物			スマ	2 尾
(平均FL cm)			26.80	(26.7 ~ 26.9)
(平均体重 kg)			0.325	(0.30 ~ 0.35)

ヨコワ来遊予報調査 (鹿児島大学水産学部との共同研究)

中野 正明

【目的】

ヨコワ(クロマグロ幼魚)の主漁期(12月～翌年4月)前に、本県におけるヨコワの漁況を予測し、本県漁業者へ情報提供する。

【方法】

本県に先立って漁場が形成される各県の漁獲データや海況データを収集し、本県の漁期全体のヨコワ漁況を予測した。

1 漁獲データ収集先

北部太平洋まき網漁業協同組合連合会

新潟県水産海洋研究所・鳥取県水試・島根県水産技術センター・山口県水産研究センター・高知県水試
長崎県総合水試・沖縄県水産海洋研究センター

2 漁況予測手法

近隣海域のヨコワ等の漁模様及び水温等の海況要因が当県のヨコワ漁獲量にどのような影響を与えるか、平成23年度から鹿児島大学水産学部水産生物・海洋学分野 准教授 庄野 宏 氏と共同で検討・分析を行っている。

平成26年度は、S62年からの長崎県ヨコワ漁獲量、高知県ヨコワ養殖用種苗漁獲量、沖縄県クロマグロ漁獲量、日本海まき網船のクロマグロ漁獲量、本県ヨコワ養殖用種苗漁獲量、前年度の本県ヨコワ漁獲量、本県カツオ漁獲量及び南薩・西薩海域の水温、黒潮の離接岸状況を説明要因として、サポートベクター回帰と呼ばれる統計的機械学習に基づく手法により、平成26年度漁期(平成26年12月～平成27年4月)の南薩地域(枕崎市漁協、笠沙町漁協、南さつま漁協野間池本所)におけるヨコワ漁況予測を実施した。

【結果及び考察】

上記の手法により予測されたヨコワの漁獲量は8～11トンと推定されたが、直前の漁海況情報を勘案して、平成27年1月27日付けで以下のように発表を行った。

今年度漁期のヨコワ漁獲量は、10トンを下回り、近年^{*1}並みの低調な漁模様となるでしょう。

*1 近年はH21～25年の5ヶ年

*2 「上回る」:前年(平年)の1.2倍以上、「並み」:前年(平年)の0.8～1.2倍

「下回る」:前年(平年)の0.8倍以下

漁期終了後(平成26年12月～平成27年4月末まで)の南薩地域におけるヨコワ漁獲量は約0.8トンと予測を大きく下回る結果となった。

今後、本県へのヨコワ来遊量に影響を与える可能性を有する説明要因の検討及び統計手法や機械学習理論、データマイニング的なアプローチに基づくヨコワ来遊量予測モデルの開発・改良を行い、予測の精度の向上を図ることが課題である。

沿岸・近海漁業資源調査 - (浮魚資源調査：モジャコ調査)

宍道弘敏

【目的】

春季，薩南海域に出現する流れ藻の分布状況・流れ藻に付着するモジャコの出現状況・モジャコの全長組成・漁況等を把握し，モジャコ漁業の効率的かつ円滑な操業に資する。

【材料及び方法】

1 調査船調査

(1) 調査期間

第1次調査 平成26年3月4～12日

第2次調査 平成26年4月3～9日

(2) 調査船

漁業指導取締兼調査船「おおすみ」 67トン，1000馬力

(3) 採集漁具

抄網（ナイロン4本35節）

(4) 調査項目

海況，10マイルあたり流れ藻視認個数，流れ藻1kgあたりモジャコ付着尾数，他魚種の付着状況，全長組成，肥満度

2 標本船調査

(1) 調査期間

平成26年4月10日～5月1日(22日間)

(2) 調査船

5漁協 合計7隻（東町1隻，内之浦1隻，種子島2隻，南種子町2隻，屋久島1隻）

(3) 調査内容

日別漁場別漁獲量，1日1隻あたり漁獲量，1網あたり（1回操業あたり）漁獲量

3 モジャコ採捕漁業の経過

モジャコ採捕実績（鹿児島県水産振興課調べ）により，モジャコ漁業の経過を把握した。なお，既述の漁海況予報事業で得られた定期船観測結果も使用した。

【結果及び考察】

1 調査船調査

(1) 第1次調査（表1，図1・2）

海況

黒潮北縁域は，3月3日には佐多岬の南8.4マイル付近にあり，接岸傾向であった。その後一旦南下したあと再び北上し，3月13日には屋久島

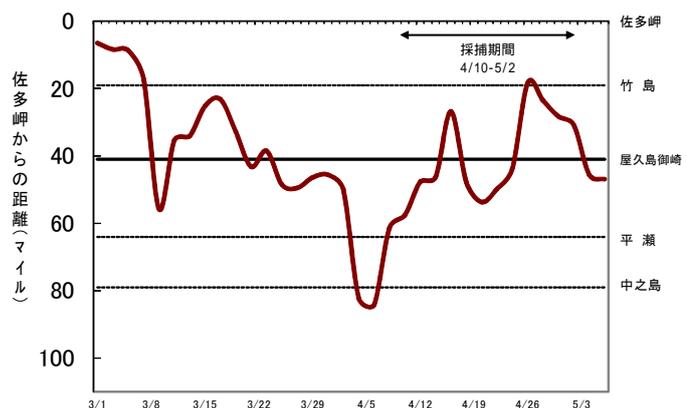


図1 黒潮北縁域の位置

御崎の北6.9マイル付近にあり、接岸傾向であった。

定期船観測による3月上旬の各海域の平均水温は、黒潮流域で21.7（やや低め）、薩南海域で20.6（かなり高め）、西薩海域で17.4（平年並み）であった。

流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は257.7個/10マイルで、昨年同期（25.7個/10マイル）、平年同期（17.3個/10マイル）より多かった。

採取した流れ藻重量は0.4～18.9kg（平均4.6kg）で、昨年同期1.2～8.8kg（平均3.8kg）より大型の藻であった。

モジャコの付着状況

流れ藻1kg当たりの付着尾数は2.9尾で、昨年同期（13.2尾）、平年同期（9.0尾）より少なかった。

モジャコ以外の魚種ではマアジ等がみられたが、全般に例年より少なかった。

モジャコの大きさ、肥満度

採捕したモジャコの全長は平均68.7mmで、昨年同期（49.9mm）、平年同期（37.9mm）より大型であった。

肥満度（体重/尾叉長³×1000）の平均（±標準偏差）は13.9（±0.78）であった。

表1 海況及びモジャコの付着状況(3月)

調査項目	海 域	平成26年	平成25年	平成24年	平成23年	平成22年	平成21年	過去5年平均	平年(H16～25)
流れ藻視認個数 (10マイル当たり)	大隅	16.0	21.7	26.4	10.4	3.9	0.0	12.5	6.4
	種子島	247.8	5.0	54.3	74.2	3.2	0.0	27.3	17.2
	屋久島	728.3	76.2	173.8	102.8	0.9	0.6	70.9	38.9
	南薩	66.5	1.5	52.1	34.1	9.8	1.5	19.8	11.5
	西薩	25.8	3.6	13.4	4.0	3.1		6.0	4.3
	平均(全海域)	257.7	25.7	70.1	50.1	4.5	0.9	30.3	17.3
流れ藻1kg当たりの モジャコ付着尾数	大隅	0.4	91.0	12.5	15.4	22.00		35.2	32.2
	種子島	2.6		4.9	1.2	16.90		7.7	12.4
	屋久島	3.0	6.8	10.1	2.2		28.3	11.9	10.3
	南薩	1.0	6.3	4.7	0.7	3.70	4.1	3.9	5.8
	西薩	6.6		1.7	0.3			1.0	1.0
	平均(全海域)	2.9	13.2	6.8	1.7	10.30	8.0	8.0	9.0
モジャコ平均全長(mm)	大隅	65.0	48.7	32.7	27.5	31.1		35.0	40.7
	種子島	72.0		30.3	37.9	46.0		38.1	46.1
	屋久島	73.4	51.4	27.3	30.7		38.6	37.0	36.0
	南薩	51.7	45.1	27.5	24.4	37.3	42.5	35.4	33.6
	西薩	59.7		29.7	27.0			28.4	29.0
	平均(全海域)	68.7	49.9	28.5	31.0	39.7	40.2	37.9	37.9
定期船観測による各海域 の3月上旬平均水温(°C)	黒潮流域	21.7	22.8	22.6	22.6	22.8	21.6	22.5	22.1
	薩南海域	20.6	21.5	20.6	20.0	18.8	17.9	19.8	19.2
	西薩海域	17.4	18.9	16.4	18.2	18.1	16.0	17.5	16.6

※3 空欄は流れ藻を採取できなかった又はモジャコが付着していなかったことによる欠測。

(2) 第2次調査(表2, 図1・3)

海況

黒潮北縁域は、4月2日には屋久島御崎の南9.0マイル付近にあった。その後一旦南下したあと再び北上し、4月10日には、平瀬の北6.4マイルにあった。

定期船観測による4月上旬の各海域の平均水温は、黒潮流域で21.7（著しく低め）、薩南海域で19.3（やや低め）、西薩海域で17.6（平年並み）であった。

流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は409.8個/10マイルで、昨年同期（95.0個/10マイル）、平年同期（32.7個/10マイル）より多かった。

採取した流れ藻重量は1.3～17.1kg（平均4.7kg）で、昨年同期1.9～16.8kg（平均6.4kg）より小型の藻であった。

モジャコの付着状況

流れ藻1kg当たりの付着尾数は3.2尾で、昨年同期（2.5尾）より多く、平年同期（12.4尾）より少なかった。

モジャコ以外の雑魚ではマアジ、メジナ、イシガキダイ等が見られたが、全般に例年より少なかった。

モジャコの大きさ、肥満度

採捕したモジャコの全長は平均59.8mmで、昨年同期（62.3mm）より小型、平年同期（49.9mm）より大型であった。

肥満度の平均（±標準偏差）は13.7（±0.93）であった。

表2 海況及びモジャコの付着状況(4月)

調査項目	海 域	平成26年	平成25年	平成24年	平成23年	平成22年	平成21年	過去5年平均	平年(H16～25)
流れ藻視認個数 (10マイル当たり)	大隅	60.3	3.8	22.1	24.0		1.2	12.8	44.1
	種子島	263.8		91.9	23.7		1.8	39.1	17.3
	屋久島	840.3	244.6	116.1	20.6	20.4	0.5	80.4	54.4
	南薩	417.7	83.0	64.1	53.3	1.8	10.0	42.4	25.5
	西薩	170.2		106.2	22.0	18.0	28.4	43.7	24.0
	平均(全海域)	409.8	95.0	86.2	31.7	11.6	8.6	46.6	32.7
流れ藻1kg当たりの モジャコ付着尾数	大隅	6.0		6.1	2.3		8.3	5.6	16.9
	種子島	1.6		12.3	1.8		0.0	4.7	15.3
	屋久島	2.8	3.1	3.1	1.9	27.5		8.9	8.5
	南薩	3.7	2.0	4.6	3.4	89.6	3.2	20.6	27.2
	西薩	2.7		1.6	4.4	9.2	2.4	4.4	3.5
	平均(全海域)	3.2	2.5	4.0	3.1	28.2	2.8	8.1	12.4
モジャコ平均全長(mm)	大隅	48.4		41.8	41.8		39.5	41.0	49.9
	種子島	57.4		58.4	57.8			58.1	56.8
	屋久島	45.1	58.9	41.9	54.8	46.0		50.4	51.2
	南薩	61.0	67.1	40.7	47.5	43.6	47.5	49.3	48.6
	西薩	87.4		46.5	49.2	59.6	36.4	47.9	53.0
	平均(全海域)	59.8	62.3	44.6	49.4	47.2	42.1	49.1	49.9
定期船観測による各海域 の4月上旬平均水温(°C)	黒潮流域	21.7	23.9	23.8	21.6	23.8	23.9	23.4	23.2
	薩南海域	19.3	20.6	20.0	19.0	19.1	22.4	20.2	20.5
	西薩海域	17.6	18.3	16.5	18.3	16.6	18.2	17.6	17.9

※3 空欄は流れ藻を採取できなかった又はモジャコが付着していなかったことによる欠測。

2 標本船調査（表3・4，図4・5）

22日間の採捕期間中、標本船7隻の操業回数は計3,769回、モジャコ漁獲量は計1,571.6kg、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）は23.5kg、1網あたり（1回操業あたり）漁獲量は0.42kgであった。

海区別に操業実態をみると、種子島～屋久島周辺で出漁隻数が多かった。操業海域は昨年並みの狭い範囲に留まった。1網あたり漁獲量は宇治・草垣諸島周辺で高い値を示した。

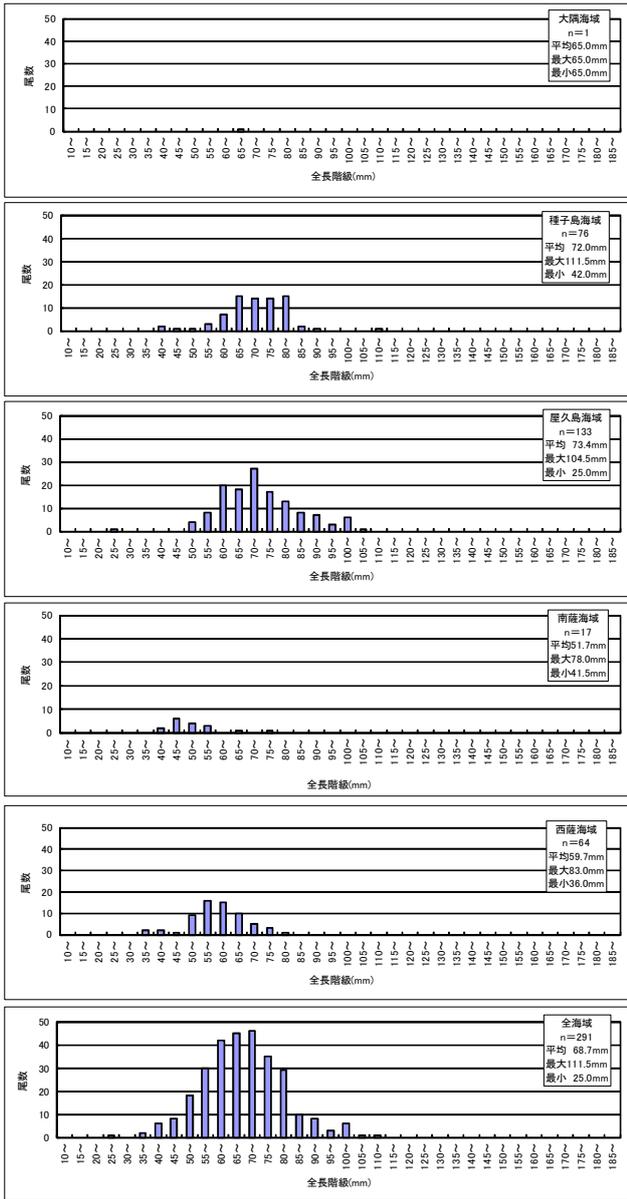


図2 採捕したモジャコの海域別全長組成(平成26年 第1次調査)

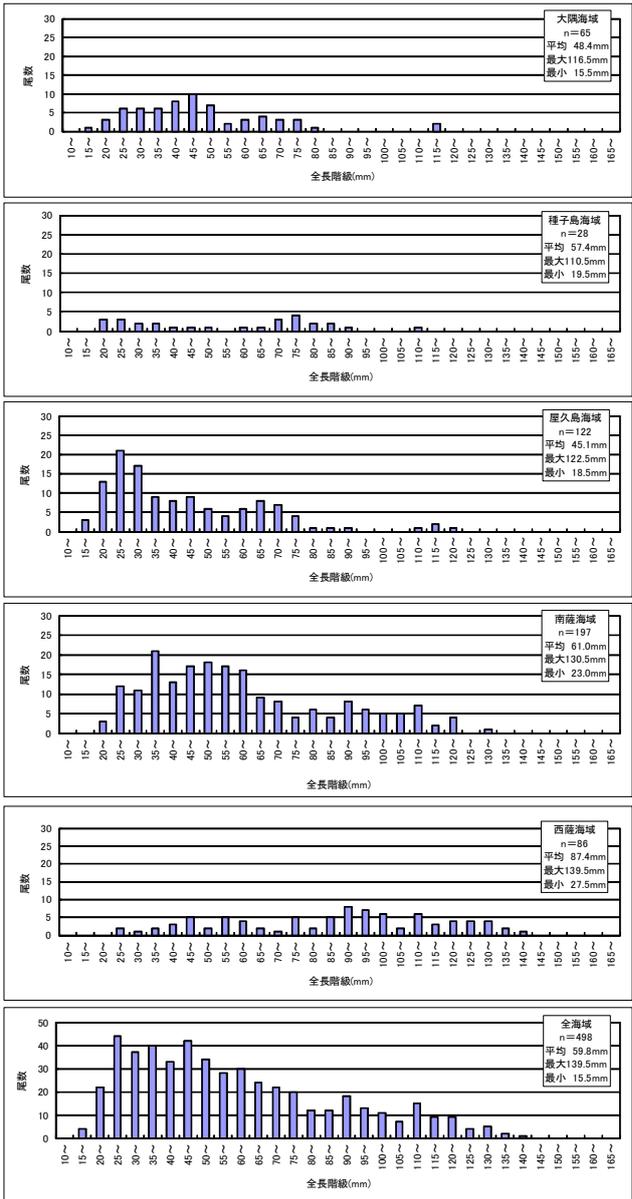


図3 採捕したモジャコの海域別全長組成(平成26年 第2次調査)

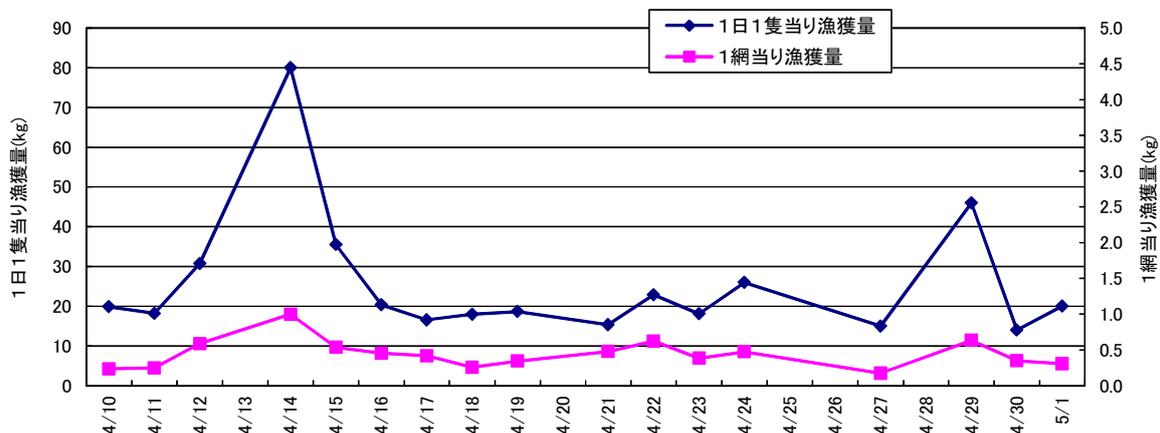


図4 H26モジャコ標本船CPUEの変化

表3 H26モジャコ標本船海区別漁獲状況(7隻による)

海区番号	の出漁 隻数 (隻)	のべ操業 回数 (回)	モジャコ 漁獲量 (kg)	1隻当り 漁獲量 (kg/隻)	1網当り 漁獲量 (kg/網)	とび 漁獲尾数 (尾)	1隻当り とび漁獲 尾数(尾)	1網当り とび漁獲 尾数(尾)
207	4	135	40.0	10.0	0.30	350	87.5	2.6
208	1	40	50.0	50.0	1.25	6,000	6,000.0	150.0
209	4	60	61.0	15.3	1.02	3,270	817.5	54.5
218	3	80	20.0	6.7	0.25	2,500	833.3	31.3
228	1	40	10.0	10.0	0.25	1,000	1,000.0	25.0
678	4	155	78.0	19.5	0.50	1,200	300.0	7.7
679	16	832	252.8	15.8	0.30	11,369	710.6	13.7
680	13	690	195.6	15.0	0.28	12,878	990.6	18.7
689	10	288	216.7	21.7	0.75	12,589	1,258.9	43.7
690	17	541	209.4	12.3	0.39	10,456	615.1	19.3
697	3	31	25.0	8.3	0.81	2,350	783.3	75.8
698	7	293	180.0	25.7	0.61	16,150	2,307.1	55.1
699	9	430	212.2	23.6	0.49	13,538	1,504.2	31.5
700	3	154	20.9	7.0	0.14	648	216.0	4.2
合計	95	3,769	1,571.6	—	0.42	94,298	—	25.0

表4 H26モジャコ標本船日別漁獲状況(7隻による)

月日	の出漁 隻数 (隻)	のべ操業 回数 (回)	モジャコ 漁獲量 (kg)	1隻当り 漁獲量 (kg/隻)	1網当り 漁獲量 (kg/網)	とび 漁獲尾数 (尾)	1隻当り とび漁獲 尾数(尾)	1網当り とび漁獲 尾数(尾)
4月10日	7	595	139.2	19.9	0.23	12,112	1,730.3	20.4
4月11日	7	510	127.4	18.2	0.25	12,260	1,751.4	24.0
4月12日	7	365	215.4	30.8	0.59	8,051	1,150.1	22.1
4月14日	1	80	80.0	80.0	1.00	4,500	4,500.0	56.3
4月15日	6	397	212.9	35.5	0.54	11,303	1,883.8	28.5
4月16日	7	314	142.6	20.4	0.45	10,113	1,444.7	32.2
4月17日	5	198	82.9	16.6	0.42	4,145	829.0	20.9
4月18日	1	70	18.0	18.0	0.26	850	850.0	12.1
4月19日	4	215	74.7	18.7	0.35	4,579	1,144.8	21.3
4月21日	5	160	76.9	15.4	0.48	8,802	1,760.4	55.0
4月22日	5	183	114.4	22.9	0.63	8,283	1,656.6	45.3
4月23日	3	141	54.3	18.1	0.39	4,080	1,360.0	28.9
4月24日	3	165	77.9	26.0	0.47	2,780	926.7	16.8
4月27日	1	86	15.0	15.0	0.17	250	250.0	2.9
4月29日	2	145	92.0	46.0	0.63	1,640	820.0	11.3
4月30日	2	80	28.0	14.0	0.35	350	175.0	4.4
5月1日	1	65	20.0	20.0	0.31	200	200.0	3.1
合計	67	3,769	1,571.6	23.5	0.42	94,298	1,407.4	25.0

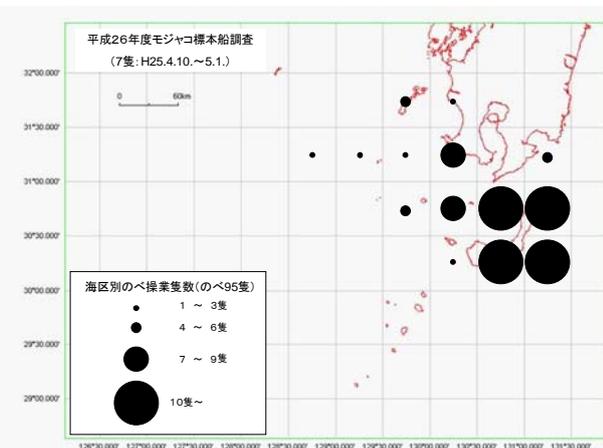


図5-1 標本船7隻による海区別のべ操業隻数

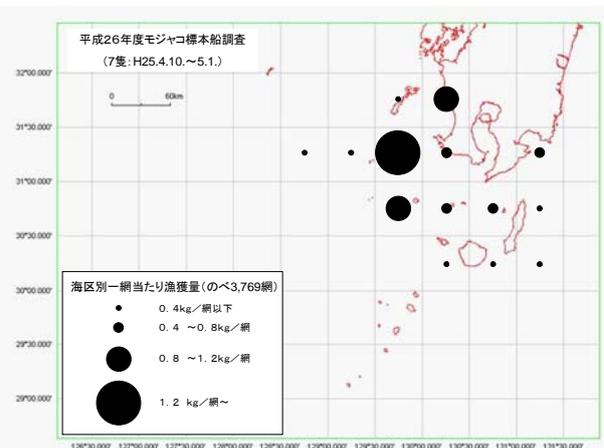


図5-2 標本船7隻による海区別一網あたり漁獲量

3 モジャコ採捕漁業の経過 (図6・7)

採捕許可期間 平成26年4月10日～5月2日(23日間)

許可隻数：118隻

国割当尾数：5,505千尾

需給契約尾数：5,143千尾

採捕尾数：4,646千尾(水産振興課報告,以下同じ)

需給契約尾数に対する充足率：90.3%

4月10日に解禁されたモジャコ漁は、流れ藻の数が多く、またモジャコのサイズが大きい分付着数は少なかったが、黒潮が大きく離岸することなく順調に採捕された。解禁後10日で充足率5割を超えた。終盤はモジャコのサイズが小さくなり付着数は増えた。漁は予定どおり5月2日に終了した。

最終的な充足率は90.3%で、時化の影響で漁が停滞する期間があったものの順調に採捕され続けたことから、昨年に続き好漁年であったといえる。

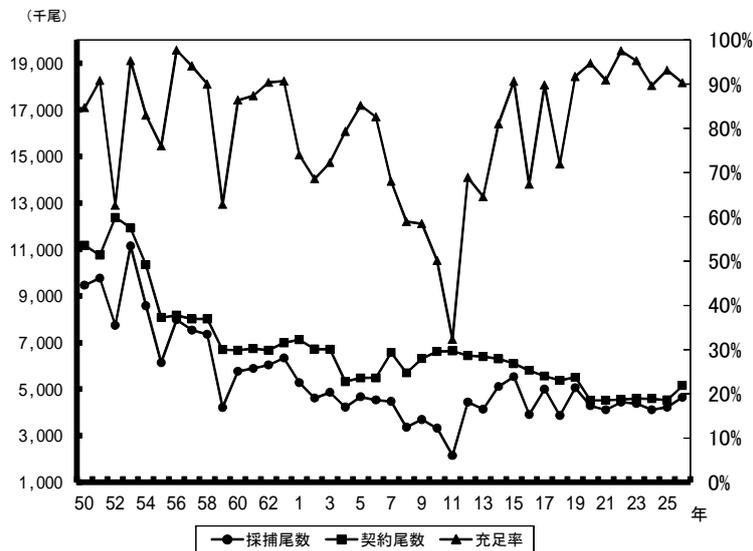


図6 モジャコ採捕数と割当数の経年変化

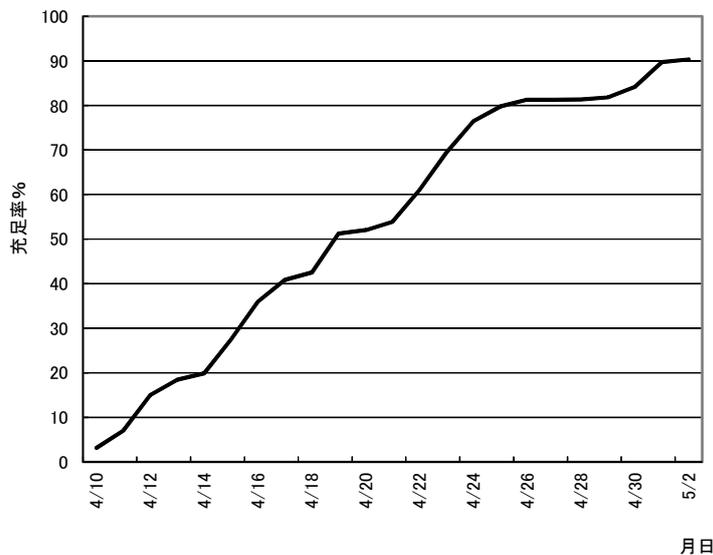


図7 充足率の推移(H26)

沿岸・近海漁業資源調査 - (漁場環境調査：魚礁調査)

野元 聡

【目 的】

人工魚礁の設置状況等を把握することにより，漁場の効率的利用を図るための知見を得る。

【方 法】

県下2地区（南さつま漁協，吹上町漁協）の計5カ所において水中テレビロボット（ROV）を用いて人工魚礁の設置状況等（配置，積み重ね状況，洗掘，埋没，付着生物，魚の蛸集状況）を調査した。

【結 果】

調査結果は以下のとおり。

地区名	南さつま市坊津町地先（南さつま漁協秋目支所）
調査日	平成23年3月23日
天気	晴
魚礁漁場名	平成8年度並型魚礁設置事業
魚礁機種	1.5m角形魚礁，FP魚礁
水深（m）	60
調査概要	1.5m角形魚礁の乱積み，およびFP魚礁の点在が確認された。 魚礁は一部埋没しており，場所によっては1mを超える大きな埋没が確認された。 魚礁の表面にはソフトコーラル類を主とする付着生物が見られた。 魚礁には，オオモンハタ，イサキなど多くの魚の蛸集が見られた。
確認された魚種	オオモンハタ，イシダイ，ヒラメ，イサキ，ネンブツダイ，サバフグ
埋没・損壊状況	1.5m角形魚礁では，1mを超える大きな埋没が確認された。 FP魚礁では，各魚礁20～30cm程度の軽微な埋没が確認された。

地区名	日置市吹上町地先（吹上町漁協）	
調査日	平成27年3月26日	
天気	晴れ	
魚礁漁場名	吹上育成礁 (H12～14広域漁場整備事業)	吹上保育礁 (H11,12広域漁場整備事業)
魚礁機種 (漁場番号:基数)	A T魚礁I型 (8基, 6基, 6基)	クリスタリ-フCN - 2B
水深(m)	34～37m	27m
調査概要	<p>育成礁ではAT魚礁，保育礁ではクリスタリ-フが点在しているのを確認。 透視度が低く，水中カメラによる目視がやや困難な状況で，魚影が映像に写り込むものの種判別には至らない魚もあった。 昨年網漁業等の操業に支障を来した，シオミドロの大量発生は見られなかった。 魚礁表面には，フジツボ類やソフトコーラルの着生が見られた。</p>	
確認された魚種	オオモンハタ，カワハギ，イサキ，カゴカキダイ，コロダイ，ミノカサゴ	マダイ，イサキ
埋没・損壊状況	10～20cm程度の軽微な埋設を確認。 育成礁では，ロープのようなものが絡まっているのを確認。	10～20cm程度の軽微な埋設を確認。

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：スジアラ資源生態調査)

穴道弘敏

【目的】

奄美海域において最も重要な沿岸魚類の一つであり、近年漁獲量が減少傾向にあるスジアラを対象に、漁獲量調査、精密測定調査、市場調査等を実施し、得られた基礎的知見から資源管理方策を検討・提言し、資源の合理的管理と持続的利用、及び種苗放流（栽培漁業）との相乗効果により漁業経営の安定化を図る。

【材料及び方法】

(1) 漁獲量調査

漁獲統計を集計し、奄美海域の各漁協の漁業実態を把握する。

(2) 精密測定調査

定期的にサンプルを購入し、尾叉長・体重・生殖腺重量等の測定を行う。
得られたサンプルから、成熟度の観察、耳石による年齢査定等を実施する。

(3) 市場調査

名瀬漁協市場等において体長測定および伝票調査（水揚仕切書データの集計）を実施し、漁獲物の体長・体重組成等を把握する。

【結果及び考察】

(1) 漁獲量調査

奄美海域における近年のスジアラの漁獲量は、H10年の12.0トン进行ピークに減少しており、H25年には4.8トンとなっている（大島支庁調べ）（図1）。

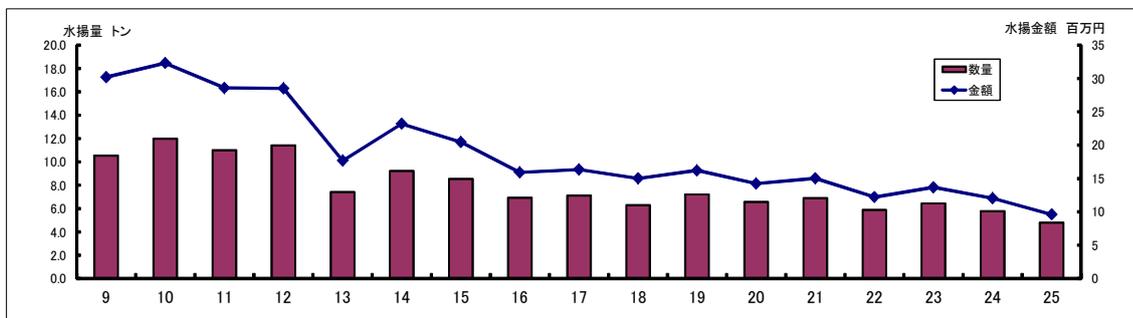


図1 奄美海域におけるスジアラの水揚量及び金額（大島支庁調べ）

(2) 精密測定調査

これまでに96尾の精密測定を行った（H27.5.20現在）。

その結果得られた尾叉長・体重関係（図2）によると、概ね尾叉長40cmで体重

1.0kg , 50cm で 2.0kg , 60cm で 3.5kg 程度であることが窺えた。

また、尾叉長 - GSI(生殖腺熟度指数)関係(図3)をみると、尾叉長約 45cm(体重約 1.5kg)以上の個体で生殖腺の発達が見られた。尾叉長 40cm(体重 1.0kg)未満の個体では、生殖腺の発達した個体はみられなかった。

さらに、月別 GSI をみると、生殖腺が発達する時期は 5 ~ 8 月で、この時期がスジアラの産卵期に相当すると考えられた。

以上の結果は、沖縄県産スジアラの成熟に関する知見(産卵期は 5 ~ 7 月、尾叉長 43.3cm、約 5 歳でメスの 50% が成熟)(Ebisawa, 2013)と概ね一致した。

その他、今後実施する予定の年齢、成熟に関する調査のため、耳石、骨組織及び生殖腺組織を保存した。

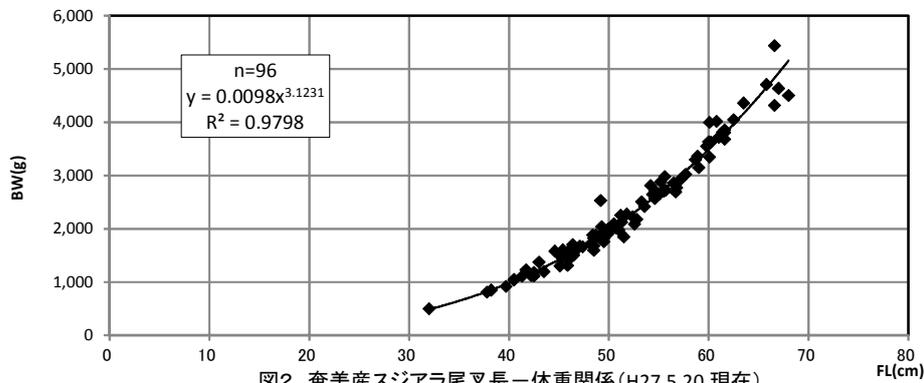


図2 奄美産スジアラ尾叉長-体重関係(H27.5.20.現在)

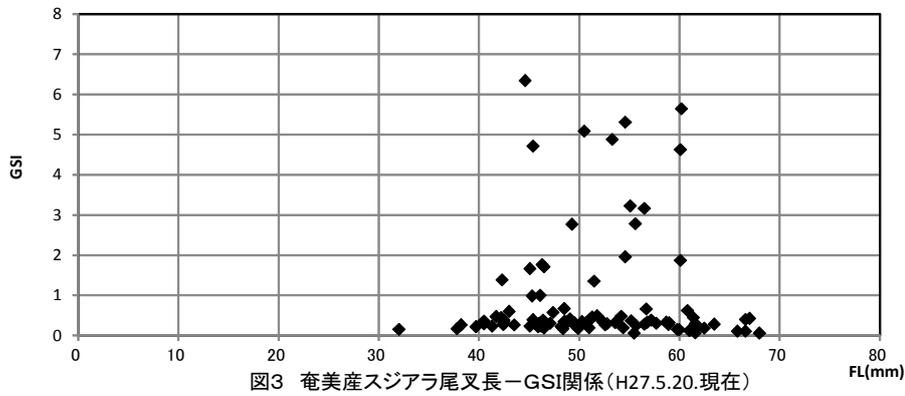


図3 奄美産スジアラ尾叉長-GSI関係(H27.5.20.現在)

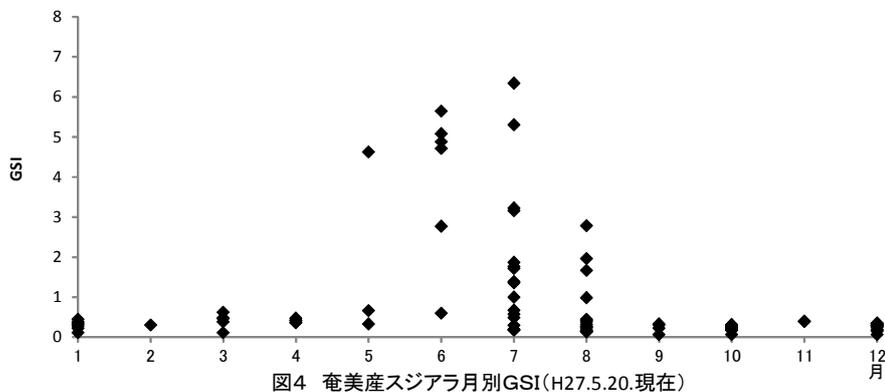


図4 奄美産スジアラ月別GSI(H27.5.20.現在)

(3) 市場調査

名瀬漁協市場における H25 年度の漁獲物体重組成(図5)をみると、1kg 台から 4kg 台が漁獲の主体であることが窺えた。また、漁獲物の一部には未成熟と考えられる

1kg 未満の個体が含まれていることが窺えた。

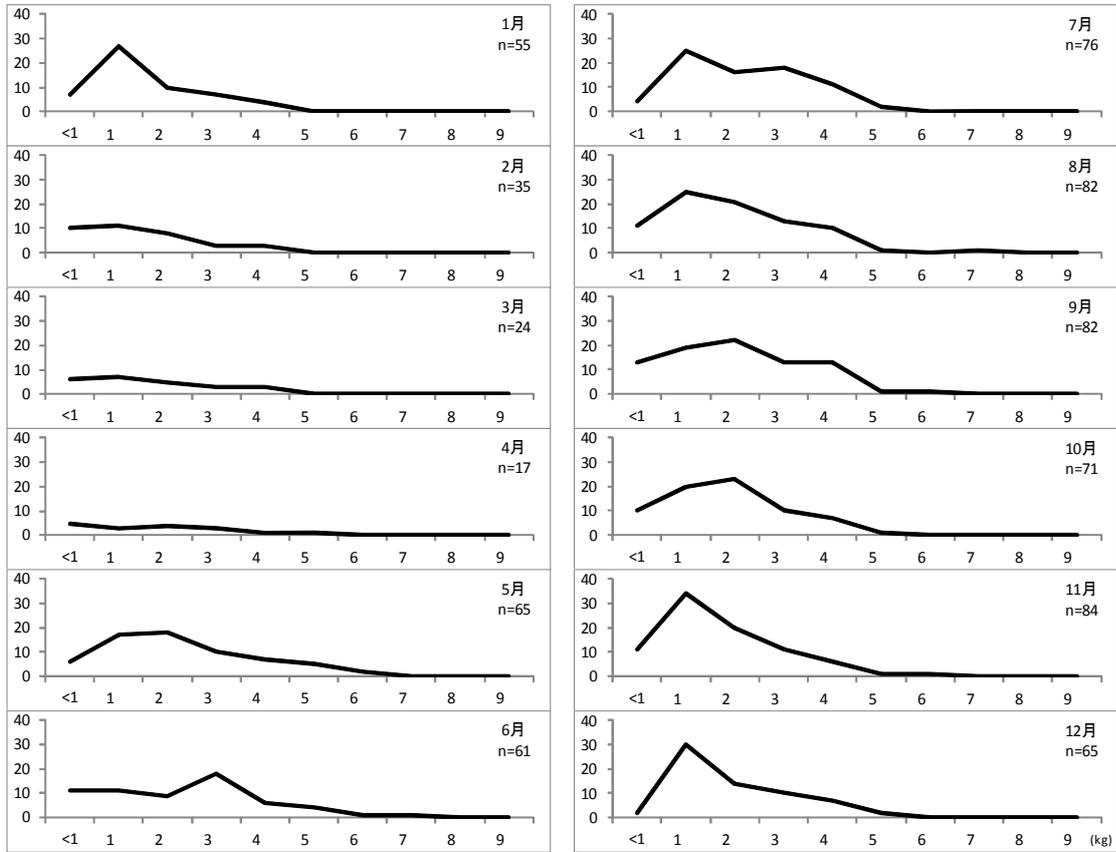


図5 スジアラ漁獲物体重組成(H25:名瀬漁協)

【参考文献】

Ebisawa A. (2013). Life history trait of leopard coralgrouper *Plectropomus leopardus* in the Okinawa Island, southwestern Japan. *Fisheris science*, 79, 911-921.

豊かな海づくり広域推進事業 - (マダイ)

野元 聡

【目的】

熊毛以北の本県沿岸海域において、マダイを対象とした栽培漁業の広域化と地域への定着を図るため、海域ごとの放流効果の把握、適正放流サイズの検討、適正放流手法の指導・普及を行う。

【方法】

1 漁獲量調査

県内の海域を「鹿児島湾」、「西北薩」、「佐多～南薩」、「志布志湾」の4海域に区分し、農林水産統計年報のデータから、各海域ごとの漁獲量を把握した。

2 放流効果調査

(1)放流魚（鼻孔連結魚）混獲状況調査

鹿児島市中央卸売市場魚類市場及び県内5カ所の漁協市場において、人工種苗特有の鼻孔連結を放流魚の指標として市場調査を実施（一部漁協の自主調査を含む）し、地区別の放流魚（鼻孔連結魚）混獲状況を把握した。

(2)年齢組成推定

市場調査において調査したマダイの体重データから天然・放流魚別にそれぞれ年齢分解し、海域別、天然・放流魚別年齢組成を把握した。

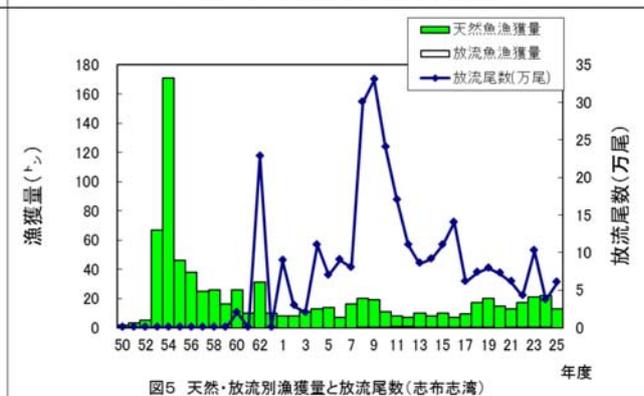
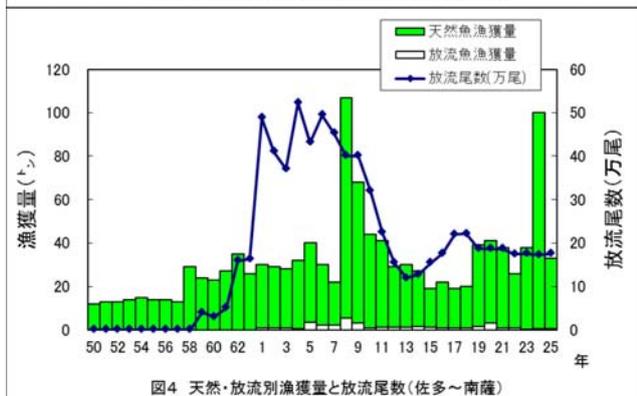
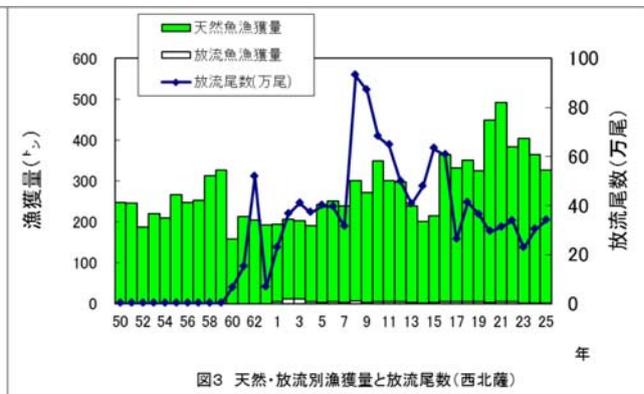
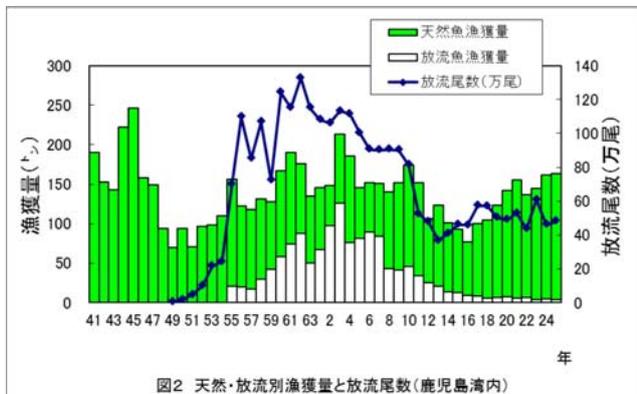
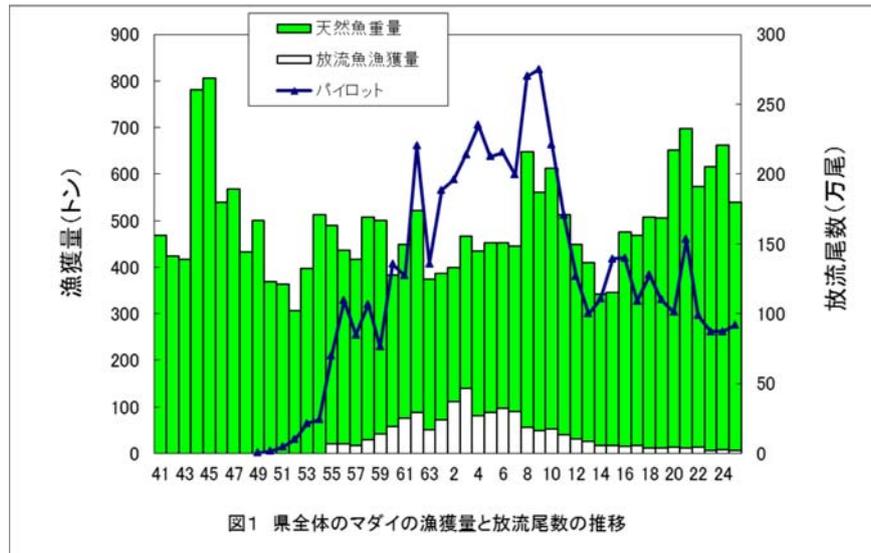
(3)経済効果推定

平成25年度までの海域別放流年群別累積回収重量及び金額を求め、放流年群ごとに放流経費と比較した。ただし、累積回収重量から累積回収金額を推定する際に使用する平均単価は、放流年度から平成25年度までの鹿児島中央市場年報のマダイ単価（養殖魚をのぞく）の平均値を用いた。

【結果及び考察】

1 漁獲量調査

図1から図5に昭和41年（県全体、鹿児島湾以外の海域は昭和50年）から平成25年までの海域別漁獲量の推移を示した。鹿児島県全体の漁獲量は、昭和45年に過去最高の806トン記録した後、昭和52年には306トンまで落ち込んだが、その後は概ね400～500トンの間で推移した。平成8年には648トンまで回復したものの、以降減少が続き平成14年には343トンまで落ち込んだ。しかし、その後は増加傾向に転じ、平成21年には698トンまで増加した。平成25年は540トンと前年（662トン）を下回ったが比較的高い水準を維持している。



2 放流効果調査

(1) 放流魚（鼻孔連結魚）混獲状況調査

平成26年度県全体で調査したマダイは87,365尾、総重量は129,012kgであった。そのうち、放流魚（鼻孔連結魚）は501尾（混獲率0.6%）、815.0kg（混獲率0.6%）であった。

鼻孔連結補正後の放流魚混獲率の海域別の推移を表1に示す。各海域の鼻孔連結補正後の混獲率は、尾数比では湾奥1.51%、湾央1.20%、佐多～南薩0.58%、西北薩0.57%、志布志湾0.14%、重量比では湾奥2.08%、湾央1.37%、佐多～南薩0.71%、西北薩0.52%、志布志湾0.38%となった。

鹿児島湾内での混獲率が平成13年度以降減少傾向にあり、平成16年度以降は10%以下と低水準で推移している(図6)。

この要因としては、放流尾数の減少、海面生簀での中間育成の廃止による種苗性(自然環境への適応能力等)の低下、放流サイズの70mmから55mmへの小型化等が考えられる。

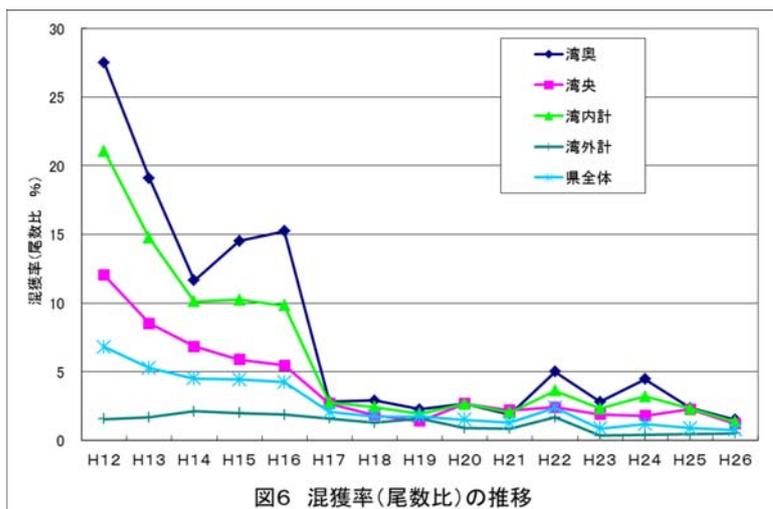


表1 海域別の混獲率の推移

(尾数比)									(%)
年度	湾奥	湾央	湾内計	佐多南薩	西北薩	志布志湾	湾外計	熊毛	県全体
H12	27.49	12.03	21.05	3.67	1.03	6.70	1.56	0.44	6.79
H13	19.10	8.51	14.73	4.12	1.04	3.84	1.68	0.91	5.27
H14	11.65	6.84	10.11	5.51	1.43	2.66	2.12	0.22	4.51
H15	14.51	5.89	10.24	6.28	1.24	1.64	1.99	0.40	4.44
H16	15.23	5.48	9.81	3.17	1.35	3.49	1.87	0.77	4.24
H17	2.81	2.70	2.77	3.09	1.02	2.00	1.61	0.22	2.08
H18	2.90	1.85	2.43	3.49	1.08	0.45	1.29	0.59	1.76
H19	2.26	1.40	1.94	3.70	1.46	0.29	1.61	0.80	1.75
H20	2.66	2.68	2.67	3.22	0.58	0.36	0.88	0.00	1.51
H21	1.91	2.19	2.04	3.17	0.58	0.47	0.88	1.12	1.28
H22	5.01	2.42	3.61	2.98	1.36	1.55	1.68	0.72	2.38
H23	2.81	1.89	2.31	0.69	0.32	0.36	0.34	0.00	0.88
H24	4.46	1.80	3.20	0.72	0.37	0.54	0.40	0.00	1.19
H25	2.36	2.26	2.31	1.17	0.42	0.29	0.44	0.00	0.88
H26	1.51	1.20	1.37	0.58	0.57	0.14	0.52	0.00	0.78

(重量比)									(%)
年度	湾奥	湾央	湾内計	佐多南薩	西北薩	志布志湾	湾外計	熊毛	県全体
H12	31.08	14.77	23.75	4.80	1.38	9.37	2.29	0.48	9.57
H13	22.86	10.36	17.10	4.11	1.09	4.19	1.81	0.69	7.16
H14	16.90	9.25	13.64	5.21	1.09	2.95	2.03	0.18	5.60
H15	17.28	10.47	13.50	6.30	1.11	2.19	2.16	0.38	5.96
H16	18.07	7.17	12.18	3.73	1.19	4.09	2.03	0.38	5.43
H17	10.21	5.90	7.99	4.37	1.31	3.15	2.25	0.14	4.19
H18	8.09	2.97	5.09	4.70	1.23	0.76	1.91	0.36	3.08
H19	8.20	2.44	5.12	3.84	1.38	0.49	1.70	0.75	3.07
H20	6.12	3.97	5.14	8.02	0.79	0.54	1.35	0.00	2.76
H21	4.05	3.86	3.96	2.35	0.88	0.87	1.08	1.33	2.13
H22	7.29	3.32	5.11	3.15	1.48	2.26	1.86	1.22	2.97
H23	3.22	2.25	2.69	0.94	0.43	0.52	0.46	0.00	1.01
H24	4.13	1.75	2.96	0.47	0.51	0.83	0.55	0.00	1.24
H25	2.78	2.05	2.44	1.34	0.49	0.59	0.51	0.00	0.94
H26	2.08	1.37	1.77	0.71	0.52	0.38	0.52	0.00	0.86

*湾外計には熊毛海域を含まない。

(2)年齢組成推定

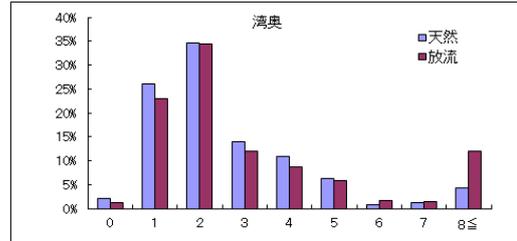
年齢組成推定結果を表2に示す。

各海域の年齢組成をみると、熊毛を除くすべての海域でモードは1, 2歳魚にある。また、マダイの寿命は20歳かそれ以上と考えられており、8歳以上の高年齢魚の漁獲も多い。

マダイは3歳程度で約1kgとなり産卵を開始すると考えられているので、マダイが産卵を開始する前に、その多くが漁獲されていると考えられる。

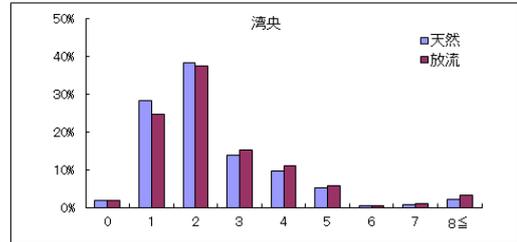
表2 平成26年度市場調査魚海域別年齢組成
A(湾奥)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	302	2	304	2.14%	0.01%	2.15%	2.16%	1.17%	2.15%
1	3,645	36	3,681	25.83%	0.25%	26.08%	26.12%	22.88%	26.08%
2	4,834	54	4,888	34.25%	0.38%	34.63%	34.64%	34.36%	34.63%
3	1,952	19	1,970	13.83%	0.13%	13.96%	13.98%	11.95%	13.96%
4	1,510	14	1,524	10.70%	0.10%	10.80%	10.82%	8.72%	10.80%
5	861	9	871	6.10%	0.07%	6.17%	6.17%	5.86%	6.17%
6	98	3	100	0.69%	0.02%	0.71%	0.70%	1.68%	0.71%
7	171	2	173	1.21%	0.02%	1.22%	1.22%	1.38%	1.22%
8≤	584	19	603	4.14%	0.13%	4.27%	4.18%	12.00%	4.27%
合計	13,956	157	14,113	98.89%	1.11%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



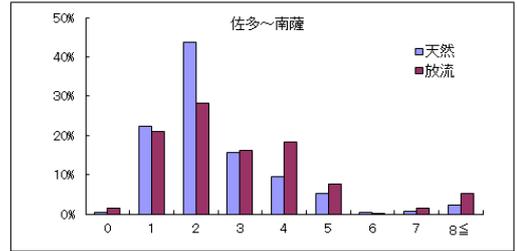
B(湾中央)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	229	2	231	1.82%	0.02%	1.84%	1.84%	1.72%	1.84%
1	3,514	27	3,541	28.00%	0.22%	28.22%	28.25%	24.63%	28.22%
2	4,740	41	4,781	37.77%	0.33%	38.10%	38.10%	37.27%	38.10%
3	1,722	17	1,739	13.72%	0.13%	13.85%	13.84%	15.14%	13.85%
4	1,181	12	1,194	9.41%	0.10%	9.51%	9.50%	11.00%	9.51%
5	642	6	648	5.11%	0.05%	5.16%	5.16%	5.69%	5.16%
6	49	0	49	0.39%	0.00%	0.39%	0.39%	0.30%	0.39%
7	98	1	99	0.78%	0.01%	0.79%	0.79%	0.95%	0.79%
8≤	265	4	269	2.11%	0.03%	2.14%	2.13%	3.29%	2.14%
合計	12,439	111	12,550	99.12%	0.88%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



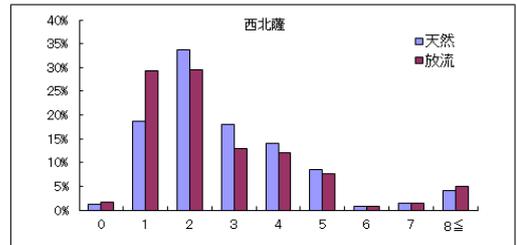
C(佐多～南薩)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	9	0	9	0.42%	0.01%	0.42%	0.42%	1.58%	0.42%
1	470	2	472	22.11%	0.09%	22.20%	22.20%	21.01%	22.20%
2	926	3	929	43.56%	0.12%	43.68%	43.75%	28.23%	43.68%
3	329	1	331	15.48%	0.07%	15.55%	15.54%	16.19%	15.55%
4	203	2	204	9.54%	0.08%	9.62%	9.58%	18.37%	9.62%
5	109	1	109	5.11%	0.03%	5.14%	5.13%	7.75%	5.14%
6	8	0	8	0.39%	0.00%	0.39%	0.39%	0.15%	0.39%
7	16	0	16	0.74%	0.01%	0.75%	0.75%	1.44%	0.75%
8≤	47	0	48	2.23%	0.02%	2.25%	2.24%	5.28%	2.25%
合計	2,117	9	2,126	89.58%	0.42%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



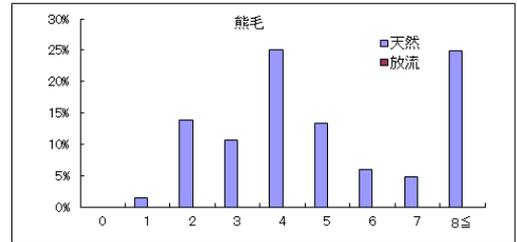
D(西北薩)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	586	3	590	1.13%	0.01%	1.14%	1.14%	1.60%	1.14%
1	9,599	63	9,662	18.52%	0.12%	18.64%	18.60%	29.19%	18.64%
2	17,374	64	17,437	33.52%	0.12%	33.64%	33.66%	29.42%	33.64%
3	9,277	28	9,305	17.90%	0.05%	17.95%	17.97%	13.00%	17.95%
4	7,212	26	7,237	13.91%	0.05%	13.96%	13.97%	11.95%	13.96%
5	4,344	16	4,361	8.38%	0.03%	8.41%	8.42%	7.60%	8.41%
6	366	2	367	0.71%	0.00%	0.71%	0.71%	0.86%	0.71%
7	698	3	701	1.35%	0.01%	1.35%	1.35%	1.50%	1.35%
8≤	2,163	11	2,174	4.17%	0.02%	4.19%	4.19%	4.88%	4.19%
合計	51,818	217	51,835	99.58%	0.42%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



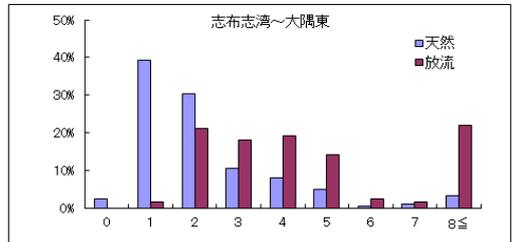
E(熊毛)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	0	0	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1	0	0	0.10	1.43%	0.00%	1.43%	1.43%	0.00%	1.43%
2	1	0	0.97	13.90%	0.00%	13.90%	13.90%	0.00%	13.90%
3	1	0	0.75	10.69%	0.00%	10.69%	10.69%	0.00%	10.69%
4	2	0	1.75	24.98%	0.00%	24.98%	24.98%	0.00%	24.98%
5	1	0	0.94	13.39%	0.00%	13.39%	13.39%	0.00%	13.39%
6	0	0	0.42	6.02%	0.00%	6.02%	6.02%	0.00%	6.02%
7	0	0	0.33	4.72%	0.00%	4.72%	4.72%	0.00%	4.72%
8≤	2	0	1.74	24.88%	0.00%	24.88%	24.88%	0.00%	24.88%
合計	7	0	7	100.00%	-	100.00%	100.00%	-	100.00%



F(志布志湾～大隅東)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	169	0	169	2.51%	0.00%	2.51%	2.51%	0.00%	2.51%
1	2,642	0	2,642	39.23%	0.00%	39.23%	39.27%	1.66%	39.23%
2	2,043	1	2,044	30.34%	0.02%	30.36%	30.37%	20.97%	30.36%
3	702	1	704	10.43%	0.02%	10.45%	10.44%	18.14%	10.45%
4	545	1	546	8.09%	0.02%	8.11%	8.10%	19.21%	8.11%
5	319	1	320	4.74%	0.01%	4.76%	4.75%	14.03%	4.76%
6	33	0	33	0.49%	0.00%	0.50%	0.49%	2.43%	0.50%
7	61	0	62	0.91%	0.00%	0.91%	0.91%	1.52%	0.91%
8≤	212	2	214	3.15%	0.02%	3.18%	3.16%	22.06%	3.18%
合計	6,727	7	6,734	99.90%	0.10%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



(3) 経済効果推定

海域別放流魚累積回収状況を表3に示す。

鹿児島湾内の放流マダイ累積回収状況は、平成17年度放流群では、放流尾数535千尾に対し、平成25年度までの推定回収尾数は2,707尾で、回収率は0.51%となった。また、推定回収重量は約2,600kg、推定回収金額は約2,967千円となり、放流経費19,672千円に対する経済効果は約0.15倍と推計された。

同じく鹿児島湾外各域の平成17年度放流マダイの平成25年度までの累積回収状況は、佐多～南薩海域では、放流尾数223千尾に対し推定回収尾数1,049尾で回収率0.47%、回収重量約972kg、回収金額1,109千円、放流経費に対する経済効果は約0.14倍、西北薩海域では放流尾数231千尾に対し推定回収尾数3,187尾で回収率1.38%、回収重量約3,187kg、回収金額2,895千円、放流経費に対する経済効果は約0.34倍、志布志湾海域では放流尾数61千尾に対し推定回収尾数104尾で回収率0.17%、推定回収重量約121kg、回収金額138千円、放流経費に対する経済効果は約0.06倍と推計された。

表3 海域別放流魚累積回収状況

鹿児島湾海域(平成17年度放流群)					
放流経費(千円)		¥19,672	鼻孔連結出現率		87.3%
放流尾数(千尾)		535			
		再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
再 捕 年 度 ・ 尾 数	H17	101	116	0.02	2.8
	H18	870	997	0.19	189.7
	H19	603	691	0.54	372.7
	H20	198	227	1.05	238.5
	H21	232	266	1.69	448.3
	H22	201	230	2.40	553.7
	H23	24	27	3.17	86.4
	H24	22	25	3.94	98.0
	H25	113	129	4.71	609.6
		合計	2,363	2,707	
平均単価				¥1,141.3	
回収金額				¥2,967,027	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.51%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.15	

西北薩海域(平成17年度放流群)					
放流経費(千円)		¥8,494	鼻孔連結出現率		87.3%
放流尾数(千尾)		231			
		再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
再 捕 年 度 ・ 尾 数	H17	45	52	0.02	1.2
	H18	565	647	0.19	123.1
	H19	1,469	1,683	0.54	908.1
	H20	220	252	1.05	265.0
	H21	292	334	1.69	564.3
	H22	126	144	2.40	347.1
	H23	8	9	3.17	28.1
	H24	13	15	3.94	59.8
	H25	44	51	4.71	239.7
		合計	2,782	3,187	
平均単価				¥1,141.3	
回収金額				¥2,894,733	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				1.38%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.34	

佐多～南薩海域(平成17年度放流群)					
放流経費(千円)		¥8,200	鼻孔連結出現率		87.3%
放流尾数(千尾)		223			
		再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
再 捕 年 度 ・ 尾 数	H17	0	0	0.02	0.0
	H18	56	64	0.19	12.1
	H19	274	314	0.54	169.4
	H20	507	581	1.05	610.7
	H21	52	60	1.69	100.5
	H22	23	27	2.40	64.7
	H23	1	2	3.17	5.0
	H24	1	1	3.94	4.8
	H25	1	1	4.71	4.6
		合計	915	1,049	
平均単価				¥1,141.3	
回収金額				¥1,109,036	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.47%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.14	

志布志湾海域(平成17年度放流群)					
放流経費(千円)		¥2,243	鼻孔連結出現率		87.3%
放流尾数(千尾)		61			
		再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
再 捕 年 度 ・ 尾 数	H17	8	9	0.02	0.2
	H18	28	33	0.19	6.2
	H19	21	24	0.54	13.0
	H20	5	6	1.05	6.0
	H21	2	2	1.69	3.9
	H22	14	16	2.40	38.6
	H23	5	6	3.17	18.8
	H24	3	3	3.94	11.7
	H25	4	5	4.71	22.9
		合計	90	104	
平均単価				¥1,141.3	
回収金額				¥138,452	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.17%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.06	

豊かな海づくり広域推進事業 - (ヒラメ)

野元 聡

【目 的】

本調査は、熊毛海域、奄美海域を除く県下全域で実施されているヒラメの種苗放流事業の放流効果を検討した。

【方 法】

1 漁獲量調査

県内の海域を「鹿児島湾」、「八代海」、「西部海域」、「東部海域」の4海域に区分し、農林水産統計年報のデータから、各海域ごとの漁獲量を把握した。

2 放流効果調査

(1) 放流尾数の推移

これまで得られているデータから、放流尾数の推移を把握した。

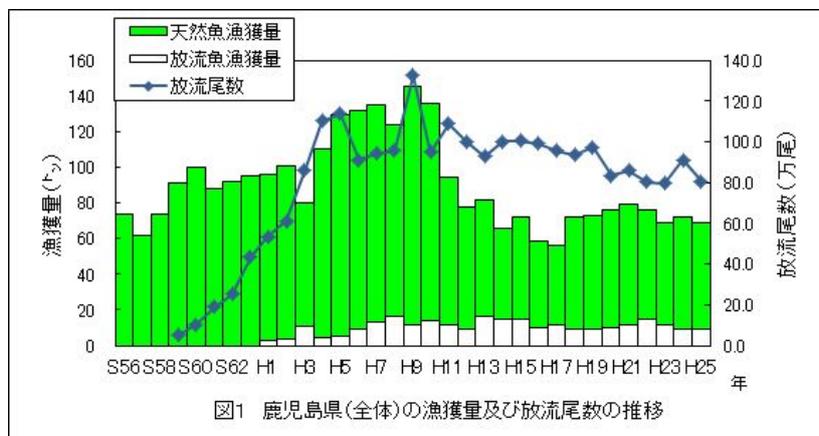
(2) 混獲率の推移

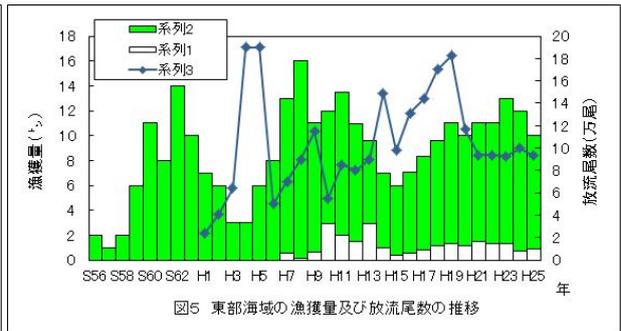
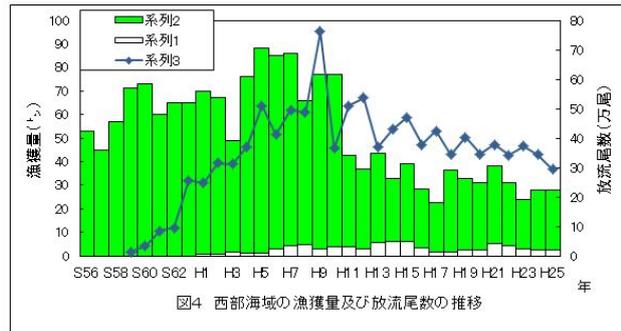
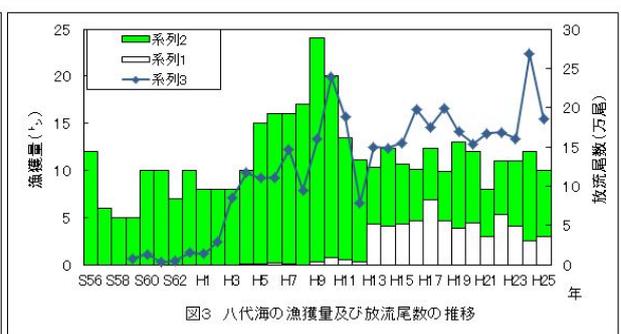
鹿児島市中央卸売市場魚類市場及び県内8カ所の漁協市場等において、人工種苗特有の体色異常を放流魚の指標として市場調査を実施(一部漁協の自主調査を含む)し、地区別の放流魚混獲状況を把握した。

【結果及び考察】

1 漁獲量調査

図1から図5に昭和56年から平成25年までの海域別漁獲量の推移を示した(農林水産統計)。鹿児島県全体の漁獲量は平成9年までは増加傾向にあり、同年に過去最高の147トン記録したが、平成10年以降は減少傾向に転じ平成17年には56トンにまで低下した。平成18年以降は70トン前後で推移しており、平成25年は県全体で69トンと前年(72トン)よりやや減少した。





* 八代海及び東部海域はH13年度以降充実した調査が行われており、H12年度以前の天然・放流別漁獲量の区分は参考データとする。

2 放流効果調査

(1) 放流尾数の推移

図6に放流尾数の推移を示した。鹿児島県におけるヒラメ栽培漁業の歴史は、栽培漁業センターで昭和55年度から県単独事業によって実施されたヒラメ種苗生産試験が始まりである。翌昭和56年から生産された種苗の一部を放流用に供していた。昭和60年度から国の補助を受け放流技術開発事業を笠沙、東市来町を中心に5カ年間にわたって

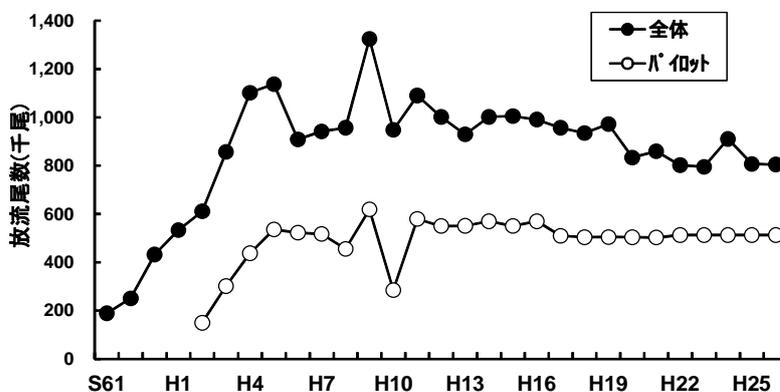


図6 ヒラメ種苗放流数の経年変化

実施した。平成2年度から広域栽培パイロット事業が西薩海域を中心に開始され、平成3年度は鹿児島湾内（鹿児島市より北側の湾奥部を除く）、南薩、大隅の一部、平成4年度は北薩と甕島、平成5年度には大隅の残った地区が追加され年々実施海域を拡大し、平成8年度には県内41カ所で52万尾の種苗放流が実施された。平成9年度からは回遊性資源増大パイロット事業が開始され、これまで実施していなかった鹿児島湾奥、熊毛地区を加え、奄美地区を除く県下全域での放流が実施された。平成14年度以降、熊毛海域では放流は実施されていないが、平成26年度の県内の放流実績は51.3万尾、放流サイズは約81mmであった。上記パイロット事業以外でも、放流効果の認識が強く、各地域で放流事業が展開されており、県全体では約81万尾の放流が実施された。

(2) 混獲率の推移

表2に海域別の補正後の推定放流魚混獲率の経年変化を示した。

平成26年度は、尾数比で八代海が29.4%（重量比32.9%）、西部海域が9.3%（重量比11.4%）、鹿児島湾内が18.0%（重量比19.8%）、東部海域が8.9%（重量比10.2%）となり、県全体では14.4%（重量比16.7%）となった。

表2 海域別放流ヒラメ混獲率の推移(体色異常補正後)

年	尾数比(%)					重量比(%)				
	八代海	西部海域	鹿児島湾	東部海域	県全体	八代海	西部海域	鹿児島湾	東部海域	県全体
H1		0.9	26.8				1.1	15.9		
H2		1.3	23.9				1.0	15.5		
H3		3.8	46.4				3.6	43.5		
H4		1.2	19.6				1.2	17.4		
H5		1.6	23.2				1.5	20.3		
H6		2.9	35.3				3.3	27.7		
H7		3.9	47.5				5.0	41.0		
H8		5.3	49.2				6.9	47.1		
H9		3.0	20.9				3.7	24.9		
H10		4.8	19.0				5.2	22.7		
H11		6.2	21.4				8.5	22.2		
H12		7.6	22.0				8.3	22.5		
H13	43.5	12.6	25.4	29.6	27.8	41.5	12.9	21.9	30.8	26.8
H14	36.1	16.7	27.1	10.0	22.5	33.3	18.8	23.8	13.8	22.4
H15	45.7	12.6	22.7	4.8	21.5	40.9	15.1	22.6	6.6	21.3
H16	46.4	10.4	13.9	7.1	20.3	45.9	11.1	14.5	7.7	21.2
H17	57.2	5.3	20.3	9.2	24.9	56.1	6.0	20.2	10.1	24.7
H18	42.2	3.7	11.6	11.3	18.3	46.8	4.2	11.8	11.5	19.5
H19	25.0	6.1	11.4	11.8	12.8	29.8	7.2	10.6	12.0	14.1
H20	39.1	6.2	11.4	11.8	14.1	36.7	7.5	10.4	11.4	14.2
H21	33.0	12.4	10.0	11.8	17.7	36.4	13.8	10.2	13.1	18.7
H22	46.0	12.4	16.2	11.2	20.4	48.5	14.4	15.4	12.0	20.9
H23	32.6	9.7	13.8	7.6	14.6	36.8	12.2	14.5	10.2	17.0
H24	17.3	6.6	13.3	5.3	10.0	21.2	8.2	16.5	6.2	12.7
H25	28.2	7.4	10.7	9.4	11.7	29.8	9.5	13.2	9.2	13.3
H26	29.4	9.3	18.0	8.9	14.4	32.9	11.4	19.8	10.2	16.7

八代海：出水～東町 西部海域：長島～かい糸い 鹿児島湾：山川～佐多岬
 東部海域：船間～志布志

漁場環境部

赤潮総合対策調査事業 - (有害・有毒プランクトン情報伝達事業)

西 広海・保科圭佑

【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：4～7月 2回/月，8～翌3月 1回/月の計16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

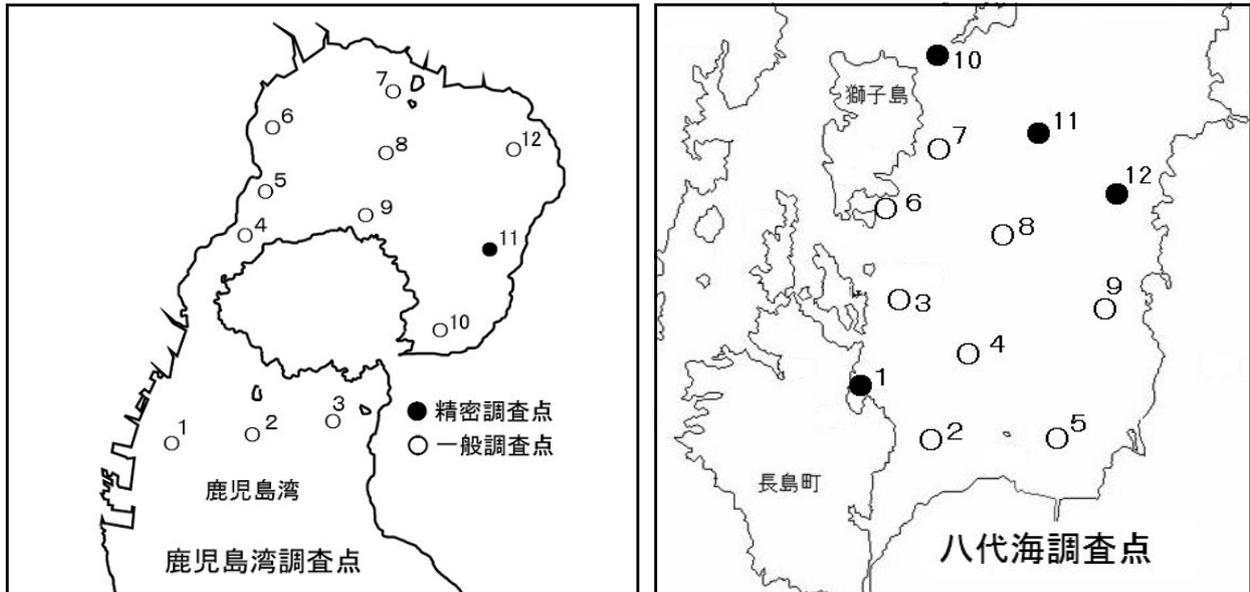
2) 八代海

調査回数：4, 5月 1回/月，6～9月 2～3回/月，10～12月，翌3月 1回/月の計16回
 (他事業分を含む)

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

貝毒原因プランクトンのモニタリング調査を、奄美大島で実施した。

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，赤潮研修会を開催した。

【結果】

1 赤潮被害防止対策調査

平成26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，6月以降に珪藻類が増加して下旬にはピークとなった。8月以降は9月中旬に珪藻類がやや増加したほかは，概ね低水準で推移した。湾奥部では，6月以降に珪藻類が増加して下旬にピークとなった。7月中旬以降はプランクトンの細胞密度は低水準だったが，9月中旬に一時的増加し，その後は低水準で推移した。

6月下旬～7月上旬には湾奥部で *C.marina* が赤潮を形成した。5月下旬から *C.marina* が確認（1cell/ml）されていたが，6月23日に湾奥部の牛根地先や桜島沿岸に *C.marina* によるパッチ状の着色がみられ，最高1,600cells/mlであった。6月下旬までは潮目に小規模な着色域が確認された。7月にはいい細胞密度は低密度ながら増減したが，7月7日にパッチ状の着色域が確認さ

れたのを最後に見られなくなり、終息した。

山川湾では12月5日に *Pseudochattonella verruculosa* が初めて確認されたが、その後の細胞密度は低水準で推移した。2月19日に湾奥部で最高57cells/ml確認したため、赤潮注意報を発令し、翌21日には本種が最高83cells/ml確認されたが、その後細胞密度は低下し、2月26日を最後に確認されなくなった。

(2)海象

表層水温は概ね平年並みかやや低めで推移した。表層水温の最高値は7月下旬の湾中部で28.7、最低値は3月の湾奥部で15.3であった。湾奥部では表層と30m層の水温差から6月から9月にかけて成層が形成されたと考えられる。また10月以降の水温がほぼ等しくなっていることから、鉛直混合が活発になり、成層が崩れたと考えられる(図-1,-2)。

表層塩分は、湾奥部では降雨の影響で6月下旬から7月下旬にかけて30を下回ったが、全体的に平年並みからやや高めで推移した(図-3,-4)。

透明度は春季・夏季にかけて低下し、冬季にかけて上昇する例年と同様の傾向で推移した。最高値は3月の湾中部で19.0m、最低値は6月下旬の湾奥部で3.3mであった。

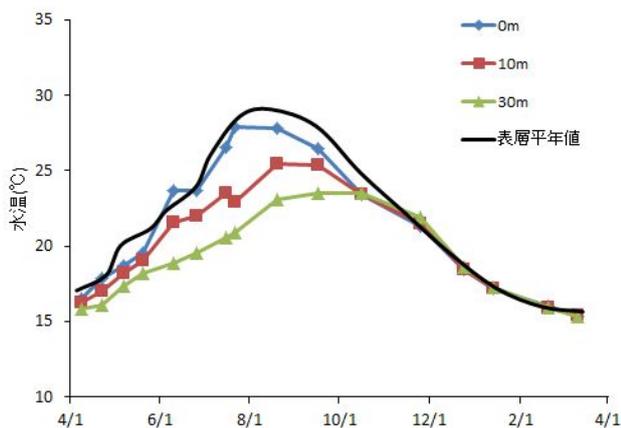


図-1 鹿児島湾奥部の水温の経月変化(9定点平均)

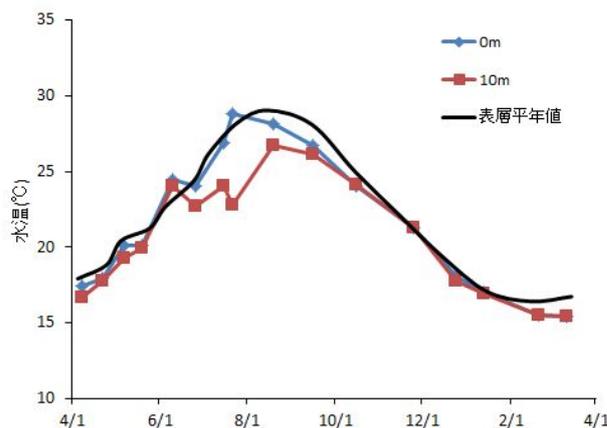


図-2 鹿児島湾中部の水温の経月変化(3定点平均)

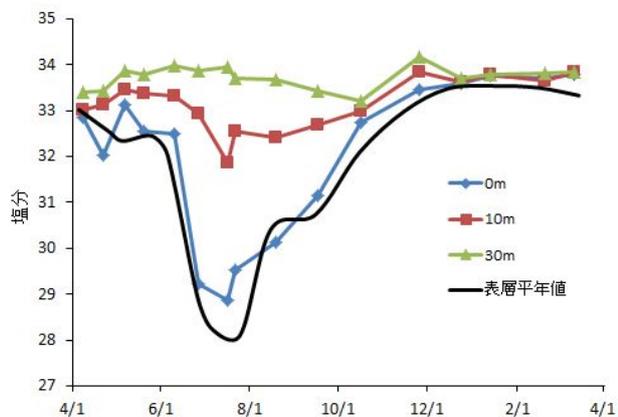


図-3 鹿児島湾奥部の塩分の経月変化(9定点平均)

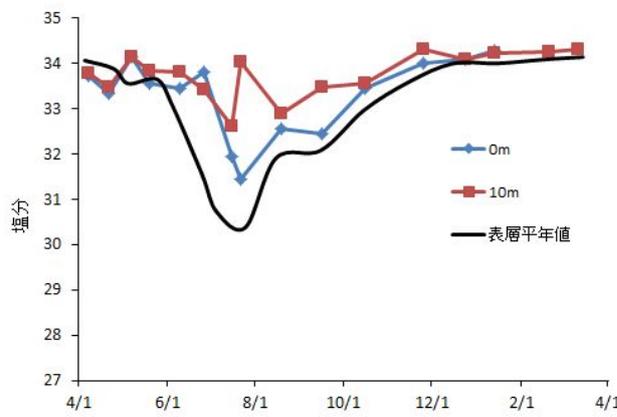


図-4 鹿児島湾中部の塩分の経月変化(3定点平均)

(3)水質

表層DINは平年より低め、表層DIPはほぼ平年並みで推移した。表層の最大値はDIN, DIPともに1月でそれぞれ10.0 $\mu\text{g-at/L}$, 1.03 $\mu\text{g-at/L}$, 最小値はDINでは6月下旬で0.1 $\mu\text{g-at/L}$, DIPで5月下旬の0.01 $\mu\text{g-at/L}$ であった。また, 8月から10月の湾奥部において, 30m層でDIN, DIPとも高くなった(図-5, -6, -7, -8)。

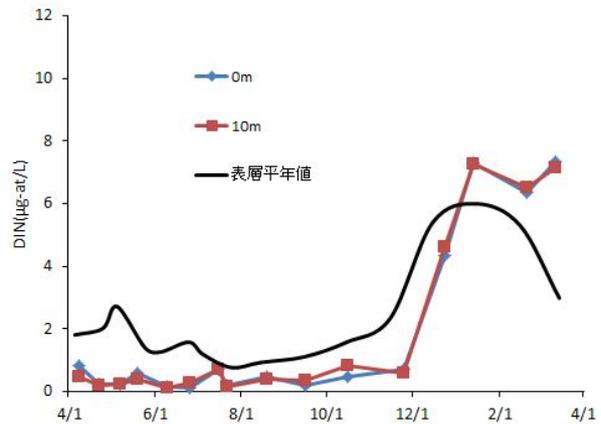
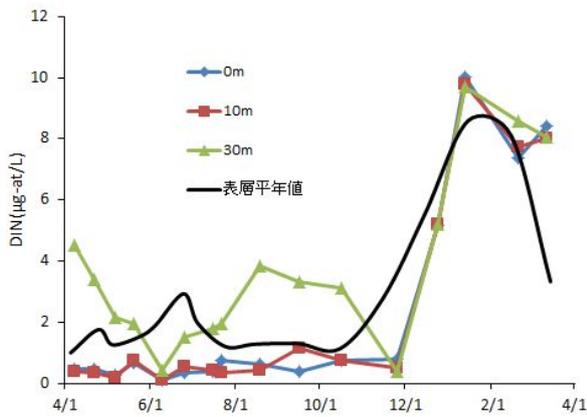


図-5 鹿児島湾奥部のDINの経月変化(9定点平均) 図-6 鹿児島湾中央部のDINの経月変化(3定点平均)

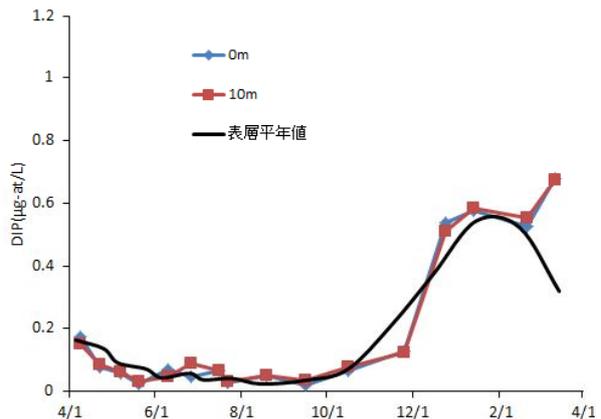
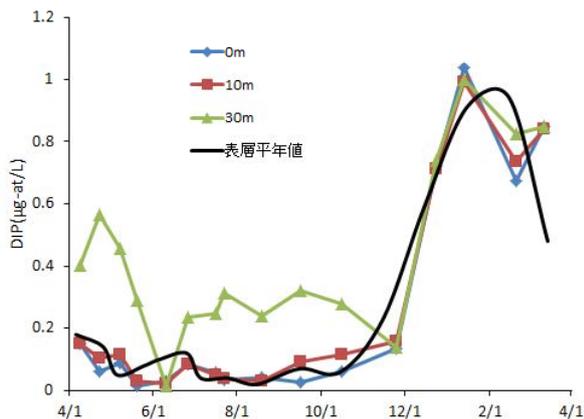


図-7 鹿児島湾奥部のDIPの経月変化(9定点平均) 図-8 鹿児島湾中央部のDIPの経月変化(3定点平均)

2) 八代海

(1) プランクトンの状況

珪藻類は6月下旬から7月下旬まで概ね高水準で推移した。8月以降は10月下旬に増加したものの、概ね低水準で推移した。

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, 7月に *C. polykrikoides* による赤潮が八代海中部で発生した。なお *Chattonella antiqua* は八代海南部では低密度で推移し, 赤潮は発生しなかった。

(2) 海象

表層水温は5, 7月下旬を除き全体的に低めで推移した。最高値は7月下旬の28.0, 最低値は3月の13.0であった。表層と10m層の水温差より6月下旬を中心に成層が発達したと考えられる。また, 9月上旬には表層から底層までの水温がほぼ等しくなっていることから, 鉛直混合が盛んに生じ, 成層が解消されたと考えられる(図-9)。

表層塩分は梅雨時期の降雨が少なかったことから、調査期間を通して30を下回ることがなく、全体的に平年よりも高めで推移した。表層塩分の最高値は3月で34.5、最低値は6月下旬で30.0であった（図-10）。

表層の溶存酸素量の最高値は3月で8.6mg/L、最低値は8月下旬で6.3mg/Lであった。

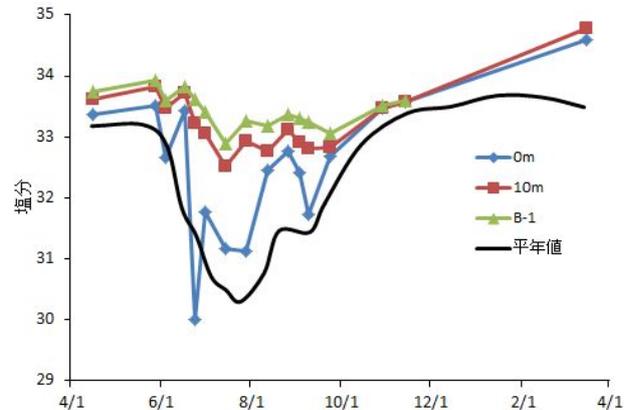
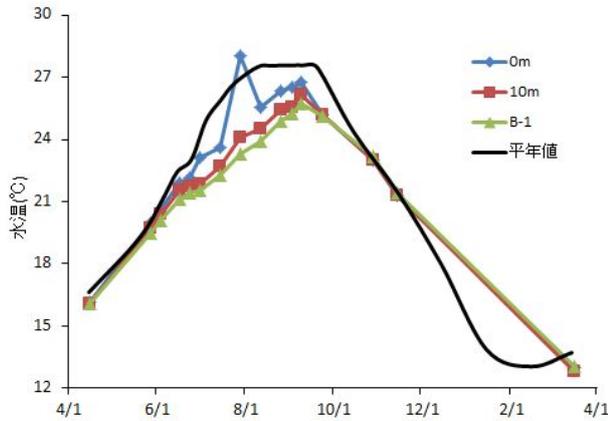


図-9 八代海南部の水温の経月変化（12定点平均）

図-10 八代海南部の塩分の経月変化（12定点平均）

(3)水質

DINは調査日前後に降雨のあった6月下旬にやや高い値を示したが、その他の月では全体的に低濃度で推移した。DIPは全体的に平年並みからやや高めで推移した。表層での最高値はDINは6月下旬で2.8 $\mu\text{g-at/L}$ 、DIPが11月で0.33 $\mu\text{g-at/L}$ 、最低値はDINが3月で0.25 $\mu\text{g-at/L}$ 、DIPが8月上旬で0.02 $\mu\text{g-at/L}$ であった（図-11、-12）。

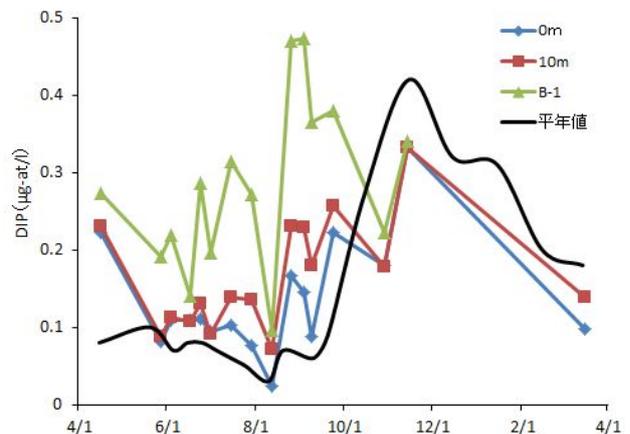
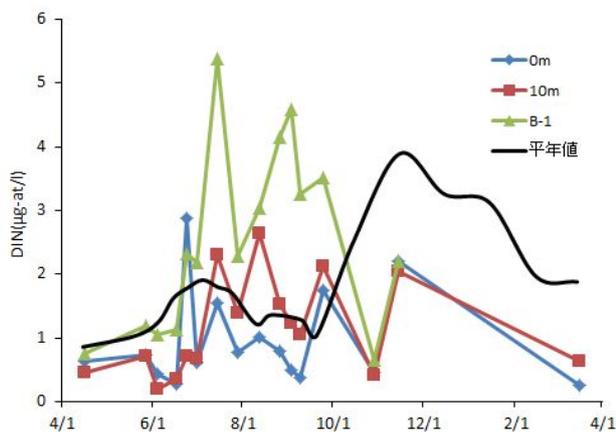


図-11 八代海南部のDINの経月変化（12定点平均）

図-12 八代海南部のDIPの経月変化（12定点平均）

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と篠川湾の、麻痺性貝毒の原因プランクトン(*Gymnodinium catenatum*) 調査を実施したところ、4/23採水のサンプルで当該プランクトンが22,035~22,166cells/L (= 22.035~22.166cells/ml) と高密度で確認されたが、その後は6月1日に30cells/L (= 0.030cells/ml), 12月17日に1,569cells/L (= 1.569cells/ml) 確認されたほかは確認されなかった（表-2）。

3 貧酸素水塊調査

9/16に溶存酸素が4.0mg/lを下回る貧酸素水塊を、鹿児島湾奥の重富沖の水深20m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21回，注意報7回，警報0回，貧酸素情報2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912回行った。またホームページの閲覧回数は，パソコン版が12,625回（24年度 18,708回），携帯電話版が17,477回（24年度 84,515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。

有毒プランクトンモニタリング結果について，地元漁協等に対し，随時情報を提供した。

2) 研修会の実施

養殖漁協職員や魚類養殖漁業者等を対象に，下記のとおり赤潮に関する講演，研修会を開催した。

7月14日 東町漁協プランクトン研修

8月29日 垂水・鹿屋地区水産改良協議会学習会

9月25日 養殖共済に係る地区調査員会議

表1 平成26年度 鹿児島県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月 8日-11日	南さつま市坊津町 丸木崎地先	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
2	4月21日	南さつま市笠沙町 片浦湾	<i>Myrionecta rubra</i>	3,300	不明	なし
3	5月 2日-19日	薩摩川内市上甕町 浦内湾	<i>Octactis octonaria</i>	1,116	不明	あり
4	5月14日-18日	長島町浦底湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	40,000	不明	なし
5	6月23日 -7月7日	鹿児島湾奥	<i>Chattonella marina</i>	1,600	不明	なし
6	7月25日 -27日	長島町脇崎地先	<i>Myrionecta rubra</i>	3,350	不明	なし
7	7月28日 -8月 1日	八代海中央部	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	9,075	不明	なし
8	8月 6日-7日	指宿市山川湾	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
9	8月17日 -28日	垂水市海潟地先	<i>Prorocentrum sigmoides</i>	790	不明	なし
10	10月17日	垂水市牛根地先	<i>Gyrodinium instriatum</i>	170	不明	なし
11	3月30日	志布志市志布志港内	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
12	3月30日	垂水市海潟地先	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
13	3月30日 -4月 3日	薩摩川内市上甕町 浦内湾	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
14	3月31日	指宿市山川児が水 地先	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし

表2 瀬戸内町久慈湾と篠川湾における貝毒原因プランクトン検査結果

試料採取 月 日	<i>Gymnodinium catenatum</i> の最高細胞密度 (cells/ml)	備 考
4月23日	22.166	水産技術開発センターによる採水
6月 1日	0.030	〃
8月28日	確認されず	〃
10月16日	確認されず	〃
12月17日	1.569	〃
1月29日	確認されず	〃
3月26日	確認されず	〃

赤潮総合対策調査事業 -
(赤潮対策技術高度化事業 - 1)
赤潮広域モニタリング高度化

西 広海・保科圭佑

【目的】

シャットネラ属やコクロディニウム属などの赤潮により漁業被害の発生している八代海や鹿児島湾において、有害赤潮プランクトンの発生状況及び海洋環境を広域的に監視するとともに、赤潮プランクトンの増殖特性等の把握により赤潮発生機構を解明し、漁業被害の防止に資する。

【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・有毒プランクトン情報伝達事業」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

Skeletonema tropicum の増殖に及ぼす水温，塩分，光強度の影響について，八代海で採取し人工培養した株を用い，室内試験を実施した。試験区は，水温を25，27，29の3段階，塩分を28，30，33の3段階，光強度を10，50，100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の3段階を組み合わせた区を設定した。各区は3本ずつ試験管に，八代海で採集し，ろ過して滅菌した海水を用いて調整したf/2改変培地に，*S.tropicum* を細胞密度が100cells/mlとなるよう接種した。照明は14時間明，10時間暗周期とした。以上の条件で，14日間の培養試験を行い，期間中の最高細胞密度及び対数増殖している期間の細胞密度を基に最小二乗法で比増殖速度を算出し，それぞれに対する水温，塩分，光強度の3要因による影響および交互作用を，フリーソフトのRを用い，分散分析により検定した。また最高細胞密度及び比増殖速度とも，水温，塩分，光強度それぞれの平均値の差について，Tukeyの多重比較検定法により検定した。

イ．2回目試験

Chattonella antiqua と *S.tropicum* の増殖に及ぼす水温，光強度の影響及び相互作用について，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18，20，23の3段階，光強度を10，50，100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の3段階に設定して組み合わせ，塩分は28の固定とし，それぞれ *C.antiqua* と *S.tropicum* の単独培養と，混合培養（1:1）した区を設定した。

単独培養区，混合培養区とも，3本ずつ試験管に，八代海で採集し，ろ過して滅菌した海水を用いて調整したf/2改変培地に，*C.antiqua* と *S.tropicum* を細胞密度が100cells/mlとなるよう接種した。照明は14時間明，10時間暗周期とした。以上の条件で，14日間の培養試験を行い，期間中の最高細胞密度及び対数増殖している期間の細胞密度を基に最小二乗法で比増殖速度を算出し，それぞれに対する水温，塩分による影響および相互作用について，単独培養と混合培養の平均値の差を検定した。

検定はフリーソフトのRを用い，あらかじめF検定で分散を比較し，母分散が等しいと推定された場合は「t検定：等分散を仮定した2標本による検定（スチューデントのt検定）」で，母分散が等しくないとして推定された場合は「t検定：分散が等しくないとして仮定した2標本による検定（ウェルチのt検定）」で行った。

【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・有毒プランクトン情報伝達事業」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】

湾中央部では，6月以降に珪藻類が増加して下旬にはピークとなった。8月以降は9月中旬に珪藻類がやや増加したほかは，概ね低水準で推移した。湾奥部では，6月以降に珪藻類が増加して下旬にピークとなった。7月中旬以降はプランクトンの細胞密度は低水準だったが，9月中旬に一時増加し，その後は低水準で推移した。

6月下旬～7月上旬には湾奥部で *Chattonella marina* が赤潮を形成した。5月下旬から *C. marina* が確認（1cell/ml）されていたが，6月23日に湾奥部の牛根地先や桜島沿岸に *C. marina* によるパッチ状の着色がみられ，最高1,600cells/mlであった。6月下旬までは潮目に小規模な着色域が確認された。7月以降は細胞密度は低密度ながら増減したが，7月7日にパッチ状の着色域が確認されたのを最後に見られなくなり，終息した。

山川湾では12月5日に *Pseudochattonella verruculosa* が初めて確認されたが，その後の細胞密度は低水準で推移した。2月19日に湾奥部で最高57cells/ml確認したため，赤潮注意報を発令した。翌21日には本種が最高83cells/ml確認されたがその後細胞密度は低下し，2月26日を最後に確認されなくなった。

【八代海】

珪藻類は6月下旬から7月下旬まで概ね高水準で推移した。8月以降は10月下旬に増加したものの，概ね低水準で推移した。

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，7月に *Cochlodinium polykrikoides* による赤潮が八代海中部で発生した。なお *C.antiqua* は八代海南部では低密度で推移し，赤潮は発生しなかった。

(2) 赤潮発生メカニズムの解明

ア．1回目試験： *S.tropicum* の増殖に及ぼす水温，塩分，光強度の影響

(最高細胞密度)

S.tropicum の細胞密度の推移を見ると，水温25℃では，光強度50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上では，塩分が高くなるほど増殖が早い傾向が見られた。水温27℃ 光強度100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では塩分の差による増殖の差はあまり見られなかった。水温29℃ではどの光強度でも塩分の差による増殖の差は見られなかった(図-1)。

最も最高細胞密度が高かったのは水温27℃，光強度10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，塩分30区の362,267 cells/mlで，最も低かったのは水温25℃，光強度100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，塩分28区の74,517 cells/mlであった(表-1)。

また，試験期間中の最高細胞密度に対して，水温，塩分，光強度とも有意に影響し，最高細胞密度は水温が高くなるほど高く，塩分33で有意に低く，光強度100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で有意に低くなった(図-2)。また塩分と光強度，水温と塩分と光強度の間に交互作用が有意に認められた($p < 0.05$)(図-3)

表-1 *S.tropicum* の増殖に及ぼす水温，塩分，光強度の影響試験結果

試験区	設定条件			試験結果	
	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	光強度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	塩分	最高細胞密度 (cells/ml)	比増殖速度 (ind/day)
A1	25	10	28	305,533	0.96
A2	"	"	30	192,467	0.89
A3	"	"	33	165,133	0.84
A4	25	50	28	273,600	1.82
A5	"	"	30	297,267	1.85
A6	"	"	33	296,867	1.53
A7	25	100	28	74,517	1.54
A8	"	"	30	184,667	1.68
A9	"	"	33	209,933	1.93
B1	27	10	28	318,733	1.76
B2	"	"	30	362,267	1.60
B3	"	"	33	130,800	1.53
B4	27	50	28	261,733	2.48
B5	"	"	30	320,800	2.33
B6	"	"	33	262,733	2.59
B7	27	100	28	205,200	2.92
B8	"	"	30	224,267	2.95
B9	"	"	33	241,000	2.59
C1	29	10	28	317,733	1.11
C2	"	"	30	322,667	1.15
C3	"	"	33	257,800	1.12
C4	29	50	28	256,333	2.13
C5	"	"	30	273,733	2.29
C6	"	"	33	343,200	1.97
C7	29	100	28	244,667	2.39
C8	"	"	30	267,333	2.49
C9	"	"	33	178,267	2.77

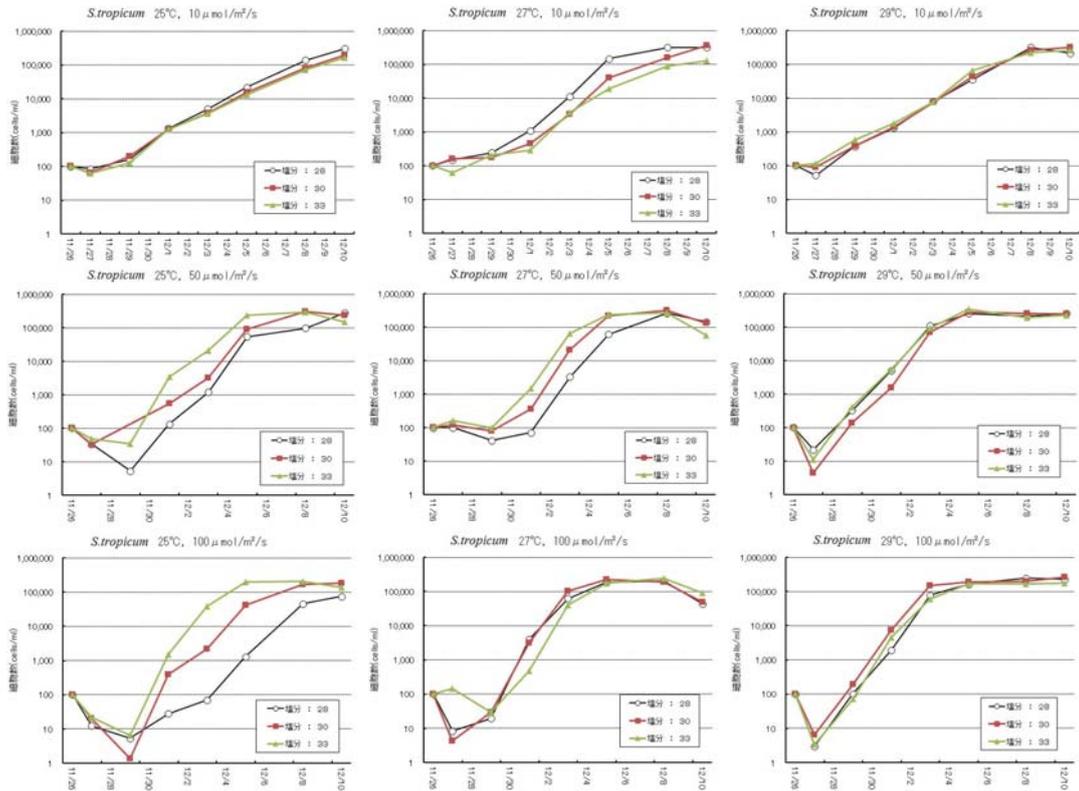
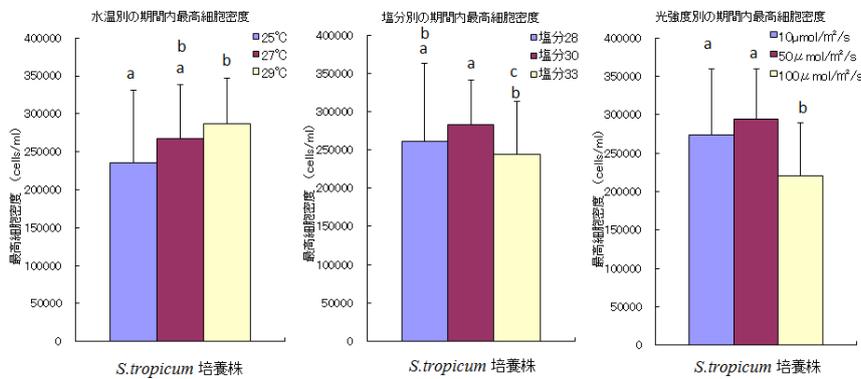


図-1 *S.tropicum* の細胞密度の推移



各項目の異なる文字間で、有意差があることを示す ($p < 0.05$)

図-2 *S.tropicum* の水温別、塩分別、光強度別の最高細胞密度

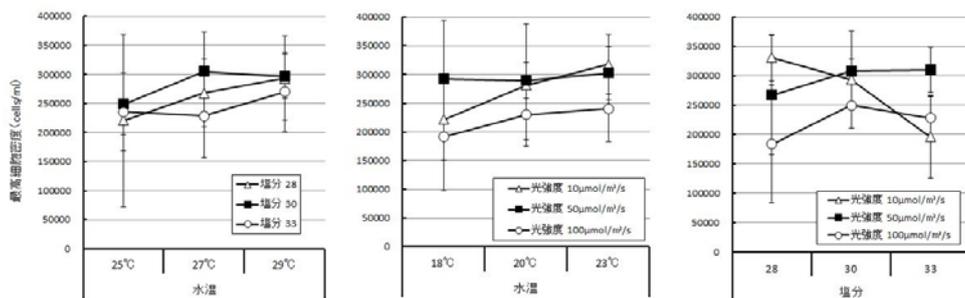
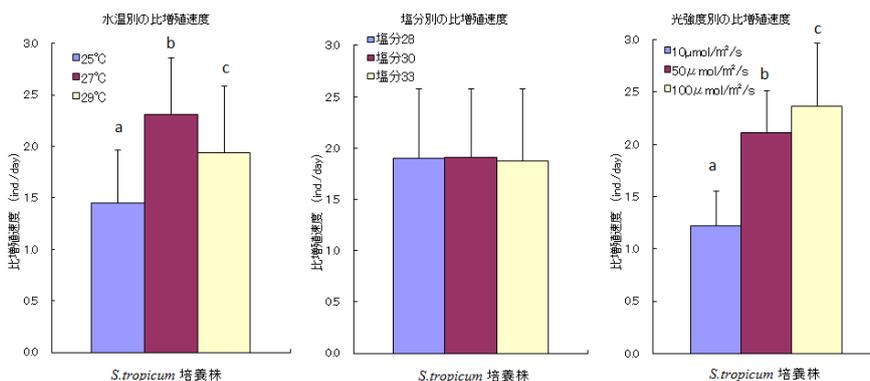


図-3 *S.tropicum* の最高細胞密度に対する水温、塩分、光強度の交互作用

(比増殖速度)

最も比増殖速度が高かったのは水温27℃，光強度100μmol/m²/s，塩分30区の2.95 ind/dayで，最も低かったのは水温25℃，光強度10μmol/m²/s，塩分33区の0.84 ind/dayであった(表-1)。

試験期間中の比増殖速度に対して，水温，塩分，光強度の3要因のうち，水温と光強度が有意に影響し(p<0.001)，水温は27℃区が他の2つの水温区より比増殖速度が有意に高かった。また光強度が強くなるほど比増殖速度は増加し，光強度10μmol/m²/s区は他の2つの光強度区と有意に低かった(図-4)。



各項目の異なる文字間で，有意差があることを示す(p<0.05)

図-4 S. tropicum の水温別，塩分別，光強度別の比増殖速度

またどの塩分濃度でも，水温27℃が比増殖速度が高く，どの光強度でも水温27℃の比増殖速度が高かった。さらに水温と光強度の間には，交互作用が有意に認められた(p<0.05)(図-5)。

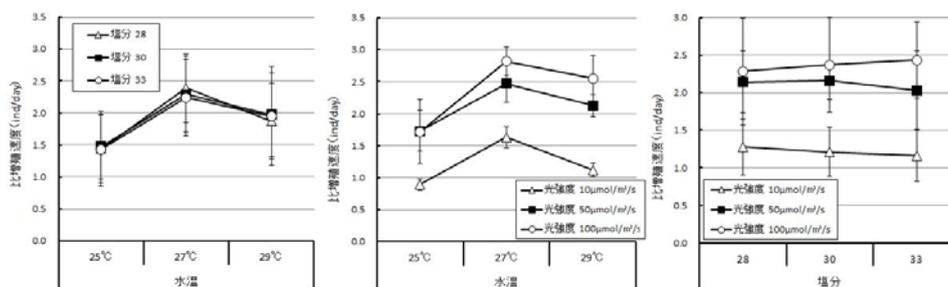


図-5 S. tropicum の比増殖速度に対する水温，塩分，光強度の交互作用

イ．2回目試験：C. antiqua と S. tropicum の増殖に及ぼす水温，光強度の影響及び相互作用

(最高細胞密度)

C. antiqua で最も最高細胞密度が高かったのは水温20℃，光強度50μmol/m²/s，混合培養区の4,253cells/mlで，最も低かったのは水温18℃，光強度10μmol/m²/s，混合培養区の730cells/mlであった。S. tropicum で最も最高細胞密度が高かったのは水温23℃，光強度50μmol/m²/s，単独培養区の275,800cells/mlで，最も低かったのは水温18℃，光強度50μmol/m²/s，単独培養区の170cells/mlであった(表-2)。

C. antiqua の細胞密度の推移を見ると，単独培養区では，どの水温区とも光強度が10

$\mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ より $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ 以上のほうが細胞密度が高かったが、20 区では9日目以降、23 区では7日目以降に細胞密度が減少した。混合培養区と単独培養区は細胞密度が概ね同様に推移した(図-6)。

S.tropicum の細胞密度の推移を見ると、いずれの試験区も9日目もしくは12日目までほとんど増殖が見られず、低密度で推移した。水温18、20の区は、単独培養、混合培養とも培養12日目以降に細胞密度の増加がみられた区が多かった。なお23区の単独培養区は12日以降に急激に細胞密度の増加がみられたものの、混合培養区は試験終了まで増殖が見られなかった。(図-6)。

単独培養区の *C.antiqua* の最高細胞密度は、光強度が $10 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$

sでは水温が高くなるほど細胞密度が高くなったが、光強度が $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ 以上では水温20区が最も高かった。単独培養区の *S.tropicum* の最高細胞密度は、23区の $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ 以上が突出して高かった。どの光強度区とも、水温が高くなるほど細胞密度が高くなった(図-7)。

C.antiqua と *S.tropicum* の最高細胞密度を水温別、光強度別に比較すると、水温18区、20区では光強度が $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ 以上の区で *C.antiqua* の方が *S.tropicum* より3.1倍から14.6倍と有意に高かった ($p < 0.05$) が、水温23区は *S.tropicum* の方が *C.antiqua* より4.3倍から90.8倍と有意に高かった ($p < 0.05$) (図-8)。

C.antiqua と *S.tropicum* の混合培養による相互作用を水温別、光強度別に比較すると、*C.antiqua* は水温20区では光強度 $10 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ では単独培養区のほうが有意に高かったが、 $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ では逆に混合培養区のほうが高くなった。 ($p < 0.05$) (図-9)。

S.tropicum は、水温18で光強度 $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ 以下の区で、混合培養区の方が単独培養区より最高細胞密度が有意に高く、水温23、光強度 $50 \mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$ 区で単独培養区の方が混合培養区より最高細胞密度が有意に高かった ($p < 0.05$) ほかは、単独培養と混合培養の有意な差はみられなかった(図-9)

表-2 *C.antiqua* と *S.tropicum* の増殖に及ぼす水温、光強度の影響及び相互作用試験結果

試験区		設定条件			試験結果	
		水温 ($^{\circ}\text{C}$)	光強度 ($\mu \text{ mol/m}^2/\text{s}$)	塩分	最高細胞密度 (cells/ml)	比増殖速度 (ind/day)
A1	<i>C.antiqua</i> (単独培養)	18	10	28	843	0.19
A2	"	"	50	"	2,484	0.36
A3	"	"	100	"	2,686	0.40
A4	<i>C.antiqua</i> (単独培養)	20	10	28	1,507	0.29
A5	"	"	50	"	3,663	0.67
A6	"	"	100	"	3,091	0.72
A7	<i>C.antiqua</i> (単独培養)	23	10	28	1,927	0.25
A8	"	"	50	"	3,037	1.06
A9	"	"	100	"	2,783	1.00
B1	<i>S.tropicum</i> (単独培養)	18	10	28	883	0.79
B2	"	"	50	"	170	1.05
B3	"	"	100	"	725	0.75
B4	<i>S.tropicum</i> (単独培養)	20	10	28	2,127	1.23
B5	"	"	50	"	416	0.98
B6	"	"	100	"	992	1.61
B7	<i>S.tropicum</i> (単独培養)	23	10	28	8,340	0.41
B8	"	"	50	"	275,800	1.40
B9	"	"	100	"	206,800	1.40
C1	<i>C.antiqua</i> (混合培養)	18	10	28	730	0.26
C2	"	"	50	"	2,647	0.51
C3	"	"	100	"	2,605	0.55
C4	<i>C.antiqua</i> (混合培養)	20	10	28	717	0.36
C5	"	"	50	"	4,253	0.76
C6	"	"	100	"	3,672	0.76
C7	<i>C.antiqua</i> (混合培養)	23	10	28	873	0.63
C8	"	"	50	"	3,707	0.90
C9	"	"	100	"	2,843	1.00
C1	<i>S.tropicum</i> (混合培養)	18	10	28	2,789	1.05
C2	"	"	50	"	2,562	0.90
C3	"	"	100	"	1,209	0.93
C4	<i>S.tropicum</i> (混合培養)	20	10	28	3,570	1.32
C5	"	"	50	"	676	0.76
C6	"	"	100	"	572	0.36
C7	<i>S.tropicum</i> (混合培養)	23	10	28	13,797	0.60
C8	"	"	50	"	3,898	1.23
C9	"	"	100	"	491	0.80

※C1~C9は、*C.antiqua* と *S.tropicum* の混合培養区で、それぞれの最高細胞密度と比増殖速度を示した。

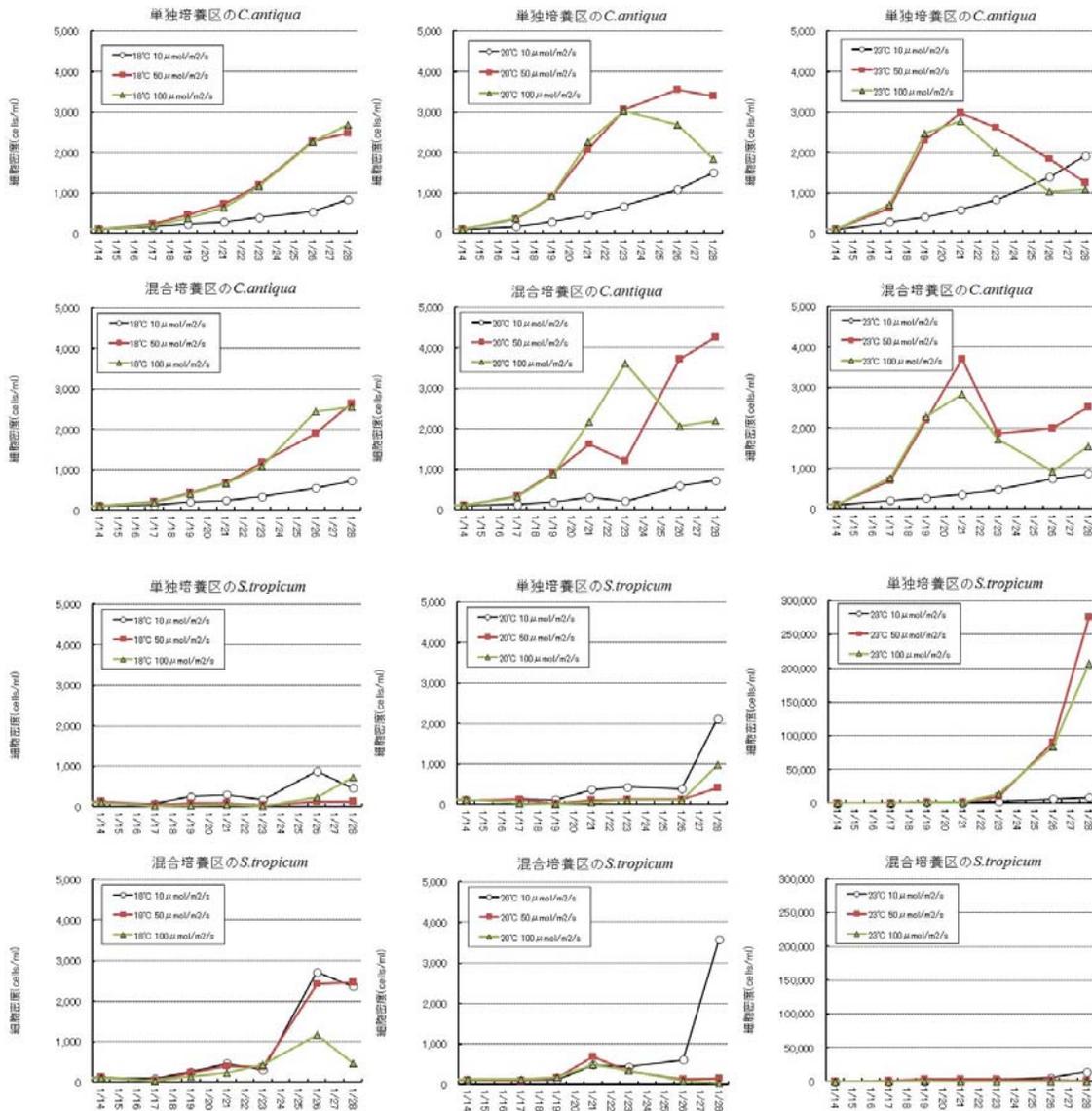


図-6 *C. antiqua* と *S. tropicum* の細胞密度の推移 (塩分濃度 28)

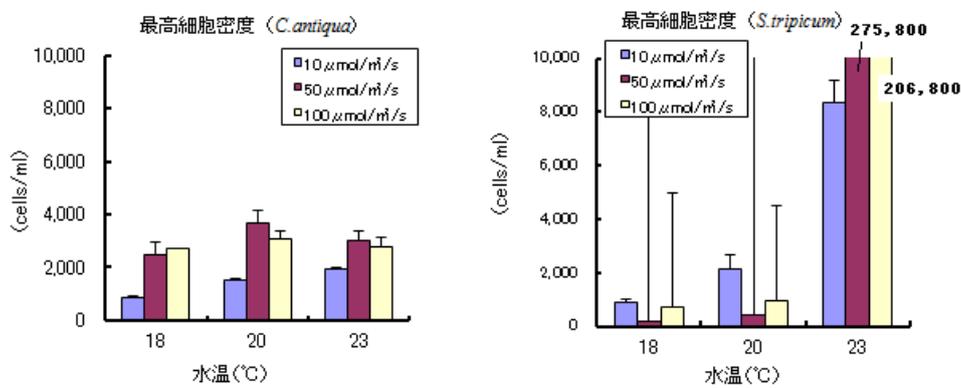
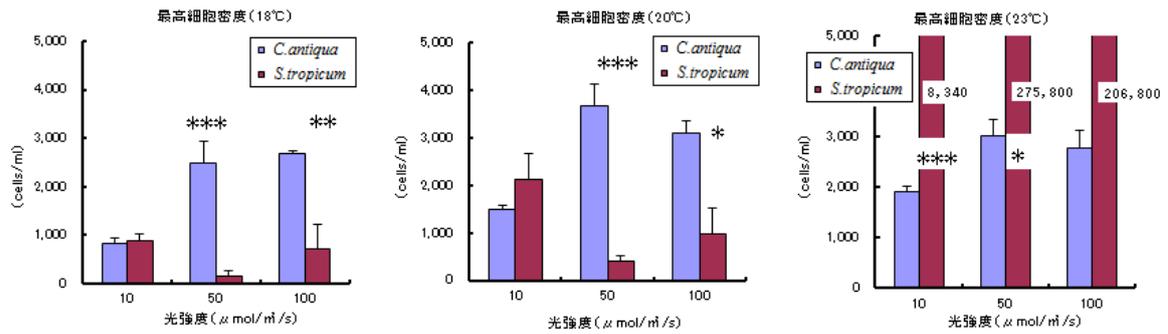
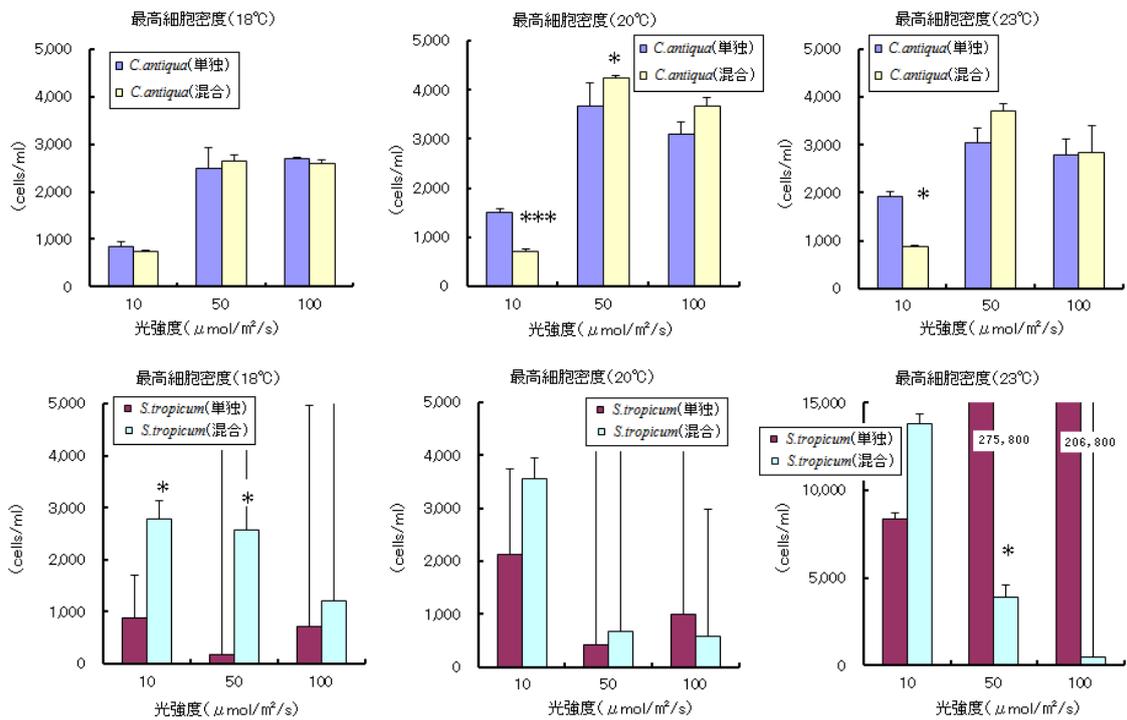


図-7 *C. antiqua* と *S. tropicum* の水温別, 光強度別の最高細胞密度 (塩分濃度 28)



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

図-8 *C.antiqua* と *S.tropicum* の最高細胞密度の水別，光強度別の比較（塩分濃度 28）



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

図-9 *C.antiqua* と *S.tropicum* の最高細胞密度に対する相互作用（塩分濃度 28）

（比増殖速度）

C.antiqua で最も比増殖速度が高かったのは水温 23℃，光強度 50μmol/m²/s，単独培養区の 1.06ind/day で，最も低かったのは水温 18℃，光強度 10μmol/m²/s，単独培養区の 0.19 ind/day であった。*S.tropicum* で最も比増殖速度が高かったのは水温 20℃，光強度 100μmol/m²/s，単独培養区の 1.61 ind/day で，最も低かったのは水温 20℃，光強度 100μmol/m²/s，混合培養区の 0.36 ind/day であった（表-2）。

単独培養区の *C.antiqua* の比増殖速度は，光強度が 10 μmol/m²/s の区では水温による差はそれほどなかったが，光強度 50 μmol/m²/s 以上の区では，水温の上昇とともに高くなった。単独培養区の *S.tropicum* の比増殖速度は，光強度 10 及び 100 μmol/m²/s の区では，水温 20℃ 区が最も高かった。（図-10）

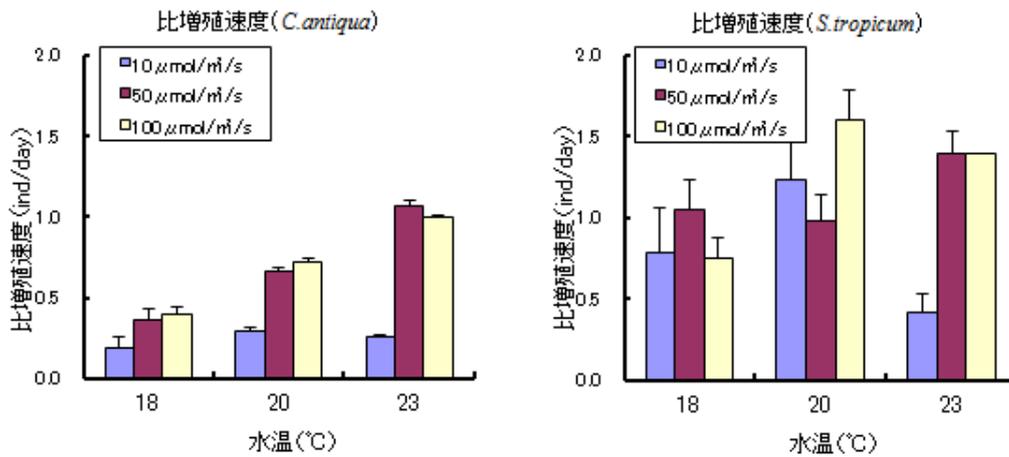
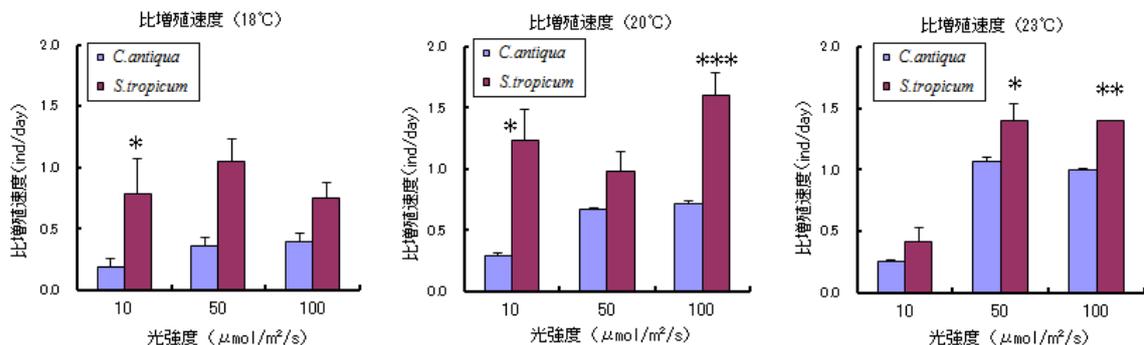


図-10 *C. antiqua* と *S. tropicum* の水温別，光強度別の比増殖速度（塩分濃度 28）

C. antiqua と *S. tropicum* の比増殖速度を水温別，光強度別に比較すると，どの水温，光強度区とも *S. tropicum* の方が *C. antiqua* より 1.3 倍から 4.2 倍と高く，水温 18 で光強度 10 μmol/m²/s 区，20 で光強度 10 及び 100 μmol/m²/s 区，水温 23 で光強度 50 μmol/m²/s 以上の区で有意に高かった ($p < 0.05$)。(図-11)



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

図-11 *C. antiqua* と *S. tropicum* の水温別，光強度別の比増殖速度比較（塩分濃度 28）

C. antiqua と *S. tropicum* の混合培養による相互作用を水温別，光強度別に比較すると，*C. antiqua* の比増殖速度は水温 18 ，光強度 50 μmol/m²/s 以上の区，水温 23 ，光強度 10 μmol/m²/s の区で混合培養区が単独培養区より有意に高く ($p < 0.05$)，水温 23 ，光強度 50 μmol/m²/s の区で混合培養区が単独培養区より有意に低かった ($p < 0.05$) ほかは，単独培養区と混合培養区の有意な差は見られなかった(図-12)。
S. tropicum は，水温 18 でいずれの光強度も単独培養区と混合培養区の有意な差はみられなかった。20 区では単独培養区より混合培養区の方が 100 μmol/m²/s 区は有意に低かった。水温 23 区では，単独培養区より混合培養区の方が 100 μmol/m²/s 区は有意に低かった(図-12)。

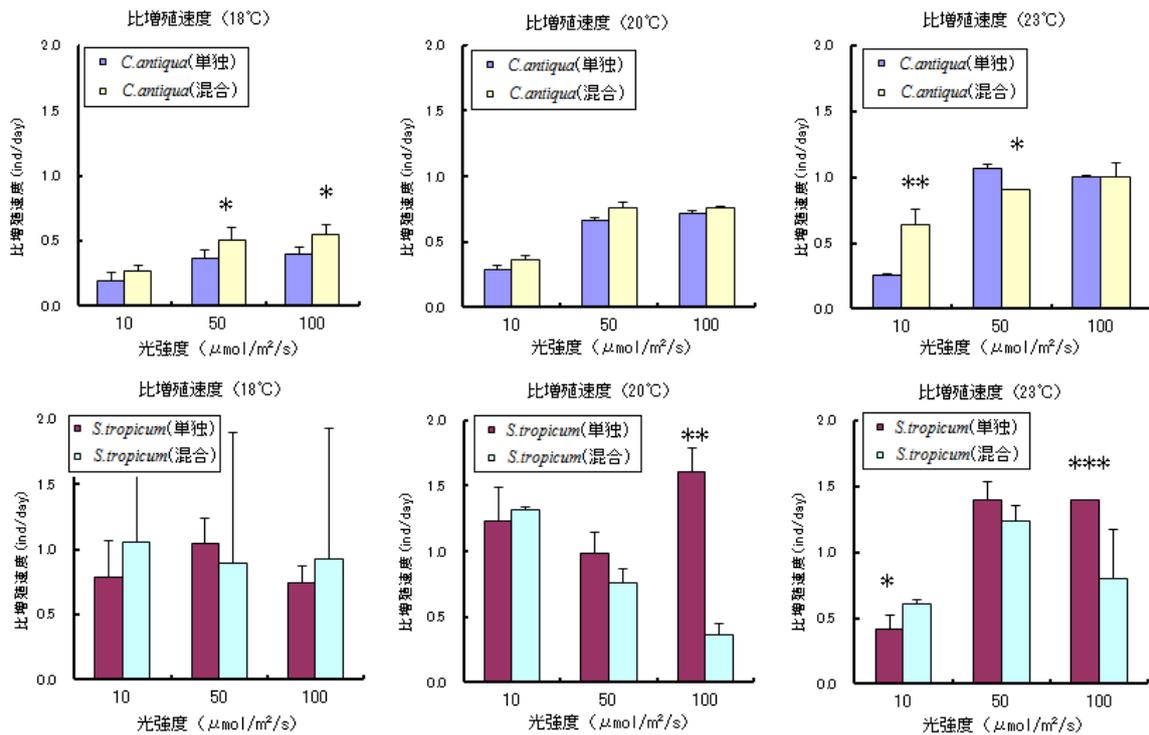


図-12 *C. antiqua* と *S. tropicum* の比増殖速度に対する相互作用 (塩分濃度 28)

今回の試験では、*S. tropicum* はいずれの試験区も9日目もしくは12日目までほとんど増殖が見られず、全体的に低密度で推移した。

25年度の培養試験で、同じ条件(水温18, 20, 23, 光強度10, 50, 100 μmol/m²/s, 塩分28)で単独培養した*S. tropicum*の増殖の推移を見ると、培養5日目で18区を除き1,000cells/mlを超え、最終的な最高細胞密度は39,383 ~ 81,740cells/ml, 比増殖速度は1.02 ~ 2.06 ind/dayであったのに対し、本年度の単独培養区の最高細胞密度は、200,000cells/ml以上となった2試験区を除くと170 ~ 8,340cells/ml, 比増殖速度は0.41 ~ 1.61 ind/dayと、増殖が劣っていた。両者とも同じ継代培養した*S. tropicum*株を供試しているが、今年度のスケルトネマ属の細胞は、25年度の時より小型化しており、細胞の状態が悪かった可能性がある。

最高細胞密度の推移を見ると、*C. antiqua*は水温18 ~ 23で光強度が高い方が、*S. tropicum*は水温18 ~ 20では光強度が低い方が増殖に有利という傾向が見られた。

*C. antiqua*と*S. tropicum*の混合培養による最高細胞密度に対する影響をみると、水温18では、*S. tropicum*は*C. antiqua*との混合培養によって最高細胞密度は高くなり、特に光強度50 μmol/m²/s以下では有意に高くなった。

*C. antiqua*の細胞密度は、混合培養区は単独培養区と概ね同様に推移したが、混合培養区では、*S. tropicum*の増殖が低水準であったことから混合の影響を受けていない可能性がある。混合培養区で*S. tropicum*がある程度増殖した試験区(水温20で光強度10 μmol/m²/s, 水温23で光強度10 μmol/m²/s)は、*C. antiqua*は単独培養と混合培養の最高細胞密度に有意な差が見られているので、*C. antiqua*と*S. tropicum*の混合による影響や*C. antiqua*と*S. tropicum*の最高細胞数の比較などについて、再度検証する必要があるものと考えられた。

赤潮総合対策調査事業 -
 (赤潮対策技術高度化事業 - 2)
 (シャットネラ等赤潮被害防止技術高度化)

保科圭佑・西 広海・矢野浩一・小湊幸彦

【目的】

シャットネラ属に対する改良型粘土の有効濃度と野外における養殖魚（ブリ）への影響及び海中における粘土の沈降状況，破裂細胞の毒性を把握する。

【方法】

1 改良型粘土による有害プランクトン防除効果、外部形態別密度の変化の把握

改良型粘土(入来モンモリ+焼ミョウバン，以下「粘土」)の防除効果確認のため，有害プランクトンを用いた添加試験を実施した(n=3)。試験には*Chattonella antiqua* (平成21年八代海産株)および*Chattonella marina* (平成20年鹿児島湾産株)を用いた。培養は22℃，14hL:10hDの明暗条件下で実施した。大量培養した*C. antiqua* は1,000~5,000 cells/ml，*C. marina* は16,000 cells/mlの密度になるよう調整し，300 ml容フラスコに300 ml分注した。なお，*C. antiqua* 5,000 cells/ml区及び*C. marina* 16,000 cells/ml区は，試験開始前のpHが9以上と高く，6N塩酸を用いてpH 8.1~8.2になるように調整した。これらに表1に示す配合の粘土を添加し，時間ごとの外部形態別細胞密度，pHの経時変化を計測した。外部形態別の細胞は遊泳，遊泳停止，球形・変形細胞の3種に分けて計数し，試験設定時の細胞密度から前述3種の合計を引いて算出したものを死滅細胞密度と判断して時間ごとの細胞減少率を算出した。

表1 粘土添加試験の設定条件

種	細胞密度 (cells/ml)	pH調整	改良型粘土添加量(ppm)	測定時間	外部形態判定
			入来モンモリ+焼ミョウバン		
<i>Chattonella antiqua</i>	1000	無し	1,000+100	散布前 5分後 30分後 1時間後 3時間後 6時間後 24時間後	遊泳細胞
			1,000+125		
			1,000+150		
	2000		1,000+100		遊泳停止細胞
			1,000+125		
			1,000+150		
5000	1,000+100	球形・変形細胞			
<i>Chattonella marina</i>	16,000	有り	1,000+100		死滅細胞
			1,000+125		
			1,000+150		

2 改良型粘土の海中における拡散状況の把握試験及び安全性確認試験

鹿児島県水産技術開発センター前の係留施設に設置した生簀で6月19日と11月27日に実施した。測定内容を表2，試験生簀の見取り図を図1に示す。

1) 第1回試験(6月19日)

縦4 m×横4 mの生簀内にブリを6尾収容し，生簀の直上から粘土を散布後，24時間行動観察を行った。供試魚は平均体重1,271 gのブリを用いて，試験実施日の1週間前より生簀に収

容して馴致し、その間は絶食とした。散布する粘土は水深1 mまで拡散した際に1,000+100 ppmとなる量（入来モンモリ16kg，焼ミョウバン1.6kg）とし、コンテナ内で海水と5分間攪拌後、生簀の2方向からバケツを用いて散布した。粘土の鉛直方向の広がりを確認するため、試験は潮流の影響の少ない満潮時に実施した。採水場所は生簀直上で散布した地点（以下St.1）とそこから潮流の下流方向に当たる南東方向に約4 m離れた地点（以下St.2）の2地点とした。この2地点で時間ごとに水深0 m，1 m，3 m，5 mで採水と多項目水質計（DS-5 HYDOLAB社製，YSI6600-V2 YSI社製）を用いた水質測定（水温、塩分、溶存酸素量）を行った。pHについては海水を試験室に持ち帰り、卓上pHメーターを用いて測定した。また、採水した海水試料はガラス繊維濾紙でろ過し、懸濁物質量を測定した。

さらに電磁流速計(ACM-8M アレック電子社製)をSt.3の水深1 m，3 mに設置し、潮流を測定した。測定は1分ごとに1秒間隔で15サンプル計測するように設定し、回収したデータから水深毎の平均流速を求めた。また、粘土の沈降・拡散状況や魚類の行動を把握するため、水深1 m，3 mに水中カメラを設置した。

2) 第2回試験（11月27日）

生簀内にブリを10尾収容し、生簀の直上から粘土を散布後、24時間行動観察を行った。供試魚は平均体重3,105 gのブリを用い、試験実施日の1週間前より生簀に収容して馴致し、その間は絶食とした。粘土の散布量は第1回目の試験と同様の1,000+100 ppmとし、コンテナ内において海水と5分間攪拌後、生簀の4方向からバケツを用いて散布した。粘土の鉛直方向の広がりを確認するため、試験は潮流の影響の少ない満潮時に実施した。第1回試験と同様の地点、水深及び方法で水温、塩分、溶存酸素量、pH、懸濁物質量を測定した。なお、潮流についてはSt.3の水深1 mのみを測定した。

表2 試験時の測定内容

地点	測定水深	測定時間	測定項目
St. 1 (粘土散布地点)	0m	散布前 散布直後	水温 塩分 溶存酸素量 pH 懸濁物質量
	1m	5分後 10分後	
St. 2 (散布地点から4m地点)	3m	20分後 1時間後	
	5m	2時間後 24時間後	
		1m (1回目のみ)3m	

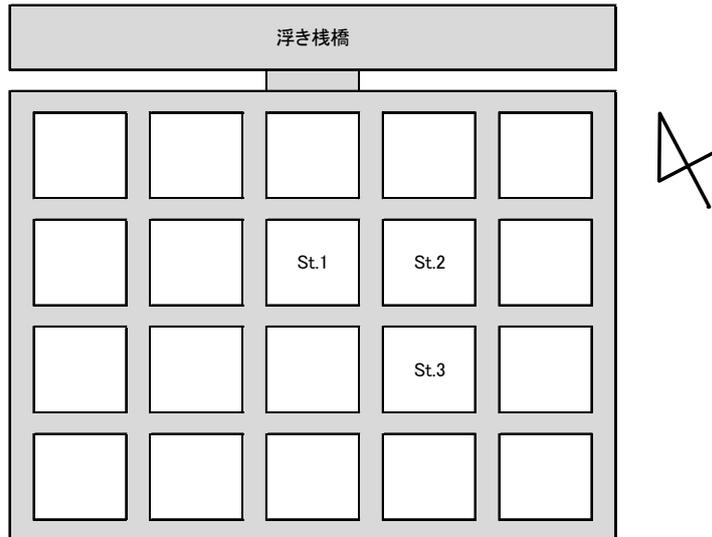


図1 試験生簀見取り図

3 シャットネラ アンティーカの破裂細胞による魚類への影響試験

昨年度、粘土によって球形・変形化した細胞が魚類への毒性を保持していることを報告した。そこで、本試験では粘土により破裂した*C. antiqua*が魚類へ与える影響を検討した。設定した試験内容を表3に示す。ろ過海水に粘土を添加し上清をブリに曝露した区（試験区1）、*C. antiqua*の培養液に粘土を添加し細胞を破壊した上清をブリに曝露した区（試験区2）およびろ過海水を用いた対照区の3区を設定した（表3）。試験区ごとに500 Lポリカーボネート水槽に海水300 Lを注水し、平均体重860 gのブリ2尾を試験1週間前から収容した。試験までの期間は止水・通気・無給餌とし、毎日飼育水の2/3を交換した。水温は1 kWチタン棒ヒーターで1日1 ずつ昇温し、16 から最終的に23 にした。

試験に用いた*C. antiqua*は、1 tポリカーボネート水槽にSWM 培地20 Lを注水し、培養開始密度が64 cells/mlとなるよう接種した。その後24 , 60 $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$, 14hL:10hDの明暗条件下で培養を行った。

ろ過海水のみ及び、培養した*C. antiqua*をろ過海水で6,000 cells/mlになるよう希釈したものをそれぞれ200 Lアルテミア孵化槽に200 Lずつ注水した。それぞれの水槽に粘土(1,000+150 ppm)を添加後5分間攪拌、15分間静置し、粘土を沈降させた。

500 Lポリカーボネート水槽から事前に100 L排水し、200 Lアルテミア孵化槽で得られた上清各100 Lを添加して試験を開始した。なお、試験区2は*C. antiqua* 2,000 cells/ml換算とした。試験中は止水・通気条件とし、多項目水質計を用いた水質測定及び供試魚の行動観察を24時間行った。また、*C. antiqua*に粘土を添加・静置した上清は、曝露試験開始後20分、30分、6時間、24時間に採水し、*C. antiqua*の状態を検鏡にて確認した。

表3 試験区設定

試験区	粘土添加	細胞密度 (cells/ml)	測定時間	測定項目
試験区1	有	0	散布前 散布直後	水温
試験区2	有	2000	5分後 10分後 20分後 1時間後	
対照区 (濾過海水のみ)	無	0	2時間後 24時間後	塩分 溶存酸素量 pH

【結果及び考察】

1 改良型粘土による有害プランクトン除去効果、外部形態別密度の変化

1) *C. antiqua* 1,000 cells/mlへの効果

全ての試験区において細胞減少率は5分後に70%，30分後に90%以上となった(図2)。

pHは焼ミョウバンの添加量に応じて低下したが、いずれの試験区も6を下回ることにはなかった(図3)。

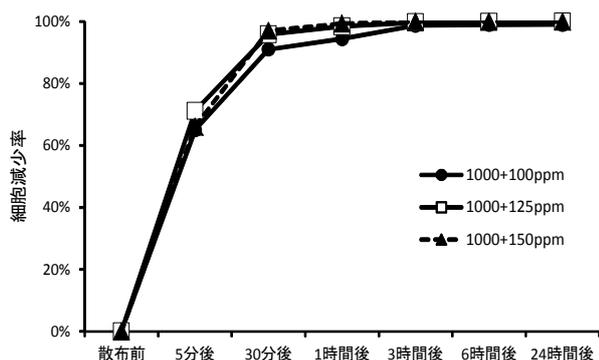


図2 粘土散布後の細胞減少率変化
(*C. antiqua* 1,000 cells/ml)

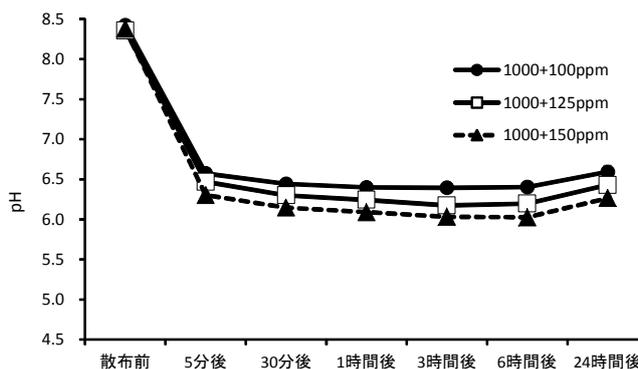


図3 粘土散布後のpH変化
(*C. antiqua* 1,000 cells/ml)

2) *C. antiqua* 2,000 cells/mlへの効果

1,000+100 ppm区, 1,000+150 ppm区では細胞減少率が5分後に70%，1,000+125 ppmでは60%で、30分後には全ての試験区において90%以上となった(図4)。pHは焼ミョウバンの添加量に応じて低下したが、1,000+150 ppm区を除き6を下回ることにはなかった(図5)。

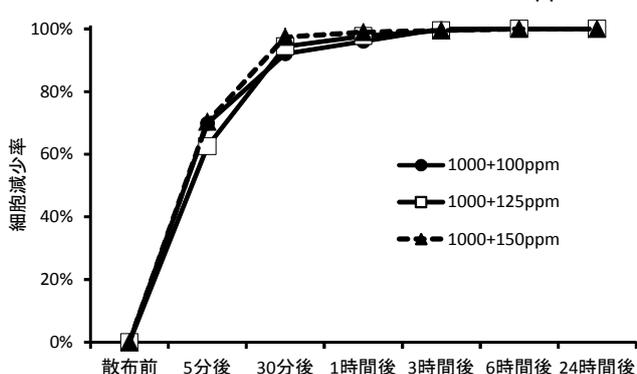


図4 粘土散布後の細胞減少率変化
(*C. antiqua* 2,000cells/ml)

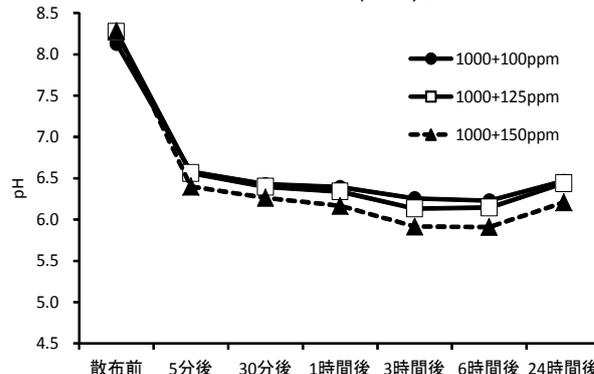


図5 粘土散布後のpH変化
(*C. antiqua* 2,000cells/ml)

3) *C. antiqua* 5,000 cells/mlへの効果

細胞減少率は5分後に85%以上となり(図6), pHは5.9まで低下した(図7)。

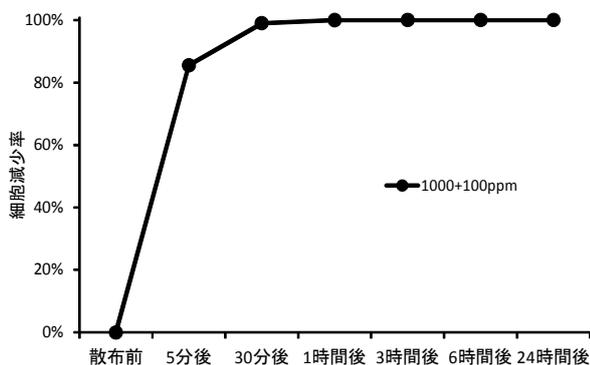


図6 粘土散布後の細胞減少率変化
(*C. antiqua* 5,000cells/ml)

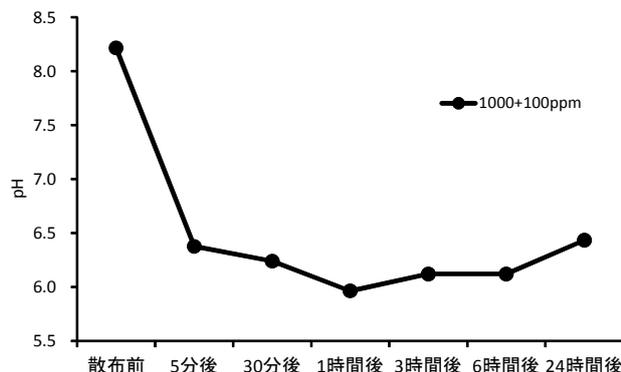


図7 粘土散布後のpH変化
(*C. antiqua* 5,000cells/ml)

4) *C. marina* 16,000 cells/mlへの効果

全ての試験区において細胞減少率が5分後に95%以上となった(図8)。また全ての試験区で5分後にはpHが6以下となり, 1000+125 ppm区、1000+150 ppm区ではそれぞれ1時間後, 6時間後に5以下となった(図9)。

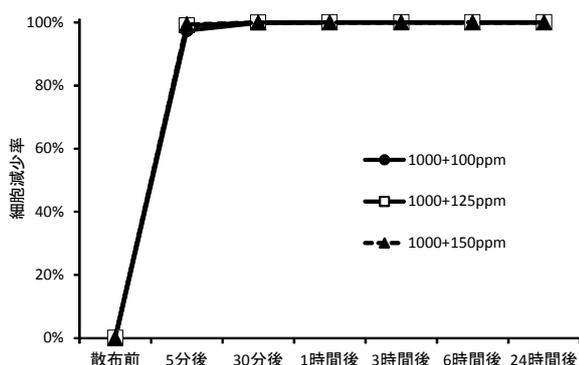


図8 粘土散布後の細胞減少率変化
(*C. antiqua* 16,000cells/ml)

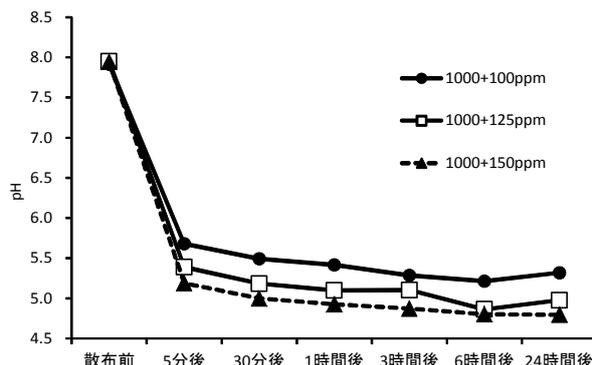


図9 粘土散布後のpH変化
(*C. antiqua* 16,000 cells/ml)

5) 改良型粘土の*C. antiqua* および*C. marina* に対する効果について

C. antiqua において, 1,000 cells/ml区及び2,000 cells/ml区に対し1,000+100 ppmの改良型粘土を添加することによって両者ともに5分後には70%以上の細胞減少率を示した。この結果から, *Chattonella antiqua* について2,000 cells/mlまでは防除効果に変化が無いことが示唆された。一方で, より細胞密度の高い*C. antiqua* 5,000 cells/ml区の5分後の細胞減少率が85%, *C. marina* 16,000 cells/ml区では5分後の細胞減少率が95%と高い減少率を示した。

C. antiqua 5,000 cells/ml区及び*C. marina* 16,000 cells/ml区では焼ミョウバン添加量が同じであってもpHの低下が顕著であり, これに伴ってアルミニウムイオンの溶出量が増加し防除効果が向上したと考えられる。この2試験区は事前に6N塩酸によるpH調整を実施しており, 顕著なpH低下はpH調整が要因の一つとして考えられるが, 詳細な要因については今後さら

に検討する必要がある。なお、6N塩酸を添加しpH調整後に粘土添加を行った予備試験 (*C. marina* 8,000 cells/ml) においては今回のような急激なpHの変化は確認されなかった。またこの予備試験ではpH調整後に*C. marina*に対する変形や球形化などの細胞への影響は確認されず、30分経過後にはパッチ形成を確認した。

2 改良型粘土の安全性確認試験及び海中における拡散状況の把握試験

1) 第1回試験(6月19日実施)

懸濁物質量の推移を図10, 11に、pHの推移を図12, 13に、水深1 m, 3 mの南北方向の流速を図14, 15に、水深1 m, 3 mの東西方向の流速を図16, 17に示す。

水質について水温は23.0~23.6℃, 塩分は33.1~33.6, 溶存酸素量は6.0~7.3 mg/lで推移した。上記3項目について試験中には大きな変化が見られず、粘土が与える影響は非常に小さいと考えられた。一方pHは散布直後のSt.1 (水深0~3 m)において著しく低下したが、5分後には散布前とほぼ同じ値になった(図12, 13)。

散布直後のSt.3 水深1 mの流速は北東方向に3.8 cm/s, 水深3 mは南南西方向に1.5 cm/sであった。水深1 mと3 mで逆方向の流れがあり、散布された粘土はほぼ南北方向に往復するような移動が目視で観察された。平均流速は水深1 mで3.9 cm/s, 水深3 mで2.1 cm/sであった。

沈降状況について懸濁物質量に着目すると、水深0~3 mでは散布直後に最も高くなり、5分後ではほぼ散布前と同じ値になったことから(図10, 11)、散布された粘土は沈降を続け、表層に滞留する時間は5分以内であることが示唆された。また水中カメラの映像から散布後30秒で水深3 mまで到達していたことや、St.1の水深5 mで5分後に懸濁物質量のピークがあること、目視で25分後に水深3 mの底網が確認できたことなどから、潮止まり時の粘土の沈降速度は約0.2~10 cm/sほどと推測された。なお、直下地点において30分以降に懸濁物質量が増加しているが、色や粒径が異なることから粘土の影響ではないと思われた。

魚類への影響について、散布開始から24時間後まで鼻上げ、立ち泳ぎなどの異常行動やへい死などは確認されなかった。

今回の試験では懸濁物質量が最大でも149 mg/lであり、想定していた散布量(1,100mg/l)の約1/8しか得ることができなかった(図10)。

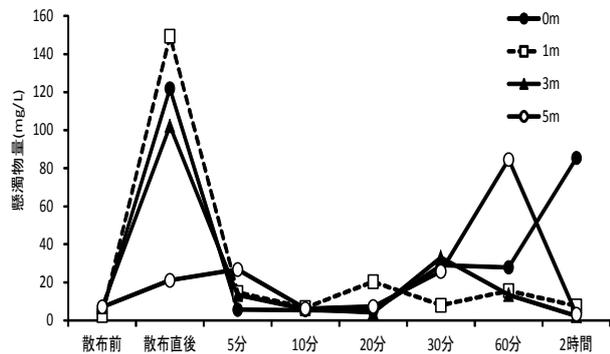


図10 St.1 の懸濁物質量推移

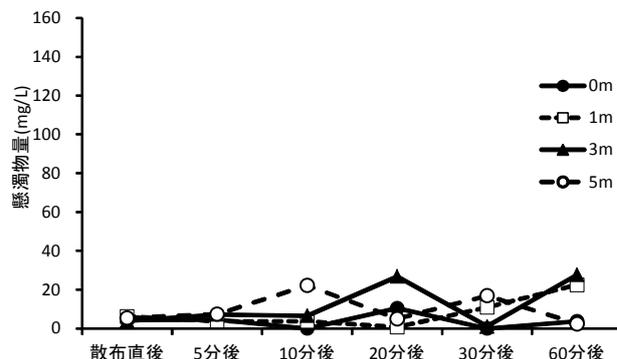


図11 St.2 の懸濁物質量推移

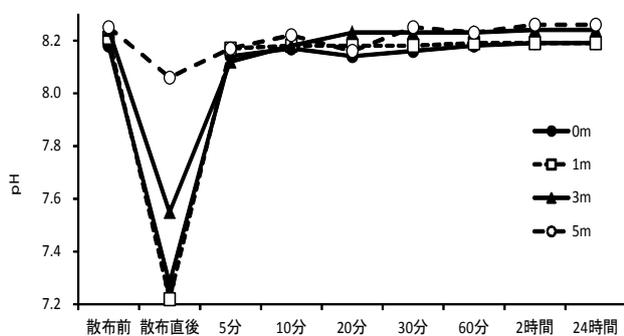


図12 St.1 のpH推移

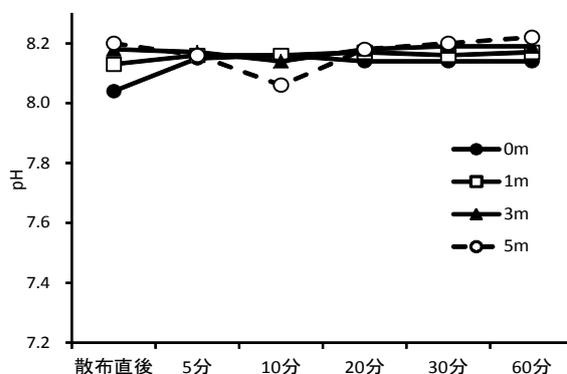


図13 St.2 のpH推移

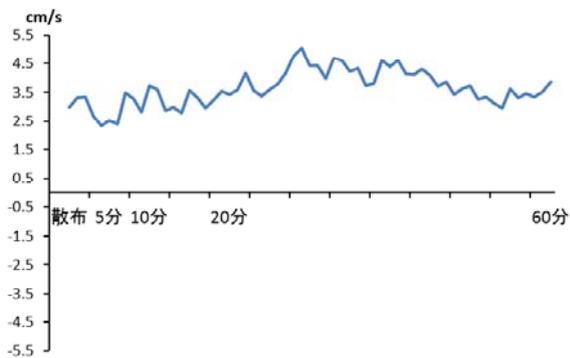


図14 St.3 水深1 mの流速(南北方向)

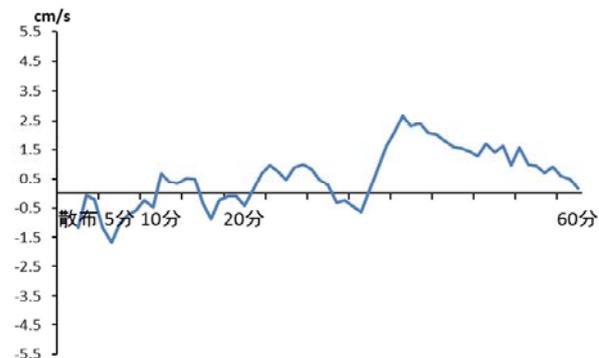


図15 St.3 水深3 mの流速(南北方向)

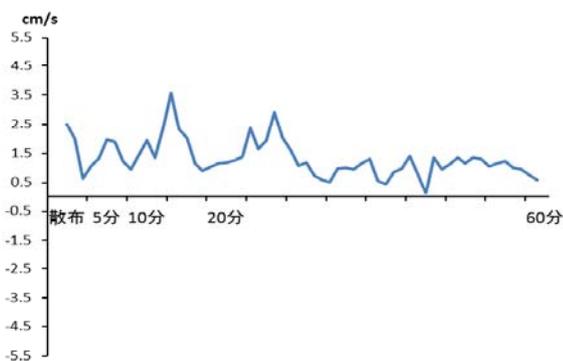


図16 St.3 水深1 mの流速(東西方向)

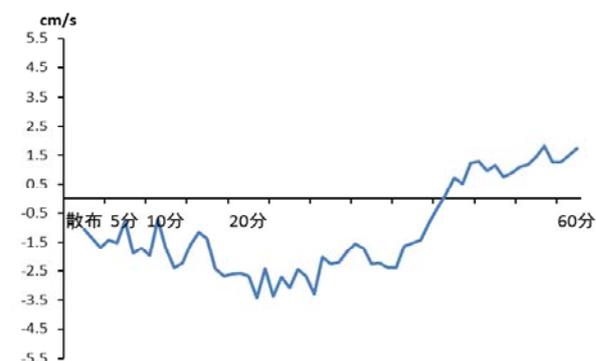


図17 St.3 水深3 mの流速(東西方向)

2) 第2回試験(11月27日実施)

6月に実施した第1回試験では2方向から粘土を散布したため、散布に時間がかかり、想定していた懸濁物質量を得ることができなかった。そこで第2回試験では迅速に散布するため、4方向から散布して散布時間の短縮を図った。

懸濁物質量の推移を図18, 19に、pHの推移を図20, 21に、St.3 水深1 mの南北・東西方向の流速を図22, 23に示す。

水質について、水温は19.7~20.6℃、塩分は33.1~33.5、溶存酸素量は7.1~7.5 mg/lで推移し、上記3項目について試験中には大きな変化が見られず、粘土が与える影響は非常に小さいと考えられた。一方pHは散布直後のSt.1 (0 m)において低下したが、5分後には散布前とほぼ同じ値になった(図18, 19)。

流況は散布直後の流速は東方向に2.4 cm/sで、平均流速は3.1 cm/sであった。沈降状況について懸濁物質量に着目するとSt.1の水深0 mでは散布直後に最も高くなり、5分後ではほぼ散布前と同じ値になった。St.1の水深0 m以外では懸濁物量の顕著な増加は確認できず、最大でも114 mg/lであり、想定していた散布量(1,100 mg/l)の約1/10しか得ることができなかった(図18)。なお、20分後には水深3 mにある生簀の底を目視することができた。魚類への影響について、散布開始から24時間後まで異常行動やへい死などはみられなかった。

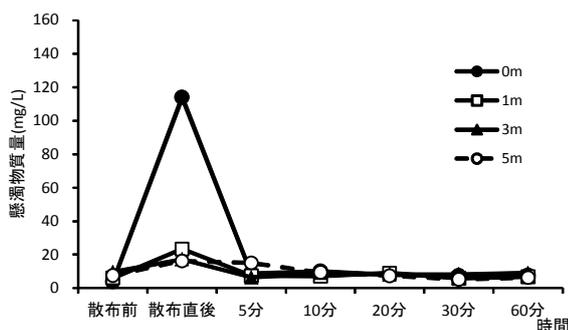


図18 St.1 の懸濁物質量推移

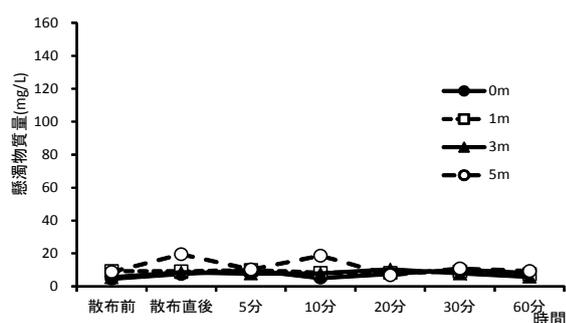


図19 St.2 の懸濁物質量推移

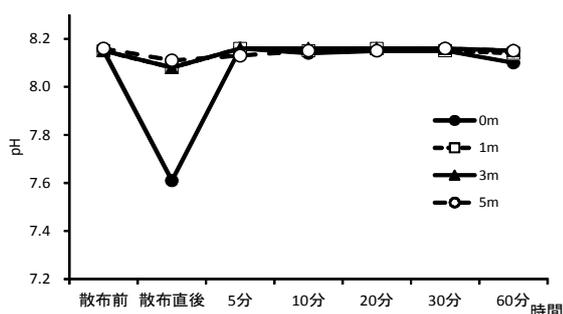


図20 St.1 のpH推移

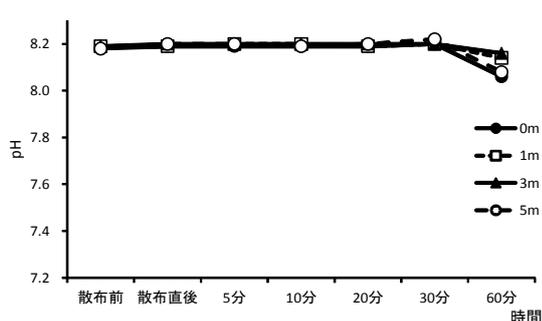


図21 St.2 のpH推移

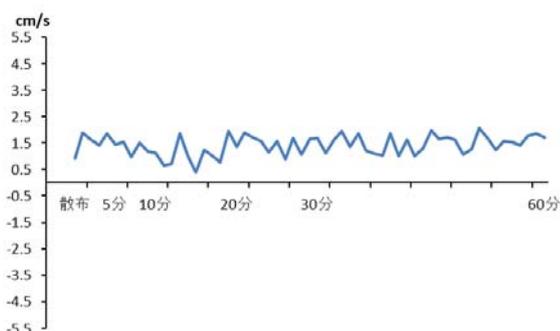


図22 St.3 水深1 mの流速(南北方向)

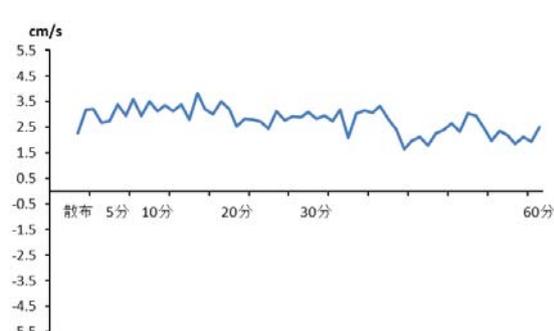


図23 St.3 水深1 mの流速(東西方向)

3 シャットネラ属の破裂細胞による魚類への影響試験

各試験区の水質変化を表4に，上清添加後の*C. antiqua*細胞密度を表5に示す。また，溶存酸素量とpHの推移を図24，25に，試験区2の細胞密度推移を図26に示す。水温・塩分はいずれの試験区でも試験期間中を通してほぼ一定で推移した(表4)。溶存酸素量は，試験区1、2ともに開始直後から30分にかけて減少した(図24)。この間は供試魚が活発に遊泳し，それに伴い溶存酸素が低下したと考えられる。pHは，無処理区においても8以下で推移した(表4，図26)。試験区1では試験30分後に最低値7.0，試験区2では24時間後に最低値7.2となった(表4，図26)。試験区2のpH低下の要因は供試魚の呼吸によるものと考えられる。

*C. antiqua*について，開始時6,000 cells/mlだった細胞密度が粘土添加15分後には遊泳停止細胞24 cells/ml，球形・変形細胞392 cells/mlとなり，90%以上の細胞減少率を示した。試験区2において*C. antiqua*の細胞密度は試験中ほぼ一定であったが，時間経過と共に球形・変形細胞は減少し，逆に遊泳・遊泳停止細胞は増加した(図26)。改良型粘土の有効成分が希釈された事によって*C. antiqua*の状態が回復したのと考えられる。

供試魚の行動について無処理区は変化が見られず，一方で試験区1，2において試験開始30分間に鰓蓋の開閉運動の増加及び遊泳速度の上昇などが確認された。特に試験区2では，頻繁に反転し，通常と異なった遊泳行動が見られた。いずれの試験区においても試験開始60分以降は沈静化し，鼻上げや立ち泳ぎなどの異常行動及びへい死は確認されなかった。今回改良型粘土の添加により2,000 cells/mlの*C. antiqua*を破裂させた海水は，860 gのブリの24時間までの生存に対し影響がないことが示唆された。なお，過去の試験において*C. antiqua*の培養株1,000 cells/ml程度でブリのへい死が見られたことから，培養株2,000 cells/mlでは確実にブリをへい死させたと思われた。

表4 各試験区の水質変化

試験区名	水温()	塩分(PSU)	溶存酸素量(mg/L)	pH
試験区	23.5 ~ 23.9	34.2 ~ 34.3	3.7 ~ 6.0	7.0 ~ 7.7
試験区	23.5 ~ 23.8	34.2 ~ 34.3	3.1 ~ 6.1	7.2 ~ 7.7
無処理区	23.5 ~ 23.7	34.2 ~ 34.3	5.1 ~ 6.1	7.5 ~ 7.8

表5 *C. antiqua* の検鏡結果

サンプリング水槽	状態	曝露試験開始後				
		直後	20分	30分	6時間	24時間
		(cells/ml)				
試験区2	遊泳	2,000相当	0	1	17	31
	遊泳停止		12	24	27	56
	球形・変形		137	124	108	58

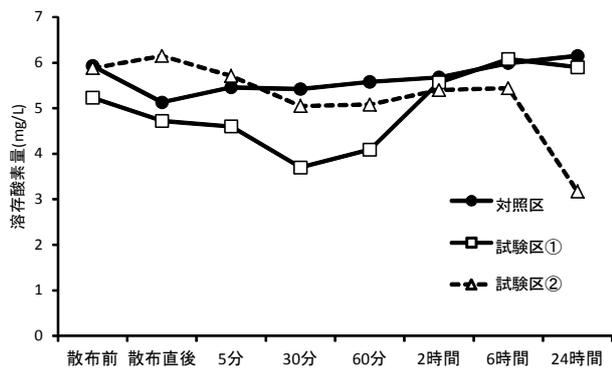


図24 各試験区における溶存酸素量の推移

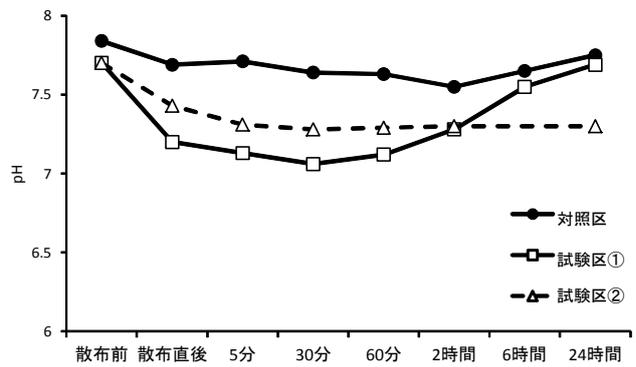


図25 各試験区におけるpHの推移

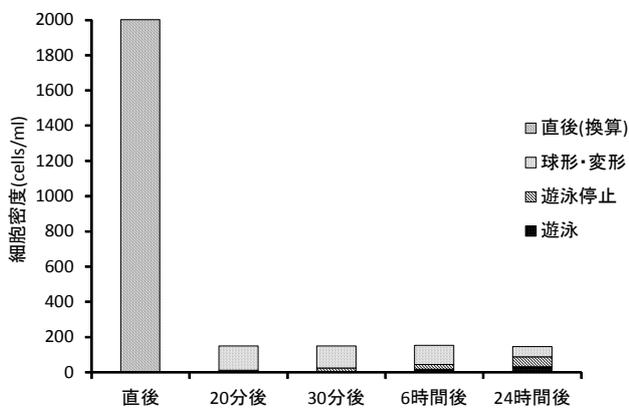


図26 試験区2における外部形態別細胞密度の推移

赤潮総合対策調査事業 -
(赤潮対策技術高度化事業 - 3)
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・保科圭佑

【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6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

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)と湾中部(St.3)の2定点

調査回数

八代海 : 6～9月 10回

鹿児島湾: 4～6月 6回

調査項目

水温, 塩分, pH, 透明度, D0, Chl-a, 栄養塩 (DIN, PO₄-P, SiO₂-Si), プランクトン (種組成, 有害種)

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

【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、6/4, 6/17, 6/24, 7/1, 7/15, 7/29, 8/12, 8/26, 9/9, 9/24の計10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)と湾中部(St.3)の各1定点において、4/8, 4/22, 5/7, 5/20, 6/10, 6/26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 - (赤潮被害防止緊急対策事業)

矢野浩一，西広海，保科圭佑

【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，シャットネラ属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層及び海底上1m層（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

2014年4月15日に長島周辺4海域（図1，印）周辺の約50m×50m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持ち帰った。

持ち帰ったサンプルは10の冷蔵庫内に10日間保管した後，MPN法¹⁾を一部改変した方法により，確認された栄養細胞から発芽したシストの数を推定した。これは，近年の研究でシャットネラ属シスト発芽時の光は，その発芽を阻害するとの知見²⁾が得られたため，規定の温度で培養する際，最初の5日間はアルミホイルで包んで遮光する処理を従来のMPN法に追加したもので，アルミホイルを外してからは，14L:10Dの明暗周期，光強度約35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ の光環境下でさらに9日間培養した。なお，培養温度は17,18,19,20,22とした。

(3)シスト発芽細胞の早期確認

0m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15 μm のプランクトンネットで5mL程度に濃縮した後，その中のシャットネラ属及び*Cochlodinium polykrikoides*遊泳細胞を検鏡した。4月15日からは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1日からは東町漁協の定期調査で，5月14日からは鹿児島大学委託調査の3定点（図1，印）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。

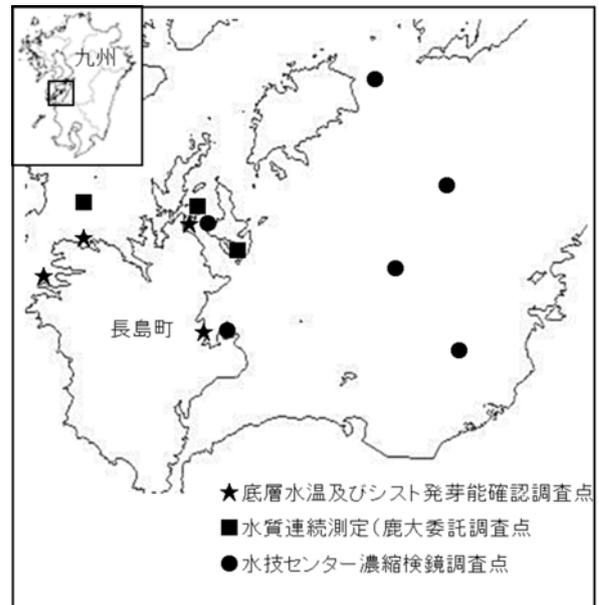


図1 調査定点

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等3定点（図1，印）で5月14日から9月30日まで週1回，合計21回の調査を実施した（表1）。

各調査定点の0 m, 5 m, 10 m, 20 m, B-1 mで採水器（（株）離合社製リゴ-B号採水器）を用いて採水するとともに，多項目水質計（Hydrolabo社，DS5）を用いて水温，塩分，pH，溶存酸素量（DO(%)，DO(mg/L)），Chl-*a*濃度(μg/L)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。

なお，当初，本事業に計画されていたブリ曝露試験，赤潮広域集中調査及び日周鉛直分布調査は，今年度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，2013年12月12日から2014年5月26日までの10 m及びB-1 m水温の1時間毎の推移を図2に示す。なお，脇崎のB-1 mはロガー交換時にデータロガーの回収不能によりデータを収集できなかった。

2014年の八代海における冬期水温は2月14～19日に脇崎で12.1，薄井で12.3，茅屋13.2，浜渡13.8で最低になり，その後，5月にかけて概ね時間の経過とともに上昇した。この間のデータロガーを設置した海域での底層水温の累積低温期間(時間)を表2に示す。B-1mのデータが欠測した脇崎は10mのデータを用いた。

12 以下となった期間(時間)は，2014年はいずれの定点でも観測されず，脇崎では2012年に60時間あった³⁾ことから，2014年の八代海の冬季水温は，2012年に比べて高めに推移したことがわかった。

水温区分	脇崎	薄井	茅屋	浜渡
15 以下	2,217	2,091	1,214	572
14 以下	1,449	1,442	286	58
13 以下	436	449	0	0
12 以下	0	0	0	0
最低水温()	12.1	12.3	13.2	13.8
(最低日)	(2月19日)	(2月15日)	(2月15日)	(2月14,15日)

脇崎は10mデータを使用

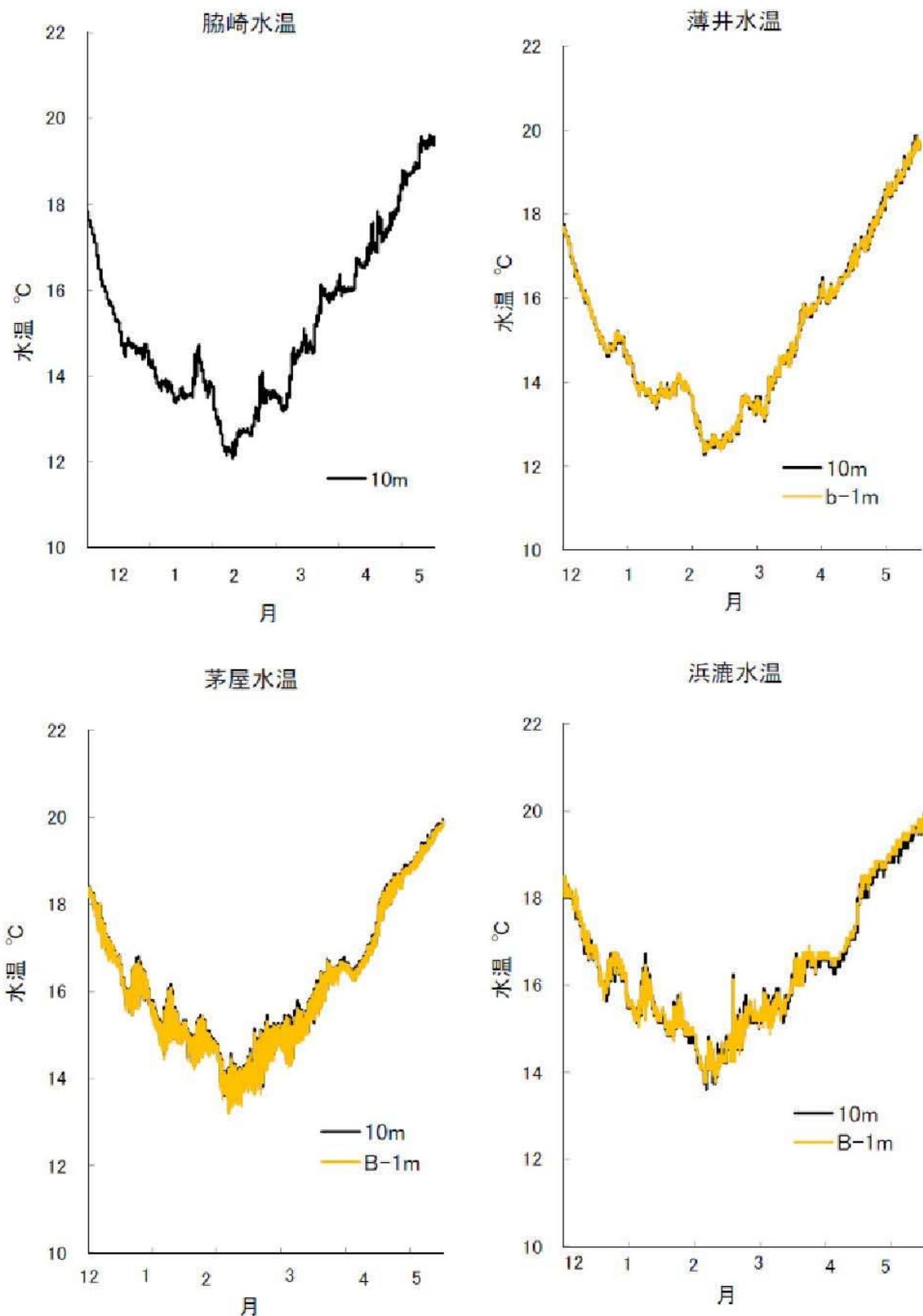


図2 長島周辺養殖漁場の冬期水温の推移

(2)シスト発芽能確認調査

各培養温度で確認できた栄養細胞の数を図3に示す。長島周辺4カ所のうち、脇崎、薄井、茅屋で採取されたサンプルからシャットネラ属の栄養細胞が確認され、茅屋のサンプルからはどの温度帯も栄養細胞は確認されなかった。

栄養細胞は、脇崎が20及び22の2温度帯で、薄井が20、茅屋が19及び22の2温度帯で確認された。確認できた栄養細胞から推定される発芽したシストの数は2~11MPN/g湿泥と低密度だった。

なお、発芽したシャットネラ属は、その形態からほとんどが*Chattonella antiqua*と推定された(図4)が、脇崎の一部は*C. marina*と推定された。

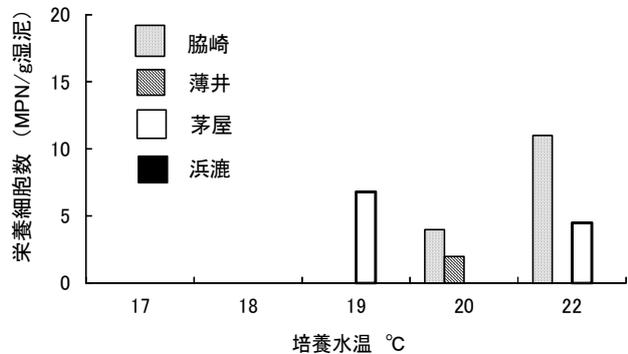


図3 シストが発芽したと推定される栄養細胞数 (培養温度別)

*C. antiqua*は2009年,2010年に大規模赤潮を形成したが、2011~2013年には赤潮を形成せず、いずれの年も数十cells/L程度の低密度で推移したため、2011年以降に形成されたシストは極めて少なかったと推測される。したがって、今回発芽したシストは、2009年,2010年にシャットネラ赤潮が大規模発生した直後に形成されたものが多く、シスト数は大きく減少したものの発芽能が残っていたと推測される。

2011から2014年の4カ年、同じMPN法により発芽したシストの数を推定してきた^{4),5)}。調査した4カ所のうち2013年まで、茅屋だけは発芽が確認されていなかったが、4年目の今回茅屋でも発芽が確認され、4カ所全ての漁場で発芽が確認された。一方、浜渡漁場は2013年までは毎年発芽が確認されていたが今回は確認されなかった。今後、5ヶ年の結果がそろった時点で、シャットネラ発生密度とシスト発芽の関連性について検討する必要がある。

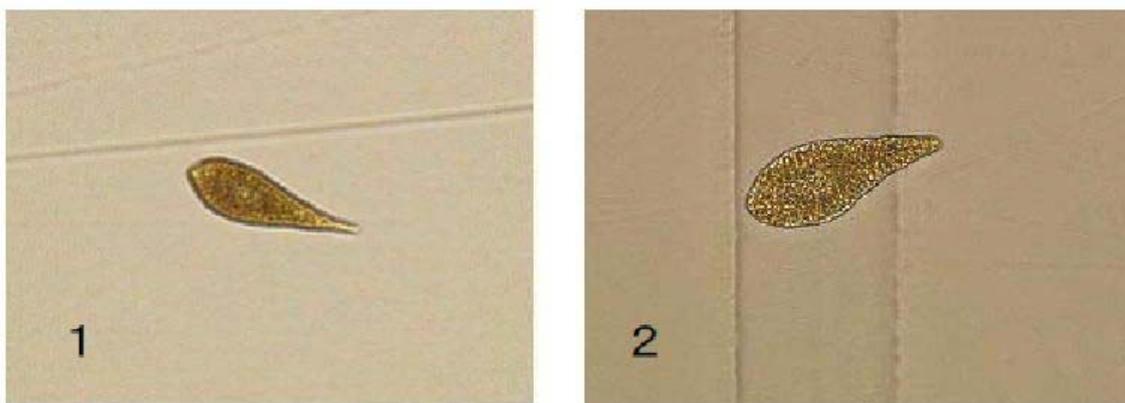


図4 発芽したシャットネラ属細胞
1 茅屋22 2 茅屋19

(3)シスト発芽細胞の早期確認

5月21日、東町漁協調査で田浦(0, 5, 10 m)及び獅子島西(10 m)からシャットネラ属栄養細胞が

確認された。当所赤潮調査では6月24日に脇崎(表層)及び幣串(5m)からシャットネラ属 栄養細胞が確認された。なお、鹿大委託定点からは、シャットネラ属栄養細胞は確認されなかった。

2 赤潮予察につながる水質連続測定

2014年5月14日から9月24日までのプランクトンの推移(表層)を図5に示す。3定点でシャットネラ属は確認されず、珪藻の細胞密度は伊唐では7月下旬、薄井及び茅屋では8月下旬にピークを示した。

伊唐及び茅屋では昨年度より約1ヶ月ピーク時期が早かったが、珪藻の細胞密度は薄井及び茅屋でかなり低く、薄井ではここ3ヶ年で最も低く推移した。

2014年5月14日からの水温の推移を図6に示す。伊唐では7月上旬から8月中旬にかけて水温成層が発達する期間があった。薄井、茅屋では7月中旬から8月上旬にかけて若干成層化したものの全ての観測層で水温差はほとんどなかった。期間中の0 m水温は伊唐が大部分の期間で最も高く、薄井、茅屋の順で高い傾向にあった。

塩分の推移を図7に示す。伊唐では6月上旬頃から8月にかけてやや低く、特に0 mが6月上旬～下旬に他の層より低い傾向が見られたが、概ね32以上で推移した。薄井では同様に6月下旬頃から8月にかけてやや低いが観測層による差は少なく、32以上で推移した。伊唐は7月に低下したが8月にかけて再び上昇傾向を示し観測層による差も少なく、3ヶ所中最も高い概ね33以上で推移した。期間中の0m塩分は茅屋、薄井、伊唐の順で高かった。

DO(mg/L)の推移を図8に示す。伊唐では全般的には5月から漸減傾向を示したが、水深0mと5m層では6月下旬と7月中、下旬にかけて5月と同程度まで増加した。薄井、茅屋沖も漸減傾向を示したが、全ての観測層で数値の差はほとんどなかった。期間中の0 m溶存酸素量は、伊唐が高く次に薄井と茅屋が時期により順位が入れ替わるものの、5 mg/Lを下回ることはなかった。

Chl-*a*濃度の推移を図9に示す。伊唐は6月下旬にかけて徐々に増加し、その後水深により上下はあるもののほぼ横ばいで推移し8月下旬に急増した。薄井では7月中旬までは1 µg-at/L前後を横ばいで推移し、7月下旬と8月下旬に2~3 µg-at/Lに達する小さなピークがあった。茅屋沖は調査期間中を通して全般的に1~1.5 µg-at/L前後をほぼ横ばいで推移した。期間中の0 m Chl-*a*は、伊唐が高く、薄井と茅屋沖はほぼ同じ程度だった。

DINの推移を図10に示す。伊唐は7月中旬にかけて次第に増加した後、8月上・中旬にいったん減少したが、8月下旬に再度増加した。薄井は7月中旬にかけ増加した後8月中旬に減少し、再度8月下旬にかけ増加した。茅屋沖は7月中旬にかけて漸増し、その後横ばいか微増で推移した。期間中の0 mのDINは3ヶ所とも概ね1~5 µg-at/Lで推移し順位が入れ替わる状況であった。

DIPの推移を図11に示す。伊唐は深い層で7月に増加後8月上～中旬にかけて減少した。その後8月下旬にやや増加した。薄井及び茅屋沖は6、7月がやや高く、8月上～中旬に減少後再度8月下旬にかけて増加したが、水深による差はほとんどなかった。期間中の0 mのDIPは概ね0.1~0.4 µg-at/Lで推移し、薄井、茅屋沖、伊唐の順で高かった。

以上のように、調査定点で地理的特徴の違いが確認された。

成層は水温や塩分(海水密度)差で生じるとされる。そこで昨年度と同様に水温、塩分、圧力から求められる海水密度を元に鉛直安定度を以下の式より求めた。

$$\text{鉛直安定度} = (10\text{m海水密度} - 0\text{m海水密度}) / \text{水深} \times 10^{-3}$$

鉛直安定度の推移を図12に示す。鉛直安定度は、数値が高いほど安定しており成層を形成しやすい。

2014年は、3定点の中では伊唐が最も鉛直安定度は高く、薄井、茅屋沖はほとんど0に近いが、こ

の傾向は前年度と同様であり、地理的な特徴が確認された。すなわち、前述したように、内湾性の特徴を持つ伊唐は鉛直安定度が高く、成層が発達しやすいのに対し、薄井や茅屋沖では海域外からの海水流入が比較的多いため、鉛直安定度が低く鉛直混合が容易に起こる環境にあったと推測される。また、2011年及び2012年は、2013年及び2014年と比較した場合（定点が薄井以外は異なるが、）、2011年及び2012年は薄井において6～7月において鉛直安定度が50を超える日があったのに対し、2013年及び2014年は3定点とも概ね20を下回り、薄井においては10を超える日がなく、2011年と2012年に比べ鉛直安定度は低かったことから、鉛直混合が起こり易い環境にあったと推測される。八代海の本県海域における2011年～2014年までの有害赤潮の形成について見てみると、*C. antiqua*はこの4年間は赤潮を形成していないが、2013年には*Karenia mikimotoi*、2014年には*Cochlodinium polykrikoides*の赤潮、また、2012～2014年に*heterosigma akashiwo*の赤潮が形成されており、2013及び2014年の方が2011年及び2012年に比べ有害赤潮の形成が多く見られた(表3)。これまでの結果から、鉛直安定度の低下が赤潮形成に寄与していることが十分考えられ、今後この点についてさらに検証していく必要がある。

表3 八代海(鹿児島県海域)における近年の有害赤潮の発生

年	発生日 (月/日)	終息日 (月/日)	期間 (日)	赤潮生物種名	場所	細胞数 (cells/ml)
2011	有害赤潮の発生なし					
2012	5/19	5/27	9	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	45,000
2013	5/17	5/23	7	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	30,000
2013	6/1	6/1	1	<i>Karenia mikimotoi</i>	長島町弊串地先	2,000
2013	8/26	8/26	1	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	1,000
2014	5/14	5/18	5	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	40,000
2014	7/28	8/1	5	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	八代海中央部	9,075

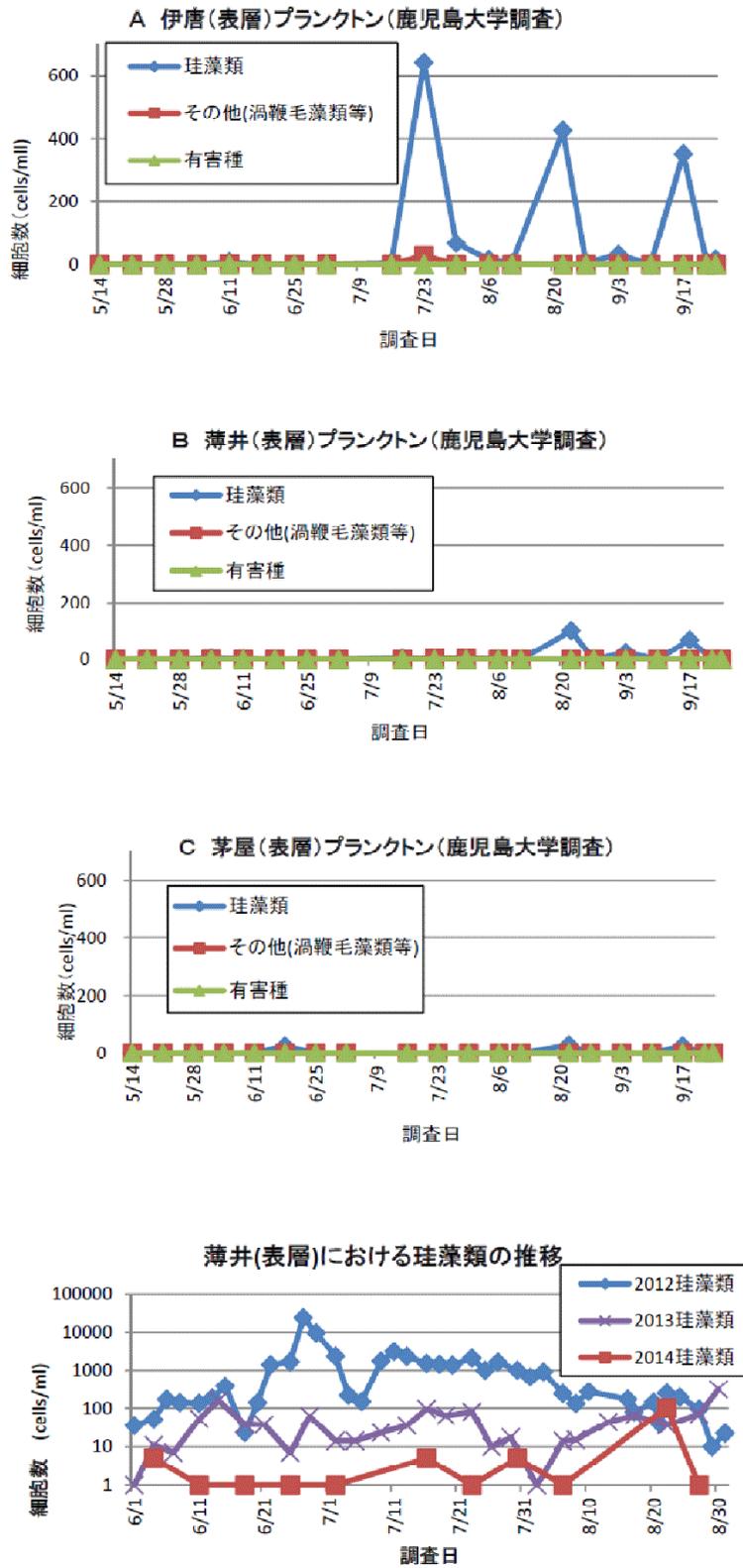


図5 プランクトンの推移

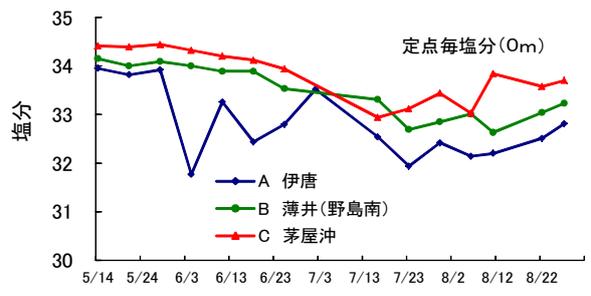
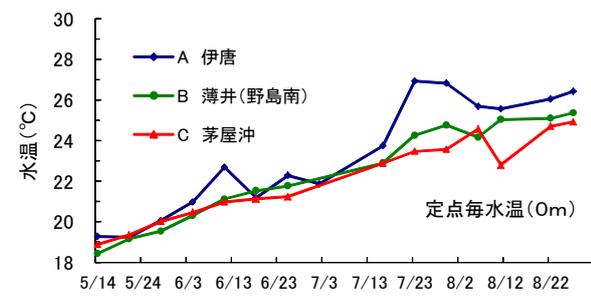
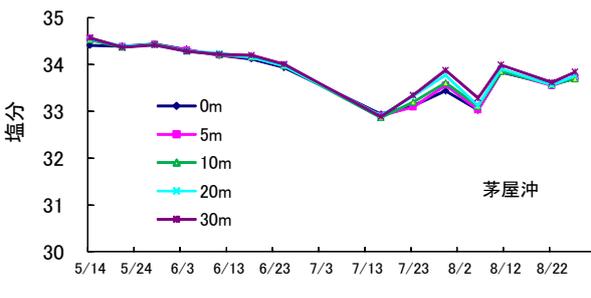
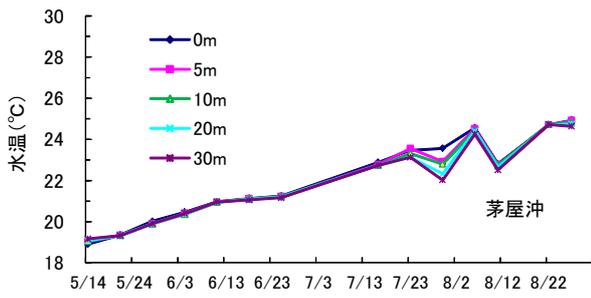
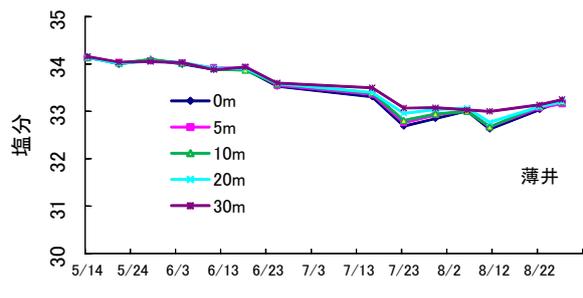
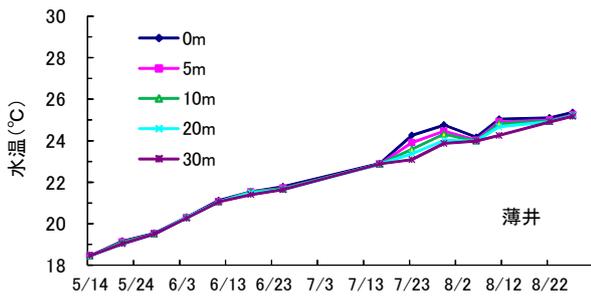
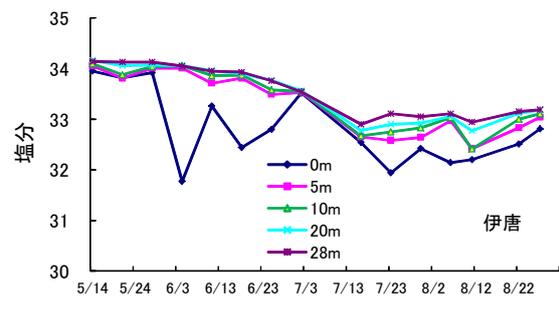
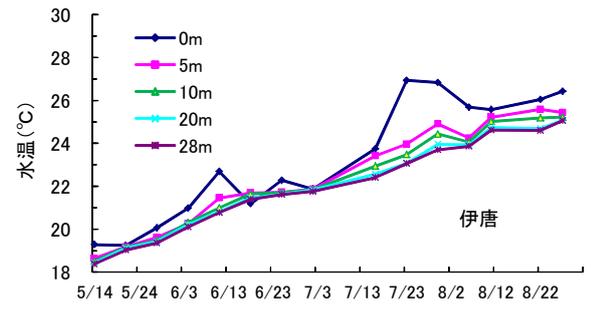


図6 水温の推移

図7 塩分の推移

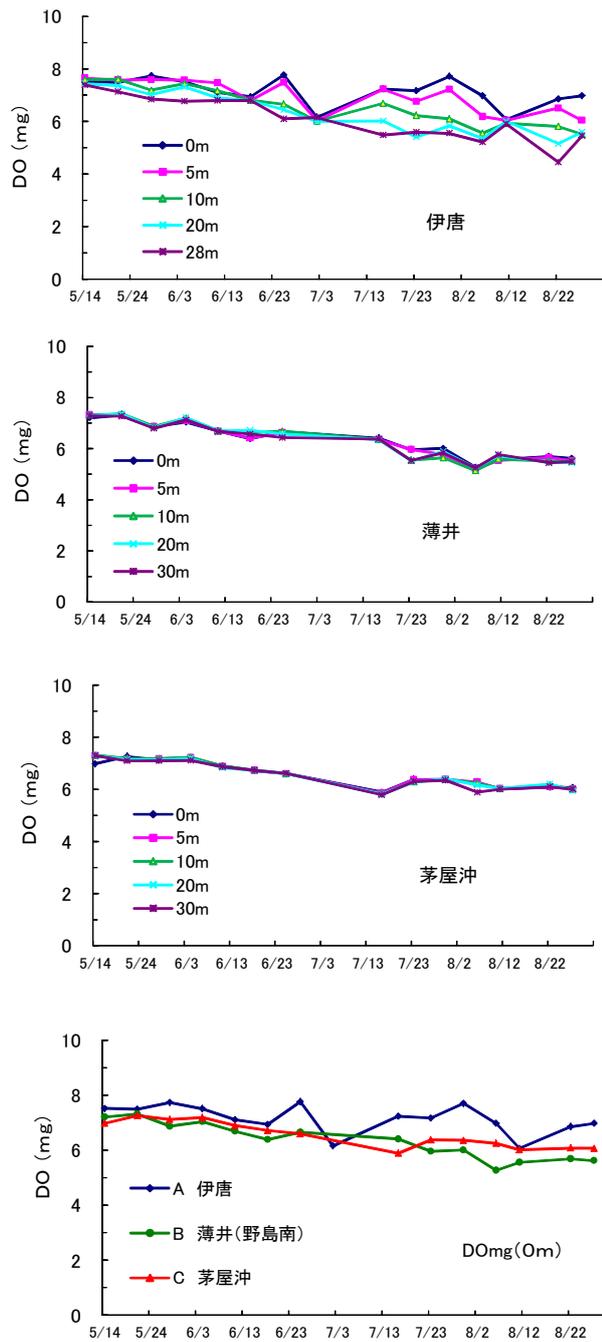


図8 溶存酸素量の推移

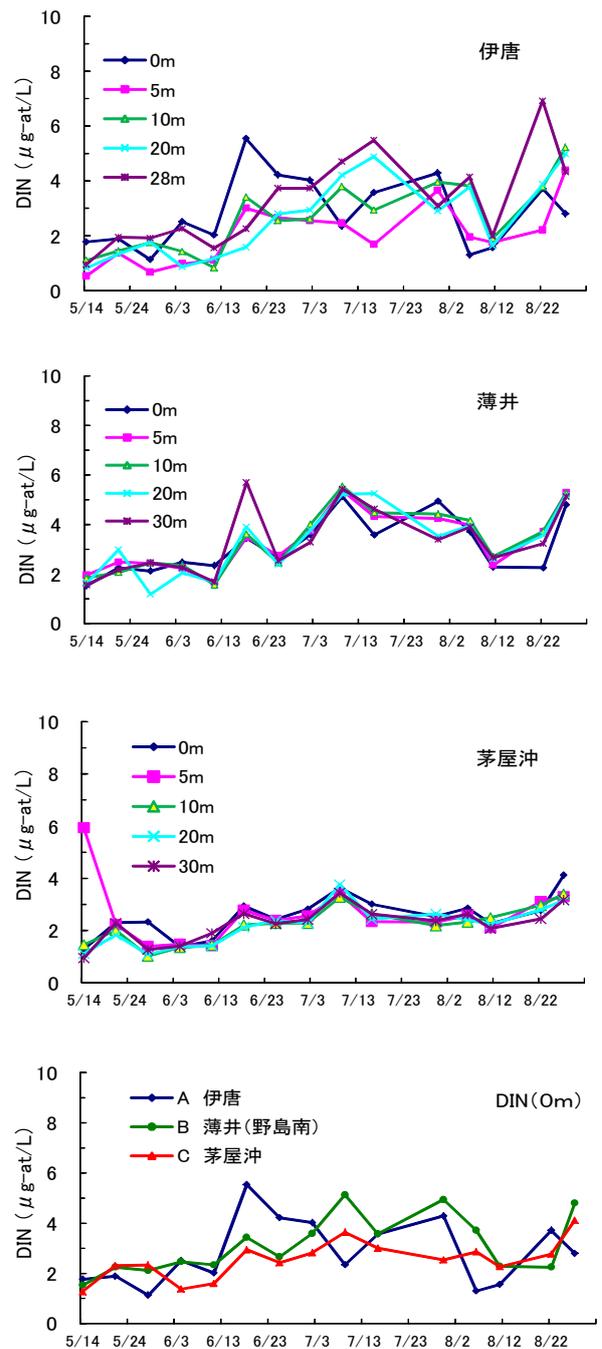


図9 Chl-a濃度の推移

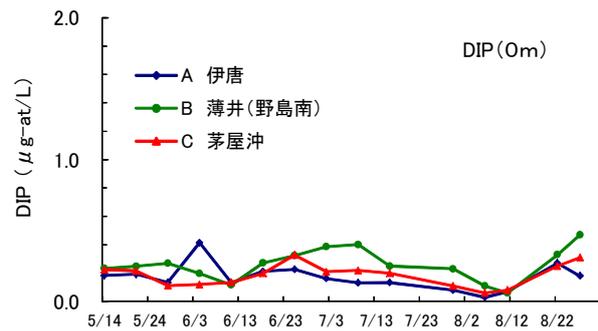
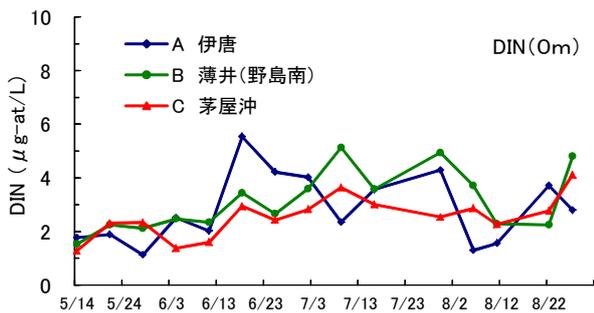
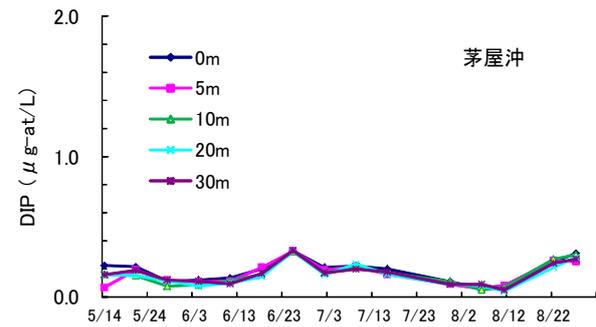
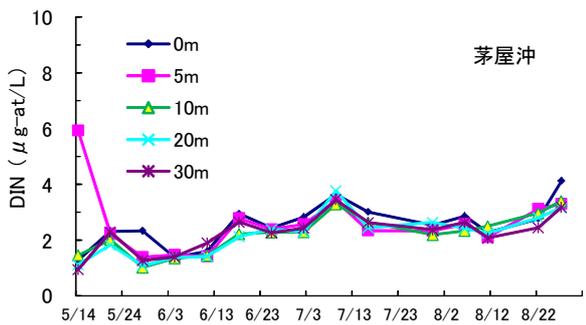
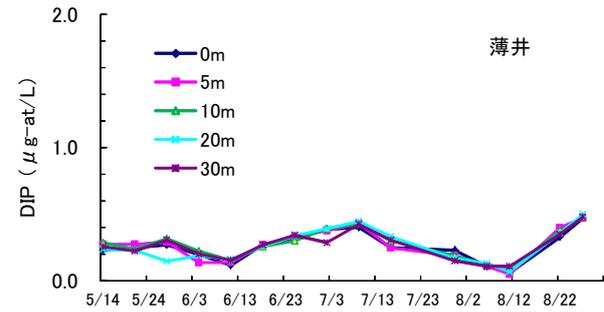
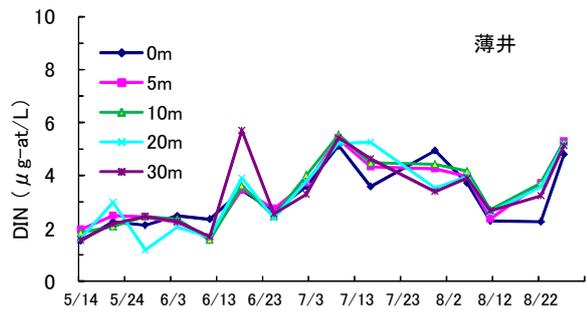
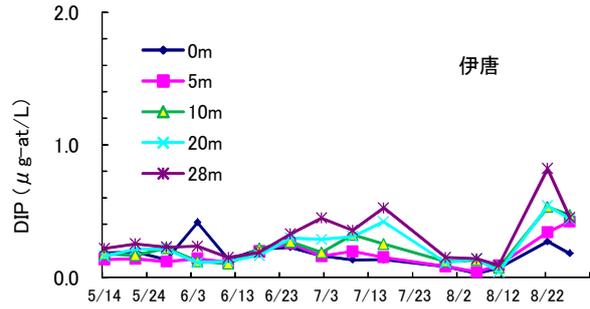
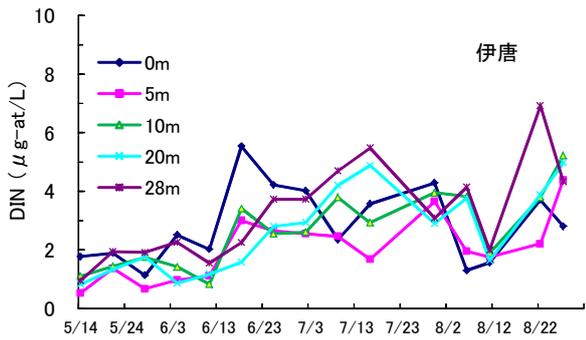


図10 DINの推移

図11 DIPの推移

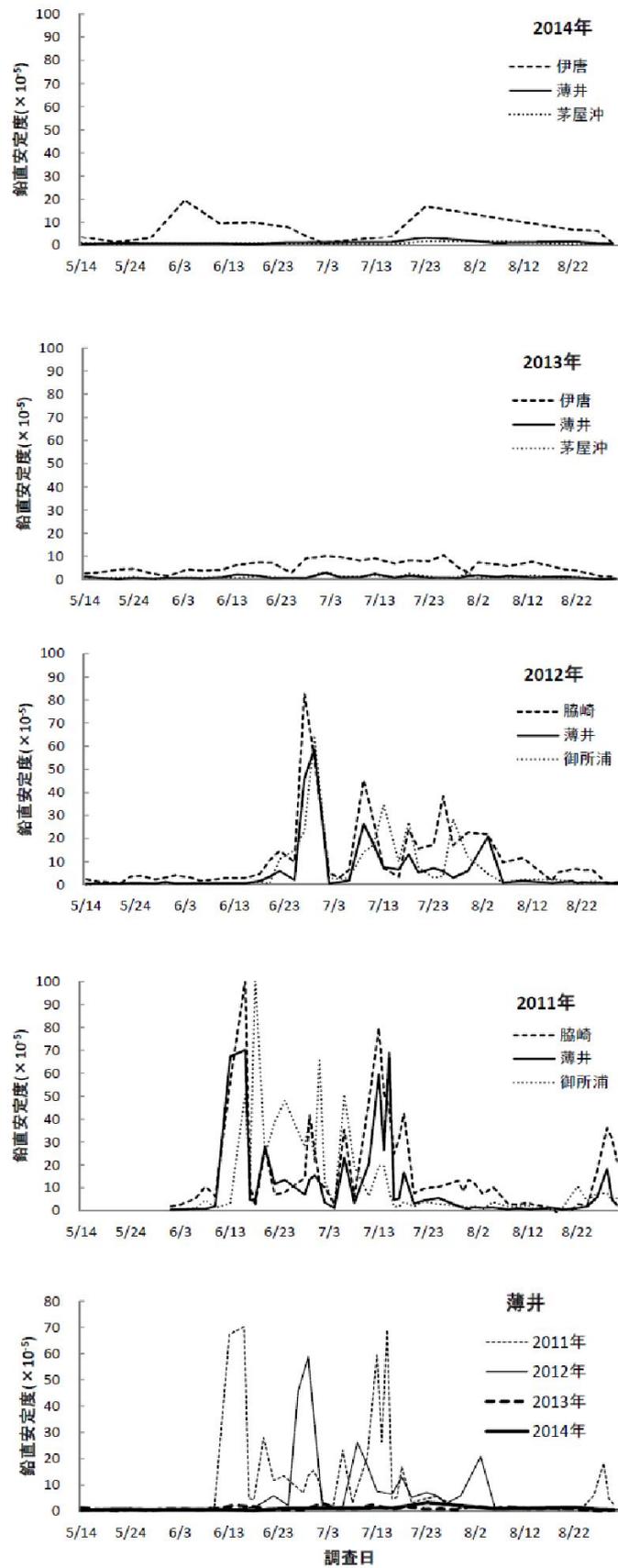


図12 鉛直安定度の推移

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) 紫加田知幸，山口峰生，坂本節子．有害赤潮鞭毛藻*Chattonella*のシスト発芽に及ぼす光の影響．平成24年度日本水産学会春季大会(2012年3月28日，東京海洋大学(品川))講演要旨集
- 3) 折田和三，西広海，田原義雄(2013)，赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)，平成24年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書
- 4) 折田和三，西広海，田原義雄，中村彰彦(2012)，赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)，平成23年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書
- 5) 折田和三，西広海，保科圭祐(2015)，赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)，平成25年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書

鹿児島海藻パーク推進事業 - 海藻バンク造成事業

猪狩忠光，東條智仁，平江多績

【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る漁家経営の改善を図る。

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土川・羽島地区，肝付町高山地区及び南さつま市笠沙町崎ノ山地区において，藻場造成試験，藻場分布調査及び食害防止試験を行った（図1）。

(1)いちき串木野市

1)土川地区でのヒジキ造成試験

試験実施場所は，土川港内外の転石帯で（図2），ヒジキを対象種として造成試験を行った。なお，港外は潮間帯付近にのみソゾ類やテングサ類など比較的小型の藻類が生育していたが，それ以深はムラサキウニ，クボガイ，アメフラシが多く，磯焼け様を呈していた。

4月16日：あらかじめ接着剤でヒジキ付着器を接着して，水槽で2週間以上育成した石及びコンクリート製プレートを，港の内外に4個ずつ設置した。

5月14日：同様，付着器を接着させ，33日水槽内で育成した石を港の内外に5個ずつ，また，港内には同様に約3ヶ月育成したコンクリート製プレートを2枚設置した。港内の設置場所は潮位が約40cmのところであった。

5月27日：24時間以内に放出された幼胚を採集し，エアレーションを施して運搬した後，港外の潮位20cm前後の窪みなどがある転石上（干潮時で海面上にあった）に散布した。

5月27日：母藻1～3株を1組として，3組を検束バンドで鉄筋にくくりつけ，それらを潮位20cm前後のところに打ち込んだ（図3）。

5月27日：約30cm×30cmのネットの四隅に母藻を結束バンドでくくりつけ，ネットの中央に石を載せて固定した（図3）。港の内外に6枚ずつ潮位20cm前後の場所に設置した。



図1 試験地位置図

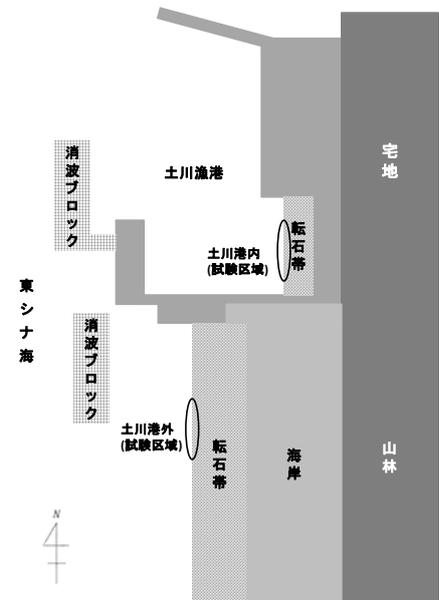


図2 土川地区試験実施場所

2) 羽島地区での藻場分布調査

外海域に面し藻場の減少が継続している，いちき串木野市羽島地区の藻場分布調査を実施した。調査は5月中旬～6月上旬に実施し，土川漁港から串木野市漁協との境界間の沿岸をシュノーケリングにより観察し，現状把握と藻場形成阻害要因を調査した。



図3 ヒジキ母藻設置方法
左：鉄筋による方法
右：ネットによる方法

(2) 肝付町高山地区

試験は，比較的開放的な海域である東風泊漁港周辺で行った（図4）。

東風泊漁港西側防波堤の外側の基礎部分（St.1）に長期間ガラモ場を維持させるため，温帯性種及び亜熱帯性種混成藻場の造成試験を行った。

5月7日にヤツマタモク母藻を2m×2mのネットへ3本1組として25組を結束バンド（幅2.5mm）によりくくりつけ中層網方式で設置した。また，6月9日にはオープンスポアバッグ方式でマジリモク母藻を設置した。さらに，7月17日にはコブクロモク母藻を先に設置していたネットに結束バンドでくくりつけた。

平成19年度に水深約10mに設置された藻場礁（正八角形で向かい合う辺間が2m，高さが0.7m）2基（St.2）にホンダワラ類を生育させるため，亜熱帯性種で造成を試みた。

6月9日に藻場礁表面に付いたフジツボ等をスクレーパーで，全体の1/2及び1/8を削り取り，コンクリート基質を露出させた。「1/2露出藻場礁」には2m×2mのネットをかぶせ，マジリモク母藻を結束バンドでネットにくくりつけた。もう一方の「1/8露出藻場礁」には，マジリモク母藻をつめたスポアバッグを藻場礁横に設置した。さらに，7月17日には，同じ藻場礁2基にコブクロモク母藻を同様に設置した。

St.3は巨石の転石地帯であり，漁業者グループ等が平成23年度から食害動物であるウニの駆除と母藻設置による藻場造成活動を実施している場所であり，平成25年度に母藻種をこれまでのヨレモクモドキからコブクロモク主体（コナフキモクが若干混じり）へ換え，継続的に育生状況を調査した。

母藻については，ヤツマタモク及びマジリモクは当センター周辺で採取し，コブクロモクは指宿市山川町浜兎ヶ水地先で採取したものをを使用した。なお，コブクロモクについては時期的に遅れたため，卵がすでに半分ほど放出したものをを使用した。

(3) 南さつま市笠沙地区

4月21日及び5月12日に，棧敷島の南東側及び小浦から崎ノ山までをシュノーケリングにより観察し，ホンダワラ類の分布及び藻場の形成状況を調査した。

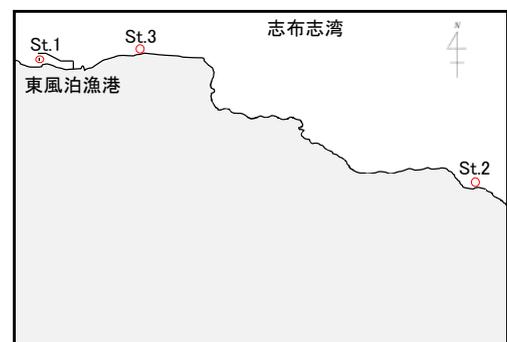


図4 高山地区試験実施場所

【結果及び考察】

(1)いちき串木野市

1)土川地区でのヒジキ造成試験

4月16日設置の石及びコンクリート製プレート

5月14日には港内の基質はひっくり返っており、プレートにのみ付着器が残っていた。また、港外は2つの石に2個体ずつ残っていただけであったが、そこから新たな幼芽が確認された。以降、時化等で調査はできなかったが、翌年3月20日には設置場所周辺にヒジキの藻体は確認されなかった。

5月14日設置の石及びコンクリート製プレート

5月27日には港内に設置した石及びプレートはすべて乾燥のため枯死していた。港外に設置した石は一部茎が残っているものはあったものの、ほとんどが付着器のみになっていた。以降、時化等で調査はできなかったが、翌年3月20日には設置場所周辺にヒジキの藻体は確認されなかった。

5月27日幼胚播種

8月11日及び翌年3月20日には播種を行った周辺には藻体は確認されなかった。

- ・ 5月27日鉄筋・ネットによる母藻設置

6月5日には港外の母藻はすでに流失していた。8月11日及び翌年3月20日には母藻を設置した周辺には藻体は確認されなかった。

羽島土川地区での試験では、藻体を基質ごと移設し、その後の藻体の伸長及びそれらからの幼胚添加を期待したが、設置数週間後には付着器のみになり、その後消失してしまうという繰り返しであった。これは、この試験地には、植食性魚類が多いうえ、波浪も激しく、さらにヒジキが生息する潮間帯前後にムラサキウニをはじめクボガイ等の巻き貝類等の食害生物が非常に多いことが主要原因と考える。藻体設置や幼胚添加を行う場合には、あらかじめ食害生物の除去を行い、継続的な除去活動が必要である。また、母藻設置については、母藻が波浪等により流されない方法、例えば壊れにくい囲いなどを固定する方法などを行わないと目的地に幼胚が添加されないと考えられる。さらに、幼胚の直接播種については、干潮時に散布する手法は、満潮に向かう際の波によって幼胚が流されることが考えられることから、目的基質が海面下にあり、いわゆる風のタイミングを見計らって散布する手法が、より幼胚の着定率が高いと考える。

2)羽島地区での藻場分布調査

前年までの調査同様、波の影響を受ける潮間帯前後には、テングサ類、ソゾ類、有節石灰藻類、アミジグサ類がほぼ全域に見られ、一部にはカゴメノリ、マクリが比較的多く見られた。それ以深の岩礁域には主にムラサキウニが多く磯焼け様を呈していた。また、転石域も磯焼け様を呈しているところが多く、そこにはクボガイが多く見られた。

ホンダワラ類は、羽島崎周辺の岩礁域にヒイラギモク（以前のフタエモク、トサカモク）の群落は潮位0cm前後の同水深に帯状に見られたが、羽島神社前は食害を



図5 羽島地区沿岸のホンダワラ類の状況

を受けた短いヒイラギモク、キレバモクの藻体が散見されるのみであった。また、羽島旧港周辺には、ヤツマタモク、マメタワラ、ヒイラギモク、キレバモク、コナフキモク混成の小規模藻場が見られた

(図5)。旧港以南の岩礁域には、イソモク、ヒイラギモクが比較的多く見られたが食害を受けた短い藻体がほとんどであった。旧港近くの消波ブロック付近には、ウミウチワを主体にキレバモクが混成した小規模藻場が見られた。ヒジキは付着器と1cm程度の短い藻体が少ないながら岩礁の間隙に点在したが、旧港以南ではイソモクと混成して比較的多く見られ、20cm程度の長めの藻体も確認された(図5)。

羽島海域には広範囲かつ高密度にウニ類やクボガイ等の巻き貝が分布し、ニザダイ、イスズミ等の植食性魚類も多く見られ、それら植食性生物の食害によってホンダワラ類が伸長できないものと考えられた。土川と同様、ウニ類、クボガイやカサガイ等巻き貝類を除去することが必要で、それによりある程度潮間帯に豊富なテングサ類やソゾ類をはじめとする小型海藻を増やすことは可能と考えられる。また、それらを増やすことにより、その後ホンダワラ類の伸長が期待できると考える。

(2)肝付町高山地区

東風泊漁港 (St.1)

平成27年2月の調査で、港外の中層網周辺には、ホンダワラは網の端に1本見られたのみで、種の判別はできなかった。

試験地は志布志湾内ではあるが、湾口近くであり、比較的波の影響もあることから、中層網やオープンスポアバッグ方式といった、母藻をくくりつけるタイプでは、母藻の維持が困難であったと考えられた。波当たりの比較的激しいところでは、スポアバッグ方式による播種が適当であると考えられる。また、周辺にウニ類が見られることからその除去も必要と考える。

藻場礁 (St.2)

平成27年2月の調査では、両藻場礁ともホンダワラ藻体は確認されなかった。

「1/2露出藻場礁」にはネットに母藻をくくりつける方式で播種を行ったが、同様波浪等により母藻が維持されなかったと考えられ、スポアバッグ方式で行う必要があると考える。

「1/8露出藻場礁」については、スポアバッグに入れた母藻量が少なかったことなどが原因の一つと考えられたが、この藻礁周辺は懸濁物が多く、基質上に浮泥が堆積していたうえに光量も少ないことから、そういった環境に耐えられる種を選択する必要もあると考える。

漁業者グループとともにスポアバッグを設置した場所 (St.3)

6月9日には藻体は50cmを超え、小規模な藻場が形成された。構成種は既存種のヒイラギモク(フタエモク)が主体であったが、母藻として使用したコブクロモクが多数、コナフキモクも若干確認された。母藻種をヨレモクモドキからコブクロモク主体に変更したことで定着させることに成功したが、ホンダワラは種により生育環境が異なることが知られており、今後、藻場回復を進めるにあたり、種類毎の生育環境特性を把握し、回復地の環境にあった種類を選定することが大切と考えられた。本年度は母藻の添加は行わなかったが、平成27年2月の時点で藻場が形成された場所に多数の幼芽が確認された(図6)。



図6 高山地区 St.3 の 2 月の状況

2 食害防除対策

【方 法】

試験地の南さつま市笠沙町崎ノ山は、かつてはガラモ藻場が形成されていたところであった。現在も藻体は残っているものの、食害により伸長できない状況にある。海底から高さ10～20cmに水平に食害防除網を張ることによるガンガゼ及び植食性魚類の食害防止試験を行った。

平成25年12月26日、目合いが角目2cmの2m×2m網2枚をそれぞれ海底から約10cm及び20cmの高さに張り、中心に浮子を付けた。設置後、時化等により網を固定していたブロックが寄ってしまい、網の高さが確保されていなかったため、1月20日にサンドバッグを用いて2枚の網とも四辺の高さを約20cmにした。

この地区での最低水温は2月に見られることから、今年度は2月4日に2×2mの角目約2cmの網を4枚、1.8×1.8mの角目約10cmの網を4枚をサンドバッグを用いて、四辺を海底から約20cmの高さに設置した。なお、網の直下に確認されたホンダワラ類の平均藻体数及び長さは、角目2cmの方が、8本(7, 9本), 34.6mm(17～54mm), 角目10cmの方が、平均18本(12, 23本), 44.6mm(28～65mm)で、若干食害が確認された。

【結果及び考察】

5月12日に網を撤去した時にはヒイラギモク(フタエモク)33個体(8本/m²)が藻体長50cm前後に伸長していた。なお、設置時には1m²あたり平均16個体のホンダワラ類幼体が確認された。

網をかけていない場所では、網の直近で伸長が見られるものもあったが、網から離れた場所では伸長は見られなかった(図7)。その後、9月2日にはヒイラギモクは長めの茎のみが1本確認されただけであった。試験地付近にガンガゼは確認されなかったため、今回の手法がガンガゼに対して有効であるかは確認できなかった。しかし、密度の低下は見られたものの、藻体は伸長していたことから、植食性魚類に対しては有効であることが確認された。

3月16日に両角目の網とも2枚ずつ一部サンドバッグとつないでいたひもが切れてめくれ上がっていたため修復した。その時点では、網の内外で藻体に若干の食害痕を見られたものの、藻体長に大きな差は見られなかった。

網設置後の試験地の日間平均水温の推移を図8に示したが、網設置後から3月16日まで水温が17℃を上回った日数は1日のみで、比較的低温が保たれていたことにより食害が少なかったと考える。



図7 食害防除試験結果

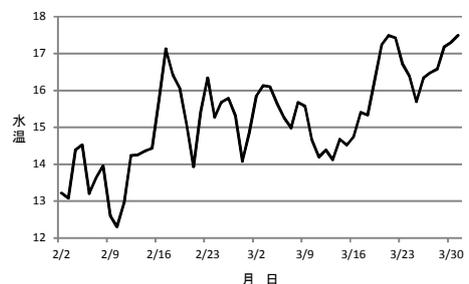


図8 食害防除試験地の水温推移

3 有用藻類増養殖技術開発

【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、これまで種苗培養シート(以下「シート」という。)選定、幼胚の採集法及び育生管理などについて、ある程度の知見が得られた。しかしながら、夏期のシート管理には多大な労力を要することから、幼胚の冷蔵保存による省力化及びコケムシ対策として実施した60分以上の淡水浸漬による生長不良についての検証を行った。

夏期管理の省力化(幼胚冷蔵試験)

採苗は、放出後48時間以内の幼胚を用い、幼胚の量が少なかったため、同一シートに5月28日及び30日の2度行った。採苗方法は、前年度までに開発した方法で行った。まず、母藻を水槽に収容し底面に落ちた幼胚を排水とともに、目開きが1.5mm、0.3mm及び0.1mmの3種のネットを通し、最終的に0.1mmのネットで受けることにより夾雑物を除去した後、洗浄瓶に収容し、シート下面から吸引することにより、シート表面を陰圧にしたところへ洗浄瓶内の幼胚を散布した。刷毛である程度幼胚密度を均一にした後、止水下の水槽で30日の採苗7時間後まで静置・養生した。

幼胚冷蔵については、50×100cmのシート2枚を静置・養生後、ノリシードを適量添加した海水中に収容し、約5 日の冷蔵庫内に静置した。対照区として50×200cmのシート1枚を通常方法で育成した(静置・養生後弱流水とし、5日後の6月4日に海面に展開)。

冷蔵シートは9月1日に1枚を冷蔵庫から屋外水槽の弱流水中(水温27.0℃、遮光膜なし)に、その2日後の9月3日に海面に展開した。また、もう1枚の冷蔵シートは9月3日に冷蔵庫から屋外水槽の弱流水中(6日間遮光膜なし後遮光)に、台風の接近があったため約1ヶ月後の10月4日に海面に展開した。

淡水浴影響試験

平成25年度に60分以上の淡水浴が汚損生物であるコケムシ類の防除策として有効であることを示したが、同時に淡水浴によりヒジキの生育に支障をきたすことが示唆されたため、その検証を行った。

藻体長が25cm以上の天然ヒジキを25cmに切りそろえて、60分水道水で淡水浴した後、3本1組として5cmの間隔を空けて20組をロープに挟み込み、海面で育成した。同時に淡水浴をしないものを同じロープに15組挟み込んだ。淡水浴をしたものをヒジキ育生によりよい環境である波の影響を受ける側に置いた。試験は2月6日に開始し、その後の生長は3本組の内の最も長い藻体を測定した。

コケムシ着生時期の検討

コケムシ類の防除対策の一つとして、コケムシ類が藻体に着生する時期を特定すること目的とした。10×10cmの塩化ビニル板(厚さ0.5mm)を5枚1組として縦に並べ海面下に垂下し、垂下後1ヶ月程度のコケムシ類の着生状況を確認した。なお、塩化ビニル板の表面は紙ヤスリで平滑さをなくした後使用し、平成26年12月2日、11日、22日、翌年1月5日、19日、2月3日、18日、3月10日、24日に垂下した。

(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(*Pyropia tenera*)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。

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、種判別を行った。

【結果及び考察】

(1)ヒジキ種苗量産試験

夏期管理の省力化（幼胚冷蔵試験）

9月3日に水槽に展開した冷蔵シート及び通常育生シートの生長の推移を図9に、1月7日の両者の写真を図10に示す。海面展開当初から藻体長に差は見られたが、通常育生シートの平均が20cmを超えた頃には、冷蔵シートはまだ5cm程度で、40日程度の成長の遅れが見られた。

種苗として使用できる藻体（20cm）数は、通常シートが2月6日で1,075本で、冷蔵シートが3月24日で356本（m²換算の本数は712本）であった。なお、通常シートは夏期シート上にアオサ類が大量に繁茂し、それによって藻体数が減少したと考えられた。

冷蔵シートで生長遅延及び密度減少が見られたが、5℃という低温での保存自体が悪影響を与えたことが考えられ、さらに、水槽に展開する際に、冷蔵から一気に常温（27℃前後）の海水へ入れてしまったことから、その温度差による障害が発生し、生長や密度に影響したことも考えられる。

ヒジキの葉がよく生長する温度帯は20～25℃と報告されており（森田ら，2014），冷蔵から常温に戻す時期を海水温が25℃近辺にし、常温に戻すまでの昇温に時間をかけるなどすることにより、防止できるかを検討する必要があると考える。また、密度減少については、あらかじめ幼胚を多めに採苗することである程度防止できると考える。

淡水浴影響試験

淡水浴をしたヒジキとしていないヒジキの挟み込み後の生長の推移を図11に示す。

4月1日には、淡水浴をしたヒジキが平均1,284mm（1,000～1,525，n=19）であったのに対し、無処理区は1,528mm（986～1,996mm，n=15）であった。有意水準0.05で有意差が認められ、コケムシ類を死滅させる60分の淡水浴は、ヒジキに生長障害を与えることが確認された。

ヒジキ幼体に対しては、60分の真水浸漬で藻体

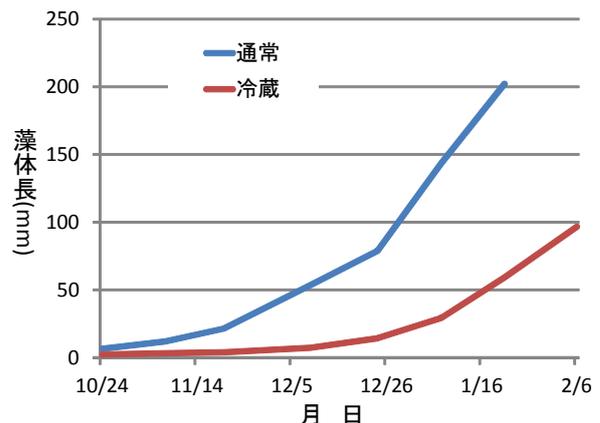


図9 通常及び冷蔵シートの生長の推移



図10 通常(上)及び冷蔵シート(下)の比較

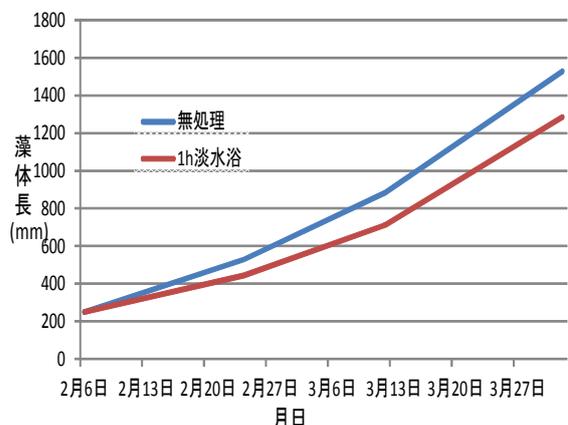


図11 淡水浴及び無処理の生長の推移

色が変化したが、40分では変化がなかったことが報告されている（井上，2014）。

種苗に汚損生物が多い時は、幼体に影響が出ないとされている40分以内の淡水浴にとどめて拡大防止を期待するのがよいと思われる。状態のよいヒジキはコケムシ等の汚損生物の付着は少なく、あっても付着器に近い部分、いわゆる古い部分に限られることが多い。さらに、4月以降の養殖後半の藻体がかかなり伸びきった頃に広範囲に広がっていく傾向が見られる。

したがって、種苗は、付着器からなるべく高い位置で切って使用し、コケムシ等が付着している部位や藻体は使用しないようにすることが、挟み込み時の注意点と考える。

コケムシ着生時期の検討

25年度はホンダワラ藻体を用いて行ったが、藻体が食害にあうなどしたため、今年度は塩化ビニル板（以下「プレート」という。）を使用した。プレートの確認状況を図12に示す。

コケムシ類の付着は、12月2日設置のプレートでは12月26日に、12月11日設置のプレートでは12月26日に確認されなかったが翌年1月5日に、また、1月19日設置のプレートが4月1日に確認され、他のプレートには確認されなかった。

コケムシ類の付着が、単純にコケムシ類が確認された日とその前の確認されなかった日の間に起ったし、その他の時期は付着できる幼生がないとした場合、1月5日～3月10日が幼生がない時期となる。この時期は、この海域が16℃以下になる最も水温が下がる時期に当たる（図13）。昨年度の試験においても、1月27日以降にはコケムシ類の付着が見られず、ほぼ同様の傾向が見られた。この時期にコケムシ類の付着がないということは、天然ヒジキにコケムシ類がほとんど見られないことや一般的に言われている水温低下とともにコケムシ類が消滅するという事とも一致する。しかし、水温が上昇してくる3月以降に再びコケムシ類の付着が見られたことは、種苗の淡水浴のみで防除することは不可能であることを示しており、記したように、良好な環境下で養殖することによって、藻体をよい状態に保ち、コケムシ類の付着を最小限にすることが大切と考える。また、収穫時期を水温が上がって藻体の状態が悪くなる前にすれば、ある程度汚損生物の被害は防げると考える。

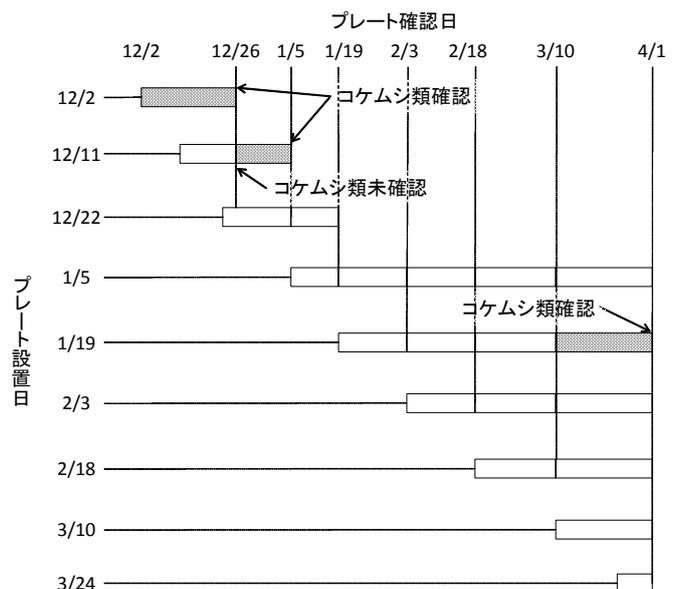


図12 プレートへのコケムシ類の付着状況
*コケムシ類が確認された場合、その前の確認日との間を  で示した。

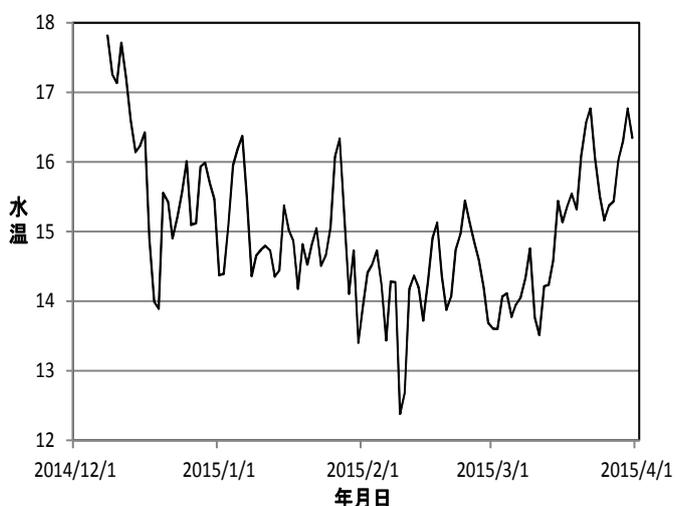


図13 試験地地先の水温推移

(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んできており、前年度(26年)3月に北薩地域振興局とともに指導したカキ殻へのフリー糸状体播種後の種苗育成・管理については、グループ及び北薩地域振興局が行い、それらグループ育生カキ殻によりのり網40枚の陸上採苗を行った。

また、当センターにおいても、カキ殻穿孔糸状体の培養(5~10月、カキ殻4000枚)を行った。培養期間中、カキ殻に付着した珪藻除去のための洗浄などの管理を、生産者グループとともに2回実施し、海上採苗用として提供した。なお、5月13日から平面培養で行い、8月6日から12日に50Lパナライト水槽による垂下培養に移したが、9月16日殻表面に黄緑色の変色が確認されたため、再度平面培養に戻した。10月20日、殻胞子の放出が確認されたため抑制処理を行い、10月21日に配布した。

27年度期養殖分のカキ殻へのフリー糸状体播種を、27年3月中旬に北薩地域振興局とともに指導し、播種後の種苗育成・管理については、グループ及び北薩地域振興局が行った。

PCR分析方法による種の判別は、乾海苔製品について2回(32試料)行い、アサクサノリの割合は平均で32%であった。

文献

森田晃央・小黒敏行・斉藤洋一・井上美佐・松田浩一・神谷直明・倉島彰・前川行幸(2014), ヒジキ発芽体の生長および仮根伸長におよぼす水温と光の影響, 藻類, 62, 88-92

井上美佐(2014), 環境創造型養殖推進事業人工採苗によるヒジキ養殖技術開発, 平成24年度三重県水産研究所事業報告書, 27-28

鹿児島海藻パーク推進事業 - (藻場定期モニタリング調査事業)

東條智仁，猪狩忠光，平江多績

【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，水産多面的機能発揮対策事業等により各地域の藻場保全活動組織が環境・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

指宿地区水産振興会，山川地区藻場保全会(以下，活動組織)が実施する藻場造成海域において，潜水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。

調査内容

活動組織が設定した調査ライン(図1，図2)において，一定距離毎(下記の調査点参照)に方形枠(50cm×50cm)を設置し，方形枠内において下記の調査項目について調査した。また，方形枠は周辺の環境として平均的を選んで設置した。このため，調査水深については調査毎に異なる場合がある。

(調査場所)

海 域	調査箇所	調査ライン	ライン長 (m)	調査点(始点からの距離) 方形枠を設置する地点
指 宿	指宿港地先	指宿北	40	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 33, 38, 40
		指宿南	30	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30
	指宿岩本地先	岩本沖	250	0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 239, 250
山 川	山川港地先	牧場下	138	5, 17, 32, 110, 130, 138
	浜児ヶ水地先	竹山下	139	0, 5, 37, 66, 75, 100, 139
		浜児ヶ水沖	165	0, 7, 72, 152, 165
	赤水鼻地先	児ヶ水定置横	150	0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 150

- (調査項目等)
- ・水温，水深，底質，浮泥の堆積状況
 - ・海藻草類被度・種類
 - ・植食性魚類の食痕の有無，ウニ類，小型巻貝密度

(調査回数) 年2回(各調査ライン)

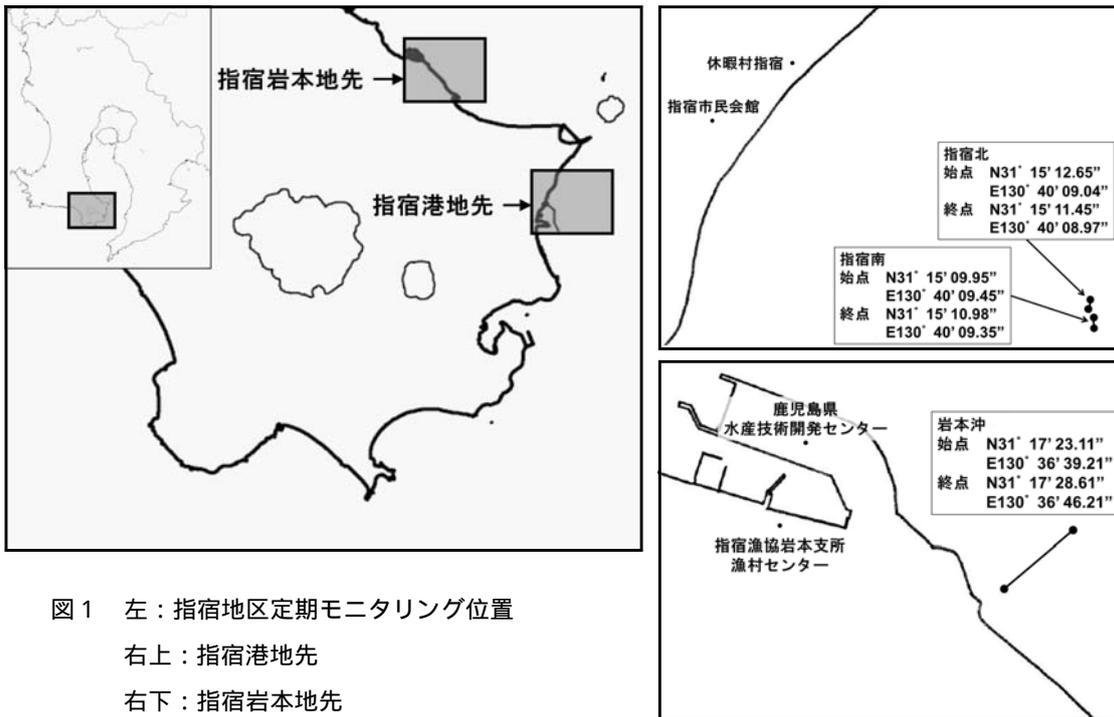


図1 左：指宿地区定期モニタリング位置
右上：指宿港地先
右下：指宿岩本地先

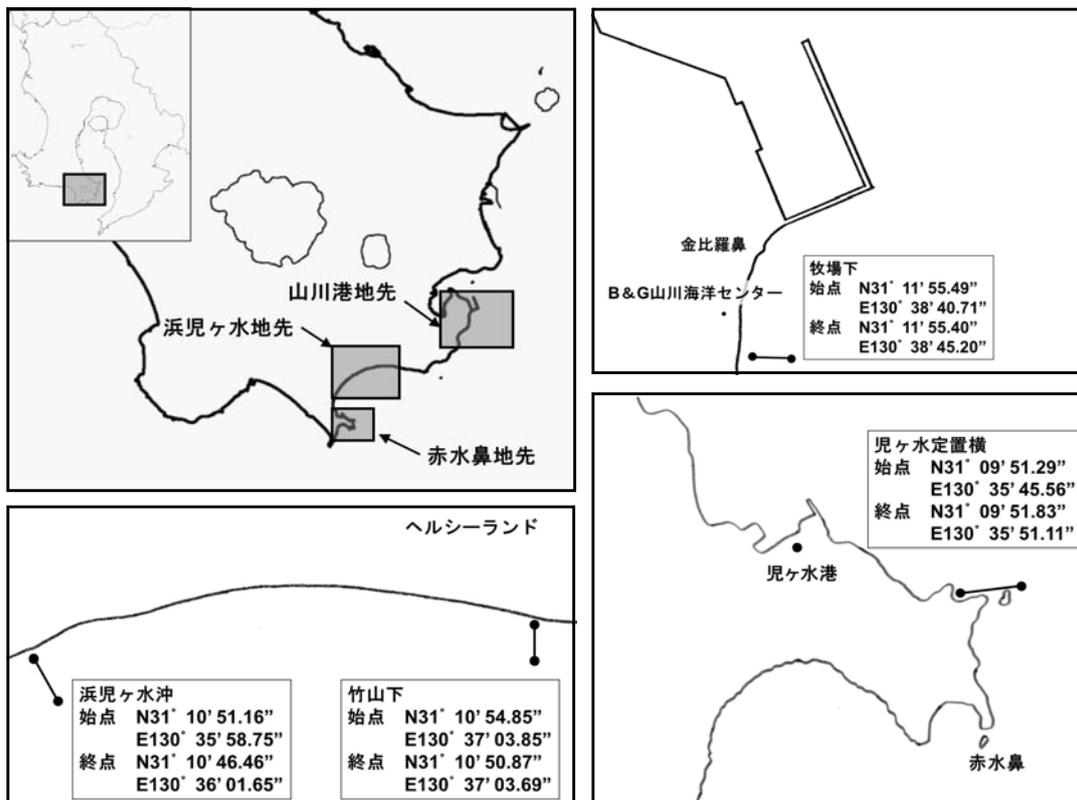


図2 左上：山川地区定期モニタリング位置
右上：山川港地先
左下：浜児ヶ水地先
右下：赤水鼻地先

(調査時期)

調査箇所	第 1 回	第 2 回
指宿地先	平成26年5月23日	平成26年12月 9日
指宿岩本地先	平成26年5月23日, 6月 6日	平成26年12月 8日
山川港地先	平成26年7月 2日	平成26年12月 3日
浜見ヶ水地先	平成26年7月 2日	平成26年11月 3日
赤水鼻地先	平成26年7月 2日	平成26年12月 3日

藻場の維持, 回復手法の指導

県内の藻場保全活動組織に対して, 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。

【結果】

定期モニタリング調査

指宿地区水産振興会

1 指宿地先

1) 指宿北(図1参照)

(1) 平成26年5月23日調査

調査水深は2.6 ~ 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, ウミウチワ, イトアミジ, ワカメ), 緑藻(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。

始点から5 ~ 38 mにコナフキモクとマジリモクの濃密な藻場が形成されていた(図3)。浮泥堆積物はほとんどなかった。

前年度調査時(平成25年7月9日)と同様に, 密度は低いウニ類, 巻貝類が確認された。

ウニ類...15 m: ナガウニ8個/m², 25 m: ガンガゼ4個/m², 30 m: ガンガゼ4個/m²

巻貝類...10 m: 4個/m², 15 m: 4個/m², 20 m: 8個/m², 30 m: 8個/m²

記載していない調査点のウニ類及び巻貝類の密度は0個/m²(以下同じ)



図3 マジリモク主体の藻場(左: 10 m付近, 右: 25 m付近)

(2) 平成26年12月9日調査

調査水深は2.6 ~ 3.9 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, ホンダワラ類幼体, ウミウチワ, イトアミジ), 紅藻(テングサ科, イバラノリ科, 有節石灰藻)であり, 藻場の形成は見られなかった(図4)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類及び巻貝類は第1回調査時より密度が高い地点があった。

ウニ類...10 m : ナガウニ12個/m², 15 m : ナガウニ16個/m²・ガンガゼ4個/m²
巻貝類...10 m : 8個/m², 20 m : 12個/m², 30 m : 4個/m²

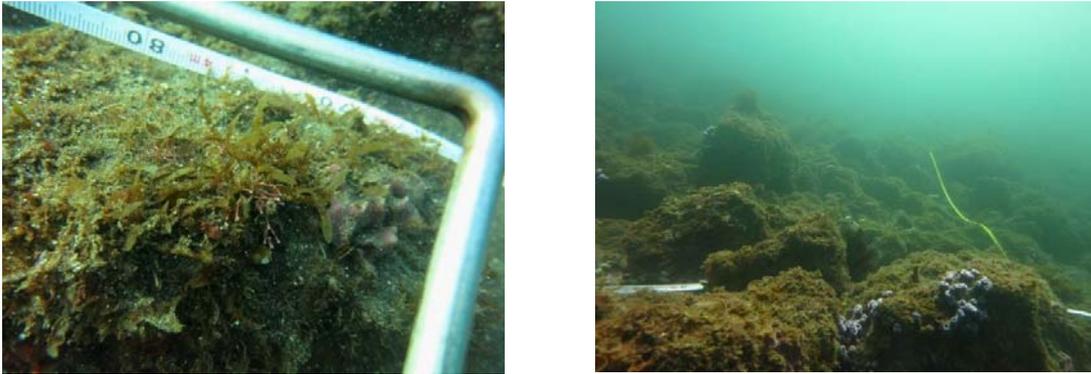


図4 ホンダワラ類の幼体（左：5 m付近）と海底状況（右：15 m付近）

2) 指宿南（図1参照）

(1) 平成26年5月23日調査

調査水深は3.3～4.2 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，コナフキモク，マメタワラ，コブクロモク，ウミウチワ，イトアミジ，ワカメ），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。始点から5～20 mにマジリモク・コナフキモクの濃密な藻場が形成され，ウミウチワも繁茂していた（図5左）。また，20 m付近にワカメを多く確認した（図5右）。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

前年度調査時（平成25年7月9日）と異なり，ウニ類は確認されず，巻貝類もほとんど確認されなかった。

ウニ類...確認されなかった

巻貝類...20 m : 8個/m²



図5 左：マジリモクとコナフキモクの藻場（5 m付近），右：ワカメが多く見られた（20 m付近）

(2) 平成26年12月9日調査

調査水深は3.1～3.9 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，ウミウチワ，シワヤハズ，フクロノリ），紅藻（オゴノリ科，小型紅藻，無節石灰藻）であり，藻場の形成は見られなかった（図6）。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

第1回調査時と異なり，ウニ類が確認され，巻貝類の出現箇所も増えていた。また，方形枠外であったが10 m地点にシラヒゲウニを1個確認した。

ウニ類...20 m : ガンガゼ4個/m²・ナガウニ4個/m²,
25 m : ガンガゼ4個/m²・ナガウニ4個/m²
巻貝類...20 m : 4個/m², 25 m : 8個/m², 30 m : 4個/m²

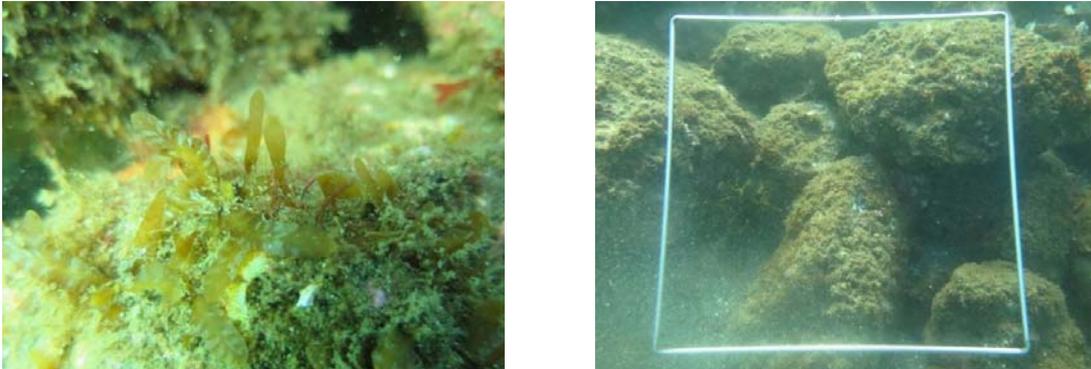


図6 左：ホンダワラ類の幼体（5 m付近）、右：海底状況（20 m付近）

2 指宿岩本沖（図1参照）

1）平成26年5月23日及び6月6日調査

調査水深は0.2～3.3 m（潮位換算後）であった。

ライン上の出現種は褐藻（マヤツタモク、ウミウチワ、イトアミジ、ワカメ、シオミドロ科）、緑藻（アオサ科）、紅藻（テングサ科、オゴノリ科、有節石灰藻、無節石灰藻）、海草（コアマモ）であった。始点から60～100 m 及び200 m 付近はヤツタモク主体の藻場が形成されていた。175～200 m はウミウチワの群落であり、所々にヤツタモクを確認した（図7左）。また、150～170 m にはコアマモ主体の藻場が形成されていた（図7右）。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類は前年度調査時（平成25年7月2日）と同様に確認されなかった。巻貝類は前年と比較し、ほとんど確認されなかった（前年の巻貝類...125～175 m : 50～100個以上/m²）。

ウニ類...確認されなかった

巻貝類...50 m : 24個/m², 200 m : 28個/m²

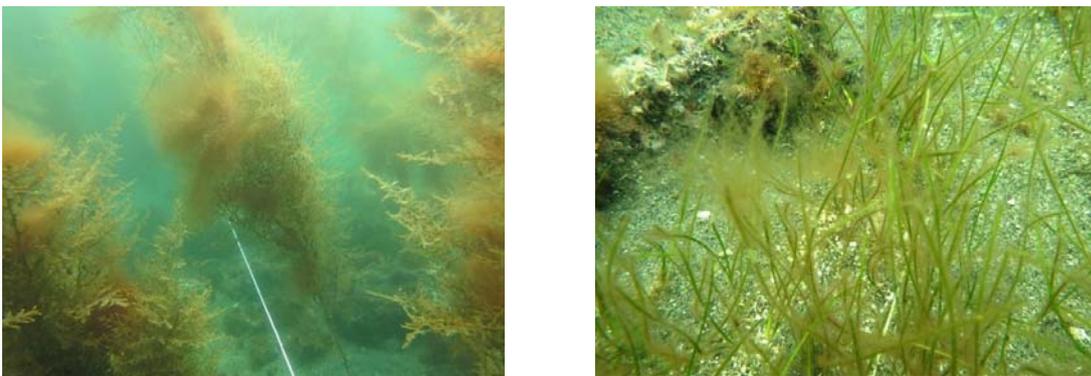


図7 左：ヤツタモク主体の藻場（100 m付近）、右：コアマモ（175 m付近）

2）平成26年12月8日調査

調査水深は0～2.6 m（潮位換算後）であった。

ライン上の出現種は褐藻（ヤツタモク、マメタワラ、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。始点から56～239 m（特に125～239 m は濃密）はヤツタモク主体の藻場が形成されていた（図8）。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

第1回調査時と同様に，ウニ類は確認されず，巻貝類の密度も同等だった。

ウニ類...確認されなかった

巻貝類...100 m : 24個/m²



図8 ヤツマタモク主体の藻場（左：75 m付近，右：175 m付近）

山川地区藻場保全会

1 山川港地先

1) 牧場下（図2参照）

(1) 平成26年7月2日調査

調査水深は0～0.7 m（潮位換算後）であった（始点は海面から1.1 m）。

ライン上の出現種は褐藻（コナフキモク，ヘラヤハズ，イシゲ），紅藻（小型紅藻，有節石灰藻）であった。始点から78～90 mにコナフキモクの群落（図9左），122～129 mにコナフキモク及びヘラヤハズの混成藻場が形成されていた（図9右）。また，90～120 mはヘラヤハズの群落であり，所々にコナフキモクを確認した。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

ウニ類は前年度調査時（平成25年7月26日）と同様に調査ライン周辺では確認されなかったが，目視できる範囲に低密度で広く分布していた（始点から5～90 mの転石地帯に点在）。

巻貝類は前年度調査時と異なり，確認されなかった。

ウニ類...目視できる範囲に低密度で広く分布

巻貝類...確認されなかった

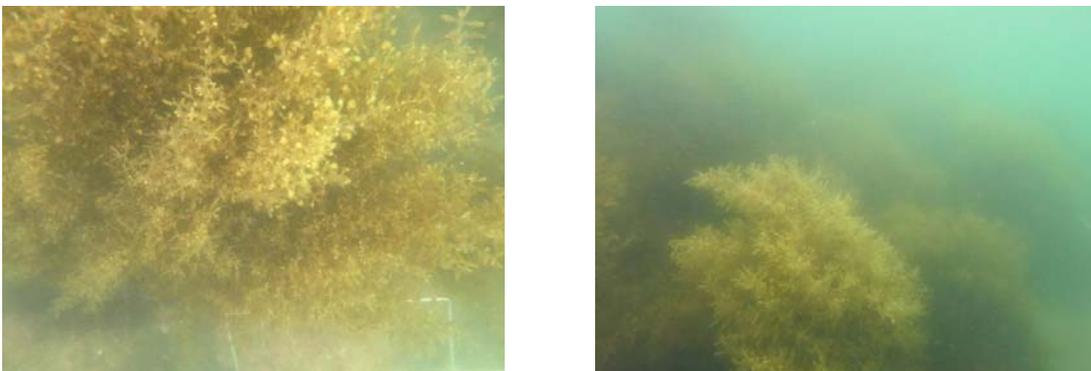


図9 左：コナフキモクの群落（80 m付近），右：コナフキモク及びヘラヤハズの混成藻場（125 m付近）

(2) 平成26年12月3日調査

調査水深は0～1.1 m（潮位換算後）であった（始点は海面から1.0 m）。

ライン上の出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, ウミウチワ), 紅藻(小型紅藻, 有節石灰藻)であり, 藻場の形成は見られなかった。ホンダワラ類幼体は始点から110 ~ 130 m で多くみられた(図10)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類は第1回調査時と同様に調査ライン周辺では確認されなかったが, 目視できる範囲に低密度で広く分布していた(始点から36 m ~ 99 m の転石地帯に点在)。

巻貝類は第1回調査時と同様に確認されなかった(前年度の巻貝類...30 m : 8個/m²)。

ウニ類...目視できる範囲に低密度で広く分布

巻貝類...確認されなかった



図10 左 : ホンダワラ類幼体 (110 m付近), 右 : 海底状況 (130 m付近)

2 浜児ヶ水地先

1) 竹山下 (図2 参照)

(1) 平成26年7月2日調査

調査水深は1.2 ~ 5.4 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, コブクロモク, フタエオオギ), 紅藻(有節石灰藻)であった。始点から40 ~ 60 m, 70 ~ 90 m にコナフキモク及びコブクロモクの濃密な混成藻場が形成されていた(図11左)。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

前年度調査時(平成25年7月26日)と同様に, ウニ類及び巻貝類が確認された(図11右)。

ウニ類... 0 m : ムラサキウニ4個/m², 5 m : ムラサキウニ12個/m²・ナガウニ8個/m²,

75 m : ナガウニ4個/m²・タワシウニ4個/m²

巻貝類...66 m : 12個/m², 75 m : 4個/m²



図11 左 : コナフキモク及びコブクロモクの混成藻場 (88 m付近)

右 : 転石地帯にウニを多く確認 (0 ~ 10 m付近)

(2) 平成26年12月3日調査

調査水深は1.1 ~ 5.0 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, アミジグサ科), 紅藻(テングサ科, 有節石灰藻, 無節石灰藻)であり, 藻場の形成は見られなかった(図12)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類はほとんど確認されなかったが, 巻貝類が前年度調査時(平成25年11月13日)と同様に, 密度の高い箇所があった(前年度の巻貝類...43 m : 4個/m², 100 m : 24個/m²)。

ウニ類... 5 m : ムラサキウニ4個/m², ナガウニ4個/m²

巻貝類...66 m : 24個/m²



図12 ホンダワラ類幼体を確認(左: 5 m付近, 右: 66 m付近)

2) 浜児ヶ水沖(図2参照)

(1) 平成26年7月2日調査

調査水深は0.8 ~ 5.1 m (潮位換算後)であった。

ライン上の出現種は褐藻(コブクロモク, ウミウチワ), 紅藻(オゴノリ科, 無節石灰藻)であった。始点から0 ~ 10 m, 20 ~ 65 mにコブクロモクの濃密な藻場が形成されていた(図13左)。また, 119 m 付近の岩盤の切れ目にコブクロモクの群落が形成されていた。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

152 m 付近にて魚類によると思われる食害痕がみられた(図13右)。前年度調査時(平成25年7月25日)と異なり, ウニ類はほとんど確認されず, 巻貝類は確認されなかった。

ウニ類...72 m : ムラサキウニ4個/m²

巻貝類...確認されなかった



図13 左: コブクロモクの藻場(7 m付近), 右: 食害にあったコブクロモク(152 m付近)

(2) 平成26年12月3日調査

調査水深は1.5 ~ 6.6 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), 紅藻(テングサ科, 有節石灰藻)であり, 藻場の形成はみられなかった(図14左)。なお, 前年度調査時(平成25年11月13日)は, ホンダワラ類幼体は確認されなかった。

浮泥堆積物は全体的に多かった(図14右)。

前年度調査時と異なり, ウニ類は確認されなかった(前年度は始点から100 ~ 150 m付近の岩盤にガンガゼが密集した箇所があった)。

巻貝類は前年度調査時と同様に確認されなかった。

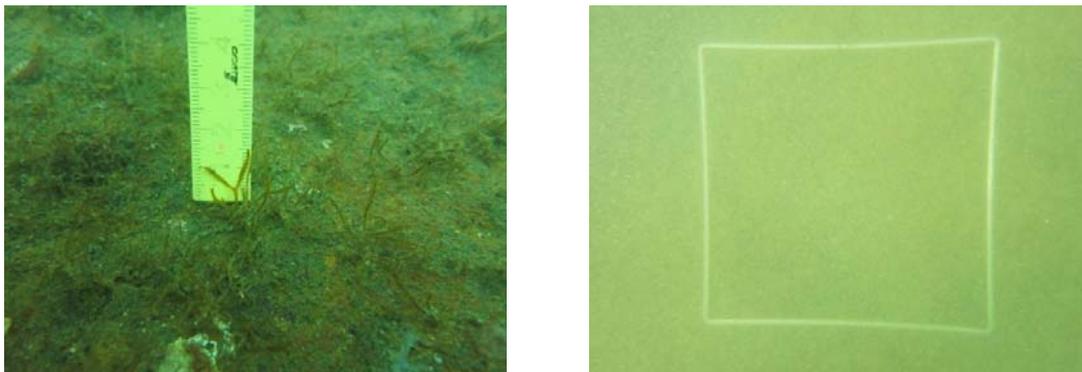


図14 左: ホンダワラ類幼体を確認(72 m付近), 右: 浮泥堆積物が多かった(0 m付近)

3 赤水鼻地先

2) 児ヶ水定置横(図2参照)

(1) 平成26年7月2日調査

調査水深は0 ~ 6.8 m (潮位換算後)であった(始点は海面から0.2 m)。

ライン上の出現種は褐藻(キレバモク, マジリモク, ホンダワラ類幼体, ウミウチワ, シマオオギ), 紅藻(テングサ科, 小型紅藻, 無節石灰藻)であり, 藻場の形成はみられなかった。また, 始点から40 ~ 80 m, 130 ~ 149 m にウミウチワの群落形成されていた(図15)。

浮泥堆積物は20 ~ 80 m で多く, 全体的にやや多かった。

前年度調査時(平成25年7月25日)にはウニ類(ガンガゼ)が多く確認されたが, 今年度はウニ類及び巻貝類ともほとんど確認されなかった。

ウニ類... 4 m: ガンガゼ4個/m², 140 m: ナガウニ4個/m²

巻貝類...60 m: 4個/m², 140 m...8個/m²

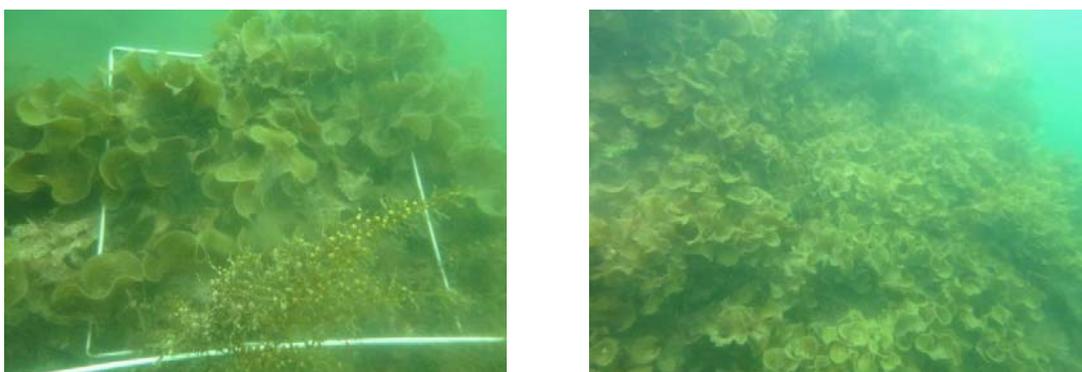


図15 左: ウミウチワとキレバモク(40 m付近), 右: ウミウチワの群落(140 m付近)

(2) 平成26年12月3日調査

ライン長は150 mで調査水深は0.6 ~ 6.9 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, ウミウチワ, シマオオギ, アミジグサ科, 小型褐藻), 緑藻(アオサ科), 紅藻(小型紅藻, 有節石灰藻, 無節石灰藻)であり, 藻場の形成は見られなかった。ホンダワラ類幼体は始点から20 ~ 40 m, 100 ~ 140 m でみられた(図16左)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

前年度調査時(平成25年12月4日)と異なり, ウニ類が広い範囲で確認された(図16右)。また, 巻貝類は少なかった。

ウニ類...20 m : ガンガゼ : 16個/m², 40 m : ガンガゼ : 8個/m²,

60 m : ガンガゼ : 8個/m²・ラッパウニ : 4個/m², 80 m : ガンガゼ12個/m²

巻貝類...60 m : 4個/m², 80 m : 8個/m²



図16 左 : ホンダワラ類幼体を確認 (40 m付近), 右 : ガンガゼが多い (60 m付近)

藻場の維持, 回復手法の指導

南大隅町佐多間泊の活動組織に対し, ホンダワラ藻場造成指導(播種時期の検討, ウニ駆除, 囲い網の設置)をするとともに, 潜水による事後調査を行った(平成26年8月18日, 平成27年3月6日)。藻場造成を行った場所は, フクロノリに被われており, ホンダワラ類は確認できなかった(図17)。

また, 指宿市山川地区及び日置市東市来江口地区の活動組織に対し, 水技センターの水槽を使用してアマモの種子取りを行うなどアマモ場造成の指導・助言を行った。

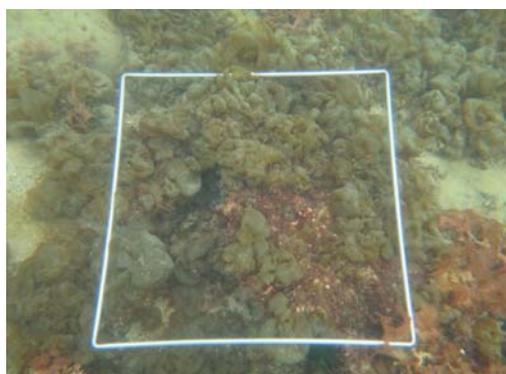


図17 左 : 藻場造成事後調査。フクロノリに覆われている。(佐多間泊, 平成26年3月6日)

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 - 磯根資源開発調査)

東條智仁・猪狩忠光

【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、内湾性藻場を宇検村佐念、リーフ性藻場を奄美市笠利町佐仁、用とした(図1)。

また、平成17年度から平成25年度の試験による瀬戸内町白浜で成功した核藻場による藻場造成手法の実証のため、新規藻場造成試験地の選定を行った。



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3～4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。

* 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

1 モニタリング調査

(1)環境(水温・水質)調査

佐念、佐仁、用にデータロガー(オンセット社製小型防水式自動計測器:ティドビット)を設置し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

佐念、佐仁、用の天然藻場において、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

内湾性藻場(核藻場型造成試験)

(1)新規藻場造成試験地の選定

新規藻場造成試験地の条件はかつてガラモ場が形成され、かつ水深、底質等が現存する藻場と類似した条件であること(同一生育条件)、食害がない環境であることとし、平成26年3月24

日に節子、網野子、伊須、嘉鉄、蘇刈の5箇所を候補地とした。

食害の有無を確認するため、平成25年2月20日に各候補地に藻体の着生した基質を網で囲んだものとそのままのものを設置し、経過観察を行った。

(2)宇検村佐念

新規基質設置・藻場拡大試験

前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、藻体長が5cm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26年3月5日に食害対策試験で設置した囲い網周辺へ新規に山石を設置し、幼胚の添加による藻場拡大を試み、幼胚着生の経過観察を行った。

3 食害対策試験

(1)内湾性藻場

宇検村佐念

平成25年12月18日に囲い網(縦2×横2×高さ3m)を設置し、囲い網内外に設置された基質(山石)の経過観察を行った(図2)。

また、食害防除に有効な囲い網の設置期間を検討するため、平成27年1月29日に囲い網(縦3×横3×高さ3.5m)を設置し、囲い網内に藻体の着生した山石(同所の礫場から移設)を設置し、経過観察を行った。



図2 囲い網(H25.12.18設置)

(2)リーフ性藻場

奄美市笠利町佐仁

食害の影響を確認するため、平成26年3月25日に設置した目開きが異なる4枚のステンレスネット(縦960×横960×高さ80mm, 目開き5, 10, 20, 30mm)内外の藻体長について経過観察を行った(図3)。

また、平成27年3月25日に、新たに2枚の目開きの異なるステンレスネット(縦960×横960×高さ80mm, 目開き40, 50mm)を設置した。



図3 ステンレスネット(H26.3.25設置)

【結果及び考察】

1 モニタリング調査

(1)環境(水温・水質)調査

水質の測定結果を表1に示す。水質の変動は内湾性の佐念において硝酸態窒素とアンモニア態

表1 平成26年度水質測定結果

調査地	無機態窒素($\mu\text{g-at/L}$)			DIP ($\mu\text{g-at/L}$)	pH
	硝酸態窒素	亜硝酸態窒素	アンモニア態窒素		
佐念	0.13-1.69	0.00-0.29	0.13-1.69	0.06-0.20	8.1-8.3
佐仁	0.05-0.64	0.02-0.13	0.02-2.58	0.2-0.66	8.1-8.3
用	0.15-0.51	0.03-0.13	0.04-0.68	0.02-0.10	8.2-8.5

窒素, リーフ性の佐仁においてアンモニア態窒素とDIP(無機態リン)が高い値を示したが、過去(佐念:4年間, 佐仁・用:10年間)の変動の範囲内であり、大きな変化は見られなかった。

佐仁地区では平成26年の藻体伸長期の水温(図4)について、7月31日から8月1日の2日間のみ、過去10年間の変動の範囲よりも低い水温となっていた。これは大雨の影響により、水温が低下したものと考えられた。その2日間以外の水温は過去10年間の変動の範囲内で推移した。

(2)天然藻場調査

1)内湾性藻場

佐 念

岸の水深1m未満の礫場において、平均藻体長は平成26年3月の42.3mmに対し、4月は56.8mmと14.5mmしか伸長せず、昨年度に続き藻場は形成されなかった。

食害痕が確認されたことから、昨年度と同様、原因は魚による食害と考えられた。

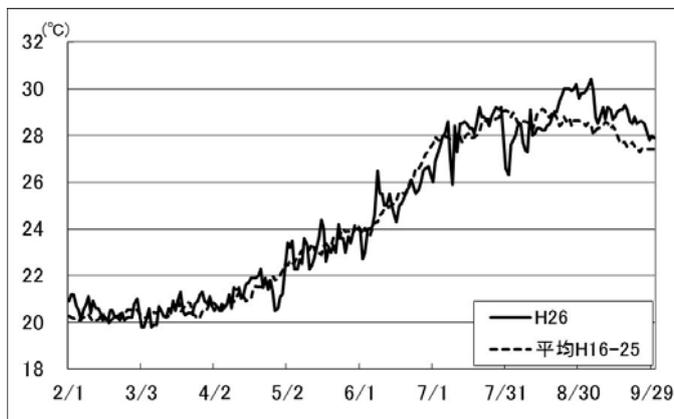


図4 平成26年の日平均水温の推移(佐仁)

2)リーフ性藻場

佐 仁

佐仁における最大藻体長の推移を図5に示す。

平成26年度の佐仁は最大藻体長が7.4cmで藻場は形成されなかった。食害痕が確認されたことから、原因は魚による食害と考えられた。

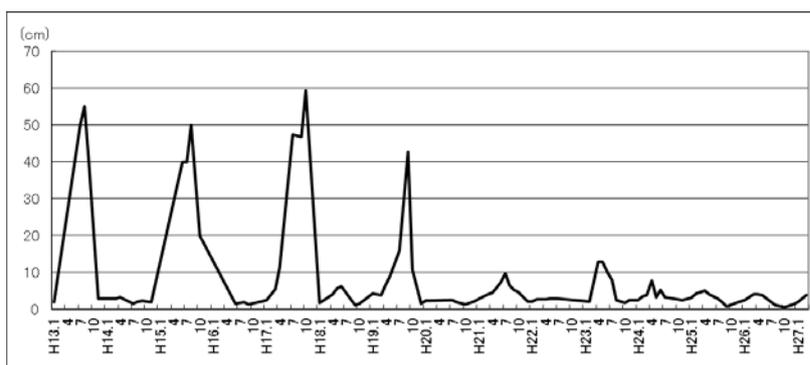


図5 佐仁における最大藻体長の推移

佐仁においては平成12年から平成24年にかけて、隔年で藻場が形成されてきたが、平成25年度は藻場が形成されず、平成26年度も形成されなかった(表2)。また、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、今後も推移に留意すべきと考えられた。

用

平成26年3月の平均藻体長は23.4mmであったが、4月には68.4mm、5月末には102.9mm(藻体長:31~226mm)のキレバモク主体の藻場が形成された(図6)。藻場の形成について、藻場形成年(平成23, 24, 26年)と非形成年(平成21, 22, 25年)の日平均水温を比較したところ、藻場形成年は2月中旬から4月上旬にかけての水温が低い傾向にあった(図7)。

このことから、用では植食性生物の活性が低く、食害を受けなかったため藻場が形成された可能性がある。しかし、佐仁と用の日平均水温の推移に差はみられず、佐仁では水温低下と藻場形成は関連づけられないため、食害以外にも藻場形成阻害要因があると思われた。

表2 佐仁・用における藻場形成状況(○:藻場形成年, -:藻場非形成年)

年度	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
佐仁	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	-
用	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	○	-	○



図6 H27.5.31 藻場が形成

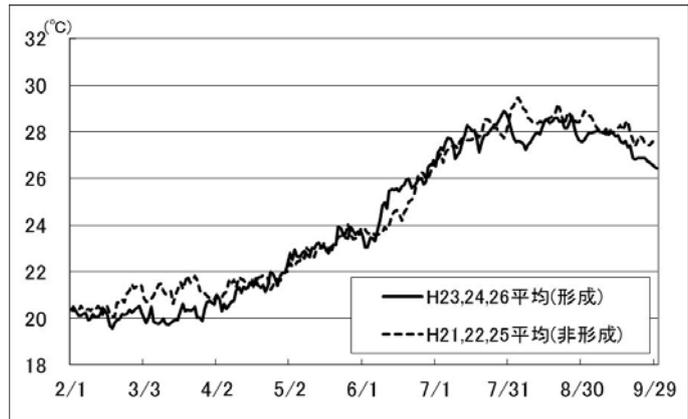


図7 藻場形成年と非形成年の日平均水温の推移 (用)

2 小規模藻場造成試験

内湾性藻場 (核藻場型造成試験)

(1) 新規藻場造成試験地の検討

5箇所の候補地のうち、嘉鉄のみ食害が確認されなかったため、嘉鉄を新規試験地に選定した (蘇刈に設置した基質は目印の流失により発見できなかった)。

平成27年3月27日に、嘉鉄に階段状藻礁を1基設置した (図8、基質面の高さ - 最上段から1段目: 42 cm, 2段目: 36 cm, 3段目: 30 cm, 4段目: 18 cm, 5段目: 12 cm, 6段目: 12 cm)。

平成27年4月より造成試験を実施する。



図8 H27.3.27 設置した階段状藻礁

(2) 佐 念

新規基質設置・藻場拡大試験

平成26年3月5日に囲い網周辺に設置した新規基質 (山石) への幼胚着生状況を調査したところ、4月及び5月調査では幼胚の着生は確認できず、8月調査で確認した。その後、平成27年3月27日時点では、設置した30基質中20基質に伸長した藻体を確認できた (図9)。なお、平均藻体長は69.9 mmであり、藻体には食害痕が見られた。

広範囲に幼胚が着生して、藻体が短く、藻場の形成にも至らないため、別の手法を検討する必要があると思われる。

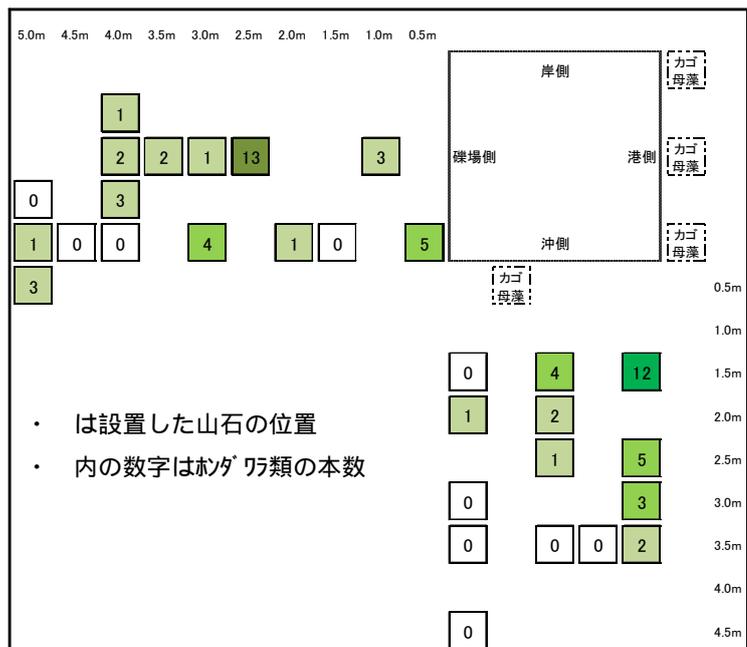


図9 H25.3.5に設置した基質の配置図

3 食害対策試験

(1)内湾性藻場

佐 念

食害対策試験・囲い網設置期間検討試験

平成25年12月18日に設置した囲い網内のブロックについて、平成26年3月の平均藻体長は262.2 mmであり、4月には506.4 mmとなり、244.1 mmの伸長が見られた(図10)ののに対し、網外に設置されたブロックの平均藻体長は3月が31.1 mmであり、4月には27.4 mmとほとんど変化がなかった(図11)。囲い網の内外で藻体の伸長の差が大きいことから、囲い網の食害防除効果が伺えた。その後、平成26年5月末には囲い網内外とも藻体は枯死し、藻体長は20~40 mm程度になっていた。



図10 H26.4.24 囲い網内

また、平成27年1月19日に設置した囲い網の経過観察では、網内の平均藻体長は1月が19.1mmであり、3月が217.2mmと198.1mmの伸長が見られたののに対し、天然磯場の平均藻体長は1月は21.2mm、3月は44.0mmであり、網内と比べて、伸長していなかった。



図11 H26.4.24 囲い網外

以上のことから、2月以降も食害を受けていると考えられた。

今後は、囲い網の設置を2月に行い、藻体の伸長を調査することで食害防除に適した設置期間を検討する。

(2)リーフ性藻場

佐 仁

食害防除試験

平成26年3月25日に設置した目開きが異なる4枚のステンレスネット内の藻体はネット外よ

表3 各試験区の藻体長の推移

(単位: mm)

	対照区 (ネット外)	試験区(ネット内)			
		5mm	10mm	20mm	30mm
4月24日	32.0	76.8	84.4	89.2	89.4
5月31日	39.3	116.3	217.5	180.0	189.8
8月29日	12.0	11.3	17.2	20.6	17.2

りも伸長しており、目開き10 mm内の藻体が最も伸長していた(表3, 図12)。また、目開き5 mm内は他の区と比べて伸長が悪かった。これは目開きが狭すぎたため、サンゴや海藻によって隙間が塞がれてしまい、環境条件が悪くなったためと考えられた。



図12 H26.5.31 網目10mm内

目開きが10 mm, 20 mm, 30 mmの網内の藻体については、ネット外に伸長した部分のみに食害痕が見られたことから、目開きは10 mm以上30 mm未満のものが食害防除に有効と考えられた。

今後は、更に目開きが広いものを用い、ネット内に食害痕が見られるか調査することとしている。

赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)

矢野浩一，西広海，保科圭佑

【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，シャットネラ属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層及び海底上1m層（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

2014年4月15日に長島周辺4海域（図1，印）周辺の約50m×50m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持ち帰った。

持ち帰ったサンプルは10の冷蔵庫内に10日間保管した後，MPN法¹⁾を一部改変した方法により，確認された栄養細胞から発芽したシストの数を推定した。これは，近年の研究でシャットネラ属シスト発芽時の光は，その発芽を阻害するとの知見²⁾が得られたため，規定の温度で培養する際，最初の5日間はアルミホイルで包んで遮光する処理を従来のMPN法に追加したもので，アルミホイルを外してからは，14L:10Dの明暗周期，光強度約35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ の光環境下でさらに9日間培養した。なお，培養温度は17,18,19,20,22とした。

(3)シスト発芽細胞の早期確認

0m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15 μm のプランクトンネットで5mL程度に濃縮した後，その中のシャットネラ属及び*Cochlodinium polykrikoides*遊泳細胞を検鏡した。4月15日からは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1日からは東町漁協の定期調査で，5月14日からは鹿児島大学委託調査の3定点（図1，印）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。

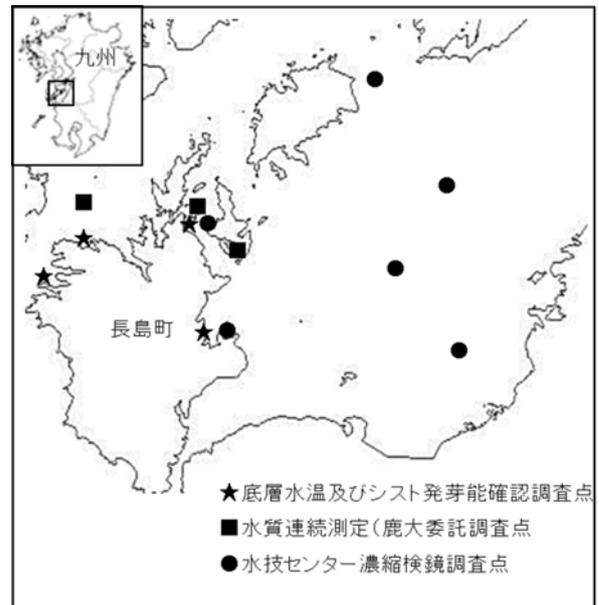


図1 調査定点

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等3定点（図1，印）で5月14日から9月30日まで週1回，合計21回の調査を実施した（表1）。

各調査定点の0 m, 5 m, 10 m, 20 m, B-1 mで採水器（（株）離合社製リゴ-B号採水器）を用いて採水するとともに，多項目水質計（Hydrolabo社，DS5）を用いて水温，塩分，pH，溶存酸素量（DO(%)，DO(mg/L)），Chl-*a*濃度(μg/L)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。

なお，当初，本事業に計画されていたブリ曝露試験，赤潮広域集中調査及び日周鉛直分布調査は，今年度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，2013年12月12日から2014年5月26日までの10 m及びB-1 m水温の1時間毎の推移を図2に示す。なお，脇崎のB-1 mはロガー交換時にデータロガーの回収不能によりデータを収集できなかった。

2014年の八代海における冬期水温は2月14～19日に脇崎で12.1，薄井で12.3，茅屋13.2，浜渡13.8で最低になり，その後，5月にかけて概ね時間の経過とともに上昇した。この間のデータロガーを設置した海域での底層水温の累積低温期間(時間)を表2に示す。B-1mのデータが欠測した脇崎は10mのデータを用いた。

12 以下となった期間(時間)は，2014年はいずれの定点でも観測されず，脇崎では2012年に60時間あった³⁾ことから，2014年の八代海の冬季水温は，2012年に比べて高めに推移したことがわかった。

水温区分	脇崎	薄井	茅屋	浜渡
15 以下	2,217	2,091	1,214	572
14 以下	1,449	1,442	286	58
13 以下	436	449	0	0
12 以下	0	0	0	0
最低水温()	12.1	12.3	13.2	13.8
(最低日)	(2月19日)	(2月15日)	(2月15日)	(2月14,15日)

脇崎は10mデータを使用

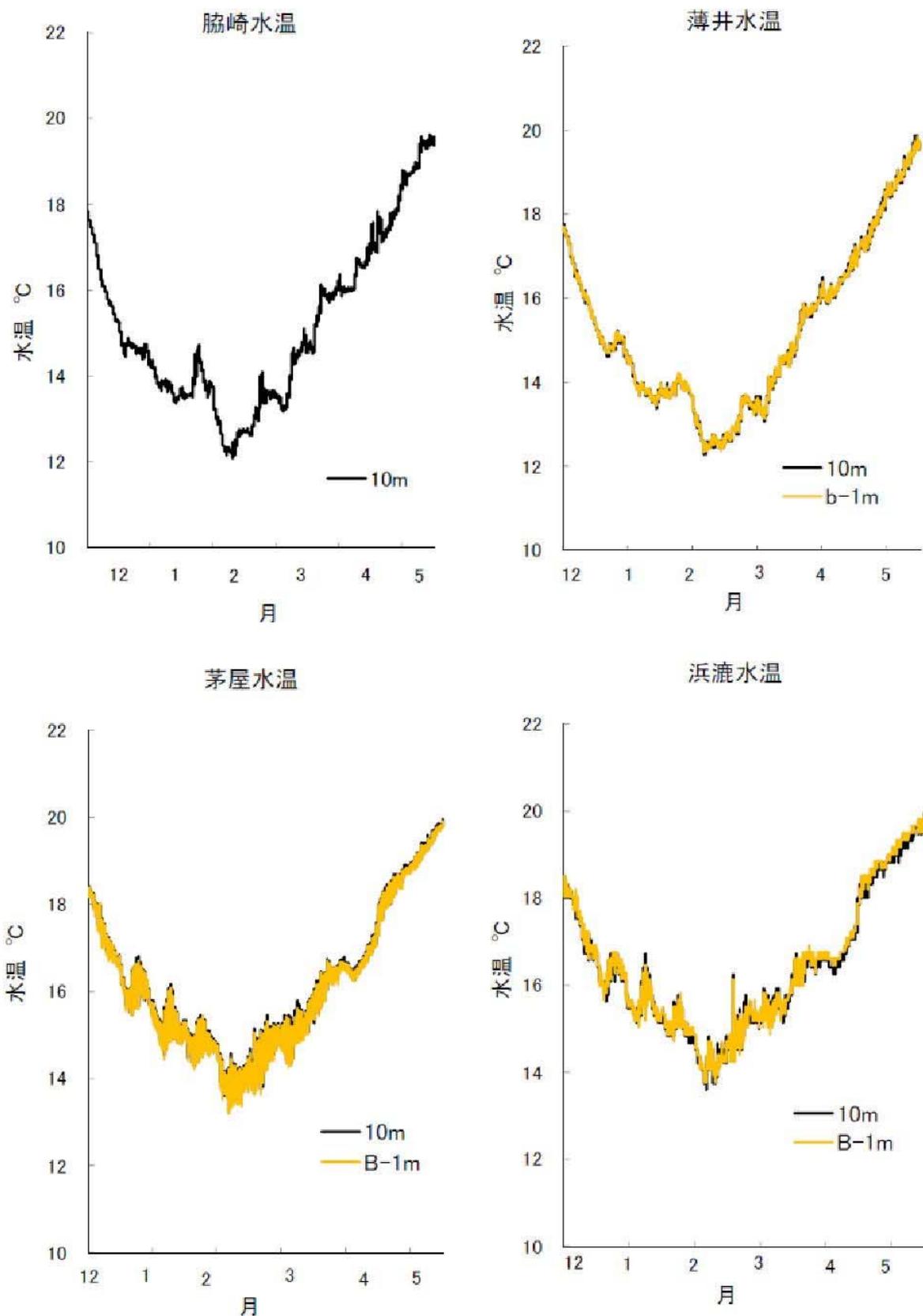


図2 長島周辺養殖漁場の冬期水温の推移

(2)シスト発芽能確認調査

各培養温度で確認できた栄養細胞の数を図3に示す。長島周辺4カ所のうち、脇崎、薄井、茅屋で採取されたサンプルからシャットネラ属の栄養細胞が確認され、茅屋のサンプルからはどの温度帯も栄養細胞は確認されなかった。

栄養細胞は、脇崎が20及び22の2温度帯で、薄井が20、茅屋が19及び22の2温度帯で確認された。確認できた栄養細胞から推定される発芽したシストの数は2~11MPN/g湿泥と低密度だった。

なお、発芽したシャットネラ属は、その形態からほとんどが*Chattonella antiqua*と推定された(図4)が、脇崎の一部は*C. marina*と推定された。

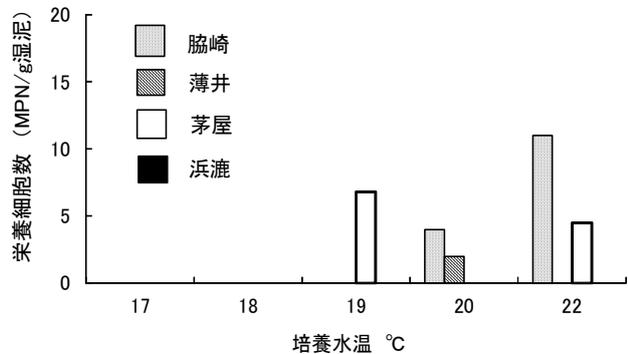


図3 シストが発芽したと推定される栄養細胞数 (培養温度別)

*C. antiqua*は2009年,2010年に大規模赤潮を形成したが、2011~2013年には赤潮を形成せず、いずれの年も数十cells/L程度の低密度で推移したため、2011年以降に形成されたシストは極めて少なかったと推測される。したがって、今回発芽したシストは、2009年,2010年にシャットネラ赤潮が大規模発生した直後に形成されたものが多く、シスト数は大きく減少したものの発芽能が残っていたと推測される。

2011から2014年の4カ年、同じMPN法により発芽したシストの数を推定してきた^{4),5)}。調査した4カ所のうち2013年まで、茅屋だけは発芽が確認されていなかったが、4年目の今回茅屋でも発芽が確認され、4カ所全ての漁場で発芽が確認された。一方、浜渡漁場は2013年までは毎年発芽が確認されていたが今回は確認されなかった。今後、5ヶ年の結果がそろった時点で、シャットネラ発生密度とシスト発芽の関連性について検討する必要がある。

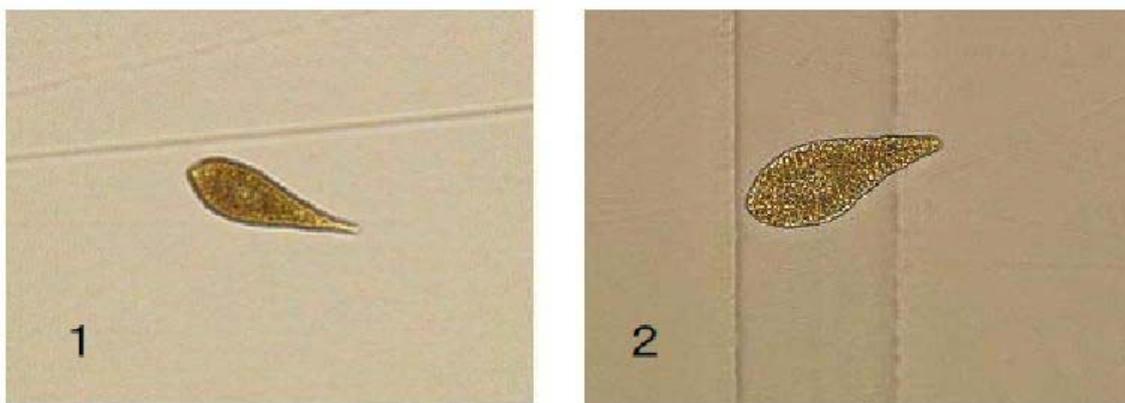


図4 発芽したシャットネラ属細胞
1 茅屋22 2 茅屋19

(3)シスト発芽細胞の早期確認

5月21日、東町漁協調査で田浦(0,5,10m)及び獅子島西(10m)からシャットネラ属栄養細胞が

確認された。当所赤潮調査では6月24日に脇崎(表層)及び幣串(5m)からシャットネラ属 栄養細胞が確認された。なお、鹿大委託定点からは、シャットネラ属栄養細胞は確認されなかった。

2 赤潮予察につながる水質連続測定

2014年5月14日から9月24日までのプランクトンの推移(表層)を図5に示す。3定点でシャットネラ属は確認されず、珪藻の細胞密度は伊唐では7月下旬、薄井及び茅屋では8月下旬にピークを示した。

伊唐及び茅屋では昨年度より約1ヶ月ピーク時期が早かったが、珪藻の細胞密度は薄井及び茅屋でかなり低く、薄井ではここ3ヶ年で最も低く推移した。

2014年5月14日からの水温の推移を図6に示す。伊唐では7月上旬から8月中旬にかけて水温成層が発達する期間があった。薄井、茅屋では7月中旬から8月上旬にかけて若干成層化したものの全ての観測層で水温差はほとんどなかった。期間中の0 m水温は伊唐が大部分の期間で最も高く、薄井、茅屋の順で高い傾向にあった。

塩分の推移を図7に示す。伊唐では6月上旬頃から8月にかけてやや低く、特に0 mが6月上旬～下旬に他の層より低い傾向が見られたが、概ね32以上で推移した。薄井では同様に6月下旬頃から8月にかけてやや低いが観測層による差は少なく、32以上で推移した。伊唐は7月に低下したが8月にかけて再び上昇傾向を示し観測層による差も少なく、3ヶ所中最も高い概ね33以上で推移した。期間中の0m塩分は茅屋、薄井、伊唐の順で高かった。

DO(mg/L)の推移を図8に示す。伊唐では全般的には5月から漸減傾向を示したが、水深0mと5m層では6月下旬と7月中、下旬にかけて5月と同程度まで増加した。薄井、茅屋沖も漸減傾向を示したが、全ての観測層で数値の差はほとんどなかった。期間中の0 m溶存酸素量は、伊唐が高く次に薄井と茅屋が時期により順位が入れ替わるものの、5 mg/Lを下回ることはなかった。

Chl-*a*濃度の推移を図9に示す。伊唐は6月下旬にかけて徐々に増加し、その後水深により上下はあるもののほぼ横ばいで推移し8月下旬に急増した。薄井では7月中旬までは1 µg-at/L前後を横ばいで推移し、7月下旬と8月下旬に2~3 µg-at/Lに達する小さなピークがあった。茅屋沖は調査期間中を通して全般的に1~1.5 µg-at/L前後をほぼ横ばいで推移した。期間中の0 m Chl-*a*は、伊唐が高く、薄井と茅屋沖はほぼ同じ程度だった。

DINの推移を図10に示す。伊唐は7月中旬にかけて次第に増加した後、8月上・中旬にいったん減少したが、8月下旬に再度増加した。薄井は7月中旬にかけ増加した後8月中旬に減少し、再度8月下旬にかけ増加した。茅屋沖は7月中旬にかけて漸増し、その後横ばいか微増で推移した。期間中の0 mのDINは3ヶ所とも概ね1~5 µg-at/Lで推移し順位が入れ替わる状況であった。

DIPの推移を図11に示す。伊唐は深い層で7月に増加後8月上~中旬にかけて減少した。その後8月下旬にやや増加した。薄井及び茅屋沖は6、7月がやや高く、8月上~中旬に減少後再度8月下旬にかけて増加したが、水深による差はほとんどなかった。期間中の0 mのDIPは概ね0.1~0.4 µg-at/Lで推移し、薄井、茅屋沖、伊唐の順で高かった。

以上のように、調査定点で地理的特徴の違いが確認された。

成層は水温や塩分(海水密度)差で生じるとされる。そこで昨年度と同様に水温、塩分、圧力から求められる海水密度を元に鉛直安定度を以下の式より求めた。

$$\text{鉛直安定度} = (10\text{m海水密度} - 0\text{m海水密度}) / \text{水深} \times 10^{-3}$$

鉛直安定度の推移を図12に示す。鉛直安定度は、数値が高いほど安定しており成層を形成しやすい。

2014年は、3定点の中では伊唐が最も鉛直安定度は高く、薄井、茅屋沖はほとんど0に近いが、こ

の傾向は前年度と同様であり、地理的な特徴が確認された。すなわち、前述したように、内湾性の特徴を持つ伊唐は鉛直安定度が高く、成層が発達しやすいのに対し、薄井や茅屋沖では海域外からの海水流入が比較的多いため、鉛直安定度が低く鉛直混合が容易に起こる環境にあったと推測される。また、2011年及び2012年は、2013年及び2014年と比較した場合（定点が薄井以外は異なるが、）、2011年及び2012年は薄井において6～7月において鉛直安定度が50を超える日があったのに対し、2013年及び2014年は3定点とも概ね20を下回り、薄井においては10を超える日がなく、2011年と2012年に比べ鉛直安定度は低かったことから、鉛直混合が起こり易い環境にあったと推測される。八代海の本県海域における2011年～2014年までの有害赤潮の形成について見てみると、*C. antiqua*はこの4年間は赤潮を形成していないが、2013年には*Karenia mikimotoi*、2014年には*Cochlodinium polykrikoides*の赤潮、また、2012～2014年に*heterosigma akashiwo*の赤潮が形成されており、2013及び2014年の方が2011年及び2012年に比べ有害赤潮の形成が多く見られた(表3)。これまでの結果から、鉛直安定度の低下が赤潮形成に寄与していることが十分考えられ、今後この点についてさらに検証していく必要がある。

表3 八代海(鹿児島県海域)における近年の有害赤潮の発生

年	発生日 (月/日)	終息日 (月/日)	期間 (日)	赤潮生物種名	場所	細胞数 (cells/ml)
2011	有害赤潮の発生なし					
2012	5/19	5/27	9	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	45,000
2013	5/17	5/23	7	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	30,000
2013	6/1	6/1	1	<i>Karenia mikimotoi</i>	長島町弊串地先	2,000
2013	8/26	8/26	1	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	1,000
2014	5/14	5/18	5	<i>Heterosigma akashiwo</i>	長島町浦底湾	40,000
2014	7/28	8/1	5	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	八代海中央部	9,075

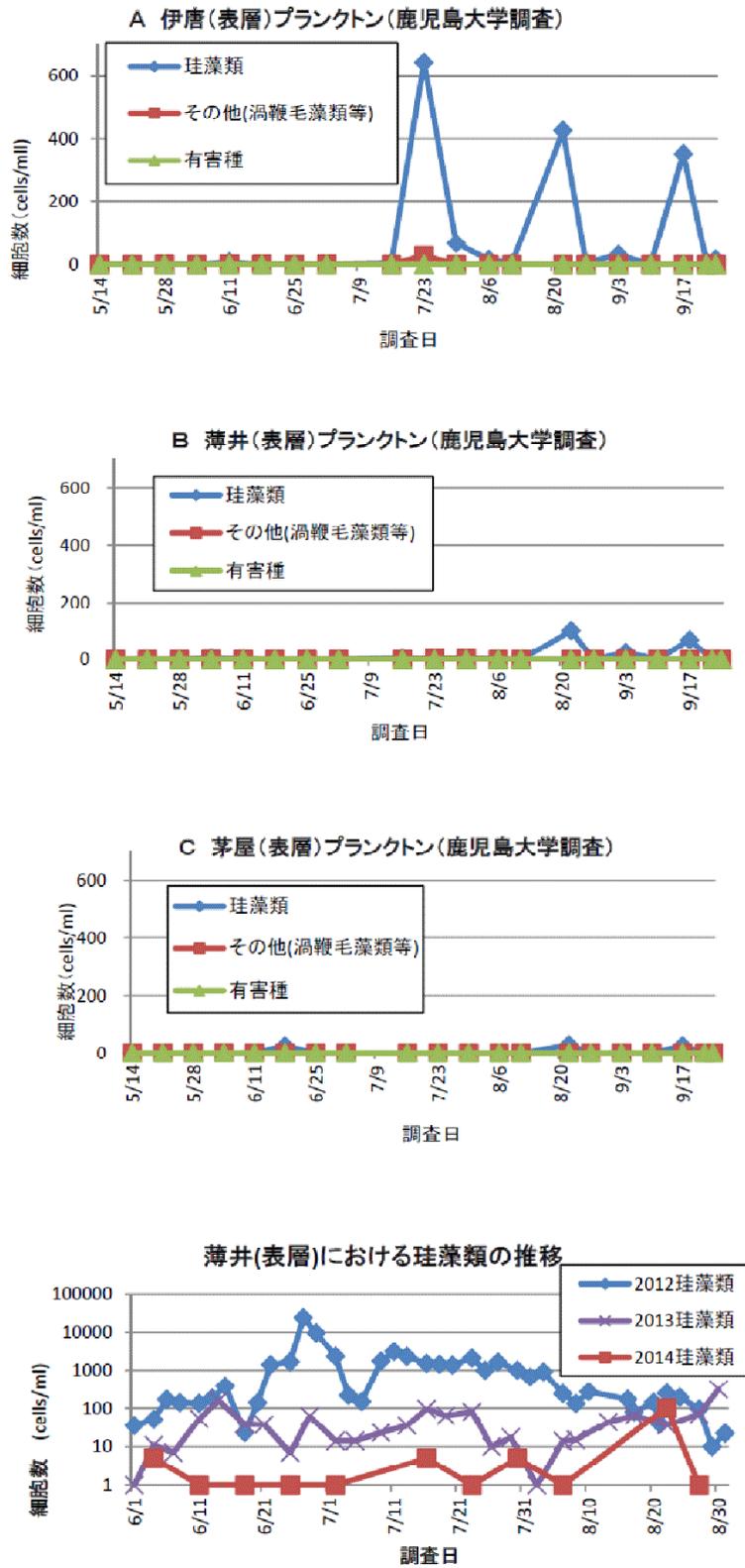


図5 プランクトンの推移

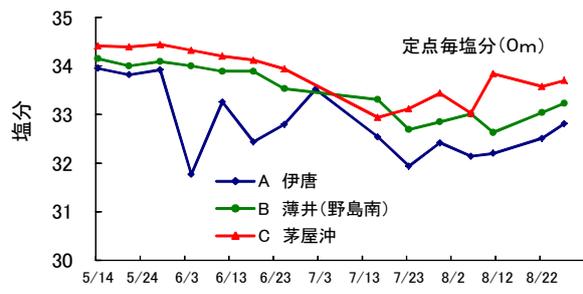
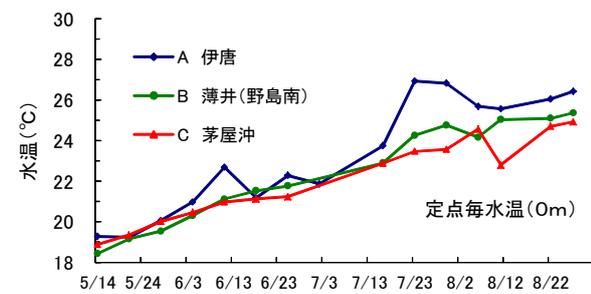
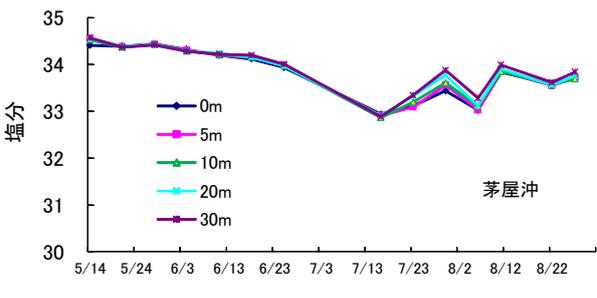
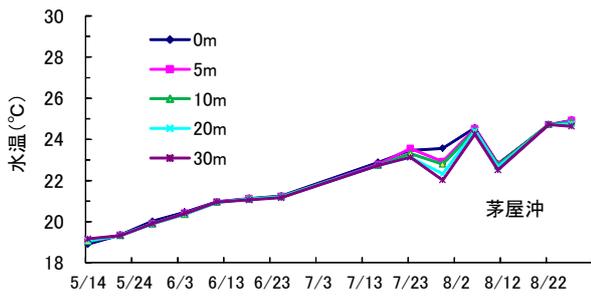
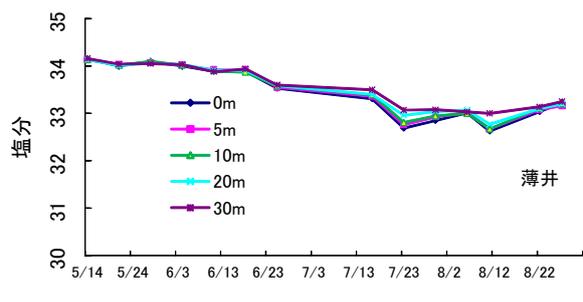
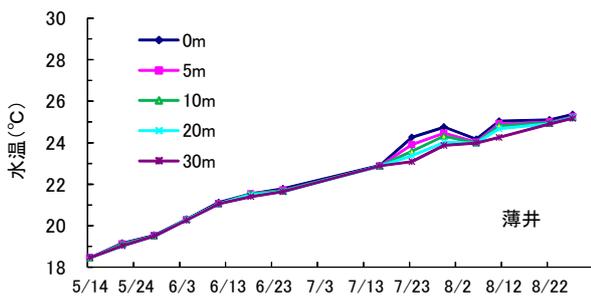
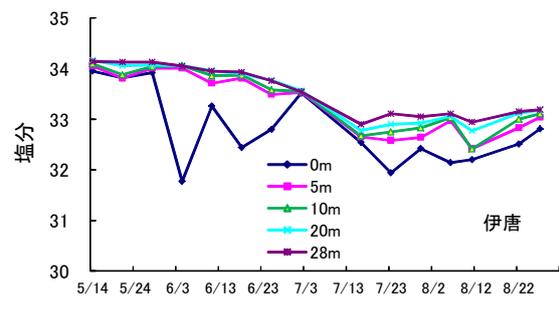
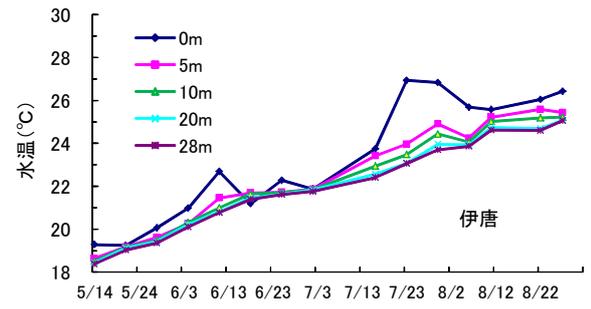


図6 水温の推移

図7 塩分の推移

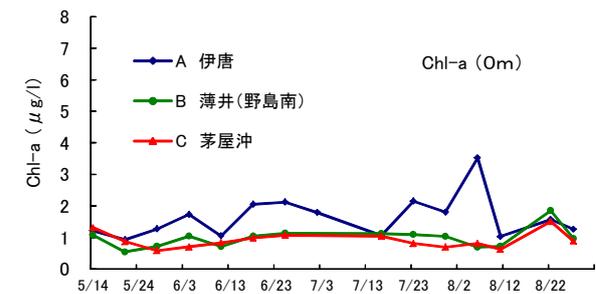
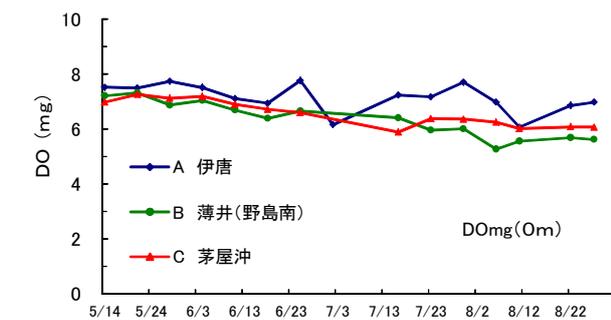
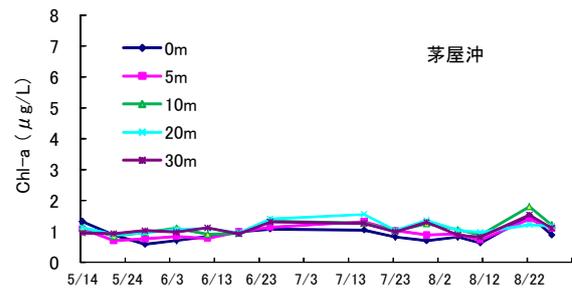
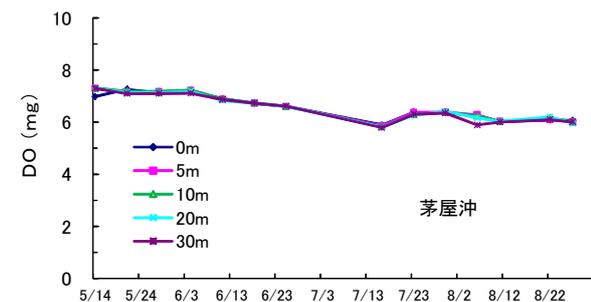
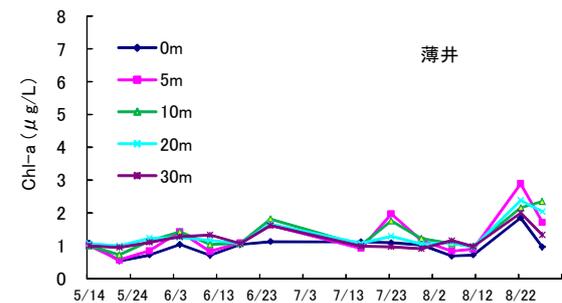
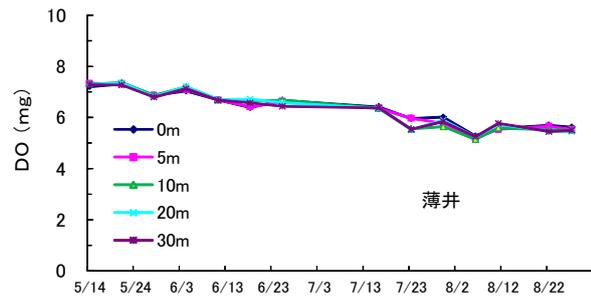
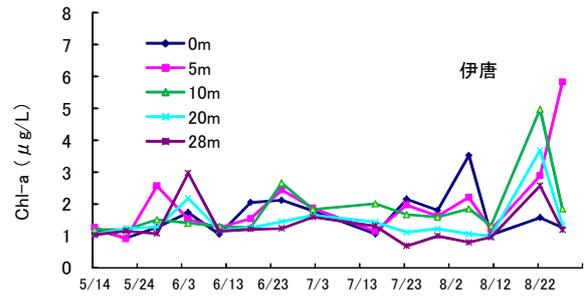
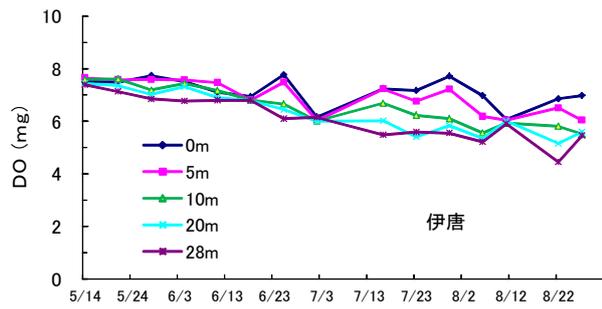


図8 溶存酸素量の推移

図9 Chl-a濃度の推移

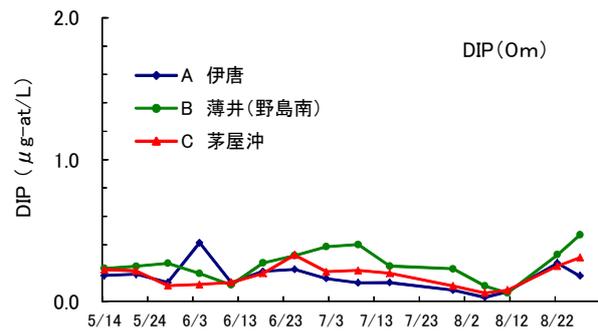
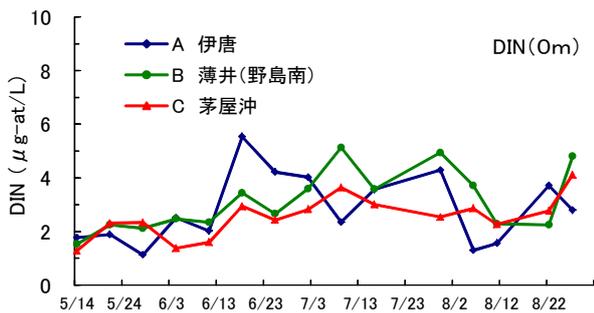
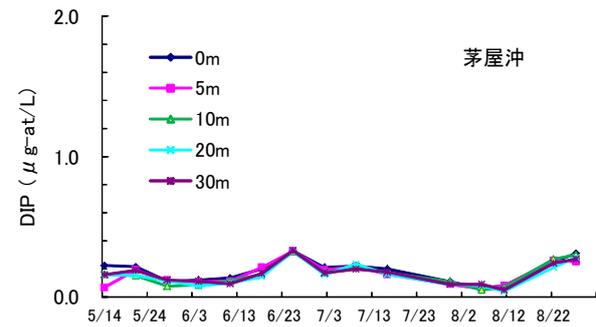
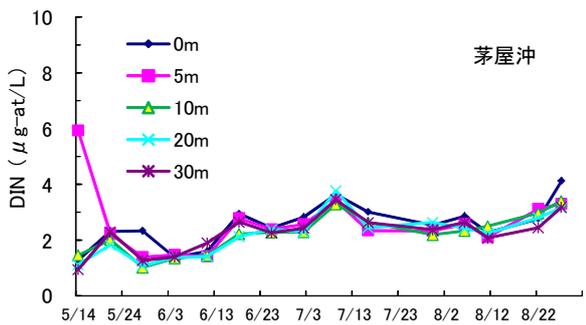
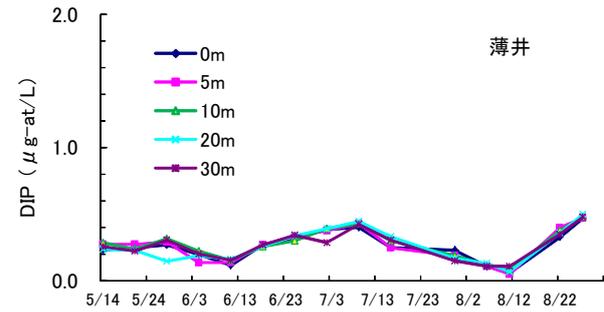
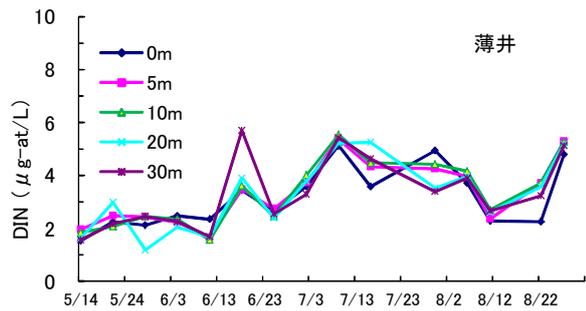
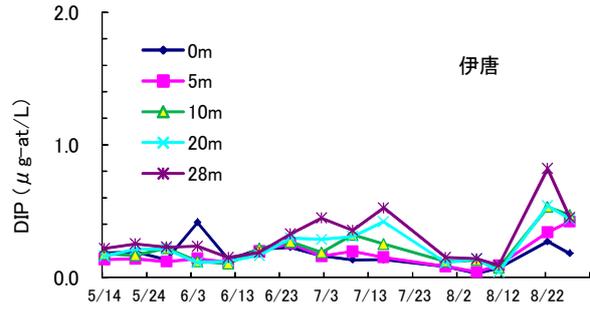
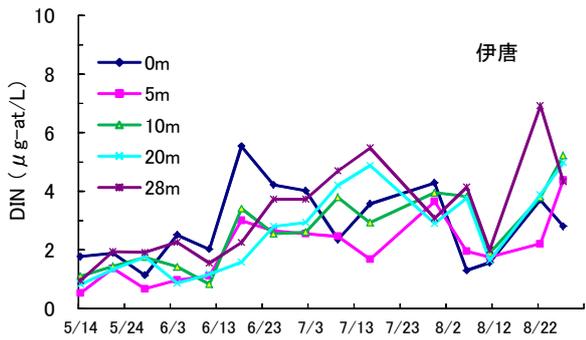


図10 DINの推移

図11 DIPの推移

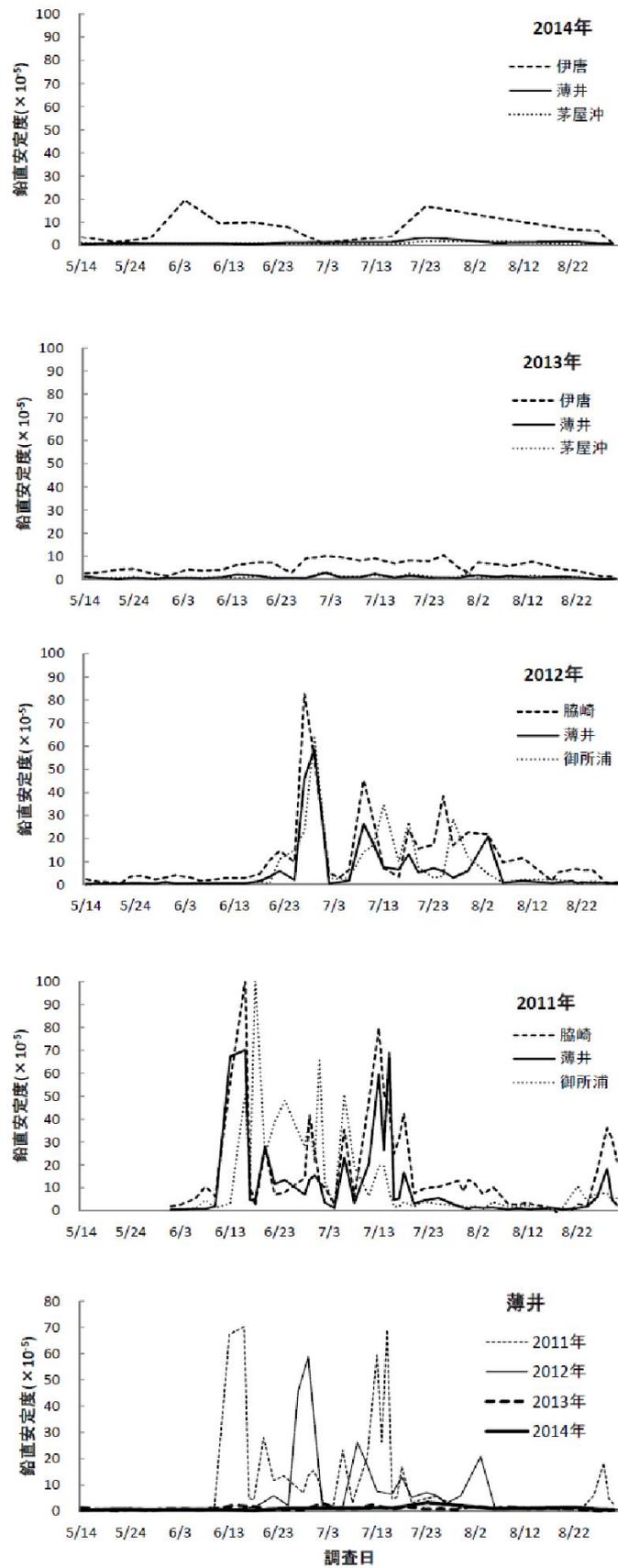
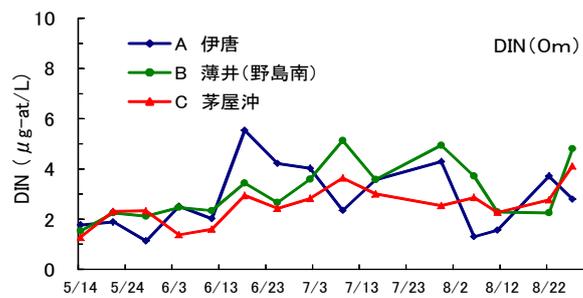
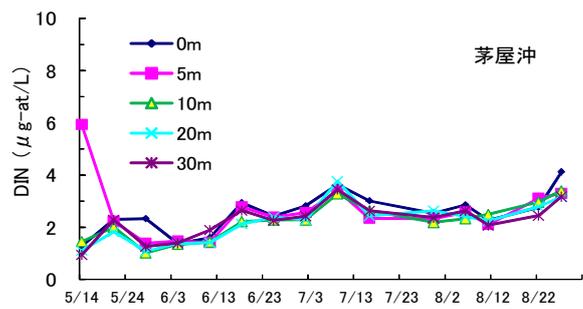
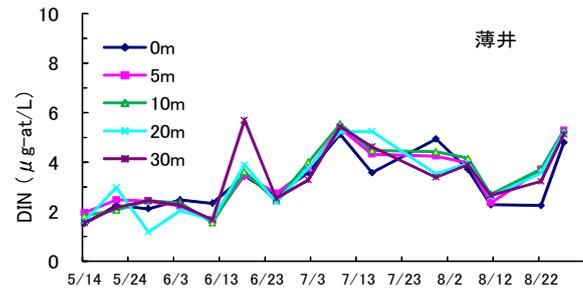
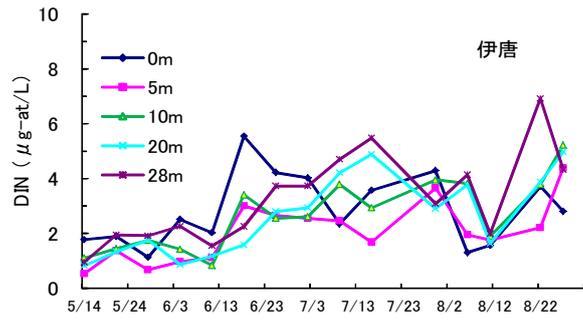


図12 鉛直安定度の推移

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) 紫加田知幸，山口峰生，坂本節子．有害赤潮鞭毛藻*Chattonella*のシスト発芽に及ぼす光の影響．平成24年度日本水産学会春季大会(2012年3月28日，東京海洋大学(品川))講演要旨集
- 3) 折田和三，西広海，田原義雄(2013)，赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)，平成24年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書
- 4) 折田和三，西広海，田原義雄，中村彰彦(2012)，赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)，平成23年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書
- 5) 折田和三，西広海，保科圭祐(2015)，赤潮総合対策調査事業 - (赤潮被害防止緊急対策事業)，平成25年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書



内水面漁業総合対策研究 -
(内水面魚病対策推進事業：魚介類の異常へい死)

西 広海・保科圭佑・柳 宗悦・今岡慶明

【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1件の相談があり魚病診断等を行ったが，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 頼 項 目	調査結果
H26.04.09	霧島市牧園町中津川でのウナギへい死	魚病検査を実施 原因不明

内水面漁業総合対策研究 - (アユ資源増殖技術開発事業)

東條 智仁・猪狩 忠光・平江 多績

【目的】

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* 産卵場造成手法を検討することにより、資源の維持増大及び持続的利用を図る。

【材料及び方法】

調査場所

調査場所は、天降川の中流域とし、天降川と霧島川の合流点（河口から約9 km）から泉帯橋下流の堰周辺（河口から約6 km）までの約3 kmである（図1）。

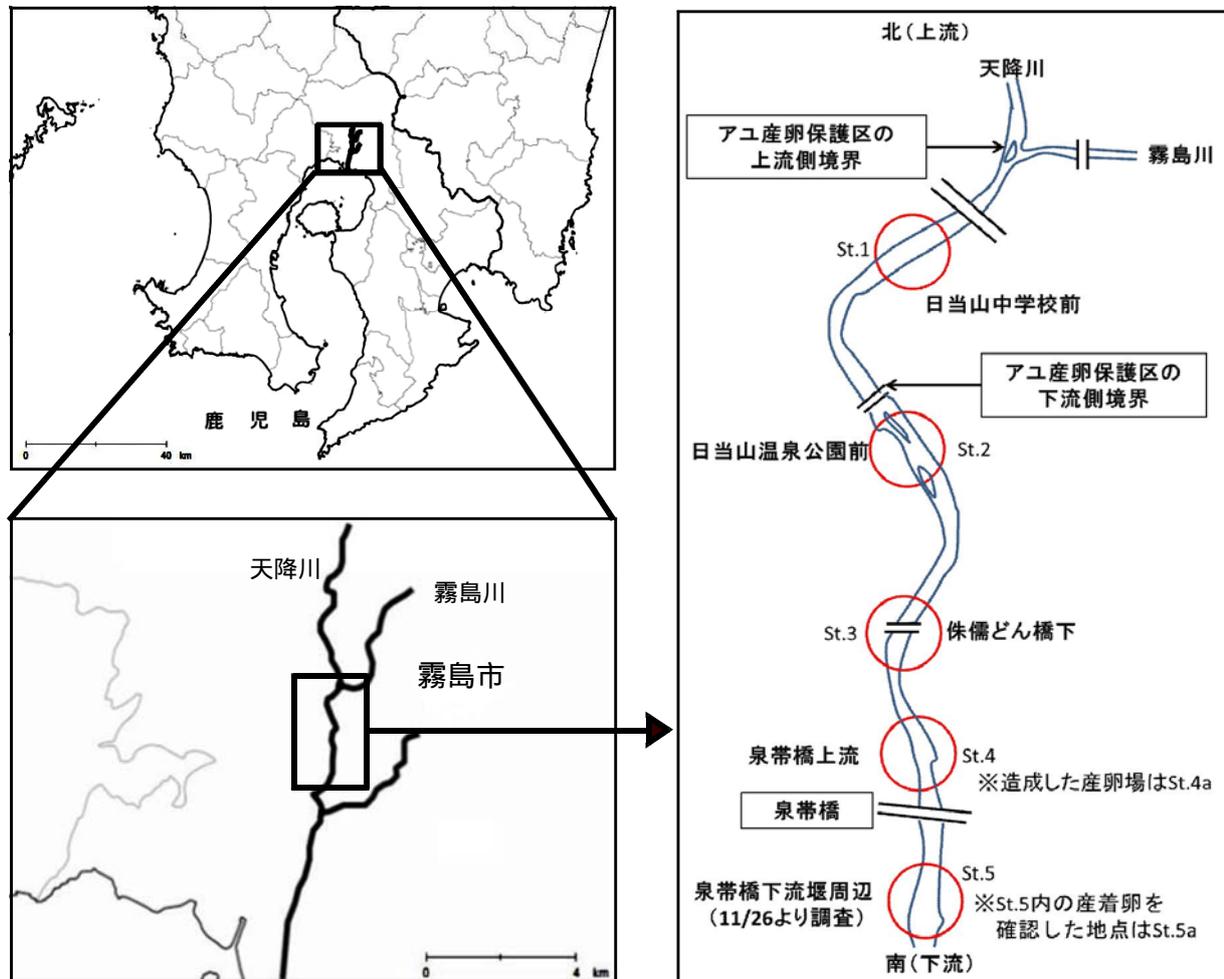


図1 調査位置図

St.1は日当山天降川漁業協同組合の鹿内共第13号第5種共同漁業権行使規則においてアユの産卵

保護区に指定された地点である。

St.2(日当山温泉公園前)は産卵保護区下流側境界から約200m下流で、河床が砂利の地点である。

St.3(侏儒どん橋下)は河床が砂であり、州が形成される地点である。

St.4は泉帯橋から約100m上流で川幅が広く、河床は上流側が砂、下流側が砂利の地点である。

St.5は泉帯橋から約300 m下流の堰周辺であり、河床が砂利の地点である。

調査方法

1 河床状況及び産卵状況調査

St.1からSt.5までの約3 kmの範囲において、アユの産着卵の有無を調査した。産着卵は箱めがねを用いた目視による確認及びショベルにより採取した河床表層から15cm下までの砂礫等の目視による確認を行った。調査は10月27日、11月11日、11月19日、11月26日、12月10日、12月22日の計6回行った(St.5のみ11月26日からの計3回、また、St.5内において産着卵を確認した地点をSt.5aとする)。

2 産卵保護区機能評価

St.1の一部を調査区に設定(200 m²:長さ20 m×幅10 m)し、-1と同様の方法により産着卵調査を行い、産卵場としての機能評価を行った(この調査区をSt.1aとする)。調査は10月27日、11月11日、11月19日、11月26日、12月10日、12月22日の計6回行った。

3 産卵場造成試験

(1) 産卵場造成

アユ資源の増殖のため、9月30日にSt.4内の河床が砂利の地点(図2の斜線部)において、油圧ショベル(バックホー)を用いて産卵場造成を行った。

なお、St.4は下流の数力所に堰があり、潮汐の影響を全く受けない安定した環境である。

造成手法は、河床の耕耘による大石の除去や砂泥の洗い流し、小砂利を盛りつけであり、適度な流速及び水深を確保することで、産卵に適した環境を人為的に作り出した(造成した産卵場をSt.4aとする)。

また、造成状況等を図3、4に示す。

- ・造成面積...200 m²
(長さ20 m×幅10 m)
- ・河床の耕耘...深さ30 cm
- ・小砂利の盛りつけ...20 cm
(粒径約5～30 mm)
- ・水深の調整(水深30 cm)
- ・導流堤を造成し流量を調整



図2 産卵場造成位置図

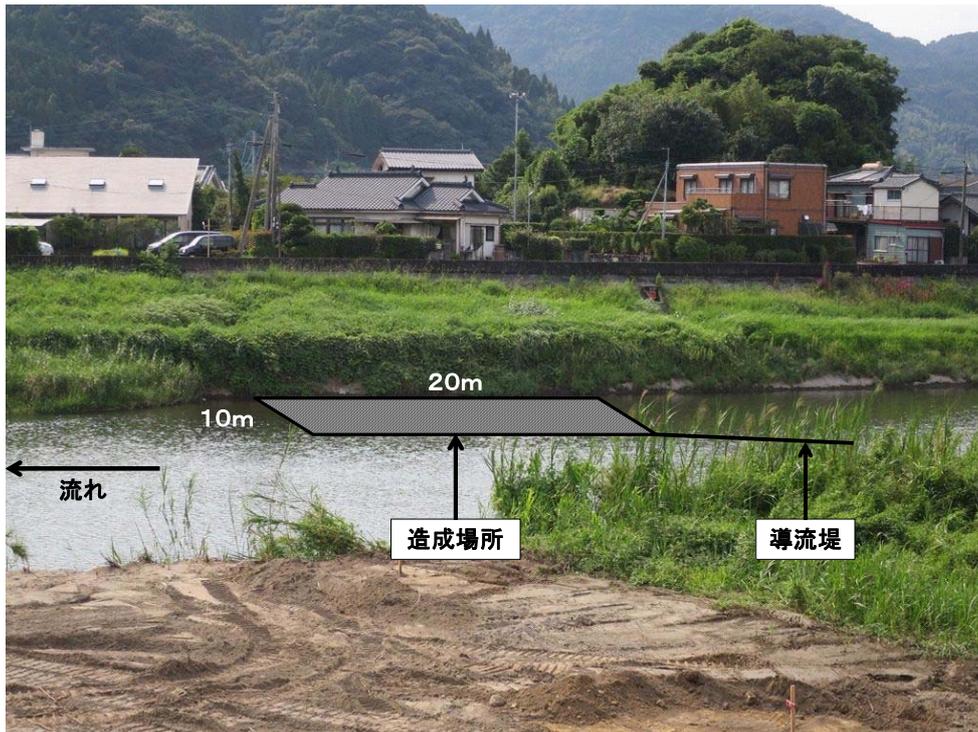


図3 産卵場造成図



図4 産卵場造成状況

(2) 産卵状況調査

St.4aにおいて、産卵状況(付着卵の有無、卵数、範囲等)を - 1 と同様の方法により調査した。調査は10月27日、11月11日、11月19日、11月26日、12月10日、12月22日の計6回行った。

4 産卵場環境調査

St.1a, St.4a, St.5aにおいて、水温、水深、流速、河床状況を12月10日、12月22日に調査した。水温は、棒状水温計を用いた測定に加え、天降川下流の手籠川合流点において、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v2)を設置し、1時間ごとに測定を行った。流速は電磁流速計(電磁式: アレック電子社製ACM100-D)、水深はコンベックスを用いて測定した。なお、流速と水深の測定は、St.1a及びSt.4aは9地点(200㎡内の上流、中流、下流の3ライン上で左岸、中央、右岸の3地点)、St.5は3地点(産着卵を確認した地点)で行った。

河床状況は目視による調査を行うとともに、河床表層から15cm下の砂礫等を1kg程度採取し、振動ふるい機によって粒度組成を測定した。測定はJIS、土質工学会基準に従い、24時間電熱器で加熱して、乾燥させた後、震動ふるいを20分間行い、各ふるいの残留量を総重量で除することで算出した。また、使用したふるいの呼び寸法は19mm、5.6mm、4.75mm、2mm、1mm、0.5mmである。

5 産卵親魚調査

9月初旬から12月下旬にかけて月1~3回、1回当たり10~20尾の天然アユを日当山天降川漁協から購入し、生殖腺指数(GSI:生殖腺重量/体重×100)を調べ、成熟状況の確認を行い、産卵状況の目安にするとともに、過去の成熟状況との比較を行った。

【結果及び考察】

1 河床状況及び産卵状況調査

St.1aを含むSt.1は拳大の石が点在し、河床は固く締まっていた。また、砂に被われていたことから産卵に適していないと考えられた。産着卵は確認されなかった。

St.2は河床が中礫より小さな石が主体で浮石状態であり、砂に被われておらず、産卵に適していると考えられたが産着卵は確認されなかった。

St.3は河床は砂が主体であり、産卵に適していないと考えられた。産着卵は確認されなかった。

St.4はSt.4a以外の河床は砂が主体であり、産卵に適していないと考えられた。産着卵は確認されなかった。

St.5は河床が中礫より小さな石が主体で浮石状態であり(図5)、砂に被われておらず、産卵に適していると考えられ、調査にて産着卵を確認した(図6)。また、産着卵を確認した地点をSt.5aとした。

St.2とSt.5について、河床状況が似た環境だったが、産卵の状況に差が見られたのは、水深又は流速が異なっていたためと考えられた。



図5 St.5の河床



図6 確認された産着卵

2 産卵保護区機能評価

水深は14.0~45.5cmであり、「アユの人工産卵床の作り方」(水産庁・独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 <http://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/pdf/ayu1.pdf>)に示されたアユが産卵する範囲内(10.0~60.0cm)だった。流速は24.0~58.7cm/秒であり、アユが産卵する範囲(60.0~120.0cm/秒)より低い数値だった。河床の砂礫の大きさは拳大の石(5cm程度)が多く、アユの産卵する範囲(0.5~3.0cm)より大きい値だった。また、砂礫は河床に埋没しているために固く、さらに砂に被われており、アユの産卵床として不適な環境となっていた。

調査毎に産卵状況を調査したが、産着卵を確認することはできず、以上のことから産卵保護区

は産卵場としての機能を果たしていないと考えられた。

3 産卵場造成試験

(1) 産卵場造成

水深，流速，水温，河床の状況を表1，粒度組成の変化を表2に示す。また，造成した産卵場(St.4a)を図7，河床状況の変化を図8に示す。

水深について，造成前及び造成直後から調査終了までの間，アユの産卵に適した水深(10.0～60.0 cm)に保たれていた。流速について，造成前は27.3～44.2 cm/秒であり，流速を速めるために導流堤を設けたが，造成直後は11.2～39.5 cm/秒であり，アユの産卵に適した流速(60.0～120.0 cm/秒)に調整することはできなかった。河床状況の変化について，造成時に砂泥を洗い流し，河床表面を砂礫に整えることができたが(図8)，10月27日調査以降は再び砂に被われた状態となった(表1)。これは，流速が遅く，砂が流されないためと考えられた。粒度組成について，粒径4.75 mm以上の砂礫が70%前後と多く，産卵に適した状態だと考えられた(表2)。

(2) 産卵状況調査

台風により調査開始は10月27日となった。台風の影響で導流堤が多少崩れたが決壊することではなく問題はなかった。

計6回の調査を行ったが，産着卵を確認できず，造成した産卵場はアユの産卵に不適だと考えられた。

(1)及び(2)の結果から，今回造成した産卵場は産卵場として機能しなかったが，流速を速め，河床が砂泥で覆われないように調整すれば産卵が行われる可能性があると考えられた。しかし，台風や大雨によって元に戻ってしまうため，造成する場所を検討する必要がある。

表1 造成した産卵場における環境の変化

調査日	H26.9.26	H26.9.30	H26.10.27	H26.11.11	H26.11.26	H26.12.10	H26.12.22
	造成前 2日前に大雨	造成直後 1週間前から雨なし	2週間前に台風 以降，強い降雨なし	2日前に大雨	2日前から大雨	3日前から小雨	3日前に大雨
水温(°C)	22.0	21.8	20.4	18.9	17.5	15.2	14.4
水深(cm)	17.2 - 44.5	28.0 - 38.0	19.3 - 43.0	19.0 - 43.0	19.6 - 45.0	10.7 - 33.0	11.0 - 37.5
流速(cm/秒)	27.3 - 44.2	11.2 - 39.5	24.0 - 56.6	17.5 - 51.6	31.1 - 50.4	17.0 - 39.1	12.6 - 38.3
河床の状況	軽石や礫が転々と見られた。河床の表面は砂に被われていた。	砂が洗い流され，表面に小礫が並び，良い状態となった。	台風により導流堤が決壊していた。表面の小礫は顕在だったが，砂に被われていた。	表面の小礫は顕在だったが，砂に被われていた。	表面の小礫は顕在だったが，砂に被われていた。	表面の小礫は顕在だったが，砂に被われていた。	表面の小礫は顕在だったが，砂に被われていた。

表2 造成した産卵場における粒度組成の変化

調査日	粒径(mm)							
	4.75以上	19以上	19未満 5.6以上	5.6未満 4.75以上	4.75未満 2以上	2未満 1以上	1未満 0.5以上	0.5未満
H26.9.26	73.6%	32.0%	37.4%	4.2%	13.4%	6.5%	4.6%	1.9%
H26.9.30	65.8%	23.5%	34.8%	7.6%	19.1%	9.1%	4.4%	1.6%
H26.10.27	78.6%	35.9%	37.1%	5.6%	24.8%	7.8%	2.5%	0.6%
H26.11.11	68.0%	30.4%	34.0%	3.6%	16.3%	6.4%	4.0%	1.4%
H26.11.26	71.7%	28.0%	39.6%	4.1%	13.8%	7.3%	4.3%	1.5%
H26.12.10	63.7%	26.9%	33.4%	3.4%	12.7%	5.1%	2.9%	1.4%
H26.12.22	76.0%	26.2%	45.0%	4.8%	16.5%	7.0%	1.5%	1.0%



図7 造成した産卵場

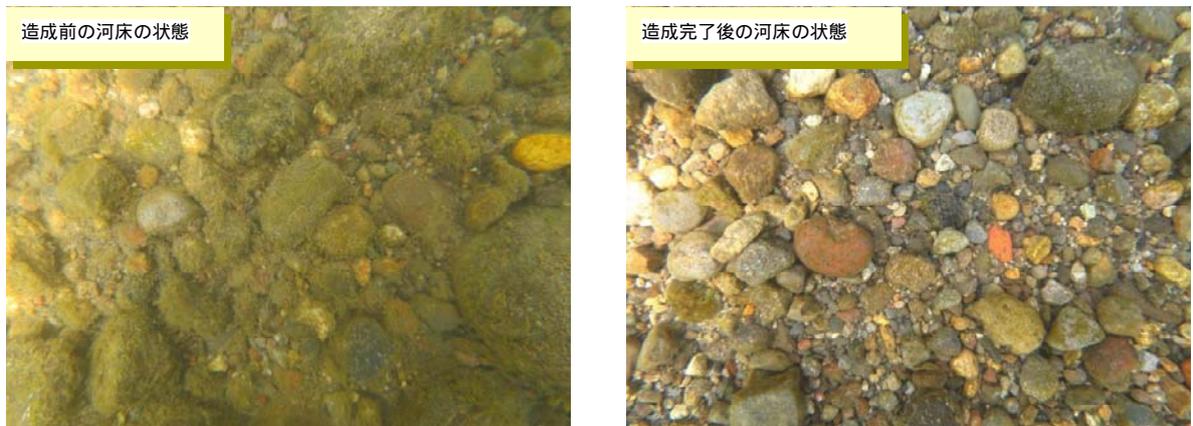


図8 河床状況の変化

4 産卵場環境調査

天降川下流の手籠川合流点において、データロガーで測定した日間平均水温及び過去10年の平均水温の推移(5/1-12/31)を図9に示す。過去10年の平均と比較すると、6月中旬から9月下旬までは例年より水温が低い状態が続いたが、短期間ではあるが、11月下旬に水温が高い状態が続いた。



図9 天降川における日平均水温の推移

次に、St.5aにて産着卵が確認された12月10日、12月22日におけるSt.1a、St.4a、St.5aの水温、水深、流速、河床状況の測定結果を表3に示す。

表3 St.1a, St.4a, St.5aの環境比較

	St.1a	St.4a	St.5a	(参考)アユの産卵床の選択性
産着卵の有無	無	無	有	-
水温(°C)	13.2 - 14.2	14.1 - 15.2	14.1 - 15.2	18°C周辺※地域により差がある
水深(cm)	14.0 - 45.5	10.7 - 37.5	19.0 - 30.0	10.0 - 60.0
流速(cm/秒)	24.0 - 58.7	13.8 - 37.3	59.7 - 73.0	60.0 - 120.0
礫の大きさ	5cm前後	3cm前後	3cm前後	0.5 - 3.0cm ※最小が1mm前後
河床の状況	固く締まっていた	浮石状態	浮石状態	浮石状態
	砂を被っていた	砂を被っていた	砂を被っていない	微少な砂粒が多量に沈積しているところは産卵床として選択されない

水温については、St.1aが他よりも1 程度低かった。これはSt.1aが他の調査地点よりも上流であるためと考えられた。水深については、各調査地点ともアユが産卵する範囲内(10.0~60.0 cm)だった。流速については、St.5aのみがアユの産卵に適した範囲(60.0~120.0 cm/秒)に近い数値だった。礫の大きさ及び河床の状況については、St.4a及びSt.5aは砂礫が産卵に適した範囲内(0.5~3.0 cm)で浮石状態となっていた。しかし、アユは砂が多量に沈積したところを産卵床として選択しない習性があることから、St.4aは産卵に不適な環境と考えられた。

次に、12月10日におけるSt.1a, St.4a, St.5aの粒度組成を表4に示す。

St.1aは粒径19 mm以上の砂礫の割合が56.2%を占めており、St.4a及びSt.5aに比べて礫が大きかった。アユは粒径の小さい砂礫を選んで産卵する傾向があるため、St.1aよりもSt.4a及びSt.5aのほうが産卵に適している環境と考えられた。

表4 St.1a, St.4a, St.5aにおける粒度組成

粒径(mm) 調査地点	4.75以上	19以上	19未満 5.6以上	5.6未満 4.75以上	4.75未満 2以上	2未満 1以上	1未満 0.5以上	0.5未満
St.1a	82.9%	56.2%	25.4%	1.3%	4.7%	3.7%	5.8%	2.8%
St.4a	74.3%	31.3%	38.9%	4.0%	14.8%	6.0%	3.4%	1.6%
St.5a	66.0%	26.6%	30.6%	8.9%	13.2%	9.7%	5.9%	5.2%

5 産卵親魚調査

平成26年度は雌雄とも10月上旬からGSIが高くなり、10月下旬から12月下旬にかけて高い値を示した。天降川では例年、雄は9月下旬以降、雌は10月中旬以降にGSIが高くなり、10月下旬から11月下旬にかけて高い値を示すことが確認されていることから、26年度は例年と比較して産卵期が長かったと考えられた(図10)。

その原因として、水温が例年に比べ、アユの産卵適水温の下限である16 より高い時期が11月下旬まで続いたためと推察された。

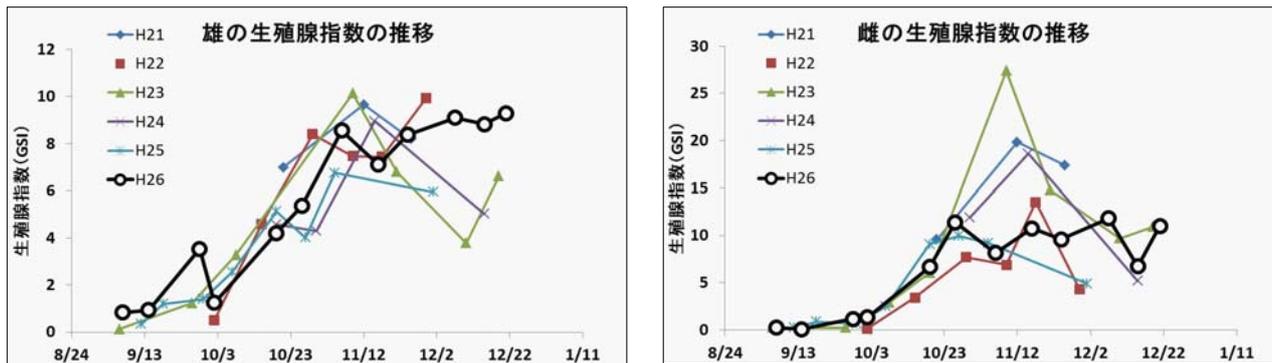


図10 平均G S I の変化(年比較)

ウナギ資源増殖対策事業 - (鰻生息状況等緊急調査事業)

平江多績，猪狩忠光，東條智仁

【目的】

指宿市の二反田川河口域においてウナギ属シラスの採捕調査を行い，来遊時期や来遊量を把握する。また，全長，体重，発育段階を測定・判定し，二反田川河口域におけるウナギ属シラスの来遊状況を把握する。

川内川，網掛川，天降川等において，筒，延縄，石倉等で漁獲されたニホンウナギの生物測定を行い，黄ウナギ，銀ウナギの生息状況を把握する。

なお，本事業は水産庁委託による鰻供給安定化事業のうち「鰻生息状況等緊急調査事業」で2013年，2014年度の2カ年で実施したことから，本報告においても2年間にわたる調査結果についてとりまとめた。

【方法】

1. シラスウナギ来遊状況調査

二反田川(池田湖東側の丘陵地を水源とし，秋元川等の支流を合わせて指宿市中央部を貫流し，錦江湾に注ぐ流域面積10.8 km²，流路延長4.5 kmの2級河川)の河口域において，手すくい網による周年調査を行った。(図1，写真1)



図1 調査河川位置



写真1 調査場所

調査漁具は「鰻生息状況等緊急調査事業」等(統一的手法に関するガイドライン)シラスウナギ・クロコ編に基づき白熱電球100ワット相当のLEDライトを水中に投入し，縦20cm横15cmのステンレス製メッシュのタモにて採捕した(集魚灯採捕，手すくい網：写真2，3)。



写真2 調査漁具



写真3 調査風景

調査員は2名で、調査時期は、新月時の2日間、調査時間は日没後の満潮までの2時間とした。調査地点において水温・塩分測定を調査開始時、1時間後、終了時の3回行った。

採捕したウナギ属シラスは、全長、体重の測定、発育段階の判定¹⁾をした後、100%エタノールで固定して、水産総合研究センターへ送付した。

2. 黄ウナギ・銀ウナギ資源実態調査(下線は2013年度のみ実施)

黄ウナギ・銀ウナギの生息状況を把握するため、採捕者から買い上げたニホンウナギの生物測定を行った。

対象河川と漁法は、川内川は筒、柴漬け、延縄、網掛川は石倉、釣り、天降川は延縄、筒、肝属川と雄川はかご網で行った。調査河川の位置を図2に、水源地等の諸元を表に示す。

なお、川内川下流は、薩摩川内市五代町周辺、川内川中流は薩摩郡さつま町神子の神子橋から下流側約1km範囲内の本流及び支流、天降川は隼人町嘉例川から隼人町見次の参宮橋までの間、網掛川は加治木町本町の網掛橋周辺から約1km上流の範囲内で採捕された。

肝属川と雄川については、採捕地点の詳細までは明らかにできなかった。



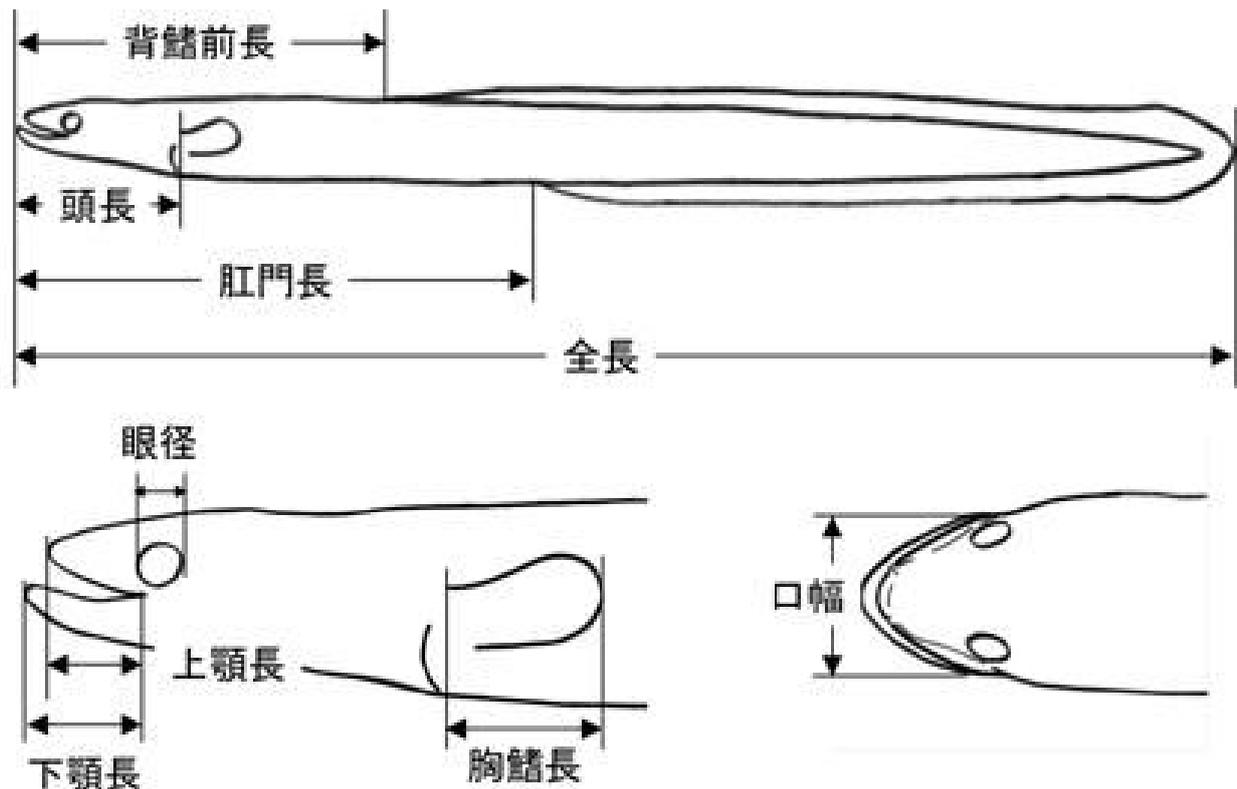
河川の諸元

河川	水源地	流域面積	流路延長	河川規模
川内川	熊本県 白髪岳	1621km ²	137km	1級河川
網掛川	溝辺町 竹子	73km ²	23km	2級河川
天降川	湧水町 国見岳	411km ²	42km	2級河川
肝属川	高隈山 地御岳	485km ²	34km	1級河川
雄川	肝属山 地六郎館岳	135km ²	20km	2級河川

図2 調査河川位置図

調査頻度は2回程度/月で、生物測定項目は図3のとおりとし、体重及び生殖腺重量から生殖腺指数(GSI：体重に占める生殖腺重量)を算出した。雌雄判別は生殖腺の観察により行い、黄ウナギ・銀ウナギの発育段階はY 1～S 2までの4段階とし、主に胸鰭の黒色化の程度、例えばS 1以上の銀化個体は胸鰭の縁辺が完全に黒色化したもの(写真4)やその他、頭部や腹部の体色、鱗の出現などの判断基準²⁾により行った。

得られた試料(頭部、生殖腺)は水産総合研究センターへ送付し、一部は耳石による年齢査定と生殖腺組織の連続組織切片作製し、ヘマトキシリンエオシン染色後、検鏡にて最大卵径を測定した。



各重量：体重、肝重、生殖腺重量、胃重、胃内容物、腸重

図3 生物測定項目

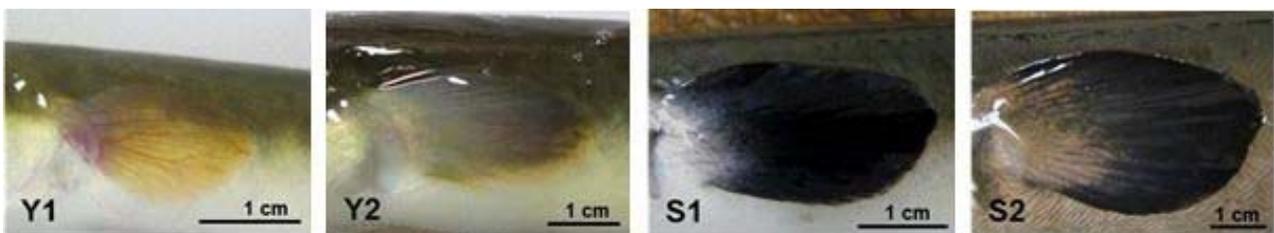


写真4 ニホンウナギの発育段階

【結果及び考察】

1. シラスウナギ来遊状況調査

1)各調査日の潮汐，日没時刻，採捕尾数は表1のとおりであった。

表1 調査日の潮汐等と採捕尾数

年	月	日	潮汐	満潮時刻	日没時刻	採捕尾数
2013	6月	11日	中	21:15	19:15	1
		12日		21:40		
	7月	11日	中	21:26	19:26	0
		12日		21:46		
	8月	11日	中	21:49	19:05	0
		12日		22:21		
	9月	8日	中	20:46	18:33	0
		9日		21:16		
	10月	7日	中	20:15	17:56	0
		8日		20:51		
	11月	5日	中	19:54	17:25	14
		6日		20:34		
	12月	4日	大	19:42	17:14	3
		5日	中	20:26		
2014	1月	3日	中	20:21	17:26	5
		4日		21:07		
	2月	1日	大	20:10	17:52	90
		2日	中	20:54		
	3月	3日	中	20:40	18:17	242
		4日		21:19		
	4月	3日	中	21:38	18:38	32
		4日		22:16		
	5月	1日	中	20:45	18:57	25
		2日		21:22		
	6月	2日	中	22:16	19:18	10
		3日		22:54		
	7月	1日	中	21:48	19:27	2
		2日		22:20		
	7月	31日 ×	中	台風12号により中止		0
	8月	28日	中	20:42	18:47	0
		29日		21:10		
	9月	25日	大	19:41	18:11	0
		26日	中	20:09		
	10月	27日	中	20:47	17:34	0
		28日		21:26		
	11月	25日	中	20:36	17:15	66
		26日		21:20		
	12月	24日	中	20:31	17:30	213
4日		21:16				
2015	1月	21日	中	19:40	17:42	152
		22日		20:25		
	2月	23日	中	19:21	18:11	15
		24日		21:07		
	3月	22日	中	20:51	18:31	85
		23日		21:35		

()内はオオウナギ (*Anguilla marmorata*)

2)水温は2015年2月24日の調査終了時に最低値15.2 ，2013年8月12日に最高値32.4 を示した (図4上)。 塩分は2014年6月2日に最低値1‰を，2014年3月3日に最高値35‰を示した(図4下)。

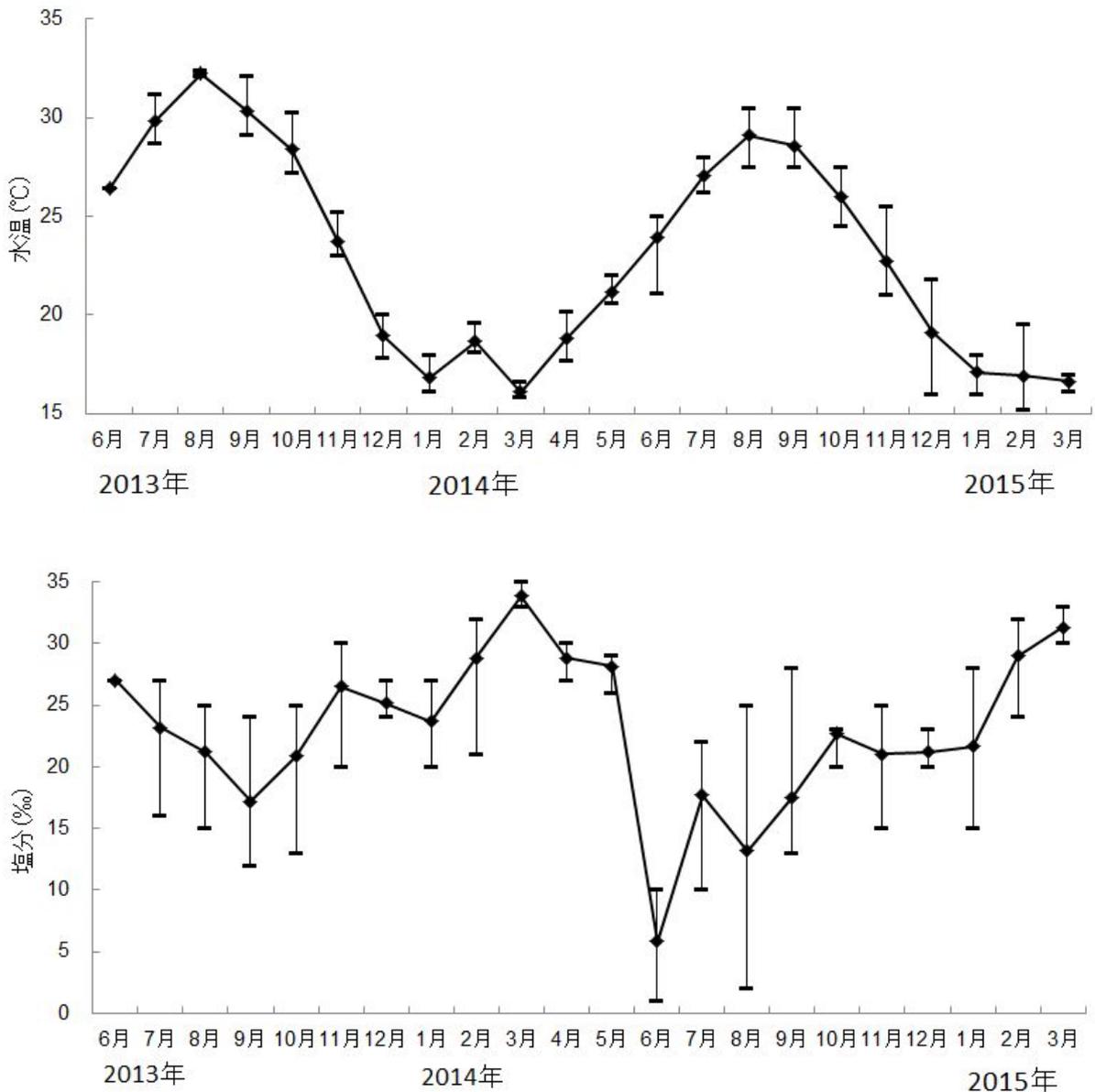


図4 二反田川における調査時水温(上)塩分(下)の推移

3)採捕尾数は、ニホンウナギシラス953尾、ニホンウナギ(黄ウナギ)2尾、オオウナギシラス7尾であった。

ニホンウナギシラス、オオウナギシラスの月別採捕数を図5に示す。

ニホンウナギシラスは2013 - 2014年漁期は3月が盛期であった。2014-2015年漁期は12月が盛期で、昨年同時期と比較して漁期前半の来遊量が多かった。また、ニホンウナギ(黄ウナギ)は2014年4月に1尾、6月に1尾が採捕された。

オオウナギシラスは2013年10月に2尾、2014年6月に1尾、11月に3尾、12月に1尾が採捕され、採捕されるウナギ属シラスの1%未満であった(図5、表2)。

二反田川における調査員1時間あたりの採捕尾数をCPU Eとすると、2013年-2014年漁期(12月~3月)の平均CPU Eが21.3尾/人/hに対し、2014年-2015年漁期(12月~3月)の平均は29.1尾/人/hであった。

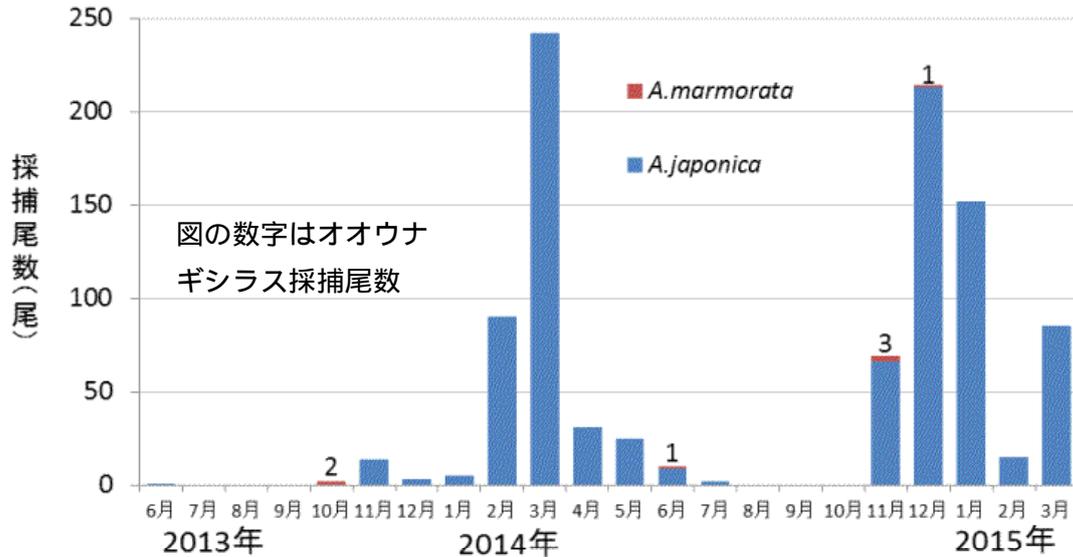


図5 ニホンウナギシラス，オオウナギシラスの採捕実績

表2 ニホンウナギシラス来遊調査による月別採捕尾数とC P U E

西暦	2013年												2014年												2015年			
月	6月	7~9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8~10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計									
ニホンウナギシラス	1			14	3	5	90	242	31	25	9	2			66	213	152	15	85	953								
" (12~3月漁期計)					340											465												
CPUE(尾/人/h)	0.1		0.0	1.8	42.9	0.6	11.3	30.3	3.9	3.1	1.1	0.3			8.3	84.8	19.0	1.9	10.6									
" (12~3月漁期平均)					21.3											29.1												

4)全長，体重，肥満度

2013 - 2014年漁期のニホンウナギシラスは全長 $57.54\text{mm} \pm 2.39\text{mm}$ ，体重 $0.115\text{g} \pm 0.020\text{g}$ ，肥満度 0.603 ± 0.071 であった。 $y=0.006x-0.2283$ ($R^2=0.5282$ ， x ：全長(mm)， y ：体重(g)) (図6上)。

2014-2015年漁期は全長 $58.94\text{mm} \pm 2.30\text{mm}$ ，体重 $0.146\text{g} \pm 0.030\text{g}$ ，肥満度 0.704 ± 0.099 であった。 $y=0.0103x-0.4606$ ($R^2=0.626$ ， x ：全長(mm)， y ：体重(g)) (図6下)。

2014-2015年漁期は前期と比べて全長，体重，肥満度ともに大きい傾向が見られた(表3)。

また，オオウナギシラスは全長 $51.34\text{mm} \pm 1.11\text{mm}$ ，体重 $0.143\text{g} \pm 0.017\text{g}$ ，肥満度 1.056 ± 0.092 で，ニホンウナギシラスとは明らかに体型が異なっていた(図6上下，表4)。

ニホンウナギ(黄ウナギ)は平均全長 145.37mm ，平均体重 2.881g であった(表5)。

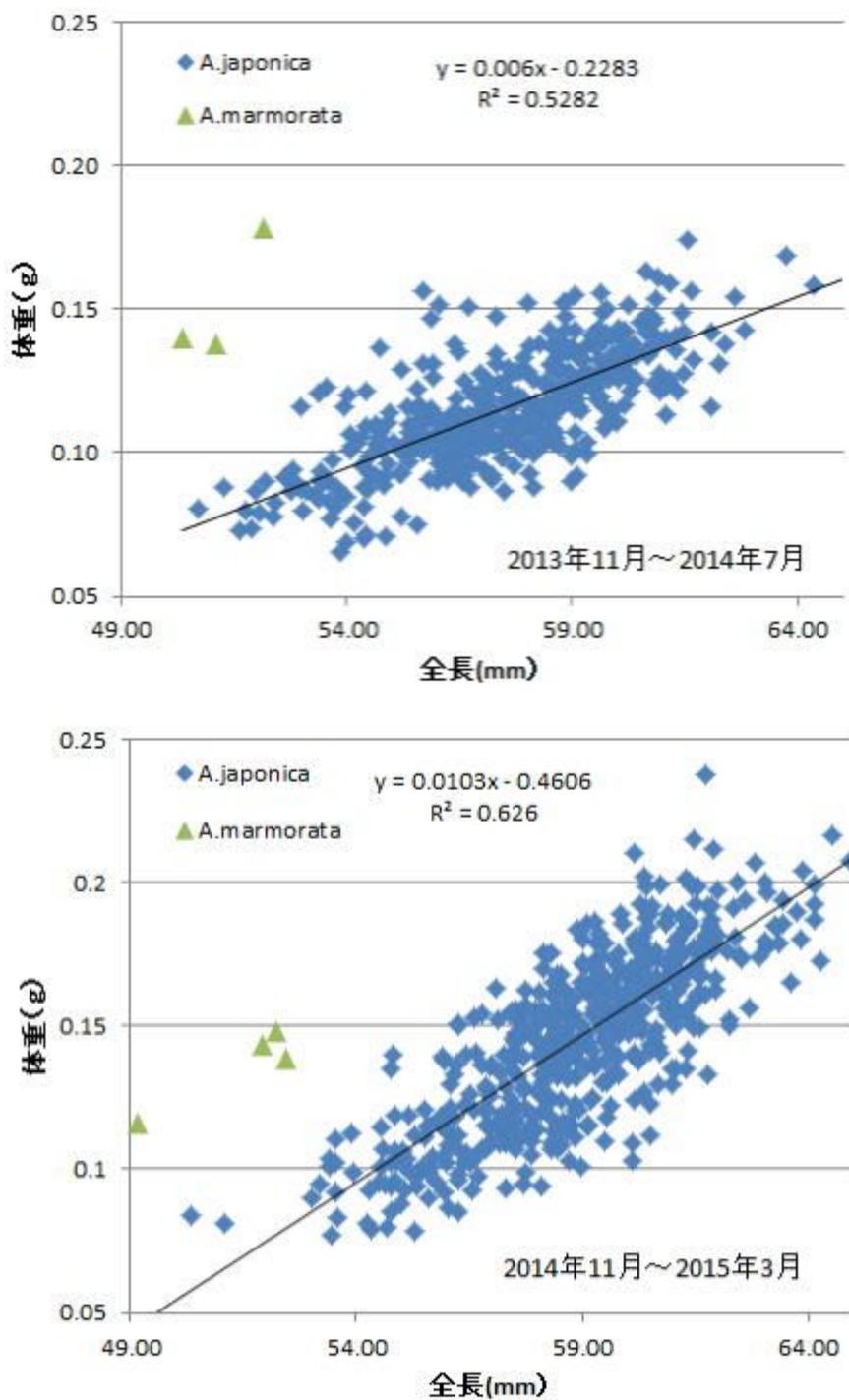


図6 ニホンウナギシラス, オオウナギシラスの全長と体重の関係
(上)2013年11月～2014年7月, (下)2014年11月～2015年3月

表3 ニホンウナギシラスの月別測定結果

漁期	年	月	採捕尾数	全長(mm)			体重(g)			肥満度		
				平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
2012-2013	2013	6	1	55.70	55.70	55.70	0.157	0.157	0.157	0.907	0.907	0.907
2013-2014	2013	11	14	55.01	58.03	52.79	0.131	0.152	0.094	0.781	0.864	0.642
		12	3	55.76	57.34	54.06	0.119	0.135	0.106	0.683	0.713	0.662
	2014	1	5	58.44	61.09	56.74	0.128	0.141	0.116	0.639	0.671	0.614
		2	90	57.71	64.38	51.63	0.116	0.159	0.069	0.602	0.783	0.436
		3	242	57.28	62.81	50.69	0.112	0.174	0.070	0.593	0.758	0.430
		4	31	58.70	62.62	54.47	0.124	0.154	0.086	0.609	0.748	0.455
		5	25	58.86	62.41	53.88	0.113	0.138	0.065	0.551	0.659	0.418
		6	9	59.34	63.77	55.59	0.141	0.169	0.114	0.672	0.746	0.608
		7	2	57.36	57.75	56.96	0.114	0.118	0.109	0.603	0.614	0.592
	計		421	57.54	64.38	50.69	0.115	0.174	0.065	0.603	0.864	0.418
2014-2015	2014	11	66	59.76	63.45	54.80	0.171	0.238	0.114	0.797	1.011	0.619
		12	213	59.94	65.23	54.78	0.166	0.217	0.119	0.767	0.917	0.630
	2015	1	152	58.37	65.23	50.36	0.134	0.238	0.065	0.667	1.011	0.418
		2	15	59.35	62.72	56.78	0.144	0.172	0.1216	0.687	0.780	0.572
		3	85	57.52	63.6	53.52	0.111	0.165	0.081	0.581	0.697	0.479
	計		531	58.84	65.23	56.78	0.146	0.238	0.122	0.700	1.011	0.630
総計		953	58.42	65.23	50.36	0.132	0.238	0.065	0.654	1.011	0.418	

表4 オオウナギシラスの月別測定結果

採捕年月	全長(mm)	体重(g)	肥満度
2013年10月	52.14	0.178	1.257
2013年10月	50.38	0.140	1.095
2014年6月	51.10	0.138	1.034
2014年11月	49.17	0.116	0.978
2014年11月	52.43	0.139	0.961
2014年11月	51.94	0.144	1.026
2014年12月	52.22	0.148	1.042
平均	51.34	0.143	1.056

表5 ニホンウナギ(黄ウナギ)の月別測定結果

採捕年月	全長(mm)	体重(g)	肥満度
2014年4月	124.05	1.457	0.763
2014年6月	166.69	4.305	0.930
平均	145.37	2.881	0.846

5) 採捕されたニホンウナギシラスの月別全長組成及び月別肥満度では2014年11月～2015年1月にかけて減少傾向にあった(図7上中)。

発育段階は2013年6月の1個体はVB1と判定された。2013年11月～2014年1月に採捕されたものの発育段階は B1～ A1と判定され、徐々に発育段階が進んでいた。また、2月～6月は B1～ Bまで判定され、7月は2個体でそれぞれ A0, A1であった。

2014年11月、12月は A～ A4であったが、翌1月は B1～ Bとなり、徐々に発育段階が進んでいた(図7下)。なお、2013-2014年漁期にみられなかった Aが2014-2015年漁期の2014年11月、12月にはじめてみられた。

6) 2013-2014漁期の二反田川におけるニホンウナギシラスの採捕調査結果では来遊のピークは3月であったが、2014-2015漁期は12月がピークであった。

ニホンウナギシラスの全長・体重ともに2013-2014年漁期より、2014-2015年漁期の方が大きかった。

なお、いずれのシーズンも漁業者の採捕期間(採捕許可期間12月～3月)の範囲内に入っていたが、年によって来遊時期、来遊量の変動していた。

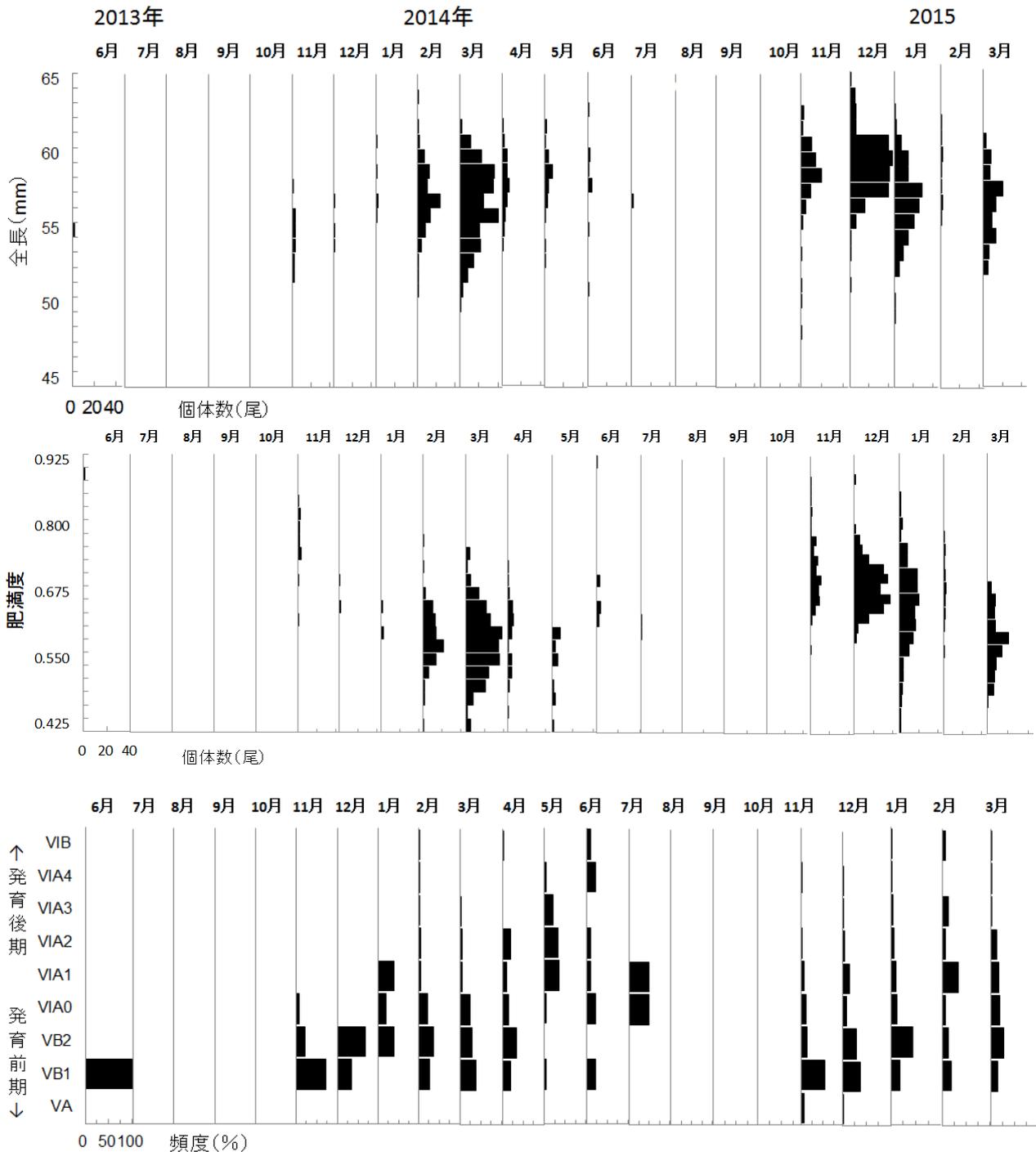


図7 シラスウナギ(*Anguilla Japonica*)の月別全長(上), 肥満度(中), 発育段階(下)組成

2. ウナギ資源実態調査(黄ウナギ・銀ウナギ調査)

1)川内川下流(漁獲方法：筒)

2014年の水温は平均20.6 (最低12.5 最高28.8)であった(図8)。

雌雄割合は雄()が25%, 雌()が66%, 不明が10%であった(表6)。

全長は雄が平均433mm(最小313mm最大610mm, 最頻値は400mm以上450mm未満), 雌が平均440mm(最小264mm, 最大828mm, 最頻値は400mm以上450mm未満), 不明が平均383mm(最小262m, 最大523mm, 最頻値は350mm以上400mm未満)であった(表6, 図9左)。

体重は雄が平均103g(最小15.5g, 最大271g, 最頻値は50g以上100g未満), 雌が平均112g(最小23.4g, 最大762g, 最頻値は50g以上100g未満), 不明は平均70.5g(最小22.8g, 最大185g, 最頻値は50g以上100g未満)であった。なお, 300g以上は雌だけで, 200g以上に不明個体はみられなかった(表6, 図9右)。

月別GSIでは雄が2013年6月, 9月~11月, 2014年5月, 7月, 8月, 10月, 11月に0.2以上の高い個体がみられ, 銀ウナギS1は9月~11月に, S2は10, 11月に出現が確認された(図10上)。また, 雌は2013年9月, 11月, 12月に1.0以上の高い個体がみられ, 銀ウナギS1が9月, 11月, 12月に出現が確認された(図10下)。

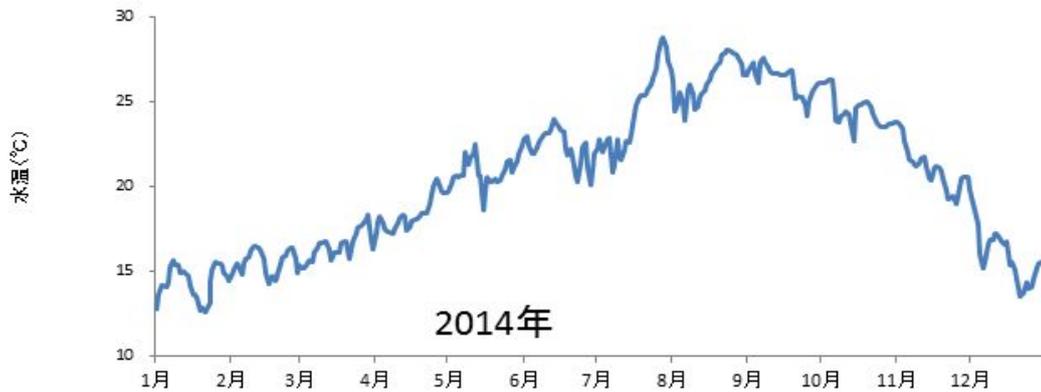


図8 川内川下流の水温

表6 川内川下流で採捕されたニホンウナギの性比と全長、体重

川内川下流		雄(♂)	雌(♀)	不明	総計
個体数(尾)		137	366	55	558
尾数割合		25%	66%	10%	100%
全長(mm)	平均	433	440	383	432
	最小	313	264	262	262
	最大	610	828	523	828
体重(g)	平均	103	112	70.5	105.6
	最小	15.5	23.4	22.8	15.5
	最大	271	762	185	762

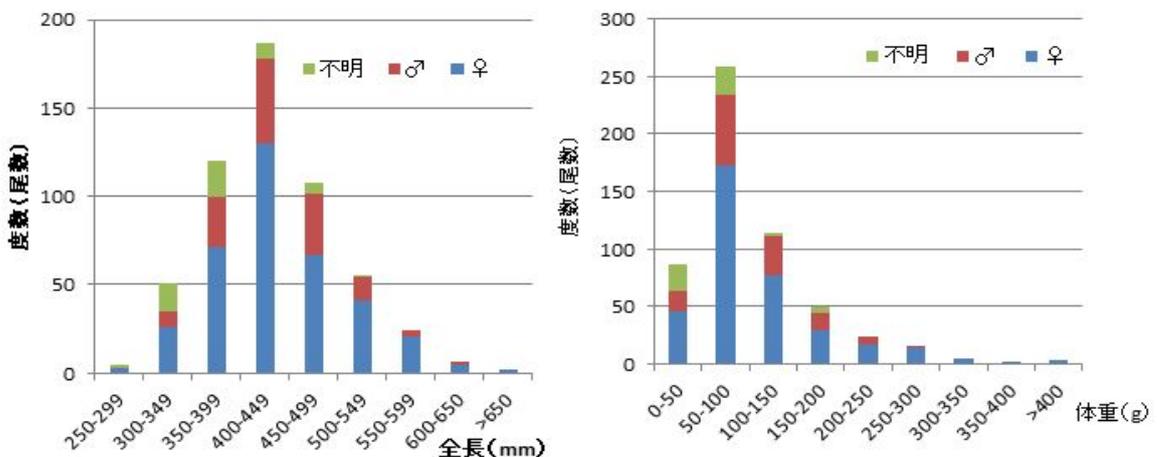


図9 川内川下流の全長(左)と体重(右)組成

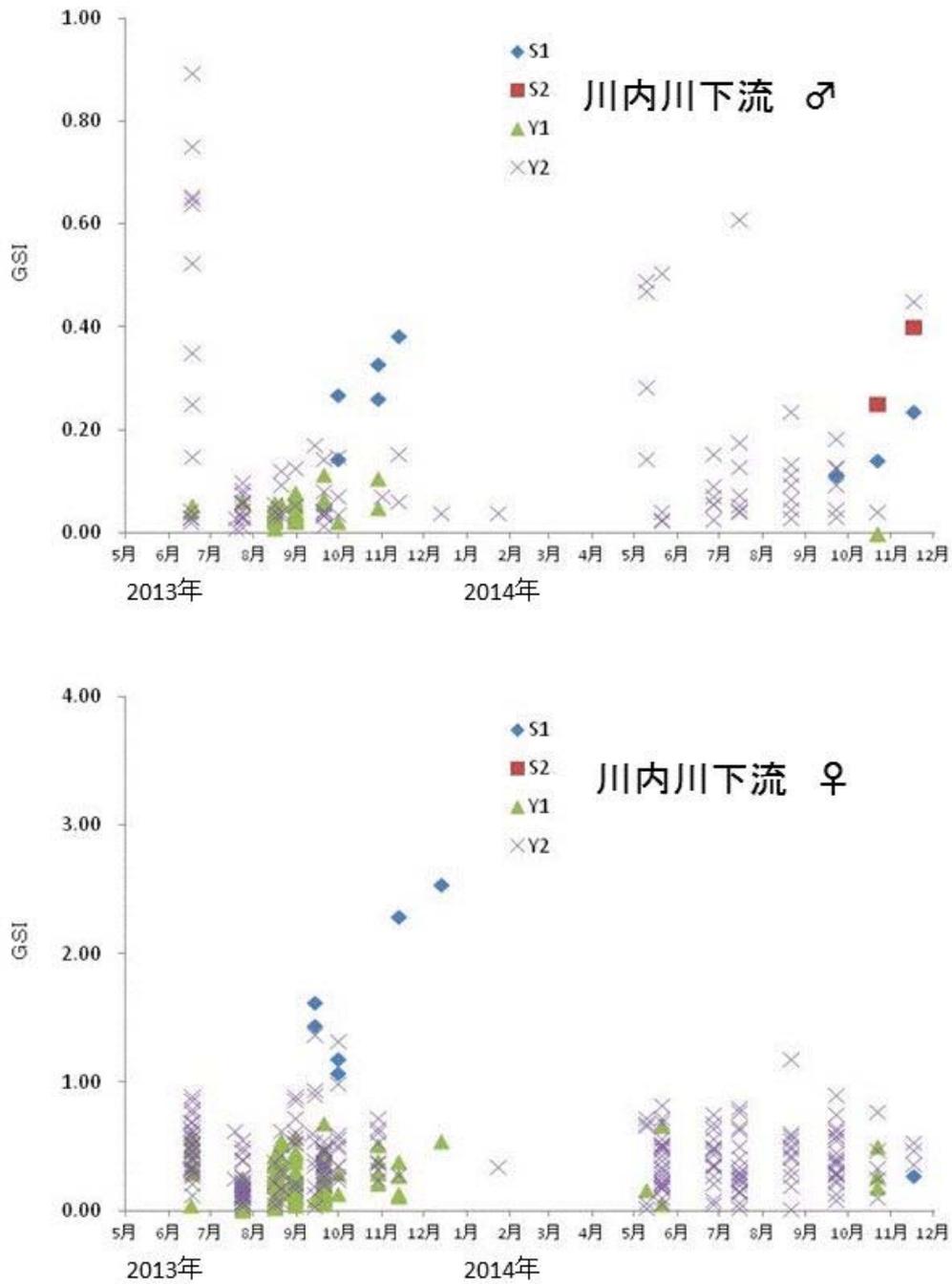


図10 川内川下流における経月GSI 上(雄♂)
下雌(♀)

2)川内川中流(漁獲方法：筒，延縄)

2014年の水温は平均17.5 (最低8.8 , 最高26.5)であった(図11)。

サンプル数が下流に比べて少ない(特に雄：表7参照)が，サンプルの雌雄割合は雄が15%，雌

が81%、不明が5%であった(表7)。

全長は雄が平均419mm(最小280mm, 最大559mm, 最頻値は350mm以上400mm未満), 雌が平均480mm(最小324mm, 最大651mm, 最頻値は400mm以上450mm未満), 不明が平均371mm(最小288mm, 最大437mm, 最頻値は350mm以上400mm未満)であった(表7, 図12左)。

体重は雄が平均92.3g(最小22.2g, 最大210g, 最頻値は50g以上100g未満), 雌が平均143g(最小32.3g, 最大449g, 最頻値は50g以上100g未満), 不明は平均52.9g(最小15.1g, 最大91.4g, 最頻値は50g以上100g未満)であった。なお, 250g以上はすべて雌で, 100g以上に不明個体はみられなかった(表7, 図12右)。

月別GSIでは雄が5月, 8月, 10月に0.2以上の高い個体がみられ, 銀ウナギS1は10月に出現が確認された(図13上)。また, 雌は8月, 10月に1.0以上の高い個体がみられ, 10月に銀ウナギS1の出現が確認された(図13下)。

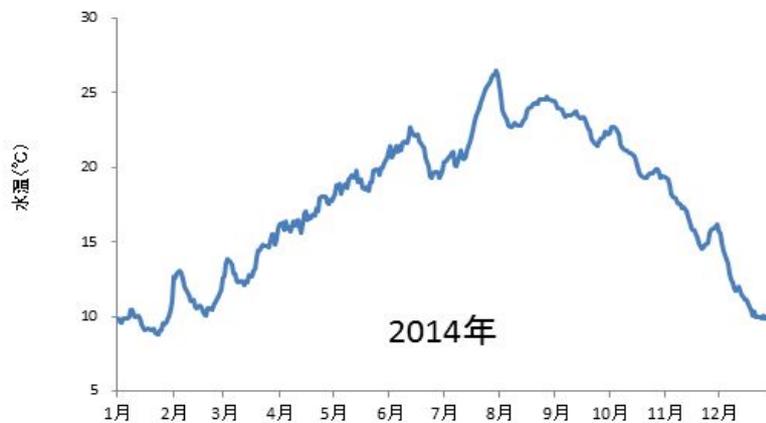


図11 川内川中流の水温

表7 川内川中流で採捕されたニホンウナギの性比と全長、体重

川内中流		雄(♂)	雌(♀)	不明	総計
個体数(尾)		26	143	8	177
尾数割合		15%	81%	5%	100%
全長(mm)	平均	419	480	371	466
	最小	280	324	288	280
	最大	559	651	437	651
体重(g)	平均	92.3	143	52.9	131.1
	最小	22.2	32.3	15.1	15.1
	最大	210	449	91.4	449

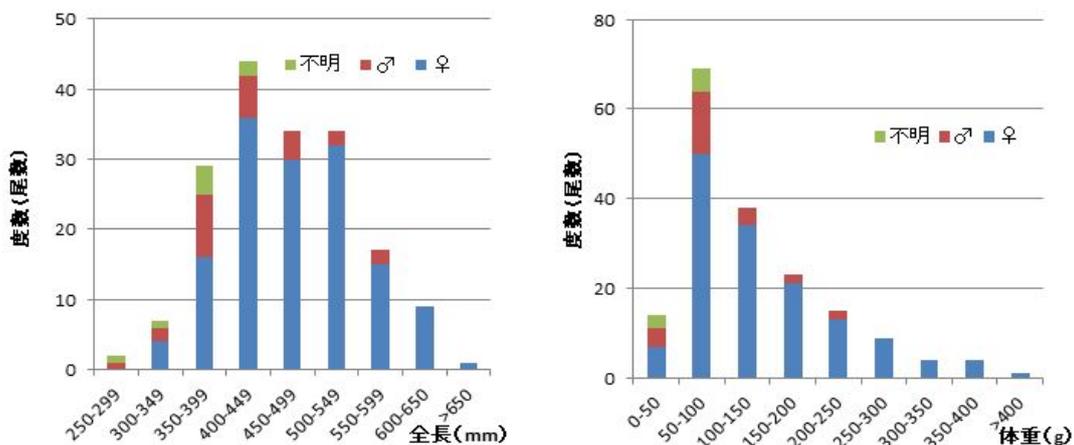


図12 川内川中流の全長(左)と体重(右)組成

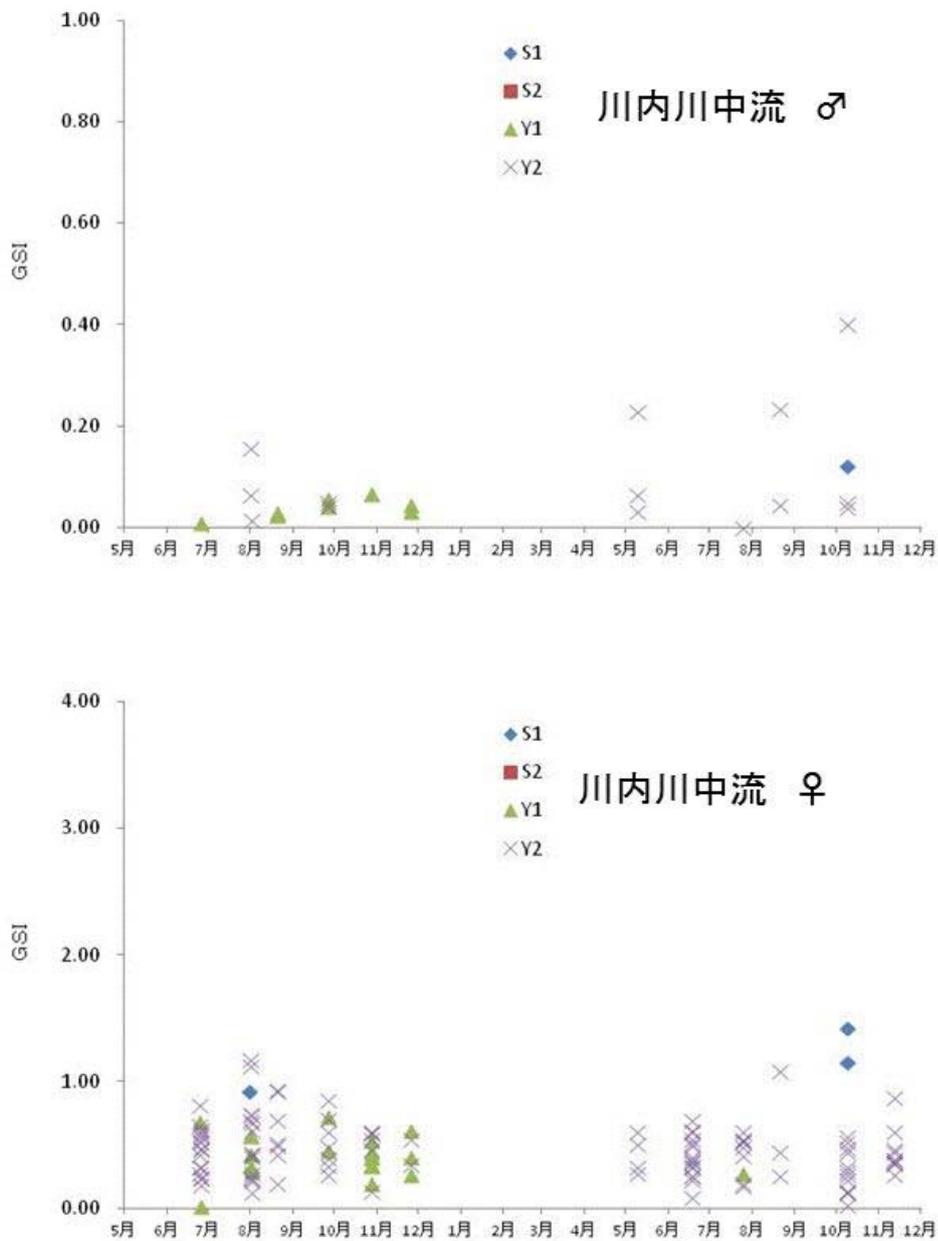


図13 川内川中流における経月GSI 上(♂)
下(♀)

3)天降川(漁獲方法：筒)

2014年の水温は平均19.5 (最低13.2 , 最高24.3)であった(図14)。

雌雄割合は雄が4% , 雌が96%であった(表8)。

全長は雄が平均507mm(最小443mm , 最大603mm , 最頻値は400mm以上450mm未満) , 雌が平均592mm(最小395mm , 最大859mm , 最頻値は500mm以上550mm未満)であった(表8 , 図15左)。

体重は雄が平均187g(最小124g , 最大295g , 最頻値は100g以上150g 未満) , 雌が平均336g(最小

72.5g, 最大1120g, 最頻値は400g以上)でこの河川は他の河川と比較して著しく雌に偏っていた(表8, 図15右)。

月別GSIでは, 6月に0.4と高い雄が1個体採捕されたが, 銀ウナギは確認出来なかった(図16上)。

また, 雌は6月~8月に1.0以上の高い個体がみられ, 8月, 9月, 11月に銀ウナギS1の出現が確認された(図16下)。

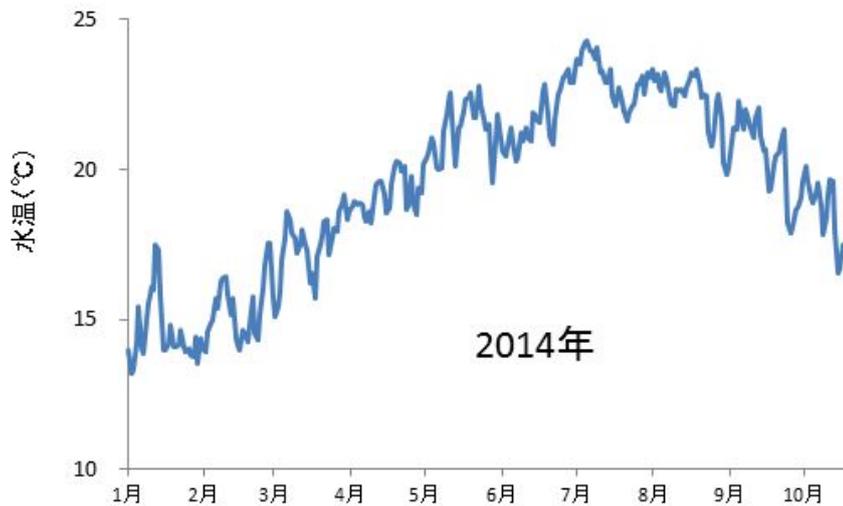


図14 天降川の水温

表8 天降川で採捕されたニホンウナギの性比と全長、体重

天降川		雄(♂)	雌(♀)	総計
個体数(尾)		3	70	73
尾数割合		4%	96%	100%
全長(mm)	平均	507	592	589
	最小	443	395	395
	最大	603	859	859
体重(g)	平均	187	336	330
	最小	124	72.5	72.5
	最大	295	1120	1120

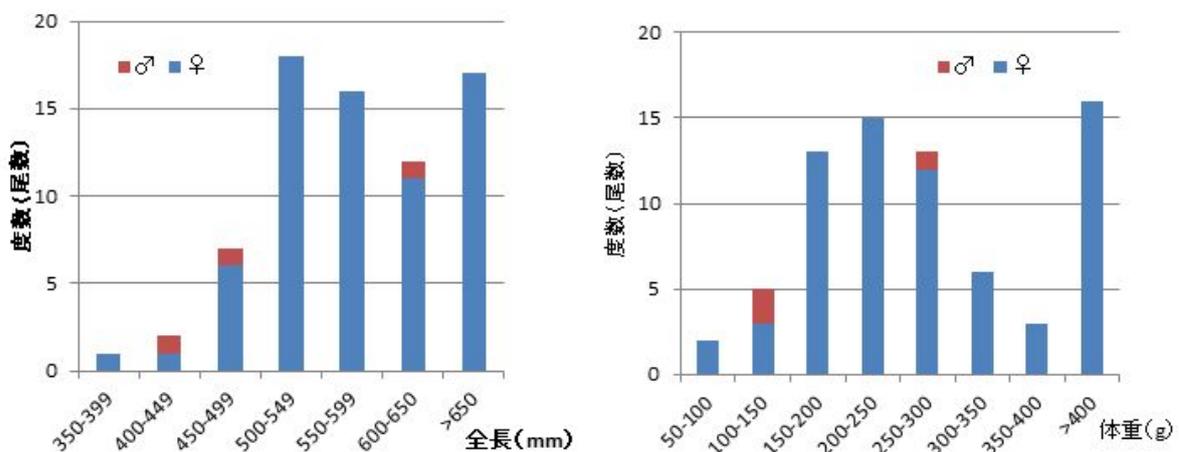


図15 天降川の全長(左)と体重(右)組成

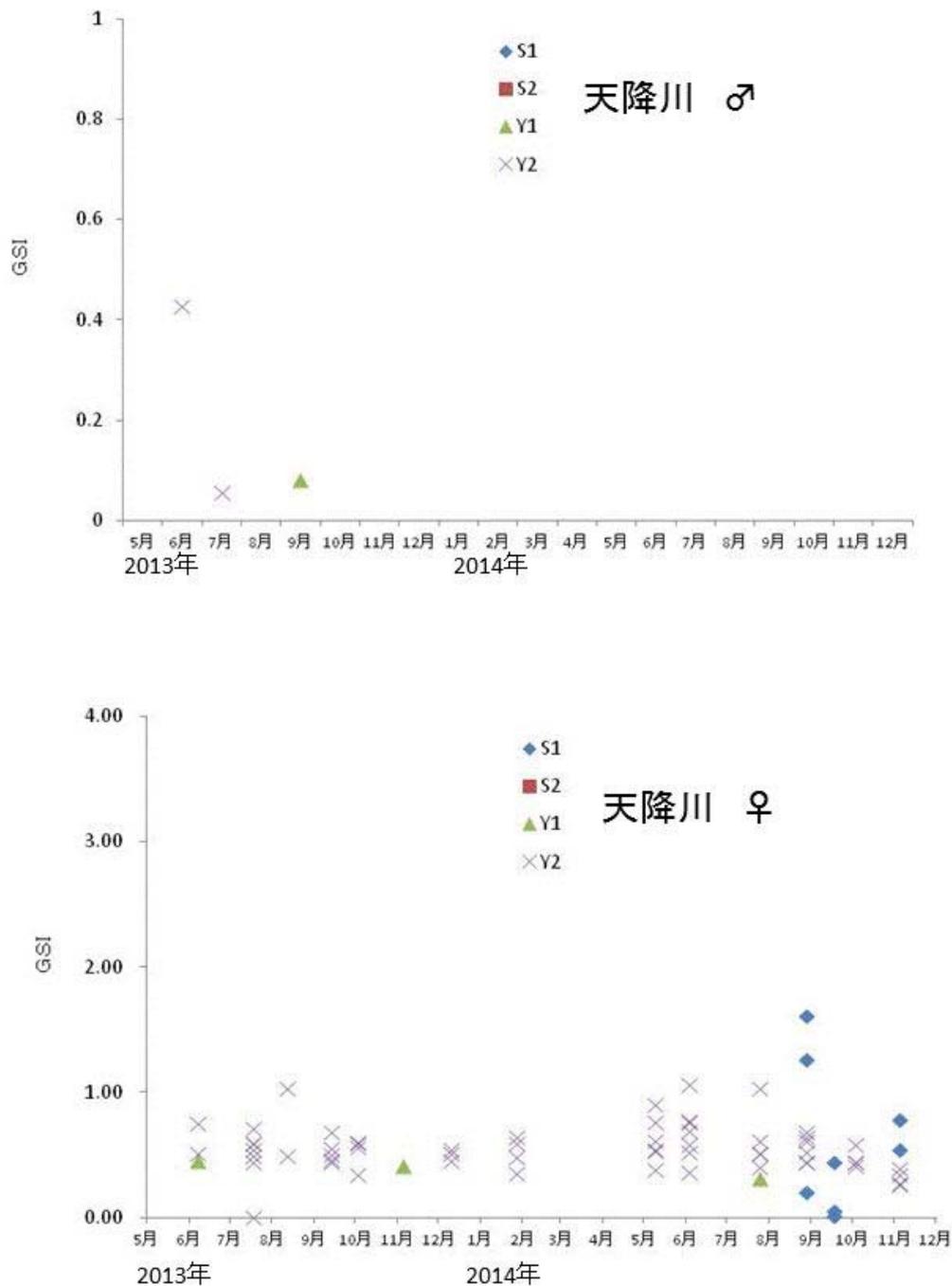


図16 天降川における経月GSI 上(♂)
下(♀)

4) 網掛川(漁獲方法：石倉)

2014年の水温は、平均19.6 (最低10.2 , 最高28.7)であった(図17)。

雌雄割合は雄が39%、雌が50%、不明が11%であった(表9)。

全長は雄が平均421mm(最小270mm, 最大616mm, 最頻値は450mm以上500mm未満), 雌が平均508mm(最小264mm, 最大832mm, 最頻値は500mm以上550mm未満), 不明が平均360mm(最小251mm, 最大841mm, 最頻値は300mm以上350mm未満)であった(表9, 図18左)。

体重は雄が平均106g(最小22g, 最大377g, 最頻値は50g以上100g未満), 雌が平均219g(最小24g, 最大1080g, 最頻値は50g以上100g未満), 不明は平均70g(最小18g, 最大848g, 最頻値は50g未満)で, 300g以上のほとんどは雌であった。また, 150g以上に不明個体はみられなかった(表9, 図18右)。

月別GSIでは雄が10月～12月に0.2以上の高い個体がみられ, 9月～12月に銀ウナギS1が, 10月～12月にS2が確認された(図19上)。また, 雌は6月, 9月～12月に1.0以上の高い個体がみられ, 9月～12月に銀ウナギS1が, 10月～12月にS2が確認された(図19下)。

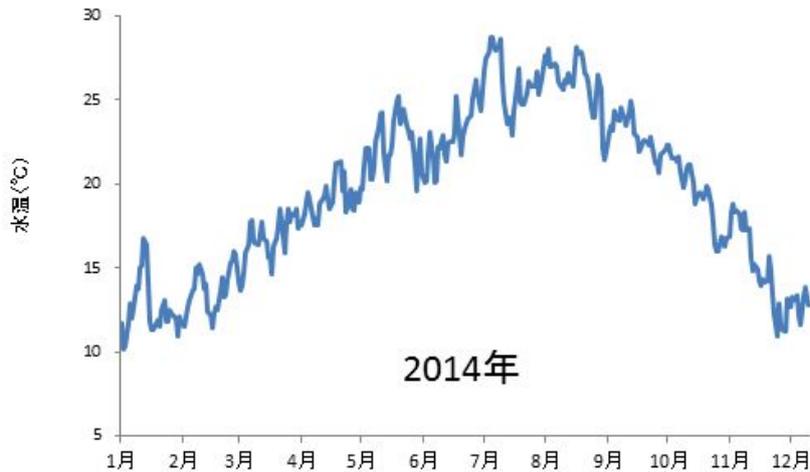


図17 網掛川の水温

表9 網掛川で採捕されたニホンウナギの性比と全長、体重

網掛川		雄(♂)	雌(♀)	不明	総計
サンプル数(尾)		132	166	37	335
尾数割合		39%	50%	11%	100%
全長(mm)	平均	421	508	360	457
	最小	270	264	251	251
	最大	616	832	841	841
体重(g)	平均	106	219	70	158
	最小	22	24	18	18
	最大	377	1,080	848	1,080

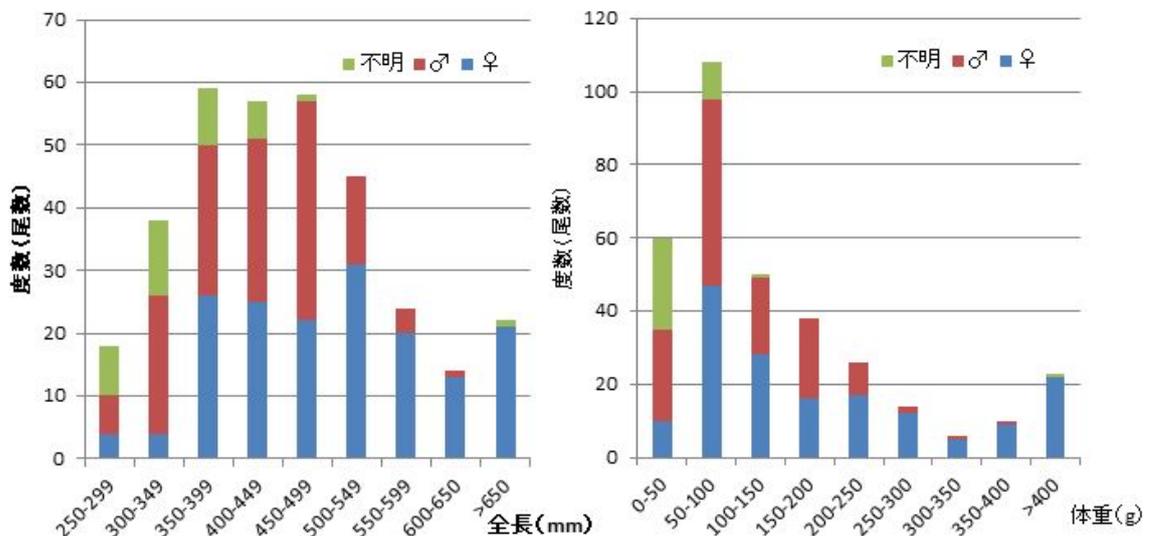


図18 網掛川の全長(左)と体重(右)組成

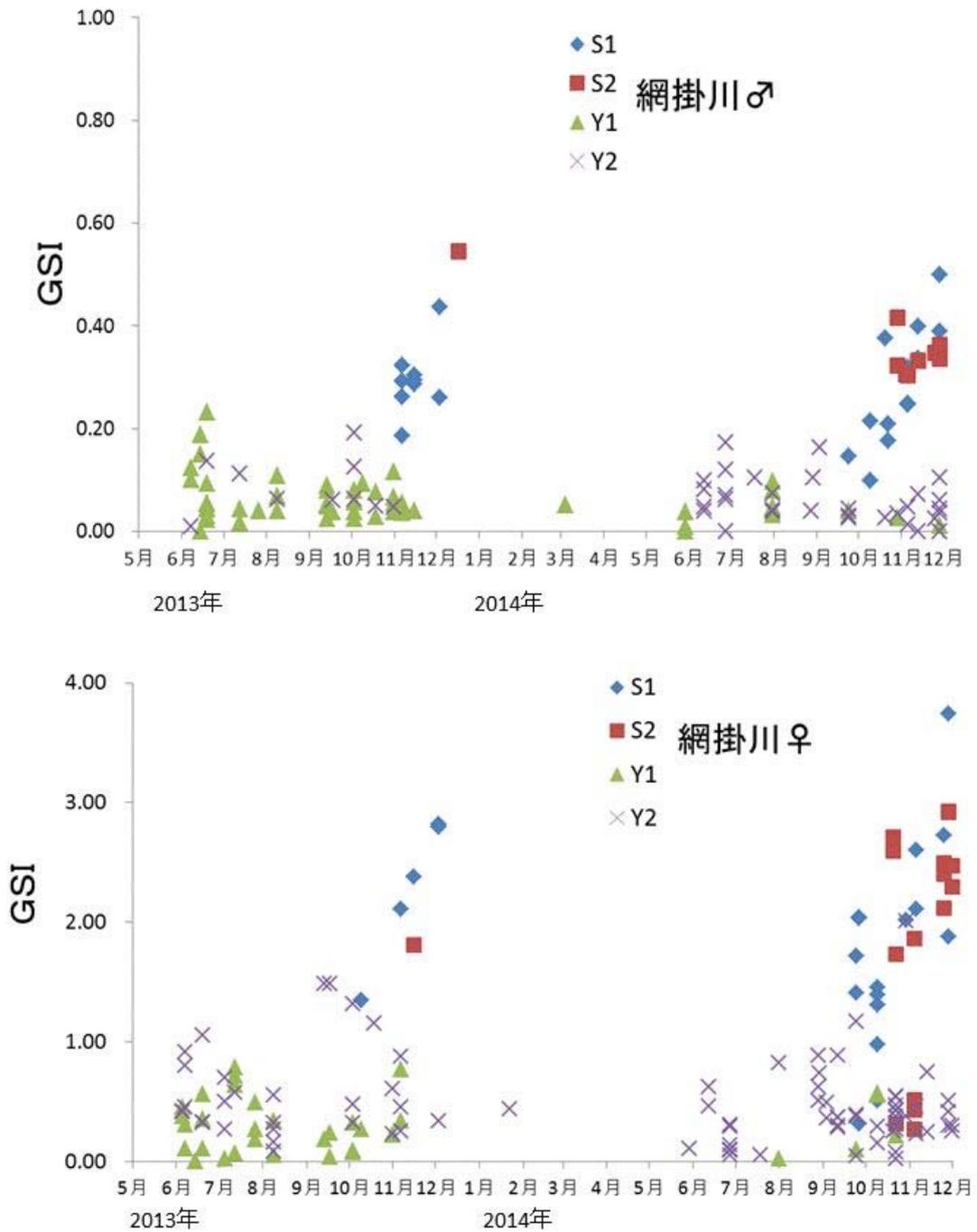


図19 網掛川における経月GSI 上(♂)
下(♀)

5) 網掛川における耳石年齢査定と生殖腺切片による卵径との関係

2013年に網掛川で採捕されたニホンウナギの耳石切片と生殖腺組織切片を作製し、耳石による年齢と全長、卵径、GSIとの関係について調べた。2014年の採捕魚については組織切片のみを作製し卵の熟度とGSIとの関係について調べた。

2013年の耳石については水産総合研究センターが切片を作製し年齢査定を行った(写真5)。130尾分の耳石について調べたところ、4~14歳魚がみられ、雄は5歳、雌は7歳、不明は4~6歳が

最頻値であった(図20)。

また、雄の銀ウナギS1は5歳から10歳でみられた(図21左)。また、雌の銀ウナギS1は6歳から13歳で、S2は11歳でみられた(図21右)。

耳石年齢と全長の関係を見ると、雄は5歳以上で全長が500mm以上の個体に銀ウナギS1がみられた。(図22左)。また、雌は6歳以上で全長が約600mm以上の個体で銀ウナギS1がみられ、S2は11歳でみられた。(図22右)。

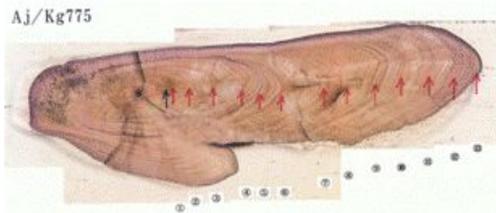


写真5 網掛川|2013年の耳石年齢査定

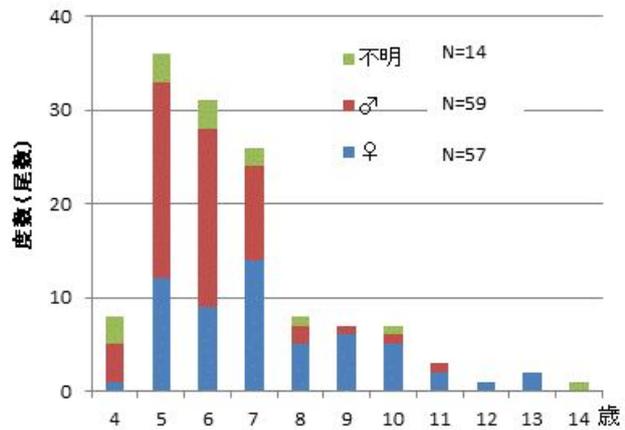


図20 2013年網掛川の雌雄別耳石年齢組成

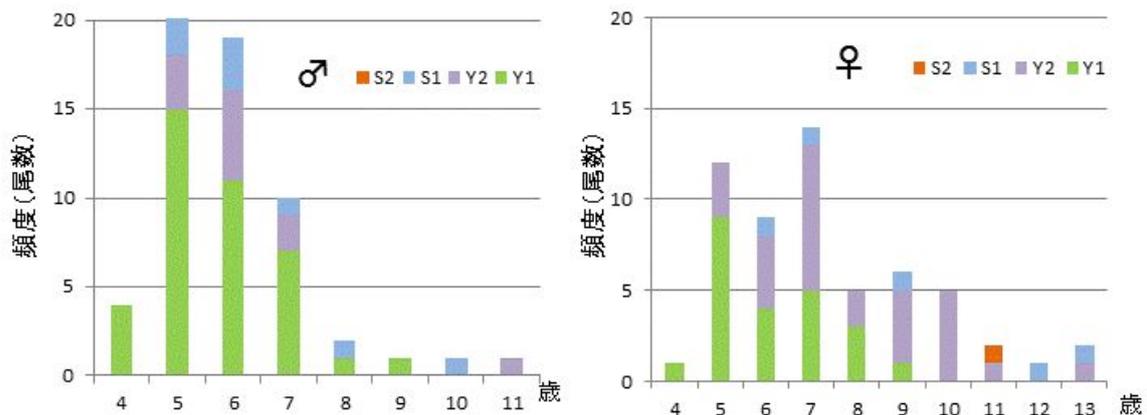


図21 2013年網掛川の銀化指数と耳石年齢組成 (左♂ 右♀)

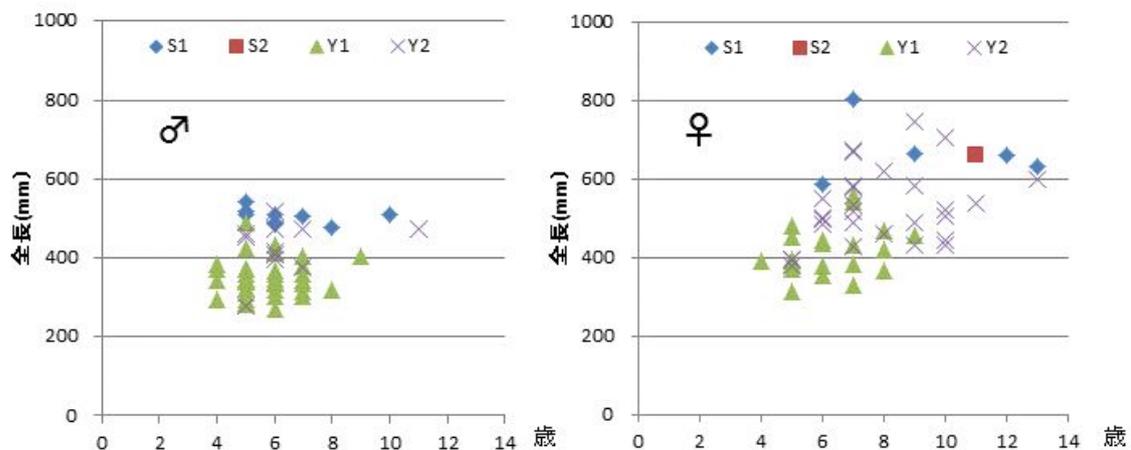


図22 網掛川|2013年の耳石年齢と全長の関係(左♂ 右♀)

2013年の雌112尾の生殖腺は水産総合研究センターが連続組織切片をヘマトキシリンエオシン染色し最大卵径を測定した(写真6)。

卵径は平均89 μm (最小28.5 μm , 最大245 μm , 最頻値50~70 μm)で, 卵径150 μm 以上の卵黄形成期に該当するものは, 10月~12月の銀ウナギS1, S2にみられ, 最大値は12月の銀ウナギS1であった。(図23)。GSIと卵径には強い正の相関が見られた(図24左)。また耳石年齢と卵径の間も中程度の相関が見られた(図24右)。

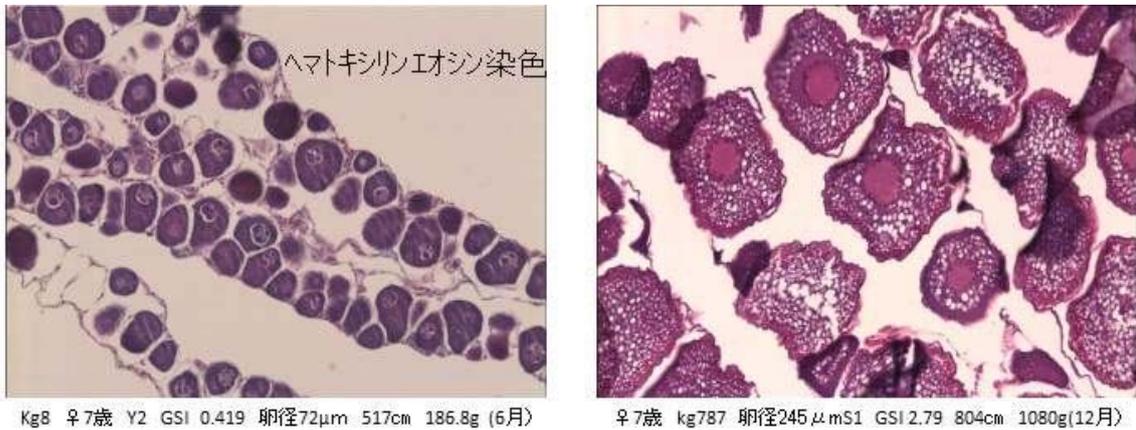


写真6 網掛川|2013年の生殖腺切片画像 水産総合研究センター提供

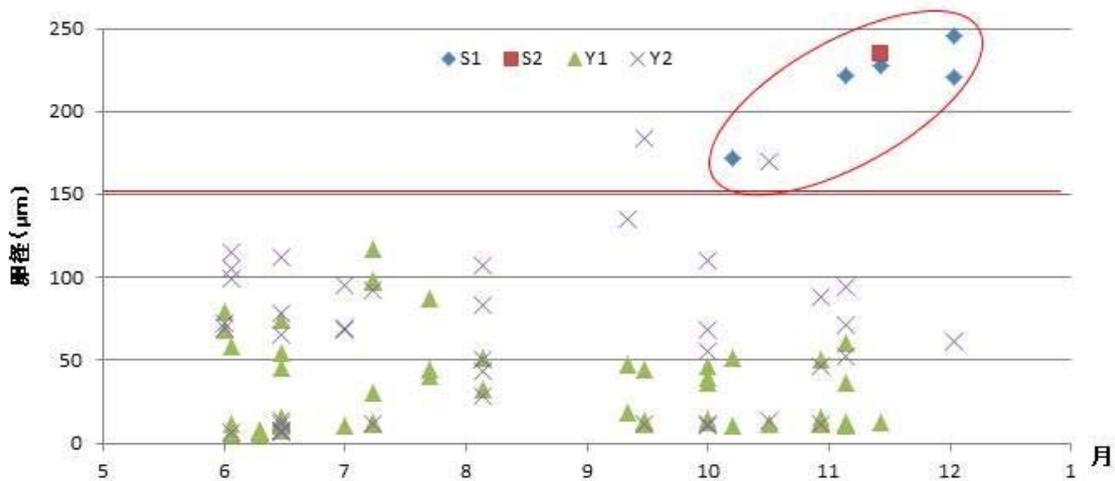


図23 網掛川|2013年の経月卵径

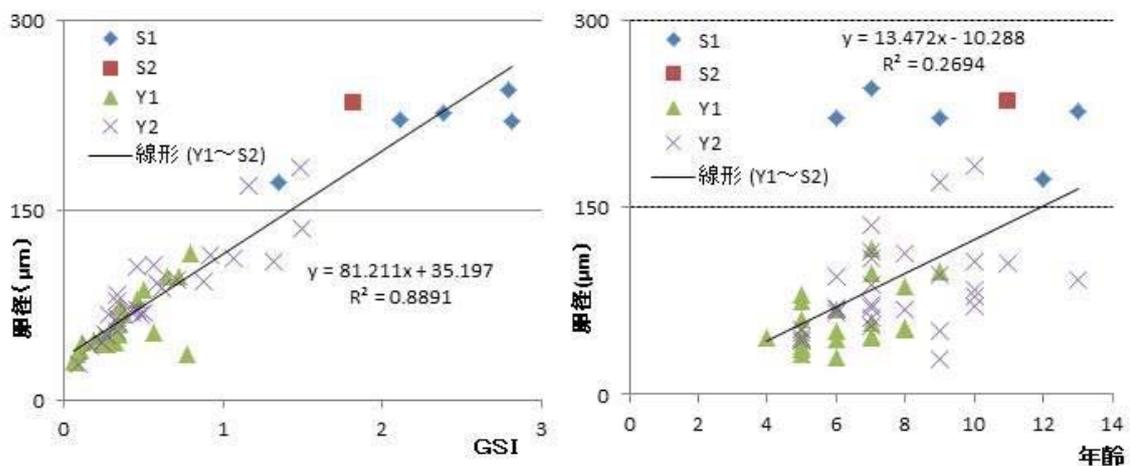


図24 網掛川|2013年の卵径とGSI(左)、卵径と耳石年齢(右)

2014年の72尾の雌のサンプルについては鹿児島県水産技術開発センターで生殖腺の組織切片を作製し卵径を測定した。写真7左は100 μm弱のもの、右は最大卵径275 μmのものである。72尾の最大卵径の平均値は138 μm(最小23 μm, 最大287 μm最頻値50 ~ 60 μm)で卵黄胞期である卵径150 μm以上のものは、9月~12月の銀ウナギS1,S2にみられた(図25)。また、GSIと卵径の間には正の強い相関がみられた(図26)。

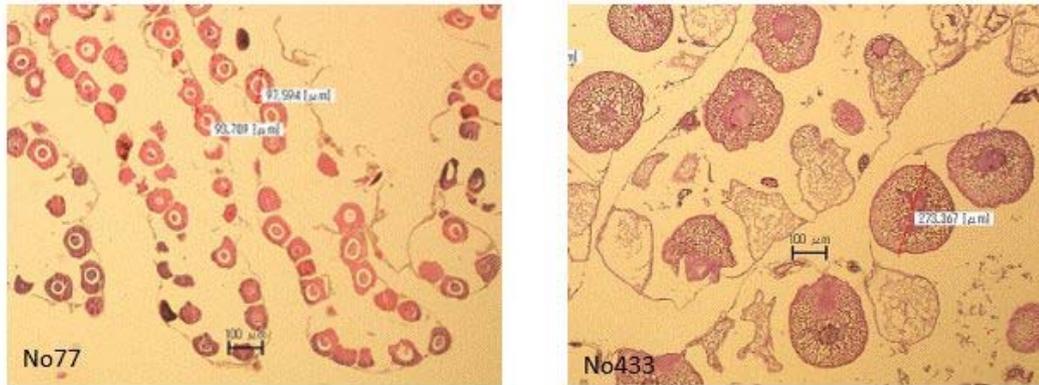


写真7 網掛川2014年の生殖腺切片画像 ヘマトキシリンエオシン染色

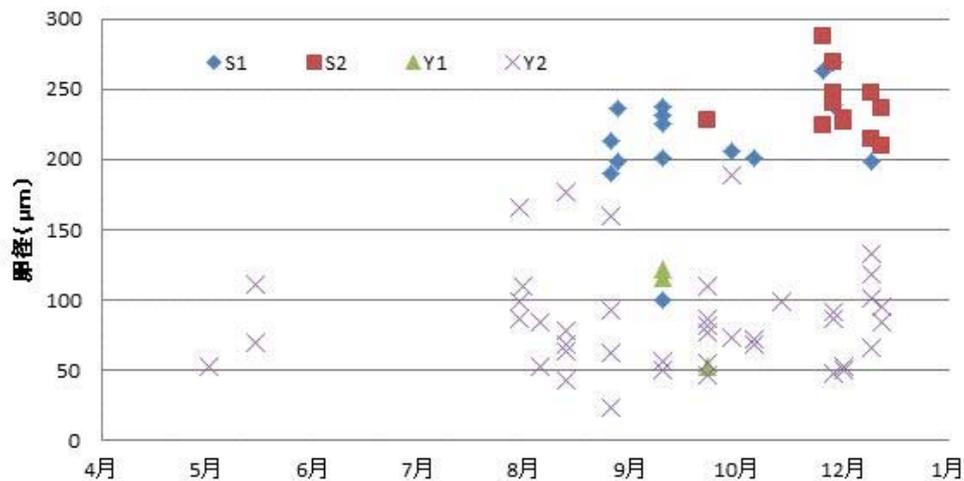


図25 網掛川2014年の経月卵径

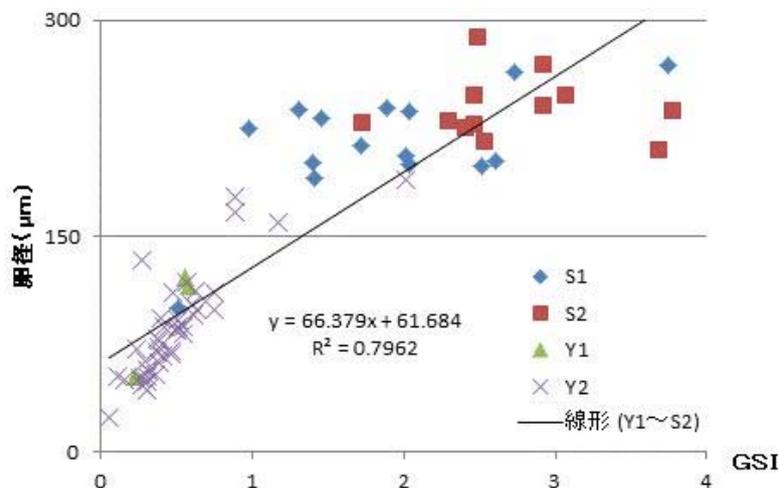


図26 網掛川2014年の卵径とGSIの関係

6)3河川で採捕されたニホンウナギは雌が65%を占め(雄298尾,雌745尾,不明100尾,計1,143尾),500mm以上の個体の大半は雌で,これまでの報告事例³⁾⁴⁾⁵⁾とも合致していた。

また,近接する網掛川,天降川の雌雄比をみると,網掛川では雌が54%に対し,天降川では93%であった。天降川で雌が多いことは大型個体が多く採捕されたことに起因していると思われるが,河川の違いによる雌雄比を求めるには今後,漁具漁法の統一が必要であろう。

本県の河川で主に銀ウナギが出現するのは主に9月~12月であることから,この時期に下りウナギを保護することはウナギ資源管理上有効な措置であると思われる(図27)。

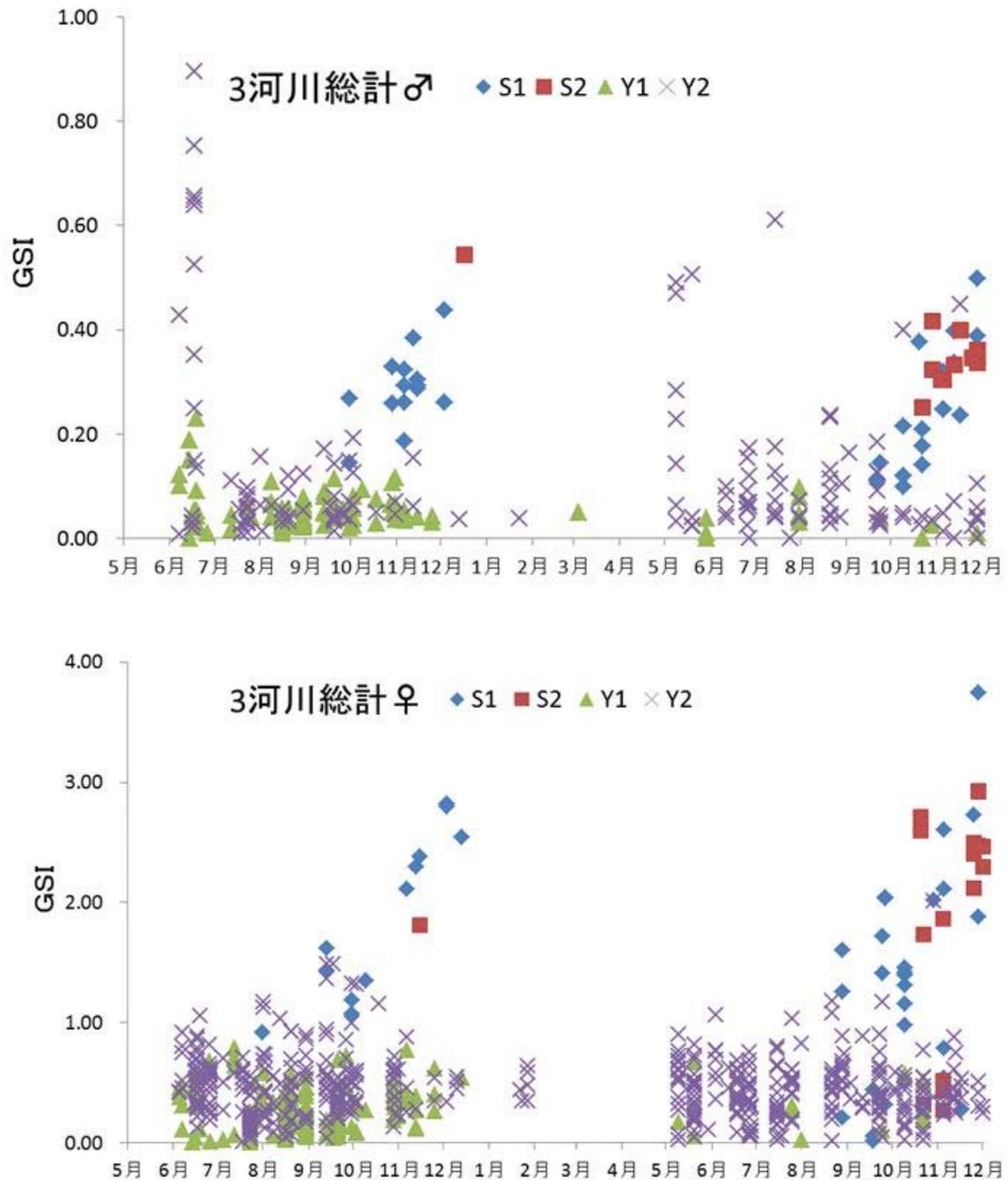


図27 調査3河川における経月GSI 上(♂)
下(♀)

参考文献：

- 1) Fukuda N. , Miller M. J. , Aoyama J. , Shinoda A. , and Tukamoto K. (2013) Evaluation of the pigmentation stages and body proportions from the glass eel to yellow eel in *Anguilla japonica*. Fish Sci , 79:25-438
- 2) Okamura A. , Yamada Y. , Yokouchi K. , Horie N. , Mikawa N. , Utoh T. , Tanaka S. , and Tukamoto K. (2007) A silverling index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. Environmental Biology of Fishes 80:77-89
- 3) 平成15年度ウナギ資源増殖対策委託事業報告書(5年間の成果とりまとめ)平成16年3月社団法人日本水産資源保護協会P115-136
- 4) 静岡県水産試験場研究報告1995年3月ISSN 03863484 巻/号30号p. 23-27 吉川, 昌之
天然および養殖ニホンウナギ*Anguilla japonica*の大型魚における性比と体重および年齢の関係
- 5) Fish Sci(2014)80:543-554 : Demographic survey of the yellow-phase Japanese eel *Anguilla japonica* in Japan
Kazuki Yokouchi · Yasuyuki Kaneko · Kenzo Kaifu · Jyun Aoyama · Kazuo Uchida · Katsumi Tukamoto

ウナギ資源増殖対策事業 - (放流用種苗育成手法開発事業)

平江多績，猪狩忠光，東條智仁
今吉雄二(企画栽培養殖部)

【目的】

養殖ウナギを生き餌給餌群と配合飼料給餌群(対照群)に分けて一定期間飼育し，両群の放流後の生残・成長等を比較する。

また，2012年，2013年放流ウナギの放流サイズの違いによる再捕率について比較し，効果的なウナギ放流手法について検討する。

なお，本事業は水産庁委託による「放流用種苗育成手法開発事業」で実施した。

【方法】

生き餌馴致試験：

20P(50g)，5P(200g)サイズの養殖ウナギをコンクリート池(8m×4m×1.5m×2面，写真1)でそれぞれ，生き餌給餌群と配合飼料給餌群に分けて6週間飼育した。飼育開始時の供試魚は表1に示した。

生き餌の選定については，前年度に行った予備試験において比較的餌付きが良かったミミズと，枕崎市花渡川のベントスに最も多く確認されたゴカイを選定した。

生き餌給餌群は，最初，配合飼料と生き餌を刻んだものを混合して与え，1週間を一区切りとして段階的に生き餌の割合を増やし，最終的には生きたミミズ，ゴカイのみを給餌し，配合飼料給餌群は配合飼料のみを給餌した。(表2：20P，表3：5Pの給餌基準)

給餌については増量，成長を目的としたものではないことから，給餌量を週あたりウナギの重量の6%とした。



写真1 飼育給餌風景(左：飼育池全体，右：生き餌給餌風景)

表1 飼育開始時の供試魚概要

	20P				5P			
	飼育前 平成26年6月9日				飼育前 平成26年9月17日			
	平均全長 (mm)	平均 体重(g)	平均 肥満度	個体数(尾)	平均全長 (mm)	平均 体重(g)	平均 肥満度	個体数(尾)
生き餌給餌群	335	45.6	1.22	220	500	197.8	1.58	150
配合飼料給餌群	335	45.1	1.2	220	500	196.6	1.58	150

表2 20Pサイズの給餌基準

	生き餌給餌群	配合飼料給餌群
1週目	ゴカイ50g, ミミズ50g (みじん切り) + 配合120g	配合220gに水250mlを混合
2週目	ゴカイ50g, ミミズ50g (1/3程度にきざむ) + 配合120g	
3週目	ゴカイ100g, ミミズ100g (1/3程度にきざむ) + 配合20g	
4週目	ゴカイ110g, ミミズ110g (1/3程度にきざむ)	
5, 6週目	ゴカイ110g, ミミズ110g (そのまま)	

表3 5Pサイズの給餌基準

	生き餌給餌群	配合飼料給餌群
1週目	池入れ直後のため給餌せず	配合250～300g
2, 3週目	ゴカイ150g, ミミズ150g (1/3程度にきざむ) + 配合200g	(水を加えた重量を生物餌料給餌群の餌料と同量にした)
4週目	ゴカイ200g, ミミズ200g (1/3程度にきざむ) + 配合100g	
5週目	ゴカイ250g, ミミズ250g (1/3程度にきざむ)	
6週目	ゴカイ250g, ミミズ250g (そのまま)	

標識放流調査

生き餌馴致試験で飼育した養殖ウナギにPITタグ(個体識別可能)を装着し、枕崎市の花渡川に放流した。放流後は、2014年4月30日～2015年1月20日までの計11回、河口から上流3,400mの間に調査地点10点を設け、竹筒6組(1組3本)を10カ所に、小型の石倉をSt.6の1カ所に設置し、ここで放流魚を再捕し、移動、成長等について調査した。併せて2013年以前の放流ウナギ(イヌマ-標識)についても前述した竹筒等により再捕調査した。

放流場所はすべて花渡川St.8とした(図1)。

【結果及び考察】

生き餌馴致試験

20Pサイズ、5Pサイズともに、生き餌を摂餌していた。しかし5Pサイズでは飼育終了時の平均体重が飼育開始時のものを下回っており、全ての個体が継続的に摂餌していない可能性も示唆された(表4)。

20Pサイズは飼育直後から配合飼料、生き餌ともに活発に摂餌していたが、5Pサイズは飼育直後から2週間程度の期間は、配合飼料、生き餌ともに20Pに比べ摂餌が活発でなく、飼育環境や餌料の変化に対応するのに比較的時間を要した。放流用ウナギを生き餌へ馴致する場合は飼育時間や給餌量

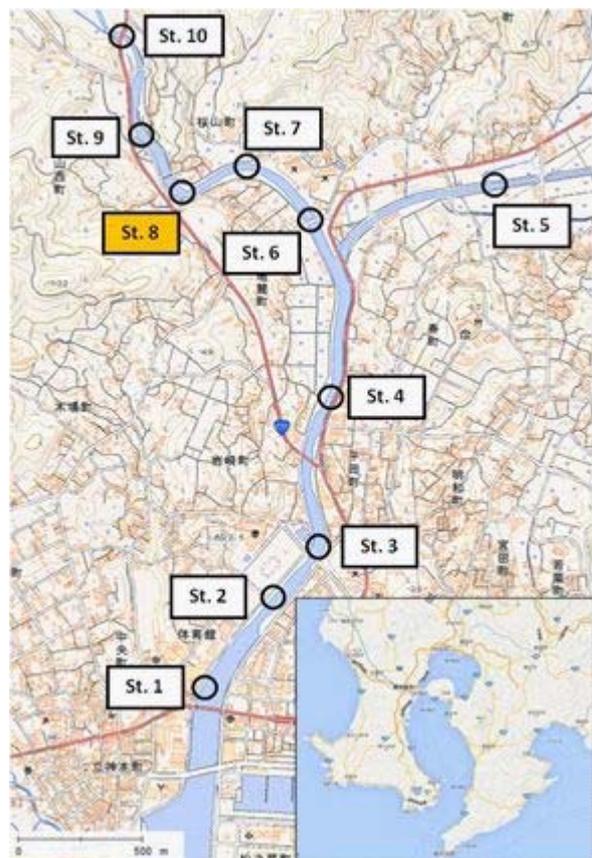


図1 放流地点および追跡調査地点

の面からは20Pサイズが良いと考えられた。

飼育試験では摂餌確認を目視に頼るしかなく、生き餌給餌群の個体全てが生き餌に馴致されているかを確認するのは困難であった。ハンドリングの影響や飼育期間等を考慮のうえ、より確実な馴致方法を検討する余地が示唆された。

なお、6月に試験した20Pサイズは配合飼料給餌群が生き餌給餌群より有意に体重が増加した(表4)。このことは、配合飼料を乾燥重量換算で、生き餌を湿重量換算で重量をそろえたことに起因したと考えられ、9月に行った5Pサイズの飼育では両方とも湿重量ベースで給餌量を調整した(表2,3)。

表4 馴致試験前後の供試魚概要

20P (50g)		飼育前 2014.6.9				➡	飼育後 2014.7.23			
		平均全長 (mm)	平均 体重(g)	平均 肥満度	個体数(尾)		平均全長 (mm)	平均 体重(g)	平均 肥満度	個体数(尾)
		生き餌給餌群	335	45.6	1.22		220	353	46.4	1.05
配合飼料給餌群	335	45.1	1.2	220	370	59.2	1.14	196		

5P (200g)		飼育前 2014.9.17				➡	飼育後 2014.10.28			
		平均全長 (mm)	平均 体重(g)	平均 肥満度	個体数(尾)		平均全長 (mm)	平均 体重(g)	平均 肥満度	個体数(尾)
		生き餌給餌群	500	197.8	1.58		150	501	184.4	1.47
配合飼料給餌群	500	196.6	1.58	150	504	188	1.47	150		

標識放流調査

これまでの放流実績を表5に示す。

2012, 2013年の放流魚については養鰻場から種苗を購入後、給餌などの馴致を行うことなく直接花渡川に放流した。

なお、放流前に解剖して雌雄判別を行ったところ、20Pサイズは雌の割合が29%~60%に対し、5Pサイズは雌の割合は0%であった。

表5 これまでの放流実績

放流年月日	サイズ区分	平均全長 (mm)	平均体 重 (g)	平均 肥満度	尾数(尾)	雌の割合	標識
2012年 10/30	20P	363	52	1.09	450	29%	右目下赤
2013年 10/11	20P	345	45	1.09	450	59%	左目下黄
	5P	495	195	1.61	450	0%	右目下黄
2014年	7/22 20P	361	53	1.09	399	60%	PITタグ
	10/28 5P	501	192	1.53	300	0%	PITタグ

2012, 2013年放流ウナギの再捕実績を表6に示す。

追跡調査では、2012年20Pサイズ放流ウナギが2014年4月(放流後534日経過)に1尾採捕され、全長、体重、肥満度ともに放流時の平均よりも高かった。

2013年20Pサイズ放流ウナギは、2014年5月~9月に8尾(黄ウナギ)、2013年5Pサイズ放流ウナギが2014年10月に1尾採捕された。20Pサイズは5Pサイズより採捕率が高かった。

2013年20Pサイズ放流ウナギの肥満度は0.68~1.39で、放流時平均肥満度の1.09より高い個体が2尾、同等程度が2尾、低いものが4尾採捕された。

表6 再捕結果(2012, 2013年放流ウナギ)

	再捕年月	放流年月	放流サイズ	経過日数	再捕場所	漁具	全長(mm)	体重(g)	肥満度	雌雄	備考	
1	2014	4	2012/10	20P	534	st1	蛇籠	401	72	1.12	—	再放流
2		5	2013/10	20P	220	st1	蛇籠	317	26	0.82	—	再放流
3		5			231	st6	竹筒	358	38	0.83	—	再放流
4		7			279	st8	シヨッカー	337	40	1.05	—	再放流
5		8			304	st1	蛇籠	364	67	1.39	♀	精密測定
6		8			305	st1	竹筒	394	85	1.39	♀	精密測定
7		8			318	st2	竹筒	434	88	1.08	♀	精密測定
8		8			318	st1	竹筒	364	33	0.68	♀	精密測定
9		9			333	st9	シヨッカー	325	26	0.77	♂	精密測定
※10		9			5P	334	st7	蛇籠	525	207	1.43	♀
	10	360	st8	蛇籠		523	188	1.31	銀化個体			

※10 同一個体

2013年5Pサイズ放流ウナギについて2014年10月に銀化した個体が1尾ではあるが採捕された。このウナギは生殖腺も発達し(写真2), GSIは1.68, 最大卵径は175 μmで卵黄形成期にあった(写真3)。養殖ウナギを放流しても産卵に寄与する個体があることが示唆された。なお, 同群の2013年の5Pサイズ放流ウナギは, 雌雄判別のためにサンプリングし解剖したもの全てが雄であったにもかかわらず, 再捕された唯一のウナギが雌であった理由については今後検討する必要がある。

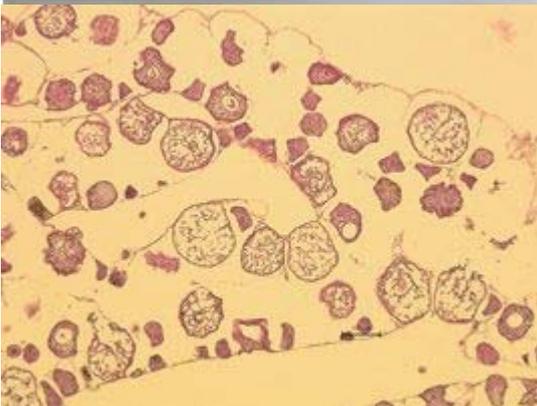
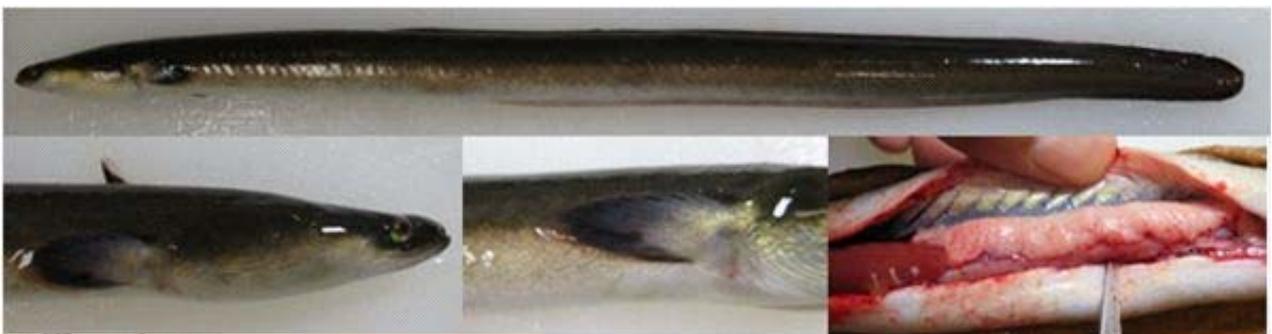


写真2 銀化した2013年5Pサイズ放流ウナギ
(上：外観と生殖腺, 左：生殖腺組織切片拡大)

最大卵径175 μm(GSIは1.68)
卵黄形成期(150 μm以上)に該当

表5から, 放流した養殖ウナギの性比をみると20Pサイズは5Pサイズに比べて雌の割合が高かったことから雌比率の高い放流を行うためには20Pサイズの方が良いと思われた。

また, 放流ウナギのほとんどが放流場所のSt.8または, その下流側で採捕された。

2014年7月22日に放流した20Pサイズ放流ウナギは11月までに生き餌給餌群が7尾, 配合飼料給餌群が13尾採捕された。そのうち生き餌給餌群はNo1とNo4の全長が伸びており, 日間成長率はNo1が0.13mm/日, No2が0.09mm/日で, 体重はNo4のみ増えており日間増重率は0.003g/日であった。

また, 2014年20Pサイズ放流ウナギの配合飼料給餌群はNo4, 6, 8, 11, 13が全長, 体重ともに成長がみられ, 日間成長率は0.07mm/日~0.44mm/日, 日間増重率が0.06~0.29g/日であった(表7)。

表7 再捕結果(20Pサイズ：2014年7月22日放流)

No	再捕日	経過日数	再捕場所	漁具	全長(mm)				体重(g)				肥満度			
					放流時	再捕時	増減	mm/日(*1)	放流時	再捕時	増減	g/日(*2)	放流時	再捕時	増減	
生き餌	1	9/8	48	St6,7	竹筒	319	325	6	0.13	36	34	-2	-0.04	1.10	0.99	-0.11
	2	8/25	34	St2	竹筒	354	353	-1	-0.03	49	46	-3	-0.08	1.10	1.05	-0.05
	3	7/29	7	St6	石倉	377	372	-5	-0.71	57	54	-3	-0.40	1.06	1.05	-0.01
	4	8/25	34	St1	竹筒	383	386	3	0.09	56	56	0	0.003	0.99	0.97	-0.02
	5	7/29	7	St6	石倉	388	387	-1	-0.14	59	56	-3	-0.49	1.02	0.97	-0.05
	6	8/25	34	St8下8下	竹筒	360	359	-1	-0.03	55	52	-3	-0.10	1.19	1.12	-0.06
	7	7/29	7	St6	石倉	390	385	-5	-0.71	65	60	-5	-0.66	1.09	1.05	-0.04
平均		0			367	367	-1		54	51	-3		1.08	1.03	-0.05	
配合飼料	1	7/29	7	St7	竹筒	420	419	-1	-0.14	91	84	-7	-1.03	1.23	1.14	-0.09
	2	7/29	7	St6	石倉	406	405	-1	-0.14	91	88	-3	-0.40	1.36	1.32	-0.03
	3	7/29	7	St8	竹筒	365	364	-1	-0.14	54	49	-5	-0.67	1.10	1.02	-0.09
	4	10/6	76	St1	蛇籠	390	406	16	0.21	72	76	4	0.06	1.21	1.21	0.00
	5	8/11	20	St7	蛇籠	384	382	-2	-0.10	76	71	-5	-0.25	1.34	1.27	-0.07
	6	10/6	76	St1	蛇籠	363	380	17	0.22	48	55	7	0.09	1.00	1.00	0.00
	7	7/29	7	St6	竹筒	368	366	-2	-0.29	48	45	-3	-0.49	0.97	0.92	-0.05
	8	11/20	121	St1	竹筒	356	402	46	0.38	51	72	21	0.18	1.12	1.11	-0.02
	9	7/29	7	St7	竹筒	413	411	-2	-0.29	87	83	-4	-0.53	1.23	1.20	-0.04
	10	7/29	7	St8	竹筒	343	338	-5	-0.71	45	41	-4	-0.59	1.12	1.06	-0.06
	11	11/22	123	St1	蛇籠	392	400	8	0.07	70	80	10	0.08	1.16	1.25	0.09
	12	7/29	7	St7	竹筒	369	368	-1	-0.14	58	55	-3	-0.44	1.16	1.10	-0.05
	13	8/25	34	St1	竹筒	370	385	15	0.44	56	66	10	0.29	1.11	1.16	0.05
平均					380	387	7		65	67	1		1.16	1.14	-0.03	

2014年10月28日に放流した5Pサイズ放流ウナギは11月までに、生き餌給餌群が6尾、配合飼料給餌群が3尾採捕された。両群とも全長、体重ともに減少していた。また、2014年の放流ウナギはすべて放流地点のSt.8より下流で採捕された(表8)。

表8 再捕結果(5Pサイズ：2014年10月28日放流)

No	再捕日	経過日数	再捕場所	漁具	全長(mm)				体重(g)				肥満度			
					放流時	再捕時	増減	mm/日(*1)	放流時	再捕時	増減	g/日(*2)	放流時	再捕時	増減	
生き餌	1	11/20	23	st8上	竹筒	491	490	-1.0	0.0	183	172	-11	-0.5	1.55	1.98	0.43
	2	11/20	23	St6	石倉	520	518	-2.0	-0.1	205	186	-19	-0.8	1.46	1.50	0.04
	3	11/22	25	st7	蛇籠	531	530	-1.0	0.0	213	197	-16	-0.6	1.42	1.32	-0.10
	4	11/22	25	st7	蛇籠	502	499	-3.0	-0.1	182	170	-12	-0.5	1.44	1.37	-0.07
	5	11/20	23	st6	竹筒	498	493	-5.0	-0.2	166	153	-13	-0.6	1.34	1.48	0.14
	6	11/22	25	st7	蛇籠	507	504	-3.0	-0.1	171	163	-8	-0.3	1.32	1.27	-0.04
平均					508	506	-2.5		187	174	-13		1.42	1.49	0.07	
配合飼料	7	11/22	25	st7	蛇籠	518	514	-4.0	-0.2	188	181	-7	-0.3	1.36	1.33	-0.02
	8	11/22	25	st7	蛇籠	498	493	-5.0	-0.2	181	167	-14	-0.6	1.47	1.39	-0.07
	9	11/22	25	st7	蛇籠	498	496	-2.0	-0.1	180	167	-13	-0.5	1.45	1.37	-0.09
平均					505	501	-3.7		183	172	-11		1.43	1.37	-0.06	

放流ウナギの再捕率が低い要因としては、放流直後の鳥による食害なども考えられる。実験池では生き餌には馴致したものの、飼育後も人に対する忌避行動がみられないなど、野性味のあるウナギとは言い難いことから、放流に際しては生き餌馴致以外のトレーニングも必要であると思われた。

2014年放流ウナギについては、放流後3ヶ月~6ヶ月間の短期間の追跡であることから、今後も追跡調査を継続し、移動や成長について評価する必要がある。

ウナギ資源増殖対策事業 - (内水面資源生息環境改善手法開発事業)

平江多績，猪狩忠光，東條智仁

【目的】

天然のニホンウナギについて，枕崎市の花渡川水系において調査を行い，分布，体サイズ，行動，生息環境等に関するデータの収集・解析を行い，ニホンウナギが生息するために必要な環境を維持・改善するために重要な環境条件について検討する。

なお，本事業は水産庁委託による「内水面資源生息環境改善手法開発事業」で実施した。

【方法】

広域生息状況調査

2014年4月30日～2015年1月20日までの計11回，河口から上流3,400mの間に調査地点10点を設け，竹筒6組（1組3本）を10カ所に，小型の石倉をSt.6の1カ所に設置し，ニホンウナギの分布状況について調査した。併せて，水温，河床状況，魚類や甲殻類などの生物相について調査した。St.1～10の調査地点及び概要は図1，表1のとおりであった。

微細生息場所調査

微細生息場所（浮き石のすき間等の局所的な生息場所）の調査は，St.Aで2014年6月～2015年1月までに4回，St.Bで2014年8月～2015年1月までに3回実施した。（図1（St.A，B））

St.Aは下流の礫場から上流の堰堤手前までの40m，St.Bは下流のコンクリート護岸から上流の木杭護岸の切れ目までの30mを，流れと平行に下流側を起点にラインを張り，電気ショッカー（SMITH-ROOT社 LR-24 最大出力400W）によりウナギが現れた場所の局所的な水深，流速及び底質，河床粒径について調べた。また，各地点の塩分，pH，D0等の水質を測定した。

【結果及び考察】

広域生息状況調査

1)水温：St.1～St.10の調査時水温は11～32.5であった（図2）。

2)竹筒・石倉調査結果

10定点で111尾のニホンウナギが採捕された（平均全長400mm，最小156mm，最大637mm）。

なお，花渡川では養殖ウナギを標識放流しているが，今回の報告では，天然魚の生息状況について考察するために放流ウナギを除外して集計した。

一番多く採捕されたのはSt.5の25尾であったが，可動堰直下に竹筒を設置したことから採捕尾数が増えた可能性が考えられた。その他St.1，St.7の15尾，St.2の14尾，St.6の石倉10尾の順で多く採捕された（表2）。また，ニホンウナギの全長と体重の関係は図3のとおりであった。

定点別月別採捕尾数では5，6月まではSt.5，6，7で多く採捕されたが，8月には最下流のSt.1で，10，11月は下流のSt.1，St.2付近で多く採捕された（図4）。

その他の生物ではテナガエビを含むエビ類が437尾と最も多く，次いで貝類が415個体，モクズガニを含むカニ類が300尾，魚類ではハゼ類が223尾，カワアナゴ13尾，その他ギンポ，シマイサキが採捕された（表3）。

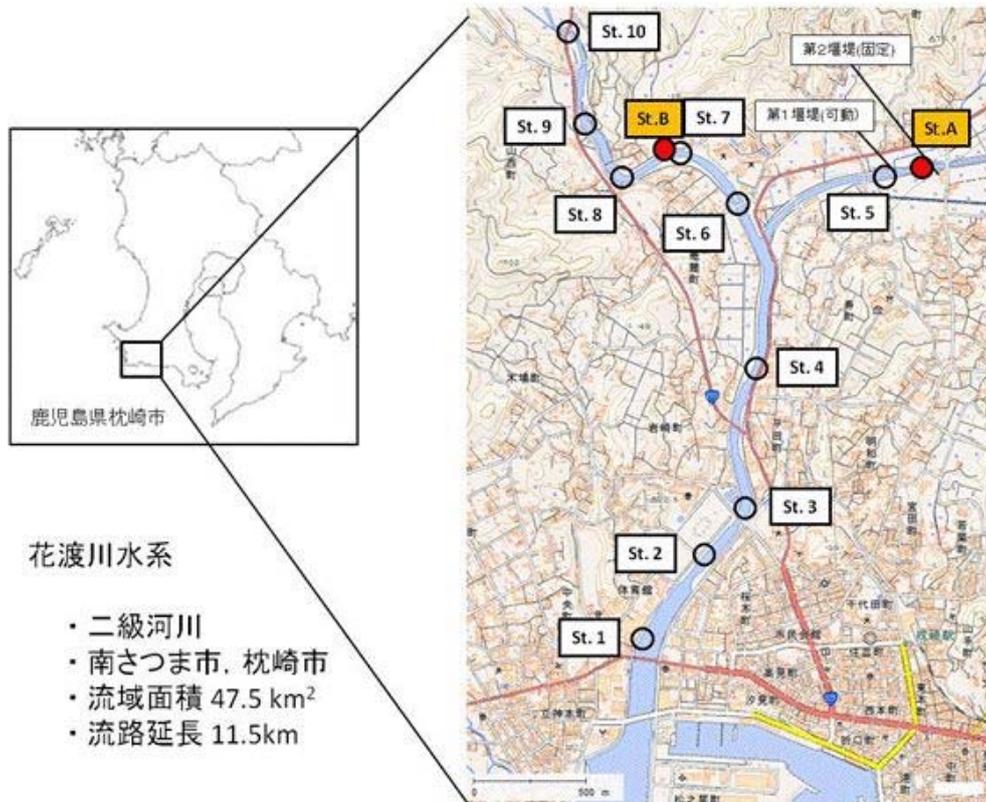


図1 調査地点(H26年度の環境調査は St.A , St.B)

表1 調査定点の概要

定点名	漁具設置場所の護岸	河床状況	漁具	竹筒設置場所	備考
St1	蛇籠網	泥	竹筒	右岸	
St2	蛇籠網	泥		右岸	
St3	木杭石詰	砂、泥		左岸	
St4	木杭石詰	砂、泥、石		左岸	
St5	コンクリート	砂利、石		左岸	支流 堰堤直下
St6	コンクリート	石、砂		左岸	橋脚下
St6石倉	コンクリート	石、砂、泥	石倉	左岸	石倉2基
St7	コンクリート一部木杭	石、砂、泥	竹筒	左岸	St.Bと同一
St8上部	コンクリート	砂、石		中央	上下2カ所設置
St8下部	コンクリート(一部石積)	石		右岸	
St9	コンクリート(一部石積)	石		右岸	
St10	コンクリート	砂利、石		左岸	
StA	電気刺激漁具による環境調査(環境調査実施:詳細は別途)				
StB	電気刺激漁具による調査(環境調査実施:詳細は別途) ※St7と同一箇所				

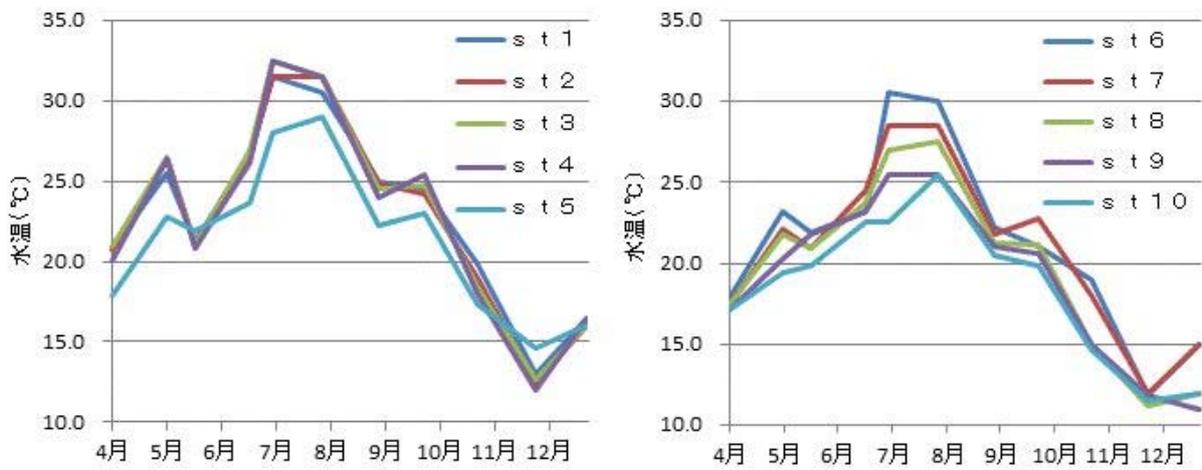


図2 定点の水溫(漁獲調査時): 右St1～St5 左st6～st10

表2 ニホンウナギの採捕結果

場所	個体数 (尾)	全長(mm)			体重(g)		
		平均	最小値	最大値	平均	最小値	最大値
St.1	15	440	304	544	124	30	247
St.2	14	336	163	533	61	4	205
St.3	6	476	405	534	144	85	203
St.4	6	400	259	637	109	20	333
St.5	25	428	266	607	116	22	368
St.6	8	426	330	545	110	39	231
St.6石倉	10	460	384	567	138	74	244
St.7	15	325	156	515	51	4	156
St.8上部	7	312	252	378	33	16	52.5
St.8下部	1	391	391	391	91	91	91
St.9	3	398	265	480	93	16	141
St.10	1	536	536	536	187	187	187
総計	111	400	156	637	99	4	368

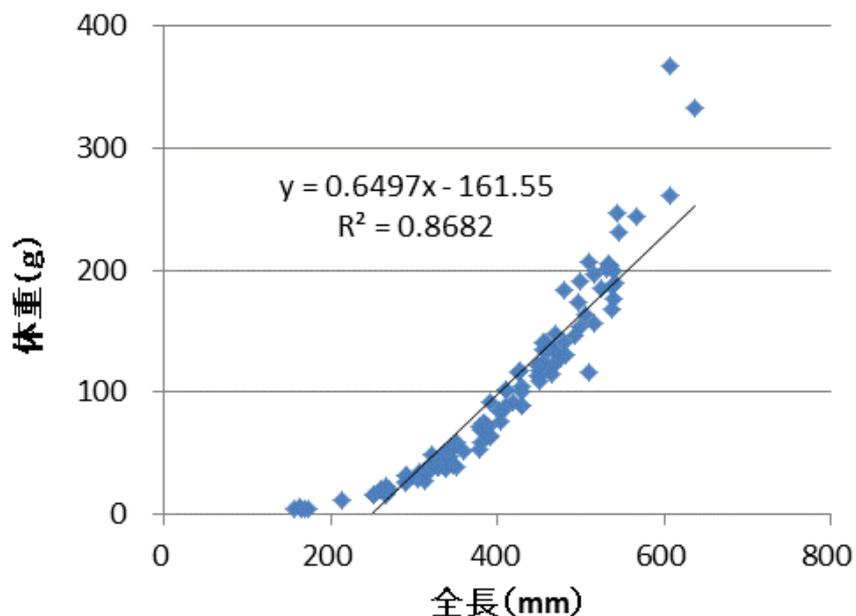


図3 ニホンウナギの全長と体重の関係

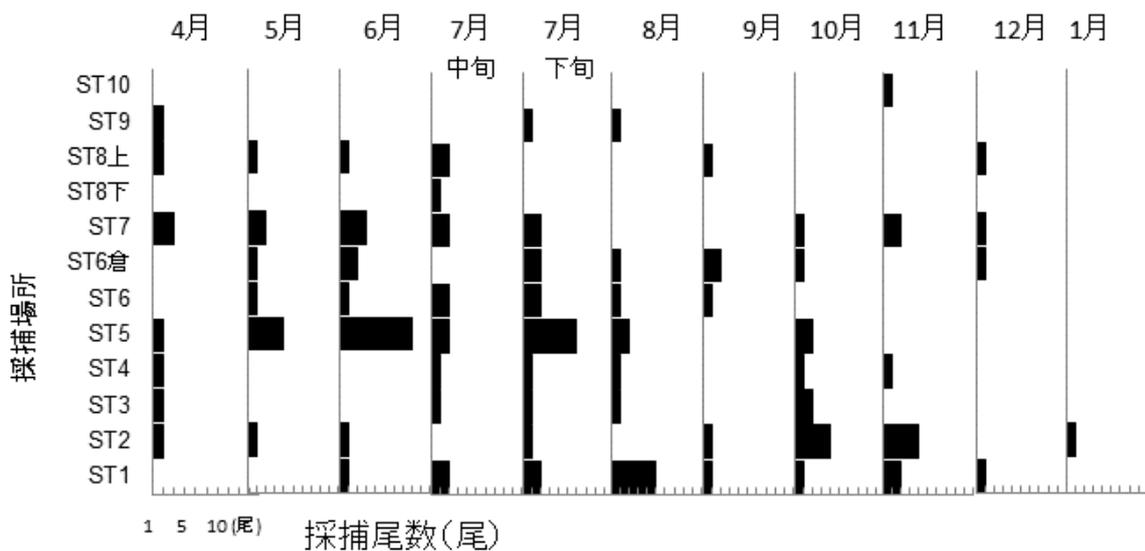


図4 ニホンウナギの定点別別月別採捕尾数

表3 ニホンウナギ以外の生物採捕結果

	魚類計	ハゼ	カワアナゴ	ギンポ	シマイサキ	カニ類計	モクズガニ	ガザミ	他のカニ
St.1	21	17		4		22	4	1	17
St.2	17	13	3	1		35		7	28
St.3	33	31	1	1		43		2	41
St.4	9	6	2		1	23			23
St.5	22	18	1		3	11			11
St.6	36	32			4	18			18
St.6石倉	8	7	1			11	2		9
St.7	43	43				28	1		27
St.8上部	34	32	1		1	25	4		21
St.8下部	22	18	2		2	33	4		29
St.9	7	5	2			18	3		15
St.10	1	1				33	9		24
総計	253	223	13	6	11	300	27	10	263

	エビ類計	テナガエビ	他のエビ	貝類	計
St.1	90	2	88		65
St.2	36	1	35	2	87
St.3	33	5	28		119
St.4	16	2	14		55
St.5	12	8	4	7	44
St.6	4	1	3	25	72
St.6石倉	107	17	90	14	30
St.7	42	18	24	26	99
St.8上部	19	6	13	122	84
St.8下部	38	15	23	103	88
St.9	26	14	12	91	43
St.10	14	6	8	25	67
総計	437	95	342	415	853

微細生息場所調査

1) St. A

St. Aの調査時の水温は11.0～27.0，pHは7.0～7.5，塩分は0.08～0.10，D0は8.0～9.6 mg/lであった（表4）。

6月の川幅は6.2mで，平均水深は58cm，平均流速は32cm/sであった。また，8月の川幅は5.0mで，平均水深は32cm，平均流速は32cm/sであった（表5）。St. Aの概要は図5，写真1，2のとおりであった。

電気ショッカーによりニホンウナギは83尾採捕され（表6），平均全長165mm（最小68mm，最大543mm），平均体重15g（最小0.3，最大298g）であり，全長と体重の関係は図6のとおりであった。なお，調査状況は写真3のとおりであった。

体長組成は50～100mmが22尾，100～150mmが31尾でクロコと呼ばれる150mm以下の小型個体が多く採捕された（図7）。なお，オオウナギは4尾採捕された（表7）。採捕されたニホンウナギ，オオウナギ等は写真4～6のとおりであった。

採捕場所は下流を起点として，ライン長5～15mと25～35mでニホンウナギが多く採捕されたが，0～5m，20～25m，35～40mラインは採捕が少なかった（図8）。また，採捕数が多い場所の流速は0～10cm/sであった（図9）。

採捕場所ごとの河床状況はニホンウナギが多く捕れた採捕場所（ライン長5～15m）では50～150mmの石が多く，浮き石割合が100%であった（図10 写真7上）。

採捕が少なかった場所（ライン長20～25m）は上記の場所と比べて浮き石割合が72%と低く，河床

の一部はコンクリートが露出した場所であった（図10中 写真7中）。

クロコが多く採捕された場所（ライン長30～35m）は49mm以下の石が多く、砂泥に覆われた場所で堰堤の手前に位置していた（図10下、写真7下）。

表4 St.Aの水質測定結果

調査日	水温(°C)	伝導度(μS/cm)	pH	塩分	DO(mg/l)
2014/6/30	20.6	185	7.3	0.08	9.1
2014/8/7	27.0	171	7.0	0.08	8.2
2014/11/6	17.3	183	7.2	0.10	9.6
2015/1/20	11.0	206	7.5	0.10	8.0

表5 St.Aの川幅、水深、流速

調査日	川幅 6.2m	左岸からの距離						平均
		0.3m	1m	2m	3m	4m	5m	
2014/6/30	水深(cm)	42	63	55	60	67	60	58
	①上流(流速) cm/s	23	43	53	41	27	6	32
	②中流(流速) cm/s	25	49	51	42	24	6	
	③下流(流速) cm/s	19	43	49	45	24	8	

調査日	川幅 5m	左岸からの距離						平均
		0m	1m	2m	3m	4m		
2014/8/7	水深(cm)	0	27	37	37	26		32
	①上流(流速) cm/s	0	61	34	32	4		32
	②中流(流速) cm/s	0	61	43	20	6		
	③下流(流速) cm/s	0	63	40	17	9		



写真1 St.A上流



写真2 St.A下流

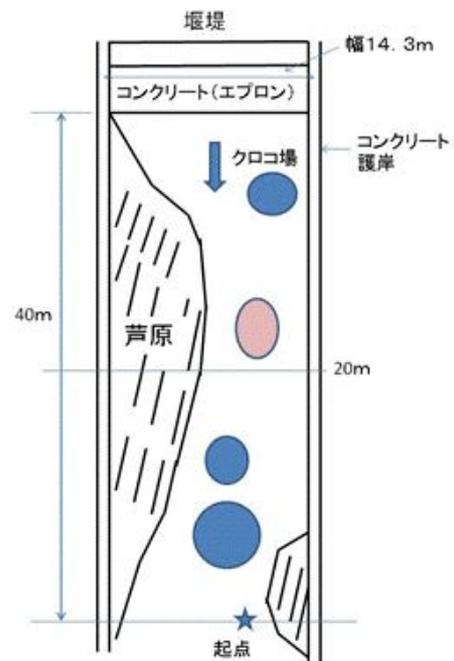


図5 St.Aの概略図
(青色:採捕多い、桃色:採捕少ない)

表6 St.Aのニホンウナギの測定結果

調査日	尾数 (尾)	全長(mm)			体重(g)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
2014/6/30	8	92	68	182	1	0.3	6
2014/8/7	22	184	72	543	27	1.0	298
2014/11/6	28	204	68	499	19	1.0	111
2015/1/20	25	129	91	269	3	1.0	18
計	83	165	68	543	15	0.3	298

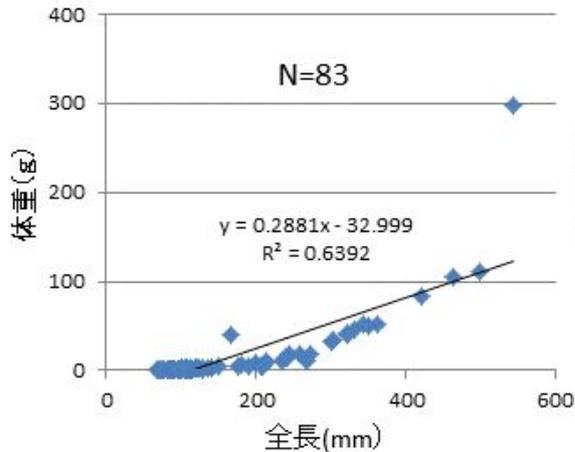


図6 St.Aのニホンウナギの全長と体重の関係

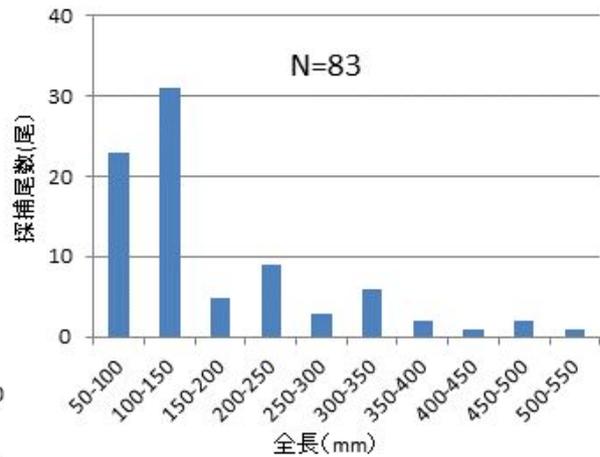


図7 St.Aのニホンウナギの体長組成

表7 St.Aオオウナギの測定結果

調査日	全長(mm)	体重(g)
2014/6/30	138	3.8
2014/8/7	352	93
2014/11/6	117	5.0
2015/1/20	171	9.0
平均	195	28



写真3 調査風景



写真4 採捕されたニホンウナギ
(15cm: クロコサイズ)



写真5 採捕されたニホンウナギ(上)
オオウナギ(下)



写真6 調査でとれたウナギ等

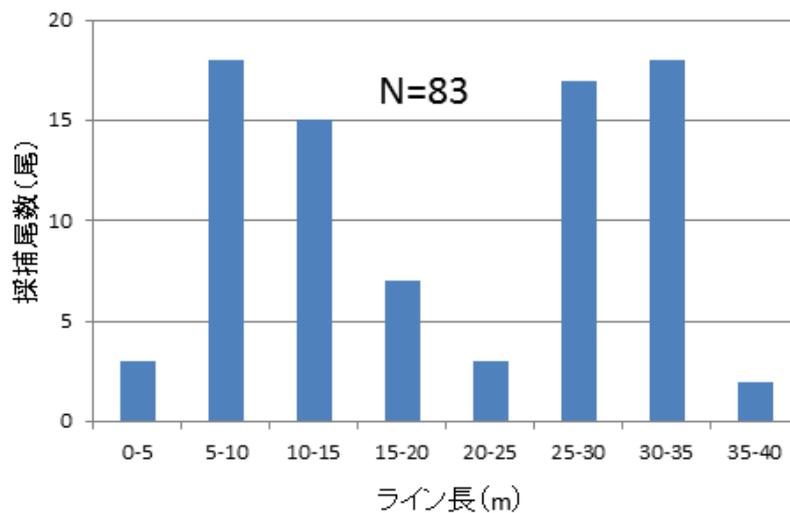


図8 St.Aのライン長におけるニホンウナギの採捕尾数
(6月, 8月, 11月, 1月調査分)

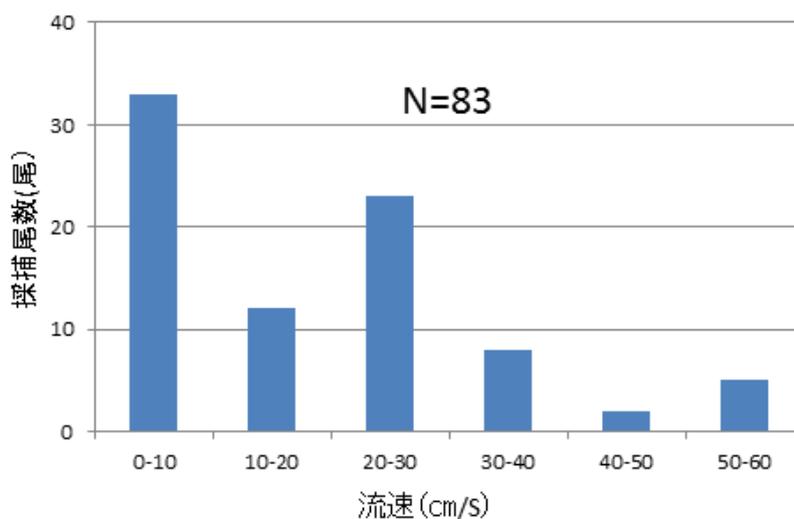


図9 St.Aの流速とニホンウナギの採捕尾数
(6月, 8月, 11月, 1月調査分)

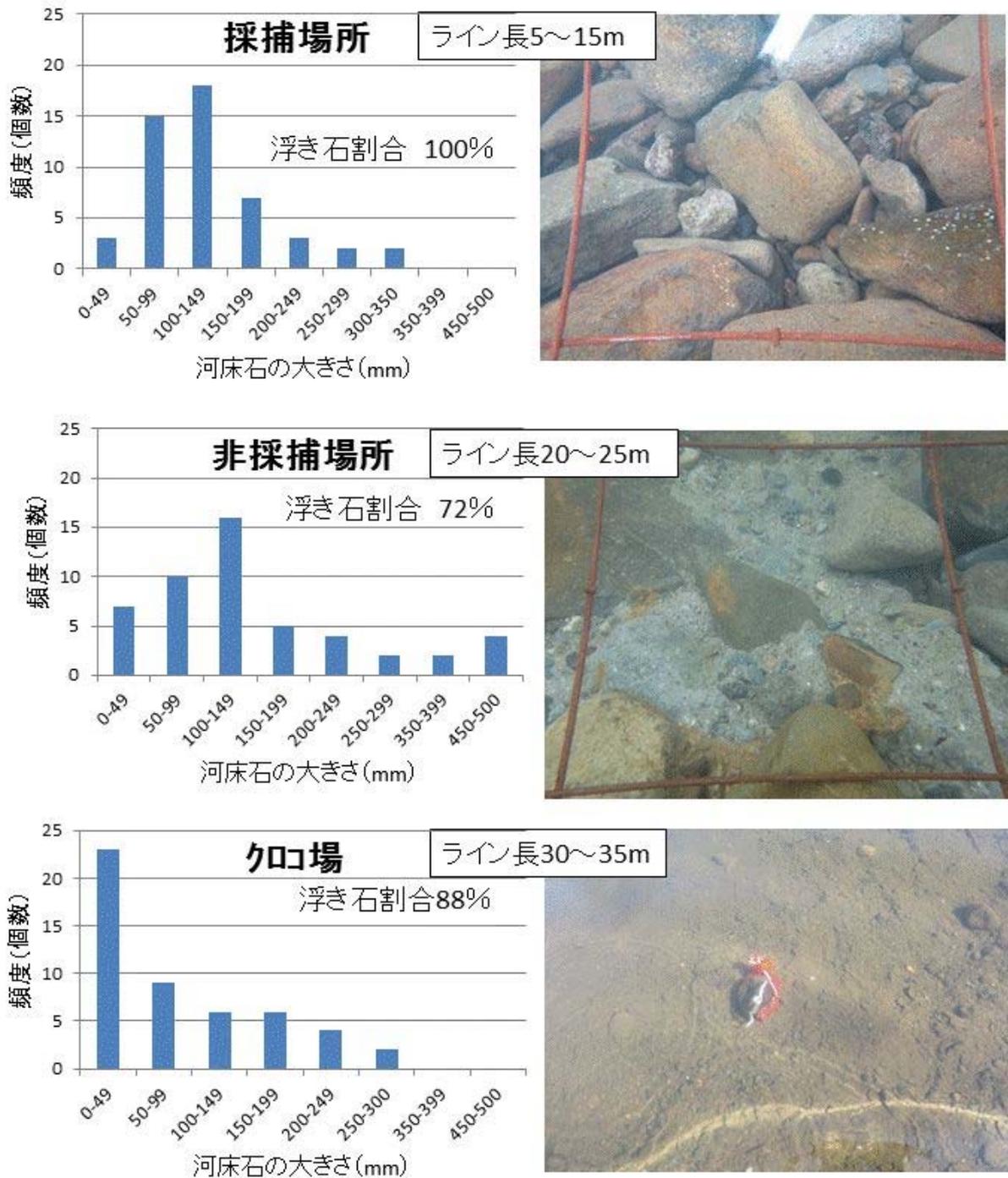


図10 St.Aの河床石の大きさ 上:採捕多い
中:採捕少ない
下:クワ多い

写真7 St.Aの河床状況上:採捕多い
中:採捕少ない
下:クワ多い

2) St. B

St. Bの調査時の水温は15.8～25.0 ， pHは7.2～7.7，塩分は0.07～0.50，D0は7.4～9.8mg/lであった（表8）。

調査時の川幅は38.3m で，平均水深は16cm，平均流速は32cm/sであった（表9）。

St. Bの概要は写真8から13のとおりであった。

ニホンウナギは16尾採捕され，平均全長413mm（最小220mm，最大641mm），平均体重119g（最小13g，最大442g）で，350～400mmが4尾，300～350mmが3尾とSt. Aより大型で，150mm以下のニホンウナギ（クロコ）は採捕されなかった（表10，図11）。全長と体重の関係は図12であった。

ニホンウナギの採捕場所は下流を起点として，ライン長25～30mで多く採捕された（図13）。流速は5～10cm/sの場所で多く採捕された（図14）。

ライン長25～30mは木杭の護岸で，この間隙からニホンウナギが飛び出した（写真15 ， ）。また，ライン長5mの石積みの隙間（写真15 ）やライン長10mの河床にたまったビニールの下（写真15 ）から飛び出してくる個体がみられた。

今回の調査により花渡川におけるウナギの生息環境について概ね把握できた。

しかし，電気ショッカーは塩分が高い汽水域では効果が低いため，河口周辺の生息環境調査に課題を残している。

St. 5，St. Aについては堰堤によるウナギのせき止め効果が働いて採捕数が多くなっていることが考えられるため，今後，堰堤の上下におけるニホンウナギの生息数について調べる必要がある。

表8 St.Bの水質測定結果

調査日	水温(°C)	伝導度(μS/cm)	pH	塩分	DO(mg/l)
2014/8/7	25.0	150	7.0	0.07	8.5
2014/11/6	21.0	93.3	7.4	0.50	9.8
2015/1/20	15.8	631	7.7	0.20	7.4

表9 St.Bの川幅水深流速

調査日	川幅 38.3m	左岸からの距離									平均
		4m	8m	12m	16m	20m	24m	28m	32m	36m	
2014/8/7	水深(cm)	42	7	23	26	12	10	8	7	11	16
	①上流(流速)cm/s	13	14	34	34	27	38	39	51	41	32
	②中流(流速)cm/s	16	12	35	31	25	39	39	53	36	
	③下流(流速)cm/s	15	12	34	35	28	41	32	52	33	



写真8 上流側 中央



写真9 上流側(左岸)



写真10 左岸

St.B



写真11 左岸 砂泥



写真12 左岸木杭護岸



写真13 左岸木杭護岸

表10 St.Bのニホンウナギの測定結果

調査日	尾数 (尾)	全長(mm)			体重(g)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
2014/8/7	6	423	220	641	154	13	442
2014/11/6	5	408	322	519	98	35	203
2015/1/20	5	407	330	580	97	45	244
計	16	413	220	641	119	13	442

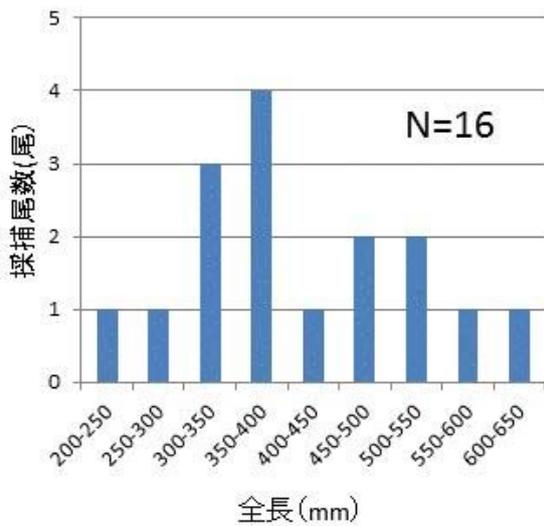


図11 St.Bのニホンウナギの体長組成

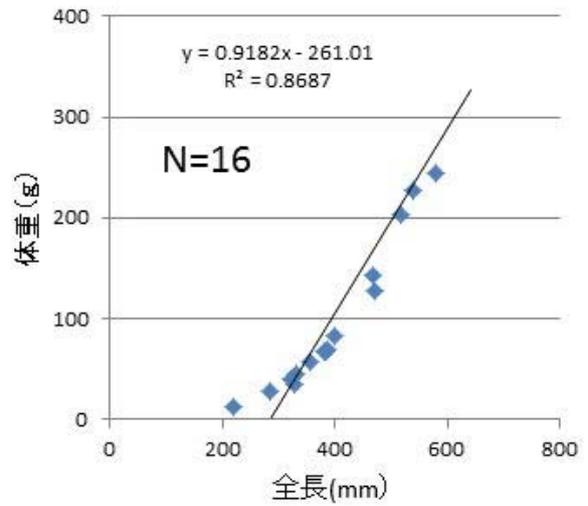


図12 St.Bのニホンウナギの全長と体重



写真14 St.Bで採捕されたニホンウナギ

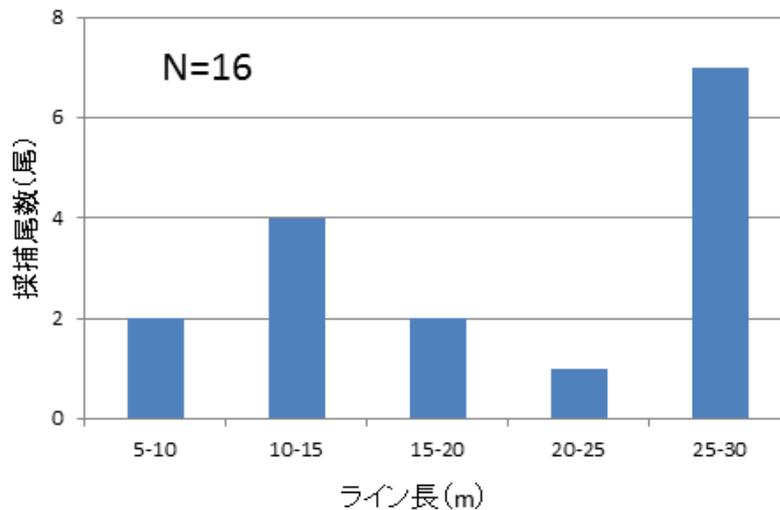


図13 St.Bのライン長におけるニホンウナギの採捕尾数 (8月, 11月, 1月調査分)

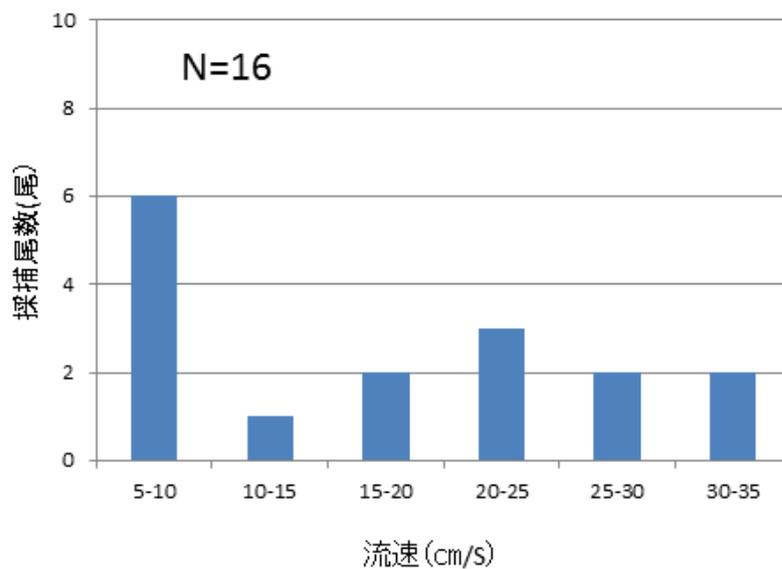


図14 St.Bの流速とニホンウナギの採捕尾数の関係 (8月, 11月, 1月調査分)

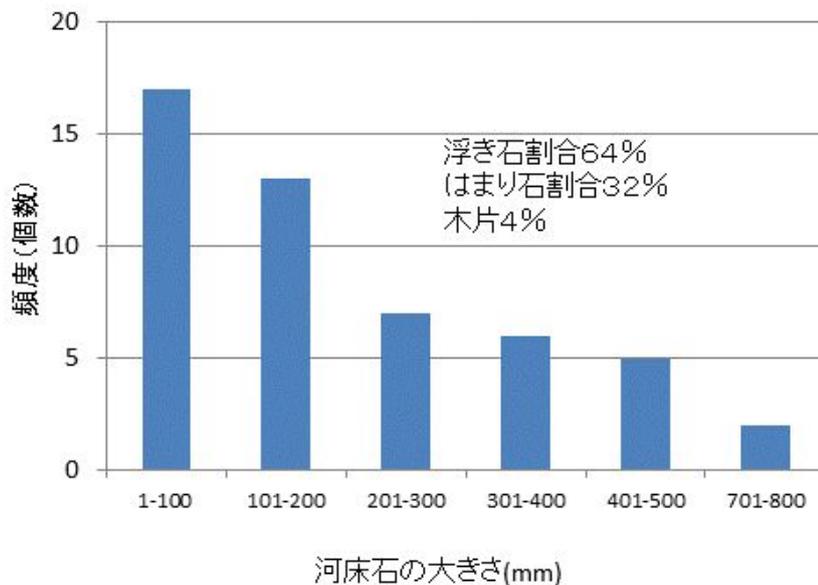


図15 St.Bの河床石の大きさ



写真15 ニホンウナギが採捕された場所(St.B)

川内原子力発電所温排水影響調査事業

保科圭佑，小湊幸彦，富安正藏，東剛志

【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	実施時期		
		春季	夏季	冬季
1 水温・塩分	(1)水平分布 (2)鉛直分布		平成26年7月28日 平成26年7月28日	平成27年3月6日 平成27年3月6日
2 流況	(1)25時間調査 (2)15日間調査		平成26年7月28～29日 平成26年7月24日～8月7日	平成27年3月6～3月7日 平成27年3月3日～3月17日
3 海生生物	(1)海藻類 (2)潮間帯生物	平成26年5月28～30日 平成26年5月28～29日		
4 主要魚類 及び 漁業実態	(1)イソ類(シラス) バッチ網 (2)マダイ,タイ	平成26年1月～12月(周年) 平成26年4月～12月		

【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，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，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26年7月18日（第1回），平成26年11月14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26年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。

公募型研究事業 (藻場回復高度化事業)

猪狩忠光，東條智仁，平江多績

【目的】

海藻の幼胚（タネ）をより確実に供給する手法の開発を通じて，多大な経費と労力を要する現在の藻場造成手法の低コスト化・低労力化を図る。

1 播種手法の改良・比較試験

藻場造成の母藻設置手法として，現在スポアバッグや中層網等が使用されているが，前者は母藻の偏りやバッグによる締め付けにより母藻の長期維持が困難であり，後者については2枚重ねの網に母藻を巻き付けるため労力が大きいことや，母藻の流失が見られることが問題とされている。このため既存手法（以下「従来型」という。）の改良（以下「改良型」という。）を行い，両者の比較及び離石型藻場造成礁を利用した小規模な実証試験を行った。

【方法】

(1) スポアバッグの改良

スポアバッグ内に直径40cmの円枠を結束バンドで固定し，直径92mmの浮子（浮力298g）を上部に取り付け，水中で紡錘形に保持できるようにした（図1）。母藻は，スポアバッグ1袋当たりマメタワラ600g及び1,200gを用い，設置期間は，ほとんどのホンダワラ種の卵放出期間を網羅できる1ヶ月とし，目視によって母藻の状態を見て評価した。試験は6月6日から指宿市岩本地先に設置された離石型藻場造成礁（図2）を使用して行い，その後の基質上の藻体の着生状況も調査した。



図1 改良型スポアバッグ

(2) 中層網の改良

目合いの異なる網を2枚重ねにし藻体を網地に絡み付ける手法（従来型）及び1枚網に藻体を幅2mmのバンドで結束する手法（図3）について，1ヶ月後の母藻（ヤツマタモク）の残存を比較した。改良型は藻体3本を1組として結束し，従来型として漁業者が設置したものを比較対照とした。試験は4月25日から指宿市岩本地先に設置された離石型藻場造成礁（図2）を使用して行い，その後の基質上の藻体の生育状況も比較した。

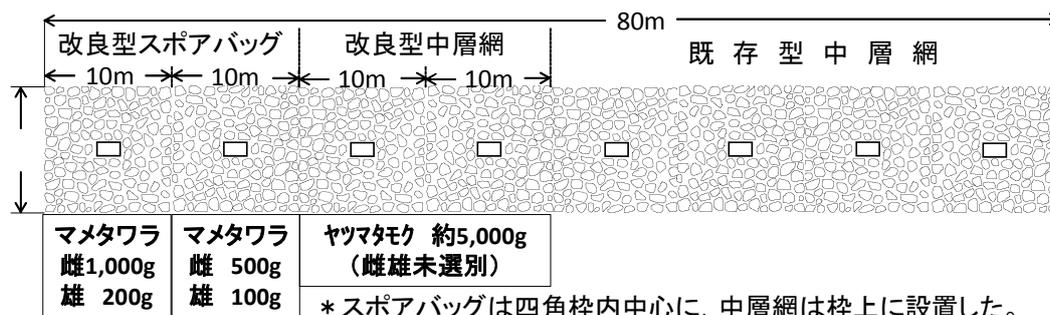


図2 離石型藻場造成礁と母藻の設置状況



図3 改良型中層網及び母藻結束状況

【結果及び考察】

(1) スポアバッグの改良

約1ヶ月後、母藻は枯死することなく、正常に維持され、卵の放出も確認された。約7.5ヶ月後の1月27日には、母藻設置位置から約10mの範囲内の基質に母藻として用いたマメタワラが10～111個体/m²の密度で確認された。改良型では、従来型で昨年度見られた、母藻が偏って固まることによる母藻機能が十分発揮できなくなることもなく、母藻の維持機能及び幼胚の添加機能とも十分に機能した。このことから、枠挿入による形状維持は有効な手段と考える。

(2) 中層網の改良

28日後の残存個体数/供試個体数は、従来型は12/14（流失率14%）、13/21（流失率38%）、21/22（流失率4.5%）であったのに対し、改良型は供試した2網とも24/25（流失率4%）で、従来型に比べ改良型が藻体の残存が高い結果が得られた。なお、この間、両者とも藻体の生長は見られた。また、12月8日の時点での中層網周辺のヤツマタモク着生密度は、改良型が700～2,300株/m²、従来型が900～2,400株/m²で大きな差は見られず、さらに、改良型が経費及び労力とも低く抑えられることから、改良型は幼胚添加に有効な手段と考える。

2 母藻設置タイミングの把握

母藻の目視及び検鏡により母藻の変化を的確に捉え、適正な母藻設置のタイミングを把握する。

【方 法】

ヤツマタモクを円柱状の1Lサンプル瓶に収容し、室内の流水下で、経時的に生殖器床の変化を観察し、成熟の特徴を把握した。

【結果及び考察】

卵放出直前の生殖器床は開口部周辺が卵によって黒化するが（図4）、今回供試した藻体では、最初の黒化の確認から11日後にはほとんどの開口部が黒化し、その翌日に卵の放出が始まった。開口部周辺の黒化は、昨年度のマメタワラでも観察され、また、今年度はマジリモク、キレバモク、ヒジキでも同様に確認された（図4）。ホンダワラ類では、この開口部の黒化の進行状況が卵放出の指標となると考える。

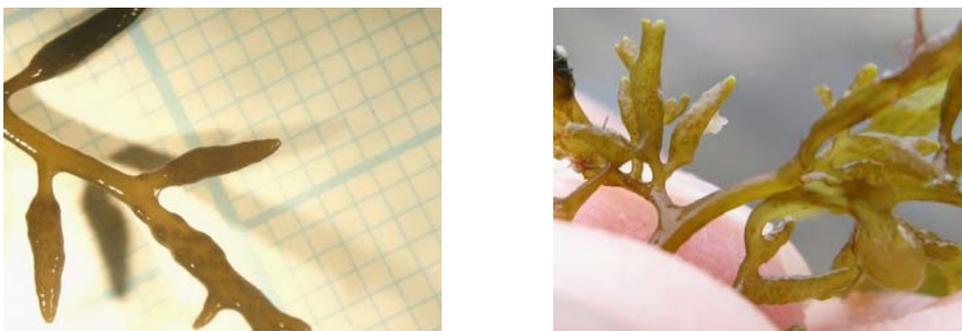


図4 卵放出直前の生殖器床：ヤツマタモク（左），マジリモク（右）

3 天然藻場での種苗供給量等状況把握・必要母藻の定量化

小規模造成試験により母藻と幼胚供給量や藻体着生数等を把握し，天然藻場と比較することにより必要母藻量の定量化を行う。

【方法】

(1) 藻場造成必要母藻量の把握

ヤツマタモク

試験は海底が砂質である指宿市宮ヶ浜地先で行い，ヤツマタモク母藻約500g（雌409g，雄99g）及び約1,000g（雌801g，雄201g）を改良型スポアバッグに収容し，砂質の海底から約1mに設置した。スポアバッグを中心に，ほぼ東西南北に20mまでは2m間隔に，それ以降は23m，26m，30mに20×20cm（400cm²）のプレートを置き，それぞれ45度上の20mまでに2m間隔で10×20cm（200cm²）のプレートを設置しヤツマタモクの育生状況を2～3週間毎に調査した。なお，母藻は生殖器床内に卵があることを確認した後，5月22日に設置し，6月25日に回収した。なお，1,000gのスポアバッグが6月6日の時点で流失していたため，再度，設置し直し，プレートへのヤツマタモクの着生状況を追跡調査した。

マメタワラ（平成25年度試験の追試）

1-(1)で記したとおり，指宿市岩本地先において，1区画10m×10mに見立てた離石型藻場造成礁の中央にマメタワラ母藻600g（雌500g，雄100g：600g区）及び1,200g（雌1,000g，雄200g：1,200g区）を改良型スポアバッグを用いて設置した（図2）。スポアバッグは6月6日に設置し，7月21日に回収した。種の確認が可能となった1月27日に，基質（石）上のマメタワラの附着器数を計数し，さらにその基質の面積を算出して密度を求めた。

(2) 幼胚供給量の把握

ヤツマタモク6個体を採取し，湿重量と生殖器床数を計測した。また，藻体から大きさが異なる生殖器床8個を切り取り，それぞれの生殖器床開口部数を計測し平均して1個当たりの開口部数を算出した。さらに1個の開口部から放出された卵数を計測し，最終的に母藻の単位重量当たりの総放出卵数を推定した。

【結果及び考察】

(1) 藻場造成必要母藻量の把握

ヤツマタモク

8月4日の時点で一部プレートに幼芽が確認されたが、その後、台風の接近が相次ぎ、最終的にほとんどの基質が流失あるいは埋没してしまい試験を中止した(図5)。



図5 埋没したプレート

マメタワラ

約7.5ヶ月後の1月27日に、区画の中央から四辺方向にそれぞれ3カ所ずつ(計12カ所)+2カ所の基質上に、1,200g区で10~90個体/m²、600g区で12~111個体/m²の密度でマメタワラが確認された(図6)。母藻量及び距離による明らかな差は見られなかった。基質(石)上には、隣接して行った中層網の改良試験(1-(2))由来と思われるヤツマタモクの着生も見られ、基質の形状や潮流に加え、ヤツマタモクとの競合などが複雑に関係したためと考えられた。

平成25年度に近隣藻場(ヤツマタモク主体でマメタワラとの混成藻場)で計測したホンダワラの株密度及び新村ら(1985年)の藻場の成体密度基準は50個体/m²であり、今回はその密度に満たない基質もあったが、最伸長期において様相的には藻場と見ることができると考えられ、雌母藻500gで母藻を中心に100m²(10×10m)の藻場造成が可能と考えられた。

なお、今回試験を行った藻礁は、表面が新たな基質であり、植食性動物もほとんどいないという藻場造成に関しては非常に条件のよい場所であった。

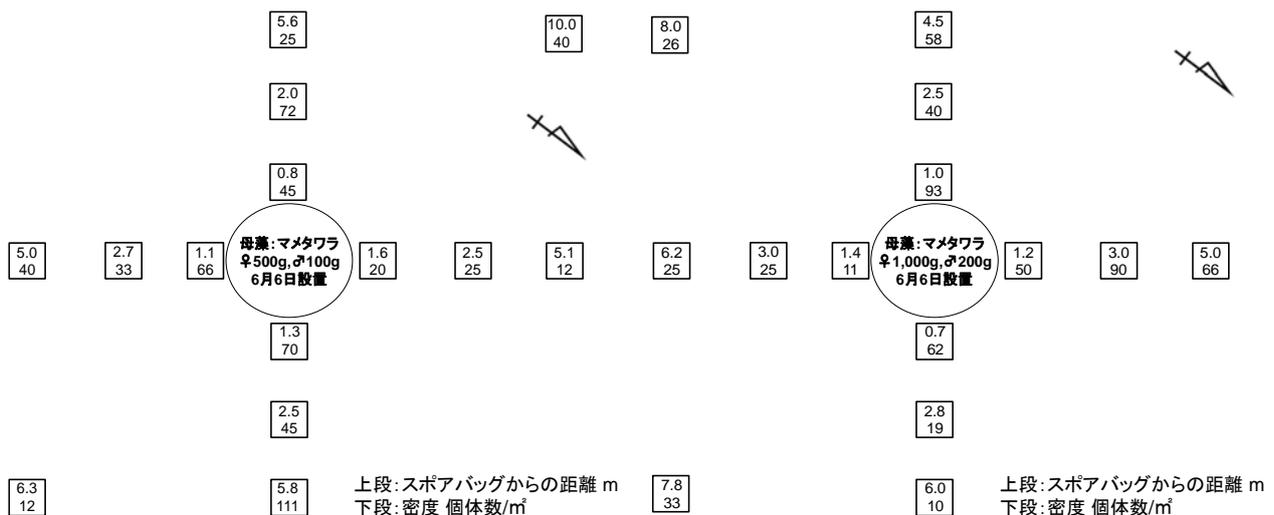


図6 母藻設置位置からの距離及びマメタワラの着生密度

(2) 幼胚供給量の把握

供試した6個体の平均湿重量 (A) は46.7g (31.5 ~ 90.4g), それらの平均生殖器床数 (B) は4,176個 (2,579 ~ 8,985個), 生殖器床1個当たりの開口部数 (C) は67.6個 (53 ~ 83, n=8), 開口部1個当たりの放出卵数 (D) は11.7粒 (9 ~ 14粒, n=16) となり, 総放出卵数は湿重量100gに換算して約707万粒と推定された ($B \times C \times D \times 100 / A$)。新村ら (1985年) が示した幼胚 (卵) から成体までの生残率 0.08%及び藻場の密度 (50個体/ m^2) を引用すると, 雌母藻100gで113 m^2 の藻場を作ることができる試算となった。

【文献】

新村 巖・武田健二・九万田一巳・瀬戸口満・宮内昭吾・平原 隆・高橋 宏 (1985): 昭和58年度 鹿児島県水産試験場事業報告, 生物部編, 18 ~ 42 .

水産食品部

かごしま海の幸発掘活用研究-

保 聖子・加治屋 大・稲盛 重弘

【目 的】

本県水産業界の現状は、漁業生産者は燃料高騰等経費がかさむ一方で、魚価は低迷を続けており、非常に厳しい経営を強いられている。また、水産加工業界においても経費の高騰、世界的魚食ブームを背景とした原料薄・原料高により、経営は年々厳しくなっている。このような状況下にある漁業生産者や水産加工業者のニーズに応えるため、双方と連携を取りながら県産魚の付加価値向上のための品質向上試験や加工品開発並びに特産品開発支援を行い、本県水産業の発展に寄与する。

(1) 加工技術支援

漁獲物の付加価値向上を目的とし、加工品の試作並びに漁村加工に対する技術指導を行った。平成26年度の水産加工棟利用実績は、のべ利用団体数69、のべ利用者数222名で、その他メール・電話・来訪による技術相談数141件であった。なお、水産加工利用棟での技術指導の事例の一部を表1に、現地研修も含めた研修会の開催を表2に示す。

表1 技術指導

加工技術指導内容	対象者	備考
ガンガゼふりかけ試作	漁協女性部	低未利用資源の高度利用
炭火乾燥カツオ試作	加工組合	新製品開発
ヒラギ乾物試作	水産加工業者	低未利用資源の高度利用
トビウオ餃子、トビウオ竹輪等試作	漁業集落	付加価値向上
レンコダイレンジアップ試作	漁協青年部	新製品開発
シイラオイル漬け	漁業者	新製品開発
サバ・カツオエキス抽出	水産加工業者	新製品開発
ウツボすり身試作	漁業者	新製品開発
エビ殻加工素材化試作	漁協	付加価値向上

表2 現地研修・研修会

加工技術指導内容	対象者	場所
夜光貝燻製・オイル漬け等加工研修	漁業集落	奄美市
キハダ燻製・シイラすり身加工研修	漁協女性部	奄美市
シイラすり身、キハダ角煮・フレーク加工研修試作	漁業集落	水産技術開発センター
エビ殻等加工技術指導・衛生管理指導	水産加工業者	垂水市
高品質冷凍技術講習	普及協議会	いちき串木野市
ヒスタミン分析研修	水産加工業者	水産技術開発センター
衛生検査技術指導	水産加工業者	水産技術開発センター
エキス等成分分析研修	水産加工業者	水産技術開発センター

(2) 加工関係研究事業

196頁以下に記す。

(3) 水産加工連絡協議会の運営

(1) 委員会の開催

平成25年3月、委員8名出席のもと、運営状況や研究に係る報告、意見交換等を行った。

(2) 研修会の開催

平成26年9月16日

講演

演題：「世界初！味のものさし創り 消費者と流通小売と食品メーカーをつなぐ伝統の味を科学する」

講師：(株)インテリジェントセンサーテクノロジー

営業部兼生産技術・サポート部マネージャー 東久保 宏一

実習

「食中毒予防のポイントについて」

(3) 各種情報の提供等

水産振興課，食の安全推進課及びその他関係機関からの連絡事項，情報の通知

通知件数：8件

かごしま海の幸発掘活用研究 - (漁獲物の付加価値向上対策研究)

保 聖子・加治屋 大・稲盛 重弘

【目的】

養殖ブリ類のグローバル流通が加速する一方で、特に冷凍解凍後におけるブリ類血合肉の変色抑制技術は確立されていない。そこで、血合肉の変色に関与すると思われる各種因子について検討を行い、変色抑制技術のための基礎的な知見を得ることを目的とした。

【材料及び方法】

・材料

県内の養殖場において、主にモイストペレットで育成されたブリ（以下MP区という）3尾（平均体重 5.53 ± 0.14 kg，平均尾叉長 66.5 ± 1.5 cm）及びエクストルーデッドペレットで育成されたブリ（以下EP区という）3尾（平均体重 5.60 ± 0.02 kg，平均尾叉長 69.2 ± 0.8 cm）を用いた。なお、供試魚は、平成27年1月14日に活け締めし、スラリー氷中で脱血処理を行った後、スキンレスフィレに加工し試験に供した。

・試験の方法

フィレは4で保管し、保管中における血合肉の色調変化を色彩色差計で測定した。また、保管中に変色した部位ならびに変色していない部位をそれぞれ切り取り、脂質の酸化の程度をTBA値により調べた。なお魚体の基礎情報として、全個体につき可食部精肉及び血合肉の脂質含量を調べた。

(1)色調

色彩色差計（コニカミノルタ製CR-400）で各個体の片側フィレの背側5～7箇所について色調（ L^* , a^* , b^* ）を測定し、それぞれ平均値 \pm 標準偏差で表した。

(2)脂質含量

ソックスレー抽出法で測定し、供した肉に占める粗脂肪量を百分率で表した。

(3)脂質酸化度（TBA値）

血合肉にクロロホルム・メタノール混液(2:1)を加え、Bligh-Dyer法で抽出した総脂質を用いた。TBA値の測定法は、衛生試験法¹⁾に準じ、脂質から遊離するマロンアルデヒド、アルケナール類及びアルカジエナール類をチオバルビツール酸（TBA）と反応させ、脂質1gから生じる赤色色素を測定した。

【結果及び考察】

(1)色調

フィレ加工直後における血合肉の色調は、MP区の場合、色の濃さ（ L^* ）は 39.12 ± 1.60 ，赤色色相（ a^* ）は 25.54 ± 1.28 ，黄色色相（ b^* ）は 11.60 ± 0.57 であった。一方、EP区の場合も（ L^* ）は 39.04 ± 2.48 ，（ a^* ）は 25.17 ± 1.43 ，（ b^* ）は 11.22 ± 1.17 と同様な値であった。血合肉は冷蔵保管の数時間経過後から変色が始まり、20時間経過後におけるそれぞれの色調は、MP区で、（ L^* ） 42.73 ± 2.98 ，（ a^* ） 19.02 ± 2.68 ，（ b^* ） 12.45 ± 2.71 となり、EP区の場合も（ L^* ） 42.20 ± 2.50 ，（ a^* ） $18.$

22±2.62, (b*)12.61±1.39と同様に(L*)及び(b*)が大きくなる一方で, (a*)は小さくなった。すなわち, 透明感が失われ, 黄色が強まり, 赤色が薄れる明らかな変色が認められた(写真1及び図1)。変色の要因としては, 血合肉に含まれるミオグロビンが酸化されることが原因であると一般的にいわれている。今回の試験では, 数時間のうちに変色が始まった。このことは, 試験の条件がスキンスレスであったために, より酸化を受けやすい状況にあり, 変色が早まったものと推察される。

近年, 給餌に用いる餌料に抗酸化効果のある成分を強化したものも普及していることから, 血合肉の変色に関し, 餌料の種類による差が現れる場合があるが, 今回の試験においては, 餌料の種類による明確な差は認められなかった。これは, スキンスレスでの保管試験という, より酸化を受けやすい環境で実施したことで, 餌料による影響が現れにくくなったのではないかと推察している。

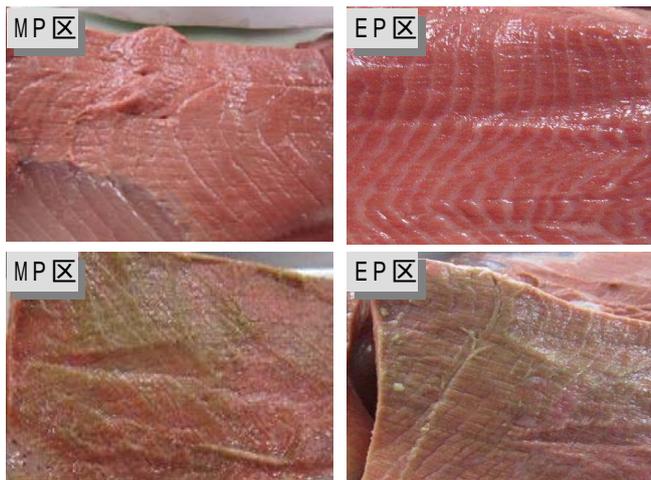


写真1 上段(フィレ加工直後)
下段(冷蔵20時間後)

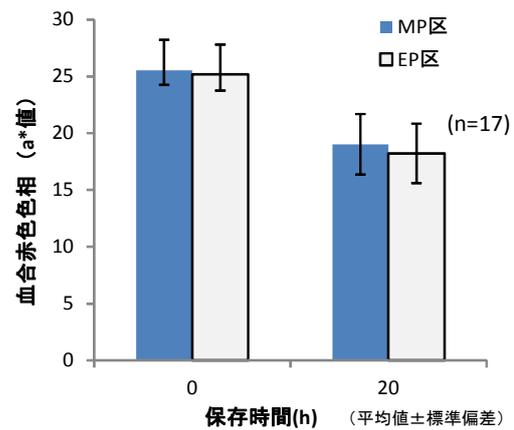


図1 冷蔵(4)保管中の血合肉の赤色色相(a*)

(2)脂質含量

可食部精肉及び血合肉の脂質含有量を表1に示す。餌料の種類に関わらず, 血合肉は通常の可食部精肉部位と比べ, 脂質含有量が高いことが確認され, これまでの知見²⁾と一致する結果であった。

表1 部位別脂質含有量 (単位: %)

	可食部精肉	血合肉
MP区	22.8±2.1	29.7±3.4
EP区	20.6±4.5	29.9±1.1

(n=3 平均値±標準偏差)

(3)脂質酸化度(TBA値)

図2に冷蔵保存中に変色したブリの血合肉を示す。このように血合肉における変色は, 血合肉で均等に進行するのではなく, 同一個体でも写真2のようにまだら状に進行し, 最終的には全体に広がっていく傾向を示した。ブリの血合肉には, 400~800mg/100gのミオグロビンとヘモグロビンが含まれるが, その96~99%がミオグロビンであることが知られている³⁾。ミオグロビンの自動酸化速度は,



写真2 血合肉の変色

ほ乳類に多いヘモグロビンと比べ早く、自動酸化により多くの酸素を吸収するため、ミオグロビンを含む肉では変色が早くおこる³⁾。今回、その変色はまだら状に進行し、また、マグロで発生するメト化による褐変とは異なる色調であったことから、ミオグロビンの変色以外の要因も考慮されることから、酸素吸収に強く影響を受け易く、また血合肉に多く含まれる脂質について、変色部位2カ所(AとB)と非変色部位(c)を切り、その酸化度合いを測定し、比較検討を行った。その結果、図2に示すように変色部位

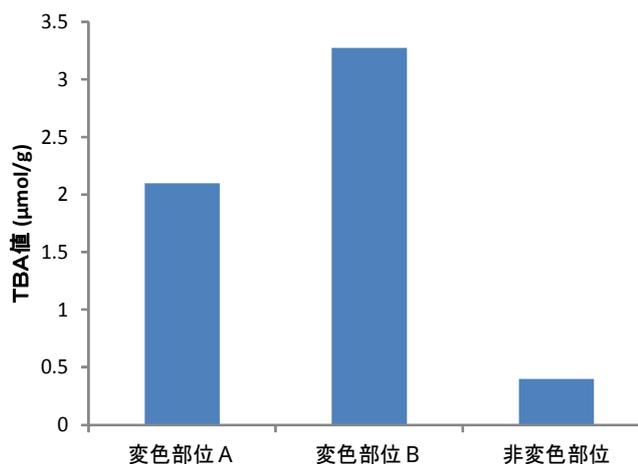


図2 変色の有無とTBA値の関係

(A及びB)では、非変色部位(c)と比べ

TBA値が $2\mu\text{mol/g}$ と約4倍近く高い値となり、明らかに脂質の酸化が認められた。以上のことから、血合肉の変色部位では、ミオグロビンの酸化の他に脂質の酸化も同時に発生し変色を促しているものと推察された。また、まだら状で変色が進行する原因については未だ不明であったことから、今後も継続して調べる必要がある。

参考文献

- 1) 日本薬学会編 衛生試験法・注解 金原出版株式会社・東京(2000)
- 2) 新井健一, 奥積昌世, 小泉千秋, 鴻巣章二, 志水寛, 須山三千三, 四元諄一, 野田宏行, 森光國, 山口勝己, 水産食品学第3章魚介類筋肉の主要成分・恒星社厚生閣・東京・14-70(1987)
- 3) 橋本周久・色素タンパク質・日本水産学会編・白身の魚と赤身の魚 - 肉の特性・恒星社厚生閣・東京・28-41(1976)

かごしま海の幸発掘活用研究- (魚肉に含まれるアルデヒド類の特定・低減化試験)

加治屋 大・保 聖子・稲盛 重弘

【目的】

魚肉は、一般的に畜肉に比べ身質の劣化が速やかとされ、劣化が進行すると肉質の軟化や変色、あるいは不快臭の発生といった現象がおこる。このうち、臭気の発生には、鮮度低下に起因するもの他、魚が元来有する成分によるものや、魚肉の加工処理過程で圧搾、内臓等との接触、あるいは室温での一定時間の経過などに起因するものもある。後者にあつては、喫食可能な鮮度のものであつても不快な臭気を生じるケースがあり、加工原料として除外されることがあることから、当該端肉の利用価値を高めることを目的として、不快な臭気を構成する要因の一つであるアルデヒド類の特定と低減化を目的とした試験を行った。

【材料及び方法】

加工処理後に副産されるカンパチ端肉を用いて、臭気成分の除去を目的としたpHの異なる水溶液による晒し処理、あるいは煮熟処理を施し、処理を施さないものとのアルデヒド類の構成、並びに成分の強度を比較することで処理の有効性を検証した。

具体的にはpH6.01の真水、市販醸造酢によりpH3.01に調整した酸性水、並びに炭酸水素ナトリウムによりpH10.95に調整したアルカリ性水でそれぞれ晒したものを、真水で再度晒し処理した後、2000 rpmで5分間脱水処理した魚肉を分析用サンプルとした。また、沸騰水中で10分間煮熟処理したのものにも同様の晒し・脱水処理を施しサンプルとした。なお、晒し処理に用いた水溶液の量は、全て魚肉の4倍量とし、処理時間は20分間とした。

得られた分析用サンプルは、等量の蒸留水とともにガスクロマトグラフ専用バイアルに計り取り、密栓の上、ウォーターバスにより90℃で30分間加温処理を施し、バイアル内に生じた気体部分を臭気成分分析に供した。

臭気成分の分析にはパーキンエルマー社製ガスクロマトグラフ質量分析計Clarus500を用い、物質の定性は、マススペクトロメーターを専用ソフトに登録されたデータと照合することにより解析した。また、臭気の強度は、分析用サンプルを乾物換算した単位重量あたりの強さとして表した。

【結果及び考察】

表1に無処理区及び各処理後にサンプルから検出されたアルデヒド類の名称及びその強度を、また、図1-1～6に無処理区で検出されたアルデヒド類の各処理後の変化を示した。無処理区では6種類のアルデヒド類が確認され、中でもヘキサナールが最も強い強度を示した。また、酸処理区、真水処理区及び煮熟処理区ではヘキセナール及びプロペナールに顕著な強度の低下が見られたが、その他のアルデヒド類は顕著な強度の低下が認められないか、または増加する傾向が見られ、5種類のアルデヒドが新たに検出された。一方、アルカリ晒し区では、無処理区で検出された6種類のうち3種類が検出されず、他の3種類についても、強度が低下していた。

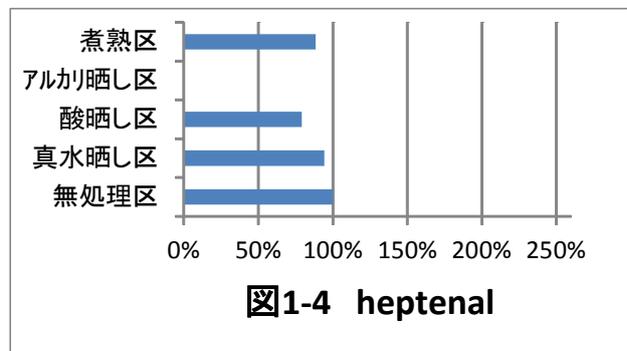
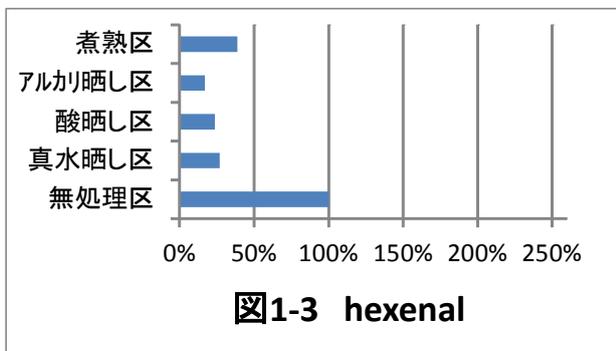
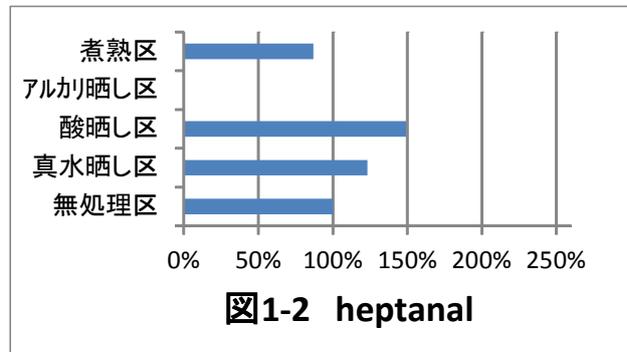
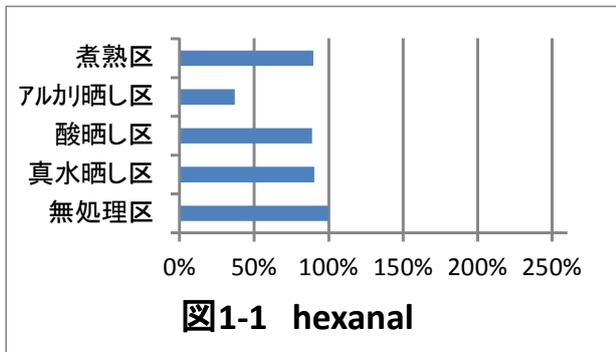
以上のことからアルカリ晒し処理は、アルデヒド類に起因する魚臭の低減化を図る上で有効であると考えられたが、当該効果が、魚肉からのアルデヒド類の漏出・除去によるものであるか、アルデヒド

ド類の不揮発化によるものであるかは不明であり，検証する必要がある。

表1 特定されたアルデヒド類と強度

処理区 物質名	無処理区	真水晒し区	酸晒し区	アルカリ晒し区	煮熟晒し区
hexanal	509,015	459,441	451,819	188,966	456,209
heptanal	15,750	19,415	23,487	-	13,687
hexenal	24,119	6,505	5,729	4,090	9,375
heptenal	4,409	4,150	3,486	-	3,893
nonanal	25,856	57,428	66,427	9,992	30,862
propenal	10,750	-	-	-	-
octenal	-	9,154	10,321	-	4,619
nonenal	-	5,678	7,098	-	1,253
nonadienal	-	5,148	4,744	-	5,079
decenal	-	10,267	14,693	-	3,207
heptenal	-	8,245	12,501	-	2,581

「 - 」は検出されず



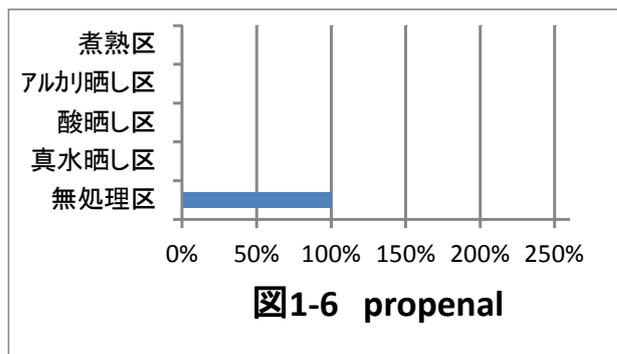
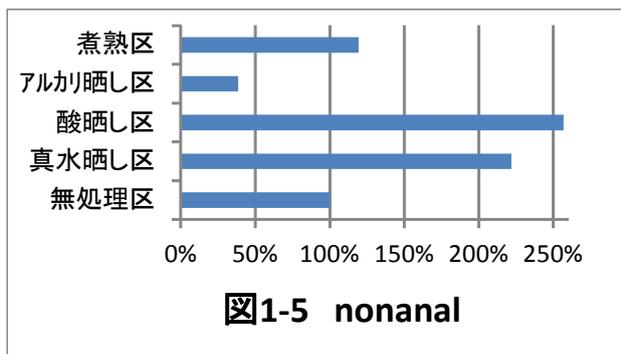


図1 晒し処理によるアルデヒド類の変化

注)無処理区の臭気の強度を100%として換算した。

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (安心・安全な養殖魚生産技術等実証事業)

今岡慶明，柳宗悦，是枝勝美

【目 的】

カンパチ養殖における高水温期のハダムシ症は，直接的な漁業被害のみならず，寄生部位が他の病原体の感染門戸となり，大きな被害に結び付く可能性がある。さらに，現在，駆除対策として実施されている水産用医薬品による薬浴等は，多大な労力とコストが必要である。そのため，薬剤に頼らないハダムシ対策技術の実証化を図ることにより，魚類養殖業者の作業・経済的負担を軽減するとともに，安心・安全な養殖魚の生産に資することを目的とした。今回は，天然素材を固形配合飼料（以下，EP飼料とする）へ添加して給餌することにより，各素材のハダムシ寄生抑制効果について検証することとした。

【方 法】

各種天然素材を添加したEP飼料を供試魚に一定期間給餌して飼育した後，ハダムシ（*Neobenedenia girellae*）を人為的に寄生させ，さらに一定期間飼育後，淡水浴により供試魚から脱落したハダムシ数を計数し，各素材毎の寄生抑制効果を検証した。

試験場所

鹿児島県水産技術開発センター内の陸上水槽（1KL FRP製円形水槽）

供試魚

かごしま豊かな海づくり協会において生産された人工種苗カンパチ当歳魚（試験開始時の平均体重は約132g）

飼料への添加素材

添加素材は，県内で容易に入手可能なものを中心に，合成タウリン，柑橘類果汁，ドクダミ抽出物及び甘草の4素材を選定した。合成タウリン，柑橘類果汁及びドクダミ抽出物は，いずれも他の試験において抗病性向上効果が示唆されており¹⁾²⁾，前年度に当センターで実施した試験においてもハダムシ寄生抑制効果が示唆されたことから，今年度はその効果の再確認を行うこととした。また，甘草については，他県の試験により魚類の抗病性向上効果が示唆されており³⁾，かつ県内における甘草の主要生産地である肝付町より，水産業への有効活用について打診があったことから，その可能性を探る目的で検証することとした。

素材添加量及び給餌方法

各試験区における素材添加方法は表1のとおりとした。カンパチ当歳魚を1KL FRP製円形水槽に各15尾収容し，1日当たり魚体重の2%量を目安に5日/週の頻度で，各素材添加EP飼料を給餌して飼育した。

表1 添加素材と添加量

試験区	素材添加方法
対照区	素材添加なし
柑橘類果汁区	みかん果汁を20%量添加
タウリン区	市販の合成タウリンを1%量添加
ドクダミ区	ドクダミ20倍抽出物を10%量添加
甘草区	甘草根粉末を5%量添加

ハダムシ寄生試験

9月29日から11月17日までの50日間各素材添加EP飼料給餌による飼育を行った後、11月18日に各試験区のカンパチに4分間の淡水浴を施し、ハダムシ寄生個体を各試験区に1尾ずつ収容して同居飼育することによりハダムシ寄生を促した。その後、各素材添加EP飼料を同様に給餌して飼育し、同居飼育開始から17日後及び30日後に各試験区から5尾ずつ採取し、4分間の淡水浴を行い、脱落したハダムシの個体数を寄生数として計測した。

【結果及び考察】

ハダムシ寄生数

試験期間中の水温は、22.3 ~ 16.0（平均水温19.1）で推移した。

同居飼育開始後17日目の供試魚1尾あたりのハダムシ寄生数を図1に、30日目の供試魚1尾あたりのハダムシ寄生数を図2にそれぞれ示した。17日目には、対照区（ 33 ± 22 個体）に対し、柑橘類果汁区（ 1 ± 1 個体）、甘草区（ 1 ± 0 個体）、タウリン区（ 8 ± 7 個体）の3区は、寄生数に明らかな差（有意差あり）が確認されたが、ドクダミ区（ 28 ± 10 個体）は寄生数が多く、有意な差は確認されなかった。

30日目には、対照区（ 935 ± 246 個体）に対し、甘草区（ 16 ± 4 個体）、柑橘類果汁区（ 204 ± 38 個体）、タウリン区（ 246 ± 61 個体）の3区は、寄生数が有意に低い値を示し、特に甘草区で顕著であった。一方、ドクダミ区（ 549 ± 60 個体）は、寄生数が対照区と比較して有意に低い値を示したものの、前3区と比較して明らかに寄生数が高い値であった。

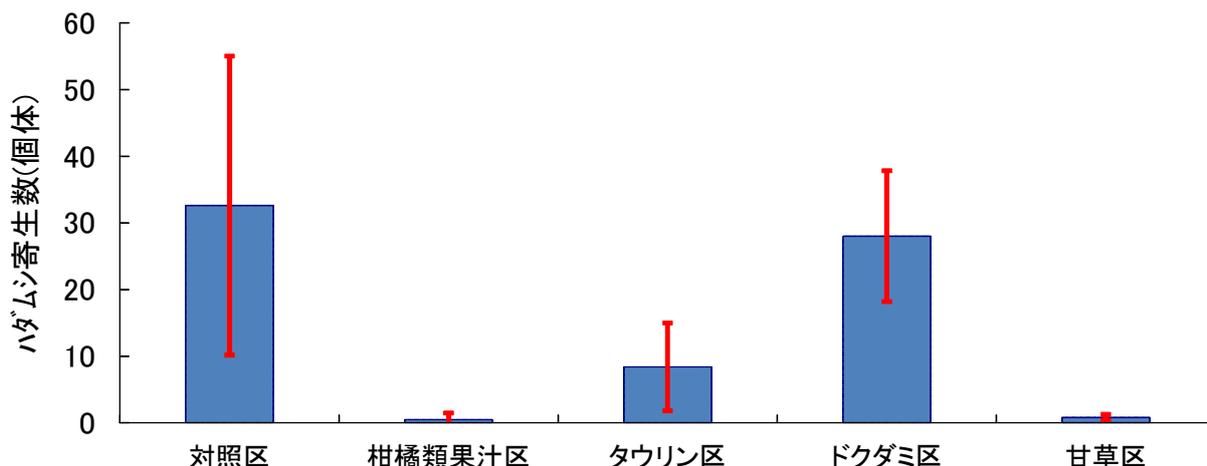


図1 17日目のハダムシ寄生数
対照区と有意差あり (P<0.05)

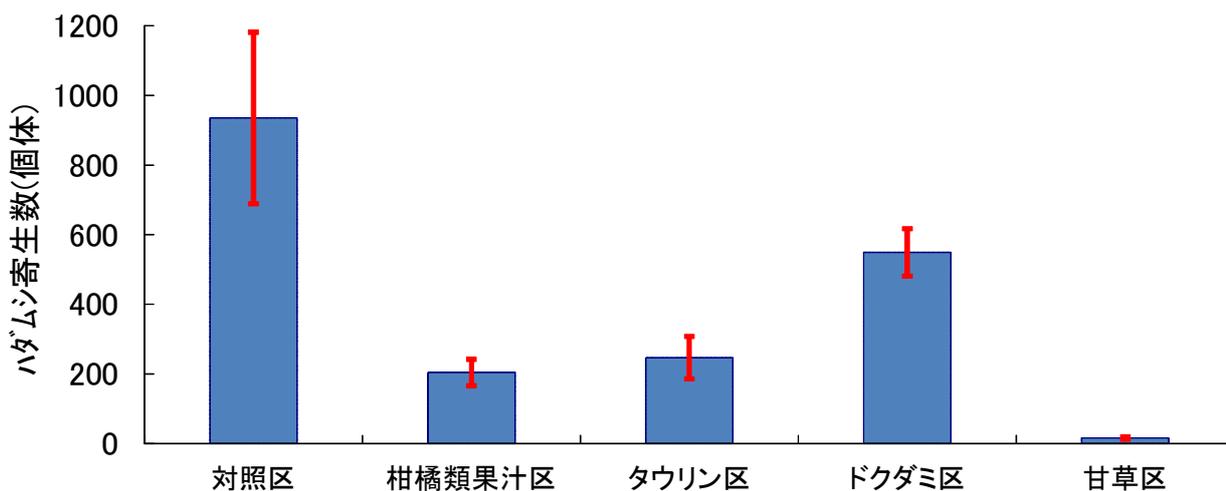


図2 30日目のハダムシ寄生数
対照区と有意差あり (P<0.05)

【まとめ】

ハダムシ寄生数については、甘草区が試験開始から30日目の時点で最も低い値を示した。柑橘類果汁区は、17日目の時点では甘草区とほぼ同等の寄生数で、30日後には甘草区と比較すると寄生数は高かったものの、対照区に対し有意に低い値を示した。タウリン区は、甘草区、柑橘類果汁区と比較すると寄生数が高い値を示したが、対照区に対し有意に低い値を示した。

これらの結果より、昨年度ハダムシ寄生抑制効果が示唆された柑橘類果汁、合成タウリンについては、その結果を裏付けるものであった。

今年度初めて選定した甘草は、前述2種の素材をさらに上回るハダムシ寄生抑制効果が示唆され、今後添加濃度等についてさらに検証すべきと考えられた。

ドクダミについては、30日後に対照区と比較すると寄生数は有意に低い値であったが、他3区と比較すると寄生数が高く、十分な寄生抑制効果は認められなかった。今後は添加濃度等を再検討し、その有効性について明確にする必要があると考えられた。

また、甘草区と柑橘類果汁区は、17日後にはほぼ同等の寄生数であったが、30日後には寄生数に差が生じていることから、給餌期間によっても各素材の規制抑制効果は異なると考えられ、今後さらに検討する必要があると考えられた。

今回の試験ではハダムシのみを対象とし、各種天然素材等の経口投与による手法でその寄生抑制効果を確認し、一部の素材でその効果が示唆された。今後はその他の疾病についても、様々な手法による有効性の検討を行い、水産用医薬品に頼らない技術開発を目指す必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1)三吉泰之，福田穰．「安心・安全で環境に優しい」養殖推進事業 - 1 抗生物質等に依存しない養殖技術開発事業.大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2008；111
- 2)竹内俊郎．合成タウリンで魚も元気！．日本水産学会誌 2010；76(2)：298-303
- 3)三吉泰之，河原栄二郎，福田穰．ヒラメの非特異的生体防御能に及ぼす甘草抽出物経口投与の影響．大分県水試調研報 2009；2：1-4

魚病総合対策事業 (養殖衛生管理体制整備事業)

柳宗悦, 今岡慶明

【目 的】

海面養殖業における魚病被害の軽減を図り,安全な魚を提供するため,魚類防疫対策や魚病検査,水産用医薬品の適正使用等の総合的な魚病対策を推進する。

【方 法】

魚病検査,巡回指導,講習会等により魚病被害軽減の指導を行った。魚病検査では症状観察,寄生虫,細菌,ウイルス検査,薬剤感受性試験を行い,養殖管理状況を踏まえた指導を行った。また,巡回指導や講習会などでは,最新の魚病情報や研究内容について情報提供を行った。

【結果及び考察】

1. 総合推進対策

全国・地域防疫会議へ出席し,魚病に関する各種情報交換を行った。なお,シンポジウム等で県内の魚病発生に関する症例発表,話題提供も併せて行った。

《出席会議等》

会 議 名	時 期	場 所	内 容
九州・山口ブロック魚病分科会及び魚類防疫対策地域合同検討会	11月	福岡県	各県の魚病発生状況,魚病話題提供・症例発表等
ブリ類の難治癒疾病連絡協議会	12月	三重県	ブリ類で近年,発生が拡大傾向にあるべこ病とカンパチ眼球炎に関する情報交換会と対策協議
魚病症例研究会及び水産増養殖関係研究開発推進特別部会「魚病部会」	12月	三重県	養殖魚介類の魚病症例発表,魚病を取り巻く情勢報告,全国各ブロック別魚病発生状況,問題点,要望等報告
クドア研究会	2月	東京都	クドア症の防疫対策の開発推進に関する説明
南中九州・西四国水族防疫会議及び魚類防疫対策地域合同検討会	2月	鹿児島県	各県の魚病発生状況,魚病話題提供・症例発表等
全国養殖衛生管理推進会議	3月	東京都	水産防疫対策,養殖衛生対策関連事業,最近の魚病関連情報等に関する説明

《シンポジウム等での発表》

会 議 名	発表者	発 表 内 容
平成26年度九州・山口ブロック魚病分科会	柳	・従来と異なるモジャコ住血吸虫症の症例(症例発表)
	柳	・オニオコゼのエピテリオシスチス類症の症例(症例発表)
	柳	・カンパチ眼球炎の原因解明に向けた取り組み事例(話題提供)
平成26年度魚病症例研究会	柳	・従来と異なるモジャコ住血吸虫症の症例(症例発表)
平成26年度ブリ類の難治癒疾病連絡協議会	柳	・カンパチ眼球炎の原因解明に向けた取り組み事例(話題提供)
平成26年度南中九州・西四国水族防疫会議	柳	・カンパチ眼球炎の原因解明に向けた取り組み事例(話題提供)
平成26年度全国養殖衛生推進会議	柳	・ブリ類のべこ病,眼球炎の発生傾向について(情報提供)

2. 養殖衛生管理指導

県内の養殖現場において魚病巡回指導を行った。水産用医薬品の適正使用指導として、ワクチン講習会及び魚病講習会、県内魚病対策打合せ及び防疫対策会議を行った。また、ワクチン指導書発行については随時行った。

区 分	海面・内水面	実施地区(場所)	回数
魚病・ワクチン講習会	海面	東町漁協(5/13)	1
魚病講習会	海面	水技センター(8/28, 9/25)	2
魚病対策打ち合わせ	海面	県庁(3/11), 水技センター(3/26)	2
魚類養殖地域プロジェクト協議会	海面	水産会館(5/16)	1
食の安心・安全推進会議	海面	県庁(8/20, 2/18)	2
魚類養殖協議会	海面	県水産会館(2/12)	1
養殖用人工種苗導入推進事業検討委員会	海面	空港ホテル(6/6, 11/14), ホテルタイセイアネックス(3/10)	3
魚病巡回指導	海面	長島町(10回), 阿久根市(2回), 薩摩川内市(1回), 鹿児島市(2回), 垂水市(3回), 鹿屋市(1回), 南大隅町(4回), 南さつま市(1回), 指宿市(2回), 瀬戸内町(1回)	27
合 計			39

《主な巡回指導内容》

対象地区	対象魚種	指導内容
薩摩川内市, 長島町, 阿久根市	ヒラメ	寄生虫(スクーチカ症, トリコジナ症)の対処法について
長島町	ブリ	住血吸虫症・ミコバクテリア・ノカルジア疾病対策について
阿久根市	オニオコゼ	エピテリオシスチス類症の防疫対策について
阿久根市, 垂水市	アワビ類	キセノハリオチス症の防疫対策について
指宿市, 南大隅町, 鹿児島市, 垂水市, 鹿屋市, 南さつま市, 瀬戸内町	カンパチ	カンパチ眼球炎疫学調査・アンケート調査, ノカルジア症治療対策について
瀬戸内町	カンパチ・クロマグロ	種苗生産期のウイルス疾病対策について

3. 養殖場の調査・監視

表1に魚種別・月別魚病診断件数, 表2にブリ類の魚種別・月別診断結果, 表3にその他魚種の魚種別・月別診断結果を示した。

1) ブリ

診断件数は19件で対前年比70.4%であった。

主な疾病は, 従来型レンサ球菌症(*Lactococcus garviae*), ビブリオ病, 住血吸虫症, 新型レンサ球菌症(*Streptococcus dysgalactiae*), ミコバクテリア症等であった。

2) カンパチ

検査件数は201件で対前年比102.6%であった。

主な疾病は, ビブリオ病, ノカルジア症, 住血吸虫症, 類結節症, ゼウクサプタ症, ハダムシ病, ベコ病等であった。

3) ヒラマサ

検査件数は9件で前年と同件数であった。

主な疾病は, ビブリオ病, ゼウクサプタ症, 類結節症, 脳粘液胞子虫症等であった。

4) クロマグロ

検査件数は25件で対前年比131.6%であった。

主な疾病は, 衝突死, ビブリオ病, 囲心腔クドア症, 脳粘液胞子虫症等であった。

5) トラフグ

検査件数は60件で対前年比222.2%であった。

主な疾病は, 腸管内粘液胞子虫性やせ病, ビブリオ病, ヘテロボツリウム症, 囲心腔クドア症等であった。

6) ヒラメ

検査件数は51件で対前年比69.9%であった。

主な疾病は、エドワジエラ症、レンサ球菌症、ビブリオ病、ノカルジア症、滑走細菌症等であった。

7) マダイ

検査件数は2件で対前年比9.5%であった。

主な疾病は、マダイイリドウイルス病、ビブリオ病であった。

8) シマアジ

検査件数は1件で対前年比10.0%であった。

主な疾病は、ノカルジア症であった。

9) カワハギ

検査件数は15件で対前年比57.7%であった。

主な疾病は、ビブリオ病、レンサ球菌症、ペニクルス症、腸管内粘液胞子虫性やせ病等であった。

10) その他

- ・ クルマエビのビブリオ病 (*V. penaeicida*) 等を確認した。
- ・ 種苗生産中のオニオコゼ稚魚でエピテリオシスチス類症による大量斃死が発生。
- ・ 天然魚のチダイで等脚類のマンカ幼生が、キスで線虫、四吻目糸虫の寄生虫が確認された。

【魚病に関するトピックス・問題点】

- ・ プリ種苗（モジャコ）で従来と異なる住血吸虫症の発生が確認された。
- ・ 導入直後の中国産輸入種苗カンパチからアンピシリン等薬剤耐性の類結節症が多く確認された。
- ・ プリ、カンパチでノカルジア症の発生が多く見られた。
- ・ 例年より水温が低めに推移した影響で、夏季の魚病発生が少なかった。
- ・ 8月下旬以降の高水温期においてカンパチ眼球炎が多発した。
- ・ 夏場の高水温期においてハダムシ症が多発した。
- ・ 近年、プリ類を中心に *Vibrio harveyi* が多発傾向にあり、病原性も含めた整理が必要。

表1 平成26年度の魚病検査件数

(単位:件, %)

魚種 / 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	H26計	H25計	H26/H25 (%)
ブリ	2	1	3	6	1	2	2	1				1	19	27	70.4
カンパチ	25	22	74	17	11	5	9	9	2	4	5	18	201	196	102.6
ヒラマサ				5			1	3					9	9	100.0
シマアジ						1							1	10	10.0
ヒラメ	1	3	5	9	6	6	3	5	5		3	5	51	73	69.9
トラフグ	2	10	10		10	3			4	12	9		60	27	222.2
クロマグロ		3				3	9	1	4	3		2	25	19	131.6
マダイ					2								2	21	9.5
マダイ(卵)												1	1	0	—
クルマエビ				6	2	2	2	1					13	8	162.5
イシガキダイ													0	0	—
その他	2	4	4	4	3	5	7			1		5	35	42	83.3
総計	32	43	96	47	35	27	33	20	15	20	17	32	417	432	96.5

表2 魚種別・月別診断結果(ブリ類)

(単位:件)

魚種	最終診断結果	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計	
ブリ	新型レンサ球菌症						1							1	
	ビブリオ病	1			1									2	
	脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)							1						1	
	レンサ球菌症(従来型)			1	1	1			1					4	
	ミコバクテリア症						1							1	
	ウイルス性腹水症		1											1	
	囲心腔クドア症				1									1	
	住血吸虫症			2										2	
	エラムシ症(ヘテラキシネ症)					1								1	
	ハダムシ症(ベネデニア症)					1								1	
	細菌性溶血性黄疸	1												1	
	べこ病シストなし												1	1	
	不明				1				1					2	
	小計		2	1	3	6	1	2	2	1	0	0	0	1	19
カンパチ	ビルナウイルス感染症		5	11										16	
	ウイルス性腹水症		1	4										5	
	ビブリオ病	5	3	19	1	2	1		1				4	36	
	ノカルジア症	2	1	4	3	1	1	3	2	1	2			20	
	マダイイリドウイルス病		2											2	
	住血吸虫症	2	1	7	3	1		2				1	1	18	
	エラムシ症(ゼウクサブタ症)	5		2				1				2	1	11	
	ハダムシ症			1	3	1	1		2					8	
	鰓検査(住血吸虫症)												1	1	
	鰓検査(異常なし)												1	1	
	レンサ球菌症(従来型)				2	1							1	4	
	従来型レンサ球菌症(α-溶血性レンサ)				1								1	2	
	側溝症(ミクソボルス・アカソゴビイ)											1		1	
	ヒルディネラ症	1												1	
	滑走細菌症			1										1	
	エピテリオシスチス症				1	1								2	
	イクチオホヌス症		1											1	
	腎腫大症			1										1	
	囲心腔クドア症	1												1	
	類結節症	3	2	1						2				8	
	べこ病			5		1								6	
	イリドウイルス病検査(-)陰性			2										2	
	べこ病検査陰性(-)			2										2	
	べこ病シスト確認									1			2	3	
	べこ病シスト無し									1				1	
	ビルナウイルス検査(-)陰性								1					1	
	健康診断(異常なし)		3											3	
	不明	6	3	14	3	3	2	2			1	1	1	7	43
	小計		25	22	74	17	11	5	9	9	2	4	5	18	201
	ヒラマサ	ビブリオ病				2									2
		脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)				1									1
		類結節症								1					1
		エラムシ症(ゼウクサブタ症)				1				1					2
健康診断(異常なし)								1						1	
不明					1				1					2	
小計		0	0	0	5	0	0	1	3	0	0	0	0	9	
ブリ類計		27	23	77	28	12	7	12	13	2	4	5	19	229	

表3 魚種別・月別診断結果(その他の魚種)

(単位:件)

魚種	最終診断結果	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
クロマグロ	衝突死(骨折含む)						1	3		1	1		1	7
	脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)		1								1		1	3
	囲心腔クドア症								1	1	1			3
	ビブリオ病						1	3		1				5
	鰓検査(不明)		1											1
	健康診断(異常なし)							1						1
	イトドウイルス病検査(-)陰性										1			1
	不明		1					1	2					4
小計	0	3	0	0	0	3	9	1	4	3	0	2	25	
トラフグ	ビブリオ病		4	4		3					2			13
	ヘテロボツリウム症	1	3	1							1	2		8
	脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)									1	1	2		4
	腸管内粘液胞子虫性やせ病		3	1		4	1			3	3	1		16
	囲心腔クドア症	1		1							3	2		7
	不明			3		3	2				2	2		12
	小計	2	10	10	0	10	3	0	0	4	12	9	0	60
	ヒラメ	エドワジエラ症			2	5				3	1			
滑走細菌症			1	1						1		1		4
ビブリオ病			1	1	1	1							4	
新型レンサ球菌症			1		1								2	
レンサ球菌症						1		1	1				3	
トリコジナ症					1								1	
ノカルジア症							1	1		1			3	
脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)								1		1			2	
腸管内粘液胞子虫性やせ病									1				1	
リンホシスチス症					1								1	
VHS検査(-)陰性													1	
クドアシルシテス検査(-)陰性		1											1	
クドアセブテンブクテラゲ検査(-)陰性	1	2											1	
不明					4	3	1				2	2	12	
小計	1	3	5	9	6	6	3	5	5	0	3	5	51	
マダイ	マダイイトドウイルス病					1								1
ビブリオ病					1									1
小計	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
マダイ(卵)	VHS検査(-)陰性												1	1
マアジ	粘液胞子虫の一種	1												1
小計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
クルマエビ	ビブリオ病				3	1	1	1						6
	不明, PAV検査(-)陰性								1					1
	不明				3	1	1	1						6
	小計	0	0	0	6	2	2	2	1	0	0	0	0	13
カワハギ	ビブリオ病						1	2					2	5
	腸管内粘液胞子虫性やせ病							1					1	2
	レンサ球菌症(従来型)				1	1	1							3
	ベニクルス症			1				1						2
	脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)					1								1
	レンサ球菌症(イニエ)			1										1
	不明												1	1
小計	0	0	2	1	2	2	4	0	0	0	0	4	15	
サバ	滑走細菌症							1						1
	不明		1											1
	小計	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
ウマズラハギ	ベニクルス症							1						1
	ビブリオ病							1						1
	不明					1		1						2
	小計	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	4
シマアジ	ノカルジア症						1						1	
小計	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
オニオコゼ	エビテリオシスチス類症				1									1
	不明				1									1
	小計	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
スジアラ	VNN検査(-)陰性							1						1
	小計	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
チダイ	等脚類のマンカ幼生	1												1
	小計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
キス	綿虫(フィロメトラ属)			1										1
	四物目条虫類幼虫			1										1
	小計	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
タツノオトシゴ	滑走細菌症							1						1
	小計	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
アワビ	キセノハリオチス検査(-)陰性										1			1
	小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
フクトロブシ	キセノハリオチス検査(-)陰性		2		1									3
	キセノハリオチス検査(+)	1												1
	不明												1	1
	小計	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
総計	小計	5	20	19	19	23	20	21	7	13	16	12	13	188

4. 輸入種苗の魚病対策について

中国産カンパチ種苗（導入稚魚）等の輸入種苗の魚病検査を行い，魚病情報の提供や魚病巡回指導，講習会において種苗の輸入に関して注意喚起を行った。なお，輸入種苗からはアニサキスは検出されなかった。

5. ワクチン使用指導及び投与状況

ワクチン講習会の開催や，ワクチン使用指導書発行業務において適正使用を指導した。

平成26年度に水産技術開発センターが発行した魚種別のワクチン指導書発行件数と投与尾数は表4のとおりで412件，11,326,892尾であった。全ワクチン投与尾数に占める割合はブリが63.0%，カンパチが33.3%で，両魚種で96.2%であった。また，対前年度比では，指導書発行件数が119.1%，投与尾数が115.2%であった。なお，ワクチン種類別使用件数と投与尾数は表5に示すとおりであった。

表4 魚種別のワクチン指導書発行件数と投与尾数 (単位:件,尾)

	平成26年度(年間)		平成25年度(年間)		H26/H25(%)	
	件数	投与尾数	件数	投与尾数	件数	投与尾数
ブリ	262	7,123,812	226	6,517,200	115.9	109.3
カンパチ	125	3,771,780	84	2,753,400	148.8	137.0
ヒラマサ	9	180,300	19	262,500	47.4	68.7
マダイ	3	50,000	2	50,000	150.0	100.0
シマアジ	2	10,000	1	5,000	200.0	200.0
ヒラメ	11	191,000	13	217,000	84.6	88.0
ニジマス	0	0	1	30,000	0.0	0.0
合計	412	11,326,892	346	9,835,100	119.1	115.2

(注) 表中の数値は，平成26年度水産技術開発センターで発行したワクチン指導書発行ベースの値(平成27年3月末現在)

表5 ワクチン種類別使用件数と投与尾数 (単位:件,尾)

ワクチン名	魚種	H26		H25		H26/H25(%)	
		件数	投与尾数	件数	投与尾数	件数	投与尾数
ノルバックス類結/レンサOIL	ブリ	10	255,588	7	210,500	142.9	121.4
ノルバックスPLV3種 OIL	カンパチ	10	177,500	4	78,500	250.0	226.1
ノルバックスPLV3種 OIL	ブリ	14	512,889	13	448,000	107.7	114.5
ビシバック注3混	ブリ	42	1,851,307	48	2,234,200	87.5	82.9
ビシバック注3混	カンパチ	51	1,501,280	23	531,500	221.7	282.5
ビシバック注3混	ヒラマサ	7	155,300	14	211,500	50.0	73.4
ビシバック注 LVS	カンパチ	0	0	7	322,400	0.0	0.0
ビシバック注 LVPR/Oil	ブリ	35	565,653	0	0	-	-
ビシバック注ビブリオ+レンサ	ブリ	19	495,459	22	454,000	86.4	109.1
イリド不活化ワクチン「ビケン」	カンパチ	0	0	1	10,000	0.0	0.0
イリド不活化ワクチン「ビケン」	シマアジ	2	10,000	1	5,000	200.0	200.0
イリド不活化ワクチン「ビケン」	マダイ	3	50,000	2	50,000	150.0	100.0
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	ブリ	47	1,160,203	62	1,310,000	75.8	88.6
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	カンパチ	13	408,000	4	136,000	325.0	300.0
アマリン レンサ	ブリ	53	98,500	42	78,000	126.2	126.3
アマリン レンサ	カンパチ	3	19,000	5	76,000	60.0	25.0
アマリン レンサ	ヒラマサ	0	0	4	42,000	0.0	0.0
マリンジェンナー レンサ1	ブリ	18	1,276,922	7	135,000	257.1	945.9
マリンジェンナー レンサ1	ヒラマサ	1	15,000	0	0	-	-
マリンジェンナー イリドビレン3混	ブリ	8	411,057	4	217,500	200.0	189.0
マリンジェンナー イリドビレン3混	カンパチ	16	583,000	5	404,000	320.0	144.3
マリンジェンナー ビレン	カンパチ	10	219,000	12	299,000	83.3	73.2
Mバック レンサ注	ブリ	4	260,000	14	1,300,000	28.6	20.0
松研MバックIPLレンサ	ヒラメ	11	191,000	13	217,000	84.6	88.0
マリナコンビー2	ブリ	5	75,378	7	130,000	71.4	58.0
マリナコンビー2	カンパチ	19	821,000	23	896,000	82.6	91.6
マリナコンビー2	ヒラマサ	1	10,000	1	9,000	100.0	111.1
マリナー4	ブリ	6	100,856	0	0	-	-
マリナー4	カンパチ	3	43,000	0	0	-	-
ノルバックス ビブリオ mono	ブリ	1	60,000	0	0	-	-
ビシバック ビブリオ	ニジマス	0	0	1	30,000	0.0	0.0
合計		412	11,326,892	346	9,835,100	119.1	115.2

(注) 表中の数値は，平成26年度に水産技術開発センターで発行したワクチン指導書発行ベースの値(平成27年3月末現在)。

6. アワビ類のキセノハリオチス症及びヒラメクドア・セブテンブクタータ症対策

国内において、平成22年度に新たに発生したアワビ類のキセノハリオチス症及び平成23年度に食中毒を発症する事例としてヒラメクドア・セブテンブクタータ症の報告が新たになされたため、当該新型疾病に対しPCR検査を実施し、清浄性の確認と防疫対策の指導を行った。

なお、表6にアワビ類のキセノハリオチス症のPCR検査実績を、表7にヒラメクドア・セブテンブクタータ症のPCR検査実績をそれぞれ示した。

表6 アワビ類のキセノハリオチス症のPCR検査実績

区分	実施箇所数	親貝・稚貝の別	検査個数	(Lot)	うち陽性	備考
天然海域	1地区	親貝(候補)	20	(20)	13	種苗生産用の親貝候補として検査実施。
種苗生産機関	1機関	親貝(候補)	20	(20)	0	1個1Lotで検査を実施。OTC治療試験後。
	水技センター	親貝(候補)	10	(10)	0	1個1Lotで検査を実施。OTC治療試験後。
	2機関	稚貝	300	(60)	0	5個を1Lotにして検査を実施。
合計	5		350	(110)	13	

表7 ヒラメクドア・セブテンブクタータ症のPCR検査実績

種苗生産機関名	実施回数(回)	稚魚・成魚の区分	検査尾数(Lot)	検査結果	検査目的
種苗生産機関(民間)	2	稚魚	120尾(12Lot)	全て陰性	社内自主検査依頼。
種苗生産機関(市・協会)	2	稚魚	120尾(12Lot)	全て陰性	出荷前検査。
合計	4		240尾(24Lot)	全て陰性	

7. 新型疾病及び不明病への検査対応

4症例について、国、大学等の魚病研究機関に確定診断及び不明病診断依頼を行い、当該疾病の蔓延防止と対処法について情報を整理した。

表8 確定診断及び不明病診断結果

依頼日	依頼先	診断依頼の内容	診断結果
H26.6.27	(財)目黒寄生虫館	従来と異なるブリ類の住血吸虫の遺伝子解析による種の同定	未報告(既知の住血吸虫とは別種)
H26.7.25	(独)水研センター増養殖研	カンパチ不明病診断(痩せの症状, 幽門垂・腸の内壁異常)	コクシジウム類の重篤寄生と餌料性疾患
H26.12.22	東京大学	天然スジアラの筋肉で確認された黒色筋状異物の遺伝子解析による種の同定	未報告(粘液胞子虫の一種の可能性あり。詳細は解析中。)
H27.3.31	(独)水研センター増養殖研	ヒラメ仔魚期に発生した疾病(腹部膨満・腹水貯留)の不明病診断	ヒラメレオウイルス1型と判明

8. 野外分離菌株の提供

国，大学等の魚病研究機関，国内製薬メーカー等の要望に対し，県内養殖場で発生した病魚から分離した菌株の提供を行った。

表9 野外分菌株の提供実績

提出研究機関名	区分	対象菌種・病原体サンプル	株数	使用目的
独立行政法人研究機関	提供	従来型レンサ球菌症原因菌 (<i>Lactococcus garviae</i>)	10	野外分離株の薬剤感受性調査(MIC測定)
	提供	類結節症原因菌 (<i>Photobacterium damsela</i> subs. <i>piscicida</i>)	12	水産防疫対策事業 (水産動物疾病の効評価) 農水省委託事業
独立行政法人研究機関	提供	ノカルジア症原因菌 (<i>Nocardia seriolae</i>)	18	野外分離菌株間の性状比較(-グルコシターゼ活性測定:APIZYM)
	観察 依頼	カンパチ眼球炎 (眼球固定サンプル:自然発症初期個体3, ハダムシ重篤寄生個体2)	5	眼球炎の原因解明調査(病理組織観察)
	調査 協力	カンパチ眼球炎 (<i>Vibrio harveyi</i>) (<i>Shewanella haliotis</i>)	6	眼球炎の原因解明調査(眼球内の病原細菌の菌分離及び解析)
	解析 依頼	べこ病シスト凍結サンプル (<i>Microsporidium seriolae</i>)	7	海産魚べこ病シスト遺伝子解析(プリム3・カンパチ2・カマク2)
私立大学法人魚病研究機関	提供	エドワジエラ症原因菌 (<i>Edwardsiella tarda</i>)	5	魚類への病原性因子の解析
民間製薬メーカー	提供	ノカルジア症原因菌 (<i>Nocardia seriolae</i>)	28	魚類ノカルジア症の治療薬剤の研究開発
合計			91	

内水面漁業総合対策研究 (内水面魚病対策推進事業)

今岡慶明, 柳宗悦

【目 的】

内水面養殖業における魚病の多発化, 複雑化に対応した魚病, 防疫知識の普及, 啓発を図るとともに, 水産用医薬品の適正使用の指導など総合的な対策を行い, 県内の内水面養殖業者の経営安定と養殖魚の食品としての安全性を確保することを目的とする。

【方 法】

養殖業者等からの検査依頼に対し, 症状観察, 寄生虫, 細菌, ウイルス検査, 薬剤感受性試験を行い, 結果報告及び防疫に関する指導を行った。また, 天然河川で採捕されたアユの出荷前の健苗性確認(冷水病及びエドワジエラ・イクタルリ感染症)及びコイのコイヘルペスウイルス病(KHV病)蔓延防止に向けたPCR検査を行った。さらに, 防疫対策として, 養殖業者, 漁業者又は漁協へ, 巡回指導により魚病被害の軽減を図るとともに, 各種会議に出席し, 魚病情報, 研究内容等の情報交換を行った。

【結 果】

1) 魚病診断結果

64件(ウナギ, コイ, アユ等 健苗性確認も含む)(表1)

ウナギが約63%を占め, 中でも診断件数として特に多かったのが, ウイルス性血管内皮壊死症(鰓うっ血症), シュードダクチロギルス症, パラコ口病の3種であった。(表2)

表1 平成26年度 魚種別・月別魚病診断件数

単位: 件

魚種	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計	H25計	H26/H25 (%)
ウナギ	4	3	4	5	4	2	2	2	2	5	3	4	40	33	121.2
コイ	1	2			1								4	4	100.0
アユ	9											6	15	12	125.0
ニジマス			1			1			1	2			5	2	250.0
その他													0	3	0.0
計	14	5	5	5	5	3	2	2	3	7	3	10	64	54	118.5

表2 月別、魚種別、魚病別の診断件数（同時依頼分に複数の要因があった場合は各要因毎に計数） 単位：件

ウナギ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
鰻うっ血症	1	2	2	4	2	2		1		1			15
鰻うっ血症+シュードダクチロギルス症	2	2	2	1	1		2	1		2	1		14
鰻うっ血+シュードダクチロギルス症+バラコ病		1										2	3
鰻うっ血症+シュードダクチロギルス症+バラコ病+点状充血症										1			1
鰻うっ血症+シュードダクチロギルス症+カラムナリス症	2			1									3
鰻うっ血+シュードダクチロギルス+白点病	1												1
鰻うっ血+シュードダクチロギルス+点状充血症		1		2			2						5
鰻うっ血+シュードダクチロギルス症+トリコジナ症+ピリオ病	1												1
鰻うっ血症+シュードダクチロギルス症+白点病+カラムナリス症	1												1
鰻うっ血症+シュードダクチロギルス症+カラムナリス症+点状充血症	1												1
鰻うっ血症+バラコ病				1		1			1	1			4
鰻うっ血症+バラコ病+ピリオ病		1											1
鰻うっ血+バラコ病+トリコジナ症				2									2
鰻うっ血症+バラコ病+ピリオ病+トリコジナ症				1									1
鰻うっ血症+カラムナリス症		1		1									2
鰻うっ血症+点状充血症			2	1	2	1	1						7
鰻うっ血症+トリコジナ症				1									1
シュードダクチロギルス症		1	2		2	1	1	1		3	2		13
シュードダクチロギルス+バラコ病					2					1	2	2	7
シュードダクチロギルス症+バラコ病+カラムナリス症	1												1
シュードダクチロギルス症+白点病	1												1
シュードダクチロギルス+カラムナリス症				1									1
シュードダクチロギルス+点状充血症			1	1	1		1			1			5
シュードダクチロギルス症+トリコジナ症	1							1		1			3
シュードダクチロギルス症+白点病+カラムナリス症	1												1
バラコ病		1		1		1			1	1		2	7
バラコ病+ピリオ病		1											1
点状充血症					1								1
カラムナリス症			2										2
カラムナリス症+点状充血症			1										1
不明			1	1	4	1			2	3	2		14
計	13	11	13	19	15	7	7	4	4	15	7	6	121
コイ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
カラムナリス症+シュードダクチロギルス症+白点病	1												1
白点病		1											1
チョウ症		1											1
不明					1								1
KHV検査件数		2			1								3
(うち陽性件数)		0			0								0
計	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
アユ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
イクタルリ検査件数	5											3	8
(うち陽性件数)	0											0	0
冷水病検査件数	4											3	7
(うち陽性件数)	0											0	0
不明													0
計	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15
ニジマス	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
ギロダクチルス症										1			1
ピリオ病										1			1
ピリオ病+カラムナリス症										1			1
不明			1			1			1	2			5
計	0	0	1	0	0	1	0	0	1	5	0	0	8

※コイの診断件数について、KHV病検査が陰性でへい死原因が不明の場合、及び出荷前検査でPCR陰性の場合「不明」にカウントしている。
 ※不明には河川事故を含む。

2) PCR検査

アユについては、エドワジエラ・イクタルリ感染症検査を8件、冷水病検査を7件実施し、いずれも陰性であった。また、コイについてはKHV病検査を3件実施し、いずれも陰性であった(表3)

なお、コイのKHV病の検査件数の推移を図1、アユのエドワジエラ・イクタルリ感染症検査件数の推移を図2、冷水病検査件数の推移を図3に示した。KHV病については平成18年度より当センターで確定診断を実施している。

表3 平成26年度PCR検査結果

単位：尾，ロット

魚種	検査対象疾病	診断日	市町村等	河川・養殖場等	検査尾数	検査ロット数	PCR検査結果
アユ	エドワジエラ・イクタルリ感染症	4月～翌3月	霧島市	日当山天降川漁協	120	24	全て陰性
				松永漁協	20	4	全て陰性
				桜校川漁協	20	4	全て陰性
検査回数 8回							
アユ	冷水病	4月～翌3月	霧島市	日当山天降川漁協	360	60	全て陰性
				桜校川漁協	60	10	全て陰性
検査回数 7回							
コイ	KHV病	H26.5.12	長島町	個人池	6	6	全て陰性
		H26.5.29	鹿屋市	個人池	2	2	全て陰性
		H26.8.8	霧島市	個人池	1	1	全て陰性
検査回数 3回							

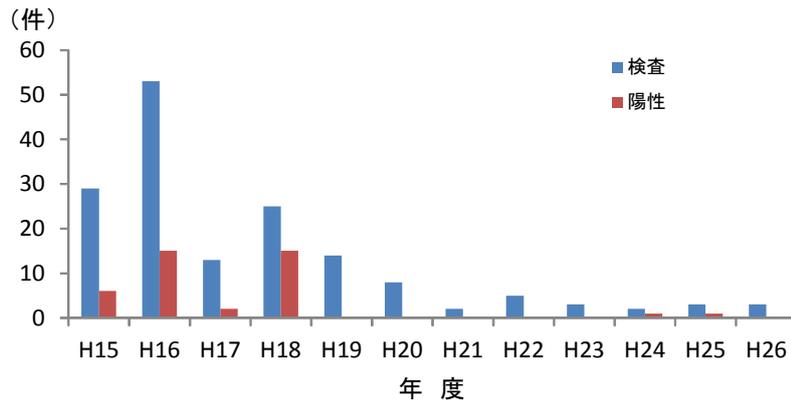


図1 KHV検査件数及び陽性件数

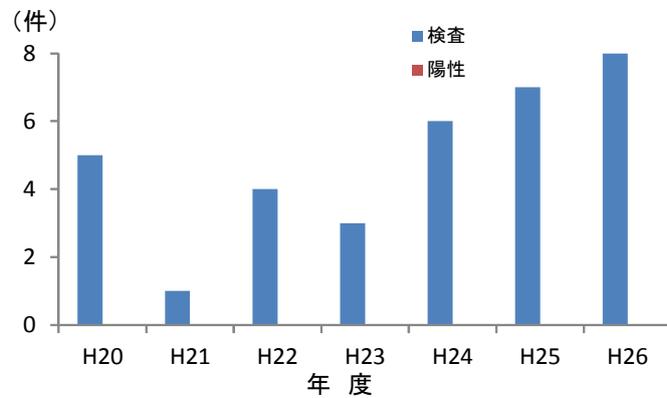


図2 アユエドワジエラ・イクタルリ感染症検査件数 (陽性はなし)

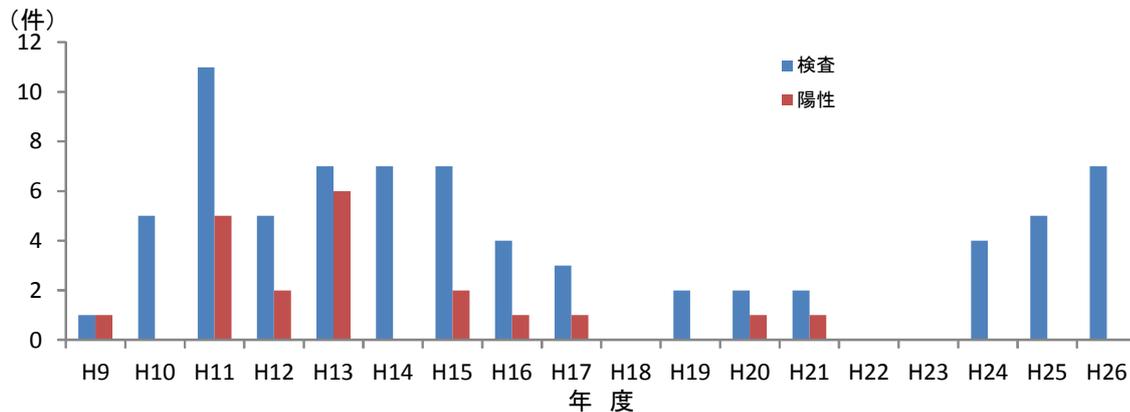


図3 アユ冷水病検査件数及び陽性件数

3) 防疫対策巡回指導

今年度池田湖においてコイ養殖を再開させた養殖業者を初めとするコイ養殖業者数件に対し、KHV病蔓延防止に向けた指導を行った。

4) 魚病関係会議における情報交換

九州・山口ブロック水産試験場長会「内水面分科会」への出席（1月 山口県）
魚病診断状況，池田湖におけるKHV病発生後のコイ養殖再開等について説明した。

南中九州・西四国水族防疫会議開催（2月 鹿児島県）

本県の魚病診断状況等について説明するとともに，他県の魚病診断状況等についても聴き取りを行った。

全国養殖衛生管理推進会議への出席（3月 東京都）

全国における魚病発生状況，防疫対策等の実施状況，今後の事業実施状況，予算等について情報交換を行った。

5) ウナギ台湾輸出に係る臨床検査，健康証明書発行

平成26年度は18件の健康証明書発行依頼に対して発行を行い，当該発行に係る総尾数は1,460,585尾，総重量は27,906.0kgであった（表4）。

なお，平成23年度からの健康証明書発行件数の推移は図4のとおりとなっている。

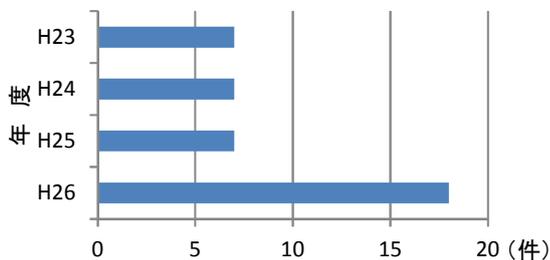


図4 ウナギ台湾輸出に係る健康証明書発行件数（H23～H26）

奄美等水産資源利用開発推進事業 (水産資源利用加工開発調査)

加治屋 大・保 聖子・稲盛 重弘

【目的】

奄美海域で漁獲される水産資源の品質向上を目的として、同海域で広く漁獲されているカツオの身質の現況を把握するための試験を行うとともに、漁業関係者・市場関係者等から「ヤケ肉」と表現されるマグロ類の身質の変質について発生傾向の調査を行った。

【材料及び方法】

奄美周辺海域において水揚げされたカツオについて（漁獲後11時間経過）、水揚げ直後から5℃の温度で保管した魚肉の物性（圧縮強度、色調）及び核酸関連物質（旨味成分を含む鮮度の指標となる物質）の経時的な変化について調べた。また、漁獲時に魚体の脱血処理を行い、未処理のものと色調の比較を行った。

魚肉に含まれる核酸関連物質測定用のサンプルは、採取後、ただちにドライアイスまたは液体窒素で急速凍結し、分析に供するまで-80℃で保管した。分析は、サンプルに0.3M過塩素酸を加えてホモジナイズし、得られた上澄みを、2N水酸化カリウム溶液でpH調整したものを分析用サンプルとして高速液体クロマトグラフ（島津製作所社製 CT0-10AVP）により行った。

圧縮強度は、レオメーター（サン科学社製 CR-500DX）を用い、時間経過ごとに背肉部分から10mm幅に切り出したサンプルに対し、直径5mmの円形プランジャーを進入速度1mm/secで6mm押し込んだ時点の応力を測定した。

色調は、色彩色差計（コニカミノルタ社製 CR400）を用い、時間経過ごとに背肉部分から10mm幅に切り出したサンプルについて色調（L*、a*、b*）を測定した。

また、マグロ類身質変化については、漁業者及び仲買業者から聞き取りを行った。

【結果及び考察】

図1に核酸関連物質の時間経過ごとの変化を示した。水揚げ直後の魚肉には、 $2.4 \mu\text{mol/g}$ のATPが含まれ、また、旨味成分の一種であるIMPも $6.9 \mu\text{mol/g}$ と水揚げ直後から高い含量で魚肉中に存在した。水揚げ7時間後からは、IMP及び鮮度低下の指標物質とされるHxRが占めるようになり、24時間後にはHxRの核酸関連物質中に占める含有率が30%を占めた。なお、IMPはそれ以降も比較的高い含有率で存在したことから高い旨味成分を有する加工原料となりうることが示唆された。

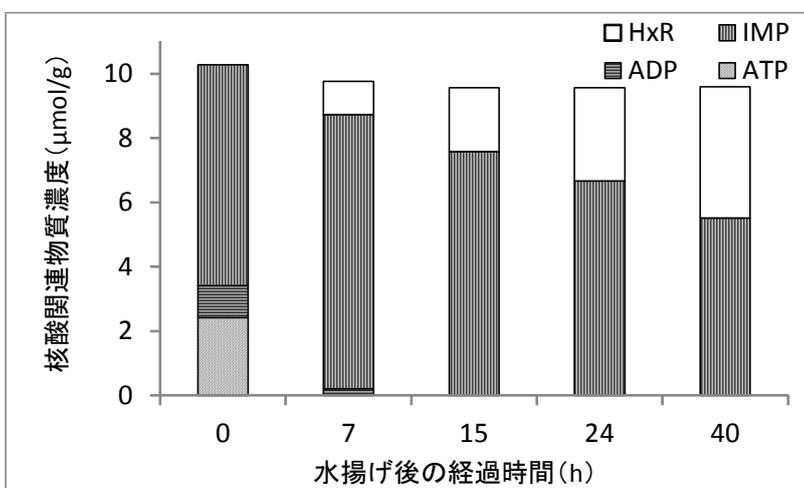


図1 核酸関連物質の時間変化

図2に圧縮強度の時間経過ごとの変化を示した。

水揚げ直後は89gであったが、約100時間経過後も94gであり、保管期間中に有意な変化は認められなかった。

図3に色調の時間経過ごとの変化を示した。水揚げ直後のL*、a*及びb*はそれぞれ平均で29.0、10.2及び0.0であり、時間経過とともにL*及びb*は上昇する傾向に、また、a*は低下する傾向にあった（L*は明度を、a*は赤緑の色度を、b*は黄青の色度をそれぞれ示す）。なお、脱血処理を施した魚肉のa*は、低下の程度が緩慢になる傾向があり、同処理は肉の赤色の保持に有効であると考えられた（図4）。

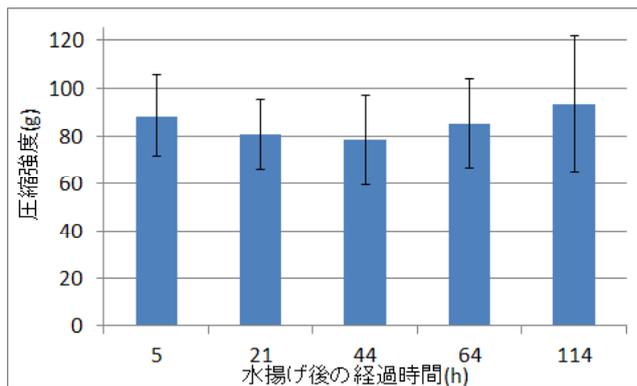


図2 圧縮強度の経時変化

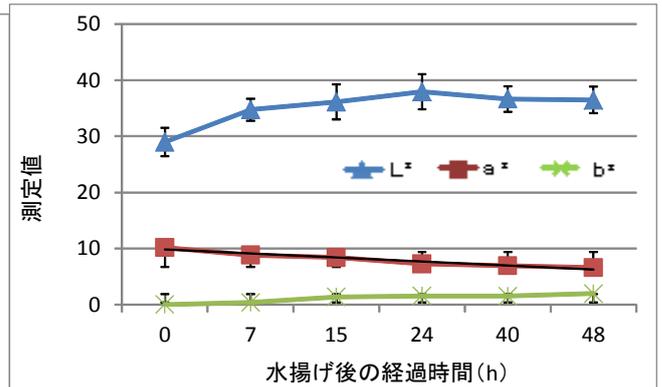


図3 色調の経時変化

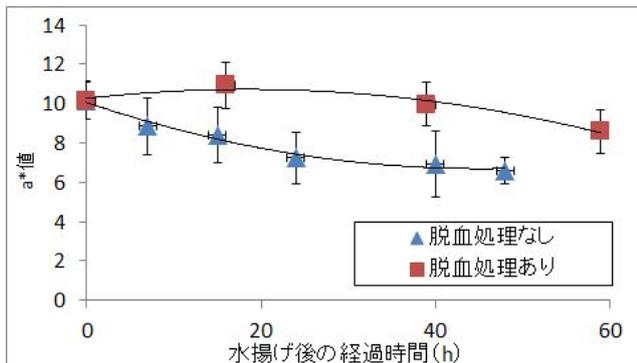


図4 脱血処理の有無によるa*の経時変化の比較

マグロ類の身質の変質について、聞き取り調査の結果を表1にまとめた。それによると、夏季の高水温海域において比較的表層で漁獲された大型のマグロ類に「ヤケ肉」と呼ばれる身質の変質が起こりやすいものと推察された。

表1 「ヤケ肉」に係る聞き取り調査結果

時期・頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・6～8月に漁獲されたものに多い。 ・程度に差はあるが、ほとんどの漁獲物に見られる。
部位・サイズ	<ul style="list-style-type: none"> ・血合い肉周辺や魚体の中心部分に発生していることが多い。 ・体重10kg以上のものが変質していることが多い。特に体重50kg以上のものは変質している可能性が高い。
身質	<ul style="list-style-type: none"> ・つやや身の張りが無い。 ・瑞々しさがなく、ぱさついていた感じがする。色は灰白色がかる。 ・変質している部位は、日数が経過するほど色調の違いが際立ってくる。 ・喫食すると酸味があるように感じる。加熱すれば問題はない。 ・外観からは変質の有無を判別できない。
漁場・漁法	<ul style="list-style-type: none"> ・表層で漁獲されたものに多く、延縄等により漁獲されたものには少ない。 ・高水温域で漁獲されたものに変質しているものが多い。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・夏季に漁獲されるマグロ類に高い値段をつけることはできない。 ・夏季は、漁獲者により肉質に優劣の差が大きい。 ・変質している割合が小さくても、場所が悪ければ、魚の解体が困難になる。

公募型研究事業 (多獲性赤身魚「サバ」の高付加価値化を実現するための 革新的な原料保蔵と加工システムの構築)

保 聖子・加治屋 大・稲盛 重弘

【目的】

サバ等の多獲性赤身魚は、一時的に大量に漁獲されることから、生鮮流通の場合、市場規模が限られ価格の低下を招くことがある。また、従来のサバ冷凍品は、ATPが消失した状態で凍結することから、タンパク質の機能性が冷凍変性により低下しており、一般的に品質評価が低い。そこで、高品質冷凍サバ及び高品質冷凍サバ水産加工品の製造技術を確立するために、適正保管温度及び製品の品質を保持するための製造工程の改良等を検討する。

1. 高品質冷凍サバ製造における適正保管温度の把握

【材料及び方法】

・材料

鹿児島県沿岸海域で平成26年5月に漁獲され、生け簀で蓄養されたゴマサバ(平均尾叉長 37.5 ± 0.6 cm, 平均体重 610.6 ± 41.5 g)を用いた。致死方法は、生け簀から取り上げ後、首を折り、鰓を切断し、海水氷に30分浸漬し、脱血させることにより行った。

・試験の方法

供試魚は、フィレ成形後、真空包装し、急速凍結を施した後、 -20 、 -25 及び -40 の凍結庫内で各温度につき5尾ずつ3ヶ月保管した。また、全サンプルについて、解凍後のドリップ量、血合肉の色調、旨味成分であるイノシン酸及び遊離アミノ酸のそれぞれの量の変化について調べた。なお、分析方法については、下記のとおりとした。

(1)ドリップ量

-1 の塩水中に包装した状態のまま浸漬する緩慢解凍法により、完全に解凍させた後、凍結前の重量から解凍後の重量を差し引き、その差をドリップ量とした。なお、凍結前重量におけるドリップ量の百分率として表した。

(2)色調

色彩色差計(コニカミノルタ製CR-400)で各個体の片側フィレの背側5~7箇所について色調(L^* , a^* , b^*)を測定し、それぞれ平均値で表した。

(3)イノシン酸及び遊離アミノ酸

凍結前及び完全解凍後において、筋肉の一部をサンプルチューブに採取し、液体窒素で直ちに凍結処理を行い、分析に供するまで -40 で保存した。サンプルを除タンパク後、遠心分離して得られる上清を用いた。イノシン酸は、上清を1N水酸化カリウムでpH調整後、HPLCで測定した。遊離アミノ酸は、適宜pH2.2クエン酸緩衝液で希釈を行い、HPLCで測定した。

【結果及び考察】

凍結保管温度が筋肉タンパク質の保水維持能力に影響を及ぼし、ドリップの流失しにくい緩慢解凍を実施しても多く発生する恐れがある。そこで、上記保管温度ごとのドリップ流失量を調べた。その

結果、解凍魚に対するドリップ流出量は、-20 保管で $5.4 \pm 1.0\%$ 、-25 保管で $1.7 \pm 0.3\%$ 、-40 保管で $4.2 \pm 1.4\%$ となった。多重比較検定の結果、-20 と-25 との間に有意差が認められた。しかしながら、-40 との間に有意差は認められなかった。凍結後の保管温度と筋肉タンパク質の変性速度には密接な関係があり、一般に保管温度が低いほど変性速度は緩やかになる。また、タンパク質の変性が進むと保水力の低下が進む言われている。しかしながら、本試験においては、ドリップ流失量と保管温度の間に関連性は見出せず、試験開始当初想定した、比較的高めの温度（-20）による保水力の低下を明らかにすることは出来なかった。

また、旨味成分であるイノシン酸及び遊離アミノ酸の凍結保管温度ごとの分析結果を図1, 2に示す。凍結前と解凍後（解凍直後）を比較すると、解凍後（解凍直後）の方が、どの保管温度についても有意に高い結果となった。また、保管温度に着目した場合には、保管温度による差は認められなかった。これは、解凍により、筋肉中の解糖系酵素の働きが触発されたことで、ATP及びADP等前駆物質の分解が進み、イノシン酸となり蓄積したことによるものと推察している。

遊離アミノ酸量についても、得られた数値を検討した結果、凍結前に比べ、解凍後（解凍直後）の方が、有意に高い値となったが、保管温度ごとの比較では、有意差は認められなかった。一般に、畜肉魚肉問わず、冷凍肉では、細胞内のリソゾームに含まれる酵素が解凍時に流失することで、各種酵素の活性が高くなることが知られている。また、解凍時のドリップ流出による水分低下による濃縮についても考慮し、乾物換算補正による比較検討を行ったが、補正前と同様の結果となった。以上のことから、低温帯（-40）でも3ヶ月間の保管中に、サバ筋肉は酵素分解の影響を受け、筋肉内の遊離アミノ酸が増大したものと推察された。

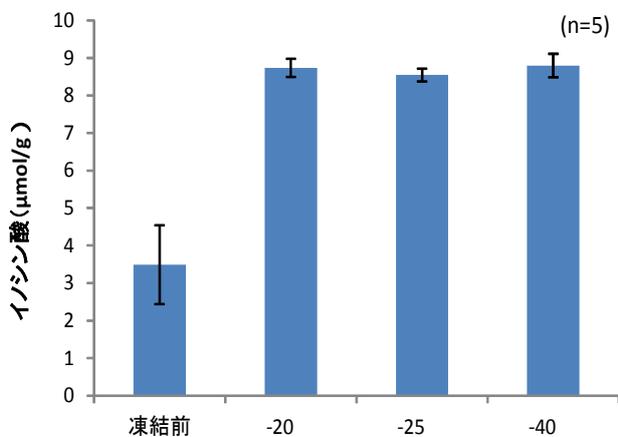


図1 凍結前及び凍結保管温度と解凍直後の筋肉中イノシン酸含有量の関係

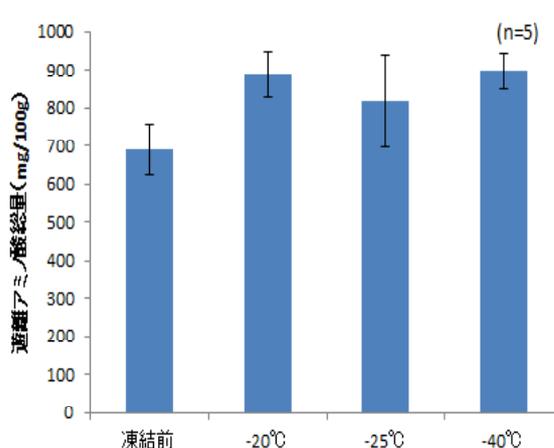


図2 凍結前及び凍結保管温度と解凍直後の筋肉中遊離アミノ酸含有量の関係

一方、解凍直後の血合筋の色調（赤色度）について調べた結果を図3に示す。解凍後の血合筋の変色は、外観の悪さから、冷凍魚の品質評価を下げる項目の一つであり、従来からマグロ等赤身魚の冷凍解凍後の変色抑制には、超低温が有効であることが知られている。サバにおいては、3ヶ月保管後の赤色度は、-20 及び-25 保管において、凍結前と比べ有意に赤色度が低下した。これに対し、-40 保管においては、若干、数値の低下は認められたものの、凍結前との間に有意差は認められなかった。また、-40 と-20 ならびに-25 とを比較すると明らかに-40 保管における赤色度の保持が認められ、色調保持において有効であり、より低い温度で保存することが望ましいと考える。

以上の結果から、高鮮度で凍結したサバは、適正な方法で保管、解凍を行うことにより、ドリップ

流失が少ないだけでなく、凍結前の高鮮度のサバより、イノシン酸や遊離アミノ酸等の旨味成分が増大することが明らかとなった。

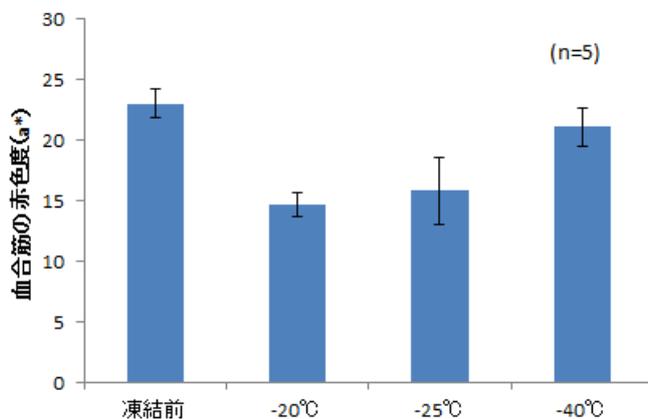


図3 凍結前及び凍結保管温度と解凍直後の血合筋赤色色相(a*)の関係

2. 高品質冷凍サバ調味加工品開発（製造工程改良試験）

【材料及び方法】

・材料

鹿児島県沿岸海域で漁獲され生け簀で蓄養されたゴマサバ（平均尾叉長 35.1 ± 0.7 cm，平均体重 496.3 ± 31.7 g）を用いた。致死方法は、前述試験1と同様とした。

・試験の方法

供試魚は、直ちにフィレに成形し、フィレ重量の10%の食塩を振りかけ、直ちに真空包装し、急速凍結により凍結処理を行い-25℃で3ヶ月間保管したものと（以下前塩という）、フィレ成形後直ちに真空包装し、急速凍結により凍結処理を行い、-25℃で3ヶ月保管した（以下、従来法という）もので試験を実施した。前塩及び従来法ともに、3ヶ月経過後に緩慢解凍を行い、前塩は、軽く表面を洗い、酢を1時間行った。従来法は、フィレ重量の10%の食塩を振りかけ、塩漬を1時間行った後、軽く表面を洗い、同様に酢を1時間行った。試作後、当センター職員を対象として試食アンケートを行い官能評価試験とした。評価方法は、外観について、評価の高いものから5点、低いものを1点とした5段階評価法で行い、職員が評価した点数を試験区毎に合計し、獲得ポイントとして比較した。歯ごたえについては、評価の高いものから、4点、低いものを1点とした4段階評価法で実施し、前述同様試験区ごとに獲得したポイント数（以下pと表現）の合計で比較した。また、総合評価は、外観・食感を含めた総合評価で試験区間の優劣で評価した。

【結果及び考察】

官能評価試験の有効回答数は19であった。まず、外観評価は、図4(左)に示すとおり、前塩が62p、従来法が35pとなり、前塩が高い結果となった。歯ごたえについては、図4(中央)に示すとおり、前塩43p、従来法35pとわずかに前塩が高い結果となった。また、総合評価の結果は、図4(右)に示すとおり、前塩を選んだ人は、19名中12名となり、半数以上が改良法である前塩を評価した。以上のことから、高濃度にATPを含む原料では、より早い段階で塩漬を行い、塩が浸透する前に急速凍結を行い、解

凍と同時に塩の浸透を行うことで、従来工程法で製造したシメサバより品質の高い製品となる可能性が示唆された。すなわち、前述試験1の結果からも示されるように、解凍後の肉質は、酵素等の作用を受けやすく、品質変化が加速し易い状況である。このため、解凍後の工程をなるべく少なくし、短時間で製品にすることで改良法である前塩の評価が高かったものと推察している。

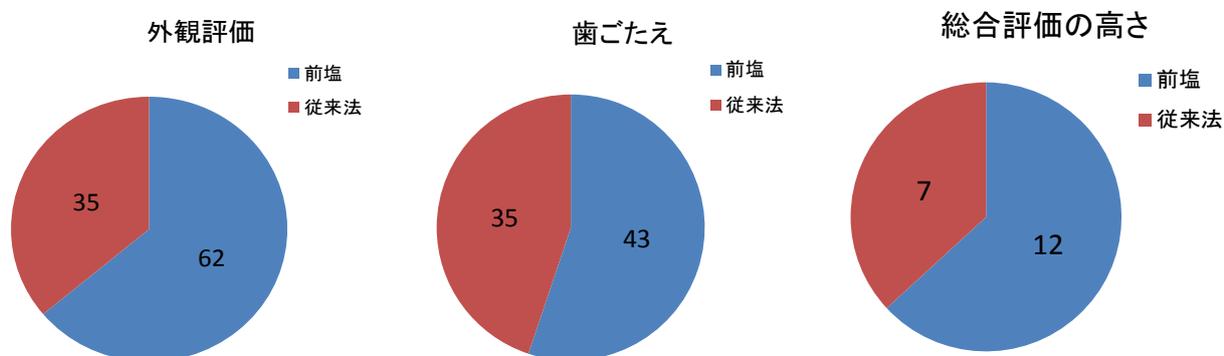


図4 高ATP含有原料を使用したシメサバ改良品と従来品の官能評価試験結果

公募型研究事業

（養殖ブリ類のストレス水揚げシステムと 大型魚全自動高速魚体フィレ処理機開発 - 冷凍品の品質評価）

保 聖子・加治屋 大・稲盛 重弘

【目的】

死後硬直を遅延させるための処理技術及びグローバル流通における冷凍魚の品質保持技術を確立することで、高品質養殖ブリ及びその冷凍品の販路拡大に寄与する。

【材料及び方法】

・供試魚

試験には、出荷直前の養殖ブリ（平均体重 $4.15 \pm 0.35\text{kg}$ $n=21$ ）を用いた。

・試験の方法及び試験区の設定

試験は9月に実施した。イケスの網を絞り、直ちに水揚げしたものをSTRESSレス区とした。次に網を絞ったままの状態でも30分保持し、その後水揚げしたものをSTRESS区とした。水揚げは、直ちに延髄刺殺を行い、その後、1時間海水氷中で脱血処理を行った。脱血後は、フィレに加工し、凍結前のサンプルを採取し、速やかに急速凍結処理を行った。また、STRESS区のうち、4時間氷蔵しATPを分解させた後、急速凍結を行ったものを低ATP区とした。なお、保管温度は、 -20 及び -30 の2通り設け、さらに解凍方法を急速及び緩慢の2通りとしの計12通りとした。それぞれのサンプルが2ヶ月間保管した後、解凍試験に供した（表1）。

表1 試験区の設定

凍結前の状態	保管温度(°C)	解凍方法
STRESSレス	-20°C , -30°C	緩慢解凍 急速解凍
STRESS		
低ATP		

品質評価方法は、凍結前の品質確認のためにATP量の測定を、また、冷凍品の品質確認のために、解凍後のドリップ量、イノシン酸量及び血合筋の色調を測定し、指標とした。なお、分析方法については、下記のとおりとした。

(1) ATP量及びイノシン酸量

凍結前及び完全解凍後の筋肉をサンプルチューブに採取し、液体窒素で直ちに凍結処理を行い、分析に供するまで -40 で保存した。測定は、筋肉を除タンパク後、遠心分離して得られる上清を用い、上清を1N水酸化カリウムでpH調整後、HPLCで測定し、定法により魚肉1gに対するそれぞれのモル濃度または100gあたりの絶対量で表した。

(2) ドリップ量

凍結前の重量から解凍後の重量を差し引き、その差をドリップ量とした。なお、凍結前重量の100gにおけるドリップの絶対量で表した。

(3) 色調

凍結前及び完全解凍後において、色彩色差計（コニカミノルタ製CR-400）を用い、各個体の血合

筋3箇所について色調のうち赤色色相 a^* を測定し、平均値で表した。なお、凍結後の色調変化については、解凍後剥皮し、血合筋を露出させた状態で、ラップで覆い、冷蔵保管(4)したものを利用した。

【結果及び考察】

凍結前の魚の品質を調べるために、筋肉中のATP量を調べた。その結果、STRESSレス区とSTRESS区を比較すると、致死後のATP量は、STRESSレス区の方が有意に高い濃度となった。STRESS区におけるATP濃度の低下は、約30分の運動負荷によるATPの消費が原因ではないかと推察している。また、低ATP区は、生物の死後変化に伴うATPの分解により、低い濃度となっていたことが確認出来た(図1)。従って、今回の試験における凍結時の品質については、STRESSレス区が最も良く、次いでSTRESS区、低ATP区の順となった。

また、解凍後の品質のうち、ドリップ量について検討したところ、STRESSレス区は、ATP濃度が高い状態で凍結されたことから、-20 保管及び-30 保管ともに、急速解凍を行うと、急激な解凍後硬直が起こり、それぞれ $4.29 \pm 5.02 \text{ ml}/100\text{g}$ 、 $3.63 \pm 3.15 \text{ ml}/100\text{g}$ のドリップが発生したが、緩慢解凍では、解凍硬直が抑制され、ドリップ量も $1.24 \pm 0.46 \text{ ml}/100\text{g}$ 、 $1.32 \pm 0.33 \text{ ml}/100\text{g}$ と抑制された(図2)。なお、保管温度による有意な差は確認されなかった。さらに、STRESS区及び低ATP区においても、程度は緩やかであるものの解凍硬直が起こり、STRESSレス区に比べドリップ量は、やや少量であるものの、発生の傾向はSTRESSレス区同様であった。また、これらの区においても保管温度による差は認められなかった(図3,4)。急速解凍によるドリップの発生は、解凍硬直による物理的な力が働いていることから、筋肉の真の保水能力を見極めるために、解凍硬直の影響が少ない緩慢解凍に着目して検証したところ、-20 保管及び-30 保管共に、凍結前のATP濃度が最も低い低ATP区において、ドリップ発生量が多くなる傾向となった。このことは、筋肉の保水能力が低下することを示していて、ATP濃度の高い状態で凍結することで、冷凍保管中における筋肉の保水性向上に繋がり、高品質冷凍品となることが示唆された。

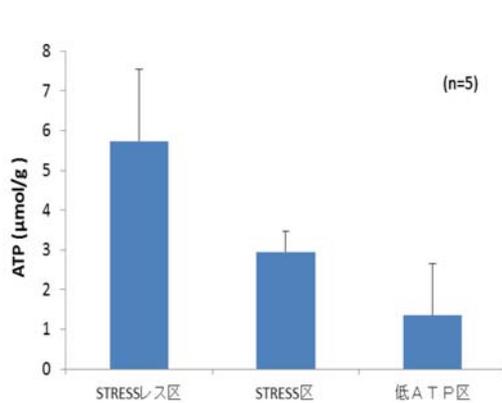


図1 凍結前における筋肉ATP濃度

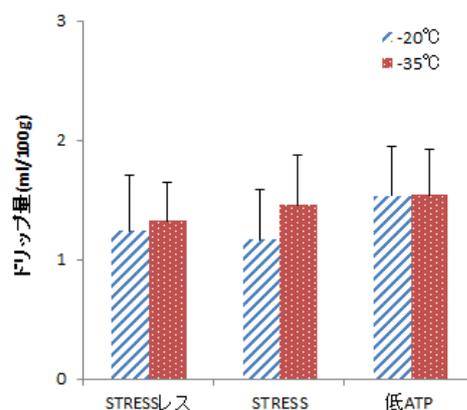


図2 緩慢解凍時におけるドリップ発生量

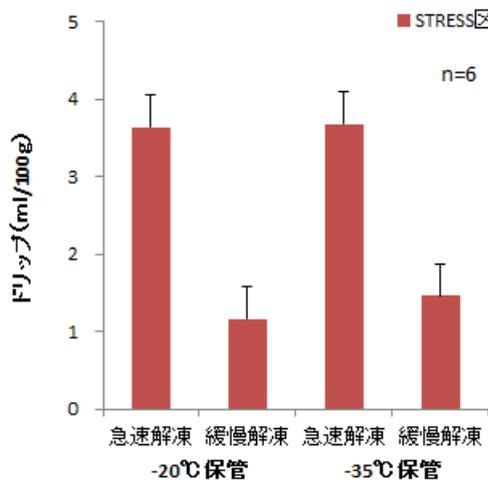


図3 STRESS区におけるドリップ発生量

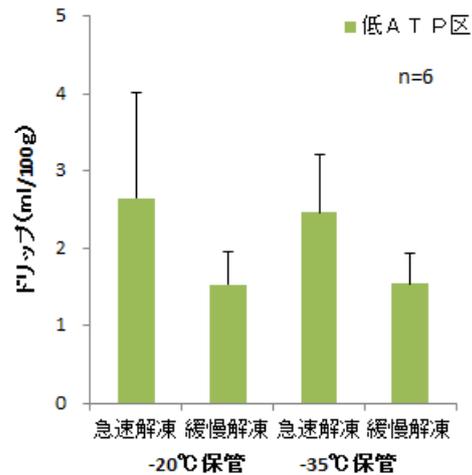


図4 低ATP区におけるドリップ発生量

解凍直後の血合筋の赤色色相については、凍結前に比べ全ての区で a^* 値が小さくなった(図5,6)。また、図6に示すとおり、血合筋の赤色保持に関する保管温度の影響については、全ての区において、-20 保管より-35 保管の方が a^* 値が大きく、赤色保持効果が高いことが確認された。なお、血合筋の赤色保持に関しては、凍結前のATP濃度による明確な差は確認されず、また、解凍方法による影響も確認されなかった。

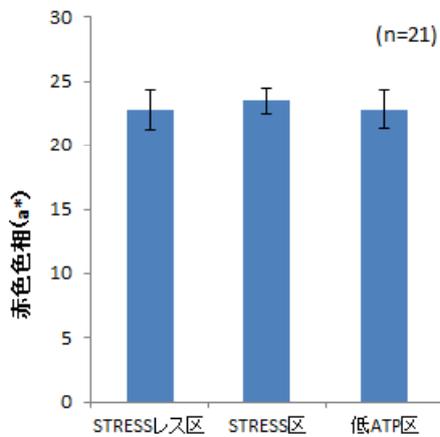


図5 凍結前における血合筋の色調

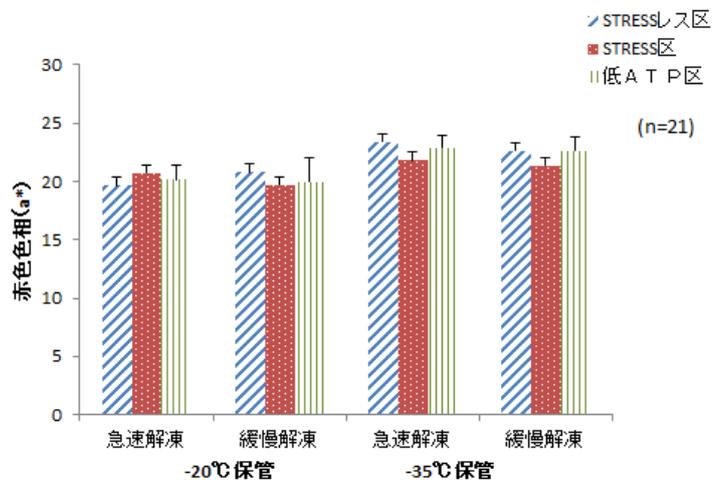


図6 解凍直後における血合筋の色調

一方、解凍後、冷蔵保管中の血合筋の赤色色相の変化について、最も赤色保持効果の高かった-35度保管について検証した結果を図7に示す。-35 保管であっても解凍後4時間経過後までに a^* 値は小さくなっていき、明らかな褪色が認められた。以上のことから、より低温で保管することで、解凍直後の色調維持には効果が認められるが、解凍後の維持までは困難であることが確認された。

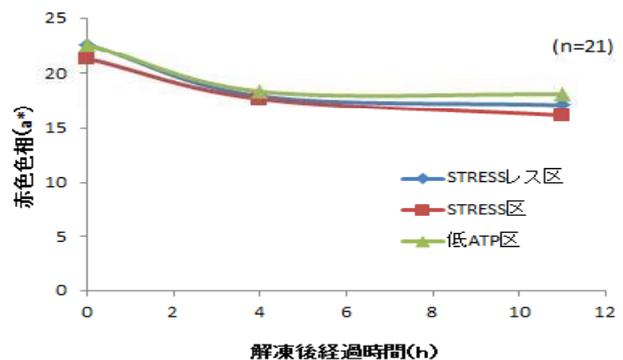


図7 解凍後の血合筋の色調変化(4°C保管)

解凍後のイノシン酸濃度と凍結処理時のATP量との関係について図8に示す。なお、今回は、STRESSレス区、STRESS区及び低ATP区における-20℃保管の緩慢解凍したものを対象とした。-20℃で2ヶ月保管した後、緩慢解凍させたものでは、凍結時のATP含有量が最も高かったSTRESSレス区が、わずかではあるが最もイノシン酸が高濃度で含有することが確認された。STRESSレス区について、凍結処理を行わず、生鮮でのイノシン酸の変化について調べた結果を図9に示す。凍結前の状態は、イノシン酸は少ないが、冷蔵時間の経過と共にイノシン酸が蓄積されることが確認された。この値をみると、図8に示した解凍直後のイノシン酸量は、生鮮冷蔵後の13時間～36時間経過後に相当している。このことから、解凍直後に旨味が蓄積される食べ頃となることから、冷凍魚のメリットとして「食べ頃」が簡単に調整可能な食材であるということが明らかとなった。

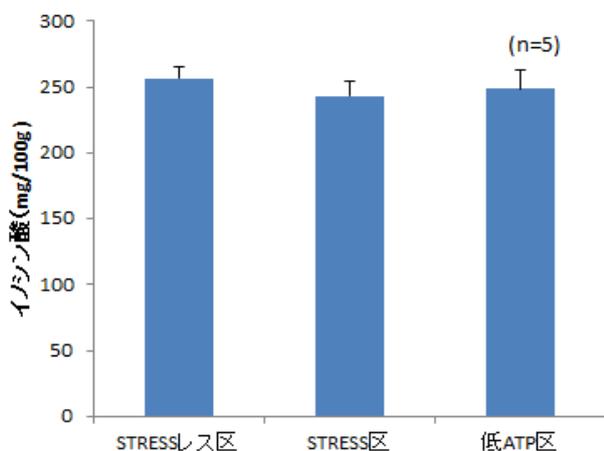


図8 -20℃保管・緩慢解凍後のイノシン酸量

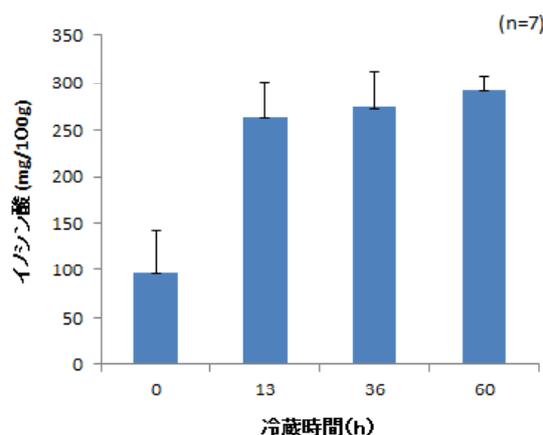


図9 冷蔵保管中におけるイノシン酸の変化

今回の試験において、解凍後の品質を旨味成分、色調及び解凍ドリップ発生量など複数の指標で評価を試みた。その結果、解凍後の「おいしさ」に寄与するドリップの流出抑制条件、解凍直後の血合筋の色調維持の条件ならびに冷凍魚の優位性も明らかになった。しかしながら、解凍後の色調維持等困難な課題も多い。また、今後、解凍後のイノシン酸含有量と凍結前のATP濃度の関係等を明らかにする必要がある。

公募型研究事業 (新たなダシ用鰹乾燥品の開発)

保 聖子・加治屋 大・稲盛 重弘

【目的】

鰹ダシ素材の輸出促進を図るために、燻乾工程中に生成するPAHsを低減した新たなダシ用鰹乾燥品を開発する。

試験1 燻材を使用しない鰹乾燥品の開発

【材料及び方法】

・材料

枕崎市内において割裁(四つ割)及び煮熟された鰹節原料を使用した。

・試験の方法及び試験区の設定

鰹を炭火で乾燥したもの(以下、「炭火法」という)、炭火で6時間乾燥後熱風乾燥器を用いて乾燥したもの(以下「炭火+熱風法」という)及び対照として従来の鰹節の製法で製造した荒節(以下、従来法という)の3つの試験区を設け、乾燥品の試作を行った(写真1中それぞれA,B,C)。また、試作品の評価方法として、削り節製品及びダシの外観、遊離アミノ酸量及びイノシン酸量の測定を行った。

・遊離アミノ酸量及びイノシン酸量の測定方法

削り節の一部を採取し分析に供した。遊離アミノ酸は、削り節に10倍量のイオン交換水を入れ、10分間加熱による熱水抽出法で実施した。得られた抽出液は、遠心分離後濾過し、得られた上清をpH2.2クエン酸緩衝液で適宜希釈し、HPLCで測定した。また、イノシン酸は、削り節に10倍量の過塩素酸を加え除タンパクした後、遠心分離して得られる上清を用いた。上清を1N水酸化カリウムでpH調整後、HPLCで測定した。なお、得られたデータは、定法により削り節100gに対する絶対量計算し、さらに予め測定しておいた削り節の水分含量を元に乾物換算値として表した。

【結果及び考察】

試作後、削り節加工したものを写真1に、抽出したダシを写真2に示す。削り節品及びダシともに外観については両試験区ともに、従来品と遜色のないものであった。

また、削り品を分析した結果を図1~3に示す。図1に示す遊離アミノ酸総量については、両試験区と従来法に大きな差は認められなかった。図2に示す遊離アミノ酸組成では、プロリン(pro)及びリジン(Lys)が「炭火法」で高い値となった。これについては、「従来法」と「炭火+熱風法」が同一個体を、「炭火法」のみが別個体を原料としていたために、原料の個体差が影響したものとと思われるが、若干の組成比の違いがダシの旨味に影響を及ぼす可能性は低いものと推察される。

図3に示すイノシン酸についても、「炭火法」で高い値となった。イノシン酸は、特に煮熟前の鮮度に大きく影響を受けるとされ、原料個体による影響を最も強く受ける。また、乾燥前の煮熟により、イノシン酸生成に關与する酵素が失活することから、乾燥方法の違いによる影響より原料の個体差が影響したものとと思われる。

以上のことから、今回実施した燻材を使用しない鰹乾燥品について、成分等分析評価においては、

従来法と比べ格段に見劣りする結果は認められず、乾燥方法による製品への影響は確認されなかった。しかしながら、ダシの評価には、香り成分が大きく関与することが経験上知られている。今回は香り成分の分析を実施していないが、今後、香り成分と併せて評価する必要がある。



写真1 従来法（荒節）と燻材を使用しない各種乾燥方法による試作品（削り節）



写真2 従来法（荒節）と各種乾燥方法による試作品（ダシ）左から「従来法」、「炭火+熱風法」、「炭火法」

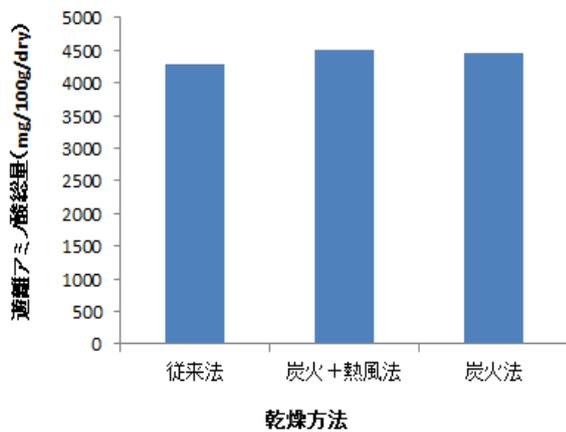


図1 乾燥方法と遊離アミノ酸総量の関係

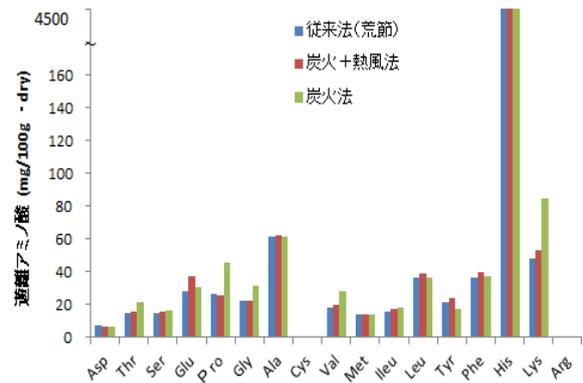


図2 乾燥方法と遊離アミノ酸組成の関係

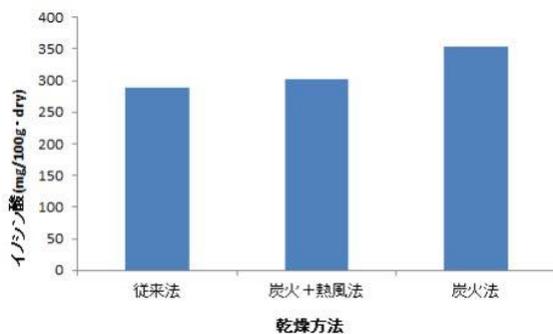


図3 乾燥方法とイノシン酸の関係

試験2 燻煙時間の調整による鰹乾燥品の開発

【材料及び方法】

・材料

枕崎市内において割裁（四つ割）及び煮熟された鰹節原料を使用した。

・試験の方法及び試験区の設定

燻煙時間は、6.5、13、19.5、26、32.5、39時間の6種類設けた。その後、概ね乾燥後の重量が乾燥前の重量の20%となるまで熱風乾燥を行ったものを試作品とした。試作品の評価方法は、遊離アミノ酸、イノシン酸、PAHsの主要成分であるベンツピレン及び官能評価として味覚試験とした。なお、従来法で製造された荒節を対照区とし、ベンツピレン以外の評価に用いた。なお、外部分析によるベンツピレン以外の分析方法については、下記のとおりとした。

(1)遊離アミノ酸量及びイノシン酸量

削り節加工後、乾物換算で6gに相当する量のサンプルを採取し、水を加え煮熟を10分間行った熱水抽出液を濾過し、200mlに定量したものをHPLC分析に供した。分析演算法は、前述試験の(1)と同様とした。

(2)味覚分析

試験区のうち、最も燻煙時間の短い区及び長い区について、味認識装置（インテリジェントセンサーテクノロジー社製 TS-5000Z）を用いて測定した。

【結果及び考察】

結果を図4,5及び表1,2に示す。遊離アミノ酸総量及び組成については、各試験区と従来法（荒節）との間に明確な違いは認められなかった。一方、イノシン酸については、従来法と比較すると、各試験区は一律に低い値となった。イノシン酸は遊離アミノ酸と同じように水溶性の成分である。それ故、イノシン酸のみが、各試験区で抽出されにくいということは考えにくいものの、対照区に比べ試験区の数値が低い理由については、燻煙時間の短さが影響している可能性も否定できず、さらなる検証が必要である。

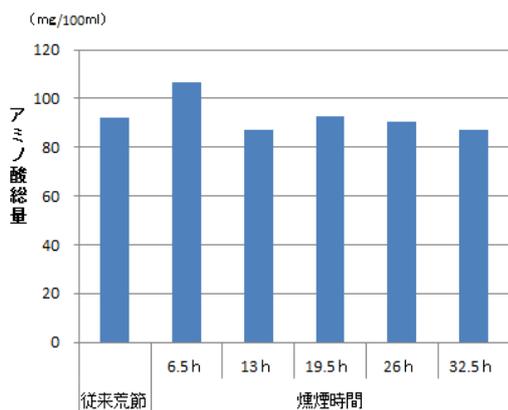


図4 従来法と試験区におけるアミノ酸量の関係

表1 従来法と試験区におけるアミノ酸組成の関係

	従来荒節	新製法 (mg/ダシ100ml)				
		6.5h	13h	19.5h	26h	32.5h
Asp	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Thr	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3
Ser	0.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1
Glu	0.8	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1
Pro	0.2	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3
Gly	0.6	0.8	0.4	0.4	0.5	0.4
Ala	1.6	2.1	1.2	0.7	1.1	1.2
Val	0.2	0.6	0.4	0.2	0.3	0.4
Met	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3
Ileu	0.1	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2
Leu	0.2	0.8	0.4	0.3	0.3	0.4
Tyr	0.2	2.4	0.3	0.4	0.1	0.3
Phe	0.6	1.2	0.6	0.7	0.5	0.6
His	83.4	88.5	78.7	85.1	82.7	78.7
Lys	1.0	1.8	1.2	1.2	1.4	1.2
Arg	2.4	6.0	2.6	2.7	2.8	2.6
合計	92.0	106.7	87.1	92.4	90.6	87.1

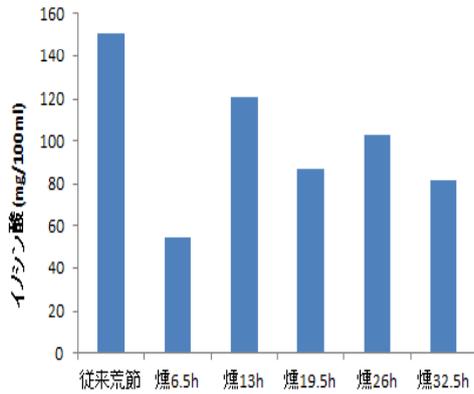


図5 燻煙時間とイノシン酸量の関係

また、燻煙時間と生成したベンツピレン濃度の関係は、表2のとおりとなり、燻煙時間が長くなるにつれ、濃度は高くなったが、いずれも2ppb程度又はそれ以下となり、かなり低い値となった。

一方、試験区と従来法（荒節）を同じ条件で抽出したダシの外観は、写真3に示すとおりとなり、従来法と比較すると、燻煙時間に関わらず試験区全般において、明らかに濃い色を呈していた。また、味覚分析結果からは、従来製法（荒節）と比較し、試験区は「旨味」や「旨味コク」では数値に違いが見られないものの、「苦み」・「酸味」・「苦み雑味」が強く測定された。ただ、これらがダシの色調に反映された可能性がある。表1で示したダシの遊離アミノ酸組成においては、「苦み」を呈するバリン（Val）に大きな差があるとは言えず、化学分析では把握できない「味覚」に関して相違が認められた。この測定結果は、今回は結果に評価を記載しないが、官能評価（試飲）で一部の人が感じた魚臭さ（生臭さ）を表わすものであると推察された。

表2 燻煙時間とベンツピレン濃度の関係

燻煙時間(h)	ベンツピレン濃度(ppb)
6.5	0.93
13	1.37
19.5	1.43
26	1.7
32.5	1.97
39	2.23



写真3 試験区と従来法のダシの色
(左から、6.5時間、39時間、従来法)

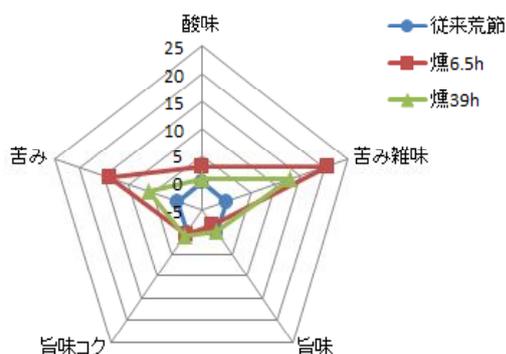


図6 試験区（6.5時間及び39時間）と従来法の味覚分析結果

抜本的な生産コストの抑制手法の開発研究 (養殖業者の大型生簀による実証試験：飼育魚の健全性によるコスト評価)

柳宗悦，今岡慶明，眞鍋美幸，今吉雄二

【目 的】

ブリを対象に、「低魚粉飼料への転換」、「給餌量の抑制」、「飼育密度」について飼育試験を養殖現場レベルで実施し、成長、健全性及び肉質を総合的に評価しながら生産コスト抑制手法を開発すると共に、抜本的な生産コスト抑制のガイドラインを作成することにより、養殖漁家経営の安定と向上に資する。

なお、当該事業プロジェクトは、独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所を中核機関として、東町漁業協同組合、長崎県総合水産試験場、有馬屋水産株式会社、東京海洋大学が参画し、平成26年度から開始されたものであり、当センターは、大型生簀を使用した実証試験における飼育魚の健全性の評価による試験飼料の評価を担当している。

【方 法】

1．試験区の概要（飼育場所、放養尾数、飼料内容、給餌量）

鹿児島県出水郡長島町沖の養殖場2箇所（A養殖場、B養殖場）において、10m角網生簀2台に同サイズのブリ1歳魚（A養殖場：約3kg、4,500尾、B養殖場：約2.2kg、4,000尾）を放養し、A養殖場は7月から翌1月までの6ヶ月間、B養殖場は7月から翌2月までの7ヶ月間、それぞれ試験飼料（魚粉30%EP飼料）および対照飼料（魚粉50%>EP飼料）を飽食給餌し（以下それぞれを「試験区」「対照区」という）、定期的に魚体測定（尾叉長および魚体重）と採血を行った。なお、魚の成長に関する評価は東町漁業協同組合が、血液性状および血漿化学成分の分析、魚病診断等による魚の健全性に関する評価は当センターが、それぞれ分担して行った。

2．血液性状および血漿化学成分の分析

飼育開始時に5尾（A養殖場、B養殖場）、飼育93日目、126日目、154日目、195日目、216日目（B養殖場のみの）の魚体測定時に、各生簀5尾ずつ尾部血管から22Gステンレス針を付したヘパリン(Na塩)処理済みの注射器(テルモシリンジ)を用いて採血を行い、直ちにクーラー内で氷冷して実験室に持ち帰り、3,000rpm、15分間の遠心分離で血漿を得、ドライケムFDC3500i（富士フイルム社製）を用いて、血液中のヘモグロビン量(Hb)、血漿中の総コレステロール値(TCHO)、総タンパク値(TP)、総ビリルビン値(TBIL)を分析した。なお、ヘマトクリット(Ht)値は微量毛細管法（12,000rpm、5分間の遠心分離）により、現地で測定した。測定した血液性状および血漿化学成分は、マン・ホイットニ検定（Mann-Whitney's U test）による分析を行った。

3．魚病診断及び生残率推移

飼育93日目の中間測定時（A養殖場、B養殖場）と飼育216日目の最終測定時（B養殖場のみの）において、各生簀から1尾ずつ飼育魚をサンプリングし、外部症状、内部症状を肉眼・顕微鏡観察した後、腎臓、脳から菌分離（使用培地：HI培地、TCBS培地、1%小川培地）を行い、健康状態を確認した。また、飼育試験中の魚病発生状況（種類、時期等）と生残率について整理した。

【結果及び考察】

1. 血液性状および血漿化学成分の分析

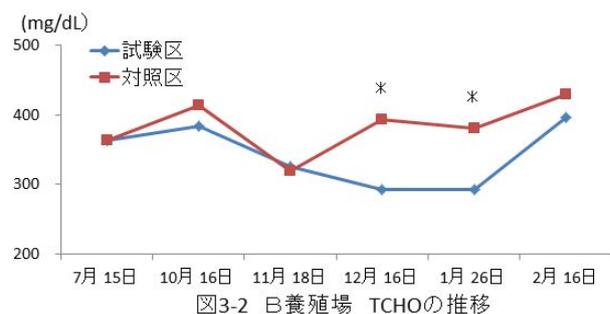
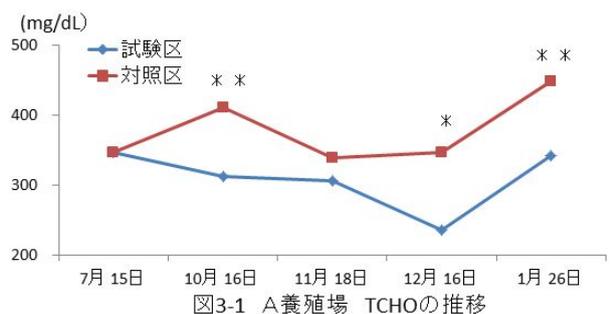
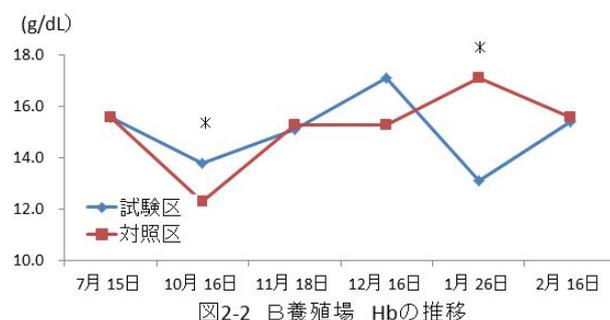
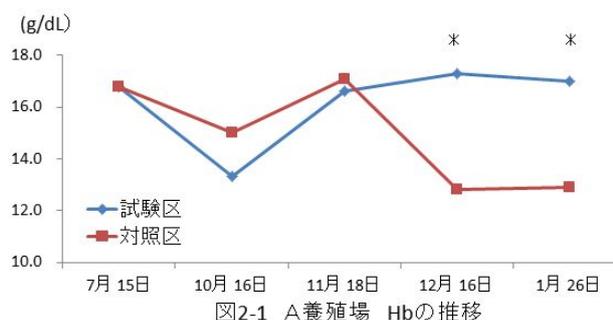
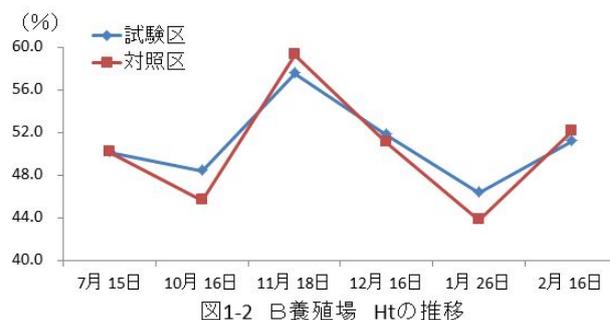
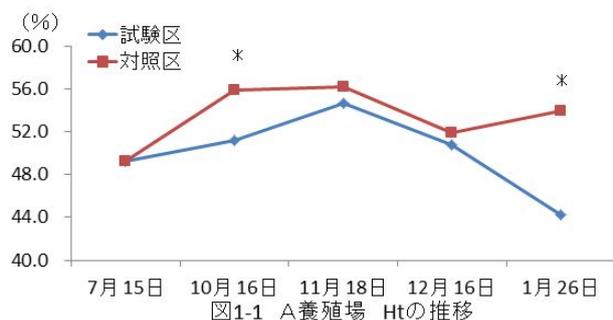
飼育試験期間中の血液性状および血漿化学成分の分析結果を図1～5に示した。

HtについてはA養殖場で、HbについてはA、B両養殖場で、試験区と対照区間で統計的に有意な差（U test, $P < 0.05$ ）が確認された測定日があったが、全体を通して大きな差はみられなかった。

TCHOについては、A、B両養殖場とも、対照区が試験区に比べて高い傾向を示し、統計的にも有意な差（U test, $P < 0.05$, $P < 0.01$ ）が確認される時期が多かった。これは、対照区の魚粉率が高いことによるエネルギー蓄積量の影響と考えられた。

TPについては、A、B両養殖場とも試験区と対照区間で大きな差はみられなかったが、全体を通して対照区がやや高い値を示した。

TBILについては、統計的な有意差はほとんどみられなかったが、11月以降、B養殖場の対照区が試験区に比べ高い傾向を示した。TBILは胆汁酸色素であり、本来血中には高濃度に存在するものではないので、一般的には低い方が健康と判断される。今回は対照区で、ノカルジア症等の魚病が発生し、やや斃死が多く発生したことによる影響が考えられた。



(* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$)

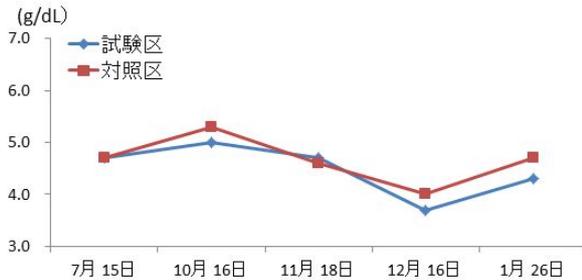


図4-1 A養殖場 TPの推移

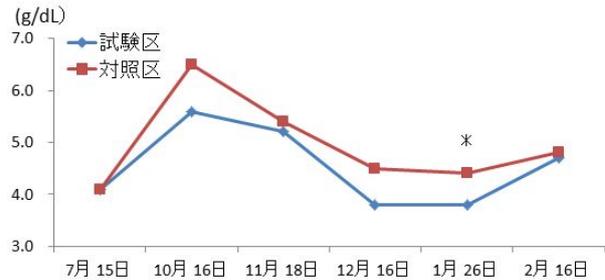


図4-2 B養殖場 TPの推移

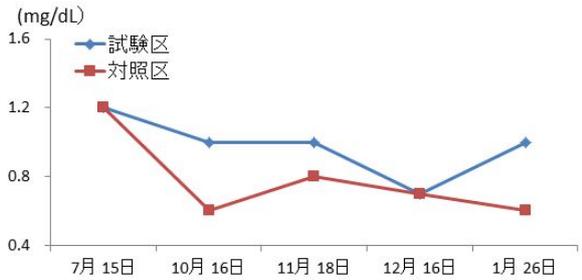


図5-1 A養殖場 TBIL測定値

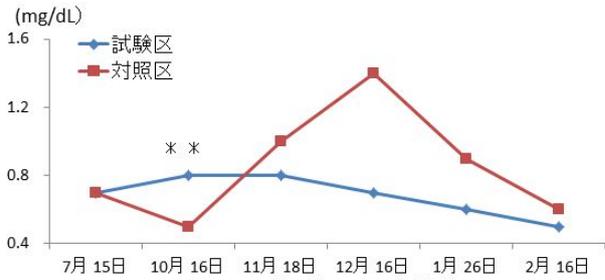


図5-2 B養殖場 TBIL測定値

(* P < 0.05 , ** P < 0.01)

2. 魚病診断及び生残率推移

飼育試験期間中の各生簀の生残率の推移を図6に、飼育93日目(中間測定時: A養殖場, B養殖場)と飼育216日目(最終測定時: B養殖場のみ)の魚病診断結果を表1, 2に、試験終了時の魚の外部所見を図7に、飼育期間中の水温の推移を図8にそれぞれ示した。

試験期間中、B養殖場でノカルジア症の発生が見られ、A養殖場に比べやや生残率は低い値となったものの、大きな魚病発生はみられずほぼ良好な生残率であった。また、中間測定時と最終測定時の魚病診断においても、特に異常はみられず、各生簀とも健康な状態であった。

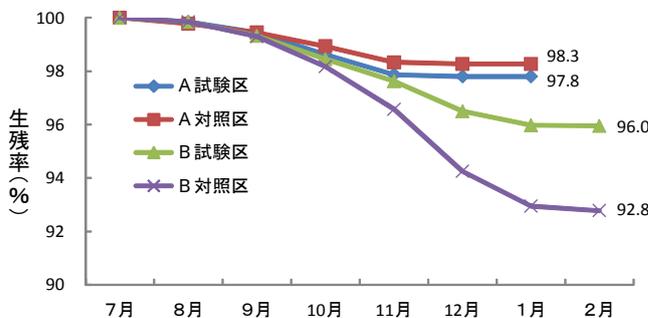


図6 生残率の推移

なお、飼育期間中の水温はA養殖場が14.2 ~ 25.8 ,B養殖場が13.3 ~ 26.1で推移した。

以上のことから、本年度の試験飼料については、得られたデータからは、対照区と比較して飼育魚の健全性への悪影響は確認されなかった。

表1 中間測定時(飼育93日目)の魚病診断結果

地区名	検査番号	試験区分	体重(g)	尾又長(cm)	外部症状	總(肉眼・顕微鏡)		寄生虫観察(肉眼・顕微鏡)		内部症状				染色標本(メチレンブルー・抗酸菌)	
						黒点	結節	鰓	体表	腹水	心外膜炎	腎臓結節	脾臓結節	腎臓	脳
A養殖場	①	試験区	4,153	61.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	②	対照区	4,228	63.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B養殖場	③	試験区	3,480	60.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	④	対照区	3,390	60.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

検体番号	No	分離部位	培地の種類			菌分離結果
			HI	TCBS	1%小川	
A試験区	①	腎臓, 脳	—	—	—	なし
A対照区	②	腎臓, 脳	—	—	—	なし
B試験区	③	腎臓, 脳	—	—	—	なし
B対照区	④	腎臓, 脳	—	—	—	なし

(注) 飼育93日目(中間測定時)に、各生簀から1尾ずつ取り上げ、外部症状、内部症状の観察と脳、腎臓から菌分離を行った。

表2 最終測定時(飼育216日目)の魚病診断結果

地区名	検査番号	試験区分	体重(g)	尾叉長(cm)	外部症状	鰓(肉眼・顕微鏡)		寄生虫観察(肉眼・顕微鏡)		内部症状				染色標本(メチレンブルー・抗酸菌)	
						黒点	結節	鰓	体表	腹水	心外膜炎	腎臓結節	脾臓結節	腎臓	脳
B養殖場	①	試験区	4,200	62.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	②	対照区	4,400	63.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

検体番号	No	分離部位	培地の種類			菌分離結果
			HI	TCBS	1%小川	
B試験区	①	腎臓, 脳	—	—	—	なし
B対照区	②	腎臓, 脳	—	—	—	なし

(注) 飼育216日目(最終測定時)に、各生簀から1尾ずつ取り上げ、外部症状、内部症状の観察と脳、腎臓から菌分離を行った。

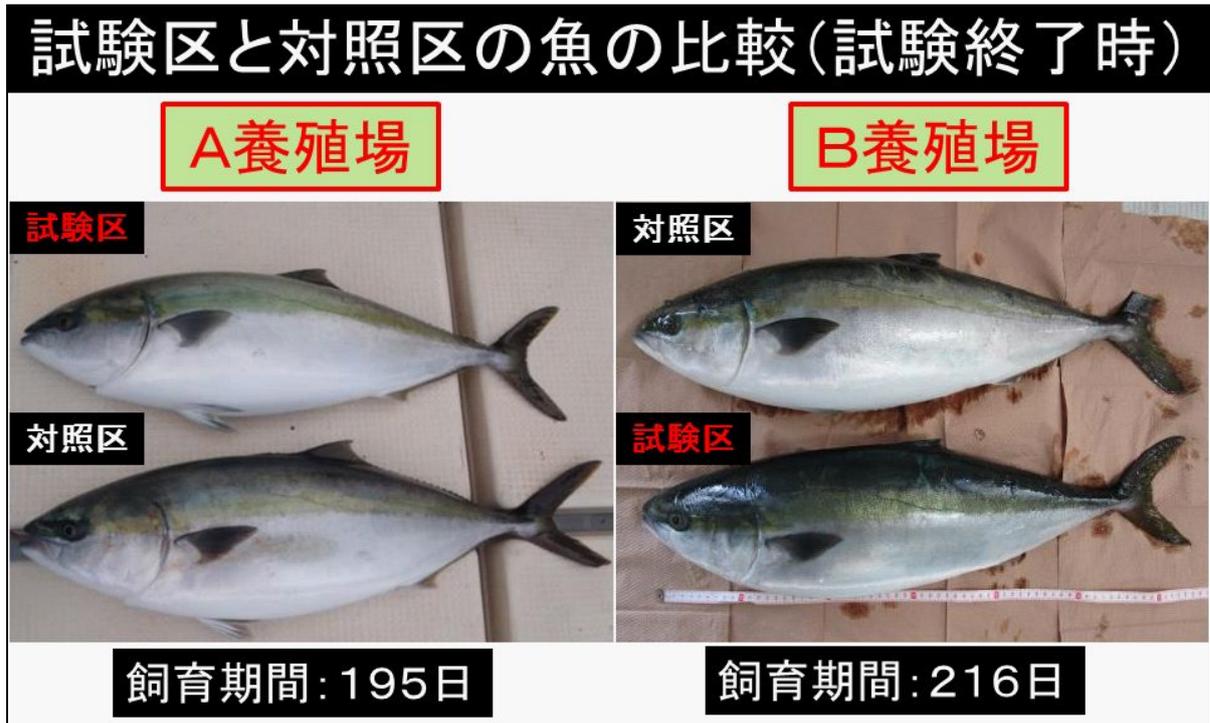


図7 試験終了時の魚の外部所見

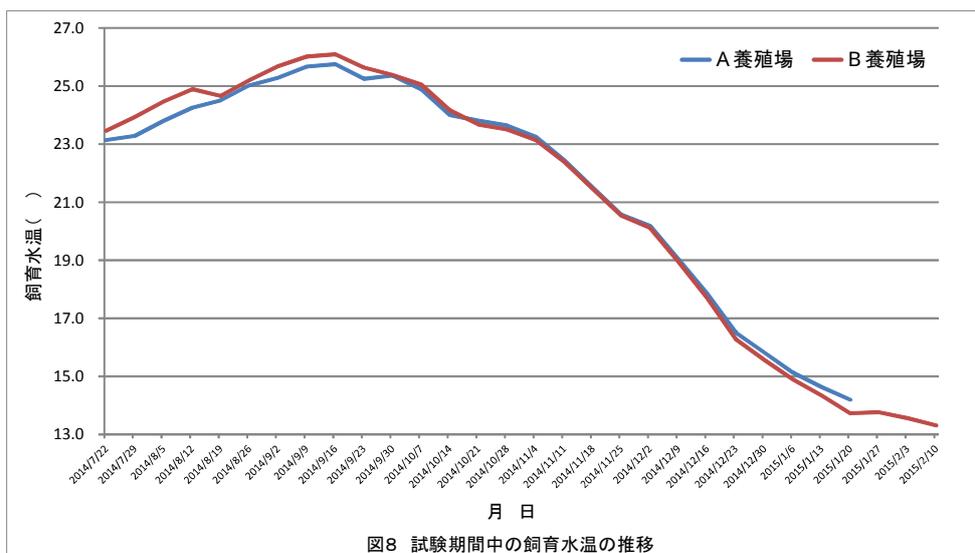


図8 試験期間中の飼育水温の推移

なお、本事業の結果は別途、「平成26年度持続的養殖生産・供給推進事業のうち養殖魚安定生産・供給技術開発委託事業実績報告書 中課題名「抜本的な生産コストの抑制手法の開発」として、水産庁へ提出した。

企 画 ・ 栽 培 養 殖 部
(栽 培 養 殖 部 門)

カンパチ種苗実用化技術開発試験

外園博人，今吉雄二，池田祐介

【目的】

鹿児島県のカンパチ養殖生産量は全国第一位の生産量を占めているが，養殖用種苗は中国産天然種苗に依存しているため，種苗コストが高い，確保が不安定，疾病の持込みリスク，などの問題を抱えている。これまでの取組みで，種苗量産の技術は概ね開発されたものの，種苗の実用化を進めるには，養殖業者の希望する時期に高品質な種苗を生産する必要がある。そこで，産卵時期の制御技術や，成長・生残が良好な種苗を生産する選抜育種技術の開発を図る。

【方法】

1 親魚養成試験

(1)人工種苗由来親魚からの採卵試験

水産技術開発センターの200kℓ円形水槽に，人工種苗由来の8歳魚(平均16kg)14尾を収容し，成熟促進のための環境制御(水温22～23℃，日長16L8D)を平成26年2月1日～4月6日の約65日間行った。

(2)産卵時期制御試験

県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽2面に，天然由来の5歳魚(平均12kg)を各26尾，22尾収容し，3～4月採卵用の環境制御(水温22℃，日長16L8D)を平成26年3月1日から，8月採卵用の環境制御を試験区1は7月31日(水温22℃，日長16L8D)から，試験区2は6月21日(日長16L8D)及び6月28日(水温22℃)から行った。

2 種苗生産試験

(1)選抜育種卵による種苗生産試験

上記1(1)で得られた受精卵を供し，県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽において，これまで種苗量産の実績がある方法で生産を行った。

(2)産卵時期制御による種苗量産試験

上記1(2)で得られた受精卵を供し，県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽において，これまで種苗量産の実績がある方法で生産を行った。

【結果及び考察】

人工種苗由来親魚からの採卵技術開発を目的に環境制御を行い，受精卵を得ることができた。また，採卵技術の制御開発を目的に，3～4月及び8月の採卵に向けて天然由来親魚の環境制御をおこない，計画どおり採卵することができた。さらに，これらの受精卵による種苗生産試験で，種苗を量産することができた。

これまでの試験で，産卵時期を制御した上で種苗を量産する技術は概ね開発された一方で，選抜育種については，ふ化率の向上，量産の再現性及び更に継代を重ねた高次の育種種苗生産などの課題が残されている。

詳細な報告は，カンパチ種苗実用化のための技術開発試験の結果報告を参照。

平成 2 6 年 度 カンパチ種苗実用化のための技術開発試験の結果報告(概要)

親魚養成

- 1 人工種苗由来親魚からの採卵技術開発を目的に環境制御を行ったところ、ホルモン打注なしの自然産卵で受精卵を得ることができた。
- 2 養殖の開始時期を外国産天然種苗と同等あるいはそれより早期にするため、採卵時期の制御技術開発を目的に、3～4月の採卵に向けて天然由来親魚の環境制御を行ったところ、計画どおり3～4月に産卵が見られた。
更に8月の採卵に向けて環境制御を行ったところ、計画通り8月に産卵が見られた。

種苗生産

- 3 選抜された人工種苗由来の親魚から採卵した受精卵を用いて種苗生産試験を実施したところ、平均全長 31.5 mmの種苗 150 千尾を生産できた。
- 4 時期を制御して採卵した受精卵を用いて種苗量産試験を実施したところ、3月採卵では平均全長 34.4 mmの種苗 113 千尾、8月採卵では平均全長 34.8 mmの種苗 152 千尾を生産できた。

全 体

- 5 選抜された人工種苗由来の親魚から採卵し、その育種卵により種苗を量産することに成功した。
ただし、ふ化率の向上、量産の再現性及びF₃の生産などの課題が残されている。
- 6 これまでの試験で、産卵時期を制御することにより、養殖業者が望む時期や出荷時期など養殖効率の良好な時期にあわせて種苗を量産する技術が概ね開発された。

1 親魚養成一覧

試験区	由来と年休群	平均体重 (kg)	収容尾数	採卵内容	採卵状況
育	人工由来 8 歳魚	1 6	1 4	3～4月採卵	
3～4月-1	天然由来の 5 歳魚	1 2	2 6	3月採卵	
3～4月-2	天然由来の 5 歳魚	1 2	2 2	4月採卵	
8月-1	天然由来の 5 歳魚	1 2	2 6	8月採卵	
8月-2	天然由来の 5 歳魚	1 2	2 2	8月採卵	

2 産卵月の推移

年	H18年	H19年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H26年
採卵月	6月	5～6月	5～8月	5～7月	4～8月	2～7, 9月	3～7, 9月	3, 7月	3～4, 8月

平成26年度

カンパチ種苗実用化のための技術開発試験の結果報告

試 験 項 目	試 験 内 容																						
<p>親魚養成試験 【目的】</p>	<p>『人工種苗由来の親魚からの採卵試験』 これまで天然由来親魚から自然産卵実績がある方法で飼育環境を制御し、人工種苗由来親魚から受精卵を採卵する技術を開発する。</p> <p>『産卵時期制御試験』 養殖の開始時期を外国産天然種苗と同等あるいはそれより早期にするため、採卵時期の制御技術を開発する。</p>																						
<p>1 人工親魚 【方法】</p>	<p>供試魚 次のとおり試験区を設定し、採卵試験を実施した。</p> <table border="1" data-bbox="512 929 1134 1068"> <thead> <tr> <th>年級群</th> <th>供試尾数</th> <th>収容水槽</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 歳</td> <td>14尾</td> <td>200kℓ</td> <td>約16kg/尾</td> </tr> </tbody> </table> <p>飼育 【給餌】週3回、冷凍のサバ、イカ及びオキアミを解凍し栄養剤を添加して飽食量与えた。</p> <p>環境制御 成熟促進のための環境制御（水温22～23℃，日長16L8D）を2月1日～4月6日までの約65日間行った。 親魚の栄養状況の維持や産卵誘発のための環境制御は下表のとおりとした。</p> <table border="1" data-bbox="520 1404 1273 1610"> <thead> <tr> <th>月 日</th> <th>水 温</th> <th>日 長</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>～1/31</td> <td>19</td> <td>10L14D</td> <td rowspan="3">栄養維持 成熟促進 誘 発</td> </tr> <tr> <td>2/1～</td> <td>22</td> <td>16L 8D</td> </tr> <tr> <td>3/11～</td> <td>23</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> </tbody> </table>	年級群	供試尾数	収容水槽	備 考	8 歳	14尾	200kℓ	約16kg/尾	月 日	水 温	日 長	備 考	～1/31	19	10L14D	栄養維持 成熟促進 誘 発	2/1～	22	16L 8D	3/11～	23	↓
年級群	供試尾数	収容水槽	備 考																				
8 歳	14尾	200kℓ	約16kg/尾																				
月 日	水 温	日 長	備 考																				
～1/31	19	10L14D	栄養維持 成熟促進 誘 発																				
2/1～	22	16L 8D																					
3/11～	23	↓																					
<p>【結果】</p>	<p>3月12日と4月1日に下表のとおり産卵があった(ホルモン打注なし)。</p> <table border="1" data-bbox="520 1744 1402 1948"> <thead> <tr> <th>月 日</th> <th>総採卵数 (万粒)</th> <th>浮上卵数 (万粒)</th> <th>浮上卵率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/12</td> <td>111.3</td> <td>91.1</td> <td>82.0</td> </tr> <tr> <td>4/ 1</td> <td>136.5</td> <td>132.3</td> <td>96.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>種苗生産試験（後述）に使用</p>	月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)	3/12	111.3	91.1	82.0	4/ 1	136.5	132.3	96.9										
月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)																				
3/12	111.3	91.1	82.0																				
4/ 1	136.5	132.3	96.9																				
<p>2 産卵時期制御 1)3～4月採卵</p>	<p>(1)供試魚</p>																						

【方法】

垂水市地先からカンパチ親魚棟（垂水市）に，平成24年5月と平成25年11月に収容して，それぞれ試験区1及び試験区2とした。

試験区	由来と年級群	収容尾数	収容水槽	備考
1	天然由来の5歳魚	26尾	100kℓ	約12kg/尾
2	天然由来の5歳魚	22尾	100kℓ	約12kg/尾

(2) 飼育

【給餌】週3回，冷凍のサバ，イカ及びオキアミを解凍し，栄養剤を添加して飽食量与えた。

【換水】紫外線で殺菌した海水を1.5回転/日追加した。

(3) 環境制御

成熟促進のための環境制御（水温22℃，日長16L8D）を試験区1，2とも3月1日から行った。

親魚の栄養状況の維持や産卵誘発のための環境制御は下表のとおりとした。

試験区	月 日	水 温	日 長	備考
1, 2	~2/18	20	11L13D	栄養維持 " 成熟促進
	2/19~	↓	8L16D	
	3/ 1~	22	16L 8D	

【結果】

3月1日から成熟促進のための環境制御を行ったところ，試験区1は自然産卵で3月下旬に，試験区2はホルモン打注で4月中旬に下表のとおり産卵がみられた。

試験区	月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
1	3/19	70.5	65.2	92.5
	3/23	69.4	62.4	89.9
	3/26	81.1	78.4	96.6
	3/29	71.5	69.8	97.6
	小 計	292.5	275.8	平均94.2
2	4/10	542.3	188.0	34.7
	4/11	81.5	39.3	48.2
	4/12	88.8	8.7	9.8
	4/18	8.8	4.4	50.0
	小 計	721.4	240.4	平均35.7
合 計		1,013.9	516.2	平均64.9

種苗生産試験（後述）に使用

2) 8月採卵
【方法】

(1) 供試魚

3~4月採卵の試験区1，2を引続き8月採卵に供試した。

(2)飼育
上記 - 2 - 1) に同じ。

(3)環境制御
成熟促進のための環境制御を試験区 1 は7月31日(水温22℃, 日長16L8D)から, 試験区 2 は6月21日(日長16L8D)及び6月28日(水温22℃)から行った。
産卵抑制や誘発のための環境制御は下表のとおりとした。

試験区	月 日	水 温	日 長	備 考
1	~ 3/29	22	16L 8D ↓	抑 制 ↓ (抑制) 誘 発
	3/30~	21.8		
	4/13~	19		
	7/31~	22		
		}0.2℃/日 で降温		
2	~ 6/10	20	11L13D 8L16D 16L 8D ↓	栄養維持 ↓ 成熟促進 ↓
	6/11~	20		
	6/21~	20		
	6/29~	22		

【結果】

試験区 1 では産卵誘発のための環境制御を行う前の7月中~下旬に6回, 試験区 2 では7月下旬に1回の産卵がみられたものの, 試験区1,2とも8月に下表のとおり産卵がみられた。
なお, 浮上卵は種苗生産試験に供する場合のみ計数した。

試験区	月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
1	8/ 2	46.6	-	-
	8/ 3	172.9	168.0	97.2
	8/ 5	63.2	-	-
	8/ 6	69.7	-	-
	8/ 8	33.7	-	-
	8/ 9	67.3	-	-
	8/10	12.1	-	-
	8/12	66.8	-	-
	小 計	532.3	-	-
2	8/13	67.2	-	-
	8/19	24.5	-	-
	小 計	101.7	-	-
合 計		634.0	-	-

種苗生産試験(後述)に使用

【考察】

人工種苗由来の親魚において, 日長と水温の制御(16L8D, 22℃)を38日間実施した後に, 水温を23℃に昇温して誘発したところ, ホルモン打注を行わなかったにも関わらず, 初めて自然産卵した。

前年度, ホルモン打注で初めて産卵した親魚群であり,

	<p>前年度の実績が「産み癖」となって、今年度は初めての自然産卵にいたったものと考えられる。</p> <p>これまでの試験結果から、人工種苗由来親魚は天然由来親魚に比べて産卵しにくいと考えられるが、天然由来親魚と同様に「産み癖」をつければ、次年度の産卵の可能性が高まるものと考えられる。</p> <p>産卵時期制御試験の3～4月採卵において、前年度に産卵している試験区1は比較的容易に産卵したが、同じ天然由来5歳魚群であっても、陸上飼育初年度の試験区2の場合、ホルモン打注をしなければ産卵にいたらなかった。</p> <p>3～4月に自然産卵した試験区1は、水温19℃で成熟の抑制を行ったが、7月中旬には産卵が始まり、7月下旬には冷却能力の限界により飼育水温が20℃前後になったことと相まって、頻繁に産卵した。</p> <p>8月にも産卵したので目的は達したものの、前年度同様、現在の制御方法で次の産卵まで引き延ばすのは4ヶ月程度が限界であると考えられる。</p> <p>ホルモン打注で4月に産卵した試験区2では、成熟をリセットし、成熟促進のための環境制御を再度行ったところ、4ヶ月後の8月には自然産卵が可能となった。</p> <p>つまり、次の採卵までの期間に応じて、成熟を抑制する方法や成熟をやり直す方法を選択できると考えられる。</p>
<p>種苗生産試験 【目的】</p>	<p>『選抜育種卵による種苗生産試験』 成長や生残状況が良好な優良品種を生産するため、選抜された人工種苗由来の親魚から採卵した受精卵を用いて種苗生産の技術を開発する。</p> <p>『産卵時期制御による種苗量産試験』 養殖の開始時期を外国産天然種苗と同等あるいはそれより早期にするため、時期を制御して採卵した受精卵を用いて種苗量産の技術を開発する。</p>
<p>1 選抜育種卵分 【方法】</p>	<p>供試卵 - 2) - 1 で3月12日に採卵した浮上卵を供した。</p> <p>洗卵 特に行わなかった。</p> <p>育卵 100kℓ八角形水槽に浮かべた500ℓアルテミアふ化槽に輸送されてきた受精卵を収容し、紫外線滅菌海水を注水しながら到着時と同じ22℃でふ化を含めて44時間程度育卵した。</p> <p>ふ化仔魚の収容 育卵・ふ化後の仔魚を500ℓアルテミアふ化槽から100kℓ八角形水槽に収容した。</p> <p>注水 日齢1～4は無換水、日齢5から紫外線殺菌海水の注水を開</p>

始し、徐々に増やして、取揚げ時は8回転/日程度の換水率で注水した。

通気

分散器8個を8辺の隅に配置し、飼育水が一定の方向に回るように通気した。

また、魚の蝸集と吸い込みを防止するため、中央にエアーストン1個を配置し通気した。

通気量は、開鰓率を高めるため開口～開鰓までは微弱とし、その他の期間は概ね強めとした。

飼育水添加

飼育水中のワムシの飢餓防止を主な目的として、開口～開鰓にスパー-生クロレバV12を1リットル、開鰓～取揚げ時までナンノクロロプシス50万細胞/mlを確保するように、概ね毎日補充した。

測定項目

水温，溶存酸素量，照度，pH，NH4 - N

底面掃除

全長約12mm（日齢23）以降，概ね毎日実施した。

全長測定

ふ化から5日毎に実施した。

オイル添加

開鰓から配合飼料給餌開始までの期間，1水槽当たり3mlを1日3回添加した。

餌料系列

【ワムシ】

- ・ワムシは下表による培養及び栄養強化を行った。
- ・給餌期間は開口～取揚げ時までとした。
- ・給餌方法は1日2回（9:00，13:30），栄養強化水槽からプランクトンネット（53μm）で採集し，紫外線照射海水で5分間洗浄した後に給餌した。
- ・給餌基準は飼育水1ml当たり5～10個とした。

ワムシの餌料及び強化剤	強化時間（時間）	強化時間（時間）
9:00	ナンノクロプシス 2万細胞/億	-
	スパー-生クロレバV12 300ml/億	17
	アクアプラスET 400g/kl	17
	すじこ乳化油 30g/kl	17
13:30	ナンノクロプシス 2万細胞/億	-
	スパー-生クロレバV12 300ml/億	22
	アクアプラスET 400g/kl	22
	マリングロスE X 1.5l/kl	4
	すじこ乳化油 30g/kl	4

【アルテミア】

日齢16～取揚げ時において、脱殻処理した卵をふ化させ、マリングロスEX1.5ℓ/kℓとすじこ乳化油30g/kℓの基準で2.5～5.5時間かけて栄養強化した後、1日2回（11:00，14:00）給餌した。

【冷凍コペポータ】

日齢18～取揚げ時において、1日2回、バケツに海水を貯めて解凍し給餌した。

【配合飼料】

日齢21～取揚げ時において、概ね日の出から日没までの間、1水槽当たり自動給餌機2台を用いて、口径にあわせた3サイズの配合飼料を15分間隔で給餌した。

ワムシ、アルテミア、冷凍コペポータ及び配合飼料の総給餌量は次のとおり。

ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	冷凍コペポータ (kg)	配合飼料 (kg)
389.3	15.9	20.6	80.2

計数

取揚げ時に自動計数機で計数を行った。

【結果】

開鰾率は概ね100%と良好であった。
最終的な試験結果については下表のとおりであった。

卵収容数	885千粒	
ふ化仔魚数	515千尾	
ふ化率	58.2%	
飼育水温	22～27	
終了時	日齢	39
	生産尾数	150千尾
	生残率	29.1%
	平均全長	31.5mm

2 時期制御採卵分

1)3月採卵分

【方法】

供試卵

- 2 - 1)試験区1で3月19日に採卵した浮上卵を供した。

～ は選抜育種採卵分と同様の方法とし、以下に記載する若干の変更を行った。

【変更内容】

洗卵

200ℓアルテミアふ化槽に供試卵を収容し、産卵水温と同じ22の紫外線殺菌海水を少しずつ注水しながら2時間程度洗卵

	<p>注水 取揚げ時は6回転/日の換水率で注水</p> <p>底面掃除 全長約14mm（日齢24）以降，毎日実施</p> <p>餌料系列</p> <p>ワムシ，アルテミア，冷凍コペポーダ及び配合飼料の総給餌量は次のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="520 589 1401 763"> <thead> <tr> <th>ワムシ （億個体）</th> <th>アルテミア （億個体）</th> <th>冷凍コペポーダ （kg）</th> <th>配合飼料 （kg）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>342.7</td> <td>22.3</td> <td>22.0</td> <td>62.4</td> </tr> </tbody> </table>	ワムシ （億個体）	アルテミア （億個体）	冷凍コペポーダ （kg）	配合飼料 （kg）	342.7	22.3	22.0	62.4									
ワムシ （億個体）	アルテミア （億個体）	冷凍コペポーダ （kg）	配合飼料 （kg）															
342.7	22.3	22.0	62.4															
<p>【結果】</p>	<p>開鰾率は概ね100%と良好であった。 最終的な試験結果については下表のとおりであった。</p> <table border="1" data-bbox="520 893 1401 1301"> <tbody> <tr> <td>卵収容数</td> <td>680千粒</td> </tr> <tr> <td>ふ化仔魚数</td> <td>680千尾</td> </tr> <tr> <td>ふ化率</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>飼育水温</td> <td>22～27</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">終了時</td> <td>日齢</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>生産尾数</td> <td>113千尾</td> </tr> <tr> <td>生残率</td> <td>16.6%</td> </tr> <tr> <td>平均全長</td> <td>34.4mm</td> </tr> </tbody> </table>	卵収容数	680千粒	ふ化仔魚数	680千尾	ふ化率	100.0%	飼育水温	22～27	終了時	日齢	38	生産尾数	113千尾	生残率	16.6%	平均全長	34.4mm
卵収容数	680千粒																	
ふ化仔魚数	680千尾																	
ふ化率	100.0%																	
飼育水温	22～27																	
終了時	日齢	38																
	生産尾数	113千尾																
	生残率	16.6%																
	平均全長	34.4mm																
<p>2)8月採卵分 【方法】</p>	<p>供試卵 - 2 - 2)試験区1で8月3日に採卵した浮上卵を供した。</p> <p>～ は3月採卵分と同様の方法とし，以下に記載する若干の変更を行った。</p> <p>【変更内容】 洗卵 産卵水温22.3 から26 へ馴致しながら4時間程度洗卵</p> <p>育卵 26 で25時間程度育卵</p> <p>注水 取揚げ時は9回転/日の換水率で注水</p> <p>底面掃除 全長約14mm（日齢23）以降，毎日実施</p> <p>餌料系列</p>																	

	<p>【アルテミア】 日齢14～取揚げ時に給餌</p> <p>【冷凍コペポータ】 日齢16～取揚げ時に1日2回給餌</p> <p>【配合飼料】 日齢19～取揚げ時に給餌</p> <p>ワムシ，アルテミア，冷凍コペポータ及び配合飼料の総給餌量は次のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="523 591 1401 763"> <thead> <tr> <th>ワムシ (億個体)</th> <th>アルテミア (億個体)</th> <th>冷凍コペポータ (kg)</th> <th>配合飼料 (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>348.1</td> <td>12.8</td> <td>20.0</td> <td>88.0</td> </tr> </tbody> </table>	ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	冷凍コペポータ (kg)	配合飼料 (kg)	348.1	12.8	20.0	88.0									
ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	冷凍コペポータ (kg)	配合飼料 (kg)															
348.1	12.8	20.0	88.0															
<p>【結果】</p>	<p>開鰾率は概ね100%前後と良好であった。 最終的な試験結果については下表のとおりであった。</p> <table border="1" data-bbox="523 898 1401 1305"> <tbody> <tr> <td>卵収容数</td> <td>1,036千粒</td> </tr> <tr> <td>ふ化仔魚数</td> <td>1,036千尾</td> </tr> <tr> <td>ふ化率</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>飼育水温</td> <td>26～28</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">終了時</td> <td>日齢</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>生産尾数</td> <td>152千尾</td> </tr> <tr> <td>生残率</td> <td>14.7%</td> </tr> <tr> <td>平均全長</td> <td>34.8mm</td> </tr> </tbody> </table>	卵収容数	1,036千粒	ふ化仔魚数	1,036千尾	ふ化率	100.0%	飼育水温	26～28	終了時	日齢	35	生産尾数	152千尾	生残率	14.7%	平均全長	34.8mm
卵収容数	1,036千粒																	
ふ化仔魚数	1,036千尾																	
ふ化率	100.0%																	
飼育水温	26～28																	
終了時	日齢	35																
	生産尾数	152千尾																
	生残率	14.7%																
	平均全長	34.8mm																
<p>【考察】</p>	<p>選抜育種卵による種苗生産試験では，全長31.5mmの種苗(F₂)150千尾を生産し，量産の目安100千尾/回次を超過する良好な成績をあげることができた。</p> <p>選抜育種卵による種苗生産については，ふ化率の向上，量産の再現性及びF₃の生産が課題と考えられる。</p> <p>産卵時期制御による種苗量産試験では，3月採卵分で全長34.4mmの種苗113千尾，8月採卵分で全長34.8mmの種苗152千尾と，どちらも100千尾/回次を超過する良好な量産結果であった。</p> <p>これまでの試験により，産卵時期と種苗量産の時期を制御する技術は，概ね開発されたものと考えられる。</p>																	

親魚養成技術開発試験 (オオモンハタ)

今吉雄二・神野芳久・今村昭則

【目的】

養殖・放流対象種の多様化を目的とし、本県ではこれまで利用されていなかったハタ類(オオモンハタ)の親魚養成技術開発を行う。

【方法】

1 親魚養成

種苗生産用の受精卵を採取することを目的とし、以下の方法で親魚養成を行った。

(1)親魚履歴

本センター地先で釣獲し、平成23年度から継続飼育している14尾(全長:40.0~53.2cm, 平均48.4cm, 体重:1.14~2.69kg, 平均2.00kg)を親魚候補として養成した。

(2)飼育水槽

4月30日に魚類棟角形50KL水槽(1面)から飼育実験棟円形15KL水槽(1面)に移槽。

(3)飼育条件

飼育実験棟での飼育海水はろ過海水を使用し、換水率は約4回/日とした。水温については自然水温の条件で飼育した。

(4)給餌

餌料は厚さ約1cmの輪切りにした冷凍サバを用いた。飽食給餌を原則としつつ、水温低下の影響で摂餌量の減る冬期については、直近の摂餌状況を考慮しながら適宜調整した。

また、産卵期直前の5月から、親魚の栄養状態改善を目的に、週1回の割合で冷凍サバにイカを混ぜて給餌した。

(5)採卵

5月27日から採卵を開始した。

午後、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、翌朝目視による産卵確認と、産卵が確認された場合には卵の回収を実施した。

採卵ネット内の卵は、ネットを袋状にたぐり寄せながら直ちに回収し、50Lアルテミアふ化槽に収容後、エアレーションで全体を攪拌しながら1ml当たりの卵数を計数(時計皿上)し、1日当たりの総採卵数を算出した。

【結果及び考察】

1 親魚養成

(1)養成

4月末に施設・機材繰りの関係で移槽を行ったが、親魚の斃死は無く、飼育環境や飼育密度は概ね適正であったと思われる。

摂餌については、移槽直後から約2週間程度は量が減少したが、その後回復した。

5月から冷凍サバにイカを混ぜて給餌する試みを実施したが、投入の順番やタイミングを数パターン試してみたものの、サバとイカを混ぜて与えた場合もサバとイカを分けて与えた場合も、イカのみ全く接餌しなかった。

移槽の影響が最も懸念された産卵については、例年どおり水温が20 を超えた頃からオスによる追尾行動やメスの腹部膨満が観察され、6月10日に初回確認後、ほぼ例年同様に9月26日までの約3ヶ月半の間、断続的に確認された。

(2)採卵

今年度は、6月10日～9月26日までの期間中、延べ46日で産卵が確認された。その間の水温は21.4 ～27.9 であった(図1,表)。

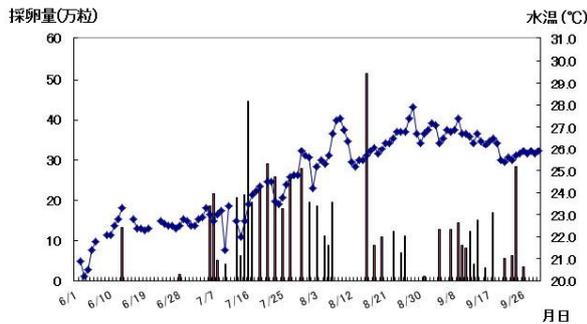


図1 採卵数と飼育水温の推移(H26)

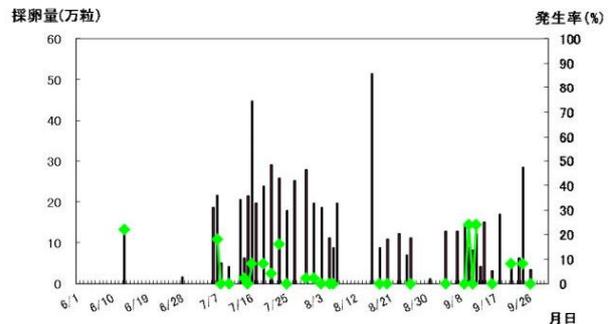


図2 採卵数と発生率の推移(H26)

採卵数は、43日の合計で約658万粒であり、1回の平均採卵数は約15万粒(表)、卵の平均粒径は0.77mmであった。

過去2年間とほぼ同じ期間産卵が続いたが、総採卵数や産卵日数は減少した。これは飼育水槽の規模縮小が一因と考えられる。

オオモンハタの卵については、昨年度までに発生の進行しない卵の割合が高いことが分かってきており、今年度も昨年度同様、原則として採卵日毎に検鏡し、発生が進行している卵の割合を確認した(図2)。

発生の進行が確認された卵の割合は0%から24%と非常に低く(写真)、安定した受精卵の確保は困難であることが改めて確認された。産卵期前半の6月から7月、後半の9月にかけては発生率が上昇する傾向があり、自然産卵により種苗生産に用いる受精卵を採取する場合は、産卵期中盤を避けて卵を確保する必要がある。



写真 オオモンハタ卵(7/23,発生率16%)

また、発生率やふ化率の低下といった卵質の問題については、他魚種において親魚の栄養状態が関連しているとの報告があり、(1)でも述べたとおり、養成親魚は実質サバしか摂餌していないことから、目視等で確認できないレベルで年々活力が低下している可能性もある。次年度以降、餌料や栄養剤の追加を行い、発生率等がどのように変化するか経過を観察していきたい。

表 採卵実績(平成23～26年度)

年度	産卵開始		産卵終了		総採卵数 (粒)	産卵 日数	平均採卵数 (粒)	最多採卵数 (粒)	最小採卵数 (粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H23	6月14日	22.2	6月25日	23.2	700,300	5	140,060	225,000	58,800
H24	6月12日	22.6	10月5日	25.5	18,415,600	67	274,860	1,060,000	36,000
H25	6月5日	22.5	9月24日	27.3	16,351,000	68	240,456	860,000	24,000
H26	6月10日	22.1	9月26日	25.9	6,586,000	46	153,163	515,000	12,000

養殖魚種多様化技術開発事業 (ヤイトハタ)

今吉雄二・神野芳久・今村昭則

【目的】

養殖業者による赤潮・疾病対策や輸出を含めた経営多角化の実現には、養殖対象種の多様化が必要であり、その一環として、これまで利用されていなかったハタ類(ヤイトハタ)の種苗生産技術開発を行う。

【方法】

1 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保するため、以下の方法で親魚養成を行った。

(1)親魚履歴

平成23年11月に、養殖業者が海南島から平成18年に導入し、養殖していた7尾を、さらに平成24年5月に同じ由来の1尾の、計8尾(全長:78.3~93.4cm,平均87.4cm,体重:8.27~18.94kg,平均13.36kg,8歳)を親魚候補として当センターに導入し、養成を開始した。

(2)飼育水槽

5月~11月は魚類棟角形50KL水槽(1面)で飼育し、4月と12月~3月については加温飼育が可能な魚類棟円形60KL水槽(1面)で飼育した。

(3)飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、換水率は約4回/日とした。水温については、5月~11月は自然水温下で飼育し、海水温が18℃を下回る4月と12月~3月は、飼育水温が18℃以下にならないよう、加温した。

(4)給餌

餌料は5cm角にカットした冷凍サバに栄養剤を添加したものをを用いた。給餌量は、ヤイトハタ1尾当たりの魚体重を約13kgとし、総魚体重(106.9kg)の約5%相当となる5kgのサバを週2回(2.5kg×2回)に分けて給餌することを原則とした。

(5)採卵

6月11日から採卵を開始した。

午後、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、翌朝目視による産卵確認を行った。

【結果及び考察】

1 親魚養成

平成24年度末のスクーチカ感染により親魚が6尾斃死した事例を受けて、25年度から冬季の体力保全、疾病対策のために12月~4月の期間、飼育海水を加温して飼育しているが、衰弱や視認による疾病罹患は確認されず、8尾とも無事に越冬した。

摂餌については、例年、水温の上昇とともに活発になるが、26年度は25年度と同様に、摂餌量が増加するはずの6月~9月にかけて食いが鈍く、週あたりの給餌量を3~4kgに抑えても残餌が確認される事が多かった。10月~11月中旬にかけて一時残餌が確認されなくなった。

が、水温の低下とともに摂餌量も減少していった。

採卵については、6月11日から9月26日までの期間、採卵ネットを設置したが、による追尾行動は確認できるものの、8月18日までの間に自然産卵は確認できなかった。

8月19日に胎盤性性腺刺激ホルモン打注（写真）による人為的採卵を試みたところ、翌日からの腹部膨満、による追尾行動が顕著になり、8月23日から3日間産卵が確認された。（下表に採卵実績を記載）

得られた卵について、23日に浮上卵16万粒を選別して育卵したがふ化に至らなかった。なお、以降の卵は全て沈下、白濁卵であった。

ホルモン打注により採卵した卵については、他魚種においてもふ化に至らない事例があり、今後とも良質卵を得るための情報収集、手法の改良を進めていきたい。

また、平成24年度は自然産卵により6,600万粒を超える卵を得ることができており、種苗生産に供する良質かつ大量な卵を得る方法として、再度親魚を追加し、自然産卵を促すことも検討したい。



写真 胎盤性性腺刺激ホルモン打注の様子

表 採卵実績(過去3年間)

年度	産卵開始		産卵終了		総採卵数 (粒)	産卵 日数	平均採卵数 (粒)	最多採卵数 (粒)	最小採卵数 (粒)
	月日	水温	月日	水温					
H24	6月27日	24.6	8月24日	28.4	66,712,000	29	2,300,414	6,402,000	195,000
H25	-	-	-	-	0	0	-	-	-
H26	8月23日	26.5	8月25日	26.8	6,435,000	3	2,145,000	3,080,000	575,000

2 種苗生産試験

予定していた種苗生産試験は、前述の採卵不調により実施に至らなかった。

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：スジアラ種苗生産技術開発)

今吉雄二，神野芳久

【目的】

スジアラは、高価な魚のため特に奄美海域において重要な水産資源である。しかしながら水揚げ量は減少傾向にあり、平成24年は約5トンと、近年の漁獲量のピークである平成10年(約12トン)の半分以上となっている。そのため放流要望が非常に強く、放流用種苗の最重要種として位置づけられている。

種苗生産技術開発については、平成14年度に初めて生産に成功しており、19年度には約4万尾の生産を記録し、初めての量産を実現した。23年度からは、実用化のための大型コンクリート水槽を用いた量産試験を開始し、開始年度に26～47mm(平均33.6mm)の種苗を8万4千尾生産した。

しかし、翌24年度以降は1～2万尾台の生産に止まっており、安定した量産技術の確立に至っていない。特にふ化直後の初期生残率が安定せず、23年度の生産尾数を超えることができていない。

本事業ではこれまでの成果を基に更なる技術開発を行い、安定した量産技術を確立することを目的とする

【方法】

1 親魚養成および採卵試験

当センター親魚棟のコンクリート製円形100kl水槽(径：8m，d：2m)1面を使用して、採卵用親魚の養成を行った。継続養成している親魚は27尾(体重：2.2～10.4kg，平均5.6kg)。飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は、年間22℃を下回らないように、6月～11月の期間を除きヒートポンプにより調温した。注水量は12月まで約10kl/h(換水率：約2.4回/日)とし、12月以降はヒートポンプの負担を減らすために約8kl/h(換水率：約1.9回/日)とした。

餌料は、約5cm角にカットした冷凍サバ(2.0kg/回)に栄養剤を添加したものを週3回給餌した。

採卵については、5月15日に体測及び淡水浴を行った後、飼育水槽の排水部(採卵槽)にネットを設置して、以降10月17日まで毎朝目視による産卵確認と卵の計数を行った。

2 種苗生産試験

1) 1回次

1回次は、魚類棟コンクリート製円形20kl水槽(径：4m，d：1.45m)2面を使用し、7月22日に採卵した浮上卵のうち300千粒を20kl- に、7月28日に採卵した浮上卵のうち300千粒を20kl- に収容し、開始した。

試験区は、20kl- を表層から注水する「表層注水区」、20kl- を底層で注水し水流を作る「底層注水区」とした。

表層注水については、飼育海水を水槽辺縁部水面付近の1カ所から注水し、通気により飼育海水を攪拌する方式で、底層注水は、主に沈降死対策として、底面の半径上に配した塩ビ管(13mm)の側面と上面にそれぞれ20cm間隔で直径2mmの穴を開け、飼育海水

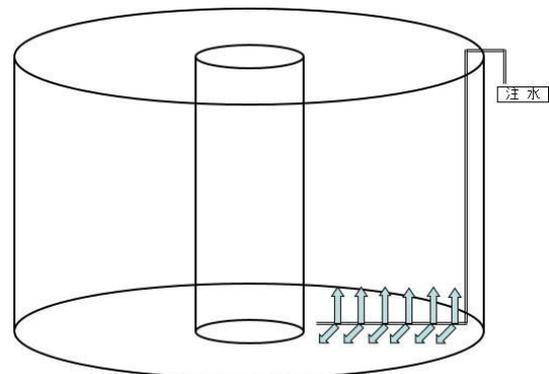


図1 底層注水方式

を時計回り方向と上方向へ吐出し、底面と平行、垂直方向の流れを作る方式である。(図1)

表1 スジアラ種苗生産の飼育基準(1回次)

項目	内容	
飼育水槽	大きさ	20kl(コンクリート製)
	形	円形、中央に排水口
収容	方法	胚胎形成期の浮上卵
	密度	15,000粒/kl(1槽あたり300千粒)
飼育海水	UV殺菌ろ過海水	
水温	加温	チタンコイル
	飼育水温	28(初期は飼育水温に達するまで1/日ずつ昇温)
注水	方法	表層注水方式:水槽辺縁の水面付近1カ所から注水 底層注水方式:注水管を水槽底面まで延長し、底面の半径上に配した注水管から水平方向(時計回り)及び鉛直上方に注水。 底面注水管には20cm間隔で直径2mmの吐出口を開けた。
	換水率	卵収容~日齢1:1.0回転, 日齢1以降:0.5回転から水質の状態を見ながら量を増やす。
通気	方法	エアストーン
	箇所数	卵収容~日齢1(ふ化まで):6カ所,日齢1~26:中央2カ所, 日齢27以降:6カ所
	通気量	卵収容~日齢1(ふ化まで):5.0L/min,日齢1以降:0.5L/min から徐々に強める。
酸素	方法	日齢2からエアストーンを用い通気(酸素発生装置から供給)
	通気量	溶存酸素量をみながら調整(DOを6mg/L前後に保持)
照度	方法	蛍光灯(40W×2本)による。20kl水槽では4基設置
微細藻類	種類	ナンノクロロプシス (水槽内基準:SSワムシ給餌期=100万cell/ml L型ワムシ給餌期=50万cell/ml)
	添加方法	50Lアルテミアふ化槽を用い、海水で希釈して少量ずつ添加 流出分やワムシ摂餌分を考慮し、基準の1.5倍量を朝夕2回に分けて添加
水質,底質改良剤	種類	なぐらし1号及び3号(10g/kl・日)
	添加方法	1号:日齢2~20=ジョロで海水に溶かして散布 3号:日齢21~30=そのまま手撒き
餌料系列	種類	SSワムシ L型ワムシ,アルテミア 配合飼料
	給餌基準	SSワムシ:20個体/ml(日齢2~14) L型ワムシ:7個体/ml(日齢15~30) アルテミア:250万個体/日(日齢15~30) 配合飼料(アンブローズ200~800):3g/kl・日から量,サイズを増やしながらか給餌(日齢20~)
		強化剤

表1には飼育基準を示した。飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温を1日1の割合で段階的に昇温させ、28に調温した。換水率は卵収容時からふ化後の日齢1まで1.0回転/日、日齢1以降は水質や餌料の状況を見ながら0.5回転/日から2.5回転/日まで順次上げていった。通気は卵収容時から日齢1まで5.0L/分を6カ所、日齢1から日齢26までは0.5L/分を水槽中央に2カ所配置した。日齢27以降は再び6カ所に設け、0.5L/分から1.5L/分まで段階的に強めていった。

また、DOを概ね6mg/L前後に維持するため、日齢2から水槽中央に酸素通気を施した。

照明は、水面上20cm付近に40w×2本の蛍光灯4基を設置し、蛍光灯直下の水面照度を5000lx程度となるようにした。点灯時間は日齢1の夕方から日齢25まで24時間とし、日齢26以降は7:00から17:00までとした。

飼育海水中には、ナンノクロロプシスを日齢2から日齢14まで100万細胞/ml、日齢15以降は50万細胞/mlになるよう添加した。なお、水質改善のためナグラシ（サンゴパウダー）を日齢3以降、毎日200g(10g/kl)添加した。

餌料については、S型ワムシタイ株（SSワムシ）を日齢2から日齢14の間、20個体/mlとなるよう給餌し、日齢15から日齢30ではL型ワムシを7個体/mlとなるよう給餌した。

さらに日齢15から日齢30ではアルテミア250万個体/日を併用するとともに、日齢20以降は配合飼料をサイズ、量を順次増やしながらか給餌した。

2) 2回次

2回次は、魚類棟コンクリート製円形60kl水槽（φ：7m，d：1.45m）1面を使用し、8月5日に採卵した浮上卵のうち700千粒を収容し、平成23年度にこの回次と同じ60kl水槽を用いて約8万4千尾を生産した時の方法であり、1回次でも採用した「底層注水方式」により実施した。

飼育基準については、使用水槽以外は基本的に1回次と同様とし、照明は、蛍光灯の数を8基とし、水面照度の約5000lxを確保した。1回次と異なる条件を表2に示す。

表2 スジアラ種苗生産の飼育基準（2回次：1回次と異なる内容のみ）

項目	内容	
飼育水槽	大きさ	20kl（コンクリート製）
収容	密度	約11,600粒/kl（1槽あたり700千粒）
注水	方法	底層注水方式：注水管を水槽底面まで延長し、底面の半径上に配した注水管から水平方向（時計回り）及び鉛直上方に注水。底面注水管には20cm間隔で直径2mmの吐出口を開けた。
照度	方法	蛍光灯（40W×2本）による。60kl水槽では8基設置
微細藻類	種類	スーパー生クロレラV12 （添加基準：SSワムシ＝200ml/億個体 L型ワムシ＝600ml/億個体）
	添加方法	50Lアルテミアふ化槽を用い、海水で希釈して少量ずつ添加 流出分やワムシ摂餌分を考慮し、基準の1.5倍量を朝夕2回に分けて添加
餌料系列	給餌基準	アルテミア：500万個体/日（日齢15～30）
	強化剤	ワムシ：S生クロレラV12，アルテミア：バイオクロミス

なお、2回次は培養不調のため飼育海水中にナンノクロロプシスを添加することができず、代わりにスーパー生クロレラV12を添加した。水質改善のためのナグラシは日齢3以降600g/日

(10g/kl・日)添加した。

餌料系列についても基本的に1回次と同じとし、アルテミアについては500万個体/日を、配合飼料については日齢20以降、量(1回次の3倍量を基準として)、サイズを順次増しながら給餌した。

3) 3回次

3回次は、魚類棟コンクリート製円形60kl水槽1面を使用し、8月18日に採卵した浮上卵のうち315千粒を収容し、開始した。

1, 2回次の試験で、生物餌料から配合飼料への切り替えの期間(日齢35前後)における斃死が目立ったことから、配合飼料の早期給餌を試みた。

飼育基準は基本的に1, 2回次と同様とし、注水は表層注水で、餌料系列のうち配合飼料については、日齢17からの給餌とした。(表3)

表3 スジアラ種苗生産の飼育基準(3回次: 1回次と異なる内容のみ)

項目	内容	
飼育水槽	大きさ	60kl(コンクリート製)
収容	密度	5,250粒/kl(1槽あたり315千粒)
注水	方法	表層注水方式: 水槽辺縁の水面付近1カ所から注水
照度	方法	蛍光灯(40W×2本)による。60kl水槽では8基設置
餌料系列	給餌基準	アルテミア: 500万個体/日(日齢15~30) 配合飼料(アンブローズ200~800): 3g/kl・日から量, サイズを増やししながら給餌(日齢17~)

なお、1~3回次で使用した添加微細藻類であるナンノクロロプシス、生物餌料であるS型ワムシタイ株(SSワムシ)、L型ワムシは当センターで培養したものを使用し、アルテミアは市販の乾燥卵を脱殻処理し、凍結保存したものをふ化させて使用した。

3 中間育成試験

種苗生産試験(1~3回次)にて生産した種苗12千尾(平均全長50.1mm)を、10月31日にかごしま豊かな海づくり協会に搬入し、新ヒラメ棟の角形20kl水槽2面を用いて中間育成を行った。

飼育海水はUV殺菌海水を使用し、換水率を約5回転/日から徐々に10回転/日程度まで上げていった。なお、例年より中間育成開始が遅れたため、飼育海水に温泉水を混合し、自然水温より約3~6℃高い条件で飼育した。

餌料は、配合飼料(ピアゴールド, アンブローズ)を1日あたり魚体重量の約3~5%程度給餌した。

4 放流

中間育成試験により約90mmまで成長した種苗を、活魚車で徳之島および奄美大島に輸送し放流した。標識として、放流する全ての種苗の右腹鰭を抜去した。

なお、奄美大島での放流時には再捕報告、適正放流箇所についての指導、ピラの配布を行った。

【結果及び考察】

1 親魚養成および採卵試験

26年度の産卵前の親魚数は27尾。このうち2尾が年度内に斃死し、26年度末には25尾となった。

表4 平成26年度採卵結果

飼育水槽 (kl)	産卵期間 自 至 (日数)	採卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
100	6/17 ~ 10/16 (121)	98	94,432	77,808	82.4

産卵期間は6月17日～10月16日(121日間)で、そのうち産卵を確認したのは98日であった。総採卵数は約9,443万粒で、そのうち浮上卵は約7,780万粒、浮上卵率は82.4%であった。

産卵開始は例年より遅く、100万粒以上のまとまった産卵を確認したのは8月19日であった。採卵数は平成18年以降で最低であり、これまでで最も多かった平成23年度の約37.9%、前年と比較しても約63.9%と低調であった(表4、図2)。

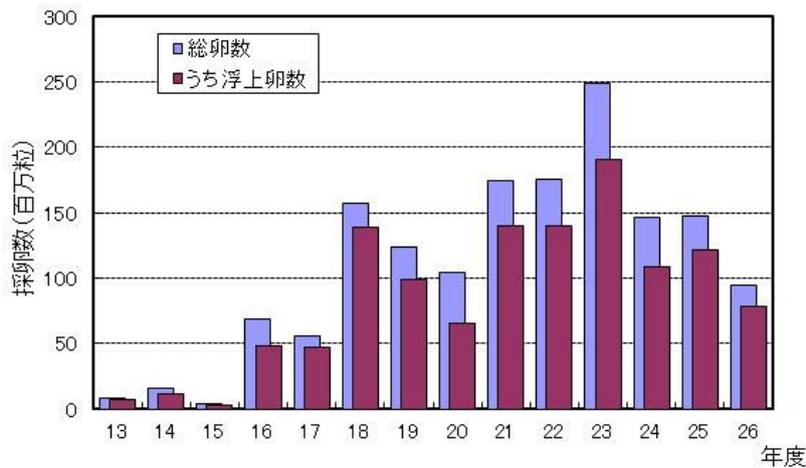


図2 これまでの採卵実績

今年度は海水温の上昇が鈍く、7月中旬まで22 台で推移するなど、6月～9月の平均海水温がデータの残る過去8年分と比較すると1.1～2.2 低く、産卵に影響を与えた可能性がある(図3)。来年度以降は、産卵期前の水温の状況に応じた調温を検討したい。

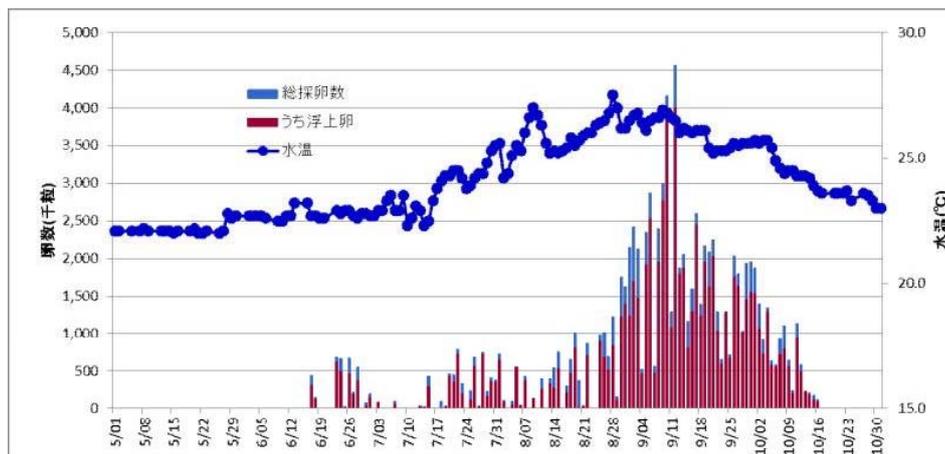


図3 今年度の採卵数と飼育水温の推移

2 種苗生産試験

取上尾数は1回次の表層式で129尾、底層式で1,695尾、2回次で6,224尾、3回次で4,309尾の合計12,357尾と、前年度の24,280尾を大きく下回る結果となった。(表5)

表5 平成27年度種苗生産試験結果

	水槽	収容卵数(粒)	取上数(尾)	生残率(%)	取上時平均全長(mm)	飼育日数
1R	20t-①(表層注水)	300,000	129	0.043	40.9	70
	20t-②(底層注水)	300,000	1,695	0.565	41.5	64
2R	60t-①(底層注水)	700,000	6,224	0.889	29.9	56
3R	60t-②(表層注水)	315,000	4,309	1.368	30.1	59

今年度は餌料系列を一部変更し，SS型ワムシの次にL型ワムシを給餌した（図4，5）が，ワムシのみに関しては摂餌状況は良好であった。そのため，どの回次でも日齢25前後までの目視による確認では相当数の仔魚が確認できていた。しかし，日齢30になってもワムシのみを接餌している個体が見られたことや，アルテミアが摂餌されずに水槽内で成長している事例が見られ，日齢30でワムシ，アルテミアの給餌を終了して以降，日齢35前後から斃死が増加する傾向にあった。

この原因として，ワムシ アルテミア，ワムシ 配合飼料といった餌料の切り替えがスムーズに出来なかった可能性が考えられる。

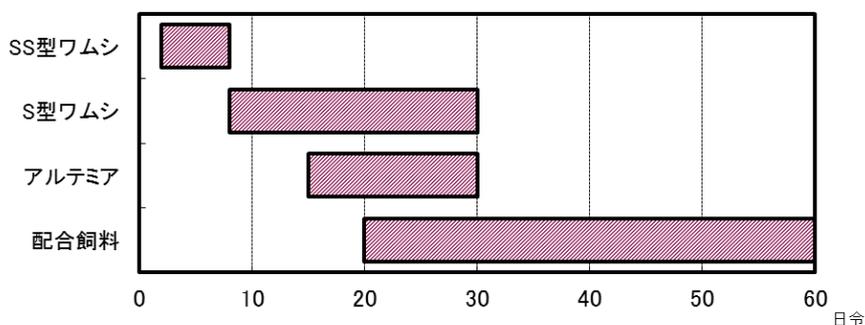


図4 従来の餌料系列

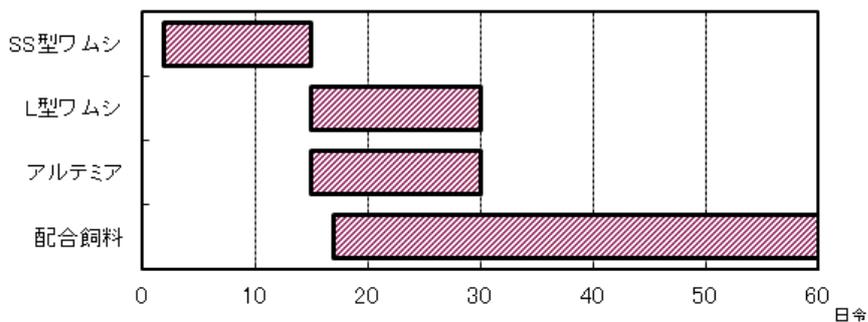


図5 今年度の餌料系列

そこで，3回次には，ワムシから配合飼料への切り替え状況の改善を図るため，日齢17から配合飼料の早期給餌を行ったところ，日齢21で配合飼料の摂餌が確認されたが，1・2回次同様，摂餌率は低く，日齢30を過ぎても20%しか接餌が確認できなかった事例も見られ，取り上げ尾数の増加（生残率向上）には結びつかなかった。

また，今年度は6月から8月中旬にかけて産卵数が伸びなかったこともあり，1回次の20kl水槽を用いた試験では，従来と同じく15,000粒/klを収容したものの，60kl水槽を用いた2回次では約11,600粒/kl，3回次では約5,200粒/klに減らして種苗生産を開始した。

最終的な生産尾数が少なかったため，収容卵数を減らした影響について断定はできないが，日齢25前後までの目視による仔魚確認数は多く，試験初期～中期における生残率という点で考えると好影響を与えた可能性もあり，今後確認していきたい。

3 中間育成試験

種苗生産試験（1～3回次）にて生産した種苗12千尾のうち，かごしま豊かな海づくり協会に搬入し，実際に中間育成試験に供したのは9.9千尾（平均全長50.1mm）であった。搬入当初，滑走細菌症による斃死が見られたが，10月31日～1月7日の67日間で平均全長90.6mmまで成長し，8.5千尾の生残（生残率86.0%）であった。

4 放流

中間育成した稚魚を，1月8日に徳之島（3カ所），1月9日に奄美大島（5カ所）の地先に放流した。放流尾数は1カ所あたり約1,000尾の合計8,500尾であった。（表6）

表6 平成27年度種苗放流実績

放流日		漁協	地区	放流尾数
1月8日	徳之島	とくのしま漁協	徳之島	1,000 + α
			天城	1,000 + α
			伊仙	1,000 + α
1月9日	奄美大島	奄美漁協	大和	1,000 + α
			住用	1,000 + α
		名瀬漁協	名瀬	1,000 + α
		瀬戸内漁協	瀬戸内	1,000 + α
		宇検村漁協	宇検	1,000 + α
			合計	8,500

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：クロマグロ中間育成試験)

外園博人，今吉雄二，池田祐介

【目的】

本県のクロマグロ養殖生産量は全国第一位を占める重要な産業である。ところが，その養殖用種苗は天然に依存しており，近年の天然資源の減少や世界的な資源保護の動きのため，種苗の確保が非常に困難な状況にある。

そこで，人工種苗の生産技術に関する開発・向上と，その種苗を養殖に利用するための中間育成に関する技術の開発・向上を図る。

【方法】

1 種苗生産試験

(1)ふ化試験

供試卵

民間企業((株)拓洋)からの譲渡を受け，7月4日に受精卵462千粒(うち浮上卵407千粒，浮上卵率88.1%)を奄美大島から発泡スチロール箱3箱で空輸により受け入れた。

育卵

到着時の水温は24.5 で，23.7 の200ℓアルテミアふ化水槽に受精卵を収容した。換水は48回転/日とし，通気は受精卵の沈下を防止するため強通気とした。

(2)初期飼育試験

供試卵

民間企業((株)拓洋)からの譲渡を受け，7月24日に受精卵570千粒(うち浮上卵335千粒，浮上卵率58.8%)を奄美大島から発泡スチロール箱2箱で空輸により受け入れた。

育卵

到着時の水温は25.7 で，26.6 の500ℓアルテミアふ化水槽に受精卵を収容した。換水は38回転/日とし，通気は中通気とした。

ふ化仔魚の収容

ふ化水槽でふ化した仔魚115千尾(ふ化率34.3%)を20kℓ円形水槽へ収容した。

注水

日齢1では無換水とし，日齢2以降は概ね日齢×0.1回転/日の量を注水した。

通気

当初は微通気とし，日齢5以降の夜間は仔魚の沈降を防止するために強通気とした。

飼育水温

27 で飼育した。

照明

日齢1から蛍光灯4基により24時間照射した。

飼育水への添加

日齢1で浮上死対策として被膜オイル0.6mlを1日3回添加した。日齢2からは飼育水中のワムシの飢餓防止としてナンノクロロプシス(50万細胞/ml)を1日1回添加した。

油膜除去

日齢2～8において、開鰾を促進するために、油膜除去装置2基を設置し、期間を通して油膜の除去を行った。

餌料

日齢2からワムシ(L型近大株)、日齢8からアルテミアと配合飼料、日齢9からふ化仔魚を給餌した。ふ化仔魚はスジアラとサバヒーを用いたものの、両種の親魚とも産卵せずそれらのふ化仔魚を入手できない日があったため、日齢10と12は無給餌であった。

調査項目

初期飼育期間中(日齢1～15)は毎日5尾を調査した。調査項目は、全長、ワムシの摂餌数(日齢2～7)、ワムシ以外の摂餌状況(日齢8～15)と開鰾率(日齢1～10)とした。

生残尾数については、日齢2は柱状サンプリングで、日齢13～15は目視で計数した。

2 中間育成試験

供試魚

(有)奄美養魚が生産した全長7cmの種苗3,654尾を供した。

試験箇所

南さつま市坊津町久志湾内で実施した。

比較

大島郡瀬戸内町篠川湾内の飼育事例と比較した。

試験開始

平成26年9月26日

実施体制

水産技術開発センターと(有)奄美養魚の共同試験とした。

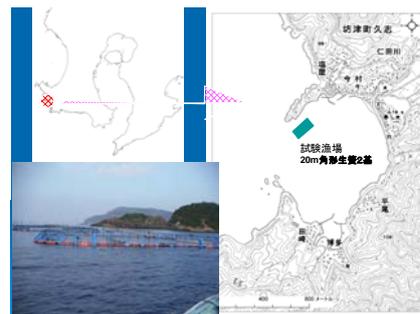


図1 試験箇所・風景

【結果及び考察】

1 種苗生産試験

(1)ふ化試験

受精卵収容後36時間のふ化仔魚を柱状サンプリングで計数したところ168千尾で、ふ化率は41.3%と低い結果となった。

ふ化水槽が白濁し、若干の臭いも感じたことから、受精卵の収容密度が高すぎたものと考えられる。また、ふ化水槽の水面に浮上死が観察され、強通気がストレスとなり体表粘液が過剰分泌されたことで浮上死したものと推察される。

(2)初期飼育試験

成長

全長の推移を図2に示す。

通気を強通気から中通気に変更したことにより順調に成長し、日齢14で全長10mmに達した。

日齢15の全長の減少は、小型魚が上層部に分布するためのサンプリング誤差によるものと推定される。

ワムシの摂餌数

ワムシの摂餌数の推移を図3に示す。

摂餌数は比較的順調に増加し、特に日齢6から7の間は顕著に増えた。

ワムシ以外の摂餌状況

アルテミアの摂餌は、給餌開始翌日の日齢9から確認され、日齢14には5尾中全ての仔魚が摂餌していた。

配合飼料は、日齢15で初めて5尾中1尾に摂餌が確認された。

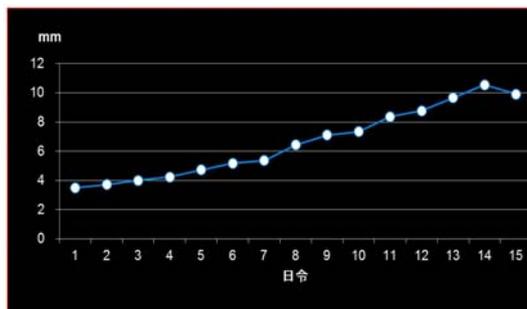


図2 全長

ふ化仔魚については、消化器内での確認はできなかったものの、飼育水中のスジアラの仔魚の減少や、日齢15の水槽内においてサバヒーの仔魚をくわえているクロマグロが観察された。

開鰓率

開鰓率の推移を図4に示す。

開鰓は日齢4で初めて観察され、開鰓した尾数の割合は5尾中2尾であった。その後も、5尾中1~3尾しか開鰓が確認されなかった。

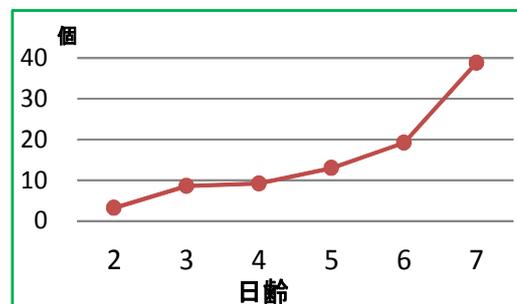


図3 ワムシの摂餌数

これは、開鰓が4日目にのみ発生したと考えられる。

生残状況

日齢1におけるふ化仔魚115,000尾は、翌日の日齢2では22,000尾まで激減した。その後も減少し続け、日齢15の初期飼育試験終了時には150尾の生残で、生残率は0.13%であった。

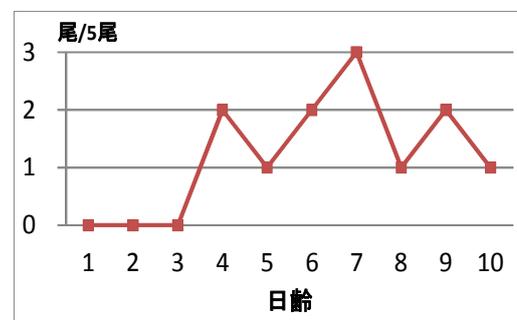


図4 開鰓状況

考察

ワムシやアルテミアの摂餌は良好で、成長も良好であったものの、配合飼料の摂餌は日齢14までの初期段階では困難であることが明らかとなった。

また、スジアラのふ化仔魚が減少した原因については、クロマグロが摂餌したのかスジアラ仔魚自身がへい死したのか確認できなかった。インダイ等の実績のあるふ化仔魚の安定確保が今後の課題である。

さらに、初期の通気量を少なくして浮上死の減少や開鰓率の向上を図ること、アルテミアの適正な給餌量を検討することなどが必要と考えられる。

初期飼育試験の終了後

日齢19頃から、サバヒーのふ化仔魚を盛んに摂餌するとともに頻繁な共食いが観察された。

また、鰓蓋欠損の種苗が散見された。

日齢38まで飼育した結果、全長5～10cmの種苗を18尾生産することができた(生残率0.016%)。

2 中間育成試験

水温

水温の推移を図5に示す。

試験開始時の水温は約27℃で、12月末まで徐々に低下したが、概ね17℃以上であった。

表面からの測定水深に2mの差があり、厳密な比較はできないものの、期間を通して久志は篠川より低く推移し、初期は1℃、後期は4℃程度の水温差であった。

成長

体重の推移を図6に示す。

体重は順調に増加し、12月末には1.3kg程度にまで成長した。

篠川と同等の成長であり、県本土域においても奄美大島と同様に成長が見込める可能性が示唆された。

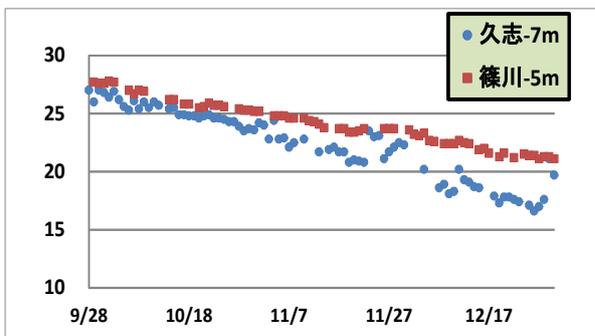


図5 水温

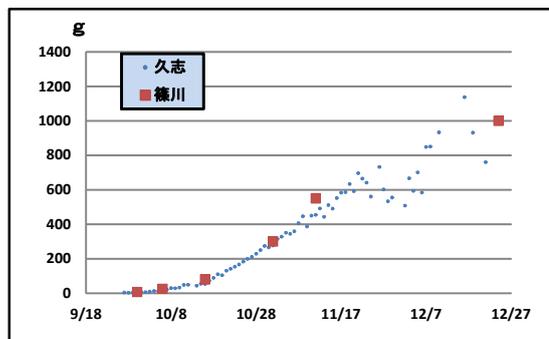


図6 体重

へい死状況

へい死状況を図7に示す。

久志におけるへい死原因は主として衝突死で、脊椎骨の骨折が観察された。奄美大島からの長距離運搬もあり、10月上旬まではへい死数の多い日が頻繁にみられた。へい死は1回落ち着いたものの、収容後1ヶ月程度経過した頃からへい死が再び増加した。これは、生け簀網内の小魚を激しく追いかけるクロマグロが観察され、衝突死の原因となっている可能性が考えられた。そこで、生け簀網の目合を24節から10節に大きくし、小魚が生け簀網外へ逃げられるように網替えを行ったところ、へい死数は減少傾向となった。

一方篠川では、初期のへい死数は比較的少なめに安定しており、台風の襲来でも大きな影響は無かった。しかし、イリドウイルス感染症対策としてワクチンを接種した後から、1日100尾以上のへい死数が続いた。

生残率

生残率の推移を図8に示す。

久志における初期の生残率は篠川に及ばないものの、ワクチン接種後の篠川のへい死数が多かったため、一時的には篠川の生残率を上まわった。

12月末における生残率は、篠川31%に対して久志は27%と若干低めとなったが、3ヶ月を超

えるクロマグロの中間育成期間としては良好な生残率であったと考えられる。

まとめ

クロマグロの中間育成については、県本土海域に位置する久志湾において、奄美地区の篠川湾に遜色ない成長・生残であった。

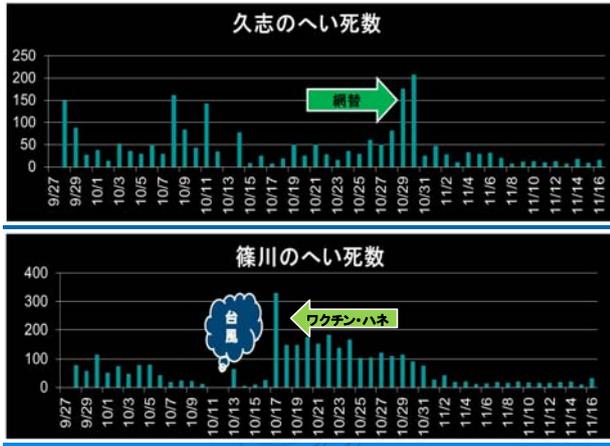


図7 へい死状況

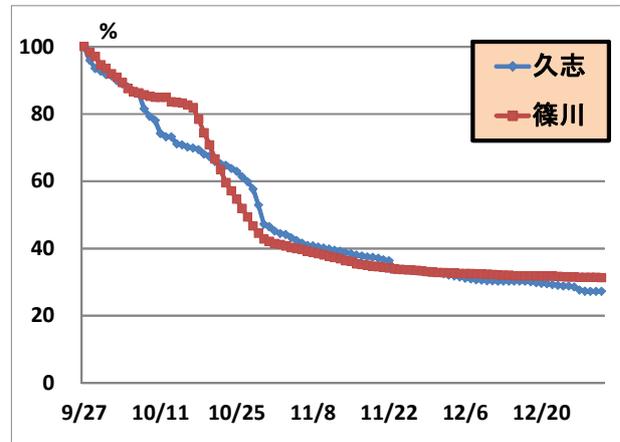


図8 生残率

有用介類種苗生産試験 - (シラヒゲウニ種苗供給)

眞鍋美幸, 松元則男, 今吉雄二, 今村昭則

【目的】

シラヒゲウニの栽培漁業を推進するため, 放流用種苗を生産・供給する。

【方法】

1 中間育成および出荷

前年度採卵し(1回次:平成25年11月18日,2回次:平成26年1月20日),波板飼育していた稚ウニを殻経10mmで剥離し,ネトロンカゴ(0.8×0.8×0.4m)に1,000個ずつ収容して中間育成を行った。生ワカメ及び生ヒジキを給餌し,殻経20mm以上を目安に出荷した。

また,中間育成期間が長くなり,生海藻が入手困難になった際の餌対策として,乾燥ヒジキの給餌試験を行った。

2 種苗生産(1回次:平成26年11月17日採卵~12月18日採苗,2回次:平成27年1月26日採卵~2月24日終了,3回次:平成27年3月9日採卵~4月8日採苗)

平成26年9月10日に奄美漁業協同組合から購入した天然ウニ,および前年度生産した種苗を継続飼育したものを親ウニとした。

採卵は口器切除法で行い,1回次は16個体(10,6,平均殻経78.1mm,平均重量189.0g)から採卵・採精し,うち反応が良かった7個体(3,4)より700万粒の受精卵を得た。2回次は15個体(8,6,不明1,平均殻経76.5mm,平均重量178.6g)から採卵・採精し,うち反応が良かった5個体(2,3)より720万粒の受精卵を得た。3回次は12個体(8,4,平均殻経78.4mm,平均重量185.0g)から採卵・採精し,うち反応が良かった3個体(1,2)より530万粒の受精卵を得た。

採卵翌日に1m³ポリカーボネイト水槽3槽に各25万個体(合計75万個体)のふ化幼生を収容した。

餌は市販濃縮珪藻 *Chaetoseiros gracilis* のみを飼育水1mLあたり1,000~15,000cells/日給餌した。

変態前幼生に達したら,予め付着珪藻を着生させた波板を設置した3.3m³FRP角型水槽で採苗し,殻経2mmを超える頃から生ワカメ及び生ヒジキを併せて給餌した。

水温が20度以下になった12月8日から22~23の温海水に切り替えた。

【結果及び考察】

1 中間育成および出荷

実績を表1に示す。

表1 種苗生産実績

目的・用途	出荷箇所	殻経(mm)	出荷個数(個)	出荷時期
離島再生交付金事業等	6カ所	27.7	48,620	5/14~6/30
大島支庁試験放流	3カ所	22.9	2,380	5/14~6/30
給餌試験			1,666	6/30
合計	平均	27.5	52,666	
	最小~最大	12.5~40.5		

前年度採卵群から 52,666 個生産し、うち 51,000 個（殻径 12.5 ~ 40.5 mm、平均殻径 27.5 mm）の稚ウニを平成 26 年 5 月 14 日 ~ 6 月 30 日に奄美地区の漁業集落等に配布し放流に供した。残り 1,666 個は、乾燥ヒジキの給餌試験を行い、斃死もなく飼育可能であることを確認した。

2 種苗生産

(1) 1 回次

試験結果を表 2 に示す。日齢 11 までは順調であったが、その後急激に個体数が減少し、1 区は廃棄処分、2 区は 1 万個体、3 区は 3 万個体しか採苗できなかった。飼育初期から全水槽の内部で餌由来と思われる汚れが大量に発生しており、生残に悪影響を及ぼした可能性がある。

表2 シラヒゲウニ種苗生産結果（1回次）

試験区	収容個数	途中計数					最終計数	生残率 (%)	採苗した 個数 (万個)	採苗水槽
	日令1 (万個)	日令8 (万個)	日令11 (万個)	日令14 (万個)	日令18 (万個)	日令21 (万個)	日令31 (万個)			
1区	25.0	24.0	20.7	13.4	3.2	1.4	0.0	0.0%	0.0	廃棄
2区	25.0	25.2	24.1	21.9	16.6	6.5	1.0	4.0%	1.0	No.4(3.3t)
3区	25.0	25.1	23.2	17.1	6.7	2.8	3.0	12.0%	3.0	
合計	75.0	74.3	68.0	52.4	26.5	10.7	4.0	5.3%	4.0	

(2) 2 回次

試験結果を表 3 に示す。1 回次ほど大きな減耗はみられなかったものの、6 ~ 8 腕期以降の発生が進まなかった事から、日齢 29 で全槽廃棄とした。餌の *C. gracilis* に異臭を感じたため、餌の質に問題があると考え、日齢 19 で新しい餌に切り替えたが改善しなかった。

表3 シラヒゲウニ種苗生産結果（2回次）

試験区	収容個数	途中計数					最終計数	生残率 (%)	採苗した 個数 (万個)	採苗水槽
	日令1 (万個)	日令8 (万個)	日令11 (万個)	日令15 (万個)	日令18 (万個)	日令24 (万個)	日令28 (万個)			
1区	25.0	26.2	21.1	13.5	10.5	10.3	7.9	31.6%	廃棄	—
2区	25.0	22.4	16.8	8.5	6.9	6.4	6.4	25.6%	廃棄	—
3区	25.0	23.5	19.2	19.6	18.0	14.7	10.6	42.4%	廃棄	—
合計	75.0	72.1	57.1	41.6	35.4	31.4	24.9	33.2%	0.0	

(3) 3 回次

試験結果を表 4 に示す。3 区とも順調に推移し、平均生残率は 48.4 % となった。十分な幼生が得られたため 3 区は廃棄し、1 区 13.4 万個、2 区 12.1 万個をそれぞれ 3.3 t 水槽へ採苗した。

表4 シラヒゲウニ種苗生産結果（3回次）

試験区	収容個数	途中計数							最終計数	生残率 (%)	採苗した 個数 (万個)	採苗水槽
	日令1 (万個)	日令8 (万個)	日令11 (万個)	日令14 (万個)	日令18 (万個)	日令21 (万個)	日令25 (万個)	日令28 (万個)	日令29 (万個)			
1区	25.0	18.5	20.0	20.3	17.9	18.0	19.0	12.7	13.4	53.6%	13.4	No.11
2区	25.0	20.0	22.1	18.6	11.7	15.3	11.7	12.0	12.1	48.4%	12.1	No.12
3区	25.0	19.5	17.7	16.1	12.1	14.6	12.6	9.5	10.8	43.2%	0.0	—
合計	75.0	58.0	59.8	55.0	41.7	47.9	43.3	34.2	36.3	48.4%	25.5	

次年度において、殻径 10 mm で波板から剥離し、ネトロンカゴで中間育成を行った後、殻径 20 mm 以上を目安に出荷する予定である。

有用介類種苗生産試験 - (イワガキ種苗生産技術開発)

眞鍋美幸, 松元則男, 今吉雄二, 今村昭則

【目的】

平成 21, 22 年度に発生した赤潮等により, プリ養殖を中心に甚大な被害が発生し, 赤潮対策と養殖業の多角化が喫緊の課題となっている。また, 県内各地で直売所が整備されるなど 6 次産業化が進展する中で新たな地域特産品の作出が求められている。そこで新たな養殖対象種として, 高水温に強く本県海域の環境に適していると思われるイワガキ *Crassostrea nippona* の種苗生産技術開発により, 赤潮対策, 養殖業の多角化, 地域特産品の作出を図り, 地域活性化と漁業者の所得向上を目的とする。

【方法】

1 親貝養成

今年度は選抜育種のため, 前年度生産したイワガキ種苗の中から, 成長や形の良いものを 100 個選び, 提灯籠 (35 × 35 × 20 cm, 目合 12 mm) に 20 個ずつ収容し, 当センター地先の間育成施設 (海面) に垂下した。汚れが目立ってきたら, 適宜籠換えや殻掃除を行った。

2 採卵・採精, 孵化

平成 26 年 7 月 7 日に切開法で採卵・採精を行った。1 の親貝のうち 10 個体を選出して貝殻から身を取り出し, 生殖巣を検鏡して雌雄判別を行ったところ, 雄が 7 個体 (平均殻高 66.8 mm, 平均重量 41.5 g), 雌は 3 個体 (平均殻高 71.8 mm, 平均重量 45.5 g) であった。親貝の測定結果を表 1 に示す。

表1 親貝の測定結果

雄							雌						
No.	殻高(mm)	殻長(mm)	殻幅(mm)	重量(g)	むき身重量(g)	備考	No.	殻高(mm)	殻長(mm)	殻幅(mm)	重量(g)	むき身重量(g)	備考
1	70.4	73.3	15.2	56.5	13.5	採精	1	79.4	83.7	14.7	63.5	15.5	採卵
2	66.7	74.1	11.3	41.5	4.5	採精	2	73.3	63.1	10.5	39.5	5.5	採卵
3	70.0	78.2	10.8	40.5	6.5	採精	3	62.8	51.5	12.6	33.5	6.5	採卵
4	64.5	52.7	11.8	32.5	8.0	採精							
5	69.5	73.2	10.8	40.0	4.0								
6	66.5	70.0	10.2	37.5	6.0								
7	62.4	77.9	11.2	36.5	7.5	採精							
平均	66.8	71.2	12.0	41.5	8.0		平均	71.8	66.1	12.6	45.5	9.2	4,116.0

雄No.5, No.6は採精せず

雄 7 個体のうち, 生殖巣が発達していた 5 個体の表面にカミソリで複数の切れ目を入れ, 精子がにじみ出てきたら目合 20 μm のたも網にまとめて収容してろ過海水を注ぎ, ポリエチレン容器に 5L に希釈した精子液を作成した。雌は全 3 個体の生殖巣表面に切れ目を入れ, 卵がにじみ出てきたら目合 90 μm のたも網にまとめて収容してろ過海水を注ぎ, ポリカーボネイト水槽に 30 L に希釈した卵液を作成した。いずれも小型エアストーン 1 個を入れ微通気で約 1 時間半置き, 卵の形が涙型から丸型になってきたのを確認後, 雌槽に 100 ml の精子液を添加して受精させ受精卵を計数した。受精卵は 1 m^3 のろ過海水を溜めた孵化槽 (1 m^3 ポリカーボネイト水槽) 2 槽に半量ずつ収容し, 中央に小型エアストーン 1 個を入れて微通気とした。孵化槽 2 槽は, 4 m^3 FRP 角形水槽に収容してウォーターバス方式にすることで, 水温の安定と省力化 (浮力を利用して少ない力・時間で移槽作業を実施) を図った。採卵翌日, D 型幼生になっているのを確認し, 41 μm のたも網で漉して幼生

数を計数した。受精卵収容時の水温は 23.9 ，翌日の幼生計数時の水温は 25.2 であった。

3 幼生飼育

D 型幼生を NO.1 ~ 4 の 1 m³ ポリカーボネイト水槽 4 槽に 150 万個体ずつ収容し、直径 25 mm の丸型エアストーンを中央 1 カ所に設置して水が動く程度の微通気とした。換水は、毎日 3 時間かけて過海水 1 m³/槽を注水しながら同時にサイフォンで排水して行った。また、5 日に 1 回程度は、全量をたも網で漉して新たな水槽へ幼生のみを移し替える水槽替えを行った。換水、水槽替えとも幼生の成長に応じてストレーナーやたも網の目合を徐々に拡大させた (41 180 μm)。前年度は、水温の安定と省力化を目的に水槽 NO.1, 2 は 4 m³FRP 角型水槽内、NO.3 は 2 m³ 組立水槽内に設置してウォーターバス方式にしたが、今年度は例年より海水温がかなり低く、外水槽に海水を注水すると飼育水温の低下が予想されたため、通常は外水槽に海水を貯めず気温で飼育水温の維持を図り、水槽替え時のみ省力化のためウォーターバスにした。なお、前年度と同様、水槽 NO.4 はウォーターバス水槽が足りないため床に直置きした。各槽の水温を 1 日 2 回、換水前と換水後に測定した。栄養強化のため日令 1 ~ 4 まで卵黄磨砕物 10 ml/槽を 1 日 1 回添加した。

光条件については、表 2 のとおり条件を変えて比較試験を行った。水槽 NO.1, 2 は明るい屋内 (自然の明暗周期) に設置し、水槽 NO.3, 4 は暗室 (作業時のみ屋内灯を点灯) に設置した。餌料は市販の濃縮珪藻を 1 日 1 回、表 2 及び表 3 のとおり条件を変えて給餌した。

表2 飼育条件

水槽	光条件	給餌
NO.1	明暗	A
NO.2		B
NO.3	暗	A
NO.4		B

表3 給餌量

日令	給餌A			給餌B		
	<i>C. calcitrans</i>	<i>Pavlova</i> sp.	<i>C.gracilis</i>	<i>C. calcitrans</i>	<i>Pavlova</i> sp.	<i>C.gracilis</i>
採卵						
1	10,000			10,000	500	500
2	20,000			10,000	500	500
3	20,000			10,000	500	500
4	20,000			15,000	500	500
5	20,000	2,000		15,000	500	500
6	20,000	4,000		20,000	500	500
7	20,000	5,000		20,000	500	500
8	20,000	5,000			4,000	2,000
9	20,000	5,000			5,000	3,000
10	20,000	5,000			5,000	3,000
11	20,000	5,000	2,000		5,000	3,000
12	20,000	5,000	2,000		5,000	3,000
13	20,000	5,000	2,000		5,000	3,000
14	20,000	5,000	2,000		5,000	3,000
15	20,000	5,000	2,000		6,000	4,000
16	20,000	5,000	2,000		6,000	4,000
17	20,000	5,000	2,000		6,000	4,000
18	20,000	5,000	2,000		6,000	4,000
19	20,000	5,000	2,000		6,000	4,000
20	20,000	5,000	2,000		6,000	4,000
21	20,000	5,000	2,000		4,000	6,000
22	20,000	5,000	2,000		4,000	6,000
23	25,000	6,000	2,000		4,000	6,000
24	25,000	6,000	2,000		4,000	6,000
25	25,000	6,000	2,000		4,000	6,000
26	25,000	6,000	2,000		4,000	6,000
27	25,000	5,000	6,000		4,000	6,000
28	25,000	5,000	6,000		4,000	6,000
29	25,000	5,000	6,000		4,000	6,000
30	25,000	5,000	7,000		4,000	6,000
31	20,000	5,000	7,000		4,000	6,000
32		6,000	7,000		4,000	6,000
33		6,000	8,000		4,000	6,000
34		6,000	8,000		4,000	6,000

4 採苗

採苗槽は、親貝室の 1.8 m³ FRP 角型水槽 1 槽と飼育室の 1 m³ ポリカーボネイト水槽 1 槽を用い、それぞれ採苗槽 F、採苗槽 P とした。コレクター (採苗器) は、厚さ 0.5 mm の塩ビ板表面にヤスリで傷をつけた後、10×10 cm にカットして中央に穴を開け、板と板の間に 15 mm の管を挟みながらロープを通し、36 枚繋げたものを 1 連として前年度使用したものを再利用した。採苗槽 F1 には 52 連 1,872 枚、採苗槽 P には 39 連 1,404 枚を垂下し、

色による付着率の差をみるために、透明、白、黄、赤、緑、青、黒の 7 色のコレクター (1 連 36 枚は同色) をランダムに配置した。通気は、直径 25 mm の丸型エアストーンを、採苗槽 F は 6 カ所、採苗槽 P は 4 カ所に設置して微通気とした。採苗のタイミングは飼育槽の眼点形成率 5 割を目安とし、各槽 2 回ずつ選別して成熟幼生を得た。すなわち 224 μm のたも網で飼育槽の全量を漉して成熟幼生を採苗槽へ移し、224 μm を抜けた小型個体は新たな飼育槽に収容して数日飼育した

後、再度 224 μm のたも網で漉して採苗槽へ移した。換水はろ過海水を注水し、目合 150 ~ 180 μm のプランクトンネットで覆ったストレーナーで漉しながらサイフォンで排水して行い、1日1回転（3時間かけて水槽と同量を注排水）を基本として5日に1回程度は2.3回転（7時間かけて水槽の2.3倍の海水を注排水）とした。給餌は1日1回市販の濃縮珪藻を与え、給餌量は採苗槽 1ml あたり *Pavlova* sp. を 9,000 ~ 40,000 cells, *C. gracilis* を 2,800 ~ 28,000 cells とした。採苗計数はコレクターの色毎に2連ずつ行い、塩ビ板 36 枚のうち、一番上、9 枚目付近、18 枚目付近、27 枚目付近、一番下の 5 枚に付着した稚貝を表裏別々に計数するとともに、各 10 個体（10 個体に満たない場合は全数）の殻高を測定した。採苗槽の水温は1日1回測定した。

5 沖出し

稚貝が肉眼ではっきり確認できる 2 mm 程度に成長したら、コレクターを縦に 3 ~ 4 連繋ぎ、当センター地先の海面中間育成施設に設置した。前年度の試験で、コレクターを垂直に吊すと各塩ビ板は海面に対して水平になり、上面が泥や付着生物に覆われて急激に稚貝が減少したことから、今年度はコレクターを横に張って各塩ビ板を海面に対して垂直にすることで付着物を付きにくくし、更に1週間に1回程度コレクターを大きく揺すり泥等を振り落とした。また、ヒラムシによる食害が確認されたら、水道水を満たした水槽に1時間程度浸ける淡水処理を実施した。

6 剥離・中間育成

殻高 10mm 以上を目安にコレクターから剥離し、稚貝のサイズに合った目合の提灯籠に収容して当センター地先の海面中間育成施設に垂下した。付着物や稚貝の成長に応じて籠替え、清掃、分養を行った。また、ヒラムシによる食害が確認されたら2時間程度の淡水処理を実施した。

【結果及び考察】

1 親貝養成

斃死はなく順調に養成できた。

2 採卵・採精，孵化

採卵・採精の結果、4,116 万粒の受精卵を得て、2,058 万粒ずつ 1m³ ポリカーボネイト水槽 2 槽に収容した。採卵翌日、D 型幼生を計数したところ、水槽 1 は 1,278 万個体（孵化率 62.1 %）、水槽 2 は 1,171 万個体（孵化率 56.9 %）、合計 2,449 万個体（平均孵化率 59.5 %）であった。

前年度は平均量 418g の志布志産天然貝を親貝としたのに対し、今年度は前年 9 月に採卵した生後 10 ヶ月、平均 43g の人工種苗を親貝としたが十分な幼生数を得る事ができた。

3 幼生飼育

水温は 22.8 ~ 27.9 で推移した。

個体数の推移を表 4 に示す。水槽 NO.1 は日令 25 に眼点形成率 63.7% で 1 回目、日令 29 に眼点形成率 39% で 2 回目の選別を行い、35.2 万個体（生残率 23.5 %）の成熟幼生を得た。水槽 NO.2 は日令 25 に眼点形成率 67.4% で 1 回目、日令 30 に眼点形成率は 0% であったが 2 回目の選別を行い、21.5 万個体（生残率 14.3 %）の成熟幼生を得た。水槽 NO.3 は日令 25 に眼点形成率 29.0% で 1 回目、日令 30 に眼点形成率 30.4% で 2 回目の選別を行い、47 万個体（生残率 31.3 %）の成熟幼生を

得た。水槽 NO.4 は日令 27 に眼点形成率 21.9%で 1 回目、日令 32 に眼点形成率 26.7%で 2 回目の選別を行い、27.3 万個体（生残率 18.2 %）の成熟幼生を得た。前年度の試験結果から、毎日の換水に加え定期的な水槽替えを行うことで 4 槽全てから成熟幼生を得ることができたが、総幼生数（生残率）は 131 万個（21.8%）と、4 槽中 2 槽が不調に終わった前年度の 146.9 個体（24.5%）を下回った。水槽 NO.2 は日令 17 で大きな減耗がみられたが、その要因として日令 13 にエアが止まるトラブルがあったことが影響したのではないかと推察された。しかし特にトラブルがなかったその他の試験区についても徐々に減耗したことから、1 年に満たない貝を親貝としたため卵質に問題があった可能性もあり、今後の検討課題となった。

表4 幼生個体数の推移

試験区	収容個数 (万個)	飼育槽内の浮遊幼生数										選別後の成熟幼生数			生残率 (%)	採苗数	
		日令1 (万個)	日令6 (万個)	日令11 (万個)	日令17 (万個)	日令21 (万個)	日令22 (万個)	日令25 (万個)	日令27 (万個)	日令29 (万個)	日令30 (万個)	日令32 (万個)	選別① (万個)	選別② (万個)		合計 (万個)	採苗槽F (万個)
水槽NO1	150.0	124.0	93.0	42.3	41.0	-	① 45.0	-	② 4.6			33.3	1.9	35.2	23.5%	83.3	47.7
水槽NO2	150.0	179.0	110.0	26.3	20.2	32.6	① 15.3	-	-	② 1.2		21.0	0.5	21.5	14.3%		
水槽NO3	150.0	134.0	114.0	98.6	87.0	92.3	① 81.6	-	-	② 34.0		29.0	18.0	47.0	31.3%		
水槽NO4	150.0	130.0	82.0	64.6	71.6	83.3	46.3	① 48.7	-	3.8	② 3.6	23.7	3.6	27.3	18.2%		
合計	600.0	567.0	399.0	231.8	219.8	-	188.2	-	-	39.0	3.6	107.0	24.0	131.0	21.8%	83.3	47.7

※①、②は成熟幼生の選別1回目、選別2回目を示す

(1) 光条件

給餌 A を行った水槽 NO.1（自然採光）と水槽 NO.3（暗黒）、給餌 B を行った水槽 NO.2（自然採光）と水槽 NO.4（暗黒）を比較すると、統計的な有意差はなかったものの、いずれも暗黒下で飼育した水槽 NO.3、4 の方が多くの成熟幼生を得た。

(2) 給餌

自然採光で飼育した水槽 NO.1（給餌 A）と水槽 NO.2（給餌 B）を比較すると、統計的な有意差はなかったが、給餌 A を行った水槽 NO.1 の方が多くの成熟幼生を得た。暗黒下で飼育した水槽 NO.3（給餌 A）と水槽 NO.4（給餌 B）を比較すると、給餌 A を行った水槽 NO.3 の方が有意に多い結果となった。しかし前年度と同様、飼育期間が他機関の報告より 1 週間～ 10 日程度長くかかったため、餌の量や質の見直しが必要であると考えられた。

4 採苗

採苗槽 F（1.8 m³ FRP 水槽）には 8 月 1 日（日令 25）に水槽 NO.1～3 の選別 1 回目の成熟幼生 83.3 万個体（46.3 万個体/m³）を収容し、8 月 6 日（採苗 5 日目、日令 30）には大量に付着している事を確認、8 月 13 日（採苗 12 日目、日令 37）に当センターの海面中間育成施設へ沖出しした。採苗槽 P（1 m³ ホリホネ付水槽）には 8 月 3 日～ 8 日（日令 27～32）に水槽 NO.4 の選別 1 回目及び水槽 NO.1～4 の選別 2 回目の成熟幼生 47.7 万個体/m³を収容し、8 月 15 日（採苗 7 日目、日令 39）に付着し始めた事を確認、8 月 22 日（採苗 14 日目、日令 46）に沖出しした。前年度は採苗槽に収容してから付着を終えるまでに 14 日程度かかったが、今年度は 5～7 日と短期間で付着させることができ、コレクターは 1 年目の新品よりも 2 年目以降の方が付着しやすいと経験的に言われているが、それを実証する結果となった。採苗期間中の水温は 25.6～28.4 で推移した。

なお、採苗計数は、塩ビ板に前年度の付着物があり、2mm 程度の稚貝を目視で計数することが困難だったため、沖出し後、ある程度稚貝が成長してから実施した。

5 沖出し

採苗槽 F のコレクターを沖出し 2 週間後の 8 月 27 日(日齢 41)に引き上げて測定した結果を表 5 に示す。採苗槽 P のコレクターを沖出し 6 週間後の 10 月 2 日(日齢 87)に引き上げて測定した結果を表 6 に示す。色彩色差計(コニカミノルタセンシング株式会社製 CR-400)で測定した塩ビ板の各色の明るさを示す L 値と、個体数の測定結果を図 1 に示す。

塩ビ板 1 枚あたりの平均付着数は、採苗槽 F は表面が 13.8 個、裏面は 45.2 個であり、どの色も表面より裏面の方が多かった。塩ビ板両面で 59 個、コレクター 1 連あたり 2,124 個となり、採苗槽 F の総付着数は約 11 万個、採苗率は 13.4%と推定された。採苗槽 P は表面が 8.1 個、裏面は 9.2 個であり、表面と裏面に明瞭な差はみられなかった。塩ビ板両面で 17.3 個、コレクター 1 連あたり 623 個となり、採苗槽 P の総付着数は約 2 万個、採苗率は 4.7%と推定された。測定時期が異なるので単純比較できないが、成熟幼生の收容密度はほぼ同じであったのに採苗槽 F より採苗槽 P の方が採苗率が低かったのは、選別 2 回目の成長が遅い個体を多く收容したことや、設置場所や水槽の種類から採苗槽 P の方が明るい環境下で採苗したことが要因となった可能性があり、効率的な採苗方法を開発する上で次年度以降の検討課題となった。塩ビ板の表面と裏面を比較すると、殻高は前年度と同様に裏面の方が大きかったが、個体数は前年度と逆で裏面の方が多かった(表 5、6)。

表 5 採苗槽 F の測定結果

	個体数(個体)			殻高(mm)		
	表	裏	計/枚	表	裏	平均
透明	13.6	48.2	61.8	4.7	6.4	5.5
白	10.4	30.7	41.2	5.4	6.8	6.1
黄	11.2	41.3	52.4	5.9	6.4	6.2
赤	29.7	81.8	111.5	4.9	5.7	5.3
緑	10.3	57.5	67.8	4.1	4.2	4.1
青	13.8	34.5	48.3	5.1	6.0	5.5
黒	7.8	22.4	30.2	3.8	5.2	4.5
平均	13.8	45.2	59.0	4.9	5.8	5.3
総計			111,532			
採苗幼生数			833,000			
採苗率			13.4%			

表 6 採苗槽 P の測定結果

	個体数(個体)			平均殻高(mm)
	表	裏	計/枚	
透明	7.5	6.5	14.0	9.0
白	7.9	7.0	14.9	7.3
黄	12.2	10.8	22.9	8.0
赤	7.4	11.2	18.7	7.0
緑	8.8	14.3	23.0	7.3
青	4.9	8.0	12.8	7.1
黒	7.8	7.0	14.9	6.5
平均	8.1	9.2	17.3	7.4
総計			22,311	
採苗幼生数			477,000	
採苗率			4.7%	

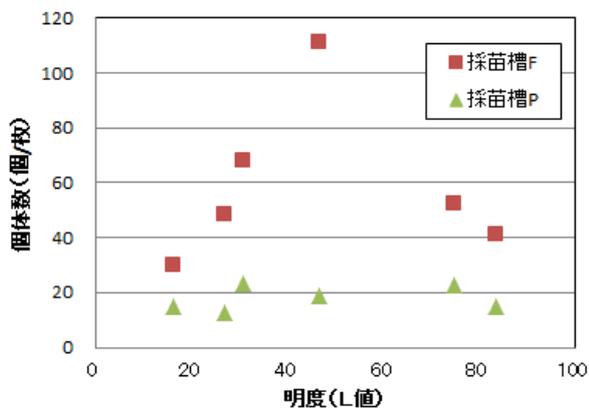


図1 塩ビ板のL値と付着数の関係

また、L 値と付着数の関係を見ると、前年度は L 値が低いほど付着数が多い有意な相関がみられたが、今年度は相関が見られなかった(図 1)。前年度の採苗試験で、粉碎したカキ殻に幼生の付着促進効果があることが示唆されたが、今年度は前年度のコレクターを再利用したため、塩ビ板に残った前年度の稚貝の殻等に付着が促進され、色(L 値)では差が出なかったのではないかと推察された。しかし、いずれの結果も、後述する天然異種ガキがすでに大量混入していた可能性があるため、正確な評価は困難である。

6 剥離・中間育成

採苗 1 のコレクターは平成 26 年 10 月 17 日から 12 月 18 日までに 86,701 個を、採苗 2 のコレク

ターは11月17日から12月13日までに20,283個を剥離し、合計106,984個を提灯籠に収容して中間育成を行った。

殻高30mmを超えたものからサイズ別に選別を行い、採苗1は平成27年1月15日から3月20日までに377籠65,600個を、採苗2は3月20日から3月26日までに76籠13,522個を選別した。ところが、配布サイズに成長した種苗には、イワガキとは形態がやや異なるカキが大量に混入している事が判明し、国立研究開発法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所にDNA鑑定を依頼したところ、数が多い順に*Ostrea* sp. (イタボガキ属の一種)、*Dendostrea crenulifera* (ノコギリガキ)、*Crassostrea gigas* (マガキ) 等であることが判明した。

前年度は9月3日に採卵し10月末からコレクターの沖出しを行ったが、異種ガキの混入はなかった。これに対し、今年度は7月7日に採卵し8月中旬からコレクターの沖出しを行ったため、昨年度より2ヶ月半早く沖出しした事で天然ガキの付着時期と重なってしまい、異種ガキの大量混入につながったものと推察された。今後は沖出しの時期、場所、方法等を再検討する必要がある。

中間育成したイワガキ稚貝については、天然異種ガキを選別後、次年度において県内各地へ配布し、試験養殖に供する予定である。

有用介類種苗生産試験 - (イワガキ養殖試験)

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，今村昭則

【目的】

種苗生産技術開発試験で生産したイワガキ種苗を用いて養殖試験を実施し，本県における新たな養殖対象種としての可能性を検討する。

【方法】

1 養殖試験

前年度（平成 25 年 9 月 3 日）採卵したイワガキ種苗で養殖試験を行うため，地域振興局を通じて試験に協力してもらえぬ漁業者を募った。イワガキ養殖の経営的な検討を行うため 1 カ所にある程度まとまった数を配布し，残りは養殖適地を検討するため県内各地に配布して養殖試験を開始した。配布時のサイズにより大，中，小に選別し，各サイズ 20 個ずつを測定用として分けて養殖した。漁業者には，殻高，殻長，重量，生残を定期的に測定してもらうとともに，淡水処理や分養，掃除等の管理作業について飼育日誌に記録してもらった。

2 アンケート調査

平成 27 年 1 月に，各地域振興局を通じて，養殖試験を実施している漁業者に，イワガキ養殖を数ヶ月間実施した結果や感想等に関するアンケート調査を行った。

3 情報交換会

県全体の養殖技術や品質の向上を図るため，平成 27 年 2 月 17 日にかごしま県民交流センターにおいて情報交換会を行った。

【結果及び考察】

1 養殖試験

表 1 のとおり，県内 9 漁協 13 カ所の漁業者の協力を得て，平成 26 年 5 月 16 日～ 10 月 21 日にイワガキ種苗を配布し，養殖試験を開始した。また，山川，指宿の 2 漁協では次年度に向けて予備試験を実施し，合計 23,910 個を配布した。

なお，親貝用として当センターで継続飼育している 101 個体と合わせ 25 年度採卵群の生産実績は 24,011 個となり，全期間（D 型幼生～配布）の生残率は 0.4%，採苗以降（成熟幼生～配布）の生残率は 1.6%，中間育成（剥離～配布）の生残率は 89.7%であった。

表 1 養殖試験の概要

漁場名	漁協 (漁業権管理者)	場 所	現地指導機関 (地域振興局)	種苗数 (個)	配布日	平均殻高 (mm)	養殖方法
①葛輪	東町	出水郡長島町葛輪地先 (鹿特区か(垂)第2号)	北薩	10,059	H26.5.16	38.3	垂下式提灯籠養殖(延縄)
②薄井	東町	出水郡長島町薄井地先 (鹿特区か(垂)第6号)	北薩	3,023	H26.5.16	38.6	垂下式提灯籠養殖(生簀)
③茅屋	北さつま 長島支所	出水郡長島町茅屋地先 (鹿共第2号内)	北薩	1,514	H26.5.16	37.5	垂下式提灯籠養殖(生簀)
④浜漣	北さつま 長島支所	出水郡長島町長島浜漣地先 (鹿特区魚第38号内)	北薩	1,514	H26.5.16	37.5	垂下式提灯籠養殖(生簀)
⑤西崎1	甌島	薩摩川内市里町西崎地先 (鹿特区魚第42号内)	北薩(甌)	300	H26.10.21	55.1	垂下式提灯籠養殖(生簀)
⑥西崎2	甌島	薩摩川内市里町西崎地先 (鹿特区魚第42号内)	北薩(甌)	300	H26.10.21	55.1	垂下式提灯籠養殖(生簀)
⑦桑之浦	甌島	薩摩川内市上甌町桑之浦地先 (鹿特区魚第44号内)	北薩(甌)	300	H26.10.21	55.1	垂下式提灯籠養殖(生簀)
⑧片浦	笠沙町	南さつま市笠沙町片浦地先 (鹿特区魚第49号内)	南薩	500	H26.9.3	49.7	垂下式提灯籠養殖(生簀)
⑨竜ヶ水	鹿児島市	鹿児島市吉野町竜ヶ水地先 (鹿共第39号内)	鹿児島	1,000	H26.7.31	41.2	垂下式提灯籠養殖(筏)
⑩野尻	東桜島	鹿児島市野尻町地先 (鹿共第50号内)	鹿児島	1,000	H26.7.31	39.7	垂下式提灯籠養殖(筏)
⑪福山	福山町	霧島市福山町福山地先 (鹿共第45号内)	始良・伊佐	2,000	H26.7.23	37.4	垂下式提灯籠養殖(延縄)
⑫夏井	志布志	志布志市志布志町夏井地先 (鹿共第62号)	大隅	1,000	H26.9.2	44.6	垂下式提灯籠養殖(延縄)
⑬間泊	おおすみ岬 佐多岬支所	肝属郡南大隅町間泊地先 (鹿共第56号内)	大隅	1,000	H26.8.21	48.2	垂下式提灯籠養殖(延縄)
山川	山川	指宿市山川地先 (鹿共第34号内)	南薩	200	H26.8.12	45.0	垂下式提灯籠養殖(棧橋)
指宿	指宿	指宿市指宿地先 (鹿共第35号内)	南薩	200	H26.9.26	48.8	垂下式提灯籠養殖(筏)
合計				23,910		40.0	

2 アンケート調査

アンケート調査結果を以下に示す。

- ・主に営んでいる漁業種類で最も多いのは漁船漁業で8業者、次いで魚類養殖業の4業者であった(図1)。
- ・これまでに二枚貝養殖の経験がある業者は、15業者中4業者で、うち1業者はマガキ、イワガキの経験があり、残りはヒオウギガイ、アコヤガイであった(図2)。
- ・調査時における生残率は、57.7～100%で、平均83.8%であった。特に鹿児島湾内で生残率が低い傾向にあり、その原因のほとんどはヒラムシによる食害であると推察された。初年度で不慣れという事もあって駆除作業(淡水処理や濃塩水処理)の遅れにより被害が拡大したと考えられるため、次年度以降は稚貝の状態をよく観察し、早めに駆除作業を行うことで生残率の向上を図る必要がある。なお、鹿児島湾の中でも指宿は生残率が高かったが、ヒラムシ食害の有無に関係なく、1ヶ月に1回の淡水処理を実施したとの事だったので、予防策として定期的に淡水処理(または濃塩水処理)を行うことが有効であると考えられた(図3)。
- ・各試験地の平均殻高、平均重量の推移を示す。それぞれ調査時期が異なるので精査が必要であるが、全体的にはおおむね順調に生育していると思われる。しかし、聞き取りや現地調査では、場所によって大半の個体が極端に“く”の字に内側へ曲がってしまい、著しく商品価値が低下していることから、その予防と対策について今後検討する必要がある(図4,5)。
- ・成長については、「良い」という評価が最も多く、「悪い」「とても悪い」はなかった(図6)。
- ・形については「普通」という評価が最も多く、図6の成長に対する評価よりもやや低い評価となった。これは前述の“曲がり”のためと推察される(図7)。

図1 主に営んでいる漁業

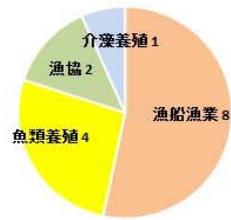


図2 二枚貝養殖経験



図3 生残率

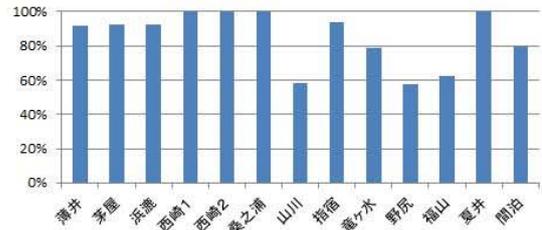


図4 平均殻高の推移

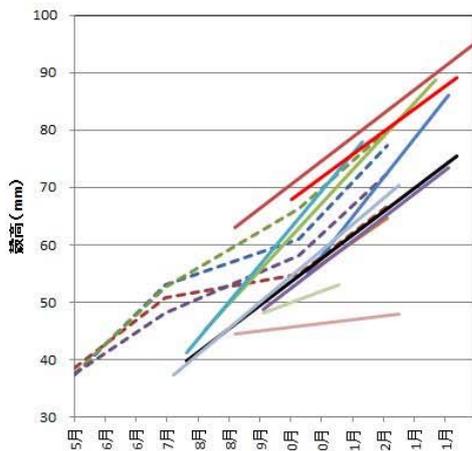


図5 平均重量の推移

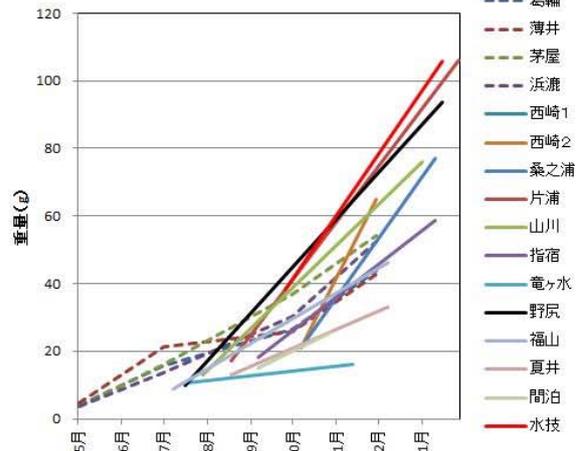


図6 成長についての評価

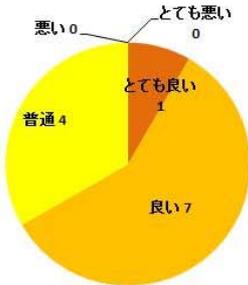


図7 形についての評価



図8 生残についての評価



図9 付着物についての評価

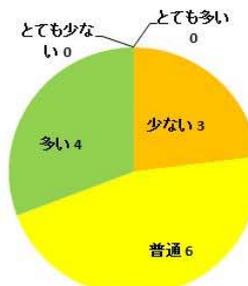


図10 作業量についての評価

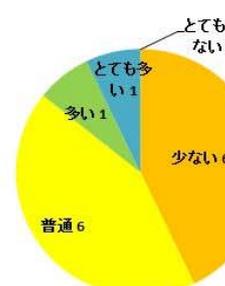


図11 管理についての評価



図12 将来展望についての評価

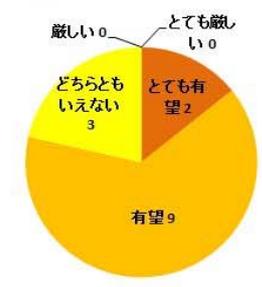
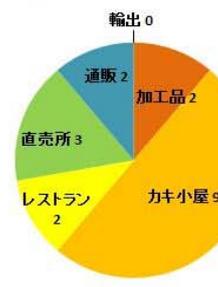


図13 将来やりたいこと



- ・生残については、「とても良い」「良い」が7業者いる反面、ヒラムシの食害により「悪い」と評価した鹿児島湾内の業者が2業者いた(図8)。
- ・付着物については「普通」が6業者と最も多く、「少ない」が3業者、「多い」が4業者と評価が分かれた(図9)。
- ・作業量と管理はほぼ同じ傾向で、作業量が「多い」または「とても多い」、管理が「大変」と答えた業者は各2業者、作業量が「少ない」・管理が「楽」と答えた業者は各6業者、「普通」と答えた業者は各6業者であった(図10, 11)。
- ・将来展望が「とても有望」「有望」と評価したのは11業者、「どちらともいえない」が3業者で、「厳しい」「とても厳しい」という評価はなかった。このことから、数ヶ月間養殖試験をしてみて、成長や生残率、管理等の面から有望と感じている業者が多い事が伺えた(図12)。
- ・将来やってみたい事(複数回答可)で最も多かったのは「カキ小屋」で9業者、続いて「直売所」が3業者、「加工品」「レストラン」「通販」が各2業者となっており、自ら加工、販売まで実施する6次産業化に関心が高い事が伺えた(図13)。

3 情報交換会

養殖試験実施漁業者、漁協、市町村、県など53名が出席した。

当センターからイワガキ種苗生産の紹介と、長崎県での先進事例調査の報告を行ったほか、県生活衛生課から衛生管理についての講習を実施した。

天然ウナギと養殖ウナギとの混養試験 (鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会事業)

今吉雄二，今村昭則，池田祐介，神野芳久

【目的】

ウナギ資源の維持・増大を目的として，各地で放流が行われているが，養殖池から取り上げた個体がそのまま天然水域に放流される事例が多い。

しかし，天然ウナギが生息する河川では，天然ウナギと放流された養殖ウナギとの競合が予想され，このことが両者の成長・生残に影響を及ぼしている可能性がある。

より効果的なウナギ資源対策を進めていくためには，放流後の養殖ウナギの生態について調査・解明し，現在行われている放流事業にフィードバックする必要がある。

本試験では，養殖ウナギと天然ウナギを同じ試験池内で飼育し，成長，生残状況を調査することにより，現在行われている放流手法についての評価，検討材料とし，より効果的な資源対策の開発に資する。

なお，本試験は鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会事業として，中央大学法学部 海部助教と共同で実施した。

【方法】

1 概要

長さ×幅×深さ＝約8m×約4m×約1.5mの試験池を6面使用。

池内にコンクリートブロック，アワビシェルター，防鳥ネットにより模擬河川環境を作り，その中に養殖ウナギと天然ウナギとを収容。その後の成長，生残を追跡する。

2 実施場所

鹿児島県水産技術開発センター実験池 C試験池（鹿児島県指宿市宮ヶ浜）

3 実施期間

平成26年10月10日(ウナギ収容日)～27年3月(3月以降も継続飼育を実施)

4 供試魚

養殖ウナギについては各サイズを大隅地区養鰻漁協から購入。

天然ウナギについては天降川産のものを購入。

供試個体にはそれぞれ個体識別用のPITタグを装着。

5 試験区

20Pサイズ試験区(天然養殖混養)と5Pサイズ試験区(天然養殖混養)，それぞれの対照区(養殖単独)の4区(表1)。

20Pサイズ試験区と5Pサイズ試験区では反復区を設けている。

6 計測

データ採取のための全長，体重の計測は，摂餌への影響等を考慮し，年3回程度(4ヶ月に1回)実施する事とする。

表1 試験区と収容数

試験区	収容数		
	天然	養殖	計
20P-①	5	5	10
20P-②	5	5	10
20P対照区	0	10	10
5P-①	9	9	18
5P-②	9	9	18
5P対照区	0	18	18

6 餌料

試験期間中の餌料：全長3cm前後の川エビ（ヌマエビ，スジエビ）

給餌量：週あたりウナギ重量の2.5%

【結果及び考察】

2月に計測した結果は下表のとおり。

表2 計測結果(平均値)

20P	2014.10.8			2015.2.4			(120日間)	
	全長(cm)	体重(g)	肥満度	全長(cm)	体重(g)	肥満度	日間成長(体長:cm)	日間成長(体重:g)
20P-①天然	44.1	85.0	0.982	44.3	79.2	0.901	0.002	-0.048
20P-①養殖	36.8	55.9	1.107	40.6	72.9	1.084	0.032	0.142
20P-②天然	41.6	72.0	0.973	42.7	87.3	1.113	0.009	0.127
20P-②養殖	38.8	72.4	1.239	39.5	74.5	1.208	0.006	0.018
20P対照区	37.5	61.2	1.149	42.1	87.5	1.164	0.039	0.219

5P	2014.10.8			2015.2.6			(122日間)	
	全長(cm)	体重(g)	肥満度	全長(cm)	体重(g)	肥満度	日間成長(体長:cm)	日間成長(体重:g)
5P-①天然	54.3	197.9	1.247	54.0	167.8	1.070	-0.002	-0.250
5P-①養殖	50.4	186.5	1.455	50.2	143.4	1.135	-0.002	-0.360
5P-②天然	52.0	172.2	1.208	52.1	160.3	1.127	0.001	-0.099
5P-②養殖	50.3	181.4	1.428	50.2	149.6	1.185	-0.001	-0.265
5P対照区	50.1	187.0	1.488	50.0	149.9	1.203	-0.001	-0.309

表3 全長、体重、肥満度の試験区ごとの増減

全長(cm)	2014.10.8	2015.2.4	増減	全長(cm)	2014.10.8	2015.2.6	増減
20P-①天然	44.1	44.3	0.2	5P-①天然	54.3	54.0	-0.2
20P-①養殖	36.8	40.6	3.8	5P-①養殖	50.4	50.2	-0.3
20P-②天然	41.6	42.7	1.1	5P-②天然	52.0	52.1	0.1
20P-②養殖	38.8	39.5	0.7	5P-②養殖	50.3	50.2	-0.1
20P対照区	37.5	42.1	4.6	5P対照区	50.1	50.0	-0.1

体重(g)	2014.10.8	2015.2.4	増減	体重(g)	2014.10.8	2015.2.6	増減
20P-①天然	85.0	79.2	-5.8	5P-①天然	197.9	167.8	-30.1
20P-①養殖	55.9	72.9	17.0	5P-①養殖	186.5	143.4	-43.2
20P-②天然	72.0	87.3	15.3	5P-②天然	172.2	160.3	-11.9
20P-②養殖	72.4	74.5	2.1	5P-②養殖	181.4	149.6	-31.7
20P対照区	61.2	87.5	26.3	5P対照区	187.0	149.9	-37.1

肥満度	2014.10.8	2015.2.4	増減	肥満度	2014.10.8	2015.2.6	増減
20P-①天然	0.982	0.901	-0.081	5P-①天然	1.247	1.070	-0.178
20P-①養殖	1.107	1.084	-0.023	5P-①養殖	1.455	1.135	-0.319
20P-②天然	0.973	1.113	0.140	5P-②天然	1.208	1.127	-0.081
20P-②養殖	1.239	1.208	-0.031	5P-②養殖	1.428	1.185	-0.243
20P対照区	1.149	1.164	0.015	5P対照区	1.488	1.203	-0.285

20Pサイズ試験区では全長、体重ともに、増加量が対照区(養殖単独) > 試験区(天然・養殖混養)となっており、肥満度についても、増加していたのは対照区と20P- 区の天然個体のみであった。

5Pサイズ試験区では、ほぼ全ての試験区と、対照区において3項目とも数値が減少していた。

20Pサイズ試験区と5Pサイズ試験区とでは異なった傾向が示されており、5Pサイズでは、競合以前に環境変化の影響が摂餌に大きな影響を及ぼした可能性が考えられる。

なお、体重については、20Pサイズ試験区、5Pサイズ試験区ともに測定開始時の各区の平均値に有意な差はなく、その後の増減量については20P- では天然と養殖、天然と対照区、20P- では養殖と対照区、5P- では天然と養殖、5P- では天然と養殖、天然と対照区との間にそれぞれ有意な差が認められた。(one-factor ANOVA及びTukey-Kramer)

今回の報告は試験開始から4ヶ月後の状況についての報告である。養殖個体は天然個体と比較して短期間で成長しているため、体重が短期間で減少した可能性も考えられる。そのため、時間経過とともに別の傾向が示される可能性がある。

カンパチ種苗生産における初期配合飼料試験

外園博人，今吉雄二，池田祐介

【目的】

カンパチ稚魚に適した栄養や嗜好性および飼料物性に富んだ配合飼料の給餌により，成長や生残率の改善，健苗育成およびコスト削減を図る。

【方法】

試験は(株)ヒガシマルとの共同で実施し，飼育管理は(公財)かごしま豊かな海づくり協会に委託して実施した。

鹿児島県カンパチ種苗生産施設内の八角形100kℓ水槽を用いて，同施設で養成された親魚から平成26年8月3日に得られた浮上卵を100万粒収容した(第8R)。

種苗生産は，(公財)かごしま豊かな海づくり協会の方法に準じて行い，配合飼料は(株)ヒガシマル社製品ネオ錦江を使用した。

なお，比較として同親魚群の卵を用いた第7R(従来，同施設で使用されてきた他社製品配合飼料を使用)を対照区とした。

【結果及び考察】

(1) 結果

図1に期間中の成長曲線を示す。

配合飼料給餌が開始される日齢20以前の成長に差はみられなかったが，日齢20以降の成長はネオ錦

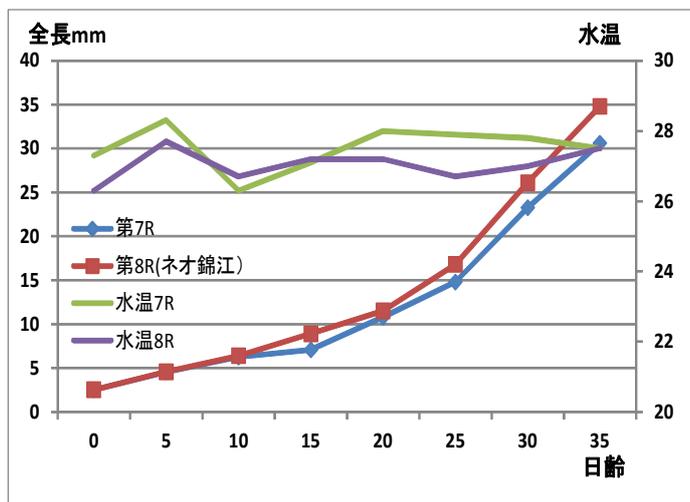


図1 成長曲線

江区が優れていた。

また，日齢35での生残率は，ネオ錦江区が若干良好(試験区15.2%，試験区12.4%)で，日齢35での取りあげ尾数も対照区120,400尾に対しネオ錦江区は152,000尾であった。

(2) 考察

ネオ錦江は給餌初日から摂餌が観察され，成長も期間を通じて良好であったことや，生残率や活力も良好であったことから，稚魚の嗜好性や栄養要求を満たしていると考えられる。

また，飼料物性においても対照飼料に比べて自動給餌機の詰まりが少なく，その保守に係る除去など煩雑な作業が省略され，作業効率に優れた飼料と考えられる。

以上のことから，当製品はカンパチの種苗生産において，餌付け性能，成長性能および機能性を有した飼料であることが明らかとなり，成長や生残率の改善，健苗育成およびコスト削減が可能となることが示唆された。