

**平成21年度**

**鹿児島県水産技術開発センター  
事業報告書**



**平成22年9月**

**鹿児島県水産技術開発センター**

## は し が き

本県の水産業・漁村を取り巻く環境は、資源状況の悪化や魚価の低迷、漁業就業者の減少・高齢化に加え、燃油価格の高騰など、依然として厳しい状況にあります。

県においては、このような情勢や国の方針、「かごしま将来ビジョン」等を踏まえながら諸施策を実施し、「おさかな王国かごしま」の実現に向け、水産業の振興と漁村の活性化に取り組んでいます。

当センターにおきましても、「水産技術の開発と普及」を図るため、漁海況情報の迅速な提供、カンパチ等有用魚介類の種苗生産技術開発、資源管理や藻場造成の技術開発など、多様化する研究ニーズに対応した研究を進めているところです。

平成21年度は、センターに再編・統合してから6年目にあたり、スジアラ、カンパチ等の種苗生産技術の向上や、漁業情報の迅速な提供、新たな水産加工品の開発支援などの成果がみられました。

また、新たな取組として鹿児島大学との共同研究によるマダコ小型個体脱出装置に関する研究や、通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化などに着手しました。

ここに、水産技術開発センターが平成21年度に実施した試験研究等の結果を「事業報告書」として取りまとめましたので、参考にしていただければ幸いです。

今後とも、多様化・高度化するニーズに的確に対応しながら、計画的で効果的な試験研究に取り組むこととしておりますので、皆様の御理解と御協力をお願いします。

平成22年9月

鹿児島県水産技術開発センター  
所長 佐野悦郎

# 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21年度事業一覧	3

## 【 企 画 研 修 部 】

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	13
⑤ 200カイリ水域内漁業資源総合調査－Ⅰ	14
⑥ 200カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅱ（マチ類）	24
⑦ 200カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅲ（トビウオ資源動向調査）	33
⑧ 200カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅳ（キビナゴ資源動向調査）	41
⑨ 200カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅴ（大型クラゲ出現状況調査）	50
⑩ マグロ漁場調査－Ⅰ（ビンナガ予報調査）	52
⑪ マグロ漁場調査－Ⅱ（日本周辺クロマグロ調査委託事業）	54
⑫ マグロ漁場調査－Ⅲ（熱帯性まぐろ資源対策調査委託事業）	63
⑬ ヨコワ来遊予報調査	66
⑭ 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅰ（浮魚資源調査：モジヤコ調査）	67
⑮ 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅱ（漁場環境調査：魚礁調査）	74
⑯ 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅱ（漁場環境調査：ヒトデ調査）	75
⑰ マダコ小型個体脱出装置に関する研究（鹿児島大学水産学部との共同研究）	79
⑱ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅰ（熱帯性まぐろ類有効活用調査）	82
⑲ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅱ（底魚資源開発調査）	84
⑳ 豊かな海づくり広域推進事業－Ⅰ（マダイ）	86
㉑ 豊かな海づくり広域推進事業－Ⅱ（ヒラメ）	93

## 【 漁 場 環 境 部 】

⑳ 赤潮総合対策調査事業－Ⅰ（有害・有毒プランクトン対策研究）	98
㉑ 赤潮総合対策調査事業－Ⅱ（有害赤潮発生に関する生態学的研究）	103
㉒ 赤潮総合対策調査事業－Ⅲ（クロロディニウム赤潮に関する研究）	107
㉓ 鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅰ（鹿児島海藻パーク推進事業）	109
㉔ 鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅱ（南西水域藻場回復・拡大技術高度化事業）	115
㉕ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅰ（岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業）	135
㉖ 川内原子力発電所温排水影響調査事業	143
㉗ 内水面漁業総合対策研究－Ⅰ（内水面魚病総合対策事業：魚介類の異常へい死）	144

- ③⑩ 内水面漁業総合対策研究－Ⅱ（内水面増養殖技術開発事業：天降川におけるアユ生態調査）・145
- ③⑪ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅲ（南方系ガラモ場造成試験）……………148

## 【安全食品部】

- ③⑫ かごしまの水産物付加価値創出研究事業……………156
- ③⑬ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅱ（低コスト飼料・効率的生産手法開発事業）……………160
- ③⑭ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅲ  
（魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質化システム技術開発）……………175
- ③⑮ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅳ  
（通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化）……………181
- ③⑯ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅴ（養殖ブリの抗酸菌症に関する研究）……………187
- ③⑰ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅵ  
（カンパチの低濃度海水への適応能力の確認と体表寄生虫の駆除技術開発）……………195
- ③⑱ 魚病総合対策事業（養殖衛生管理体制整備事業）……………198
- ③⑲ 内水面漁業総合対策研究－Ⅲ（内水面魚病総合対策事業）……………202

## 【種苗開発部】

- ④⑩ カンパチ種苗量産化技術開発試験……………204
- ④⑪ 種苗量産化技術高度化事業（カサゴ）……………206
- ④⑫ 内水面漁業総合対策研究－Ⅳ（内水面増養殖技術開発事業：フナ種苗生産技術開発）……………210
- ④⑬ 内水面漁業総合対策研究－Ⅴ（内水面増養殖技術開発事業：モズガニ種苗生産技術開発）……………213
- ④⑭ シラヒゲウニ放流技術開発調査（種苗生産・供給）……………216
- ④⑮ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅶ（ウナギ親魚養成技術開発試験）……………217
- ④⑯ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅳ（スジアラ種苗生産）……………223
- ④⑰ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅴ（ヤコウガイ種苗生産）……………228
- ④⑱ 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅵ（サバヒー種苗生産技術開発）……………231

# 庶務一般



## 事務機構及び職種別人員（平成21年度）

平成21年4月1日現在

機 構	職 種																合 計	
	行 政 職						技 術 職						非 常 勤 職 員	臨 時 的 任 用				
	部 長	主任 専門普及 指導員	係 長	主 査	技 術 主 査	主 事	研 究 職					海 事 職			現 業 職			
							所 長	副 所 長	部 長	研 究 専 門 員	主 任 研 究 員				研 究 員	主任技術補佐員		技術補佐員
所 長						1												1
副 所 長							1											1
庶 務 部	1		1	1		1												4
企画研修部		1						(1)	1							1		3
資源管理部									1		4	1	21				6	33
漁場環境部									1	3	2							6
安全食品部									1	1	2	1				1		6
種苗開発部									1	1	3			1	3			9
合 計	1	1	1	1	0	1	1	1	4	6	11	2	21	1	3	2	6	63
対 前 年 比				-1	-1	+1				+5	-4	-2	-3	+1	-1		+3	-2

※表中の（ ）内は、兼務職。

職員の職・氏名（平成21年度）

平成21年4月1日現在

所属(部課室名)	職 名	氏 名
	所 長	佐野悦郎
	副所長兼企画研修部長	福留己樹夫
庶務部	部 長	坂井要
	総務係長	西之園明彦
	主 査	岡村美幸
	主 事	新福孝弘
企画研修部	主任水産業専門普及指導員	江夏竜郎
	研究専門員	外城和幸
	企画研修指導員	松元利夫
資源管理部	部 長	吉原芳文
	主任研究員	石田博文 富安正蔵 立石章治 宍道弘敏
調査船 おおすみ	研 究 員	榊 純一郎
	船 長	今給黎 誠
	機 関 長	國生和義
	漁 撈 長	小湊正継
	技 術 主 査	宿里幸郎 上 誠
調査船 くろしお	通 信 士	浜村明彦
	機 関 士	祝田幸輝
	船 長	丸儀敏之
	機 関 長	古木秀治
	漁 撈 長	杜山昇
	航 海 長	脇田博志
	一 等 機 関 士	小出水秋洋
	技 術 専 門 員	富永満洋
技 術 主 査	若松勝久 岩元文敏 加美光浩 湯田栄貴	
漁場環境部	部 長	長井智之
	研 究 専 門 員	岩田伸吾 伊藤恒平
	主任研究員	板敷洋一
	研 究 員	佐々木謙介
安全食品部	部 長	猪狩忠光 吉満敏 徳永成光
	研 究 専 門 員	西 広海 田原義雄
	主任研究員	鶴田和弘
	研 究 員	保 聖子 前野幸二 平江多績
種苗開発部	部 長	村瀬拓也
	専 門 研 究 員	今村昭則
	主任研究員	外菌博人
	主任技術補佐員	神野公広 柳 宗悦 川口吉徳
	技 術 補 佐 員	松原中 神野芳久 松元則男 池田祐介

## 平成21年度事業一覧

○当センター予算計上事業

(決算額)

担当部名	事業名又は事項名	事業費(円)	適用
庶務部	水産技術開発センター運営費	85,623,566円	H16～, 県単
	水産技術開発センター維持補修費	1,052,000円	H16～, 県単
企画研修部	漁業情報提供事業	8,409,500円	H16～, 県単
資源管理部	船舶運営費	61,164,474円	県単
	漁海況予報事業	886,000円	H14～, 国補
	200カイリ水域内漁業資源総合調査	31,556,000円	S52～, 特定
	マグロ漁場調査	13,430,307円	S44～, 特定
	沿岸・近海漁業資源調査	869,686円	S62～, 県単
漁場環境部	赤潮総合対策調査事業	4,882,285円	S52～, 県単・国庫・特定
	鹿児島海藻パーク推進事業	1,441,298円	H19～, 県単
	南西水域藻場回復・拡大技術高度化事業	2,006,000円	H19～, 特定
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業)	756,000円	H20～, 特定
	温排水影響調査事業	7,365,739円	S56～, 県単
安全食品部	かごしまの水産物付加価値創出研究事業	890,195円	H16～, 県単
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (安心安全な養殖魚生産技術開発事業)	288,010円	H16～, 県単
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (低コスト飼料・効率的生産手法開発事業)	9,298,390円	H20～, 特定
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (養殖ブリの抗酸菌症に関する研究)	1,200,000円	H20～, 特定
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質化システム技術開発)	2,100,000円	H20～, 特定
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化)	2,000,000円	H21～, 特定
	魚病総合対策事業	1,106,000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)	461,483円	S61～, 国補
種苗開発部	カンパチ種苗量産化技術開発試験	19,600,000円	H16～, 特定
	種苗量産技術高度化事業	345,970円	H16～, 県単
	シラヒゲウニ放流技術開発調査	1,446,431円	H17～, 県単
	安心・安全な養殖魚生産技術開発事業 (ウナギ親魚養成技術開発試験)	2,400,000円	H20～, 特定
漁場環境部 種苗開発部	内水面漁業総合対策事業 (内水面増養殖技術開発事業)	536,000円	H20～, 県単
合 計		261,115,334円	

○予算令達による事業

担当部名	事業名又は事項名	適用
企画研修部	研修推進事業	H19～, 県単
資源管理部	豊かな海づくり広域連携調査(マダイ・ヒラメ)	H17～, 県単
	奄美水産資源有効活用推進事業(沖合域資源有効活用調査「クロマグロ幼魚資源調査」, 「底魚資源開発調査」)	H16～, 国庫
漁場環境部	奄美水産資源有効活用推進事業 (沿岸域資源有効活用調査のうち「南方系ガラモ場造成試験」)	H16～, 国庫
種苗開発部	奄美水産資源有効活用推進事業 (沿岸域資源有効活用調査のうち「スジアラ・ヤコウガイ種苗生産」)	H16～, 国庫

# 企 画 研 修 部



# 試験研究の企画調整

外城和幸ほか企画研修部全員

## 【目 的】

本県水産業の計画的・効果的な試験研究を推進するため、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

## 【21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（毎週1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

漁業研修推進事業で実施した現地応用講座（移動水技センター）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) 水産総合研究センターとの連携等

- ・(独)水産総合研究センター主催のブロック別水産業試験研究推進会議の本会議及び各分会（西海区ブロック、中央ブロック）や専門分野別水産業試験研究推進会議（水産利用加工等）への出席等についての調整を図った。
- ・11課題について、共同研究や連携した研究に取り組んだ。

表1 (独)水産総合研究センター主催の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	漁場環境部長
11月12～13日	栽培漁業関係研究開発推進特別部会 栽培漁業九州西ブロック会議	那覇市	担当1名

11月18～20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	安全食品部長 他担当1名
11月18日	水産増養殖関係研究開発推進特別部会 養殖産業部会	伊勢市	種苗開発部長 他担当1名
12月1日	水産増養殖関係研究開発推進特別部会 魚病部会	伊勢市	担当1名
12月1～2日	中央ブロック水産業関係研究開発推進会議	横浜市	所長
12月8～9日	西海ブロック水産業関係研究開発推進会議	福岡市	副所長
12月9～10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1名

## 2) 他県との連携等

### ①全国水産試験場長会及び全国内水面水産試験場長会

平成22年1月29日に横浜市で開催された2つの会の通常総会に出席した。

### ②九州・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、第2回の場長会、魚病分科会、海面増殖分科会は、本県が担当県となり指宿市等で開催した。

表2 九州・山口ブロック水産試験場長会への出席状況

期 日	会 議 名	開催地	出席者
5月27～28日	第1回場長会	宮崎市	所長
7月30日	磯焼け・藻場造成分科会	福岡市	担当2名
8月25～26日	第2回場長会	指宿市	所長他2名
10月29～30日	漁業分科会	別府市	担当1名
10月29～30日	利用加工分科会	下関市	担当1名
10月29～30日	漁場環境分科会	〃	担当1名
11月19～20日	魚病分科会	鹿児島市	担当2名
2月5～6日	内水面分科会	小林市	担当2名
2月16～17日	海面増殖分科会	鹿児島市	担当部長他6名

### ③その他の他県等との連携会議等

他県等との連携会議に担当等が出席した。なお、西日本種苗生産機関連絡協議会魚類分科会、南西諸島栽培漁業技術連絡協議会及び技術部会は本県が担当県となり、鹿児島市で開始した。

表3 その他の他県との連携会議等

期 日	会 議 名	開催地	出席者
10月8～9日	西日本種苗生産機関連絡協議会魚類分科会	鹿児島市	所長他6名
1月21～22日	西日本種苗生産機関連絡協議会	長崎市	所長
2月14～15日	南中九州・西四国水族防疫会議	佐伯市	担当2名
2月23～24日	南西諸島栽培漁業技術連絡協議会及び技術部会	鹿児島市	所長他3名

#### ④他県との共同・連携研究

13 課題について、共同研究や連携した研究に取り組んだ。

#### 3) 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21年6月19日（金） 15:00～17:00
- ・開催場所：鹿児島大学水産学部大会議室
- ・出席者：鹿児島大学水産学部24名，当センター24名
- ・内 容：水技センターと水産学部間の共同・連携研究活動の紹介及び情報・意見交換

##### ②大学との共同・連携研究

9 大学，12 課題について、共同研究や連携した研究に取り組んだ。

#### 4) 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21年度に新たに採択された競争的資金

制 度 名	採 択 課 題
水産庁（企画競争） 漁場環境・生物多様性保全総合対策委託 事業	赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業 （八代海・鹿児島湾における有害赤潮拡大防 止）
水産庁（企画競争） 持続的養殖生産供給推進事業 （低コスト飼料・効率的生産手法開発事業）	持続的養殖生産供給推進事業 （低コスト飼料・効率的生産手法開発事業）
農林水産省消費安全局（企画競争） 養殖衛生対策推進事業	養殖ブリの抗酸菌症に関する研究
農林水産省（農林水産技術会議） 新たな農林水産政策を推進する実用技術 開発事業（研究領域設定型）	通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及 び殺菌技術の高度化

### 3 試験研究の進行管理

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

また，各部ごとに業務検討会（4～5月開催）を開催した。

### 4 研究成果の広報・普及

#### 1) 漁業情報システムによる研究成果の広報・普及

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

※ホームページの掲載回数

「研究の動き」：76回，「新着情報（更新）」：231回

#### 2) 漁業研修の推進

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

3) 機関誌「うしお」の発行

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

4) 事業報告書の発行

平成20年度版事業報告書を9月にホームページに掲載した(21年度より印刷製本休止)。

5) 研究報告会の開催

研究成果の広報・普及を図るため研究報告会を開催した。

- ・期 日:平成22年2月2日(火)
- ・場 所:かごしま県民交流センター大研修室第1及び中研修室第1
- ・内 容:

①ポスター発表

報 告 課 題	報 告 者
鹿児島県で漁獲されるトビウオの種類	資源管理部 主任研究員 立石章治
奄美北部海域におけるキンメダイ属3種の漁獲水深及び水温の比較	資源管理部 主任研究員 宍道弘敏
マチ類の標識放流技術と放流再捕記録	
三陸沖春季ビンナガ漁場の予測手法の検討	資源管理部 主任研究員 榎 純一郎
本年度, 八代海で発生したシャトネラ赤潮の発生要因	漁場環境部 主任研究員 西 広海 " 田原義雄
鹿児島水産高校とともに行った藻場回復の取り組み	漁場環境部 研究専門員 徳永成光, " 猪狩忠光, " 吉満 敏
養殖ブリ類を対象とした魚粉低減配合飼料の給餌試験	安全食品部 主任研究員 前野幸二
スジアラの種苗生産における初期減耗対策	種苗開発部 主任研究員 神野公広

②口頭報告

報 告 課 題	報 告 書
マチ類資源回復計画の取り組み効果	資源管理部 主任研究員 宍道弘敏
笠沙地区で実施している藻場造成の取り組み	漁場環境部 研究専門員 徳永成光
ハダムシ症防除に関する研究 ～工学的手法を用いた対策について～	安全食品部 研 究 員 村瀬拓也
サバヒー種苗生産技術開発試験の現状と課題	種苗開発部 主任研究員 柳 宗悦

6) その他

表5 特許等の出願状況(H22.3.31現在)

種別	出願状況等	件数
特許権	出願中	1件
	審査請求中	2件
意匠権	登録済み	2件
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。

なお、平成21年9月1日から11日の期間4名（コロンビア共和国）、平成21年11月12日から13日  
期間1名（トルコ共和国）を海外からの研修生として受け入れた。（JICAの研修）

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	40	662
海外研修生	6	113
インターンシップ	2	8
一般見学	62	1,381
合計	102	2,043

表7 研修視察等の受入実績の推移

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21
受入人数	4,648	2,880	2,338	2,359	1,932	2,043

# 漁業情報提供事業

外城和幸・富安正藏・石田博文・西 広海

## 【目 的】

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

## 【事業内容】

- 1 漁業情報システムの円滑な運用
- 2 漁業情報の迅速な提供

## 【21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、浮魚礁情報、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ている主な情報

システム名	内 容	ネット	電 話	F A X	携帯電話
人工衛星	水温分布(画像)	○			○
	水温分布(白黒)	○		○	
	クロフィル(画像)	○			
フェリー ①なみのうえ ②クインコーラル8 ③ニューこしき	水温・流向図	○			
	定点別水温	○			○
	黒潮北縁域	○			
	海況速報図	○			○
浮魚礁 (下甌沖)	水温	○	○		○
	風向・風速	○	○		○
漁海況	週報	○		○	○
	長期予報	○			○
	モジャコ情報	○			○
	卵稚仔調査結果	○			

地理情報	海底地形図ほか	○			
漁船通信	漁場探索支援システム	○			
水揚・市況	水揚情報等	○			
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		H17	H18	H19	H20	H21
Webサイト訪問数		129,656	232,315	351,696	351,810	288,901
主なサイト (ベスト3)	人工衛星	154,948	206,420	308,936	472,152	671,286
	赤 潮	114,849	107,056	89,352	105,932	131,377
	フェリー	54,100	94,601	135,557	179,948	97,379
音声情報(浮魚礁)		6,325	3,844	1,062	1,654	1,564
F A X 情報(衛星等)		393	443	176	128	239
<b>システム利用合計</b>		136,374	236,602	352,934	353,592	290,704

# 漁業研修推進事業

江夏竜郎ほか企画研修部全員

## 【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。(水産振興課からの令達予算で事業を実施)

## 【事業内容及び21年度の実績】

### 1 小中高校生研修

#### 1) うみべの教室

小中学生を対象に、水産業に関する知識を深め、理解と親しみを持たせるための研修を実施した。

表1 うみべの教室の実施内容

実施校	人数	実施場所	実施月日	日数	研修内容
指宿市立 今和泉小学校 (5年生)	18人	水産技術開 発センター	4月30日	1	水技センターの概要説明, ワカメの種付け
			10月30日	1	トビウオの塩干し作り(水産加工利用棟)
			12月10日	1	ワカメの沖出し
			2月16日	1	ワカメの収穫及び塩蔵加工

#### 2) 中学生研修

中学生を対象に、体験学習を実施した。

表2 中学生研修の実施内容

実施校	人数	実施場所	実施月日	日数	研修内容
指宿市立 西指宿中学校 (1年生)	35人	水産技術開 発センター	7月10日	1	トビウオの薫製作り(水産加工利用棟)

#### 3) 水産高校生研修

水産高校生を対象に、水産業に関する初歩的な知識や技術について認識を深めさせるため研修を実施した。

表3 水産高校生研修の実施内容

コース	実施場所	実施月日	日数	参加人数	研修内容
情報通信 コース	水技センター	12月9日	1	32	漁業情報システム, 漁場探索 支援システム, 調査船の業務 概要と通信士の業務
海洋技術 コース	水技センター, 鹿児 島大学水産学部, マ リックスライン(株)	12月14~15日	2	10	遠洋マグロ延縄漁業の現状と 課題, 漁船の航海運用機器, 旅客船の業務
栽培工学 コース	水技センター, かご しま水族館	12月16~17日	2	14	種苗生産, 魚病診断, 生物飼 育の基礎と実習

## 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。

表4 漁業就業者研修の実施内容

コース	実施場所	実施月日	日数	参加人数	研修内容
潜水土講習	水技センター	8月23～24日	2	8	潜水土養成講習
漁船漁業コース	鹿児島市	8月28日	1	8	経営改善支援制度(鹿児島地区漁業士会)
	南さつま市	1月12日	1	9	経営改善支援制度(南薩地区漁業士会)
	南さつま市	1月26日	1	20	経営改善支援制度(南さつま市水産振興連絡協議会青年部)

## 2 現地応用講座

地域の課題に対応した水産技術開発センターの調査研究及び先進技術等を報告、紹介した。

表5 現地応用講座の実施内容

実施地区	実施月日	日数	参加人数	研修内容
奄美地区	11月19日	1	51	シラヒゲウニ放流、藻場造成等
大隅地区	2月10日	1	36	イセエビの蓄養、藻場造成の現状

## 3 コンサルタント派遣事業

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

表6 コンサルタント派遣事業の実施内容

実施地区	実施月日	日数	参加人数	研修内容
始良・伊佐地区	2月13日	1	30	鹿児島湾の魚類、消費者の意識

## 4 ザ・漁師塾

漁業への理解と就業を促進し、漁業後継者の確保・育成に資するため、漁業就業希望者、漁業に興味を持つ人々を対象に、各種漁業の概要、就業に必要な知識等を題材とした講習会、漁業体験研修を実施した(水産振興課と共同で実施)。

表7 ザ・漁師塾の実施内容

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27日	1	23	漁業制度、漁業の概要
	乗船研修	南さつま市	6月28日	1	17	定置網の漁業体験
短期実践研修	出水市	11月2～17日	7	1	一本釣漁業	
長期実践研修 (6ヶ月)	宇検村	1月～	即着業	1	マグロ養殖業	
	隼人町	11月～	6ヵ月	1	一本釣漁業	
	日置市	10月～	6ヵ月	1	ごち網漁業	
	日置市	1月～	6ヶ月	1	さし網漁業	

# 資源管理部



# 漁海況予報事業

富安正藏 他資源管理部全員

## 【目的】

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

## 【方法】

標記事業及び200カイリ水域内漁業資源総合調査等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)等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 収集した漁海況情報

- 1) 定期客船(鹿児島ー沖縄間2隻, 串木野ー甑島間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(北さつま, 枕崎市, 山川町, 内之浦, 高山, 瀬戸内漁協) 週1回
- 3) 電話での聞きとり 甑島漁協他15漁協 週1回
- 4) 海洋観測及び卵稚仔調査結果 月1回

### 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, Fax会議1回

## 【結果】

### 1 漁海況情報提供

- 1) 長期漁海況予報文…3,6,9,12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・郵送
  - ・南日本新聞の毎金曜版に掲載
  - ・鹿児島漁業無線局から毎週金曜日に概要を無線放送

※ 上記情報は同時に水技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－I

石田博文, 富安正藏, 立石章治, 宍道弘敏

### 【目 的】

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

### 【方 法】

#### 1 生物情報収集調査・生物測定調査

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

##### (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	主要港	まき網・定置網等
マサバ	精密・体長組成	周年	月1回	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	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	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	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	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	主要港	まき網・定置網等
ブリ	精密・体長組成	周年	月1回	主要港	定置網・釣り等
マダイ	体長組成	周年	月1回		
ヒラメ	精密・体長組成	周年	月1回(精密は随時)		

###### 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(ウマヅラハギ, トラフグ, マダイ, ヒラメは年間漁獲量のみ)
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・網数等を調査する。

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・パッチ網	マアジ、サバ類・イワシ類・その他

### 3 漁場一斉調査

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

### 4 沖合海域海洋観測等調査

沖合定線31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する。また、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する。

### 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、ニューストーンネットを用いた幼魚分布調査を行う。

### 6 標識放流調査

ブリの移動回遊生態を解明するため、平成21年11月13日、指宿港沖において、指宿市内の定置網漁業によって漁獲されたブリ当歳魚(尾叉長31～42cm)700尾にダートタグ(Hallprint社製PDS型黄色)各2本を装着して放流した。

## 【結果】

### 1 生物情報収集調査・生物測定調査

#### (1) 体長測定

表1に示すとおり各魚種合計328回、44,604尾の測定を実施し、(独)水産研究総合センターへ報告した。また、代表魚種の体長組成を図1に示した。

#### (2) 精密測定

表2に示すとおり各魚種合計225回、5,303尾の測定を実施し、(独)水産研究総合センターへ報告した。

#### (3) 水揚量調査

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

### 2 標本船調査

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

表4 標本船調査依頼者一覧

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

3 漁場一斉調査

別途報告

4 沖合海域海洋観測等調査

図2に示した調査定点において, 表5に示すとおり年12回海洋観測を実施し, (独)水産研究総合センターへ報告した。また, 同時に表6に示すとおり改良型ノルパックネットを用いて卵稚仔調査を実施し, (独)水産研究総合センターへ報告した。

5 新規加入量調査

4・5・3月にニューストーンネットを用いて調査を実施し, (独)水産研究総合センターへ報告した。

6 標識放流調査

平成22年4月28日までに45尾が回収され, 再捕率は6.4%である。再捕位置は全て鹿児島湾口部で, 広範囲の移動は見られていない。今後, さらなる回収により, 鹿児島湾外への移動生態や成長様式の解明が期待されることから, 調査の継続が必要である。

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	11	1,104	8	889	12	1,344	8	1,024	7	970	18	2,126	6	953	8	994	6	710	15	1,416	12	1,344	9	1,224	120	14,098	
マルアジ	1	146	0	0	0	0	0	0	1	60	1	76	0	0	0	0	1	21	2	254	1	153	0	0	7	710	
モロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
クサヤモロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	236	0	0	0	0	0	0	1	122	0	0	3	358
ゴマサバ	1	151	9	693	11	1,160	3	399	3	255	7	406	9	1,381	8	780	2	185	3	286	1	129	3	169	60	5,994	
マサバ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	282	0	0	2	87	5	355	1	44	1	56	3	98	17	925	
カタクチイワシ	1	223	3	599	4	728	6	1,115	1	231	3	623	1	205	2	397	2	405	2	414	2	378	2	425	29	5,743	
ウルメイワシ	2	486	5	1,034	4	782	10	1,948	5	988	6	1,043	12	2,355	8	1,324	7	1,324	5	831	5	957	2	390	71	13,462	
マイワシ	0	0	1	202	0	0	3	496	2	422	0	0	5	948	0	0	0	0	2	440	1	89	2	416	16	3,013	
オアカムロ	0	0	0	0	1	130	0	0	0	0	0	0	1	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	173	
ムロアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0	2	39	
アカアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	89	0	0	0	0	0	0	0	0	1	89	
合計	16	2,110	26	3,417	32	4,144	30	4,982	20	2,929	39	4,556	35	5,913	31	3,907	23	3,000	30	3,685	25	3,239	21	2,722	328	44,604	

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	11	255	4	100	6	150	4	100	3	75	4	100	0	0	4	100	3	75	11	275	10	234	9	225	69	1,689
マルアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	2	50
モロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	117	2	247	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	6	380
クサヤモロ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ゴマサバ	2	31	9	218	9	198	3	67	1	25	8	142	1	25	3	75	2	45	3	75	2	48	4	84	47	1,033
マサバ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	46	1	25	2	41	0	0	0	0	6	112
カタクチイワシ	1	30	4	120	4	120	3	90	0	0	2	60	0	0	2	60	1	30	2	60	0	0	1	30	20	600
ウルメイワシ	0	0	2	60	4	120	2	60	0	0	1	30	0	0	3	90	4	120	3	90	1	30	2	60	22	660
マイワシ	0	0	1	30	0	0	3	90	1	30	0	0	2	60	0	0	1	5	2	60	1	30	2	60	13	365
オアカムロ	0	0	0	0	10	124	5	73	2	13	6	56	2	26	0	0	1	25	0	0	0	0	1	10	27	327
ムロアジ	0	0	0	0	3	9	4	8	0	0	1	2	1	25	0	0	0	0	0	0	2	29	0	0	11	73
アカアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	14
合計	14	316	20	528	36	721	24	488	8	168	25	507	9	396	16	372	14	341	24	626	16	371	19	469	225	5,303

表3 近海旋網 主要魚種水揚量

年月	合計				入港隻数				マアジ				サバ							
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
21.4	96.6	607.3	0.0	3.6	707.5	31	36	0	2	69	33.7	125.8	0.0	3.6	163.1	6.2	211.3	0.0	0.0	217.5
21.5	231.2	1,853.7	0.0	0.6	2,085.4	50	65	0	1	116	31.8	2.6	0.0	0.0	34.3	0.7	1,650.8	0.0	0.4	1,651.9
21.6	2,448	3,008.3	0.0	2.4	3,255.4	74	86	0	1	161	111.4	0.0	0.0	0.0	111.4	0.2	2,673.8	0.0	0.0	2,674.0
21.7	746.1	1,031.7	0.0	0.0	1,777.8	73	49	0	0	122	356.1	3.3	0.0	0.0	359.4	12.0	814.7	0.0	0.0	826.7
21.8	1,054.4	1,526.1	0.0	2.2	2,582.7	79	81	0	1	161	434.4	366.7	0.0	0.0	801.1	86.7	447.4	0.0	0.0	534.1
21.9	1,304.1	1,847.0	0.0	0.0	3,151.0	78	90	0	0	168	819.6	159.2	0.0	0.0	978.8	196.2	490.0	0.0	0.0	686.3
21.10	380.4	3,434.8	0.0	0.0	3,815.2	32	137	0	0	169	106.9	453.1	0.0	0.0	559.9	48.8	679.4	0.0	0.0	728.2
21.11	518.2	1,790.1	0.0	9.5	2,317.9	45	80	0	4	129	137.7	111.5	0.0	0.0	249.2	21.8	538.3	0.0	9.3	569.5
21.12	538.3	983.2	0.0	0.0	1,521.5	32	46	0	0	78	131.9	24.7	0.0	0.0	156.5	173.4	309.1	0.0	0.0	482.4
22.1	333.6	1,516.8	0.0	0.0	1,850.4	27	54	0	0	81	67.6	87.6	0.0	0.0	155.2	75.9	540.2	0.0	0.0	616.1
22.2	995.8	945.4	0.0	7.9	1,949.1	50	48	0	2	100	158.3	74.6	0.0	0.0	232.9	39.5	232.9	0.0	0.0	272.4
22.3	473.4	957.2	0.0	6.1	1,436.7	43	43	0	1	87	325.9	150.3	0.0	5.5	481.6	22.8	520.0	0.0	0.0	542.8
計	6,916.8	19,501.7	0.0	32.3	26,450.7	614.0	815.0	0.0	12.0	1,441.0	2,715.1	1,559.3	0.0	9.1	4,283.5	684.3	9,107.9	0.0	9.8	9,802.0

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
21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.9	1.0	0.0	0.0	22.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9
21.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	18.9	40.3	0.0	0.0	59.3	118.0	0.0	0.0	0.0	118.0
21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.9	0.0	0.0	8.8	85.3	0.0	0.0	0.0	85.3
21.7	0.9	4.7	0.0	0.0	5.5	193.5	46.1	0.0	0.0	239.5	166.6	0.4	0.0	0.0	167.0
21.8	17.9	2.9	0.0	0.0	20.8	356.5	209.5	0.0	0.0	566.0	83.2	0.0	0.0	0.0	83.2
21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.1	245.1	0.0	0.0	285.2	5.6	0.0	0.0	0.0	5.6
21.10	8.8	145.7	0.0	0.0	154.5	181.9	1,357.7	0.0	0.0	1,539.7	7.7	0.0	0.0	0.0	7.7
21.11	1.6	17.8	0.0	0.0	19.4	187.2	744.8	0.0	0.0	932.0	136.0	0.0	0.0	0.0	136.0
21.12	0.3	16.4	0.0	0.0	16.7	65.0	127.5	0.0	0.0	192.4	1.2	0.0	0.0	0.0	1.2
22.1	1.8	3.9	0.0	0.0	5.7	18.1	95.7	0.0	0.0	113.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
22.2	3.8	7.6	0.0	0.0	11.4	285.7	231.3	0.0	0.0	517.0	486.1	0.0	0.0	0.0	486.1
22.3	10.4	1.1	0.0	0.0	11.5	38.3	120.0	0.0	0.0	158.2	22.5	0.0	0.0	0.0	22.5
計	45.6	200.3	0.0	0.0	245.9	1,411.0	3,224.0	0.0	0.0	4,634.9	1,122.4	1.3	0.0	0.0	1,113.7

年月	ムロアジ				オアカムロ				マルアジ(アオアジ)				アカーアジ							
	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
21.4	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	188.2	0.0	0.0	188.2	11.5	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	1.8	0.0	0.0	1.8
21.5	0.1	81.7	0.0	0.1	82.0	0.0	34.6	0.0	0.0	34.6	12.9	0.0	0.0	0.0	12.9	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5
21.6	0.1	132.0	0.0	2.4	134.5	0.0	132.3	0.0	0.0	132.3	3.3	0.1	0.0	0.0	3.4	0.0	12.5	0.0	0.0	12.5
21.7	0.1	57.3	0.0	0.0	57.4	0.0	78.3	0.0	0.0	78.3	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	13.5	0.0	0.0	13.5
21.8	0.8	402.5	0.0	1.7	405.0	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.9	0.0	0.0	1.9
21.9	6.0	389.0	0.0	0.0	395.0	0.0	458.6	0.0	0.0	458.6	4.8	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	27.4	0.0	0.0	27.4
21.10	9.6	507.0	0.0	0.0	516.7	0.0	77.4	0.0	0.0	77.4	3.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.6	0.9	0.0	0.0	1.5
21.11	1.7	103.4	0.0	0.1	105.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	12.7	1.4	0.0	0.0	14.1	0.5	2.0	0.0	0.0	2.6
21.12	15.4	441.7	0.0	0.0	457.1	0.0	27.6	0.0	0.0	27.6	8.2	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	10.2	0.0	0.0	10.2
22.1	25.0	428.8	0.0	0.0	453.8	0.0	270.1	0.0	0.0	270.1	80.7	3.0	0.0	0.0	83.7	0.0	10.2	0.0	0.0	10.2
22.2	4.8	263.1	0.0	7.9	275.7	0.0	105.8	0.0	0.0	105.8	9.9	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
22.3	4.0	78.6	0.0	0.0	82.7	0.0	52.1	0.0	0.0	52.1	9.6	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	14.2	0.0	0.0	14.2
計	67.6	2,910.2	0.0	12.2	2,990.1	0.0	1,426.6	0.0	0.0	1,426.6	158.8	4.6	0.0	0.0	163.5	1.1	87.6	0.0	0.0	88.7

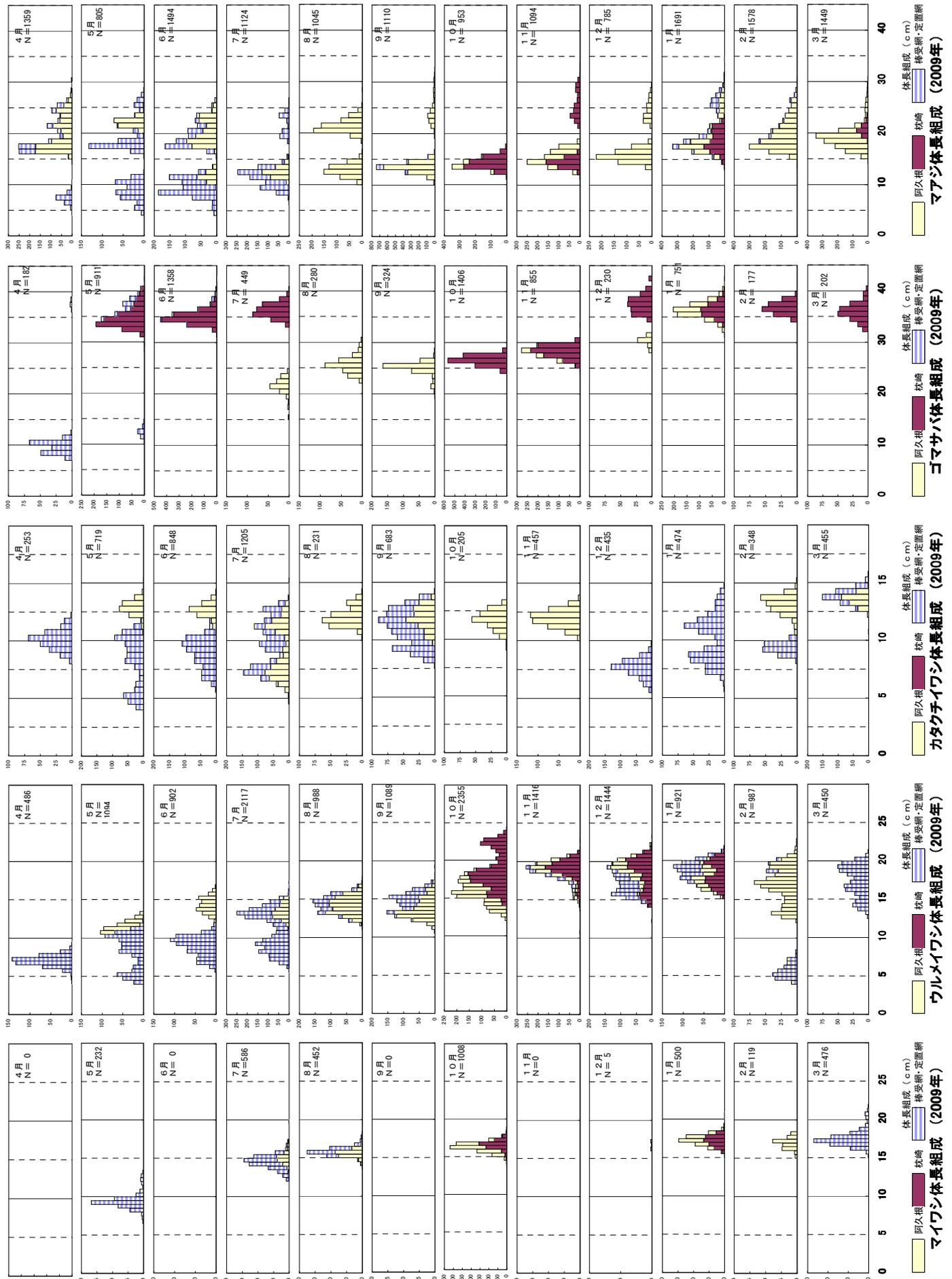


図1 代表魚種体長組成

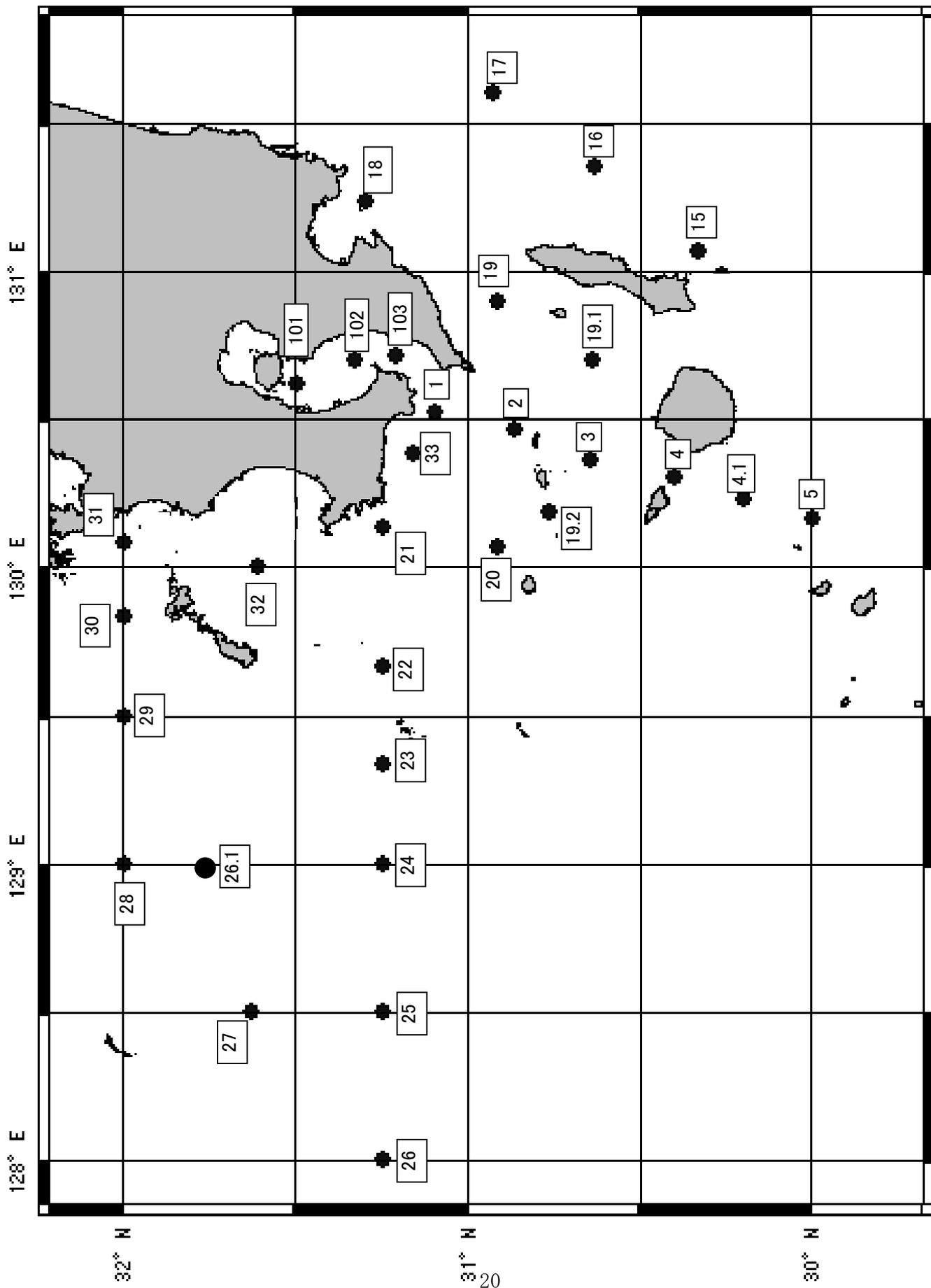


图2 冲合海域海洋観測等調査定点图

表5 平成21年度沖合定線調査結果(0.50,100m水深の水温、塩分)

海域区分	水深 m	4/6~10		5/7~11		6/1~8		7/6~9		8/3~5/8/17~19		9/1~4		10/13~16		11/4~8		12/1~3		1/6~10		2/4~10		3/1~4			
		測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差		
天草西沖 [st-28~31:4点]	0	17.86	0.35	+	19.65	0.28	+	23.26	1.67	+	23.78	0.03	+	24.62	0.03	+	22.72	0.03	+	17.84	0.07	+	17.84	0.07	+	16.96	-0.22
	50	17.11	0.49	+	18.82	0.90	+	23.92	1.35	+	24.86	0.05	+	24.50	0.05	+	22.48	-0.05	+	17.76	-0.01	+	17.76	-0.01	+	16.77	-0.12
	100	16.38	0.43	+	17.35	0.87	+	18.68	1.08	+	19.72	0.56	+	20.56	0.56	+	20.93	0.95	+	17.58	0.06	+	17.58	0.06	+	16.08	-0.24
西薩沖 [st-27~32:5点]	0	18.31	0.57	+	19.93	0.52	+	25.56	1.39	+	25.90	0.04	+	24.35	0.04	+	22.82	0.02	+	17.70	-0.41	+	17.70	-0.41	+	17.17	-0.20
	50	17.39	0.50	+	18.88	1.07	+	21.45	24.33	1.31	+	28.21	24.40	+	24.40	24.33	+	17.64	-0.42	+	17.64	-0.42	+	17.03	-0.01		
	100	16.67	0.44	+	17.65	1.38	+	18.45	19.09	0.89	+	20.32	20.32	+	20.32	20.32	+	17.33	-0.40	+	17.33	-0.40	+	16.42	0.00		
薩南(沿岸I) [st-1~4,20~24,33:10点]	0	21.15	1.49	+	22.21	1.11	+	23.19	28.55	0.66	+	29.47	23.60	+	26.31	23.60	+	23.67	-0.26	+	18.50	-1.19	+	19.37	0.89		
	50	20.02	1.96	+	21.04	2.62	+	21.18	23.49	1.44	+	26.68	23.49	+	25.49	23.49	+	23.51	-0.28	+	18.27	-1.20	+	18.82	0.77		
	100	17.72	0.53	+	18.77	1.50	+	17.75	18.92	-0.40	+	21.93	20.61	+	20.57	18.92	+	20.61	-0.54	+	17.69	-0.89	+	17.88	0.66		
薩南(沿岸II) [st-15~19:5点]	0	21.69	1.53	+	22.83	1.11	+	24.78	27.64	-0.13	+	29.02	25.67	+	25.67	25.67	+	24.29	0.12	+	20.23	-0.04	+	19.45	19.98		
	50	20.50	1.26	+	21.27	1.72	+	21.03	22.95	-0.37	+	24.98	25.63	+	25.63	25.63	+	23.99	0.26	+	19.49	-0.55	+	18.87	19.47		
	100	20.96	2.30	+	20.99	2.45	+	18.65	20.73	-0.43	+	22.43	22.73	+	22.73	22.73	+	22.54	-0.94	+	20.45	0.48	+	18.14	19.55		
薩南(西) [st-4~1~5,25,26:4点]	0	21.49	0.24	+	21.82	-1.73	-	26.60	29.31	0.81	+	29.59	24.36	+	26.02	24.36	+	24.36	-0.09	+	20.12	-0.80	+	21.54	20.03		
	50	20.75	0.45	+	20.80	-1.31	-	23.47	26.89	1.60	+	27.81	24.21	+	25.99	24.21	+	24.21	-0.12	+	20.12	-0.59	+	21.47	19.86		
	100	19.30	0.67	+	18.71	-1.18	-	20.03	22.71	2.13	+	23.10	22.98	+	22.18	22.98	+	22.98	0.72	+	19.41	-0.59	+	20.14	19.16		

海域区分	水深 m	4/6~10		5/7~11		6/1~8		7/6~9		8/3~5/8/17~19		9/1~4		10/13~16		11/4~8		12/1~3		1/6~10		2/4~10		3/1~4	
		測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差	測定値	平年差
天草西沖 [st-28~31:4点]	0	34.48	-0.14	-	34.54	0.14	+	33.29	33.43	0.45	+	33.75	34.21	+	34.05	34.21	+	34.05	-0.10	+	34.53	-0.09	+	34.53	-0.17
	50	34.52	-0.10	-	34.52	-0.04	-	34.37	34.24	0.12	+	33.99	34.20	+	34.04	34.20	+	34.04	-0.08	+	34.52	-0.08	+	34.53	-0.14
	100	34.47	-0.16	-	34.49	-0.13	-	34.54	34.56	0.01	+	34.50	34.41	+	34.51	34.41	+	34.51	-0.14	+	34.53	-0.05	+	34.56	-0.08
西薩沖 [st-27~32:5点]	0	34.51	-0.11	-	34.54	0.13	+	33.25	33.49	0.46	+	33.73	34.21	+	34.05	34.21	+	34.05	-0.11	+	34.53	-0.10	+	34.53	-0.16
	50	34.53	-0.10	-	34.51	-0.06	-	34.36	34.20	0.10	+	33.96	34.20	+	34.07	34.20	+	34.07	-0.11	+	34.51	-0.09	+	34.54	-0.13
	100	34.49	-0.14	-	34.51	-0.11	-	34.54	34.58	0.00	+	34.51	34.43	+	34.51	34.43	+	34.51	-0.08	+	34.51	-0.08	+	34.56	-0.08
薩南(沿岸I) [st-1~4,20~24,33:10点]	0	34.54	-0.15	-	34.54	0.02	+	33.58	33.33	-0.16	-	33.66	34.20	+	34.14	34.20	+	34.14	-0.21	+	34.57	-0.08	+	34.60	-0.09
	50	34.55	-0.10	-	34.52	-0.05	-	34.41	34.35	-0.04	-	34.13	34.21	+	34.19	34.21	+	34.19	-0.19	+	34.58	-0.05	+	34.61	-0.07
	100	34.55	-0.08	-	34.55	-0.04	-	34.56	34.58	0.02	+	34.51	34.45	+	34.50	34.45	+	34.58	-0.03	+	34.58	-0.03	+	34.60	-0.05
薩南(沿岸II) [st-15~19:5点]	0	34.53	-0.14	-	34.53	-0.03	-	33.94	33.34	-0.32	-	33.88	34.25	+	34.08	34.25	+	34.08	-0.20	+	34.59	-0.05	+	34.57	-0.16
	50	34.56	-0.10	-	34.58	-0.02	-	34.32	34.12	-0.31	-	34.26	34.23	+	34.12	34.23	+	34.12	-0.24	+	34.60	-0.05	+	34.65	-0.07
	100	34.68	-0.01	-	34.64	0.00	+	34.47	34.55	-0.08	-	34.47	34.36	+	34.42	34.36	+	34.42	-0.03	+	34.62	-0.03	+	34.64	-0.07
薩南(西) [st-4~1~5,25,26:4点]	0	34.55	-0.16	-	34.55	-0.05	-	33.54	33.94	0.32	+	33.71	34.21	+	34.11	34.21	+	34.11	-0.25	+	34.62	-0.06	+	34.61	-0.10
	50	34.56	-0.11	-	34.54	-0.01	-	34.27	34.31	-0.06	-	34.02	34.24	+	34.18	34.24	+	34.18	-0.04	+	34.60	-0.04	+	34.63	-0.06
	100	34.57	-0.08	-	34.56	-0.09	-	34.57	34.64	-0.02	-	34.50	34.37	+	34.49	34.37	+	34.49	-0.03	+	34.61	-0.03	+	34.65	-0.03

※1 9/10,12,2月(2008年より開始) 6月は一部定線を変更し2007年より開始したので平年値は無し

※2 平年値は、1991~2000の10年間

※3 薩南(沿岸I)の12月は1~4, 20, 22の6点。2月は1, 3, 20~22, 33の6点。

【偏差の目安】	低め		標準偏差(σ)		発生頻度	
	高め	低め	+	-	+	-
平年並み	+	-	+	-	+	-
やや	++	--	++	--	++	--
かなり	+++	---	+++	---	+++	---
甚だ	++++	----	++++	----	++++	----

## 改良型ノルパックネットによる主要魚種卵稚仔の出現状況

調査箇所数

海 域	4月	5月	6月	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	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
西部海域	8	8	1	8	8	8	8	8	1	8	1	8
南薩・大隅東部海域	15	15	15	15	15	15	15	15	13	15	15	15
計	25	25	17	25	25	25	25	25	16	25	17	25

海域区分

鹿児島湾内: St102,103 西部海域: St22~32 南薩・大隅東部海域: St1~21, 33  
時化等のため月により欠測点がある。

マイワシ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7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	2.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	0.0

マイワシ稚仔出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7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	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	0.0

カタクチイワシ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	79.0	241.0	165.0	18.0	9.0	1.5	87.5	0.0	2.0	0.0	1.0	2.0
西部海域	0.9	34.0	3.0	16.0	1.5	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	1.4
南薩・大隅東部海域	0.0	1.2	14.3	12.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0

カタクチイワシ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	13.5	188.5	77.0	32.5	10.0	0.0	1.5	2.0	0.0	0.0	4.0	0.0
西部海域	0.1	6.4	11.0	7.6	4.5	0.6	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	6.5
南薩・大隅東部海域	0.0	0.3	3.9	30.1	2.9	0.5	0.1	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0

ウルメイワシ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7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	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.0	13.0
西部海域	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	2.0	4.1
南薩・大隅東部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.1	0.5

ウルメイワシ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	7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	0.5	0.0	0.5
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.4
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	0.2	0.2	0.1

サバ属卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南薩・大隅東部海域	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

サバ属稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.1	1.0	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	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## 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

マサバ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西部海域	0.0	0.3	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	0.0

ゴマサバ卵出現状況(単位:粒/定点)

	4月	5月	6月	7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	0.0
西部海域	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南薩・大隅東部海域	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

マアジ卵出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	0.0	2.0	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	0.0	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	0.0

マアジ稚仔出現状況(単位:個体/定点)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
鹿児島湾内	2.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	4.0	4.5
西部海域	0.0	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	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0

# 200カイリ水域内漁業資源総合調査Ⅱ（マチ類）

宍道弘敏，調査船くろしお，おおすみ乗組員一同

## 【目的】

本県海域におけるマチ類（アオダイ・ハマダイ・ヒメダイ・オオヒメ）の漁業実態の把握，生物情報の収集，資源状態の把握等により，資源回復計画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

熊毛・奄美海域を対象にアオダイ78尾，ハマダイ169尾，ヒメダイ47尾，オオヒメ88尾を採集し，尾叉長・体重・生殖腺重量を測定し，性別を判定した。また，生殖腺は10%ホルマリン溶液中で固定し，成熟・産卵生態に関する組織学的観察に供した。さらに耳石を摘出し，年齢査定に供した。

実施期間：周年

#### （2）標識放流

マチ類の移動回遊生態を把握するため，熊毛海域におけるマチ類の主漁場一つである“下のだんとう（種子島南沖）”において，主にアオダイを対象として実施した。

実施期間：平成21年7月27～8月1日，8月29～31日（のべ8日）

使用漁船：南種子町漁協所属船2隻（7.3t，6.6t）

標識：Hallprint社製ダートタグPDX型×1本

装着部位：背鰭第3～4棘条下付近

放流手順：①サンプルを漁獲（毎秒1m程度の速度でゆっくり巻き上げる）

②冷却海水（18℃以下）内で注射器及び注射針を用いて浮袋内の空気を抜く

③胃が反転している場合はプラスチック棒で腹腔内へ押し戻す

④肛門から腸が飛び出している場合も同様に押し戻す

⑤活力を確認し，良好な個体のみステンレス製標識装着具を用いて標識を装着

⑥尾叉長を0.5cm単位で計測

⑦放流

### 3 資源状態に関する調査

#### （1）市場調査

熊毛・奄美海域における主要漁場別尾叉長組成を把握するため，各海域の主要水揚げ港3カ

所（種子島漁協中種子支所，屋久島漁協，奄美漁協）において，月8回を基本として，尾又長測定を実施した。また，得られたデータから漁獲物の平均尾又長の推移を把握し，資源の回復状況を推察した。

実施期間：周年

調査項目：尾又長測定，生産者・漁場の記録

## （2）市場精密測定調査

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

調査頻度：1回／月

実施期間：周年

調査項目：標準体長測定，重量・尾数・生産者・産地の記録

測定精度：0.5cm

調査方法：漁獲物の全数測定を基本とするが，箱詰めされていて全ての個体を測定できない場合は4～8尾程度を測定し，全体に引き延ばす

(Ex)15尾のうち5尾測定し，BL32，31，33，32，31cmだった場合，32，31，33，32，31cmを3回繰り返す

## （3）周年保護区漁獲調査

資源回復計画で設定されている周年保護区のうち，熊毛・奄美海域ごとに各1カ所のモデル保護区を選定し，漁獲調査（備船調査）を実施した。保護区内で漁業者に通常の一本釣り操業をして頂き，以下の項目を調査した。得られたデータから，CPUEや尾又長組成の推移を把握し，周年保護区における資源の回復状況を推察した。

実施期間：平成21年8月～12月（詳細は表7に記載）

調査対象：熊毛海域：屋久新曾根（オアヲ判，棘剛）（屋久島南沖）

奄美海域：ファーズネ（沖永良部島北東沖）

使用漁船：熊毛海域：屋久島漁協所属船1隻（9.1t）

奄美海域：沖永良部島漁協所属船1隻（1.3t）

調査項目：尾又長測定，操業回ごとの操業位置・時刻・水深・漁獲尾数・魚種の記録

## （4）標本船調査

熊毛・奄美海域においてモデル漁船10隻を選定し，日々の操業記録からCPUEの推移を把握し，資源の回復状況を推察した。今年度は調査対象として奄美漁協所属船1隻を追加した。

実施期間：周年

対象漁船：種子島漁協所属船 3隻（7.3t，5.9t）

南種子町漁協所属船 2隻（7.3t，6.6t）

奄美漁協所属船 1隻（4.0t）

とくのしま漁協所属船 3隻（3.4t，3.2t，3.0t）

沖永良部島漁協所属船 1隻（1.1t）

調査項目：日別漁場別魚種別漁獲尾数・重量の記録

## 【結果及び考察】

### 1 漁獲統計調査

鹿児島市中央卸売市場における平成21年のマチ類取扱実績は、123トン、1億2,490万円、平均単価1,019円/kgで、数量・金額・単価ともに減少傾向である（図1～3）。

熊毛海域における平成21年のマチ類漁獲量は、アオダイ20.1トン、ハマダイ13.5トン、ヒメダイ3.2トン、オオヒメ1.3トンで、これまで減少傾向だったアオダイが前年を大きく上回り、平成17年以降の最高値となった。ハマダイは増加傾向で、平成17年以降の最高値となった。ヒメダイは減少傾向で、平成17年以降の最低値となった。オオヒメは横ばいである。（図4）。

奄美海域における平成21年のマチ類漁獲量は、アオダイ69.5トン、ハマダイ32.6トン、ヒメダイ・オオヒメ35.4トンで、これまで横ばいだったアオダイが前年を上回り、平成17年以降の最高値となった。ハマダイは増加傾向で、平成17年以降の最高値となった。ヒメダイ・オオヒメはやや増加傾向である。（図5）。

指宿漁協岩本支所所属船の平成21年のマチ類漁獲量は、アオダイ88.2トン、ハマダイ12.1トン、ヒメダイ34.6トン、オオヒメ20.1トンであった。平成20年以降操業隻数が減少しているため（9隻→5隻）、特にアオダイの漁獲量が大きく減少している。（図6）。

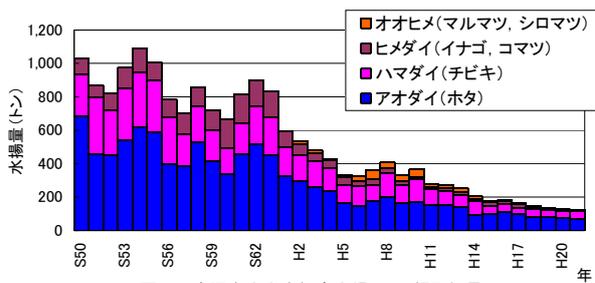


図1 鹿児島市中央卸売市場 マチ類取扱量

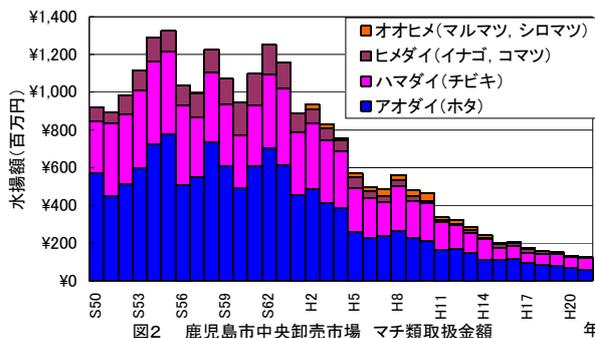


図2 鹿児島市中央卸売市場 マチ類取扱金額

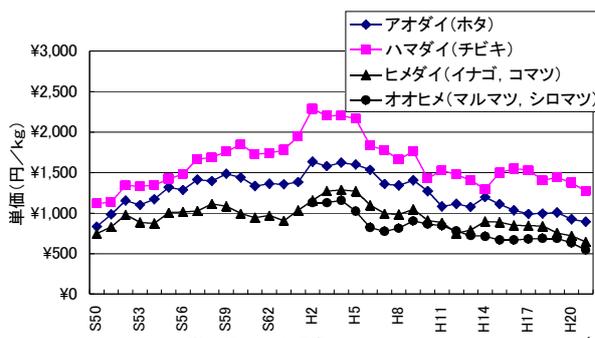


図3 鹿児島市中央卸売市場 マチ類平均単価

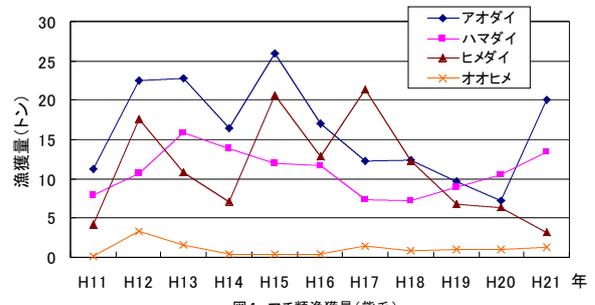


図4 マチ類漁獲量(熊毛)

※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入する可能性がある

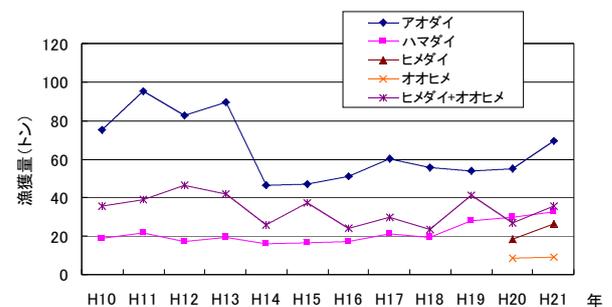


図5 マチ類漁獲量(奄美)

※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含む

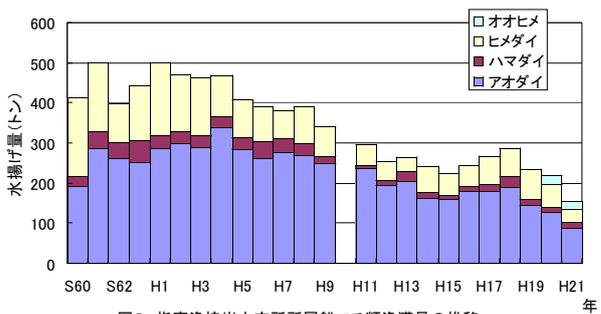


図6 指宿漁協岩本支所所属船 マチ類漁獲量の推移

※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21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。

今後も引き続きサンプルの充実を図ることとしており、表1に示す暫定値は、今後変更の可能性はある。

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(尾又長)	雌の年齢別成熟割合
アオダイ	♂:2~11月 ♀:4~11月	278mm	2歳:40%, 3歳:59%, 4歳:80%, 5歳以降:ほぼ100%
ハマダイ	♂:4~11月 ♀:5~12月	696mm	8歳から成熟可能個体が見られる
ヒメダイ	♂:周年 ♀:4~11月	241mm	1歳以降:ほぼ100%
オオヒメ	♂:5~2月 ♀:4~9月	293mm	2歳:23%, 3歳:62%, 4歳以降:100%

\*♂:機能的成熟期, ♀:放卵期

©片山(2007), 浅井(2007), 増田ら(2008), 登日(2009)参照

### (2) 標識放流

のべ8日間でアオダイ263尾, ヒメダイ34尾, オオヒメ45尾を放流した。このうち, アオダイ2尾, ヒメダイ1尾が放流後20~41日後に再捕され, 熊毛海域では初めての再捕記録となった。移動及び成長はほとんどなかった。奄美海域では放流後1年以上経過後に再捕された事例も確認されているので, 今後さらなる知見の蓄積が期待される。

表2 マチ類標識放流実績

放流年月日	放流場所	魚種			
		アオダイ	ヒメダイ	オオヒメ	ハマダイ
'06.7.10~12	奄美北部海域(アッタ曾根)	226	1	0	-
'06.8.30~9.2	"	346	0	9	-
'07.7.20~22	"	269	15	11	-
'08.8.22~26	種子島南部海域(下のだんとう)	112	5	1	-
'09.7.27~8.31	"	263	34	45	-
'06.9.28	屋久島南沖海域(屋久新曾根)	-	-	-	4
'07.10.2~3	"	-	-	-	9
合計		1,216	55	66	13

表3 マチ類放流魚再捕実績

魚種	放流日	放流場所	再捕日	再捕場所	経過日数	移動距離
アオダイ	'05.7.12	アッタ曾根	'05.11.27	アッタ曾根	138	ほとんどなし
	'05.7.10	"	'05.11.27	"	140	ほとんどなし
	'05.7.12	"	'05.11.29	"	140	ほとんどなし
	'06.8.31	"	'07.3.26	"	207	ほとんどなし
	'06.8.30	"	'07.9.26	シビ曾根	392	150km
	'06.8.31	"	'07.11.1	大島新曾根	427	40km
	'09.7.27	下のだんとう	'09.8.16	下のだんとう	20	ほとんどなし
	'09.7.31	"	'09.9.10	"	41	ほとんどなし
ヒメダイ	'09.8.1	下のだんとう	'09.8.24	下のだんとう	23	ほとんどなし
オオヒメ	'07.7.22	アッタ曾根	'08.8.6	白浜曾根	381	93km
	'07.7.20	"	'08.12.18	アッタ曾根南	517	ほとんどなし

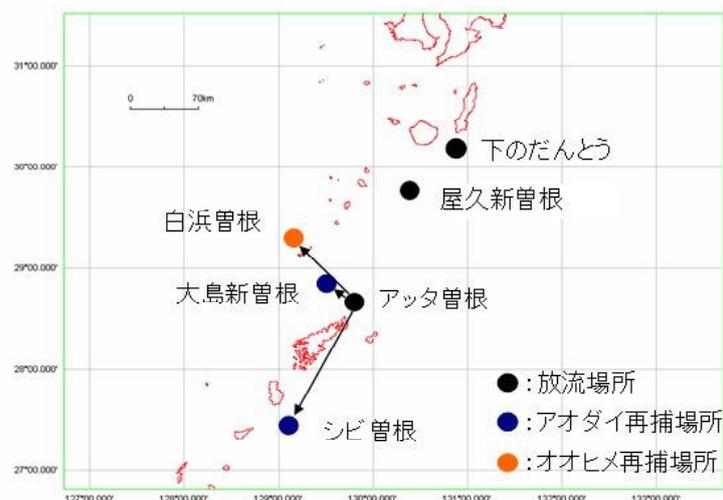


図7 マチ類標識放流再捕位置図

### 3 資源状態に関する調査

#### (1) 市場調査

熊本海域及び奄美北部海域における漁獲物の平均尾又長の推移を表4～5に示す。

平成17年に開始された資源回復計画の、開始後の資源回復状況を推察するため、平成16・17年の漁獲物平均尾又長と平成20・21年のそれを比較したところ、熊本海域のハマダイ、奄美海域のヒメダイで平均サイズの増加がみられ、その他の魚種では平均サイズの減少がみられた(表4・5)。

平均サイズが増加した魚種が見られる一方で減少した魚種も見られることから、漁獲物平均尾又長の変動から資源回復計画の取り組み効果を海域全体で評価することは、今のところ困難である。

しかし、保護区が設定されている漁場について詳しくみると、田之脇曾根(種子島東沖)のアオダイ・ヒメダイ、ベントイ曾根(種子島東沖)のハマダイ、屋久新曾根(屋久島南沖)のハマダイ・ヒメダイ・オオヒメ、アッタ曾根(奄美大島北東沖)のアオダイ・ヒメダイで漁獲サイズの増加がみられた。また、アッタ曾根と大島新曾根のハマダイでは、平成17・18年と平成20・21年の比較において平均尾又長の増加がみられた。以上のことから、保護区が設定されている漁場では、多くの魚種で平均サイズの大型化がみられており、資源回復計画の取り組みの効果が現れ始めている可能性があると考えられる。

表4 市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ(熊本海域)

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)
H16	1,533	35.3	1,401	40.9	1,254	31.4	203	36.5
H17	3,015	32.3	3,717	38.7	3,237	32.6	506	34.7
H18	1,344	33.0	1,811	40.0	1,718	33.3	233	35.6
H19	1,031	33.6	1,380	40.5	1,200	31.4	196	30.4
H20	922	33.0	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
H16・17平均尾又長(cm)		33.3		39.3		32.3		35.2
H20・21平均尾又長(cm)		32.9		40.1		31.3		34.5
増減率		▲ 0.01		△ 0.02		▲ 0.03		▲ 0.02

※調査実施市場

種子島漁協中種子支所・屋久町漁協(H17～屋久島漁協)

表5 市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ(奄美北部海域)

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)	サンプル数	平均尾又長 (cm)
H16	7,994	33.4	1,266	40.9	1,111	30.6	2,248	37.5
H17	6,607	31.0	1,050	42.2	477	30.5	2,214	36.8
H18	7,531	31.7	1,303	37.0	1,741	32.0	2,354	38.3
H19	9,080	33.3	1,904	39.6	9,624	30.8	4,249	38.3
H20	6,214	30.9	1,517	41.6	1,619	32.8	1,667	37.2
H21	10,504	31.2	965	39.7	3,036	32.4	2,304	36.9
H16・17平均尾又長(cm)		32.3		41.5		30.5		37.2
H20・21平均尾又長(cm)		31.1		40.9		32.6		37.0
増減率		▲ 0.04		▲ 0.01		△ 0.07		▲ 0.00

※調査実施市場

H16年 名瀬漁協市場

H17年 名瀬漁協市場・奄美漁協市場

H18年 名瀬漁協市場・奄美漁協市場

H19年～ 奄美漁協市場

表6 保護区が設定されている漁場におけるマチ類平均漁獲サイズの比較

漁場	アオダイ			ハマダイ			ヒメダイ			オオヒメ		
	平均尾叉長(cm)		増減率									
	H16・17	H20・21										
田之脇曾根	32.8	33.2	△ 0.01	42.5	31.7	▲ 0.25	31.3	31.5	△ 0.01	33.3	33.3	△ 0.00
ペンタイ曾根	—	—	—	36.7	38.5	△ 0.05	—	—	—	—	—	—
屋久新曾根	—	—	—	40.5	45.5	△ 0.12	34.2	36.5	△ 0.07	36.1	50.0	△ 0.39
アッタ曾根	28.9	30.8	△ 0.07	36.4 *	45.3	△ 0.24	30.9	33.3	△ 0.08	37.1	36.1	▲ 0.03
大島新曾根	35.9	32.3	▲ 0.10	43.7 *	46.1	△ 0.05	—	—	—	—	—	—

\*H17・18年平均

(2) 市場精密測定調査

平成21年の体長組成を図8～11に示す。

魚種によっては欠測月があったり、測定尾数が1桁台の月があるなど、サンプル数が必ずしも十分とはいえない。今後は調査頻度を増やすなどして、データの充実を図る必要がある。

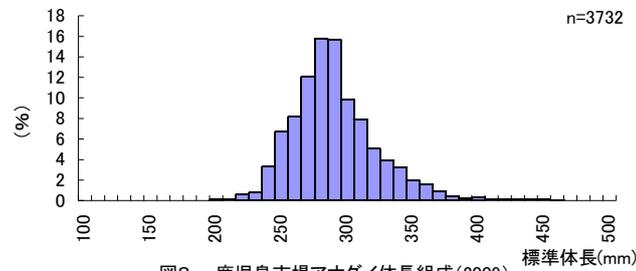


図8 鹿児島市場アオダイ体長組成(2009)

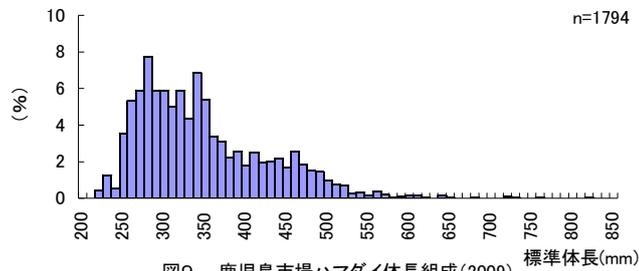


図9 鹿児島市場ハマダイ体長組成(2009)

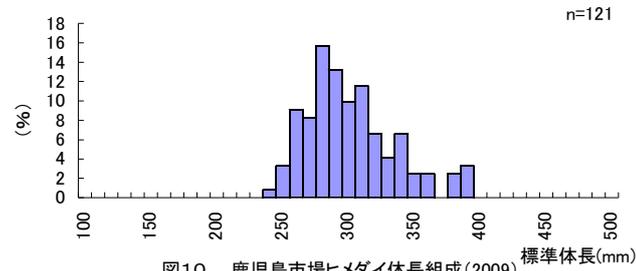


図10 鹿児島市場ヒメダイ体長組成(2009)

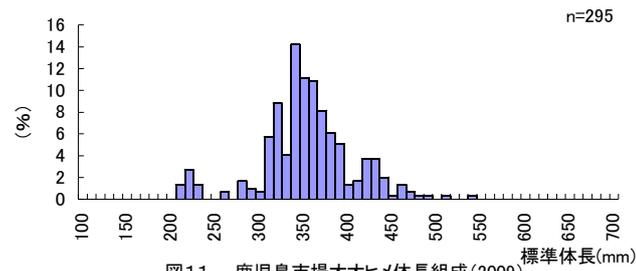


図11 鹿児島市場オオヒメ体長組成(2009)

(3) 周年保護区漁獲調査

平成18～21年の調査結果を表7に示す。

ファーズネでは、アオダイ・ハマダイ共に、21年にCPUE、平均サイズともに前年を下回ったものの、20年までの3年間では増加傾向が伺えた。調査協力を頂いている漁業者から、保護区内の魚探反応がよくなってきたとの感想も得られており、周年保護の効果が徐々に現れつつあると思われる。

屋久新曾根では、ハマダイはCPUE、平均サイズともに全体としては減少傾向を示したが、CPUEは19年以降の3年間ではわずかに増加傾向が伺えた。アオダイは、平均サイズは減少してきているもののCPUEは増加傾向にあることが伺えた。屋久新曾根においても、わずかながら周年保護の効果が現れ始めていると思われる。

表7 周年保護区漁獲調査結果

(屋久新曾根)

(尾叉長:cm)

年度	回	調査日	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
			漁獲尾数	平均尾叉長	漁獲尾数	平均尾叉長	漁獲尾数	平均尾叉長	漁獲尾数	平均尾叉長
H18	第1回	H18.6.5	17	34.4	16	36.1	2	36.5	0	—
	第2回	H18.9.28	5	35.0	21	29.4	0	—	0	—
	合計		22	34.6	37	32.3	2	36.5	0	—
H19	第1回	H19.8.21	3	35.0	0	—	0	—	0	—
	第2回	H19.11.1	5	31.4	0	—	0	—	0	—
	合計		8	32.7	0	—	0	—	0	—
H20	第1回	H20.7.10	0	—	1	19.9	0	—	0	—
	第2回	H20.8.26	6	32.8	0	—	0	—	1	40.5
	第3回	H20.9.10	20	33.3	0	—	0	—	0	—
	合計		26	33.2	1	19.9	0	—	1	40.5
H21	第1回	H21.8.28	26	31.8	2	30.0	0	—	0	—
	第2回	H21.10.29	25	33.2	2	30.2	0	—	0	—
	第3回	H21.11.10	6	33.2	4	32.0	0	—	0	—
	合計		57	32.6	8	31.1	0	—	0	—

(ファーズネ)

(尾叉長:cm)

年度	回	調査日	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
			漁獲尾数	平均尾叉長	漁獲尾数	平均尾叉長	漁獲尾数	平均尾叉長	漁獲尾数	平均尾叉長
H18	第1回	H18.5.18	0	—	0	—	2	31.9	0	—
	第2回	H18.9.28	18	33.0	3	30.5	3	30.2	0	—
	合計		18	33.0	3	30.5	5	30.9	0	—
H19	第1回	H19.8.21	17	34.7	2	47.9	0	—	0	—
	第2回	H19.12.17	14	35.5	18	38.3	0	—	0	—
	合計		31	35.1	20	39.3	0	—	0	—
H20	第1回	H20.10.10	5	35.1	0	—	6	28.0	0	—
	第2回	H20.11.7	48	34.5	13	39.1	2	32.2	0	—
	合計		53	34.6	13	39.1	8	29.0	0	—
H21	第1回	H21.8.30	5	33.1	18	34.9	0	—	0	—
	第2回	H21.12.8	11	33.7	1	34.0	0	—	0	—
	合計		16	33.5	19	34.9	0	—	0	—

(4) 標本船調査

平成17～21年の調査結果を表8・9に示す。

熊毛海域については、4種のCPUEは減少傾向であったが、平成21年は前年を上回った。魚種別にみるとヒメダイのCPUEの減少が顕著である。

奄美海域については、平成21年の4種のCPUEは前年を上回った。これには、今年度奄美漁協所属船（笠利・龍郷地区）1隻を追加したことが影響している可能性がある。

釣り漁業の場合、燃油高騰による漁場選択の変化、他魚種の漁獲動向及び相場変動との兼ね合い、海況の変化による操業条件の変動、サメ被害による操業海域の制限等、漁獲努力が安定しない場合が多いため、CPUEの変動と資源の変動を関連づけて考察するには注意が必要である。

また、標本船の規模・乗組員数等が様々であるため、CPUEの変動から海域全体の資源の変動を推察するには、今後、各船のCPUEの標準化を検討する必要がある。

表8 熊毛海域標本船調査結果(種子島地区のべ11隻) (kg, kg/隻日)

年	のべ 操業日数	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ		合計	
		漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE
2005	6	0.0	0.0	107.2	17.9	300.3	50.1	0.0	0.0	407.5	67.9
2006	194	1,472.1	7.6	502.8	2.6	5,647.2	29.1	154.1	0.8	7,776.2	40.1
2007	101	1,821.9	18.0	452.5	4.5	1,578.4	15.6	75.6	0.7	3,928.4	38.9
2008	154	1,881.6	12.2	311.1	2.0	1,569.2	10.2	621.7	4.0	4,383.6	28.5
2009	181	5,375.9	29.7	948.1	5.2	1,407.0	7.8	168.3	0.9	7,899.3	43.6

表9 奄美海域標本船調査結果(笠利・龍郷・徳之島・沖永良部地区のべ5隻) (kg, kg/隻日)

年	のべ 操業日数	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ		合計	
		漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE
2005	8	61.2	7.7	0.0	0.0	0.7	0.1	18.3	2.3	80.2	10.0
2006	154	1,482.6	9.6	445.7	2.9	179.0	1.2	157.3	1.0	2,264.6	14.7
2007	199	2,696.0	13.5	1,586.1	8.0	540.2	2.7	45.6	0.2	4,867.9	24.5
2008	196	1,582.6	8.1	1,948.3	9.9	282.9	1.4	44.8	0.2	3,858.6	19.7
2009	229	2,672.3	11.7	2,323.5	10.1	684.2	3.0	283.3	1.2	5,963.3	26.0

【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．

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．

海老沢明彦（2007）．琉球列島海域に分布するハマダイの産卵期と成熟体長（生物情報収集調査およびアオダイ等資源回復推進調査），平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書．91-92．

# 200カイリ水域内漁業資源総合調査－Ⅲ (トビウオ資源動向調査)

立石章治

## 【目 的】

鹿児島県，長崎県，佐賀県の3県連携によって農林統計の漁獲データを基に各県の長期的な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での漁獲データを収集し，漁獲実態の把握を図る。

## 【方 法】

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て生物学的特性の把握に努めた。

## 【結果及び考察】

### (1)資源状態

農林水産統計年報によると，鹿児島県におけるトビウオ類の漁獲量はS51年以降，約900～2,600トンの間を推移しており，当センター調べではH21年の漁獲量は1,100トンであった。S62年代以降は概ね1,500トン前後を横ばいで推移している(図1)。このうち，最も多くの割合を占めていると考えられるハマトビウオの屋久島漁協における漁獲量は1996年から2000年にかけて一旦増加した後，500トン前後で推移している(図2)。漁業種類では，熊毛地区，奄美南部では主にロープ曳き，甑島海域，南薩海域，大隅半島南部では定置網で漁獲されている。

また，九州北西部海域(長崎県+佐賀県)におけるトビウオ類の漁獲量は年変動が大きく，1965年以降，約1,000～3,000トンの間を推移しており，2006年の漁獲量は1,869トンであった(図3)。長崎県と佐賀県の標本漁協における産卵親魚の漁獲量(定置網)は，ツクシトビウオ，ホソトビウオ共に横ばい傾向にあり，2009年のトビウオ親魚飛翔目視観察においても前年と同程度の来遊が確認されている。一方，九州北西部の8月の水温が低めに推移したことから，秋に漁獲の主体となるホソアオトビ未成魚の来遊が少なく，船曳網での漁獲量は前年をやや下回った。これは長崎県における船曳網の漁獲量変動には親魚量の水準のほか夏季の水温や漁期中に吹く北東風の日数が影響していると考えられる。

以上の漁獲動向等をもとに主要4種の資源水準および資源動向は以下のとおりと推測される。

ツクシトビウオ	中水準	横ばい傾向
ホソトビウオ	中水準	横ばい傾向
ホソアオトビ	中水準	横ばい傾向
ハマトビウオ	中水準	横ばい傾向

### (2)出現状況

トビウオ類の一大産地である屋久島での主な出現状況を見ると，1～4月にハマトビウオ，4～6月にトビウオ，ツクシトビウオおよびホソトビウオ，6～8月にアヤトビウオ，9～11月にオオメナツトビ，トビウオの出現が見られた。漁獲量は少ないがその他としてホソアオトビ，カラストビウオ，チャバネトビウオ，オオアカトビ，アカトビ，マトウトビウオが見られた(図4)。屋久島以外では南薩でバショウトビウオ，アリアケトビウオ，与論でツマリトビウオも見られた。

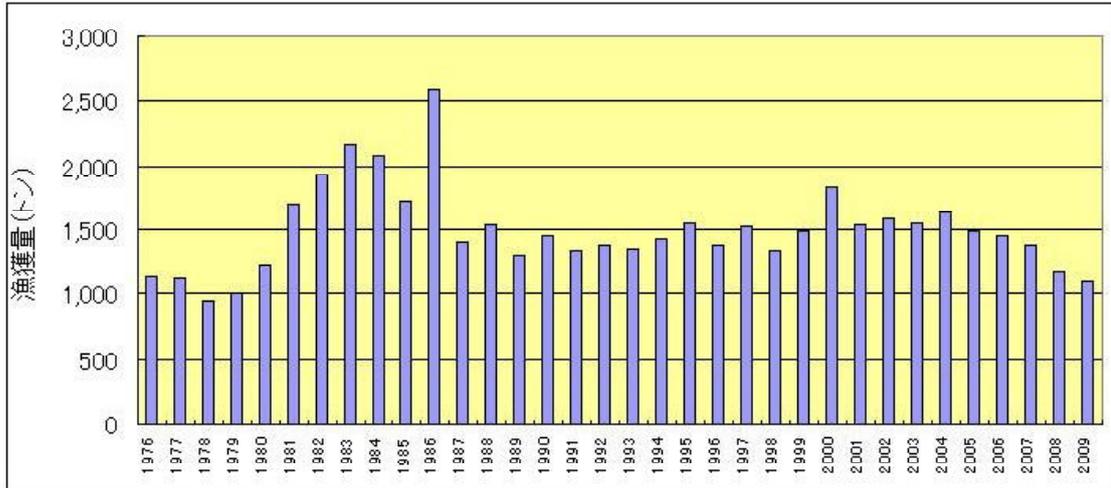


図1 鹿児島県のトビウオ漁獲量の推移  
(2007までは農林水産統計年報, 2008以降は水産技術開発センター調べ)

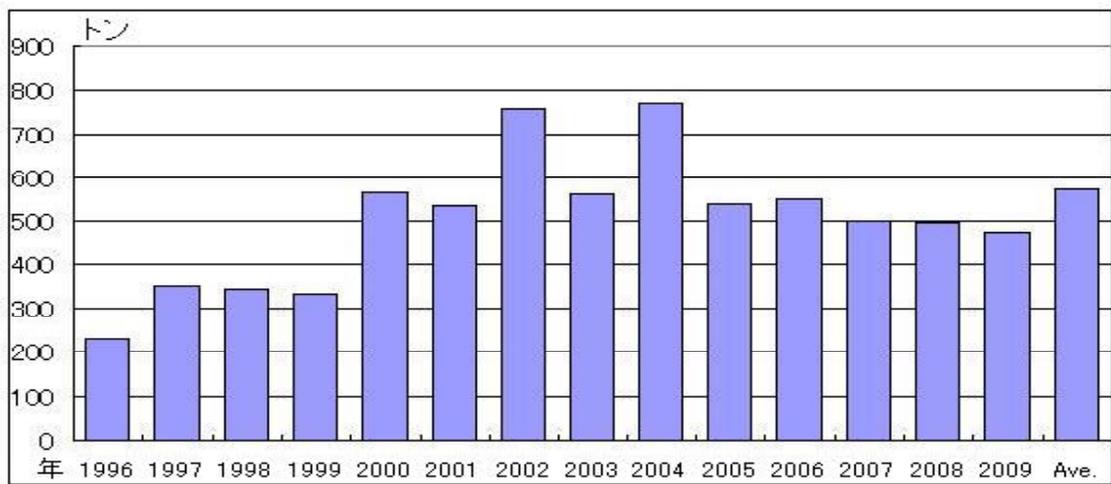


図2 屋久島のハマトビウオ(大トビ)漁獲量の推移

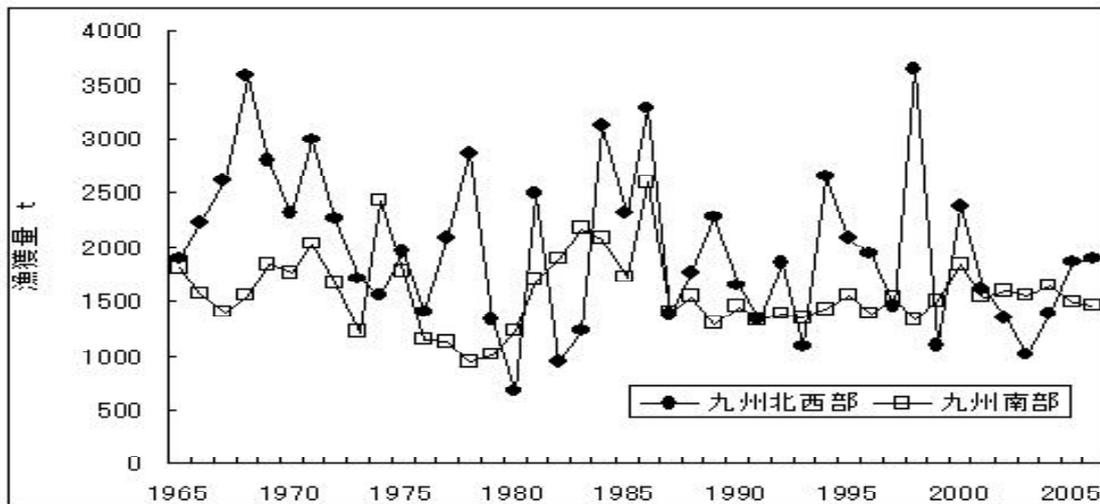


図3 トビウオ類漁獲量の経年変化 農林統計より  
(九州北西部:長崎県+佐賀県 九州南部:鹿児島県)

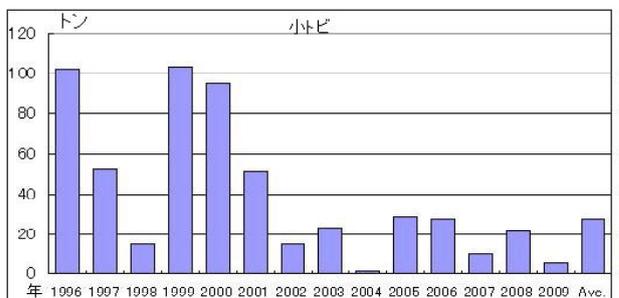
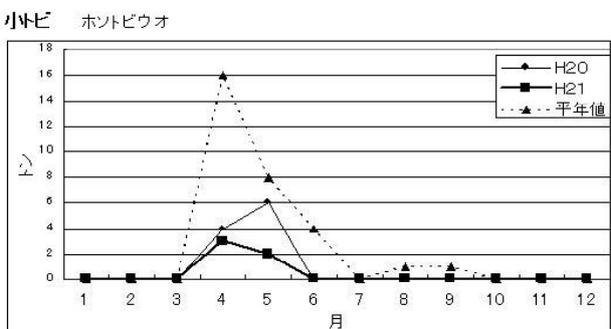
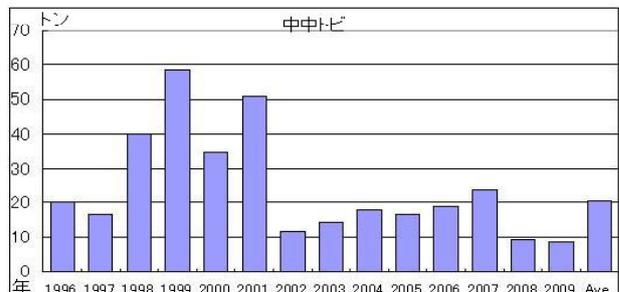
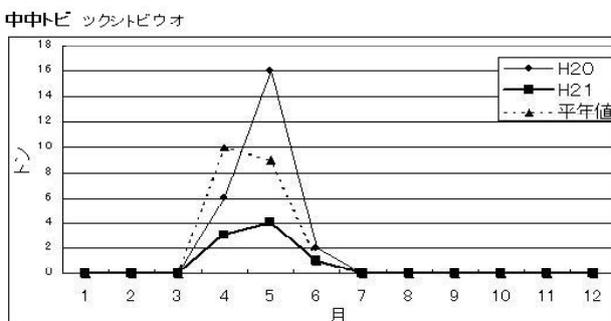
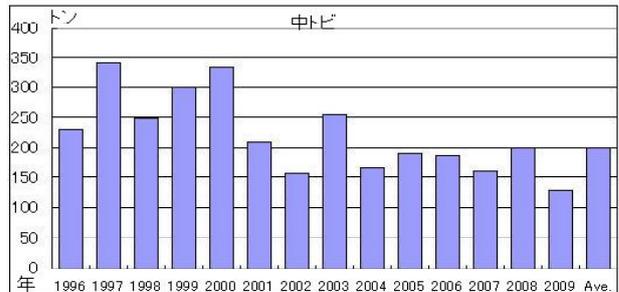
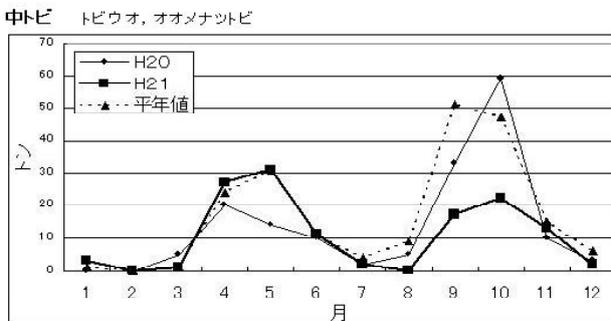
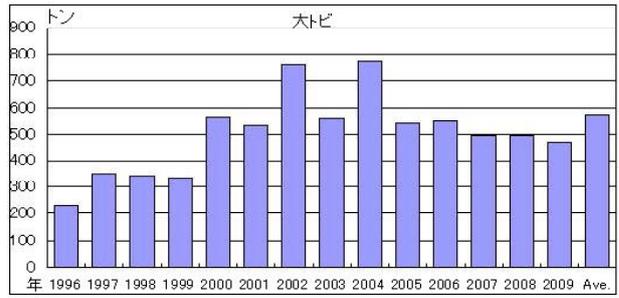
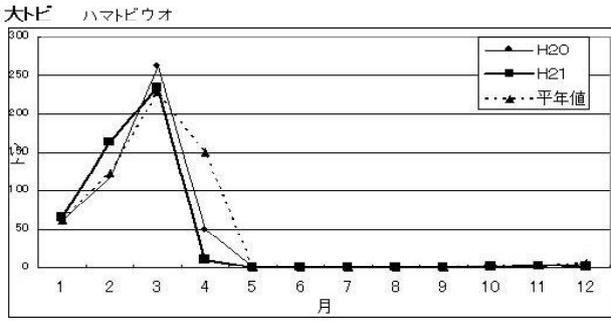
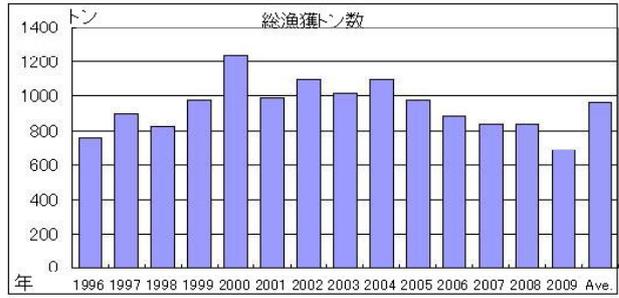
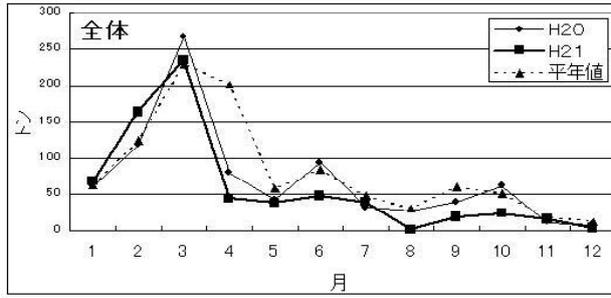
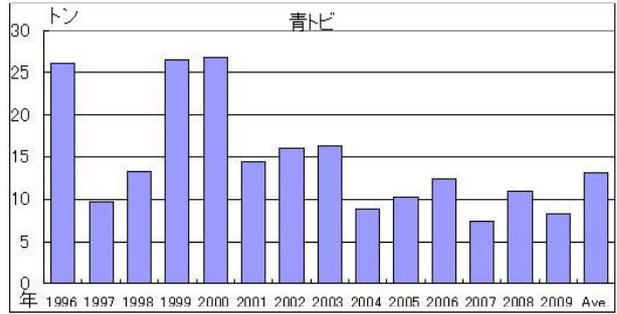
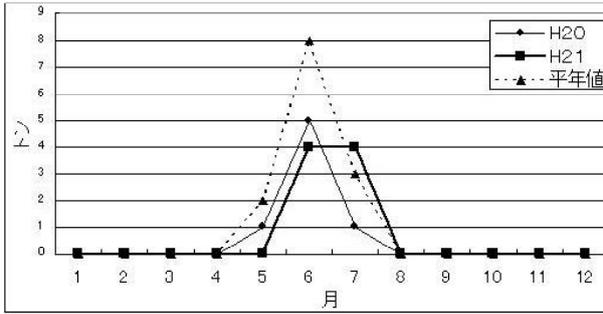
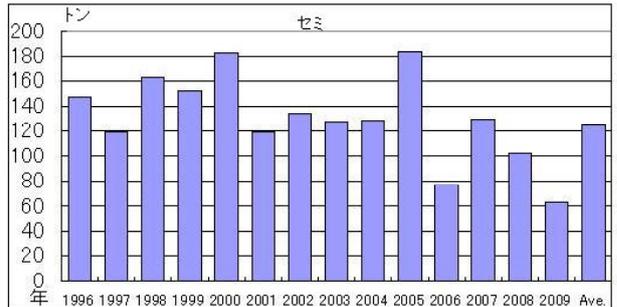
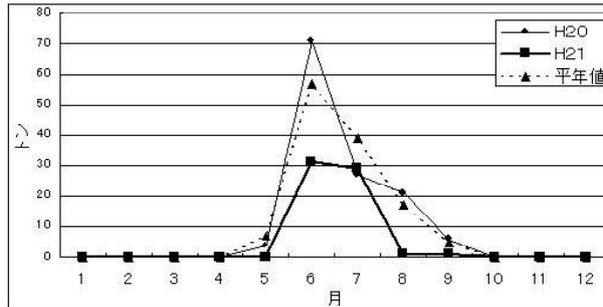


図4 屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化および経年変化(1)

青トビ カラストビウオ



セミ アヤトビウオ



赤トビ チャバネトビウオ, オオアカトビ, アカトビ, マウトビウオ

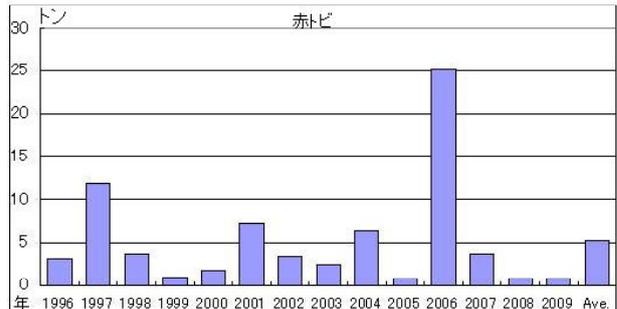
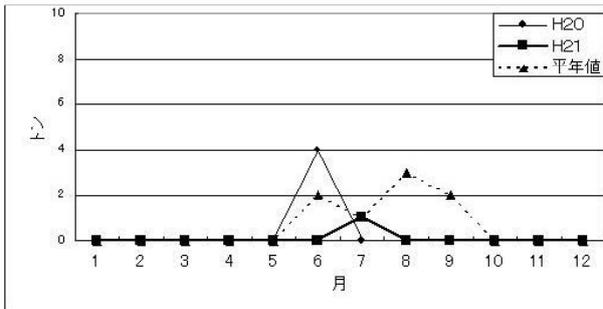


図4 屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化および経年変化(2)

(3)ホソトビウオ, ツクシトビウオの生物学的特性

長崎県や鹿児島県で漁獲の対象となっているホソトビウオとツクシトビウオの産卵期は、長崎県におけるG S I 調査から5～7月と考えられる。しかし、鹿児島県のホソトビウオとツクシトビウオのメスのG S Iは九州北西部より低い値を示した(図5)。

また、産卵期中に両県とも定置網ではオスの比率が高く、一方、長崎県のまき網や屋久島のロープ曳きではメスの比率が定置網と比較していずれも高くなった(図6)。特に長崎県のまき網では屋久島のロープ曳きよりメスの比率が非常に高い値を示しており、長崎県総合水産試験場研究報告第33号(一丸 2007)では、先に成熟したオスが沿岸域に早く来遊し、メスは沖合域で成熟しながら、産卵行動を行う時だけ沿岸域に移動すると述べていることから、ホソトビウオとツクシトビウオの主産卵場は九州北西部と推察された。しかし、鹿児島県で漁獲されるツクシトビウオでも5月にG S Iの増加が見られるため、九州南部でも産卵する可能性があることから、今後も調査を継続する必要がある。

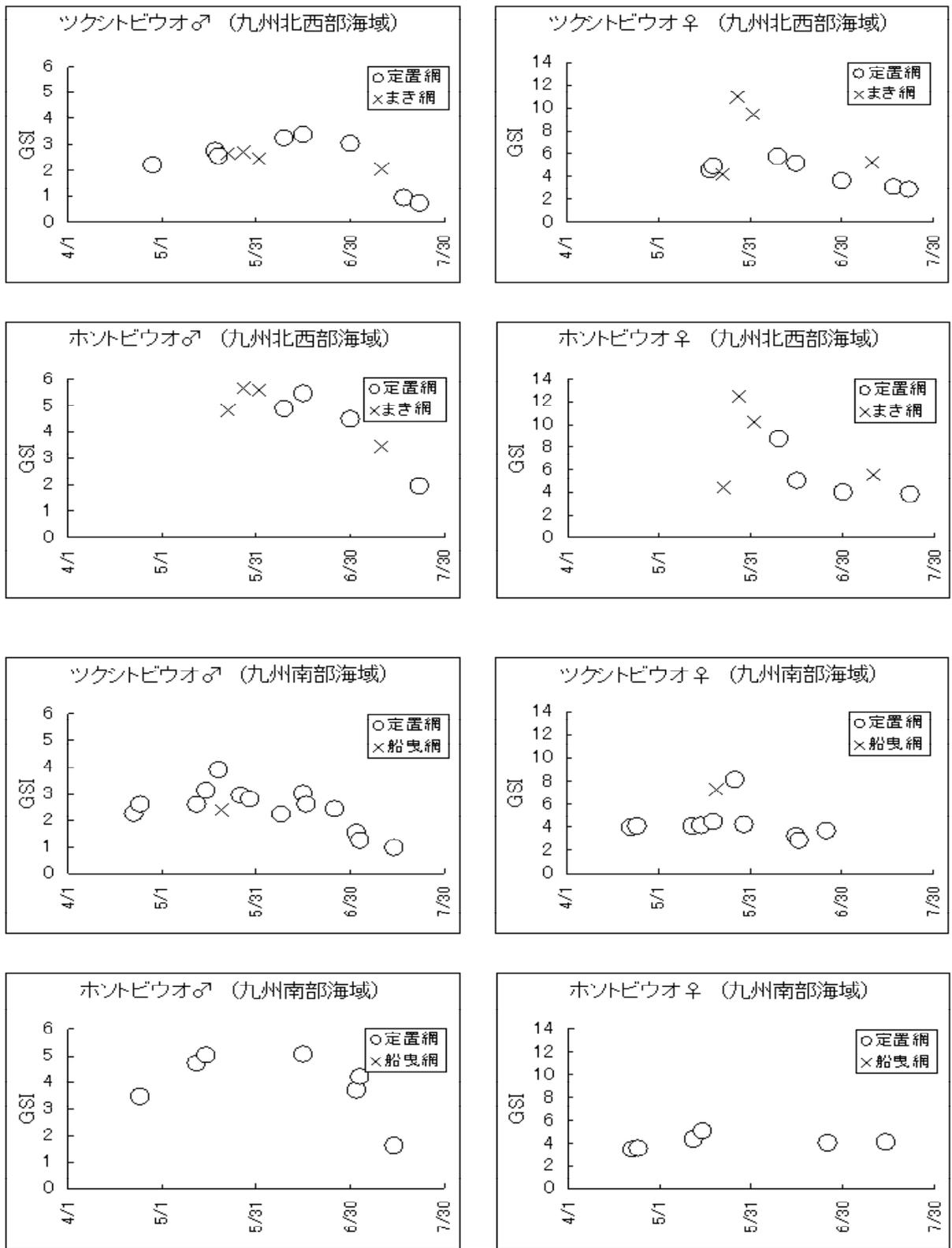


図5 ツグシトビウオ及びホソトビウオのGSI(2009年)

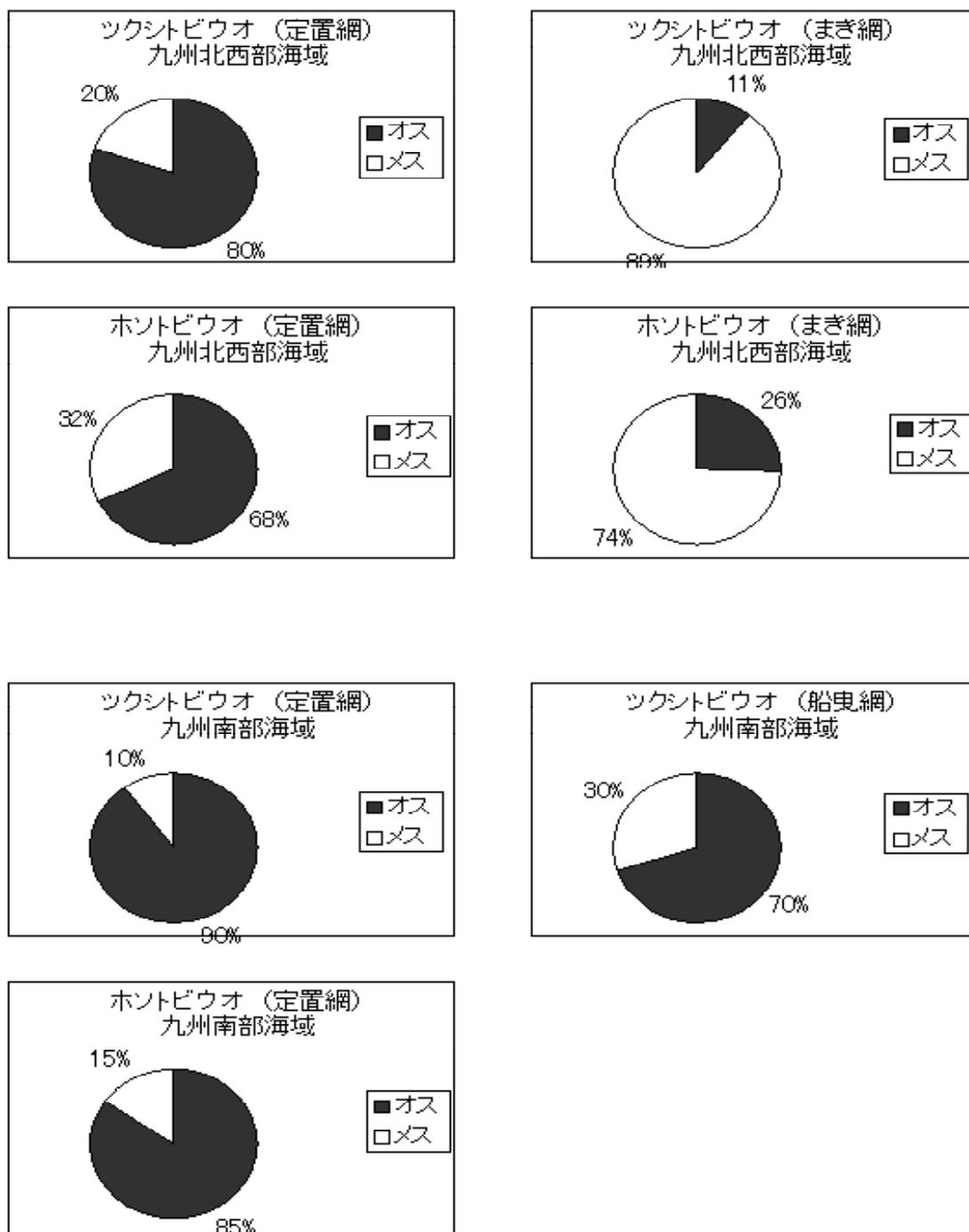


図6 ツクシビウオ及びホソビウオの漁法別雌雄比率(2009年)

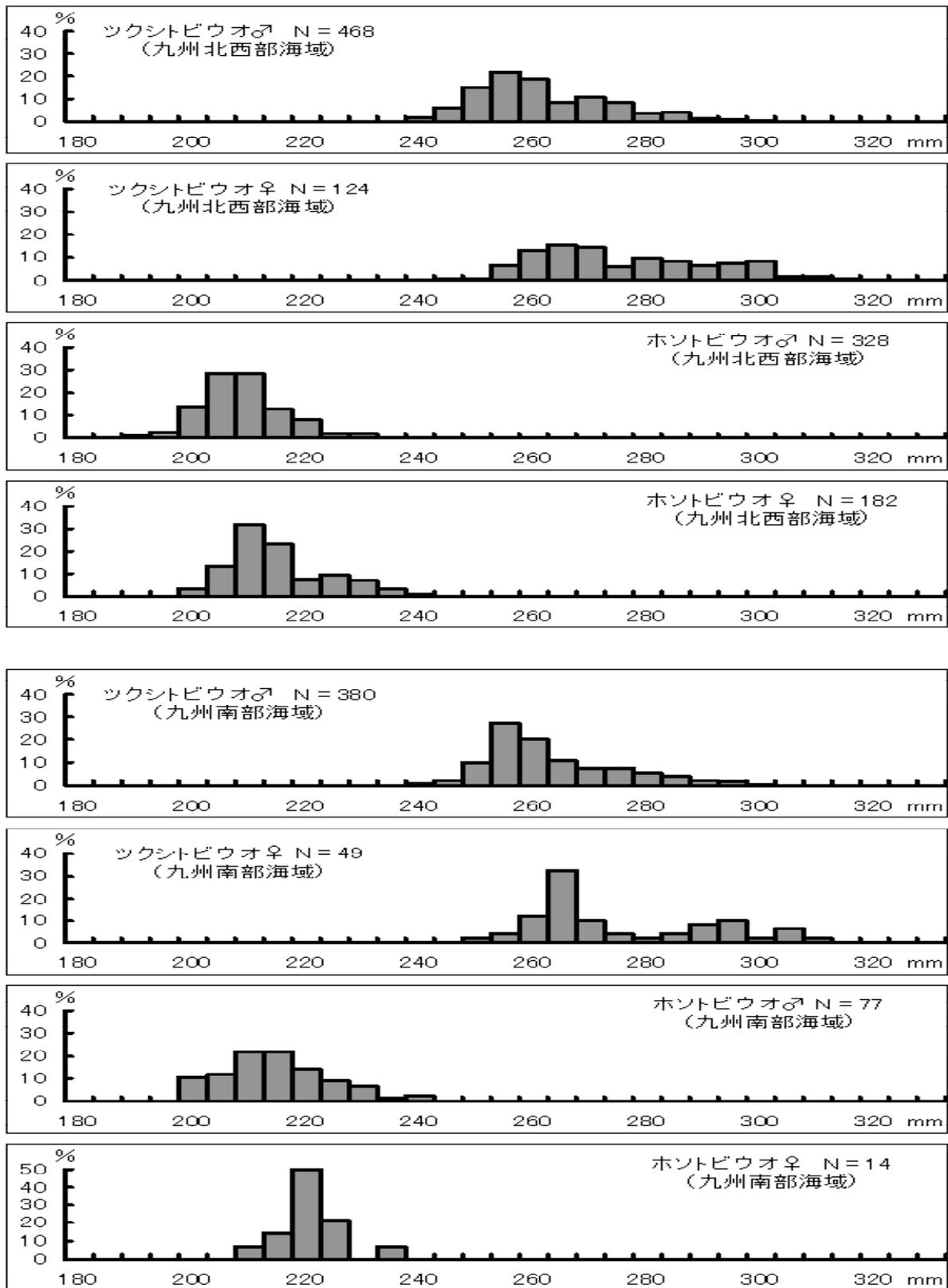


図7 ツクシトビウオ及びホソトビウオ漁獲物の尾叉長組成(2009年)

#### (4)ハマトビウオの生物学的特性

鹿児島県の1～4月に漁獲の主対象となっているハマトビウオのオGSIを見ると、オスは10月は2以下だが、12月から2月にかけて増加傾向にあった。メスは10月のGSI値は低いが、2～3月はGSI値が高くなり、15以上の値を示すものでは、透明卵をもつ個体も見られた(図8)。

また、オス91尾、メス27尾の体長組成を見ると、オスは330mm～384mm、平均354mm、メスは345mm～412mm、平均388mmとメスが大きい傾向が伺えた(図9)。

種子島漁協ではハマトビウオでも通常のを“大トビ”、大型の個体を“特大トビ”として区別しており、大トビ83尾、特大トビ25尾について性比を調査した。その結果、“大トビ”では90%以上をオスが占めたが、逆に“特大トビ”ではメスが90%以上を占めていた(図10)。併せて、種子島漁協、屋久島漁協のサンプルを合わせたオス91尾、メス27尾の尾叉長についてT検定を行ったところ、 $P < 0.01$ で有意差が認められ、本種はメスが大きいことが伺えた。

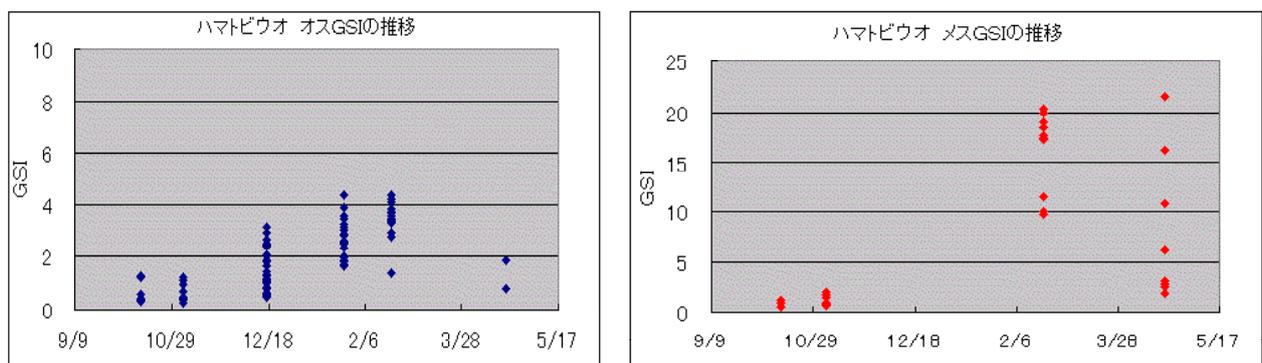


図8 ハマトビウオ雌雄のGSIの推移

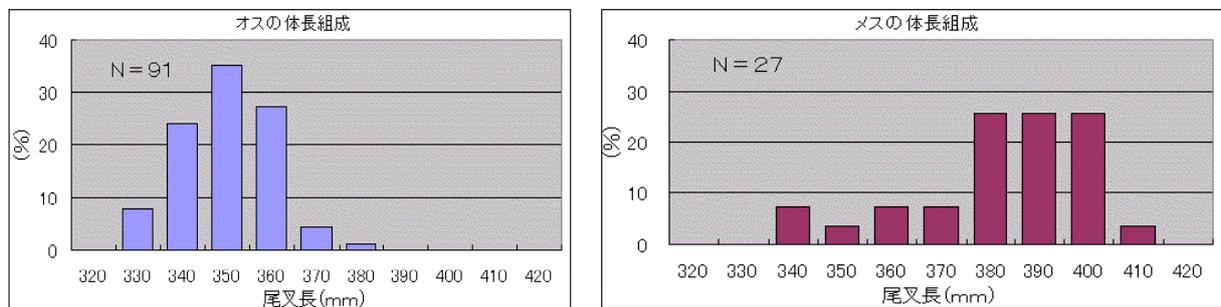


図9 ハマトビウオ雌雄の体長組成

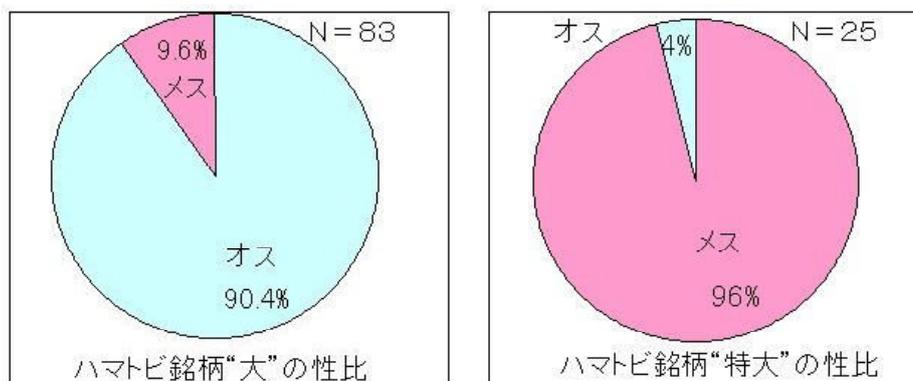


図10 種子島漁協のハマトビウオの銘柄別雌雄比

# 200カイリ水域内漁業資源総合調査－Ⅳ

## (キビナゴ資源動向調査)

立石 章治

### 【目的】

鹿児島県、長崎県の2県連携によって農林統計の漁獲データにを基に各県の長期的な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での漁獲データを収集し、漁獲実態の把握を図る。

### 【方法】

両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て生物学的特性の把握に努めた。

### 【結果及び考察】

#### (1)漁業の概要

鹿児島県海域・長崎県海域とも、キビナゴ漁獲量のおよそ80～90%を刺網漁業が占めており、その他敷網漁業などでも漁獲されている。

鹿児島県海域では甑島地区・南薩地区・種子島地区において刺網により漁獲されており、甑島地区と南薩地区では5～6月が主漁期で種子島地区は9～2月が主漁期となっている。また、北薩地区では棒受網により9～11月に新規加入群を漁獲するが、H21年は6～9月は平年と比べて不漁であった。

長崎県海域では五島海域で刺網により主に漁獲され、その他北松海域や西彼海域では敷網等により漁獲されている。また、両県海域での長期的な資源動向について鹿児島県海域では漁獲量が比較的安定しており、また長崎県海域では漁獲量が年によって比較の変動しているものの資源量自体は中位の水準にあることが伺えた(図1～4)。

#### (2)生物学的特性

GSIによる各月の生殖腺の発達状況を確認したところ、鹿児島県海域では4～10月に、長崎県海域では6～9月に生殖腺の発達した個体が多く見られ、鹿児島県海域と長崎県海域では産卵期間の長さが異なることが確認された。また、種子島においては、キビナゴ刺網漁が解禁となる8月から調査を実施したが、8～12月の生殖腺指数(GSI)は雌雄すべて0.2以下であり、成熟個体は確認されなかった(図5～8)。

各月に漁獲された体長組成を調べたところ、長崎県ではH20年は10月に小型の個体が見られたが、H21年は約2ヶ月早く8月頃から小型の個体が見られた。また、鹿児島県海域を見ると、阿久根では4月と8月に小型の個体が見られ、漁期が5～9月の野間池では9月に小型の個体が見られた。一方、8月から解禁となる西之表では、本土側より約2ヶ月遅れて、11月に小型の個体が見られた。これは、鹿児島県海域では4月から8月まで前年の産卵後期生まれ(秋生まれ群)が漁獲の主体で、8月以降に今年の産卵前期生まれ(春生まれ群)が漁獲の主体に変化したことが示唆された。また、長崎県海域では過去の耳石の調査結果から約1年で尾叉長7cmとなることが確認されており、8月以降に1歳魚が漁獲の主体に変化したことが示唆された(図9～12)。

### (3)資源状態

鹿児島県海域において県全体の平成元年以降の年間漁獲量を見てみると、概ね 1500 ～ 2000t 程度の間で比較的安定している。そこで年間漁獲量の資源水準を 1500 ～ 1750t を低水準、1750 ～ 2000t を中水準、2000t 以上を高水準とし、平成 17 年以降安定していることから、鹿児島県海域では中水準の増加傾向であると考えられる。

長崎県海域において県全体の平成元年以降の漁獲量を見てみると、多いときは 2000t 程度、少いときは 750t 程度と比較的大きく変動している。近年では県全体で 1000t を下回り、平成 21 年は 618t であった。これは産卵群保護のために行った漁獲努力量の制限が影響していると考えられるが、主産地である五島海区での近年 5 カ年の資源量指数(標本船の CPUE を指す)の推移から見て、長崎県海域では中水準の横ばい傾向であると考えられる。

### (4)資源回復に関するコメント

現在、鹿児島県海域では県全体の漁獲量が比較的安定している。また主産地では漁業者による協議会が資源管理に向けた取り組み(禁漁期・禁漁区の設定、網目や操業時間の設定等)を行っている。

各地域の漁獲量を見ると種子島海域では H19 ～ 20 年の不漁から一転し、H18 年並みの好漁となったが、阿久根の夏期は不漁となった。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ものの、H21 年の漁獲量は減少した。

長崎県の漁獲量の増減や、阿久根の夏期の不漁、種子島の漁獲量の回復など海域によって増減が認められることから、これらが一過性のものなのか今後も調査を継続する必要がある。また、両県間に位置する熊本県天草地方でもキビナゴ漁獲の実態があるため、今後は熊本県の漁獲データを含めて、九州西部海域のキビナゴ漁獲状況の推移を注視していく必要がある。今後も現状の資源管理措置を続け、回遊ルート の 解明や資源変動の要因等の生物学的情報をさらに収集していく必要があると考えられる。

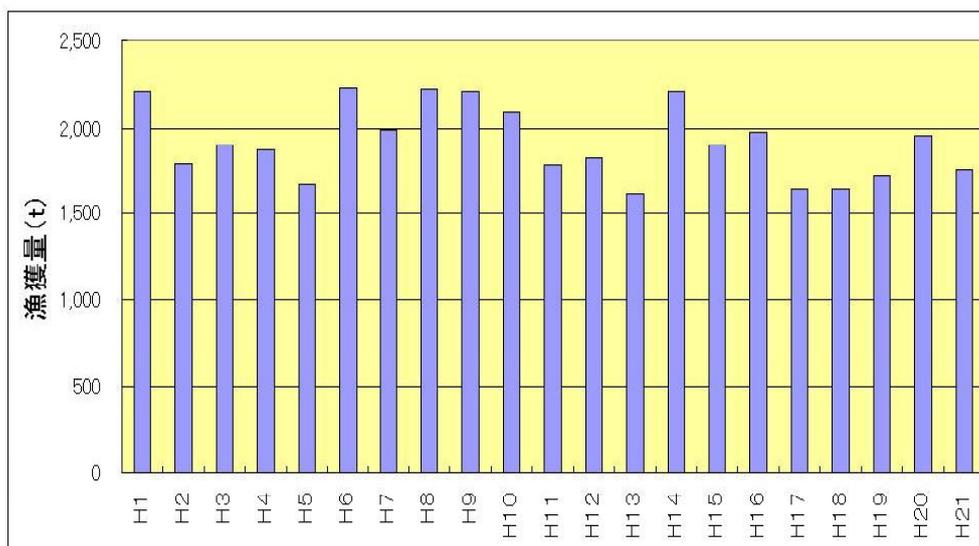


図1 平成元年以降の鹿児島県全体のキビナゴ漁獲量

(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)

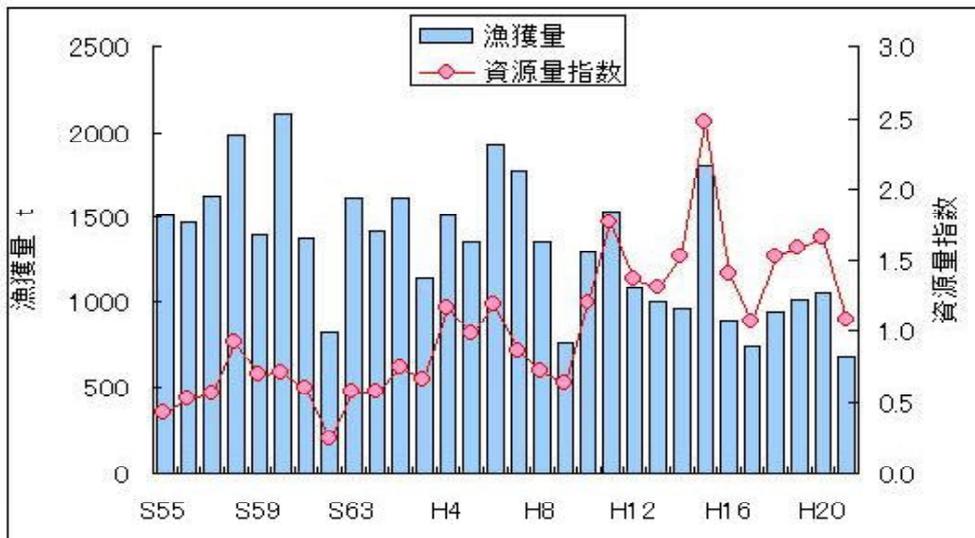


図2 昭和55年以降の五島海区の年間漁獲量と資源量指数の推移  
(H18年以前は農林統計, H19年以降は長崎県総合水産試験場調べによる)

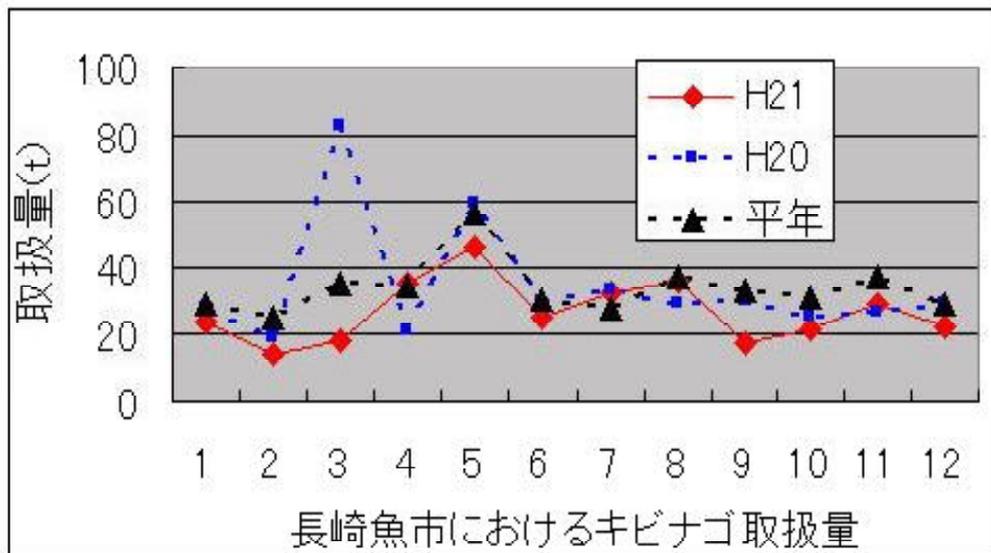


図3 長崎魚市のキビナゴの月別漁獲量の推移  
(長崎県総合水産試験場調べによる)

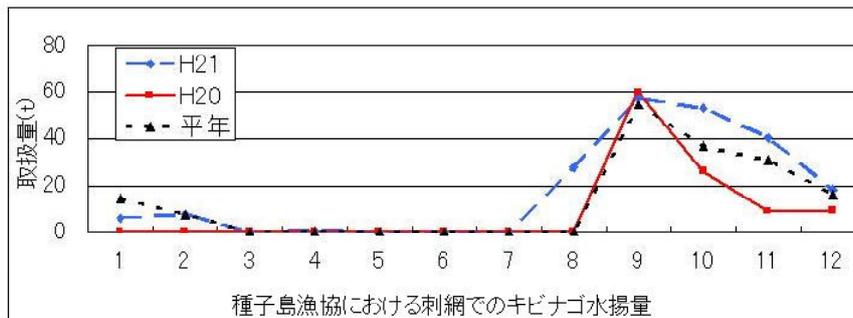
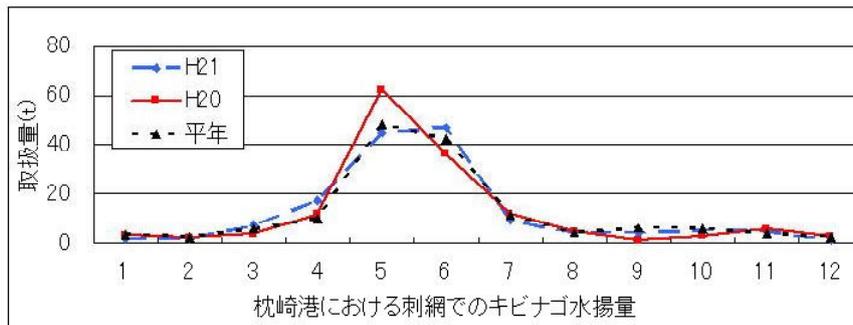
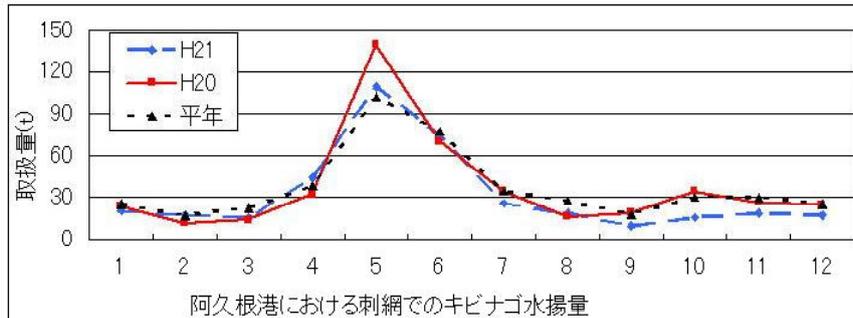
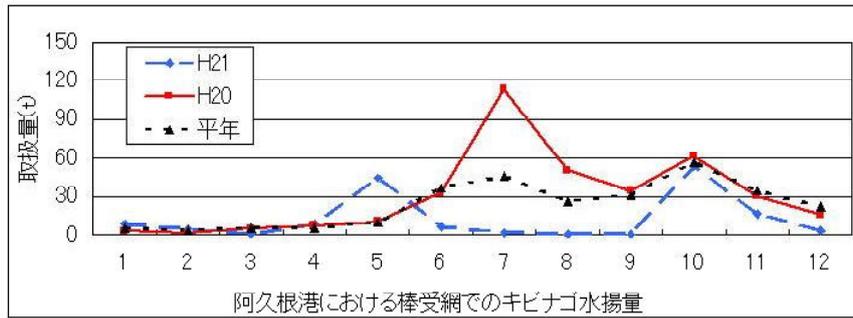


図4 鹿児島県内の各産地におけるキビナゴの水揚量(取扱量)の推移

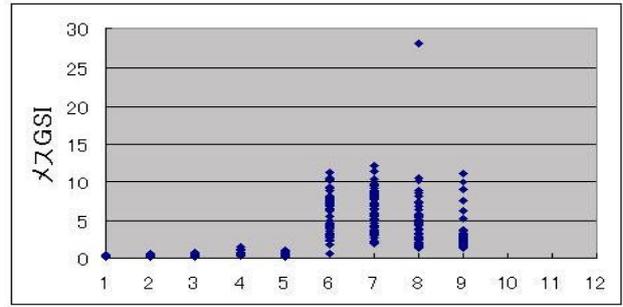
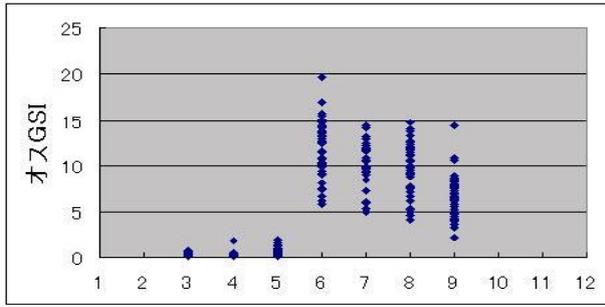


図5 長崎県海域におけるGSIの経月変化

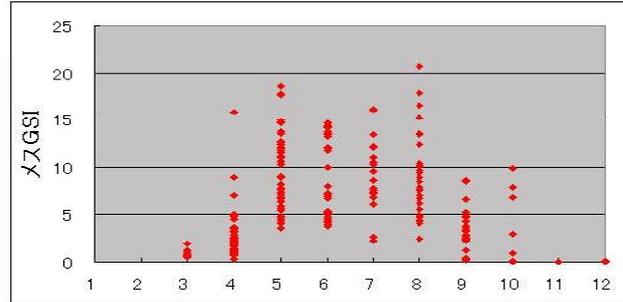
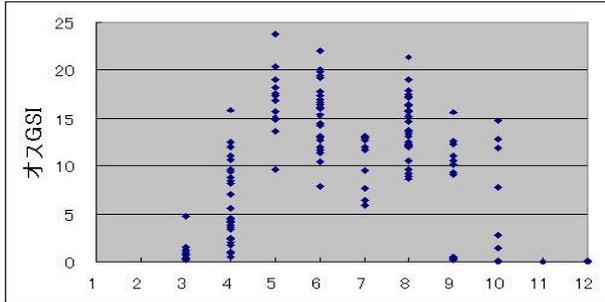


図6 鹿児島県阿久根港におけるGSIの経月変化

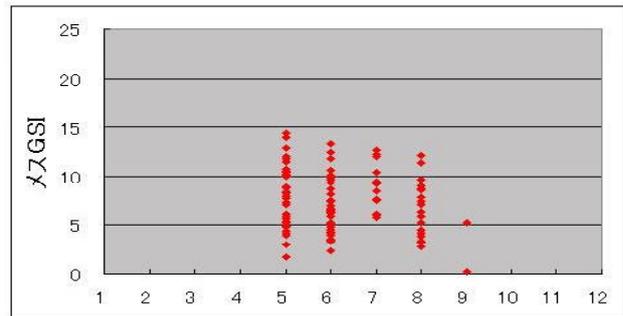
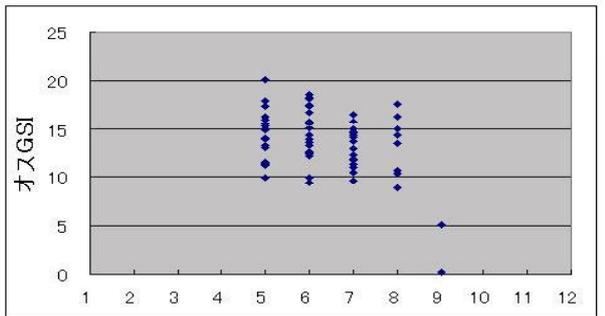


図7 鹿児島県野間池港におけるGSIの経月変化

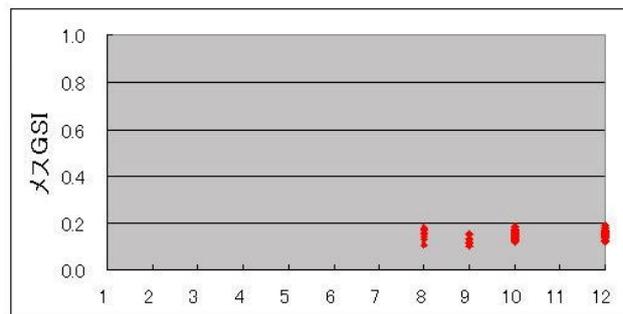
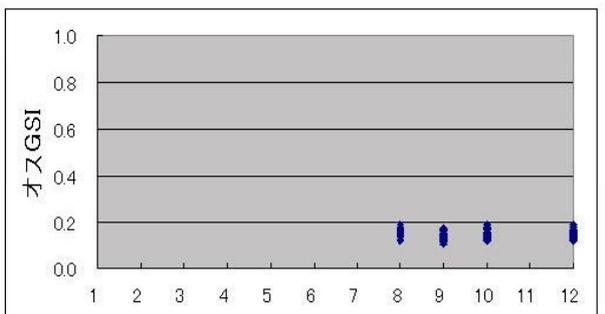


図8 鹿児島県西之表港におけるGSIの経月変化

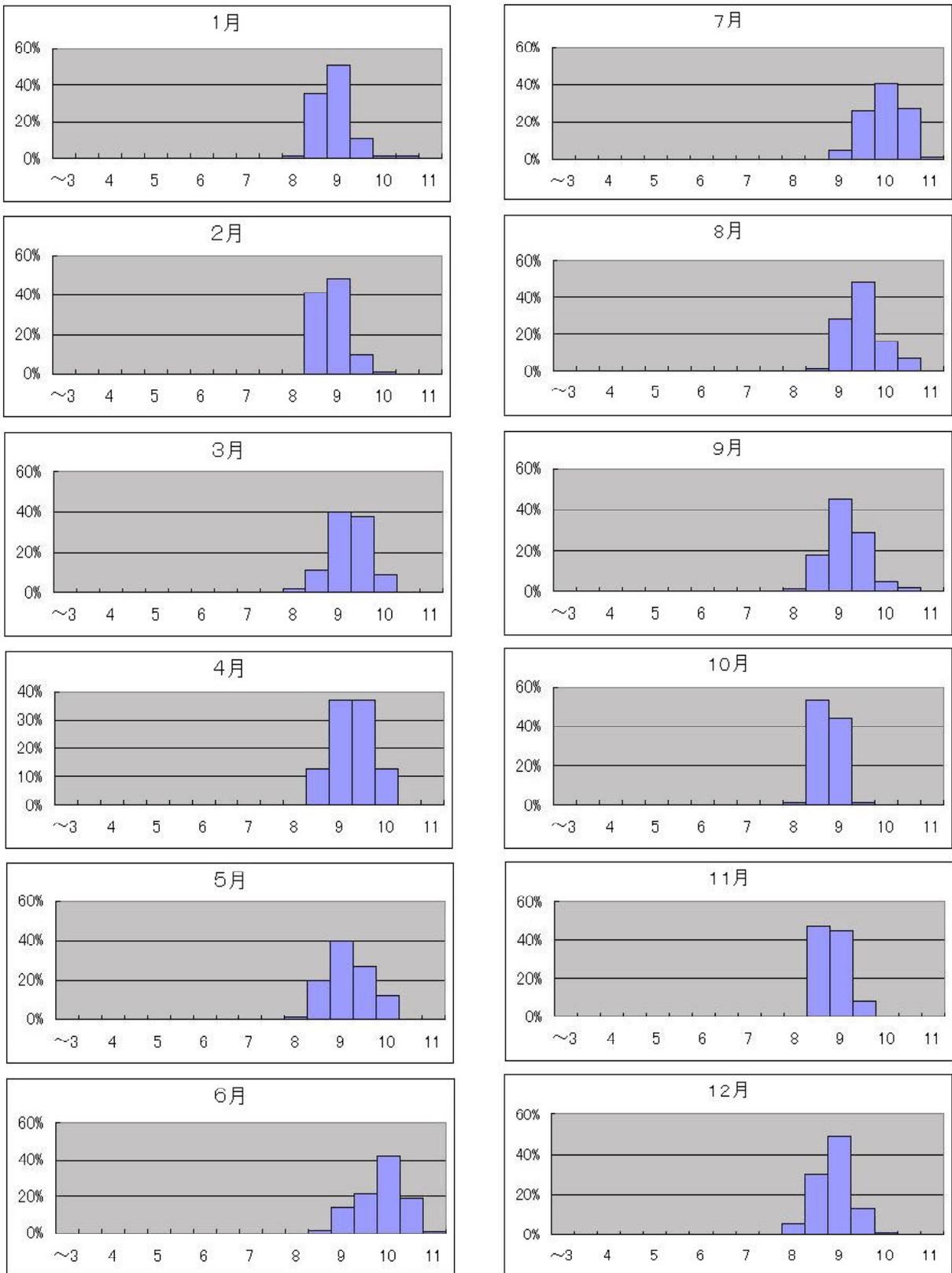


図9 長崎県海域におけるキビナゴの体長組成(尾叉長:cm)

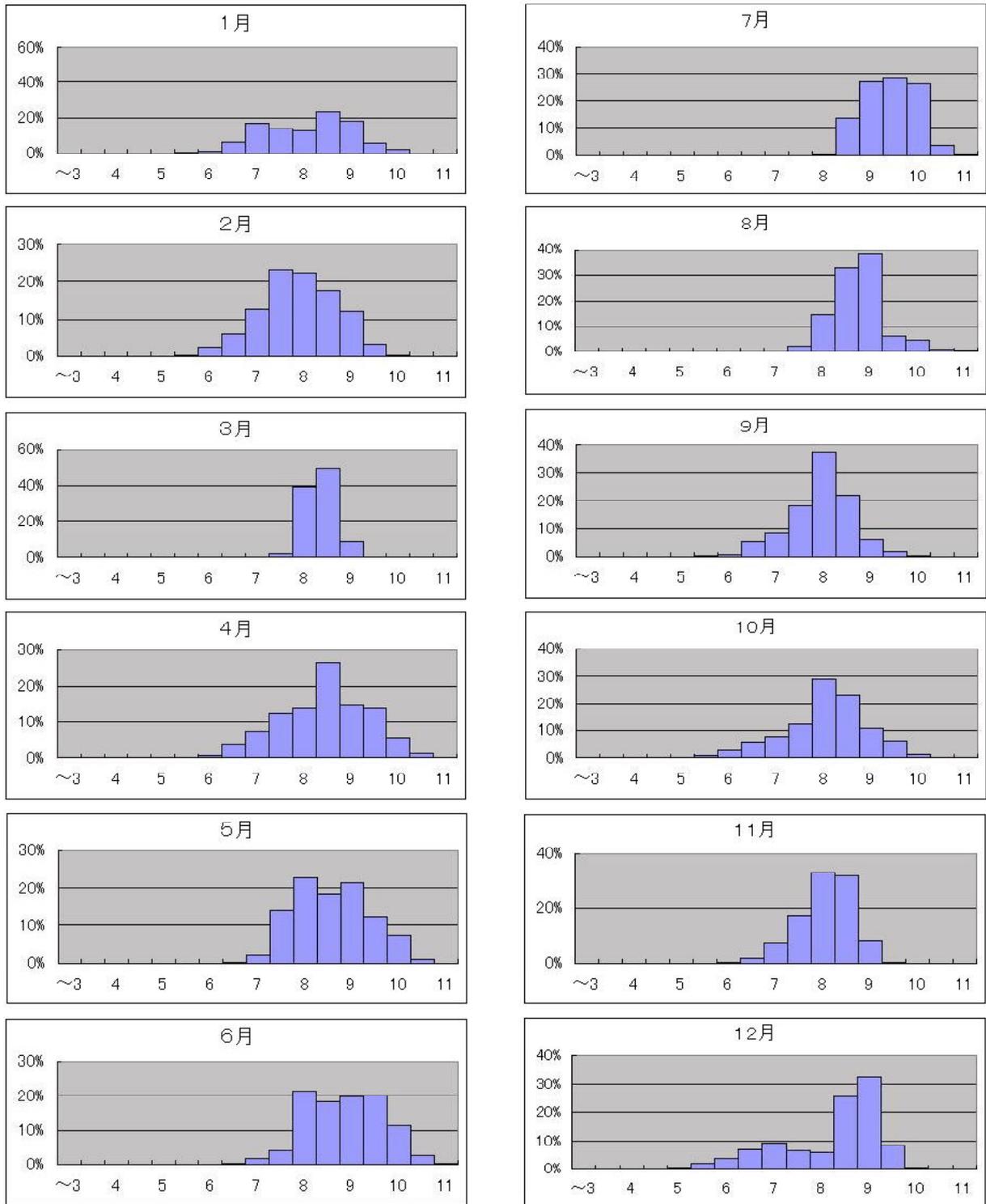


図10 鹿児島県阿久根港におけるキビナゴの体長組成(尾叉長:cm)

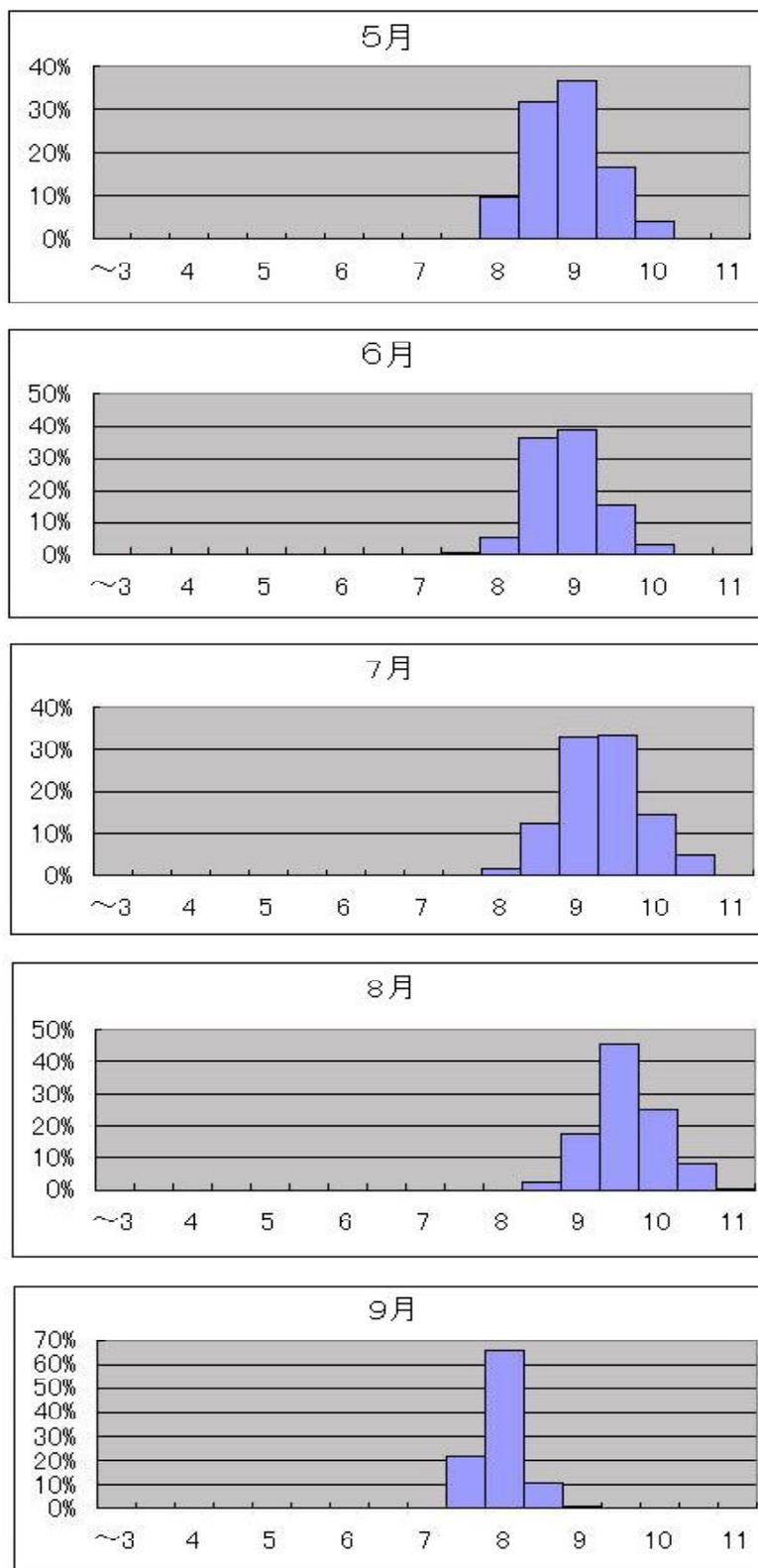


図11 鹿児島県野間池港におけるキビナゴの体長組成(尾叉長:cm)

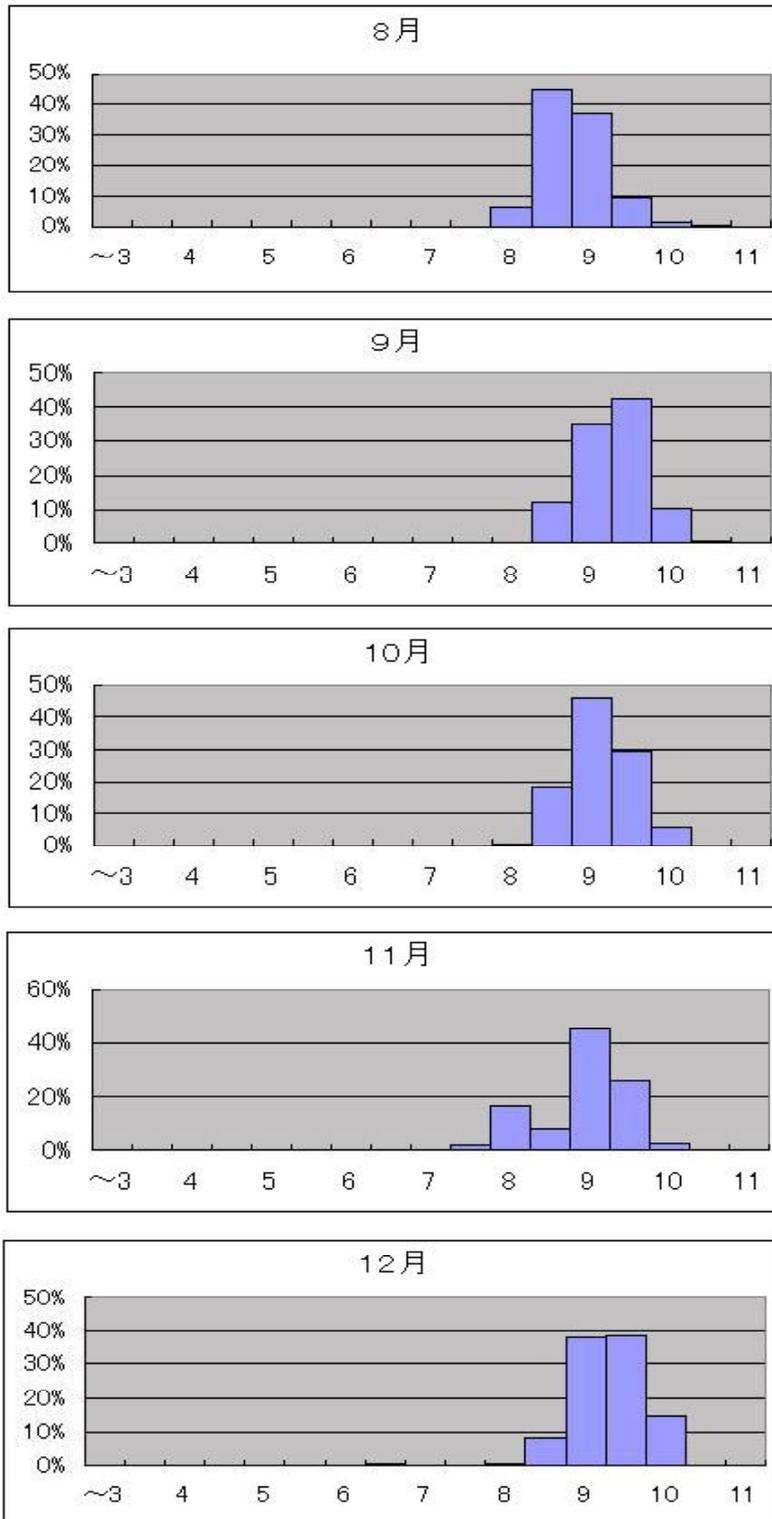


図12 鹿児島県西之表港におけるキビナゴの体長組成(尾叉長:cm)

## 200カイリ水域内漁業資源総合調査－V (大型クラゲ出現状況調査)

富安正藏, 調査船くろしお乗組員一同

### 【目 的】

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

### 【方 法】

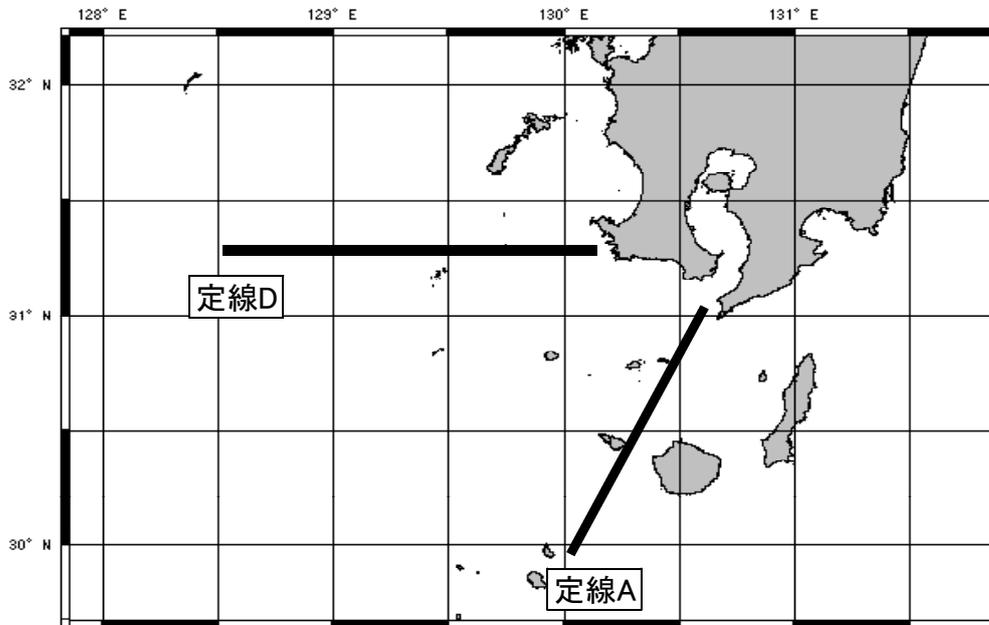
- 1 洋上調査 調査船「くろしお」により下記の日程及び別図の調査ラインにより目視調査, 一般海洋観測を行った。
  - 平成21年 7月14～15日(調査ラインA)
  - 平成21年 8月17～19日(調査ラインD)
  - 平成21年 9月14～15日(調査ラインA)
  - 平成21年10月19～20日(調査ラインA)
- 2 陸上調査
  - (1) 県内16漁協へ毎週水曜日に聞き取り調査を行った。
  - (2) 11, 1月に定置網漁業者・漁協への現地聞き取り調査を実施した。
    - 11月17日 志布志地区の定置網漁業者及び漁協への聞き取り
    - 1月26日 内之浦地区の定置網漁業者及び漁協への聞き取り

### 【結 果】

- 1 洋上調査

大型クラゲを確認できなかった。これは, 調査期間内の陸上調査結果からも大型クラゲは確認できなかったことと矛盾しない結果となった。
- 2 陸上調査

大型クラゲの発生の報告は無かった。



**図 大型クラゲ調査船目視調査ライン**

※定線A(31° 06' N 130° 31.5' Eと30° 00' N130° 10' を結ぶ線)

※定線D(31° 15' N 130° 8' Eと31° 15' N128° 0' を結ぶ線)

**表 各調査ライン, 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'	130° 31.5'	250	
	ST2	30° 52.0'	130° 28.0'	260	
	ST3	30° 39.0'	130° 21.5'	350	
	ST4	30° 24.0'	130° 18.0'	590	
	ST5	30° 00.0'	130° 10.0'	615	
D	ST21	31° 15.0'	130° 8.0'	190	
	ST22	31° 15.0'	129° 40'	150	
	ST23	31° 15.0'	129° 20'	805	
	ST24	31° 15.0'	129° 0'	695	
	ST25	31° 15.0'	128° 30'	475	
	ST26	31° 15.0'	128° 0'	150	

# マグロ漁場調査－Ⅰ

## (ビンナガ予報調査事業)

榊純一郎

### 【目 的】

本県遠洋かつお一本釣漁船の漁場探索に要するコストを縮減し、ロケット打上の影響緩和を図るための、ビンナガ漁場形成の場所や時期等の予報情報の作成手法の開発及びシステム改修の実施。

### 【方 法】

#### 1 ビンナガ漁場形成水温の把握

##### (1) 調査期間

周年

##### (2) 調査内容

平成18～20年の調査船調査で得られた5月中旬～6月中旬のビンナガ漁場の表面水温2,487件を用い、漁場形成頻度の高い水温を抽出した。

#### 2 漁場予測及び実証試験

##### (1) 調査期間

平成21年5月22日～6月15日(25日間)

##### (2) 調査船

漁業調査船くろしお 260トン, 1600馬力

##### (3) 調査漁法

竿釣

##### (4) 調査内容

ビンナガ漁場移動速度を用い、宮崎県の漁業調査船みやざき丸が平成21年4月20日にビンナガを漁獲した位置を基点に魚群の到達距離を求め、表面水温・海面高度・表面塩分の各画像データから到達範囲内における漁場形成範囲を予測した。予測の検証は漁業調査船くろしお(260トン)による試験操業により行った。

#### 3 カツオ漁場探索支援システムの改修

##### (1) 調査期間

周年

##### (2) 調査内容

1及び2の調査で得られた結果を基に、ビンナガ予報の作成と発信に必要なシステムの改修を実施した。

### 【結果及び考察】

#### 1 ビンナガ漁場形成水温の把握

平成18～20年の5月中旬～6月中旬に東沖に形成されたビンナガ漁場は、漁場表面水温の最頻値は20.5℃となり、70.5%が20～21℃の範囲にあった。

## 2 漁場予測及び実証試験

魚群の到達経度は東経151度、漁場は同経度の暖水塊上の表面水温20～21℃帯に形成されると予測し、試験操業の結果、予測した海域で約2.7トンのビンナガを漁獲した。さらに同海域には民間船漁場が形成され、本県所属漁船だけで190トン5千万円相当のビンナガを漁獲した。

以上の結果から、漁場移動速度と漁場表面水温は有効な予測指標となりうると考えられる。

## 3 カツオ漁場探索支援システムの改修

予報円作成機能と衛星画像上の任意座標の水温・塩分・海面高度等の数値を抽出する機能を付加する改修を実施した。

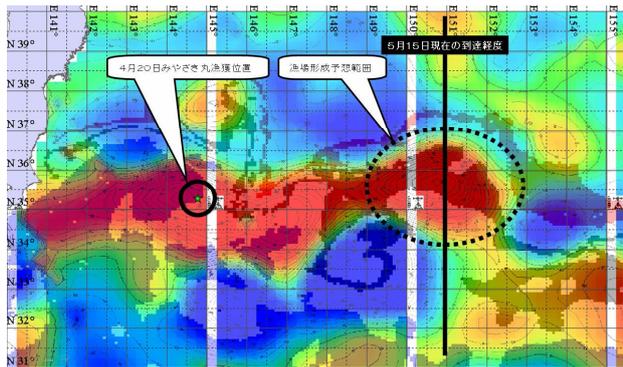


図1 ビンナガ漁場形成予想範囲

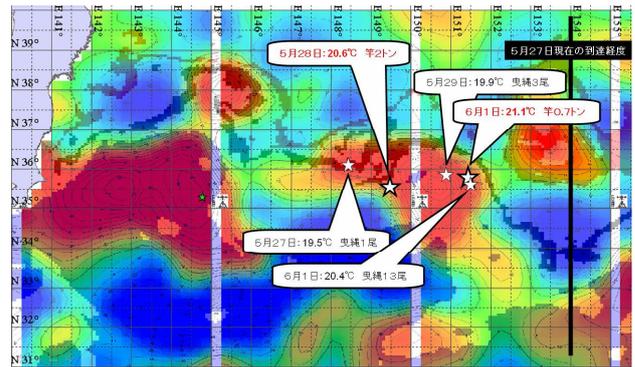


図2 予測検証結果

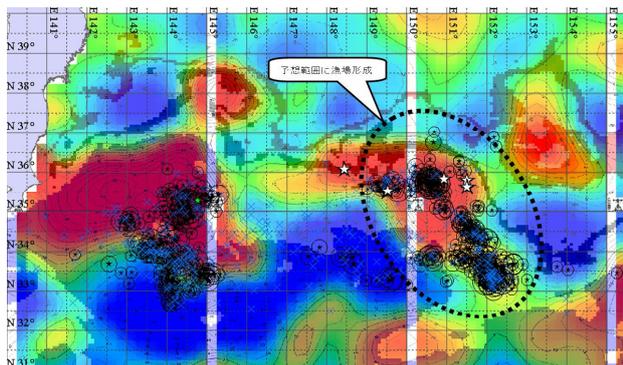


図3 ビンナガ漁場形成予想範囲

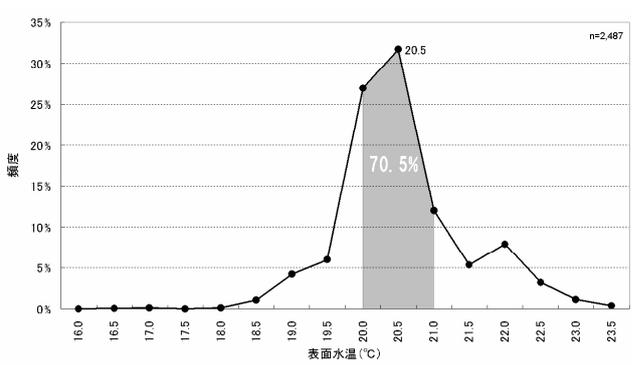


図4 表面水温別ビンナガ漁場形成頻度

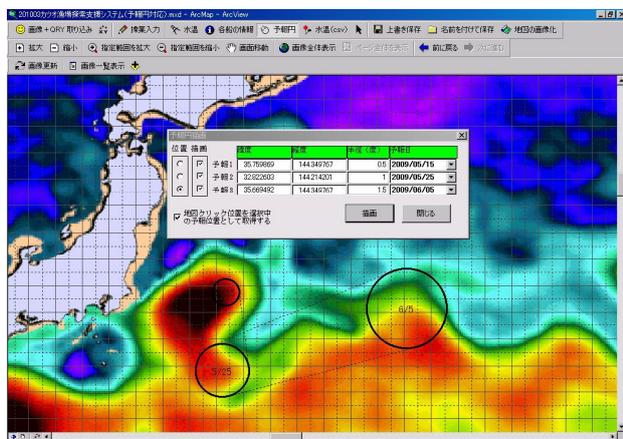


図5 予報円作成機能

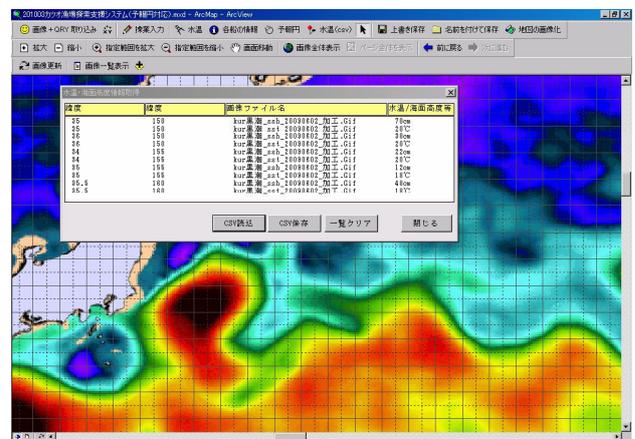


図6 数値抽出機能

## マグロ漁場調査Ⅱ (日本周辺クロマグロ調査委託事業)

榊純一郎

### 【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。

### 【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、体重データ整理

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

魚種	測定項目	時期	頻度	調査地点	漁業種類
カツオ	体長・体重	周年	月2～5回	枕崎市漁協	曳縄
クロマグロ	体長・体重	9月, 12～3月	月5～15回	枕崎市漁協・笠沙町漁協 甑島漁協下甑支所	曳縄 定置網
キハダ	体長・体重	周年	月4～5回	枕崎市漁協	曳縄

#### ③標本船調査

ヨコワ漁場の形成要因を明らかにするために、標本船を設定し、操業場所と漁獲量データを収集した。

調査項目	調査地点	漁業種類	魚種
日別操業位置・日別漁獲量	枕崎市漁協・笠沙町漁協	曳縄	ヨコワ・カツオ

### 【結果】

#### ①市場伝票整理

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

## ②体長, 体重データ整理

表2に示すとおり各魚種合計263回, 11,888尾の測定を実施し, 水研センターへ報告した。各魚種の尾叉長組成を図1～5に示す。

## ③標本船調査

枕崎市漁協所属曳縄漁船7隻, 笠沙町漁協所属曳縄漁船2隻の計9隻にGPSロガー及び野帳を配布し, 漁獲位置・漁獲時刻・漁獲量の各データを収集し, 水研センターへ報告した。

表1 漁法別市場別魚種別水揚量

近海・沿岸カツオ一本釣

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	単位:kg	
枕崎市漁協	カツオ	0.0	197,339.0	1,045.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,030.0	98,270.8	42,455.0	2,060.0	355.0	342,554.8		
	キハダ	0.0	380.0	20.0	605.0	0.0	0.0	0.0	20.0	3,190.0	6,480.0	65.0	1,230.0	11,990.0		
	マハチ	0.0	130.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	145.0	325.0	0.0	0.0	600.0		
	ビンナガ	0.0	0.0	0.0	130,025.0	24,445.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	154,470.0	
	計	0.0	197,849.0	1,065.0	130,630.0	24,445.0	0.0	0.0	0.0	1,050.0	101,605.8	49,260.0	2,125.0	1,585.0	509,614.8	
山川町漁協	カツオ	12,207.0	203,842.9	20,792.0	487.0	102,439.1	54,502.5	0.0	7,089.0	155,897.5	68,167.0	16,547.0	1,721.0	643,692.0		
	キハダ	3,267.0	8,342.5	1,005.0	1,142.0	14,752.5	1,066.0	0.0	465.0	14,043.5	33,696.4	16,485.0	794.0	95,058.9		
	マハチ	171.0	282.0	148.0	520.0	2,467.6	527.0	0.0	0.0	0.0	549.0	251.0	0.0	4,915.6		
	ビンナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	374.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	374.0		
	計	15,645.0	212,467.4	21,945.0	2,149.0	120,033.2	56,095.5	0.0	7,554.0	169,941.0	102,412.4	33,283.0	2,515.0	744,040.5		
鹿児島市中央卸売市場	カツオ	5,409.8	205,636.4	332,823.5	490,989.8	486,906.5	244,934.3	361,556.9	481,528.9	336,694.0	229,029.6	136,115.8	71,156.9	3,382,782.4		
	ウロコグロ	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	36.1	12.8	69.9		
	キハダ	320.7	89,782.4	54,509.4	130,562.5	152,254.4	69,511.9	17,828.7	47,827.2	37,163.7	47,377.3	66,936.4	10,203.4	724,278.0		
	マハチ	16,550.1	706,752.6	1,057,152.8	1,640,887.5	1,634,923.7	864,847.2	1,110,015.9	1,506,089.2	1,050,769.5	737,461.4	477,278.1	224,545.5	11,027,273.5		
	ビンナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	234.1	46.5	0.0	0.0	1.0	0.0	281.6		
計	22,280.6	1,002,171.4	1,444,811.2	2,262,535.2	2,274,084.6	1,179,293.4	1,489,635.6	2,035,491.8	1,424,627.2	1,013,885.0	680,367.4	305,918.6	15,135,102.0			
3港計	カツオ	17,616.8	606,818.3	354,660.5	491,476.8	589,345.6	299,436.8	361,556.9	489,647.9	590,862.3	339,651.6	154,722.8	73,232.9	4,369,029.2		
	ウロコグロ	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	36.1	12.8	69.9		
	キハダ	3,587.7	98,504.9	55,534.4	132,309.5	167,006.9	70,577.9	17,828.7	48,312.2	54,397.2	87,553.7	83,486.4	12,227.4	831,326.9		
	マハチ	16,721.1	707,164.6	1,057,300.8	1,641,407.5	1,637,391.3	865,374.2	1,110,015.9	1,506,089.2	1,050,914.5	738,335.4	477,529.1	224,545.5	11,032,789.1		
	ビンナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	234.1	46.5	0.0	0.0	1.0	0.0	281.6		
計	37,925.6	1,412,487.8	1,467,821.2	2,395,314.2	2,418,562.8	1,235,388.9	1,489,635.6	2,044,095.8	1,696,174.0	1,165,557.4	715,775.4	310,018.6	16,388,757.3			

近海まぐろ延縄

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	単位:kg
鹿児島市中央卸売市場	キハダ	14,360.6	12,473.0	7,182.6	24,239.2	12,273.6	16,845.0	46,953.2	42,942.6	0.0	11,923.0	2,238.2	12,966.8	204,397.8	
	マハチ	10,330.0	43,596.6	19,230.2	31,992.4	26,068.8	10,573.4	8,198.6	29,876.6	0.0	11,845.6	4,560.4	34,958.2	231,230.8	
	ビンナガ	3,594.6	1,422.4	8,426.6	4,991.0	71.4	22.8	0.0	267.0	0.0	519.2	9,104.2	4,707.4	33,126.6	
	メカジキ	32.6	1,194.0	1,132.8	421.6	467.2	472.8	0.0	639.4	0.0	57.4	39.4	1,410.4	5,867.6	
	マカジキ	34.8	111.4	0.0	127.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.4	321.6	
	ウロカジキ	1,894.4	1,707.8	2,489.0	5,260.6	2,086.6	1,057.4	83.6	825.6	0.0	164.8	0.0	893.6	16,463.4	
	シロカジキ	0.0	0.0	187.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	187.0	
	ハンヨウカジキ	0.0	0.0	0.0	76.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0	
計	30,247.0	60,505.2	38,648.2	67,107.8	40,967.6	28,971.4	55,235.4	74,551.2	0.0	24,510.0	15,942.2	54,984.8	491,670.8		

沿岸まぐろ延縄

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	単位:kg	
鹿児島市中央卸売市場	クロマグロ	88.0	0.0	0.0	1,310.6	2,564.5	25,079.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29,042.5		
	キハダ	8,158.4	5,576.2	10,135.2	10,023.2	47,675.6	97,667.5	58,401.2	19,999.4	16,342.4	3,851.6	12,269.5	12,225.9	302,326.1		
	マハチ	9,405.4	3,711.8	3,812.2	598.4	150.6	623.0	143.4	82.8	21.0	152.6	8,935.6	21,916.8	49,553.6		
	ビンナガ	42,571.8	20,054.2	18,861.2	11,530.8	1,188.6	2,854.8	344.8	229.1	648.2	940.6	44,397.0	125,448.1	269,069.2		
	メカジキ	828.0	582.0	754.2	546.4	311.4	654.8	35.6	15.2	49.0	18.4	688.8	2,539.2	7,023.0		
	マカジキ	454.8	409.2	709.0	1,586.8	503.4	6,241.2	225.0	0.0	0.0	0.0	163.6	444.0	10,737.0		
	クロカジキ	312.4	297.0	1,565.4	2,325.0	3,251.2	8,218.0	1,138.6	1,413.2	844.6	0.0	88.0	1,016.4	20,469.8		
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	144.2	55.2	0.0	209.0	0.0	0.0	91.0	0.0	499.4		
	パシヨウカジキ	12.8	0.0	60.8	8.0	883.4	3,553.6	2,350.0	906.0	263.4	27.4	69.0	0.0	8,134.4		
	アラカイジキ	0.0	0.0	0.0	13.8	0.0	0.0	18.2	12.0	0.0	0.0	0.0	20.2	64.2		
	計		61,831.6	30,630.4	35,898.0	27,943.0	56,672.9	144,947.5	62,656.8	22,866.7	18,168.6	4,990.6	66,702.5	163,610.6	696,919.2	

曳縄・旗流他

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	単位:kg	
鹿児島市中央卸売市場	キハダ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,983.2	1,478.6	0.0	0.0	0.0	3,461.8		
	計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,983.2	1,478.6	0.0	0.0	0.0	3,461.8		
	笠沙町漁協	クロマグロ	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.3	100.1	
		キハダ	0.0	0.0	0.0	16.2	7.8	0.0	0.0	0.0	44.3	0.0	8.5	3.1	79.9	
		計	0.0	19.8	0.0	16.2	7.8	0.0	0.0	0.0	44.3	0.0	8.5	83.4	180.0	
枕崎市漁協	カツオ	1,070.1	2,649.5	12,288.1	2,203.1	2,359.5	3,256.7	2,571.5	3,555.2	15,679.0	3,746.2	3,872.6	13,878.0	67,129.5		
	クロマグロ	1,312.1	592.2	126.6	70.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	17.9	129.1	2,275.0		
	キハダ	6,549.1	4,631.9	6,744.8	10,480.3	14,698.3	13,135.9	9,962.4	11,926.7	11,848.0	12,431.5	9,097.9	7,297.0	118,803.8		
	マハチ	0.0	0.0	30.6	0.0	109.0	2,055.3	36.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2,233.5		
	ビンナガ	57.9	113.9	232.3	16.3	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.8	537.8		
	パシヨウカジキ	0.0	0.0	81.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.4	0.0	0.0	0.0	117.4		
計	8,989.2	7,987.5	19,503.4	12,770.3	17,183.4	18,447.9	12,570.3	15,484.1	27,563.4	16,204.2	12,988.4	21,404.9	191,097.0			
南さつま漁協野間池支所	クロマグロ	9.3	159.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	0.6	0.0	0.0	0.0	183.1		
	キハダ	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2		
	計	9.3	159.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	0.6	0.0	0.0	0.0	184.3		
3港計	カツオ	1,070.1	2,649.5	12,288.1	2,203.1	2,359.5	3,256.7	2,571.5	3,555.2	15,679.0	3,746.2	3,872.6	13,878.0	67,129.5		
	クロマグロ	1,321.4	771.5	126.6	70.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	17.9	209.4	2,558.2		
	キハダ	6,549.1	4,631.9	6,746.0	10,496.5	14,706.1	13,135.9	9,962.4	13,909.9	13,370.9	12,431.5	9,106.4	7,300.1	122,346.7		
	マハチ	0.0	0.0	30.6	0.0	109.0	2,055.3	36.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2,233.5		
	ビンナガ	57.9	113.9	232.3	16.3	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.8	537.8		
	パシヨウカジキ	0.0	0.0	81.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.4	0.0	0.0	0.0	117.4		
計	8,998.5	8,166.8	19,504.6	12,786.5	17,191.2	18,447.9	12,570.3	17,481.0	29,086.9	16,204.2	12,996.9	21,488.3	194,923.1			

定置網		定置												単位:kg
市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
笠沙町漁協	クロマグロ	272.9	6,862.5	231.0	70.4	24.6	0.0	22.7	0.3	81.7	189.0	65.5	38.8	7,859.4
	キハダ	0.0	11.2	0.0	494.6	159.3	160.0	25.6	79.0	200.3	246.7	0.0	0.0	1,376.7
	コナガ	0.0	0.0	0.0	2.6	6.0	14.5	3.7	0.0	25.7	13.0	7.3	0.0	72.8
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	248.0	0.0	0.0	0.0	38.0	151.0	0.0	437.0
	ハンヨウカジキ	0.0	15.6	0.0	0.0	20.0	29.0	29.5	466.1	1,696.2	1,043.4	1,530.4	0.0	4,830.2
計	272.9	6,889.3	231.0	567.6	209.9	451.5	81.5	545.4	2,003.9	1,530.1	1,754.2	38.8	14,576.1	
南さつま漁協野間池支所	クロマグロ	141.2	321.4	241.4	50.6	32.0	107.4	30.7	0.0	61.2	50.0	0.0	170.3	1,206.2
	キハダ	158.4	156.7	73.1	244.7	520.2	110.1	104.3	271.4	92.2	27.2	39.2	94.9	1,892.4
	ハンヨウカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.2	80.0	143.2	584.4	1,036.0	1,000.0	311.5	3,206.3
	計	299.6	478.1	314.5	295.3	552.2	268.7	215.0	414.6	737.8	1,113.2	1,039.2	576.7	6,304.9
枕崎市漁協	クロマグロ	85.1	206.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	291.9
	キハダ	54.6	35.7	0.0	6.5	274.7	0.0	17.7	10.0	0.0	0.0	33.5	0.0	432.7
	コナガ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	16.5
計	139.7	242.5	0.0	6.5	274.7	13.2	17.7	10.0	0.0	0.0	36.8	0.0	741.1	
3港計	クロマグロ	499.2	7,390.7	472.4	121.0	56.6	107.4	53.4	0.3	142.9	239.0	65.5	209.1	9,357.5
	キハダ	213.0	203.6	73.1	745.8	954.2	270.1	147.6	360.4	292.5	273.9	72.7	94.9	3,701.8
	コナガ	0.0	0.0	0.0	2.6	6.0	27.7	3.7	0.0	25.7	13.0	10.6	0.0	89.3
	シロカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	248.0	0.0	0.0	0.0	38.0	151.0	0.0	437.0
	ハンヨウカジキ	0.0	15.6	0.0	0.0	20.0	80.2	109.5	609.3	2,280.6	2,079.4	2,530.4	311.5	8,036.5
	計	712.2	7,609.9	545.5	869.4	1,036.8	733.4	314.2	970.0	2,741.7	2,643.3	2,830.2	615.5	21,622.1

大中型まき網		定置												単位:kg
市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
枕崎市漁協	キハダ	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	64.0	0.0	0.0	336.0	48.0	0.0	0.0	464.0
	ハンヨウカジキ	0.0	0.0	0.0	0.0	176.0	0.0	57.0	160.0	48.0	266.0	0.0	0.0	707.0
	計	0.0	0.0	0.0	0.0	192.0	64.0	57.0	160.0	384.0	314.0	0.0	0.0	1,171.0

中型まき網		定置												単位:kg
市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
枕崎市漁協	キハダ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	48.0	16.0	0.0	80.0
	ハンヨウカジキ	51.0	86.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	417.0	107.0	905.0	0.0	0.0	1,566.0
	計	51.0	86.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	433.0	107.0	953.0	16.0	0.0	1,646.0

表2 市場別魚種別体長測定実施実績一覧

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					
		回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数		
枕崎市漁協	カツオ	4	319	5	257	2	15	5	399	5	337	5	270	5	135	5	321	5	346	5	172	5	241	5	390	56	3,202				
	クロマグロ	14	573	11	298	2	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	6	13	37	46	942			
	キハダ	12	914	3	51	5	174	5	303	6	516	7	321	12	463	10	512	7	485	6	505	14	967	16	986	103	6,197				
	計	30	1,806	19	606	9	216	10	702	11	853	12	591	17	598	15	833	12	831	12	678	24	1,214	34	1,413	205	10,341				
笠沙町漁協	クロマグロ	1	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	99	0	0	0	0	0	0	0	0	11	109			
	計	1	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	99	0	0	0	0	0	0	0	0	11	109			
南さつま漁協	カツオ	4	83																									4	83		
	クロマグロ	6	21	6	120	1	1																					13	142		
	キハダ	1	10																									1	10		
	計	6	21	11	213	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	235			
野間池支所 甌島漁協 下甌支所	カツオ			6	37																								6	459	
	クロマグロ	3	65	9	554	1	83																					2	3	15	705
	キハダ	1	1																									1	1	2	2
	計	3	65	16	592	1	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	463	29	1,203	
3港計	カツオ	4	319	15	377	2	15	5	399	5	337	5	270	5	135	5	321	5	346	5	172	5	241	5	241	11	849	72	3,781		
	クロマグロ	24	666	28	975	4	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	99	0	0	1	1	5	6	15	40	85	1,898			
	キハダ	12	914	5	62	5	174	5	303	6	516	7	321	12	463	10	512	7	485	6	505	14	967	17	987	106	6,209				
	計	40	1,899	48	1,414	11	300	10	702	11	853	12	591	17	598	23	932	12	831	12	678	24	1,214	43	1,876	263	11,888				

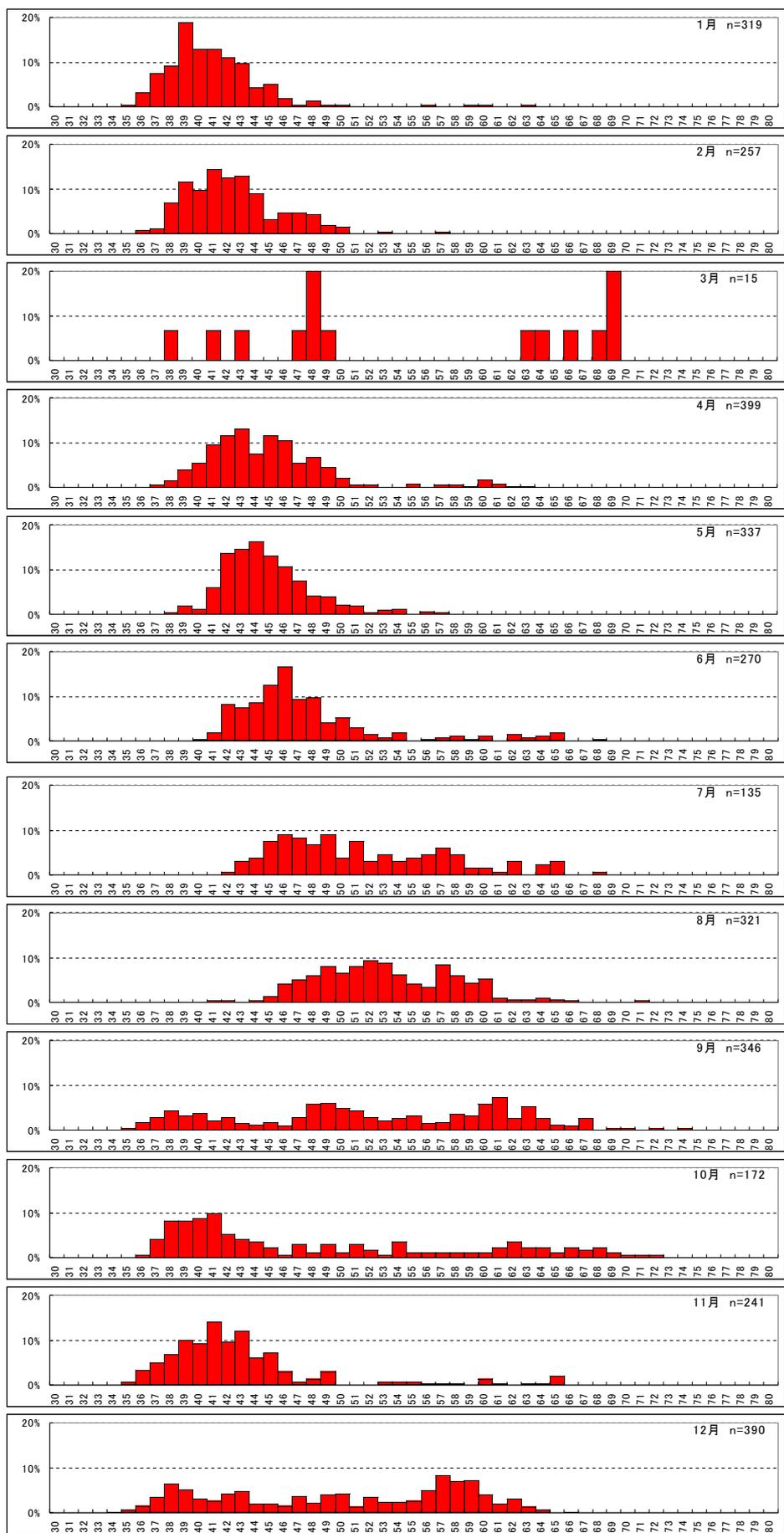


図1 カツオ月別尾叉長組成(枕崎市漁協) 横軸は尾叉長(cm), 縦軸は頻度

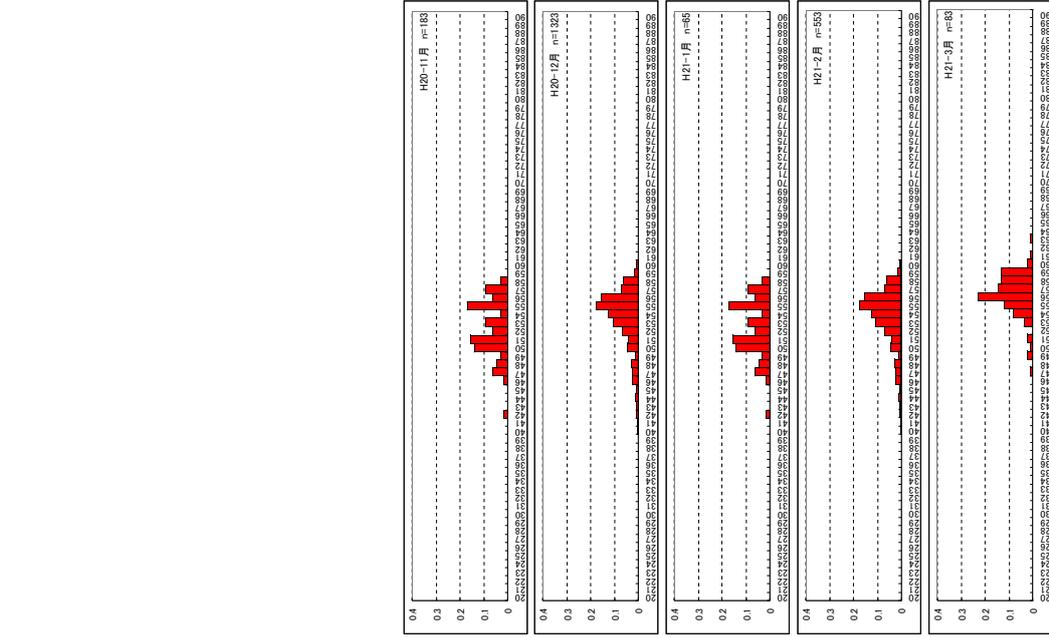


図2-1 下甌島ヨコワ尾又長組成  
平成20年生まれ群  
横軸は尾又長(cm), 縦軸は頻度

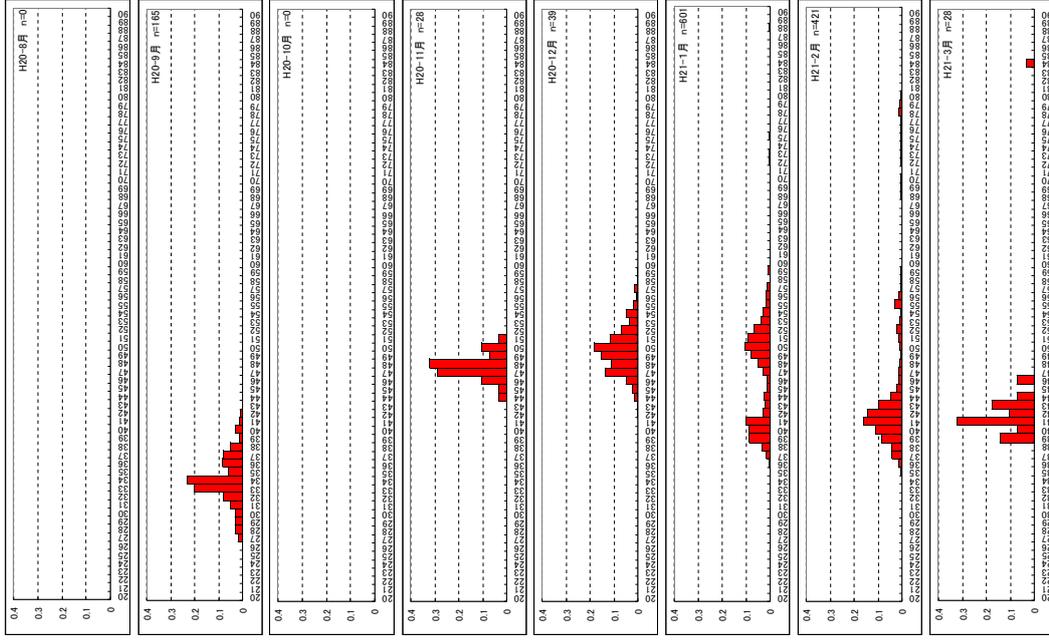


図2-2 南薩3漁協ヨコワ尾又長組成1  
平成20年生まれ群  
横軸は尾又長(cm), 縦軸は頻度

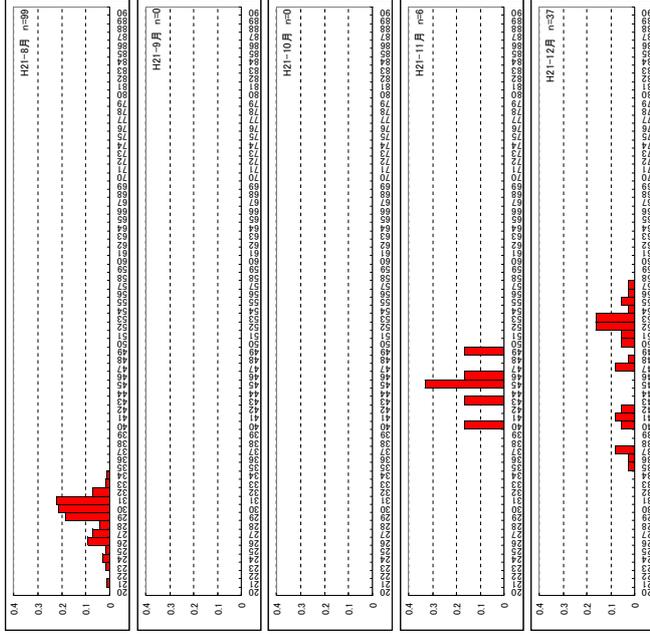


図2-3 南薩3漁協ヨコワ尾又長組成2  
平成21年生まれ群  
横軸は尾又長(cm), 縦軸は頻度

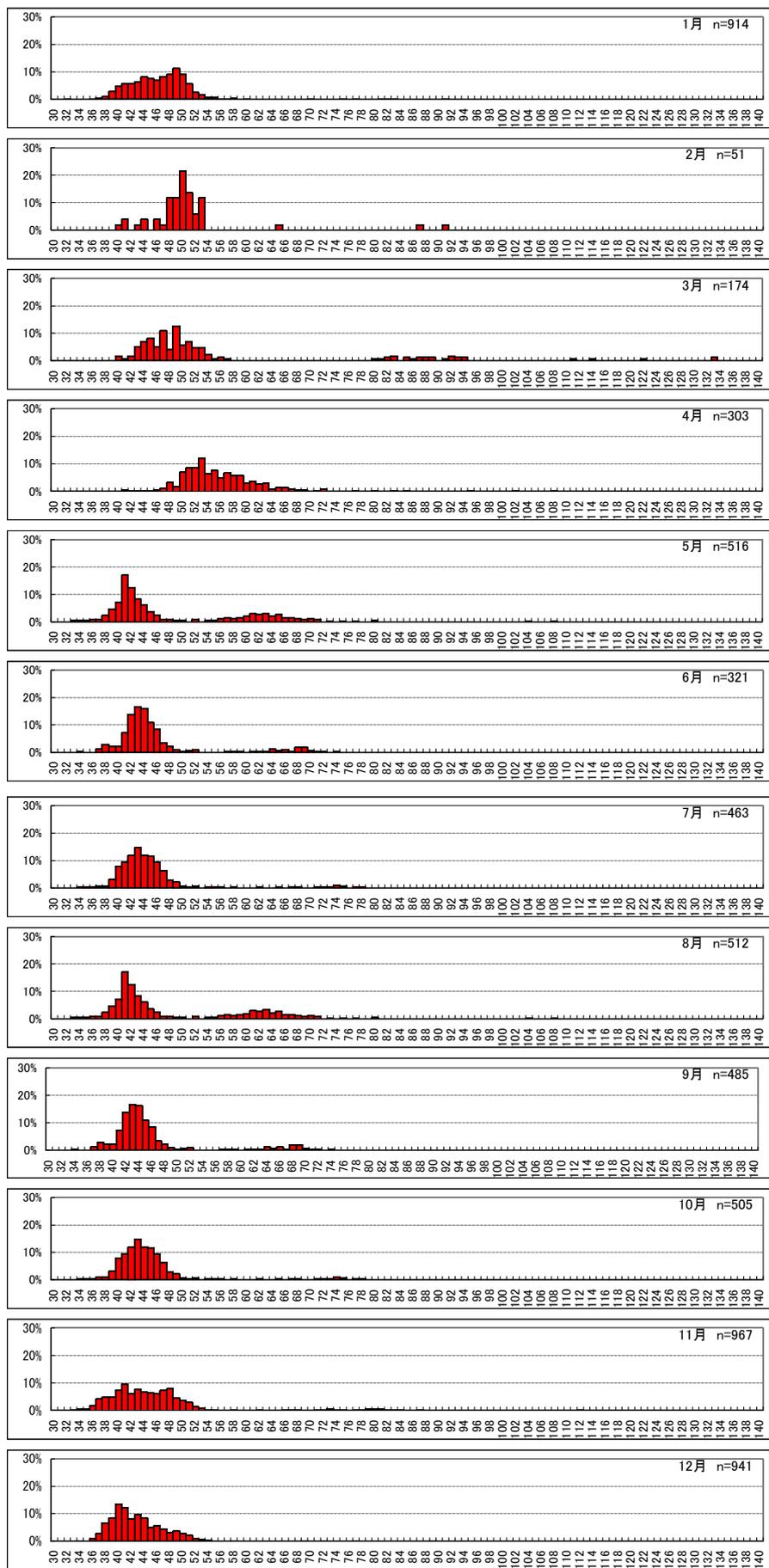


図5 キハダ月別尾叉長組成(枕崎市漁協) 横軸は尾叉長(cm), 縦軸は頻度

# マグロ漁場調査Ⅲ (熱帯性まぐろ資源対策調査委託事業)

榊純一郎

## 【目的】

熱帯性マグロ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移動回遊・死亡率・成長等の情報を収集・提供する。

## 【方法】

夏季～秋季に奄美大島地区の沿岸カツオ一本釣漁船延べ6隻を用船し、奄美大島周辺の浮魚礁に来遊するメバチ及びキハダを対象に標識放流を実施した。

## 【結果】

7月下旬及び9月下旬の計6日間でメバチ85尾、キハダ475尾の計560尾について標識放流を行い、独立行政法人水産総合研究センター(以下水研センターと称す)へ報告した。

また、8尾の再捕があり、同じく水研センターへ報告した。

表1 平成21年度熱帯性まぐろ類標識放流概要

項目	夏季	秋季
実施期間	平成21年7月25～28日	平成21年9月28～30日
実施場所	沖永良部島周辺浮魚礁	奄美大島周辺浮魚礁
放流尾数(メバチ)	186(5)	11
放流尾数(キハダ)	48	537(3)
尾叉長(メバチ)	46～63cm	44～66cm
尾叉長(キハダ)	27～61cm	34～73cm

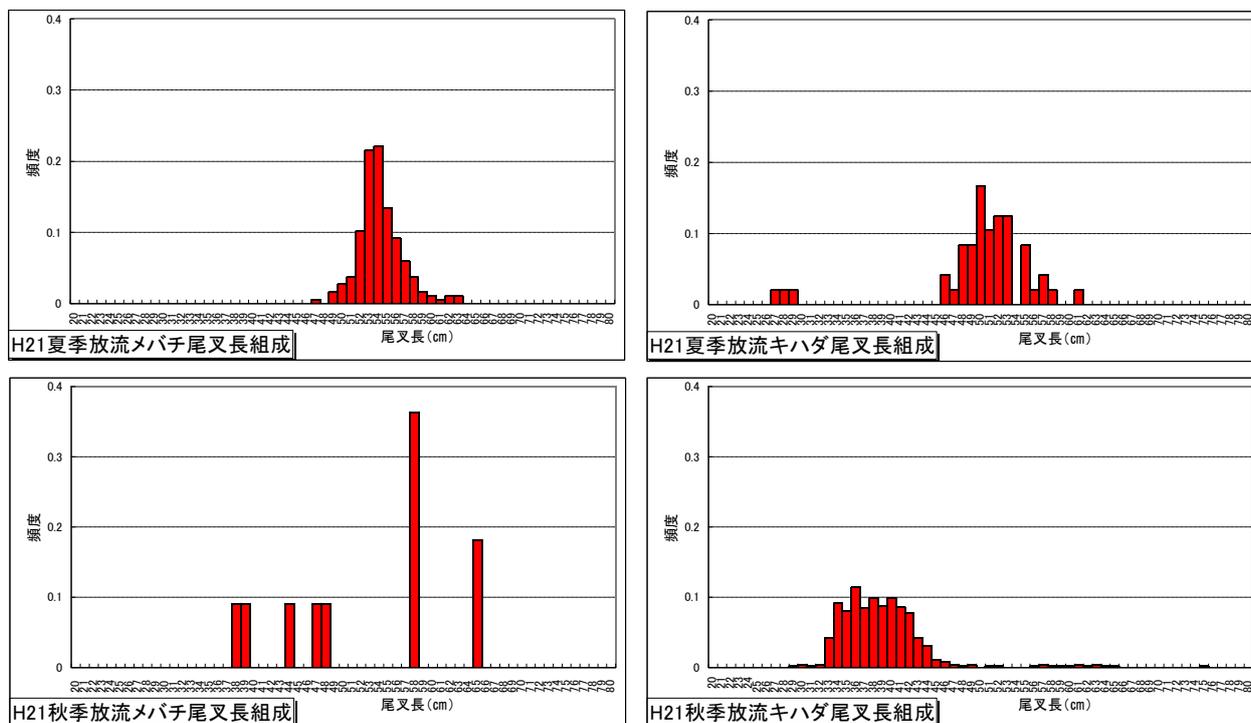


図1 放流メバチ及びキハダ尾叉長組成

表2 平成21年度再捕一覽

魚種	標 識			放 流			再 捕			移 動			成 長 (mm)	成 長 成率 (mm/日)				
	通常	電子	日 時	緯 度	経 度	漁 法	日 時	緯 度	経 度	尾叉長 (cm)	体 重 (kg)	日数 (日)			距離 (km)	速度 (km/日)		
YFT	F0393	F0394	-	H20.8.1	27° 56.1' N	129° 42.8' E	56.0	あるしおん	竿	2009/5/17	29° 53.1' N	129° 35.1' E	16~17	289	217.2	0.75		
YFT	G0115	G0116	-	H20.8.2	28° 25.5' N	128° 56.4' E	61.0	豊島丸	竿	2009/7/30	27° 07.9' N	129° 42.6' E	95.0	357	167.3	0.47	340.00	0.95
YFT	J5781	J5782	-	H21.7.26	26° 59.6' N	128° 54.8' E	56.0	第二海草丸	曳	2009/7/30	27° 06.1' N	128° 55.1' E	58.0	4	11.9	2.98	20.00	5.00
YFT	G1765	G1766	-	H21.7.26	26° 59.6' N	128° 54.8' E	56.5	第二海草丸	曳	2009/8/11	26° 59.8' N	128° 54.6' E	59.0	16	0.5	0.03	25.00	1.56
YFT	I2505	I2506	-	H21.7.27	27° 06.7' N	128° 55.2' E	50.0	第二海草丸	曳	2009/8/11	26° 59.0' N	128° 54.6' E	54.0	15	12.0	0.85	40.00	2.67
BET	I2513	I2514	-	H21.7.27	27° 06.7' N	128° 55.2' E	54.0	第二海草丸	曳	2009/8/10	27° 06.9' N	128° 55.1' E	57.0	14	0.4	0.03	30.00	2.14
YFT	I2598	I2600	-	H21.7.27	27° 06.7' N	128° 55.2' E	50.0	第二海草丸	曳	2009/8/13	26° 59.8' N	128° 54.6' E	51.7	17	12.8	0.75	17.00	1.00
YFT	I2503	I2504	-	H21.7.27	27° 06.7' N	128° 55.2' E	54.0	第二海草丸	曳	2009/8/13	26° 59.8' N	128° 54.6' E	53.5	17	12.8	0.75		
YFT	G1739	G1740	-	H21.7.25	26° 59.5' N	128° 54.7' E	61.0	第二海草丸	曳	2009/8/20	27° 06.9' N	128° 55.1' E	63.5	26	13.7	0.53	25.00	0.96
YFT	J5539	J5540	-	H21.7.28	27° 09.8' N	128° 43.9' E	52.5	第二海草丸	曳	2009/8/20	27° 10.1' N	128° 44.1' E	54.7	23	0.0	0.00	22.00	0.96
BET	I2577	I2578	-	H21.7.27	27° 06.7' N	128° 55.2' E	54.0	第二海草丸	曳	2009/8/20	27° 06.9' N	128° 55.1' E	56.5	24	0.0	0.00	25.00	1.04
YFT	J5529	J5530	-	H21.7.28	27° 09.8' N	128° 43.9' E	52.0	第二海草丸	曳	2009/9/8	27° 14.4' N	128° 42.5' E	56.6	43	9.0	0.21	46.00	1.07
BET	G0947	G0948	-	H20.8.3	27° 32.7' N	129° 29.2' E	54.0	第18脇田丸	竿	2009/9/6	10° 40.1' N	134° 45.1' E	12.8	399	1964.7	4.92		
BET	G1719	G1720	-	H21.7.25	26° 59.5' N	128° 54.7' E	49.0	第二海草丸	曳	2009/10/5	27° 01.1' N	129° 01.6' E		72	13.1	0.18		
BET	G1733	G1734	-	H21.7.25	26° 59.5' N	128° 54.7' E	51.5	第二海草丸	曳	2009/10/5	27° 01.1' N	129° 01.6' E		72	13.1	0.18		
BET	G1935	G1936	-	H21.7.28	27° 06.7' N	128° 55.2' E	51.5	第二海草丸	曳	2009/10/3	27° 01.1' N	129° 01.6' E		67	15.9	0.24		
YFT	G1913	G1914	-	H21.7.28	27° 09.8' N	128° 43.9' E	45.5	第二海草丸	曳	2009/9/27	27° 14.7' N	128° 42.9' E	52.7	61	9.3	0.15	72.00	1.18
YFT	G1721	G1722	-	H21.7.25	26° 59.5' N	128° 54.7' E	57.0	第二海草丸	曳	2009/9/13	26° 14.1' N	128° 39.1' E		50	89.1	1.78		
BET	G1735	G1736	-	H21.7.25	26° 59.5' N	128° 54.7' E	52.0	第二海草丸	曳	2009/9/16	26° 14.1' N	128° 39.1' E		53	89.1	1.68		
BET	G1755	G1756	-	H21.7.26	26° 59.6' N	128° 54.8' E	53.0	第二海草丸	曳	2009/9/22	26° 14.1' N	128° 39.1' E		58	89.4	1.54		
BET	G1871	G1872	-	H21.7.27	26° 59.6' N	128° 54.8' E	55.0	第二海草丸	曳	2009/9/13	26° 14.1' N	128° 39.1' E		48	89.4	1.86		
BET	I2573	I2574	-	H21.7.27	27° 06.7' N	128° 55.2' E	54.5	第二海草丸	曳	2009/10/17	27° 56.2' N	129° 42.7' E	58.0	82	127.1	1.55	35.00	0.43
YFT	J6081	J6082	-	H21.9.29	28° 15.1' N	128° 29.9' E	45.0	第18脇田丸	竿	2009/10/17	28° 15.1' N	128° 29.9' E	42.5	1.3				
YFT	J6199	J6200	-	H21.9.29	28° 15.1' N	128° 29.9' E	40.0	第18脇田丸	竿	2009/10/17	28° 15.1' N	128° 29.9' E	39.5	1.0				
YFT	J6367	J6368	-	H21.9.30	28° 25.7' N	128° 56.9' E	39.0	あるしおん	竿	2009/12/15	26° 49.2' N	127° 14.7' E	41.2	1.3	260.4	3.43	22.00	0.29
YFT	I2455	I2456	-	H21.7.26	26° 59.6' N	128° 54.8' E	46.0	第二海草丸	曳	2009/12/14	25° 57.2' N	131° 17.1' E	65.0	4.0	287.6	2.04	190.00	1.35
YFT	J6313	J6314	-	H21.9.30	28° 25.7' N	128° 56.9' E	38.0	あるしおん	竿	2009/11/29	28° 15.1' N	128° 21.1' E	41.0	1.2	69.4	1.16	30.00	0.50

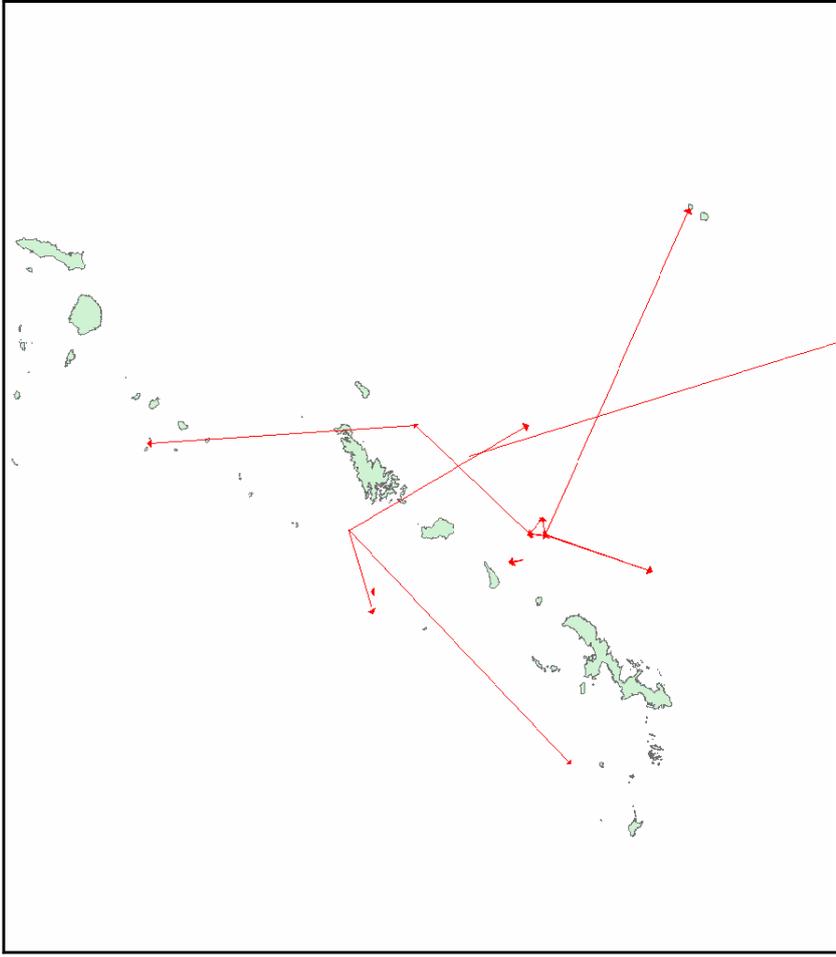


図2 短距離再捕の移動図

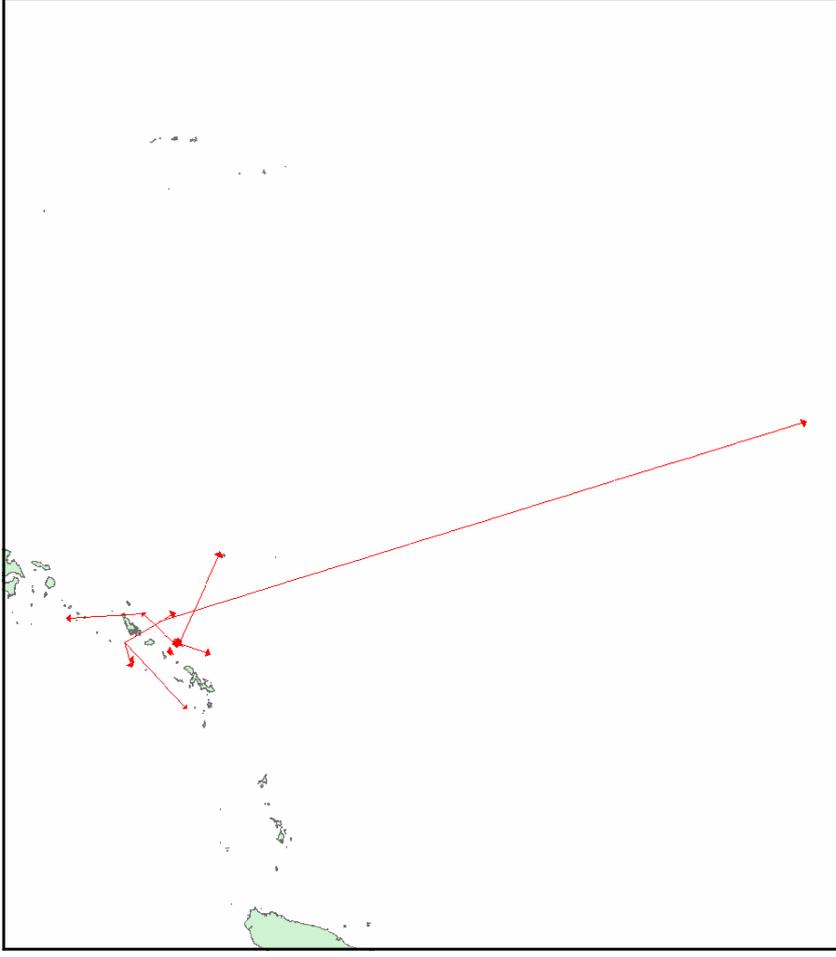


図3 長距離再捕の移動図  
パラオ北沖でマグロ延縄漁船により再捕

# ヨコワ来遊予報調査

榊純一郎

## 【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を収集し、本県の漁期全体のヨコワ漁況を予測する。

### 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

### 2 漁況予測手法

本県の漁獲量と相関の高い予測指標を見いだせなかったため、各県の漁獲データを総合的に勘案し来遊水準を予測。

## 【結果及び考察】

長崎県の11月までの漁況は低調であり、また各県の漁況も低調であったことから、本県の平成21年度漁期のヨコワ来遊量は低水準と予測し、以下のように発表した。

**漁獲量は、前年（12トン：低水準）並で、平年（72トン：中水準）を下回り、低水準（20トン以下）となるでしょう。**

平成21年度漁期(平成21年11月～平成22年3月)の南薩3漁協におけるヨコワ漁は低調に推移し、予報どおり低水準となった。

# 沿岸・近海漁業資源調査 - (浮魚資源調査：モジャコ調査)

宍道弘敏

## 【目的】

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

## 【材料及び方法】

### 1 調査船調査

#### (1) 調査期間

第1次調査 平成21年3月6～16日

第2次調査 平成21年4月2～10日

#### (2) 調査船

漁業調査船「おおすみ」 63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21年4月5日～5月11日(37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，モジャコ採捕漁業の経過を把握した。

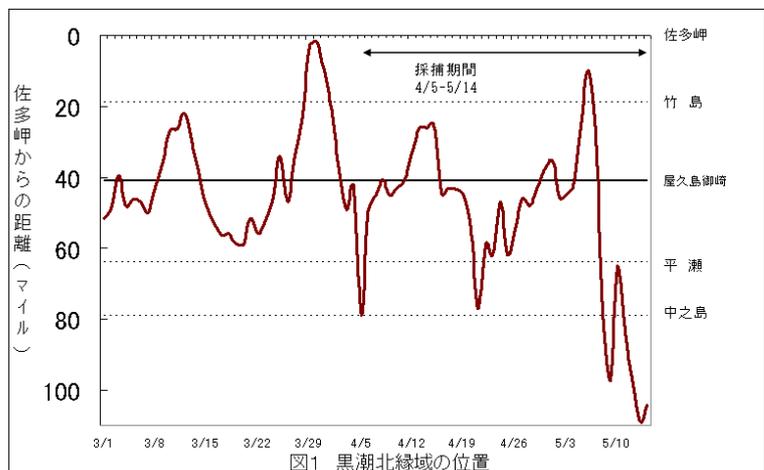
## 【結果及び考察】

### 1 調査船調査

#### (1) 第1次調査（表1，図1・2）

##### 海況

黒潮北縁域は，3月10日現在，竹島の南8マイル付近にあり，接岸傾向であったが，その後南下し，3月15日現在，屋久島御崎の南6.6マイル付近であった。



定期船による観測では、3月15～16日現在、黒潮流域で23.0（かなり高め）、薩南海域で21.0（やや高め）、西薩海域で17.6（やや高め）であった。旬別の平均では、3月上旬が黒潮流域で22.8（かなり高め）、薩南海域で18.8（平年並み）、西薩海域で18.1（やや高め）、3月中旬が黒潮流域で23.2（かなり高め）、薩南海域で20.6（やや高め）、西薩海域で18.3（やや高め）であった。

#### 流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は0.6個/10マイルで、昨年同期（11.4個/10マイル）より少なかった。また、平年同期（3.3個/10マイル）より少なく、平成17年に次ぐ少なさであった。いずれの海域も平年より少なく、特に大隅海域、種子島海域は全くなかった。

採取した流れ藻重量は2.3～8.0kg（平均4.7kg）で、昨年同期の0.5～30.2kg（平均7.2kg）より小型であった。

#### モジャコの付着状況

流れ藻1kg当たりの付着尾数は8.0尾で、昨年同期（0.03尾）より多かった。また、平年同期（6.1尾）より多かった。

モジャコ以外の雑魚では、カンパチ、マアジ、イシガキダイ等の付着がみられた。

#### モジャコの大きさ、肥満度

採捕したモジャコ（113尾）の全長は平均40.2mmで、昨年同期（27.3mm）より大型であった。また、平年同期（44.0mm）より小型であった。

肥満度（体重/尾叉長<sup>3</sup>×1000）の平均（±標準偏差）は15.3（±2.42）であった。

表1 海況及びモジャコの付着状況(3月)

調査項目	海 域	平成21年	平成20年	平成19年	平成18年	平成17年	平成16年	過去5年平均	平年(H11～20)	
流れ藻視認個数 (10マイル当たり)	大隅	0.0	0.0	1.2	0.7	0.0	0.0	0.4	0.3	
	種子島	0.0	4.0	0.3	30.7	0.0	0.1	7.0	3.8	
	屋久島	0.6	27.3	2.2	3.7	0.8	0.5	6.9	5.2	
	南薩	1.5	10.0	2.0	2.0	0.3	1.8	3.2	4.0	
	西薩		0.9	2.0	9.5	0.2	1.9	2.9	2.7	
	平均(全海域)	0.6	11.4	1.7	6.8	0.4	0.9	4.2	3.3	
流れ藻1kg当たりのモ ジャコ付着尾数	大隅			20.3				20.3	6.8	
	種子島		0.00	29.0	22.4			17.1	12.7	
	屋久島	28.3	0.03	17.4	5.4	5.2	17.3	9.1	5.5	
	南薩	4.1	0.03	35.7	0.9	0.0	1.9	7.7	8.5	
	西薩			1.0	0.5		1.4	1.0	1.6	
	平均(全海域)	8.0	0.03	23.8	9.6	4.1	12.1	9.9	6.1	
モジャコ平均全長(mm)	大隅			63.5				63.5	63.5	
	種子島			56.2	60.3			58.3	50.5	
	屋久島	38.6	28.0	44.0	48.9	31.2	24.0	35.2	42.9	
	南薩	42.5	26.0	46.3	33.3		20.3	31.5	40.1	
	西薩			30.5	37.8		20.1	29.5	34.0	
	平均(全海域)	40.2	27.3	49.6	58.2	31.2	23.8	38.0	44.0	
定期船観測に よる各海域の 平均水温(°C)	3月上旬	黒潮流域	22.82	21.62	23.46	22.50	21.17	22.00	22.15	21.98
		薩南海域	18.84	17.92	20.74	18.49	18.41	18.71	18.85	19.25
		西薩海域	18.12	16.01	17.16	16.45	15.89	15.81	16.26	17.04
	3月中旬	黒潮流域	23.20	22.68	23.20	22.72	21.40	22.47	22.49	22.19
		薩南海域	20.63	19.78	22.41	18.48	17.57	17.78	19.20	19.54
		西薩海域	18.25	16.51	20.37	15.78	15.01	16.92	16.92	17.33

※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。

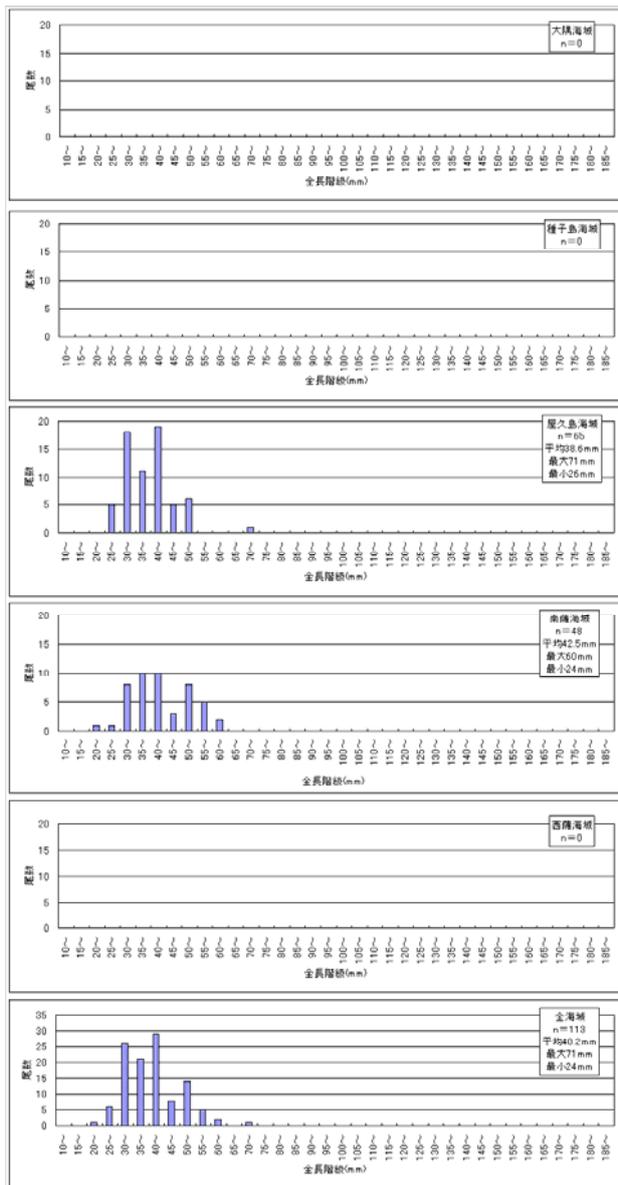


図2 採捕したモジャコの世界別全長組成(平成21年 第1回調査)

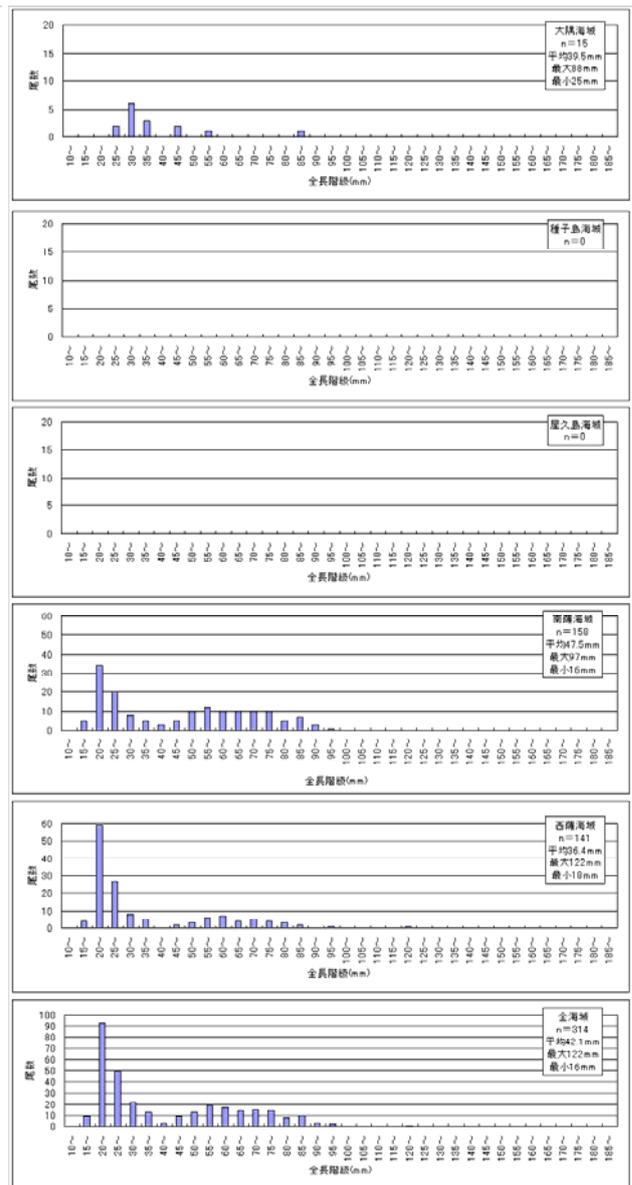


図3 採捕したモジャコの世界別全長組成(平成21年 第2回調査)

(2) 第2次調査(表2, 図1・3)

海況

黒潮北縁域は、4月8日現在、屋久島御崎の南47㍎付近にあった。

定期船による観測では、4月8日現在、黒潮流域で23.9 (やや高め)、薩南海域で21.7 (やや高め)、西薩海域で19.1 (やや高め)であった。旬別の平均では、黒潮流域で23.9 (やや高め)、薩南海域で22.4 (かなり高め)、西薩海域で18.2 (平年並み)であった。

流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は8.6個/10㍎で、昨年同期(80.6個/10㍎)より少なかった。また、昨年同期(24.0個/10㍎)より少なかった。

採取した流れ藻重量は1.0~27.9kg(平均8.5kg)で、昨年同期の1.3~67.4kg(平均12.9kg)より小型であった。

モジャコの付着状況

流れ藻 1kg当たりの付着尾数は2.8尾で、昨年同期（5.3尾）より少なかった。また、平年同期（11.2尾）より少なかった。

モジャコ以外の雑魚ではメジナ、メダイ、オヤビッチャ、イシガキダイ等の付着がみられた。  
モジャコの大きさ、肥満度

採捕したモジャコ（314尾）の平均全長は42.1mm（16～122mm）で、昨年同期（48.0mm）より小型であった。また、平年同期（56.2mm）より小型であった。

肥満度の平均（±標準偏差）は14.5（±1.23）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21年	平成20年	平成19年	平成18年	平成17年	平成16年	過去5年平均	平年(H11～20)
流れ藻視認個数 (10マイル当たり)	大隅	1.2	334.9	1.8	1.1	5.7	2.7	69.2	40.3
	種子島	1.8	14.4	0.5	0.1	4.2	1.4	4.1	33.4
	屋久島	0.5	127.3	1.8	0.5	4.7	7.9	28.4	29.4
	南薩	10.0	36.9	0.4	0.3	1.2	3.5	8.5	16.4
	西薩	28.4	11.9	1.1	4.3	6.3	17.9	8.3	14.4
	平均(全海域)	8.6	80.6	1.1	1.2	4.2	7.2	18.9	24.0
流れ藻1kg当たり のモジャコ付着尾数	大隅	8.3	3.0	73.8	15.7	12.5	13.6	23.7	14.8
	種子島	0.0	0.5	7.0	6.2	36.5	57.8	21.6	14.7
	屋久島		6.0	24.4	1.7	0.1	8.9	8.2	16.9
	南薩	3.2	4.9	108.2	6.9	13.5	35.5	33.8	19.1
	西薩	2.4	5.6	0.8	1.2	3.9	2.8	2.9	1.7
	平均(全海域)	2.8	5.3	44.6	3.1	8.9	21.2	16.6	11.2
モジャコ平均全長 (mm)	大隅	39.5	48.1	72.8	33.7	51.1	70.1	55.2	61.0
	種子島		70.0	49.1	57.6	37.1	67.6	56.3	69.7
	屋久島		61.0	56.8	40.1	49.5	52.0	51.9	53.8
	南薩	47.5	45.5	48.5	43.6	47.6	53.9	47.8	49.2
	西薩	36.4	33.4	92.0	57.2	28.1	54.6	53.1	52.3
	平均(全海域)	42.1	48.0	62.2	44.0	40.9	58.5	50.7	56.2
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	23.90	23.48	22.81	23.15	22.43	23.31	23.04	23.09
	薩南海域	22.42	20.89	21.01	20.76	20.45	20.61	20.74	20.27
	西薩海域	18.17	18.20	19.93	18.38	18.61	19.50	18.92	17.71

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

## 2 標本船調査（表3・4，図4・5）

40日間の採捕期間中、標本船7隻の操業回数のはのべ5,200回、モジャコ漁獲量はのべ898.4kg、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）は7.2kg、1網あたり（1回操業あたり）漁獲量は0.17kgであった。

海区別に操業実態をみると、屋久島周辺で出漁隻数が多く、屋久島西、種子島東で操業回数が多かった。操業海域は20年度より広範囲に及んだ。1網あたり漁獲量は、甕島西、種子島南東で高い値を示した。「操業が集中している海域」と「1網あたり漁獲量の多い海域」が一致せず、今期のモジャコ採捕漁業は、流れ藻を広範囲に探索しながら少量の採捕を繰り返したことが伺える。

表3 H21モジャコ標本船海区別漁獲状況(7隻による)

海区番号	のべ出漁 隻数 (隻)	のべ操業 回数 (回)	モジャコ 漁獲量 (kg)	1隻当り 漁獲量 (kg/隻)	1網当り 漁獲量 (kg/網)	とび 漁獲尾数 (尾)	1隻当り とび漁獲 尾数(尾)	1網当り とび漁獲 尾数(尾)
207	4	100	28.0	7.0	0.280	165	41.3	1.65
208	10	333	53.9	5.4	0.162	180	18.0	0.54
209	13	400	62.2	4.8	0.156	725	55.8	1.81
210	12	520	113.1	9.4	0.217	1,722	143.5	3.31
217	1	25	11.0	11.0	0.440	162	162.0	6.48
218	2	130	20.0	10.0	0.154	150	75.0	1.15
219	6	102	8.9	1.5	0.087	254	42.3	2.49
220	3	27	2.3	0.8	0.084	522	174.0	19.33
229	1	3	0.5	0.5	0.167	0	0.0	0.00
230	4	175	16.0	4.0	0.091	2,586	646.5	14.78
240	3	160	16.0	5.3	0.100	2,200	733.3	13.75
401	4	267	84.3	21.1	0.316	1,115	278.8	4.18
411	1	60	5.0	5.0	0.083	200	200.0	3.33
678	10	208	15.8	1.6	0.076	225	22.5	1.08
679	10	449	55.9	5.6	0.125	969	96.9	2.16
680	4	192	115.2	28.8	0.600	781	195.3	4.07
689	17	199	21.4	1.3	0.108	307	18.1	1.54
690	20	343	51.5	2.6	0.150	594	29.7	1.73
698	8	110	9.9	1.2	0.090	218	27.3	1.98
699	19	405	61.4	3.2	0.152	947	49.8	2.34
700	27	893	128.6	4.8	0.144	1,300	48.1	1.46
791	4	99	17.5	4.4	0.176	155	38.8	1.57
合計	183	5,200	898.4	4.9	0.173	15,477	84.6	2.98

表4 H21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5日	6	83	10.3	1.7	0.12	79	13.2	0.95
4月6日	7	289	23.1	3.3	0.08	283	40.4	0.98
4月7日	4	158	9.5	2.4	0.06	120	30.0	0.76
4月13日	5	121	4.7	0.9	0.04	87	17.4	0.72
4月15日	2	52	2.2	1.1	0.04	0	0.0	0.00
4月16日	5	145	9.1	1.8	0.06	208	41.6	1.43
4月17日	5	133	14.6	2.9	0.11	261	52.2	1.96
4月18日	3	75	4.1	1.4	0.06	66	22.0	0.88
4月19日	3	121	21.9	7.3	0.18	132	44.0	1.09
4月20日	1	58	5.6	5.6	0.10	20	20.0	0.34
4月22日	5	78	10.1	2.0	0.13	250	50.0	3.21
4月23日	7	204	19.7	2.8	0.10	172	24.6	0.84
4月24日	3	55	4.5	1.5	0.08	16	5.3	0.29
4月27日	1	8	0.0	0.0	0.00	2	2.0	0.25
4月28日	7	256	71.0	10.1	0.28	650	92.9	2.54
4月29日	6	355	46.9	7.8	0.13	223	37.2	0.63
4月30日	7	374	49.6	7.1	0.13	2,965	423.6	7.93
5月1日	7	354	42.8	6.1	0.12	2,410	344.3	6.81
5月2日	7	280	47.8	6.8	0.17	895	127.9	3.20
5月3日	4	140	16.5	4.1	0.12	644	161.0	4.60
5月4日	5	200	48.3	9.7	0.24	720	144.0	3.60
5月5日	4	142	85.9	21.5	0.60	448	112.0	3.15
5月6日	4	255	48.4	12.1	0.19	1,233	308.3	4.84
5月7日	5	334	97.8	19.6	0.29	1,056	211.2	3.16
5月8日	4	410	75.7	18.9	0.18	1,154	288.5	2.81
5月9日	3	230	66.8	22.3	0.29	895	298.3	3.89
5月10日	3	260	44.6	14.9	0.17	254	84.7	0.98
5月11日	1	30	17.0	17.0	0.57	234	234.0	7.80
合計	124	5,200	898.4	7.2	0.17	15,477	124.8	2.98

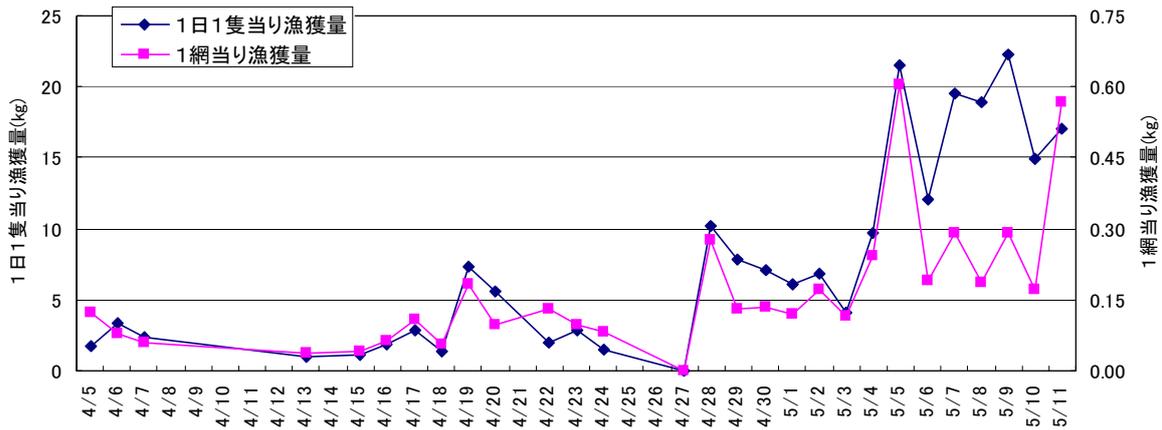


図4 H21モジャコ標本船CPUEの変化

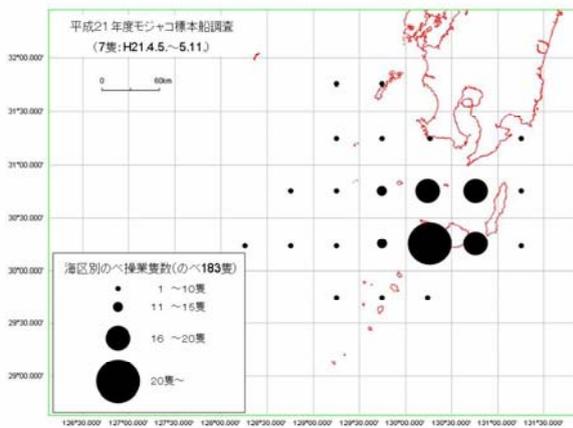


図5-1 標本船7隻による海区別のべ操業隻数

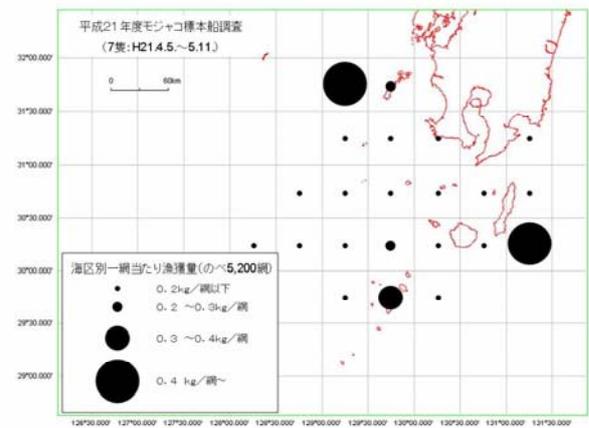


図5-2 標本船7隻による海区別一網あたり漁獲量

### 3 モジャコ採捕漁業の経過 (表5, 図6・7)

採捕許可期間 平成21年4月5日～5月14日(40日間)

許可隻数：124隻

国割当尾数：5,420千尾

需給契約尾数：4,518千尾

採捕尾数：4,107千尾(水産振興課報告, 以下同じ)

需給契約尾数に対する充足率：90.9%

4月5日に解禁されたモジャコ漁は、解禁当初から流れ藻が少なく、かつ付着状況も低調であったことから、4月8日から12日までの5日間、自主禁漁措置が取られた。しかし、再開後も状況は変わらず極めて低調に推移したことから、当初4月27日までであった再捕期間が5月4日まで、5月14日までと、二度延長された。

漁期後半は流れ藻の数・モジャコ付着状況ともみずみずで、漁況は4月29日頃から好転し、採捕が終了した5月13日現在では充足率90.9%(対国割当尾数75.8%)となり、好漁年であった。

表5 平成21年度もじょこ採捕実績(尾数)

漁協名	計画尾数 (千尾)	採捕実績 (千尾)	充足率 (%)	4/5 (日)	4/6 (月)	4/7 (火)	4/8 (水)	4/9 (木)	4/10 (金)	4/11 (土)	4/12 (日)	4/13 (月)	4/14 (火)	4/15 (水)	4/16 (木)
東町	1,320	1,202	91.1	0	4,622	12,897	0	0	0.0	0	0	8,551	0	1,379	27,560
北さつま(長島)	452	396	87.5	0	0	5,398	0	0	0	0	0	0	0	0	0
飯島(異)	23	23	99.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
牛塚	50	40	95.6	0	0	1,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0
華水市	159	94	59.2	0	0	0	0	0	0	0	3,577	0	0	0	2,984
内之浦	412	367	93.9	0	0	10,811	0	0	0	0	8,317	0	0	0	4,222
種子島	960	892	92.9	0	17,633	23,833	0	0	0	0	5,560	0	0	0	0
南種子町	369	297	80.4	0	3,838	9,402	0	0	0	0	843	0	0	1,513	0
屋久島	773	769	99.5	0	7,450	4,149	0	0	0	0	7,510	0	0	5,135	12,235
合計(千尾)	4,518	4,107	-	0.0	33.5	67.6	0.0	0.0	0	0	0	31	0	8	47
累計(千尾)	-	-	-	0.0	33.5	101.1	101	101	101	101	101	132	132	140	187
充足率(%):A	-	-	90.9	0.0	0.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	2.4	2.9	3.1	4.1
充足率(%):B	-	-	75.8	0.0	0.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	2.4	2.4	2.6	3.5

漁協名	4/17 (金)	4/18 (土)	4/19 (日)	4/20 (月)	4/21 (火)	4/22 (水)	4/23 (木)	4/24 (金)	4/25 (土)	4/26 (日)	4/27 (月)	4/28 (火)	4/29 (水)	4/30 (木)
東町	10,218	3,338	60,811	9,488	0	0	24,497	70,325	0	0	0	37,445	125,585	291,620
北さつま(長島)	6,444	26,828	19,861	0	0	0	0	0	39,031	0	0	0	0	3,679
飯島(異)	785	0	0	0	0	0	0	0	2,975	0	0	0	0	0
牛塚	3,398	0	3,452	0	0	0	0	0	0	0	2,580	0	2,204	0
華水市	0	0	3,522	379	0	0	3,529	0	4,806	0	399	4,299	717	9,153
内之浦	2,946	2,717	3,763	623	0	0	9,555	3,472	0	0	0	0	0	48,765
種子島	27,994	43,341	28,262	0	0	2,445	2,727	22,737	0	0	0	0	137,012	71,402
南種子町	5,125	0	2,837	0	0	0	2,980	4,318	0	0	0	0	26,990	42,947
屋久島	5,114	5,804	37,720	0	0	0	43,727	12,210	0	0	62,756	18,495	12,500	3,239
合計(千尾)	62	82	154	11	0	12	81	110	47	0	66	58	305	476
累計(千尾)	249	331	485	496	496	508	589	699	746	746	812	870	1,175	1,651
充足率(%):A	5.5	7.3	10.7	11.0	11.0	11.2	13.0	15.5	16.5	16.5	18.0	19.3	26.0	36.5
充足率(%):B	4.6	6.1	8.9	9.1	9.1	9.4	10.9	12.7	13.5	13.8	15.0	16.1	21.7	30.5

漁協名	5/1 (金)	5/2 (土)	5/3 (日)	5/4 (月)	5/5 (火)	5/6 (水)	5/7 (木)	5/8 (金)	5/9 (土)	5/10 (日)	5/11 (月)	5/12 (火)	5/13 (水)	5/14 (金)
東町	135,035	290,735	0	0	40,360	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北さつま(長島)	123,939	14,623	159,928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
飯島(異)	3,338	0	19,729	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
牛塚	5,052	0	4,363	0	0	5,568	0	7,605	7,317	0	5,044	0	0	0
華水市	0	4,626	8,286	3,006	4,561	0	0	1,323	9,217	1,194	18,203	1,945	9,402	0
内之浦	13,375	0	1,922	3,339	0	20,333	11,262	1,809	2,909	17,990	49,120	72,530	37,588	0
種子島	36,187	60,368	58,078	25,983	76,922	28,533	10,154	20,320	79,513	51,565	65,144	0	0	0
南種子町	6,100	0	11,125	17,225	0	20,697	17,493	5,992	41,796	42,878	32,103	0	0	0
屋久島	9,983	16,321	9,588	8,983	8,488	31,383	55,984	140,911	113,885	137,364	0	0	0	0
合計(千尾)	388	387	262	84	130	105	95	178	255	251	170	75	97	0
累計(千尾)	2,039	2,426	2,688	2,752	2,882	2,987	3,082	3,260	3,515	3,766	3,935	4,010	4,107	4,107
充足率(%):A	45.1	53.7	59.5	60.9	63.8	66.1	68.2	72.2	77.8	83.3	87.1	88.8	90.9	90.9
充足率(%):B	37.6	44.8	49.6	50.8	53.2	55.1	56.9	60.1	64.8	69.5	72.6	74.0	75.8	75.8

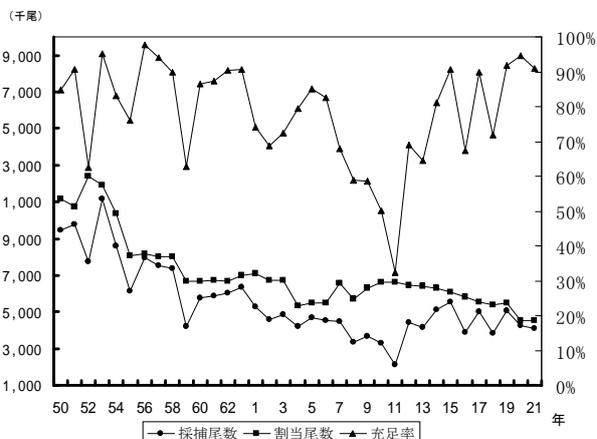


図6 モジヤコ採捕数と割当数の経年変化

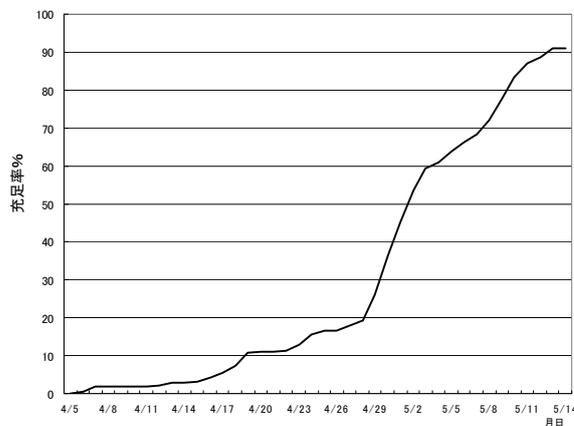


図7 充足率の推移(H21)

## 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅱ (漁場環境調査：魚礁調査)

榊純一郎

### 【目 的】

海底の状況（地形・底質）、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】

平成21年11月20日、いちき串木野市沖（串木野市漁協）の2箇所の魚礁漁場及び1箇所の増殖場において、水中テレビロボット（ROV）を用いて人工魚礁の設置状況（配置、積み重ね状況、洗掘、埋没、付着生物、魚の蝸集状況）等を調査した。

### 【結 果】

- 1 平成5年度設置串木野沖大型魚礁(沈船魚礁344ト1基・沈船魚礁134ト1基・FP魚礁3.25型9個)  
沈船魚礁1基を確認。甲板上でイサキ幼魚，オオモンハタ，スズメダイの群を確認。甲板にはトゲトサカ及びムチカラマツ等のソフトコーラルが着生。魚礁の崩壊・埋没は確認できなかった。  
(確認した魚種)  
イサキ・オオモンハタ・スズメダイ・カゴカキダイ・イラ
- 2 昭和60年度設置タイヤ魚礁  
1.5m角型魚礁の乱積みを確認。タイヤ魚礁は確認できなかった。透明度が悪く，マアジは確認できなかったが有用魚種を複数種確認。トゲトサカ及びムチカラマツ等のソフトコーラルが着生。崩壊は確認されなかったものの，下段の魚礁に埋没が確認された。  
(確認した魚種)  
イシダイ・オオスジハタ・コロダイ・オオニベ・イラ
- 3 平成13年度設置吹上沖広域型増殖場（AT魚礁I型21基・クリスタルリーフCN-2型14基）  
AT魚礁及びクリスタル礁を確認。AT魚礁では有用魚種を複数種確認。クリスタルリーフではイサキの群を確認。双方ともにトゲトサカ等のソフトコーラルが着生。魚礁の崩壊・埋没は確認できなかった。  
(確認した魚種)  
イサキ・イシダイ・オオモンハタ・コロダイ・イラ・キンチャクダイ・ナンヨウツバメウオ・ハタタテダイ

## 沿岸・近海漁業資源調査－Ⅲ (漁場環境調査：ヒトデ調査)

榊純一郎

### 【目 的】

東町漁協所属ごち網漁船にヒトデが大量に入網するため、海底の状況をROVにより観察し、ヒトデの存在を目視確認する。

### 【方 法】

- ・調査船及び調査員

東町漁協所属ごち網漁船 海洋丸 (4.8トﾝ／池上直光船長)

資源管理部 榊 純一郎

くろしお 長井 智之・板敷 洋一

- ・調査海域

長島及び伊唐島沖のごち網漁場

- ・調査期間

平成21年7月16日 午後1時～午後4時

- ・調査内容及び方法

三井造船製RTDV-Hyper200MK2を用い、海底状況をビデオ撮影した。録画した画像データを基に、ヒトデの存在を確認するとともに、可能な限り生物種の同定を試みた。

### 【結 果】

東町漁協ごち網業者会選定の4点(図1)においてROV調査を実施し、表1のとおり4点中3点でヒトデ及びヒトデの痕跡を確認した。なお調査点2では録画画像による確認ができなかった(現地観察ではヒトデは視認されなかった)。種の同定は標本を確保できず実施できなかった。録画画像で視認したヒトデ及びその痕跡を図2～13に示す。

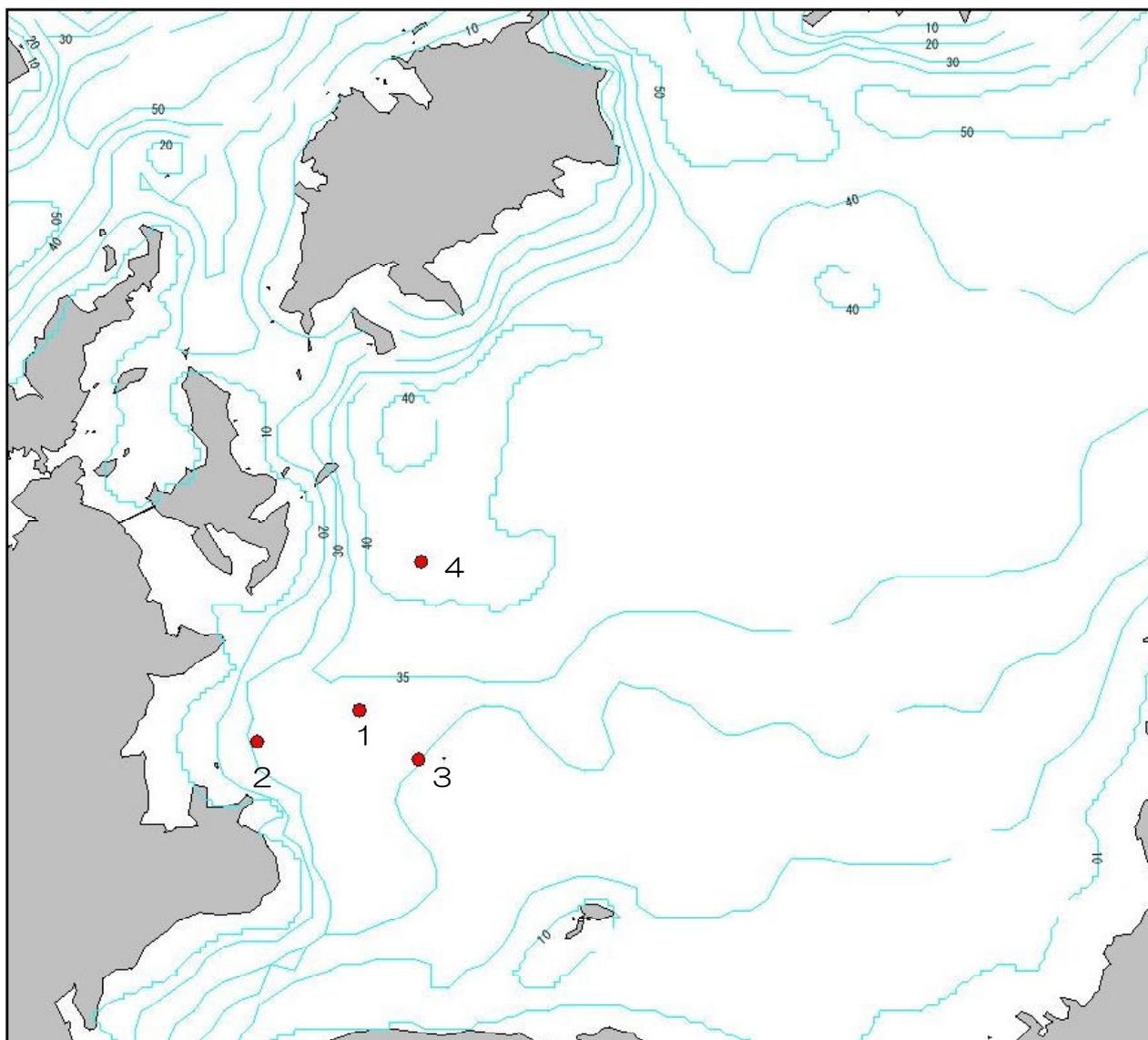


図1 調査実施位置

表1 調査箇所別ヒトデ視認数一覧

調査No.	1	2	3	4	計
緯度	32° 11.060' N	32° 10.730' N	32° 10.540' N	32° 12.616' N	
経度	130° 13.450' E	130° 12.387' E	130° 14.065' E	130° 14.092' E	
水深	37.0m	37.0m	36.2m	46.7m	
ヒトデ視認数	1	—	5	2	8
ヒトデ痕跡数	0	—	3	1	4



図2 調査点1で視認されたヒトデ



図3 調査点3で視認されたヒトデNo.1



図4 調査点3で視認されたヒトデNo.2



図5 調査点3で視認されたヒトデNo.3



図6 調査点3で視認されたヒトデNo.4



図7 調査点3で視認されたヒトデNo.5



図8 調査点4で視認されたヒトデNo.1



図9 調査点4で視認されたヒトデNo.2



図10 調査点3におけるヒトデ痕跡No.1



図11 調査点3におけるヒトデ痕跡No.2



図12 調査点3におけるヒトデ痕跡No.3



図13 調査点4におけるヒトデ痕跡

# マダコ小型個体脱出装置に関する研究 (鹿児島大学水産学部との共同研究)

立石 章治

## 【目 的】

東町漁協では、独自に300g以下の小ダコは再放流するなど、マダコの資源管理に取り組んでいるが、タコ籠漁法では小ダコ～大ダコが混在することがあり、取り揚げ時に斃死して商品価値が無くなることもある。このため、小ダコが脱出できる方法を検討し、マダコ資源管理の推進に資する。

## 【方 法】

### (1)タコ籠漁業実態調査

東町漁協のタコ籠漁業による漁獲状況を調査した。

### (2)水槽実験によるマダコ脱出口とサイズとの関係の検討

鹿児島大学水産学部東町ステーション内で従来のタコ籠に脱出口を設置し、マダコの脱出状況を記録し、マダコが脱出可能な脱出口の最小直径を計測した。

### (3)試験操業

東町漁協において、平成21年8月4日に直径30mmの脱出口を設置したタコ籠10基と、従来の脱出口を設置していない籠10基を設置し、定期的に取り揚げ、漁獲したタコの重量を測定して漁獲状況を調査した。

## 【結果及び考察】

### (1)タコ籠漁業実態調査

東町漁協では、水揚げされたマダコを大サイズ(1,800g～)、中サイズ(1,200～1,800g)、小サイズ(300～1,200g)に分けている。平成18年～平成21年の水揚げデータでは、タコ籠漁の最盛期は6～8月であり、サイズ別の漁獲量の内訳は大サイズが1～8%、中サイズが18～42%、小サイズが51～81%であり、小サイズの漁獲量が半数以上占めていることが明らかになった。

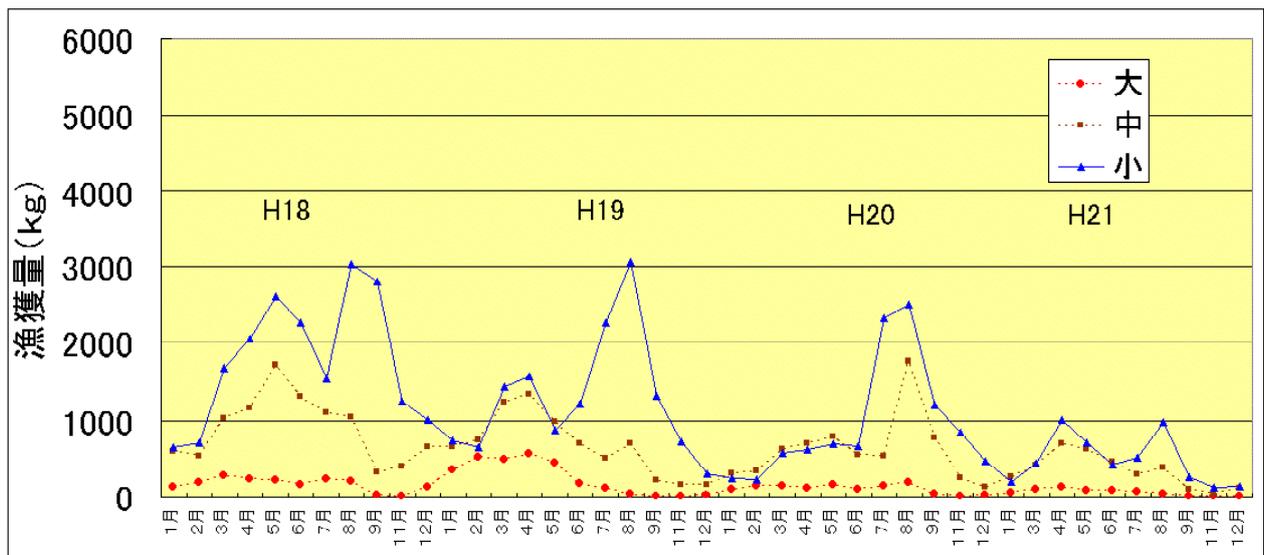


図1 東町漁協のタコ籠漁の銘柄別漁獲量の推移

## (2)水槽実験によるマダコ脱出口とサイズとの関係の検討

タコ籠漁業で一般的に使用されている折り畳み式のカゴの側面に塩化ビニール性の脱出リングを4個取り付け(写真1)。さらに脱出リング内円の直径は2.5cm, 3.0cm, 3.5cmの3段階を設定した。実験は鹿児島大学水産学部の東町ステーション内にあるコンクリート水槽で行い、使用したマダコは19個体で体重の範囲は105～760gであった。東町漁協ではタコ籠の浸漬時間は最も短い場合で一昼夜のため実験開始から24時間経過しても脱出しない場合は脱出が不可能と判断した。また、マダコの各部位を測定したところ腕部の付け根の周長が最も大きかったことから、この部分を腕部最大周長Cとして測定した。



写真1 実験用タコ籠 (60cm × 45cm × 22cm)

マダコの体重W, 腕部最大周長C, 脱出リング直径R及び行動結果を表1に示す。また、どれくらい体を収縮しているか調べるために、マダコが脱出できた最も小さいリングの周長RとCの比を算出した。最小脱出リングのサイズを測定することができたNo4～No16の結果からR/Cの平均値は0.76となった。また、体重Wと腕部最大周長Cとの関係は測定結果から両者の関係は(1)式で表すことができた。

$$C = 0.56 W^{0.52} \dots (1)$$

R/Cの比率0.76から、体重Wと最小周長Rの間は(2)式のようにになった。

$$R = 0.43 W^{0.52} \dots (2)$$

この式を用いて、東町漁協の水揚げ規制サイズの300g以下の個体が脱出できる最小直径は2.7cmとなった。

表1 マダコ脱出リングに対する行動結果

No	W(g)	C(cm)	リング直径サイズ(cm) R			R/C
			2.5	3.0	3.5	
1	105	6.4	○	—	—	—
2	140	6.1	○	—	—	—
3	300	13.3	○	○	○	—
4	350	13.0	×	○	—	0.72
5	360	11.8	×	○	—	0.80
6	445	11.7	×	○	—	0.81
7	450	14.0	×	○	—	0.67
8	450	12.6	×	○	—	0.75
9	465	11.2	×	○	○	0.84
10	520	14.5	×	○	○	0.65
11	500	12.5	—	×	○	0.88
12	595	14.5	—	×	○	0.76
13	600	13.3	—	×	○	0.83
14	615	15.1	—	×	○	0.73
15	630	13.5	—	×	○	0.81
16	640	16.1	—	×	○	0.68
17	565	14.9	—	—	×	
18	710	15.6	—	—	×	
19	760	19.2	—	—	×	

### (3)試験操業

8月4日～8月26日の期間に東町漁協所属ちひろ丸(1.7ト)の協力を得て試験操業を実施した。試験は通常タコ籠を設置している漁場において、従来のカゴと脱出リング付きのカゴが交互になるよう10 m間隔で10基ずつ延縄式で連結して投入し、餌料に冷凍カタクチイワシを設置して計10日取り揚げた。試験操業で漁獲されたマダコの魚体重を図2に示す。

操業の結果、8月6日、8日、10日、12日及び18日にタコの漁獲があり、脱出リングを設置したカゴに計9個体、従来のカゴに計8個体の漁獲があった。試験用カゴの9個体の重量は390～1,400 gあり、平均重量897 gであった。一方、従来の籠の8個体は105～860 gあり、平均重量434 gであった。また、従来のカゴでは東町漁協が水揚げ規制している300g以下のマダコが4個体漁獲されたが、脱出リングを付けたカゴでは300g以下は漁獲されなかった。

これらの結果を見ると、脱出リングを設置した方が平均重量が大きく、脱出リングを設置することで小ダコが脱出し、資源保護への有効性があるのではないかと考えられた。しかし、漁獲で得られたサンプル数が少なく、有意差を検討するに至っていないことや、実際に小ダコが脱出しているのか確認されていないことから、脱出の有無を確認できる試験手法を検討し、データの精度を高めながら今後も継続して調査を行う必要がある。



写真2 脱出口を設置したタコ籠

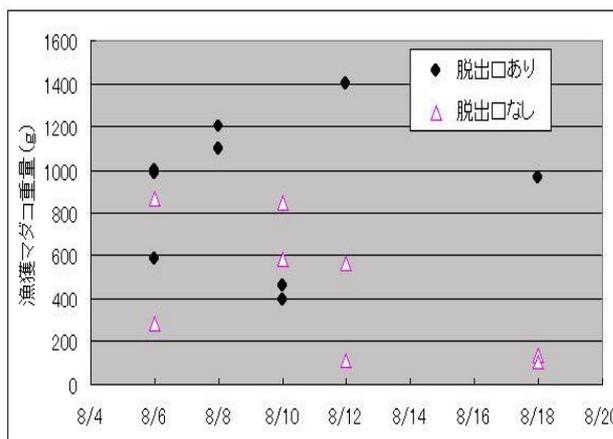


図2 取り揚げたマダコの重量

# 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅰ

## (沖合域資源利用開発調査：熱帯性まぐろ類有効活用調査)

榊純一郎

### 【目的】

奄美の沖合域においては、従来から、旗流し釣り漁法によるキハダを対象とした漁業が行われている。

一方、同海域では従来からマグロ延縄漁業により、キハダより深所に分布するメバチが漁獲され、高値で取引されているが、これらは一部を除き県外船によるものであり、初期投資と高度な知識が必要な同漁業は新規参入が難しいのが現状である。

そこで、本調査では、キハダを対象として使用されている旗流し漁具を改良し、深所のメバチ資源を利用するための可能性を調査する。また、同様に深所に分布するメカジキ等についても併せて調査する。

### 【方法】

#### 試験操業調査

#### ①対象魚種

メバチ・メカジキ等

#### ②調査船

おおすみ(63トン)

#### ③調査期間

第1次航海：平成21年10月16日～10月25日(10日間)

第2次航海：平成21年12月 8日～12月23日(16日間)

#### ④調査海域

第1次航海：奄美海域(沖永良部島周辺海域)

第2次航海：奄美海域(奄美大島・喜界島周辺海域)

#### ⑤調査漁具

立縄(テグス縄・旗流)

#### ⑥餌

付け餌：冷凍イカ・冷凍ムロアジ

撒き餌：イワシ類のブツ切り

### 【結果及び考察】

第1次航海及び第2次航海のともにメバチ及びメカジキは漁獲されず、ヒレジロマンザイウオ(通称エチオピア)計3尾のみの漁獲であった。これは両航海のともに時化が多く十分な操業ができなかったこと、枝縄の絡みが多かったこと、餌の選定が原因として考えられる。時化対策については平成22年度から調査船をより荒天に強いくろしお(260トン)に変更することで対応し、枝縄については漁業者の最新漁具はより絡みの少ない材料へ変更されていることから、漁業者の仕立てを参考に漁具を改良することで対応し、餌についても現場で実績のあるものへの変更を検討したい。

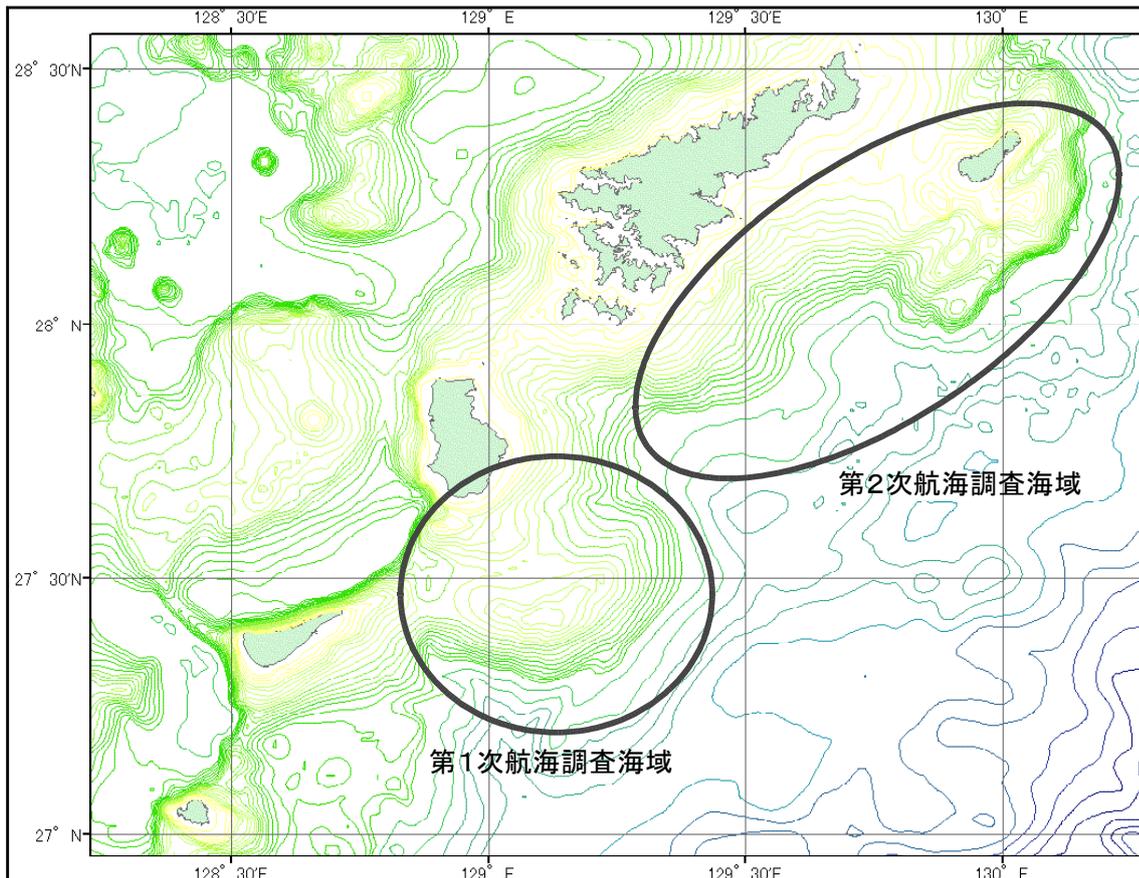


図1 操業海域図

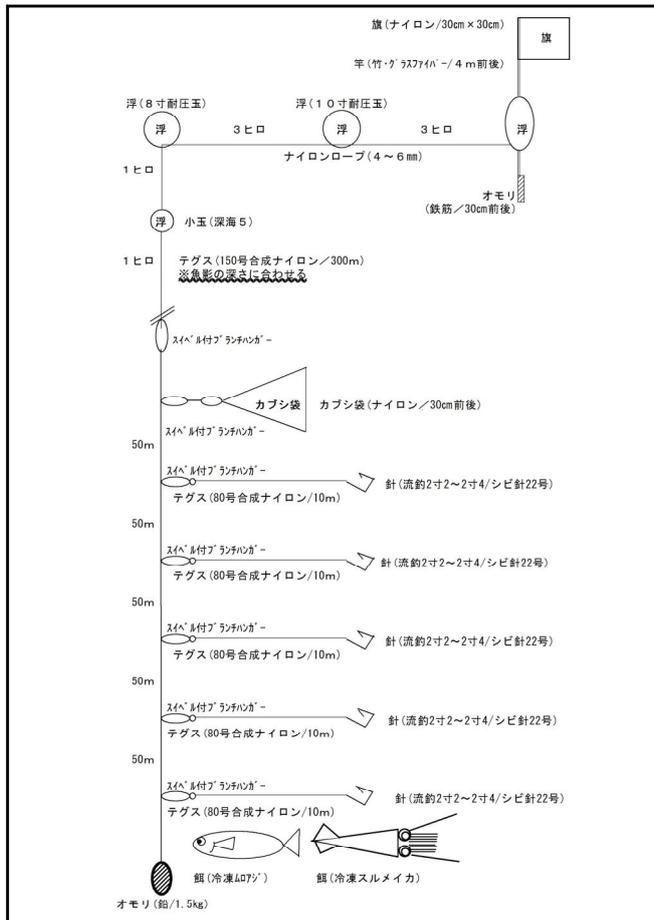


図2 漁具図

# 奄美等水産資源利用開発推進事業Ⅱ

## (沖合域資源利用開発調査：底魚資源開発調査)

宍道弘敏

### 【目的】

奄美海域における瀬物一本釣り漁業の対象種となっているムツ、メダイ等について、精密測定調査・市場調査等の生態調査を実施することにより基礎的知見を蓄積し、資源管理方を検討・提言し、資源の合理的な管理と持続的利用を図り、もって漁業経営の安定化に資する。

### 【材料及び方法】

#### 1 生物生態調査

##### (1) 対象魚種

メダイ・ムツ等

##### (2) 漁業実態調査

主要水揚げ港における漁獲統計等の整理・集計

##### (3) 精密測定調査

全長・尾叉長・体重・生殖腺重量の測定、生殖腺の組織学的観察及び耳石による年齢査定等

### 【結果及び考察】

#### 1 生物生態調査

##### (1) 漁獲量調査

奄美海域におけるH21年の漁獲量はムツ：8.9トン、メダイ：18.2トンで、いずれも前年を上回った(図1)。

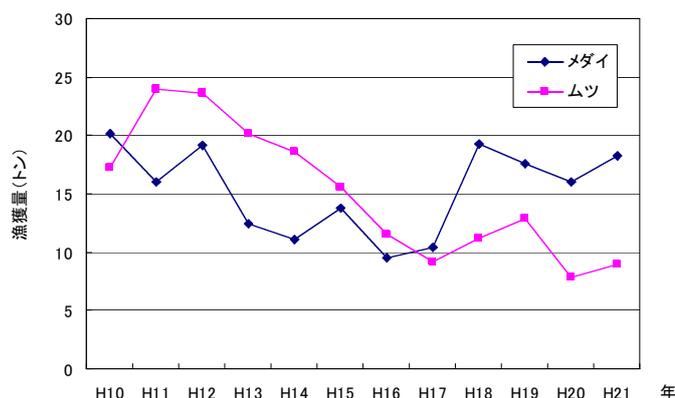


図1 奄美海域におけるムツ・メダイの漁獲量の推移  
※H17以降1漁協分を集計に加えた

##### (2) 精密測定調査

今年度、ムツ：142尾、メダイ：81尾の測定を行った。

##### ① 産卵期及び成熟サイズの推定

月別の生殖腺指数 (GSI) の推移から、産卵期は、これまでのところ、ムツ、メダイともに11月～3月と推定される(図2・3, 6・7)。

また尾叉長-GSI関係から、これまでのところ、ムツは雌雄ともに尾叉長25～26cmで、メダイは雌雄ともに尾叉長約60cmで、それぞれ生殖腺が発達すると考えられる(図4・5, 8・9)。

鹿児島大学水産学部増田教授と共同で実施している生殖腺組織切片観察のこれまでの結果では、雌の産卵期はムツで11～2月、メダイで12～2月、雄の成熟期はムツで10～2月、メダイで12～2月と推察される。また雌の生物学的最小形は、ムツで尾叉長420mm、メダイで580mmと推察される。今後、さらにサンプルを追加することにより、これらの暫定値は変更の可能性がある。

② 耳石による年齢査定

雌雄別の年齢査定及び生殖腺の組織学的観察による成熟・産卵生態については、鹿児島大学と共同で実施中であり、より精度の高い生物学的特性値を求め、資源管理方策検討・提言の基礎資料としたい。

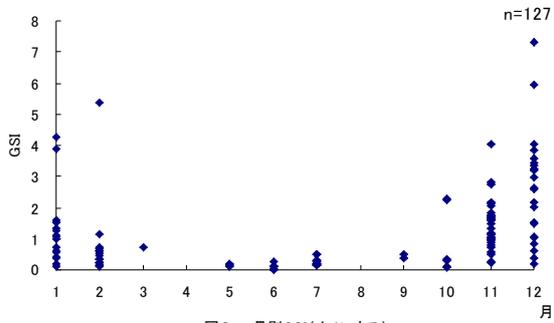


図2 月別GSI(ムツ:オス)

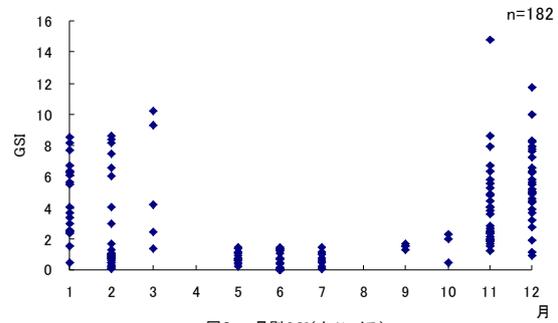


図3 月別GSI(ムツ:メス)

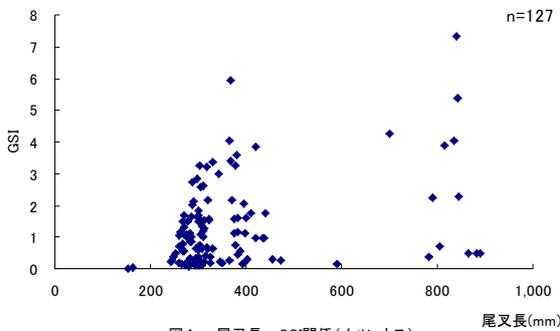


図4 尾叉長-GSI関係(ムツ:オス)

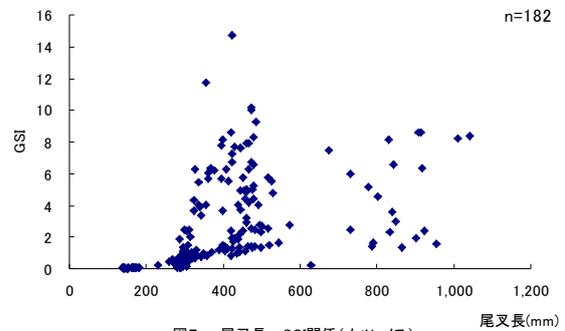


図5 尾叉長-GSI関係(ムツ:メス)

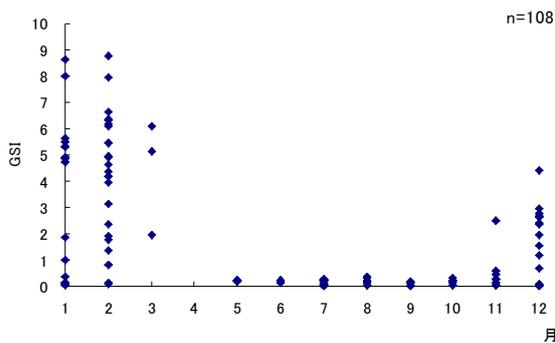


図6 月別GSI(メダイ:オス)

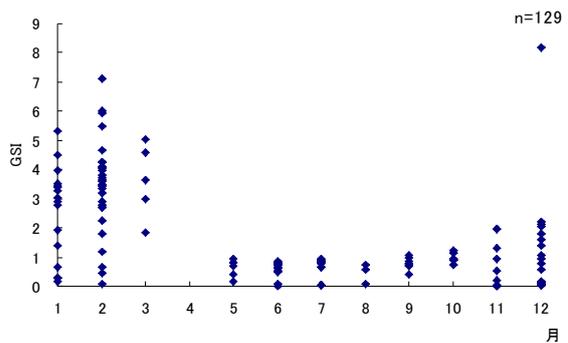


図7 月別GSI(メダイ:メス)

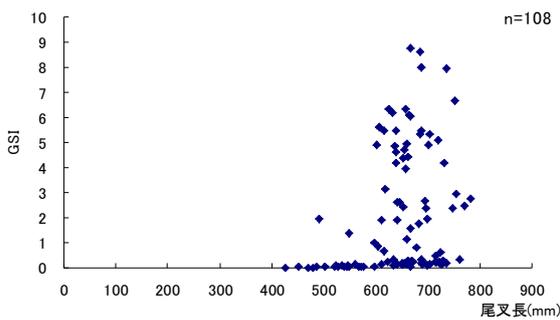


図8 尾叉長-GSI関係(メダイ:オス)

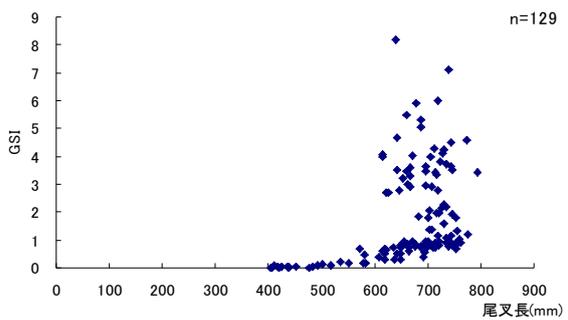


図9 尾叉長-GSI関係(メダイ:メス)

# 豊かな海づくり広域推進事業－Ⅰ

## (マダイ)

立石 章治

### 【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。また、九州南西海域のマダイ資源の維持・回復及び持続的利用を図るため、熊本県と連携して県間移動を把握し、経済効果について検討する。

### 【方 法】

#### (1)鼻孔連結魚(鼻孔隔皮欠損魚)出現率調査

人工種苗特有の鼻孔連結魚（鼻孔隔皮欠損魚）出現率を把握するため、放流直前のマダイ種苗における鼻孔連結魚（鼻孔隔皮欠損魚）出現率を調査した。サンプルは県栽培漁業協会から提供された。

#### (2)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。

#### (3)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・放流別年齢組成を把握した。

#### (4)放流効果推定

平成 20 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 20 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。

#### (5)熊本県との連携調査

平成 18 年度に鹿児島県黒之浜で左腹鰭抜去したマダイ稚魚を 10 万尾、熊本県水俣、田浦に右腹鰭抜去したマダイ稚魚 10 万尾を標識放流し、市場調査による再捕マダイのデータを基に経済効果を把握した。

表1 平成21年度市場調査結果

海域	漁協	全尾数	鼻孔連結魚尾数	尾数比	全重量	鼻孔連結魚重量	重量比
湾奥域	A1 錦海	108	1	0.9%	69.9	1.1	1.6%
	A2 錦江	636	7	1.1%	725.4	19.0	2.6%
	A3 福山	0	0	0.0%	0.0	0.0	0.0%
	A4 牛根	4,063	69	1.7%	4208.8	158.7	3.8%
	A5 新島	300	2	0.7%	176.8	1.2	0.7%
	A6 西桜島	2,758	47	1.7%	3521.0	132.7	3.8%
	A7 東桜島	672	14	2.1%	918.0	32.1	3.5%
	A8 鹿児島市	5,195	54	1.0%	5441.5	107.5	2.0%
	湾奥計	13,732	194	1.4%	15061.4	452.4	3.0%
湾央域	B1 谷山	2,982	37	1.2%	3039.9	70.2	2.3%
	B2 喜入	783	8	1.0%	795.2	7.9	1.0%
	B3 岩本	1,388	11	0.8%	1315.7	12.7	1.0%
	B4 指宿	3,593	69	1.9%	5391.2	210.3	3.9%
	B5 山川	1,816	6	0.3%	2122.5	13.8	0.6%
	B6 垂水	101	2	2.0%	149.7	8.0	5.3%
	B7 鹿屋	437	25	5.7%	622.7	32.3	5.2%
	B8 佐多	109	1	0.9%	186.5	2.7	1.4%
	B9 根占	254	16	6.3%	414.3	34.5	8.3%
	B10 大根占	628	21	3.3%	914.7	35.5	3.9%
	湾央計	12,091	196	1.6%	14952.4	427.9	2.9%
	湾内計	25,823	390	1.5%	30013.8	880.3	2.9%
佐多～南薩域	C1 佐多岬	394	0	0.0%	755.4	0.0	0.0%
	C2 かいえい	442	4	0.9%	387.9	1.6	0.4%
	C3 枕崎	990	23	2.3%	1123.0	15.8	1.4%
	C4 坊泊	1,277	37	2.9%	1990.8	38.8	2.0%
	C5 秋目	1,149	34	3.0%	1622.0	45.8	2.8%
	C6 野間池	407	4	1.0%	300.9	2.2	0.7%
	C7 久志	613	22	3.6%	846.3	18.3	2.2%
	佐多～南薩計	5,272	124	2.4%	7026.3	122.5	1.7%
西北薩域	D1 吹上	66	0		196.3	0.0	
	D2 笠沙	88	0		130.1	0.0	
	D3 加世田	435	2	0.5%	428.0	6.8	1.6%
	D4 串木野	3,521	33	0.9%	5873.4	66.7	1.1%
	D5 川内	17,655	52	0.3%	13698.3	65.4	0.5%
	D6 阿久根	11,348	65	0.6%	10529.8	61.4	0.6%
	D7 出水	180	0	0.0%	148.3	0.0	0.0%
	D8 甑島	1,156	4	0.3%	2081.5	5.0	0.2%
	D9 市来	0	0	—	0.0	0.0	—
	D10 東町	3,914	18	0.5%	4836.7	41.0	0.8%
	西北薩計	38,363	174	0.5%	37922.4	246.3	0.6%
熊毛域	E1 西之表	99	1	1.0%	179.0	2.4	1.3%
	E2 中種子	3	0	0.0%	8.5	0.0	0.0%
	E3 南種子	0	0	—	0.0	0.0	—
	E4 上屋久	10	0	0.0%	26.3	0.0	0.0%
	E5 屋久町	8	0	0.0%	28.8	0.0	0.0%
	E6 三島村	0	0	—	0.0	0.0	—
	熊毛計	120	1	0.8%	242.6	2.4	1.0%
志布志湾	F1 志布志	403	1	0.2%	534.0	0.5	0.1%
	F2 東串良	17	0	0.0%	31.0	0.0	0.0%
	F3 高山	7	0	0.0%	13.6	0.0	0.0%
	F4 内之浦	4,178	15	0.4%	6232.7	43.6	0.7%
	志布志湾計	4,605	16	0.3%	6811.3	44.1	0.6%
	熊毛を除く湾外計	48,240	314	0.7%	51760.0	412.9	0.8%
	合計	74,183	705	1.0%	82016.4	1295.6	1.6%

## 【結果及び考察】

### (1)鼻孔連結魚出現率調査

県栽培漁業協会が生産された人工種苗 200 尾を調査したところ、鼻孔連結魚は 97 尾で、鼻孔連結魚出現率は 48.5 %となった(表 2)。

調査期間	H21.8.25
調査尾数	200
連結魚数	97
出現率	48.5%

### (2)放流魚(鼻孔連結魚)混獲状況調査

海域別の市場調査結果を前述の表 1, 過去 14 年間の放流魚混獲率の推移を表 3 に示す。

県全体で調査したマダイは 74,813 尾、総重量は 82,016kg であった。そのうち、放流魚(鼻孔連結魚)は 705 尾(混獲率 1.0 %), 1,295.6kg (混獲率 1.6 %)であった(表 1)。

各海域の鼻孔連結補正後の混獲率は、尾数比では湾奥 2.91 %, 湾央 3.34 %, 佐多～南薩 1.56 %, 西北薩 0.89 %, 志布志湾 0.72 %, 重量比では湾奥 6.19 %, 湾央 5.90 %, 佐多～南薩 3.60 %, 西北薩 1.34 %, 志布志湾 1.34 %となった(表 3)。

表3 海域別の混獲率の推移

(尾数比)										(%)
年度	湾奥	湾央	湾全体	佐多南薩	西北薩	志布志湾	湾外計*	熊毛	県全体	
H8	39.96	11.62	33.05	4.14	2.07	0.45	2.46	1.28	16.26	
H9	20.74	17.66	19.82	3.79	1.48	2.28	1.82	1.68	12.68	
H10	28.48	21.50	25.30	2.16	1.03	10.52	1.41	2.54	11.48	
H11	24.74	7.75	17.45	3.04	0.92	7.55	1.18	1.15	6.55	
H12	27.49	12.03	21.05	3.67	1.03	6.70	1.56	0.44	6.79	
H13	19.10	8.51	14.73	4.12	1.04	3.84	1.68	0.91	5.27	
H14	11.65	6.84	10.11	5.51	1.43	2.66	2.12	0.22	4.51	
H15	14.51	5.89	10.24	6.28	1.24	1.64	1.99	0.40	4.44	
H16	15.23	5.48	9.81	3.17	1.35	3.49	1.87	0.77	4.24	
H17	2.81	2.70	2.77	3.09	1.02	2.00	1.61	0.22	2.08	
H18	2.90	1.85	2.43	3.49	1.08	0.45	1.29	0.59	1.76	
H19	2.23	1.37	1.91	3.64	1.44	0.29	1.59	0.78	1.72	
H20	2.69	2.70	2.69	3.25	0.58	0.37	0.89	0.00	1.52	
H21	2.91	3.34	3.11	1.56	0.89	0.72	0.91	0.00	1.81	

(重量比)										(%)
年度	湾奥	湾央	湾全体	佐多南薩	西北薩	志布志湾	湾外計*	熊毛	県全体	
H8	42.48	11.93	30.97	4.99	2.25	0.46	3.03	1.47	15.45	
H9	33.73	16.75	26.96	4.73	1.38	0.98	1.83	1.70	13.06	
H10	35.24	15.72	26.23	2.13	1.24	5.16	1.50	2.10	12.20	
H11	32.43	10.22	22.45	3.32	1.44	7.73	1.69	1.13	9.05	
H12	31.08	14.77	23.75	4.80	1.38	9.37	2.29	0.48	9.57	
H13	22.86	10.36	17.10	4.11	1.09	4.19	1.81	0.69	7.16	
H14	16.90	9.25	13.64	5.21	1.09	2.95	2.03	0.18	5.60	
H15	17.28	10.47	13.50	6.30	1.11	2.19	2.16	0.38	5.96	
H16	18.07	7.17	12.18	3.73	1.19	4.09	2.03	0.38	5.43	
H17	10.21	5.90	7.99	4.37	1.31	3.15	2.25	0.14	4.19	
H18	8.09	2.97	5.09	4.70	1.23	0.76	1.91	0.36	3.08	
H19	8.20	2.43	5.12	3.84	1.37	0.49	1.71	0.75	3.07	
H20	6.17	4.00	5.19	8.09	0.80	0.54	1.36	0.00	2.79	
H21	6.19	5.90	6.05	3.60	1.34	1.34	1.64	2.04	3.26	

\*平成8年度以降の湾外計は熊毛海域を含まない。

鹿児島湾内での混獲率が平成8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おり、この要因としては放流尾数の減少、放流サイズの70mmから55mmへの小型化、海面生簀での中間育成の廃止等が考えられる。ただし、平成20年以降は混獲率が若干ではあるが増加傾向にあることや、平成21年度の2歳魚の放流魚尾数は平成20年度より微増していることから、平成19年から放流サイズを70mmに戻した効果も考えられ、今後も継続して調査を行う必要がある。

### (3)年齢組成推定

年齢組成推定結果を表4に示す。

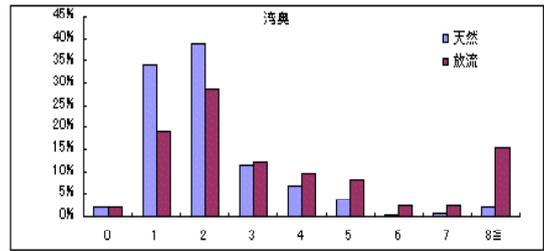
各海域の年齢組成をみると、モードはそれぞれ湾奥：2歳魚、湾央：2歳魚、佐多～南薩：2歳魚、西北薩：1歳～2歳魚、熊毛：2歳魚、志布志湾：2歳魚にある。また、マダイの寿命は20歳かそれ以上と考えられており、8歳以上の高齢魚の漁獲も多い。

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4 平成21年度市場調査魚海域別年齢組成

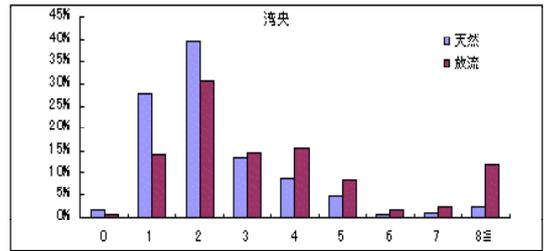
A(湾奥)

年齢	尾数		合計	比率1		比率2		合計	
	天然	放流		天然	放流	天然	放流		
0	256	4	260	1.87%	0.03%	1.90%	1.89%	1.98%	1.90%
1	4,607	37	4,644	33.55%	0.27%	33.82%	34.03%	19.22%	33.82%
2	5,275	56	5,331	38.42%	0.41%	38.82%	38.97%	20.69%	38.82%
3	1,556	24	1,580	11.33%	0.17%	11.51%	11.49%	12.34%	11.51%
4	932	19	950	6.78%	0.14%	6.92%	6.88%	9.59%	6.92%
5	485	16	501	3.53%	0.11%	3.65%	3.58%	8.07%	3.65%
6	49	4	54	0.36%	0.03%	0.39%	0.37%	2.24%	0.39%
7	80	5	84	0.58%	0.03%	0.62%	0.59%	2.34%	0.62%
8≦	298	30	328	2.17%	0.22%	2.39%	2.20%	15.52%	2.39%
合計	13,538	194	13,732	98.59%	1.41%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



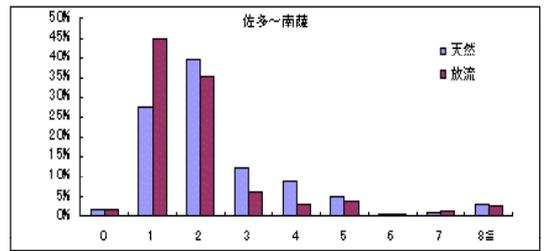
B(湾央)

年齢	尾数		合計	比率1		比率2		合計	
	天然	放流		天然	放流	天然	放流		
0	203	1	204	1.68%	0.01%	1.69%	1.71%	0.49%	1.69%
1	3,331	28	3,359	27.55%	0.23%	27.78%	28.00%	14.33%	27.78%
2	4,702	60	4,762	38.89%	0.50%	39.39%	39.53%	30.77%	39.39%
3	1,612	29	1,641	13.34%	0.24%	13.57%	13.55%	14.72%	13.57%
4	1,043	30	1,074	8.63%	0.25%	8.88%	8.77%	15.54%	8.88%
5	567	16	583	4.69%	0.14%	4.83%	4.77%	8.36%	4.83%
6	50	3	54	0.42%	0.03%	0.45%	0.42%	1.73%	0.45%
7	94	4	98	0.78%	0.04%	0.81%	0.79%	2.17%	0.81%
8≦	291	23	315	2.41%	0.19%	2.60%	2.45%	11.90%	2.60%
合計	11,895	196	12,091	98.38%	1.62%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



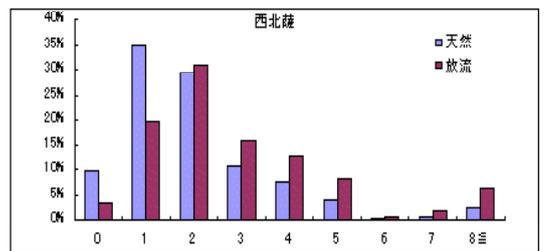
C(佐多~南薩)

年齢	尾数		合計	比率1		比率2		合計	
	天然	放流		天然	放流	天然	放流		
0	27	0	28	1.59%	0.01%	1.61%	1.60%	1.64%	1.61%
1	471	6	476	27.45%	0.34%	27.79%	27.66%	44.93%	27.79%
2	672	5	677	39.23%	0.27%	39.50%	39.53%	35.07%	39.50%
3	211	1	212	12.32%	0.05%	12.37%	12.41%	6.43%	12.37%
4	152	0	153	8.87%	0.02%	8.90%	8.94%	3.16%	8.90%
5	84	0	85	4.91%	0.03%	4.94%	4.95%	3.78%	4.94%
6	9	0	10	0.55%	0.01%	0.56%	0.56%	0.68%	0.56%
7	18	0	18	1.07%	0.01%	1.08%	1.08%	1.36%	1.08%
8≦	56	0	56	3.24%	0.02%	3.27%	3.27%	2.94%	3.27%
合計	1,701	13	1,714	99.24%	0.76%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



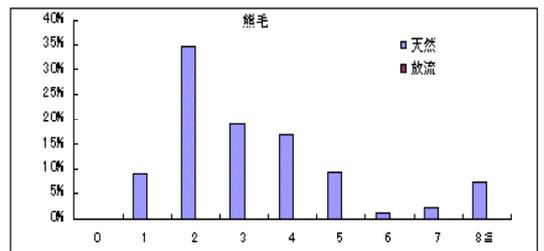
D(西北薩)

年齢	尾数		合計	比率1		比率2		合計	
	天然	放流		天然	放流	天然	放流		
0	3,001	5	3,006	9.84%	0.01%	9.86%	9.89%	3.47%	9.86%
1	10,591	26	10,617	34.75%	0.08%	34.83%	34.90%	19.67%	34.83%
2	8,889	40	8,929	29.16%	0.13%	29.29%	29.29%	30.91%	29.29%
3	3,200	21	3,221	10.50%	0.07%	10.57%	10.54%	15.88%	10.57%
4	2,306	17	2,323	7.57%	0.06%	7.62%	7.60%	12.92%	7.62%
5	1,238	11	1,249	4.06%	0.04%	4.10%	4.08%	8.16%	4.10%
6	127	1	128	0.42%	0.00%	0.42%	0.42%	0.82%	0.42%
7	233	2	236	0.77%	0.01%	0.77%	0.77%	1.75%	0.77%
8≦	765	8	773	2.51%	0.03%	2.54%	2.52%	6.40%	2.54%
合計	30,350	131	30,481	99.57%	0.43%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



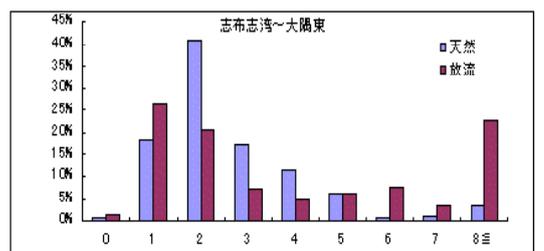
E(熊毛)

年齢	尾数		合計	比率1		比率2		合計	
	天然	放流		天然	放流	天然	放流		
0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
1	11	0	10.72%	8.93%	0.00%	8.93%	9.01%	0.00%	8.93%
2	41	0	41.26%	34.32%	0.07%	34.38%	34.60%	0.00%	34.38%
3	23	0	23.15%	18.99%	0.30%	19.29%	19.15%	0.00%	19.29%
4	20	0	20.61%	16.92%	0.26%	17.18%	17.06%	0.00%	17.18%
5	11	0	11.41%	9.35%	0.16%	9.51%	9.43%	0.00%	9.51%
6	1	0	1.40%	1.16%	0.01%	1.17%	1.16%	0.00%	1.17%
7	3	0	2.94%	2.43%	0.02%	2.45%	2.45%	0.00%	2.45%
8≦	8	0	8.51%	7.08%	0.01%	7.09%	7.14%	0.00%	7.09%
合計	119	1	120	99.17%	#FE!	100.00%	100.00%	#FE!	100.00%



F(志布志湾~大隅東)

年齢	尾数		合計	比率1		比率2		合計	
	天然	放流		天然	放流	天然	放流		
0	28	0	29	0.62%	0.00%	0.62%	0.62%	1.33%	0.62%
1	829	4	833	18.00%	0.09%	18.09%	18.06%	26.47%	18.09%
2	1,887	3	1,890	40.97%	0.07%	41.04%	41.11%	20.54%	41.04%
3	791	1	792	17.17%	0.03%	17.19%	17.23%	7.21%	17.19%
4	530	1	531	11.51%	0.02%	11.52%	11.52%	4.91%	11.52%
5	292	1	293	6.35%	0.02%	6.37%	6.37%	6.11%	6.37%
6	27	1	28	0.59%	0.03%	0.61%	0.59%	7.44%	0.61%
7	45	1	46	0.97%	0.01%	0.98%	0.97%	3.42%	0.98%
8≦	161	4	165	3.49%	0.08%	3.57%	3.50%	22.57%	3.57%
合計	4,589	16	4,605	99.65%	0.36%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



(4)放流効果推定

海域別放流魚累積回収状況を表5に示す。

鹿児島湾内の放流マダイ累積回収状況は、平成12年度放流群を例にとると、放流尾数396千尾に対し、平成20年度までの回収尾数は7,386尾で、回収率は1.87%となった。また、回収重量は約5,916.5kg、回収金額は約7,683千円となり、事業経費12,634千円に対する経済効果は約0.61倍と推定された。

同じく鹿児島湾外各域の平成12年度放流マダイの平成20年度までの累積回収状況は、佐多～南薩海域では、放流尾数154千尾に対し回収尾数692尾で回収率0.45%、回収重量約500.9kg、回収金額650千円、事業経費4,912千円に対する経済効果は約0.13倍、西北薩海域では放流尾数374千尾に対し回収尾数2,371尾で回収率0.63%、回収重量約1,878.6kg、回収金額2,439千円、事業経費11,932千円に対する経済効果は約0.20倍、熊毛海域では放流尾数110千尾に対し回収尾数は7尾で回収率0.01%、回収重量約12.1kg、回収金額15千円、事業経費3,509千円に対する経済効果は約0倍、志布志湾海域では放流尾数110千尾に対し回収尾数338尾で回収率0.31%、回収重量約159.5kg、回収金額207千円、事業経費3,509千円に対する経済効果は約0.06倍と推定された。

表5 海域別放流魚累積回収状況

鹿児島湾海域(平成12年度放流群)					
事業経費(千円)		¥12,634			
放流尾数(千尾)		396			
鼻孔連結出現率		97.9%			
	再捕年度・尾数	鼻孔連	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
		結	補		
	H12	646	660	0.02	15.7
	H13	3,243	3,313	0.19	630.1
	H14	1,777	1,815	0.54	979.5
	H15	413	422	1.05	443.6
	H16	313	320	1.69	539.4
	H17	250	255	2.40	614.1
	H18	62	63	3.17	200.6
	H19	54	55	3.94	217.6
	H20	473	483	4.71	2,275.6
	合計	7,231	7,386		5,916.5
平均単価				¥1,298.6	
回収金額				¥7,683,146	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				1.87%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.61	

佐多～南薩海域(平成12年度放流群)					
事業経費(千円)		¥4,913			
放流尾数(千尾)		154			
鼻孔連結出現率		97.9%			
	再捕年度・尾数	鼻孔連	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
		結	補		
	H12	10	10	0.02	0.2
	H13	169	173	0.19	32.9
	H14	299	305	0.54	164.8
	H15	109	111	1.05	117.1
	H16	61	62	1.69	105.1
	H17	23	23	2.40	56.5
	H18	3	3	3.17	8.2
	H19	4	4	3.94	16.1
	H20	0	0	4.71	0.0
	合計	678	692		500.9
平均単価				¥1,298.6	
回収金額				¥650,452	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.45%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.13	

西北薩海域(平成12年度放流群)					
事業経費(千円)		¥11,932			
放流尾数(千尾)		374			
鼻孔連結出現率		97.9%			
	再捕年度・尾数	鼻孔連	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
		結	補		
	H12	169	173	0.02	4.1
	H13	931	951	0.19	181.0
	H14	553	565	0.54	304.8
	H15	196	200	1.05	210.5
	H16	220	225	1.69	379.1
	H17	165	169	2.40	405.3
	H18	12	12	3.17	37.3
	H19	12	12	3.94	48.4
	H20	64	65	4.71	308.1
	合計	2,322	2,371		1,878.6
平均単価				¥1,298.6	
回収金額				¥2,439,532	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.63%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.20	

熊毛海域(平成12年度放流群)					
事業経費(千円)		¥3,509			
放流尾数(千尾)		110			
鼻孔連結出現率		97.9%			
	再捕年度・尾数	鼻孔連	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
		結	補		
	H12	0	0	0.02	0.0
	H13	0	0	0.19	0.0
	H14	1	1	0.54	0.6
	H15	2	2	1.05	2.1
	H16	1	1	1.69	1.7
	H17	2	2	2.40	3.7
	H18	0	0	3.17	0.0
	H19	1	1	3.94	4.0
	H20	0	0	4.71	0.0
	合計	7	7		12.1
平均単価				¥1,298.6	
回収金額				¥15,760	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.01%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.00	

志布志湾海域(平成12年度放流群)					
事業経費(千円)		¥3,509			
放流尾数(千尾)		110			
鼻孔連結出現率		97.9%			
	再捕年度・尾数	鼻孔連	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
		結	補		
	H12	0	0	0.02	0.0
	H13	229	234	0.19	44.5
	H14	67	68	0.54	36.9
	H15	11	11	1.05	11.8
	H16	7	7	1.69	12.1
	H17	9	9	2.40	22.1
	H18	3	3	3.17	9.7
	H19	1	1	3.94	3.2
	H20	4	4	4.71	19.3
	合計	331	338		159.5
平均単価				¥1,298.6	
回収金額				¥207,187	
回収率(=回収尾数/放流尾数)				0.31%	
経済効果(=回収金額/事業経費)				0.06	

### (5)熊本県との連携調査

東町漁業協同組合、北さつま漁業協同組合阿久根本所・出水支所、黒之浜支所、江口漁業協同組合において1～5回/月の頻度で市場調査を実施した。

平成20年度は8尾の標識マダイを確認したが、平成21年度は標識マダイは確認されなかった。これまでの内訳は鹿児島県放流分は1尾、熊本県放流分は7尾であった。また、東町漁協で水揚げされた熊本県の標識マダイは長島沖で吾智網により漁獲されており、熊本県で放流したマダイが八代海の外部に移動することが示唆されたため、今後も継続して調査が必要である。

なお、これまでの標識マダイ再捕状況を表6に示す。

表6 これまでの鰭抜去マダイ再捕状況

漁獲日	水揚げ場所	標識部位	全長(mm)	体重(g)	放流県
H19.5.27	黒之浜	左腹鰭抜去	205	147	鹿児島県
H19.5.27	黒之浜	左腹鰭抜去	208	159	鹿児島県
H19.7.26	黒之浜	左腹鰭抜去	218	175	鹿児島県
H19.10.18	出水	左腹鰭抜去	205	147	鹿児島県
H19.11.22	出水	左腹鰭抜去	208	159	鹿児島県
H19.12.25	出水	左腹鰭抜去	218	175	鹿児島県
H20.5.15	阿久根	左腹鰭抜去	312	466	鹿児島県
H20.6.13	出水	右腹鰭抜去	257	306	熊本県
H20.6.13	出水	右腹鰭抜去	206	159	熊本県
H20.6.26	黒之浜	左腹鰭抜去	214	164	鹿児島県
H20.10.9	黒之浜	右腹鰭抜去	276	323	熊本県
H20.11.14	東町	右腹鰭抜去	378	663	熊本県
H20.11.26	出水	右腹鰭抜去	276	454	熊本県
H20.12.10	黒之浜	右腹鰭抜去	266	258	熊本県



写真8 マダイ腹鰭抜去痕(左:鹿児島県放流, 右:熊本県放流)

(放流効果解析)

平成 17 年 4 月に水産総合研究センターにより作成された放流効果解析プログラム Version1.0 を用いて放流効果を算出したところ、平成 18 年に放流後 3 カ年の経済効果は 0.02 となった。

なお、本県はこれまで放流マダイの経済効果は 8 年経過後に算出しており、放流後 3 カ年しか経過していないため、今後も継続して経済効果を算出する必要がある。

## マダイ市場調査全体の経済効果

### 水揚げ尾数および分散・標準誤差の推定結果

区分	計算範囲	項目	水揚げ尾数	分散	標準誤差
放流魚	各調査対象市場	第1市場	10	0	0.2
		第2市場	17	0	0.3
		第3市場	6	0	0.1
		第4市場	27	0	0.4
		第5市場	0	0	0.0
	エリア全体	エリア総計 (市場内分散)	108	2,340	48.4
		(市場間分散)		2,727	52.2
	95%信頼区間	13 208		計算不能 計算不能	

区分	計算範囲	項目	水揚げ尾数	分散	標準誤差
全体(天然+放流)	各調査対象市場	第1市場	12,594	1,019	31.9
		第2市場	86,825	73,763	271.6
		第3市場	78,382	88,413	297.3
		第4市場	150,349	307,906	554.9
		第5市場	6,173	93	9.6
	エリア全体	エリア総計 (市場内分散)	601,784	25,543,596,260	159,823.6
		(市場間分散)		4,422,871,958	66,504.7
	95%信頼区間	288,529 815,038		21,120,724,302 145,329.7	

### 放流魚混入率の推定結果

区分	計算範囲	項目	混入率(%)
混入率	各調査対象市場	第1市場	0.1
		第2市場	0.0
		第3市場	0.0
		第4市場	0.0
		第5市場	0.0
	エリア全体	エリア平均	0.0
		95%信頼区間	0.0 0.0

5市場の平均単価	794	円
平均水揚げサイズ	1	kg
放流尾数	100000	尾
稚魚単価	34.65	円/尾
推定漁獲尾数	108	尾

放流経費 = 放流尾数 × 稚魚単価 = 3,465,000

回収金額 = 平均重量 × 市場単価 = 85,752

経済効果 = 0.02

# 豊かな海づくり広域推進事業Ⅱ (ヒラメ)

立石 章治

## 【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。また、九州南西海域のヒラメ資源の維持・回復及び持続的利用を図るため、熊本県と連携して県間移動を把握し、経済効果について検討した。

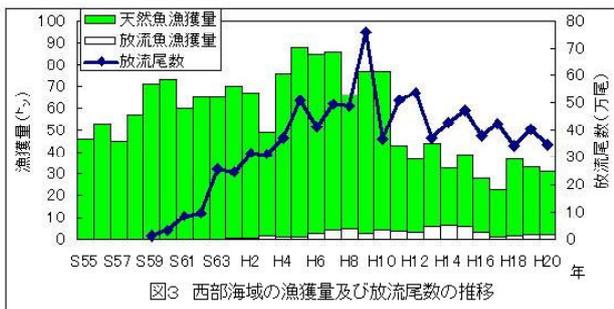
## 【方法】

県内主要水揚げ港において、ヒラメの体色異常魚の尾数・重量を調査した。また、熊本県との連携により鰭カットした標識ヒラメの調査を実施した。

## 【結果及び考察】

### 1 漁獲量調査

図1から図4に昭和55年から平成20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トン进行記録した。しかし平成10年以降は各海域とも減少傾向にあるが、平成20年は鹿児島湾の漁獲量が増加した。



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

### 2 放流効果調査

#### (1) 放流尾数の推移

図5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。平成2年度から広域栽培パイロット事業が西薩海域を中心に開始され、平成3年度

は鹿児島湾内（鹿児島市より北側の湾奥部を除く）、南薩、大隅の一部、平成4年度は北薩と甕島、平成5年度には大隅の残った地区が追加され年々実施海域を拡大し、平成8年度には県内41カ所で52万尾の種苗放流が実施された。平成9年度からは回遊性資源増大パイロット事業が開始され、これまで実施していなかった鹿児島湾奥、熊毛地区を加え、奄美地区を除く県下全域での放流が実施された。平成14年度以降、熊毛海域では放流は実施されていないが、平成21年度の県内の放流実績は50万尾であった。上記パイロット事業以外でも、放流効果の認識が強く、各地域で放流事業が展開されており、県全体では、86万尾以上の放流が実施された。

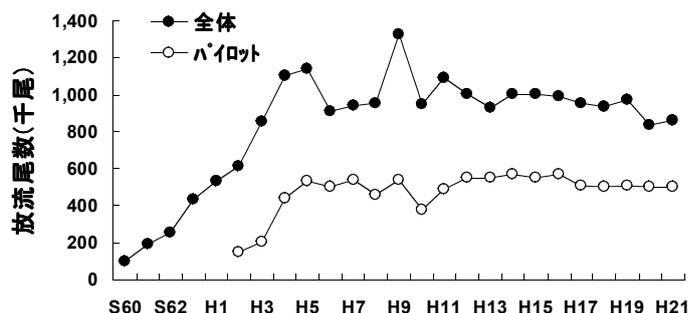


図5 ヒラメ種苗放流数の経年変化

(2) 体色異常出現率の調査

県栽培漁業協会で生産された人工種苗200尾を調査したところ、無眼側体色異常魚は192尾で、体色異常魚出現率は96.0%となった。

表1 体色異常出現率調査結果

調査尾数	200
体色異常	192
出現率	96%

(3) 混獲率の推移

表1に海域別の混獲率の経年変化を示した。

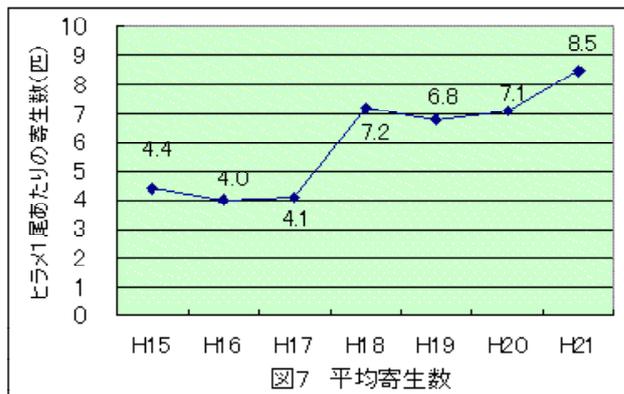
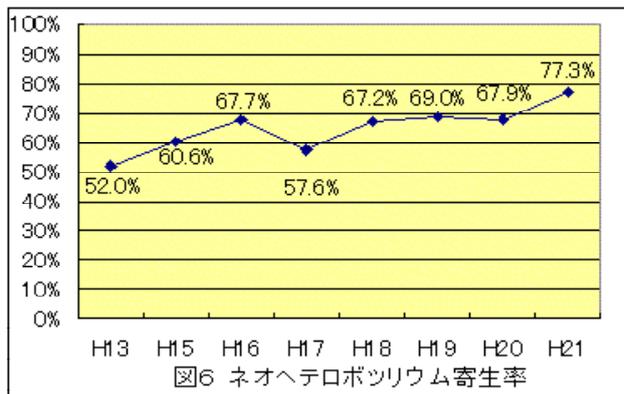
平成21年度は、尾数比で八代海が33.0%（重量比36.4%）、西部海域が12.4%（重量比13.8%）、鹿児島湾内が10.0%（重量比10.2%）、東部海域が11.8%（重量比13.1%）となり、県全体では17.7%（重量比18.7%）となった。

表2 海域別放流ヒラメ混獲率の推移(体色異常補正後)

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

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

#### (4) ネオヘテロボツリウム寄生状況調査



西薩～北薩海域で水揚げされたヒラメ225尾についてネオヘテロボツリウムの寄生状況を調査した。その結果174尾に寄生が確認され、寄生率は77.3%であった。また寄生していた174尾の1尾あたりの平均寄生数は8.5匹であった(図6, 7)。平成10年以降、全国的にヒラメの漁獲量が減少しており、本県も同様に減少している。この一因としてネオヘテロボツリウム寄生による貧血症が挙げられている。しかし、近年の漁獲量は横這い状態であること、以前と比較して寄生率や平均寄生数は増加傾向にあるものの寄生虫が確認されたヒラメの鰓色が鮮やかな赤色を呈していたことから、当該寄生虫に対する免疫を獲得しているのではないかと考えられた。但し、西海区水産研究所による平成20年度ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源評価によれば、年齢別漁獲尾数データでは高齢魚の割合が高く1歳魚の加入数が少ないと評価しており、未成魚への寄生による影響が解明されていないことから、今後も調査を継続する必要がある。

#### (5) 熊本県との連携調査

##### 【方法】

平成17年度に鹿児島県長島で尾鰭カットした稚魚を5万尾、熊本県八代、姫戸で背鰭及び尻鰭をカットした稚魚を10万尾放流した。さらに平成19年度には鹿児島県阿久根で尻鰭カットした稚魚を5万尾、熊本県不知火町、松島で背鰭カットした稚魚を11万尾放流した(写真1)。東町漁業協同組合、北さつま漁業協同組合阿久根本所・出水支所、黒之浜支所、江口漁業協同組合において1～5回/月の頻度で市場調査を実施し、再捕ヒラメのデータを基に経済効果を把握した。

##### 【結果】

平成22年度は10尾の標識ヒラメを確認した。うち鹿児島県放流分は4尾、熊本県放流分は6尾であった。なお、これまでの標識マダイ再捕状況を表3に示す。



写真1 標識ヒラメ(左:尾鰭カット(鹿児島) 中:背鰭カット(熊本) 右:尻鰭カット(熊本))

表3 これまでの鰭カットヒラメ再捕状況

No	漁獲日	再捕場所	標識部位	TL(mm)	BW(g)	SEX	GW(g)	放流県
1	H19.1.22	江口	尻鰭カット	496	1,118			H17熊本県
2	H19.1.25	江口	背鰭カット	430	742	♂	7.9	H17熊本県
3	H19.1.31	出水	背鰭カット	457	972			H17熊本県
4	H19.1.31	黒之浜	尻鰭カット	439	932			H17熊本県
5	H19.2.6	出水	背鰭カット	361	398			H17熊本県
6	H19.2.6	黒之浜	尾鰭カット	450	1,036			H17鹿児島県
7	H19.2.6	黒之浜	背鰭カット	455	926			H17熊本県
8	H19.2.16	江口	背鰭カット	443	761	♂	16.9	H17熊本県
9	H19.10.4	阿久根	尻鰭カット	476	1,152	♀	20.7	H17熊本県
10	H19.11.22	黒之浜	尻鰭カット	426	776	♂	1.4	H17熊本県
11	H19.12.6	黒之浜	尻鰭カット	455	980	♂	1.2	H17熊本県
12	H19.12.18	江口	背鰭カット	496	1,672	♀	23.1	H17熊本県
13	H20.1.25	江口	背鰭カット	588	2,256	♀	180.6	H17熊本県
14	H20.2.19	江口	尾鰭カット	437	866	♂	6.7	H17鹿児島県
15	H20.2.19	江口	尻鰭カット	462	918	♂	10.8	H17熊本県
16	H20.3.17	黒之浜	尾鰭カット	512	1,384	♀	36.1	H17鹿児島県
17	H20.3.17	黒之浜	尻鰭カット	537	1,504	♂	22.7	H17熊本県
18	H20.7.3	江口	尾鰭カット	426	973	♂	1.2	H17鹿児島県
19	H21.1.23	阿久根	尻鰭カット	470	1,120	♀	24.4	H17熊本県
20	H21.1.28	江口	尻鰭カット	469	1,065	♂	12.2	H17熊本県
21	H21.2.9	江口	尻鰭カット	465	980	♂	20.5	H17熊本県
22	H21.2.9	江口	背鰭カット	455	882	♂	25.4	H17熊本県
23	H21.2.16	阿久根	尻鰭カット	442	832	♀		H19鹿児島県
24	H21.2.24	阿久根	背鰭カット	418	757	♂	10.6	H17熊本県
25	H21.3.2	阿久根	背鰭カット	520	1,616	♂	31.2	H17熊本県
26	H22.1.20	阿久根	背鰭カット	440	948	♂	12.3	H19熊本県
27	H22.1.20	阿久根	尻鰭カット	500	1,482	♂	21.9	H19鹿児島県
28	H22.1.20	阿久根	尻鰭カット	405	1,038	♂	17.9	H19鹿児島県
29	H22.1.22	江口	背鰭カット	624	2,635	♀		H17熊本県
30	H22.1.29	阿久根	尻鰭カット	595	2,122	♂		H19鹿児島県
31	H22.2.5	阿久根	背鰭カット	480	993	♂	15.6	H19熊本県
32	H22.2.15	阿久根	背鰭カット	715	3,776	♀	46.4	H17熊本県
33	H22.2.21	阿久根	尻鰭カット	473	944	♂		H19鹿児島県
34	H22.2.22	阿久根	背鰭カット	487	1,121	♂		H19熊本県
35	H22.3.1	江口	背鰭カット	530	1,288	♂	23.52	H19熊本県

【放流効果解析】

平成17年4月に水産総合研究センターにより作成された放流効果解析プログラム Version1.0を用いて放流効果を算出したところ、放流後4カ年の経済効果は0.76となった。なお、本県はこれまで放流ヒラメの経済効果は7年経過後に算出しており、放流後4カ年しか経過していないため、今後も継続して経済効果を算出する必要がある。

水揚げ尾数および分散・標準誤差の推定結果					
区分	計算範囲	項目	水揚げ尾数	分散	標準誤差
放流魚	各調査対象市場	第1市場	123	1	0.8
		第2市場	0	0	0.0
		第3市場	216	0	0.6
	エリア全体	エリア総計	1,018	224,364	473.7
		(市場内分散)		131,658	362.8
		(市場間分散)		92,706	304.5
	95%信頼区間	90			
		1,947			
調査エリアの平均単価		1,440	円		
平均水揚げサイズ		1.63	kg		
放流尾数		50,000	尾		
稚魚単価		63	円/尾		
推定漁獲尾数		1,018	尾		
放流経費=放流尾数×稚魚単価			=		3,150,000
回収金額=平均重量×平均単価×推定漁獲尾数			=		2,396,339
経済効果=2,396,339円/3,150,000円			=		0.76

# 漁場環境部



# 赤潮総合対策調査事業－Ⅰ

## (有害・有毒プランクトン対策研究)

西 広海・田原義雄

### 【目 的】

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

### 【方 法】

#### 1 赤潮被害防止対策調査

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

##### 1) 鹿児島湾

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

調査項目: 気象, 海象 (水温, 塩分, 透明度, 水色), 水質 (DO, pH, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-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 <sub>2</sub> -N	: 亜硝酸態窒素	DIP	: 溶存無機態リン
NO <sub>3</sub> -N	: 硝酸態窒素	DOP	: 溶存有機態リン
NH <sub>4</sub> -N	: アンモニア態窒素	TDP	: 溶存態全リン
PO <sub>4</sub> -P	: リン酸態リン	Si	: ケイ酸態ケイ素
DIN	: 溶存無機態窒素	Chl-a	: クロロフィル a
DON	: 溶存有機態窒素		

#### 調査点及び調査層

一般調査点 (水深0, 10m): 9点

精密調査点 (水深0, 5, 10, 20, 30, 50, 100, B-10m<sup>\*</sup>) 3点 計12点 ※: 海底より-10m

##### 2) 八代海

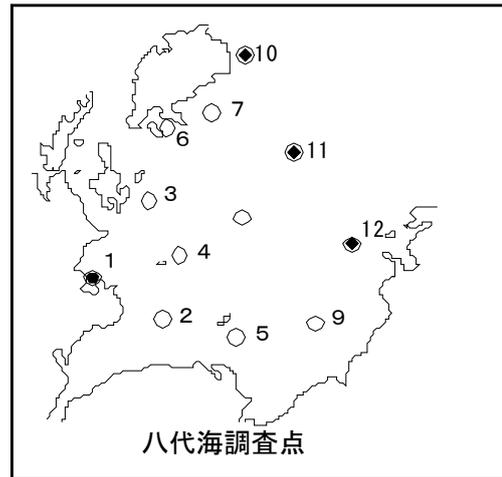
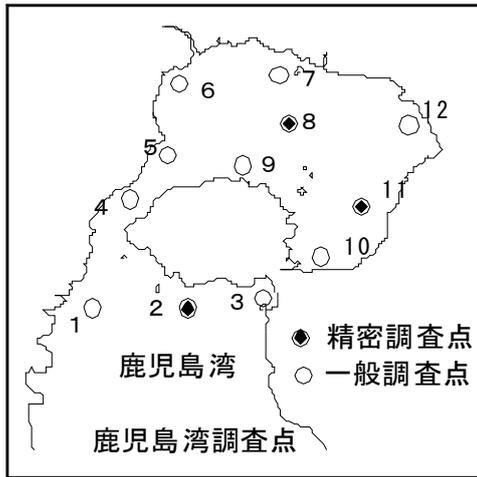
調査回数: 6月1回, 7月2回, 8月1回の計4回 (他事業分を含め, 周年実施)

調査項目: 鹿児島湾に同じ

#### 調査点及び調査層

一般調査点 (水深0, 10m) 8点

精密調査点 (水深0, 5, 10, 20, 30, B-1m) 4点 計12点



## 2 有毒プランクトンモニタリング

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

## 3 貧酸素水塊調査

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

## 4 赤潮情報等の発信、研修

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

また魚類養殖漁業者等を対象に、赤潮研修会を実施した。

## 【結果】

### 1 赤潮被害防止対策調査

#### 1) 鹿児島湾

##### (1) プランクトンの状況

期間全体を通して細胞数は少なかったが、10月には *Skeletonema costatum* を中心とした珪藻類が優占した。

有害種については、4～6月に *Ceratium* 属がみられたが、赤潮の形成には至らなかった。*Chattonella marina* や *Heterosigma akashiwo* は確認されなかった。

また、鹿児島湾における赤潮の発生件数は2件であり、原因種は *Mesodinium rubrum* と *Noctiluca scintillans* の混合が1件と、*Prorocentrum balticum* が17年ぶりに赤潮を形成した1件であったが、漁業被害は確認されなかった。（表1）

表 1 平成 21 年度 鹿児島湾における赤潮発生状況

No	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン 種名	細胞密度 (cells/ml)	最大面積 (km <sup>2</sup> )	漁業被害 の有無
1	6/23	鹿児島湾奥	メソディニウム ルブラム ノクチルカ シンチランス	875 不明	20.0 8.0	なし
2	9/15-9/17	鹿児島湾奥	プロロセントラム バルチカム	13,250	10.0	なし

(2) 海象

平年（平成元年～20年度同時期の平均）と比較すると、表層水温は観測期間中、平年値±1℃程度の範囲内で推移した。表層水温の最高値は8月で28.9℃、最低値は1月で17.2℃であった。

表層塩分は梅雨時期である7月に31.7まで低下したが、降水量が少なかったため例年と比べて下降幅が小さかった。その後、冬季にかけて34前後に上昇した。

透明度は春季から夏季にかけては低く、また湾中央部と比較して湾奥部が低いという例年と同様の傾向で推移した（最大値は12月で15.0m、最小値は10月で5.5m）。

(3) 水質

期間中の表層の栄養塩は、DIN、DIPともに春から夏季にかけては低濃度で、鉛直循環が始まる秋季から冬季にかけて上昇する例年と同様の傾向で推移した。4～10月にかけては、DINが表層で0.5～2.8μg-at/l、DIPが0.03～0.22μg-at/lの範囲で推移した。10月以降、濃度が上昇し、1月にDINが表層で6.8μg-at/l、10m層で6.5μg-at/l、DIPが表層で1.00μg-at/l、10m層で0.98μg-at/lと最高値を示した。

2) 八代海

(1) プランクトンの状況

4～7月にかけては、例年に比べて珪藻類が少ない状態が続いた。秋季以降は *Thalassiosira spp.* を中心とした珪藻類が優占した時期も一時あったが、例年同様、全体的にプランクトンの数、種類ともに少ない状況が続いた。

八代海における赤潮の発生は3件で、原因種は *Chattonella antiqua* が1件、*Cochlodinium polykrioides* が2件であった。7月下旬～8月中旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮は、八代海北部海域を中心に赤潮を形成して着色域が南下し、最終的に八代海南部海域のほとんどが着色して高密度で漁場内へ流入したことにより、過去最大の漁業被害が発生した（ブリ当年～3年魚121万4千尾、20億3200万円）。それに前後して発生した *Cochlodinium polykrioides* による赤潮は短期間で、漁業被害はなかった。（表2）

表 2 平成 21 年度 八代海における赤潮発生状況

No	発生期間	発生海域	赤潮構成プランクトン 種名	細胞密度 (cells/ml)	最大面積 (km <sup>2</sup> )	漁業被害 の有無
1	7/21-7/22	八代海獅子島東岸沖	コックロディニウム ポリクリコイデス	800		なし
2	7/28-8/10	八代海南部海域	シヤトネラ アンティーカ	3,000		有り
3	8/10-8/13	八代海伊唐島東岸沖	コックロディニウム ポリクリコイデス	248	5.0	なし

## (2) 海象

表層水温は6月が平年値をやや下回ったが、その他の月では平年値±1℃程度の範囲内で推移した。水温の最高値は8月で27.8℃、最低値は1月で14.0℃であった。

表層塩分は7月中旬から下旬にかけてまとまった降雨があり、8月に30.9まで低下した。それ以降は上昇し、冬季にかけて33～34前後で推移した。

透明度は、春季の4月が17.6m、5月が18.9mと、平年に比べて高めで、調査期間中の最高値を示した。その後6月以降1月まで、8～12m前後の範囲で推移した。

## (3) 水質

表層の栄養塩を平年と比較すると、栄養塩はDIN、DIPともに春から夏季にかけては低い値で推移し、鉛直循環が始まる秋季から上昇する例年同様の傾向を示した。4～9月にかけては、DINが表層で0.7～1.7μg-at/l、DIPが0.03～0.18μg-at/lの範囲で推移した。秋季から濃度が上昇し、1月にDINが表層、10m層ともに4.5μg-at/l、DIPが表層で0.42μg-at/l、10m層で0.44μg-at/lと最高値を示した。11、12月は表層、10m層ともに栄養塩濃度が前月と比べて減少しているが、これらは海域全体に増殖していた植物プランクトン（珪藻類）による消費と考えられる。

## 2 有毒プランクトンモニタリング

長島町浦底湾では、6月2日の調査で貝毒原因プランクトンの一種である *Alexandrium catenella*（以下 *A.catenella*）が2cells/L確認されたが、その後の増殖は確認されなかった。（表3）

表3 平成21年度の有毒プランクトン (*A.catenella*) モニタリング実施結果

調査日	海 域	細胞密度 (cells/L)	備 考
6/ 2	長島町浦底湾	2	

## 3 貧酸素水塊調査

9月9日の調査で、鹿児島湾奥部の竜ヶ水沖、重富沖、隼人沖、牛根麓沖の水深15m以深において、4.0mg/lを下回る貧酸素水塊が確認された。その後も水深25m以深で貧酸素水塊が確認され、この状態は10月13日の調査時も見られたが、11月下旬の調査時には確認されなかった。なお、これによる漁業被害は確認されなかった。

## 4 赤潮情報等の発信、研修

### 1) 赤潮情報、注意報等の発行

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

今年度は、赤潮情報15回、注意報5回、警報5回、貧酸素情報2回を発行した。

期間中は、鹿児島湾関係の36機関、八代海関係の26機関に対し、延べ792回のFAX送信による情報伝達を行った。またホームページの閲覧回数は、パソコン版が131,564回（20年度は約106,000回）、携帯電話版が62,427回（20年度は約57,000回）で、7月下旬～8月中旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮の影響もあって、昨年度より増加した。さらにメールアドレスは、鹿児島湾関係で約

120名、八代海関係で約60名の登録があり、登録者に対し随時情報を伝達した。これらのことから、赤潮情報の伝達ネットワークの強化を図ることができた。

## 2) 研修会の実施

平成21年4月から22年3月まで合計5回の赤潮研修会を実施した。漁協職員や魚類養殖漁業者等が約295名受講し、県内の赤潮発生状況、赤潮の発生と対策等について講義することにより、赤潮の知識及び対処法の普及・啓発を図ることができた。（表4）

表4 平成21年度の赤潮に関する研修会実績

月 日	会 議 名	研 修 内 容	備 考 (参加人数等)
4月27日	魚類養殖共済関係漁協会議 (鹿児島市)	平成20年度の赤潮発生状況について	約40名
5月12日	八代海赤潮監視体制検討会議 (熊本県上天草市)	鹿児島県における赤潮発生状況等	約15名
12月 6日	長島町赤潮シンポジウム (長島町)	今年度のシャトネラ アンティーカー 赤潮の発生状況と来年度の調査体制	約200名
1月25日	養殖共済に係る地区調査員会 議 (指宿市)	〃	約20名
2月18日	赤潮被害防止対策に係る情報 交換会 (長島町)	赤潮発生時における被害防止対策に ついて	約20名

# 赤潮総合対策調査事業－Ⅱ

## (有害赤潮発生に関する生態学的研究)

西 広海・ 田原義雄

### 【目 的】

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

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

### 【方 法】

#### 1 漁場環境の周年モニタリング調査

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

調査項目：気象，海象（水温，塩分，透明度，水色），水質\*（DO, pH, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a），プランクトン（各層採水）

※：水質項目の略号の説明は、別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

#### 2 赤潮発生動向調査

##### 1) プランクトン発生動向調査

鹿児島湾と八代海で周年モニタリングを行った。

##### 2) 赤潮発生メカニズムの解明

鹿児島湾産 *Chattonella marina*（以下 *C.marina*）と八代海産 *C.marina*, *Chattonella antiqua*（以下 *C. antiqua*）の増殖に及ぼす水温・塩分の影響について把握するため、室内での増殖試験を実施した。今年度は、低水温（10, 15, 20℃）での各塩分区分における細胞数の増殖について検討した。

### 【結 果】

#### 1) プランクトン発生動向調査

##### 【鹿児島湾】

期間全体を通して細胞数は少なかったが、10月には *Skeletonema costatum* を中心とした珪藻類が優占した。有害種については、4～6月に *Ceratium* 属がみられたが、赤潮の形成には至らなかった。ほか *Chattonella marina* や *Heterosigma akashiwo* は確認されなかった。

##### 【八代海】

4～7月にかけて、例年に比べて珪藻類が少ない状態が続いた。秋季以降は *Thalassiosira spp.* を中心とした珪藻類が優占した。有害種については、7～8月に *Chattonella antiqua*, *Cochlodinium polykrikoides* が赤潮を形成した。特に7月下旬～8月中旬に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮は、八代海北部海域を中心に赤潮を形成して着色域が南下し、最終的に八代海南部海域のほとんどが着色して高密度で漁場内へ流入したことにより、過去最大の漁業被害が発生した（ブリ当年～3年魚121万4千尾、20億3200万円）。その他 *Cochlodinium polykrikoides* による赤潮は短期間で、漁業被害はなかった。

## 2) 赤潮発生メカニズムの解明

水温10, 15, 20°Cの各塩分区分における細胞数の日別変化を、図-1~9に示す。

平成20年度は水温25, 30°Cの各塩分区分について試験を実施した結果、*Chattonella antiqua* は、塩分による増殖の差は顕著には見られなかった。*Chattonella marina* は、鹿児島湾産株、八代海産株とも水温30°C、塩分24, 20の高水温、低塩分で増殖がやや低水準であった。*Chattonella marina* の比増殖速度を見ると、鹿児島湾産株は水温25度、塩分32, 28で $0.65\text{day}^{-1}$ 、八代海産株は水温30度、塩分36で $0.59\text{day}^{-1}$ と最高値を示し、八代海産株は、高水温、高塩分を好む傾向があった。

平成21年度は水温10, 15, 20°Cの各塩分区分について試験を実施した結果、水温10°Cでは、3種の株とも増殖しなかった。*Chattonella marina* の鹿児島湾産株は、15°Cでも他種株と比べて増殖した。また、低塩分の方が増殖量が多い傾向があるが、塩分20区では劣った。*Chattonella marina* の八代海産株は、20°C以下では他種株より増殖量が劣った。*Chattonella antiqua* は、水温15°Cでも増殖するものの、*Chattonella marina* の鹿児島湾産株には劣った。高水温区分の結果と同様に、20°C以下でも塩分濃度による増殖の差は顕著には見られなかった。

水温10, 15, 20°Cの各水温区分における塩分毎の比増殖速度を図-10, 11に、3種の株毎の比増殖速度を図-12~14に示す。比増殖速度を見ると、*Chattonella antiqua* は、20~30°Cで低塩分を好む傾向が見られた。*Chattonella marina* の鹿児島湾産株は、水温20°C、塩分20で $0.68\text{day}^{-1}$ と最高値を示し、低水温、低塩分でも増殖したことから、増殖可能な水温範囲や塩分範囲が広い種であると推察された。*Chattonella marina* の八代海産株は、水温20°Cでは低塩分を好む傾向があったが、比増殖速度を見ると、高水温、高塩分の方が増殖速度が高く、昨年度の試験結果を裏付ける結果となった。

※比増殖速度：1日当たりの増殖割合を示し、数値が大きいほど増殖速度が高い。

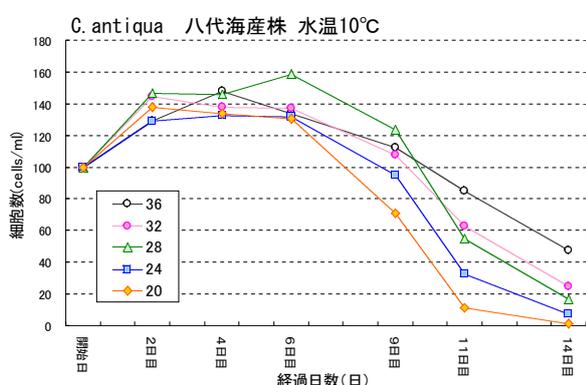


図-1 塩分区分別細胞数の推移 (C. antiqua 水温10°C)

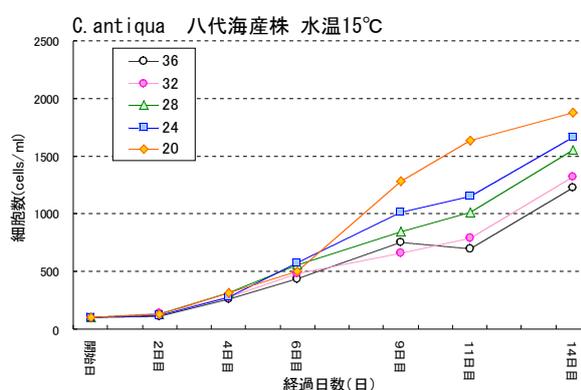


図-2 塩分区分別細胞数の推移 (C. antiqua 水温15°C)

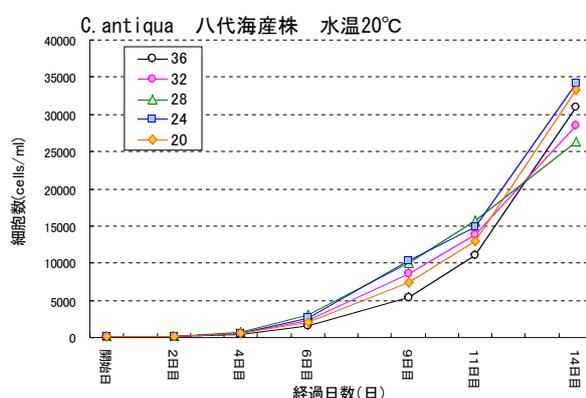


図-3 塩分区分別細胞数の推移 (C. antiqua 水温20°C)

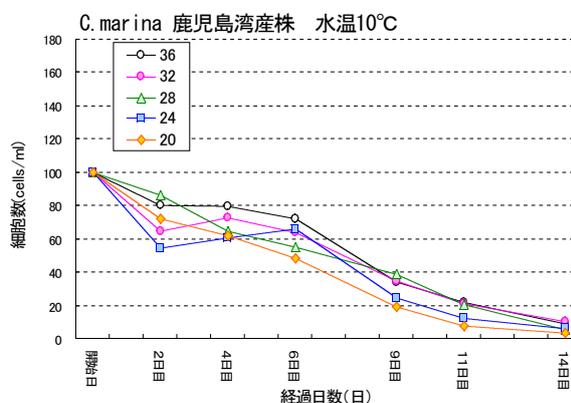


図-4 塩分区分別細胞数の推移 (C. marina 水温10°C)

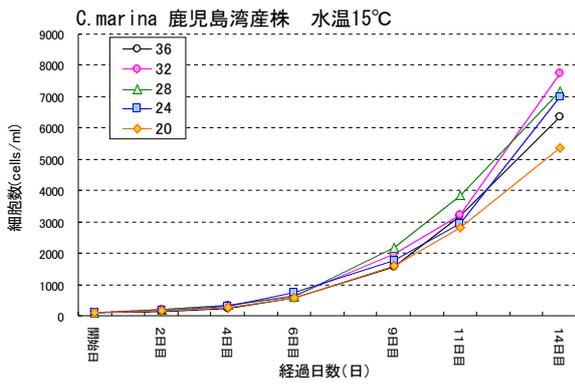


図-5 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温15°C)

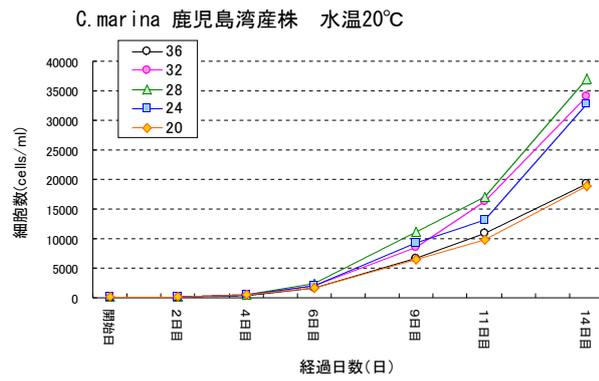


図-6 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温20°C)

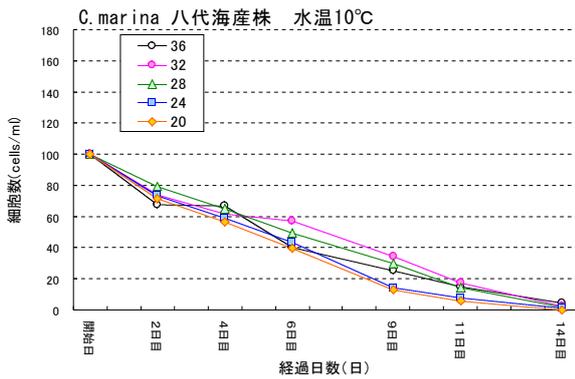


図-7 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温10°C)

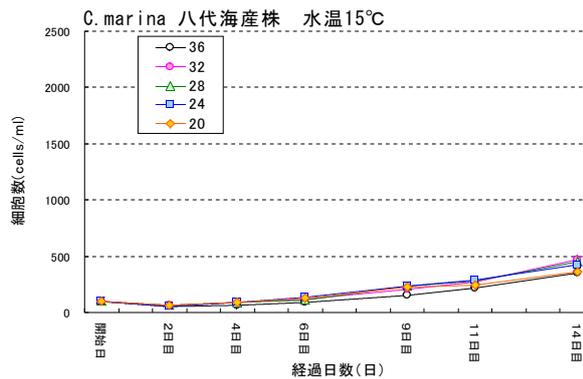


図-8 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温15°C)

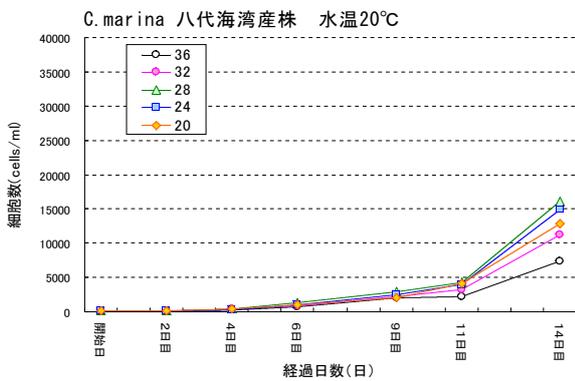


図-9 塩分区分別細胞数の推移 (C.marina 水温20°C)

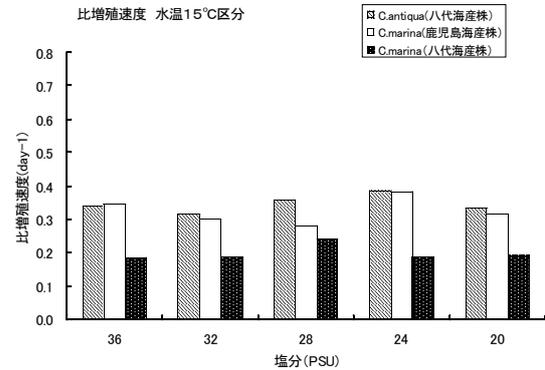


図-10 塩分区分別比増殖速度 (水温15°C)

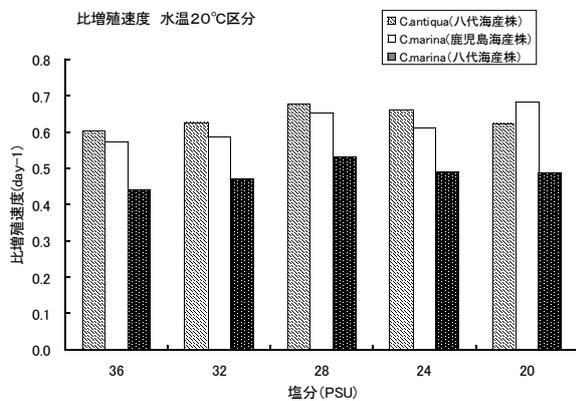


図-11 塩分区分別比増殖速度 (水温20°C)

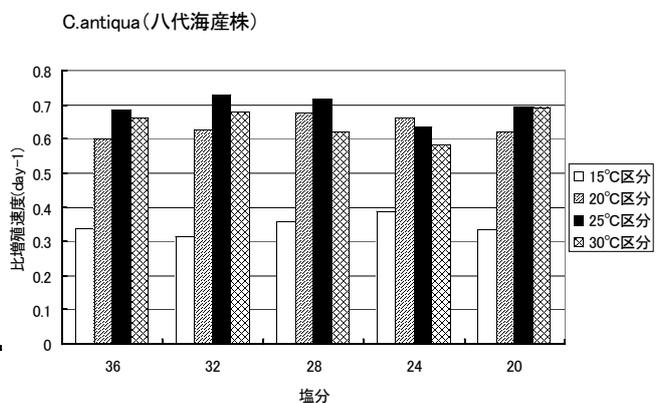


図-12 塩分区分別比増殖速度 (C. antiqua)

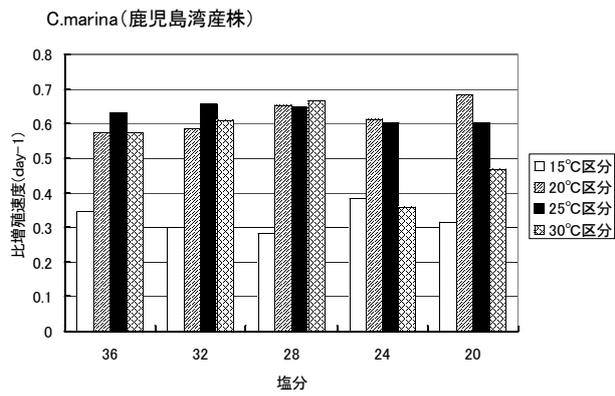


図-13 塩分区分別比増殖速度 (C.marina)

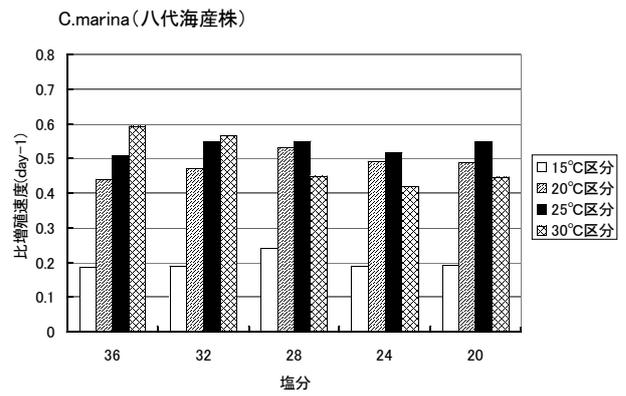


図-14 塩分区分別比増殖速度 (C.marina)

# 赤潮総合対策調査事業－Ⅲ (コクロディニウム赤潮に関する研究)

西 広海・田原義雄

## 【目 的】

これまでにコクロディニウム赤潮が頻発し、基礎的な知見が揃っている八代海を調査対象海域に設定し、(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所を中心に、熊本県、鹿児島県、京都大学と共同で長期間・広範囲にわたる総合的な環境調査等を実施し、コクロディニウム赤潮の発生機構を解明し予察・防除技術の開発を行う。

## 【方 法】

### 1 発生環境調査

八代海において、周年調査を実施した。

#### 1) 調査回数・時期：年18回(備船)

通常調査(月1回)・・・4～5月,9～翌3月

精密調査(月3回)・・・6～8月

#### 2) 調査点数：12点

#### 3) 調査項目：気象,海象(水温,塩分,透明度,水色),水質\*(DO,pH,NO<sub>2</sub>-N,NO<sub>3</sub>-N,NH<sub>4</sub>-N,PO<sub>4</sub>-P,DIN,DON,TDN,DIP,DOP,TDP,Si,Chl-a),プランクトン(各層採水)

※：水質項目の略号の説明は、別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

### 2 発生動向調査

#### 1) プランクトン組成の把握

#### 2) コクロディニウム出現動向の把握

→0～10mの柱状採水(内径35mmのビニール製ホースを水面から水深10mまで垂下し,採水する。)

→1Lを濃縮ろ過し,検鏡してコクロディニウムの細胞数を計数する。

#### 3) DNA抽出試料サンプリング

→柱状採水の残り約9LをPCR分析用試料とするために3μmフィルターでろ過して冷凍保存する。

## 【結 果】

### 1 発生環境調査

18回の調査による測定値を平年(平成元年～19年度同時期の平均)値と比較すると、表層水温は7月が平年値より2℃程度高かったが、その他の月では平年値±1℃程度の範囲内で推移した。表層塩分は梅雨時期である6月に下降したが、それ以降上昇し、冬季にかけて32～33前後で推移した。

期間中の表層の栄養塩は、DIN, DIPともに春から夏季にかけては低い値で推移し、鉛直

循環が始まる秋～冬季にかけて上昇する例年同様の傾向を示した。数値を見ると、4～9月にかけては、DINが表層で0.5～1.5  $\mu\text{g-at/l}$ 、DIPが0.01～0.15  $\mu\text{g-at/l}$ の範囲で推移したが、秋季から冬季にかけて上昇し、11月にDINが表層、10m層ともに6.2  $\mu\text{g-at/l}$ 、DIPが表層、10m層ともに0.63  $\mu\text{g-at/l}$ で期間中の最高値を示した。12月は表層・10m層とも栄養塩が前月と比べて減少したが、これらの下降は、海域全体に増殖していた植物プランクトンによる消費と考えられる。

## 2 発生動向調査

### 1) プランクトン組成

4～7月にかけて、例年に比べて珪藻類が少ない状態が続いた。秋季以降は *Thalassiosira spp.* を中心とした珪藻類が優占した時期も一時あったが、例年同様、全体的にプランクトンの数、種類ともに少ない状況が続いた。

### 2) コクロディニウム出現動向

周年調査の結果、今年度のコクロディニウムによる赤潮は2件発生した。まず7月21日の東町漁協調査で、熊本県の御所浦島南端～芦北郡津奈木町沖以北全域でコクロディニウムによる着色域が確認され、細胞数は本県獅子島周辺で最大20cells/mlが確認された。翌22日の調査では着色域は確認されず、細胞数は4cells/ml以下であった。なお、27日の調査で、コクロディニウムの細胞数は4cells/ml以下となり、終息を確認した。次に7月28日～8月10日のシャトネラ アンティーカによる赤潮の後、8月10日午後の東町漁協調査で、コクロディニウムによる着色域が伊唐島東岸沖で確認され、最高205cells/mlを確認した。その後13日の東町漁協調査で、着色域、細胞も確認できず、終息を確認した。

今年度は7月中旬から下旬にかけてまとまった降雨があり、その影響で8月に表層塩分は30.9まで低下し、同時に水温上昇が妨げられて(26℃で維持)、シャトネラ アンティーカに適した海洋環境となったことが、赤潮を形成したコクロディニウムが短期間で終息した一因と考えられた。

### 3) DNA抽出試料サンプリング

リアルタイムPCR法によるコクロディニウム検出に係る試料を脇崎沖、水俣沖の2定点にて柱状採水(10m)を行い、採水試料中の *C.polykrikoides* を計数すると共に、3  $\mu\text{m}$ ポアのメンブレンフィルターにてろ過し、プランクトンを回収し、DNA抽出試料として凍結保存した。試料は(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所に送付し、分析結果については別途報告される。

# 鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅰ

徳永成光，猪狩忠光，吉満敏

## 【目的】

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

## 【方法】

### 1 藻場回復主幹研究

#### ①核藻場型藻場造成試験

核藻場型藻場造成の手法を確立させるため，南さつま市笠沙町において，藻場造成地周辺の状況調査を実施した。（毎年継続して実施）

#### ②中層網型藻場造成試験

内湾における有効な種苗添加法としての中層網型藻場造成の手法を確立させるため，指宿市岩本地区において，平成20年度と同じ2箇所の試験地において藻場造成試験を実施した（図1）。

試験地は，平成20年度に中層網を用いた造成地への種苗添加と食害防止のためのウニ除去を実施した2箇所であるが，濃密な藻場となっている場所が見られるものの，藻体長は1 m程度と良好年の2 m以上には及ばず，枝の下部に葉が少ない藻体が多く見られる（図2）など，藻体の生長が不調で，また，アオリイカ漁場としての機能を高めるためには更なる増殖が必要との漁協の意見もあり，平成20年度と同じ箇所を試験地とした。

また，藻体の生長状況は良くないものの，広範囲にヤツマタモクやマメタワラが分布していることから，人為的に種苗を添加する必要はないと判断し，食害動物であるウニ類の除去のみを実施した。

ウニの除去は，5月19日～20日に鹿児島水産高校主体で実施し，ガンガゼ4,562個及びナガウニ等を6,273個，合計10,835個を除去した（図3）。

試験地の追跡調査については，12月に潜水調査を実施し，ホンダワラ類の藻体長の測定等を実施した。



図1 指宿市岩本地区 試験地位置図



図2 下部に葉の少ない藻体



図3 水産高校生によるウニ除去

## 2 藻場機能解明研究

### 食害動物の有効利用に関する研究

平成20年5月にガンガゼの身入り率（生殖腺重量／殻付き重量×100）を測定したところ 17.3%と高い値を示していたことから、ガンガゼの利活用を鹿児島水産高校と検討し、比較的簡易な加工法である塩ウニの加工に取り組むこととした。

塩ウニ加工法については、当センターの安全食品部が水産高校生を指導した。

加工法は、①殻を割って生殖腺を取り出し、②洗浄後に塩を添加、③一昼夜冷蔵保管後に水切り④色の悪い部分を除去後瓶詰め、の手順で実施した。

なお、添加する塩濃度は8%及び10%の2段階とし、歩留まり等を比較した。

## 3 南方系ホンダワラの分類と生態等に関する研究

第7回目となる亜熱帯性ホンダワラ属藻類の分類に関するワークショップを開催し、国・県の試験研究機関による情報提供や不明種の分類・同定を実施した。

## 4 磯焼け診断調査・藻場回復指導

肝付町高山地区について、平成19年度から継続して調査・指導を実施。平成19年度の診断調査・藻場造成手法提案により飯ヶ谷地先へ設置された藻場礁（平成19年度・20年度石油貯蔵施設周辺地域魚礁設置事業による藻場SGブロック）や平成20年に鹿児島水産高校によるウニ類の除去が実施された海岸付近の岩礁域について、4月、7月、11月と計3回の追跡調査を高山漁協、同青年部、大隅地域振興局と共に実施した。なお、当該地区の藻場回復制限要因は、大量に分布が見られるウニ類の食害であると考えられることから、平成21年7月上旬に2年目となる鹿児島水産高校によるウニ類の除去が実施され、漁協青年部、地域振興局との連携により、ナガウニ主体に2万個体以上のウニ類を除去した。

## 【結 果】

### 1 藻場回復主幹研究

#### ①核藻場型藻場造成試験

笠沙地区核藻場型藻場造成地の状況観察を引き続き実施。本年も小浦地区ではウミトラノオ、マメタワラ、ヤツタモクによる温帯性（在来）ホンダワラ類藻場が形成されたが、崎ノ山で近年毎年見られていたフタエモクによる南方系（亜熱帯性）ホンダワラ類藻場は形成されなかった（図4）。

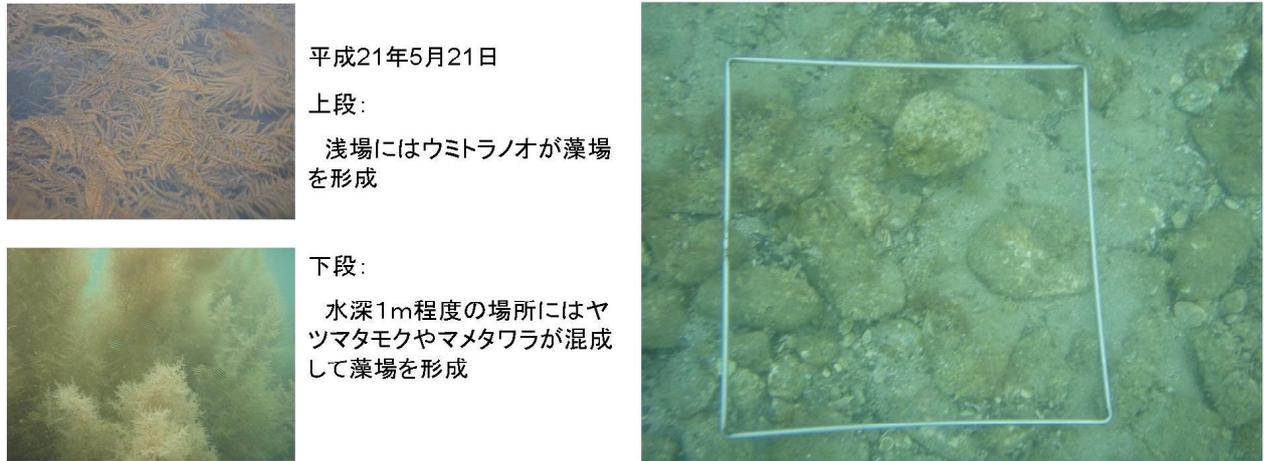


図4 小浦地区（左）と崎ノ山地区（右）の藻場形成状況

本邦南西水域の環境変化に対応した藻場の回復・拡大技術の高度化事業の報告で考察したように、崎ノ山地区において平成21年度に藻場が形成できなかった原因は、藻場形成年と比較して、冬季の水温が高く推移していたことから、冬季の高水温という特異的な環境条件が魚類の食害を招き、藻場形成を阻害したと推察された。

なお、藻場が形成されなかったことにより幼体の供給も少なく、平成21年の新規加入個体は少ないと考えられるが、夏季以降になって、生残していた付着器から生じたと思われるフタエモク幼体が天然藻場形成域各所で確認された（図5）ことから、平成22年に藻場を形成する個体数は十分に維持されていると考えられた。



図5 平成21年10月に崎ノ山地区で確認された幼体

（左：巨礫全体 右：巨礫を薄く覆う砂を除去すると、左画像の長方形部分にはフタエモクと思われる幼体が複数確認できる。）

## ②中層網型藻場造成試験

平成21年12月に指宿市岩本地区の追跡調査を実施した結果、広範囲にヤツマタモクやマメタワラが繁茂していることが確認された。

昨年の同時期（平成20年11月）は、繁茂している場所が少なく、食害を受けたと思われる短い藻体や浮泥を被ったような幼体が多く見られていたが、平成21年は広範囲に繁茂が見られ、1mを超えるほどに生長したヤツマタモク等が確認された（図6）。

平成22年1月時点では、干潮時に海面に頭を出すほど生長したエリアも見られ、良好な藻場形成状態であると思われた。



図6 平成21年12月1日の状況  
（右画像中央部の棒は、長さ1mの物差し）

## 2 藻場機能解明研究

### 食害動物の有効利用に関する研究

塩ウニは、塩添加により原料の生殖腺から水分が除去され、歩留まり（瓶詰め重量／（生殖腺+塩）×100）は10%添加区が59.4%、8%添加区は73.3%と差が見られた。10%添加区は食塩を使用したため、8%添加区はにがり入りの塩であったため、8%区は脱水能力が弱く歩留まりが高かったと考えられた。

味については悪くないものの、8%添加区でもやや塩辛い印象であった。また、瓶詰め後の色調が黒っぽく（図7）、見栄えが良くない点もあり、今後、他の加工法についても検討する必要があると考えられた。



図7 ガンガゼの生殖腺および塩ウニ試作品

### 3 南方系ホンダワラの分類と生態等に関する研究

16機関22名が参加し、話題提供による情報交換や海藻類研究者による不明種等の分類・同定を行った(図8)。

話題提供事項

- 1) 「佐賀県唐津市馬渡島と松島において進行する藻場の衰退とサンゴ群集の形成」 新井章吾(株式会社 海藻研究所)
- 2) 「ウニと魚とガラモ場造成」 荒武久道(宮崎県 水産試験場)
- 3) 「温帯性海域への南方系ホンダワラ属の移入予報」 島袋寛盛(瀬戸内海区水産研究所)



図8 不明種等の分類状況

### 4 磯焼け診断調査・藻場回復指導

肝付町高山地区については、H20年度に漁協青年部によるスポアバック法でのホンダワラ類種苗添加と水産高校生によるウニ類除去を実施したものの、平成21年4月の調査では海岸から海底へと続く巨石のかけ上がりに相当量のウニが見られ(図9)、藻場回復実施域にホンダワラ類は確認できなかった。

平成21年7月9～10日に水産高校によるウニ類除去が実施されたが、4月の調査時から藻場回復実施域の岸よりの巨石上に天然のフタエモク群落(図10)があったため、フタエモク群落周辺を中心にウニ類除去を実施するよう指導した。



図9 石のすき間に見られたウニ類



図10 巨石上のフタエモク群落

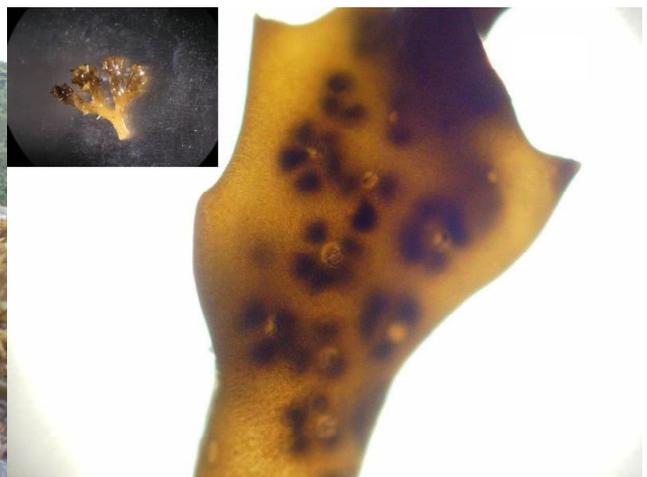


図11 雌性生殖器床

フタエモクの雌性生殖器床を顕微鏡観察すると、放卵前の生殖器床も見られ(図11)、ウニが除去された後に幼胚が供給されることとなるため、ウニ除去の実施時期としてはちょうど良い時

期であったと判断された。

ウニ類除去から約4ヶ月後の11月16日に追跡調査を実施したが、ウニ類の密度は低下しているように感じられるものの、依然としてウニ類は多く見られ、ホンダワラ類幼体は確認できなかった。フタエモク群落のあった巨石上のみ、1センチ未満のフタエモクと思われる幼体が密生しており(図11)、平成22年も群落を形成すると推測された。



このような状況から、肝付町高山地区においては、核藻場型藻場造成手法を導入し、巨石上のフタエモク群落を核藻場(=種苗供給源)として、群落周辺のウニ類除去(=藻場形成制限要因の排除)によるフタエモク群落拡大を図ることが適していると考えられた。

図11 巨石上に密生する幼体

藻場調査や藻場回復指導は、肝付町高山地区のほか、平成21年4月に霧島市隼人地区、福山地区の藻場造成適地調査及び造成指導、鹿児島湾内及び南さつま市のアマモ場分布調査、5月に指宿市魚見港南沖の藻場造成指導、6月に垂水市湾奥部側の藻場造成適地調査、平成22年3月に指宿市(山川町漁協管内)の藻場調査を実施した。

4月に実施したアマモ場分布調査では、南さつま市笠沙町と指宿市山川地区、鹿屋市古江地区に比較的規模の大きなアマモ場が確認された。鹿児島湾奥部については、小規模群落はあるものの、2006年以降は主要なアマモ場が消失した状態が現在も続いている状況であった。

# 鹿児島海藻パーク推進事業－Ⅱ

## (南西水域藻場回復・拡大技術高度化事業)

徳永成光, 猪狩忠光, 吉満敏, 田原義雄, 田中敏博 (水産振興課)

### 【目的】

磯根資源の増大や環境変動の緩和に寄与する藻場の回復目標設定の基準確立と、残存藻場の維持機構を利用した藻場の回復・拡大技術の高度化を図る。

この目的達成のため、九州周辺水域をモデルとして、藻場の現状と変動傾向を把握し、南方系ホンダワラ類の機能や諸特徴、植食性魚類の行動特性などの解明、および藻場造成の実証試験を行う。

### 【全体事業の概要】

調査は広域連携研究として行われ、西海区水産研究所（中核機関）、瀬戸内海区水産研究所、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、鹿児島県、宮崎県、鹿児島大学、長崎大学、(株)水棲生物研究所、大瀬戸町漁業協同組合、笠沙町漁業協同組合が参加している。下記3課題について、西海区水研を核に各県等が分担・連携して実施した。

(実線は本県が担当実施した項目。破線は他機関と連携した項目。それ以外は他機関の実施項目。)

事業期間は、H19～21年度の3年。

1. 本邦南西水域の藻場の実態および変動傾向の把握

(1) 現地調査による藻場の現状と変動傾向の把握

(2) 衛星画像解析による藻場の広域変動の把握

2. 本邦南西水域の藻場の特性評価

(1) 藻場構成種の分類学的検討

(2) 残存藻場の維持機構の解明

(3) 南方系海藻の磯根資源に対する育成機能の解明

(4) 藻場の類型化と評価表の作成

3. 本邦南西水域に適した藻場の回復・拡大技術の高度化

(1) バイオテレメトリー技術等を用いた藻食性魚類の行動生態の解明

(2) 藻場の回復・拡大技術の実証

(3) 造成藻場の磯根資源に対する効果の実証

### 【結果】

本県が実施した項目について、3カ年の最終的な報告内容を以下に示す。

なお、他県分を含む全体的な報告書は、「本邦南西水域の環境変化に対応した藻場の回復・拡大技術の高度化 研究成果報告書」としてとりまとめ、本報告内容が掲載される予定。

## 1 現地調査による藻場の現状と変動傾向の把握

### 目的

九州沿岸における藻場の現状を把握するとともに、1970年代後半に行われた沿岸海域藻場調査（西海区水産研究所，1981）と比較して、その変動傾向を明らかにすることを目的とした。また、南さつま市笠沙町地先では、沿岸海域藻場調査による1978年の調査定線8（以下、「1978調査定線8」という）の「崎ノ山」に隣接して、構成種が異なる藻場を形成する地点「小浦」があったことから、その要因について考察した。

### 材料および方法

1970年代に調査が行われた地点から藻場が現存する場所を選択し、SCUBA潜水によるライン調査を2007年6月～2008年12月に実施した。調査地点は、南さつま市笠沙町「崎ノ山」（1978調査定線8）、同「小浦」（新規）、いちき串木野市「羽島」（1978調査定線6、本調査地点は、旧調査定線付近が埋め立てにより変化し藻場も消失してしまったため、西側へ300m移動しライン方向も南北から西東へ変更して調査を行った。）、阿久根市「牛ノ浜」（1978調査定線5）、志布志市志布志町「夏井」（1976調査定線21）で、調査回数は2回/年とし、時期は前回調査にほぼ合わせた。

### 結果

調査結果を図1-1に示す。

海藻種	笠沙町崎ノ山				串木野羽島				笠沙町小浦	
	1978年		2007年		1978年		2007年		2007年	
	5月	8月	5月	9月	4月	8月	6月	10月	5月	9月
イノモク	+	+	+	+	○	○	○	+	+	+
ウミトラノオ	+	+	+	+	+	+	+	+	○	+
キレバモク	+	+	+	+	○	+	○	○	+	+
コナフキモク	+	+	+	+	○	+	○	+	+	+
ゴブクロモク	+	+	+	+	○	○	○	+	+	+
トサカモク	+	+	+	+	○	+	○	+	+	+
フタエモク	○	+	○	+	○	○	○	+	+	+
マメタワラ	○	+	+	+	+	○	+	+	○	+
ヤツマタモク	○	○	○	+	○	+	○	+	○	○
ホンダワラsp.	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+
ワカメ	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+
<b>合 計</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>食 害</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

海藻種	阿久根市牛ノ浜				志布志町夏井			
	1978年		2008年		1976年		2008年	
	5月	8月	6月	9月	6月	12月	5・6月	12月
イソモク	○	+	○	+	○	○	○	○
ウミトラノオ	+	+	+	+	○	+	○	+
ヒジキ	○	+	○	+	+	+	+	+
<b>コブクロモク</b>	+	+	○	+	○	+	+	+
<b>トサカモク</b>	+	+	+	+	+	+	○	○
<b>フタエモク</b>	○	+	○	+	○	○	○	+
マメタワラ	○	○	○	+	+	+	+	+
ヤツマタモク	○	○	+	+	○	+	+	+
ノコギリモク	○	○	○	○	+	+	+	+
トゲモク	+	+	○	+	+	+	+	+
ヨレモク	○	+	+	+	+	+	+	+
ヨレモクモドキ	+	+	○	+	+	+	○	+
<b>ツクシモク</b>	○	+	○	+	○	+	○	+
ヘラモク	+	+	+	+	○	+	+	+
<b>エンドウモク</b>	+	+	○	○	+	+	+	+
エンドウモク 近似	○	+	+	+	+	+	+	+
ヒュウガモク 近似	+	+	+	+	○	+	+	+
<b>マジリモク</b>	+	+	+	+	+	+	○	+
ホンダワラ sp.	+	○	+	○	+	○	+	+
アントクメ	○	+	○	○	+	+	○	+
ワカメ	○	+	+	+	+	+	+	+
<b>合計</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>食害</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

図1-1. 1970年代後半と2000年代後半における、主要な出現大型海藻種のリスト

○：出現，＋：出現せず；A：食害なし，B：食害一部あり（葉の1/3未満）

太字斜体は南方系種（*Sargassum* 亜属）

鹿児島県南さつま市笠沙町「崎ノ山」（1978調査定線8，2007年調査）では、砂上の小礫から大礫に着生したフタエモク中心の藻場であり、距岸127m水深約2.5mまでガラモ場が形成されていた（南方系ホンダワラ藻場）。1978年の調査では、ヤツマタモクやマメタワラを優占種とするガラモ場として記録されているが、今回の調査では南方系ホンダワラであるフタエモクが優占種となっていた。なお、秋期調査では、大型藻類は全く確認されなかった。

同町「小浦」（2007年調査）では、砂上の小礫から大礫に着生したウミトラノオが距岸50mから65mの水深1.2m～1.6mまで、ヤツマタモク・マメタワラが距岸65mから78mの水深約1.6mでガラモ場を形成していた（温帯性藻場）。

いちき串木野市「羽島」（1978調査定線6の西側300m，2007年調査）では、距岸15mから123mにかけてトサカモク・フタエモク（浅場）、キレバモク・ヤツマタモク（深場）が大礫から岩にガラモ場を形成していた（温帯性，南方系混在藻場）。なお本調査地点は、旧調査定線付近が埋め立てにより変化し、藻場も消失してしまったため、西側へ300m移動し、ライン方向も南北から西東へ変更して調査を行った。藻場の構成種としては1978年当時と大きな変化はなく、温帯性種から南方系種までが一部ゾーニングしながら混在して出現した。しかし、秋調査ではキレ

バモクを除くホンダワラ類の藻体を確認できなかった。

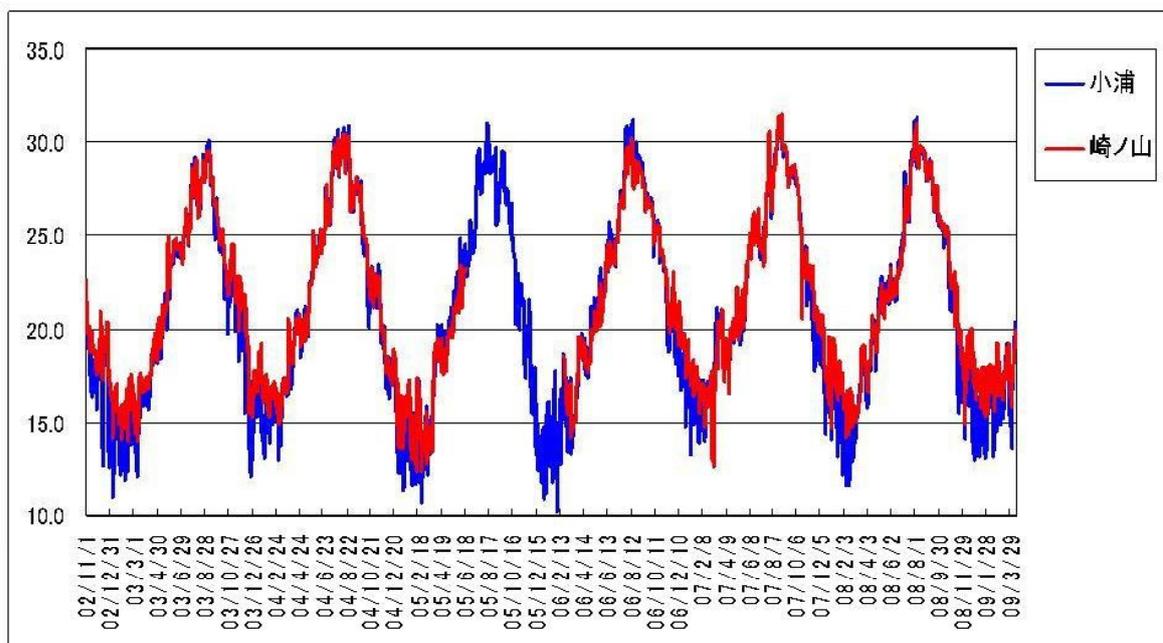
阿久根市「牛ノ浜」(1978調査定線5, 2008年調査)では, 6月には水深3m付近にヨレモクモドキ主体の藻場, 水深6~13mにアントクメ単独あるいはノコギリモク, コブクロモク, ツクシモク等が藻場を形成していた(温帯性, 南方系混在藻場)。9月では, 水深10m付近にノコギリモクとエンドウモク(幼芽)が, 水深5m以深には基部のみが残るアントクメが多く見られた。種構成は1978年当時とほぼ同一で, 大きな変化は認められなかった。また, 岸側にはナガウニ, ムラサキウニ, ガンガゼが多く, 磯焼け状態であった。なお, 港湾整備によって, 岸側約100mが埋め立てられていた。

志布志市志布志町「夏井」(1976調査定線21, 2008年調査)では, 5・6月には浅所にイソモク, ウミトラノオ, 水深3m前後にトサカモク, ヨレモクモドキの藻場, 水深9~12mにかけてマジリモク, また水深12m周辺にはツクシモクの藻場が形成されていた(温帯性, 南方系混在藻場)。12月には, 水深0.5m以浅にイソモク(幼芽), トサカモク(幼芽)が見られた。また, 水深8m以浅にはナガウニ, ムラサキウニ, ガンガゼ, タワシウニが多く見られ, ウニが密集しているところでは磯焼け状態であった。なお, 港湾整備によって, 岸側約100mが埋め立てられていた。

## 考察

鹿児島県南さつま市笠沙町「崎ノ山」の今回の調査では, 南方系ホンダワラであるフタエモクが主な構成種となっており, 秋期調査では, 大型藻類は全く確認されず, 春藻場の特徴が見られた。また, 今回の調査では, 1978年の調査で記録されていないサンゴ群落の発達認められ, 海藻植生の変化と併せ, 温暖化の影響による生物相の変化が強く示唆された(田中, 2006a)。なお, 本海域周辺ではパッチ状に高密度のガンガゼの蝸集が見られ, それらの場所では海藻群落を確認されなかったことから, 藻場制限要因としてガンガゼによる食圧が考えられた。一方, 2008年までは, ホンダワラ類には魚類による摂食痕が確認されたが, 藻場を消失させるまでには至っていなかった(田中, 2006b)。ところが, 2009年には藻場は形成されず, ホンダワラ類の伸長期(冬季~春季)の魚類による食害に起因すると推測された。

同町「小浦」は, 1970年代には調査されていない地点であるが, 「崎ノ山」の南方系藻場に隣接する温帯性藻場として比較のため調査を行った。1978年当時の「小浦」は, 「崎ノ山」と同様ヤツマタモク, マメタワラで構成されるガラモ場であり, 当時から植生がほとんど変化していないと考えられる。近接する「崎ノ山」と「小浦」の海藻植生が異なって来たのは2000年あたりからとされており(田中ら, 2004), その要因としては水温の違いが大きく関与していることが考えられた。2002年からの崎ノ山および小浦の水温変化を図1-2に示すが, 両海域の夏期水温はほぼ同じであるのに対し, 冬季水温は小浦の方が崎ノ山に対し1°C~2°Cほど低く推移している。この冬季水温の違いが, 小浦での温帯性ホンダワラ藻場維持と, 崎ノ山での南方系ホンダワラ群落への遷移を招いた要因の一つであると推測された。また, 小浦では2009年にも藻場は形成され, 冬季の水温が低いことによって, 魚類の来遊を防ぎ食害を抑えていると推測されている(猪狩ら, 2009)。



※ 崎ノ山の'05年6月～'06年2月は欠測

図1-2 鹿児島県崎ノ山と小浦における水温観測結果

いちき串木野市「羽島」では、秋調査でキレバモクを除くホンダワラ類の藻体を確認できず、夏から秋にかけて藻体を維持できないという温暖化の影響が示唆された。

阿久根市「牛ノ浜」では、種構成は1978年調査時とほぼ同一で、大きな変化は認められなかった。

志布志市志布志町「夏井」では、今回定線上に新たにトサカモク、マジリモクといった比較的暖かい環境を好むホンダワラ類が確認された。

調査地点近隣海域の表層水温の推移を図1-3に示す。

全ての地点で上昇傾向がみられ、特に南方系ホンダワラが新たに確認された笠沙（図では隣接海域の加世田沖で示した。）および志布志では、1℃以上の上昇を示しており、それが藻場構成種に反映されていると考えられた。

また、今回調査した地点は、藻場は春のみに形成され、それ以外はほとんど大型海藻は見られない、いわゆる「春藻場」の様を呈していた。

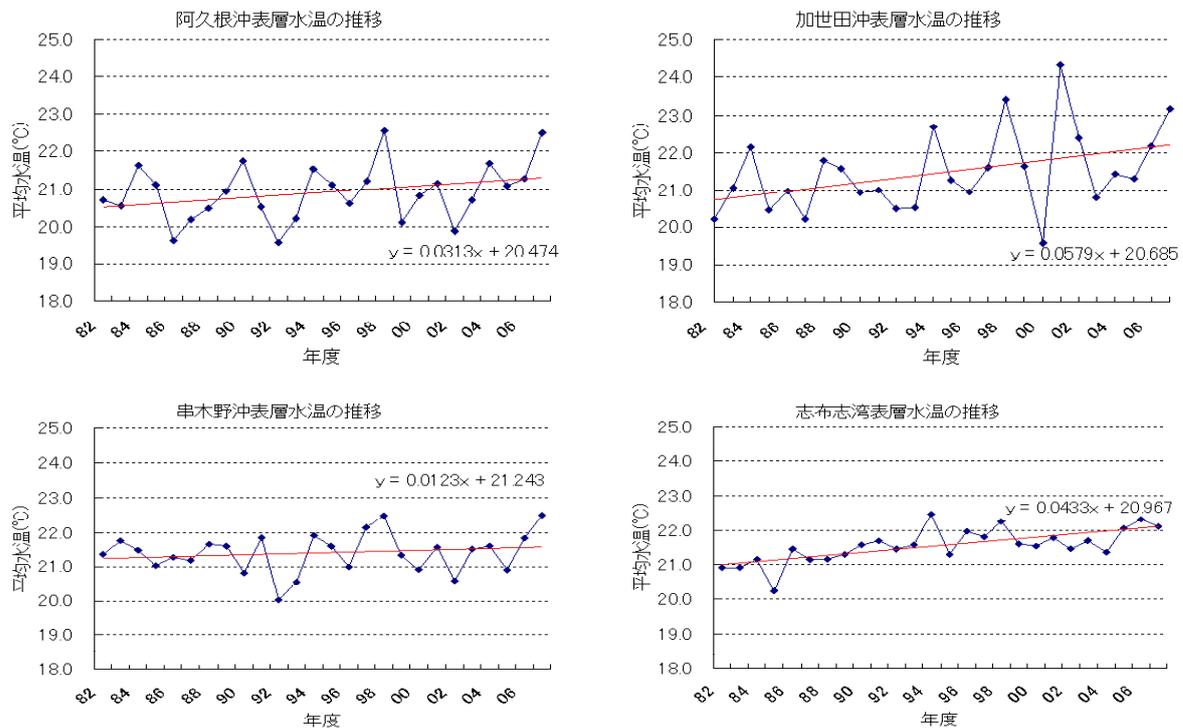


図1-3. 1982～2007年の調査地点近隣海域の表層水温の推移

\* 加世田は笠沙の隣接海域

\* 鹿児島県環境保健センター「公共用水域の水質測定結果」

4・6・8・10・12・2月の表層水温の平均値

## 参考文献

- 西海区水産研究所. 沿岸海域藻場調査 九州西岸海域藻場・干潟分布調査報告1981
- 田中敏博. ガラモ場構成種の変動と藻場造成への応用. 藻類(日本藻類学会第30回大会公開シンポジウム要旨)2006a;54:40
- 田中敏博. 南日本における磯焼けと藻場回復. 水産工学2006b;43:47-52
- 田中敏博, 真鍋美幸, 瀬戸口満. 外洋性藻場造成技術開発試験. 鹿水試報2004:44
- 猪狩忠光, 吉満敏, 徳永成光. 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業-I (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業). 鹿水技報2009:124-133

## 2 南方系海藻の磯根資源に対する育成機能の解明

### 目的

ガラモ場は水産生物にとって産卵場, 稚仔魚の保育場等として重要な機能を有することが古くから知られている。鹿児島県沿岸においては, 元来はヤツマタモクやマメタワラ等の温帯性在来種のホンダワラ類により形成されることが多かったガラモ場であるが, 1990年代後半からフタエモクやマジリモクなどの南方系種によるガラモ場やこれらが混生するガラモ場の形成が見られている(寺田, 2004・田中, 2004)。こうした藻場構成種の違いが, 水産生物に対する育

成機能，索餌場としての機能に影響するものか，魚類など他の動物類に対し餌料を供給する観点から，在来・南方系海藻の葉上動物群を，両者において比較検討し，評価することを目的とした。

## 材料および方法

調査地点は，鹿児島県南さつま市笠沙町地先及び指宿市岩本地先のガラモ場で，図2-1に位置を示す。

笠沙町地先は温帯性在来種のヤツマタモク *Sargassum patens* と南方系種のフタエモク *S. duplicatum* が，それぞれ優占するガラモ場と両種で混生されるガラモ場が見られ，ここは温帯性在来種もが晩夏には南方系種同様に茎も見られなくなるような春藻場である。一方の岩本地先はヤツマタモクが優占する中に南方系種のコナフキモク *S. glaucescens* が散在するガラモ場が見られ，こちらは夏から秋にもヤツマタモクが主枝を残す四季藻場である。



図2-1. 調査位置図 (南さつま市笠沙町，指宿市岩本)

平成19年度及び20年度の調査は，(独)鹿児島大学水産学部が実施し，笠沙町地先においてヤツマタモク，フタエモクが優占するガラモ場で，1mm目合いのネットにより排水口を設けたビニール袋を，各藻体の先端から静かにかぶせ藻体を20cm程度で切り取り，1回当たり5本，藻体ごと葉上動物を採集し，出現する葉上動物相と優占種を比較した。

調査回数は19年度が海藻繁茂期の5月と7月に各1回，20年度が4月から7月に計6回で，加えて19年度は海藻消失期の葉上動物探索のため，9月と11月に各調査地点の砂と石(拳から人頭大)を採取した。

なお，21年度の調査は，当センターで実施し，笠沙町地先のヤツマタモクとフタエモクの両海藻種が混生する藻場において，微細な葉上動物も採取できるように50 $\mu$  (DIN-110)のミューラーガーゼにより排水口を設けたビニール袋を用いて，前述の方法で5月に葉上動物を藻体ごと採集した。また，岩本地先では株単位での比較のために，0.3mm目合いのネットにより排水口を設けたビニール袋を，ヤツマタモクとコナフキモクの各藻体の先端から付着器まで静かにか

ぶせ1株ずつ5株を採取し、実験室に持ち帰りプランクトンネット内で葉上動物を藻体から洗い落として採集した。

採集方法のイメージを図2-2に示す。



図2-2 採集イメージ図

### 結果

平成19年度及び20年度調査において出現した葉上動物種を、表2-1に示す。

なお、平成18年度に本調査と同様の調査を実施しており、その結果を合わせた種の出現数を表には記載した。それによるとヤツマタモクに24種、フタエモクに26種の葉上動物が確認できた。出現種を節足動物門端脚目ワレカラ亜目(ワレカラ類)、節足動物門端脚目ヨコエビ亜目(ヨコエビ類)、節足動物門顎脚綱ソコムジンコ(カイアシ類)、節足動物門アミ目(アミ類)、軟体動物門腹足綱(腹足類)、環形動物門多毛綱(多毛類)で分類すると、両海藻種に高い頻度で出現したのは、ヨコエビ類、カイアシ類、腹足類、多毛類で、これらはヤツマタモクに比べフタエモクの方に、時期やサンプルごとのバラツキが少なく比較的安定して出現した。ヤツマタモクでは出現に差が見られたアミ類も、フタエモクでは比較的安定して出現した。

表2-1. 葉上動物の出現種一覧 18年度実施の先行調査分も記載

2008年					2007年		2006年		フタエモク	ヤツマタモク	2006年		2007年		2008年								
7/16	7/3	6/26	5/26	5/7	4/22	7/19	5/30	7/19	6/6	全期間	種	全期間	6/6	7/19	5/30	7/19	4/22	5/7	5/26	6/26	7/3	7/16	
										○	テナガワレカラ												
										○	オカダワレカラ	○		○	○	○	○						
										○	ヒムシワレカラ	○											
										○	マルエラワレカラ	○	○										
										○	クビナガワレカラ	○											
										○	オオワレカラ	○									○		
										○	ツガルワレカラ	○			○								
										○	トゲホホヨコエビ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
										○	アゴナガヨコエビ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
										○	カギメタヨコエビ	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
										○	トウヨウヒゲナガ	○			○								
										○	フサゲモスク	○											
										○	ゴクゾウヨコエビ	○											
										○	クチバシヨコエビ	○				○							○
										○	テングヨコエビ	○											
										○	ホソヨコエビ	○											
										○	ヨコエビ亜目 spp.	○	○										
										○	クーマ目 spp.	○											
										○	タナイス目 spp.	○											
										○	アミ目 spp.	○			○	○							
										○	コソブムシ科 spp.	○											
										○	等脚目 spp.	○			○	○						○	○
										○	ソコムジンコ目 spp.	○			○	○	○				○	○	○
										○	軟甲綱 spp.	○											○
										○	アメフラン目 spp.	○	○	○	○	○							○
										○	フトコロガイ	○	○	○	○	○							○
										○	腹足綱 spp.	○	○	○	○	○							○
										○	二枚貝綱 spp.	○	○	○	○	○							○
										○	ユシダカウニ	○	○	○	○	○							○
										○	多毛綱 spp.	○	○	○	○	○							○
										○	ウズムシ	○	○	○	○	○							○
										○	イノヤムシ	○	○	○	○	○							○

各サンプル別の藻体1cm当たりの葉上動物組成の経時変化を図2-3に示す。ヤツマタモクは、ワレカラ類やカイアシ類が集中的に分布したが、藻体間で種組成、量とも異なる場合が多く、季節変化に富んだ。時に、ワレカラ類やカイアシ類に加えヨコエビ類で突発的な大発生が見られる。ワレカラについては、採集された個体の大部分が稚仔個体であり、母親の体の上や近くで生活する孵化直後の集団を採集したと考えられる。一方のフタエモクは、藻体間で種組成、量ともに差が少なく季節変動もゆるやかであり、総じてヨコエビ類が優占し、多毛類も多く見られた。

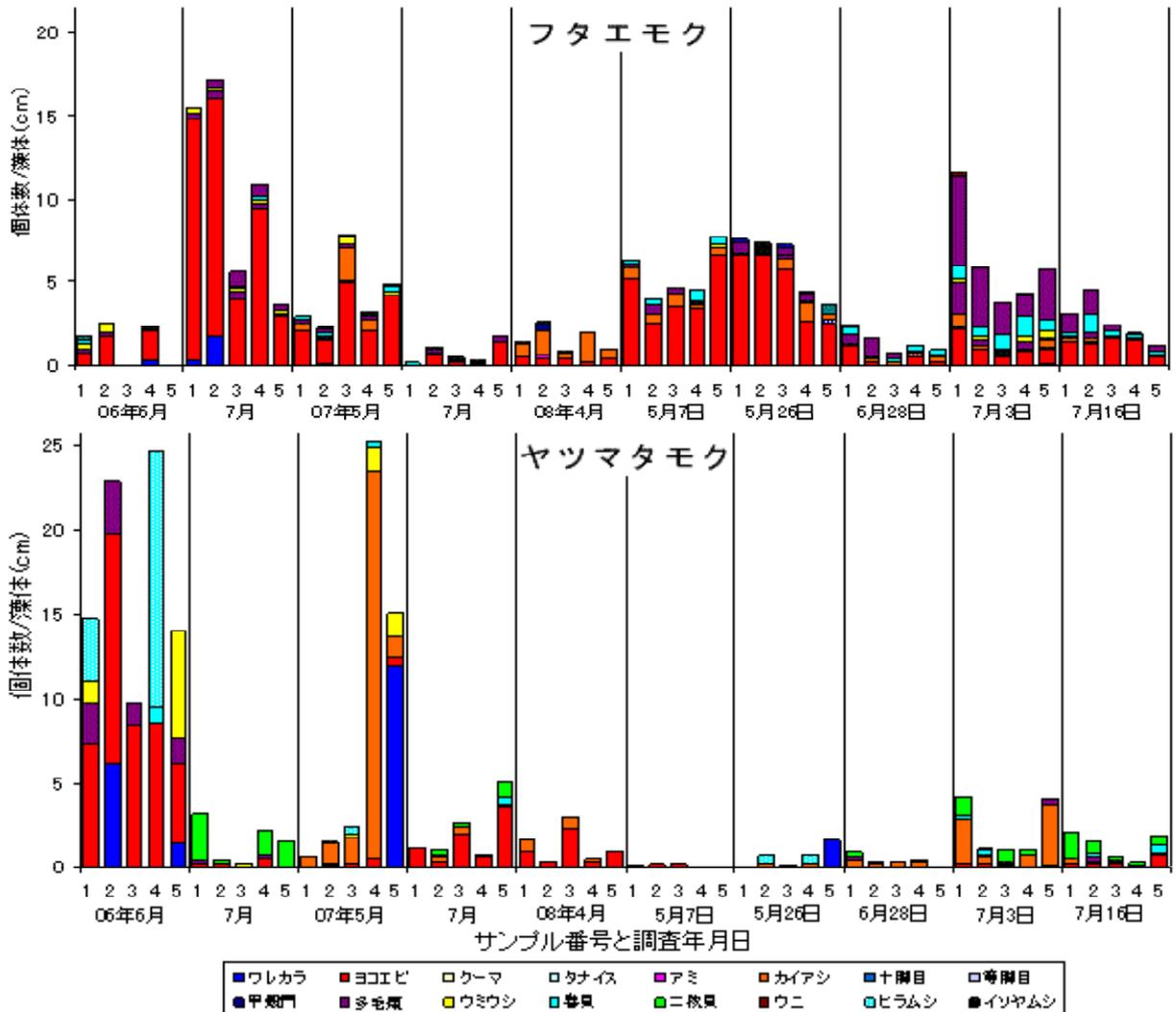


図2-3 サンプル別1cm当たりの葉上動物組成の経時変化

平成19年にヤツマタモク、フタエモクが繁茂していた藻場内で、海藻消失期に採取した砂や石に見られた動物種を表2-2に示す。

元来、砂や岩を生息基質として利用していると思われる多毛類や十脚目（幼生）が比較的多くみられたが、海藻繁茂期の葉上動物は、ヨコエビ類やタナイス類などがわずかに確認できたにとどまり、本調査地においては、海藻消失期の葉上動物の生息場所を特定できなかった。

表2-2. 藻場の石等の出現動物種

(数字は5サンプルの平均個体数)

砂		種	石	
11月	9月		9月	11月
		トゲホホヨコエビ	1.26	
		タナイス目 spp.		1.00
		テッポウエビ科 spp.	0.67	1.00
		十脚目 spp.	0.66	
		短尾下目 spp.		1.00
5.25	3.00	多毛綱 spp.	0.75	1.50
		腹足綱 spp.	0.69	1.67
1.00		渦虫綱 spp.		

平成21年5月にヤツマタモクとフタエモクが混生する藻場内で採取した、それぞれの海藻種に出現した葉上動物のうち、ヨコエビ類、カイアシ類、ワレカラ類、多毛類、巻貝、二枚貝の個体数を表2-3に、また藻体1 cm及び1 g当たりの平均個体数を図2-4に示す。

両海藻種に優占して出現したのは、ヨコエビ類、カイアシ類、多毛類で、多毛類ではウズマキゴカイが9割近くを占めた。同種の海藻でも藻体間で出現数の差が大きく、ヨコエビ類、カイアシ類は特に差が大きかった。また、平成19、20年度の調査で突発的ながらも多数出現したワレカラ類は、ほとんど見られず、最多で13個体であった。

藻長1 cm当たりの出現個体数を比較すると、総じてフタエモクの方で多くなった。ヤツマタモク、フタエモクの藻体長1 cm当たりの平均重量は、それぞれ0.2 g、1.3 gと差があり、当然ながら藻体の表面積や体積、また枝の分岐等にも差がある。このため、長さよりこれらを反映すると思われる藻体重量当たりの出現個体数でも比較を行った。1 g当たりの出現個体数で各藻体に順位付けを行い、ヨコエビ類、カイアシ類、多毛類、巻貝、二枚貝について比較したところ、いずれも差は見いだせなかった。(Mann-Whitney U-test,  $p > 0.05$ )

なお、ウズマキゴカイは、藻体から剥離できない個体も多く、比較対象としなかった。

表2-3 同一藻場内の海藻別葉上動物の出現個体数

種名	藻長(cm)	湿重量(g)	ヨコエビ類	カイアシ類	ワレカラ類	多毛類	ウズマキゴカイ	巻貝	二枚貝	
ヤツマタモク n = 5	最小	19.2	5.7	47	26	1	6	370	0	0
	最大	24.8	9.6	264	232	5	45	1,376	6	13
	平均	21.2	3.7	144.2	133.8	2.3	24.2	712.8	2.8	6.5
	標準偏差	2.2	2.4	93.6	76.0	1.9	15.5	435.0	2.4	6.0
フタエモク n = 5	最小	18.0	20.0	247	521	1	44	504	5	2
	最大	22.6	35.7	7,736	1,318	13	388	2,455	66	15
	平均	20.7	26.9	3,131.6	862.2	7.0	196.0	1,371.6	33.0	9.8
	標準偏差	2.1	7.8	3,684.6	357.2	6.0	166.1	740.9	25.8	5.2

\* 多毛類はウズマキゴカイを除いた数

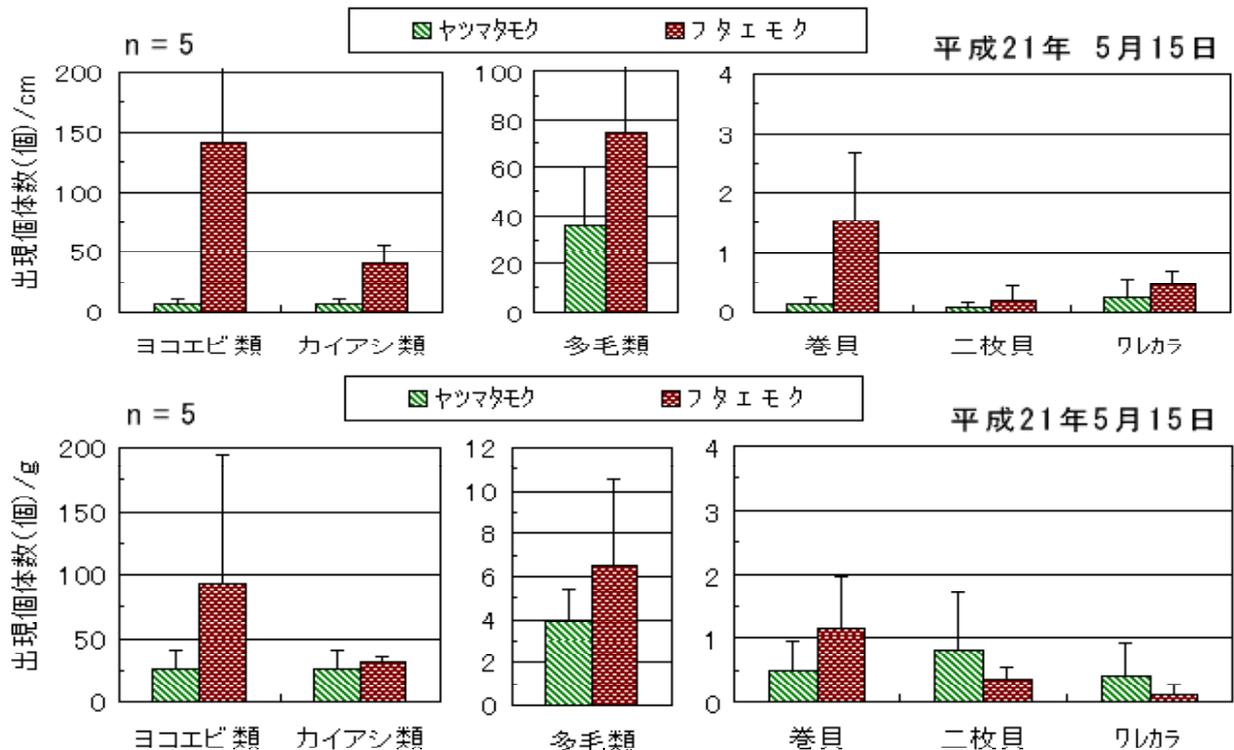


図2-4 藻体1 cm(上)及び1 g(下)あたりの平均出現個体数(多毛類はウズマキゴカイを除く)

次に平成21年6月に指宿市岩本地先の同一藻場内で採取した、ヤツマタモク、コナフキモクに出現した葉上動物のうち、ヨコエビ類、カイアシ類、ワレカラ類、多毛類、巻貝、二枚貝の個体数を表2-4に、また藻体1株当たり及び1g当たりの平均個体数を図2-5に示す。

ヤツマタモク、コナフキモクの両海藻種に優占して出現したのは、巻貝、二枚貝であった。ヨコエビ類、カイアシ類も多数見られたが、これらは同一海藻でも藻体間でのばらつきが大きかった。笠沙地先で多数出現したウズマキゴカイはほとんど見られず、逆に笠沙地先であまり見られなかった二枚貝が多数出現した。

藻体1株当たりの出現個体数、また重量1g当たりの出現個体数を、ヨコエビ類、カイアシ類、多毛類、巻貝、二枚貝について比較したが、いずれも差は見いだせなかった。(Mann-Whitney U-test,  $p > 0.05$ )

指宿岩本地先の海域においては付着藻類が多く、これらが藻体を覆うような状況も見られた。これら付着藻類と葉上動物とを含めた1株当たりの平均湿重量は、ヤツマタモクが6.7g、コナフキモクが7.2gであり、両海藻種間に差はみられなかった。

表2-4 同一藻場内の海藻別1株当たりの葉上動物の出現個体数 (平成21年6月26日)

種名	藻長(mm)	湿重量(g)	動物量(g)	ヨコエビ類	カイアシ類	ワレカラ類	多毛類	巻貝	二枚貝	
ヤツマタモク n=5	最小	60	15	1.9	170	69	4	5	789	787
	最大	85	53.4	16.4	1178	470	12	57	10301	7415
	平均	68.2	30.8	6.7	547.8	226.4	8.0	39.8	3,960.2	2,396.0
	標準偏差	9.7	15.0	5.9	401.4	186.6	3.5	22.0	3,733.8	2,828.9
コナフキモク n=5	最小	34.5	19.9	3.2	215	136	4	15	642	712
	最大	97	207.4	12.6	1719	1158	7	136	7116	5901
	平均	54.7	76.6	7.2	890.2	478.0	5.6	64.4	3,321.6	2,451.8
	標準偏差	26.7	76.7	4.1	703.2	408.7	1.5	55.0	2,685.4	2,162.4

\* 湿重量は藻体の重量、動物量は付着藻類等を含めた葉上動物の湿重量

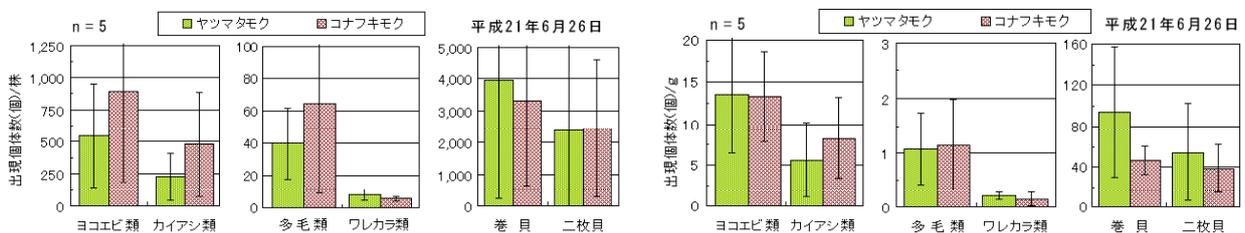


図2-5 藻体1株(左)及び1g(右)あたりの平均出現個体数

## 考察

温帯性種のヤツマタモクと南方系種のフタエモクについて、それぞれが優占する藻場や両海藻種が混生する笠沙地先の藻場において、これらの海藻に優占して出現したのはカイアシ類やヨコエビ類であり、どちらかの海藻を選択的に利用しているような差は見出せなかったが、調査期間を通じて、安定的に出現していたのは、フタエモクであった。このうち、ヨコエビ類については、水槽観察の結果、揺れや水流を嫌う傾向が指摘されており(川野, 2009)、同一海域では、より着生面が広く安定しているフタエモクの方を利用する機会が多かったためと推察される。

ワレカラ類については、ヤツマタモクで時に突出して増加する事象が見られたが、これはワレカラ類が胸脚で基質にしがみつ়ことから、脚幅より細い基質を好み、そうした部位が、ヤツマタモクに多いことによるためと示唆される(川野, 2009)。

海域また比較する南方系種を換え、ヤツマタモクとコナフキモクを比較した岩本地先において、優占種であった巻貝や二枚貝、またヨコエビ類、カイアシ類、多毛類について、どちらかの海藻種を選択的に利用しているような差は見出せなかったが、ヤツマタモクに出現した葉上動物が、笠沙地先のそれと出現状況が異なることは、海域や時期によって葉上動物相に違いがあることを示すものと思われた。

沿岸域に生息する魚類や甲殻類にとって、ヨコエビ類やカイアシ類の端脚目や多毛類等は重要な餌料生物であり(代田, 1975), これらが温帯性在来種と遜色なく、南方系種を利用して生息していることは、捕食者である魚類や甲殻類も同様に利用しているものと推察された。また、笠沙においては、磯焼け地とガラモ場に蝟集する魚類相の調査が行われ、調査地は温帯性在来種及び南方系種のガラモ場を対象とし、平成19, 20年度に葉上動物を採集した両海藻種のガラモ場が含まれている。この調査によると多様な魚類が両ガラモ場で確認されており(猪狩, 2008), 胃内容物等の調査は行われていないものの、捕食者が両ガラモ場を利用していることを裏付けるものと考えられる。

こうしたことから、南方系種のホンダワラ類の水産生物に対する育成機能、索餌場としての機能は、海藻繁茂期においては温帯性在来種と遜色ないものと判断された。

なお、四季藻場においては、温帯性在来種は南方系種が消失する晩夏から秋にかけても直立部が残り、すくなく葉上動物が生息するため、年間を通して藻場機能を評価するためには、このような時期における調査が今後の課題である。

## 参考文献

- 1) 寺田竜太, 田中敏博, 島袋寛盛, 野呂忠秀, 温帯・亜熱帯境界域におけるガラモ場の特性, 月刊海洋2004 ; 36 : 784-790
- 2) 田中敏博, 今吉雄二, 瀬戸口満, 外海性藻場造成技術開発試験, 平成15年度鹿児島水産試験場事業報告書 : 32-33
- 3) 代田昭彦, 水産餌料生物学, 恒星社厚生閣, 東京, 1975
- 4) 川野昭太, ホンダワラの種による葉上動物相の違いと海藻の形状が葉上動物に与える影響, 2009
- 5) 猪狩忠光, 吉満敏, 徳永成光, 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業-I (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業), 平成20年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書 : 124-133

## 3 藻場の回復・拡大技術の実証

### 目的

“春藻場”造成を目標とする藻場回復実証試験を行い、有効性の高い造成・拡大手法を検討する。(春藻場とは、春期のみ見られる藻場で、夏期から冬期に藻体はあるものの、小さく目立たない。)

## 材料と方法

藻場回復実証試験は、平成 20 年度～ 21 年度に南さつま市笠沙町の崎ノ山地区において、鹿児島県水産技術開発センターと笠沙町漁業協同組合が共同で実施した。

(図3-1)



沖はウニが多く磯焼け状態

図 3-2

### 藻場回復実証試験地の状況

藻場回復実証試験地は、この海域のうち、天然のフタエモク藻場に近いものの、ウニ類が多く、ウニが藻場形成を阻害していると考えられ、磯焼け状態を呈している場所を試験地として選定した。

(図3-2)

試験は、藻場形成阻害要因と考えられるウニ類の除去と試験地周辺海域での主な藻場構成種であるフタエモクの種苗添加により実施した。

ウニ類の除去は、平成 20 年 6 月下旬に実施し、合計 8,048 個体（ナガウニ 5,261 個体、ガンガゼ 2,597 個体、ムサシウニ 99 個体、その他ウニ類 91 個体）を除去した。(図3-3)

なお、一斉除去以降の試験地の管理は、新たにウニが侵入していれば除去し、ウニ密度を低く維持した。

種苗の添加は、中層網型藻場造成手法（田中ら，2006）により 2 m × 1 8 m の網 2 枚にフタエモク計約 120kg を取り付け、平成 20 年 7 月上旬から 8 月上旬の約 1 ヶ月間試験地に設置した。

(図3-4)

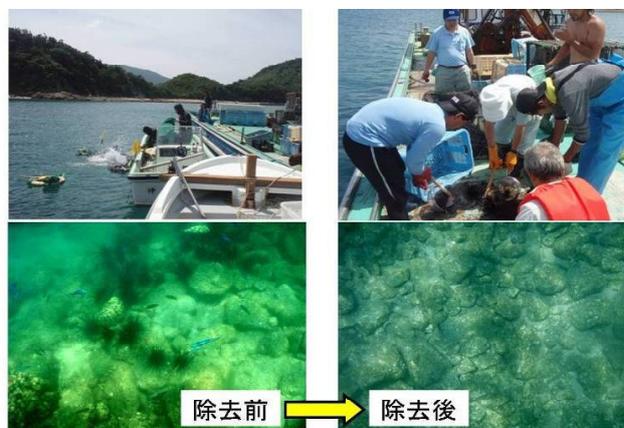
追跡調査は、平成 20 年 8 月から平成 22 年 3 月に SCUBA 潜水により実施した。



図 3-1

### 藻場回復実証試験海域

崎ノ山地区は、磯焼け状態の場所もあるが、近年は毎年フタエモクの群落形成が見られる海域である。また、バイオテレメトリ調査によると、冬季に植食性魚類が少ないエリアと推定され、魚類の食害を受けても群落の消失には至らないと判断されて



H20.06.23

図 3-3 ウニ類の除去



図3-4 中層網型藻場造成手法による種苗添加

### 結果

平成20年度にウニ類の除去と母藻設置を行った結果、試験地において平成20年9月下旬からフタエモクと思われるホンダワラ類の芽が確認されるようになり（図3-5）、平成21年1月末には、10cm×10cmあたり平均8.7株、最高39株という濃密な芽が82m×32mの範囲に確認された。（図3-6）

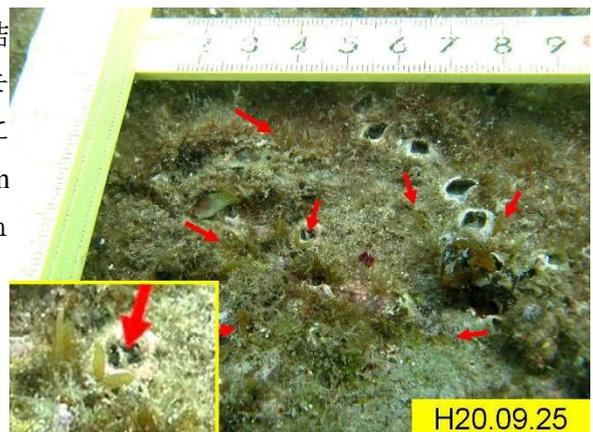


図3-5 ホンダワラ類の芽



図3-6 芽の分布範囲

平成21年4月以降試験地の追跡調査を継続して実施したが、その後、芽は生長せず、藻場は形成されなかった。例年、藻場が形成される6月頃には、藻体長は700ミリを超えるほどになるが、平成21年6月上旬の試験地中央部における藻体長平均は77ミリ、最大でも190ミリと、例年よりかなり藻体が小さく、食害痕が多く見られた。（図3-7～8）



図3-7 H20とH21の藻体



図3-8 枝や葉の食害痕

試験地では、平成21年7月になると、6月まで見られていた小型の藻体も枯死して確認できなくなったが、11月になると濃密な幼体が再度確認されるようになった。  
(図3-9～10)

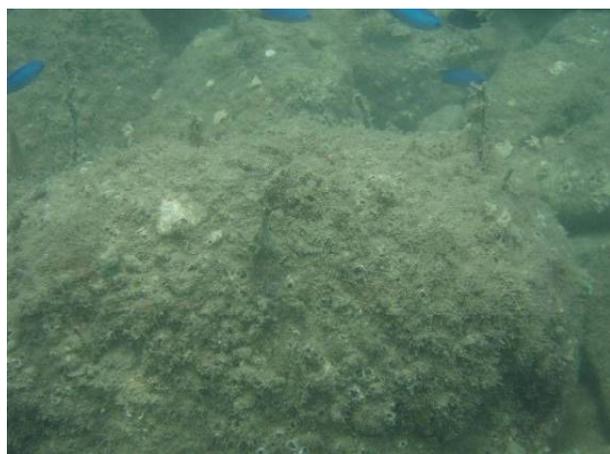


図3-9 H21年7月の試験地の状況



図3-10 H21年11月の試験地の状況

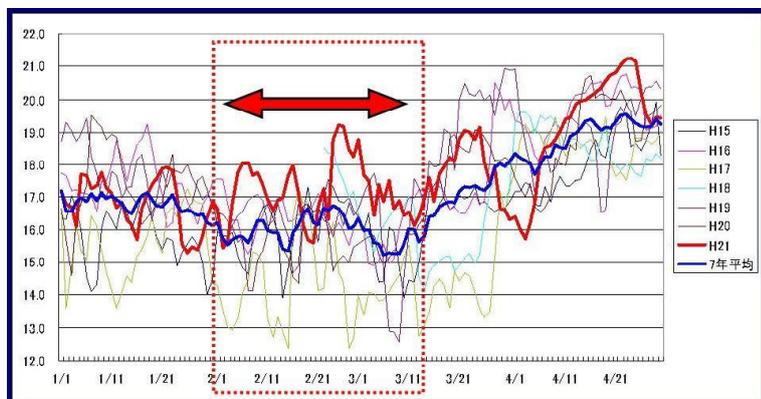


図3-11 冬季における崎ノ山の日平均水温

試験地において実施している水温の連続観測（データロガーにより1時間に1回自動記録）によると、平成21年は、冬季水温が例年より高く推移していた。  
(図3-11)

平成21年度は目的としたフタエモク藻場は形成されなかったが、ウニ密度を低く維持した試験地では大型海藻の見られない冬季に、フクロノリ等小型海藻の被度が90%以上あったが、試験地周辺のウニ密度の高い磯焼け海域では5%未満と、大きな差が見られた。(図3-12)

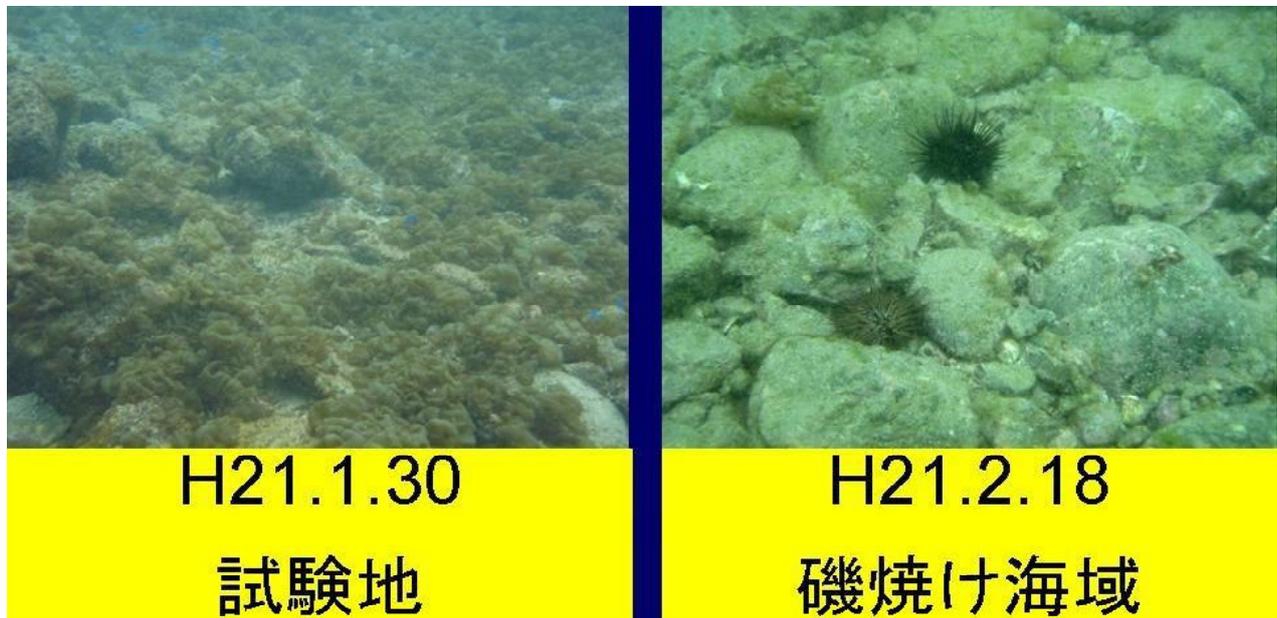
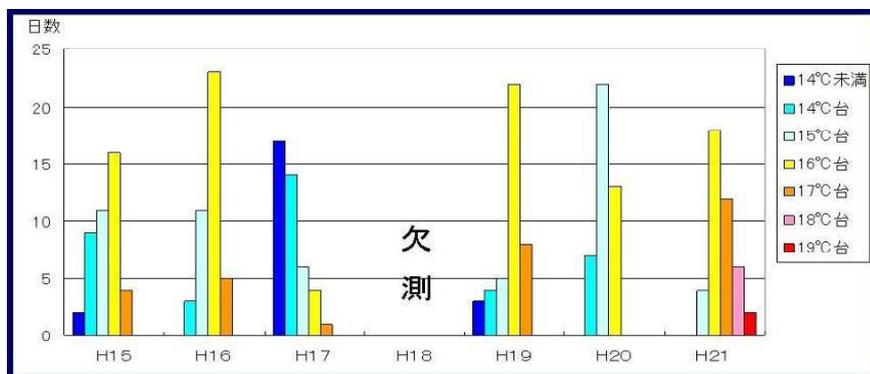


図3-12 フクロノリ等の被度

### 考察

中層網を用いた播種方法による試験地へのフタエモクの幼胚添加と藻場形成阻害要因であるウニ類の除去を組み合わせた春藻場造成手法は、濃密なホンダワラ類の芽の着生が得られたことから、技術的に有効な手法であることが明らかとなった。

平成 21 年度に藻場が形成できなかった原因は、藻場形成年と比較して、冬季の水温が高く推移していたことから、冬季の高水温という特異的な環境条件が魚類の食害を招き、藻場形成を阻害する場合があると強く示唆された。



具体的に検証してみるため、日平均の水温帯別日数を比較してみたが、平成 21 年は、年間で最も水温が低い時期である 2 月から 3 月前半に今までに無い 19℃台が見られるなど、例年より水温が特異的に高かった。(図3-13)

図3-13 2月～3月前半の崎ノ山水温帯別日数

ウニ類の密度を低く維持することにより、藻場が形成されなかった場合でも、6月まで残存していた藻体付着器から生じたと思われる幼体が11月に確認されたことから、種苗添加後1年

以上経過しても種苗添加効果が持続すること、また、フクロノリなど小型藻類の増殖効果があることが明らかとなった。

現在、効果的かつ実用的な魚類の食害防止策が無い状況であるため、藻場回復技術については、ホンダワラ類の種苗添加とウニ類の食圧軽減策を継続的に実施していくことが長期的視野では有効かつ重要であると考えられる。

## 参考文献

田中敏博・吉満敏・今吉雄二・上野剛司. 鹿児島海藻パーク造成事業. 平成17年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書. 2006 ; 30

## 4 造成藻場の磯根資源に対する効果の実証

### 目的

造成藻場の効果を実証するため、ウニ類の身入りがどの程度改善されるかを検証する。なお、目標として身入り率 50 % 増加を設定した。

### 材料および方法

藻場回復実証試験で藻場を造成できなかったため、小浦地区に近いフタエモク主体の天然藻場域を身入り向上試験の藻場区とし、対照区として崎ノ山地区の磯焼け海域を磯焼け区として試験を実施した。(図4-1)

試験は平成 21 年 6 月から 7 月に実施し、ウニは奄美海域で漁獲対象種となっているシラヒゲウニを用い、水産技術開発センターで種苗生産された未成熟の個体を用いた。



図4-1 ウニ身入り向上試験実施場所

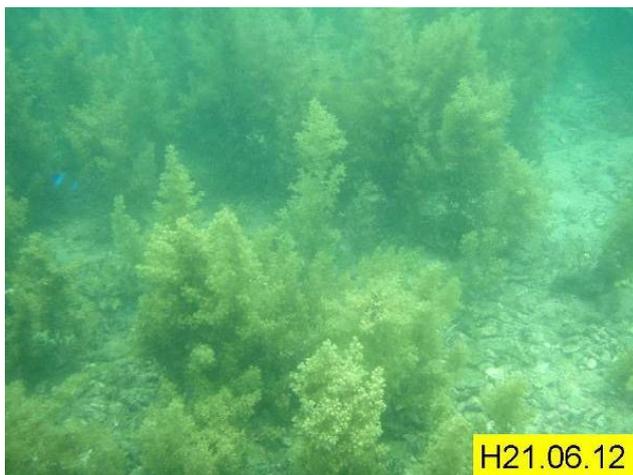


図4-2 藻場区の状況

藻場区は水深 2.4 m で、試験実施前はほとんどウニは生息していなかった(ラップウニ、シラヒゲウニがまれにいる程度)。藻場構成種はフタエモクが主体で、コナフキモクやヤツマタモクが混じり、被度は 40 ~ 50% であった(図4-2)。下草は、ヌルハダ、ウミウチワ、マクリ等が少量見られる程度であった。藻場区では、シラヒゲウニ放養密度 1, 2, 4 個体/ $m^2$  の 3 区を設定した。(各区は  $25 m^2$ )

磯焼け区は、水深 2 ~ 2.7 m で、試験実施前は  $1 m^2$  あたりガンガゼ 2.2 個体、ナガウニ 0.4 個体、ラップウニ 0.3 個体、その他 0.1 個体と

ウニ類が多く生息しており、小型海藻も見られない磯焼け状態で、無節石灰藻が少量見られる

程度の海域であった（図4-3）。磯焼け区では、ウニ類を除去した後、シラヒゲウニ放養密度 1, 4 個体/㎡の 2 区を設定した。（各区は 25 ㎡）

各試験区は、シラヒゲウニ密度を維持するため、ウニハードルを用いて試験区を区切った。（図4-4）



図4-3 磯焼け区の状況



図4-4 ウニハードル（左）及び区画設定状況（右）

1 個体/㎡	2 個体/㎡	4 個体/㎡
--------	--------	--------

藻場区 設定密度

1 個体/㎡		4 個体/㎡
--------	--	--------

磯焼け区 設定密度

## 結果

平成 20 年 6 月 20 日に試験を開始したが、シラヒゲウニは食欲旺盛でフタエモク等に群がったり藻体によじ登ったりして摂食するなど、活発な行動を示した。（図4-5）

試験個体の移動が激しく、他試験区や区画外への逸散などにより、設定密度を維持することができなかつたため、藻場区全体と磯焼け区全体で結果を比較した。7月17日の試験終了時において、藻場区の個体密度は0.4個体/㎡、磯焼け区は0.9個体/㎡と設定より低くなった。試験区画内外に食害を受けたようなウニ殻が見られたが、数個体のみであり、個体数の減少は主に試験区画からの逸散によるものと考えられた（図4-6）。

県本土での成熟期を示すようなデータは無いが、奄美大島では9～10月に成熟のピーク期となること（椎原・神野，1990）、また、生殖腺の状態からみて成熟途上での身入り率測定となった。

身入り率は、藻場区が8.5%と磯焼け区5.0%の1.7倍となり、身入り率の向上は70%と目標値の50%を大きく超えた。また、藻場区は体重が大きい上に身入りが良いことから、生殖腺重量は藻場区が磯焼け区の2.4倍を示した。（表4-1，図4-7）

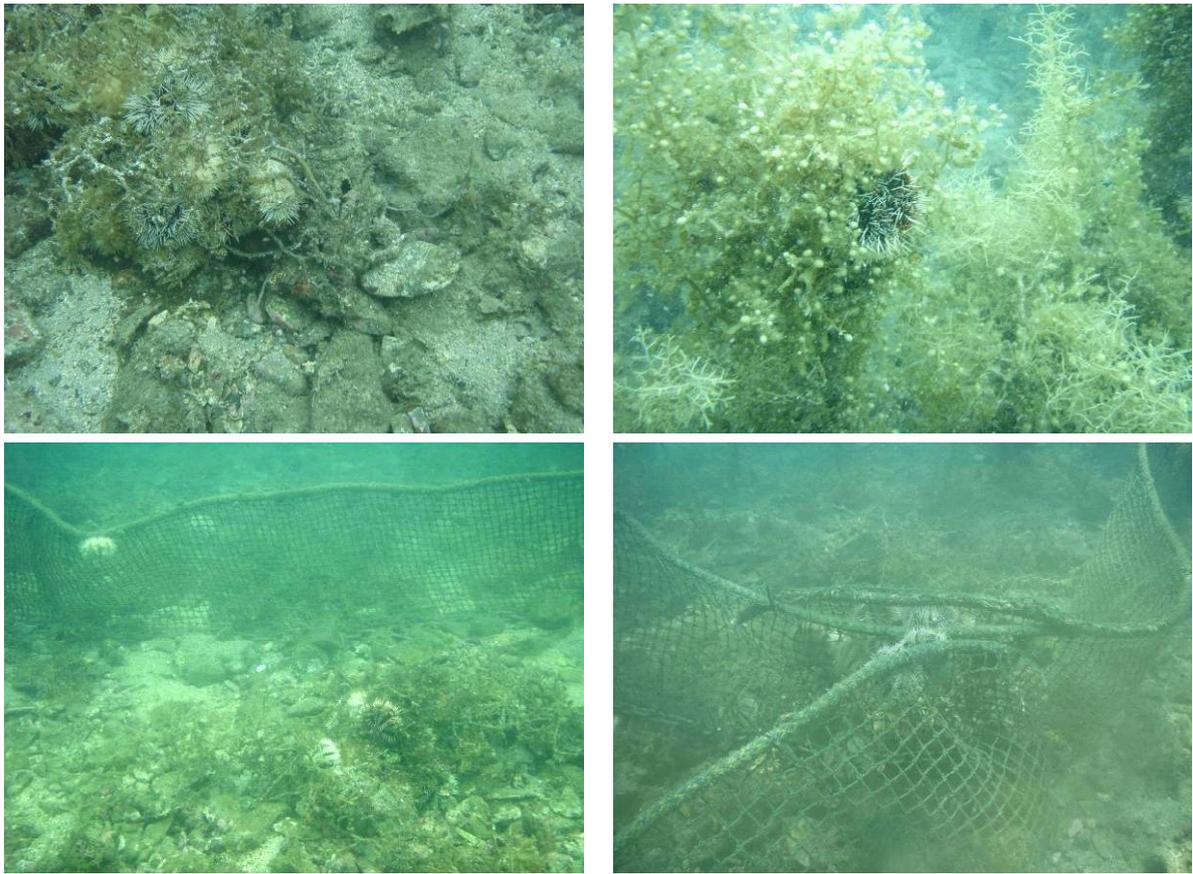


図4-5 試験区画内のシラヒゲウニの行動



図4-6 試験区画内に見られたウニ殻

表4-1 身入り向上試験結果

	体重(g)	殻径(mm)	殻高(mm)	生殖腺重量(g)	身入り率(%)
試験開始時	68.3	57.1	33.0	3.3	4.8
藻場区(試験終了時)	121.1	67.3	39.2	10.3	8.5
磯焼け区(試験終了時)	86.1	60.7	33.9	4.3	5.0
藻場区／磯焼け区	1.4	1.1	1.2	2.4	1.7
藻場区－磯焼け区	35.0	6.6	5.3	6.0	3.5
藻場区の磯焼け区に対する向上率(%)	40.6	10.9	15.6	139.4	70.3

## 考察

フタエモク主体の藻場及び磯焼け地帯に放養したシラヒゲウニの体重や身入り率を比較すると藻場の方が良好で、ウニ1個体あたりの生殖腺重量も、磯焼け地帯より大きく増加した。

このことから、ウニ漁業者にとっての春藻場造成が、水揚げ金額の増加や漁獲効率の向上に寄与できることが示唆された。

なお、シラヒゲウニは構造物を比較的容易に乗り越え、広範囲に移動する能力が高いため、構造物によって移動を制御することが困難である。よって、ウニが広範囲に拡散できないような場所を選定するなど、身入り向上後の漁獲効率を考慮した造成藻場の場所選定が必要であると考えられた。

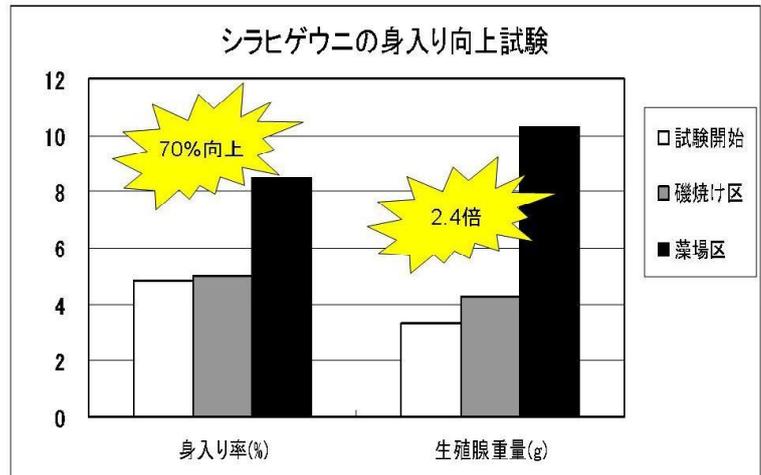


図4-7 身入り向上試験結果

## 参考文献

椎原久幸・神野芳久. 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業報告書 (シラヒゲウニ).  
1990;15-16

# 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－I (岩礁域における大規模磯焼け対策促進事業)

猪狩忠光, 吉満 敏, 徳永成光

## 【目 的】

同一海域の藻場等を継続的に観察することで、植食性魚類の蝟集・回遊時期を特定するとともに、藻場が維持される条件を把握する。

## 【方 法】

鹿児島県南さつま市笠沙町片浦地先の約3km内（小浦～大当）にある温帯性ガラモ場（小浦）・南方系ガラモ場（崎山）・通常の磯（非藻場磯：桂瀬）・磯焼け海域（大当）において、植食性魚類の生態特性把握のための調査を行った。（図1）

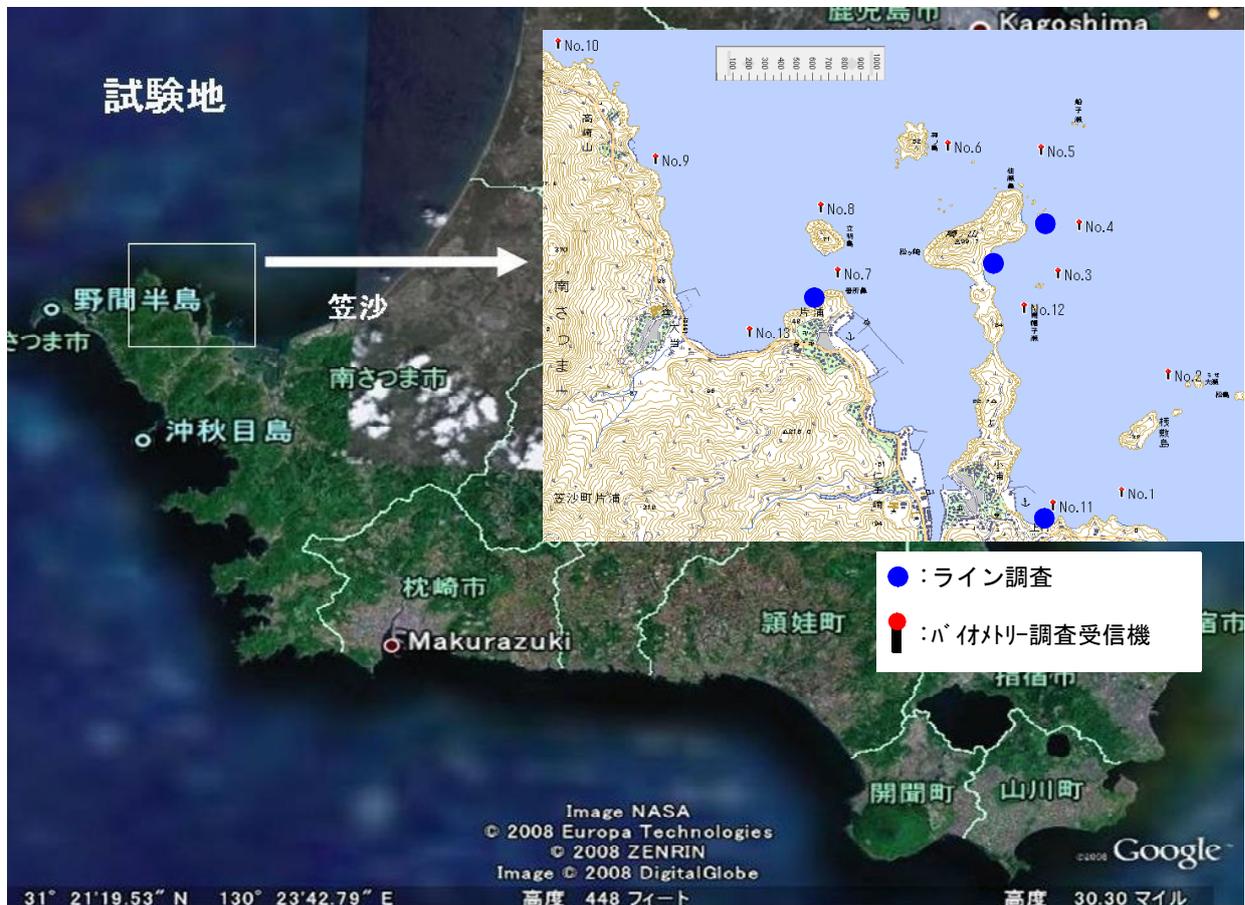


図1 試験海域

### ①海藻植生と地域性状調査

それぞれの海域について、春季（平成21年5月21日：小浦・崎山，6月3日：桂瀬・大当），秋季（9月24日：小浦・崎山，25日：桂瀬・大当）の2回、ライントランセクト法により植生，底生生物，底質，景観被度などの調査を行った。また，5月～2月に1～2ヶ月に1回，水温，塩分濃度，溶存酸素量の測定を行った。

## ②魚類相調査

各調査海域において水深約1～5mの場所に25mのロープラインを1本設置し、SCUBA潜水でライン上の海面を一方方向にゆっくり泳ぎながら、幅4mの間（100m<sup>2</sup>）で観察できた魚種をその個体数とともに記録した。観察された魚類は体長、色彩及び形態から幼魚と成魚の区別を行った。平成21年5月から22年2月まで行ったが、1月は時化のため行えず、6月は12日及び24日、2月は4日及び22日の2回行った。

## ③バイオテレメトリー調査

植食性魚類であるアイゴ5尾、ノトイスズミ1尾の背部にコード化ピンガー（超音波発信器：ベムコ社製V13型）を装着し受信機近辺に放流した（図2、表1）。受信機（ベムコ社製VR2、VR2W型）を高崎～小浦の水深2～18mに13基設置し（図1）、後日受信機からデータを回収し、その行動を考察した。また、小浦（水深約1m）及び崎山（同11m）にはデータロガー（小型防水式自動計測器：オンセット社製ティドビッド）を設置し、1時間ごとの水温の連続測定を行った。

表1 放流の詳細

No	魚種	放流月日	全長(cm)	放流場所	受信機No.
1	アイゴ	6月5日	44	崎山	3
2	アイゴ	6月5日	43	神ノ島	6
3	ノトイスズミ	7月7日	43	崎山	3
4	アイゴ	12月2日	30	大当	13
5	アイゴ	12月2日	35	崎山	3



図2 発信器装着状況

## 【結果】

### ①海藻植生と地域性状調査（図1、3）

小浦（温帯性ガラモ場）：ライン長は5月が84m、9月が90mであった。最深部はライン終点（沖側）の水深0.9m（潮位換算後）で、底質は砂であった。始点から80mまで礫・転石が見られ、5月には45～60mはウミトラノオ主体の藻場が、また、60～78mはヤツマタモク・マメタワラが混合藻場を形成しており、65mまではウミトラノオ、イソモクが若干混じっていた。ウニ類は70m地点にムラサキウニが2個体見られただけであった。

9月にはガラモ場を形成していた海域にホンダワラ類の幼芽が見られた。ウニ類は70m地点にムラサキウニ、シラヒゲウニ、コシダカウニが1個体ずつ見られた。

崎山（南方系ガラモ場）：ライン長は5月が220m、9月が180mであった。最深部はライン終点の水深4.6m（潮位換算後）で、底質は砂であった。始点～100mは礫・転石、100～110mまではサンゴ礁が形成され、150m以降は砂であった。昨年度は5月には約20m～100mにフタエモク（前年度までフタエヒイラギモクと記していた種）主体でヤツマタモク、マメタワラが混合した藻場が見られたが、今年度は藻場の形成は見られなかった。海藻に魚による食害痕が見られた。また、150～220mはアマモの単独藻場が形成されていた。ウニ類は、ガンガゼ及びナガウニが100～150mに散見された。

9月には50～90mにホンダワラ類の幼芽が見られたが、アマモ場は消失し、180mにヤマトウミヒルモが見られた。ウニ類は40m、120、140mにガンガゼが1個体ずつ見られた。

桂瀬（通常の磯）：ライン長は6月が70m，9月が53mであった。最深部はライン終点の水深10.8m（潮位換算後）で，底質は礫混じりの砂であった。ライン上には礫が見られ，岸に近いほど礫は大きくなり，転石も混在した。

6，9月ともホンダワラ類は全く見られず，全体的に無節石灰藻が多かった。6月にはイソハンモンやオバクサ，カギケノリ，ヒトエグサなどが若干見られた程度であった。ウニ類は50m以内にナガウニやガンガゼが多く見られた。

9月も6月同様，イソハンモン，イワノカワ，ヒトエグサが若干見られたのみで，ウニ類についても40m以内にナガウニやガンガゼが多く見られた。

大当（磯焼け海域）：ライン長は6月が116m，9月が120mであった。最深部はライン終点の水深8.8m（潮位換算後）で，底質は砂が主で，大・小礫が混在した。始点～80mは転石も混在した。6，9月ともホンダワラ類は全く見られず，全体的に無節石灰藻が多かった。6月には10～36mにイソハンモン，モサヅキ，オバクサが見られ，27～108mにはイワノカワが比較的多く見られた。ウニ類は，90m以内にナガウニ，ガンガゼ，ムラサキウニ，ラッパウニが多く見られた。

9月にも15mまではイソハンモン，オバクサが散見され，30～105mにはイワノカワが比較的多く見られた。ウニ類は，110m以内にナガウニ，ガンガゼ，ムラサキウニ，ラッパウニが多く見られた。

水温及び塩分濃度等：表層水温は，4海域とも春季～夏季はほぼ同じであったが，秋季～冬季に小浦が他の3海域に比べ1～3℃低かった。また，小浦は降雨後に陸からの流れ込みや底からの淡水のわき出しがあり，降雨後の塩分濃度の低下が他3海域に比べ大きいことが特徴的であった（図4，5）。

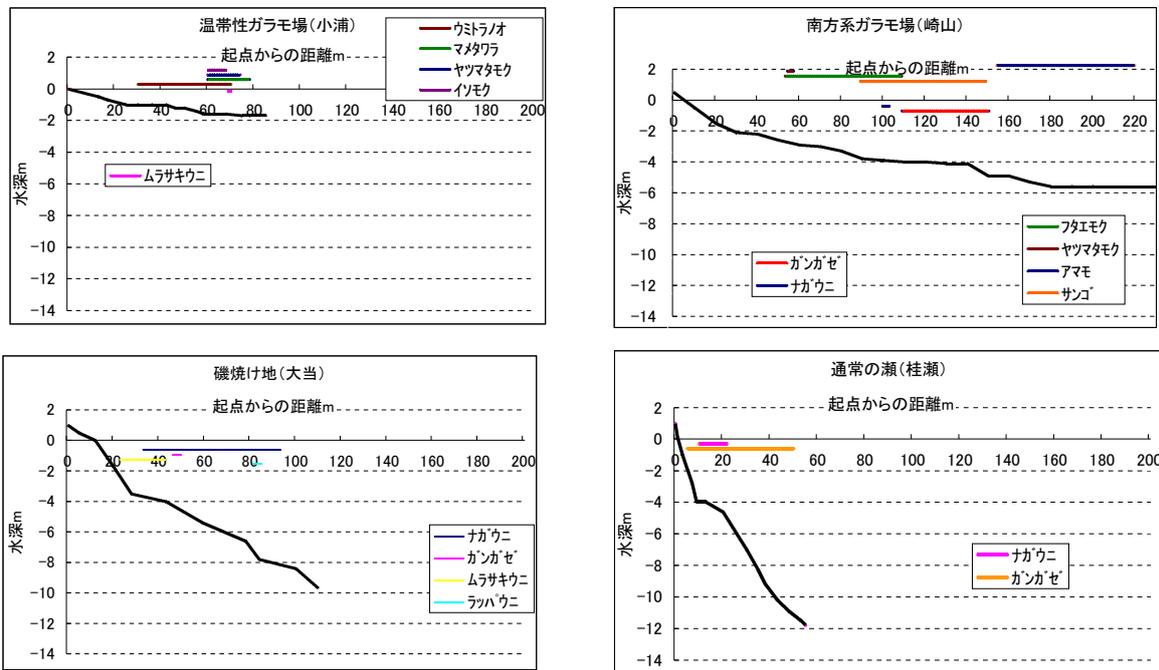


図3 ライン調査結果（春季）

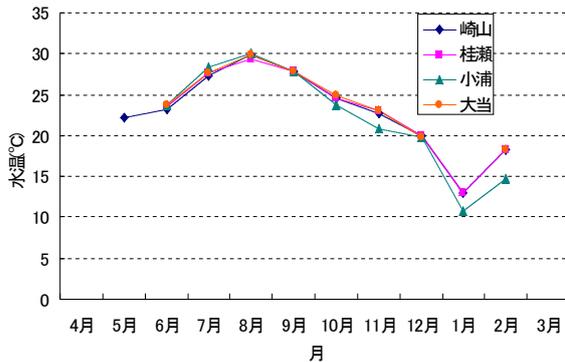


図4 表層水温の推移

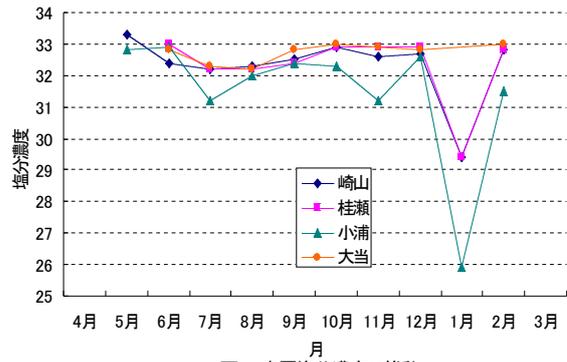


図5 表層塩分濃度の推移

\*1月は2月4日のデータを用いた。

## ②魚類相調査

5月～2月に出現した種類数・総個体数を図6, 7に示す。

種類数は、水温が高い時期に多く、低い時期に少ないという傾向が見られ、ほぼ表層水温の変化に連動していた。

また、総個体数は、崎山・桂瀬・大当はソラスズメダイの出現が多く、特に8, 9, 10月は顕著であった。桂瀬の10月はキビナゴの群れ(1000尾)が見られ、それによって数値が高く引き上げられた。小浦では、他の3地点に比ベソラスズメダイは全く見られなかったのが特徴的であった。

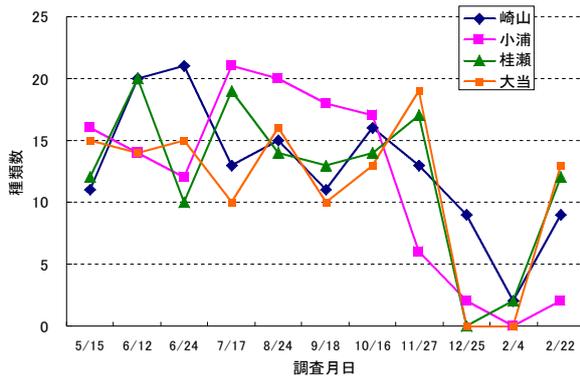


図6 出現魚類種類数

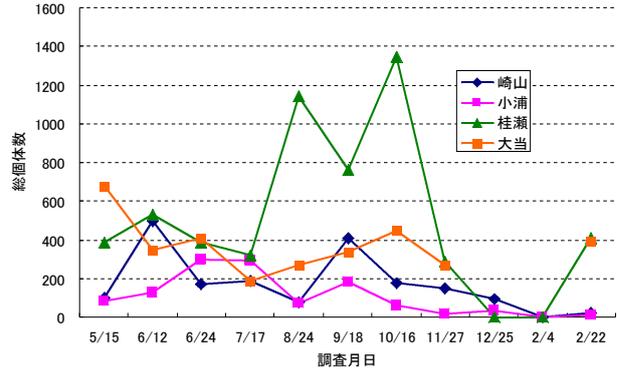


図7 出現魚類総個体数

確認された植食性魚類を表2に示す。

小浦では、メジナ、ヒブダイ、ブダイ、アイゴ、ニセカンランハギの5種で、9, 10月にニセカンランハギの成魚が見られた以外は、全て幼魚であった。これら植食性魚類は12月以降は見られなくなった。

崎山では、ヒブダイ、ブダイ、ニセカンランハギの3種が見られ、9月にニセカンランハギの成魚が見られた以外は全て幼魚であった。10月以降は植食性魚類は見られなかった。

桂瀬(磯場)では、メジナ、イスズミ、ヒブダイ、ブダイ、アオブダイの1種、ニセカンランハギ、ニザダイの7種が見られた。ブダイ、アオブダイの1種については幼魚のみで、それ以外は成魚も見られた。メジナが8月に51尾見られた以外は3尾以内で、いずれも2月には見られなかった。

大当では、メジナ、ブダイ、ニセカンランハギ、ニザダイの4種が5月、8～11月に見られた。8月は幼魚のみであったが、他の月は成魚が見られた。

表2 植食性魚類の出現状況

( ) 内は幼魚数

小浦

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
メジナ			(200)	(207)			(1)				
ヒブダイ								(1)			
ブダイ				(3)	(8)	(14)	(2)				
アイゴ						(4)	(2)				
ニセカンランハギ*	(3)	(6)	(6)	(9)	(8)	10(2)	1				

崎山

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
ヒブダイ	(1)	(1)		(2)		(2)					
ブダイ		(3)									
ニセカンランハギ*		(1)	(1)			(2)					
				(9)	(3)	2					

桂瀬

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
メジナ			(4)	3	51		1				
イスズミ					2						
ヒブダイ							1				
ブダイ	(2)			(1)			(2)	(1)			
アブダイ属sp						(3)					
ニセカンランハギ*	1		(3)			2	1				
ニザダイ						1					

大当

魚種 \ 調査日	5/15	6/12	6/24	7/17	8/24	9/18	10/16	11/27	12/25	2/4	2/22
メジナ	2							2			
ブダイ					(1)						
ニセカンランハギ*					(1)	1					
ニザダイ					(1)		3				

③ バイオテレメトリー調査

放流した5尾のうち受信機で確認された3尾 (No. 1, No. 2, No. 3) について受信結果を図8に示す。

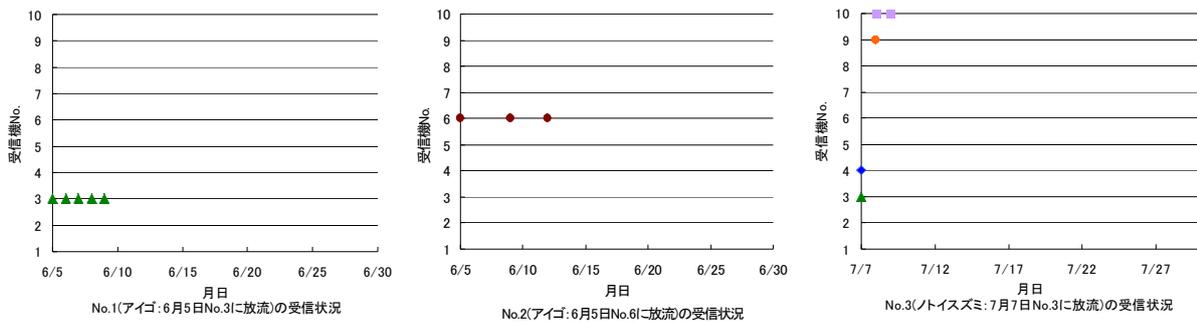


図 8 放流魚の受信状況

No. 1 (アイゴ) : 6月5日崎山 (No. 3受信機) 付近に放流し、放流直後から5日間崎山の受信機 (No. 3) によって受信され、6月10日以降は受信されなかった。

No. 2 (アイゴ) : 6月5日午後1時30分に神ノ島 (No. 6受信機) 付近に放流し、その日の午後11時頃に受信がなくなり、6月9日の午後3, 4, 5時及び6月12日の12時台に1回ずつ受信された。その後は受信されなかった。

No. 3 (ノトイズズミ) : 7月7日の12時頃に崎山 (No. 3受信機) 付近に放流し、3時間後には桂瀬の受信機 (No. 4) へ、7月8日の午後11時には高崎の北側の受信機 (No. 9)、7月9日の午前0時台には高崎の南側の受信機 (No. 10) に受信されたが、その後は受信されなかった。

【考察】

今年度は小浦においては藻場は形成されたが、崎山では形成されなかった。崎山では、昨年冬季は水温が高く推移したため (17℃以上)、(平成20年) 1月以降植食性魚類による食害が継続し藻場が形成されなかったと考えられた。

ホンダワラ類の生長を図9, 10に示す (夏季～秋季は種識別が困難なため測定した平均を全ての種に当てた)。小浦では、ヤツマタモク、マメタワラ、ウミトラノオ3種とも12月から急速に伸長し始め、2月には20cm程度になった。一方、崎山では1月から伸長し始めた。両海域ともホンダワラ類

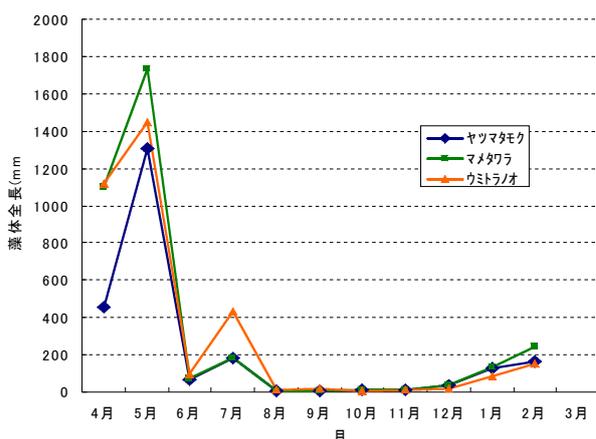


図9 南さつま市笠沙町小浦におけるホンダワラの生長

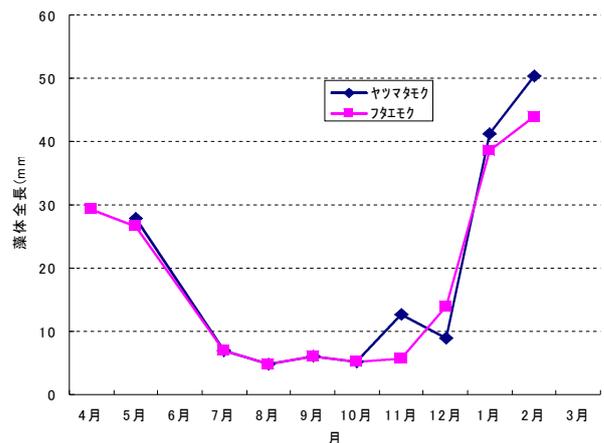


図10 南さつま市笠沙町崎山におけるホンダワラの生長

\*両海域とも1月の数値は2月4日調査時の数値を示した。

が生育する基質表面は、夏季～秋季には小型海藻及び砂に覆われ幼芽が見えない状態にあり、その結果、植食性魚類が幼芽を認識できないため、幼芽が保護された状態にあると思われる。そして冬

季になりそれらが伸長し始めると砂から葉が露出する形をとる（図11）。



図11 小浦における基質の状況  
\*10月（左）、11月（右、丸部分に伸長した葉が確認できる。）

この伸長期はちょうど水温が年間最も下がる時期と合致する。水温が低ければ植食性魚類は近づかず藻場は形成される（図13 パターン2）。しかし、水温が暖かい日が続くと、植食性魚類がやってきて伸長し始めた葉や茎を継続的に食べてしまい、藻場は形成されないと考えられる（図13 パターン1）。昨年度の場合17℃がその境界となっていた。ただし、ホンダワラ類が多年生である場合、附着器は小型海藻や砂に守られて、来期の伸長期まで生存し続けると思われる。また、ある程度伸長した後に食害にあった場合でも、藻体がある程度残存した時には生殖器床が形成され、若干の幼胚添加が行われると考えられる（図13 パターン3）。

今年度11月以降の小浦、崎山（No. 3受信機水深約10m）の水温の推移を見てみると、両海域でホンダワラ類が伸長し始めた時期はほぼ17℃を下回っており（図12）、魚類相調査においても植食性魚類は見られていない。ホンダワラ類には、2月4日の時点では食害は見られなかったが、2月22日には崎山において植食性魚類による食害が確認された。その時の表層水温は18℃を超えていた（図4）。

2ヶ年の小浦・崎山の調査から、藻場を形成させる条件として、①幼芽時期には小型海藻や砂、あるいは波浪などにより植食性魚類から幼芽が保護される、さらに②伸長期に植食性魚類が近づけない低水温が持続される、ことが考えられた。

一方、植食性魚類の現存量を少なくすることも、藻場を形成させる手法の一つであると考えられる。

今回のバイオテレメトリー調査では、発信器を装着後放流し、その受信が確認できた尾数は2年で計6尾のみの結果ではあるが、アイゴは放流地点に数日間留まるか、あるいは時間をおいて再度放流海域に出現する傾向があり、短時間で大きな移動は行わないと思われた。また、ノトイズミは、1尾のみで水温が高い時期の放流であったが、アイゴとは異なり、同一海域に留まることはなく、2日で3km以上を移動し、短時間で大きな移動を行うことが示された。これ

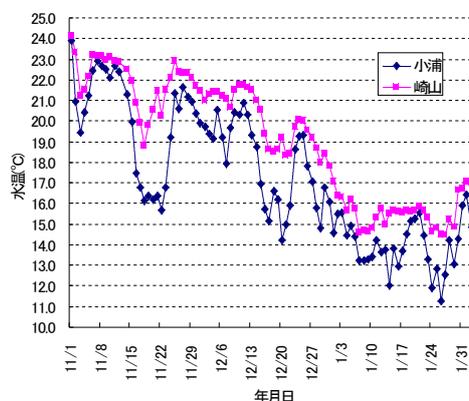


図12 南さつま市笠沙町小浦・崎山の水温の推移

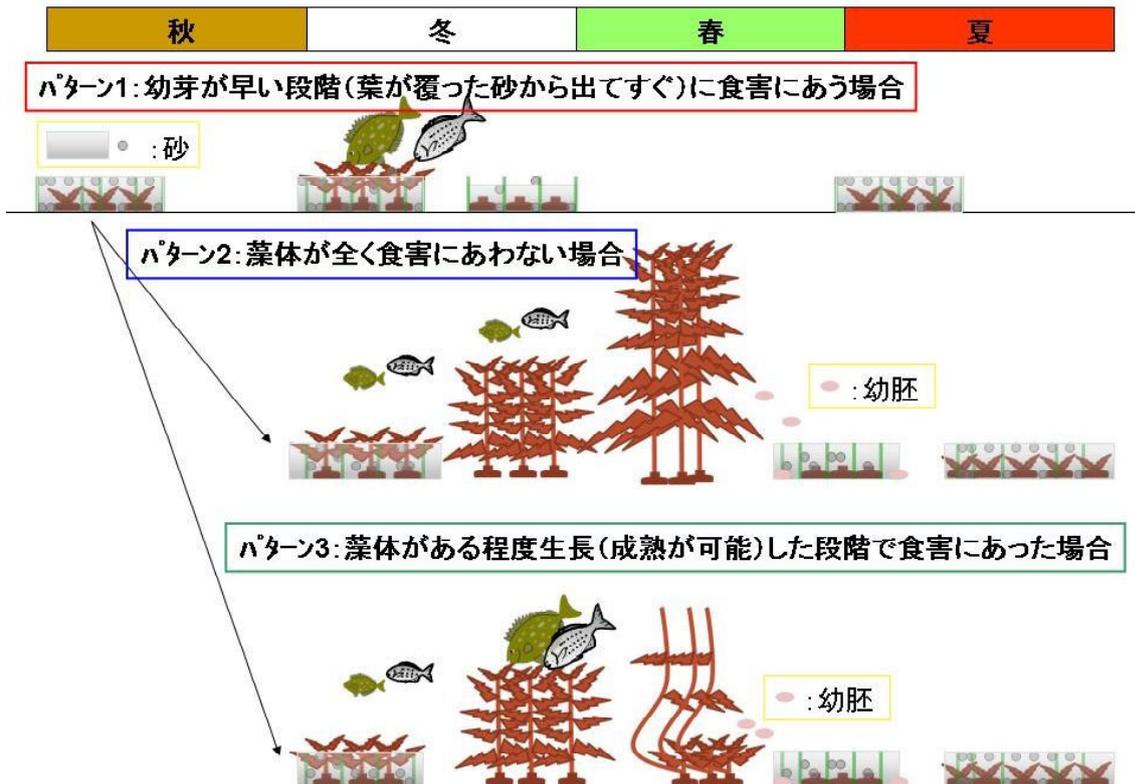


図 1 3 小浦・崎山における藻場の形成機構

らは長崎県海域で行われた試験でも示されている（山口，2006年）。

両魚種とも集団で行動する 경우가多く，これら魚の特性を利用した漁法を開発することにより，効果的に漁獲できる可能性はあり，今後検討していく必要がある。また，現在ほとんど食用にされていないイソズミ類については，需要の掘り起こしによって漁獲圧を高めていくことも必要であると思われる。

**【参考文献】**

山口敦子，海藻を食べる魚たちー生態から利用までー，126-137，成山堂，2006。

# 川内原子力発電所温排水影響調査事業

田原義雄, 佐々木謙介, 吉原芳文, 石田博文, 富安正藏

## 【目的】

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

## 【方法】

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

平成21年度温排水影響調査一覧

調査項目	調査の内容	平成21年度実施時期		
		春季	夏季	冬季
1 水温・塩分	(1)水平分布		平成21年7月23日	平成22年3月2日
	(2)鉛直分布		平成21年7月23日	平成22年3月2日
2 流況	(1)25時間調査		平成21年7月23～24日	平成22年3月2～3日
	(2)15日間調査		平成21年7月22 ～8月6日	平成22年3月2～16日
3 海生生物	(1)海藻類	平成21年5月23～24日		
	(2)潮間帯生物	平成21年5月23～24日		
4 主要魚類 及び 漁業実態	(1)イワシ類(シラス) バッチ網	平成21年1月～12月(周年)		
	(2)マダイ,チダイ	平成21年4月～12月		

## 【結果】

温排水の拡散範囲は、過去と同様、放水口周辺に限られており、また、流況や周辺海域の海藻類、潮間帯生物(動物)、主要魚類及び漁業実態についても、おおむね過去の調査結果の変動の範囲内であった。なお、詳細な結果については、平成21年7月6日(第1回)、平成21年11月25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21年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。

# 内水面漁業振興対策総合研究－ I

## (魚介類の異常へい死)

西 広海・田原義雄・平江多績・村瀬拓也

### 【目 的】

県下の漁場環境下（内水面の漁業権区域）で発生する魚介類の異常へい死事故の原因究明を行い、漁場環境保全の対策・対応を指導する。

### 【方 法】

県下で発生した魚介類の異常へい死事故に対するへい死原因調査方法は、下記のとおりである。

#### 1) 内水面の漁業権区域で発生したへい死事故の場合

- ・へい死事故発生現場の状況について、聞き取り等の調査を実施する。
- ・搬入された魚体及び河川水については農薬成分等の抽出を行った後、ガスクロマトグラフ質量分析計による残留農薬スクリーニングを行う。また、へい死魚体については魚病検査を実施する。

#### 2) 内水面の漁業権区域以外で発生したへい死事故の場合

- ・へい死事故発生現場の状況について、聞き取り等の調査を実施する。
- ・へい死魚体が持ち込まれた場合、魚病検査を実施する。

### 【結 果】

今年度は2件のへい死事故が発生した。その調査結果は表1のとおりで、いずれも内水面の漁業権区域外での発生であったので魚病検査のみ実施したが、へい死に至る病原菌、寄生虫は検出されず、いずれも原因は不明であった。

表1 異常へい死事故の原因調査結果

発生年月日	依頼項目	対 応	調査結果
H21.06.03	出水市岩下川における 魚のへい死	魚病検査を実施	原因不明
H21.09.02	南九州市（知覧）加治 左川における魚のへい 死	魚病検査を実施	原因不明

# 内水面漁業総合対策研究－Ⅱ

## (内水面増殖技術開発事業：天降川におけるアユ生態調査)

吉満 敏，猪狩 忠光，徳永 成光，田原 義雄

### 【目的】

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

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は，全国的に内水面漁業や遊漁の対象として重要な魚種であり，本県においても例外ではない。本県水産振興課の調べによると，内水面漁業の生産量，額はともに第1位で，35トン・100万円前後で推移している。特にアユの遡上時期には稚アユ採捕漁が営まれ，県内外に放流用，養殖用種苗として供給されている。

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

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

### 【方法】

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

成魚の成熟は，10月以降に1回当たり約10尾の生殖腺指数を調べ，従来の結果と比較した。また他河川の成熟状況と比較するため，米ノ津川，川内川で9月以降に漁獲された個体，1回当たり約10尾の生殖腺指数を調べ比較した。

流下時期及び流下量は，11月上旬から12月下旬にかけて概ね10日おきに，ST.1(水深1m程)において，プランクトンネット(北原式，口径：30cm，全長：100cm，網目：NXX13)2基を用いて，18時から23時まで1時間おきに5分間，ネットを流して流下仔魚を採集し，10%ホルマリンで固定してセンターに持ち帰り計数した。

稚アユの体重，体長等は，稚アユ採捕漁(エゴ漁)の捕獲物を，3月から概ね10日おきに測定，また耳石日周輪から孵化日を推定し，平成17年度の結果と併せて孵化時期と流下時期との関係を調べた。

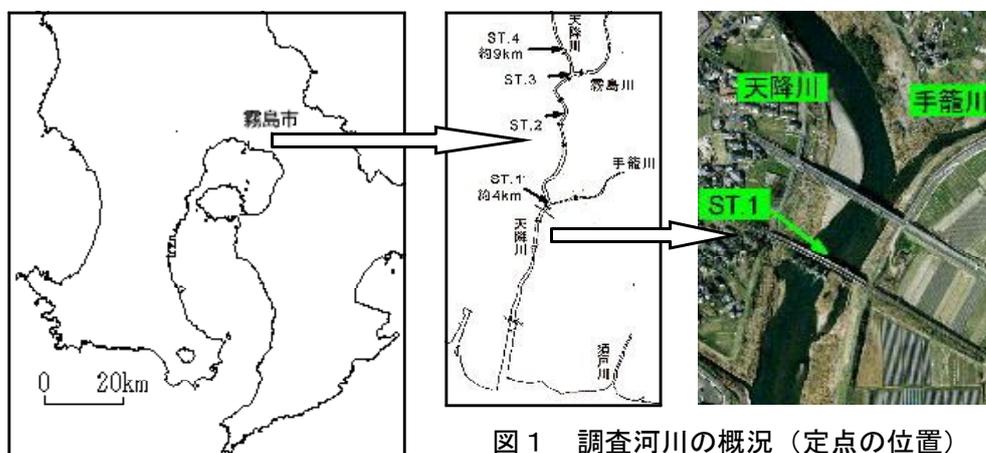


図1 調査河川の概況(定点の位置)

## 【結果及び考察】

水質 4 定点における測定結果を表. 1 に示す。

pH は期間を通して高めで推移し、全窒素は0.7~1.7mg/L、全リンは0.01~0.15mg/Lの範囲であった。降雨時には全リンの濃度が高くなった他、BOD(生物学的酸素要求量)やSS(懸濁物質)も増加した。

pH が恒常的に高めであったり、BOD等が突発的に高くなったりしたものの、これまでアユが河川内で斃死したり弱ったりする様子は観察されていないことから、このような河川水質環境の変化が、資源動向に直接影響しているとは考えにくい。

表 1. 水質の測定結果

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

### 成熟(生殖腺指数)

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

平成21年は、10月・11月に生殖腺指数が、例年の範囲にあることを確認した。(図2)

今年度は夏季から秋季にかけて少雨で、一部河川では河床が露出するなど、水量が少ない状態が続いた。このため、県下各地で小型のアユが多いとの情報があり、生育不良による成熟への影響が懸念されたことから、米ノ津川、川内川、天降川の3河川について、アユの成熟時期等に関して調査した。

3河川では米ノ津川で最も早く産卵が始まって、川内川、天降川と続くものと見られ、当該地区の内水面漁協や採捕者の産卵情報とも合致した。また魚体サイズの大小による成熟の差は明確ではなく、例年より小型個体が多く見られるとのことであったが、順調に成熟し産卵していることがうかがえた。(図3)

### 流下仔魚

孵化仔魚の流下はこれまで10月下旬に始まり、2月上旬まで続き、ピークは11月中~下旬に見られているが、年によっては明確なピークが現れず

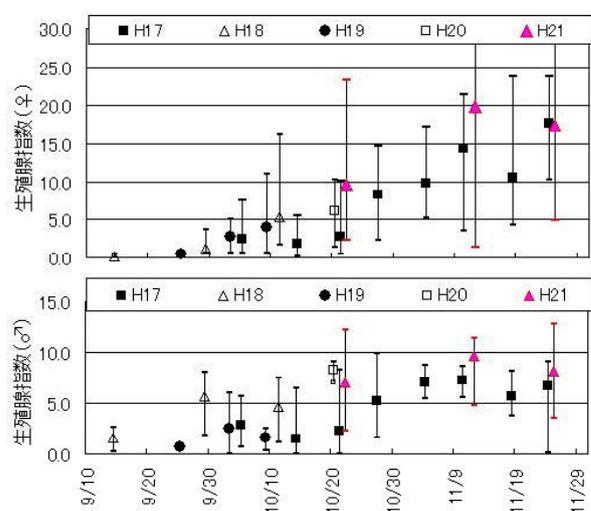


図2 生殖腺指数の推移(上:雌, 下:雄)

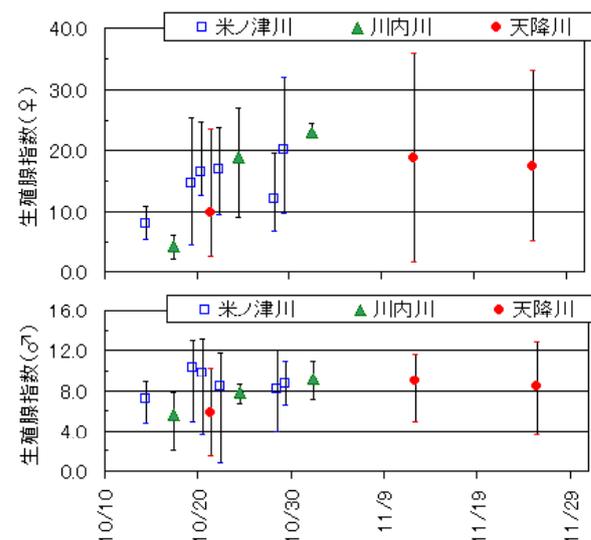


図3 3河川における生殖腺指数の推移

にダラダラと流下が続くことがあった。

時間帯では21～22時にピークとなり、その時間をはさむ4時間に採捕尾数の約8割が集中した。

21年は11月下旬にピークがみられ、これまでで最も多い流下仔魚を確認した。また11月上旬にも多くの流下仔魚を確認でき、例年に比べ産卵開始が早かったことがうかがえた。(図4)

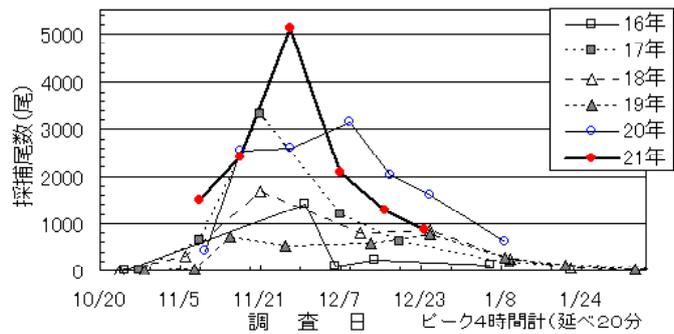


図4 年別流下仔魚採捕尾数の推移

遡上稚アユ (孵化時期)

18年3月から4月に採捕された個体の孵化時期は、3月に採捕された個体が12月中旬までに孵化した個体で、4月以降の個体が12月上旬以降に孵化した個体であり、遡上の遅い個体ほど、孵化時期も遅い傾向が見られた。また、流下量調査では11月下旬にピークが見られたが、採捕個体は12月上旬の個体が主体で、孵化の多かった時期と流下の多かった時期とにズレが見られた。

11月の孵化個体が遡上したか否かは、稚アユ採捕漁開始(3月)以前の2月に遡上が確認され、これらの孵化日を確認していないことから、採捕以前に遡上していた可能性もあり判断できなかった。(図4, 5)

22年3月に採捕された個体は、18年の採捕個体同様、12月中旬までに孵化した個体であったが、11月に孵化した個体が主体であり、18年よりは早く孵化した個体で構成されていた。

孵化時期は11月下旬が最も多くなっているが、11月上, 中旬と大差はなく、流下量調査の採捕尾数を考えると相対的に少ない値となっている。(図6)

なお、21年度の稚アユの孵化時期と流下時期のズレや遡上と孵化時期の関係については、4月の結果を踏まえて精査したい。

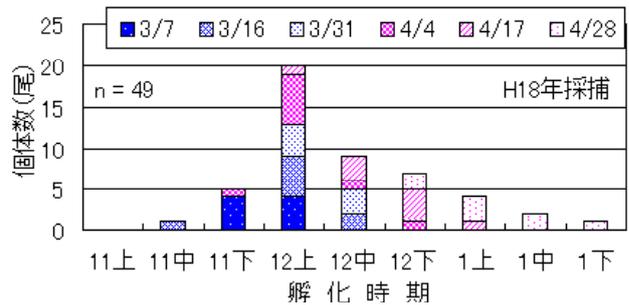


図5 漁獲日別の稚アユ孵化時期 (平成18年採捕)

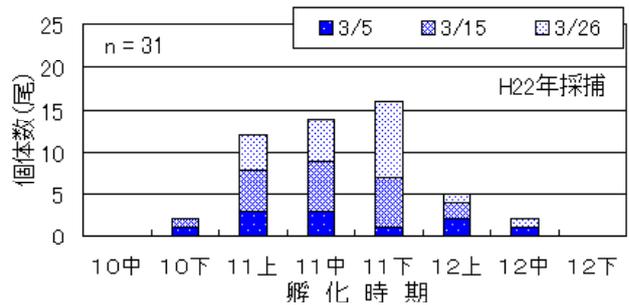


図6 漁獲日別の稚アユ孵化時期 (平成22年採捕)

# 奄美等水産資源利用開発推進事業 (南方系ガラモ場造成試験)

猪狩忠光・吉満 敏・徳永成光・田原義雄

## 【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：瀬戸内町白浜、宇検村佐念、リーフ性藻場：奄美市笠利町佐仁・用、龍郷町安木屋場とした（図1）。

\*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（基質）で、薄く砂（有孔虫由来の砂で生きたものも多い）に被われる。藻場構成種は、キレバモク、チュラシマモクなど8～10種と多いことが特徴で、7～9月にかけて成熟、幼胚放出が行われる。藻体は周年確認できるが、毎年伸長し藻場を形成するとは限らない。

\*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（基質）が混じる砂地。藻場構成種はマジリモクが主で構成種は少ない。3～4月にかけて成熟、幼胚放出が行われる。



図1 試験地

### 1 モニタリング調査

#### 1) 環境(水温・水質)調査

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

#### 2) 天然藻場調査

試験地において、ホンダワラ類の着生密度、藻体全長の調査・測定を行った。

## 2 小規模藻場造成試験

### 1) 内湾性藻場（瀬戸内町白浜，宇検村佐念）

#### ○白浜

階段状基質（図2，基質の高さは最上段から，480mm，300mm，180mm，120mm，60mm×2面）を用いた核藻場型造成試験については，各段のマジリモクの藻体全長や着生密度を測定し，核藻場本体の変遷について考察するためのデータを収集した。また，南側の核藻場については，4月から調査時の砂泥除去を行わず観察を続け，メンテナンスフリーで藻体が維持されるかを調べた。

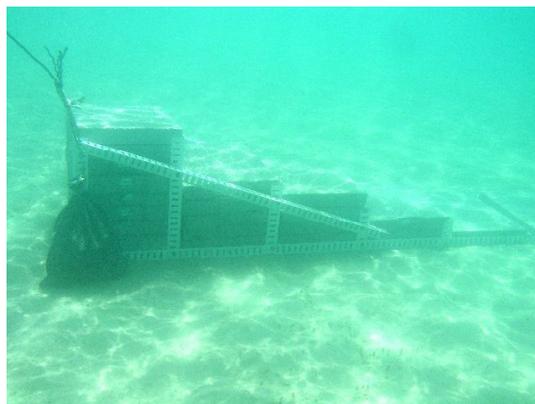


図2 階段状基質全景

かつて藻場を形成していた転石地帯の藻場回復については，平成21年3月にマジリモクの伸長が若干見られたことから，4月9日，マジリモクが生育していない石（表面はカゴメノリはじめ小型藻類に覆われていた。）を裏返し，幼胚の着床面積を拡大して藻場の回復を試みた。

基質の表面の状況が幼胚着床に与える影響をみるため，海底にもともとあった石（表面は小型海藻に覆われている）を，①そのまま，②裏返したもの，③表面が新しく付着物がないもの，の3種を4個ずつ伸長したマジリモクの周囲に置き，その経過を調査した。

#### ○佐念

白浜と同様の核藻場形成の再現性を見るため，平成21年3月17日に設置した階段状基質（基質の高さは最上段から，480mm，360mm，240mm，180mm，120mm×2面）に4月9日に母藻（白浜産マジリモク）を追加し，白浜同様生育を調査した。また，植食性魚類などによる食害をマジリモクが生育している石を籠の内外に置き調査した。

\*核藻場：藻場を再生するに足る幼胚を供給できる最小単位の海藻群落

### 2) リーフ性藻場（龍郷町安木屋場，奄美市笠利町佐仁）

佐仁で天然採苗し安木屋場リーフ内へ移設した藻場造成用ブロックと，そのまま佐仁に設置したものについて，ホンダワラの生育状況及び消長について調査した。また，砂で覆われた岩盤に着床する幼胚数を10×10cmのプラスチック板3枚を8月19日佐仁に設置して調査した。

## 【結果及び考察】

### 1 モニタリング調査

#### 1) 環境(水温・水質)調査

最近7～8年間の水質の変動を見ると，リーフ性，内湾性藻場ともに，年度ごとにばらつきはみられるものの，ガラモ場が形成された年と形成されなかった年との間に，明確な差は見られなかった（図3）。水温については，前年度の報告書において，平成18年～20年の9～10月及び直前の1月の水温が，形成されない時に比べ低い傾向がみられたことから，水温が藻場形成の制限要因になっていることを示唆したが，それ以前のデータを加味したところ，藻場が形成された年でも形成されない年と同様に高い水温で経過している場合もあり，水温以外の要因によって形成が制御されていることが考えられた。

栄養塩についても、佐仁の無機態リンが形成前年の濃度が若干高い傾向がみられる程度で、年度ごとのばらつきが大きく、形成と否形成に明確な差はみられていない（図4）。

今後もデータの蓄積を継続するとともに室内培養による検討も必要と考える。

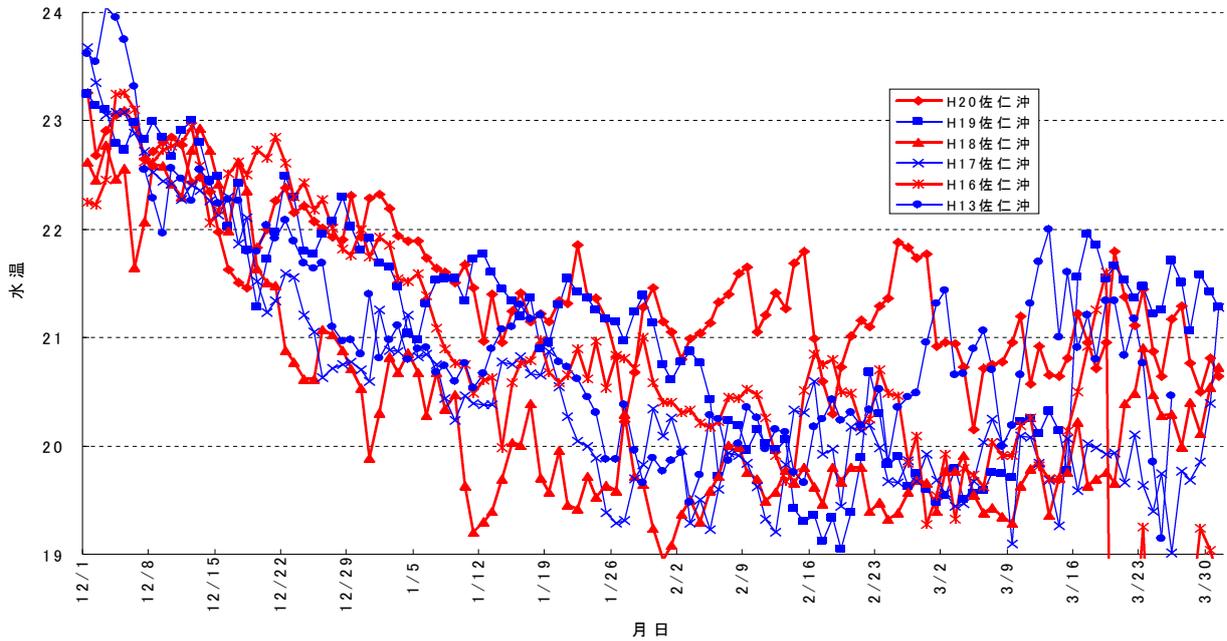


図3 佐仁沖12月～3月1日平均水温 \* 赤が藻場が形成された直近のデータ

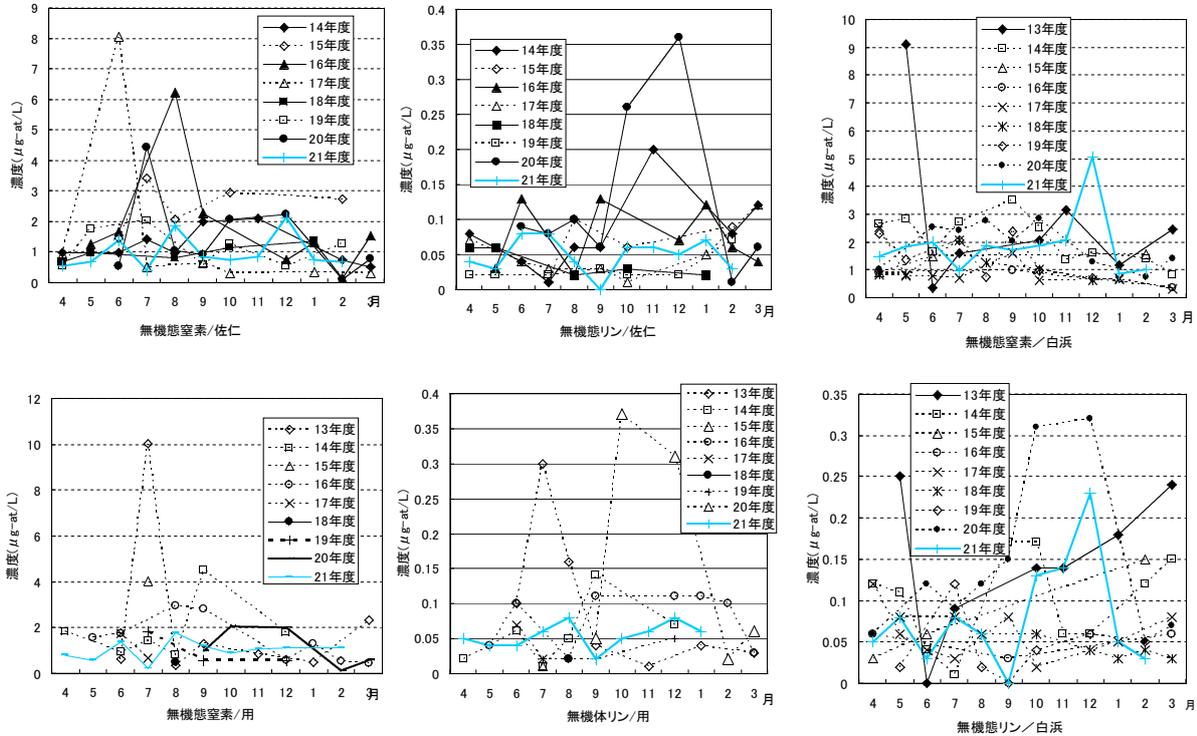


図4 佐仁・用・白浜の無機態窒素・リン濃度

\*黒実線が藻場が形成された前年度

## 2) 天然藻場調査

### ①内湾性藻場

白浜では、平成14年度を最後にガラモ場の形成が確認されていない。19年度から基質の転石が再表出し始め、20年4月に母藻を移設し、21年3月には全体で120個程度の転石に藻体が確認された。4月にはマジリモクがいていない石を裏返したところ、22年3月にはさらに着生している石の数が増え、一部藻場と言える状態まで回復がみられた(図5)。石を裏返した効果が現れたと考えられる。



図5 平成22年3月の転石地帯の状況

### ②リーフ性藻場

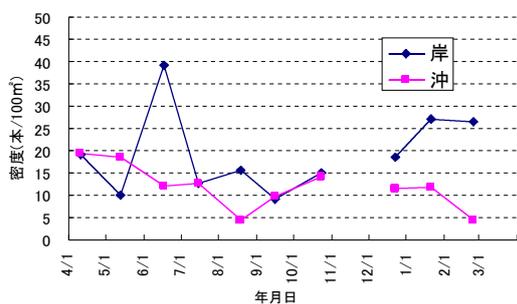
笠利町の調査地における最近10年間のガラモのガラモ場形成状況を表1に示す。21年度は、佐仁は藻体が短いながらガラモ場は形成されたが、用は形成されなかった。なお、佐仁では調査開始からこれまで1年おきにガラモ場が形成されている。

表1 佐仁・用における藻場形成状況

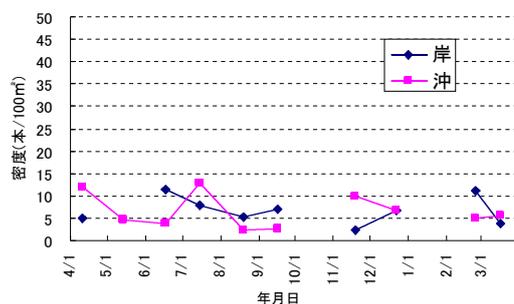
年度	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
佐仁	—	○	—	○	—	○	—	○	—	○
用	○	—	—	—	—	—	—	○	—	—

藻体全長は、佐仁は7月に最も伸長し平均88mmであった。用はほぼ20~40mmの間で推移した。なお、岸側・沖側で大きな差はみられなかった。

着生密度については、6月だけが佐仁岸側で39本/100cm<sup>2</sup>と突出していたが、他は月により若干の差はみられたものの、佐仁は5~30本/100cm<sup>2</sup>、用は~15本/100m<sup>2</sup>で推移した(図6)。佐仁岸側は12月以降増加したが、成熟し幼胚が供給された結果と考えられる。



平成21年度佐仁密度推移



平成21年度用密度推移

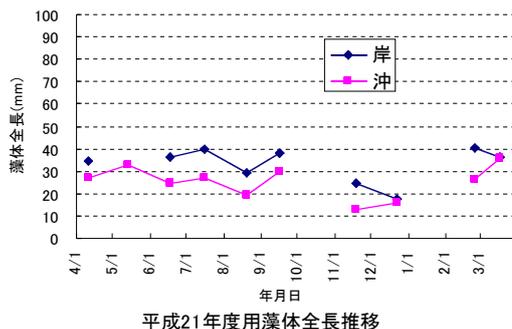
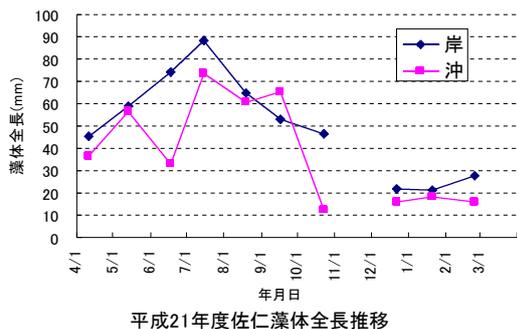


図6 佐仁・用におけるホンダワラの藻体全長及び密度

前年度21年3月の調査では、魚類によるものと思われる藻体の先端部の食害も見られており、その影響で藻体が伸長しなかったと思われる。藻場形成が食害により抑制されている可能性もあり、今後食害防除籠などを設置し、魚類の影響を確認する必要がある。

8月に設置したプラスチック板には、設置以降1~10mmの砂の堆積があり、周囲のホンダワラ類には9月に生殖器床が形成され幼胚供給が行われた。2月の時点でホンダワラ類は3枚の内1枚に1個体の着生が確認され、砂の堆積があっても幼胚が基質（岩盤）に着生することは確認された（図7）。藻場地の着生密度が5~30本/100cm<sup>2</sup>であったことを考えると、幼胚添加が藻場の拡大に及ぼす効果はそれほど大きくないと思われたが、今年度は藻体が短かったため、幼胚数自体が少なかったと考えられる。



図7 プレート上に着生したホンダワラ

リーフ性ホンダワラ類には、1つの付着器から複数の茎が伸長するものが多く見られる（図8）。プレートに幼芽を1個体付着器ごと接着剤で付け、水槽内で育成すると、付着器が拡大し、そこから複数の茎が発生することを確認した（図8）。これはイソモクなど繊維状根を形成するホンダワラ類では



図9 リーフ性ホンダワラ類に見られる特徴（1つの付着器から複数の茎が伸長する）

左：佐仁；中：用から採取した個体を接着；右：約9ヶ月後付着器を拡大し複数の茎が伸長

見られる拡大方法であるが、リーフ性ホンダワラ類でも、幼胚添加に加え、この付着器の拡大によって個体数を増加させることができることがわかった。また、種自体も多年生であり、芽も砂によって守られている。したがって、幼胚が着生しさえすれば、藻体の大きな伸長、成熟がなくても、この方法によって生育域を拡大することが可能である。また、母藻がなくても、付着器を直に移植することによって藻場を回復・拡大できる可能性もあり、藻体の伸長が不定期であるリーフ性ホンダワラ類の造成手法については、今後この付着器移植についても検討の必要があると考える。

## 2 小規模藻場造成試験

### 1) 内湾性藻場

瀬戸内町白浜：階段状基質（平成17年4月2基設置）では、4月に最大となり生殖器床上に幼胚も確認された。また、階段状基質自体の藻体密度も維持され、翌22年3月には引き続き小規模藻場が形成されたことから、階段状基質が核藻場として継続的に機能していることが確認された。

藻体全長は、最大となった4月は北側の4～6段は50cm以下と短かったものの、他は南側も含め1.5m以上に伸長した（図9）。4月には昨年度見られた魚類によると思われる食害は見られなかった。以降1月までは例年同様幼芽の状態であったが、2月からは再び伸長が見られている。

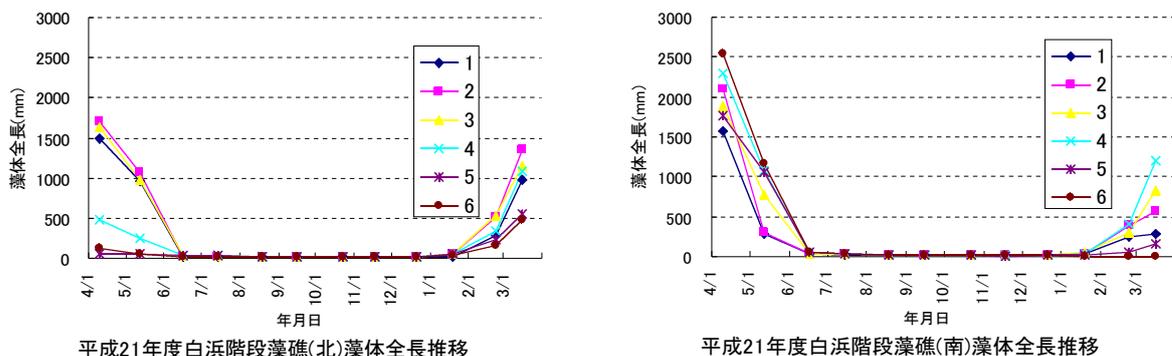


図9 白浜核藻場の藻体全長の推移  
\*1が最上段、5・6は最下段で同じ高さ

藻体密度を基質全体（1,900cm<sup>2</sup>）でみると、北側基質の1～3段はほぼ100～300本間で推移し、成熟後夏季にかけて減少し、その後冬季に幼胚が生長することにより、増加したと考えられる。4～6段は7月以降は100本以下で推移し、特に最下段の2面は10本以下であったが、12月以降は上段同様増加した（図10）。この下段3段は砂の堆積の影響があると考えられる。

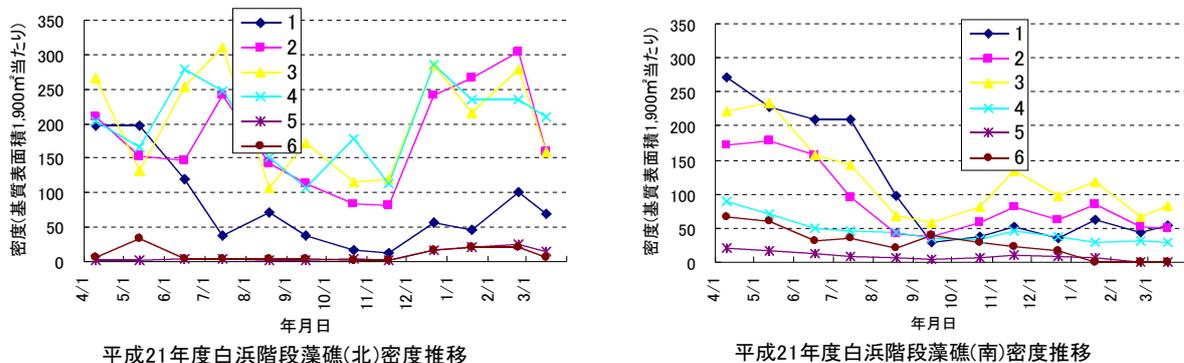


図10 白浜核藻場の藻体密度の推移  
\*1が最上段、5・6は最下段で同じ高さ

砂泥を除去しなかった南側の藻体密度は、上段2段で4・5月が最大となり、以降漸減し、9月以降若干の増加は見られたが、ほぼ横ばいで推移した。基質は、1・2段の数ヶ月を除いて、ほぼ周年砂に覆われており（図11）、特に最下段の6段目は11月以降、また、同じ高さの5段目は12月以降、砂に埋没し、生育数も3月には2面で1本であった。砂泥の

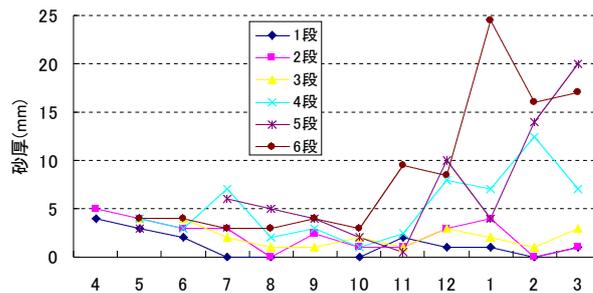


図11 白浜核藻場(南)の砂厚の推移

堆積によって、基質の上面には還元層ができ、藻体の生育が困難になる上に、幼胚が基質に着生しにくくなったためと考えられる。4月に比べると南側の密度は減少しており、砂除去を行っていた北側の密度はほぼ安定していたことから、砂泥除去を行わないと最終的には藻体はなくなる可能性は高く、定期的な砂除去が必要であり、特に幼胚添加時期は非常に重要であると考え。

かつて藻場を形成した転石地帯では、21年3月には約120個の石にマジリモクの伸長が見られ、4月には成熟した。藻体が見られなかった石を裏返したところ、22年3月にはマジリモクの生育した石はさらに増え、一部では藻場といえる状態になった（図5）。

基質の表面の状況が幼胚着床に与える影響については、海底にもともとあった石（表面は小型海藻に覆われている）を、①そのまま、②裏返したもの、③表面が新しく付着物がないもの、の3種で見た結果、②>③>①の順に着生数が多く、②は①、③に比べ有意に高かった（ $P < 0.05$ ）（図12）。これは、②のカキ殻などの付着物によって表面が複雑になっており、③の新しい表面より幼胚が着床しやすく、①については小型海藻などの付着物により幼胚が着床しにくい結果であると考え。

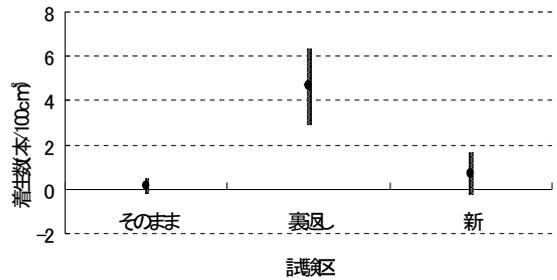


図12 基質表面の状態による着生数  
\* 平均±標準偏差

宇検村佐念：21年3月に設置した階段状基質については、4月に母藻を追加した。その後6、7月には幼芽が多数確認された。しかし、8月以降その数は減少し、南側の上面に藻体はほとんど見られなくなった。北側についても8月以降減少したが、12月に再び幼芽が見られはじめ、5・6段では50本前後に維持されている（図13）。

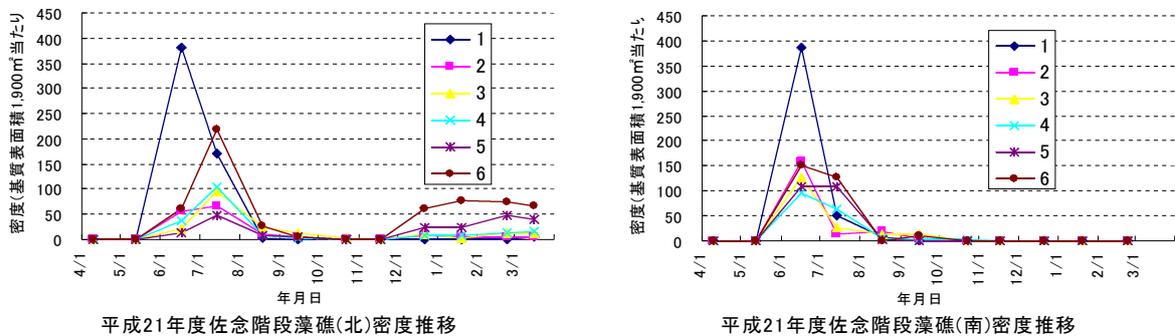


図13 佐念核藻場の藻体密度の推移  
\*1が最上段、5・6は最下段で同じ高さ

しかし、3月になっても白浜で見られたような藻体の伸長はなく4cm程度で、藻体に食害痕が見られた。

食害を確認するため、11月に白浜からマジリモクの芽が付いた石を北側の基質横に、そのままの状態（1個）及び籠に収容した状態（2個）で設置した。3ヶ月後の2月に、籠内のは白浜並みの伸長が見られたが、外のは階段状基質と同様短いままであった。さらに、籠のものを外に出し、外のを籠に収容し、1ヶ月後の3月に見たところ、外に出したものは食害によって短くなっており、籠に収容したものは伸長していた（図14）。魚種は特定できなかったが、魚類による食害と考えられた。今後核藻場として機能させるには、籠などで覆い、藻体のある程度確保する必要がある。ただし、この場合でも、藻場を拡大させるには植食性魚類の来遊をなくすことが必要であり、非常に困難である。



図14 佐念における食害試験

左：11月白浜から採取し佐念の階段状基質(北)に設置する前の石表面  
 中：設置3ヶ月後、左2つが籠に收容、右が外に出したままの石(外は伸長していない)  
 右：上記の左2つを外へ、右を籠へ收容して1ヶ月後(外に出して食害に遭う。籠内は伸長)

## 2) リーフ性藻場 (龍郷町安木屋場)

佐仁で天然採苗したブロックを移設した龍郷町安木屋場リーフ内では、ブロックで藻体の伸長が見られ、8月に8cm前後にであった。その後食害に遭い短くなったが、生殖器床は確認されたことから、幼胚添加は行われたと考えられる。

しかし、ブロック周辺の岩盤には幼芽は確認されなかった。ブロック周辺はサンゴ礫多く見られ、波によってそれらの移動が激しく、リーフ性ホンダワラの生育には好ましくない環境であることも考えられる。今後設置場所などを再度検討する必要があると考える。

なお、ブロックを設置している場所の沖合には、ホンダワラとウミウチワの混成藻場が形成されていた(図15)。佐仁や用と同様、以前ホンダワラ類の芽が確認されていたことから、ブロックの効果でなく、以前からの芽が伸長したと考えられる。



図15 安木屋場で形成されたホンダワラとウミウチワの混成藻場

# 安全食品部



# かごしまの水産物付加価値創出研究事業

保 聖子・前野 幸二

## 【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に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界の発展に寄与する。

## (1) 低・未利用資源の付加価値向上対策研究

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。また、水産加工利用棟における技術指導は表1に現地研修も含めた研修会の開催を表2に示す。

表1 年間技術指導受け入れ件数

年 月	団体数	人 数
21. 4	5	8
5	17	67
6	16	34
7	13	25
8	8	23
9	6	17
10	7	27
11	4	9
12	9	13
22. 1	4	4
2	11	29
3	12	13
計	113	271

表2 現地研修及び研修会

加工・品質研修内容
魚類鮮度保持研修
ミズイカ鮮度保持研修
一夜干し製品塩分濃度調整研修
カンパチ魚醤油加工研修
キビナゴ等魚醤油加工研修
加工品開発研修
品質分析研修
成分分析研修
アミノ酸分析研修

また、加工品開発研修においては、シイラを対象に2種類の薫製品を試作し、水産加工業者に技術移転を行った。

### シイラ加工食品開発

#### 1. シイラの冷薫製品（生ハム風）

原料：十島村近海で漁獲され、フィレー加工処理後冷凍したシイラ（冷凍魚）。

浸漬：流水解凍後、概ね10cm\*15cm\*5cmのブロックに整形し、表3に示す調味液に42hr漬け込む。

乾燥：調味したシイラ20℃で2hr乾燥。

燻乾：27℃で2hr燻す。

包装・保存：真空包装し、冷凍保存。

#### 2. シイラの温薫製品（フィッシュジャーキー）

原料：北さつま漁協に水揚げされたシイラ（生鮮魚）

整形・浸漬：3枚卸し剥皮後、概ね2cm\*15cm\*1cmの短冊状に整形し、表4に示す調味液に2hr漬け込む。

乾燥：調味液を軽く拭き取り28℃で1hr乾燥。（乾燥前に粗挽き黒胡椒をまぶす）

燻乾：80℃で2hr燻す。

包装・保存：真空包装し，冷蔵保存。

表3 生ハム風薫製調味配合  
(漬込魚体重量比)

塩	3%
砂糖	1%
レモン果汁	3%
香辛料	1%
が-リック	少々

表4 フィッシュジャーキー調味配合  
(漬込魚体重量比)

醤油	20%
砂糖	4%
酒	1%
が-リック	少々
粗挽き黒胡椒	少々

### マグロ血合肉加工食品開発

マグロ血合肉の温燻製品（フィッシュジャーキー）

原料：鹿児島市に水揚げされたキハダの血合肉（冷凍）

解凍・整形：冷凍のまま冷止水で3hrかけ解凍しながら，同時に血抜きを行う（随時換水）。

浸漬：概ね2cm\*15cm\*1cmの短冊状に整形し，表4に示す調味液に2hr漬け込む。

乾燥：調味液を軽く拭き取り28℃で1hr乾燥。（乾燥前に粗挽き黒胡椒をまぶす）

燻乾：80℃で2hr燻す。

包装・保存：真空包装し，冷蔵保存。

### ガンガゼウニ加工食品開発

ガンガゼの塩ウニ

原料：鹿児島湾で漁獲されるガンガゼウニ

生殖巣採集：殻割器で割り，さじで生殖巣を丁寧に取り出す。夾雑物を丁寧に取り除く。

洗浄：人工海水で洗浄する。

水切・塩漬：水切り後の重量に対し8～10%量の食塩を加え，身を壊さないように混ぜ込む。

熟成・保存：1晩熟成後ドリップを切り，瓶詰め保存する。

\*塩漬け処理により，ウニむき身重量の40%量がドリップとして流出した。

## (2) 養殖魚類輸出拡大のための品質向上研究

養殖魚輸出促進の一助として冷凍フィレーによる商品の形態が想定されるが，冷凍保管中並びに解凍後に生化学反応であるメト化が発生する。（血合肉の褐色化）このメト化が冷凍フィレーの販売促進の阻害要因となっている。そのため，本研究では冷凍フィレーのメト化を抑制するため試験を実施した。

### 【材料及び方法】

#### 試料

鹿児島県内で漁獲されたブリ（平均体長65.1cm，平均体重4.5kg）をフィレー状に加工したものを使用した。

#### 血合肉の褐変抑制試験

フィレー加工されたブリを皮付きにそのまま筋繊維に垂直に6つにカットした。1カットにつき表5に示す抗酸化物質（食品添加物）を1%濃度に調整し，カット肉片の5%重量相当をインジェクション法により血合肉部に注入した。注入後は直ちに真空包装し，アルコールブ

ライン凍結を行い、 $-35^{\circ}\text{C}$ で6ヶ月保存し解凍後の血合肉部の色を色彩式差計（CR-400ミノルタ製）にて測定し評価した。

### 【結果及び考察】

色彩色差計で測定した明度（ $L^*$ ）、赤色度（ $a^*$ ）の測定値を表6に示す。赤色度  $a^*$  値は、カテキン、エリスロビン酸ナトリウム、アスコルビン酸ナトリウムの順に高かったものの、肉眼観察では冷凍前の状態と比べると明らかに赤身が減退していた。（図1,2）

このことに関して、今回採用したインジェクション法では、インジェクション時における魚肉ブロックからの液漏れが多く魚肉中への注入量が均一でなかった可能性が否定できず抗酸化剤の評価が確実に行われたとは言い難い。今後の改良点として魚肉中への注入手法について見直しを行う必要がある。



図1 血合肉部の色

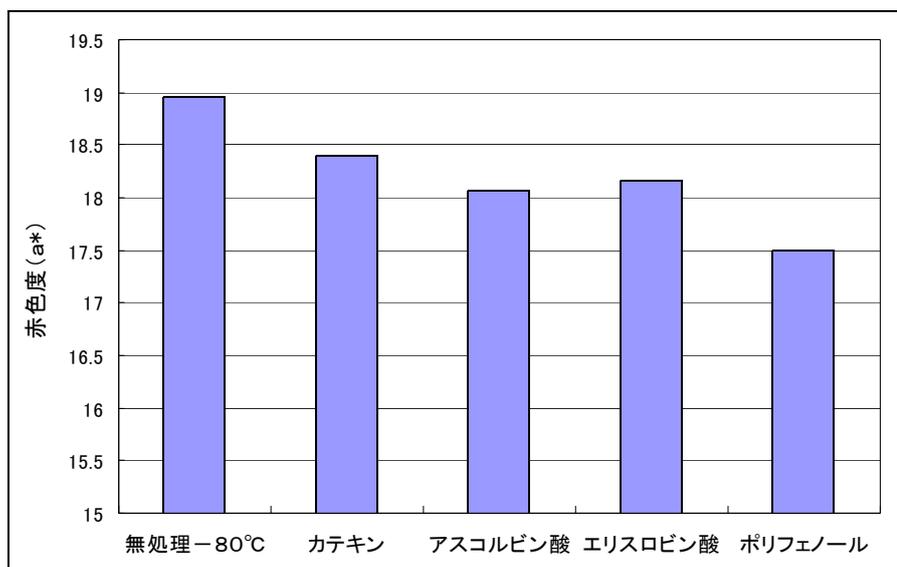


図2 各添加物注入後のブリ血合部解凍後の色調

### (3) 県産主要加工品支援対策研究

#### レトルト薩摩揚げの試作検討

##### 【目的】

薩摩揚げの販路開拓のため、常温での保管が可能なレトルト化を検討した。

## 【方 法】

通常、薩摩揚げをレトルト処理すると、含まれる糖とアミノ酸が反応し、製品表面だけでなく内部も褐変し、弾力性や風味も損なわれてしまう。褐変及び弾力性低下を抑制させるため、従来使用される調味料あるいは副原料を代替物で置き換えた薩摩揚げを試作し、レトルト処理後の色調及び最大荷重値を測定した。

## 【結 果】

### ア 褐変抑制の検討

従来使われている調味料の一部を、類似調味料に置き換えることで、製品の表面だけでなく内部の褐変を抑制できることを確認した。

### イ 弾力性低下抑制の検討

従来使われている副原料の一部を類似品で置き換え、かつ異なる割合で配合し、レトルト処理後の弾力性に及ぼす影響を検討した。レトルト処理前後で最大荷重値を比較すると、その低下はわずかであったが、凹み値の低下度が大きかった。レトルト処理後の凹み値は、従来製品と同程度、最大荷重値は従来製品より高い値を示したが、いずれもレトルト処理前のような食感は失われていたことから、今回用いた副原料及び配合割合の調整では弾力性低下の抑制はできなかった。また、異なる温度、時間でレトルト処理したが、今回用いた条件では効果は見られなかった。

## (4) 鹿児島県水産加工連絡協議会の運営

11月27日に総会並びに研修会を開催し、(有)ウィンキューブインターナショナル田所代表取締役を招いて「地方メーカー・生産者のための商品開発・販路開拓について」また、鹿児島銀行営業支援部アグリクラスター推進室増原調査役から「アグリビジネス支援の方策について」と題して基調講演を行った。

# 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業Ⅱ (低コスト飼料・効率的生産手法開発事業)

前野幸二，平江多績，村瀬拓也  
鶴田和弘，新町静男

## 【目 的】

本県の海面養殖業は，漁業総生産額の約5割を占め，また海面養殖業生産額の約9割はカンパチを含めたブリ類養殖業で占めており，これらは重要な漁業種，魚種となっている。しかし，近年は，養魚用配合飼料の原料の5割強を占める魚粉の価格高騰により，国内の配合飼料価格も上昇しており，養殖経営に大きな影響を及ぼしている。

そこで，養殖コストを削減し経営の安定を図っていくために，本県の主要養殖魚種であるブリ及びカンパチについて，魚粉の配合割合が低く，品質で遜色のない安価な配合飼料の開発と給餌方法の改善による効率的な養殖生産手法について検討を行った。

## 試験1（カンパチ飼育試験）

### 【材料及び方法】

#### 試験場所

鹿児島県水産技術開発センター地先の海面生簀にて実施した。

#### 供試魚

鹿児島湾内で育成されたカンパチ1歳魚を試験に用いた。

#### 試験飼料

飼料1は，市販の配合飼料と魚粉量が同等の魚粉60%の飼料で，飼料2及び飼料4は，魚粉量をそれぞれ32%，21%に低減し，合成タウリンをそれぞれ0.2%，0.28%添加し，タウリン含量を飼料1と同等にした飼料である。飼料3は，飼料4と同じ魚粉量であるが，合成タウリンは無添加の飼料である。

#### 飼育管理

カンパチ1歳魚（試験開始時約1.4kg）を海面生簀網（3m×3m×3m）8生簀に各50尾収容した。飼料1給餌区を1・2区，飼料2給餌区を3・4区，飼料3給餌区を5・6区，飼料4給餌区を7・8区と設定し，平成21年8月11日から12月1日までの113日間飼育した。給餌形態は，土・日・祝日を除く1日1回，飽食と思われる量まで給餌した。

飼育期間中の水温及び溶存酸素は，水深1mにてデータロガー（Stow Away Tidbit temp logger）及びDOメーター（YSI Model185）で測定した。

#### 魚体測定

試験開始時，中間時，試験終了時に全数の魚体重と尾叉長を測定した。

#### 魚体の成分分析

試験開始時に5尾，試験終了時に各区5尾を取り上げ，魚体を磨碎し，一般成分及び全リンを測定した。水分は常圧加熱乾燥法，粗タンパク質はケルダール法，粗脂肪はソックスレー抽出法，灰分は直接灰化法，全リンは比色分析法で行った。併せて，得られた結果を用いて窒素蓄積率及び窒素負荷量を算出した。さらに，別に試験開始時に5尾，試験終了時に各区5尾を取り上げ，肝臓と魚体のタウリンについて分析した。

## 血液性状分析

試験開始時に5尾、試験終了時に各区5尾から採血し、個別別にドライケムFDC3500i（富士フィルム社製）を用いて血液性状を測定した。

## 色調

試験終了時に各区から2尾ずつ任意に取り上げ、活け締めし、30分間冷海水中で脱血処理したものを測定に用い、体表及び切り身の色調を測定した。体表の測定箇所は、頭部及び胸鰭後端の黄帯上の2か所とし（図1）、切り身は精肉部及び血合肉部とした。切り身は、脱血処理した魚体を三枚に卸し、片側背部から幅1cmとなるよう切り出し、表皮を取り除いた。体表は、

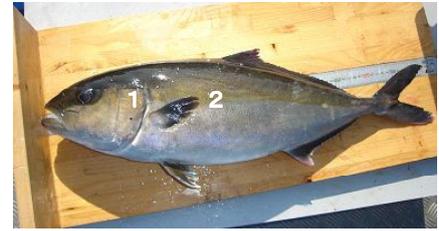


図1 体表の測定箇所

脱血処理後に1回、切り身は、切り出し直後（0時間）、24時間後、48時間後、72時間後の4回、色彩色差計（ミルタCR-2000）を用いてLab値を測定した。血合肉の変色度は、b/aを指標とした。

## ドロップ量

色調を測定した同じ魚体から幅1cmに切り出し、測定用サンプルとした。ろ紙を敷いたシャーレに切り身を置き、5℃冷蔵下にて0時間、24時間、48時間、72時間保管した後、切り身重量を測定し、差し引き減量を流出ドロップ量とした。

## 破断強度

色調及びドロップ量の測定に用いた魚体から同じ様に幅1cmに切り出したものを、さらに中骨を腹側に残すように、また血合肉を含まないように表皮まで切除した背側精肉部を測定用サンプルとし、直径5mmの円盤形プランジャーを装着したレオメーター（株式会社サン科学製RHEO METER CR-500DX）で破断強度を測定した。

## 【結果及び考察】

### 飼育環境

飼育試験は、平成21年8月11日から12月1日までの113日間行った。開始から終了時まで4週間毎に分け、I～IV期とした。

期間中の水温は、17.1～29.0℃（平均24.0℃）であった。I期は27.4～28.7℃（平均28.2℃）、II期は25.1～29.0℃（平均26.6℃）、III期は18.9～24.4℃（平均22.3℃）、IV期は17.1～21.3℃（平均19.1℃）であった。DOは4.9～7.6mg/l（平均6.0mg/l）で推移した（図2）。

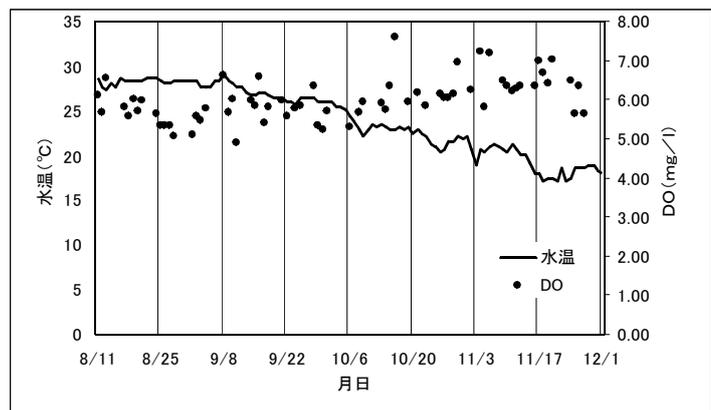


図2 飼育期間中の水温及び溶存酸素量

### 飼育成績

飼育成績は、表1、表1-2に示した。

高水温期初期（I期）では、連鎖球菌症等により飼料1以外の魚粉低減飼料区でへい死が多かったが、II期に入ると飼料1でもへい死が多くなり、生残率は、飼料1で56%、飼料2で47%、飼料3で42%、飼料4で65%となった。

平均体重の推移を図3に示した。魚粉32%で合成タウリンを0.2%添加した飼料2と魚粉21%で合成タウリンを0.28%添加した飼料4が同等で最も良く、次いで魚粉60%の飼料1であった。魚粉21%で合成タウリン無添加の飼料3は劣り、他の区と統計的有意差が見られた。また、飼料3の尾叉長及び肥満度は、魚体重と同様に他と比べて劣り、統計的有意差が見られた。

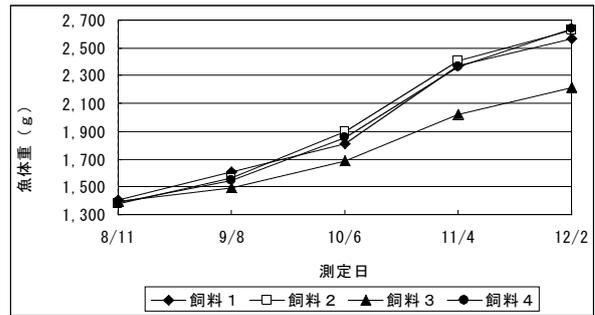


図3 平均体重の推移

表1 飼育成績

飼育期間	試験区	飼育日数	平均体重(g)		増重率 (%)	日間増重率 (%)	日間給餌率 (%)	飼料転換効率 (%)	増肉係数 (乾物%)	生残率 (%)	
			開始時	終了時							
I 期 (8/11~9/7)	飼料1-1	28	1,396.6	1,595.5	14.2	0.48	1.48	32.15	2.91	98.0	
	飼料1-2	28	1,406.0	1,618.2	15.1	0.50	1.51	33.22	2.82	98.0	
	飼料2-1	28	1,400.6	1,606.6	14.7	0.49	1.31	37.23	2.58	58.0	
	飼料2-2	28	1,360.5	1,524.7	12.1	0.41	1.46	27.91	3.44	72.0	
	飼料3-1	28	1,399.0	1,515.4	8.3	0.29	1.25	22.83	4.03	72.0	
	飼料3-2	28	1,398.6	1,472.5	5.3	0.18	1.35	13.62	6.75	96.0	
	飼料4-1	28	1,360.8	1,509.8	11.0	0.37	1.42	26.03	3.59	86.0	
	飼料4-2	28	1,408.0	1,590.8	13.0	0.44	1.36	32.08	2.91	72.0	
II 期 (9/8~10/5)	飼料1-1	28	1,595.5	1,792.8	12.4	0.42	1.41	29.47	3.17	73.5	
	飼料1-2	28	1,618.2	1,833.8	13.3	0.45	1.45	30.78	3.04	69.4	
	飼料2-1	28	1,606.6	2,029.1	26.3	0.83	1.78	46.70	2.06	72.4	
	飼料2-2	28	1,524.7	1,802.4	18.2	0.60	1.74	34.22	2.81	75.0	
	飼料3-1	28	1,515.4	1,661.6	9.6	0.33	1.47	22.31	4.12	66.7	
	飼料3-2	28	1,472.5	1,708.8	16.0	0.53	1.60	33.24	2.77	52.1	
	飼料4-1	28	1,509.8	1,804.3	19.5	0.64	1.79	35.54	2.63	90.7	
	飼料4-2	28	1,590.8	1,921.0	20.8	0.67	1.69	39.85	2.34	86.1	
III 期 (10/6/~11/3)	飼料1-1	29	1,792.8	2,365.0	31.9	0.96	1.37	69.18	1.35	72.2	
	飼料1-2	29	1,833.8	2,381.7	29.9	0.90	1.52	58.85	1.59	88.2	
	飼料2-1	29	2,029.1	2,614.5	28.8	0.87	1.71	50.81	1.89	95.2	
	飼料2-2	29	1,802.4	2,250.0	24.8	0.76	1.59	47.97	2.00	100.0	
	飼料3-1	29	1,661.6	2,062.6	24.1	0.75	1.53	48.48	1.90	95.8	
	飼料3-2	29	1,708.8	1,967.4	15.1	0.49	1.27	38.13	2.41	76.0	
	飼料4-1	29	1,804.3	2,343.0	29.9	0.90	1.42	63.12	1.48	94.9	
	飼料4-2	29	1,921.0	2,393.3	24.6	0.76	1.35	56.02	1.67	96.8	
IV 期 (11/4~12/1)	飼料1-1	28	2,365.0	2,556.5	8.1	0.28	1.21	23.06	4.06	100.0	
	飼料1-2	28	2,381.7	2,574.7	8.1	0.28	1.15	24.10	3.88	100.0	
	飼料2-1	28	2,614.5	2,808.5	7.4	0.26	1.18	21.61	4.44	100.0	
	飼料2-2	28	2,250.0	2,503.0	11.2	0.38	1.18	32.22	2.98	100.0	
	飼料3-1	28	2,062.6	2,281.3	10.6	0.36	1.50	23.90	3.85	100.0	
	飼料3-2	28	1,967.4	2,130.6	8.3	0.28	1.37	20.75	4.43	100.0	
	飼料4-1	28	2,343.0	2,628.1	12.2	0.41	1.09	37.71	2.48	97.3	
	飼料4-2	28	2,393.3	2,648.3	10.7	0.36	1.03	34.93	2.68	96.7	
通算 (8/11~12/1)	飼料1-1	113	1,396.6	2,556.5	a	83.1	0.54	1.25	41.46	2.26	52.0
	飼料1-2	113	1,406.0	2,574.7	a	83.1	0.54	1.27	40.83	2.29	60.0
	飼料2-1	113	1,400.6	2,808.5	a	100.5	0.62	1.03	57.27	1.68	40.0
	飼料2-2	113	1,360.5	2,503.0	a	84.0	0.54	1.16	45.23	2.12	54.0
	飼料3-1	113	1,399.0	2,281.3	b	63.1	0.43	1.08	39.24	2.34	46.0
	飼料3-2	113	1,398.6	2,130.6	b	52.3	0.37	1.20	30.65	3.00	38.0
	飼料4-1	113	1,360.8	2,628.1	a	93.1	0.58	1.24	45.17	2.07	72.0
	飼料4-2	113	1,408.0	2,648.3	a	88.1	0.56	1.10	49.23	1.90	58.0

※異符号間で有意差あり(Tukey P<0.01)

表1-2 飼育成績

	飼料	開始時	I 期	II 期	III 期	IV 期
尾叉長(cm)	1区	45.6±2.0	46.5±2.0	47.7±2.3	50.6±2.0	51.8±2.2 a
	2区	45.3±2.3	46.1±2.4	48.0±2.4	50.8±2.6	52.1±2.7 a
	3区	45.6±2.3	46.1±2.4	47.5±2.4	49.4±2.1	50.4±2.2 b
	4区	45.4±2.2	46.0±2.2	48.2±1.5	51.0±2.4	52.4±2.4 a
肥満度	1区	14.7±0.9	16.0±1.2	16.6±1.3	18.3±1.1	18.4±1.4 a
	2区	14.8±1.2	15.9±1.2	17.1±1.2	18.2±1.4	18.4±1.7 a
	3区	14.7±0.9	15.1±1.1	15.7±1.3	16.7±1.4	17.2±1.6 b
	4区	14.8±0.8	15.8±1.0	16.8±1.1	17.7±1.2	18.3±1.5 a

※異符号間で有意差あり(Tukey P<0.05)

日間給餌率は、I 期の1.3%~1.5%からII期は1.4%~1.8%に上昇した。しかし、水温低下とともに、III期は1.4%~1.7%へ、IV期は1.1%~1.5%へと低下した。通算の日間給餌率は、飼料1が1.26%で最も高く、次いで飼料4が1.17%、飼料3が1.13%、飼料2が1.10%となったが、飼料間で有意差は見られなかった。増肉係数は、成長の劣った飼料3が最も高く、飼料1、飼料4、飼料2の順で低くなった。各期で見ると、水温が20℃以上のI~III期では増肉係数の低下が見られたが、水温が20℃を下回ったIV期では成長の鈍化とともに増肉係数は上昇した。

### 魚体の成分分析

魚体の成分分析結果、蓄積率及び負荷量を表2に示す。

試験終了時における飼料3の水分は、飼料2と飼料4より有意に高く、粗脂肪は、飼料2と飼料4より有意に低かった。リン含有量は、試験開始時の0.51%から試験終了時には0.23~0.48%と減少した。試験終了時においては、飼料間で有意な差ではなかったが、飼料3は飼料2と飼料4と比べると高い値であった。窒素含有量は、試験開始から終了までいずれも約3%であった。窒素蓄積率については、飼料4が19.7%と最も高く、次いで飼料1の16.1%、飼料2の15.7%、飼料3の13.1%となった。飼料3の蓄積率は、飼料4と比較して有意に低かった。窒素負荷量が最も多かったのは飼料3の145.6kg/生産量tで、次いで飼料1の124.4kg/生産量t、飼料2の105.1kg/生産量t、飼料1の97.9kg/生産量tの順となった。各試験区間において有意な差ではなかったが、魚粉量が少なく、かつ合成タウリン添加区の方が窒素負荷量は少なくなる傾向であった。リンについては、飼料1に比べて魚粉量が少なく、かつ合成タウリン添加区の方がリン負荷量は有意に少なかった。試験開始時の魚体のタウリン含量は、0.13%であった。試験終了時では、飼料1が0.15%、飼料2が0.16%、飼料3が0.15%、飼料4が0.18%と、全ての区で試験開始時より増加していた。タウリン蓄積率についても、飼料4が高かった。

表2 魚体分析結果、蓄積率及び負荷量

時期	飼料区	魚体成分(%)								蓄積率(%)		負荷量(kg/生産量t)	
		水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	窒素	リン	タウリン	窒素	タウリン	窒素	リン	
開始		71.3	19.9	5.6	3.9	3.2	0.51	0.13	—	—	—	—	
終了	1	1	63.6	18.7	15.3	2.8	3.0	0.31	0.16	15.7	24.1	124.4	23.8
		2	62.7	19.4	14.4	3.0	3.1	0.35	0.14	16.6	18.1	124.3	23.3
	2	3	61.8	18.9	16.7	3.1	3.0	0.23	0.16	16.4	23.4	85.5	16.1
		4	62.2	19.0	16.4	3.0	3.0	0.29	0.15	15.0	20.3	115.8	19.3
	3	5	64.8	19.8	13.0	2.8	3.2	0.30	0.17	14.4	26.8	118.3	21.8
		6	66.0	19.2	12.3	3.3	3.1	0.48	0.13	11.8	13.4	162.7	23.1
	4	7	62.7	19.6	15.5	3.0	3.1	0.28	0.18	20.0	30.8	103.0	18.2
		8	61.4	19.4	16.5	3.1	3.1	0.28	0.18	19.5	32.9	92.4	16.8

異符号間で有意差あり(Tukey P<0.05)

### 血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表3に示す。

試験終了時においてヘマトクリットに差は見られなかった。総コレステロールは飼料間で大きな差

はなかった。トリグリセリド，無機リン，総タンパクは，試験開始時より上昇した。総ビリルビンは，飼料間で差は見られなかった。

表3 血液性状分析結果

項目\時期	開始時(n=5)		終了時							
			飼料1(N=10)		飼料2(N=10)		飼料3(N=10)		飼料4(N=10)	
Ht(%)	48.4	± 1.5	47.6	± 4.6	47.1	± 7.9	48.2	± 3.8	46.8	± 5.8
GOT(U/L)	98.4	± 141.2	18.3	± 14.3	73.8	± 77.5	65.8	± 47.6	35.7	± 21.5
GPT(U/L)	16.2	± 8.7	8.1	± 2.6	15.1	± 10.5	12.7	± 5.9	11.8	± 2.9
TCHO(mg/dl)	281.8	± 29.8	336.3	± 38.2	352.6	± 58.6	335.6	± 35.0	331.1	± 25.3
TG(mg/dl)	67.2	± 9.5	188.5	± 103.1	167.9	± 124.5	210.1	± 136.8	141.6	± 62.4
TBIL(mg/dl)	0.6	± 0.3	0.2	± 0.1	0.3	± 0.2	0.3	± 0.1	0.3	± 0.2
IP(mg/dl)	8.9	± 0.6	6.2	± 0.6	8.6	± 1.6	10.2	± 1.7	11.1	± 2.4
TP(g/dl)	5.2	± 0.6	5.5	± 0.7	6.0	± 0.8	6.1	± 0.6	5.8	± 0.7

注) 平均値±標準偏差

## 色調

脱血処理後に測定した体表の色調のうち，b値について図4に示した。

頭部の部位1と胸鰭後端の部位2では，部位1の方が高い値を示す傾向が見られた。また，部位に関わらず魚粉量が少なく，植物性原料の多い飼料2，3，4の値は高い傾向にあった。これら色調の違いは，肉眼でも確認することができ，植物性原料の多い飼料区の方が，濃い黄色を帯びていた。

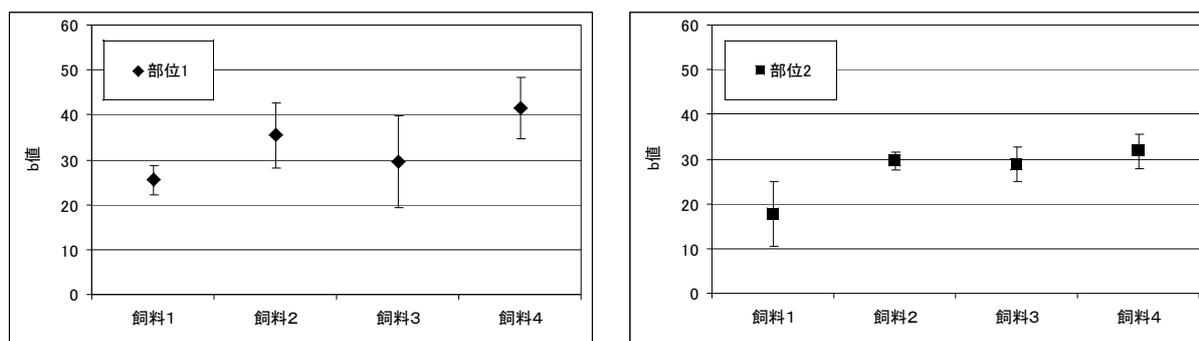


図4 体表における部位別のb値

次に，切り身の色調について，精肉部のL値を図5に，血合肉部のb/aを図6に示す。

脱血処理直後(0時間)における精肉部のL値は，飼料1が最も高く，次いで飼料3，飼料4，飼料2の順であったが，有意な差ではなかった。時間の経過とともに全てにおいてL値は高くなるとともに，飼料間の差は小さくなった。血合肉部のb/aは，全てにおいて時間の経過とともに上昇したが，飼料間で有意な差は見られなかった。

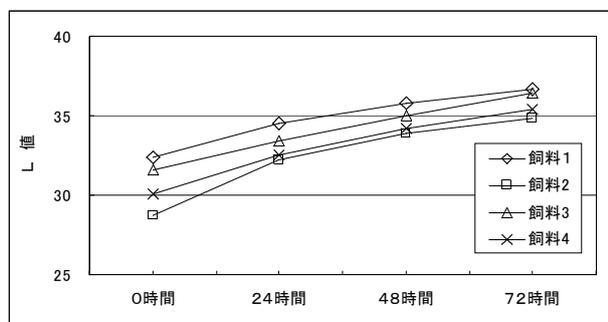


図5 精肉部のL値

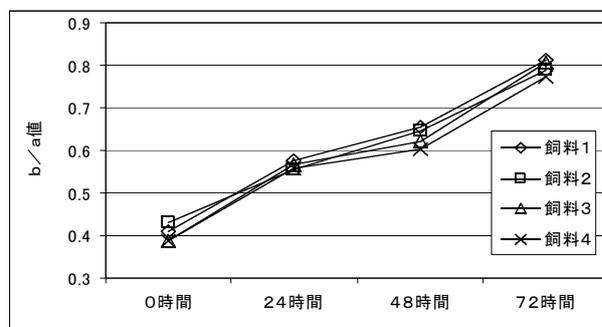


図6 血合肉部のb/a

## ドリップ量

切り身を冷蔵保管してから24時間後、48時間後、72時間後の総ドリップ量を図7に示した。

0～24時間では3.4%前後、0～48時間では5%前後、0～72時間では6.2%前後のドリップ量であった。飼料間では、飼料2が飼料1より発生量は少なかったものの、明瞭な差ではなかった。

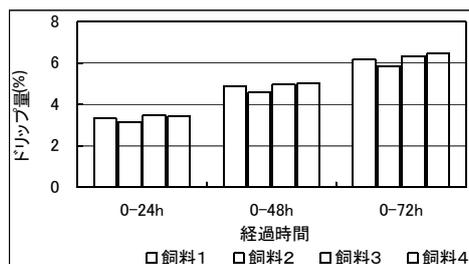


図7 ドリップ量の変化

## 破断強度

カンパチの特徴である歯ごたえのある身質への影響を把握するため、切り身の破断強度を測定した。測定して得られた結果をもとに、飼料1の破断強度を100%とし、他の飼料区の破断強度を表し、図8に示した。

魚粉量を削減したいずれの飼料区においても、飼料1より高い値を示した。特に、魚粉32%の飼料2は飼料1の1.37倍の破断強度を示した。同じ魚粉量である飼料3と飼料4では、合成タウリン添加区の飼料4の方が高い破断強度を示した。

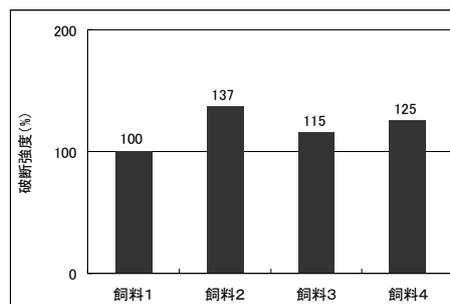


図8 破断強度(飼料1を100とした)

## まとめ

今回は、魚粉量60%の飼料1と、魚粉量を32%に低減し合成タウリンを0.2%添加した飼料2、魚粉量を21%に低減した飼料3、飼料3に合成タウリン0.28%を添加した飼料4を用いて、カンパチ1歳魚の飼育試験を実施した。

魚粉量21%で合成タウリン無添加の飼料3は、尾叉長、魚体重、肥満度のいずれでも他の飼料区より劣った。しかし、魚粉量を32%あるいは21%まで低減しても、合成タウリンを添加した飼料2及び飼料4は、魚粉60%の飼料1と同等以上の成長を示し、合成タウリンを添加することで飼育成績の改善効果が認められたことから、魚粉量の低減が可能と思われた。日間給餌率について、魚粉量60%の飼料1は通算では最も高かったものの、水温が低下する時期には飼料2、4と同様に低下が見られた。しかし、他の飼料区よりも増重率の低下が大きかったため、増肉係数は、飼料2が最も優れ、次いで飼料4となり、飼料1は、これらよりも劣る結果となったことから、20℃を下回るような低水温期には、合成タウリン添加した魚粉量21%飼料の方が増肉係数を低減できる可能性が示唆された。

## 試験2 (ブリ飼育試験)

### 【材料及び方法】

#### 試験場所

鹿児島県水産技術開発センター内の陸上水槽にて実施した。

#### 供試魚

鹿児島湾内で育成されたブリ当歳魚を試験に用いた。

#### 試験飼料

飼料1は、魚粉60%の魚粉主体の飼料で、飼料2は魚粉量を32%に低減し合成タウリンを0.2%添加した飼料、飼料3は魚粉量を21%に低減した飼料、飼料4は飼料3に合成タウリンを0.28%添加した飼料、

飼料5は飼料4にフィターゼを添加した飼料，飼料6は飼料4に魚油を外割で添加した飼料である。

### 飼育管理

1 t 円形FRP水槽12面にブリ当歳魚（試験開始時約100g）を1水槽当たり20尾収容し，平成21年7月30日から10月21日までの84日間飼育した。飼料1給餌区を1・2区，飼料2給餌区を3・4区，飼料3給餌区を5・6区，飼料4給餌区を7・8区，飼料5給餌区を9・10区，飼料6給餌区を11・12区と設定した。給餌形態は，土・日・祝日を除く1日1回，飽食と思われる量まで給餌した。

なお，本試験は，鹿児島大学に再委託し，水産技術開発センターにて連携を取りながら実施した。

### 魚体測定

試験開始時，中間時（4週間毎），試験終了時に全数の魚体重と尾叉長を測定した。

### 魚体の成分分析

試験開始時に5尾，試験終了時に各区3～5尾を取り上げ，魚体を磨砕し一般成分及び全リンを測定した。併せて，得られた結果を用いて窒素蓄積率及び窒素負荷量を算出した。さらに，別に試験開始時に5尾，試験終了時に各区3～5尾を取り上げ，肝臓とそれ以外の魚体のタウリンを分析した。

### 血液性状分析

試験開始時に5尾，試験終了時に各区4～5尾から採血し，個体別に自動血液分析装置（スポットケム，アークレイ株式会社製）を用いて血液性状を測定した。

### 色調

試験終了時に各区から3～5尾ずつ任意に取り上げ，活け締めし，30分間冷海水中で脱血処理したものを体表色の測定に用いた。測定個所及び測定方法等は，試験1と同じとした。

## 【結果及び考察】

### 飼育環境

飼育試験は，平成21年7月30日から10月21日までの84日間行い，開始時から終了時まで4週間毎に分け，それぞれⅠ～Ⅲ期とした。

期間中の水温は，23.5～28.4℃（平均27.6℃）であった。Ⅰ期は26.4～28.4℃（平均27.6℃），Ⅱ期は26.4～28.1℃（平均27.7℃），Ⅲ期では23.5～26.4℃（平均25.1℃）であった。DOは5.02～6.43mg/l（平均5.74mg/l）で推移した（図9）。

### 飼育成績

飼育成績は，表4，4-2，4-3に示した。

試験期間中，ノカルジア症の発症により飼料3と飼料4でやや低い生残率となり，飼料1が97.5%，飼料2が97.5%，飼料3が65.0%，飼料4が72.5%，飼料5が80.0%，飼料6が90.0%であった。飼育期間における各飼料別の平均体重の推移を図10に示した。魚粉60%の飼料1が最も優れ，魚粉21%で合成タウリンを0.28%添加した飼料4，魚粉32%で合成タウリンを0.2%添加した飼料2，飼料4に魚油を

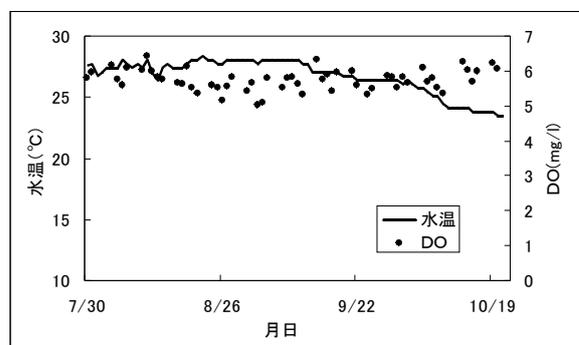


図9 飼育期間中の水温及び溶存酸素量

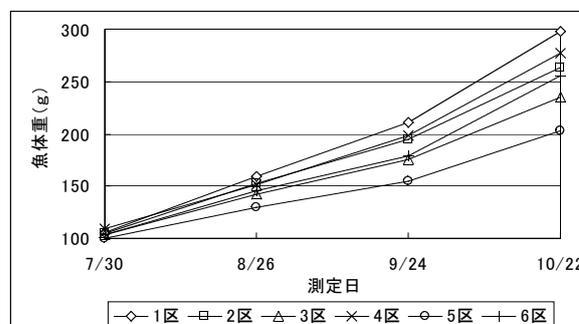


図10 平均体重の推移

外添した飼料6と続いた。飼料3と飼料5の魚体重は劣った。増重率，日間増重率，飼料転換効率，増肉係数について，飼料間で有意差は見られなかったが，飼料1が最も優れ，飼料4，飼料2と続き，飼料3，飼料5は劣る結果となった。魚粉21%飼料間では，飼料5はいずれの指標でも劣った。これは，特に飼料5の浮上性が高かったために，摂餌が活発でなかったことが成長に影響したものとと思われる。しかしながら，魚粉21%飼料に合成タウリンもしくは魚油の添加量を増やすことで，成長が改善される傾向は見られた。

表4 飼育成績

飼育期間	試験区	平均体重(g)				増重率(%)	日間増重率(%)	日間給餌率(%)
		開始時		終了時				
I 期 (7/30~8/26)	飼料1	105.6 ± 12.6	159.4 ± 22.5	50.9 ± 3.6	1.47 ± 0.08	2.76 ± 0.10		
	飼料2	104.3 ± 15.5	152.9 ± 29.7	46.6 ± 1.7	1.36 ± 0.04	2.74 ± 0.08		
	飼料3	103.1 ± 16.0	142.4 ± 29.5	38.1 ± 17.2	1.15 ± 0.44	2.47 ± 0.30		
	飼料4	108.9 ± 14.9	151.5 ± 23.1	39.1 ± 7.1	1.18 ± 0.18	2.65 ± 0.14		
	飼料5	99.6 ± 16.7	130.0 ± 26.3	30.5 ± 0.8	0.95 ± 0.02	2.53 ± 0.12		
	飼料6	104.0 ± 14.0	145.0 ± 24.5	39.4 ± 3.4	1.20 ± 0.09	2.59 ± 0.06		
II 期 (8/27~9/23)	飼料1	159.4 ± 22.5	211.4 ± 35.4	32.6 ± 1.6	1.01 ± 0.04	2.11 ± 0.03		
	飼料2	152.9 ± 29.7	195.1 ± 49.1	27.6 ± 6.2	0.87 ± 0.17	2.15 ± 0.16		
	飼料3	142.4 ± 29.5	175.5 ± 43.5	23.2 ± 4.4	0.75 ± 0.13	2.06 ± 0.06		
	飼料4	151.5 ± 23.1	197.8 ± 35.9	30.6 ± 3.4	0.95 ± 0.09	2.13 ± 0.14		
	飼料5	130.0 ± 26.3	155.4 ± 36.5	19.5 ± 4.6	0.64 ± 0.14	2.28 ± 0.16		
	飼料6	145.0 ± 24.5	178.9 ± 41.9	23.4 ± 2.8	0.74 ± 0.08	1.96 ± 0.08		
III 期 (9/24~10/21)	飼料1	211.4 ± 35.4	297.7 ± 42.2	40.8 ± 2.6	1.22 ± 0.06	2.24 ± 0.01		
	飼料2	195.1 ± 49.1	263.4 ± 74.5	35.0 ± 6.6	1.07 ± 0.18	2.33 ± 0.09		
	飼料3	175.5 ± 43.5	234.4 ± 67.6	33.6 ± 5.5	1.03 ± 0.15	2.19 ± 0.08		
	飼料4	197.8 ± 35.9	277.7 ± 62.0	40.4 ± 3.5	1.21 ± 0.09	2.13 ± 0.09		
	飼料5	155.4 ± 36.5	203.2 ± 62.5	30.8 ± 7.9	0.96 ± 0.22	2.20 ± 0.07		
	飼料6	178.9 ± 41.9	255.4 ± 64.0	42.8 ± 16.3	1.27 ± 0.41	2.09 ± 0.18		
通算 (7/30~10/21)	飼料1	105.6 ± 12.6	297.7 ± 42.2	181.9 ± 1.8	1.23 ± 0.01	2.21 ± 0.03		
	飼料2	104.3 ± 15.5	263.4 ± 74.5	152.5 ± 2.8	1.10 ± 0.01	2.28 ± 0.16		
	飼料3	103.1 ± 16.0	234.4 ± 67.6	127.4 ± 43.9	0.98 ± 0.24	2.26 ± 0.04		
	飼料4	108.9 ± 14.9	277.7 ± 62.0	155.0 ± 13.4	1.11 ± 0.06	2.09 ± 0.15		
	飼料5	99.6 ± 16.7	203.2 ± 62.5	104.0 ± 3.3	0.85 ± 0.02	2.29 ± 0.18		
	飼料6	104.0 ± 14.0	255.4 ± 64.0	145.6 ± 28.3	1.07 ± 0.14	2.07 ± 0.04		

表4-2 飼育成績

飼育期間	試験区	飼料転換効率(%)		増肉係数(乾物%)		生残率(%)	
		飼料	効率	飼料	係数	飼料	率
I 期 (7/30~8/26)	飼料1	52.7 ± 1.1	1.75 ± 0.04	100.0 ± 0.0			
	飼料2	49.2 ± 0.0	1.86 ± 0.00	100.0 ± 0.0			
	飼料3	46.3 ± 12.0	1.96 ± 0.55	100.0 ± 0.0			
	飼料4	44.1 ± 4.4	2.07 ± 0.21	95.0 ± 7.1			
	飼料5	37.4 ± 2.6	2.46 ± 0.17	100.0 ± 0.0			
	飼料6	46.0 ± 2.1	1.99 ± 0.09	100.0 ± 0.0			
II 期 (8/27~9/23)	飼料1	47.4 ± 2.7	1.95 ± 0.11	100.0 ± 0.0			
	飼料2	40.4 ± 4.9	2.27 ± 0.28	97.5 ± 3.5			
	飼料3	36.1 ± 5.3	2.52 ± 0.42	85.0 ± 14.1			
	飼料4	44.4 ± 1.6	2.06 ± 0.07	84.2 ± 23.6			
	飼料5	27.8 ± 8.0	3.32 ± 0.95	90.0 ± 7.1			
	飼料6	37.5 ± 5.7	2.44 ± 0.37	97.5 ± 3.5			
III 期 (9/24~10/21)	飼料1	54.0 ± 2.5	1.71 ± 0.08	97.5 ± 3.5			
	飼料2	45.8 ± 9.2	2.00 ± 0.40	100.0 ± 0.0			
	飼料3	46.9 ± 5.3	1.94 ± 0.30	76.5 ± 29.3			
	飼料4	56.4 ± 1.6	1.62 ± 0.05	90.6 ± 8.3			
	飼料5	43.3 ± 8.3	2.13 ± 0.42	88.9 ± 14.9			
	飼料6	60.3 ± 13.8	1.52 ± 0.37	92.3 ± 3.4			
通算 (7/30~10/21)	飼料1	51.3 ± 1.1	1.80 ± 0.04	97.5 ± 3.5			
	飼料2	45.2 ± 2.7	2.03 ± 0.12	97.5 ± 3.5			
	飼料3	41.0 ± 9.7	2.22 ± 0.64	65.0 ± 35.4			
	飼料4	49.6 ± 1.2	1.84 ± 0.04	72.5 ± 31.8			
	飼料5	35.6 ± 2.0	2.59 ± 0.15	80.0 ± 7.1			
	飼料6	48.4 ± 4.5	1.89 ± 0.18	90.0 ± 0.0			

表4-3 飼育成績

	飼料	開始時		I 期		II 期		III 期	
尾叉長(cm)	飼料1	19.9	± 0.9	22.1	± 1.0	23.7	± 1.1	26.3	± 1.2
	飼料2	19.9	± 0.9	22.0	± 1.3	23.4	± 1.7	25.5	± 2.1
	飼料3	19.9	± 1.0	21.7	± 1.3	22.8	± 1.7	24.8	± 2.1
	飼料4	20.0	± 1.0	22.0	± 1.1	23.6	± 1.3	25.9	± 1.7
	飼料5	19.7	± 1.0	21.3	± 1.2	22.1	± 1.5	23.9	± 2.0
	飼料6	19.9	± 0.9	21.7	± 1.1	22.8	± 1.4	25.2	± 1.8
肥満度	飼料1	13.3	± 1.0	14.7	± 0.8	15.7	± 0.8	16.3	± 1.1
	飼料2	13.2	± 0.6	14.3	± 0.9	14.9	± 1.1	15.5	± 1.2
	飼料3	13.0	± 0.7	13.8	± 1.0	14.5	± 1.1	15.0	± 1.2
	飼料4	13.5	± 0.8	14.1	± 1.0	15.0	± 0.8	15.7	± 0.9
	飼料5	13.0	± 0.7	13.4	± 1.1	14.1	± 1.1	14.3	± 1.6
	飼料6	13.1	± 0.9	14.0	± 0.8	14.7	± 1.5	15.5	± 1.3

### 魚体の成分分析

魚体の成分分析結果、蓄積率及び負荷量を表5に示す。

試験終了時における水分含量は、いずれも70%前後で、飼料間で差は見られなかった。飼料5の粗タンパク質含量は、他の試験区と比較してやや低かった。また、飼料5の粗脂肪含量は、飼料1と比較して有意に低い値であった。これは、飼料5の高い浮上性が摂餌に影響した結果と思われた。試験終了時の魚体リン含量については、試験区間で有意差は見られなかったものの、飼料3及び飼料5は他と比べて高い値を示した。これは、飼料3及び飼料5の肥満度が他に比べて低いことから、魚体重が劣り、結果として魚体に対する骨割合が相対的に高くなったためと思われた。窒素含有量は、試験開始から終了までいずれも約3%であった。窒素蓄積率、負荷量ともに飼料間で有意差は見られなかったが、蓄積率については、飼料6が最も高く、飼料1、飼料4が続き、飼料3及び飼料5は低かった。また、負荷量は、飼料5が最も多く、次いで飼料3となり、飼料1、飼料4、飼料6は低かった。

リン蓄積率については、魚粉量の低い飼料で高い傾向が見られ、中でも飼料6が最も高かった。負荷量については、魚粉量の低い飼料の方が低い傾向が見られ、中でも飼料6が低かった。

試験終了時のカンパチ魚体のタウリン含量については、飼料3のみが開始時より減少していたが、それ以外は、飼料1より高い傾向であった。また、蓄積率も、低魚粉飼料区は高い値を示した。

表5 魚体分析結果、蓄積率及び負荷量

時期	飼料	魚体成分(%)						蓄積率(%)			負荷量(kg/生産量t)		
		水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	窒素	リン	タウリン	窒素	リン	タウリン	窒素	リン
開始		75.3	18.6	2.3	3.8	3.0	0.65	0.18	—	—	—	—	—
終了	1	68.8	19.3	8.4	3.0	3.1	0.59	0.19	21.6	15.4	25.7	104.4	28.0
	2	69.5	19.4	7.3	3.2	3.1	0.62	0.22	19.5	18.3	29.4	117.6	23.8
	3	69.5	19.4	7.6	3.5	3.1	0.72	0.13	16.9	26.2	31.6	157.6	21.6
	4	70.1	19.8	6.0	3.2	3.1	0.62	0.22	21.3	26.9	31.9	106.7	14.1
	5	72.6	18.8	4.8	3.1	3.2	0.66	0.23	15.2	20.9	31.8	159.8	23.5
	6	69.0	19.5	8.0	3.2	3.0	0.60	0.22	22.4	29.5	33.7	102.7	12.2

### 血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表6に示す。

試験終了時において、ヘマトクリット、グルコース、総コレステロール、総タンパクに統計的有意差は見られなかった。一方、尿素窒素、トリグリセリド、無機リンにおいて試験区間で有意差が見られたが、いずれも異常値ではなかった。飼料3のトリグリセリドや総コレステロールは、他の試験区より低い値を示した。これは、他と比較して増重率や肥満度が劣ることから、栄養素の摂取不足であったと思われた。飼料3に合成タウリンを添加した飼料4や、飼料4に魚油を添加した飼料6は、これらの項目について改善される傾向にあったことから、魚粉21%飼料でも、合成タウリンあるいは魚油を添加することにより、生理状態が改善されたものと思われた。

表6 血液性状分析結果

飼料	Ht(%)		Glu(mg/dl)		T-Cho(mg/dl)		BUN(mg/dl)	T-BIL(mg/dl)		T-Pro(mg/dl)
開始時	31.2 ±	3.6	106.0 ±	4.9	142.5 ±	4.9	15.0 ± 0.0	-※		2.0 ± 0.0
飼料1	42.0 ±	6.1	140.5 ±	14.4	293.8 ±	14.4	17.5 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.1	3.1 ± 0.2	
飼料2	38.2 ±	3.7	131.8 ±	11.1	229.8 ±	11.1	14.5 ± 1.3 <sup>b</sup>	0.3 ± 0.1	2.7 ± 0.1	
飼料3	39.9 ±	4.3	112.5 ±	61.2	185.8 ±	61.2	17.8 ± 1.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0	2.6 ± 0.2	
飼料4	41.9 ±	4.1	111.3 ±	9.9	209.8 ±	9.9	14.3 ± 1.0 <sup>bce</sup>	0.2 ± 0.0	3.0 ± 0.3	
飼料5	38.0 ±	6.3	143.3 ±	59.7	198.3 ±	59.7	14.5 ± 0.6 <sup>bd</sup>	0.3 ± 0.0	2.6 ± 0.5	
飼料6	35.8 ±	4.7	148.8 ±	18.2	227.8 ±	18.2	12.5 ± 0.6 <sup>e</sup>	0.4 ± 0.1	3.1 ± 0.1	

飼料	GOT(U/l)		GPT(U/l)		TG(mg/dl)		Ca(mg/dl)	IP(mg/dl)	
開始時	97.0 ±	5.7	29.0 ±	1.4	109.5 ±	6.4	13.4 ± 0.1	5.3 ± 0.4	
飼料1	109.8 ±	14.6	-※		72.3 ±	9.0 <sup>ab</sup>	12.3 ± 1.1	6.2 ± 0.7 <sup>ab</sup>	
飼料2	267.3 ±	138.1	137.5 ±	23.3	72.0 ±	5.0 <sup>ab</sup>	11.2 ± 1.0	5.6 ± 0.4 <sup>ab</sup>	
飼料3	63.0 ±	31.3	-※		59.5 ±	20.2 <sup>ab</sup>	12.5 ± 0.3	7.0 ± 0.3 <sup>ab</sup>	
飼料4	203.8 ±	42.1	24.0 ±	1.4	84.0 ±	2.2 <sup>a</sup>	12.9 ± 1.3	7.1 ± 1.0 <sup>a</sup>	
飼料5	193.0 ±	191.4	38.0 ±	0.0	50.3 ±	12.0 <sup>b</sup>	11.3 ± 0.2	5.9 ± 0.7 <sup>b</sup>	
飼料6	228.0 ±	100.5	14.0 ±	4.2	74.5 ±	2.4 <sup>ab</sup>	12.0 ± 0.5	6.8 ± 0.2 <sup>ab</sup>	

※: 検出範囲以下

※: 異符号間で有意差あり (Tukey P<0.05)

## 色調

体表は、頭部及び胸鰭後端部の黄帯上の2カ所を測定した。脱血処理後のb値を図11に示した。

部位毎では、カンパチと同様に部位1の方が高い値を示した。また、部位に関わらず魚粉量が少なく、植物性原料の多い飼料の方が高い傾向であった。部位別で見ると、部位1では、飼料2、4、6は飼料1より、また飼料2、6は、飼料5と比べても有意に高かった (Tukey p<0.05)。部位2でも同じ傾向であったが、飼料6は飼料1より有意に高かった (Tukey p<0.05)。

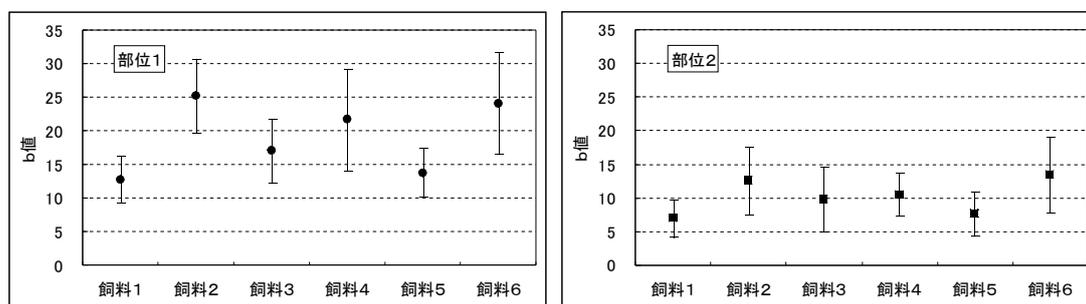


図11 体表における部位別のb値

## まとめ

今回は、魚粉量60%の飼料1、魚粉量を32%に低減し合成タウリンを0.2%添加した飼料2、魚粉量を21%に低減した飼料3、飼料3に合成タウリンを0.28%添加した飼料4、飼料4にフィターゼを添加した飼料5、飼料4に魚油を添加した飼料6を用いて、ブリ当歳魚の飼育試験を12週間実施した。

試験終了時の平均体重は、飼料1が最も優れ、魚粉21%で合成タウリン無添加の飼料3は劣った。魚粉量を32%あるいは21%に低減し、合成タウリンを添加した飼料2や飼料4は、僅かながら飼料1を下回った。この傾向は、増重率、日間増重率、増肉係数といった成長指標でも同様であった。しかし、飼料間で有意な差ではなかったことから、魚粉32%飼料に合成タウリンを添加、もしくは魚粉21%飼料に合成タウリンもしくは魚油の添加量を増やすことで、成長が改善される傾向が窺われた。一方、フィターゼ添加の飼料5は、魚粉21%飼料間でいずれの指標も劣る結果となった。今回用いた試験飼料の中で、特に浮上性が高かったことから、摂餌がうまくなされなかったことが少なからず低成長に影響したものと思われる。このため、今回の飼育試験からは、フィターゼの添加効果を検証するまでに至らなかったが、今後、十分な沈降性が確保できる飼料への物性面での改善が必要と思われる。

### 試験3（ブリ飼育試験）

#### 【材料及び方法】

試験2では、魚粉21%に合成タウリンまたは、合成タウリンと魚油を添加した飼料が成長や生理状態を改善する傾向にあったが、給餌方法の改良による効率的な給餌形態及び栄養素の利用を検討するため、一週間当たりの給餌回数に着目し、その効果を検討した。

#### 試験場所

鹿児島県水産技術開発センター内の陸上水槽にて実施した。

#### 供試魚

鹿児島湾内で育成されたブリ当歳魚を試験に用いた。

#### 試験飼料

試験飼料は、試験2のブリ飼育試験で用いた魚粉低減飼料のうち、増肉係数等の飼育成績で良好であった飼料4と飼料6に魚油を追加した飼料を用いた。

#### 飼育管理

1 t 円形FRP水槽12面にブリ当歳魚（試験開始時約180g）を1水槽当たり20尾収容し、平成21年10月23日から12月21日までの60日間飼育した。給餌は、1週間当たりの日数を検証するため、5日/週、4日/週、3日/週とし、1日1回給餌した。試験区は、飼料4の5日/週給餌区を1・2区、4日/週給餌区を3・4区、3日/週給餌区を5・6区とした。飼料6の5日/週給餌区を7・8区、4日/週給餌区を9・10区、3日/週給餌区を11・12区と設定した。

なお、本試験は、鹿児島大学に再委託し、水産技術開発センターにて連携を取りながら実施した。

#### 魚体測定

試験開始時、中間時（2週間毎）、試験終了時に全数の魚体重と尾叉長を測定した。

#### 魚体の成分分析

試験開始時に5尾、終了時に各区5尾を取り上げた。魚体処理、成分分析等は試験2と同じとした。

#### 血液性状分析

試験開始時に5尾、試験終了時に各区5尾から採血し、個体別に自動血液分析装置（スポットケム、アークレイ株式会社製）を用いて血液性状を測定した。

### 【結果及び考察】

#### 飼育環境

飼育試験は、平成21年10月23日から12月21日までの60日間行い、開始時から終了時まで2週間毎に分け、それぞれⅠ～Ⅳ期とした。期間中の水温は、16.8～22.9℃（平均20.1℃）であった。各期の平均水温は、Ⅰ期で22.2℃、Ⅱ期で21.0℃、Ⅲ期で19.4℃、Ⅳ期で18.3℃であった。

DOは4.92～6.92mg/l（平均6.03mg/l）で推移した（図12）。

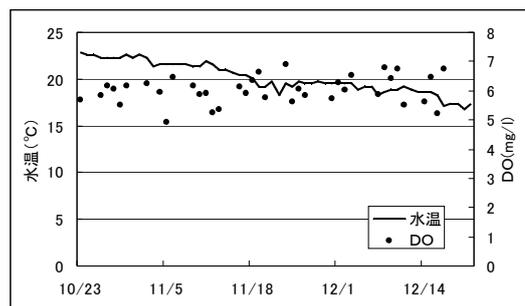


図12 飼育期間中の水温及び溶存酸素量

#### 飼育成績

飼育成績は、表7、表7-2、表7-3に示した。

試験期間中は、各区ともに良好で90%以上の生残率であった。飼料4の平均体重の推移を図13に、飼料6の平均体重の図14に示した。

〔飼料4〕魚体重は、5日/週給餌区が優れ、4日/週給餌区との間で有意差が見られた (Tukey  $P < 0.05$ )。

尾叉長も、魚体重と同じ傾向であった。日間給餌率は、統計的有意差は見られなかったが、給餌回数が多いほど高い傾向が見られ、増肉係数は、給餌回数が少ない方が優れる傾向であった。

〔飼料6〕魚体重は、4日/週給餌区がわずかに優れたものの、異なる給餌回数間で有意差は見られなかった。日間給餌率については、5日/週給餌区と3日/給餌区の間で有意差が見られ、給餌回数が多い方が高い値を示した (Tukey P<0.05)。増肉係数も、5日/週給餌区と3日/給餌区の間で有意差が見られ、給餌回数が少ない方が優れていた (Tukey P<0.05)。二元配置分散分析の結果、給餌回数及び魚油添加の違いは、成長指標へ有意差を与える要因とはならなかった。しかし、給餌回数の違いは、日間給餌率においては、3日/週給餌、4日/週給餌、5日/週給餌のそれぞれの間で有意差 (Tukey P<0.01) を、また、飼料転換効率及び増肉係数では、3日/週給餌、5日/週給餌の間で、有意差 (Tukey P<0.05) を与える要因となり、給餌回数が多くなる程、飼料の利用性が低下するものと思われた。

表7 飼育成績

飼育期間	試験区	給餌 (日/週)	平均体重(g)		増重率(%)	日間増重率(%)
			開始時	終了時		
I 期 10/23-11/5	飼料4(1・2区)	5日	184.6 ± 29.2	250.9 ± 43.0	35.9 ± 0.4	2.19 ± 0.02
	飼料4(3・4区)	4日	184.8 ± 28.7	233.0 ± 51.7	26.1 ± 0.6	1.66 ± 0.03
	飼料4(5・6区)	3日	183.2 ± 30.3	224.3 ± 47.8	22.5 ± 5.3	1.45 ± 0.31
	飼料6(7・8区)	5日	181.1 ± 29.0	234.9 ± 42.5	29.7 ± 0.7	1.86 ± 0.04
	飼料6(9・10区)	4日	181.9 ± 30.5	234.9 ± 49.7	29.1 ± 3.5	1.82 ± 0.19
	飼料6(11・12区)	3日	177.1 ± 29.9	218.8 ± 47.1	23.5 ± 4.8	1.51 ± 0.28
II 期 11/6-11/19	飼料4(1・2区)	5日	250.9 ± 43.0	322.4 ± 61.6	28.5 ± 1.4	1.79 ± 0.08
	飼料4(3・4区)	4日	233.0 ± 51.7	287.1 ± 78.8	23.3 ± 0.4	1.49 ± 0.03
	飼料4(5・6区)	3日	224.3 ± 47.8	274.6 ± 66.9	22.4 ± 5.5	1.45 ± 0.32
	飼料6(7・8区)	5日	234.9 ± 42.5	294.3 ± 60.2	25.3 ± 3.6	1.61 ± 0.21
	飼料6(9・10区)	4日	234.9 ± 49.7	299.8 ± 60.2	27.6 ± 4.2	1.74 ± 0.24
	飼料6(11・12区)	3日	218.8 ± 47.1	272.9 ± 74.9	24.8 ± 3.8	1.58 ± 0.22
III 期 11/20-12/3	飼料4(1・2区)	5日	322.4 ± 61.6	391.1 ± 87.8	21.3 ± 1.0	1.38 ± 0.06
	飼料4(3・4区)	4日	287.1 ± 78.8	343.5 ± 91.5	19.6 ± 5.8	1.28 ± 0.34
	飼料4(5・6区)	3日	274.6 ± 66.9	339.1 ± 74.5	23.5 ± 1.8	1.51 ± 0.11
	飼料6(7・8区)	5日	294.3 ± 60.2	358.1 ± 82.0	21.7 ± 5.0	1.40 ± 0.29
	飼料6(9・10区)	4日	299.8 ± 60.2	358.5 ± 73.5	19.6 ± 1.5	1.28 ± 0.09
	飼料6(11・12区)	3日	272.9 ± 74.9	342.2 ± 81.8	25.4 ± 3.8	1.62 ± 0.21
IV 期 12/4-12/21	飼料4(1・2区)	5日	391.1 ± 87.8	430.7 ± 98.6	10.1 ± 2.5	0.54 ± 0.13
	飼料4(3・4区)	4日	343.5 ± 91.5	379.0 ± 96.2	10.3 ± 3.1	0.55 ± 0.16
	飼料4(5・6区)	3日	339.1 ± 74.5	385.5 ± 90.9	13.7 ± 2.2	0.71 ± 0.11
	飼料6(7・8区)	5日	358.1 ± 82.0	399.5 ± 81.1	11.6 ± 4.3	0.61 ± 0.22
	飼料6(9・10区)	4日	358.5 ± 73.5	398.2 ± 80.3	11.1 ± 0.0	0.58 ± 0.00
	飼料6(11・12区)	3日	342.2 ± 81.8	388.0 ± 95.0	13.4 ± 0.2	0.70 ± 0.01
通算 10/23-12/21	飼料4(1・2区)	5日	184.6 ± 29.2	430.7 ± 98.6	133.4 ± 0.2	1.41 ± 0.00
	飼料4(3・4区)	4日	184.8 ± 28.7	379.0 ± 96.2	105.1 ± 3.9	1.20 ± 0.03
	飼料4(5・6区)	3日	183.2 ± 30.3	385.5 ± 90.9	110.4 ± 25.6	1.24 ± 0.20
	飼料6(7・8区)	5日	181.1 ± 29.0	399.5 ± 81.1	120.6 ± 4.8	1.32 ± 0.04
	飼料6(9・10区)	4日	181.9 ± 30.5	398.2 ± 80.3	118.9 ± 1.4	1.31 ± 0.01
	飼料6(11・12区)	3日	177.1 ± 29.9	388.0 ± 95.0	119.0 ± 9.0	1.31 ± 0.07

表7-2 飼育成績

飼育期間	試験区	給餌 (日/週)	日間給餌率(%)		飼料轉換 効率(%)		増肉係数 (乾物%)		生残率(%)	
I 期 10/23-11/5	飼料4(1・2区)	5日	2.76 ±	0.51	78.8 ±	1.5	1.19 ±	0.02	100.0 ±	0.0
	飼料4(3・4区)	4日	2.04 ±	0.04	80.9 ±	5.6	1.16 ±	0.02	100.0 ±	0.0
	飼料4(5・6区)	3日	1.97 ±	0.45	73.0 ±	1.6	1.28 ±	0.11	100.0 ±	0.0
	飼料6(7・8区)	5日	2.61 ±	0.28	70.8 ±	8.0	1.31 ±	0.03	100.0 ±	0.0
	飼料6(9・10区)	4日	2.21 ±	0.17	82.0 ±	4.0	1.13 ±	0.01	100.0 ±	0.0
	飼料6(11・12区)	3日	1.97 ±	0.39	76.4 ±	8.8	1.22 ±	0.15	100.0 ±	0.0
II 期 11/6-11/19	飼料4(1・2区)	5日	2.49 ±	0.32	71.4 ±	0.8	1.31 ±	0.05	100.0 ±	3.5
	飼料4(3・4区)	4日	2.08 ±	0.09	71.7 ±	1.7	1.30 ±	0.03	100.0 ±	0.0
	飼料4(5・6区)	3日	1.95 ±	0.35	74.0 ±	5.9	1.26 ±	0.09	100.0 ±	0.0
	飼料6(7・8区)	5日	2.44 ±	0.19	65.6 ±	10.0	1.42 ±	0.09	100.0 ±	0.0
	飼料6(9・10区)	4日	2.17 ±	0.06	79.8 ±	3.3	1.17 ±	0.14	97.5 ±	3.5
	飼料6(11・12区)	3日	2.10 ±	0.15	75.1 ±	9.5	1.24 ±	0.04	100.0 ±	0.0
III 期 11/20-12/3	飼料4(1・2区)	5日	1.83 ±	0.14	75.2 ±	1.9	1.24 ±	0.01	100.0 ±	0.0
	飼料4(3・4区)	4日	1.68 ±	0.10	76.0 ±	4.7	1.23 ±	0.19	95.0 ±	7.1
	飼料4(5・6区)	3日	1.81 ±	0.10	82.7 ±	7.8	1.13 ±	0.03	100.0 ±	0.0
	飼料6(7・8区)	5日	1.95 ±	0.12	71.7 ±	0.0	1.30 ±	0.16	100.0 ±	0.0
	飼料6(9・10区)	4日	1.78 ±	0.03	71.7 ±	14.8	1.30 ±	0.02	100.0 ±	0.0
	飼料6(11・12区)	3日	1.74 ±	0.15	92.7 ±	10.8	1.00 ±	0.14	92.5 ±	3.5
IV 期 12/4-12/21	飼料4(1・2区)	5日	1.16 ±	0.00	46.1 ±	0.6	2.03 ±	0.34	100.0 ±	0.0
	飼料4(3・4区)	4日	1.19 ±	0.07	45.8 ±	6.7	2.04 ±	0.33	100.0 ±	0.0
	飼料4(5・6区)	3日	1.29 ±	0.07	55.2 ±	3.1	1.69 ±	0.02	97.5 ±	3.5
	飼料6(7・8区)	5日	1.20 ±	0.03	50.8 ±	2.7	1.83 ±	0.75	97.5 ±	3.5
	飼料6(9・10区)	4日	1.24 ±	0.01	47.0 ±	7.0	1.98 ±	0.00	100.0 ±	0.0
	飼料6(11・12区)	3日	1.22 ±	0.05	56.9 ±	10.7	1.64 ±	0.18	100.0 ±	0.0
通算 10/23-12/21	飼料4(1・2区)	5日	1.96 ±	0.20	68.1 ±	0.1	1.37 ±	0.02	100.0 ±	3.5
	飼料4(3・4区)	4日	1.70 ±	0.01	67.4 ±	1.9	1.39 ±	0.04	95.0 ±	7.1
	飼料4(5・6区)	3日	1.69 ±	0.18	70.0 ±	4.2	1.34 ±	0.05	97.5 ±	3.5
	飼料6(7・8区)	5日	1.95 ±	0.12	64.2 ±	3.8	1.45 ±	0.05	97.5 ±	3.5
	飼料6(9・10区)	4日	1.79 ±	0.08	69.5 ±	3.4	1.34 ±	0.04	97.5 ±	3.5
	飼料6(11・12区)	3日	1.67 ±	0.18	74.3 ±	5.3	1.25 ±	0.03	92.5 ±	3.5

表7-3 飼育成績

給餌回数	開始時		I 期		II 期		III 期		IV 期	
5日/週	23.3	± 1.19	24.8	± 1.18	26.4	± 1.44	27.9	± 1.75	29.0	± 2.05
4日/週	23.3	± 0.98	24.40	± 1.28	25.5	± 1.65	26.9	± 1.87	27.9	± 1.95
3日/週	23.2	± 1.16	24.30	± 1.35	25.5	± 1.63	27.1	± 1.71	28.0	± 1.95
5日/週	23.2	± 1.07	24.50	± 1.20	25.8	± 1.44	27.1	± 1.68	28.1	± 1.63
4日/週	23.1	± 1.01	24.40	± 1.20	25.9	± 1.34	27.4	± 1.49	28.2	± 1.67
3日/週	22.9	± 1.12	24.10	± 1.19	25.4	± 1.68	27.1	± 1.68	28.0	± 1.87
5日/週	14.5	± 0.74	16.20	± 0.92	17.4	± 1.10	17.7	± 1.45	17.3	± 1.45
4日/週	14.6	± 0.79	15.70	± 1.57	16.8	± 2.12	17.1	± 1.69	17.1	± 1.30
3日/週	14.6	± 0.69	15.30	± 1.14	16.2	± 1.50	16.8	± 1.64	17.1	± 1.37
5日/週	14.4	± 0.70	15.90	± 1.07	16.9	± 1.16	17.5	± 1.55	17.7	± 0.97
4日/週	14.6	± 1.03	15.80	± 1.51	17.1	± 1.38	17.1	± 1.59	17.5	± 1.57
3日/週	14.6	± 0.75	15.40	± 1.43	16.2	± 1.84	16.9	± 1.42	17.2	± 1.47

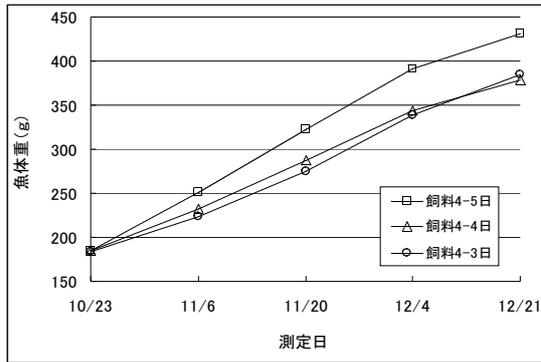


図13 飼料4の平均魚体重の推移

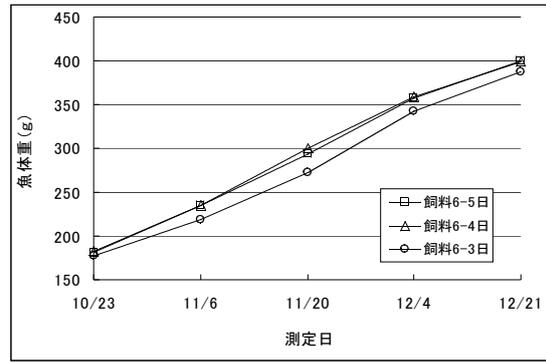


図14 飼料6の平均魚体重の推移

## 魚体の成分分析

魚体の成分分析結果、蓄積率及び負荷量を表8に示す。

終了時の魚体水分含量は、いずれも63%前後で差は見られなかった。飼料4の粗タンパク質含量は、4日/週給餌区が僅かに高く、粗脂肪含量は低い傾向であった。飼料6の粗タンパク質含量は、給餌回数による違いは見られなかったが、粗脂肪含量は給餌回数が少ないほど少なくなり、5日/週給餌区と3日/給餌区では有意な差が見られ (Tukey  $P < 0.05$ )、3日/週給餌区は低くなった。

二元配置分散分析の結果、給餌回数の違い及び魚油添加の有無は、魚体粗脂肪含量に有意差 (Tukey  $P < 0.01$ ) を与える要因となり、給餌回数が多い程、魚体の粗脂肪含量が高くなるものと思われた。

試験終了時の魚体リン含量については、試験区間で統計的有意差は見られなかった。

窒素蓄積率、負荷量ともに試験区間で有意差は見られなかったが、蓄積率では、試験1と同じ傾向を示し、飼料4より飼料6の方が高い傾向であった。また、両区ともに給餌回数が少なくなる程、窒素蓄積率は高くなった。窒素負荷量は、飼料4より飼料6の方が低い傾向を示した。また、両区における給餌回数との関係では、5日/週給餌区は、4日/給餌区及び3日/週給餌区との間に有意な差が見られ (Tukey  $P < 0.01$ )、負荷量は多かった。リン蓄積率及び負荷量は、窒素と同じ傾向を示した。

二元配置分散分析の結果、給餌回数と魚油添加率の違いは、窒素蓄積率において、有意差 (Tukey  $P < 0.05$ ) を与える要因となり、給餌回数の減、もしくは魚油添加により上昇する傾向が見られた。

タウリンについては、いずれも開始時より高くなっていったが、給餌回数の違いによる差は見られなかった。蓄積率については、飼料6では、給餌回数の減とともに蓄積率が上昇する傾向であった。

表8 魚体分析結果、蓄積率及び負荷量

時期	飼料	給餌回数	魚体成分(%)							蓄積率(%)			負荷量(kg/生産量t)	
			水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	窒素	リン	タウリン	窒素	リン	タウリン	窒素	リン
開始			71.8	19.8	4.1	3.6	3.2	0.61	0.17	—	—	—	—	—
終了	飼料4	5日/週	63.3	17.8	14.0	2.5	2.8	0.46	0.25	22.3	24.8	53.5	75.3	9.7
	飼料4	4日/週	64.2	19.0	12.7	2.7	3.0	0.50	0.21	27.7	28.0	46.0	69.8	9.3
	飼料4	3日/週	63.8	18.6	12.9	2.5	3.0	0.60	0.22	29.3	43.0	49.8	66.0	7.0
	飼料6	5日/週	63.0	19.4	14.5	2.7	3.1	0.55	0.21	25.7	35.8	44.2	75.4	8.3
	飼料6	4日/週	63.1	19.2	13.7	2.6	3.1	0.55	0.21	29.2	37.1	48.4	65.5	7.3
	飼料6	3日/週	63.9	19.2	12.9	2.7	3.1	0.53	0.22	31.4	37.7	53.3	59.7	6.8

## 血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表9に示す。

各試験区間で総ビリルビン、無機リンについては、統計的有意差は見られなかった。トリグリセリド、総タンパク、総コレステロール、カルシウムで統計的有意差が見られた。総タンパク、総コレス

テロールについては給餌回数の違いが、トリグリセリド、カルシウムについては、飼料及び給餌回数  
の違いによって値が変化した。

表9 血液性状分析結果

飼料	Ht(%)		Glu(mg/dl)		T-Cho(mg/dl)		BUN(mg/dl)		T-BIL(mg/dl)		T-Pro(mg/dl)	
開始時			175.0 ± 2.8		255.5 ± 2.1		12.0 ± 0.0		-*		2.7 ± 1.4	
飼料4-5日	53.8 ± 4.0		110.3 ± 10.2		385.5 ± 9.3		9.5 ± 0.6		0.7 ± 0.1		4.0 ± 13.9	
飼料4-4日	43.5 ± 6.9		134.3 ± 7.4		309.8 ± 10.6		9.3 ± 1.5		0.9 ± 0.6		3.7 ± 34.3	
飼料4-3日	47.8 ± 5.0		122.8 ± 11.4		341.8 ± 14.5		8.5 ± 0.6		0.9 ± 0.2		4.2 ± 51.6	
飼料6-5日	47.4 ± 5.1		118.3 ± 9.0		348.3 ± 23.0		10.0 ± 0.0		2.4 ± 2.0		4.4 ± 10.3	
飼料6-4日	46.3 ± 3.1		114.5 ± 9.1		328.0 ± 31.1		9.0 ± 1.2		1.5 ± 0.6		4.1 ± 9.7	
飼料6-3日	46.5 ± 8.7		115.0 ± 7.5		332.3 ± 11.4		8.5 ± 0.6		1.3 ± 0.3		4.1 ± 4.2	
飼料	GOT(U/l)		GPT(U/l)		TG(mg/dl)		Ca		IP(mg/dl)			
開始時	92.0 ± 1.4		10.0 >		43.5 ± 3.5		14.1 ± 0.0		5.1 ± 0.2			
飼料4-5日	45.5 ± 13.9		10.0 >		91.8 ± 2.8		16.1 ± 0.5		7.5 ± 0.2			
飼料4-4日	87.8 ± 34.3		30.0 ± 0.0		83.3 ± 13.0		14.4 ± 0.3		6.0 ± 0.7			
飼料4-3日	89.8 ± 51.6		16.0 ± 0.0		76.0 ± 5.6		15.5 ± 0.1		6.9 ± 0.5			
飼料6-5日	30.8 ± 10.3		30.8 ± 18.6		86.3 ± 2.2		15.7 ± 0.5		7.2 ± 0.2			
飼料6-4日	77.3 ± 9.7		28.0 ± 18.0		66.0 ± 2.9		15.4 ± 0.6		7.2 ± 0.1			
飼料6-3日	48.3 ± 4.2		14.8 ± 2.5		72.3 ± 3.1		16.8 ± 0.4		7.4 ± 0.7			

※-: 検出範囲以下

## まとめ

今回の試験では、試験2（ブリ）で用いた魚粉低減飼料のうち、増肉係数等の飼育成績で良好であった飼料4（魚粉21%+合成タウリン0.28%添加）に外割で魚油を添加した飼料と、飼料6（飼料4+魚油）に魚油を外割で添加した飼料を用いて、ブリ当歳魚を対象に給餌回数の違いが成長等に及ぼす効果を検討した。

飼育試験の結果、魚体重は飼料4では5日/週給餌区が優れたが、飼料6では5日/週給餌区と4日/週給餌区では差は見られなかった。飼料転換効率や増肉係数については、両飼料ともに1週間当たりの給餌回数が少なくなるにつれ改善される傾向にあった。一方、飼料間の比較では、魚体重は飼料4の5日/週給餌区が最も優れ、次いで飼料6の5日/週給餌区と4日/週給餌区が同等の成績であったことから、魚粉量を21%に低減した場合、合成タウリンや魚油を添加した飼料では、1週間当たりの給餌回数は、5～4回が適していると考えられた。

なお、本事業の結果は別途、「平成21年度持続的養殖生産・供給推進事業（低コスト飼料・効率的生産手法開発委託事業）報告書」として、水産庁へ提出した。

# 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業Ⅲ (魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質化システム技術開発) \*

保聖子, 鶴田和弘

## 【目的】

生鮮魚介類の品質は、体成分、色調、呈味性、匂い、テクスチャーなどの物理的・化学的要素に加え、漁獲前の魚介類の生理状態、漁法、温度管理条件など鮮度や漁獲前後の取扱いなどによって大きく変化することが知られている。近年の水産物品質制御に関する基礎研究では、漁獲時あるいは養殖物の収穫時の致死条件コントロールによる高鮮度維持技術や水揚げ前の蓄養時の特殊環境馴致による体成分変動を利用した高品質化に関する研究の進展がめざましい。また、生産現場では漁獲物を安全に効率良く蓄養施設まで運搬する技術、最適な蓄養条件、蓄養時の歩留まりや最適なメ条件が求められており、新しい漁業(活魚運搬方法を含む)いわゆる加工・出荷後流通温度、適温保持流通システムに蓄養システムを加えた新しい流通システムを構築し、水産物の高品質化による高付加価値化を実現することを研究目的とする。

\*ここで記載する蓄養とはすべて、無給餌での放養をいう。

## 【材料及び方法】

### 試料

試験魚には、漁獲ストレスの負荷が大きい旋網漁業で漁獲されるサバを使用した。

蓄養による漁獲ストレス回復効果確認試験には平成21年11月に鹿児島県西方海域で漁獲され、阿久根市深田漁港内に設けた2m角イケスに蓄養されたサバ200尾を試験に供した。(平均体長25.3cm, 平均体重189.3g肥満度(W/L<sup>\*3</sup>\*1000)10.5)

蓄養期間中の肉質等の変化については、平成21年7月～8月に鹿児島県西方海域で漁獲され串木野市地先で蓄養されたゴマサバを購入し水技センターに搬入後54尾を試験に供した。蓄養魚の冷蔵流通試験は平成21年8月20日に漁獲され、串木野市地先で3日間蓄養されたゴマサバ(首折り氷メによる即殺処理, 平均体重555.0g)を購入し水技センターに搬入後5尾を試験に供した。

また、刺身用冷凍サバフィレー開発試験には、平成21年9月30日に鹿児島県西方海域で漁獲され串木野市地先で3日間蓄養されたゴマサバ5尾を購入し水技センターに搬入後試験に供した。(首折り氷メによる即殺処理, 平均体長39.7cm, 平均体重888.1g, 肥満度13.7)

### 蓄養による漁獲ストレス回復効果

漁獲時のストレス等疲労回復効果に安静蓄養が有効であるとの知見は一部の魚種で確認されている<sup>1)</sup>。そこで、昨年度に引き続き多獲されたサバについてストレス回復に必要な蓄養日数(時間)を明らかにするため試験を実施し、グリコーゲン、乳酸、ATP、pH及び血漿コルチゾルを調べた。

試験は実際の揚網行為と同程度のストレス負荷(20分間の強制揚網)を与え、負荷直後を試験開始とし、以後3時間ごとに24時間後まで各6尾ずつから背部普通筋(剥皮)を採取しグリコーゲン、乳酸、ATP分析に供した。pHは背部に直接電極を差し込み計測した。また、血漿コルチゾル分析用には別途各30尾ずつ尾丙部から22ゲージ注射針付きシリンジで血液を採取し分析に供した。なお、すべてのサンプリングは魚が暴れないようにタモ網で掬い、直ちにフェニキシエタノールによる深麻酔を施し行った。

\*) 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業((独)水産総合研究センター委託事業)

## 蓄養期間中の肉質等の変化

昨年度実施した同試験において、水温下降期(10月下旬～2月)における3週間の無給餌蓄養期間中には肥満度の減少が小さく、精肉部の脂質含量の低下も少ないことを報告した<sup>2)</sup>。そこで、今年度は水温上昇期(7月上旬～8月中旬)における3週間の無給餌蓄養期間中の肉質等の変化を調べ、季節に応じた蓄養サバの出荷適正日の検討を行った。

サンプリングは漁獲当日から蓄養3週までの間に4～5回の間隔で実施し、計2サイクル行った。(1サイクルの供試魚は全て同一群で蓄養条件が同じものを用いた。)なお、分析は肥満度、精肉部の一般成分(灰分を除く)及び遊離アミノ酸について行った。

## 蓄養魚の冷蔵流通における品質試験

冷蔵流通における品質を調べた。流通条件は発砲スチロール箱を容器として、下氷の上に果物用緩衝材を敷き、さらにその上にサバを載せた状態で5℃冷蔵庫内で保管し、その品質を調べ冷蔵流通試験とした。品質の状態を破断強度、pH、ATP含有量から調べた。

## 蓄養魚の刺身用冷凍フィレの開発

冷蔵流通における品質試験と同様の方法でメッシュ梱包し陸送されたものを使用した。フィレ状に整形後真空包装しアルコールブライン凍結で1時間掛けて凍結し-40℃のストッカーで3ヶ月保管したものを解凍し、その品質を生鮮時と品質と比較し刺身商材としての適正を評価した。なお、評価指標は解凍ドリップ、破断強度及び色調とした。

## 【分析・測定手法】

血漿コルチゾル:採取した血液を直ちに遠心分離(4000rpm\*5min)し得られた血漿をCortisol,ExpressEIA Kit(Cayman chemical company社製)により分析した。

筋肉グリコーゲン:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後アンスロン法にて分析した。

筋肉乳酸:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後、F-キット-乳酸((Roche Diagnostics社 ドイツ製)により定量分析を行った。

筋肉ATP:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後、高速液体クロマトグラフ(島津製作所製)にて定量分析を行った。(分析条件は昨年度本報告書と同様)

筋肉pH:突き刺し型携帯pH測定器により直接魚肉にプローブを突き刺し測定した。

肥満度:体重(g)/体長(cm)<sup>3</sup>\*1000により算出した。

一般成分分析:供試魚は、片側を卸し、薄皮及び腹骨を取り除いたものを1尾ずつ微細化し、分析に供した。また、粗脂肪分析については、前述同様薄皮及び腹骨を取り除き皮下から1cmの位置までを皮下側、残りを内臓側として部位別に分析に供した。なお、微細化したサンプルは-35℃で凍結保管し分析の際に解凍して使用した。

ア 粗タンパク:タンパク質迅速定量装置による測定後、タンパク係数6.25を乗じて算出した。

イ 粗脂肪:ソックスレー抽出法による。

ウ 水分:常温加熱乾燥法(105℃)による。

遊離アミノ酸:一般成分同様に処理した魚肉に20%トリクロロ酢酸を加えホモジネートした後5000rpmで10min遠心分離して上澄液を得、高速液体クロマトグラフィーにて定量分析を行った。

破断強度:供試魚は5尾用い、その胸びれ後方を体側と鉛直方向に1cm厚に5～6片切りだし、皮と中骨を

切除した背中側から筋肉の厚さがほぼ均等な3片を抽出し、1片あたり3箇所測定し45データを得た。測定にはサン科学社製レオメータCR-500DXを用い測定条件は以下のとおりとした。

使用プランジャー：φ5mm円盤 侵入速度：1mm/sec

繰り返し：2回

侵入深さ：6mm

クリアランス：1mm

解凍ドリップ：急速解凍（流水30min，冷蔵庫内で1hr. 放置）及び緩慢解凍（冷蔵庫内で6～9hr. 放置）したものについて，流出した肉汁及び取り出した魚肉を紙タオルで拭き取りその合計を肉汁計とし，魚肉100gに発生するドリップ量として算出した。

色調：供試魚は5尾用い，その背びれ後方を体側と鉛直方向に1cm厚に3片切りだし，皮・中骨は付けたまま1片あたり3箇所のL\*a\*b\*を測定した。

## 【結果及び考察】

### 蓄養による漁獲ストレス回復効果

コルチゾルはストレスに対する内分泌の反応でありストレスに曝されることにより血中に放出される。血漿コルチゾルを分析した結果，漁獲ストレス負荷直後は $339 \pm 63.8 \text{ ng/ml}$ であったが，蓄養時間の経過に伴い数値が急激に低下し6時間後には $124 \pm 69.2 \text{ ng/ml}$ となった。（図1）このことから，蓄養することで，漁獲により付与されたストレスが回復されることが示唆された。一方，筋肉中の乳酸は負荷直後に $21.86 \pm 5.2 \mu \text{ mol/g}$ であったが，蓄養3時間後には $37.40 \pm 7.16 \mu \text{ mol/g}$ と最高値となった。その後は，蓄養時間の経過とともに緩やかに減少したが，24時間経過後においても負荷直後の数値には戻らなかった。筋肉のpHは，乳酸の増加に呼応するように蓄養開始から6時間後まで低下した。（図2・3）また，筋肉中のATP量は負荷直後に $7.5 \pm 0.7 \mu \text{ mol/g}$ であり蓄養開始から3時間時には $8.7 \pm 0.7 \mu \text{ mol/g}$ と僅かに増加する傾向を示した。これに対し筋肉中のグリコーゲン量は負荷直後に $6.50 \pm 1.05 \text{ mg/g}$ であったが，蓄養経過とともに緩やかに低下し，6時間後には $5.86 \pm 2.07 \text{ mg/g}$ となった。このことから，グリコーゲンの分解により速やかにATP合成が行われた結果ATP量の維持に繋がったものと推察された。（図4）これらのことから，漁獲負荷直後に海面いけす等で一時蓄養することで，ストレス回復や筋肉に蓄積した乳酸が回復するなどの効果をもたらすことが確認された。しかしながら，蓄養開始から24時間経過後も負荷直後の状態に戻るまでには至らなかった。このことから，漁獲ストレス回復には，最低限1日以上は必要であろうと判断された。

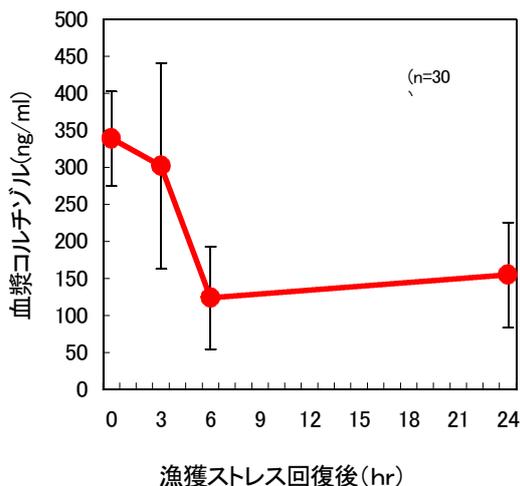


図1 血漿コルチゾルの変化

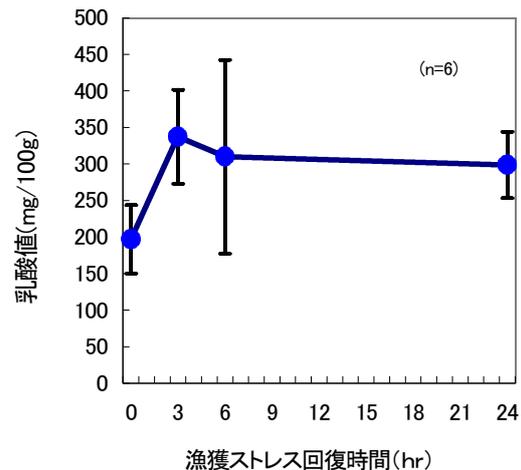


図2 乳酸の変化

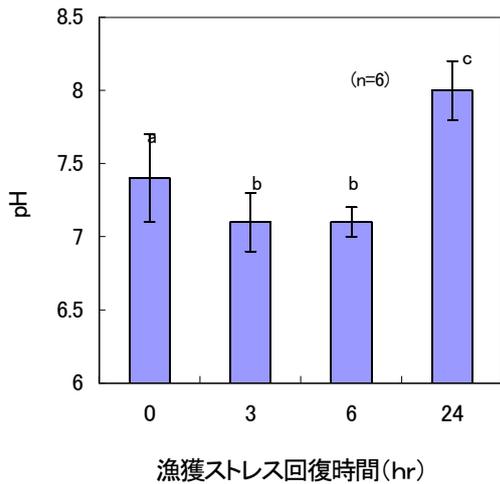


図3 pHの変化

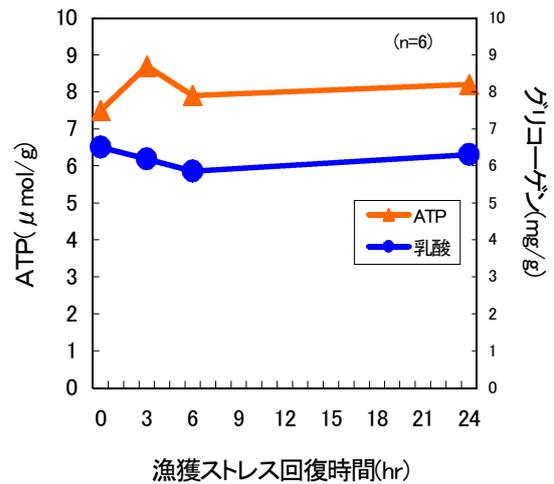


図4 ATP及びグリコーゲンの変化

### 蓄養期間中の肉質等の検証

肥満度についてみると1回目及び2回目ともに蓄養日数の経過とともに緩やかに減少する傾向が確認された(図5)。蓄養開始時(2回目については、1日経過後)の肥満度は14.75(1回目)と14.16(2回目)であったが蓄養3週間後には12.73(1回目)及び12.18(2回目)と減少した。水温上昇期における肥満度は、減少度の小さい水温下降期とは傾向が異なることがわかった。また、肝臓重量比(肝臓重量/魚体重)も肥満度と同様の減少傾向を示した。(図6)

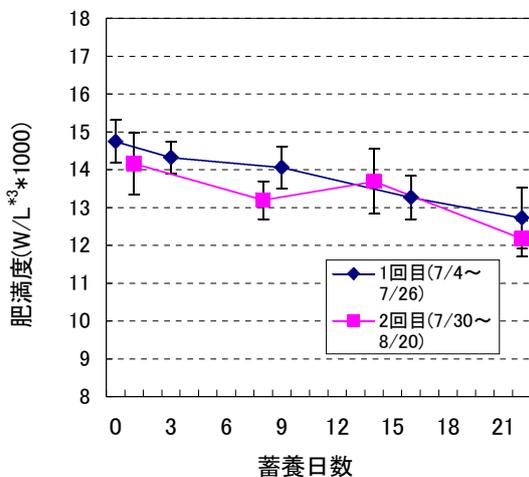


図5 肥満度の変化

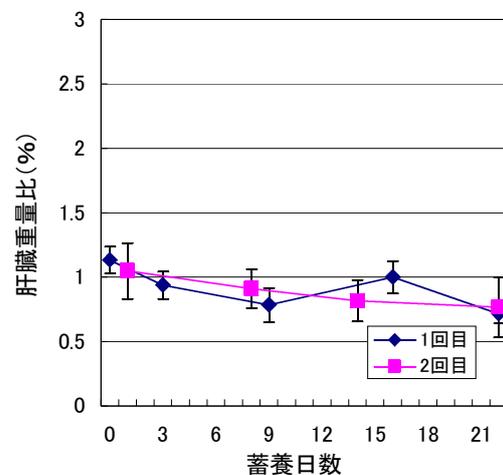


図6 肝臓重量の変化

1回目の筋肉脂肪量は、水温下降期と同様蓄養開始直後の11.6%から一時的に増加し、蓄養3日目に14.0%に達した。その後9日目まではほぼ一定の水準を保ったが、16日目には9.9%となり、蓄養開始からおよそ2週間後から急激な脂肪の減少が確認された。2回目については、蓄養開始直後のサンプルが入手できなかったこと、また、蓄養1日目のサンプルの次に入手した8日目のサンプルにおいて分析値のバラツキが大きかったことこの理由から昨年度並びに今年度の1回目で確認された蓄養開始直後からの脂肪の増加傾向は把握できなかった。なお、2回目についても2週間を経過する頃から急激な脂肪の減少が確認された。(図7)

さらに筋肉脂肪について、外皮側と内臓側に分けて分析したが、蓄養期間中における脂肪の動向は両側と

も同じであったことより、当初想定された蓄養期間中における筋肉内脂肪分布の変動は確認されなかった。

筋肉中の粗タンパク質については、蓄養期間中の変動は、ほとんどなかった。このことから、季節によらず2週間程度の蓄養では飢餓状態であるにも拘わらず筋肉脂肪・タンパク質ともに変動は小さく肉質に影響を与えないことがわかった。

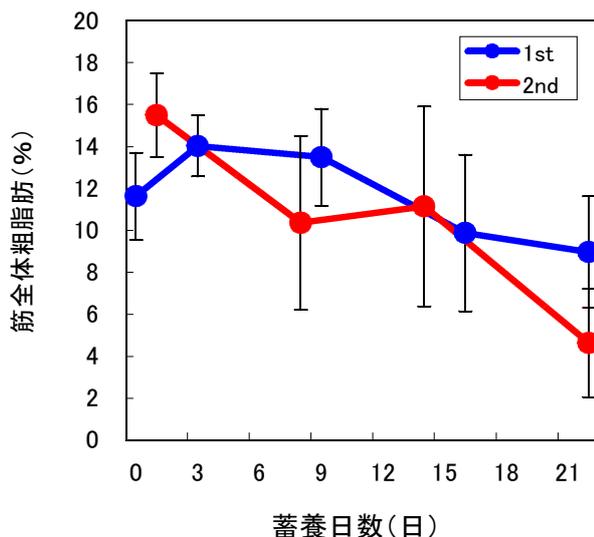


図7 筋肉脂肪の変化

### 蓄養魚の冷蔵流通における品質試験

致死後9時間経過した筋肉のATP量について分析した結果、 $7.1 \pm 1.8 \mu\text{mol/g}$ であった。この数値は、同じ漁法で漁獲し蓄養せずに水揚げされ、その後冷蔵流通されたサバと比較すると非常に高いレベルであった。また、致死後13時間の肉質の弾力(破断強度)を測定したところ $777 \pm 181\text{g}$ であった。この値は、蓄養せずに水揚げされたサバの $669 \pm 157\text{g}$ と比較して高い数値である。以上のことから、蓄養されたサバは同じ漁法で漁獲され蓄養せずに水揚げされたサバと比較して、冷蔵流通間における品質低下が少なく魚肉の弾力性も高く、歯ごたえの増強といった刺身としての適正が高まることが確認された。(図8)

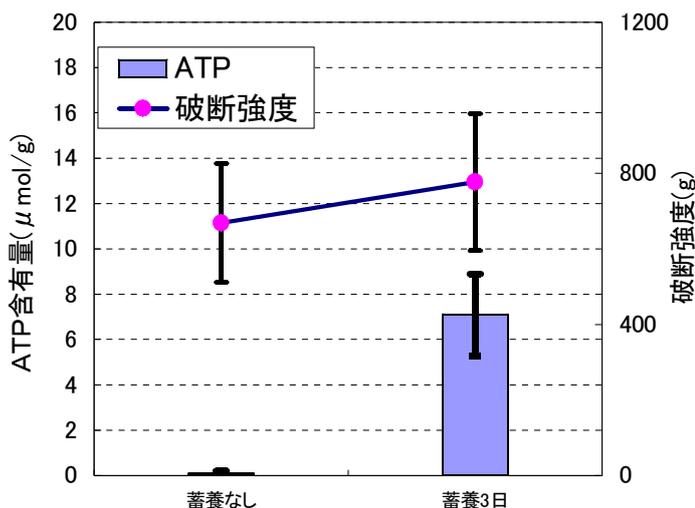


図8 ATP及び破断強度の比較

### 蓄養魚の刺身用冷凍フィレの開発

蓄養3日目のサバから試作した冷凍フィレを3ヶ月間冷凍保管し、その品質を調べた。その結果、解凍方法によってドリップの流出量や解凍硬直の出現の有無など相違が見られた(表1)。緩慢解凍を行うことで、解凍ドリップの流出が最低限に抑えられ解凍硬直の発現も抑制できることが確認された。一方、刺身適正の要素の一つである魚肉の弾力性については、図9に示すように破断強度のバラツキが少なくなる一方、破断強度の平均値はほぼ横ばいであり生鮮時と比較して差がないという結果が得られた。しかし、このことを以て解凍魚の刺身の食感が生鮮の刺身と差がないとするのは早計であり、生鮮での破断強度は切り身に見られる柔らかい部分と固い部分の混在が数値にバラツキを与えていると示唆され、このことが食感に与える影響も加味して試食試験を行い総合的に判断すべきであると考えられた。

表1 ドリップ量の比較

解凍条件	発生ドリップ量 (%)
急速解凍	12.34
緩慢解凍	2.99

刺身の色調についての結果を図10に示すとおり冷凍サンプルではL\* 値が高くやや透明感に欠けたものの生鮮時と比較し外観上、遜色のないレベルであった。

### 【まとめ及び今後の課題】

漁獲ストレス回復試験の結果から漁獲後一時的に蓄養することは漁獲で受けたストレスを回復させる効果があることが明らかになった。しかしながら、ストレス回復試験においては、漁獲時疲労、つまり蓄積した乳酸の回復には24時間以上必要であることは確認されたが、期間を絞り込むことはできなかった。一方で、蓄養せず水揚げされたものと比較すると、締めてからの時間が同じでも明らかに高鮮度状態が維持され刺身向け商材としての適正が高まることが明らかにされた。このことは、漁労に蓄養を組み合わせることで、同じ魚を同じ漁法で漁獲した場合、より付加価値の高い魚として販売される可能性を提示しており、有限の資源を利用する漁業にとって大変有用な手法であることを裏付ける結果となった。

刺身用冷凍フィレー試験については、まだ開始したばかりで満足のいく試験内容でなかった。今後は、刺身としての適正を評価するために官能試験(食味アンケート)の実施も行い、高品質刺身用冷凍フィレーの実用化に向けた試験を実施する必要がある。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご支援賜りました鹿児島県旋網漁業生産組合及び(有)海盛水産に深く感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 安崎友季子・滝口明秀・小林正三:底曳網漁獲ヒラメの鮮度保持と蓄養による高品質保持.水産学シリーズ,恒星社厚生閣(2004)

# 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅳ

## (通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化\*)

保聖子, 前野幸二

### 【目的】

通電加熱は、電気抵抗体である食品に電気を流すことで、食品自身が自己発熱する加熱方法である。そのため、従来のような加熱媒体(煮熟水)がほとんど不必要となる。そこで、従来大量の煮熟水を必要としたシラス加工に通電加熱技術を導入し、煮熟水へのエキス流失の少ない旨みの多いシラス干し加工品の開発を行うとともに、瞬間殺菌技術の応用による生鮮シラス流通促進のための殺菌条件を検討する。

### 【材料及び方法】

#### 試料

2010年1月に志布志湾で漁獲されたシラスを用い、試験実施まで $-70^{\circ}\text{C}$ で凍結保管し、直前に流水解凍し使用した。ただし、従来法との比較試験には2009年10月に東シナ海沿岸で漁獲されたシラスを用いた。

#### 通電加熱

エキスや旨み等流失の少ないシラス加工品のための通電加熱は、写真1に示す通電加熱装置((株)フロンティアエンジニアリング製)を用いて行った。加熱部である100mm角水槽型対面電極装置(写真2)にシラスを入れ下記に記す1及び2の通電加熱条件の元100Vで通電を行った。魚体温度が $80^{\circ}\text{C}$ に達してからは、電圧を微調整し温度を保持しつつ2分間の加熱を行った。

なお、通電加熱中のシラス魚体の温度は記憶計用温度センサーSK-LT II-8(佐藤計量器製作所製)を用いて測定し、10sec毎の温度を記録した。

#### エキス流出が少なく旨みの多いシラス加工品のための通電加熱条件の検討

通電加熱においては導電率を上げるために若干の食塩水を利用する(以下外液水という)。これまでに国内においてシラスの加熱に通電加熱が行われたことはなく、シラス加工に適した通電加熱条件は不明である。そこで、利用する食塩水の量と濃度を変えてエキス流出が少ないシラス加工品のための通電加熱条件を検討した。

##### 1 外液水濃度の検討

外液水の濃度は0, 0.1, 0.2, 0.5%  
及び従来の煮熟法で用いられる2.5%



図1 通電加熱電源装置

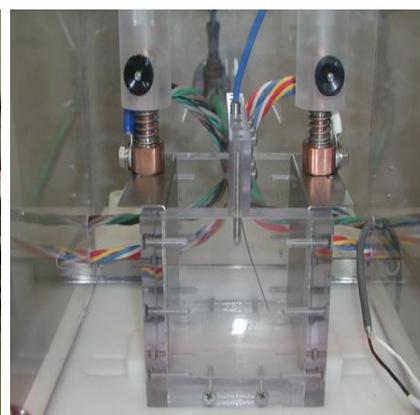


図2 加熱部水槽

\*) 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業((独)水産大学校委託事業)

の5通りとした。加熱後シラスを水切りし、魚体に含まれる窒素、エキス態窒素及びイノシン酸量について分析した。

## 2 外液水量の検討

外液水の量は、魚体重の0.125倍、0.25倍、0.5倍、及び1.0倍4通りとした。加熱後シラスを水切りし、魚体に含まれる窒素、エキス態窒素及びイノシン酸量について分析した。

## 3 従来法(煮熟法)との比較

本県のシラス加工で一般に行われている手法として魚体重の1.5倍量の塩分2.5%食塩水を用いて熟加熱を行った。加熱後シラスを水切りし、魚体に含まれる窒素について分析した。

### 通電加熱によるシラス加工品の冷蔵保管中の品質

上記1及び2の条件で加熱処理したシラスを蓋付き容器に入れ、5℃冷蔵庫内で保管し3日後の一般生菌数を計測した。

### 分析・測定法

窒素:ケルダール法にて分析し、dry換算した。

エキス態窒素:25%トリクロロ酢酸で除タンパク処理を行った後、遠心分離し得られた上澄みをケルダール法にて分析し、dry換算した。

イノシン酸:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後、5000rpmで10min遠心分離し上澄液得た。これを中和し0.45 μmのメンブランフィルターでろ過したものを高速液体クロマトグラフィーに付し測定した。分析条件については、以下のとおりとした。

測定カラム:Shodex AsahipakGS-320 7E(昭和電工)

移動相:0.2mMリン酸緩衝液(pH2.9)

検出波長:260nm

一般生菌数:サンプルのホモジネート液を適宜希釈し使用した。培地には、標準寒天培地を用い混釈法で35℃48h培養した後コロニーを計数した。

## 【結果及び考察】

### エキス流出が少なく旨みの多いシラス加工品のための通電加熱条件の検討

#### 1 外液水濃度の検討

シラス魚体温度が80℃に達するまでの時間は、外液水の塩分濃度の影響を大きく受け、外液水量の多少に関わらず低濃度ほど時間がかかった。塩分濃度2.5%における80℃到達時間は2~4分であったのに対し、塩分濃度0.1%におけるそれは5~8分とおおよそ2倍の時間を要した。このことは、外液とした食塩水の電気伝導度が濃度が高い程導電率が上がることに起因するものであった。(図3)

また、エキス態窒素量についてみると、外液量が0.5倍及び1.0倍つまり条件のなかで外液水量が多い場合は、外液の塩分濃度が高いほど、エキス態窒素の残存量も高い結果となった。このことから、累積加熱時間の長短が魚体に残存するエキス態窒素量に影響を及ぼしているものと考えられた。(図4)

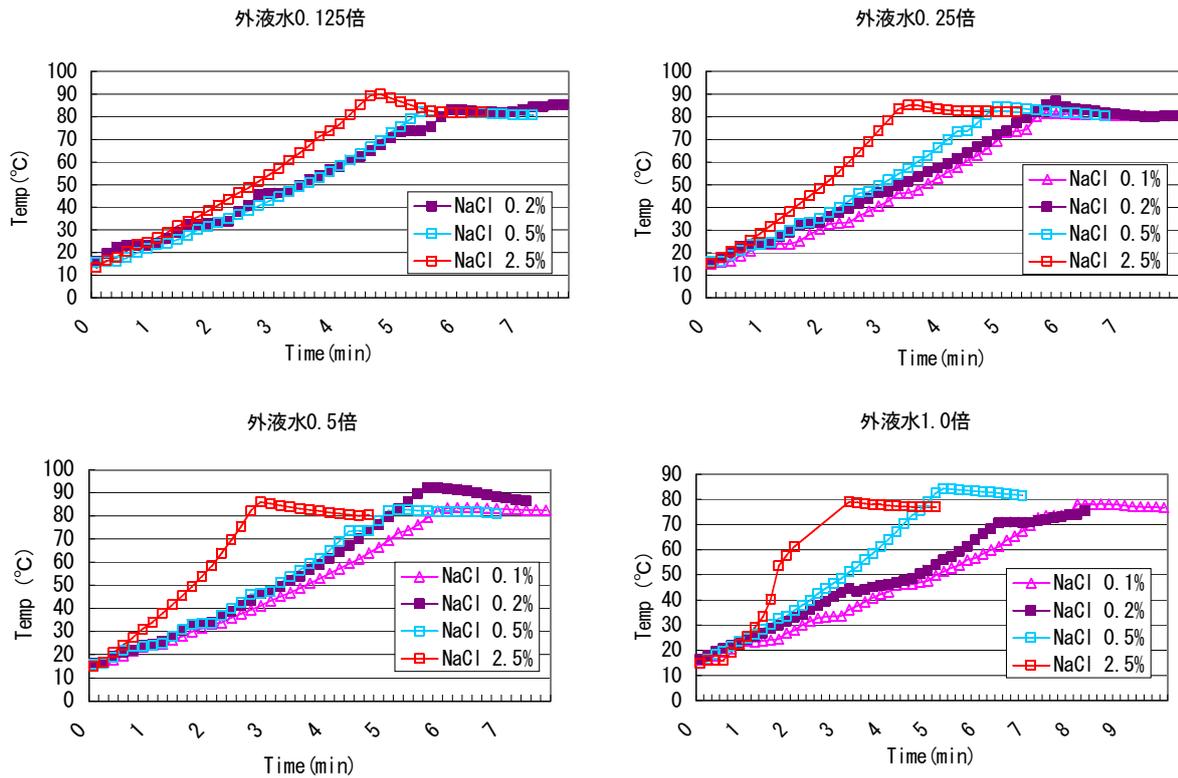


図3 外液の塩分濃度と魚体温度80°C到達速度の関係

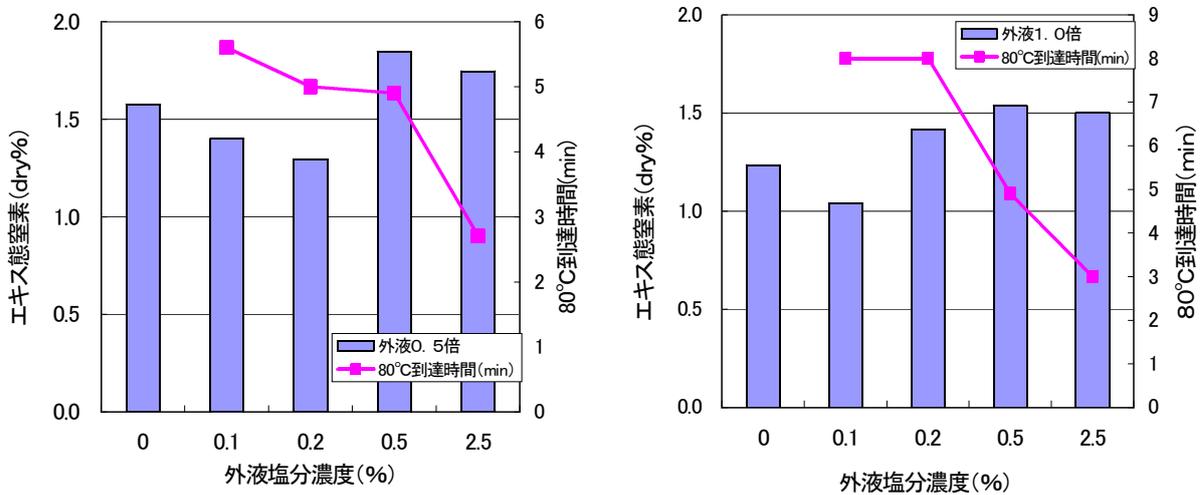


図4 魚体加熱速度とエキス態窒素の関係

一方、イノシン酸については、外液の塩分濃度と魚体中のイノシン酸量との間に関連性は見い出せなかったものの、0.2%濃度で外液水量が0.5倍量の場合ATP関連物質に占めるイノシン酸の割合が特異的に高い結果となったが、要因については明らかにできなかった。(図5)

窒素についてみると外液水量の最も少ない0.125倍の場合では、2.5%濃度で最も低く12.85(%・dry)となり、0.5%濃度で最も高く13.93(%・dry)であった。また高低差は1.08(%・dry)であった。これに対し外液水量が多い

0.5倍の場合においても、2.5%濃度で最も低い12.07(%・dry)となり、0.5%濃度で最も高く13.97(%・dry)であった。1.0倍の場合でも2.5%濃度で最も低く11.80(%・dry)となり、0.2%濃度と0.5%濃度の両方で最も高い13.58(%・dry)となった。これらのことから、外液水量が多い場合は、外液濃度による影響を受けやすく魚体に残存する窒素量の差が大きくなるものと考えられた。(図6)

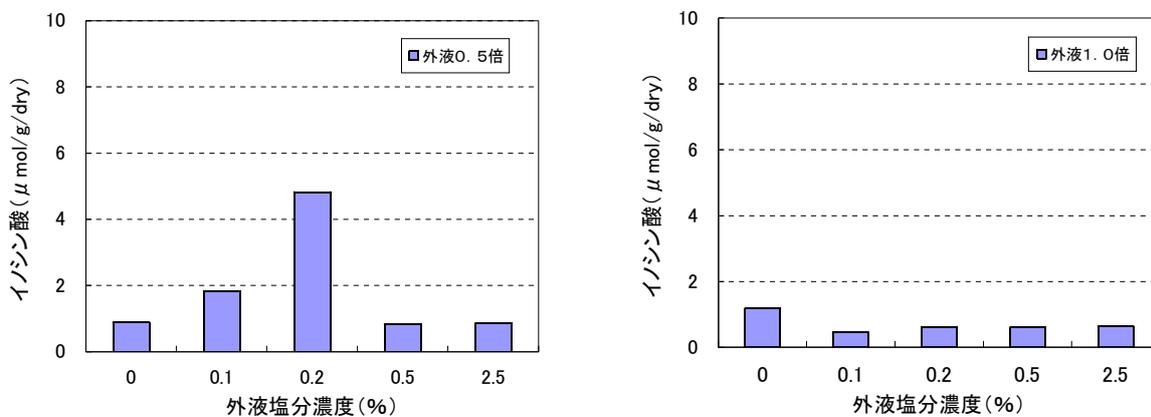


図5 外液塩分濃度とイノシンの関係

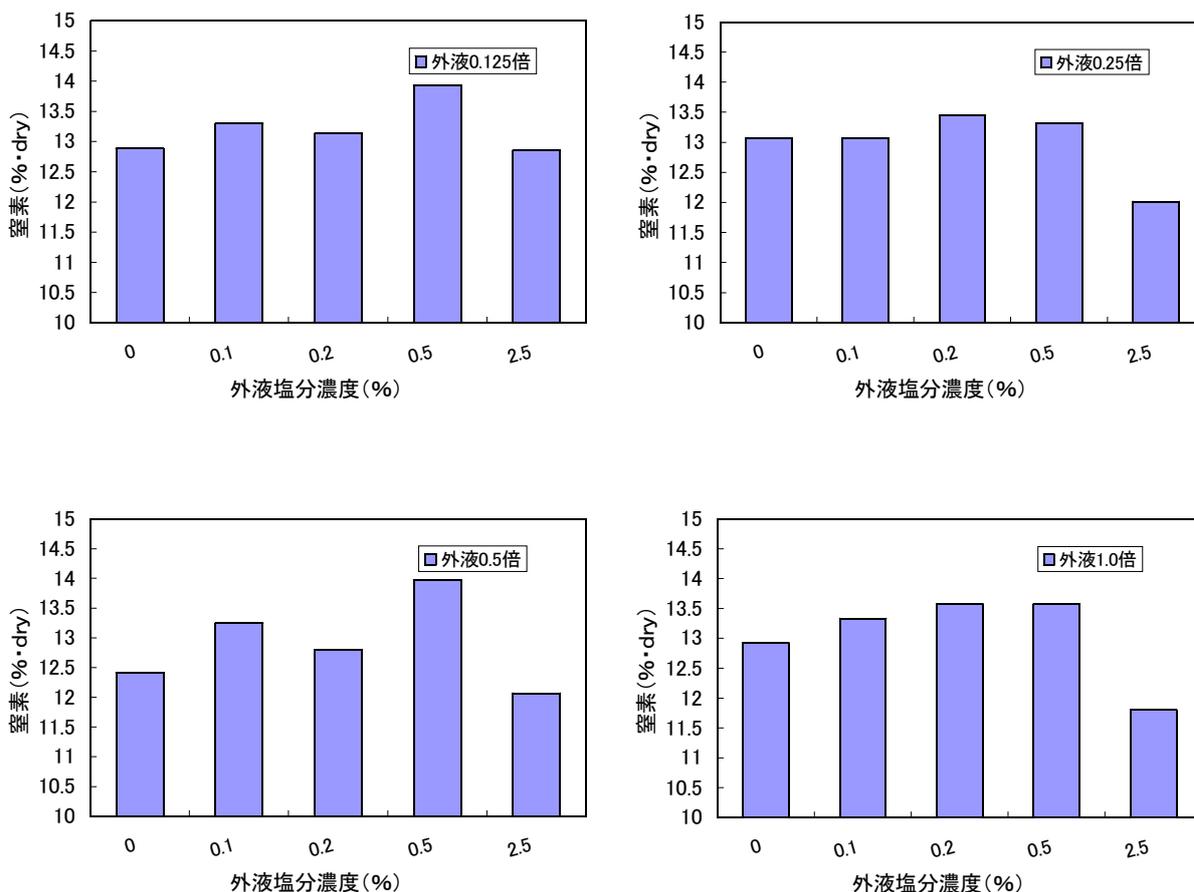


図6 外液塩分濃度と窒素量の関係

## 2 外液水量の検討

外液水を0mlとした場合には、瞬間的に加熱が起こりシラス魚体温度が80℃に達するまでの時間が最も短かくエキス等の流失もないものであったが、魚体が固まりダンゴ状となり、外観を損なう結果となった。これは、シラス魚体に海水が付着していたため導電率が上がったこと、また、外液水がないため魚体同士が接触したまま瞬間的に加熱されタンパクが凝固したためと考えられた。外液水を用いる場合、その水量が多く、塩分濃度が低い程80℃到達時間は長くなった。(図7)

また、エキス態窒素量については、外液水量の増加に伴い減少する傾向が確認された。また、最もエキス態窒素量の多い条件は、2.5%濃度の外液水を魚体量の0.25倍使用した場合であった。液中へのエキスの流失を抑制するためには外液水量を可能な限りすくなくすることが重要である。(図8)

## 3 従来法(煮熟法)との比較

魚体に残存する窒素について通電加熱法と煮熟法について比較した結果、煮熟加熱法では12.05(%・dry)であり、通電加熱処理に対して低い値となった。このことから、通電加熱することで、シラス魚体から煮熟水中へのエキス等の流失が抑制できることが確認された。

### 通電加熱によるシラス加工品の冷蔵保管中の品質

計測結果を表1に示す。どの条件の組み合わせにおいても一般生菌数は、 $10^2$ レベルで

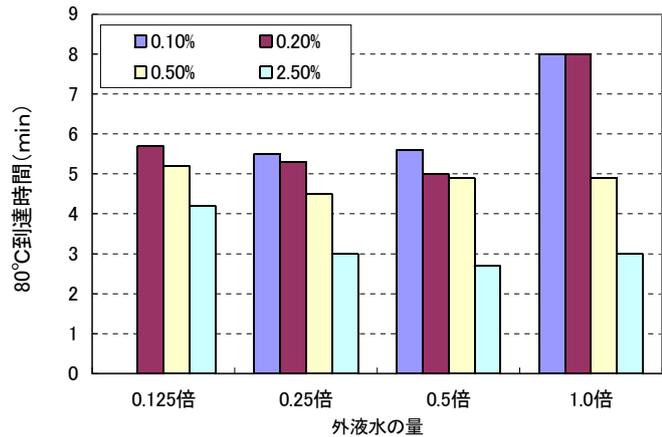


図7 外液水量と80℃到達(魚体温)までの時間

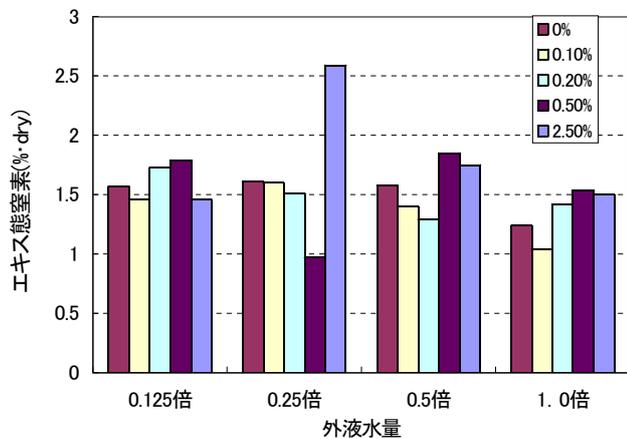


図8 外液水量とエキス態窒素の関係

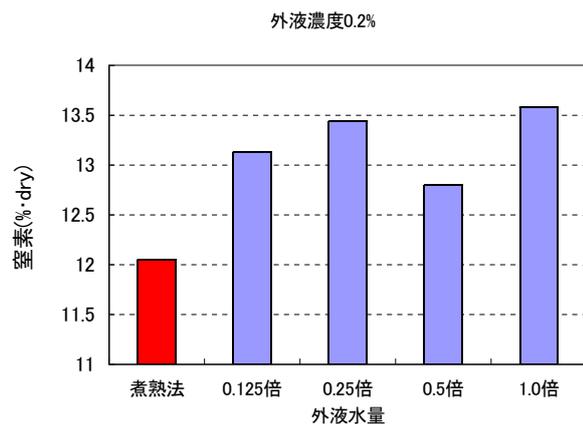


図9 従来法との比較(魚体中の窒素)

問題のない範囲であった。また、加熱条件による影響は確認出来なかった。

NaCl (%)	0	0.1	0.2	0.5	2.5
0.125倍	0	$5 * 10$	$1.5 * 10^2$	0	$1 * 10^2$
0.25倍	0	0	$5 * 10^2$	0	$5 * 10$
0.5倍	$5 * 10$	$1 * 10^2$	$2 * 10^2$	0	0
1.0倍	$1.5 * 10^2$	0	$1.5 * 10^2$	0	$3 * 10^2$

# 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－V (養殖ブリの抗酸症に関する研究)

平江多績, 村瀬拓也

## 【背景・目的】

近年、西日本の養殖場においてブリ (*Seriola quinqueradiata*) の抗酸菌症による被害が増加傾向にある。ブリの抗酸菌症は1986年に高知県宿毛湾で初めて報告された疾病である。本症の外観症状は腹部が著しく膨満し、体色の黄色化が認められ、剖検すると腎・脾臓の肥大や多数の粟粒結節を形成し、各臓器は広範囲に癒着しており、原因細菌は *Mycobacterium* sp. とされた。<sup>1)</sup>その後、2004年に南日本で本症例に類似したブリから分離された細菌が *M. marinum* に同定され、国内初の養殖ブリの *Mycobacterium marinum* 感染症として記載された。<sup>2)</sup>また、昨年度の本研究では、カンパチ (*Seriola dumerili*)、ヒラマサ (*Seriola lalandi*)、シマアジ (*Pseudocaranx dentex*) についても抗酸菌症を確認し、生化学的性状試験結果から全ての分離菌株は *M. marinum* であると同定された。<sup>3)</sup>しかし、*M. marinum* は人の皮膚病などの原因となる人畜共通病原体として報告がある。<sup>4)</sup>このことは食品である養殖魚の安全性を著しく脅かすことから、原因細菌の同定についてはより慎重な検証が求められた。今年度は、西日本の養殖場から収集した菌株の生化学的性状について再検討し、培養温度による菌株の毒性についても調べた。また、分子遺伝学的性状についても詳しく調べ、*Mycobacterium* 属細菌の報告に照らして検証した。なお、今年度も引き続き本県での本症発生状況について把握し、昨年度に得られた養殖ブリの抗酸菌症原因細菌の抗体価の推移と本症による死亡との関連については、屋内水槽で感染試験を行い検証した。なお、本研究については、農林水産省の平成21年度養殖衛生対策推進事業(養殖衛生管理問題への調査・研究)委託事業にて行った。

## 【方 法】

### 1. 実態調査

鹿児島県水産技術開発センターが検査依頼を受けたものについて調べた。また県内 2 カ所をモニタリング地点として発生動向を調査し、その他については聞き取り調査を行った。

### 2. 魚類由来菌株と *Mycobacterium* 属細菌標準株との性状比較

供試菌株は、ブリ、カンパチ、ヒラマサ、シマアジ、マダイ、マハタ、トラフグ由来の菌株を西日本の水産研究機関から入手し、*M. marinum* 標準株 ATCC927 は住商ファーマインターナショナルから購入した。各菌株は 1% 小川培地でコロニーの形成を確認後、Middlebrook OADC Enrichment 添加 Mycobacteria 7H11 Agar(DIFCO)で培養後集菌し、菌株保存用バイアル(マイクロバンクアスカ純薬)または 10% スキムミルクを用いて - 80 °C で保存した。

#### 生物学的及び生化学的性状検査

収集した 41 菌株を極東製薬製の抗酸菌同定キットを用い、プロトコールに従って生化学的性状試験を実施したが、1% 小川培地による発育試験では 25 °C と 37 °C で 14 日間以上培養した。その他の項目はコロニーの形状の観察、光発色試験(暗所、光照射後)、PAS 分解試験、ピクリン酸培地上の発育試験、アリスルファーゼ試験、Tween80 水分解試験、ウレアーゼ試験、硝酸塩還元試験の 10 項目について調べた。

## 増殖特性試験

ブリ由来 2 株，トラフグ由来 1 株，マハタ由来 1 株，*M. marinum* 標準株 ATCC927 の計 5 株を使用した。Middlebrook 7H9(DIFCO)を 10m L 分注した L 字型試験管に、5  $\mu$  L 菌液を接種し、15 ~ 37  $^{\circ}$ C の温度勾配になるように設定した Toyo temperature gradient incubater12 に設置し、14 ~ 20 日間培養を行った。培養終了後、各試験管内の培養液を遠沈管に移し、10,000rpm で 10 分間遠心分離して菌を収集した。試験管ガラスビーズと Tween80 を加えて攪拌したものを再び元の培養液に懸濁させ、波長 600nm における吸光度を測定した。結果は、吸光度が最も高かった温度で吸光度の値を 100 とし、それぞれの温度の増殖量を相対値として表した。

## 16SrDNA シークエンス解析

供試菌株の分子遺伝学的性状を調査するため、5 菌株について 16SrDNA 塩基配列の決定と系統解析を行った。PCR 反応産物を精製後、ABI3130xl Genetic Analyzer (Applied Biosystems)にて塩基配列の決定を行った。なお、塩基配列の決定は鹿児島大学フロンティアサイエンス研究推進センター(FSRC)遺伝子実験施設で行った。16SrDNA に基づく近縁種の相同性検索は National Center for Biotechnology Information (NCBI)の塩基配列検索ソフト Basic Local Alignment Search Tool (BLAST)を用いた。

## 3. 培養温度の違いによる菌株毒性比較試験

供試魚はブリ 0 才魚を用いた。供試菌株は 2004 年に鹿児島県内の養殖ブリから分離された NJB0419 株を攻撃直前に魚体内通過させたものを用いた。1 %小川培地で 25  $^{\circ}$ C・30  $^{\circ}$ C でそれぞれ 30 日間培養した菌体を、滅菌生理食塩水に  $5.0 \times 10^4$ CFU / m L になるように懸濁し、供試魚の腹腔内に 0.2m L 接種した。なお、対照区には滅菌生理食塩水を同様に接種した。夏の試験（平成 21 年 8 月 5 日～平成 21 年 9 月 30 日）では平均体重 108g のブリ 0 才魚を攻撃後、各区 15 尾収容し、182 L 水槽 3 基（2 回転 / 1 時間の濾過海水をかけ流し）に EP を週 2 回給餌して 56 日間観察を行った。冬の試験（平成 21 年 10 月 29 日～平成 22 年 1 月 31 日）では平均体重 392g のブリ 0 才魚を上記水槽に各区 10 尾収容し、EP を週 2 回給餌して 94 日間観察を行った。飼育水温は Onset 社 データロガーで測定した。

## 4. 抗体価と死亡の関連

抗体価の推移と死亡との関連を調べるために、本疾病の感染歴がない平均体重 1,172 g のブリ 1 才魚（以後通常魚と呼ぶ）と感染歴がある平均体重 928 g の生き残り群ブリ 1 才魚（以後感染耐過魚と呼ぶ）を感染試験に供試した。供試菌は NJB0419 株を魚体内通過させたものを用いた。1 %小川培地で 25  $^{\circ}$ C で 20 日間培養した菌体を、滅菌生理食塩水に  $2.0 \times 10^5$ CFU / m L になるように懸濁し、供試魚の腹腔内に 0.2m L 接種した。なお、対照区には滅菌生理食塩水を同様に接種した。攻撃後、各区 10 尾を 1.5 t 角形水槽 4 基（1 回転 / 1 時間の濾過海水をかけ流し）に収容し、EP を週 2 回給餌して 105 日間観察を行った。飼育水温は Onset 社 データロガーで測定した。開始時および接種 1 週間後から 6 週間後まで毎週 1 回、各区 5 尾から採血し、ブリ血清中の抗 *Mycobacterium* sp.抗体を酵素抗体法 (ELISA) <sup>3)</sup> を用いて検出した。

## 【結 果】

### 1. 実態調査

2009年度の鹿児島県内における抗酸菌症は3カ所で確認された。1カ所は県北部のブリ1才魚で、8月下旬～10月上旬に発生がみられ、11月にはブリ0才魚においても若干の発生を確認した。2カ所目も県北部のブリ1才魚で、9月下旬から10月上旬に発生がみられた。県北部2カ所は、ともに昨年度に発生を確認した水深30～40mの漁場で、抗酸菌症による被害は昨年度より少なかったが、同時期にノカルジア症の発生が多かった。また、今年度は7月、10月、11月に鹿児島湾内養殖場（水深10～20m）のカンパチ1才魚で抗酸菌症を確認した。

### 2. 魚類由来菌株と *Mycobacterium* 属細菌標準株との性状比較

表1に示した菌株を下記の試験にそれぞれ供試した。

表1 供試菌株一覧

No.	菌株	菌株の由来			試験項目		
		分離年	分離魚	分離場所	性状	増殖温度	16SrDNA
1	KGM0401	2004	ブリ	鹿児島県	○		
2	KGM0406	2004	カンパチ	鹿児島県	○		
3	KGM0407	2004	トラフグ	鹿児島県	○	○	○
4	NJB0419	2004	ブリ	鹿児島県	○	○	
5	KGM0501	2005	ブリ	鹿児島県	○		
6	KGM0502	2005	ブリ	鹿児島県	○		
7	KGM0503	2005	シマアジ	鹿児島県	○		
8	KGM0504	2005	カンパチ	鹿児島県	○		
9	KGM0602	2006	カンパチ	鹿児島県	○		
10	KGM0603	2006	カンパチ	鹿児島県	○		○
11	KGM0701	2007	マダイ*	鹿児島県	○		
12	KGM0702	2007	マダイ*	鹿児島県	○		
13	KGM0704	2007	ブリ	鹿児島県	○		
14	KGM0705	2007	ブリ	鹿児島県	○		
15	KGM0801	2008	ブリ	鹿児島県	○	○	
16	KGM0802	2008	ブリ	鹿児島県	○		○
17	KGM0803	2008	ブリ	鹿児島県	○		
18	KGM0804	2008	ブリ	鹿児島県	○		
19	KGM0805	2008	ブリ	鹿児島県	○		
20	KGM0806	2008	ブリ	鹿児島県	○		
21	KGM0807	2008	ブリ	鹿児島県	○		
22	①-2	2006	カンパチ	大分県	○		
23	①-3	2006	カンパチ	大分県	○		
24	①-4	2006	カンパチ	大分県	○		
25	①-5	2006	カンパチ	大分県	○		
26	①-6	2006	カンパチ	大分県	○		
27	92391	1999	シマアジ	大分県	○		
28	93062	1999	シマアジ	大分県	○		○
29	SMY0107197	2001	ブリ	大分県	○		
30	13663	2001	ブリ	大分県	○		
31	13763	2001	ブリ	大分県	○		
32	Myco071952	2007	ヒラマサ	大分県	○		
33	Myco083356	2008	ブリ	大分県	○		
34	MY08-1	2008	ブリ	愛媛県	○		
35	MY08-2	2008	マハタ	愛媛県	○	○	○
36	MY08-3	2008	ブリ	愛媛県	○		
37	No.1	2008	ブリ	愛媛県	○		
39	No.3	2009	ブリ	愛媛県	○		
40	No.4	2009	マハタ	愛媛県	○		
41	<i>M. marinum</i> ATCC927		魚類	USA	○	○	

\* NJB0419株でマダイに攻撃後、筋肉部から再度分離した菌株

## 生物学および生化学的性状

表 2 に供試菌の形態学的，生物学および生化学的性状の結果を示した。供試菌株はすべて，グラム陽性，抗酸性の運動しない S 型の短桿菌で，光照射後，光発色性の集落を形成し，PAS 分解，ピクリン酸培地上の発育，アリスルファターゼ，硝酸塩還元試験では供試菌はすべて陰性を示し，Tween80 水解，ウレアーゼ試験では供試菌はすべて陽性を示した。供試菌株によって q 異なる項目は，37 °C・14 日間での発育試験結果で，供試菌株のうちトラフグ由来菌株は発育がみられたのに対し，ブリ類由来，シマアジ由来，マハタ由来菌株は，すべて発育がみられなかった。なお，表 2 の *M. marinum*\*\*では発育が確認されている。

表2 生物学及び生化学的性状試験結果

供試菌株	ブリ類 由来 (32)*	シマアジ 由来(4)*	トラフグ 由来 (1)*	マハタ 由来 (2)*	<i>M. marinum</i> **	<i>M. pseudoshottsii</i> ***
グラム染色	+	+	+	+	+	+
抗酸性	+	+	+	+	+	+
運動性	N	N	N	N	N	N
集落(S・R)	S	S	S	S	S	S
37°C 7日間での発育	—	—	—	—	—	—
37°C 14日間での発育	—	—	+	—	+	—
着色(暗所)	—	—	—	—	—	—
着色(光照射後)	黄	黄	黄	黄	黄	黄
PAS分解	—	—	—	—	—	—
ピクリン酸	—	—	—	—	—	ND
アリスルファターゼ	—	—	—	—	—	—
Tween80水解	+	+	+	+	+	—
ウレアーゼ	+	+	+	+	+	+
硝酸塩還元	—	—	—	—	—	ND

\*( )内は供試株数；\*\* Herbert and Robert(1985), Sneath *et al.*(1986) and Barrow and Feltham(1993)；\*\*\*Rhodes *et al.*(2005)；+，positive；—，negative；+/-，variable up on subspecies；N，non-motile；S，Smooth；R，Rough；ND，not determined.

## 増殖特性試験

図 1 に海産養殖魚由来 *Mycobacterium* spp.の増殖に及ぼす温度の影響の結果を示した。ATCC927 は 17.5 °C～ 40 °Cで発育を確認し，27.5 °Cで最大増殖値を示し，32.5 °Cで約 30 %，35 °Cで約 20 %の増殖を確認した。これに対し，ブリ由来の NJB0419 は，20 °Cで最大増殖の約 25 %で，22.5 °Cで最大増殖を示したが，25 °Cでは増殖は急激に低下し，これ以上の温度帯ではほとんど増殖しなかった。また，ブリ由来の KGM0801 株は，20 °Cで最大の増殖を示した後，温度の上昇とともに増殖の程度は低下し，22.5 °Cでは最大増殖の約 80 %，25 °Cでは約 25 %の増殖を示したが，27 °C以上ではほとんど増殖しなかった。一方，トラフグ由来株 KGM0407 は，22.5 °Cでは最大増殖の約 20 %であったが，その後は温度の上昇とともに徐々に増殖も増加し，27.5 °Cで最大増殖を示し，30 °Cで 80 %，35 °Cでもわずかな発育がみられた。マハタ由来株は 22.5 °Cで最大増殖を示し，30 °Cでも最大増殖の 50 %以上の発育がみられたが，35 °C以上では発育はみられなかった。また，増殖時の特性として，ブリ由来株では液体培地での培養中に強い菌の凝集性がみられたが，トラフグ，マハタ由来株では液体培地での培養中に菌の凝集性はみられなかった。

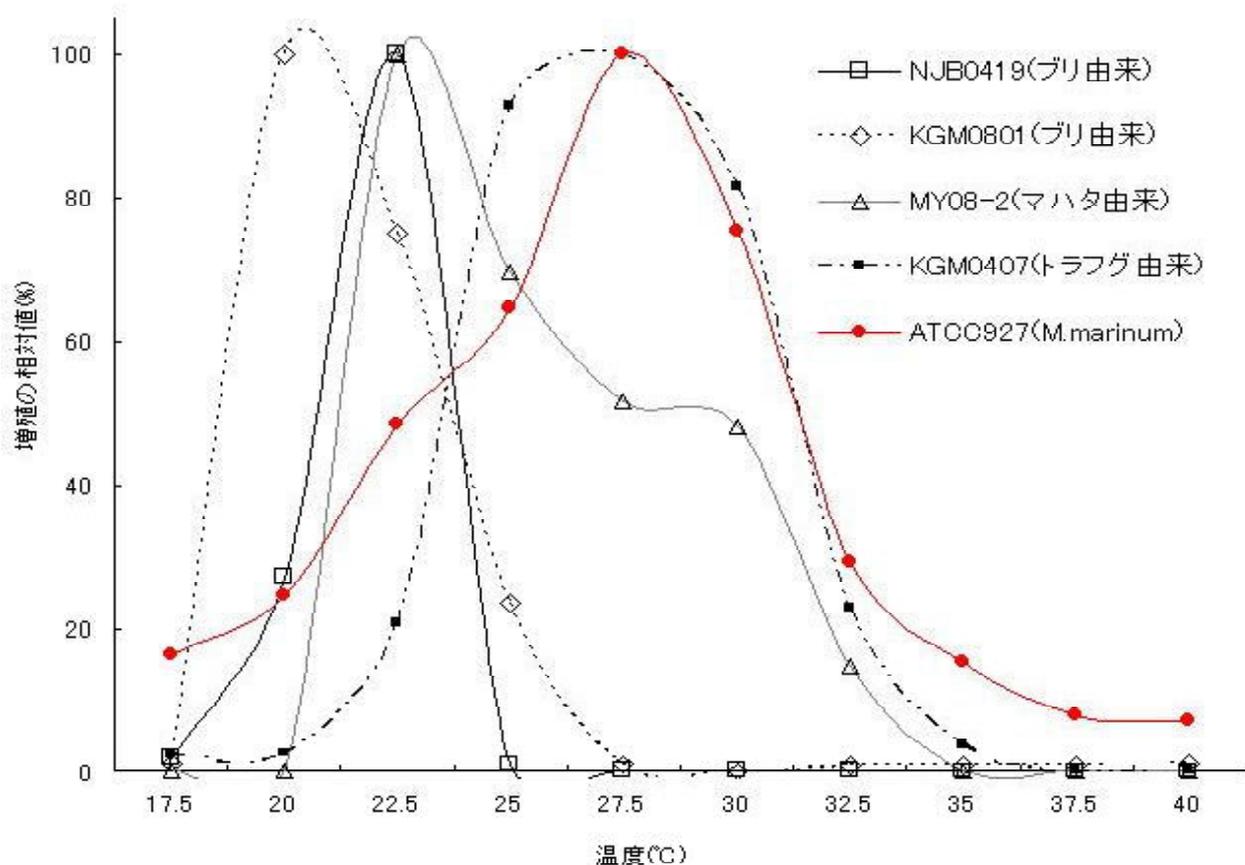


図1 海産養殖魚由来 *Mycobacterium* spp. の増殖に及ぼす温度の影響

### 16SrDNA 塩基配列の決定および系統解析

16SrDNA シークエンスの結果、ブリ由来 0802 株、カンパチ由来 0603 株、シマアジ由来 93062 株、マハタ由来 MY08-2 株で有効な 16SrDNA 塩基配列を得ることができ、これらの塩基配列は、*Mycobacterium pseudoshottsii* 16S ribosomal RNA gene (accession No. AY570988) と 100% もしくは 99% の相同性が得られた。なお、トラフグ由来 KGM0407 株は *M. marinum* strain SCCSHT3 16S ribosomal RNA gene (AY509248) と 100% の高い相同性が得られた。

### 3. 培養温度の違いによる菌株毒性比較試験

図 2,3 に攻撃後の死亡率を示した。図 2 のとおり、夏季の試験では、25°C 培養菌液接種区では攻撃後 19 日目から死亡が始まり、28 日目には全て死亡した。30°C 培養菌液接種区では 40 日目から死亡が始まり、50 日目に全て死亡した。なお、試験期間中の水温は 27°C ~ 29°C で平均 28.2°C であった。また、図 3 のとおり、冬季の試験では、25°C 培養菌液接種区では攻撃後 48 日から死亡が始まり、75 日目には全て死亡した。30°C 培養菌液接種区では 85 日目に 1 尾死亡したが、その後、試験期間中の死亡はみられなかった。なお、試験期間中の水温は 14.6°C ~ 23.2°C で平均 19.2°C であった。

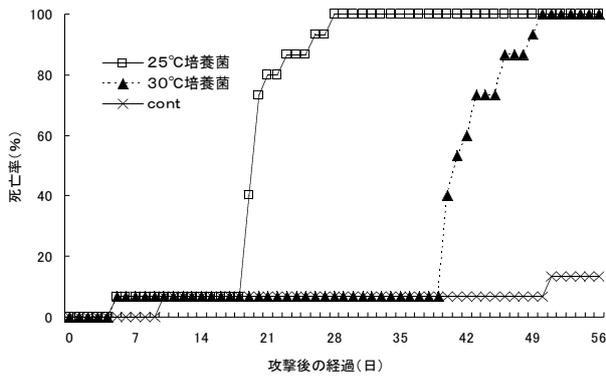


図2 攻撃後のブリ死亡率の推移 (夏季)

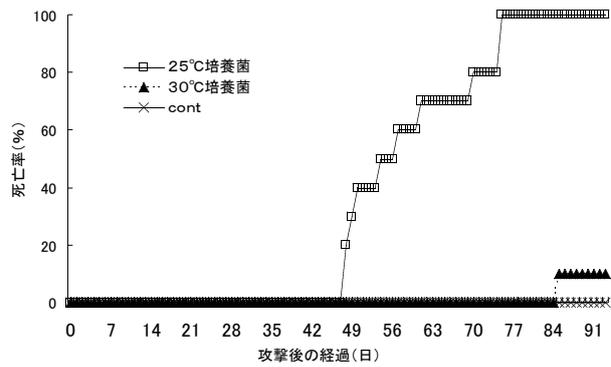


図3 同左 (冬季)

#### 4. 抗体価と死亡の関連

図4に攻撃後の死亡率を示した。通常魚の攻撃区では4週間後から抗酸菌症による死亡が始まり、10週目には全て死亡した。感染耐過魚の攻撃区では8週目以降に2尾が抗酸菌症で死亡したが、その後は死亡はみられなかった。それぞれの対照区では抗酸菌症による死亡はみられず、試験期間中の水温は22.4℃～29℃、平均26.9℃であった。

図5にブリ血清中の抗 *Mycobacterium* sp. 抗体価の推移を示した。通常魚の抗体価は攻撃区、対照区ともに開始時には0.6であったが、その後は攻撃区のみ上昇傾向がみられ、3週間後をピークに0.8まで上昇し、5週間後を除いて対照区より常に高い値を示し、期間中の抗体価は攻撃区の方が対照区より有意に高かった。感染耐過魚の抗体価は対照区、攻撃区ともに開始時には0.8以上であった。対照区は3週間後に、攻撃区も4週間後に下降したが、期間中は攻撃区の方が対照区よりも有意に高かった。また、感染耐過魚両区の抗体価は通常魚両区の抗体価と比較して有意に高かった。

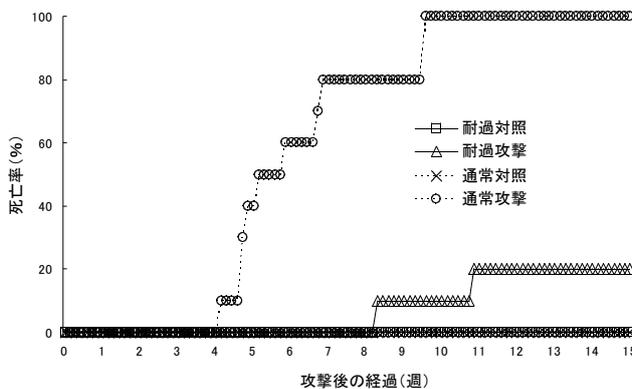


図4 攻撃後のブリの死亡率の推移

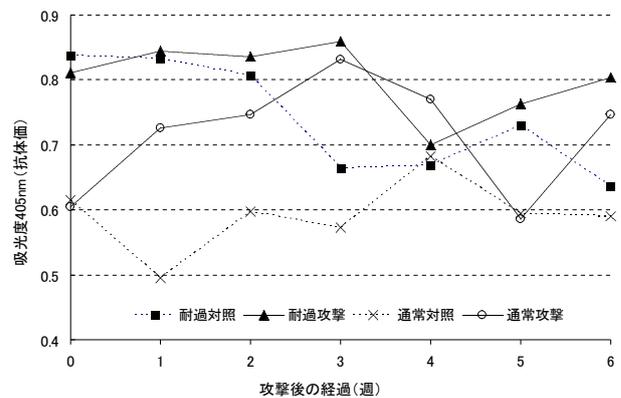


図5 ブリの *Mycobacterium* sp. 抗体価の推移

### 考察

#### 1. 実態調査

抗酸菌症は水深の浅い海域で発生が多かったことから、地形的な背景が本疾病の発生に深く関わっていると思われる。また、水温が比較的低い県北部海域で発生がみられたことは、原因細菌の至適発育温度が25℃以下であることに起因すると思われる。養殖ブリ、カンパチともに1才魚以上の発生が多いことから、感染から発病までの期間が長いと考えられ、こ

れは感染試験の結果からも容易に推測できる。今後、発病を防ぐためには稚魚期での感染を避けることが重要である。また、抗酸菌症の発生はノカルジア症の発生時期と前後又は同時期であるため、これらの疾病の増減は互いに影響を及ぼしていると思われ、今後は双方の発生動向を正確に把握することも重要であると考えられる。

## 2. 魚類由来菌株と *Mycobacterium* 属細菌標準株との性状比較

*M. marinum* 標準株は 37℃ で発育し、至適増殖温度は 27℃ であったのに対し、ブリ類、シマアジ由来菌株では 30℃ 以上では発育せず、至適増殖温度は 20℃～22℃ で明らかに異なっていた。また、16SrDNA 塩基配列の解析の結果では、ブリ、カンパチ、シマアジ、マハタ由来株の 16rDNA 塩基配列は、*M. pseudoshottsii* と 100% もしくは 99% 一致したことから、これらの菌株は *M. marinum* とは別種の *M. pseudoshottsii* であると判断すべきである。なお、*M. pseudoshottsii* は 2005 年チェサピーク湾の striped bass (*Morone saxatilis*) から分離・命名された、class1 細菌<sup>9)</sup>であり、日本国内の魚類からの最初の報告である。本症の原因細菌が人畜共通感染菌 *M. marinum* とは別種の細菌であることが判明したことは、食品の安全性の観点からも意義深い。ただし、トラフグ由来株は 1 株の解析結果ではあるが *M. marinum* に近く位置付けられたことから、今後は菌株数を増やして分類学的地位や増殖温度帯などの検討を行い、哺乳類への感染の可能性についての検討が必要と思われる。

## 3. 培養温度の違いによる菌株毒性比較試験

NJB0419 株の 25℃ 培養菌株を接種した群は、30℃ 培養菌株を接種した群よりも早く死亡が始まったことから、同一菌株でも 25℃ 培養菌株の方が 30℃ 培養菌株よりも魚毒性が強いと思われる。このことは、ブリ由来株の至適増殖温度が 22℃ であったことや、水温が比較的低い東シナ海側の県北部海域で抗酸菌症の発生が多いこととも合致する。つまり、本疾病は夏～秋の水温が比較的低温で、20℃～25℃ の温度帯が長く継続する海域で本疾病の発生が多いことと密接な関係があると思われる。

## 4. 抗体価と死亡の関連

昨年度の試験において、県北部養殖場のブリ 1 才魚は 10 月前後に抗酸菌症を確認したが、この群の抗体価は発生時の 10 月前後より、むしろ未発生時である 6、7 月の方が高かった。このことについて室内感染試験で抗体価の推移と死亡との関連をみたところ、同様の結果が得られた。すなわち、抗体価の下降と死亡の開始が連動していることが実証できた。また、感染耐過魚は攻撃前から通常魚より抗体価が有意に高く、逆に死亡率は有意に低かったことから、感染耐過魚は抗酸菌症に対して免疫を獲得していたことが示唆される。

## 5. 最後に

2 年間におよぶ研究において、抗酸菌症の発生動向を把握し、発生場所については水温や地形的な背景との関連について考察することができた。また、原因菌株の多くはヒトに感染報告がない *M. pseudoshottsii* と位置付けられたことは大変意義深い。しかし、菌株の数が少ない魚種もあることから、今後もモニタリングを継続し、さらなる菌株の収集と解析を継続

するべきと考える。なお、昨年度の研究で薬剤感受性試験においては有効薬剤の検索を行い、ストレプトマイシンの有効性を確認し、<sup>3)</sup>治療試験においても有効性が確認されているが、<sup>6)</sup>この薬品が水産用医薬品として承認されるには安全性や残留性の問題を残している。しかし、本年度の試験で感染耐過魚は再攻撃に対して死亡率が有意に低いことから、ブリは抗酸菌に対して免疫が成立すると思われ、今後のワクチン開発に向けた取り組みが望まれる。

#### 参考文献

- 1) 楠田理一, 川上宏一, 川合研児. 養殖ブリから分離された魚類病原性*Mycobacterium* sp. について. 日水誌1987;53:1797-1804.
- 2) SompothWeerakhun, NaoAoki, OsamuKurata, KishioHatai, HarunaoNibe, TatsumuHirae. *Mycobacterium marinum* Infection in Cultured Yellowtail *Seriola quinqueradiata* in Japan. 魚病研究, 2007;42(2):79-84
- 3) 平江多績. 養殖ブリの抗酸菌症に関する研究. 平成20年度養殖衛生管理問題への調査研究成果報告書, 2008;143-156
- 4) 光戸 勇. *Mycobacterium marinum*の研究—生理学的性状, 薬剤感受性並びに動物病原性について—金沢大学十全医学会雑誌 第89巻 第1号1980;119-132
- 5) Martha W. Rhodes, Howard Kator, Alan McNabb, Caroline Deshayes: *Mycobacterium pseudoshottsii* sp. nov., a slowly growing chromogenic species isolated from Chesapeake Bay striped bass (*Morone saxatilis*) International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology ; 2005 : 55 ; 1139-1147.
- 6) SompothWeerakhun, KishioHatai, TakuyaMurase, TatsumuHirae . *In Vitro and In Vivo* Activities of Drugs against *Mycobacterium marinum* in Yellowtail *Seriola quinqueradiata*. 魚病研究, 2008;43(3):106-111

# 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－VI

(カンパチの低濃度海水への対応能力の確認と体表寄生虫〈ハダムシ〉の駆除技術開発)

村瀬拓也・平江多績・前野幸二・新町静夫

## 【目的】

消費者の食への関心は急激に高まっており、養殖業ではより安全・安心な養殖魚を生産すべく各般の取り組みがなされている。本事業ではその一助として可能な限り水産用医薬品を使用しない養殖を实践するための方法として、養殖現場でのハダムシ対策を目的とした作業改善や新たな駆除技術の開発について研究を行った。

## 【方法】

### ①カンパチの低塩分耐性試験

カンパチ5尾を500Lパンライトに塩濃度を0(水道水),0.5,1.5%に調整した低塩分区と対照区(ろ過海水)に入れ異常行動、へい死の観察を行った。供試魚は平均1kgサイズと平均500gサイズの2種類を用意した。異常状態の確認については、魚の行動・水の汚れを目視にて確認し、試験魚5尾中3尾が横臥した時点で試験中止とした。

塩分濃の調整は濾過海水と水道水を混和して作成した。水量は200Lとし、ブローアーにて通気、環境項目についてはDO,水温,塩分濃について測定した。

### ②低塩分海水浴によるハダムシ駆除試験

カンパチ5尾を100Lパンライトに塩濃度を0.5,1.0,1.5%に調整した低海水区(調整の方法は①と同様)と対照区(ろ過海水)に5, 10, 15分間浸漬し、その後水道水にて各区淡水浴を行った。各低海水浴後、淡水浴後に剥がれ落ちたハダムシの数をカウントし、その比率を駆除率とした。

## 【結果】

### ①カンパチの低塩分耐性試験

塩分濃0%(水道水)区では、30分経過後カンパチに落ち着きが無くなり、口を開閉させる動作が多く見られた。体色が白くなり、粘液が多量に分泌されたためか水中に汚れが目立った。試験開始から41分後に5尾中3尾が横臥したため、試験を終了した。

塩分濃0.5%区では、4時間が経過した時点で泳ぎ方に落ち着きが無くなり、口を開閉させる動作が多く見られた。5時間経過時は2尾が表層をゆっくり泳ぎ、6時間経過時は2尾が狂奔遊泳を示し、内1尾は常時開口していた。7時間経過時はパンライトに激突するほど狂奔遊泳し始めたため、観察不可時間帯でのへい死を避けるため、8時間で試験を終了した。

塩分濃1.0%区では、21時間経過後から水に濁りが見え始めた。24時間経過後、水の濁りが顕著になったが、供試魚に異常行動は見られなかった。48時間経過後も供試魚に異常は見られず、水温, ph, 塩濃度に大きな変化はなかった。

対照区(ろ過海水)では、48時間経過後も供試魚に異常は見られなかった。また、水に濁りは確認出来ず、水温, ph, 塩濃度についても大きな変化はなかった。

なお、試験環境は平均水温26.6℃, 平均DO6.6mg/l, 平均ph7.8で、魚体サイズによる異常行動の発生差はなかった。

表1 塩分濃と浸漬時間における供試魚の状態について

塩分濃 (%)	浸漬時間								
	1	2	3	4	~	8	12	24	48
0	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0.5	○	○	○	△	△	△	-	-	-
1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cont	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○:異常なし, △:異常有り, ×:5尾中3尾以上横臥, -:未測定

②低塩分海水浴によるハダムシ駆除試験

5分間の低塩分海水浴では、塩分濃0.5%区の駆除率は約85%、塩分濃1.0%区の駆除率は約22%、塩分濃1.5%区の駆除率は約15%だった(表2)。

10分間の低塩分海水浴では、塩分濃0.5%区の駆除率は約80%、塩分濃1.0%区の駆除率は約33%、塩分濃1.5%区の駆除率は23%だった(表3)。

15分間の低塩分海水浴では、塩分濃0.5%区の駆除率は約88%、塩分濃1.0%区の駆除率は約31%、塩分濃1.5%区の駆除率は22%だった(表4)。

更に0.5~1.0%までの間で駆除率に差があるのかを確認したところ、塩分濃0.6%区の駆除率は82%、塩分濃0.7%区の駆除率は66%、塩分濃0.8%区の駆除率は37%、塩分濃0.9%区の駆除率は44%であった(表5)。

表2 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(浸漬時間5分)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 °C	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.5%	135	23	6.41	28.6	0.51	85.4
1.0%	8	29	5.99	28.4	1.00	21.6
1.5%	10	59	5.88	28.4	1.51	14.5
濾過海水	1	58	5.98	28.5	3.17	1.7

表3 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(浸漬時間10分)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 °C	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.5%	62	16	6.6	28.1	0.50	79.5
1.0%	27	55	6.8	28.1	0.99	32.9
1.5%	14	47	6.1	28.3	1.52	23.0
濾過海水	1	99	6.4	28.6	3.00	1.0

表4 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(浸漬時間15分)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 °C	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.5%	65	9	6.18	27.7	0.51	87.8
1.0%	27	61	6.43	27.8	1.00	30.7
1.5%	18	63	6.23	28.1	1.51	22.2
濾過海水	6	66	6.24	28.5	3.17	8.3

表5 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(塩濃度0.6~0.9%)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 ℃	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.6%	40 (大2)	9 (大6)	6.29	21.8	0.63	81.6
0.7%	33 (大1)	17 (大5)	6.18	22.3	0.72	66.0
0.8%	33 (大2)	57 (大18)	6.05	21.9	0.8	36.7
0.9%	40 (大3)	50 (大22)	6.21	21.6	0.93	44.4
濾過海水	8 (大6)	64 (大11)	6.78	22.4	3.25	11.1

(ハダムシ数の大は1cm以上のもの)

### 【考 察】

カンパチにおいて溶存酸素量, ph, 水温が一定の水準であれば0.5%塩濃度海水で8時間, 1.5~3%塩濃度海水で2日間までの浸漬が可能だったこと, 水道水(淡水)では1時間浸漬が不可能だったことから, カンパチにおける低塩分海水浴の設定は塩分濃0.5%以上で3時間以内が望ましいと考えられた。しかし, 養殖現場では作業効率の問題もあり, 現在行っている薬浴, 淡水浴と同程度の設定が必要となることから, さらに水道水の必要量を減らせないか再度検証したところ, 5分間の浸漬時間で塩分濃0.6%で約82%, 塩分濃0.7%で66%の駆除率が得られた。このことから, 塩濃度0.6%, 5分間の浸漬で8割程度の駆除が可能と考えられた。

塩濃度0.6%を作成する割合は海水:水道水=8:2(海水の塩分濃を3%として)となり, 淡水浴を行う際, すべて水道水で処理するよりも準備する時間・水量の削減が可能となる。また, 魚体重における塩分濃への耐性に差は見られないことから, 1kg以下のサイズであればどのシーズンでも本方法での対処が可能である。

今後は, 更に大きいサイズの魚体でも同様な反応を示すのか検証することと, 浸漬時間を長くした駆除方法が現場レベルで活用出来るよう, 専用器具の開発が必要と考えられる。

# 魚病総合対策事業

## (養殖衛生管理体制整備事業)

平江多績, 村瀬拓也

### 【目的】

海面養殖魚類の魚病検査等により魚病発生状況を把握し, その予防および治療対策の普及を図る。

### 【方法】

魚病検査, 巡回指導, 講習会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, 養殖管理状況をふ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。

### 【結果および考察】

#### 1. 総合推進対策

全国・地域防疫会議へ出席し情報交換を行った。なお, 今年度の九州・山口ブロック水産試験場長会魚病分科会は本県が幹事県となって鹿児島市で開催した。

#### 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。医薬品適正使用指導として, ワクチン講習会および医薬品適正使用講習会, 県内防疫講習会を行った。また, ワクチン指導書発行については随時行い, 魚病対策指導および情報提供を行った。

#### 3. 養殖場の調査・監視

表1～3に検査結果を示した。ブリの主な疾病は, レンサ球菌症 (*Lactococcus garviae*), 類結節症, ノカルジア症, ビブリオ病, 新型レンサ球菌症 (*Streptococcus dysgalactiae*), イリドウイルス感染症であった。カンパチでは, 類結節症, ノカルジア症, イリドウイルス感染症, レンサ球菌症 (*L.garviae*), 新型レンサ球菌症 (*S.dysgalactiae*), ビブリオ病, 血管内吸虫症, 滑走細菌症であった。ヒラマサでは, レンサ球菌症 (*L.garviae*), イリドウイルス感染症であったが, ノカルジア症とミコバクテリア症も確認した。ヒラメでは, 腸管内粘液胞子虫性やせ病, エドワジエラ症, 滑走細菌症, レンサ球菌症 (*Streptococcus.iniae*), ノカルジア症, ビブリオ病, 脳粘液胞子虫症で, 稚魚では, ビルナウイルス感染症, スクーチカ症, 鰓アメーバ症を確認した。トラフグでは, 腸管内粘液胞子虫性やせ病, 滑走細菌症, 心臓クドア症, ヘテロボツリウム症で, トリコジナ症, 脳粘液胞子虫症をあわせると寄生虫性の疾病が大半を占めた。クロマグロでは, 生け簀網への追突による衝突死(脊椎骨の骨折を含む)が多く, イリドウイルス感染症, 脳粘液胞子虫症もみられた。マダイ, イシガキダイでは, イリドウイルス感染症を確認した。イシダイでは, 脳粘液胞子虫症, シマアジでは, ネオベネデニア症を確認した。

特に, カンパチやモジャコの類結節症においてABPC耐性菌が多かったため, FFなどの薬剤投与で対応する業者が多かった。また, ブリ類のノカルジア症については, スルファモノトキシム製剤が販売されているが, 養殖場での被害は依然として大きかった。カンパチのハダムシ症は, 夏場の高水温期において, 薬浴や淡水浴を頻繁に行う必要があった。その他, ヒラメやトラフグでは寄生虫症による被害割合が高かった。

表1 魚種・月別魚病検査件数

魚種/月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
ブリ	1	4	14	16	16	8	3			2	1		65
カンパチ	5	16	31	30	31	35	22	3	7	2	1	7	190
ヒラマサ		1	1	1	3	4							10
ヒラメ	6	6	3	4	6	2	4	11	6	1	3	5	57
トラフグ	4	6	7	3	8	13	12	9	2	2	1	2	69
クロマグロ	1		1		3		9	1	6	3		1	25
クロマグロ(卵)							1						1
マダイ		2	1	3	3		1				3	1	14
マダイ(卵)												1	1
クルマエビ				4	2								6
イシガキダイ					1				1				2
マアジ												1	1
イシダイ		1											1
マサバ											1		1
シマアジ						1							1
タマカイ	2												2
キス	1												1
コペポーダ		1											1
サバヒー							1						1
マダコ												1	1
総計	20	37	58	61	73	63	53	24	22	10	10	19	450

表2 魚種・月別・診断結果(ブリ類)

魚種	最終診断結果	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
ブリ	類結節症		1	6	2	2								11
	レンサ球菌症(従来型)	1		1	5		2				1	1		11
	新型レンサ球菌症				1	2	1							4
	ビブリオ病			2	1	1								4
	ノカルジア症						4	3	1					8
	イリドウイルス感染症				3	2								5
	ウイルス性腹水症		1	1										2
	不明		1	4	4	5	2	2				1		19
	細菌性溶血性黄疸症		1											1
	計		1	4	14	16	16	8	3			2	1	65
カンパチ	類結節症		5	11	7	3				1				27
	血管内吸虫症			2	1					1				4
	レンサ球菌症(従来型)	3	3	2	1		2							11
	新型レンサ球菌症				3	3	7	1	2					16
	ビブリオ病		2	2		1								5
	ノカルジア症				4	6	6	7		4	1		2	30
	イリドウイルス感染症				2	1	13	4						20
	ミコバクテリア症				1			1	1					3
	滑走細菌症		2	1										3
	エラムシ症										1			1
	不明	2	3	12	9	16	7	9		1		1		60
	ビルナウイルス感染症												3	3
	腎腫大症		1		2									3
	キリキリ舞(脳脊髄炎)			1										1
	鰓障害EPO様球状体						1							1
異臭(油臭)													1	
計		5	16	31	30	31	35	22	3	7	2	1	7	190
ヒラマサ	レンサ球菌症(従来型)		1	1			1							3
	イリドウイルス感染症					1	2							3
	不明				1	2	1							4
計		1	1	1	3	4							10	
ブリ類計		6	21	46	47	50	47	25	3	7	4	2	7	265

表3 魚種・月別・診断結果(その他の魚種)

魚種	最終診断結果	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
クロマグロ	イリドウイルス感染症							1						1
	脳粘液胞子虫症									1	1			2
	心臓クドア症									1	1			2
	不明	1						2	1	3	1			8
	健康診断					1								1
	衝突死(骨折含む)			1		1		3		1			1	7
	VNN陽性(+)							1						1
	衝突死(網跡あり)					1		2						3
計	1		1		3		9	1	6	3		1	25	
クロマグロ卵	VNN陽性(+)							1						1
トラフグ	ビブリオ病				1			1	1					3
	脳粘液胞子虫症		1						1					2
	滑走細菌症	1	2	2		2	2		1					10
	心臓クドア症			2			2	2		1	1			8
	エラムシ症											1		1
	トリコジナ症					1								1
	ヘテロボツリウム症				1		1	2	1				1	6
	粘液胞子虫性やせ病		1			2	5	2	2		1		1	14
	不明	3	2	3	1	3	3	3	3	1				22
	鰓障害(繊毛虫)							2						2
計	4	6	7	3	8	13	12	9	2	2	1	2	69	
ヒラメ	レンサ球菌症(従来型)				1									1
	ビブリオ病		1			1								2
	ノカルジア症								1					1
	脳粘液胞子虫症		1			1								2
	滑走細菌症		1	1	1	1			1	1				6
	ウイルス性腹水症	1												1
	エドワジエラ症		1			1		1	3	1		2		9
	トリコジナ症											1	1	2
	粘液胞子虫性やせ病	2					1	2	2					7
	不明	1	1	2	2	2	1	1	3	3	1		2	19
	ビルナウイルス感染症										1			1
	レンサ球菌症	2												2
	鰓アメーバ症		1											1
	不明、VNN(-)陰性												1	1
細菌性疾病(種不明)								1					1	
異臭(油臭)													1	
計	6	6	3	4	6	2	4	11	6	1	3	5	57	
マダイ	イリドウイルス感染症				1	1		1						3
	滑走細菌症											2	1	3
	不明			1	1	1						1		4
	健康診断		2		1									3
	ビバギナ症					1								1
計	2	1	3	3	3		1				3	1	14	
マダイ(卵)	不明、VNN(-)陰性												1	1
シマアジ	ネオベネデニア症						1							1
イシガキダイ	イリドウイルス感染症									1				1
	不明					1								1
計					1				1				2	
イシダイ	脳粘液胞子虫症		1											1
クルマエビ	ビブリオ病				2	1								3
	不明				2									2
	不明(体色異常)				1									1
	計				4	2								6
マアジ	異臭(油臭)												1	1
マサバ	不明										1			1
タマカイ	不明(事故死)	1												1
	事故死(酸欠)	1												1
	計	2												2
キス	異臭(ギボシムシ)	1												1
コペポーダ	不明		1											1
サバヒー	不明							1						1
マダコ	筋肉内微胞子虫寄生												1	1
総計		20	37	58	61	73	63	53	24	22	10	10	19	450

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。しかし、カンパチ稚魚において異常遊泳を伴う通称キリキリ舞(脳脊髄炎)を確認した。

5. ワクチン使用指導および投与状況

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21年度に水産技術開発センターが発行したワクチン商品名別、魚種別指導書発行件数は表3のとおりで350件、表4のとおり、10,809,931尾であった。

表4 平成21年度ワクチン種類別指導書発行件数(件)

魚種	ブリ	カンパチ	ヒラマサ	マダイ	ヒラメ	ニジマス	総計
イリド・レンサ混合不活化ワクチン「ビケン」	5	7					12
ピシバックビブリオ						2	2
ピシバック注ビブリオ+レンサ	20						20
アマリンレンサ	38	1	1				40
ピシバック注3混	45	23	1				69
ポセイドン	2						2
イリド不活化ワクチン「ビケン」		3		2			5
マリナコンビ2	11	22					33
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	95	31					126
マリンジェンナー レンサ1	18						18
マリンジェンナー ヒラレン1					2		2
M/バックレンサ	15	1					16
ノルバックス類結/レンサOIL	4						4
マリンジェンナー ヒラレン1						1	1
総計	253	88	2	2	3	2	350

表5 平成21年度ワクチン種類別投与尾数(尾)

魚種	ブリ	カンパチ	ヒラマサ	マダイ	ヒラメ	ニジマス	総計
イリド・レンサ混合不活化ワクチン「ビケン」	236,000	166,000					402,000
ピシバックビブリオ						350,000	350,000
ピシバック注ビブリオ+レンサ	407,547						407,547
アマリンレンサ	300,400	2,500	1,500				304,400
ピシバック注3混	1,916,314	528,000	30,000				2,474,314
ポセイドン	130,000						130,000
イリド不活化ワクチン「ビケン」		40,000		40,000			80,000
マリナコンビ2	212,000	1,554,000					1,766,000
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	2,347,670	830,000					3,177,670
マリンジェンナー レンサ1	972,000						972,000
マリンジェンナー ヒラレン1					20,000		20,000
M/バックレンサ	560,000	24,000					584,000
ノルバックス類結/レンサOIL	119,000						119,000
マリンジェンナー ヒラレン1					23,000		23,000
総計	7,200,931	3,144,500	31,500	40,000	43,000	350,000	10,809,931

(注) 表中の数値については延数。

# 内水面漁業総合対策事業Ⅲ (内水面魚病総合対策事業)

村瀬拓也, 平江多績

## 【目的】

内水面養殖業における魚病の多発化, 複雑化に対応した魚病, 防疫の知識の普及, 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うことにより, 県内の内水面養殖業者の経営安定と養殖魚の食品としての安全性を確保することを目的とする。

また, 併せて河川事故に関する水質調査を行いその原因を究明し, 指導を行う(調査は漁場環境部対応)。

## 【方法】

魚病検査, 巡回指導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】

1) 魚類防疫に関する対策として, 全国養殖衛生管理推進会議(10,3月), 全国アユ冷水病会議(3月)へ出席した。防疫対策巡回指導として, 養殖業者への指導を行った。

2) 新型伝染性疾病対策として, アユの冷水病・エドワジエライクタリリの保菌検査を行った。

冷水病に関しては天然水域にて陽性を確認した(6月)。

エドワジエライクタリリについては, 1漁協(検校川漁協)について行ったが, 陰性であった(5月)。

3) 平成20年度の魚病診断は70件(ウナギ, コイ, アユ, ニジマス等)で, うちウナギが8割近くを占めていた(表1)。

魚種別の魚病診断内容については, ウナギでは鰓うっ血症が大半を占めるが現状では, この疾病に対しては使用可能な医薬品等がないことが課題となっている。

夏以降の検査依頼はウナギが中心となる状況にある。これは高水温(約30℃前後)で飼育されているウナギについては周年疾病が発生しやすい条件にあると考えられる。

コイヘルペスウイルス検査状況については, 平成21年度は2件のKHV検査を行ったが, 全て陰性であった(図1)。なお, 平成18年度から水技センターで確定診断を行っている。

アユについては, 天然河川におけるエドワジエライクタリリの発生は確認されなかった。

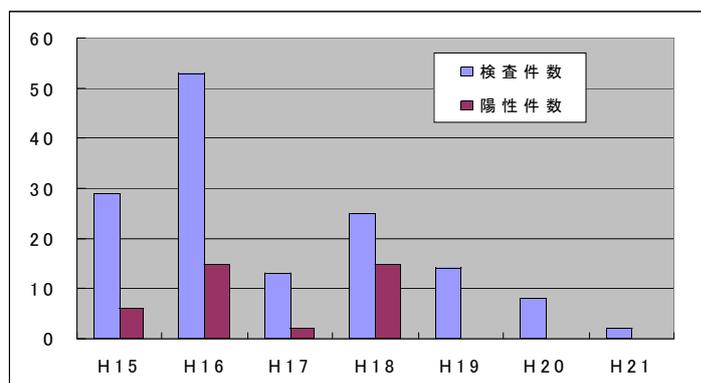


図1 県内におけるKHVの検査状況  
(KHVの発生は平成15年から)

表1 平成21年度 魚種別・月別魚病診断件数

魚種	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
ウナギ	5	3	8	2	5	5	3	6	7	4	6	5	59
コイ	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
アユ	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
ニジマス	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
その他	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
計	5	5	10	4	6	7	3	6	8	5	6	5	70

表2 平成21年度 月別・魚病別診断件数

ウナギ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
鰓うっ血	2	3	3	1	0	3	2	2	5	2	3	2	28
鰓うっ血+カラムナリス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
鰓うっ血+シュートダクチロキルス	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	5
シュートダクチロキルス	1	0	0	1	1	0	2	0	1	1	1	0	8
トリコジナ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
シュートダクチロキルス+トリコジナ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
パラコロ病	0	0	3	0	1	1	0	2	3	0	2	2	14
パラコロ病+シュートダクチロキルス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
パラコロ病+トリコジナ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
パラコロ病+カラムナリス	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
パラコロ病+鰓うっ血	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
カラムナリス	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
カラムナリス+シュートダクチロキルス	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
不明	3	1	3	0	4	3	2	3	1	3	2	4	29
計	6	4	9	2	6	10	9	10	12	8	11	8	95

コイ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
寄生虫症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
不明	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
KHV検査件数	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
(うち陽性件数)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3

アユ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
カラムナリス症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
真菌症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
カラムナリス症+真菌症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
イクタルリ検査件数	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
冷水病検査件数	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(うち陽性件数)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
計	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

ニジマス	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
カラムナリス症	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
計	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3

その他	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
不明	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3

# 種 苗 開 発 部



# カンパチ種苗量産化技術開発試験

外菌博人・神野公広・柳 宗悦・松原 中・池田祐介・今村昭則

## 【目的】

養殖対象魚種であるカンパチの種苗量産化技術を確立するため、親魚養成試験、種苗生産試験及び人工種苗の養殖試験を行った。

## 【方法】

### 1 親魚養成試験

親魚は、陸上水槽2面(屋内200kℓ)①3歳魚48尾 ②6歳魚16尾 の2区を用いて、採卵試験を実施した。水温は12月から18℃以下にならないように調温し、1月から約90日間は22℃前後として、4月中旬からは24℃に設定した。

### 2 種苗生産試験

当所で採卵した受精卵を使用し、7ラウンドの種苗生産試験を設定した。

ふ化率が悪い2ラウンドは飼育を速やかに終了し、残り5ラウンドについて生産種苗の取り上げを行うことができた(以下、第1～5回次試験と表示する)。

回次	月日	収 容	試 験 内 容
1	5/ 3	受精卵 800千粒	選別・分槽無し
2	5/18	受精卵1,200千粒	日令28で選別・分槽*
3	5/22	受精卵 700千粒	日令32で選別・分槽*
4	5/24	受精卵1,100千粒	日令30で選別・分槽*
5	7/ 9	受精卵 400千粒	日令25で選別・分槽*

\*：選別・分槽は、飼育水槽(60kℓ)にモジ網を張り、すり抜けた小型魚を別水槽(60kℓ)にサイホンで分養した。

### 3 養殖試験

当所で生産した通常期の種苗を用いて、垂水市地先で養殖試験を実施した。

試験は、ワクチン区と非ワクチン区の2区に区分して行った。

(ワクチンはイリドウイルス感染症、ビブリオ病及びα溶血性レンサ球菌症混合不活化ワクチン)

試験期間は平成21年6月から12月までとし、概ね1ヶ月毎に体測を、試験開始時と終了時には計数を実施した。

## 【結果及び考察】

### 1 親魚養成試験

第1区は、当初、自然産卵しなかったため、ホルモン打注を行ったところ産卵し、1,561千粒の採卵ができた。

第2区は、当初より自然産卵し、13,991千粒の採卵ができた。

第1区と第2区の合計採卵数は15,552千粒で、飼育水温の調整の有効性が再現された。

## 2 種苗生産試験

各回次の種苗生産結果は次のとおり。

回次	終了日令	生産尾数	生残率	全長
1	36	13千尾	2.7%	31mm
2	35	6千尾	0.9%	31mm
3	40	17千尾	4.3%	34mm
4	38	40千尾	6.2%	30mm
5	38	9千尾	2.8%	29mm

比較的遅い時期の選別・分槽の有効性が再現された。

早めの選別・分槽は稚魚への負担が大きく、選別後しばらくすると再度大小差が生じて共食い等が激化するため、遅めの選別・分槽の方が生残尾数が多くなることもあると推察される。

## 3 養殖試験

各群・各区の養殖試験結果は次のとおり。

試験区 種苗の由来	ワクチン接種区 当所採卵・生産	非ワクチン接種区 当所採卵・生産
養殖試験開始日	8月1日	7月31日
尾数(尾)	8,523	27,020
全長(mm)	9.8	2.7
体重(g)	12.3	0.3
養殖試験終了日	12月21日	10月28日
尾数(尾)	2,446	520
全長(cm)	25.1	21.3
体重(g)	228.6	132.7
開始日～終了日		
生残率(%)	28.7	1.9

ワクチンを接種した大型種苗は、ワクチンを接種しない小型種苗より生残率が良好であった。

ワクチンを接種しない小型種苗は、イリドウイルス感染症の被害が大きく、その後、ノカルジア症も発生したため、生残状況が悪かった。

一方、ワクチンを接種した大型種苗は、ワクチンの効果によりイリドウイルス感染症の被害は大きくなかったものの、ノカルジア症は発生した。

# 種苗量産化技術高度化事業

## (カサゴ)

柳 宗悦・外菌博人・神野公広・松原 中・今村昭則

### 【目的】

カサゴの飼育初期における大量斃死防除対策に関する研究として、①斃死原因の解明及び防除対策の開発、②安定的な種苗生産技術の開発及び飼育マニュアルの確立を目的とし、親魚養成及び種苗生産試験を行った。

### 【方法】

#### 1. 親魚養成及び産仔

##### (1) 親魚養成

平成20年度は親魚の高齢化による産仔の健苗性の問題や産仔自体の個体間のバラツキによる成長への悪影響(成長差がもたらす共食い発生の多発化)等の原因から、生産尾数は著しく低調であった。

本年度は、4～5月に保有尾数の約7割の追加更新を行った。養成は8月まで、従来の親魚と追加更新分の親魚を、それぞれ20 t 円形水槽で分槽飼育した後、9月から60 t 円形水槽1面で飼育を行った。給餌は基本的に週3回、イカ(1.8kg/回)、オキアミ(0.6kg/回)を中心に給餌した(詳細については表1のとおり)。

表1 親魚の管理について

期 間	飼 育 水 槽	備 考
4～8月	20t円形水槽×2面	・ストレス軽減のためブラインドを設置。水銀灯は無灯火。 ・給餌の際、ビタミン剤を10～15g/回添加。
9～3月	60t円形水槽×1面	・夏季には摂餌量が低下するため、適宜調整した。 ・11月からは産仔に向け給餌量を増加した。

##### (2) 産仔

産仔は腹部の膨らんだ雌親魚のみ(計61尾、水槽2面分)を使用した。プラスチック製の籠に1籠当たり5～6尾を収容し(13:30～)、稚仔魚飼育水槽に垂下して産仔させ、所定量(20,000尾/t)の仔魚を確保後、親魚を取り上げた。

#### 2. 種苗生産試験

##### (1) 試験設定内容

本年度は種苗生産初期の大量減耗の軽減を図るため、全海水飼育区と低塩分飼育区(1/2海水)の2試験区を設定し試験を実施した(詳細については表2のとおり)。

飼育用水には、全海水飼育区には紫外線殺菌濾過海水を、低塩分飼育区には紫外線殺菌濾過海水と淡水(水道水を貯水タンクに貯めて曝気処理したもの)を用い、換水は当初から0.5回/日で流水にし、仔魚の成長に合わせて適宜増量した。

通気はエアーストーンを中央に2個、周りに4個配置し、0.5L/分で開始し、仔魚の成長に合わせて適宜増量した。

ナンノクロロプシス(以下、「ナンノ」という。)添加は、自家製の濃縮ナンノを使用し密度は50万細胞/ml以上を維持するように、日令1から添加した。

表2 種苗生産試験の設定内容

生産回次	試験区分	産仔期間(日間)	収容親尾数(尾)	産仔数(千尾)	使用水槽(t)	飼育水	注水(回転率:回/日)			通気(L/分)
							0~24日	25~49日	50日~	
1	全海水	1/6~1/8(3日間)	30	440	20	濾過海水(UV処理済)	0.5~0.8	1.0~2.0	2.5~6.0	0.5~3.0×6箇所
2	1/2海水	1/6~1/9(4日間)	31	476	20	濾過海水(UV処理済)	0.5~0.8	1.0~2.0	2.5~6.0	0.5~3.0×6箇所

(注) ①2回次は日令15から曝気処理した淡水を海水と等量ずつ注水し、4~5日経過後、塩分濃度が17~18%となるよう調整し

②種苗生産初期の飼育水温変動を極力抑えるため、日令14からチタンヒーターによる加温設定(16°C)を行った。

③水質の安定を図るため、産仔終了直後からサンゴパウダー(なぐらし1号、2号)を散布した(10~20g/t/日)。

《試験の概要》

(1回次) 従来の飼育方法(対照区として設定)

→ 全海水飼育, S型ワムシと配合飼料を給餌

(2回次) 低塩分飼育(1/2海水による飼育)

→ 種苗生産初期に低塩分飼育(1/2海水~1/4海水)を行うことにより、仔稚魚の塩類排出時(浸透圧調整時)に必要なエネルギーを節約させ、高い生残性を確保するという内容<sup>1)</sup>。S型ワムシ, アルテミア及び配合飼料を給餌。

なお、本年度も引き続き、飼育後期(着底個体出現時期:日令50前後)に見られる大量斃死対策として、底部をできるだけ清浄な状態に維持するため①定期的な底掃除の実施、②直接底部への注水(0.5回/日, 底部への補完的注水)、③注水量を早めに増加する等の対策を行った。

(2) 餌料

餌料系列を図1に示す。

生産回次	餌料	給餌基準	日令												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80				
1	S型ワムシ	5~20個/cc	5個	6個	8個	10個	15個	20個	15個						
	配合飼料(おとひめB1)	90~300g													
2	S型ワムシ	5~20個/cc	5個	6個	8個	10個	15個	20個	15個						
	配合飼料(おとひめB1)	90~300g													
	アルテミア幼生	0.05~0.1億個/日													

図1 餌料系列について(1回次, 2回次)

餌料はシオミズツボワムシ(以下、「S型ワムシ」という。)と配合飼料を使用した。各餌料の概要については、下表のとおり。

【ワムシについて】	
種類(L型 or S型)	S型(シオミズツボワムシ)
1次培養	ナンクロロブシ(自家製), パン酵母
給餌回数(回/日)	2回(日令0~) ※午前8時30分~ 午後1時30分~
栄養強化剤の種類と強化方法	スーパー生クロレラV12(クロレラ工業(株)製), 添加量200ml/億個体/回 バイオクロミスパウダー(クロレラ工業(株)製), 添加量100ml/億個体/回
【アルテミアについて】	
産地	中国産
培養方法	脱殻処理後, 27°C×24時間ふ化
給餌開始時の全長(日令)	7.2mm(日令34)
給餌回数(回/日)	1回(日令34~)
栄養強化剤の種類と強化方法	バイオクロミスパウダー(クロレラ工業(株)製), 添加量200ml/千万個体/回
【配合飼料について】	
銘柄と種類	日清丸紅飼料(株)製 商品名:おとひめB1 日清丸紅飼料(株)製 商品名:なぎさ2号 ※旧KBTオリエンタル飼料製

なお、ワムシと配合飼料の給餌時期(開始時期, 終了時期, 期間)の目安を表3に示す。

表3 ワムシと配合飼料の給餌時期(開始時期, 終了時期, 期間)の目安について

		H12	H16-R1	H17	H18	平年値	H21-R1 (全海水)	H21-R2 (1/2海水)	平年値との 比較
S型ワムシ	給餌期間	日令0~67	日令0~78	日令0~63	日令0~75	日令71	日令0~78	日令0~78	7日長い
	終了時全長	24.1mm	約25mm	約25mm	約27mm	25.3mm	25.0mm	28.8mm	平年並み
配合飼料	給餌開始	日令36~	日令32~	日令32~	日令35~	日令34~	日令46~	日令46~	12日遅い
	開始時全長	11.2mm	約9mm	8.7mm	11.9mm	10.2mm	約10.9mm	約9.9mm	平年並み

### (3) 塩分耐性試験

日令11(全長5.1mm)の時期に, ビーカー試験で塩分耐性を確認した後, 低塩分飼育区への淡水の注水を開始した。塩分耐性試験について表4に示す。

表4 カサゴ稚魚(日令11)の塩分耐性試験 (単位:尾)

経過時間 (h後)	全海水(34‰)		1/2海水(17‰)		1/3海水(12‰)	
	斃死数	生残数	斃死数	生残数	斃死数	生残数
0	0	30	0	30	0	30
12	0	30	0	30	0	30
24	0	30	0	30	0	30
36	0	30	0	30	0	30
48	0	29	0	29	1	29

- (注) ①各試験区とも1Lのビーカーにそれぞれ海水濃度を調整し試験を実施。  
 ②各試験区とも全海水から即座に全海水, 1/2海水, 1/3海水に収容。  
 ③試験期間中のビーカー内の水温は概ね飼育水槽の水温に同じ。  
 ④供試魚の平均全長は5.1±0.3mm。

## 【結果及び考察】

### 1. 親魚養成及び産仔

平成21年12月2日に, 当該年度の初産仔を確認した。その後, 水温の低下とともに産仔量も増加の傾向を示した(図2を参照)。

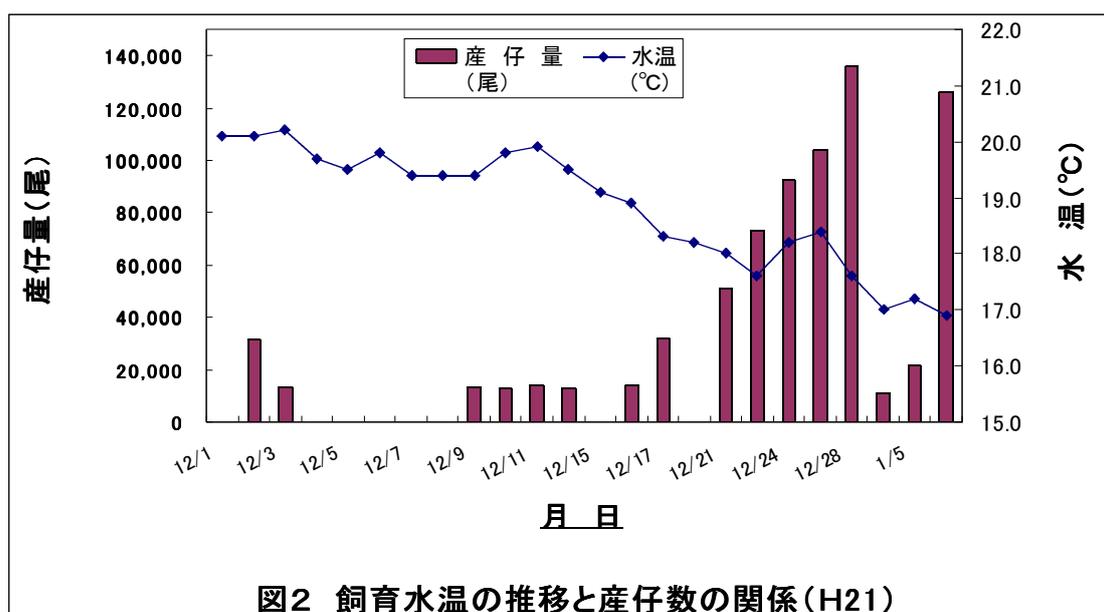


図2 飼育水温の推移と産仔数の関係(H21)

産仔の状況については、20 t水槽2面にそれぞれ30尾、31尾の親魚を垂下させ、平成22年1月6日～8日(9日)の3日間(4日間)で合計916千尾の産仔を得た(表5を参照)。

本年度は、春期(4～5月)に親魚の追加更新を行った結果、優良な産仔が短期間で確保できた(2万尾/t)。産仔期間が短かったため、サイズのバラツキが最小限に抑えられ、その後の成長、生残に好影響をもたらしたと考えられた。

表5 産仔結果について

生産回次	試験区分	産仔期間(日間)	収容親尾数(尾)	産仔数(千尾)	使用水槽(t)
1	全海水	1/6～1/8(3日間)	30	440	20
2	1/2海水	1/6～1/9(4日間)	31	476	20

## 2. 種苗生産試験

塩分濃度(全海水, 1/2海水)の違いによる初期生残の比較試験結果を表6に示す。

取揚時(日令82)の生産尾数の比較では、全海水飼育区が22,800尾(1,140尾/t)であったのに対し低塩分飼育区は30,600尾(1,530尾/t)で、前者の1.34倍の生産実績を得た。

表6 種苗生産結果(H22.1.6～H22.3.30)

試験区分	飼育期間	産仔数(尾)	取揚尾数(尾)	総採仔数(千尾)	生残率(%)	平均全長(mm)	飼育水温(°C)	備考
全海水	82日間	440,000	22,800	586	5.2	28.5	14.2～18.0	
1/2海水	82日間	476,000	30,600	586	6.4	32.1	14.4～18.3	低塩分飼育は日令15～67まで実施。

(注)①2回次は日令15から曝気処理した淡水を海水と等量ずつ注水し、4～5日経過後、塩分濃度が17～18‰となるよう調整した。

②種苗生産初期の飼育水温変動を極力抑えるため、日令14からチタンヒーターによる加温設定(16°C)を行った。

③水質の安定を図るため、産仔終了直後からサンゴパウダー(なぐらし1号, 2号)を散布した(10～20g/t/日)。

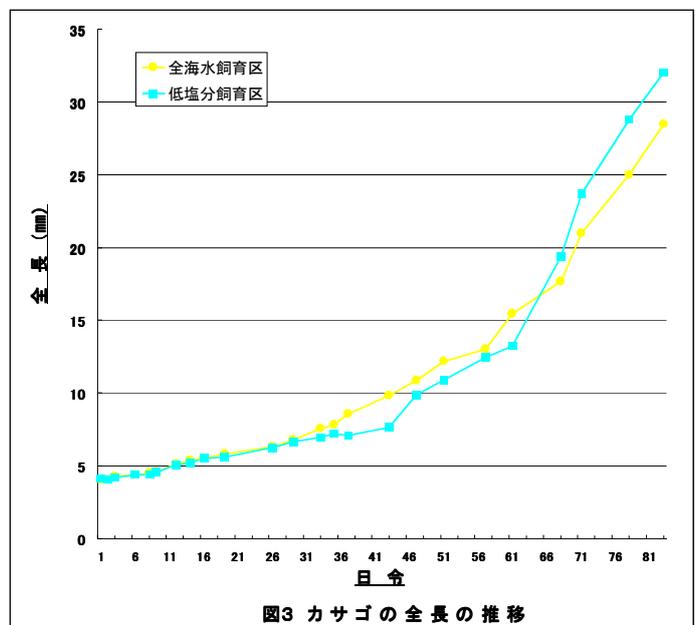
御堂岡は1)魚種毎(オニオコゼ, キジハタ, カサゴ)に仔魚期における低塩分耐性を調査し、カサゴが産仔直後から低塩分飼育が可能で、大量減耗期に低塩分飼育を実施すると、生残率向上に有効であったと報告しているが、今回は20 t水槽規模の種苗生産試験で、その有効性が確認された。

また、成長面においても低塩分飼育区(取揚時全長:約32mm)の方が全海水飼育区(取揚時全長:約28.5mm)に比べ優れる結果であった。これらは、日令60以降に顕著な差が確認された(図3を参照)。

以上のことから、低塩分飼育はカサゴの種苗生産初期の大量減耗の軽減に有効であると思われた。

(参考文献)

- 1) 御堂岡あにせ(2010):地付き魚の低塩分飼育技術,水産と海洋(広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター広報誌),18,p3-4.



# 内水面増養殖技術開発事業－Ⅳ

## (フナ種苗生産技術開発)

今村 昭則・柳 宗悦・池田 祐介

### 【目 的】

本県の内水面資源の維持・増大を図るため、フナ種苗の量産化技術の確立を図る。今年度も昨年同様、養成していたフナからの人工採苗を行う。

### 【方 法】

#### 1 親魚養成

##### (1) 永田川産親魚

H17・18年度に採捕した雌146尾を養成した。

##### (2) 池田湖産親魚候補群

H17年度池田湖で天然採苗し、育成していた親魚候補群雌158尾を養成した。

親魚の成熟を促進するため、冬場できるだけ止水に近い状態で飼育し、水車を回して飼育水の低水温を確保する取り組みを行った。

#### 2 種苗生産

##### 〈人工採卵〉

平成18年における飼育親魚の成熟調査結果で6月下旬に成熟のピークがあることから、その時期を目処に採卵試験を実施した。

##### (1) 永田川産親魚

①採卵試験Ⅰ：6月2日に145尾の親魚のうち比較的腹部が膨満していると思えた37尾を選別し、コイ雄150尾とともにキンランを設置したコンクリート池に収容し自然採卵試験を行ったが、産卵がないことから、6月16日にホルモン打注(5IU/g×300g/尾=1, 500IU)して採卵試験を行った。

②採卵試験Ⅱ：6月23日に採卵試験Ⅰで供試した親魚以外のうち比較的腹部が膨満していると思えた38尾を選別後、ホルモン打注(5IU/g×300g/尾=1, 500IU)し、コイ雄100尾とともにキンランを設置したコンクリート池に収容して採卵試験を行った。

##### (2) 池田湖産親魚候補群

158尾の親魚のうち、比較的腹部が膨満していると思えた25尾を選別し、コイ雄125尾とともにキンランを設置したコンクリート池に収容し自然採卵試験を行った。

##### 〈種苗生産〉

##### (1) 永田川産親魚

①採卵試験Ⅰ：6月17日、卵が産みつけられたキンランを500リットルFRP水槽に収容し、ふ化させた。ふ化仔魚には日令2からワムシとミジンコを1日1回与えた後、日令24から自動給餌器により配合飼料を与えた。

②採卵試験Ⅱ：6月23日、卵が産みつけられたキンランを500リットルFRP水槽に収容し、ふ化させた。ふ

化仔魚には日令2からワムシとミジンコを1日1回与えた後、日令17から自動給餌器により配合飼料を与えた。

## (2) 池田湖産親魚候補群

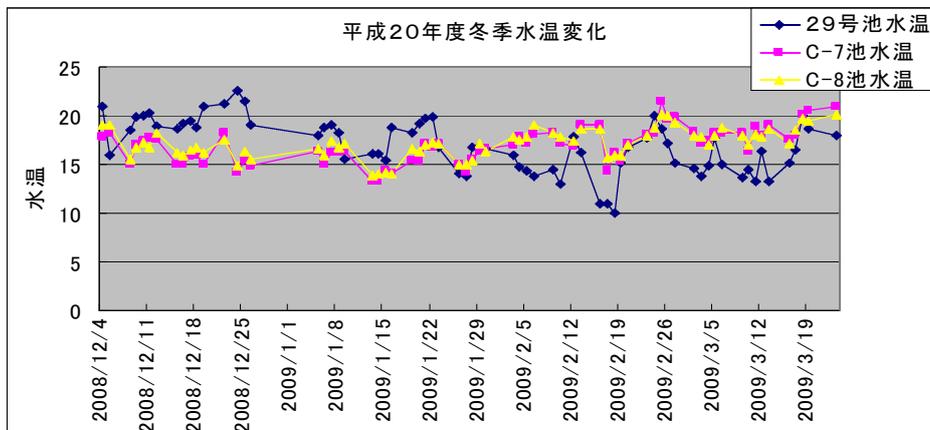
産卵が無く、実施できなかった。

## 【結果及び考察】

### 1 親魚養成

フナを親魚として成熟させるためのポイントは、冬場の低水温確保と、フナに安心感を与える適度な水深と言われていることから、水温を降下させるためほぼ止水に近い状態で、なおかつ水車を回したが、暖冬で思うように水温を降下させることが出来なかった。(図1)

低水温下での飼育が出来なかったこともあり、腹部が膨満していると思われる親魚は昨年同様少なかった。



[ 図1:2008年12月～2009年3月の水温変化 ]

### 2 種苗生産

#### <人工採卵>

#### (1) 永田川産

①採卵試験Ⅰ:永田川産親魚37尾を供試し、6月2日～6月15日にかけて自然産卵を試みたが産卵は見られなかったため、6月16日ホルモン打注をしたところ、翌日産卵が見られた。推定産卵数6,600粒であった。

②採卵試験Ⅱ:採卵試験Ⅰで供試しなかったうちの38尾に、6月23日ホルモン打注したところ、翌日産卵が見られた。推定産卵数は10,000粒であった。

#### (2) 池田湖産親魚候補群

6月11日親魚候補群として養成していた25尾で自然産卵を試みたが、2週間経過しても産卵しなかった。

#### <種苗生産>

#### (1) 永田川産

①採卵試験Ⅰ:6月17日に採卵できた6,600粒をFRPタンクに收容したが、6月19日から孵化かが始まり、得られた推定ふ化仔魚数は1,000尾で推定孵化率15.2%であった。

日令2からワムシ・ミジンコを投与し、日令24からは配合飼料を給餌した。8月19日計数

し、取り上げ尾数842尾(平均全長32mm)をコンクリート池で飼育を開始した。なお、FRP水槽での飼育では成長とともに尾鰭がなくなる現象が発生したが、コンクリート池での飼育になってからは、尾鰭が回復してきた。また、尾鰭の消滅に関して細菌及び寄生虫は確認できなかった。

②採卵試験Ⅱ:6月24日に採卵できた10,000粒をFRPタンクに収容し、6月26日から孵化かが始まり、得られた推定ふ化仔魚数は3,000尾で推定孵化率30.0%であった。日令2からワムシ・ミジンコを投与し、日令17からは配合餌料を給餌した。9月9日に計数し取り上げ尾数2,358尾(平均全長28mm)をコンクリート池で飼育を開始した。なお、FRP水槽での飼育では採卵試験Ⅰと同様の尾鰭の消滅現象が発生した。

(2) 池田湖産親魚候補群

採卵できず、生産することができなかった。

表1 採卵と孵化状況

採卵日	採卵数(粒)	孵化仔魚数	孵化率 %	取り上げ日	取り上げ尾数	備 考
6月17日	6,600	1,000	15.2	8月19日	842	ホルモン打注
6月24日	10,000	3,000	30.0	9月9日	2,358	同 上
合 計	16,600	4,000	24.1		3,200	

今年度は自然産卵での採卵はできず、ホルモン打注により少量の卵しか得ることができなかったことから、3,200尾の生産尾数となった。このことは親魚の成熟不足が原因と思われ、大量の卵を得るためには親魚の成熟育成が大きな課題であることから、成熟要件の一つと考えられる冬期低水温下での飼育をするため、平成21年12月から平成22年3月までの冬期において完全止水とほぼ止水に近い状態の2通りでの飼育を実施した。

# 内水面増養殖技術開発研究－V (モクズガニ種苗生産技術開発)

神野公広・神野芳久・今村昭則

## 【目 的】

本県の河川資源維持・増大のため、地元要望が高いモクズガニの種苗生産技術を開発する。

## 【方 法】

### 親ガニの養成

平成21年11月19日～平成22年2月15日に万之瀬川河口域で採捕した親ガニ(♀)100尾を搬入し、センター内の2k1FRP円形水槽に収容し養成した。

### 供試ふ化幼生

200L黒色ポリエチレン水槽に親ガニを豆籠に入れて収容し、ワムシ25個/ml、濃縮ナンノ50万細胞/mlとなるように添加して、止水、弱通気、暗黒化の状態で翌朝のふ化幼生を待った。

### ふ化幼生の飼育

飼育条件を表1、表2に示した。また、ステージ(ゾエア1期(Z1)～稚ガニ1期(C1))の出現状況を図1に示した。

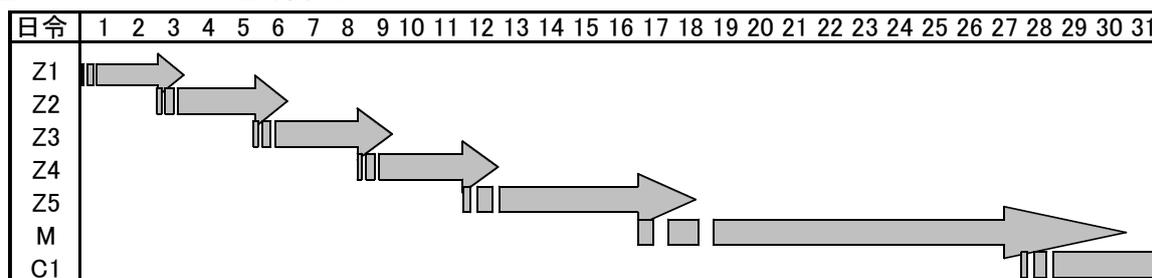
**表1 飼育条件 (1回次)**

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
使用水槽	1kl水槽					
飼育水	ろ過海水					
水温	開始時17℃ → 最終24℃台					
注水量	0.5～1.5回転/日					
通気	水槽中央部から塩ビ管によるエアブロック					
ナンノ	ゾエア期, 50万細胞/ml					
(餌料系列)						
ゾエア期	ワムシ (Z1～Z5) アルテミア (Z3～)	ワムシ (Z1～Z5) 冷凍コペ (Z3～)	ワムシ (Z1～Z5) アルテミア (Z3～)	ワムシ (Z1～Z5) 冷凍コペ (Z3～)	ワムシ (Z1～Z5) アルテミア (Z3～)	ワムシ (Z1～Z5) 冷凍コペ (Z3～)
メガロパ ～稚ガニ 二期	アルテミア アサリミンチ	冷凍コペ アサリミンチ	アルテミア オキアミミンチ	冷凍コペ オキアミミンチ	アルテミア ふ化幼生	冷凍コペ
配合飼料	Z2～C					

**表2 飼育条件 (2回次, 3回次)**

	2回次		3回次	
	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
使用水槽	20kl水槽		20kl水槽	
飼育水	ろ過海水		ろ過海水	
水温	開始時18℃ → 最終24℃台		開始時17℃ → 最終24℃台	
注水量	0.5～1.0回転/日		0.5～1.0回転/日	
通気	水槽中央部エアブロック		水槽中央部エアブロック	
ナンノ	ゾエア期, 50万細胞/ml		ゾエア期, 50万細胞/ml	
(餌料系列)				
ゾエア期	ワムシ (Z1～Z5) アルテミア (Z3～)		ワムシ (Z1～Z5) アルテミア (Z3～)	
メガロパ ～稚ガニ 二期	アルテミア アサリミンチ	アルテミア アサリミンチ	アルテミア アサリミンチ	
配合飼料	Z2～C		Z2～C	

図1 ステージの出現状況



【結果と考察】

・ 1 回次

1月7日に親カニ1尾から234千尾のふ化幼生を採仔し、うち180千尾を1 tパンライト水槽6面に3万尾ずつ収容した。

ゾエア期にアルテミアを給餌したNo.1, No.3, No.5区は、冷凍コペを給餌したNo.2, No.4, No.6区よりもメガロパへの変態が早くすすみ、ステージの推移も安定していた。

また、ゾエア期に冷凍コペを給餌した区は稚ガニに変態する時期も遅くなった。

メガロパ期の給餌はアサリミンチ区、オキアミミンチ区、ゾエア幼生区、冷凍コペ区を設定した。その結果、メガロパ期中の生残率はオキアミ区が最もよく、次いでアサリミンチ区、オキアミミンチ区で、栄養効率が最も良いと思われたゾエア幼生区が生残率はあまり良くなかった。

なお、最も生残率の良かった冷凍コペ区も稚ガニへの変態は他の区よりも遅れた。

最終的には、No.1区で2,140尾生産することができた。(生残率7.13%)

生産結果

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
開始月日	1月7日	1月7日	1月7日	1月7日	1月7日	1月7日
収容尾数(尾)	30千	30千	30千	30千	30千	30千
取上月日	2月4日	2月4日	2月5日	2月16日	2月16日	2月16日
日齢	28	28	29	40	40	40
ステージ	C1,C2	C1,C2	C1,C2	C1,C2	C1,C2	C1,C2
取上尾数(尾)	2140	4	765	184	114	21
生残率(%)	7.13	0.01	2.55	0.61	0.38	0.07

・ 2 回次

1月15日に親カニ1尾から250千尾、16日に親カニ1尾から388千尾(計638千尾)を採仔し、20k1水槽(No.1)に収容した。

1月19日に親カニ1尾から264千尾、20日に親カニ1尾から344千尾(計608千尾)を採仔し、20k1水槽(No.2)に収容した。

1回次の結果から、ゾエア期はワムシ、アルテミアを、メガロパ期はアサリミンチ(No.1)、冷凍コペ(No.2)を給餌した。

No.1では、メガロパへの変態までは順調であったが、23日令(メガロパ発生1週間後)から大量のへい死が続き、32日令で試験を中止した。

No.2では、ゾエア期のワムシの接餌が非常によく、メガロパまで高生残率であった。稚ガニへの変態時にかなりへい死が見られたものの、30日令で取り上げた結果56千尾を取り上げることができた。1トン当たりの単位生産量は2,800尾でこれまでで最高となった。

取り上げた稚ガニは県内水面漁連を通じて2月18日に広瀬川、川辺広瀬川に放流した。

生産結果		
	No.1	No.2
開始月日	1月15日	1月19日
収容尾数(尾)	638千	608千
取上月日	中止(2月16日)	2月18日
日齢	—	30
ステージ		C1,C2
取上尾数(尾)		56千
生残率(%)		9.21
単位生産量(/t)		2,800

### ・ 3 回次

2月23日に親カニ2尾から656千尾を採仔し、20k1水槽 (No.1) に収容した。

2月24日に親カニ2尾から808千尾を採仔し、20k1水槽 (No.2) に収容した。

ゾエア期はワムシ、アルテミアを、メガロパ期はアサリミンチを給餌した。

1回次、2回次の試験結果を基に、ゾエア期のワムシ接餌状況にポイントをおき、1回次-No.1, 2回次-No.1と同様の試験を実施。

いずれの試験区でもワムシの接餌状況はよかったが、両試験区ともゾエア5期で大量のへい死があり、メガロパになっても生残尾数は減少。3月24日に試験を中止した。

生産結果		
	No.1	No.2
開始月日	2月23日	2月24日
収容尾数(尾)	638千	808千
取上月日	中止(3月24日)	中止(3月24日)
日齢	—	—
ステージ		
取上尾数(尾)		
生残率(%)		
単位生産量(/t)		

# シラヒゲウニ放流技術開発調査 (種苗生産・供給)

川口吉徳・松元則男・神野公広・今村昭則

## 【目的】

シラヒゲウニ放流効果実証化の取り組みに供する放流種苗を生産・供給する。

## 【結果】

### 1) 種苗生産実績

表1のとおり、平成20年11月、平成21年1月採卵群から、殻径3.21～66.02mmの稚ウニを171,000個生産し、平成21年4月24日～6月12日に奄美海域の各地先及び、三島村地先に放流した。171,000個(平均15.84mm)の生産実績であった。

表1 種苗生産実績

目的・用途	出荷箇所	殻径 (mm)	出荷個数(個)	出荷時期
離島再生交付金事業	9カ所	25.94	59,000	4/24～6/11
小計			59,000	
農林・支庁試験放流	3カ所	10.32	111,500	6/2～6/11
漁場環境部試験	1カ所	60.63	500	6/12
小計			112,000	
合計		15.84	171,000	
	最大	66.02		
	最小	3.21		

### 2) 種苗生産

11月採卵(平成21年11月9日～12月10日採苗)

- ・幼生は124万個収容した。
- ・H18, 19年の生産において浮遊期において、市販のキートセラスグラシリスのみ給餌した区と、フェオダクチラウムを1:1で給餌した区で大きな差異は見られなかったことより、全てキートのみで飼育開始した。
- ・自然減少、奇形等が無く、成長が良かったため、日令23, 25で間引きした。
- ・幼生は日令31で計数し、47.3万個を波板に採苗した。
- ・採苗した47.3万個を3.3t水槽3基, 4t水槽2基で波板飼育を開始した。

# ウナギ親魚養成技術開発試験

柳 宗悦・外菌博人・松原 中・神野芳久・松元則男・池田祐介・今村昭則

## 【目的】

ウナギ親魚（天然ウナギ：雌親魚候補，養殖ウナギ：雄親魚候補）の養成手法の調査・研究を行い，安定的な人工種苗生産技術の開発に供する。

## 【方法】

当試験はウナギの人工種苗生産技術の開発を図ることを目的に，日本水産株式会社中央研究所と共同試験で実施した内容である。共同試験の内訳については，以下のとおりである。

共同研究項目	所属名	備考
親魚養成手法の検討	鹿児島県水産技術開発センター	・天然ウナギ：雌親魚候補群の養成 ・養殖ウナギ：雄親魚候補群の養成
成熟度調査，採卵試験	日本水産株式会社中央研究所	

共同研究項目の内，親魚養成手法の検討について以下に報告する。

### 1. 養殖ウナギ親魚（雄親魚候補群）の養成

#### (1) 飼育方法

前年度繰越分の親魚128尾を換水率の異なる2つのコンクリート池で継続養成した。養成期間は平成21年4月1日から平成21年9月9日までの162日間。試験設定内容については以下のとおり。

表1 試験設定内容

	低換水率区			高換水率区			備考
	縦	横	高さ	縦	横	高さ	
飼育有効水量 (m3)	6.0	2.0	0.6	6.0	2.0	0.6	・注水は約30℃の地下温泉水を使用した。 ・水槽上部には，ネット及び遮光幕を設置した。
	6.96			6.96			
注水量 (ml/10秒)	420ml/10秒			4,050ml/10秒			
回転率 (回/日)	0.5			5.0			
給餌率 (%/BW)	1.2			1.2			

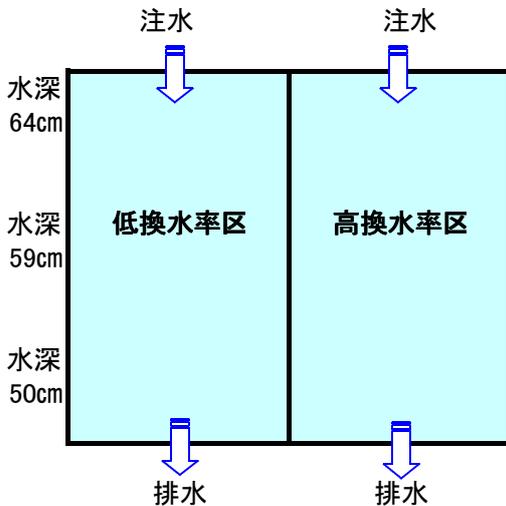


図1 飼育池平面図



写真1 飼育池全体図

※ ネットと遮光幕を設置

## (2) 給餌量

ウナギ用市販配合飼料(練り餌)を給餌。給餌量は魚体重の約1.2%の配合飼料を計量し、計量した飼料の1.3倍量の水を添加して練り合わせ量とした。

## (3) 親魚の履歴

平成20年12月11日に指宿市内の養鰻業者から導入した養殖ウナギ。導入時の平均体重は250 g。

## 2. 天然ウナギ親魚(雌親魚候補群)の養成

### (1) 親魚導入及び出荷

県内河川で採捕された大型の天然ウナギ(500 g以上)を合計20尾受け入れ、日本水産株式会社大分海洋研究センターへ直接輸送した。詳細な内容については、表2のとおり。

表2 天然ウナギ(雌親魚候補群)の導入及び出荷の状況について (単位:尾)

種別	受入		斃死		出荷		備考
	月日	尾数	月日	尾数	月日	尾数	
天然ウナギ	H21.6.4	4	H21.6.4	0	H21.6.4	4	採捕分を直接 ※平均体重:687.5g
天然ウナギ	H21.7.17	8	H21.7.17	0	H21.7.17	8	採捕分を直接 ※平均体重:635.0g
天然ウナギ	H21.8.20	8	H21.8.20	0	H21.8.20	8	採捕分を直接 ※平均体重:755.6g
合計		20		0		20	

(注) 採捕河川は大里川, 掘川(いちき串木野市在住の採捕業者から受入)。

## 3. 大型個体群の海水馴致試験

### (1) 試験の方法

養殖ウナギの性比についてはそのほとんどが雄とされているが、大型個体の場合、希に雌の可能性もあることから、雄親魚候補群として養成しているもののうち、体重が480 g超の大型個体について、平成21年9月9日に選別・分槽を行った(平均体重:528.5 g, 選別尾数:20尾)。

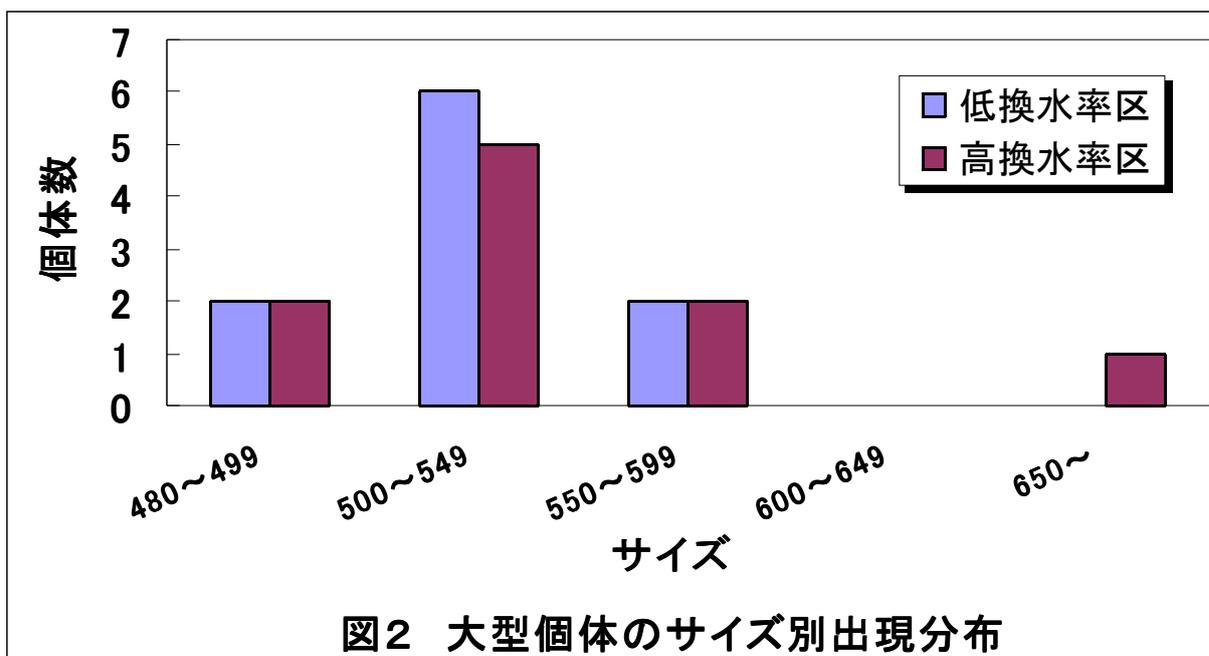
分槽後、引き続き実験池にて約1ヶ月間淡水飼育を行った後、同年10月13日に当センターの2 t水槽に移槽を行い(全体を遮光)、10月22日から弱注水し海水馴致を施した(飼育水量は400 L, 注水量は0.5回/日)。その後、12月14日まで53日間海水飼育とした。なお、海水馴致試験の期間は無給餌とした。詳細な内容については、写真2～3, 図2を参照。



写真2 収容状況(2 t FRP水槽へ)



写真3 遮光幕を設置(光を完全に遮断)



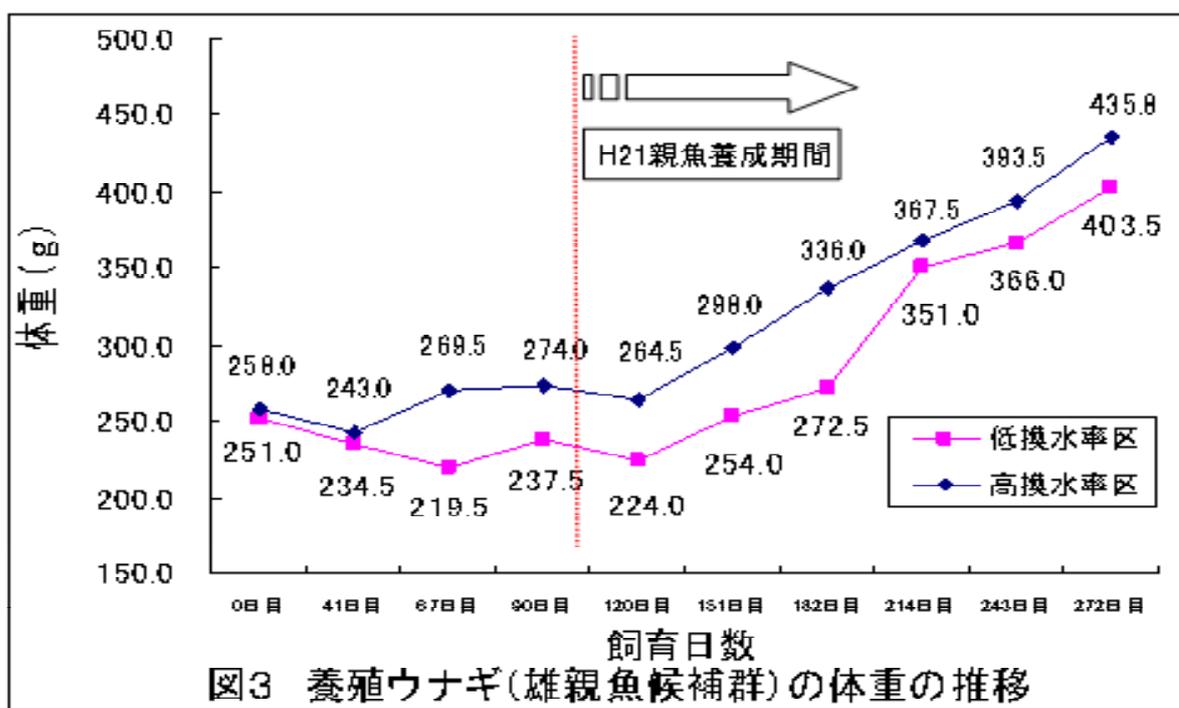
【結果及び考察】

1. 養殖ウナギ親魚（雄親魚候補群）の養成

飼育期間全般を通して、高換水率区の方が低換水率区に比べ飼育水温は高く推移し、摂餌状況も良好であったことから成長が良かった（図3～6を参照）。

しかしながら、6月以降は両者の飼育水温の差がほとんどなくなり、成長面においてはほとんど遜色のないレベルとなった（図3～4を参照）。

9月9日の取上時の平均体重の比較では、高換水率区が435.8g、低換水率区が403.5gであった（成長差：約32g）。詳細な内容については、表3を参照。



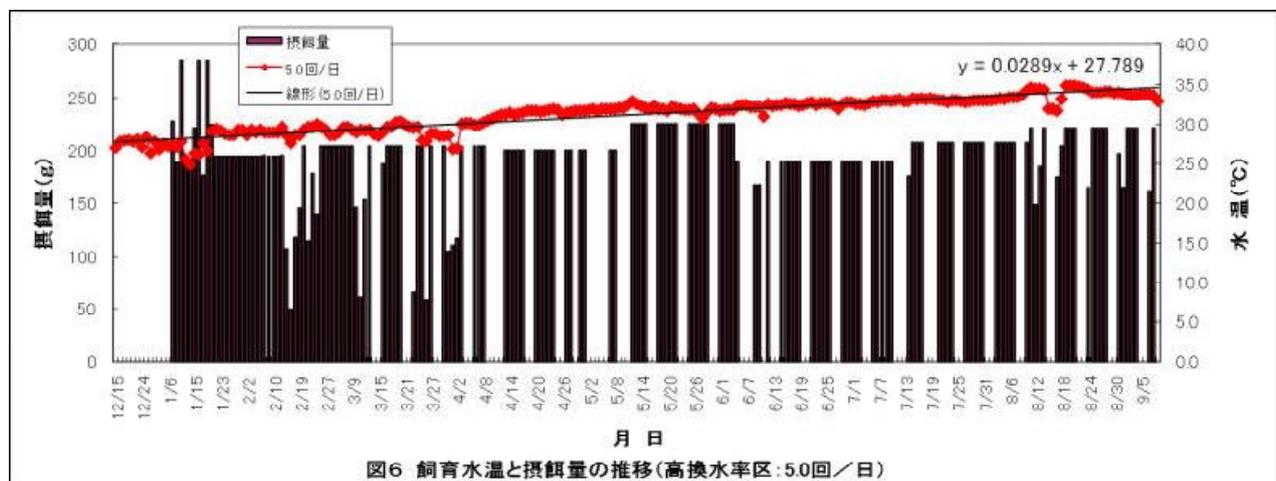
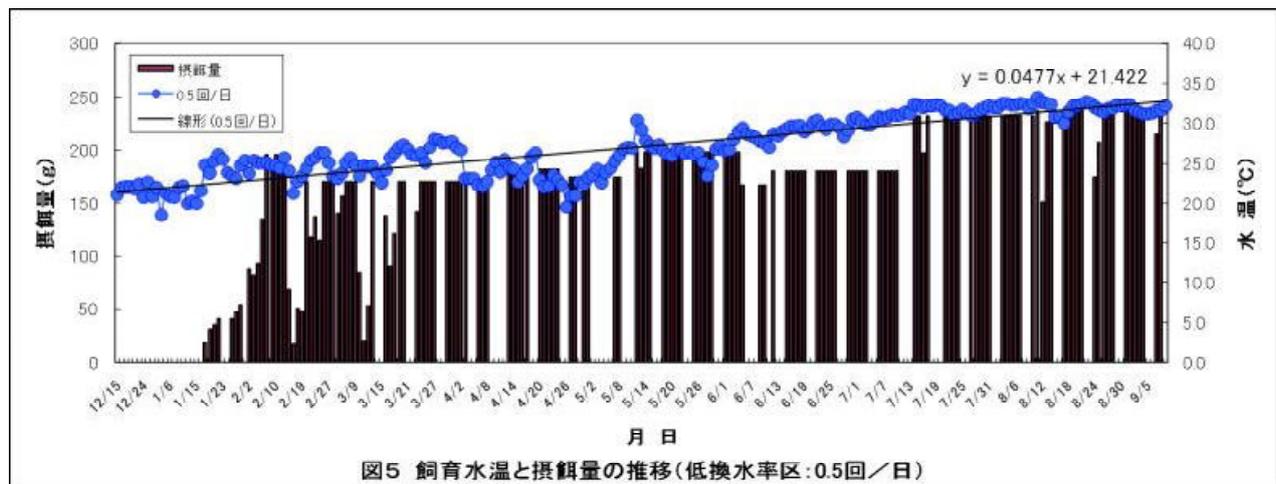
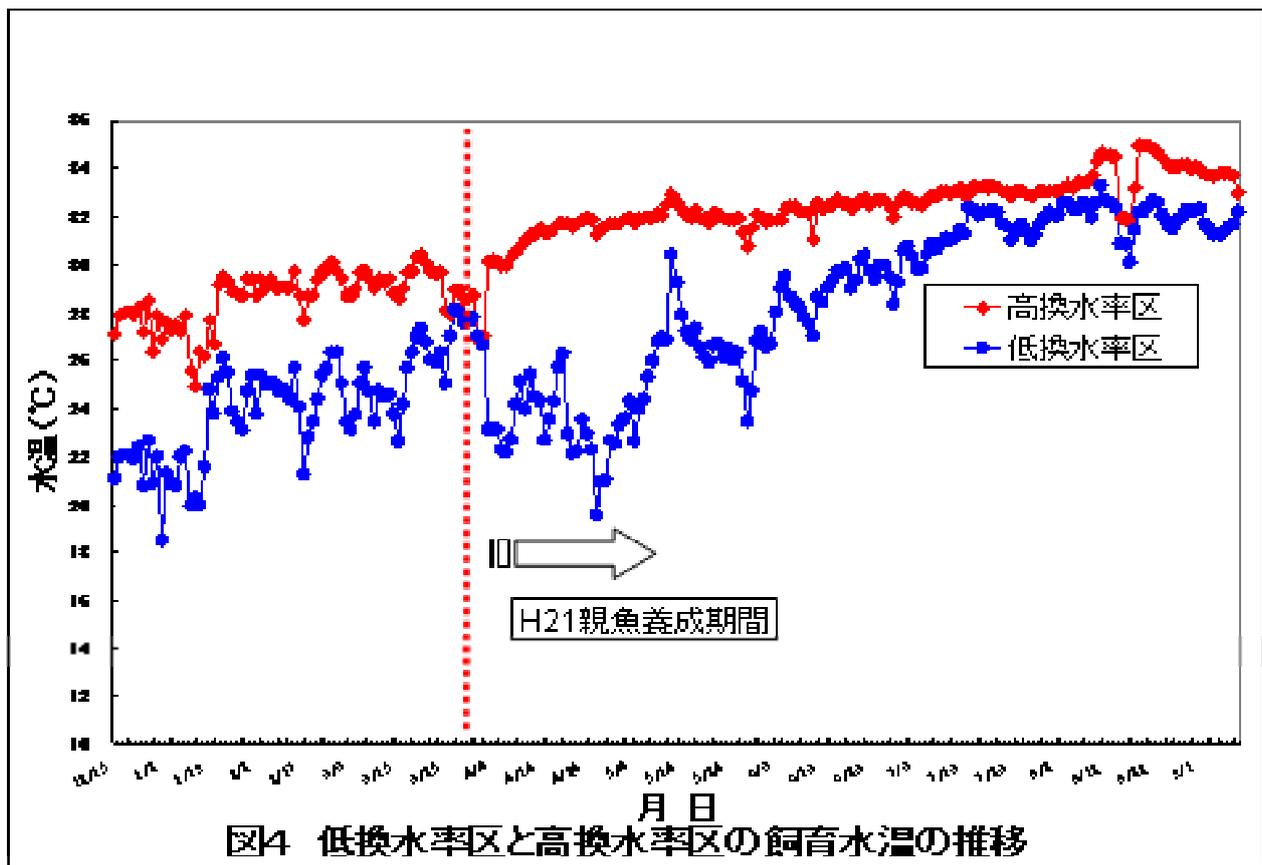


表3 養殖ウナギ(雄親魚候補群)の飼育結果

	池入れ時(A)		120日後(B)		272日後(C)		成長率(%)	
	H20.12.11		H21.4.10		H21.9.9		(C)/(B)	(C)/(A)
	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)	体重(g)	体重(g)
低換水率区	53.3	251.0	53.3	224.0	60.4	403.5	180.1	160.8
高換水率区	52.8	258.0	53.4	264.5	61.0	435.8	164.8	168.9

表4 養殖ウナギ(雄親魚候補群)の受入及び出荷の状況について (単位:尾)

種別	受入		斃死		出荷		備考
	月日	尾数	月日	尾数	月日	尾数	
養殖ウナギ	H21.4.1	128					前年度繰越分
養殖ウナギ					H21.6.3	20	
養殖ウナギ					H21.6.8	6	
養殖ウナギ			H21.7.7	1			
養殖ウナギ			H21.9.10	1			
養殖ウナギ					H21.10.13	15	
養殖ウナギ			H21.10.15	1			
養殖ウナギ					H21.12.24	20	大型個体群(海水馴致)
養殖ウナギ			H22.2.12	1			
養殖ウナギ					H22.3.2	20	宮崎大学へ
養殖ウナギ					H22.3.3	43	養殖研究所へ
合計		128		4		124	

なお、養成した親魚は日本水産株式会社大分海洋研究センター、国立大学法人宮崎大学、独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所へ輸送した。

《日本水産株式会社大分海洋研究センターより報告》

(1) 養殖ウナギ(雄親魚候補群)の成熟度調査について

導入雄親魚候補(養殖由来)41尾のうち、24尾を催熟に使用。使用分全ての個体は雄であった。

また、毎週hCG500IU/kg投与で、5～7週後には全ての個体が採精可能となった。なお、採卵時には複数個体(4～5尾)より採精し、媒精に用いた。

2. 天然ウナギ親魚(雌親魚候補群)の養成

当実験池においては低水温域(20℃前後)での養成管理が困難な状況で、魚体の痩せを助長させ、卵巣発達や卵質に適した環境下でない等の理由から、本年度は実験池での養成は行わず、天然ウナギ導入後は直接、日本水産株式会社大分海洋研究センターへ輸送を行った。

《日本水産株式会社大分海洋研究センターより報告》

(1) 天然ウナギ(雌親魚候補群)の成熟度調査と採卵試験について

導入雌親魚候補(天然由来)のうち、10尾を催熟に用いた(サケ脳下垂体抽出物10または30mg/kg毎週投与)。

催熟に供した10尾のうち、1尾は催熟中の噛み合いにより斃死、3尾は卵黄蓄積の進行がわずかしか見られなかった（解剖により確認。全て雌）。他6尾は卵黄蓄積が進行し、採卵可能な大きさまで発達した（カニューレションにより確認）。うち1尾について平成21年11月20日に17a-ヒドロキシprogesterone 2mg/kg投与により採卵を行った結果、約73万粒の卵が得られ、受精率33.6%、孵化率28.6%であった。

### 3. 大型個体群の海水馴致試験

海水馴致後（平成21年12月14日）の体重は483.3gで、分槽直後（平成21年9月9日）の528.5gの約1割減であった。

なお、海水馴致を施した大型個体群については、日本水産株式会社大分海洋研究センターへ輸送を行い、雌雄判定を行ったところ全て雄であった。

表5 大型個体群の海水馴致データ

	H21.9.9 (A)	H21.10.13 (B)	H21.12.14 (C)	(C) - (A) (g)	(C)/(A) (%)
	分槽時	分槽後 34日目	分槽後96日目 海水飼育53日目		
1	550.0	485.0	450.0		
2	480.0	485.0	465.0		
3	535.0	630.0	445.0		
4	545.0	525.0	520.0		
5	570.0	480.0	445.0		
6	505.0	485.0	500.0		
7	520.0	465.0	450.0		
8	515.0	540.0	460.0		
9	490.0	465.0	450.0		
10	500.0	455.0	460.0		
11	525.0	480.0	500.0		
12	500.0	475.0	465.0		
13	500.0	535.0	605.0		
14	495.0	470.0	440.0		
15	505.0	470.0	470.0		
16	530.0	500.0	550.0		
17	665.0	535.0	475.0		
18	565.0	555.0	520.0		
19	480.0	460.0	535.0		
20	595.0	575.0	460.0		
最大	665.0	630.0	605.0	▲ 60.0	91.0
最小	480.0	455.0	440.0	▲ 40.0	91.7
平均	528.5	503.5	483.3	▲ 45.3	91.4
標準偏差	44.724	45.857	43.446	▲ 1.3	

- (注) ・(A)は低換水区と高換水区の大型個体のみを選別・分槽。  
 ・(B)は分槽後約1ヶ月（淡水飼育）。  
 ・(C)は(A)をセンターへ移槽し、海水飼育後53日目。  
 ・海水馴致は10月22日から弱注水し1日後には全海水とした。  
 ・飼育水温は24.0～19.3℃で推移した。

# 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：スジアラ調査)

神野公広・神野芳久・今村昭則・種苗開発部

### 【目的】

本種は奄美海域における栽培漁業対象魚種として平成8年度から種苗生産の基礎試験に取り組み20年度は平均全長40mmサイズの稚魚を54,300尾生産し、2年連続で量産に成功した。今年度においても引き続き親魚養成、種苗生産、中間育成及び放流の技術開発試験を実施した。

### 【方法】

#### 1 親魚養成試験

親魚は、当センターで継続して養成していた成魚28尾の中から採卵親魚として雄4尾、雌15尾を5月20日に選抜し、コンクリート製円形100k1水槽（φ8m，d2m）で養成したものを供した。なお飼育水は電解殺菌処理海水（注水：10k1/h）とした。

#### 2 種苗生産試験

今年度は、初期生残率の向上を目的とした試験及び効率的な餌料転換の試験を中心に行った。当センターで採卵した受精卵を使用して4回の種苗生産試験を実施した。

- （1回次）前年と同様の飼育方法で対象区として設定した。
- （2回次）沈降死対策として、バスポンプにより飼育水に流れをつくる。
- （3回次）飼育水の水質安定を図るため、サンゴパウダーや貝化石を添加する。
- （4回次）浮上へい死対策として、フィードオイルを添加する。

全回次とも20k1水槽（φ4m，d1.45m）を使用し、収容密度は1,500粒/k1を基本とした。

注水は紫外線殺菌海水を使用し、全回次とも流水飼育（0.5倍/日～）とした。

通気は卵収容～初回給餌（2日令）は5.0L/min×6カ所、初回給餌以降は0.5L/min×中央2カ所に加え酸素発生装置で酸素を供給した。

#### ○ 飼育基準

水槽：コンクリート製円形20k1

注水：紫外線殺菌処理海水（調温）

換水：卵収容～給餌開始（日令2の夕方） 1.0回転  
給餌開始～ 0.5回転 → 4回転

（※ 3回次の日令2～9は止水飼育。）

通気：卵収容～給餌開始 5.0L/分×6カ所  
給餌開始～ 0.5L/分×2カ所＋酸素

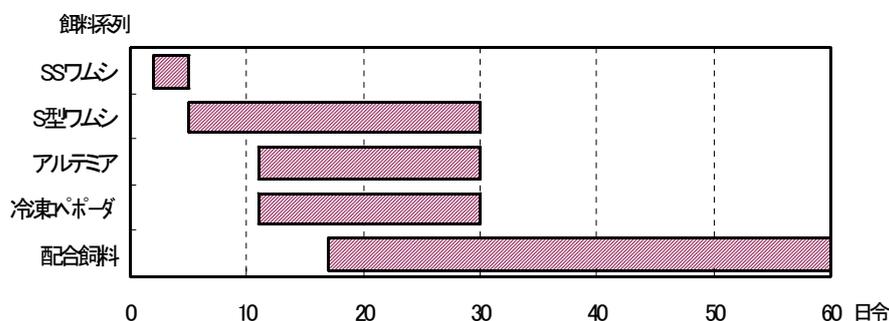
照度：天井灯＋水槽上部白熱灯（100W×6個）

（日令2～日令17，24時間点灯）

ナンノ添加：日令2～日令30，50万細胞/ml

餌料系列は2～5日令：S型ワムシタイ株（基準20個/ml），6～30日令：S型ワムシ（基準15個/ml）11～30日令：アルテミア（基準0.5個/ml），18日令～：配合飼料とした。

なお，S型ワムシタイ株は水研センターから譲受した元種を拡大培養したものを，S型ワムシは当所のものを，アルテミアは卵を脱殻処理後凍結保存したものをふ化させて生物餌料として給餌した。



### 3 中間育成・放流試験

種苗生産試験で生産された稚魚を取上後，コンクリート製角形50k1水槽で継続飼育を行った。中間育成後，放流の2週間程度前に種苗全数の左腹鰭を抜去し，漁業調査船「くろしお」で奄美市笠利の前肥田港まで輸送した後，奄美市笠利町，瀬戸内町，宇検村まで輸送して放流した。

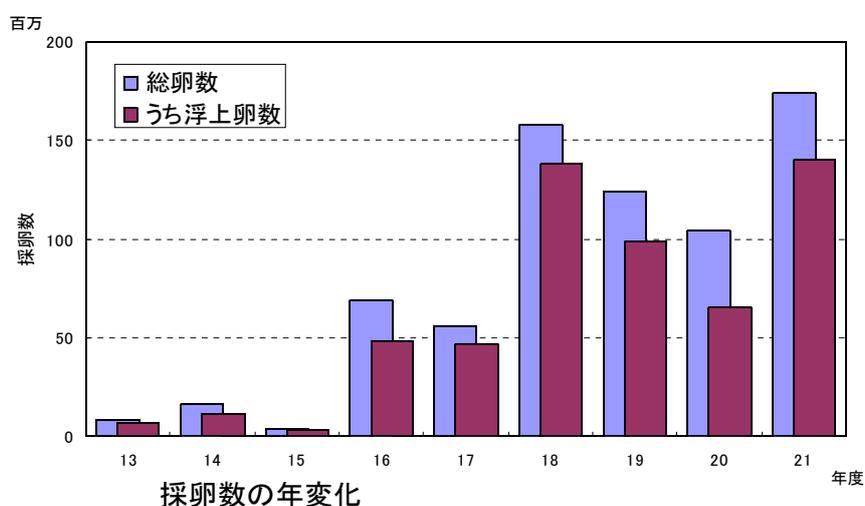
## 【結果及び考察】

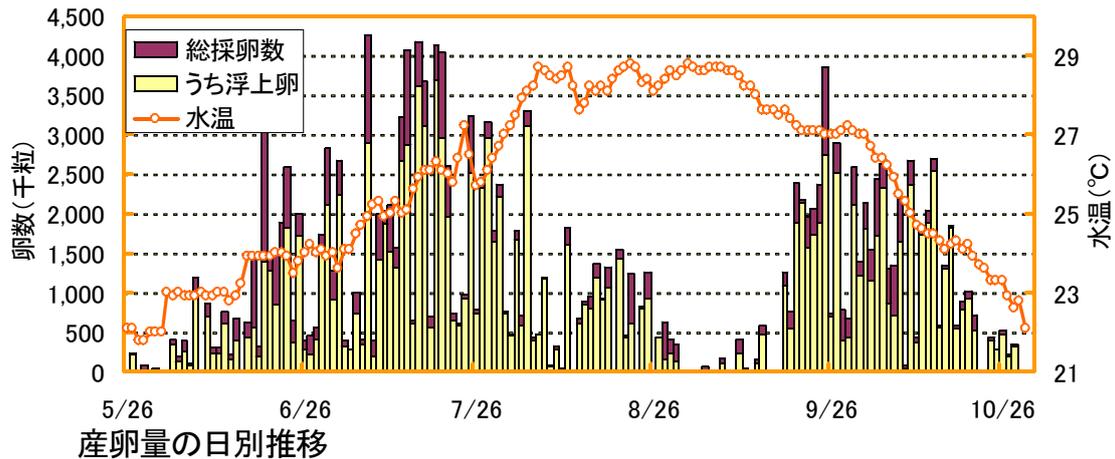
### 1 親魚養成試験

採卵は表1に示すとおり，5月27日～10月28日までの154日間行った。そのうち131日間で採卵した。採卵日数及び採卵量はいずれも平成13年度以降最高となった。

表1 採卵結果

使用水槽 (kl)	採卵ネットセット 自 至 (日数)	採卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
100	5/27 ~ 10/28 (154)	131	173,803	140,252	80.7





## 2 種苗生産試験

種苗生産試験の結果を表2に示す。

**表2 試験の概要  
(開始)**

	卵収容日	使用水槽 (kl)	収容卵数 (千粒)	収容時間	ふ化尾数 (千尾)	ふ化率 (%)
1回次	6/14	20	300	14:30	218	72.7
2回次	6/19	20	333	14:00	257	77.2
3回次	6/20	20	330	13:30	257	77.9
4回次	6/20	20	330	13:30	269	81.5
			1,293		1,001	

(終了)

	取上日	飼育日数	取上尾数	生残率 (%)	平均全長 (mm)
1回次	7/23	39	308	0.1	20.0
2回次	8/25	67	363	0.1	52.5
3回次	8/24	65	25,679	10.0	41.9
4回次	8/25	66	3,723	1.4	50.1
			30,073		42.8

### 1 回次

一昨年度及び昨年度の量産試験の再現性を試験するとともに、他の試験区の対象区とした。

しかし、加温装置の制御弁の故障により水温が大きく変動し、初期生残に影響を与えたため、生残尾数もわずかとなり、日令39で308尾を取り上げた。

### 2 回次

沈降死対策として、飼育水に流れをつくるのが有効であるという他機関の試験結果から、バスポンプ2基を使用し飼育水の底槽から巡流をつくり試験を行った。

4日令以降に浮上へい死が多く見られるようになり減耗も激しく、13日令でサンプリングができなくなる程度まで減少した。最終的に日令67で363尾の取り上げとなった。

### 3回次

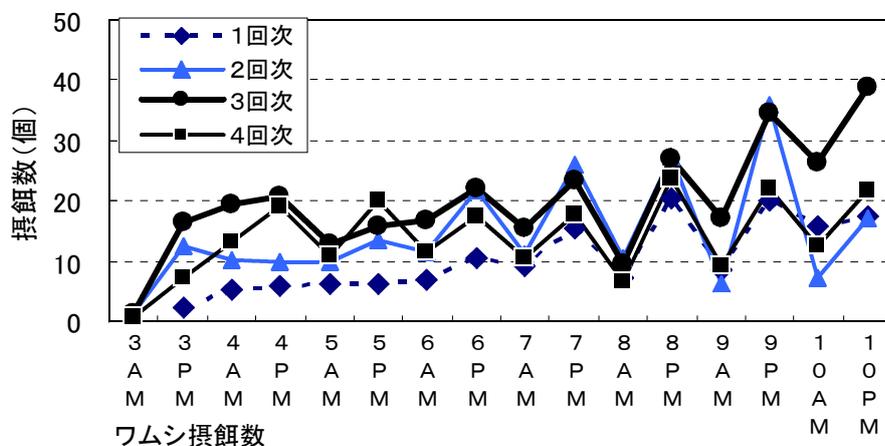
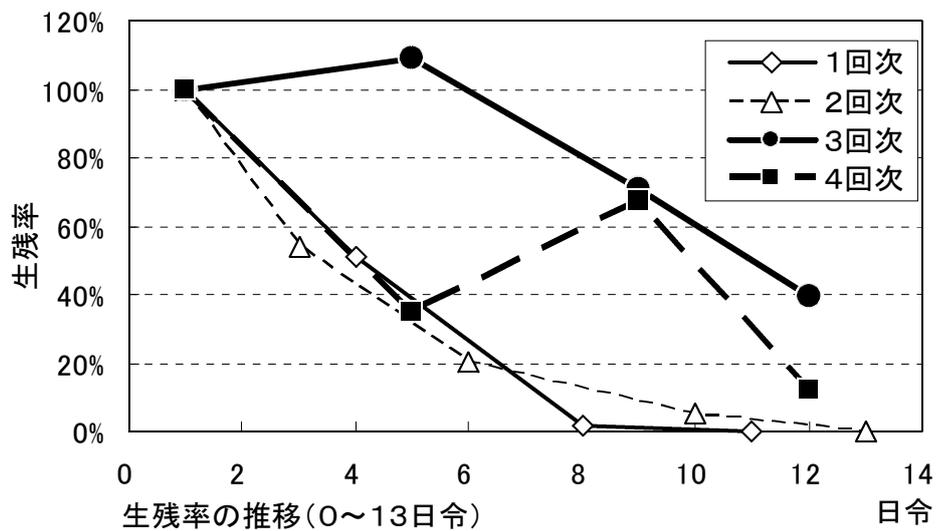
仔魚初期における飼育水の水質安定を目的に、止水飼育としサンゴパウダーや貝化石をてんかすることにより水質変化を抑えた。水質をチェックしながら日令9まで止水飼育とし、日令10から流水飼育(0.05回転〜)に切り換えた。サンゴパウダー等の添加は取り上げまで毎日行い、底掃除は日令34まで行わず、配合飼料の給餌量増加に伴い日令35からは毎日行った。

その結果、初期生残はかなり好調で日令9での生残率は70%、日令12で40%で初期生残率としては過去最高であった。

### 4回次

浮上へい死対策としてフィードオイルを飼育水に1日当たり2.5ml (0.2ml/m<sup>3</sup>)ずつ日令2から日令10まで毎日1回添加した。その他は基準飼育を行った。

その結果、通常日令5当たりから見られる浮上へい死が全く見られなかった。



### 3 中間育成放流試験

今年度生産した稚魚のうち、約8,000尾をモジ網2面（それぞれ約4,000尾）に収容し、9/4～11/4まで中間育成を実施した。

期間中、9/8～10/2の24日間は1面を海面に移し、陸上水槽と海面生簀での比較試験を行った。

その結果、成長はほとんど変わらなかったが、斃死魚数は陸上水槽で3尾、海面生簀では158尾で波によるスレが目立った。

10/22に全数を左腹鰭抜去し、11/5に奄美大島3地先（奄美市笠利町喜瀬地先、宇檢村名柄地先、瀬戸内町嘉鉄地先）にそれぞれ等分し放流した。

### 4 考 察

昨年度までの試験において、ふ化から日令10までの減耗が非常に大きく、生残率は20%前後であったが、今回の試験では、サンゴパウダー（貝化石）及びフィードオイルの添加した区で日令12での生残率が40%と非常によく、止水飼育+サンゴパウダー（貝化石）が初期減耗対策として高い効果が見られた。また、フィードオイルを添加した区でも日令9で高い生残率であり、浮上へい死も見られなかったことから、油膜による減耗対策としても高い効果があると考えられた。

# 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅴ

## (沿岸域資源利用開発調査：ヤコウガイ種苗生産)

川口吉徳・松元則男・神野公広・今村昭則

### 【目的】

奄美海域の放流対象種として、地元要望が高いヤコウガイの種苗生産技術の開発を図る。

### 【方法】

#### 1) 親貝

平成20年10月に搬入した親貝8個(♂5個, ♀3個)と, 平成18年7月に搬入した親貝8個(♂5個, ♀3個)を継続飼育していたものを使用した。

#### 2) 採卵・採精

基本的な方法としては, 親貝を8:30~13:00時まで干出した後に, 遮光した200ℓ水槽に雌雄別々に収容し, 紫外線照射海水(以下「UV海水」と記す)(フロンライザー4L型)の流水(35ml/秒)により誘発した。放精の後, 雌槽に精子液を添加して放卵を促進した。受精卵は水槽内に円筒形ネットを設置して, 誘発槽からホースで取り出し, 30ℓポリカーボネイト水槽に移し, デカンテーション方式で1回洗卵後, 計数した。

#### 3) ふ化, 浮遊幼生の飼育

受精卵は104万個の割合で, 500ℓポリカーボネイト水槽内のネット(φ97cm, 深さ60cm, 目合60~90μm)に収容し, 濾過海水の10回転/日の流水で沈着前幼生まで飼育した。ネットの底掃除は毎日行なった。

#### 4) 着底期飼育

3.3m<sup>3</sup>FRP角型水槽(5.0×1.1×0.6m)に, 予め付着珪藻を着生させた波板(45×45cm)300枚/槽を設置し, 20~25万個/槽を基準として幼生を採苗した。飼育水は濾過海水で, 換水量は成長につれて1~10回転/日とし, 殻高6~9mmまで波板飼育を行った。水温が20℃以下になった12月上旬以降は, 海水を22℃前後に加温した。

また, 付着珪藻不足対策として, 飼育初期には別の波板で仕立てた付着珪藻を給餌させ, 飼育7ヶ月目よりあわせて海藻を給餌した。

#### 5) 平面飼育

10mm以上に成長した稚貝は, 波板から剥離して, 2m<sup>3</sup>FRP角型水槽に収容し, 約20mm以上に達したら巡流水槽に移し, 設置したネトロン生簀(0.8×0.8×0.4m・目合2mm)に500~1,000個/面の割合で, 配合飼料を給餌して飼育した。

### 【結果と考察】

#### 1) 親貝

10月に採卵を実施した。1日目に♂3個体が放精したが, 放卵はしなかった。2日目に雄水槽に前日

の精子を添加し放精を誘発した。放精し、その精子を雌水槽に添加して放卵を促進した結果、935万粒の受精卵が得られた。

昨年度同様に、飼育期間中ツルシラモ、イバラノリ、オゴノリ等の紅藻類を中心に、アオサも混ぜ、絶やすことなく給餌を行ったことが、大量受精卵を得られた要因と考えられる。

## 2) 採卵，孵化，孵化幼生飼育

10月5日，6日の2日間採卵を行い，受精卵935万個を得，520万個をふ化飼育して，沈着前幼生106万個（受精卵からの生残率は20.4%）のうち65万個を採苗に用いた。

## 3) 着底後の飼育

平成21年12月3日より，温海水に切替え（22℃前後）で飼育した。3.3m<sup>3</sup>FRP角型水槽3面に20万個～25万個採苗した。今年度も波板に大型珪藻が少なく，小型の珪藻が優先しており，餌料として適していたものと思われる。加えて，餌料不足対策のため，12月17日，2月9日，3月20日に別の水槽で仕立てた付着珪藻を2面に追加給餌した（比較試験のため1面には追加給餌せず）。また，3月11日よりあわせてオゴノリ給餌を開始し，年度末まで飼育は比較的順調であった。

## 4) 親貝飼育試験

飼育水温20℃以上に保ち，絶やすことなく給餌を行うことで，成熟することがわかったので，生産コストの削減を目的に，自然海水温での飼育を実施した。

### 方法

平成21年10月採卵に使用した親貝12個を自然海水温で継続飼育した。

水温が20℃を下回った12/3日以降も加温水に切り替えなかった。

飼育期間中はオゴノリ等紅藻類を中心にアオサも混ぜて，絶やすことなく給餌した。

結果，水温低下に伴い，摂餌行動はみられたものの，摂餌量も低下し，活力も落ちてきた。20℃を下回ってから60日目に1個体へい死し，76日目までに全個体へい死した。期間中の水温は19.1～14.7℃であった（図1）。

今後は，限界飼育水温，飼育期間等を検討したい。

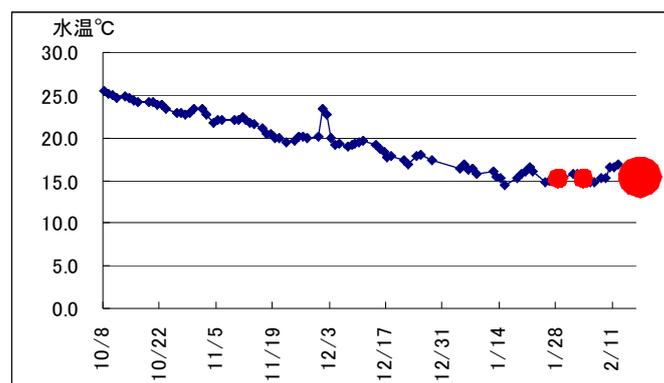


図1 飼育期間中の水温変化

## 5) 種苗出荷サイズの検討

放流効果調査において，放流サイズ30mm以上での放流効果が高いとの報告より，出荷サイズ30mmの生産を検討した。

波板飼育時にオゴノリを給餌し、成長促進と、生残率の向上が得られた現在の成長状況と、それ以前の飼育方法による成長状況を比較すると、平成17年採卵群の最終出荷日令815で平均サイズ24.3mmに対し、今年度出荷した平成19年採卵群は、最終出荷日令760で平均サイズ35.2mmであった（図2）。以前は、同採卵群全てを30mm以上成長させるのに2年半から3年かかっていたが、現在は飼育方法の改善、配合餌料の開発により約2年で可能となった。

今後は、平均サイズ30mm以上での出荷を実施する。

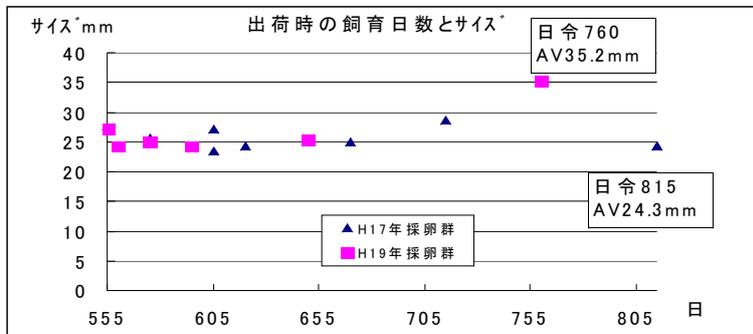


図2 出荷時の飼育日数と平均サイズ

#### 5) 種苗の搬出

平成19年度採卵群より中間育成を継続していた稚貝を11,000個（平均殻高：26.23mm）を、平成21年4月から平成22年1月にかけて、試験・自主放流用種苗として搬出した。

# 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅵ

## (サバヒー種苗生産技術開発)

柳 宗悦・外菌博人・神野公広・松原 中・池田祐介・今村昭則

### 【目 的】

現在サバヒー養殖に用いる種苗は、全て海外(インドネシア等)からの輸入に頼っており、安定供給やコストの低減化を計っていく上で問題となっている。

そこで、本研究では県内でのサバヒー種苗生産技術開発、主に親魚養成、採卵技術開発を目的として研究を行った。併せて、奄美地域における中間育成の手法についても検討を行った。

### 【方 法】

#### 1. 親魚養成

親魚の由来は、平成10年にインドネシアより輸入した種苗を継続飼育したものと、平成12年に本県瀬戸内町にて採捕したもので、平成16年度から本センターにて海水飼育しているものを引き続き使用した。

飼育には前年度に引き続き、親魚棟100t水槽(1面)にて行った(収容尾数59尾)。給餌は配合飼料のみを給餌し、1日当たり3.0kgを週3回(月、水、金)行った。詳細については表1のとおり。

なお、周年、午前8時～午後5時の間は証明を点灯し、照度管理を行った。

表1 サバヒー親魚の給餌について

期 間	配合飼料の種類	メーカー名	備 考
11月～5月(養成期)	コイ成魚用 P7	マルハ(株)	3.0kg×3回/週
6月～10月(産卵期)	マリンプルー 9号	マルハ(株)	3.0kg×3回/週

#### 2. 種苗生産試験

当センターで採卵(自然産卵)した受精卵を使用して、合計6回の種苗生産試験を実施した。

##### (1) 1 t 透明パンライト水槽における種苗生産試験 (第1回次)

低塩分飼育(1/2海水)とサンゴパウダー散布による初期摂餌・生残への影響を調査した。試験設定内容については表2、写真1のとおり。

表2 1t透明パンライト水槽における種苗生産試験(1回次)

試験設定内容	飼育水への添加内容等	開始日 (仔魚収容)	収容仔魚数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		1～10日	11日～	
全海水+サンゴパウダー ①	スーパー生コロラ	8月10日	40,000	円形	1t	濾過海水 (UV処理済)	止 水	流水 (0.5～5回/日) ※成長・飼育環境等に応じ段階的に注水量を増加。	1L/分 ×1
全海水+サンゴパウダー ②	【止水期】 8:30(20ml)					濾過海水 (UV処理済)			
1/2海水+サンゴパウダー ①	+					濾過海水 (UV処理済)			
1/3海水+サンゴパウダー ②	16:00(10ml)					+			
全海水(対照区) ①	【流水期】 8:30(40ml)					淡水			
全海水(対照区) ②	+					濾過海水 (UV処理済)			
	16:00(20ml)								

(注) ①各試験区とも反復区を設けて実施した。

②収容した仔魚は8月9日に採卵し孵化したものの一部を、各水槽に40,000尾ずつ収容したもの。

※正常卵数:390千粒、孵化率:88.7%、孵化水温:28.8℃

③サンゴパウダーは「なぐらし1号:アイエスシー社製」を使用。添加量は10g/t/日を目安に散布した。

④1/2海水区については、試験開始時は全海水とし、徐々に淡水を注水し、約24時間後に1/2海水に調整した。

⑤全試験区に100Wのペンダントライトを設置(水面から約30cmの高さに設置、水面照度は2,000～3,000Lux)。

(2) コンクリート水槽 (60 t) における種苗生産試験 (第2回次)

蛍光灯により照度 (3,500~6,000Lux) 確保を行い、初期摂餌・生残への影響を調査した。試験設定内容については表3、写真2のとおり。

なお、当該試験については、仔魚の沈降死を防止するため、エアーストーンによる通気以外に、エアリフトを4箇所を設置し、水槽全体に流れが生じる状態とした。

表3 コンクリート水槽 (60t) における種苗生産試験 (2回次)

試験設定内容	飼育水への添加内容等	開始日 (仔魚収容日)	収容卵数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		0~1日	1~7日	
ペンダントライト(100W×6基) 蛍光灯(40W×2基×2基)	ナンクロロプス 50万細胞/CC	8月16日	497,500	円形	60t	濾過海水 (UV処理済)	1回/日	止水	1L/分 ×6

(3) 壁色の異なるFRP水槽における種苗生産試験 (第3回次)

水槽壁の色の違いによる初期摂餌・生残への影響を調査した。試験設定内容については表4、写真3のとおり。

表4 壁色の異なるFRP水槽における種苗生産試験 (3回次)

試験設定内容	飼育水への添加内容等	開始日 (仔魚収容)	収容仔魚数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		1~10日	11日~	
2.0tFRP水槽 壁色(白色)	スーパー生クロレラ 【止水期】 20ml+10ml 【流水期】 40ml+20ml	9月2日	80,475	円形	1.7t	濾過海水 (UV処理済)	止 水	流 水 (0.5~5回/日)	1L/分 ×2
2.0tFRP水槽 壁色(青色)					0.5t				
0.5tFRP水槽 壁色(黒色)			15,725		止 水				

(注) ①収容した仔魚は9月1日に採卵し孵化したものの一部を、各水槽に80,475尾ずつ(0.5t黒は15,725尾)収容したもの。

※正常卵数:335千粒、孵化率:61.1%、孵化水温:29.3℃

②全試験区に100Wのペンダントライトを設置(水面から約30cmの高さに設置、水面照度は2,000~3,000Lux)。

(4) 小型透明水槽から20 t 水槽移槽種苗生産試験 (第4回次)

1 t 透明アルテミア孵化槽でふ化から日令7までワムシを餌付けさせた後、20 t 水槽に移槽して種苗生産を行った。試験設定内容については表5、写真4~5のとおり。

表5 小型透明水槽~20t水槽移槽種苗生産試験 (4回次)

試験設定内容	飼育水への添加内容等	開始日 (卵収容日)	収容卵数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		0~7日		
1t透明アルテミア孵化槽	スーパー生クロレラ 40ml+20ml	9月3日	600,000	円形	1t	濾過海水 (UV処理済)	2回/日		微量

ワムシに餌付いたのを確認した後、20t水槽へ移槽し、種苗生産試験を継続実施

試験設定内容	飼育水への添加内容等	移槽日 (仔魚移槽日)	収容仔魚数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		8~14日	15日~	
ペンダントライト(100W×6基)	ナンクロロプス 50万細胞/CC	9月12日	113,500	円形	10~ 20t	濾過海水 (UV処理済)	止 水	流 水 (0.25~3回/日)	0.5L/分 ×6

(5) 1 t 透明パンライト水槽における種苗生産試験 (第5回次)

平成19、20年度の小型パンライト水槽における種苗生産の再現性の試験を実施した。試験設定内容については表6のとおり。

表6 1t透明パンライト水槽における種苗生産試験 (5回次)

試験設定内容	飼育水への添加内容等	開始日 (仔魚収容)	収容仔魚数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		1~10日	11日~	
全海水 ①	スーパー生クロレラ 【止水期】 20ml+10ml 【流水期】 40ml+20ml	9月10日	50,000	円形	1t	濾過海水 (UV処理済)	止 水	流 水 (0.4~6回/日)	0.5L/分 ×1
全海水 ②									
全海水 ③									

(注) ①収容した仔魚は9月9日に採卵し孵化したものの一部を、各水槽に50,000尾ずつ収容したもの。

※正常卵数:約189千粒、孵化率:85.8%、孵化水温:28.5℃

②全試験区に100Wのペンダントライトを設置(水面から約30cmの高さに設置、水面照度は2,000~3,000Lux)。

(6) 高密度種苗生産試験(1トンアルテミア孵化槽における種苗生産試験)(第6回次)

受精卵収容から取上まで流水条件下とし、高密度種苗生産の可能性について試験を実施した。

試験設定内容については表7、写真6のとおり。

表7 1t透明アルテミア孵化槽における種苗生産試験(6回次)

試験設定内容	飼育水への 添加内容等	開始日 (卵収容日)	収容卵数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
				形状	水量		0~17日	18日~	
1t透明アルテミア孵化槽	スーパー生コロレウ 80~180ml/日	10月1日	218,000	円形	1t	濾過海水 (UV処理済)	2~3回/日	5~8回/日	微量

(注) ①10月1~2日にかけて合計218千粒(10/1:78千粒, 10/2:140千粒)の卵を収容した。

②高密度飼育を図るため、日令0から流水条件(2回/日)で飼育管理。

③日令16からヒーター加温(27℃前後に設定)を実施。※水温低下(23℃台)により成長速度等が低下したため。

なお、各回次における給餌基準については表8に示したとおりである。

表8 給餌基準について

	1回次	2回次	3回次	4回次	5回次	6回次
S型ワムシ	日令1~27	日令1~	日令1~23	日令1~23	日令1~25	日令1~27
配合飼料	日令11~	日令4~	日令11~	日令11~	日令16~	日令10~

(注) ①S型ワムシは無強化で給餌。給餌基準は20個/ccを目安に適宜調整した。

②配合飼料はジェンママイクロM-150とアユ用配合飼料(1号・2号)を併用した。

※ 6回次はアユ用配合飼料のみを給餌した。

3. 中間育成試験

奄美地域における中間育成技術の確立を図る目的で、当センターで生産したサバヒ稚魚について、奄美漁業協同組合笠利本所で中間育成試験を実施した。

(1) 試験設定内容

	試験設定内容	備 考
試験の場所	陸上FRP水槽	・サイズ: 1.3m×2.1m×0.55m
導入種苗の尾数と サイズ	約8,700尾 全長: 21.22±2.58mm 体重: 0.07±0.03g	・平成21年8月10日に採卵し、当センターで孵化・養成した稚魚(日令36)
給餌の種類	市販配合飼料 (アユ初期餌料1号, 2号)	・日本配合飼料(株)製
給餌方法・給餌率	自動給餌機を使用 18g/日	・概ね魚体重の3%程度。摂餌状況・成長に応じて適宜調整。
飼育水及び換水率	生海水使用 5回転/日となるよう注水量を調整	・掛け流しによる。 ・生海水のため、砂・泥等が混入。 ・アンドンネット及びサイホンを設置

(2) 輸送の方法

①積み込み作業: 平成21年9月15日(火)午後1時40分~

②輸送方法: 1t水槽(エアレーション)にサバヒ稚魚8,700尾を収容し公用車にて指宿市から奄美市笠利町まで陸路及びフェリー輸送。

③輸送時間: 約17時間30分(平成21年9月15日14:00~9月16日9:30)

④輸送結果: 積み込み及び収容時のハンドリングによる斃死(約40尾)以外は特になし。

※ フェリー輸送時に数回確認(20時・22時・24時)を行ったが特に異常はなし。

## 【結果及び考察】

### 1. 親魚養成

採卵は排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、1日1回産卵の有無を目視観察により行った。

本年度は平成21年7月19日から産卵が確認され、それ以降10月2日まで延べ45回、総卵数1,001万粒の受精卵を得た(図1参照)。

なお、本年度及び過去3年間の採卵状況を表9に、産卵開始と産卵終了の時期の変遷(H18~H21)を図2に、総卵数と産卵回数との関係を図3に示す。

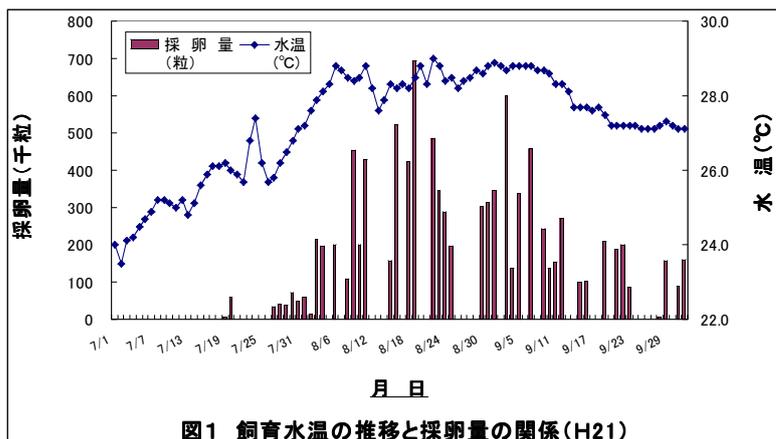


図1 飼育水温の推移と採卵量の関係(H21)

表9 採卵状況の比較(平成18~21年度)

	産卵開始		産卵終了		総卵数 (粒)	産卵 回数	平均卵数 (粒)	最多卵数 (粒)	最少卵数 (粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H18	8月23日	28.8	9月26日	26.7	3,656,750	21	174,131	776,250	8,000
H19	8月18日	29.1	10月11日	26.9	9,768,000	39	250,462	725,000	80,000
H20	7月30日	28.8	9月28日	26.9	10,866,243	35	236,385	855,000	96,600
H21	7月19日	26.2	10月2日	27.1	10,014,056	45	222,535	695,000	5,000

(注) 得られた受精卵は直ちに回収し、50~100Lのアルテミアふ化槽に收容し、エアレーションで全体を攪拌しながら1cc当たりの卵数を計数(時計皿上で計数)し、1日当たりの総卵数を算出した。

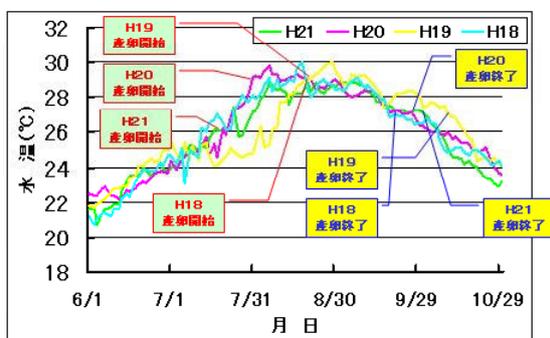


図2 産卵開始と産卵終了の時期の変遷

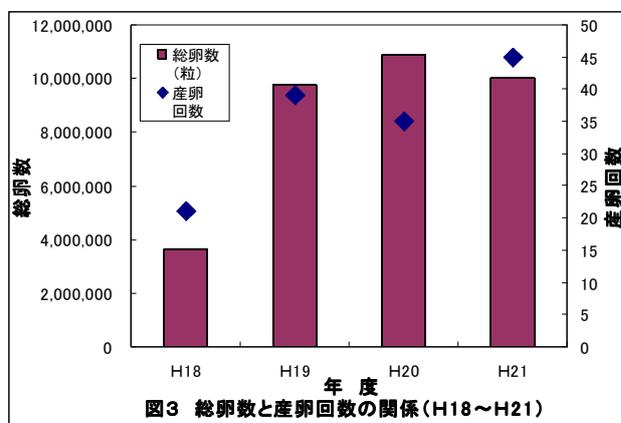


図3 総卵数と産卵回数の関係(H18~H21)

採卵については平成18年度から4年連続で成功し、親魚の養成方法についてはほぼ確立したものと思われた。

成熟・産卵に必要な条件としては、①海水による長期飼育、②冬季加温飼育(20°C以上)、③大型円形水槽による飼育の3点が挙げられ、当該3項目については継続実施する必要があるものと思われた。

過去3箇年では産卵開始水温は28°C以上であったが、平成21年度は26°C台で開始した。産卵終期はこれまでと同様、27°C以下であるものと推察された(図2参照)。

産(採)卵の傾向としては、①年々早期産卵の傾向にある、②多回・少量産卵の傾向にある、③採卵レベルとしては、ほぼ1,000万粒が可能となったの3点が挙げられた。

## 2. 種苗生産試験

平成21年度の各回次における種苗生産結果を表10に示す。

表10 平成21年度サバヒ一種苗生産試験結果(1～6回次)

試験設定内容		飼育規模 (t)	収容仔魚 数	孵化尾数 (尾)	生産尾数 (尾)	生残率 (%)	サイズ (全長:mm)	日令	単位生産尾数 (尾/t)
1回次	全海水+サンゴパウダー ①	1	40,000	-	3,979	9.9	21.0	45	3,979
	全海水+サンゴパウダー ②				中止	-	-	25	-
	1/2海水+サンゴパウダー ①				3,900	9.8	19.1	31	3,900
	1/2海水+サンゴパウダー ②				3,805	9.5	16.6	31	3,805
	全海水(対照区) ①				5,694	14.2	18.4	45	5,694
	全海水(対照区) ②				1,009	2.5	17.4	31	1,009
2回次	ペンタントライト(100W×6基) 蛍光灯(40W×2基×2基)	60	497,500	371,613	中止	-	-	7	-
3回次	2.0tFRP水槽 壁色(白色)	2	80,475	-	100	0.1	17.1	34	50
	2.0tFRP水槽 壁色(青色)	2			1,835	2.3	18.7	34	918
	0.5tFRP水槽 壁色(黒色)	0.5			23	0.1	15.2	34	46
4回次	餌付け+20t水槽へ移槽	20	113,500	-	1,622	1.4	19.6	33	81
5回次	全海水 ①	1	50,000	-	1,588	3.2	17.5	46	1,588
	全海水 ②				中止	-	-	35	-
	全海水 ③				9,491	19.0	17.5	46	9,491
6回次	1t透明アルテミア孵化槽 (日令0から流水飼育)	1	218,000	143,750	23,207	16.1	17.0	41	23,207
合計					56,253				

また、各回次における日令7までの全長の推移を表11に、ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表12に、仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表13に、第1～3回次及び第5回次のSAIの比較を図4に示す。

表11 日令7までの全長の推移(1～6回次)

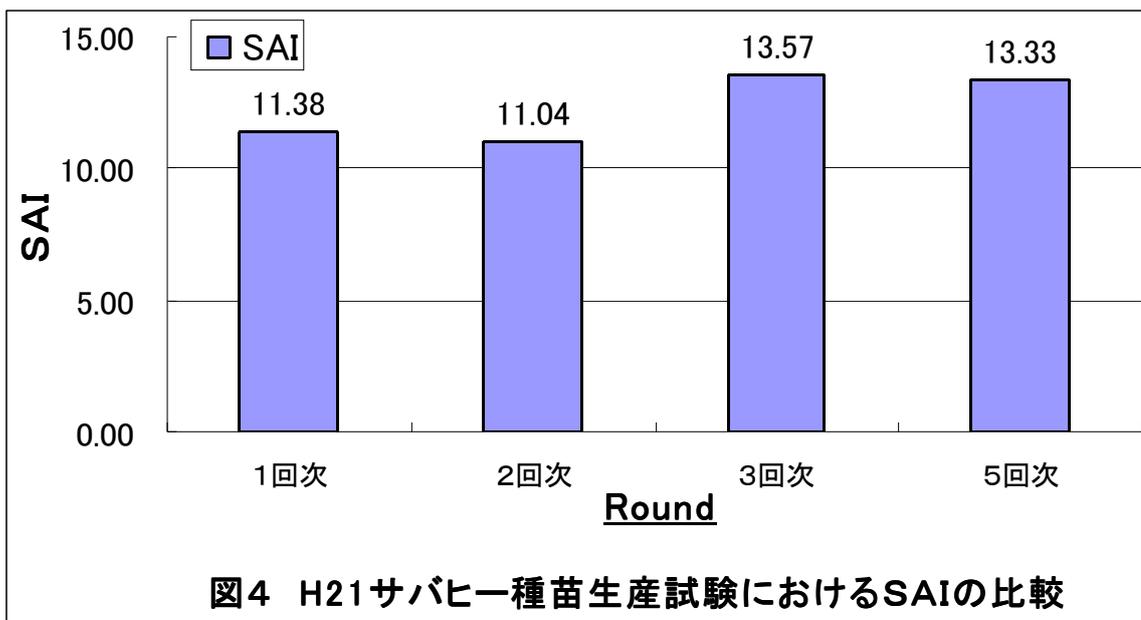
試験設定内容		日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
1回次	全海水+サンゴパウダー ①	5.73	5.95	5.98	6.49	7.04
	全海水+サンゴパウダー ②	5.63	5.79	5.68	5.89	6.56
	1/2海水+サンゴパウダー ①	5.73	5.98	6.28	6.53	6.82
	1/2海水+サンゴパウダー ②	5.76	5.83	6.09	6.64	6.93
	全海水(対照区) ①	5.73	5.96	5.98	6.50	6.75
	全海水(対照区) ②	5.67	5.84	5.80	6.35	6.68
2回次	ペンタントライト(22W×6基) 蛍光灯(40W×2本×2基)	5.41	5.63	5.49	5.28	
3回次	2.0tFRP水槽 壁色(白色)	5.45		5.41	5.04	5.37
	2.0tFRP水槽 壁色(青色)	5.40		5.33	5.65	5.27
	0.5tFRP水槽 壁色(黒色)	5.58		5.28	5.31	5.74
4回次	餌付け+20t水槽へ移槽	5.46	4.88	5.58	5.44	5.42
5回次	全海水 ①	5.60	5.34	5.68		6.40
	全海水 ②	5.41	5.68	5.65		6.51
	全海水 ③	5.51	5.68	5.75		6.39
6回次	1t透明アルテミア孵化槽 (日令0から流水飼育)	5.48	5.26		5.71	

表12 日令7までのワムシ摂餌個体出現割合の推移(1~6回次)

試験設定内容		日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
1回次	全海水+サンゴパウダー ①	80%	95%	100%	95%	95%
	全海水+サンゴパウダー ②	45%	86%	85%	76%	90%
	1/2海水+サンゴパウダー ①	80%	100%	100%	100%	65%
	1/2海水+サンゴパウダー ②	68%	85%	95%	100%	90%
	全海水(対照区) ①	82%	100%	100%	100%	100%
	全海水(対照区) ②	85%	95%	100%	100%	100%
2回次	ペンダントライト(22W×6基) 蛍光灯(40W×2本×2基)	5%	5%	5%	20%	
3回次	2.0tFRP水槽 壁色(白色)	0%		60%	50%	90%
	2.0tFRP水槽 壁色(青色)	17%		80%	80%	60%
	0.5tFRP水槽 壁色(黒色)	0%		0%	90%	100%
4回次	餌付け+20t水槽へ移槽	40%	70%	100%	100%	100%
5回次	全海水 ①	50%	60%	80%		100%
	全海水 ②	70%	100%	70%		100%
	全海水 ③	70%	80%	100%		100%
6回次	1t透明アルテミア孵化槽 (日令0から流水飼育)	40%	90%		100%	

表13 日令7までの仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移(1~6回次)

試験設定内容		日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
1回次	全海水+サンゴパウダー ①	22.0	24.5	31.7	25.0	67.8
	全海水+サンゴパウダー ②	8.2	17.8	14.9	28.1	55.0
	1/2海水+サンゴパウダー ①	7.9	20.4	15.7	21.9	31.2
	1/2海水+サンゴパウダー ②	16.3	14.0	17.4	37.1	38.3
	全海水(対照区) ①	19.9	23.3	30.0	31.9	47.8
	全海水(対照区) ②	12.2	15.2	30.9	43.5	48.5
2回次	ペンダントライト(22W×6基) 蛍光灯(40W×2本×2基)	1.0	1.0	12.0	5.3	
3回次	2.0tFRP水槽 壁色(白色)	0.0		8.2	16.6	18.9
	2.0tFRP水槽 壁色(青色)	1.0		11.3	23.8	13.0
	0.5tFRP水槽 壁色(黒色)	0.0		0.0	25.2	24.1
4回次	餌付け+20t水槽へ移槽	13.0	20.1	20.1	27.7	34.3
5回次	全海水 ①	11.0	13.0	15.5		37.8
	全海水 ②	8.4	6.4	17.0		32.9
	全海水 ③	3.4	8.5	18.1		39.1
6回次	1t透明アルテミア孵化槽 (日令0から流水飼育)	10.8	13.7		38.9	



(1) 1 t 透明パンライト水槽における種苗生産試験 (第1回次)

低塩分飼育(1/2海水)とサンゴパウダー散布により生残率の向上を図ったが、明確な効果は確認されず、対象区の方が一番高い生残率(全海水-①: 14.2%, 全海水-②は、最も成長・生残が良かったが、日令25で水質悪化が原因と思われる大量斃死が発生)を示した(表10を参照)。

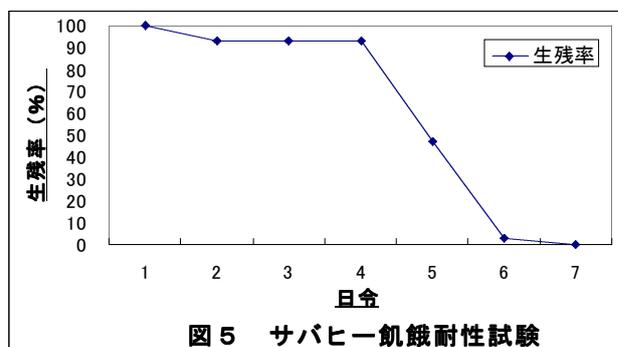
また、日令7までのワムシ摂餌個体出現割合の推移(表12)と仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移(表13)においても、対照区の方が低塩分飼育(1/2海水)とサンゴパウダー散布の試験区に比べ高い値を示した。

一方、成長面においては、低塩分飼育区(1/2海水区)は全海水区に比べやや優れる傾向にあった。なお、サンゴパウダー散布区は対象区に比べ、試験期間中の水槽内の水質安定が顕著であった(アンモニア濃度は常に低い数値で推移した)。

(2) コンクリート水槽(60 t)における種苗生産試験 (第2回次)

大型水槽(20 t, 60 t)における種苗生産試験では、平成19~21年度の過去3年間は、日令7までの摂餌不良(ワムシを摂餌しない)が原因と思われる大量斃死が発生し、十分な生産が出来ていない。本年度は、昨年度(20 t水槽)に引き続き、照度に着目し、60 t水槽において、初期摂餌・生残の改善を試みたが、日令4から急激に数が減少し、日令5でほとんど仔稚魚の姿が見えなくなり、日令7で試験を途中で終了した(表10を参照)。

サバヒーは図5の飢餓耐性試験に示すとおり、日令4までは無給餌の状態でもほとんど生残するものと推察されるが、本年度の試験においては表12に示したとおり、日令4までほとんどの個体がワムシを摂餌しておらず(摂餌個体5%), 仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数も1個/尾と極めて低い状態であった。これらのことから、照度と摂餌状況及び生残率との間には相関はないものと推察された。



また、エアリフト設置により、試験期間中は水槽内でかなりの流れが確保されている状態が確認され(流速については未計測)、日令4まで表層に数十万尾の仔魚がパッチを形成し遊泳していたが、上記でも述べたとおり、(どの場所でサンプリングしても)そのほとんどの個体がワムシを摂餌していない状態であった。これらのことから、沈降死による大量斃死発生の可能性も低いものと推察された。

なお、SAI値は11.04で、1回次の11.38とほぼ同レベルであった(図4を参照)。

### (3) 壁色の異なるFRP水槽における種苗生産試験(第3回次)

白、青、黒の水槽壁の色の比較では、青が最も高い生残率(2.3%)を示したが、1回次の透明パンライト水槽と比較するとかなり低調な結果であった(表10を参照)。

また、第2回次の60t水槽における種苗生産試験と同様、種苗生産初期(日令3)におけるワムシ摂餌個体出現割合、仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数は、1回次のパンライト水槽の各試験区に比べ極めて低い傾向にあった(表12、表13を参照)。

これらのことから、FRP水槽においても大型水槽と同様、摂餌不良の状態に陥っていることが想定され、水槽壁の色と摂餌状況及び生残率との間には相関はないものと推察された。

なお、SAI値は13.57で、1回次の11.38よりやや高いレベルであった(図4を参照)。

### (4) 小型透明水槽から20t水槽移槽種苗生産試験(第4回次)

餌付け期間の日令5~7までは摂餌個体率は100%で推移し、仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数も20.1~34.3個と良好な状態であったが、20t水槽に移槽した2日目辺りから急激に仔魚の数が減少し、生残率は1.4%(移槽時を100%とした数値)と極めて低調であった(表10を参照)。

なお、移槽後20t水槽内でサンプリングされた個体の摂餌率は表14で示すとおり、60~100%で、仔魚1尾当たりのワムシ摂餌数も24.6~33.6個/尾で、良好な摂餌状況を示した。

これらのことから、今回の試験では移槽する仔魚のサイズが小さ過ぎた(日令が早過ぎた)ために、仔魚への物理的なダメージが大きかった可

表14 20t水槽移槽後の仔魚のワムシ摂餌状況について

	1日目	3日目	6日目
ワムシ摂餌個体出現割合(%)	60.0%	100.0%	80.0%
仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数(個/尾)	33.6	27.7	24.6

能性が考えられ、餌付け期間を長期化(日令10~14まで)することにより、生残率の向上が図られる可能性もあるものと考えられた。

### (5) 1t透明パンライト水槽における種苗生産試験(第5回次)

3試験区中、1試験区で約9,000尾/tの生産を得ることができたが(表10を参照)、平成19~20年度の飼育結果に比べ、成長がやや遅かった(全長17mm到達飼育期間:従来30日前後、今回46日)。

### (6) 高密度種苗生産試験(1トンアルテミア孵化槽における種苗生産試験)(第6回次)

単位生産尾数で過去最高の23,000尾/tを達成することができた。当生産尾数は最も成績の良かった平成19年度(13,100尾/t)の2倍近い数値であった(表10、写真7を参照)。

しかしながら、成長面においては、高密度飼育や水温がやや低く推移(26.6~23.8℃、日令16から27℃に加温)した影響等もあり、過去の飼育結果に比べやや遅い感じであった(17mm到達飼育期間:従来30日前後、今回41日)。なお、低水温で推移した要因については、試験開始時期がほ

ば産卵終期(10月1日～)であったことによるものである。

以上のことから、日令0から流水条件下で飼育することにより、高密度種苗生産が可能であることが示唆された。今後は同試験を継続実施し、単位生産尾数(尾/t)の上限の把握を行い、集約的生産の確立を図っていく必要があるものと思われた。



写真1 第1回次の試験設定状況(ハンダイト水槽)  
※ 100W白熱球(ペンダントライト)を1基ずつ設置



写真2 第2回次の試験設定状況(60 t コンクリート水槽)  
※ 80W×2基, 100W×6基の蛍光灯を設置



写真3 第3回次の試験設定状況(FRP水槽)  
※ 100W白熱球(ペンダントライト)を1基ずつ設置。水槽壁の色(水槽規模)は左から白(2 t), 青(2 t), 黒(0.5 t)。



写真4 第4回次の試験設定状況(アルミア孵化槽)  
※ 日令7までワムシを餌付け



写真5 アルミア孵化槽から20 t 水槽へ(移槽後)  
※ ワムシ餌付け後, 20 t 水槽へサイホンで移槽  
※ 100W×6基の白熱球(ペンダントライト)を設置。

### 高密度種苗生産試験(完全流水飼育)



写真6 第6回次の試験設定状況(アルテミア孵化槽)

### 高密度種苗生産試験(完全流水飼育)



写真7 第6回次の取上前の水槽内の状況

### 3. 中間育成試験

奄美漁業協同組合笠利本所で中間育成試験を実施したが、試験開始から2週間までは良好な状況であったが、台風接近により取水がストップし飼育水に濁りが生じた頃から斃死が発生した。試験期間中に餌止め、薬浴、淡水浴等を試みたが、斃死は終息せず、生残尾数が著しく減少したことから49日間で試験を中断した。

次年度以降は、陸上水槽における飼育管理の見直しを行うとともに、海面生簀による試験実施も検討する必要があるものと思われた。

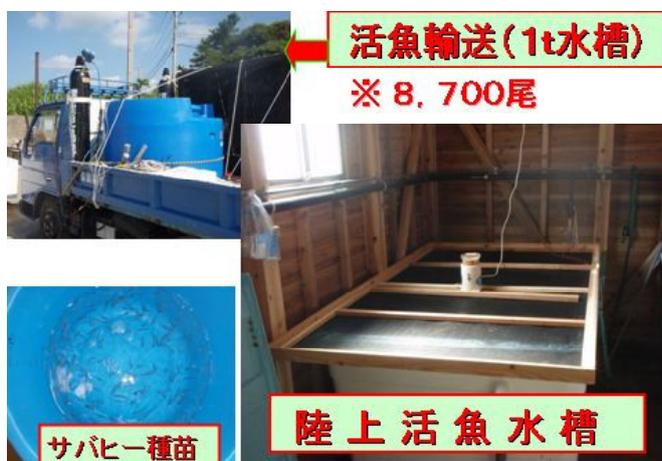


写真8 中間育成の実施状況(奄美漁協笠利本所)

### 謝 辞

平成21年度の中間育成試験の実施にあたり、飼育場所(施設)の提供と飼育管理について、ご協力をいただきました、奄美漁業協同組合笠利本所の職員の皆さんに謹んで感謝の意を申し上げます。

