

平成 28 年度
事業報告書



平成 30 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

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28年度事業一覧	3

【企画・栽培養殖部 企画部門】

① 試験研究の企画調整	4
② 漁業情報提供事業	9
③ 漁業研修推進事業	11

【資源管理部】

④ 漁海況予報事業	12
⑤ 200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－Ⅰ（資源評価，漁海況予測委託事業）	13
⑥ 200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－Ⅱ（マチ類）	23
⑦ 200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－Ⅲ（トビウオ資源動向調査）	30
⑧ 200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－Ⅳ（キビナゴ資源動向調査）	34
⑨ 200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－Ⅴ（大型クラゲ出現状況調査）	40
⑩ マグロ漁場調査－Ⅰ（ビンナガ魚群調査）	42
⑪ マグロ漁場調査－Ⅱ（日本周辺クロマグロ調査委託事業）	46
⑫ ヨコワ来遊予報調査	55
⑬ 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅰ（浮魚資源調査：モジャコ調査）	56
⑭ 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅱ（漁場環境調査：魚礁調査）	62
⑮ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅰ（スジアラ資源生態調査）	64
⑯ 豊かな海づくり広域推進事業－Ⅰ（マダイ）	68
⑰ 豊かな海づくり広域推進事業－Ⅱ（ヒラメ）	73

【漁場環境部】

⑱ 赤潮総合対策調査事業－Ⅰ（有害・有毒プランクトン情報伝達事業）	76
⑲ 赤潮総合対策調査事業－Ⅱ （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）	84
⑳ 赤潮総合対策調査事業－Ⅱ （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
㉑ 赤潮総合対策調査事業－Ⅲ（赤潮被害防止緊急対策事業）	100
㉒ 鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅰ（海藻バンク造成事業）	115
㉓ 鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅱ（藻場定期モニタリング調査事業）	127
㉔ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅱ（磯根資源開発調査）	140
㉕ 内水面漁業総合対策研究－Ⅰ（内水面魚病対策推進事業：魚介類の異常へい死）	147
㉖ 内水面漁業総合対策研究－Ⅱ（アユ資源増殖技術開発事業）	148
㉗ ウナギ資源増殖対策事業－Ⅰ（鰻来遊・生息調査事業）	157
㉘ ウナギ資源増殖対策事業－Ⅱ（放流用種苗育成手法開発事業）	167
㉙ ウナギ資源増殖対策事業－Ⅲ（内水面資源生息環境改善手法開発事業）	177

- ③⑩ 川内原子力発電所温排水影響調査事業……………184
- ③⑪ 公募型試験研究事業－Ⅰ（藻場回復高度化事業）……………185

【水産食品部】

- ③⑫ かごしま海の幸発掘活用研究－Ⅰ……………189
- ③⑬ かごしま海の幸発掘活用研究－Ⅱ（生食用シラスの鮮度変化）……………191
- ③⑭ かごしま海の幸発掘活用研究－Ⅲ
（ウルメイワシ丸干しのヒスタミン(Hm)生成機序の解明及び生成抑制技術開発）……………192
- ③⑮ かごしま海の幸発掘活用研究－Ⅳ（辺塚だいたい給餌カンパチの品質分析）……………194
- ③⑯ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業（病気に強い養殖魚生産技術開発事業）……………196
- ③⑰ 魚病総合対策事業（養殖衛生管理体制整備事業）……………206
- ③⑱ 内水面漁業総合対策研究－Ⅲ（内水面魚病対策推進事業）……………214
- ③⑲ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅲ（水産資源利用加工開発調査）……………218
- ④① 公募型試験研究事業－Ⅱ（ブリ類のベコ病の治療試験）……………221
- ④② 公募型試験研究事業－Ⅲ（ブリ類のベコ病の疫学調査）……………222
- ④③ 公募型試験研究事業－Ⅷ（抜本的な生産コストの抑制手法の開発研究）……………224
- ④④ 公募型試験研究事業－Ⅴ
（養殖ブリの輸出を促進するための人工種苗生産技術高度化及び高品質冷凍流通技術体系の開発）……………226
- ④⑤ 公募型試験研究事業－Ⅵ
（血合肉すり身化技術による海外向け和食ヘルスケア食品の開発）……………228

【企画・栽培養殖部 栽培部門】

- ④⑥ カンパチ種苗実用化技術開発試験……………229
- ④⑦ クロマグロ種苗生産技術開発試験……………236
- ④⑧ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅳ（クロマグロ中間育成試験）……………240
- ④⑨ ブリ人工種苗生産技術移転事業……………243
- ④⑩ ブリ人工種苗中間育成試験……………248
- ④⑪ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅴ（スジアラ種苗生産技術開発）……………250
- ④⑫ 有用魚類利用育成試験（スマ種苗育成試験）……………259
- ④⑬ 有用介類種苗生産試験－Ⅰ（イワガキ種苗生産技術開発）……………263
- ④⑭ 有用介類種苗生産試験－Ⅱ（イワガキ養殖試験）……………275

庶務一般

事務機構及び職種別人員（平成28年度）

平成28年11月1日現在

機 構	職 種															合 計		
	行 政 職				技 術 職								海 事 職	現 業 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													
					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						
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)	1	3				2	1			8
資 源 管 理 部								1	2		3	16						22
漁 場 環 境 部								1	2	1	2							6
水 産 食 品 部								1	2	1	1				1			6
合 計	1	1	1	1	1	1	1	3	7	5	6	16	0	2	2	0		48
対 前 年 比									-4	1	3		-1					-1

※表中の（ ）内は、兼務職。

職員の職・氏名（平成28年度）

平成28年11月1日現在

所属(部課室名)	職 名	氏 名
	所 長	佐々木謙介
	副所長兼企画研修部長	小湊幸彦
	研 究 主 幹	矢野浩一
庶務部	部 長	富山泰雄
	総務係長	松永忍
	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	川口吉徳
	主任研究員	野元聡 今吉雄二 高杉朋孝
	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	稲盛重弘
	研 究 専 門 員	中野正明 宍道弘敏
	研 究 員	小路口拓輝 天野裕平 福元亨介
調査船 くろしお	船 長	茶屋雅彦
	機 関 長	小出水秋洋
	通 信 長	加美光浩
	航 海 長	小湊正継
	漁 撈 長	岩元文敏
	一 等 機 関 士	木村慎也
	技 術 主 査	高田三男 山賀一成 湯田栄貴 岩田伸吾
	〃	宿里幸郎
	機 関 士	宮路大聖
	機関誌(臨的)	柿木祐一
航海士(臨的)	迫田清秀	
漁場環境部	部 長	西 広 海
	研 究 専 門 員	猪狩忠光 平江多積
	研 究 員	村田圭助 東條智仁 中島広樹
水産食品部	部 長	和田和彦
	研 究 専 門 員	保 聖 子 柳 宗 悦
	主任研究員	仁部玄通
	研 究 員	福留慶

漁業指導 兼船み 取調 お お す	船 長	森 昌 人
	機 関 長	中村力久
	航 海 長	脇田博士
	漁 撈 長	岩元文敏
	技 術 主 査	濱崎嘉徳 長井智之 高田三男 山賀一成
	〃	北山大吾 板敷洋一 古木秀治
	機 関 士	川崎秀一

平成28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	100,631,858円	H16～, 県単
	水産技術開発センター維持補修費	4,070,792円	H16～, 県単
企画・栽培 養殖部	漁業情報提供事業(人工衛星解析装置含む)	14,747,180円	H16～, 県単
	有用魚類利用育成試験	358,000円	H28～, 県単
	有用介類種苗生産試験	439,506円	H25～, 県単
	クロマグロ種苗生産技術開発試験	1,696,000円	H27～, 県単
	ブリ人工種苗導入・促進事業	456,642円	H28～, 県単
資源管理部	船舶運営費	25,597,605円	県単
	漁海況予報事業	847,487円	H14～, 国補
	200カイリ水域内漁業資源総合調査	28,285,825円	S52～, 特定
	マグロ漁場調査	11,301,786円	S44～, 特定
	沿岸・近海漁業資源調査	1,356,073円	S62～, 県単
漁場環境部	赤潮総合対策調査事業	6,911,353円	S52～, 県単・国庫・特定
	鹿児島海藻パーク推進事業	2,122,624円	H19～, 県単
	温排水影響調査事業	6,160,748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)	502,000円	H25～, 県単
水産食品部	かごしま海の幸発掘活用研究	941,478円	H26～, 県単
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (病気に強い養殖魚生産技術開発事業)	299,478円	H27～, 県単
	魚病総合対策事業	1,556,000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)	613,000円	S61～, 国補
各部	公募型試験研究事業	7,310,000円	H22～, 国庫・特定
	(養殖魚安定生産・供給技術開発委託事業)	800,000円	
	(藻場回復高度化事業)	510,000円	
	(養殖ブリの品質向上試験)	2,000,000円	
	(ぶりのペコ病疫学調査)	500,000円	
	(ぶりのペコ病治療試験)	900,000円	
	(血合肉のすり身化技術による和食ヘルスケア食品の開発)	2,600,000円	
合 計		216,205,435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
	カンパチ種苗高度化技術開発	H27～, 国庫
	ブリ人工種苗技術移転	H28～, 国庫+県単
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・栽培養殖部職員

【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

【28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。

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28年8月23日（火） 13:30～16:00
- ・ 開催場所：県民交流センター小会議室第2
- ・ 出席者：研究開発推進会議委員6名，当センター8名
- ・ 内 容：平成28年度終期事業及び継続事業についての評価
平成29年度新規予定事業についての評価

2) 国立研究開発法人水産研究・教育機構との連携等

- ・ 国立研究開発法人水産研究・教育機構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。

- ・13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 国立研究開発法人水産研究・教育機構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10～11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16～18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	水産食品部長 担当職員
12月2～3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1～2日	西海ブロック水産業関係研究開発推進会議	佐賀市	所 長
12月8～9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

3) 他県との連携等

①九州・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、甲殻類分科会は、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
7月27～28日	場長会	那覇市	所 長
9月13～14日	磯焼け・藻場造成分科会	唐津市	担当職員
9月29～30日	利用加工分科会	福岡市	担当職員
9月29～30日	漁場環境分科会	福岡市	担当職員
10月6～7日	漁業・資源分科会	福岡市	担当職員
10月13～14日	魚病分科会	別府市	担当職員
2月7～8日	海面増殖分科会	別府市	担当職員

②他県との共同・連携研究

10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

①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28年11月29日（火） 14:30～17:30
- ・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9名，当センター21名
- ・内 容：水技センターと水産学部の研究活動の紹介及び情報・意見交換

②大学との共同・連携研究

9大学、14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28年度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	抜本的な生産コストの抑制手法の開発 （持続的養殖生産・供給事業；廃合事業の 低コスト化）
農林水産省（農林水産技術会議） プロジェクト研究	藻場回復技術研究（低コスト・低労力化 及び確実かつ簡便な新たな幼胚添加技術の 開発）
農林水産省（農林水産技術会議） プロジェクト研究	養殖ブリの品質向上試験
農林水産省（農林水産技術会議） プロジェクト研究	ぶりのべこ病疫学 調査・試験
農林水産省（農林水産技術会議） プロジェクト研究	ぶりのべこ病治療試験
農林水産省（農林水産技術会議） プロジェクト研究	血合肉のすり身化技術による和食ヘルス ケア食品の開発

3 試験研究の進行管理

試験研究の進行管理、評価等を行うため所内会議として、4月に業務検討会、10月に進行管理を各部毎に開催した。

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」：80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, 3月）発行した。（発行部数：250部/回）

4) 事業報告書の発行

平成27年度版事業報告書を平成28年12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6号」を平成28年5月に発行した。

6) 研究報告会の開催

研究の取組、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29年2月2日（木）
- ・場 所：かごしま県民交流センター 大研修室，中研修室
- ・内 容：

①口頭報告

報 告 課 題	報 告 書
平成28年9月に八代海で発生したシャットネラ赤潮について	漁場環境部 研究員 中島 広樹
スジアラ種苗生産技術開発	企画・栽培養殖部 主任研究員 今吉 雄二
柑橘精油添加による水産加工品のヒスタミン蓄積抑制に関する研究	水産食品部 研究専門員 保 聖子
ビンナガ漁場調査について	資源管理部 研究専門員 中野 正明

②ポスター発表

報 告 課 題
<ul style="list-style-type: none"> ・クロマグロ種苗生産試験 ・イワガキ種苗生産技術開発試験 ・養殖ウナギの放流実態調査 ・ニホンウナギに対する堰堤の影響と簡易魚道の開発 ・ウニ駆除によるホンダワラ類の回復試験 ・ディクチオカ藻赤潮による養殖カンパチへの影響 ・奄美藻場造成試験（食害魚について） ・黒潮と漁況との関係性について ・海上馴致による放流マダイの健苗性の向上 ・ヒラメの簡易魚病診断法と魚病発生カレンダー ・アイザメのすり身化試験

7) 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 血合い肉利用したすり身等製造 法	H24. 7 H26. 9	未継続
	審 査 請 求 中	1 件	酒盗の凍結乾燥粉末の製造法		
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	未継続 未継続
計		5 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	29	618
海外からの視察	3	23
インターンシップ	1	4
一般見学	29	1, 558
合 計	58	2, 176

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	H27	H28
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	1, 824	2, 167

漁業情報提供事業

川口吉徳，小路口拓輝，中島広樹

【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

【28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 ① クインコーラル8 ② 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		H24	H25	H26	H27	H28
Webサイト訪問数		202,088	265,128	245,546	281,897	261,145
主なサイトの閲覧数	人工衛星	83,573	90,118	137,805	89,318	76,127
	赤潮	48,837	18,708	12,625	30,827	25,260
	フェリー	103,303	88,968	87,682	86,720	80,261
音声情報（浮き魚礁）		17	50	46	1	0
FAX情報（衛星等）		66	51	37	39	18
システム利用合計		202,171	265,229	265,229	281,937	261,163

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28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	16	ワカメの養殖, 魚の加工(トビウオ塩干)体験
西指宿中学校	水技センター	7月6日	1	34	魚の加工体験(トビウオ燻製)
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7日 ～9日	左記の内 2	12	東町, 垂水市漁協の概要研修 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
栽培養殖 コース	水技センター	10月17日	1	10	魚類養殖に関する研修 (内之浦漁協)

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
奄美地区(奄美市)	10月31日	1	30	スジアラやマチ類の資源管理について
南薩地区(枕崎市)	1月31日	1	30	平成28年漁海況の特徴
西薩地区(いちき串木野市)	2月2日	1	80	シラス漁況, 藻場の現状

4 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20日	1	23	漁業制度, 漁業の概要
	乗船研修	南さつま市	6月21日	1		養殖業体験
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

小路口 拓輝 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、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、週単位で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（鹿児島ー沖縄間1隻、串木野ー甕島間1隻）で観測した海面水温、水深105m以浅の流況 毎日
- 2) 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
- 3) 電話での聞きとり 甕島漁協他15漁協 週1回
- 4) 海洋観測及び卵稚仔調査結果 月1回（6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】

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

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－I (資源評価, 漁海況予測委託事業)

小路口 拓輝, 宍道 弘敏, 天野 裕平, 福元 亨介, 調査船くろしお乗組員

【目的】

この調査は、200カイリ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・ウマヅラハギ・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 ウマヅラハギ※, 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・ブリ飼付	マアジ, サバ類, イワシ類, ブリ, 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。

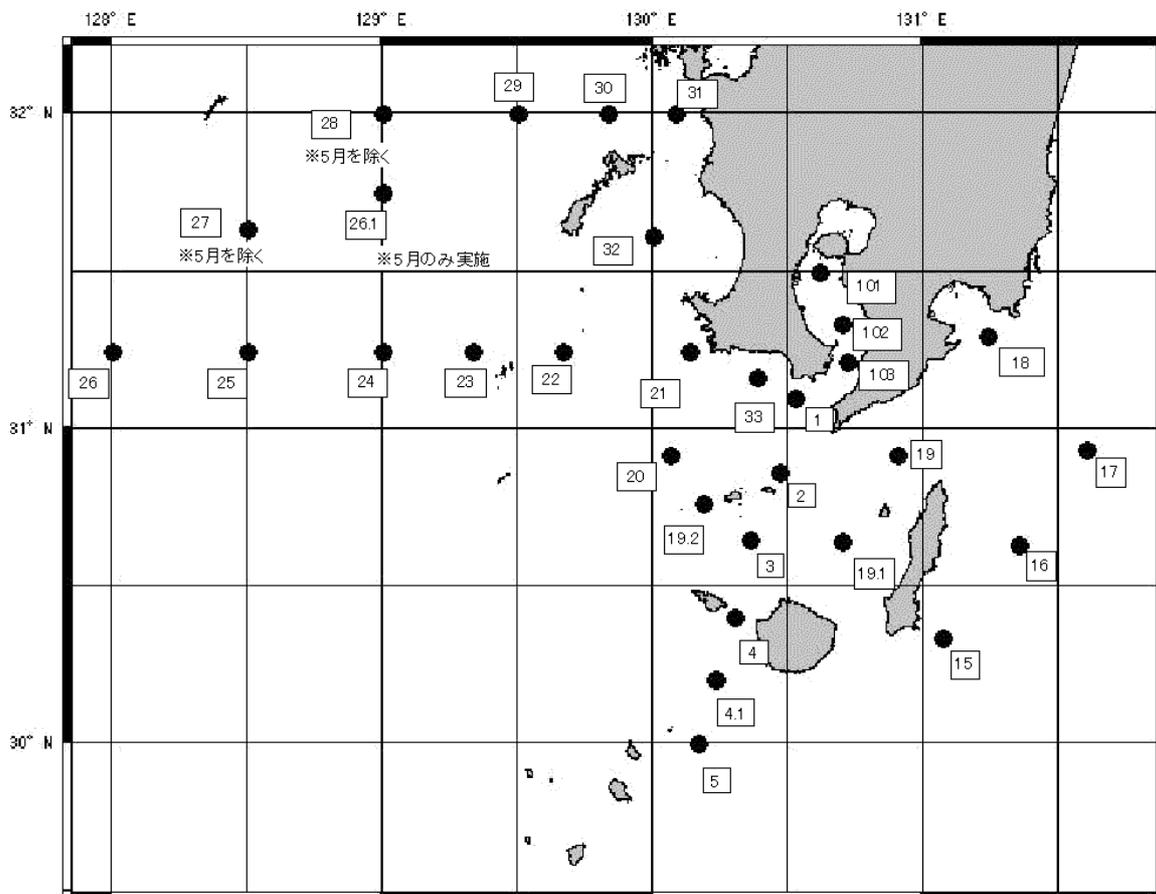


図1 沖合海域海洋観測等調査定点図

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243回、38,967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189回、5,237尾の精密測定（体長、体重、生殖腺重量）を実施し、国立研究開発法人水産研究・教育機構へ報告した。

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												
マアジ	3	204	2	147	3	375	2	439	4	400	2	446	4	764	1	237	5	742	5	868	4	767	2	168	37	5,557		
マルアジ			1	41									1	37												2	78	
モロ																											0	0
クサヤモロ			1	190	1	210	1	107	1	117	1	134	1	159	3	549	3	541	3	405	1	270				16	2,682	
ゴマサバ	1	23	4	353	4	642	6	644	7	982	7	1,055	6	793	6	978	5	669	7	741	4	558	1	219	58	7,657		
マサバ	3	341	1	62							1	14							2	122	2	101	4	591	13	1,231		
カタクチイワシ	1	225	3	595	4	840	6	936	3	660	3	635	5	1,042	3	630	4	652	2	397	2	437	5	997	41	8,046		
ウルメイワシ	3	645	2	413	5	1,005	5	873	3	668	4	749	5	1,030	5	962	6	992	6	780	3	452	2	393	49	8,982		
マイワシ	2	293	2	402	2	417	5	941	3	444	1	183	2	386	2	277	1	200					1	181	21	3,724		
オアカムロ			2	373	1	235					2	282														5	890	
ムロアジ																											0	0
アカアジ			1	120																						1	120	
合計	13	1,731	19	2,696	20	3,724	25	3,940	21	3,271	21	3,498	24	4,211	20	3,653	24	3,796	25	3,313	16	2,585	15	2,549	243	38,967		

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											
マアジ	3	75	2	50	2	50	2	50	4	100	2	50	3	75	1	25	4	100	5	125	4	100	2	50	34	850	
マルアジ			1	25									1	25												2	50
モロ																										0	0
クサヤモロ					1	25													1	25					2	50	
ゴマサバ	1	25	3	74	1	25	4	96	4	99	5	125	3	75	2	50	4	100	4	100	3	75			34	844	
マサバ	3	75	1	25							1	25							2	50	2	50	2	50	11	275	
カタクチイワシ	1	30	3	90	4	120	6	180	3	90	2	60	4	120	3	90	4	120	1	30	2	60	5	150	38	1,140	
ウルメイワシ	3	90	2	60	5	150	5	150	3	90	4	120	3	90	5	150	6	180	6	180	3	90	2	60	47	1,410	
マイワシ	2	60	2	60	2	60	5	150	3	90	1	30	1	30	1	30	1	30					1	30	19	570	
オアカムロ			1	25	1	23																				2	48
ムロアジ																										0	0
アカアジ																										0	0
合計	13	355	15	409	16	453	22	626	17	469	15	410	15	415	12	345	19	530	19	510	14	375	12	340	189	5,237	

(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、国立研究開発法人水産研究・教育機構へ報告した。

2 標本船調査

表4に示す標本船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、国立研究開発法人水産研究・教育機構へ報告した。

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
28.4	1,182.5	1,822.2	0.0	0.0	3,004.7	67	57	0	0	124
28.5	631.6	2,005.7	0.0	4.4	2,641.6	72	70	0	3	145
28.6	1,101.5	2,299.9	0.0	16.1	3,416.9	79	88	0	1	168
28.7	1,592.9	1,237.6	0.0	5.2	2,835.7	111	53	0	2	166
28.8	1,544.9	2,213.6	0.0	0.0	3,758.5	104	76	0	0	180
28.9	1,229.5	2,086.1	0.0	0.0	3,315.6	99	80	0	0	179
28.10	901.1	3,211.4	0.0	0.0	4,112.5	51	92	0	0	143
28.11	1,135.0	1,932.2	0.0	5.1	3,072.3	36	75	0	1	112
28.12	2,047.0	1,458.6	0.0	0.0	3,505.6	72	60	0	0	132
29.1	1,729.2	1,406.0	0.0	0.0	3,135.2	57	50	0	0	107
29.2	2,167.3	1,743.0	0.0	0.0	3,910.3	77	53	0	0	130
29.3	1,640.0	4,494.0	0.0	0.0	6,134.0	70	106	0	0	176
計	16,902.5	25,909.7	0.0	30.8	42,842.9	895.0	860.0	0.0	7.0	1,762.0

年月	マアジ					サバ類				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
28.4	84.1	54.1	0.0	0.0	138.2	197.9	692.9	0.0	0.0	890.8
28.5	20.8	3.9	0.0	0.0	24.7	2.4	1,178.4	0.0	3.3	1,184.1
28.6	34.5	2.3	0.0	0.0	36.8	12.1	1,713.9	0.0	0.0	1,726.0
28.7	85.6	19.1	0.0	0.0	104.7	73.0	499.2	0.0	0.0	572.2
28.8	41.1	197.2	0.0	0.0	238.3	363.1	340.7	0.0	0.0	703.9
28.9	186.0	5.4	0.0	0.0	191.5	362.6	423.1	0.0	0.0	785.7
28.10	45.9	92.2	0.0	0.0	138.2	150.3	560.7	0.0	0.0	711.0
28.11	130.0	8.7	0.0	0.0	138.7	102.3	502.4	0.0	4.5	609.2
28.12	281.8	16.8	0.0	0.0	298.5	419.9	409.8	0.0	0.0	829.7
29.1	749.6	9.9	0.0	0.0	759.5	483.7	725.1	0.0	0.0	1,208.8
29.2	579.1	202.4	0.0	0.0	781.6	930.0	937.1	0.0	0.0	1,867.2
29.3	378.2	142.1	0.0	0.0	520.3	345.7	3,524.8	0.0	0.0	3,870.4
計	2,616.7	754.1	0.0	0.0	3,371.0	3,443.0	11,508.1	0.0	7.8	14,959.0

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
28.4	2.1	111.3	0.0	0.0	113.4	348.0	569.0	0.0	0.0	917.0	520.3	0.4	0.0	0.0	520.7
28.5	134.8	32.1	0.0	0.0	166.9	22.5	197.2	0.0	0.0	219.7	384.6	3.6	0.0	0.9	389.1
28.6	263.0	49.7	0.0	0.0	312.6	154.5	101.2	0.0	16.1	271.8	606.5	51.6	0.0	0.0	658.1
28.7	135.5	278.5	0.0	0.0	414.0	481.4	96.6	0.0	5.2	583.2	741.2	26.2	0.0	0.0	767.4
28.8	266.6	893.2	0.0	0.0	1,159.8	507.0	428.5	0.0	0.0	935.5	232.8	17.5	0.0	0.0	250.3
28.9	14.0	86.3	0.0	0.0	100.3	58.4	504.7	0.0	0.0	563.1	405.7	2.3	0.0	0.0	408.0
28.10	260.8	188.7	0.0	0.0	449.5	67.7	1,565.9	0.0	0.0	1,633.6	340.6	90.9	0.0	0.0	431.5
28.11	353.6	14.1	0.0	0.0	367.7	266.8	164.1	0.0	0.0	430.8	224.8	0.0	0.0	0.0	224.8
28.12	227.2	5.7	0.0	0.0	232.8	908.4	38.8	0.0	0.0	947.2	178.6	76.6	0.0	0.0	255.2
29.1	10.2	46.6	0.0	0.0	56.8	424.3	120.0	0.0	0.0	544.4	18.0	0.0	0.0	0.0	18.0
29.2	3.2	34.2	0.0	0.0	37.4	457.2	77.3	0.0	0.0	534.5	170.7	0.0	0.0	0.0	170.7
29.3	0.8	90.7	0.0	0.0	91.5	219.9	304.9	0.0	0.0	524.8	581.0	29.1	0.0	0.0	610.1
計	1,671.8	1,831.1	0.0	0.0	3,502.7	3,916.1	4,168.2	0.0	21.3	8,105.6	4,404.8	298.2	0.0	0.9	4,703.9

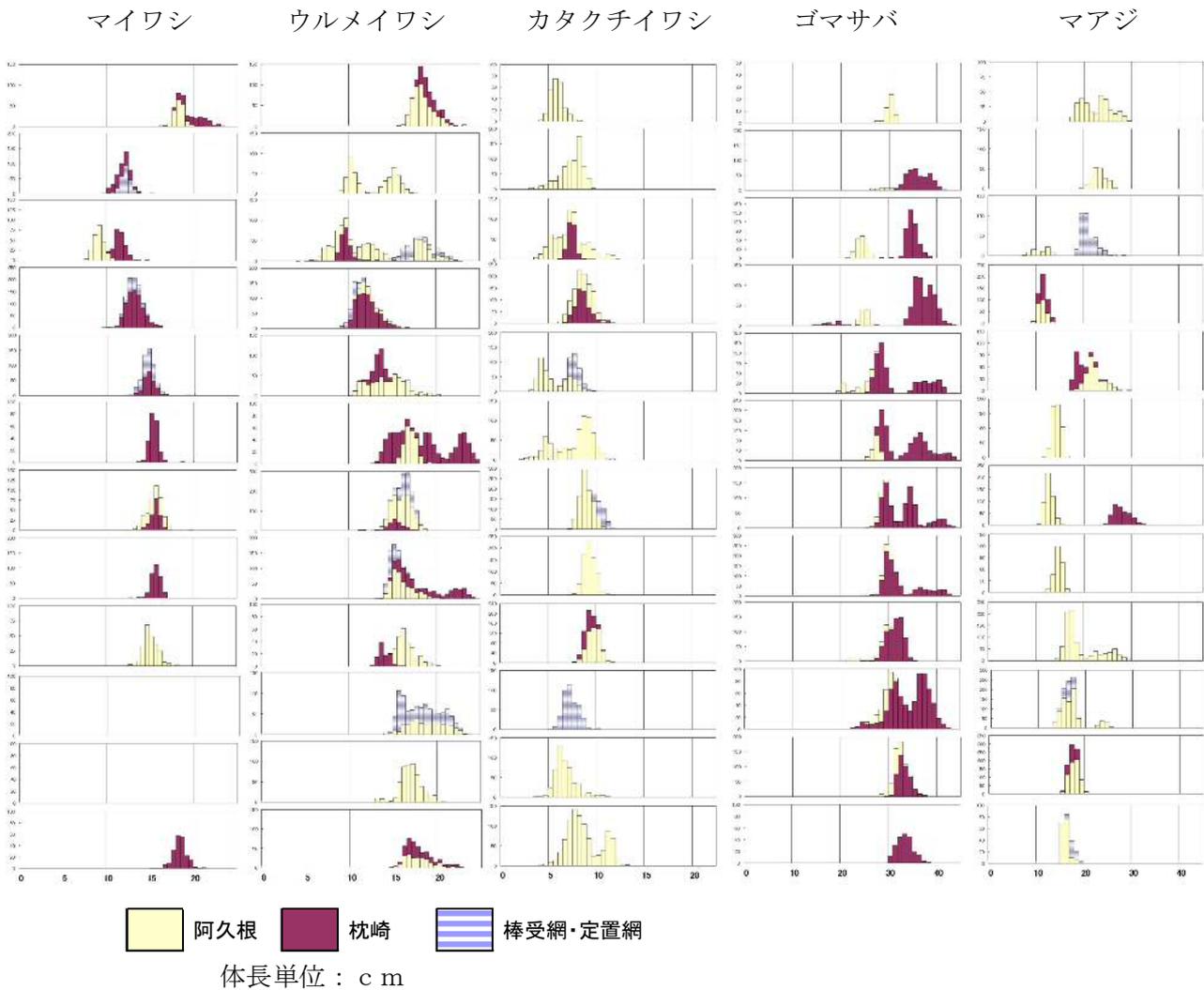
年月	ムロアジ					オアカムロ				
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
28.4	0.0	127.9	0.0	0.0	128.0	0.0	233.7	0.0	0.0	233.7
28.5	0.1	210.1	0.0	0.1	210.2	0.0	306.7	0.0	0.0	306.7
28.6	0.1	72.3	0.0	0.0	72.4	0.0	258.8	0.0	0.0	258.8
28.7	0.0	103.5	0.0	0.0	103.5	0.0	185.0	0.0	0.0	185.0
28.8	2.4	259.4	0.0	0.0	261.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
28.9	35.9	971.7	0.0	0.0	1,007.7	0.0	55.5	0.0	0.0	55.5
28.10	3.1	590.3	0.0	0.0	593.4	0.0	45.8	0.0	0.0	45.8
28.11	0.5	1,063.5	0.0	0.5	1,064.5	0.0	129.7	0.0	0.0	129.7
28.12	5.4	803.9	0.0	0.0	809.4	0.0	78.4	0.0	0.0	78.4
29.1	0.0	380.3	0.0	0.0	380.3	0.0	123.2	0.0	0.0	123.2
29.2	0.0	155.8	0.0	0.0	155.9	0.0	327.0	0.0	0.0	327.0
29.3	0.0	131.6	0.0	0.0	131.6	0.0	100.3	0.0	0.0	100.3
計	47.5	4,870.3	0.0	0.6	4,918.7	0.0	1,844.2	0.0	0.0	1,844.2

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
28.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5
28.5	21.8	0.0	0.0	0.0	21.8	0.0	14.5	0.0	0.0	14.5
28.6	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	10.5	0.0	0.0	10.5
28.7	4.7	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
28.8	19.7	3.9	0.0	0.0	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28.9	32.2	0.3	0.0	0.0	32.5	0.0	6.6	0.0	0.0	6.6
28.10	2.4	4.0	0.0	0.0	6.4	0.0	7.7	0.0	0.0	7.7
28.11	31.5	0.8	0.0	0.0	32.2	0.1	13.2	0.0	0.0	13.3
28.12	13.0	2.7	0.0	0.0	15.7	0.4	15.0	0.0	0.0	15.5
29.1	30.5	0.0	0.0	0.0	30.5	0.0	2.6	0.0	0.0	2.6
29.2	4.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8
29.3	0.5	60.5	0.0	0.0	61.0	0.0	6.3	0.0	0.0	6.3

表4 標本船調査依頼者一覧

所属漁協	漁業種類	経営体数
北さつま漁協	中型まき網	2
	棒受網	2
枕崎漁協	中型まき網	1
内之浦漁協	定置網	1
笠沙町漁協	定置網	1
羽島漁協	船曳網	1
志布志漁協	船曳網	2
東串良漁協	船曳網	1
加世田市漁協	船曳網	1
山川漁協	ブリ飼付け	2
おおすみ岬漁協	ブリ飼付け	2

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

モジャコ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。結果は、沿岸近海（モジャコ）と合わせて報告。

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、国立研究開発法人水産研究・教育機構へ報告した。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、国立研究開発法人水産研究・教育機構へ報告した。

5 新規加入量調査

表7に示すとおり、4・5・3月にニューストンネットを用いて調査を実施し、国立研究開発法人水産研究・教育機構へ報告した。

表5 平成28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	4/8~12			5/9~13			7/15			8/4~7			9/5~8			10/6~9								
		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	18.49	0.88	+	20.47	0.81	+				30.03	1.78	+	26.83											
	50	17.86	1.00	+	19.04	1.15	++				22.91	-0.01	-+	23.47							23.99				
	100	16.86	0.72	+	16.65	0.10	+-				18.03	-0.47	-+	18.55							19.46				
西薩・甄沖 [st-27~32:5点] ※3	0	18.85	0.84	+	20.52	0.81	+				29.90	1.56	+	27.01											
	50	18.00	0.90	+	18.86	0.87	+				23.06	-0.14	-+	23.86							24.20				
	100	17.08	0.76	+	16.47	-0.03	-+				18.11	-0.41	-+	19.13							19.73				
薩南(沿岸Ⅰ) [st-1~4.20~24.33:10点]	0	20.15	0.48	+-	21.48	-0.07	-+	28.30			29.48	1.00	+	27.75											
	50	18.50	0.40	+-	19.79	0.93	+	21.68			23.50	0.99	+-	25.20											
	100	17.00	-0.21	-+	17.42	-0.19	-+	18.45			19.33	-0.37	-+	19.52											
薩南(沿岸Ⅱ) [st-15~19:5点]	0	20.33	0.08	+-	21.80	-0.08	-+				28.73	0.63	+-	28.45											
	50	18.97	-0.21	-+	20.13	0.24	+-				23.25	-0.51	-+	27.06											
	100	18.23	-0.54	-+	19.50	0.61	+-				22.07	0.76	+-	23.90											
薩南(西) [st-4-1~5.25.26:4点]	0	21.32	0.26	+-	22.86	-0.29	-+				30.06	1.13	++	28.58											
	50	20.75	0.60	+-	22.21	0.58	+-				26.52	0.94	+-	27.45											
	100	19.56	1.08	+-	19.86	0.35	+-				21.63	0.48	+-	22.00											

海域区分	水深 m	11/1~4.11			12/1~3, 7~9			1/10~13			2/4~2/8			3/1, 6~9		
		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	23.75	0.83	+	20.95				18.94	1.06	++	17.56	15.70	-1.20	-	
	50	23.26	0.46	+-	21.02				18.94	1.11	++	17.50	15.73	-0.88	-	
	100	18.48	-1.90	--	15.01				18.29	0.72	+	17.00	15.60	-0.57	-	
西薩・甄沖 [st-27~32:5点] ※3	0	23.65	0.59	+-	21.23				19.14	0.99	+	17.56	15.90	-1.22	-	
	50	23.33	0.46	+-	21.23				19.15	1.07	+	17.78	15.94	-0.87	-	
	100	19.39	-1.06	--	20.00				18.71	0.98	+	17.54	15.92	-0.42	-+	
薩南(沿岸Ⅰ) [st-1~4.20~24.33:10点]	0	25.11	0.88	+	22.39				21.93	2.18	++	21.01	19.76	1.06	+	
	50	24.58	0.63	+-	22.17				21.30	1.80	+	20.61	18.51	0.35	+-	
	100	20.15	-0.83	-+	20.13				20.08	1.46	+	19.72	17.33	0.13	+-	
薩南(沿岸Ⅱ) [st-15~19:5点]	0	25.82	1.33	+	23.23				22.30	1.90	++	21.15	17.81	-1.51	-	
	50	25.78	1.69	+	22.78				21.96	1.85	++	20.78	17.62	-1.17	-	
	100	23.72	0.14	+-	21.46				21.88	1.76	++	21.69				
薩南(西) [st-4-1~5.25.26:4点]	0	26.65	1.96	++	23.42				24.51	3.68	+++	22.54	21.83	2.39	+	
	50	26.54	1.95	++	22.80				24.34	3.71	+++	22.49	21.49	2.43	+	
	100	23.54	1.16	+-	21.58				22.71	2.78	++	21.75	21.21	2.99	++	

塩分																									
海域区分	水深 m	4/8~12			5/9~13			7/15			8/4~7			9/5~8			10/6~9								
		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	34.69	0.08	+-	34.28	-0.14	-				31.33	-1.69	---	33.17											
	50	34.68	0.08	+	34.57	0.02	+-				34.24	0.08	+-	34.04							34.06				
	100	34.69	0.07	+	34.61	0.01	+-				34.52	-0.04	-+	34.58							34.59				
西薩・甄沖 [st-27~32:5点] ※3	0	34.72	0.11	+	34.12	-0.32	--				31.69	-1.37	--	33.20											
	50	34.70	0.08	+	34.59	0.03	+-				34.22	0.08	+-	33.92							34.10				
	100	34.69	0.07	+	34.61	0.01	+-				34.54	-0.04	-+	34.51							34.62				
薩南(沿岸Ⅰ) [st-1~4.20~24.33:10点]	0	34.77	0.10	+	34.38	-0.14	-	31.99			32.93	-0.50	-	33.88											
	50	34.70	0.07	+	34.59	0.02	+-	34.63			34.46	0.08	+-	34.40											
	100	34.64	0.02	+-	34.59	0.01	+-	34.66			34.66	0.13	+-	34.66											
薩南(沿岸Ⅱ) [st-15~19:5点]	0	34.72	0.06	+-	34.29	-0.24	-				33.47	-0.20	-+	34.59											
	50	34.70	0.05	+-	34.59	-0.02	-+				34.55	0.18	+	34.64											
	100	34.68	0.00	+-	34.68	0.03	+-				34.51	-0.10	-	34.86											
薩南(西) [st-4-1~5.25.26:4点]	0	34.84	0.16	+	34.59	-0.04	-+				33.32	-0.31	-+	34.22											
	50	34.81	0.15	++	34.62	0.04	+-				34.47	0.16	+	34.47											
	100	34.81	0.17	++	34.72	0.09	+				34.73	0.09	+	34.69											

海域区分	水深 m	11/4~7			12/1~3, 7~9			1/10~13			2/4~2/8			3/1, 6~9		
		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	34.06	-0.17	-	34.28				34.59	0.00	+-	34.66	34.56	-0.10	-	
	50	34.34	0.08	+-	34.33				34.58	0.02	+-	34.64	34.56	-0.08	-	
	100	34.62	0.07	+	34.50				34.59	0.09	+-	34.59	34.55	-0.08	-	
西薩・甄沖 [st-27~32:5点] ※3	0	34.03	-0.23	--	34.32				34.61	0.02	+-	34.68	34.60	-0.07	-	
	50	34.21	-0.07	-+	34.36				34.60	0.03	+-	34.66	34.59	-0.06	-	
	100	34.63	0.08	+	34.52				34.61	0.05	+-	34.64	34.60	-0.04	-+	
薩南(沿岸Ⅰ) [st-1~4.20~24.33:10点]	0	34.22	-0.11	-+	34.48				34.78	0.16	++	34.81	34.80	0.11	+	
	50	34.38	0.04	+-	34.46				34.73	0.13	++	34.77	34.73	0.06	+	
	100	34.65	0.07	+	34.60				34.68	0.10	+	34.71	34.66	0.01	+-	
薩南(沿岸Ⅱ) [st-15~19:5点]	0	34.48	0.10	+-	34.58				34.81	0.16	+++	34.81	34.71	0.00	+-	
	50	34.52	0.10	+-	34.58				34.79	0.16	+++	34.78	34.69	0.00	+-	
	100	34.64	0.09	+	34.57				34.85	0.21	+++	34.82				
薩南(西) [st-4-1~5.25.26:4点]	0	34.31	-0.10	-+	34.45				34.79	0.14	++	34.82	34.84	0.14	++	
	50	34.39	0.00	+-	34.45				34.81	0.19	++	34.82	34.81	0.14	++	
	100	34.78	0.19	++	34.52				34.86	0.25	+++	34.79	34.81	0.15	++	

※1 平年値は、1991~2010の20年平均
 ※2 9,10,12,2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
 ※ 月により欠測点あり

〔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	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
西部海域	8	8	0	8	8	8	4	8	8	5	3
南薩・大隅東部海域	15	15	5	15	15	12	15	15	15	12	9
計	25	25	7	25	25	22	21	25	25	19	14

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	2月	3月
鹿児島湾内	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	11.0	0.5
西部海域	0.0	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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	2月	3月
鹿児島湾内	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0
西部海域	0.1	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

カタ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	2月	3月
鹿児島湾内	4.5	12.0	4.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	72.0
西部海域	22.9	6.5	0.0	3.4	2.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	3.0
南薩・大隅東部海域	4.5	17.0	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

カタ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	2月	3月
鹿児島湾内	14.5	8.5	3.0	1.5	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
西部海域	6.3	36.0	0.0	11.8	2.0	1.1	0.8	2.6	0.1	0.0	4.3
南薩・大隅東部海域	2.3	10.9	5.2	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6

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	2月	3月
鹿児島湾内	8.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.5	0.0
西部海域	3.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.9	3.0	3.3
南薩・大隅東部海域	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	2.4	1.9

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	2月	3月
鹿児島湾内	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0
西部海域	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8	0.4	2.3
南薩・大隅東部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0

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	2月	3月
鹿児島湾内	3.0	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	1.6	0.0
南薩・大隅東部海域	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

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	2月	3月
鹿児島湾内	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.1	0.4	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	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1

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	2月	3月
鹿児島湾内	3.0	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	1.2	0.0
南薩・大隅東部海域	0.2	0.1	0.0	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	2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	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
南薩・大隅東部海域	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

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	2月	3月
鹿児島湾内	9.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0
西部海域	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
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	0.1	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	2月	3月
鹿児島湾内	4.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
西部海域	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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	0.0	0.0

表7 ニューストンネットによる稚仔魚分布調査結果

○対象海域での採集集計。

月	海 域	調査 箇所 数	マアジ		マアジ類似種		ブリ		カンパチ		サバ属		マイワシ		カタクチイワシ	
			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～	前期仔魚	後期仔魚～
4月	西部海域	8	0	31	0	0	0	101	0	0	0	426	0	21	0	4,435
	南薩・大隅東部海域	10	0	21	0	0	0	72	0	0	0	82	0	8	0	2,716
	計	18	0	52	0	0	0	173	0	0	0	508	0	29	0	7,151
5月	西部海域	8	0	10	0	0	0	55	0	1	0	4	0	0	0	1,765
	南薩・大隅東部海域	10	0	27	0	10	0	25	0	1	0	23	0	3	0	363
	計	18	0	37	0	10	0	80	0	2	0	27	0	3	0	2,128
3月	西部海域	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	南薩・大隅東部海域	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	7
	計	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	11

月	海 域	調査 箇所 数	ウルメイワシ		サンマ	葉形仔魚	スズメバ 幼生	タチウオ		キビナゴ		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	0	1	84	0	0	0	0	0	0	17	1,502	14
	南薩・大隅東部海域	10	0	18	14	0	1	0	0	0	1	4	650	24
	計	18	0	19	98	0	1	0	0	0	1	21	2,152	38
5月	西部海域	8	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	161	2
	南薩・大隅東部海域	10	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	297	45
	計	18	0	4	7	3	3	0	0	0	0	0	458	47
3月	西部海域	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0
	南薩・大隅東部海域	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
	計	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0

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

※3月は天候不良によりSt16, 31の2点のみ実施。

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－Ⅱ（マチ類）

宋道弘敏，調査船くろしお乗組員

【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，屋久島南西沖の“オジカ瀬”および沖永良部島東沖の“ファーズネ”において，ハマダイを対象に，これまでと同様の手法により実施した。標識としてHallprint社製ダートタグPDA型（黄色）を背鰭基部付近の左右に2本装着した。

実施期間：第一次航海：平成28年10月18～25日（10/20に放流実施），ファーズネ
第二次航海：平成28年12月 7～13日（10/ 8- 9に放流実施），オジカ瀬
第三次航海：平成29年 3月11～17日（ 3/12に放流実施），ファーズネ

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又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，尾又長測定と生産者および漁場の記録を行った。また，得られたデータから漁獲物の平均尾又長の推移を把握し，資源の回復状況を推察した。

（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，これまでと同様の手法により，漁獲物の標準体長測定と生産者および産地の記録を行った。

（3）資源動向調査

資源の動向を把握するため，熊毛海域，奄美海域の一部地区において，資源量指標値である“単位漁獲努力量あたり漁獲量（CPUE）”を試算した。

【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28年のマチ類取扱実績は、175トン、2億920万円、平均単価1,195円/kgで、全ての魚種で水揚げ量、水揚げ金額が前年を上回り、平均単価はヒメダイが前年を上回り、ハマダイが変わらず、アオダイ、オオヒメが前年を下回った（図1～3）。

熊毛海域 平成28年のマチ類漁獲量は、アオダイ35.3トン、ハマダイ28.5トン、ヒメダイ7.6トン、オオヒメ1.5トンだった。アオダイ・ハマダイ・ヒメダイは前年を上回り、オオヒメは前年を下回った。アオダイ・ハマダイは、資源回復計画が開始された平成17年以降の最高値となった（図4）。

奄美海域 平成28年のマチ類漁獲量は、アオダイ48.0トン、ハマダイ31.6トン、ヒメダイ・オオヒメ27.1トンだった。ハマダイは前年を上回った。アオダイ、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28年のマチ類漁獲量は、アオダイ68.2トン、ハマダイ9.5トン、ヒメダイ9.5トン、オオヒメ11.5トンだった（図6）。全ての魚種が、極めて好調だった前年を下回った。

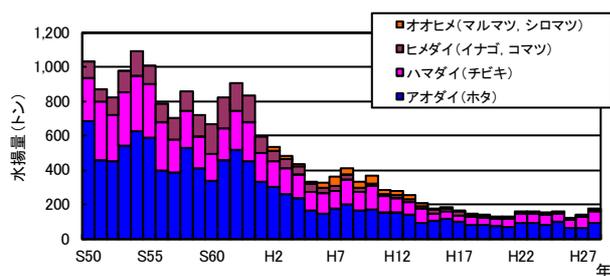


図1 鹿児島市中央卸売市場 マチ類取扱量

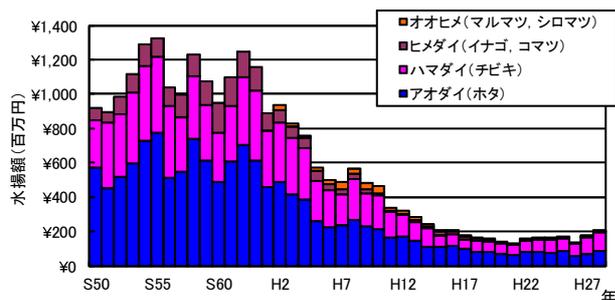


図2 鹿児島市中央卸売市場 マチ類取扱金額

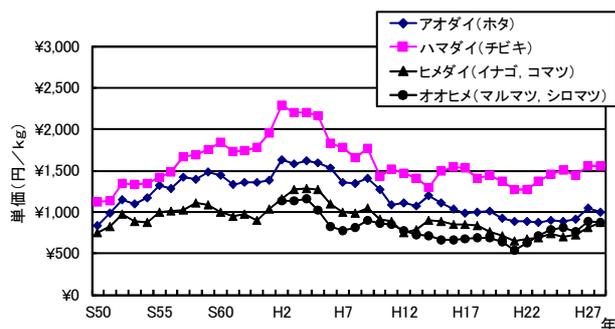


図3 鹿児島市中央卸売市場 マチ類平均単価

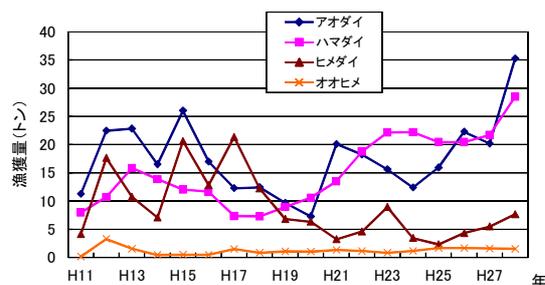


図4 マチ類漁獲量(熊毛)
※H17以降1漁協分を追加
※H17以前はヒメダイにオオヒメが混じる可能性がある

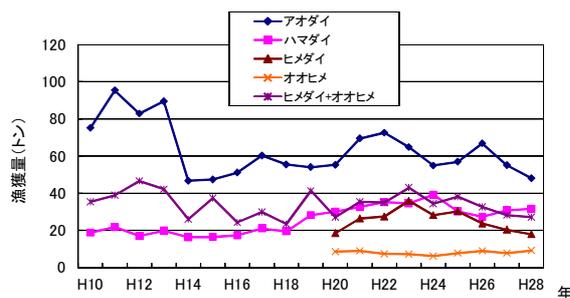


図5 マチ類漁獲量(奄美)
※H17以降1漁協分を追加
※H20以降ヒメダイ、オオヒメを分けた。ただし1漁協でヒメダイがオオヒメを

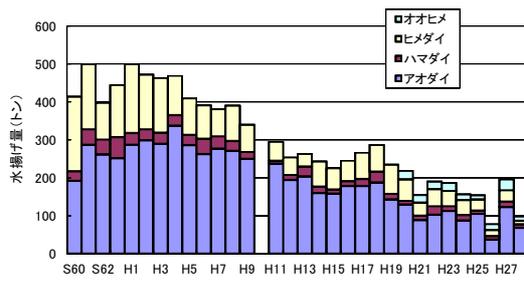


図6 指宿漁協岩本支所所属船マチ類漁獲量の推移
※H20以降オオヒメを追加

2 生物学的特性に関する調査

(1) 精密測定

平成15年から27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に努めることとしている。

表1 マチ類4種 産卵・成熟に関するまとめ(暫定値)

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 ♀:5~12月	640mm	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), 知花(2016)参照

(2) 標識放流

第一次航海で1尾, 二次航海で12尾, 三次航海で1尾, 計14尾のハマダイを放流した(表2)。

これまでに放流したハマダイが再捕された事例はないが, アオダイとオオヒメでは放流から1年以上経過して再捕された事例があるので, 今後さらなる知見の蓄積が期待される(表3, 図7)。

表2-1 アオダイ・ヒメダイ・オオヒメ標識放流実績

放流年月日	放流場所	魚種		
		アオダイ	ヒメダイ	オオヒメ
H17.7.10~12	奄美大島北東沖 (アッタ曾根)	226	1	0
H18.8.30~9.2	"	346	0	9
H19.7.20~22	"	269	15	11
H20.8.22~26	種子島南沖 (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	沖永良部島北東沖 (国頭岬沖)	48	1	1
H24.9.8~12	"	100	2	2
H25.9.12~13	"	18	0	0
合計		1,580	63	79

表2-2 ハマダイ標識放流実績

放流年月日	放流場所	放流尾数
H18.9.28	屋久島南沖 (屋久新曾根)	4
H19.10.2~3	"	9
H26.9.17~19	屋久島南西沖 (オジカ瀬)	11
H27.9.4~5	"	16
H27.11.12~14	沖永良部島北東沖 (ファーズネ)	3
H27.12.19~20	屋久島南西沖 (オジカ瀬)	16
H28.10.20	沖永良部島北東沖 (ファーズネ)	1
H28.12.8~9	屋久島南西沖 (オジカ瀬)	12
H29.3.12	沖永良部島北東沖 (ファーズネ)	1
合計		73

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 ¹ 尾叉長(cm)	再捕日	再捕場所	再捕サイズ ¹ 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	

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27・28年で比較すると、熊毛海域のアオダイ、ヒメダイでは平均サイズの低下がみられたが、熊毛海域のハマダイ、オオヒメ、奄美北部海域の全魚種で平均サイズが上昇した（表4・5）。

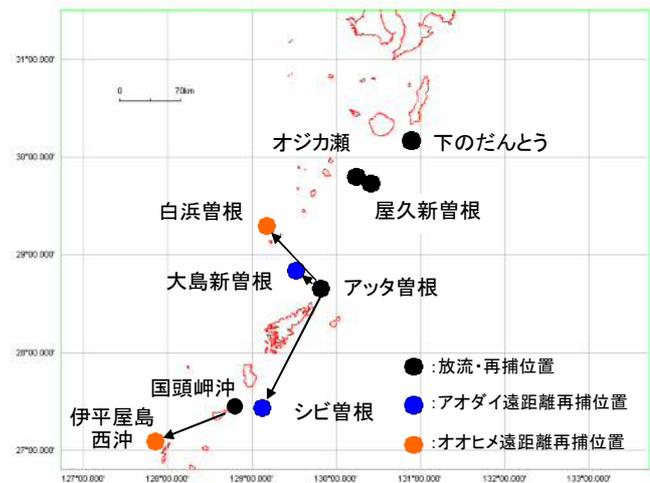


図7 マチ類標識放流再捕位置図

表4 市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ(熊毛海域)

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾叉長 (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
H27	945	32.3	1,781	43.2	886	30.7	157	36.0
H28	1,332	32.2	1,719	41.4	990	30.9	179	36.0
H16・17平均尾叉長(cm)		33.3		39.3		32.3		35.2
H27・28平均尾叉長(cm)		32.3		42.3		30.8		36.0
増減率		- 3%		+ 8%		- 5%		+ 2%

※調査実施市場 種子島漁協中種子支所・屋久町漁協(H18～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	平均尾叉長 (cm)	サンプル数	平均尾叉長 (cm)	サンプル数	平均尾叉長 (cm)	サンプル数	平均尾叉長 (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
H27	3,931	36.2	107	42.7	894	33.4	73	44.6
H28	2,772	38.8	84	41.3	808	34.1	74	36.6
H16・17平均尾叉長(cm)		32.3		41.5		30.5		37.2
H27・28平均尾叉長(cm)		37.2		42.1		33.7		40.6
増減率		+ 15%		+ 1%		+ 10%		+ 9%

※調査実施市場 H16 名瀬漁協市場
H17・18 名瀬漁協市場・奄美漁協市場
H19～ 奄美漁協市場

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）は、4魚種計6,597尾を測定し、平均尾叉長はアオダイ35.7cm、ハマダイ40.4cm、ヒメダイ31.9cm、オオヒメ40.5cmであった（表6）。

表6 市場測定調査による魚種別平均漁獲サイズ(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	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(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
H27	4,889	35.3	1,808	38.7	1,448	31.3	221	41.8
H28	3,271	35.7	1,140	40.4	1,879	31.9	307	40.5

※調査実施市場 沖永良部島漁協

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(熊毛海域, 奄美北部海域)

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	H27・28		H16・17	H27・28		H16・17	H27・28		H16・17	H27・28	
田之脇曾根	32.8	31.4	-4%	42.5	36.7	-14%	31.3	31.4	+0%	33.3	37.4	+12%
下のだんとう	31.9	30.9	-3%	32.1	34.9	+9%	31.6	30.2	-5%	34.6	35.3	+2%
ペンタイ曾根	-	-	-	36.7	40.5	+10%	-	-	-	-	-	-
屋久新曾根	34.1	35.1	+3%	40.5	49.9	+23%	34.2	33.7	-2%	36.1	37.6	+4%
アツタ曾根	28.9	34.7	+20%	40.4	45.4	+12%	30.9	34.5	+12%	37.1	50.3	+36%
大島新曾根	35.9	35.0	-3%	44.9	49.8	+11%	-	-	-	-	-	-

表8 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(奄美南部海域)

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	平均尾叉長(cm)		増減率	平均尾叉長(cm)		増減率	平均尾叉長(cm)		増減率
	H23	H28		H23	H28		H23	H28		H23	H28	
ファーズネ	35.8	37.0	+3%	40.0	38.9	-3%	32.1	32.6	+2%	-	39.5	-
屋者沖	33.5	39.5	+18%	32.6	56.5	+73%	29.1	32.1	+10%	37.9	-	-

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19事例中13事例で平均尾叉長が上昇していた（表7）。調査期間が短い奄美南部海域においても、平成23年と28年の平均尾叉長の変化から、アオダイ、ハマダイ、ヒメダイでサイズの上昇がみられた（表8）。これらのことから、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と考えられ、特に奄美北部海域においては、海域全体で全ての魚種に効果が現れ始めていると考えられる。

(2) 市場精密測定調査

鹿児島市場における平成28年の魚種別体長組成を図8-1～4に、体長階級組成の推移を図9-1～4に示す。図9をみると、アオダイで標準体長30cm以上、ハマダイで60cm以上、ヒメダイで30cm以上の大型個体の割合が増加しており、漁獲サイズの大型化が窺えた。オオヒメについては、一定の傾向は見られなかった。

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。

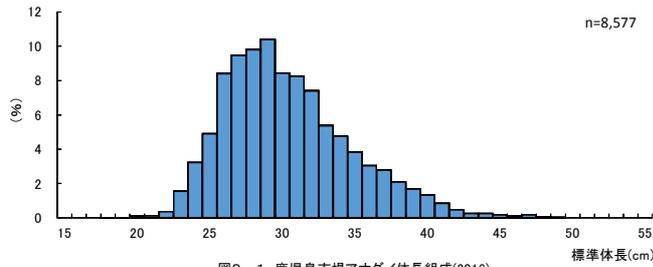


図8-1 鹿児島市場アオダイ体長組成(2016)

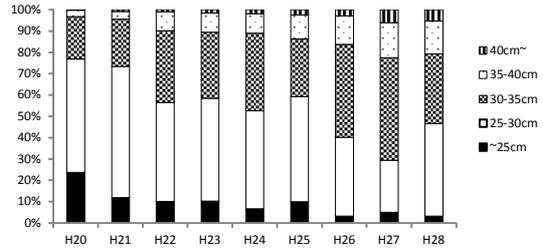


図9-1 鹿児島市場におけるアオダイの体長階級組成

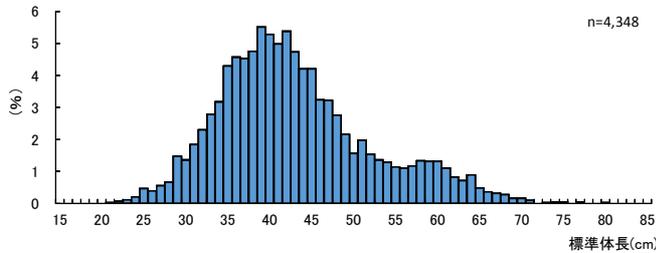


図8-2 鹿児島市場ハマダイ体長組成(2016)

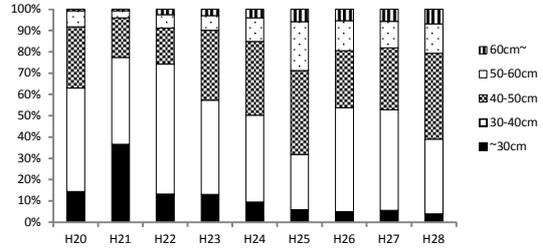


図9-2 鹿児島市場におけるハマダイの体長階級組成

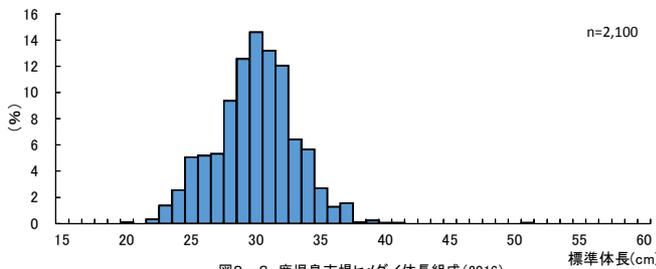


図8-3 鹿児島市場ヒメダイ体長組成(2016)

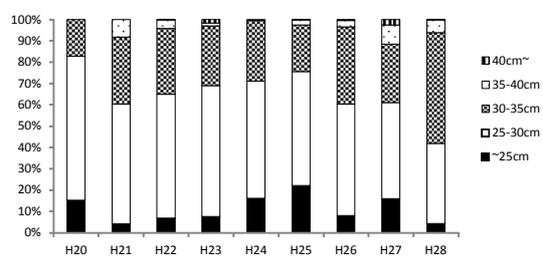


図9-3 鹿児島市場におけるヒメダイの体長階級組成

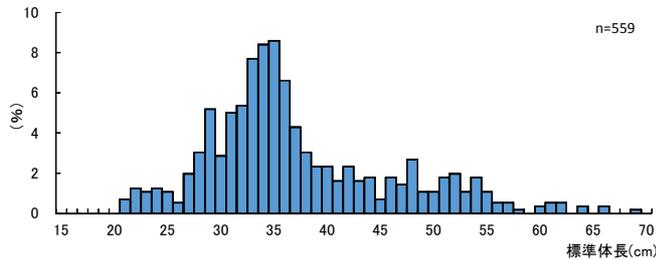


図8-4 鹿児島市場オオヒメ体長組成(2016)

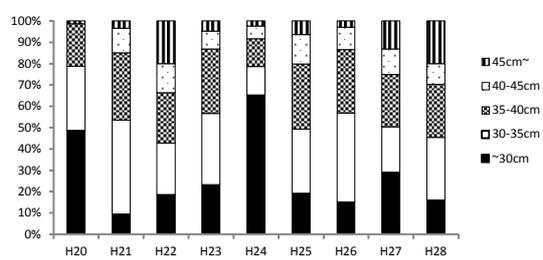


図9-4 鹿児島市場におけるオオヒメの体長階級組成

(3) 資源動向調査

熊毛海域におけるCPUE (1隻1航海当たり漁獲量)は、アオダイ、ハマダイ共に増加傾向を示しており、資源の回復が窺える(図10-1, 2)。奄美海域では、一部の地区で両種の増加傾向が認められる一方、アオダイのCPUEが減少している地区もあった(図10-3, 4)。

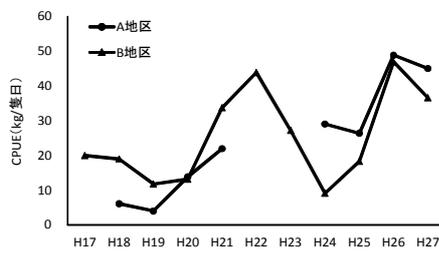


図10-1 熊毛地区アオダイCPUEの推移

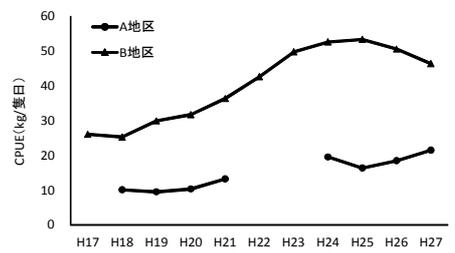


図10-2 熊毛地区ハマダイCPUEの推移

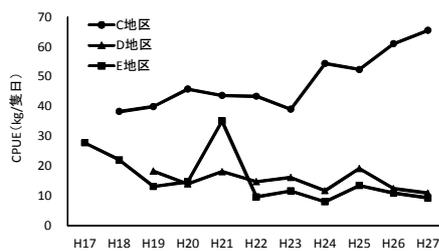


図10-3 奄美地区アオダイCPUEの推移

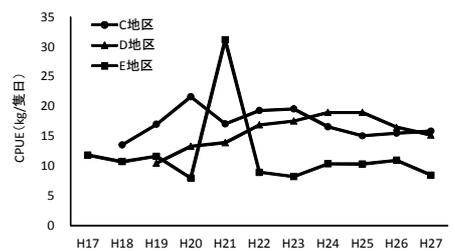


図10-4 奄美地区ハマダイCPUEの推移

今後も引き続き資源動向の詳細を把握する必要がある。

【参考文献】

- 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．
- 重信成徳（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．
- 知花善生（2016）．薩南諸島周辺海域におけるハマダイの成長と成熟．鹿児島大学卒業論文，1-23．

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

天野 裕平

【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）を基に資源状況及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】

九州南部海域（鹿児島県）における平成28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800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）。

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51年以降，約500～3,500トンの間を推移しており，平成28年の漁獲量は長崎県，佐賀県調べによると1,807トンであった（図2）。また，平成28年の未成魚の漁獲量は185トンで，漁獲された未成魚の種組成では，平成27年と同様にホソトビウオが多くを占めた。

鹿児島県に関係するトビウオ類3種の漁獲動向については以下のとおり（図3）。

○ハマトビウオ（銘柄：大トビ）

九州南部海域の標本漁協（屋久島漁協）における平成28年の漁獲量は221トンと前年並（前年比91%）で，平年を下回った（平年比52%）。

○ツクシトビウオ（銘柄：中中トビ）

九州北西部海域の標本漁協における産卵親魚の漁獲量は前年並で，平年を下回った。九州南部海域の標本漁協（屋久島漁協）における平成28年の漁獲量は3トンと前年（前年比38%）・平年（20%）を下回った。

○ホソトビウオ（銘柄：小トビ）

九州北西部海域の標本漁協における産卵親魚の漁獲量は前年を上回り，平年を下回った。九州南部海域の標本漁協（屋久島漁協）では平成28年にまとまった漁獲は見られなかった。

以上の3県の漁獲動向等をもとに主要3種の平成28年の資源水準及び資源動向は以下のとおりと推測した。なお，資源水準は過去の3県総漁獲量の最大値と最小値の間を3分割し，各水準の指標としている。

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

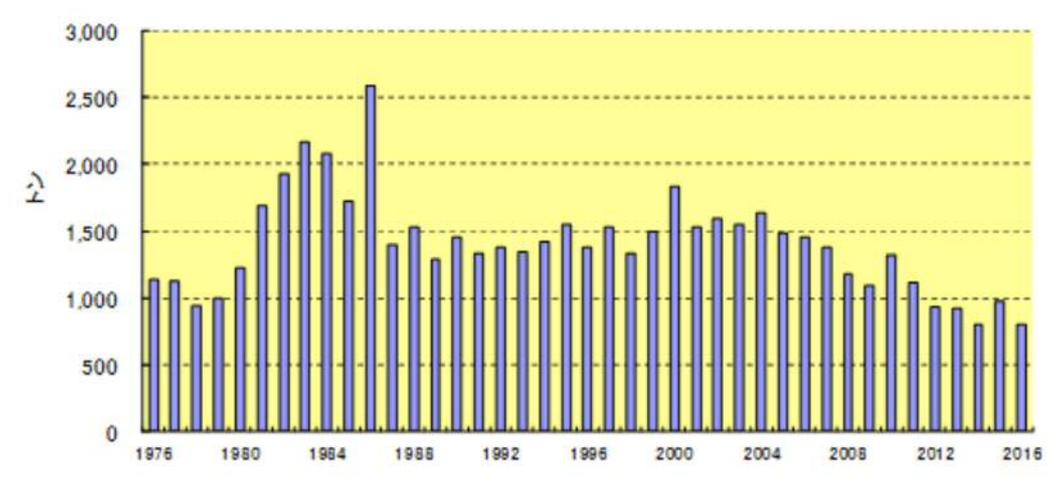


図1 鹿児島県のトビウオ漁獲量の推移

(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)

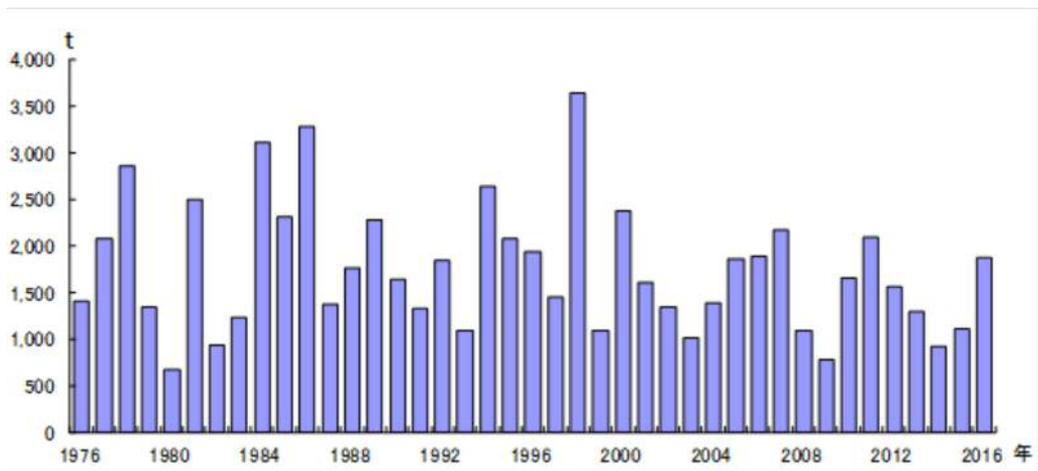


図2 昭和51年以降の九州北西部海域のトビウオ類漁獲量

(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)

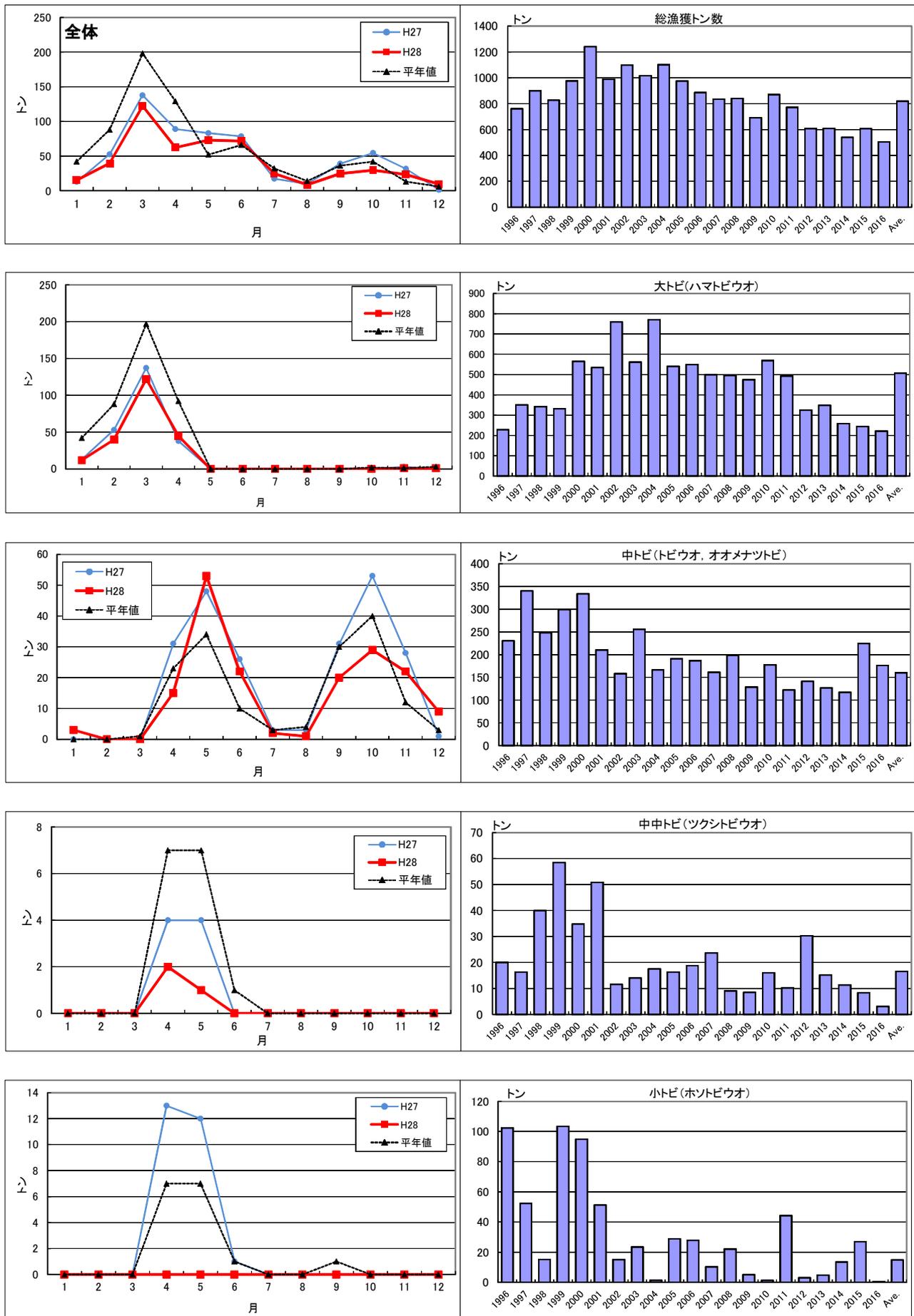


図3 屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化及び経年変化(1)

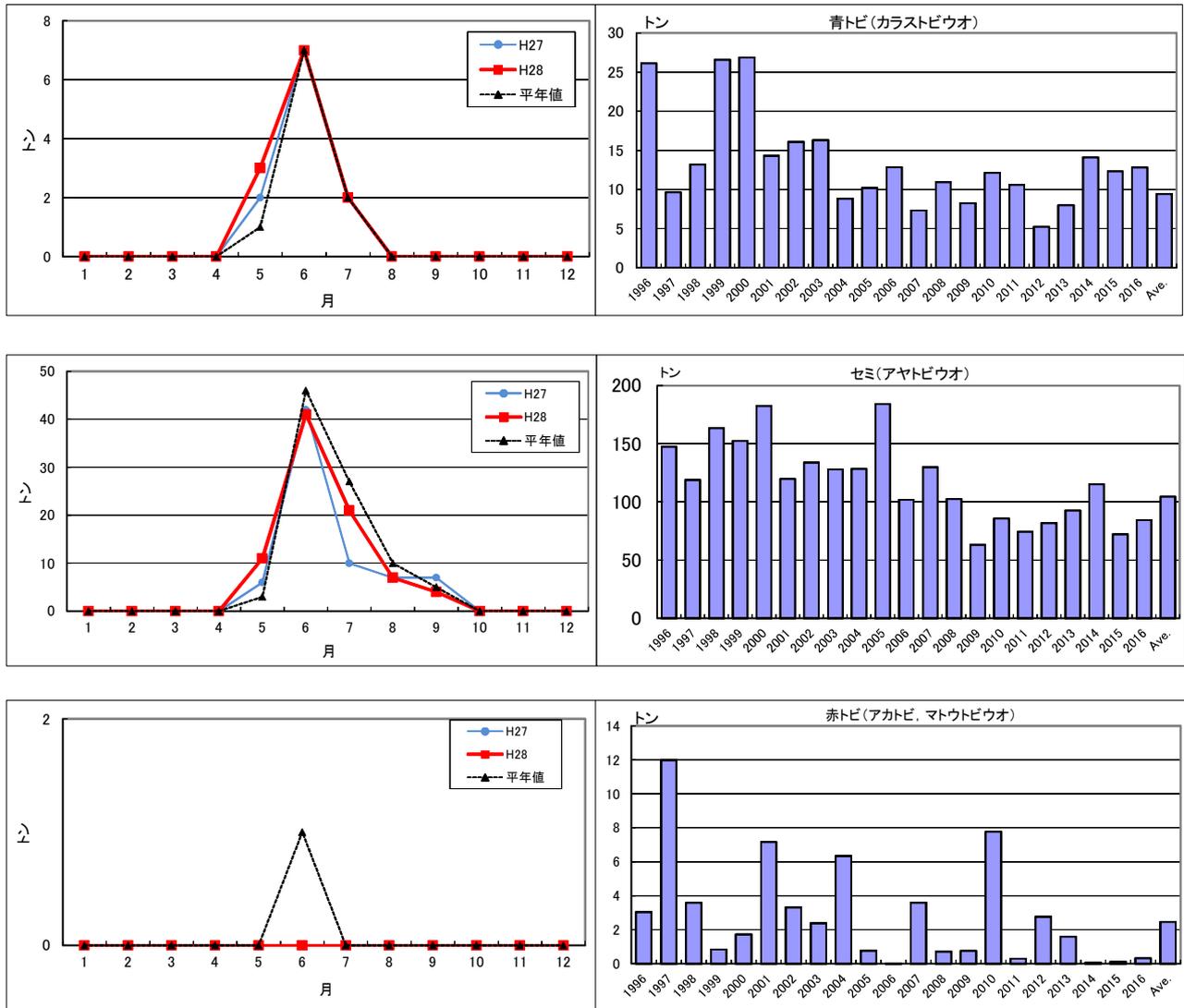


図3 屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化及び経年変化(2)

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

天野 裕平

【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S55年以降の年間漁獲量は，概ね1,500～2,000t程度の間で推移しており，H28年は，県水産技術開発センター調べで1,316tとS55年以降過去最低だった前年（1,244t）・平年（1,649t：過去10年平均）並だった。過去36年間（S55～H27年）の漁獲量の最大値と最小値の間の範囲を3分割し，1,575t以下を低水準，1,575～1,906tを中水準，1,906t以上を高水準と定義すると，資源水準は低位で，最近5年間（H24～28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2,000t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800～1,000t程度で安定している。H28年の漁獲量は837tと前年（825t）よりやや増加した。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，高位水準で横ばい傾向にある。

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，鹿児島県海域では，H28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（4～10月）に比べ，H22年以降は，5～9月と成熟開始時期が遅れ，期間も短くなっていたが，H28年も同様であった。

長崎県海域では，H28年は雄で6～10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7～10月に見られた。また，雌はH24～27年に比べ，H28年では10月に成熟個体が多く見られた。

H28年の成熟個体の出現時期は，鹿児島県海域では成熟開始時期の遅延・成熟期間の短縮が確認され，長崎県海域では，G S I 8以上の雌個体が10月でも多く見られた。これらの成熟状況の変動は，一過性の現象なのか環境要因等も踏まえて検討する必要がある，今後も推移を見ていく必要がある。

3 今後の課題

現在、鹿児島県海域では甑島や種子島など主産地において、漁業者による資源管理に向けた取り組み（禁漁期・禁漁区の設定、網目や操業時間の制限等）を行っている。特に、最も多い漁獲量を誇る甑島では、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月における主要な産卵場での操業禁止などに取り組んでいる。同地区のH28年の漁獲量は531tで、前年（473t）・平年（651t）並であるが、最近5年間の漁獲量では、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。

近年、長崎県の漁獲量は安定している一方で、鹿児島県の漁獲量は減少傾向が続いており、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、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るとともに、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、キビナゴ資源の持続的な利用を可能とする、より効果的な資源管理方策の検討を行っていく必要があると考える。

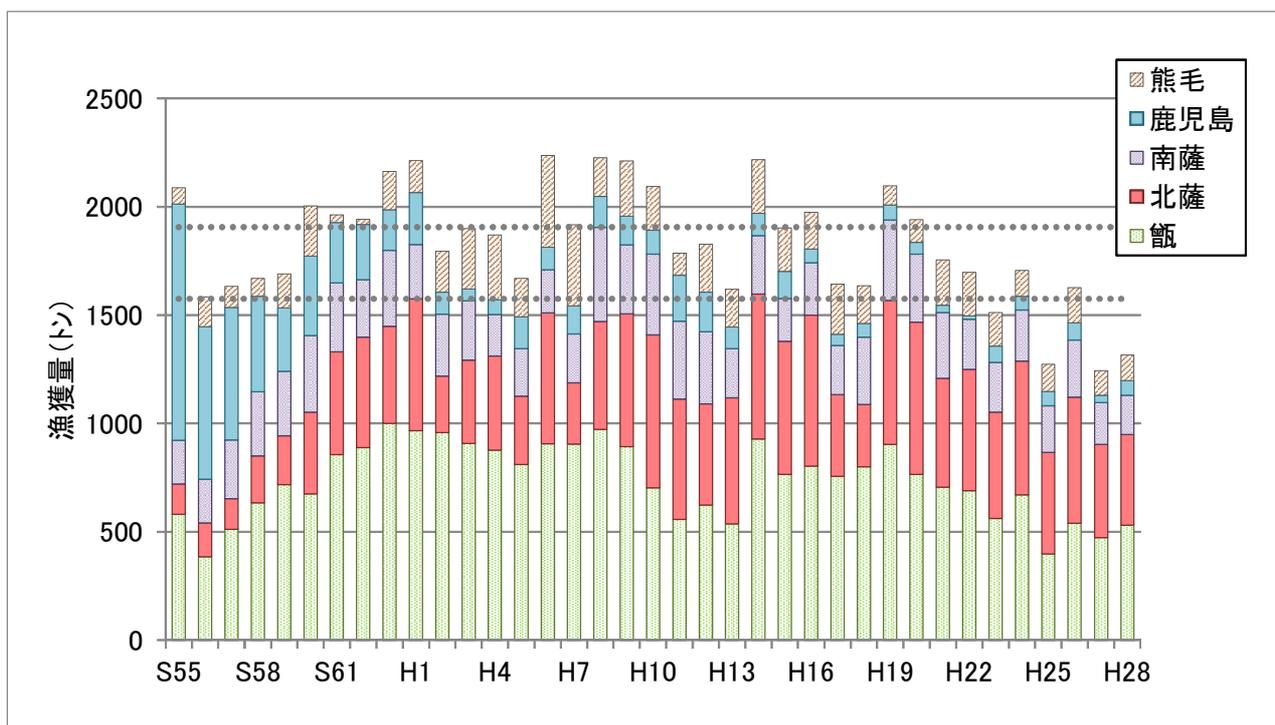


図1 昭和55以降の鹿児島県全体のキビナゴ漁獲量

(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)

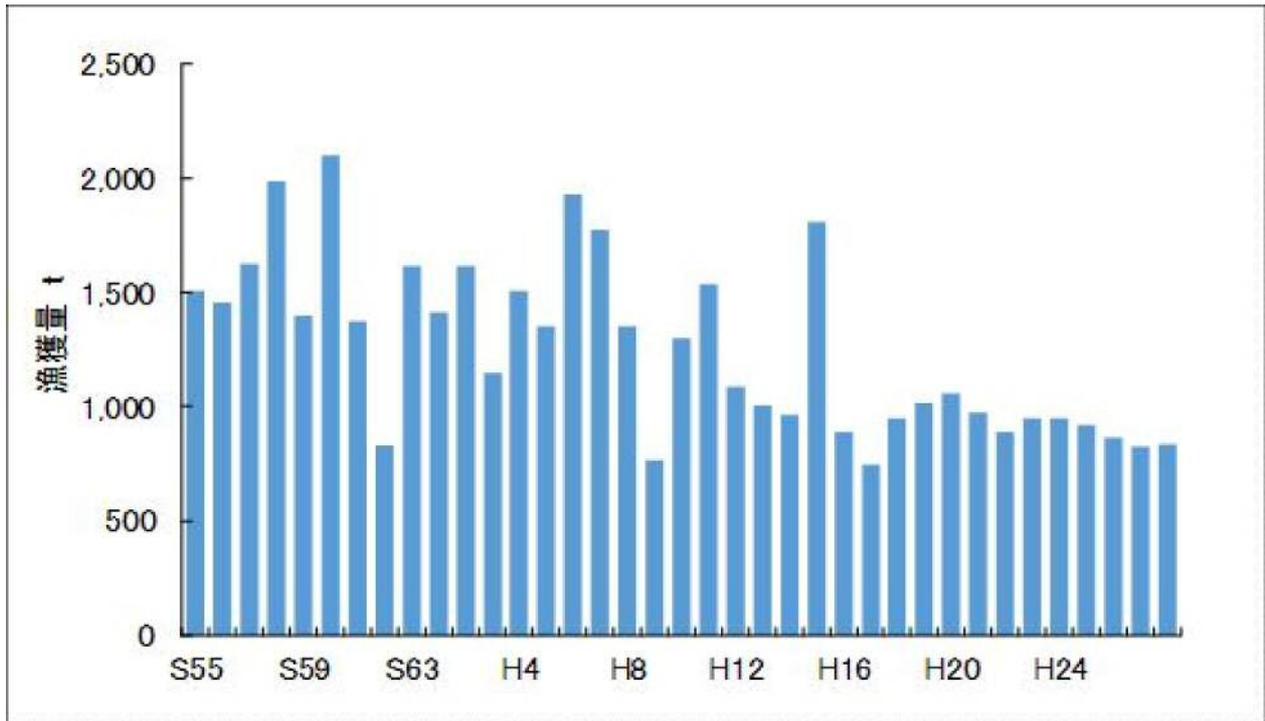


図2 昭和55年以降の長崎県全体のキビナゴ漁獲量
(H18年以前は農林統計、H19年以降は長崎県総合水産試験場調べによる)

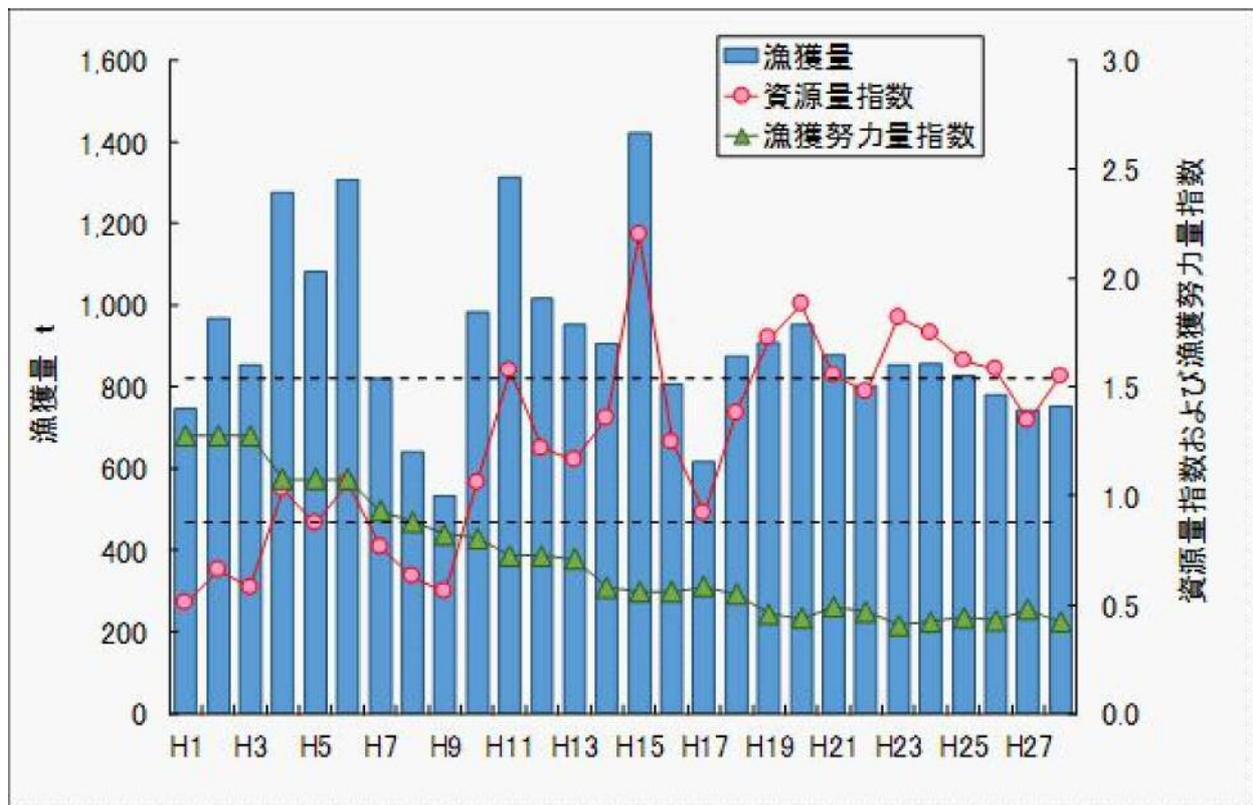


図3 昭和55年以降の五島海区の年間漁獲量と資源量指数(標本船のCPUE)の推移
(H18年以前は農林統計、H19年以降は長崎県総合水産試験場調べによる)

※ 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

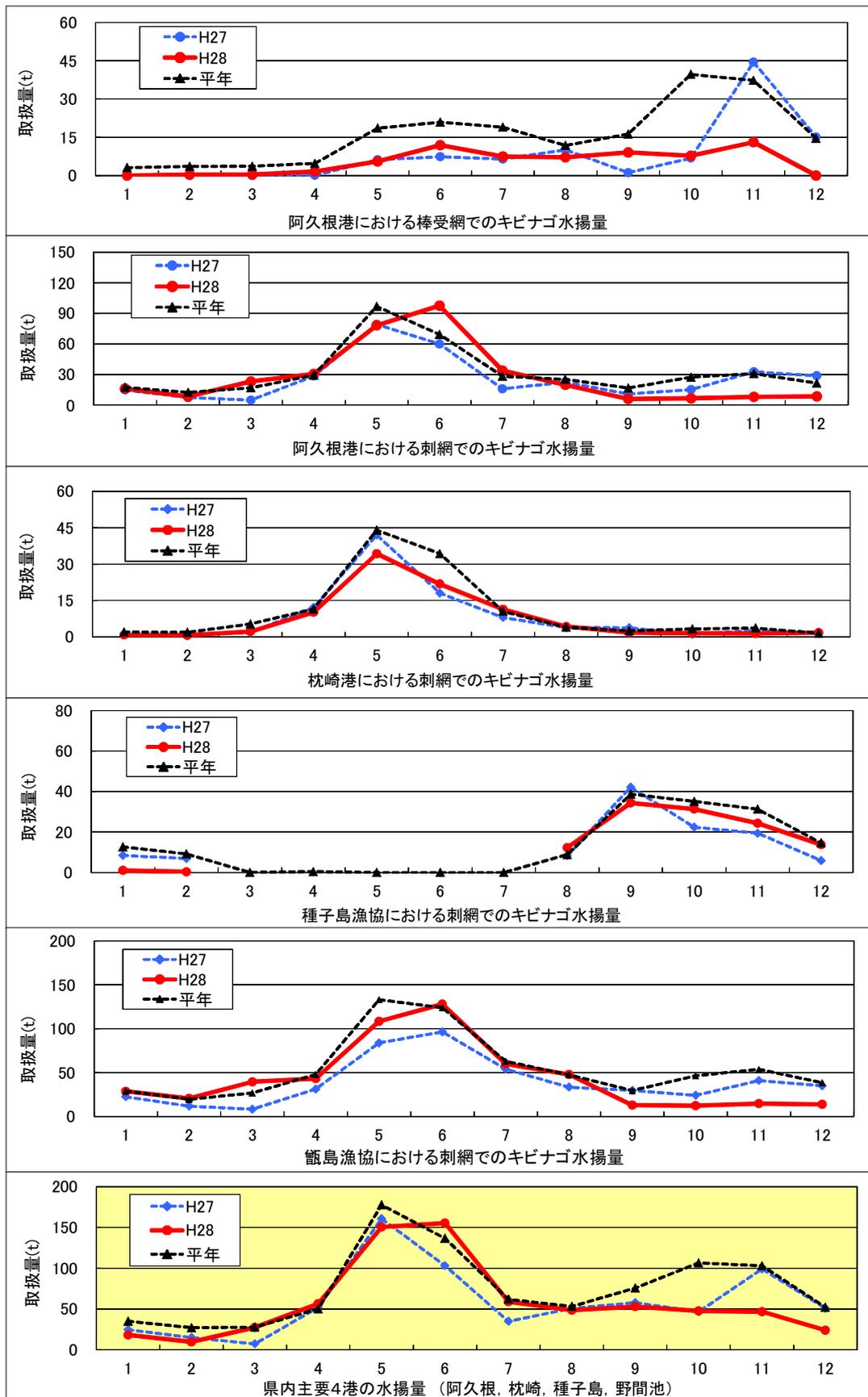


図4 鹿児島県内の各産地におけるキビナゴの水揚量(取扱量)の推移

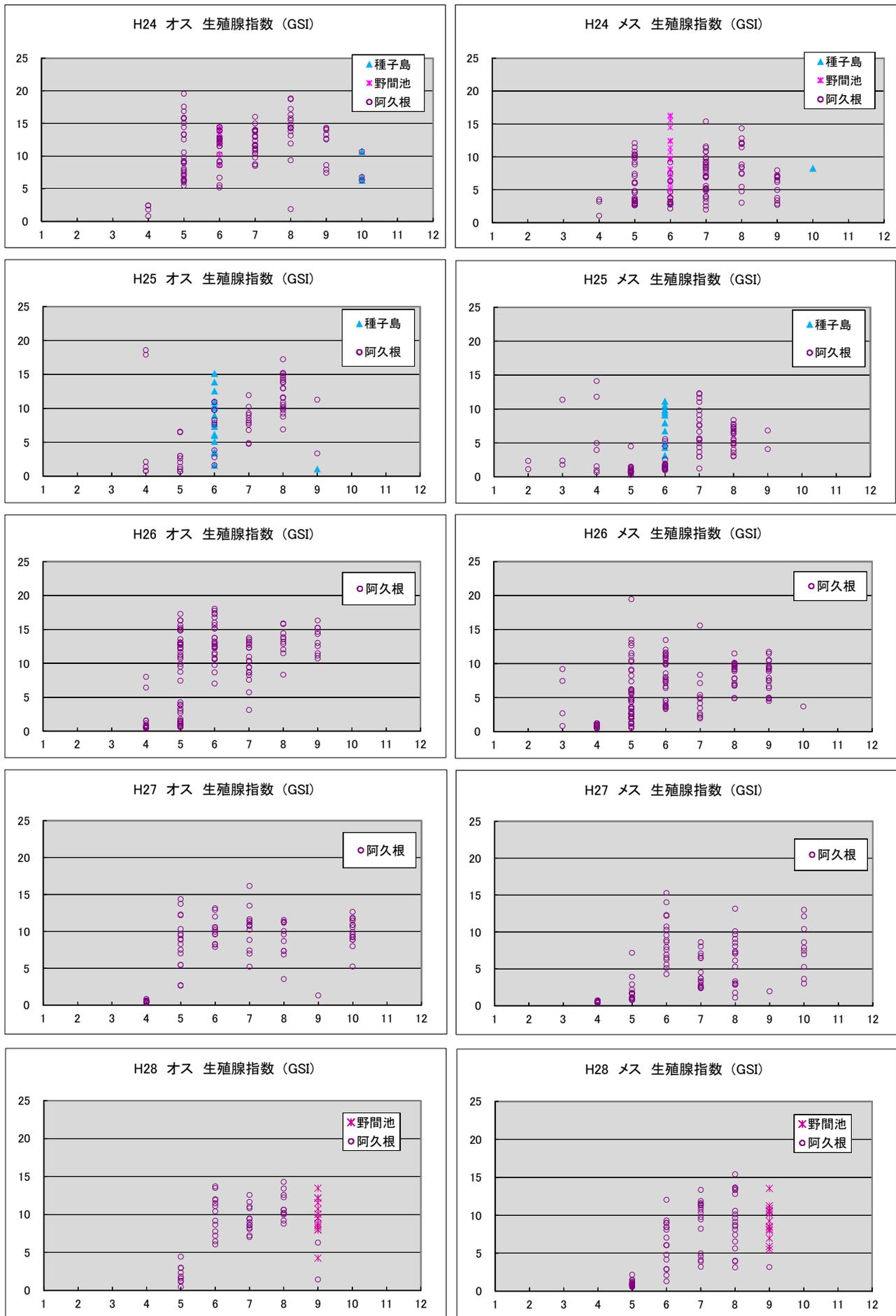


図5 鹿児島県海域におけるGSIの経月変化 [2012(H24)~2016(H28)]

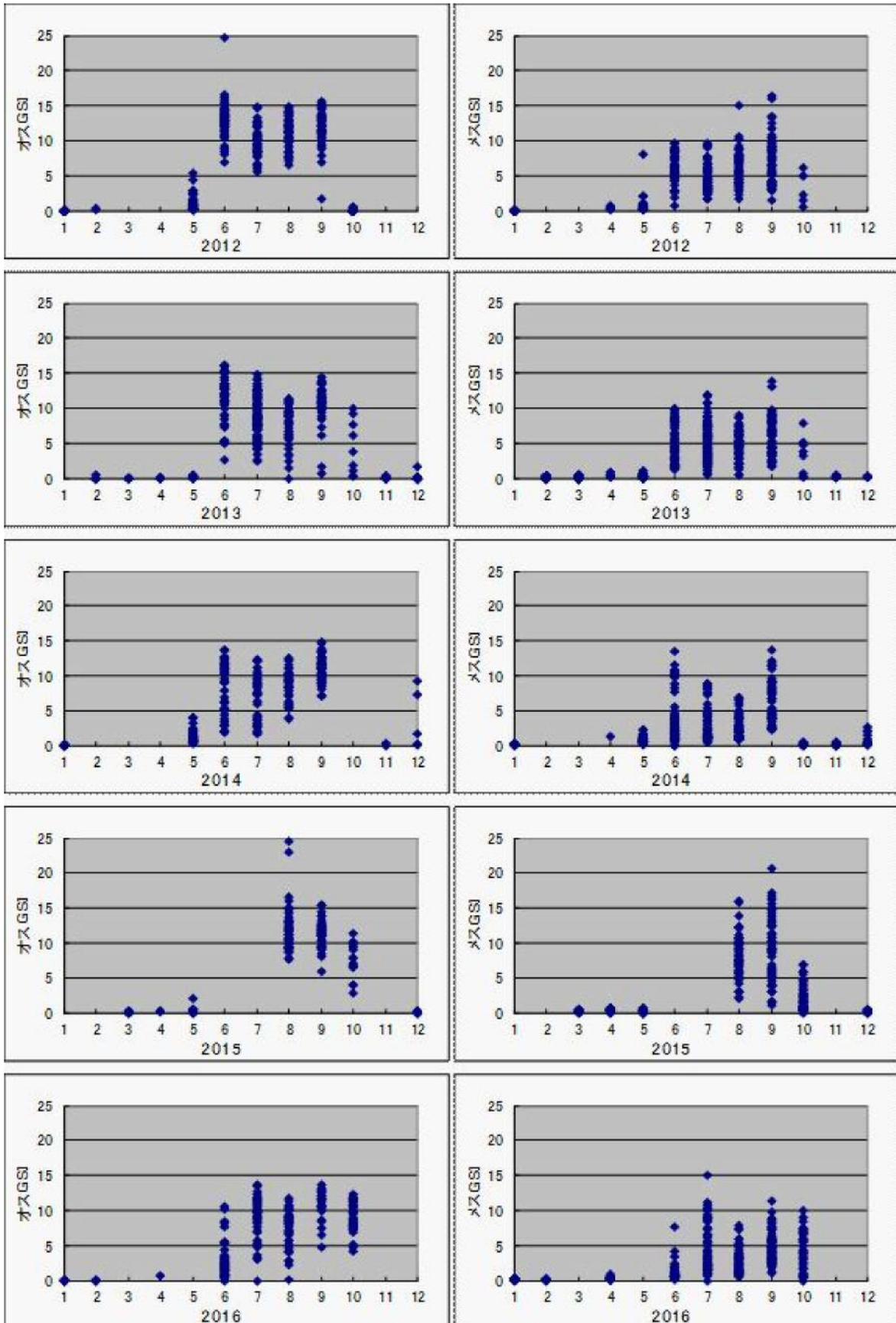


図6 長崎県海域におけるGSIの経月変化 [2012(H24)~2016(H28)]

200カイリ水域内漁業資源総合調査事業－V (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) 小路口 拓輝, 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

調査船「くろしお」により下記の日程で, 調査ラインA (別図, 表1) での目視調査, 一般海洋観測を行った。

○ 平成28年9月13, 14日

2 陸上調査

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

大型クラゲは確認されなかった。

9月13, 14日の表層水温は27.12~29.18℃, 表層塩分は33.39~34.32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。

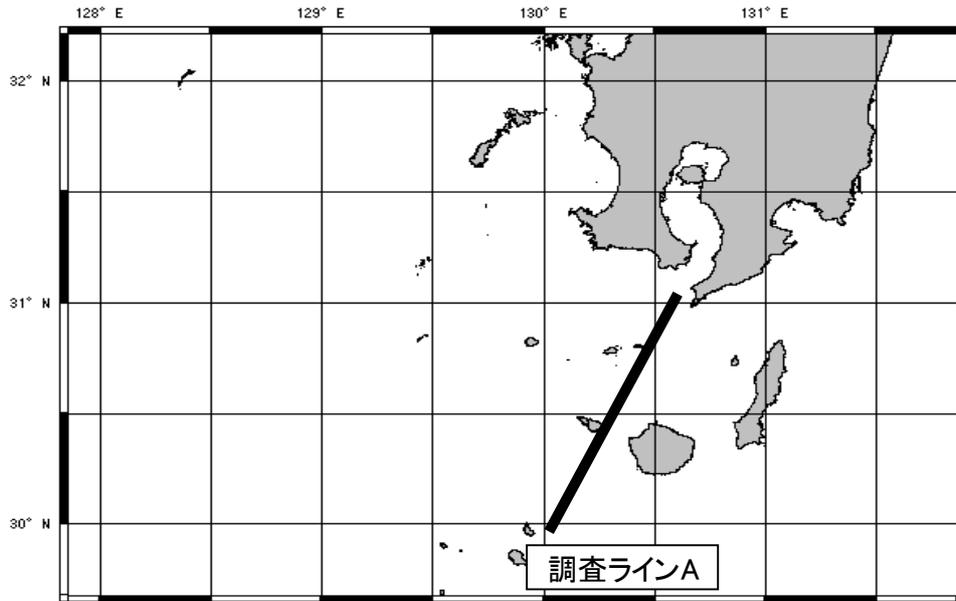


図 大型クラゲ調査船目視調査ライン

※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	

マグロ漁場調査－I (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、ロケット打上げの影響緩和を図る。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

これまで収集した民間船の漁獲実績や操業位置データ等から、漁場となった海域の環境要因の階級毎の漁獲量を集計、平滑化処理を行い、予測指標(SI)を作成し、これに米海軍研究機関が作成した海面高度、表面水温、表面塩分の予測データ(HYCOM画像データ)を当てはめて相乗平均し、漁場形成の可能性の高さを表す漁場環境指数(HSI値)を求め、HSI値の高い海域を予測漁場とし1週間毎の予報を作成した。

2 ビンナガ漁場調査(調査船調査)

①調査期間

平成28年5月25日～6月22日(29日間)

②調査内容

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。また、1日2～3回STDによる海洋観測を実施し水温、塩分濃度等のデータを収集した。

【結果及び考察】

1 ビンナガ漁場予報の作成

調査航海中及び航海前後に、ビンナガ漁場予測を6回行った。(表1)

表1 ビンナガ予測テキスト

	自	至	予測の内容
①	5/22	5/28	① 北緯38～39度 東経144～146度付近を中心とする海域 ② 北緯38度 東経164度付近を中心とする海域
②	5/29	6/3	① 北緯38～39度 東経143度付近を中心とする海域 ② 北緯38度 東経148度付近を中心とする海域 ③ 北緯38度 東経164度付近を中心とする海域
③	6/5	6/10	① 北緯37～38度 東経147～148度付近を中心とする海域 ② 北緯37度 東経157～158度付近を中心とする海域 ③ 北緯37～38度 東経162～164度付近を中心とする海域
④	6/12	6/17	① 北緯37～38度 東経146～148度付近を中心とする海域 ② 北緯36～38度 東経159～163度付近を中心とする海域
⑤	6/19	6/24	① 北緯35度 東経153～154度付近を中心とする海域(週後半) ② 北緯35度 東経164度付近を中心とする海域(週前半) →北緯35度 東経163度付近を中心とする海域(週後半) ③ 北緯37度 東経166～168度付近を中心とする海域(週前半) ④ 北緯34度 東経167度付近を中心とする海域(週前半) ⑤ 34～38度 東経177～176度付近を中心とする(週前半) →北緯34～38度 東経174～176度付近を中心とする海域(週後半)
⑥	6/27	7/2	① 北緯38～39度 東経154～156度付近を中心とする海域(週後半) ② 北緯33～34度 東経154～157度付近を中心とする海域 ③ 北緯35度 東経163度付近を中心とする海域(週中盤) ④ 北緯36～37度 東経168～169度付近を中心とする海域 ⑤ 北緯37度 東経170度付近を中心とする海域 ⑥ 北緯37～38度 東経174～178度付近を中心とする海域 ⑦ 北緯33～37度 東経174～178度付近を中心とする海域

図1に漁場予測と船間連絡(QRY)から得た民間船の操業位置を比較して並べた

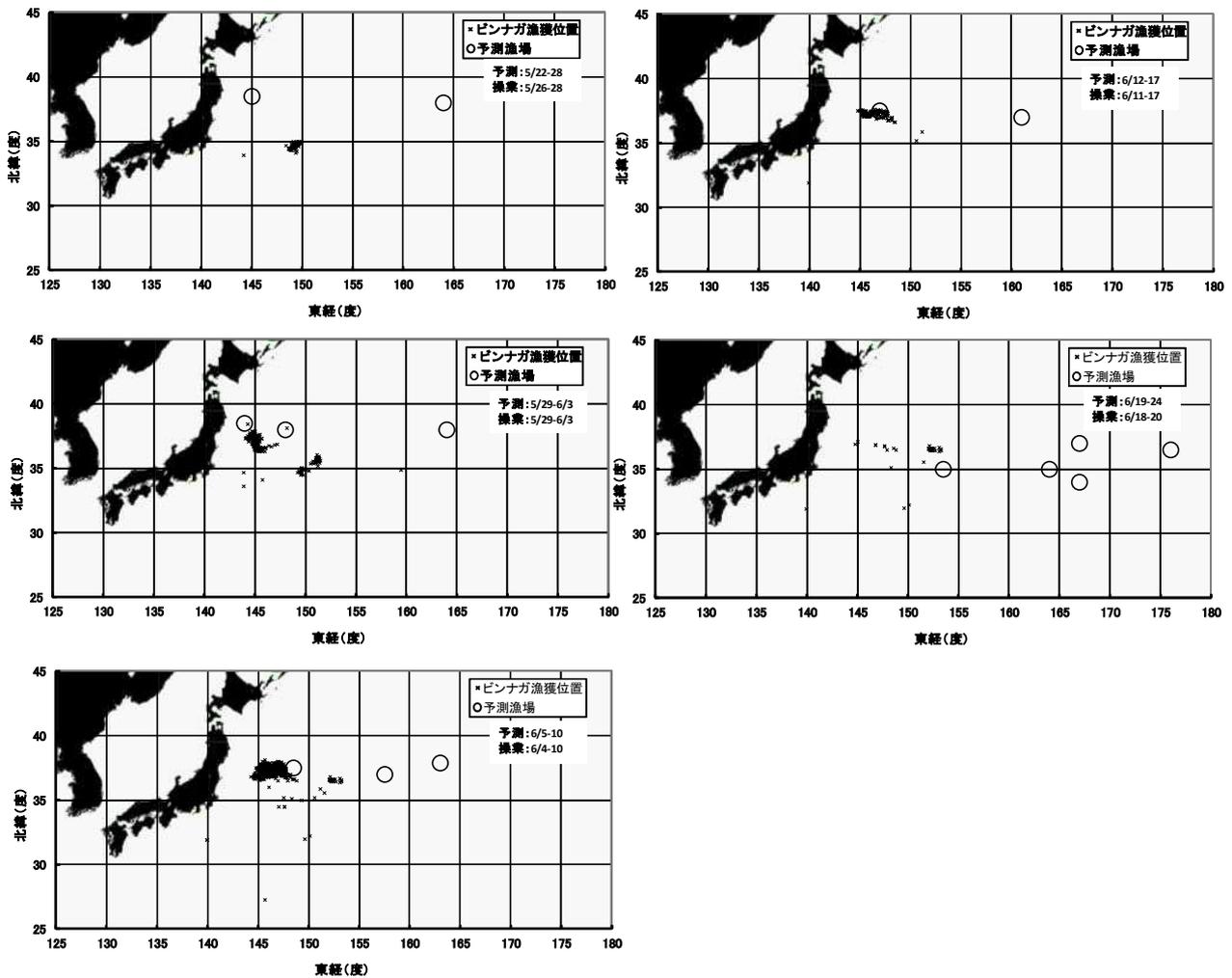


図1 漁場予測と民間船操業位置

表2 期間毎の民間船操業実績(QRYより)

期間	出漁隻数	有漁隻数	総漁獲量	ビンナガ (構成比)	カツオ (構成比)
5/26-5/28	39	35	375.5	374.5 (99.7%)	1.0 (0.3%)
5/29-6/3	116	87	791.0	735.7 (93.0%)	55.3 (7.0%)
6/4-6/10	156	137	1,473.5	1,468.0 (99.6%)	5.5 (0.4%)
6/11-6/17	149	69	280.0	278.0 (99.3%)	2.0 (0.7%)
6/18-6/20	75	26	107.5	64.0 (59.5%)	43.5 (40.5%)

調査航海中の約1ヶ月間に毎日民間船の操業をQRY情報から得て集計した(表2)。

期間を通しては緯度34~38°，東経145~150°，水温10~23℃での操業で期間をとおしてビンナガ主体の操業であったが，後半は一部カツオ主体の操業となった。

昨年と同様，東経155°より東海域で操業する民間船は見られなかったが，東経145°付近の沿岸域に漁場が形成されていた。

そのため，東経145°付近に予測した漁場付近での操業が多くみられた。

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実施した。

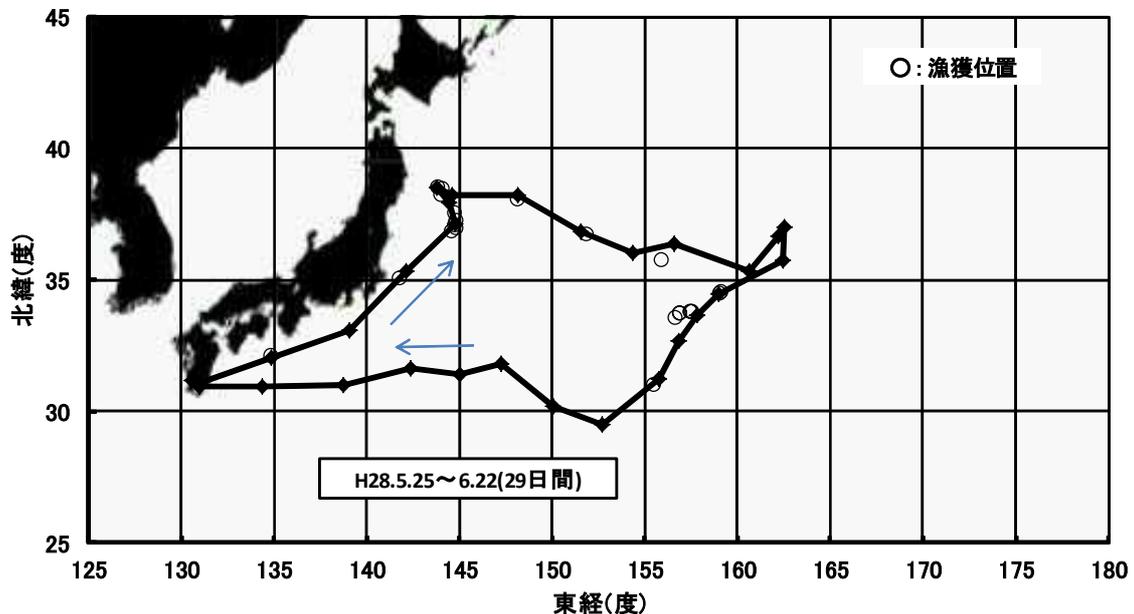


図2 漁業調査船くろしお航跡図

表3 漁場調査試験操業結果

	日付	位置		漁法	漁獲物	尾数	備 考
		北緯	東経				
①	5月29日	35° -03'	141° -49'	竿釣り	メバチ, キハダ, カツオ	33	
②	5月30日	36° -51'	144° -37'	曳縄	ビンナガ	1	
③	5月30日	36° -56'	144° -50'	竿釣り	ビンナガ	22	
④	5月30日	37° -03'	144° -49'	竿釣り	ビンナガ	14	
⑤	5月30日	37° -16'	144° -53'	曳縄	ビンナガ	2	
⑥	5月31日	37° -30'	144° -47'	曳縄	カツオ	2	
⑦	5月31日	38° -12'	144° -04'	曳縄	カツオ	1	
⑧	6月1日	38° -29'	143° -50'	曳縄	ビンナガ	1	
⑨	6月1日	38° -28'	144° -08'	曳縄	ビンナガ	2	
⑩	6月3日	38° -02'	148° -11'	曳縄	ビンナガ	1	
⑪	6月4日	36° -43'	151° -54'	曳縄	カツオ	2	
⑫	6月6日	35° -44'	155° -55'	曳縄	カツオ	2	
⑬	6月10日	34° -31'	159° -08'	曳縄	カツオ	2	
⑭	6月10日	34° -29'	159° -05'	曳縄	カツオ	3	
⑮	6月11日	33° -47'	157° -31'	曳縄	カツオ	5	
⑯	6月12日	33° -42'	156° -56'	竿釣り	カツオ	28	
⑰	6月12日	33° -34'	156° -39'	竿釣り	カツオ	70	
⑱	6月13日	30° -59'	155° -32'	曳縄	カツオ	1	

図2に、漁業調査船の航跡図と竿釣りによる試験操業を実施した箇所をプロットした。

また、表3には竿釣り試験操業の結果を示した。

今年度も、鳥群れや漂流物等、魚群探査の指標となる『付きもの』が非常に少なく、航行中の曳縄漁具で確認された群について、竿釣り操業を実施する事がほとんどであった。

また、竿釣りの対象となる魚群も小さいうえに、散水や餌撒きしても魚群が表層まで上がって来ることが少な

く、魚群の性状確認が困難となった。

漁業調査船による、予測の検証の結果を図3に示した。

5/29～6/3の予測期間では東経140度付近のHIS値が比較的高い漁場での漁獲が確認できた。

それ以外の期間においても、HIS値が0.7以上の予測漁場で漁獲される傾向がうかがえた。

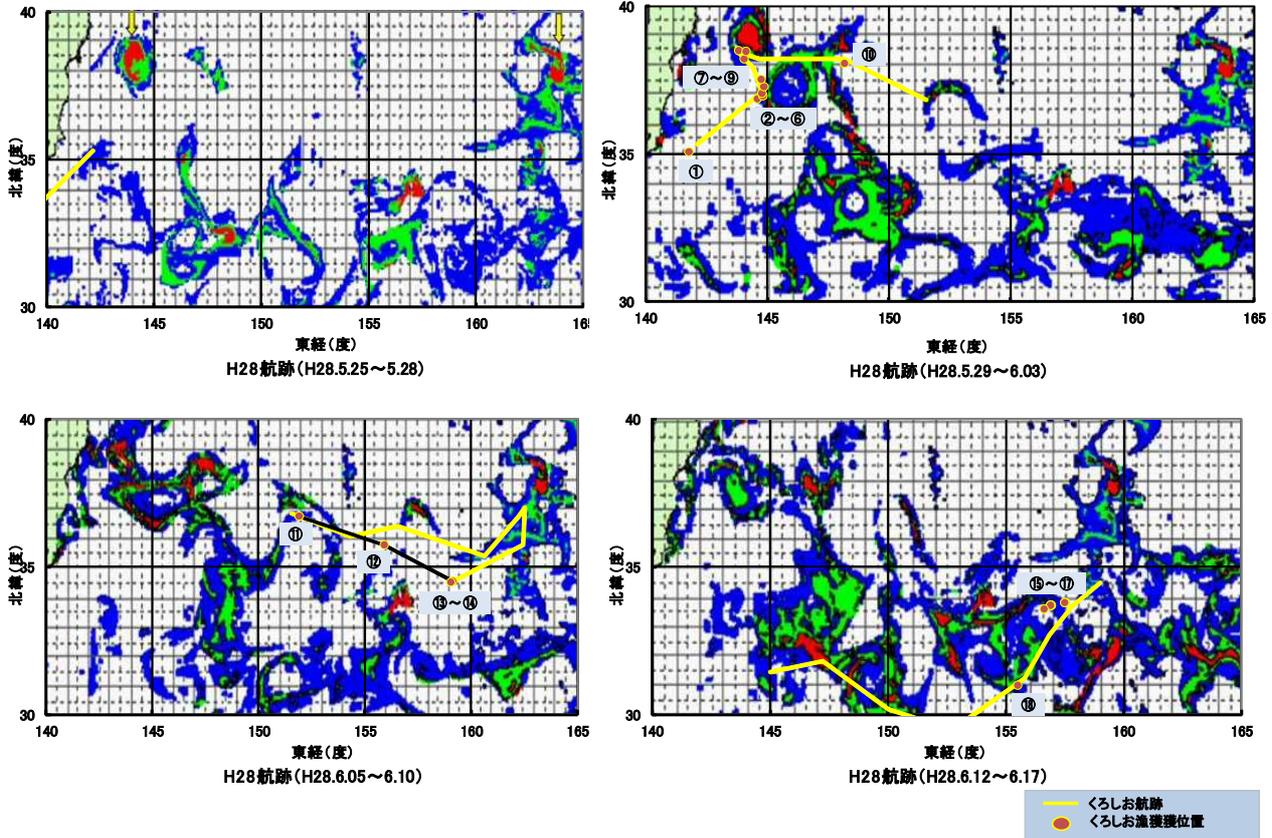


表4 漁業調査船操業実績(魚種別・予測期間ごと)

マグロ漁場調査－Ⅱ (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「国際漁業資源評価調査・情報提供委託事業」において、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	尾叉長・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	尾叉長・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	尾叉長・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	尾叉長・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、国立研究開発法人水産研究・教育機構 国際水産資源研究所（以下「国際水研」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2,780尾、クロマグロ178尾、キハダ3,994尾の測定を実施し、国際水研へ報告した。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、精密測定を実施した。測定結果を国際水研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28年1月～12月までに収集したカツオ(計398尾)の尾叉長は399～649mmで、体重は1,246～5,930gであった(図4)。GSIの推移は、雌は5月頃から、雄は6月頃から上昇をはじめ、8月に雌雄ともに最も高い値を示し(平均値±標準偏差＝雄:1.80±0.77, 雌:1.74±0.55)、以降は減少した(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49尾収集し、国際水研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28年7月1日～7日 (7日間) (図6)

2回次 平成28年7月20日～26日 (6日間) (図7)

(2)漁獲物 1回次 ソウダ類等

2回次 キハダ・ソウダ類等

本年度の調査では、目的種であるクロマグロ幼魚の採捕はなかった。(表4)

表1 漁法別市場別魚種別水揚量（単位：kg）

		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	15,845.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15,845.0
	キハダ	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
	メバチ	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
	計	0.0	0.0	15,845.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15,845.0
山川町漁協	カツオ	0.0	4,871.0	1,878.0	147,873.0	112,233.2	13,700.0	4,971.0	0.0	31,872.0	88,431.0	78,493.0	9,157.0	493,479.2
	キハダ	0.0	2,053.0	714.0	16,026.0	10,298.0	1,223.0	2,082.0	0.0	29,034.0	109,250.0	95,868.0	8,535.0	275,083.0
	メバチ	0.0	0.0	0.0	286.0	928.0	0.0	0.0	0.0	0.0	208.0	413.0	0.0	1,835.0
	ビンナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	992.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	992.9
計	0.0	6,924.0	2,592.0	164,185.0	124,452.1	14,923.0	7,053.0	0.0	60,906.0	197,889.0	174,774.0	17,692.0	771,390.1	
鹿児島市 中央卸売市場 魚類市場	カツオ	84,523.9	314,091.3	661,228.0	982,589.1	905,565.7	494,834.2	262,684.9	325,022.2	519,230.9	450,492.1	312,034.8	205,206.8	5,517,503.9
	キハダ	12,360.7	45,120.4	71,114.9	174,898.7	162,443.0	72,390.1	34,660.1	34,998.8	155,598.2	124,702.3	119,871.0	45,622.4	1,053,780.6
	メバチ	513.7	413.7	2,765.6	29,750.4	22,271.0	12,168.9	10,713.0	3,744.9	15,234.4	4,211.2	979.9	331.5	103,098.2
	クロマグロ	0.0	3.7	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	4.8	0.0	18.4	31.6	132.2	193.5
	ビンナガ	0.0	917.6	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	3.3	941.3
	コシナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	155.3	0.0	0.0	0.0	5.9	3.4	0.8	165.4
計	97,398.3	360,546.7	735,108.5	1,187,253.2	1,090,282.5	579,548.5	308,058.0	363,770.7	690,063.5	579,429.9	432,926.1	251,297.0	6,675,682.9	
瀬戸内漁協	カツオ	2,863.8	1,358.6	8,457.9	40,247.6	34,381.5	21,832.0	12,898.4	10,500.2	12,641.4	6,607.0	2,978.8	1,515.6	156,282.8
	キハダ	8,356.2	4,642.5	3,346.5	4,328.3	7,810.5	6,650.9	2,021.5	2,549.4	17,665.2	34,671.5	13,369.6	10,335.9	115,748.0
	メバチ	398.5	2.2	119.0	2,674.9	11,219.4	7,145.3	5,574.3	6,961.1	5,448.6	669.9	31.4	0.0	40,244.6
	計	11,618.5	6,003.3	11,923.4	47,250.8	53,411.4	35,628.2	20,494.2	20,010.7	35,755.2	41,948.4	16,379.8	11,851.5	312,275.4
4港計	カツオ	87,387.7	320,320.9	687,408.9	1,170,709.7	1,052,180.4	530,366.2	280,554.3	335,522.4	563,744.3	545,530.1	393,506.6	215,879.4	6,183,110.9
	キハダ	20,716.9	51,815.9	75,175.4	195,253.0	180,551.5	80,264.0	38,763.6	37,548.2	202,297.4	268,623.8	229,108.6	64,493.3	1,444,611.6
	メバチ	912.2	415.9	2,884.6	32,711.3	34,418.4	19,314.2	16,287.3	10,706.0	20,683.0	5,089.1	1,424.3	331.5	145,177.8
	クロマグロ	0.0	3.7	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	4.8	0.0	18.4	31.6	132.2	193.5
	ビンナガ	0.0	917.6	0.0	15.0	992.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	3.3	1,934.2
	コシナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	155.3	0.0	0.0	0.0	5.9	3.4	0.8	165.4
計	109,016.8	373,474.0	765,468.9	1,398,689.0	1,268,146.0	630,099.7	335,605.2	383,781.4	786,724.7	819,267.3	624,079.9	280,840.5	7,775,193.4	

【沿岸・近海まぐろはえ縄】

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 中央卸売市場魚類 市場	クロマグロ		91.0	106.0	390.0	5,967.6	2,949.2	1,118.2						10,622.0
	キハダ		3,489.6	4,977.0	47,150.2	66,460.8	146,607.0	76,406.0	46,791.0	607.8	2,443.2	8,121.3	8,375.1	411,429.0
	メバチ		7,676.0	4,004.1	604.2	66.4	80.8	109.8	3,257.4		13,744.3	31,845.1	30,051.1	91,439.2
	ビンナガ		44,622.6	21,010.0	5,017.0	1,014.2	716.4	77.8	7,896.9	15.0	6,800.2	26,265.2	74,554.5	187,989.8
	マカジキ		2,560.2	1,845.0	227.6	299.8	398.6	368.0	324.2		766.6	2,762.1	4,877.6	14,429.7
	マカジキ		1,641.2	2,234.2	3,717.8	3,582.8	5,773.2	839.6	294.0		14.4	583.0	391.4	19,071.6
	クロカジキ		460.0		798.4	1,901.4	3,439.2	1,823.0	1,831.2		433.4	318.2	1,587.5	12,592.3
	シロカジキ					154.0	61.8	155.0				61.0	120.1	551.9
	ハンショウカジキ				139.0	1,347.8	4,223.6	2,757.4	2,716.1	21.2	46.4	68.2		11,319.7
計		0.0	60,540.6	34,176.3	58,044.2	80,794.8	164,249.8	83,654.8	63,110.8	644.0	24,248.5	70,024.1	119,957.3	759,445.2

【曳縄・旗流し 他】

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				1.8				0.0	4.6			13.4	19.8
	キハタ				10.1		3.3			311.1		0.0		324.5
	バショウカジキ										24.0			24.0
	計	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	3.3	0.0	0.0	315.7	24.0	0.0	13.4	368.3
南さつま漁協 (本所)	クロマグロ								34.9	0.1				35.0
	メハチ											4.0	6.1	10.1
	計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.9	0.1	0.0	4.0	6.1	45.1
枕崎市漁協	クロマグロ	4.3	14.1	28.8						92.4	8.5	1,279.5	93.8	1,521.4
	キハタ	2,046.7	3,677.1	1,653.8	4,196.3	9,133.2	19,565.1	5,042.3	6,638.4	7,737.0	6,258.3	6,540.5	5,269.3	77,758.0
	メハチ					98.4		3.5		5.4				107.3
	コシナガ	8.3				4.3								12.6
	ビンナガ	0.6	44.5		49.5	17.9					2.5	1.0	1.3	117.3
	種不明カジキ						18.4							18.4
	計	2,059.9	3,735.7	1,682.6	4,245.8	9,253.8	19,583.5	5,045.8	6,638.4	7,834.8	6,269.3	7,821.0	5,364.4	79,535.0
甌島漁協 (下甌支所)	クロマグロ	7.9		32.3	10.0								120.4	170.6
	キハタ	5.6			2.9		246.4	155.5	94.8		6.2	64.5	312.7	888.6
	ビンナガ										1.5			1.5
	計	13.5	0.0	32.3	12.9	0.0	246.4	155.5	94.8	0.0	7.7	64.5	433.1	1,060.7
4港計	クロマグロ	12.2	14.1	61.1	11.8				34.9	97.1	8.5	1,279.5	227.6	1,746.8
	キハタ	2,052.3	3,677.1	1,653.8	4,209.3	9,133.2	19,814.8	5,197.8	6,733.2	8,048.1	6,264.5	6,605.0	5,582.0	78,971.1
	メハチ					98.4		3.5		5.4		4.0	6.1	117.4
	コシナガ	8.3				4.3								12.6
	ビンナガ	0.6	44.5		49.5	17.9					4.0	1.0	1.3	118.8
	バショウカジキ										24.0			24.0
	種不明カジキ						18.4							18.4
計	2,073.4	3,735.7	1,714.9	4,270.6	9,253.8	19,833.2	5,201.3	6,768.1	8,150.6	6,301.0	7,889.5	5,817.0	81,009.1	

【定置網】

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	87.4	472.3	467.2		36.5	119.2		7.0	166.4	215.0	187.0	9.3	1,767.3
	キハダ				33.0	48.0	267.9	41.0	463.0	582.8	133.4	52.5	18.2	1,639.8
	コシナガ	2.9	2.9		11.3	11.3	16.4	9.2		63.5	64.3	30.0	0.8	212.6
	シロカジキ							41.0	84.0	99.0	60.0	58.0		342.0
	バショウカジキ	35.0					94.2	17.0	550.1	1,605.2	1,720.9	1,216.8	630.1	5,869.3
	計	125.3	475.2	467.2	44.3	95.8	497.7	108.2	1,104.1	2,516.9	2,193.6	1,544.3	658.4	9,831.0
南さつま漁協 (本所)	メバチ	2.5					3.0							5.5
	コシナガ	3.9	2.3						8.0					14.2
	バショウカジキ											41.6	30.4	72.0
	計	6.4	2.3	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	8.0	0.0	0.0	41.6	30.4	91.7
枕崎市漁協	クロマグロ		11.3	10.9	1.7								11.5	35.4
	キハダ	38.8			25.7		8.4		64.2	24.1		165.1	15.8	342.1
	コシナガ									8.1		1.6		9.7
	種不明カジキ						18.4					52.4	167.1	237.9
	計	38.8	11.3	10.9	27.4	0.0	26.8	0.0	64.2	32.2	0.0	219.1	194.4	625.1
甌島漁協 (下甌支所)	クロマグロ		9.8	26.9										36.7
	キハダ	15.9			18.0	27.3		10.4						71.6
	計	15.9	9.8	26.9	18.0	27.3	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.3
4港計	クロマグロ	87.4	493.4	505.0	1.7	36.5	119.2	0.0	7.0	166.4	215.0	187.0	20.8	1,839.4
	キハダ	54.7	0.0	0.0	76.7	75.3	276.3	51.4	527.2	606.9	133.4	217.6	34.0	2,053.5
	メバチ	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
	コシナガ	6.8	5.2	0.0	11.3	11.3	16.4	9.2	8.0	71.6	64.3	31.6	0.8	236.5
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	84.0	99.0	60.0	58.0	0.0	342.0
	バショウカジキ	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.2	17.0	550.1	1,605.2	1,720.9	1,258.4	660.5	5,941.3
	種不明カジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	52.4	167.1	237.9
	計	186.4	498.6	505.0	89.7	123.1	527.5	118.6	1,176.3	2,549.1	2,193.6	1,805.0	883.2	10,656.1

【大中型・中型まき網】

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						48.0	5,995.0				688.0	32.0	6,763.0
	種不明カジキ	10.0	50.0			127.0	173.0	65.0	264.0	972.0	81.0	63.0	24.0	1,829.0
	計	10.0	50.0	0.0	0.0	127.0	221.0	6,060.0	264.0	972.0	81.0	751.0	56.0	8,592.0

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	145	336	190	170	476	235	155	105	298	153	138	379	2,780
	クロマグロ	1	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	34	49
	キハダ	325	257	131	217	346	243	200	320	526	393	533	452	3,943
	計	471	597	331	387	822	478	355	425	824	546	671	865	6,772
笠沙町漁協	カツオ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	クロマグロ	5	32	39	1	0	0	0	0	0	0	0	5	82
	キハダ	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	3	10
	計	5	32	39	8	0	0	0	0	0	0	0	8	92
南さつま漁協 (本所)	カツオ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	クロマグロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	キハダ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
甌島漁協 (下甌支所)	カツオ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	クロマグロ	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	37	47
	キハダ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41
	計	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	78	88
4港計	カツオ	145	336	190	170	476	235	155	105	298	153	138	379	2,780
	クロマグロ	6	44	51	1	0	0	0	0	0	0	0	76	178
	キハダ	325	257	131	224	346	243	200	320	526	393	533	496	3,994
	計	476	637	372	395	822	478	355	425	824	546	671	951	6,952

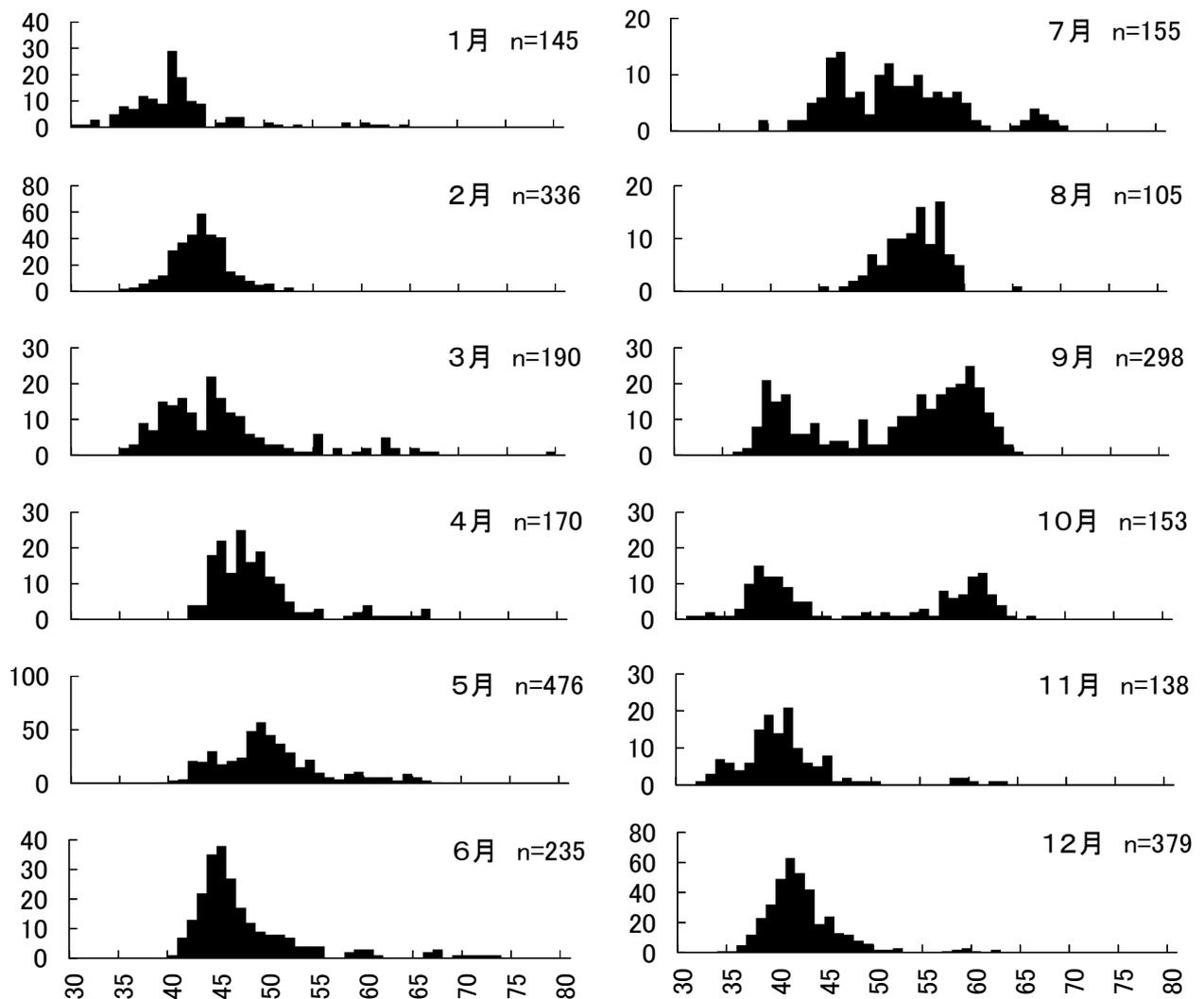


図1 カツオ月別尾叉長組成 横軸は尾叉長 (cm), 縦軸は尾数 (枕崎市漁協測定分)

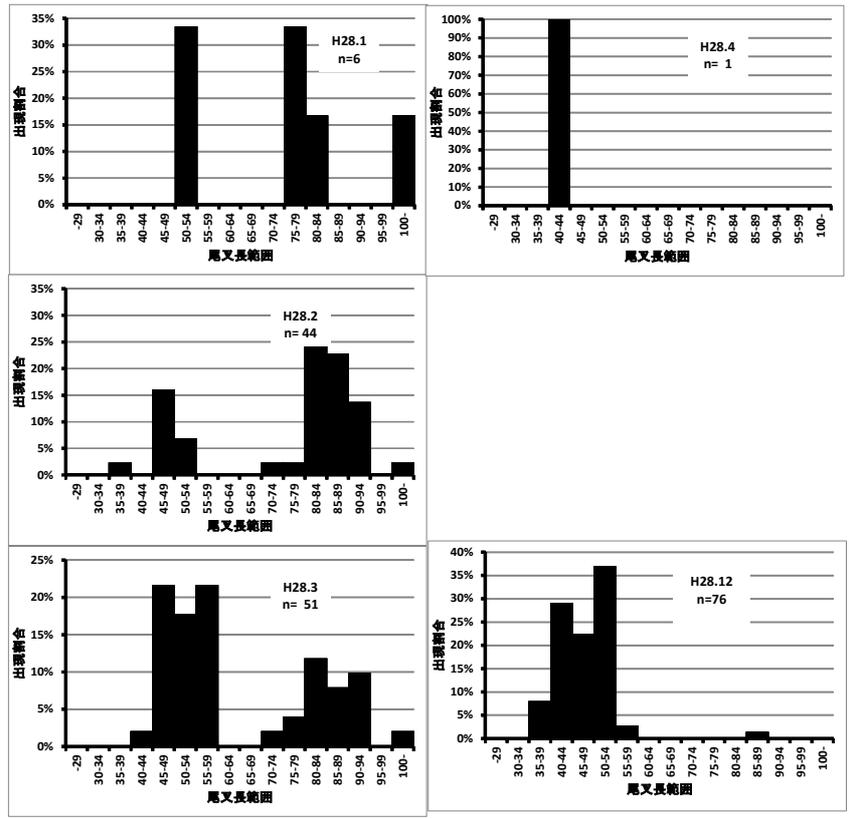


図2 クロマグロ(ヨコワ) 尾叉長組成 横軸は尾叉長 (cm)

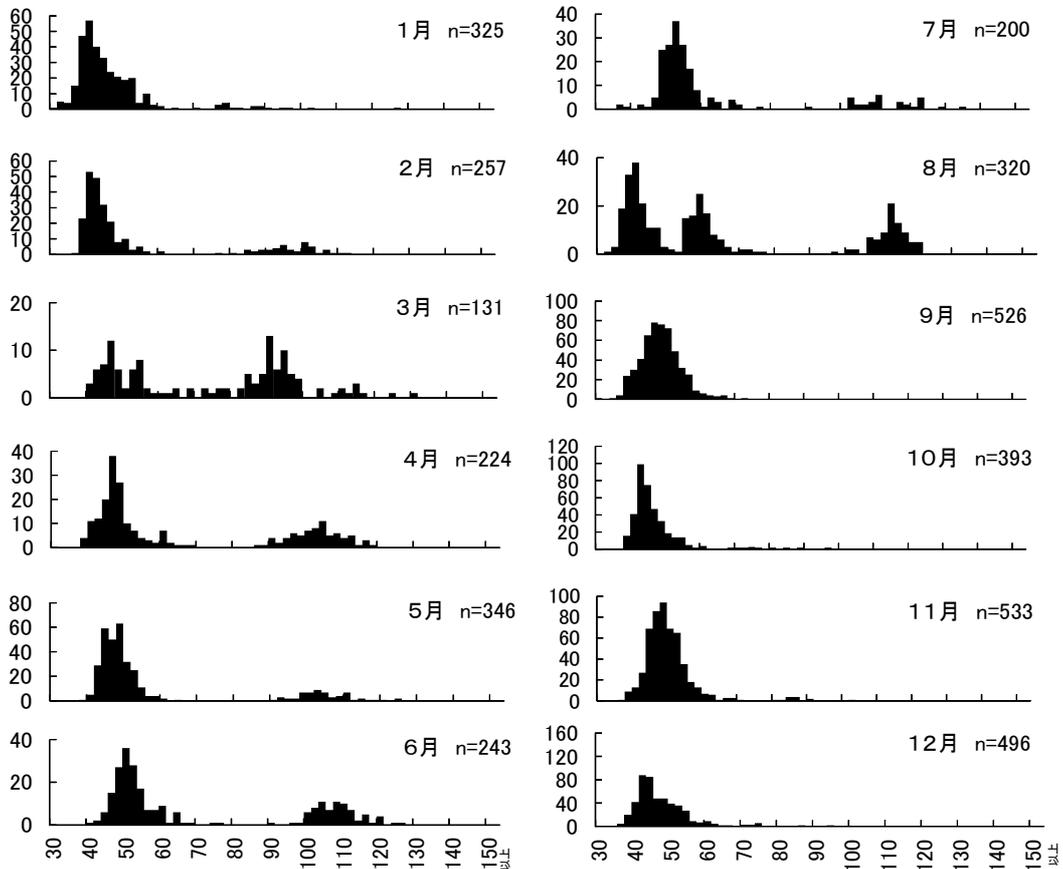


図3 キハダ月別尾叉長組成 横軸は尾叉長 (cm), 縦軸は尾数

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	19	20	20	20	40	40	40	40	75	40	45	20	419

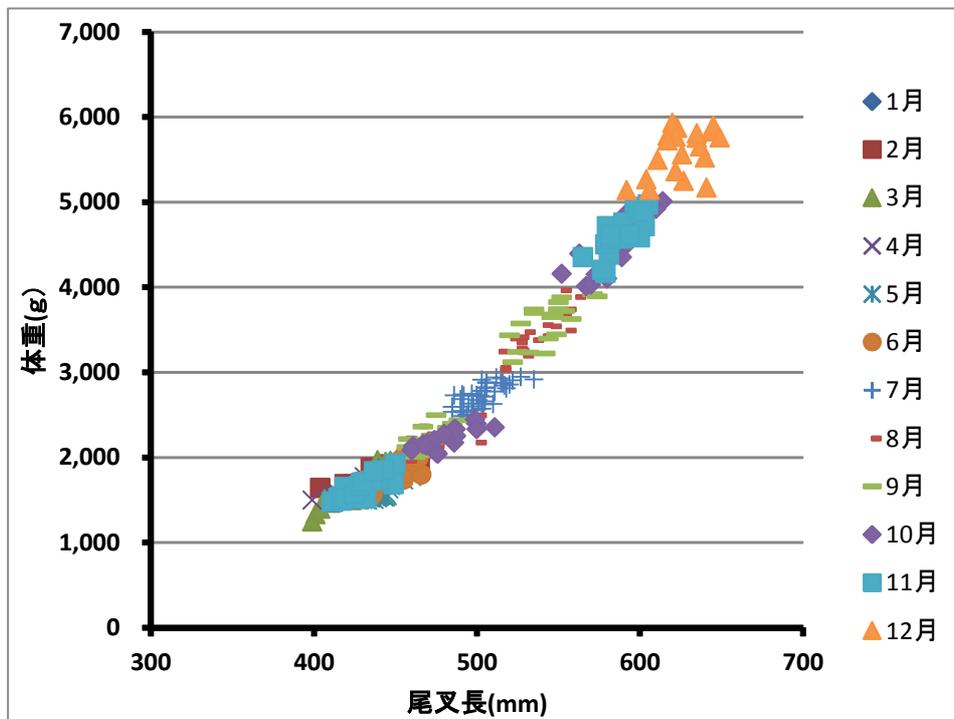


図4 カツオ標本魚の尾叉長と体重

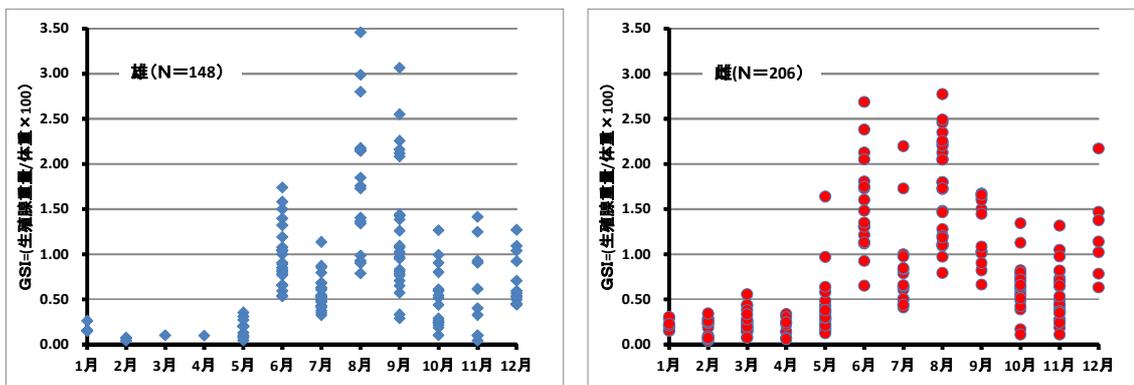


図5 カツオ標本魚のGSIの推移

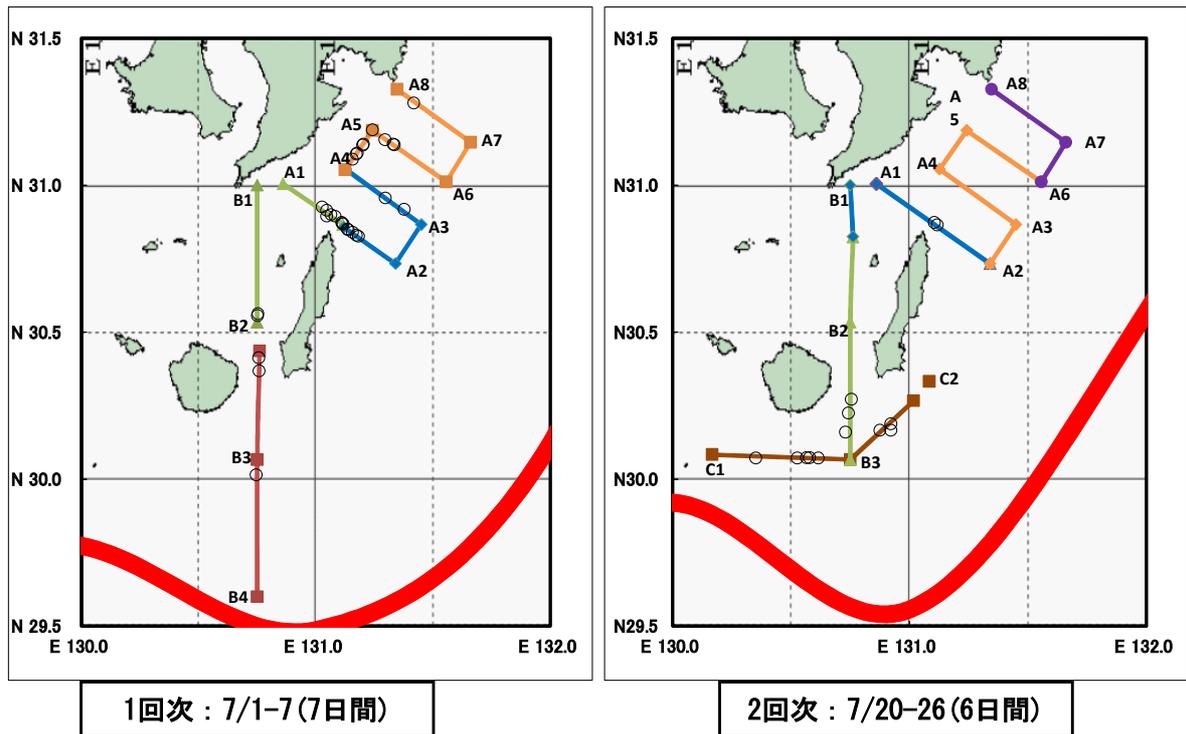


図6 クロマグロ稚魚分布調査航跡図

表4 曳縄調査結果の概要

		H28年度	
		1回次 H28.7.1 ~ H28.7.6 6日間	2回次 H28.7.20 ~ H28.7.26 7日間
表面水温	℃	24.1 ~ 29.2	25.9 ~ 30.1
キハダ	尾数 尾		14
尾 又 長 (MIN~MAX)	cm		23.94 (18.5~32.9)
体 重 (MIN~MAX)	kg		0.274 (0.11~0.65)
カツオ	尾数 尾		3
尾 又 長 (MIN~MAX)	cm		23.07 (20.5~27.9)
体 重 (MIN~MAX)	kg		0.207 (0.13~0.36)
ソウダ	尾数 尾	38	12
尾 又 長 (MIN~MAX)	cm	29.77 (18.8~36.2)	28.12 (23.0~29.6)
体 重 (MIN~MAX)	kg	0.419 (0.28~0.76)	0.344 (0.21~0.42)
ブリ	尾数 尾	11	
尾 又 長 (MIN~MAX)	cm	22.67 (17.6~27.0)	
体 重 (MIN~MAX)	kg	0.185 (0.08~0.30)	
カンパチ	尾数 尾	1	
尾 又 長 (MIN~MAX)	cm	17.2	
体 重 (MIN~MAX)	kg	0.100	

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28年度も、これまでと同様に、昭和62年以降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28年度漁期(平成28年12月～平成29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13.2～16.5トンと推定されたが、直前の漁海況情報を勘案して、平成28年1月19日付けで以下のような発表を行った。

今年度漁期のヨコワ漁獲量は、前年(0.9トン)、平年^{*1}(3.5トン)を上回る漁模様となるでしょう。

*1 近年はH23～27年の5ヶ年平均値

*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28年12月～平成29年4月末まで)の南薩地域におけるヨコワ漁獲量は約7.1トンと前年、平年を超える漁獲量となった。

しかし、今後、くろまぐろ資源管理による、操業自粛等の措置により漁獲量データから来遊量を予測する方法が難しくなることが予想されるため、説明要因や統計手法の再検討を行う必要があると思料される。

沿岸・近海漁業資源調査－Ⅰ (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 (28年度漁期の事前調査の位置付け上、一部27年度事業分を含む)

(1) 調査期間

第1次調査 平成28年3月2～9日

第2次調査 平成28年4月2～4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28年4月4日～8日(5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)

①海況

黒潮北縁域は、3月2日には竹島の南5.9マイル付近にあった。その後南下し、3月8日には平瀬の北5.2マイル付近にあった。

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22.4℃(平年並)、薩南海域で19.2℃(平年並)、西薩海域で17.3℃(平年並)であった。

②流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は275.2個/10マイルで、昨年同期（1,125.9個/10マイル）より少なかった。また、平年同期（155.5個/10マイル）より多かった。

採集した流れ藻重量は1.0～14.7kg（平均3.4kg）で、昨年同期0.7～24.1kg（平均6.0kg）より小型の藻であった。

③モジャコの付着状況

流れ藻1kg当たりの付着尾数は4.5尾で、昨年同期（0.3尾）より多かった。また、平年同期（7.7尾）より少なかった。モジャコ以外の魚類はマアジ、メジナなどわずかであった。

④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33.9mmで、昨年同期（39.8mm）、平年同期（43.3mm）より小型であった。

肥満度（体重/尾叉長³×1000）の平均（±標準偏差）は14.3（±1.41）であった。

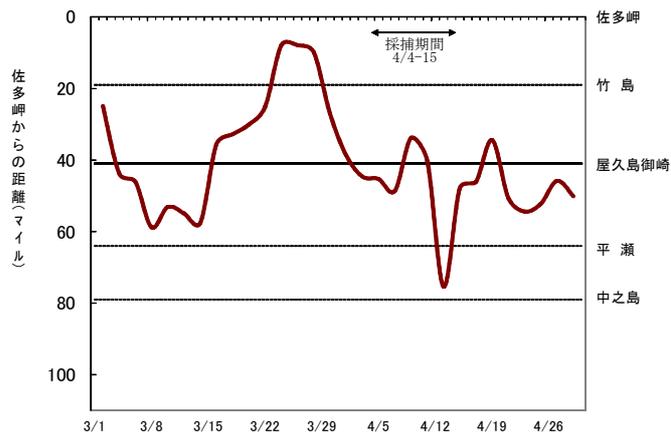


図1 黒潮北縁域の位置

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28年	平成27年	平成26年	平成25年	平成24年	平成23年	過去5年平均	平年値
流れ藻視認個数 (10マイル当たり)	大隅	101.7	211.0	16.0	21.7	26.4	10.4	57.1	29.1
	種子島	370.2	833.8	247.8	5.0	54.3	74.2	243.0	125.3
	屋久島	598.5	1,212.0	728.3	76.2	173.8	102.8	458.6	232.8
	南薩	122.2	1,077.2	66.5	1.5	52.1	34.1	246.3	125.7
	西薩	102.8	1,544.0	25.8	3.6	13.4	4.0	318.2	178.5
	平均(全海域)	275.2	1,125.9	257.7	25.7	70.1	50.1	305.9	155.5
流れ藻1kg当たりの モジャコ付着尾数	大隅	8.4	0.4	0.4	91.0	12.5	15.4	23.9	23.1
	種子島	11.8	0.7	2.6		4.9	1.2	2.4	9.7
	屋久島	3.9	0.6	3.0	6.8	10.1	2.2	4.5	8.2
	南薩	3.4	0.0	1.0	6.3	4.7	0.7	2.5	5.7
	西薩	2.6	0.0	6.6		1.7	0.3	2.2	1.7
	平均(全海域)	4.5	0.3	2.9	13.2	6.8	1.7	5.0	7.7
モジャコ平均全長(mm)	大隅	41.3	20.5	65.0	48.7	32.7	27.5	38.9	41.3
	種子島	27.1	41.3	72.0		30.3	37.9	45.4	49.1
	屋久島	34.7	39.4	73.4	51.4	27.3	30.7	44.4	42.4
	南薩	32.5	59.0	51.7	45.1	27.5	24.4	41.5	39.3
	西薩	37.4		59.7		29.7	27.0	38.8	36.9
	平均(全海域)	33.9	39.8	68.7	49.9	28.5	31.0	43.6	43.3
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	22.4	21.9	21.7	22.8	22.6	22.6	22.3	22.1
	薩南海域	19.2	18.1	20.6	21.5	20.6	20.0	20.1	19.2
	西薩海域	17.3	15.6	17.4	18.9	16.4	18.2	17.3	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。

※4 流れ藻視認個数、モジャコ付着尾数及び平均全長の平年値は、平成18年から27年までの平均値。

※5 各海域平均水温の平年値は、昭和56年から平成22年までの平均値。

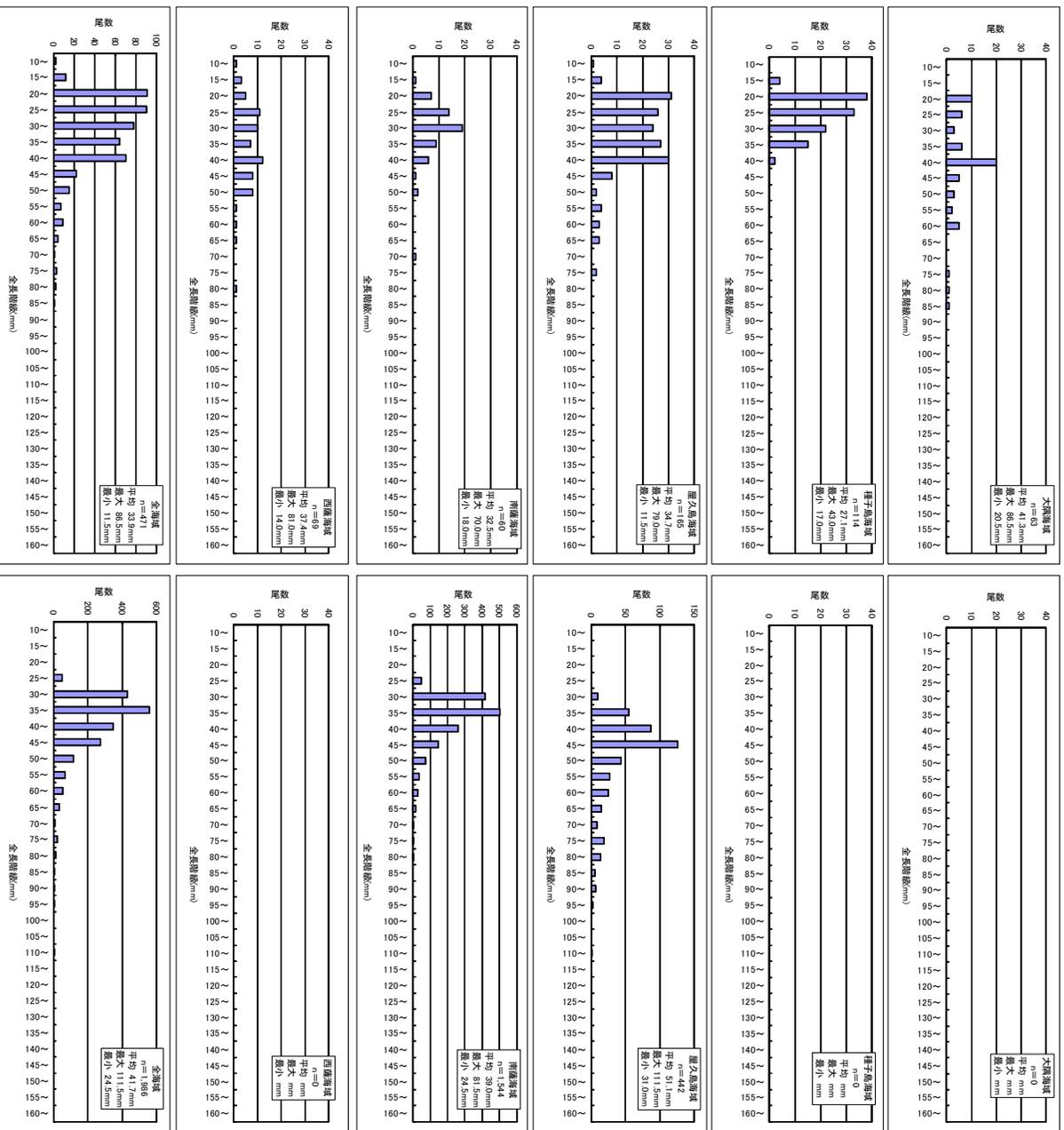


図2 採捕したモジヤコ海域別全長組成 (平成28年 3月調査)

図3 採捕したモジヤコ海域別全長組成 (平成28年 4月調査)

(2) 第2次調査 (表2, 図1・3)

①海況

黒潮北縁域は、4月1日には屋久島御崎の北2.3マイル付近にあった。その後南下し、4月3日には屋久島御崎の南3.6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23.0℃(平年並)、薩南海域で20.4℃(平年並)、西薩海域で20.2℃(著しく高め)であった。

②流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は316.2個/10マイルで、昨年同期(284.1個/10マイル)、平年同期(101.0個/10マイル)より多かった。

採集した流れ藻重量は1.8~13.2kg(平均6.4kg)で、昨年同期1.0~13.8kg(平均3.4kg)より大型の藻であった。

③モジャコの付着状況

流れ藻1kg当たりの付着尾数は103.7尾で、昨年同期（3.0尾）、平年同期（10.0尾）より多かった。

モジャコ以外の魚類ではマアジが多かった。

④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41.7mmで、昨年同期（60.0mm）、平年同期（52.0mm）より小型であった。

肥満度の平均（±標準偏差）は15.0（±0.95）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28年	平成27年	平成26年	平成25年	平成24年	平成23年	過去5年平均	平年値
流れ藻視認個数 (10マイル当たり)	大隅	—	64.6	60.3	3.8	22.1	24.0	35.0	57.1
	種子島	—	70.5	263.8	0.0	91.9	23.7	90.0	58.3
	屋久島	602.3	197.2	840.3	244.6	116.1	20.6	283.8	156.9
	南薩	0.3	407.7	417.7	83.0	64.1	53.3	205.2	107.5
	西薩	—	680.4	170.2	—	106.2	22.0	244.7	115.8
	平均(全海域)	316.2	284.1	409.8	95.0	86.2	31.7	181.4	101.0
	流れ藻1kg当たりの モジャコ付着尾数	大隅	—	3.3	6.0	—	6.1	2.3	4.4
種子島		—	11.0	1.6	—	12.3	1.8	6.7	5.1
屋久島		25.4	1.2	2.8	3.1	3.1	1.9	2.4	8.0
南薩		877.3	2.5	3.7	2.0	4.6	3.4	3.2	22.9
西薩		—	0.9	2.7	—	1.6	4.4	2.4	3.2
平均(全海域)		103.7	3.0	3.2	2.5	4.0	3.1	3.2	10.0
モジャコ平均全長(mm)		大隅	—	55.2	48.4	—	41.8	41.8	46.8
	種子島	—	79.7	57.4	—	58.4	57.8	63.3	61.4
	屋久島	51.1	38.0	45.1	58.9	41.9	54.8	47.7	49.2
	南薩	39.0	41.9	61.0	67.1	40.7	47.5	51.6	48.7
	西薩	—	61.8	87.4	—	46.5	49.2	61.2	61.3
	平均(全海域)	41.7	60.0	59.8	62.3	44.6	49.4	55.2	52.0
	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	23.0	23.9	21.7	23.9	23.8	21.6	23.0
薩南海域		20.4	20.6	19.3	20.6	20.0	19.0	19.9	20.5
西薩海域		20.2	18.7	17.6	18.3	16.5	18.3	17.9	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。

※4 流れ藻視認個数、モジャコ付着尾数及び平均全長の平年値は、平成18年から27年までの平均値。

※5 各海域平均水温の平年値は、昭和56年から平成22年までの平均値。

2. 標本船調査（表3・4、図4・5）

5日間の調査期間中、標本船7隻の操業回数は計1,068回、モジャコ漁獲量は計2,653.6kg、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）は115.4kg、1網あたり（1回操業あたり）漁獲量は2.48kgであった。

海区別に操業実態をみると、熊毛海域で出漁隻数が多かった。1網あたり漁獲量は、南薩、大隅、熊毛の広い範囲で高い値を示した。

CPUE（1日1隻あたり漁獲量）の推移は、解禁直後から高い値を示し、2日目以降は1日1隻あたり100kgを超えた。この推移は、好調だった今年度のモジャコ漁業の経過（後述、図7）と一致していた。

表3 H28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	1	40	10.0	10.0	0.25	330	330.0	8.3
208	3	125	214.0	71.3	1.71	4,800	1,600.0	38.4
678	6	62	101.8	17.0	1.64	520	86.7	8.4
679	2	100	62.1	31.1	0.62	651	325.5	6.5
680	3	81	708.0	236.0	8.74	5,747	1,915.7	71.0
689	1	60	104.0	104.0	1.73	67	67.0	1.1
690	9	311	1,063.5	118.2	3.42	26,172	2,908.0	84.2
698	2	150	168.0	84.0	1.12	9,800	4,900.0	65.3
699	2	70	115.0	57.5	1.64	2,111	1,055.5	30.2
700	2	69	107.2	53.6	1.55	254	127.0	3.7
合計	31	1,068	2,653.6	—	2.48	50,452	—	47.2

表4 H28モジャコ標本船日別漁獲状況(7隻による)

月日	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4日	5	275	173.5	34.7	0.63	2,269	453.8	8.3
4月5日	7	345	790.6	112.9	2.29	23,823	3,403.3	69.1
4月6日	7	268	960.6	137.2	3.58	12,254	1,750.6	45.7
4月8日	4	180	728.9	182.2	4.05	12,106	3,026.5	67.3
合計	23	1,068	2,653.6	115.4	2.48	50,452	2,193.6	47.2

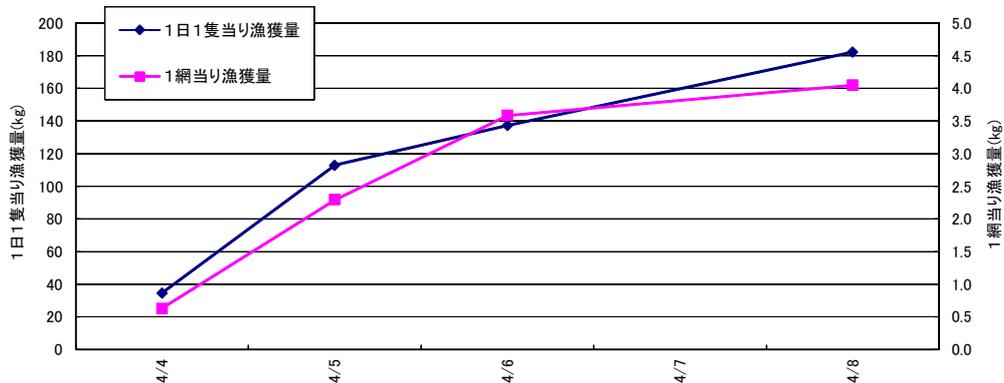


図4 H28モジャコ標本船CPUEの変化

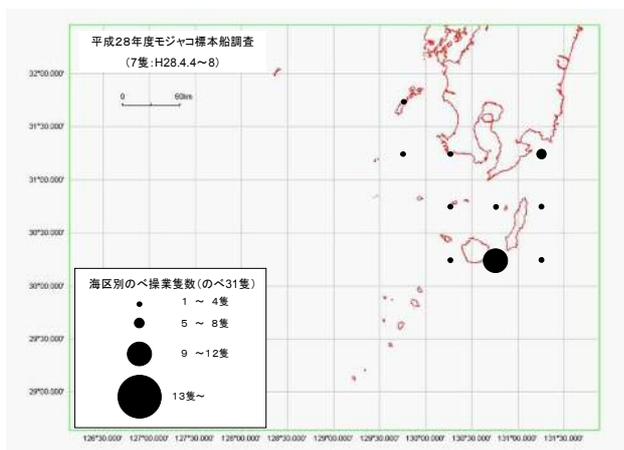


図5-1 標本船7隻による海区別のべ操業隻数

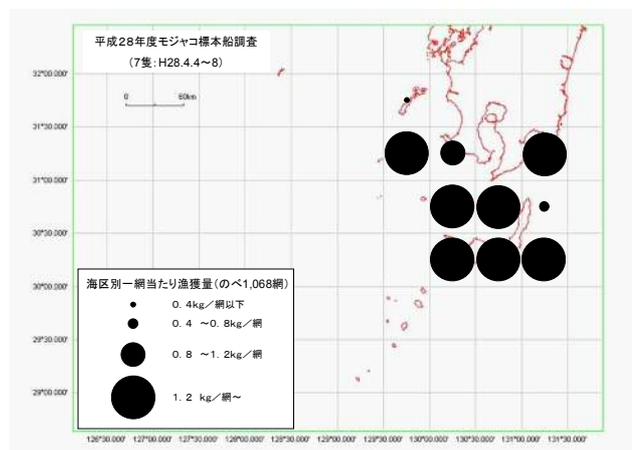


図5-2 標本船7隻による海区別一網あたり漁獲量

3. モジャコ採捕漁業の経過（図6・7）

採捕許可期間 平成28年4月4日～15日（12日間）

許可隻数：115隻

国割当尾数：5,555千尾

需給契約尾数：5,293千尾

採捕尾数：5,048千尾（水産振興課報告, 以下同じ）

需給契約尾数に対する充足率：95.4%

4月4日に解禁されたモジャコ漁は、解禁当初は流れ藻の数が少なかったが次第に増加した。モジャコはサイズが大きく付着も多かった。解禁後3日で充足率が5割を超え、当初の予定より11日早い4月15日に終了した。操業期間は12日間で、昭和50年以降の最短記録となった。

最終的な充足率は95%であった。極めて好調に推移した理由としては、①流れ藻が多かった、②モジャコが多かった、③東シナ海の1～3月の海面水温が高め傾向で推移し、好漁だった平成20年と似ていた、等が考えられる。

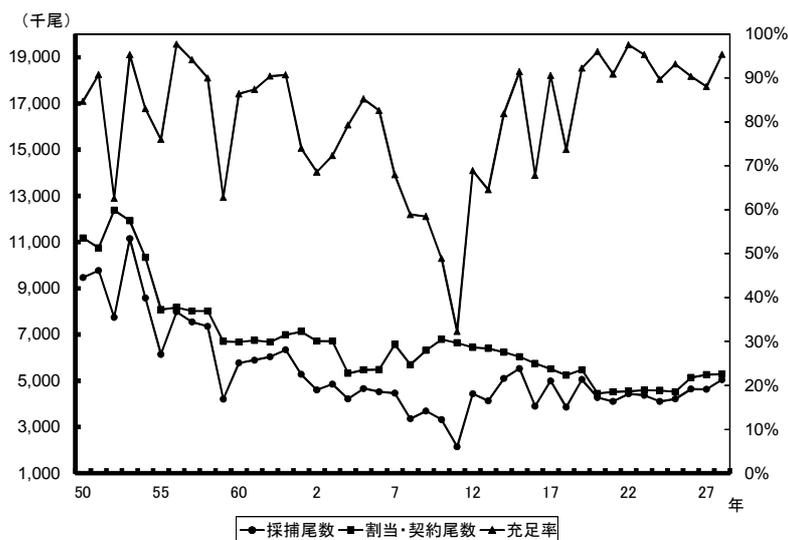


図6 モジャコ採捕数と割当数の経年変化

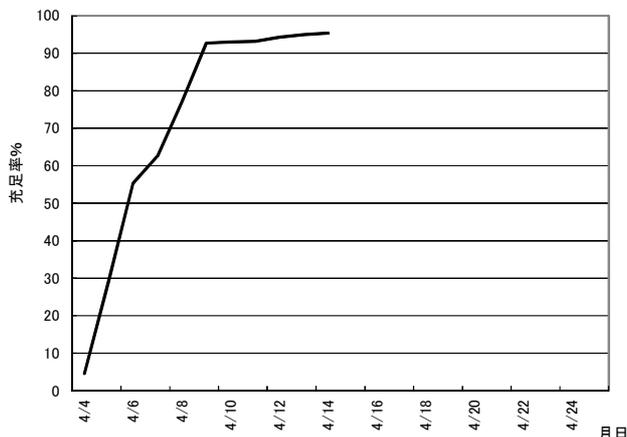


図7 充足率の推移(H28)

沿岸・近海漁業資源調査Ⅱ (漁場環境調査：魚礁調査)

天野 裕平

【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3地区（鹿児島市漁協（本所，桜島支所），串木野市漁協）の計4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，魚の蝸集状況）を調査した。

【結 果】

調査結果は以下のとおり。

地区名	鹿児島市祇園之洲町地先（鹿児島市漁協本所）
調査日	平成29年3月27日
天気	曇り
魚礁漁場名	平成27年溶岩魚礁設置事業
魚礁機種	1m角形溶岩
水深（m）	64
調査概要	<p>調査前日の降雨により，調査域は視界不良だった。</p> <p>調査域内で1m大の溶岩魚礁が確認された。なお，魚礁の積み重なりは確認されず，1石ずつ点在していた。</p> <p>魚礁の表面に付着生物は確認されず，周辺ではカサゴが1尾のみ確認された。</p>
確認された魚種	カサゴ
埋没・損壊状況	大きな埋没・損壊は確認されなかった。

地区名	鹿児島市赤生原町地先（鹿児島市漁協桜島支所）	
調査日	平成29年 3 月 27 日	
天気	曇り	
魚礁漁場名	平成25年溶岩魚礁設置事業	
魚礁機種	1 m角形溶岩	
水深（m）	22	
調査概要	<p>調査前日の降雨により，調査域は視界不良だった。</p> <p>調査域内では1 m大の溶岩魚礁が複数確認された。なお，魚礁の積み重なりは確認されず，1石ずつ点在していた。</p> <p>魚礁の表面および周辺にはツノサンゴ類が密生しており，それらの間隙に海藻類が生育していた。</p> <p>魚礁周辺では，ツノサンゴ類の隙間を縫うように遊泳するコロダイとイシダイが確認された。</p>	
確認された魚種	コロダイ，イシダイ	
埋没・損壊状況	大きな埋没・損壊は確認されなかった。	

地区名	いちき串木野市荒川地先（串木野市漁協）	
調査日	平成29年 3 月 28 日	
天気	曇り	
魚礁漁場名	不明	不明
魚礁機種	1.5m角型魚礁	1.5m角型魚礁
水深（m）	34	33
調査概要	<p>調査域内では，1.5m角型魚礁が10基程度点在していた。</p> <p>魚礁の表面には，ソフトコーラル類等が付着していた。</p> <p>魚礁周辺では，コロダイ，カサゴ等の多様な魚種の蛸集が確認された。</p> <p>魚礁は砂泥地に設置されており，確認された魚礁は全て埋没していた。</p>	<p>調査域内では，1.5m角型魚礁が8基程度点在していた。</p> <p>魚礁の表面には，ソフトコーラル類等が付着していた。</p> <p>魚礁周辺では，カワハギ，イラ等多数の多様な魚種の蛸集が確認された。</p>
確認された魚種	コロダイ，カサゴ，カワハギ，エイ類，ネンブツダイ	カワハギ，イラ，コロダイ，ネンブツダイ，キントキモドキ，キタマクラ，フエダイ類
埋没・損壊状況	基体の2～5割埋没していた。	基体の5～8割埋没していた。

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：スジアラ資源生態調査)

宍道弘敏

【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（過去の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H9年以降最低の4.8トンとなった。H27年は7.6トンと前年を上回った。（大島支庁調べ）（図1）。

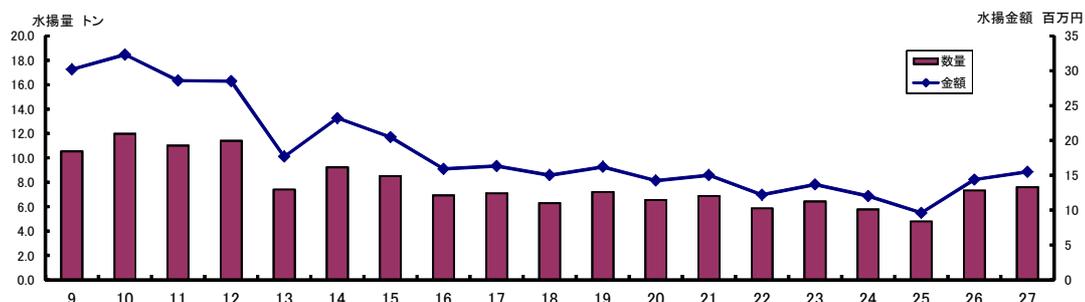


図1 奄美海域におけるスジアラの水揚量及び金額(大島支庁調べ)

(2) 精密測定調査

これまでに 243 尾の精密測定を行った (H29.4.19 現在)。

その結果得られた尾又長－体重関係 (図 2) をみると、概ね尾又長 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、尾又長－GSI (生殖腺熟度指数) 関係 (図 3) をみると、尾又長が概ね 40cm (体重約 1.0kg) 以上の個体で生殖腺の発達が見られた。

さらに、月別 GSI (図 4) をみると、生殖腺が発達する時期は 5～7 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。

これまでの解析の結果暫定的に得られている年齢－尾又長関係 (図 5) をみると、最高齢は 20 歳以上で、約 5 歳で尾又長約 44cm となることが窺えた。

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、尾又長 43.3cm (約 5 歳) でメスの 50% が成熟、最高齢は 18.8 歳) (Ebisawa, 2013) と概ね一致した。

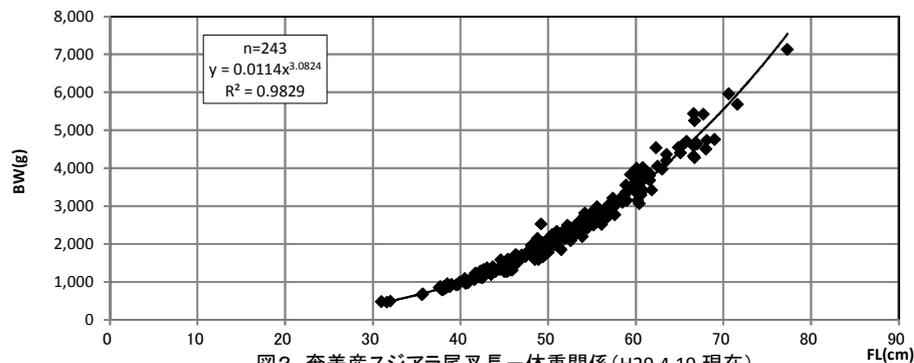


図2 奄美産スジアラ尾又長－体重関係 (H29.4.19.現在)

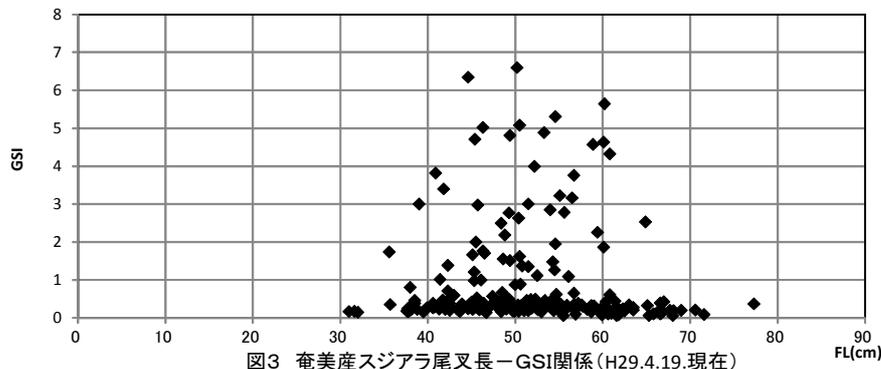


図3 奄美産スジアラ尾又長－GSI関係 (H29.4.19.現在)

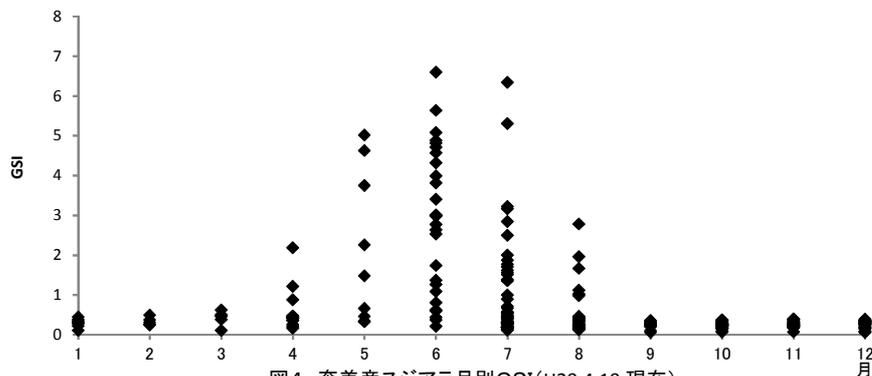


図4 奄美産スジアラ月別GSI (H29.4.19.現在)

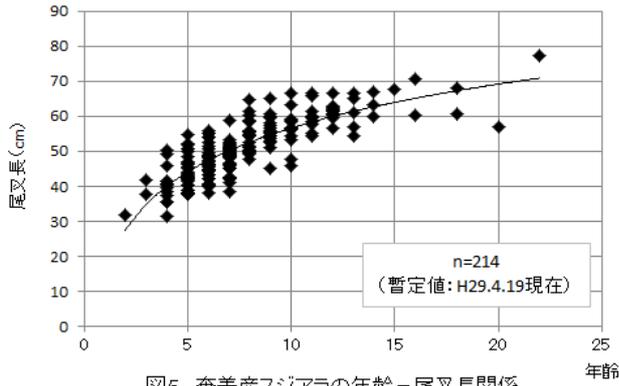


図5 奄美産スジアラの年齢-尾叉長関係

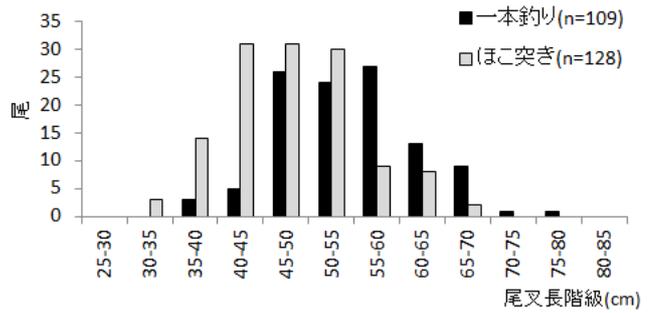


図6 精密測定結果からみた奄美産スジアラの漁業種類別尾叉長組成(H29.4.19.現在)

精密測定調査で得られたサンプルのうち、主たる漁業種類である一本釣り漁業とほこ突き漁業で漁獲されたものについて漁業種類ごとに尾叉長組成（図 6）をみると、尾叉長のモードは一本釣り漁業で 55-60cm，ほこ突き漁業で 40-45cm にみられ、前者の方が漁獲サイズが大きい傾向が窺えた。

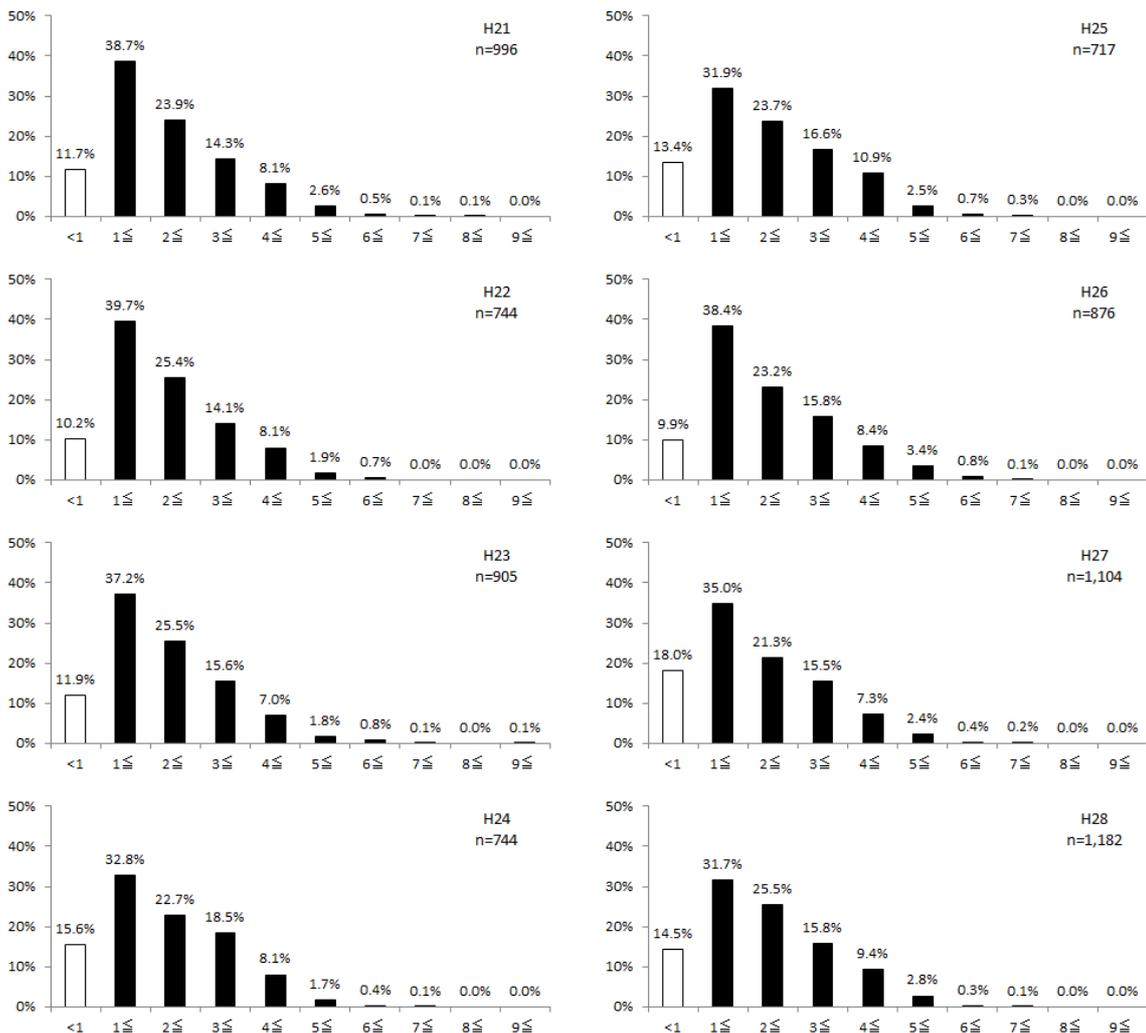


図7 名瀬漁協市場におけるスジアラ漁獲物の体重組成

(3) 市場調査

名瀬漁協市場における H21 ～ 28 年の漁獲物体重組成（図 7）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，未成熟個体が多く含まれると考えられる 1kg 未満の個体が漁獲物の 1 割前後を占めることが窺えた。

【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－Ⅰ (マダイ)

天野 裕平

【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。

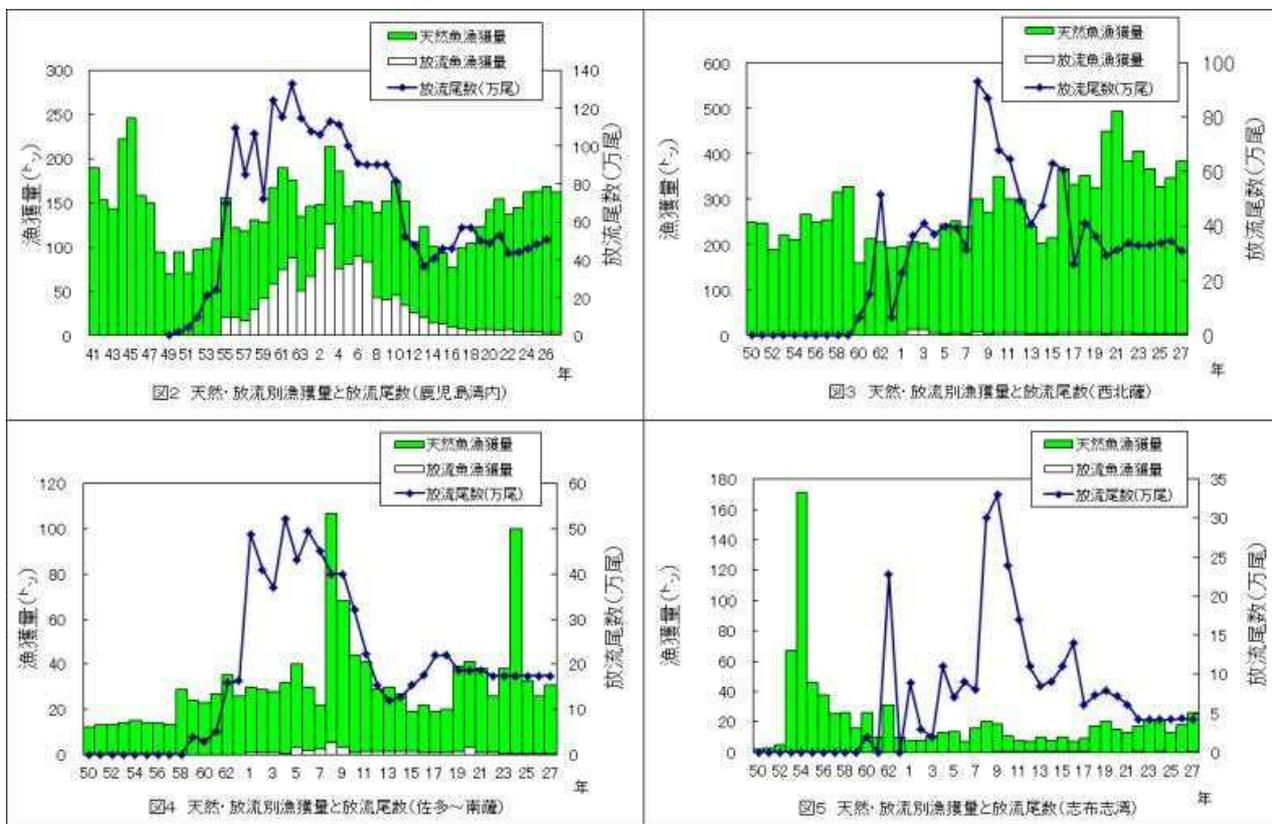
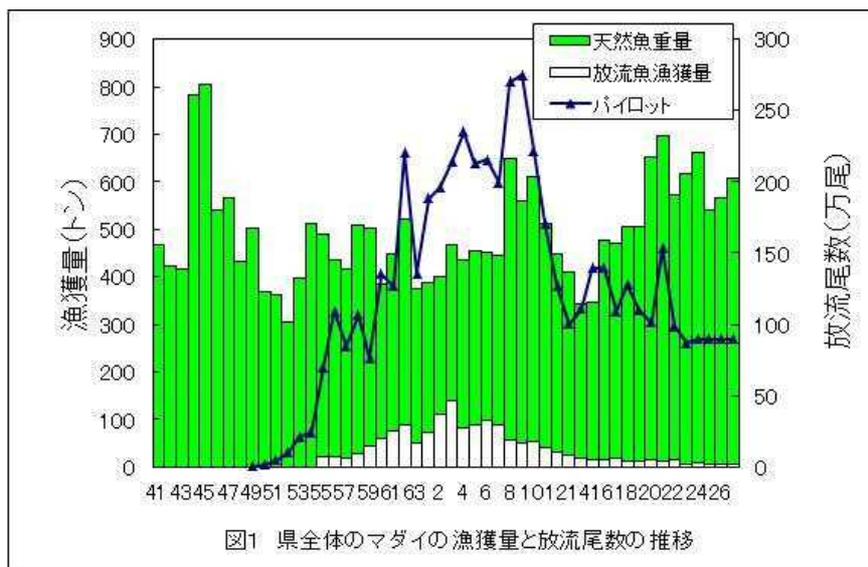
3) 経済効果推定

平成27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27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27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27年は608トンと前年（565トン）並で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28年度県全体で調査したマダイは128,058尾、総重量は184,462kgであった。そのうち、放流魚（鼻孔連結魚）は774尾(混獲率0.6%)、1,199kg(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1.81%、湾央1.39%、佐多～南薩1.03%、西北薩0.59%、志布志湾0.24%、重量比では湾奥1.97%、湾央1.53%、佐多～南薩1.82%、西北薩1.25%、志布志湾0.29%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、①放流尾数の減少、②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、③放流サイズの小型化（全長70mmから55mm）、④近年増加していると考えられる本県周辺海域の天然マダイ資源との競合等、が考えられる。

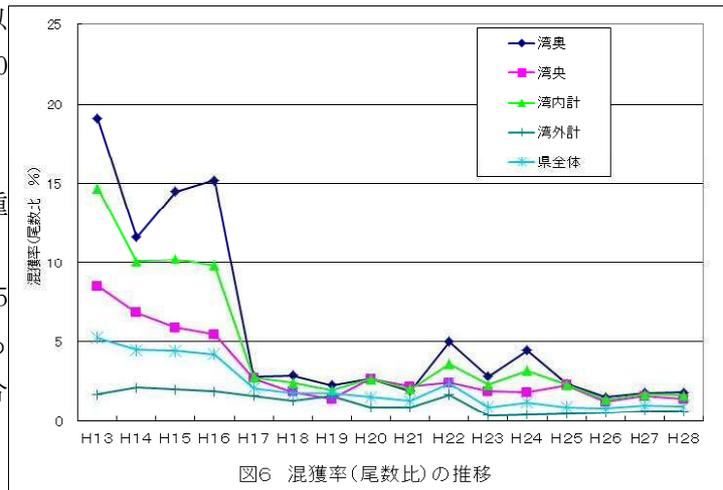


表1 海域別の混獲率の推移
(尾数比)

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
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
H27	1.80	1.57	1.70	0.91	0.60	0.61	0.62	0.00	0.97
H28	1.81	1.39	1.64	1.03	0.59	0.24	0.59	0.00	0.89

(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
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
H27	2.23	1.69	2.04	0.89	0.64	0.98	0.67	0.00	1.07
H28	1.97	1.53	1.82	1.25	0.68	0.29	0.68	0.00	0.96

*湾外計には熊毛海域を含まない。

2) 年齢組成推定

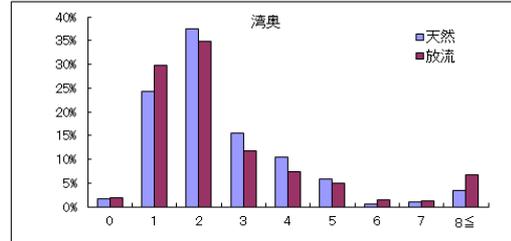
年齢組成推定結果を表2に示す。

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。

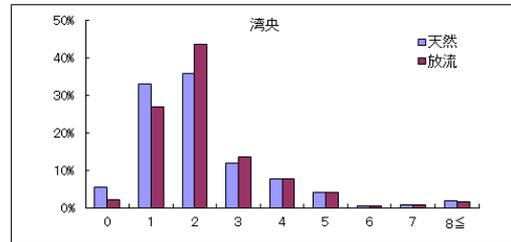
マダイは3歳程度で約1kgとなり産卵を開始すると考えられているので、マダイが産卵を開始する前に、その多くが漁獲されていると考えられる。

表2 平成28年度市場調査魚海域別年齢組成

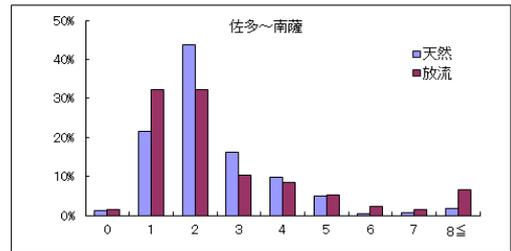
年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	345	5	351	1.57%	0.02%	1.59%	1.59%	1.97%	1.59%
1	5,290	80	5,370	24.00%	0.36%	24.36%	24.30%	29.69%	24.36%
2	8,146	94	8,241	36.96%	0.43%	37.39%	37.42%	34.93%	37.39%
3	3,393	32	3,425	15.40%	0.14%	15.54%	15.59%	11.71%	15.54%
4	2,265	20	2,285	10.28%	0.09%	10.37%	10.40%	7.43%	10.37%
5	1,273	13	1,286	5.77%	0.06%	5.83%	5.85%	4.94%	5.83%
6	125	4	128	0.57%	0.02%	0.58%	0.57%	1.32%	0.58%
7	216	3	219	0.98%	0.02%	0.99%	0.99%	1.24%	0.99%
8≤	718	18	736	3.26%	0.08%	3.34%	3.30%	6.77%	3.34%
合計	21,771	270	22,041	98.78%	1.22%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



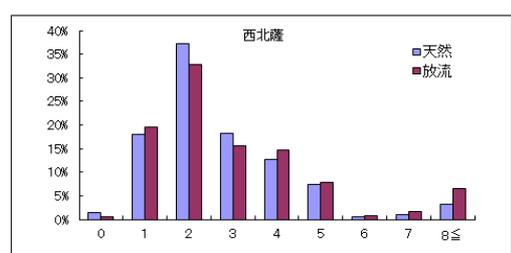
年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	780	3	782	5.37%	0.02%	5.39%	5.42%	2.01%	5.39%
1	4,734	37	4,770	32.62%	0.25%	32.87%	32.93%	26.76%	32.87%
2	5,147	59	5,206	35.47%	0.41%	35.88%	35.81%	43.38%	35.88%
3	1,680	19	1,699	11.58%	0.13%	11.71%	11.69%	13.56%	11.71%
4	1,065	11	1,076	7.48%	0.07%	7.55%	7.55%	7.70%	7.55%
5	574	6	579	3.95%	0.04%	3.99%	3.99%	4.08%	3.99%
6	43	0	43	0.30%	0.00%	0.30%	0.30%	0.31%	0.30%
7	91	1	92	0.62%	0.01%	0.63%	0.63%	0.74%	0.63%
8≤	242	2	244	1.67%	0.01%	1.68%	1.68%	1.46%	1.68%
合計	14,374	137	14,511	99.06%	0.94%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



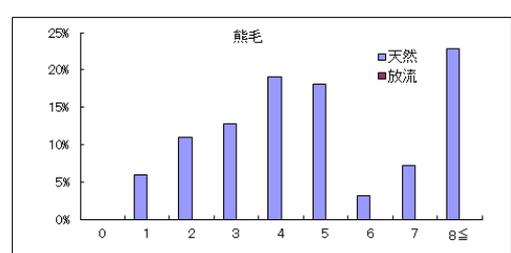
年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	37	0	37	1.29%	0.01%	1.30%	1.30%	1.42%	1.30%
1	608	6	615	21.26%	0.23%	21.48%	21.41%	32.22%	21.48%
2	1,239	6	1,245	43.30%	0.23%	43.53%	43.61%	32.32%	43.53%
3	456	2	458	15.94%	0.07%	16.01%	16.05%	10.25%	16.01%
4	278	2	280	9.72%	0.06%	9.78%	9.79%	8.45%	9.78%
5	141	1	142	4.94%	0.04%	4.98%	4.98%	5.15%	4.98%
6	10	0	10	0.36%	0.02%	0.37%	0.36%	2.24%	0.37%
7	19	0	19	0.65%	0.01%	0.66%	0.65%	1.41%	0.66%
8≤	53	1	54	1.85%	0.05%	1.89%	1.86%	6.54%	1.89%
合計	2,841	20	2,861	99.30%	0.70%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



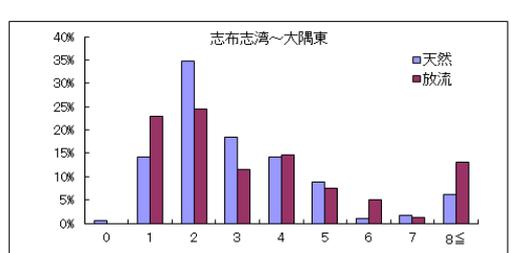
年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	1,276	2	1,278	1.51%	0.00%	1.51%	1.52%	0.48%	1.51%
1	15,136	67	15,202	17.93%	0.08%	18.01%	18.00%	19.63%	18.01%
2	31,223	111	31,334	36.99%	0.13%	37.12%	37.14%	32.78%	37.12%
3	15,286	53	15,339	18.11%	0.06%	18.17%	18.18%	15.50%	18.17%
4	10,769	50	10,818	12.76%	0.06%	12.82%	12.81%	14.62%	12.82%
5	6,211	26	6,238	7.36%	0.03%	7.39%	7.39%	7.76%	7.39%
6	465	3	468	0.55%	0.00%	0.55%	0.55%	0.88%	0.55%
7	927	6	933	1.10%	0.01%	1.11%	1.10%	1.77%	1.11%
8≤	2,773	22	2,795	3.29%	0.03%	3.31%	3.30%	6.57%	3.31%
合計	84,066	340	84,406	99.60%	0.40%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



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	1	0	1.07	5.95%	0.00%	5.95%	5.95%	0.00%	5.95%
2	2	0	1.97	10.93%	0.00%	10.93%	10.93%	0.00%	10.93%
3	2	0	2.31	12.84%	0.00%	12.84%	12.84%	0.00%	12.84%
4	3	0	3.42	19.01%	0.00%	19.01%	19.01%	0.00%	19.01%
5	3	0	3.27	18.15%	0.00%	18.15%	18.15%	0.00%	18.15%
6	1	0	0.55	3.08%	0.00%	3.08%	3.08%	0.00%	3.08%
7	1	0	1.29	7.14%	0.00%	7.14%	7.14%	0.00%	7.14%
8≤	4	0	4.12	22.90%	0.00%	22.90%	22.90%	0.00%	22.90%
合計	18	0	18	100.00%	-	100.00%	100.00%	-	100.00%



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	28	0	28	0.66%	0.00%	0.66%	0.66%	0.00%	0.66%
1	602	2	604	14.27%	0.04%	14.31%	14.29%	22.95%	14.31%
2	1,465	2	1,467	34.71%	0.04%	34.75%	34.76%	24.43%	34.75%
3	777	1	778	18.40%	0.02%	18.42%	18.43%	11.44%	18.42%
4	594	1	595	14.07%	0.02%	14.09%	14.09%	14.56%	14.09%
5	371	1	372	8.79%	0.01%	8.80%	8.80%	7.53%	8.80%
6	45	0	45	1.07%	0.01%	1.08%	1.07%	4.96%	1.08%
7	74	0	74	1.75%	0.00%	1.76%	1.76%	1.12%	1.76%
8≤	258	1	259	6.12%	0.02%	6.14%	6.13%	13.02%	6.14%
合計	4,215	7	4,222	99.83%	0.17%	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19年度放流群では、放流尾数479千尾に対し、平成27年度までの推定回収尾数は2,433尾で、回収率は0.51%となった。また、推定回収重量は約2,261kg、推定回収金額は約2,495千円と推計された。

同じく鹿児島湾外各域の平成18年度放流マダイの平成27年度までの累積回収状況は、佐多～南薩海域では、放流尾数187千尾に対し推定回収尾数475尾で回収率0.25%、回収重量約346kg、回収金額382千円、西北薩海域では放流尾数193千尾に対し推定回収尾数2,470尾で回収率1.28%、回収重量約1,713kg、回収金額1,891千円、志布志湾海域では放流尾数51千尾に対し推定回収尾数66尾で回収率0.13%、推定回収重量約122kg、回収金額135千円と推計された。

表3 海域別放流魚累積回収状況

鹿児島湾海域(平成19年度放流群)					
放流尾数(千尾)		479		鼻孔連結出現率	86.1%
	再捕年度・尾数	再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
	H19	37	43	0.02	1.0
	H20	729	847	0.19	161.1
	H21	549	638	0.54	344.1
	H22	422	490	1.05	515.4
	H23	127	148	1.69	248.8
	H24	85	99	2.40	237.0
	H25	19	22	3.17	71.0
	H26	13	15	3.94	60.8
	H27	114	132	4.71	621.2
	合計	2,095	2,433		2,260.5
	平均単価				¥1,103.6
	回収金額				¥2,494,559
	回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.51%

佐多～南薩海域(平成19年度放流群)					
放流尾数(千尾)		187		鼻孔連結出現率	86.1%
	再捕年度・尾数	再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
	H19	2	2	0.02	0.0
	H20	54	63	0.19	11.9
	H21	235	273	0.54	147.3
	H22	88	103	1.05	108.0
	H23	18	21	1.69	34.9
	H24	8	9	2.40	22.6
	H25	1	1	3.17	3.1
	H26	1	1	3.94	4.6
	H27	3	3	4.71	13.7
	合計	409	475		346.2
	平均単価				¥1,103.6
	回収金額				¥382,037
	回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.25%

西北薩海域(平成19年度放流群)					
放流尾数(千尾)		193		鼻孔連結出現率	86.1%
	再捕年度・尾数	再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
	H19	148	172	0.02	4.1
	H20	793	921	0.19	175.3
	H21	698	811	0.54	437.5
	H22	237	275	1.05	289.4
	H23	103	120	1.69	201.8
	H24	66	76	2.40	183.1
	H25	10	12	3.17	36.9
	H26	13	15	3.94	59.6
	H27	59	69	4.71	325.6
	合計	2,127	2,470		1,713.2
	平均単価				¥1,103.6
	回収金額				¥1,890,634
	回収率(=回収尾数/放流尾数)				1.28%

志布志湾海域(平成19年度放流群)					
放流尾数(千尾)		51		鼻孔連結出現率	86.1%
	再捕年度・尾数	再捕尾数	鼻孔連結	平均体重	回収重量(kg)
		(補正前)	補正值	(kg)	
	H19	0	0	0.02	0.0
	H20	6	7	0.19	1.3
	H21	6	7	0.54	3.8
	H22	19	22	1.05	23.2
	H23	8	9	1.69	14.8
	H24	6	7	2.40	17.9
	H25	1	1	3.17	4.6
	H26	0	0	3.94	0.0
	H27	10	12	4.71	56.3
	合計	57	66		122.0
	平均単価				¥1,103.6
	回収金額				¥134,585
	回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.13%

豊かな海づくり広域推進事業－Ⅱ (ヒラメ)

天野 裕平

【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27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27年は県全体で66トンと前年(69トン)並であった。



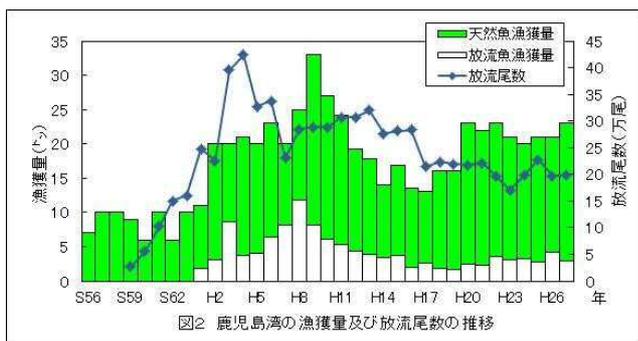


図2 鹿児島湾の漁獲量及び放流尾数の推移



図3 八代海の漁獲量及び放流尾数の推移

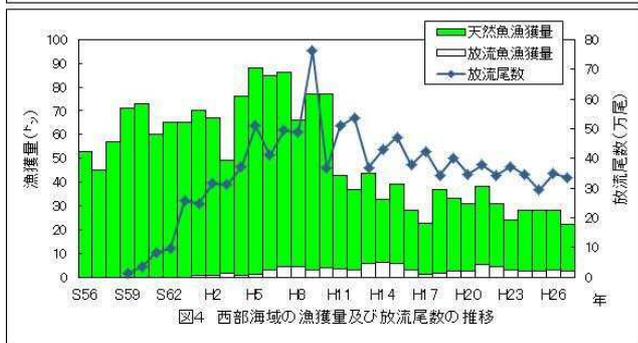


図4 西部海域の漁獲量及び放流尾数の推移



図5 東部海域の漁獲量及び放流尾数の推移

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カ年間にわたって実施した。

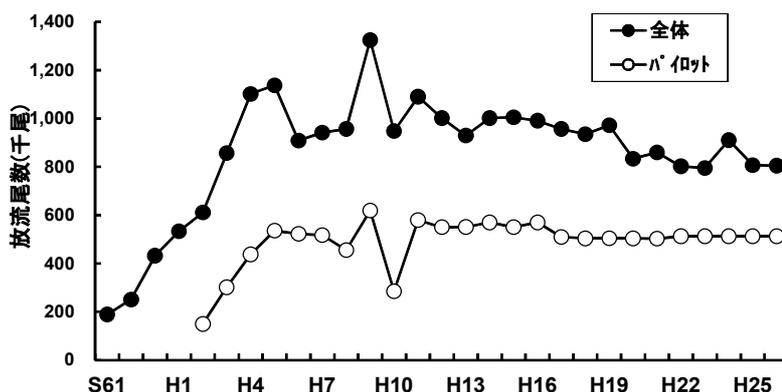


図6 ヒラメ種苗放流数の経年変化

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、熊毛海域での放流は実施されていないが、平成27年度の県内の放流実績は51.4万尾、放流サイズは約83mmであった。上記パイロット事業以外でも、漁業者等が放流効果を高く認識していることから、各地域で様々な放流事業が展開されており、県全体では約77万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27年度は、尾数比で八代海が20.3%（重量比26.0%）、西部海域が10.2%（重量比13.3%）、鹿児島湾内が13.1%（重量比16.3%）、東部海域が14.2%（重量比13.5%）となり、県全体では14.0%（重量比17.2%）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
H27	41.6	8.5	9.4	6.3	16.8	41.8	11.8	12.8	9.7	19.0
H28	20.3	10.2	13.1	14.2	14.0	26.0	13.3	16.3	13.5	17.2

八代海：出水～東町 西部海域：長島～かいゑい 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－Ⅰ (有害・有毒プランクトン情報伝達事業)

中島広樹・村田圭助

【目的】

有害・有毒プランクトン等や貧酸素水塊のモニタリング調査を実施し、有害・有毒プランクトン等の出現状況、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・有毒プランクトン等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	：クロロフィルー a
DON	：溶存有機態窒素		

調査点（図-1）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17回
(他事業分を含む)

調査項目：鹿児島湾に同じ

調査点（図-2）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

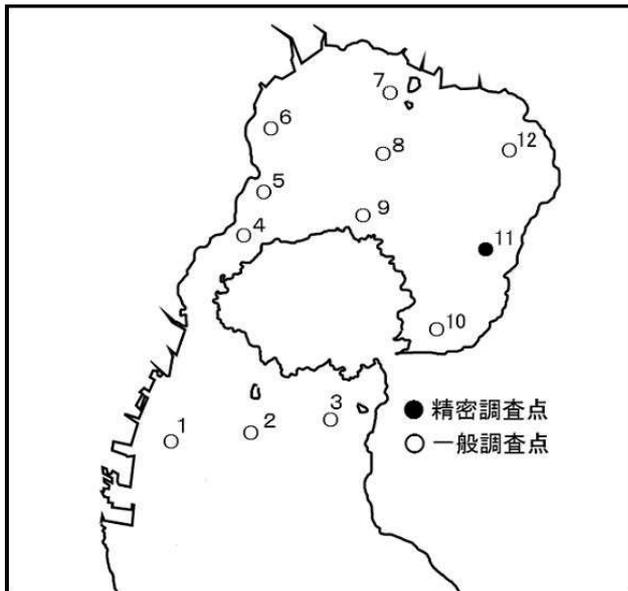


図-1 鹿児島湾調査点

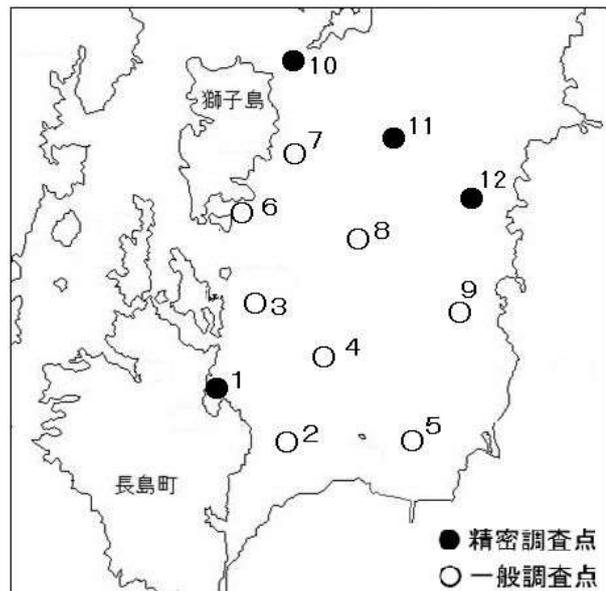


図-2 八代海調査点

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、奄美大島及び長島沿岸で実施した。

3 貧酸素水塊調査

貧酸素水塊の発生時期（9～11月）に、鹿児島湾でモニタリング調査を赤潮調査時に併せて実施した。

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、当センターのホームページ、携帯電話メール等を利用して、漁協及び漁業者に情報を伝達した。

また魚類養殖漁業者等を対象に、赤潮研修会を実施した。

【結果】

1 赤潮被害防止対策調査

1) 鹿児島湾

(1) プランクトンの状況

珪藻類は、湾奥部で5月末まで低水準で推移し、それ以降は9月までは概ね多かった。

有害種については、5月下旬に湾奥部で *Heterosigma akashiwo* による赤潮が発生し、最高486,000cells/mL 確認された。

シャットネラ属については、4月下旬から細胞が確認（0.001cells/mL）され、5月2日に湾奥部で最高2cells/mL 見られた。その後、散発的に低密度（最高1cell/mL）で見られ、濃縮検鏡によるモニタリングでは遊泳細胞は4～12月まで確認された。

山川湾では12月6日に *Psuedochattonella verruculosa* が初めて確認されたが、12月下旬には見られなくなった。2月13日から再び確認され、3月25日に最高11cells/mL 見られたが、4月4日に1cell/mL 見られたのを最後に確認されなくなった。

(2) 海象

表層水温は7月および11～12月にやや高め、その他の月では平年並みで推移した。表層水温の最高値は7月上旬の湾奥部で28.9℃、最低値は1月の湾中部で16.4℃であった。湾奥部では、表層と30m層の水温差から5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月以降表層と30m層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-3, -4)。

表層塩分は、降雨の影響で湾中部及び湾奥部では6月下旬から9月にかけて30以下となった(図-5, -6)。

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1月の湾中部で14.6m、最低値は7月上旬の湾奥部で2.5mであった。

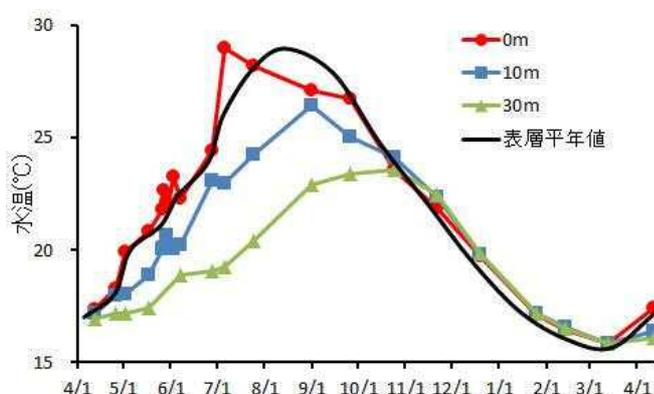


図-3 鹿児島湾奥部の水温の経月変化 (9定点平均)

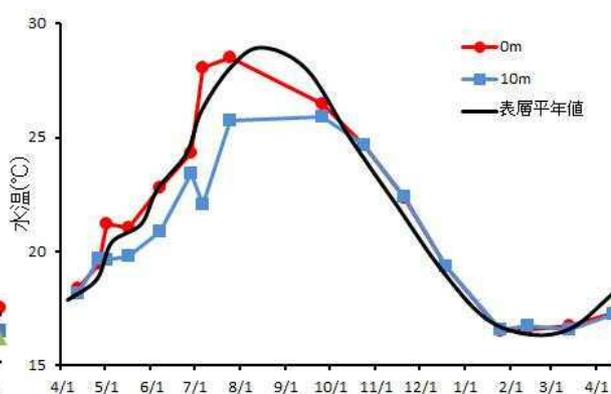


図-4 鹿児島湾中部の水温の経月変化 (3定点平均)

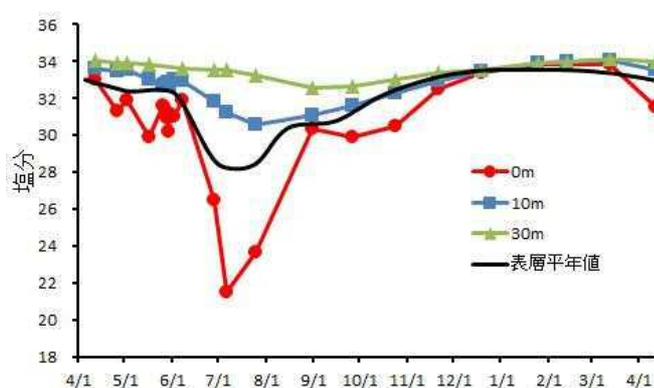


図-5 鹿児島湾奥部の塩分の経月変化 (9定点平均)

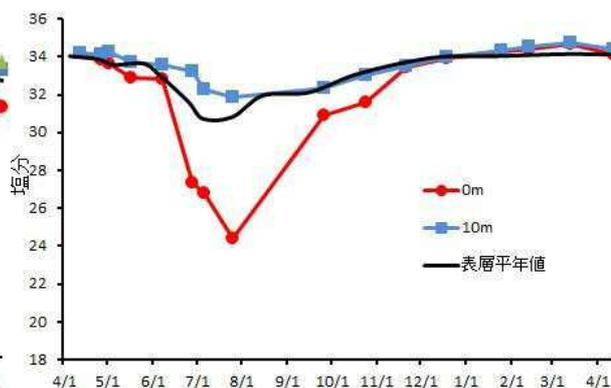


図-6 鹿児島湾中部の塩分の経月変化 (3定点平均)

(3) 水質

表層 DIN は、概ね平年並みから低めで推移したが、10月、2月に湾奥部で平年より高めとなった。これは調査前に降雨があったことが影響したと考えられた。表層 DIP は概ね平年並みから平年より高めで推移した。表層での最大値は、DIN が2月の湾奥部で9.3 $\mu\text{g-at/L}$ 、DIP が1月の湾奥部で0.9 $\mu\text{g-at/L}$ 、最小値はDIN が4月上旬の湾奥部で0.06 $\mu\text{g-at/L}$ 、DIP が9月下旬の湾中部で0.01 $\mu\text{g-at/L}$ であった(図-7,-8,-9,-10)。

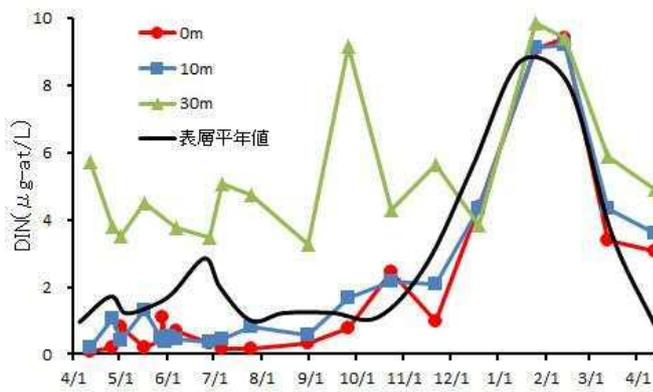


図-7 鹿児島湾奥部のDINの経月変化 (9定点平均)

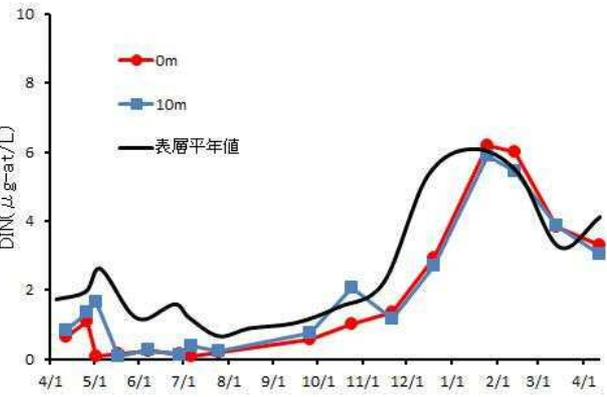


図-8 鹿児島湾中央部のDINの経月変化 (3定点平均)

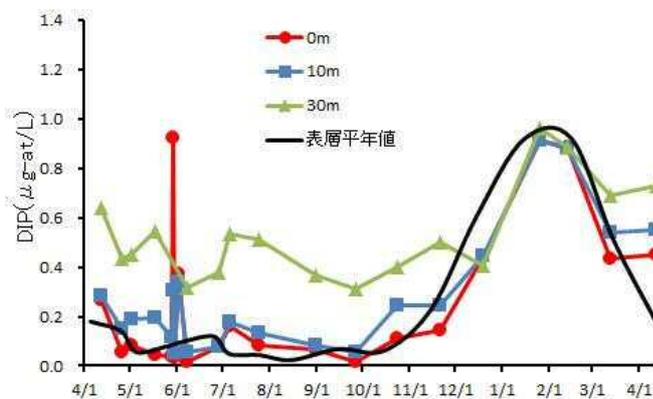


図-9 鹿児島湾奥部のDIPの経月変化 (9定点平均)

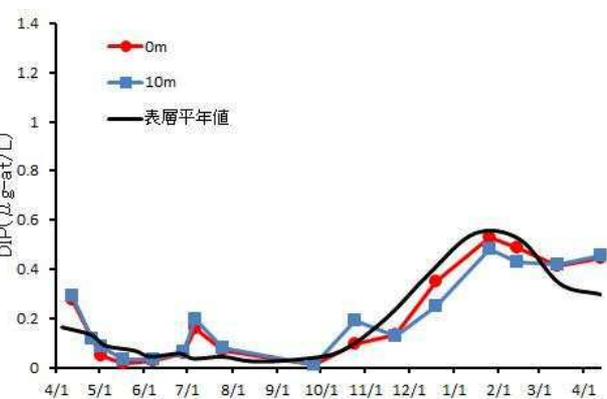


図-10 鹿児島湾中央部のDIPの経月変化 (3定点平均)

2) 八代海

(1) プランクトンの状況

珪藻類は、4～5月は概ね高水準で推移したが、それ以降は低密度で推移した。

有害種は、9月に *C.antiqua* による赤潮で漁業被害が発生した。6月に *Myrionecta rubra* と混合して *C.polykykoides* が赤潮を形成した。細胞密度は、それぞれ 1,500, 340cells/mLであった。

(2) 海象

表層水温は、6、10月を除き概ね平年並みで推移した。8月には27℃台まで上昇し、6月下旬には成層の形成がみられたが、その後9月に台風等の影響により成層が不明瞭となった(図-11)。

表層塩分は梅雨時期のまとまった降雨により、6～8月にやや低下したが、30を下回ることなく、概ね平年並みで推移した(図-12)。

表層の溶存酸素量は、調査期間中は5mg/L以上で推移し、貧酸素は確認されなかった。

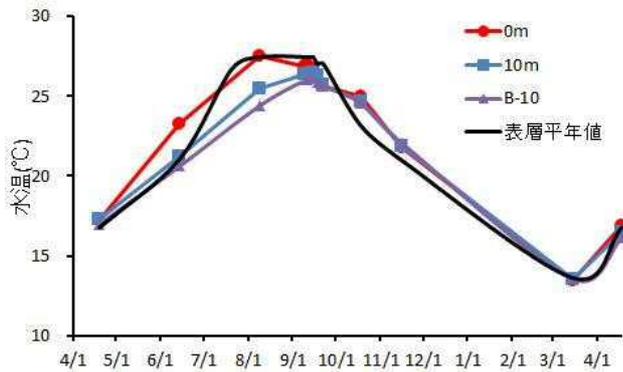


図-11 八代海南部の水温の経月変化 (12定点平均)

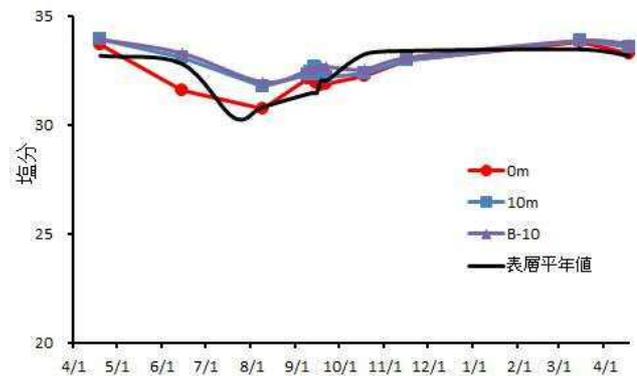


図-12 八代海南部の塩分の経月変化 (12定点平均)

(3) 水質

表層 DIN は調査日前に降雨のあった6月中旬, 9~10月を除き平年よりやや低めに推移した。表層 DIP は全体的に平年よりやや高めに推移した。9月上旬以降において濃度が上昇しており, 9月上旬は台風の接近等の影響により成層が崩され, 鉛直混合が発生したことが要因と考えられる。9月以降は全水深層で濃度が一定となっており, 活発な鉛直混合が生じていたと考えられる (図-13,-14)。

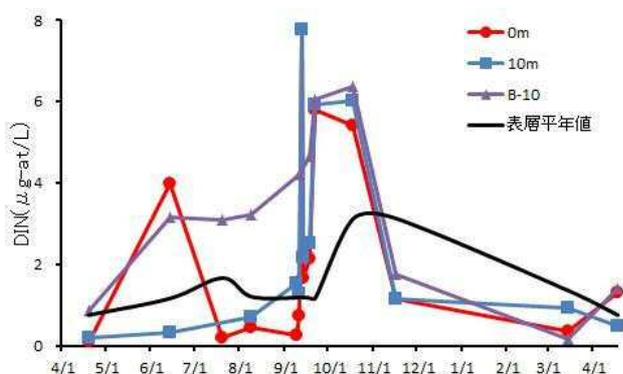


図-13 八代海南部のDINの経月変化 (12定点平均)

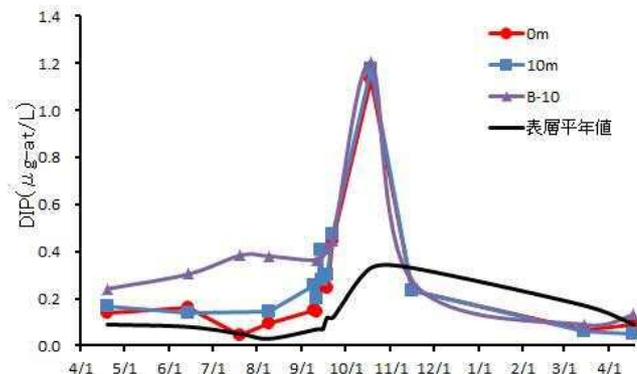


図-14 八代海南部のDIPの経月変化 (12定点平均)

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, 4/21, 5/19 採水サンプルで当該プランクトンがそれぞれ 38cells/L, 92cells/L 確認された。その後, 細胞が確認されることはなかった。また, 出水郡長島町の, 麻痺性貝毒原因プランクトン (*Alexandrium catenella*) 調査を実施したところ, 1/20, 1/26, 2/8 採水サンプルで当該プランクトンがそれぞれ最高 9cells/L, 4cells/L, 2cells/L 確認された。

有毒プランクトンの発生については, 関係機関等へ情報発信した。

3 貧酸素水塊調査

7/25 に 30m 以浅において溶存酸素が 4.0mg/l を下回る貧酸素水塊を, 鹿児島湾奥 2 カ所で確認し, 8/31, 9/26, 10/24 調査時にも湾奥部でそれぞれ 7, 5, 4 カ所でみられた。11 月以降は, 3

0m 以浅において貧酸素水塊はみられなかった。貧酸素水塊の存在の有無について、ホームページやメール等により情報発信した。

4 赤潮情報等の発信，研修

1) 赤潮情報，注意報等の発行

有害・有毒プランクトンモニタリング調査の結果は，赤潮（及び貧酸素）情報，注意報，警報としてとりまとめ，FAX，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等を用いて情報を提供した。

今年度は，赤潮情報12回，注意報8回，警報17回，貧酸素情報4回を発行した。

期間中は，鹿児島湾関係37機関，八代海関係26機関に対し，FAXによる情報提供を延べ3,242回行った。またホームページの閲覧回数は，パソコン版が25,260回（27年度30,827回），携帯電話版が17,896回（27年度21,176回）であった。さらにメールアドレス登録者（鹿児島湾関係で約180名，八代海関係で約120名）に対し，随時情報を提供した。

2) 研修会の実施

養殖漁協職員や魚類・貝類養殖漁業者等を対象に，赤潮・貝毒について講演した。

- 9月27日 養殖共済に係る地区調査員会議
- 2月22日 カキ類養殖情報交換会
- 3月2日 魚類養殖共済関係漁協会議
- 3月10日 鹿児島大学 赤潮シンポジウム

(参考資料)

表1 平成28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 1日	垂水市牛根麓地先	<i>Prorocentrum balticum</i>	2,700	不明	なし
2	4月 3日	鹿児島市マリナー ト付近～七ツ島付近	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
3	4月 4日-10日	垂水市福山～牛根境 地先及び桜島黒髪沿 岸	<i>Prorocentrum dentatum</i>	106,500	不明	なし
4	4月 9日-10日	鹿児島市喜入港沖～ 指宿市知林ヶ島北端	<i>Noctiluca scintillans</i>	不明	不明	なし
5	4月23日 -5月14日	長島町福ノ浦	<i>Akashiwo sanguinea</i>	7,200	不明	なし
6	5月25日-30 日	鹿児島湾奥部	<i>Heterosigma akashiwo</i>	486,000	不明	なし
7	6月13日	長島町獅子島湯ノ口 ～柏栗地先	<i>Myrionecta rubra</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	1,500 340	不明	なし
8	6月13日-19 日	長島町北部地先	<i>Myrionecta rubra</i>	27,000	不明	なし
9	7月 7日	長島町福ノ浦	<i>Myrionecta rubra</i>	8,500	不明	なし
10	7月29日-31日	長島町福ノ浦, 松ヶ 平沖	<i>Myrionecta rubra</i>	5,050	不明	なし
11	9月 8日-16日	長島町地先	<i>Chattonella antiqua</i>	2,000	不明	あり
12	10月24日-31日	垂水市牛根漁港内	<i>Levanderina fissa</i> (旧 <i>Gyrodinium</i> <i>m instriatum</i>)	790	不明	なし
13	12月21日	垂水市海潟漁港内	<i>Myrionecta rubra</i>	不明	不明	なし
14	1月 2日-6日	長島町浦底湾	<i>Myrionecta rubra</i>	3,500	不明	なし
15	1月31日 -2月 1日	垂水市海潟漁港沖	<i>Myrionecta rubra</i>	5,000	不明	なし
16	3月13日-23日	霧島市隼人町沖	<i>Heterosigma akashiwo</i>	1,100	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> の最高細胞数 (cells/mL)	備 考
4月21日	0.038	水産技術開発センターによる採水
5月19日	0.092	〃
6月28日	確認されず	〃
9月 1日	〃	〃
10月27日	〃	〃
1月26日	〃	〃
2月20日	〃	〃
3月21日	0.008	〃

表3 長島町沿岸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>Alexandrium catenella</i> の最高細胞数 (cells/mL)	備 考
1月20日	0.009	東町漁協, 北さつま漁協による採水
1月26日	0.004	〃
2月 8日	0.002	〃

赤潮総合対策調査事業－Ⅱ (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

中島広樹・村田圭助

【目的】

Chattonella 属や *Cochlodinium* 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 漁場環境のモニタリング調査

鹿児島湾の12定点（赤潮総合対策調査事業-Iと同じ）及び八代海全域における9定点（図-1）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

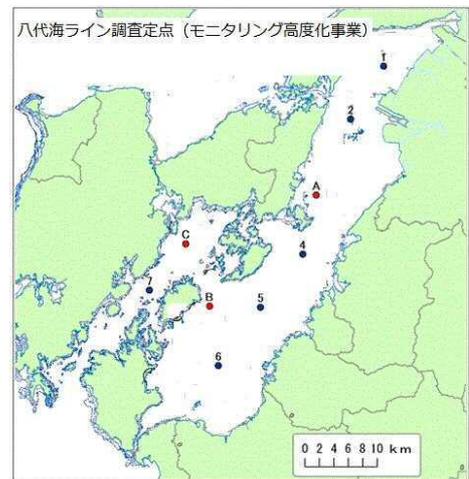


図-1 八代海全域における調査点

2 赤潮発生動向調査

(1) プランクトン発生動向調査

鹿児島湾で周年，八代海で5～9月にモニタリングを行った。

(2) 赤潮発生メカニズムの解明

ア 試験内容

鹿児島湾産の *Chattonella* 属 (*Chattonella marina*) の増殖に及ぼす珪藻類の *Cheatoceros* 属 (*Cheatoceros* sp.) の混合割合の違いによる影響及び相互作用について、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 23℃，塩分 30 の固定とし、光強度を 10, 50, 100μmol/m²/s の3段階に設定して組み合わせ、*Cheatoceros* 属の単独培養と、*Chattonella* 属と *Cheatoceros* 属を混合培養した区を設定した（表-1）。混合培養区では、*Chattonella* 属を細胞密度 100cells/mL に固定し、*Cheatoceros* 属は 10, 100, 500cells/mL の3段階に設定して、混合割合が異なる試験区を設定した。

各試験区は、鹿児島湾で採集した海水を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、試験管に3本ずつ準備し *Chattonella* 属と *Cheatoceros* 属を設定した細胞密度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、期間中の細胞密度の変化をそれぞれに対する混合割合による影響について平均値の差を検定

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推定された場合は「t 検定：分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定（ウェルチの t 検定）」で行った。

表-1 培養試験区の設定

試験区	供試株	開始時の細胞密度 (cells/mL)	光強度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)
A1	<i>Cheatoceros</i> sp.	100	10
A2	"	100	50
A3	"	100	100
C1	<i>C.marina</i> + <i>Cheatoceros</i> sp.	100+10	10
C2	"	100+100	10
C3	"	100+500	10
C4	<i>C.marina</i> + <i>Cheatoceros</i> sp.	100+10	50
C5	"	100+100	50
C6	"	100+500	50
C7	<i>C.marina</i> + <i>Cheatoceros</i> sp.	100+10	100
C8	"	100+100	100
C9	"	100+500	100
備考	開始時 <i>C.marina</i> 100cells/mL <i>Cheatoceros</i> sp. 各試験区で調整 水温は23°C 塩分は30に設定		

(3) 既存データ等を用いた解析

鹿児島湾の *C.marina* 赤潮発生・非発生年における環境条件の違いを検討した。既存データで将来的にも同質なデータの入手が見込めること、海域を代表し得るデータであること、赤潮発生より以前に入手できることを念頭に、平成 12～28 年（過去 16 年）の本事業調査定点で得られた 1～12 月の毎月の表層及び底層水温、気象庁統計情報による溝辺の毎月の降水量、牧ノ原の毎月の平均気温、日照時間、鹿児島湾内で河川流量が最も多い天降川の湯田橋観測所における月別流量（河川課提供）、*C.marina* 初認日、入梅日（計 8 要素のデータ）を解析に使用した。

まず、鹿児島湾の年別赤潮発生状況から「大規模発生年」、「小規模発生年」、「非発生年」の 3 パターンに類型化し、それぞれ環境条件データとの関連性を解析した。なお、「大規模発生」は、最高細胞密度 100cells/mL 以上、赤潮継続日数 10 日以上を満たすものとした。パターン 1 では「大規模発生年」に対し「小規模発生年」と「非発生年」を合わせたグループを、パターン 2 では「大規模発生年」と「小規模発生年」を合わせたグループに対し「非発生年」を比較した。次に、類型別に各要素の差を、Welch の t 検定及び Mann-Whitney の U 検定によって統計処理した。その後、使用されたデータのうち、要素間の多重共線性を考慮し、互いの相関関係がない／弱いグループに分け、各要素の分布形状や等分散に考慮し、「線形判別分析」を行った。

【結果及び考察】

1 漁場環境のモニタリング調査

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、八代海のプランクトンの発生状況については、別稿「有害・有毒プランクトン情報伝達事業」に記載

(2) 赤潮発生メカニズムの解明

ア 試験：*Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の増殖に及ぼす混合割合の影響及び相互作用

(最高細胞密度)

Chattonella 属で最も最高細胞密度が高かったのは光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、スタート時 *Chaetoceros* 属 $10\text{cells}/\text{mL}$ と混合培養した試験区の $3,647\text{cells}/\text{mL}$ で、最も低かったのは光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、*Chaetoceros* 属 $500\text{cells}/\text{mL}$ と混合培養した試験区の $864\text{cells}/\text{mL}$ であった。*Chaetoceros* 属で最も最高細胞密度が高かったのは光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、単独培養区の $60,833\text{cells}/\text{mL}$ で、最も低かったのは光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、スタート時 $100\text{cells}/\text{mL}$ で混合培養した試験区の $13,466\text{cells}/\text{mL}$ であった (表-2)。

Chattonella 属の細胞密度の推移を見ると、光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では細胞密度の減少はみられなかったが、光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ でスタート時 $10\text{cells}/\text{mL}$ の *Chaetoceros* 属と混合培養した試験区、光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ でスタート時 10 及び $100\text{cells}/\text{mL}$ の *Chaetoceros* 属と混合培養した試験区では細胞密度の減少がみられた (図-2)。

Chaetoceros 属の細胞密度の推移を見ると、単独培養、混合培養ともスタート時の細胞密度の違いによる増殖の大きな差はみられなかった。また、単独培養、混合培養とも光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上では培養 1 日目以降に細胞密度の増加がみられ、光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では培養 7 日以降に、光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では培養 5 日以降に、 $10,000\text{cells}/\text{mL}$ を超えた。それに比べ光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では増殖が緩やかで 9 または 11 日以降に細胞密度 $10,000\text{cells}/\text{mL}$ 以上になった。混合培養区の光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の試験区では、試験開始 11 日以降に細胞密度の減少がみられた (図-2)。

Chattonella 属の最高細胞密度は、混合する *Chaetoceros* 属が少なくなるほど細胞密度が高くなる傾向にあったが、光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では *Chaetoceros* 属 $10\text{cells}/\text{mL}$ から試験スタートした区が最も低かった。(図-4)

Chaetoceros 属の最高細胞密度は、単独培養区では光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で最も高かった。混合培養区でも同様の結果となった。(図-3, -4) *Chaetoceros* 属混合培養区における試験スタート時の細胞密度毎の最高細胞密度は、光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ではスタート時に細胞密度が高いほど最高細胞密度が高くなる傾向にあったが、光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上ではあまり差がなかった。(図-4)

また、同条件下における混合区の *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の最高細胞密度を比較すると、総じて *Chaetoceros* 属が有意に高い結果となった (図-5)

(比増殖速度)

Chattonella 属で最も比増殖速度が高かったのは光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, *Chaetoceros* 属 10 及び $100\text{cells}/\text{mL}$ と混合培養した区の $0.83\text{ind}/\text{day}$ で、最も低かったのは光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, *Chaetoceros* 属 $100\text{cells}/\text{mL}$ と混合培養した区の $0.36\text{ind}/\text{day}$ であった。*Chaetoceros* 属で最も比増殖速度が高かったのは光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, $10\text{cells}/\text{mL}$ で混合培養した試験区の $2.95\text{ind}/\text{day}$ で、最も低かったのは光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, スタート時 $500\text{cells}/\text{mL}$ で混合培養した試験区の $0.71\text{ind}/\text{day}$ であった。(表-2)

Chattonella 属の比増殖速度は、光強度による差はそれほどなかったが、混合する *Chaetoceros* 属が少ないほど高くなる傾向にあった。(図-7)

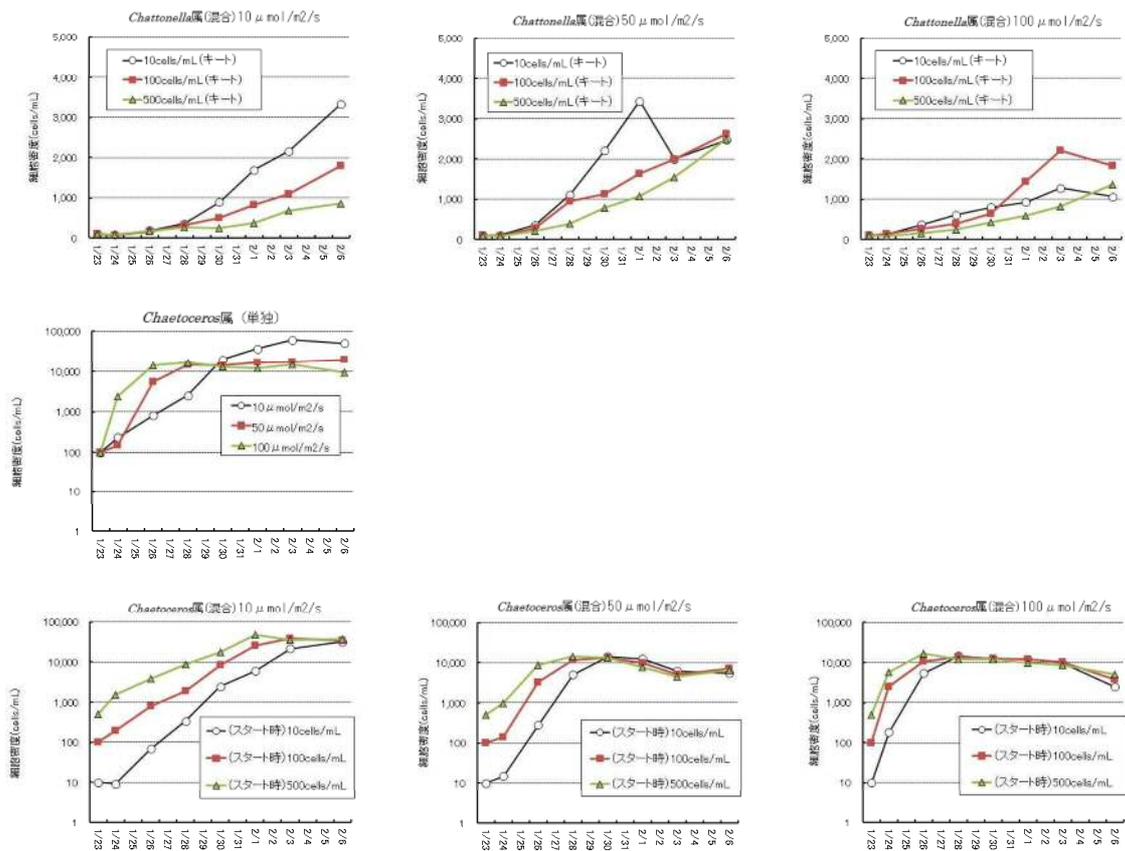
Chaetoceros 属の比増殖速度は、単独培養区では光強度が高いほど比増殖速度が高かった。混合培養区では $10\text{cells}/\text{mL}$ と混合培養した区では同様の結果となったが、 100 及び $500\text{cells}/\text{mL}$ と混合培養した区では光強度 $50\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で最も比増殖速度が高かった。(図-5, 図-6)

また、同条件下における混合区の *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の比増殖速度を比較すると、光強度 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, *Chaetoceros* 属を $500\text{cells}/\text{mL}$ で混合培養した区を除いて *Chaetoceros* 属が有意に高い結果となった(図-8)

表-2 *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の増殖に及ぼす混合割合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 ($^{\circ}\text{C}$)	塩分	光強度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	スタート時の 細胞密度 (cells/mL)	最高細胞密度 (cells/mL)	比増殖速度 (ind/day)
A1	<i>Chaetoceros</i> 属(単独)	23	30	10	100	60,833	1.04
A2	"	"	"	50	100	21,567	2.02
A3	"	"	"	100	100	17,489	2.22
C1	<i>Chattonella</i> 属(混合)	23	30	10	100 (+10)	3,325	0.56
C2	"	"	"	10	100 (+100)	1,791	0.45
C3	"	"	"	10	100 (+500)	864	0.44
C4	<i>Chattonella</i> 属(混合)	23	30	50	100 (+10)	3,647	0.83
C5	"	"	"	50	100 (+100)	2,617	0.83
C6	"	"	"	50	100 (+500)	2,489	0.66
C7	<i>Chattonella</i> 属(混合)	23	30	100	100 (+10)	1,275	0.72
C8	"	"	"	100	100 (+100)	2,200	0.36
C9	"	"	"	100	100 (+500)	1,354	0.39
C1	<i>Chaetoceros</i> 属(混合)	23	30	10	10	32,194	1.34
C2	"	"	"	10	100	39,000	1.02
C3	"	"	"	10	500	48,055	0.71
C4	<i>Chaetoceros</i> 属(混合)	23	30	50	10	14,622	2.08
C5	"	"	"	50	100	13,466	2.27
C6	"	"	"	50	500	14,578	1.57
C7	<i>Chaetoceros</i> 属(混合)	23	30	100	10	14,733	2.95
C8	"	"	"	100	100	14,422	2.08
C9	"	"	"	100	500	17,167	1.56

※表中 () 内の数字は、*Chattonella* 属に混合した *Chaetoceros* 属の細胞密度を示す。



2 *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の細胞密度の推移

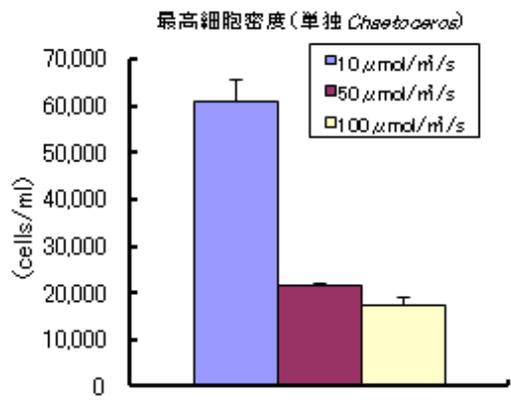


図-3 *Chaetoceros* 属の最高細胞密度の光強度別の比較 (単独区)

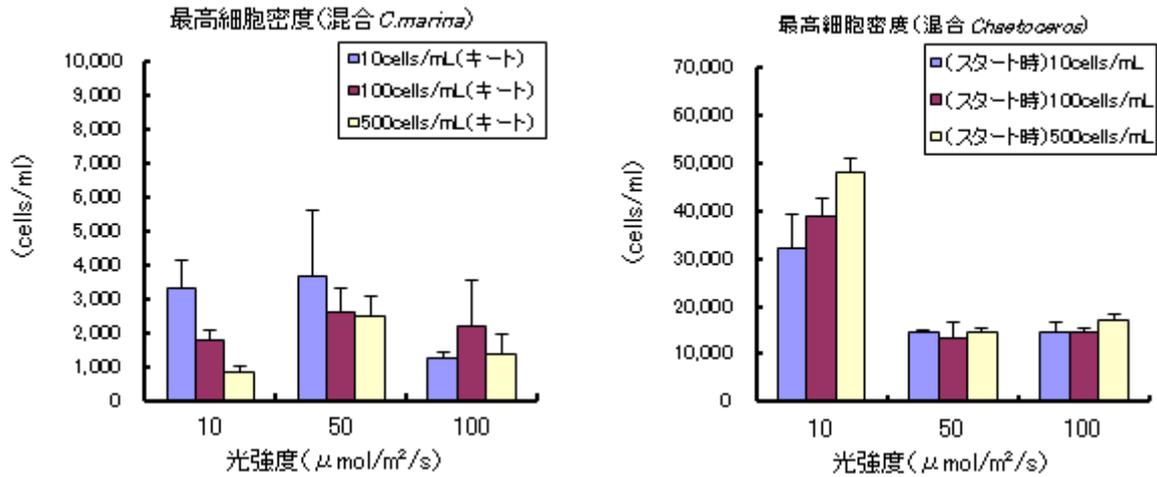


図-4 *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の最高細胞密度の光強度別の比較 (混合区での比較)

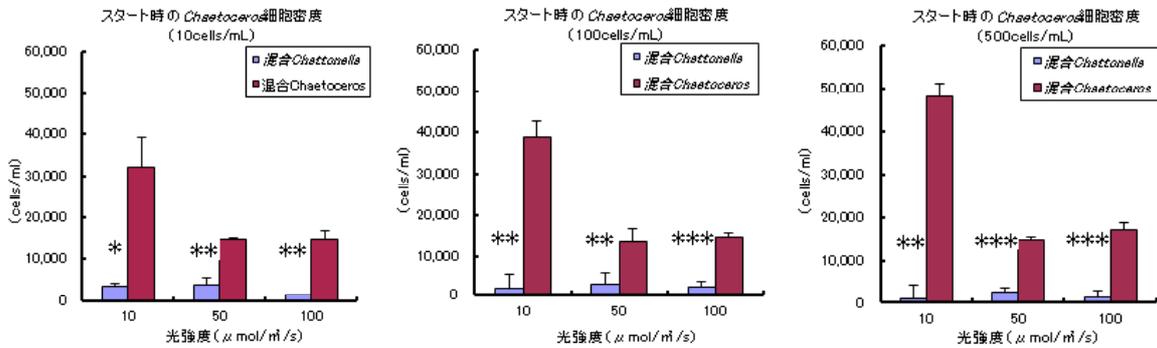


図-5 *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の最高細胞密度の光強度別, 試験開始時の *Chaetoceros* 属細胞密度別の比較(混合区での比較)

(* : $1 < p < 5$, ** : $0.1 < p < 1$, *** : $p < 0.1$)

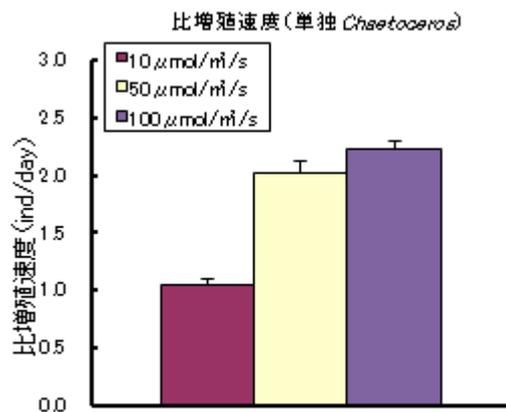


図-6 *Chaetoceros* 属の比増殖速度の光強度別の比較(単独区)

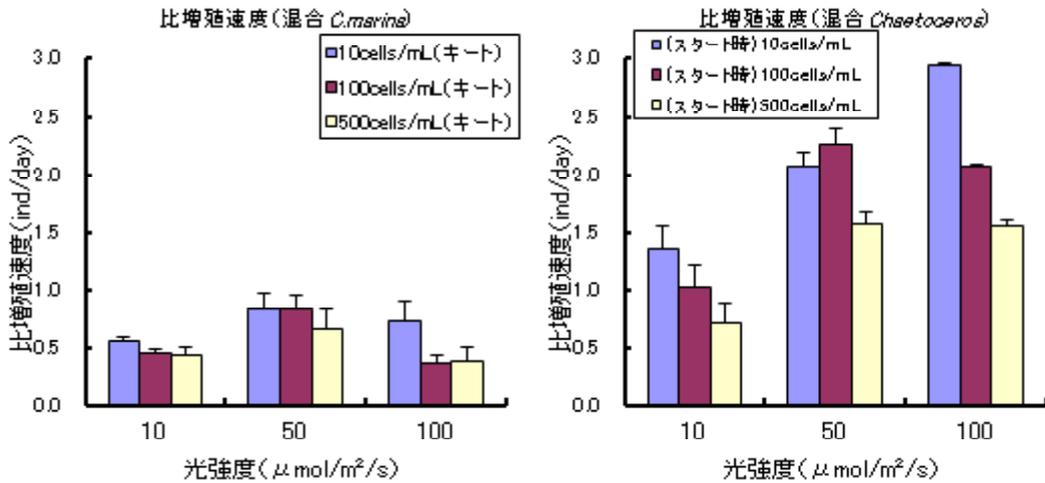


図-7 *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の比増殖速度の光強度別の比較
(混合区での比較)

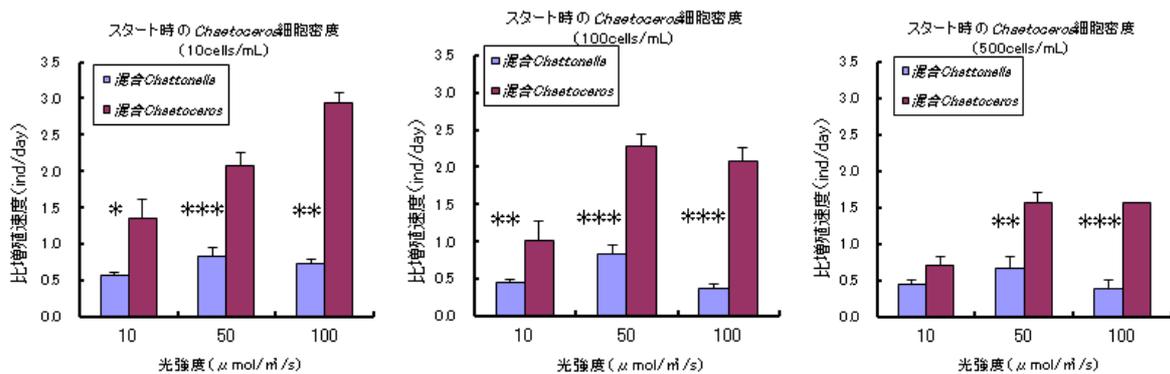


図-8 *Chattonella* 属と *Chaetoceros* 属の比増殖速度の光強度別、試験開始時の *Chaetoceros* 属細胞密度別の比較(混合区での比較)

(* : $1 < p < 5$, ** : $0.1 < p < 1$, *** : $p < 0.1$)

(要約)

最高細胞密度の推移を見ると、*Chattonella* 属はスタート時に混合する *Chaetoceros* 属の細胞密度が少なく、光強度が低い方が増殖に有利という傾向がみられた。*Chaetoceros* 属は光強度が低いと、スタート時の細胞密度が多い方が最高細胞密度が高くなるが、光強度が高いとスタート時の細胞密度による差はほぼなくなった。

Chaetoceros 属はいずれの試験区も光強度に関係なく最高細胞密度が 10,000cells/mL 以上となっており、全体的に高密度で推移した。*Chattonella* 属は同数以上の *Chaetoceros* 属を混合させた試験区及び光強度 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の試験区では低密度で推移しており、増殖が抑制された可能性がある。

(3) 既存データ等を用いた解析

C.marina 赤潮の発生時期は主に5月下旬から7月中旬であった。赤潮発生・非発生間で統計的に有意な差が認められたのは、パターン1においては、Welchのt検定で8要素 ($p < 0.05$)、Mann-WhitneyのU検定で6要素 ($p < 0.05$)、パターン2においては、Welchのt検定で6要素 ($p < 0.05$)、Mann-WhitneyのU検定で4要素 ($p < 0.05$)であった。抽出された要素は、両検定間及び両パターン間においてほぼ共通していた。

パターン1及びパターン2で両検定において有意差があった環境因子の中で8月及び11月の全天日射量などいくつかの要素が抽出されたが、赤潮発生時期を過ぎた頃の環境因子であることから、赤潮発生に直接結びつく要因の可能性が低いと考えられた。そのため、今回の解析する要素からは除いた。

両検定で有意な差が認められた要素(図-9)を確認すると、パターン1では、発生年・非発生年において冬季平均気温(2月)に顕著な違いが認められた。2月は年間で気温が最も低くなる時期であり、平均気温が低くなると発生年となる傾向があることから、シストの休眠解除に影響していた可能性が考えられた。また、発生年は6月の全天日射量及び1月の河川流量が低い傾向が認められた。6月の全天日射量は6月の平均気温と有意な相関が認められたことから、2月の平均気温及び6月の環境要因(全天日射量、平均気温)並びに1月の河川流量の多少が、5月下旬から7月中旬に赤潮化することが多い*C.marina*の動態に関わっていた可能性が考えられた。パターン2では、パターン1と同様に6月の環境要因(全天日射量、平均気温)、1月の河川流量が発生年において低い傾向であった。抽出された要素が両パターン間においてほぼ共通していたことから、*C.marina*の大規模赤潮発生には他の環境因子が影響したと推察された。

使用されたデータのうち、互いの相関関係がない/弱いグループに分け、「線形判別分析」を行った。これらのグループから要素を選択し、判別分析を行った結果のうち、代表的な解析例として、「6月の全天日射量と2月の平均気温」と「6月の平均気温と2月の平均気温」を用いた解析結果を図-10に示した。これらによると赤潮発生予測的中率は、それぞれ76.5%、82.4%であった。

今年度の解析結果から、鹿児島湾における*C.marina*赤潮の発生は、1月の河川流量、2月の平均気温、6月の全天日射量及び平均気温の組み合わせにより予察できる可能性が示唆された。今後は、他の環境因子を追加し、さらに詳細な解析を進め、これらの要因が赤潮発生メカニズムにどう関与するか検討する必要がある。

(要約)

鹿児島湾の*C.marina*赤潮発生・非発生年における環境条件の違いを検討した。平成12～28年(過去16年)の本事業調査定点で得られた1～12月の毎月の表層及び底層水温、気象庁統計情報による溝辺の毎月の降水量、牧ノ原の毎月の平均気温、日照時間、鹿児島湾内で河川流量が最も多い天降川の湯田橋観測所における月別流量(河川課提供)、*C.marina*初認日、入梅日(計8要素のデータ)を解析に使用し、Welchのt検定、Mann-WhitneyのU検定及び線形判別分析を行った。

その結果、鹿児島湾における*C.marina*赤潮の発生は、1月の河川流量、2月の平均気温、6月の全天日射量及び平均気温の組み合わせにより予察できる可能性が示唆された。

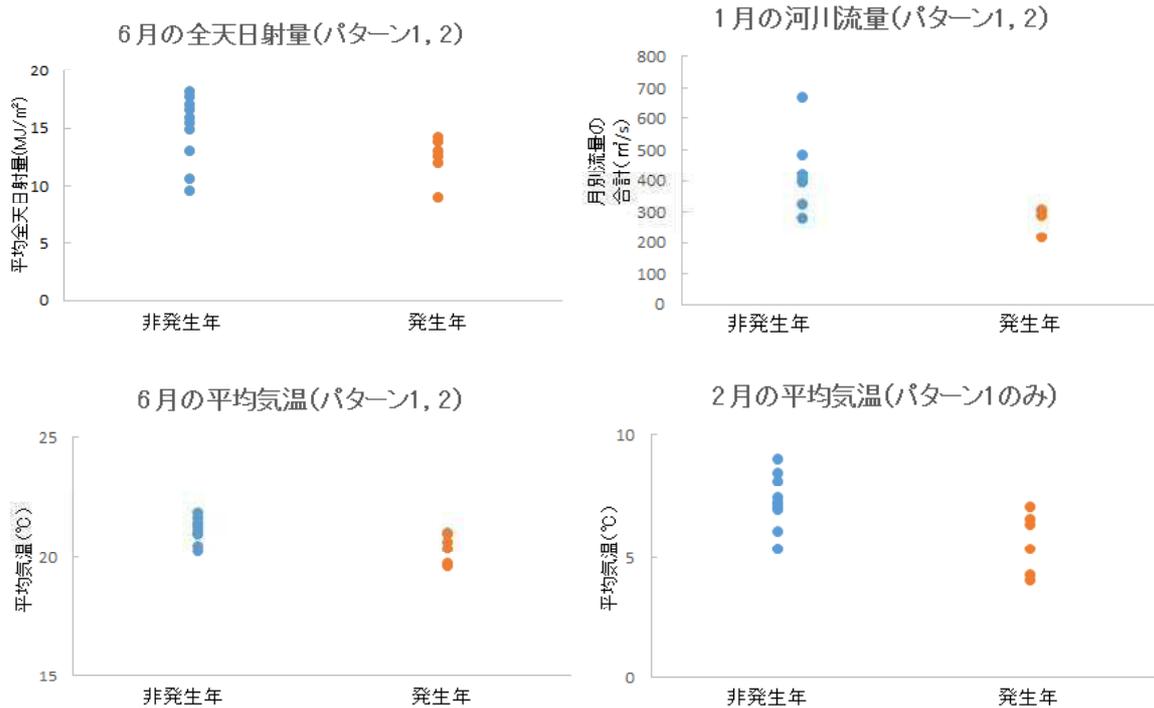


図-9 鹿児島湾における *Chattonella* 赤潮発生年の特徴解析例

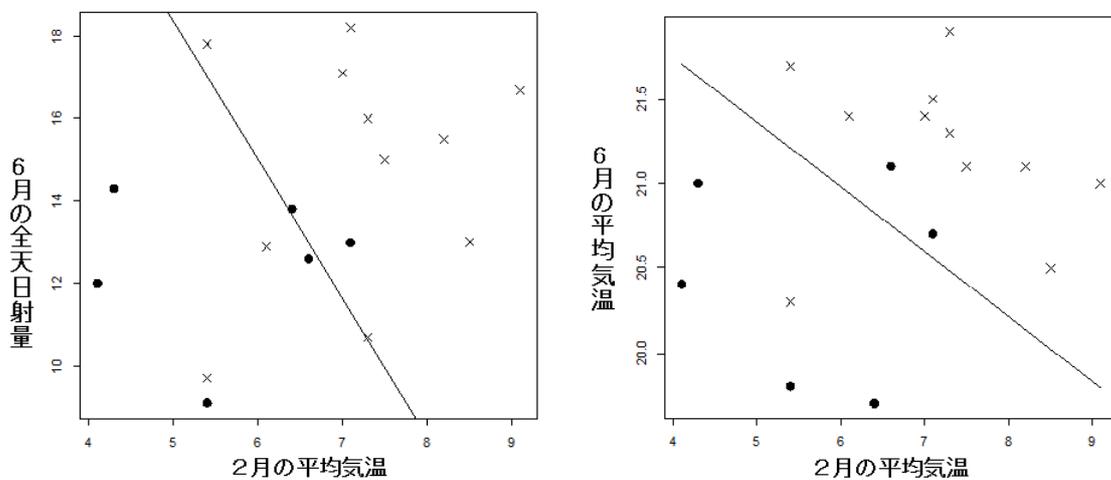


図-10 鹿児島湾における *Chattonella* 赤潮の発生判別 (線形判別) 結果例

使用データは、鹿児島地方気象台による鹿児島市の6月全天日射量と牧ノ原アメダスの6月平均気温、2月平均気温。色付きが発生年、×が非発生年を示す。

赤潮総合対策調査事業－Ⅱ
(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)

村田圭助・中島広樹・矢野浩一・西 広海

【目的】

赤潮防除効果や水生生物に与える影響等の安全性について、アルミニウムイオン等の溶出を強化した改良型粘土と既存の粘土との比較検討を行い、赤潮海域でこれらの改良型粘土を用いた現場実証試験を実施すると共に、その結果や経済性についても検証する。

【方法】

1 改良型粘土の効果確認

1) 赤潮発生海域での散布試験（赤潮発生時の野外試験）

Chattonella antiqua 赤潮への防除効果試験

試験は平成 28 年 9 月 12 日に、鹿児島県長島町浦底湾の本藻赤潮発生海域の空生簀内に試験区と対照区を設けた（図 1）。試験は 1 辺 1 m、深さ 5 m の四角柱となるように塩ビパイプの方形枠にビニールシートを取り付けたものを 2 つ作製し、これらを空生簀の両端に方形枠の上端が表層になるよう設置し、水深 5 m まで沈めて実施した（図 2, 3）。

改良型粘土の濃度は、水深 1m までが改良粘土（入来モンモリ+焼ミョウバン）1,000+100 ppm となる量（海水 1m³ 中に 1+0.1kg）及び 500+50 ppm となる量（0.5+0.05kg）を用い、濃度を変えて 2 回実施し、バケツ内で海水と改良型粘土をアルミニウムイオンの溶出を進行させる目的で 5 分間攪拌させた後に散布した。散布後は、試験設定の時刻・水深で採水および多項目水質計（JFE アドバンテック AAQ-RINKO, YSI 6600V2）を用いた水質測定（水温、塩分、溶存酸素量（DO）、懸濁物質量、pH）を実施した（表 1）。また、採水した試料は船上にて検鏡を行った。

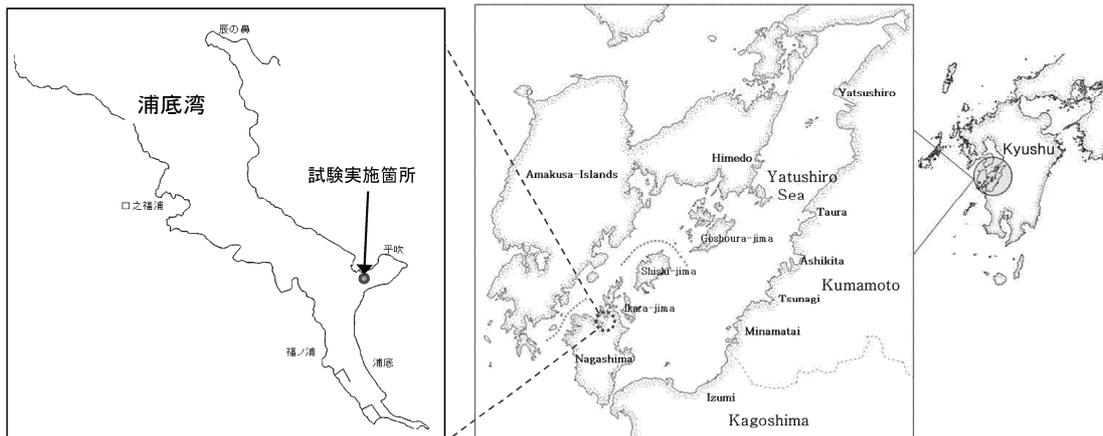


図 1 試験実施場所位置図



図 2 試験に用いた四角柱



図 3 試験の状況

表 1 試験設定 (*C. antiqua* 赤潮への防除効果試験)

採水層	0、1、3、4m
測定時間	散布前、散布直後、5分、10分、30分、1時間後
測定項目	水温、塩分、D0、懸濁物質量、pH、細胞密度

2 改良型粘土の安全性確認試験（二枚貝（イガキ、アサリ）に与える影響試験）

実験水槽内（70L 容ポリ水槽）に養殖二枚貝（イガキ:平均殻長 76mm、アサリ:平均殻長 34mm）を各 10 個体収容し、その直上から改良型粘土（入来モンモリ+焼ミョウバン）1,000+100 ppm となる量および、1,000+300ppm となる量を散布し、ろ過海水を通水した後、24 時間後の二枚貝に与える影響を観察した。なお、改良型粘土への二枚貝の曝露は止水、通気環境下で行い、曝露時間は 1 時間とした。また、曝露後の通水量は 0.02L/秒であった。

貝の状態については、曝露開始から 2 時間までは連続的に、以降は随時、観察を行った。へい死の判定については、貝殻が閉殻している状態の貝は、2 枚の貝殻の間にピンセットを差し入れて閉殻したままの状態であるかを確認し、開殻した個体を

へい死とした。

また、試験中の水温、塩分、pH、溶存酸素量を多項目水質計で測定した。

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

【試験の結果および考察】

1 改良型粘土の効果確認

1) 赤潮発生海域での散布試験（赤潮発生時の野外試験）

C. antiqua 赤潮への防除効果試験

○1 回目

（表層細胞密度 143 cells/ml, 改良型粘土（入来珉珉+焼ミョウバ）1,000+100 ppm）

各採水層における水質の推移を表 2 に、pH の推移を図 4 に、細胞密度の推移を図 5 に、0, 1m における形態別の細胞密度推移および減少率をそれぞれ図 6, 7 に示す。

水質については、各水深とも水温・塩分はほぼ一定、DO はクロロフィル濃度の高い水深で高かった。pH は 0m~4m の各水深において散布 5 分後に顕著に低下し、水深 0, 1m では散布直後に 8.1~8.2, 5 分後に 7.0 となった。その後は水深 0, 1m においては概ね横ばい、水深 3m, 4m においては緩やかに上昇した。

細胞密度の推移について、各水深において散布直後に顕著に減少し、1 時間後まで散布直後の細胞数を維持した。

水深 0m, 1m における細胞減少率（殺滅された細胞数の割合）を見ると、水深 0m では散布直後に 99% となり、1 時間後までこれを維持した。また、水深 1m では散布直後に 80% 程度となり、1 時間後までこれを維持した。

表 2 各採水層の水質推移

水深 (m)	pH	塩分	水温 (°C)	DO (mg/L)	chl-a (μg/L)
0m	6.9~8.2	31.6~31.7	26.6	6.8~7.0	2.6~6.9
1m	6.9~8.1	31.9~32.0	26.5	6.7~6.8	2.5~6.7
3m	7.1~8.1	32.6~32.8	26.0~26.1	5.7~6.1	2.3~3.0
4m	7.8~8.1	32.7~32.8	26.0	5.3~5.8	2.1~3.0

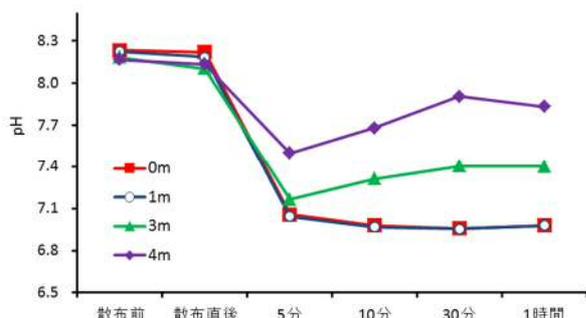


図 4 各採水層における pH の推移

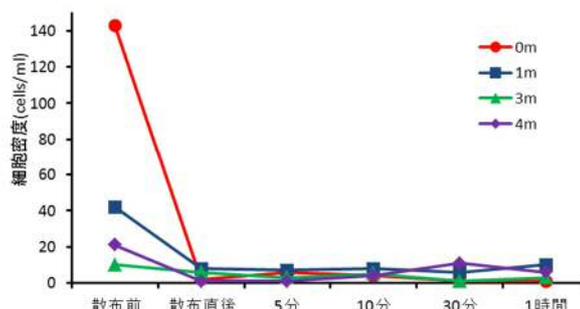


図 5 各採水層の細胞密度推移

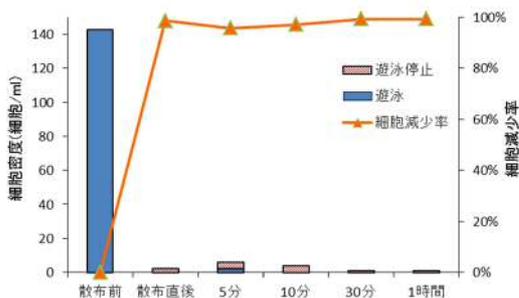


図 6 0m における形態別細胞密度の推移

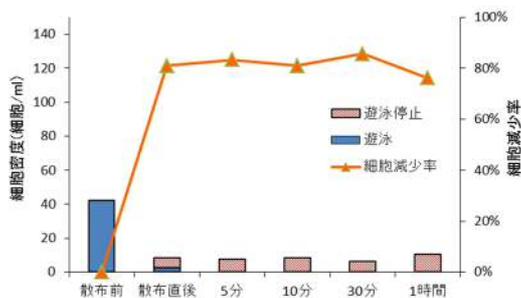


図 7 1m における形態別細胞密度の推移

○2 回目 (表層細胞密度 40cells/ml, 改良型粘土 (入来モンモリ+焼ミョウバン) 500+50ppm)

各採水層における水質の推移を表 3 に、pH の推移を図 8 に、細胞密度の推移を図 9 に、0, 1m における形態別の細胞密度推移および細胞減少率をそれぞれ図 10, 11 に示す。

水質については、各水深とも水温・塩分はほぼ一定で推移し、DO はクロロフィル濃度の高い水深で高かった。pH は各水深において 10 分後から顕著に低下し、水深 0m, 1m では散布直後に 8.2, 10 分後に 7.4 となった。水深 0m, 1m では、その後は横ばいであった。

細胞密度の推移について、各水深において散布直後に大きく減少したが、水深 0m においては、10 分後には増加がみられ、30 分後には減少した。水深 1m では 5 分後に増加が見られたが、10 分後には減少し、30 分後は増加した。また、水深 3m では 10 分後まで減少し、30 分後は増加、水深 4m では 5 分後から増加した。

水深 0m, 1m における細胞減少率を見ると、水深 0m では散布 5 分後に 80% 程度となり、10 分後に遊泳停止細胞の増加が見られたものの、30 分後には 90% となった。水深 1m では、散布直後に 70% 程度、散布 10 分後に 90% となったが、5 分後、30 分後には 25% 程度となった。

表 3 各採水層の水質推移

水深 (m)	pH	塩分	水温 (°C)	DO (mg/L)	chl-a (μg/L)
0m	7.4~8.2	31.6	26.6	6.7~6.8	4.2~4.9
1m	7.4~8.2	31.7~31.9	26.4~26.5	6.7	3.5~5.4
3m	7.7~8.1	32.4~32.8	26.0~26.2	5.4~6.1	2.3~4.0
4m	7.9~8.1	32.5~32.8	26.0~26.2	5.1~5.9	2.2~4.1

※ 2 回目試験の 5 分後の水質データは機器の不調により欠測

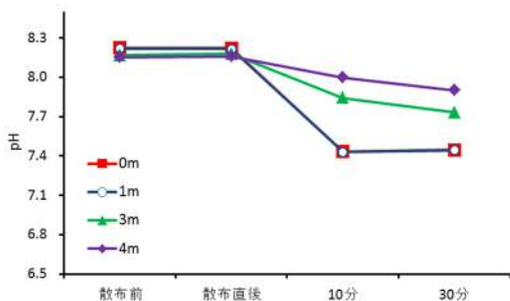


図 8 各採水層における pH の推移

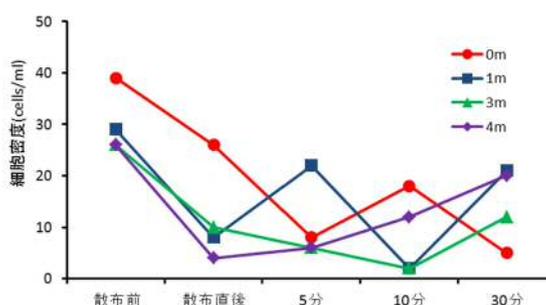


図 9 各採水層の細胞密度推移

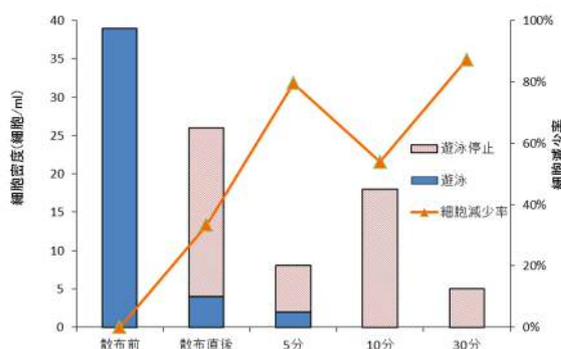


図 10 0mにおける形態別細胞密度推移

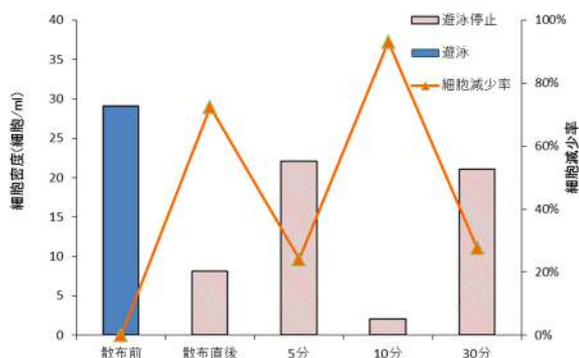


図 11 1mにおける形態別細胞密度推移

○ *C. antiqua* 赤潮への防除効果について

前述 2 試験の水深 0m の pH と細胞減少率推移を図 12, 13 に示す。

散布後の pH の最低値は改良型粘土(1,000+100ppm)では 7.0, 改良型粘土(500+50ppm)では 7.4 と、濃度により差が見られた。高濃度(1,000+100ppm)の試験区(表層)においては、散布 1 時間後まで細胞減少率は 99%で推移し、低濃度(500+50ppm)の試験区(表層)においても 30 分後の細胞減少率は 87%で濃度により差があるが、ある程度の防除効果を持つことが明らかになった。また低濃度では、1m 以深の水深で散布後、時間の経過に伴い細胞密度の増加が見られた。実験に使用した四角柱は底部が解放されており、水深 4m における細胞密度も 5 分後から増加していることから、1m 以深における細胞密度の増加は底側からの流入の影響を受けていると考えられる。以上のことから、低濃度(500+50ppm)では効果が不十分であることが明らかとなった。

粘土中に含まれるアルミニウムイオンは *C. antiqua* に対し殺滅効果を示す。このアルミニウムイオンは pH が低いほど溶出量が多くなる¹⁾が、低濃度の試験区の pH が 7.4 と高濃度の試験区に比べて高く、アルミニウムイオンの溶出量に差があったことが示唆された。

以上より、改良型粘土(1,000+100ppm)は *C. antiqua* に対し、野外試験においても、散布直後にほぼ 100%の防除効果を持つことが明らかになった。一方で、粘土散布を行う場合は、濃度に注意を払うことが必要である。

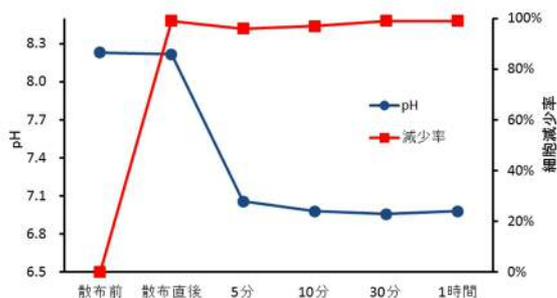


図 12 0mにおける pH と細胞減少率の推移(1 回目)

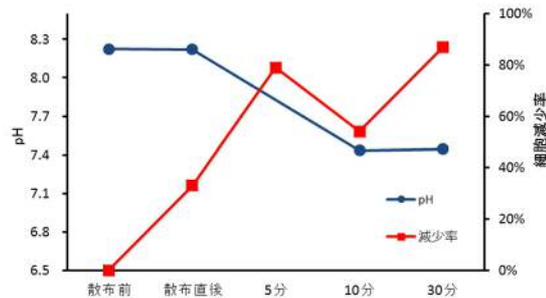


図 13 0mにおける pH と細胞減少率の推移(2 回目)

2 改良型粘土の安全性確認試験（二枚貝（イワガキ、アサリ）に与える影響試験）

各試験区の水質推移と二枚貝の観察経過について、表 4 及び図 14 に示す。

水質については、水温、塩分、溶存酸素量は特に大きな変動はみられなかったが、pH については焼ミョウバンの濃度が高くなるに従い pH が低下し、300ppm では、5 台まで低下した（表 5、図 14）。

また、観察経過については、全試験区でへい死はみられなかった。

以上のことから、イワガキおよびアサリを改良型粘土に 1 時間曝露した場合については、24 時間後までに改良粘土散布による影響は無いものと思われる。

表 4 各試験区の水質推移と観察経過

	試験区	pH	塩分	水温 (°C)	DO (mg/L)	観察経過
イワガキ	1 (対照区)	8.0~8.1	32.0~32.6	23.6~24.2	6.4~7.0	異常なし
	2 (1000ppm+100ppm)	7.1~8.1	32.0~32.6	23.5~24.2	6.2~7.0	”
	3 (1000ppm+300ppm)	5.8~8.1	32.0~32.7	23.4~24.1	6.3~7.0	”
アサリ	4 (対照区)	7.7~8.1	31.9~32.6	23.6~24.5	5.7~6.9	異常なし
	5 (1000ppm+100ppm)	7.2~8.1	32.0~32.7	23.6~24.1	6.2~7.0	”
	6 (1000ppm+300ppm)	5.8~8.1	32.0~32.7	23.3~24.1	6.2~7.0	”

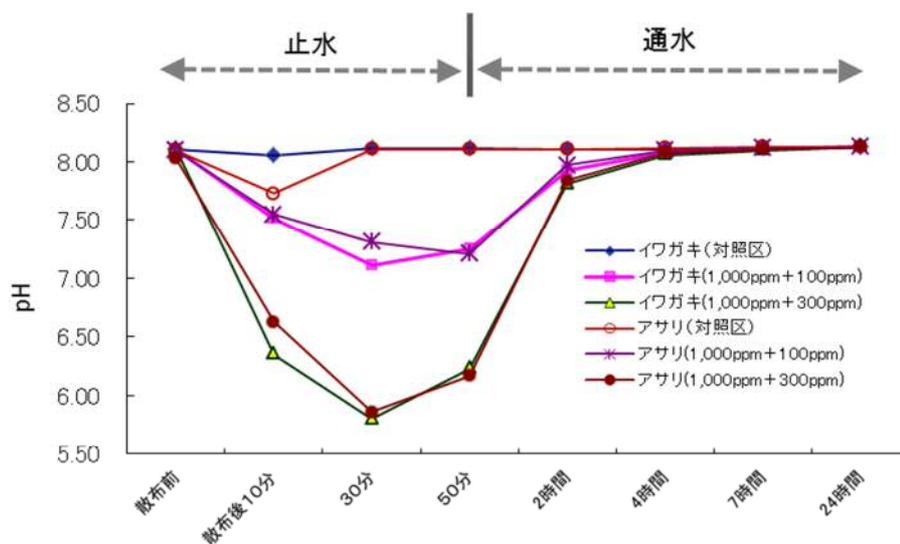


図 14 各試験区における pH の推移

【参考文献】

- 1) 粘土散布による赤潮被害防止マニュアル. 水産庁研究部漁場保全課, 1983, 17

赤潮総合対策調査事業Ⅲ (赤潮被害防止対策調査事業)

矢野浩一，村田圭助，中島広樹，西 広海

【目 的】

新奇有害赤潮の調査体制を確立するとともに，県内で発生する赤潮の集中調査や養殖魚への影響調査等を実施することにより，漁業者に的確な情報を迅速に提供する体制を構築し，漁業被害の未然防止・軽減を図る。

【方 法】

1 新奇有害赤潮等調査

1) *Dictyocha* sp. の養殖カンパチに対する影響

*Dictyocha*藻のうち概ね8角形の骨格を持つ*Dictyocha* sp. (写真1)は，鹿児島県海域に限らず国内外の海域でよく見かける珪質鞭毛藻類で，本県海域では，通常春から初夏及び秋などに多くて数十 cells/mL出現する程度であるが，平成（以下「H」）4年及びH26，27年は，鹿児島湾や甕島周辺海域において，数百 cells/mL以上に増殖し赤潮化して，ブリ類やマグロの養殖業に被害をもたらしたと推察される事例が発生しており，養殖業関係者に不安を与えている。しかしながら，*Dictyocha* sp. の魚毒性等に関しては知見が少ないことから，本所で培養した本種の有骨格細胞及び無骨格細胞を用い，養殖カンパチ *Seriola dumerili*に対する影響（最低致死細胞密度等）を検討するため，H27年度から曝露試験を実施しており，その一環としてH28年度も下記のとおり実施した。

(1) 有骨格細胞の影響

鹿児島湾内の喜入地先でH27年6月に採取した*Dictyocha* sp. の有骨格細胞を，本所で単離後，経代培養していた株を，H28年7月に大量培養（培地：f/2培地^{1,2)} からCuとSiを除き，SeとTrisを添加した成分組成へ変更を加えた改変f/2培地と，Siを

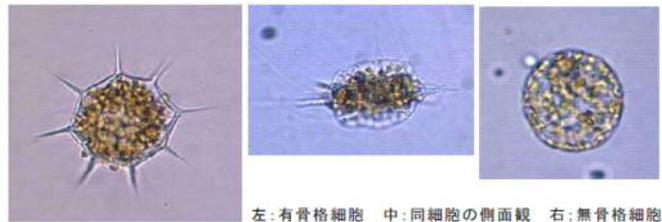


写真1 *Dictyocha* sp. の有骨格及び無骨格細胞

強化したPES³⁾とを1：1で混合)した。その*Dictyocha* sp. の細胞密度が3,500及び1,000 cells/mLになるよう濾過海水で調製した赤潮海水300～360 Lを，500Lポリカーボネートタンクに收容したものを曝露区①及び②とし，同型タンクにろ過海水のみ360 L收容したものを対照区として，カンパチ中型魚（体重約1,700～2,000 g）を試験区毎に各3尾收容し，曝露試験を開始した。試験は24時間とし，随時，水温，塩分，溶存酸素量等を計測し，供試魚の様子を観察した。また，曝露終了後，供試魚は魚体測定を行うとともに，鰓を採取し落射蛍光システム付き光学顕微鏡（オリンパス株式会社製 BX53。以下「蛍光顕微鏡」という。）で観察するとともに，走査型電子顕微鏡（(株)日立ハイテクノロジーズ社製 S-3000N。以下「SEM」という。）による観察を行った。

なお，当試験は，一連の試験としてH27年度から実施しており，それらの試験を含め，試験の詳細については，別途，本所研究報告により，「*Dictyocha* sp. の培養及び養殖カンパチに対する影響」試験として記載する。

(2) 無骨格細胞の影響

当所のろ過海水に，培養した*Dictyocha* sp. の無骨格細胞の培養株を添加し，細胞密度が10,000

cells/mL, 5,000 cells/mL及び2,000 cells/mLになるよう濾過海水で調製した赤潮海水約300 Lを500Lポリカーボネートタンクに収容したものを、それぞれ曝露区①～③とし、同型タンクに、ろ過海水のみ約300 L収容したものを対照区とした。試験には、平均体重915 g (表1) のカンパチ中型魚を試験区毎に各3尾収容し、止水、エアレーションの条件で飼育した。曝露試験は12月1日午前10:10から翌2日午前10:10までの24時間とし、随時、水質 (水温(°C), 塩分, 溶存酸素量 (以下「D0」と記す。)(mg/L), pH, Chl-a蛍光値 (μg/L)) を多項目水質計 (JFEアドバンテック社製 AAQ-RINKO) で計測し、供試魚の状態を観察した。また、曝露試験中にへい死した場合は、その直後に、また、生残した場合は24時間経過後に魚体測定を行った。また、へい死が見られた場合のみ、へい死魚と生残魚両方の鰓を採取し蛍光顕微鏡で観察するとともに、0.1molリン酸緩衝液2%グルタルアルデヒド溶液に浸漬保管し、後日、SEMによる観察を行った。

2) *Chattonella antiqua* のイワガキに対する影響

本県では、近年、イワガキ *Crassostrea nippona* の養殖に関心が集まり、各地で養殖 (試験も含む。) が行われ始めているが、魚類に対して有害な赤潮が発生しやすい海域においては、それらの赤潮がイワガキに対してどのような影響があるのか不明な点が多い。八代海にしばしば発生する *C. antiqua* 赤潮のカキ類への影響については、三重県沿岸海域プランクトン図鑑 (三重県水産研究所) によると、二枚貝 (アコヤガイ、カキ、アカガイなど) にもへい死事例があるとの記述があるが、これまで *C. antiqua* 赤潮に対するカキ類の耐性に関する知見が確認できないことから、養殖業者の赤潮対策に資するため、今回、*C. antiqua* のイワガキに対する毒性について、曝露試験により検討した。

試験に供した *C. antiqua* は、2009年に8月4日に八代海南部で採集した *C. antiqua* を本所で分離、経代培養したクローン株を、30Lポリカーボネートタンクに収容した改良f/2培地20Lにより25°Cで大量培養したものをを用いた。イワガキは、H28年11月16日に東町漁協で養殖された貝を搬入し、本所野外水槽でろ過海水を連続注水しながら飼育したものを供した。試験区は、曝露区は、*C. antiqua* の細胞密度が約1,300cells/mLになるよう濾過海水で調製した赤潮海水を60L直方体ガラス水槽に約55L収容し、対照区は、濾過海水を同じく60L直方体ガラス水槽に約55L収容した。試験は、各試験区にイワガキ6個体ずつを収容し、水温; 22°C, 止水, エアレーションの条件で、3月2日の午前11時10分から翌日3日の午前11時10分までの24時間実施した。試験中、イワガキの状態を観察しながら、多項目水質計 (YSI社製 6600V2) により、随時、水温(°C), 塩分, D0(mg/L), pH, Chl蛍光値(μg/L) を計測するとともに、*C. antiqua* 細胞密度を随時計数した。また、イワガキによる *C. antiqua* 濾過能力を確認するため、水槽のガラスの片側面に白紙を張って、赤潮海水の色の濃さや濁りの変化を観察した。なお、試験開始直前に供試貝の体重と最長殻長を計測した。24時間経過後は、供試貝の生死を確認するため、ピンセットにより容易に開殻できるか試し、開殻できない場合は生存、開殻できた場合はへい死と判断した。

2 赤潮発生早期確認等調査

1) 底層水温モニタリング

長島周辺の養殖漁場のうち、脇崎、薄井、茅屋及び浜漣の計4点 (図1, ★印) で、データロガー式水温計 (Onset社Tidbit) を0 m, 10 m層及び海底上1 m層 (以下「B-1m」という。) に位置するよう養殖生簀鋼管枠等に垂下し、1時間ごとに周年測定した。

2) シスト発芽能確認調査

H28年4月18日に長島周辺4海域 (図1, ★印) 周辺の約50m×50mの範囲内3カ所と鹿児島湾奥の

垂水市牛根辺田沖1カ所(水深約80m)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、保冷剤を入れたクーラーボックスに入れて持ち帰った。サンプルは10℃の冷蔵庫内に10日間保管した後、MPN法⁴⁾を一部改変した方法により17, 18, 19, 20, 22℃で培養し、確認された栄養細胞から発芽した*Chattonella*属シストの数を推定した。なお、この方法は、近年の研究で*Chattonella*属シスト発芽時の光は、その発芽を阻害するとの知見⁵⁾が得られたため、規定の温度で培養する際、最初の4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10日間培養した。

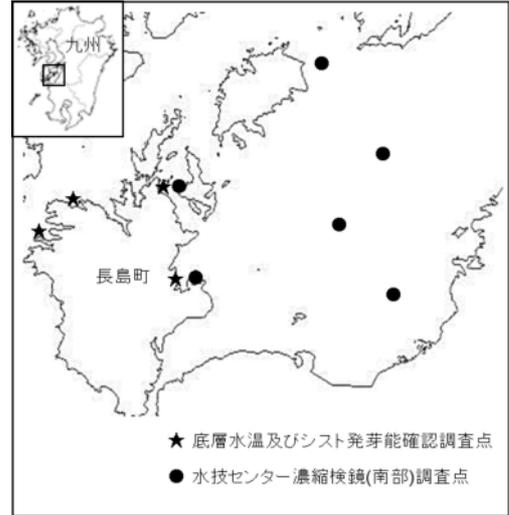


図1 調査定点 (その1)

3) 遊泳細胞の早期確認

4月から、遊泳細胞を早期に確認するため、当所が実施する赤潮(南部)調査点のうちの6定点(図1, ●印)及び八代海ライン調査の9定点(図2)で、海面表層付近をバケツで採水した表層の海水、または、0mから水深10mまでの海水を直径40mmのプラスチック製ホースで柱状採水した海水1Lを、目合15 μm のプランクトンネットで2~5 mL程度に濃縮した後、その中の*Chattonella*属遊泳細胞を検鏡した。さらに、東町漁協の定期調査における濃縮検鏡も参考にした。

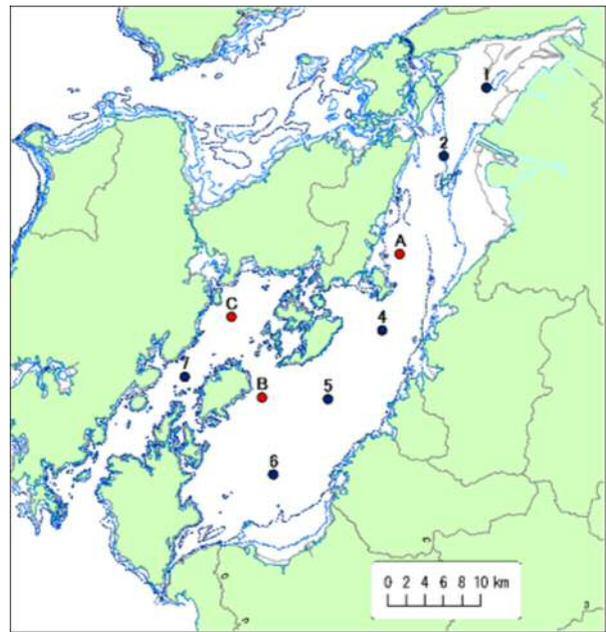


図2 調査定点 (その2:八代海ライン調査)

3 赤潮発生緊急対策試験

○ *C. antiqua*赤潮 への養殖魚曝露試験

H28年9月8~16日に八代海の本県海域で*C. antiqua*赤潮が発生し、2億1510万円の漁業被害が発生した。

その際、ブリが*C. antiqua*赤潮に曝露された際の耐性を把握するため、9月13~14日に、長島町地先の八代海において、*C. antiqua*赤潮による養殖ブリの曝露試験を実施した。

9月12日に、山川町漁協所属のブリ養殖業者から、前日より餌止めした養殖ブリの2年魚(平均体重2.85kg, 表10)6尾を入手し、同日、漁業指導取締兼調査船「おおすみ」の1tタンク2基に3尾ずつ積み込み、翌13日にかけて長島周辺海域の試験水域まで搬送し供試魚とした。曝露試験は伊唐湾に錨泊した「おおすみ」船上で行った。*C. antiqua*は、13日赤潮の集積が見られた長島西岸の浦底湾において、採水器(株式会社離合社製 リゴーB号採水器)及びバケツで、500Lポリカーボネートタンク1基に収容し、伊唐湾に搬送した。細胞密度を計数したところ、約50cells/mLであったので、これをそのまま曝露区とした。また、別の500Lポリカーボネートタンク1基に、供試魚を搬送した*C. antiqua*の入っていない海水を収容し対照区とした。各試験区には、供試魚のブリを2尾ずつ収容し、止水、エアレーシ

ヨンの条件で試験を実施した。曝露試験は9月13日午前11:30から翌14日午前6:30までの19時間とし、実施した。試験中、随時、水質（水温(°C)、塩分、DO(mg/L)、pH)を多項目水質計（JFEアドバンテック社製 AAQ-RINKO）で計測し、供試魚を観察した。また、へい死した場合はその直後に、また、生残した場合は試験終了後直ちに魚体測定を行うとともに、鰓を採取し、0.1molリン酸緩衝液2%グルタルアルデヒド溶液に浸漬保管し、後日、SEMによる観察を行った。なお、各試験区はDOが5mg/Lを下回らないよう必要に応じてエアレーション及び酸素ポンベにより調整した。

【結果及び考察】

1 新奇有害赤潮等調査

1) *Dictyocha* sp. の養殖カンパチに対する影響

(1) 有骨格細胞の影響

曝露試験の結果、細胞密度約3,500 cells/mLでは2時間以内に3尾全てがへい死したが、細胞密度1,000 cells/mLでは24時間100%生残した。また、へい死要因としては、*Dictyocha* sp.により、鰓組織が損傷を受け、窒息死した可能性が高いと推察された。なお、H27年度からの一連の当試験により、養殖カンパチ小型魚（体重約60 g）では、24時間以内の最低致死細胞密度の閾値が、約5,000~11,000 cells/mLの間に、中型魚（体重約1,700~2,000 g）では、8時間以内の最低致死細胞密度の閾値が、約1,000~3,500 cells/mLの間にあることが示唆されたが、前述のとおり、本一連試験の詳細については、別途、本所研究報告に記載するので、今回は省略する。

(2) 無骨格細胞の影響

① 供試魚の体組成

供試魚の全長、尾叉長及び体重を表1に示す。体重に関しては、全供試魚の平均が915 gであったが、曝露区①と対照区が平均より軽く、各々平均787 g (-14%)と860 g (-6%)、曝露区②と③は平均より重く、各々1,000 g (+9%)と1,013 g (+11%)であった。全長及び尾叉長の全体平均は、各々397mm、358mmであった。

② 水質の推移

曝露試験中の水質の状況を表2に示す。

水温は、19.1~21.0°Cで高低差は2°C以内。塩分は、33.6~33.8、DOは5.7~7.3mg/mL、pHは7.6~8.4で、いずれの項目も供試魚の生存に支障のない範囲で推移したと考えられた。Chl-a蛍光値については、各試験区の*Dictyocha* sp. 無骨格細胞の細胞密度に応じた数値で推移していたと考えられた。

表1 曝露試験（無骨格細胞）における供試魚の体組成

試験区	供試魚No.	全長(mm)	尾叉長(mm)	体重(g)
曝露区①	s-①	329	290	460
	s-②	417	398	1,000
	s-③	407	362	900
	平均	384	350	787
曝露区②	s-④	412	365	1,000
	s-⑤	410	368	980
	s-⑥	414	374	1,060
	平均	412	369	1,013
曝露区③	s-⑦	400	355	960
	s-⑧	397	357	940
	s-⑨	422	380	1,100
	平均	406	364	1,000
対照区	c-①	395	354	880
	c-②	403	367	1,020
	c-③	362	330	680
	平均	387	350	860
全体平均		397	358	915

表2 曝露試験中（無骨格細胞、24時間中）の水質の状況

試験区	計画細胞密度 (cells/mL)	水温 (°C)	塩分	DO (mg/L)	pH	Chl-a蛍光値 (µg/L)
曝露区①	10,000	19.6~21.0	33.6~33.8	6.5~7.3	7.6~8.4	23.2~29.9
曝露区②	5,000	19.2~20.9	33.6~33.7	6.1~7.2	7.6~8.3	12.1~14.6
曝露区③	2,000	19.1~20.8	33.6~33.7	5.7~7.3	7.6~8.2	4.6~5.3
対照区	0	19.3~20.8	33.6~33.7	5.7~7.3	7.6~8.0	0.3~0.5

③ *Dictyocha* sp. 無骨格細胞の細胞数の推移

各曝露試験区の*Dictyocha* sp. 無骨格細胞の細胞数の推移を表3に示す。曝露区①は10,000 cells/mLの計画に対し、実際は8,771~9,225 cells/mLで推移。曝露区②は5,000 cells/mLの計画に対し、実際は、3,883~5,217 cells/mLで推移。曝露区③は2,000 cells/mLの計画に対し、実際は、1,492~1,679 cells/mLで推移し、いずれの試験区でも、若干計画より低めだが、概ね当初の細胞密度を維持し大きな変動はなかった。

④ 供試魚の状態

試験開始25分後に、曝露区①で1尾のみ少し斜めに傾きながら泳ぐ。40分後には、その1尾は元に戻り正常に泳ぐようになった。また、対照区の魚はよく泳いでいたが、曝露区はどの試験区もあまり泳がず、じっとしている状態が多かった。約9時間後は、特に魚の色や状態に大きな変化はないが、曝露区②のみ、2尾が腹部を着底させていた。各試験区の海水表面を見ると、泡の発生が対照区が最も多く、次に曝露区②、③、①の順であった。24時間経過後は全試験区とも供試魚は正常に泳ぎ、特に目立った変化はなく、全供試魚とも生残した。

今回の曝露試験においては、曝露区において、若干、一時的に遊泳が不活発になる場面も見られたが全て生残し、*Dictyocha* sp. 無骨格細胞の細胞数が約9,000 cells/mL以下では、平均体重約900 gの養殖カンパチは、へい死しないことが示唆された。

表3 曝露試験中の*Dictyocha* sp. 無骨格細胞の細胞数の推移

経過時間	細胞密度 (cells/mL)		
	曝露区①	曝露区②	曝露区③
開始時	8,771	4,917	1,679
3時間00分	9,225	5,217	1,542
6時間00分	9,208	4,800	1,509
9時間20分	9,017	3,883	-
24時間00分	8,959	4,633	1,492
平均	9,036	4,690	1,556

2) *C. antiqua* のイワガキに対する影響

(1) 供試貝の体重と最大殻長

表4に示すとおり、各試験区に6個体ずつ供したが、曝露区は、平均体重が198g、平均の最大殻長が112mm、対照区は、平均体重194g、平均の最大殻長108mmで大きな差はなかった。

(2) 水質の推移

表5に示すとおり、曝露試験中の水温は21.4~23.0°C、塩分は、34.5~35.7、D0は、6.3~7.3mg/L、pHは、曝露区がやや高く8.5~8.9、対照区が7.9~8.5であり、いずれも供試貝や*C. antiqua*の生存に関して問題のない範囲で推移し、曝露区と対照区との差も特に問題のないものと考えられた。

表4 イワガキ曝露試験における供試貝の体組成

試験区	No.	体重(g)	最大殻長(mm)
曝露区	①	219	112
	②	207	115
	③	212	107
	④	204	121
	⑤	200	115
	⑥	148	104
	平均	198	112
対照区	⑦	168	95
	⑧	217	113
	⑨	178	110
	⑩	158	101
	⑪	218	105
	⑫	223	122
	平均	194	108
全体平均		196	110

表5 イワガキ曝露試験における水質の推移

時刻	経過時間 (時間:分)	試験区	水温 (°C)	塩分	DO (mg/L)	pH	Chl-a※ (μg/L)
11:10	0:00	曝露区	22.0	34.6	7.1	8.8	57.70
		対照区	21.4	35.4	7.2	8.3	0.90
11:30	0:20	曝露区	21.9	34.5	7.1	8.9	55.70
		対照区	22.0	35.2	7.3	8.5	1.20
12:00	0:50	曝露区	22.1	34.6	6.9	8.7	51.80
		対照区	22.5	35.3	6.8	8.1	1.10
13:10	2:00	曝露区	22.3	34.6	6.9	8.7	56.00
		対照区	22.8	35.3	6.8	8.2	1.20
15:10	4:00	曝露区	22.3	34.6	6.8	8.6	53.00
		対照区	23.0	35.3	6.7	8.2	0.70
17:10	6:00	曝露区	22.4	34.6	6.8	8.6	53.10
		対照区	21.6	35.4	6.7	7.9	0.90
9:10 (翌日)	22:00	曝露区	22.6	34.9	6.4	8.5	37.80
		対照区	22.1	34.9	6.9	8.1	1.40
11:10 (翌日)	24:00	曝露区	22.5	34.9	6.3	8.6	36.60
		対照区	21.7	35.7	6.9	8.1	1.80
最低値～最高値		曝露区	21.9～22.6	34.5～34.9	6.3～7.1	8.5～8.9	36.60～57.70
		対照区	21.4～23.0	34.9～35.7	6.7～7.3	7.9～8.5	0.70～1.80

※ Chl-aは、多項目水質計による蛍光値

(3) *C. antiqua* 細胞密度の推移

曝露試験中の*C. antiqua*の細胞密度の推移を表6に示す。試験開始時、1,404 cells/mLであったが、50分後に16%程減少し、その後、7時間経過後までは、ほぼ同様な細胞密度で推移した。翌日の22時間後には、当初より約40%減少しており、24時間後には、約50%の減少率であった。

また、水槽の*C. antiqua*による濁り（目視による）は、24時間後、少し薄くなった程度で、明確に解消されることはなかった。

(4) 供試貝の状況

曝露試験の開始時及び24時間後の状況を図3に示す。試験の結果、曝露区及び対照区ともに、供試貝のへい死は見られなかった。また、曝露区及び対照区ともに、24時間経過後、2個体ずつ、ナイフ等を用い強制的に開殻したところ、色やにおい等に問題なく生存が確認され、残りの各1貝は貝柱の力が強く生存が確認された。なお、開殻したイワガキは、図4に示すとおり、肥満度の低いミズガキ状態であった。さらに、曝露区の強制的に開殻した1個体（No. ②）を光学顕微鏡で観察したところ、外套膜の組織の一部が動くことを確認した。そして、開殻した曝露区のNo. ②の鰓や内臓、外套膜を蛍光顕微鏡で観察したが、内臓では蛍光で赤く発色する物質が僅かに確認されたものの、*C. antiqua*と推定されるような葉緑素を持つ微生物等はほとんど確認されなかった。その他、曝露区の貝の殻内に滲み出た液を検鏡したが、*C. antiqua*は全く確認できなかった。

(5) イワガキの耐性と濾過能力について(考察と課題)

① 耐性について

今回の試験では、*C. antiqua*の細胞密度が、800～1,400 cells/mLでは、平均体重約200 gのイワガキはへい死しないという結果となった。

表6 *C. antiqua*の細胞密度の推移

経過時間	細胞密度(cells/mL)
	曝露区
開始時	1,404
0時間50分	1,175
2時間00分	1,175
4時間00分	1,133
6時間00分	1,167
7時間00分	1,133
22時間00分	829
24時間00分	706

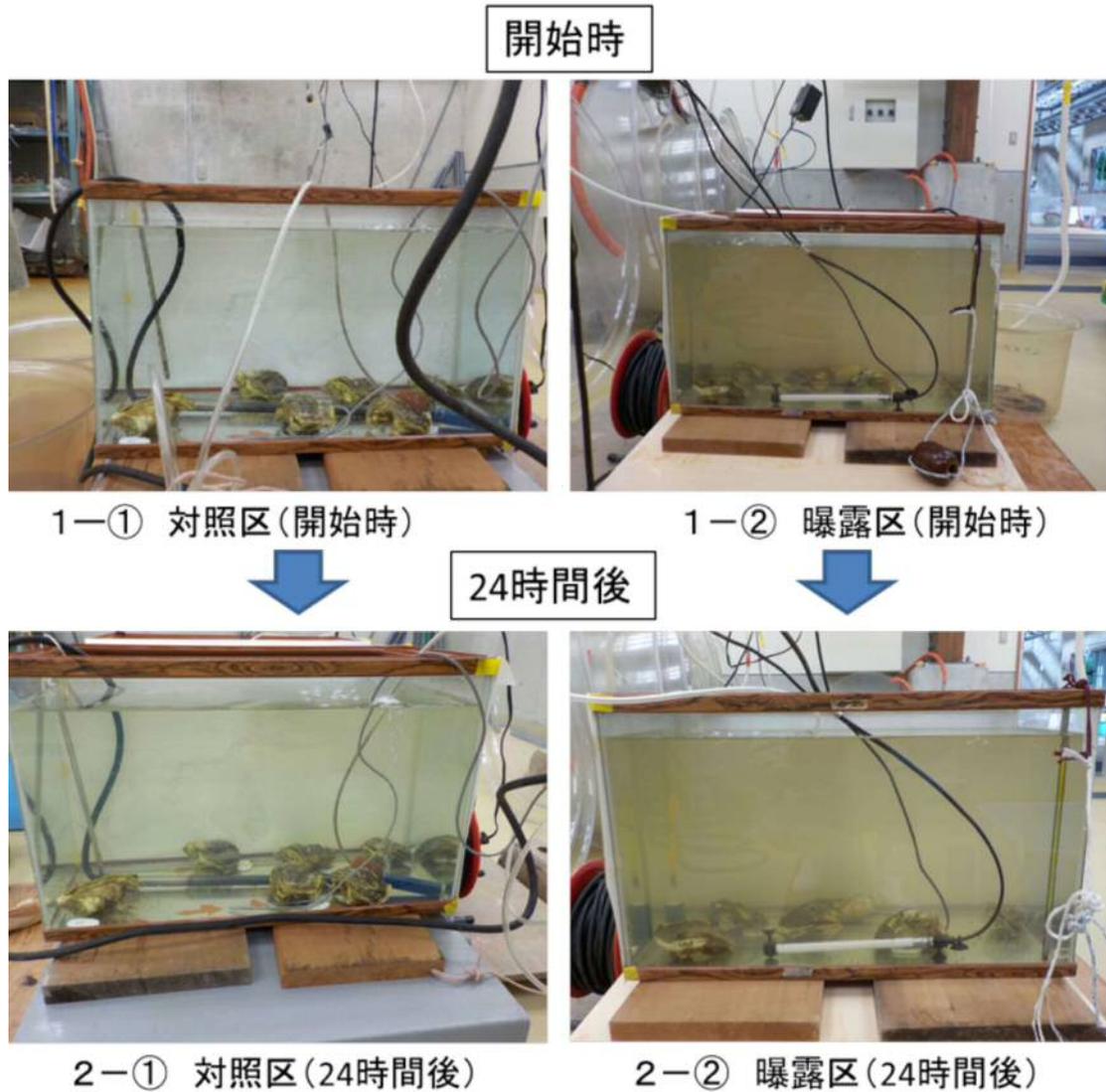


図3 イワガキ曝露試験の試験開始時と24時間後の状況写真

a) 培養株は、天然株に比べ毒力が弱いとの知見もある。本県における本種の細胞密度と漁業被害事例との関連を総合的に判断すると、天然株では30～50cells/mLが最低致死細胞密度と考えられる（本所ホームページに掲載）が、今回使用した*C. antiqua*株は、八代海で平成21年に発生した細胞の経代培養株で、西らの試験（現在、本所研究報告に投稿中）によると、約600gのブリに対する最低致死細胞密度は、1,100 cells/mL程度との結果が出ており、天然株に比べ22～37分の1程度の毒力と推定される。今回のイワガキの曝露試験では、細胞密度 800～1,400cells/mLであったので、今回使用した培養株が当時と同程度の毒力が維持



図4 イワガキ曝露試験後の状態（写真）

されていたと仮定すれば、ブリを死に至らしめる毒力と同等レベルはあったと考えられる。

b) 供試したイワガキは、供試前まで、3ヶ月ほど濾過海水中で無給餌飼育されたものであったことから、魚類の場合、赤潮被害の軽減化を図るために、餌止めをして活力を抑制するが、同様の効果が現れ、*C. antiqua*の影響を受けにくかった可能性も考えられる。

以上のことから、イワガキの*C. antiqua*に対する耐性については、今回の試験だけでは判断できず、今後更なる検討が必要である。

② イワガキによる濾過能力

a) 曝露区における*C. antiqua*の細胞密度の推移(表6)を見ると、試験開始1時間後で16%程減少し、その後は7時間後までは横ばい状態で、24時間後には細胞密度は試験開始時の半分に減少したものの、曝露区の色や濁りは明確に解消されておらず、イワガキによる濾過が十分あったとは考えにくい。また、*C. antiqua*だけを入れた対照区を設けていないことから、イワガキによる濾過が原因で細胞密度が減少したと判断できない。

b) カキ類の濾水能力については、水産庁のホームページ(http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/tamenteki/kaisetu/gyogyou_katudou/index.html, 2017年6月29日)によると、「1個のカキが1日に濾過する海水は約400Lといわれ、…」とあり、また、八矢⁶⁾によると、平均的なサイズの個体(殻長約5cm)が1時間あたりで最大約6Lの海水を濾過するとされており、仮に、それより少ない1個体が1時間あたり1L濾過するとしても、6個のイワガキで24時間で144L濾過することになり、今回の試験では、供試水量は約55Lなので、約2.6回転したことになることから、イワガキが*C. antiqua*の殻内への取り込みをある程度忌避した可能性も考えられる。

以上のことから、今回の試験では、イワガキによる*C. antiqua*の濾過能力については、疑問点が多く更なる検討が必要である。

2 赤潮発生早期確認等調査

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、H27年12月2日からH28年5月21日までの10 m及びB-1 m水温の1時間毎の推移を図5に示す。また、H28年の冬期底層(B-1m)水温は、表7に示すとおり、脇崎で2月19日に12.6℃、薄井で2月15日に12.7℃、茅屋で2月15日に13.6℃、浜漣2月14,15日に13.8℃といずれも12℃以下には下がらず、その後5月にかけて時間の経過とともに上昇した。この間の各海域毎の底層水温の累積低温時間は、表7のとおり、最も低い13℃以下の水温が、薄井で最も長く187時間、次に脇崎で54時間、茅屋と浜漣では13℃以下には下がらず、14℃以下が茅屋で245時間、浜漣で17時間と、薄井、脇崎、茅屋、浜漣の順で底層水温の低温累積時間が長い傾向を示した。

表7 底層水温の海域別累積低温時間及び最低水温

水温区分	(単位:時間)			
	脇崎	薄井	茅屋	浜漣
15℃以下	1,849	1,776	1,187	844
14℃以下	1,054	1,183	245	17
13℃以下	54	187	0	0
12℃以下	0	0	0	0
最低水温(℃)	12.6	12.7	13.6	13.8
(最低日)	(2月19日)	(2月15日)	(2月15日)	(2月14,15日)

期間: 2015年12月1日~2016年5月21日

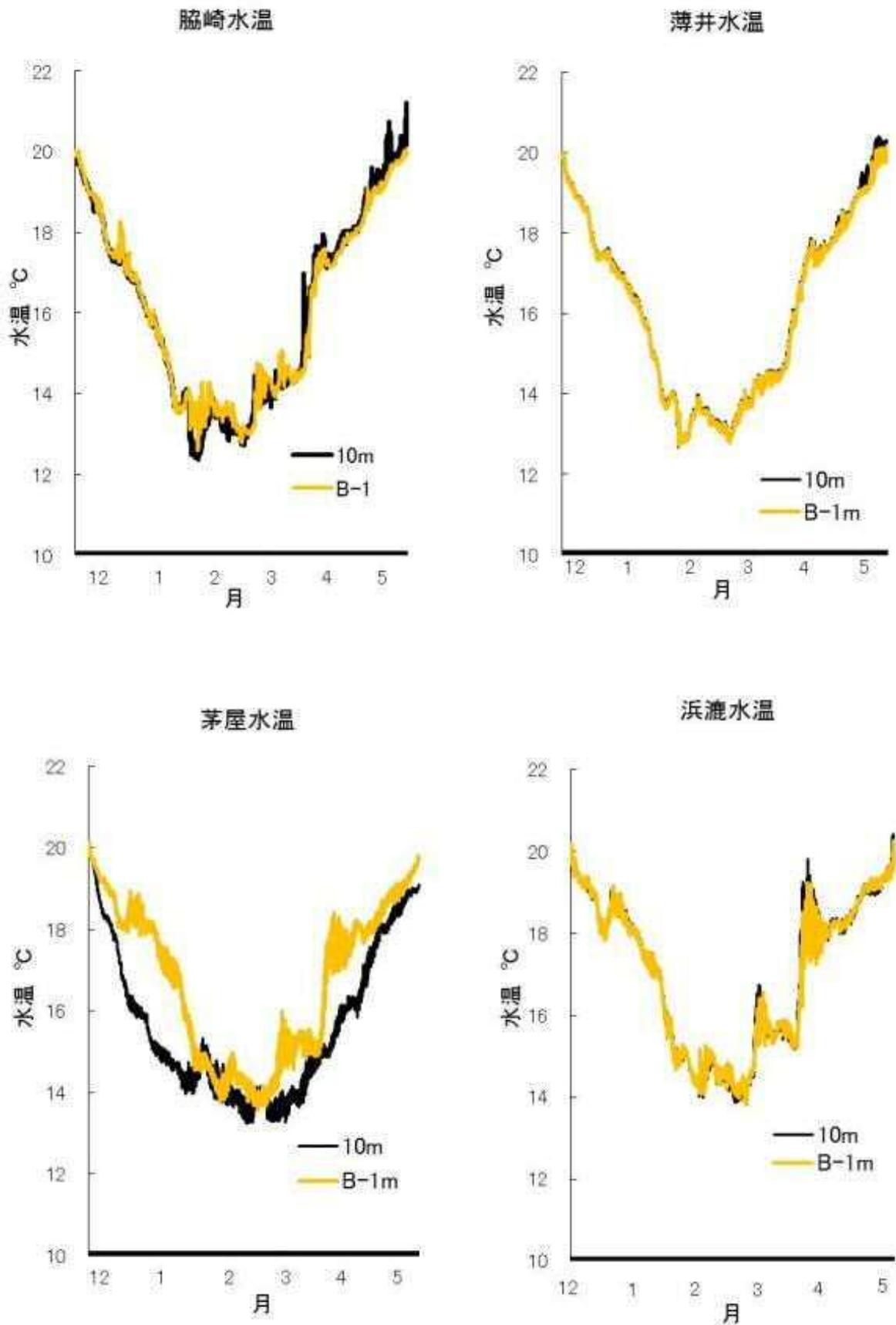


図5 長島周辺養殖漁場の冬期水温の推移 (H27年12月～H28年5月)

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6に示す。調査した長島周辺4カ所全てで、採取されたサンプルから *Chattonella* 属の栄養細胞が確認された。その内訳は、脇崎が17, 18, 19, 20及び22℃の5温度帯全てで、薄井は17, 18, 19及び22℃の4温度帯で、茅屋は17及び20℃の2温度帯で、また、浜渡は18及び22℃の2温度帯において確認され、推定される発芽したシスト(以下「推定発芽シスト」という。)の数は2~23MPN/g湿泥、最高は脇崎の19℃における23MPN/g湿泥であった。なお、発芽したシヤットネラ属は、その形態からほとんどが *C. antiqua* と推定された(図7参照)。

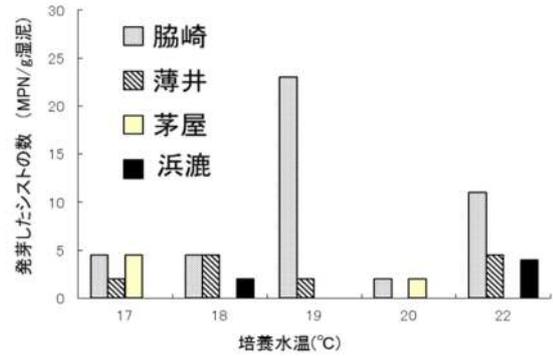


図6 培養温度別の発芽シスト数(八代海)

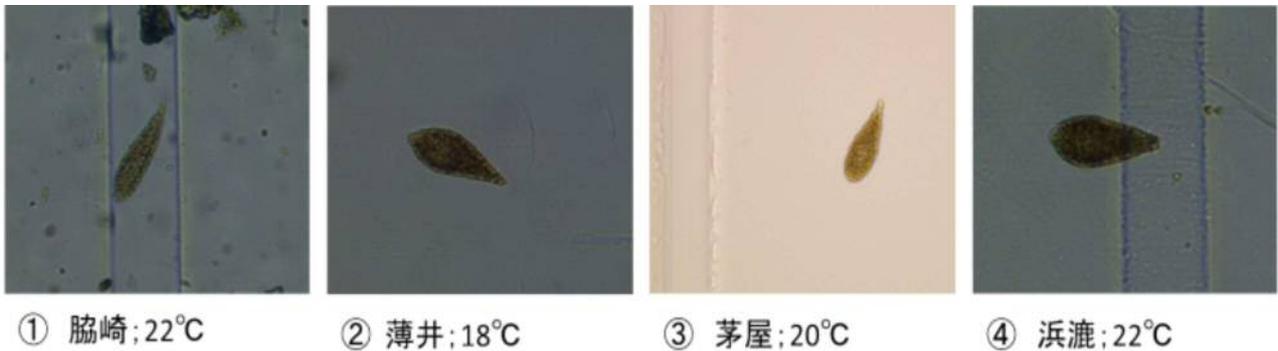


図7 発芽したと推定される栄養細胞(八代海)

表8のとおり、調査点4ヶ所全てで栄養細胞が確認されたのは、当該試験を開始した平成23年度から過去6ヶ年で初めてであり、図8に示すとおり確認された推定発芽シストの総数もこれまでで最高の数値を示した。また、過去6カ年の調査点毎の推定発芽シスト数の総数(図9)は、これまで浜渡が最も多かったが、今年度は、脇崎が最多となり、続いて浜渡、薄井、茅屋の順に高かった。年度毎の発芽シスト総数は、図8のとおり、H23年からH27年にかけては6~28.3MPN/g湿泥の間を増減していたが、H28年には70.53MPN/g湿泥と、それ以前の平均値16.6MPN/g湿泥の4倍ほどに上昇した。培養温度毎の発芽については、図10のとおり、培養温度17℃から発芽が確認され、19~22℃になると発芽能が大きく向上することが確認された。

また、鹿児島湾奥の垂水市牛根辺田沖では、図11のとおり、17, 18, 19及び22℃で発芽が見られ、発芽した栄養細胞の形態は、図12のとおり、*C. antiqua* よりやや丸みを帯びていたことから、*Chattonella marina*である可能性が高いと推定された。

なお、今回、落射蛍光顕微鏡を用いてシストそのものの直接検鏡を試みた。八代海の4定点と鹿児島湾の1点について、0.1g湿泥/mL(滅菌海水)の濃度の海水試料を各々合計3mLずつ検鏡した結果、脇崎の試料から2個体、薄井の試料から1個体確認され、その他の試料からは確認されなかった。なお、過去2カ年は1個体も確認されていない。

表8 シスト推定発芽数の経年変化(H23~28年)

調査年	培養温度	(単位:(MPN/g湿泥))					合計
		脇崎	薄井	茅屋	浜濃		
2011年	17℃					0	
	18℃				2	2	
	19℃		2		7.8	9.8	
	20℃				4.5	4.5	
	22℃				7.8	7.8	
	合計		0	2	0	22.1	24.1
2012年	17℃				2	2	
	18℃					0	
	19℃		2			2	
	20℃	2	2			4	
	22℃	2				2	
	合計		4	4	0	2	10
2013年	17℃					0	
	18℃					0	
	19℃		4.5		2	6.5	
	20℃	2			2	4	
	22℃				4	4	
	合計		2	4.5	0	8	14.5
2014年	17℃					0	
	18℃					0	
	19℃			6.8		6.8	
	20℃	4	2			6	
	22℃	11		4.5		15.5	
	合計		15	2	11.3	0	28.3
2015年	17℃					0	
	18℃					0	
	19℃					0	
	20℃	2				2	
	22℃	2		2		4	
	合計		4	0	2	0	6
2016年	17℃	4.5	2	4.5		11	
	18℃	4.5	4.5		2	11	
	19℃	23	2			25	
	20℃	2		2		4	
	22℃	11	4.5		4	19.5	
	合計		45	13	6.5	6	70.5
合計 (6ヶ年)	17℃	4.5	2	4.5	2	13	
	18℃	4.5	4.5	0	4	13	
	19℃	23	10.5	6.8	9.8	50.1	
	20℃	12	4	2	6.5	24.5	
	22℃	26	4.5	6.5	15.8	52.8	
	合計		70	25.5	19.8	38.1	153.4
出現年	2011年	×	○	×	○	○	
	2012年	○	○	×	○	○	
	2013年	○	○	×	○	○	
	2014年	○	○	○	×	○	
	2015年	○	×	○	×	○	
	2016年	○	○	○	○	○	
出現年数		5	5	3	4	6	

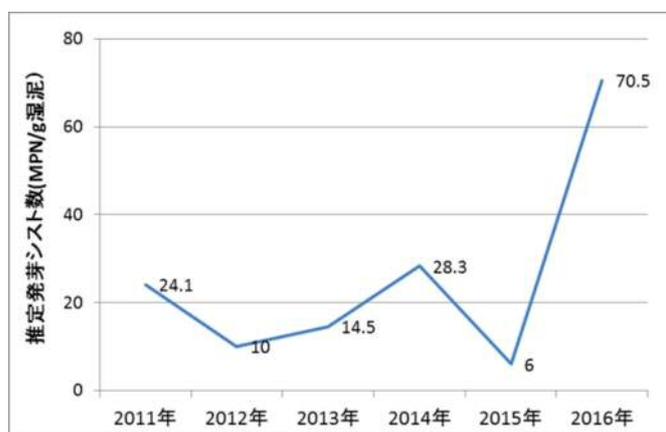


図8 発芽シストの総数 (長島4定点) の推移

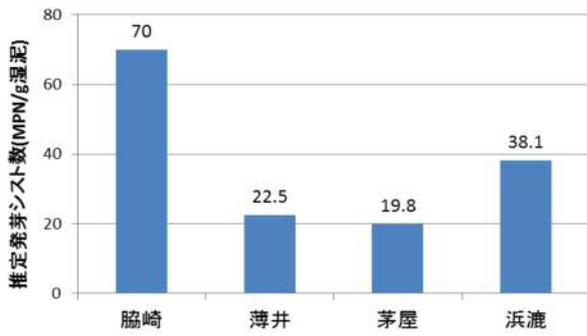


図9 調査点毎の推定発芽シスト総数
(長島4定点, H23~28年)

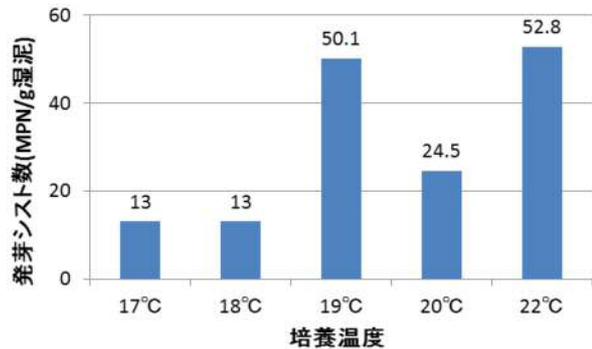


図10 培養温度毎の発芽シスト総数
(長島4定点, H23~28年)

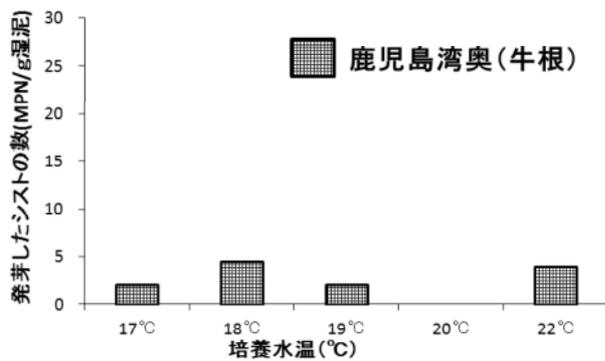


図11 培養温度別の発芽シスト数(鹿児島湾)

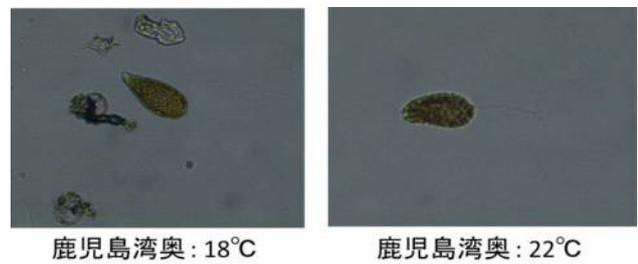


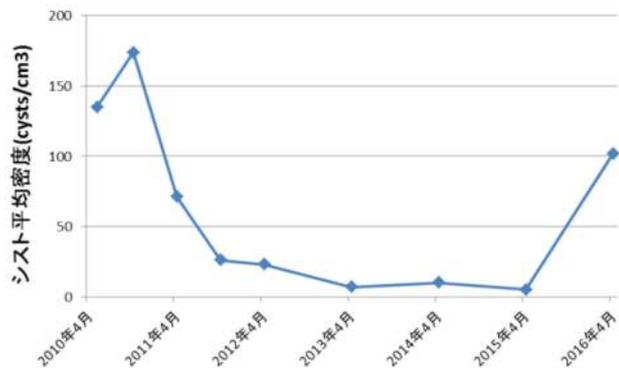
図12 発芽したと推定される栄養細胞(鹿児島湾)

3) 遊泳細胞の早期確認

八代海全体における *Chattonella* 属栄養細胞の初認日は4月26日で、東町漁協調査により、八代海熊本県海域の姫戸ブイ(図2, 定点A) 付近のCh1-a濃度極大層から0.001 cells/mL 確認された。また、八代海の本県海域における初認日は6月29日で、東町漁協調査により湯ノロブイ(図2, 定点B) 付近の柱状採水(0-10m)から0.003 cells/mL 確認された。

4) 赤潮発生早期確認等調査に関する総合考察

以上、シストの休眠解除に関する底層水温のモニタリングやシスト発芽能確認調査等を行ってきたが、今年度も底層水温は、12°C以下にはならず、浜漣では13°C以下にもならなかったが、全定点で発芽が確認される(図6)とともに、発芽シスト総数はここ6年間で最も多かった(図8) ことから、八代海の *Chattonella* 属シストの休眠解除に係る底層水温は、瀬戸内海の周防灘や播磨灘における知見^{7, 8, 9)}とは異なり、13°C超でも発芽能力を獲得することが示唆された。



資料: 国立研究開発法人水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所より

図13 八代海のシャットネラシストの平均密度

また、参考に、国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所が調査した近年の八代

海のシャットネラシスト平均密度の推移を図13に、また、八代海における *Chattonella* 属発生状況の表9に示した。*Chattonella* 属シスト平均密度は、大規模発生後のH23年まで50cysts/cm³以上で、その後H27年まで急激に減少し10cysts/cm³以下となっていたところ、H28年には再び100cysts/cm³程度に急増した。このことと、今年度、本所が調査した推定発芽シスト総数がここ6ヶ年で最も多くなった(図8) ことや、表9に示すとおり、H27年に5年ぶりに本種赤潮の発生が確認され、H28年9月には漁業被害を生ずる赤潮が発生したことと、何らかの関連がある可能性も否定できないと考えられた。

表9 八代海(本県海域)におけるシャットネラ属発生状況

年	最高細胞数 (cells/ml)	赤潮化(着色)の 有無	シャットネラ属による 漁業被害の有無
2009年	3,000	有	有
2010年	2,260	有	有
2011年	0.400	なし	なし
2012年	0.013	なし	なし
2013年	0.330	なし	なし
2014年	0.670	なし	なし
2015年	470	有	なし
2016年	2,000	有	有

3 赤潮発生緊急対策試験

○ 養殖魚曝露試験

(1) 供試魚の魚体組成

今回の供試魚の魚体組成を表10に示す。曝露区は、平均全長614mm、平均尾叉長542mm、平均体重2.59kg、対照区は平均全長640mm、平均尾叉長

表10 供試魚の魚体組成

試験区	供試魚	全長(mm)	尾叉長(mm)	体重(kg)
曝露区	T-①	603	528	2.30
	T-②	625	556	2.88
	平均	614	542	2.59
対照区	C-①	649	577	3.10
	C-②	631	575	3.12
	平均	640	576	3.11
全供試魚平均		627	559	2.85

576mm、平均体重3.11kgであり、体重で2割ほど対照区が重かった。供試魚全体では、平均全長627mm、平均尾叉長559mm、平均体重2.85kgであった。

(2) 水質の推移

曝露試験中の水質の推移を表11に示す。水温は、曝露区及び対照区ともに、試験開始時26℃台であったが、10時間30分後には27℃台後半に上昇した。塩分は、曝露区の方が

表11 曝露試験中の水質の推移

時刻	経過時間 (時間:分)	試験区	水温 (°C)	塩分	DO (mg/L)	pH
11:30	0:00	曝露区	26.23	29.88	6.95	8.07
		対照区	26.51	32.68	10.34	7.71
21:00	10:30	曝露区	27.70	29.85	15.49	7.52
		対照区	27.82	32.68	13.39	7.25
平均		曝露区	27.0	29.9	11.2	7.8
		対照区	27.2	32.7	11.9	7.5

低く、平均29.9、対照区は平均32.7であった。これは、曝露区の海水は八代海の海水を当日くみ上げたものだが、対照区の海水は、前日から当日にかけ指宿市山川で採水し、供試魚を活かすため、現場への輸送中は東シナ海の外海水を掛け流しにし阿久根漁港到着後に止水状態にしたことから、外海水の影響で塩分が高かったものと考えられる。DOは試験開始時、曝露区6.95 mg/L、対照区10.34 mg/Lで、10時間30分後は、曝露区、対照区ともに13 mg/L以上となり過飽和と考えられるレベルに上がっていた。これは、一時的に両試験区ともDOが5 mg/L以下に下がったことから、酸素ポンベにより酸素を供給したことによるものと考えられる。pHは、試験開始時が、曝露区8.07、対照区7.71、10時間30分後が、曝露区7.52、対照区7.25とともに下降した。以上、DO以外は、ブリの生存に支障のない範囲で推移した。

(3) *C. antiqua* の細胞密度の推移

C. antiqua の細胞密度の推移を表12に示す。試験開始時は38cells/mLで、その後若干減少傾向を示したものの、9時間後から18時間後(試験終了1時間前)にかけてやや増加し、18時間後は試験開始前の約1.5倍の58

表12 曝露試験中の *C. antiqua* 細胞密度の推移

経過時間	細胞密度 (cells/mL)
0	38
0時間05分	27
2時間00分	34
9時間00分	42
18時間00分	58

cells/mLであった。なお、当初は、細胞密度を100cells/mL以上とその半分程度で設定する予定であったが、現場海域の細胞密度が予想よりかなり低かったことから、本種の最低致死細胞密度と考えられる30~50 cells/mL付近の細胞密度の試験区を曝露区とした。

(4) 供試魚の状況

曝露区の供試魚は、試験開始5分後に2尾ともやや苦悶する様子が見られ、1時間後には、1尾は一時的に動きが止まったり吐き出し行動が見られるとともに、対照区に比べ水面に泡が多い状態が見られた。このことは、曝露区の供試魚の方が粘液を多量に分泌していた可能性が考えられた。2時間後まで同様であったが、その後回復し、特に異常も見られず、最終的には18時間30分後の試験終了時まで、曝露区、対照区ともに生残した。なお、試験終了後に採取した鰓のSEM写真を図14-1及び2に示す。両試験区とも生残したが、対照区に比べ曝露区の方に鰓の一部に損傷が見られた。

今回の曝露試験では、これまでの知見からブリ類に対する最低致死細胞密度とされる数値付近 (27~58 cells/mL) であったにもかかわらず、3kg弱の養殖ブリはへい死が見られなかったが、一つの要因として、今回曝露試験に使用した現場の*C. antiqua*の活力が低下していた可能性も考えられた。今回八代海に発生した本種赤潮は、9月8日に本県の警報が発せられたが、16日から細胞密度が減少傾向となっており、供試した赤潮を含む海水を採取した浦底湾においても、採取日の13日から16日にかけて急激に*C. antiqua*最高細胞密度が低下 (図15) しており、13日に採取した*C. antiqua*は、活力が低下がし始めていた可能性が考えられた。

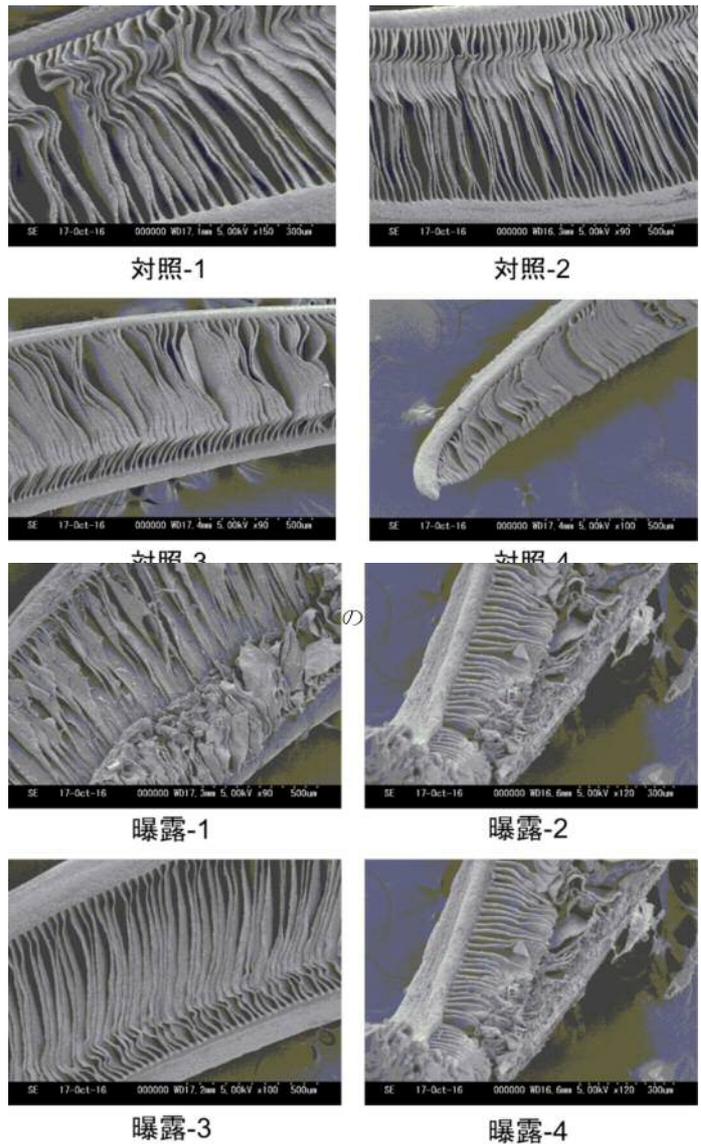


図14-2 曝露試験における鰓のSEM写真 (曝露区：生残)

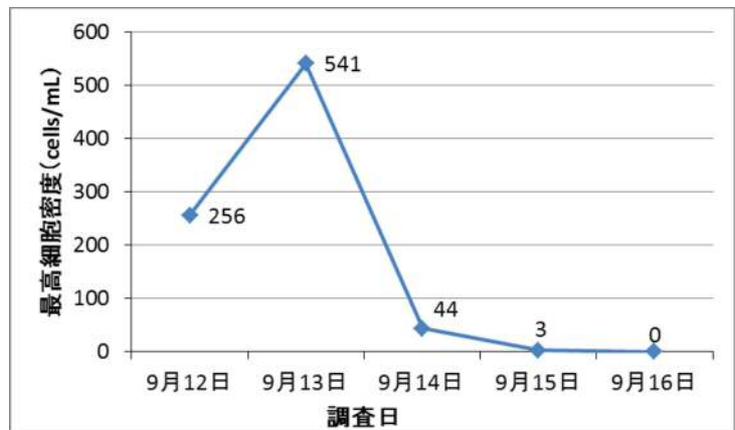


図15 浦底湾における*C. antiqua*の最高細胞密度の推移

資料：数値は本所HP及び東町漁協より

文 献

- 1) Guillard, R. R. L., Ryther, J. H. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Husttedt, and *Detonula confervacea*(Cleve)Gran. *Can. J. Microbiol.*, 1962; **8**: 229-239
- 2) Guillard, R. R. L. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. pp *In* Smith W. L. and Chanley M. H(Eds.) *Culture of Marine Invertebrate Animals*. Plenum Press, New York. 1975; 26-60.
- 3) 有賀祐勝, 井上勲, 田中次郎, 横濱康繼, 吉田忠生 藻類学実験・実習 株式会社 講談社, 東京. 2000;170-171.
- 4) 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.
- 5) 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
- 6) 八谷三和. 有明海のカキの水質浄化機能. 西海せいかい No.15. 西海区水産研究所, 2014; 2.
- 7) 今井一郎(2012)シャットネラ赤潮の生物学. 生物研究社, 東京, pp.71-81
- 8) Imai, I. and K. Itoh (1987) Annual life cycle of *Chattonella* spp., causative flagellates of noxious red tides in the Seto Inland Sea of Japan. *Mar. Biol.*, 94:287-292
- 9) Imai, I., K. Itoh and M. Anraku (1989) Dormancy and maturation in the cysts of *Chattonella* spp. (Raphidophyceae), red tides flagellates in the Inland Sea of Japan. *In: Red Tides: Biology, Environmental Science, and Toxicology* (Okaichi, T., D. M. Anderson and T. Nemoto eds.), Elsevier, N. Y., pp. 289-292

鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅰ 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】

外海域に位置する肝付町高山地区，南九州市穎娃町水成川地区，いちき串木野市羽島地区及び南さつま市笠沙地区において，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) 藻場造成試験

ア 肝付町高山地区

長期間ガラモ場を維持させるため，東風泊漁港西側防波堤内外の基礎部分に，温帯性種及び亜熱帯性種混成藻場の造成を目的として試験を行った（ア-(ア)）。また，これまでの結果から，この地区は腐泥の堆積が多く，ホンダワラ類の生育に影響を及ぼしていると考えられたことからその影響を調査した（ア-(イ)）。さらに，母藻設置等により，平成26年度から藻場が回復した地先の維持状況を調査した（ア-(ウ)）。

(ア) 藻場造成

5月13日にヤツマタモク及びマメタワラ混合母藻約6kgを2m×2mのネットへ結束バンド（幅2.5mm）を用いてくりつけ中層網方式で防波堤外側に2枚，防波堤内側に1枚設置した。また，6月2日にはスポアバッグ方式でマジリモク及びヒイラギモク母藻それぞれ約2kgを内外にそれぞれ2袋ずつ設置した。さらに6月24日には，スポアバッグ方式でコブクロモク母藻約2kgを防波堤内外に4袋ずつ設置した。

なお，母藻は，ヤツマタモク及びマメタワラ，マジリモクは当センター周辺，ヒイラギモクは試験地周辺，コブクロモクは指宿市山川町浜児ケ水地先で採取したものをを使用した。

(イ) 腐泥影響

ア-(ア)において，5月13日に設置した母藻横に20×20cmのコンクリート製ブロックを内外に2個ずつ設置した。また，8月2日にコブクロモクの幼体を育成した同ブロックを内外に1個ずつ設置した。

(ウ) 藻場維持状況

回復した地先は，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る。平成25年度に母藻種をそ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る）へ換え，平成26年度から従来種であるヒイラギモク主体で，コブクロモクが混成した藻場が形成されたことから継続的に生育状況を調査した。



図1 試験地位置図

イ 南九州市穎娃町水成川 (a) 及びいちき串木野市羽島地区 (b)

ウニ駆除により、小型海藻が発生するといわれており、その小型海藻をおとりとして、食害に遭い伸長できないホンダワラ類等の大型海藻を伸長させることが可能か、また、発生する海藻の種構成を把握することを目的とした。

イ-a 水成川地区

ここは潮間帯の岩礁の切れ目などにヒジキが生育するが食害で伸長できない場所で、潮下帯にはウニが高密度で生育し、有節石灰藻が見られる。

潮間帯から海底付近まで幅2mで約15mの区画を2区画設け、駆除前に区画内に生育するウニ密度を駆除区、非駆除区の水深により分けた上・中・下層で調査した。なお、試験は平成28年4月から行っており、今年度は2ヶ月に1度の割合でウニ駆除を実施した。

3月にヒジキの伸長状況を確認し、また、5月に50×50cm、1月及び3月にはウニ穴に接した10×10cmの区画（ウニ穴を含まない）の海藻を坪刈りし、海藻湿重量を種同定が可能なものは種ごとに計測した。

イ-b 羽島地区

ここも潮間帯の岩礁の切れ目などにヒジキやイソモク、ヒイラギモクが生育するが水成川地区同様食害で伸長できない場所である。水成川と異なることは、潮下帯はウニが高密度で生育し、岩盤表面は無節石灰藻で被われた場所である。瀬の片面がほぼ平面的になっており、裂け目で区切られた形態をしていたことから、その裂け目で駆除区、非駆除区に分け、ウニ駆除は原則的に1ヶ月に1度行い、水成川同様、駆除前にウニ密度を調査した。

(2) 藻場分布調査 (いちき串木野市羽島地区及び南さつま市笠沙地区)

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 (ア) 及び南さつま市笠沙地区 (イ) の藻場分布調査を実施した。調査は羽島地区を5月中旬～6月上旬に土川漁港から串木野市漁協との境界間の沿岸を、笠沙地区については、ホンダワラ類を中心に5月2日に栈敷島周辺及び小浦から崎ノ山まで、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。

【結果及び考察】

(1) 肝付町高山地区

ア 東風泊漁港

(ア) 藻場造成

平成29年3月27日の調査では、防波堤外側の播種を行った周辺にはホンダワラ類の藻体は確認されなかった (図2)。内側は、全体的にホンダワラ類が散見され、亜熱帯性種を播種したスポアバッグ周辺半径約1m内に亜熱帯性種の藻体が高密度で確認されたが、小型であったため種の判別はできなかった (図3)。温帯性種は播種を行った中層網周辺に数個体確認されたのみであった。

試験地は常に濁りがあり、特に防波堤の内側では基質上に1cm程度腐泥が堆積している場所もある (図4)。マメタワラ、ヤツマタモクの藻体は数個体だったのに対し、



図2 防波堤外側の状況

亜熱帯性種の藻体は比較的多く見られたことから、昨年度言及したように亜熱帯性種は浮泥等の堆積や濁りに強い可能性がある。外側については、比較的浮泥の堆積は少ないが、ウニや巻き貝が容易に基質上を移動できるため、それらによる食害が原因で生育できなかったと考える。



図3 スポアバッグ周辺に確認された亜熱帯性ホンダワラ種

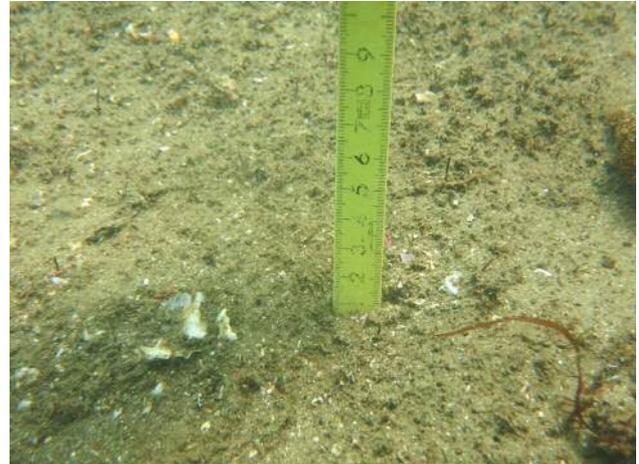


図4 防波堤内側での腐泥の堆積状況

(イ) 腐泥影響

平成29年3月27日の調査で、5月にマメタワラ、ヤツマタモク母藻を付けた中層網の横に設置したブロックに、藻体は確認されなかった。

8月2日に設置した芽付きブロックの藻体は残っており若干生長も見られた。以前、地元漁業者が設置したヤツマタモク、マメタワラの藻体付きブロックでは、今年度も藻体の伸長・成熟が見られており、温帯性、亜熱帯性種にかかわらず、幼胚が基質に着生しある程度生長すれば、その後藻体は維持されると考える。ア-(ア)で、亜熱帯性種では幼胚からの生育が多く見られたことを考慮すると、

浮泥の多い場所では、亜熱帯性種のホンダワラ類を母藻として使用する方が良いと思われ、温帯性種を造成する場合は、藻体の付いたブロックを設置するか、幼胚の着底に合わせて堆積物のある程度除去する必要があると考える。なお、外側は芽付きブロックの藻体もなくなってしまったが、ウニによる食害と考える。

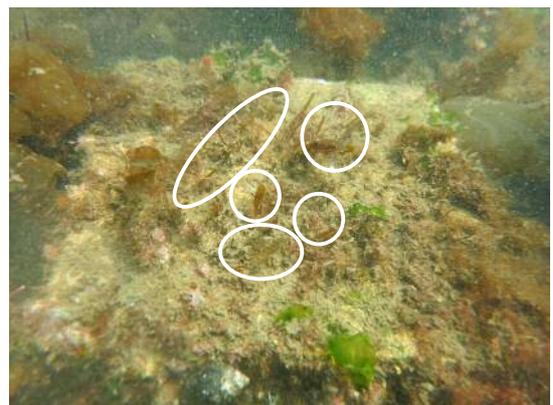


図5 移設した幼芽付きブロック

(ウ) 藻場追跡調査

6月2日には藻体は50cmを超え、小規模な藻場が形成され(図6)、一部をア-(ア)の母藻として利用した。構成種は既存種のヒイラギモクが主体で、以前に母藻として利用したコブクロモクも見られた。漁業者の情報によると、東風泊港までの数百m間の同水深帯の巨石上には同様な小規模藻場が点在して見られたということであった。

以前の調査で、ウニが藻場形成阻害要因の一つと指摘されており、地元の漁業者によるウニ駆除の継続が好景



図6 維持された藻場状況

響を及ぼしていると考える。

イ-a 南九州市颯娃町水成川

ウニ密度の推移を表1、坪刈りの結果を表2～4に示す。

駆除区の上部は試験区1及び2とも11月に密度が増加した。昨年度と同様に新たなウニの加入があったためと考える。中・下層は、3月に中層で10個/m²を超えるまでは10個/m²未満で推移した。

坪刈りした海藻の全体量（湿重量）は、5月は駆除区が有意に多かった。1月及び2月も駆除区が多かったが、有意差はみられなかった。

海藻構成種については、月によって若干の差はあったが、3回の坪刈り全体で見られた種には両区とも差はみられなかった。

3月時点で潮間帯にあったヒジキに伸長は見られず（図7）、ウニ駆除によるヒジキの伸長に対する効果はみられなかった。

表1 水成川のウニ密度の推移

水深		5/24	7/22	9/16	11/16	1/18	3/16
試験区1 上	駆	11	9	12	44	43	28
	非	20	52	40	44	104	48
中	駆	9	7	4	1	8	12
	非	140	120	156	156	116	144
下	駆	4	0	4	1	5	8
	非	52	52	32	56	40	48
試験区2 上	駆	19	20	15	29	39	17
	非	36	52	64	36	56	40
中	駆	5	9	8	9	5	13
	非	100	112	88	32	28	96
下	駆	4	4	1	4	4	0
	非	20	8	32	4	8	28

*駆：駆除区，非：非駆除区

表2 水成川平成28年5月23日の坪刈り結果（50×50cm，湿重量，単位g）

	駆除1	駆除2	非駆除1	非駆除2	駆除平均	非駆除平均
アオサ属	0.330	0.000	0.649	0.037	0.165	0.343
フクロノリ	0.081	0.000	0.050	0.052	0.041	0.051
アミジグサ属	0.008	0.000	0.051	0.000	0.004	0.026
オバクサ	19.438	63.524	10.145	46.454	41.481	28.300
コブソゾ	46.804	33.256	3.197	31.103	40.030	17.150
オゴノリ属	0.041	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000
ピリヒバ	72.480	49.985	34.745	9.971	61.233	22.358
ヒメモサズキ	12.105	5.492	2.516	2.232	8.799	2.374
カニノテ属	20.319	48.316	12.697	11.565	34.318	12.131
サンゴモ科	0.000	9.771	0.000	0.000	4.886	0.000
その他紅藻	0.248	1.205	0.560	1.174	0.727	0.867
合計	171.854	211.549	64.610	102.588	191.702	83.599

表4 水成川平成29年1月18日の坪刈り結果 (10×10cm, 湿重量, 単位g)

	駆除1	駆除2	非駆除1	非駆除2	駆除平均	非駆除平均
アオサ属	0.005	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
その他緑藻	0.037	0.032	0.000	0.000	0.035	0.000
フクロノリ	0.149	0.000	0.000	0.017	0.075	0.009
カゴメノリ	0.027	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000
アミジグサ属	0.000	0.000	0.011	0.270	0.000	0.141
オバクサ	3.736	0.000	0.226	0.000	1.868	0.113
コブソゾ	0.545	0.085	0.468	0.000	0.315	0.234
テングサ属	0.000	0.035	0.000	0.035	0.018	0.018
ピリヒバ	0.491	2.432	1.926	0.526	1.462	1.226
ヒメモサズキ	0.369	2.067	0.470	0.039	1.218	0.255
カニノテ属	1.036	1.152	0.678	0.487	1.094	0.583
その他紅藻	0.016	0.000	0.164	1.350	0.008	0.757
合計	6.411	5.803	3.943	2.724	6.107	3.334

表5 水成川平成29年3月17日の坪刈り結果 (10×10cm, 湿重量, 単位g)

	駆除1	駆除2	非駆除1	非駆除2	駆除平均	非駆除平均
アオサ属	0.000	0.000	0.205	0.000	0.000	0.103
フクロノリ	0.000	2.777	2.992	0.077	1.389	1.535
カゴメノリ	0.000	12.993	5.012	8.331	6.497	6.672
オバクサ	2.148	0.000	0.987	6.367	1.074	3.677
コブソゾ	0.094	6.924	0.682	5.684	3.509	3.183
フシツナギ	0.000	0.000	0.512	0.000	0.000	0.256
オゴノリ属	0.000	0.000	0.319	0.000	0.000	0.160
ピリヒバ	26.866	0.767	4.735	1.651	13.817	3.193
ヒメモサズキ	0.000	0.200	0.532	0.280	0.100	0.406
カニノテ属	0.569	0.076	2.592	2.102	0.323	2.347
その他紅藻	0.078	0.000	0.011	0.002	0.039	0.007
合計	29.755	23.737	18.579	24.494	26.746	21.537



図7 水成川3月のヒジキの状況

イ-b 羽島地区

羽島地区の駆除区、非駆除区の中層域のほぼ中間地点のウニ密度の推移を表6に示す。なお、1月及び2月は時化のため調査を行えなかった。試験開始前の表面には石灰藻類以外の藻類はほとんど見られなかった（図8）。ここでは中層域について比較していく。

表6 羽島のウニ密度の推移（中層）

	7/5	8/18	10/26	11/18	12/20	3/17
駆	56	100	24	44	12	4
非	76	108	68	108	108	108

*駆：駆除区、非：非駆除区

1ヶ月後の駆除区は、ウニ密度は非駆除区とほぼ変わらなかったが、繊維状の微細藻類が多く見られた（図9）。3月には、駆除区はフクロノリをはじめカゴメノリ、テングサ類、カキノテ類が見られたが、非駆除区にはフクロノリが駆除区より若干少なめに見られた以外、カゴメノリ、テングサ類、カキノテ類は見られなかった（図10）。なお、潮間帯に見られたヒジキ、イソモク、ヒイラギモクは伸長することはなく、ウニ駆除のホンダワラ類の伸長に対する効果を確認することはできなかった。駆除期間が短く、今後、さらにウニ駆除を継続し、変化を検証していく必要があると考える。

ウニ類は、ナガウニ、タワシウニ、ムラサキウニが多く、タワシウニが穿孔した巣穴が多く見られ、ウニを駆除することにより、この巣穴がアナゴ類やタカセガイ、稚イセエビに利用された。特にイセエビについては、10月から3カ月に渡って確認され（図11）、ウニ駆除によって発生した小型藻類がイセエビ幼生（プエルルス）の着底を誘発し、ウニの巣穴が稚エビ期の生活の場になると考える。また、秋から稚ウニの新規加入が見られることから、それらが稚エビの餌料となりうることから、ウニ駆除はイセエビ資源に好影響を与えることが考えられる。



図8 ウニ駆除開始時の状況



図9 ウニ駆除1ヶ月後の状況



図10 約8ヶ月後（3月17日）の状況の比較

左：駆除区、右：非駆除区



図11 ウニ穴に確認されたイセエビ (左：10月，右11月)

(2) 藻場分布調査

ア いちき串木野市羽島地区

前年までの調査同様、岩礁域では、波の影響を受ける潮間帯付近には、テングサ類、ソゾ類、有節石灰藻類がほぼ全域に見られた。それ以深には主にムラサキウニ、タワシウニが多く、磯焼け様を呈していた。一方、転石域ではクボガイが高密度で分布している場所があり、そういった場所では磯焼け様を呈しているところが多かったが、潮間帯付近にソゾ類等が若干生育した石も比較的多く見られた。

ホンダワラ類は、ヒイラギモク、ヒジキが岩礁域のほぼ全域に見られた。特にヒイラギモクは羽島崎周辺に群落を形成していたが、昨年度のような20cm程度の藻体は全く見られず、すべて1cm前後であった。また、イソモクも広範囲に見られたが、ヒイラギモク、ヒジキ同様短いものだけであった(図12)。

羽島海域には広範囲かつ高密度にウニ類が分布し、転石域にはクボガイ等の巻き貝が分布していた。さらに、ニザダイ、イスズミ、ブダイ等の植食性魚類も多く見られる。羽島沖の水温をみると、平成27年の年末から翌年初春にかけて水温が高めで推移していた(図13)。そのため植食性生物が早くから活動できたと考えられ、それらによる食害でホンダワラ類が前年よりさらに短くなったものと考えられた。(2)-イ-で示したが、まずは貝類、ウニ類など定着性の生物から駆除を行い、小型藻類を増やすことから取り組む必要があると考える。



図12 羽島地区沿岸のホンダワラ類の状況

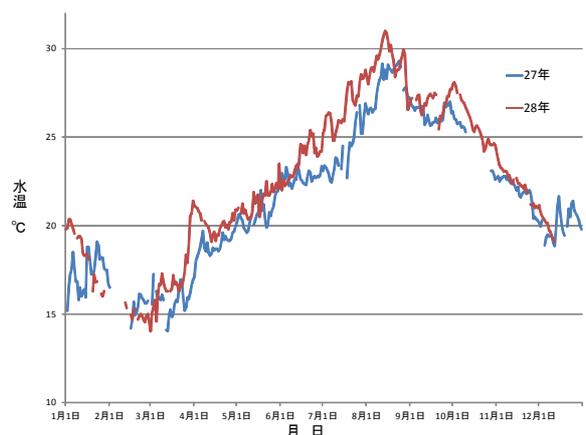


図13 平成27年、28年の羽島沖の水温の推移 (当センターフェリー情報、串木野の水温)

イ 南さつま市笠沙地区

ガラモ場は栈敷島周辺に、ヒイラギモク、マメタワラ等温帯性種と亜熱帯性種の混成藻場が小規模に見られただけであった。また、昨年度確認された小浦港北側の藻場は、食害で短い藻体が見られただけであった。さらに、栈敷島北側の岩礁域では、昨年度は30cm前後のヒジキ、イソモクが同水深域に帯状に見られたが、今年度は付着器付近の藻体だけであった。かつて温帯性種の藻場があった小浦港東は食害により茎のみになったウミトラノオが散見された。

藻場形成年と非形成年の3～4月の水温の推移を図

14に示した。非形成年は3月下旬から4月上旬にかけての水温が形成年に比べ高く、この海域でアイゴの活動が鈍った17℃を大きく超えていた。この時期はホンダワラ類の伸長期にあたり、藻体も柔らかいことからアイゴをはじめ他の植食性魚類による食害が激しく進行し、伸長を阻害したものとする。

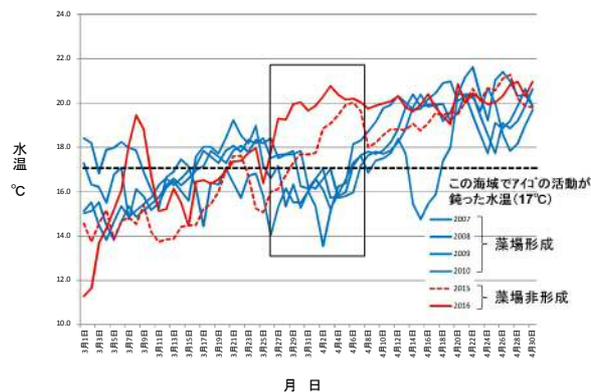


図14 藻場形成・非形成年の小浦3, 4月の水温推移 (1時間毎計測の平均値)

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。そこで海底から高さ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除試験を行った。目合いを角目10cm (平成28年3月開始：(1)) 及び2cm (平成29年3月開始：(2)) の網を使用した。

- (1) 前年度の平成28年3月16日に、鉄筋を海底に打ち込み高さを20cm及び30cmに保った。網は1.8×1.8mの角目約10cmを2枚ずつ使用し、30cmの方には魚よけを目的として網の縁辺に10cmおきに3cm×20cmの透明プラスチック製の短冊をつるした (図15)。

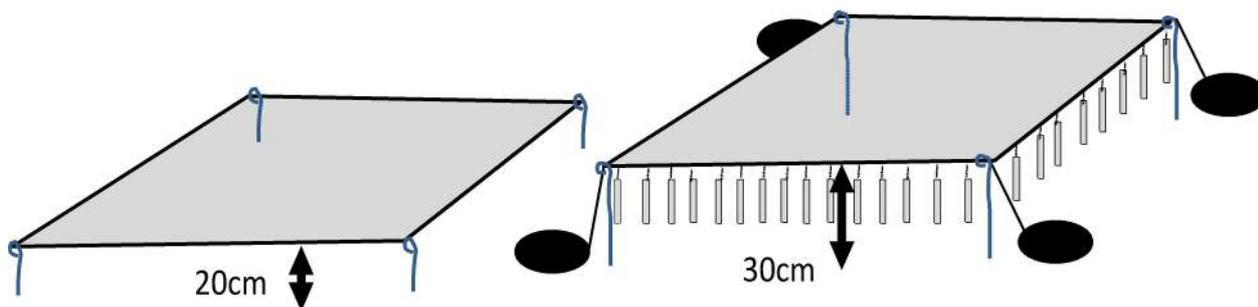


図15 食害防除試験の模式図

- (2) 3月3日に1.8×3.6mの角目約2cmの網を2枚、四辺を海底から約20～30cmの高さに設置し、浮子を2つ付け網が底に着かないようにした。なお、網設置時のホンダワラ藻体には一部食害が見られた。また、植食性魚類を特定するために、インターバルカメラを設置し、3分間隔の間欠撮影を3月3日～15日、3月24日～31日に行った。

【結果及び考察】

(1) 調査時のホンダワラ類の平均藻長及び標準偏差を表16に示す。

3月16日の試験開始時のホンダワラ属の藻長は、 39.6 ± 13.1 mmで食害痕は数個体に見られただけであった。4月13日には食害が見られた個体も多かったものの、藻長はそれぞれの試験区で100mmを超えていたが、網のあるなしで有意差はみられなかった。6月、7月の調査では食害が激しく、ほぼ全個体が食害を受け、藻長も4月を下回っていたが、いずれの月も網のあるなしで有意差はみられなかった。なお、この地先では藻長は6月頃にピークを迎える。昨年度は目合い10cmでも網なしに比べ有意な食害防除効果が確認されたが、今年度は有意差はみられなかった。昨年度は網にイトアミジ等が繁茂し、今年度はそれがなかったことが大きな違いで、イトアミジ等により網内外が遮断され防除効果が出たと考えられ、網目が10cm程度であると、網を上部に張っても食害防除効果は望めないと考える。

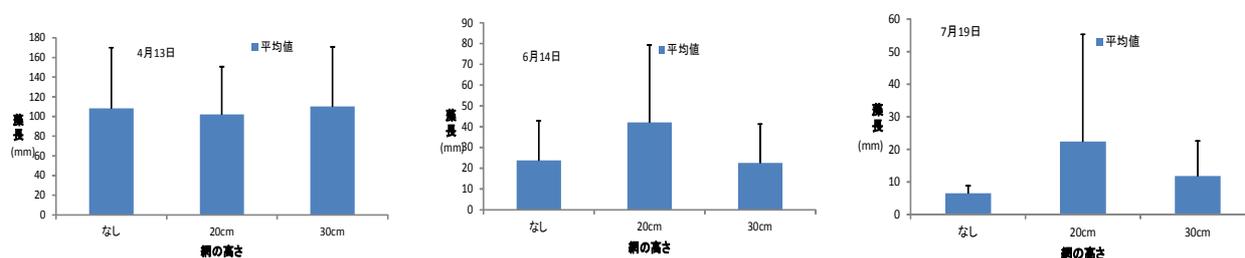


図16 各月の平均藻長及び標準偏差（左から平成27年4月13日，6月14日，7月19日）

(2) 3月3日の開始時のホンダワラ類の藻長は、 50.3 ± 31.0 mmであった。一部食害も見られたが、個体差が大きく、種が違ったかもしれない。3月24日には、食害が見られた個体もあったが、網下の藻長は 101.0 ± 29.7 mm，網外の藻長は 55.6 ± 17.4 mmで、藻長がピークを迎える約2ヶ月前であったものの有意差がみられた ($p < 0.05$)。

インターバルカメラによって、カメラ前のホンダワラ類や他の海藻を直に食べている瞬間を撮影することはできなかったが、クサフグ、ボラ、クロダイ、クロサギが海底をついばむ様子が撮影できた。また、イスズミ様の個体も確認された（図17）。ただし、それらの魚類がついばむ行動が撮影された前後で海藻が短くなるなどの変化は確認されなかった。

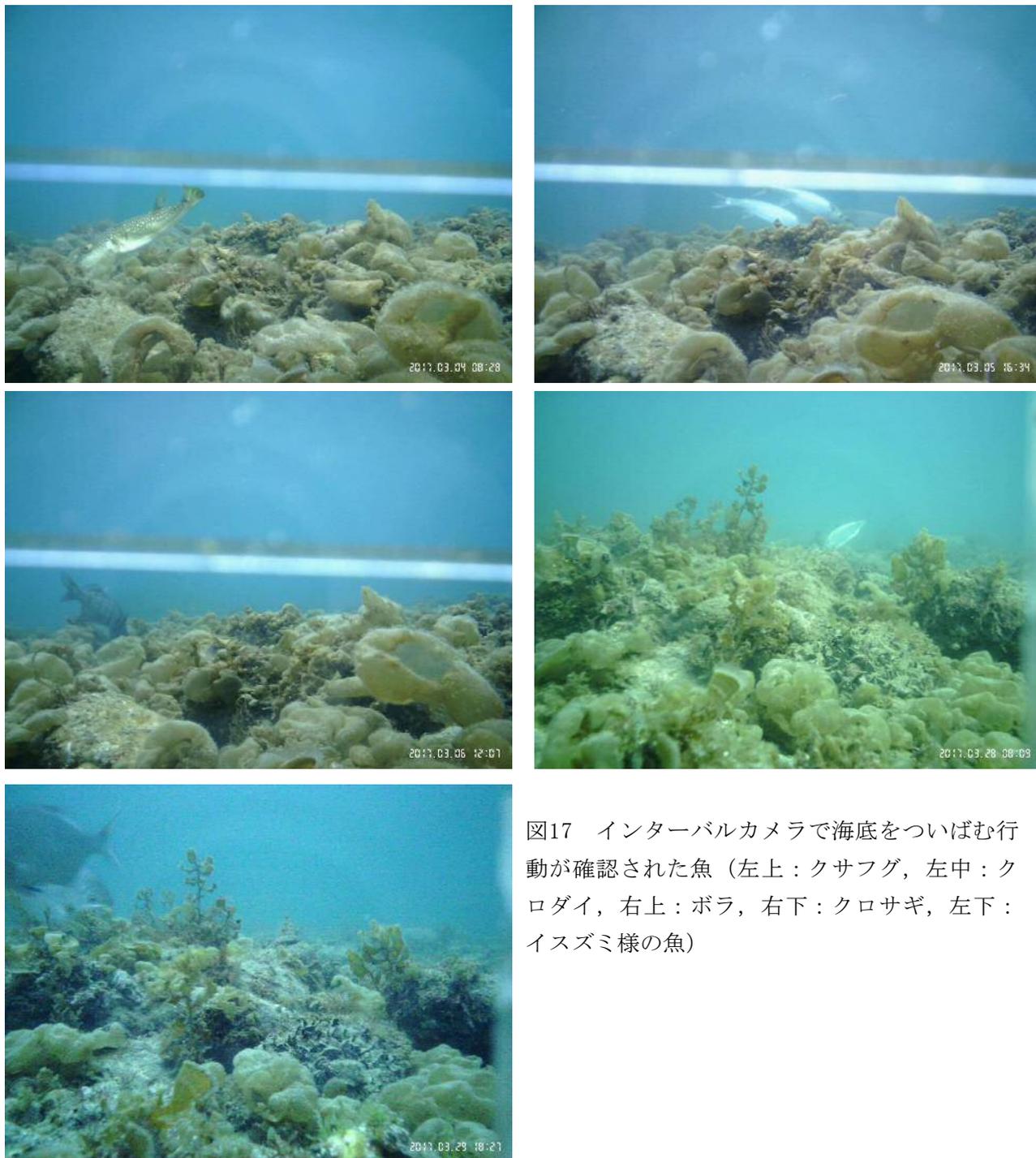


図17 インターバルカメラで海底をついばむ行動が確認された魚（左上：クサフグ，左中：クロダイ，右上：ボラ，右下：クロサギ，左下：イスズミ様の魚）

3 有用藻類増養殖技術開発

【方 法】

(1) ヒジキ種苗量産試験

昨年度は、夏期の省力化について、幼胚を広口瓶内で冷蔵保存した後採苗する方法を試みたが、約4ヶ月後の採苗で生長が見られなかったことから、冷蔵保存中の酸欠による枯死と考え、通気を行い

保存する方法についての検証を行った。

幼胚採取は、これまでの方法に従い、水槽の底に落ちた幼胚を採取し、海水を満たした1ℓの広口瓶に收容した後、約4℃の冷蔵庫に收容した。通気した試験区（通気区）と通気しない試験区（無通気区）を設けた。月～金曜は広口瓶をできるだけ攪拌するようにし、1～2週間毎にあらかじめ冷やした海水で約2/3を交換した。

無通気区から3及び8日後に、通気区からは53及び70日後に、幼胚を取り出し2×2cmのシート断片に採苗し、弱流水下で育成した。

(2) ヒジキ増殖試験

効果的な播種方法を検討するため、当センター前の消波ブロック（テトラポッド）を対象に、幼胚直接播種及びスポアバッグ方式による試験を行った。なお、試験地に既存のヒジキが数個体あったことから、播種前に付着器を残して藻体は刈り取り影響がないようにした。

ア 幼胚直接播種

幼胚を洗浄瓶に收容し、目的の場所が水面下にあり、波が静かな時を見計らって散布した。散布は、5月30日及び6月2日、8



図18 スポアバッグの設置状況

日に行い、翌年の4月3日に目視により藻体の確認を行った。

イ 母藻設置

スポアバッグはロープにより網により消波ブロックにくくりつけたが、波に揺られて損傷を受けたり流出しないよう、スポアバッグと消波ブロックの間を短めにした（図18）。6月1日にスポアバッグにより母藻（2.5～2.8kg）設置を行い、翌年の4月3日に目視により藻体の確認を行った。

(3) アサクサノリ種苗生産

八代海出水地区のノリ養殖生産者グループがH18年からアサクサノリの養殖に取り組んでいるが、種苗（のり網に付ける胞子を出すカキ殻穿孔糸状体）の安定培養や乾海苔中のアサクサノリ割合の向上が課題となっている。このことから、北薩地域振興局と連携し、生産者グループが現地で行う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、Niwa *et al.* (2005) 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

無通気区の3日後は生長が見られたが、8日後では生長は見られず枯死していた。また、通気区では53及び70日後の両者とも生長が見られず枯死していた。両者とも幼胚同士がくっつき合っ塊を作る傾向があった。

通気区については、数ヶ月は枯死しないだろうという予想のもとに保存していたが、53日後にすでに枯死していたこと、シートへ採苗した後に冷蔵したものは4ヶ月後でも生残していたことなどを考えると、冷蔵で長期間保存させるには、何かに付着させることや幼胚一つ一つを個々に保つことが必要なのかもしれない。今後の課題と考える。

(2) ヒジキ増殖試験

ア 幼胚直接播種

5月30日は潮位1.6mの時に3日分の幼胚約2,856千粒、6月1日は潮位0.7mの時に2日分の幼胚約3,924千粒、6月8日は潮位2.6mの時に5日分の幼胚約2,660千粒、合計9,440千粒を散布した。

4月3日は、目視により付着器の形態などから当歳個体を判定したが、17個体で着生率（確認個体数/散布幼胚数）は、0.0002%であった。

昨年度の着生率は、0.0004%及び0.0008%で若干下回り、かなり低い率であった。幼胚散布時の基質（テトラポッド）表面はほとんど海藻等の生物で被われていたためと考える。また、率は低いものの、確実に着生することから、表面を被う生物が少ない基質や新たな基質であれば着生率は高くなると考える。

イ 母藻設置

スポアバッグは設置22日後に回収したが、流失したものは1個だけ（1/5）であった。ヒジキの生えているところは、波があり母藻設置が困難な場合が多いが、スポアバッグを造成目標に直接くりつけ揺れ幅を小さくすることで長期間母藻を維持できた。

しかし、確認された当歳個体は3個体だけで、上記(2)-ア同様基質表面の生物の多さが影響したと考える。

(3) 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（28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3,000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回実施した。7月から3,000枚のうち1,000枚を50Lパナライト水槽による垂下培養にし、10月下旬、殻胞子の放出を確認後抑制処理を行い、10月28日に3,000枚すべてを配布した。

PCR分析方法による種の判別は、乾海苔製品について1回行い、アサクサノリの割合は平均で50%であった。

鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅱ (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】

これまで当センターでは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】

1 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を行った。

調査内容

活動組織が設定した調査ライン(図1，2)及び離石型藻礁(図1)において，調査を実施した。

調査ラインは一定距離(下記の調査場所参照)周辺，離石型藻礁は委託元が指定した地点(指宿海港地先及び指宿岩本地先における各4地点)にて，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。

なお，方形枠は周辺環境として平均的な地点を選んで設置した。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…ライン)

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(m)) ※方形枠を設置する地点
指 宿	指宿港地先	指宿北	38	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 38
		指宿南	30	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30
	指宿岩本地先	岩本沖	250	0, 50, 100, 150, 200, 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

(調査場所…離石型藻礁)

指宿港地先…北側藻礁にて2地点(北側，南側)，南側藻礁にて2地点(北側，南側)

指宿岩本地先…沖側藻礁にて2地点(西側，東側)，岸側藻礁にて2地点(西側，沖側)

- (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(各調査ライン及び各離石型藻礁)

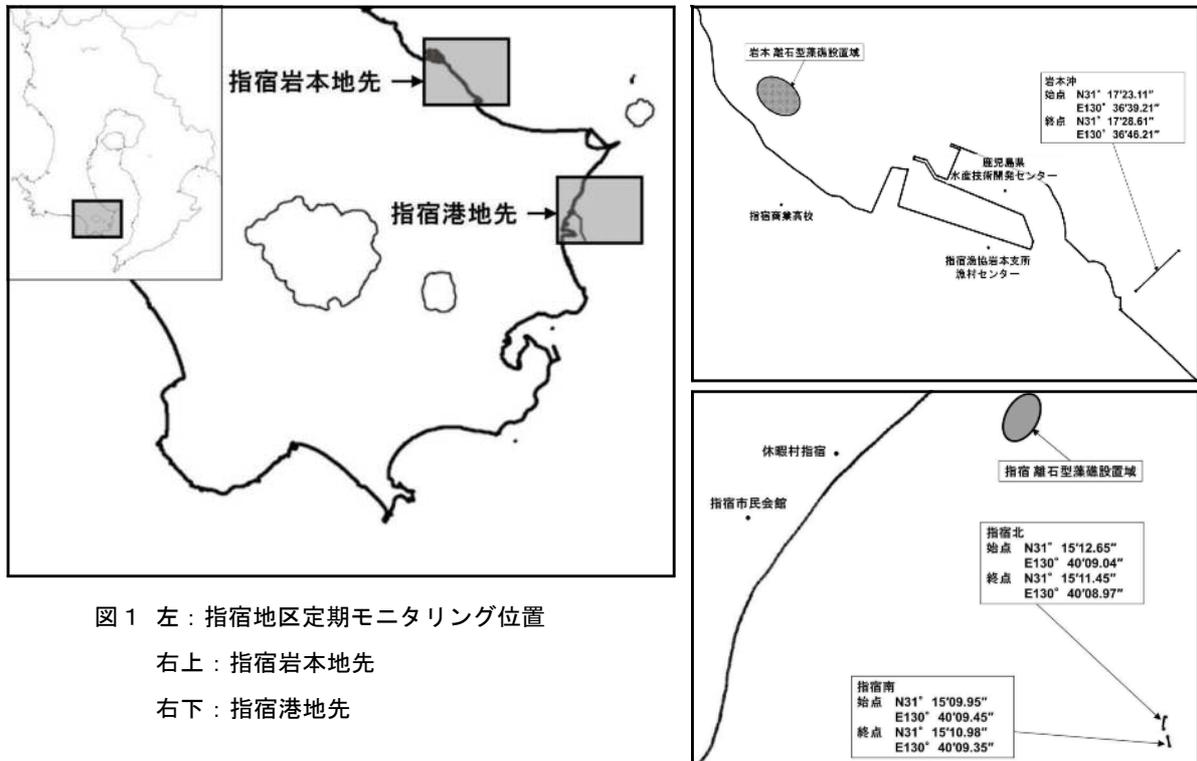


図1 左：指宿地区定期モニタリング位置
 右上：指宿岩本地先
 右下：指宿港地先

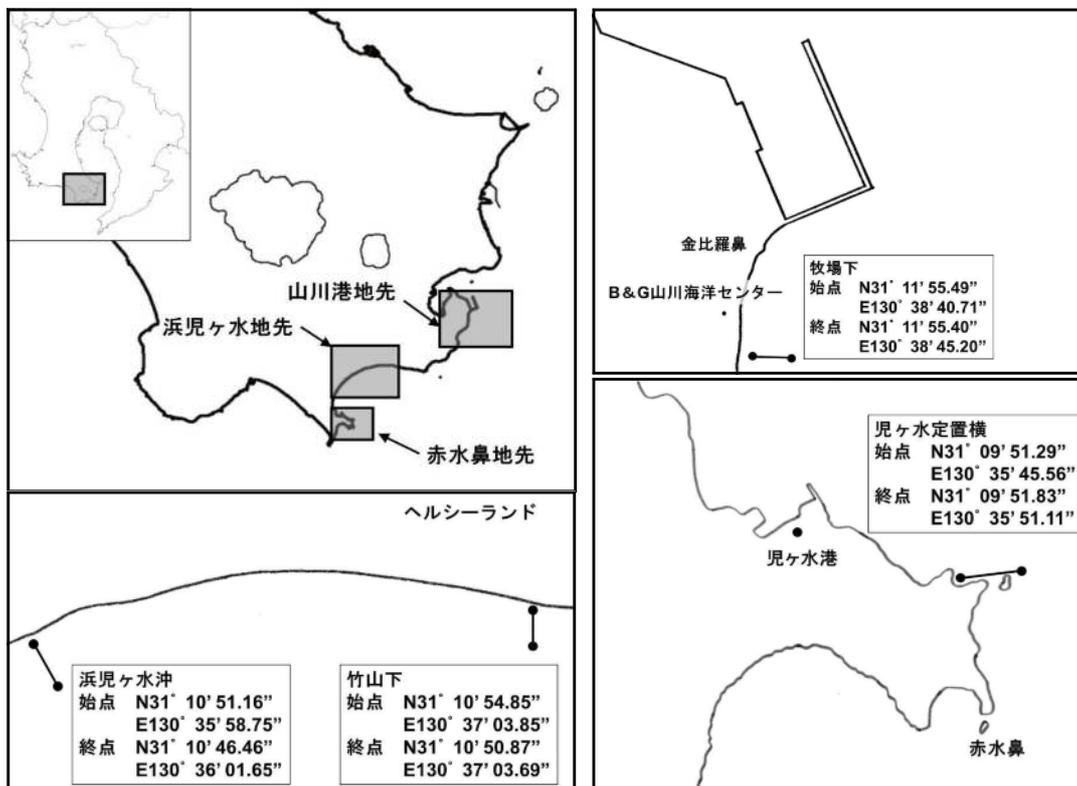


図2 左上：山川地区定期モニタリング位置
 右上：山川港地先
 左下：浜ヶ水地先
 右下：赤水鼻地先

(調査時期)

調査箇所	第 1 回	第 2 回
指宿港地先	平成28年 6月9日	平成28年11月17日
指宿岩本地先	平成28年 6月8日	平成28年11月 7日
山川港地先	平成28年 7月25日	平成28年12月 7日
浜児ヶ水地先	平成28年 7月25日	平成28年12月 6日
赤水鼻地先	平成28年 7月25日	平成28年12月 6日

2 藻場の維持, 回復手法の指導

平成26年度に佐多岬地区藻場保全活動組織へ遮光シートによるソフトコーラル駆除方法を指導し, 平成27年度に間泊港周辺(図3)にてソフトコーラルの駆除が実施された。

また, 遮光シートは平成27年6月17日に設置, 同年8月4日に撤去された(設置期間48日)。

調査内容

ソフトコーラルの着生状況の経過を目視により調査した。

(調査回数) 年2回

(調査時期) 平成28年9月23日(夏季調査), 平成29年1月11日(冬季調査)

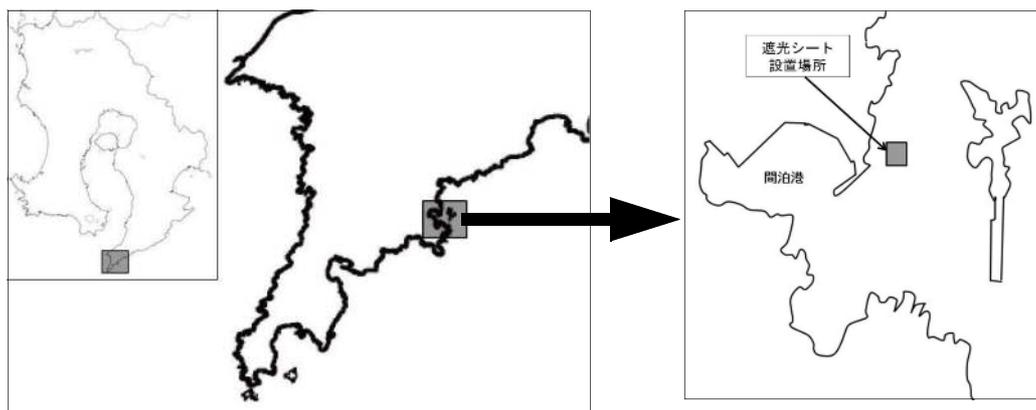


図3 遮光シートによるソフトコーラル駆除地

【結果】

1 定期モニタリング調査(ライン調査)

1) 指宿海域

(1) 指宿港地先

a 指宿北 (図1参照)

a) 平成27年6月9日調査

調査水深は2.4~4.0 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(マジリモク, コナフキモク, コブクロモク, マメタワラ, ヒイラギモク, ウミウチワ, イトアミジ, ヤハズグサ, ヘラヤハズ, ワカメ), 紅藻(ミズオゴノリ, テングサ科, ヒメモサズキ, 無節石灰藻)であった。

始点から5~33 mにマジリモクとコナフキモクの混成藻場が形成されていた(図4)。

浮泥堆積物はなかった。

ウニ類は前年度調査時(平成27年6月11日)と異なり, 密度が高い地点があった。

巻貝類は前年度と同様に少なかった。

ウニ類… 5 m : ガンガゼ 4個/m², 10 m : ナガウニ 4個/m²

20 m : ガンガゼ 4個/m², ナガウニ 16個/m²

巻貝類… 5 m : 4個/m², 25 m : 4個/m², 33 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)

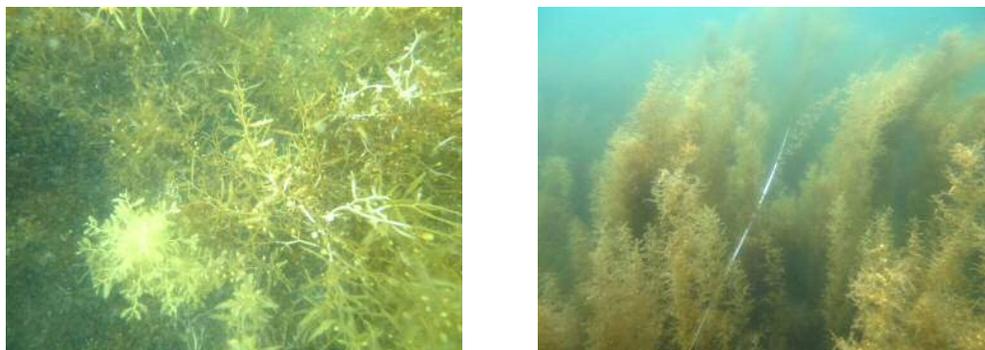


図4 コナフキモクとマジリモクの混成藻場(左 : 15 m付近, 右 : 20m付近)

b) 平成28年11月17日調査

調査水深は2.7～4.0 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, ウミウチワ, 他アミジグサ科), 緑藻(アオサ科, 糸状の緑藻), 紅藻(イバラノリ科, オゴノリ科, ヒメモサズキ, 無節石灰藻)であり, 藻場の形成は見られなかった(図5)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

第1回調査時と異なり, ウニ類及び巻貝類の出現地点が多く, 密度も高かった。

ウニ類… 5 m : ナガウニ 4個/m², 10 m : ナガウニ 8個/m², 15 m : ナガウニ 16個/m²

20 m : ナガウニ 20個/m², ガンガゼ 12個/m²

25 m : ナガウニ 4個/m², ガンガゼ 12個/m²

巻貝類… 10 m : 16個/m², 15 m : 12個/m², 25 m : 4個/m², 33 m : 4個/m²



図5 左 : 大型の藻体はみられない(10 m付近), 右 : ホンダワラ類の幼体(30 m)

b) 指宿南 (図1参照)

a) 平成28年6月9日調査

調査水深は3.4～4.1 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(マジリモク, ヤツマタモク, マメタワラ, ウミウチワ, イトアミジ, ワカメ), 緑藻(センナリズタ), 紅藻(ミゾオゴノリ, 無節石灰藻)であった。

始点から3～10 m, 16～30 mにホンダワラ類(マジリモク主体)の混成藻場が形成され, ウミウチワとワカメも多く確認した(図6)。

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27年6月11日)と異なり、密度が高い地点があった。

巻貝類は前年度と同様に確認されなかった。

ウニ類…10 m : シラヒゲウニ 4個/m², 20 m : ナガウニ 8個/m², ガンガゼ 8個/m²,
20 m : ガンガゼ 4個/m²



図6 左 : ホンダワラ類の藻場(20 m付近), 右 : ウミウチワやワカメも多い(25 m付近)

b) 平成28年11月7日調査

調査水深は3.3 ~ 4.1 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, ウミウチワ, フクロノリ, 他アミジグサ科), 緑藻(糸状の緑藻), 紅藻(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7)。

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, 密度が高い地点があった。

巻貝類は第1回調査時と異なり, 確認されなかった。

ウニ類…20 m : ガンガゼ 16個/m², 25 m : ガンガゼ 4個/m², ナガウニ 4個/m²

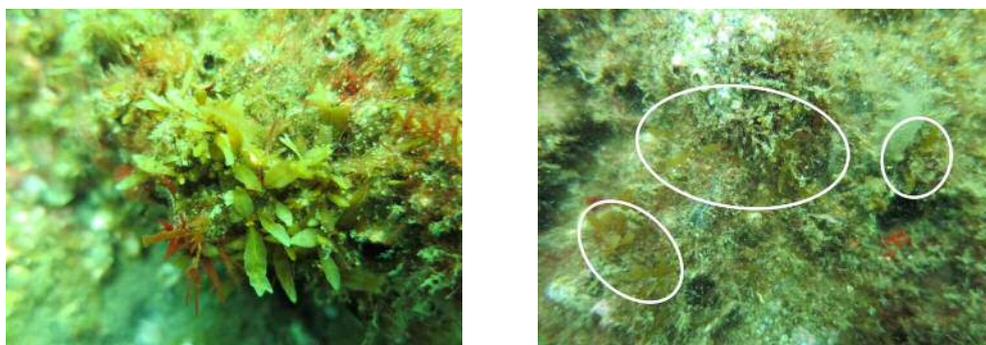


図7 左 : ホンダワラ類の幼体(5 m付近), 右 : ホンダワラ類の幼体(255 m付近)

c) 指宿港地先離石型藻礁(図1参照)

a) 平成28年6月9日調査

調査水深は2.4 ~ 2.6 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(マジリモク, マメタワラ, コブクロモク, ウミウチワ, アミジグサ, イトアミジ, フクリンアミジ, ヘラヤハズ, ワカメ), 緑藻(モツレミル), 紅藻(オバクサ, ウスカワカニノテ)であった。

藻礁全体がマジリモク主体の濃密な藻場であり, 一部はマメタワラ主体であった(図8)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類は基質上部ではなく, 基質同士の間隙や側面に確認され, 密度が高い地点があった(ガンガゼ : 0 ~ 16個/m²)。

巻貝類は確認されなかった。

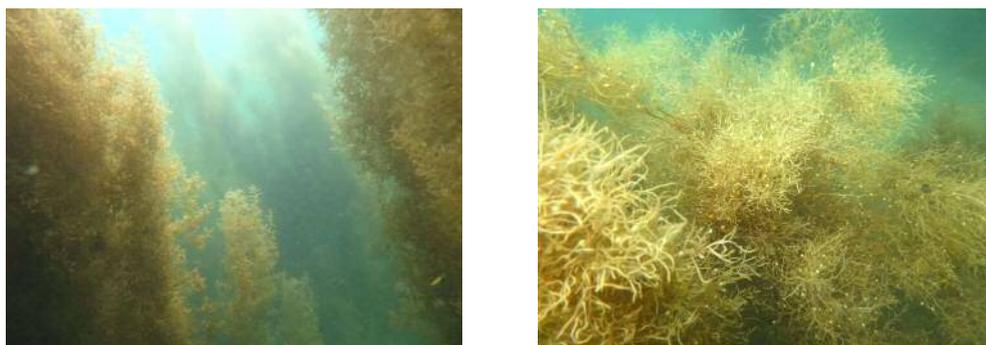


図8 左：ヤツタモク主体の藻場，右：マジリモク主体の藻場(北側：南)

b) 平成28年11月9日調査

調査水深は2.2～3.4 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, アミジグサ科), 緑藻(糸状の緑藻), 紅藻(小型紅藻, ウスカワカニノテ, 無節石灰藻)であった(図9左)。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

第1回調査時と同様にウニ類は基質上部ではなく, 基質同士の間隙や側面に確認され(図9右), 密度が高い地点があった(ガンガゼ: 8～12個/m²)。また, 南側藻礁において, ウニ類はパッチ上に分布していた。

巻貝類は確認されなかった。



図9 左：ホンダワラ類の幼体，右：ガンガゼがパッチ状に分布

(2) 指宿岩本地先 (図1 参照)

a 岩本沖

a) 平成28年6月8日

調査水深は0.4～3.3 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ヤツタモク, マメタワラ, ウミウチワ, イトアミジ, フクリンアミジ, ヤハズグサ, 他アミジグサ科, ワカメ), 緑藻(ナガミル), 紅藻(オバクサ, イバラノリ, ウスカワカニノテ, 無節石灰藻)であった。

始点から60～239 mにヤツタモク主体でマメタワラが混成した藻場が形成された(図10左)。

また, 始点から108～160 m, 175～200 mの藻体は食害により藻長が短くなっていた(図10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27年6月22日)と同様に, ほとんど確認されなかった。

巻貝類は前年度と異なり, ほとんど確認されなかった。

ウニ類…200 m : ラップウニ 4個/㎡
巻貝類…100 m : 4個/㎡, 150 m : 8個/㎡



図10 左 : ヤツマタモク主体の藻場(160 m付近), 右 : 食害にあった藻体

b) 平成28年11月7日調査

調査水深は0.6 ~ 3.2 m (潮位換算後) であった。

出現種は褐藻(ヤツマタモク, マメタワラ), 緑藻(アオサ科), 紅藻(オバクサ, ピリヒバ, ウスカワカニノテ, 無節石灰藻) であった。

始点から60 ~ 150 m, 200 ~ 239 m にヤツマタモクとマメタワラの混成藻場が形成された(図11左)。

また, 始点から110 m, 130 m, 219 ~ 250 m の藻体は食害により藻長が短くなっていた(図11右)。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

ウニ類及び巻貝類は確認されなかった。

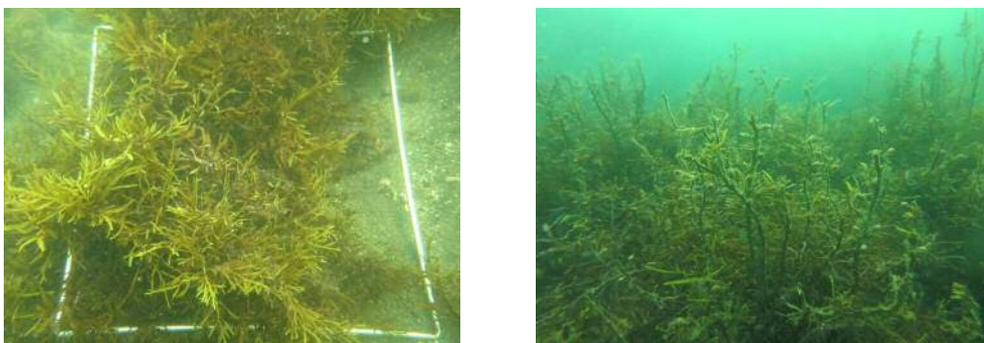


図11 左 : ヤツマタモクとマメタワラが混成, 右 : 食害にあった藻体

b) 指宿岩本地先離石型藻礁(図1参照)

a) 平成28年6月8日調査

調査水深は1.8 ~ 2.1 m (潮位換算後) であった。

出現種は褐藻(ヤツマタモク, マメタワラ, ワカメ), 紅藻(カバノリ, ウスカワカニノテ, 無節石灰藻) であった。

藻礁全体にヤツマタモク主体の濃密な藻場が形成された(図12左)。

また, 一部で無節石灰藻やコケムシが付着した藻体が確認された(図12右)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類は基質上部ではなく, 基質同士の間隙や側面に確認され, 密度が高い地点があった(ムラサキウニ : 8 ~ 12個/㎡, コシダカウニ : 8個/㎡)。

巻貝類は確認されなかった。

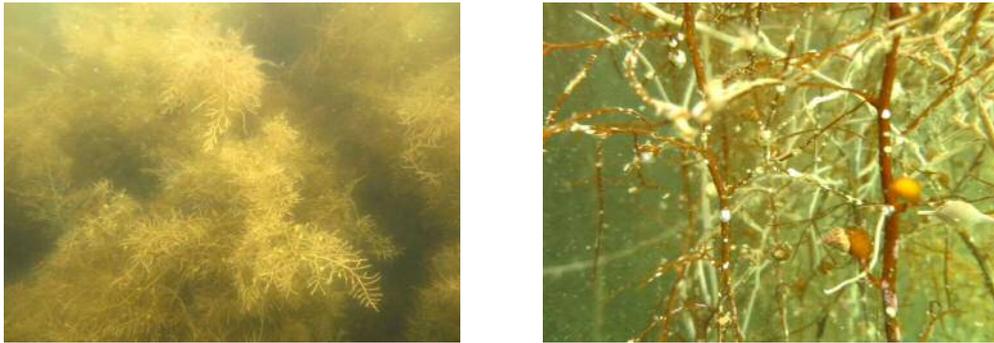


図12 左：ヤツタマモク主体の藻場，右：無節石灰藻等が付着した藻体(沖側藻礁:東)

b) 平成28年11月7日調査

調査水深は1.6～2.4 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類：藻長が短いため種判別できず)，紅藻(小型紅藻，ウスカワカニノテ，無節石灰藻)であった。

藻礁全体にホンダワラ類の濃密な藻場が形成された(図13左)。

また，一部で無節石灰藻やコケムシが付着した藻体を確認された(図13右)。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

ウニ類は第1回調査時と同様に基質上部ではなく，基質同士の間隙や側面に確認され，密度が高い地点があった(ムラサキウニ：0～16個/㎡)。

巻貝類は確認されなかった。

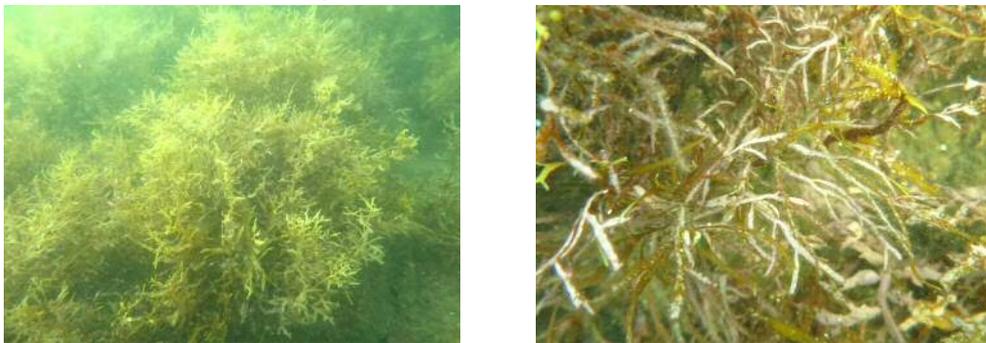


図13 左：ホンダワラ類が繁茂，右：無節石灰藻等が付着した藻体(沖側藻礁:東)

2) 山川海域

(1) 山川港地先

a 牧場下 (図2参照)

a) 平成28年7月25日調査

調査水深は-0.8～1.2 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻，コナフキモク，コブクロモク，ヒイラギモク，ヒジキ，ウミトラノオ，イシゲ，ヘラヤハズ)，緑藻(ミル，センナリズタ)，紅藻(マツノリ，ツノマタ，テングサ科，オゴノリ，イバラノリ科，サンゴモ科，無節石灰藻)であった。

始点から70～91 mにコナフキモクの藻場(図14左)，110～120 mにコナフキモク，コブクロモク及びヘラヤハズが主体でヒイラギモクが混成した藻場が形成された(図14右)。

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27年7月30日)と同様に，始点から20～60 m付近の転石地帯に広

く分布していた。

巻貝類は前年度と異なり，確認されなかった。

ウニ類…110 m：ムラサキウニ 12個/m²，

※20～60 m（転石地帯）：平均37.6個/m²（全てのウニ類，5地点で計測）



図14 左：コナフキモクの藻場(70 m付近)，右：混成藻場(120 m付近)

b)平成28年12月7日調査

調査水深は-0.5～1.2 m（潮位換算後）であった。

出現種は褐藻（ホンダワラ類幼体，ウミウチワ，ヘラヤハズ，他アミジグサ科），紅藻（オバクサ，イワノカワ，小型紅藻，ピリヒバ，ウスカワカニノテ，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5～70 m，97～112 mで確認された(図15)。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

ウニ類は第1回調査時と同様に，始点から25～60 m付近の転石地帯に広く分布していた。

巻貝類は第1回調査時と異なり，密度が高い地点があった。

ウニ類… 17 m：ムラサキウニ 32個/m²，ナガウニ 4個/m²，

32 m：ムラサキウニ 16個/m²，ナガウニ 8個/m²，

110 m：ムラサキウニ 24個/m²

※25～65 m（転石地帯）：平均34.4個/m²（全てのウニ類，5地点で計測）

巻貝類… 17 m：8個/m²，110 m：20個/m²

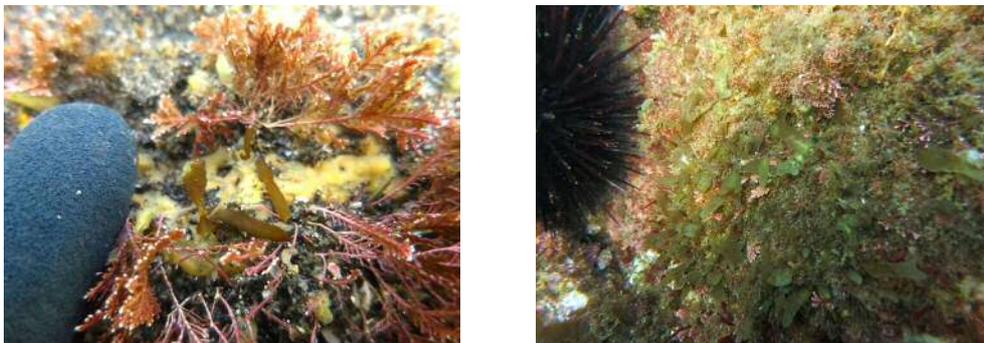


図15 ホンダワラ類の幼体を確認(左：17 m，右110 m)

(2) 浜見ヶ水地先

a 竹山下（図2参照）

a)平成28年7月25日調査

調査水深は1.5～5.4 m（潮位換算後）であった。

出現種は褐藻（コブクロモク，コナフキモク，アミジグサ，他アミジグサ科，イシゲ），緑藻

(糸状の緑藻), 紅藻(オバクサ, 糸状の紅藻, ピリヒバ, カニノテ, ウスカワカニノテ, 無節石灰藻)であった。

始点から0～10 mにコブクロモク, 42～92 mにコブクロモクとコナフキモクが散見され, 11 mにコブクロモクの藻場(図16左), 75 mにコナフキモクが体でコブクロモクが混成する藻場が形成された(図16右)。

浮泥堆積物はなかった。

前年度調査時(平成27年7月30日)と異なり, ウニ類及び巻貝類とも少なかった。

ウニ類… 0 m: ムラサキウニ 8個/m², 5 m: ムラサキウニ 12個/m²,

66 m: タワシウニ 4個/m²

巻貝類… 0 m: 8個/m², 66 m: 8個/m²



図16 左: コブクロモクの藻場(11m), 右: コナフキモク主体の藻場(75 m)

b) 平成28年12月6日調査

調査水深は1.1～6.0 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, ウミウチワ, 他アミジグサ科, イシゲ), 緑藻(キッコウグサ, 小型緑藻), 紅藻(カバノリ, イワノカワ, テングサ科, 小型紅藻, ピリヒバ, ウスカワカニノテ, カニノテ, 無節石灰藻)であり, 藻場の形成は見られなかった(図17)。

ホンダワラ類幼体は始点から5 m, 66 m, 75 m 付近の岩盤上で確認された。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

第1回調査時と比較し, ウニ類及び巻貝類とも密度が高い地点があった。

ウニ類… 0 m: ムラサキウニ 24個/m², ナガウニ 4個/m², 5 m: ムラサキウニ 12個/m²

巻貝類… 0 m: 16個/m²

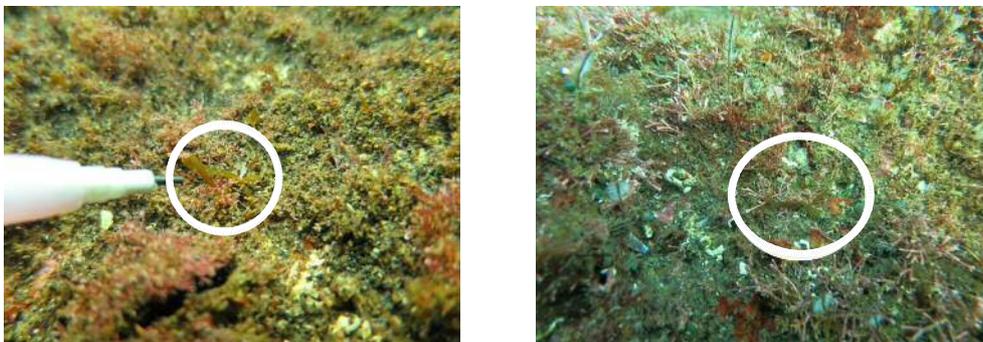


図17 ホンダワラ類の幼体を確認

b 浜児ヶ水沖 (図2参照)

a) 平成28年7月25日調査

調査水深は1.1～4.9 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(コブクロモク, ウミウチワ, シワヤハズ, ヘラヤハズ), 紅藻(テングサ科, 小型紅藻, ヒメモサズキ, ピリヒバ, 節石灰藻)であった。

始点から0 m, 7 m, 32 ~ 74 m, 100 ~ 136 m にコブクロモクの藻場が形成されたが, 食害によって藻長は短かった(図18左)。また, 61 m, 74 m 付近は岩盤(瀬)に割れ目があり, そこに繁茂する藻体は食害が少なかった(図18右)。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

前年度調査時(平成27年7月30日)と同様に, ウニ類及び巻貝類は確認されなかった。



図18 左：食害にあった藻体(7m付近), 右：食害にあっていない藻体(72m付近)

b) 平成28年12月6日調査

調査水深は1.3 ~ 5.1 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, ウミウチワ, シワヤハズ, 他アミジグサ科), 緑藻(糸状の緑藻), 紅藻(小型紅藻, ウスカワカニノテ, ピリヒバ, ヒメモサズキ, 無節石灰藻)であり, 藻場の形成はみられなかった。

ホンダワラ類幼体は, 始点から0 ~ 7 m, 37 ~ 72 m, 100 m, 129 m, 134 m, 152 m の岩盤上に確認された(図19)。

浮泥堆積物は全体的に多かった。

第1回調査時と同様に, ウニ類及び巻貝類は確認されなかった。

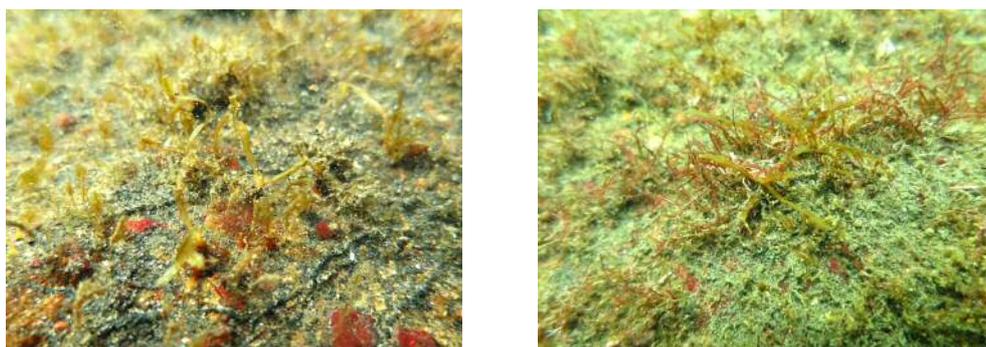


図19 ホンダワラ類の幼体を確認 (左：0 m付近, 右：140 m付近)

(3) 赤水鼻地先

a 児ヶ水定置横 (図2参照)

a) 平成28年7月25日調査

調査水深は0.6 ~ 7.9 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(シマオオギ, ウミウチワ, シワヤハズ, アミジグサ, 他アミジグサ科), 緑藻(ナガミル), 紅藻(オバクサ, 他テングサ科, イバラノリ, アヤニシキ, 糸状の紅藻, ウスカワ

カニノテ, ガラガラ科, 無節石灰藻)であった。

前年度調査(平成27年7月30日)と同様に藻場の形成はみられず, ウミウチワやシマオオギの群落も確認されなかった(図20)。

浮泥堆積物はほとんどなかった。

前年度調査時と異なり, ウニ類及び巻貝類とも多くの地点で確認され, 密度が高い地点もあった。

ウニ類… 20 m : ナガウニ 4個/m², 40 m : ナガウニ 4個/m², ラッパウニ 4個/m²,
60 m : ガンガゼ 8個/m², 80 m : ガンガゼ12個/m²,
120 m : ガンガゼ 4個/m², 140 m : タワシウニ 4個/m²

巻貝類… 60 m : 8個/m², 80 m : 20個/m², 120 m : 8個/m², 140 m : 20個/m²

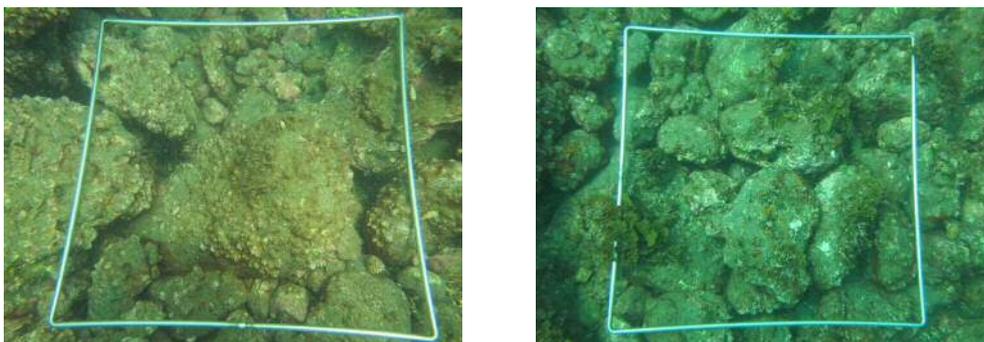


図20 シマオオギやウミウチワを確認できるが被度が低い(左:20 m, 右:120 m)

b)平成28年12月6日調査

調査水深は0.7~8.3 m (潮位換算後)であった。

出現種は褐藻(ホンダワラ類幼体, シマオオギ, ウミウチワ, シワヤハズ, 他アミジグサ科), 紅藻(オバクサ, 他テングサ科, オゴノリ科, ウスカワカニノテ, ピリヒバ, ヒメモサズキ, 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100 mで確認された(図21)。

浮泥堆積物は全体的に少なかった。

ウニ類は第1回調査時より確認された地点は少なかった。

巻貝類も第1回調査時よりも密度が高い地点があった。

ウニ類… 20 m : ナガウニ 12個/m², ガンガゼ 4個/m², 60 m : ガンガゼ 8個/m²,
80 m : ガンガゼ 8個/m², 140 m : タワシウニ 4個/m², ナガウニ 4個/m²

巻貝類… 60 m : 4個/m², 80 m : 12個/m², 140 m : 108個/m²

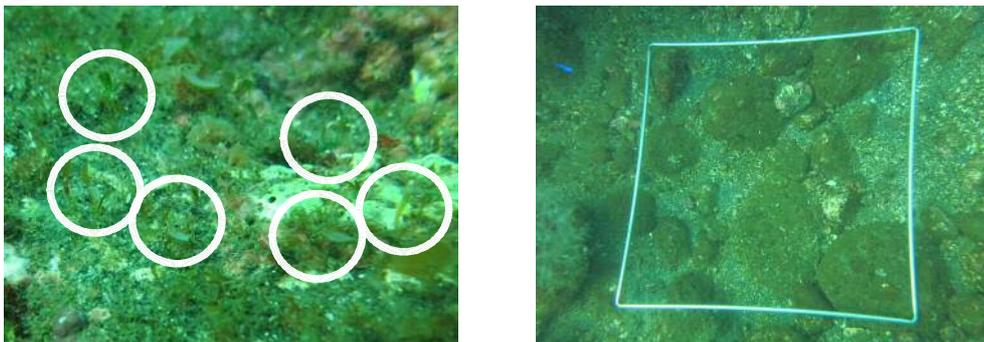


図21 左:ホンダワラ類幼体を確認(100 m), 右:他の地点では確認できず

2 藻場の維持, 回復手法の指導

南大隅町佐多間泊 (図3参照)

a) 平成28年9月23日 (遮光シート撤去から416日経過)

前年度に遮光シートを敷いていなかった範囲(対照区)は, 基質上の広い範囲がソフトコーラルで覆われていた(図22左)。

対して, 遮光シートを敷いていた範囲(試験区)は, 数個体のソフトコーラルが確認された程度であり, ソフトコーラルの被度が対照区と大きく異なっていた(図22中, 右)。



図22 左: 対照区, 中: 試験区, 右: 試験区で確認されたソフトコーラル

b) 平成29年1月11日 (遮光シート撤去から526日経過)

対照区は前回調査(平成28年9月23日)と同様にソフトコーラルに覆われていた(図23左)。

試験区は前回調査よりもソフトコーラルが成長し, 確認される個体が増加していた(図23右)。

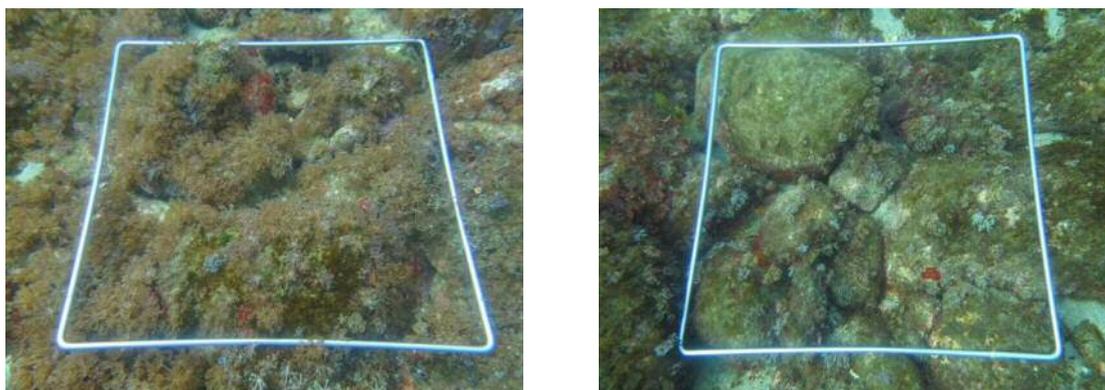


図23 左: 対照区, 右: 試験区

前年度の調査結果(平成27年度事業報告書参照)と併せ, 遮光シートによるソフトコーラルの駆除は有効であり, 基質にソフトコーラルが再び発生する前に, ホンダワラ類の幼胚を播種することで藻場造成が可能と思われた。

奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅱ (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, 平江多績

【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・試験地は, 内湾性藻場を瀬戸内町嘉鉄, 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)。

*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て構成種は少なく, 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, 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, 幼胚放出が行われる。藻体は周年確認できるが, 毎年伸長して藻場を形成するとは限らない。

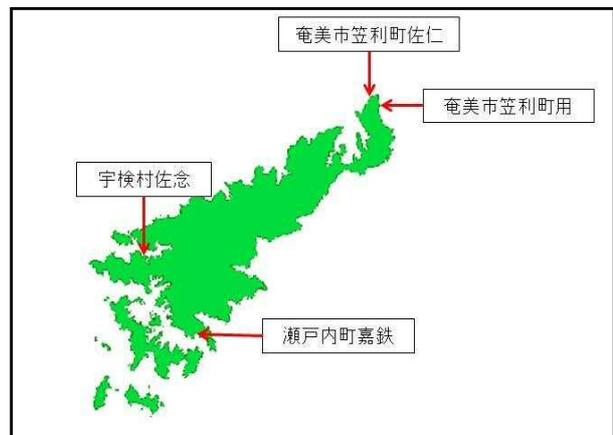


図1 試験地

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

嘉鉄, 佐仁, 用に水温ロガー(オンセット社製小型防水式自動計測器: ティドビットv2)を設置し, 1時間毎に水温測定を行った。

2) 天然藻場調査

佐仁, 用の天然藻場において, ホンダワラ類の藻長, 着生密度の調査・測定を行った。

2 小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場における核藻場型造成試験(嘉鉄)

平成27年3月に設置した階段状の基質(図2, 基質面の高さ-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×2面, 以下, 階段状藻礁と呼ぶ)1基に, 平成27年4月に瀬戸内町白浜にて採集したマジリモクをスポアバッグ法によって幼胚添加を行い, 着生した藻体について経過観察を行った。また, 他藻類の着生がホンダワラ類の伸長に影響するか確認するた

め、10月調査時より、各段の面積の半分を試験区とし、その部分に着生した他藻類を除去した。



図2 H27. 3. 27 設置した階段状藻礁

*核藻場：

藻場を維持するに足る種苗（孢子や幼胚等）を供給できる最小単位の海藻群落

2) 幼胚添加状況調査(嘉鉄)

平成28年3月に階段状藻礁の周辺約2 m範囲内に基質(山石)を80個を設置し、階段状藻礁からの幼胚供給状況を調査した。

3 食害対策試験

1) 食害防除試験

(1)内湾性藻場（佐念）

平成28年2月29日に設置した囲い網(3×3×3.5 m)内外における藻長の経過観察を行った。また、試験後は囲い網を撤去し、植食性生物の特定調査を行った。

(2)リーフ性藻場（佐仁）

食害防除に適した網の目開きを調査するため、平成28年4月27日に目開き60, 70 mmのステンレスネット(960×960×80 mm)をそれぞれ1枚ずつ設置し、ネット内外の藻長について経過を観察した(図3)。また、試験後は囲い網を撤去し、植食性生物の特定調査を行った。



図3 ステンレスネット(H28. 4. 27)

2) 植食性生物の特定調査

食害防除試験後、藻体を保護していた網を撤去し、藻体の前方にインターバルカメラ(KINGJIM:recolo IR7)を設置し、植食性生物が藻体を摂餌する様子の撮影を行った(図4)。

内湾性藻場においては、平成28年5月19日に囲い網を撤去、撮影は5分間インターバルで行った。

リーフ性藻場においては、平成28年9月2日にステンレスネットを撤去し、撮影は1分間インターバルで行った。



図4 インターバルカメラ

【結果及び考察】

1 モニタリング調査

1) 環境(水温・水質)調査

水質について、直近10年間におけるリーフ性藻場の栄養塩(無機態リン, 無機態窒素)の変動を

図5, 6に示す(実線:藻場形成年, 点線:藻場非形成年)。

年によって無機態リン及び無機態窒素の濃度はばらついており, 藻場形成年と藻場非形成年について明確な差はみられなかった。

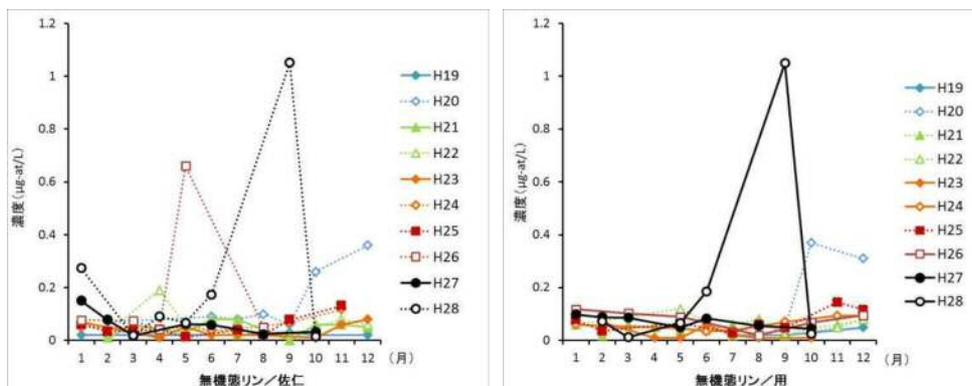


図5 各調査地における無機態リン濃度 (左:佐仁, 右:用) (年別)

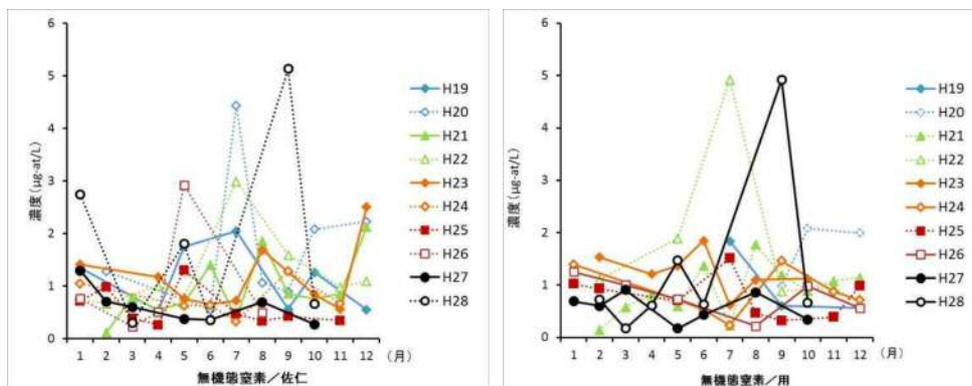


図6 各調査地における無機態窒素の濃度 (左:佐仁, 右:用) (年別)

水温について, 用(岸側)における直近9年間の日間平均水温を藻場形成年(平成23, 24, 26, 27, 28年)と藻場非形成年(平成20, 21, 22, 25年)に分けて平均を求めたところ, 2月17日から3月29日にかけて, 藻場形成年は藻場非形成年に比べて水温が低い傾向がみられた(図7)。

そこで, 2月17日から3月29日までの平均水温(表1)について, 多重比較検定(正規分布に従わないためSteel-Dwass testを用いた)を行い, 平均に有意な差があるか検証した。

結果, 藻場非形成年である平成21, 22, 25年は他の年と有意に差がみられた(表2)。

しかし, 藻場非形成年である平成20年は藻場形成年と有意な差はみられず, 藻場形成年である平成26年は藻場形成年である平成23, 27年と有意な差がみられた。

比較した期間における平成20年の平均水温は20.2℃, 平成26年の平均水温は20.4℃であることから, 20.2~20.4℃付近が藻場形成の境界と考えられた。

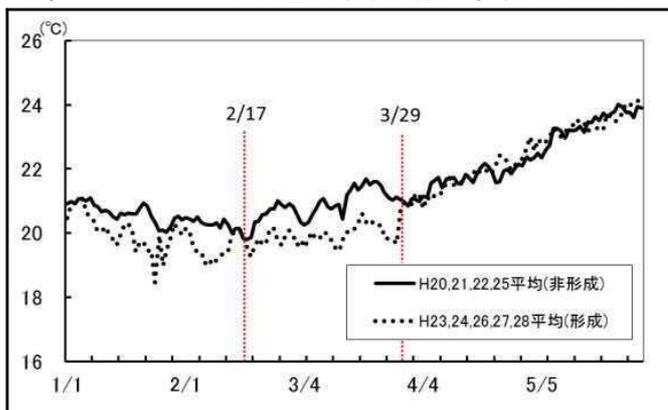


図7 藻場形成年, 藻場非形成年の日間平均水温の比較

表1 2月17日から3月29日までの平均水温(°C)

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
平均水温	20.2	20.6	21.1	19.9	20.1	21.6	20.4	19.8	19.5

※色の付いた年は藻場非形成年

表2 2月17日から3月29日までの平均水温の検定の結果

	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
H20			1%			1%			
H21			1%	1%	1%	1%	5%	1%	1%
H22				1%	1%	5%	1%	1%	1%
H23						1%	1%		
H24						1%			
H25							1%	1%	1%
H26								1%	1%
H27									
H28									

※色の付いた年は藻場非形成年

1%は危険率1%, 5%は危険率5%で有意な差があることを示す

2 天然藻場調査

佐仁, 用における藻場の形成状況を表3に示す。

また, 台風の影響により, 8月に調査を実施することができなかった。

表3 佐仁・用における藻場形成状況 (○: 形成年, -: 非形成年)

年度	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
佐仁(西海岸)	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	-	○	-
用(東海岸)	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	○	-	○	○	○

1) 佐 仁

佐仁(岸側)における平均藻長の推移を図8に示す。

佐仁はほぼ隔年で藻場が形成されていたが, 平成21年以降は藻場形成年と藻場非形成年との藻長差が小さくなっている。

平成28年度は, 5月の平均藻長が38.4 mm(岸:33.3 mm, 沖:44.1 mm), 6月の平均藻長が29.9 mm(岸:35.8 mm, 沖:25.2 mm)であり, 藻場は形成されなかった(図9)。

藻体には食害痕が確認され, 食害の影響が考えられた。

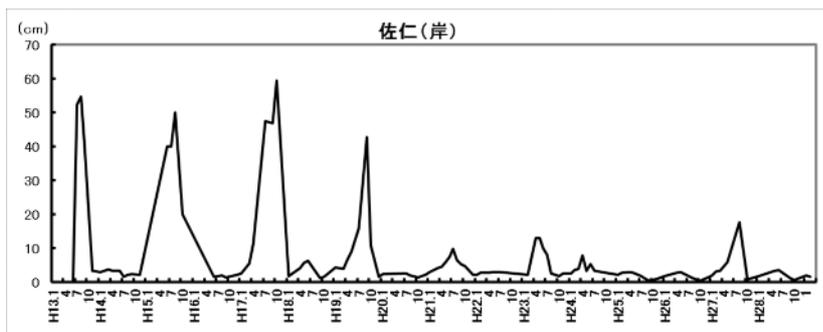


図8 佐仁(岸側)における平均藻長の推移



図9 藻場は形成されず(H28.6)

2) 用

用(岸側)における平均藻長の推移を図10に示す。

用は佐仁と異なり、藻場が不定期に形成されている。

平成28年度は、小型ではあるが5月に平均藻長が75.5 mm(岸:86.8 mm, 沖:66.8 mm)の藻場が形成され(図11), 9月には平均藻長が52.0 mm(岸:51.5 mm, 沖:52.7 mm)となった。

また、茎のみとなった藻体は見られず、食害圧はそれほど高くなかったと思われた。

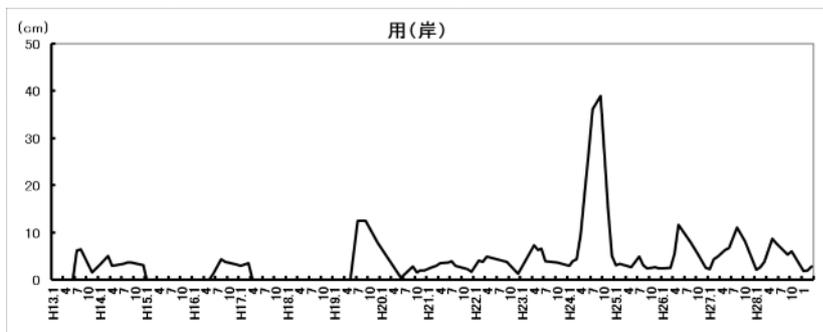


図10 用(岸側)における平均藻長の推移



図11 藻場が形成 (H28. 5)

2 小規模藻場造成試験

1) 内湾性藻場における核藻場型造成試験(嘉鉄)

平成28年4月から翌年3月まで、各段における藻長を測定した(表4)。

平均藻長は38.7 mm(最大:86.0 mm)であり、生殖器床が形成された藻体はほとんどみられなかった。過去に白浜で実施した同様の試験を行った際は、平成26年3月時点で平均藻長が341.4 mmであり、嘉鉄での結果と大きな差がみられた。

次に、平成28年10月調査時から実施した他藻類除去試験の結果を表5に示す。

10月、1月に他藻類の除去を行ったが、試験区と対照区の藻長に大きな差は見られなかった。

他藻類を除去しても次回調査までの間(1~2ヶ月後)に、他藻類が繁茂してしまうため、効果がみられなかったと考えられた(図12)。

表4 階段状藻礁の各段の藻長 (単位: mm)

嘉鉄	4/27	5/19	10/27	1/26	3/21
42cm	29.0	33.9	21.6	11.5	26.8
36cm	33.3	28.8	21.0	13.2	19.4
30cm	42.4	30.6	18.5	11.5	14.0
18cm	35.9	33.9	17.3	13.9	19.0
12cm内	52.9	47.3	15.0	17.0	20.6
12cm外	埋没	埋没	13.6	14.7	27.8
平均	38.7	33.0	17.9	13.6	20.7

表5 他藻類除去試験による各段の藻長 (単位: mm)

	10/27		1/26		3/21	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
42cm	20.2	23.0	11.6	11.4	32.0	26.8
36cm	20.6	21.4	13.0	13.4	21.4	19.4
30cm	20.8	15.4	10.8	12.2	14.6	14.0
18cm	19.6	15.0	15.2	12.6	15.6	19.0
12cm内	14.2	15.8	15.6	18.4	20.4	20.6
12cm外	18.3	12.3	15.0	14.4	28.4	27.8
平均	18.6	17.7	13.5	13.7	21.7	20.7



図12 階段藻礁の状況 (H29. 3)

2) 幼胚添加状況調査(嘉鉄)

平成28年9月に60基質中3基質, 平成29年1月に73基質中新たに9基質のホンダワラを確認し, 合計12基質で幼体を確認した。

しかし、階段状藻礁に生殖器床が形成された藻体がほとんどなく、幼体を確認した基質は、平成28年3月に階段状藻礁に幼胚を添加するために設置していた母藻の近くに設置した基質であったことから、階段状藻礁からの幼胚添加ではないと考えられた。

3 食害対策試験

1) 食害防除試験

(1) 内湾性藻場(佐念)

囲い網内外における藻長の推移を表6に示す。2月末に囲い網を設置し、2ヶ月間での伸長を調査する予定だったが、台風により、4月末に調査することができなかった。

表6 網内外における藻長の推移 (単位: mm)

	1/18 (設置前)	2/29 (設置後)	3/28 (28日経過)	5/19 (80日経過)
対照区	14.1	17.8	15.1	9.0
試験区	-	17.8	33.3	75.4

藻長について、5月の平均藻長は、網外が9.0 mm、網内が75.4 mmであり、網内外で伸長に大きな差がみられた。また、網内の藻体には生殖器床が形成されており、2月末に囲い網による食害対策を実施すれば、幼胚を得る程度の藻場を造成することが可能と思われた。

(2) リーフ性藻場(佐仁)

ステンレスネット内外における藻長の推移を表7に示す。9月には網内外で藻長に約100 mmもの差がみられた。

表7 ネット内外における藻長の推移 (単位: mm)

	5/19	6/29	9/1
対照区(天然)	44.1	38.8	9.0
試験区(60mm)	69.7	81.1	108.6
試験区(70mm)	68.0	92.8	101.3

網内の藻長について、目開きの違いによる差はみられなかった。網目に近い位置の藻体に食害痕がみられたのに対し、網内の藻体は繁茂していたことから、目開き70 mmまでは食害防除の効果があると考えられた。

2) 植食性生物の特定調査

(1) 内湾性藻場(佐念)

平成28年5月19日に囲い網の撤去と共にカメラを設置し、同年6月28日にカメラを回収した。また、今回の調査では設置から3週間程度の海中の様子を撮影することができた。

5月21日の7時から10時頃にかけて、テングハギが藻体を摂餌する様子が確認され、その間に藻体のほとんどが消失した(図14, 15)。また、同日の15時前後にアイゴが残った藻体を摂餌するような様子を確認した。

テングハギは5月21日、22日、24日の午前中、アイゴは5月21日、22日の15時前後に撮影されたことから、魚種毎に行動周期があると思われた。



図14 カメラ設置時(H28. 5. 19)



図15 テングハギが摂餌(H28. 5. 21)

(2) リーフ性藻場(藻場)

平成28年9月2日にステンレスネットの撤去と共にカメラを設置し、同年10月27日にカメラを回収した。また、今回の調査では設置から5日間程度の海中の様子を撮影することができた。

9月2日の10時20分から11時20分、15時20分から17時20分の間にテングハギが藻体を摂餌する様子を確認し、1日のうちに藻体のほとんどが消失した(図16~19)。また、ムラサメモンガラやアイゴも現れたが、藻体の大きな減少はみられず、出現頻度もテングハギより少なかった。

テングハギは9月3日の6時30分から8時10分、9時40分から11時20分、15時20分に確認され、それ以降はほとんど確認されなかった。9月2日、3日ともテングハギは午前中に頻りに撮影されたことから、行動周期があると思われた。



図16 カメラ設置時(9:40)



図17 テングハギが摂餌(10:20~11:20)



図18 再び出現(15:20~17:20)



図19 藻体のほとんどが消失(17:20)

植食性生物の特定調査の結果から、内湾性藻場及びリーフ性藻場とも、テングハギが植食性生物の一種と特定できた。また、植食性動物の撮影された時間帯により、魚種によって行動周期があると思われた。

今後は藻体が伸長し始める冬期における植食性生物や、植食性生物の行動周期について特定する必要がある。

内水面漁業総合対策研究－Ⅰ (内水面魚病対策推進事業：魚介類の異常へい死)

中島広樹・村田圭助・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】

今年度は異常へい死事故の発生はなく，魚病診断等を行っていない。

内水面漁業総合対策研究－Ⅱ (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*)の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】

1 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とした(図1)。

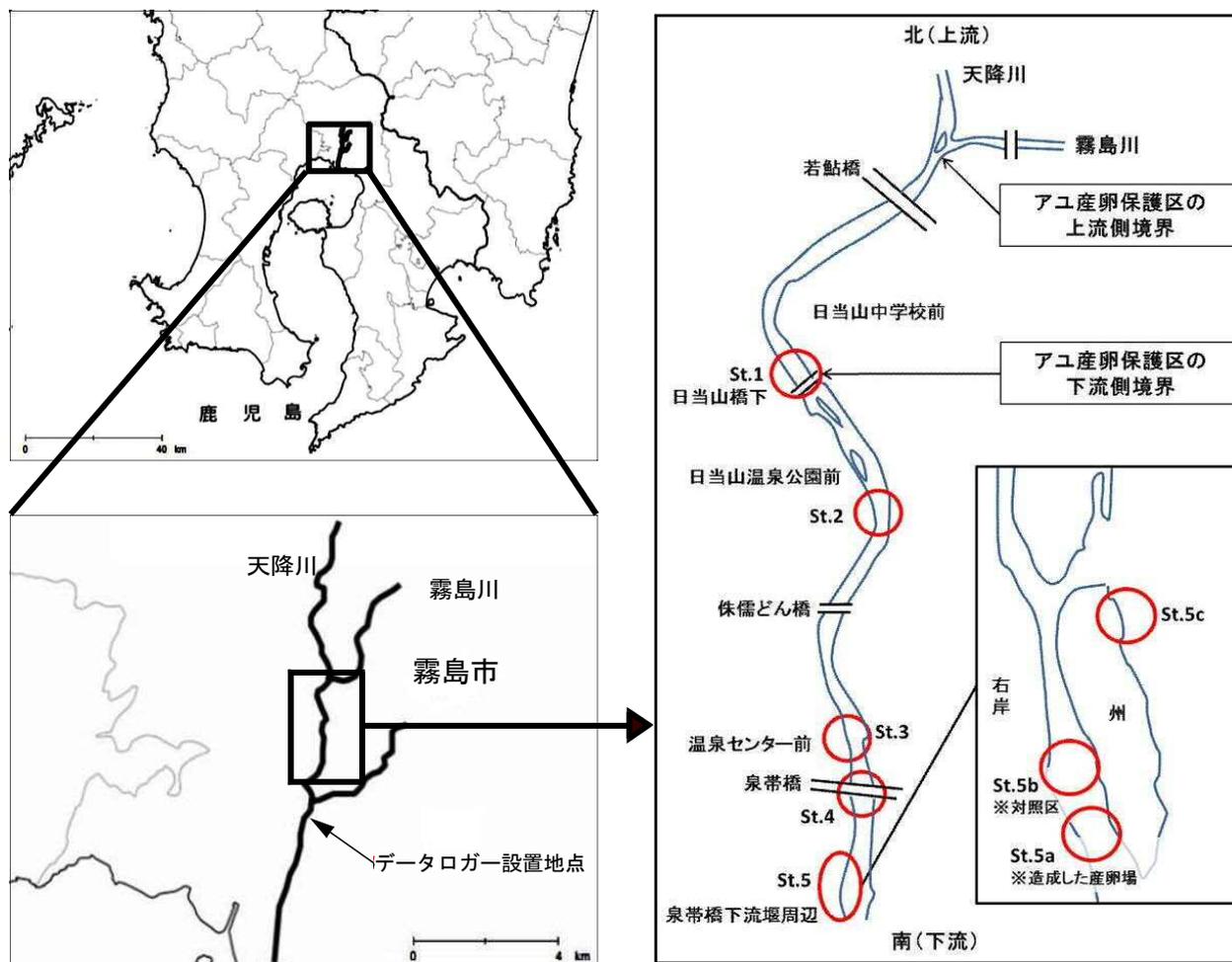


図1 調査位置図

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よってアユの産卵保護区の下流側境界であり, 平成27年度調査にてアユの産着卵を確認した地点である。

St. 2は産卵保護区下流側境界から約380m下流であり, 河川敷に面した地点である。

St. 3は泉帯橋から約100 m上流であり平成26年度に産卵場造成試験を実施した地点である。

St. 4は泉帯橋の真下であり、漁業者からアユの産卵場と聞き取った地点である。

St. 5は泉帯橋から約300 m下流の州が形成された地点であり、右岸と州の間にて産卵場造成試験を実施した地点をSt. 5a(試験区)、対照区をSt. 5b、州の河川中央側をSt. 5cとした。また、St. 5aは平成26年度調査にてアユの産着卵を確認した地点である。

なお、St. 1からSt. 5(a, b, c)の各調査地点は潮汐の影響を受けない地点である。

2 調査方法

1) 河床状況・産卵状況調査

St. 1からSt. 5(a, b, c)において、アユの産着卵の有無を調査した(St. 5a, bは産卵場造成試験による)。ショベルによって河床表層から15cm下までの砂礫等を採取し、バットに広げて目視により産着卵の有無を確認した。調査は11月24日、12月8日、12月26日の計3回実施した(St. 1及びSt. 5cは11月8日にも調査を行い、St. 5cは11月24日ではなく11月22日に調査を実施)。

2) 産卵保護区機能評価

産卵保護区の機能性を確認するため、産卵保護区内のSt. 1の約300㎡の範囲にて、河床状況及び産卵状況を調査した。調査は11月24日、12月8日、12月26日の計3回実施した。

3) 産卵場造成試験

(1) 産卵場造成

平成26年度に産着卵が確認され、以降に産着卵が確認されていない環境を、再びアユが産卵する環境に改善できないか試験を行った。

試験は、他調査地点で産着卵を確認した後に行うこととし、11月22日にSt. 5a(図2)において、油圧ショベル(バックホー)を用いて行った。

実施した内容は下記のとおりであり、造成状況等を図3、4に示す。

- ・造成面積…120 ㎡
 - 長さ 15 m×幅 5～10 m (112.5 ㎡)
 - 長さ 15 m×幅 0～1 m (7.5 ㎡：導流堤)
- ・河床の耕耘…深さ 30 cm
- ・砂利の盛りつけ… 20 cm
- ・水深の調整…水深 10 cm
- ・導流堤による流速の調整



図2 産卵場造成位置図(St. 5a)

(2) 産卵状況調査

St. 5aにおいて、産卵状況(付着卵の有無、卵数、範囲等)を2-1)と同様の方法により調査した。なお、調査は11月24日、12月8日、12月26日に実施した。

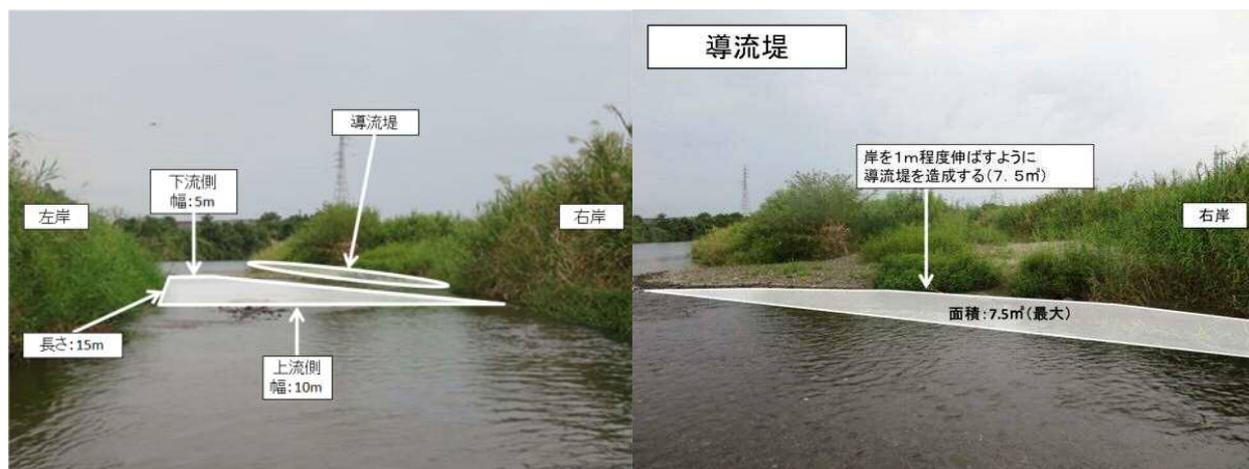


図3 産卵場造成図



図4 産卵場造成状況

4) 産卵場環境調査

St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5(a, b, c)において、水温、水深、流速、河床状況等を調査した。

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(図1)に水温ロガー(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時間毎に測定を行った。

流速は電磁流速計(電磁式: JFEアドバンテック社製 AEM1-D)、水深はコンベックスを用いて測定した。

なお、流速、水深の測定は、St. 5a及びSt. 5bは各9地点(200m²内の上流、中流、下流それぞれの左岸、中央、右岸)、St. 4, St. 5cは2地点、他は1地点で行った(St. 1, St. 4は11月24日のみ1地点で行った)。

河床状況は、調査毎に調査地点を踏み歩き、浮石状態¹⁾かを確認した。

礫の大きさについて、各調査地点にて河床表層から15cm下の砂礫等を1kg程度採取した。なお、各調査地点における採取日は表3のとおりである。採取した砂礫等はJIS、土質工学会基準に従い、24時間電熱器で加熱、乾燥した後、電動ふるい機によって20分間振盪し分類した。使用したふるいの呼び寸法は19mm, 5.6mm, 4.75mm, 2mm, 1mm, 0.5mmであり、19mm以上のふるいに残留した礫は長径と重量を測定した。

アユの産卵に適した礫の大きさは約0.5cm~30mmとされているため¹⁾、4.75mm以上30.0mm以下の礫を産卵に適した大きさとし、その重量を採取した砂礫等の総重量で除した値を、産卵に適した礫の割合とした。調査は11月24日、12月8日、12月26日の計3回実施した(St. 1及びSt. 5cは11月8日にも調査を行い、St. 5cは11月24日ではなく11月22日に調査を実施)。

5) 産卵親魚調査

9月から12月末にかけて月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. 1は中礫が主体であり、河床は浮石状態で砂に被われず(図5)、礫はアユの産卵場として若干大きいように思われたが、産着卵を確認した(12月8日のみ)。しかし、平成27年度に比べ、産着卵を確認できた期間は短かった(平成27年度は12月8日、12月21日、1月8日に確認)。

St. 2は拳大の礫が点在し、河床は固く締まって砂に被われており(図6)、産卵に適していない環境と考えられ、産着卵は確認されなかった。

St. 3は中礫が主体であり、河床は浮石状態であったが砂に被われており(図7)、産卵に適していない環境と考えられ、産着卵は確認されなかった。

St. 4は中礫が主体であり、河床は浮石状態で砂に被われず(図8)、産卵に適した環境と考えられ、産着卵を確認できた(11月24日、12月8日)。

St. 5bは中礫が主体だが、水深が浅いために所々に砂が堆積しており(図9)、産卵に適していない環境と考えられ、産着卵は確認できなかった。

St. 5cは中礫が主体であり、河床は浮石状態で砂に被われず(図10)、礫はアユの産卵場として若干大きいように思われたが、産着卵を確認できた(11月8日、11月22日、12月8日)。

また、産着卵の有無については、河床の状況だけでなく、水深、流速も含めて後述の産卵場環境調査で考察する。



図5 St. 1の河床



図6 St. 2の河床



図7 St. 3の河床



図8 St. 4の河床



図9 St. 5bの河床



図10 St. 5cの河床

※スケールは50mm

2) 産卵保護区機能評価

St. 1における環境測定結果を表1に示す。

St. 1は水深が10～23 cmであり、アユが産卵する範囲¹⁾(約10～60 cm)に適合していた。

流速は66.5～90.9 cm/秒であり、アユが産卵する範囲¹⁾(約60～120 cm/秒)に適合していた。

河床の礫については、アユが産卵する範囲¹⁾(約0.5～3.0 cm)の礫の割合が多かった。また、河床は浮石状態で砂も被っておらず、アユの産卵に適した環境²⁾と考えられた。

上記と河床状況及び産卵状況調査の結果から、産卵保護区の下流側境界付近は産卵場の役割を果たしているが、調査範囲内にて3地点のみでしか産着卵を確認できなかったことから、産卵範囲が狭く、機能が低下していると考えられた。

表1 St. 1の環境測定結果

St.1	卵の有無	水深(cm)	流速(cm/秒)	河床状況		礫の大きさ(mm)		
						31以上	31未満 0.5以上	0.5未満
11月24日	×	-	-	浮石状態	足元が崩れる	-	-	-
12月8日	○	15 - 23	84.7 - 90.9	浮石状態	足元が崩れる	31%	62%	6%
12月26日	×	10 - 23	66.5 - 88.3	浮石状態	足元が崩れる	43%	51%	6%

3) 産卵場造成試験

(1) 産卵場造成

St. 5a(産卵場造成場)の状況を表2、表3、図11、12に示す。

水深については、造成前からアユの産卵に適した水深(約10～60 cm)であり、この状況は試験終了時まで保たれていた。

流速については、造成前はばらつきが大きく、流速の最低値は17.6cm/秒であったが、導流堤を造成することで流速の最低値が49.2cm/秒に改善されたが、アユの産卵に適した流速の範囲(約60～120 cm/秒)に適合させることはできなかった。

河床状況については、重機によって河床を耕耘したが足元が崩れるほどの浮石状態にすることはできなかった。また、河床状況は12月になると上流部は締まった状態となり、下流部のみが浮石状態となった。

表2 造成した産卵場における環境の変化

調査日	11月22日		11月24日	12月8日	12月26日
	造成前	造成後	当日に一時小雨	4日前に雨	13日前に雨 4日前に大雨
水温(°C)	18.0	18.0	18.0	15.6	16.7
水深(cm)	5 - 33	8 - 35	16 - 31	10 - 25	10 - 39
流速(cm/秒)	17.6 - 87.7	49.2 - 88.2	48.3 - 83.4	48.3 - 86.3	51.9 - 88.2
河床の状況	1cm前後の礫が多い。浮石状態だが、足元が崩れるほどではなかった。	1cm前後の礫が多い。流速を改善できた。浮石状態は造成前から大きく改善することはできなかった。	1cm前後の礫が多い。右岸側に砂が堆積。浮石状態は前回と変化なし。	1cm前後の礫が多い。下流部のみ浮石状態。他の地点は若干締まっていた。	同左

表3 St. 5a(産卵場造成場)における礫の大きさの変化(割合)

調査日		長径(mm)		
		31以上	31未満 0.5以上	0.5未満
11月22日	(造成前)	14%	67%	18%
	(造成後)	16%	70%	15%
11月24日		9%	80%	11%
12月8日		8%	77%	15%
12月26日		7%	80%	13%



図11 造成した産卵場の変化

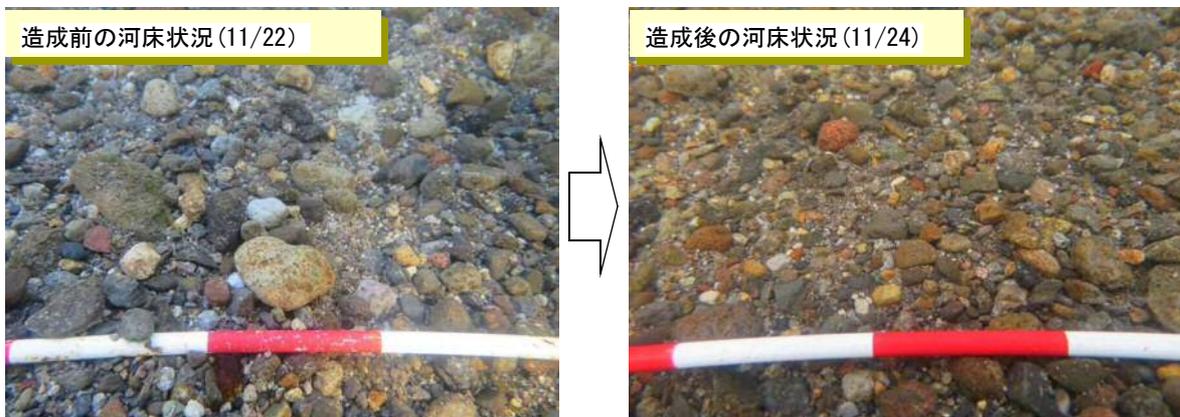


図12 河床状況の変化

(2) 産卵状況調査

産卵場造成後に計3回の調査を行ったが、産着卵は確認されなかった。

造成した産卵場は試験終了まで形状に大きな変化はなかったが産着卵を確認することができなかった。造成後の11月24日、12月8日に他調査地点にて産着卵を確認したことから、造成した産卵場はアユの産卵に適していなかったと考えられた。

これは、河床材料としてアユの産卵に適した範囲(約0.5~3.0cm)の礫の割合が多かったが、河床状況を浮石状態にできなかったことが原因と考えられた。

4) 産卵場環境調査

アユの産卵期と水温の関係を明らかにするため、平成28年度及び平成27年度の日間平均水温、過去10年の平均水温の推移(7/1-12/31)を比較した(図13)。その結果、平成28年度は11月に急減に水温が低下し、過去10年の平均よりも低い値を示していた。

しかし、平成27年度も平成28年度と類似した水温の推移を示していたものの、平成28年度よりも後期まで産着卵を確認することができたことから、平均水温以外の要因がアユの産卵に関わっていると思われた。

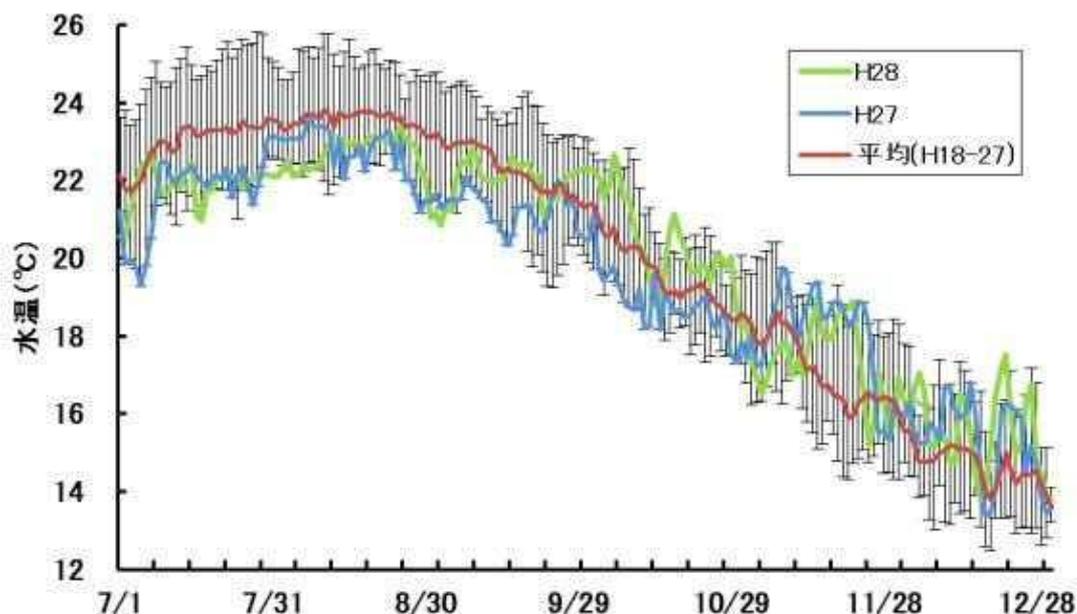


図13 天降川における日間平均水温の推移

次に、St. 1, St. 2, St. 3, St. 4, St. 5(a, b, c)における水深、流速、河床状況等の測定結果を表4に示す。なお、St. 2は河床状況及び産卵状況調査の結果より産卵に適していない環境であったため、比較対象から除いている。

水深は、各調査地点ともアユの産卵に適した範囲内(約10~60 cm)であった。

流速は、産着卵が確認されたSt. 1, St. 4, St. 5cはアユの産卵に適した範囲内(約60~120cm/秒)であった。また、産着卵が確認されなかったSt. 3, St. 5a, St. 5cはアユの産卵に適した範囲(約60~120 cm/秒)に適合していなかった。

河床状況について、産着卵が確認されたSt. 1, St. 4, St. 5cは立つだけで足元が崩れるほどの浮石状態となっていた。また、産着卵が確認されなかったSt. 3, St. 5a, St. 5bは砂地や表面が砂に被われており、浮石状態であっても足元が崩れるほどの状態ではなかった。

礫の大きさについて、St. 5a, St. 5bは他調査地点よりも、アユの産卵に適した礫(0.5cm~3.0 mm)の割合が多かったが、0.5mm以下の礫の割合も他調査地点より多かった。また、産着卵が確認されたSt. 1, St. 4, St. 5cはSt. 5a, St. 5bと比べ、31mm以上の礫の割合が高かった。

これらの結果から、St. 3, St. 5bは流速、河床状況が不適であり、アユの産卵場所として選択されなかったと考えられた。St. 5bは河床状況が浮石状態であったが、足元が崩れるほどの状態ではなかったため、産卵場所として選択されなかったと考えられた。この要因は、河床材料における礫の割合の違いによるものと思われた。

表4 各調査地点における産卵場環境調査結果

	調査日	卵の有無	水深 (cm)	流速 (cm/秒)	河床状況	礫の大きさ(mm)			
						31以上	31未満 0.5以上	0.5未満	
St.1	11月24日	×	30	117.4	浮石状態*	-	-	-	
	12月8日	○	15 - 23	84.7 - 90.9	浮石状態*	31%	62%	6%	
	12月26日	×	10 - 23	66.5 - 88.3	浮石状態*	43%	51%	6%	
St.2	11月24日	×	38	589	固く締まっていた	河床状況が産卵に不適な環境のため、調査せず			
	12月8日	×	-	-	固く締まっていた				
	12月26日	-	-	-	-				
St.3	11月24日	×	19	61.2	浮石状態	河床状況が産卵に不適な環境のため、調査せず			
	12月8日	×	20	39.6	浮石状態				
	12月26日	×	21	45.5	浮石状態				
St.4	11月24日	○	38	81.9	浮石状態*	40%	56%	4%	
	12月8日	○	30 - 45	70.2 - 75.2	浮石状態*	45%	49%	6%	
	12月26日	×	37 - 45	60.7 - 69.7	浮石状態*	49%	47%	4%	
St.5a	11月22日	造成前	×	5 - 33	17.6 - 87.7	浮石状態	14%	67%	18%
		造成後	×	8 - 35	49.2 - 88.2	浮石状態	16%	70%	15%
	11月24日	×	16 - 31	48.3 - 83.4	浮石状態	9%	80%	11%	
	12月8日	×	10 - 25	48.3 - 86.3	下流側のみ浮石状態	8%	77%	15%	
	12月26日	×	10 - 39	51.9 - 88.2	下流側のみ浮石状態	7%	80%	13%	
St.5b	11月24日	×	10 - 45	40.1 - 79.6	下流側のみ浮石状態	19%	67%	14%	
	12月8日	×	8 - 49	22.9 - 59.5	砂を被った地点が多い	20%	68%	13%	
	12月26日	×	9 - 40	32.2 - 66.7	砂を被った地点が多い	44%	48%	8%	
St.5c	11月8日	○	30	88.7	浮石状態*	55%	41%	4%	
	11月22日	○	25	125.5	浮石状態*	45%	49%	6%	
	12月8日	○	27 - 32	109.0 - 110.9	浮石状態*	16%	75%	9%	
	12月26日	×	31 - 35	107.5 - 108.8	浮石状態*	59%	38%	3%	

*のついた浮石状態は立つだけで足元が崩れるほどの状態

5) 産卵親魚調査

過去の調査により、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。

平成28年度におけるアユ親魚のGSIの推移を図14に示す。

雌は9月下旬、雄は10月上旬からGSIが高くなり始めており、これは過去と同様の傾向だったが、雌雄とも10月中旬に過去の傾向よりも高い値を示した。

10月下旬には雌雄ともGSIが横ばいとなったため、産卵のピークに達したと考えられた(このため、11月上旬、中旬は調査せず)。

12月中旬になると雄のGSIが低くなり、産卵期の終わりに近いと考えられ、12月下旬になると、アユが採捕されなくなった。また、天然環境でも12月下旬には産着卵が確認されなくなり、産卵期は終了したと考えられた。

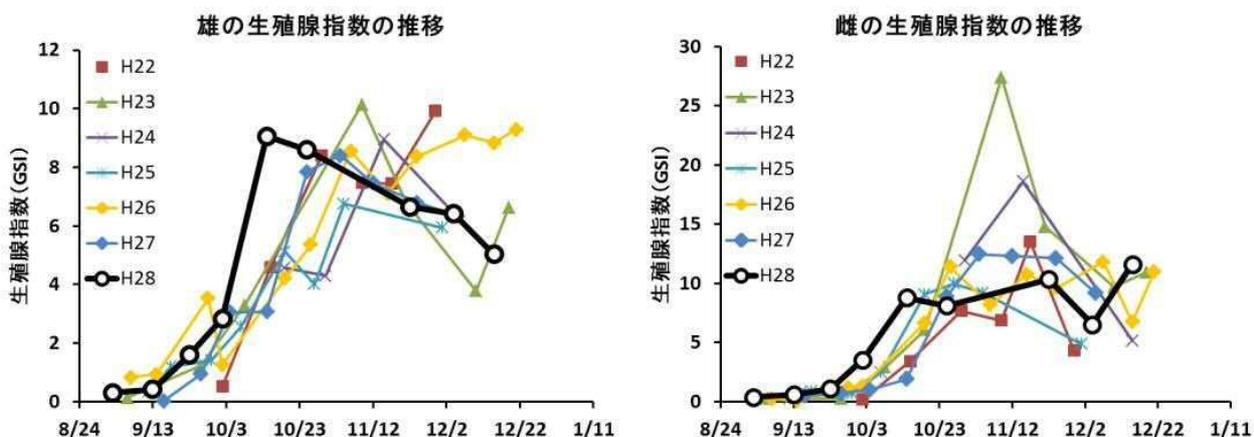


図14 平均GSIの変化(年比較)

参考文献：

- 1) 中村智幸・柳生将之編 (2009):アユの人工産卵床のつくり方 水産庁.
- 2) 石田力三 (1961):アユの産卵生態Ⅱー産卵魚の体型と産卵床の砂礫の大きさ, 日本水産学会誌, 27: 1052-1057.
- 3) 神奈川県水産技術センター内水面試験場 (発行年不明)「ふ化観察記録 アユ」[online] http://www.agri-kanagawa.jp/naisui/fuka/ayu_fuka.html (参照2016. 8. 18)

ウナギ資源増殖対策事業－I (鰻来遊・生息調査事業)

東條智仁，平江多績，猪狩忠光

【目的】

指宿市二反田川の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とともに，全長，体重，色素発達段階を測定・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。

また，鹿児島市八幡川においてニホンウナギの採捕調査を行い，河川に加入したニホンウナギの生息及び移動状況等を把握する。

【方法】

1 シラスウナギ来遊状況調査

指宿市二反田川の河口域(図1)において，手すくい網による周年調査を行った。

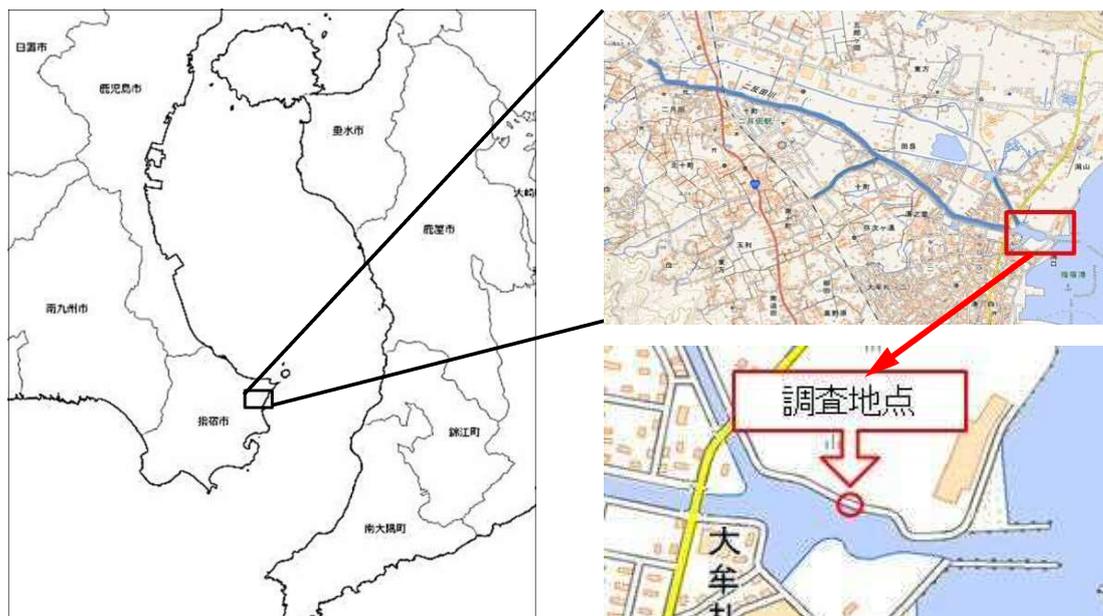


図1 指宿市二反田川における調査地点

調査は原則として毎月の新月前後の連続した2日間，日没後から満潮までの2時間とし，2名で実施した。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(水中に投入)，縦20 cm，横15 cmのステンレス製メッシュのタモを用いた。なお，平成27年度調査よりメッシュからシラスウナギが抜け落ちるのを防止するために網戸用の網を重ねづけしている。

環境調査として調査開始時，開始1時間後，終了時に，水温・塩分の測定を行った。

採捕したウナギ属シラスは調査特別に採捕尾数を集計するとともに，採捕個体の全長，体重の測定，肥満度の算出及び色素発達段階の判定を行った。色素発達段階は低いほうからVA，VB1，VB2，VIA0，VIA1，VIA2，VIA3，VIA4，VIBの9段階とした¹⁾。

また、本調査においては、9月から翌年8月までをシラスウナギ漁期とし、平成25年9月から平成26年8月までをH25-26期、平成26年9月から平成27年8月までをH26-27期、平成27年9月から平成28年8月までをH27-28期、平成28年9月から平成29年8月までをH28-29期と呼称する。

2 ニホンウナギ採捕調査

鹿児島市八幡川において、河口から約2km上流を基点とし、約910m上流の堰までの流域面積8206㎡を調査範囲とした(図2)。



図2 鹿児島市八幡川における調査範囲

調査は前年度(平成27年12月)の予備調査を含め、平成28年5月、6月、8月、10月、平成29年1月の計6回、調査員4～5名で実施した。

調査漁具には、電気刺激漁具(有限会社フロンティアエレクトリック製:FISH SHOCKERⅢS)を1基を用い、調査範囲全域において採捕を実施した。

各調査月別に採捕した尾数を集計するとともに、採捕地点の河床状況、基点からの距離(5m間隔)を記録した。また、河床状況は目視により判別した。

採捕個体は全長、体重を測定後、DNAサンプルとして胸鰭の一部を採取・保存するとともに、小型個体(20cm未満)はイラストマータグ及びPITタグ(biomark社製:BI08.B.03)、大型個体(20cm以上)はPITタグ(biomark社製:BI012B)にて標識後、採捕地点に放流した。

なお、採取したDNAサンプルは、国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所及び高知県内水面漁業センターが行うDNAによる個体識別に供するとともに、同委託事業におけるニホンウナギ個体識別技術開発に用いるために採捕した個体のデータを共有した。

【結果及び考察】

1 シラスウナギ来遊状況調査

1) 調査日における潮汐・満潮・調査・日没時刻

平成28年4月から平成29年3月調査までの各調査時における潮汐・満潮・調査・日没時刻を表1に示す。

表1 調査日における潮汐・満潮・調査・日没時刻

調査	年	月	日	潮汐	満潮時刻	日没
第1回	平成28年	4月	11日	中	22:15	18:44
			12日		23:07	
第2回		5月	10日	中	22:06	19:04
			11日		22:55	
第3回		6月	8日	中	21:51	19:22
			9日		22:34	
第4回		7月	7日	中	21:28	19:26
			悪天候により中止			
第5回		8月	8日	中	22:27	19:08
			9日	小	22:59	
第6回		9月	5日	中	21:16	18:37
			6日		21:43	
第7回		10月	3日	中	20:14	18:00
	4日		20:40			
第8回	11月	1日	大	19:42	17:29	
		2日	中	20:10		
第9回	11月	30日	大	19:19	17:14	
		12月	1日	中		19:50
第10回	12月	29日	大	19:03	17:23	
		30日		19:37		
第11回	平成29年	1月	30日	中	20:40	17:50
			31日	中	21:20	
第12回		2月	28日	大	20:30	18:15
			3月	1日	中	
第13回		3月	30日	中	20:58	18:36
			31日		21:40	

※()内はオオウナギシラスの尾数

2) 水温・塩分

平成28年4月から平成29年3月調査までの調査時の水温及び塩分の推移を図3に示す。

水温の最低値は平成29年3月31日に15.1℃, 最高値は平成28年8月8日に34.5℃を示した(図3左)。

塩分の最低値は平成28年5月11日に0‰, 最高値は平成28年4月11日に32‰を示した(図3右)。

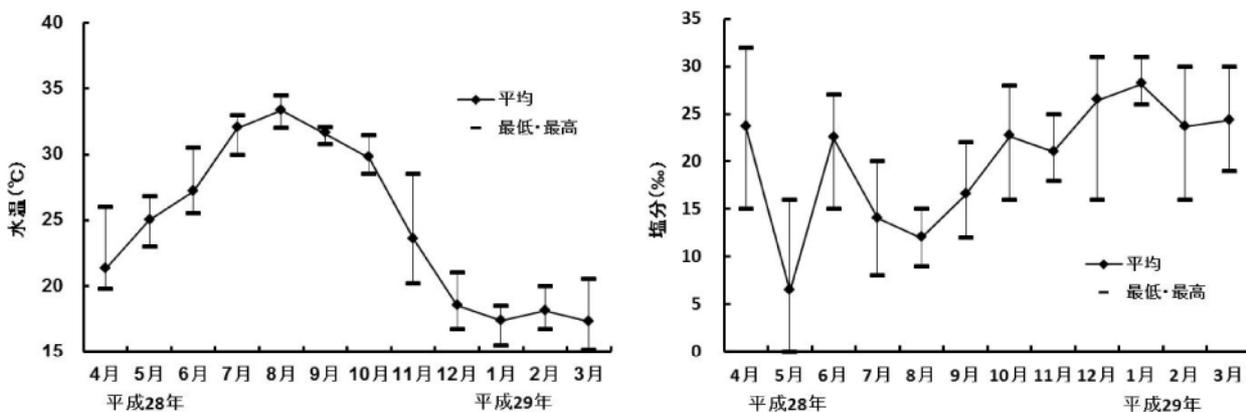


図3 二反田川調査地点における調査時の水温(左)及び塩分(右)の推移

3) 採捕尾数

平成28年4月から平成29年3月までの採捕調査結果を図4、表2、3に示す。

ニホンウナギシラス218尾、ニホンウナギ(黄ウナギ)1尾、オオウナギシラス2尾を採捕した。

また、H28-29期において、ニホンウナギシラスが採捕され始めた月は12月であり、これは過去の漁期(H25-26期、H26-27期、H27-28期の11月)と異なっていた。

採捕尾数の盛期は、H28-29期が1月(146尾)、H25-26期が3月(242尾)、H26-27期が12月(213尾)、H27-28期が3月(79尾)であり、各漁期によって異なっていた。

また、この4漁期における12月から翌年3月までの県内のシラスウナギ採捕数量(本県水産振興課調べ)と本調査におけるシラスウナギ採捕尾数を比較してみたが、県内採捕数量と本調査採捕尾数に明確な関係はみられなかった(表4)。

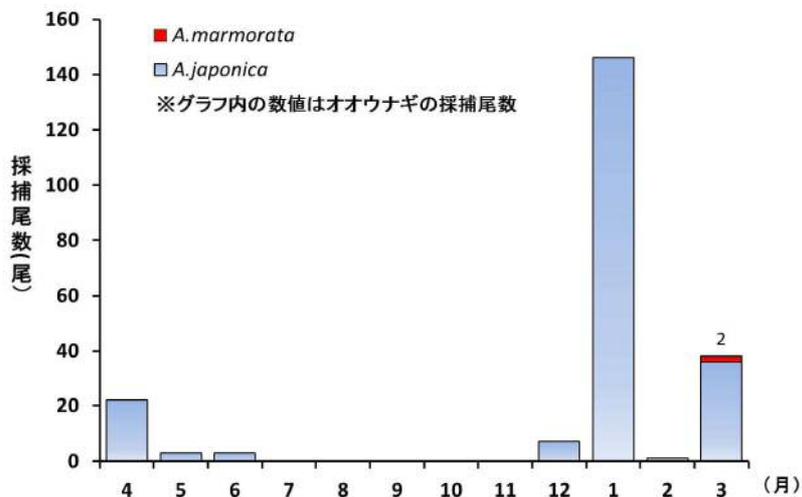


図4 平成28年度ニホンウナギシラス及びオオウナギシラス(数値)の月別採捕実績
※黄ウナギは含んでいない

表2 平成28年度シラスウナギ来遊状況調査の採捕実績

漁期区分	H27-28						H28-29						合計			
	平成28年															
年	平成28年												平成29年			合計
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	1	2	3	
ニホンウナギシラス	22	3	3						0	7	146	1	36			218
ニホンウナギ(黄)					1											1
オオウナギシラス													2			2

表3 大潮の関係により調査日数に差がある調査日の詳細

平成28年度調査	第8回		第9回			第10回			第12回		第13回	
月	11		12			2		3				
日	1	2	30	1	29	30	28	1	30	31		
ニホンウナギシラス				4	3		1	9	7	20		
ニホンウナギ(黄)												
オオウナギシラス											2	

表4 シラスウナギの県内採捕数量と本調査での採捕尾数

	H25-26	H26-27	H27-28	H28-29
県内採捕量(kg)	763	672	377	578
本調査での採捕量(尾)	340	465	138	190

※比較する期間は12月から翌年3月

※各漁期における本県のシラスウナギ採捕期間

- ・ H 25-26期：12月21日～3月20日
- ・ H 26-27期：12月16日～3月15日
- ・ H 27-28期：12月15日～3月14日
- ・ H 28-29期：12月 1日～2月28日

4) 色素発達段階の推移

平成28年4月から平成29年3月までに採捕したニホンウナギシラスの色素発達段階の判定結果(割合)をに図5示す。なお、平成29年1月調査にてニホンウナギシラス146尾を採捕したが、1尾が測定前に斃死したため、その個体はデータから除外している。

H28-29期も過去の漁期と同様に、採捕尾数が多い月は色素発達段階が低位の個体が多く採捕された。

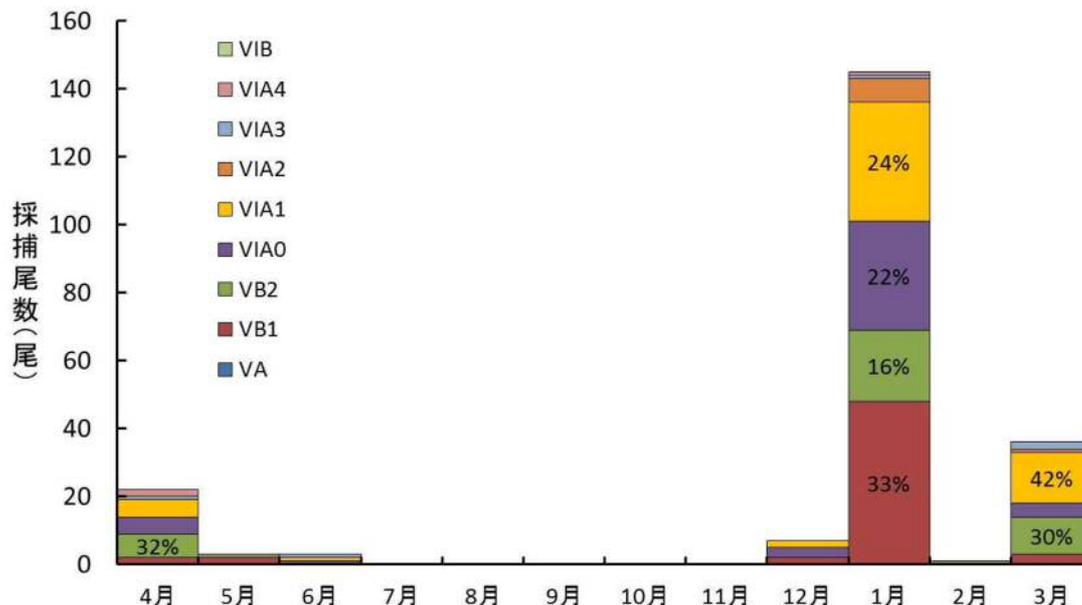


図5 ニホンウナギシラスの色素発達段階の推移

5) 全長, 体重, 肥満度

平成25年9月から平成28年8月までに採捕したニホンウナギシラスの全長, 体重, 肥満度の測定結果を表5に示す(H28-29期は漁期中のため記載していない)。

H27-28期は、平均全長58.49mm±2.67mm, 平均体重0.138g±0.023g, 平均肥満度0.685±0.071であった。

表5 ニホンウナギシラスの測定結果

漁期	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
H25-26	421	57.54	64.38	50.69	0.115	0.174	0.065	0.603	0.864	0.418
H26-27	540	58.87	65.23	50.36	0.145	0.238	0.077	0.703	1.011	0.463
H27-28	168	58.49	64.50	51.65	0.138	0.212	0.079	0.685	0.869	0.489

次に、各漁期の平均全長, 平均体重, 平均肥満度を色素発達段階別に検体数が確保できるVB1, VB2, VIA0の3段階で比較した(図6)。

平均全長について、各漁期及び色素発達段階別とも、概ね55mmから60mmの範囲で推移していた。平均体重について、各色素発達段階ともH26-27期は漁期始めに高い値を示したが、その点を除けば各漁期とも概ね0.10gから0.15gの範囲を推移していた。平均肥満度について、各漁期及び色素発達段階別とも、概ね0.6から0.8の範囲で推移していた。また、漁期が進むにつれて肥満度が低下する傾向がみられた。

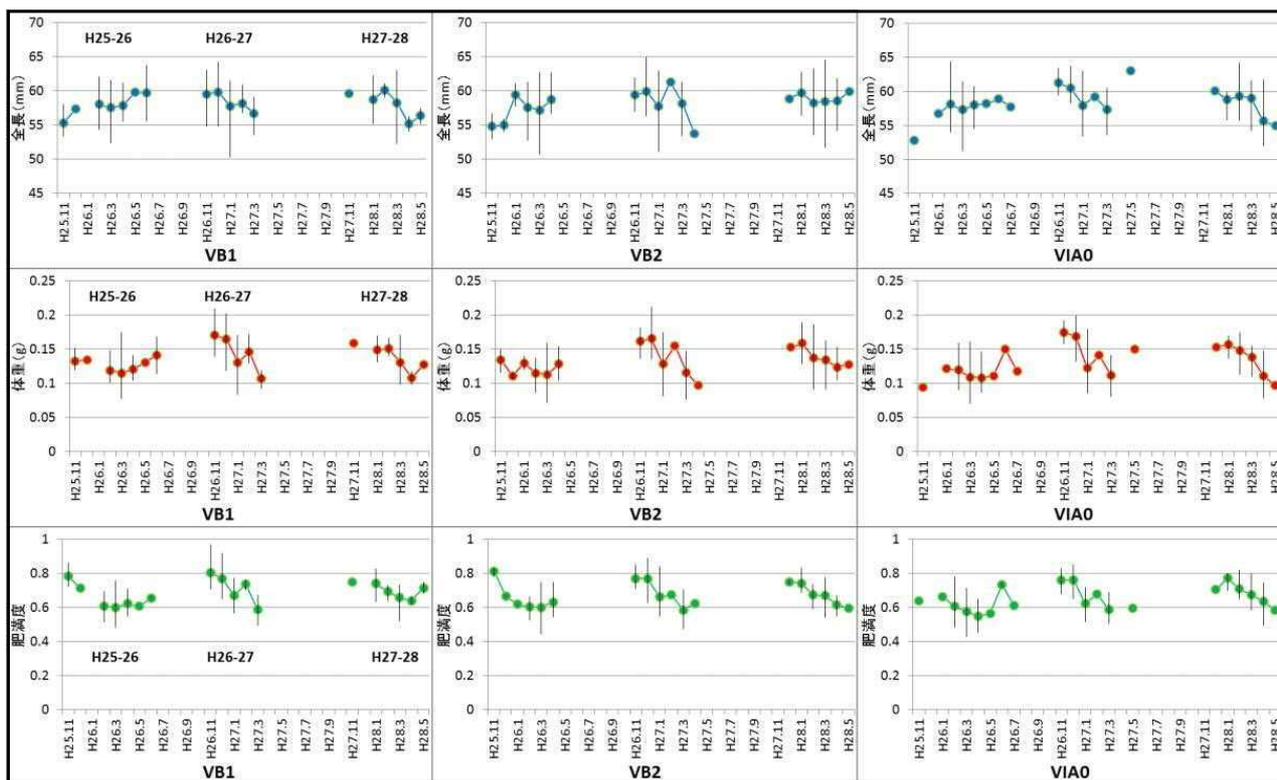


図6 色素発達段階における平均全長，平均体重，平均肥満度の推移

6) シラスウナギの来遊量と天候の関係

H28-29期において，平成29年1月調査における採捕尾数は1日目が145尾，2日目が5尾であり，連続した2日間であっても採捕尾数に大きな差がみられたため，その要因について検討した。調査時の天候について，1日目は平均風速4.5m/秒で波が高く，2日目は平均風速0.9m/秒で風の状態であった。平成25年6月から平成29年3月までの調査において，2日間の採捕尾数に大きな差(20尾以上かつ2倍以上)がみられた調査日の天候は，採捕尾数の多い日は調査開始の24時間以内に降雨が確認された(表6)。

調査河川のシラスウナギ採捕組合員も悪天候や降雨後にシラスウナギがよく獲れると述べており，天候等がシラスウナギの来遊に影響していると考えられた。

今後も来遊時期や調査日の天候，採捕尾数について注視する必要がある。

表6 採捕尾数に大きな差がみられた調査日の天候

年 (平成)	月	日	採捕 尾数	調査時の水温(°C)			調査時の塩分(‰)			調査までの降水量(mm)		平均 風速 (m/秒)	最多風向	備考
				0h	1h	2h	0h	1h	2h	24h以内	12h以内			
26	2	1	20	18.2	18.1	18.1	30	30	30	0.0	0.0	3.0	南	
		2	70	19.0	19.6	19.0	32	21	30	36.5	0.0	0.7	北西	
26	11	25	44	22.5	22.2	25.5	20	22	25	62.0	23.0	1.9	西南西	
		26	22	23.9	21.5	21.0	15	20	24	1.5	1.5	1.4	北西	
27	1	21	49	16.8	17.2	18.0	15	20	20	0.0	0.0	1.4	東北東	調査途中から降雨
		22	103	17.8	16.8	16.0	22	25	28	41.5	1.0	2.6	北西	
29	1	30	141	16.5	16.5	15.5	28	30	31	2.5	0.5	4.5	北北西	
		31	5	18.5	18.5	18.5	26	27	27	0.0	0.0	0.9	北北西	

2 ウナギ属採捕調査

1) 採捕調査 (採捕尾数, 生息場所)

(1) 月別採捕尾数

予備調査を含む計6回の調査において、ニホンウナギ250尾(うち50尾が再捕個体)を採捕した(表7)。しかし、採捕した250尾のうち、ハンドリングの影響により21尾(うち4尾が再捕個体)が斃死したため、採捕個体全てを標識放流することができなかった。各調査における採捕尾数は、平成27年12月が7尾、平成28年5月が29尾、6月が46尾、8月が63尾、10月が35尾、平成29年1月が70尾であった。

表7 各調査時における採捕尾数及び標識放流尾数, 再捕尾数

年 (平成)	月	採捕 尾数	標識 放流 尾数	再捕個体の内訳					再捕個体 合計
				H27.12 放流個体	H28.5 放流個体	H28.6 放流個体	H28.8 放流個体	H28.10 放流個体	
27	12	7	7						
28	5	29	21	1					1
	6	46	46	0	6				6
	8	63	50	0	3	6			9
	10	35	35	0	1	3	8		12
29	1	70	70	0	3	4	9	6	22

※ハンドリングの影響による斃死により、採捕尾数>標識放流尾数となっている

(2) 採捕地点の環境

調査にて採捕した243尾(平成27年12月放流個体は除外)が採捕された環境を表8に示す。

全長20cm以上の個体は大礫以上の礫や水際の茂みなど間隙が多い場所や水際の砂泥中から採捕された。また、石積護岸やコンクリートの瓦礫、コンクリート護岸の割れ目などの間隙からも採捕された。

全長20cm未満の個体は間隙ではなく、水際の砂泥中、河床の礫(砂利~拳大)、砂泥、瀬から採捕された。

これらの結果は平成27年度調査と同様の傾向であった(平成27年度事業報告書参照)。

表8 ニホンウナギ採捕地点の環境

環境	サイズ (mm)							
	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	全体
大礫以上	5%	32%	42%	25%	37%	25%	33%	31%
水際(茂み)	0%	9%	5%	10%	4%	0%	33%	7%
水際(砂泥)	20%	15%	19%	20%	19%	42%	0%	19%
砂泥(河床)	35%	11%	11%	8%	4%	0%	0%	11%
礫(河床)	15%	9%	5%	7%	11%	8%	33%	9%
瀬	15%	9%	5%	8%	11%	8%	0%	8%
水草	0%	8%	0%	2%	7%	0%	0%	3%
落葉(河床)	0%	2%	2%	5%	0%	17%	0%	5%
瓦礫・護岸等	0%	2%	9%	7%	4%	0%	0%	3%
不明	10%	2%	3%	10%	4%	0%	0%	5%
採捕尾数	20	53	64	61	27	12	6	243

2) 標識放流調査 (河川内での成長(体重), 移動状況, 生息数推定)

(1) 放流個体の体重の変化

標識放流後に再捕した50尾の体重の増減を放流月別に表9に示す。

平成27年12月に放流し、翌年5月に再捕した1尾は体重が減少していた。

平成28年5月に放流し、同年6月に再捕した6尾は、全個体とも体重が減少しており(経過日数33日)、同年8月以降に再捕した4尾は、全個体とも体重が増加していた(経過日数87-153日)。

平成28年6月に放流し、同年8月以降に再捕した14尾は、全個体とも体重が増加していた(経過日数54-218日)。

平成28年8月に放流し、同年10月以降に再捕した16尾は、13尾の体重が減少していた(経過日数66-164日)。

平成28年10月に放流し、翌年1月に再捕した9尾は、全個体とも体重が減少していた(経過日数98日)。

放流から1ヶ月程度しか経過していない個体は体重が減少する傾向がみられ、これは標識付けや採捕によるストレスが原因と思われた。また、10月に放流され、翌年1月に再捕された全個体の体重の減少については、冬季で活性が低くなり摂餌量が減少したためと思われた。

しかし、各月における再捕尾数が少ないため、今後も調査を行って検体数を増やし、体重増減の容認について、さらに検証を行う必要がある。

表9 放流個体の体重の変化(放流月別)

年	放流月	再捕月	経過日数	採捕尾数	体重の変化	
					増加	減少
平成27年	12	5	149	1	0	1
平成28年	5	6	33	6	0	6
		8	87	3	3	0
		10	153	1	1	0
	6	8	54	6	6	0
		10	120	3	3	0
		1	218	5	5	0
	8	10	66	8	2	6
		1	164	8	1	7
	10	1	98	9	0	9

(2) 放流個体の移動状況

標識放流後に再捕した49尾(平成27年12月放流個体は除外)について、放流地点からの移動距離を表10、図7に示す。

49尾の平均移動距離は40.4mであり、20尾が上流に平均55.0m、22尾が下流に平均40.0m、移動しており、7尾は放流地点から移動していなかった(放流地点から半径5m以内で再捕)。

また、49尾中、7尾が放流地点から100m以上移動していた(遡上:3尾、降下:4尾)。

これらの結果から八幡川に生息するニホンウナギは定住性があると考えられた。

表10 各月に放流した個体の移動状況

	5月 放流	6月 放流	8月 放流	10月 放流	平均移動 距離(m)	個体数
移動せず(0m)	2	3	2	0	0.0	7
上流へ移動	5	5	6	4	55.0	20
下流へ移動	3	6	8	5	40.0	22
平均移動距離(m)	30.0	27.1	59.7	38.3	40.4	49

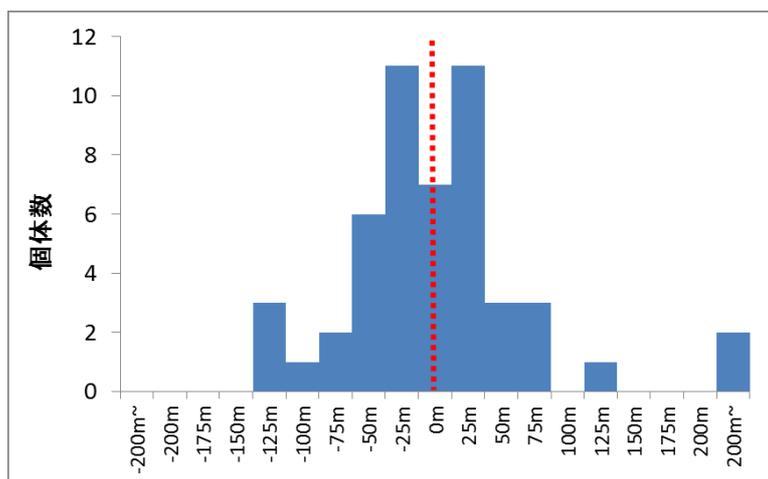


図7 再捕個体数と移動距離

(3) 調査範囲における生息数推定

採捕尾数、標識放流尾数、再捕尾数の結果からJolly-Seber法より、調査範囲内におけるニホンウナギの生息数推定を行った。Jolly-Seber法は解放個体群の推定に最も広く用いられており、時点*i*のサンプリング直前の総個体数を推定できる方法である。

Jolly-seber法の式は下記のとおりであり、今回の調査によって得られた値を表11に示す。

$$\hat{M}_i = \frac{R_i z_i}{r_i} + m_i \quad (i = 2, 3, \dots, s-1)$$

$$\hat{N}_i = \frac{M_i m_i}{m_i} \quad (i = 2, 3, \dots, s-1)$$

(使用する記号の意味)

M_i : 時点*i*でのサンプリング直前の総個体数

N_i : 時点*i*でのサンプリング直前の標識個体の総個体数

n_i : *i*時点の採捕数

m_i : *i*時点の採捕数中の標識個体数

R_i : 時点*i*で標識放流された数

r_i : 時点*i*で標識放流され、その後再捕された合計数

z_i : 時点*i*より前に標識され、*i*では捕えられず*i*以降に再捕された個体数

表11 採捕尾数, 標識放流尾数, 採捕尾数より得られた値

年 (平成)	月	i	n_i	R_i	h ($1 < h < i-1$)					m_i
					1	2	3	4	5	
27	12	1	7	7						
28	5	2	29	21	1					1
	6	3	46	46	0	6				6
	8	4	63	50	0	3	6			9
	10	5	35	35	0	1	3	8		12
29	1	6	70	70	0	3	4	9	6	22
r_i						13	13	17	6	
z_i						0	7	11	16	

上記から生息数(総個体数)を推定した結果, 平成28年10月時点における生息数は307.2尾と推定され, 生息密度は10月時点で3.7尾/100 m²と考えられた(流域面積8,206 m²)。

今後もJolly-Seber法によって生息数推定を行い, 生息数の季節的変動や生息密度による生態の変化等について検討したい。

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, 79:425-438.

※この事業は水産庁委託事業である「河川及び海での鰻来遊・生息調査事業」にて実施した。

ウナギ資源増殖対策事業Ⅱ (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

【目的】

河川に放流した養殖ニホンウナギウナギ（以下「養殖ウナギ」と標記）の再捕率や成長について、①放流サイズ（50gと200gサイズ），②放流時期（7月と10月），③餌の種類（活餌と配合），④天然ニホンウナギ（以下天然ウナギと標記）と養殖ウナギについて成長や移動について比較し，⑤平成28年度は，新たに分散放流を行い，より生残率の高いウナギの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】

平成24年度から，枕崎市の花渡川及び支流の中洲川（図1）に放流した養殖ウナギ，天然ウナギについて追跡調査を行うとともに，平成28年7月に養殖ウナギ50gサイズ（大隅養まん漁業協同組合より購入）にPITタグ(Biomark社製BI012B)を腹腔内に装着し放流した。

性比は40尾をランダムサンプリングし，解剖の上，生殖腺の観察により判定した。

昨年までは，図1のSt.8で一点放流したが，今年度はSt.1～St.10の竹筒設置場所と石倉の計12カ所に合計700尾を分散放流した。

追跡調査は昨年同様，竹筒（長さ80cm，内径約3.5～4.5cm：3本）を延縄式で6セット（St.8のみ2カ所）計11カ所198本，St.6は竹筒に加え小型の石倉2基（30cm×30cm×深さ40cm）及び，St.1，St.7付近に石倉籠（100cm×120cm）を各2基設置し，毎月1回漁獲調査を行った。



図1 調査地点

【結果及び考察】

1. 平成28年度養殖ウナギの分散放流

平成28年度に放流した養殖ウナギ700尾の平均全長は 372 ± 22 mm，平均体重は 50 ± 8.5 g，平均肥満度は 0.97 ± 0.11 で，同群から40尾を無作為抽出して調べたところ，メスが22.5%であった。なお，過去の放流用養殖ウナギのメスの割合は表1のとおりで，50gサイズは29%～60%で年度によりばらつきがみられたが，200gサイズのメスの割合はすべて0%であった。

表1 養殖ウナギのメスの割合

年度	50g サイズ	200gサイズ
H24	29%	-
H25	59%	0%
H26	60%	0%
H27	30%	0%
平均	45%	0%

放流は，平成28年7月21日に，St.1～St.10の10カ所に各60尾600尾を，石倉2カ所（4基に各25尾）に100尾，合計700尾を分散放流した。隠れ家がありそうな場所に数尾ずつを放流し，河床や泥，石倉への潜行を目視確認しながら実施したところ，放流後養殖ウナギは，河床や河岸の間隙に速やかに潜行した（図2，3）。



図2 分散放流風景（自然石護岸）



図3 分散放流風景（石倉籠）

2. 越冬後の再捕率

平成29年3月14日現在における越冬後の再捕率は図4のとおりであった。

昨年度報告では、同一個体で2回以上再捕された場合は、再捕された回数で再捕率を計算していたが、今回は、同一個体で複数回再捕された場合でも1回の再捕として計算したところ、昨年度報告の再捕率より若干低くなったものの、平成25年度から平成27年度の3年とも、養殖ウナギの越冬後の再捕率は、50g（2.0～3.8%）が、200g（0.0～0.2%）より有意に高かった。

なお、天然ウナギ（H27～）の越冬後の再捕率は5.0%で、養殖ウナギ（H27）の2.3%より若干高かったが、統計処理上は両者に有意な差はみられなかった。分散放流の再捕率は平成29年度の夏以降に評価する。

※ P < 0.05 (Fisher's exact test (Extended))

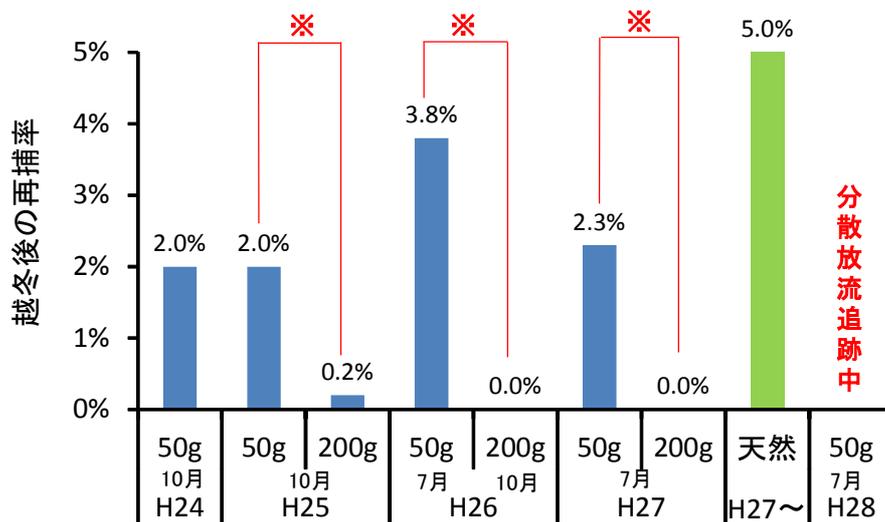


図4 越冬後の放流ウナギの再捕率

3. 再捕時の体重変化と外観状況

1) 平成26年度養殖ウナギ（図5）

平成26年7月に放流した養殖ウナギ399尾のうち、これまでに34尾が再捕された。なお、同じ個体が複数回再捕されたものもあるため、再捕回数として(41回)と記載した。

放流後、翌年の4月までに再捕された個体の体重は減少、または横ばいであったが、平成27年7月以降に再捕された9個体はすべて増加していた。中でも、最大は、図5中の個体Aで、放流時42.8gが、

2年後の平成28年8月には179g、肥満度1.288に成長し、体色も黄色になり天然ウナギと見分けがつかなくなった（写真：図5A）。

また、図5中の個体Bは、放流時44gが、平成28年7月には69g、肥満度1.172に成長していたが、個体Aと比べると体重は約3分の1で、頭部以外は黒色または灰色（養殖ウナギの色調と類似）で、同じ期間を経過した個体であっても、両者の差は大きいことがわかった。

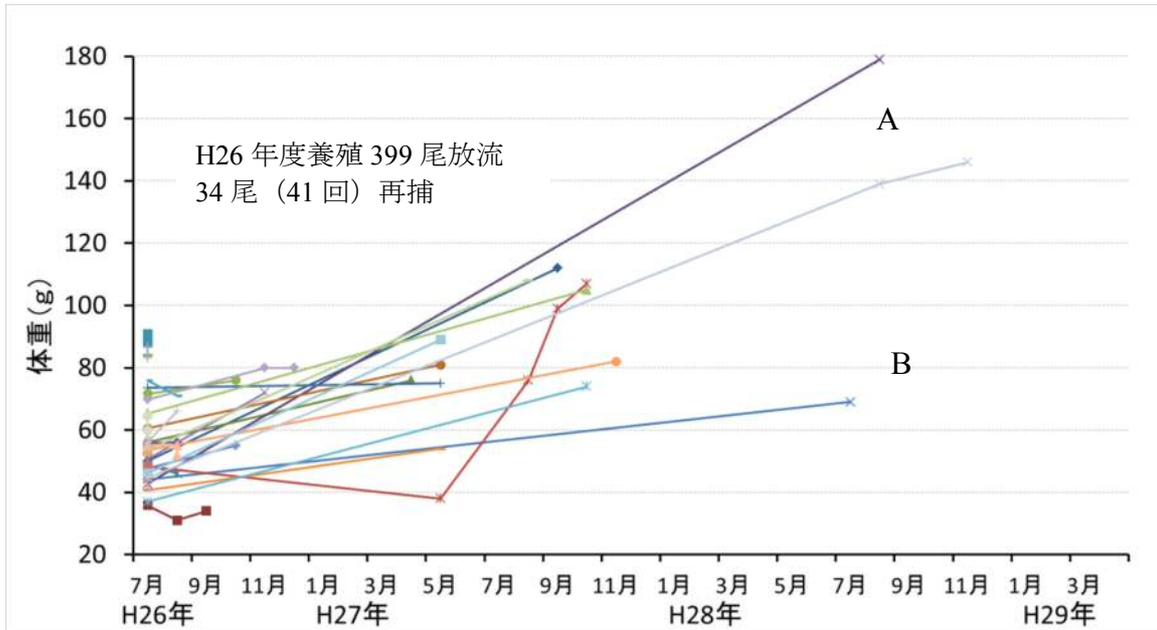
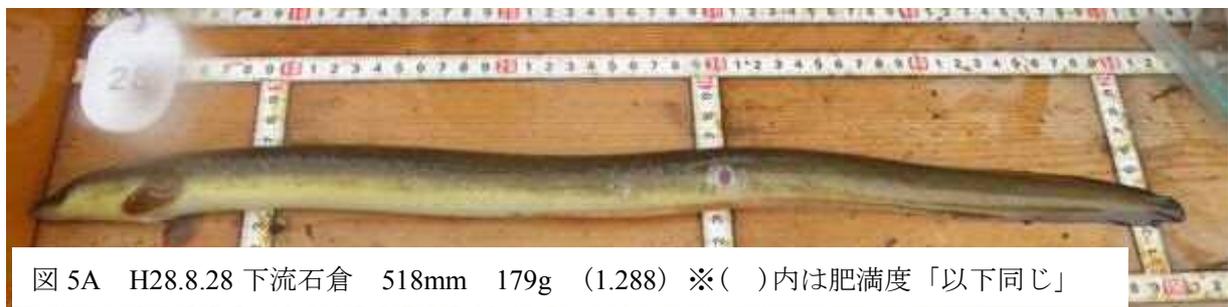


図5 平成26年度養殖ウナギ再捕時の体重



2) 平成27年度養殖ウナギ (図6)

平成27年7月に放流した養殖ウナギ398尾のうち24尾が37回再捕された。

放流後、翌年5月までに再捕された個体の体重は減少、または横ばいが多かったが、翌年6月以降に再捕された5個体はすべて増加していた。中でも、最大は、図6中の個体Aで放流時63.9gが1年3ヶ月後の10月には、143gに成長し、体色も黄色になり天然ウナギと見分けがつかなくなった (写真：図6 A)。

また、図6中の個体Bは、放流時52gが、ほぼ同時期11月には77g、肥満度1.109で個体Aと比べると体重は約2分の1で、頭部以外は黒色または灰色 (養殖ウナギの色調と類似) で、同期間を経過した個体であっても、両者の差は大きいことがわかった。

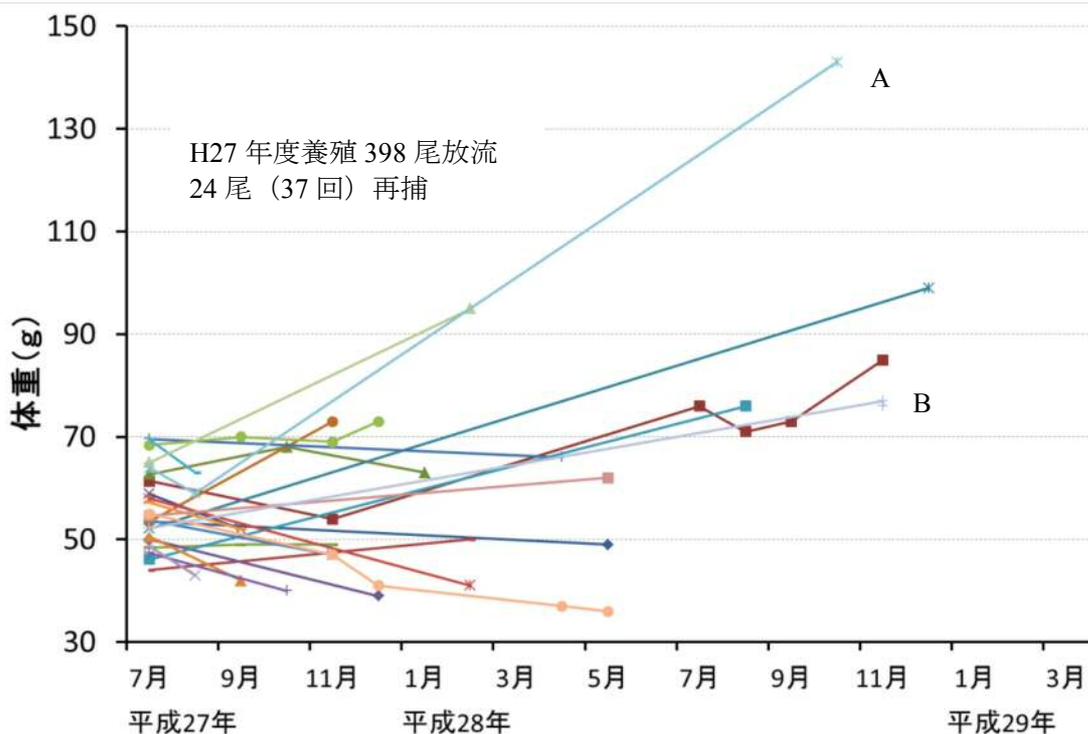


図6 平成27年度養殖ウナギ再捕時の体重

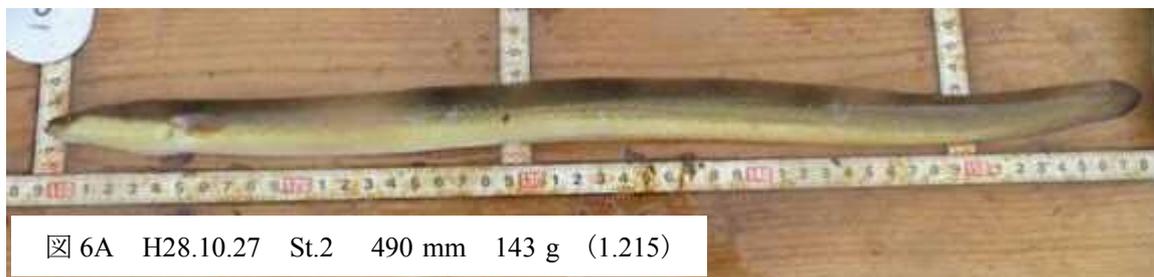


図6A H28.10.27 St.2 490 mm 143 g (1.215)

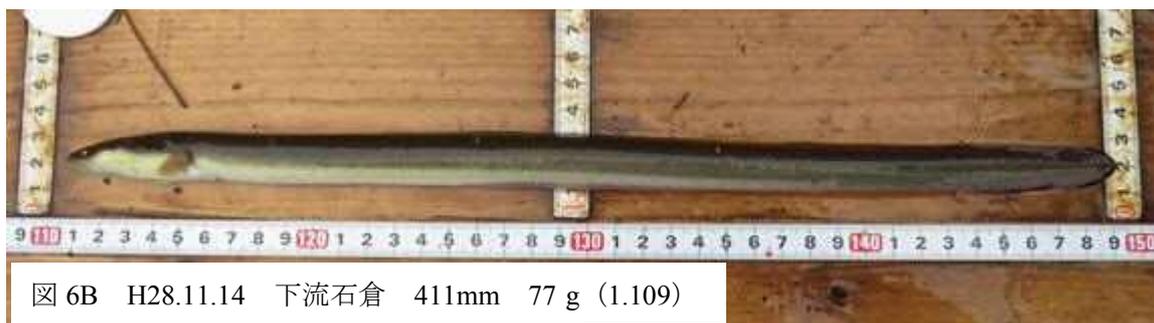


図6B H28.11.14 下流石倉 411mm 77 g (1.109)

3) 平成28年度養殖ウナギ (図7)

平成28年7月に放流した養殖ウナギ700尾のうち24尾が37回再捕された。

放流後の体重は減少, または横ばいが多かったが, 9月以降から増加している個体もみられた。

最大は, 図7中の個体Aで放流時63gが, 半年後の1月には83g, 肥満度1.1120に成長していた (写真: 図7A)。しかし同日に再捕された個体Bは, 放流時49.7gが再捕時は38g, 肥満度0.763とやせており (写真: 図7B), 放流後の成長は個体差が大きかった。さらに, 3月に再捕された個体Cは放流時32.7gが, 23gで肥満度は0.646まで低下していた。

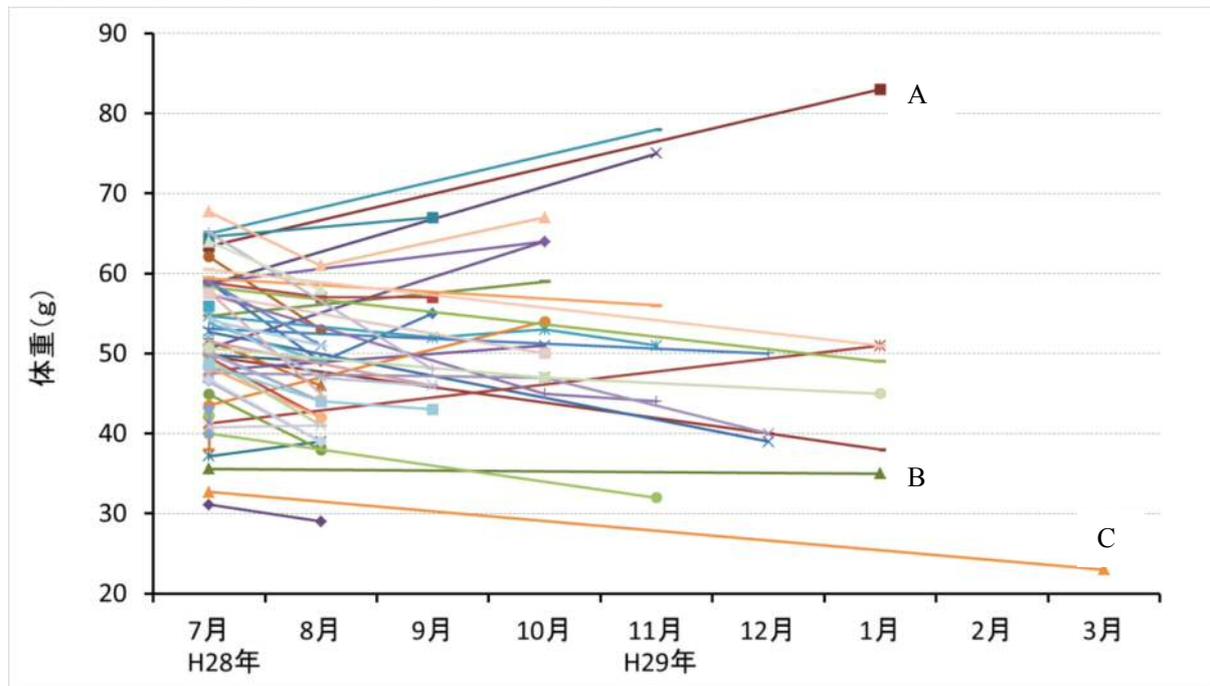


図7 平成28年度養殖ウナギ再捕時の体重



図7A H29.1.10 St.1 420mm 83g (1.120)

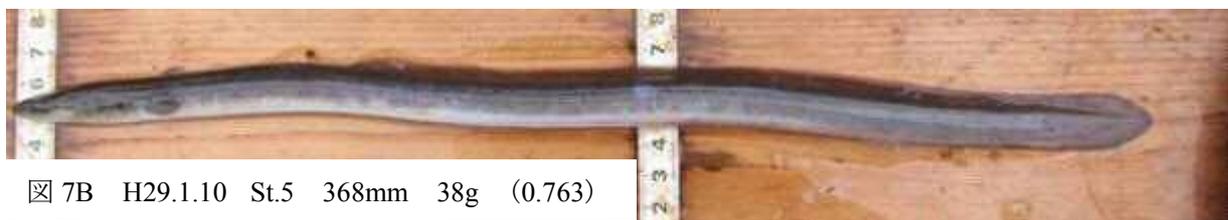


図7B H29.1.10 St.5 368mm 38g (0.763)



図7C H29.3.14 St.7 329mm 23g (0.646)

4) 天然ウナギ (図8)

平成27年5月から平成28年12月に、天然ウナギ307尾を放流し、平成29年1月までに29尾が31回再捕された。再捕時より体重が減少したものは6個体で、平成27年9月から翌年8月の間に再捕された個体は横ばい傾向にあった。

なお、養殖ウナギと比較のために、前述した養殖ウナギと同等サイズの2尾について、再捕時の写真を図8A, 8Bに示した。

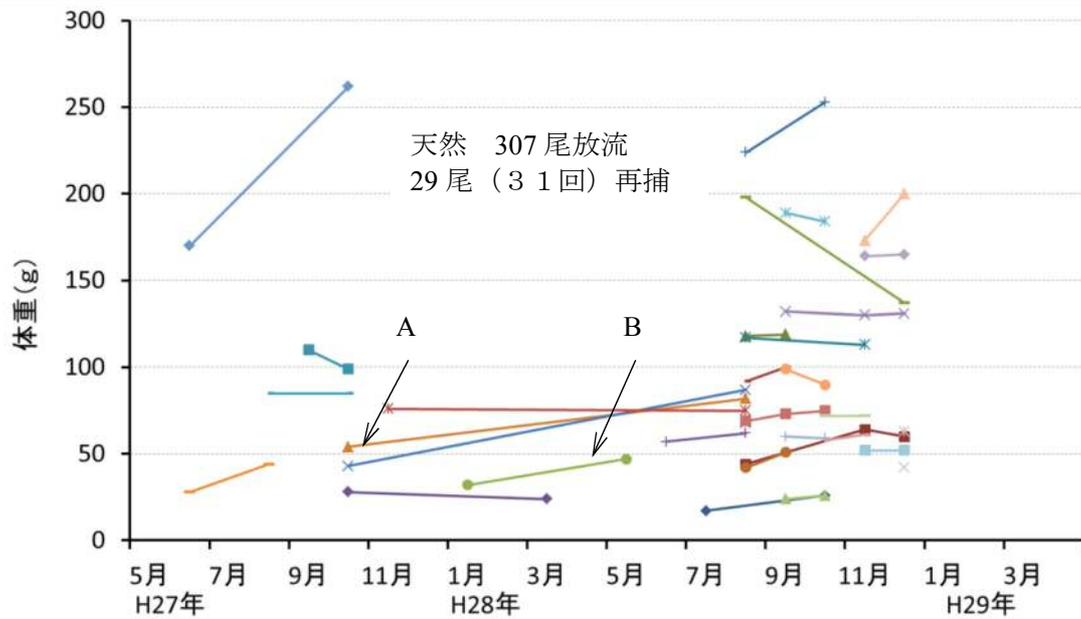


図8 天然ウナギ再捕時の体重



図8A H28.8.28 下流石倉 411 mm 82g (1.181)
(放流時 H27.10.13 下流石倉 367 mm 54g (1.092))



図8B H28.5.23 St.7 337 mm 47g (1.228)
(放流時 H28.1.21 St.7 296 mm 32g (1.234))

4. 天然ウナギと養殖ウナギの瞬間成長率（図9）

瞬間成長率（Specific Growth Rate：SGR（%））＝100×（ln(L2)－ln(L1)）／T，L1：放流時体重（g）L2：再捕時体重（g）T：再捕までの期間（日）で算出し，比較した結果，天然ウナギ（H27年～）の瞬間成長率の平均値は0.14%で，養殖ウナギ（H27）の瞬間成長率の平均値-0.08%より有意に高かった。

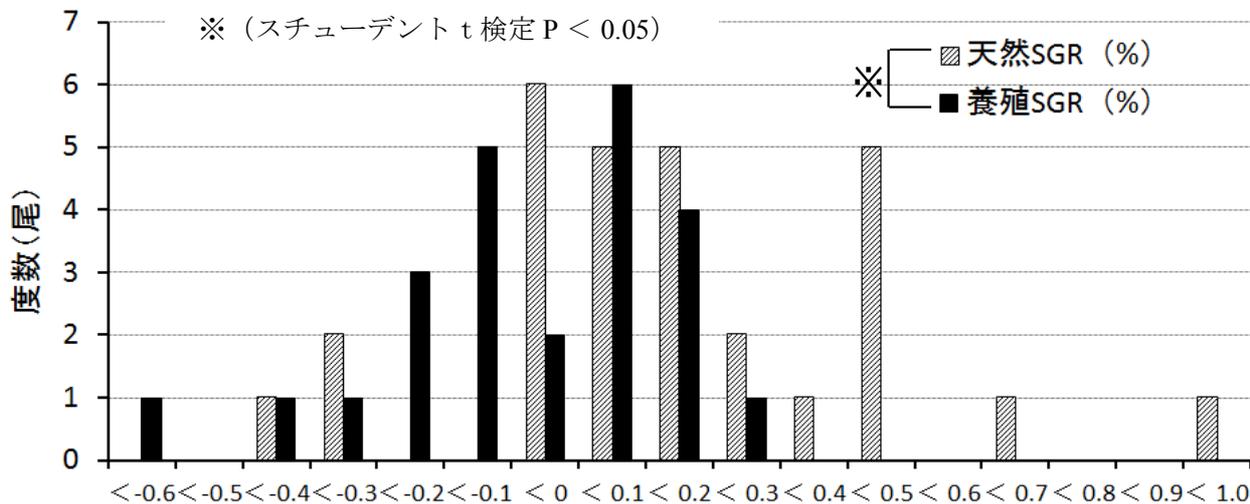


図9 天然ウナギと養殖ウナギの瞬間成長率

5. 天然ウナギと養殖ウナギの竹筒占有率

調査時に全調査地点の竹筒で漁獲された天然ウナギと養殖ウナギの尾数を図10に示した。

各年とも8月に養殖ウナギの漁獲尾数が多くなっていたことは，毎年7月に養殖ウナギを数百尾放流していることから一時的な滞留によるものと考えられた。

なお，養殖ウナギの竹筒占有率は平成26年度が16%，平成27年度が27%，平成28年度が26%で3年間の合計尾数では24%であった。

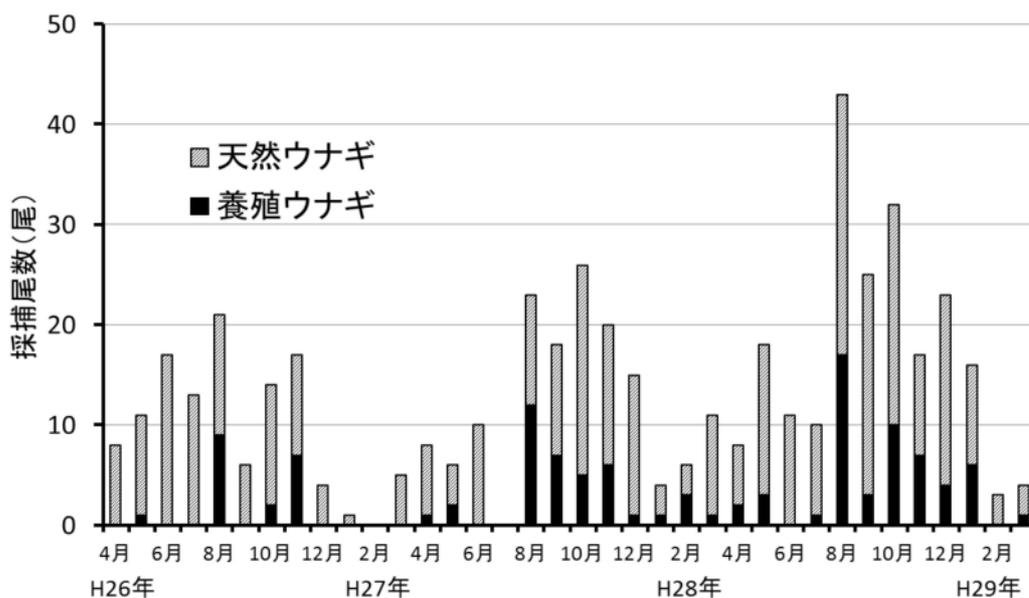


図10 天然ウナギと養殖ウナギの竹筒漁獲尾数

6. 放流ウナギの移動状況

再捕された時期と場所について、養殖ウナギは放流年度ごとに図11から13に、また天然ウナギは図14に示した。なお、円グラフは、放流地点から上流で再捕された個体をU (UP) で、下流で再捕された個体をD (DOWN) , 同じ場所で再捕されたものをR (RESIDENT) で表した。なお、100m以内の移動についてはRとした。

平成26, 27年度養殖ウナギは、すべてSt. 8 (花渡橋から上流へ2,760m地点) で一点放流したところ、H26年度は85% (図11) が、H27年度は75% (図12) が放流地点より下流で再捕された。

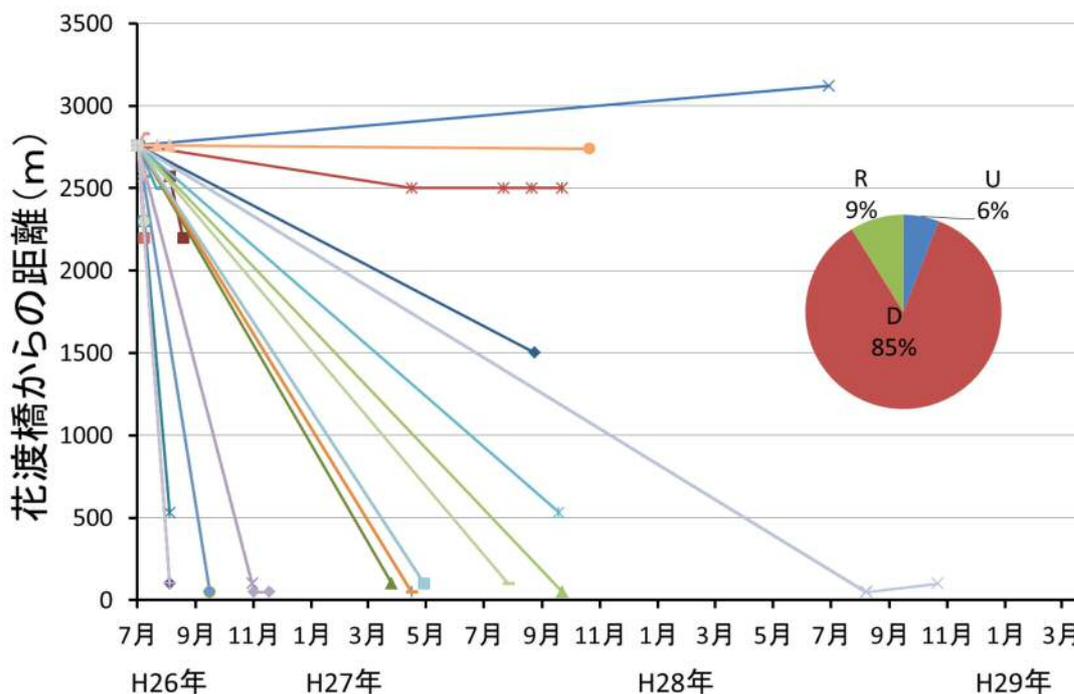


図 11 平成 26 年度養殖ウナギの移動状況

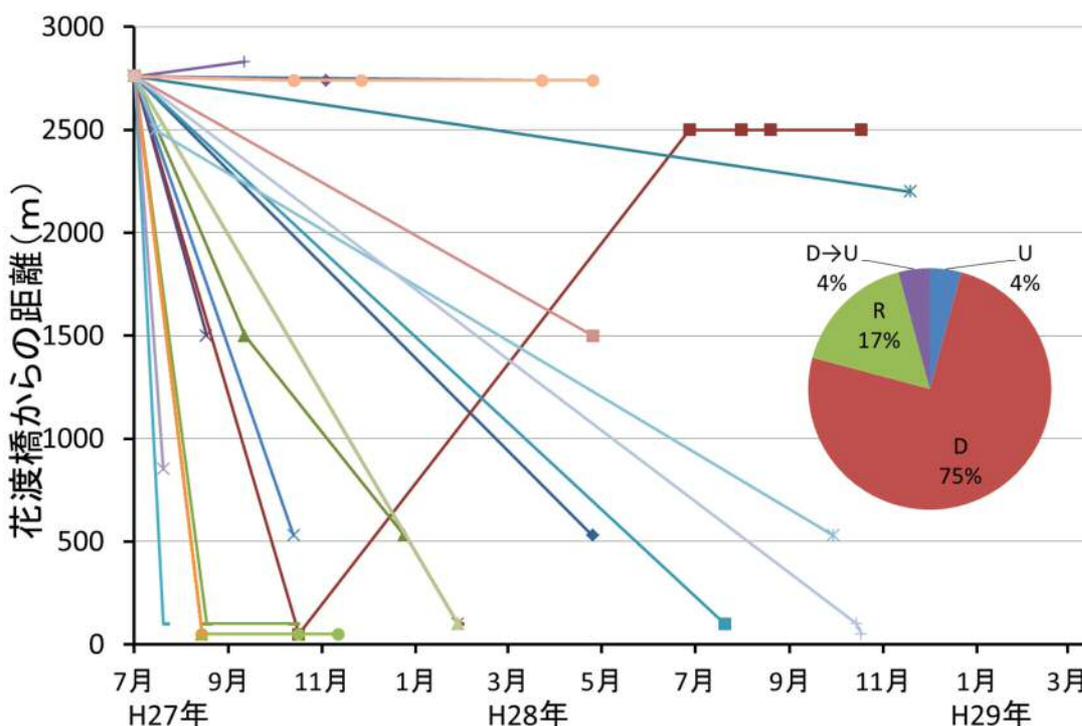


図 12 平成 27 年度養殖ウナギの移動状況

平成28年度は、これまでの一点放流を廃止して、養殖ウナギを12カ所に分散放流したところ、放流地点より下流で再捕された個体が38%、上流で再捕された個体が9%、放流地点と同じ場所で再捕された個体が53%を占めており、一点放流よりも同一地点で再捕される割合が高かった（図13）。

さらに、天然ウナギは放流地点と同じ場所での再捕が93%を占め、その場からほとんど動かず、定住性が高いことがわかった（図14）。

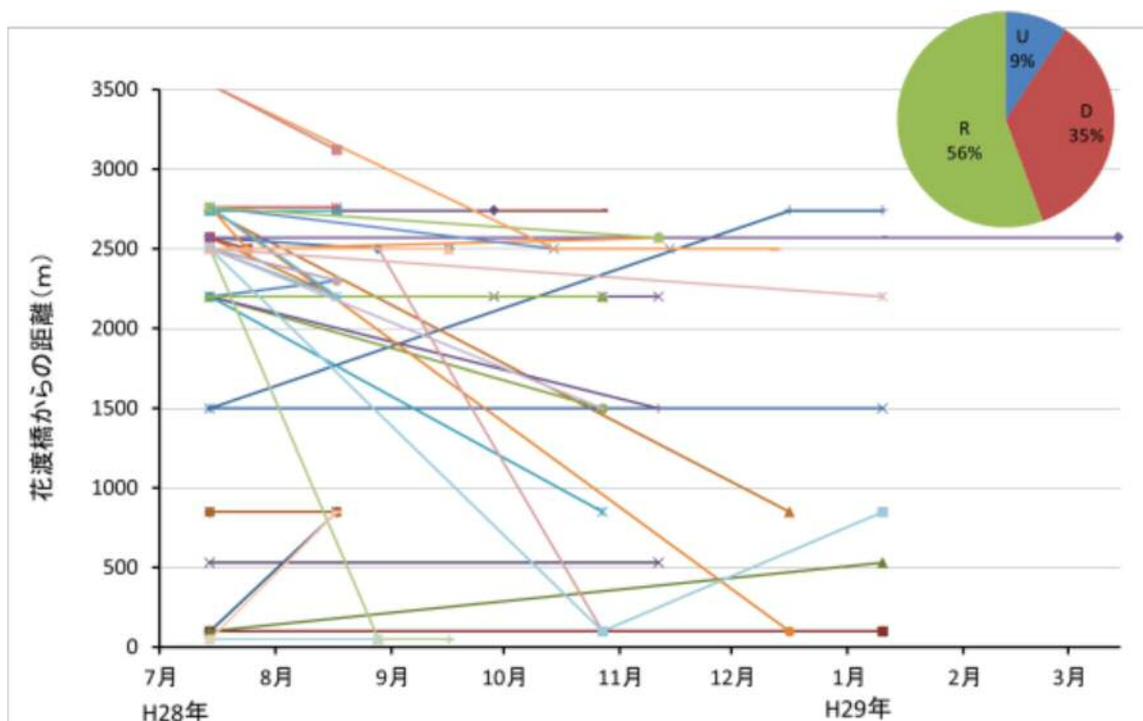


図 13 平成 28 年度養殖ウナギの移動状況

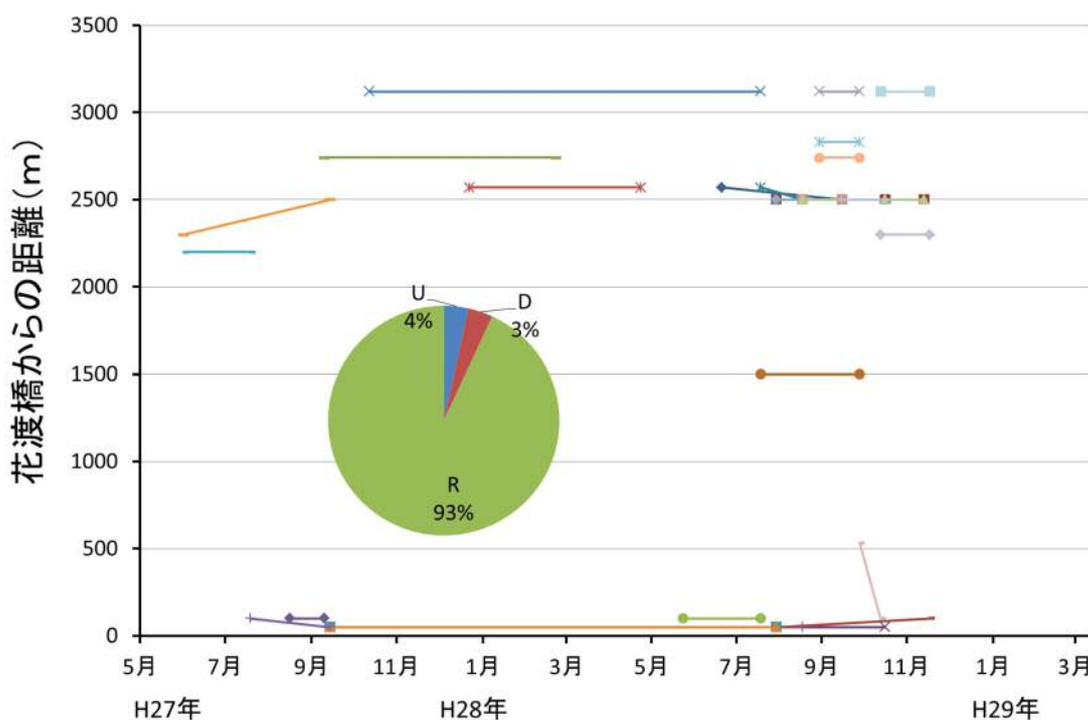


図 14 天然（平成 27 年度～）ウナギの移動状況

7. まとめ

養殖ウナギの体重は、放流後短期間では減少傾向にあるが、長期間では増加に転じていた。しかし、それらの成長は、同一群の種苗でも、体重差では2~3倍、体色も異なるなど個体差が大きく、個別の評価にとどまっている。

瞬間成長率は、天然ウナギの方が、養殖ウナギより高いことがわかったが、養殖ウナギの体重は一定期間経過後に増加へ転じていることから、放流直後からではなく、経過時間を考慮すべきで、データのさらなる蓄積が必要である。

養殖ウナギの放流がウナギ資源の増大に寄与できるか否かについては、放流した養殖ウナギが、河川で天然ウナギと同等に成長し産卵行動に寄与できるかを確認することが重要であることから、花渡川で銀化した養殖ウナギを再捕することが今後の課題である。

本年度から実施している分散放流は、放流直後の局所的な密度増加を分散することで、住処や餌の競争を避けることを目的に実施したが、本県は、過去5年間で合計3,492尾の養殖ウナギを花渡川に放流しており、直近3年間の竹筒の占有率は養殖ウナギが24%を占めている。

この現状をふまえ、花渡川におけるニホンウナギの収容能力についても検証すべき時期にきている。

参考 放流調査結果一覧 平成29年3月14日現在

放 流 前										放流直後～現在		放流後(越冬後～現在)	
放流年月日	サイズ	餌	平均全長 (mm)	平均体重 (g)	平均 肥満度	放流尾数 (尾)	雌の割合 (%)	標識	再捕尾数 (尾)	再捕率(%)	再捕尾数(尾)	再捕率(%)	
H24	10/30	50g	—	363	52	1.09	450	29%	右目下赤	47	10%	9	2.0%
H25	10/11	50g	—	345	45	1.09	450	59%	左目下黄	39	8.7%	9	2.0%
		200g	—	495	195	1.61	450	0%	右目下黄	57	13%	1	0.2%
H26	7/22	50g	活餌	353	46	1.05	203	60%	PITタグ	15	7.4%	9	4.4%
		50g	配合	370	59	1.14	196			19	9.7%	6	3.1%
		50g計	—	361	53	1.09	399			34	8.5%	15	3.8%
	10/28	200g	活餌	501	184	1.47	150	0%	PITタグ	7	4.7%	0	0.0%
		200g	配合	504	188	1.47	150			3	2.0%	0	0.0%
		200g計	—	501	192	1.53	300			10	3.3%	0	0.0%
H27	7/29	50g	—	368	55	1.10	345	30%	PITタグ	24	7.0%	8	2.3%
		200g	—	438	192	1.34	398	0%		16	4.0%	0	0.0%
H28	7/20	50g	—	372	50	0.97	700	23%	PITタグ	54	7.7%		
H27年5月～随時	天然	不明	406	94	1.23	319	不明	PITタグ	29	9.1%	5	5.0%	
計 (※天然ウナギを除く)						3,492			281	8.0%	47	1.3%	

ウナギ資源増殖対策事業Ⅲ (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】

ウナギの生息環境の維持保全のため、漁獲調査を実施し、生息場所や生息環境等を調査する。また、ウナギの移動成長を把握するとともに、ウナギ分布の制限要因について調査し、その改善策について検討する。

平成28年度は漁獲調査を実施するとともに、堰堤の上下におけるニホンウナギの生息数と生息環境について調べるとともに、堰堤の遡上状況について調べ、簡易魚道の開発を行う。

なお、本河川では「ウナギ資源増殖対策事業Ⅱ（放流用種苗育成手法開発事業）」により、養殖ウナギの放流・追跡調査を行っているが、本事業は、天然ニホンウナギについて水産庁委託事業「内水面資源生息環境改善手法開発事業」により行った。

【方法】

1. 天然ニホンウナギ分布調査

平成28年4月から翌年3月に図1(上)の花渡川及び支流の中州川に設置した竹筒(St. 1～10の10カ所)と石倉(St. 6の1カ所)によりニホンウナギを漁獲し、分布や消長を毎月1回調べた。また、調査時の水温は定点ごとに棒状温度計で測定した。

2. 堰堤上下のニホンウナギ採捕調査

平成28年8月、10月、12月の年3回、堰堤の上下に3つの定点(図1下)を設け、各定点40mのラインを設定し、電気刺激漁具(フロンティアエレクトリック社FISH SHOCHKE RIII)によりニホンウナギを採捕した。また、平成28年4月から翌年1月まで、St. Bの水温をデータロガー(ティドビットV2)で1時間おきに連続測定し、3つの堰堤の規模(幅、傾斜、落差)については実測した。

3. 堰堤におけるニホンウナギの遡上状況調査

平成28年4月から8月にかけての5回、監視デジタルレコーダー(QT914-4N4, 4チャンネルAnalogHDセキュリティシステムQTA8027B: 以下監視カメラと表記)を第2堰堤に設置・連続撮影を行い、ニホンウナギの遡上状況を観察した。なお、1回の観察は日没から翌朝までとした。

また、8月の1回は、上記に加え、夜間目視調査を第2、第3堰堤で行い、デジタルカメラCanon Power Shot 120で動画を撮影した。

4. 簡易魚道の開発

予備試験として、平成28年3月～4月に、当所飼育実験棟内の水槽に、中州川で採捕した天然のニホンウナギ13尾(全長:322～669mm, 体重: 34～458g)を収容し、簡易魚道として芝マット(山崎



「国土地理院の電子地形図を掲載」

図1 調査地点

産業株式会社製：30cm×30cm，厚み2cm）を3枚連結し，その上から注水し，監視デジタルレコーダーで撮影した。

屋外試験は，平成28年4月から8月にかけての5回（上記の遡上調査時），中州川の第二堰堤（落差1.5m）に30cm幅の芝マットを2枚設置し，上部に土嚢や石を置いて水流を弱めるように調整し，魚道部分を監視デジタルレコーダーで撮影し，ウナギの遡上状況を確認した。

【結果及び考察】

1. 天然ニホンウナギ分布調査

平成28年4月～翌年1月に，毎月1回，図1の10カ所の調査定点において調査した。

調査時の水温は12.5℃～33.8℃であった（図2）。

10定点で155尾の天然ニホンウナギが採捕され，平均全長は405mm，最小134mm，最大741mm，平均体重104g，最小2g，最大591gであった（表1）。

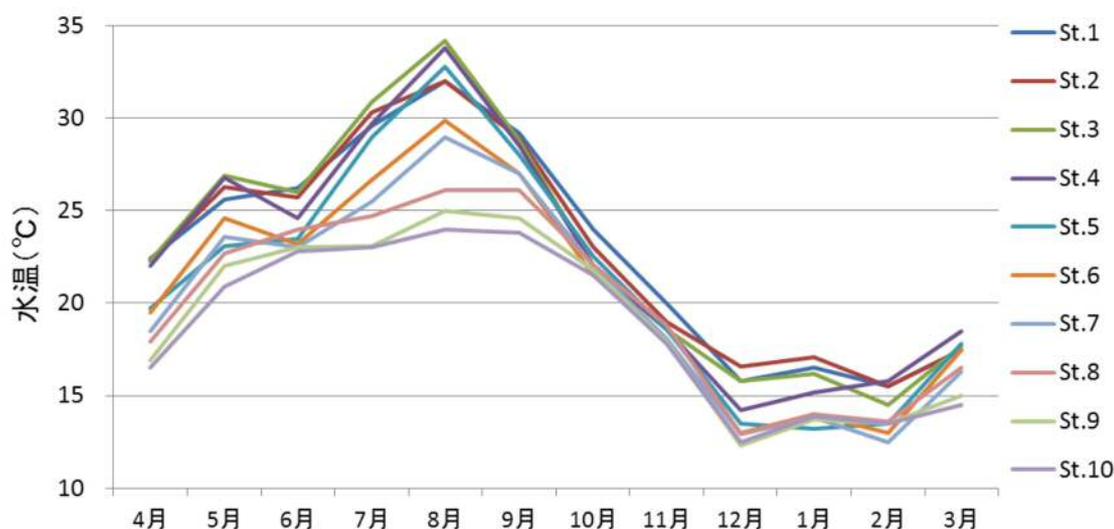


図2 定点の水温（漁獲調査時）

表1 天然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
st1	25	414	192	581	102	8	309
st2	12	368	140	575	79	2	203
st3	20	384	283	490	78	25	174
st4	21	440	286	658	131	30	353
st5	24	471	278	741	171	21	591
st6	10	369	255	432	65	18	96
st6石倉	8	411	279	500	100	23	171
st7	12	317	236	422	42	16	106
st8下	1	450	450	450	129	129	129
st8上	13	343	134	607	73	2	347
st9	9	462	401	511	139	75	200
St.10	0						
総計	155	405	134	741	104	2	591

分布調査における天然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。

天然ニホンウナギの全長組成は図4のとおりで，400～449mmが最頻値であった。

定点別採捕尾数は河口からの距離に近いSt.1～St.4や，支流で可動堰直下のSt.5で多く，河口か

ら距離が遠くなるほど採捕数は少なくなる傾向がみられ、St. 10では年間を通して採捕されなかった(図5)。

平成28年度の月別採捕尾数では、平成28年8月に一番多く採捕され(図6)、銀ウナギは9月～翌年1月にかけて6尾採捕された(表2)。

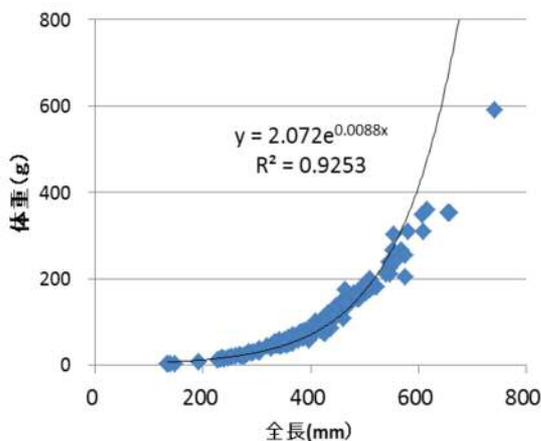


図3 ニホンウナギの全長と体重の関係

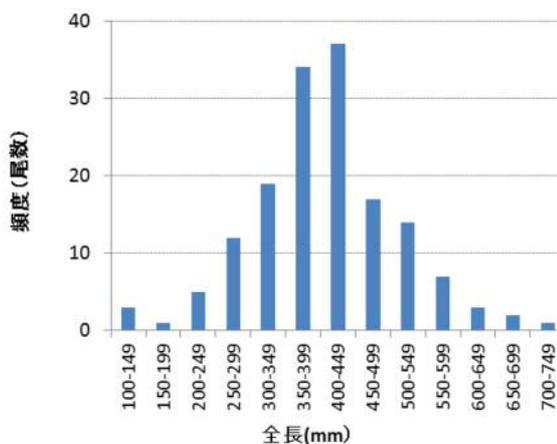


図4 ニホンウナギの全長組成

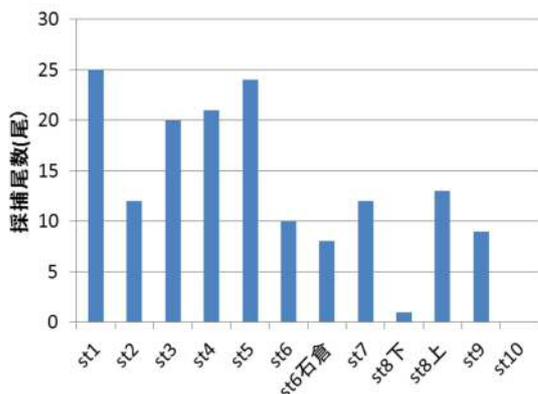


図5 定点別採捕尾数

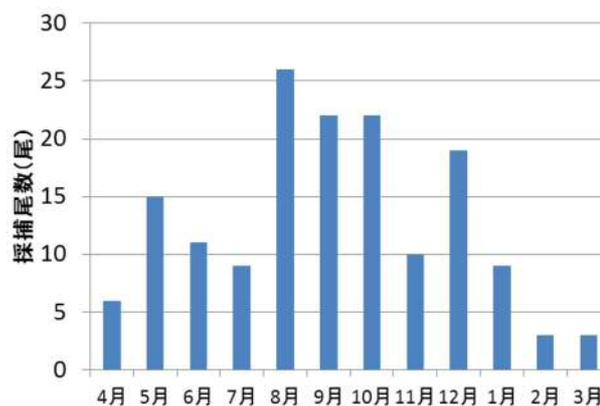


図6 月別採捕尾数

表2 ニホンウナギ(銀ウナギ)の体測結果

採捕日	全長(mm)	体重(g)	肥満度	採捕場所	区分
H28.9.28	741	591	1.453	st5	S1
H28.10.27	465	174	1.731	st3	S1
H28.11.11	553	266	1.573	st1	S1
H28.12.16	504	168	1.312	st1	S2
H28.12.16	497	181	1.474	st1	S2
H29.1.10	505	182	1.413	st1	S2

区分のS1, S2は銀ウナギで、S2はS1より銀化が進んだもので、図7-1と図7-2に採捕された銀ウナギの一部を示す。



図7-1 銀ウナギS1 H28. 10. 27 胸鰭縁辺まで黒化しているが腹の銀化が進んでいない。



図7-2 銀ウナギS2 H29. 1. 10 胸縁辺部まで黒化し、腹側は図7-1より銀化が進んでいる。

2. 堰堤上下の天然ニホンウナギ採捕調査

1) 調査地点と水温

St. A, St. B, St. Cでの調査風景を図8の上に、各地点の直上の堰堤を図8下に示した。また、各堰堤（下流から順に第2, 第3, 第4）の規模や勾配は表3のとおりであった。なお、3定点の間にあるSt. Bの日間平均水温は13.4℃～29.0℃であった（図9）。



図8-1 St. Aと第2堰堤



図8-2 St. Bと第3堰堤



図8-3 St. Cと第4堰堤

表3 堰堤の緒言

	高さ(cm)	勾配	幅(m)	備考
第2堰堤	150	66°	15.0	コンクリート 固定
第3堰堤	161	67°	10.4	コンクリートと鉄板 可動
第4堰堤	114	80°	12.3	コンクリート 固定

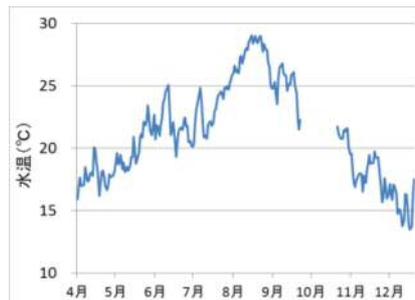


図9 St. Bの日間平均水温

2) 電気ショッカーによる地点別採捕尾数

平成28年度の電気刺激漁具によるニホンウナギ採捕尾数は3回の合計で、下流のSt. Aが61尾、中流のSt. Bが5尾、上流のSt. Cが4尾であった（表4）。

なお、この調査は、平成27年度に年4回実施しており、堰堤の上方ほど採捕尾数が少ない傾向がみられたが、単年度の調査ではデータ数が少なく統計学的な有意差が得られなかったため、2年間のデータで堰堤上下の採捕尾数を比較し、統計解析した。

2年間の採捕尾数の合計はSt. Aが145尾、St. Bが23尾、St. Cが15尾で、St. Aの採捕尾数はSt. B, St. Cより有意に多く（図10:多重比較法Steel-Dwass法）、St. A直上の第2堰堤はニホンウナギの遡上阻害の要因であることが示唆された。

表4 ニホンウナギ採捕尾数（H28, 27年度）

		St.A	St.B	St.C	計
H28年度	H28年8月	23	3	1	27
	H28年10月	23	1	2	26
	H28年12月	15	1	1	17
		61	5	4	70
H27年度	H27年4月	19	4	2	25
	H27年8月	33	7	3	43
	H27年12月	14	2	2	18
	H28年3月	18	5	4	27
	84	18	11	113	
合計		145	23	15	183

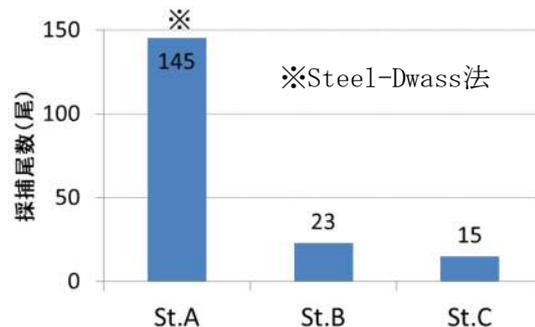


図10 地点別採捕尾数（平成28, 27年度）

2年間で採捕したニホンウナギ183尾の体測結果は、平均全長266mm、最小48mm、最大669mm、平均体重43g、最小0.1g、最大459gであった（表5）。

統計額的に差はみられなかったものの、St.CではSt.A、St.Bよりサイズが大きい傾向にあった（図11）。

表5 ニホンウナギの地点別体長、体重（平成28、27年度）

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.A	145	256	48	665	37	0.1	344
St.B	23	261	120	570	40	1.7	277
St.C	15	353	130	669	103	1.0	459
総計	183	266	48	669	43	0.1	459

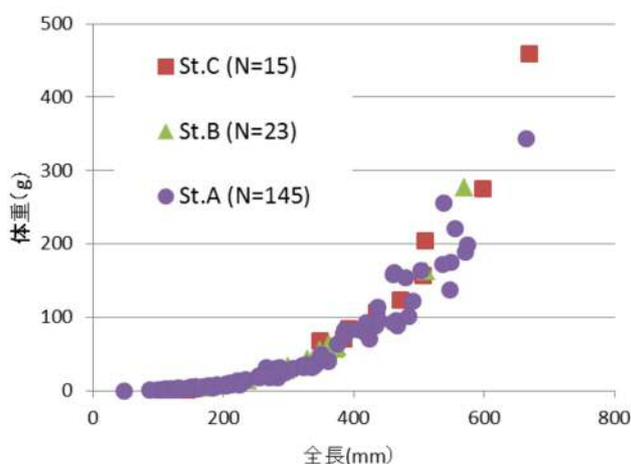


図11 ニホンウナギの全長と体重の関係

3. 堰堤におけるニホンウナギの遡上状況調査

5回の調査のうち、7月と8月にニホンウナギの遡上が監視カメラ（夜間は赤外線モード）で確認された（表6）。

また、8月4日は、上記撮影に加え、St.B堰堤（落差1.6m）において、目視で遡上行動を確認し、デジタルカメラで動画を撮影した。

図12は、平成28年7月4日19時30分頃（日没直後）に、St.A堰堤を遡上している推定15cmのニホンウナギで、66°のコンクリート壁のくぼみを利用して、水量の少ない場所に張り付くように登っている様子である。この後、20cmほど登った後に、水量の多い場所に到達し、水流により落下した。

図13は、平成28年8月4日20時30分頃に、St.B堰堤端の90°コンクリート壁をよじ登るニホンウナギと、落下したもの（図14：141mm約1g）である。他にも3尾が、この堰堤に張り付き、よじ登ろうとしていたが、水流や重力により落下し、堰堤を越えるものは確認できなかった。なお、堰堤直下の水中には、ニホンウナギ数尾が滞留していた（図15）。

これらのことから、ニホンウナギは垂直な壁面でも凹凸を足がかりに登ることができるが、最終的に水流等に負けて落下していることから、上記2つの堰堤は、ニホンウナギの遡上を阻害していることがわかった。

表6 遡上調査日等

H28年調査日	潮汐・月令	満潮時刻	日没	遡上
4月14日	小潮 6.7	0:18	18:46	×
6月10日	中潮 5.0	23:18	19:22	×
7月4日～5日	大潮 29.0	19:34	19:27	○
7月6日～7日	中潮 2.7	21:28	19:26	○
8月4日～5日	大潮 0.3	20:26	19:12	○



図13 St. B堰堤のニホンウナギ



図14 St. B堰堤で落下したニホンウナギ



図12 St. A堰堤のニホンウナギ



図15 St. B堰堤下に滞留中のニホンウナギ

4. 簡易魚道の開発

室内試験において、芝マットの突起部分を利用してよじ登るニホンウナギ1尾（全長350mm，体重50g）を確認した（図16）。

室内試験の結果を受けて、屋外試験をSt. A堰堤で表6の遡上調査と同一日時に5回実施した。

芝マットの設置風景は図17のとおりで、設置所要時間は調査員2名で30分程度であった。

また、監視デジタルレコーダーは図18のとおり、壁面から1m程度離して設置した。

平成28年7月5日4時18分頃に、芝マットの間に体を差し入れているウナギの映像を確認した（図19）。しかし、この後、芝マットの裏面に隠れてしまい、堰堤上部に到達したかは不明であった。

また、平成28年8月4日21時51分には芝マットの裏面から体をせり出して、堰堤上部に達し、上流へ泳ぎ出るウナギを確認し、簡易魚道の有効性を確認した（図20）。

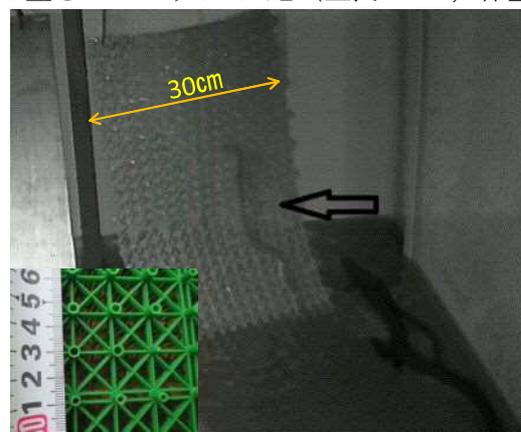


図16 簡易魚道の水槽実験風景



図17 簡易魚道の設置風景



図18 簡易魚道と撮影風景

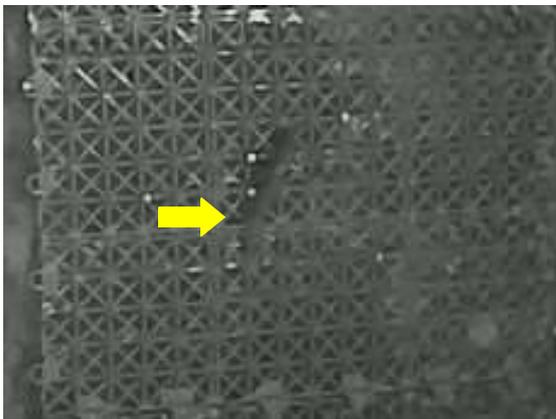


図19 芝マットに絡むニホンウナギ



図20 芝マットを登り切るニホンウナギ

【まとめ】

分布調査における採捕尾数は、概ね、河口からの距離が近いほど多く、遠いほど少ない傾向にあった。特に、調査定点の最上流部であるSt. 10では一年を通して1尾も採捕されなかった。

なお、St. 5は、河口からの距離がSt. 1～St. 4よりも遠いが、採捕尾数は多かった。このことは、St. 5が堰堤直下に位置しており、堰堤を遡上できないニホンウナギが、この場所でせき止められ、集積したことによるものと推察された。

堰堤がニホンウナギの遡上の阻害要因になっていることは以前から指摘されていたが、今回、堰堤の上下における採捕尾数の有意な差と、水流に負けて落下する動画等から、阻害要因になっていることが科学的に明らかにされた。

芝マットを用いた簡易魚道は、ニホンウナギの遡上を助けることが分かったが、今年度調査では水量が安定した日の夕方から翌朝までの約12時間の検証であったため、今後は、耐久性や、水量の変化への対応も検討が必要である。

川内原子力発電所温排水影響調査事業

村田圭助, 西 広海, 稲森重弘

【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28年7月18日 平成28年7月18日	平成29年2月26日 平成29年2月26日
2 流 況	(1)25時間調査 (2)15日間調査		平成28年7月18～19日 平成28年7月15日 ～7月30日	平成29年2月26日 ～2月27日 平成29年2月25日 ～3月12日
3 海 生 生 物	(1)海藻類 (2)潮間帯生物	平成28年5月26～27日 平成28年5月26～27日		
4 主 要 魚 類 及 び 漁 業 実 態	(1)イワシ類(シラス) バッチ網 (2)マダイ,チダイ ごち網	平成28年1月～12月(周年) 平成28年4月～12月		

【結 果】

温排水の拡散範囲は、過去と同様、放水口周辺に限られており、また、流況や周辺海域の海藻類、潮間帯生物(動物)、主要魚類及び漁業実態についても、概ね過去の調査結果の変動の範囲内であった。なお、詳細な結果については、平成28年7月27日(第1回)、平成28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27年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。

公募型試験研究事業－Ⅰ (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これまでの藻場造成手法の低コスト化・低労力化を図る。

具体的には，現在，藻場造成の母藻設置手法として，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。今年度は，改良型スポアバッグについて，小規模な実証試験を天然海域の転石域などで行うとともに，さらに改良を加えることを目的とした。

【方法】

1 改良型スポアバッグの小規模実証試験

改良型スポアバッグとは，スポアバッグ（約27×75cm，角目1.5cm）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ものである（図1）。試験は南大隅町間泊及び肝付町東風泊，南さつま市坊津町久志で行った。スポアバッグは海底から約1mの高さになるようにした。



図1 改良型スポアバッグ

(1) 間泊

間泊漁港内のさらに入り江で，頭大よりやや大きめの石が積み重なった場所であった。漁業者グループがウニ駆除を行っており，ウニはナガウニ及びムラサキウニが生息し，開始時のウニ密度は4個/m²であった。

5月31日に当センター周辺から採取したマジリモク母藻を1カ所当たり約2kgを5カ所に設置した。また，1月11日にインターバルカメラを設置し，食害生物の出現状況及び種類を確認した。

(2) 東風泊

東風泊漁港西防波堤内側の基礎部のコンクリート基質を対象に行った。ウニは基質の間隙にナガウニ，周辺にガンガゼが若干見られた。

6月2日に当センター周辺から採取したマジリモク母藻1カ所当たり約2kgを2カ所及び試験地地先から採取したヒイラギモク主体でコナフキモク・コブクロモクが若干混じった母藻を1カ所当たり約2kgを2カ所に設置した。さらに，6月24日には指宿市山川浜児が水地先で採取したコブクロモク母藻を1カ所当たり約2kgを4カ所に設置した。

(3) 久志

久志港内の掌から頭大の石が砂上に点在する場所であった。試験地にウニは見られなかった。

6月6日に当センター周辺から採取したマジリモク母藻を1カ所当たり約2kgを7カ所に設置した。

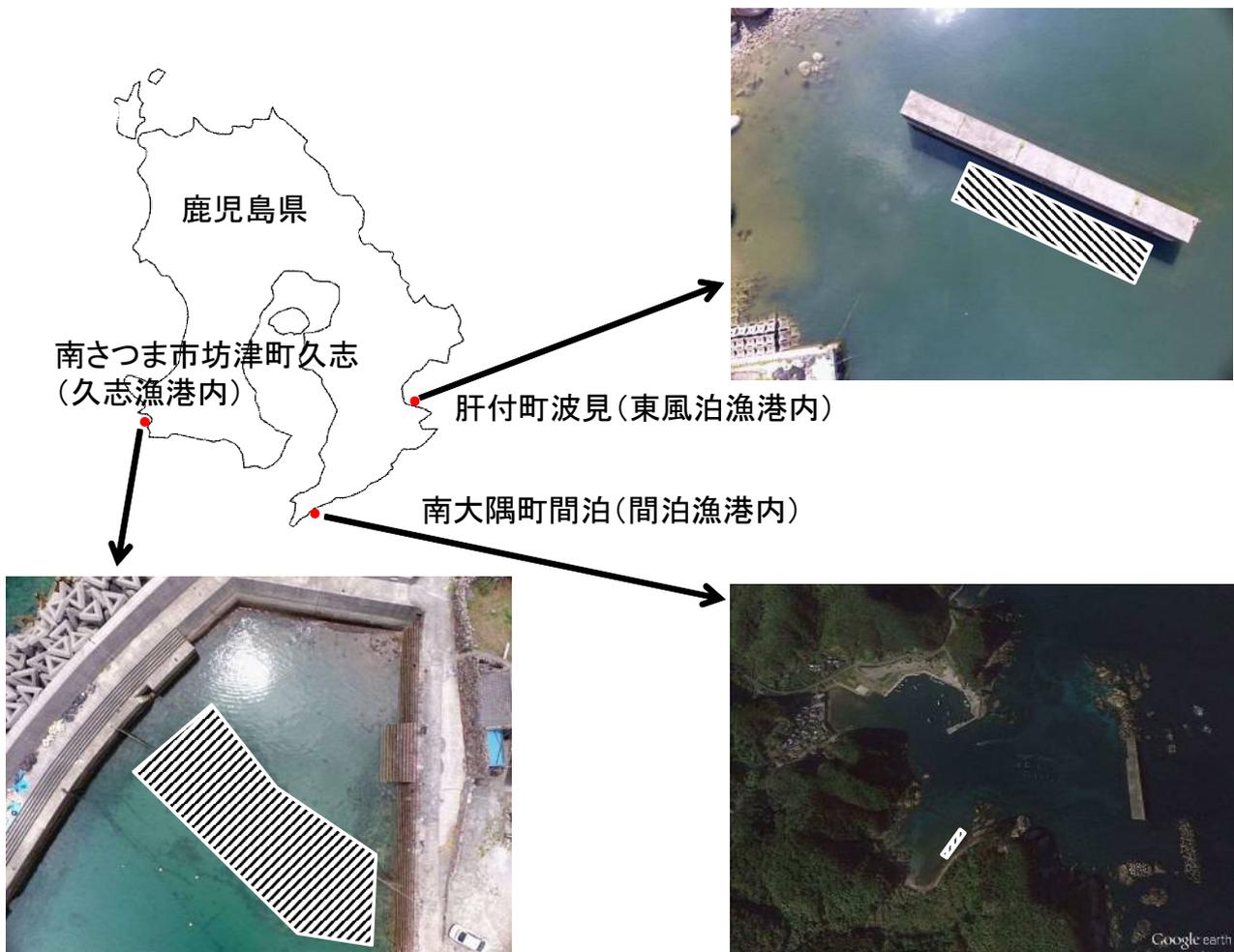


図2 試験地位置図

【結果】

(1) 間泊地先

3月28日に母藻設置場所から半径約1m内にマジリモク藻体は確認でき、母藻2kgで約3㎡の藻場が形成されると試算されたが、藻長は食害によりほとんどが2cm前後であった。フクロノリで隠れたところにあった1個体のみが食害がなく7cm程度であった (図3)。



図3 食害を受けた藻体 (左) 及び受けていない藻体 (右)

1月11日に設置したインターバルカメラで、3分間隔で15日間撮影し、植食性魚類は、メジナ、ニザダイが確認できた。しかし、撮影方向が海藻より高い位置となったため、魚類等が海藻を直接摂餌するところは撮影できなかった（図4）。



図4 試験地で撮影された植食性魚類のメジナ（左）及びニザダイ（右）

(2) 東風泊地先

3月27日に、母藻設置場所から半径約1mに母藻由来と思われる幼体が高密度で確認されたが（図5）、種判別までには至らなかった。

(3) 久志地先

1月4日に、岩盤・礫場約150㎡に1cm前後の藻体を確認された。3月15日には、試験地は漁業者により食害防除網で仕切られ、岩盤・礫場の約1/3が網内となっており、藻体も伸長していたが、母藻に使用したマジリモクではなくコブクロモクと考えられた。網外は食害で藻体が短く、種判別までには至らなかった。



図5 東風泊の母藻設置付近の藻体

【考察】

間泊及び東風泊では、母藻設置位置の半径約1mで母藻由来と考えられる藻体を確認でき、マジリモク母藻2kgで約3㎡の藻場が形成されると試算されたが、平成27年度の瀬戸内町での試験結果（藻体が半径約2m以内で面積が3.7及び8.1㎡）同様、平成25、26年度に指宿市の離石型藻場礁で行い半径5m以上に藻体が着生した結果と比較するとかなり狭い範囲となった。間泊は基質上の豊富な海藻、東風泊は基質上に1cm前後堆積した腐泥が、幼胚の着底を妨げたと考える。

転石域であれば、石を裏返すことによって、幼胚の着生が改善されることがわかっており、その作業が容易にできる環境であれば、裏返すことにより着底面積を増加させることができると考える。裏返すことができない場合や腐泥の堆積が多い環境下では、できるかぎり基質表面の生物や腐泥等の障害物を取り除くことが有効かもしれないが、できない場合は、今回母藻周辺のごく狭い範囲だけで藻体を確認されたことから、母藻設置数を増やすことで対処できるかもしれない。

今回久志及び間泊で藻体はあるものの伸長が見られなかったことからわかるように、鹿児島県海域における藻場造成の最大の問題は、植食性魚類対策である。久志でみられたように、網で囲うことが効果的な防除対策の一つといえる。

2 スポアバッグのさらなる改良

スポアバッグの上部の目合いを拡大した（図6）。内部の藻体を外部に引き出すことによって、引き出された藻体が生長し、それによって放出される幼胚数も増加し、散布範囲も拡大するという、中層的な効果を期待した。12月に伸長初期のヤツマタモクを用いて試験を行ったが、約2ヶ月後には、藻体の伸長が確認された（図7）。次年度にこの手法を用いて実証試験を行う予定である。

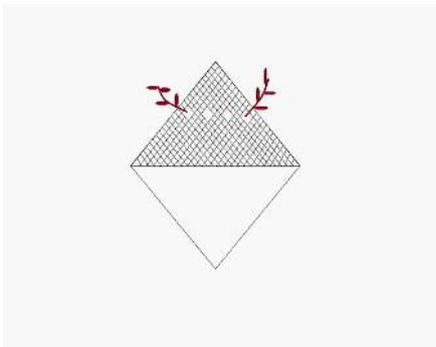


図6 さらに改良を加えたスポアバッグ



図7 新たなスポアバッグでの藻体の状況
左：試験開始時12月22日，右：2月17日

水産食品部

かごしま海の幸発掘活用研究-I

保 聖子・仁部 玄通・和田 和彦・久保 栄一

【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。

【結 果】

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28年度の水産加工棟利用実績は、のべ利用団体数94、のべ利用者数185名で、その他メール・電話・来訪による技術相談数91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

内 容	対 象 者	備 考
カンパチ冷燻試作	漁協	新製品開発
ヒラマサ冷燻試作	養殖業者	新製品開発
ウツボすり身試作	漁業者	新製品開発
熟成魚試作	漁業者	付加価値向上
魚醤油試作	加工業者	低未利用資源の高度利用
ヒメアマエビ粉末化	加工業者	低未利用資源の高度利用
薩摩揚げ試作	加工業者	新製品開発
レトルト試作	加工業者	新製品開発
アカイカ塩辛・せんべい試作	加工業者	低未利用資源の高度利用
ウルメの骨軟化	加工業者	付加価値向上

表2 現地研修・研修会

内 容	対 象 者	場 所
水産物の鮮度・品質向上	普及協議会	指宿市
生シラス衛生管理	水産業振興協議会	大崎町
燻製加工実習	漁協	与論町
加工全般	漁業集落	水産技術開発センター
核酸・脂肪酸・アミノ酸分析研修	加工業者	水産技術開発センター
ヒスタミン分析・ダシ粉末脂質測定研修	加工業者	水産技術開発センター
鰹節の脂質・水分測定研修	加工業者	水産技術開発センター
加工品の細菌検査・アミノ酸分析研修	加工業者	水産技術開発センター
生ウニの菌検査研修	漁協	水産技術開発センター

2 加工関係研究事業

(1) 漁獲物の付加価値向上対策研究

【試験課題】

生食用シラスの鮮度変化に関する研究

(「かごしま海の幸発掘活用研究-Ⅱ」に記載)

【試験課題】

辺塚だいたい給餌カンパチの品質分析
(「かごしま海の幸発掘活用研究-Ⅳ」に記載)

(2) 安心・安全な製品開発推進対策研究

【試験課題】

ウルメイワシ丸干しのヒスタミン(Hm)生成機序の解明及び生成抑制技術開発
(「かごしま海の幸発掘活用研究-Ⅲ」に記載)

3 水産加工連絡協議会の運営

(1) 委員会の開催

平成29年3月8日

出席者：委員9名

議題等：運営状況，研究に係る報告及び意見交換等

(2) 研修会の開催

平成28年5月20日

演題：「海外研修生受入対策について」

講師：鹿児島中国経済交流協同組合 理事長 大茂健二郎

演題：「技能実習受け入れに当たって」

講師：鹿児島中国経済交流協同組合 事務局長 村岡英喜

(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：6件

かごしま海の幸発掘活用研究-Ⅱ (生食用シラスの鮮度変化)

保 聖子・仁部 玄通

【目的】

鹿児島県ではシラスを煮熟乾燥した「ちりめんじゃこ」の製造が沿岸域で盛んに行われている。近年、食形態が多様化し「生食用シラス」として生鮮または冷凍での流通消費が増えている。一方で、シラスは稚魚であることから魚体が脆く鮮度劣化が速いことが知られているが、主に加熱製造用として漁獲されていたことから、シラスの鮮度変化に関する知見は少なく、生産者及び流通業者への情報提供が十分に行われているとは言い難い。これまでにシラスの冷蔵中における自己消化活性は4℃保管下でも高く、その原因酵素として主にキモトリプシンが関与することを報告した。そこで、水揚げ条件や保管温度が冷蔵保管中の品質に与える影響について遊離アミノ酸量を指標に検討した。

【材料及び方法】

2016年6月に鹿児島県西薩沿岸域で漁獲され、当センターに氷蔵で搬入した生鮮シラスを用いた。一部のシラスはポリエチレン製の袋に入れ、袋を上下からアルミトレイで挟み込んで魚体を圧迫し、水揚げ時における魚体の損傷モデルとして試験に供した。シラスは4℃及び10℃で保管し、経時的に遊離アミノ酸量を分析した。

【結果及び考察】

入手時のサンプルは水揚げから約5時間経過しており、遊離アミノ酸量は 144.62 ± 17.6 mg/100gであった。水揚げから10時間後には4℃で 194.98 ± 17.6 mg/100g、10℃では 230.82 ± 25.7 mg/100gとそれぞれ有意に増加した(T-test, $P < 0.05$)。24時間後には、4℃では搬入直後の約1.5倍に、10℃では約2倍となり保管温度に依存して遊離アミノ酸量は増加した(図1)。また、魚体損傷の影響を4℃保管で検討した結果、魚体をモデル的に損傷させた方が、生成する遊離アミノ酸量は有意に多かった(図2)。このことから、損傷した魚体では消化酵素の影響を受け易いため、品質向上のためには水揚げ時の圧迫低減及び低温管理が重要であると考えられた。

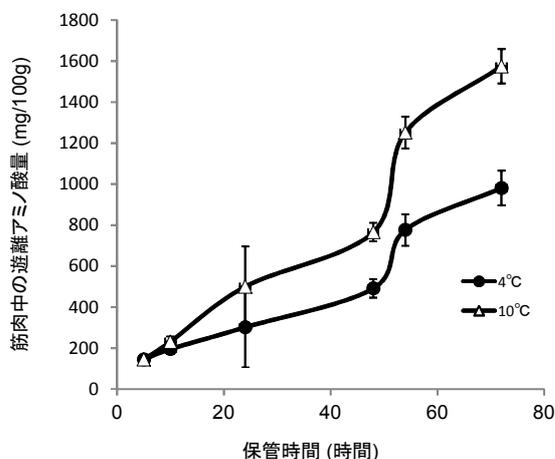


図1 生シラス冷蔵保管中の遊離アミノ酸の変化

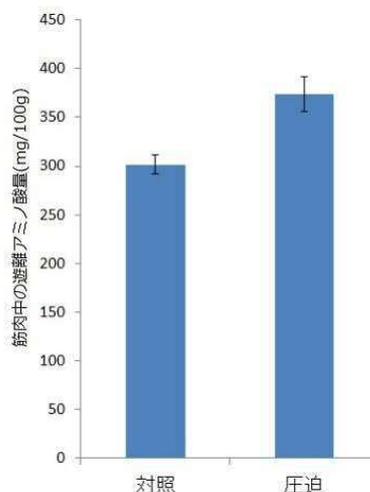


図2 圧迫が冷蔵保管中の遊離アミノ酸に与える影響

かごしま海の幸発掘活用研究-Ⅲ

(ウルメイワシ丸干しのヒスタミン(Hm)生成機序の解明及び生成抑制技術開発)

保 聖子・仁部 玄通

【目的】

イワシの丸干品はヒスタミン（以下Hm）蓄積リスクが高い食品であり、その蓄積にはHm生成菌が大きく関与していることが判明している。Hmは衛生上の危害要因であることから、Hmを蓄積しない製造方法の確立は急務である。近年、植物由来の精油には、ある種の細菌や真菌に対して抗菌作用を有することが報告された。そこで、本研究ではHm生成菌の動向を調べ、Hm蓄積リスクが高い工程の特定を行うと共に、食品添加物である柑橘精油によるHm蓄積抑制手法を検討した。

【材料及び方法】

1. Hm蓄積に関与する原因菌の特定とHm蓄積原因工程の特定

丸干品の原料であるウルメイワシ鮮魚及び当センターで試作した丸干について、それぞれからHm生成菌を分離した。分離したHm生成菌は、遺伝子解析により簡易同定を行った。また、丸干の製造工程ごとにHm蓄積量を調べるとともに、Hm生成菌数及び水分活性についても調べ、Hm蓄積に最も影響を与える加工工程を特定した。

2. 分離同定されたHm生成菌の増殖特性と柑橘精油による増殖抑制試験

増殖可能な温度帯を明らかにするために分離した菌を液体培地に接種し、15℃～35℃の温度で培養し、600nmの吸収波長で濁度を測定した。また、市販柑橘精油を培地に対して1%、2%、4%加え、30℃で培養して経時的に培養液の濁度を測定し、Hm生成菌に対する増殖抑制能を検証した。

3. 柑橘精油添加によるウルメイワシ丸干製造試験

柑橘精油を0.5%添加して通常の製法で丸干を試作し、従来製法による丸干とHm蓄積量について比較した。なお、柑橘精油は、ウルメイワシ浸漬用の食塩水への親水性を高めるために、あらかじめアルコール系調味料と混合して使用した。

【結果及び考察】

1. Hm蓄積に関与する原因菌の特定とHm蓄積原因工程の特定

原料の生鮮ウルメイワシの表皮からはHm生成菌は検出されなかった。一方、内臓からHm生成菌が検出され、遺伝子解析により *Photobacterium piscicola* と推定された。また、試作した丸干からもHm生成菌が検出され、*Photobacterium angustum* と推定された。

原料魚のHm蓄積量は、1ppm以下と非常に少なかったが、乾燥工程後に80ppm以上に増加した。また、細菌の増殖に強く関与する水分活性値は、乾燥前後ともに0.94以上と高かった。以上のことから、Hm蓄積には乾燥工程が関与しているものと推察された。

2. 分離されたHm生成菌の増殖特性と柑橘精油による増殖抑制試験

分離されたHm生成菌 (*P. angustum*) は、30℃が最も増殖速度が速く、次いで25℃の順であった(図1)。15℃の低温でも速度は遅いが増殖した。また、柑橘精油を添加したすべての培養液でHm生成菌の増殖抑制効果が認められた(図2)。

3. 柑橘精油添加によるウルメイワシ丸干製造試験

通常製法でのHm蓄積量は 17 ± 8.44 ppmであったのに対し、柑橘添加丸干では 1.57 ± 0.40 ppmと有意に少なかった。

加熱を伴わない加工現場においては、Hm生成菌を増殖させないことが肝心であるが、冷風乾燥（15℃～30℃）ではHm生成菌の増殖リスクが高まることが確認された。今回の試験により、ウルメイワシ丸干品のHm蓄積には腸内に存在する海洋性細菌の一種である*Photobacterium*属の関与（餌料由来）が強く疑われた。一方で、製造試験で見られるように、新鮮な原料を用いることでHmの蓄積を押さえることが示された。また、新鮮な原料を用い*Photobacterium*属に対して増殖抑制効果を示す柑橘精油を添加することで、Hmの蓄積を大幅に低減できることが示唆された。

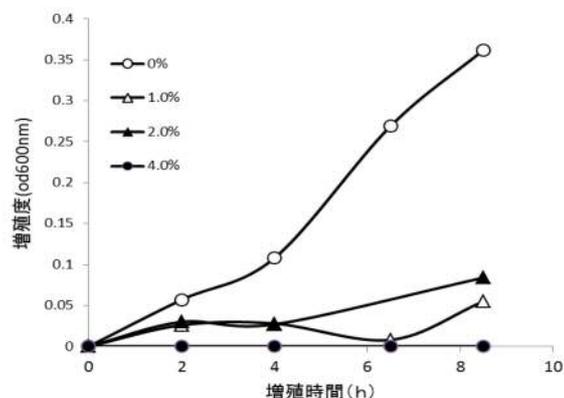
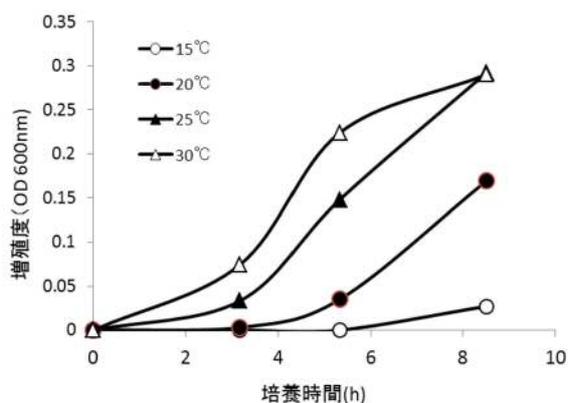


図 1 培養温度と Hm 生成菌の増殖の関係

図 2 柑橘精油の添加濃度と Hm 生成菌の増殖の関係

かごしま海の幸発掘活用研究-IV (辺塚だいたい給餌カンパチの品質分析)

保 聖子・仁部 玄通・和田 和彦

【目 的】

近年、柑橘の果皮や果汁等を配合した餌を養殖魚に給餌し、食味や肉質を改善する取組が行われており、全国各地でブランド化されている。県内でも地域の特産品である「辺塚だいたい」の果皮を養殖カンパチに与え、品質を向上させようとする動きがある。今回、養殖業者が給餌試験を実施したので、その食味や肉質を分析し、評価することを目的とした。

【材料及び方法】

試験飼料の給餌とサンプリング

給餌試験は肝付町内のカンパチ養殖場で実施し、出荷直前の魚（平均体重約3.5kg）に試験飼料及び通常飼料（モイストペレット）を45日間給餌した。試験飼料は、辺塚だいたいの果汁を搾汁した後の果皮を冷凍し、これをミートチョッパーで粉碎後、モイストペレットに添加・混合して作製した。果皮のモイストペレットへの添加率は、給餌15日目までは3%、16～45日目までは5%とした。給餌期間は平成28年10月24日から12月16日までとし、給餌頻度は原則として週に6回とした。給餌15日目、30日目及び45日目に試験飼料給餌区（以下ダイダイ区という）及び通常飼料給餌区（以下対照区という）から3尾ずつ（45日目の対照区は1尾）サンプリングし、現地でフィレ加工し、片側フィレを個体毎にビニール袋に収容し冷蔵宅急便にて水産技術開発センターへ送付した。サンプリングの前2～3日間は餌止めを行った。

食味アンケート

給餌15日目、30日目及び45日目のサンプルについて、センター職員24～28人を対象に食味アンケートを行った。設問1は、1つの皿に乗った3枚の刺身（ダイダイ区が2枚、対照区が1枚）を試食させ、3枚のうち異なる種類の物を選ぶ問題とした。設問2では1つの皿に乗った2枚の刺身（ダイダイ区、対照区各1枚）を試食させ、食味、風味、食感について違いがあるかどうかを問い、違いがあると回答した人には好みの物を問う問題とした。

肉質の分析

給餌30日目及び45日目のサンプルの粗脂肪をソックスレー法にて測定した。また、給餌30日目のサンプルについては遊離アミノ酸を測定した。給餌45日目のサンプルについては、4℃保管における血合筋の色彩について、12時間間隔で96時間まで色彩色差計により測定し、赤色の指標であるa*値を比較した。

【結果及び考察】

食味アンケートの結果、設問1でダイダイ区と対照区を正しく判別できた人の割合は、給餌15日目、30日目及び45日目で、それぞれ42%、18%及び38%であった。

設問2については、給餌15日目では、設問1で正しく判別できなかった人も両者に「違いがある」と

回答し、そのうち過半数がダイダイ区の方が好みであると回答した（図1左）。一方、給餌30日目では、「違いがある」と回答した人が30～40%に減少した（図1中央）。給餌45日目では、再び「違いがある」と回答した人の割合が増え、そのうち約80%以上の人ダイダイ区の方が好みであると回答した（図1右）。

給餌30日目の粗脂肪率は、ダイダイ区が $7.7 \pm 1.4\%$ 、対照区が $8.4 \pm 1.1\%$ 、給餌45日目では、ダイダイ区が $13.6 \pm 2.4\%$ 、対照区(1尾)が 11.7% であった。試験期間中、両区とも脂質含有量が増加したが、いずれの測定時も両区に明確な差は確認されなかった。

給餌30日目の遊離アミノ酸量は、ダイダイ区が魚肉100g当たり373.6mg、対照区が370.7mgで両区で明確な差は確認されなかった。

給餌45日目の血合筋の a^* 値は、4℃保管で36時間までは両区とも徐々に増加し、同程度の値を示した。 a^* 値は対照区(1尾)が36時間以降、低下したのに対し、ダイダイ区では48時間後まで増加し、その後低下した。また、その低下率はダイダイ区の方が緩やかであった（図2）。ダイダイ区で血合筋の褐変が遅延した可能性が示唆されたが、対照区のサンプル数が少ないことから、今後より詳細な比較が必要である。

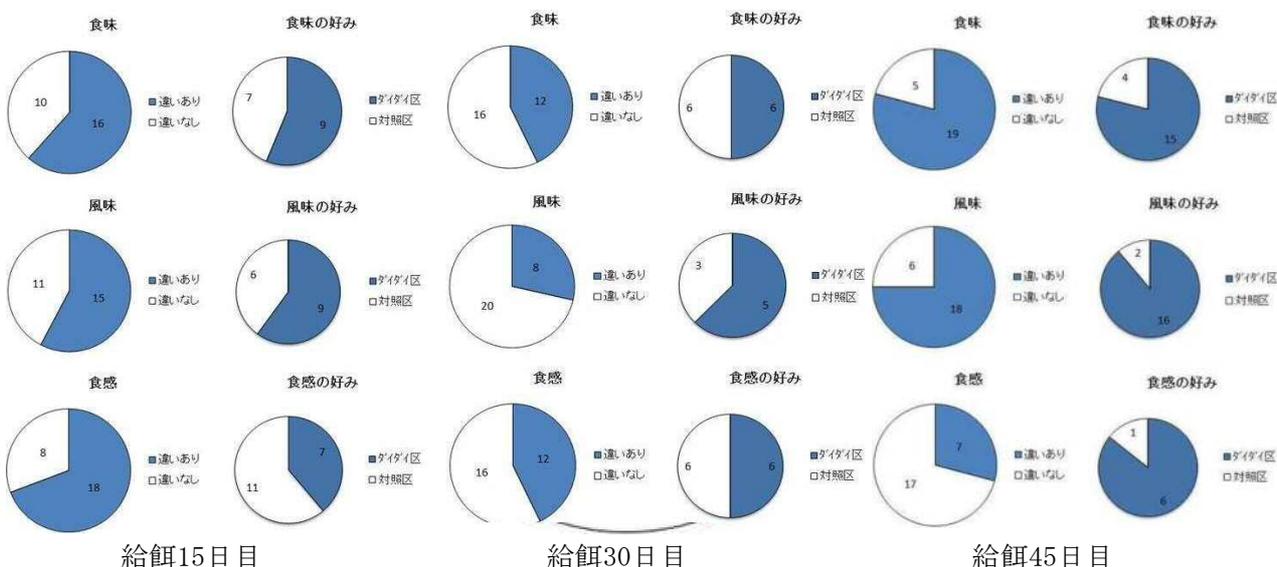


図1 試食アンケート（設問2）の回答結果（左：給餌15日目，中央：30日目，右：45日目）

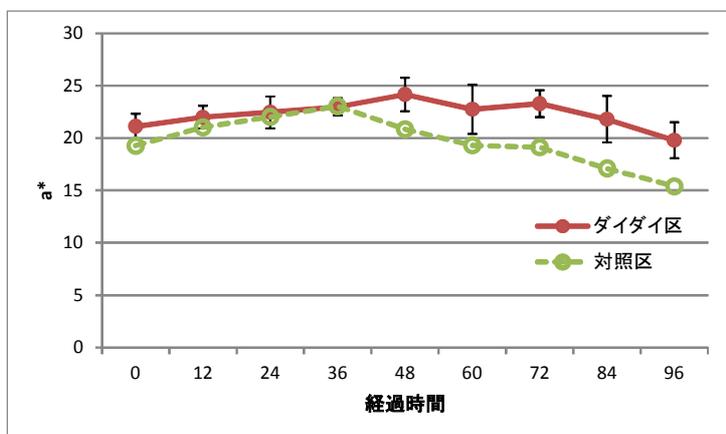


図2 給餌45日目における血合筋の a^* 値の推移

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (病気に強い養殖魚生産技術開発事業)

福留慶, 柳宗悦, 和田和彦, 久保栄一

【目的】

カンパチ養殖におけるハダムシ症は、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るなど、大きな被害に結び付く可能性がある。さらに、現在、ハダムシ症対策として実施されている水産用医薬品による薬浴作業は、多大な労力とコストが必要である。そのため、医薬品に頼らないハダムシ対策技術を確立することにより、養殖業者の作業・経済的負担を軽減するとともに、安心して安全な養殖魚の生産に資することを目的とする。

【材料及び方法】

各種天然素材等を添加したエクストルーデッドペレット飼料（以下、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 (*Neobenedeniagirellae*) 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の数及び全長を計測し、各素材毎の寄生抑制効果を検証した。

今回は、添加素材等の別により、計 3 回の試験を実施した。

1 試験場所及び供試魚

鹿児島県水産技術開発センター内の陸上水槽（1 KL FRP 製円形水槽）を使用し、公益財団法人かごしま豊かな海づくり協会で生産されたカンパチ人工種苗を試験に供した。
(試験回次ごとの試験開始時の平均魚体重等は結果に記載した。)

2 飼料

通常の飼育及び素材添加用の飼料は、市販の EP 飼料（林兼産業（株）ぶり類育成用配合飼料 マリン 5 号）を使用した。

3 添加素材と試験区の設定

各試験回次及び試験区ごとの添加素材及び添加量は表 1 のとおりとした。

このうち、タウリン区、柑橘類果汁区、甘草根区は、過去の試験結果の再検証を目的として、甘草根残渣区は、甘草根から主にグリチルリチン酸（以下、GL）とフラボノイド類が抽出された残渣物を投与する区とし、甘草根に含まれる有効成分の探索等を目的として設定した。

また、甘草根継続区は、ハダムシの強制寄生後に通常の飼料を与えた場合と、引き続き甘草根添加飼料を与えた場合の効果の別を検証することを目的とした。

なお、柑橘類果汁は凍結保存されていた辺塚ダイダイ果汁を解凍して使用した。

4 給餌及び飼育

供試魚は試験開始前に淡水浴（4 分間）を行った後に各区別の水槽に収容し、エアレーションとろ過海水の流水下で飼育した。給餌は原則として休日を除く 1 日 1 回、試験開始時の平均魚体重の 2～

3%量を目安として開始し、魚体重の増加に伴う給餌量の補正は行わなかった。

素材添加飼料の延べ給餌回数が 10 回となった日及び給餌回数が 20 回となった日の翌日に一定尾数の供試魚を取り上げ、ハダムシの強制寄生に供した。

表 1 試験区の設定と素材添加内容等

試験区	素材内容	添加率*	試験 1	試験 2	試験 3
対照区	通常飼料（素材添加なし）	—	○	○	○
タウリン区	市販合成タウリン	5%	○	○	○
柑橘類果汁区	辺塚ダイダイ凍結果汁	20%	○	○	○
甘草根区	甘草根粉末	5%	○	○	○
甘草根残渣区	甘草根からGL等抽出後の残渣	5%	○	○	
甘草根継続区	甘草根粉末	5%			○

※添加率（%）はEP飼料重量に対する外割重量%

5 ハダムシの強制寄生

ハダムシの強制寄生（以下、ハダムシ曝露）は以下の方法によった。

5-1 ハダムシ虫卵の確保

ハダムシが寄生したカンパチ当歳魚を収容した水槽に、3mm 目合のナイロン製モジ網（以下、モジ網）を垂下し、モジ網に虫卵を付着させた。

5-2 ハダムシふ化幼生曝露用水槽

試験区毎の供試魚とハダムシ卵からふ化した幼生（以下、ハダムシ幼生）が均等に遭遇するよう、1KL FRP 製円形水槽を塩ビパイプとプラスチックネットで5区分に仕切り、中央部のエアレーションと辺縁部のエアリフトにより、止水部が発生せず、かつ微水流が発生するよう設計・製作した。（図1）



図1 ハダムシ曝露用水槽

5-3 ハダムシふ化幼生の曝露

曝露直前に淡水浴（4分間）を実施した供試魚を曝露用水槽のネットで仕切った区毎に収容し、ハダムシ虫卵が付着したモジ網（以下、ハダムシ卵網）5枚を区毎に1枚ずつ垂下して、止水下でエアリフトにより微水流を発生させながら、24～48時間同居させた。この時の曝露用水槽の水量は概ね540Lとし、垂下するハダムシ卵網の大きさは、事前に計数した虫卵の数及び卵の発生状況等から供試魚1尾当たり寄生が予想されるハダムシ幼生数等を推定し、適宜調整した。

6 ハダムシ曝露後の飼育

ハダムシ曝露後の供試魚は、新たに準備した水槽に収容し、エアレーションとろ過海水の流手下で飼育した。

飼育期間は、試験区のいずれかの水槽でハダムシ幼生が成熟し産卵を始めた時点までの間とし、ハ

ダムシの産卵は、水槽壁面にハダムシ卵が付着したことをもって確認した。なお、この間の飼育は、甘草根継続区を除き、通常飼料の給餌によった。

7 ハダムシの寄生数及び虫体サイズの計測

ハダムシ曝露後の飼育期間が終了した後、各区ごとに淡水浴（4 分間）を実施し、脱落したハダムシの数及び全長を計測した。ハダムシの数は目視確認可能な 1 mm 以上のサイズを対象とし、全長の計測は、1mm 単位の物差しを用い、目視により 1 mm 単位で計測した。

寄生数の結果は、対照区と各試験区の 2 群間を、ウェルチの t 検定により分析した。

全長は、1 mm 単位の計測結果としたため、平均値と標準偏差で評価した。

【結 果】

○試験 1

1 素材添加飼料による飼育

素材添加飼料を給餌した回数別（10 回給餌を 10 回給餌群，20 回給餌を 20 回給餌群と表記。以下同じ。）の飼育期間，供試尾数，開始時平均魚体重等を表 2 に示す。

飼育期間を通して，供試魚の異常，斃死は見られず，期間中の水温は 28.8 ～ 26.1 °C で推移した。

表 2 （試験 1）素材添加飼料による飼育結果

	10回給餌群	20回給餌群
飼育開始日	平成29年8月30日	
飼育日数（期間）	14日間（～9月12日）	30日間（～9月28日）
日間給餌率	2%	
供試尾数	50尾	20尾 ※
斃死尾数	0尾	0尾
開始時魚体重	43 g	
期間水温	28.8～26.9°C	27.1～26.1

※ 20回給餌群の供試尾数は，10回給餌群からハダムシ曝露用供試魚を取り上げた残りの供試魚に引き続き素材添加飼料を継続して給餌し飼育したもの。20回給餌群の期間水温は，10回給餌終了後から20回給餌終了後までの期間水温を示す。以下同じ。

2 ハダムシの曝露と曝露後の飼育

10 回給餌群と 20 回給餌群のハダムシ曝露条件及び曝露後の飼育結果を表 3 に示す。

10 回給餌群のハダムシ曝露では，ハダムシ虫卵を確保するためのハダムシ寄生カンパチが途中で斃死したため，その後新たなハダムシ寄生カンパチを追加するなどして卵の追加を試みたこと，更に，網に付着した卵を計数しなかったことから，卵からふ化して供試魚と遭遇すると思われるハダムシ幼生の数（以下，曝露強度）は推定できなかった。このため，確実な寄生が促されるよう 48 時間の曝露時間とした。

曝露後の飼育では，対照区で曝露後 5 日目と 8 日目に各 2 尾，柑橘類果汁区では曝露後 7 日目に 1 尾の斃死が見られた。

20 回給餌群のハダムシ曝露では，網サイズが 40cm × 50cm のハダムシ卵網 5 枚に対し，それぞ

れ無作為に選定した 8 カ所（1 目合分）の未ふ化の卵数とふ化済みの卵数を計測した。その結果、未ふ化の卵はハダムシ卵網 1 枚につき約 15 万個と推定されたが、この内の何割がふ化するのかわからないため、そのまま 24 時間垂下し曝露に供することとした。

曝露後の飼育では、曝露後 2 日目（休日中）までに対照区の 15 尾全てが斃死し、タウリン区が 15 尾中 8 尾、柑橘類果汁区が同 3 尾、甘草根区が同 9 尾、甘草根残渣区が同 6 尾斃死し、曝露後 6 日目までに甘草根区 1 尾を残し全尾数が斃死したため 20 回給餌群の試験は中止した。

斃死した供試魚全てに無数のハダムシが寄生し、体表のスレ、糜爛等が顕著であったため、ハダムシの大量寄生による斃死と思われた。

表 3 （試験 1）ハダムシ曝露条件と曝露後の飼育結果

	10 回給餌群	20 回給餌群
ハダムシ曝露期間	9 月 13 日～ 15 日 (48 時間)	9 月 29 日～ 30 日 (24 時間)
ハダムシ曝露時水温	26.9～26.1℃	26.6～26.2℃
曝露強度等	網サイズ：50cm×40cm 虫卵数：不明	網サイズ：50cm×40cm 虫卵数：15 万個/網
供試尾数	15 尾	15 尾
曝露後飼育日数	6 日間, 8 日間	甘草根区 1 尾を残し全尾数斃死したため試験中止
期間中水温	26.9～26.3℃	
期間中斃死尾数	対照区 4 尾, 柑橘類果汁区 1 尾	
淡水浴実施日	9 月 21 日, 23 日	

3 淡水浴の実施と効果の判定

淡水浴は、対照区の水槽壁面にハダムシ虫卵が出現したタイミングで実施し、10 回給餌群の淡水浴は曝露後飼育 7 日目と、休日を挟んだ 9 日目の 2 回に分けて、それぞれ 7 日目に 5 尾、9 日目に残尾数（8～10 尾）を淡水浴に供した。

各試験区ごと、淡水浴実施日ごとの供試魚 1 尾あたりのハダムシ平均寄生数と平均全長をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。

平均寄生数では、淡水浴実施日の別に関係なく、タウリン区と柑橘類果汁区が対照区に比べ有意に寄生数が多かった。甘草根区、甘草根残渣区は対照区との差は認められなかった。

ハダムシの平均全長では、甘草根区のみが対照区と比べ小さくなる傾向が認められた。

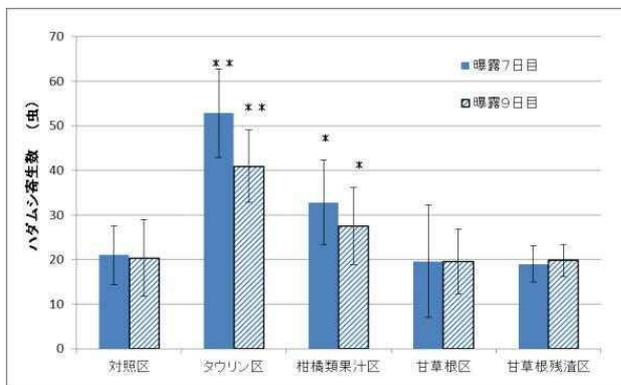


図 2 曝露後 7 日目と 9 日目のハダムシ平均寄生数（試験 1）

(* は対照区との有意差を示す。 * p < 0.05 ** p < 0.01 パーは標準偏差を示す。以下同じ。)

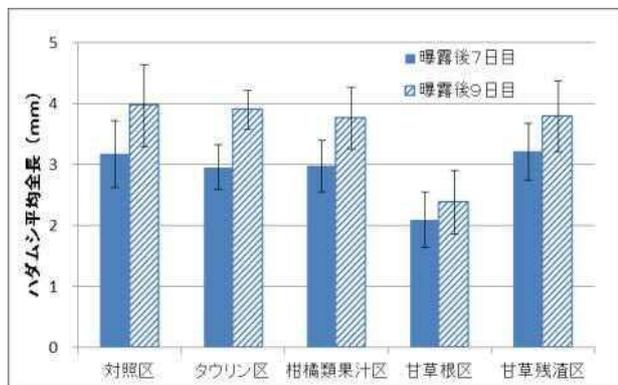


図 3 曝露後 7 日目と 9 日目のハダムシ平均全長（試験 1）

○試験 2

1 素材添加飼料による飼育

素材添加飼料給餌回数ごとの飼育期間、供試尾数、開始時平均魚体重等を表 4 に示す。
飼育期間を通して、供試魚の異常、斃死は見られず、期間中の水温は 27.1 ～ 25.2 °C で推移した。

表 4 (試験 2) 素材添加飼料による飼育結果

	10 回給餌群	20 回給餌群
飼育開始日	平成 28 年 9 月 21 日	
飼育日数 (期間)	14 日間 (～ 10 月 4 日)	29 日間 (～ 10 月 19 日)
日間給餌率	3 %	
供試尾数	35 尾	20 尾
斃死尾数	0 尾	0 尾
開始時魚体重	48.6 g	
期間水温	27.1 ～ 26.2 °C	26.8 ～ 25.2 °C

2 ハダムシの曝露と曝露後の飼育

各試験区ごとの 10 回給餌群及び 20 回給餌群のハダムシ曝露条件及び曝露後の飼育結果を表 5 に示す。

10 回給餌群のハダムシ曝露では、試験 1 の 20 回給餌群への曝露強度が強すぎたと思われたため、ハダムシ卵網のサイズを 40 × 25cm 網と小さくして垂下した。この時のハダムシ卵網の未ふ化卵は 1 目合当たり 0.86 個で、網 1 枚当たり約 1 万個と推定された。

曝露後の飼育では、曝露後 1 日目に甘草根区で 2 尾の斃死が見られ、その後、2 ～ 4 日目(休日)の間に対照区と柑橘類果汁区と甘草根区が 11 尾、タウリン区が 15 尾全て、甘草根残渣区が 6 尾斃死し、曝露後 6 日目までに甘草根区 1 尾を残して全尾が斃死したため、試験を中止した。

斃死した供試魚は、試験 1 の 20 回給餌群の曝露後飼育と同様、全てに無数のハダムシが寄生し、体表のスレ、糜爛等が顕著であったため、ハダムシの大量寄生による斃死と思われた。

20 回給餌群のハダムシ曝露では、曝露強度を更に低減させるため、ハダムシ卵網のサイズを 7.5cm × 3cm と更に小さくして垂下した。ハダムシ卵網の内、眼点が見えるふ化直前と思われる卵(以下、ふ化直前卵)を計数し、この時の卵数は 1 目合当たり 2.7 個で、網 1 枚当たり約 7 百個と推定された。

曝露後の飼育では、曝露中に甘草根区で 1 尾の斃死が見られたが、その後は淡水浴を実施した曝露後 10 日目に至るまで各区とも斃死は見られなかった。なお、曝露中 1 尾の斃死原因は不明だった。

表 5 (試験 2) ハダムシ曝露条件と曝露後の飼育結果

	10 回給餌群	20 回給餌群
ハダムシ曝露期間	10 月 5 日～ 6 日 (24 時間)	10 月 20 日～ 21 日 (24 時間)
ハダムシ曝露時水温	26.5 ～ 26.2 °C	25.4 ～ 25.3 °C
曝露強度等	網サイズ：40cm × 25cm 虫卵数：約 1 万粒/網	網サイズ：7.5cm × 3cm 虫卵数：約 7 百個/網
供試尾数	15 尾	15 尾 (甘草根区 14 尾)
曝露後飼育日数	甘草根区 1 尾を残し全尾数斃死したため試験中止	10 日間
期間中水温		24.8 ～ 23.9 °C
期間中斃死尾数		0 尾
淡水浴実施日		10 月 31 日

3 淡水浴の実施と効果の判定

20 回給餌群の淡水浴は曝露後 10 日目に実施した。

各試験区ごとの供試魚 1 尾あたりのハダムシ平均寄生数と平均全長をそれぞれ図 4 と図 5 に示す。

平均寄生数では、対照区に比べタウリン区と甘草残渣区が極めて有意に多く、甘草根区は極めて有意に少なかった。

ハダムシの平均全長では、甘草根区のみが対照区に比べ明らかに小さかった。

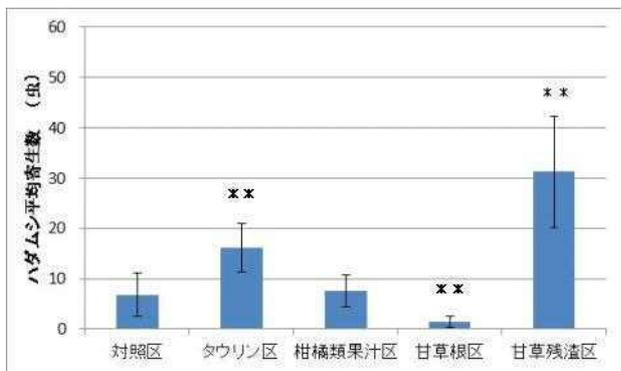


図 4 20 回給餌群のハダムシ平均寄生数 (試験 2)

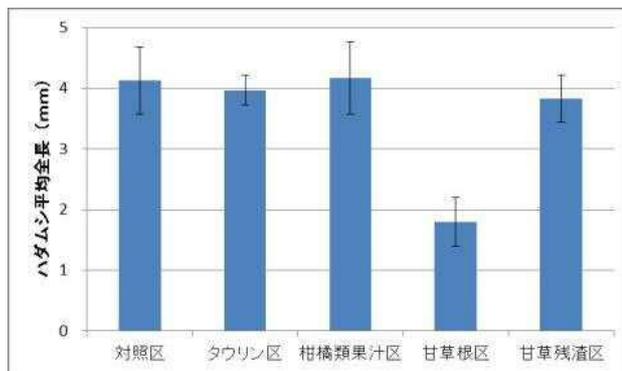


図 5 20 回給餌群のハダムシ平均全長 (試験 2)

試験 3

1 素材添加飼料による飼育

素材添加飼料給餌回数ごとの飼育期間、供試尾数、開始時平均魚体重等を表 6 に示す。

飼育期間を通して、素材添加飼料の 10 回給餌終了後に、ハダムシ曝露用として供試魚 10 尾を取り上げた時点で、甘草根区で 9 尾の斃死が見られたが、斃死原因及び甘草根投与との関係は不明だった。期間中の水温は 25.3℃～21.5℃で推移した。

表 6 (試験 3) 素材添加飼料による飼育結果

	10 回給餌群	20 回給餌群
飼育開始日	平成 28 年 10 月 21 日	
飼育日数 (期間)	15 日間 (～ 11 月 4 日)	29 日間 (～ 11 月 18 日)
日間給餌率	3 %	
供試尾数	22 尾 (甘草根区 44 尾)	12 尾 (甘草根区 15 尾)
斃死尾数	11 月 5～6 日 (10 回給餌が終了し 20 回給餌が始まるまでの土日の間) に甘草根区で 9 尾が斃死	
開始時魚体重	50.0g	
期間水温	25.3～22.7℃	23.6～21.5℃

2 ハダムシの曝露と曝露後の飼育

各試験区ごとの 10 回給餌群及び給餌 20 回給餌群のハダムシ曝露条件及び曝露後の飼育結果を表 7 に示す。

10 回給餌群のハダムシ曝露では、試験 2 の 20 回給餌群の曝露条件と同様、ふ化直前卵を計数し、さらに、網を垂下する前に 25℃海水中で 1 時間直射日光下に放置した。ハダムシ卵網のサイズは 1.2×2.1cm で、卵数は 1 目合当たり 22 個、網 1 枚当たり約 6 百個と推定された。

20 回給餌群のハダムシ曝露では、上記 10 回給餌群と同様の手法により、ハダムシ虫卵のサイズを

3.0 × 6.0cm とし、卵数は 1 目合当たり 2 個、網 1 枚当たり 400 個と推定した。

曝露後の飼育では、10 回給餌群、20 回給餌群ともに異常・斃死は見られなかった。

表 7 (試験 3) ハダムシ曝露条件と曝露後の飼育結果

	10 回給餌群	20 回給餌群
ハダムシ曝露期間	11 月 7 日～8 日 (24 時間)	11 月 21 日～22 日 (24 時間)
ハダムシ曝露時水温	23.6 ～ 23.5 °C	22.3 ～ 22.1 °C
曝露強度等	網サイズ：1.2cm × 2.1cm 虫卵数：約 6 百個／網	網サイズ：3.0cm × 6.0cm 虫卵数：約 4 百個／網
供試尾数	12 尾 (甘草根区 15 尾)	10 尾 (甘草根区 7 尾, 甘草根継続区 8 尾)
曝露後飼育日数	9 日間	13 日間
期間中水温	23.4 ～ 21.5 °C	21.8 ～ 20.6 °C
期間中斃死尾数	0 尾	0 尾
淡水浴実施日	11 月 17 日	12 月 5 日

3 淡水浴の実施と効果の判定

各試験区ごとの 10 回給餌群における供試魚 1 尾あたりのハダムシ平均寄生数と平均全長をそれぞれ図 6 と図 7 に示す。

平均寄生数では、対照区に比べ、タウリン区が極めて有意に多く、柑橘果汁類区が有意に多く、甘草根区、甘草根継続区は共に、極めて有意に少なかった。

また、ハダムシの平均全長では、対照区に比べ、甘草根区、甘草根継続区が明らかに小さかった。

各試験区ごとの 20 回給餌群における供試魚 1 尾あたりのハダムシ平均寄生数と平均全長をそれぞれ図 8 と図 9 に示す。

平均寄生数では、対照区に比べ、タウリン区、柑橘類果汁区が有意に少なく、甘草根区、甘草根継続区が極めて有意に少なかった。

また、ハダムシの平均全長では、対照区に比べ、甘草根区、甘草根継続区が明らかに小さかった。

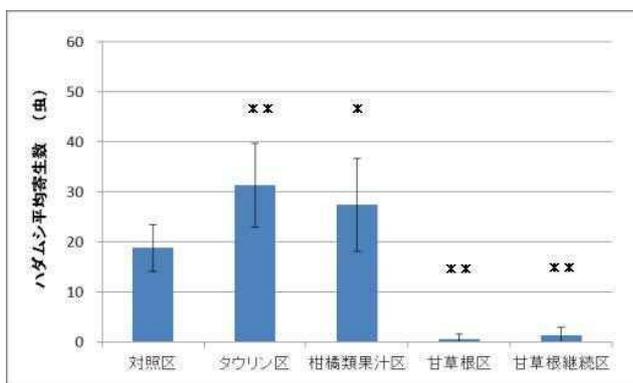


図 6 10 回給餌群のハダムシ平均寄生数 (試験 3)

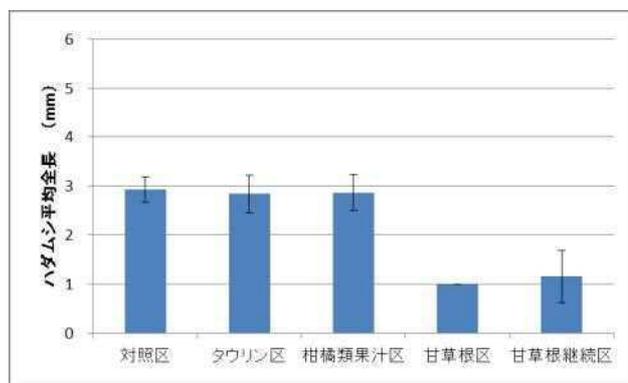


図 7 10 回給餌群のハダムシ平均全長 (試験 3)

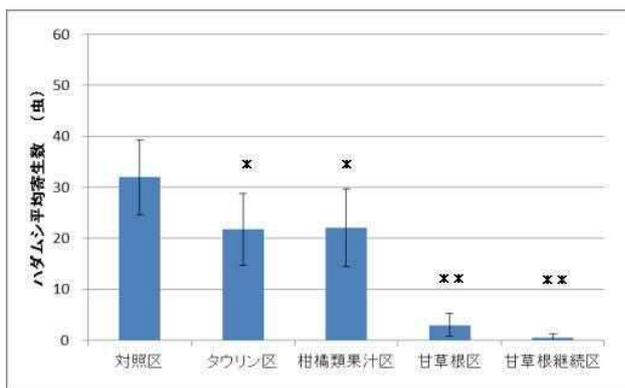


図8 20回給餌群のハダムシ平均寄生数 (試験3)

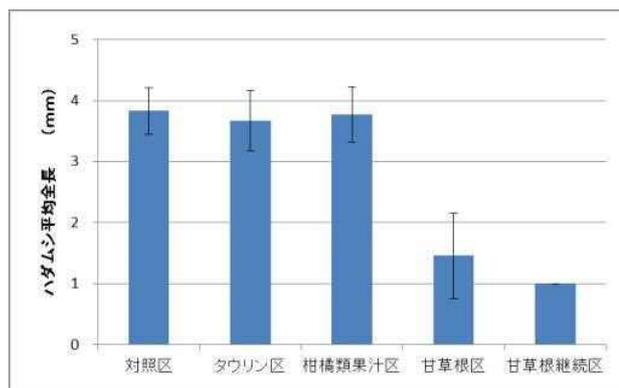


図9 20回給餌群のハダムシ平均全長 (試験3)

【考 察】

本試験では、各添加素材について、投与回数を異にした場合のハダムシの寄生数（淡水浴実施時点で魚体に寄生していたハダムシの数。以下同じ。）及び寄生個体の大きさから、寄生抑制効果の評価を試みた。

なお、評価は、試験として成立した試験1の10回給餌群（以下、試験1）、試験2の20回給餌群（以下、試験2）、試験3の10回及び20回給餌群を対象とした。

ハダムシ寄生数の抑制

甘草根粉末の投与では、試験1では寄生数に对照区との差は見られなかったが、試験2と試験3において極めて有意に寄生数の減少が認められ、寄生数を抑制する効果が確認された。また、タウリン、柑橘類果汁及び甘草根残渣の投与では、試験1、2及び試験3の10回給餌群のいずれにおいても寄生数の減少は認められず、むしろ对照区よりも有意に寄生数が多くなる傾向が見られたが、試験3の20回給餌群においては有意に寄生数が少なくなる結果が得られた。

甘草根粉末の投与において、試験1のみで寄生数の抑制効果が見られなかった原因の一つとして、投与量の不足が考えられた。すなわち、試験2、3では魚体重当たりの給餌量（給餌率）が3%であったのに対し、試験1では2%であり、供試魚1尾当たりの素材摂取量は試験2、3の2/3の量となっている。加えて、試験1では、給餌開始から給餌4回目までの間、甘草根粉末の展着が不十分で規定量が投与できなかった恐れ（試験1の給餌5回目以降と、試験2、3では問題なし。）があり、素材自体の摂取量は更に低減していると考えられることから、所期の効果を得るために必要な投与量に満たなかった可能性が考えられるが、この点については、餌への添加量、給餌率、投与期間の別を踏まえた更なる検討が必要である。

タウリン及び柑橘類果汁の投与において、試験3の20回給餌群のみで寄生数の抑制効果が見られた原因については、甘草根粉末と同様、所期の効果を得るために必要な投与量が10回給餌では得られず20回給餌により達したためとも考えられたが、試験2の20回給餌群が同じ投与量であるにもかかわらず同様の結果が得られていないことから、この点についても検討が必要である。

ところで、今回の試験における寄生数の結果は、淡水浴を行った時点で寄生しているハダムシの数であって、その多寡がいつの時点で発生したものであるのかまでは明らかにしていない。すなわち、ふ化幼生が魚体に遭遇し着生する段階で抑制された結果なのか、或いは寄生が一旦成立し、その後ハダムシが成長していく段階で排除・抑制された結果なのか、或いはその双方なのかは不明である。

素材投与の必要量を考える場合、その素材に含まれる有効成分が何か、その成分が魚体内でどのように蓄積・代謝されて、どのようにハダムシに対し作用するのか、等の基礎的知見が必要であるが、今回の試験に供した甘草根粉末と、タウリンや柑橘類果汁では、これらの点で差異があることは十分に予想される。特に、後記するハダムシの成長等の抑制において、甘草根粉末では明らかにハダムシの成長等を抑制する効果が見られた一方で、タウリン及び柑橘類果汁では寄生数の抑制効果が見られた試験 3 の 20 回給餌群においてもハダムシの成長等を抑制する効果は全く見られていない。このことから、甘草根粉末においては、ハダムシに対しその成分等が粘液等を介し直接的に作用した可能性が考えられる一方で、タウリン及び柑橘果汁類においては、例えば、これらの摂取により粘液等の分泌が促進され、粘液と共にハダムシを剥離するような間接的な作用が働いたことなどが考えられる。

粘液の分泌等は魚類の非特異的防御反応の一つであり、この強弱は供試魚の健康状態にも大きく左右されることから単純な比較はできないが、素材ごとに必要な投与量を考える場合、その作用機序を踏まえて検討していくことが重要であろう。

なお、ハダムシ曝露後に試験を中止した試験 1 の 20 回給餌群及び試験 2 の 10 回給餌群では、数百個体以上のハダムシ寄生により供試魚が殆ど斃死したことから、極端に多いハダムシ幼生の寄生に対しては、過去の試験結果と同様、どの素材であっても寄生数の抑制効果は期待できないと判断された。

ハダムシの成長等の抑制

試験 1, 2, 3 のいずれにおいても、甘草根粉末を投与した区で寄生ハダムシの大きさが明らかに小さい状況が確認され、甘草根粉末にはハダムシの成長等を抑制する効果があるものと考えられた。

一方、タウリン、柑橘類果汁、甘草根残渣では、試験区を設定した試験 1, 2 のいずれにおいてもハダムシの大きさに対照区との違いは見られず、成長等を抑制する効果はないものと考えられた。

(注：今回の全長測定結果の評価は、1mm 目盛りの物差しにより、目視で 1mm 単位で測定した値を用いていることから、あくまでも平均値のみによる評価であり、検定結果ではない。)

ところで、今回試験に供した甘草根残渣は、甘草根から GL を抽出した後の残渣物であり、GL 抽出時に同時に各種フラボノイド類も抽出されたものである。従って、上記したハダムシの成長等抑制効果には、甘草根には存在し、甘草根残渣には存在しない GL 又はフラボノイド類或いはその双方が関与している可能性が高い。

また、ハダムシは卵からふ化した幼生が魚体に定着した後、体表の粘液組織等を摂食し成長・成熟するとされており、GL 等の成分が魚体内で吸収された後、体表粘液等に移行し、それを摂食したハダムシが何らかの影響を受けている可能性は容易に想像される。

カンパチ等ブリ類における甘草根摂取後の GL やフラボノイド類の吸収、組織内移行、残留濃度や残留期間、代謝等の知見はないが、甘草根投与に伴うこれらの動態の詳細を把握できれば、より実効性、確実性のあるハダムシの寄生抑制対策が可能であると考えられる。

ハダムシ曝露後の素材添加飼料の継続投与効果

試験 3 において、ハダムシ曝露後に通常飼料を給餌する区と、引き続き素材添加飼料を給餌する区（以下、継続投与区）を設け、継続投与の効果を検証した。これは過去の試験において、寄生抑制効果を期待するためには曝露後にも継続して素材添加飼料の投与が必要ではないか、とされた懸案について検証したものであるが、甘草根においては、曝露後に通常飼料を与えた場合でも甘草根添加飼料を継続投与した場合でも、両区ともに同様の寄生数及び成長抑制の効果が認められた。従って、甘

草根におけるハダムシ寄生抑制効果の付与に関しては、曝露後であっても特に素材添加飼料を継続して投与する必要はないものと思われた。

今後の課題等

本試験では、各種素材等を一定期間経口投与した後に、1回のみハダムシ幼生の曝露を行い、その後の着生から成長に至る間のハダムシの数と大きさの変化を見た。

一方、本試験における試験設定と養殖の現場におけるハダムシ症発生の環境下には幾つかの相違点がある。例えば、本試験では1回のみハダムシを曝露し、その後の経過を見ているが、海面生簀では卵がある限り、常にハダムシ幼生の曝露に晒されている。この時の曝露の程度は、養殖業者によって判断は異なるが、養殖生簀で概ね1尾当たり30～50個体程度のハダムシが寄生すると薬浴等を行い、それを最頻期で2週間程度の間隔で実施すると言われていることから、2週間に30～50個体のハダムシ寄生が成立する強度であると考えられる。これは、本試験の曝露強度（1回（1日24時間）のみ曝露で20～40個体が寄生成立する曝露強度）と比べると、1日当たりの曝露強度としてはかなり弱いと考えられるが、常にこの程度の曝露が繰り返される環境下において、所定の素材投与をした場合、どの程度の期間まで、どのような効果が持続するのかが極めて興味深いところである。

また、本試験でのハダムシ抑制効果は、対照区等が成熟した時点でハダムシが寄生していた数とその大きさで確認しているが、その後にハダムシの数がどうなるのか、また成長が抑制された結果、どの程度の期間で成熟・産卵をするのか、あるいは成熟しないのか、等は把握できていない。

これらの知見を積み重ねることで、実際の現場使用においては、素材添加飼料の投与のみで寄生抑制が可能なのか、或いは従来の薬浴作業等と組み合わせた場合に、どの程度の被害軽減が図られ、作業期間の延伸・軽減を図り得るのか、等を明らかにすることが可能と考えられる。

当面においては、甘草根は未だ高価であり、本試験自体の結果を現場に適用するうえでコスト面の低減化を図る必要があるが、今後はコスト削減に係る最低限必要な投与量等の検討に加えながら、上記のような現場での実用化に耐える知見の収集を図っていきたい。

終わりに

本試験は、鹿児島県肝付町及び（株）グリーンイノベーション並びに三菱樹脂（株）（現、三菱ケミカル（株））との共同研究契約にもとづき実施した。甘草根と柑橘類果汁の素材を提供して頂いた肝付町産業創出課、甘草根の粉末化加工と成分分析を実施して頂いた（株）グリーンイノベーション開発2部、甘草根残渣の粉末化加工及び魚体中のGL成分分析を実施して頂いた三菱樹脂（株）総合研究所セクター・基盤研究センターアグリ機能研究室には謝辞を申し上げます。

魚病総合対策事業 (養殖衛生管理体制整備事業)

柳宗悦, 福留慶, 和田和彦

【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	10月	大分県	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
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	愛媛県	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
H28九州・山口ブロック魚病分科会	柳	・養殖カンパチで確認された真菌症(症例発表)
	柳	・ブリ類のべこ病の疫学調査の取組事例(話題提供)
H28ブリ類の難治癒疾病連絡協議会	柳	・ブリ類のべこ病の疫学情報について(話題提供)
H28魚病症例研究会	柳	・ブリ類のべこ病の疫学情報について(話題提供)
	柳	・養殖カンパチで確認された真菌症(症例発表)
H28南中九州・西四国水族防疫会議	柳	・ノカルジア症α-グルコシダーゼ陽性株及び <i>Lactococcus garvieae</i> II型の疫学情報(話題提供)

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、魚病対策研修及び防疫対策会議等を行った。また、ワクチン指導書発行については随時行った。

区 分	実 施 地 区 (場 所)	回 数
魚病・ワクチン講習会	内之浦漁協(11/8)	1
魚病講習会	水技センター(9/27), 水産会館(3/2)	2
魚病対策研修	水技センター(5/23-24), さつき苑(2/3)	2
食の安心・安全推進会議	県庁(8/18), 県庁(2/15)	2
魚類養殖協議会	水産会館(2/9)	1
魚病巡回指導	長島町(2回), 阿久根市(1回), 薩摩川内市(1回), 垂水市(2回), 肝付町(2回), 南さつま市(13回), 指宿市(6回), 瀬戸内町(2回), 奄美市(1回)	30
合 計		38

《主な巡回指導内容》

対 象 地 区	対象魚種	指 導 内 容
長島町, 南さつま市, 指宿市, 垂水市, 肝付町, 瀬戸内町	ブリ類	<i>Lactococcus garviae</i> II型(α溶血性レンサ球菌症非凝集型), イリドウイルス病, 眼球炎, ベコ病, ノカルジア症, ハダムシ症対策について
瀬戸内町, 南さつま市	カンパチ・クロマグロ	ウイルス疾病対策(イリドウイルス病), 眼球炎, ベコ病, 脳粘液胞子虫症, ハダムシ症について
長島町, 阿久根市, 薩摩川内市	ヒラメ	レンサ球菌症, エドワジエラ症, 脳粘液胞子虫症の対処法について

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

検査件数は68件で対前年比64.2%であった。

主な疾病は, 従来型レンサ球菌症(*Lactococcus garviae* I型, II型), ノカルジア症, ビブリオ病等であった。なお, 従来型レンサ球菌症のうち, *L. garviae* II型については, 県内では平成27年度に初めて確認され, 平成28年度も多発傾向にあった。

2) カンパチ

検査件数は74件で対前年比50.0%であった。

主な疾病は, 従来型レンサ球菌症(*L. garviae* I型, II型), ノカルジア症, ビブリオ病等であった。

3) クロマグロ

検査件数は46件で対前年比117.9%であった。

主な疾病は, マダイイリドウイルス病, 衝突死, ビブリオ病等であった。

4) トラフグ

検査件数は69件で対前年比98.6%であった。

主な疾病は、滑走細菌症、腸管内粘液胞子虫性やせ病、スクーチカ症、ビブリオ病等であった。

5) ヒラメ

検査件数は62件で対前年比140.9%であった。

主な疾病は、エドワジエラ症、滑走細菌症、ノカルジア症、レンサ球菌症、ビブリオ病等であった。

6) カワハギ

検査件数は5件で対前年比166.6%であった。

シュードモナス、ビブリオ病、低水温障害等を確認した。

7) その他

ウマズラハギでレンサ球菌症、ビブリオ病、ペニクルス症、スジアラで滑走細菌症、クルマエビでビブリオ病、フサリウム症等を確認した。

【魚病に関するトピックス・問題点】

- ・平成27年度に引き続き、ブリ及びカンパチで従来の診断用抗血清(抗KG⁻型血清)に凝集反応を示さないα溶血性レンサ球菌症が多数確認された(*L. garviae* II型)。
- ・平成27年6月から *L. garviae* II型の対象ワクチンが市販化され、現場における有効性が期待されている。当該ワクチンの接種割合はブリが全体の約9割を占める結果であった。
- ・*L. garviae* II型のリンコマイシン耐性株が多発傾向にあった。
- ・近年、診断件数が少なかったマダイイリドウイルス病の診断件数が増加した。
- ・ブリ、カンパチで高水温期におけるノカルジア症の発生が多く見られた。
- ・高水温期にカンパチ眼球炎が多発傾向にあった。

表1 平成28年度の魚病診断件数

(単位:件,%)

魚種/月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	H28計	H27計	H28/H27 (%)
ブリ	7	16	6	3	12	10	3	2	0	3	1	5	68	106	64.2
ブリ(卵)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
カンパチ	12	16	9	6	5	10	4	4	3	0	4	1	74	148	50.0
カンパチ(卵)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	—
ヒラマサ	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	6	1	600.0
クロマグロ	0	0	0	1	1	12	10	4	1	12	3	2	46	39	117.9
トラフグ	4	16	6	9	4	3	10	11	2	2	0	2	69	70	98.6
ヒラメ	2	7	6	7	7	0	8	20	4	0	0	1	62	44	140.9
マダイ	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	150.0
マダイ(卵)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	—
クルマエビ	0	0	7	0	0	0	3	0	0	0	0	1	11	4	275.0
その他	1	1	1	0	3	0	0	4	3	2	5	0	20	16	125.0
総計	29	57	36	26	38	35	39	45	13	19	13	12	362	431	84.0

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	合計	
ブリ	従来型レンサ球菌症 (<i>Lactococcus garvieae</i> II型)		1	1	1	6	6	2	1		2	1		21	
	ノカルジア症				1	3	2	1	1		1			9	
	従来型レンサ球菌症 (<i>L. garvieae</i> I型)			3	1	1								5	
	ビブリオ病			1		1								2	
	C群レンサ球菌症 (<i>Streptococcus dysgalactiae</i>)						1							1	
	ミコバクテリア症					1								1	
	細菌性溶血性黄疸		1											1	
	オクロコニス症													1	
	ミコバクテリア症(-)陰性		2											1	3
	ペコ病検査(陽性)		1												1
	ペコ病検査(陰性)		2											1	3
	ウイルス性腹水症保菌検査	2	4												6
	ペコ病保菌検査	5	4											2	11
	不明		1	1				1							3
	小計		7	16	6	3	12	10	3	2	0	3	1	5	68
カンパチ	ノカルジア症	1				2	1	1		2		1		8	
	ビブリオ病		3	1		1			1					6	
	ビルナウイルス感染症	3	1	2										6	
	従来型レンサ球菌症 (<i>L. garvieae</i> I型)	3	1		1									5	
	従来型レンサ球菌症 (<i>L. garvieae</i> II型)	1					3					1	1	6	
	カンパチ眼球炎	1					1							2	
	住血吸虫症			1			1							2	
	滑走細菌症		1											1	
	ペコ病				1									1	
	ハダムシ症(ネオベネデニア症)									1				1	
	ビルナウイルス感染症検査(陰性)	1												1	
	マダイイリドウイルス病検査(陰性)									1				1	
	筋肉クドア症検査(陰性)	1			1									2	
	ペコ病検査(陰性)	1												1	
	ペコ病等保菌検査		4	2				2					2	10	
	鰓検査(住血吸虫あり)								1					1	
	鰓検査(異常なし)								1					1	
	健康診断(異常なし)		2	1	2				1					6	
	不明		4	2	1	2	2			1	1			13	
	小計		12	16	9	6	5	10	4	4	3	0	4	1	74
カンパチ(卵)	ビルナウイルス感染症検査(陰性)	2												2	
小計		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
ヒラマサ	ビブリオ病					2								2	
	ノカルジア症					1								1	
	細菌性溶血性黄疸					1								1	
	不明					1		1						2	
小計		0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	6	
ブリ類計		21	32	15	9	22	20	8	6	3	3	5	6	150	

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	合計
クロマグロ	マダイリドウイルス病(陽性)						2	4	1		2			9
	衝突死(骨折含む)						3	2				1	1	7
	ビブリオ病					1	2							3
	囲心腔クドア症						1							1
	住血吸虫症									1				1
	マダイリドウイルス病検査(-)陰性						2	3	3		10	2	1	21
	健康診断(異常なし)				1		1							2
	不明							1	1					2
小計	0	0	0	1	1	1	12	10	4	1	12	3	2	46
トラフグ	滑走細菌症		5	2	5	1		5		1				19
	腸管内粘液胞子虫性やせ病	1			1	1	1	2	5		1			12
	スクーチカ症		5	1	2	1				1				10
	囲心腔クドア症	1					1	2	3	1				8
	ビブリオ病	1	1	1	1	1			1					6
	栄養性障害										1		2	3
	健康診断(異常なし)		1											1
	不明	1	4	2				1	1	1				10
小計	4	16	6	9	4	3	10	11	2	2	0	2	69	
ヒラメ	エドワジエラ症			1		1		2	7	4				15
	滑走細菌症	1	1	1	2	1				3				9
	ノカルジア症				2			2	4					8
	レンサ球菌症					1		3	2					6
	ビブリオ病			1	1	1				1				4
	脳粘液胞子虫症(クドアヤスナガイ)									1				1
	囲心腔クドア症					1								1
	スクーチカ症		1											1
	腸管内粘液胞子虫性やせ病									1				1
	リンホシスチス症							1						1
	健康診断(異常なし)			3										3
	外ア・セブテンアンカー検査(-)陰性		2										1	3
不明	1	3		2	2				1				9	
小計	2	7	6	7	7	0	8	20	4	0	0	1	62	
マダイ	白点病		1											1
	マダイリドウイルス病検査(陰性)			1										1
	不明					1								1
小計	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
マダイ(卵)	生殖腺線虫症	1												1
小計	1	0	0	1										
カワハギ	シュードモナス病											2		2
	ビブリオ病											1		1
	低水温障害											1		1
	不明											1		1
小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	
ウズラハギ	レンサ球菌症									1				1
	ビブリオ病					1								1
	ペニクルス症									1				1
小計	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	
スジアラ	滑走細菌症								2					2
	ビブリオ病								2					2
	VNN検査(-)陰性													0
小計	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	
カサゴ	レンサ球菌症									1				1
	不明										1			1
小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	
オニオコゼ	ビブリオ病		1											1
	滑走細菌症					1								1
小計	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
メバル	カイアシ類の一種			1										1
	エラムシ症(単生虫の一種)					1								1
小計	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
イシダイ	健康診断(異常なし)	1												1
	小計	1	0	0	0	1								
クルマエビ	ビブリオ病			4				2					1	7
	フサリウム症			1										1
	健康診断(異常なし)			1				1						2
	不明			1										1
小計	0	0	7	0	0	0	0	3	0	0	0	1	11	
エゾアワビ	ビブリオ病										1			1
	小計	0	1	0	0	1								
総計	8	25	21	17	16	15	31	39	10	16	8	6	212	

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 ヒラメクドア・セプテンpunkタータ症対策

国内において、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・セプテンpunk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。表4にヒラメクドア・セプテンpunkタータ症のPCR検査実績を示した。

表4 ヒラメクドア・セプテンpunk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)	1	稚魚	60尾(6Lot)	全て陰性	出荷前検査。
合計	3		180尾(18Lot)	全て陰性	

6 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28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5のとおりで364件、10,182,950尾であった。

全ワクチン投与尾数に占めるブリ類の割合は97.9%（ブリが66.5%、カンパチが29.4%、ヒラマサが2.0%）であった。また、対前年度比では、指導書発行件数が93.8%、投与尾数が91.4%であった。

表5 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28年度(年間)		平成27年度(年間)		H28/H27(%)	
	件数	投与尾数	件数	投与尾数	件数	投与尾数
ブリ	237	6,770,750	236	7,073,461	100.4	95.7
カンパチ	99	2,992,700	128	3,777,132	77.3	79.2
ヒラマサ	13	204,500	8	128,000	162.5	159.8
マダイ	2	32,000	1	10,000	200.0	320.0
ヒラメ	12	173,000	14	156,000	85.7	110.9
クエ	1	10,000	1	1,000	100.0	1,000.0
合計	364	10,182,950	388	11,145,593	93.8	91.4

7 野外分離株等の提供

国、大学等の魚病研究機関、都道府県水産試験場、民間企業等の要望に対し、県内養殖場で発生した病魚から分離した菌株等について提供を行った。表6に野外分離株等の提供実績を示した。

表6 野外分離株等の提供実績

提出研究機関名	区分	対象菌種・病原体カブ ^ル	株数	使用目的
国立研究開発法人	提供	従来型レンサ球菌症原因菌 (<i>Lactococcus garviae</i>)	24	野外分離株の薬剤感受性調査 (MIC 測定)
		(内訳) I 型	7	
		II 型	17	
		※平成27年度の従来型レンサ球菌症対象ワクチン接種データの提供		※水産防疫対策事業（水産動物疾病のリスク評価） 農水省委託事業
国立研究開発法人	調査協力	べこ病組織固定サンプル (<i>Microsporidium seriolae</i>)	35	べこ病治療試験に係るべこ病シスト形成周辺部の病理組織の解明調査
	調査協力	べこ病罹患魚サンプル (<i>M. seriolae</i>)	10	べこ病原因虫のゲノム解析
	解析依頼	べこ病中間宿主候補 (カリガシ, ワレカラ類, 麩類, アミ類)	7	べこ病中間宿主及び生活環解明調査
国立大学法人魚病研究機関	解析・調査・依頼	従来型レンサ球菌症原因菌 (<i>L. garviae</i> II 型)	31	野外分離株の薬剤感受性調査 (MIC 測定), 血清型判定
		ノカルジア症原因菌 (<i>Nocardia seriolae</i>)	14	
国立大学法人魚病研究機関	提供	従来型レンサ球菌症原因菌 (<i>L. garviae</i> II 型)	2	抗血清作成等
		(内訳) I 型	1	
		II 型	1	
学校法人魚病研究機関	提供	ミコバクテリア症原因菌 (<i>Mycobacterium</i> sp.)	1	<i>Mycobacterium</i> sp. の感染防御機能の解明とワクチン試作
都道府県水産試験場	提供	べこ病シスト凍結サンプル (<i>M. seriolae</i>)	2	<i>M. seriolae</i> の PCR 検査を実施するため
民間企業	提供	クルマエビ・ヒメブナ病原因菌 (<i>Vibrio nigripulchritudo</i>)	1	<i>V. nigripulchritudo</i> の微生物製剤の効果試験
合 計			153	

(学会発表等)

○平成28年度日本魚病学会秋季大会口頭発表（会場：近畿大学農学部，9月）

発表演題：カンパチ眼球炎の発症要因に関する研究

発表者：柳宗悦・今岡慶明（鹿児島水技セ）・嶋原佳子・湯浅啓（水研セ増養研）

○平成29年度日本魚病学会春季大会ポスター発表（会場：日本大学生物資源科学部，3月）

発表演題：ブリ類のべこ病のシスト形成に関する疫学調査

発表者：柳宗悦・福留慶・稲盛重弘・和田和彦（鹿児島水技セ）・今岡慶明（鹿児島大島支庁）
有元操（日本漁場藻場研）・米加田徹・藤本宏・森広一郎（水産機構増養研）

内水面漁業総合対策研究 (内水面魚病対策推進事業)

福留慶, 柳宗悦, 和田和彦

【目 的】

内水面養殖業における魚病の多発, 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。

【結 果】

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, 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)の 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。

1 魚病診断結果

平成 28 年度の月別・魚種別の検査依頼件数を表 1 に示した。検査依頼の合計は 52 件で, 前年度と比べ減少した(対前年度比 91.2%)。ウナギの検査依頼が約 7 割を占め, 次いでナマズの検査依頼が多かった。

魚種ごとの月別・魚病別の診断件数を表 2 に示した。また, 平成 28 年度における魚種ごとの検査件数等や診断された疾病について以下にまとめた。

1) ウナギ

検査件数は 38 件で対前年比 122.6%であった。

主な疾病はパラコロ病, 鰓うっ血症, シュードダクチロギルス症であった。

2) ナマズ

検査件数は 8 件で対前年比 88.9%であった。

カラムナリス病とエラムシ症が確認された。

3) コイ

検査件数は 1 件で対前年比 25.0%であった。カラムナリス病が確認された。

4) アユ

検査件数は 4 件で対前年比 57.1%であった。

放流用アユ種苗の冷水病とエドワジエラ・イクタルリ感染症の清浄性確認検査のみであった(全て陰性)。

5) ニジマス

検査件数は 1 件で対前年比 100.0%であった。

直接死因となるような疾病は確認されなかった。

表 1 平成 28 年度 月別・魚種別 魚病検査依頼件数

魚種/月	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(件)	H27年度	前年度比(%)
ウナギ	2	1		2	11	5	4	4		3	1	5	38	31	122.6
ナマズ		4	1		2		1						8	9	88.9
コイ								1					1	4	25.0
アユ	2											2	4	7	57.1
ニジマス											1		1	1	100.0
その他													0	5	-
合計(件)	4	5	1	2	13	5	5	5	0	3	2	7	52	57	91.2

表 2 平成 28 年度 魚種別・月別・魚病別 魚病診断件数

ウナギ		※診断件数：1池ごとに発生した疾病の数を集計 ※診断結果：主原因として考えられる疾病 (単位：件)												
診断結果	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	
鯉うっ血症						1	1	2		4		1	9	
パラコロ病	1	1		1	9	4		3					19	
カラムナリス病				1	1								2	
細菌性疾病										1		1	2	
ビブリオ病											1		1	
点状充血症							1						1	
シュードダクチロ ギルス症	1				1	1	1	1					5	
不明				1	3		2			1		4	11	
計	2	1	0	3	14	6	5	6	0	6	1	6	50	

ナマズ		※診断件数：1池ごとに発生した疾病の数を集計 ※診断結果：主原因として考えられる疾病 (単位：件)												
診断結果	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	
カラムナリス病		4											4	
エラムシ症 (単生虫の一種)					1		1						2	
健康診断(異常なし)		1	1										2	
計	0	5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	

コイ		※診断件数：1池ごとに発生した疾病の数を集計 ※診断結果：主原因として考えられる疾病 (単位：件)												
診断結果	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	
カラムナリス病								1					1	
計	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	

アユ		※診断件数：1池ごとに発生した疾病の数を集計 ※診断結果：主原因として考えられる疾病 (単位：件)												
診断結果	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	
冷水病 PCR検査(-)陰性	1											1	2	
イトナギエラ・イタドリ感染症 PCR検査(-)陰性	1											1	2	
計	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	

ニジマス		※診断件数：1池ごとに発生した疾病の数を集計 ※診断結果：主原因として考えられる疾病 (単位：件)												
診断結果	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	
不明											1		1	
計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

2 水産用医薬品の適正使用の指導

水産用医薬品適正使用の指導として、7月21日に大隅地区の養鰻業者2業者を対象に、魚病講習会を開催した。鹿児島県内でのウナギの魚病診断状況や、発生するウナギの病気とその予防・治療法、ウナギに使用できる水産用医薬品、診断手順について説明した。

3 定期パトロールによる適正養殖の指導

平成28年度の魚病巡回指導記録を表3に示した。魚病巡回指導として、平成28年度は県内の9経営体の養殖現場を訪問し、魚病対策のための衛生指導や、現場のニーズの聞き取り等を行った。

表3 平成28年度 魚病巡回指導記録

年月	市町村等	魚種	指導 経営体数	指導内容
H28年6月	南九州市	ナマズ	1	滑走細菌症、健康診断についての説明。 水槽毎に使用するタモ網等を分けることを指導。
H28年7月	大崎町、 志布志市	ウナギ	2	ウナギの魚病診断状況や、県内で発生する病気とその対策、診断手順、水産用医薬品について説明。
H28年11月	大崎町、 東串良町	ウナギ、 ナマズ	2	近年発生している疾病や異常と対策の聞き取り。
H29年1月	長島町、 南九州市	ニシキゴイ	2	白点病、カラムナリス病、KHVについての説明。 KHV検査申請書様式の配布。
H29年3月	薩摩川内市	ウナギ	1	細菌性疾病とスライド凝集反応についての説明。 近年発生している疾病と対策の聞き取り。
H29年3月	指宿市	ウナギ	1	原因の特定できない疾病が発生したため訪問。 (環境的な要因の可能性が高いと判断)

4 アユの冷水病・エドワジエラ・イクタルリ感染症のPCR検査実績

平成28年度までの過去5年間におけるアユの冷水病、エドワジエラ・イクタルリ感染症のPCR検査実績を図1および図2に示した。平成28年度における放流用アユの出荷前清浄性確認PCR検査依頼は冷水病とエドワジエラ・イクタルリ感染症それぞれ2件ずつで、結果は全て陰性であった。

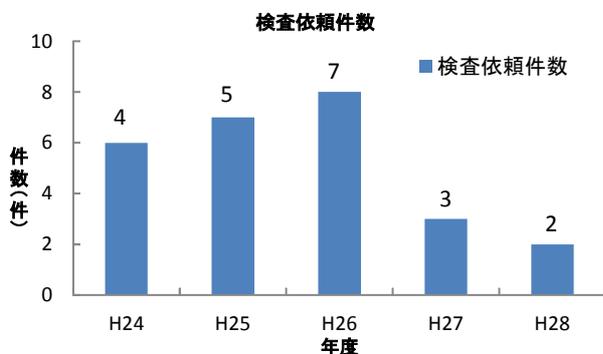


図1 アユの冷水病 PCR 検査実績

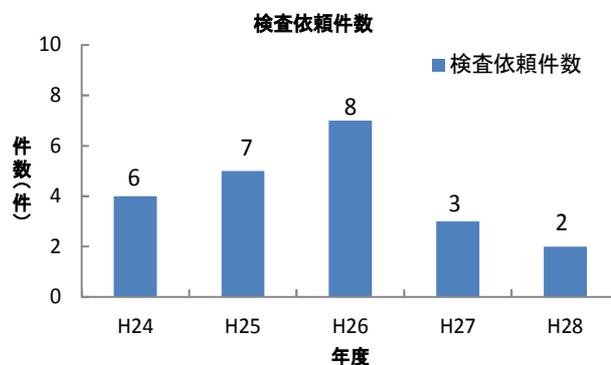


図2 アユのエドワジエラ・イクタルリ感染症 PCR 検査実績

5 台湾へのウナギ輸出に係る臨床検査及び健康証明書の発行

平成 24 年度からの台湾向け輸出ウナギの健康証明書発行件数の推移を表 4 に示した。平成 28 年度の台湾向けに輸出されるウナギの健康証明書発行は 19 件であった（前年度比：126.7%）。

表 4 ウナギ台湾向け輸出に係る健康証明書発行件数の推移（※平成29年3月末時点）

年度	H24	H25	H26	H27	H28
発行件数（件）	7	7	18	15	19
対前年比（%）	100.0	100.0	257.1	83.3	126.7
検査尾数（尾）	210	210	540	450	570
平均体重（g）	8.8	17.3	19.1	16.7	11.6

6 各会議への出席と情報収集

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。

表 5 平成 28 年度 主な出席会議とその内容

会議名	時期	場所	内容
九州・山口ブロック魚病分科会 魚類防疫対策地域合同検討会	H28年 10月	大分県	各県の魚病診断状況や魚病話題提供，症例発表等。
南中九州・西四国水族防疫会議 魚類防疫対策地域合同検討会	H29年 2月	愛媛県	各県の魚病診断状況や魚病話題提供，症例発表等。 【トピックス】水産用抗菌剤の新指導体制についての総合討議が行われた。
全国養殖衛生管理推進会議	H29年 3月	東京都	全国における魚病発生状況や，現在開発されている治療法・検査手法，防疫対策の実施状況，今後の事業実施状況，予算等について説明を受け，意見交換を行った。 【トピックス】H28年の食用ゴイのKHV既発生水域からの移動状況：県外から鹿児島県への移動なし。コイを殺さずに行うKHVのPCR検査手法の開発が進んでいる。

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)

仁部 玄通・保 聖子・和田 和彦

【目的】

奄美海域で漁獲される水産資源の付加価値向上を目的として、同海域で多く漁獲されているカツオの品質実態を調査するとともに、ソデイカ漁で混獲され、低・未利用となっているアカイカの加工適性試験を行った。

【材料及び方法】

1 奄美産カツオ品質実態調査

鹿児島市中央卸売市場魚類市場に水揚げされた奄美産カツオの品質を評価するため、尾叉長、体重、K値、一般成分、背部筋肉の色調及び圧縮強度を測定し、県外船が県内他漁場で漁獲したカツオとの比較を行った。サンプルは月毎に4～5尾ずつ採取し、総サンプル数は前者が39個体、後者が20個体であった。各項目の分析方法については、下記のとおりとした。

(1)K値

背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°C で保存した。ATP関連物質は、サンプルを除タンパク後、遠心分離して得られる上清を1N水酸化カリウムでpH調整(2.0～3.5)し、高速液体クロマトグラフィーで測定した。

(2)一般成分

フィレ皮付きの中央部を5cm幅で切り出し分析に供した。水分は 105°C 常圧加熱法、粗タンパク質はケルダール法、粗脂肪はソックスレー法、灰分は 550°C 直接灰化法で測定した。

(3)色調

背部筋肉を1個体から1cmの厚さに5枚切り出し、色彩色差計(コニカミノルタ(株)社製 CR-400)で色調(L^* , a^* , b^*)を測定した。

(4)圧縮強度

圧縮強度は、背部筋肉を1cmの厚さに切り出し、体軸方向にレオメーター((株)サン科学社製 CR-500DX)で測定した。プランジャーは直径5mmの円板型を用い、速度1mm/secで5mm押し込んだ時の応力を測定した。1個体から肉片を5枚切り出し、1枚当たり3カ所を測定した。

2 低・未利用水産物の付加価値向上試験

平成28年3月、平成29年1月、平成29年3月に与論島近海にて漁獲されたアカイカ13尾(平均体重 $2,582\text{g}\pm 517\text{g}$)について、コンウェイの方法により揮発性塩基窒素(VBN)を測定した。また、VBNが高かった個体と低かった個体について、当センター職員6人を対象に刺身による官能評価試験を行った。官能評価試験では、「塩から味」、「苦味」、「生臭さ味」及び「旨味」について食した時に感じる程度

を4段階で評価した。

【結果及び考察】

1 奄美産カツオ品質実態調査

奄美船及び県外船が水揚げしたカツオの品質を比較したところ、奄美産カツオは肥満度が低く、粗脂肪含有率が低い傾向がみられた(表1)。また、時期による脂質含有率の変動には明確な傾向が見られなかった(図1)。

表1 奄美船及び県外船が漁獲したカツオの品質等の比較

	サンプル数	尾叉長 (cm)	体重 (g)	肥満度	一般成分(%)			
					水分	灰分	粗脂肪	粗タンパク質
奄美船	39	44.0±2.5	1,696±342	19.7±1.4	72.9±1.4	1.3±0.1	1.3±0.5	25.5±1.1
県外船	20	44.6±3.9	1,921±654	20.9±2.0	72.5±0.9	1.3±0.0	1.6±0.6	25.7±0.8
有意差		-	*	*	-	-	*	-
	色彩			破断強度 (g)	K値			
	L*	a*	b*					
奄美船	28.6±2.4	12.9±1.6	0.7±0.9	81.7±25.9	18.6±7.8			
県外船	27.8±3.9	12.5±1.2	0.3±0.8	83.0±30.5	14.3±7.0			
有意差	-	-	-	-	-			

(T-test, P<0.05)

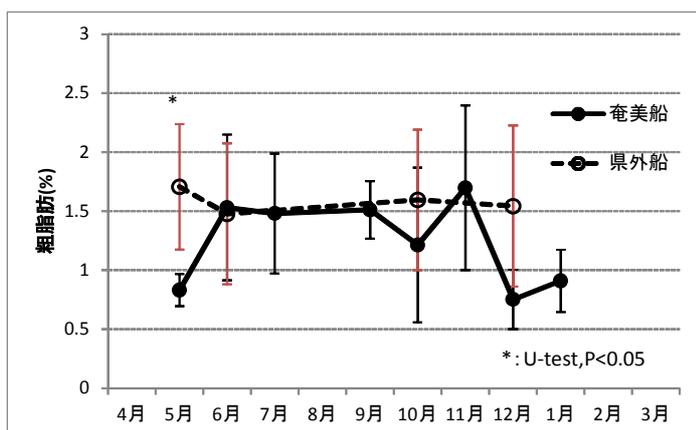


図1 奄美船及び県外船が漁獲したカツオの粗脂肪

2 低・未利用水産物の付加価値向上試験

奄美海域ではソデイカ漁でアカイカが混獲されるが水揚げされることはほとんどなく、低・未利用となっている。その理由としてソデイカと比較して漁獲後に臭いが出やすいことや、時期により「えぐみ」があるためと言われている。一方、アメリカオオアカイカで問題となった「えぐみ」は塩化アンモニウムが要因物質と推定されており^{*1}、塩化アンモニウムはVBNとの相関が高く、アメリカオオアカイカでは大型個体ほどVBNが高いこと^{*2}が知られている。そこで、奄美産アカイカについてVBNを測定した結果、VBNは、9.0~42.6mg/100gと個体により大きなばらつきがみられた(図2)。また、体重や漁獲時期とVBNの間には相関は確認されず、個体による差が大きいと推察された。

VBNが高かった個体(42.6mg/100g)と低かった個体(10.6mg/100g)及び参考としてソデイカを刺身にして官能評価試験を行ったところ、塩から味はVBNが高い個体が他の2区と比較して有意に高かった(Kruskal-Wallis検定, P<0.05)。苦味と生臭さ味もVBNが高い個体は、他の2区と比較して高い傾向が見られた。旨味には有意差は見られなかったものの、ソデイカが最も評価が高く、次いで低VBN個

体，高VBN個体の順となった（図3）。

塩化アンモニウムには塩から味，苦味，生臭さ味があることが知られており，今回，奄美産アカイカではVBNが高い個体ほど塩から味，苦味，生臭さ味が強かったことから，奄美産アカイカにあると言われている「えぐみ」の原因物質は塩化アンモニウムである可能性が示唆された。今後は時期による「えぐみ」の程度を把握するとともに，それに応じた利用方法及びその除去方法について検討する必要がある。

※1 山中ら 日水誌61(4)，612-618(1995)

※2 平成21年度海洋水産資源開発事業報告書 (独) 水産総合研究センター

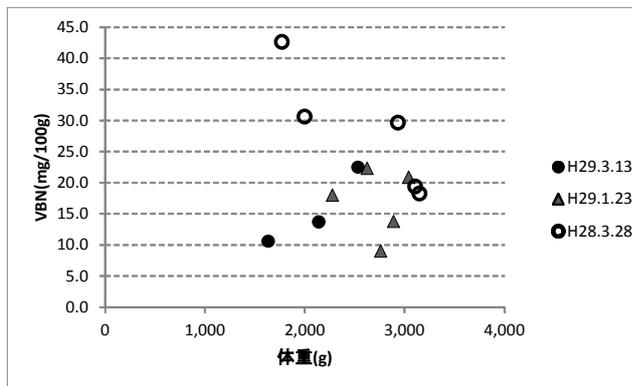


図2 アカイカの体重とVBNとの関係

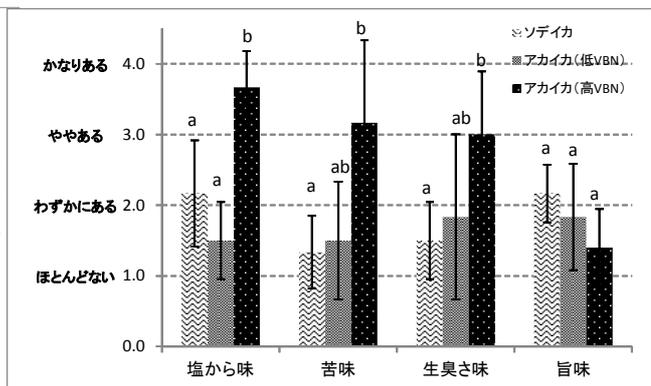


図3 VBNが高いアカイカと低いアカイカ及びソデイカの官能評価結果 (異符号間で有意差あり)

公募型研究事業－Ⅱ (ブリ類のべこ病の治療試験)

柳宗悦, 福留慶, 和田和彦

当事業は、国立研究開発法人 水産研究・教育機構を中核機関として、鹿児島県水産技術開発センター、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、学校法人近畿大学が参画し、数種の薬剤を経口投与し、べこ病のシスト形成及び体側筋中での原因虫増殖の有無を調査・分析し、各薬剤の治療効果を明らかにすることを目的とした。当センターでは、べこ病の流行漁場において、カンパチ人工種苗を一定期間曝露飼育した後、陸上飼育水槽に輸送して、3種類の薬剤経口投与による治療試験を担当した。投薬開始から36, 37日目に試験魚を取り上げ、解剖して体側筋中でのシストの形成を確認するとともに、リアルタイム PCR 法により体側筋中での寄生虫の有無を検査し、投薬した薬剤の有効性を検討中である。

公募型研究事業－Ⅲ (ブリ類のべこ病の疫学調査)

柳宗悦, 福留慶, 和田和彦

【目的】

べこ病の感染状況(時期・場所)を把握し原因を解明するため、種苗と海水から肉眼観察及びリアルタイムPCR法(以下、qPCR法)により、感染状況等の調査・分析を行うとともに、その原因となる微胞子虫 *Microsporidium seriolae* の生活環の解明に向け、環境生物の収集を行い原因虫の検出を試みた。

【方法】

1 環境水中からの *M. seriolae* 遺伝子の定量検出

県内の内湾性(水深15m)及び外洋性海域(水深40m)の養殖場において、平成28年5月～平成29年3月(調査頻度:2回/月)にかけて海水のサンプリングを行い(水深1m,採水量1L)、qPCR法でべこ病の原因となる微胞子虫 *M. seriolae* 遺伝子の定量検出を行い、べこ病感染が起こり得る場所及び時期を把握した。

2 生活環の解明に向けた調査・研究

べこ病の流行漁場において中間宿主候補である無脊椎動物の採取を行い、qPCR法で *M. seriolae* 遺伝子の検出を行い、検出された遺伝子量から宿主候補の絞り込みを試みた。

3 蓄養場及び養殖場の飼育魚からのべこ病感染状況の把握

県内の蓄養場と養殖場において、定期的に種苗(蓄養場はブリ天然種苗、養殖場はカンパチ人工種苗)のサンプリングを行い(各4回)、解剖による体側筋中のシスト形成の確認とqPCR法による海水中及び体側筋中の遺伝子量を検査し、べこ病の感染時期を把握した。

4 秋季種苗導入の飼育魚からのべこ病感染状況の把握

秋季に県内養殖場に導入されたカンパチ人工種苗について、導入直後(3日目)と飼育5ヶ月後(148日目)にサンプリングを行い、解剖による体側筋中のシスト形成の確認とqPCR法による海水中及び体側筋中の遺伝子量を検査し、べこ病の感染状況を把握した。

【結果および考察】

1 環境水中からの *M. seriolae* 遺伝子の定量検出

内湾性海域の方が外洋性海域に比べ、検出量、検出頻度とも高い傾向が窺われたが、両養殖場とも飼育魚からべこ病感染が確認されており、べこ病感染と今回の調査海域における内湾性、外洋性との関連性は低いことが示唆された。

2 生活環の解明に向けた調査・研究

複数の候補から遺伝子が検出され、中間宿主の可能性が示唆された。

3 蓄養場及び養殖場の飼育魚からのべこ病感染状況の把握

ほぼ同じ水温帯（蓄養場 20.5 ～ 23.5 ℃, 養殖場 20.3 ～ 21.9 ℃）において、ブリの蓄養場及びカンパチの養殖場の海水と種苗の体側筋中から *M. seriolae* 遺伝子が検出されたが、シスト形成個体が確認されたのは養殖場のカンパチのみであった。これらのことから、シスト形成にはブリとカンパチの飼育適水温の違いによる生体防御能の差が影響した可能性もあり、今後、詳細に調査する必要があるものと考えられた。

4 秋季種苗導入の飼育魚からのべこ病感染状況の把握

qPCR 法で導入直後（3 日目）から感染が確認され、飼育 5 ヶ月後（148 日目）も確認された（感染率はいずれも 40 %）。シスト形成個体は飼育 5 ヶ月後（148 日目）に 20 %の割合で確認された。この結果から、秋季に海面生簀に種苗を導入した場合でも、べこ病に感染する可能性が示唆された。なお、調査期間中の海水から *M. seriolae* 遺伝子が検出され、水温は 18.3 ～ 26.8 ℃の範囲で推移した。

【謝辞】

本研究を実施するに当たり、国立研究開発法人水産研究・教育機構 増養殖研究所の森広一郎魚病研究センター長、米加田徹研究員に多大なるご指導とご協力を頂いた。両者に対し、記して深謝する。

なお、本事業の結果は別途、平成28年度水産防疫対策事業（農林水産省委託事業）のうち「水産動物疾病のリスク評価」成果報告書 課題名「べこ病の疫学調査と生活環の解明」として、公益社団法人 日本水産資源保護協会へ提出した。

公募型研究事業－Ⅳ (抜本的な生産コストの抑制手法の開発研究)

柳宗悦，福留慶，高杉朋孝，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」についての飼育試験を養殖現場レベルで実施し，成長，健全性およ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，国立研究開発法人 水産研究・教育機構 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，国立大学法人東京海洋大学，愛媛県農林水産研究所が参画し，平成26年度から開始されたものであり(愛媛県農林水産研究所は平成28年度から参画)，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）

東町漁協の組合員の養殖場2箇所（AおよびB養殖場）において，10m角網生簀2台に同サイズのブリ1歳魚を放養し，9月から3月までの約6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），東町漁協の管理のもとに飼育試験を行った。隔月ごとに魚体測定（尾叉長および魚体重）が行われ，隔月に魚を取り上げて，成長，生残率，コストに関する評価が行われた。当センターでは，東町漁協の魚体測定時に計5回同行して採血を行い，血液性状および血漿化学成分の分析と魚病診断により，魚の健全性に関する評価を行った。

2. 血液性状および血漿化学成分の分析

飼育開始時にAおよびB養殖場の試験区から5尾ずつ，飼育56日目，75日目，110日目，159日目の魚体測定時に，AおよびB養殖場の試験区，対照区の生簀から5尾ずつ尾柄部血管からヘパリン(Na塩)処理済みの注射器を用いて採血を行い，氷冷して実験室に持ち帰り，ドライケムを用いて，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，血漿は3,000rpm，15分間の遠心分離を行って得た。また，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。

3. 魚病診断

飼育開始時および中間測定時に，試験区，対照区の生簀から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。

【結果及び考察】

1. 血液性状および血漿化学成分の分析

Ht, HbおよびTPについては、AおよびBの両養殖場とも、全体を通して差は確認されなかった。TCHOについては、AおよびBの両養殖場とも対照区が試験区に比べて高い傾向を示し、有意な差が確認される時期もあった。これらは、過去2年間の試験結果に類似する傾向であった。TBILについては、75日目のB養殖場の試験区と159日目のA養殖場の試験区が、それぞれ対照区に比べ高い値を示した。前者は有意な差が確認されたが、これは試験区で α 溶血性連鎖球菌症 (*Lactococcus garvieae* II型) が発生したことによる影響と考えられた。

2. 魚病診断

試験期間中、 α 溶血性連鎖球菌症 (*L. garvieae* II型) の発症がわずかにみられたが、中間測定時の魚病診断において特に異常はみられず、各生簀とも健康な状態であった。なお、飼育期間中の水温はA養殖場が14.2℃～25.9℃、B養殖場が13.7℃～25.7℃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影響は確認されなかった。

なお、本事業の結果は別途、「平成28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。

公募型研究事業－V (養殖ブリの輸出を促進するための人工種苗生産技術高度化 及び高品質冷凍流通技術体系の開発)

保 聖子・仁部 玄通・和田 和彦

【目的】

養殖ブリの輸出を促進するためには、冷凍保管中の褐変抑制方法の開発が不可欠であり、これまでの研究で水揚げ時のストレスを軽減し、加工処理を迅速化することでATP濃度を維持し、褐変を抑制できることが分かっている。今後、この技術を養殖現場へ普及・展開するためには、まず現状における水揚げ時のATP濃度の実態を把握する必要がある。そこで、平成28年度は県内の主要な養殖場において水揚げ出荷時のATP濃度の実態を調査した。

【材料及び方法】

県内のブリ養殖場4カ所において、水揚げに立ち会い、筋肉のサンプリングを実施した。サンプリング時期については、水温がATP濃度に及ぼす影響を考慮し、高水温期と低水温期に実施した。

ATP分析用のサンプルは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。分析には、筋肉を除タンパク後、遠心分離して得られる上清を用いた。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に対するモル濃度で表した。

また、冷蔵保管における筋肉の変色状況を把握するため、冷蔵庫内において切り身の状態で3時間毎に72時間まで写真撮影を行った。

【結果及び考察】

県内のブリ養殖場では、水揚げ開始からフィレ加工が始まるまでにおよそ4時間程度を要していた。養殖場によっては、フィレ加工直前の筋肉中ATP濃度が $6\mu\text{mol/g}$ 以上の個体や、 $3\mu\text{mol/g}$ 以下の個体があるなど、養殖場によってATP濃度にバラツキがみられた(図1)。また、参考として冷蔵保管中における血合肉の色変わりを調べたところ、養殖場や給餌している餌の種類によって色変わりまでの時間に相違がみられた(図2)。

このように養殖場によって水揚げからフィレ加工までにかかる時間によりATP濃度にバラツキが見られた。また、餌の種類の相違により品質にバラツキがみられたことから、今後は各養殖場の特徴に対応した製造管理が必要であることが示唆された。

※本事業は、「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち地域戦略プロジェクト)により実施した。

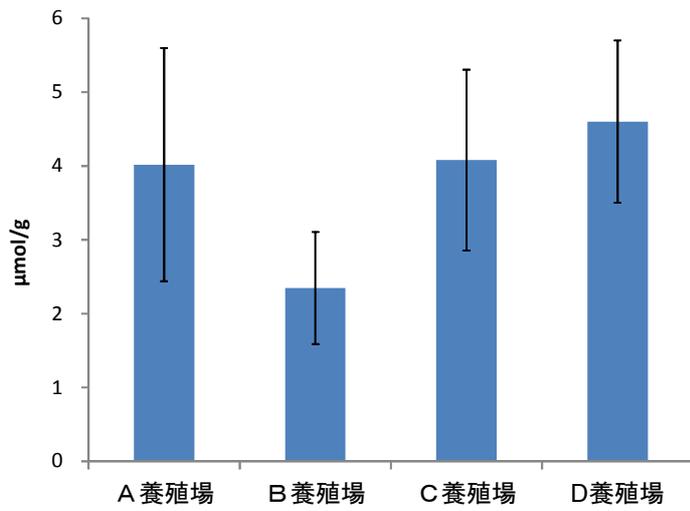


図1 各養殖場におけるフィレ加工直前のATP含有量

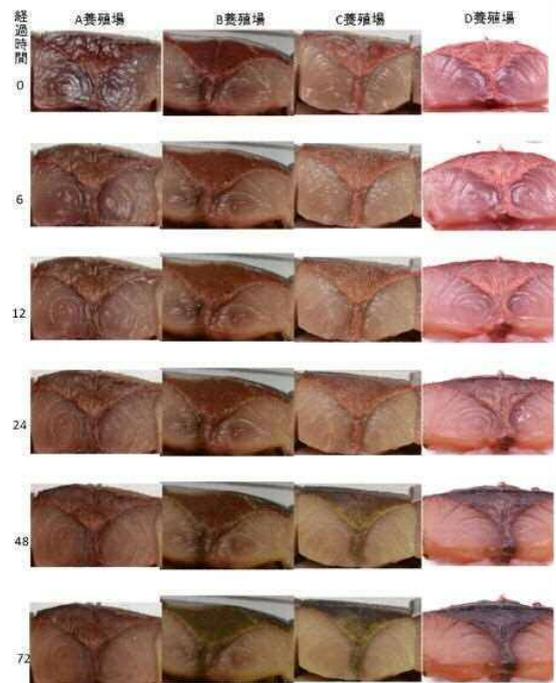


図2 各養殖場におけるブリ血合肉の変色状況

公募型研究事業－Ⅵ

(血合肉すり身化技術による海外向け和食ヘルスケア食品の開発)

保 聖子・仁部 玄通・和田 和彦

【目的】

冷凍マグロの加工工程で排出される血合肉は独特の血臭等により長らく低利用となっていたが、近年、血合肉からすり身を製造する技術が開発された。また、マグロ類には新規機能性成分であるセレノネインが高濃度に含まれることが明らかになっている。セレノネインは、高い抗酸化能を有することが分かっているが、機能性成分として十分に活用されているとは言えない。そこで、本事業では、冷凍マグロ工場で副産物として産出される血合肉を用いてセレノネインを有効成分とする機能性食品や練り製品等を開発し、その実用化を目指す。

【材料及び方法】

県内の冷凍マグロ工場で排出された血合肉を用い、脱臭のために冷水晒し及び紅茶エキス晒しを行い、冷凍すり身を作製した。これにデンプン及び調味料を添加し生地を調製し、生地を圧延焼成することにより煎餅を試作した。

また、食品素材としての用途を広げるため、冷凍すり身を真空凍結乾燥し、すり身パウダーを製造し、これを用いてクッキーを試作した。

【結果及び考察】

試作した血合肉すり身入りの煎餅及びクッキーをシーフードショー大阪 (H29. 2. 22-23)に出展し、試食展示したところ、魚臭が無く、概ね良好な評価が得られた。血合肉すり身の凍結乾燥パウダーはセレノネインを0.28mg Se/kg含んでおり、クッキー1枚当たりのセレノネイン含有量はSeとして4 μ gであった。

※本事業は、「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち地域戦略プロジェクト)により実施した。

企 画 ・ 栽 培 養 殖 部
(栽 培 養 殖 部 門)

カンパチ種苗高度化技術開発試験

野元 聡，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、種苗量産や早期種苗生産の技術は概ね開発されたものの、人工種苗の普及を進めるには、高品質・安価な種苗を生産し沖出し後の生残率を高める必要がある。そこで、成長・生残が良好な種苗を生産する選抜育種、コスト削減及び中間育成の技術開発を図る。

【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

①試験区

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ため、H28年度については表-1に示す内容で試験区を設定した。

表-1 H28年度親魚養成試験試験区設定

年級群	供試尾数	収容水槽	備考
5歳	21尾	200kℓ	約12kg/尾
3歳	30尾	100kℓ	約4kg/尾 (H29年度採卵に向けた養成)

②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給餌した。

③環境制御

5歳群については、4月の採卵を目的に、成熟促進のための環境制御（水温22℃，日長16L8D）を2月29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表-2のとおりとした。

表-2 環境（水温，日長）制御の内容

月日	水温	日長	備考
～2/18	19℃	10L : 14D	栄養維持
2/19～	20℃	8L : 16D	長日認識のための短日
2/29～	22℃	16L : 8D	成熟促進

2) コスト削減試験

①試験区

親魚養成における調温や揚水に必要な電気代削減のため、換水率の低減を図るため、H28年度については表-3に示す内容で、カンパチ種苗生産施設（垂水）に試験区を設定した。

なお、今年度はコスト削減試験と同時に、昨年度当センターで成功した、環境制御による人工種苗由来親魚からの受精卵の採卵技術のカンパチ種苗生産施設（垂水）における再現性試験も行った。

表-3 環境（水温，日長）制御の内容

試験区	年級群	供試尾数	収容水槽	備 考
1	5歳	20尾	100kℓ	人工種苗来親魚 約12kg/尾
2	7歳	22尾	100kℓ	天然由来親魚 約18kg/尾

②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給餌した。

③換水

4～9月を試験期間とし、紫外線で殺菌した海水を、試験区1には1.0回転/日、試験区2には1.2回転追加した。

④環境制御

試験区1については、4月の採卵を目的に、成熟促進のための環境制御（水温22℃，日長16L8D）を3月上旬から行った。

また、両試験区とも8月の採卵に向けて、5月から日長は16L8Dを維持したまま、水温を22℃から19℃に徐々に下げ、7月下旬からは徐々に上げて9月下旬に27℃とした。

⑤観察・測定項目

魚の活力、摂餌及び産卵の状況を観察し、pH、アンモニア態窒素量及び溶存酸素量を適宜測定した。

2 種苗生産試験

1) 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ために、下記の方法で試験を行った。

①供試卵

1-2) 一試験区1（5歳魚）で4月20日と7月29日に採卵した浮上卵を供した。

②育卵，ふ化仔魚収容

育卵は、100kℓ八角形水槽に浮かべた500ℓアルテミアふ化槽に受精卵を収容し、紫外線殺菌海水を注水しながら44時間程度行った。

育卵・ふ化後の仔魚は、500ℓアルテミアふ化槽から100kℓ八角形水槽に収容した。

③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始し、徐々に増量していき取揚げ時は7回転/日程度の換水率で注水した。

④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、魚の蝟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。

⑤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、開口から開鰓の間はスーパー生コロレV12を1リットル、

開鰯から取揚げ時までの間はナンクロプシス50万細胞/mlを確保するように、概ね毎日補充した。

また、浮上死対策として、オイル添加を開鰯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回実施した。

⑥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～全長29mm(日齢35)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。

表-4 ワムシの培養及び栄養強化方法

給餌時刻	ワムシの餌料及び強化剤 (添加量の基準)	強化時間 (時間)
9:00	ナンクロプシス 2万細胞/億	—
	スーパー生クレラ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	ナンクロプシス 2万細胞/億	—
	スーパー生クレラV12 300ml/億	22
	アクアプラスET 400g/kℓ	22
	マリングロスEX 1.5ℓ/kℓ	4
	すじこ乳化油 30g/kℓ	4

【アルテミア】

日齢15～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。

給餌量は1日1千尾から開始し、12千万尾まで徐々に増やした

【冷凍コペポータ】

日齢17～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。

給餌量は1日100gで開始し、1,600gまで徐々に増やした。

【配合飼料】

日齢20前後～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。

⑦その他

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22)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。

計数：取り上げ時に自動計数機で計数

2) コスト削減試験

種苗生産において、飼育水に添加する微細藻類の量を減ずることによりコスト削減を図るため、

下記の方法で試験を行った。

①供試卵

1-2) 一試験区1 (5歳魚) で8月5日に採卵した浮上卵を供した。

②育卵, ふ化仔魚収容~⑦その他

2-1) 選抜育種卵による種苗生産試験と同様の手法で実施した。

⑤飼育水添加については, コスト削減を図るため, 下記のとおり若干の変更を行い実施した。

⑤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, 開口から開鰓の間はスーパー生コロV12を1リットル, 開鰓から取揚げ時までの間はナンノクロプシス50万細胞/mlを確保するように, 概ね毎日補充した。

従来, ナンノクロプシスの添加は, 午前100万細胞/ml, 午後50万細胞/mlの1日2回添加としてきたが, 午前の飼育水中に残存したナンノクロプシスを計数の上, 50万細胞/mlになるように午前中の1日1回, 補充添加することで試験区とした。

水槽の都合上, 対照区の設定はできなかったが, これまでの種苗量産の結果と比較することとした。

【結果及び考察】

1 親魚養成試験

1) 人工種苗由来親魚からの採卵試験

5歳群については, 5月中旬においても自然採卵が見られなかったため, 5月23日にホルモン打注を実施, その後わずかではあったが下表のとおり産卵があった。

表-5 5歳群の産卵状況

月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
5/26	1.04	0	0
27	1.6	0.3	18.8
28	1.56	0	0
30	6.9	0.6	8.7
6/ 2	16.0	7.3	45.3

2) コスト削減試験

魚の活力や摂餌の状況については, 試験期間を通じて両試験区とも概ね良好であった。

4月2日から5月3日の間に試験区1で10回, 7月23日から9月11日の間に試験区1で19回, 試験区2で12回の採卵があり, 両試験区とも8月での採卵を行うことができた。

pH, アンモニア態窒素量, 溶存酸素量の測定結果は図1~3に示したとおり。pHは概ね7.60~8.00の範囲, アンモニア態窒素量は0.3mg/L以下, 溶存酸素量は6.0~8.0mg/Lの範囲でそれぞれ推移した。

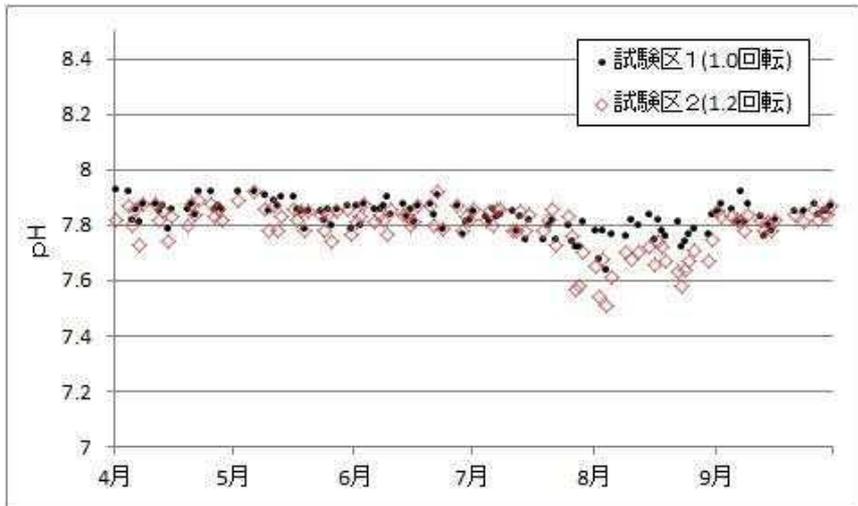


図-1 pHの推移

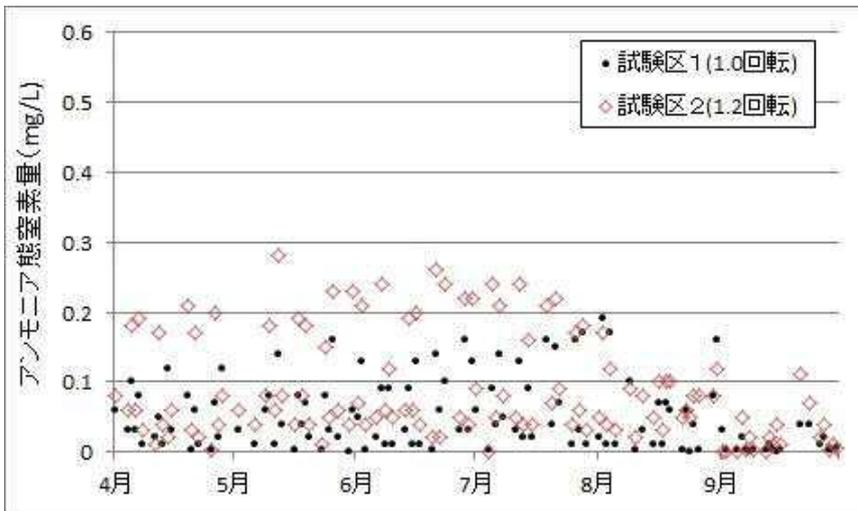


図-2 アンモニア態窒素量の推移

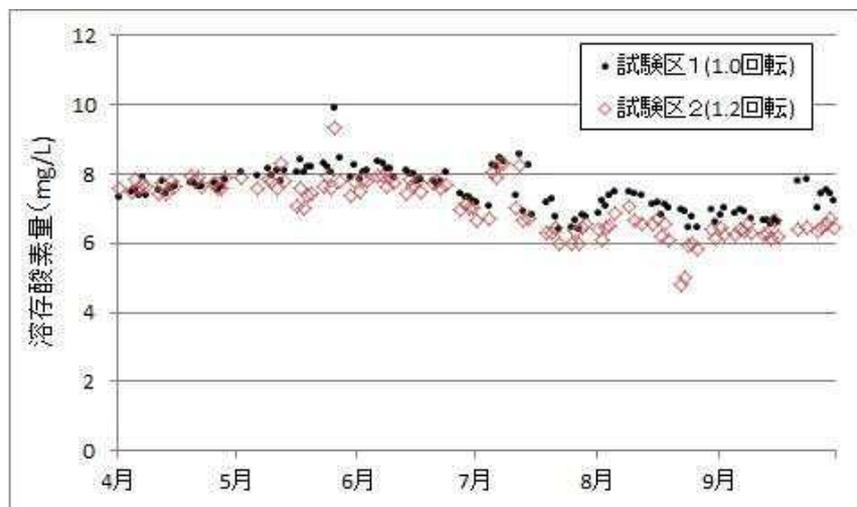


図-3 溶存酸素量の推移

3) まとめ

人工種苗由来親魚1群に対し、3月上旬から日長と水温(16L:8D, 22℃)の環境制御を行ったが、自然産卵は見られなかった。その後ホルモン打注を行ったが、わずかな産卵しか見られなかった。

カンパチ種苗生産施設(垂水)にて、環境制御を解除後に、6月から再び日長と水温(16L:8D, 22℃)の環境制御を行ったところ、ホルモン打注を行わなかったにも関わらず、人工種苗由来、天然由来両親魚群から、8~9月に複数回の自然産卵が観察された。

カンパチ種苗生産施設(垂水)にて、人工種苗由来の親魚から1年のうち2シーズンの採卵に成功し、昨年開発された技術の再現性を確認することができた。

親魚養成におけるコスト削減を目的に、飼育海水の換水率を1.0回転/日まで低減しても、飼育や水質等に問題が見られず、採卵も可能であった。

2 種苗生産試験

1) 選抜育種卵による種苗生産試験

最終的な試験結果については表-6のとおり。開鰾率についても概ね100%と良好な結果であった。

選抜育種卵による種苗生産試験では、それぞれ4月採卵分で120千尾(全長27.8mm)、8月採卵分で67千尾(32.3mm)の種苗生産に成功した。夏期(7, 8月)の選抜育種卵を用いて種苗生産に成功したのは今年度が初めての事例である。

表-6 選抜育種卵による種苗生産試験における試験結果

試験区		4/20採卵分	7/29採卵分
卵収容数		1,102千粒	720千粒
ふ化仔魚数		862千尾	535千尾
ふ化率		78.2%	74.3%
飼育水温		22~26℃	26~29℃
終了時	日齢	35	31
	生産尾数	120千尾	67千尾
	生残率	13.9%	12.5%
	平均全長	27.8mm	32.3mm

2) コスト削減試験

最終的な試験結果については表-7のとおり。開鰾率についても概ね100%と良好な結果であった。

種苗生産におけるコスト削減を目的に、飼育水に添加する微細藻類(ナノクロプシス)の量を減らし、種苗生産を行っても、これまでと同様に83千尾(全長29.8mm)の種苗を量産することができた。

表-6 コスト削減試験における試験結果

卵収容数		542千粒
ふ化仔魚数		493千尾
ふ化率		91.0%
飼育水温		26~29℃
終了時	日齢	31
	生産尾数	83千尾
	生残率	16.7%
	平均全長	29.8mm

クロマグロ種苗生産技術開発試験

野元 聡, 今吉雄二, 池田祐介

【目 的】

鹿児島県のクロマグロ養殖業は、年間を通じ15℃以上の温暖で静穏な海域と、天然種苗の採捕漁場を有することから、全国第1～2位の養殖生産量となっている。養殖用クロマグロ種苗は、これまで天然種苗に依存してきたが、世界的な資源減少や資源保護の動きにより、種苗の確保が困難な状況となっている。そこで、養殖用種苗の安定確保のため、漁業者経営体でも対応可能な小規模施設での種苗生産技術の開発を図る。

【方 法】

1 受精卵の運搬

(国研)水産研究・教育機構西海区水産研究所の陸上水槽にて6月24日に採卵した受精卵264千粒を供試した。ビニール袋に海水とともに収容した受精卵を発砲スチロール箱に入れて輸送した。輸送時間は車両で7時間10分で、到着後、50ℓアルテミアふ化水槽で計数、浮上卵の分離洗卵を実施した。

2 育卵・ふ化

上記1にて運搬した、受精卵264千粒を用いて20kℓ円形水槽に収容し育卵を行った。育卵時の水温等の設定は表-1に示したとおりとした。

表-1 育卵・ふ化時の飼育水槽の設定

項 目	設 定 内 容
水 温	25.1～25.2℃
注水量	0.5回転/日
通気量	エアストーン5個使用, 各0.5L/分(微通気)
底水流	卵の沈下防止のため, 直径1mmの穴を開けた塩ビパイプ(直径13mm)を十字型に底面へ配置し, 水槽内に設置した水中ポンプにより緩やかな底水流を発生させた。
被膜オイル	ふ化直後の浮上死防止のため, 卵収容直後と翌日に3回, 各0.6mlの被膜オイルを添加した。

3 飼育試験

1) ふ化仔魚, 飼育水槽

上記2「育卵・ふ化」にてふ化した240千尾を供した。収容水槽についても、育卵で使用した円形20kℓ水槽をそのまま飼育水槽とした。

2) 注水

日齢5までは0.5回転/日、日齢6から徐々に増量し、最大で7.8 回転/日（日齢26時点）であった。

3) 通気

エアーストン5個による通気を行った。1個当たりの通気量は、日齢1では0.5ℓ/分とした。

なお、日齢4以降はエアーストン1個による酸素通気を追加し、溶存酸素量が6mg/ℓを下回らないように通気量を調整した。

4) 飼育水温

飼育水はチタンコイルにて27℃に調温、26.1～27.3℃の範囲で飼育した。

5) 照明

日齢1から蛍光灯8基により24時間照射した。日齢17からは蛍光灯4基で7:00～16:30の日中のみの照射とした。

6) 飼育水への添加

日齢1のみ仔魚の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。

7) 油膜除去

日齢2～6において、開鰓を促進するために、油膜除去装置2～3基を設置し、油膜の除去を行った。

8) 底水流

日齢0～19日まで、仔魚の沈降死防止のため上記2「育卵・ふ化」と同様に底水流を発生させた。

9) 餌料

日齢2からワムシ(L型近大株)を飼育水1ml当たり5～10個の基準で給餌した。

日齢11からインダイのふ化仔魚を1日当たり108～950万尾の範囲で給餌した。

日齢17から配合飼料を、手撒きと自動給餌にて給餌した。

10) 調査事項

日齢1から毎日10尾程度、全長、ワムシの摂餌数(日齢3～12)及び開鰓率(日齢3～12)を調査した。生残尾数については、日齢2は柱状サンプリングで、日齢20以降はへい死魚数から算出した。

【結果及び考察】

1 受精卵の運搬

輸送中の水温変化については出発時の水温24.6℃、到着時の水温26.0℃であった。到着時の計数では、浮上卵242千粒、沈下卵22千粒(浮上卵率90.9%)であった。

2 育卵・ふ化

収容卵数242千粒に対し、ふ化仔魚数240千尾でふ化率99.2%と良好な結果を示した。

3 飼育試験

1) 成長

全長は、図-1に示すとおり順調に成育し、日齢14で12.5mm、日齢21で25.3mm、日齢27で41.

3mmに達した。

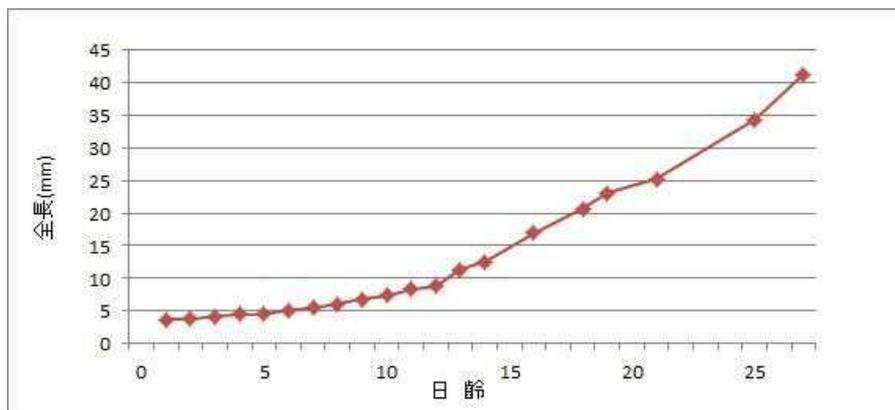


図-1 成長（全長）の推移

2) ワムシの摂餌数

ワムシの摂餌数は、図-2に示すとおり概ね順調に増加し、日齢12で平均44.9個を摂餌した。

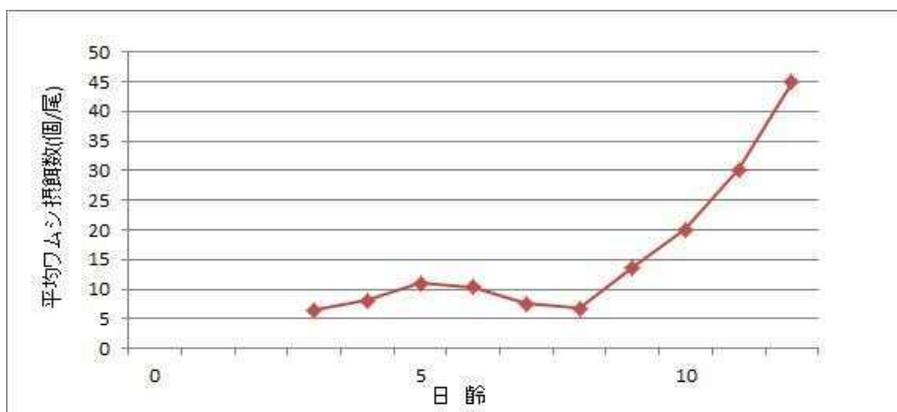


図-2 平均ワムシ摂餌数(個/尾)の推移

3) 開鰓率

日齢4より開鰓した個体を確認、以降図-3のように推移した。観測日により、割合が変化しているが、概ね50%前後は開鰓したと考えられる。

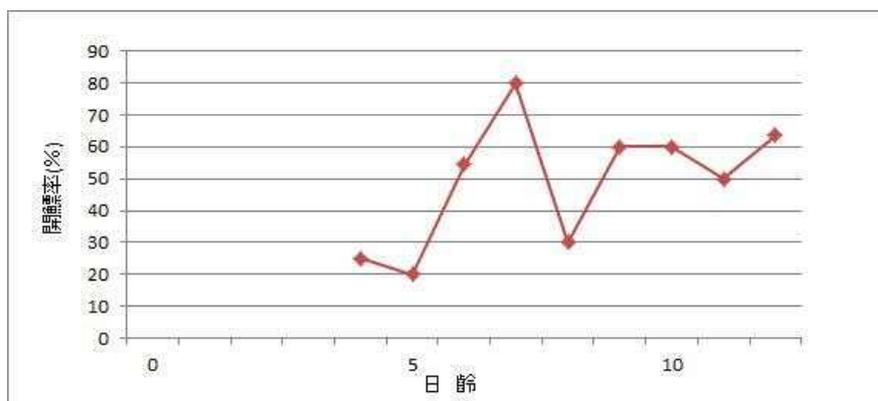


図-3 開鰓率の推移

4) 生残状況

日齢2の生残尾数は209千尾で、生残率は87.1%であった。

日齢20の生残尾数は、回収したへい死魚数より算出した結果、約16.3千尾で、生残率は約6.8%であった。

日齢27にVNN（ウイルス性の疾病）発症のため殺処分を実施、殺処分尾数は3,099尾（平均全長41.

3mm)であった。

4 まとめ

ふ化および飼育初期の浮上死、沈降死対策としては、昨年度良好な結果を示した、「水槽底部から上部に向けた水流の発生」、「エアストーンによる微通気」、「24時間照明」を用い飼育を行った結果、日齢6で生残尾数が約10万尾と、良好な結果となり、同手法の有効性を確認することができた。

共食い対策としては、今年は試験開始時期が6月末と、昨年に比べると約2ヶ月ほど早く、水温コントロールにより成熟を制御していたイシダイ親魚の産卵期を同調させることができたため、日齢11以降、毎日イシダイふ化仔魚を十分量給餌することができた。その結果、散発的に共食いは発生したものの、大きな減耗に繋がるまでの共食いは発生しなかった。

衝突死対策としては日が明るいうちに蛍光灯を早めに消灯し、自然光を利用し穏やかに照度変化させることで衝突死防止することができた。

今年度は疾病発生のため最終的な生産尾数は0尾であったものの、平均全長4cm時点で約3,000尾生残していたことから、技術の確立に一定の目途は立ったと考えている。

今年度発生したVNNについては、餌料として用いたイシダイふ化仔魚からの感染が疑われることから、H29年度はイシダイ受精卵の消毒等の対策をとる予定である。

奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅳ (沿岸域資源利用開発調査：クロマグロ中間育成試験)

野元 聡，今吉雄二

【目的】

本県のクロマグロ養殖生産量は全国第1～2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。

そのため、人工種苗を用いた養殖の比重が高まりつつあるが、人工種苗を沖出しした後の生残状況が極めて悪いため、中間育成に関する技術の開発・向上を図る。

【方法】

1 平成27年度種苗継続飼育分

平成27年度種苗については、平成28年4月5日まで継続して飼育試験を実施した。

1) 供試魚

(有)奄美養魚が平成27年度に生産した全長7cmの種苗7,765尾を供した。

2) 試験箇所

南さつま市坊津町久志湾内で実施した。

3) 比較

大島郡瀬戸内町篠川湾内の飼育事例と比較した。

4) 試験開始

平成27年8月2日

5) 収容生け簀

20m角型(四隅を丸くした円形に近い形状)に収容後、9月15日に30m円形へ移し替えた。
30m円形には衝突防止用のシート(40cm×10m)100枚を生け簀網に取り付けた。

6) 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。

2 平成28年度種苗継続飼育分

1) 供試魚

(有)奄美養魚が平成28年度に生産した全長20cmの種苗4,084尾を供した。

2) 試験箇所

南さつま市坊津町久志湾内で実施した。

3) 比較

大島郡瀬戸内町篠川湾内の飼育事例と比較した。

4) 試験開始

平成28年9月24日

5) 収容生け簀

30m円形に収容。生け簀網には衝突防止用のシート(40cm×10m)100枚を取り付けた。

6) 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。

【結果及び考察】

1 平成27年度種苗継続飼育分

1) 水温

水温の推移を図1に示す。

久志における試験開始時の水温は約27℃で、平成28年2月末まで徐々に低下したが、概ね16℃以上であった。

期間を通して久志は篠川より低く推移し、最大で6℃程度の水温差であった。

2) 成長

クロマグロの体重の推移を図2に示す。

久志における体重は順調に増加し、H28年3月末には平均4kg/尾程度に達した。

一方、篠川では、イリドウイルス感染症対策の給餌制限により、10～11月の成長が停滞したため、H28年3月末には平均3.5kg/尾程度となった。

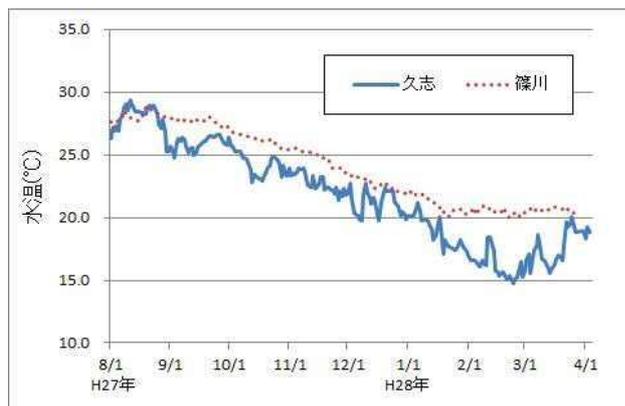


図1 水温の推移

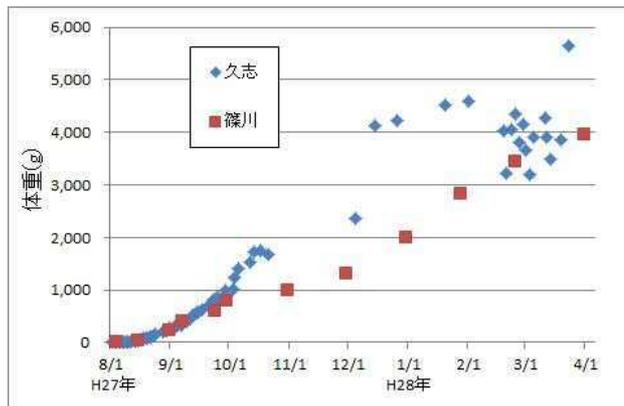


図2 体重の推移

3) 生残率

久志においては、沖出し後のへい死が徐々に少なくなってきた平成27年8月下旬に台風が来襲したため、その被害により生残尾数が減少した。その後のへい死は少なく、平成28年3月末には23%の生残率であった。

篠川では、沖出し後のへい死に引き続きイリドウイルス感染症が発生したため、平成27年10月下旬までへい死が発生した。その後のへい死は少なく、平成28年3月末の累積生残率は15%であった。

4) まとめ

県本土海域でも種苗を8月上旬に搬入すると、7ヶ月後の3月末には魚体重4kg程度に成長することが判った。

また、久志では台風の影響による生残率の低下がみられたものの、篠川に比べてイリドウイルス感染症の被害は小さく、生残率は23%と前年度よりさらに良好な結果となった。

2 平成28年度種苗

1) 水温

水温の推移を図3に示す。

久志における水温は、試験開始時は27℃で、その後は徐々に低下し平成28年2月末には16℃程度となった。

一方、篠川は、最高水温においては久志と大差ないものの、冬期の水温は20℃以上で、冬期の水温差は最大で6℃程度であった。

2) 成長

クロマグロの体重の推移を図4に示す。

久志における体重は平成29年3月末で久志は平均3.0kg/尾、篠川は平均4.5kg/尾程度に達した。

久志では、9～10月にイリドウイルス感染症対策の給餌制限により成長が停滞し、その後低温期に入ったため成長が鈍化した。

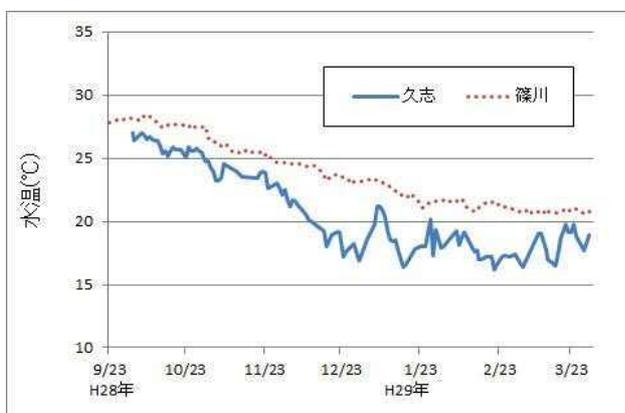


図3 水温の推移

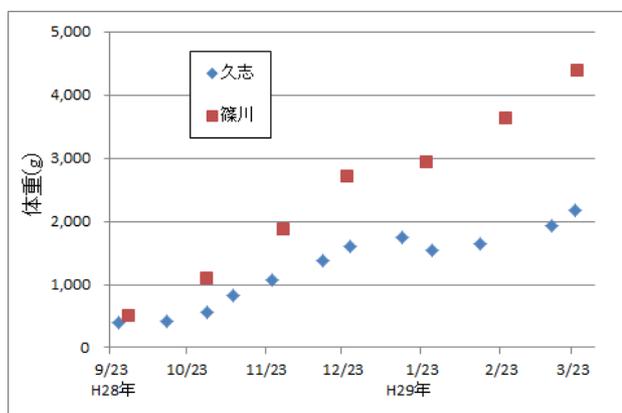


図4 体重の推移

3) 生残率

平成29年3月末の生残率は、久志で約40%、篠川で約33%であった。

4) まとめ

H28年は久志への搬入が9月末であったことや、イリドウイルス感染症対策として給餌制限を行ったことから、篠川より成長が劣り3月末で3.0kgであった。

また、久志の生残率が高かった理由としては、これまでの試験で開発した衝突死対策等の技術の効果とともに、搬入時の種苗サイズが例年より大きかったこと、台風等の被害が無かったことや、篠川よりもイリドウイルス感染症によるへい死が少なかったことが考えられる。

ブリ人工種苗生産技術移転事業

野元 聡, 今吉雄二, 池田祐介

【目 的】

天然資源に依存しないブリ人工種苗は、生産履歴が明らかな上、資源に影響を与えないことから、外国では評価されており、輸出魚として販売拡大に有利に作用すると考えられている。また、人工種苗は、人為的に生産時期等をコントロールできるため、輸出向けとして、定時、定量、安定的な周年出荷体制の確立が可能である。

ブリの人工種苗生産技術については、(国研)水産研究・教育機構が技術開発を行っており、種苗生産における技術が確立されていることから、本県でのブリ人工種苗生産技術の確立のため技術移転を行う。

なお、本研究は(国研)農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」の支援を受けて行った。

【方 法】

1 技術研修

(国研)水産研究・教育機構西海区水産研究所五島庁舎(以下、五島庁舎)にて、平成28年10月30日～11月2日に技術研修を受けた。

また、平成28年12月16日～23日に五島庁舎の職員による当センターでの現地指導を受けた。

2 種苗生産実証試験

1) 受精卵の運搬

五島庁舎にて、平成28年12月15日に採卵した、人工受精卵225千粒を翌16日にビニール袋に海水とともに収容し、発砲スチロール箱に入れて輸送した。到着後、2000アルテミアふ化水槽2基に収容し育卵を開始した。

2) 育卵, ふ化

ふ化までの育卵は2000アルテミアふ化水槽2基で行い、それぞれ受精卵148千粒, 77千粒収容した。注水は20℃に加温した紫外線殺菌ろ過海水を用いて、注水量は1回転/時間に設定した。通気については、ブリの受精卵は沈降しやすいことから、ふ化槽内で良く攪拌されるように強めの通気とした。また、卵収容の翌日には、沈下卵を除去し容積法により計数した。

3) ふ化仔魚収容, 飼育水槽

試験にはコンクリート製円形20k1水槽(ϕ : 4 m, d: 1.45m)1面を使用し、ふ化仔魚は、バケツ及び柄付きビーカーを用いてふ化槽から飼育水槽へ運搬し収容した。

4) 通気

エアーストン8個による通気を行った。1個当たりの通気量は、日齢1では3～4ℓ/分、日齢2のワムシ給餌後は1ℓ/分、日齢3からは0.5ℓ/分とし、その後は適宜増加した。

5) 飼育水温

飼育水はチタンコイルにて調温した。設定温度は、日齢1(ふ化仔魚収容時)は20℃、その後徐々に昇温し日齢8で22℃とした。

6) 照明

蛍光灯 2 基を使用し、日齢 1 から23までは5:00~19:00、日齢24以降は7:00~16:30の照射とした。

7) 飼育水への添加

日齢 1 から、貝化石を 3 回/日添加した。

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。

8) 油膜除去

日齢 2 から、開鰾を阻害する油膜などの水面の汚れを除去するため、油膜除去装置 2 基を設置した。

9) 餌料

日齢 2 からワムシ(L型近大株)を飼育水1ml当たり 5~10個の基準で給餌した。

日齢18からアルテミアを1日当たり800~6,000万個の範囲で給餌した。

日齢28から配合飼料を、手撒きと自動給餌機にて給餌した。

10) 選別、分槽

日齢30に、夜間、横臥浮上状態になるブリ稚魚の性質を利用し、サイフォンで別水槽に設置した120径モジ網に移送し選別を行い、大、小の2群に分槽した。

日齢45には、スリット幅5mmの選別器を用いて、選別、分槽を行った。

日齢79には、塩水選別により開鰾魚と未開鰾魚の選別を行った。

11) 調査事項

日齢 1 から10までは毎日20尾程度、全長、ワムシの摂餌数(日齢 3~10)及び開鰾率(日齢 3~10)を調査し、その後は 5 日おきに全長の体測を行った。生残尾数については、日齢 1, 2, 3, 4, 6, 8 に柱状サンプリングにて計数した。

【結果及び考察】

1 技術研修

五島庁舎における技術研修では、「受精卵の育卵・ふ化」、「種苗生産水槽の環境設定(注水、通気、照明等)」、「餌料生物(ワムシ、アルテミア)の培養、給餌方法」、「分槽、選別の手法」など、ブリ種苗生産に必要な技術、知見等について学んだ

当センターでの現地指導では、実際の種苗生産実証試験を行う中で、「受精卵の育卵・ふ化」、「種苗生産水槽の環境設定(注水、通気、照明等)」を中心に指導を受けた。

2 種苗生産実証試験

1) 受精卵の運搬

輸送時間は空輸および陸送で約 6 時間であった。

サンプル瓶によるふ化試験では、ふ化率76.4%と高い値を示したことから、輸送の影響はほとんどなかったと考えられた。

2) 育卵・ふ化

収容卵数225千粒に対し、ふ化仔魚数111千尾でふ化率49.3%と低い値となった。

同時に行った、サンプル瓶によるふ化試験では、ふ化率76.4%と高い値を示したことから、育苗手法に問題があったのではないかと考えられた。

3) 飼育試験

①成長

全長は、図-1に示すとおり順調に成育し、日齢10で5.6mm、日齢20で9.2mm、日齢30で19.9mm、日齢40で38.6mm、日齢45で50.5mmに達した。

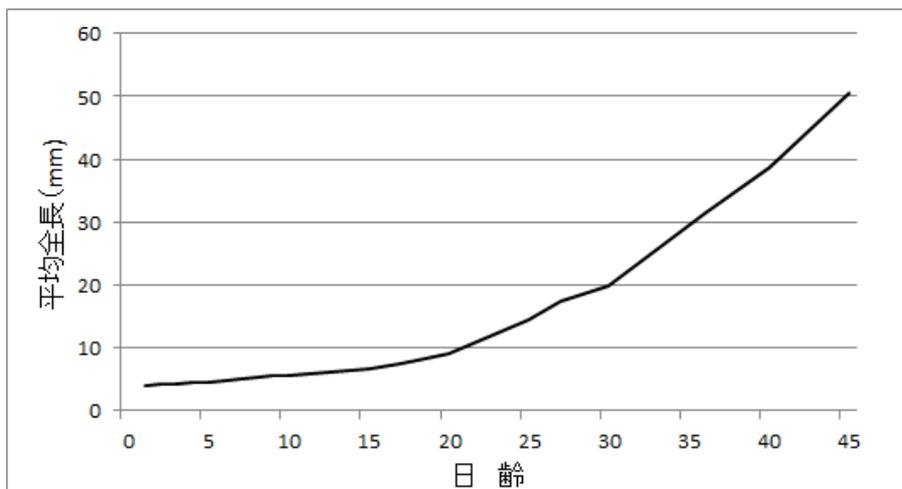


図-1 成長（全長）の推移

②ワムシの摂餌率及び平均摂餌個体数

ワムシの摂餌数及び平均摂餌個体数は、図-2に示すとおり概ね順調に増加し推移した。摂餌率については、日齢6以降100%で推移し。平均摂餌個体数は、日齢10で64個まで増加した。

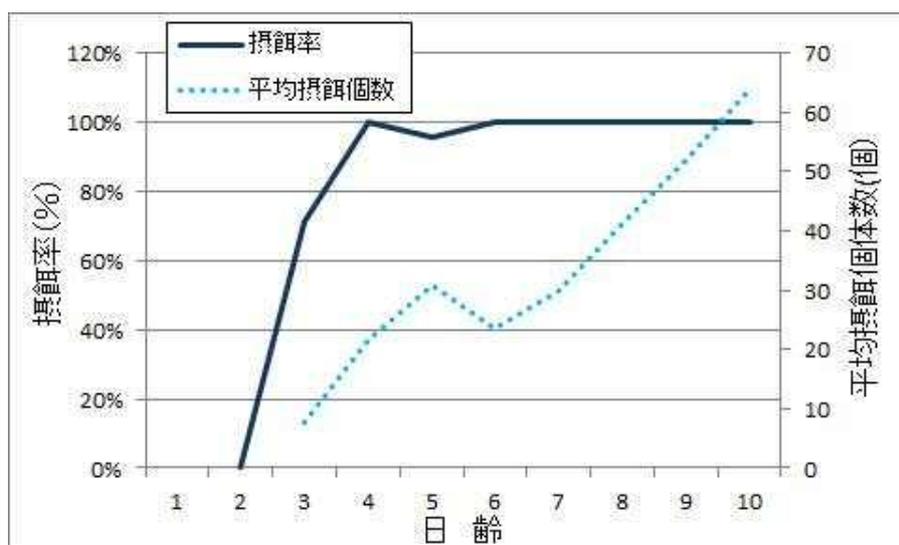


図-2 ワムシの摂餌率及び平均摂餌個体数

③開鰓率

日齢4より開鰓した個体を確認、以降、図-3のように推移した。最大でも日齢8の53.8%で

あり低い値であった。

油膜除去装置2基により油膜除去を行ったが、油膜の除去が不十分であり、開鰓を阻害したと考えられた。

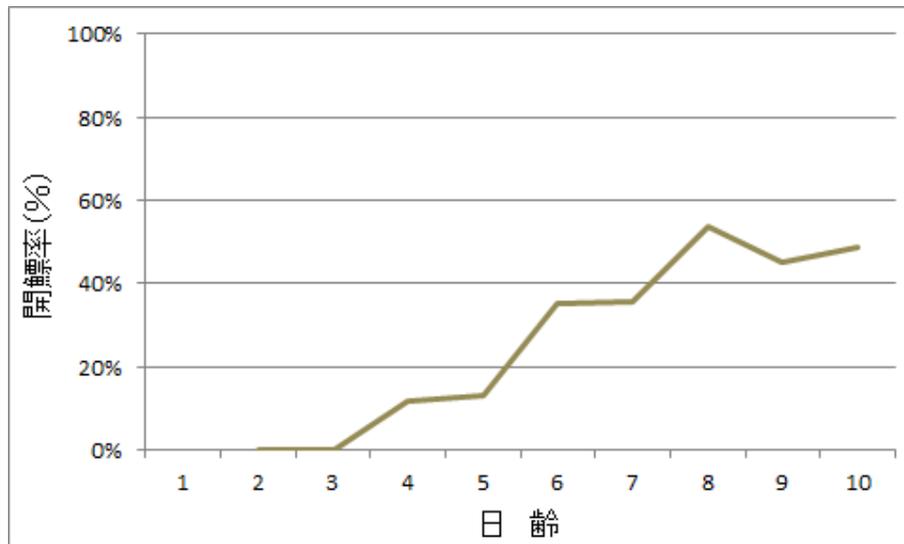


図-3 開鰓率の推移

④生残状況

日齢8までの生残率は図-4に示したとおり、日齢8時点で54.9%と高い値を示し、当初目標としていた、50%を超えることができた。

また、最終的な取上尾数は、表-1に示したとおり。平均全長10cm時点で、12,020尾の取上で、ふ化仔魚からの生残率は10.9%であった。しかし、そのうち、3,818尾(31.8%)が未開鰓魚であり、仔魚期の開鰓率の向上がブリの人工種苗生産を行う上で、重要であることを認識した。

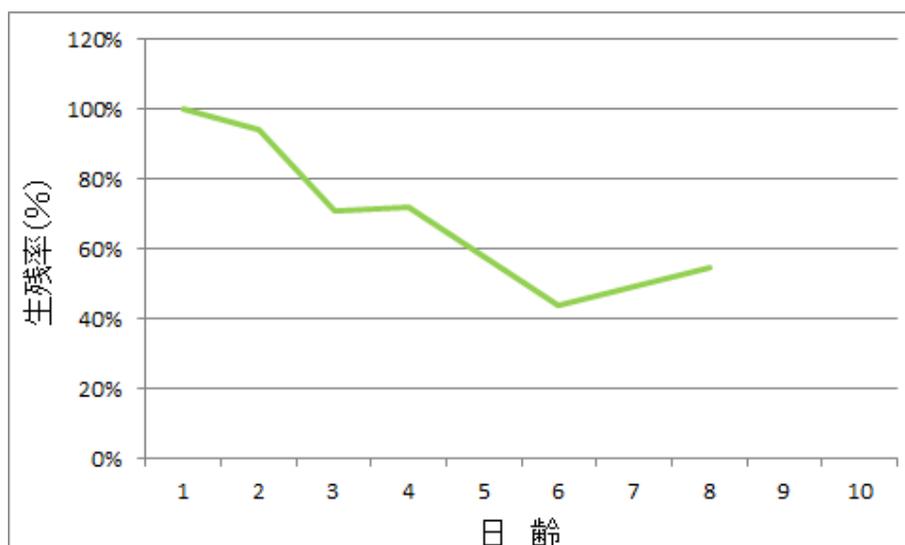


図-4 日齢8までの生残率の推移

表－1 取上時の平均全長，尾数，生残率

ふ化仔魚收容		8日令の状況		10cmサイズでの取りあげ					
月日	尾数 (万尾)	尾数 (万尾)	生残率 (%)	区分	取上日	平均全長 (cm)	尾数 (尾)	総数 (尾)	生残率 (%)
12/19	11.07	6.1	54.9	開鰓魚	3/7	10.5	8,202	12,020	10.9
				未開鰓魚	3/7	10.6	3,818		

⑤その他（大量へい死事故及び腹水症の発症）

・大量へい死事故

日齢30の選別後小型群として飼育していた水槽において、日齢42に底掃除機の不具合により、水槽底部に堆積していた残餌等の汚れが巻き上げられ、急激な水質悪化を引き起こしたため、大量へい死が発生した（へい死尾数7,780尾）。

対策としては、底掃除機だけではなく、プールクリーナーを併用し水槽底部の掃除を行うこととし、その後は、同様の事故は発生しなかった。

・腹水症の発症

日齢45のスリット選別後の大群の水槽にて、日齢54に10尾/日のへい死が発生し、魚病診断の結果、ウイルス性腹水症と診断された。

対策としては、飼育水を26℃に加温し、へい死が収まるまで飼育を続けた。その結果、日齢73以降へい死が収まり、日齢79（3月7日）に取上を行うことができた。なお、発症からの累積へい死尾数は1,080尾であった。

4) まとめ

育卵，ふ化においては，ふ化率が49.3%と低く，原因については，育卵手法に問題があったのではないかと考えられた。特に，研修先の五島庁舎と比較した場合，育卵水槽に使用したストレーナーの形状が異なっており，当センターで使用したストレーナーは，水面上に突出するタイプで，水面と接しているネットに卵の付着が見られ，ふ化率低下の原因の一つと考えられた。初期飼育においては，目標であった生残率50%を超えることができ，ワムシの摂餌数及び平均摂餌個体数についても順調に推移した。しかし，開鰓率については，最大でも日齢8の53.8%と低く，油膜の除去が不十分だったと考えられ，今後，油膜除去装置の設置場所，個数については検討が必要である。

最終的な取上尾数12,020尾で，生残率10.9%は，初回の生産試験としては，一定の成果を示すことができたと考えているが，今後は，さらなる生残率向上のため，引き続き五島庁舎にて研修を受けるとともに，当センターの施設に適した，技術の改良を行っていく予定である。

ブリ人工種苗中間育成試験

野元聡, 今吉雄二, 池田祐介, 小湊幸彦

【目的】

ブリ人工種苗については、従来の天然種苗による養殖と養成・出荷時期が重ならないように早期種苗の生産を計画しているため、早期種苗に適した中間育成技術を開発し、養殖種苗としての品質を検証・評価する。

ブリの早期種苗の中間育成に関しては、水研センターが種子島海域で試験を行い一定の成果が得られているが、本土海域は種子島海域と比較すると、若干水温が低いため、本土海域で中間育成した場合の成長、生残、疾病発生状況を把握し、本土海域に適した中間育成技術の開発を目指す。

【方法】

1 供試魚

供試魚は、当センターで生産したブリ人工種苗8,158尾（平均全長：10.5cm，平均尾叉長：9.4cm，平均体重10.3g）を用いた。平成29年3月7日に船を用いて沖出しを行った。

2 中間育成実施箇所および飼育方法

実施箇所は東桜島地先海域。

餌はEP飼料を使用し、給餌は1回/日で飽食となるように行った。なお、日々の飼育管理については、地元の養殖業者へ委託した。

【結果及び考察】

1 成長

試験終了時（平成29年3月30日）の体測結果を表-1に示す。

3月末時点で全長11.9cm，体重17.4gに成長した。当センターが毎年行うモジャコ調査における4月の天然モジャコの過去5カ年（H23～27）の平均全長は5.5cmで、同時期の天然ブリ種苗の約2倍の大きさに成長した。

表-1 試験開始時と終了時の体測結果

試験開始時				試験終了時			
日付	全長	尾叉長	体重	日付	全長	尾叉長	体重
	cm	cm	g		cm	cm	g
H29.3.7	10.5	9.4	10.3	H29.3.30	11.9	10.7	17.4

2 生残

試験期間中のへい死魚数を図-1に示す。沖出し直後からしばらくの間は、腹水症および搬出時のスレが原因と考えられる、まとまったへい死が見られたが、その後は、数尾程度のへい死は見られたものの大きな減耗は無かった。

3 水温

試験期間中の水温の推移を図-2に示す。最低水温15.9℃，最高水温18.5℃，平均水温17.4℃であった。

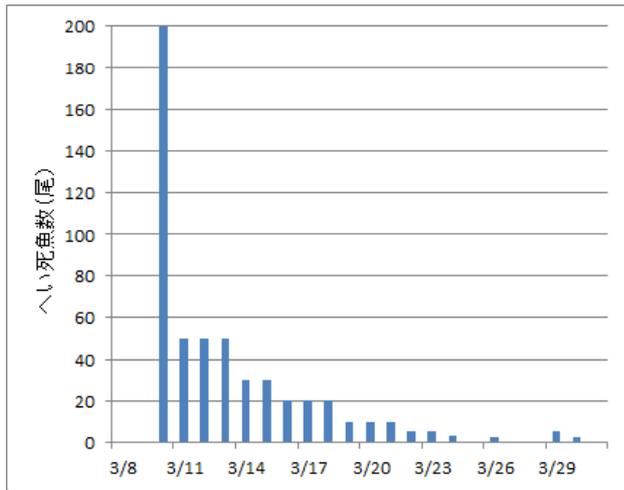


図-1 日別へい死魚数

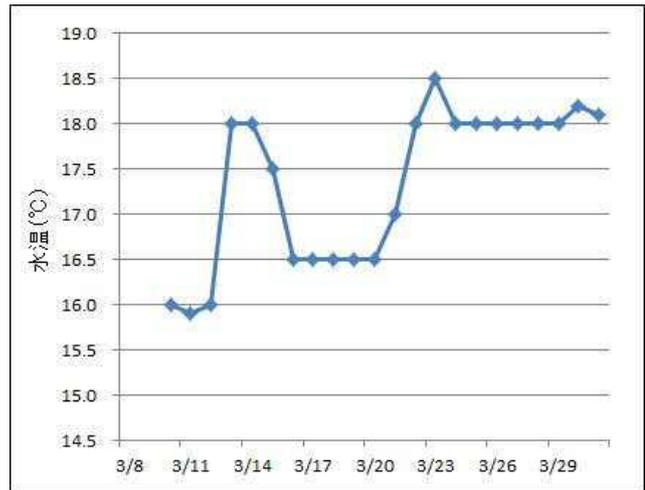


図-2 水温の推移

3 形態異常

試験終了の体測時に目視にて形態異常を確認した結果、口部の変形（下顎が短い，上顎と下顎が不整合）が18尾中2尾に見られたが，頭部の変形，体軀の弯曲等は見られなかった。

4 まとめ

今回初めて，ブリ人工種苗の中間育成試験を鹿児島湾内で実施したが，3月からの沖出し（16℃以上）であれば成長，生残の結果から十分飼育が可能であること示唆された。

しかし，今年度は親魚の成熟不調の影響で種苗生産開始が遅れ，また，種苗生産後期において腹水症が発症したため出荷時期も遅れてしまい，当初の目的であった，7cm種苗を用いた2月上旬からの試験開始を行うことができなかった。来年度以降は，計画どおりの種苗生産を目指し，2月上旬からでも，鹿児島湾にて中間育成が可能か試験を行いたいと考えている。

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，野元聡，池田祐介，松元則男

【目的】

スジアラは、美味・高価な魚として知られ、特に奄美海域において重要な水産資源である。水揚げ量は長らく減少傾向にあり、平成25年には奄美群島全域で約4.8トンにまで落ち込んだが、平成26年からは増加に転じ、平成27年には約7.6トンとなっている。しかし、近年の水揚げ量のピークである平成10年の値は約12トンであり、資源が回復しているとは言い難い。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、平成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。平成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、その年に平均全長33.6mmの種苗を8万4千尾生産した。

しかし、平成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は至っていない。ふ化直後の初期生残率の安定が主たる課題とされてきたが、他にも生物餌料から配合飼料への切り替えの成否、照度変化や水槽内の環境変化などの物理的減耗要因の解明など、解決すべき課題は少なくない。

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200k1水槽（φ：11m，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、28年度初めの時点で25尾（体重：2.0～10.4kg，平均4.9kg）であった。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は、通年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。注水量は約14k1/時（換水率：約1.7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10日から飼育水槽の排水部（採卵槽）にネットを設置して、以後11月2日までの期間、毎朝、自然産卵による受精卵の回収と計数を行った。

2 種苗生産試験

1) 1回次

魚類棟コンクリート製円形20k1水槽（φ：4m，d：1.45m）2面を使用し、2面（20k1-①，20k1-②）ともに底層注水の条件下で受精卵を収容し、種苗生産試験を開始した。受精卵は7月5日に採取したもので、アルテミアふ化槽で沈下卵を取り除いた後、1面あたり300千粒ずつ収容した。ふ化率は、20k1-①が90%（269千尾）、20k1-②が71%（213千尾）であった。

底層注水については、主に仔魚の沈降死対策として、底面の半径上に配した塩ビ管（25mm）の側面と上面にそれぞれ10cm間隔で直径2mmの穴を開け、飼育海水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注水方法である。（図1）

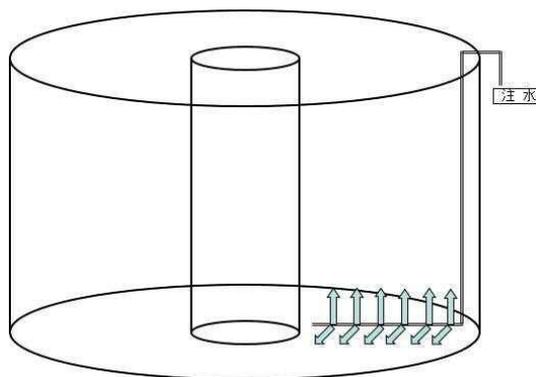


図1 底層注水方式

なお、底層注水の配管については、日齢42で撤去し、以後は水槽辺縁の水面付近1カ所からの注水とした。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は飼育開始から1日1℃の割合でチタンコイルを用いて28℃まで段階的に昇温させ、28℃に達してからは、取り上げまで維持されるよう調温した。換水率は卵収容時からふ化後の日齢1まで1回転/日、日齢1からは水質や餌料の状況を見ながら0.3回転/日から4.5回転/日まで段階的に上げていった。通気は、従来、卵収容から日齢1までは5L/分を6カ所設置していたが、28年度は気泡がふ化仔魚に与える影響を考慮して、卵収容時から日齢5まで0.5L/分を8カ所、日齢6から日齢29までは0.5L/分を水槽中央に2カ所設置し、日齢30から日齢34までは0.5L/分を4カ所、日齢35から取り上げまでは4カ所のまま、通気量を0.8L/分から2L/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3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2から日齢30まで24時間とし、日齢31からは8:00から16:00までとした。

飼育海水中には、日齢2から日齢20までナンノクロロプシスを100万細胞/ml、日齢21からは午前にナンノクロロプシスを50万細胞/mlになるように、また、午後には淡水産栄養強化クロレラ（商品名：スーパー生クロレラV12）を、飼育水中のワムシ1億個体あたり100mlになるようそれぞれ添加した。なお、水質改善のため化石サンゴ粉（商品名：なぐらし）を日齢3から日齢50まで、毎日200g(10g/k1)散布した。

餌料については、従来、生物餌料の給餌は日齢30までとしていたが、28年度は成長の遅い仔魚の摂餌機会を増やす目的で、給餌期間の延長を試みた。S型ワムシ八重山株は日齢2から日齢35の期間、20個体/mlとなるよう給餌し、アルテミアは日齢15から日齢40まで、20k1-①は200万個体/日、20k1-②は600万個体/日を与え、配合飼料については日齢21からサイズ、量を段階的に増やしながら給餌した。

表1には1回次における飼育条件概要をまとめた。

表1 スジアラ種苗生産試験における飼育条件（1回次）

項目	内容	
飼育水槽	大きさ	20k1（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/k1（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

水温	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	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10cm間隔で直径2mmの吐出口を開口 日齢42で配管を取り除き、以後は水槽辺縁の水面付近1カ所から注水
	換水率	卵収容～日齢1：1.0回転、 日齢2以降：0.3回転から水質の状態を見ながら段階的に増量
通気	方法	エアストーン
	通気量	卵収容～日齢5：8カ所、日齢6～29：中央2カ所、日齢30～：4カ所 日齢34～35：0.5L/min、 日齢35以降：0.8L/minから2L/minまで段階的に増量
酸素	方法	日齢3からエアストーンを用い通気（液化酸素ガスを使用）
	通気量	溶存酸素量をみながら調整（DOを6mg/L前後に維持）
照明	方法	蛍光灯（40W×2本）による。20k1水槽では4基設置
微細藻類	種類	日齢2～20まで：ナンノクロロプシス 添加基準=100万細胞/ml（午前・午後に分けて添加） 日齢21～35：ナンノクロロプシスと淡水産栄養強化クロレラを併用 （午前：ナンノクロロプシス、午後：淡水産栄養強化クロレラ） 添加基準=ナンノクロロプシス：50万細胞/ml（飼育水） 淡水産栄養強化クロレラ：100ml/億個体（ワムシ）
	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
水質、底質改良剤	種類	化石サンゴ粉（なぐらし1号：10g/k1・日）
	散布方法	日齢3～50：ジョロで海水に溶かして散布
餌料	餌料系列	S型ワムシ八重山株→S型ワムシ八重山株、アルテミア→配合飼料
	給餌基準	S型ワムシ八重山株：20個体/ml（日齢2～35） アルテミア：20k1-①200万個体/日（日齢15～40） 20k1-②600万個体/日（日齢15～40） 配合飼料<A社初期餌料（粒径200μm）、B社初期餌料（粒径200～800μm）>：3g/k1・日から量、サイズを増やしながらか給餌（日齢21～）
	強化剤	ワムシ：淡水産栄養強化クロレラ、アルテミア：マリングロス

2) 2回次

魚類棟コンクリート製円形60k1水槽（φ：7m，d：1.45m）2面を使用し、1回次と同様、2面（60k1-①，60k1-②）ともに底層注水の条件下に受精卵を収容し、種苗生産試験を実施した。

受精卵については、60k1-①，②ともに7月14日に採取した浮上卵600千粒ずつを収容した。ふ化率は60k1-①が110%（660千尾），60k1-②が94%（564千尾）であった。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を用いた。水温は、飼育開始時は25.6℃であり、1日1℃の割合で28℃まで昇温させ、試験終了まで28℃を維持した。換水率は卵収容時から日齢1までを1回転/日とし、日齢1からは0.3回転/日から日齢47以降の4.5回転/日まで段階的に増加させた。

通気は、1回次と同様、気泡がふ化仔魚に与える影響を考慮して、卵収容時は従来の1/10の量である0.5L/分を6カ所とし、日齢25からは0.8L/分、日齢35からは1.5L/分と強め、日齢42以降

微細藻類	種類	添加基準=ナンノクロプシス：50万細胞/ml(飼育水) 淡水産栄養強化クロレラ：100ml/億個体(ワムシ) 日齢27～40：淡水産栄養強化クロレラ 添加基準=100ml/億個体(ワムシ)
	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
水質，底質改良剤	種類	化石サンゴ粉（なぐらし1号：6g/k1・日）
	散布方法	日齢4～52：ジョロで海水に溶かして散布
餌料	餌料系列	S型ワムシ八重山株→S型ワムシ八重山株，アルテミア→配合飼料
	給餌基準	S型ワムシ八重山株：20個体/ml（日齢2～40） アルテミア：1,500万個体/日（日齢15～41） 配合飼料<B社初期餌料（粒径200～800μm）>：3g/k1・日から量，サイズを増やしながらか給餌（日齢20～）
	強化剤	ワムシ：淡水産栄養強化クロレラ，アルテミア：マリングロス

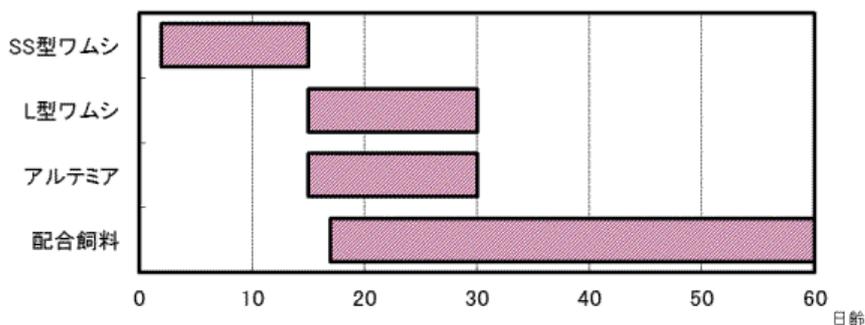


図2 従来（26年度）の餌料系列

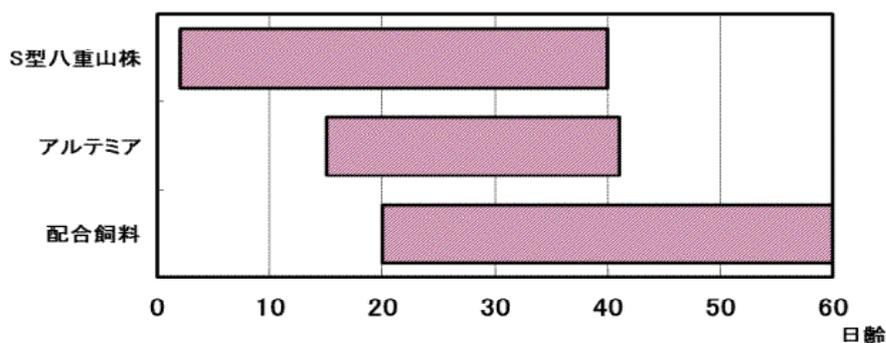


図3 28年度の餌料系列（日齢基準）

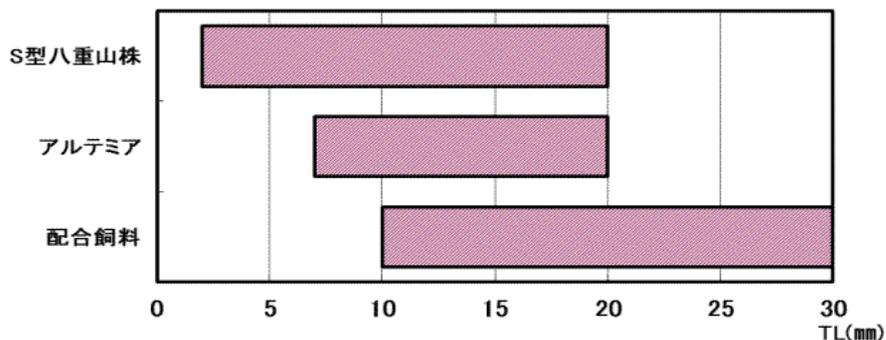


図4 28年度の餌料系列（全長基準）

なお、1～2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は当センターで保管・培養したものを使用した。生物餌料であるS型ワムシ八重山株は、独立行政法人水産総合研究センターが遺伝資源として管理している株の配布を受け、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。

【結果及び考察】

1 親魚養成および採卵試験

28年度の産卵前の親魚数は25尾であった。このうち1尾が6月に斃死し、状態不良の2尾を7月に殺処分したため、28年度末には22尾となった。

採卵試験の結果については表3に示す。

表3 平成28年度採卵結果

飼育水槽 (kl)	自	産卵期間 至 (日数)	産卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
200	5/30	～ 10/29 (152)	136	179,741	135,425	75.3

産卵期間は5月30日～10月29日（152日間）で、そのうち産卵を確認した日は136日であった。総採卵数は約179,741千粒で、そのうち浮上卵は約135,425千粒、浮上卵率は75.3%であった。

初採卵日は5月31日で、水温の上昇とともに産卵数も増え、初回産卵から約2週間後には1,000千粒/日以上での採卵数を記録し、7月29日には産卵期間中最多の5,520千粒を確認した。総採卵数は前年比約140.4%で、過去2番目に多かった（図5、6）。

採卵数が大きく増加した原因として、25年度と27年度に追加した親魚が成長・成熟し、産卵に参加するようになったことや、過去2年と異なり、産卵期に入ってから水温が順調に上昇したことが挙げられる。採卵数の減少は、種苗生産開始時に必要である一定量以上の浮上卵が確保できる日数の減少につながり、また、優良な卵の絶対数も減少するため、今後も同程度以上の採卵数を確保するために、親魚候補の追加、加齢等により状態の悪化した個体の処分を行う必要がある。

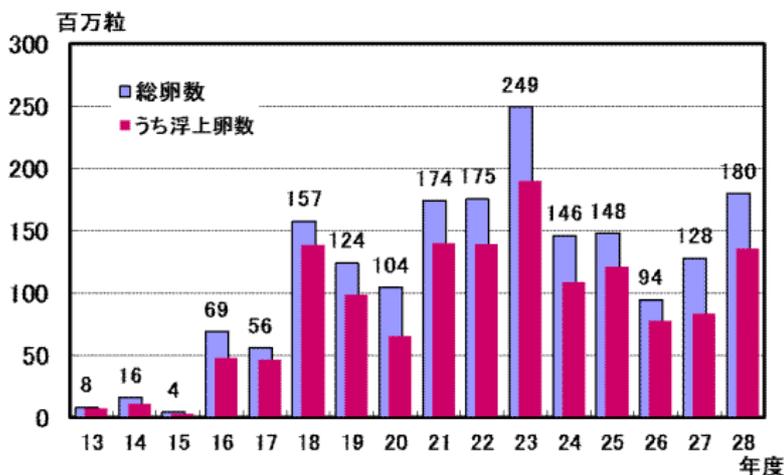


図5 これまでの採卵実績

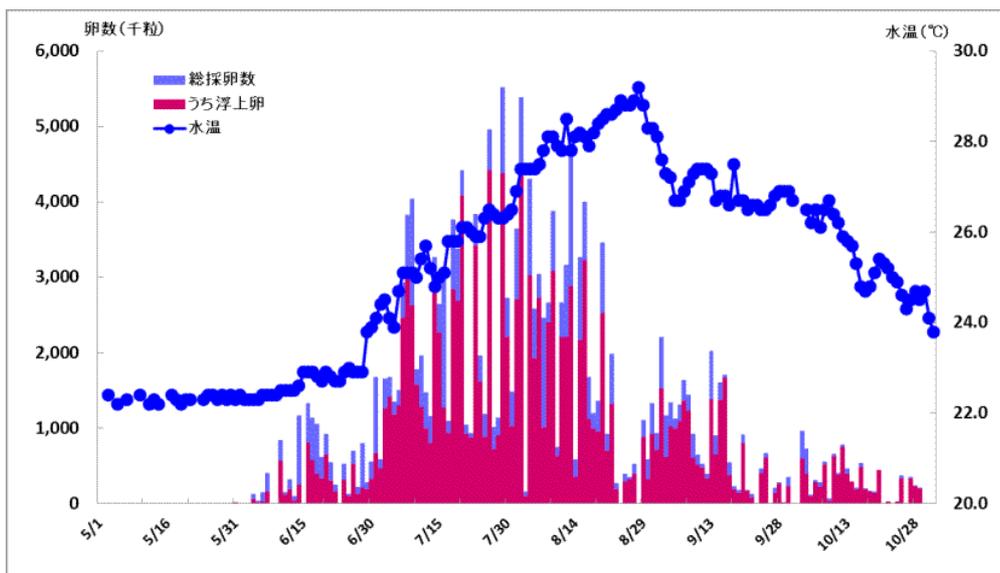


図6 28年度の採卵数と飼育水温の推移

2 種苗生産試験

生産尾数は1～2回次の合計で51,628尾（平均全長40mm）と、27年度の20,730尾を大きく上回り、平成23年度以来、5年ぶりに5万尾を超える種苗を生産することができた（表4）。

表4 平成28年度種苗生産実績

	水槽	収容卵数(粒)	ふ化尾数	取上尾数	生残率(%)	取上時 平均全長(mm)	飼育期間	飼育日数	kl当たり 生産尾数
1R	20kl-①	300,000	269,000	202	0.08	41.8	7/5～9/1	59	10.1
	20kl-②	300,000	213,000	1,934	0.91	39.9	7/5～9/1	59	96.7
2R	60kl-①	600,000	660,000	37,304	5.65	34.5	7/14～9/7	56	621.7
	60kl-②	600,000	564,000	12,188	2.16	43.5	7/14～9/14	63	203.1

試験水槽別の生産尾数は、20kl水槽については2面ともに良い結果は得られなかったが、60kl水槽については、60kl-①で37,304尾、60kl-②で12,188尾であり、60kl-①の結果は、1試験水槽あたりの生産尾数としては過去最多であった。

初期生残は良好であり、日齢10での生残率が、1、2回次全ての試験水槽で10%を超えた（表5）。

日齢10までの生残率は、これまで24時間照明の実施による摂餌条件の改善、底層水流による沈降死の防除等により、試験回次により30～40%を記録する場合もある一方、数%の場合もあり、生残率を安定させるには至っていなかった。検証の必要はあるが、28年度に、前述の手法に加えて卵収容時の通気量を1/10にしたことにより、ふ化仔魚の受ける物理的ダメージが軽減され、生残率の安定につながった可能性がある。

表5 試験水槽毎の日齢10における生残率

	試験水槽	収容卵数 (千粒)	ふ化仔魚数 (千尾)	日齢10での 生残数(千尾)	日齢10での 生残率(%)	飼育開始日 水温(°C)
1R	20kl-①	300	269	78	29.0	25.4°C
	20kl-②	300	213	47	22.1	25.3°C
2R	60kl-①	600	660	81	12.3	25.6°C
	60kl-②	600	564	108	19.1	25.6°C

また、生物餌料（ワムシ、アルテミア）の給餌期間を、従来の日齢30までから10日程度延長した点については、日齢30以降に発生していた数千尾/日単位の急激な減耗が確認されなかったことや、日齢36で40%の稚魚が主に生物餌料を摂餌していたことから、この時点での減耗を緩和することにつながったと考えられる（図7）。

アルテミアの給餌量については、過去の比較試験結果によると、給餌量が多い試験区が生残、成長ともに良い事例が多かったことから、2回次については、27年度に60kl水槽を使用した試験区の3倍量を給餌した。このことも減耗の緩和の一因に含まれると考えられる。

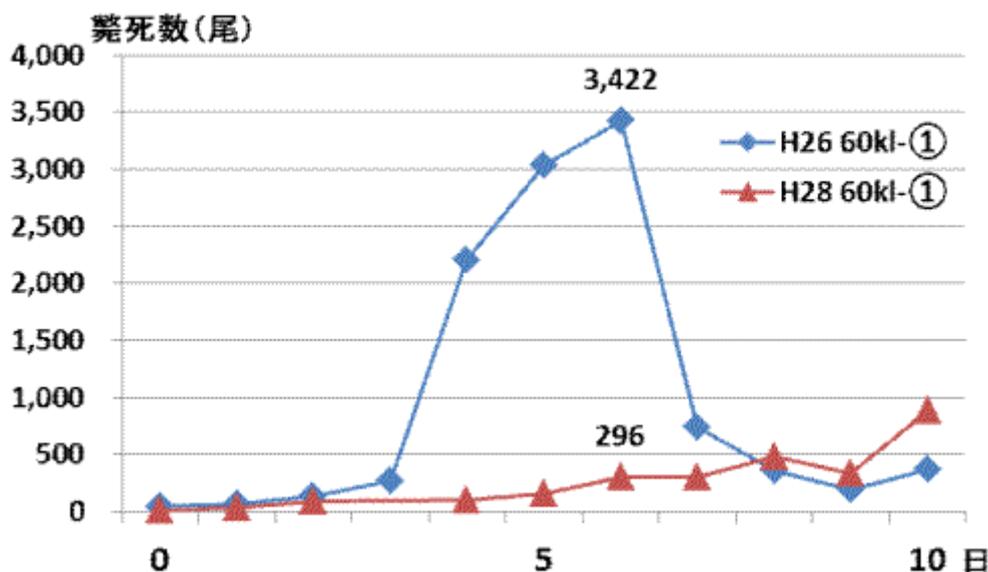


図7 生物餌料給餌終了後の斃死数の推移

配合飼料の給餌に関しては、1回次において、給餌開始後の日齢29から摂餌率の急激な低下と減耗が見られ、魚病診断で原因が特定できないという状況が発生した。平成27年度の試験でも同様の現象が見られていたため、他機関からの情報等を参考に、原因を配合飼料由来と仮定し、2回次では銘柄を変えてみたところ、目立った減耗は発生せず、順調に生育した。

飼育環境や餌料関連においては改善が図られた一方、疾病等については、2回次の60kl-②において、日齢45前後から滑走細菌の菌体が付着した個体が確認されるようになり、注水増や斃死魚の速やかな除去を行ったが、日齢50までに約4,500尾が斃死した。

また、配合飼料の給餌に関しての記述で述べたとおり、1回次は日齢25～30の期間に活力が低下した空胃の個体が確認されるようになった。相当数が斃死したため、当所魚病センターにてVNNをはじめ主な疾病の検査を実施した。原因は特定されず、2回次は配合飼料の銘柄変更で状況は改

善されたが、何らかの疾病の関与も疑われる状況であった。

今後は、28年度2回次の再現試験を行うとともに、これまで以上の徹底した疾病対策と、照度変化、底掃除等による水槽内の環境変化等の減耗要因の解明に取り組み、より効率的な生産を目指していきたいと考えている。

種苗生産試験（1，2回次）にて生産した種苗のうち、約49,000尾（平均全長40mm）を、9月13日、16日の2回に分け、かごしま豊かな海づくり協会に出荷した。

有用魚種利用育成試験 (スマ種苗育成試験)

今吉雄二，高杉朋孝，野元聡

【目的】

本県魚類養殖業は、ブリ類等の主力魚種に偏重した状況にあり、魚価の低迷や餌代の高騰等によるコスト増大により厳しい経営状況下にあることから、新魚種の導入により養殖対象種の多様化(リスク分散)を図る必要がある。

クロマグロ天然種苗と同じ方法で漁獲されるスマ天然種苗は、成長すると食味が良くなり、市場でも評価の高い魚種であることは知られていながら、現状では有効活用されていない。

このようなことから、スマ天然種苗を育成し成長や生残率を把握することにより、養殖対象種としての有用性を確認し、実用化の方法を検討する。

【方法】

※種苗の採捕と育成・管理については、南さつま市野間池のマグロ養殖業者に業務を委託して実施した。

1 種苗採捕

育成試験用の種苗の採捕を行った。具体的な時期、方法等は以下のとおり。

(1)採捕時期，漁場

平成29年9月から12月にかけて、野間半島周辺を主漁場として採捕を行った。

(2)漁法，使用漁具等

擬餌針を使った曳き縄により釣獲した。

漁船の両舷に取り付けた竿に、1本あたり仕掛け3本を付け、船尾からの1本と合わせて、計7本の仕掛けを用いた。

2 種苗育成試験

採捕した種苗は、野間池漁港内に係留されている円形生け簀(φ:15m, d:6.5m)に収容し、育成試験に供した。具体的な実施内容は以下のとおり。

(1)餌の種類，量

原則として、冷凍アジを給餌した。

生け簀収容直後は餌を食べないため、10cmサイズ(豆アジ)を少量ずつ投入し、馴致した。

収容後20日程度までは、豆アジを1日あたり合計0.2~0.4kg給餌し、その後は15cmサイズを、必要に応じてちぎりながら1日あたり合計0.4~1.6kg給餌した。

給餌の内容については、毎回飼育日誌に記録し、必要に応じて随時収集した。

(2)給餌頻度

日曜日を除く毎日、1日あたり1~2回の頻度で給餌した。

なお、時化の日は作業の安全性を考慮し、給餌回数を減らす場合もあった。

(3)成長，生残，育成環境(水温)の把握

成長については、生け簀収容からの馴致期間の設定と、委託業者の商品出荷繁忙期回避のため、全長、体重の測定を1月と3月に実施し、データを収集した。また、生残については、斃

死魚が発見された場合に飼育日誌に記録し、収容尾数からの差し引きで把握した。育成生け簀周辺の水温については、給餌時の測定と、生け簀に設置したオンセット社水温ロガー「ウォーターテンププロV2」による測定を行った。

(4) 食味調査

3月14日の測定に使用したサンプルについては、測定後、すぐに神経締め、氷水中での脱血（30分程度）を施したものを所に持ち帰り、刺身に加工して、所内の職員28名に食べてもらい、感想をまとめた。

【結果及び考察】

1 種苗採捕

9月から10月にかけては野間半島西方周辺、11月からは野間半島北（米島周辺）が主漁場であった。

初回の採捕日は10月8日で、最終採捕日が11月17日であった。この期間に114尾を釣り、その内113尾を生け簀に収容した。採捕から生け簀収容までの歩留まりは99.1%であった。

釣れ始めのサイズは概ね500g前後であり、11月に入っても400～500gサイズが中心であった。

2 種苗育成試験

生け簀に収容した種苗は、早い個体で収容後2日程度で餌を食べ始め、餌付けにおいて特に問題になるような事例は確認されなかった。

育成期間中における試験結果については以下のとおり。



測定時のスマ

(1) 成長

1月と3月の測定結果は、表1、2のとおり。

表1 1月の測定結果

	全長(cm)	体重(g)	肥満度
1	38.6	1,010	17.6
2	36.7	860	17.4
3	39.5	1,005	16.3
4	42.0	1,500	20.2
5	39.2	1,030	17.1
平均	39.2	1,081.0	17.9

表2 3月の測定結果

	全長(cm)	体重(g)	肥満度
1	40.4	1,130	17.1
2	43.8	1,420	16.9
3	43.6	1,430	17.3
4	42.2	1,435	19.1
5	44.2	1,625	18.8
6	42.0	1,340	18.1
7	44.5	1,640	18.6
平均	43.0	1,431.4	18.1

2ヶ月間で、平均値については全長で3.8cm、体重で350g大きくなっており、肥満度についても0.2上昇していた。

また、1月19日から3月24日の期間中（65日間）の増肉係数は1.28であった。

この期間中の水温は、概ね16℃～20℃の範囲内で推移したが、成長は止まっておらず、増肉係数も養殖ブリ（1歳魚の6ヶ月間飼育で2.1～2.3：「養殖魚安定生産・供給技術開発委託事業」28年度報告書より）と比較して遜色ない値であった。

(2) 生残

3月24日時点で、測定サンプルを除く斃死は5尾であり、生残率は95.0%（96尾／101尾）であった。

斃死個体はいずれも小型魚で、眼球に擦り傷が見られたことから、網擦れが斃死に関連していると推察された。

本試験の育成期間中は明らかな疾病による斃死は確認されなかった。

(3) 水温の状況

育成期間中の水温の変動と斃死魚の発生日をグラフにしたものが図1である。水温の最も低下する2月～3月に斃死が見られ、水温低下も斃死原因になることが示唆された。

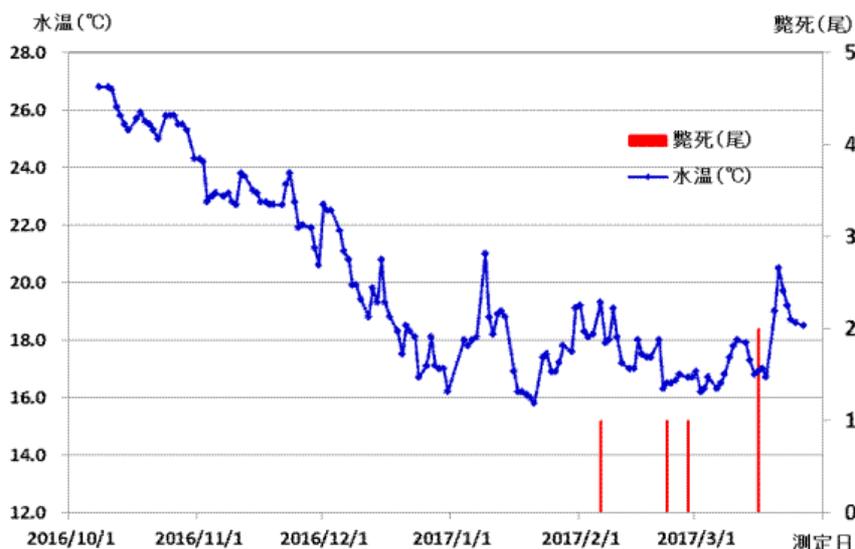


図1 育成生け簀周辺の水温変動と斃死個体の出現

(4) 食味調査

当センター職員28名によるスマ刺身の食味調査では、2名が「大変美味しい」、22名が「美味しい」、4名が「美味しくない」という回答で、「大変美味しくない」と回答した者はいなかった（図2）。なお、「美味しくない」と答えた理由は、4名ともに「脂が多すぎる」というものであった。

また、「美味しい」と答えた職員の中から、「後味に魚臭さを感じる」という意見もあり、給餌の方法、餌の種類等を改良する余地があると考えられた。

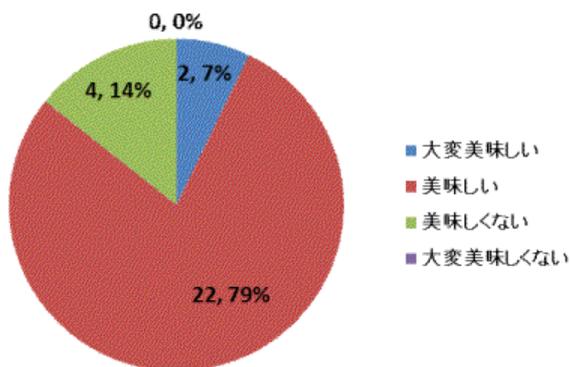


図2 食味試験結果



スマの刺身

これらの結果から、スマ種苗は採捕や生け簀への収容に際して、パンチングやハンドリングによる斃死が少なく、比較的扱いやすいと考えられる。また、育成期間中の生残率や食味も良好であることから、養殖対象種としての有用性は高いと言える。

今年度は生け簀の大きさに対して育成数が少ない「薄飼い」の状態での試験であったが、今後はブリ類等、他魚種と同程度の密度での育成を行い、より養殖現場の実態に近い中での有用性を検証する必要がある。

有用介類種苗生産試験－Ⅰ（イワガキ種苗生産技術開発）

高杉朋孝，松元則男，今吉雄二，小湊幸彦

【目的】

本県ではしばしば発生する赤潮等により，ブ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，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

平成25～27年度に生産した種苗の中から成長や形の良いものを選び丸籠（φ40×20cm，目合1寸）や提灯籠（35×35×20cm，目合4分）に20～30個程度ずつ収容。当センター地先の海面中間育成施設に垂下し，汚れの状況に応じて，適宜籠換えや殻掃除を行った。

2 採卵・採精，孵化

平成28年5月30日から平成28年10月5日にかけて計6回の採卵を実施（表1）。

親貝から身を取り出し，生殖巣を検鏡して雌雄判別。雄の生殖巣表面にカミソリで複数の切れ目を入れ，30Lポリカーボネイト水槽に設置した目合20μmのたも網に収容。紫外線殺菌海水で10～15Lに希釈した精子液を作製した。雌の生殖巣表面に複数の切れ目を入れ，30Lポリカーボネイト水槽に設置した目合90μmのたも網にまとめて収容。紫外線殺菌海水で15～20Lに希釈した卵液を作製した。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，1個の卵に精子が20～30個となるように卵液に300ml～1100mlの精子液を添加して受精卵を得た。

受精卵は計数後，1m³の紫外線殺菌海水またはろ過海水を溜めた孵化槽（1m³ポリカーボネイト水槽）に収容し，中央に小型エアストーン1個を入れて微通気とした。採卵翌日，D型幼生になっているのを確認し，41μmのたも網で漉して幼生数を計数した。

表1 採卵実施内容

生産回次	採卵日	親貝由来	親貝数	サイズ			水温(収容時)
				平均殻高	殻付き重量	むき身重量	
1回次	H28.5.30	H27生産種苗	12個(雄3, 雌9)	61.1mm	31.1g	7.0g	22.3℃
2回次	H28.6.28	志布志産	7個(雄3, 雌4)	149.3mm	411.7g	66.5g	24.5℃
3回次	H28.8.9	H25.H26生産種苗, 志布志産	10個(雄4, 雌6)	129.2mm	406.1g	79.3g	28.4℃
4回次	H28.8.22	H25.H26生産種苗, 志布志産	19個(雄3, 雌15)	119.2mm	267.6g	56.9g	28.4℃
5回次	H28.8.26	志布志産	15個(雄7, 雌8)	121.8mm	279.3g	51.8g	29.6℃
6回次	H28.10.5	長島産	8個(雄4, 雌4)	151.7mm	543.6g	87.7g	26.3℃

3 浮遊幼生飼育

5月採卵群～10月採卵群の計6回実施した。基本の飼育方法は以下の通り。

- ・採卵翌日、1 m³ ポリカーボネイト水槽に D 型幼生を 69 万～400 万個体ずつ収容した。
- ・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に微通気した。
- ・換水は、毎日 2.5～3 時間かけて 1 m³/槽を注水しながら同時にサイフォンで排水した。
- ・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した。(41 → 180 μm)。
- ・餌料は市販の *Chaetoseros calcitrans* (以下 カリストランス)、市販の *C. neogracile* (旧称: *gracilis*) (以下 市販ネオグラシーレ)、自家培養の *C. neogracile* (国立研究開発法人増養殖研究所 水産生物遺伝資源保存事業により配布された株から培養 (以下 培養ネオグラシーレ)、市販の *Pavlova* sp. (以下 パプロバ)、自家培養の *Isochrysis* sp. (Tahiti) (国立研究開発法人増養殖研究所 水産生物遺伝資源保存事業により配布された株から培養 (以下 イソクリシス)、市販の卵黄磨砕物を数種組み合わせる成長段階に応じて 1 ml あたり 1 万～2.7 万細胞を 1 日 1 回または 2 回に分けて給餌した。カリストランスについては A 社のものと B 社のものを試験によって使い分けた。
- ・光条件、飼育水、餌、収容幼生数については条件を変えて比較試験をした。
- ・水温は 1 日 1 回換水前に測定した。

4 採苗

採苗期の基本の飼育方法は以下の通り。

- ・紫外線の影響を受けないよう水槽に遮光幕を設置または水槽を暗室に設置した。
- ・幼生の数に応じて、100～1800L の水槽で飼育した。
- ・コレクター (採苗器) は、厚さ 0.5 mm の塩ビ板表面に金たわしで傷をつけた後、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 枚繋げた塩ビ板コレクターのほか、カキプレート ((株)中村化学工業社製) をロープまたはステンレス棒で 36 枚つなげたものをシングルシード用に使用した。
- ・着底促進を目的に、1.8 m³ FRP 角型水槽にコレクターとイワガキ成貝を 5～7 個ずつネットに入れたもの 20～35 個/槽を垂下し、採苗前の約 1 週間、強通気・流水で処理した。
- ・通気は、直径 25 mm の丸型エアストーンを、採苗槽の容量に応じて 3～6 カ所に設置して微通気または強通気とした。エアレーションの周囲や、コレクターの最上面や最下面に着底しやすいことから、均一に採苗するため、着底するまで毎日エアストーンの位置替えを行うと共に、採苗後 2,3 日後にコレクターの上下を入れ替え (天地替え)、更に 2 日後に元に戻す作業を行った (天地戻し)。
- ・換水は、注水と同時に、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た。1 日 1 回転 (2.5 時間かけて水槽と同量を注排水) を基本とし、5 日に 1 回程度 2 回転を行った。浮遊幼生が完全に着底したら、プランクトンネットを外して排水した。
- ・給餌は 1 日 2 回とし、市販濃縮藻類や自家培養した微細藻類を組み合わせるを与えた。
- ・採苗槽の水温は 1 日 1 回換水前に測定した。

5 沖出し・剥離・中間育成

沖出しは、1回次分は剥離した後、提灯籠に入れ10月13日に実施した。2回次以降分は、これまでの試験で天然異種ガキの大量混入がないと把握された10月末以降にコレクターのまま沖出しした。コレクターは3～4連繋いで、当センター地先の海面中間育成施設に海面と水平になるように設置した。

剥離は殻高10mm以上のものが現れたら実施し、稚貝のサイズに合った目合の提灯籠に収容して垂下した。週3回程度、籠を上下に振り、泥などの汚れを落とし、付着物や稚貝の成長に応じて2～4週間毎に籠替え、清掃、分養、また、ヒラムシによる食害を防止するため、2時間程度の淡水処理を実施した。

6 種苗販売・生産数

殻高30mmに達したものから県内の養殖業者に順次販売し、3月末に今年度生産分の計数を行った。

【結果及び考察】

1 親貝養成

ヒラムシの食害と思われる斃死がわずかにあったが、概ね順調に養成できた。

2 採卵・採精、孵化

得られた受精卵、幼生数、孵化率は表2のとおり。

表2 各回次ごとの受精卵、幼生数、孵化率

生産回次	採卵日	受精卵(万粒)	幼生数(万)	孵化率
1回次	H28.5.30	1,636	1,028	62.8%
2回次	H28.6.28	3,820	2,234	58.5%
3回次	H28.8.9	20,864	5,312	25.5%
4回次	H28.8.22	4,418	562	12.7%
5回次	H28.8.26	949	69	7.3%
6回次	H28.10.5	2,690	1,202	44.7%

1回次～5回次に使用した親貝は、当センターで飼育していたものや志布志から入手したもので、時期が後半になるほど孵化率が下がった。8月末に実施した4回次、5回次においては、生殖巣に張りがなく予定していた幼生数を確保することができなかった。10月に長島から入手した親貝を使用したところ、生殖巣に張りがあり孵化率も44.7%で、予定していた幼生数を確保することができた。太平洋側の志布志、鹿児島湾口部に位置する当センターと長島では水温等の違いにより、成熟時期が異なり、採卵が可能な時期も異なると考えられた。

3 浮遊幼生飼育

幼生飼育時における各回次ごとの各水槽を合算した平均水温は図1のとおり。

基本的には、外気温の影響が少なくなるよう自然水温のウォーターバスで水温の安定を図った。1回次においては全ての水槽の水温を25℃前後に保つよう、日齢21までウォーターバス内の水温をヒ

ーターにより加温した。4回次においては、自然水温が 30℃近くあったため、水槽No.2～4について、エアコンによる空冷を行った。

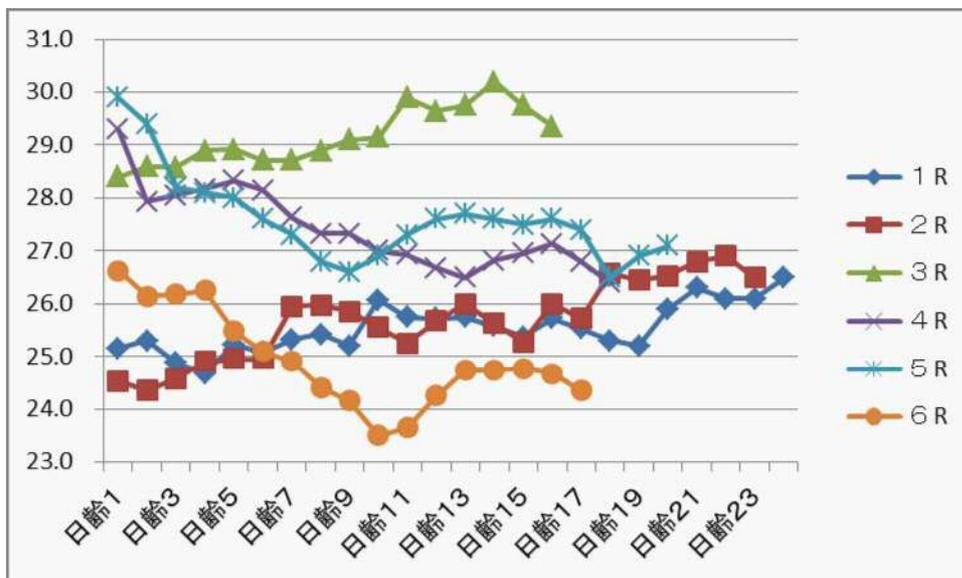


図1 各回次ごとの各水槽を合算した平均水温の推移

各回次ごとの結果は以下のとおりである。

(1) 1回次

平成28年度1回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日：平成28年5月30日

試験区	飼育条件				收容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)	備考
	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)		
水槽NO.1	明暗	Aカ, 市ネ, バ	UV	○	150	2.7	—	2.7	1.8%	日齢24で採苗
水槽NO.2	明暗	Aカ, 市ネ, バ	砂ろ過	○	150	—	—	—	0.0%	日齢18でNo.1へ集約
水槽NO.3	暗	Aカ, 市ネ, バ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	日齢18で廃棄
水槽NO.4	暗	Aカ, 市ネ, バ	砂ろ過	○	150	—	—	—	0.0%	日齢18でNo.1へ集約
合計					600	2.7	0.0	2.7	0.5%	

No.1, 2の水槽を明暗ありの屋内に、No.3, 4を暗室に設置した。また、No.1, 3の飼育水として紫外線殺菌処理した砂ろ過海水を、No.2, 4の飼育水としてを紫外線殺菌処理していない砂ろ過海水を使用した。餌料は全水槽共通とし、A社のカリストランス、市販ネオグラシーレ、パプロバを使用した。自然水温が25℃未満であったため、ウォーターパス内にヒーターを設置し飼育水を加温した。

日齢4, 9, 15に、幼生を回収してあらかじめ海水を貯めておいた別水槽に移し替える水槽替えを行った。また水槽替えの時及び日齢18において計数を行った(表3)。

表3 1回次における日齢段階ごとの各水槽の幼生数

水槽No.	単位: 万					備考
	日齢4	日齢9	日齢15	日齢18	日齢24	
水槽No.1	73.0	89.7	15.0	2.3	2.7	日齢24で採苗
水槽No.2	150.0	36.7	0.8	0.7	—	日齢18でNo.1へ集約
水槽No.3	92.4	91.7	0.0	0.0	—	日齢18で廃棄
水槽No.4	83.0	44.5	1.0	0.2	—	日齢18でNo.1へ集約

どの水槽も日を重ねるごとに幼生数が減少していった。また、水槽替えを行ってもなく個体数が大幅に減少する事例が見られた。

日齢18では個体数が0～2.3万個体となってしまう、No.1にNo.2,4を集約、No.3を廃棄した。

その後、日齢24まで飼育を続け、最終的な生残数は2.7万、平均殻長233μm、最大は280μmであった。本来なら、眼点が見える320μm程度の個体が現れるまで飼育を続けるが、数が少なく成長も遅かったため、2回次以降の実施を見据え、採苗槽に移槽した。

今回はNo.1, No.3を紫外線殺菌海水、No.2, 4を砂ろ過海水としたが、日齢9の時点ではNo.1, No.3の生残がよく、飼育水としてUV海水を使用することは有効であると思われた。

1回次が不調となった原因としては、使用した親貝が前年生産分であったため型が小さく、得られた幼生が弱かったこと、また、ヒーターによる水温調整では換水時に最大で2℃の温度変化があり、幼生に負担がかかったためと思われた。

(2) 2回次

平成28年度2回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日：平成28年6月28日

試験区	飼育条件				収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)	備考
	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)		
水槽NO.1	明暗	Aカ, 市ネ, バ	UV	○	150	0.3	—	0.3	0.2%	日齢23で採苗
水槽NO.2	明暗	Bカ, 市ネ, バ	UV	○	150	0.3	—	0.3	0.2%	
水槽NO.3	暗	Aカ, 市ネ, バ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	日齢21で廃棄
水槽NO.4	暗	Bカ, 市ネ, バ	UV	○	150	3.9	1.5	5.4	3.6%	日齢18,21で採苗
合計					600	4.4	1.5	6.0	1.0%	

No.1, 2の水槽を明暗ありの屋内に、またNo.3, 4を暗室に設置した。また、餌料のうちカリストランスについて、No.1, 3はA社、No.2, 4はB社のものを使用した。その他、全水槽に市販ネオグラシーレ、パプロバを使用した。

また、平成27年度の結果と今年度の1回次の結果から紫外線殺菌海水の有効性が示唆されたことから、全ての飼育水を紫外線殺菌海水とした。

水槽替えについては日齢6, 10, 15に行い、併せて計数を行った(表4)。

表4 2回次における日齢段階ごとの各水槽の幼生数

単位: 万

	日齢6	日齢10	日齢15	日齢18	日齢21	日齢23	備考
水槽No.1	53.3	66.7	21.6	—	—	0.3	日齢23で採苗
水槽No.2	83.7	45.2	3.0	—	—	0.3	日齢23で採苗
水槽No.3	81.7	56.0	0.3	—	0.0	—	日齢21で廃棄
水槽No.4	29.3	15.0	10.4	3.9, 1.6	1.5	—	日齢18, 21で採苗

No.1, No.2は日齢23で多くの個体に眼点が見られたため、採苗槽へ移槽した。No.1が個体数2,600個体、平均殻長308μm、眼点形成率80%、No.2は2,500個体、平均殻長335μm、眼点形成率66.7%であった。

No.3は日齢21で幼生がほとんど見られなくなったため廃棄した。

No.4は日齢17で眼点が見え始め、日齢18では確認した4個体のうち2個体に眼点が見えたため、

224 μ m の目合いの網の下に 132 μ m の目合いの網を重ねてサイフォンで回収。224 μ m の網で回収された個体を採苗槽に移槽した。計数の結果、3万9千個体、平均殻長 309 μ m、眼点形成率 20%であった。224 μ m の網をすり抜け、132 μ m の網で回収した個体は引き続き、飼育した。計数の結果、1万6千個体、平均殻長 254 μ m であった。それらの個体は日齢 21 で確認した3個体全てに眼点が見えたため、224 μ m の網で全て回収し、採苗槽に移槽した。個体数は1万49百個体、平均殻長 329 μ m、眼点形成率 50%であった。

2回次において採苗槽に移槽した総個体数は6万個体であった。

今回はカリストランスについてA社のものとB社のもので比較を行ったが、1回次と同様、全体的に不調でどちらがより有効かはわからなかった。市販餌料については、概ねの使用期限が示されているが、それより早くに腐卵臭が確認されたことから、期限内でも餌の状態に気を付け、状態が悪化しているようであれば使わないようにすべきと考えられた。また、今回も水槽替えの直後に幼生が急激に減少する事例が見られた。

(3) 3回次

平成28年度3回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日：平成28年8月9日

試験区	飼育条件				収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)	備考
	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)		
水槽NO.1	明暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	日齢16で廃棄
水槽NO.2	明暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	日齢7で廃棄
水槽NO.3	明暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	日齢16で廃棄
水槽NO.4	明暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	
水槽NO.5	明暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	100	—	—	—	0.0%	
水槽NO.6	暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	
水槽NO.7	暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	
水槽NO.8	暗	培カ, 市ネ, イ	UV	○	100	—	—	—	0.0%	
合計					1,100	0.0	0.0	0.0	0.0%	

No. 1～5の水槽は明暗ありの屋内、No. 6～8を暗室に設置した。餌料は全水槽共通とし、省コスト化のためB社の承諾を得た上で、B社のカリストランスを元種とした自家培養カリストランスを使用した他、培養ネオグラシーレ、イソクリシスを使用した。また、1回次、2回次において、5日程度で行っていた水槽替えの直後に、不調となる水槽が見られたため、水槽替えを行うのは幼生数が極端に減るなど調子の悪い時だけとし、基本的には行わないこととした。

飼育当初から成長、生残が悪く、日齢7で水槽替えを行った。併せて計数を行ったところ、個体数はそれぞれNo. 1：8万個体、No. 2：2,500個体、No. 3：17.5万個体、No. 4：35.5万個体、No. 5：22.5万個体、No. 6：11万個体、No. 7：0個体、No. 8：0個体で、1回次、2回次よりも悪い結果となった。

この時点でNo. 2, No. 7, No. 8は廃棄、その他は2水槽に集約して飼育を続けたが、日齢16での個体数がそれぞれ3,000個体、10個体となったため廃棄した。

今回は飼育当初から不調であったが、その原因の一つは餌料であると思われた。3種類の餌料のうちカリストランスについては、市販のカリストランスを元種として培養したが、大量培養したものを元種とした培養餌料は、栄養価が低く、同じ細胞数を給餌しても飼育餌料として不適であると思われた。もう一つの原因は飼育期間中の水温が28.4～30.4℃とかなり高かったためと思われた。

(4) 4回次

平成28年度4回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日：平成28年8月22日

試験区	飼育条件				収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)	備考
	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)		
水槽NO.1	明暗	Aカ, 培ネ, イ	UV	○	150	—	—	—	0.0%	日齢14で廃棄
水槽NO.2	暗	Aカ, 培ネ, イ	UV	空冷	112	—	—	—	0.0%	日齢15で廃棄
水槽NO.3	暗	Aカ, 培ネ, イ	UV	空冷	150	20.0	—	20.0	13.3%	日齢16で採苗
水槽NO.4	暗	Aカ, 培ネ, イ	UV	空冷	150	21.5	0.3	21.8	14.5%	日齢15,19で採苗
合計					562	41.5	0.3	41.8	7.4%	

No.1の水槽は明暗ありの屋内に、No.2～4は暗室に設置した。受精卵の孵化率が低かったため予定していた幼生数を確保できず収容幼生数はNo.2のみ112万個体となった。餌料は全水槽共通とし、A社のカリストランス、培養ネオグラシーレ、イソクリシスを使用した。3回次と同様、水槽替えは調子の悪いときだけとし基本的には行わないこととした。また、飼育開始時の水温が29.9℃と高かったため、エアコンのある暗室に設置してあるNo.2～4については空冷し、飼育水を28℃未満に管理した。

No.1は日齢5で3割ほどがへい死し、日齢6で6割ほどがへい死した。日齢7では残っていたほとんどの個体のへい死が見られ、原虫も多く見られたことから、水槽替えを行った。個体数は34,500個体、平均殻長は94.4μmであった。No.1の不調の原因の一つは最高で29.9℃となった高水温にあると思われた。また、太陽光の紫外線による刺激も考えられた。No.2～4は太陽光のあたらない暗室であるが、No.1については太陽光のあたる場所であったため、真夏の強い紫外線を浴びて不調に陥ったと思われた。

No.2～4については、日齢14までは、1～3回次と比べると成長、生残とも良好であった。日齢14においてNo.2では、10固体中1個体に、No.4では10固体中3個体に眼点が確認された。平均殻長はそれぞれ263μm、277μmであった。No.2は日齢15で個体数が急激に減少し、ほぼ全滅していた。その原因として今回は水槽替えを行わなかったため、残餌や死骸の蓄積により水質が徐々に悪化し、採苗予定であった日齢15に、幼生が生きられる水質環境として限界に達し、大量へい死を招いたと思われた。特に、No.2は受精卵の孵化率が低かった関係で、112万個体しか収容できず、他の水槽と比べて幼生数が少なかったため、残餌が多かったことが予想される。しかし、後述するNo.3、4も含めて、日齢14までは大きく調子を落とすことなく、生残、成長が良好であったことから、水槽替えを基本的に行わないことは有効であると思われた。

No.4は日齢15で採苗を行った。224μmで回収できた個体は21万5千個体、平均殻長285μm、眼点形成率60%であった。224μmをすり抜け132μmで回収した個体は14万9百個体、平均殻長241μmで、引き続き、飼育した。

No.3については、日齢16で採苗した。224μmで回収できた個体は20万個体、平均殻長288.5μmであった。確認した10個体には眼点が見られなかった。224μmをすり抜け132μmで回収した個体は63万個体、平均殻長247μmで、No.4の継続飼育分に集約し、引き続き、飼育した。

No.3、No.4の継続飼育した小型個体については日齢17から急激に幼生数が減少し、眼点が確認された日齢19で2,700個体を採苗槽に移槽した。これらの幼生数が急激に減少した要因は、成長が遅い群であったことから、同じ水槽の中では弱い部類であったと考えられ、回収の作業でダメージを受けたことにより、へい死したと思われた。このことから1回次、2回次に行っていた幼生の回収を伴

う水槽替えがあらためて不調を招く原因となることが示唆された。

今回は水槽替えを行わずに飼育を行うことの有効性が示唆されたが、採苗期直前に幼生の大量へい死が見られた。このことから、水質を良好に保つよう、水槽替えを行わない時よりも底掃除をこまめに実施したり、1日1回転としていた換水量を飼育水の汚れ具合に応じて増やすなどの対策が必要であると考えられた。

(5) 5回次

平成28年度5回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日：平成28年8月26日

試験区	飼育条件				収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)	備考
	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)		
水槽NO.1	明暗	Aカ, 培ネ, イ	UV	○	69	4.2	—	4.2	6.1%	日齢20で採苗
合計					69	4.2	0.0	4.2	6.1%	

水槽は明暗ありの屋内に設置し、餌料は4回次と同様とした。

飼育した幼生については成長が遅かったが、日齢21で平均殻長313 μm、眼点形成率50%となったため、採苗槽へ移槽した。計数の結果、4万2千個体であった。孵化率が低く、また温度管理ができない(29.4 ~ 26.5℃で推移)、太陽光のあたる場所での飼育となったことから、これまでの結果からすると、今回の結果は予想される範囲内の結果であると思われた。

(6) 6回次

平成28年度6回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日：平成28年10月5日

試験区	飼育条件				収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)	備考
	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)		
水槽NO.1	暗	Aカ, 培ネ, イ	精密ろ過+UV	○	188	98.8	—	98.8	52.5%	日齢17で採苗
水槽NO.2	暗	Aカ, 培ネ, イ	精密ろ過+UV	○	188	84.7	—	84.7	45.1%	日齢16で採苗
水槽NO.3	暗	Aカ, 培ネ, イ	精密ろ過+UV	○	400	160.5	—	160.5	40.1%	日齢17で採苗
水槽NO.4	暗	Aカ, 培ネ, イ	精密ろ過+UV	○	400	—	—	—	0.0%	日齢12で廃棄
合計					1,176	344.0	0.0	344.0	29.2%	

6回次は砂ろ過海水を精密ろ過したものを紫外線殺菌し、飼育水として全ての水槽に使用した。また、3回次以降と同様、水槽替えは基本的に行わないこととしたが、飼育水の汚れに応じて換水量を上げることにより、良好な水質を保つようにした。水槽の設置場所については収容方法を改善し、4水槽とも暗室に設置した。餌料は4回次、5回次と同様とした。

さらに、これまでの生産で飼育当初から1週間程度で幼生数が大きく減少する事例が見られたので、その対策としてNo.3, No.4においては400万個体を収容した。

日齢12においてNo.4が全滅した。原因は400万個体と収容密度が高かったため、高密度によるストレス、餌不足、水質悪化などが考えられるがはっきりとはわからなかった。その他の水槽については、最後まで大きく調子を崩すことなく採苗槽に移槽することができた。

No.1は日齢17で採苗槽に移槽した。個体数は98万75百個体、平均殻長277.5 μm、眼点形成率10%であった。No.2は日齢16で採苗槽に移槽。平均殻長310 μm、眼点形成率40%、個体数は84万7千個体であった。No.3は収容幼生数が多かったため、No.1, No.2より成長が遅かったが、餌の在庫が残り少なくなったため、日齢17で採苗槽へ移槽した。個体数は160万5千個体で、平均殻長227

μ m と小さく、眼点形成率0%であった。

今回の成績は平成 25 年度の試験開始以来、最高のものであり、精密ろ過海水の有効性が示唆された。また、餌料については、市販餌料のみを使用した1回次、2回次よりも、自家培養餌料を組み合わせ使用した4回次及び6回次は生残及び成長が良かったことから、市販の濃縮餌料だけでなく自家培養の新鮮なものを組み合わせ使用することが有効であると考えられた。

今年度の幼生飼育を総括すると、

- ①水槽替えは基本的に行わないこと、
- ②餌料は市販餌料だけでなく自家培養餌料を給餌すること、
- ③飼育水は砂ろ過だけでなく精密ろ過などに細かくろ過を行い、紫外線殺菌したものを飼育水とすること、
- ④換水は基本1日1回転とするが飼育水の汚れに応じて回転率を上げること

が有効であると考えられた。餌については、カリストランスの元種がなく、市販餌料に頼っているので来年度以降は元種を入手し、カリストランスについても自家培養することが望ましいと思われた。飼育水については、25年度、26年度は紫外線殺菌海水を使わずに好成績を残している。一方で27年度、28年度は紫外線殺菌海水を使用し、なかなか成果を出すことができなかった。砂ろ過は100 μ m のものまで通すと言われている。推測であるが、砂ろ過をすり抜けた原生動物などが紫外線殺菌により、へい死し、それが水槽の底に貯まって水質悪化を招くのではと思われた。実際に平成 28 年度に水槽内の検鏡でミジンコ類の死骸が確認された。好成績を残した平成 25、26 年度は紫外線殺菌を使用していなかったため、原生動物が入り込んでも、へい死することなく水槽内で生き続け、餌の競合はあったとしても、極端な水質悪化には至らなかったのだと思われた。

これまでの浮遊幼生飼育期の生残率の推移は図2のとおりである。現在のところ、幼生期の生産は安定していないが、これまで蓄積されてきた知見をもとに次年度以降はより安定した生産を図りたい。

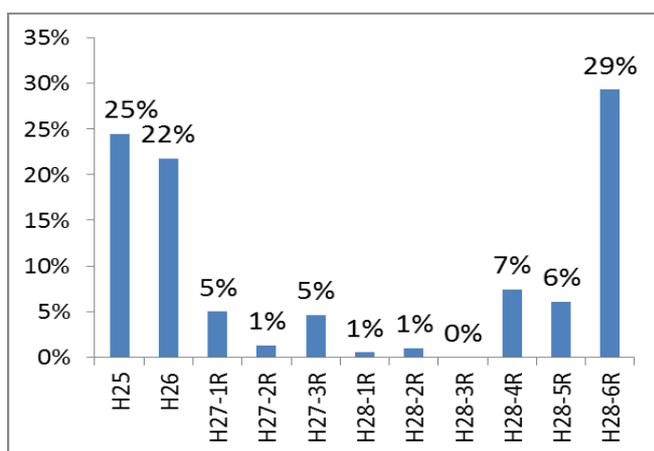


図2 浮遊幼生期の各回次ごとの生残率の推移

4 採苗

採苗期の結果は表5のとおりである。

5回次に得られた成熟幼生は42,000個体と数が少なかったことと日齢が4日しか違わなかったため4回次の水槽②に集約した。

表5 採苗期結果

回次	水槽	採苗器	採苗日(日齢)	平均殻長	眼点形成率	収容幼生数	幼生計	採苗数	採苗率
1回次	100L	カキプレート・ひも	6/23(24)	233	0%	26,700	26,700	326	1.2%
2回次	500L	カキプレート・ステンレス	7/16(18)	309	20%	39,000	59,000	27,069	45.9%
			7/19(21)	329	50%	14,900			
			7/21(23)	308	80%	2,600			
			7/21(23)	305	67%	2,500			
4回次	1800L①	カキプレート・ひも	9/6(15)	285	60%	215,000	259,700	14,775	5.7%
			9/10(19)	未計測	未計測	2,700			
			9/16(21)	313	50%	42,000			
	1800L②	塩ビ板・中古	9/7(16)	289	0%	200,000	200,000	69,506	34.8%
6回次	1800L①	塩ビ板・新品	10/21(16)	310	40%	847,400	1,649,900	37,562	2.3%
			10/22(17)	227	0%	802,500			
	1800L②	カキプレート・ひも	10/22(17)	278	10%	987,500	1,790,000	14,749	0.8%
				227	0%	802,500			
合 計						3,985,300	3,985,300	163,987	4.1%

採苗率については0.8～45.9%と大きくばらついた結果となった。

その原因としてまず考えられるのがコレクターの種類である。45.9%と高い採苗率となった2回次ではステンレス棒に固定したカキプレートを使用した。一方で、同じカキプレートでもひもで固定した1回次、4回次の水槽①、6回次の水槽②は0.8%～5.7%と低調だった。ひもよりステンレスで固定した方が付着しやすいという結果はこれまでの試験と同様であった。ステンレスで固定されたものはプレートが揺れることなく安定しており幼生が付着しやすかったこと、逆にひもで固定されたものについては、換水時や通気によりプレートが揺れ、付着しづらかったと思われた。そのため、ステンレスでなくひもで固定されたものについては、通気を微通気で行うなどプレートが揺れないようにする必要があると思われた。

また、塩ビ板では4回次の水槽②が34.8%に対し、6回次の水槽①は2.3%であった。これについてもコレクターは新品より2年目以降の中古のものが付着しやすいというこれまでの結果と同様であった。そのため、塩ビ板については2年目以降の中古のものから優先的に使用することが有効であると考えられた。

眼点形成率については高い方が望ましいと考えられるが、0%であった4回次の水槽②が34.8%と比較的高い採苗率であったことから、コレクターの種類など他の要因によっても大きく影響を受けると思われた。

次に幼生のサイズ、収容数についてである。6回次については水槽①、②とも採苗率2.3%

0.8%と大きく低調であった。これについては幼生飼育期終盤で餌の在庫が少なくなったため、227μmのものも採苗槽に移槽したことにより、これらの小型個体が採苗槽に移槽された直後に大量へい死し水質悪化を招き、大型個体に悪影響を及ぼした、または小型個体が多すぎると大型個体のコレクターへの付着を抑制する、もしくは水槽の容量に対して幼生数が多すぎたと思われた。

いずれにしても、高い採苗率を得るためには、サイズの選別は必須であり大型個体のみを収容すべきであると思われた。

今期の総採苗数は16万3,987個であった。

5 沖出し・剥離・中間育成

沖出し・剥離の結果は表6のとおりである。

表6 沖出し・剥離の結果

回次	水槽	沖出し(日齢)	沖出し数(採苗数)		剥離数	剥離率
1回次	100L	10/13(136)	326	326	326	100%
2回次	500L	10/25(119)	27,069	27,069	27,069	100%
4回次	1800L①	10/28(67)	14,775	84,281	82,691	98%
	1800L②	11/9(79)	69,506			
6回次	1800L①	11/29(55)	37,562	52,311	52,311	100%
	1800L②	12/1(57)	14,749			
合計			163,987	163,987	162,397	99%

沖出し後、2～3日程度でプレートに付着した稚貝の一部が消失しているのが確認された。中間育成施設周囲にはクロダイやフグが確認され食害が疑われたことから、食害対策として全てのプレートに囲い網を施したところ、その後は、稚貝が消失することなく推移した。

1回次分は10月13日に剥離してからの沖出しだったが、それ以外の2回次以降のものについては、12月1日から2月3日までかけて剥離を行った。総剥離数は16万2,397個で、沖出し数に対する剥離率は99%であった。昨年度の剥離率の87.7%よりも成績が良かったことから、食害防除網を設置することは有効であると思われた。

6 種苗販売・生産数

30mm上になったものから、県内の養殖業者に順次販売した。

3月末までに30mm以上になったものは24,500個であり、これについては全て販売した。また、26年度、27年度出荷残り分もそれぞれ500個、2,130個ずつ販売したため、28年度の総販売個数は27,130個であった。

生産数については3月末でサイズごとに計数を行い、28年度の総生産数は120,305個であり(表7)、着底(163,987個)からの生残率は73.4%、剥離(162,397個)からの生残率は74.1%であった。生産数だけで見れば、27年度の2.4倍であるが(図3)、全体的には不調であったため、6回も生産を行うこととなった。次年度以降は、成績の良かった生産回次の再現を図るなど、安定的に少ない回数で大量生産する手法の確立が必要である。

表7 28年度生産数

殻高	20mm未満	20～30mm	30mm以上	合計
個数	62,930	32,875	24,500	120,305

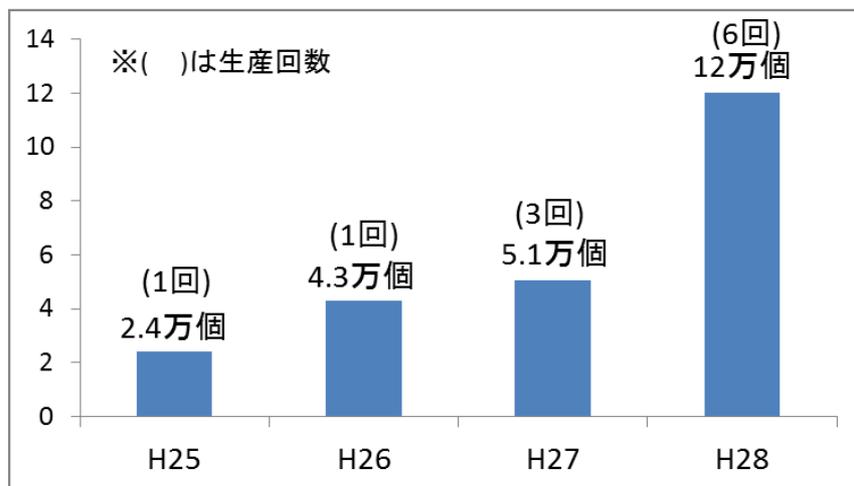


図3 生産数の推移

有用介類種苗生産試験Ⅱ（イワガキ養殖試験）

高杉朋孝，松元則男，今吉雄二，小湊幸彦

【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

前年度から引き続き，地域振興局を通じて各地域の漁業者の協力を得て，当センターで生産した平成25～27年度採卵群のイワガキ種苗により県内23箇所で行った。

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記録をお願いした。

2 養殖籠比較試験

県内の養殖試験の現場では，稚貝から出荷までの育成を主に籠に収容して行っているが，籠の種類により生残・成長等に違いがあるか，当センターの海面生け簀にて試験を行った。

籠は①防汚提灯籠（市販の防汚塗料を塗布した提灯籠），②提灯籠，③防汚真珠籠（防汚塗料を塗布した真珠籠），プラスチック籠の4種類を使用した。それぞれの籠に殻高27mm～41mmの平成27年度採卵群のイワガキを100個ずつ，総重量が550g程度となるよう収容した。試験は平成28年6月30日から平成29年2月9日まで行い，概ね3ヶ月に1回測定を行った。

3 成熟度調査

種苗生産や養殖における販売を実施する上での基礎データとするため，平成28年2月～平成29年1月にかけて計12回，毎月1回中旬頃，志布志から天然イワガキを10～11個体購入し，成熟度調査を行った。

むき身にして雌雄判別した後，中央部を輪切りにして生殖巣と中腸腺の厚さを測定して成熟度指数を求めた（図1参照）。

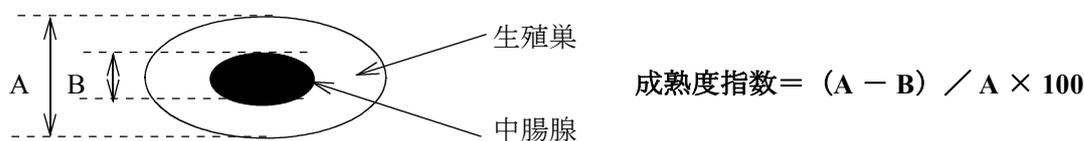


図1 イワガキむき身断面図

【結果及び考察】

1 養殖試験

各年度採卵群の平均殻高，殻付き平均重量の推移を示す（図2～7）。今年度の最終測定時と比較すると，同年度の採卵群でも海域により，平成25年度採卵群は殻付き平均重量が3倍程度，平成26年度採卵群が3倍程度，平成27年度採卵群は4倍程度の違いが確認された。各漁業者ごとに

飼育管理の内容や頻度、飼育密度に違いがあるので単純比較はできないが、同じ鹿児島県内でも育つ環境の違いにより、成長速度にかなりの違いがあると思われた。

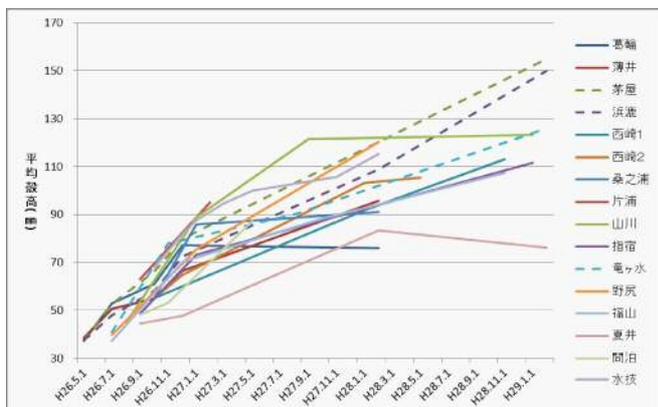


図2 平成25年度採卵群平均殻高の推移

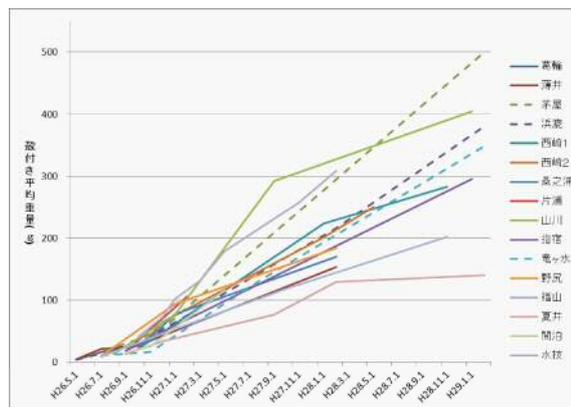


図3 平成25年度採卵群殻付き平均重量の推移

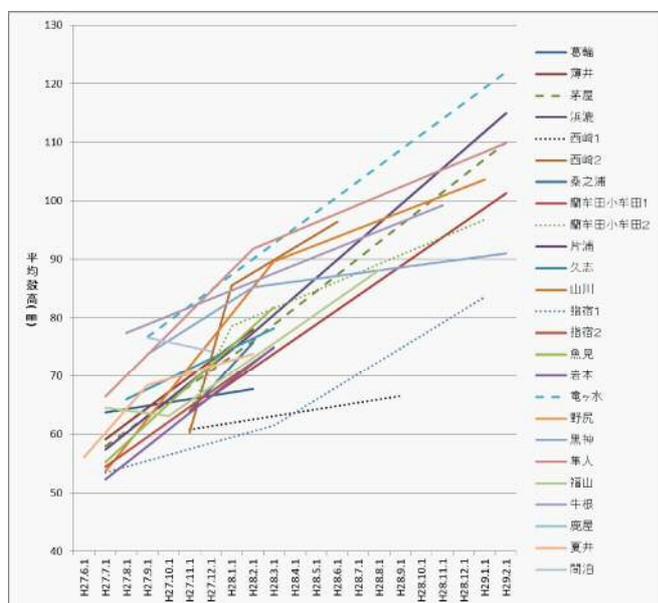


図4 平成26年度採卵群平均殻高の推移

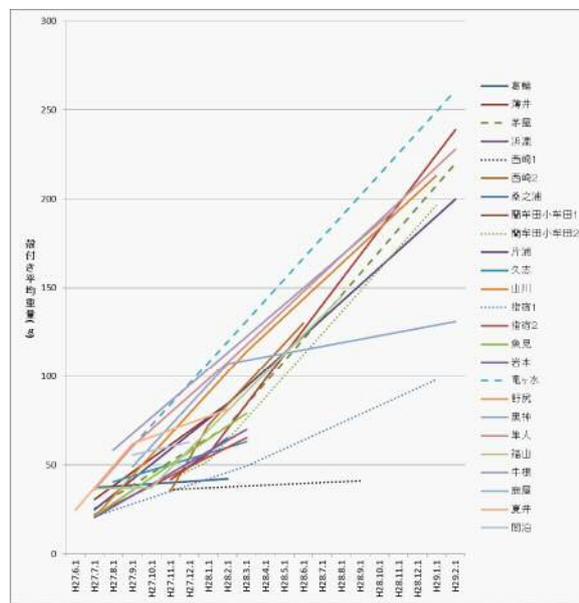


図5 平成26年度採卵群殻付き平均重量の推移

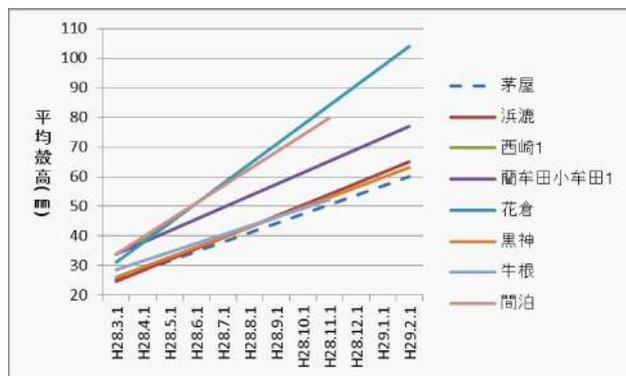


図6 平成27年度採卵群平均殻高の推移

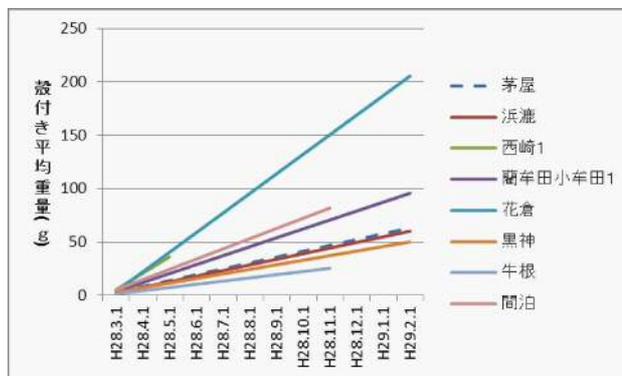


図7 平成27年度採卵群殻付き平均重量の推移

※漁業者によって測定日、頻度が異なっているためデータにばらつきがある。

2 籠比較試験

試験終了時の籠の付着物について、同じ提灯籠で比較すると、図8のとおり、防汚塗料を塗布した①の方が②と比べて少なかった。

生残率、重量等の結果について表1に示す。

生残については73～83%で、1個あたりの重量は34～40gとなっており、生残・成長ともに4種類の籠の中で防汚真珠籠が最もよく、次に防汚提灯籠がよかった。これについては防汚塗料を塗布した籠は、籠への付着物が少なかったために、塗料を塗布していない籠に比べて、餌となる植物プランクトンが多く供給されたと思われる。

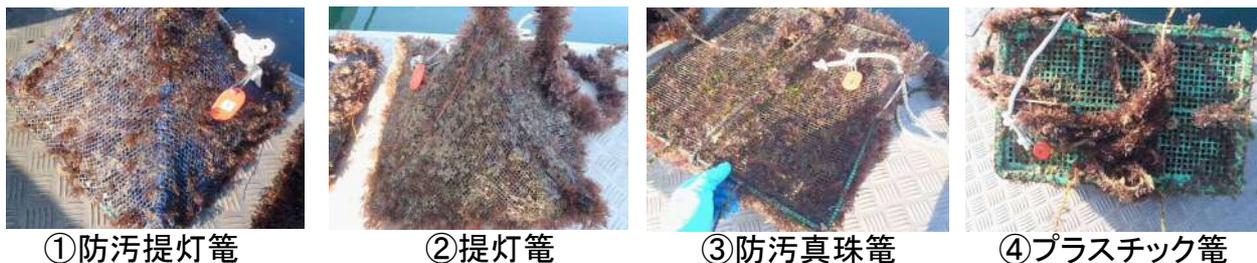


図8 試験終了時(H29.2.9)の籠の状況

表1 籠飼育試験結果

H29.2.9(試験終了時)	生残率	総重量	重量/個
①防汚提灯籠	82%	3014g	37g
②提灯籠	77%	2718g	35g
③防汚真珠籠	83%	3310g	40g
④プラスチック籠	73%	2502g	34g

3 成熟度調査

雌雄判別の結果を表2に示す。

表2 雌雄判別結果

	個体数	雌雄判別		
		雌	雄	不明
H28年2月	11	0	2	9
H28年3月	10	0	1	9
H28年4月	10	0	0	10
H28年5月	11	4	4	3
H28年6月	10	8	2	0
H28年7月	10	6	4	0
H28年8月	10	7	3	0
H28年9月	10	7	2	1
H28年10月	10	6	4	0
H28年11月	10	4	3	3
H28年12月	10	2	3	5
H29年1月	10	0	3	7

2～4月は10～11個体のうち1～2個体のみが雌雄が明らかで、それ以外は不明瞭だった。5月には雌雄が明らかな個体が8個体となり、6～10月にかけては9月に1個体が不明瞭だったのみで、それ以外は全て明らかだった。その後は、雌雄が明らかな個体は11月が7個体、12月が5個体、1月が3個体と減少していった。

各月の成熟度指数の推移について図9に示す。各月10個体の平均成熟度指数は2～5月は20%台で推移し、6、7月はそれぞれ35%、38%となり8月には65%に達した。9月には急激に減少し、25%となり、その後も20%台で推移した。むき身の張り具合については、成熟度指数と比例するように成熟度指数が低いものは張り具合が小さく、成熟度指数が高いものは張り具合が大きかった(図10)。

これらの結果から、5月以降に徐々に成熟が進み、8月から9月にかけて最も盛んに放卵、放精が行われたと思われる。販売に適していると思われる張り具合が大きい個体については6～8月に多かったが、4、5月でも成熟度指数が30%以上の個体については身がふっくらとしており、販売に適しているように思われた。9月以降は放卵、放精後の身がしぼんだ状態のいわゆる水ガキが多く、販売に適していないように思われた。

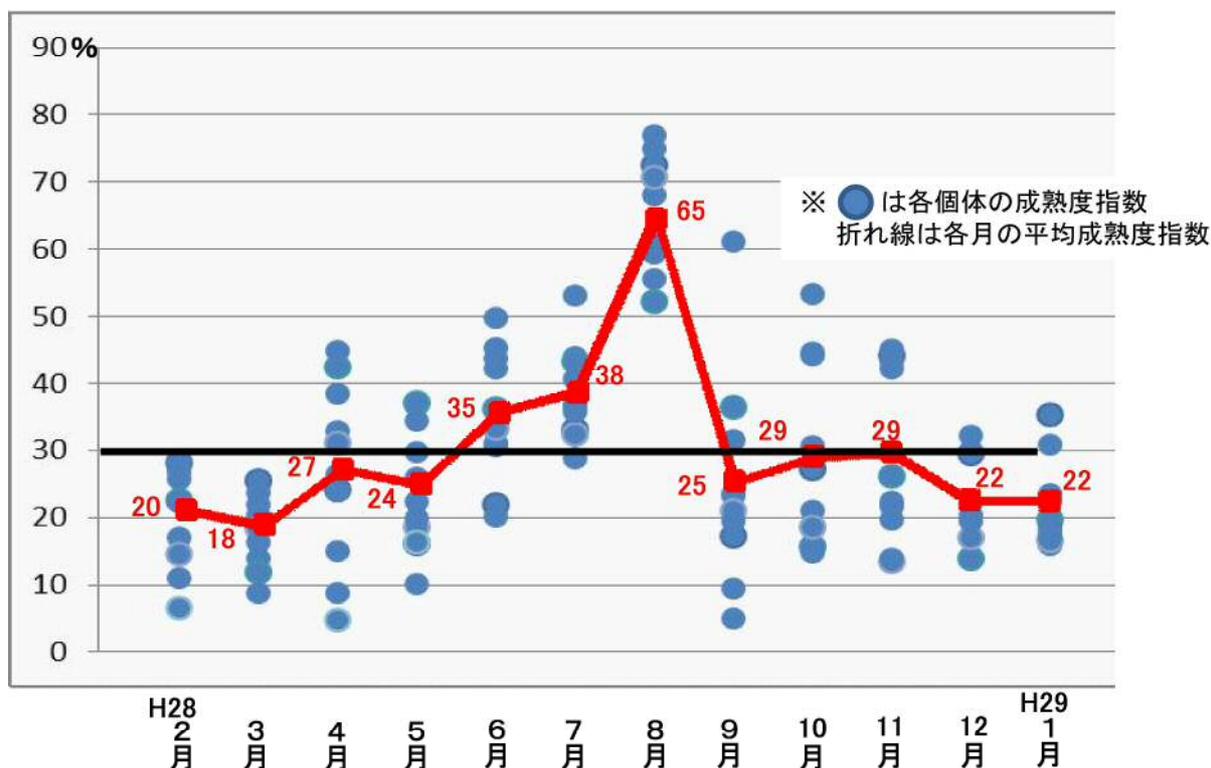


図9 各月の成熟度指数の推移

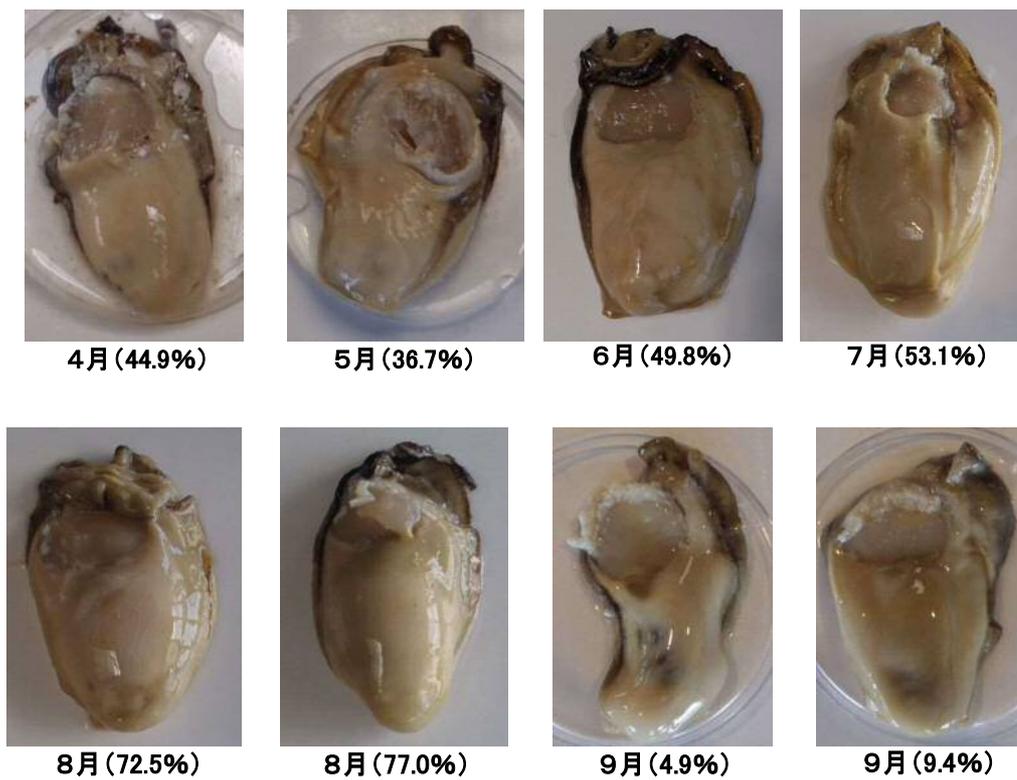


図10 むき身写真