平成２０年度

鹿児島県水産技術開発センター
事業報告書

平成２１年８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，資源状態の悪化や輸入水産物との競合，魚価の低迷，漁業就業者の減少・高齢化に加え，近年の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等を踏まえながら諸施策を実施し,力みなぎる水産業づくりを推進しています。

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２０年度は，センターに再編・統合してから５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などの成果がみられました。

また，競争的資金や国の提案公募型研究事業などの外部資金の積極的な導入により，低コストな養殖用飼料の開発や蓄養サバの高品質化のための技術開発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２０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。なお，これまで事業報告書は，試験研究の概要のみ掲載していましたが本年度より内容を充実し，より詳細に試験研究結果を掲載しました。

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２１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20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（資源評価調査委託事業）…………14
⑥ ２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅱ（資源評価調査委託事業：マチ類）……22
⑦ ２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅲ（資源評価調査委託事業：トビウオ資源動向調査）30
⑧ ２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅳ（資源評価調査委託事業：キビナゴ資源動向調査）37
⑨ ２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ｖ
（日本周辺海域におけるﾌﾞﾘの回遊と海洋環境の関係解明に基づく来遊量予測手法開発受託調査）……43
⑩ ２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅵ
（有害生物出現調査及び情報提供委託：大型クラゲ出現状況調査）………………55
⑪ マグロ漁場調査－Ｉ（ビンナガ予報調査）………………………………………57
⑫ マグロ漁場調査－Ⅱ（日本周辺クロマグロ調査委託事業）………………………59
⑬ マグロ漁場調査－Ⅲ（熱帯性まぐろ資源対策調査委託事業）……………………71
⑭ ヨコワ来遊予報調査………………………………………………………………73
⑮ 沿岸･近海漁業資源調査－Ｉ（浮魚資源調査：モジャコ調査）…………………74
⑯ 沿岸･近海漁業資源調査－Ⅱ（漁場環境調査：魚礁調査）………………………80
⑰ 奄美水産資源有効活用推進事業－Ｉ（沖合域資源有効活用調査：ｸﾛﾏｸﾞﾛ幼魚資源調査）……82
⑱ 奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅱ（沖合域資源有効活用調査：底魚資源開発調査）………83
⑲ 豊かな海づくり広域連携事業－Ｉ（マダイ）……………………………………87
⑳ 豊かな海づくり広域連携事業－Ⅱ（ヒラメ）……………………………………98

【 漁 場 環 境 部 】

㉑ 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）………………102
㉒ 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）……………106
㉓ 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）……………109
㉔ 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）…………………111
㉕ 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）……117
㉖ 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）……124
㉗ 川内原子力発電所温排水影響調査事業……………………………………………134

㉘ 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）…………135
㉙ 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）・136
㉚ 内水面漁業総合対策研究－Ⅲ（内水面増養殖技術開発事業：モクズガニ放流追跡調査）……139
㉛ 奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅲ（沿岸域資源有効活用調査：南方系ガラモ場造成試験）・144
㉜ 奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅳ（沿岸域資源有効活用調査：ヤコウガイ放流技術開発）・149

【安全食品部】

㉝ 水産加工技術開発支援事業……………………………………………………152
㉞ 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）……158
㉟ 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）…………………168
㊱ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅳ（養殖ブリの抗酸菌症に関する研究）…………181
㊲ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅴ
（工学的手法を利用したハダムシの寄生を予防する新技術の確立）……………………191
㊳ 安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅵ（安心・安全な養殖魚生産技術開発事業）………199
㊴ 魚病総合対策事業（養殖衛生管理体制整備事業）……………………………204
㊵ 内水面漁業総合対策研究－Ⅳ（内水面魚病総合対策事業）……………………211

【種苗開発部】

㊶ カンパチ種苗量産化技術開発試験……………………………………………213
㊷ 種苗量産化技術高度化事業（カサゴ）…………………………………………216
㊸ 内水面漁業総合対策研究－Ⅴ（内水面増養殖技術開発事業：フナ種苗生産技術開発）……219
㊹ 内水面漁業総合対策研究－Ⅵ（内水面増養殖技術開発事業：ﾓｸｽﾞｶﾞﾆ種苗生産技術開発）…222
㊺ 内水面漁業総合対策研究－Ⅶ（内水面増養殖技術開発事業：サバヒー種苗生産技術開発）…224
㊻ シラヒゲウニ放流技術開発調査（種苗生産・供給）…………………………232
㊼ 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）……………233
㊽ 奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅴ（沿岸域資源有効活用調査：スジアラ種苗生産）……238
㊾ 奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅵ（沿岸域資源有効活用調査：ヤコウガイ種苗生産）……241

庶務一般

事務機構及び職種別人員（平成２０年度）

平成２０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	専門普及指導員	主幹兼係長	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		技術補佐員			
所長							1										1
副所長								1									1
庶務部	1		1	2													4
企画研修部		1			1				(1)		1				1		4
資源管理部									1		4	2	24			3	34
漁場環境部									1		4	1					6
安全食品部									1		3	1			1		6
種苗開発部									1	1	3			4			9
合計	1	1	1	2	1	0	1	1	4	1	15	4	24	4	2	3	65
対前年比					+1	-1					-1		-2			+3	

※表中の（　）内は，兼務職。

職員の職・氏名（平成２０年度）

平成２０年４月１日現在

所属（部課室名）	職名	氏名
	所長	松元利夫
	副所長兼企画研修部長	福留己樹夫
庶務部	部長	坂井要
	主幹兼総務係長	富永吉昭
	主査	岡村美幸　福永博行
企画研修部	水産業専門普及指導員	西野博
	主任研究員	外城和幸
	技術主査	吉田賢二
	企画研修指導員	永里敏久
資源管理部	部長	東剛志
	主任研究員	田中耕治　石田博文　立石章治　宍道弘敏
	研究員	榊純一郎　槐島光次郎
調査船おおすみ	船長	今給黎誠
	機関長	前畑和人
	漁撈長	小湊正継
	一等機関士	松元寿生
	技術主査	宿里幸郎　岩元文敏　上誠　中村一男
	通信士	浜村明彦
調査船くろしお	船長	丸儀敏之
	機関長	古木秀治
	航海長	茶屋雅彦
	漁撈長	杜山昇
	一等機関士	小出水秋洋
	技術専門員	冨永満洋
	技術主査	是枝次男　若松勝久　加美光浩
	航海士	山賀一成
	機関士	湯田栄貴
	航海士	岩田伸吾　伊藤恒平
	通信士	板敷洋一
	船舶士	長井智之
	臨時的任用	中村忠義　久保栄一　高田政美
漁場環境部	部長	原田彰久
	主任研究員	猪狩忠光　吉満敏　徳永成光　田原義雄
	研究員	村田圭助
安全食品部	部長	折田和三
	主任研究員	保聖子　前野幸二　平江多績
	研究員	村瀬拓也
種苗開発部	部長	井上慶幸
	専門研究員	外薗博人
	主任研究員	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２０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	87,191,085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	8,479,900円	H16～，県単
資源管理部	船舶運営費	52,142,864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	33,967,000円	S52～，特定
	マグロ漁場調査	15,164,000円	S44～，特定
	沿岸・近海漁業資源調査	872,625円	S62～，県単
漁場環境部	赤潮総合対策調査事業	5,419,000円	S52～，県単･国庫･特定
	鹿児島海藻パーク推進事業	1,849,300円	H19～，県単
	南西水域藻場回復･拡大技術高度化事業	2,860,000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）	1,000,000円	H20～，特定
	温排水影響調査事業	4,237,810円	S56～，県単
安全食品部	水産加工技術開発支援事業	780,824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）	304,000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）	7,298,664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）	1,500,000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）	2,000,000円	H20～，特定
	安心･安全な養殖魚生産技術開発事業（工学的手法を利用したハダムシの寄生を予防する新技術の確立）	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）	567,750円	S61～，国補
種苗開発部	カンパチ種苗量産化技術開発試験	19,500,000円	H16～，特定
	種苗量産技術高度化事業	370,000円	H16～，県単
	シラヒゲウニ放流技術開発調査	2,141,930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		255,626,752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

【２０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，データーベースに登録した（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に関わる情報等を整理し，研究員等に周知をした。

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部会（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
10月27～28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	福岡市	担当２名
11月6～7日	西海ブロック水産業関係研究開発推進会議 漁業資源･海洋環境部会，地域増養殖研究部会， 有明海･八代海研究部会	長崎市	副所長
11月19～21日	水産利用関係研究開発推進会議及び	横浜市	安全食品部長

	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		他担当１名
12月2日	水産増養殖関係研究開発推進特別部会 魚病部会		担当１名
12月4～5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7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	所　長 他担当２名
12月8～9日	西海ブロック水産業関係研究開発推進会議	長崎市	副所長
12月10～11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	横浜市	担当２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２１年１月３０日に横浜市で開催された２つの会の通常総会に所長が出席した。

②九州･山口ブロック水産試験場長会

２回の場長会に所長が，また，各分科会に担当者が出席した。

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22～23日	場長会	下関市	所　長
7月17日	磯焼け・藻場造成分科会	唐津市	担当２名
8月21～22日	場長会	佐伯市	所　長
10月16～17日	魚病分科会	宮崎市	担当２名
10月29～30日	漁業分科会	下関市	担当１名
11月10～11日	利用加工分科会	福岡市	担当１名
11月10～11日	漁場環境分科会	福岡市	担当２名
1月13～14日	企画分科会	熊本市	担当１名
2月4～5日	内水面分科会	別府市	担当２名
3月11～12日	海面増殖分科会	宮崎市	担当２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。

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
9月25～26日	西日本種苗生産機関連絡協議会魚類分科会	宮崎市	担当２名
9月4～5日	西日本種苗生産機関連絡協議会介類分科会	広島市	担当２名
2月2～3日	西日本種苗生産機関連絡協議会	徳島県海陽町	副所長
2月12～13日	南西諸島栽培漁業技術連絡協議会及び技術部会	那覇市	所長他
2月19日	南中九州･西四国水族防疫会議（開催県）	指宿市	担当１名

④他県との共同・連携研究

１２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「水産交流セミナー」を開催した。

・日　　時：平成２０年６月１３日（金）　15:00～17:00

・開催場所：水産技術開発センター講義室

・出 席 者：鹿児島大学水産学部１５名，当センター２８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交換

②大学との共同・連携研究

９大学，１４課題について，共同研究や連携した研究に取り組んだ。

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，情報交換会等に出席し，所員へ伝達し，競争的資金の応募等を促進した。

表４　平成２０年度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（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）	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
(社)日本水産資源保護協会 養殖衛生管理技術開発研究	養殖ブリ類における抗酸菌症の防疫手法の開発
科学技術振興機構 地域イノベーション創出総合支援事業 重点地域研究開発推進プログラム シーズ発掘試験	工学的手法を利用したハダムシの寄生を予防する新技術の確立

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会を開催した。

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」：５８回,「新着情報（更新)」：２１２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１９年度版事業報告書を７月に発行した。（発行部数：３５０部）

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２１年２月６日

・場　所：水産技術開発センター２Ｆ展示ホール及び講義室

・内　容：

①ポスター報告

報　告　課　題	報　告　者
モクズガニ放流追跡調査結果	漁場環境部 主任研究員　吉 満　　敏
カンパチに対するｼｬﾄﾈﾗ ﾏﾘｰﾅの暴露試験結果について	漁場環境部 研　究　員　村 田 圭 助
養殖カンパチフィレー加工残滓を利用したコラーゲン素材開発	安全食品部 主任研究員　保　　聖　子
カンパチの種苗生産技術開発試験	種苗開発部 研究専門員　外 薗 博 人
産卵前後のブリの移動及び遊泳行動	資源管理部 主任研究員　田 中 耕 治

②口頭報告

報　告　課　題	報　告　書
東町漁協のマダコ資源管理	資源管理部 主任研究員　立 石 章 治
ヤコウガイ種苗生産の現状と課題	種苗開発部 主任研究員　川 口 吉 徳
奄美海域における藻場造成手法－その１ 内湾性ホンダワラ類	漁場環境部 主任研究員　猪 狩 忠 光
養殖カンパチのハダムシ症に対する飼料添加物の効果試験	安全食品部 研　究　員　村 瀬 拓 也

６）その他

表５　特許等の出願状況(H21.3.31現在)

種　別	出願状況等	件　数
特許権	出願中	２件
	審査請求中	１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20年10月6日から11月14日（40日間）の期間，JICAの研修生（バヌアツ共和国）１名の長期研修を受け入れた。(研修内容：ヤコウガイの種苗生産及び資源管理))

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		４９	５８８
	海外研修生	4	３２
	インターンシップ	3	8
一般見学		７２	１，３４４
合　　計		１２１	１，９３２

表７　研修視察等の受入実績の推移

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

漁業情報提供事業

外城和幸・田中耕治・石田博文・平江多績・村田圭助

【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

【２０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	ＦＡＸ	携帯電話
人工衛星	水温分布(画像)	○			○
	水温分布(白黒)	○		○	
	ｸﾛﾛﾌｨﾙ(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 (下甑沖)	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
Webサイト訪問数		129,656	232,315	351,696	351,810
人気ｻｲﾄ（ﾍﾞｽﾄ３）	人工衛星	154,948	206,420	308,936	472,152
	赤　　潮	114,849	107,056	89,352	105,932
	フェリー	54,100	94,601	135,557	179,948
音声情報(浮魚礁)		6,325	3,844	1,062	1,654
ＦＡＸ情報(衛星等)		393	443	176	128
システム利用合計		136,374	236,602	352,934	353,592

漁業研修推進事業

西野　博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２０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させ，理解と親しみを持たせるため研修を実施した。

表１　うみべの教室の実施内容

実 施 校	実施場所	実施月日	日数	参加人数	研修内容
指宿市 今和泉小学校	水産技術開発センター	4月25日	1	9	水技センターの概要説明，ワカメの種付け
		11月4日	1	8	トビウオの塩干作り
		12月15日	1	9	ワカメの沖出し
		2月8日	1	9	ワカメの収穫及び塩蔵加工

２）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２　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
栽培工学コース	水技センター，かごしま水族館，喜入町漁協	11月11～13日	3	１５	魚病診断，ワムシの培養と種苗生産，生物飼育管理の基礎と実習，クロマグロ養殖現場視察等
海洋技術コース	かごしま水族館，鹿児島大学水産学部，マルエーフェリ㈱，鹿児島海上保安部	12月16～18日	3	8	生物飼育管理の基礎と実習，漁船の航海運用機器，ｶｰﾌｪﾘｰの業務概要，巡視船さつま見学，遠洋マグロ延縄の現状と課題等

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３　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
潜水士講習	水技センター	8月7～8日	２	４	潜水士養成講習
漁船漁業コース	志布志漁協	7月11日	１	１	小型底曳網漁業の乗船実習
	かいゑい漁協	10月14日	１	１	オオモンハタ釣漁業の乗船実習
養殖漁業コース	県庁会議室	2月25～26日	２	１５	魚類養殖用飼料，魚病，海外輸出，融資制度，漁業制度等

３　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４　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14日	１	７８	スジアラの種苗生産技術開発
南さつま地区	1月29日	１	２２	藻場造成の現状

４　コンサルタント派遣事業

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

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
北薩地区	7月30日	１	２１	世界の食糧需給と日本の水産業
南薩地区	11月12日	１	２０	藻場造成の取り組み
北薩地区	1月24日	１	２４	花嫁対策について

５　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６　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	7月20日	１	２２	漁業制度，漁業の概要
	乗船研修	笠 沙 町	7月21日	１	２１	定置網の漁業体験
実践研修		枕崎市漁協 江口漁協 おおすみ岬漁協 〃	11月20～26日 11月26日～12月17日 12月2～6日 2月5～24日	7 7 7 7	1 2 1 1	曳縄・一本釣漁業 刺網・ごち網漁業 定置網漁業 曳縄漁業

資 源 管 理 部

漁海況予報事業

田中耕治・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－沖縄間２隻，串木野－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（ただし，７月を除く）

２　漁海況情報分析

漁海況分析検討会

・西海区ブロック…長崎１回，ネット会議１回

・中央ブロック……神奈川2回，Fax会議１回

【結　果】

１　漁海況情報提供

1)　長期漁海況予報…3,6,9,12月発行

2)　重要魚種予報…ヨコワ漁期前発行

3)　漁海況週報…毎週木曜日

・漁協，各行政・研究機関，漁業情報ｻｰﾋﾞｽｾﾝﾀｰへ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木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

２　漁海況に関連する論文・報告

「薩南海域等の流況について」(2008.10.16，第89回対馬暖流系アジ・サバ・イワシ長期漁海況予報会議調査研究発表)

２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ｉ
（資源評価調査委託事業）

石田博文，田中耕治，槐島光次郎

【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，ニューストンネットを用いた幼魚分布調査を行う。

【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375回，46,488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294回，6,888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
かいゑい漁協	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３１調査定点において，表５に示すとおり７月を除く年11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。（６月は18定点で実施）

5　新規加入量調査

４・５・３月に調査を実施し，(独)水産研究総合センターへ報告した。

表1　体長測定結果

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		合計	
	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数
マアジ	8	1,128	16	1,692	13	1,498	13	1,598	8	1,044	4	557	13	1,530	5	495	15	1,218	17	1,705	12	1,445	7	960	131	14,870
マルアジ	1	250	0	0	3	282	1	183	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	3	280	2	71	0	0	11	1,091
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	3	55	1	12	0	0	0	0	0	0	3	318	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	385
ゴマサバ	7	893	13	1,524	8	948	9	788	7	361	23	2,788	11	1,197	11	1,094	5	499	7	684	5	611	0	0	106	11,387
マサバ	2	78	2	207	2	198	1	134	0	0	0	0	0	0	1	61	4	262	5	332	3	149	3	98	23	1,519
カタクチイワシ	1	209	7	1,608	6	1,248	4	663	2	470	2	401	0	0	0	0	0	0	1	214	3	647	0	0	26	5,460
ウルメイワシ	2	254	5	1,103	7	1,131	9	1,943	3	665	1	198	8	1,451	7	1,073	6	1,021	2	259	6	828	3	434	59	10,360
マイワシ	0	0	0	0	2	220	0	0	2	468	0	0	0	0	0	0	2	190	0	0	0	0	0	0	6	878
オアカムロ	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	3	354	0	0	0	0	1	118	0	0	1	52	0	0	6	538
ムロアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アカアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	24	2,867	44	6,146	42	5,539	37	5,309	22	3,008	36	4,616	32	4,178	24	2,723	34	3,333	35	3,474	32	3,803	13	1,492	375	46,488

表2　精密測定結果

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		合計	
	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数
マアジ	4	100	11	272	6	150	10	250	7	175	4	100	11	275	2	50	10	250	10	250	7	175	3	75	85	2,122
マルアジ	0	0	0	0	3	75	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	50	0	0	6	150
モロ	1	8	2	9	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	36
クサヤモロ	3	75	7	115	12	177	2	17	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	409
ゴマサバ	3	75	11	259	6	145	6	150	7	175	9	224	6	150	3	75	3	73	3	58	3	72	1	10	61	1,466
マサバ	0	0	0	0	1	20	1	15	0	0	0	0	0	0	1	25	3	56	3	75	2	40	3	75	14	306
カタクチイワシ	1	30	5	150	3	90	3	90	2	60	2	60	0	0	0	0	0	0	1	30	3	90	0	0	20	600
ウルメイワシ	2	60	5	150	4	120	7	210	3	90	1	30	8	240	1	30	2	60	2	60	6	180	3	90	44	1,320
マイワシ	1	10	4	36	5	85	5	52	3	65	0	0	2	16	0	0	2	60	1	2	0	0	1	1	24	327
オアカムロ	0	0	2	20	3	62	0	0	0	0	2	50	0	0	0	0	1	12	1	6	0	0	0	0	9	150
ムロアジ	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
アカアジ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	15	358	48	1,013	45	943	35	809	22	565	19	489	27	681	7	180	21	511	21	481	23	607	11	251	294	6,888

表３　近海旋網　主要魚種水揚量

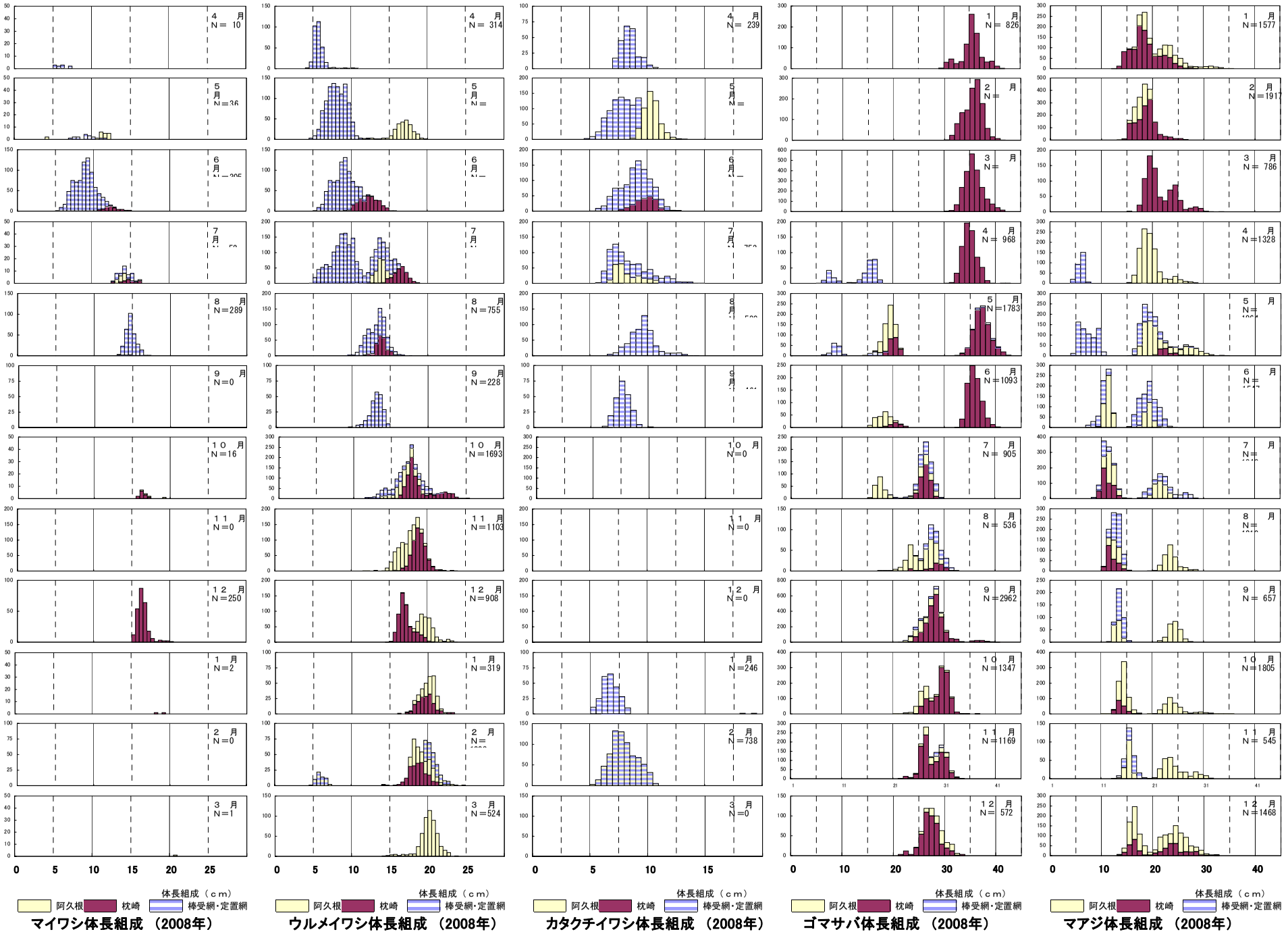
（AK:阿久根、MZ:枕崎、YG:山川、UU:内之浦）

	入港隻数					マアジ					サバ類				
年月	(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
20.4	323.4	1,678.9	0.0	0.0	2,002.2	53	72	0	0	125	134.4	96.1	0.0	0.0	230.5	9.7	1,177.0	0.0	0.0	1,186.7
20.5	298.7	1,137.8	0.0	1.3	1,437.8	65	64	0	1	130	64.7	99.1	0.0	1.2	165.0	17.8	749.7	0.0	0.0	767.5
20.6	527.8	1,245.4	0.0	0.0	1,773.2	89	58	0	0	147	137.2	84.4	0.0	0.0	221.6	19.3	730.1	0.0	0.0	749.3
20.7	1,041.7	2,026.1	0.0	1.8	3,069.6	129	102	0	1	232	168.3	600.6	0.0	0.0	768.9	205.3	904.0	0.0	1.8	1,111.1
20.8	1,469.7	2,195.2	0.0	0.0	3,664.9	105	91	0	0	196	272.2	417.4	0.0	0.0	689.6	599.1	1,354.7	0.0	0.0	1,953.8
20.9	858.8	3,138.5	0.0	7.0	4,004.3	76	86	0	2	164	141.9	27.9	0.0	2.8	172.7	361.4	2,255.7	0.0	4.0	2,621.1
20.10	415.2	3,505.0	0.0	0.0	3,920.1	48	103	0	0	151	155.2	138.9	0.0	0.0	294.2	155.9	1,597.4	0.0	0.0	1,753.3
20.11	219.0	3,562.1	0.0	0.2	3,781.3	24	117	0	1	142	22.6	119.3	0.0	0.0	142.0	94.5	2,178.9	0.0	0.0	2,273.4
20.12	400.8	2,678.7	0.0	0.0	3,079.5	33	101	0	0	134	76.7	72.5	0.0	0.0	149.2	267.7	1,373.4	0.0	0.0	1,641.1
21.1	414.0	1,915.0	0.0	0.0	2,329.0	24	74	0	0	98	49.4	277.4	0.0	0.0	326.8	155.1	1,204.5	0.0	0.0	1,359.7
21.2	316.3	2,624.5	0.0	0.0	2,940.8	37	86	0	0	123	119.9	389.8	0.0	0.0	509.6	122.1	1,462.8	0.0	0.0	1,584.9
21.3	550.5	971.4	0.0	2.2	1,524.1	59	43	0	1	103	199.5	159.9	0.0	0.0	359.4	70.4	480.9	0.0	0.6	551.9
計	6,835.7	26,678.7	0.0	12.5	33,526.9	742.0	997.0	0.0	6.0	1,745.0	1,541.9	2,483.5	0.0	4.1	4,029.5	2,078.3	15,469.0	0.0	6.4	17,553.7

	マイワシ					ウルメイワシ					カタクチイワシ				
年月	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計	(AK)	(MZ)	(YG)	(UU)	4港計
20.4	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	4.0	123.1	0.0	0.0	127.1	45.4	164.7	0.0	0.0	210.1
20.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	8.2	73.9	0.0	0.0	82.1	101.1	145.2	0.0	0.0	246.3
20.6	0.3	13.9	0.0	0.0	14.2	1.2	122.1	0.0	0.0	123.3	321.7	191.7	0.0	0.0	513.4
20.7	0.7	23.6	0.0	0.0	24.3	37.2	251.9	0.0	0.0	289.1	532.5	18.8	0.0	0.0	551.3
20.8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6	54.5	29.0	0.0	0.0	83.5	322.1	0.0	0.0	0.0	322.1
20.9	0.0	23.7	0.0	0.0	23.7	135.8	204.1	0.0	0.0	339.9	122.9	0.2	0.0	0.0	123.0
20.10	0.3	16.3	0.0	0.0	16.6	51.0	492.7	0.0	0.0	543.7	3.7	0.0	0.0	0.0	3.7
20.11	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	40.9	557.1	0.0	0.0	598.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.12	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	4.3	289.4	0.0	0.0	293.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	124.8	47.4	0.0	0.0	172.2	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1
21.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	45.3	91.9	0.0	0.0	137.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	190.3	4.8	0.0	0.0	195.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	2.0	87.6	0.0	0.0	89.6	697.5	2,287.4	0.0	0.0	2,985.0	1,451.4	520.6	0.0	0.0	1,971.9

	ムロアジ					オアカムロ					マルアジ（アオアジ）					アカアジ				
年月	(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
20.4	0.0	26.2	0.0	0.0	26.2	0.0	68.2	0.0	0.0	68.2	1.7	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	9.6	0.0	0.0	9.6
20.5	0.0	16.4	0.0	0.0	16.4	0.0	11.2	0.0	0.0	11.2	5.1	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	2.4	0.0	0.0	2.4
20.6	0.1	42.5	0.0	0.0	42.6	0.0	17.7	0.0	0.0	17.7	9.4	0.7	0.0	0.0	10.1	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0
20.7	1.0	16.5	0.0	0.0	17.5	0.0	56.8	0.0	0.0	56.8	20.5	0.0	0.0	0.0	20.5	0.0	7.3	0.0	0.0	7.3
20.8	4.5	191.2	0.0	0.0	195.7	0.0	51.4	0.0	0.0	51.4	35.8	0.9	0.0	0.0	36.8	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0
20.9	0.6	138.6	0.0	0.0	139.3	0.0	397.3	0.0	0.0	397.3	9.4	0.0	0.0	0.0	9.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
20.10	3.9	513.5	0.0	0.0	517.4	0.0	399.0	0.0	0.0	399.0	4.7	1.2	0.0	0.0	5.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5
20.11	2.4	415.5	0.0	0.0	417.9	0.0	92.7	0.0	0.0	92.7	0.1	4.9	0.0	0.0	5.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9
20.12	0.1	694.4	0.0	0.0	694.5	0.0	151.0	0.0	0.0	151.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	33.8	0.0	0.0	33.8
21.1	0.1	130.4	0.0	0.0	130.5	0.0	74.2	0.0	0.0	74.2	6.1	10.1	0.0	0.0	16.2	0.0	4.0	0.0	0.0	4.0
21.2	0.7	294.1	0.0	0.0	294.8	0.0	297.8	0.0	0.0	297.8	15.7	0.4	0.0	0.0	16.1	0.0	22.4	0.0	0.0	22.4
21.3	0.0	198.3	0.0	1.5	199.8	0.0	99.3	0.0	0.0	99.3	0.6	0.5	0.0	0.0	1.1	0.0	22.1	0.0	0.0	22.1
計	13.5	2,677.6	0.0	1.5	2,692.5	0.0	1,716.7	0.0	0.0	1,716.7	110.3	18.7	0.0	0.0	128.9	0.0	113.4	0.0	0.0	113.4

図1　代 表 魚 種 体 長 組 成


体長組成（ｃｍ）
阿久根
枕崎
棒受網・定置網
マイワシ体長組成 （2008年）
ウルメイワシ体長組成 （2008年）
カタクチイワシ体長組成 （2008年）
ゴマサバ体長組成 （2008年）
マアジ体長組成 （2008年）

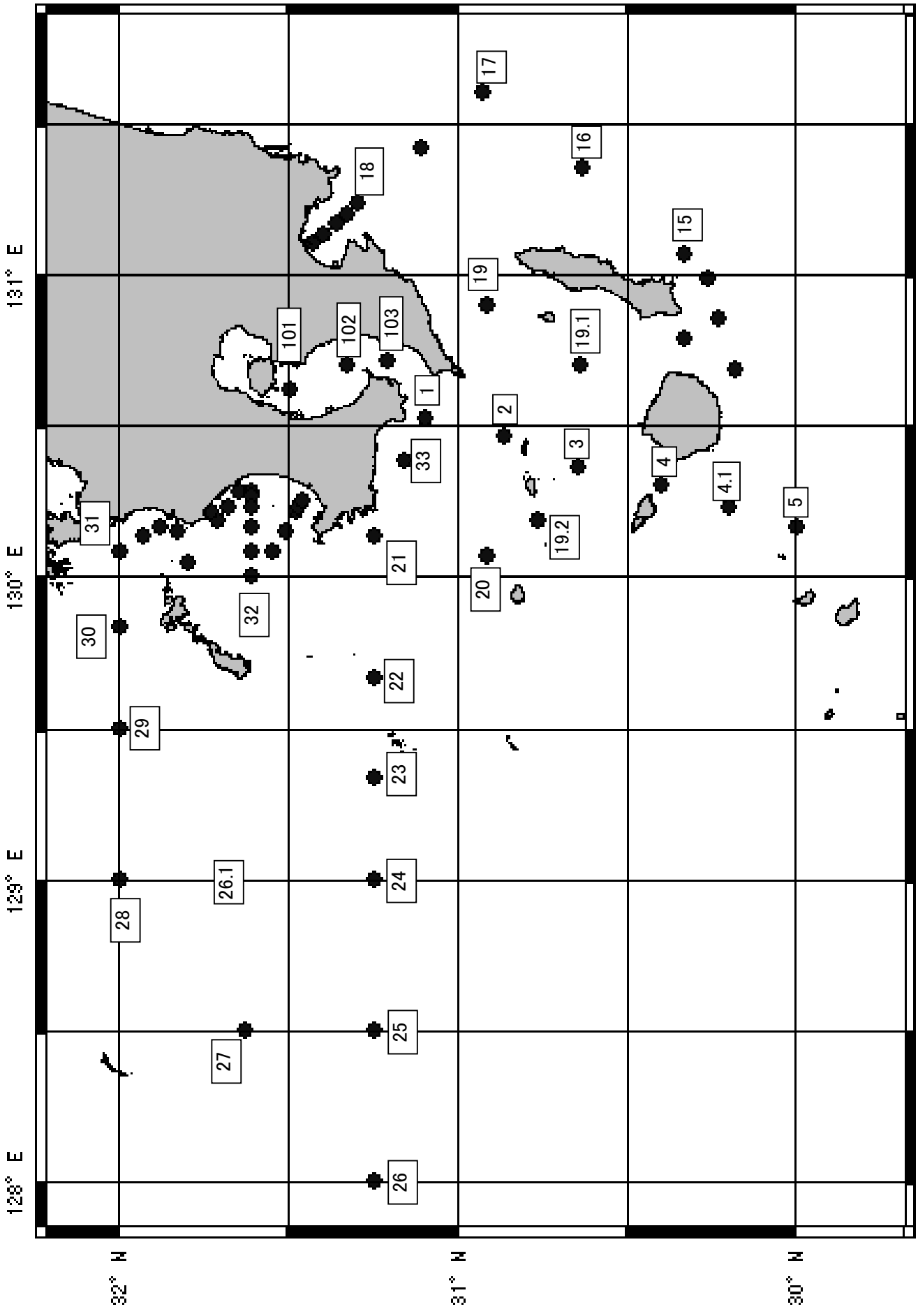


図２　沖合海域海洋観測等調査定点図

表5　平成20年度沖合定線調査結果（0,50,100m水深の水温，塩分）

水　温

海域区分	水深	4/3～6			5/7～10			6/5～11			7月	8/6～9			9/1～4			10/2～6			11/4～8			12/1～4			1/6～9			2/2～5			3/5～9		
	m	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	（観測無し）	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価
天草西沖	0	16.62	-0.89	－	20.16	0.79	＋					29.61	2.02	＋	27.59			26.50			24.09	1.40	＋	20.79			18.48	0.71	＋	17.43			17.88	0.70	＋
[st-28～31:4点]	50	16.34	-0.28	－＋	17.96	0.24	＋－					23.52	0.94	＋－	23.06			24.38			23.87	1.34	＋	20.60			18.26	0.50	＋－	16.70			17.55	0.66	＋
	100	15.91	-0.05	－＋	16.67	0.29	＋－					18.83	0.60	＋－	18.95			18.76			19.88	-0.50	－＋	19.13			18.01	0.49	＋	16.63			16.86	0.53	＋－
西薩・甑沖	0	17.55	-0.19	－＋	20.09	0.68	＋－					29.62	1.86	＋	27.68			26.43			24.21	1.41	＋	20.91			18.51	0.40	＋－	17.96			17.92	0.54	＋－
[st-27～32:5点]	50	16.52	-0.37	－＋	18.18	0.37	＋－					23.40	0.38	＋－	23.22			24.47			24.06	1.48	＋	20.72			18.35	0.29	＋－	17.07			17.67	0.63	＋－
	100	16.00	-0.23	－＋	17.06	0.79	＋					18.74	0.54	＋－	19.41			18.90			20.26	-0.20	－＋	19.67			18.05	0.33	＋－	16.63			16.94	0.52	＋－
薩南（沿岸Ⅰ）	0	18.67	-0.99	－	21.61	0.51	＋－					29.69	1.80	＋＋	28.35			26.68			24.84	0.76	＋	21.87			21.53	1.84	＋	19.36			18.15	-0.59	－＋
[st-1～4,20～24,33:10点]	50	17.65	-0.42	－＋	19.45	1.04	＋					25.13	3.08	＋＋	24.22			25.38			24.46	0.68	＋－	21.37			21.10	1.63	＋	18.84			17.95	-0.23	－＋
	100	16.23	-0.96	－	17.24	-0.03	－＋					20.46	1.14	＋－	19.26			20.01			19.96	-1.19	－＋	20.04			19.73	1.16	＋	17.56			16.82	-0.40	－＋
薩南（沿岸Ⅱ）	0	20.35	0.19	＋－	23.17	1.44	＋	23.26				28.49	0.72	＋－	28.36			26.42			25.26	1.09	＋	22.64			21.79	1.52	＋＋	20.63			20.41	1.09	＋
[st-15～19:5点]	50	19.26	0.02	＋－	21.73	2.18	＋	20.67				23.11	-0.21	－＋	25.31			24.22			24.33	0.60	＋－	21.86			21.43	1.40	＋	20.42			19.89	1.02	＋
	100	19.07	0.41	＋－	20.06	1.53	＋＋	18.39				19.89	-1.26	－	21.74			23.32			23.71	0.23	＋－	22.26			21.73	1.77	＋＋	20.62			20.11	1.30	＋
薩南（西）	0	21.02	-0.23	－＋	21.29	-2.27	－－					29.48	0.99	＋	28.34			27.57			25.11	0.66	＋－	23.85			21.26	0.34	＋－	19.90			20.53	0.97	＋－
[st-4-1～5,25,26:4点]	50	20.04	-0.26	－＋	19.77	-2.34	－－					26.53	1.24	＋	25.64			26.65			24.99	0.65	＋－	23.25			21.08	0.36	＋－	19.53			20.10	0.89	＋－
	100	17.89	-0.75	－＋	16.91	-2.98	－－					22.83	2.25	＋	20.86			22.89			21.83	-0.43	－＋	21.76			20.46	0.46	＋－	18.46			18.90	0.57	＋－

塩　分

海域区分	水深	4/3～6			5/7～10			6/5～11			7月	8/6～9			9/1～4			10/2～6			11/4～8			12/1～4			1/6～9			2/2～5			3/5～9		
	m	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	（観測無し）	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価	測定値	平年差	評価
天草西沖	0	34.61	-0.02	－＋	34.41	0.00	＋－					32.50	-0.47	－＋	33.15			33.47			33.87	-0.44	－－－	34.13			34.42	-0.20	－－－	34.49			34.56	-0.12	－－
[st-28～31:4点]	50	34.59	-0.03	－＋	34.45	-0.11	－					34.02	-0.10	－＋	34.19			33.97			34.02	-0.27	－－	34.12			34.40	-0.19	－－－	34.45			34.52	-0.14	－－－
	100	34.62	-0.01	－＋	34.58	-0.04	－＋					34.48	-0.08	－	34.52			34.55			34.48	-0.07	－	34.47			34.39	-0.19	－－－	34.47			34.50	-0.14	－－－
西薩・甑沖	0	34.59	-0.04	－＋	34.41	0.00	－＋					32.52	-0.51	－＋	33.22			33.33			33.88	-0.45	－－－	34.13			34.43	-0.21	－－－	34.50			34.56	-0.13	－－－
[st-27～32:5点]	50	34.60	-0.02	－＋	34.46	-0.11	－					33.98	-0.13	－＋	34.22			33.98			34.01	-0.30	－－	34.11			34.42	-0.19	－－－	34.47			34.53	-0.14	－－－
	100	34.62	-0.01	－＋	34.55	-0.06	－					34.51	-0.07	－	34.55			34.52			34.48	-0.08	－	34.37			34.39	-0.20	－－－	34.47			34.51	-0.14	－－－
薩南（沿岸Ⅰ）	0	34.64	-0.05	－＋	34.33	-0.19	－					33.58	0.09	＋－	33.31			33.30			33.72	-0.69	－－－	34.18			34.52	-0.14	－－－	34.55			34.55	-0.14	－－
[st-1～4,20～24,33:10点]	50	34.62	-0.03	－＋	34.37	-0.20	－－					34.13	-0.26	－	34.13			33.77			33.93	-0.47	－－－	34.15			34.52	-0.11	－－	34.54			34.54	-0.14	－－
	100	34.60	-0.03	－＋	34.45	-0.14	－－					34.57	0.01	＋－	34.56			34.51			34.54	-0.06	－	34.39			34.49	-0.12	－－	34.52			34.51	-0.15	－－－
薩南（沿岸Ⅱ）	0	34.63	-0.04	－＋	34.34	-0.21	－－	33.72				33.80	0.14	＋－	33.39			33.42			34.00	-0.46	－－	34.23			34.55	-0.13	－－	34.59			34.57	-0.17	－－－
[st-15～19:5点]	50	34.61	-0.06	－	34.40	-0.20	－－	34.26				34.32	-0.09	－＋	34.08			33.95			34.17	-0.29	－－	34.26			34.53	-0.12	－－	34.58			34.56	-0.14	－－－
	100	34.63	-0.05	－	34.43	-0.22	－－－	34.42				34.52	-0.11	－－	34.52			34.32			34.46	-0.10	－	34.34			34.55	-0.11	－－	34.63			34.64	-0.07	－
薩南（西）	0	34.55	-0.16	－	34.40	-0.21	－－					33.75	0.13	＋－	33.74			33.67			33.98	-0.48	－－－	34.32			34.49	-0.19	－－－	34.57			34.56	-0.15	－－
[st-4-1～5,25,26:4点]	50	34.63	-0.04	－＋	34.44	-0.12	－＋					34.01	-0.35	－－	34.17			33.84			34.03	-0.42	－－－	34.26			34.48	-0.16	－－	34.56			34.59	-0.10	－
	100	34.60	-0.05	－＋	34.49	-0.15	－－					34.60	-0.06	－＋	34.62			34.50			34.52	-0.10	－	34.44			34.51	-0.13	－－	34.53			34.58	-0.10	－

※9,10,12,2月は2008年より開始，6月は一部定線を変更し2007年より開始したので平年値は無し
※平年値は、1991-2000の10年間

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

２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅱ
（資源評価調査委託事業：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219尾，ハマダイ179尾，ヒメダイ129尾，オオヒメ119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20年8月22～26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（18～20℃）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ガラス棒で腹腔内へ押し戻す

④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

⑤尾叉長を1cm単位で計測

⑥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，尾叉長測定を実施した。また，得られたデータから漁獲物の平均尾叉長の推移を把握し，資源の回復状況を推察した。

実施期間：周年

調査項目：尾叉長測定，生産者・漁場の記録

（２）市場精密測定調査

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

調査頻度：１回／月

調 査 月：６～３月

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２～４尾程度を測定し，全体に引き延ばす

(Ex)８尾のうち２尾測定し，BL32cm，31cmだった場合，32，31を４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（傭船調査）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や尾叉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。なお，今年度は調査回数をこれまでの年２回から３回に増やし，モニタリングの強化を図った。

実施期間：平成20年7月～11月（詳細は表７に記載）

調査対象：熊毛海域：屋久新曽根（オオアサリ，南東側）（屋久島南沖）

奄美海域：ファーゾネ（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：尾叉長測定，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８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。

実施期間：周年

対象漁船：種　子　島漁協所属船　２隻（7.3t，5.9t）

南 種 子 町漁協所属船　２隻（7.3t，6.6t）

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20年のマチ類取扱実績は，127トン，1億3,485万円，平均単価1,058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20年のマチ類漁獲量は，アオダイ7.3トン，ハマダイ10.6トン，ヒメダイ6.3トン，オオヒメ1.0トンで，アオダイ・ヒメダイは近年減少傾向，ハマダイは増加傾向である（図４）。

奄美海域における平成20年のマチ類漁獲量は，アオダイ55.3トン，ハマダイ30.1トン，ヒメダイ・オオヒメ27.0トンで，アオダイは横ばい，ハマダイ，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20年のマチ類漁獲量は，アオダイ129.7トン，ハマダイ9.6トン，ヒメダイ57.1トン，オオヒメ22.3トンであった。操業隻数が急減したため（9隻→5隻），特にアオダイ・ハマダイの漁獲量が大きく減少している（図６）。

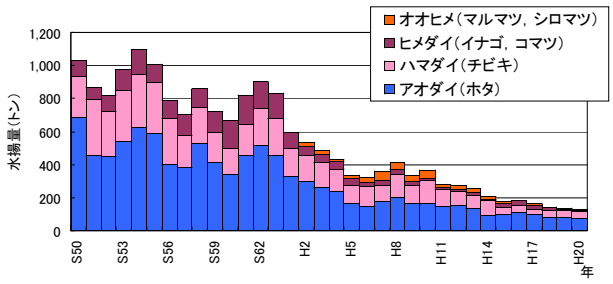


図1　鹿児島市中央卸売市場　マチ類取扱量

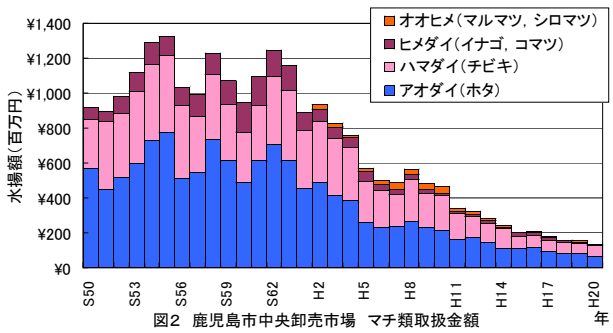


図2　鹿児島市中央卸売市場　マチ類取扱金額

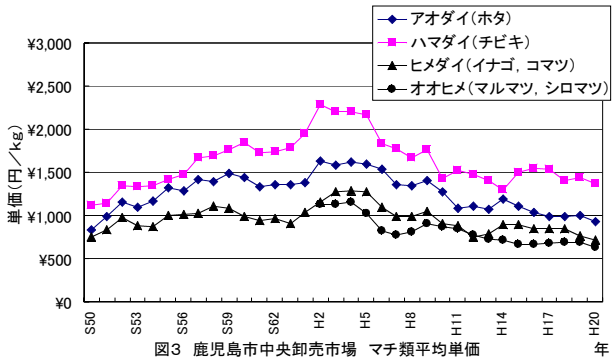


図3　鹿児島市中央卸売市場　マチ類平均単価

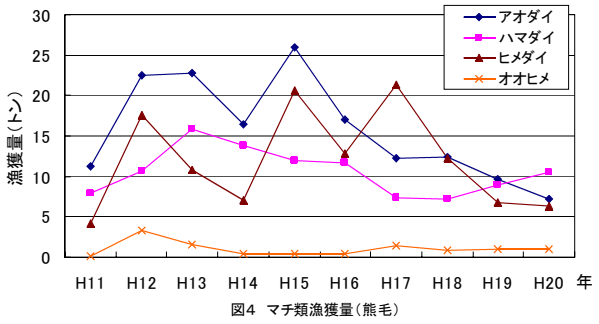


図4　マチ類漁獲量(熊毛)

※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じる可能性がある

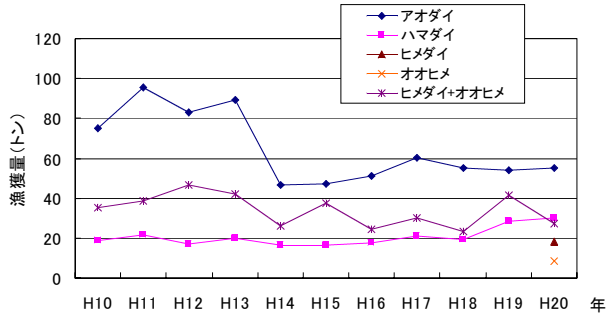


図5　マチ類漁獲量(奄美)

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

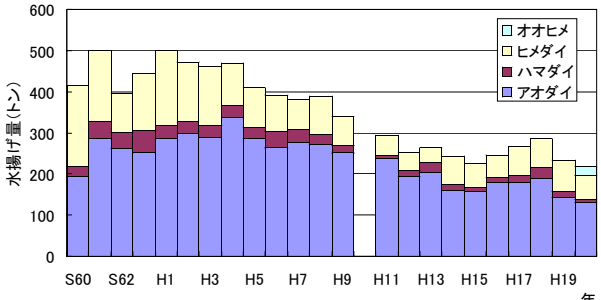


図6　指宿漁協岩本支所所属船マチ類漁獲量の推移
※H20以降オオヒメを追加

2　生物学的特性に関する調査

（１）精密測定

平成15年から20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。

これまでの調査の結果，魚種別，雌雄別に年齢・成長・成熟・産卵等に関する情報が得られてきている。しかし，小型または大型個体の情報が不足している，耳石輪紋解読率が低い魚種がある，など，魚種・サイズによっては未だサンプルが不足しているため，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，今後変更の可能性がある。

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（尾叉長）	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

平成16年から20年までの標識放流・再捕実績を表２・３，図７に示す。

平成20は，アオダイ112尾，ヒメダイ5尾，オオヒメ1尾の，合計 118尾を放流した。

これまでに，平成17・18年に放流したアオダイのうち６尾の再捕報告があった。うち４尾はほとんど移動がみられず，１尾は北西へ約40km，１尾は南西へ約150kmの移動が確認された。再捕までの期間は約４ヶ月半～１年２ヶ月であった。

また，今年度は，平成19年に放流したオオヒメ11尾のうち2尾が再捕された。うち１尾は北西に約90kmの移動が確認され，もう１尾はほとんど移動がみられなかった。再捕までの期間は約１年～１年５ヶ月であった。

これまで，地元漁業者らの間では，マチ類は瀬付きの魚で大きな移動回遊はしないと考えられてきたが，瀬礁を超えて移動することが確認されたことは，当該資源の管理方策を検討する

表2　マチ類標識放流実績

アオダイ（ホタ）

年度	H16	H17	H18	H19	H20
放流日	H16.7.8～12	H17.7.10～12	H18.8.30～9.2	H19.7.20～22	H20.8.22～26
放流場所	サンゴ曽根	アッタ曽根	アッタ曽根	アッタ曽根	下のだんとう
放流尾数	8	226	346	269	112

ハマダイ（チビキ・アカマチ）

年度	H16	H17	H18	H19	H20
放流日	H16.12.8	－	－	H19.10.2～3	－
放流場所	屋久新曽根	－	－	屋久新曽根	－
放流尾数	1	－	－	9	－

ヒメダイ（イナゴ・コマツ・シロマツ）

年度	H16	H17	H18	H19	H20
放流日	H16.11.20	H17.7.12	－	H19.7.20～22	H20.8.22～26
放流場所	イナゴ曽根	アッタ曽根	－	アッタ曽根	下のだんとう
放流尾数	3	1	－	15	5

オオヒメ（クロマツ・シロマツ・マルマツ・マーマツ）

年度	H16	H17	H18	H19	H20
放流日	H16.11.21	－	H18.8.30～9.2	H19.7.20～22	H20.8.22～26
放流場所	イナゴ曽根	－	アッタ曽根	アッタ曽根	下のだんとう
放流尾数	4	－	9	11	1

表3　再捕実績

魚種	放流日	放流場所	放流ｻｲｽﾞ（mm）	再捕日	再捕までの日数	再捕場所	移動距離	再捕ｻｲｽﾞ（mm）	成長（mm）
アオダイ	H17.7.12	アッタ曽根	265	H17.11.27	138	アッタ曽根	ほとんどなし	270	5
アオダイ	H17.7.10	アッタ曽根	250	H17.11.27	140	アッタ曽根	ほとんどなし	270	20
アオダイ	H17.7.12	アッタ曽根	270	H17.11.29	140	アッタ曽根	ほとんどなし	281	11
アオダイ	H18.8.31	アッタ曽根	280	H19.3.26	207	アッタ曽根	ほとんどなし	300	20
アオダイ	H18.8.30	アッタ曽根	290	H19.9.26	392	シビ曽根	150km	330	40
アオダイ	H18.8.31	アッタ曽根	270	H19.11.1	427	大島新曽根	40km	320	50
オオヒメ	H19.7.22	アッタ曽根	230	H20.8.6	381	白浜曽根	93km	336	106
オオヒメ	H19.7.20	アッタ曽根	220	H20.12.18	517	アッタ曽根南	ほとんどなし	374	154

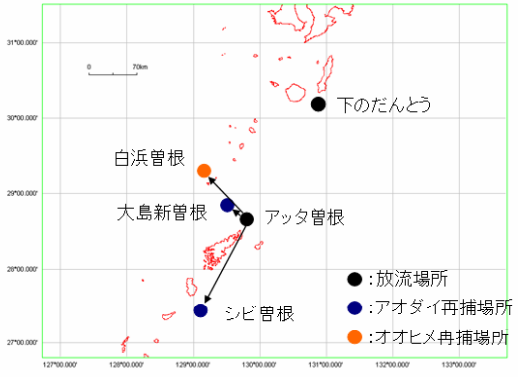


図7　マチ類標識放流再捕位置図

うえで極めて重要な情報が得られたといえる。

また，これまでの放流・再捕位置をみると，放流地点のアッタ曽根と大島新曽根との間は，水深600m台の水深帯で隔てられており，さらにその北西沖の白浜曽根と大島新曽根との間は，水深700m台の水深帯で隔てられている。アッタ曽根とシビ曽根との間は，奄美大島～加計呂麻島～徳之島間は水深150～250mの海底で繋がっているが，徳之島～シビ曽根間は水深400m台の水深帯で隔てられている。奄美海域におけるアオダイの主たる操業水深は150～250m，オオヒメのそれは150～300mといわれていることから，当該再捕魚は，通常の操業水深帯より深い水深帯で隔てられた瀬礁に移動して再捕されたことになる。当該調査では放流地点と再捕地点の情報しか把握できないことから，これら２種が，通常の操業水深帯より深い海底に沿って移動したのか，海底から浮上して中層を移動したのかは不明である。

３　資源状態に関する調査

（１）市場調査

奄美北部海域及び熊毛海域における漁獲物の平均尾叉長の推移を表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年の漁獲物平均尾叉長と平成19・20年のそれを比較した。熊毛海域では，ハマダイで8%，アオダイで1%の平均サイズの増加がみられた。逆にヒメダイでは3%・オオヒメでは5%，平均サイズが減少した（表４）。奄美北部海域では，ヒメダイ・オオヒメで2%の平均サイズの増加がみられた。逆にハマダイでは平均サイズが2%減少した。アオダイでは変化が見られなかった（表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，漁獲物平均尾叉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。

表4　市場測定調査による魚種別年別平均漁獲サイズ（熊毛海域）

年	アオダイ		ハマダイ		ヒメダイ		オオヒメ	
	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)
H16	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	33.5	1,481	44.3	1,135	31.4	603	34.3
H16･17平均尾叉長(cm)		33.3		39.3		32.3		35.2
H19･20平均尾叉長(cm)		33.6		42.4		31.4		33.3
増減率		△ 0.01		△ 0.08		▲ 0.03		▲ 0.05

※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	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)	サンプル数	平均尾叉長(cm)
H16	7,994	33.4	1,266	40.9	1,111	30.6	2,248	37.5
H17	6,607	31.0	1,050	42.2	477	30.5	2,214	36.8
H18	7,531	31.7	1,303	37.0	1,741	32.0	2,354	38.3
H19	9,080	33.3	1,904	39.6	9,624	30.8	4,249	38.3
H20	6,214	30.9	1,517	41.6	1,619	32.8	1,667	37.2
H16･17平均尾叉長(cm)		32.3		41.5		30.5		37.2
H19･20平均尾叉長(cm)		32.3		40.5		31.0		38.0
増減率		△ 0.00		▲ 0.02		△ 0.02		△ 0.02

※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	平均尾叉長(cm)		増減率	平均尾叉長(cm)		増減率	平均尾叉長(cm)		増減率
	H16･17	H19･20		H16･17	H19･20		H16･17	H19･20		H16･17	H19･20	
田之脇曽根	32.8	33.9	△ 0.03	42.5	38.2	▲ 0.10	31.3	31.8	△ 0.02	33.3	32.3	▲ 0.03
ベンタイ曽根	―	―	―	36.7	41.8	△ 0.14	―	―	―	―	―	―
屋久新曽根	―	―	―	40.5	45.1	△ 0.11	34.2	36.7	△ 0.07	―	―	―
アッタ曽根	28.9	31.3	△ 0.08	―	―	―	30.9	34.1	△ 0.10	37.1	39.1	△ 0.05
大島新曽根	35.9	32.6	▲ 0.09	―	―	―	―	―	―	―	―	―

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，田之脇曽根（種子島東沖）ではアオダイが3%増，ハマダイが10%減，ヒメダイが2%増，オオヒメが3%減，ベンタイ曽根（種子島東沖）ではハマダイが14%増，屋久新曽根（屋久島南沖）ではハマダイが11%増，ヒメダイが7%増，アッタ曽根（奄美大島北東沖）ではアオダイが8%増，ヒメダイが10%増，オオヒメが5%増，大島新曽根（奄美大島北沖）ではアオダイが9%減となっており，データが揃っていて比較できた11事例中8事例で平均サイズの増加が確認された（表６）。データが揃っておらず同様の比較はできない場合でも，アッタ曽根ではハマダイが平成17年の40.4cmから平成20年の48.2cmへ，大島新曽根では同じくハマダイが44.9cmから46.3cmへ，それぞれ平均尾叉長の増加がみられている。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。

次に，ハマダイの平均尾叉長に着目すると，熊毛海域・奄美北部海域ともに40cm前後で推移している（表４・５）。表１をみると，鹿児島県海域産ハマダイの生物学的最小形の暫定値は696mm（尾叉長）となっており，約70cmにならなければ産卵を開始しないと推定される。沖縄近海のハマダイでも，尾叉長65cm階級以上から成熟個体が出現するとされている（海老沢2007）。これと比較すると，当該海域におけるハマダイの漁獲サイズは非常に小さく，未成熟個体を主体として漁獲していることが分かる。漁場によっては，成熟サイズ以上のハマダイがほとんど漁獲されないところもあり，ハマダイ資源の回復を図るためには，未成熟サイズを保護する方策を検討する必要がある。

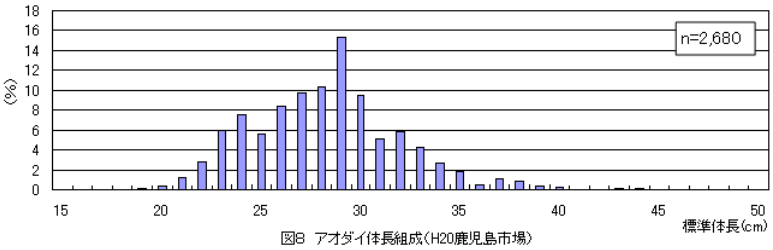


図8 アオダイ体長組成(H20鹿児島市場)

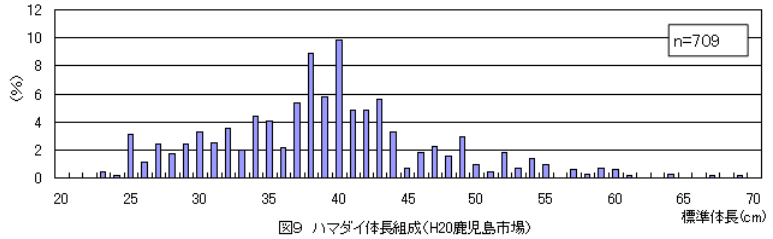


図9 ハマダイ体長組成(H20鹿児島市場)

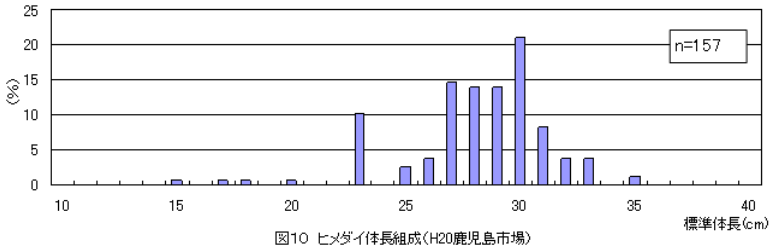


図10 ヒメダイ体長組成(H20鹿児島市場)

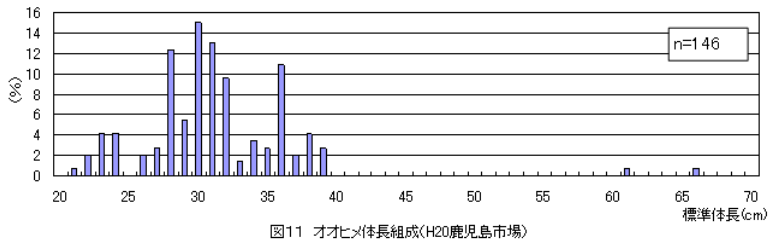


図11 オオヒメ体長組成(H20鹿児島市場)

ハマダイ以外の魚種についても，海域全体で当該資源を回復させるためには，今後も資源回復計画の取り組みを継続するとともに，漁家経営が成り立つ範囲で，可能な限り取り組みの強化を検討して

いく必要がある。

（２）市場精密測定調査

平成20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。

（３）周年保護区漁獲調査

平成18～20年の調査結果を表７に示す。

平成20年のファーゾネの第１回目調査は，底潮が速く，漁具を海底まで降ろすことができなかったため，無効操業とした。

ファーゾネでは，ハマダイがCPUE（1日1隻当り漁獲量），平均サイズともに増加傾向にある。アオダイでは，第3回目調査で漁獲尾数が過去最高を記録するとともに，平均サイズもやや大きくなっている。調査協力者の漁業者から，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。

一方屋久新曽根は，第3回目調査でアオダイの漁獲量・尾数が過去最高となったものの，いずれの魚種も，CPUE，平均サイズともに減少傾向である。

表7 マチ類資源回復計画保護区内調査結果一覧

熊毛海域	年度	H18		H19		H20		
（屋久新曽根）	回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第3回
魚　種	調査日	H18.6.5	H18.9.28	H19.8.21	H19.11.1	H20.7.10	H20.8.26	H20.9.10
アオダイ	漁獲尾数	17	5	3	5	0	6	20
	漁獲重量(kg)	14.7	4.3	2.6	3.3	－	4.3	16.1
	平均尾叉長(cm)	34.4	35.0	35.0	31.4	－	32.8	33.3
ハマダイ	漁獲尾数	16	21	0	0	1	0	0
	漁獲重量(kg)	12.8	9.1	－	－	0.1	－	－
	平均尾叉長(cm)	36.1	29.4	－	－	19.9	－	－
ヒメダイ	漁獲尾数	2	0	0	0	0	0	0
	漁獲重量(kg)	0.9	－	－	－	－	－	－
	平均尾叉長(cm)	36.5	－	－	－	－	－	－
オオヒメ	漁獲尾数	0	0	0	0	0	1	0
	漁獲重量(kg)	－	－	－	－	－	1.3	－
	平均尾叉長(cm)	－	－	－	－	－	40.5	－

奄美海域	年度	H18		H19		H20		
（ファーゾネ）	回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回※	第2回	第3回
魚　種	調査日	H18.5.18	H18.9.28	H19.8.21	H19.12.17	H20.7.10	H20.10.10	H20.11.7
アオダイ	漁獲尾数	0	18	17	14	0	5	48
	漁獲重量(kg)	0.0	12.4	14.2	12.1	－	4.7	42.3
	平均尾叉長(cm)	－	33.0	34.7	35.5	－	35.1	34.5
ハマダイ	漁獲尾数	0	3	2	18	0	0	13
	漁獲重量(kg)	0.0	1.3	4.6	16.1	－	－	14.7
	平均尾叉長(cm)	－	30.5	47.9	38.3	－	－	39.1
ヒメダイ	漁獲尾数	2	3	0	0	0	6	2
	漁獲重量(kg)	1.2	1.5	－	－	－	2.5	1.3
	平均尾叉長(cm)	31.9	30.2	－	－	－	28.0	32.2
オオヒメ	漁獲尾数	0	0	0	0	0	0	0
	漁獲重量(kg)	－	－	－	－	－	－	－
	平均尾叉長(cm)	－	－	－	－	－	－	－

※ファーゾネのH20年第1回調査は，底潮が速く漁具を海底まで沈めることができなかったため，無効操業とする。

（４）標本船調査

平成17～20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は減少傾向にある。魚種別にみるとヒメダイのCPUEの減少が顕著である。当海域のマチ類資源は減少傾向にある可能性がある。

一方，当海域では，近年，サメ類による漁業被害の増加が指摘されており，これがCPUE低下の要因の一つである可能性がある。今後詳しく検討する必要がある。

当海域におけるのべ標本船数は11隻であるが，標本船の規模・乗組員数が様々であるため，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
H17	6	0.0	0.0	107.2	17.9	300.3	50.1	0.0	0.0	407.5	67.9
H18	194	1,472.1	7.6	502.8	2.6	5,647.2	29.1	154.1	0.8	7,776.2	40.1
H19	101	1,821.9	18.0	452.5	4.5	1,578.4	15.6	75.6	0.7	3,928.4	38.9
H20	154	1,881.6	12.2	311.1	2.0	1,569.2	10.2	621.7	4.0	4,383.6	28.5

表9 奄美海域標本船調査結果(徳之島・沖永良部地区4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
H17	8	61.2	7.7	0.0	0.0	0.7	0.1	18.3	2.3	80.2	10.0
H18	154	1,482.6	9.6	445.7	2.9	179.0	1.2	157.3	1.0	2,264.6	14.7
H19	199	2,696.0	13.5	1,586.1	8.0	540.2	2.7	45.6	0.2	4,867.9	24.5
H20	196	1,582.6	8.1	1,948.3	9.9	282.9	1.4	44.8	0.2	3,858.6	19.7

奄美海域については，４種のCPUEは平成19年まで増加傾向であったが，平成20年は前年を下回った。当海域では，平成20年は底潮が速くて操業に支障を来すことが多かったとの情報があり，これが４種のCPUEが前年を下回った要因の一つである可能性がある。

魚種別にみると，ハマダイのCPUEが増加しているが，これは，徳之島地区の標本船が近年ハマダイ主体の操業に切り替えてきているという情報があり，これがCPUE増加の要因の一つである可能性がある。一方，沖永良部地区の標本船は基本的にハマダイを狙わないため，奄美地区として両地区をまとめて集計することは適当ではない可能性があり，今後さらなる検討が必要である。

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。

【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.

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

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，漁獲実態及び生物学的特性を把握する。

【方法】

農林統計及び主要産地の漁獲データを基に資源状態を解析した。

また，鹿児島県及び長崎県の主要産地よりサンプルを入手し，体長・体重・生殖腺重量を測定し，生物学的特性を解析した。

【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1965年以降，約900～2,600トンの間を推移しており，2006年の漁獲量は1,456トンであった。1990年代以降は概ね1500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１)。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，2008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，2008年の未成魚群の来遊量は前年並であったと推定されたが，水温の影響によって南下が早まったことや価格の影響から出漁を控えた船もあり，船曳網での漁獲量は前年をやや下回った。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に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判断される。

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．生物学的特性

・鹿児島県内では1～4月にハマトビウオ，4～5月にツクシトビウオおよびホソトビウオ，6～8月にカラストビウオおよびアヤトビウオ，9～10月にオオメナツトビ，トビウオの出現が見られた。漁獲量は少ないがこれらの他にもホソアオトビ，チャバネトビウオ，オオ

アカトビ，アカトビ，マトウトビウオなども見られる。
・漁獲の主対象となっているハマトビウオの産卵期は2～3月，ホソトビウオとツクシトビウオの産卵期は5～7月，ホソアオトビの産卵期は7～8月と推察される。ホソトビウオやツクシトビウオでは産卵期中に定置網ではオスの比率が高く，ロープ曳きではメスの比率が定置網と比較して若干高くなった(図３)。
・九州北西部海域では，5～7月にはホソトビウオ及びツクシトビウオの２種の親魚が，9～10月にはホソトビウオ及びツクシトビウオそしてホソアオトビの３種の未成魚が漁獲される。ホソアオトビの産卵親魚は九州北西部海域では漁獲されていない。
・ハマトビウオの産卵場は主に九州南部の沿岸域，ホソトビウオの産卵場は主に日本海側の沿岸域，ツクシトビウオの産卵場は九州北西部及び九州南部海域の沿岸域と考えられる。

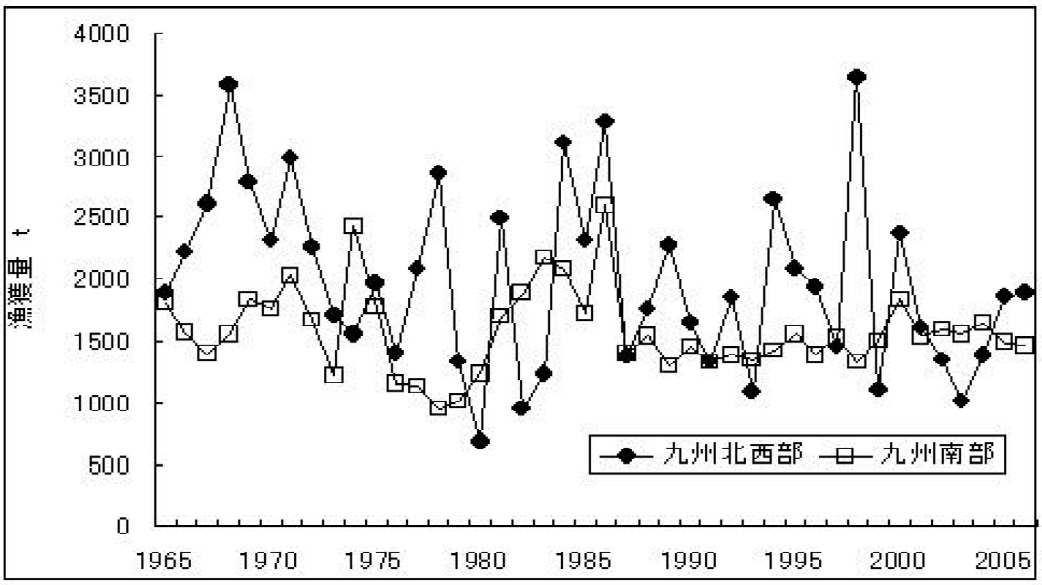


図１　トビウオ類漁獲量の経年変化　農林統計より
（九州北西部：長崎県＋佐賀県　九州南部：鹿児島県）

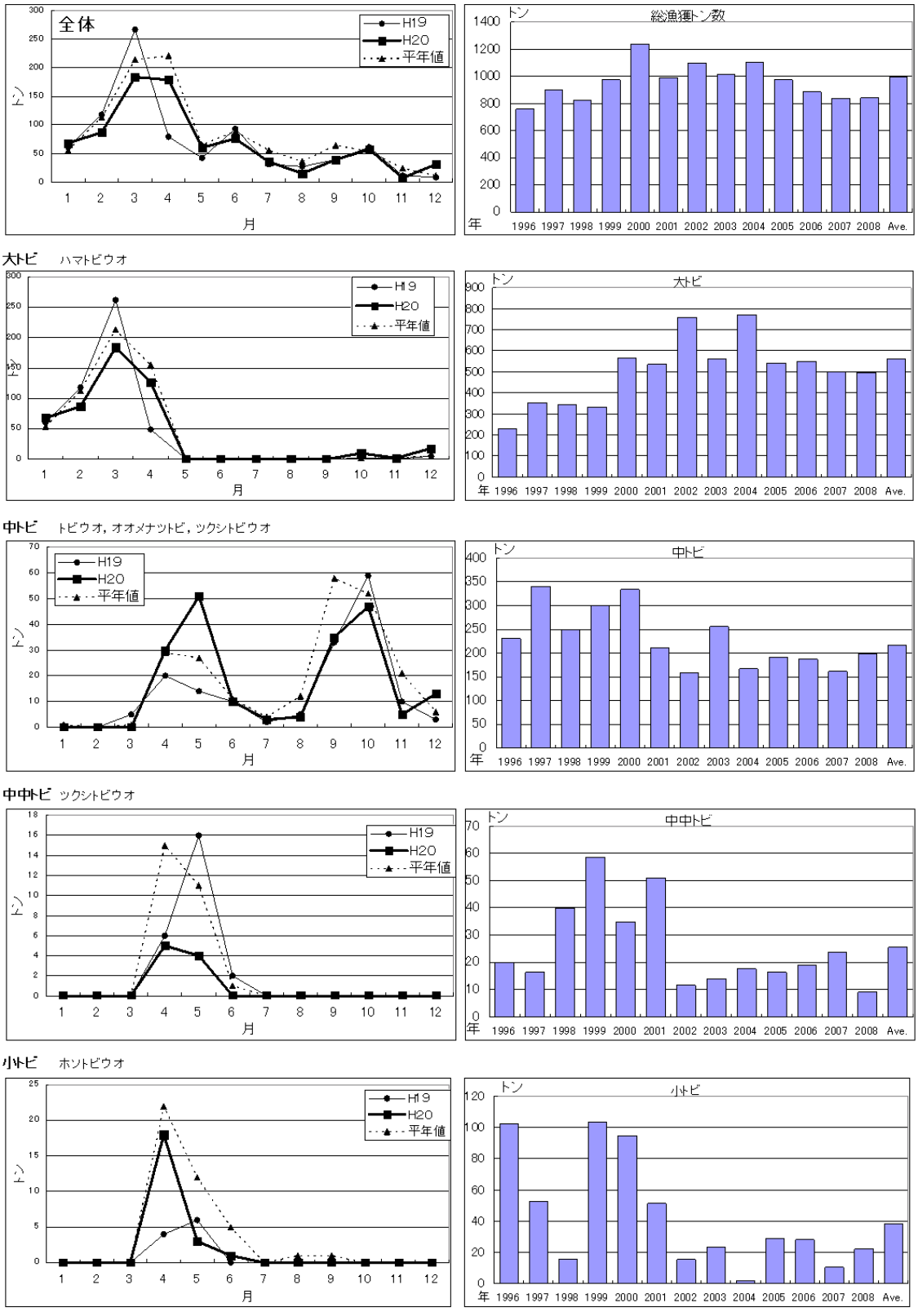


図２　屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化および経年変化（１）

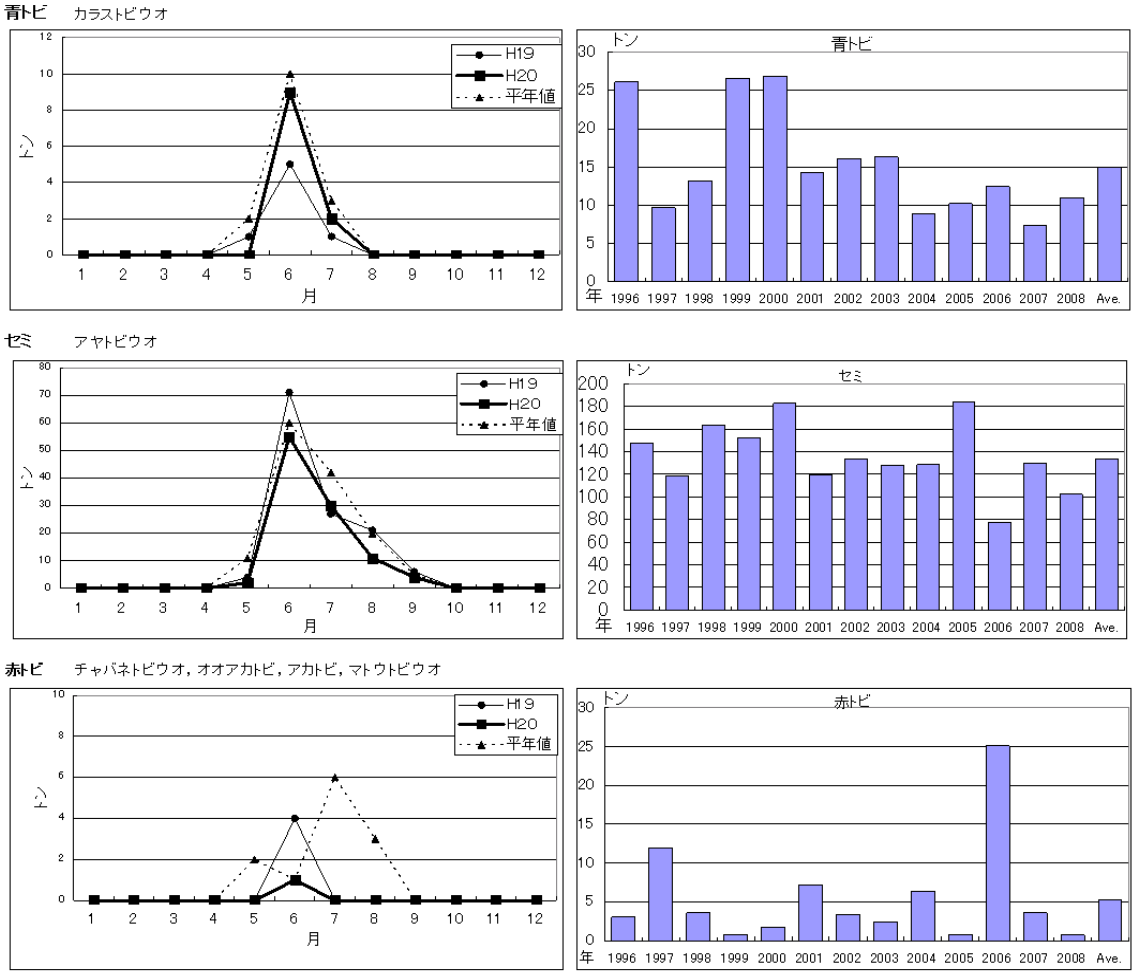


図２　屋久島漁協におけるトビウオ類漁獲量の月変化および経年変化（２）

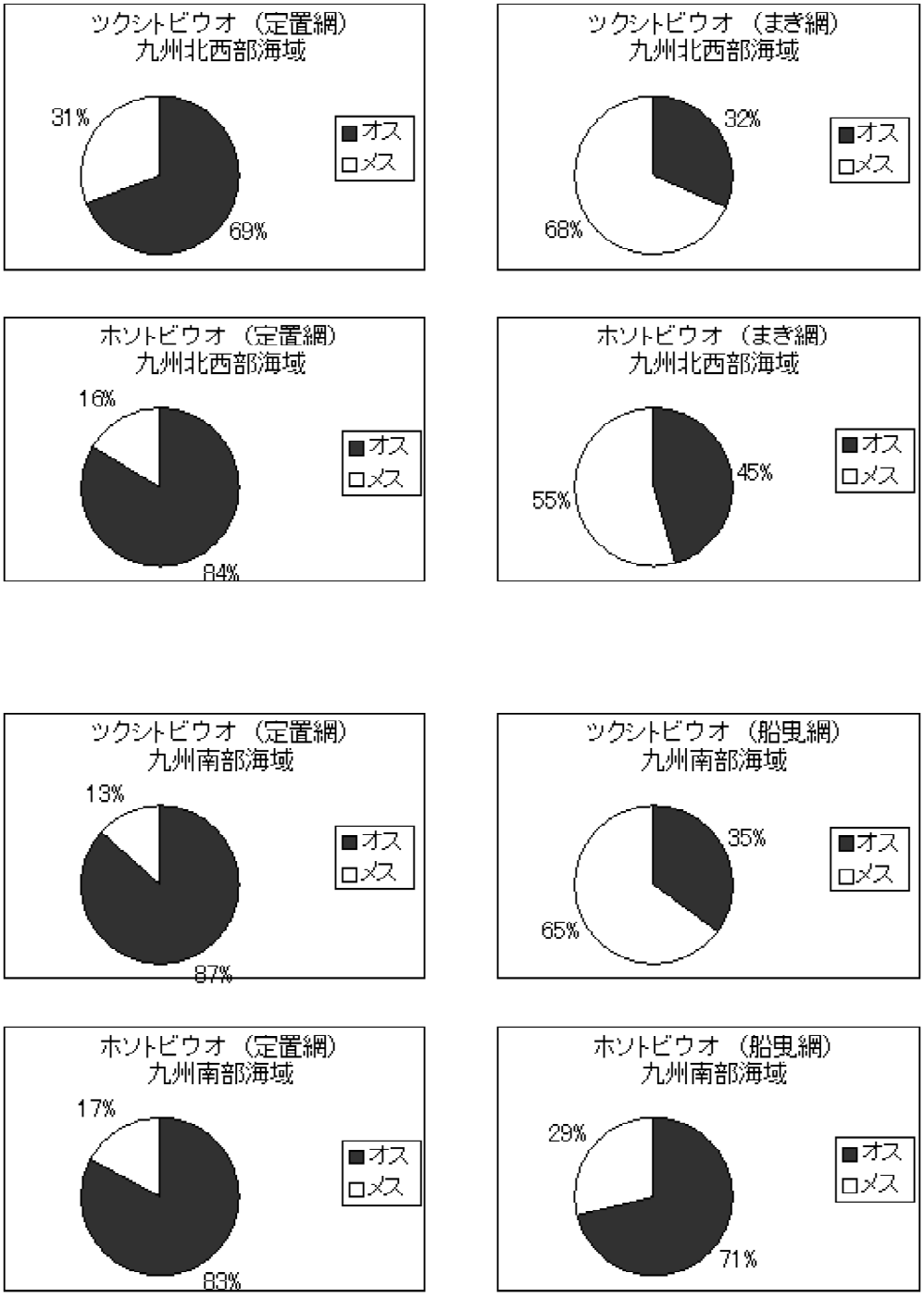


図３　ツクシトビウオ及びホソトビウオの漁法別雌雄比率（2008年）

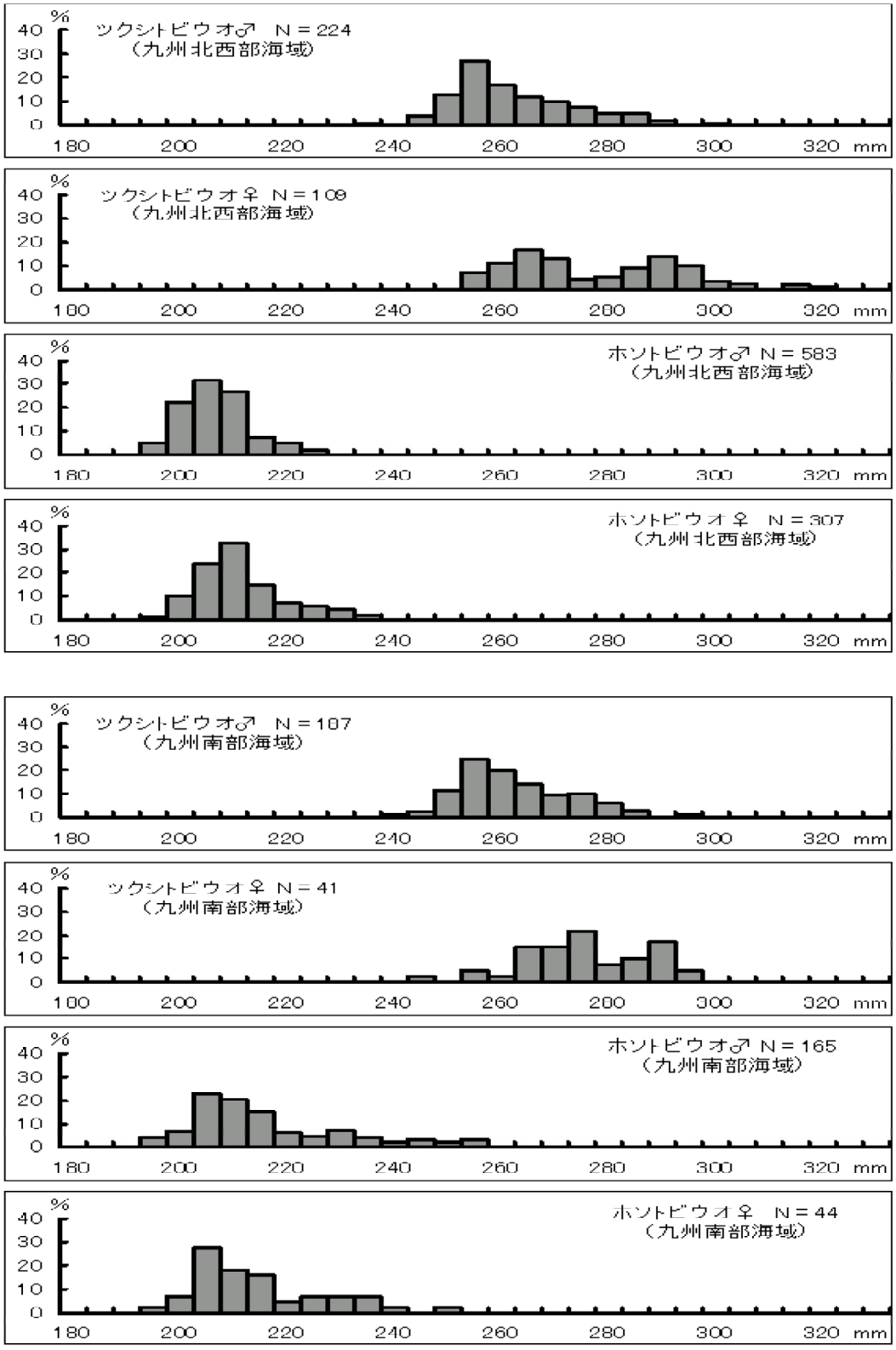


図４　ツクシトビウオ及びホソトビウオ漁獲物の尾叉長組成（2008年）

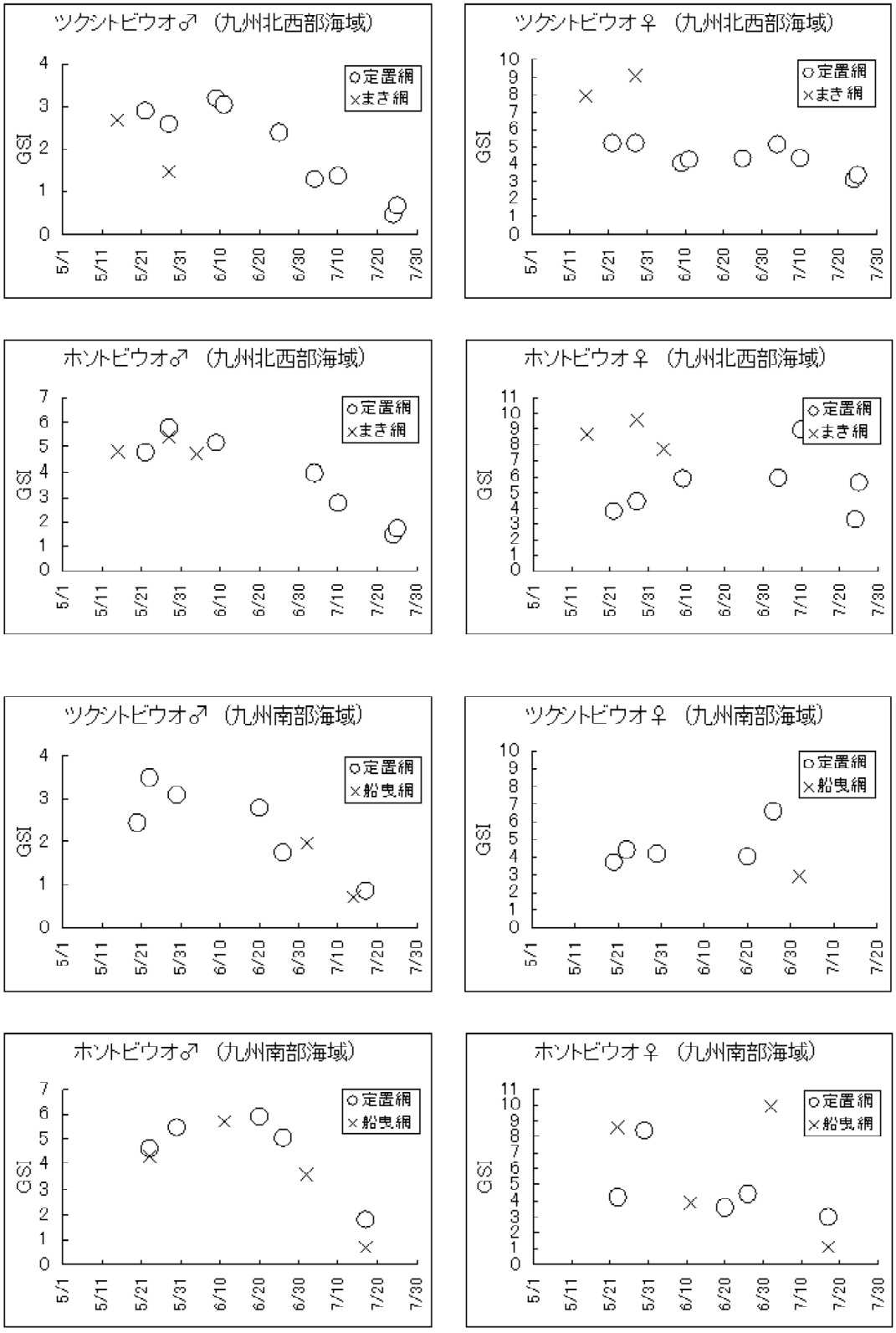


図５　ツクシトビウオ及びホソトビウオのＧＳＩ（2008年）

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

槐島光次郎

【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，漁獲実態及び生物学的特性を把握する。

【方法】

農林統計及び主要産地の漁獲データを基に資源状態を解析した。

また，鹿児島県及び長崎県の主要産地よりサンプルを入手し，体長・体重・生殖腺重量を測定し，生物学的特性を解析した。

【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9～11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，H20年は7月にまとまった漁獲があった。

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的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1,2,3)。

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4～9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(図4,5)。

また，各月に漁獲された体長組成を調べたところ，鹿児島県海域では体長モードが4月と9月に小型が見られ，長崎県海域では10月に小型が見られた。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，9月までは２歳魚が漁獲の主体で，10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6,7)。

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年以降増加していることから，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を割り込んでいるが，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。また主産地である五島海区での資源量指数の推移から見て，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こと，また主産地において漁業者による協議会が機能し，資源管理に向けた取り組み（禁漁期・禁漁区の設定，網目や操業時間の設定等）を行っている。また長崎県海域でも資源状態は中水準にあり，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。

しかしながら鹿児島県の主産地の一つである種子島海域では平成19年に引き続き平成20年も不漁となるなど，海域によっては資源状態があまり良くないこともあり，今後も現状の資源管理措置を続けるとともに，回遊ルートの解明や資源変動の要因等の生物学的情報をさらに収集していく必要があると考えられる。

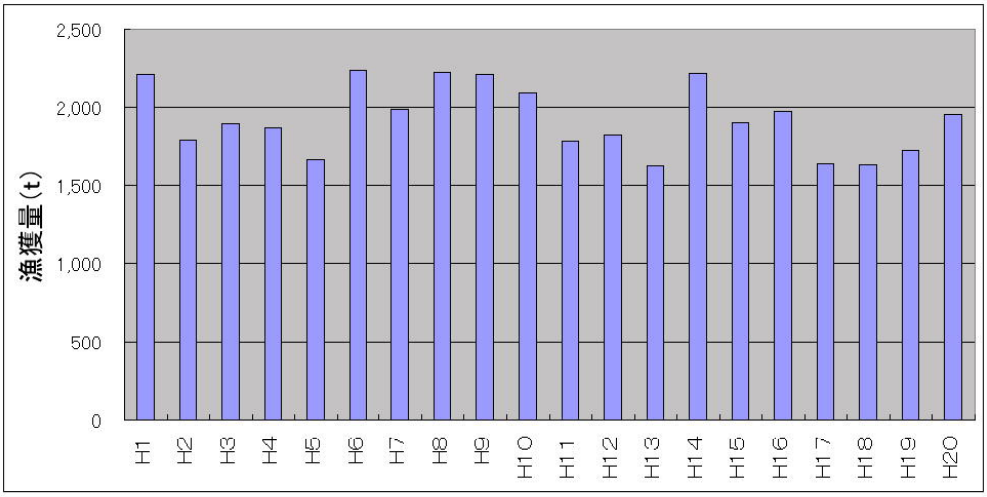


図１　平成元年以降の鹿児島県全体のキビナゴ漁獲量
（H18年以前は農林統計，H19年以降は鹿児島県水産技術開発センター調べによる）

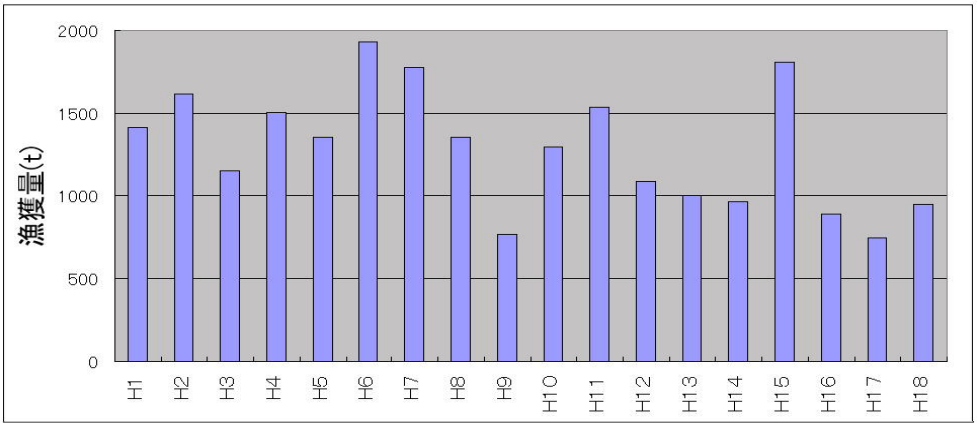


図２　平成元年以降の長崎県全体のキビナゴ漁獲量（農林統計）

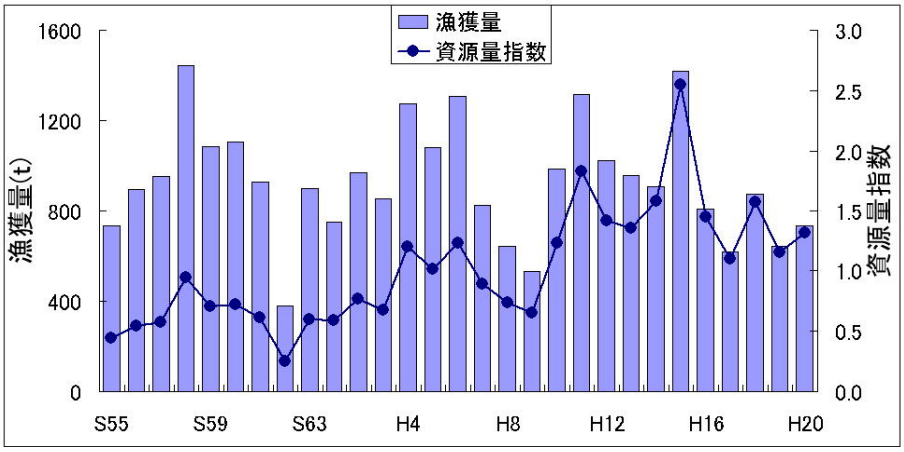


図３　昭和55年以降の五島海区の年間漁獲量と資源量指数の推移(長崎県総合水産試験場調べ)

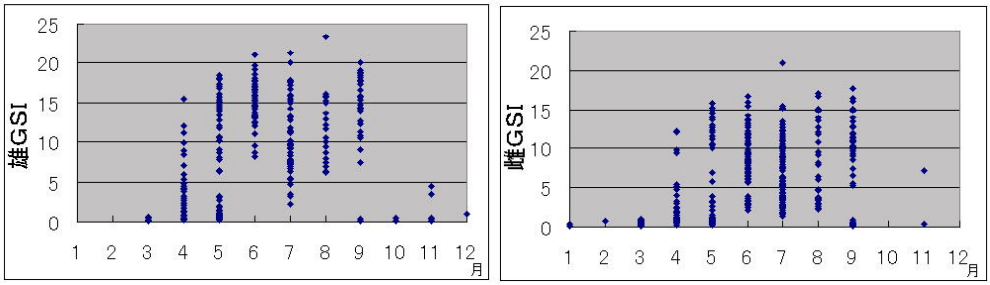


図４　鹿児島県海域におけるＧＳＩの経月変化

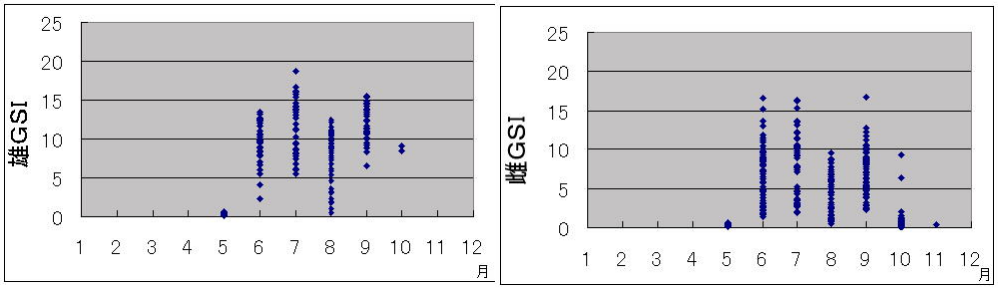


図５　長崎県海域におけるＧＳＩの経月変化

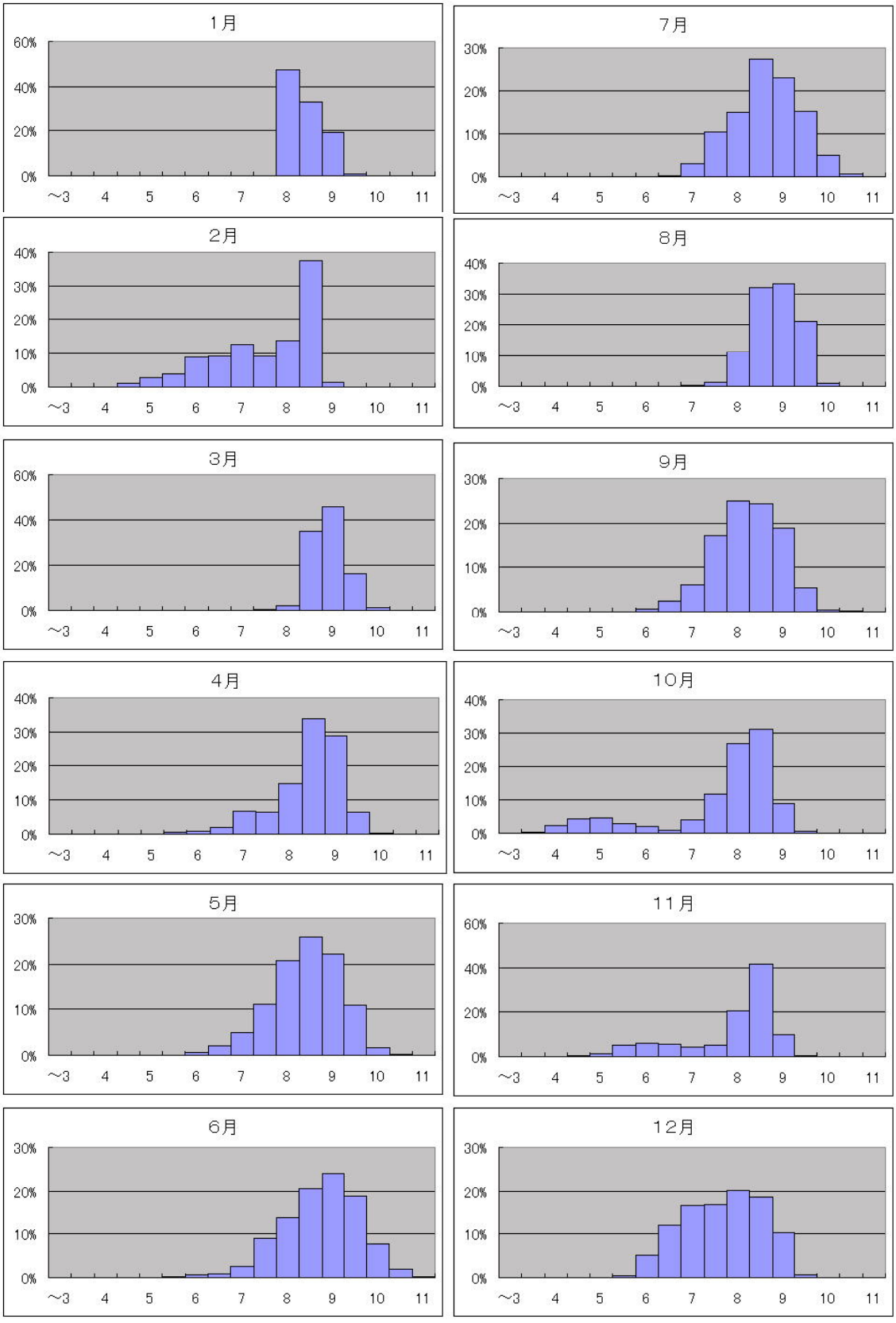


図６　鹿児島県海域におけるキビナゴの体長組成（被鱗体長：cm）

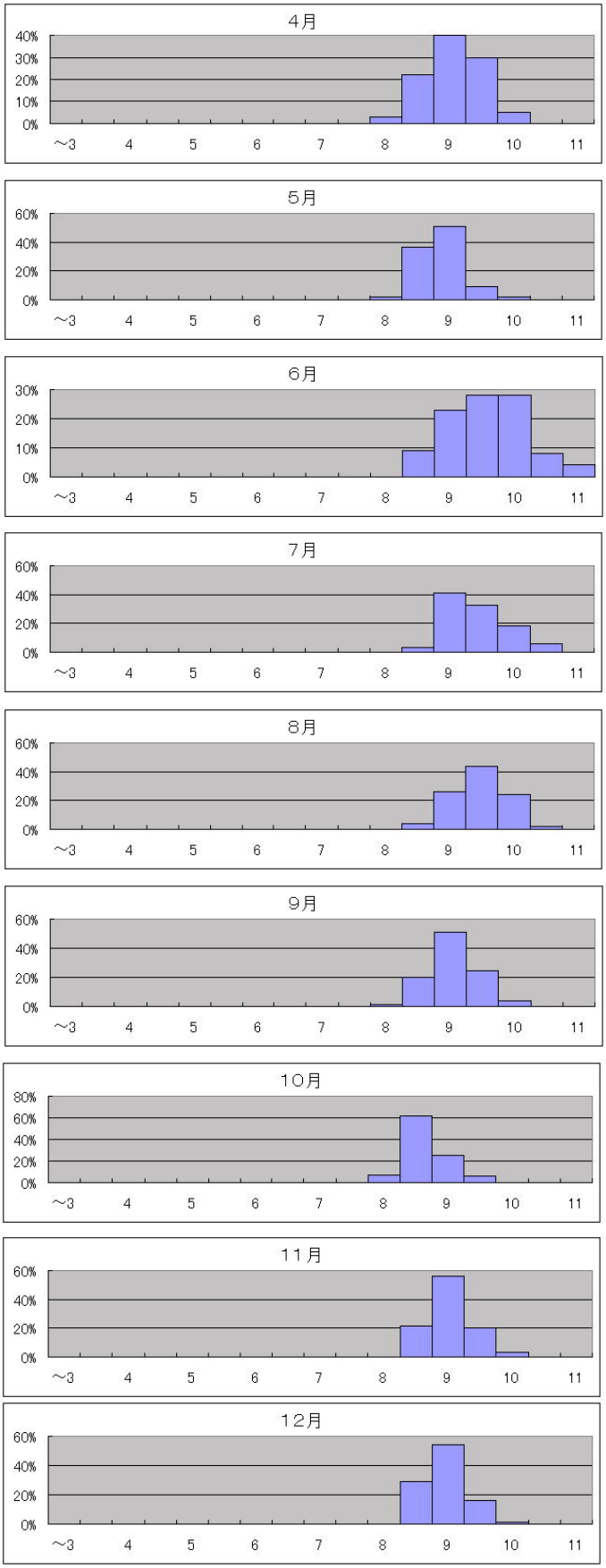
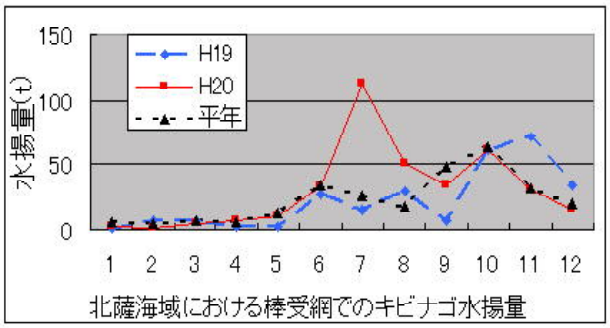
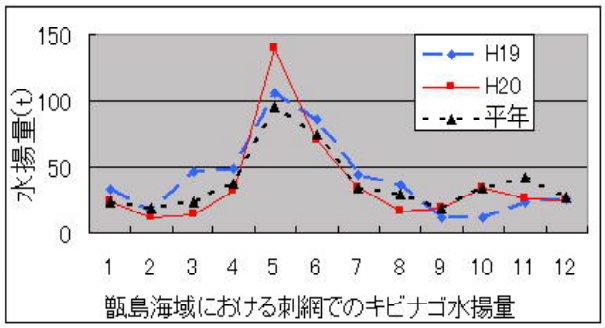
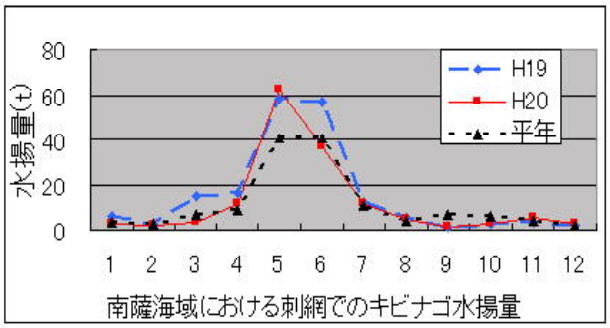
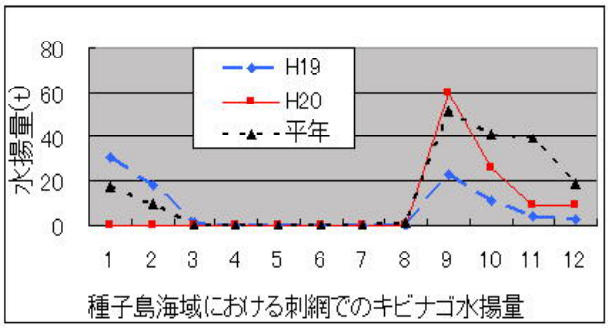


図７　長崎県海域におけるキビナゴの体長組成(尾叉長：ｃｍ)









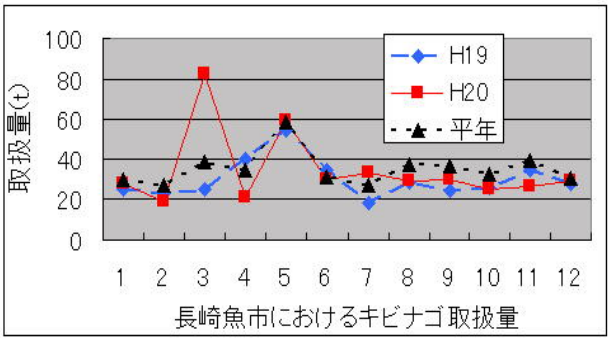


図８　各産地におけるキビナゴの水揚量(取扱量)の推移

２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅴ
（日本周辺海域におけるブリの回遊と海洋環境の関係解明に基づく来遊量予測手法開発受託調査）

田中耕治・調査船「くろしお」,「おおすみ」乗組員一同

【目　的】

日本海と太平洋においてブリの海域別・年齢別の回遊様式の詳細および，その変動と海洋環境の関係を把握することで，地域ごとに年齢別の来遊時期，来遊量を予測する手法を開発するために，18～20年度を研究期間として(独)水産総合研究ｾﾝﾀｰ，関係県(富山県，石川県，福井県，三重県，高知県，宮崎県，鹿児島県)が課題を分担して実施しているものである。

本県は，日本海における成長段階別の回遊様式の把握において，九州西岸に来遊する産卵親魚群の移動・回遊状況を把握することを主目的として下記調査を実施した。

以下に18～20年度の当該調査の結果を示す。

【方　法】

1　薩南海域での産卵期の特定

過去の精密測定結果(尾叉長，体重，生殖腺重量)から太平洋側を除く薩南海域での産卵期を特定するため，平成11年～19年5月までに当所が行った当該調査結果を用い，84尾分の雌の個体から三谷(1960)による成熟区分を行い産卵期を特定した。

2　産卵親魚の産卵前後の移動・回遊範囲把握のための標識放流(18～19年度)

産卵期(3～5月)に甑島の定置網漁業で漁獲される産卵親魚(尾叉長68～109cm，3歳以上)136尾を用いた。

1)　18年度

①　実施年月日　H19年3月20，28日

②　実施場所　甑島西方水深100mの海域
(N31° 47′,E129° 45′)

③　放流ｻｲｽﾞ，尾数
70－92cm(尾叉長)，20尾(ｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ10尾,ﾀﾞｰﾄﾀｸﾞ10尾)

2)　19年度

①　実施年月日　H19年5月15，21日

②　実施場所：18年度と同一海域

③　放流ｻｲｽﾞ，尾数
68－109cm(尾叉長)，116尾(ﾀﾞｰﾄﾀｸﾞのみ)

3　集積回路内蔵型の記録型標識(ｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ)のﾃﾞｰﾀ解析による産卵親魚の旬毎移動位置の推定と遊泳行動の把握(19～20年度)

上記標識放流で得られた5尾(3歳魚3尾，4歳以上魚2尾)のｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞﾃﾞｰﾀを用いた。

位置の推定方法は，2分毎に記録された日射量から算出した日の出，日の入り時間のいずれかが

前後の日と比較して20分以上差がある場合は(経度換算で5° 以上の差に該当)，ｴﾗｰﾃﾞｰﾀとして除外し，それ以外の日毎の南中時間から算出した経度を11日移動平均したものを経度として用い，同様に記録された遊泳水深，水温値から水深10m以浅の水温に合致する前述経度上の該当日の水温分布図((社)漁業情報ｻｰﾋﾞｽｾﾝﾀｰ提供)の等温線位置を緯度として，各月の5,15,25日について上，中，下旬の移動位置として推定した。

また，遊泳行動の解析には同様に2分毎に記録されている遊泳水深及びその水深での水温値を用いた。

4　翌年の春に産卵親魚となると想定される群(以下：次期産卵親魚)の移動範囲及び成長の把握を目的とする標識放流(20年度)

10～11月に指宿地先で飼付漁業で漁獲される次期産卵親魚(尾叉長58～86cm)484尾を用いた。

① 実施年月日　H20年10月30日，11月12日

② 実施場所：指宿漁港東方水深70mの海域

③ 放流ｻｲｽﾞ，尾数

58－86cm(尾叉長)，484尾(ﾀﾞｰﾄﾀｸﾞのみ，本調査で267尾，200ｶｲﾘ水域内漁業資源総合調査で217尾)

【結果及び考察】

1　薩南海域(太平洋側を除く)での産卵期の特定

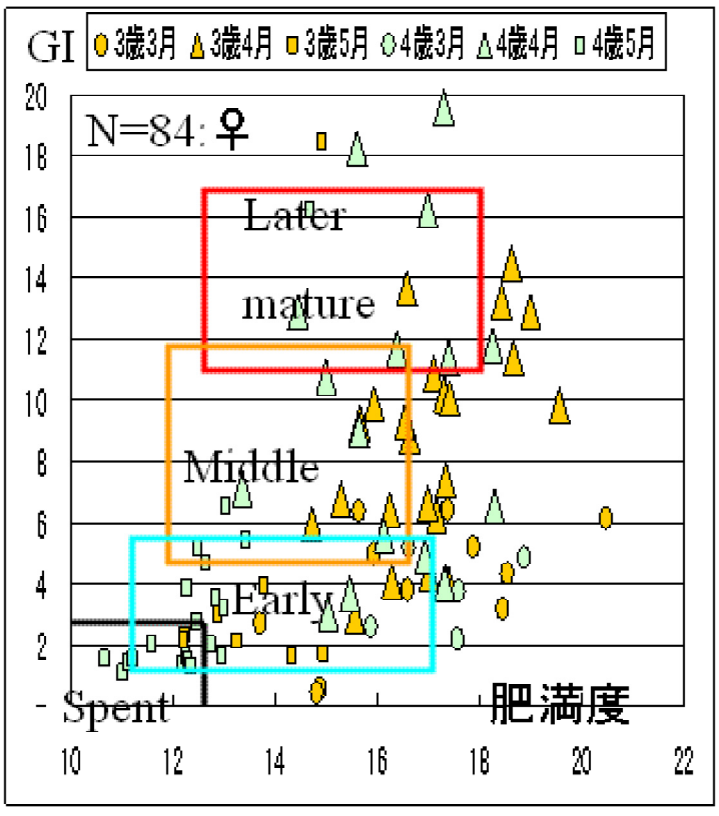


図1　薩南海域で漁獲されたブリの月別成熟区分

図1は内之浦，辺塚など太平洋側を除く地区で漁獲されたブリの精密測定結果である。雌の3～5月の成熟状況(四角で囲っているのが三谷(1960)で示した肥満度（重量g/尾叉長cm^3*1000）とGI（生殖腺指数=生殖腺重量g/尾叉長cm^3*10000）で区分した成熟状況）を示したものである(他の月での成熟した個体はなかった)。

結果，3歳魚(尾叉長60～80cm)，4歳以上魚(80cm超)ともに4月に最も成熟が進み(成熟後期)，5月には産卵後となる個体が多いことが分かった。また，完熟後期から完熟卵になるまで10日～半月ほどかかることから(三谷1960)，薩南海域での産卵のピークは４月後半から５月前半と推定できた。

2　産卵親魚の産卵前後の移動・回遊範囲把握のための標識放流結果

表１　尾叉長別再捕結果

尾叉長(cm)	放流尾数	再捕尾数	再捕場所(再捕年月日)等
68	2	1	甑島(H19.12.11)
70	2	1	※①熊本県天草(H19.12.5)
71	4	1	※②甑島(H19.12.20)
72	2		
73	3	2	甑島(H19.5.21), 長崎県五島(H20.6.3)
74	1	1	石川県能登(H20.12.22)
76	2	1	※③甑島(H19.12.17)
77	1	1	甑島(H19.12.3)
78	6	1	長崎県壱岐(H19.12.25)
79	5	1	甑島(H19.4.24)
80	11	2	長崎県対馬(H19.11.8), 長崎県対馬(H19.12.26)
３歳魚計	39	12	放流割合29%, 再捕率31%
81	10	4	甑島(H19.5.28), ※④島根県松江(H19.6.14) 熊本県牛深(H19.6.19), 青森県深浦(H19.7.2)
82	7	3	長崎県五島(H19.5.28), 長崎県壱岐(H19.12.20) 長崎県壱岐(H20.1.7)
83	6	1	青森県深浦(H19.6.18)
84	16	3	鳥取県境(H19.6.24), 北海道泊(H19.7.9) 石川県七尾(H19.12.29)
85	8	1	青森県深浦(H19.8.1)
86	11	4	※⑤兵庫県豊岡(H19.5.29), 石川県志賀(H19.6.9), 甑島(H19.12.18), 長崎県対馬(H19.12.26)
87	10	4	長崎県五島(H19.5.21)島根県日御崎(H19.5.29) 島根県出雲(H20.5.8), 福井県美浜(H20.5.12)
88	5	1	甑島(H19.5.3)
89	8	2	石川県志賀(H19.6.1), 石川県七尾(H20.2.4)
90	6	1	石川県輪島(H19.5.30)
91	2		
92	2		
94	1		
96	2	1	甑島(H19.5.21)
97	1		
98	1		
109	1		
４歳以上魚計	97	25	放流割合71%, 再捕率26%
総計	136	37	再捕率27%

平成21年3月31日現在　※①～⑤はｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ装着魚の再捕を示す

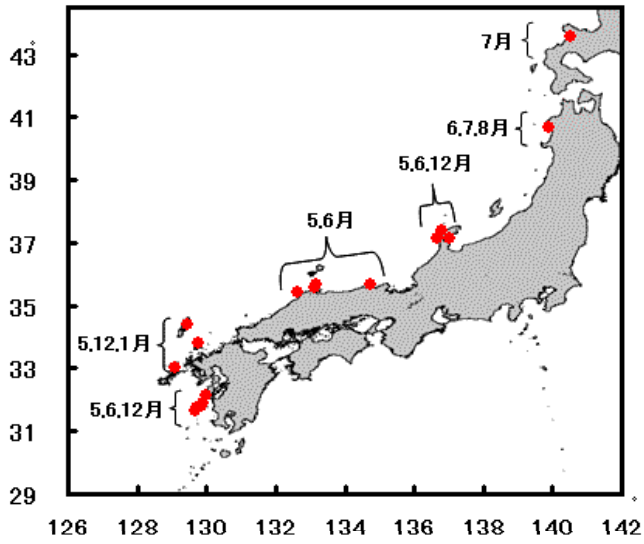


図2 4歳以上魚の再捕位置，月（平成20年2月まで）

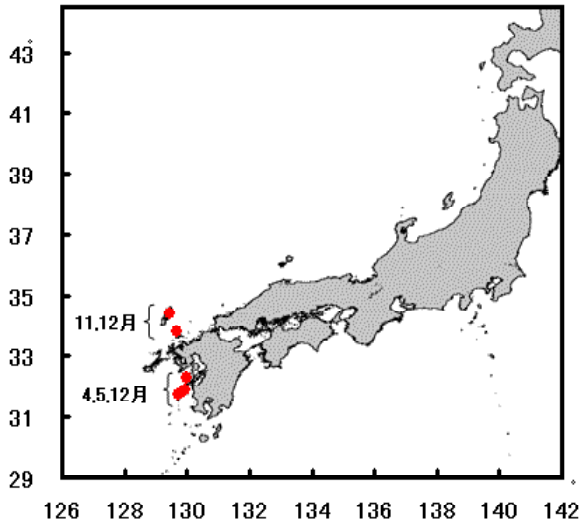


図3 3歳魚の再捕位置，月（平成20年2月まで）

表１に尾叉長別標識放流尾数（ﾀﾞｰﾀﾀｸﾞ，ｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞの合計），再捕尾数，再捕年月日等を示した。放流したもののうち村山（1991）より68-80cmを3歳魚，81cm以上を4歳以上魚として整理した（便宜上3/1を加齢日）。放流魚の約3割は3歳魚，７割が4歳以上魚で再捕率は各々31%，26%であった。

図2,3は平成19年4月～20年2月までの年齢別の再捕位置，月である。これは表１の再捕結果のうち放流した産卵期から加齢前の翌年産卵期前までの再捕状況を図示したものである。

結果，4歳以上魚は5月下旬以降，その半数以上の55%（22尾中12尾）が日本海及び北海道まで移動していた（図2）。一方，3歳魚は4歳魚以上と比較して大きな移動はなく限定的であった（図3）。このことから甑島に来遊する産卵親魚の産卵後の移動は年齢により大きな違いがあることが明らかになった。

ただ，4歳以上魚でも大きな移動を行うものとそうでないものがあり，それが何に因るものかはこの調査からは判断できないが，ｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞを用いた日本海での標識放流調査結果（井野ら 2008）では日本海と産卵場の東シナ海，薩南海域を往復するものが確認されている。

よってこの結果は，甑島へ来遊する4歳以上魚は日本海と産卵場を往復しているものと日本海まで移動しない主として九州西岸を周年生息場所としているものと，少なくとも二つの違う回遊様式の産卵群が存在し，その割合は日本海由来が多い可能性を示唆している。

3 集積回路内蔵型の記録型標識（ｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ）のﾃﾞｰﾀ解析による産卵親魚の旬毎移動位置の推定と遊泳

1) 4歳以上魚の旬毎移動位置の推定

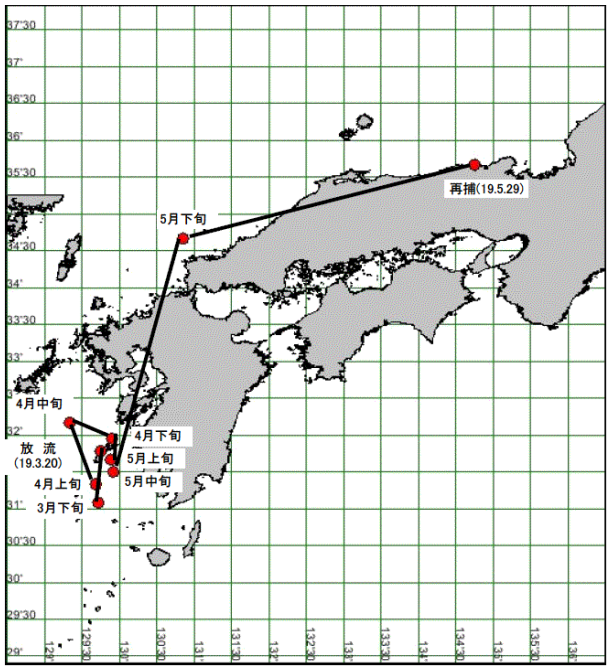


図4　表１※④の旬毎の推定位置

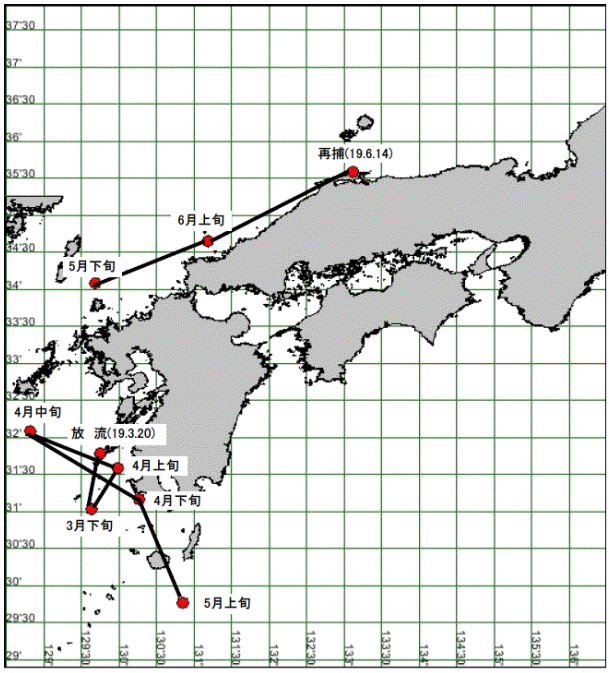


図5　表１※⑤の旬毎の推定位置

図4,5は，ともにH19.3.20に放流し表１の再捕場所(再捕年月日)等に示した※④，⑤のｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ装着魚の旬毎の推定位置をプロットし直線で結んだものである(図5では5月中旬の位置が推定できなかったため直線を引いていない)。先の結果では4歳以上魚の過半数が産卵後に日本海へ移動した。今回解析した2尾はともにそのパターンを示したものである。

結果，産卵期には放流場所付近の九州西岸から薩南海域の黒潮前線付近までの範囲で移動し，産卵後期から産卵後と思われる5月下旬に日本海へ移動したものと推定した。

2)　3歳魚の旬毎移動位置の推定

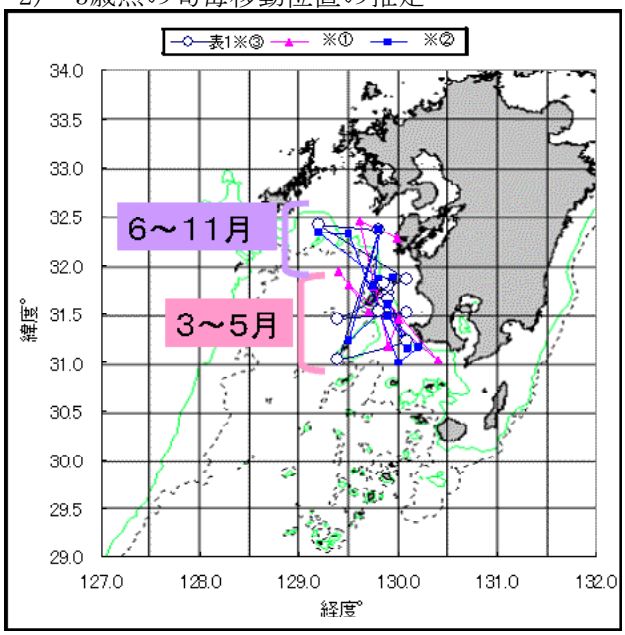


図6　表1※①～③の旬毎の推定位置

図6は表1の再捕場所(再捕年月日)等の※①～③のｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ装着魚の旬毎の推定位置をプロットし直線で結んだものである(水深10m以浅で遊泳した日のみ表示し，直線は各推定位置を時系列で結んでいる)。なお，※①，②は，H19.3.28に※③はH19.3.20に放流したものである。通常タグの標識放流の結果では3歳魚の壱岐，対馬より東での再捕報告はなかった(3歳魚で放流し4歳魚で再捕された個体を除く)。さらに細かく図3をみると甑島から天草周辺で再捕されたものと壱岐，対馬で再捕されたものとに分かれていた。今回解析した3尾は全て前者のものである。

結果，産卵期は4歳以上魚と同様に九州西岸，天草以南での移動を示したが，産卵後と思われる6月以降は4歳以上魚と異なり五島灘周辺での移動にとどまっていた。

3)　産卵期の遊泳行動の特徴(遊泳水深)

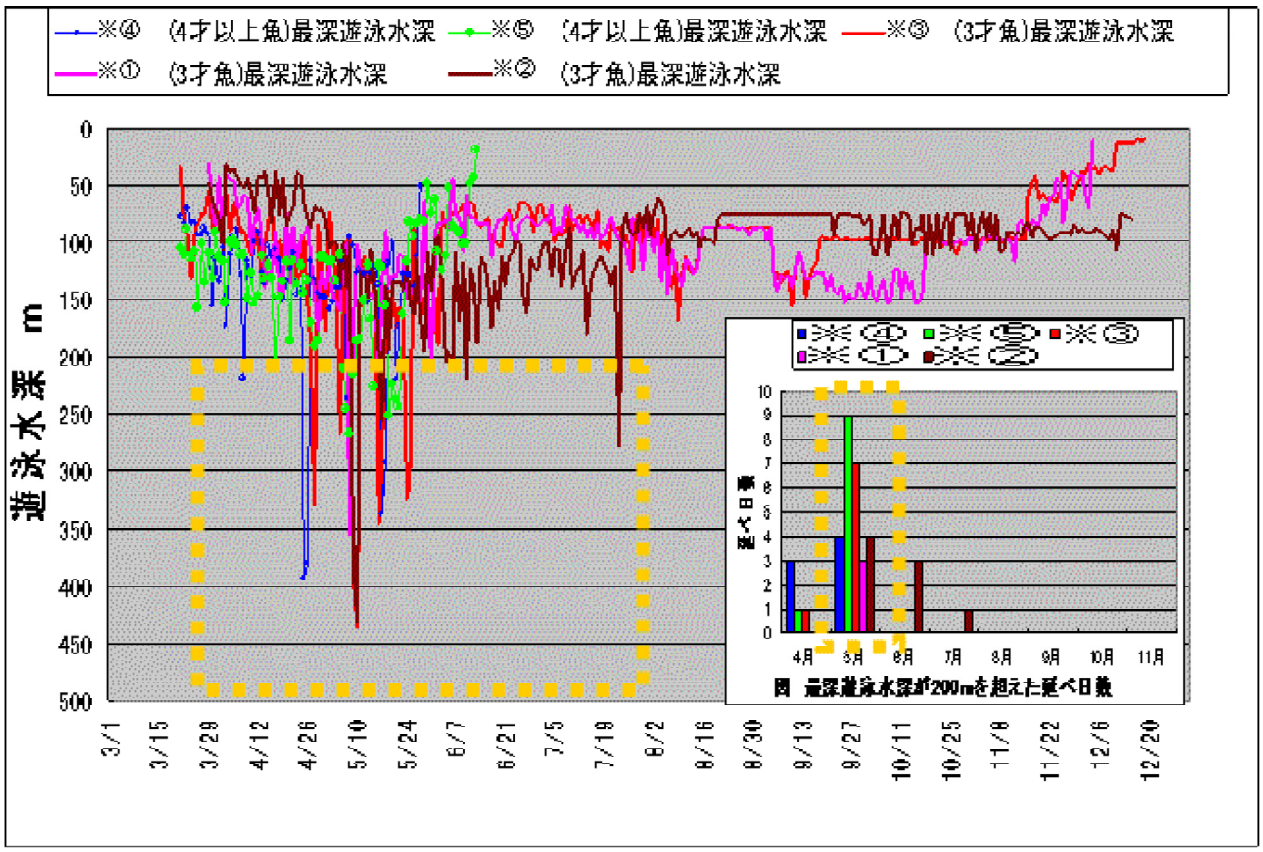


図7　日ごとの最深遊泳水深の時系列及び月ごとの最深遊泳水深が200mを超えた延べ日数

図7の折れ線グラフは各個体の１日ごとの最深遊泳水深を時系列に，棒グラフは月及び個体ごとにその最深水深が200mを超えた日の延べ日数を示したものである。太線の点線は，折り線グラフは200mを超えた部分を，棒グラフはその頻度が最も多かった5月を囲っている。

結果，日ごとの最深遊泳水深が200ｍを超えるのは4月下旬～5月下旬に集中しており，その結果を反映して棒グラフはどの個体も5月が最もその頻度が高かった(月のうち1～3割)。

これは，１で示した薩南海域の産卵期の推定(4月後半～5月後半)と一致する時期の行動であり産卵行動と密接に関連する可能性を示唆している。

4)　産卵期の遊泳行動の特徴(遊泳水温)

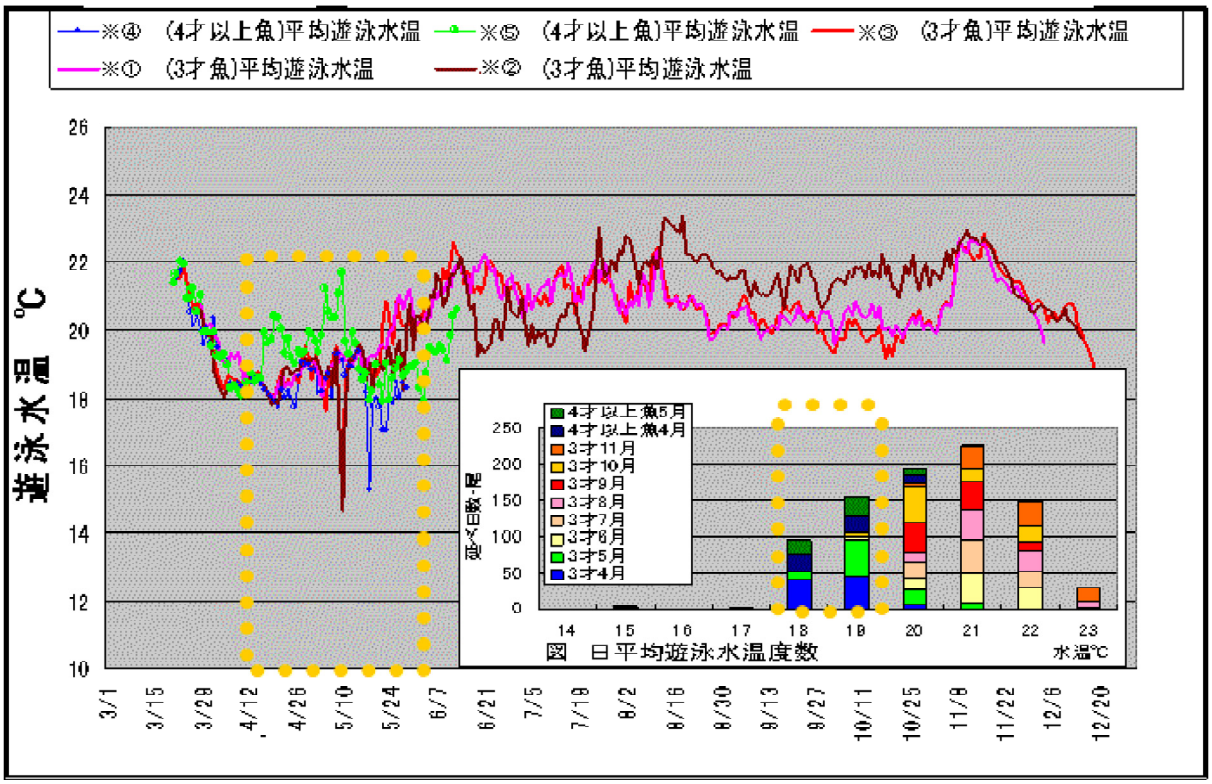


図8　1日平均遊泳水温時系列及び日平均遊泳水温度数

図8の折れ線グラフは各個体の1日平均遊泳水温を時系列に，棒グラフはその水温を水温帯ごとに年齢・月別に色分けして累積度数で示したものである。太線の点線は，折り線グラフは産卵期の4～5月を，棒グラフはその時期の頻度が最も多かった18, 19℃帯を囲っている。

結果，産卵期の4, 5月では年齢区分に関係なく1日平均の遊泳水温は19℃が最も多く次に18℃となった。しかし，4～11月までデータのある3歳魚では，21℃が最も頻度が高く次に20℃となっており，全体で17℃以下，24℃以上が当該水温となる日はほとんど無かった。

よって，産卵期の1日平均遊泳水温は18～19℃となる日が多かったが，少なくとも3歳魚については21℃を中心に18℃～22℃の範囲で高頻度で遊泳していることから，産卵期の最頻度遊泳水温の18～19℃は選択的にその水温帯を遊泳していたと考えるより，その時期の薩南海域で広範囲に出現する水温を反映していると考える方が自然であり，選択して遊泳している可能性のあるのは21℃前後の水温帯ではないかと推察する。

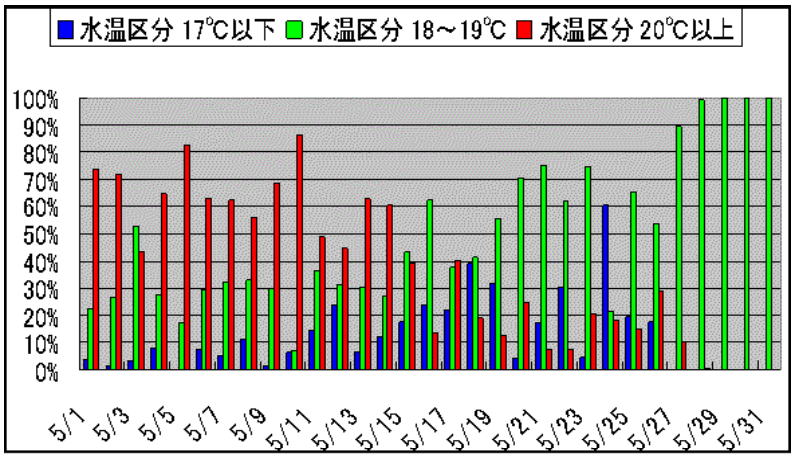


図9　表1※⑤(4歳以上魚)の日ごとの遊泳水温帯別遊泳頻度

図9は表1※⑤の4歳以上魚の5月の遊泳水温を産卵期で最も遊泳頻度の高かった18～19℃とその前後の水温に区分したときの頻度を日ごとに時系列で示したものである。

5月の前半は20℃以上で遊泳している頻度が高く，後半は18～19℃で遊泳している頻度が高いが17℃以下での頻度も低くない。前半の20℃以上で遊泳している時は薩南海域の南を流れる黒潮の前線付近を遊泳してい

ると推定した時期(図5参照)で,後半は200mより深い水深まで遊泳する頻度が高くなった時期(図7参照)である。また，5月28日以降は18～19℃での頻度が100%となっているが，この時期は薩南海域から日本海へ移動した後と推定した時期(図5参照)である。

この結果は，前述で産卵期の１日平均遊泳水温は18～19℃になる日が多いが，4～11月まで遊泳水温のデータのある3歳魚の結果から選択的にその水温を遊泳しているものではないと推定したが，この4歳以上魚の例も，選択的に産卵期の最頻度遊泳水温の18～19℃を遊泳しているものではないことを裏付けた。

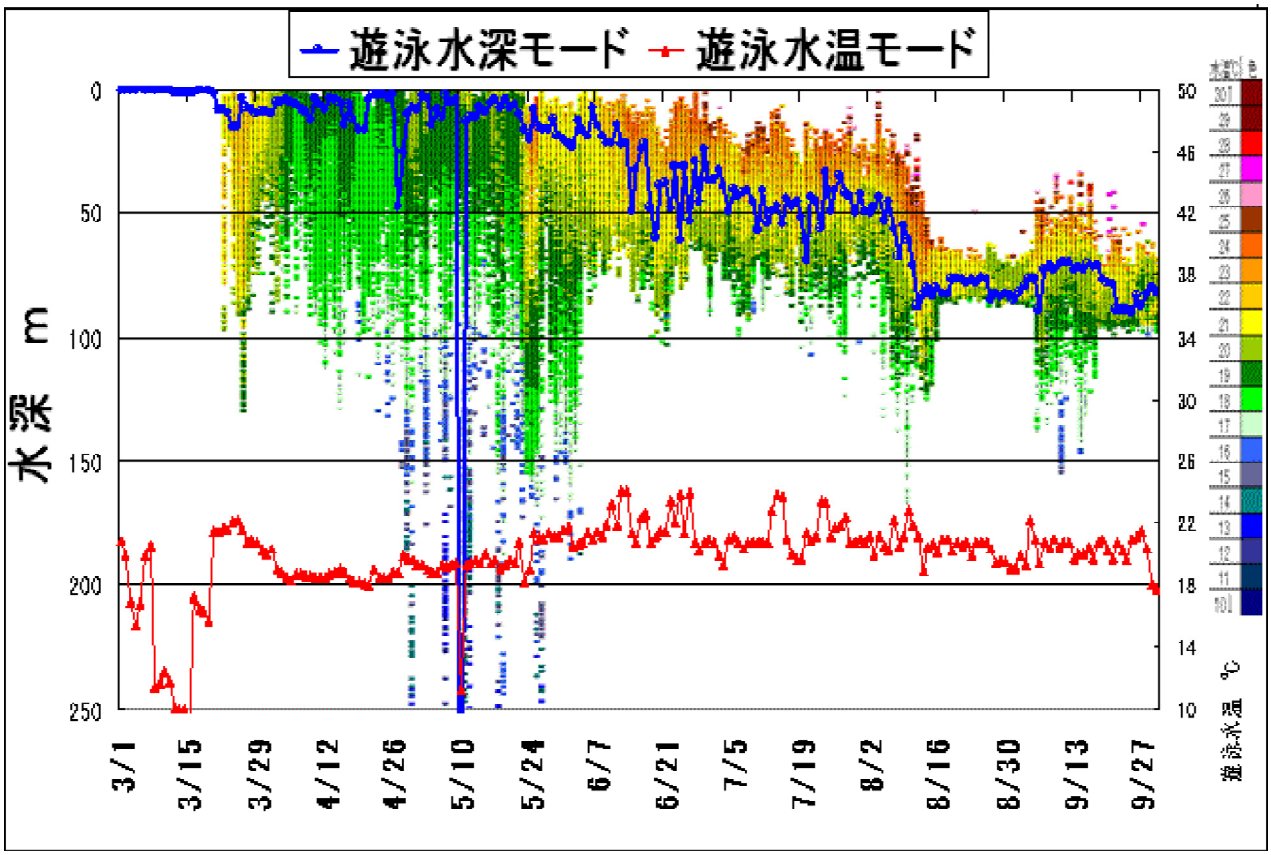


図10　表１※③(3歳魚)の日ごと遊泳水深，水温モード及び遊泳水深別水温図

図10は表1③(3歳魚)の日ごとの遊泳水深，水温モードを折れ線グラフで，遊泳水深データを1m毎に区部し，その平均水温を右端の凡例のような色で表したものである（色が付いていない水深は，一定以上の速度で深浅運動していることにより2分間隔での計測では記録されなかった水深や実際に遊泳していない水深を示している)。

この個体は19年3月20日に放流して，5月までは甑島周辺から薩南海域付近で移動し，6月以降は五島灘を中心に甑島付近以北で移動していたと推定したものである。

図8で示した１日平均遊泳水温と同様に，図10の遊泳水温モードも21℃前後を示す日が多く，産卵期の4月から5月は遊泳水温モードは18～19℃を示すことが多かった。

さらに放流直後の3月下旬から図10で示した9月までの水深別の水温の時系列の様子と合わせて細かに見ると以下のようなことが分かる。

1)　放流直後から5月中旬

放流直後の遊泳海域は水深100mまで20℃以上の黒潮流域に近い水域(海面の水温分布図で

放流した海域が黒潮から波及した22℃程度の暖水で広く覆われていた様子を確認)で遊泳水温モード22℃付近で遊泳しており，その後2週間程度かけて18℃へモードを徐々に低下させ(2週後の海面の水温分布図で放流付近海域から前述の暖水域が消失していたことを確認)，その後やや上昇傾向となり19℃～20℃のモードで安定した。

このことから，少なくとも18～22℃の間の遊泳水温は，特定の水温を選択して遊泳した結果というより，産卵場付近の一定海域の水温変動を反映していると考える方がよいことを示唆している。

2) 5月下旬以降

8月までの100m以浅は（特に海面に近い方ほど）季節変動による水温の上昇が顕著になる（海面付近で30℃前後まで昇温する）が，遊泳水温モードは20～22℃の範囲で安定している。しかも，遊泳水深モードは海面近くから徐々に深くなり8月の上旬には水深70m前後でほぼ一定となっている。また，最浅遊泳水深(色づけしている最も浅い水深)も対応して深くなり60m前後でほぼ一定となる一方，最深遊泳水深（色づけしている最も深い水深）は5月中旬以前と比べて浅くなっている。

このことは，21℃付近の水温を選択して遊泳している可能性を示唆しているが，同時に遊泳する水温（回避しない水温）の上限が概ね27℃程度，下限が17℃程度と考えることもできる。つまり，季節変動により海面の27℃を超える高水温域の発達（海面からの厚さが増していく）に合わせて最浅遊泳水深は深くなり，最深遊泳水深は16℃以下の水温の水深変動に対応し，産卵時期と違い200mより深くまで深浅運動をしない当該時期は結果的に浅くなったと解釈できる。また，その水温選択的な遊泳行動は移動状況（図6）から水平よりも鉛直的な移動が主である（餌場など一定の海域に留まりながら徐々に遊泳水深が深くなった）と推定できる。

4 次期産卵親魚の移動範囲及び成長の把握を目的とする標識放流

表2，表3に当該標識放流の再捕結果を整理した。再捕率は約5ヶ月経過した20年度末で21%だった。そのほとんど（85%）が放流直後から飼付漁業の盛期の12月までの再捕で，放流場所に近い指宿の飼付や山川の飼付で8割以上を占めていた。佐多の飼付や定置網での１割程度と合わせて錦江湾内で9割以上が再捕された結果となった。その他に湾外の佐多岬の飼付，一本釣で6尾，長崎の五島の一本釣で１尾(H20/12/13)，秋目の定置で1尾(H21/3/4)の再捕があった。

この結果から，飼付漁場付近に集まった群は漁期中は多くが付近海域の，ほとんどが錦江湾内の移動に限定していることが確認できた。ただし，今回の結果は錦江湾内という地形の特殊性を反映した可能性があり，湾外の漁場での標識放流によりさらに確認する必要がある。

表2　尾叉長別再捕結果

尾叉長(cm)	放流尾数	再捕尾数	再捕場所区分別尾数等		
			湾内(薩摩半島)	湾内(大隅半島)	湾外
58	1				
59	2	1	1		
60	12	1	1		
61	18	2	2		
62	38	10	8	1	1
63	71	11	10	1	
64	116	34	30	3	1
65	104	22	18	2	2
66	58	8	7		1(秋目)
67	37	8	6	1	1
68	16	4	3		1
69	2				
71	1				
76	1				
78	1				
79	2				
80	1				
82	2	1	1		
86	1	1			1(長崎県五島)
総計(再捕率)	484	103(21%)	87	8	8
再捕割合		100%	84%	8%	8%

平成21年3月31日現在

表3　再捕月ごとの再捕尾数

再捕年月	再捕尾数	累積度数
H20年10月	1	1%
H20年11月	67	66%
H20年12月	20	85%
H21年 1月	7	92%
H21年 2月	6	98%
H21年 3月	2	100%
総計	103	

表4は放流から再捕までの期間が60日以上で再捕時に尾叉長が確認できたもの9尾の成長率を示したものである。

平均で月に1.6cm，各個体でみても概ね1～2cmの範囲で成長を示している。図11に秋に主として飼付漁業で，図12に春に主として定置網漁業で漁獲されるもの(甑島を含む薩摩半島側)の体長組成を示した(ともに200ｶｲﾘ水域内漁業資源総合調査で実施)。

これらの図から漁獲物の体長モードは秋では65,78,84cm，春では52,70,72,79,82,86,89cmに現れている。

今回放流したものは，64cmにモードがあり図11の65cmのモードとほぼ同様なものと考え，成長率1.6cm/月（11～翌年2月），3,4月の低水温期，産卵期，大型化による成長の鈍化を考慮に入れると，秋の65cmと翌年春の72cmモードは対応（同一ローカル群の成長を反映）していると推定できる。

その他，図12の70cm前後を細かに眺めると69cmと72cmにモードがありその中間付近の70cmで大きなモードを形成している。これは，成長の違う2つのローカル群が存在する可能性も示唆している。いずれにしても，今後県内の各所の飼付漁場での標識放流を行い，その成長を追いかけることでそれらの関係が見えてくると考えられる。

表4　再捕までの日数が60日以上の再捕魚の成長率

放流 年月日	再捕 年月日	再捕まで の日数	放流時 尾叉長cm①	再捕時 尾叉長②	②－① cm	成長率 mm/日	成長率 cm/月
H20.10.30	H21.1.4	66	63	70	7	1.1	3.3
H20.10.30	H21.1.8	70	65	69	4	0.6	1.8
H20.10.30	H21.1.8	70	67	70	3	0.4	1.2
H20.10.30	H21.1.16	78	67	70	3	0.4	1.2
H20.10.30	H21.1.29	91	64	67	3	0.3	0.9
H20.11.12	H21.2.16	96	65	69	4	0.4	1.2
H20.10.30	H21.2.24	117	66	70	4	0.3	0.9
H20.10.30	H21.2.26	119	62	70	8	0.7	2.1
H20.10.30	H21.2.26	119	64	70	6	0.5	1.5
平均		92	65	69	5	0.5	1.6

※成長率cm/月=（②－①）/再捕までの日数*30日（小数点第2位を四捨五入）

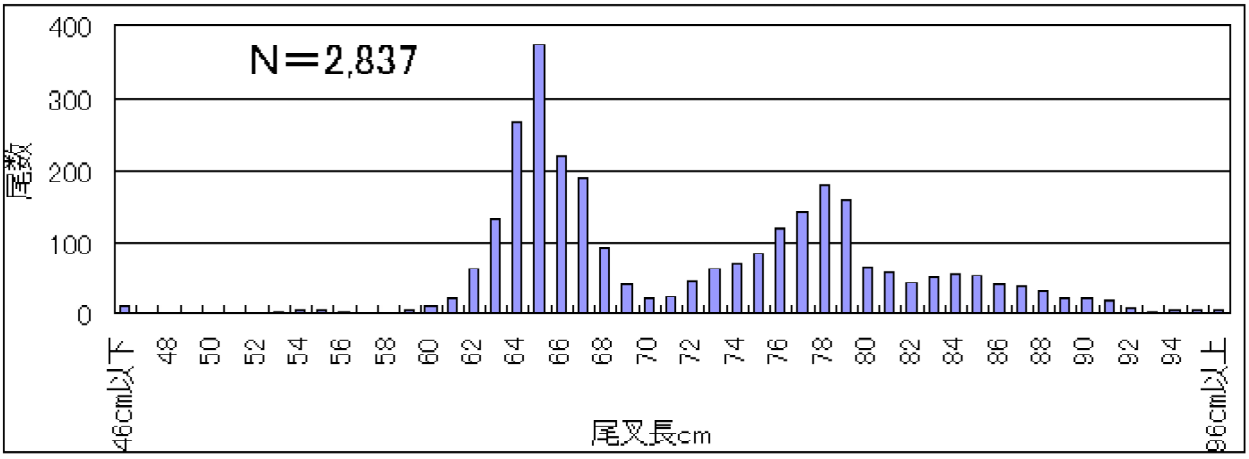


図11　9～12月の漁獲物の体長組成（H19～20での鹿児島，指宿，笠沙，枕崎市場での測定結果）

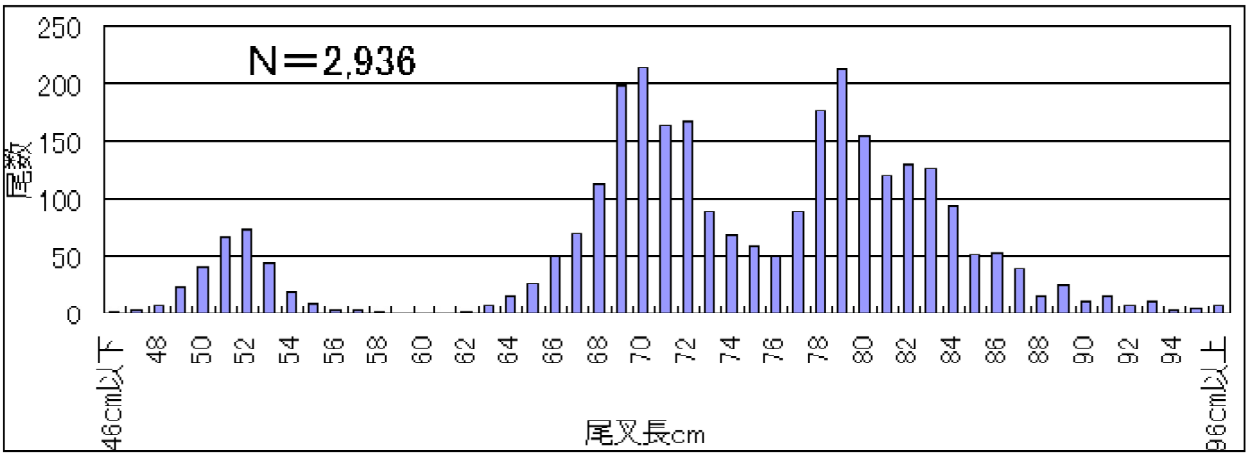


図12　3～5月の漁獲物の体長組成（H19～20での鹿児島，笠沙市場での測定結果）

【まとめ】

日本周辺海域におけるブリの回遊と海洋環境の関係解明に基づく来遊量予測手法開発受託調査(200ｶｲﾘ水域内漁業資源総合調査の内枠調査)の中で，甑島に来遊する産卵親魚群や錦江湾内の飼付漁場に来遊する次期産卵親魚の移動状況等を把握することを目的として各種調査を行った結果，以下の知見を得た。

1　薩南海域での産卵期

甑島，薩摩半島での漁獲物の精密測定から，薩南海域（太平洋側を除く）でのブリの産卵のピークは4月後半～5月前半と推定。

2　産卵親魚の産卵前後の移動・回遊範囲

甑島に来遊した産卵親魚は産卵期には放流場所付近の九州西岸から薩南海域の黒潮前線付近の範囲で移動し，産卵後の移動は年齢により大きな違いがある。具体的には，4歳以上魚は5月下旬以降，その半数以上の55%(22尾中12尾)が日本海及び北海道まで移動するのに対し，3歳魚は大きな移動はなく限定的であることが判明。

3　集積回路内蔵型の記録型標識(ｱｰｶｲﾊﾞﾙﾀｸﾞ)のﾃﾞｰﾀ解析による産卵親魚の遊泳行動

1)　遊泳水深

推定産卵ピーク時とほぼ同一の4月下旬～5月下旬に最深遊泳水深が200ｍを超える日が集中していた。結果は，当該行動が産卵行動と密接な関連があることを示唆。

2)　遊泳行動

産卵期の１日平均遊泳水温は18～19℃になる日が多かった。しかし，それは選択的にその水温を遊泳した結果ではなく，産卵場付近の当該時期に広範囲に現れる海水温を反映したものであると推定。さらに，4～11月の3歳魚では比較的狭い海域に留まりながら鉛直的に移動しながら選択的に21℃付近を遊泳していると推定。

4　次期産卵親魚の移動範囲及び成長

1)　移動範囲

当該群は漁期中，ほとんどが放流場所付近の限定した海域で移動していることを確認。

2)　成長

11～翌2月で平均1.6cm/月，各個体概ね１～2cmの範囲での成長を示した。この結果等から秋に飼付で尾叉長65cmモードで漁獲されるものと翌年春に定置で72cmで漁獲されるものは対応(同一ローカル群の成長を反映）している可能性を示唆。

【参考文献】

三谷文夫，1960：ブリの漁業生物学的研究．近畿大学農学部紀要，１，181-184

村山達郎，1992：日本海におけるブリの資源生態に関する研究．島根県水試研報，７，1-64

井野慎吾，新田　朗，河野展久，辻　俊宏，奥野充一，山本敏博，2008：記録型標識によって推定された対馬暖流域におけるブリ成魚の回遊．水産海洋研究　72-2，92-100

２００カイリ水域内資源総合調査事業－Ⅵ
（有害生物出現調査及び情報提供委託：大型クラゲ出現状況調査）

田中耕治・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２０年　７月１～　２日（調査ラインA）
○　平成２０年　８月１８～１９日（調査ラインA）
○　平成２０年　９月２５～２６日（調査ラインA）
○　平成２０年１０月２２～２３日（調査ラインA）

２　陸上調査　県内１６漁協へ毎週水曜日に聞き取り調査を行った。

【結　果】

１　洋上調査　７月の調査で北緯30°42.9′東経130°24.7′付近で傘径15cm前後のユウレイクラゲを10個体前後確認（1個体を採取して同定）したが，その他の月は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　以下の有害生物の情報を確認して（社）漁業情報サービスセンターに報告した。

平成20年4月中旬～5月下旬にかけて，鹿児島県指宿市の地先海域の定置網に，例年にみられないミズクラゲの大量入網（ﾋﾟｰｸ時に10ﾄﾝ/統・日）が継続した。

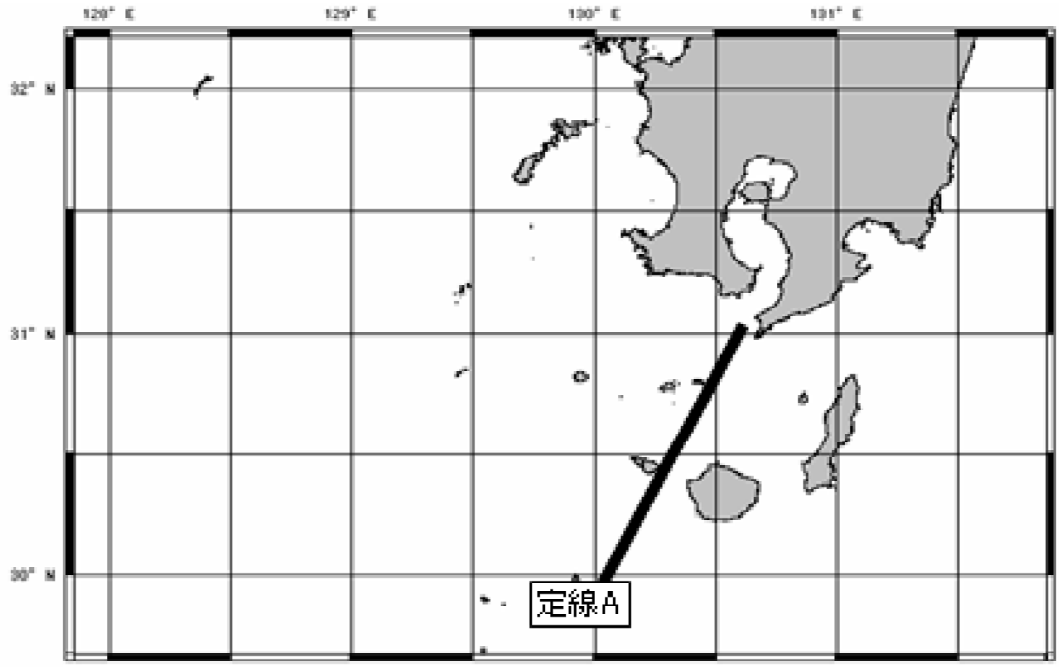


図　大型クラゲ調査船目視調査ライン

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

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	

マグロ漁場調査－Ⅰ
（ビンナガ予報調査）

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漁場予測及び実証試験

漁場予測に必要な，漁場が形成される可能性が高い海況条件を明らかにするために，カツオ漁場探索支援システムで，平成１９年度の米海軍研究所配信の海面高度・表面水温・塩分濃度の各画像と漁場データを重ね合わせて検討することで漁場の特徴を抽出し，平成２０年５月上旬～６月下旬の海況にそれを当てはめて漁場形成が予想される海域を絞り込み，漁業調査船くろしお（２６０トン）により試験操業を行い，漁場形成の有無を確認した。

②過去の漁場位置の時系列での整理と解析

漁場予測に必要な，漁場の移動速度を明らかにするために，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形成場所を時系列で整理し，南北方向及び東西方向の漁場移動速度を検討した。

③カツオ漁場探索支援システムの改修

上記調査で得られたデータを基に,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漁場予測及び実証試験

過去の漁場の特徴から，北緯36～37度，東経145～148度に形成された暖水性渦（図２）が漁場となる可能性が高いと判断し，この暖水性渦上の表面水温１９℃帯，冷水性渦との縁辺部，高塩分の３条件が重なる範囲において５月26日～６月１日までの８日間試験操業を実施し，延べ８回操業でビンナガ15尾105kg（平均尾叉長69.2cm，平均体重6.8kg），カツオ540尾1,229kg（平均尾叉長47.4cm，平均体重2.3kg）を漁獲した。また，この暖水性渦より派生した北緯38度，東経145度付近の北上流（図３）において６月５日～６日の２日間試験操業を実施し，ビンナガ56尾281kg（平均尾叉長62.3cm，平均体重5.0kg）を漁獲した。

この結果から，海面高度・表面水温・塩分濃度の各画像を重ね合わせて漁場を絞り込む手法が漁場探索に有効であることが確認された。これは，塩分濃度画像が暖水波及の様子をより分かりやすく可視化するために，魚群の動きをイメージしやすいためと考えられ，海面高度画像及び表面水温画像から読み取れる中層水温構造との組み合わせは，従来以上に漁場探索の精度を高めるものと思われる。また，漁場の短期予測への有効性が期待されるところである。

②過去の漁場位置の時系列での整理と解析

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，北緯33～39度，東経142～152度の範囲で形成され（図４），形成された漁場は北へ平均15.7nm／day，東へ平均32.4nm/dayの速度で移動していた（表１）。この漁場移動速度は漁場の短期予測を行う際に，漁場形成範囲を推定への利用が期待されるものである。

③カツオ漁場探索支援システムの改修

平成20年度の調査結果から，塩分濃度画像が漁場探索の精度を高めることが示唆されたが，カツオ漁場探索支援システムでは動画像を利用するためには加工が必要なことから，本県遠洋カツオ一本釣漁船で容易に使用可能とするために，本県の情報サーバーから加工済みの塩分濃度画像を日々発信する改修を実施した。

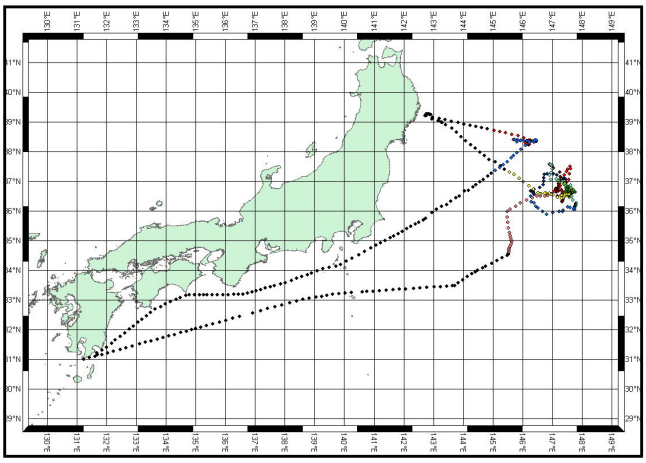


図１　平成２０年度実証試験航跡

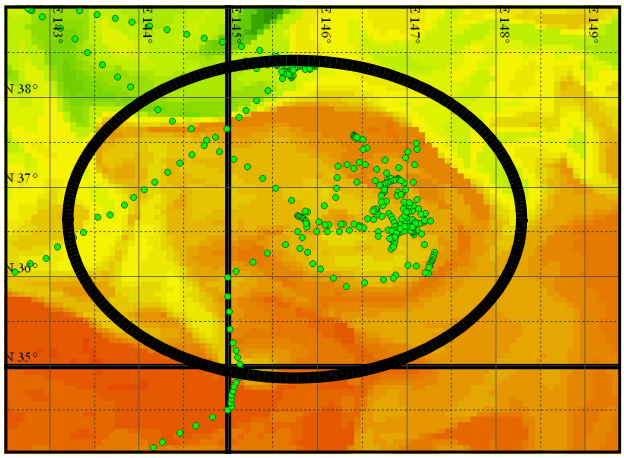


図２　探索場所として選定した暖水性渦

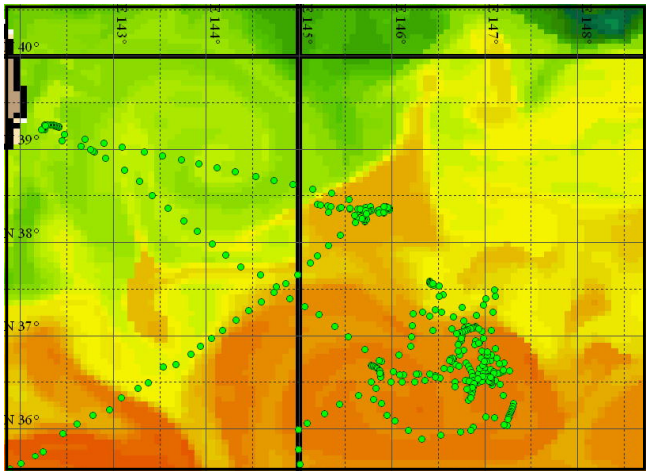


図３　暖水渦より派生した北上流

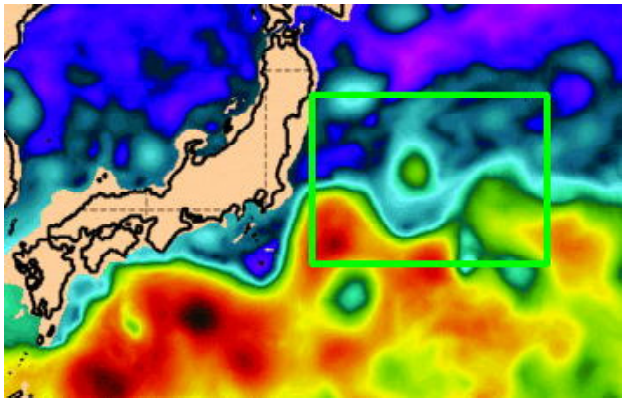


図４　５～６月の漁場形成範囲

表１　ビンナガ漁場の年度別移動速度（単位はnm/day）

	H18	H19	H20	平均
緯度方向	15.7	8.3	7.8	10.6
経度方向	32.4	19.0	7.5	19.6

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４～５回	枕崎市漁協	曳縄
クロマグロ	体長・体重	９月，11～３月	月５～20回	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	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

④加入量調査

クロマグロ加入量モニタリング調査の手法検討のために，漁業調査船おおすみ（６３トン）を用い，潜航板の曳航深度別の漁獲尾数を比較した。

⑤標識放流調査

ビンナガの移動回遊生態を明らかにするため，漁業調査船くろしおにより，ビンナガ２歳魚（２～３kg）を対象に記録型標識（アーカイバルタグ）を用いた標識放流を実施した。

【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186回，12,077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３隻の計１０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。

④加入量調査

クロマグロの漁獲は１尾（FL43cm）であった。

⑤標識放流

三陸沖に形成されたビンナガ漁場（図６）において，漁業調査船くろしおによりビンナガを漁獲し，表３に示すとおり43尾に対し標識放流を実施した。

表１　漁法別市場別魚種別水揚量

近海・沿岸カツオ一本釣　　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	ｶﾂｵ	2,244.0	5,191.5	10,830.8	15,315.2	201,062.6	35,690.0	22,800.9	47,905.4	46,464.0	309,529.1	5,352.1	12,813.4	715,199.0
	ｷﾊﾀﾞ	0.0	1,100.0	420.0	2,170.0	17,993.0	2,653.0	10.0	3,655.0	8,355.0	73,905.0	6,550.0	0.0	116,811.0
	ﾒﾊﾞﾁ	0.0	0.0	0.0	375.0	10,375.0	1,980.0	0.0	530.0	240.0	3,765.0	515.0	0.0	17,780.0
	計	2,244.0	6,291.5	11,250.8	17,860.2	229,430.6	40,323.0	22,810.9	52,090.4	55,059.0	387,199.1	12,417.1	12,813.4	849,790.0
山川町漁協	ｶﾂｵ	0.0	0.0	0.0	134,828.5	369,472.4	260,801.8	304,309.9	188,508.2	217,215.6	239,994.8	82,026.5	12,935.0	1,810,092.7
	ｷﾊﾀﾞ	0.0	0.0	0.0	30,548.0	31,084.5	35,208.6	18,428.5	7,262.5	29,308.1	82,507.7	81,380.0	4,030.0	319,757.9
	ﾒﾊﾞﾁ	0.0	0.0	0.0	1,617.0	15,202.9	26,497.5	18,659.0	6,201.0	1,195.0	951.0	91.0	0.0	70,414.4
	ﾋﾞﾝﾅｶﾞ	0.0	0.0	0.0	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0
	計	0.0	0.0	0.0	167,050.5	415,759.8	322,507.9	341,397.4	201,971.7	247,718.7	323,453.5	163,497.5	16,965.0	2,200,322.0
鹿児島市中央卸売市場	ｶﾂｵ	0.0	110,901.0	360,531.2	750,799.8	462,086.0	428,900.4	628,202.2	439,714.6	290,701.1	288,817.3	275,575.9	152,053.8	4,188,283.4
	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	0.0	11.7	1.6	0.0	1.5	3.9	0.0	2.0	0.0	0.0	21.5	0.0	42.2
	ｷﾊﾀﾞ	0.0	64,665.8	105,343.8	149,087.1	133,073.0	72,170.1	35,135.5	47,178.9	64,014.2	33,047.3	40,995.1	11,957.8	756,668.6
	ﾒﾊﾞﾁ	0.0	27.7	1,050.4	3,236.6	923.6	291.2	349.7	13,230.6	430.6	0.0	0.0	0.0	19,540.4
	計	0.0	175,606.2	466,927.0	903,123.5	596,084.1	501,365.6	663,687.4	500,126.1	355,145.9	321,864.6	316,592.5	164,011.6	4,964,534.6
3港計	ｶﾂｵ	2,244.0	116,092.5	371,362.0	900,943.5	1,032,621.0	725,392.2	955,313.0	676,128.2	554,380.7	838,341.2	362,954.5	177,802.2	6,713,575.1
	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	0.0	11.7	1.6	0.0	1.5	3.9	0.0	2.0	0.0	0.0	21.5	0.0	42.2
	ｷﾊﾀﾞ	0.0	65,765.8	105,763.8	181,805.1	182,150.5	110,031.7	53,574.0	58,096.4	101,677.3	189,460.0	128,925.1	15,987.8	1,193,237.5
	ﾒﾊﾞﾁ	0.0	27.7	1,050.4	5,228.6	26,501.5	28,768.7	19,008.7	19,961.6	1,865.6	4,716.0	606.0	0.0	107,734.8
	ﾋﾞﾝﾅｶﾞ	0.0	0.0	0.0	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0
	計	2,244.0	181,897.7	478,177.8	1,088,034.2	1,241,274.5	864,196.5	1,027,895.7	754,188.2	657,923.6	1,032,517.2	492,507.1	193,790.0	8,014,646.6

曳縄・旗流　　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	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	2.4	18.6	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6	112.7
	ｷﾊﾀﾞ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	3.3	0.0	0.0	13.8
	計	2.4	18.6	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	3.3	0.0	65.6	126.5
枕崎市漁協	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	1,054.2	3,469.7	2,663.4	47.8	5.3	0.0	0.0	0.0	2.9	1.3	87.0	960.0	8,291.6
	ｷﾊﾀﾞ	6,426.0	4,587.3	9,170.5	31,879.9	25,075.4	29,624.1	20,481.4	13,418.9	15,509.5	12,940.5	11,341.5	12,045.1	192,500.1
	ﾒﾊﾞﾁ	0.0	11.5	22.9	93.6	40.1	127.1	35.1	63.2	0.0	0.0	53.0	0.0	446.5
	ﾋﾞﾝﾅｶﾞ	59.6	255.0	206.9	79.2	17.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	623.6
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	60.5	52.5	30.1	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.1
	計	7,539.8	8,384.0	12,116.2	32,130.6	25,195.4	29,752.8	20,516.5	13,482.1	15,512.4	12,941.8	11,485.2	13,005.1	202,061.9
南さつま漁協野間池支所	ｷﾊﾀﾞ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
	計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
3港計	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	1,056.6	3,488.3	2,689.5	47.8	5.3	0.0	0.0	0.0	2.9	1.3	87.0	1,025.6	8,404.3
	ｷﾊﾀﾞ	6,426.0	4,587.3	9,170.5	31,879.9	25,075.4	29,624.1	20,481.4	13,429.4	15,509.5	12,943.8	11,341.5	12,046.1	192,514.9
	ﾒﾊﾞﾁ	0.0	11.5	22.9	93.6	40.1	127.1	35.1	63.2	0.0	0.0	53.0	0.0	446.5
	ﾋﾞﾝﾅｶﾞ	59.6	255.0	206.9	79.2	17.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	623.6
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	60.5	52.5	30.1	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.1
	計	7,542.2	8,402.6	12,142.3	32,130.6	25,195.4	29,752.8	20,516.5	13,492.6	15,512.4	12,945.1	11,485.2	13,071.7	202,189.4

近海まぐろ延縄

単位:kg

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
鹿児島市中央卸売市場	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	157.2	833.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	990.2
	ｷﾊﾀﾞ	10,447.2	3,632.0	19,954.4	32,714.0	24,667.6	15,114.4	49,416.0	47,655.2	37,292.2	9,347.2	206.8	3,066.4	253,513.4
	ﾒﾊﾞﾁ	27,040.8	20,324.2	42,140.8	32,165.6	34,337.0	31,710.0	42,950.6	19,913.2	57,818.8	26,852.2	14,296.8	20,908.0	370,458.0
	ﾋﾞﾝﾅｶﾞ	27,719.0	10,451.2	22,817.6	14,507.0	19,552.0	7,401.4	6,339.2	988.6	3,490.4	2,570.6	0.0	27.0	115,864.0
	ﾒｶｼﾞｷ	397.8	247.4	835.4	850.8	762.8	2,054.6	4,382.2	824.0	3,290.0	552.0	0.0	43.0	14,240.0
	ﾏｶｼﾞｷ	479.2	24.2	647.6	31.2	31.2	52.4	57.2	70.4	0.0	25.4	0.0	0.0	1,418.8
	ｸﾛｶｼﾞｷ	5,908.0	1,417.2	3,862.2	5,785.0	5,774.8	4,771.2	5,468.8	2,011.4	6,069.2	4,087.8	709.6	201.0	46,066.2
	ｼﾛｶｼﾞｷ	281.4	0.0	53.2	0.0	0.0	330.6	179.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	844.8
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	20.6	17.4	0.0	0.0	25.2	0.0	0.0	83.2
	計	72,273.4	36,096.2	90,311.2	86,073.6	85,125.4	61,612.4	109,644.0	71,462.8	107,960.6	43,460.4	15,213.2	24,245.4	803,478.6

沿岸まぐろ延縄

単位:kg

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
鹿児島市中央卸売市場	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	0.0	0.0	0.0	0.0	11,784.4	15,968.2	264.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28,016.6
	ｷﾊﾀﾞ	3,234.4	17,519.6	7,022.4	8,515.6	40,605.4	154,294.4	69,022.9	11,193.4	4,732.8	13,476.6	14,683.4	19,648.6	363,949.5
	ﾒﾊﾞﾁ	4,687.6	5,548.4	1,656.4	309.4	683.8	1,064.4	257.0	801.2	17.4	506.8	10,332.8	13,104.2	38,969.4
	ﾋﾞﾝﾅｶﾞ	30,665.0	44,612.2	23,398.4	4,217.0	9,174.4	762.0	12.0	101.4	0.0	389.0	7,234.0	46,604.2	167,169.6
	ﾒｶｼﾞｷ	2,991.6	2,241.4	310.4	305.2	1,373.6	1,781.0	270.6	398.2	78.2	0.0	641.2	2,554.2	12,945.6
	ﾏｶｼﾞｷ	122.2	131.0	77.0	188.2	2,774.6	5,513.2	368.2	17.8	0.0	0.0	116.4	431.4	9,740.0
	ｸﾛｶｼﾞｷ	93.8	611.0	998.6	157.0	4,095.0	9,190.0	1,113.4	161.6	0.0	63.0	0.0	1,888.4	18,371.8
	ｼﾛｶｼﾞｷ	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	107.8	158.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	310.8
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	0.0	0.0	49.6	926.0	3,779.2	2,083.2	228.0	85.6	17.8	0.0	167.4	7,336.8
	ﾌｳﾗｲｶｼﾞｷ	0.0	7.8	0.0	0.0	23.2	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	72.8
	計	41,794.6	70,716.4	33,463.2	13,742.0	71,440.4	192,460.2	73,561.1	12,901.6	4,914.0	14,453.2	33,007.8	84,428.4	646,882.9

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	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	5.2	91.5	16.5	54.5	53.5	32.0	6.3	65.6	87.8	13.9	9.1	0.0	435.9
	ｷﾊﾀﾞ	0.0	13.3	0.0	20.0	41.0	91.0	75.6	260.7	568.6	415.4	76.0	0.0	1,561.6
	ｺｼﾅｶﾞ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	16.1	0.0	0.0	17.2
	ｼﾛｶｼﾞｷ	0.0	0.0	0.0	0.0	114.0	227.0	0.0	0.0	38.0	0.0	89.8	0.0	468.8
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	266.4	0.0	0.0	0.0	11.6	129.5	1,092.2	1,057.8	522.9	248.2	0.0	3,328.6
	計	5.2	371.2	16.5	74.5	208.5	361.6	212.5	1,418.5	1,752.2	968.3	423.1	0.0	5,812.1
南さつま漁協野間池支所	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	29.2	203.2	62.8	22.7	20.5	97.8	0.0	25.7	14.2	10.7	0.0	60.8	547.6
	ｷﾊﾀﾞ	31.8	87.4	0.0	0.0	62.2	269.6	86.3	26.2	551.0	243.3	113.2	58.3	1,529.3
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	16.0	0.0	0.0	51.0	0.0	69.0	151.8	100.8	881.5	1,755.0	797.7	30.2	3,853.0
	計	77.0	290.6	62.8	73.7	82.7	436.4	238.1	152.7	1,446.7	2,009.0	910.9	149.3	5,929.9
枕崎市漁協	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	42.3	128.2	0.0	18.2	0.0	2.4	2.0	0.0	0.0	9.3	0.0	21.5	223.9
	ｷﾊﾀﾞ	1.8	0.0	0.0	61.4	0.0	53.1	31.2	0.0	29.8	26.6	24.4	57.5	285.8
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	15.5
	計	44.1	128.2	0.0	79.6	0.0	55.5	33.2	0.0	29.8	51.4	24.4	79.0	525.2
3港計	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	76.7	422.9	79.3	95.4	74.0	132.2	8.3	91.3	102.0	33.9	9.1	82.3	1,207.4
	ｷﾊﾀﾞ	33.6	100.7	0.0	81.4	103.2	413.7	193.1	286.9	1,149.4	685.3	213.6	115.8	3,376.7
	ｺｼﾅｶﾞ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	16.1	0.0	0.0	17.2
	ｼﾛｶｼﾞｷ	0.0	0.0	0.0	0.0	114.0	227.0	0.0	0.0	38.0	0.0	89.8	0.0	468.8
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	16.0	266.4	0.0	51.0	0.0	80.6	281.3	1,193.0	1,939.3	2,293.4	1,045.9	30.2	7,197.1
	計	126.3	790.0	79.3	227.8	291.2	853.5	483.8	1,571.2	3,228.7	3,028.7	1,358.4	228.3	12,267.2

大中型まき網　単位:kg

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
枕崎市漁協	ｷﾊﾀﾞ	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	0.0	305.0	0.0	0.0	0.0	0.0	110.0	381.0	38.0	116.0	0.0	150.0	1,100.0
	計	0.0	305.0	16.0	0.0	0.0	0.0	110.0	397.0	38.0	116.0	0.0	150.0	1,132.0

中型まき網　単位:kg

市場	魚種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
枕崎市漁協	ｷﾊﾀﾞ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	320.0	38,378.0	0.0	128.0	16.0	48.0	0.0	38,890.0
	ﾊﾞｼｮｳｶｼﾞｷ	110.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0	141.0	510.0	192.0	414.0	70.0	1,497.0
	計	110.0	0.0	0.0	0.0	0.0	380.0	38,378.0	141.0	638.0	208.0	462.0	70.0	40,387.0

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
枕崎市漁協	ｶﾂｵ	1	76	4	219	5	254	5	376	5	338	5	331	4	290	5	96	4	206	5	328	4	234	5	153	52	2,901
	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	8	307	9	324	6	445															2	28	12	394	37	1,498
	ｷﾊﾀﾞ	2	81	2	67			6	571	6	536	5	506	5	407	9	375	5	452	6	422	6	420	18	2,170	70	6,007
	計	11	464	15	610	11	699	11	947	11	874	10	837	9	697	14	471	9	658	11	750	12	682	35	2,717	159	10,406
笠沙町漁協	ｸﾛﾏｸﾞﾛ																	11	165							11	165
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	165	0	0	0	0	0	0	11	165
甑島漁協下甑支所	ｸﾛﾏｸﾞﾛ																					2	183	14	1,323	16	1,506
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	183	14	1,323	16	1,506
3港計	ｶﾂｵ	1	76	4	219	5	254	5	376	5	338	5	331	4	290	5	96	4	206	5	328	4	234	5	153	52	2,901
	ｸﾛﾏｸﾞﾛ	8	307	9	324	6	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	165	0	0	4	211	26	1,717	64	3,169
	ｷﾊﾀﾞ	2	81	2	67	0	0	6	571	6	536	5	506	5	407	9	375	5	452	6	422	6	420	18	2,170	70	6,007
	計	11		15		11		11		11		10		9		14		20		11		14		49		186	12,077

表３　ビンナガ標識放流一覧

No	調査年月日	調査船名	漁獲時刻	水温(℃)	漁法	魚種	尾叉長(cm)	通常標識	通常標識	電子標識	緯度	経度
1	H20.5.31	くろしお	14:05	19.2	曳縄	ビンナガ	72.0	G1501	-	D0635	36° 29.6′ N	147° 04.7′ E
2	H20.5.31	くろしお	14:07	19.2	曳縄	ビンナガ	72.0	D5901	-	D0640	36° 29.6′ N	147° 04.7′ E
3	H20.5.31	くろしお	14:18	19.3	曳縄	ビンナガ	70.0	D5902	-	D0673	36° 30.2′ N	147° 04.3′ E
4	H20.5.31	くろしお	15:03	19.6	曳縄	ビンナガ	74.0	D5903	-	D0829	36° 31.3′ N	147° 04.1′ E
5	H20.5.31	くろしお	15:18	19.5	曳縄	ビンナガ	49.0	D5904	-	D1587	36° 31.4′ N	147° 03.8′ E
6	H20.5.31	くろしお	16:18	19.6	餌釣	ビンナガ	73.0	D5905	-	D1897	36° 31.7′ N	147° 02.1′ E
7	H20.6.1	くろしお	15:12	19.8	曳縄	ビンナガ	50.0	D5906	-	D1901	36° 35.7′ N	147° 06.2′ E
8	H20.6.2	くろしお	5:07	19.3	曳縄	ビンナガ	73.0	D5907	-	D1907	36° 30.9′ N	147° 03.2′ E
9	H20.6.2	くろしお	5:12	19.3	曳縄	ビンナガ	67.0	D5908	-	ダミー	36° 32.5′ N	147° 04.7′ E
10	H20.6.2	くろしお	14:41	19.2	曳縄	ビンナガ	63.0	B1277	B1278	-	36° 35.2′ N	146° 17.8′ E
11	H20.6.5	くろしお	7:38	18.2	曳縄	ビンナガ	73.0	D5909	-	D1910	38° 13.5′ N	145° 43.1′ E
12	H20.6.5	くろしお	7:40	18.2	曳縄	ビンナガ	62.0	D5910	-	D1911	38° 13.5′ N	145° 43.1′ E
13	H20.6.5	くろしお	7:48	18.2	曳縄	ビンナガ	63.0	D5911	-	D1912	38° 13.5′ N	145° 43.1′ E
14	H20.6.5	くろしお	13:00	19.0	曳縄	ビンナガ	67.0	D5912	-	D1908	38° 21.3′ N	145° 41.1′ E
15	H20.6.5	くろしお	13:29	18.5	曳縄	ビンナガ	63.0	D5913	-	D1913	38° 22.5′ N	145° 43.4′ E
16	H20.6.5	くろしお	15:00	18.5	曳縄	ビンナガ	64.0	D5914	-	D1919	38° 20.′ N	145° 45.9′ E
17	H20.6.5	くろしお	16:38	-	曳縄	ビンナガ	66.0	D5915	-	D1923	38° 20.1′ N	145° 42.7′ E
18	H20.6.5	くろしお	16:42	-	曳縄	ビンナガ	51.0	D5916	-	D1924	38° 20.1′ N	145° 42.7′ E
19	H20.6.5	くろしお	17:06	18.9	曳縄	ビンナガ	65.0	D5917	-	D1925	38° 20.4′ N	145° 42.9′ E
20	H20.6.5	くろしお	17:10	18.9	曳縄	ビンナガ	49.0	D5918	-	D1929	38° 20.4′ N	145° 42.9′ E
21	H20.6.5	くろしお	17:16	18.9	曳縄	ビンナガ	66.0	D5919	-	D1970	38° 20.4′ N	145° 42.9′ E
22	H20.6.5	くろしお	17:20	18.9	曳縄	ビンナガ	50.0	D5920	-	D1971	38° 20.4′ N	145° 42.9′ E
23	H20.6.5	くろしお	17:23	18.9	曳縄	ビンナガ	71.0	D5921	-	D1972	38° 20.4′ N	145° 42.9′ E
24	H20.6.5	くろしお	17:35	18.9	曳縄	ビンナガ	70.0	D5922	-	D1974	38° 20.4′ N	145° 42.9′ E
25	H20.6.5	くろしお	17:53	18.9	曳縄	ビンナガ	62.0	D5923	-	D1975	38° 20.9′ N	145° 43.7′ E
26	H20.6.5	くろしお	18:03	18.9	曳縄	ビンナガ	70.0	D5924	-	D1977	38° 20.9′ N	145° 43.7′ E
27	H20.6.5	くろしお	18:14	18.5	曳縄	ビンナガ	66.0	D5925	-	D1978	38° 21.′ N	145° 41.5′ E
28	H20.6.5	くろしお	18:22	18.5	曳縄	ビンナガ	74.0	D5926	-	D1979	38° 21.′ N	145° 41.5′ E
29	H20.6.6	くろしお	6:15	18.8	曳縄	ビンナガ	50.0	D5927	-	D2309	38° 20.4′ N	145° 51.1′ E
30	H20.6.6	くろしお	6:55	19.2	曳縄	ビンナガ	76.0	D5928	-	D2310	38° 19.1′ N	145° 54.3′ E
31	H20.6.6	くろしお	7:07	19.1	曳縄	ビンナガ	51.0	D5929	-	D2311	38° 19.1′ N	145° 55.2′ E
32	H20.6.6	くろしお	7:10	19.1	曳縄	ビンナガ	50.0	D5930	-	D2312	38° 19.1′ N	145° 55.2′ E
33	H20.6.6	くろしお	7:49	19.5	曳縄	ビンナガ	73.0	D5931	-	ダミー	38° 20.′ N	145° 54.5′ E
34	H20.6.6	くろしお	7:56	19.5	曳縄	ビンナガ	63.0	D5932	-	D2313	38° 20.′ N	145° 54.5′ E
35	H20.6.6	くろしお	8:08	19.1	曳縄	ビンナガ	71.0	D5933	-	D2314	38° 20.8′ N	145° 52.′ E
36	H20.6.6	くろしお	9:33	19.1	曳縄	ビンナガ	56.0	D5934	-	D2315	38° 19.5′ N	145° 55.2′ E
37	H20.6.6	くろしお	10:25	18.6	曳縄	ビンナガ	50.0	D5935	-	D2317	38° 21.′ N	145° 58.4′ E
38	H20.6.6	くろしお	10:30	18.6	曳縄	ビンナガ	52.0	D5936	-	D2318	38° 21.1′ N	145° 59.′ E
39	H20.6.6	くろしお	10:35	18.6	曳縄	ビンナガ	52.0	D5937	-	D2319	38° 21.1′ N	145° 59.′ E
40	H20.6.6	くろしお	10:40	18.6	曳縄	ビンナガ	63.0	D5938	-	D3528	38° 21.1′ N	145° 59.′ E
41	H20.6.6	くろしお	11:05	18.5	曳縄	ビンナガ	65.0	D5939	-	D3529	38° 21.8′ N	145° 59.′ E
42	H20.6.6	くろしお	11:14	18.5	曳縄	ビンナガ	52.0	D5940	-	D3530	38° 22.′ N	145° 58.2′ E
43	H20.6.6	くろしお	12:40	18.7	曳縄	ビンナガ	61.0	D5941	-	D3532	38° 22.3′ N	145° 57.9′ E

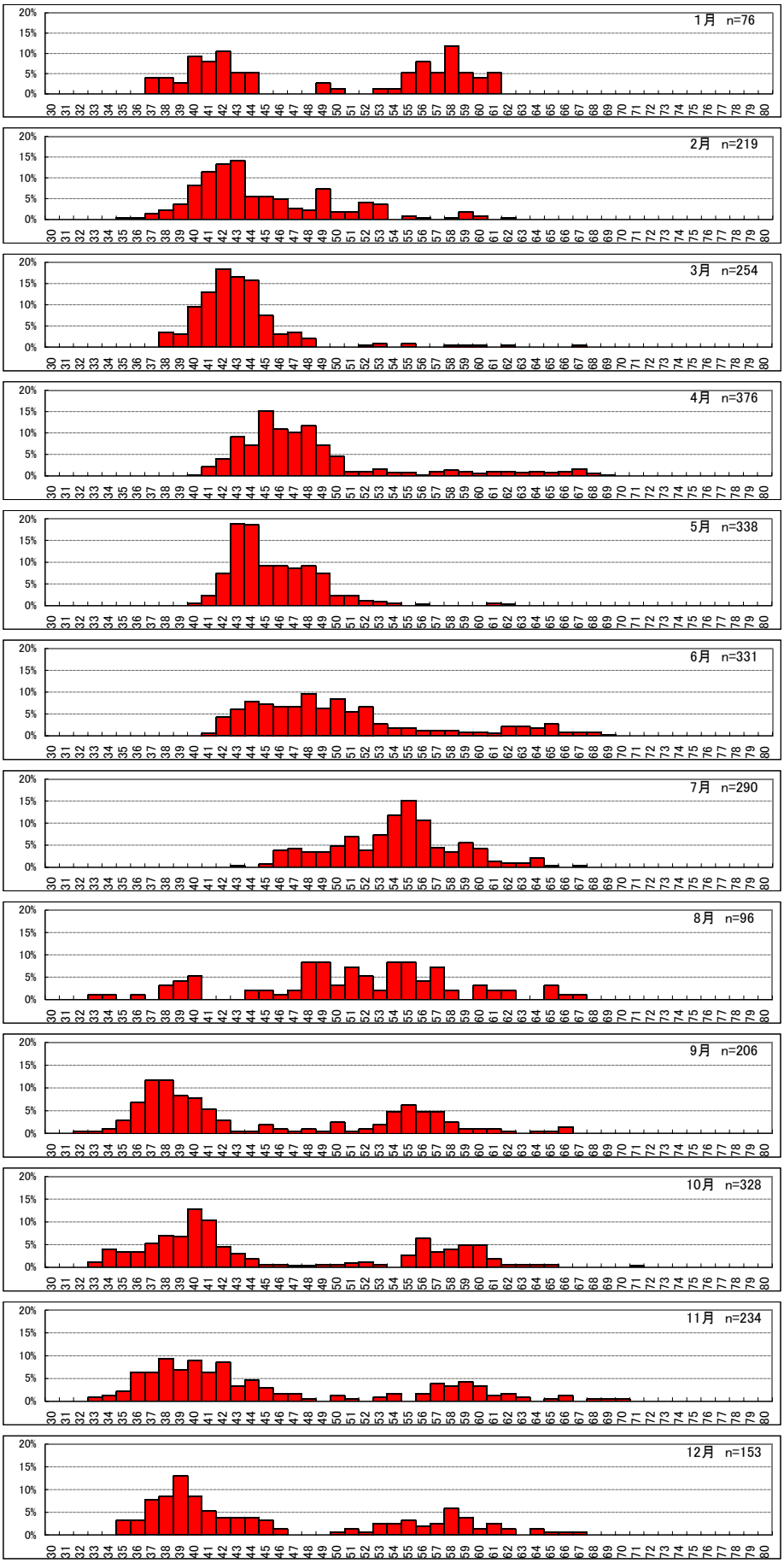


図１　カツオ月別尾叉長組成（枕崎市漁協）

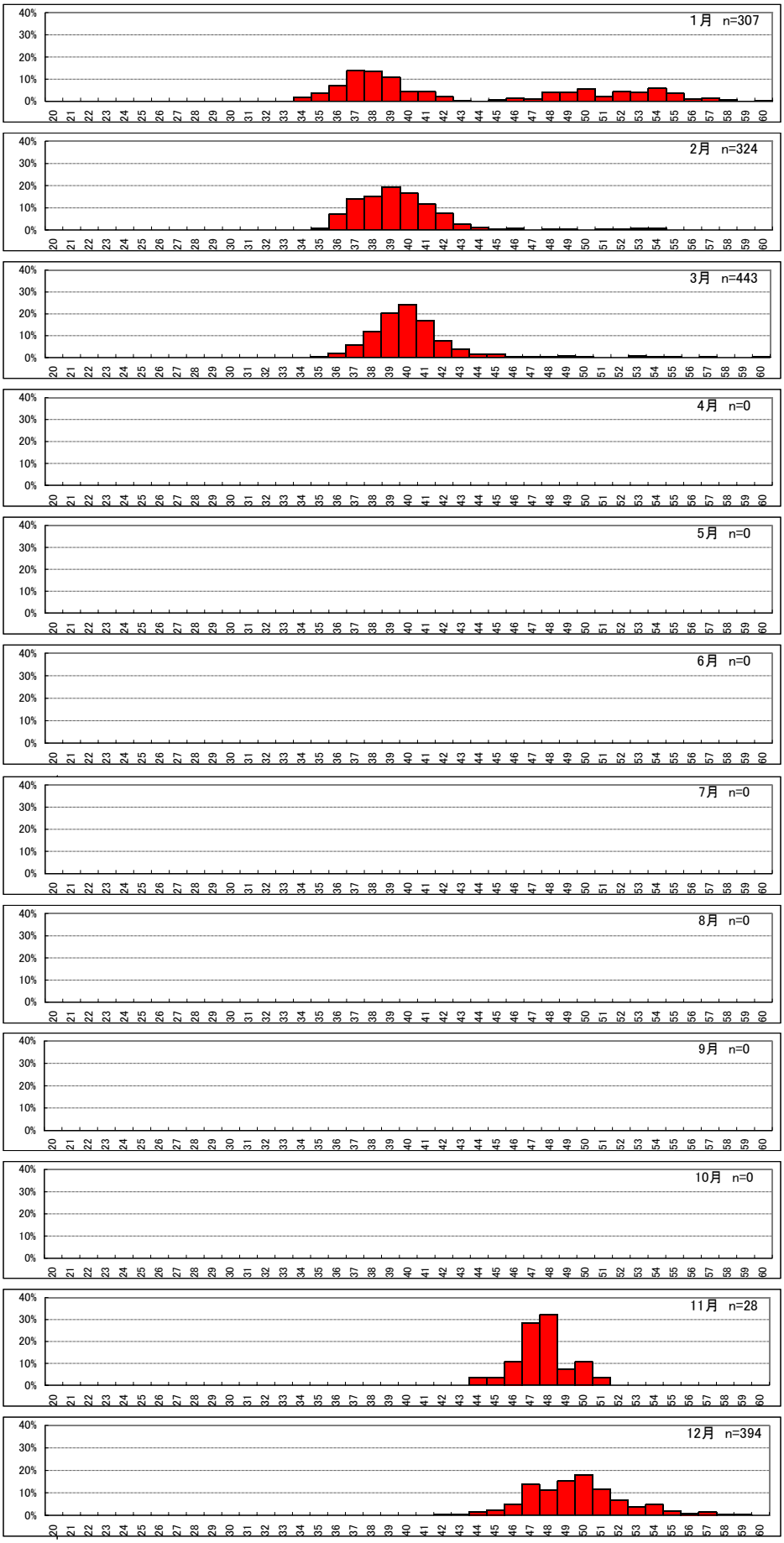


図２　クロマグロ月別尾叉長組成（枕崎市漁協）

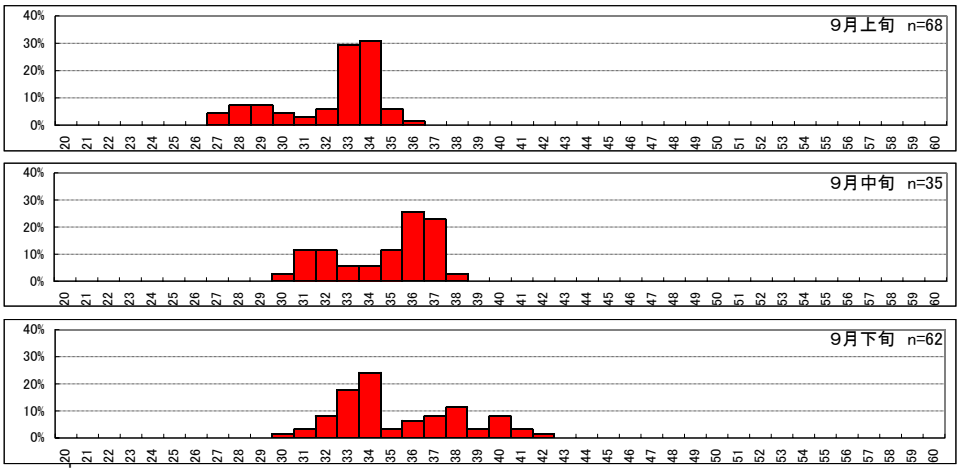


図３　クロマグロ養殖用種苗尾叉長組成（笠沙町漁協）

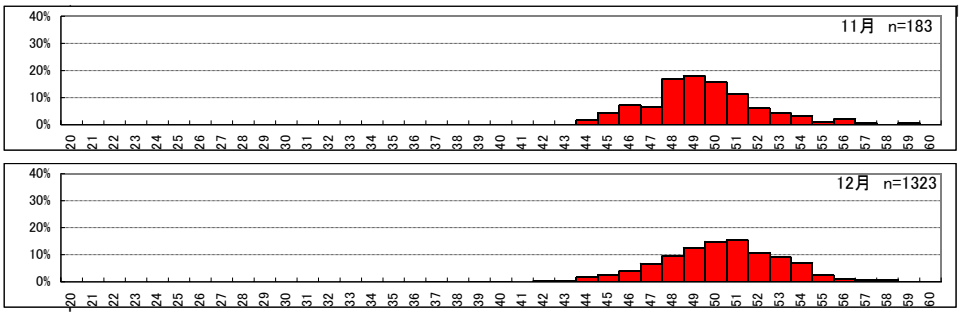


図４　クロマグロ月別尾叉長組成（甑島漁協）

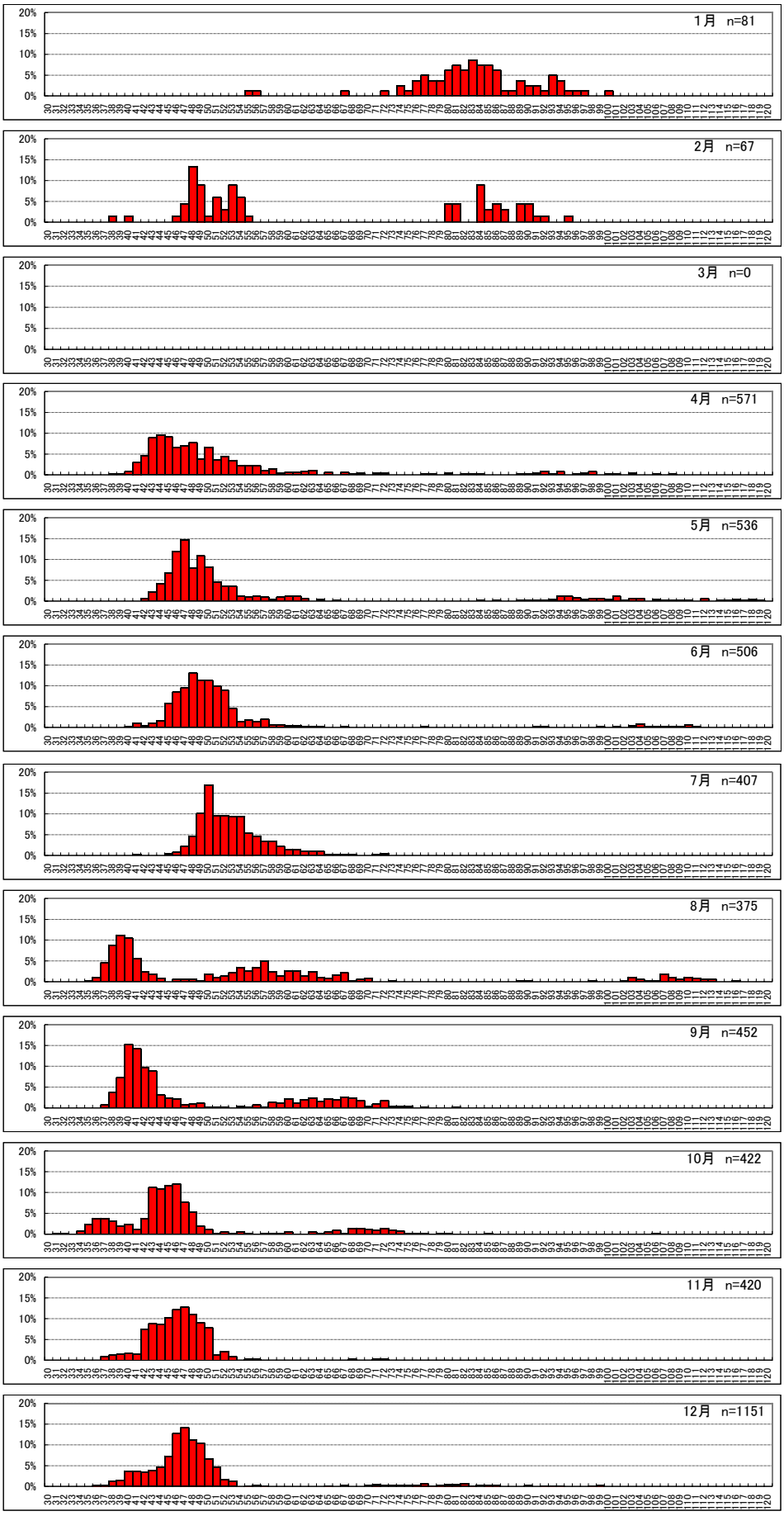


図５　キハダ月別尾叉長組成（枕崎市漁協）

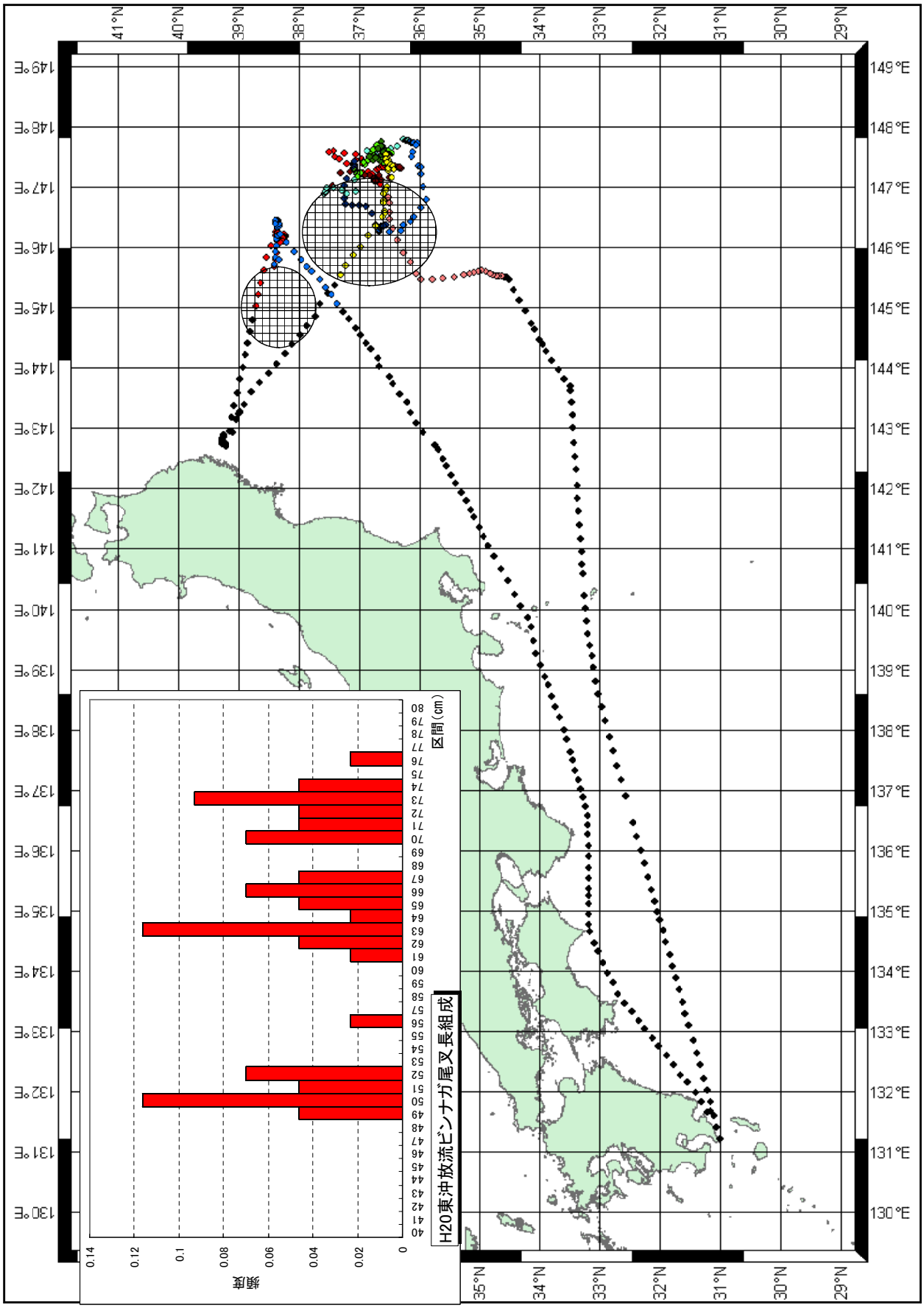


図６　東沖ビンナガ放流位置及び尾叉長組成

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】

８月上旬及び10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」という。）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20年度熱帯性まぐろ類標識放流概要　（　）内は電子標識で内数

項目	夏季	秋季
実施期間	平成20年8月1～3日	平成20年10月26～28日
実施場所	奄美大島周辺浮魚礁	奄美大島周辺浮魚礁
放流尾数（メバチ）	78(6)	7(1)
放流尾数（キハダ）	178	297(2)
尾叉長（メバチ）	49～64cm	49～64cm
尾叉長（キハダ）	32～69cm	32～69cm

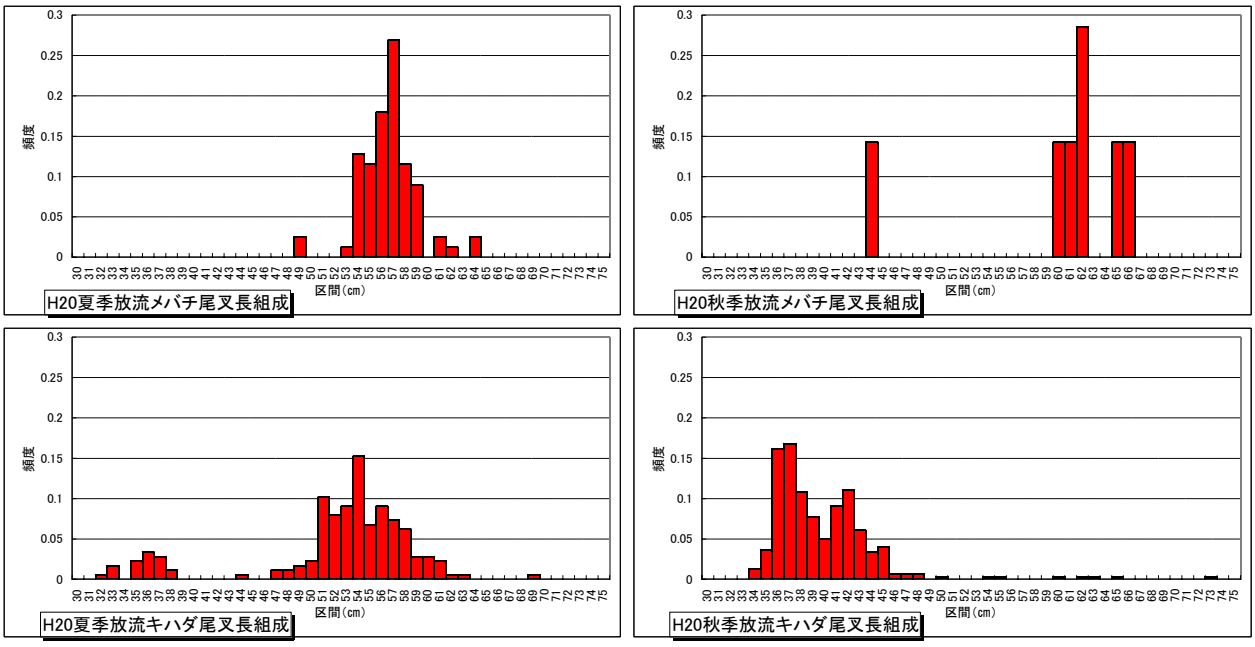


図１　放流メバチ及びキハダ尾叉長組成

表２　平成20年度再捕一覧

No.	魚種	通常標識	通常標識	電子標識	放流日	放流位置	放流時尾叉長(cm)	再捕日	再捕位置	再捕時尾叉長(cm)	再捕時体重(kg)	経過日数	移動距離(km)	速度(km/日)
1	メバチ	I2819	I2820		2007/7/1	27° 55.′ N 129° 42.′ E	50.0	2008/4/4	27° 10.8′ N 129° 29.8′ E	81.5	9.0	278	85.0	0.31
2	メバチ	A8221	A8222	D3333	2008/8/1	27° 56.′ N 129° 42.8′ E	56.5	2008/8/5	28° 08.′ N 130° 06.′ E	−	−	4	48.4	12.10
3	キハダ	G0127	G0128		2008/8/2	28° 25.5′ N 128° 56.4′ E	69.0	2008/8/20	28° 50.′ N 128° 23.′ E	72.0	6.8	18	76.7	4.26
4	キハダ	G0151	G0152		2008/8/2	28° 25.5′ N 128° 56.4′ E	57.0	2008/9/26	放流場所付近(詳細不明)	60.0	4.7	55	−	−
5	キハダ	F0411	F0412		2008/8/2	28° 25.5′ N 128° 56.4′ E	49.0	2008/9/2	沖縄東沖(詳細不明)	60.0	3.0	31	−	−
6	メバチ	G0135	G0136		2008/8/2	28° 25.5′ N 128° 56.4′ E	55.0	2008/10/25	27° 13.7′ N 129° 11.′ E	61.0	4.6	84	135.7	1.62
7	メバチ	A8227	A8228	D3329	2008/8/1	27° 56.′ N 129° 42.8′ E	61.0	2008/12/11	与論島西(詳細不明)	−	4.0	132	−	−
8	キハダ	F0443	F0444		2008/8/2	28° 25.5′ N 128° 56.4′ E	51.0	2008/10/5	27° 41.6′ N 128° 50.9′ E	−	2.8	64	81.9	1.28

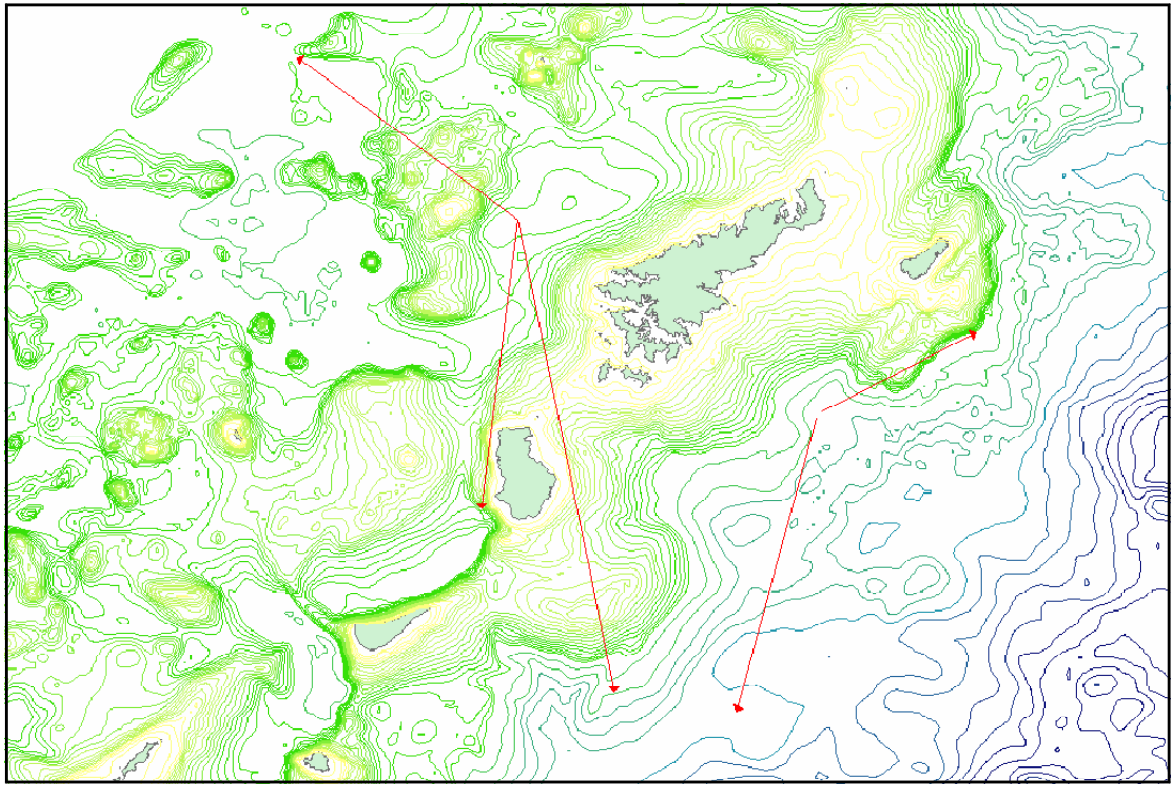


図２　再捕魚の移動図

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

①予測値の計算

長崎県の漁期始め２ヶ月間の漁獲量を説明変数，本県の漁期全体のヨコワ漁獲量を目的変数とする単回帰分析により漁期全体の予測値を算出。

②水準分け

算出した予測値を低・中・高の各水準の範囲にあてはめ，当該年度の来遊水準を予測。

【結果及び考察】

従来，長崎県の漁期始め２ヶ月間の漁獲量と本県の漁期を通じた漁獲量との間に高い正の相関が見られたが，平成19年度漁期は長崎県は好漁だったものの本県は不漁に終わり，現状の回帰式では平成19年度漁期の不漁を説明できないばかりか，同漁期のデータを加えて両者間に相関が見られない状況となった。そこで説明変数を増やすべく平成19年度漁期の漁獲を制限した要因を検討したが良い説明変数は得られず，従来の予測式と各県の漁獲情報を総合的に勘案し，来遊水準を予測した。

その結果，長崎県は11月までにほとんどヨコワの漁獲が無く，本県の平成20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。

①漁獲量は，前年（１０トン：低水準）並で，平年（７０トン：中水準）を下回り，低水準（２０トン以下）となるでしょう。
②主漁期は１～４月で，１月は２～３kgサイズと１～２kgサイズの双方が，２月以降は１～２kgサイズが主体となるでしょう。

平成20年度漁期（平成20年11月～平成21年３月）は，南薩３漁協におけるヨコワ漁獲量は11.7トンとなり，予報どおり低水準となった。

沿岸・近海漁業資源調査－Ⅰ
（浮魚資源調査：モジャコ調査）

宍道弘敏・神野公広・槐島光次郎

【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20年3月6～14日

第２次調査　平成20年4月4～14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20年4月12日～5月4日(23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）

①海況

黒潮北縁域は，3月3日現在，中之島南7ﾏｲﾙ付近で，離岸傾向であったが，その後北上し，3月11日現在，屋久島御崎の南8ﾏｲﾙ付近であった。

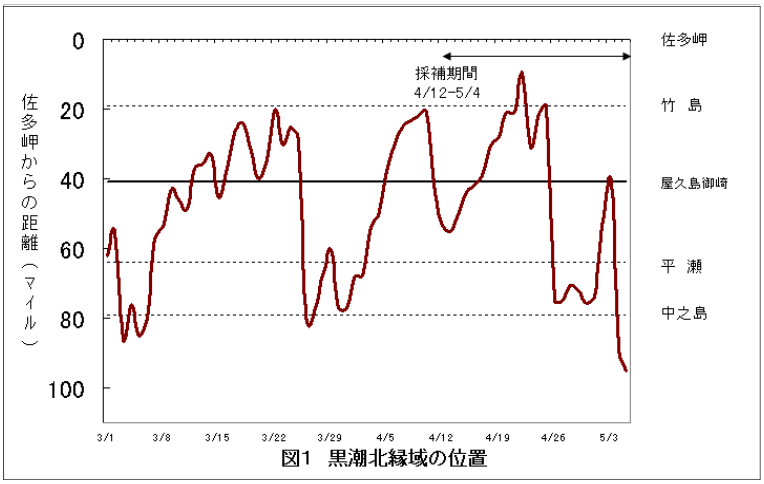


図1　黒潮北縁域の位置

定期船による観測では，3月12日現在，黒潮流域で22.0℃（平年並み），薩南海域で 17.7℃（かなり低め），西薩海域で15.4℃（やや低め）であった。旬別の平均では，３月上旬が黒潮流域で21.6℃（やや低め），薩南海域で 17.9℃（やや低め），西薩海域で16.0℃（平年並み），３月中旬が黒潮流域で22.7℃（やや高め），薩南海域で 19.8℃（平年並み），西薩海域で16.5℃（やや低め）であった。

②流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は11.4個/10ﾏｲﾙで，昨年同期（1.7個/10ﾏｲﾙ）より多かった。また，平年同期（2.3個/10ﾏｲﾙ）より多かった。

採取した流れ藻重量は0.5～30.2kg（平均7.2kg）で，昨年同期0.8～14.2kg（平均5.6kg）より大型の藻であった。

西薩海域ではほとんど視認されなかった。南薩海域～屋久島海域は非常に多かった。

③モジャコの付着状況

流れ藻１kg当たりの付着尾数は0.03尾で，昨年同期（23.8尾）より少なかった。また，平年同期（6.2尾）より少なかった。

採集したほとんどの藻にモジャコは見られなかった。

モジャコ以外の雑魚の付着も少なかった。

④モジャコの大きさ，肥満度

採捕したモジャコ（3尾）の平均全長は27.3mm（24～32mm）で，昨年同期（49.6mm）より小型であった。また，平年同期（45.4mm）より小型であった。

肥満度（体重／尾叉長^3×1000）の平均（±標準偏差）は16.6（±0.65）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20年	平成19年	平成18年	平成17年	平成16年	平成15年	過去5年平均	平年(H10～19)
流れ藻視認個数(10ﾏｲﾙ当たり)		大隅	**0.0**	1.2	0.7	0.0	0.0	0.6	0.5	0.3
		種子島	**4.0**	0.3	30.7	0.0	0.1	0.3	6.3	3.4
		屋久島	**27.3**	2.2	3.7	0.8	0.5	15.9	4.6	2.5
		南薩	**10.0**	2.0	2.0	0.3	1.8	20.0	5.2	3.1
		西薩	**0.9**	2.0	9.5	0.2	1.9	5.6	3.8	3.1
		平均(全海域)	**11.4**	1.7	6.8	0.4	0.9	9.1	3.8	2.3
流れ藻1kg当たりのﾓｼﾞｬｺ付着尾数		大隅		20.3					20.3	6.8
		種子島	**0.00**	29.0	22.4				25.7	15.9
		屋久島	**0.03**	17.4	5.4	5.2	17.3	0.7	9.2	5.6
		南薩	**0.03**	35.7	0.9	0.0	1.9	3.6	8.4	8.9
		西薩		1.0	0.5		1.4	1.0	1.0	1.5
		平均(全海域)	**0.03**	23.8	9.6	4.1	12.1	0.8	10.1	6.2
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	**28.0**	44.0	48.9	31.2	24.0	49.4	39.5	46.5
		南薩	**26.0**	46.3	33.3		20.3	38.3	34.6	41.0
		西薩		30.5	37.8		20.1	38.5	31.7	34.7
		平均(全海域)	**27.3**	49.6	58.2	31.2	23.8	46.6	41.9	45.4
定期船観測による各海域の平均水温(℃)	3月上旬	黒潮流域	**21.62**	23.46	22.50	21.17	22.00	22.35	22.30	21.98
		薩南海域	**17.92**	20.74	18.49	18.41	18.71	19.62	19.19	19.25
		西薩海域	**16.01**	17.16	16.45	15.89	15.81	16.11	16.28	17.04
	3月中旬	黒潮流域	**22.68**	23.20	22.72	21.40	22.47	22.46	22.45	22.19
		薩南海域	**19.78**	22.41	18.48	17.57	17.78	19.61	19.17	19.54
		西薩海域	**16.51**	20.37	15.78	15.01	16.92	16.49	16.91	17.33

※空欄は流れ藻を採取できなかった又はﾓｼﾞｬｺが付着していなかったことによる欠測。
※定期船観測による各海域の平均水温(℃)の平年値は，S56～H12の平均である。

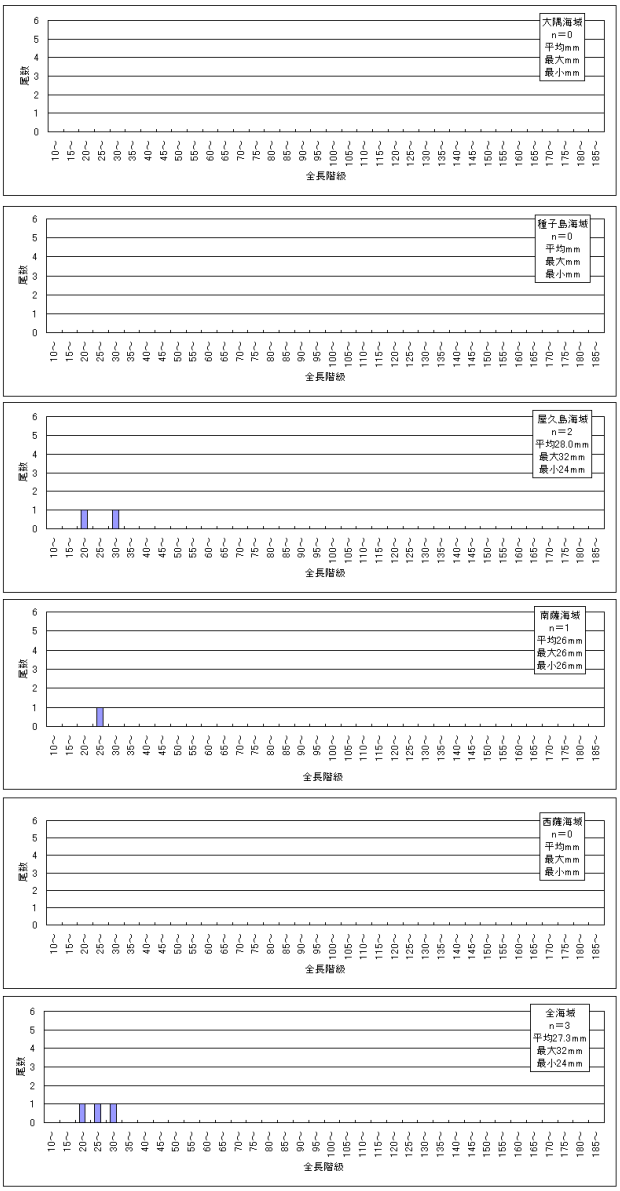


図2　採捕したモジャコの海域別全長組成（平成20年 第1回調査）

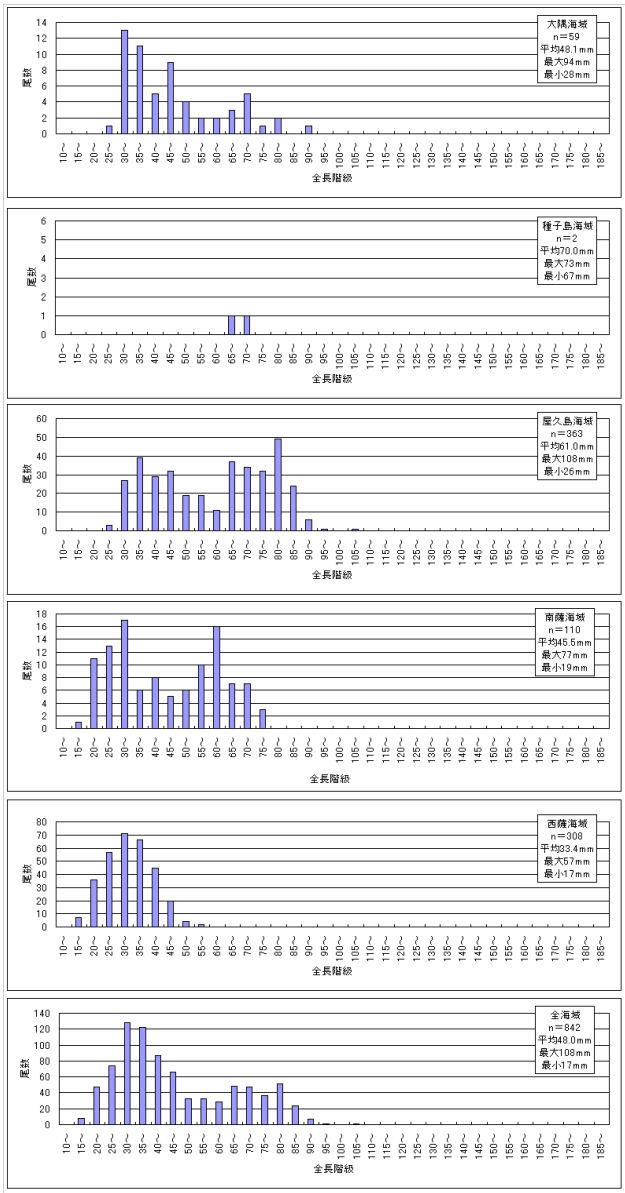


図3　採捕したモジャコの海域別全長組成（平成20年 第2回調査）

（２）第２次調査（表２，図１・３）

①海況

黒潮北縁域は，4月9日現在，竹島の南4ﾏｲﾙ付近にあり，接岸傾向であった。

定期船による観測では，4月9日現在，黒潮流域で23.8℃（やや高め），薩南海域で 21.9℃（やや高め），西薩海域で18.7℃（平年並み）であった。旬別の平均では，黒潮流域で23.5℃（平年並み），薩南海域で 20.9℃（平年並み），西薩海域で18.2℃（平年並み）であった。

②流れ藻の分布

流れ藻の視認個数は80.6個/10ﾏｲﾙで，昨年同期（1.1個/10ﾏｲﾙ）より多かった。また，平年同期（16.0個/10ﾏｲﾙ）より多かった。いずれの海域も前年より多く，特に大隅海域，屋久島海域において顕著だった。

採取した流れ藻重量は1.3～67.4kg（平均12.9kg）で，昨年同期の0.9～18.9kg（平均5.9kg）より大型であった。

③モジャコの付着状況

流れ藻１kg当たりの付着尾数は5.3尾で，昨年同期（44.6尾）より少なかった。また，平年同期（11.2尾）より少なかった。西薩海域を除くすべての海域において前年・平年を下回った。

モジャコ以外の雑魚ではマアジ，メダイ，イスズミ等の付着がみられ，屋久島海域ではマアジが流れ藻１kg当たり41.2尾と多く付着している藻があった。

④モジャコの大きさ，肥満度

採捕したモジャコ（842尾）の平均全長は48.0mm（17～108mm）で，昨年同期（62.2mm）より小型であった。また，平年同期（56.8mm）より小型であった。西薩海域の33.4mmから種子島海域の70.0mmまで，海域によって平均全長にばらつきがあった。

肥満度の平均（±標準偏差）は13.6（±2.15）であった。

表2 海況及びモジャコの付着状況(4月上旬)

調査項目	海　域	平成20年	平成19年	平成18年	平成17年	平成16年	平成15年	過去5年平均	平年(H10～19)
流れ藻視認個数	大隅	**334.9**	1.8	1.1	5.7	2.7	2.9	2.8	6.8
(10ﾏｲﾙ当たり)	種子島	**14.4**	0.5	0.1	4.2	1.4	73.7	16.0	32.0
	屋久島	**127.3**	1.8	0.5	4.7	7.9	62.1	15.4	16.7
	南薩	**36.9**	0.4	0.3	1.2	3.5	7.9	2.7	12.8
	西薩	**11.9**	1.1	4.3	6.3	17.9	7.2	7.4	13.2
	平均(全海域)	**80.6**	1.1	1.2	4.2	7.2	33.0	9.3	16.0
流れ藻1kg当たり	大隅	**3.0**	73.8	15.7	12.5	13.6	0.0	23.1	15.1
のﾓｼﾞｬｺ付着尾数	種子島	**0.5**	7.0	6.2	36.5	57.8	3.7	22.2	16.5
	屋久島	**6.0**	24.4	1.7	0.1	8.9	1.6	7.3	18.4
	南薩	**4.9**	108.2	6.9	13.5	35.5	0.7	33.0	19.1
	西薩	**5.6**	0.8	1.2	3.9	2.8	0.0	1.7	1.3
	平均(全海域)	**5.3**	44.6	3.1	8.9	21.2	1.6	15.9	11.2
モジャコ平均全長	大隅	**48.1**	72.8	33.7	51.1	70.1		56.9	59.2
(mm)	種子島	**70.0**	49.1	57.6	37.1	67.6	83.9	59.1	68.7
	屋久島	**61.0**	56.8	40.1	49.5	52.0	61.2	51.9	53.1
	南薩	**45.5**	48.5	43.6	47.6	53.9	51.0	48.9	50.1
	西薩	**33.4**	92.0	57.2	28.1	54.6	57.0	57.8	50.6
	平均(全海域)	**48.0**	62.2	44.0	40.9	58.5	73.3	55.8	56.8
定期船観測による	黒潮流域	**23.48**	22.81	23.15	22.43	23.31	23.36	23.01	23.09
各海域の4月上旬	薩南海域	**20.89**	21.01	20.76	20.45	20.61	20.21	20.61	20.27
平均水温(℃)	西薩海域	**18.20**	19.93	18.38	18.61	19.50	16.34	18.55	17.71

※空欄は流れ藻を採取できなかった又はﾓｼﾞｬｺが付着していなかったことによる欠測。
※定期船観測による各海域の平均水温(℃)の平年値は，S56～H12の平均である。

２　標本船調査（表３・４，図４・５）

23日間の採捕期間中，標本船7隻の操業回数はのべ7,322回，モジャコ漁獲量はのべ1,766kg，CPUE（１日１隻あたり漁獲量）は28.0kg，１網あたり（１回操業あたり）漁獲量は0.24kgであった。

海区別に操業実態をみると，佐多岬沖，内之浦沖，種子島～屋久島間で出漁隻数が多く，屋久島西，内之浦沖で操業回数が多かった。１網あたり漁獲量は，佐多岬沖を中心に，竹島・種子島・屋久島周辺で高い値を示しており，今期のモジャコ採捕漁業は，熊毛海域を中心に漁場が形成されたことが伺える。

表3　H20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	1	200	7.0	7.0	0.035	400	400.0	2.00
208	2	500	35.0	17.5	0.070	400	200.0	0.80
209	8	725	126.0	15.8	0.174	1,260	157.5	1.74
218	1	50	1.5	1.5	0.030	20	20.0	0.40
219	2	110	30.0	15.0	0.273	110	55.0	1.00
678	12	1,020	297.0	24.8	0.291	4,672	389.3	4.58
679	8	402	146.9	18.4	0.365	148	18.5	0.37
680	6	400	98.0	16.3	0.245	100	16.7	0.25
689	16	870	285.0	17.8	0.328	2,162	135.1	2.49
690	10	915	300.1	30.0	0.328	4,731	473.1	5.17
698	2	550	45.0	22.5	0.082	850	425.0	1.55
699	9	510	175.7	19.5	0.344	964	107.1	1.89
700	6	1,070	219.0	36.5	0.205	2,160	360.0	2.02
合　計	83	7,322	1,766.1	21.3	0.241	17,977	216.6	2.46

表4　H20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12日	7	792	186.4	26.6	0.24	325	46.4	0.41
4月13日	6	465	120.5	20.1	0.26	166	27.7	0.36
4月14日	5	330	86.0	17.2	0.26	506	101.2	1.53
4月15日	7	1,155	216.3	30.9	0.19	531	75.9	0.46
4月16日	5	230	54.0	10.8	0.23	155	31.0	0.67
4月17日	4	520	131.0	32.8	0.25	1,005	251.3	1.93
4月18日	1	10	0.0	0.0	0.00		0.0	0.00
4月19日	6	910	272.0	45.3	0.30	2,205	367.5	2.42
4月20日	6	680	216.2	36.0	0.32	3,572	595.3	5.25
4月21日	6	820	185.1	30.9	0.23	2,508	418.0	3.06
4月22日	5	460	141.6	28.3	0.31	2,714	542.8	5.90
4月23日	3	400	125.0	41.7	0.31	3,590	1,196.7	8.98
4月25日	1	350	25.0	25.0	0.07	300	300.0	0.86
4月26日	1	200	7.0	7.0	0.04	400	400.0	2.00
合　計	63	7,322	1,766.1	28.0	0.24	17,977	285.3	2.46

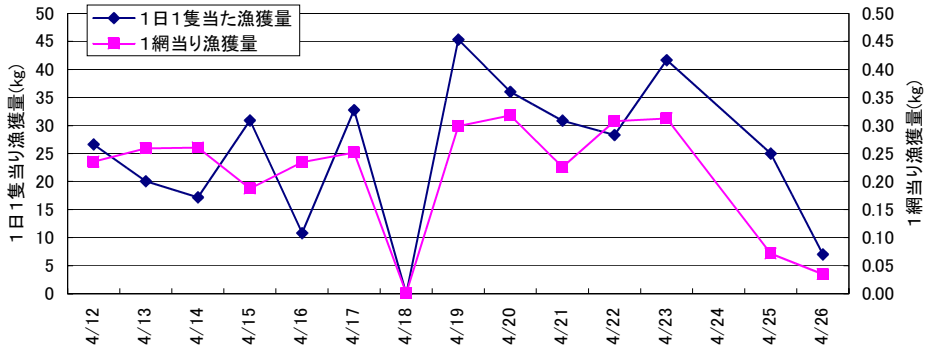


図4　H20モジャコ標本船CPUEの変化

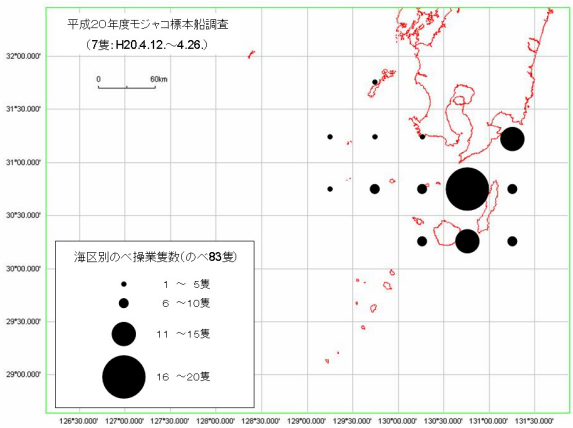


図5-1　標本船7隻による海区別のべ操業隻数

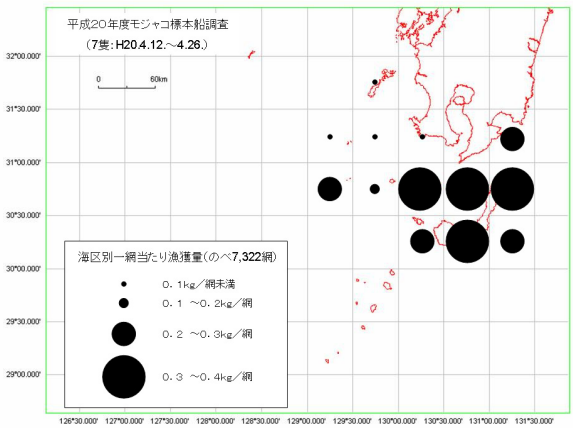


図5-2　標本船7隻による海区別一網あたり漁獲量

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20年4月12日～5月4日(23日間)

許可隻数：121隻

国割当尾数：　4,517千尾

需給契約尾数：4,457千尾

採捕尾数：　　4,279千尾（水産振興課報告,以下同じ）

需給契約尾数に対する充足率：96.0 ％

4月12日に解禁されたモジャコ漁は，解禁当初から順調に推移し，解禁後9日間で採捕尾数が県全体の割当尾数の5割を超え，11日間で終漁した漁協もあった。

ほとんどの漁協が4月24日までに終漁し，採捕期間が終了した5月2日現在では充足率96%（対国割当尾数94.7%）で，好漁年であった。

表５　平成20年度もじゃこ採捕実績（尾数）

漁協名	計画尾数(千尾)	採捕実績(千尾)	充足率(%)	4/12(土)	4/13(日)	4/14(月)	4/15(火)	4/16(水)	4/17(木)	4/18(金)	4/19(土)	4/20(日)	4/21(月)
東町	1,261	995	78.9	0	5	83	60	117	5	20	0	9	107
北さつま(長島)	484	438	90.5	0	0	32	22	64	0	0	0	0	43
甑島（里）	25	28	113.5	0	0	0	0	8	0	2	0	0	4
牛根	100	98	97.8	0	0	8	12	3	0	0	6	0	22
垂水市	125	81	65.2	9	1	8	3	0	0	0	11	12	7
内之浦	384	362	94.2	5	50	41	34	31	51	34	10	9	10
種子島	1,036	1,014	97.9	108	153	35	58	128	0	0	69	124	263
南種子町	440	814	184.9	23	105	114	12	196	4	73	22	98	24
屋久島	602	449	74.6	41	37	0	24	0	31	0	53	54	38
合計(千尾)	4,457	4,279	ー	185.4	350.9	319.7	224.4	547.0	91	129	171	306	519
累計(千尾)	ー	ー	ー	185.4	536.3	856.0	1,080.3	1,627.3	1,718.7	1,847.9	2,019.1	2,325.3	2,844.1
充足率(%):A	ー	ー	96.0	4.2	12.0	19.2	24.2	36.5	38.6	41.5	45.3	52.2	63.8
充足率(%):B	ー	ー	94.7	4.1	11.9	19.0	23.9	36.0	38.1	40.9	44.7	51.5	63.0

漁協名	4/22(火)	4/23(水)	4/24(木)	4/25(金)	4/26(土)	4/27(日)	4/28(月)	4/29(火)	4/30(水)	5/1(木)	5/2(金)	5/3(土)	5/4(日)
東町	55	175	33	0	104	61	161						
北さつま(長島)	111	0	28	0	74	0	0	0	0	0	64	0	0
甑島（里）	14												
牛根	28	20											
垂水市	16	14											
内之浦	33	31	22										
種子島	47	31	0										
南種子町	35	82	28										
屋久島	54	116											
合計(千尾)	393	468	110	0	178	61	161	0	0	0	64	0	0
累計(千尾)	3,237.0	3,705.2	3,815.5	3,815.5	3,993.5	4,054.5	4,215.5	4,215.5	4,215.5	4,215.5	4,279.1	4,279.1	4,279.1
充足率(%):A	72.6	83.1	85.6	85.6	89.6	91.0	94.6	94.6	94.6	94.6	96.0	96.0	96.0
充足率(%):B	71.7	82.0	84.5	84.5	88.4	89.8	93.3	93.3	93.3	93.3	94.7	94.7	94.7

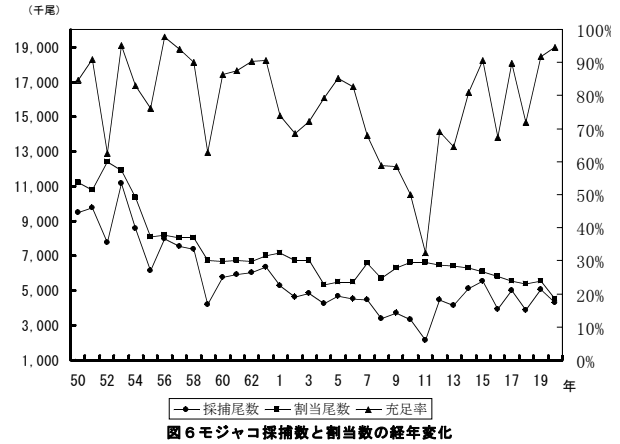


図６モジャコ採捕数と割当数の経年変化

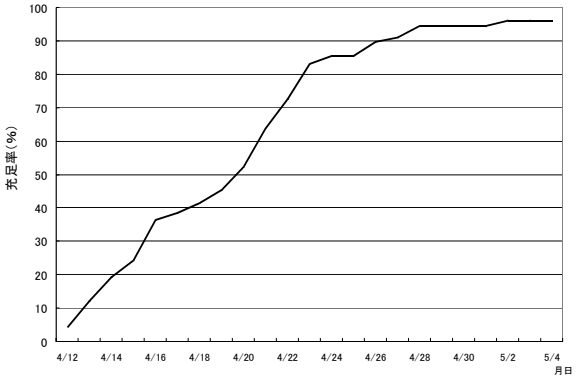


図7　充足率の推移(H20)

沿岸・近海漁業資源調査－Ⅱ
（漁場環境調査：魚礁調査）

槻島光次郎

【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。

【方　法】

指宿市岩本沖海域，いちき串木野市沖海域，指宿市山川町沖海域，薩摩川内市沖海域，南さつま市沖海域において，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，魚の蝟集状況）等を調査した。

【結　果】

１．指宿市岩本沖海域　（平成２０年５月２２日，１箇所）

魚礁に目立った崩壊・埋没は見られなかった。生物量は豊富だった。魚礁周辺部でマアジの群れやオオモンハタ等を確認した。礁体にはウミカラマツ類等の付着物がわずかに見られた。

２．いちき串木野市沖海域　（平成２０年１０月９日，２箇所）

魚礁に目立った崩壊・埋没は見られなかった。生物量は少なかった。魚礁周辺部でネンブツダイの群れヤホンソメワケベラ，オオモンハタ等を確認した。礁体にはウミシダやシロガヤ，海藻等の付着が見られた。

３．指宿市山川町沖海域　（平成２０年１１月２６日，２箇所）

魚礁に目立った崩壊・埋没は見られなかった。生物量は豊富だった。魚礁周辺部でアカオビハナダイの群れやイラ，イシダイ，コロダイ，オオモンハタ等を確認した。礁体にはウミトサカ目等の付着生物が多く見られた。

４．薩摩川内市沖海域　（平成２０年１２月２日，１箇所）

浮魚礁に目立った損傷等は見られなかった。浮魚礁周辺の水深40～60m，60～80m，20～30mにてヨコワの群れを確認した。その他水深55m付近と水面にてシイラの群れを確認した。礁体や係留索近辺では，イスズミの群れ等を確認した。

５．南さつま市沖海域　（平成２０年１２月２日，２箇所）

魚礁に目立った崩壊・埋没は見られなかった。生物量は豊富だった。魚礁周辺部でコロダイやニザダイ，ホウライヒメジ，マアジ，ネンブツダイ等の群れを確認した。礁体にはウミトサカ目やヤギ目等の付着生物が多く見られた。

６．指宿市岩本沖海域　（平成２１年３月２６日，２箇所）

魚礁に目立った崩壊・埋没は見られなかった。生物量は豊富だった。魚礁周辺部でコロダイの群れやイシダイ，オオモンハタ等を確認した。礁体にはウミカラマツ類等の付着物がわずかに見られた。

奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅰ
（沖合域資源有効活用調査：クロマグロ幼魚資源調査）

榊　純一郎

【目　的】

奄美大島南部を中心に行われているクロマグロ養殖業への低コスト養殖用種苗の供給源及び低迷する漁船漁業の新規資源として，奄美海域に来遊するクロマグロ幼魚を活用する可能性を検討する。

【方　法】

クロマグロ親魚の産卵期と本県沿岸における来遊時期からクロマグロ幼魚の通過時期を７月初旬と推定し，クロマグロ幼魚の滞留が期待される奄美大島北部の瀬礁域において，調査船は漁業調査船おおすみ（６３トン），漁具は一般にクロマグロ養殖用種苗の採捕に用いられる小型潜行板を用い，クロマグロ幼魚の採捕試験を実施した。

【結果及び考察】

平成２０年７月１日～同１１日までの１１日間，奄美大島北部の瀬礁域において，曳縄による採捕調査を実施した。クロマグロ幼魚の採捕はなく，同魚と生息環境が重なるマルソウダが瀬礁周辺で採捕された。また，クロマグロ幼魚と同サイズのキハダ幼魚も前年度に引き続き採捕された。

クロマグロ幼魚は沖縄県南部海域で産卵されたものが８月中旬以降に本県薩摩半島南西部へ来遊する。このことから，同魚は黒潮により本県沿岸まで運搬される可能性が高く，奄美大島海域を７月に通過する仮説が立てられた。この仮説は，昭和６３年から平成４年にかけて実施された奄美海域幼稚魚分布調査において，平成２年７月初旬に大型ネットによりクロマグロ稚魚（5.3～13.0㎜）が２９尾採捕されたこと，熊毛海域において漁業者が７月にクロマグロ幼魚（20㎝前後）を採捕した情報と合致するものである。また，同魚が薩摩半島南西部へ来遊することと瀬礁や浮魚礁に蝟集する習性から，奄美大島北部の瀬礁域に滞留する仮説が立てられたが，この仮説は熊毛海域における漁業者による採捕場所の条件と合致するものである。さらに，採捕漁具は，薩摩半島南西部でクロマグロ養殖用種苗採捕に用いられている漁具そのものである。以上をふまえ５ヶ年にわたり調査を実施したが，結果としてクロマグロ幼魚の採捕には至らなかった。このことは，奄美大島周辺においては，来遊する魚体が想定していたサイズ（15～20㎝）よりはるかに小型であるか，または主たる移動経路が別にあるために来遊密度が非常に薄いことを示唆するものである。これは同海域において従来のクロマグロ養殖用種苗採捕漁具による採捕が困難であることを示すものであり，すなわち現状では同魚の養殖用種苗及び漁船漁業対象種としての活用が困難であると結論づけられるものである。 今後は水産総合研究センター等によるクロマグロ幼魚に関する知見が集積されるのを待って，活用方法を検討することとしたい。

奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅱ
（沖合域資源有効開発調査：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，資源管理方策を検討・提言し，資源の合理的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。

また，瀬物一本釣り漁業ではほとんど操業が行われていない水深400m以深の海域では，キンメダイ等の低利用資源の生息が期待されることから，これまでに調査されていない水深600m以深の海域を中心に，調査船によりこれらの資源開発調査を実施する。

【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

2　試験操業調査

(1) 調査期間：平成20年11月17日～26日

(2) 調査海域：喜界島南東沖海域，奄美大島北西沖海域

(3) 操業回数：14回

(4) 使用漁具：立縄式底延縄

(5) 調査項目：海域別漁獲状況，水深別漁獲状況，１操業当たりの漁獲状況，魚体測定，海洋観測等

(6) 餌　　料：イカ切身(冷凍)，ムロアジ切身（冷凍）

(7) 調 査 船：くろしお（260ﾄﾝ）

【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H20年の漁獲量はムツ：7.9トン，メダイ：16.0トンであった（図１）。H17年以降１漁協分を集計に加えたため，16年以前と17年以降に分けて分析すると，16年までは両種とも減少傾向であった。17年以降

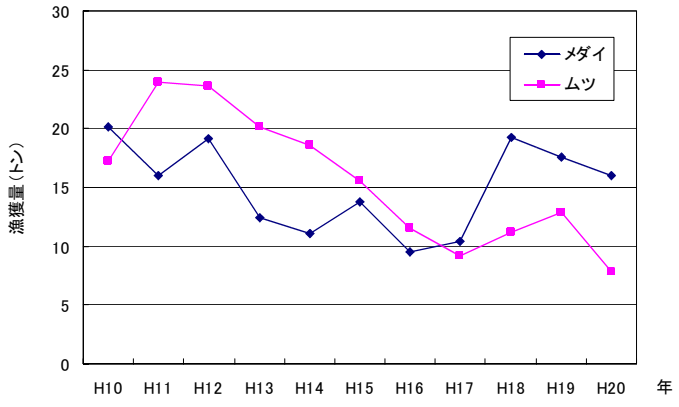


図1　奄美海域におけるムツ･メダイの漁獲量の推移
※H17以降1漁協分を集計に加えた

は，ムツは19年まで増加傾向であったが20年は減少し，H10年以降の最低水準となった。メダイは18年に増加傾向を示したあと減少傾向となった。

(2)　精密測定調査

今年度，ムツ：177尾，メダイ：95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，ムツは10月～3月，メダイは11月～２月と推定される（図２・３，６・７）。

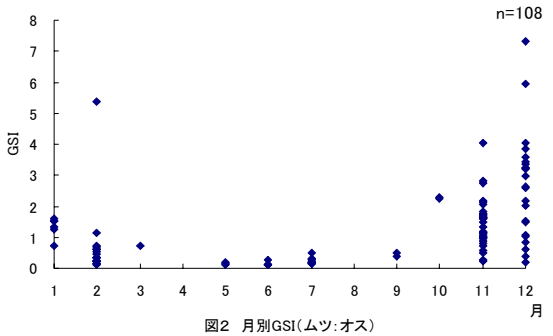


図2　月別GSI(ムツ:オス)

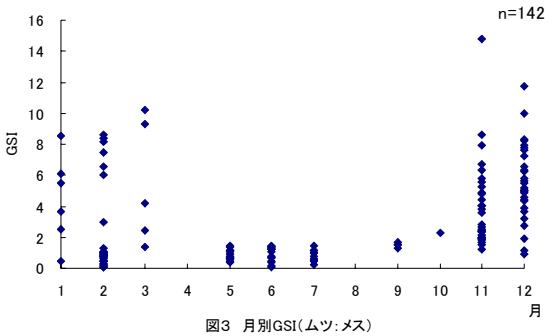


図3　月別GSI(ムツ:メス)

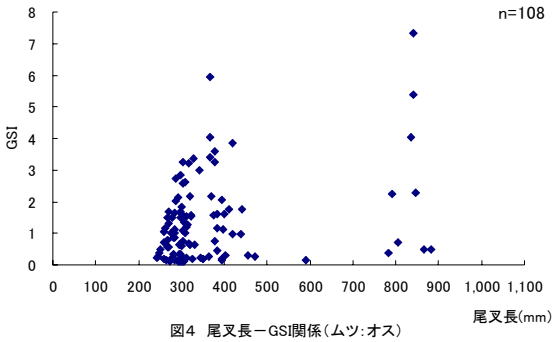


図4　尾叉長－GSI関係(ムツ:オス)

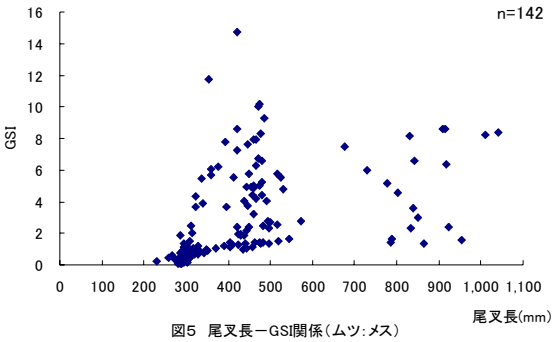


図5　尾叉長－GSI関係(ムツ:メス)

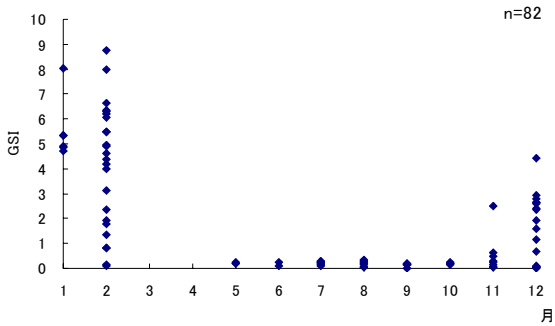


図6　月別GSI(メダイ:オス)

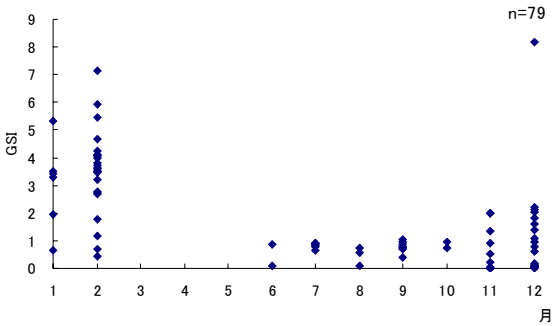


図7　月別GSI(メダイ:メス)

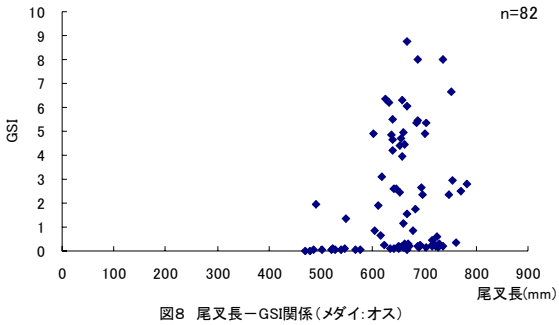


図8　尾叉長－GSI関係(メダイ:オス)

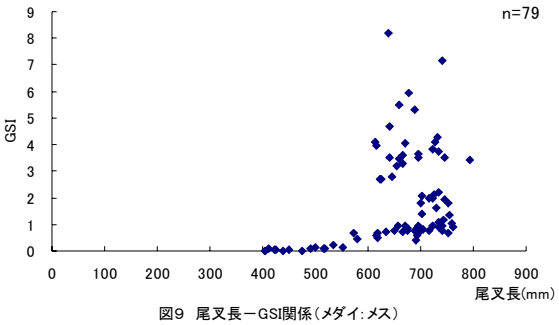


図9　尾叉長－GSI関係(メダイ:メス)

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）。

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。

2　試験操業調査

低利用資源として期待されたキンメダイのほか，キンメダイ類としてナンヨウキンメ，フウセンキンメ，その他有用種としてムツ，メダイ等が漁獲された。操業結果は下表のとおり。

表１　平成20年度キンメダイ資源調査結果

操業番号	月日	漁　場	投縄開始位置	操業水深（m）	漁　獲　物（尾－ｋｇ）				
					ｷﾝﾒ類*	ム　ツ	メダイ	サメ類	その他
1	11/18	喜界島南東	N 28° -13.0’ E130° -06.5’	600～795				20- 7.3	8- 28.9
2	11/18	〃	N 28° -13.1’ E130° -05.3’	364～465				79- 91.1	14- 24.2
3	11/19	喜界島東	N 28° -16.1’ E130° -07.1’	465～645	1- 0.6	1- 1.4		72-139.8	9- 17.3
4	11/20	喜界島南	N 28° -11.1’ E129° -57.6’	498～520		2- 3.2		63- 28.9	4- 6.5
5	11/20	喜界島南西	N 28° -08.9’ E129° -50.1’	560～493				88-104.3	3- 0.7
6	11/21	横当島南西	N 28° -39.5’ E128° -42.4’	730～697				13- 4.5	7- 5.8
7	11/21	〃	N 28° -37.4’ E128° -41.2’	670～570	42-48.1	10- 9.5	1- 7.7	31- 11.5	10- 14.3
8	11/22	〃	N 28° -35.9’ E128° -46.6’	550～670	3- 5.4	2-13.2		43- 20.6	4- 2.2
9	11/22	〃	N 28° -32.7’ E128° -47.2’	420～518		4- 9.3		13- 17.1	6- 12.8
１０	11/23	横当島北西	N 28° -51.4’ E128° -54.3’	552～594				30- 6.7	24- 13.8
１１	11/23	〃	N 28° -49.2’ E128° -56.1’	660～617				18- 6.8	5- 7.6
１２	11/24	横当島南西	N 28° -37.2’ E128° -53.4’	752～700				23- 15.1	6- 3.6
１３	11/24	〃	N 28° -36.8’ E128° -50.8’	546～651	6- 5.8	3- 4.0	4-25.6	39- 14.8	3- 1.2
１４	11/25	横当島東	N 28° -46.4’ E129° -18.0’	819～804				37- 21.4	
合　計					52-59.9	22-40.6	5-33.3	569-489.9	103-138.9

*キンメ類内訳：キンメダイ（37-42.6），フウセンキンメ（13-12.0），ナンヨウキンメ（2-5.3）

総漁獲尾数及び重量は751尾，762.6kgであった。キンメダイ類，ムツ，メダイのほか，有用種としてハマダイ（7-16.4），ユメカサゴ（4-3.5），ハナフエダイ（6-3.1）が漁獲され，有用種はのべ96尾156.8kgであった。特に横当島南西沖（旧式ゾネの北5～8ﾏｲﾙ）において，キンメダイ類，ム

ツ，メダイの漁獲が多かった。

キンメダイ類が漁獲された４回の操業は，いずれも水深600m前後（水温8℃前後）であった。昨年度調査でナンヨウキンメの漁獲があった操業も同様に水深600m前後である。

ムツはキンメダイ類より広範囲，広水深帯（420～670m）で漁獲された。

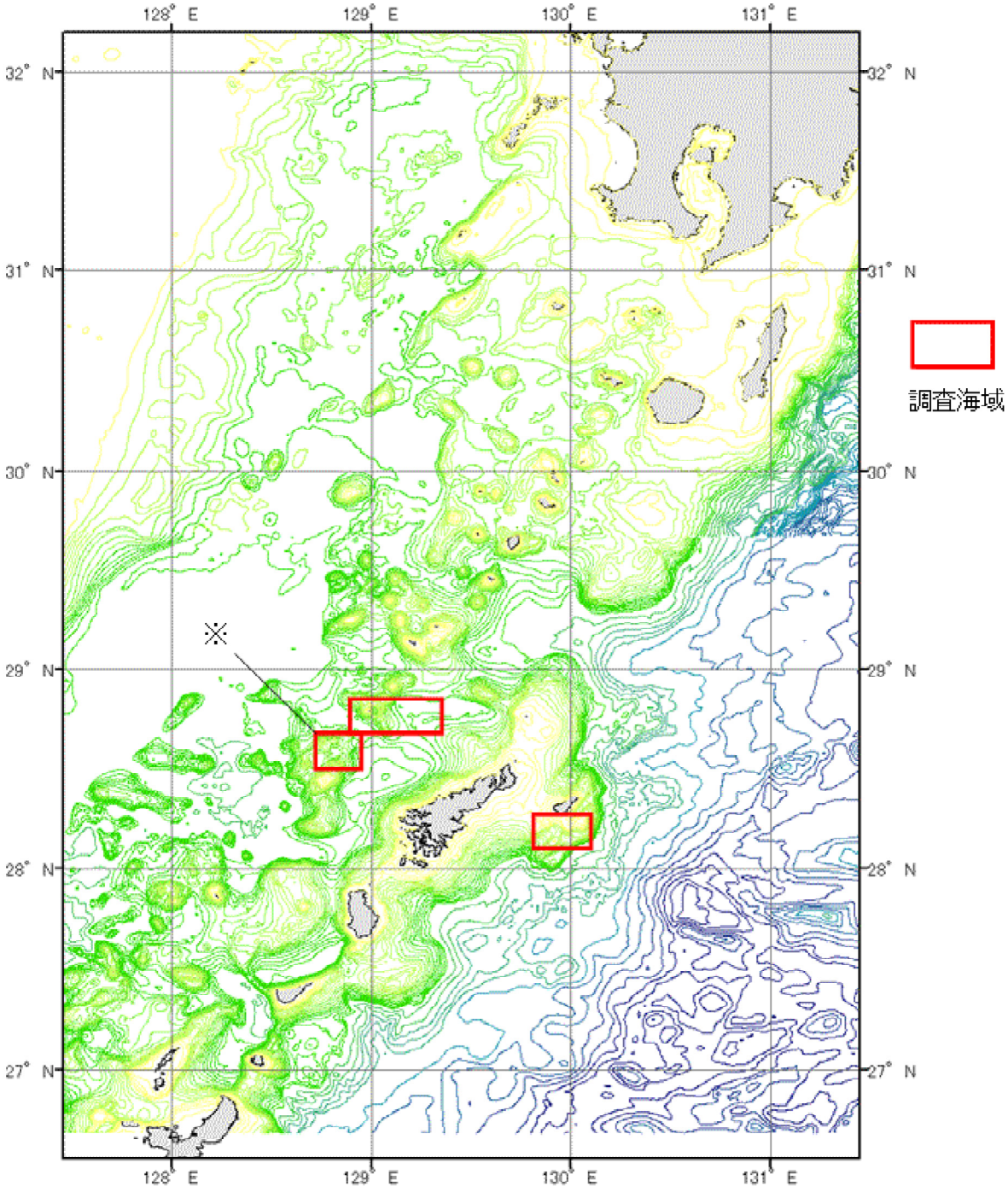


図10　キンメダイ資源調査（平成20年度）調査海域

※キンメダイ類，ムツ，メダイの漁獲が多かった海域

豊かな海づくり広域連携事業－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】

⑴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。

⑵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。

⑶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。

⑷放流効果推定

平成19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19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。

⑸放流種苗の健苗性試験

県内全体の混獲率（尾数比）は平成14年以降は10％を下回る状況であり，平成12年から海面生簀での中間育成を中止したことが混獲率低下の要因の一つと考えられることから，陸上飼育と海面生簀飼育における放流種苗の健全性に関する比較試験を行った。

⑹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20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	229	13	5.7%	216.4	22.5	10.4%
	A2	錦江	1,351	61	4.5%	1561.1	174.7	11.2%
	A3	福山	0	0	0.0%	0.0	0.0	0.0%
	A4	牛根	3,202	113	3.5%	3158.2	248.4	7.9%
	A5	新島	903	17	1.9%	670.1	31.2	4.7%
	A6	西桜島	2,960	40	1.4%	3001.4	86.6	2.9%
	A7	東桜島	386	1	0.3%	407.5	0.2	0.1%
	A8	鹿児島市	7,275	93	1.3%	6764.5	188.5	2.8%
	湾奥計		16,306	338	2.1%	15779.2	752.0	4.8%
湾央域	B1	谷山	2,728	76	2.8%	2591.2	125.8	4.9%
	B2	喜入	958	27	2.8%	979.7	54.4	5.6%
	B3	岩本	1,464	17	1.2%	1049.1	19.4	1.9%
	B4	指宿	2,920	60	2.1%	4205.1	107.5	2.6%
	B5	山川	1,969	29	1.5%	2298.9	49.1	2.1%
	B6	垂水	86	1	1.2%	139.6	0.5	0.4%
	B7	鹿屋	295	15	5.1%	460.6	19.2	4.2%
	B8	佐多	57	4	7.0%	96.0	13.9	14.5%
	B9	根占	163	2	1.3%	229.5	0.7	0.3%
	B10	大根占	974	11	1.1%	1135.5	17.1	1.5%
	湾央計		11,604	242	2.1%	13185.2	407.5	3.1%
	湾内計		27,910	580	2.1%	28964.4	1159.6	4.0%
佐多～南薩域	C1	佐多岬	167	0	0.0%	307.7	0.0	0.0%
	C2	かいあい	829	5	0.6%	629.6	5.7	0.9%
	C3	枕崎	1,071	30	2.8%	505.6	42.3	8.4%
	C4	坊泊	1,888	59	3.1%	878.2	102.3	11.6%
	C5	秋目	811	26	3.2%	492.1	36.2	7.4%
	C6	野間池	755	3	0.4%	722.3	4.0	0.6%
	C7	久志	888	38	4.3%	451.4	58.5	13.0%
	佐多～南薩計		6,409	161	2.5%	3986.9	249.0	6.2%
西北薩域	D1	吹上	0	0		0.0	0.0	
	D2	笠沙	0	0		0.0	0.0	
	D3	加世田	61	1	2.0%	99.8	3.3	3.3%
	D4	串木野	4,216	19	0.5%	6925.0	42.8	0.6%
	D5	川内	15,082	46	0.3%	12210.1	61.2	0.5%
	D6	阿久根	13,883	70	0.5%	11005.3	54.8	0.5%
	D7	出水	118	1	0.8%	101.2	1.7	1.7%
	D8	甑島	3,017	10	0.3%	4234.5	12.7	0.3%
	D9	市来	0	0	－	0.0	0.0	－
	D10	東町	2,353	27	1.1%	1902.5	49.2	2.6%
	西北薩計		38,720	174	0.4%	36478.4	225.7	0.6%
熊毛域	E1	西之表	12	0	0.0%	43.4	0.0	0.0%
	E2	中種子	2	0	0.0%	11.2	0.0	0.0%
	E3	南種子	1	0	－	3.7	0.0	－
	E4	上屋久	19	0	0.0%	76.8	0.0	0.0%
	E5	屋久町	43	0	0.0%	99.3	0.0	0.0%
	E6	三島村	31	0	－	38.4	0.0	－
	熊毛計		108	0	0.0%	272.8	0.0	0.0%
志布志湾	F1	志布志	574	4	0.7%	578.6	8.2	1.4%
	F2	東串良	31	0	0.0%	70.1	0.0	0.0%
	F3	高山	8	0	0.0%	32.1	0.0	0.0%
	F4	内之浦	5,755	14	0.2%	7032.5	24.3	0.3%
	志布志湾計		6,368	18	0.3%	7713.3	32.4	0.4%
	熊毛を除く湾外計		51,497	353	0.7%	48178.6	507.1	1.1%
	合計		79,515	933	1.2%	77415.8	1666.7	2.2%

【結果及び考察】

(1)鼻孔連結魚(鼻孔隔皮欠損魚)出現率調査

県栽培漁業協会で生産された人工種苗224尾を調査したところ，鼻孔連結魚は165尾で，鼻孔連結魚出現率は73.7%となった（表２）。

表2　鼻孔連結魚出現率調査結果

調査期間	H20.8.7
調査尾数	224
連結魚数	165
出現率	73.7%

(2)放流魚(鼻孔連結魚)混獲状況調査

海域別の混獲率を表１，過去13年間の放流魚混獲率の推移を表３－１・２に示す。

各市場で調査したマダイは79,515尾，総重量は77,415.8kgであった。そのうち，放流魚（鼻孔連結魚）は933尾(混獲率1.2%)，1,666.7kg（混獲率2.2%）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2.69%，湾央2.70%，佐多～南薩3.25%，西北薩0.58%，志布志湾0.37%，重量比では湾奥6.17%，湾央4.00%，佐多～南薩8.09%，西北薩0.80%，志布志湾0.54%となった（表３－１・２）。

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70㎜から55㎜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。

表3－1　放流マダイ混獲率の推移(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

表3－2　放流マダイ混獲率の推移(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

*平成8年度以降の湾外計は熊毛海域を含まない。

(3)年齢組成推定

年齢組成推定結果を表４・図１に示す。

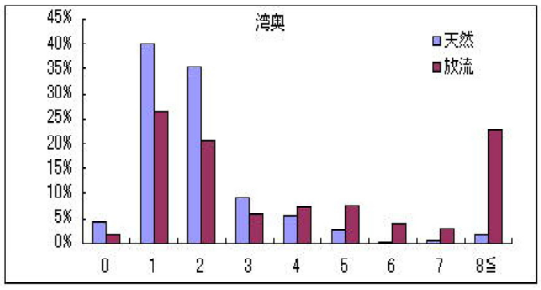
各海域の年齢組成をみると，モードはそれぞれ湾奥：１歳魚，湾央：２歳魚，佐多～南薩：２歳魚，西北薩：１歳～２歳魚，熊毛：１歳魚，志布志湾：２歳魚にある。また，マダイの寿命は20歳かそれ以上と考えられており，8歳以上の高齢魚の漁獲も多い（表４・図１）。

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[1)]，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20年度市場調査魚海域別年齢組成

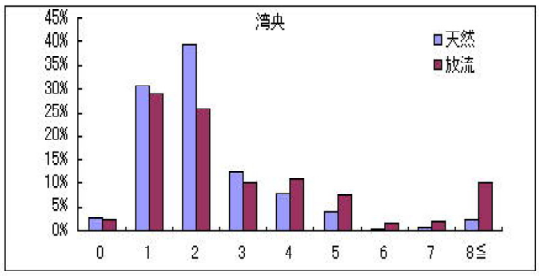
A(湾奥)

	尾数			比率1			比率2		
年齢	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	703	4	707	4.31%	0.03%	4.34%	4.37%	1.90%	4.34%
1	6,421	62	6,482	39.38%	0.38%	39.75%	39.94%	26.63%	39.75%
2	5,717	48	5,765	35.06%	0.29%	35.36%	35.57%	20.66%	35.36%
3	1,469	14	1,482	9.01%	0.08%	9.09%	9.14%	5.86%	9.09%
4	863	17	880	5.29%	0.10%	5.39%	5.37%	7.28%	5.39%
5	463	18	481	2.84%	0.11%	2.95%	2.88%	7.73%	2.95%
6	54	9	64	0.33%	0.06%	0.39%	0.34%	4.11%	0.39%
7	78	7	86	0.48%	0.05%	0.53%	0.49%	3.10%	0.53%
8≦	307	52	359	1.88%	0.32%	2.20%	1.91%	22.66%	2.20%
合計	16,075	231	16,306	98.58%	1.42%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



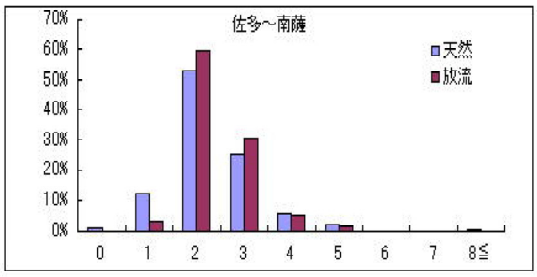
B(湾央)

	尾数			比率1			比率2		
年齢	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	304	3	308	2.62%	0.03%	2.65%	2.65%	2.38%	2.65%
1	3,514	41	3,556	30.29%	0.36%	30.64%	30.66%	29.23%	30.64%
2	4,520	36	4,556	38.95%	0.31%	39.26%	39.43%	25.77%	39.26%
3	1,421	14	1,435	12.24%	0.12%	12.37%	12.40%	10.23%	12.37%
4	883	15	898	7.61%	0.13%	7.74%	7.70%	10.93%	7.74%
5	455	11	465	3.92%	0.09%	4.01%	3.97%	7.52%	4.01%
6	41	3	44	0.36%	0.02%	0.38%	0.36%	1.78%	0.38%
7	76	3	79	0.65%	0.03%	0.68%	0.66%	2.06%	0.68%
8≦	249	14	264	2.15%	0.12%	2.27%	2.17%	10.09%	2.27%
合計	11,463	141	11,604	98.78%	1.22%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



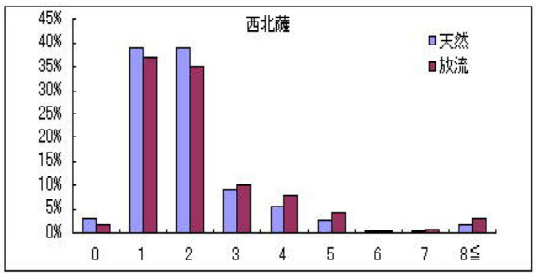
C(佐多～南薩)

	尾数			比率1			比率2		
年齢	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	47	0	47	0.74%	0.00%	0.74%	0.75%	0.00%	0.74%
1	758	5	763	11.82%	0.08%	11.90%	12.13%	3.28%	11.90%
2	3,326	96	3,422	51.89%	1.50%	53.39%	53.23%	59.44%	53.39%
3	1,582	50	1,632	24.68%	0.77%	25.45%	25.32%	30.60%	25.45%
4	339	8	347	5.29%	0.12%	5.42%	5.43%	4.92%	5.42%
5	139	3	142	2.17%	0.04%	2.21%	2.22%	1.73%	2.21%
6	6	0	6	0.09%	0.00%	0.09%	0.09%	0.01%	0.09%
7	12	0	12	0.19%	0.00%	0.19%	0.19%	0.02%	0.19%
8≦	39	0	39	0.61%	0.00%	0.61%	0.62%	0.01%	0.61%
合計	6,248	162	6,410	97.47%	2.53%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



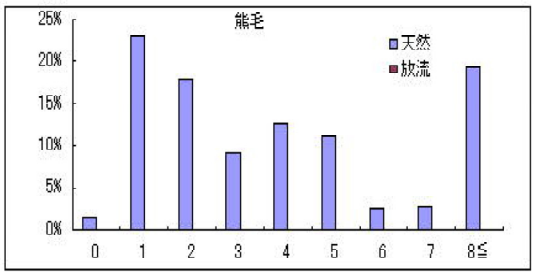
D(西北薩)

	尾数			比率1			比率2		
年齢	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	1,081	3	1,084	2.79%	0.01%	2.80%	2.81%	1.75%	2.80%
1	14,954	64	15,018	38.62%	0.17%	38.79%	38.79%	36.88%	38.79%
2	15,047	61	15,108	38.86%	0.16%	39.02%	39.04%	35.08%	39.02%
3	3,495	18	3,513	9.03%	0.05%	9.07%	9.07%	10.21%	9.07%
4	2,076	14	2,090	5.36%	0.03%	5.40%	5.39%	7.77%	5.40%
5	1,014	7	1,021	2.62%	0.02%	2.64%	2.63%	4.20%	2.64%
6	96	1	97	0.25%	0.00%	0.25%	0.25%	0.46%	0.25%
7	188	1	189	0.48%	0.00%	0.49%	0.49%	0.69%	0.49%
8≦	595	5	600	1.54%	0.01%	1.55%	1.54%	2.95%	1.55%
合計	38,546	174	38,720	99.55%	0.45%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



E(熊毛)

	尾数			比率1			比率2		
年齢	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	2	0	1.71	1.58%	0.00%	1.58%	1.58%	0.00%	1.58%
1	25	0	24.79	22.96%	0.00%	22.96%	22.96%	0.00%	22.96%
2	19	0	19.44	18.00%	0.00%	18.00%	18.00%	0.00%	18.00%
3	10	0	9.85	9.12%	0.00%	9.12%	9.12%	0.00%	9.12%
4	14	0	13.70	12.69%	0.00%	12.69%	12.69%	0.00%	12.69%
5	12	0	11.98	11.09%	0.00%	11.09%	11.09%	0.00%	11.09%
6	3	0	2.74	2.54%	0.00%	2.54%	2.54%	0.00%	2.54%
7	3	0	2.96	2.74%	0.00%	2.74%	2.74%	0.00%	2.74%
8≦	21	0	20.83	19.28%	0.00%	19.28%	19.28%	0.00%	19.28%
合計	108	0	108	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%



F(志布志湾～大隅東)

	尾数			比率1			比率2		
年齢	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	136	1	137	2.13%	0.01%	2.14%	2.14%	3.73%	2.14%
1	2,015	3	2,019	31.59%	0.05%	31.64%	31.68%	18.37%	31.64%
2	2,260	7	2,266	35.42%	0.10%	35.52%	35.52%	37.09%	35.52%
3	832	2	834	13.04%	0.04%	13.08%	13.07%	13.53%	13.08%
4	542	1	544	8.50%	0.02%	8.52%	8.52%	8.25%	8.52%
5	309	1	311	4.85%	0.02%	4.87%	4.86%	6.83%	4.87%
6	35	0	35	0.55%	0.00%	0.56%	0.55%	1.27%	0.56%
7	50	0	50	0.78%	0.00%	0.78%	0.79%	0.15%	0.78%
8≦	182	2	184	2.86%	0.03%	2.89%	2.87%	10.79%	2.89%
合計	6,362	18	6,380	99.72%	0.28%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

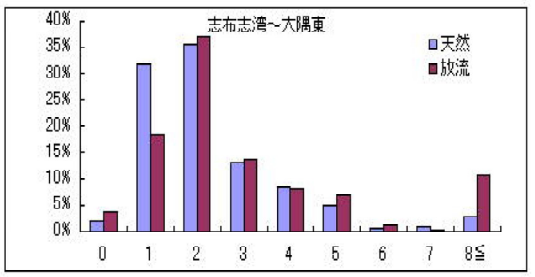


図1　平成20年度市場調査魚年齢組成

(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11年度放流群を例に取ると，放流尾数504千尾に対し，平成19年度までの回収尾数は10,243尾で，回収率は2.03%となった。また，回収重量は約7,372.2kg，回収金額は約10百万円となり，事業経費16,251千円に対する経済効果は約0.62倍と推定された。

同じく鹿児島湾外各域の平成11年度放流マダイの平成19年度までの累積回収状況は，佐多～南薩海域では，放流尾数224千尾に対し回収尾数773尾で回収率0.35%，回収重量約705.7kg，回収金額959.6千円，事業経費7,223千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476千尾に対し回収尾数2,452尾で回収率0.52%，回収重量約1,624.8kg，回収金額2,209千円，事業経費15,348千円に対する経済効果は約0.14倍，熊毛海域では放流尾数140千尾に対し回収尾数は16尾で回収率0.01%，回収重量約28.8kg，回収金額39千円，事業経費4,514千円に対する経済効果は約0.01倍，志布志湾海域では放流尾数140千尾に対し回収尾数278尾で回収率0.20%，回収重量約173.1kg，回収金額235千円，事業経費4,514千円に対する経済効果は約0.05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11年度放流群)

放流経費(千円)		¥16,251			
放流尾数(千尾)		504	鼻孔連結補正	平均体重(kg)	回収重量(kg)
鼻孔連結出現率		86.2%			
再捕年度・尾数	H11	943	1,094	0.02	26.1
	H12	3,881	4,502	0.19	856.8
	H13	2,102	2,439	0.54	1,315.9
	H14	647	751	1.05	789.2
	H15	462	536	1.69	904.2
	H16	237	275	2.40	661.2
	H17	97	113	3.17	356.4
	H18	62	72	3.94	282.2
	H19	399	463	4.71	2,180.2
	合計	8,830	10,243		7,372.2
平均単価					¥1,359.8
回収金額					¥10,024,748
回収率(＝回収尾数／放流尾数)					2.03%
経済効果(＝回収金額／事業経費)					0.62

佐多～南薩海域(平成11年度放流群)

事業経費(千円)		¥7,223			
放流尾数(千尾)		224	鼻孔連結補正	平均体重(kg)	回収重量(kg)
鼻孔連結出現率		86.2%			
再捕年度・尾数	H11	9	10	0.02	0.2
	H12	118	137	0.19	26.1
	H13	277	321	0.54	173.4
	H14	123	143	1.05	150.0
	H15	86	100	1.69	168.3
	H16	36	42	2.40	100.4
	H17	0	0	3.17	0.0
	H18	10	12	3.94	46.3
	H19	7	9	4.71	40.9
	合計	667	773		705.7
平均単価					¥1,359.8
回収金額					¥959,586
回収率(＝回収尾数／放流尾数)					0.35%
経済効果(＝回収金額／事業経費)					0.13

西北薩海域(平成11年度放流群)

事業経費(千円)		¥15,348			
放流尾数(千尾)		476	鼻孔連結補正	平均体重(kg)	回収重量(kg)
鼻孔連結出現率		86.2%			
再捕年度・尾数	H11	33	38	0.02	0.9
	H12	1035	1,201	0.19	228.5
	H13	606	703	0.54	379.4
	H14	135	157	1.05	164.7
	H15	135	157	1.69	264.2
	H16	113	131	2.40	315.2
	H17	15	17	3.17	55.1
	H18	12	13	3.94	52.7
	H19	30	35	4.71	164.0
	合計	2,114	2,452		1,624.8
平均単価					¥1,359.8
回収金額					¥2,209,421
回収率(＝回収尾数／放流尾数)					0.52%
経済効果(＝回収金額／事業経費)					0.14

熊毛海域(平成11年度放流群)

事業経費(千円)		¥4,514			
放流尾数(千尾)		140	鼻孔連結補正	平均体重(kg)	回収重量(kg)
鼻孔連結出現率		86%			
再捕年度・尾数	H11	2	2	0.02	0.1
	H12	0	0	0.19	0.0
	H13	5	6	0.54	3.1
	H14	0	0	1.05	0.0
	H15	3	3	1.69	5.9
	H16	0	0	2.40	0.0
	H17	1	1	3.17	3.3
	H18	0	0	3.94	0.0
	H19	3	3	4.71	16.4
	合計	14	16		28.8
平均単価					¥1,359.8
回収金額					¥39,118
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)					0.01

志布志湾海域(平成11年度放流群)

事業経費(千円)		¥4,514			
放流尾数(千尾)		140	鼻孔連結補正	平均体重(kg)	回収重量(kg)
鼻孔連結出現率		86.2%			
再捕年度・尾数	H11	18	21	0.02	0.5
	H12	82	95	0.19	18.1
	H13	100	116	0.54	62.6
	H14	19	22	1.05	23.2
	H15	6	7	1.69	11.7
	H16	6	7	2.40	16.7
	H17	5	6	3.17	18.4
	H18	0	0	3.94	0.0
	H19	4	5	4.71	21.9
	合計	240	278		173.1
平均単価					¥1,359.8
回収金額					¥235,391
回収率(＝回収尾数／放流尾数)					0.20%
経済効果(＝回収金額／事業経費)					0.05

(5)放流種苗の健苗性試験

供試魚は県栽培漁業協会において種苗生産された平均全長32.5㎜のマダイ稚魚を使用した。

陸上飼育試験用として県栽培協会では32トン陸上水槽に，海面生簀飼育試験用として鹿児島県水産技術開発センターの網生簀（3.6×3.6×2.5m=32.4ｔ）にそれぞれ22,000尾を収容し，放流サイズである全長約70㎜までの成長を目安として6月12日～7月26日の45日間飼育した。なお，給餌量はどちらも試験開始時は魚体重の15%給餌から開始し，70㎜サイズで10%給餌となるよう自動給餌機で給餌した。

（試験結果）

①生残率

試験終了時の生残率は陸上飼育で90.6%，海面生簀飼育では88.6%となった。また，平均全長は陸上飼育で71.1㎜，海面生簀飼育では71.6㎜となり，ほぼ同様の飼育結果となった。

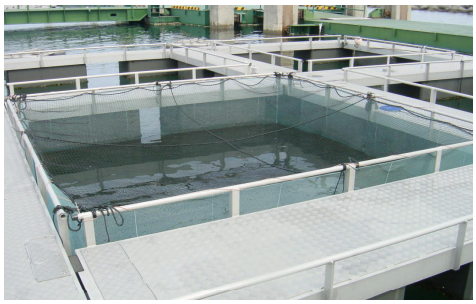


写真１　海面生簀飼育

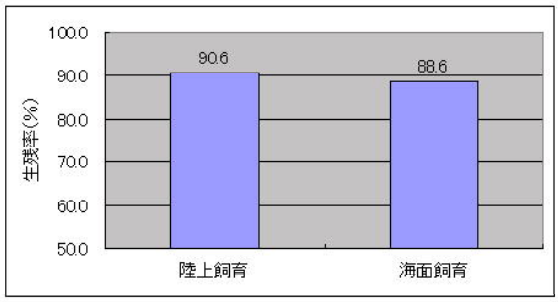
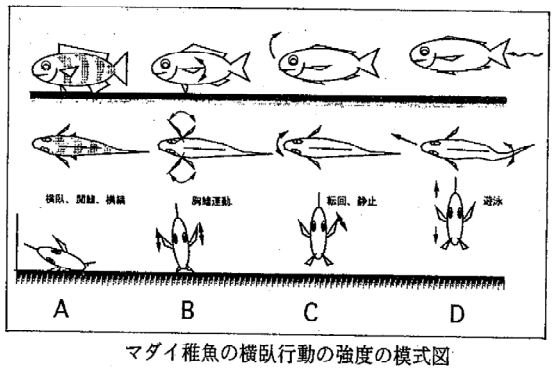


図２　両試験区の生残率

②横臥行動の比較

県栽培協会で飼育した300尾を水産技術開発センターに搬送して陸上の１ｔパンライト水槽に収容したものを試験区１，水産技術開発センターの海面生簀で飼育した300尾を陸上の１ｔパンライト水槽に移したものを試験区２，海面生簀の継続飼育を試験区３とした。

放流魚は自然界において暫くはうまく摂餌行動をとれず，ある程度飢餓状態に陥ると想定して無給餌で飼育し，１週間毎に室内の10L容ポリバケツに収容し，横臥行動の判定を行った。横臥行動は内田ら[2)]（1993）や(社)日本栽培漁業協会[3)]（1996内田らの改変）の方法に準じて，タモ網で威嚇することにより生じたマダイ種苗の横臥傾向の強い順に「A」，「B」，「C」，「D」の４段階に区別し，各試験区の出現割合の比較を行った。



マダイ稚魚の横臥行動の強度の模式図

A＞B＞C＞D（内田ら[1)] 1993を改変）

図３　横臥行動の模式図(日栽協報告書1996より)

その結果，試験区１，２においてパンライト水槽に収容直後の行動を観察したところ，試験区１では収容直後に水槽を満遍なく遊泳する行動をとった。一方，試験区２では収容直後は水槽の下層に固まり，横臥行動時に見られる横縞模様を示す個体が多く出現し，活発に遊泳する行動は示さなかった（写真２，３）。しかし，この状態は長くは続かず２日目からは試験区１と同様に水槽を満遍なく遊泳した。

写真２　試験区１（陸上→陸上）収容直後

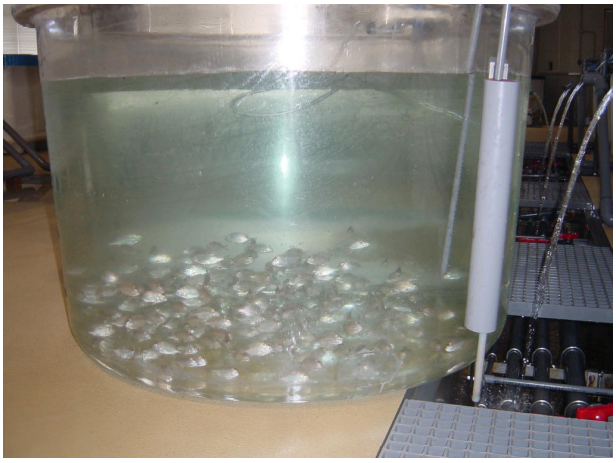


写真３　試験区２（海面→陸上）収容直後

次に，各試験区ごとに約３０尾ずつポリバケツに収容し，横臥行動の判定を行った(写真４，５，６)。その結果，試験区１では容器の底で強い横臥行動を示す個体はほとんど無く，飼育期間の後半に10%程度出現するにとどまった。また，ほとんどの個体は容器の中で遊泳状態にあった。試験区２では容器の底で静止し，胸鰭のみを動かす行動や，強い横臥行動を示す個体が増加し，行動AまたはBを示す割合が10～40%となった。試験区３では，行動AまたはBを示す個体が多く出現し，横縞模様を呈し，容器の底で静止している個体も20～30%を占めた。22日目までは行動AまたはBで80%近くを占めたが，28日目になると容器の中層で遊泳する個体が増加した(図４)。

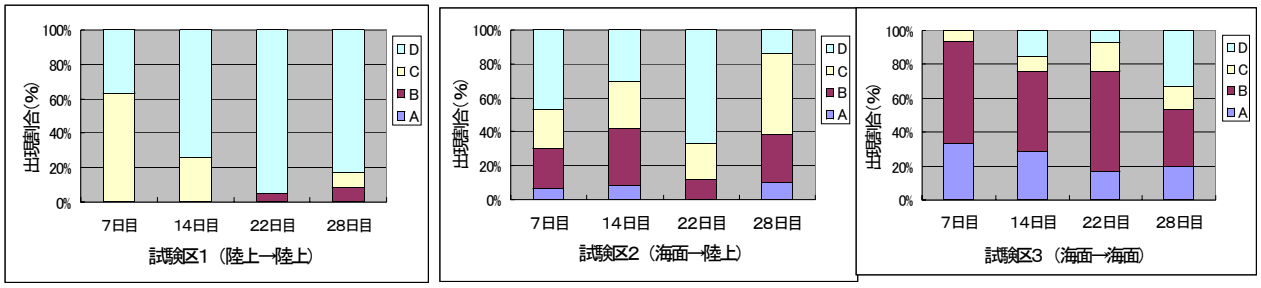


図４　各試験区の行動パターン出現

写真４　試験区１(陸上→陸上)

遊泳状況：底部で静止せず，常に遊泳行動を示す。

体　色　等：特に目立った模様は呈せず。

写真５　試験区２(海面→陸上)

遊泳状況：底部で横臥行動や静止している個体が目立つようになる。

体　色　等：横臥行動を示す個体は縞模様を呈す。

写真６　試験区３　（海面で継続飼育）
遊泳状況：底部に静止し，ほとんど動かず。
体　色　等：強い横縞模様を示す個体が多かった。

③干出試験

横臥行動比較試験用の試験区１～３で飼育している稚魚を供試魚とした。

網カゴに試験魚約３０尾を収容し，約20分間静止後，空中に３分間干出し，元の水槽に戻し生残率を比較した。なお津村（1996）の事例を基に蘇生の有無の基準を10分間とした(図５，写真７)。

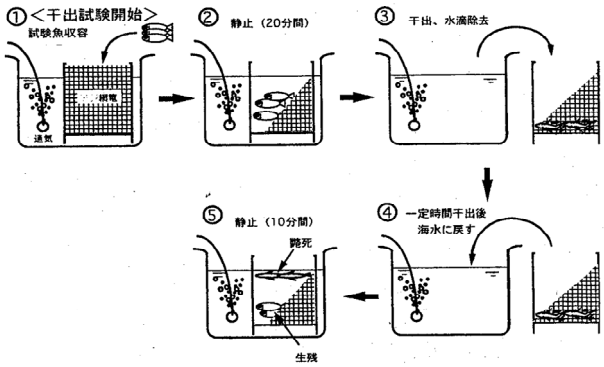


図５　マダイ種苗の干出試験実施模式図

写真７　干出試験の様子

試験区１は７日目の生残率は37%であったが，14日目には８%まで低下した。22日目には19%であったが，28日目には７%に低下した。試験区２は７日目の生残率は46%であったが，14日目以降は10%以下で推移した。試験区３は７日目は40%であったが，14日目，22日目は低下したものの，他の試験区よりも生残率は高くそれぞれ23%，32%で推移した。しかし，28日目は他の試験区と同様の生残率となった(図６)。

また，28日目のみ２分間の干出試験を実施したところ，試験区１では生残率は17%のみであったが，試験区２では63%，試験区３では100%となり，海面飼育を行うほど生残率が高くなる結果となった(図７)。

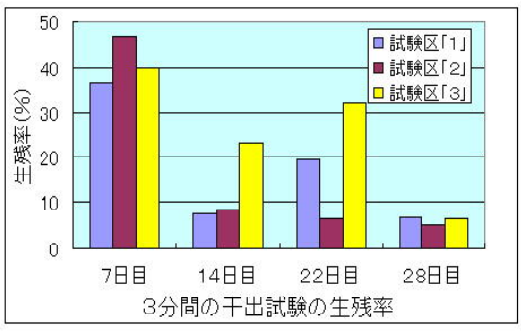


図６　３分間干出試験結果

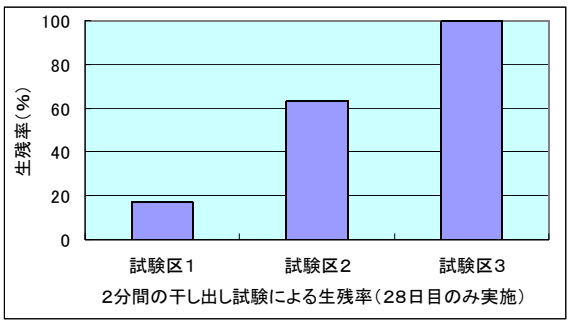


図７　２分間干出試験結果

④肥満度の比較

陸上飼育下と海面飼育下で無給餌飼育にる肥満度の違いを見るため，試験開始時及び無給餌で28日間飼育した試験終了時に各試験30尾ずつを測定し，肥満度を体重(g)/全長(cm)^3×1000により算出した。その結果試験開始時は各試験区とも20.22であり，試験終了時は14.72～14.74となった。海面生簀で飼育した場合，網に付着した微生物等を捕食すると考えられるが，陸上飼育と比較しても差はない結果となった(図８)。

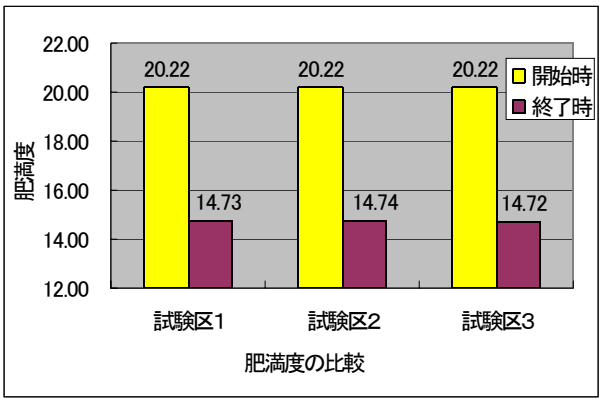


図８　肥満度の推移

⑤考察

ア　陸上飼育と海面飼育では飼育密度や給餌量の同条件下では，生残率，成長ともに差はなかった。

イ　横臥試験前にパンライト水槽に収容して観察したところ，海面生簀からパンライト水槽に収容した直後の稚魚は，底部に潜降・静止し，一部の個体には横臥行動特有の横縞模様を呈する個体も散見された。しかし，陸上飼育からパンライト水槽に収容した稚魚は，底部で静止せず直ちに遊泳行動をとった。北島ら[4)](1993)は横臥傾向の強い個体は放流時の刺激に強い警戒反応を示し，速やかに潜降・着底するが，横臥傾向の弱い個体は警戒心が弱く物陰に隠れたり静止するような外界に注意を払わず，外敵に捕食されやすいと述べている。これらのことから海面生簀で中間育成を経て横臥行動を示すような個体は警戒心が強く，放流直後も暫くは海底で静止し，直ぐには遊泳行動を行わないと思われた。このことから陸上飼育よりも自然界の環境に近い海面飼育を行うことで外敵に対する警戒心を保つことができるものと考えられた。

ウ　横臥試験の結果，海面生簀飼育の稚魚または海面生簀飼育を経験した稚魚は陸上飼育魚よりも横臥行動をとる個体が多かった。また，海面生簀飼育魚は横臥行動の特徴である体表に強い横縞模様を呈した個体もあった。日本栽培漁業協会の生産力応用技術開発報告(1996)によれば横臥傾向は集約的飼育よりも粗放的飼育の方が強く出現し，「横臥行動が強い種苗は，正常な行動をとる種苗である」と指摘している。今回の結果からも海面生簀飼育の方が強い横臥行動を示したことから，海面飼育を行うことで正常な種苗に近づけることが示唆された。

エ　３分間干出試験の結果，各試験区とも日数の経過とともに生残率は低下するが，試験終了時点で行った２分間干出試験では，肥満度は相違ないものの海面飼育の方が生残率は高かった。丸山ら[5)]は粗放的に飼育された種苗は集約的に飼育された種苗よりも活力や体力などが優り，干出試験による耐性が強いと指摘しており，今回の試験結果からも粗放的飼育に近い海面飼育の方が干出に対する耐久性が高いことが示唆された。

オ　以上のことから，陸上中間飼育から直接放流するより，海面での中間飼育を行うことで種苗が持つ健全な能力を引き出すことができ，放流直後の生残率向上が図られることが考えられる。しかし，横臥行動は放流直後の正常行動を反映する指標の１つでしかないため，様々な角度から種苗の健全化を検証し，放流後の生残率の向上を検討する必要がある。

(6)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。うち鹿児島県放流分は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。なお，これまでの標識マダイ再捕状況を表４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，放流後２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２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。

表7　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	108	2,340	48.4
		(市場内分散)		2,727	52.2
		(市場間分散)		計算不能	計算不能
		95%信頼区間	13		
			203		

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	601,784	25,543,596,260	159,823.6
		(市場内分散)		4,422,871,958	66,504.7
		(市場間分散)		21,120,724,302	145,329.7
		95%信頼区間	288,529		
			915,038		

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

参考文献

1)亀田佳明(2003)　鹿児島湾産マダイの成長，成熟及び資源管理．鹿児島大学大学院水産学研究科修士学位論文

2)内田和夫・桑田博・塚本勝巳(1993)　マダイの種苗性と横臥行動．日水誌，59，991-999

3)(社)日本栽培漁業協会　生産力応用技術開発報告（1996）

4)北島力編(1993)　水産学シリーズ(93)　放流魚の健苗性と育成技術　恒星社厚生閣

5)丸山敬悟・津村誠一・森岡泰三(1986)　マダイ種苗の健全性に関する試験－１．粗放的　生産魚と集約的生産魚の比較，栽　培技研，15(2)，157-167

豊かな海づくり広域連携事業－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19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，9年に過去最高の147トンを記録した。しかし平成10年以降は各海域とも減少傾向にある。

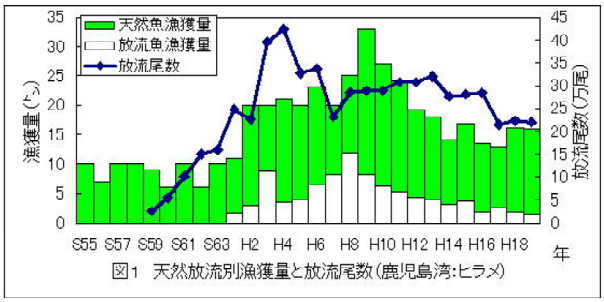


図1　天然放流別漁獲量と放流尾数（鹿児島湾:ヒラメ）

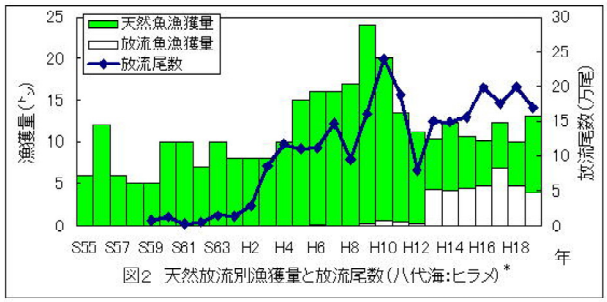


図2　天然放流別漁獲量と放流尾数（八代海:ヒラメ）*

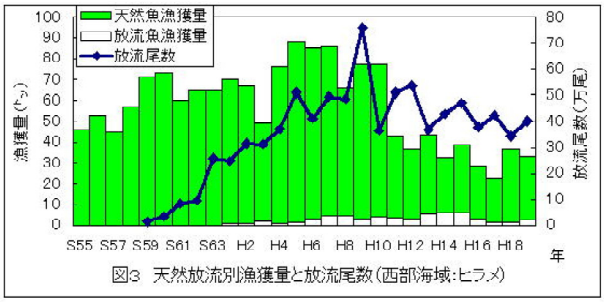


図3　天然放流別漁獲量と放流尾数（西部海域:ヒラメ）

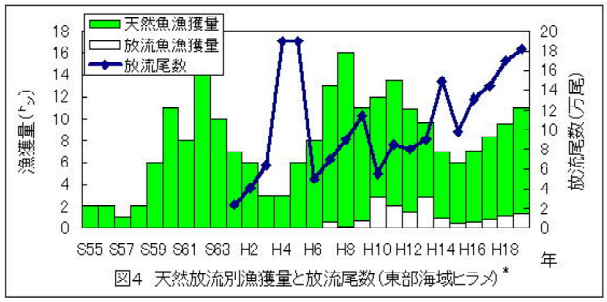


図4　天然放流別漁獲量と放流尾数（東部海域ヒラメ）*

*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，4年度は北薩と甑島，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20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，83万尾以上の放流が実施された。

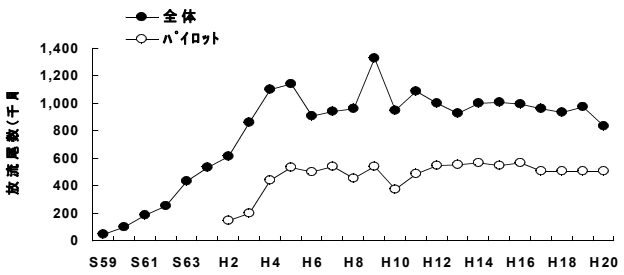


図5 ヒラメ種苗放流数の経年変化

(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184尾で，体色異常魚出現率は92.0%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	184
出現率	92%

(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。

H20年度は，尾数比で八代海が39.1%(重量比36.7%)，西部海域が6.2%(重量比7.5%)，鹿児島湾内　が11.4%(重量比10.4%)，東部海域が11.8%(重量比11.4%)となり，県全体では14.1%(重量比14.2%)　となった。

表2 海域別放流ヒラメ混獲率の推移(体色異常補正後)

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

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

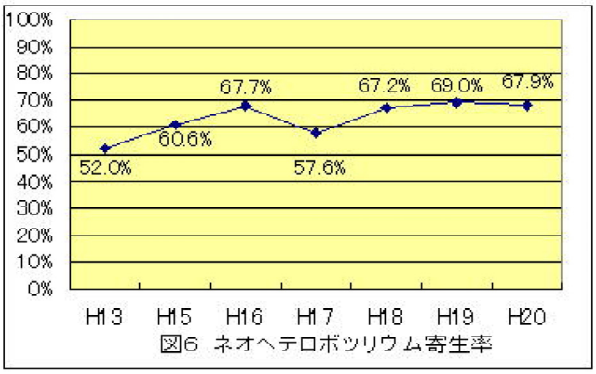


図6 ネオヘテロボツリウム寄生率

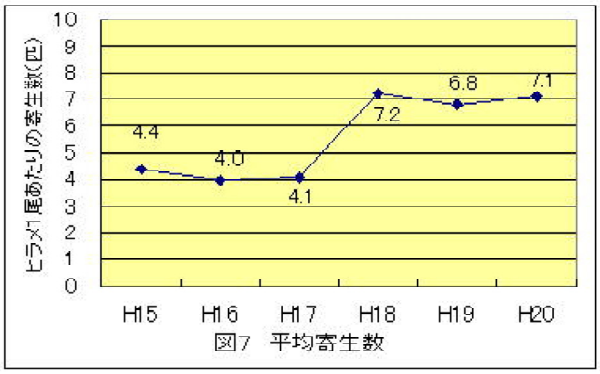


図7 平均寄生数

西薩海域で水揚げされたヒラメ131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89尾に寄生が確認され，寄生率は67.9%であった。また寄生していた89尾の１尾あたりの平均寄生数は7.1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や以前と比較して寄生率や平均寄生数は減少していないこと，さらに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。

(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20年度は８尾の標識ヒラメを確認した。うち鹿児島県放流分は２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

漁獲日	再捕場所	標識部位	TL(mm)	BW(g)	雌雄	GW(g)	放流県
H19.1.22	江口	尻鰭カット	496	1,118			H17熊本県
H19.1.25	江口	背鰭カット	430	742	♂	7.9	H17熊本県
H19.1.31	出水	背鰭カット	457	972			H17熊本県
H19.1.31	黒之浜	尻鰭カット	439	932			H17熊本県
H19.2.6	出水	背鰭カット	361	398			H17熊本県
H19.2.6	黒之浜	尾鰭カット	450	1,036			H17鹿児島県
H19.2.6	黒之浜	背鰭カット	455	926			H17熊本県
H19.2.16	江口	背鰭カット	443	761	♂	16.9	H17熊本県
H19.10.4	阿久根	尻鰭カット	476	1,152	♀	20.7	H17熊本県
H19.11.2	黒之浜	尻鰭カット	426	776	♂	1.4	H17熊本県
H19.12.6	黒之浜	尻鰭カット	455	980	♂	1.2	H17熊本県
H19.12.18	江口	背鰭カット	496	1,672	♀	23.1	H17熊本県
H20.1.25	江口	背鰭カット	588	2,256	♀	180.6	H17熊本県
H20.2.19	江口	尾鰭カット	437	866	♂	6.7	H17鹿児島県
H20.2.19	江口	尻鰭カット	462	918	♂	10.8	H17熊本県
H20.3.17	黒之浜	尾鰭カット	512	1,384	♀	36.1	H17鹿児島県
H20.3.17	黒之浜	尻鰭カット	537	1,504	♂	22.7	H17熊本県
H20.7.3	江口	尾鰭カット	426	973	♂	1.2	H17鹿児島県
H21.1.23	阿久根	尻鰭カット	470	1,120	♀	24.40	H17熊本県
H21.1.28	江口	尻鰭カット	469	1,065	♂	12.19	H17熊本県
H21.2.9	江口	尻鰭カット	465	980	♂	20.54	H17熊本県
H21.2.9	江口	背鰭カット	455	882	♂	25.36	H17熊本県
H21.2.16	阿久根	尻鰭カット	442	832	♀	－	H19鹿児島県
H21.2.24	阿久根	背鰭カット	418	757	♂	10.59	H17熊本県
H21.3.2	阿久根	背鰭カット	520	1,616	♂	31.16	H17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２カ年の経済効果は0.53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２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。

表4 ヒラメ市場調査全体の経済効果

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	0	0	0.0
		第2市場	103	0	0.6
		第3市場	3	0	0.1
		第4市場	136	0	0.6
		第5市場	324	0	0.0
	エリア全体	エリア総計	1,020	120,736	347.5
		(市場内分散)		12,290	110.9
		(市場間分散)		108,445	329.3
		95%信頼区間	339		
			1,701		

5市場の平均単価	1643	円
平均水揚げサイズ	1	kg
放流尾数	50000	尾
稚魚単価	63	円／尾
推定漁獲尾数	1020	尾

放流経費＝放流尾数×稚魚単価　＝　3,150,000
回収金額＝平均重量×市場単価　＝　1,675,860

経済効果＝1,675,860円／315,000円　＝　0.53

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）

村田圭助・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　有害有毒プランクトンモニタリング調査事業

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_2-N,NO_3-N,NH_4-N,PO_4-P, DIN,DON,TDN,DIP,DOP,TDP, Si,Chl-a)，プランクトン（各層採水）

（参考）

DO	：溶存酸素量(mg/L)	TDN	：溶存態全窒素
NO_2-N	：亜硝酸態窒素	DIP	：溶存無機態リン
NO_3-N	：硝酸態窒素	DOP	：溶存有機態リン
NH_4-N	：アンモニア態窒素	TDP	：溶存態全リン
PO_4-P	：リン酸態リン	Si	：ケイ酸態ケイ素
DIN	：溶存無機態窒素	Chl-a	：クロロフィルー a
DON	：溶存有機態窒素		

調査点及び調査層

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※）３点　　計１２点　　※：海底より-10m

２）八代海

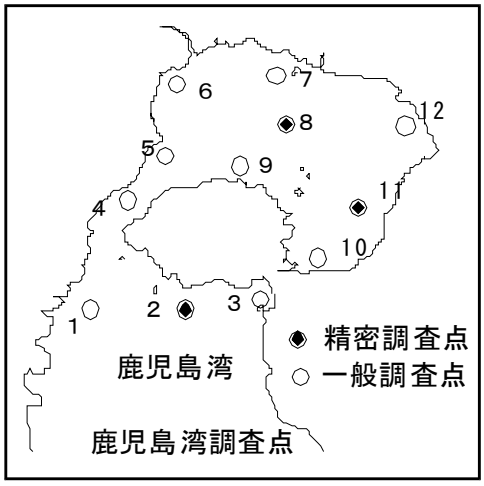
調査回数：６月１回，７月２回，８月１回の計４回（他事業分を含め，周年実施）

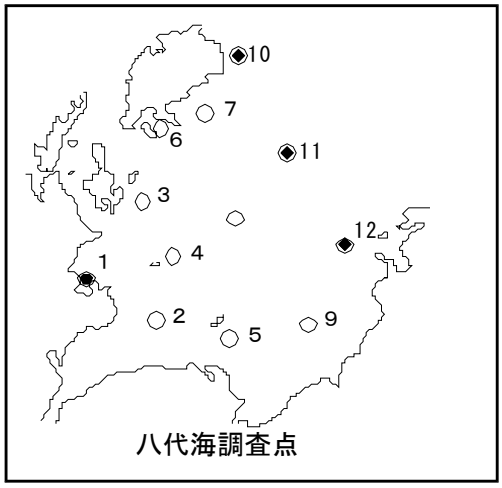
調査項目：鹿児島湾に同じ

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　貧酸素調査

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。

３　赤潮発生ネットワーク強化支援事業

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・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　有害有毒プランクトンモニタリング調査事業

１）鹿児島湾

(1)プランクトンの状況

期間を通して *Leptcylindrus spp.*を中心とした珪藻類が優先し，秋期以降，プランクトンの数，種類ともに少ない状況が続いた。有害種については、6月に *C.marina* が湾奥を中心に赤潮を形成したが，漁業被害は確認されなかった。また，*Heterosigma akashiwo*（以下 *H.akashiwo*）が6月の調査でほぼ全域で1～2cells/ml確認され，2,3月の調査でも最高5cells/ml確認されたが，赤潮の形成には至らなかった。

なお，鹿児島湾における赤潮の発生件数は４件であり，原因種は *Noctiluca scintillans*，*C.marin -a* がそれぞれ1件，*Cochlodinium convolutm*（以下 *C.convolutm*）が2件であった。*C. convolutm* は鹿児島湾において11年ぶりに発生したが，漁業被害は確認されなかった。（表１）

表１　平成２０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)	漁業被害 の有無
1	4/12-4/15	鹿児島湾	ノクチルカ　シンチランス	不明	20.0	なし
2	6/17-6/27	鹿児島湾奥	シャトネラ　マリーナ	13,600	300.0	なし
3	10/10-10/14	鹿児島湾奥	コクロディニウム　コンボルタム	1,800	1.0	なし
4	10/20	山川湾	コクロディニウム　コンボルタム	420	0.1	なし

※他，4/21-4/24に南さつま市笠沙町片浦湾でメソディニウム ルブラムによる赤潮が発生
（細胞密度4,500cells/ml，漁業被害なし）

(2)海象

平年（平成元年～19年度同時期の平均）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月に大きく下降，その後10月まで調査時の降雨等の影響等もあり30前後で推移し，冬季にかけて33前後に上昇した。透明度は例年とおり春季から夏季にかけては低く，また湾央部に比べて湾奥部が低いという傾向であった（最大は12月の14.5m，最小は6月の4.3m）。

(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い値で推移し，鉛直循環が始まる秋季から冬季にかけて上昇する例年同様の傾向を示した。数値を見ると，4～10月にかけてDINが表層で1.1～1.6μg-at/l，DIPが0.04～0.24μg-at/lの範囲で推移したがその後上昇し,冬季の1月にはDINが8.5（表層），8.2（10m層）μg-at/l，DIPが表層，10m層ともに0.79μg-at/lで期間中の最高値を示した。

２）八代海

(1)プランクトンの状況

期間を通して *Chaetoceros spp.* を中心とした珪藻類が優占し，秋期以降，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。原因種は *H.akasihwo*，*,Cha-ttonella antiqua*（以下 *C.antiqua*），*Mesodinium rubrum* であった。8月に発生した *C.antiqua* 赤潮は八代海中部海域より着色域が南下し，漁場内に流入したことにより漁業被害が発生した（ブリ当歳魚4,200尾，1,260千円）。その他有害種については，*C.polykrikoides* は6月の調査で57cells/ml確認され，その後8月の調査まで数細胞確認されたが，赤潮形成には至らなかった。（表２）

表２　平成２０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)	漁業被害 の有無
1	5/9-5/20	長島町浦底湾	ヘテロシグマ アカシオ （前半ｱﾚｷｻﾝﾄﾞﾘｳﾑ ｶﾃﾈﾗとの混合）	13,400	0.5	なし
2	8/11-8/13	八代海長島町周辺	メソディニウム ルブラム	不明	0.5	なし
3	8/25-8/26	八代海	シャトネラ　アンティーカ	138	100.0	有り

(2)海象

平年と比較すると，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。

(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0.5～1.5μg-at/l，DIPが0.01～0.15μg-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6.2μg-at/l，DIPが表層，10m層ともに0.63μg-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　貧酸素調査

9月3日に牛根漁協管内の水深10～15m付近で溶存酸素量が4mg/Lを下回る貧酸素層が確認され（9月8日の調査の結果），湾奥部の水深15m以深に貧酸素水塊が確認された。この状態は10月6日の調査時も見られたが，10月下旬には解消された。

３　赤潮発生ネットワーク強化支援事業

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発信体制の本格運用を開始した。

今年度は，赤潮情報15回，注意報3回，警報2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682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105,932回（19年度は約89,000回），携帯電話版が57,012回（19年度は約28,000回）を記録した。さらにメールアドレスは，鹿児島湾関係で約140名，八代海関係で約80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20年4月から21年3月まで合計5回の赤潮研修会を実施したが，魚類養殖漁業者等が約125名受講し，県内の赤潮発生状況，赤潮の発生と対策等について講義することにより，赤潮の知識及び対処法の普及・啓発を図ることができた。（表３）

表３　平成20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25日	魚類養殖共済関係漁協会議	平成19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	鹿児島県における赤潮発生状況等	約15名
９月４日	魚類養殖共済関係漁協会議	平成19年度の赤潮発生状況について	約30名
11月11日	水産高校研修	赤潮の発生と対策	約20名
１月29日	高知県養殖勉強会	八代海における *Cochlodinium polykrik-oides* 赤潮の発生環境及び粘土散布	約20名

赤潮総合対策事業－Ⅱ
（有害赤潮発生に関する生態学的研究）

村田圭助・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も行うことで，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_2-N,NO_3-N,NH_4-N,PO_4-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，高水温（25,30℃）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】

Heterosigma akashiwo（以下 *H. akasihwo*）の遊泳細胞は，6月の調査でほぼ調査全域において1～2cells/ml確認されたが，赤潮の形成には至らなかった。なお，2月,3月の調査でも最高5cells/ml確認されたが，微細藻類が優占している状況で，本年度は本種による赤潮形成には至らなかった。

その他の有害種については，6月に *C.marina* が湾奥を中心に赤潮を形成したが，漁業被害は確認されなかった。

【八代海】

赤潮を形成した有害種は *H. akasihwo,C.antiqua* であった。8月に発生した *C.antiqua* 赤潮は，八代海中部海域より着色域が南下して漁場内に流入したことにより漁業被害が発生した。*H. akasihw-o* 赤潮は，5月上旬に発生したものの魚類養殖等に対する被害は発生せず，5月下旬には終息した。*Cochlodinium polykrikoides* は6月の調査で57cells/ml確認されたが，その後8月の調査まで数細胞確認されたものの，赤潮形成には至らなかった。

２）赤潮発生メカニズムの解明

室内実験における水温25,30℃の各塩分区分における細胞数の日別変化を図-1,2,3,4に示す。

実験を行った *Chattonella* 属2種3ﾀｲﾌﾟについて，水温・塩分区分別で増殖の割合や実験期間内の最高細胞数に差があるものの，全ての区分において増殖が確認された。

C.antiqua（八代海産株）は塩分濃度による増殖の差は顕著に見られなかったが，*C.marina* の鹿児島湾・八代海産株は共に水温30℃，塩分20,24の高水温・低塩分区分においてやや低水準で飽和していた。

C.marina については海域の違いによる目立った差違は認められなかったが，比増殖速度※(図7,8)を比較すると，鹿児島湾産株は水温25℃，塩分28,32の設定条件下での最高値（0.65day^{-1}）を示したのに対し，八代海産株は水温30℃，塩分36の設定条件下で最高値（0.59day^{-1}）を示しており，八代海産株は，高水温・高塩分を好むタイプである可能性が示唆された。

今後，低水温での実験を行い，その結果を含めて最終的な考察を行う。

※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。

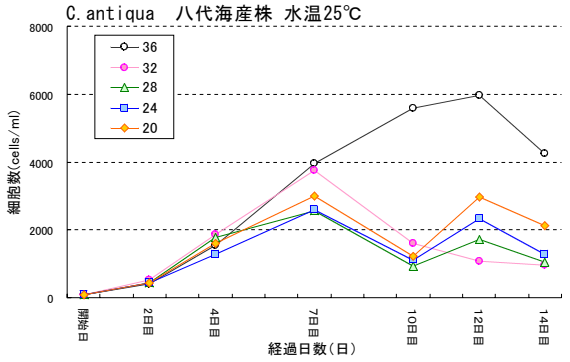


図-1 塩分区分別細胞数の推移（C.antiqua　水温25℃）

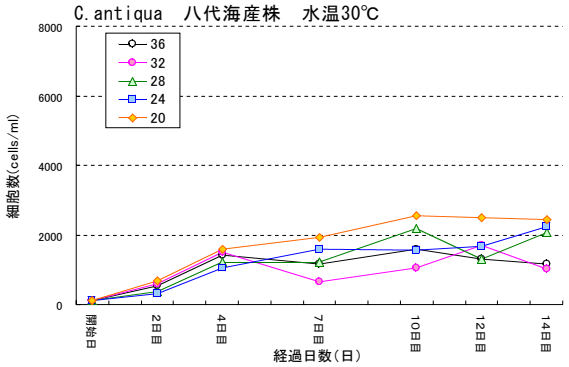


図-2 塩分区分別細胞数の推移（C.antiqua　水温30℃）

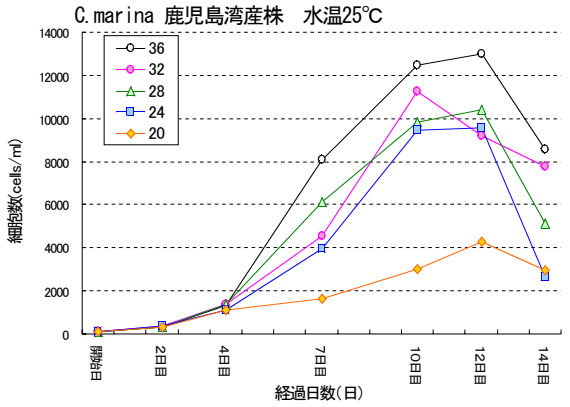


図-3 塩分区分別細胞数の推移（C.marina　水温25℃）

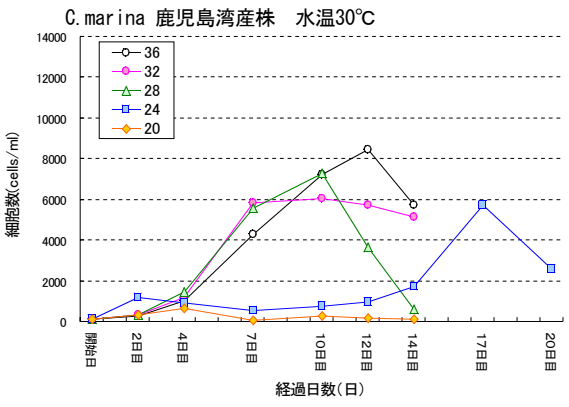


図-4 塩分区分別細胞数の推移（C.marina　水温30℃）

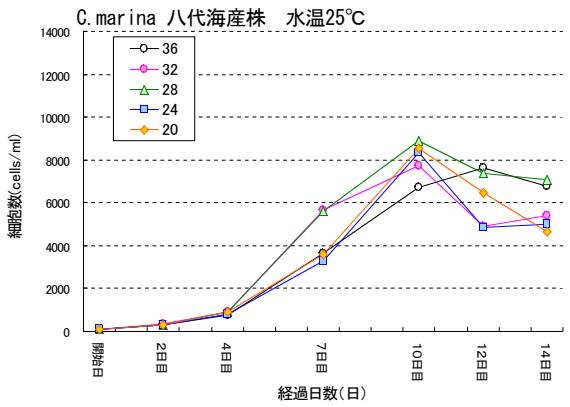


図-5 塩分区分別細胞数の推移（C.marina　水温25℃）

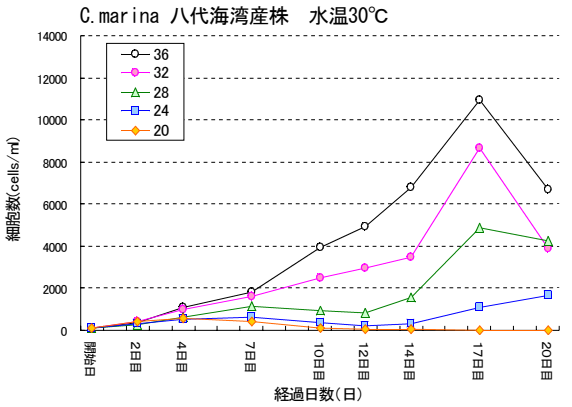


図-6 塩分区分別細胞数の推移（C.marina　水温30℃）

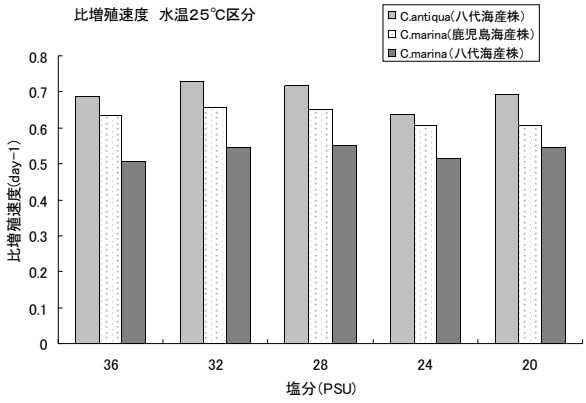


図-7 塩分区分別比増殖速度（水温25℃）

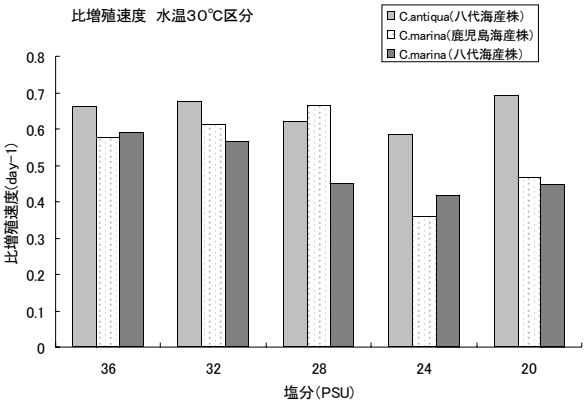


図-8 塩分区分別比増殖速度（水温30℃）

赤潮総合対策事業－Ⅲ
（コックロディニウム赤潮に関する研究）

村田圭助・田原義雄

【目　的】

これまでにコッ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，コックロディニウム赤潮の発生機構を解明し予察・防除技術の開発を行う。

【方　法】

1　発生環境調査

八代海において，周年調査を実施した。

1）調査回数・時期：年18回(傭船)

通常調査(月１回）・・4～5月,9～翌3月

精密調査(月３回）・・6～8月

2）調査点数：12点

3）調査項目：気象，海象（水温，塩分，透明度，水色），水質※(DO,pH,NO_2-N,NO_3-N,NH_4-N,PO_4-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）コッ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，検鏡してコッ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0.5～1.5μg-at/l，DIPが0.01～0.15μg-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6.2μg-at/l，DIPが表層，10m層ともに0.63μg-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

期間を通して *Chaetoceros spp.* を中心とした珪藻類が優占し，秋期以降，平年同様プランクトンの数，種類ともに少ない状況が続いた。

２）コックロディニウム出現動向

Cochlodinium polykrikoides（以下 *C.polykrikoides*）は6月18日に脇崎沖で77cells/L確認された。また6月24日には,同じく脇崎沖において53cells/mlの比較的高密度で確認された。その後，７月下旬まで八代海の鹿児島県海域では1～4cells/mlの細胞密度で推移し，本種による赤潮の形成は確認されなかった。

今年度は例年と比較して，初期発生時期である６月の細胞密度が比較的多い状況であったが，赤潮を形成しなかった。原因については，６，７月の降雨による塩分濃度の低下により初期発生以後の増殖が阻害されたことと，八代海全域でDIN濃度が低い状況であり，期間を通して植物プランクトンの生産量が低かったことなどが推測される。

３）ＤＮＡ抽出試料サンプリング

リアルタイムＰＣＲ法によるコッ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，3μm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
（鹿児島海藻パーク推進事業）

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，藻場造成地の状況調査を実施した。

②中層網型藻場造成試験

内湾における有効な種苗添加法としての中層網型藻場造成の手法を確立させるため，指宿市岩本地区において，2箇所の試験地を設け，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排除を前年に引き続き実施した。（図1）

中層網による種苗添加は，5月下旬に指宿漁協と共同で実施し，試験地1では2m×20m程度の中層網1枚，試験地2では同じ中層網2枚を用いた播種方法により，マメタワラやヤツマタモクを母藻とし，種苗を海域に添加した。（図2）

食害動物であるウニ類の排除は，7月上旬に鹿児島水産高校主体で実施し，ガンガゼ14,094個，ナガウニ1,488個，その他ムラサキウニ等1,438個，合計17,020個を中層網設置場所周辺から排除した。（図3）

造成地の追跡調査については，11月に潜水調査を実施し，ホンダワラ類の分布密度や藻体長の測定を実施した。

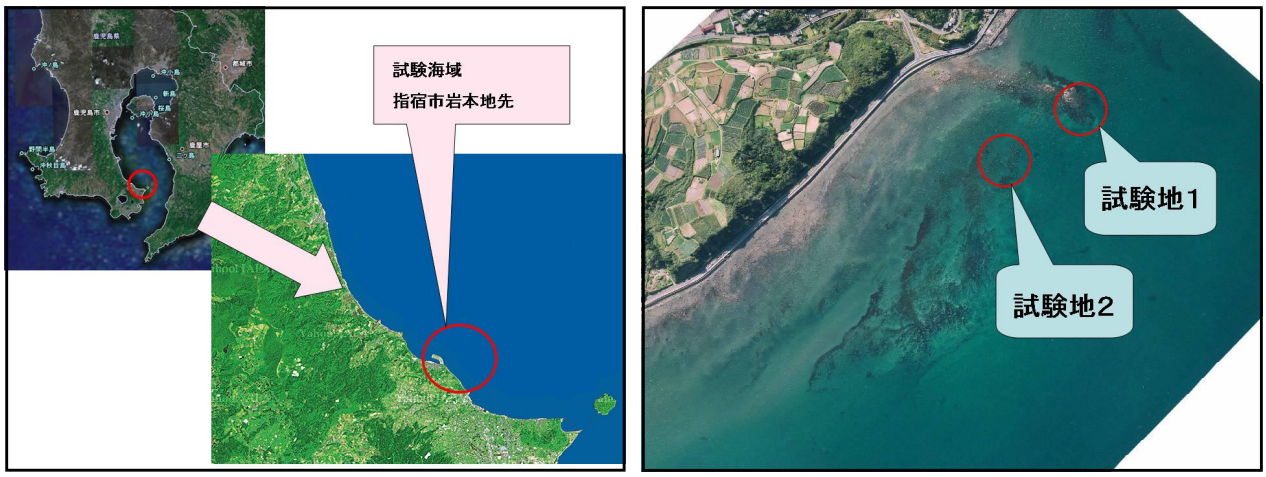


図1　指宿市岩本地区　試験地位置図

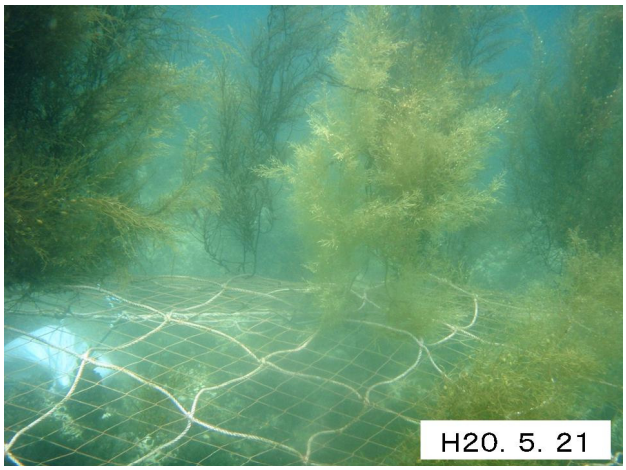


図2　　中層網設置状況

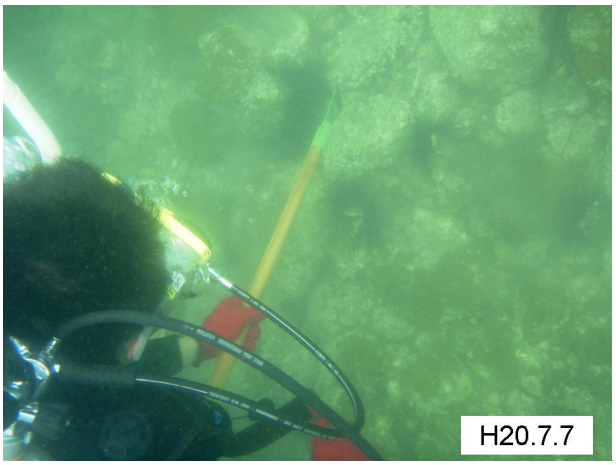


図3　水産高校生によるウニ排除

2　藻場機能解明研究

①藻場水質浄化・餌料生産の解明に関する研究

藻場の持つ水質浄化機能を明らかにするため，陸上水槽内藻場への流入水及び排出水について栄養塩調査を月１回程度実施し，無機態窒素・りんの濃度を比較した。

②食害動物の有効利用に関する研究

未利用食害動物（魚やウニなど）の有効利用を図るため，指宿市岩本地区のガンガゼの有効利用法について検討した。

3　南方系ホンダワラの分類と生態等に関する研究

第6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，指宿市山川地区の2地区について調査・指導を実施した。

高山地区においては，H19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）や海岸付近の岩礁域について，藻場造成指導及び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20年6月上旬に岩本地区と同様に鹿児島水産高校によるウニ類の排除が実施され，漁協青年部，地域振興局との連携により，ナガウニを主体に10,160個体が排除されている。

山川地区（山川町漁協管内）においては，山川町漁協青年部，南薩地域振興局と共に藻場調査を実施した。

【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，ヤツマタモクによる温帯性（在来）ホンダワラ類藻場，崎山ではフタエヒイラギモクによる南方系（亜熱帯性）ホンダワラ類藻場が形成された。

なお，崎山地区で南さつま市が種糸の展開によるワカメ増殖に取り組んでいたが，平成21年1月上旬に3センチ程度に生長したワカメが１月下旬には食害によって大部分が消失したという現象が生じている。隣接する天然藻場域のフタエヒイラギモクの幼芽にも食害痕が見られており，平成21年春から夏にかけての藻場の形成にどのような影響があるのか，注視する必要があると考えられた。

②中層網型藻場造成試験

11月に実施した追跡調査の結果，ウニ類については，7月のウニ類排除により，中層網設置場所付近の砂地上の転石地帯にはほとんどガンガゼが見られなくなっていた。浅場にはナガウニ，ムラサキウニが，また，巨石が積み上がった瀬状の箇所にはガンガゼが見られる区域もあったが，これらは，7月に排除しきれずに残っていた個体と思われた。

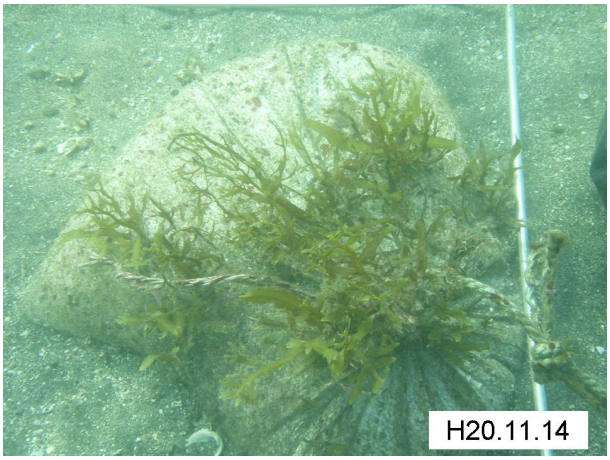


図4　　サンドバックに着生した藻体

また，ホンダワラ類については，多数の幼芽が確認された。5月に中層網と同時に設置したサンドバック上に，試験地1では20ｍｍ程度，試験地2では36～156㎜の藻体（図4）が見られ，5月に着生した藻体が，半年程度で最大156ｍｍに成長したことが確認された。

中層網設置場所周辺の転石上には，最大310ｍｍまでの藻体が見られたが，なかには新たに着生した芽ではなく，前年に生長した藻体が枯死・流失した後の付着器や茎といった前世代の残存部から生じたものもあると思われた。

図5　　刈り取られた様な痕跡

ガンガゼ等のウニ類は減少し，ホンダワラ類の幼芽が多数確認されたため，藻場の回復が見込まれる状況ではあるが，繁茂している場所によっては，長さが200ｍｍ程度に刈り取られているような箇所（図5）があった。また，明らかに食害痕が見られる藻体もあり，今後の食害の影響が懸念される。

藻体密度については，中層網設置場所周辺は元来ホンダワラ類が点在していたために今回の種

苗添加によって，どこまでの範囲に種苗が添加されたか，明確には判断できない。しかし，中層網設置場所から離れた場所では概ね50×50センチあたり10個体未満であったため，中層網設置場所に近い10個体を超える範囲を見ると，中層網1枚設置の試験地1で40ｍ×40ｍ＝1,600㎡，中層網2枚設置の試験地2で45ｍ×60ｍ＝2,700㎡に及び，この海域が種苗添加効果が現れた範囲と推測された。

２　藻場機能解明研究

①藻場水質浄化・餌料生産の解明に関する研究

溶存無機態窒素（ＤＩＮ）は，流入水が2.28～6.13μg-at/l，排出水が2.03～4.76μg-at/lで推移した。排出水は流入水の54.7～175.0%で推移し，排出水濃度が流入水濃度を上回った11月を除くと，平均67.7%に減少した。（図6）

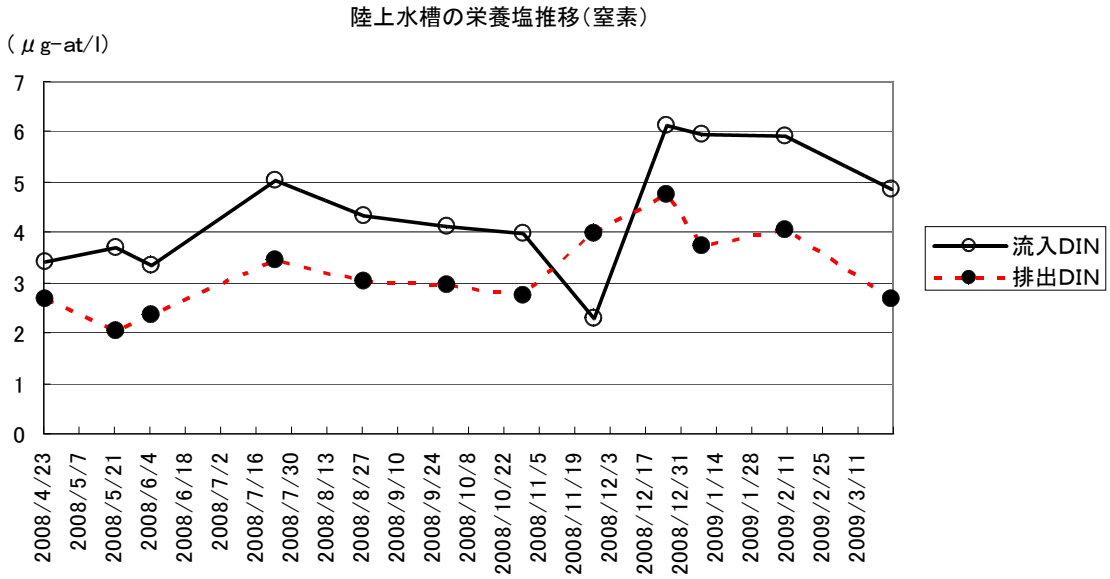


図6　溶存無機態窒素（ＤＩＮ）の推移

ＤＩＰ（溶存態リン）は，流入水が0.25～0.49μg-at/l，排出水が0.21～0.45μg-at/lで推移した。排出水は流入水の54.8～121.6%で推移し，増加した11月を除くと，平均83.1%に減少した。（図7）

陸上水槽内には，ヤツマタモク・マメタワラの他，緑藻類など他の藻類も生息している。水槽内の藻類重量は時期によって変化するが，ほぼ周年にわたって海水中の溶存無機態窒素・りんの濃度を低減させていることが確認できた。

なお，ＤＩＮ，ＤＩＰともに，11月のみ排出水濃度が流入水濃度を上回ったが，この時期はヤツマタモク・マメタワラの藻体は生長しつつある時期であり，これら藻体の枯死・分解による栄養塩濃度の上昇であるとは考えられない。この原因については不明であるが，水槽内には，緑藻類や小型動物（ヨコエビや小型巻き貝等）も生息しており，ホンダワラ類以外の動植物の影響を受けた可能性も考えられる。

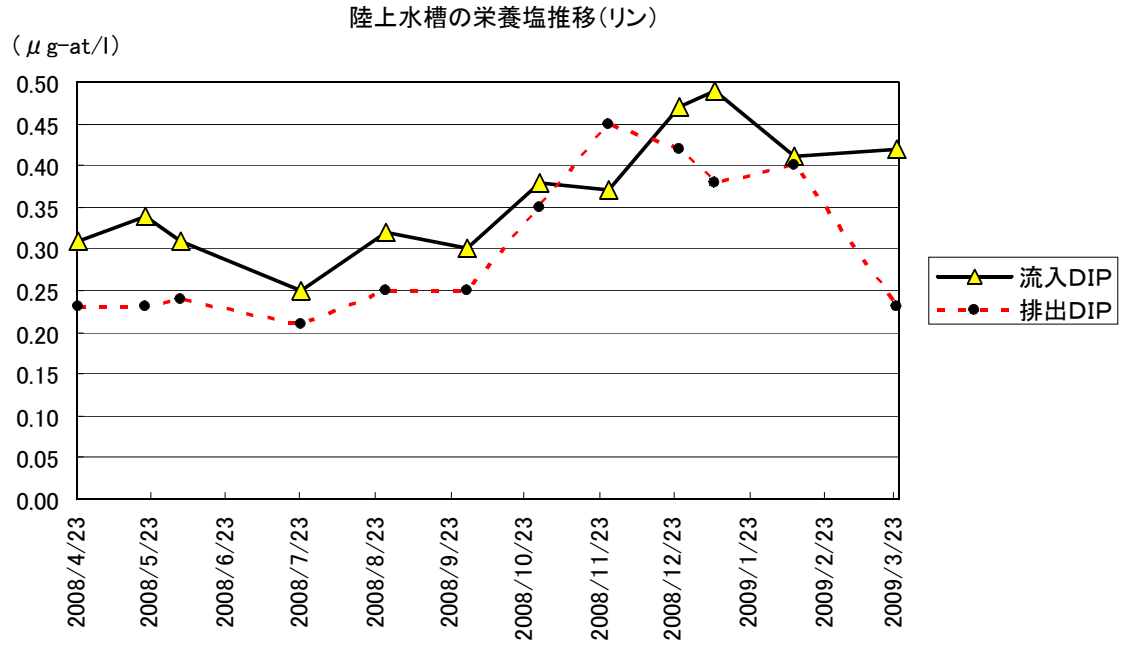


図7　溶存無機態りん（ＤＩＰ）の推移

②食害動物の有効利用に関する研究

岩本地区において藻場形成阻害要因となっているガンガゼ（図8）が漁獲対象種となり得るかを検討するため，地元漁協と協議した。

岩本地区では高齢者が多く，素潜りでの漁獲は困難であり，また，船上から漁具を使った漁獲方法を過去に試験したものの効率よく漁獲できないため，実用化に至らなかった経緯がある。また，地区外の漁業者にウニを採捕させる方法も検討したが，地区外漁業者の参入を認めても，食害を低減させるまでの漁獲は期待できないとのことだった。

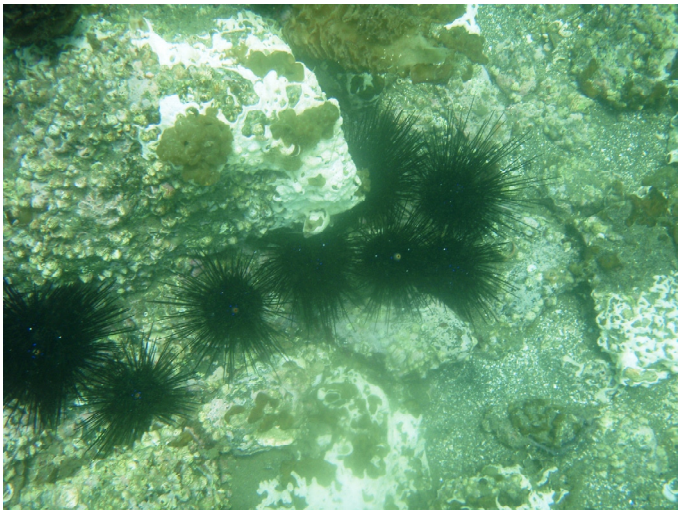


図8　岩本地区に大量に生息するガンガゼ

なお，岩本地区のガンガゼ生殖腺重量を5月下旬に測定したところ，殻付き重量の 17.3%と高い身入り率を示し，活用するには十分な水準であったことから，今後もウニ類の有効利用について検討していく必要があると思われた。

３　南方系ホンダワラの分類と生態等に関する研究

22機関30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。

話題提供事項

1)「長崎県沿岸の磯焼け継続要因を把握する試み」八谷光介（西海区水産研究所）

2)「流体力学的視点からみた東シナ海沿岸の藻場の回復」Greg NISHIHARA（長崎大学 環東シナ海海洋環境資源研究センター）
3)「漁業者などによる磯焼け対策を継続させるための方法」新井章吾（株式会社 海藻研究所）
4)「投げ込み式中層網によるガラモ場造成」荒武久道（宮崎県 水産試験場）
5)「九州沿岸域に生育する同定の困難なホンダワラ属の分類」島袋寛盛　（千葉大学，現　瀬戸内水研）

4　磯焼け診断調査・藻場回復指導

10月中旬に実施した高山地区の追跡調査では，強い濁りと海底への浮泥の堆積（2～3センチ）が見られた。ブロック（図9）上には，母藻としたマジリモクと思われる7～13ミリの幼芽（図10）が，ブロック一基あたり最高8株観察された。着生密度が低い状況であり，今後も種苗添加が必要であることを指導した。

図9　海底に設置されたブロック

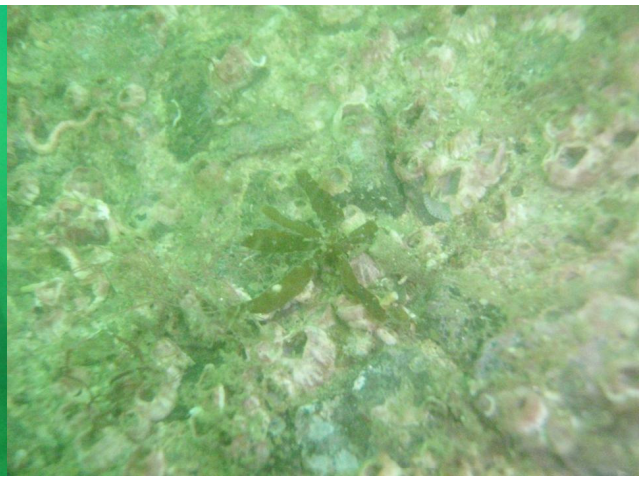


図10　ブロック上に見られた幼芽

7月に実施した山川地区の藻場調査では，部分的に磯焼け状態の場所も見られたが，コナフキモク等の藻場が広く形成され，積極的な藻場回復の必要性は低いと判断された。（図11,図12）

図11　児ヶ水沖

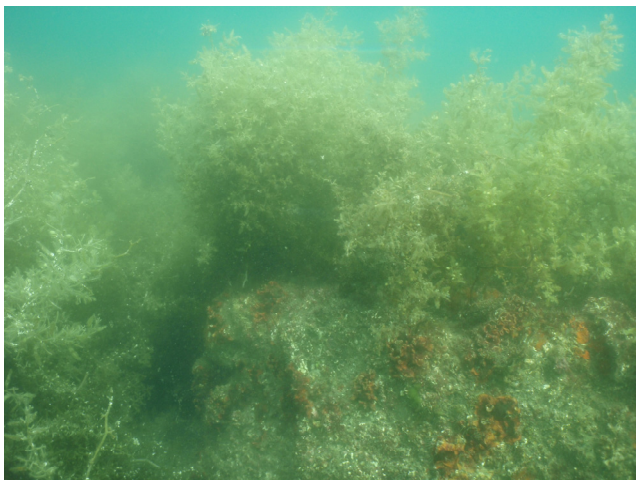


図12　山川港東沖

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

【目　的】

磯根資源の増大や環境変動の緩和に寄付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，水研を核に各県等が分担・連携して実施した。（実線は本県が実施した項目。破線は他機関へ協力した項目。）

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　（平成２１年度実施予定）

１　現地調査による藻場の現状と変動傾向の把握

【方　法】

(1) 調査海域　　阿久根市牛ノ浜（図１），志布志市夏井（図２）

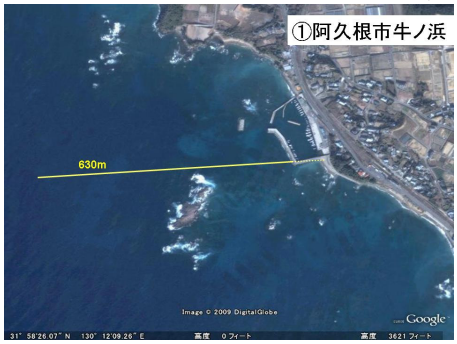


図１　阿久根市牛ノ浜調査ライン

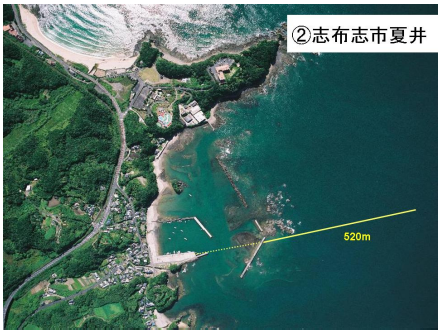


図２　志布志市夏井調査ライン

(2)調査方法

藻場の変化を明らかにするため，1976～1978年に実施した調査と同様のライン調査（海藻，動物，地形，底質）を実施した。(鹿児島大学と連携)

調査は，牛ノ浜では春と秋，夏井では春と冬に実施した。

なお，いずれの海域も港湾整備によって，1976～1978年当時と比べ，岸側約100mが埋め立てられていた。

【結　果】

78年（牛ノ浜），76年（夏井）時の調査結果と比較すると，牛ノ浜では種構成はほぼ同一で，大きな変化は認められなかった。一方，夏井では新たにトサカモク，マジリモクなど比較的暖かい環境を好むホンダワラ類が確認された。　（表１）

表１　ライン調査における大型海藻出現種の過去との比較

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	○		○					
コブクロモク			○		○			
トサカモク							○	○
ナンカイモク					○			
フタエモク	○		○			○	○	
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			○				○	
ツクシモク	○		○		○		○	
ヘラモク					▲			
エンドウモク			○	○				
エンドウモク近似	○							
ヒュウガモク近似					○			
マジリモク							▲	
ホンダワラsp.		○		○		○		
アントクメ	○		▲	▲			○	
ワカメ	▲							
合　計	11	4	11	4	8	3	8	2

出現状況　●:優占　▲:やや優占　○:低密度

牛ノ浜では，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，ツクシモク等との混合藻場が見られた。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以深には基部のみ残るアントクメが多く見られた。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。(図３)

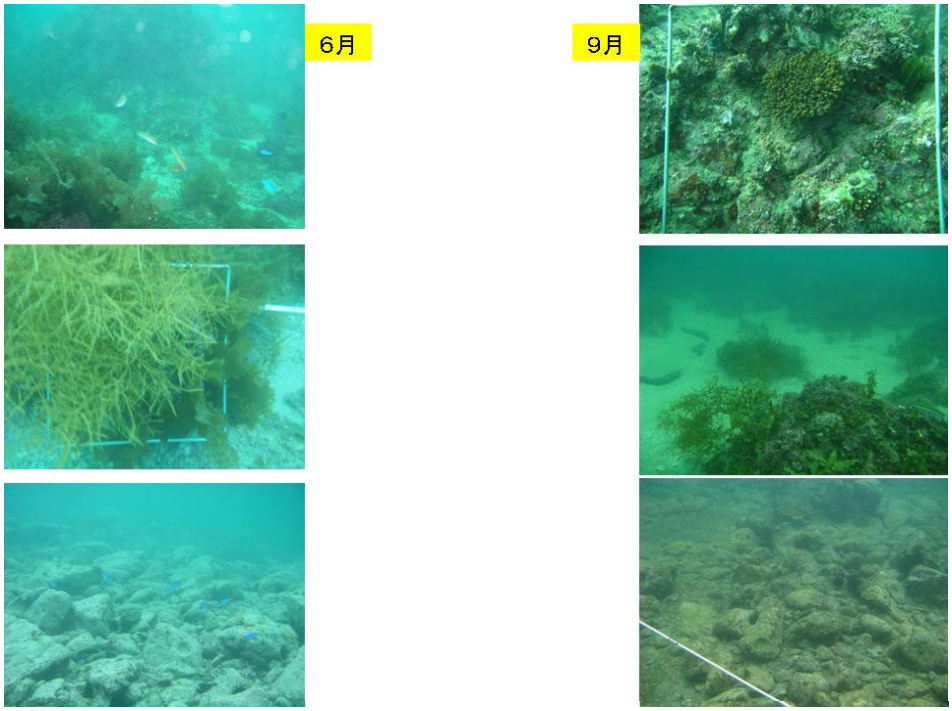


図３　阿久根市牛ノ浜の季節変化

夏井では，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藻場が見られた。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。　（図４）

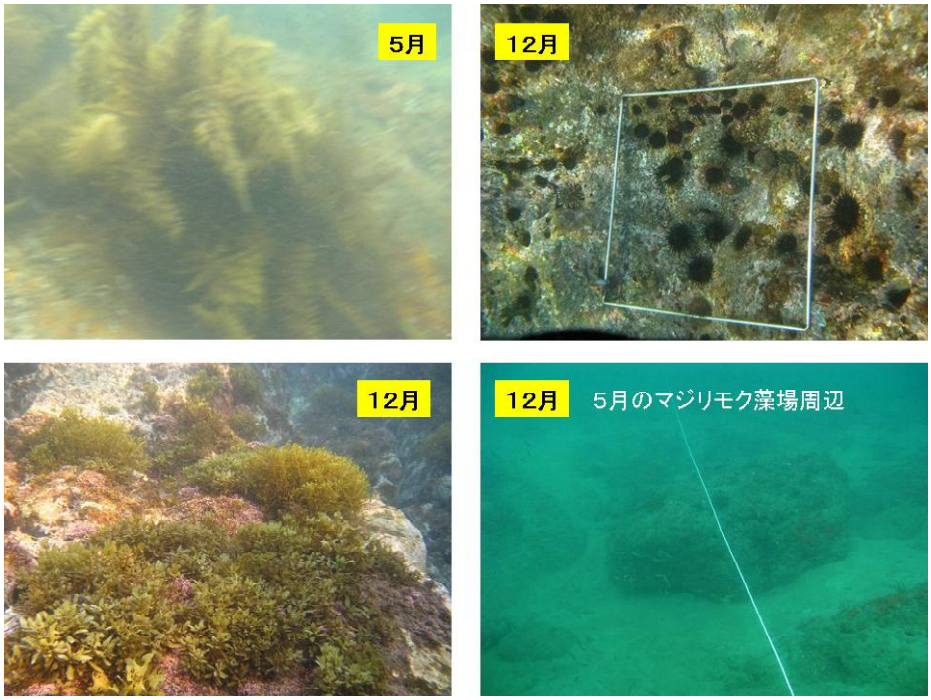


図４　志布志市夏井の季節変化

２　南方系海藻の磯根資源に対する育成機能の解明

【方　法】

(1)調査海域

南さつま市笠沙町　小浦，崎山（図５）

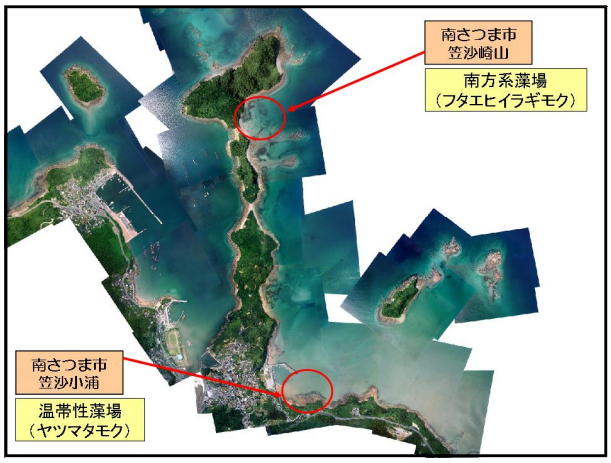


図５　調査海域

(2)調査方法

ヤツマタモク・フタエヒイラギモクの葉上動物について，種ごとの季節変化や海藻種ごとの着生動向を明らかにするため，平成20年４月から21年１月の期間に，小浦においてはヤツマタモクを，崎山においてはフタエヒイラギモクを採取した。藻体先端より20cmを採取し，ビニール袋に葉上動物と共に採取し，鹿児島大学において動物組成ごとに個体数を計数した。なお，藻場消失期においては，藻場が形成されていた場所周辺の砂，石及び定置網のロープ等を調査した。(鹿児島大学と連携)

【結　果】

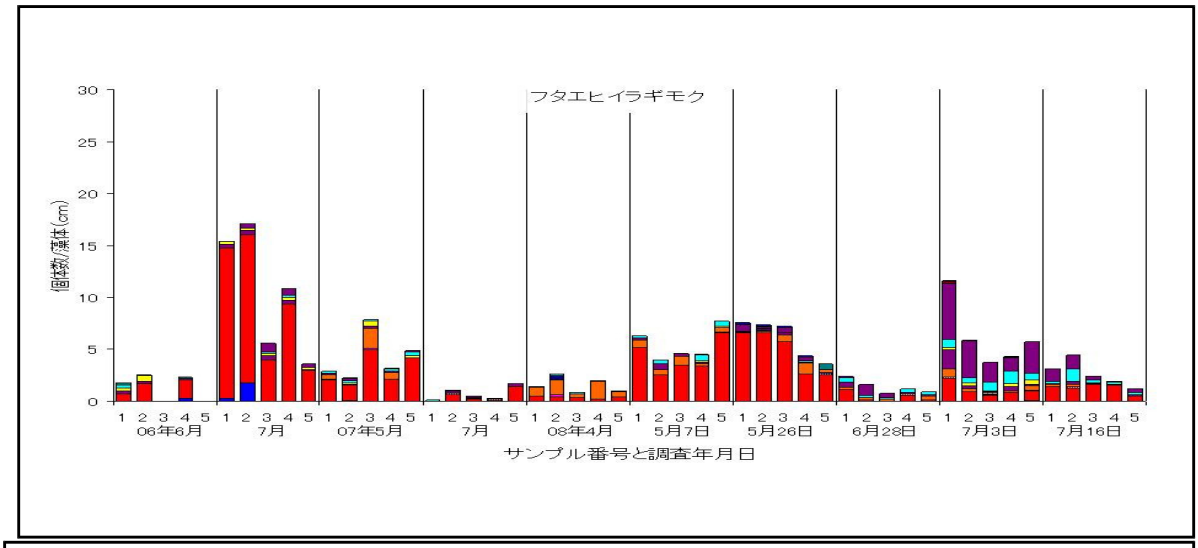
フタエヒイラギモクでは，ヨコエビ類が優占し，藻体間で種組成，量とも差が小さく，季節変動もなめらかなものとなった。一方ヤツマタモクでは，ワレカラ類やカイアシ類が集中分布し，藻体間で種組成，量とも異なる場合が多く，季節変化に非常に富んだ（図６，図７）。

フタエヒイラギモクに対するヨコエビ類の着生は基質の安定性が高いことに，また，ヤツマタモクに対するワレカラ類の着生は，胸脚幅と海藻の太さの関係から，ヤツマタモクの方が着生しやすい形状であることに起因すると示唆された。

また，藻場消失期には，調査地周辺の海底の砂，石及び定置網のロープ等に葉上動物を確認できず，藻場消失期の葉上動物の動向を把握することはできなかった。

これまでの調査により，南方系ホンダワラ類の索餌場としての機能については，温帯種との間に葉上動物相の違いが見られたものの，いずれも餌料価値の高い種が優先しており，機能的には同程度であると判断された。

なお，詳細は鹿児島大学より別途報告される予定である。



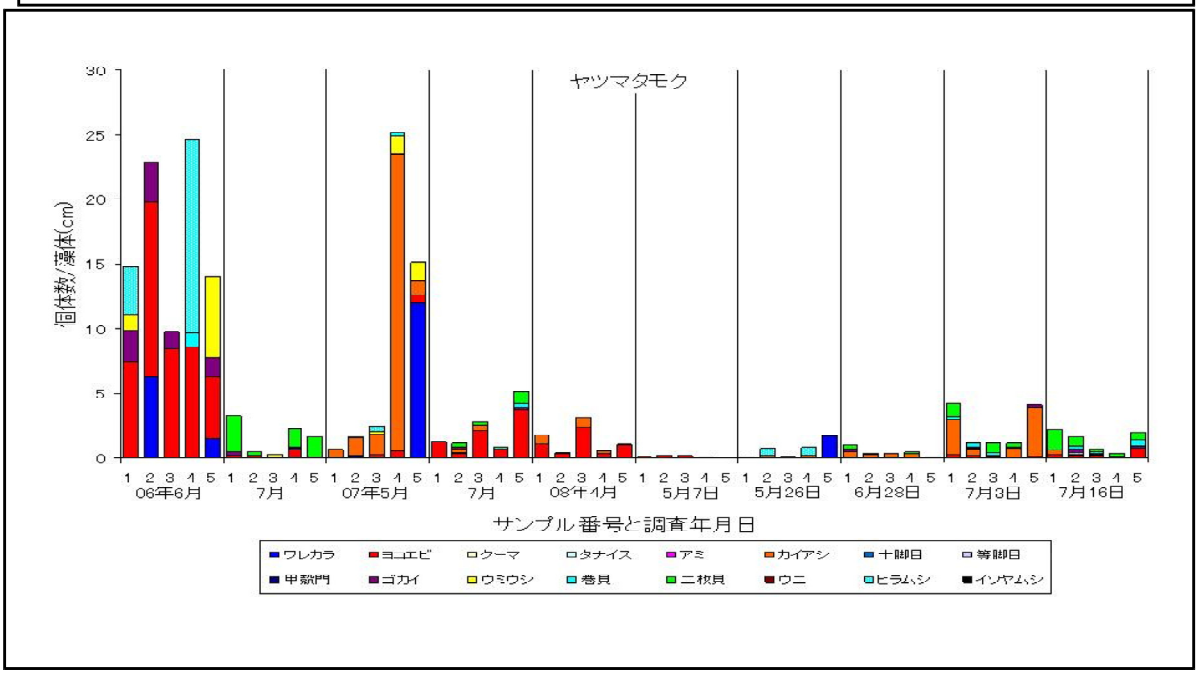


図６　フタエモク（上）とヤツマタモク（下）の藻体別葉上動物組成の経時変化

葉上動物相

ヤツマタモク

・藻体間で動物組成・量ともに変化が激しい

・動物相の季節変動が大きく、特定の種が突発的に大発生
→ワレカラ類・ソコミジンコ類

フタエヒイラギモク

・動物組成・量の変化が藻体間で小さい

・動物相の季節変化も滑らかに起こり、総じてヨコエビ類が優占し、二枚貝類・腹足類・多毛類・ソコミジンコ類が出現する

図７　葉上動物相について

３　藻場の回復・拡大技術の実証

【方　法】

(1)調査海域

南さつま市　笠沙町　崎山

(2)方法

藻場回復試験は笠沙町漁業協同組合と共同で行い，ホンダワラ類の食害動物であるウニ類の排除を６月下旬に実施（図８）するとともに，７月上旬から８月上旬に中層網（約2m×20m×２面）を用いた播種方法により，試験地への幼胚添加（図９）を実施した。母藻は，近隣海域で藻場を形成しているフタエモク約120kgを用いた。

ウニ類については，当海域の水深1m以浅は50×50cmあたりナガウニ1～15個体，ムラサキウニ1～2個体が見られ，水深1.5m程度の人頭大の岩場にはガンガゼ1～9個体，水深2.5m以深のサンゴ群落付近にはガンガゼ3個体程度が見られた。藻場回復制限要因がウニ類の食害であると判断されたため，中層網設置前に周辺のガンガゼ2597個体，ムラサキウニ99個体，ナガウニ5261個体，ラッパウニ等91個体のウニ類を排除した。

藻場の回復状況については，９月から潜水観察によって追跡調査を実施した。

図８　ウニ類排除

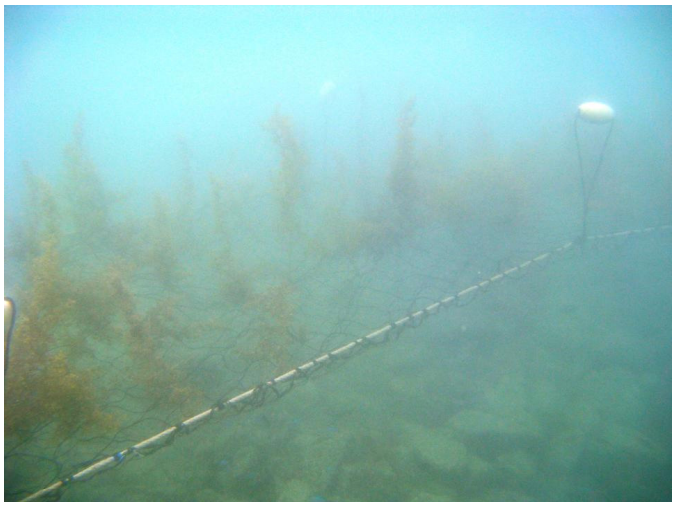


図９　母藻を取り付け設置した中層網

【結　果】

９月下旬からフタエヒイラギモクと思われる幼体が確認され，１月末時点では，東西方向（水深0.2～3.4m）で82m，南北方向（水深0.3～3.7mの傾斜地）で36mの範囲に幼体が確認された。（図10，図11）藻体長は7～45㎜，平均16.3㎜に生長し，分布密度は10cm×10cmあたり０～39株であった。

また，試験地は，ウニ類（ナガウニ，ムラサキウニ，ガンガゼ）が多く生息し，磯焼け状態を呈していたが，ウニ類の排除によりウニ類は大幅に減少しており，ウニ類の分布は，局所的に最大50cm×50cmあたり５個体が見られたが，全体的にはかなり低密度の状態で維持されていた。

今後，順調に藻体が生長すれば，フタエヒイラギモク藻場が形成されると見込まれた。

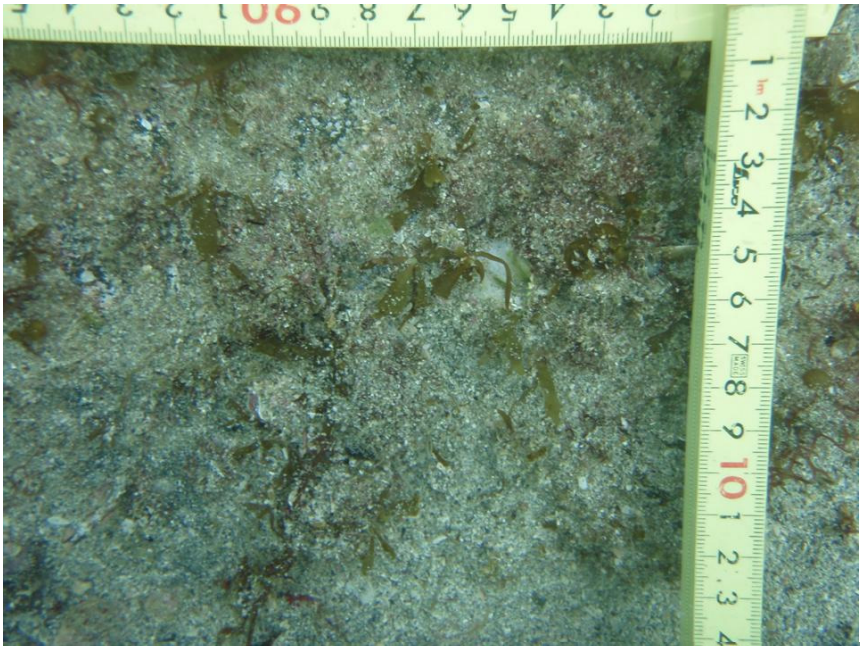


図10　フタエモク幼体（H21.1.30）

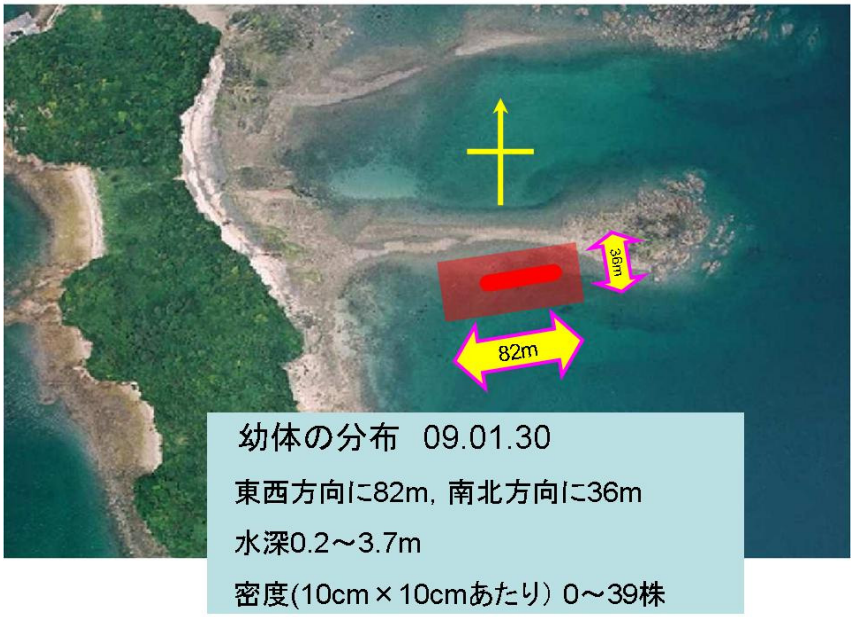


図11　幼体分布範囲

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）

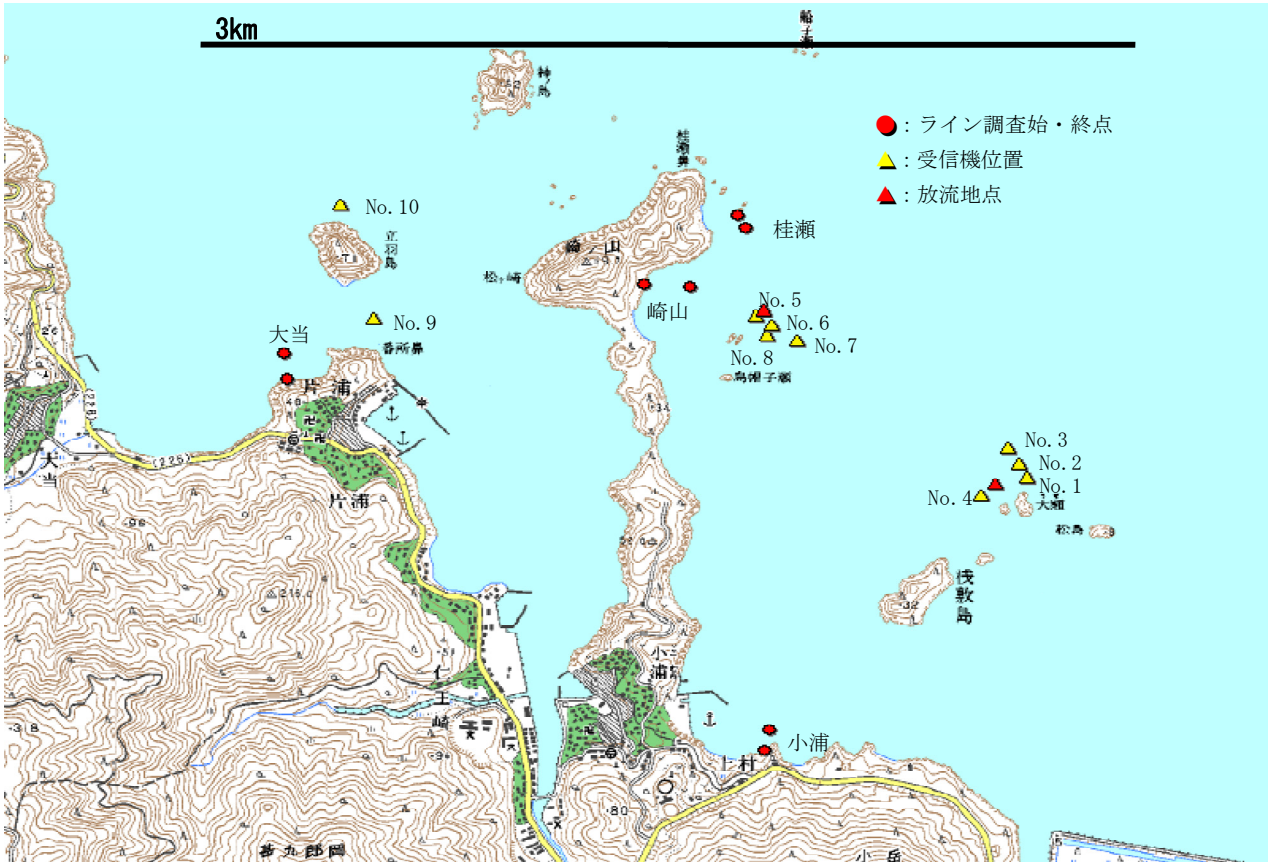


図１　試験海域及び受信機位置

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20年5月26日～27日），秋季（9月24日～25日）の2度，ラインと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，7月～2月に1～2ヶ月に1回計6回，水温，塩分濃度などの測定を行った。

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向にゆっくり泳ぎながら，幅4mの間（100m^2）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20年4月から21年2月まで行ったが，5月，6月，12月は時化などのため行えず，１月は上旬（6日）と下旬（27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3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（図2），崎山及び大瀬に放流した（表1）。受信機（ベムコ社製VR2，VR2W型）を大当～小浦の水深8～15mに10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3m）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　　単位：cm

No.	体長	尾叉長	放流日	放流場所
No.1	34	39	H20.12.1	大瀬
No.2	30	34	H21. 1.7	大瀬
No.3	27	31	H21. 1.7	崎山

＊発信器からは定期的に音波が発せられ，海況にもよるが，受信機から半径約500m以内の発信器を探知できるといわれている。

図２　発信器の装着状況

【結果】

①海藻植生と地域性状調査（図1，3）

温帯性ガラモ場（小浦）：ライン長は5月が85m，9月が80mであった。最深部はライン終点（沖側）の水深約2m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50～60mはウミトラノオ主体の藻場が，また，60～80mはヤツマタモク・マメタワラが混合藻場を形成していた。ウニ類は藻場縁辺の77m地点にムラサキウニが1個体見られただけであった。全体的にクボガイが多く見られた。

9月にはガラモ場を形成していた海域にホンダワラの幼芽が見られた。ウニ類は70m地点にムラサキウニが4個体見られた。

南方系ガラモ場（崎山）：ライン長は5月が229m，9月が190mであった。最深部はライン終点の水深約6m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，110m以降は砂であった。5月には約20m～100mはフタエヒイラギモクが主体でヤツマタモク，マメタワラも生育し，それらが混合した藻場が見られた。また，110～190mはアマモとヤマトウミヒルモが混合藻場を形成し，190～210mはヤマトウミヒルモ単独の藻場が形成されていた。ウニ類は，ガンガゼ及びムラサキウニが50，60，100m付近に散見された。

9月には30～100mにホンダワラ類の幼芽が見られたが，アマモ場は消失していた。ウニ類は40mにラッパウニが1個体，140mにガンガゼが2個体見られた。

通常の磯（桂瀬）：ライン長は5月が55m，9月が53mであった。最深部はライン終点の水深約12mで，底質は砂であった。始点～50m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。

5月にはホンダワラ類では53mにコブクロモクが若干見られた。また，全体をとおしてもフクロノリや小型の紅藻が散見されただけであった。

ウニ類は40m以内にナガウニやガンガゼが多く見られた。

9月も5月同様，海藻はほとんど見られず，40m以内にナガウニやガンガゼが多く見られた。

磯焼け海域（大当）：ライン長は5月，9月とも110mであった。最深部はライン終点の水深約11mで，底質は砂が主で，大・小礫が混在した。始点～70mは転石も混在した。5月にはホンダワラ類は全く見られず，フクロノリや小型の紅藻類が散見されただけであった。

ウニ類は，90m以内にナガウニ，ガンガゼ，ムラサキウニが多く見られた。

9月にも海藻はほとんど見られなかった。ウニ類は，5月同様90m以内にナガウニ，ガンガゼ，ムラサキウニが多く見られた。

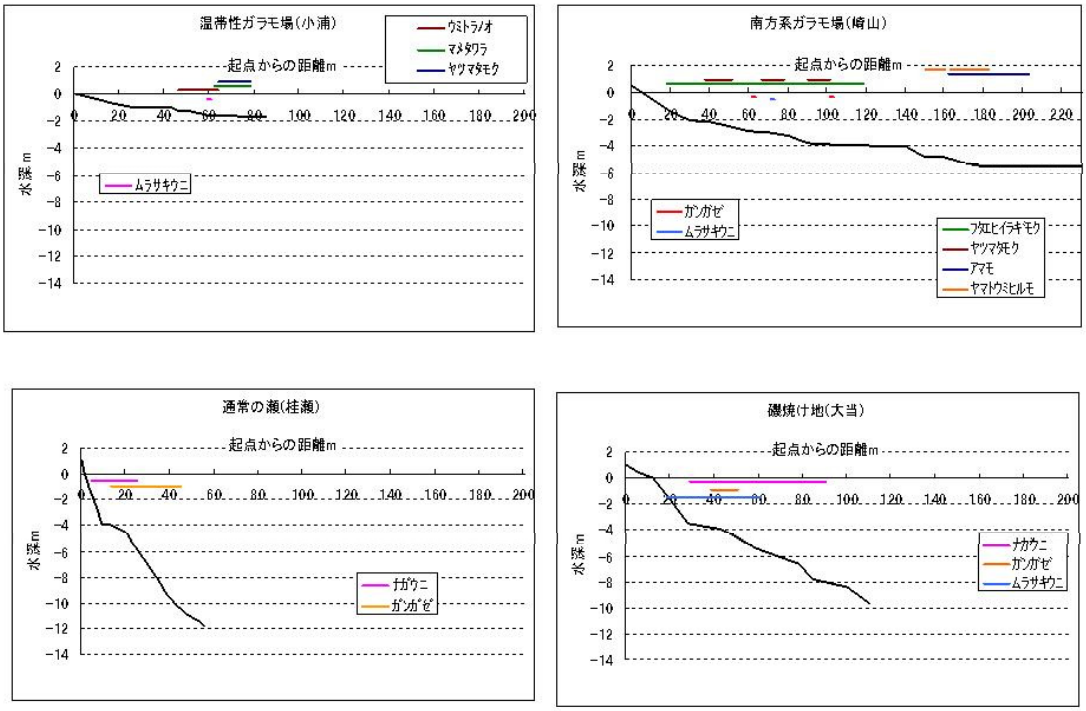


図３　５月の海藻植生と地域性状調査結果

水温及び塩分濃度等：表層水温は，4海域とも夏季～秋季はほぼ同じであったが，冬季の小浦が他の3海域に比べ1～2℃低いことや小浦は降雨後に陸からの直接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に比べ大きいことが特徴的であった（図4，5）。

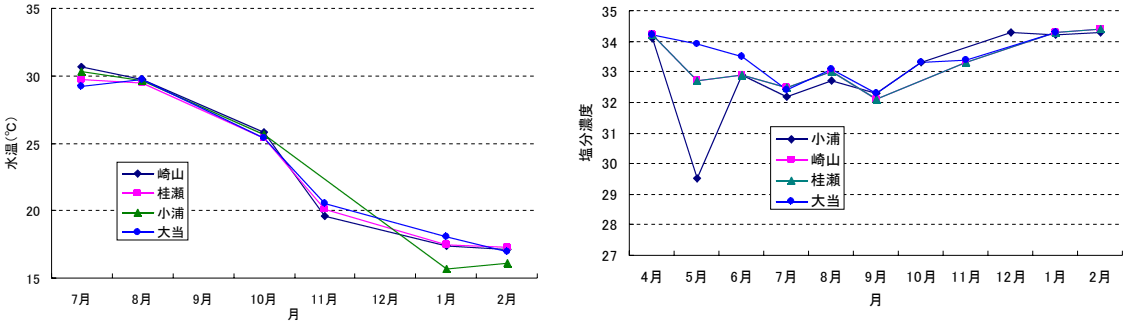


図４　調査海域の表層水温及び塩分濃度の推移

②魚類相調査（表2，表3：末尾）

100㎡当たりの種類数・個体数とも，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たが，大当の種類数は年間を通じてほとんど変化がなかった。また，小浦は他の3海域に比べ出現数が比較的少なかった（127尾以下）。

小浦はベラ科，ヒメジ科の出現数が多く，他の3海域でもそれらの出現数は多かったもののスズメダイ科の出現数が最も多かった。

確認された植食性魚類は，メジナ科のメジナ，ブダイ科のヒブダイ，アオブダイ，ブダイ，アイゴ科のアイゴ，ニザダイ科のクロハギ，ニザダイの7種であった（表1）。近隣の定置網で漁獲されるイスズミ科の魚種については，今回の目視調査では確認されなかった。

植食性魚類の出現を海域別に見てみると，小浦では9月にクロハギが確認されたのみであった。

また，崎山では4～9月にヒブダイ，アオブダイ，ブダイ，クロハギ，ニザダイの5種計29尾が確認された。これらは幼魚の場合が多く，成魚は7月にクロハギ5尾，ニザダイ1尾，8月にクロハギ1尾であった。

桂瀬ではメジナの成魚が7～8月に5～45尾確認されたほか，10月にヒブダイ5尾，11月にアオブダイ3尾（幼魚）が確認された。

大当では8，11月にニザダイがそれぞれ2，1尾（成魚）が確認された。

また，この調査では確認されなかったが，周辺ではメジナ幼魚が見られることが多かった。

表２　植食性魚類の出現状況

小浦

	2008						2009			崎山 2008						2009		
	4月	7月	8月	9月	10月	11月	1月上	1月下	2月	4月	7月	8月	9月	10月	11月	1月上	1月下	2月
メジナ科																		
メジナ																		
ブダイ科																		
ヒブダイ										(5)	(1)	(1)	(2)					
アオブダイ												(7)	(3)					
ブダイ													(2)					
アイゴ科																		
アイゴ			(7)															
ニザダイ科																		
クロハギ				1							5	1(1)						
ニザダイ											1							

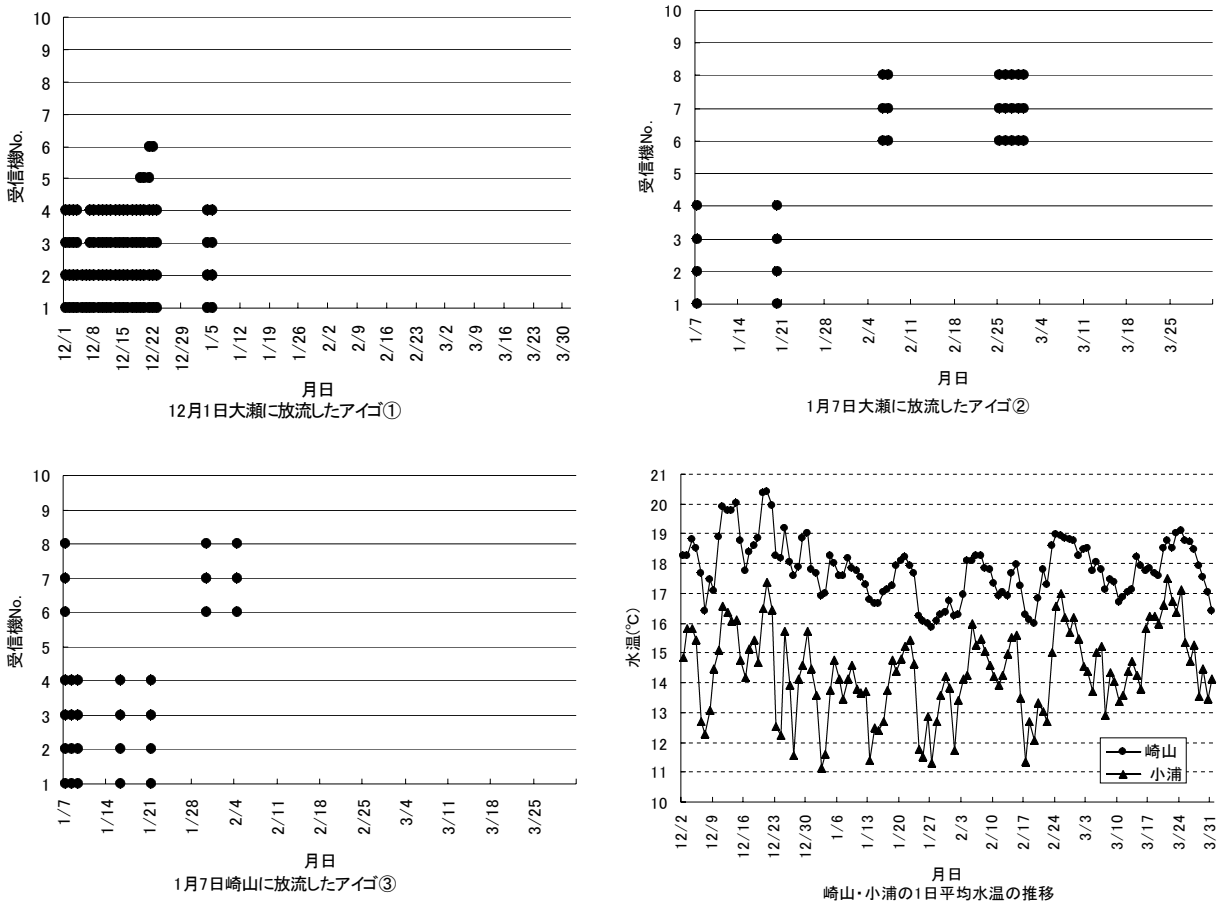
桂瀬

	2008						2009			大当 2008						2009		
	4月	7月	8月	9月	10月	11月	1月上	1月下	2月	4月	7月	8月	9月	10月	11月	1月上	1月下	2月
メジナ科																		
メジナ		45	5	7														
ブダイ科																		
ヒブダイ					5													
アオブダイ						(3)												
ブダイ																		
アイゴ科																		
アイゴ																		
ニザダイ科																		
クロハギ																		
ニザダイ												2			1			

100m2のリスト。数値は成魚の個体数。()内の数値は幼魚の個体数

③バイオテレメトリー調査

放流した3尾について確認された受信結果及び崎山・小浦の水温を図5に示す。



＊●が受信されたことを示している。

図５　放流したアイゴの受信状況及び小浦・崎山（底層）における水温の推移

アイゴ①：12月1日大瀬に放流し，放流直後から12月23日まで大瀬周辺の受信機（No.1～4)によって受信されたが，No.3及び4では12月4日から7日まで受信されなかった。また，12月19日から22日までの4日間は1kmほど離れた崎山（No.5～6）でも延べ回数にして9回受信された。12月24日から1月3日までは受信はなく，1月4日から5日まで大瀬周辺で再度受信された。1月6日以降は受信されなかった。

アイゴ②：1月7日大瀬に放流し，放流直後から4時間にわたって大瀬周辺（No.1～4）で受信されたが，その後受信されなくなり，13日後の1月20日に30分ほど再び大瀬周辺（No.1～4）で受信された。さらに2月6日～7日及び2月25日～3月1日までは崎山周辺（No.6～8）で受信された。3月2日以降は受信されなかった。

アイゴ③：1月7日崎山に放流し，放流直後から崎山周辺（No.6～8）及び大瀬周辺(No.1～4）の両域の受信機で受信されたが，8時間後からは大瀬周辺（No.1～4）だけの受信となり，9日は1時間ほど受信されただけであった。1月16日及び21日の日中6時間ほど大瀬周辺（No.1～4）で受信され，1月30日及び2月4日には崎山周辺（No.6～8）で受信された。2月5日以降は受信されなかった。

水温：12月2日から3月31日までの1日平均水温は，小浦では17℃を超えた日は4日だけで，ほとんど17℃未満で推移し，また，崎山を上回ることはなかった。また，小浦は崎山に比べ水

温変動が大きかった。

【考察】

藻場形成時に，崎山ではヒブダイ幼魚が見られ，小浦でもライン調査時などでメジナ幼魚が確認されたことから，藻場は植食性魚類にとっても幼魚の保育場になっていると考えられるが，それら幼魚が藻体を食べているかは確認できなかった。

桂瀬（通常の磯：非藻場磯）や大当（磯焼け海域）では，メジナ，ニザダイなど植食性魚類やウニも多く見られ，両者の食害により海藻が生育できない状況にあると考えられる。この両海域は，水深が急激に10m以深になっており，水温変動が大きい浅場を経由することなく，植食性魚類が容易に深場～浅場間を移動できることが，海藻の生育をさらに困難にしていると考えられる。

魚類相調査では，冬季は魚類の種類数・個体数とも少なくなり，特に植食性魚類は全調査地で全く見られなくなった。これは水温が比較的暖かく変動幅が小さい深場へ魚が移動した結果と考えられる。

ただ，今回のバイオテレメトリー調査では，藻場形成・伸長期に放流が行えなかったため，その時期の行動を的確に把握することはできなかった。

しかし，今回冬季に放流したアイゴが，2～3月に南方系ガラモ場の形成域である崎山周辺で受信された時期の水温をみてみると，水温が上昇している時期，特に17℃以上であることが多く，水温がアイゴの行動を制限していることが示唆された。

また，崎山と大瀬の約1kmほど離れた受信機で，断続的ではあったものの1～2ヶ月間受信されたことから，アイゴは冬季に大きな移動は行わないと考えられた。すなわち，冬季は16℃以下低水温域を避け，深場の狭い範囲内で行動し，浅場の水温が17℃以上に上昇してくると浅場に遊泳してきて海藻を食害していると推測できる。

これら両海域に比べ小浦では,ホンダワラ伸長期には水温が17度以上になることはほとんどなく，水深が浅く干潮時は2m以浅になることもあり，植食性魚類の成魚が容易に近づけない状況にあると考えられることから，食害の影響も少なく，ホンダワラの伸長が進むと考えられる。

実際，小浦，崎山とも平成21年1月下旬にホンダワラ幼体に若干の食害痕が認められたが，小浦ではさらに食害が進行することはなく，1月以降伸長し，2月の時点でヤツマタモク，マメタワラは30cmを超えていた（21年4月には藻場形成が認められている。）。

一方，崎山では1月下旬以降も食害が進行し，2月下旬にはほとんどのホンダワラ幼体が食害を受けていた。2月10日の魚類相調査では植食性魚類は確認されなかったが，放流したアイゴが2～3月に崎山周辺を遊泳していたことなどからも，アイゴが食害に関わっていた可能性があることを示している。

植食性魚類の行動については，今後さらに多くデータを得たうえで検討する必要がある。

表３　魚類相調査結果

小浦（温帯性ガラモ場）

	2008										2009							
	4月		7月		8月		9月		10月		11月		1月上旬		1月下旬		2月	
ウツボ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニシン科	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カタクチイワシ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨウジウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フサカサゴ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
コチ科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハタ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
テンジクダイ科	0	0	9	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒイラギ科	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
フエダイ科	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロサギ科	0	0	0	0	0	0	1	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イサキ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タイ科	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエフキダイ科	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
チョウチョウウオ科	0	0	0	0	4	0	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ科	0	0	2	0	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ	0	0	2	0	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カゴカキダイ科	0	0	2	0	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イシダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タカノハダイ科	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメジ科	0	0	1	0	15	2	11	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スズメダイ科	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ベラ科	24	0	3	0	33	8	56	1	26	0	0	1	0	0	0	0	20	0
ブダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アオブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トラギス科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イソギンポ科	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ウバウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ネズッポ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハゼ科	6	0	0	0	2	20	1	0	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0
クロユリハゼ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ科	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロハギ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カマス科	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
モンガラカワハギ科	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カワハギ科	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フグ科	6	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ハリセンボン科	0	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36科	36	25	21	9	77	38	97	31	76	4	0	1	0	0	0	0	23	0
	61		30		115		128		80		1		0		0		23	
	7種		9種		16種		20種		16種		1種		0種		0種		4種	

＊100㎡当たりの出現個体数。数値左は成魚の個体数。右（黄色列）は幼魚の個体数

青色の行は植食性魚類

崎山（南方系ガラモ場）

	2008 4月		7月		8月		9月		10月		11月		2009 1月上旬		1月下旬		2月	
ウツボ科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニシン科	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0
カタクチイワシ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨウジウオ科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フサカサゴ科	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
コチ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハタ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
テンジクダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒイラギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロサギ科	0	0	0	0	0	0	4	20	0	0	4	0	3	0	2	3	2	0
イサキ科	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タイ科	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエフキダイ科	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
チョウチョウウオ科	0	0	1	0	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カゴカキダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イシダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タカノハダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメジ科	6	0	2	30	2	8	18	2	5	0	3	0	1	1	0	0	1	0
スズメダイ科	25	0	123	0	81	125	40	196	46	0	25	0	53	0	17	2	119	0
ベラ科	12	2	21	0	12	24	25	3	30	0	16	0	3	2	6	0	12	0
ブダイ科	0	5	0	1	0	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒブダイ	0	5	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アオブダイ	0	0	0	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブダイ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トラギス科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イソギンポ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ウバウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ネズッポ科	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハゼ科	15	0	3	0	11	3	57	0	31	0	5	0	6	1	2	1	5	0
クロユリハゼ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0
アイゴ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ科	0	0	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロハギ	0	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カマス科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
モンガラカワハギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カワハギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フグ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
ハリセンボン科	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
36科	58	7	212	33	114	170	149	229	117	0	57	0	73	4	27	6	439	0
	65		245		284		378		117		57		77		33		439	
	8種		16種		20種		21種		17種		10種		11種		6種		10種	
	21科44種																	

＊100㎡当たりの出現個体数。数値左は成魚の個体数。右（黄色列）は幼魚の個体数

青色の行は植食性魚類

桂瀬（非藻場磯）

	2008 7月		8月		9月		10月		11月		2009 1月上旬		1月下旬		2月	
ウツボ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニシン科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0
カタクチイワシ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨウジウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
フサカサゴ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
コチ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハタ科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
テンジクダイ科	16	0	0	0	0	0	1	0	210	0	33	0	50	0	85	0
ヒイラギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエダイ科	3	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
クロサギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イサキ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエフキダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
チョウチョウウオ科	4	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ科	45	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ	45	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カゴカキダイ科	1	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イシダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タカノハダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメジ科	2	0	3	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スズメダイ科	145	0	59	750	349	101	327	0	133	0	346	0	473	0	132	0
ベラ科	38	0	49	0	41	1	68	0	28	0	52	1	32	4	39	0
ブダイ科	0	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0
ヒブダイ	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アオブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
ブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トラギス科	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
イソギンポ科	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0
ウバウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
ネズッポ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハゼ科	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロユリハゼ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロハギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カマス科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
モンガラカワハギ科	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カワハギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フグ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハリセンボン科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36科	254	0	122	750	419	102	412	0	376	3	434	1	555	4	558	0
	254		872		521		412		379		435		559		558	
	16種		18種		16種		20種		13種		14種		8種		11種	

＊100㎡当たりの出現個体数。数値左は成魚の個体数。右（黄色列）は幼魚の個体数

青色の行は植食性魚類

大当（磯焼け海域）

	2008 7月		8月		9月		10月		11月		2009 1月上旬		1月下旬		2月	
ウツボ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニシン科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カタクチイワシ科	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨウジウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フサカサゴ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
コチ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハタ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
テンジクダイ科	128	0	0	0	85	0	63	0	42	0	15	0	61	0	0	0
ヒイラギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロサギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
イサキ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フエフキダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
チョウチョウウオ科	18	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
メジナ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジナ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カゴカキダイ科	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イシダイ科	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
タカノハダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメジ科	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スズメダイ科	92	0	133	360	174	172	56	124	82	0	238	2	126	0	0	0
ベラ科	20	0	28	3	17	3	19	0	38	0	11	35	18	0	0	0
ブダイ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アオブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トラギス科	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
イソギンポ科	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
ウバウオ科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ネズッポ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハゼ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロユリハゼ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アイゴ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ科	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
クロハギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニザダイ	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
カマス科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	60	0	0	0
モンガラカワハギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カワハギ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フグ科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハリセンボン科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
36科	308	0	169	363	279	175	140	124	169	0	316	37	268	0	0	0
	308		532		454		264		169		353		268		0	
	11種		14種		13種		11種		14種		13種		14種			

＊100㎡当たりの出現個体数。数値左は成魚の個体数。右（黄色列）は幼魚の個体数

青色の行は植食性魚類

川内原子力発電所温排水影響調査事業

田原義雄・原田彰久・東剛志・石田博文・槻島光次郎

【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20年度温排水影響調査一覧

調査項目	調査の内容	平成20年度実施時期		
		春季	夏季	冬季
1　水温・塩分	(1)水平分布		平成20年7月3日	平成21年2月24日
	(2)鉛直分布		平成20年7月2日	平成21年2月23日
2　流況	(1)25時間調査		平成20年7月2～3日	平成20年2月5～6日
	(2)15日間調査		平成20年7月2～17日	平成20年2月5～20日
3　海生生物	(1)海藻類	平成20年5月15～16日		
	(2)潮間帯生物	平成20年5月15～16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20年１月～12月（周年）		
	(2)ﾏﾀﾞｲ,ﾁﾀﾞｲ	平成20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，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20年７月14日（第１回），平成20年11月28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20年度温排水影響調査報告書』に記載したとおりである。

内水面漁業総合総合対策研究－Ⅰ
（内水面魚病総合対策事業：魚介類の異常へい死）

村田圭助・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】

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した。

また搬入されたへい死魚体については魚病検査を，ま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って，へい死原因調査を実施した。

【結　果】

今年度は２件のへい死事故が発生し，その調査結果は表１のとおりで，農薬や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
H20.05.26	霧島市牧園町石坂川における魚のへい死	残留農薬分析＋魚病検査を実施	原因不明
H20.06.02	さつま町鶴田ダム湖におけるヘラブナのへい死	魚病検査を実施	原因不明

内水面漁業総合対策研究－Ⅱ
（内水面増養殖技術開発事業：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。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・100百万円前後で推移している。特にアユの遡上時期には主要河川で稚アユ採捕漁が営まれ，県内外に放流種苗用，養殖用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由来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，これまでの結果と差異がないか10月に生殖腺指数を調べた。

流下時期及び流下量は，11月上旬から１月上旬にかけて概ね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，17時30分に開始，18時から24時までの間は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。

遡上アユは３月以降に稚アユ採捕漁(エゴ漁)による漁獲物を，概ね７日おきに分けてもらい体重，体長等を測定した。また各エゴの漁獲量は漁協からの報告により集計した。

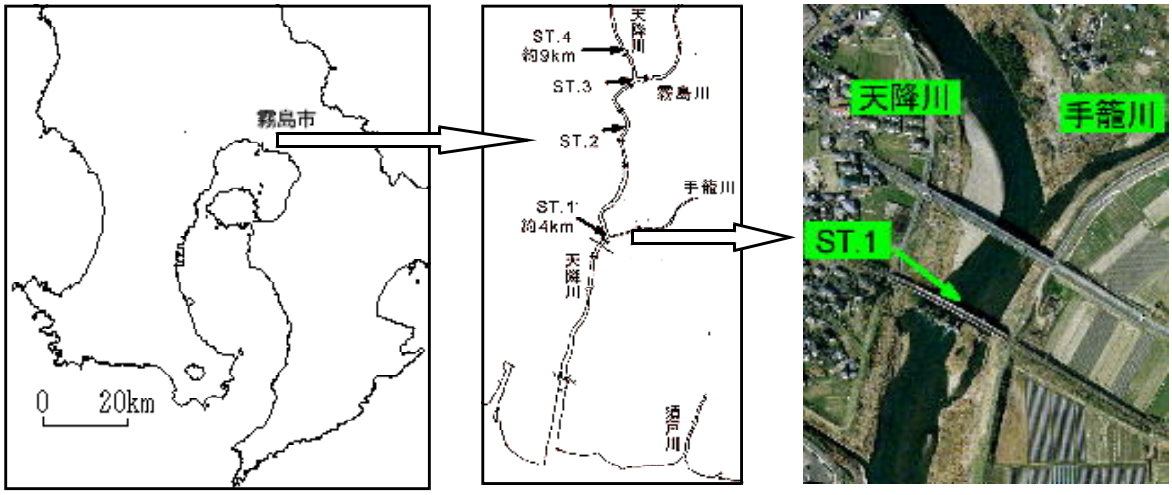


図.１　調査河川の概況（定点の位置）

【結果及び考察】

水質　４定点における測定結果を表．１に示す。

水産用水基準(2005年)と比較すると，ｐＨは18年９月以降は殆どの調査日で基準超過となった。

また，降雨時にＢＯＤ(自然繁殖の条件２mg/L以下，生育の条件３mg/L以下)やＳＳ(25mg/L以下)が基準を超えた。

全窒素は0.7～1.7mg/L，全リンは0.02～0.15mg/Lの範囲で，全リンは降雨時に濃度が高くなった。

アユの生息に影響を及ぼすものとしてＳＳとｐＨの基準超過が考えられるが，ＳＳは降雨時に濃度が高くなるものの，長期的に持続している状況は観察されず，またｐＨも毎年同様な状況にある。こうした中でも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，現在の河川水質環境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

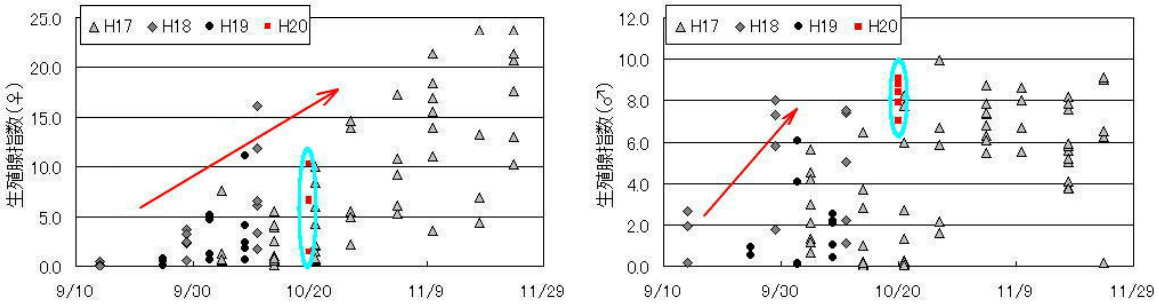
年度	ｐＨ	ＢＯＤ	ＳＳ	全窒素	全リン
H.16	6.8～7.5	0.3～1.2	1.0～ 7.6	0.7～1.5	0.02～0.06
17	7.1～7.9	0.2～1.7	0.8～77	1.0～1.5	0.03～0.15
18	6.7～8.0	0.2～3.3	0.6～22.4	0.9～1.7	0.03～0.09
19	7.4～8.2	0.1～3.4	0.4～41	1.0～1.5	0.04～0.15
20	7.0～8.2	0.1～0.7	0.6～11.2	0.9～1.5	0.02～0.09
基準	6.7～7.5	≦2，≦3	≦25mg/L		

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20年の成熟状況は，10月20日に生殖腺指数が例年の範囲にあることを確認した。(図．２)

流下仔魚は11月中旬以降に急増することから，産卵から孵化までの期間（15℃前後で約２週間）を考えると，10月下旬から産卵行動が活発化していることがうかがえる。



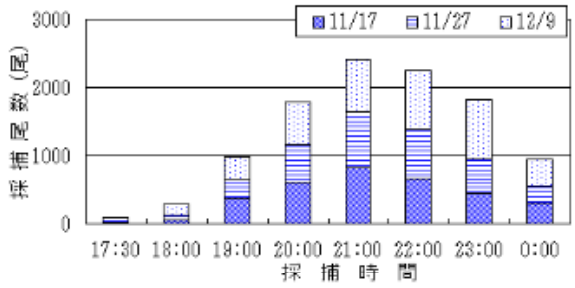
図．２　生殖腺指数の推移(左：雌，右：雄)

流下仔魚

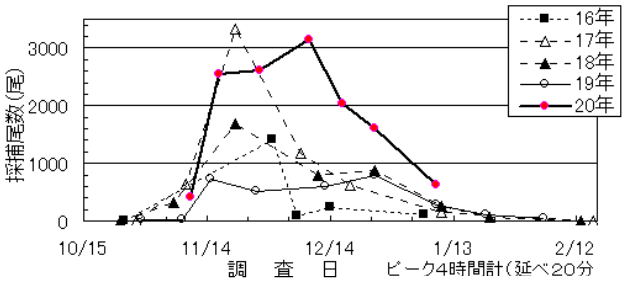
孵化仔魚の流下はこれまで10月下旬に始まり，２月上旬まで続き，ピークは11月中～下旬に見られているが，年によってははっきりしたピークが現れずにダラダラと流下が続くことがあった。

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。

20年は11中旬から12月上旬にピークがみられ，これまで最も多かった17年よりも多く，例年だと減少してくる12月下旬以降も例年の２～３倍程の流下仔魚が採取できた。(図．３，４)



図．３　時間別採捕尾数の推移(11/17～12/９)



図．４　年別採捕尾数の推移

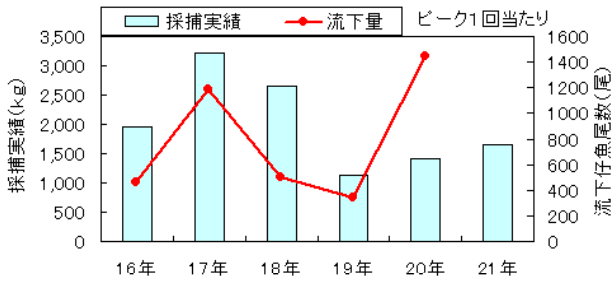
＊　図３の採捕尾数は，ネット２基５分間で採捕した尾数
　　図４のピーク４時間計は，20～23時での２基５分間（延べ２基×20分間）の採捕尾数

流下と遡上の関係

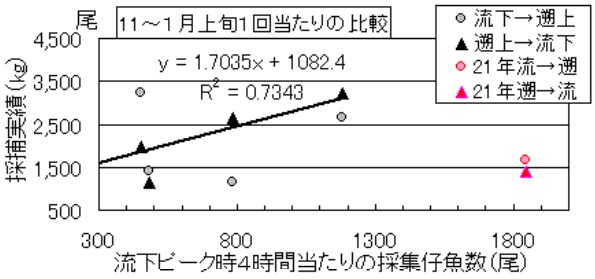
流下調査の結果と稚アユ採捕漁の漁獲量を比較(図．５，６)すると，19年度までの結果では遡上と流下（河川で生育したアユが産卵した結果）には正の相関が見られ，流下と遡上（流下した仔魚が河口域等で生育した結果）に相関は見られていない。これは他県の報告と同様な結果である。

20年度は流下仔魚数が極端に多く，従来の傾向と異なる結果となり，遡上と流下には相関が見られていない。ただし遡上については稚アユ採捕漁(漁期：３～４月)の実績を用いており，２月及び５月以降の遡上が反映されていない。さらに採捕許可枠内での実績のため，年により許可量が異なることや，遡上が多い年は途中で漁を終了すること等もあり，遡上実態を反映できないこともある。実際，20年の遡上では２月下旬には漁協及び当センターで遡上の開始を確認し，また例年よりかなり遅れた６月に大群が遡上したことも漁協が確認している。これまでは採捕許可枠に対し採捕実績が少なかったことや遡上の極端な遅れが見られなかったことから，遡上状況の基準とすることに大きな問題はなかったが，今後は遡上量の把握方法と数値化について再検討する必要がある。

なお20年度の結果が特異であるものの，前年度までの結果では遡上と流下に相関が見られることから，遡上後の河川内での生残率が概ね同じレベルで推移していることが示唆されている。このため，遡上量及び翌シーズンの流下量は流下後の河口域等での生残の多少が影響していると考えられ，河口域等での生残把握が課題となっている。



図．５　稚アユ採捕実績と流下数



図．６　稚アユ採捕実績と流下仔魚数

＊　流下量は17年度の遡上稚アユの耳石日周輪解析結果により，11～１月上旬までの量で比較し，20～23時でのネット２基５分間の総採捕尾数を調査日数で割った平均値を用いた。
　　16年の流下量は11月上中旬のデータが欠測したため低い数値となっている。

内水面漁業総合対策研究－Ⅲ
（内水面増養殖技術開発事業：モクズガニ放流追跡調査）

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。

モクズガニ *Eriocheir japonicus* は，日本のほぼ全域の河川に生息し，本県においては山太郎ガニ，ツガニ，ケガニ，マーガン等と呼ばれ，内陸部を中心に古くから食用に供されている。

本県内水面漁業におけるモクズガニの生産量・額は，県水産振興課の調べによると，20トン・20百万円前後で推移し，アユに次ぎ第２位で重要な内水面漁業対象種となっており，本種の資源維持のため内水面漁協等を主体にして1.5トンを超える放流が行われている。

現在，当センターでは本種の種苗生産技術開発試験が行われており，種苗放流をより効果的なものとするために，放流後の移動・分散，成長，成熟，降河等に関して調査を実施した。

【方　法】

薩摩半島にある金峰ダムの上流河川（ダム建設により遡上が阻害されると考えられる水域）において，平成17年２月22日に稚ガニ(平均甲幅７㎜，平均体重0.４ｇ)１万尾を放流した。追跡調査はタモ網，筒，籠を用いて捕獲して，現場で甲長，甲幅を測定し，また雌の成熟個体と一部未成熟個体，雄の甲幅70㎜を超える個体を当センターに持ち帰り体重を計測した。調査は放流の翌日，10日経過後及び30日経過後に滞留確認を行い，２ヶ月後の４月21日から捕獲調査を開始し，平成20年12月24日まで計81回を実施した。

なお，平成18年２月27日からは宮崎県水産試験場小林分場の実施した外部標識を参考に，再捕した未成熟雌及び雄の背甲右側面に穴を空けて再放流し，再々捕個体には左側面に穴を追加し放流した。

20年度の捕獲は成長に伴う大型化もあり籠で行い，放流地の上流及び下流側(100ｍ区間内)に４籠ずつ設置するとともに，拡散状況の確認のためダムに流入する別の未放流河川にも４籠設置した。

放流地点の水温は自己記録装置により測定し，捕獲調査時に１回/月程度の頻度で水質を分析した。

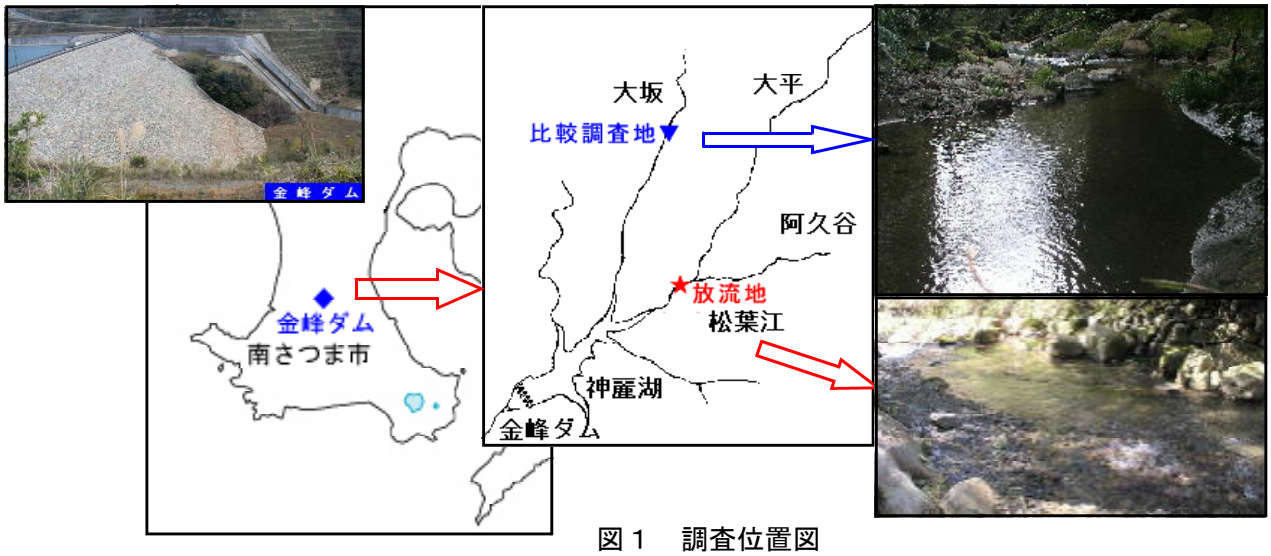


図１　調査位置図

【結果及び考察】

平成20年度は延べ15回の漁獲調査を行い69個体を捕獲した。

放流河川での捕獲数は66個体（標識個体が５個体），放流未実施の比較地点で３個体であった。

捕獲個体の多くは甲幅60㎜以上，体重150ｇ以上で，大きいものは80㎜，300ｇを超えた。

水温

放流地の平均水温を図２に示した。

年により変化するが，概ね冬季に７℃前後まで低下し，夏季に23℃度前後まで上昇した。

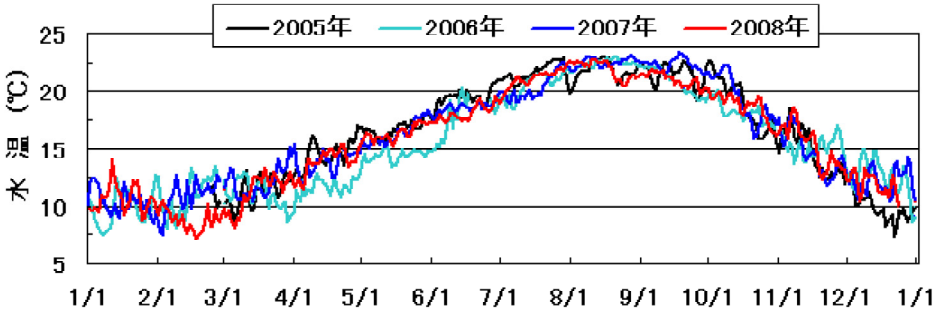


図２　放流地における平均水温の推移

天然遡上及び拡散状況

放流河川の流域住民への聞き取りでは，平成３年の金峰ダム工事着工以前は県外の業者がカニの捕獲に来ていたが，その後は個体数が減少し業者の姿を見なくなり，住民による捕獲もほとんど行われなくなったとのことから，ダム建設により天然個体の上流域への遡上はほとんどないと予想して放流を行った。今年度捕獲調査を実施した２河川において(図３)は，17年に２個体，18年に７個体，甲幅68㎜以上の雄を捕獲した。19年以降は放流群の成長に伴い天然群との見分けがつかなくなったものの，天然群で見られた甲幅68㎜以上の捕獲個体数を見ると，20年に急増しており，ほとんどが放流群と推測される。また未放流河川の19年までの捕獲個体(図４)に甲幅40～70㎜の個体が見られないことや，放流河川においても18年８月まで甲幅50～70㎜の個体がほぼ見られないことから，予想どおり天然遡上群はわずかであると推察された。

放流地からの拡散については，平成20年に未放流河川において未成熟雌が２個体捕獲された。前述の甲幅68cm以上の個体は全て雄であり，雄は10年以上河川にとどまる個体があるとの報告があるが，この２個体は雌であることから，放流群の可能性が高く，季節的な移動等により下流に下った個体が他河川に遡上したものと思われた。しかし，量的には２個体とわずかで，他河川への漁業資源となるような量の拡散は期待できないと思われる。

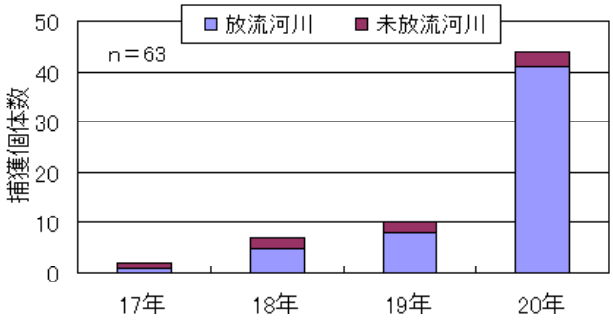


図３　甲幅68㎜以上の捕獲個体数

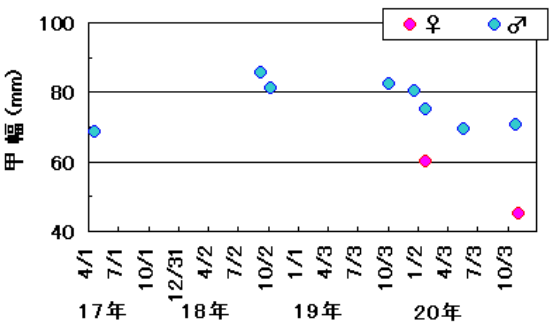


図４　未放流河川における捕獲個体

成長

放流後の甲幅の推移を図５に示した。

平均甲幅７㎜で放流した個体は，１年程で約６倍の40㎜になり，その後は概ね１年に10㎜程ずつ大きくなった。本種は個体間の成長差が大きいことが知られ，共同研究として実施した鹿児島大学水産学部の伊藤や中村らの飼育試験でも，初期成長の差がその後も影響していることが解っているが，早い個体で２年目の秋には60㎜を超え，十分な漁獲サイズに達している。成長の遅い個体でも３年目の秋にほとんどが50㎜を超えて漁獲サイズに達していることから，放流から３年後までに回収が見込める回転の速い種である。

雌雄間の成長差は，雌が甲幅70㎜以上の個体が見られないことから，80㎜以上に成長する雄と比べると経過とともに差が生じている様に見えるが，60㎜サイズまでの成長速度に差はほとんど見られず，60㎜以降は大型化するか否かの差が見られている。

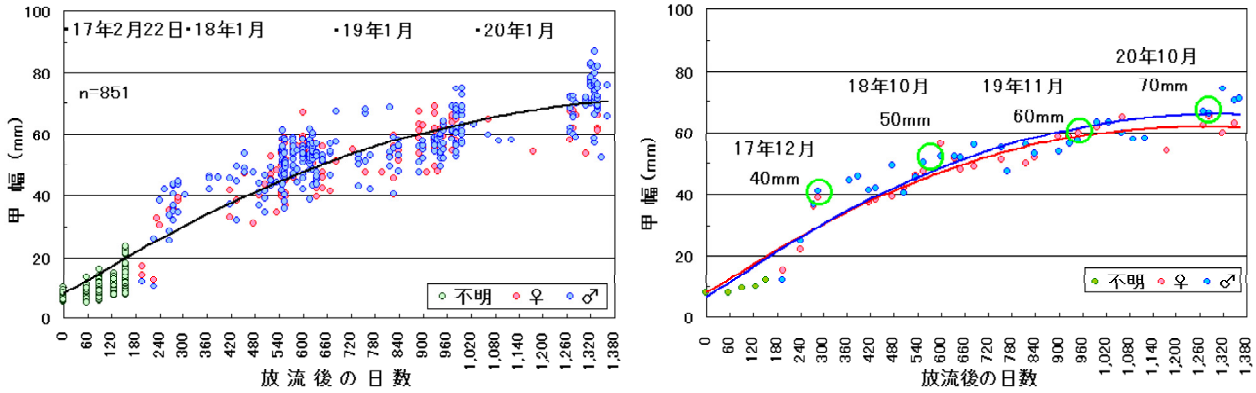


図５　雌雄別甲幅の推移（右：平均甲幅）

成熟・降河

籠で採集できる甲幅３cm以上の再捕個体数の推移を図６に示した。

再捕個体数は放流２年目の９月に急増し，その後も９～11月を主体に捕獲個体数が増え，12月以降はほとんど捕獲できない状況の繰り返しとなった。これは12月以降は低水温となり本種の活動停滞期に入ること，また春期は移動せず生息箇所周辺で索餌していることによると考えられる。

雌の成熟個体は放流２年目の８月下旬に初確認し11月まで見られ，３年目以降も８～11月に出現し，他の月には見られなかった。再捕個体数の増減を併せて考えると，上流域における繁殖のための降河時期は雄を含めて９～11月であるといえる。

雌は３年目の19年８月以降はほとんどが成熟脱皮を終えており，４年目には捕獲個体数が減少し(19年50個体→20年13個体)，未成熟個体が４尾しか見られなかったことから，雌は放流から３年経過するまでに多くが降河し，残っても４年目でほぼ降河し終えてしまうと推察される。

また雌は前述したが，甲幅７cm以上の個体は見られず，７cmに達する前に降河している。一方，雄は大型化することが知られているとおり，甲幅８cm以上の個体が出現し，４年目の捕獲個体数もあまり減少(19年84個体→20年57個体)していないことから，雌より大型化した後で降河する個体が多いという結果となっている。

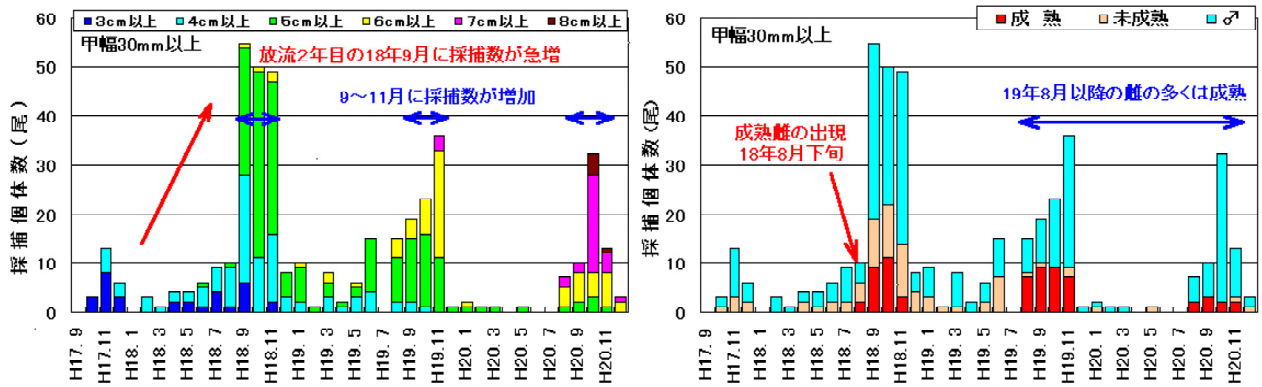


図６　捕獲個体数の推移（左：甲幅長別個体数，右：雌雄別個体数）

外部標識

放流効果を検討する上で生残率を求める必要があることから，外部標識の有効性の確認を行った。

背甲に開けた穴は図７に示すとおり脱皮後に塞がるものの痕跡として残り，放流したものかを確認することができた。

室内水槽による飼育試験では５回の脱皮後も痕跡が残ること，外部標識が原因で斃死しないことを確認しており，また痕跡が消えかけた時は逆の背甲に穴を開けることで，更に放流個体かの長期判定が可能である。個体識別ができないものの，天然群の混在する水域においては放流群を見分ける上で，本手法は有効と考えられる。

穴を開ける位置を背甲の右側面，左側面，両側面と分けることで，３回の放流群を区分することも可能である。

図７　外部標識の作業状況と脱皮後の痕跡（同一個体の経過を示すものではない）

生残

平成18年２月27日から先述の外部標識を再捕した個体に付して放流を行った。その再々捕獲数等を表１に示した。甲幅３cm以上の196個体に標識を付し，再々捕獲したのは45個体（再々捕率23%）で，全て４cm以上であった。

調査期間に捕獲した甲幅４cm以上の個体（再々捕獲数は除外）は386個体（放流数に対し3.8%）で，うち５cm以上は293個体（2.9%），６cm以上は107個体（1.0%）であった。

再々捕獲数は調査回次ごとに増加し，再放流した個体の23%を再々捕獲（図８）している。放流地点周辺での滞留数算定は精査する必要があるが，再々捕獲の割合から調査地周辺に滞留生残している割合を推計すると，４cm以上の捕獲数が 386個体なので 1681（＝386÷0.23）個体となり，１万尾放流したことから約17%が放流地周辺に滞留していたものと思われる。調査期間内に成熟し降河し

表１　再放流及び再々捕獲数等の推移

	再放流	再捕獲	再放流累計	再々捕
H18. 2	3			
H18. 3	1	1	3	
H18. 4	4	4	4	
H18. 5	4	4	8	
H18. 6	6	6	12	
H18. 7	4	9	18	
H18. 8. 8	6	7	22	1
H18. 8.23	2	3	28	1
H18. 9. 4	8	8	30	
H18. 9. 7	4	4	38	
H18. 9. 8	3	4	42	1
H18. 9.11		18	45	1
H18. 9.14		10	45	1
H18.10. 2	18	24	45	
H18.10.13	2	5	63	1
H18.10.26		22	65	2
H18.11.13	17	19	65	1
H18.11.20	8	15	82	1
H18.11.30	11	14	90	3
H18.12.15	6	8	101	2
H19. 1. 4	4	6	107	2
H19. 1.18	2	3	111	1
H19. 2.28	1	1	113	
H19. 3.12	2	4	114	2
H19. 3.30	3	4	116	1
H19. 4.11	2	2	119	
H19. 5. 9	1	1	121	
H19. 5.28	3	4	122	1
H19. 6. 8	7	8	125	1
H19. 6.20	6	7	132	1
H19. 8.10	6	7	138	1
H19. 8.20	2	6	144	3
H19. 8.30	1	1	146	0
H19. 9.18	7	16	147	0
H19. 9.26	3	3	154	0
H19.10. 4	8	11	157	0
H19.10.10	6	11	165	0
H19.11. 2	3	11	171	2
H19.11.12	11	15	174	4
H19.11.28	7	10	185	3
H19.12.27	0	1	192	1
H20. 1.31	1	2	192	1
H20. 2.28	1	1	193	0
H20. 3.31	1	1	194	0
H20. 5.23	1	1	195	1
H20. 8.28	0	6	196	2
H20. 9. 5		7	196	1
H20. 9.12		3	196	0
H20.10. 9		4	196	0
H20.10.21		10	196	0
H20.10.31		18	196	0
H20.11. 7		12	196	1
H20.11.18		1	196	0
H20.12. 1		2	196	1
H20.12.24		1	196	0
計	196	386	196	45

た個体があることから，生残率はこれより高くなると考えられる。

なお，天然の遡上個体が先述のとおりほとんど見られないことから，放流個体以外は無視できるものとした。

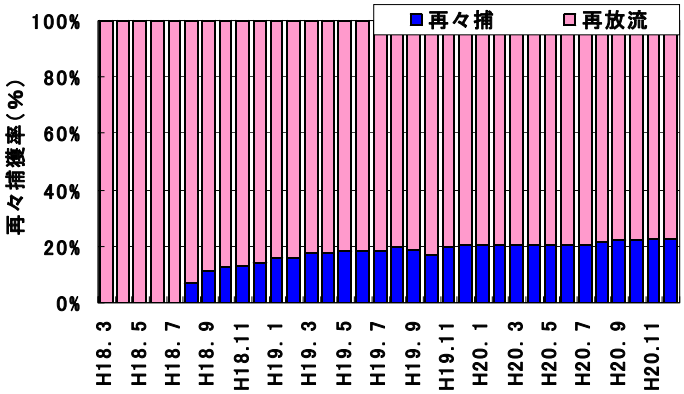


図８　再々捕獲率の推移

表２　甲幅別の滞留数等

甲　幅	放流数	再捕数	再々捕率	滞留数	滞留率
4cm以上	1万尾	386尾	23%	1678尾	16.8%
5cm以上	1万尾	293尾	23%	1274尾	12.7%
6cm以上	1万尾	107尾	23%	465尾	4.7%

奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅲ
（沿岸域資源有効活用調査：南方系ガラモ場造成試験）

猪狩忠光・吉満　敏・徳永成光・田原義男

【目　的】

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

【方　法】

調査・試験地は，リーフ性藻場：奄美市笠利町佐仁・用，龍郷町安木屋場，内湾性藻場：瀬戸内町白浜とした。

*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。

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）

階段状基質（図1，基質の高さは最上段から，480㎜，300㎜，180㎜，120㎜，60㎜×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。

核藻場周辺の藻場面積拡大試験については，4月9日，階段状基質周辺のマジリモクが伸長していた石を40～50個転石地帯（平成15年以降は藻場は形成されていない。）に移設した。

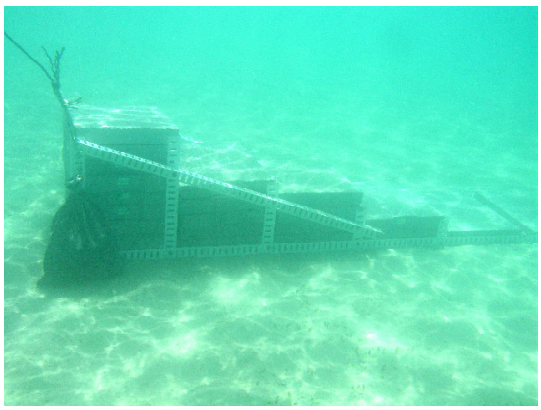


図１　階段状基質全景

また，幼胚の拡散距離，方向を把握するため，核藻場周辺の岸・沖及び同水深帯に1mごとに山石を配置し，着生状況を調査した。

*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，伸長させる要因に栄養塩が関与するかを確認するため，幼芽が見られたブロックに粒状の農業用肥料約1kgをタマネギ袋に詰めて装着し，その伸長を観察した。

【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2)。水温については，形成される前年（平成18年）の9～10月及び直前の1月の水温（図3）が，形成されない時に比べ低い傾向がみられ，特に後者は伸長直前であり，水温が藻場形成の制限要因になっていることが考えられる。

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。

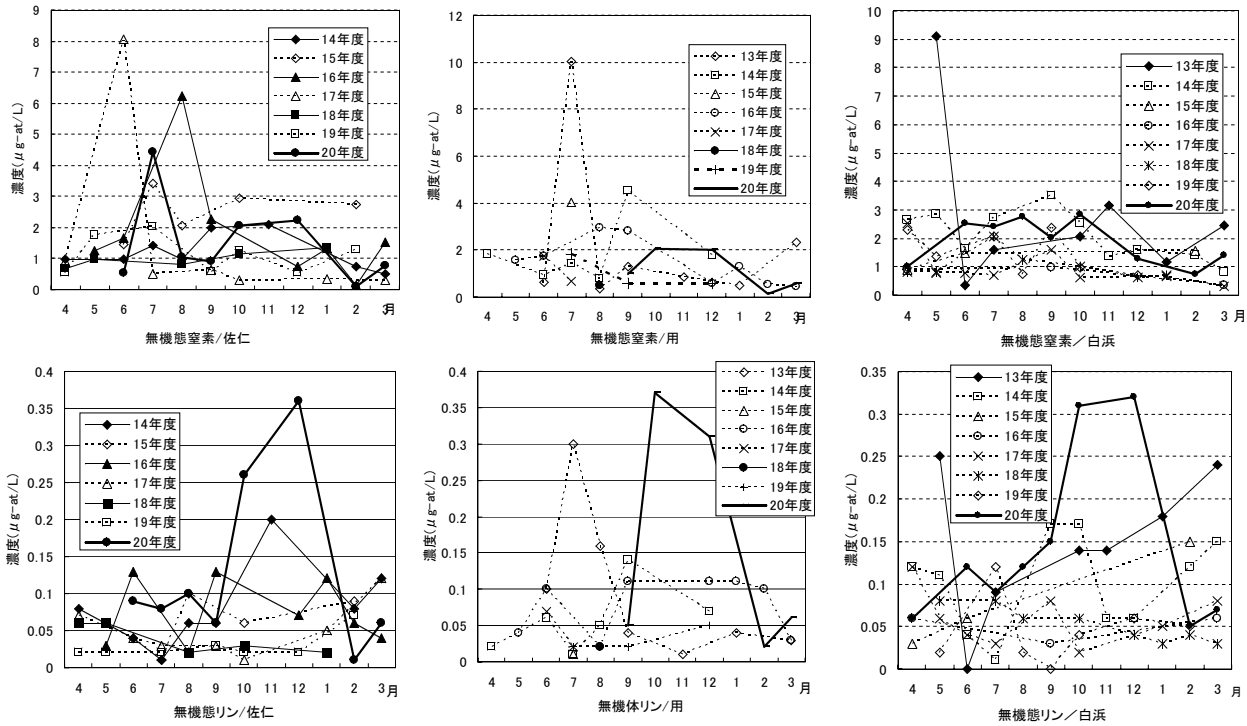
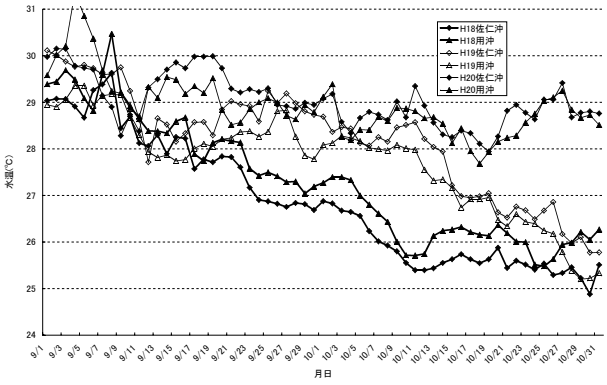


図２　佐仁・用・白浜の無機態窒素・リン濃度



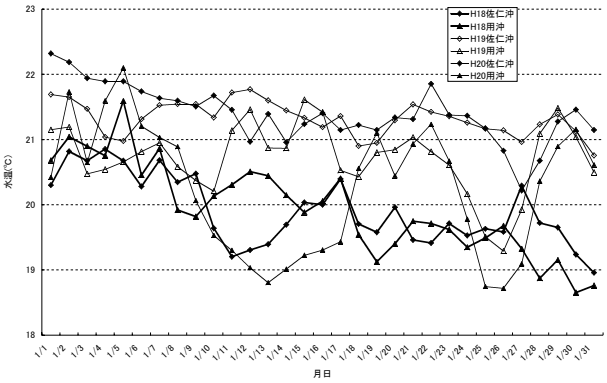


図３　佐仁・用の8～10月及び1月の水温変動　　***佐仁・用ともH19年度に藻場形成**

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。昨年度から基質の転石が再表出し始め，ホンダワラ幼芽が着生しているものも見られたが，20年4月には伸長しなかった。

しかし，21年2月から伸長が見られ，3月には長いもので90cmに達していたが，全体で120個程度の転石に藻体が確認されただけで，藻場とは言える状態ではなかった(図4)。転石の表面は，海藻をはじめ貝類がなど多数の生物及び砂に被われており，これらが幼胚の付着を困難にすると考えられた。

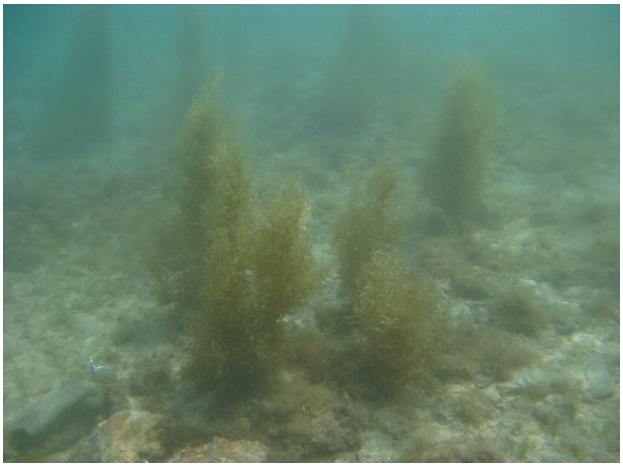


図４　3月の転石地帯の状況

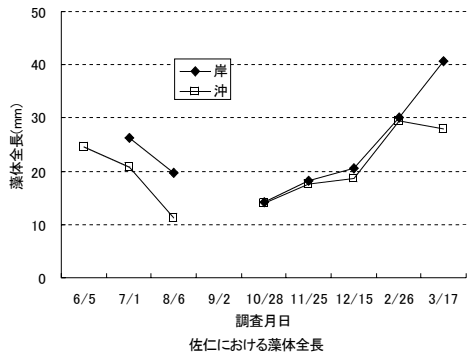
②リーフ性藻場

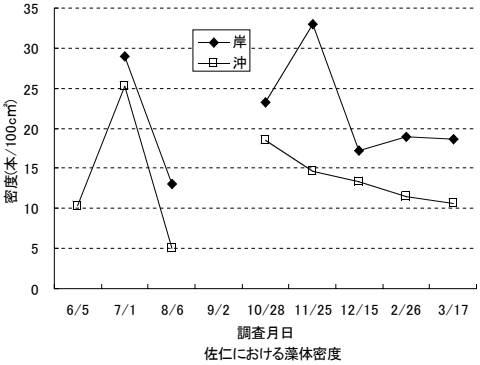
笠利町の調査地における最近9年間のガラモ場形成状況を表1に示す。20年度は，佐仁・用ともにガラモ場は形成されなかった。なお，佐仁では調査開始からこれまで１年おきにガラモ場が形成されている。

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
佐仁	－	○	－	○	－	○	－	○	－
用	○	－	－	－	－	－	－	○	－

藻体全長は，佐仁・用とも10～40㎜の間で推移し，岸側・沖側に大きな差はみられなかった。着生密度についても，岸側・沖側間では，月により若干の差はみられたが，12月以降は10～20本/100c㎡（1,000～2,000本/㎡）で推移した（図5)。





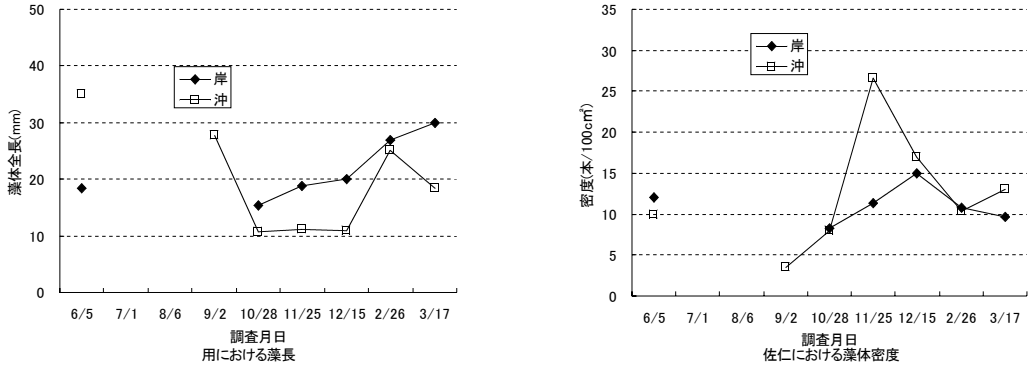


図5　佐仁・用におけるホンダワラの藻体全長及び密度

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たことから，藻場形成が食害により抑制されている可能性もあり，今後食害防除篭などにより，魚類の影響を排除した条件での育生させることも必要であると考える。

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）周辺に4月に投入した山石に幼芽が見られ，また，階段状基質自体の藻体密度も維持され，翌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，成熟した4月に北側が最大で45cmだったのに対し，南側は50～150cmで，北側は魚類による食害が見られた。以降1月までは幼芽の状態であったが，2月からは伸長が見られ，3月には北側の1・2段が40cm未満だったのを除き各段1mを超えた（図6)。北側の１段目は砂泥に埋没しており，その影響があったものと考えられる。

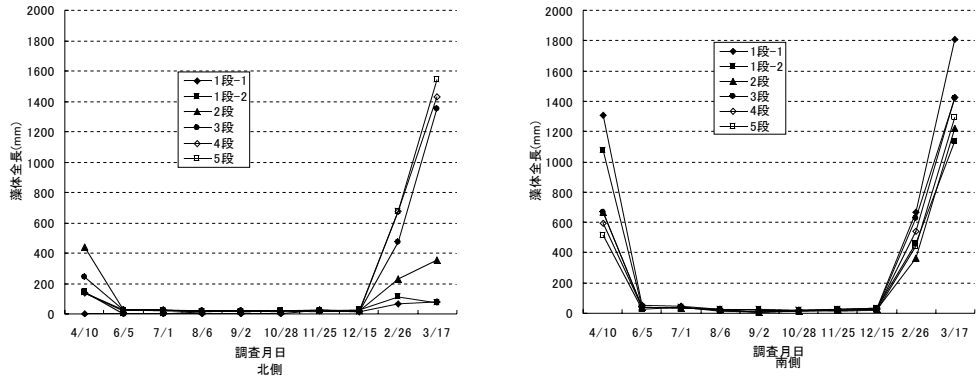


図６　白浜核藻場の藻体全長の推移

藻体密度を基質全体（1,900c㎡）でみると，北側基質の3～5段は100～400本間で推移し，成熟直前の3月には300本前後であった。1～2段（最下段）は0～6本と少なかったが，砂泥の影響と考えられる。一方，南側基質の１段目は年間をとおして50本前後で推移したが，2～5段は変動が比較的大きかったことが特徴的であった（図7)。特に8・9月は成熟した藻体が消失し，仮根のみになった藻体が多かったために大きな減少を示し，以降は仮根や付着した幼胚からの幼芽により再び増加した。北側基質では藻体の枯死・流出時にはすでに新たな幼芽が形成されており，南側基質のような大きな減少は見られなかった。このように，成熟期の藻体全長の短いものの中には，藻体の枯死とともに仮根からの芽の発生が見られたものもあり,これが全体の傾向としていえるのか今後検討する必要があると考える。

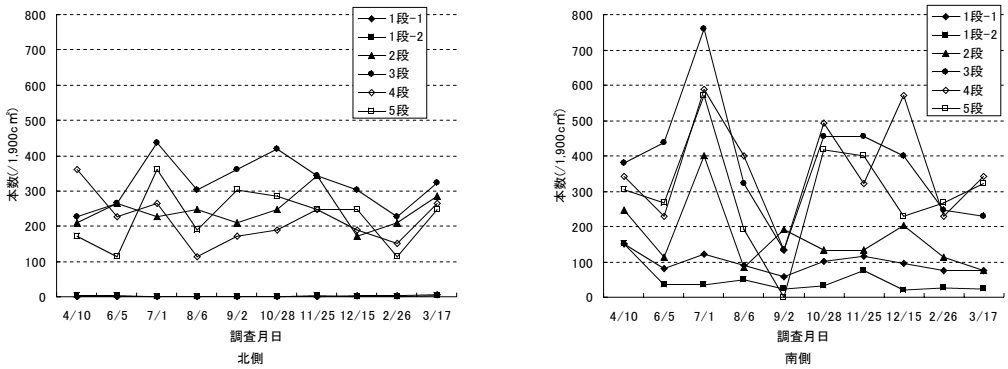


図７　白浜核藻場の藻体密度の推移

かつて藻場を形成した転石地帯では，21年3月にはマジリモクの伸長が見られ，約120個の石に藻体が確認された。移設した母藻は40～50個で，あらかじめ幼芽が見られた個数を合わせた数より増加しており，母藻移設の効果があったと考えられる。しかし，藻場を形成するには至らず，これは先に記したとおり，転石表面の付着物，海藻をはじめ貝類がなど多数の生物及び砂が，幼胚の付着を困難にしていた結果と考えられる。これは新たに投入した山石（表面がきれいな基質）には，容易に幼胚が付着することからもいえる。

したがって，藻場の形成には，基質（転石）が埋没して表面の生物が死滅し，ある程度幼胚が付着しやすくなった状態で表出した時期に，幼胚が供給されることが必要であり，石の表面を磨いたり，裏返すなど人為的な作業による手法も検討する必要があると考える。

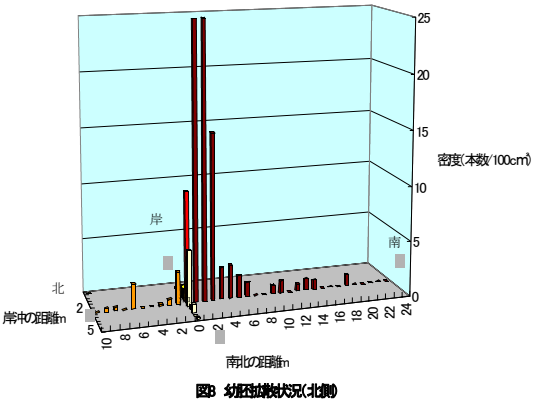


図8 幼胚出現状況(北側)

幼胚の拡散距離・方向については，南北の核藻場とも岸方向へは2m，沖方向へは5m以上，北方向へは9m，南方向へは北核藻場が15m，南核藻場が12mであった。密度についても南方向の基質が高かった（図8）。ここは南西への流れ，湾奥から湾口に向けての恒常的な流れがにあり，それを反映して，幼胚は，流れの下である沖側，南側に広範囲・高濃度に供給されることがわかった。

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，ブロックに幼芽は確認されるものの，その周辺の岩盤には幼芽は確認されなかった。幼胚が岩盤に付着できなかった可能性もあり，今後付着条件を明らかにする必要がある。

また，佐仁に設置しているブロックにも幼芽は確認されたが，藻体数はブロックによりばらつきが多く，100c㎡当たり1～34本であった。長さは天然藻場調査で示した長さとほぼ同様であった。

農業用肥料をくくりつけたブロックと，他のブロック及び周辺のホンダワラ幼芽に，伸長の差は認められず，藻場が形成されない（幼芽が伸長しない）要因が栄養塩不足ではないことが示唆された。

奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅳ
（沿岸域資源有効活用調査：ヤコウガイ放流技術開発）

田原義雄

【目　的】

奄美群島における有用種であるヤコウガイについて，効率的な放流技術を開発することにより，奄美群島の漁業資源増殖を図る。

【方　法】

（１）放流実績及び放流効果試算

市場調査等により放流効果を把握するため，表１のとおり稚貝を徳之島内２町及び沖永良部島和泊町へ計4,500個放流した。市場調査は沖永良部島漁協に依頼し，平成２０年１月から１２月（禁漁期間である５月から８月は除く）までの放流貝の回収状況を調査した。

表１　放流技術開発試験に伴う稚貝の放流実績

放 流 日	放 流 場 所	放流個数	平均放流サイズ
10月30日	天城町湾屋	500	23.4mm
	徳之島町母間	500	〃
12月8日	伊仙町喜念	500	22.2mm
	佐念	500	〃
1月13日	和泊町国頭	1,500	24.4mm
1月26日	徳之島町池間	500	23.8mm
	母間	500	〃
計		4,500	

（２）放流効果調査

徳之島町母間において，８月から１月にかけて上記放流とは別に計５回，放流効果調査のため放流を実施した。この放流は上記放流海域とは離れた海域にサイズ別（殻高20㎜未満，20～30㎜，30㎜以上の３サイズ）に各２０個合わせて１回に60個放流し，放流１日後，1～3ヶ月後の再捕率を調査した。夏季放流はこれまでの試験結果から再捕率が低いことから，８月１日の調査では稚貝の外敵駆除を目的にカニ籠を設置した。なお，天然個体との識別は，殻開口部の蓋にマーキングすることにより行った。

また，ヤコウガイ成貝の密度調査を実施し，放流貝の成長，移動・分布等の把握を行った。比較するため非放流漁場として徳之島町池間においても調査を実施した。

（３）食害状況調査

放流場所である礁原潮間帯部に出現するオウギガニ科２種，ケブカガニ科１種とアクキガイ科４種による稚貝サイズ別の食害状況調査を当センターの実験水槽により実施した。（調査期間8/2～8/22)。また，放流場所周辺におけるカニ類の出現量調査を徒手採捕により実施した。

【結果及び考察】

（１）放流実績及び放流効果試算

市場調査により放流貝は，平成２０年１月から１２月までに365個回収された。平成２１年１月から４月までに市場に水揚げされたヤコウガイは４９１個で，その総重量は593.5kgであったことから，ヤコウガイ１個の平均重量は1.21kgであった。平成２０年１月から１２月に市場に水揚げされたヤコウガイの総重量は3561.1kgであることから，ヤコウガイの総漁獲個数は2,943個と推定できる。これにより，放流貝の混獲率を試算すると12.4％（ = 365/2943×100）となった。

（２）放流効果調査

放流１日後の再捕率等の結果を表２に示す。１日後の再捕率は盛夏時(8/1)や殻高が20㎜を下回るサイズが低い。盛夏時(8/1)の調査では稚貝の砕かれた殻の破片が散見された。また，同時に設置したカニ籠にはカニの入籠がほとんどないことから，カニ籠設置による外敵駆除効果は期待できないと思われた。

夏期のヤコウガイの再捕率が低いことから，放流は，放流後，翌年の夏季までになるべく食害にあいにくいサイズまで成長することができる秋季から冬季が適期であると考えられた。

表２　放流１日後の殻高別の再捕率

放流日	放流個数	１日後の再捕率（%）				備　考
		殻高20㎜未満	殻高20-30㎜	殻高30㎜以上	全　体	
8月1日	60個（右記３サイズ×２０個）	0	0	10	3.3	カニ籠設置
9月29日	〃	50	90	75	71.6	
10月30日	〃	40	70	90	66.7	
12月8日	〃	20	55	50	41.6	
1月26日	〃	20	35	40	31.7	

なお，放流後１～３ヶ月後の再捕率は0～5%であったが，平成19年９月の放流個体（60個放流）は，20年８月の調査で５個体再捕できた（再捕率8.3%）。平均殻高は58.8㎜に成長していたが，その次の10月調査時以降みられなくなったので，8月の調査以降，沖側に移動したものと思われる。

放流漁場（徳之島町母間），非放流漁場（徳之島町池間）におけるヤコウガイ成貝の密度調査の結果を表３に示す。成貝の分布は岸側においては，そのほとんどが放流場所近傍（放流場所から約200mの範囲内）の漸深帯に限られ（平均殻高136.5㎜），混獲率も65.2%であることから，ヤコウガイ資源が種苗放流に大きく依存していることが窺えた。沖側（距岸30～100m）においては，放流貝が３割程度混獲され，重量・殻高ともに岸側と比較して大きかった。これまで，70㎜以上のサイズの個体は潮間帯でほとんど採捕されないことから，このサイズまでが潮間帯における主生育場であると考えられ，殻高が約70㎜に達してからは，潮間帯から放流場所近傍の漸深帯に移

動し，成長とともに沖側（深場）に移動・分散するものと考えられた。よって，放流場所は，ヤコウガイ稚貝の大きさにあった適度な穴や窪みがあり，餌の豊富な潮間帯であって，沖側に向かって礁斜面が連続する場所が適地であると考えられる。

表３　放流漁場，非放流漁場における密度調査結果

放流漁場:母間

		枠取数(100㎡換算)	平均密度(100㎡あたり)	平均重量(g)	平均殻高(mm)	放流貝の混獲率(%)
岸 側 (距岸0～3m)	放流海域近傍(放流海域から汀線方向200mの範囲内)	10.5	2.19	913	136.5	65.2 (15/23個体)
	放流海域から汀線方向約200～1000m離れた岸側海域	13.5	0.29	938	138.5	0 (0/4個体)
	岸計	24	1.12	916	136.8	55.5 (15/27個体)
沖 側(距岸30～100m)		126	0.12	1601	167.1	31.2 (5/16個体)
全 計		150	0.31	1171	148.1	46.5 (20/43)

非放流漁場:池間

	枠取数(100㎡換算)	平均密度(100㎡あたり)	平均重量(g)	平均殻高(mm)	放流貝の混獲率(%)
岸 側(距岸0～3m)	6	0.33	900	132.5	－
沖 側(距岸20～80m)	60	0	－	－	－
全 計	66	0.03	900	132.5	

（３）食害状況調査

放流場所周辺におけるカニ類の出現量調査結果を表４に示す。カニの出現量は盛夏時に明らかに多くみられ，秋から冬にかけて減少，冬季時はほとんどみられなくなった。しかしながら，実験水槽による食害試験で，３種のカニによる明確な食害は確認できなかった。盛夏時放流におけるヤコウガイの減耗には，砕かれた稚貝の殻の破片が確認されたことから，食害が大きな要因となっていると考えられるが，何により食害されているかを明らかにするまでには至らなかった。

なお，同時に実施したアクキガイ科４種による水槽実験でも食害は確認できなかった。

表４　放流場所周辺におけるカニ類の出現量

調査日 / 科	8月1日	9月29日	10月30日	12月8日	1月26日
ｵｳｷﾞｶﾞﾆ科 （平均甲幅29㎜）	2種 8個体	3個体	1個体	1 個体	
ｹﾌﾞｶｶﾞﾆ （平均甲幅26㎜）	11個体 他，甲幅1cm弱の稚ｶﾆ多数（目視）	2個体	1個体		1個体
合　計	19個体	5 個体	2 個体	1 個体	1 個体

安 全 食 品 部

水産加工技術開発支援事業

保　聖子・前野幸二・折田和三

目　的

本県水産加工業の振興に資するため，水産加工利用棟の施設及び機器を開放し，加工業者等と連携しながら，消費者ニーズに即した特産品開発や，県産魚介類の素材開発活動を活性化させるとともに，最新の加工機器並びに新たな加工素材を用いた食品の開発を行う。 また，加工品の物性，成分或いは製法の改良により製品の付加価値向上を図るとともに，品質劣化防止技術の研究を行い，もって品質管理の知識・技術を普及を目的とする。

(1)水産加工・衛生管理技術支援

水産加工利用棟（オープンラボラトリー）の利用促進を図りながら，加工業者等に対する技術相談や技術指導・助言を行った。主な技術指導・助言実績を下表に記す。(表1) 指導内容に関する近年の傾向としては，品質管理に関する指導に比べ新製品開発に関する指導が多い。また，施設利用については，延べ101団体（延べ 237名）の利用があった。

表１　主な製品開発

製品開発技術指導	ホタ味噌漬け 鰹節粉末エキス化 鰹節残滓魚醤油 カンパチ加工
品質分析指導	魚醤油品質分析 すり身ゼリー強度測定 ブリ類フィレー鮮度分析
分析技術研修	鮮度分析

(2)新たな加工素材・技術の開発

①トビウオ卵加工品開発

【目　的】

熊毛海域で漁獲されるトビウオを開き又はすり身加工する際に副産される卵巣の加工品を検討した。

【材料及び方法】

種子島漁協で水揚げされたトビウオの卵の凍結品を用いた。なお，トビウオの種類については，明らかでない。

一般に魚卵加工品として知られている形態の加工品として下記のとおり試作し，卵膜に絡まり食感に影響を及ぼす纏絡糸（てんらくし）を電子顕微鏡にて観察した。

(1) 加工品の試作

ア　ふりかけ

たらこふりかけをイメージして試作した。３％塩水で解凍後，表２に示す調味液に３０分浸漬した後，フライパンでから煎りして加熱した。

イ　塩飛び子

塩タラコをイメージして試作した。３％塩水で解凍後，ボーメ１０の塩水に１日浸漬した。

ウ　カラスミ

上記で製造した塩飛び子を天日で３日間乾燥した。

エ　トビコ（松前漬け風）

３％塩水で解凍後，醸造酢（酢酸濃度１％＝市販酢を40倍希釈）に15分浸漬した後，表３に示す調味料に漬け込み，生食用の加工品を試作した。

表２　ふりかけ調味料の配合

トビウオ卵	200g
薄口醤油	100ml
地酒	50ml
みりん	25ml

表３　トビコ調味料の配合

トビウオ卵	200g
薄口醤油	100ml
地酒	50ml
みりん	50ml
昆布	5g

(2) 魚卵の特性

卵膜から卵を取り出し，電子顕微鏡（ＳＥＭ）により観察した。

(3) 纏絡糸の処理

食感の改善を目的に酸・アルカリ・酵母をそれぞれ作用させ,纏絡糸の除去を検討した。

【結　果】

(1) 加工品の試作

ア　ふりかけ

フライパン上で卵膜を破って，粒々をほぐそうとするが，容易にほぐれなかった。見た目には、タラコと酷似するが，食べてみたときの食感はタラコほど粒々感は強くなかった。味は地酒由来の奈良漬けのような香りが強く，また辛めであった。

イ　塩飛び子

焙焼後，食したが，纏絡糸と思われるかすが最後まで口に残った。また，タラコのような粒々とした食感はなかった。

ウ　カラスミ

乾燥により小さく堅くなった。見た目はカラスミ様の色合いとなった。

軽く炙ってから食したが，カラスミのようなねっとりとした食感に乏しく，ただ塩味だけが感じられた。また，魚臭が残り，纏絡糸が最後まで口に残った。

図１　　カラスミ

エ　トビコ（松前漬け風）

３％塩水で解凍後，醸造酢（酢酸濃度１％＝市販酢を40倍希釈）に15分浸漬した後，表３に示す調味料に漬け込み，生食用の加工品を試作した。ダシ昆布から適度なねばりが出て松前漬けの様な製品となった。

(2) 魚卵の特性

試作に供したトビウオ卵巣は，長さ約８～10cmで成熟度は分からなかった。

卵巣を覆う卵膜を破り取り出した卵は，卵径約１㎜で表面には多数の纏絡糸(てんらくし)が取り巻いており，付着卵であることが確認できた。纏絡糸は互いにからまりやすいものと思われ，容易には個々にほぐれなかった。また，ほぐそうと攪拌することで，さらに固着が強くなるようであった。

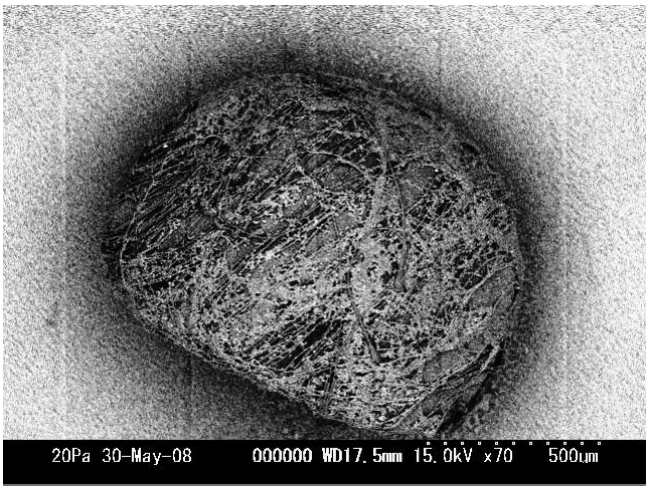


図２　トビウオ卵SEM写真

さらに，加熱することで一層その傾向が強まり，纏絡糸も複数本からまって肉眼でも糸の存在を確認できるまでになった。

また，卵の水分及び粗タンパク質について分析した結果，それぞれ，75.5%，19.2%であり，トビウオ精肉部と似通った数値であった。

(3) 纏絡糸の処理

トビウオ卵の加工品への利用に際し，粒々感を阻害し食べると最後までかすとして口に残る纏絡糸が問題となることが分かった。そこで，纏絡糸が切断できないか検討した。

ア　酸処理

食酢に浸漬した。数日間後にも纏絡糸による固まりがほぐれることはなかった。

イ　アルカリ処理

重曹に浸漬した。食酢同様に固まりがほぐれることはなかった。

ウ　酵母

ドライイーストを１%，砂糖１０%を加えた水溶液に浸漬して攪拌したが，数時間後も纏絡糸による固まりがほぐれることはなかった。。

【考　察】

纏絡糸は卵が付着するためのものであるため未成熟卵に見られる現象であるが，トビウオ加工品の加工残滓として産出するトビウオ卵は未成熟のものが多い。そこで，卵加工の支障となる纏絡糸の処理を検討したが，解決できる処理法を見いだすことはできなかった。加熱により纏絡糸が強まることから，非加熱加工品の方が商品として向いていると思われた。

②サメ冷凍すり身化試験

【目　的】

種子島海域におけるサメによる漁業被害防止のための一環として，駆除したサメの付加価値向上を目的としてスケソウ冷凍すり身の代替としての可能性を探る。

(1)対象魚

シロザメ，メジロザメ，イタチザメ

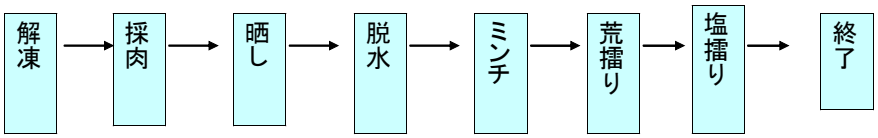
【方　法】

サメ肉は尿素を多く含むため，水晒しの工程が不可欠であるが，水溶性タンパク質が多く通常のミ

ンチでの晒しでは，溶解してしまう。そのため，刺身状に切り出した状態で晒しを行う。

また，サメ肉では，塩化カルシウム水溶液による晒しが製品の出来に良好な効果を及ぼすことが知られており通常の水晒しに加え，塩化カルシウムによる晒しの２通りを実施する。現在流通する冷凍すり身には加塩すり身と無塩すり身があり，加塩すり身は扱い易いが冷凍保管中の品質低下が無塩すり身に比べ大きい等それぞれに長短所がある。今回は加塩すり身についてのみの検討とした。また，メジロ・イタチ両サメについては，水晒しのみの検討である。

(1)加工手順



(2)すり身の評価方法

シロザメについては，すり身に適した晒し方の方法について評価した。

また，メジロザメ・イタチザメについては，水晒し法による原料のすり身化への適正を評価した。

評価方法は，すり身に2%量の食塩を加え肉糊を作り，ケーシング詰めしたものを，35℃で30分，90℃で30分の２段加熱し，放冷後径５㎜の球形プランジャーによる最大荷重並びに最大荷重時の凹みを測定した。

【結果及び考察】

表４・図のとおり

表４　ｾﾞﾘｰ強度測定結果

	最大荷重(g)	凹み(mm)	ゼリー強度g*cm
シロザメ(塩化Ca晒し)	588	5.4	318
シロザメ(水晒し)	396	6	238
メジロザメ	531.5	5.1	271
イタチザメ	406.1	5.3	215
エソ(鮮魚)*1	532.5	8.9	474
イトヨリ(鮮魚)*2	472.5	10	473
シイラ(冷凍)*3	327.5	6	197

＊1，2，3はH18当センター分析値(参考値)

参考：(かまぼこ形成能の見方)

荷重：　高（硬い）
　　低（もろい）
凹み：大（弾力有り）
　　小（弾力なし）

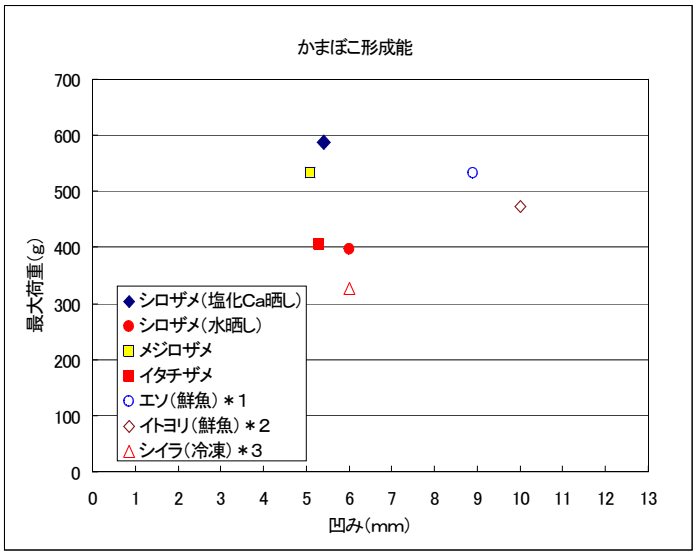


図３　かまぼこ形成能

(1)シロザメによる晒し方法の検討について

すり身の硬さを示す最大荷重（ｇ）については，塩化カルシウム晒しの方が，水晒しに比べ約1.5と高くなっており，すり身の「足」が改善されることが確認された。

(2)すり身原料適正について

グラフにシロザメ・メジロザメ・イタチザメのかまぼこ形成能について，最大荷重と凹みの深さを

使って表した。かまぼこ形成能は，最大荷重と凹みとの総合評価となり，形成能が高い場合は，グラフ中の右上に位置することになる。３種類のサメについてみると水晒ししたメジロザメではエソ・イトヨリほどの評価はなく，もろくはないが，弾力性に欠ける製品となった。シロザメについては，塩化カルシウム晒しを行ったものについては，メジロザメとほぼ同様の値となり，水晒しだけでは，イタチザメとほぼ同様の値となった。ただし，水晒しだけでも，冷凍シイラと同様な評価が得られたことから，等級は高くはなくとも冷凍すり身としての適性はあると思われた。

また，今回の試験では日程の都合からメジロザメ及びイタチザメについての塩化カルシウム晒しの効果は確認できなかったが，シロザメの結果からかまぼこ形成能が改善される可能性は強い。

③エクストルーダー利用による加工素材の開発

【方　法】

ａ）スナック様加工食品の試作

ヒゲナガエビをエクストルーダーで処理し，水産物の風味を付加した膨化食品を試作した。原料は，ヒゲナガエビをミートチョッパーにてミンチにし，エビ１に対し，コーンフラワー９の割合で混合した後，適宜水分調整した。㈱栗本鐵工所製２軸型エクストルーダＫＥＸ-30を使用し，バレル温度150℃にてエクストルージョン処理した。

ｂ）カンパチを原料とした加工品の試作

刺身商材向けとなっている養殖カンパチについて，消費形態の多様化を図るためフレーク様加工品を試作した。

原魚のカンパチは，三枚におろし，表皮，腹骨，中骨を除去した後，プレート目5㎜のミートチョッパーにてミンチ処理した。これを原料に，バレル80℃以上でエクストルージョン処理した。また，蒸煮・加熱処理する方法も試みた。これは，原魚を三枚におろした後，30分間蒸煮し，腹骨，血合肉等を除去したものを適当な水分量になるまで加熱処理した。

【結　果】

ａ）スナック様加工品の試作

エクストルーダーの主軸回転数の違いにより，吐出物の膨化度が異なった。主軸回転数が70rpmでは吐出物表面がささくれた状態となり，150rpmでは吐出物は非常に固いものとなった。今回の条件では，100rpmが吐出・膨化ともに最も良かったものの，これらのエクストルージョン処理処理だけでは，サクサクとした食感が得られなかった。このため，水分を除去するため電子レンジで加熱処理したところ，サクサクとした食感のものとなった。

写真１　エビ入りｽﾅｯｸ様加工品

ｂ）カンパチを原料とした加工品の試作

エクストルージョン処理では，最初，ダイ温度を低温に設定して行ったところ，次第に原料投入部付近に水分の滞留を生じ，吐出が途中で止まってしまった。そのため，２回目はダイ温度を１回目より高温に再設定し処理したところ，そぼろ様の適度な弾力を持った吐出物を得ることができた。一方，蒸煮・加熱処理したものは，一般的に流通しているサ

写真２　ｴｸｽﾄﾙｰｼﾞｮﾝ処理品

ケフレーク等と遜色のないものが得られた。いずれの試作品も，調味すればおにぎりや持ち帰り弁当などの具材として利用可能と思われた。

また，においや味にクセがないことから，加工時に調味しなくても，使う際に好みの味付けが手軽にできる利便性があると思われた。

写真３ 蒸煮・加熱処理品

(3) 鹿児島県水産加工連絡協議会の運営

11月28日に総会並びに研修会を開催し，ﾕﾆﾊﾞｰｻﾙｼﾞｮｲﾝﾄ　赤松雄二氏を招いて「売れる販売手法の秘密」また，東和博特許事務所の東氏による「商法・特産品・地域ブランド」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，折田和三，村田卓也[1]
ｼﾞｪﾌﾘｰﾌﾚﾄﾞﾘｯｸﾓｺﾚﾝｻﾝ[1]，横山佐一郎[1]，越塩俊介[1]

【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，これらは本県において重要な漁業種，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）

【方　法】

試験場所

水産技術開発センター地先の海面生簀にて実施した（図１）。

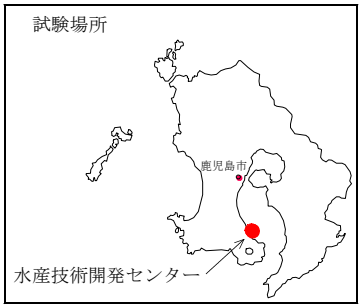


図１　試験実施場所

供試魚

鹿児島湾内で育成されたカンパチ当歳魚を試験に用いた。試験開始までの３週間は，試験飼料１（粒径5㎜）を給餌し予備飼育を行った。

試験飼料

表１に示す組成で，養魚飼料メーカーが作製したEP飼料４種類を用いた。飼料１は，魚粉割合が従来の飼料と同等の魚粉60%飼料で，飼料２は魚粉割合を40%に低減し，その分を植物性タンパク質で代替した飼料，飼料３は，飼料２に合成タウリンを0.15%添加した飼料，飼料４は飼料２に合成タウリンを0.7%添加した飼料である。

表１　配合飼料組成と分析結果

	飼料1	飼料2	飼料3	飼料4
魚粉	60.0	40.0	40.0	40.0
大豆油粕		6.5	6.5	6.5
ｺｰﾝｸﾞﾙﾃﾝﾐｰﾙ		17.5	17.5	17.5
小麦粉	12.0	7.1	6.95	6.4
ﾀﾋﾟｵｶﾃﾞﾝﾌﾟﾝ	10.0	10.0	10.0	10.0
ビタミン混合物	2.0	2.0	2.0	2.0
ミネラル混合物	1.0	1.0	1.0	1.0
魚油	10.0	10.4	10.4	10.4
外添油(魚油)	5.0	5.0	5.0	5.0
リン酸カルシウム		0.5	0.5	0.5
タウリン(合成)			0.15	0.7
5mm				
水分(%)	2.9	2.7	3.1	4.7
粗タンパク質(%)	43.5	46.0	44.8	45.3
粗脂肪(%)	19.1	19.3	19.5	18.5
粗灰分(%)	10.5	8.4	8.2	8.0
リン(mg/g, 乾物)	16.6	12.0	15.7	15.0
8mm				
水分(%)	4.1	4.5	4.3	5.1
粗タンパク質(%)	44.2	46.0	43.8	45.6
粗脂肪(%)	18.1	16.4	18.3	17.1
粗灰分(%)	10.6	8.3	11.0	8.2
リン(mg/g, 乾物)	20.7	15.9	15.8	14.4
タウリン(%)	0.35	0.25	0.36	0.82

※分析値は，東京海洋大学による。
リンのみ鹿児島水産技術開発センター

飼育管理

海面生簀網（3m×3m×3m）８生簀にカンパチ当歳魚（開始時199.7g）を80尾ずつ収容し，平成20年８月19日から12月９日までの112日間飼育した。試験区は，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，給餌形態は，土・日・祝日を除く１日１回，飽食であろうと思われる量まで給餌した。飼料は，試験開始時から８週終了時までは粒径５㎜，９週目以降は粒径８㎜のものを給餌した。

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 Model85）で測定した。

※１：鹿児島大学水産学部

魚体測定

試験開始時及び試験終了時には，全数の魚体重と尾叉長を測定した。また，４週間毎に各区30尾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，分析に供するまで-35℃で凍結保管した。分析前に全魚体を磨砕し，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。また，これとは別に試験開始時に５尾，試験終了時に各区５尾を取り上げ，肝臓とそれ以外の魚体とに分け，それぞれのタウリンについて分析した。タウリンについて，試料の磨砕及び分析は東京海洋大学に依頼した。

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，個体別にドライケムFDC3500i（富士フイルム社製）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20年8月19日から12月9日までの112日間行った。期間中の水温及び溶存酸素量を図２に示した。

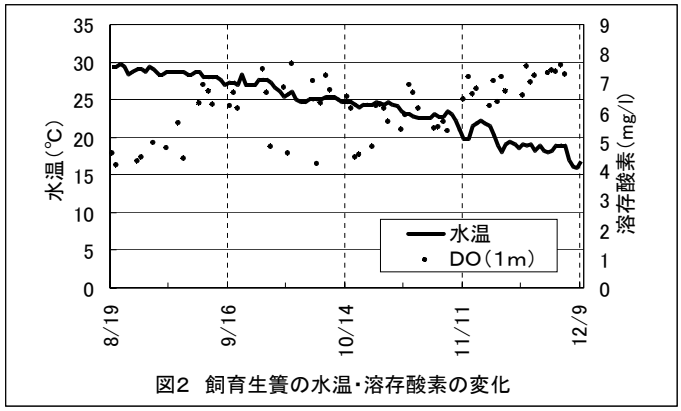


図2 飼育生簀の水温･溶存酸素の変化

期間中の水温は15.8～29.7℃（平均24.2℃）であった。試験開始から４週終了時（Ⅰ期）は27.0～29.7℃（平均28.6℃），５週開始時から８週終了時（Ⅱ期）は24.7～28.3℃（平均26.1℃），９週開始時から12週終了時（Ⅲ期）は，20.9～24.7℃（平均23.5℃），13週開始時から試験終了時（Ⅳ期）では15.8～22.2℃(平均19.1℃)であった。

DOは，4.2～7.6mg/l（平均6.3mg/l）で推移した（図２）。

飼育成績

飼育成績は，表２に示した。飼育試験開始後２週間は，殆ど疾病等は見られず飼育は順調であった。しかし，この後，約２週間イリドウイルス感染症やハダムシの寄生により，各区でへい死尾数が多い状況が続き，試験終了時における生残率は，飼料１で63.1%，飼料２で78.8%，飼料３で69.4%，飼料４で66.9%となった。

飼育期間中における各飼料別の平均体重の推移を図３に示した。魚粉40%で合成タウリンを0.7%添加した飼料４が最も良く，次いで魚粉の最も多い飼料１であった。魚粉40%で合成タウリン無添加の飼料２は最も劣ったが，飼料間で有意な差は見られなかった。

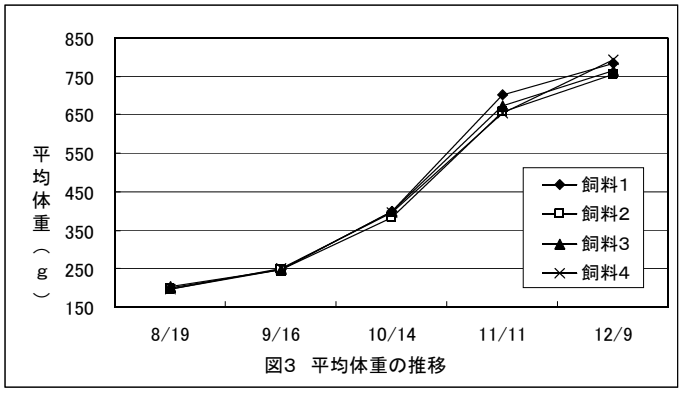


図3 平均体重の推移

表２　飼育成績

飼育期間	試験区	飼育日数	給餌回数	平均体重(g) 開始時	平均体重(g) 終了時	増重率(%)	日間増重率(%)	給餌量(g)	日間給餌率(%)	飼料転換効率(%)	増肉係数	生存率(%)
Ⅰ期 (8/19～9/15)	1-1区	28	17	198.3	249.9	26.0	0.83	9,259	2.15	38.2	2.62	71.3
	1-2区	28	17	200.1	248.3	24.1	0.77	9,473	2.16	35.6	2.81	75.0
	2-1区	28	17	199.7	250.4	25.4	0.71	9,295	2.08	38.7	2.58	77.5
	2-2区	28	17	196.1	243.6	24.2	0.77	9,941	2.10	36.8	2.72	92.5
	3-1区	28	17	201.6	250.4	24.2	0.77	8,881	2.03	37.9	2.64	72.5
	3-2区	28	17	204.6	244.1	19.3	0.63	9,294	2.04	30.8	3.25	81.3
	4-1区	28	17	195.3	253.6	29.9	0.93	9,365	2.16	43.0	2.33	72.5
	4-2区	28	17	202.1	245.9	21.7	0.70	8,606	1.99	35.1	2.85	72.5
Ⅱ期 (9/16～10/13)	1-1区	28	18	249.9	408.0	63.3	1.75	9,748	1.89	90.8	1.10	96.5
	1-2区	28	18	248.3	392.6	58.1	1.64	9,892	1.90	84.6	1.18	93.3
	2-1区	28	18	250.4	389.1	55.4	1.57	9,541	1.82	85.0	1.18	88.7
	2-2区	28	18	243.6	375.6	54.2	1.55	10,137	1.59	95.7	1.05	98.6
	3-1区	28	18	250.4	405.0	61.7	1.72	9,257	1.85	91.0	1.10	87.9
	3-2区	28	18	244.1	390.7	60.1	1.68	9,463	1.65	99.9	1.00	98.5
	4-1区	28	18	253.6	400.5	57.9	1.63	9,869	1.89	84.8	1.18	96.6
	4-2区	28	18	245.9	393.8	60.1	1.68	9,832	1.93	85.7	1.17	96.6
Ⅲ期 (10/14～11/10)	1-1区	28	18	408.0	693.2	69.9	1.89	15,805	1.99	92.9	1.08	87.3
	1-2区	28	18	392.6	712.1	81.4	2.13	18,511	2.14	96.7	1.04	100.0
	2-1区	28	18	389.1	666.1	71.2	1.92	17,121	2.11	89.0	1.12	100.0
	2-2区	28	18	375.6	650.0	73.1	1.96	20,867	2.02	94.7	1.06	97.3
	3-1区	28	18	405.0	691.5	70.7	1.91	16,850	2.15	86.7	1.15	100.0
	3-2区	28	18	390.7	652.3	67.0	1.83	18,924	2.07	86.4	1.16	95.3
	4-1区	28	18	400.5	652.0	62.8	1.74	17,746	2.21	77.2	1.30	94.6
	4-2区	28	18	393.8	657.2	66.9	1.83	19,052	2.31	77.4	1.29	100.0
Ⅳ期 (11/11～12/9)	1-1区	28	17	693.2	789.6	13.9	0.47	11,163	1.16	40.2	2.49	93.8
	1-2区	28	17	712.1	778.3	9.3	0.32	14,070	1.20	26.3	3.80	100.0
	2-1区	28	17	666.1	774.1	16.2	0.54	14,117	1.27	42.1	2.38	100.0
	2-2区	28	17	650.0	735.8	13.2	0.44	18,197	1.32	33.5	2.99	100.0
	3-1区	28	17	691.5	773.9	11.9	0.40	12,474	1.20	33.4	3.00	98.0
	3-2区	28	17	652.3	758.9	16.3	0.54	15,494	1.29	42.0	2.38	100.0
	4-1区	28	17	652.0	787.8	20.8	0.68	13,921	1.32	51.2	1.95	98.1
	4-2区	28	17	657.2	798.9	21.6	0.70	14,426	1.28	54.5	1.83	98.2
通算 (8/19～12/9)	1-1区	112	70	198.3	789.6	298.2	1.23	45,975	1.33	80.4	1.24	56.3
	1-2区	112	70	200.1	778.3	289.0	1.21	51,946	1.39	75.7	1.32	70.0
	2-1区	112	70	199.7	774.1	287.6	1.21	50,074	1.36	77.4	1.29	68.8
	2-2区	112	70	196.1	735.8	275.2	1.18	59,142	1.50	68.9	1.45	88.8
	3-1区	112	70	201.6	773.9	283.9	1.20	47,462	1.34	78.4	1.28	62.5
	3-2区	112	70	204.6	758.9	270.9	1.17	53,175	1.40	73.5	1.36	76.3
	4-1区	112	70	195.3	787.8	303.4	1.25	50,901	1.40	76.8	1.30	65.0
	4-2区	112	70	202.1	798.9	295.3	1.23	51,916	1.37	77.6	1.29	68.8

	飼料	開始時	Ⅰ期	Ⅱ期	Ⅲ期	Ⅳ期
尾叉長(cm)	1区	23.5	25.0	28.5	32.8	33.8
	2区	23.4	25.0	28.4	32.6	33.7
	3区	23.6	24.9	28.5	32.7	33.9
	4区	23.4	25.0	28.7	32.4	34.2
肥 満 度	1区	15.3	15.8	17.2	19.8	20.1
	2区	15.3	15.7	16.7	18.9	19.5
	3区	15.4	15.9	17.1	19.2	19.6
	4区	15.3	15.8	16.8	19.2	19.9

日間給餌率については，Ⅰ期は1.99～2.16%であったが，Ⅱ期は1.59～1.93%に低下した。飼料の粒径を５㎜から８㎜に切り替えたⅢ期には，全体的に給餌量が増加し，1.99～2.31%に改善した。しかし，Ⅳ期には，再び1.16～1.32%に下がった。

通算の日間給餌率は，飼料２が1.43%で最も高く，次いで飼料４が1.39%，飼料３が1.37%，飼料１が1.36%となったが，飼料間で有意な差は見られなかった。

通算の増肉係数では，飼料２が1.37で最も高く，次いで飼料３が1.32，飼料４が1.30，飼料１が

最も低く1.28となったが，飼料間で有意な差は見られなかった。期間毎ではⅠ期で差が見られたが，Ⅱ期では差がなくなった。しかし，水温が20℃を下回ったⅢ期以降，飼料間で差が生じ，Ⅳ期の増肉係数は，飼料１が最も高い3.15となり，次いで飼料２の2.67，飼料３の2.69と続き，飼料４は最も低い1.89となった。これは，Ⅲ期以降において飼料１の給餌率が他と比べて低下したことで，これまで他より優れていた魚体重の増重が低調になる一方，他の区では飼料１を上回る尾叉長の伸び，魚体重の増重等が見られたことから，Ⅳ期の増肉係数の差に繋がったと考えられた。

魚体の成分分析

魚体の成分分析結果を表３に示す。試験開始時は，水分含量が多く粗脂肪含量が少なかった。試験終了時では，全ての試験区で水分含量は減少し，粗脂肪含量は増加したが，飼料の違いによる魚体成分の差は見られなかった。

魚体のリン含有量は，試験開始時の7.86mg/gから試験終了時には5.96～7.45mg/gと減少した。

表３　魚体分析結果

時期	飼料	区	水分(%)		粗タンパク(%)		粗脂肪(%)		粗灰分(%)		リン(mg/g)		窒素(%)	
			分析値	平均	分析値	平均	分析値	平均	分析値	平均	分析値	平均	分析値	平均
開始			73.6	―	18.9	―	4.5	―	3.6	―	7.86	―	3.0	―
16週	飼料1	1	65.7	65.6	19.6	19.5	12.5	12.7	2.7	2.7	5.40	5.96	3.1	3.1
		2	65.6		19.3		13.0		2.7		6.52		3.1	
	飼料2	3	65.3	64.9	19.5	18.8	12.6	13.2	2.8	2.7	6.86	6.44	3.1	3.0
		4	64.5		18.2		13.7		2.7		6.03		2.9	
	飼料3	5	64.9	64.8	19.7	19.4	13.1	13.3	2.8	2.8	6.32	6.85	3.1	3.1
		6	64.8		19.2		13.4		2.8		7.38		3.1	
	飼料4	7	65.0	64.7	19.5	19.4	12.8	13.2	2.9	2.9	6.73	7.45	3.1	3.1
		8	64.4		19.3		13.7		2.9		8.16		3.1	

注)湿重量換算による。

次に，16週間の試験期間を通じて得られたリン及び窒素の蓄積率と負荷量を右式により求め，蓄積率を表４，負荷量を表５に示した。

リン蓄積率については，飼料４が最も高く，続いて飼料３，２，１の順となり，魚粉60%区より魚粉40%区で高く，また，合成タウリンの添加量が多いほど蓄積率が高かった。リン負荷量は，魚粉60%区と魚粉40%区の間では有意な差（Tukey $p<0.01$）が見られ，魚粉を代替した飼料の方が負荷量は少なかった。窒素の蓄積率については，飼料３が最も高く，飼料４，１，２の順となった。窒素負荷量が最も多かったのは飼料１で，次いで飼料２と飼料４が同等，最も少なかったのが飼料３となったが，大きな差ではなかった。

$$\text{リン負荷量}\ (T-P;kg/\text{生産量}t)=\frac{\left\{F\times\frac{Pf}{100}-\left(Bf\times\frac{Pbf}{100}-Bi\times\frac{Pbi}{100}\right)\right\}\times10^{6}}{(Bf-Bi)\times10^{3}} \quad \Lambda \quad (1.1)$$

$$=\left\{C\times Pf-\frac{(Bf\times Pbf-Bi\times Pbi)}{(Bf-Bi)}\right\}\times10 \quad \Lambda \quad (1.2)$$

$$\text{リン蓄積率}\ (T-P;\%)=\frac{\left(Bf\times\frac{Pbf}{100}-Bi\times\frac{Pbi}{100}\right)}{F\times\frac{Pf}{100}}\times10^{2} \quad \Lambda \quad (1.3)$$

$$\text{窒素負荷量}\ (T-N;kg/\text{生産量}t)=\frac{\left\{F\times\frac{Nf}{100}-\left(Bf\times\frac{Nbf}{100}-Bi\times\frac{Nbi}{100}\right)\right\}\times10^{6}}{(Bf-Bi)\times10^{3}} \quad \Lambda \quad (2.1)$$

$$=\left\{C\times Nf-\frac{(Bf\times Nbf-Bi\times Nbi)}{(Bf-Bi)}\right\}\times10 \quad \Lambda \quad (2.2)$$

$$\text{窒素蓄積率}\ (T-N;\%)=\frac{\left(Bf\times\frac{Nbf}{100}-Bi\times\frac{Nbi}{100}\right)}{F\times\frac{Nf}{100}}\times10^{2} \quad \Lambda \quad (2.3)$$

F：1尾当たりの給餌量(g)、Nf：飼料中の窒素含量(%)、Pf：飼料中のリン含量(%)、Bf：実験終了時の魚体重(g)、Bi：実験開始時の魚体重(g)、Nbf：実験終了時の魚体窒素含量(%)、Nbi：実験開始時の魚体窒素含量(%)、Pbf：実験終了時の魚体リン含量(%)、Pbi：実験開始時の魚体窒リン含量(%)、C：増肉係数

表４　リンと窒素の蓄積率（%）

飼料	区	リン		窒素	
		分析値	平均	分析値	平均
飼料1	1	15.6	18.6±4.3	28.9	28.9±0.0
	2	21.6		28.9	
飼料2	3	35.8	30.8±7.1	31.7	28.5±4.6
	4	25.8		25.3	
飼料3	5	30.0	32.7±3.8	35.1	33.7±1.9
	6	35.4		32.4	
飼料4	7	31.3	35.2±5.6	30.0	29.1±1.2
	8	39.1		28.2	

注)平均値±標準偏差

表５　リンと窒素の負荷量（kg/t）

飼料	区	リン		窒素	
		分析値*1	平均*1	分析値*2	平均*2
飼料1	1	23.9	22.8±1.5	78.3	77.6±1.0
	2	21.7		76.9	
飼料2	3	11.7	13.5±2.6	67.9	76.4±12.0
	4	15.4		84.9	
飼料3	5	13.5	13.3±0.2	58.6	61.5±4.1
	6	13.2		64.4	
飼料4	7	13.9	13.4±0.7	73.8	76.4±3.7
	8	12.9		79.0	

注1)平均値±標準偏差
※1:1－1式による。 ※2:2－1式による。

次に，試験終了時のカンパチ魚体及び肝臓のタウリン含量を表６に示した。

試験開始時の魚体タウリン含量は，649.5mg/100gであった。試験終了時は，飼料１で519.6mg/100g，飼料２で461.1mg/gとなり，開始時より減少した。一方，飼料３は開始時と同程度の640.8mg/g，飼料４は706.2mg/gと増加した。飼料１と飼料４，飼料２と飼料３の間で有意な差（Tukey $p<0.05$）が見られた。

表６　魚体及び肝臓のタウリン量（mg/100gd.b）

時期	飼料	区	魚体	肝臓
開始時			649.5	410.7
試験終了時	飼料1	1区	552.9	339.4
		2区	486.2	309.6
	飼料2	3区	465.5	298.9
		4区	456.7	285.7
	飼料3	5区	605.4	356.9
		6区	676.2	380.8
	飼料4	7区	692.9	390.9
		8区	719.5	396.3

試験開始時における肝臓タウリン含量は，410.7mg/100gであった。終了時では，飼料１が324.5mg/100g，飼料２が292.3mg/100g，飼料３が368.8mg/100g，飼料４が363.6mg/100gとなり，全ての区で開始時より減少した。飼料１と飼料４，飼料２と飼料３の間で有意な差（Tukey $p<0.05$）が見られた。終了時における魚体及び肝臓のタウリン含量は，飼料中のタウリン含量を反映した結果となった。

次に，魚体と肝臓におけるタウリンの蓄積率を表７に示した。タウリン蓄積率は，魚粉60%区の飼料１で107.2%，魚粉40%区では，合成タウリン無添加の飼料２で122.7%，合成タウリンを0.15%添加した飼料３では132.4%と増加する傾向が見られたが，同じ魚粉40%区でも合成タウリンを0.7%添加した飼料４では69.9%と飼料３の約2/3に低下した。

表７　タウリンの蓄積率

飼料	一尾当りの総給餌量（g）	飼料のタウリン含量（mg）	開始時（N＝5）				終了時（各飼料N＝10）					タウリン蓄積率（%）
			重量(g)		タウリン(mg)		重量(g)		タウリン(mg)			
			魚体	肝臓	魚体	肝臓	魚体	肝臓	魚体	肝臓	全魚体	
1	749.8	2,590.7	194.8	1.9	1,265.3	7.8	769.4	17.8	3,989.2	57.5	4,046.6	107.2
2	762.6	1,873.5					761.9	16.1	3,515.5	47.2	3,562.7	122.7
3	742.2	2,650.9					739.4	13.8	4,734.5	50.8	4,785.2	132.4
4	770.2	6,316.4					796.8	16.7	5,625.4	65.7	5,691.1	69.9

血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表８に示す。

試験終了時のヘマトクリット(Ht)，総コレステロール(TCHO)，トリグリセリド(TG)，無機リン(IP)，総タンパク(TP)は，試験開始時より上昇した。グルコース(GLU)は，飼料１，３，４において試験開始時より低下したが，飼料２は上昇した。総ビリルビン(TBIL)は，飼料４だけが試験開始時より上昇したが，他の飼料との有意な差は見られなかった。

表８　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(%)	32.0 ± 7.0	45.4 ± 5.2	41.5 ± 4.7	40.7 ± 8.2	49.1 ± 10.5
GOT(U/L)	44.6 ± 32.2	22.7 ± 15.7	46.2 ± 38.2	67.9 ± 76.2	95.5 ± 85.8
GPT(U/L)	13.2 ± 6.1	11.0 ± 4.1	14.6 ± 5.6	15.2 ± 4.0	32.8 ± 36.1
ALP(U/L)	130.0 ± 28.3	131.5 ± 29.1	146.1 ± 21.4	126.7 ± 20.5	134.6 ± 49.4
GLU(mg/dl)	200.2 ± 64.8	169.1 ± 41.6	248.2 ± 28.4	168.0 ± 44.0	170.6 ± 35.8
TCHO(mg/dl)	225.6 ± 34.1	361.9 ± 41.5	320.2 ± 43.3	374.2 ± 19.4	392.3 ± 58.4
TG(mg/dl)	38.4 ± 8.0	69.3 ± 23.0	79.8 ± 23.3	44.4 ± 18.5	65.0 ± 27.7
TBIL(mg/dl)	0.9 ± 0.5	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.2	0.7 ± 0.2	1.3 ± 1.0
Ca(mg/dl)*1	15.7 ± 0.6	15.9 ± 0.1	15.9 ± 0.2	16.0 ± 0.1	15.9 ± 0.4
IP(mg/dl)	8.7 ± 3.3	10.0 ± 2.1	9.3 ± 1.2	9.2 ± 1.9	11.3 ± 2.5
TP(g/dl)	4.0 ± 0.7	5.5 ± 0.6	5.3 ± 0.6	5.6 ± 0.4	7.2 ± 1.3

注）平均値±標準偏差

＊1:ドライケム検出限界(16.0)以上の値は，16.0で集計した。

まとめ

通算の日間給餌率，日間増重率，増肉係数については，飼料間で大きな差は見られなかった。期間別の増肉係数を見ると，水温が20℃を下回った低水温期では，魚粉60%の飼料１に比べ，その他の魚粉40%飼料が優れる傾向を示し，中でも合成タウリンをより多く添加した飼料４が優れていた。また，この期間においては，増重率も他の区より優れていたことから，低水温期においては合成タウリン添加量の違いが成長に影響する可能性も考えられた。飼料への合成タウリン添加量の違いによる魚体及び肝臓のタウリン含量をみると，魚粉40%の場合，0.15%以上添加した飼料３，４で魚粉60%の飼料１を上回る結果となった。合成タウリン添加した区で比較すると，0.15%添加した飼料３では，魚粉60%の飼料１を上回る蓄積率を示すが，0.7%添加した飼料４では，逆に蓄積率が2/3程度に低下した。

今回使用した魚粉40%飼料では，魚粉60%飼料と成長や魚体成分に有意な差は見られなかったことから，魚粉を40%に削減しても成長等に大きな影響はないものと思われた。また，低水温期では，合成タウリン添加区は魚粉60%区と同等以上の成績を示したことから，水温の低い冬場においては，今回の魚粉40%飼料にはタウリンは添加した方が良いと思われた。環境面から見ると，魚粉を減らし植物性原料を使うことでリン負荷量は削減できたものの,窒素負荷量の削減については改善されなかった。

試験２（ブリ飼育試験）

【方　法】

試験場所

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

試験には，鹿児島湾内で育成されたブリ当歳魚を用い，試験開始時までは市販ＥＰ飼料（粒径５㎜）にて予備飼育を行った。

試験飼料

試験飼料の組成を表１に示す。飼料１は，魚粉を60％配合したもの，飼料２は魚粉を50％，飼料３は魚粉を40％にし，減じた魚粉分は大豆タンパク，フィッシュソリブル，焼酎粕で代替し，タンパク質含有量を調整したＥＰ飼料とした。

なお，試験に用いたＥＰ飼料は，当センター所有のエクストルーダ（KEX-30㈱栗本鐵工所）にてバレル温度140℃の条件で製造した。飼料の粒径は５㎜とした。

飼育管理

１ｔ円形FRP水槽12面にブリ当歳魚（試験開始時540.7g）を１水槽当たり19～20尾収容し，平成20年10月29日から12月24日までの57日間飼育した。試験区は，飼料毎に飽食であろうと思われる量まで給餌する区（以下,飽食区とする）と，飽食区の給餌量の80％を給餌する区（以下，制限区とする）の２種類をそれぞれダブルで設定した。すなわち，飼料１給餌区を１・２区，飼料２給餌区を５・６区， 飼料３給餌区を９・10区とし，制限区は飼料１給餌区を３・４区，飼料２給餌区を７・８区，飼料３給餌区を11・12区と設定した。

飽食区は，それぞれ飽食であろうと思われる量まで給餌し，制限区は飽食区の給餌量を基に，試験魚尾数及び体重を考慮し，飽食給餌区の80%に相当する量を給餌した。飼育期間中，給餌は土・日・祝日を除く１日１回を基本とした。

期間中は，データロガー（Stow Away Tidbit temp logger），DOメーター(YSI Model 85）を用いて水温及び溶存酸素量を測定した。

表１　配合飼料組成と分析結果

成　分	飼料1	飼料2	飼料3
魚粉	60	50	40
分離大豆タンパク	0	8	12
フィッシュソリブル	0	3	7
焼酎粕	0	9	18
小麦粉	14	6	2
αデンプン	5	4	2
ビタミン混合物	3	3	3
ミネラル混合物	2	2	2
魚油	13	14	14
セルロース	3	1	0
合　計	100	100	100
分析値			
水分(%)	12.4	10.5	8.2
粗タンパク質(%)	49.1	49.2	47.3
粗脂肪(%)	19.5	20.3	21.0
粗灰分(%)	12.2	11.8	11.0
リン(%)	1.64	1.53	1.35

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

試験開始時と２週間毎及び試験終了時に，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，-35℃で凍結保管後，全魚体を磨砕し，一般成分及び全リンを試験１と同法により測定した。

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，個体別にドライケムFDC3500i（富士フイルム社製）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20年10月29日から12月24日までの57日間行った。期間中の水温は，17.3～23.7℃（平均20.4℃）であった。開始時から２週終了時では22.5～23.7℃（平均23.1℃），３週開始時から４週終了時では19.4～22.5℃（平均21.2℃），５週開始時から６週終了時では17.6～20.3℃（平均19.4℃），７週開始時から試験終了時では17.3～18.8℃(平均18.1℃)であった。DOは，5.6～7.0mg/l（平均6.4mg/l）で推移した（図１）。

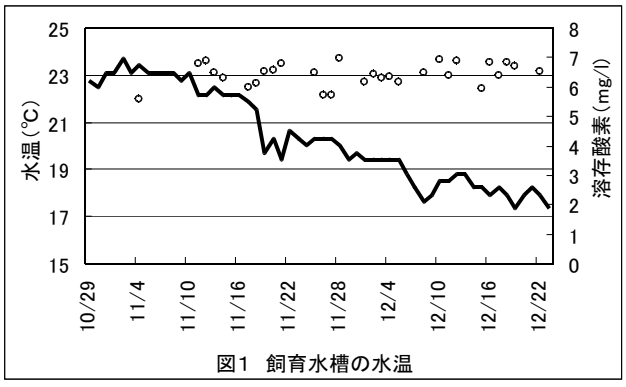


図1　飼育水槽の水温

飼育成績

飼育成績は表２に示した。

飼育試験終了時の生残率は，飽食給餌区では飼料１が92.5±４％，飼料２が97.5±４％，飼料３が92.1±４%であった。制限給餌区では，飼料１が97.5±４％，飼料２が97.5±４％，飼料３が92.5±４

%と，全ての試験区の生残率に大きな差は見られなかった。

表２　飼育成績（ブリ）

飼料	給餌	平均体重(g) 開始時	平均体重(g) 終了時	増重率(%)	日間増重率(%)	総給餌量(g)	日間給餌率(%)	飼料転換効率(%)	増肉係数	生存率(%)
1-1区	（飽食）	530.1	862.1	62.6	0.85	10,511	1.39	60.0	1.67	90.0
1-2区	（飽食）	539.4	870.9	61.5	0.84	11,576	1.48	55.8	1.79	95.0
1-3区	（制限）	532.4	772.5	45.1	0.65	9,091	1.25	51.5	1.94	95.0
1-4区	（制限）	537.5	796.9	48.3	0.69	9,313	1.22	55.7	1.80	100.0
2-1区	（飽食）	543.6	862.2	58.6	0.81	11,296	1.39	55.0	1.82	95.0
2-2区	（飽食）	548.0	883.0	61.1	0.84	12,285	1.48	54.5	1.83	100.0
2-3区	（制限）	545.8	771.7	41.4	0.61	9,543	1.27	47.3	2.11	100.0
2-4区	（制限）	532.6	789.1	48.2	0.69	9,442	1.29	53.0	1.89	95.0
3-1区	（飽食）	565.2	824.3	45.8	0.66	9,346	1.28	51.3	1.95	94.7
3-2区	（飽食）	531.4	754.4	42.0	0.61	8,732	1.32	46.0	2.18	89.5
3-3区	（制限）	534.9	729.7	36.4	0.54	7,950	1.13	47.8	2.09	95.0
3-4区	（制限）	547.8	754.9	37.8	0.56	7,915	1.12	49.7	2.01	90.0

※日間増重率(%)=〔ln（終了時平均体重）－ln（開始時平均体重）〕×100／飼育日数

	飼料	給餌	開始時	2週後	4週後	6週後	8週後
尾叉長(cm)	1	（飽食）	32.3	33.7	34.8	35.5	35.9
	2	（飽食）	32.3	33.4	34.5	35.4	35.9
	3	（飽食）	32.3	33.1	34.0	33.6	33.2
	1	（制限）	32.3	33.3	34.3	34.9	35.3
	2	（制限）	32.5	33.3	34.3	34.9	35.2
	3	（制限）	32.3	33.2	34.0	34.6	35.0
肥 満 度	1	（飽食）	15.8	17.5	18.1	18.5	18.6
	2	（飽食）	16.1	17.6	17.8	18.9	18.7
	3	（飽食）	16.3	16.6	17.0	17.5	16.9
	1	（制限）	15.8	17.0	17.6	18.0	17.8
	2	（制限）	15.7	16.8	17.0	17.7	17.6
	3	（制限）	16.0	16.4	17.6	17.3	17.1

次に，飼育期間における平均体重の推移を図２に示した。

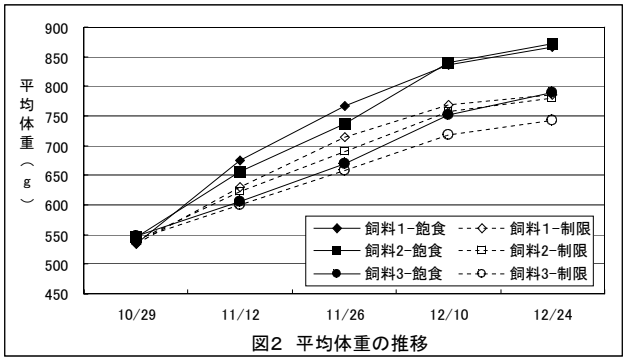


図2　平均体重の推移

平均体重は，飼料１及び飼料２の飽食給餌区が優れ，次いで飼料３の飽食給餌区となった。制限給餌区の飼料３は最も劣り，飽食区の飼料１と制限区の飼料３，飽食区の飼料２と制限区の飼料３の間で有意な差が見られた（Tukey $p<0.05$）。総じて制限給餌区は飽食区に比べて成長が劣った。

平均尾叉長及び肥満度についても，平均魚体重と同じ傾向が見られた。

二元配置分散分析の結果，給餌率及び魚粉添加率の違いは，増重率，肥満度，給餌量において，有意差（$P<0.01$）を与える要因となり，魚粉添加率の減少，もしくは給餌率の減少に従って低下する傾向が見られた。

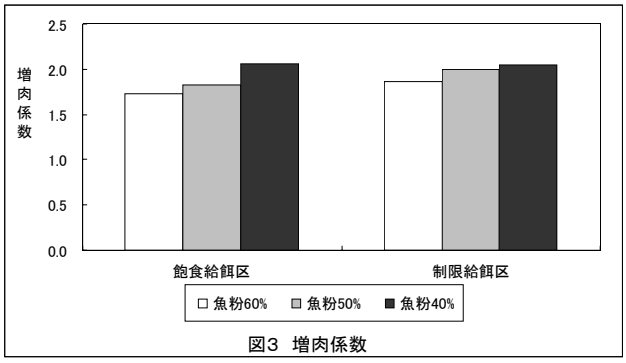


図3　増肉係数

飼料１と飼料２の間において増重率，肥満度は，給餌率の違いに関係なく有意な差は見られなかったが，飼料３は，飼料１及び飼料２と比較して，増重率，肥満度，給餌量は劣った。

増肉係数については，魚粉添加率の違いが有意差（$P<0.05$）を与える要因となり，魚粉添加

量の低下に従って大きくなる傾向が見られた（図３）。

魚体の成分分析

魚体の成分分析結果を表３に示す。

試験終了時において飽食給餌区では飼料間の差は見られなかった。制限給餌区では，魚粉60%の飼料１に比べて魚粉50%の飼料２，魚粉40%の飼料３の粗脂肪が低い傾向が見られた。リン含有量は，飽食給餌区では魚粉割合が低い程，高くなる傾向が見られたが，制限給餌区では逆に，魚粉割合が低くなるとともにリン含有量も低くなる傾向が見られた。

表３　魚体の成分分析結果

時期	給餌	魚粉割合	水分(%)	粗ﾀﾝﾊﾟｸ質(%)	粗脂肪(%)	粗灰分(%)	リン(mg/g)	窒素(%)
開始時			67.8	19.9	8.1	2.9	4.99	3.2
終了時	飽食	60%	63.9±0.5	19.9±0.5	11.1±0.6	2.5±0.2	4.39±0.17	3.2
		50%	62.9±0.9	19.5±0.6	12.5±0.5	2.5±0.1	4.54±0.39	3.1
		40%	64.0±0.6	20.0±0.5	11.5±0.7	2.9±0.1	4.92±1.07	3.2
	制限	60%	64.0±0.3	19.6±0.0	11.3±0.3	2.8±0.2	5.20±0.39	3.1
		50%	65.1±0.4	20.0±1.1	9.6±0.7	2.9±0.1	5.07±0.60	3.2
		40%	64.8±0.2	20.1±0.1	9.9±0.0	2.6±0.1	4.72±0.38	3.2

注）湿重量換算による。

次に，８週間の試験期間を通じて得られたリン及び窒素の蓄積率を表４に，負荷量を表５に示す。

リン蓄積率については，飽食給餌区では魚粉割合が低い方が高く，制限給餌区では，逆に魚粉割合が低い方が低くなる傾向が見られたが，有意な差ではなかった。リン負荷量については，給餌量や魚粉割合の違いによる差は見られなかった。

窒素蓄積率については，給餌量や魚粉割合の違いによる差は見られなかった。窒素負荷量については，飽食区では魚粉割合が低い方が高くなる傾向が見られたが，有意な差ではなかった。給餌量の違いによる負荷量に有意な差は見られなかった。

表４　リン及び窒素の蓄積率（%）

飼料	魚粉割合	給餌	リン	窒素
1	60%	飽食	12.0 ± 2.1	23.3 ± 0.3
2	50%		13.4 ± 3.6	20.8 ± 1.9
3	40%		15.9 ± 14.0	20.7 ± 0.0
1	60%	制限	18.3 ± 3.2	20.6 ± 1.2
2	50%		16.3 ± 5.0	20.6 ± 2.0
3	40%		14.3 ± 5.6	21.2 ± 1.0

注）平均値±標準偏差

表５　リン及び窒素の負荷量（kg/t）

飼料	魚粉割合	給餌	リン※1	窒素※2
1	60%	飽食	24.9 ± 1.9	104.3 ± 4.9
2	50%		24.1 ± 1.2	113.8 ± 3.5
3	40%		23.2 ± 5.7	123.8 ± 9.6
1	60%	制限	24.9 ± 0.4	116.7 ± 8.1
2	50%		25.2 ± 0.5	124.9 ± 6.7
3	40%		23.8 ± 2.2	122.4 ± 4.9

注1）平均値±標準偏差
※1：1-1式による。
※2：2-1式による。

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。

試験終了時におけるGOT及びGPTは，給餌量の違いが有意な差となる要因（$P<0.05$）として検出され，制限給餌区では飽食給餌区より低い傾向が見られた。ALPは，魚粉割合の違いが有意な差となる要因（$P<0.01$）として検出され，魚粉割合の低下に伴い上昇する傾向が見られた。

表６　血液性状分析結果

項目＼時期	開始時(N=5)	終　了　時(各飼料N＝10)					
		飼料1(飽食)	飼料2(飽食)	飼料3(飽食)	飼料1(制限)	飼料2(制限)	飼料3(制限)
GOT(U/L)	101.8 ± 105.7	100.0 ± 96.0	90.6 ± 106.1	99.7 ± 122.2	74.6 ± 81.5	51.8 ± 48.8	63.3 ± 64.7
GPT(U/L)	14.2 ± 11.5	17.3 ± 8.2	14.2 ± 5.5	14.3 ± 6.6	14.7 ± 6.0	10.4 ± 3.4	10.9 ± 3.5
ALP(U/L)	176.4 ± 159.1	97.0 ± 23.5	123.4 ± 30.1	125.8 ± 58.4	75.4 ± 25.9	97.0 ± 24.5	141.6 ± 55.2
GLU(mg/dl)	189.6 ± 38.2	163.1 ± 13.9	157.1 ± 25.9	162.6 ± 16.0	160.0 ± 33.1	159.3 ± 27.8	147.4 ± 17.8
TCHO(mg/dl)	254.0 ± 69.6	343.3 ± 27.3	373.3 ± 33.6	348.4 ± 34.9	348.5 ± 71.4	362.4 ± 55.5	375.1 ± 49.5
TG(mg/dl)	71.0 ± 26.3	94.7 ± 58.3	205.3 ± 143.3	76.4 ± 22.7	80.9 ± 37.6	113.8 ± 65.2	98.1 ± 35.4
TBIL(mg/dl)	1.0 ± 0.8	0.7 ± 0.3	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.2	0.5 ± 0.2
Ca(mg/dl)*1	15.4 ± 1.0	16.0 ± 0.0	16.0 ± 0.0	15.9 ± 0.4	16.0 ± 0.0	16.0 ± 0.0	15.7 ± 0.4
IP(mg/dl)	7.1 ± 1.1	6.4 ± 1.0	6.2 ± 0.6	6.2 ± 1.5	6.3 ± 1.0	6.1 ± 0.9	6.7 ± 0.7
TP(g/dl)	4.5 ± 0.8	4.5 ± 0.7	4.6 ± 1.0	4.6 ± 0.9	4.3 ± 0.6	4.3 ± 0.6	5.2 ± 0.8

注)平均値±標準偏差

まとめ

給餌率（飽食，制限給餌）と魚粉添加率（魚粉60%，50%，40%）の違いは，増重率，肥満度及び給餌量においては，有意な差を与える要因となり，給餌率の減少，もしくは魚粉添加率の減少に伴い，これらの値が低下する傾向が見られた。飽食区において魚粉40%の飼料３は，飼料１及び飼料２と比較して，増重率，肥満度，給餌量が劣ったのに対して，魚粉60%の飼料１と比較して魚粉50%の飼料２の増重率，肥満度，給餌量については，有意な差は見られなかったことから，魚粉割合は飼料２の50%までは削減できることが示唆された。また，増肉係数は給餌率の違いではなく，魚粉割合の違いが有意な差を与える要因となり，魚粉割合が低くなるに伴い上昇する傾向が見られたことから，今回の試験飼料の場合の給餌方法としては飽食給餌区の80%程度にしても大きく影響しないものと思われた。また，環境負荷への点をリン・窒素負荷量でみると，魚粉割合を低くし代替源を添加した場合，リン負荷量は削減するが，窒素負荷量は増加する傾向が見られた。負荷量と給餌率との関係では，総じて制限給餌を行った場合に比較して飽食給餌した方が負荷量は少なかった。

以上から，今回のブリ当歳魚の試験からは，魚粉を大豆タンパク，焼酎粕，フィッシュソリュブルで代替した場合，飼料中の魚粉割合は50%程度までは低減できる，また，増重率などの指標からみた成長状況や環境負荷の点からは，制限給餌はせずに飽食給餌することが必要であると示唆された。

なお，本事業の結果は，別途，「平成20年度持続的養殖生産・供給推進委託事業報告書」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）

折田和三・保　聖子

【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〆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。

【方　法】

1　供試魚

第1回目：平成20年10月23日に立目崎沖においてまき網で漁獲されたゴマサバを同日朝に当センター内3m角イケスに収容した。平均尾叉長30.8ｃｍ，平均重量342ｇであった。その後，無給餌で３週間蓄養し，搬入当日，蓄養後1日，3日，7日，14日，21日に取り上げ，首折れ脱血処理後（海水氷2.2～4.0℃の海水氷中に30分浸漬）各種分析を行い，品質・旨味を評価指標とする水温下降期における最適蓄養条件の検討を行った。

第2回目：平成21年1月30日に阿久根市脇本で蓄養していたゴマサバを活魚車で当センターへ搬入し，3m角イケスに収容した。平均尾叉長30.6ｃｍ，平均重量358ｇで第1回目とほぼ同じ大きさであった。その後，無給餌で約2週間蓄養し，搬入当日，蓄養後7日，13日後に取り上げ，同様に分析を行い，水温低温期における最適蓄養条件を検討した。なお，脇本で既に７日間無給餌蓄養されていたので，飢餓状態になってからの経過日数は，7日，14日，20日にあたる。

2　測定項目

測定項目は下記のとおり。　　※　●：１回目試験　◎：２回目試験

区分	分析項目	方法	0hr	4hr	8hr	25hr
肉質	一般成分（タンパク質）	ケルダール	● ◎			
	同上　（脂肪）	ソックスレー	● ◎			
	同上　（炭水化物）		● ◎			
	同上　（灰分）	マッフル	● ◎			
	同上　（水分）	水分計	● ◎			
	遊離アミノ酸	ＨＰＬＣ	● ◎			
鮮度	ＡＴＰ関連物質	ＨＰＬＣ	● ◎	●	●	
	グリコーゲン	酵素法	● ◎	●	●	
	乳酸	酵素法	● ◎	●	●	
	ｐＨ	ｐＨメータ	● ◎	●	●	
	硬直指数		◎			◎
肉質物性	そしゃく圧縮強度	レオメーター	● ◎			●
	筋周膜構造	ＳＥＭ	● ◎			●
	官能試験	テスター	●			●
健康状態	血液性状	自動血液分析計	● ◎			
飼育環境	水温	ﾃﾞｰﾀﾛｶﾞｰ水温計	常時，測定器を浸漬計測			

(1)水温

イケス内の水深１m位置にﾃﾞｰﾀﾛｶﾞｰ（Stow Away Tidbit temp logger）を垂下して測定した。

(2)体長・体重

各項目測定に使用する供試魚について測定前に体長（尾叉長）（Ｌ）・体重（W）を計測した。肥満度については（W／Ｌ^{3}*1000）により算出した。また，第１回目試験については，併せて内臓重量も計測した。

(3)一般成分

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尾づつ微細化し，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　炭水化物：差引き法による。

エ　粗灰分：550℃～600℃で灰化法による。

オ　水分：常温加熱乾燥法（105℃）による。

(4)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た。これを適宜希釈し，0.45μm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：Ｓｈｉｍ-pak　Amino-Na（島津製作所）

検出波長：Ex 350nm　　Em 450nm

反応方法：ＯＰＡ（ｵｸﾀﾌﾀﾙｱﾙﾃﾞﾋﾄ）発色法

(5)血液性状

イケスから５尾取り上げ，FA100で深麻酔後，尾柄部静脈からシリンジで採血した。なお，シリンジには予めヘパリンを0.2ml程度吸引しておいた。採取した血液は30分以内にミキサーにかけた後ヘマトクリット管で吸い上げ，遠心分離後，ヘマトクリット値を測定した。残った血液は遠心分離にかけ，上澄みをドライケム用プレインチューブ(0.5ml)に移し，-80℃で保管した。全試験期間終了後，常温で解凍し，富士ドライケムで総タンパク質（TP-P），血中ブドウ糖（GLU-P），総コレステロール（TCHO-PII），中性脂肪（TG-P）の4項目を測定した。

(6)ｐＨ

首折れ脱血処理後直ちに背肉の一部を5ｇ切り出し，氷冷下で0.02Mヨード酢酸ナトリウム溶液を加えホモジネート後，pH測定計(Thermo Orion)により測定した。

(7)グリコーゲン

ｐＨ同様サンプルを切り出した後，氷冷下で５％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た。これを50mlに定量し，F-キットスターチ（Roche Diagnostics社 ドイツ製)により測定した。

(8)ＡＴＰ関連物質

首折れ脱血処理後直ちに背肉の一部を5ｇ切り出し，氷冷下で10%過塩素酸を加えホノジネートした後，5000ｒｐｍで10min遠心分離し上澄液得た。これを中和し0.45μｍ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

(9)乳酸

グリコーゲン同様に抽出して得た上澄液をpH10～11に調整後100mlに定量し，F-キット乳酸（Roche Diagnostics社 ドイツ製)により測定した。

(10)硬直指数

第2回目試験のみ実施した。

首折れ脱血処理後，5℃冷蔵庫内で速やかに測定を開始した。測定は，尾藤ら[1)]の硬直指数測定法に基づき，別途開発した硬直指数測定装置を用いてデジタルビデオカメラに記録後，画像から30分ごとに尾部の垂下の度合いを測定した。

(11)そしゃく圧縮強度

首折れ脱血処理後，供試魚の片側をおろし，その胸びれ後方を体側と鉛直方向に1ｃｍ厚に3枚切りだしサンプルとした。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。

ＭＯＤＥ：２１　　使用プランジャー：φ15mm円盤

繰り返し：２回　　侵入深さ：6mm

侵入速度：1mm/sec　　クリアランス：1mm

プランジャーは，背肉部中央付近に当てた。残る半身は，2℃で25時間保存し，同様に測定した。なお，2回目の試験では，首折れ脱血処理後のみを測定した。

＊なお，上記(3),(4)(6)～(11)の項目の値は1回目の試験では個体別に3尾分析したものの平均で表し，項目(5)のみ5尾の平均で表した。2回目試験の一般成分については，10尾微細後混和したものを分析サンプルとした。

(12)筋周膜観察

そしゃく圧縮強度試験に供した魚体の残りのうち，前方の肉片の背肉部からφ5mmの円柱コアを突き刺して，0.1Mリン酸緩衝2%グルタールアルデヒド固定液に浸漬した。また，同一の魚体を2℃で25時間保管した後，同様に肉片を取り出して固定した。数日間の固定後，筋繊維を横断する方向に2mm程度の厚さにカミソリで切り出し，２N水酸化ナトリウム溶液に浸漬し，20℃前後で１

週間放置してタンパク除去を行った。肉片がほぼ透明になったのを確認した後，蒸留水に２時間浸し，続いて通常のアルコール脱水系列で脱水，ブチルアルコール置換，凍結乾燥，コーティングを経て，SEM（日立S-3000）高真空下で観察した。

しかしながら，コア抜きによるサンプル切り出しは，鋭利性に乏しく筋周膜繊維が切れるものと思われ，上記の方法では筋周膜構造が残らず観察できなかった。そこで，第１回目21日後及び第2回目の魚体からの切り出しは，包丁で1ｃｍ×1cm×2ｃｍ程度の筋繊維方向に長く切りだし，固定後は同様に処理を行った。

【結果及び考察】

１．蓄養環境について

(1)蓄養期間中の水温の変化

試験期間中のイケス内の水温を下図に示す。１回目試験については，試験開始時に25℃前後であったが，徐々に低下していき試験終了時には20℃となり，水温下降期であったといえる。2回目試験については，ほぼ15℃前後で推移し，水温はほぼ一定で水温低温期であった。

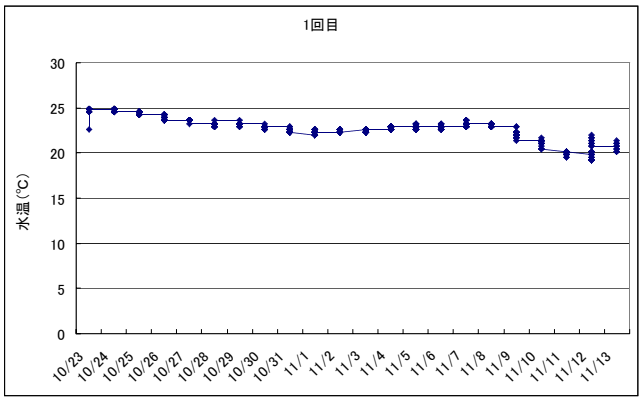


図１　蓄養時の飼育水温の変化（1回目）

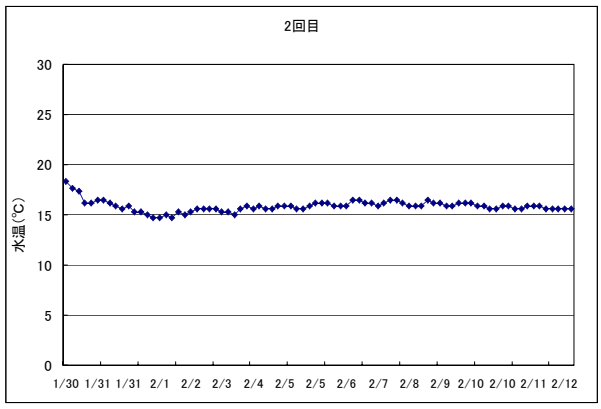


図２　蓄養時の飼育水温の変化（2回目）

１．肉質成分からの評価

(1)体長・体重・肥満度

第１回目の試験に用いたゴマサバは，体長（尾叉長）30.8cm，体重342g(n=63)であった。第2回目試験では，それぞれ30.6cn,358g(n=48)であった。これらのﾃﾞｰﾀからそれぞれ算出した肥満度を図３に示す。第1回目試験の肥満度は，漁獲当初11.46であったが，4日後には，12.16となった。その後7日後には11.49に戻り，14日後で10.87，21日後で10.93となり漁獲当日と比較してもわずかに低くなる程度であった。

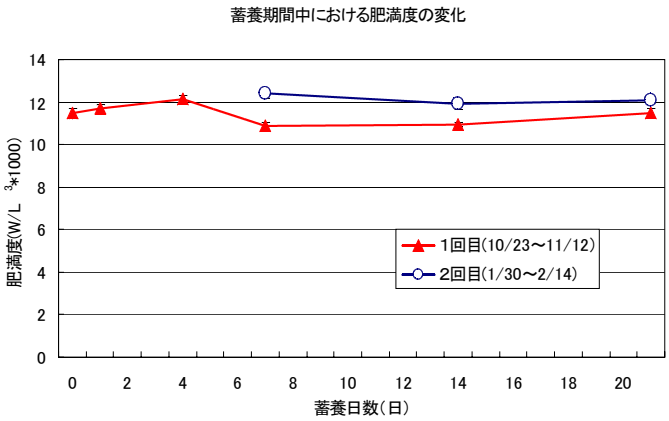


図３　肥満度の変化

2回目の試験については，漁獲直後のデータがなく完全に比較することはできないが，1回目とほぼ同様の傾向であった。このことから，水温下降期から水温低温期においては，21日程度蓄養しても極端な「やせ」は認められず，肥満度に関しては無給餌による影響はほとんど無いものと推察された。次に，蓄養期間の魚体重量に対する内臓重量の割合の推移を図４に示す。内臓重量の割合は，蓄養日数の経過とともに，徐々に減少する傾向が確認された。なお，蓄養２日以降から胃内容物は確認されておらず，減少が胃内容物の消化による影響とは考えにくい。このことから，無給餌状態における生命維持のために，内臓成分が何らかの寄与をしているものと示唆された。

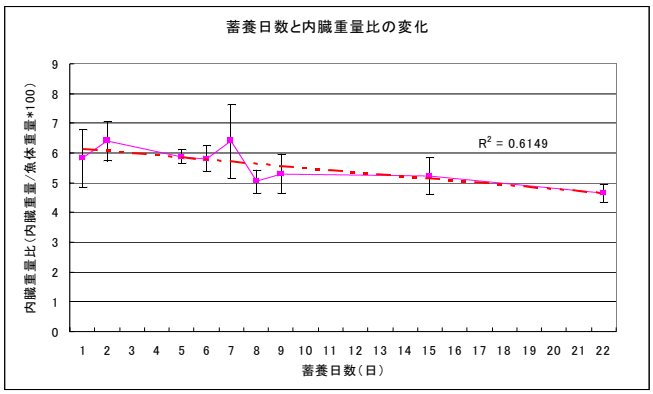


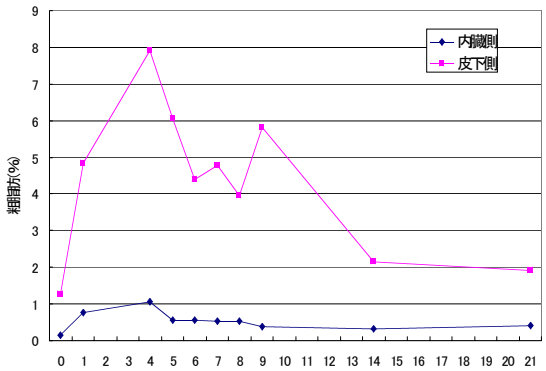
図４　内臓重量比の推移

(2)一般成分

第１回目の試験では，蓄養開始直後に約25%程度あった粗タンパク質が蓄養日数の経過とともに減少していき，およそ２週間で22.5%程度になった。一方，この間の粗脂肪量の推移については，蓄養開始直後から翌日にかけて粗脂肪量が増加し，その後９日目までは大きな変化は見られず，蓄養14日目以降になるとやや減少する傾向が確認された。また，水分量に関しては粗脂肪と負の相関にあり，灰分については，特段の変化は見られなかった。2回目の試験では蓄養開始日のデータが得られていないが，1回目同様粗タンパク質が減少する傾向が確認された。（図７）

また，筋肉中の粗脂肪について，皮下側及び内臓側の粗脂肪量の推移を図５，筋肉中の粗脂肪に対する皮下側脂肪の割合を図６に示す。これより，蓄養期間中は，内臓側の脂肪の変動より，皮下側の脂肪の変動が大きいことが確認された。また，皮下側及び内臓側ともに，蓄養期間が14日を経過する頃から，脂肪量は一定のレベルを保つことが確認された。

さらに，図６から全脂肪量に占める皮下脂肪の割合が蓄養９日目以降急激に下がっていく傾向が確認され，このことが「蓄養により皮下脂肪が全体に行き渡る」と言う生産現場の声を裏付ける結果と成り得るのか，さらに検証を重ねる必要がある。



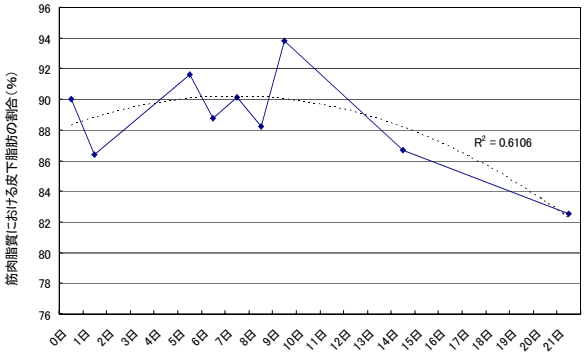


図５　皮下側及び内臓側の筋肉内粗脂肪量の推移　図６　筋肉中の粗脂肪に対する皮下側脂肪の割合

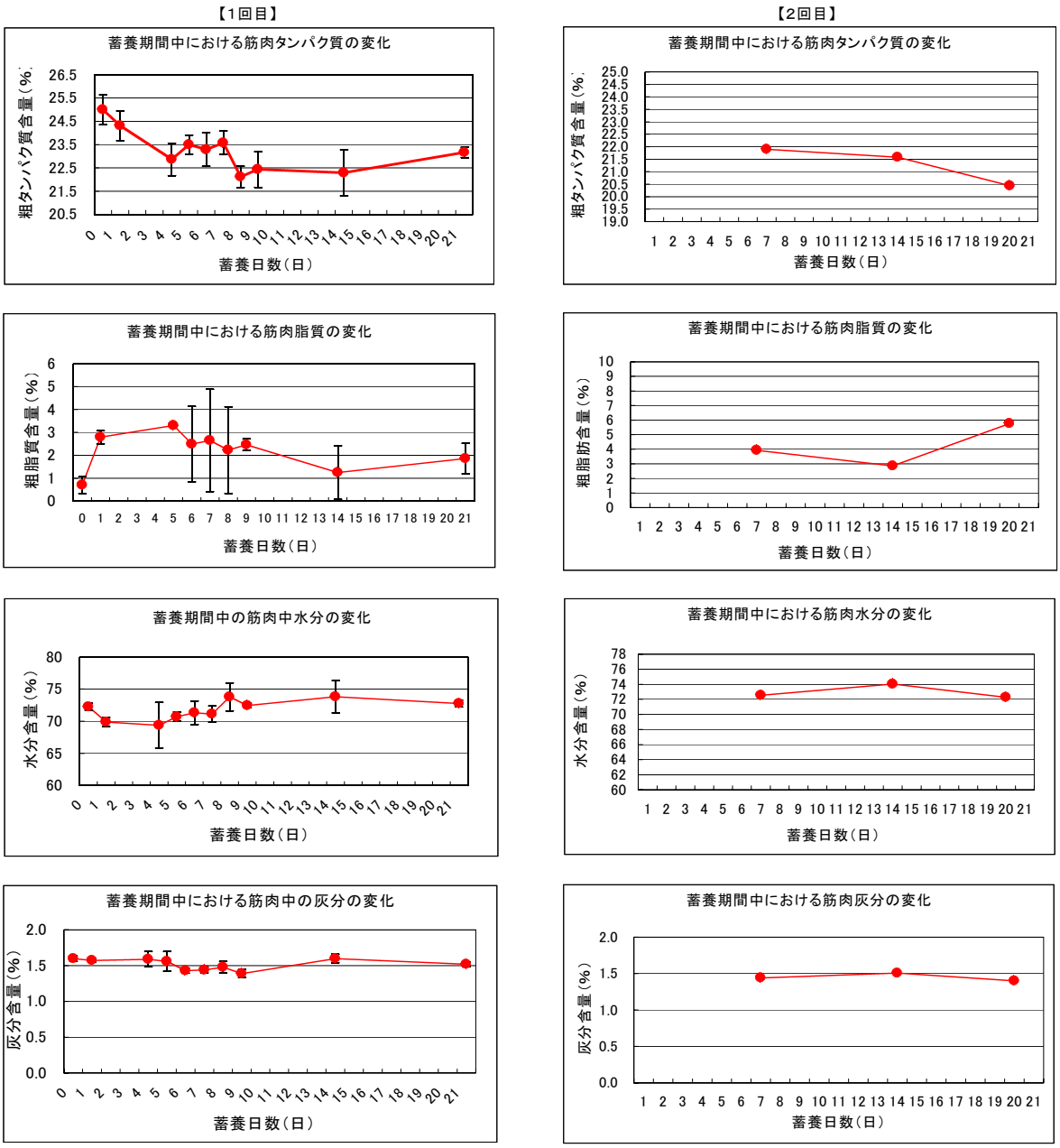


図７　一般成分の推移

(3)遊離アミノ酸

サバ精肉部における遊離アミノ酸の推移を図８に示す。増減しながら，期間中を通してわずかに増加していく傾向が見られた。「蓄養すると旨味が増す」という生産現場の声を一部裏付ける結果となったが，今回確認されたアミノ酸の増加レベルが旨味増加に寄与するか確認には至っていない。複数回試験を繰り返し，遊離アミノ酸増加と蓄養日数の関係について再現性のあるデータの積み上げが必要である。

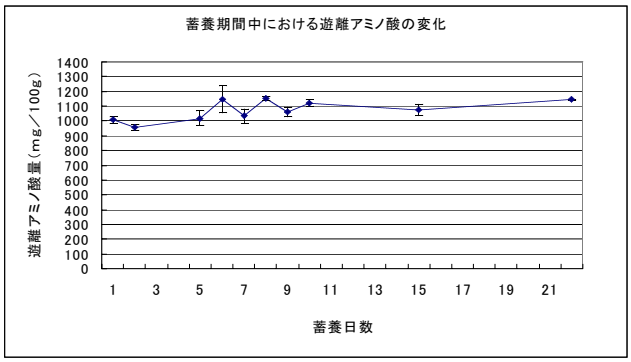


図８　魚体筋肉中の遊離アミノ酸の推移

２．健康状態からの評価

（１）血液性状

ヘマトクリット値の推移を図９に示す。

蓄養全期間を通じて50％前後で推移し，特徴的な動態は見られなかった。したがって，蓄養により少なくとも21日間は，貧血の状態にはならないことが確認された。

各分析項目別の推移を図10に示す。

第1回試験では血中グルコースは，蓄養期間が長くなるにつれ，減少していった。また血中トリグリセライドは，7日まで増加した後横ばい，14から21日にかけて再度増加した。総コレステロールは，蓄養期間が長くなるにつれ，微減していった。総タンパク質は，蓄養開始直後に増加した後，横ばいで推移した。また，第2回試験では，分析結果のばらつきが大きく，検出限界値を下回る異常値もあり，魚体がびらんした正常個体でなかったこともあり，血液性状としても信頼性に欠けるものと思われた。

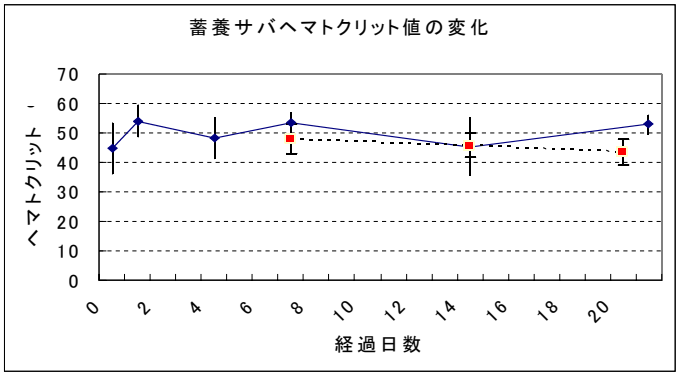


図９　血中ヘマトクリット値の推移

(2)蓄養期間中の歩留まり

第１回目の試験においては，活魚運搬船からトンネル網を伝いイケスへ池入れしたことから，へい死は少なく，開始から21日間の累計で27尾であり，歩留まりは95％であった。また，蓄養期間の経過とともに，体表粘液が明らかに増加していき，漁獲時に擦れた体表を自己修復する様子が窺えた。一方，第２回目の試験については，活魚車による搬入を行い，タモ網を使ってイケスに池入れしたことが影響したと思われ，翌日には，へい死する個体が散見され，生存している個体についても表皮のスレが発生し，状態は芳しくなかった。終了時の歩留まりは68%であった。

（蓄養により体表粘液が増加する様子）

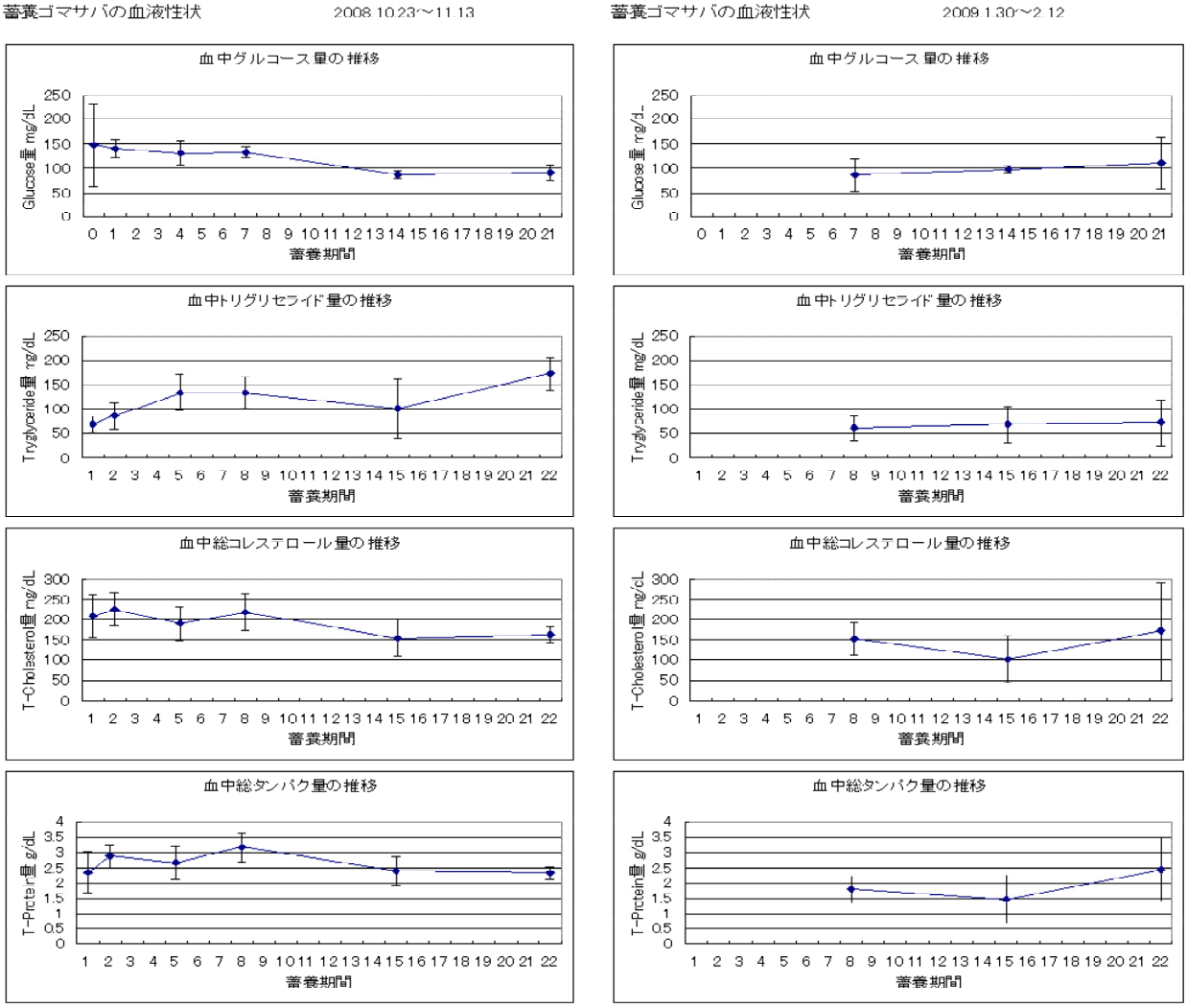


図10　血液成分の推移

３．鮮度による評価

(1) ｐＨ

首折れ直後のｐＨについては，蓄養期間中に大きく増減することはなくｐH7.0前後であった。

また，首折れ後の冷蔵保管中（２℃）の変化については，4時間経過後わずかに低下し，8時間経過後もやや低下する程度であった。

冷蔵保管中の変化についても，蓄養日数との関係は認められずどの期間においても6.3～6.8のレベルで鮮度としては良好な状態が維持されていた。（図11）

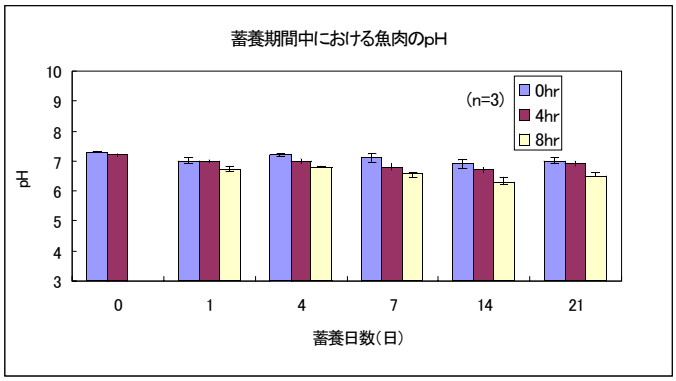


図11　ｐＨの推移

(2) グリコーゲン

死後硬直に関与するＡＴＰ（アデノシン3リン酸）の再合成と深い関連のあるグリコーゲンの挙動

が蓄養中にどのように推移するのか確認する目的でグリコーゲンを測定した。魚類筋肉中のグリコーゲンの推移を図12に示す。蓄養日数によって，測定値の個体バラツキが大きく，蓄養開始から終了までのグリコーゲンの挙動を言及するに至らなかった。一方，三坂ら[2)]によると飢餓中のサクラマス当歳魚では肝臓グリコーゲンが減少するとの報告があり，また，魚類筋肉中のグリコーゲン量は肝臓と比べ非常に低いレベルであることから肝臓グリコーゲンを測定すれば，何らかの傾向が示せた可能性がある。このようなことから，グリコーゲンについては，測定部位を見直す必要があると思われた。

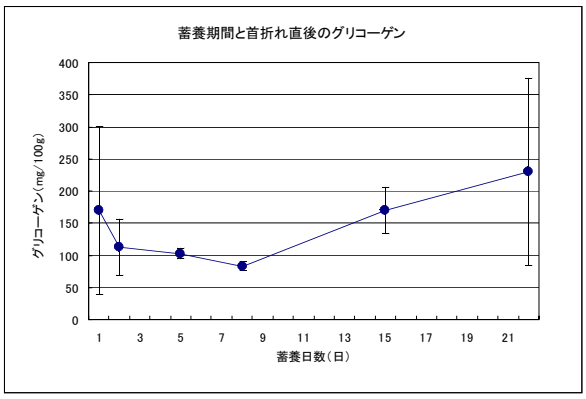


図12　グリコーゲンの推移

(3)ATP

1回目の試験結果を図14に示す。

致死時のＡＴＰ量は死後硬直の発現に寄与するといわれるエネルギー物質である。また，一時蓄養は漁獲時に消耗したエネルギーを回復させる効果があるといわれている。これらのことから，蓄養期間ごとの普通筋中のＡＴＰ量を測定した。今回の試験においては，首折れ直後のＡＴＰ量が蓄養日数の経過とともに増加する傾向は確認できなかった。安崎ら[3)]によると，底引き漁獲ヒラメを4時間以上安静にするとＡＴＰ量が増加し，死後硬直が遅延できるとの報告がある。一方，今回実施した試験においては，蓄養0日（漁獲当日）の首折れ直後のATP量が比較的高い値を維持しており，このことから，漁獲から当センターへ搬入されるまでに4時間程度活魚運搬船の水槽中に低密度で収容されていたことで安静が付与されエネルギー回復に繋がった可能性が考えられる。回遊魚であるサバの場合，エネルギー回復つまりＡＴＰ量の回復に要する時間は，短時間である可能性が示唆された。また，蓄養１日後以降の数値については，首折れ直後も脱血水中で遊泳する個体や暴れ出す個体があり，完全に即殺に至らなかったことが，「安静」という蓄養の効果以上に悪影響を及ぼしたものと推察された。なお，第2回目の試験については，サンプル欠損等により，適正なデータが得られず考察に至らなかった。

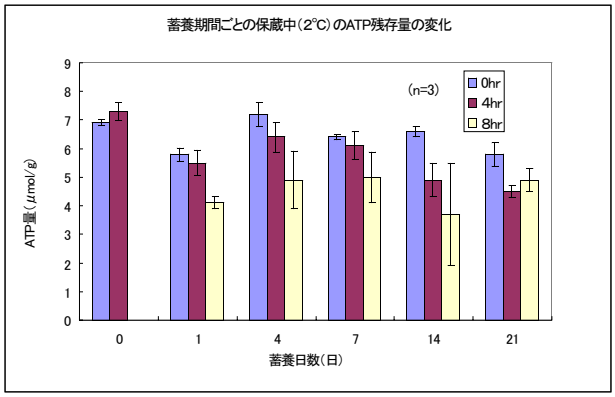


図13　ＡＴＰ量の推移

(4)乳酸

第1回目の乳酸の分析結果を図14に示す。開始日から蓄養日数の経過と共に増加する傾向が確認された。しかしながら，ＡＴＰ同様，サンプリング時に即殺に至らなかったためか開始日を除いて個体差によるバラツキが大きく，蓄養による影響を確認するに至らなかった。

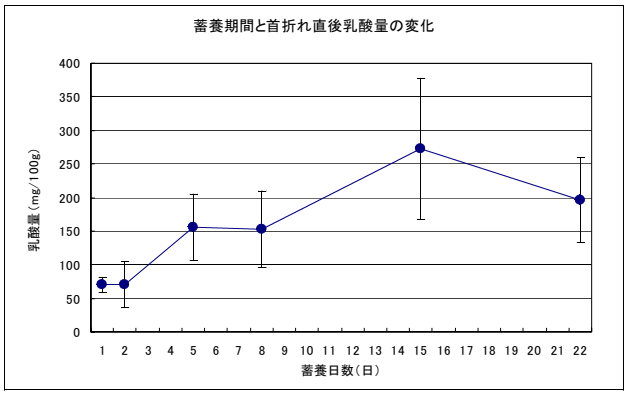


図14　乳酸の推移

(5)硬直指数

自動硬直指数測定装置で撮影した画像の一例を示す。

即殺１時間後　　４時間後　　１４時間後

最高硬直までの時間は，7日後で約12時間，14日で約15時間，21日で約１７時間かかり，蓄養日数とともに遅延が見られた。最高硬直までのパターンは７，14日はおおむね80％までは一気に進み，その後緩やかになるのに対し，21日では50％まで一気に進んだあと，4時間程度変化無く，その後再度硬直していた。

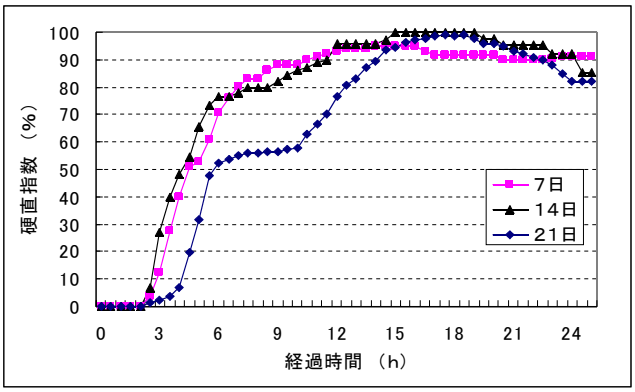


図15　死後硬直指数

４．肉質物性による評価

(7)そしゃく圧縮強度

2回そしゃくの圧縮強度プロファイルを図16に示す。山のパターンは稜線が凹んだ鋭いピークを持つ2峰型で2番目の山は1番目よりもやや小さくなっていた。この形状から，テクスチャーは弾力に富み，そしゃくにより筋肉の一部が破断されていくことがわかった。ゼラチンやこんにゃくのような強い弾力に富む素材は1回目（ｐ1）と2回目（ｐ2）の山のピークは同じになるため，復元率＝ｐ2強度／ｐ1強度　とし，歯ごたえの保持の程度を比較した。その結果，蓄養初日から21日後まで一様に0.8程度であり，蓄養期間による差は見られなかった。これは，25時間後の試料についても同様の傾向が見られた。

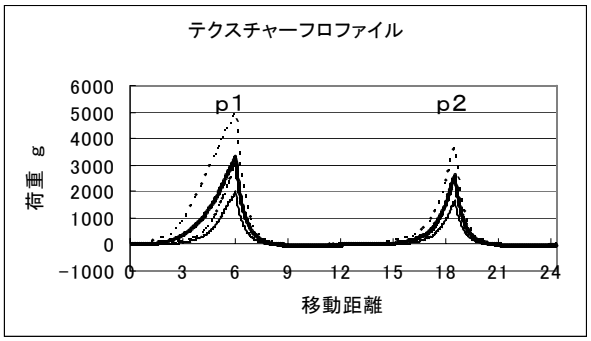


図16　サバ刺身のテクスチャープロファイル

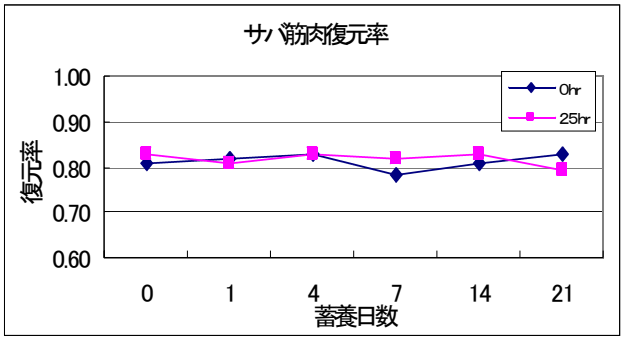


図17　サバ刺身の弾力性の推移

圧縮強度の推移を図18に示す。蓄養初日に比べ，第１回試験１回目圧縮Fp1及び2回目圧縮Fp2は，1日後から14日後まで高くなり，21日後で下がる傾向が見られた。第2回試験1回目圧縮Sp1及び2回目圧縮Sp2でも漁獲当日のデータがないが，14日後よりも20日後で低下した。なお，25時間後の圧縮強度ではほぼ横ばいで特徴は見られなかった。このことから，蓄養により首折れ直後の歯ごたえは強くなることが示唆された。また，その保持力については，25時間後までは及ばないものと推測された。

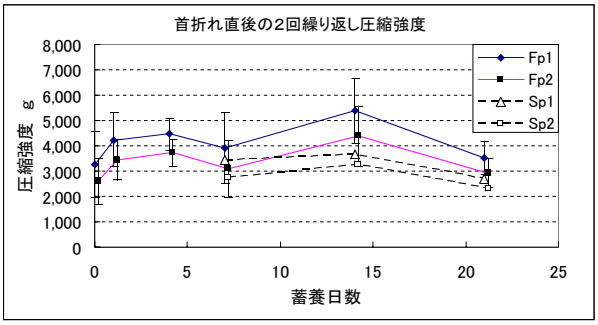


図18　圧縮強度の推移（首折れ直後）

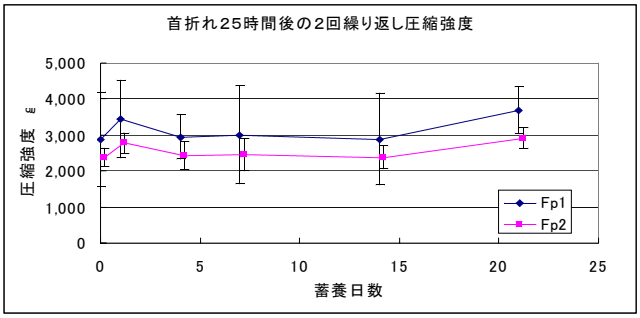


図19　圧縮強度（冷蔵25hr後）

(8)筋周膜観察

コア抜き方によるサンプル採取は，筋繊維が切断され，タンパク質除去工程で筋周膜の形状が残らなかったものと思われ，観察できなかった。最終21日後のサンプルは，包丁により切り出したところ，筋周膜が観察された。

即殺直後の筋周膜は，コラーゲン繊維が切れることなく良好な形状を保っていた。コラーゲン繊維の密度は，白身の魚に比べれば荒く空隙が多く見られた。2℃保存25時間後も筋周膜の形状は保たれ，破断や崩壊は確認されなかった。

第2回試験では首折れ脱血処理後の池入れ当日（蓄養7日後），蓄養14日後，蓄養20日後の筋周膜を比較して観察した。いずれの筋周膜の状態に大きな変化は見られなかった。

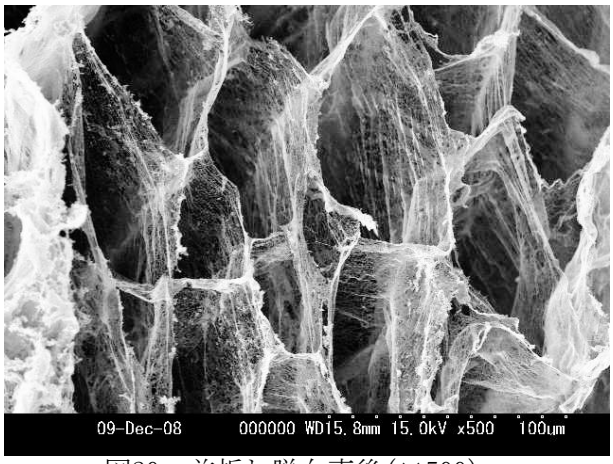


図20　首折れ脱血直後（×500）

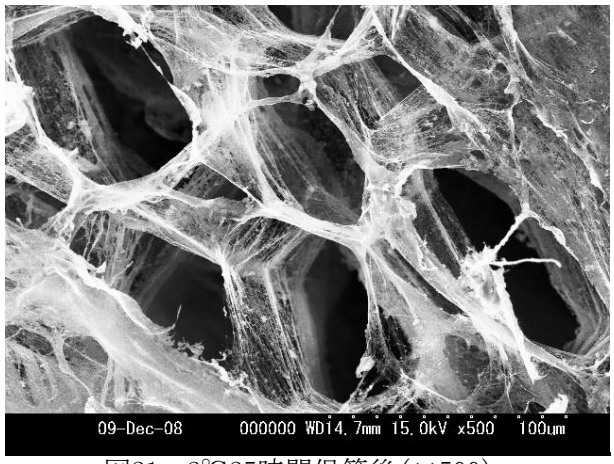


図21　2℃25時間保管後（×500）

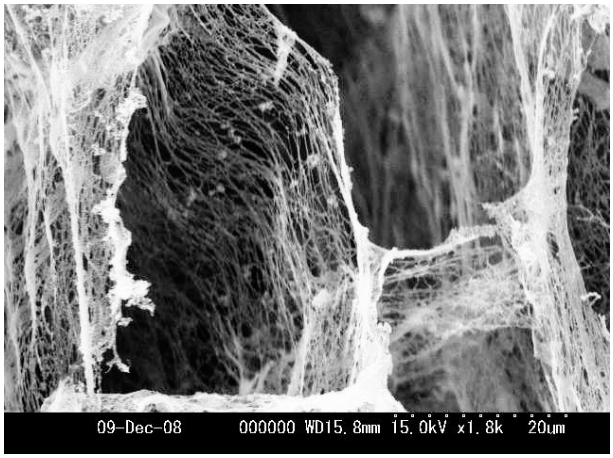


図22　首折れ脱血直後（×1,800）

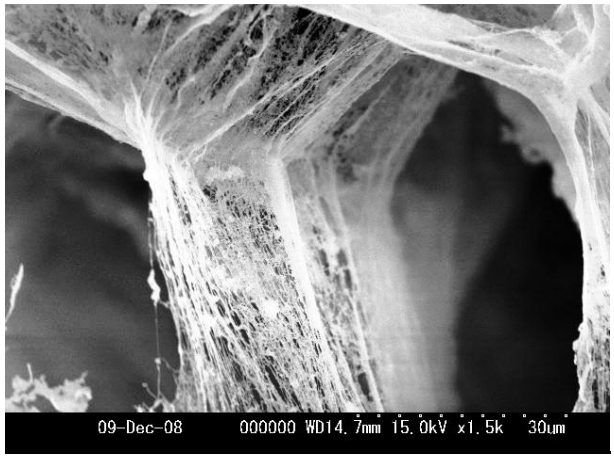


図23　2℃25時間保管後（×1,500）

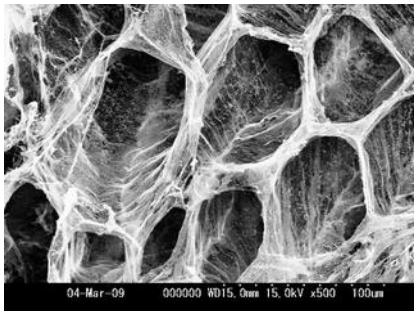
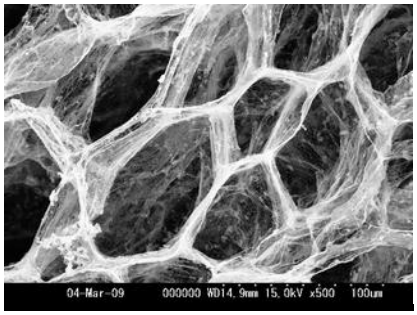
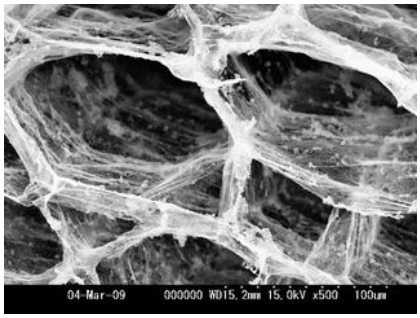


図24　蓄養7日後



蓄養14日後



蓄養20日後

【まとめ及び今後の課題】

秋季～冬季にかけての水温下降期及び水温低温期におけるゴマサバの蓄養においては，漁獲からの池入れ時に魚体のスレが起こらないように丁寧な扱いを行うことで，蓄養期間中のへい死率をは5%程度に抑えることが可能であった。

21日間の蓄養では開始時と比べ肥満度の減少は少なくほとんど影響を及ぼさないことが確認され

た。また，開始から9日目までは粗脂肪含量もほとんど減少しないことが確認された。肉質物性の側面からは，肉の弾力性を表す項目の一つである圧縮強度において，蓄養開始から2週間までは経過日数とともに数値が上昇し，歯ごたえが強くなることが確認された。

今回，天然海域でのサバを供試魚とし個体別分析とするため，個体差によるバラツキが大きく，最適蓄養条件を見いだすに至らない項目が生じた。これを解決するために，来期の試験実施においては，さらに分析個体を増やし，再現性のあるデータ採取していくことで，最適蓄養条件を見つける必要がある。

また，蓄養当日の鮮度指標が良好であった要因として，漁獲時から当センター搬入までの安静が考えらた。このことを踏まえ，漁獲直後からの時間経過に伴うストレス緩和の推移を目的とする項目については，実験的に漁獲ストレスを再度与えてから回復状態を確認する等，必要とする項目に応じた対応が必要である。

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協同組合並びに（有）海盛水産に深く感謝申し上げます。

文　献

１）尾藤方通・山田金次郎・三雲泰子・天野慶之：魚の死後硬直に関する研究－１．東海水研報(1983)

２）三坂尚之・水野伸也・宮腰靖之・竹内勝巳・鷹見達也・笠原昇：飢餓中のサクラマス当歳魚の肝臓におけるトリグリセリドおよびグリコーゲン含量の変動．日水誌(2004)

３）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試験－Ⅳ
（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（ミコバクテリア症）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報告された疾病で，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る。[1)]また，解剖学的には腎・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いる。[1)] 原因細菌は *Mycobacterium marinum* の近縁種と考えられたが，これとは異なる新種の *Mycobacterium* sp.とされた。[1)]本症の治療方法については，本菌に対する薬剤感受性が調べられており，数種類の薬剤で効果が認められている。[2)]また，人為感染魚への投薬効果についても検討され，数種の薬剤について治療効果が確認されている。[3)]

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は，各種性状試験や 16SrRNA の塩基配列から *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。[4)]また，ブリより分離された *M. marinum* に対する薬剤の *in vitro* と *in vivo* における効果が調べられ，*in vitro* でストレプトマイシン（SM）が *M. marinum* の発育を最も抑制し，*in vivo* においても SM を経口投与したブリの死亡率が他の試験区より有意に低い結果を得た。[5)]しかし，SM は水産用医薬品として承認されていないことから養殖現場で本症が発生した場合は対策がないのが現状である。また，2004 年以降は本症の広域的な調査は行われておらず，他魚種での発生動向についても正式な報告はない。これらをふまえて，本症の実態をより詳細に把握するために，2008 年度の本研究においては，養殖ブリの抗酸菌症の発生状況調査，他魚種を含めた菌株の収集と同定及びそれらの薬剤感受性試験を行い，さらに養殖場における定期サンプリングにより養殖ブリと養殖カンパチ *S. dumerili* の *M. marinum* 抗体と菌体検出を行い，感染時期の推定を行った。

【方　法】

１．実態調査

1)被害調査

農林水産省消費・安全局が行っている魚病被害・水産用医薬品使用状況調査の鹿児島県における養殖ブリ類の病名・年度別推定被害金額の 2000 ～ 2005 年を集計した。

2)診断件数

1993 ～ 2008 年度に鹿児島県水産技術開発センターが県内の養殖業者から診断の依頼を受けていたものについて抗酸菌症と診断した件数を集計した。

3)現地調査及び診断方法

2008 年度に県内 4 カ所をモニタリング地点として 6 月～ 11 月までの発生動向を現地調査した。その他の養殖場は聞き取り調査を行い，発生動向を把握した。今年度に本症が発生した場所Ａ，Ｂ 2 地点については現地にてサンプリングを行い，鹿児島県水産技術開発センターに死魚または瀕死魚を持ち帰り検査を行った。また，発生業者に対しては個別に過去の発生

状況を含めて聞き取りを行った。

診断方法は，腹部の膨満や体色の黄色化，腹水の貯留，肝臓の発赤，腎臓，脾臓の結節を確認し，結節部や周辺組織をスライドグラスにスタンプし，火炎固定後，迅速抗酸性染色試薬カルボールフクシン液染色 A で 5 分間染色後水道水で洗浄し，さらにメチレンブルー B 液を滴下して 2 分間静置し，水道水でバックグランドを洗浄したものを風乾後，生物顕微鏡 1,000 倍下で観察した。顕微鏡で強抗酸菌性の短桿菌が確認され，その後，腎臓組織を 1 %小川培地に接種後 25 ℃で 2 週間以上培養したものに黄白色のコロニーの発育が確認され，極東製薬の抗酸菌同定キットで *M. marinum* と同定されたものを抗酸菌症と診断した。

２．菌株収集と同定

1)菌株収集

本県の菌株は今年サンプリングしたものと過去の魚病検査で分離し保存していたものを用いた。他県の菌株については公共研究機関に文書依頼して入手した。

2)原因細菌の同定方法

極東製薬製の抗酸菌同定キットを用いて性状を検査した。基本的にキット同封のプロトコールに従ったが，１%小川培地による 37 ℃・7 日間では発育を確認できなかったので性状試験は培養温度を 25 ℃に変更した。性状測定項目は，37 ℃・7 日間発育速度試験，コロニーの形状試験，コロニーの光発色試験（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，キット付属の臨床材料から分離される主な抗酸菌の一般性状表と比較して種を同定した。

３．分離菌株の薬剤感受性試験

1)供試菌株

1999 ～ 2008 年に国内の養殖場のブリ，カンパチ，シマアジの腎臓から分離され *M. marinum* に同定された 14 菌株と，鹿児島県水産技術開発センター内で攻撃試験を行ったマダイ筋肉から再分離された 1 菌株の計 15 菌株を用いた。

2)供試薬剤

水産用医薬品として用いられている，アンピシリン(ABPC)，スルフィソゾールナトリウム(SIZ)，オキソリン酸(OA)，フロルフェニコール(FF)，塩酸オキシテトラサイクリン(OTC)，エリスロマイシン(EM)，スルファモノメトキシン(SMMX)，塩酸リンコマイシン(LCM)，及び水産用医薬品外のストレプトマイシン(SM)の合計 9 薬剤を供試薬剤とした。

3)薬剤感受性試験

薬剤感受性は動物由来細菌に関する抗菌性物質の最小発育阻止濃度(MIC)測定法(動物用抗菌剤研究会 2003 年改定標準法)に基づき，微量液体希釈法にて測定した。感受性測定用培地には Middlebrook OADC Enrichment を添加した 7H9 (DIFCO)を用いた。各薬剤は 1280 μ g/mL の薬剤原液を 128，64，32，16，8，4，2，1，0.5，0.25，0.12，0.06 μ g/mL となるよう 7H9 で希釈し，薬剤含有感受性測定用液体培地を作製した。この感受性測定用培地を 96 穴マイクロプレートの 1 ウェルあたり 0.1±0.02mL 分注した。Mycobacteria 7H11 Agar (DIFCO)で継代

培養した菌を McFarland 標準液の No.0.5 の濁度に調整した(1 ～ 2×10^8CFU/mL)。さらに，7H9 で 10 倍に希釈し，接種用菌液とした(1 ～ 2×10^7CFU/mL)。マイクロプレートに分注した感受性測定用培地に接種用菌液を 0.005mL 添加し，25 ℃で 14 日間培養した。接種菌の薬剤含有培地での発育を対照培地での発育と比べ，肉眼的に見て発育が完全に阻止された最小濃度を MIC とした。

4．感染時期の検討

1)供試魚

2008 年 6 月から 11 月にかけての半年間，鹿児島県長島町で養殖されているブリの 0 才魚と 1 才魚を毎月 5 尾ずつ，また，鹿児島市竜ヶ水のブリ 0 才魚とカンパチ 0 才魚を毎月 10 尾ずつサンプリングした。

2)ブリ，カンパチ血清中の 抗 *M. marinum* 抗体の検出

ブリ，カンパチ血清中の抗 *M. marinum* 抗体の検出のために酵素抗体法（ELISA）を用いた。

供試血清は 2008 年 6 ～ 11 月の間，定期サンプリングしたブリ，カンパチの尾柄部より 23G の注射針を付けた 2.5mL 注射筒を用いて約 2.0mL 採血し，室温で 1 時間，4 ℃で一晩静置した後，遠心分離（10000rpm，20 分）して血清を得た。血清は使用するまで-80 ℃で保存した。

陰性血清に，本症および本症原因細菌に感染歴がない大分県のブリ，宮崎県のカンパチの血清を供試した。ELISA の反応は定法に従い波長 405nm における吸光度を測定した。

ELISA による調査期間中のブリ，カンパチ血清の吸光度の測定値は，全て陰性対照ブリ，カンパチ血清との吸光度の差でそれぞれの吸光度を表し，吸光度 0 以上を陽性とした。また，測定値は平均値 ±S.D.で表した。

3)抗 *M. marinum* ウサギ血清の作成

抗 *M. marinum* ウサギ血清は鹿児島大学水産学部が作成したものを使用した。詳細は社団法人日本水産資源保護協会監修の報告書に記載した。

4)ブリ，カンパチ体内における *M. marinum* 菌体の存在

菌体の確認には間接蛍光抗体法（IFAT）を用い，次のとおり行った。2008 年 6 月から各供試魚の鰓および腎臓の一部をリングマーク付き蛍光顕微鏡用スライドグラスのリングマーク（直径 9mm）内に塗沫し，風乾後，アセトンで 20 分固定した。さらに，風乾後，PBS で 100 倍に希釈した抗 *M. marinum* ウサギ血清を塗沫部分に重ね，30 ℃で 30 分反応させた。その後 PBS で 3 回洗浄し，PBS で 5000 倍に希釈した抗ウサギ IgG-FITC ヤギ血清（和光純薬工業）を塗沫部分に重ね，30 ℃で 30 分反応させた。PBS で 3 回洗浄し，落射蛍光顕微鏡（ECLIPSE E600，Nikon）を用いて観察した。リングマーク内のすべての視野を検鏡し，10 菌体以上観察されたものを＋，1 ～ 9 菌体観察されたものを ±，確認されなかったものをーとした。IFAT による原因菌の観察結果は月ごとの＋，±，ーの割合を百分率によって表した。

【結　果】

1．実態調査

1)被害調査

図 1 に鹿児島県の養殖ブリ類の病名・年度別推定被害金額を示した。

2000 年の全魚病被害額は 20 億円強で，大半はレンサ球菌症であったが，その後レンサ球菌症の被害は 2002 年までに激減した。しかし，2003 年からはノカルジア症や細菌性溶血性黄疸症，2004 年からは当該疾病である抗酸菌症の被害が目立った。なお，2004 ～ 2005 年の抗酸菌症の推定被害金額は 3 億円程度で全体の 15 %～ 20 %を占めた。

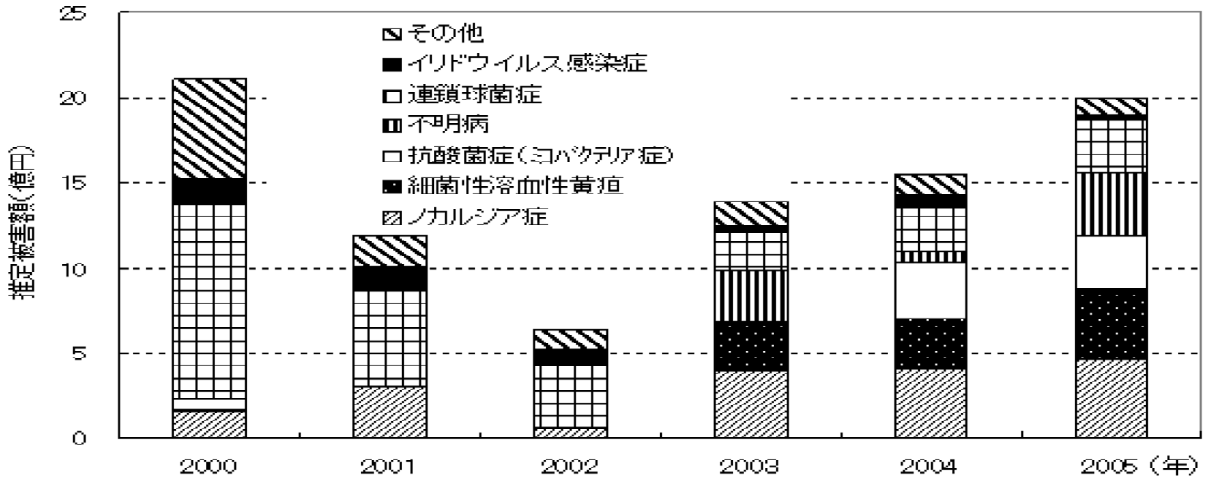


図 1　鹿児島県の養殖ブリ類の病名・年度別推定被害金額

2)診断件数

図 2 と図 3 に鹿児島県水産技術開発センターにおける抗酸菌症の診断件数を示した。

ブリ類では 1993 年当時はカンパチの診断件数が多かったが，2004 年以降はカンパチと比べてブリの診断割合が高くなった。また，図 3 のブリの月別魚齢別の診断件数では 9，10 月に多く，0 才魚よりも 1 才魚以上に多いことがわかった。

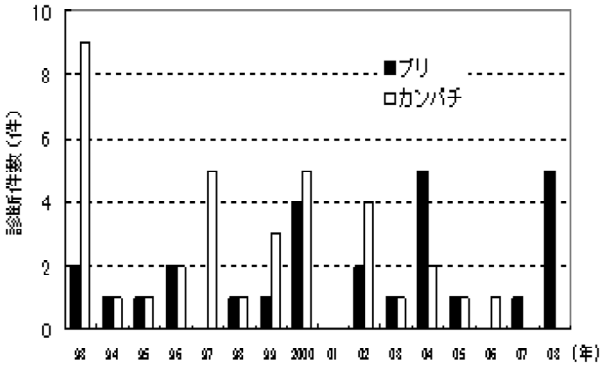


図 2　ブリ類の抗酸菌症の年度別診断件数

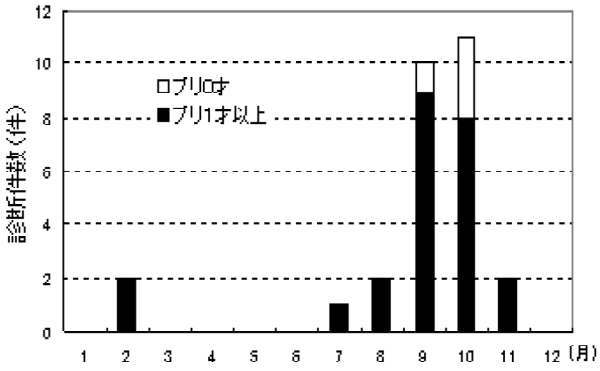


図 3 ブリの抗酸菌症月別魚齢別検査件数

3)現地調査

2008 年度に本県養殖場の A,B の 2 地点で発生を確認した。A 地点では 2008 年 9 月上旬～ 11 月上旬（水温 27 ～ 20 ℃）に 3kg 前後のブリ 1 才魚において本疾病が発生し，累積死亡率は 5 %であった。B 地点では 2008 年 8 月下旬～ 12 月下旬（水温 28 ～ 18 ℃）に 3kg 前後のブリ 1 才魚と 4.5kg 前後の 2 才魚において本疾病が発生し，累積死亡率は 14 %であった。発生 2 地点は水深が 30 m前後と浅く，北または西に開口部をもつ閉鎖性の強い静穏な内湾であった。発生当初に確認したブリ病魚は A 地点が BW3kg，FL60 ㎝の 1 才魚，B 地点が BW4.5kg，FL65 ㎝の 2 才魚で，どちらも腹部の膨満や体表の黄色化がみられた。解剖すると血液混じりの大

量の腹水や肝臓の出血がみられ，腎臓と脾臓の結節及びその周辺からは強い抗酸性を示す短桿菌を確認でき，分離菌株は *M. marinum* に同定されたため抗酸菌症と診断した。なお，2008年度は他のモニタリング地点においては発生を確認することはできなかった。

4)聞き取り調査

発生業者からの聞き取り調査では以下の知見が得られた。

抗酸菌症は 2004 年頃からブリで増えており，過去最大の累積死亡率は 20 %を超えた。ブリでは 0 才魚の発生は少なく 1 才魚で 3kg 以上の魚で多発する傾向がみられ，ノカルジア症の発生時期と前後して本症が発生した。一度発生した漁場ではその後定着したが，定着漁場でも他漁場から中間魚（1 才魚 2kg 前後）で導入したブリでは発病しなかった。定着漁場でも中間魚から飼育することで被害が軽減された地区があった。

2．菌株収集と同定

1)供試菌株

表 1 に示すとおり 1999 年から 2008 年に病魚の腎臓から分離された 26 菌株を収集した。表の No1 ～ No15 は図 4 に示した場所での分離細菌で，その他は南日本の他県から分離されたものである。

分離場所は鹿児島県内の離島を含む 7 カ及び他県 3 カ所の海面養殖場計 10 カ所で，ブリ 0 才, 1 才, 2 才, カンパチ 0 才,1 才, シマアジ 1 才, ヒラマサ 1 才から分離された。なお KGM0701 と KGM0702 は 2004 年に本県ブリ 1 才魚から分離したものを人為感染試験でマダイに接種し，6 ヶ月後に患部の筋肉から再分離したもので，国内初の養殖ブリの *Mycobacterium marinum* 感染症[4)]の原因細菌として記載された NJB0419 株と同一由来の菌株である。

表 1　分離菌株の由来

No	菌株名	分離年	魚種	魚齢（才）	体重
1	KGM0401	2004	ブリ	0	479
2	KGM0406	2005	カンパチ	0	813
3	KGM0501	2005	ブリ	1	3,041
4	KGM0502	2005	ブリ	1	3,864
5	KGM0503	2005	シマアジ	0	331
6	KGM0504	2005	カンパチ	0	248
7	KGM0602	2006	カンパチ	1	1,152
8	KGM0603	2006	カンパチ	1	1,360
9	KGM0701	2007	ブリ	1	2,855
10	KGM0702	2007	ブリ	1	2,855
11	KGM0704	2007	ブリ	2	4,151
12	KGM0705	2007	ブリ	2	4,700
13	KGM0804	2008	ブリ	1	3,133
14	KGM0805	2008	ブリ	1	3,271
15	KGM0807	2008	ブリ	1	2,285
16	①-2	2006	カンパチ	0	不明
17	①-3	2006	カンパチ	0	不明
18	①-4	2006	カンパチ	0	不明
19	①-5	2006	カンパチ	0	不明
20	①-6	2006	カンパチ	0	不明
21	92391	1999	シマアジ	1	1,079
22	93062	1999	シマアジ	1	901
23	SMY01071197	2001	ブリ	0	944
24	13663	2001	ブリ	1	2,200
25	13763	2001	ブリ	1	3,000
26	Myco071952	2007	ヒラマサ	1	1,545

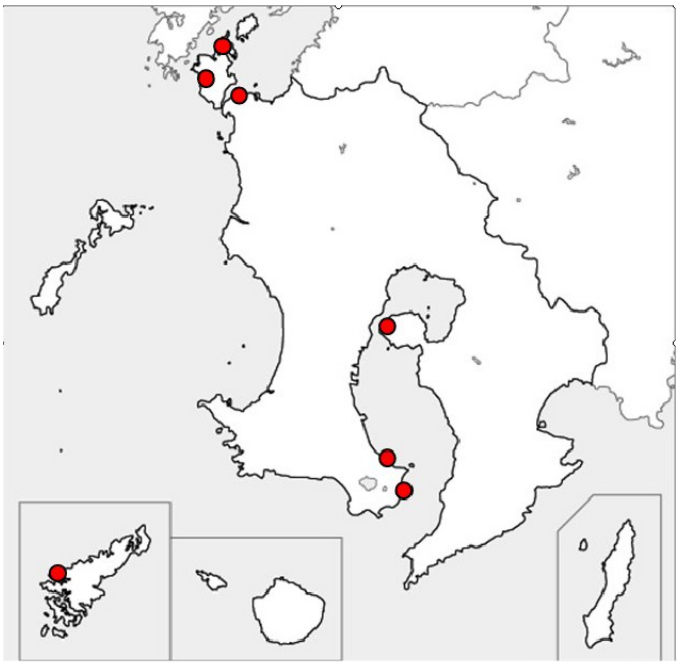


図 4　菌分離場所

2)同定結果

表 2 に菌株の性状を示した。キット同封の *M. marinum* 性状表と比較した結果，供試菌株は

すべて，*M. marinum* に同定された。

表 2　分離菌株の性状一覧表

	菌株名	発育 37℃7日	集落(S-R)	着色(菌所)	着色(光照射後)	PAS分解	ピクリン酸	アリスルファーゼ	Tween80水解	ウレアーゼ	硝酸塩還元
※	例：*M. marinum*	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
1	KGM0401	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
2	KGM0406	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
3	KGM0501	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
4	KGM0502	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
5	KGM0503	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
6	KGM0504	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
7	KGM0602	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
8	KGM0603	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
9	KGM0701	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
10	KGM0702	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
11	KGM0704	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
12	KGM0705	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
13	KGM0804	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
14	KGM0805	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
15	KGM0807	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
16	①-2	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
17	①-3	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
18	①-4	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
19	①-5	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
20	①-6	—	S	白～象牙	やや黄	—	—	—	+	+	—
21	92391	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
22	93062	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
23	SMY0107197	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
24	13663	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
25	13763	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—
26	Myco071952	—	S	白	黄	—	—	—	+	+	—

３．分離菌株の薬剤感受性試験

表 2 で *M.　marinum* と同定された菌株のうち KGM0401，KGM0406，KGM0501，KGM0503，KGM0504，KGM0602，KGM0702，KGM0705，KGM0801，KGM0805，KGM0807，①-2，92391，SMY0107197，13663 の 15 菌株について MIC を測定した。

表 3 に 1999 年～ 2008 年に海面養殖魚から分離された *M. marinum* に対する各薬剤の MIC の分布を示した。MIC 値はほとんどが 1 ～ 32 μ g/mL の範囲であったが，OA のようにすべてが 128 μ g/mL 以上で全く感受性がないものや，SM のようにすべてが 0.12 μ g/mL 以下の薬剤もみられた。

供試菌株の MIC 値は値の低い順に, SM が＜ 0.06 μ g/mL, LCM , ABPC，SMMX が 8 μ g/mL，FF が 16 μ g/mL，SIZ が 8 μ g/mL ～ 32 μ g/mL，OTC が 16 ～ 32 μ g/mL，EM が 16 ～ 64 μ g/mL，OA が＞ 128 μ g/mL であった。

表 3　海面養殖魚から分離された *Mycobacterium marinum* の薬剤感受性　n=15

薬剤名	最小発育阻止濃度(μg／ml)													
	＜0.06	0.06	0.12	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	128＜
ABPC		1				1	1	1	8	3				
SIZ						1	3	2	2	3	2		2	
OA														15
FF							3	3	2	6	1			
OTC						1	1		3	5	5			
LCM								4	10	1				
EM		1		1				2		4	3	4		
SM	10	4	1											
SMMX							1	2	7	1	1	2	1	

４．感染時期の検討

1)ブリ，カンパチ血清中の 抗 *M. marinum* 抗体の検出

図 5 ～ 8 に ELISA に供試魚の *M. marinum* に対する抗体吸光度の推移を示した。

図 5 の長島町ブリ 0 才魚は 6 月以降全ての魚が陽性で，6 月以降の抗体価は 7 月をのぞき 11 月にかけて右肩上がりで推移した。図 6 の長島町ブリ 1 才魚は 6 月以降全ての魚が陽性で，抗体価は 6 月に一番高い値を示し、以後 10 月にかけて右肩下がりに推移し，図 5 の同地区 0 才魚と逆の推移を示した。なお，長島町ブリ 1 才魚サンプリング群では 9 月～ 11 月にかけて抗酸菌症の発生を確認した。

図 7 の竜ヶ水ブリ 0 才魚の 6 月には全ての魚が陽性で、抗体価は以後 8 月をのぞき 11 月にかけて右肩上がりで推移し，長島町 0 才魚と同様の推移を示したが，長島町に比べ若干低い値であった。図 8 の竜ヶ水カンパチ 0 才魚は 6 月で全ての魚が陰性であったが，7 月以降すべての魚が陽性となり，以後 11 月にかけて右肩上がりに推移した。

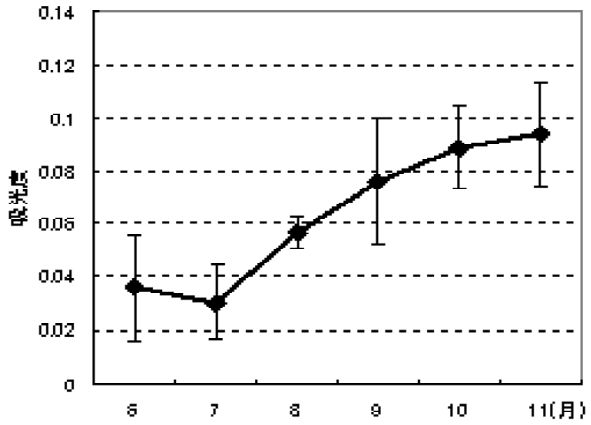


図５　長島町ブリ 0 才魚

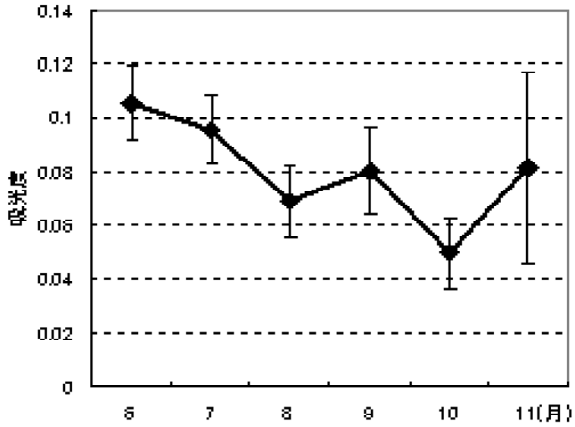


図６　長島町ブリ 1 才魚

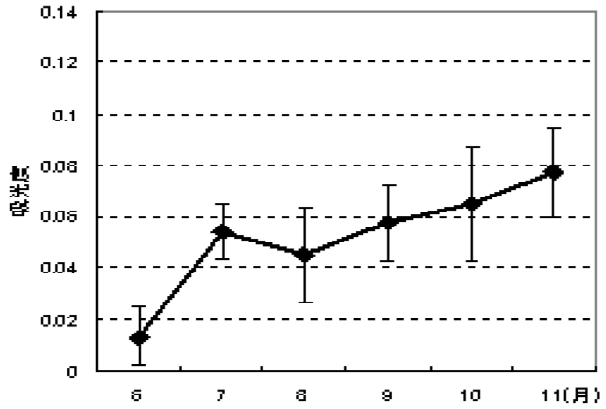


図７　竜ヶ水ブリ 0 才魚

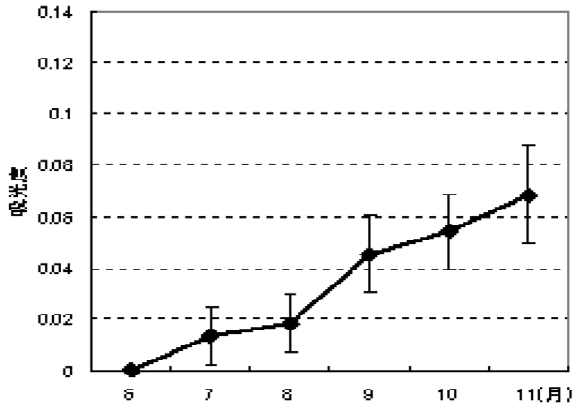


図８　竜ヶ水カンパチ 0 才魚

図 5 ～ 8　*M. marinum* に対する抗体価の推移

2)鰓および腎臓における菌体の検出

図 9 ～ 12 に鰓および腎臓からの *M. marinum* 菌体の検出率を示した。

図 9，10 から長島町ブリ 0 才魚，1 才魚ともに 9 月と 10 月に検出率が高く，明瞭なピークが確認できた。図 11 の竜ヶ水ブリ 0 才魚および図 12 のカンパチ 0 才魚では 8 月以降に検出

率が高かったが長島町のブリと比較すると総じて低く明瞭なピークもみられなかった。

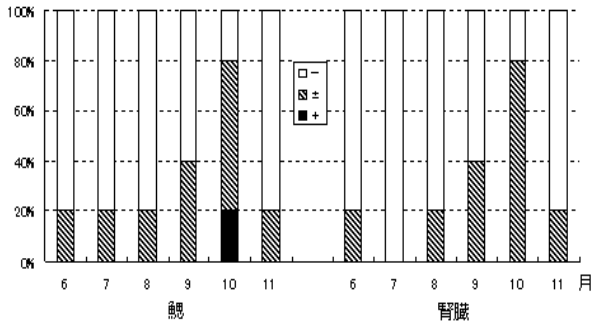


図 9　長島町ブリ 0 才魚

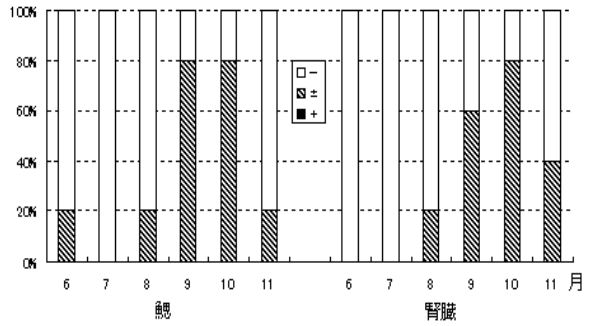


図 10　長島町ブリ 1 才魚

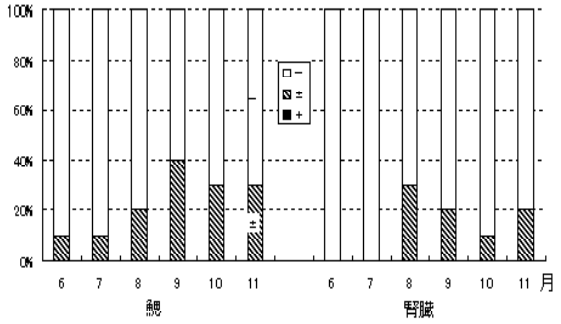


図 11　竜ヶ水ブリ 0 才魚

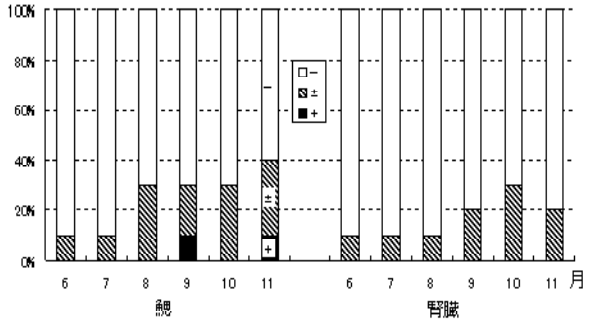


図 12　竜ヶ水カンパチ 0 才魚

図 9 ～ 12 鰓および腎臓からの *M. marinum* 菌体の検出率

考察

１．実態調査

被害調査と魚病検査件数から，本県の抗酸菌症は 2004 年頃から増加傾向にあり産業的な被害も大きいことを再認識した。逆に，2000 年頃まで魚病被害の大半を占めていたレンサ球菌症はワクチンの普及 [6] により減少していることから，今後は抗酸菌症への対策に重点を置くべきである。本疾病はブリにおいては 0 才魚より 1 才魚以上で発生が多いことが分かった。また，発生場所は閉鎖的な内湾で水深の浅い海域で多く，逆に開放的で水深の深い海域では発生が少ないことから，地形的な背景が本疾病の定着に関わっていると思われる。つまり，水深が浅い場所では海底に存在すると思われる原因細菌が魚へ供給されやすく，水深の深い場所よりも感染のリスクが高いと思われる。

また，聞き取り調査では定着したと考えられる漁場でも中間魚から飼育すれば 1 才魚以上での発病が少なくなった漁場があることから，本疾病を回避するにはモジャコ時期での感染を避けることが重要であると考える。このことは後に述べる感染時期の検討結果からも推察できる。

２．菌株収集と同定

これまでに，養殖ブリにおける *Mycobacterium marinum* 感染症は正式に報告されているが [4]，本研究では，複数箇所の南日本海域において抗酸菌症が発生し，カンパチ，シマアジ，ヒラマサからも原因細菌が分離され，全て *M. marinum* に同定された。このことから，*M. marinum*

を原因細菌とする抗酸菌症は国内の広域に複数魚種で発生していることが示唆された。今後は *M. marinum* 標準株との性状比較を行い，遺伝多型解析を用いて魚種や分離地域による違いを検討したい。

３．分離菌株の薬剤感受性試験

各薬剤の MIC 値は ABPC と EM の 1 ～ 2 株を除いてその他は安定していた。また，魚種や採取地域による差を見出すことはできなかったことから，今後，菌株数を増やして傾向を見ることも重要と思われる。SM の MIC 値が全て 0.12 μ g/ml 以下であることから有効性が示唆され，これまでの知見に合致しているが，SM は現在水産用医薬品として承認されていないことが治療効果を検証する上でネックになる。

４．感染時期の検討

抗体価と菌体の検出率の推移から，ブリは 0 才魚の種苗導入直後には *M. marinum* に感染し，翌年までの長い感染期間を経て 1 才魚で発病することが推測される。このことは養殖場での発生状況も示唆している。また，長島町のブリ 1 才魚は 10 月前後に抗酸菌症を確認しているが，この群の抗体価は発生時の 10 月前後よりそれ以前の未発生時である 6,7 月の方が高い。つまり，発病の 4 ヶ月前までに既に強い感染を受け続けていたことが推測される。なお，抗酸菌症と類似のノカルジア症におけるブリ血清中の抗 *Nocardia seriolae* 抗体価の推移について報告[7)8)9)]があり，3 報ともノカルジア症の発生が多い 10 月前後より 2 ～ 3 ヶ月前の 7 ～ 8 月の抗体価が高いことを示している。これらの結果は本研究で得られた *M. marinum* に対する抗体価の推移と共通していることは興味深い。

謝　辞

本研究を行うにあたり，サンプリングや分析についてご指導，ご協力をいただきました，鹿児島大学水産学部の山本淳教授，服部陽子氏，今岡慶明氏に謹んで感謝の意を申し上げます。

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) 川上宏一，楠田理一．ブリのミコバクテリウム症原因菌に対する各種化学療法剤の試験管内抗菌作用．日水誌 1989;55:2111-2114.

3) 川上宏一，楠田理一．ブリ実験感染ミコバクテリウム症に対するリファンピシン，ストレプトマイシンならびにエリスロマイシンの有効性．日水誌 1990;56:51-53

4) 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

5) 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

6) 平江多績．養殖カンパチの新興感染症（仮称：新型レンサ球菌症）に関する研究．平成 18 年

度養殖衛生管理技術開発研究成果報告書，2005;121-132
7)板野　公一，川上秀昌．養殖ブリの再興感染症に関する研究．平成 14 年度魚病対策技術開発研究報告書，2001;45-61
8)板野公一，川上秀昌，河野智也，酒井正博．血清抗体価測定による養殖ブリの *Nocardia seriolae* 感染時期の推定，魚病研究 2008;43(2):86-88
9)山本淳，養殖ブリの再興感染症（ノカルジア症）に関する研究．平成 16 年度養殖衛生管理技術開発研究成果報告書，2003;131-146

なお，本研究の結果は，別途「平成２０年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書」として，社団法人日本水産資源保護協会へ提出した。

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅴ
（工学的手法を利用したハダムシの寄生を予防する新技術の確立）

村瀬拓也・平江多績・折田和三

【目　的】

本県主要産業の一つであるブリ類養殖においてハダムシ（*Neobenedenia　girellae* 等）の寄生は病原体の感染門戸となり，大きな産業的被害をもたらしている。

現在，その対策には淡水浴を中心とした，寄生後の駆除に主眼がおかれているが，作業の重労働性や薬剤の使用にともなうコストの増加，魚へのストレスなどの問題が存在する。

今回の研究では，ハダムシ卵の付着しやすい材質や付着構造を明らかにし，ハダムシが魚体に寄生してから駆除を行うのではなく，寄生前にハダムシの卵をトラップし，除去することにより，ふ化幼生の魚体への寄生を減らす，工学的手法を用いた新たな駆除方法を考案する。

【方　法】

1.－1）ハダムシの常時入手方法確認について（写真1-1）

ハダムシの寄生したカンパチを水温を25℃に保った水槽で飼育した。排水パイプにモジ網を仕掛け，ハダムシの卵を回収した後，海水を入れたビーカー内へ移動し，25℃に設定した孵卵器で5日間保温した。その後，2000ルクスの光を10分間照射し，ハダムシ幼生をふ化させ，再度カンパチへ寄生させた。

この一連の流れを利用し，常時ハダムシならびにハダムシ卵を入手した。

1.－2）ハダムシの産卵機構について（写真1-2）

ハダムシの寄生したカンパチをFA100を使用して麻酔した。カンパチが麻酔にかかったら，魚体から成熟していると思われるサイズの大きいハダムシを剥がし取り，スライドガラスへ張り付けた。その後，海水を入れたシャーレにハダムシを張り付けたスライドガラスを入れ，産卵を始めたハダムシについて，光学顕微鏡で観察・ビデオ撮影を行った。

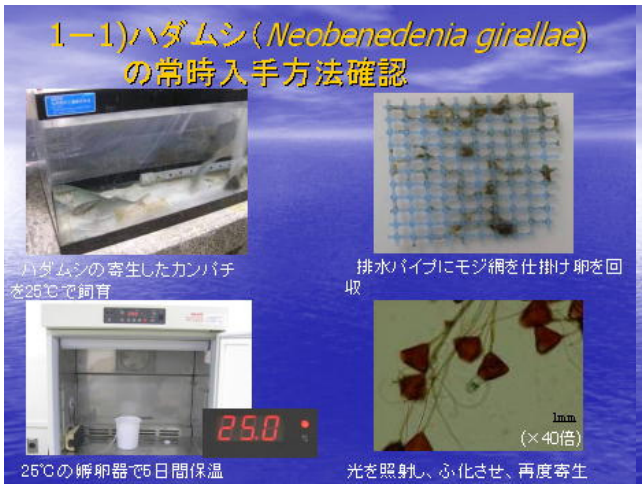


写真1-1　ハダムシの常時入手方法

写真1-2　ハダムシの産卵機構調査

1.－3)ハダムシ卵の形状について(写真1-3)

先(1.－1))の方法で得られたハダムシ卵を利用し，光学顕微鏡・電子顕微鏡で拡大観察した。

1.－4) ハダムシ卵が存在する水深について(写真1-4)

当センターが所有する，海面生簀内(3m×3m×3m)にてハダムシの付着したカンパチを飼育し，その中へフロートを付けた針金(図1-1)を浮かべ，底には重りを付けて針金(図1-2)を沈めた。

針金にハダムシの卵を付着させ，設置から一週間毎に水深ごとの付着数を測定した。測定時には水深毎(0～1m，1～2m，底面)に脱脂綿で針金からハダムシの卵を拭き取り，光学顕微鏡(×40倍)にてカウントした。

写真1-3　ハダムシ卵の形状調査

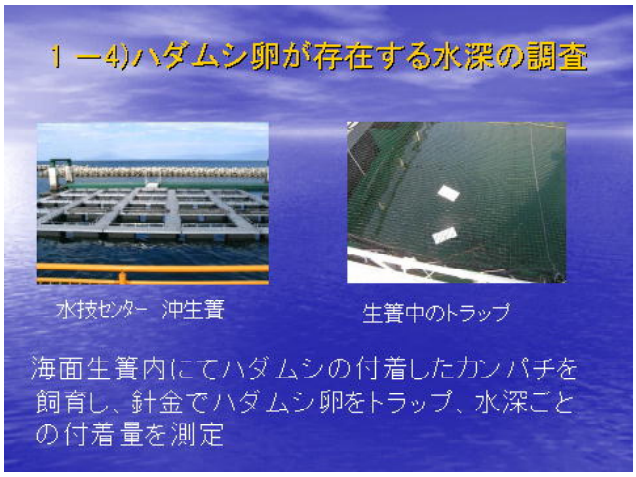


写真1-4　ハダムシ卵が存在する水深の調査

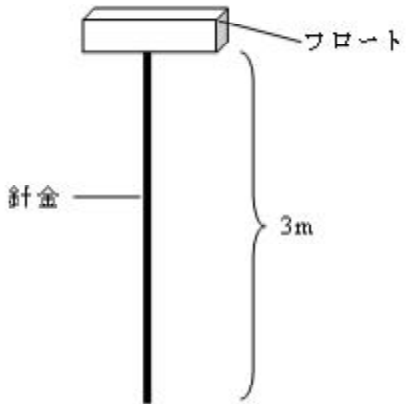


図1-1　ハダムシ卵トラップ(水中用)

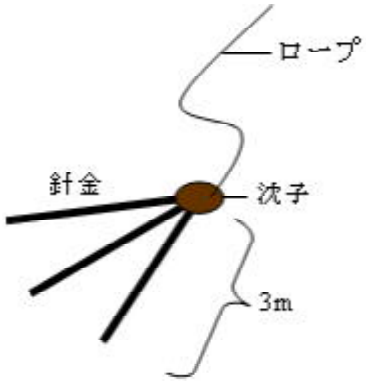


図1-2　ハダムシ卵トラップ(底用)

2.ハダムシの分類学的調査(写真2-1)

先端部と固着盤の2カ所における形状の違いを用いた簡易診断法(kinami et al,. 2005)により，当センターに持ち込まれたブリ類に寄生するハダムシについて分類を行った。

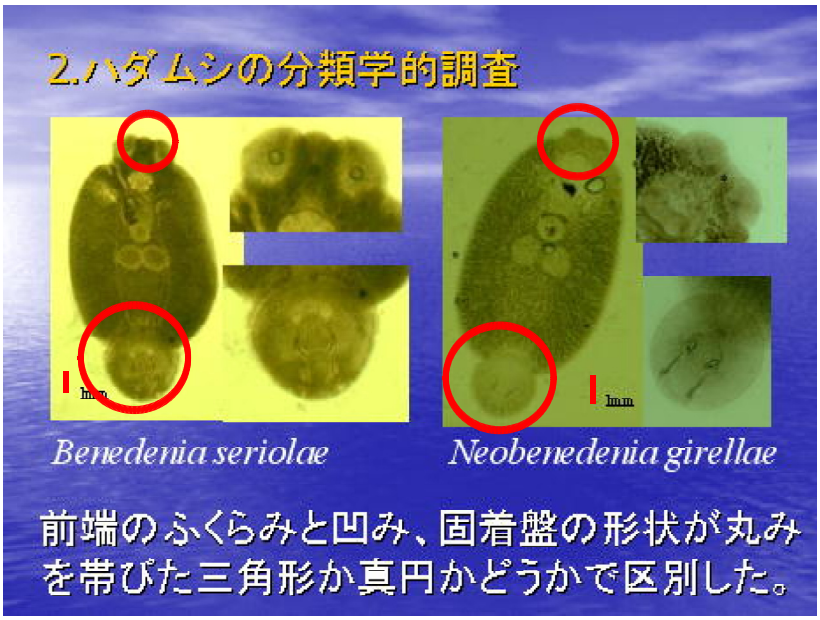


写真2-1　ハダムシの分類調査方法について

3. ハダムシ卵が付着しやすい素材・構造の調査(写真3-1)

水温を平均23℃に保った1. 5t水槽にカンパチ20尾を投入し，ハダムシの寄生したカンパチ2尾も同時に投入した。その後，ハダムシ卵をトラップする材質を2週間設置し，ハダムシ卵の水深別付着量を測定した。更に付着量の多い材質で最終的な測定とした。用いた材質は，金網では，亜鉛引, 合金, 鉄被覆線, 銅線を，化繊網として，スズライン, モジ網, ネトロンを，その他としてポリモン，コットン，麻布，竹簾，キンラン，濾過材を投入した。

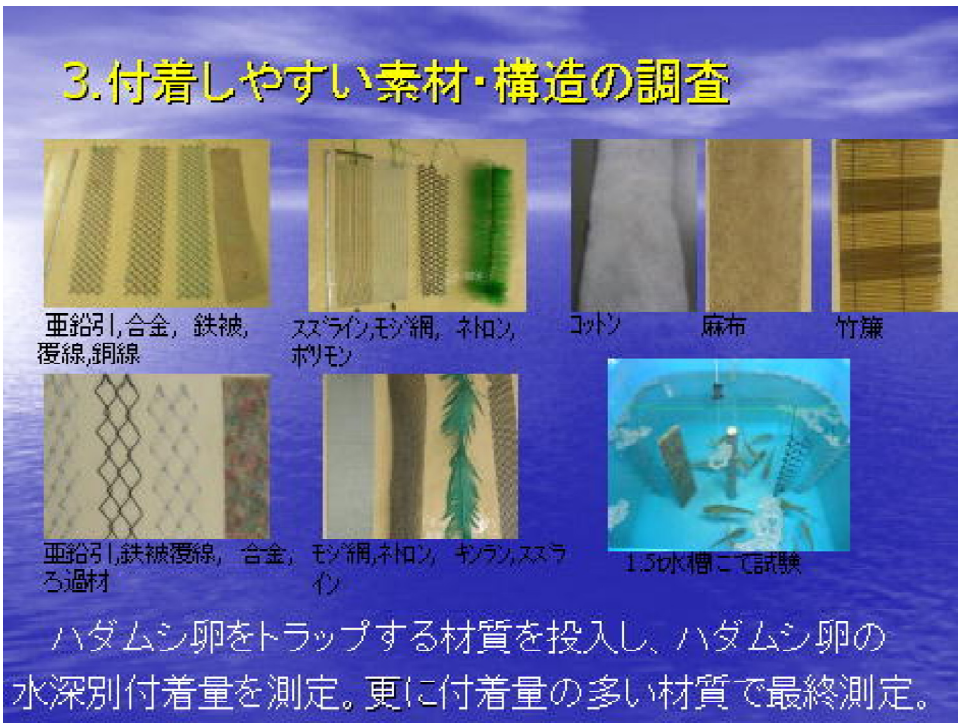


写真3-1　ハダムシ卵が付着しやすい素材・構造の調査

【結果及び考察】

1.－1）試験を開始した平成20年10月から試験終了時の平成21年3月までの6ヶ月間，ハダムシの卵を常に採取することが出来た。新たな知見としては，ハダムシの寄生数が多くなり，カンパチの体表に縦縞模様もしくは体表の白色化，尾鰭の出血を確認した段階で淡水浴を行うことにより，寄生宿主を繰り返し利用することが可能だった。しかし，眼球が傷つき白濁したものや体表から出血しているものはその後へい死する傾向が高かった。これは，摂餌が上手く行かない，失血等による衰弱が原因と考えられる。

1.－2） 成熟したハダムシ成虫の産卵行動が確認された。産卵は，ハダムシ咽頭の下部にある造卵器官（図1-3, 4）で行われた。造卵器官内に顆粒状の原卵物質が送り込まれると，器官全体が激しく膨張，収縮を繰り返して器官の先端まで原卵物質が押し込まれた。器官の先端は3方向に分かれておりハダムシ卵の特徴である正四面体の基礎となっている先端にまで行きつくと，次第に膨張，収縮は緩くなり，ハダムシ卵独特の形に整形された。また，卵から伸びるフィラメントも同様に整形されるが，器官の下部は螺旋状であるためフィラメントもコイルを巻いた形になった。卵の整形が終わると，しばらくしてハダムシが先端を曲げるようにして卵を体外へ排出（写真1-5）した。これらの原卵物質注入，卵整形，排出までが1個ずつ行われ，一つの産卵が終了すると直ちに次の造卵が開始された。一連の産卵までに要する時間はおおむね3～5分程度であった。

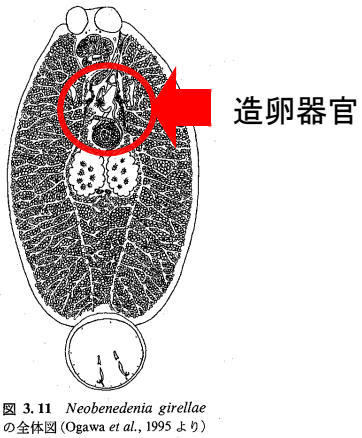


図 3. 11 *Neobenedenia girellae* の全体図（Ogawa *et al.*, 1995 より）

図1-3 *Neobenedenia girellae* 全体図

図1-4 造卵器推定図

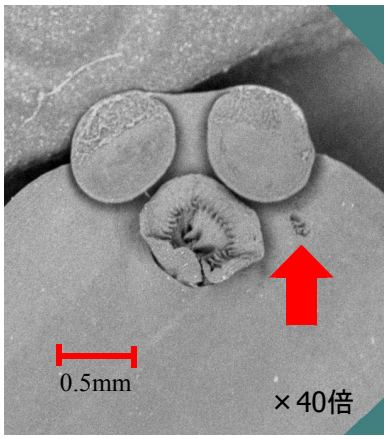


写真1-5 卵排出口

以上のように，一度に産卵される卵は１個であるが，次々に行われる産卵により次第に卵が絡み合い，肉眼でも確認できるまでの群体に成長していくものと推測される。

M.G.Bondadd-Reantaso らも，*Neobenedenia girellae* について，大型個体は1時間に35個産卵したこと，他のハダムシ種と比べ産卵能力が高く，成熟までの日数が短いこと，小型で成熟することから，高い繁殖能力を有すると述べている。(魚病研究, 30(3), 239-240(1995))

1.－3)ハダムシ卵はハダムシ寄生魚を飼育する室内水槽の排水口にノリ状に絡まって採取可能である(写真1－6)。このノリ状の物質を光学顕微鏡で拡大すると，四面体と長いフィラメントを確認することが出来た(写真1－7)。

写真1-6　ノリ状になったハダムシ卵

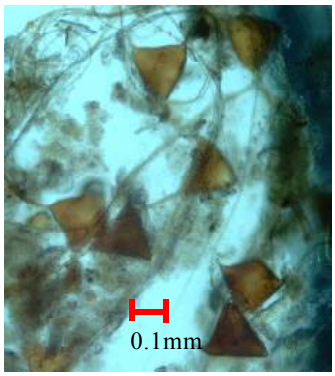


写真1-7　四面体とフィラメント

続いて，ハダムシ卵を電子顕微鏡で観察，撮影を行った。その結果，ハダムシ卵は細長いフィラメント(写真1－8, 9)以外にも，先端にフックがある2本の腕を持っていることも確認できた(写真1－10, 11)。また，フィラメントが多数絡まりあい，大きな群落を作っていることが確認出来た(写真1－12, 13)。このことから，フィラメントと2本の腕が群落形成に重要な役割を担っていると考えられる。

ハダムシ卵やフィラメントに粘液状の物質は見られない(写真1－8, 10)ことや，フィラメントや突起状の腕には表面に凹凸が見られない(写真1－8～11)ことから，生簀の網地には個々のハダムシ卵がフィラメントを使って直接一個ずつ付着するだけではなく，群体としてある程度固まった状態から多量に付着していると考えられる。また，群体の形成要因としては，前述の2本の腕以外にも，水中に漂う懸濁物やエラムシの卵などにもフィラメントが絡むことが観察された。

写真1-8　(×700倍)

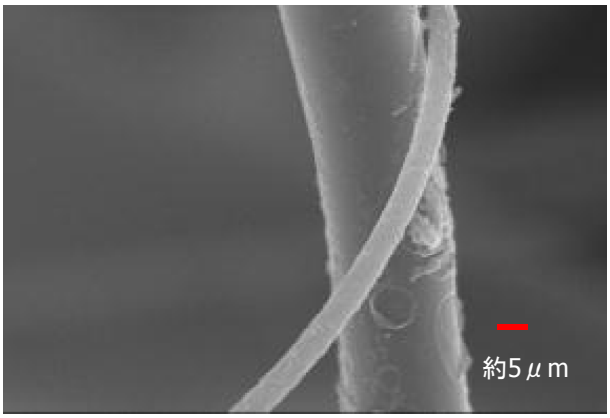


写真1-9　(×4500倍)

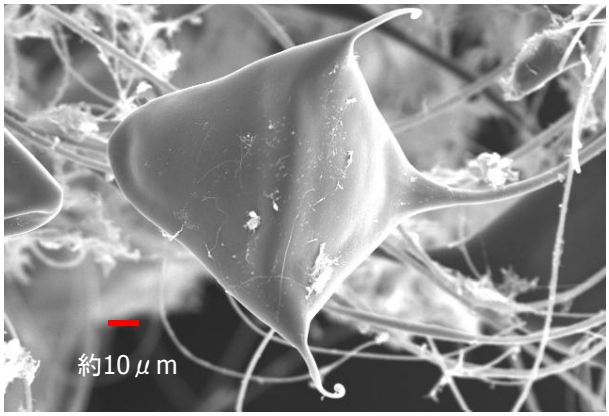


写真1-10　　（×500倍）

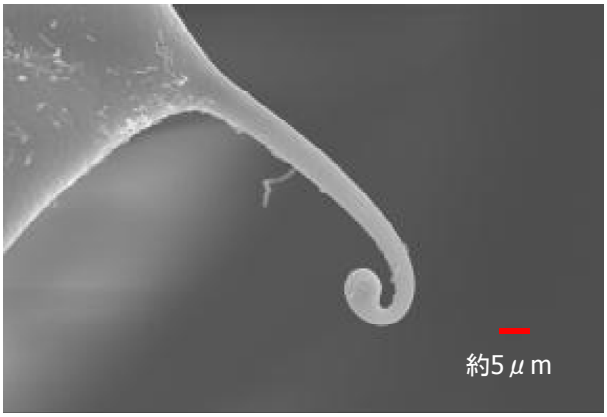


写真1-11　　（×1800倍）

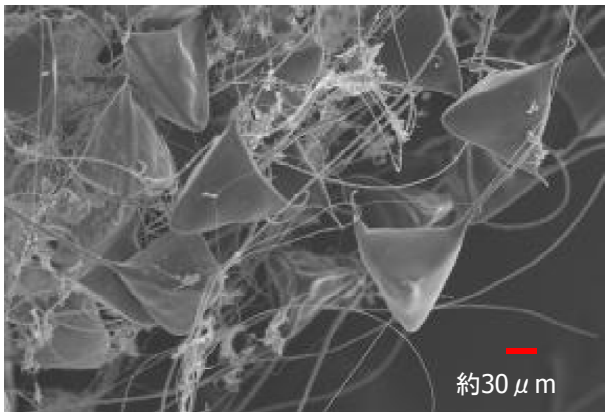


写真1－12　　（×180倍）

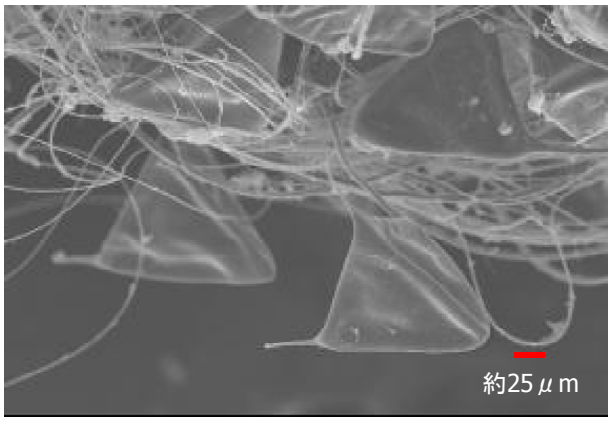


写真1－13　　（×300倍）

※写真1-8～13は走査型電子顕微鏡にて撮影。

1.－4)　トラップ設置1週間後にはハダムシ卵を確認できなかった。しかし，2,3,4週間後には存在を確認した。水深1m(海面～1m)，水深2m(海面下1～2m)においては週を追う毎にトラップに付着した卵の数が多くなった。更に水深による付着数にも違いが見られ，海面に近い程付着数は増え，水深が深くなると，付着量は減少した。(図1-5)。水深3m(生簀網底)でのハダムシ卵付着数が少ないことは，生簀網底ではハダムシの卵が存在しにくいことを示しており，生簀網の下方においても同様であると推察されることから，ハダムシの卵は水面近くに存在しやすいと考えられる。

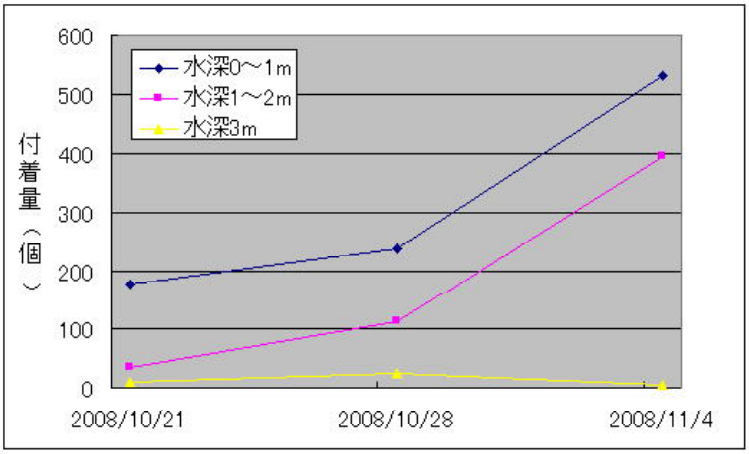


図1-5　　ハダムシ卵付着量と水深について

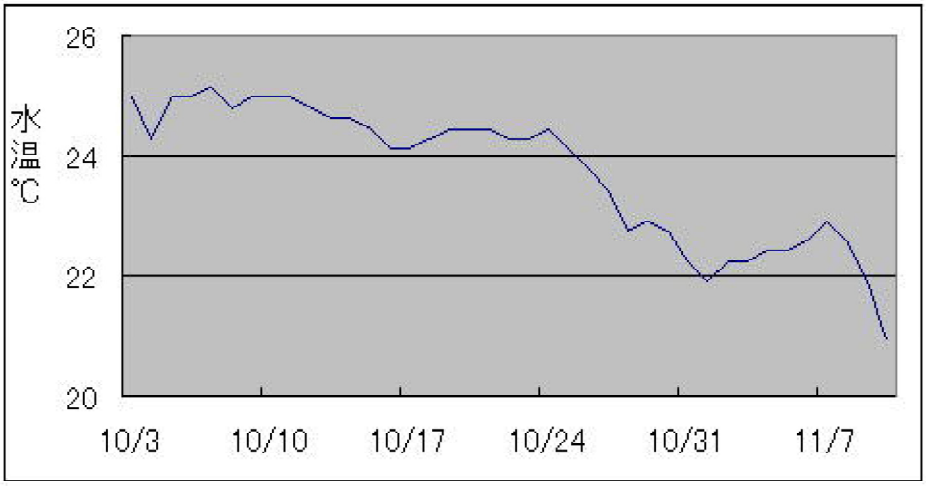


図1-6　沖生簀試験時の水温の変化

2.ブリ類検体に寄生したハダムシについては，*Benedenia seriolae*（以下B）と *Neobenedenia girellae*（以下NB）を確認した。カンパチ0歳魚（平成20年導入分）については，NBが4月から11月まで確認されたが，Bは6,7月のみの確認だった。

カンパチ1歳魚（平成19年導入分）についてはBが4～7月，NBが8～11月に確認された。カンパチについて，0,1歳魚の寄生時期に違いが見られるのは，稚魚導入時の0歳魚は海外からの輸入であり，NBが寄生したまま持ち込まれ，4月からの検出につながったと考えられる。両年魚とも8月にBからNBへ寄生種が代わっているのは，高水温に対応できるNBが夏場に適応するためと考えられる（図1-7）。ブリについては，Bが0歳魚で9月にも確認されているが，場所が東シナ海側で，高水温期といわれる夏場でも最高水温が29℃程度のため，生息可能と考えられる（Bの高温限界は29度と推定されている（笠原，1967））。また，2，3月にBの寄生が見られたことから，Bは寄生した状態で越冬し，産卵に適した水温になり次第，産卵を開始するものと考えられる。なお，当所沖生簀にて飼育していたカンパチにも3月までBの寄生を確認している。

これら持ち込まれた検体については，持ち込み前に淡水浴・薬浴を行ったり，持ってくる間にハダムシ（B,NB）が剥がれ落ちていること等から，完全な寄生期間を表すものではないが，水温帯により，ハダムシ（B,NB）の種類が入れ替わることを示唆するものである。

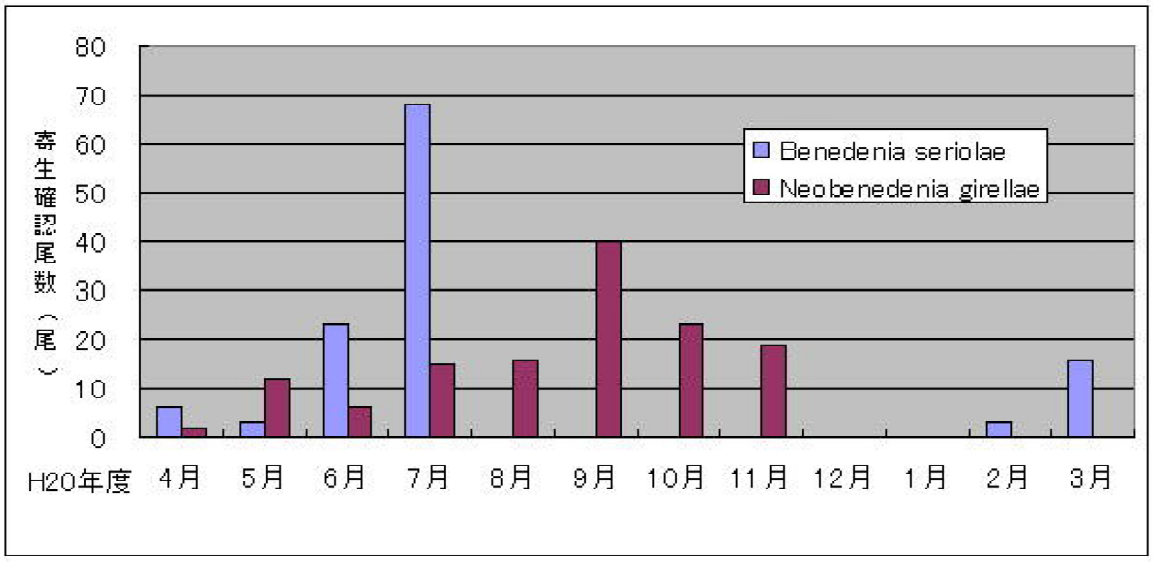


図1-7　水産技術開発センターにてハダムシ寄生を確認したカンパチの尾数

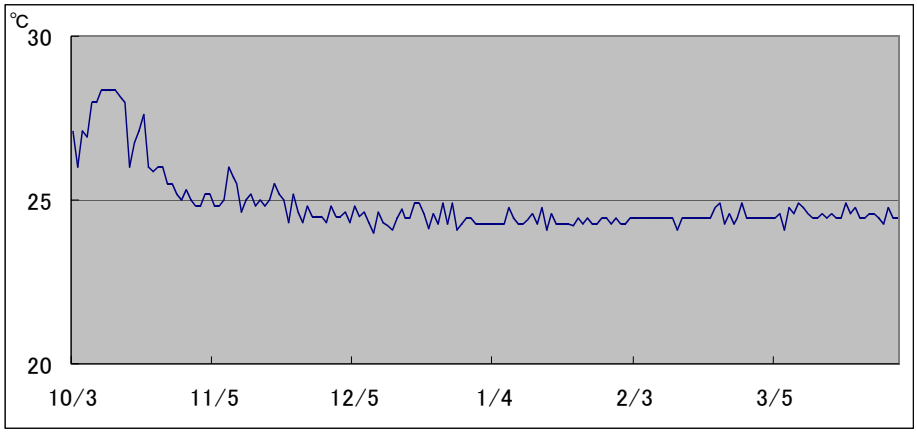


図1-8　付着量調査時の水温の変化

3.最終試験時の素材毎の付着量は表1のとおりとなった。最も付着量が多かったのが，カニ類等の採卵器として使用されるポリモン(写真3-2)で，次に合金メッキであった。付着量が多く確認された金網・モジ網は現在養殖場で通常使われている物であり，現場でハダムシ寄生の強化に繋がっていると考えられる。

形状による付着量の違いについては継ぎ目の細かすぎる竹簾や布類には付着しにくいが，僅かに隙間が見られ，表面積が大きい物質に良く付着する傾向が見られた。このことから，ハダムシ卵除去には，ポリモン等を水面下2m近くまで設置し，ハダムシが卵からふ化する前に取り上げるのが最適と考えられる。

また，当初目的と反対の結果となるハダムシ卵の付着数が他のトラップに比べ極端に少ないネトロンについては，最もハダムシ対策を必要とするブリ養殖におけるモジャコ期の代替生簀網として使用できないか研究を進めたい。

表1　最終付着量調査結果

順位	素材	付着量(個)
1	ポリモン	270+卵塊
2	合金メッキ	252
3	鉄被覆線	29
4	スズライン	10

ポリモンは2本を直接検鏡。
合金メッキ升目は3.7 ㎜×60㎜
鉄被覆線升目は2.6 ㎜×25㎜
スズライン升目は5 ㎜×5㎜
を脱脂綿で拭い検鏡。

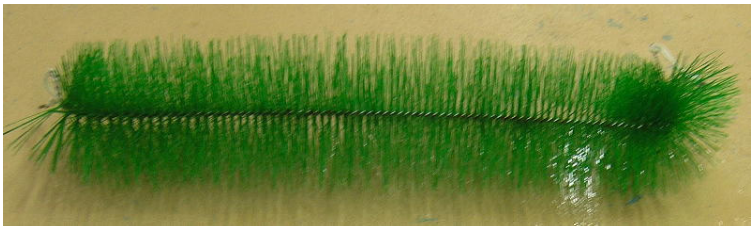


写真3-2　ポリモン

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅵ
（安心・安全な養殖魚生産技術開発事業）

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。本事業ではできるだけ水産用医薬品を使用しない養殖を実践するため，カンパチに添加物を加えた餌を給餌し，抗病性向上の有無を検証することを目的とした。

【方　法】

試験魚には中国海南島由来のカンパチ種苗を鹿児島県内の養殖業者より入手し，予備飼育を行ったものを使用した。

飼育条件は水産技術開発センターにある生簀枠に縦・横・深さ各3mの網を設置し，平均体重約190gのカンパチ100尾を４試験区毎に収容した。

試験区はアシタバ添加区，ビワ茶添加区，ラクトフェリン添加区および対照区とし，繰り返し数は１回とした。

飼料は平成12年度魚類養殖対策調査事業の公定規格試験飼料（ドライペレット）を対照区として用い，これに上記添加物を加えた物を試験飼料とした(表1)。

給餌は土日を除き週5回，1日1回の飽食給餌とし，給餌日数が14日間となるよう飼育した。試験期間は8/21～9/12の23日間であった。

攻撃試験については，生簀を設置した海域では，毎年ハダムシ症が確認されていることから，試験飼料の給餌開始時に試験魚に対してハダムシの自然感染による攻撃が開始されたものとみなした。その後，中間と最終サンプリングの2回，ハダムシの寄生数を計測した。

また，飼育試験開始時(イニシャルサンプリング)，中間及び終了時に血液，体表粘液を採取し，血清，体表粘液のリゾチーム活性及びタンパク質量，血液成分を測定した。

表1　配合飼料組成

単位:%

	対照	ラクトフェリン	アシタバ	焼酎粕[*1]	ビワ茶
魚粉	68.0	同左	同左	同左	同左
α-スターチ	3.0	〃	〃	〃	〃
デキストリン	3.0	〃	〃	〃	〃
魚油	10.0	〃	〃	〃	〃
n-3 高度不飽和脂肪酸	1.0	〃	〃	〃	〃
ビタミン混合物[*2]	3.0	〃	〃	〃	〃
ミネラル混合物	3.0	〃	〃	〃	〃
CMC	3.0	〃	〃	〃	〃
α-セルロース	6.0	5.9	5.0	4.0	5.0
添加物	0.0	0.1	1.0	2.0	1.0
Total	100	100	100	100	100

[*1] 焼酎カス(液状)は水の代替として加える
[*2] Stay-C35を0.3g添加した値(混合物 29.7g+StayC-35 0.3g):アスコルビン酸として飼料中濃度100ppm

【結　果】

全ての試験区において試験期間中に重篤なハダムシ寄生が見られた。この寄生数には試験区間で有意な差はみられなかった(表2)。

血液成分については，試験区間での有意な差はみられなかったが，試験開始時と比較してトリグリセリド，尿素，窒素以外で全ての試験区において低い値を示した。血液，粘液のリゾチーム活性は試験開始時と比較して中間サンプリング時，終了時ともに低くなっていたが，中間サンプリング時，終了時の間では各試験区ともほぼ同様の値を示し，試験区間での有意な差はみられなかった(図2～8)。

なお，本年度で事業終了となるため，別添資料として平成16年度からの試験結果について取りまとめた表を添付した(別表1)。

表2　ハダムシ平均寄生数±標準偏差

	対照区	ラクトフェリン	ビワ茶	焼酎粕	アシタバ
中間サンプリング	56.4±28.1	67.8±30.8	79.3±40.0	81.2±32.3	77.5±27.3
最終サンプリング	218.2±122.2	278.5±179.3	339.3±178.5	365.6±196.4	344.9±206.8

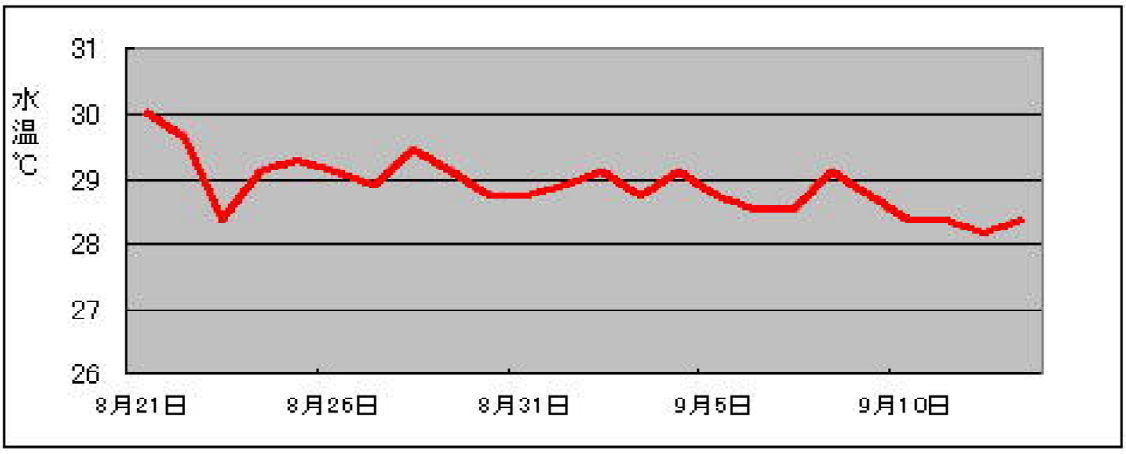


図1　試験期間中の飼育生簀の水温変化

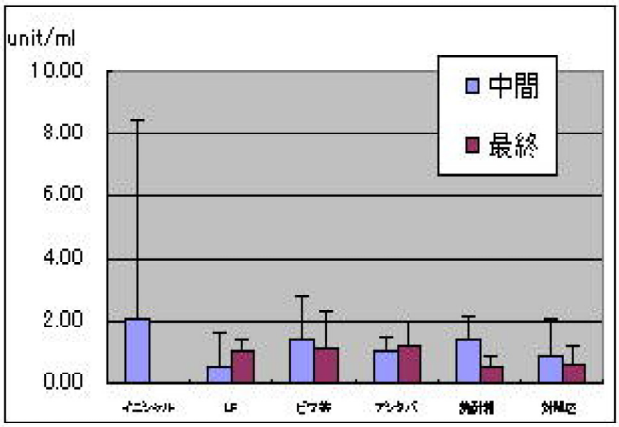


図2　粘液リゾチーム活性平均値と標準偏差

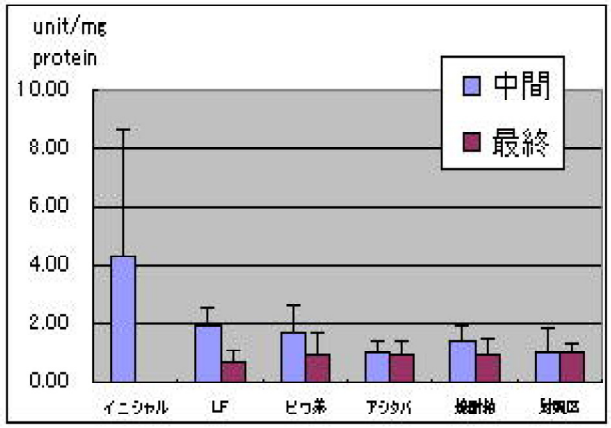


図3　血液リゾチーム活性平均値と標準偏差

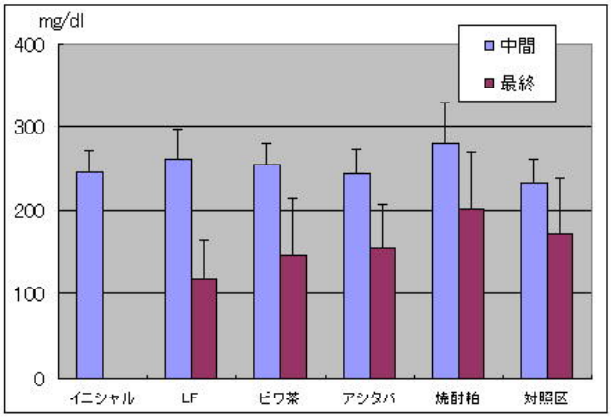


図４　血中総コレステロール量平均値と標準偏差

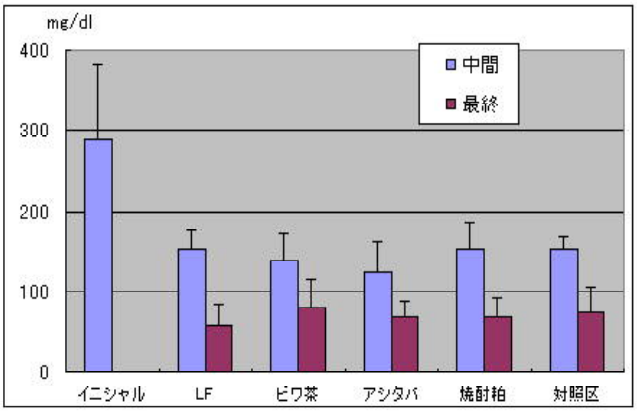


図5　血中総ブドウ糖量平均値と標準偏差

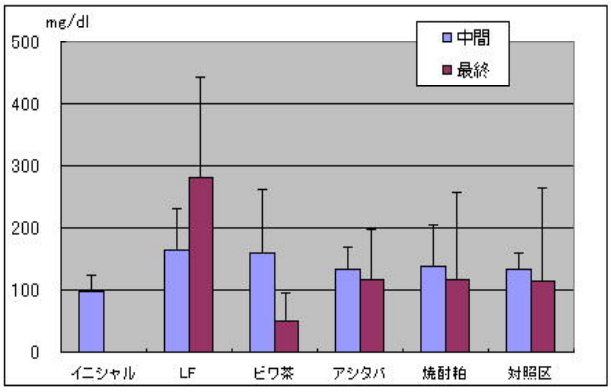


図6　血中トリグリセリド量平均値と標準偏差

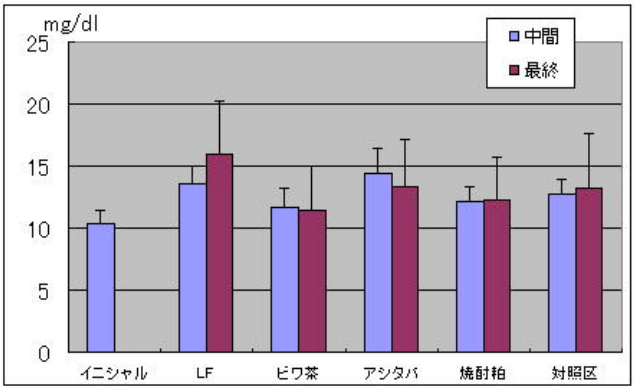


図7　血中尿素窒素量平均値と標準偏差

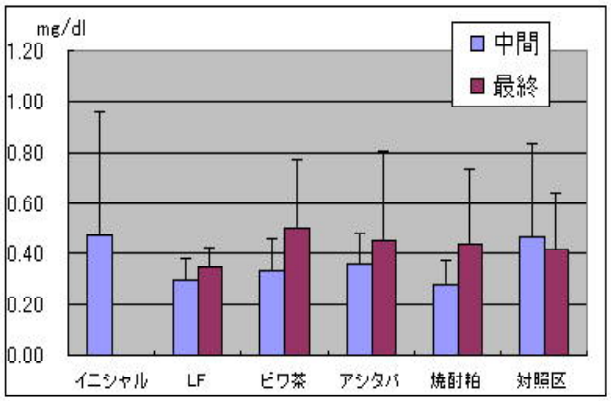


図8　血中総ビリルビン量平均値と標準偏差

【考　察】

ハダムシ寄生の防御効果において試験区間で有意差がみられなかったのは，カンパチが持つ防御機構である体表粘液や血液のリゾチーム活性が上昇する前に，ハダムシが多数寄生したことが原因と考えられる。

試験魚に寄生したハダムシ(*Neobenedenia gillare*)は，水温が25℃では5～6日でふ化し，感染後，10～11日間で産卵可能な親虫になるとの報告がある。更に，一昨年7月に水技センター内で水温26～28℃で

同種ハダムシを飼育した結果，水温25℃よりも成長は早くなり，4～5日でふ化し，感染後7～8日で産卵が始まり，一連のサイクルも短縮した。今回の試験では平均水温が約29℃と高く，試験飼料給餌前に一度しか淡水浴を行わなかったため，ハダムシの寄生頻度が一段と高くなったと考えられる。

添加物入り飼料を給餌する際は，ハダムシが最も活発に活動する夏期以前に投与するべきであり，併せて淡水浴，薬浴，網替え等の寄生虫防除作業が必要に応じて行わなければならないと考えられる。

別表1　安心・安全な養殖魚生産技術開発事業

	H16	H17	H18	H19	H20
供試魚	カンパチ	カンパチ	カンパチ	カンパチ	カンパチ
添加物	竹粉 アシタバ 黒酢	竹粉 アシタバ 黒酢 ラクトフェリン 乳酸菌 １．５AF	アシタバ 黒酢 ラクトフェリン	アシタバ　1% 焼酎粕　2% ラクトフェリン　0.1%	アシタバ　1% 焼酎粕(液体)　2%（水として添加） ラクトフェリン　0.1% ビワ茶　1%
攻撃方法	ノカルジア菌	ノカルジア菌	ハダムシ(ネオベネデニア)	従来型レンサ球菌	ハダムシ(ネオベネデニア)
試験期間	３０日間	３０日間	３８日間	４０日間	２４日間
測定方法	生残率	生残率 血液性状 リゾチーム活性(血清，体表粘液)	寄生率 体表粘液(リゾチーム活性，総タンパク) 血液性状 リゾチーム活性(血清)	生残率 体表粘液(リゾチーム活性，総タンパク) 血液性状 リゾチーム活性(血清) 血液による殺菌活性	寄生率 体表粘液(リゾチーム活性，総タンパク) 血液性状 リゾチーム活性(血清) 血清による殺菌活性
結果	生残率 有意差無し 5.9%	生残率 有意差無し 血液性状(総コレステロール) 有意差有り アシタバ1%区，ﾗｸﾄﾌｪﾘﾝ区，黒酢1%区 リゾチーム活性(血清，体表粘液) 有意差有り アシタバ1%，ﾗｸﾄﾌｪﾘﾝ区	体表粘液(リゾチーム活性，総タンパク) 有意差有り ﾗｸﾄﾌｪﾘﾝ区 リゾチーム活性(血清) 有意差有り アシタバ1%区，ﾗｸﾄﾌｪﾘﾝ区，黒酢1%区 血液性状(総コレステロール) 有意差有り アシタバ1%区，ﾗｸﾄﾌｪﾘﾝ区，黒酢1%区 寄生率 有意差有り ﾗｸﾄﾌｪﾘﾝ区	生残率 有意差無し（攻撃後8日目以降一部差有り） ※全区50%を切っている 血液性状 有意差無し リゾチーム活性(血清，体表粘液) 有意差無し（焼酎粕で試験終了時有意差有り） 殺菌活性 有意差無し	寄生率 有意差無し 体表粘液(総タンパク) 有意差無し 血液性状 有意差無し リゾチーム活性(血清，体表粘液) 有意差無し

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，今年度の南中九州・西四国水族防疫会議は本県が幹事県となって指宿市で開催した。

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

平成20年度の月別・魚種別魚病検査件数は表1のとおりであった。総検査件数は490件で，魚種別ではカンパチが最も多く275件，次いでブリ71件，ヒラメ68件，トラフグ19件，クロマグロ18件，マダイ17件，ヒラマサ5件，クルマエビ3件の順であった。

魚種別月別病名別の検査件数は表2に示したとおりで，以下に魚種ごとの診断件数の概略と発生状況を示す。

魚病検査におけるブリ0才魚の診断件数はレンサ球菌症（従来型：*Lactococcus garvieae*感染症），ビブリオ病，ノカルジア症，類結節症，イリドウイルス感染症，ウイルス性腹水症が多かった。また，不明の中には脳脊髄炎が含まれていた。脳脊髄炎は西日本各地のブリ養殖場で発生がみられており原因は粘液胞子虫といわれているが，寄生体の周辺組織に炎症反応が見られない場合もあることから原因は確定されていない。

ブリ1才魚以上ではレンサ球菌症（従来型），ミコバクテリア症，新型レンサ球菌症（*Streptococcus dysgalactiae*感染症）が多かった。

カンパチ0才魚では，類結節症，ノカルジア症，脳粘液胞子虫症，腎腫大症，通称キリキリ舞（脳脊髄炎），イリドウイルス感染症，レンサ球菌症（従来型），ビブリオ病が多かった。なお，キリキリ舞は10年以上前から原因不明の死亡で取り扱われていたが，今年度は養殖研究所と連携して原因究明を行った結果，脳に顕著な炎症反応と微胞子虫様寄生体が確認されたことから，この寄生体が原因と思われる脳脊髄炎と診断した。また，腎腫大症は腎臓が退色し腫大する病気で，10年以上前から知られているが，未だに原因は不明である。全国の腎腫大症発生状況をみると，

今年は例年と比べて特に多く見られたため，原因究明と対策が望まれている。

カンパチ1才魚以上では，新型レンサ球菌症，レンサ球菌症（従来型），ビブリオ病の診断件数が多かった。養殖場ではレンサ球菌症（従来型）とビブリオ病は市販ワクチンによる予防が期待できるが，新型レンサ球菌症はワクチンは市販されておらず投薬治療のみの対応となっていることから，薬剤耐性菌の出現や疾病の蔓延長期化が懸念されている。

ヒラメの診断件数はレンサ球菌症，エドワジエラ症，ノカルジア症の細菌性疾病と腸管内粘液胞子虫性やせ病が多かった。

トラフグの診断件数は心臓クドア症，ヘテロボツリウム症，腸管内粘液胞子虫性やせ病，脳粘液胞子虫症等のいずれも寄生虫性の疾病が多かった。

クロマグロの診断件数は生け簀網への衝突と考えられる骨折死とイリドウイルス感染症が多く，いずれも0才魚の検査が主体であった。なお，イリドウイルス感染症については鰓の黒点を確認したうえでＰＣＲ法を用いて確定診断を行った。

マダイは養殖魚のイリドウイルス感染症と放流用種苗の健康診断が多く，その他の診断としてはエドワジエラ症，滑走細菌症，真菌症であった。

メジナでは陸上飼育施設で白点病を，オニオコゼではウズ虫寄生による死亡，放流用クエでウイルス性神経壊死症を確認した。

表1　魚種別月別魚病検査件数

魚種／月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
ブリ0才		7	3	15	6	6	5	1			1	1	45
ブリ1才～		1		3	3	8	3	2			4	2	26
ブリ小計	0	8	3	18	9	14	8	3	0	0	5	3	71
カンパチ0才	29	35	37	49	14	20	9	7	1	4		1	206
カンパチ1才～	5	2	8	13	13	7	6	2		1	6	6	69
カンパチ小計	34	37	45	62	27	27	15	9	1	5	6	7	275
ヒラマサ					2	1		1		1			5
ヒラメ		2		5	10	12	16	11	6	4		2	68
トラフグ						4	4	2	3	4		2	19
クロマグロ					4	4	7	3					18
マダイ	4	1	2	1	6	2					1		17
クルマエビ					2	1							3
イシガキダイ						1		1					2
イシダイ						1							1
カサゴ			1										1
メジナ				1									1
クロアワビ			1										1
オニオコゼ		1											1
トコブシ					1								1
クエ					1								1
ソデイカ							1						1
スジアラ							1	1					2
カツオ								1					1
アカマダラハタ												1	1
総計	38	49	52	87	62	67	52	32	10	14	12	15	490

表2　魚種別月別病名別の検査件数（ブリ，カンパチ魚齢別）

魚種（魚齢）	／　病名　／　月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
ブリ０才	レンサ球菌症（従来型）		1	2	3	3	2		1				1	13
	不明		1	1	2	1		3						8
	ビブリオ病		2		2							1		5
	ノカルジア症					1	2	2						5
	類結節症				3		1							4
	イリドウイルス感染症				1	1	1							3
	ウイルス性腹水症		3											3
	心臓クドア症				1									1
	腎腫大症				1									1
	細菌性髄膜脳炎				1									1
	ベコ病				1									1
	小計		7	3	15	6	6	5	1			1	1	45
ブリ１才～	レンサ球菌症（従来型）		1				2		2			2	2	9
	不明				2	1	1	2						6
	ミコバクテリア症					1	4							5
	新型レンサ球菌症				1	1	1	1						4
	ビブリオ病											2		2
	小計		1		3	3	8	3	2			4	2	26
ブリ計		0	8	3	18	9	14	8	3	0	0	5	3	71
カンパチ０才	不明	6	9	8	18	4	6	1	2		1		1	56
	類結節症	7	5	7	9									28
	ノカルジア症			1	1		2	5	3	1				13
	脳粘液胞子虫症	4	3	1	1	3	1							13
	腎腫大症		1	5	7									13
	キリキリ舞（脳脊髄炎）		13											13
	イリドウイルス感染症			2	2	2	5	1						12
	レンサ球菌症（従来型）		1		2	2	3	1	2					11
	ビブリオ病	3	1	5	1			1						11
	滑走細菌症	5	1								1			7
	ゼウクサプタ症	2		3							1			6
	新型レンサ球菌症				1	2	2							5
	血管内吸虫症			2	1									3
	心臓クドア症	1	1											2
	トリコジナ症			2										2
	ビルナウイルス感染症	1									1			2
	鰓障害			1	1									2
	ベネデニア症				2									2
	細菌感染症（種不明）				1									1
	事故死				1									1
	細菌性髄膜脳炎				1									1
	リンホシスチス感染症					1								1
	繊毛虫症						1							1
	小計	29	35	37	49	14	20	9	7	1	4		1	206
カンパチ１才～	不明	1	1	3	4	7	2	3			1	2	2	26
	新型レンサ球菌症				3	5	3		2					13
	レンサ球菌症（従来型）	1	1		2							3	1	8
	ビブリオ病	2		2									2	6
	類結節症			3	2									5
	血管内吸虫症	1						1						2
	イリドウイルス感染症							2						2
	繊毛虫症						2							2
	ノカルジア症				1									1
	脳粘液胞子虫症				1									1
	細菌感染症（種不明）					1								1
	ビルナウイルス感染症												1	1
	ゼウクサプタ症											1		1
	小計	5	2	8	13	13	7	6	2		1	6	6	69
カンパチ計		34	37	45	62	27	27	15	9	1	5	6	7	275

表2　魚種別月別病名別の検査件数（その他の魚種）

魚種　／　病名　／　月		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
イシガキダイ	イリドウイルス感染症						1		1					2
イシダイ	不明						1							1
カサゴ	滑走細菌症			1										1
クルマエビ	ビブリオ病					1	1							2
	不明					1								1
	小計					2	1							3
クロマグロ	骨折死					1	3	2	1					7
	不明					2	1	2	1					6
	イリドウイルス感染症							1	1					2
	脳粘液胞子虫症							1						1
	事故死							1						1
	健康診断（卵）					1								1
	小計					4	4	7	3					18
トラフグ	不明						1	1	1	1	3			7
	心臓クドア症						2	1	1		1			5
	ヘテロボツリウム症									2			1	3
	腸管内粘液胞子虫性やせ病							1					1	2
	脳粘液胞子虫症						1							1
	トリコジナ症							1						1
	小計						4	4	2	3	4		2	19
ヒラマサ	イリドウイルス感染症					1	1							2
	レンサ球菌症（従来型）					1								1
	ノカルジア症								1					1
	ミコバクテリア症										1			1
	小計					2	1		1		1			5
ヒラメ	不明		2		2	2	3	5	3		1		2	20
	レンサ球菌症（従来型）				1	4	2	2	1	1	1			12
	エドワジエラ症				1	1	3	2	3	1				11
	腸管内粘液胞子虫性やせ病					1		4	3	2				10
	ノカルジア症					1	2	2	1					6
	滑走細菌症						1			2	1			4
	ビブリオ病				1									1
	脳粘液胞子虫症						1							1
	スクーチカ症							1						1
	トリコジナ症					1								1
	ビルナウイルス感染症										1			1
	小計		2		5	10	12	16	11	6	4		2	68
マダイ	不明	4				2	1							7
	イリドウイルス感染症					3								3
	イリドウイルス検査（陰性）		1	1	1									3
	エドワジエラ症					1	1							2
	滑走細菌症											1		1
	真菌症			1										1
	小計	4	1	2	1	6	2					1		17
メジナ	白点病				1									1
クロアワビ	ポリキータ寄生			1										1
オニオコゼ	ウズ虫症		1											1
トコブシ	不明					1								1
クエ	ウイルス性神経壊死症					1								1
ソデイカ	不明							1						1
スジアラ	不明							1	1					2
カツオ	不明								1					1
アカマダラハタ	不明												1	1
総計		38	49	52	87	62	67	52	32	10	14	12	15	490

4. 輸入種苗の魚病対策について

中国産カンパチ種苗（導入稚魚）等の輸入種苗の魚病検査を行い，魚病情報の提供や魚病巡回指導，講習会において種苗の輸入に関して注意喚起を行った。なお，輸入種苗からはアニサキスは検出されなかった。

5. ワクチン使用指導および投与状況

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20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375件，10,051千尾分であった。

また，平成9年度以降のワクチン指導書による魚種別年度別投与尾数は図1～3にに示すとおりであった。

表3　平成20年度ワクチン種類別指導書発行件数（平成20年4月1日～21年3月31日）

ワクチン名（商品名）	対象魚種	件数（件）	尾数(千尾)
ピシバック　注　３混	ブリ	44	1,189
	カンパチ	17	480
	ヒラマサ	0	0
ピシバック注ビブリオ＋レンサ	ブリ	13	240
イリド不活化ワクチン「ビゲン」	ブリ	0	0
	カンパチ	0	0
	ヒラマサ	0	0
	シマアジ	0	0
	マダイ	1	30
イリド・レンサ混合不活化ワクチン「ビケン」	ブリ	98	2,713
	カンパチ	25	543
	ヒラマサ	2	48
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	ブリ	0	0
	カンパチ	1	14
ポセイドン「レンサ球菌症」	ブリ	32	1,984
	カンパチ	10	182
	ヒラマサ	0	0
アマリン　レンサ	ブリ	63	564
	カンパチ	27	440
	ヒラマサ	1	12
マリンジェンナー　レンサ１	ブリ	4	90
	カンパチ	0	0
	ヒラマサ	0	0
Mバック　レンサ注	ブリ	6	295
	カンパチ	1	25
	ヒラマサ	0	0
ノルバックス　ビブリオ　ｍｏｎｏ	ブリ	0	0
マリナコンビ－２	ブリ	7	102
	カンパチ	12	700
	ヒラマサ	5	140
Mバック　イニエ	ヒラメ	3	32
マリンジェンナーヒラレン１	ヒラメ	2	30
マリナレンサ	ブリ	0	0
ピシバック　ビブリオ	ニジマス	1	200
合計		375	10,051

ただし，アマリンレンサは追加投与分を含む。

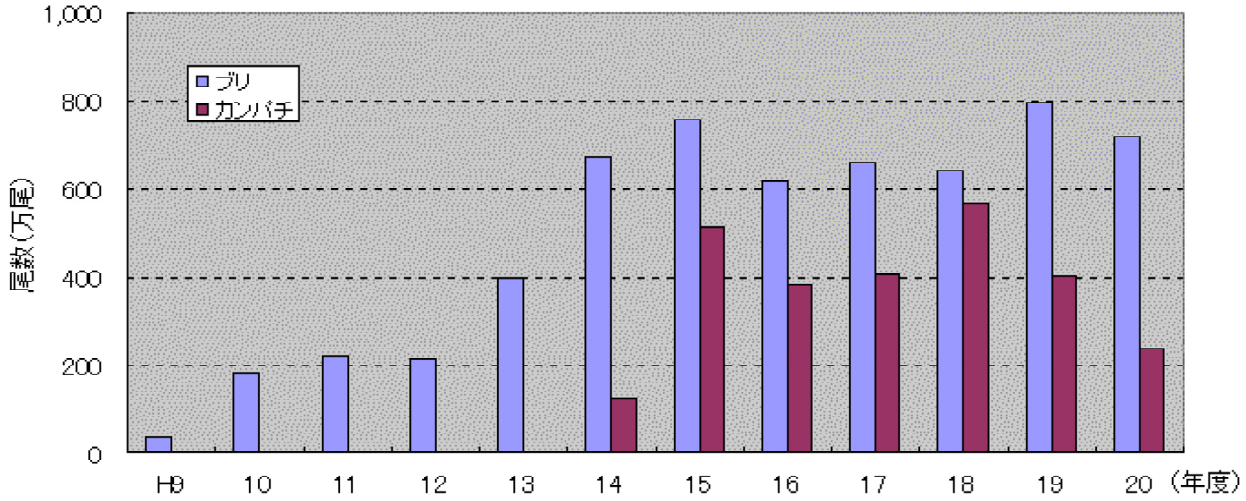


図1　ブリ，カンパチのワクチン投与尾数

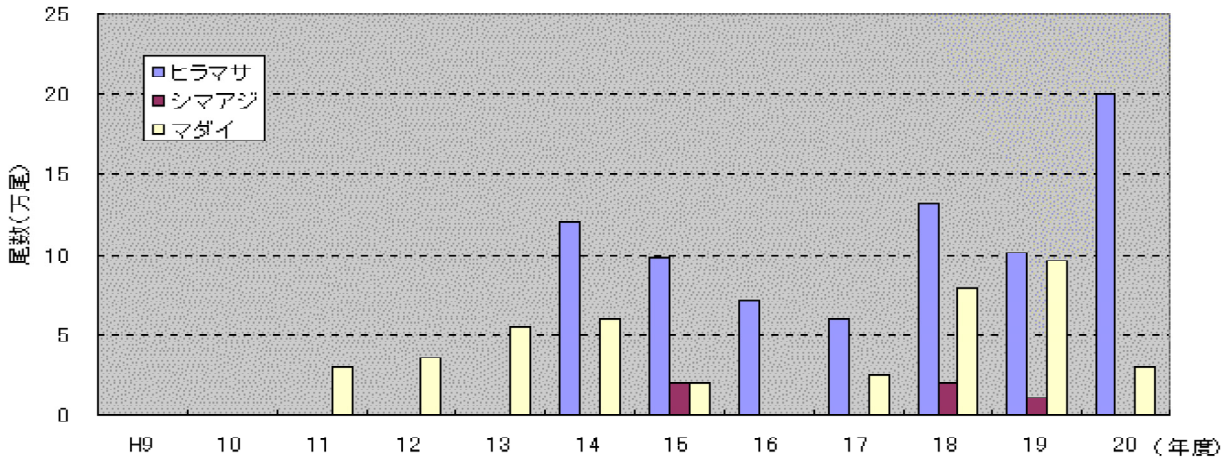


図2　ヒラマサ，シマアジ，マダイのワクチン投与尾数

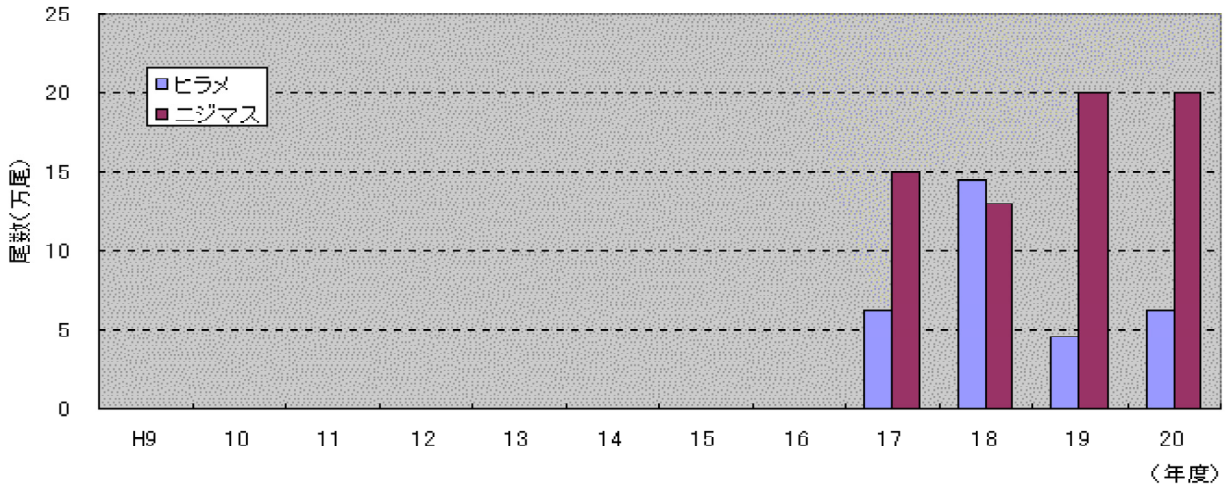


図3　ヒラメ，ニジマスのワクチン投与尾数

水技センターでのレンサ球菌症診断件数とワクチン投与尾数を図4に示す。

従来型レンサ球菌症(*Lactococcu garvieae*感染症）の診断件数は，平成7年度から10年度にかけて激減し，平成10年度以降平成13年度までほぼ横ばいから微増傾向であったが，ワクチンの投与尾数が大幅に増加した平成14年度以降はさらに減少し，平成18年度まで減少した。ワクチンの普及とともにこのまま従来型レンサ球菌症の診断件数は減少し続けると思われていたが，平成19年度以降はワクチンの投与尾数が減少し，これに呼応するように従来型レンサ球菌症の診断件数が増えた。

また，平成15年度以降は新型レンサ球菌症（*Storeptococcus dysga l actiae*感染症）が発生し，レンサ球菌症の診断件数に加算されたために，レンサ球菌症全体の診断件数はほぼ横ばいから平成19年以降微増している。今後，レンサ球菌症用ワクチンの投与率が減少すれば，レンサ球菌症（従来型）が再び流行し，また，新型レンサ球菌症との同時発生が起こるとレンサ球菌症全体の被害拡大が懸念される。これらのことから，今後もワクチンの投与率の維持・向上に努めるべきと考える。

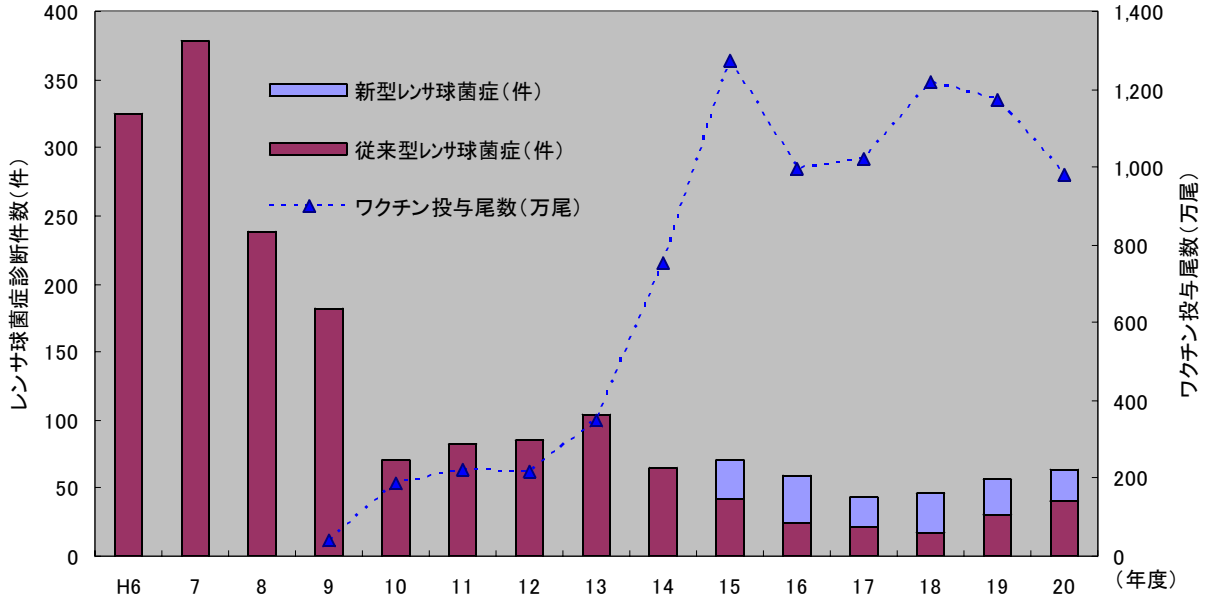


図４　水技センターでのレンサ球菌症診断件数とワクチン投与尾数

内水面漁業総合対策研究－Ⅳ
（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(別途報告)。

【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，養殖管理状況をふ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（*Flavobacterium psychrophilum*）及びエドワジエラ・イクタルリ（*Edwardsiella ictaluri*）感染症の原因菌の保菌検査を行った。

冷水病に関しては1養殖業者にて陽性を確認(７月)した。

エドワジエライクタルリについては，3漁協(日当山天降川漁協，検校川漁協，松永漁協)について行ったが，全て陰性であった(４，３月)。

３）平成20年度の魚病診断は６４件（ウナギ，コイ，サバヒー，アユ，ニジマス等）で，うちウナギが６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，これはウイルス性の疾病であり，投薬等による対策のないことが問題となっている。

ウナギ以外の魚種では4～6月に検査持ち込みが集中している(表2)。

現在の所，夏以降の検査依頼はウナギを除いてほとんど無い状況である。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（ＫＨＶ）検査状況については，平成20年度は8件を行ったが，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，天然河川における冷水病，エドワジエラ・イクタルリ感染症の発生は確認されなかった。

表1　平成２０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	2	3	2	3	3	2	5	2	0	5	6	3	36
コイ	1	1	1	2	0	2	0	0	2	0	0	0	9
サバヒー	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
アユ	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	6
ニジマス	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
キンギョ	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
その他	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
計	**10**	**5**	**6**	**9**	**3**	**5**	**5**	**3**	**2**	**5**	**6**	**5**	**64**

表２　平成２０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	0	2	1	2	0	0	2	0	0	4	4	2	17
鰓うっ血+ｼｭｰﾄﾞﾀﾞｸﾁﾛｷﾞﾙｽ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
ｼｭｰﾄﾞﾀﾞｸﾁﾛｷﾞﾙｽ	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	5
パラコロ病	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0	6
カラムナリス	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
腎芽腫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
細菌感染症（種不明）	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
不明	1	1	2	2	1	0	4	1	0	3	4	2	21
計	**2**	**5**	**4**	**5**	**3**	**2**	**9**	**2**	**0**	**8**	**13**	**4**	**57**

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
不明	1	1	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0	8
KHV検査件数	1	1	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0	7
（うち陽性件数）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	**1**	**1**	**1**	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**8**

サバヒー	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ミズカビ病	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
不明	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
計	**2**	**2**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7**

アユ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
イクタルリ検査件数	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
冷水病検査件数	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
（うち陽性件数）	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
計	**3**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**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
不明	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
計	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**

キンギョ	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
細菌性鰓病	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ギロダクチルス症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
計	**3**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**

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**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**

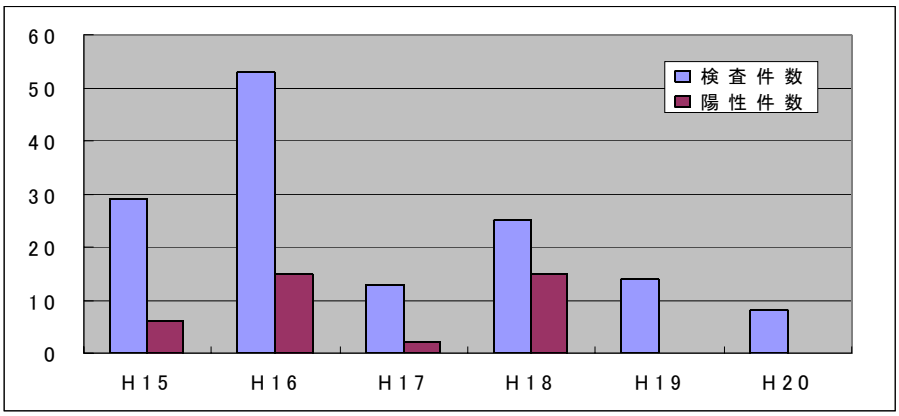


図1　県内におけるKHVの検査状況(KHVの発生は平成15年から)

種 苗 開 発 部

カンパチ種苗量産化技術開発試験

外薗博人・神野公広・柳　宗悦・松原　中・池田祐介・井上慶幸

【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200㎥)①3歳魚28尾 ②5歳魚19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，1～2月にかけて徐々に昇温し，3月から約70日間は22℃前後として，5月中旬からは24℃に設定した。

２　種苗生産試験

(独)水産総合研究ｾﾝﾀｰ養殖研究所上浦栽培技術開発ｾﾝﾀｰ古満目分場及び当所で採卵した受精卵を使用し，11ラウンドの種苗生産試験を設定した。

生残率が少しでも悪い試験区は，飼育を速やかに終了して，生残率が良好な試験区の分槽のための水槽を確保した。

その結果，当所で採卵した受精卵を供した4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１～４回次試験と表示する)。

回次	月日	収　　容	試　験　内　容
1	5/24	受精卵1500千粒	日令29で選別・分槽*
2	6/29	受精卵 600千粒	日令29で選別・分槽*
3	7/ 4	ふ化仔魚300千尾	選別・分槽無し
4	7/12	受精卵 400千粒	選別・分槽無し

*：選別・分槽は例年(日令20～25)より遅く実施し，飼育水槽(60㎥)にモジ網を張り，すり抜けた小型魚を別水槽(60㎥)にサイホンで分養した。

３　養殖試験

(独)水産総合研究ｾﾝﾀｰ養殖研究所上浦栽培技術開発ｾﾝﾀｰ及び当所で生産した種苗を用いて，垂水市地先で養殖試験を実施した。

早期種苗群は，上記上浦栽培技術開発ｾﾝﾀｰで生産された種苗を(１２月に古満目分場で採卵)，通常期種苗群は当所で生産された種苗を供した。

また，通常期種苗は生餌給餌区と配合飼料給餌区の２区に区分して試験を行った。

試験期間は平成２０年５月から１０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ので，ﾎﾙﾓﾝ打注を行ったところ産卵し，その後の自然産卵と

合わせて14,395千粒の採卵ができた。

第２区は，当初より自然産卵し，33,383千粒の採卵ができた。

第１区と第２区の合計採卵数47,778千粒は，当所における過去最高の記録であり，飼育水温の調整が有効であると推察された。

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	４３	５８千尾	３．４％	３８ｍｍ
２	４２	２１千尾	４．４％	３６ｍｍ
３	３９	４千尾	１．３％	４５ｍｍ
４	３８	１千尾	０．３％	５８ｍｍ

第１回次の生産結果は，m^3当たり９６７尾の生産尾数であり，当所における過去最高の記録となった。

これは，比較的遅い時期の選別・分槽が効果的である事例として注目できるものである。

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。

しかし，種苗量産化のための技術開発試験は，水槽数の制限や卵質の不安定さなどの問題があり，単純な比較試験が困難であるため，事例を重ねることにより，適正な選別・分槽時期などを検証する必要がある。

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	早期種苗群	通常期種苗群 生餌給餌区	通常期種苗群 配合飼料給餌区
種苗の由来	古満目採卵・上浦生産	当所採卵・生産	当所採卵・生産
養殖試験開始日	5 月 14 日	7 月 24 日	7 月 24 日
尾数（尾）	6,900	12,614	14,393
全長（cm）	17.6	10.8	9.7
体重（g）	81.7	17.1	12.1
養殖試験終了日	10 月 29 日	10 月 29 日	10 月 29 日
尾数（尾）	4,270	1,010	1,030
全長（cm）	36.9	20.1	21.1
体重（g）	774.3	107.3	123.2
開始日～終了日			
生残率（%）	61.9	8.0	7.2

早期種苗群は，成長・生残率ともに概ね良好な状況で推移した。

早期種苗の場合，イリドウイルス感染症の発生時期前にはすでにワクチン接種が可能なサイズに達

し，顕著な効果が認められた。

通常期種苗群は，イリドウイルス感染症のために低生残率であったが，配合飼料給餌と生餌給餌は同等の成長・生残率であり，配合飼料での養殖の可能性が示唆された。

種苗量産化技術高度化事業
（カサゴ）

柳　宗悦・外薗博人・神野公広・松原　中・井上慶幸

【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

今年度は親魚の追加補充(更新)等は行わず，平成16，17年度に導入した親魚を引き続き養成した。養成は20ｔ及び60ｔ円形水槽で行い，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　カサゴ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，プレミックス(BASFｼﾞｬﾊﾟﾝ㈱製)を10～15ｇ/回添加。 夏季には摂餌量が低下するため，適宜調整した。
９～３月	60ｔ円形水槽×１面	

(2)産仔

産仔は，腹部の膨らんだ雌親魚のみ(計45尾)を使用した。プラスチック製の篭に４～５尾／籠を収容し，稚仔魚飼育水槽に垂下して産仔させ，所定量の仔魚を確保後取り上げた。

２．種苗生産試験

(1)試験設定内容

20ｔ円形水槽を使用し，飼育用水には紫外線殺菌濾過海水を用い，換水は当初から0.5回／日で流水にし適宜増量した。

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　平成20年度カサゴ種苗生産試験設定内容

回　次	産仔期間	収容親尾数(尾)	水　槽		産仔数(千尾)	使用海水	注水（回転率：回／日）				通　気
			形状	水量			0～29日	30～46日	47～70日	71日～	(Ｌ/分)
第１回	1/13～1/17	45	円形	20ｔ	120	濾過海水(UV処理済)	0.5～1.0	1.2～1.7	2.0～2.5	3.0～5.0	0.5～1.5

なお，本年度も引き続き，飼育後期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底掃除機の常時運転（午前８時30分～午後１時30分)，②直接底部への注水，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。

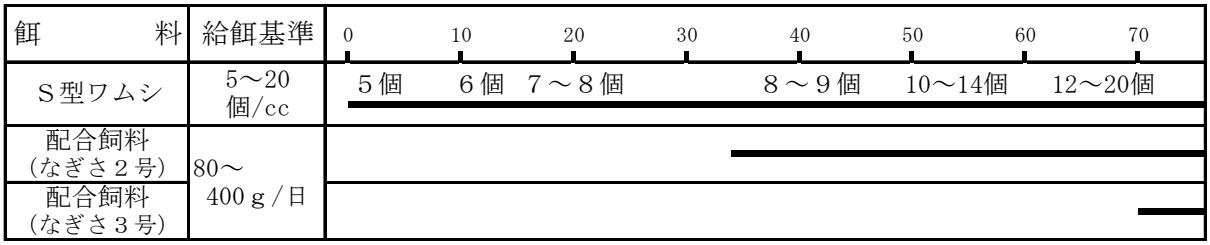


図１　平成20年度カサゴ種苗生産時の餌料系列について（第１回次）

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	ナンノクロロプシス（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	ｽｰﾊﾟｰ生クロレラSV12(クロレラ工業㈱製)，添加量200ml/億個体/回 バイオクロミス(クロレラ工業㈱製)，添加量100ml/億個体/回
【配合飼料について】	
銘柄と種類	㈱ＫＢＴオリエンタル飼料製　商品名：なぎさ２号，３号
給餌開始時の全長(日令)	6.5㎜（日令35）

【結果及び考察】

１．親魚養成及び産仔

産仔状況は，親魚45尾を飼育水槽内に収容し，平成21年１月13日～17日(５日間)で計120千尾の産仔があった。

産仔量6,000尾/ｔを基準に試験設定を行ったが，親魚の高齢化等の影響により，産仔期間が長くなり，産仔サイズにかなりのバラツキが生じてしまった。種苗生産時の成長のバラツキを抑制する意味でも，早急な親魚更新の必要があるものと思われた。

２．種苗生産試験

種苗生産期間全般を通して，種苗生産初期に頻発する浮上死や原因不明の大量斃死等は特に発生しなかったが，生残尾数は著しく減少し，生残結果については表３のとおりであった（平成21年3月31日現在の途中経過)。

表３　種苗生産結果(H21.1.13～H21.3.31)

収容数(千尾)	飼育日令	生残尾数(千尾)	平均全長(㎜)	飼育水温(℃)
120	76	1	15.3	13.7～18.4

(注) 生残尾数については目視での数値。

大量斃死等が発生しなかったにもかかわらず，生産尾数が著しく低調な結果となった原因については，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)，種苗生産初期(日令19まで)の低水温(15℃以下)の長期化による成長の鈍化等が考えられた。

《平成19年度種苗生産試験について》

平成19年度種苗生産試験(産仔期間：平成20年１月15日～18日）を平成20年4月1日～5月9日(日令76～日令114)まで継続実施した。

平成19年度種苗生産は，高密度収容と低水温(14℃台)が長く続いたことが原因と思われる成長の遅れや多量の斃死が発生したため，生残尾数は著しく減少し，取上げ時の日令114で27,666尾(平均全長：44.7㎜)の生産実績に止まった。

今後の課題として，適正収容密度及び飼育水温等(加温対策)の再検討が必要と思われた。

表４　種苗生産結果(H20.1.15～H20.5.9)

生産回次	回	1
生産計画	㎜：千尾	30㎜：100千尾
水槽1次飼育	親魚収容日 月日	1月15日
	親魚収容数 尾	39尾　親魚
	産仔期間 月日	1月16日～1月18日
	開始時水槽 t，槽	60，1
	仔魚収容数 千尾	586
	開始密度 千尾／t	9.8
	飼育日数 日間	114
	取揚全長範囲 ㎜	35.0～52.0
	取揚平均全長 ㎜	44.7
	取揚尾数 尾	27,666
	生残率(ふ化) %	4.6
	分槽時全長 ㎜	選別しなかった
	飼育水温 ℃	14.8～20.5

内水面漁業総合対策研究－Ⅴ
（内水面増養殖技術開発事業：フナ種苗生産技術開発）

井上慶幸・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。今年度は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148尾を養成した。

（2）池田湖産親魚

H17・18年度採捕した24尾を養成した。

（3）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214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〉

（1）永田川産親魚

①採卵試験Ⅰ：6月11日，148尾の親魚のうち，比較的腹部が膨満していると思えた70尾を選別し，コイ雄350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採卵試験を行った。

②採卵試験Ⅱ：6月18日，採卵試験Ⅰで供試した親魚のうち大型のもの20尾（＠300g／尾）を選別し，6月25日ホルモン打注（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，採卵試験を行った。

（2）池田湖産親魚

6月4日，養成していた親魚24尾（雌16尾，雄8尾）を，キンランを設置したコンクリート池に収容し採卵試験を行った。

（3）池田湖産親魚候補群

5月18日，親魚候補群として養成していた214尾が自然産卵したことから，養成池内にキンランを設置し採卵試験を行った。

〈種苗生産〉

（1）　永田川産親魚

6月26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からワムシを1日1回与えた後，日令16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

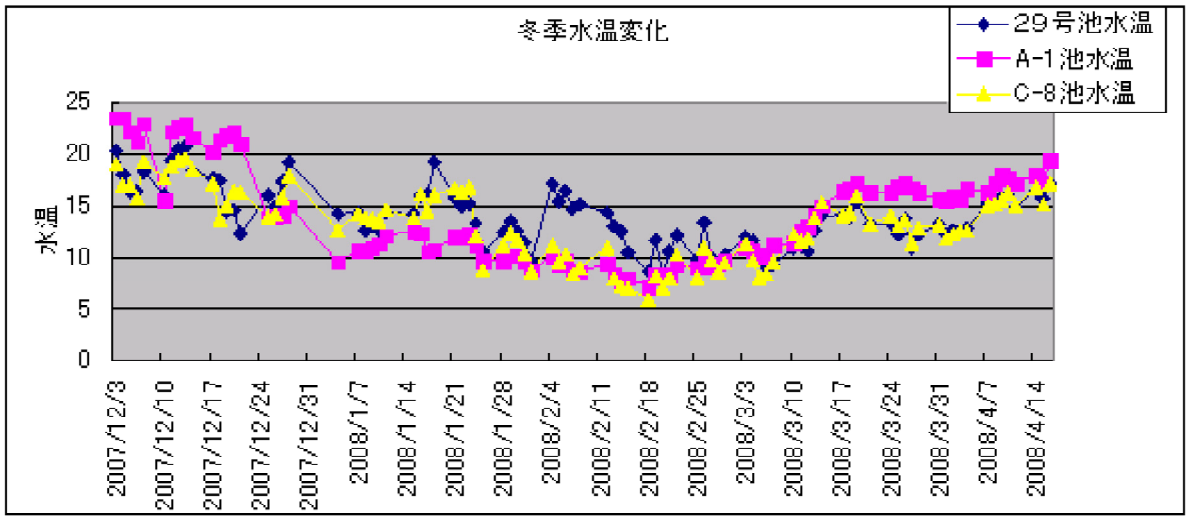
5月27日，卵が産みつけられたキンランを500リットルFRP水槽2槽に収容しふ化させた。ふ化仔魚には日令2からワムシ・ミジンコを1日1回与えた後，日令8から自動給餌器により配合飼料を与えた。

【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ところ，2月には10℃を下回る水温が得られた。（図1）

しかしながら採卵試験時，比較的腹部が膨満していると思われる親魚は昨年同様少なく，外見上で見る限り今までと比較して改善しているようには思えなかった。また，ほぼ止水に近い状態で飼育したため，底質及び水質の悪化は避けられず，一部ウオジラミの発生が見られた。



〔 図1：2007年12月～2008年4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70尾を供試し， 6月11日～6月18日にかけて採卵を試みたが産卵は見られなかった。

②採卵試験Ⅱ：採卵試験Ⅰで供試したうちの20尾に，6月25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66千粒であった。

（2） 池田湖産親魚

養成していた親魚24尾から，6月4日～7月3日にかけて採卵を試みたが，産卵は見られなかった。

（3） 池田湖産親魚候補群

5月18日親魚候補群として養成していた214尾が自然産卵をしたことから，翌日から6月末日まで採卵を試みたところ，3回産卵が見られた。3回のうち最大の産卵が見られたのは5月27日で，推定産卵数は180千粒であった。他の2回の産卵数はわずかであったので計数しなかった。

〈種苗生産〉

(1) 永田川産

採卵できた66千粒から得られた推定ふ化仔魚数は15千尾であった。ふ化が6月下旬であったことから，ミジンコが消滅してしまい十分な生物餌料を与えることができなかったことと，滑走細菌症の影響と尾ヒレの欠損が全体の9割に見られ，9月末の生残数はわずかに250尾（@30.7mm/尾）であった。

(2) 池田湖産親候補群

採卵できた180千粒から得られた推定ふ化仔魚数は32千尾であった。ふ化後13日から滑走細菌症による斃死が始まり日令18日で試験を終了し，生産することはできなかった。

今年度は多少の卵を得ることができたが，狭い環境での飼育で滑走細菌の攻撃を受けたことやふ化直後の餌として欠かせない生物餌料（ミジンコ）の発生時期とフナのふ化仔魚の発生時期を同調させることができなかったことなどから種苗生産に至らなかった。

これらのことから，次年度の生産に向けてはミジンコを発生させる池を，時期をずらせて複数準備することや，フナ仔魚をふ化後4～5日には，ミジンコを繁殖させた池に速やかに移して飼育することなどの対策が必要であると思われた。

内水面漁業総合対策研究－Ⅵ
（内水面増養殖技術開発事業:モクズガニ種苗生産技術開発）

神野公広・神野芳久・井上慶幸

【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

平成20年11月12日～12月15日に万之瀬川で採捕した親ガニ57尾(♂17尾，♀40尾)を搬入し，センター内の2klFRP円形水槽で養成し交尾・抱卵させた。

供試ふ化幼生

200L黒色ポリエチレン水槽にワムシ20個/ml，濃縮ナンノ50万細胞/mlとなるように添加し，親ガニを豆籠に収容，止水，弱通気，暗黒化の状況で翌朝のふ化幼生を待った。

１回次：(1/8) ３尾から800千尾の幼生　→　640千尾を収容

２回次：(2/12) １尾から227千尾の幼生　→　227千尾を収容

３～５回次：(2/19-20) ２尾から510千尾の幼生　→３回次に450千尾，４，５回次にそれぞれ30千尾ずつ収容

ふ化幼生の飼育

飼育条件を表１に示した。

表１　飼育条件

	１回次	２回次	３回次	４回次	５回次
使用水槽	20kl円型水槽	20kl円型水槽	20kl円型水槽	１kl水槽	１kl水槽
飼育水	加温ろ過海水	加温ろ過海水	加温ろ過海水	加温ろ過海水	加温ろ過海水
水温	開始時18℃　→　最終24℃台				
注水量	10t→20t 止水(2kl/日増水)以後　流水(0.5～1.5回転/日)			0.5t→１t 止水(50L/日増水)以後　流水(0.5～1.0回転/日)	
(餌料系列)					
ワムシ	栄養強化なし	栄養強化あり	栄養強化あり	栄養強化あり	栄養強化なし
アルテミア	Z3～M期	Z5～M期	Z3～M期	Z3～M期	Z3～M期
	0.4～2千万	0.4～0.8千万	0.4～1千万	0.02～0.1千万	0.02～0.1千万
配合飼料	Z3期から給餌	Z3期から給餌	Z3期から給餌	M期から給餌	M期から給餌
珪藻	－	－	－	10万細胞/ml	10万細胞/ml
ナンノ	50万細胞/ml	50万細胞/ml	50万細胞/ml	25万細胞/ml	25万細胞/ml

【結果と考察】

・１回次

給餌ワムシの培養方法を，成功事例であるH16-１回次と同様のナンノとイーストのみの培養で行った結果，ゾエア期幼生は目立ったへい死もなくメガロパへの変態も順調であったが，メガロパ期３日目以降大量へい死があった。

２８日令ですべて稚ガニへ変態し，1,600尾を取り上げた。稚ガニは内水面漁連を通じて網掛川に放流した。

・２回次

栄養強化したワムシを給餌し，アルテミアはZ5期まで遅らせて飼育した。

幼生のふ化尾数が少なかったため，227千尾でのスタートとなった。

幼生の密度が低いためか，水槽内のワムシが減らず１回次と同様な飼育となった。

ゾエア期の生残はよく，メガロパへの変態も順調であったが，メガロパ期でかなり減耗し日令32で終了した。

・３回次

栄養強化したワムシを給餌して，飼育した。

ゾエア期の生残は良かったが，メガロパへの変態時に脱皮不全による大量へい死があった。

また，メガロパ期のへい死も多く，２８日令で600尾の生産であった。

・４回次

栄養強化したワムシを給餌し，併せてゾエア期に浮遊珪藻(*chaetoceros*)を給餌した。

ゾエア期の生残は非常に良かったが，３回次同様，メガロパへの変態時に脱皮不全による大量へい死があった。２５日令で41尾の生産。

・５回次

栄養強化をしないワムシを給餌し，併せてゾエア期に浮遊珪藻(*chaetoceros*)を給餌した。

Ｚ2～Ｚ3期にへい死がみられた。

メガロパへの変態時に多くのへい死がみられた。

変態後の生残は４回次よりも多かったが，メガロパ期のへい死も多かった。

２５日令で65尾の生産。

・考察

栄養強化したワムシを給餌した試験区ではメガロパへの変態時に脱皮不全がみられた。脱皮前のゾエア幼生(Ｚ5)は通常よりも大型化(肥大)している傾向があったように見受けられ，それが脱皮不全の要因になったのではないかと考えられる。

内水面漁業総合対策研究－Ⅶ
（内水面増養殖技術開発事業：サバヒー種苗生産技術開発）

柳　宗悦・外薗博人・神野公広・松原　中・池田祐介・井上慶幸

【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。

【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㈱	3.0kg×3回／週
６月～10月(産卵期)	マリンブルー　９号	マルハ㈱	3.0kg×3回／週

２．種苗生産試験

(1)20ｔ水槽における種苗生産試験

過去２年間の20ｔ水槽における種苗生産試験では，初期(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。一方，１ｔパンライト水槽では昨年度，１ｔ当たり約１万の種苗生産に成功した(野元聡ら 平成18，19年度 鹿児島県水技センター事業報告)。

両者の結果から，初期の摂餌不良の原因として照度不足が考えられたため，本年度は照度に着目し，照度の違いによる初期摂餌・生残の比較試験を合計４回実施した。

各生産時の設定内容については表２のとおり。

表２　20ｔ水槽における種苗生産試験設定内容

回　次	照　度　設　定　内　容	ナンノ添加	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		0～1日	2～7日	
第１回	蛍光灯有り(40W×2本×2基)	50万細胞/日	8月20日	280,800	円形	20ｔ	濾過海水(UV処理済)	流　水(1回/日)	止　水	１Ｌ/分
第２回	蛍光灯なし		8月21日	322,000						
第３回	蛍光灯(40W×2本×2基) 投光器(500W×3基)		9月8日	307,600		10ｔ				
第４回	蛍光灯(40W×2本×2基) 投光器(500W×3基)	なし	9月9日	342,000						

(2) １ｔパンライト水槽における種苗生産試験(初期摂餌試験)

平成19年度に行った小規模の１ｔパンライト水槽における種苗生産試験(初期摂餌試験)の再現性の検討と照度の違いによるワムシの摂餌状況，成長，生残率等の比較試験を行った。

昨年度，飼育水への添加物として濃縮ナンノクロロプシス(以下，「ナンノ」という。)，フェオダクチラム，スーパー生クロレラSV12(以下，「スーパー生クロ」という。)を用いて初期摂餌の比較試験を行い，日令８までの試験で成長・生残ともナンノ添加で十分飼育可能であることが示唆されたため，今回はナンノとスーパー生クロの２つで試験設定を行い，再度，比較検討した。

各試験区の設定内容については表３のとおり。

表３　１ｔパンライト水槽における種苗生産試験設定内容

No	照　度　設　定　内　容	餌料添加	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～	
①	ナンノ（蛍光灯有り） 蛍光灯(40W×2本)	125億 細胞 40ml/2回/日	9月22日	45,000	円形透明パンライト	１ｔ	濾過海水 (UV処理済)	止　水	流　水 (0.5～2回/日)	１Ｌ/分
②	ナンノ（蛍光灯なし）									
③	ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り） 蛍光灯(40W×2本)	(AM：20ml ＋ PM：10ml) /日								
④	ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）									

(注) ①ナンノ区は日令13以降は125億細胞 80ml/2回/日を基本に添加。
②スーパー生クロ区は日令13以降はAM：40ml+PM：20ml/日を基本に添加。
③ワムシ(無強化)は日令2から20個／ccを基準に1日2回（AM：8:30，PM：13:00）給餌した。
④配合飼料は日令12から1日6回給餌(日本配合飼料：アユ初期飼料１号)。

【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20年７月30日から産卵が確認され，それ以降９月30日まで延べ35回，総卵数1,087万粒の受精卵を得た(図１参照)。

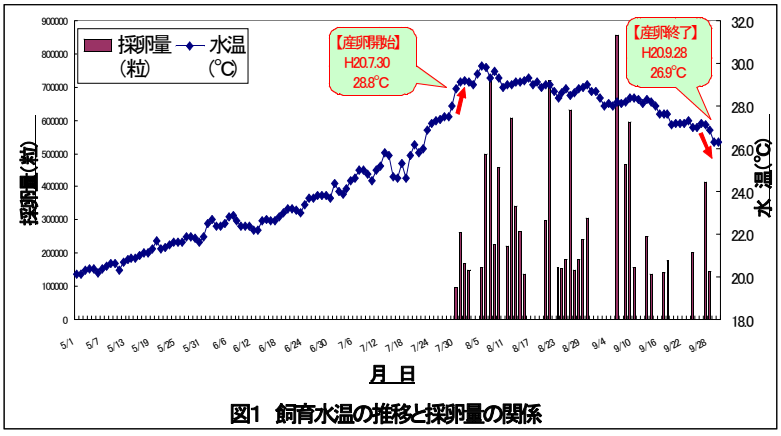


図1 飼育水温の推移と採卵量の関係

なお，本年度及び過去２年間の採卵状況を表４に，水温・採卵量と浮上卵率，卵径の推移を表５に，産卵開始時期の変遷(H18～H20)を図２～図４に示す。

表４　採卵状況の比較

	産卵開始		産卵終了		産卵回数	総卵数(粒)	平均卵数(粒)	最多卵数(粒)	最小卵数(粒)
	月　日	水温	月　日	水温					
H20	7月30日	28.8	9月28日	26.9	35	10,866,243	236,385	855,000	96,600
H19	8月18日	29.1	10月11日	26.9	39	9,768,000	250,462	725,000	80,000
H18	8月23日	28.8	9月26日	26.7	21	3,656,750	174,131	776,250	8,000

(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収容し，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。

表５　水温・採卵量と浮上卵率，卵径の推移

月　　日	7月30日	7月31日	8月1日	8月5日	8月6日	8月7日	8月8日	8月13日
水　　温	28.8℃	29.1℃	29.2℃	29.9℃	29.8℃	29.3℃	29.6℃	29.1℃
採 卵 量	96,600粒	262,500粒	170,000粒	156,000粒	498,000粒	730,000粒	226,500粒	343,500粒
浮上卵率	84.5%	91.4%	89.7%	21.2%	92.5%	88.4%	86.1%	93.2%
卵　　径	1.17㎜	1.20㎜	1.18㎜	1.12㎜	1.22㎜	1.14㎜	1.14㎜	1.14㎜
月　　日	8月14日	8月15日	8月20日	8月21日	8月25日	8月26日	8月27日	8月28日
水　　温	29.1℃	29.2℃	29.0℃	29.2℃	28.8℃	28.5℃	28.6℃	28.8℃
採 卵 量	264,750粒	136,000粒	296,000粒	720,380粒	180,000粒	630,000粒	150,000粒	180,000粒
浮上卵率	90.7%	85.0%	94.0%	67.3%	97.2%	100.0%	96.7%	100.0%
卵　　径	1.16㎜	1.19㎜	1.19㎜	1.21㎜	1.17㎜	1.22㎜	1.13㎜	1.17㎜
月　　日	8月29日	9月8日	9月9日	9月10日	9月17日	9月18日	9月24日	
水　　温	28.9℃	28.2℃	28.4℃	28.4℃	27.6℃	27.6℃	27.0℃	
採 卵 量	240,000粒	466,400粒	595,133粒	158,000粒	140,800粒	178,080粒	200,000粒	
浮上卵率	97.9%	84.1%	100.0%	98.7%	100.0%	100.0%	92.5%	
卵　　径	1.19㎜	1.25㎜	1.17㎜	1.16㎜	1.19㎜	1.19㎜	1.18㎜	

（注）・浮上卵率(浮上卵／(浮上卵＋沈下卵)×100)は時計皿に1～5mlを採取し，目視にて判定した。
・浮上卵率は21.2%～100%で推移した。
・卵径は1.12㎜～1.25㎜で推移した(ｎ＝30)。

平成18年度から３年連続で採卵に成功し，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(満３年)，②冬季の加温水による飼育(20℃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。

産卵適水温については，28℃以上で産卵が開始され(直前に１℃近く急激に上昇)，27℃を下回ると産卵の終期を迎える(直前に１℃近く急激に低下)ものと推察された。

産卵の傾向としては，①水温の上昇速度が年々速まっている関係で早期産卵の傾向にあること(図２～図４を参照)，②総卵数も年々増加傾向にある(本年度は1,000万粒超)，③１日当たりの最多卵数も年々増加傾向にある(過去最高の85.5万粒，ただし産卵加入個体数は不明)の３点が挙げられた。

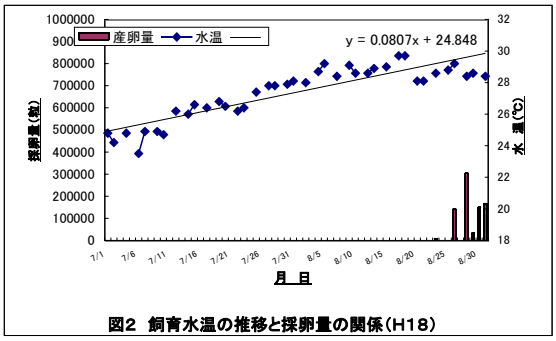


図2　飼育水温の推移と採卵量の関係(H18)

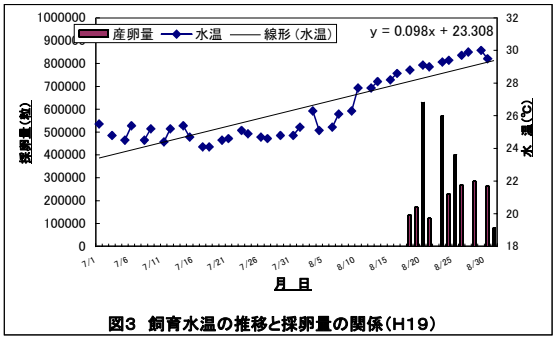


図3　飼育水温の推移と採卵量の関係(H19)

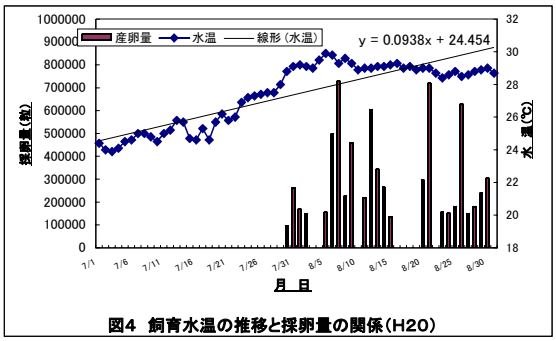


図4　飼育水温の推移と採卵量の関係(H20)

２．種苗生産試験

(1)20ｔ水槽における種苗生産試験

①第１回次，第２回次試験

試験期間中の全長の推移を表６，ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表７，仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表８，種苗生産結果を表９に示す。

表６　全長の推移　（単位：mm）

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７
蛍光灯有り	5.681	5.216	4.931	4.881	5.275
蛍光灯なし	5.256	5.431	5.294	4.944	5.100

（注）測定尾数は，各日令20尾。

表７　ワムシ摂餌個体出現割合の推移

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７
蛍光灯有り	0.0%	30.0%	0.0%	5.0%	30.0%
蛍光灯なし	0.0%	30.0%	20.0%	10.0%	60.0%

（注）測定尾数は，各日令20尾。

表８　仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数の推移　（単位：個／尾）

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７
蛍光灯有り	0.00	1.25	0.00	0.05	1.00
蛍光灯なし	0.00	1.00	2.55	1.20	6.50

（注）測定尾数は，各日令20尾。

表９　種苗生産結果

	収容卵数（粒）	ふ化尾数（尾）	ふ化率（%）	生残尾数（率）
蛍光灯有り	280,800	259,341	92.4%	0　(0.0%)
蛍光灯なし	322,000	299,337	93.0%	5,541　(1.9%)

（注）照射時刻は概ね午前７時30分～午後５時とした。

両試験区とも，概ね30万粒の受精卵を収容し，９割以上のふ化率で試験を開始したが，日令７でほとんど仔稚魚の姿が見えなくなり，試験を途中で終了した。試験終了時の生残尾数は，蛍光灯有り区が０尾(生残率０%)，蛍光灯なし区が5,541尾(生残率1.9%)であった。

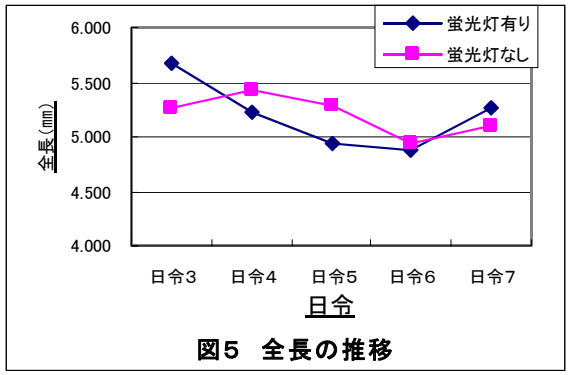


図５　全長の推移

試験期間中は両試験区とも，ほとんどワムシを摂餌せず(蛍光灯有り区：0～30%，蛍光灯なし区：10～60%の個体がワムシを摂餌，表７～８，図６～７を参照)，照度の違いによる初期の摂餌状況及び生残率の相関は確認できなかった。

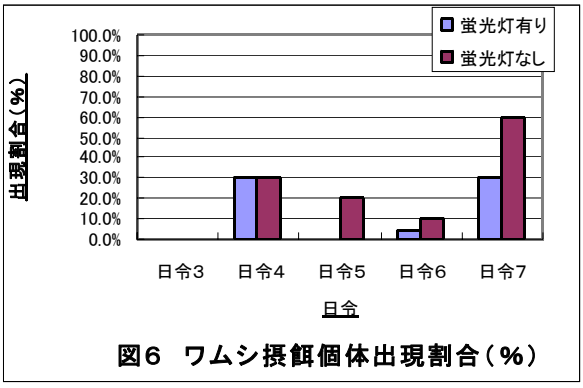


図６　ワムシ摂餌個体出現割合(%)

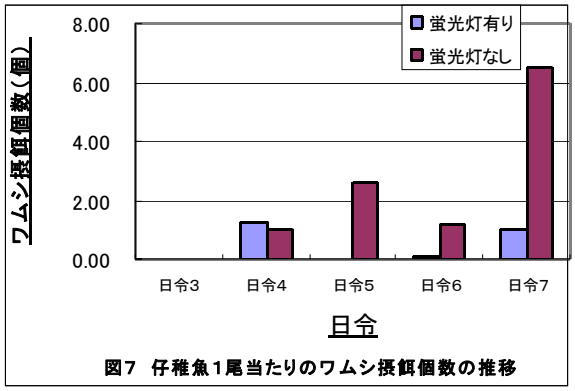


図７　仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌個数の推移

②第３回次，第４回次試験

20t水槽２面を使用し，蛍光灯(40W×2本×2基)と投光器(500W×3基)を用い十分な照度を確保した状態で，ナンノ添加の有無による初期摂餌及び生残に違いが生じるか比較試験を行った。

試験期間中の全長の推移を表10，ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表11，仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表12，照度測定結果の推移を表13，種苗生産結果を表14に示す。

表10　全長の推移　（単位：mm）

	日令０	日令１	日令２	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７
高照度・ナンノ有り区	5.15	5.44	5.50	5.41	5.11	5.02	4.89	5.30
高照度・ナンノなし区	4.76	5.36	5.24	5.27	5.20	4.88	5.14	4.92

（注）測定尾数は各日令20尾。

表11　ワムシ摂餌個体出現割合の推移

	日令０	日令１	日令２	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７
高照度・ナンノ有り区	0.0%	0.0%	5.0%	10.0%	0.0%	25.0%	20.0%	50.0%
高照度・ナンノなし区	0.0%	15.0%	20.0%	45.0%	65.0%	40.0%	50.0%	5.0%

（注）測定尾数は各日令20尾。

表12　仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数の推移　（単位：個／尾）

	日令０	日令１	日令２	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７
高照度・ナンノ有り区	0.00	0.00	0.05	0.10	0.00	1.05	3.65	4.15
高照度・ナンノなし区	0.00	0.50	0.25	3.85	3.40	1.55	1.25	0.05

（注）測定尾数は各日令20尾。

表13　照度測定結果の推移　（単位：Lux）

	9月12日	9月14日	9月15日	平　均
高照度・ナンノ有り区	1,198	1,133	956	1,096
	600	646	541	596
高照度・ナンノなし区	1,252	1,348	1,118	1,239
	732	798	648	726

（注）上段は水面照度，下段は水底照度。

表14　種苗生産結果

	収容卵数(粒)	ふ化尾数(尾)	ふ化率（%）	生残尾数(率)
高照度・ナンノ有り区	307,600	345,882	112.4%	0　(0.0%)
高照度・ナンノなし区	342,000	437,747	128.0%	4,167　(1.0%)

（注）①生残尾数はナンノあり区が日令8，ナンノなし区が日令7の時点。柱状ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞにより算定。

②照射時刻は概ね午前７時30分～午後５時した。

③ナンノは50万細胞／ccを基準に１日２回(AM：8:30，PM：16:00)添加した。

両試験区とも，30万粒程度の受精卵を収容し，試験を開始したが，日令７でほとんど仔稚魚の姿が見えなくなり，試験を途中で終了した。試験終了時の生残尾数は，高照度・ナンノ有り区が０尾(生残率０％)，高照度・ナンノなし区が4,167尾(生残率1.0％)であった。

試験期間を通して，ナンノ添加をしなかった区の方が，ナンノを添加した区よりワムシ摂餌個体数の出現割合や仔稚魚１尾当たりの

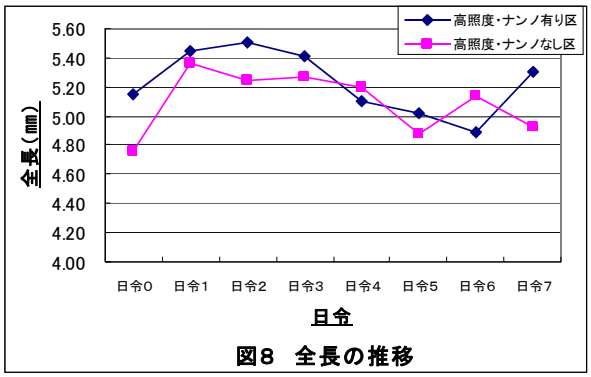


図8　全長の推移

ワムシ摂餌数も優れる結果であったが(表11～12，図９～10を参照)，両者ともワムシ摂餌量が圧倒的に少ないため，最終的には生産には至らなかった。なお，照度の比較では，ナンノ有り区が約1,100Lux(水底照度：約600Lux)，ナンノなし区が約1,240Lux(水底照度：約730Lux)で，ナンノなし区がやや照度が高かった(表13を参照)。

蛍光灯・投光器による照度確保を行ったが，初期摂餌量及び生残率との明確な相関は確認できなかった。

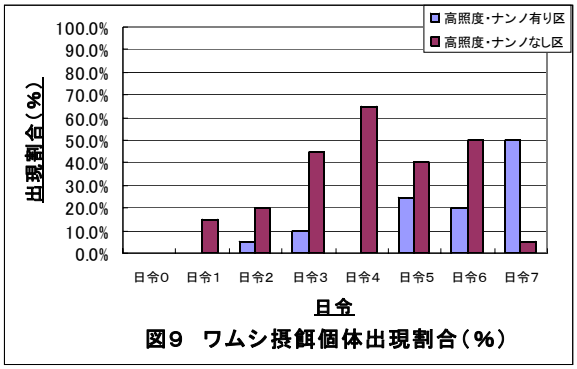


図9　ワムシ摂餌個体出現割合(%)

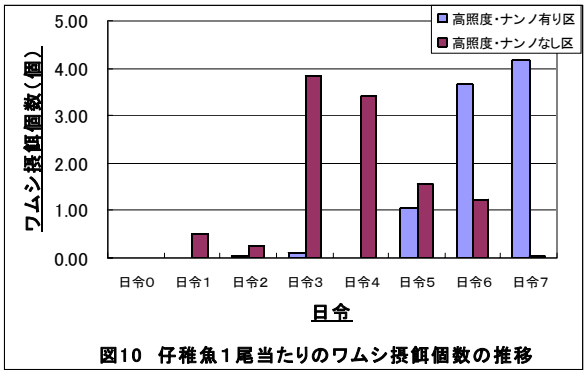


図10　仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌個数の推移

(2) １ｔパンライト水槽における種苗生産試験(初期摂餌試験)

試験期間中の全長の推移を表15に，ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表16に，仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表17に，配合飼料の摂餌状況を表18に，照度測定結果の推移を表19に，種苗生産結果を表20に示す。

表15　全長の推移（n=20)　　(単位：mm)

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ（蛍光灯有り）	5.48	5.71	5.84	5.98	6.44	6.79	7.58	7.88	8.47	7.96	8.76	11.56	17.50
ナンノ（蛍光灯なし）	5.62	5.57	5.58	5.50	6.16	6.94	6.96	7.28	7.53	7.86	8.42	9.70	14.41
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り）	5.48	5.62	6.00	6.43	6.96	7.67	8.22	8.76	8.93	10.12	11.68	12.25	21.27
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）	5.61	5.49	5.74	6.18	6.45	7.49	7.34	8.42	8.66	9.56	10.55	11.94	15.66

表16　ワムシ摂餌個体出現割合の推移（n=20)

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ（蛍光灯有り）	70.0%	90.0%	75.0%	100.0%	95.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	80.0%	
ナンノ（蛍光灯なし）	80.0%	90.0%	75.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	70.0%	100.0%	100.0%	60.0%	
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り）	90.0%	100.0%	95.0%	100.0%	100.0%	90.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	80.0%	
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）	90.0%	95.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	30.0%	

表17　仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数の推移（n=20)　　(単位：個／尾)

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ（蛍光灯有り）	5.00	13.35	12.25	25.65	46.35	49.55	56.40	45.40	76.70	50.20	116.60	45.42	
ナンノ（蛍光灯なし）	7.30	10.00	5.40	21.30	29.25	25.85	31.60	62.00	29.70	42.60	56.00	8.25	
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り）	8.10	14.05	16.30	31.15	48.45	62.50	83.40	74.20	66.80	73.60	152.00	27.65	
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）	9.40	18.35	14.95	29.20	37.50	46.70	69.60	98.00	52.40	62.20	63.00	6.35	

表18　配合飼料の摂餌状況（n=20)

	日令３	日令４	日令５	日令６	日令７	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ（蛍光灯有り）								++	++	+	++	++	+++
ナンノ（蛍光灯なし）								++	++	++	++	+++	++
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り）								++	++	±	++	++	+++
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）								++	++	±	+	+++	++

表19　照度測定結果の推移　　(単位：Lux)

	日令19	日令21	日令22	日令23	日令25	平　均
ナンノ（蛍光灯有り）	1,090	915	760	885	780	886
ナンノ（蛍光灯なし）	700	620	680	745	570	663
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り）	1,080	1,040	780	750	793	889
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）	820	705	600	660	695	696

（注）　①蛍光灯は40W×２基を使用した。照射時刻は概ね午前７時30分～午後５時とした。
②照度の測定は各試験区とも水槽中央とした。

表20　種苗生産結果

	生　残　尾　数　(尾)			生残率（%）
	日令３	日令７	日令31	
ナンノ（蛍光灯有り）	49,315	20,000	12,027	26.7
ナンノ（蛍光灯なし）	29,412	30,612	7,417	16.5
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯有り）	30,882	31,000	9,621	21.4
ｽｰﾊﾟｰ生ｸﾛ（蛍光灯なし）	33,261	27,061	7,303	16.2
合　　計	142,870	108,673	36,368	20.2

１ｔパンライト水槽における種苗生産では，昨年とほぼ同レベルの9,000尾／ｔ（４試験区の平均）の種苗生産に成功した。

蛍光灯の灯火の有無の比較では，ナンノ，スーパー生クロとも成長，生残率とも蛍光灯を灯火した方が優れる結果であった（表15，表20，図11を参照）。

ナンノとスーパー生クロの比較では，生残率ではナンノ区の方が（ナンノ区：21.6%，スーパー生クロ区：18.8%，いずれも蛍光灯あり・なしの平均値），成長ではスーパー生クロ区の方が（ナンノ区：16.3㎜，スーパー生クロ区：19.0㎜，いずれも蛍光灯あり・なしの平均値）優れる結果であった（表15，表20，図11を参照）。

ワムシの摂餌状況の比較では，ナンノ区及びスーパー生クロ区とも蛍光灯を灯火した方が仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌数は多かった（表17，図13を参照）。

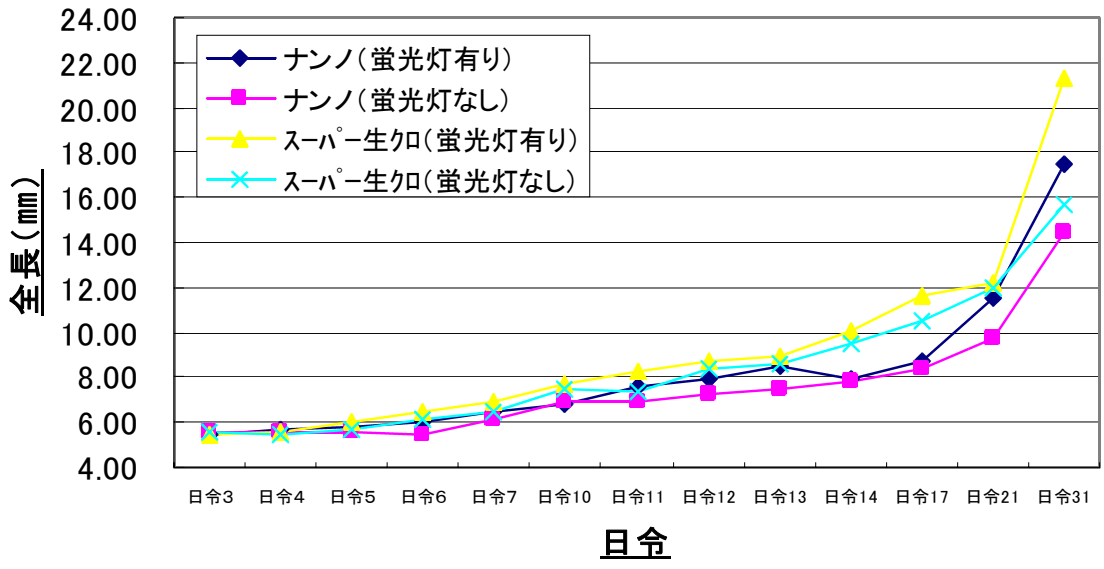


図11　全長の推移

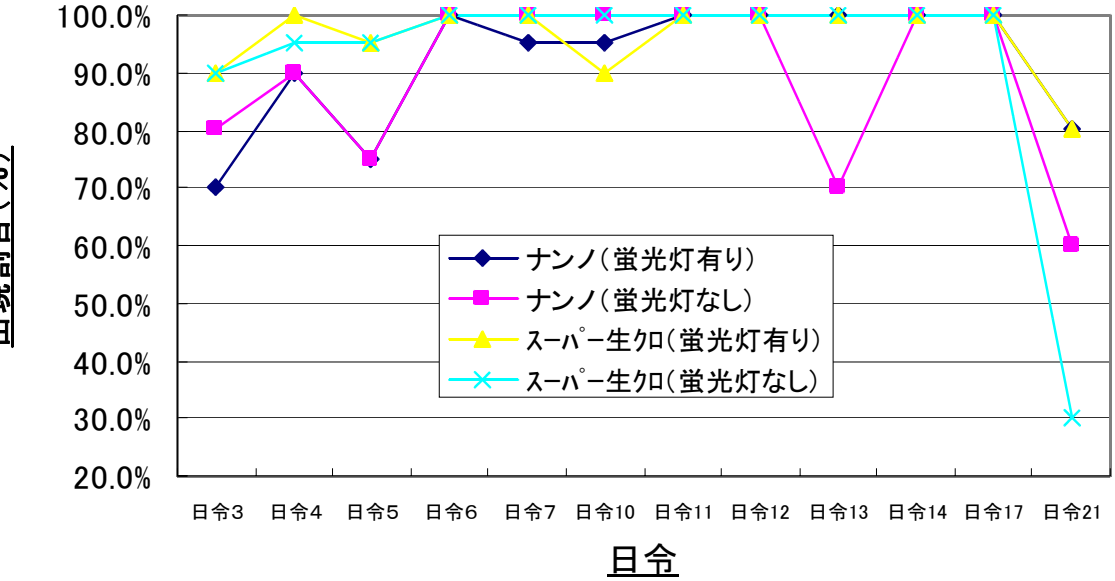


図12　ワムシ摂餌個体出現割合（%）

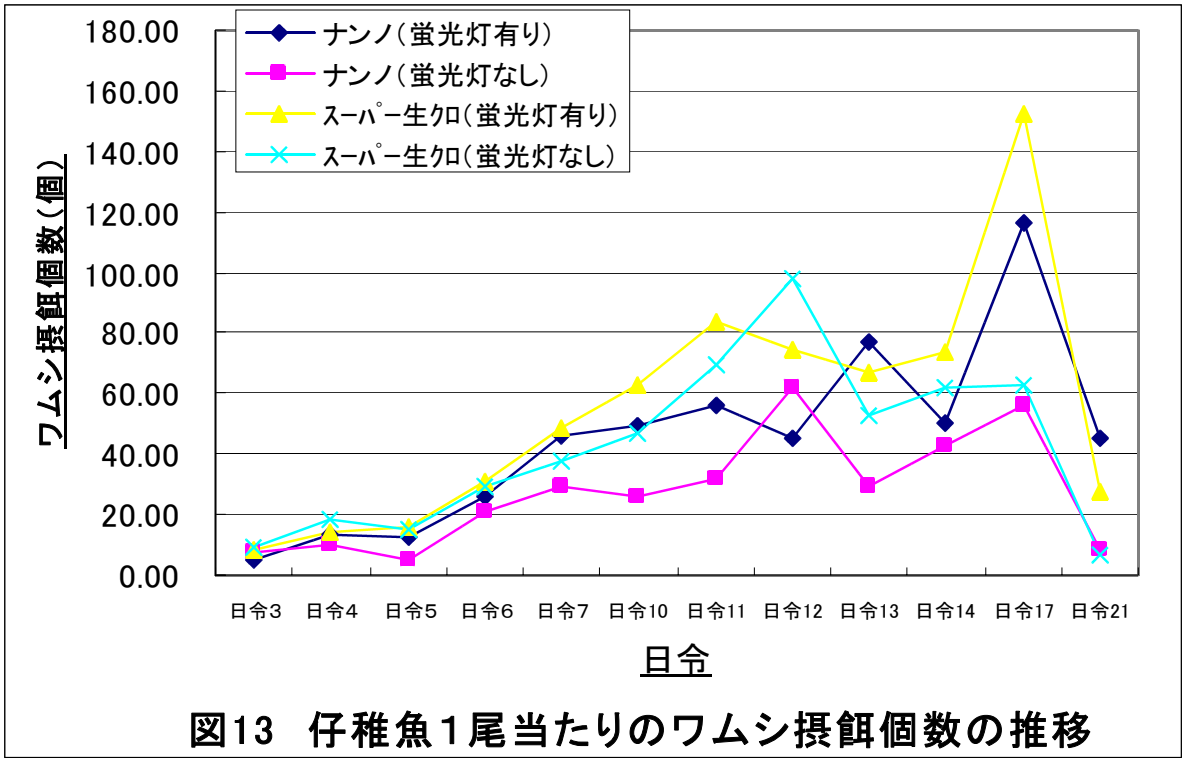


図13　仔稚魚１尾当たりのワムシ摂餌個数の推移

本年度は照度に着目し，20ｔ水槽及び１ｔパンライト水槽にて，初期摂餌・生残の比較試験を実施したが，１ｔパンライト水槽においては，照度の違いによる摂餌状況，成長，生残率に有意差が確認されたが，20ｔ水槽においては，残念ながら有意差は確認されなかった。

試験期間中の20ｔ水槽及び１ｔパンライト水槽の照度測定結果の比較では，むしろ20ｔ水槽の方が高い照度が確保されている(表13，表19を参照。ただし，側面照度の影響については不明。)ことから，照度以外にも初期摂餌に与える要因があることが示唆された。

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・井上慶幸

【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19年11月採卵群から，殻径4.15～36.54㎜の稚ウニを170,000個生産し，平成20年4月10日～平成20年5月27日に奄美海域の各地先及び，三島村，肝付町岸良地先に放流した。170,000個（平均18.38㎜）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	殻経（mm）	出荷個数(個)	出荷時期
奄美栽培推進事業	１カ所	22.10	5,000	4/10
離島再生交付金事業	８カ所	23.23	71,000	4/10～5/27
漁協単独事業	１カ所	24.63	5,000	5/27
小　計			81,000	
農林・支庁試験放流	５カ所	12.90	88,000	5/15～5/27
体験放流	３カ所	20.43	1,000	4/7，6/5
小　計			89,000	
合　計		18.38	170,000	
	最大	36.54		
	最小	4.15		

２　種苗生産

①11月採卵（平成20年11月17日～12月24日採苗）

・幼生は126万個収容した。
・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。
・成長が遅かったため，日令15よりフェオダクチラウムをあわせて給餌した。
・全体的に例年より10～14日ほど成長が遅く，特に水槽№１は奇形も多かったので日令25で飼育を中止した。
・採苗には数日早い個体もあったが，幼生は日令37で計数し，27.5万個を波板に採苗した。
・採苗した27.5万個を3.5ｔ水槽１基，４ｔ水槽２基で波板飼育を開始した。

②１月採卵（平成21年１月15日～２月16日採苗）

・幼生は日令32で計数し，波板に採苗した。
・１～３区をフェオダクチラウム：キートセラスグラシリスを１：１で，４区はキートセラスグラシリスのみを給餌して飼育を開始した。
・１区のみ成長が遅く，奇形が発生した。２～３区での生残率等の大きな差異は見られなかった。
・採苗した33.1万個を3.5ｔ水槽３基で波板飼育を開始した。

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）

柳　宗悦・外薗博人・松原　中・神野芳久・松元則男・池田祐介・井上慶幸

【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．天然ウナギ（雌親魚候補群）

(1)親魚導入

鹿児島県内の各河川で漁獲された天然ウナギ(500ｇ以上)を合計20尾導入し，試験に供した。

表１　天然ウナギ(雌親魚候補群)の導入について

	H20.4.3	H20.4.28	H20.5.15	H20.6.9	合　計
購入尾数	4尾	1尾	4尾	11尾	20尾
重量	2.7kg	0.8kg	2.7kg	7.0kg	13.2kg
平均サイズ	675ｇ	800ｇ	675ｇ	636ｇ	660ｇ
購入場所 (採捕業者住所)	鹿児島県 いちき串木野市	鹿児島県 さつま町	鹿児島県 いちき串木野市	鹿児島県 いちき串木野市	

(2)飼育方法

4.5㎡（1.5m×3m）のコンクリート水槽に，30℃の地下温泉水を注水して飼育した。

水槽内にはウナギの隠れ場を造成することを目的に，塩ビパイプ，コンクリートブロック，瓦等を，水槽上部には遮光ネットを設置し，ストレス軽減を図った（図５，図７参照)。

給餌は冷凍サバの切り身とサバヒー，テナガエビ等の活餌を適宜給餌した。

２．養殖ウナギ（雄親魚候補群）

(1)親魚導入

指宿市内にある養鰻業者から養殖ウナギを合計150尾導入し，試験に供した。

表２　養殖ウナギ(雄親魚候補群)の導入について

	低換水率区 H20.12.11	高換水率区 H20.12.11	合　計
購入尾数	75尾	75尾	150尾
重量	18.8kg	19.4kg	38.2kg
平均サイズ	251ｇ	258ｇ	255ｇ
購入場所	鹿児島県 指宿市内		

(2)飼育方法

12㎡（２m×６m）のコンクリート水槽２面に，30℃の地下温泉水を注水して飼育した（図８参照)。

ウナギの親魚養成と飼育水温の関係を調査するため，異なる注水量(低換水率区：0.5回転/日，高換水率区：５回転/日）で比較飼育を行い，外気により飼育水温の調整を行った。

表３　養殖ウナギ(雄親魚候補群)飼育設定内容

	低換水率区			高換水率区			備　　考
飼育有効水量（m3)	縦	横	高さ	縦	横	高さ	・池入日はH20.12.11。 ・注水は約30℃の地下温泉水を使用。 ・水槽上部に遮光幕を設置。
	6.0	2.0	0.6	6.0	2.0	0.6	
	6.96			6.96			
回転率（回/日）	0.5			5.0			
給餌率（%/BW)	1.2			1.2			

給餌はウナギ用配合飼料に1.5倍量の水を加え練餌とし，週５回，１日当たり魚体重の1.2%量(乾重量換算)を目安に行った。

【結果及び考察】

１．天然ウナギ（雌親魚候補群）

飼育結果を表４に，飼育期間中の斃死状況を表５に示す。

県内の各河川から採捕された大型(500ｇ以上)の天然ウナギを随時購入し，一定期間(111～153日間)飼育したが，サバヒーやテナガエビ等，活餌において一部摂餌の形跡が確認されたものの，全体的にほとんど摂餌行動は示さず,個体は痩せた状態となり養成はかなり難しい状況であった。

また，個体間による攻撃行動も激しく，養成期間中はそれらの外傷により斃死する個体が多かった（寄生虫・細菌性疾病の発生はなし。図６参照)。

なお，養成した親魚のうち，12尾を日本水産株式会社大分海洋研究センターへ輸送した。

表４　天然ウナギ(雌親魚候補群)の飼育結果

水槽No	池入日	収容尾数(尾)	飼育面積(㎡)	養 成 期 間	餌の種類	摂餌の有無	生残尾数(尾)	飼育水温(℃)
No.12	H20.4.3	4	4.5	H20.4.3～H20.9.3	冷凍ｻﾊﾞ ｻﾊﾞﾋｰ(活) ﾃﾅｶﾞｴﾋﾞ(活)	ｻﾊﾞﾋｰ，ﾃﾅｶﾞｴﾋﾞを数尾摂餌した形跡有り。	1	24.3～30.1
N0.13	H20.4.28 --- H20.6.9	1 --- 11	4.5	H20.4.28～H20.9.3	冷凍ｻﾊﾞ ｻﾊﾞﾋｰ(活) ﾃﾅｶﾞｴﾋﾞ(活)	ｻﾊﾞﾋｰ，ﾃﾅｶﾞｴﾋﾞを数尾摂餌した形跡有り。	9	26.6～29.5
No.15	H20.5.15	4	4.5	H20.5.15～H20.9.3	冷凍ｻﾊﾞ ｻﾊﾞﾋｰ(活) ﾃﾅｶﾞｴﾋﾞ(活)	ｻﾊﾞﾋｰ，ﾃﾅｶﾞｴﾋﾞを数尾摂餌した形跡有り。	2	25.1～29.3
合　計		20	13.5				12	

表５ 斃死状況(天然ウナギ：雌親魚候補群)

月　　日	H20.4.16	H20.6.17	H20.7.2	H20.7.29	H20.8.14	H20.9.3	合　　計
水槽番号	No.12	No.15	No.12	No.13	No.13	No.15	
斃死尾数	2尾	1尾	1尾	1尾	2尾	1尾	8尾
原因	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
重量	480ｇ，－	530ｇ	560ｇ	－	420ｇ，－	400ｇ	

（注）表中の重量の欄の「－」表示ついては，個体の損傷等が激しく，測定が不可能であった斃死個体。

《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

鹿児島県水技センターから天然ウナギ親魚を導入後，直ちに海水馴致を施し，その後は水温20～21℃で海水飼育とし，約1ヶ月半～2ヶ月後，腹部を切開して生殖腺の一部を摘出し雌雄判別を行ったところ，全て雌であった。しかしながら，通常，海水移行により見られる卵巣内卵母細胞の発達(300μm前後)が顕著には見られなかった。

また，4個体について催熟に供したが孵化仔魚を得ることはできなかった。

２．養殖ウナギ（雄親魚候補群）

池入れ後，90日間の飼育結果を表６に，体重の推移を図１に，飼育水温と気温，日照時間の推移を図２(気温，日照時間については，気象庁「日ごとの値」の指宿のデータを使用)に，低換水率区の飼育水温と摂餌量の推移を図３に，高換水率区の飼育水温と摂餌量の推移を図４に示す。

表６　養殖ウナギ(雄親魚候補群)の飼育結果

	池入れ時(A)		41日後		67日後		90日後(B)		成長率(%)	
	(H20.12.11)		(H21.01.21)		(H21.02.16)		(H21.03.11)		(B)／(A)×100	
	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)
低換水率区 (0.5回／日)	53.3 ±1.5	251.0 ±7.4	－ －	234.5 －	52.3 ±2.3	219.5 ±26.8	53.4 ±2.7	237.5 ±27.1	100.2	94.6
高換水率区 (5.0回／日)	52.8 ±0.8	258.0 ±10.4	－ －	243.0 －	54.1 ±1.7	269.5 ±33.5	55.1 ±1.0	274.0 ±12.9	104.4	106.2

高換水率区は，池入れ後27日目から摂餌を開始したが，低換水率区は摂餌開始までに39日間を要した。また，完食するまでに要した日数は，高換水率区が29日に対し，低換水率区は57日で，摂餌状況は高換水率区の方が優れる結果であった。

摂餌状況の差は，活力面，成長面にも顕著な差を生み，いずれも高換水率区の方が優る結果となった。養成90日後の両者の成長を比較すると，池入時の魚体重比で低換水率区が94.6％に対し高換水率区は106.2％であった。これらの差は，異なる換水率が生み出す飼育水温の差が大きく影響しているものと考えられ，低換水率区は飼育水温が外気温に大きく影響される傾向にあったのに対し，高換水率区はその影響が小さく，摂餌環境が良かったものと思われた（低換水率区の水温は平均23.3℃（最低18.5℃，最高26.4℃），高換水率区の水温は平均28.3℃（最低24.9℃，最高30.1℃））。

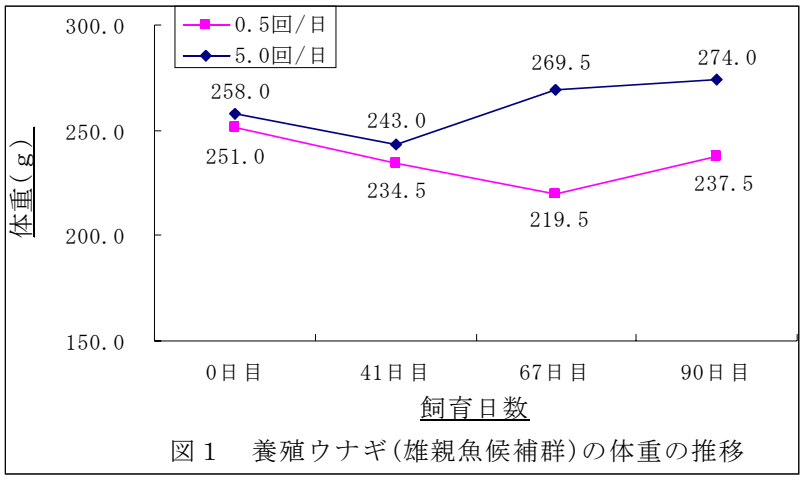


図１　養殖ウナギ(雄親魚候補群)の体重の推移

なお，養成した親魚のうち，20尾を日本水産株式会社大分海洋研究センターへ輸送した。

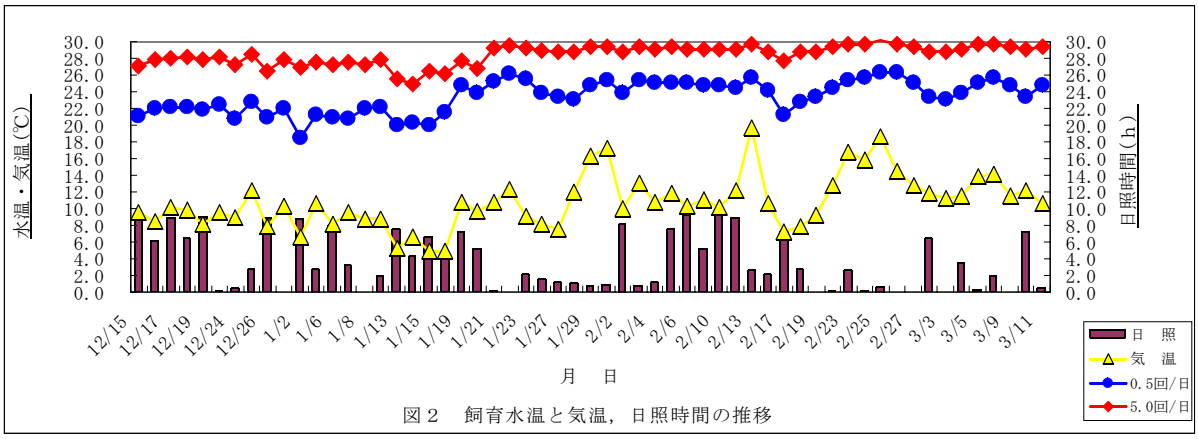


図２　飼育水温と気温，日照時間の推移

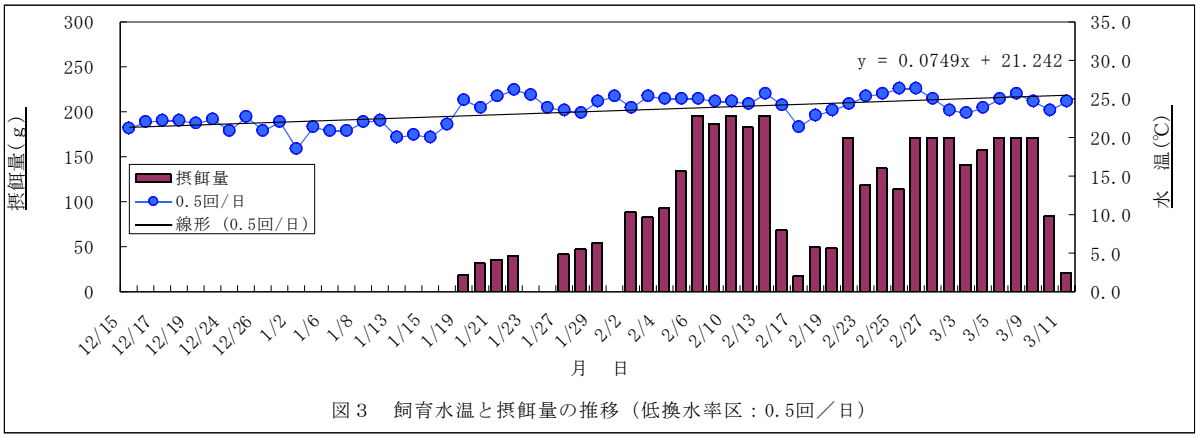


図３　飼育水温と摂餌量の推移（低換水率区：0.5回／日）

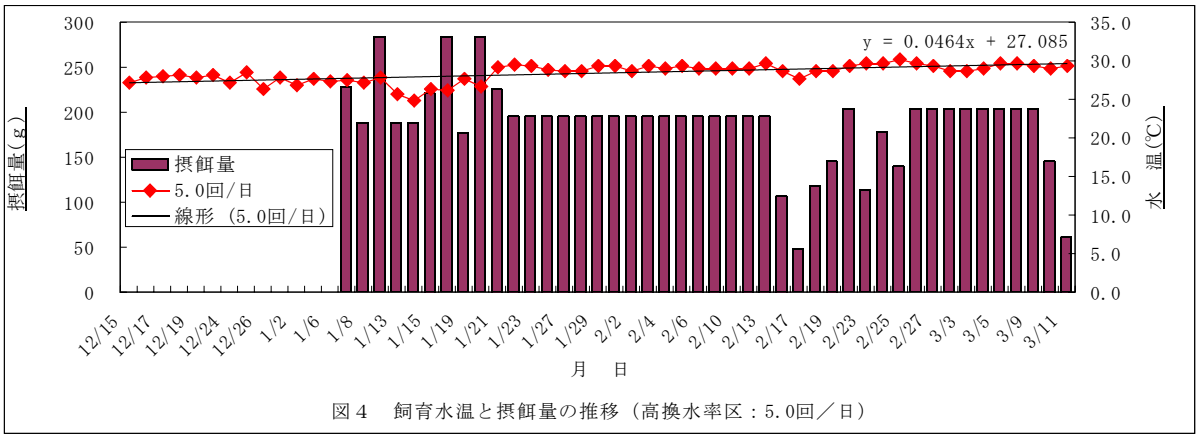


図４　飼育水温と摂餌量の推移（高換水率区：5.0回／日）

《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

鹿児島県水技センターから養殖ウナギ親魚(雄親魚候補群)を導入後，直ちに海水馴致を施し，５尾ずつ２群に分けて(2月2日と3月2日より)，hCGを500IU/kg毎週投与し催熟に供したところ，５週目で排精個体が確認され，hCGに対する反応性の高さが伺われた。

《まとめ》

成熟調査において卵巣の発達が見られなかったこと，採卵試験において孵化仔魚を得ることができなかったことの要因として，①天然ウナギ(雌親魚候補群)が養成中に餌付けなかったこと，②飼育水温が高かった(29～30℃)こと等が魚体の痩せを助長させ，卵巣発達や卵質等に悪影響を及ぼしたのではないかと考えられた。

今後は，天然ウナギ(雌親魚候補群)をいかに餌付けさせ，卵巣発達と卵質を向上させるか，また，低水温下における親魚養成の必要性が示唆された。

【写真】

図５　天然ウナギの飼育状況（飼育池内）

図６　斃死魚の写真（天然ウナギ飼育時）

図７　天然ウナギの飼育状況（飼育池全体）

図８　養殖ウナギの飼育状況（飼育池全体）

奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅴ
（沿岸域資源有効活用調査：スジアラ種苗生産）

神野公広・神野芳久・井上慶幸・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19年度は平均全長38㎜サイズの稚魚を41,500尾生産し，初めて量産に成功した。今年度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26尾の中から採卵親魚として雄３尾，雌15尾を５月に選抜しコンクリート製円形100kl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：８～10kl/h）とした。

２ 種苗生産試験

今年度は，昨年度量産化に成功した事例の再現性に関する試験を行った。

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。収容密度は1,500粒/klを基本とした。

全回次とも20kl水槽（φ４ｍ，ｄ1.45ｍ）を使用し，１回次は前年度の再現性試験，２回次は比較試験として通気を２Ｌ／minに，３回次は初期餌料のＳ型ワムシタイ株をＳ型ワムシに，４回次は飼育水への濃縮ナンノ添加濃度基準を当初から50万細胞/ml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カ所に酸素発生装置で酸素を供給した。

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50kl水槽で継続飼育し右腹鰭抜去後，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，笠利喜瀬地先，瀬戸内町古仁屋，宇検村長崎鼻まで輸送し放流した。

【結果及び考察】

１ 親魚養成試験

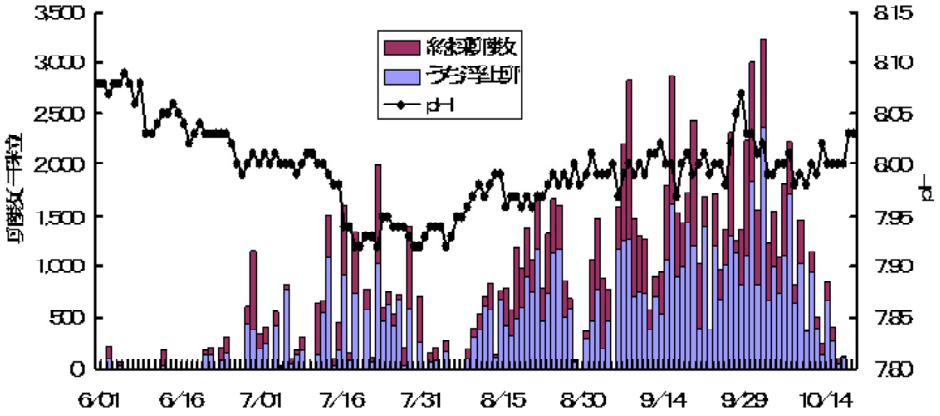
採卵は表１に示すとおり6/3から10/18までの137日間行った。そのうち107日間で採卵した。

採卵日数は昨年を上回ったが，総採卵数及び浮上卵率は前年を下回った。

表１　採卵結果

使用水槽（kl）	採卵ネットセット 自	至	（日数）	産卵日数	総採卵数（千粒）	浮上卵数（千粒）	浮上卵率（%）
100	6/3	～ 10/18	（137）	107	104,193	65,091	62.5

また，日別採卵数では６月３日に初産卵は見られたものの，６～７月の産卵は少なく産卵が本格化したのは８月に入ってからであった。６月からのｐＨの低下が一因ではないかと考えられる。



２ 種苗生産試験

今年度は表２に示すとおり４回の飼育試験を実施した。

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	7月4日	20	301	14:00	259	86.0
2回次	8月18日	20	403	13:00	396	98.3
3回次	8月19日	20	329	13:00	380	115.5
4回次	8月31日	20	300	11:30	311	103.7
			1,333		1,346	

（終了）

	取上日	飼育日数	取上尾数	生残率（%）	平均全長（mm）
1回次	9月2日	60	26752	10.3	40.8
2回次	10月9日	52	16,059	4.1	27.1
3回次		5	0	0.0	
4回次	10月29日	59	11,536	3.7	31.2
			54,347		34.3

１回次：前年度再現性試験

昨年度，最も量産した２回次と同様の飼育条件における種苗生産の再現性について試験した。

日令60日で26,752尾を生産し，再現性が確認できた。特に，24時間照明点灯の期間を延長したことにより生産尾数が大きく増加したことは今年度の試験においても実証された。

浮上へい死はほとんどみられず，配合飼料への餌料転換も順調であった。

２回次：通気量試験

仔魚に負担をあたえる通気の量を減らしての飼育試験を行った。周囲の壁付近を回遊する行動が見られたが，生残には違いは見られなかった。

また，日齢22日から底掃除を開始したところ，大量の斃死が見られた。底堆積物の拡散が原因と考えられるが原因は不明である。

３回次：初期餌料試験

スジアラの初期餌料としてＳ型ワムシタイ株が有効であることはこれまでの試験結果から明らかであるが，蛍光灯を24時間点灯した場合における初期餌料としてＳ型ワムシタイ株を給餌せず，Ｓ型ワムシを当初から給餌する試験を行った。

その結果，蛍光灯点灯下においても日齢５日でほとんど仔魚は見られなくなり試験は終了した。

４回次：ナンノ濃度試験

蛍光灯を24時間点灯しているが，飼育水中の照度を確保するため飼育水に添加するナンノの濃度を半分の50万細胞／mlにして試験を行った。ナンノの濃度が減り水槽内の照度が上がったため，仔魚は他の事例より低層を遊泳し日令が進むにつれて上層に上がってくる行動が見られた。

３　中間育成放流試験

１回次で生産された稚魚26,752尾(9/2 60日令で取り上げ；平均全長40.8㎜)を50ｔ水槽に２面にモジ網を４面張り，それぞれ6,000～7,000尾収容し中間育成を開始した。

9/2から中間育成を開始し，２か月で82㎜まで成長し，生残尾数22,039尾，生残率82.4％であった。

中間育成後，全数を右腹鰭抜去し，そのうち12,000尾を，11/5に奄美大島３地先（奄美市笠利町喜瀬地先，宇検村名柄地先，瀬戸内町嘉鉄地先）にそれぞれ4,000尾ずつ放流した。

４　考　察

前年及び今年度の試験における蛍光灯による照度確保はスジアラの種苗生産において生残率を上げる大きな要因となっていると考えられる。

また，今年度の試験においては蛍光灯に加え太陽光による直接の照度確保により更なる摂餌効果及び生残に影響を与え，スジアラの種苗生産において照度確保の重要性が解ってきた。

奄美水産資源有効活用推進事業－Ⅵ
（沿岸域資源有効活用調査：ヤコウガイ種苗生産）

川口吉徳・松元則男・神野公広・井上慶幸

【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10個（♂４個，♀６個）を沖永良部島より新たに搬入したものと，平成18年７月に搬入した親貝11個（♂６個，♀５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)(ﾌﾛﾝﾗｲｻﾞｰ4L型)の流水(35mℓ/秒)に加え，解剖した雄の精子を雄槽に添加することにより誘発した。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パンライト水槽に移し，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102.5～205万個の割合で，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った。

４　着底期飼育

1.3㎥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，13～15万個／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6～9㎜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７ヶ月目よりあわせて海藻を給餌した。

５　平面飼育

10㎜以上に成長した稚貝は，波板から剥離して，2㎥FRP角型水槽に収容し，約20㎜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2㎜)に500～1,000個／面の割合で，配合飼料を給餌して飼育した。

【結果及び考察】

１　親貝

10月に採卵を2回実施した。1回目は，新規搬入貝９個で実施した。雌雄1個体ずつ放精，放卵し

たが，受精卵38万粒しか得られなかった。他の新規搬入貝は活力がなかったため，2回目は，継続飼育していた11個で実施した結果，275.8万粒の受精卵が得られた。

新規搬入貝を２個体解剖したが，生殖腺が未成熟であった。継続飼育した個体は，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15日，16日に2回の採卵を行い,受精卵275万個を得，ふ化飼育した沈着前幼生39.7万個（受精卵からの生残率は17.3%）を採苗に用いた。

受精卵からの生残率が17.3%と悪かったのは，浮遊期日令４（10/20日）に飼育水槽内の海水が混濁していた。検査の結果 *Cochlodinium convolutum*（ｺﾛﾃﾞｨﾆｳﾑ ｺﾝﾎﾞﾙﾀﾑ）赤潮と判明（3,200cells/ml)。飼育水質の悪化が生残率低下の原因と推測される。

３　着底後の飼育

平成20年12月4日より，温海水に切替え（22℃前後）て飼育した。3.5㎥FRP角型水槽3面に10.8万個～15.6万個採苗した。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，付着珪藻が不足してきた1面には1月28日より,残り2面には2月23日より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　波板飼育時の給餌試験

昨年度のアルテミア50Lふ化槽の試験結果を基に，3.5㎥FRP角型水槽における波板飼育時のオゴノリ給餌を実施した。

①平成18年度採卵群

平成19年７月より培養オゴノリの給餌を開始。給餌方法は，オゴノリが無くなると継ぎ足す。底掃除はそれまで同様に月１回程度実施した。

②平成19年度採卵群

平成20年５月より培養オゴノリの給餌を開始。給餌方法，管理等は18年度採卵群同様で実施した。

結果，平成18年度採卵群では，それまでの波板飼育期間（採苗から剥離まで）の生残率0.01～0.89%から5.24%に向上し，生産実績も21,463個と過去最高の実績となった。

また，飼育期間もそれまで全個数剥離するまで約２年間要していたものが，370日で剥離することができた。

表1　年度別採苗から放流までの生残率

年度	Ｈ３	Ｈ４	Ｈ５	Ｈ６	Ｈ７	Ｈ８	Ｈ９	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18
生残	0.18	0.89	0.05	0.16	0.14	0.35	0.35	0.01	0.08	0.29	0.14	0.01	0.02	0.61	0.81	5.24

平成19年度採卵群においては，それまでの剥離サイズは８㎜前後であったが，飼育期間380日で14.66～17.02㎜で全個数剥離することができた。

表2　波板飼育期間と剥離サイズ

採卵年月日		最終剥離日	飼育期間	剥離サイズ　mm		
H17.10.13	～	H19.8.23	641	8.60	～	12.35
H18.10.10	～	H19.10.16	371	7.99	～	10.85
H19.10.12	～	H20.10.17	380	14.66	～	17.02
		H20.8.18	298	80%は剥離済み		

今後は，波板飼育期間では，適正な収容個数の把握と，それに加え，付着珪藻の維持，増殖の検討が必要であるが，限られた施設で，大量生産，生産期間の短縮による生産コストの削減を考え，餌料不足対策を行い，海藻給餌による量産と，成長促進を行うことが有効であると考える。

５　種苗の搬出

平成18年度採卵群より中間育成を継続していた稚貝を19,160個（平均殻高：23.64㎜）を，平成20年6月から平成21年1月にかけて，試験・自主放流用種苗として搬出した。