

平成22年度

事業報告書

平成23年12月

熊本県水産研究センター

(熊本県上天草市大矢野町中2450-2)

目 次

平成25年度の熊本県の漁場、漁業の概要	1
事業の要旨	4
総務一般	
機構及び職種別人員	9
職員の職・氏名	9
職員の転出	10
企画情報室	
研究開発研修事業	11
水産業広報・研修事業	12
水産研究センター研究評価会議及び水産研究推進委員会の開催	14
漁業者専門研修事業（漁業者セミナー）	16
水産業改良普及事業	18
熊本県漁業就業者確保長期研修事業	20
資源研究部	
仔稚魚モニタリング調査（浮遊期仔稚魚類の出現状況調査）	21
資源評価調査	24
みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅰ（資源管理型漁業の推進Ⅰ）	28
みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅱ（資源管理型漁業の推進Ⅱ）	29
みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅲ（栽培漁業の推進）	33
みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅳ（八代海放流トラフグの産卵親魚の放流効果の把握）	37
有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ 有明四県クルマエビ共同放流推進事業（クルマエビの放流効果）	39
有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（ガザミの放流効果調査）	47
有明海再生調査・技術開発事業Ⅲ（マコガレイ及びホシガレイの放流技術開発）	50
ウナギ資源増殖対策事業	52
アユ資源再生産実態調査	57
養殖研究部	
養殖重要種生産向上事業Ⅰ（ブリ完全養殖技術開発試験①人工種苗生産試験）	68
養殖重要種生産向上事業Ⅱ（ブリ完全養殖技術開発試験②人工種苗へのワクチン接種の影響）	72
クマモト・オイスター優良系統選抜育種試験Ⅰ（親貝養成）	75
クマモト・オイスター優良系統選抜育種試験Ⅱ（優良系統の作出及び種苗生産技術の安定化）	78
クマモト・オイスター優良系統選抜育種試験Ⅲ（高水温耐性に関する遺伝的把握）	81
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅰ（中間育成技術の開発試験）	84
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅱ（クマモト・オイスター養殖試験）	88
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅲ（稚貝量産用親貝の選抜と種判別の効率化について）	90
人工種苗によるアサリ資源回復技術開発事業	94
有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（放流用ハマグリ・アサリ人工種苗生産技術の開発）	98
有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（アサリ垂下式養殖技術の開発）	106
安心につなげる養殖魚づくり事業	111

食用藻類増養殖技術開発試験Ⅰ（ヒトエグサ養殖技術開発）	115
浅海干潟研究部	
漁場環境モニタリング事業Ⅰ（浅海定線調査及び内湾調査）	118
漁場環境モニタリング事業Ⅱ（浦湾域の定期調査）	123
漁場環境モニタリング事業Ⅲ（有明海における貧酸素水塊の一斉観測）	128
八代海湾奥部水質連続モニタリング調査	129
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅰ（夏季赤潮調査）	134
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅱ（冬季赤潮調査）	142
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅲ（八代海中央ライン水質調査・赤潮定期調査）	154
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅳ（微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発）	168
赤潮対策事業Ⅰ（珪藻精密調査）	179
赤潮対策事業Ⅱ（天草下島東岸調査）	186
赤潮対策事業Ⅲ（有害赤潮初期発生調査）	194
赤潮対策事業Ⅳ（シスト分布調査）	198
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅰ（優良品種選抜育苗試験）	199
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅱ（既存保有株の特性評価）	203
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅲ（ノリ養殖の概況）	206
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅳ（ノリ養殖漁場海況観測調査）	216
重要貝類資源回復事業Ⅰ（アサリ生息状況調査）	225
重要貝類資源回復事業Ⅱ（アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査）	230
重要貝類資源回復事業Ⅲ（アサリ餌料環境調査）	233
重要貝類資源回復事業Ⅳ（ハマグリ生息状況調査）	236
重要貝類資源回復事業Ⅴ（球磨川河口域におけるハマグリ生息状況調査）	240
重要貝類資源回復事業Ⅵ（ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査）	244
有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（アサリ天然種苗採苗試験）	247
有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（ハマグリ放流技術開発試験）	250
沿岸漁場保全事業関連調査Ⅰ（荒瀬ダム堆積砂を用いた覆砂漁場調査）	258
沿岸漁場保全事業関連調査Ⅱ（砕石を用いた覆砂漁場調査）	261
藻場生態系機能調査Ⅰ（アマモ場造成試験）	263
藻場生態系機能調査Ⅱ（アマモ場機能性調査）	266
藻場生態系機能調査Ⅲ（天草西海モニタリング調査）	268
食品科学研究部	
水産物安全確保対策事業Ⅰ（エライザ法による麻痺性貝毒定期モニタリング調査）	270
水産物安全確保対策事業Ⅱ（クマモト・オイスター冷凍試験）	274
水産物品質評価技術開発試験Ⅰ（養殖ブリの冷凍試験）	276
水産物品質評価技術開発試験Ⅱ（オープンラボ等による加工指導）	278
食用藻類増養殖技術開発試験Ⅱ（ヒジキ増養殖技術開発）	280

総務一般

職 員 一 覧

1 機構及び職種別人員（平成23年3月末現在）

区 分	事務吏員	技術吏員	その他	計
所 長		1		1
次 長	1	1		2
総 務 課	2	7		9
企画情報室		3		3
資源研究部		4	1	5
養殖研究部		4	1	5
浅海干潟研究部		6	2	8
食品科学研究部		2		2
計	3	28	4	35

2 職員の職・氏名

所長 田辺 純*

次長兼総務課長 安藤 博史 次長 河邊 博*

総務課

参事 富永 文昭*
主任主事 川口 るみ*

船舶（ひのくに）

船長 田崎 公彦
機関長 尾崎 憲一*
主任技師 山下 泰二郎
主任技師 楢本 忠
主任技師 戸川 則彦
技師 松岡 光一

船舶（あさみ）

船長 浦西 陽介

企画情報室

主幹兼室長

濱竹 芳久
参事 梅山 昌伸*
参事 鮫島 守

資源研究部

研究主幹兼部長 川崎 信司*
研究参事 松岡 貴浩*
研究主任 荒木 希世
研究主任 森下 貴文
技師 小山 長久

養殖研究部

研究主幹兼部長 中野 平二
研究主任 吉川 真季
研究主任 中根 基行
研究員 永田 大生*
技師 鳥羽瀬 憲久

浅海干潟研究部

研究主幹兼部長 梅本 敬人
研究参事 松本 聖治
研究主任 生嶋 登
研究主任 内川 純一*
研究主任 櫻田 清成
研究員 高日 新也
技師 栃原 正久
技師 増田 雄二

食品科学研究部

（兼務）部長 中野 平二
研究主任 向井 宏比古
研究員 篠崎 貴史

（注）*は H22.4.1 転入者

3 職員の転出

梅崎 祐二	漁業取締事務所長	阿部 慎一郎	水産振興課
成松 三喜男	鹿本地域振興局維持管理課参事	渡辺 裕倫	天草地域振興局
横田 希志	中央家畜保健衛生所参事		水産課指導係長
海付 祥治	漁業取締事務所調査船ひご機関長		
宮本 政秀	水産振興課参事		
木村 修	八代地域振興局主幹兼水産課長	（退職）所長	岩下 徹
石動谷 篤嗣	環境立県推進課参事	総務課	高木 慶二郎

企 画 情 報 室

研究開発研修事業（^県単_{平成63年度～継続}）

1 結 言

近年の水産技術の進展に的確に対応し、より効率的な試験研究を行なうため、各種技術研修を行うことにより職員の資質向上を図る。

2 方 法

(1) 担当者 鮫島守、濱竹芳久、梅山昌伸

(2) 方法

水産庁、水産関係団体等が主催する研修会に担当者の派遣を行う。

3 結 果

表1のとおり、「養殖衛生管理技術者等養成研修」「食品冷凍講習会」の2つの研修を試験研究業務に係わる担当者が受講した。

表1 研修受講状況

研修名（期日）	内容（主催・研修場所）	受講者（担当部）
平成22年度養殖衛生管理技術者養成コース本科 第1年次研修 （6月7日～6月18日）	魚病診断に必要な魚病学に関する講習及び実習。本研修により、食の安全・安心のための魚病対策を担う技術者の育成及び魚類防疫士の養成を図った。（社団法人日本水産資源保護協会主催、研修場所：東京都中央区）	永田 大生 （養殖研究部）
食品冷凍講習会 （1月27日～1月28日）	食品の品質管理、衛生、食品原料の特性等の冷凍技術全般に関する実習。本研修により、食品製造に係る技術者の育成を図った。（社団法人日本冷凍空調学会、冷凍食品技術研究会主催、研修場所：大阪府中央区）	向井 宏比古 篠崎 貴史 （食品科学研究部）

水産業広報・研修事業（（^県平成2年度～^単継続））

1 緒言

漁業者に対し研究成果及び水産に関する最新の技術の普及・研修を行うとともに、広く県民に対し水産業に関する各種の情報を提供する。

2 方法

(1) 担当者 梅山昌伸、鮫島守

(2) 内容

ア 広報事業

(ア) 研究成果発表会の企画・実施

(イ) 水研センターニュース（第19号、第20号）の編集とホームページへの掲載

(ウ) 事業報告書の編集・発行

(エ) 研修センターの管理・運用

(オ) 水産研究センターホームページの管理・運用

イ 研修事業

(ア) 一般研修の受入

(イ) 教育研修(小学・中学・高校等教育機関における社会科学習、教職員研修、インターンシップ研修等)の受入。

3 結果

(1) 広報事業

ア 研究成果発表会の開催：平成23年2月21日に県庁AV会議室において、研究成果発表会を開催した。「2010年のシャットネラ赤潮について」他4課題について発表した。参加者数は90名であった。

イ 水研センターニュースの発行：水研センターニュース「ゆうすい」の第19号（平成22年4月）及び第20号（平成22年12月）を水産研究センターホームページに掲載した。

ウ 事業報告書の発行：各部署から提出された原稿を編集し、平成21年度事業報告書として平成22年11月に発行した。また、印刷物を各県の水産試験研究機関ほか関係機関に配布した。

エ 研修センターの管理・運用：研修センターの研修用パネルの更新、展示魚の管理を行った。

オ 水産研究センターホームページを管理運営し、漁場環境、赤潮情報の他最新の情報を提供した。

(2) 研修事業

ア 一般研修の受入：研修センターの来館者数は、9,002人で、一般及び県内外の漁協、漁業関係機関等の研修を受入れた。内容は、アサリやノリ養殖等に関するものが多かった。

イ 教育研修の受入：小学校から大学までの教育機関関係等17件(延べ310人)の研修を受入れた。内容は、施設見学、インターンシップ研修等で、特に地元小中学校などからの総合学習の受け入れが多かった。

水産研究センター研究評価会議及び(平成^県15年度^単～継続) 研究推進委員会の開催

1 緒 言

水産研究センター研究評価会議（外部評価委員会）、研究推進委員会（内部評価委員会）を開催し、研究の効果的かつ効率的な推進の見地から研究計画及び研究成果に対する評価を行う。

2 方 法

(1) 担当者 鮫島守、濱竹芳久、梅山昌伸

(2) 内 容

「熊本県水産研究推進委員会事務処理要領」の「試験研究要望の調査と整理」について見直しを行い、「熊本県水産研究推進委員会試験研究ニーズ調査等実施要領」を定めた。

水産研究センター研究評価会議及び研究推進委員会において研究成果の評価、新規研究事業の計画目標、研究内容等について審議した。

3 結 果

(1) 試験研究要望調査等の実施要領の策定

「熊本県水産研究推進委員会事務処理要領」の中の「試験研究要望の調査と整理」について、「熊本県水産研究推進委員会試験研究ニーズ調査等実施要領」を新たに定め、平成22年8月2日から施行した。

(2) 研究評価課題

平成22年度評価対象事業（全5事業）

ア 終了前評価（H22年度終了事業でH23年度に組み替えて事業化する事業）

(ア) 藻場機能回復試験（H20～22年度 資源研究部）

(イ) 沿岸海域仔稚魚調査（H18～22年度 資源研究部）

(ウ) アユ資源生態調査（H19～22年度 資源研究部）

(エ) 海面養殖業ゼロエミッション事業（H19～22年度 養殖研究部）

(オ) 水産物付加価値向上事業（H20～22年度 食品科学研究部）

(3) 水産研究推進委員会幹事会

ア 日 時 平成22年8月4日（水）午後1時15分から午後6時

イ 場 所 水産研究センター会議室

ウ 出席者 河邊幹事長、奥田副幹事長、平山幹事、加来幹事、深浦幹事、木村幹事、平田幹事、本木幹事（8名出席／幹事8名）

エ 議 題

(ア) 水産研究センター研究課題の評価について（今年度研究評価対象5事業）

(イ) 熊本県研究推進委員会試験ニーズ調査等実施要領について

(4) 水産研究センター研究評価会議

ア 日 時 平成21年9月16日（木）午後1時10分から午後5時

イ 場 所 県庁西側会議棟

ウ 出席者 内野委員、出水委員、牛島委員、山本委員、松高委員、杉山委員、

波積委員、徳永委員代理、鬼塚委員代理（9名出席／委員10名）

エ 議 題

- (ア) 水産研究センター研究課題の評価について（今年度研究評価対象5事業）
- (イ) 熊本県研究推進委員会試験ニーズ調査等実施要領について

(5) 水産研究推進委員会

- ア 日 時 平成22年10月22日（金）午後1時30分から午後4時
- イ 場 所 県庁903会議室
- ウ 出席者 廣田委員長、神戸副委員長、白濱委員、鎌賀委員、尾山委員、西山委員、東委員、平岡委員、梅崎委員（9名出席／委員9名）

エ 議 題

- (ア) 水産研究センター研究課題の評価について（今年度研究評価対象5事業）
- (イ) 熊本県研究推進委員会試験ニーズ調査等実施要領について

(6) 評価結果一覧

水産研究センター内部評価、研究推進委員会幹事会、研究評価会議及び研究推進委員会の評価を表1に示した。

表1 平成22年度研究評価結果一覧

	事業名	事業期間	終了前評価				新規事業名	事業 予定期間	事前評価			
			水研	幹事会	評価会議	推進委員会			水研	幹事会	評価会議	推進委員会
終了前評価	藻場機能回復試験	H20～H22	5	5	5	5	(新)藻場機能回復試験(仮称)	H23～H25	S	S	S	S
終了前評価	沿岸海域仔稚魚調査	H18～H22	4	4	4	4	水産資源仔稚魚調査	H23～H27	A	A	A	A
終了前評価	アユ資源生態調査	H19～H22	3	3	3	3	(新)アユ資源生態調査(仮称)	H23～H25	A	A	A	A
終了前評価	海面養殖ゼロエミッション事業	H20～H22	4	4	4	4	環境負荷低減型複合養殖技術開発試験	H23～H27	S	S	S	S
終了前評価	水産物付加価値向上事業	H20～H22	4	4	4	4	水産物品質評価技術開発試験	H23～H25	S	S	S	S

※評価の「数字（5～1）」及び「アルファベット（S～C）」は次の評価内容を示す。

【終了前評価事業】（終了前評価） 5：計画どおり研究が進展した（100％）。4：概ね計画どおり研究が進展した（約80％以上）。3：計画どおりではなかったが、一応の進展があった（約60％以上）。2：計画の一部しか達成できず、研究の進展があまりなかった（約40％以上）。1：計画が達成できておらず、研究の進展がなかった（約40％未満）。（事前評価） S：重要であり、採択すべき研究。A：適当であり、採択してよい研究。B：計画を見直したうえで採択する研究。C：不适当であり採択すべきでない研究。

漁業者専門研修事業（^県平成12年度～^単継続）

（漁業者セミナー）

1 緒言

漁場環境の悪化、資源の減少、魚価の低迷など、現在の水産業を取り巻く状況には厳しいものがあり、この状況を打開するためには、人づくりが大切であると考えられる。

そこで、漁業者及び関係者に新しい知識や技術、最新の情報、他業種との交流の場等を提供することを目的として研修を実施した。

2 方法

(1) 担当者 梅山昌伸、鮫島守

(2) 方法

ア 内容

セミナーは、表1のとおり、教養、専門コース、特別講座で構成し、7種の講座を設けた。

表1 セミナー内容

コース名	講座名	講座の目的	受講対象者
教養コース	基礎講座	将来の中核的漁業者の育成を図るため、近代的な漁業経営に必要な漁業・海洋に関する基本的な知識・技術を修得する。	漁業者 (漁協職員、 市町村職員 含む)
	リーダー養成講座	地域をリードする中核的漁業者として必要なリーダーシップのあり方や、人間関係に関する知識や考え方を修得する。	
専門コース	ノリ養殖講座	ノリ養殖業を営むための基本的知識と最新の技術を修得する。	
	魚類養殖講座	魚類養殖業を営むための基本的な知識と最新の技術を修得する。	
	漁船漁業講座	漁船漁業を営むうえで重要な知識と最新の技術を修得する。	
	食品加工講座	水産物の流通や加工等について、実習を中心として最新の技術を修得する。	
特別講座	時期により緊急に必要とされるテーマについて、早急な技術の修得を目指す。		

イ 受講対象者

主として県内漁業者を対象としたが、漁協職員・沿海市町水産関係職員、漁連、その他の水産関係団体職員等も受け入れた。

ウ 受講者の募集

年間計画の文書を、県内各漁協、漁業関係団体、沿海市町、県関係部署に配布した。また、講座毎にFAX、水研センターホームページ等により広報するとともに、水産業普及指導員が普及現場において募集を行った。

3 結果

表2のとおり、平成22年6月4日から平成23年3月30日の期間に6講座を実施した。

参加者は、漁業者・漁協職員・仲買業者等で、各講座5名～59名、延べ受講者数は123名であった。

表2 漁業者セミナー実施状況

実施日 (場所)	講座名	講 習 内 容	講師・担当	参加 者数
H22.06.04 (天草地域振 興局会議室)	魚類養殖講座	「熊本県における赤潮とその 発生予察について」 「有害プランクトンの検鏡実 習について」	水産研究センター浅海干潟研究部 櫻田研究主任 高日研究員	5
H22.08.04 (水産研究セ ンター会議 室)	ノリ養殖講座	「ノリ養殖における課題と今 後の方向性」 「ノリ養殖に関する法律と規 則について」 「技術研修」	水産振興課環境養殖班 松岡参事 水産振興課漁業調整班 野村主任技師 水産研究センター浅海干潟研究部 松本研究参事	12
H22.08.30 (水産研究セ ンター会議 室)	基礎講座	「熊本県の水産業の現状と課 題」 「熊本県における漁場環境」 「栽培漁業・資源管理型漁業 の取り組み」 「熊本県の養殖業」 「漁業に関する法令と規則」	水産研究センター企画情報室 濱竹主幹 水産研究センター浅海干潟研究部 高日研究員 水産振興課資源栽培班 山下参事 水産振興課環境養殖班 松岡参事 水産振興課漁業調整班 宗主任技師	14
H22.08.30 (水産研究セ ンター会議 室)	リーダー養成 講座	「水産物の流通の課題と今後 の方向性」 「組合定款及び関係法令につ いて」 「熊本県の青年・女性漁業者 等の先進的な取り組み」	水産振興課普及流通班 窪田主幹 団体支援総室森林漁協指導班 清田参事 玉名地域振興局水産課 陣内参事 八代地域振興局水産課 安藤参事 八代地域振興局水産課 岡田参事	12
H23.02.10 (天草漁協 牛深総合支 所)	牛深教室	「貝毒原因プランクトン」 「貝毒とは」 「JAS法による食品表示制度」	水産研究センター浅海干潟研究部 櫻田研究主任 水産研究センター食品科学研究部 篠崎研究員 食の安全・消費生活課 坂田政幸	21
H23.3.30 (天草地域 振興局大会 議室)	食品科学講座	「市場衛生管理について」	水産研究センター食品科学研究部 篠崎研究員	59
合 計				123

水産業改良普及事業（^県平成18年度～^単継続）

1 緒言

沿岸漁業の生産性の向上、経営の近代化及び技術の向上を図るため、漁業者に対して技術及び知識の普及指導を行い、漁業者の自主的活動を促進する。

2 方法

- (1) 担当者 鮫島守、濱竹芳久、梅山昌伸
- (2) 方法 普及事業関係会議等の企画及び開催、地域振興局水産課の水産業普及指導員等と連携した漁業者の活動支援及び技術指導等を行った。

3 結果

- (1) 普及事業関係会議等の企画及び開催
 - ア 水産業改良普及事業に関する会議を次の内容で開催し、協議を行った。
 - (ア) 平成22年度第1回水産業改良普及事業連絡会議（4月23日、県庁）
 - a 平成22年度水産振興課事業説明（資源栽培班、環境養殖班）
 - b 平成22年度普及事業及び普及関連事業計画について
 - c 普及事業のあり方について
 - (a) 新しい漁村を担う人づくり事業について
 - (b) 平成22年度青年・女性交流大会について
 - (イ) 平成22年度第2回水産業改良普及事業連絡会議（10月13日、県庁）
 - a 平成22年度水産業普及指導員研修会報告【研修受講者からの報告・勉強会形式】
 - b 平成22年度普及事業及び普及関連事業計画の中間報告
 - c 各機関の普及事業の集中課題検討
 - d 平成23年度普及関連予算について
 - e 意見交換
 - (a) 普及活動の手引き（全水普及協）について
 - (b) 普及員連絡会議（特に第2回）のあり方について
 - (ウ) 平成22年度第3回水産業改良普及事業連絡会議（3月11日、県庁）
 - a 平成22年度水産業改良普及指導員研修会報告
 - b 平成22年度普及事業及び普及関連事業計画の実績報告
 - c 各機関の普及事業の集中課題検討のその後について
 - d 意見交換
 - (a) 平成22年度普及実績報告書について
 - イ イベント等の企画、実施
 - 第14回熊本県青年女性漁業者交流大会(県、県漁連共催：8月5日、アスパル富合)
- (2) 水産業普及指導員の連携
 - ア 各地域振興局水産課の月例会に出席し、水産研究センターの成果情報の提供及び普及活動について情報交換を行った。
 - イ 各地域振興局水産課が実施する各種調査へ協力した。（アサリ生息量調査、赤潮被害防止対策関係調査等）
 - ウ 各地域振興局水産課が実施する各種普及事業へ協力した。（魚類養殖・医薬品使用に関する指導等）
 - エ 普及事業に関する報告書（平成21年度）の取りまとめを行った。

(3) 会議・研修会等への参加

- ア 第24回大阿蘇夏期講習会（7月6日、阿蘇市、熊本県海苔養殖連絡協議会主催）
- イ くまもと農山漁村フォーラム2011（2月15日、熊本テルサ、平成22年度男女で築くくまもと農山漁村フォーラム実行委員会主催）
- ウ 第16回全国青年女性漁業者交流大会（3月1～2日、東京都、全漁連主催）
熊本県からの発表は次の2課題
「ヒオウギ貝養殖に取り組んで」天草漁協崎津支所 中銜 潤也
「お客さんの『また来るね!』が聞きたくて…」 福田 礼子、吉田 千春

(4) 漁業者に対する支援・指導

- ア 漁業士会総会、分科会等に参加した。
 - (ア) 平成22年度有明地区漁業士会通常総会及び勉強会（5月20日、熊本市）
 - (イ) 平成22年度不知火地区漁業士会通常総会及び勉強会（5月21日、八代市）
 - (ウ) 平成22年度天草地区漁業士会通常総会及び勉強会（5月28日、天草市港町）
 - (エ) 平成22年度熊本県漁業士会幹事会（7月5日、水産研究センター）
 - (オ) 平成22年度熊本県漁業士会通常総会（8月5日、熊本市）
 - (カ) 平成22年度ノリ養殖分科会（10月12日、熊本市）
 - (キ) 平成22年度熊本県漁業士会研修（2月24日、熊本市）
- イ 各地区漁業士会が実施する体験教室等に参加、支援した。
 - (ア) 不知火地区漁業士会地曳網体験漁業教室（7月19日、八代市大島地先）
 - (イ) 天草地区漁業士会漁業体験教室（10月19日、熊本県苓洋高校）
 - (ウ) 不知火地区漁業士会「おさかな漁師教室（高度さばき技術編）」
（11月8日、中九州短期大学）
 - (エ) 天草地区漁業士会「おしかけ料理教室」（3月4日、天草市立河浦中学校）
 - (オ) 熊本県漁業士会「ノリ手すき体験漁業教室」（3月9日、熊本市立小島小学校）
- ウ その他
 - (ア) 住吉漁協後継者クラブ総会及び勉強会（6月18日、住吉漁協）

資源研究部

藻場機能回復試験Ⅰ（県 単） 平成20～22年度

（ガラモ場機能回復試験）

1 緒言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では著しい藻場の減少が見られていることから、本事業では、藻場の現状を把握するとともに、藻場の生物生産や環境改善に関する藻場の効果についての基礎データの収集を行い、本県海域における藻場機能の回復に向けての一助とすることを目的とした。

本調査では、本県海域のガラモ場の現状や機能を明らかにするため、ガラモ場の構成種、出現生物（稚魚等）の季節変化を把握した。

2 方法

(1) 担当者 荒木希世、川崎信司、小山長久、鳥羽瀬憲久（浅海干潟研究部）

(2) 調査内容

ア 調査地点（図1）及び調査回数

八代海北部：Stn1 三号橋西

八代海中部：Stn2 御所浦南

八代海南部：Stn3 産島西

各調査地点とも、2010年4、6月の合計2回調査を実施した。

イ 調査項目及び方法

藻類（50cm方形枠：種組成、湿重量、優占種：全長、湿重量）

なお、2008年4月から約2ヶ月間隔で、同一内容の調査を実施している。



図1 調査地点（Stn1:①、Stn2:②、Stn3:③）

3 結果及び考察

(1) 藻類の季節変化

藻類の湿重量と種組成の季節変化を、2008年からの調査結果も含めて図2に示した。調査地点ごとの結果は、以下のとおり。

ア Stn1：調査期間における出現種は、緑藻類1種、褐藻類5種、紅藻類8種の合計14種であった。また、2008年4月以降の調査で出現した藻類は、延べ緑藻類3種、褐藻類7種、紅藻類16種の合計26種であった。年間を通してホンダワラ類が出現し、アカモク・ヤツマタモク・マメタワラ・ヨレモクを構成種とする藻場が形成されていた。アカモクが湿重量の大半を占める年は藻類の現存量は4月が最大値となるが、多年生であるヤツマタモクが出現頻度としては最も多くを占めていた。

イ Stn2：調査期間における出現種は、緑藻類1種、褐藻類4種、紅藻類3種の合計8種であった。また、2008年4月以降の調査で出現した藻類は、延べ緑藻類3種、褐藻類7種、紅藻類10種の合計20種であった。ホンダワラ類はアカモクとヤツマタモクのみが出現したが、優占種は一年生のアカモクであるため、秋季には、これらの藻類はほとんど確認できないほどに著しく衰退し、藻場の景観を示さない状況となる。

なお、水深10m以深では、褐藻類のアントクメが出現していた。当該地点は、現在のところ、本センターで確認している八代海におけるアントクメの分布北限地点に相当する。

ウ Stn3：調査期間における出現種は、緑藻類3種、褐藻類8種、紅藻類8種の合計19種であった。

2008年4月以降の調査で出現した藻類は、延べ緑藻類3種、褐藻類8種、紅藻類15種の合計26種

であった。大型藻類の優占種は、アントクメとアカモクで、春季から初夏にかけて毎年湿重量 20kg/m^2 以上の藻場が形成される。しかしながらこれらの種は一年生であるために、秋季には藻場が著しく衰退していた。

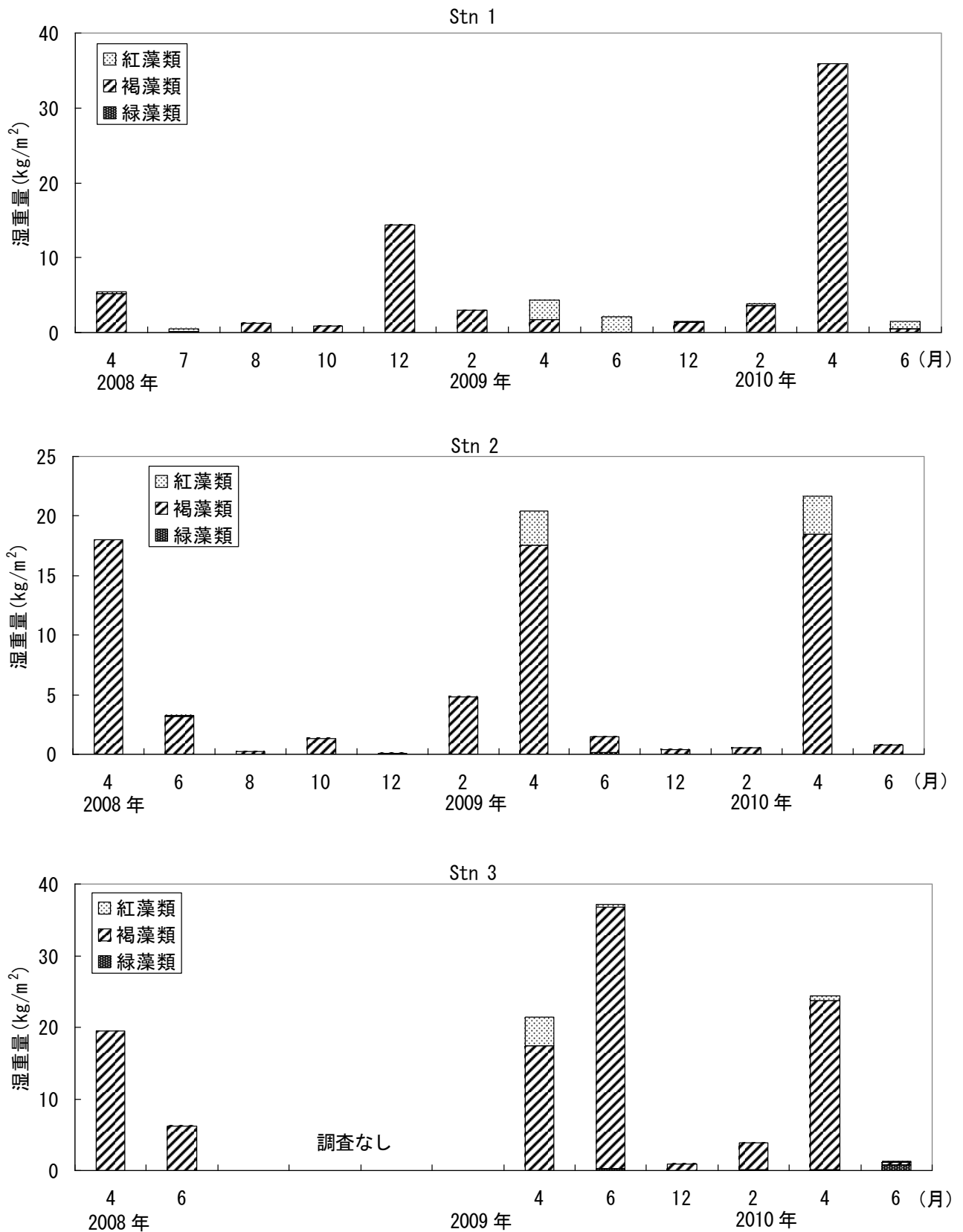


図2 藻類の湿重量と種組成 (kg/m^2) の季節変化 (上図から Stn1、Stn2、Stn3)

藻場機能回復試験Ⅱ

(県 単)
平成 20～22 年度

(アマモ場機能回復試験)

1 緒 言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では著しい藻場の減少が見られていることから、本事業では、藻場の現状を把握するとともに、藻場の生物生産や環境改善に関する藻場の効果についての基礎データの収集を行い、本県海域における藻場機能の回復に向けての一助とすることを目的とした。

本調査では、本県海域のアマモ場の現状や機能を明らかにするため、アマモの生長、出現生物（稚魚等）の季節変化を把握するとともに、播種及び移植法によるアマモ場造成試験を行った。

2 方 法

(1) 担当者 荒木希世、川崎信司、小山長久

(2) 調査内容

ア 調査場所及び調査日

上天草市大矢野町宮津湾 (図 1)

(2010 年 4 月から毎月 1 回、大潮干潮時、

但し、稚魚調査は 2010 年 4 月～10 月及び 2011 年 2 月、3 月)

イ 調査方法

(ア) アマモ：草体長（地上部全長）を測定した。

(イ) アマモ播種シート：2008 年に、以下の方法で宮津湾に設置したアマモ播種シートの株数及び草体長について測定した。

播種シートに用いた種子は、天然のアマモ場から 2008 年 6 月に花枝を採取し、その後、水槽中で追熟した後に選別し、水温 3℃で保管しておいたものを用いた。腐葉土を添加した砂泥に種子 1,000 粒を入れ、60×160cm サイズの麻袋とガーゼで挟み、金網と針金で現場の地面に固定した。なお、シートの設置場所は、アマモが生えていない地点（地盤高 0m）を選定し、2008 年 12 月 15 日の夜間干潮時に行った。

(ウ) アマモ移植：アマモ播種シートと同様に採取した種子から、室内及び室外水槽で苗を育成し、2010 年 5 月 28 日の干潮時に、宮津湾に設けた試験区（1×2m：地盤高 0m）に粘土法で移植した。

また、2009 年 5 月に移植した試験区（50×50cm：地盤高 0m）についても継続調査を行った。

(エ) 稚魚等：アマモ場において、干潮時に稚魚用地曳網（間口 8m、目合い 5mm）を網丈（約 80cm）の高さで、徒歩で 15m 曳網した。



図 1 調査地点（上天草市宮津湾）

3 結 果 及 び 考 察

(1) アマモ草体の季節変化

宮津湾におけるアマモ草体長（地上部全長）は、6 月に最も長く（113.1±7.7cm）、10 月に最も短くなった（19.7±5.2cm）。2007 年度からの経年変動をみると、年によって 1 ヶ月程度の違いはあるものの同様の季節変化であった。また、宮津湾のほか芦北町佐敷湾等県内のアマモ場の季節変化の観察結果等から、熊本県における多年生アマモの生活史と季節変化は、図 2 のとおり示された。

(2) アマモ播種シート

宮津湾に設置したアマモ播種シートの平均草体長及び株数の変化を図 3 に示した。

シート設置後、2009年4月には草体長 19.5 ± 6.2cm、13 株/シートに育成し、2010年1月には草体長 64.2 ± 8.5cm にまで伸長した。また、移植から2年目の2010年5月には最大草体長 69.0 ± 6.8cm に、2010年8月には株数も 144 株/シートにまで増加した。

本シートを用いることで、アマモが安定的に生育し、草体が分枝することで株数を増やししながら、約2年後には天然藻場と同水準にまで達することを確認した。

以上の結果から、試験規模でのアマモ場造成は達成したと判断した。

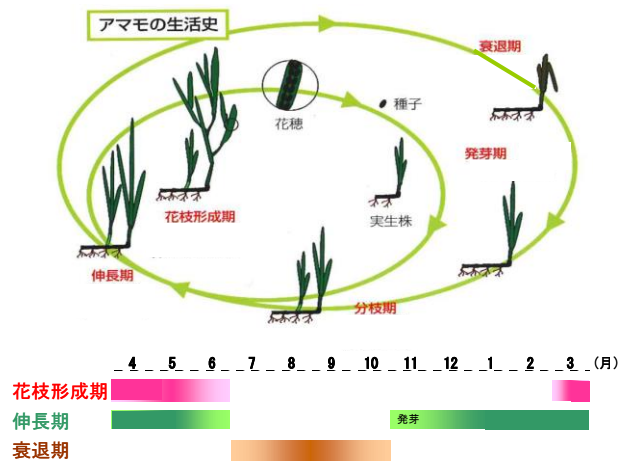


図2 熊本県におけるアマモの生活史と季節変化

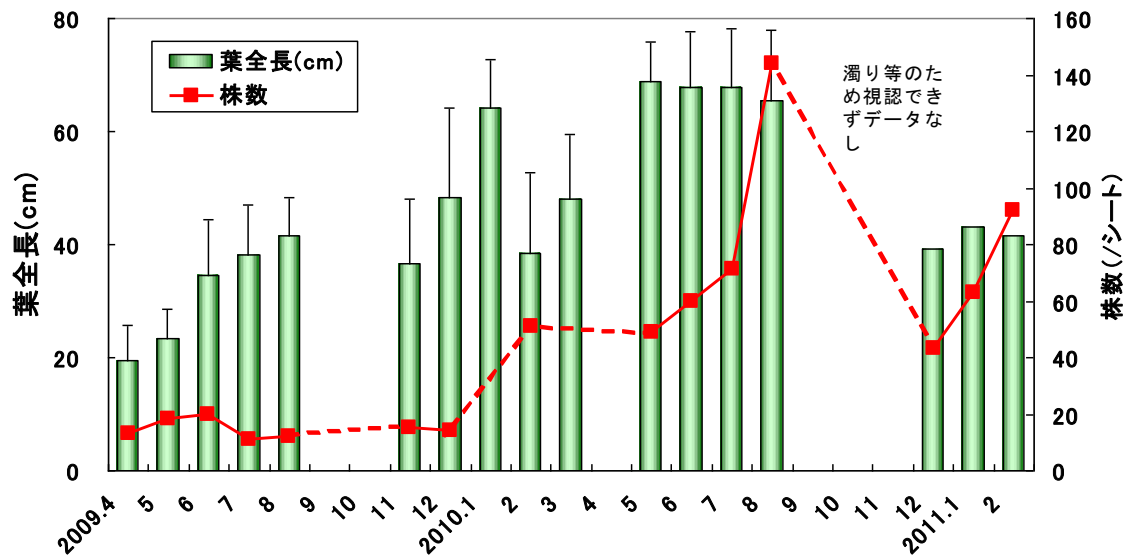


図3 宮津湾における播種シートのアマモの平均草体長及び株数の変化 (2008年12月設置) (エラーバーは標準偏差)

(3) アマモ移植

宮津湾におけるアマモ移植後のアマモの平均草体長及び株数の変化を図4及び図5に示した。

2010年5月に、人工条件下で育成したアマモ苗(平均葉長 111.1cm ± 25.2cm)を、試験区(1×2m)に粘土法で 110 株(55 株/m²)を移植した。移植した苗は、定着が確認され、7月以降は衰退期に相当するため、葉長も短くなったが、翌年の2011年2月には 162 株(81 株/m²)に生育した。

2009年5月に、人工条件下で育成したアマモ苗も、2010年4月には平均葉長 60.5cm ± 11.5cm に、7月には 66 株/試験区(0.25m²)に生育した。

以上の結果から、天然アマモ場から花枝を採取することで得られた種子を用いて、人工条件下で苗を育成して移植することで、現場海域においてアマモ草体が定着し、分枝・伸長していくことを確認した。また、規模を拡大(1×2m)した場合も同様の結果が得られ、本法を用いた試験規模でのアマモ場造成は達成したと判断された。

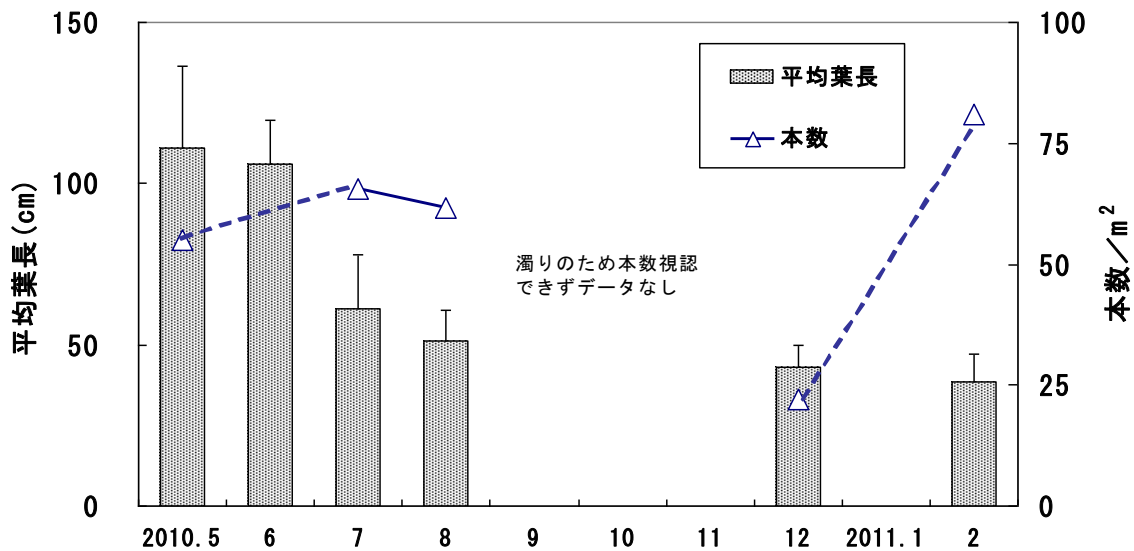


図4 宮津湾に移植したアマモの平均葉長及び株数(本数)の変化 (2010年5月移植)

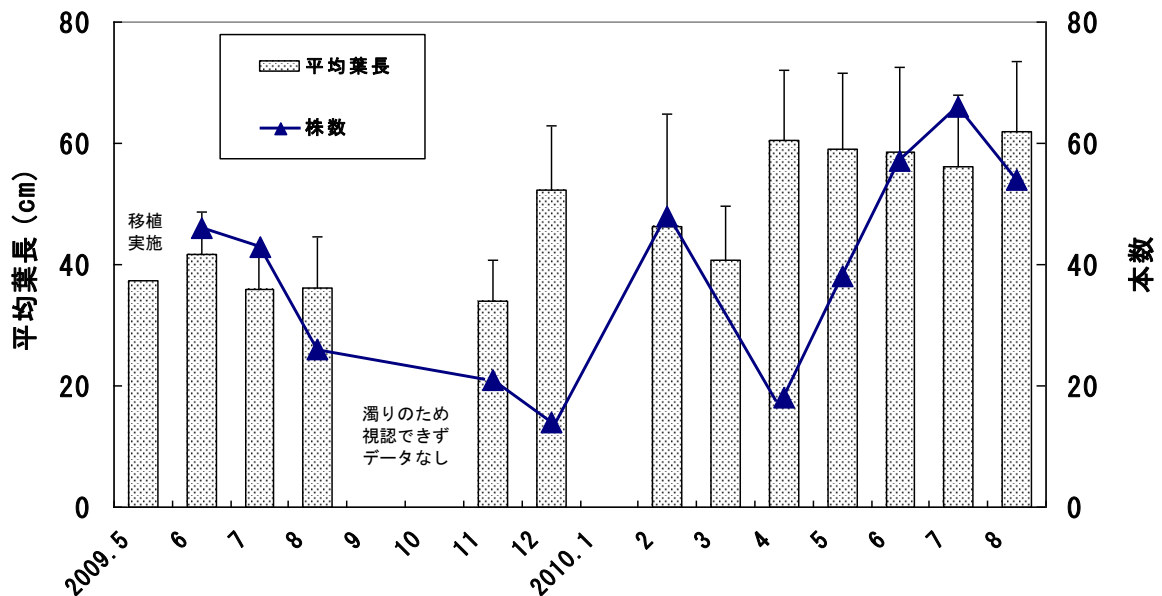


図5 宮津湾に移植したアマモの平均葉長及び株数(本数)の変化 (2009年5月移植)

(4) 稚魚等

宮津湾におけるアマモ場において稚魚ネットを用いて採取された生物量(個体数及び湿重量)を図6及び図7に、また、採取された生物のうち魚類については、魚体重が10g以上と10g未満に区分して湿重量として図8に示した。

個体数が最も多かったのは7月で、2,397 個体/100m²で、うち魚類が全体の18.9%を占めていた。湿重量についても、最も多かったのは7月の560g/曳網で、うち魚類が全体の96.3%を占めていた。

魚類では、4月から6月の期間に稚魚または小型の魚類が採捕される割合が高かった。また、漁獲対象種では、メバル類(主にシロメバル)、マアジ等が多く採取された。なかでもメバル類は、宮津湾の沖合域で1~3月に仔稚魚が出現する一方で、アマモ場では3月から7月に出現し、調査月毎にサイズが大きな個体が採取された。これらの結果から、メバル類は、産仔後に沖合から沿岸の宮津湾のアマモ場に来遊し、アマモ場を仔稚魚期の生育場所として利用しているものと判断された。

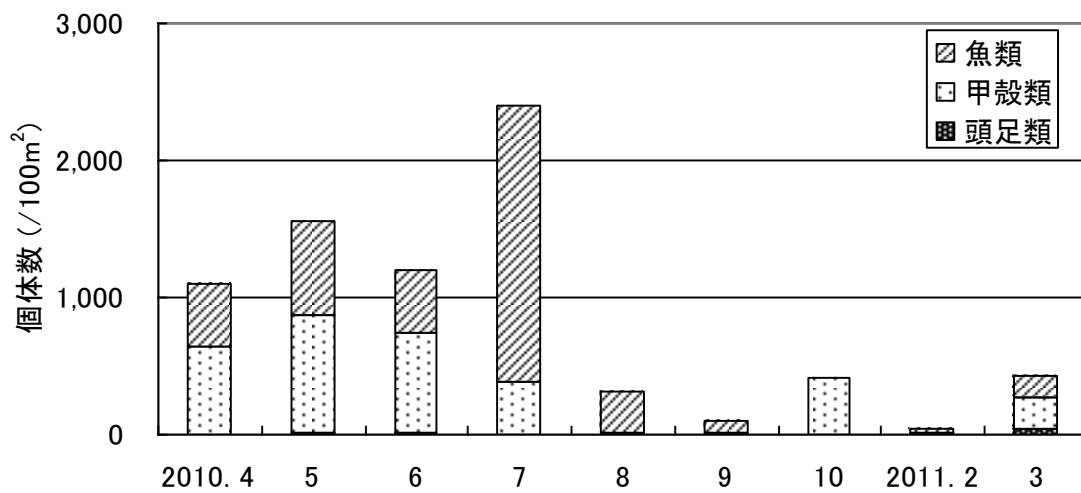


図6 アマモ場における稚魚ネットで得られた生物種組成の季節変化（個体数/100m²）

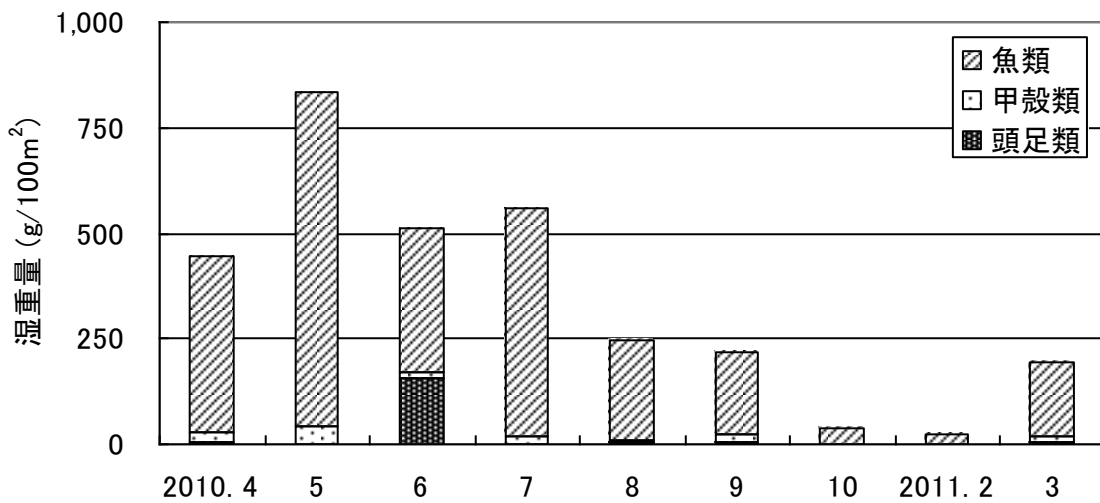


図7 アマモ場における稚魚ネットで得られた生物種組成の季節変化（湿重量 g/100m²）

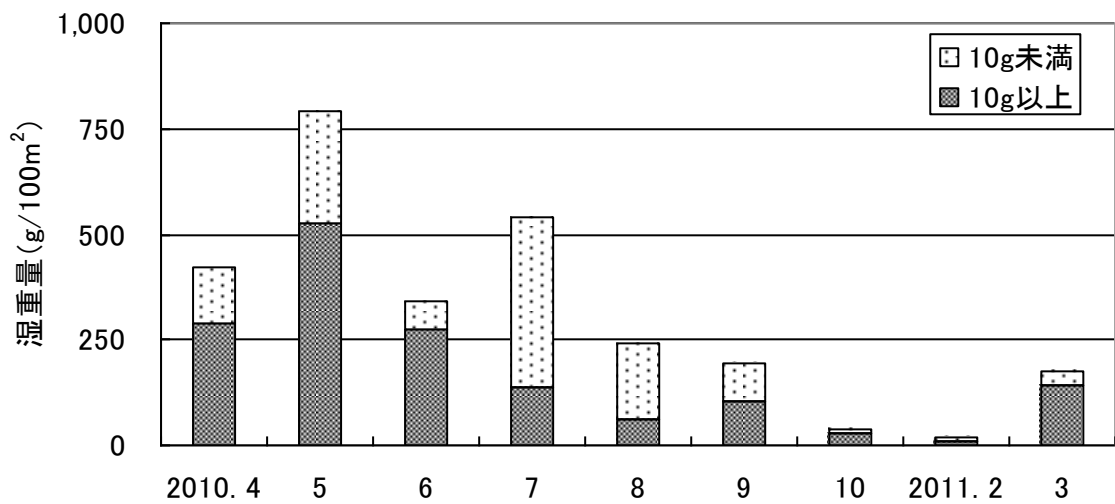


図8 アマモ場における稚魚ネットで得られた魚類の湿重量の季節変化（魚体重10g以上と10g未満に分けて記載した。）

藻場機能回復試験Ⅲ (県 単)

平成 20～22 年度

(天草西海モニタリング調査)

1 緒言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では著しい藻場の減少が見られていることから、本事業では、藻場の現状を把握するとともに、藻場の生物生産や環境改善に関する藻場の効果についての基礎データの収集を行い、本県海域における藻場機能の回復に向けての一助とすることを目的とした。

本調査では、天草西海に位置する黒島保護水面において、藻場の育成状況を把握するためのモニタリングを実施した。

2 方法

(1) 担当者 荒木希世、川崎信司、小山長久、鳥羽瀬憲久 (浅海干潟研究部)

(2) 調査内容

ア 調査場所：天草郡牛深町黒島保護水面

イ 調査日：平成 22 年 5 月 17 日

ウ 調査方法：保護水面内に調査ライン (50m) を 3 本 (A・B・C) 設定し (図 1)、1 ラインあたり 3 地点、合計 9 地点において、50×50 cm の方形枠で海藻を刈り取りした。これらのサンプルは、持ち帰った後、種を同定し、湿重量を測定した。

なお、ライン外の周辺域においても本調査場所の種組成を把握する目的で藻場の採取を行った。

ウニ類は、各ライン 2m 幅の範囲内に生息するムラサキウニを計数した。

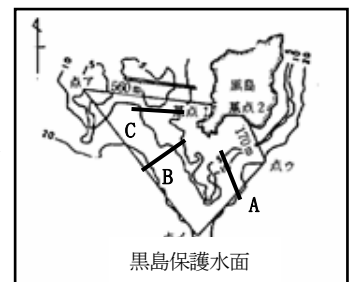


図 1 調査地点

3 結果及び考察

全調査地点の藻類出現種数は、緑藻類 1 種、褐藻類 7 種、紅藻類 10 種の合計 18 種であった。全地点の平均湿重量は、2,065g/m²であり、優占種は、褐藻類フクロノリ (22.8%)、紅藻類カギケノリ (19.3%)、褐藻類サナダグサ (19.0%)、褐藻類シワヤハズ (8.0%)、褐藻類キレバモク (4.1%) で、これら 5 種で全体の 73% を占めていた。また、これらの優占種は、C ラインでカギケノリの出現がなかったことを除いて全てのラインで出現し、分布に大きな偏りは見られなかった。

前回調査を行った平成 20 年と比較すると、湿重量は 246.2% (平成 19 年度比 328.6%) で、増加しており、一方で、ムラサキウニの密度は平均 0.5～3.2 個体/m² で大きな変化は見られなかった (平成 19 年度平均 1.7 個体/m²)。

褐藻類ホンダワラ類は、ライン以外の周辺域を含めても南方系とされるキレバモク以外は分布を確認することができなかった。キレバモクの分布密度は 39 本/m² であったが藻体のサイズは小さく、平均全長 3.2cm (最大 10.8cm)、平均湿重量 2.4g/本であった。

当該海域は、平成 18 年までは、大型褐藻類であるアントクメが出現していたが、平成 19 年と平成 20 年の調査と同様に今回の調査でも分布を確認できず、種組成が変化してしまったものと判断される。

沿岸海域仔稚魚調査Ⅰ（県 単） （平成18年度～22年度） （浮遊期仔稚魚類の出現状況調査）

1 緒言

本県沿岸域の資源状況を把握するための基礎資料とするため、浮遊期仔稚魚類の出現状況について調査を行った。

2 方法

(1) 担当者 松岡貴浩、川崎信司、荒木希世、森下貴文、小山長久（資源研究部）、田崎公彦、尾崎憲一、山下泰二郎、杉本忠、戸川則彦（調査船 ひのくに）

(2) 調査内容

ア 浮遊期仔稚魚調査

(ア) 時期：平成22年4月から平成23年3月

(イ) 場所：図1のとおり

(ウ) 回数：各月1回

(エ) 方法：採取には稚魚ネット（口径130cm）を用いた。このネットを調査船ひのくにの船尾より降下させ、速度2ノット程度、5分間、表層と中層において水平曳き（ロープ長80-150m）した。また、稚魚ネットの開口部には、ろ水計を装着し、ろ水量の測定を行った。なお、採集物は、船上においてサンプル瓶に収容し中性ホルマリン原液を5～10%になるよう添加し、保存した。種の同定は民間会社に委託し、仔稚魚数は濾水量で除し千トン当たりの出現数とした。

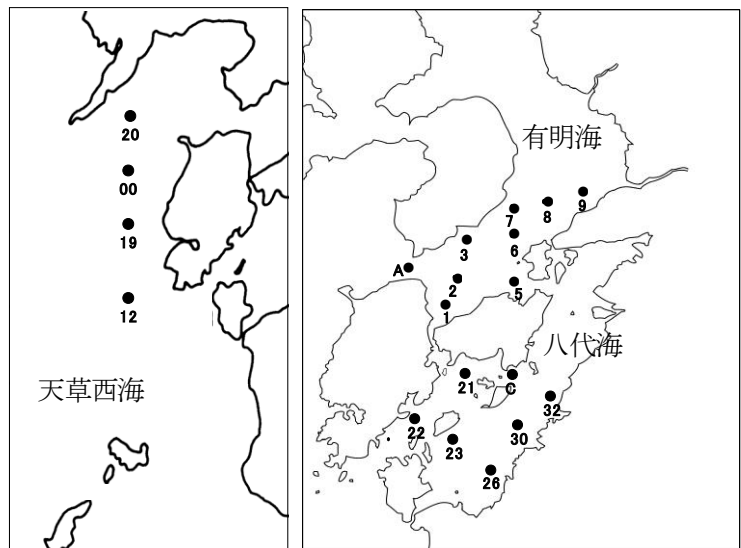


図1 調査定点図

3 結果

(1) 浮遊期仔稚魚調査

仔稚魚出現種類及び採取数を表1に示す。海域全体で129種24,745尾（千t当たり）が採取され、採取数の多かった魚種はカサゴ11,581尾、カタクチイワシ4,513尾、ハゼ科魚類719尾であった。

海域別にみると有明海では98種8,066尾が採取され、採取数の多かった魚種はカサゴ4,694尾、カタクチイワシ917尾、ハゼ科魚類247尾（表1）、八代海では93種12,116尾が採取され、採取数の多かった魚種はカサゴ6,669尾、カタクチイワシ1,563尾、タチウオ411尾（表2）、天草西海では105種4,563尾が採取され、採取数の多かった魚種はカタクチイワシ2,033尾、カサゴ219尾、テンジクダイ科、ベラ科の魚類131尾（表3）であった。

表1 有明海における月別採取尾数（上位20種、単位：尾／千t）

魚種名	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
カサゴ	719	2	0	0	0	0	0	0	499	223	680	2,569	4,694
カタクチイワシ	11	193	165	208	9	31	269	7	1	0	0	24	917
ハゼ科	2	1	103	42	15	24	51	4	0	0	0	5	247
イカナゴ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	50	128	18	199
ネズッコ科	5	10	20	21	12	2	61	10	6	0	0	0	147
メバル属	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16	96	22	137
ハタ科	0	0	48	9	1	0	48	12	0	0	0	16	133
タコ幼体	0	0	7	5	4	2	51	56	5	0	0	0	131
タツノオトシゴ属	0	40	7	18	11	0	4	5	4	1	1	0	92
アミメハギ	0	0	11	11	38	12	11	1	0	0	0	0	84
スズキ	0	0	0	0	0	0	0	0	50	7	12	11	81
テンジクダイ科	0	0	11	2	5	10	32	7	0	0	0	0	67
シロギス	0	0	1	11	7	10	35	0	0	0	0	0	65
スルメイカ	2	0	0	0	0	0	0	2	1	5	13	40	65
ホウボウ科	2	0	0	0	0	0	0	4	6	0	5	46	63
ヒラメ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56
ニベ科	1	0	13	22	10	7	0	0	0	0	0	1	55
カワハギ科	0	0	0	6	43	1	0	0	0	0	0	0	50
マアジ	0	2	0	4	10	10	1	0	1	0	0	21	49
ガンゾウビラメ属	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	40	49
その他	7	28	45	68	62	38	145	71	49	9	15	150	687
合計	751	277	431	426	227	148	708	182	632	311	951	3,021	8,066
種類数	10	14	22	29	33	25	41	35	26	11	14	41	98

表2 八代海における月別採取尾数（上位20種、単位：尾／千t）

魚種名	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
カサゴ	347	5	0	0	0	0	0	0	85	303	477	5,452	6,669
カタクチイワシ	111	221	60	276	118	425	306	0	18	5	0	22	1,563
タチウオ	0	6	5	17	0	66	316	0	1	0	0	0	411
コノシロ	253	144	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	405
ハゼ科	1	145	27	103	37	53	13	0	2	0	0	22	403
ネズッコ科	20	68	100	9	2	5	12	0	10	0	0	1	227
メバル属	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	66	145	222
テンジクダイ科	0	0	4	98	13	34	26	0	0	0	0	0	175
ダルマガレイ科	0	0	0	5	5	138	0	0	0	0	0	0	148
タコ幼体	0	7	17	18	0	16	1	0	63	7	0	1	132
マアジ	2	6	15	16	7	22	4	0	2	0	0	23	98
イソギンポ	0	35	24	12	1	2	13	0	7	1	0	0	98
ホウボウ科	9	0	0	0	1	0	0	0	9	10	4	65	96
スズキ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	43	26	22	92
アカタチ科	0	0	0	0	2	88	1	0	0	0	0	0	92
ヒメイカ	0	0	7	7	5	5	0	0	53	4	4	0	84
アカシタビラメ	0	0	4	13	1	57	2	0	2	0	0	0	81
マダイ	9	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	49	73
ヒラメ	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	55	71
ニベ科	0	5	18	20	4	16	1	0	0	0	0	1	65
その他	40	126	121	98	78	159	49	0	24	9	9	200	912
合計	797	781	413	691	276	1,085	746	0	280	397	590	6,060	12,116
種類数	21	33	33	30	29	37	29	0	24	16	11	38	93

表3 天草西海における月別採取尾数（上位20種、単位：尾／千t）

魚種名	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
カタクチイワシ	28	267	640	1,051	39	5	2	0	0	0	0	-	2,033
カサゴ	93	1	0	0	0	0	0	0	4	54	67	-	219
テンジクダイ科	0	0	4	59	37	7	10	15	0	0	0	-	131
ベラ科	0	0	23	51	51	2	0	2	0	0	0	-	131
ダルマガレイ科	0	1	9	2	90	12	0	6	0	1	1	-	123
タコ幼体	0	0	0	33	29	2	7	18	2	0	0	-	93
ハゼ科	0	0	4	31	23	9	2	10	0	0	11	-	89
マアジ	0	11	45	13	15	1	0	2	0	0	0	-	88
ホウボウ科	0	1	0	0	0	0	0	35	2	15	34	-	88
エソ科	1	2	7	49	23	1	0	0	0	0	0	-	84
カワハギ科	0	0	6	5	59	1	0	0	0	0	0	-	71
ウルメイワシ	0	0	1	55	0	0	0	1	0	5	6	-	68
サツパ	0	0	57	10	0	0	0	0	0	0	0	-	67
スズメダイ科	0	0	1	27	6	7	1	15	1	0	0	-	59
サイウオ科	0	0	0	37	0	0	0	21	0	0	0	-	57
カマス属	0	0	1	48	7	0	0	1	0	0	0	-	57
ニベ科	0	1	6	43	6	0	0	0	0	0	0	-	56
シロギス	0	0	6	40	1	0	6	0	0	0	0	-	54
ガンゾウビラメ属	0	10	17	10	0	0	0	0	0	0	12	-	49
ワニギス属	0	0	2	9	0	0	0	13	18	2	1	-	46
その他	46	72	133	138	234	38	10	116	35	38	39	-	900
合計	168	368	963	1,709	621	87	39	256	63	115	172	-	4,563
種類数	13	25	39	46	47	26	12	46	16	19	21	-	105

(2) マダイ仔稚魚の出現状況

月別・海域別のマダイ仔稚魚の採取数を濾水量で除し、更に調査点数で除した結果を図2に示した。各海域の傾向として4月に出現した後は、7月には採取されなくなり、再び3月に確認されるようになった。

前年度に孵化した仔稚魚は4月には平均体長は8.4mmに成長しており、最も多く採取されたのは天草西海牛深沖（St.00）であった。また、翌年度への新規加入群であると見込まれる3月に採取された仔稚魚の平均体長は5.9mmであり、最も多く採取された場所は八代海南部（St.22）であった。

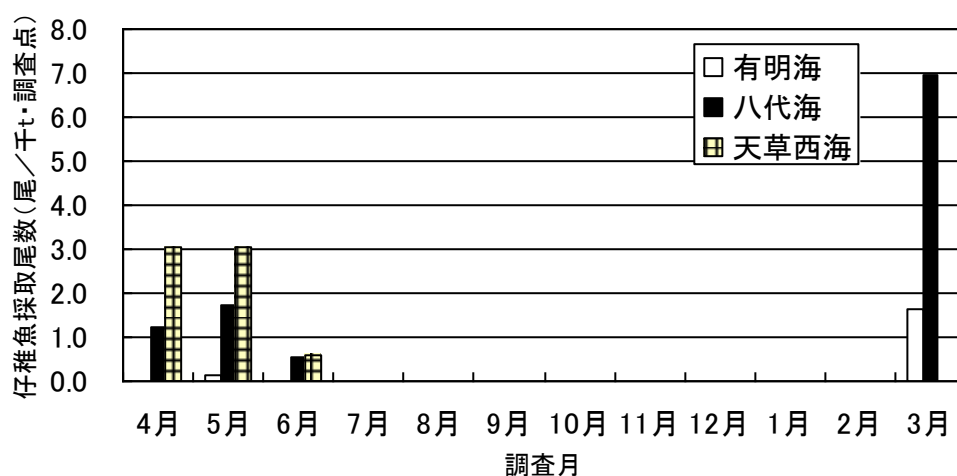


図2 マダイの海域別仔稚魚採取尾数

(3) ヒラメ仔稚魚の出現状況

月別・海域別のヒラメ仔稚魚の採取数を濾水量で除し、更に調査点数で除した結果を図3に示した。各海域の傾向として4月に出現して、6月には採取されなくなるが、再び1月に確認されるようになった。

前年度に孵化した仔稚魚は4月には平均体長は8.5mmに成長しており、最も多く採取されたのは八代海南部(St.21)であった。また、翌年度への新規加入群である1月の仔稚魚の平均体長は4.8mmであり、最も多く採取された場所は八代海南部(St.22,St.26)であった。

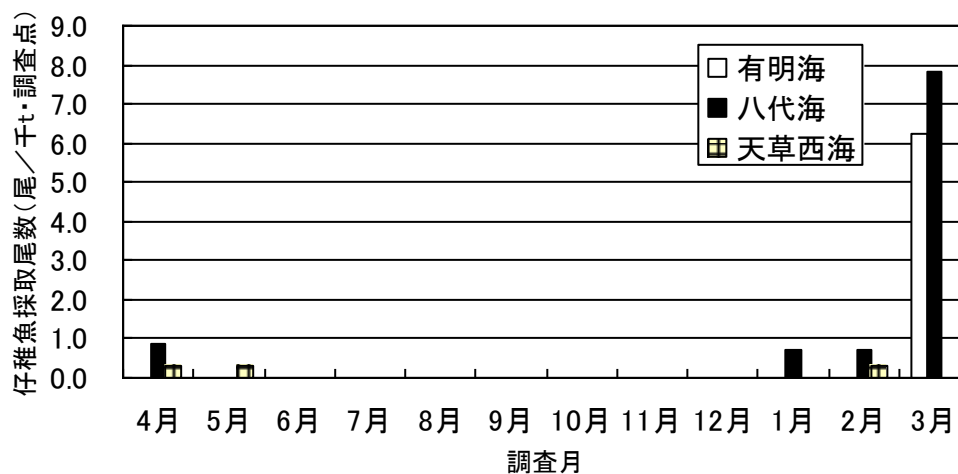


図3 ヒラメの海域別仔稚魚採取尾数

沿岸海域仔稚魚調査Ⅱ（^{県 単}平成18年度～22年度）

（八代海シラス資源動態調査）

1 緒言

シラス（カタクチイワシの稚魚）を漁獲対象とする機船船びき網漁業は八代海における重要な漁業種類の一つで、地域経済にとって重要な位置を占める。また、カタクチイワシの稚魚は、低次の捕食者であるとともに被捕食者であることから、他の魚類の仔稚魚の餌料としても重要である。

しかし、その漁獲量は平成11年、12年には2,500トン以上を記録したが、その後は減少し1,000トン前後で推移しており、資源の回復が望まれている。

そこで、カタクチイワシ稚魚の資源動向を把握するために、その卵と仔稚魚のモニタリング調査を実施した。

2 方法

（1）担当者 松岡貴浩、川崎信司、荒木希世、森下貴文、小山長久（資源研究部）、田崎公彦、尾崎憲一、山下泰二郎、杉本忠、戸川則彦（調査船 ひのくに）

（2）調査内容

ア カタクチイワシ卵仔稚魚調査

（ア）時期：平成22年4月から平成23年3月

（イ）場所、各月1回、調査地点20点（図1）

（ウ）回数：月1回

（エ）方法：採取には稚魚ネット（口径130cm）を用いた。このネットを調査船ひのくにの船尾より降下させ、速度2ノット程度、5分間、表層と中層において水平曳き（ロープ長80-150m）した。また、稚魚ネットの開口部には、ろ水計を装着し、ろ水量の測定を行った。なお、採集物は、船上においてサンプル瓶に収容し、中性ホルマリン原液を5～10%になるよう添加して保存した。種の同定は民間会社に委託し、仔稚魚数は濾水量で除し千m³当たりの出現数とした。

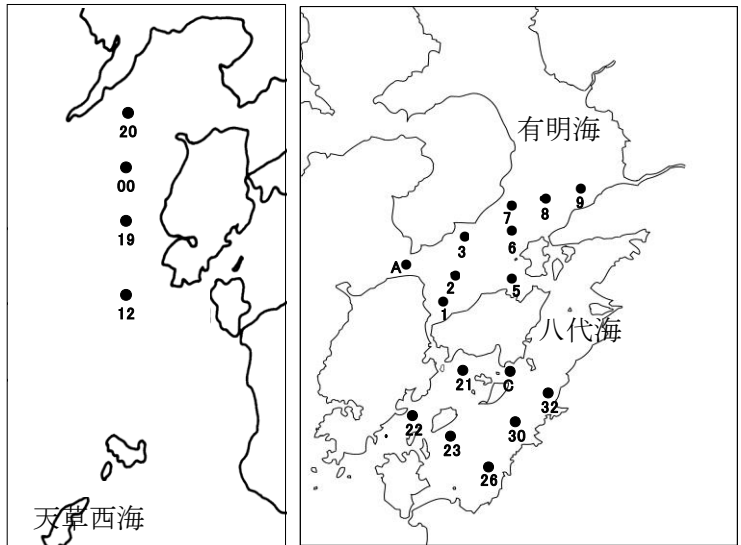


図1 調査定点図

3 結果

（1）カタクチイワシ卵仔稚魚調査

海域別のカタクチイワシの卵の採取数を調査点数で除した結果を図2に、調査点毎の卵数を表1に示した。

八代海では5月に多く採取された後に6月から8月までは減少し、9月、10月には再び多く採取された。また有明海で5月に特に多く採取されていたのが特徴的であった。

調査地点別にみると、有明海では5月に大矢野沖（St.5）と松島沖（St.6）で多く採取された後

は、6月に減少したが、7月には本渡沖（St. 1）等で再び多く採取された。八代海では5月に栖本沖（St. 21）で多く採取され、6月から8月にかけて減少したが10月に獅子島東沖（St. 23）で多く採取された。天草西海では4月に牛深沖（st. 20）で多く採取され、5月には確認されなくなったが、6、7月に再び牛深沖（st. 20）で採取された。

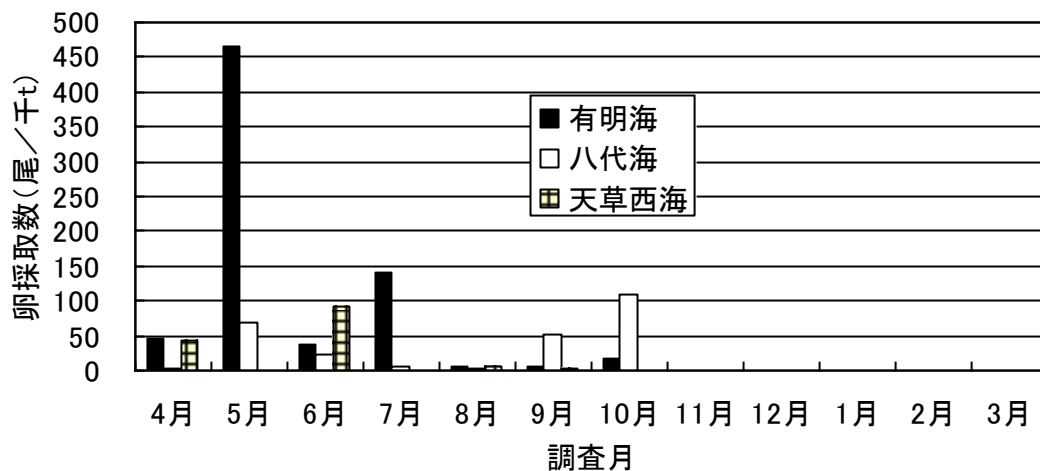


図2 海域別卵採取数

表1 調査地点別卵採取数 (単位: 尾/千m³)

海域	地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
有明海	1	120	241	7	792	2	23	0	0	0	0	0	0
	2	33	90	37	203	0	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	23	165	0	10	10	1	0	0	0	0	0
	5	2	1663	4	12	0	1	0	0	0	0	0	0
	6	0	1662	9	13	1	2	0	0	0	0	0	0
	7	1	100	2	2	2	0	158	0	0	0	0	0
	8	2	11	9	7	18	1	1	0	0	0	0	0
	9	32	369	1	56	0	0	0	0	0	0	0	0
	A	223	20	103	188	9	1	0	0	0	0	0	0
八代海	21	4	426	28	0	0	159	0	0	0	0	0	6
	22	4	0	2	2	1	0	59	0	0	0	0	1
	23	0	0	15	1	0	1	711	0	0	0	0	0
	26	0	0	21	27	2	1	5	0	0	0	0	1
	30	0	0	98	0	0	164	0	0	1	0	0	0
	32	4	0	1	5	17	0	0	0	0	0	0	0
	C	15	56	6	5	9	28	0	0	2	0	0	0
天草西海	00	0	0	61	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	1	54	2	22	16	0	0	0	0	1	0
	19	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
	20	167	0	255	11	0	0	0	0	0	0	0	0

海域別のカタクチイワシ仔稚魚の採取数を調査点数で除した結果を図3に示した。

3海域別に見てみると、天草西海で特に多く採取されたのが特徴であった。

なお、八代海では5月に多く採取された後に6月には減少し、7月には増加、8月には減少し、9月、10月には再び多く採取されているが、これは卵の採取の傾向とよく似ていた。

また、海域別のカタクチイワシ仔稚魚の平均体長を図4に示した。

3海域とも同じ傾向にあり、4月には10mm前後であった仔稚魚の平均体長が、6月から9月には5mm前後になっていることから、この時期に新たな資源加入があったと考えられた。

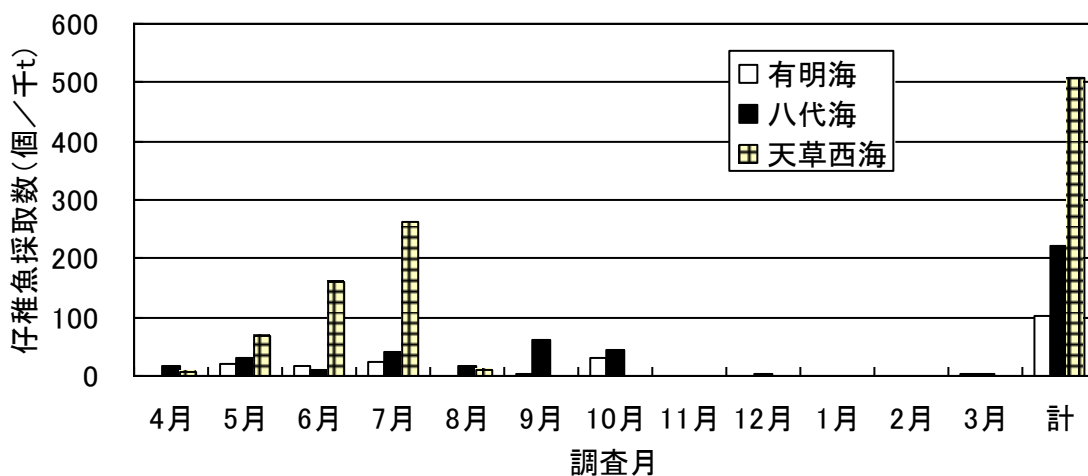


図3 海域別の仔稚魚採取数

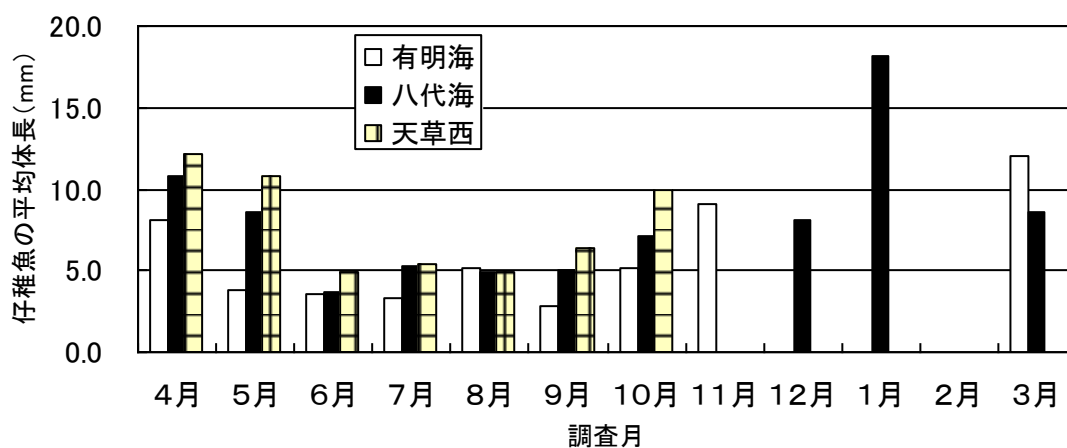


図4 海域別の仔稚魚の平均体長

沿岸海域仔稚魚調査Ⅲ（県 単）

平成 18 年度～

（ヨコワ -クロマグロ天然種苗- の出現状況調査）

1 緒 言

平成 19 年 3 月 30 日から、本県初のクロマグロ試験養殖が牛深地先で開始され、本県におけるクロマグロ養殖が本格化の第一歩を踏み出した。

一方、全国的なマグロ養殖の広がりとともに、種苗の争奪が激化することが予想されるが、クロマグロ天然種苗（ヨコワ）の安定的な確保は困難な状況にある。また、人工種苗の安定的な供給も現時点では、技術的に困難な状況にある。

このような現状の中で、鹿児島県及び長崎県の業者により、熊本県沖（甕島～五島）の海域で採捕の実績があるヨコワ（クロマグロ稚魚）が本県養殖業者に提供できれば、種苗としての健苗性、運搬コスト等から有益である。

また、漁獲する漁船漁業者にとっても、

①ヨコワは、高値で取引されている。

②地元で需要がある。

③ヨコワが天草近海に来遊する 7 月～8 月は、漁船漁業では比較的漁獲対象種が少ない。

等の理由により、新たな収入源として期待が持てる。

天草漁協では、これらの観点から天草市からの予算的措置を受け、平成 21 年度からヨコワ採捕の試験操業を行ったが、今回、この試験操業を行った漁業者から、データ及びサンプルを入手し、ヨコワの本県沖の海域沿岸への出現状況について考察した。

2 方 法

(1) 担当者 川崎信司、森下貴文、松岡貴浩、黒木善之（天草地域振興局水産課）

(2) 調査方法

ア 天草漁協の試験操業

下記の天草漁協の試験操業からデータ及びサンプルを得た。

(ア) 出漁期間 平成 22 年 7 月～8 月

(イ) 漁場 熊本県沖（甕島～五島）

(ウ) 漁法 曳縄

(エ) 参加漁業者 天草漁協所属（牛深総合支所 4 隻、新和支所 2 隻、宮野河内支所 1 隻）

(オ) 操業日誌 漁業者毎、出漁日毎に、操業場所、漁獲尾数、水温等を記載。

イ 調査に供するデータ

(ア) 出漁日及び漁獲日 操業日誌から出漁日及びヨコワが漁獲された日を取りまとめた。

(イ) 漁獲場所 操業日誌から漁獲場所を 7 月初旬・中旬・下旬・8 月初旬の各期間毎にプロットした。

(ウ) 漁獲努力 操業日誌から、その日に出漁した漁船隻数を漁獲努力量とした。

(エ) 漁獲尾数 操業日誌からヨコワ及び混獲物の漁獲尾数を表に取りまとめた。

(オ) CPUE(単位漁獲努力量あたりの漁獲尾数) 一日あたりの漁獲尾数をその日に出漁した漁船隻数で割り CPUE とした。

(カ) 全長・体重 漁獲されたヨコワの一部をサンプリングし、全長・体重等のデータを得た。

(キ) 水温 漁業情報サービスの衛星データ及び操業日誌の水温データから、各期間毎の中央日あたりの表面水温の等温線を推定した。

(ク) 健苗性 試験操業により漁獲されたヨコワは、新和地先の養殖業者に持ち込まれ、養殖用種苗として、活力があり、傷、擦れ等がない等の基準から検品され、合格したものは養殖種苗に供された。この合格率を健苗性の指標とした。

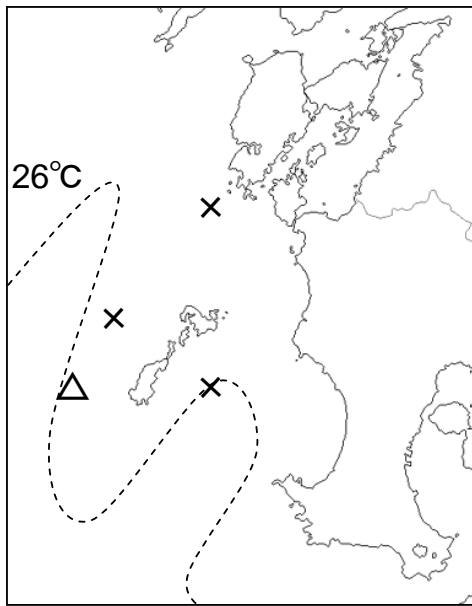
3 結果及び考察

(1) 出漁日及び漁獲日 試験期間中の漁場・出漁隻数・漁獲尾数等を表1に取りまとめた。出漁は、7月7日から8月7日の期間、23日間であった。出漁した23日の内、漁獲があったのは9日間であった。

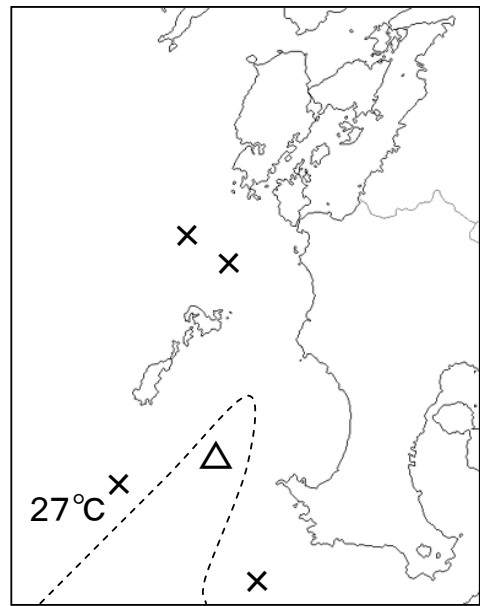
表1 試験操業の状況

日付	漁場	出漁隻数	漁獲尾数		CPUE	サンプリング数	検品合格尾数	検品合格率(%)
			ヨコワ	その他				
7月7日	牛深沖	7		59				
7月8日	鹿児島県沖	7		111				
7月9日	鹿児島県沖	7		121				
7月10日	鹿児島県沖	7	1	118	0.14	1		
7月11日		休漁						
7月12日		休漁						
7月13日		休漁						
7月14日		休漁						
7月15日		休漁						
7月16日	鹿児島県沖	7		193				
7月17日	鹿児島県沖	7	1	234	0.14	1		
7月18日	鹿児島県沖	7		58				
7月19日	鹿児島県沖	7		172				
7月20日	鹿児島県沖	7		123				
7月21日		休漁						
7月22日	長崎県沖	7		124				
7月23日	長崎県沖	7		160				
7月24日	長崎県沖	7		100				
7月25日	牛深沖	7	1	247	0.14			
7月26日	鹿児島県沖	7	12	223	1.71	10		
7月27日	鹿児島県沖	7	17	304	2.43	7	12	63.2
7月28日		休漁						
7月29日		休漁						
7月30日	牛深沖	7		24				
7月31日		休漁						
8月1日	牛深沖	7	5	53	0.71	5		
8月2日	鹿児島県沖	7	35	92	5.00			
8月3日	鹿児島県沖	7	49	64	7.00	18	58	76.3
8月4日	鹿児島県沖	7	15	31	2.14	8	13	61.9
8月5日	牛深沖	7		24				
8月6日	牛深沖	4		5				
8月7日	牛深沖	7		22				
計		158	136	2662	0.86	50	83	(平均) 67.1

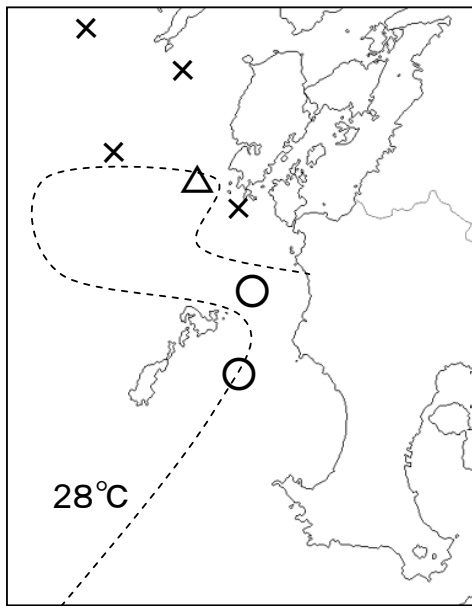
* 検品合格率=検品合格尾数÷(サンプリング数+検品合格尾)



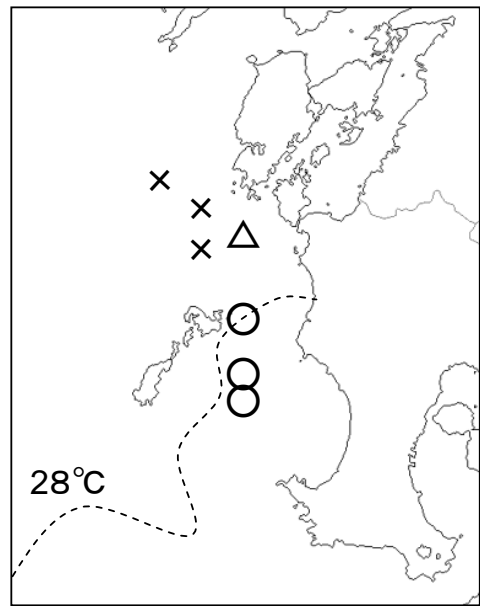
7月初旬(7~10日)の操業状況
* 等温線(点線)は7月9日の推定水温



7月中旬(16~20日)の操業状況
* 等温線(点線)は7月16日の推定水温



7月下旬(22~27、30日)の操業状況
* 等温線(点線)は7月27日の推定水温



8月初旬(1~7日)の操業状況
* 等温線(点線)は8月2日の推定水温

図1 各旬毎の操業場所と捕獲状況 (x : 0尾/日、△ : 1~9尾/日、○ : 10尾以上/日)



図2 操業状況



図3 漁獲されたヨコワ

- (2) 漁獲場所 図1に、7月初旬・中旬・下旬・8月初旬の各期間毎の操業場所と漁獲状況を示す。7月初旬には、牛深地先から甑島周辺、7月中旬には、甑島周辺から野間岬南方まで、7月下旬には、甑島東方から野母崎西方、8月初旬には野母崎西方から牛深地先にかけて操業を行った。10尾以上日漁獲された地点は、試験の後半にかけて、甑島東方から牛深沖にかけてであり、比較的沿岸に近い場所に漁場が形成されていたものと思われる。
- (3) 漁獲努力 出漁した日の漁船隻数は、8月6日の4隻を除き、期間をとおし7隻であった(表1、図2)。
- (4) 漁獲尾数 一日あたりの漁獲尾数は、0~49尾で、期間中の合計は136尾であった。7月10日、7月17日、7月25日に一尾ずつが漁獲されたが、7月26日以降はまとまった数が漁獲された。その他の魚種として、カツオ・シイラ等が期間中2,662尾混獲された。
- (5) CPUE 出漁した23日のうち、漁獲があったのは9日間であった。CPUEが最も高かったのは8月3日の7尾/(日・隻)であった。
- (6) 全長・体重 漁獲されたヨコワの全長と体重の関係を図3に示す。全長は、18.7~33.0cmの範囲で平均は23.1cmであった。体重は83~570gの範囲で、平均は187gであった。また、漁獲日と全長の関係を図4に示す。図4からは、7月初旬に23cmだったものが、7月末に30cmを超える程に成長する群と、7月下旬に20cm前後で出現し、8月初旬に22~23cm程度に成長する別の群の成長段階の異なる2群が存在することが示唆される。

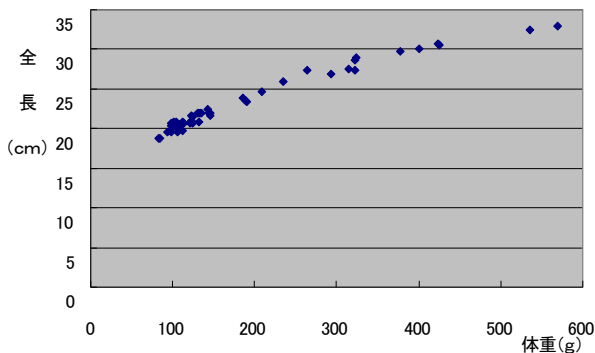


図4 全長と体重の関係

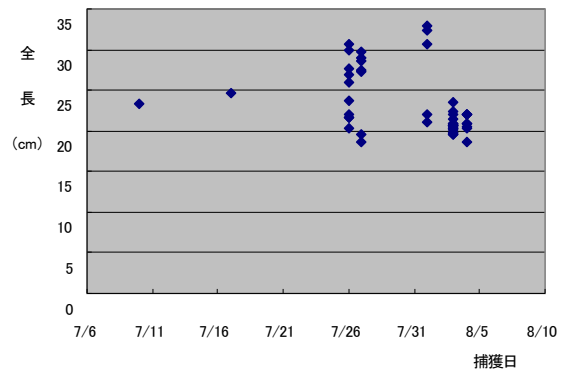


図5 全長と漁獲日の関係

- (7) 水 温 漁場周辺の等温線を図1に示す。7月初旬は26℃、7月中旬は28℃、7月下旬から8月上旬にかけては28℃の等温線が漁獲箇所付近に存在している。この等温線は、野間岬沖から甕島の間をとおる牛深沖に伸びており、このルートで太平洋からの比較的高温の海流が流れ込んでいるものと想定される。また、ヨコワのまとまった漁獲があったのは7月下旬の頃であったが、この頃の等温線と漁獲状況から、28℃より高温の海域においてヨコワの漁場が形成されているものと示唆された。
- (8) 健苗性 漁獲されたヨコワは、県内の養殖業者に養殖用種苗として持ち込まれたが、その内、検品に合格したものは平均で67%であった(表1)。21年度の実績では、約3割程度の合格率であったので、今年度の合格率は向上した。これは、試験操業が2年目であることから、漁業者がヨコワの取り扱いを習熟したことと、21年度に比較し漁期が早かったため、取り扱いの容易な小型のヨコワが多く漁獲されたためであると思われる。以上のことから、本県沖に来遊するヨコワは、養殖用種苗として活用できうるものであると判断される。しかし、本年度のCPUEは多い日で7尾(日・隻)であり、ヨコワの販売額や燃油代等から漁船漁業者立場での経営コストからは厳しい現状であるといわざるを得ない。ヨコワ資源の長期的な変動の把握の必要があるが、さらに、効率的・効果的な漁業となるよう、他地区漁業者との情報交換、水温データ等の情報収集、漁獲やヨコワの取扱い技術のさらなる習熟等も検討する必要があるものと思われる。

資源評価調査

(委 託)
(平成 12 年度～継続)

1 緒 言

我が国周辺水域における水産資源の資源評価を目的として、独立行政法人水産総合研究センターとの委託契約に基づき、対象魚種に関する生物情報収集調査等を実施し、調査で得られたデータを報告した。このデータは、独立行政法人水産総合研究センターが系群及び魚種毎に資源解析を行い、「我が国周辺水域の資源評価」として公表する際の基礎データとして用いられる。

2 方 法

(1) 担当者 森下貴文、川崎信司、松岡貴浩、荒木希世、小山長久

(2) 調査内容

平成 22 年度資源評価調査委託事業実施要領に基づき、以下の調査を行った。

ア 生物情報収集調査

(ア) 県内主要漁協（田浦、芦北、倉岳町、島子、天草）において、マダイ、ヒラメ、タチウオ、トラフグ、ウマヅラハギの漁獲量を調査するとともに、マダイ、ヒラメについては月 1 回程度サンプリングし、精密測定（全長、尾叉長、体重及び生殖腺重量）を実施した。

(イ) 天草漁協牛深総合支所において、まき網漁業により漁獲されたマアジ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）、イワシ類（マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ）の漁獲量を調査するとともに、月 1 回程度サンプリングし、精密測定（全長、被鱗体長又は尾叉長、体重及び生殖腺重量）を実施した。

(ウ) 田浦漁協において、一本釣、延縄及び吾智網漁業により水揚げされたタチウオを月 1 回程度サンプリングし、精密測定（全長、肛門前長、体重及び生殖腺重量）を行った。

イ 標本船調査

まき網漁業の漁獲特性や対象資源の分布状況等を把握するため、天草漁協牛深総合支所に水揚げするまき網漁船のうち 1 隻を標本船として、マアジ、サバ類、イワシ類の月別漁獲量の調査を行った。

ウ 新規加入量調査

当歳魚の加入量に関する情報収集のため、棒受網漁業で漁獲されるマアジ、サバ類、イワシ類を月 1 回程度サンプリングし、精密測定（全長、被鱗体長又は尾叉長、体重及び生殖腺重量）及び漁獲量を調査した。

エ 沖合海洋観測及び卵稚仔魚調査

資源の生産に重要な海域において水温、塩分等の海洋観測及び卵稚仔魚の採集を行い、海洋環境の変化が資源へ及ぼす影響を調べるため、調査船「ひのくに」を用いて調査した。調査は年 4 回（11 定点）行った（図 1）。

沖合海洋観測は、一般気象（気温、天候、風向、風速、気圧）及び一般海象（水温、水色、透明度、波浪、うねり）を調査した。

また、卵稚仔魚調査は、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ、スルメイカ、マアジ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）及びタチウオを対象とし、LNP ネット（口径 45cm、網目 NGG54）を用いて鉛直曳きで採集し（水深 0m から 150m、ただし 150m 以浅では海底上 5m から採集）、採集した試料の同定及び計数は民間会社に委託した。

オ 資源動向調査

有明 4 県（長崎県、佐賀県、福岡県、長崎県）において、ガザミの生態を把握するための調査を実施した。

なお、本県では、株式会社熊本地方卸売市場、天草漁協上天草総合支所における市場調査及び天草漁協上天草総合支所における買い取り調査（別事業：有明海再生拡充事業）により、ガザミの雌雄別全甲幅長頻度組成、雌雄別出現割合、雌個体の卵色状況の推移を調査した。

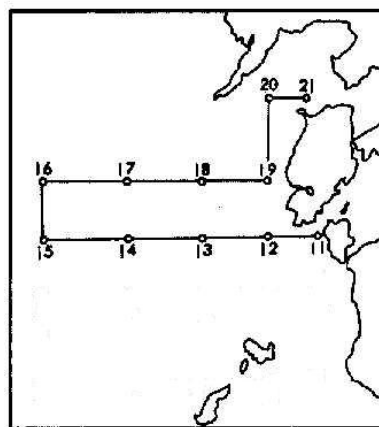


図 1 観測調査地点

3 結果

(1) 生物情報収集調査

県内主要漁協における魚種別漁獲量を表1に示す。マダイ、タチウオ、トラフグは前年並み（前年値の±20%の範囲）であったが、ヒラメ、ウマヅラハギは前年を下回った。

次に、天草漁協牛深総合支所における、まき網漁業の魚種別水揚げ量を表2に示す。マアジは前年を下回ったが、平年（2005年～2009年の5カ年平均）並みであった。サバ類は、前年を大きく上回ったが、平年並みであった。マイワシは、前年並みであり、平年を下回った。カタクチイワシは、前年、平年ともに下回った。ウルメイワシは、前年を下回り、平年を上回った。

また、マダイ 539 個体、ヒラメ 353 個体、マアジ 417 個体、サバ類 317 個体、マイワシ 200 個体、カタクチイワシ 500 個体、ウルメイワシ 900 個体、タチウオ 404 個体について精密測定を行った。

なお、精密測定の結果は、「我が国周辺水域資源情報システム（Fishery Resource Conservation : FRESKO）」に入力しているため、記載を省略した。

表1 県内主要漁協における魚種別漁獲量
(単位：t)

魚種名	漁獲量	前年値
		前年比
マダイ	321.8	356.1 90.4%
ヒラメ	116.4	156.6 74.3%
タチウオ	309.7	299.3 97.8%
トラフグ	7.5	8.8 85.2%
ウマヅラハギ	7.9	15.5 51.4%

表2 まき網漁業による魚種別漁獲量
(単位：t)

魚種名	漁獲量	前年値	平年値
		前年比	平年比
マアジ	370.9	465.8 79.6%	351.2 105.6%
サバ類	1,255.9	235.2 534.0%	1,125.6 111.6%
マイワシ	72.9	62.6 116.4%	134.4 54.2%
カタクチイワシ	2,155.7	3,255.2 66.2%	2,781.6 77.5%
ウルメイワシ	1,981.6	2,507.9 79.0%	1,201.0 165.0%

(2) 標本船調査

天草漁協牛深総合支所に水揚げされた中型まき網漁船の1日当たりの漁獲量は、最大75.1t、平均9.2tであり、カタクチイワシ、ウルメイワシ中心の漁獲であった。

次に、標本船における月別魚種別漁獲量を表3に示す。マアジは7月、8月、サバ類は6月、9月と夏場に多く漁獲された。マイワシはウルメイワシの混獲として、4月、10月、2月にまとまって漁獲された。カタクチイワシは5月のみ、ウルメイワシは9月、10月を中心に年中漁獲された。

表3 標本船調査における月別魚種別漁獲量(単位：t)

	マアジ	サバ類	マイワシ	カタクチイワシ	ウルメイワシ	計
平成22年4月	2.0	0.0	4.3	0.0	73.6	79.9
平成22年5月	11.7	24.8	0.0	0.0	5.6	42.1
平成22年6月	4.1	158.8	0.0	155.5	16.9	335.3
平成22年7月	36.2	16.7	0.0	0.0	45.5	98.5
平成22年8月	30.2	63.7	0.0	0.0	91.1	185.0
平成22年9月	1.8	113.2	0.0	0.0	157.3	272.3
平成22年10月	0.0	5.0	5.8	0.0	135.4	146.2
平成22年11月	0.0	17.8	0.0	0.0	4.5	22.3
平成22年12月	6.8	63.7	0.0	0.0	39.2	109.8
平成23年1月	0.9	13.7	0.0	0.0	2.2	16.7
平成23年2月	0.0	0.0	7.7	0.0	94.9	102.6
平成23年3月	0.0	0.0	0.0	0.0	68.6	68.6
計	93.8	477.5	17.8	155.5	734.8	1,479.4

(3) 新規加入量調査

平成22年6月から11月までの間、棒受網漁業による操業が延べ1,440隻、89日間行われた。

次に、魚種毎の漁獲量を表4に示す。マアジは前年、平年（2005年～2009年の5カ年平均）を下回った。サバ類は前年を大きく上回り、平年並みであった。マイワシは前年、平年を大きく上回った。カタクチイワシは、前年、平年を上回った。ウルメイワシは前年並みであり、平年を上回った。

表4 棒受網漁業における魚種別漁獲量
(単位：t)

魚種名	漁獲量	前年値	平年値
		前年比	平年比
マアジ	14.5	49.9 29.0%	48.4 30.0%
サバ類	127.7	48.1 265.7%	149.7 85.3%
マイワシ	262.2	7.8 3,356.2%	20.7 1,267.6%
カタクチイワシ	577.7	466.9 123.7%	409.7 141.0%
ウルメイワシ	2,531.4	2,848.3 88.9%	1,464.6 172.8%

(4) 沖合海洋観測及び卵稚仔魚調査

平成 22 年 4 月 19 日～20 日、6 月 1 日～2 日、10 月 12 日～13 日及び平成 22 年 3 月 11 日の計 4 回調査した。

ア 沖合海洋観測調査

観測結果を平均値（1981～2000 年）と比較したところ、4 月の水温は、表層でやや高め、50m 層で平年並み高め、100m 層はデータ不足のため算出不能であった。塩分は、表層でやや低め、50m 層及び 100m 層で平年並みであった。

6 月の水温は、表層でやや低め、50m 層で甚だ低め、100m 層はデータ不足のため算出不能であった。塩分は、表層及び 50m 層で平年並み、100m 層でやや低めであった。10 月については、平年値（1981 年～2000 年）の算出対象期間に観測を行っておらず、データが無いのため算出していない。また、3 月については、天候不良のためデータが得られなかった。

イ 卵稚仔魚調査

採取された卵稚仔魚の同定結果を表 5 に示す。

マイワシは、全期間を通して採取されなかった。マアジ及びカタクチイワシは、卵及び稚仔魚が 4 月及び 6 月に採取された。マイワシ及びタチウオは、全期間を通して採取されなかった。サバ類は 4 月及び 3 月に卵、ウルメイワシは 4 月に卵及び稚仔魚、6 月及び 3 月に卵、スルメイカは 10 月に前期仔魚が採取された。

表 5 卵稚仔魚調査における同定結果

調査年月日	調査点数	マアジ		サバ類		マイワシ		カタクチイワシ		ウルメイワシ		タチウオ		スルメイカ	その他		
		卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	前期仔魚	頭足類	卵	稚仔
H22. 4. 19～20	6	3	2	0	0	0	0	160	118	1	1	0	0	0	0	39	27
H22. 6. 1～2	11	53	1	1	0	0	0	1,336	276	1	0	0	0	0	0	262	91
H22. 10. 12～13	11	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	32	32
H23. 3. 11	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	5

(5) 資源動向調査

平成 22 年 5 月 29 日から 11 月 11 日までの間に、延べ 12 回の市場調査及び 11 回の買い取り調査を行い、延べ 2,076 個体を調査した。

雌雄別全甲幅長頻度組成を図 2 に示した。今年度は例年よりも漁期開始が 2 週間程遅れて開始された。雌は漁期当初の 5 月下旬は平均全甲幅長が 20.4cm と大型のサイズが漁獲されたが、その後サイズは小型化し、平均 15cm～17cm の個体を中心に漁獲された。雄は 7 月前半頃から漁獲され始め、平均 15cm～17cm の個体を中心に漁獲された。

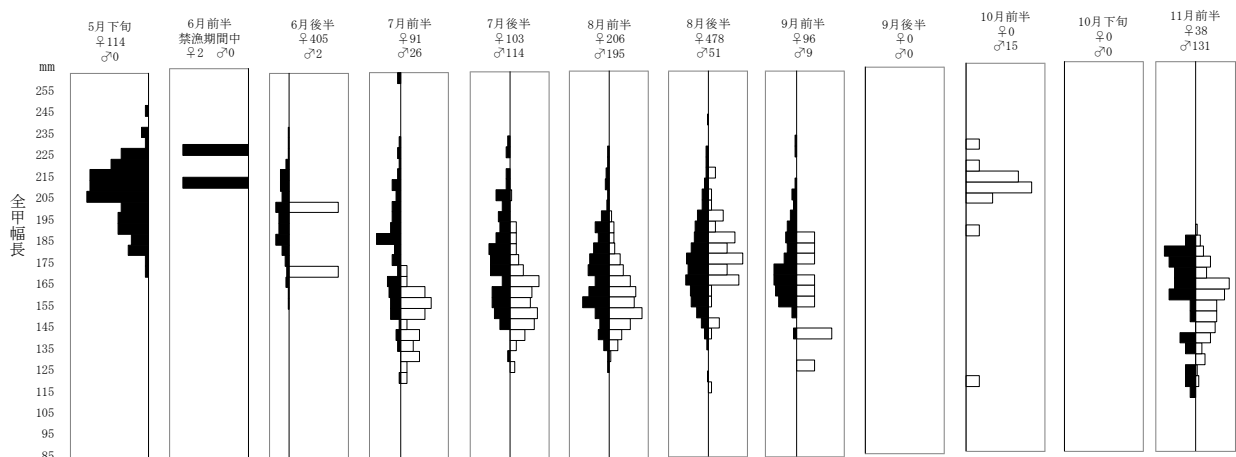


図 2 雌雄別全甲幅長頻度組成の推移

(熊本地方卸売市場及び天草漁協上天草総合支所における黒棒は♀を、白棒は♂を示す。)

また、市場調査等による雌雄別出現割合を図3に、ガザミ雌個体の卵色状況の推移を図4に示した。ガザミの雌雄別出現割合は、漁期当初は雌個体の割合が殆どを占めていたが、漁期終盤の11月に近づくにつれ、雄個体の割合が増加した。ガザミ雌個体の抱卵状況は、6月後半まで72%と高い割合を示したが、7月以降急激に減少し、8月後半まで30%台で推移した。その後、9月前半は19%となり、10月以降抱卵個体は確認されなくなった。また、抱卵個体の減少に伴い、放卵痕の個体が確認されるようになった。

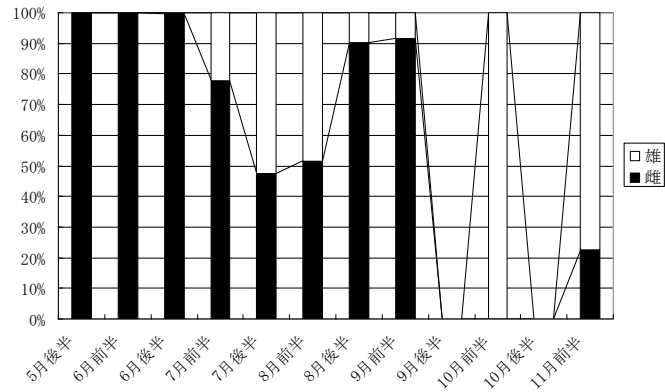


図3 雌雄別出現割合

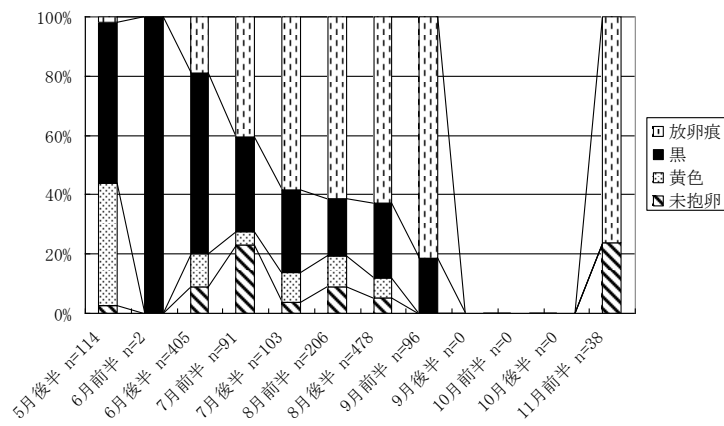


図4 雌個体の卵色状況の推移

みんなで育てる豊かな海づくり事業 (令 達 平成 21 年度～)

(資源管理型漁業の推進)

1 緒 言

マダイ、ヒラメ、ガザミの資源管理型漁業を推進するため、資源管理の取り組み状況を確認した。マダイ、ヒラメは平成 5 年度に策定した熊本県広域資源管理推進計画で定められた全長制限（マダイ全長 15cm 以下、ヒラメ全長 20cm 以下再放流）について、ガザミは平成 20 年 3 月に公表された有明海ガザミ資源回復計画に基づく小型ガザミの保護（全甲幅長 12cm 以下、漁業者の自主的な取り組み）について調査を実施した。

2 方 法

(1) 担当者 森下貴文、川崎信司、松岡貴浩、小山長久

(2) 調査内容

ア マダイ及びヒラメの全長制限に関する調査

株式会社熊本地方卸売市場（熊本市）、天草漁協上天草総合支所（上天草市）、天草漁協本渡支所（天草市本渡）、天草漁協牛深総合支所（天草市牛深）及び地方卸売市場八代共同魚市場（八代市）において、平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月までの間、月 1 回程度、集荷されたマダイ、ヒラメの全長を測定した（図 1）。

イ 有明海ガザミ資源回復計画に基づく小型ガザミの保護に関する調査

株式会社熊本地方卸売市場（熊本市）、天草漁協上天草総合支所（上天草市）において、平成 22 年 5 月から 11 月までの間、月 1 回程度、集荷されたガザミの全甲幅長を測定した（図 1）。

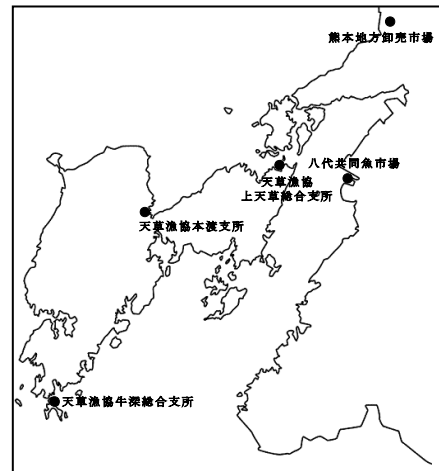


図 1 調査位置図

3 結 果

(1) マダイの全長制限に関する調査

延べ 38 回、4,486 尾を調査したところ、全長 15cm 以下のマダイは 5 尾 (0.11%) であった。

(2) ヒラメの全長制限に関する調査

延べ 36 回、1,420 尾を調査したところ、全長 20cm 以下のヒラメは 1 尾 (0.07%) であった。

(3) 小型ガザミの保護に関する調査

延べ 12 回、995 尾を調査したところ、全甲幅長 12cm 以下のガザミは 12 尾 (1.21%) であった。

みんなで育てる豊かな海づくり事業 (令 達 平成 21 年度～)

(マダイ、ヒラメの栽培漁業の推進)

1 緒 言

この事業は、受益者によるマダイ及びヒラメの栽培漁業を推進するため、熊本県栽培漁業地域展開協議会マダイ部会及びヒラメ部会が主体となって、種苗の中間育成、放流を行うものである。当センターでは、放流後の漁獲状況を調査することにより、放流効果の把握を行った。

2 方 法

(1) 担当者 森下貴文、川崎信司、松岡貴浩、小山長久

(2) 調査内容

ア 中間育成・放流指導

(ア) マダイ

熊本県栽培漁業協会で生産された全長 30mm のマダイ種苗 2,309 千尾について、漁協等において全長 50mm まで中間育成が行われた。

天草漁協 10 支所 (本渡支所、御所浦支所、新和支所、深海支所、牛深総合支所、五和支所、大矢野支所、天草町支所、宮野河内支所及び崎津支所) では、全長 50 mm まで中間育成した後、各地先に放流された。また、天草漁協 7 支所 1 出張所 (上天草総合支所、姫戸支所、龍ヶ岳支所、久玉支所、魚貫支所、佐伊津出張所、五和支所及び苓北支所)、倉岳町漁協、樋島漁協、大道漁協、栖本漁協、有明町漁協、三角町漁協及び熊本県漁連第 4 部会は、熊本県栽培漁業協会へ中間育成を委託し、中間育成した後、各地先に放流した。

なお、中間育成中の管理、放流方法等の指導は、栽培漁業地域展開協議会マダイ部会事務局、熊本県栽培漁業協会、天草地域振興局水産課の協力で行った。

(イ) ヒラメ

熊本県栽培漁業協会で生産された全長 30mm のヒラメ種苗 772 千尾について、漁協等において全長 50mm まで中間育成が行われた。

八代漁協、田浦漁協、芦北漁協、津奈木漁協、水俣市漁協、樋島漁協、倉岳町漁協、御所浦町漁協及び天草漁協 (本渡支所、新和支所及び牛深総合支所) では、全長 50 mm まで中間育成した後、各地先に放流された。

また、三角町漁協、天草漁協 (大矢野支所、五和支所、牛深総合支所)、有明町漁協、島子漁協及び栖本漁協は、熊本県栽培漁業協会へ中間育成を委託し、中間育成した後、各地先に放流した。

なお、中間育成中の管理、放流方法等の指導は、栽培漁業地域展開協議会マダイ部会事務局、熊本県栽培漁業協会、天草地域振興局水産課の協力で行った。

イ 市場調査

放流効果を把握するため、平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月までの間、株式会社熊本地方卸売市場 (熊本市)、天草漁協上天草総合支所 (上天草市)、天草漁協本渡支所 (天草市本渡)、天草漁協牛深総合支所 (天草市牛深) 及び地方卸売市場八代共同魚市場 (八代市) において、月 1 回程度、マダイ、ヒラメの全長、尾叉長 (マダイ)、鼻腔隔皮欠損 (マダイ)、有眼側及び無眼側の体色異常並びに尾鰭の色素着色 (ヒラメ) を調査した (図 1)。

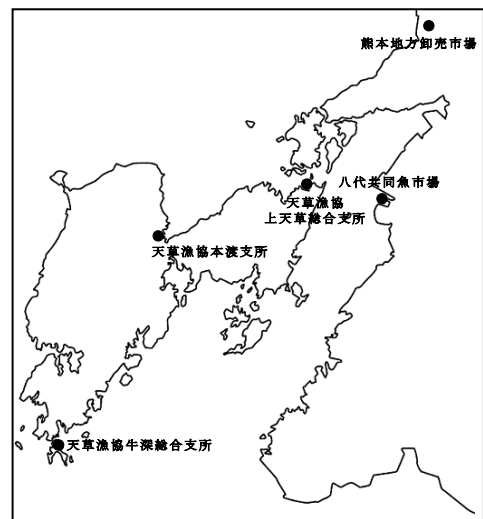


図 1 調査位置図

3 結果

(1) 中間育成・放流指導

ア マダイ

天草漁協 10 支所は種苗 1,245 千尾を受け入れ、中間育成を 9 日間から 45 日間行い、1,149 千尾を放流した。なお、中間育成における各支所の生残率は 90.0%~100%であり、全体の生残率は 92.3%であった。

また、熊本県栽培漁業協会が受託した中間育成では、種苗 842 千尾を受け入れ、生残率は 90.14%であった。

種苗放流は、各地先で平成 22 年 6 月 29 日から 7 月 30 日の間に随時実施され、全長 50mm サイズのマダイ 2,108 千尾が放流された。放流時のマダイを無作為に抽出した 810 尾を調査した結果、平均全長は 52.9 mm、鼻孔隔皮欠損率は 35.1%であった。

イ ヒラメ

6 漁協及び天草漁協 3 支所は種苗 470 千尾を受け入れ、中間育成を 8 日間から 20 日間行い、440 千尾を放流した。なお、中間育成における各漁協の生残率は 84.0%~100%であり、全体の生残率は 94.5%であった。

また、熊本県栽培漁業協会が受託した中間育成では、種苗 307 千尾を受け入れ、生残率は 89.9%であった。

種苗放流は、各地先で平成 22 年 4 月 5 日から 5 月 1 日の間に随時実施され、全長 50mm サイズのヒラメ 716 千尾が放流された。

(2) 市場調査

ア マダイ

マダイの鼻腔隔皮欠損を調査したところ、4,486 尾中 72 尾を確認し、混入率は 1.60%であった(図 2)。また、放流年群毎に調査した中間育成時の鼻腔隔皮欠損を考慮した補正後の混入率は 1.93%であった。

イ ヒラメ

ヒラメの無眼側の体色異常及び尾鰭の色素着色を調査したところ、1,420 尾中 377 尾を確認し、混入率は 26.55%であった(図 3)。

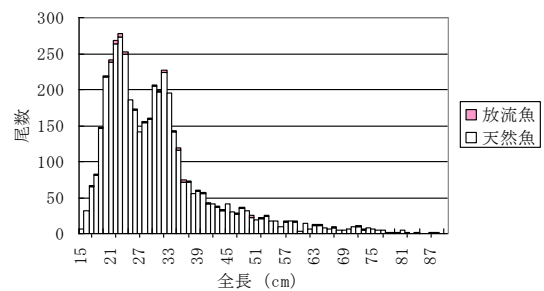


図 2 マダイの天然魚放流魚別全長組成

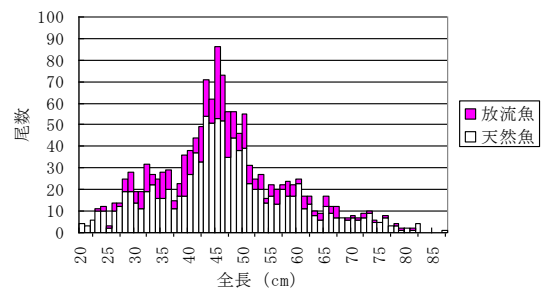


図 3 ヒラメの天然魚放流魚別全長組成

みんなで育てる豊かな海づくり事業（^{令 達}平成17年度～平成22年度）

（九州南西海域におけるマダイ、ヒラメの放流効果把握等）

1 緒言

九州南西海域（熊本県海域（天草西海、八代海）と鹿児島県海域（八代海、西部海域））のマダイ、ヒラメ資源の維持、回復及び持続的利用を図り、放流効果の把握と放流技術の向上を目的として、平成17年度から鹿児島県との共同放流調査を開始した。

今年度は、マダイの標識放流を実施するとともに、マダイ、ヒラメの放流効果及び適正放流サイズを把握するための追跡調査を実施した。なお、本調査の結果は、全国豊かな海づくり推進協会が栽培漁業資源回復等対策事業報告書として、とりまとめ、報告される。

2 方法

- (1) 担当者 森下貴文、川崎信司、松岡貴浩、小山長久
- (2) 調査内容

ア マダイ標識放流

マダイの移動生態と適正放流サイズを把握するため、熊本県栽培漁業協会が生産、中間育成した全長60mmのマダイに左腹鰭抜去、全長80mmのマダイに左腹鰭抜去の外部標識を装着し、標識放流を行った。なお、平成18年度及び平成20年度から平成22年度までに実施した放流場所を図1に、標識放流概要を表1に示す。

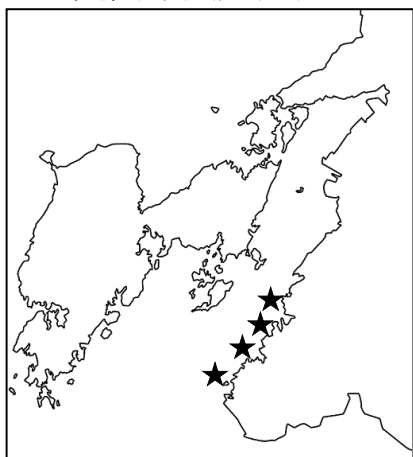


図1 マダイ放流場所(★)

表1 マダイ標識放流概要

	放流年月日	放流尾数(万尾)	平均全長(mm)	腹鰭抜去部位
平成18年度	H18. 7. 28	10	63.6	右
平成20年度	H20. 7. 25	10	60.3	右
	H20. 8. 11	10	81.4	左
平成21年度	H21. 7. 27	10	69.0	左
	H21. 8. 7	10	81.8	右
平成22年度	H22. 7. 20	10	74.9	右
	H22. 7. 27	10	68.7	左

イ 市場調査

株式会社熊本地方卸売市場（熊本市）、天草漁協上天草総合支所（上天草市）、天草漁協本渡支所（天草市本渡）、天草漁協牛深総合支所（天草市牛深）及び地方卸売市場八代共同魚市場（八代市）において、平成22年4月から平成23年3月までの間、月1回程度、市場調査を行った（図2）。

(ア) マダイ

全長、鼻腔隔皮欠損、外部標識（腹鰭抜去）の確認を行った。なお、標識魚は原則として購入し、精密調査（全長、尾叉長、体重、性別、生殖腺重量、耳石採取）を実施した。

(イ) ヒラメ

全長、有眼側及び無眼側の体色異常並びに尾鰭の色素着色、標識（鰭カット）の確認を行った。なお、標識魚は原則として購入し、精密調査（全長、体長、体重、性別、生殖腺重量、耳石採取）を実施した。



図2 調査位置図

3 結果及び考察

(1) マダイ標識放流

熊本県栽培漁業協会牛深支場において、外部標識（腹鰭抜去）を装着した。外部標識装着後から放流までの歩留まりは、全長 68.7mm 放流群が 93.49%、全長 74.9mm 放流群が 94.08%であり、全長 68.7mm 放流群 103,773 尾、全長 74.9mm 放流群 104,427 尾が放流された。

(2) 市場調査

ア マダイ

マダイ 4,486 尾を調査した結果、標識魚 2 尾（平成 18 年度鹿児島県放流群 1 尾、平成 20 年度熊本県放流群）を検出した。平成 18 年度から平成 22 年度までの標識魚再捕状況（合計 49 尾）を表 2 に示す。

表 2 マダイ標識魚再捕結果

放流群/調査年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	合計
平成18年度熊本県	10	9	10	1	0	30
平成18年度鹿児島県	5	3	2	1	1	12
平成20年度熊本県	0	0	0	2	1	3
放流県不明	0	4	0	0	0	4
平 小計	15	16	12	4	2	49

平成 20 年度放流群から適正放流サイズ（全長 60mm、全長 80mm）を検討するため標識放流を実施してきた。しかし、これまでの調査では、平成 20 年度放流群の全長 60mm サイズ 2 尾と全長 80mm サイズ 1 尾しか再捕できておらず、適正放流サイズの確認には至らなかった。

これまでの調査結果から、熊本県放流群が八代海（上天草市松島、天草市本渡、天草市牛深、芦北町）や鹿児島県海域（鹿児島県江口、鹿児島県野間池）で再捕された。また、鹿児島県放流群が八代海（天草市御所浦）で再捕されたことから、八代海内部へ移動していることが確認できた。これらのことから、九州南西海域のマダイ資源は同一群であることが推測された。

イ ヒラメ

ヒラメ 1,420 尾を調査した結果、標識魚 52 尾（平成 17 年度熊本県放流群 10 尾、平成 19 年度熊本県放流群 22 尾、平成 19 年度鹿児島県放流群 20 尾）を検出した。平成 18 年度から平成 22 年度までの標識魚再捕状況（合計 632 尾）を表 3 に示す。

表 3 ヒラメ標識魚再捕結果

放流群/調査年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	合計
平成17年度熊本県	203	138	76	80	10	507
平成17年度鹿児島県	15	19	4	6	0	44
平成19年度熊本県		2	25	12	22	61
平成19年度鹿児島県		0	0	0	20	20
小計	218	159	105	98	52	632

適正放流サイズを把握するため、平成 19 年度に標識放流した標識魚概要と精密測定の結果把握した調査年度別の再捕状況を表 4 に示す。平成 19 年度に標識部位による生残率を確認するため、各標識魚 50 尾ずつの飼育試験を実施したが、試験開始後 1 週間で滑走細菌症により全滅し、比較ができなかった。標識魚再捕数は、50mm>61mm>75mm となったが再捕数が少ないこと、鰭カットの部位による種苗への影響が把握できなかったことから、適正放流サイズの確認には至らなかった。

表 4 ヒラメ標識魚再捕結果

標識魚概要/調査年度		平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	合計
平成19年度放流群	75mm 背鰭前端	0	2	0	2	4
	61mm 背鰭後端	1	2	0	8	11
	50mm 背鰭中央部	1	0	3	10	14
小計		2	4	3	20	29

これまでの調査結果から、熊本県放流群は、近隣海域で漁獲されるほか、鹿児島県海域（鹿児島県出水、黒之浜、阿久根、江口）でも漁獲されており、熊本、鹿児島両県において八代海ヒラメ資源は同一群であることが推測された（図 3、図 4）。

鹿児島県放流群は、天草西海（天草市牛深）のほか、八代海（上天草市松島）でも漁獲されることから、八代海内部へ移動していることが確認できた（図 5）。親魚サイズの標識魚は、その 9 割が熊本県海域（天草市牛深）で漁獲され、残り 1 割が熊本県海域（芦北町）、鹿児島県海域（鹿

児島県江口、阿久根、笠沙)で漁獲された。また、平成 21 年度には長崎県海域での漁獲も確認されており、九州南西海域のヒラメ資源は長崎県も含めた広域な分布を想定する必要性が示唆された(図 6)。

標識魚は、熊本県及び鹿児島県の両県で確認されるとともに、一部は長崎県海域(平戸市)でも確認されており、九州南西海域のヒラメ資源は、熊本県、鹿児島県、長崎県海域にまたがり、広範囲な分布を示すことが示唆された。このことから、各県が連携した種苗放流や資源管理方策を検討することが望ましいと考えられた。

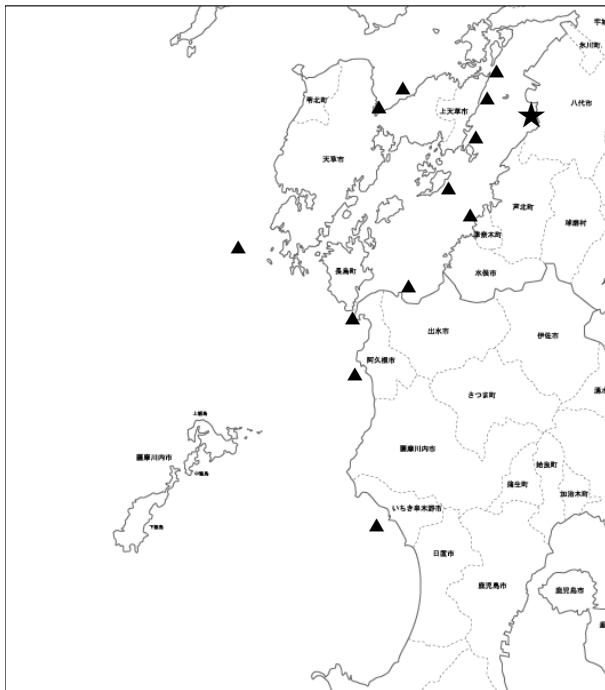


図 3 熊本県放流群(八代地先:★)の再捕地点(▲)

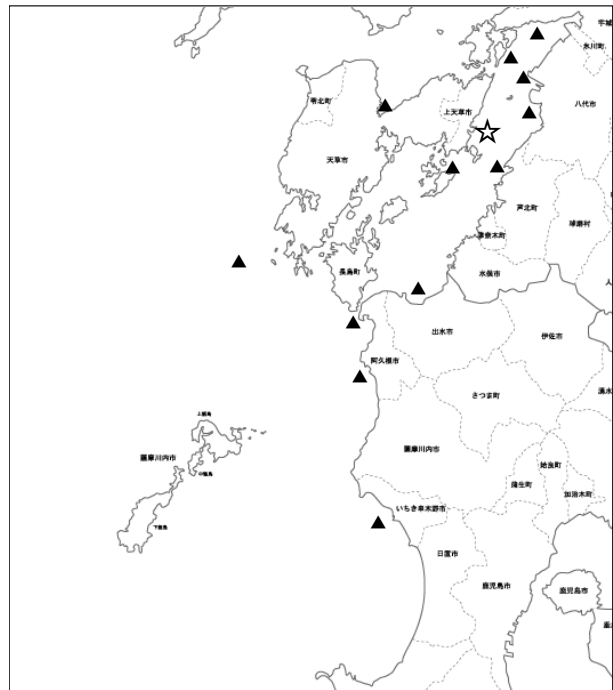


図 4 熊本県放流群(姫戸地先:☆)の再捕地点(▲)

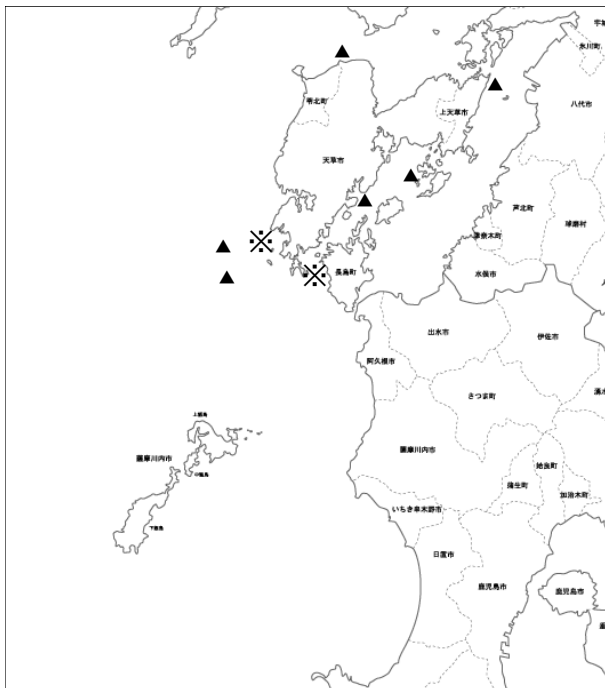


図 5 熊本県放流群(牛深地先:☆)及び鹿児島県放流群(長島地先:☆)の再捕地点(▲)

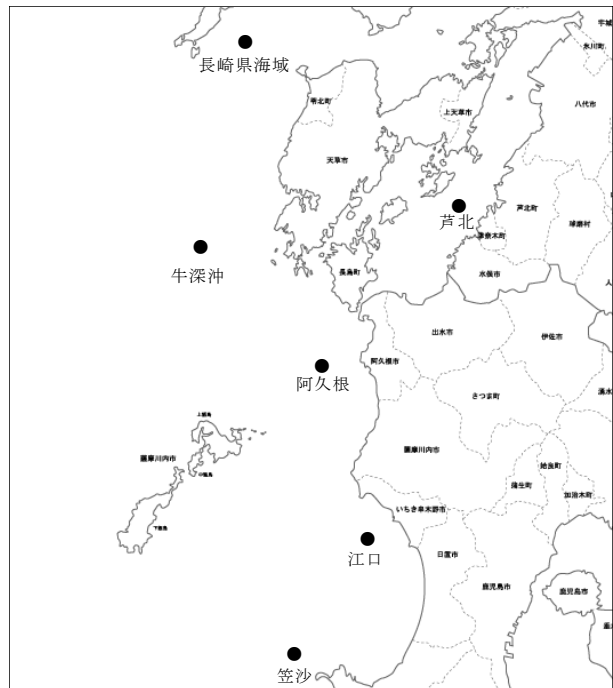


図 6 親魚サイズの標識魚再捕地点(●)

4 参考資料

(1) ヒラメの標識放流

ヒラメの移動生態と適正放流サイズを把握するため、平成17年度及び平成19年度に背鰭及び臀鰭カットの外部標識を装着し、標識放流を実施した。放流場所を図7に、標識放流概要を表5に示す。

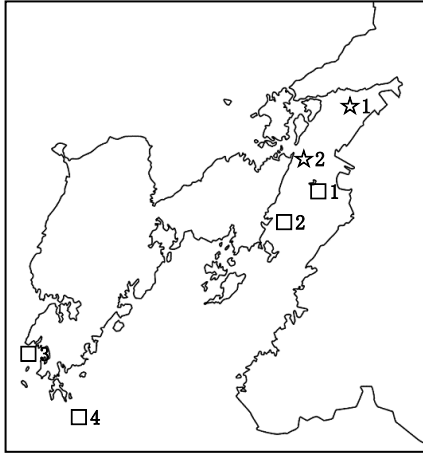


図7 ヒラメ放流場所 (□ ☆)

表5 ヒラメ標識放流概要

	記号	放流場所	放流尾数	標識部位	放流県
平成17年度	□1	八代地先	5万尾	60mm 背鰭	熊本県
	□2	姫戸地先	5万尾	60mm 臀鰭	熊本県
	□3	牛深地先	2.8万尾	60mm 背・臀鰭	熊本県
	□4	長島地先	3万尾	60mm 尾鰭	鹿児島県
平成19年度	☆1	松合地先	3万尾	75mm 背鰭前端	熊本県
		松合地先	3万尾	61mm 背鰭後端	熊本県
	☆2	松島地先	1万尾	50mm 背鰭中央部	熊本県

みんなで育てる豊かな海づくり事業（^{令 達}平成18年度～平成22年度）

（最適放流手法を用いた東シナ海トラフグ資源への添加技術の高度化）

1 緒言

東シナ海や五島灘、玄界灘海域で漁獲されるトラフグは、外海ものブランドとして高価に取り引きされているが、近年漁獲量は盛時の10分の1以下と減少が著しい。また、関係各県により毎年100万尾以上の種苗放流が実施されているが、種苗の適地放流、適正サイズ、健全性などの問題で十分に放流効果が上がっていない状況である。

このため、最適放流手法と複数の産卵場を活用した東シナ海のトラフグ資源培養技術の確立を目的として、八代海放流群の産卵回帰の実態把握を調査した。

本事業は長崎県総合水産試験場を中核機関とし、(独)水産総合研究センター瀬戸内海水産研究所、広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究センター水産試験場、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター及び佐賀県玄海水産振興センターと共同で研究を実施し、本県は八代海を担当した。

なお、事業全体については、新たな農林水産政策を推進する実用事業開発事業「最適放流手法を用いた東シナ海トラフグ資源への添加技術の高度化」として、長崎県がとりまとめ、報告する予定である。

2 方法

(1) 担当者 森下貴文、川崎信司、松岡貴浩、小山長久

(2) 調査内容

本事業は、平成22年度委託研究実施要領（各放流群の産卵回帰の実態把握(八代海)）により実施した。八代海湾口の産卵場を漁場とし、トラフグ親魚が水揚げされる天草漁協深海支所で、4～5月に2回/月の頻度で胸鰭切除標識を指標とした放流魚の標識率調査を行った(図1)。検出された標識魚については耳石標識のパターン(回数や標識径)から放流群を特定し、放流群別月別の標識率に漁獲実態調査で得られた月別の漁獲尾数を乗じて回収尾数を求め、放流群毎に回帰性や放流効果を推定した。

3 結果及び考察

産卵親魚が水揚げされた天草漁協深海支所で、平成22年4～5月に4回、胸鰭切除標識を指標とした標識率調査を実施した。水揚げ量は1,979kgであり、前年を若干下回ったが、尾数ではここ3カ年で最も多い1,348尾が漁獲された。調査尾数348尾(標本抽出率25.8%)から1尾の当事業標識魚(全長391mm、体重1,073g)が得られ、耳石標識のパターンから18年度八代海放流魚(4歳)であった(表1)。各効果指標の推定値は、回収尾数4尾、回収率0.02%、回収金額14,385円であった(表2)。

表1 市場調査結果

調査市場	調査月	水揚げ尾数	調査尾数	標本抽出率(%)	標識魚
深海	4～5	1,348	348	25.8	1

表2 各効果指標の推定値

標識率	回収尾数	回収率(%)	回収金額(円)	回収重量(kg)
(95%信頼区間)	(95%信頼区間)	(95%信頼区間)	(95%信頼区間)	(95%信頼区間)
0.3	4	0.02	14,385	4
(-0.2～0.8)	(-3～10)	(0～0)	(-9,973～38,643)	(-3～11)

また、平成20年度から平成22年度に再捕された八代海放流群26尾のうち、5尾が有明海、21尾が八代海で再捕された。八代海放流群の81%が放流場所近傍の産卵場で再捕されたことから、高い回帰性が示唆された。

みんなで育てる豊かな海づくり事業 (県 単)

(平成 21～25 年度)

(八代海クルマエビ共同放流推進事業)

1 緒 言

クルマエビは八代海における主な漁船漁業の漁獲対象種であり、これまで、八代海湾奥部から芦北町地先にかけての海域で種苗放流が行われ、その放流効果については、主に八代漁協放流群を対象に調査が行われてきた。平成14～15年度にリボンタグを用いたクルマエビの移動経路追跡調査では、八代地先で放流した個体が同地先だけでなく八代海湾奥部や鹿児島県の海域にも移動して漁獲されていること、平成17～20年度にかけての尾肢カット標識を用いた放流効果調査結果からは、八代地先放流群の放流効果に関する情報が得られている。

本年度は、低迷する八代海のクルマエビ漁獲量及び放流効果を向上させるため、近年、新たに開発されたDNAマーカーを用いた放流効果調査手法を導入し、より詳細かつ正確な情報から今後の種苗放流の方策を検討することを目的とし、平成21年に引き続き調査を実施した。

なお、本調査は、八代漁業協同組合並びに熊本県八代地域振興局水産課と連携して実施した。

2 方 法

(1) 担当者 荒木希世、川崎信司

(2) 調査項目及び内容

ア 標識放流

DNA 標識：八代市地先

平成 22 年 7 月 29 日、平均体長 30mm、1,540,000 尾

イ モニタリング調査

八代地先における放流効果を把握するため、9 月から漁期終了までの期間において、八代漁協における各地区・漁期ごとの延べ隻数等（実稼働経営体数、漁期毎の操業日数等）の把握を行うとともに、任意に抽出した漁船（標本船）ごとに 1 日の総漁獲尾数と標識エビの再捕尾数を計数し、体長・体重の測定を行った。漁獲尾数（重量）及び回収尾数（重量）の推定は、漁期ごとに調査した 1 隻あたりの平均漁獲尾数（重量）及び平均標識エビ再捕尾数（重量）をその漁期の延べ操業隻数で引き延ばし推定した。これらによって推定された標識エビの再捕尾数を放流尾数で除して、回収率を算出した。

なお、標識エビの検出は、「有明再生拡充事業クルマエビ」と同様の方法で行った。なお、MS-DNA の分析については平成 23 年度に行うこととし、今回は mtDNA のみで検出を行った。

3 結 果 及 び 考 察

(1) 漁獲の状況

八代地先における漁期ごとの漁獲量の推移（平成 18～22 年）を図 1 及び表 1 に示した。

平成 22 年のクルマエビ漁は 9 月前期から 12 月前期の期間に操業が行われ、漁期全体を通しての漁獲量は 0.3t で、延べ操業隻数は 227 隻、1 日 1 隻あたりの平均漁獲量は 1.38kg であった。

(2) 放流クルマエビの再捕及び推定回収率

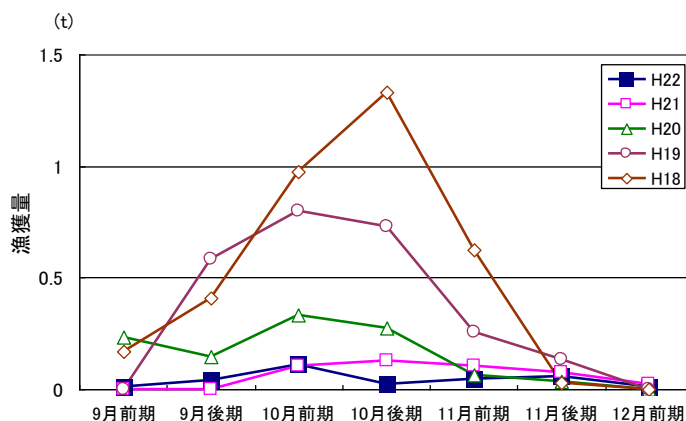


図 1 八代地先における漁獲量の推移

調査期間中(9~11月)に得られた977個体のうち、漁期毎にランダム抽出した317個体についてmtDNA分析を行い、放流種苗であるか否かの判定を行った結果、10個体が再捕個体であると判定された。これらの体サイズは、平均体長121mm、平均体重20.1gであり、漁期全体の平均混獲率は2.91%、回収率0.125%、回収重量39.6kgと推定された(表1)。

表1 八代地先放流群の漁期別漁獲及び再捕状況

漁期	操業隻数 (隻・日)	クルマエビ 漁獲尾数 (尾/隻日)	標識エビの再捕状況		当該地区のクルマエビの漁獲状況			当該地区における回収状況			
			標識エビ (尾/隻日)	混入率	総漁獲尾数 (尾)	総漁獲量 (kg)	総漁獲金額 (千円)	総回収尾数 (尾)	総回収重量 (kg)	総回収金額 (千円)	回収率
9月前期	13	210.1	21.89	10.42%	2,732	10.7	38	285	3.7	12,951	0.018%
9月後期	25	543.5	0.00	0.00%	13,586	43.3	152	0	0.0	0	0.000%
10月前期	55	593.4	22.37	3.77%	32,637	111.9	392	1,230	25.9	90,734	0.080%
10月後期	25	229.9	8.67	3.77%	5,748	24.9	87	217	4.0	14,053	0.014%
11月前期	31	374.1	2.99	0.80%	11,596	46.7	163	93	2.2	7,855	0.006%
11月後期	47	212.1	1.70	0.80%	9,971	61.2	214	80	3.1	10,742	0.005%
12月前期	31	71.1	0.57	0.80%	2,203	14.2	50	18	0.7	2,374	0.001%
合計	227	2,234	58.19	2.91%	78,474	312.9	1,095	1,922	39.6	138,709	0.125%

(3) 漁獲量及び混獲率、回収率の推移

八代漁協(八代地先)における平成18年以降のクルマエビの漁獲量の推移を図2に、同じく八代地先放流群の混獲率と回収率の推移を表2に示した。

漁獲量は、平成18年の3.5tから減少の一途をたどり、平成22年には0.3tにまで減少した。

放流効果は、平成21年とは標識方法は異なる(尾肢カット)ものの、平成20年に混獲率2.40%、平成19年には5.17%の回収率を確認し、種苗生産経費(種苗代金)と漁獲金額で算出された費用対効果も1を超え、八代地先におけるクルマエビ放流の効果を確認したところであった。しかしながら、平成21年と平成22年の漁獲量及び回収率は、ともに低い水準となった。

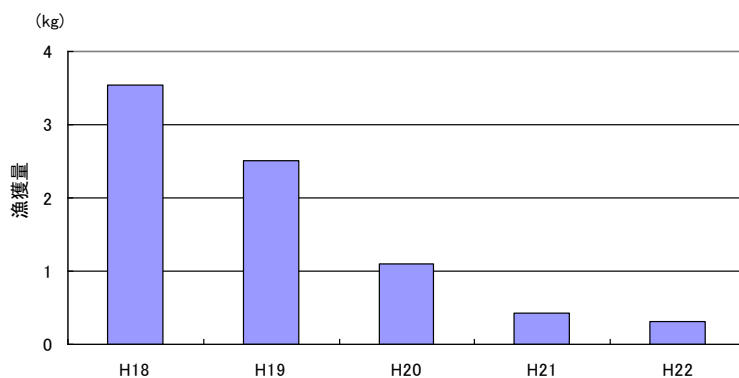


図2 八代地先の漁獲量の推移

表2 八代地先における八代地先放流群の混獲率と回収率の推移

	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
混獲率	1.47%	1.12%	2.40%	0.29%	2.91%
回収率	4.53%	5.17%	1.81%	0.002%	0.125%

八代漁協においては、種苗生産から放流までの一定の技術は確立されたと思われる。しかしながら、放流効果が低下した要因について種苗生産から放流までの手順を再点検すると、平成21年度の放流では、これまで行われていた囲い網による中間育成やアマモ場での放流等の外敵生物や放流適地における放流が行われず、各地区で分散的な放流が行われたことが考えられた。このため、平成22年度は、種苗放流の作業手順の再徹底を図るなど、放流効果を高めるための取組みが行われ、平成22年度は平成21年に比べて回収率が高かった点に関しては、これらの取組みの成果と評価できる。しかしながら、以前(平成20年度以前)のような放流効果が得られていないこと、また、天然資源を含めての漁獲量の減少の問題に関しては、今後、様々な方面からの要因分析を進めていく必要があると考えられる。

有明四県クルマエビ共同放流推進事業 (県 単) 有明海再生拡充事業 (国 補) (クルマエビ)

1 緒言

これまで、有明海に面する福岡、佐賀、長崎並びに熊本の四県が連携し、クルマエビの生態、標識放流技術開発及び放流効果について調査を実施し、その結果、有明海におけるクルマエビの産卵、浮遊幼生の移入、着定期の干潟の利用、放流種苗への標識手法、放流した種苗の移動などが明らかとなった。これらの知見をもとに、平成15年度から有明四県クルマエビ共同放流推進協議会を実施主体とした放流事業が行われている。

しかしながら、近年は漁獲量の減少傾向に歯止めがかからず、最新の平成21年の農林水産統計年報によると有明海(熊本有明)のクルマエビ漁獲量は6トンであり、最盛期だった昭和58年(528トン)の約1%にまで減少している。

クルマエビ資源の回復を図るため、資源の積極的な培養手法の1つとして種苗放流が行われてきた。併せて、その放流効果把握も行ってきた。しかしながら、平成9年度以降採用してきた尾肢切除標識法には、尾肢標識の判定、尾肢切除による放流種苗への影響などの課題が残されている。

そこで、本研究においては、近年、独立行政法人水産総合研究センターで開発されたDNAを用いた親子判別手法による放流効果調査手法を導入し、有明海において本法の実用化試験を行うとともに、より精度の高い放流効果の解析を行うことで、放流効果の高い放流手法の探索を行うこととした。なお、本年度は、放流時期の違いによる放流効果の差異に着目して調査を行った。

2 方法

(1) 担当者 荒木希世、栗元美代子、川崎信司

(2) 調査項目及び内容

ア 標識種苗放流

財団法人熊本県栽培漁業協会生産され、民間養殖業者で中間育成された体長40mmサイズの種苗を用いた。放流時期及び放流方法の違いによる放流効果の差異をみるため、熊本県地先にK1:前期中間育成放流群(135,460尾、平成22年8月1日)、K2:前期直接放流群(892,900尾、平成22年7月16日~7月29日)、K3:前期馴致・渚線放流群(1,339,000尾、平成22年7月20日~7月29日)、K4:後期直接放流群(1,291,400尾、平成22年9月6日~9月10日)、K5:後期馴致・渚線放流群(1,251,000尾、平成22年9月14日~9月17日)の5群に分けて放流を行った(図1、表1)。

放流効果の算定にあたっては、熊本県放流群のほか、佐賀県と福岡県地先に放流された分も含め、全ての標識種苗を対象に解析を行った。

イ 放流効果調査

(ア) 漁獲物及び標本船調査

放流効果を検討するため、漁獲物調査を6月21日から11月29日(漁期終了)の期間に、大潮

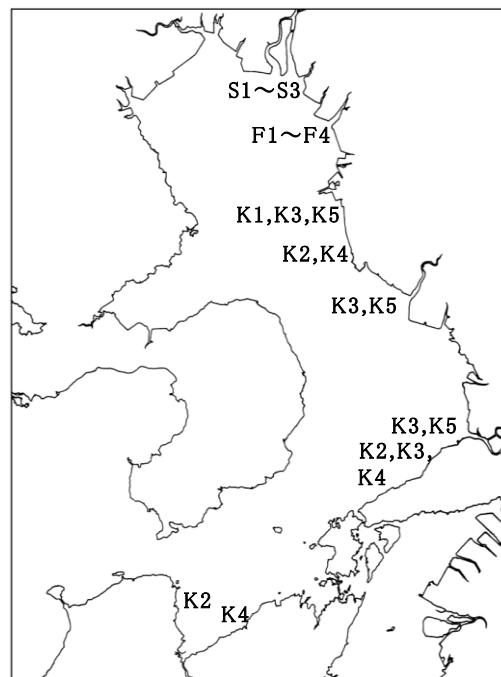


図1 放流場所(表1の記号と同一)

表1 有明四県で放流されたDNA標識種苗一覧

記号	放流区分	サイズ (mm)	尾数(尾)	放流日	放流場所
K1	熊本前期中間育成放流群	40	135,460	2010.8.1	熊本県地先
K2	熊本前期直接放流群	40	892,900	2010.7.16-7.29	熊本県地先
K3	熊本前期馴致・渚線放流群	40	1,339,000	2010.7.20-7.29	熊本県地先
K4	熊本後期直接放流群	40	1,291,400	2010.9.6-9.10	熊本県地先
K5	熊本後期馴致・渚線放流群	40	1,251,000	2010.9.14-9.17	熊本県地先
F1	福岡非干出覆砂域放流群	50	781,000	2010.6.9,11	矢部川河口沖覆砂区(22号)
F2	福岡干出漁場域放流群	50	792,000	2010.6.10,15	福岡県地先(24号)
F3	福岡干出域放流群	50	768,900	2010.8.7-27	福岡県地先(302号)
F4	福岡30mm放流群	30	1,231,250	2010.8.12-9.14	福岡県地先
N1	長崎佐賀地先放流群	50	368,000	2010.6.16	佐賀県地先
N2	長崎福岡地先放流群	50	417,000	2010.6.17	福岡県地先
S1	佐賀50mm放流群	50	1378920	2010.6.13-21	早津江川沖(通称:カタコ)
S2	佐賀30mm放流群	30	1370317	2010.5.30-6.5	早津江川沖(通称:カタコ)
S3	佐賀30mm放流群	30	1002294	2010.8.9-12	早津江川沖(通称:カタコ)

を挟む13~15日間を1漁期とし、原則大潮毎に1~2回/標本船の頻度で延べ87回(延べ箇所)実施した。

また、漁期ごとの延べ操業隻数を把握し、また、任意に抽出した漁船ごとに1日の総漁獲尾数を計数するとともに個体ごとに体長及び体重を測定した。

(イ) 放流エビの検出

a ミトコンドリアDNAの検出

放流に用いた親クルマエビ及び(ア)で得られた漁獲物について、筋肉部からDNAを抽出し、ミトコンドリアDNA D-Loop領域をPCR反応によって増幅し、得られた増幅産物についてサイクルシーケンシス反応を行った。PCR反応にはプライマーF2(5'-AAAATGAAAGAATAAGCCAGGATAA-3')及びPJCr-T(5'-AGTTTGTATCTTTGGGGTAATGGTG-3')を、また、サイクルシーケンシス反応にはプライマーF3(5'-GAAAGAATAAGCCAGGATAA-3')を用いた(高木ら、未発表)。得られた増幅産物(約1150bp)についてDNAシーケンサー(Applied Biosystems 3730)を用いて塩基配列を読み取った(約800bp)。

b 親子のハプロタイプの分類・照合

aにより得られたミトコンドリアDNA標識の塩基配列データ(約800bp)から543bpの塩基配列を切り出し、DNA解析ソフト(MEGA、DnaSP version 5.0)を用いてアライメントとハプロタイプの決定を行い、親クルマエビと漁獲物(子)のハプロタイプとの照合を行った。

c マイクロサテライトDNAの検出

bにより、親及び親とハプロタイプが一致した個体について、マイクロサテライトDNAの分析を行った。3つのマーカー遺伝子座(CSPJ002、CSPJ010、CSPJ012)(Moore et al. ²⁾)について、PCR反応で目的領域を増幅した後、DNAシーケンサー(Applied Biosystems 3130xl)を用いて増幅サイズを測定し、解析ソフト(株式会社Applied Biosystems社製GeneMapper)を用いて遺伝子型を決定した。

親の遺伝子型と一致し、かつ再捕時期や体長等からも放流エビであると認められた個体を放流エビと決定した。

(ウ) 回収率の推定

漁獲尾数(重量)及び回収尾数(重量)の推定は、(ア)により得られた漁期ごとに調査した1

隻あたりの平均漁獲尾数（重量）と（イ）により得られた平均標識エビ再捕尾数（重量）をその漁期の延べ操業隻数で引き延ばし推定した。

3 結果

(1) 漁獲及び再捕の状況

熊本県海域（荒尾市～宇土市）における旬別の操業隻数と放流されたクルマエビの再捕状況を表 2 に示した。

漁期ごとの延べ操業隻数は 1～313 隻で、漁期期間中の延べ操業隻数は 1,449 隻、1 日 1 隻あたりの平均漁獲尾数は 0～193 尾であった。

熊本前期放流群（K1、K2、K3）の再捕は 8 月後半から確認され、最も高い混入率は、熊本前期馴致・渚線放流群（K3）の 9 月前半の 5.81% であった。また、熊本後期放流群（K4、K5）の再捕は 9 月後半から確認され、最も高い混入率は、熊本後期直接放流群（K4）の 11 月後半の 1.22% であった。

一方、福岡県及び佐賀県地先放流群（F1～S3）の再捕は 7 月後半から 10 月前半にかけてみられ、福岡県地先で放流された群（F1、F2、F3、F4、N2）で最も高い混入率は、長崎福岡地先放流群（N2）7 月後半の 4.79% で、同じく佐賀県地先で放流された群（S1、S2、S3、N1）では、長崎佐賀地先放流群（N2）7 月後半の 4.79% であった。また、佐賀 30mm 放流群（S3）は全く再捕されなかった。

表 2 熊本県有明海域における標識放流クルマエビの再捕状況

漁期	操業隻数	漁獲尾数	H22K1		H22K2		H22K3		H22K4		H22K5	
			再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率
4月前半	6	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
4月後半	1	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
5月前半	9	13.9	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
5月後半	5	17.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
6月前半	52	109.9	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
6月後半	93	100.2	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
7月前半	74	52.5	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
7月後半	44	75.6	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
8月前半	20	77.6	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
8月後半	179	192.5	0.4	0.21%	2.6	1.35%	3.8	1.98%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
9月前半	228	160.0	0.4	0.23%	0.0	0.00%	9.3	5.81%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
9月後半	261	130.5	0.0	0.00%	0.2	0.13%	0.8	0.62%	0.0	0.00%	0.2	0.15%
10月前半	313	117.1	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.9	0.77%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
10月後半	76	94.2	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
11月前半	69	110.6	0.0	0.00%	0.7	0.68%	0.0	0.00%	0.5	0.47%	0.6	0.53%
11月後半	19	66.5	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.8	1.22%	0.5	0.71%

漁期	H22F1		H22F2		H22F3		H22F4		H22N1		H22N2		H22S1		H22S2		H22S3	
	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率	再捕尾数	混入率
4月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
4月後半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
5月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
5月後半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
6月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
6月後半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
7月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
7月後半	1.8	2.38%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	3.6	4.76%	3.6	4.79%	1.8	2.38%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
8月前半	3.4	4.45%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	1.7	2.22%	3.4	4.45%	0.9	1.11%	0.9	1.11%	0.0	0.00%
8月後半	0.4	0.21%	0.4	0.21%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.4	0.21%	0.6	0.33%	1.6	0.82%	0.4	0.21%	0.0	0.00%
9月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.2	0.15%	0.2	0.15%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
9月後半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.5	0.36%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
10月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.2	0.16%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.2	0.21%	0.2	0.21%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
10月後半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
11月前半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%
11月後半	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%

漁獲尾数及び再捕尾数は調査船1隻あたりの平均値

(2) 放流エビの推定回収量

熊本県における放流クルマエビの推定回収状況を表 3-1 及び表 3-2 に示した。

4 月から 11 月（漁期終了）までの天然魚を含めた推定漁獲量及び推定漁獲尾数は、それぞれ 3.7 トン、181 千尾で、昨年（3.5 トン、183 千尾）と同様に低かった。漁獲量のピークは、10 月前半の 828kg であ

った。

熊本県前期放流群 (K1、K2、K3) は、8 月後半から回収された。熊本前期中間育成放流群 (K1) は、累積回収尾数 153 尾、累積回収重量 2.6kg、回収金額 13 千円、回収率 0.11%と推定された。同様に、熊本前期直接放流群 (K2) は、累積回収尾数 560 尾、累積回収重量 7.3kg、回収金額 37 千円、回収率 0.06%、熊本前期馴致・渚線放流群 (K3) は、累積回収尾数 3,297 尾、累積回収重量 69.2kg、回収金額 346 千円、回収率 0.25%と推定された。

熊本後期直接放流群 (K4) は、累積回収尾数 52 尾、累積回収重量 0.9kg、回収金額 4 千円、回収率 0.004%、同様に、熊本後期馴致・渚線放流群 (K5) は、累積回収尾数 0.1 尾、累積回収重量 1.4kg、回収金額 7 千円、回収率 0.000%と推定された。

福岡県地先で放流された群 (F1、F2、F3、F4、N2) では、長崎福岡地先放流群 (N2) が最も回収が多く、累積回収尾数 541 尾、累積回収重量 12.0kg、回収金額 60 千円、回収率 0.13%と推定された。

佐賀県地先で放流された群 (S1、S2、S3、N1) では、回収尾数及び重量では佐賀 50mm 放流群 (S1) が最も多く、累積回収尾数 457 尾、累積回収重量 14.3kg、回収金額 71 千円であったが、回収率では、長崎佐賀地先放流群 (N1) の 0.07%が最も高かった。

放流群ごとの回収率で比較すると、高い方から熊本前期馴致・渚線放流群、長崎福岡地先放流群、熊本前期中間育成放流群の順であった。放流時期と方法で比較すると、放流効果は、熊本県地先に放流した群は後期放流群 (9 月放流) よりも前期放流 (主に 7 月放流) の方が、また、直接放流よりも中間育成・馴致・渚線放流の方が高かった。

表 3-1 熊本県有明海域における標識放流クルマエビの回収状況 (熊本県地先放流群)

漁期	天然+人工		H22K1				H22K2				H22K3			
	漁獲尾数	漁獲量	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率
4月前半	0	0.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	0	0.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月前半	125	3.2	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	85	2.3	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月前半	5,715	108.7	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	9,317	191.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月前半	3,882	78.5	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	3,327	35.8	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
8月前半	1,552	30.5	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	34,461	616.5	71	1.0	5	0.05%	466	7.3	37	0.05%	681	8.3	42	0.05%
9月前半	36,490	620.7	82	1.6	8	0.06%	0	0.0	0	0.00%	2,121	43.7	218	0.16%
後半	34,073	674.3	0	0.0	0	0.00%	43	0.0	0	0.00%	212	6.5	33	0.02%
10月前半	36,646	828.2	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	282	10.6	53	0.02%
後半	7,158	199.7	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月前半	7,629	229.1	0	0.0	0	0.00%	51	0.0	0	0.01%	0	0.0	0	0.00%
後半	1,263	36.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
合計	181,724	3,654.5	152.7	2.6	13	0.113%	560.2	7.3	37	0.063%	3,296.7	69.2	346	0.246%

漁期	天然+人工		H22K4				H22K5			
	漁獲尾数	漁獲量	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率
4月前半	0	0.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	0	0.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月前半	125	3.2	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	85	2.3	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月前半	5,715	108.7	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	9,317	191.0	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月前半	3,882	78.5	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	3,327	35.8	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
8月前半	1,552	30.5	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	34,461	616.5	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
9月前半	36,490	620.7	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	34,073	674.3	0	0.0	0	0.00%	0	0.7	4	0.00%
10月前半	36,646	828.2	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
後半	7,158	199.7	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月前半	7,629	229.1	36	0.6	3	0.00%	0	0.5	3	0.00%
後半	1,263	36.0	15	0.3	1	0.00%	0	0.1	1	0.00%
合計	181,724	3,654.5	51.5	0.9	4	0.004%	0.1	1.4	7	0.000%

※単位:漁獲量・回収重量:kg, 回収金額(千円)

表 3-2 熊本県有明海域における標識放流クルマエビの回収状況 (佐賀県・福岡県地先放流群)

漁期	H22F1				H22F2				H22F3				H22F4			
	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率
4月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
4月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月後半	79	0.7	4	0.01%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
8月前半	69	1.7	9	0.01%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
8月後半	71	3.0	15	0.01%	71	2.2	11	0.01%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
9月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	54	0.7	3	0.01%	54	0.7	3	0.00%
9月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
10月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	58	0.7	3	0.01%	0	0.0	0	0.00%
10月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
合計	218.8	5.4	27.0	0.028%	70.6	2.2	11	0.009%	111.7	1.4	7	0.015%	53.8	0.7	3	0.004%

漁期	H22N1				H22N2			
	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率
4月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
4月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月後半	158	1.6	8	0.04%	159	1.7	8	0.04%
8月前半	34	0.6	3	0.01%	69	1.4	7	0.02%
8月後半	71	1.8	9	0.02%	113	2.6	13	0.03%
9月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
9月後半	0	0.0	0	0.00%	122	3.0	15	0.03%
10月前半	0	0.0	0	0.00%	78	3.4	17	0.02%
10月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
合計	263.5	4.0	20	0.072%	540.7	12.0	60	0.130%

漁期	H22S1				H22S2				H22S3			
	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率	回収尾数	回収重量	回収金額	回収率
4月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
4月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
5月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
6月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
7月後半	79	0.7	4	0.01%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
8月前半	17	0.4	2	0.00%	17	0.4	2	0.00%	0	0.0	0	0.00%
8月後半	283	9.0	45	0.02%	71	1.1	5	0.01%	0	0.0	0	0.00%
9月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
9月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
10月前半	78	4.2	21	0.01%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
10月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月前半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
11月後半	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%	0	0.0	0	0.00%
合計	456.9	14.3	71	0.033%	87.9	1.5	7	0.006%	0.0	0.0	0	0.000%

※単位: 漁獲量・回収重量:kg, 回収金額(千円)

4 考察

(1) 漁獲量及び漁獲努力量の推移

2000年以降の熊本県有明海域(荒尾～宇土市地先)における推定漁獲量の推移を図2に示した。

漁獲量は、2003年には26.3tであったが、その後は2006年を除いて10t前後を変動し、今回調査を行った2010年は、過去最低であった昨年(3.5t)とほぼ同水準の漁獲量3.7tであった。

熊本県有明海域(荒尾～宇土市地先)における旬別の漁獲量及びCPUEの推移を図3に示した。5月前期から漁獲が始まり、6月後期にかけて漁獲量・CPUEともに上昇したもののその後減少に転じた。

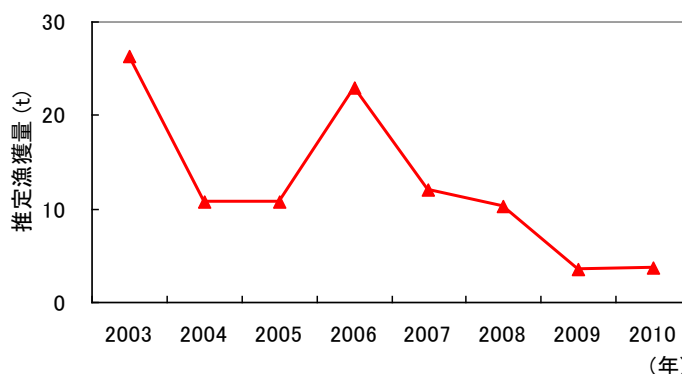


図2 熊本県有明海域における推定漁獲量の推移

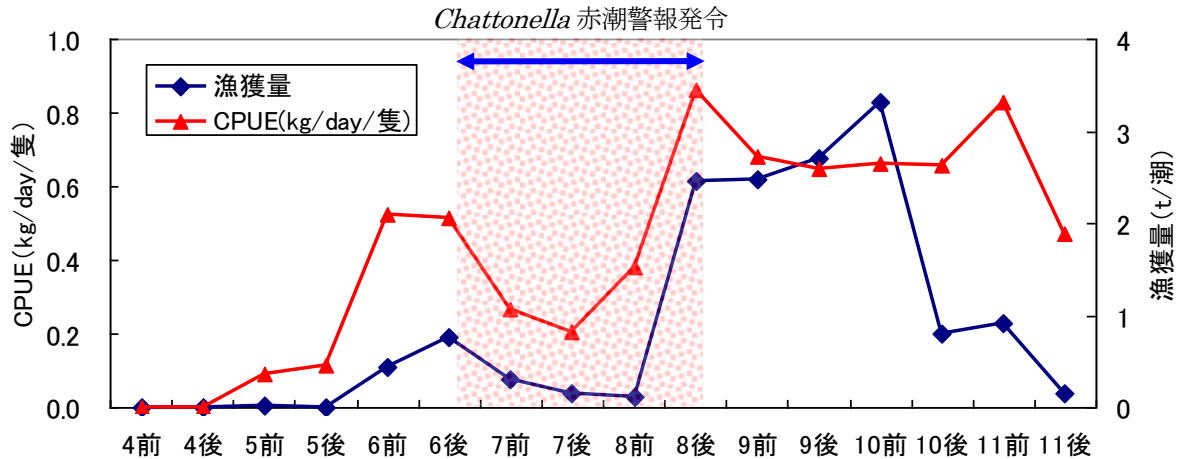


図3 熊本県有明海域における旬別の漁獲量及びCPUEの推移

8月以降は、漁獲量も約0.6t/潮以上、CPUEも2.6kg/day/隻以上の水準となり、11月後期に漁期は終了した。

(2) その他

平成22年は、平成21年と同様に、熊本有明海全域において Chattonella 赤潮が発生しており（熊本県有明海における赤潮警報発令6月24日～8月24日、最高細胞数 13,800cells/ml）、赤潮発生時期は、クルマエビの漁獲量及びCPUE減少時期とも一致していた（図3）。

赤潮発生期間中は、網汚れを避けるために出漁を控える漁船も多いため、漁獲量の減少が出漁隻数の減少によるものかどうか確認するため、試験操業（標本船が出漁しない日に操業を依頼して通常通りの操業）を実施したところ、CPUEは0.2～0.9kg/day/隻で、図3と同様の結果であった。これらのことから、当該時期（6月後半～8月後半）の漁獲量の減少は、単なる出漁隻数の減少によるものでなく、漁獲対象となるクルマエビの漁場内での生息量が低いことに起因していたものと推察される。

漁獲量の減少傾向に歯止めがかからず、また、放流効果が低迷を続ける有明海のクルマエビ漁業については、上述の赤潮に限らず様々な方面から減少要因に関する究明が必要であると考えられる。

5 参考文献

- 1) Moore, S. S., V. Whan, G. P. Davis, K. Byrne, D. J. S. Hetzel, N. Preston The development and application of genetic markers for the Kuruma prawn *Penaeus Japonicus*. Aquaculture. 1999; 173:19-32.

有明海再生拡充事業 (令 達)

平成 21 年度～

(ガザミの放流効果調査)

1 緒 言

有明海におけるガザミ類の漁獲量は、熊本農林水産統計年報によると、昭和 60 年の 1,781 トンをピークに、近年は 200 トン前後の低い水準で推移している。また、熊本県の有明海海域における漁獲量も昭和 62 年の 284 トンをピークに、近年は 40 トン前後と低迷している状況にある。

有明海沿海 4 県（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県）ではガザミ資源の回復を目指し、C1～C6 サイズの種苗が放流され、熊本県においても漁業者等により C1 サイズ 200 万尾程度の放流が行われている。しかし、有効な標識手法がないため、放流効果が把握できていない状況にある。このことを踏まえ、有明海沿海 4 県が共同で C1 サイズよりも潜砂性が高い大型の C3 サイズ以上の放流を行い、放流効果の向上を図るとともに、独立行政法人水産総合研究センターで開発された DNA を用いた親子判別手法による放流効果調査手法を導入し、効果の算出を行った。

2 方 法

- (1) 担当者 森下貴文、川崎信司、荒木希世、小山長久、栗元美代子
- (2) 調査内容

ア DNA 標識種苗放流

熊本県栽培漁業協会で生産された C3 サイズ（全甲幅長約 10mm）のガザミを DNA 標識種苗として用いた。種苗の輸送に当たっては、90cm 角モジ網（目合い 1mm）に 14 節のポリ網、ガザミが鉢脚で挟んだり内部に入り込むことにより共食いや脚の減耗を防ぐたわし状のシェルター（図 2）、種苗 40 千尾程度を収容し、活魚トラックで運搬した。なお、放流は 6 月 18 日（熊本市松尾地先、305 千尾）と 7 月 14 日（玉名市鍋明地先、329 千尾）の 2 回に分けて実施した（図 1）。熊本市松尾地先（以下、「松尾放流群」という。）では、半数を船上から直接放流し、半数をアサリ漁場にポリ網ごと漬け込み（以下、「漬け込み式放流」という。）、翌日状況確認を行った。また、玉名市鍋地先（以下、「鍋放流群」という。）では、全数をアサリ漁場にポリ網ごと漬け込み、1 週間後に状況確認を行った（表 1）。

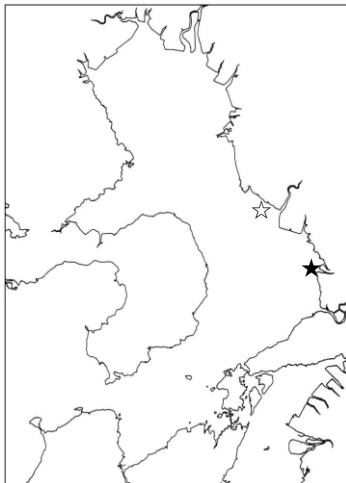


図 1 放流場所



図 2 14 節ポリ網とたわし状シェルター

表 1 DNA 標識種苗放流一覧

記号	全甲幅長 (mm)	尾数 (千尾)	放流日	放流場所
★	10	305	平成23年6月18日	熊本市松尾地先
☆	10	329	平成23年7月14日	玉名市鍋地先

イ 放流効果調査

(ア) 買取調査

昨年度放流群と今年度放流群の標識魚検出のため、5月から10月にかけて、有明海海域で主にガザミを漁獲する固定式刺し網漁業（2地区2名）及びすくい網漁業（1地区2名）を営む漁業者から、月2回から月4回程度漁獲物を購入した。購入した漁獲物から肉片を切り出し、DNA抽出のためのサンプルとした。なお、サンプルは、99.5%エタノールで固定、保存した。

(イ) 標本船調査による漁獲量推定

有明海海域におけるガザミ漁獲量を推定するため、主にガザミを漁獲している固定式刺し網漁業（3地区3名）及びすくい網漁業（3地区3名）に標本船調査を依頼した。調査項目は、操業日時、場所、水深、漁獲量、漁獲尾数、全甲幅長12cm以下の小型ガザミの再放流尾数、同地区から出漁した漁船数（操業隻数）、混獲物とした。

(ウ) 標識魚の検出

a ミトコンドリア DNA の検出

種苗生産に用いた親ガザミと漁獲物調査で得られた漁獲物について、筋肉部からDNAを抽出し、ミトコンドリアDNAの調整領域をPCR反応によって増幅し、得られた増幅産物についてサイクルシーケンス反応を行った。PCR反応には、プライマーCrab12S-4（5'-GACAAGACTAAACCACCG-3'）及びD-DR（5'-GCTACCCTTTTAAATCAGGCAC-3'）を用いた。また、サイクルシーケンス反応にはプライマーCrab12S-5（5'-CCGCGACTGCTGGCACAATATT-3'）を用いた。得られた増幅産物（約1,150bp）についてDNAシーケンサー（Applied Biosystems 3,730）を用いて塩基配列を読み取った（約800bp）。なお、DNA抽出及び分析は、民間業者に委託した。

b 親子のハプロタイプの分類、照合

aにより得られたミトコンドリア標識の塩基配列データ（約800bp）から550bpの塩基配列を切り出し、DNA解析ソフト（MEGA、DnaSP version 5.0）を用いてアライメントとハプロタイプの決定を行い、親ガザミと漁獲物のハプロタイプの照合を行った。なお、ハプロタイプの照合は、民間業者に委託した。

c マイクロサテライト DNA の検出

bにより親及び親とハプロタイプが一致した漁獲物について、マイクロサテライトDNAの分析を行った。3つのマーカー遺伝子座（PT38（色素FAM）、PT69（色素VIC）、PT720（色素NED））について、PCR反応で目的領域を増幅した後、DNAシーケンサー（Applied Biosystems 3730x1）を用いて増幅サイズを測定し、解析ソフト（株式会社 Applied Biosystems 社製 GeneMapper）を用いて遺伝子型を決定した。本手法は平成22年度に開発され、平成21年度にbにより親及び親とハプロタイプが一致した漁獲物については分析ができなかったため、併せて遺伝子型を決定した。なお、遺伝子型の決定は、民間業者に委託した。

放流効果の算定にあたっては、熊本県放流群のほか、長崎県、佐賀県及び福岡県地先に放流された種苗も含め、全ての標識種苗を対象として解析を行った。

3 結果及び考察

(1) DNA 標識種苗放流

放流場所において、種苗を収容したモジ網を活魚トラックから漁船に移し替えた際、種苗が大気中に露出し、9割以上の種苗がシェルターから離れてしまった。そのため、漬け込み式放流は、シェルターに残存した1割弱の種苗で実施した。

松尾放流群について、放流翌日に漬け込み式放流の確認を行ったところ、放流当日にシェルターに残存していた種苗の大半が残っており、種苗の活力が向上しているように見受けられた。また、鍋放流群について、放流1週間後に漬け込み式放流の確認を行ったところ、種苗は全く残っておらず、ガザミ以外の小型カニ類やエビ類が付着していた。

(2) 買取調査

延べ43回、2,596検体を購入し、うち2,066検体をDNA抽出のためのサンプルとして使用した。

(3) 標本船調査による漁獲量推定

今年度の有明海海域における延べ操業隻数は、固定式刺し網漁業が559隻、たもすくい網漁業が807隻であった。

標本船の漁獲量と操業隻数から値を引き延ばした有明海海域の推定漁獲量は、15.23tであった。また、全甲幅長12cm以下の推定再放流尾数は2,201尾となり、1日1隻当たりの漁獲量は固定式刺し網漁業が16.60kg、たもすくい網漁業が7.37kgとなった（表2）。

表2 標本船調査結果

	推定漁獲量 (t)	推定小型ガザミ 再放流尾数 (12cm以下)	CPUE (kg/日/ 隻)
固定式刺し網漁業	5.95	1,122	16.60
たもすくい網漁業	9.28	1,079	7.37

(4) 標識魚の検出

熊本県で漁獲された平成22年度漁獲物の2,066検体のミトコンドリアDNAを分析したところ、194パターンのハプロタイプに分類された。しかし、ハプロタイプが少ないことから、ミトコンドリアDNAだけでは標識魚の検出ができなかった。そのため、マイクロサテライトDNAの分析により親子鑑定を行い、標識魚の検出を行った。

平成21年度及び平成22年度の種苗生産に用いた親ガザミとハプロタイプが一致した1,083検体（平成21年度漁獲物706検体中216検体、平成22年度漁獲物2,066検体中867検体）について、マイクロサテライトDNAの分析を行った。

その結果、熊本県で漁獲された平成21年度漁獲物の混入率は3.82%（平成21年度漁獲物706検体中27検体が放流種苗）、平成22年度漁獲物の混入率（平成21年度放流群＋平成22年度放流群）は5.08%（平成22年度漁獲物2,066検体中105検体が放流種苗）であった。

次年度以降、有明海沿海4県（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県）において漁獲された全体の漁獲物について、関係機関と協議のうえ、放流効果の算出や適正放流サイズ、時期等について解析を進める予定である。

アユ資源生態調査 (県 単)

平成 19～22 年度

1 緒 言

アユは、本県内水面漁業漁獲量の67.1%を占める魚種であり¹⁾、漁業や遊漁のみならず観光等を通じて地域経済にも深く関与している重要な魚種である。しかし、近年、アユの遡上量が少ない傾向にあり、資源の再生産力の低下が危惧されている。

そこで、アユ資源の再生産に影響を与える要因を明らかにすることを目的として、本県を代表する一級河川である球磨川において、河川域におけるアユの生態を把握するとともに、流下後の海域における生態を調査した。

2 方 法 球磨川

(1) 担当者 松岡貴浩、川崎信司、荒木希世、森下貴文、小山長久

(2) 調査内容

ア 遡上稚魚調査

(ア) 遡上モニタリング調査

球磨川に遡上する稚アユの遡上量を把握するため、以下の方法で実施した。

a 時期：3月から5月

b 場所：球磨川堰左岸 (図1)

※球磨川堰は、球磨川本流の河口から6km上流に設置されている河口堰。

c 方法：球磨川漁業協同組合が実施した稚アユすくい上げ事業における遡上量を集計した。

(イ) 耳石日齢査定

遡上稚アユのふ化日を把握するため、以下の方法で実施した。

a 方法：遡上した稚アユのうち遡上初期 (50 個体)、遡上盛期 (100 個体) の合計 150 個体のサンプルについて耳石を用いた日齢査定を民間業者に委託して行った。

イ 成長、成熟調査

(ア) 成長、成熟状況調査

球磨川下流域におけるアユの成長、成熟状況を把握するとともに、産卵の有無を確認するため、以下の方法で実施した。

a 時期：8月から11月

b 場所：遙拝堰下流、坂本橋下流及び球磨川第一橋梁上流 (図1)

c 回数：計4回 (月1回)

d 方法：地元刺網漁業者により漁獲されたアユの体長、体重、雌雄、生殖腺重量を測定し、生殖腺指数 (GSI) を計算した。

(イ) 産卵調査

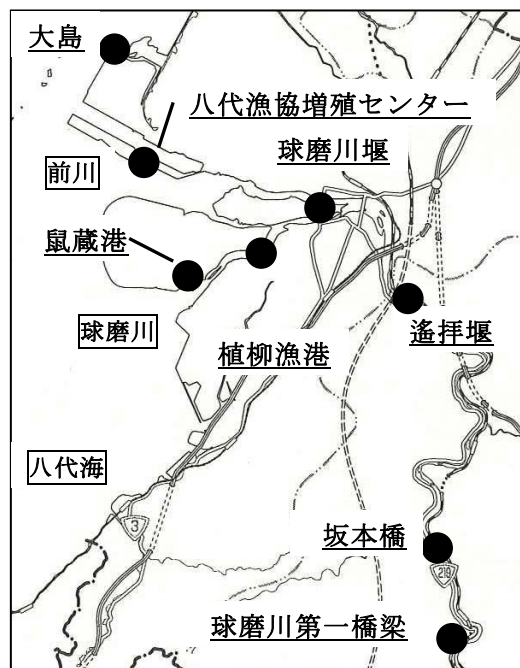


図1 調査場所

産卵の状況を把握するため、以下の方法で実施した。

- a 時期：10月から11月
- b 場所：遙拝堰下流、坂本橋下流及び球磨川第一橋梁上流（図1）
- c 回数：計3回
- d 方法：調査員3名で30分～1時間程度の潜水等によって産卵の有無を確認するとともに、10cm方形枠を用いて卵数を調査した。

ウ 仔稚魚生態調査

(ア) 流下仔アユ調査

調査点における流下仔アユ量から、流下時期の球磨川全体の総流下仔アユ量を推定するために、以下の方法で実施した。

なお、過去の調査結果から日の出から日没までの12時間（6時から18時まで）の流下量はほとんど無いことが判っている²⁾ことから、調査時間は午後6時から午前6時までの12時間調査及び午後6時から午前0時までの6時間調査を基本とした。

- a 時期：11月から翌1月
- b 場所：球磨川堰右岸の魚道（図1）
- c 回数：9回
- d 方法：ろ水計を装着したプランクトンネット（口径46cm、長さ170cm、メッシュ54GG）を正時毎に50分間設置し、流下する仔アユを採集した。

なお、計算方法は以下のとおり。

- (a) 調査により採集した仔アユ（尾）を計数した。
- (b) ろ水計から、ろ過した水量を読み取り、ろ水量（ m^3 ）を算出。
- (c) 調査地点に最も近い2010年横石観測所日水位（国土交通省）から流量（ m^3/s ）を推測した。
- (d) 時間当たりの流下量（尾/s）を（a）×（c）/（b）により求め、1日当たり12時間しか流下しないことから43,200（ $60 \times 60 \times 12$ ）を乗じて、1日当たりの流下仔アユ量（尾/日）とした。
- (f) また、調査日と次の調査日までの流下仔アユ量は、その間の流下仔アユ数が直線的に推移すると仮定し、10月1日から翌1月13日（流下仔アユ未確認日）までの流下仔アユ数を合計して、総流下仔アユ量とした。

(イ) 海域調査

海域におけるアユの生息域を把握するために、以下の方法で実施した。

- a 時期：11月から翌3月
- b 場所及び方法：図1、表1のとおり

表1 調査場所及び方法

場所	球磨川			前川	大島地先
	球磨川堰下流（右岸）	植柳漁港内（左岸）	鼠蔵港上流（右岸）	八代漁協増殖センター	
方法	仔アユの正の走行性を利用し、日没後に30分間水面上で白熱電灯（2個）を電照し、集まった仔魚をタモアミで採捕した。なお、集まる仔アユの数が多い時には最大50尾程度を目安に採捕した。			三角網漁業の特別採捕許可により採捕した。	網幅4m、網高1mの網を沖から岸に向かって10m曳いた。

- c 回数：6回

3 結果及び考察

(1) 遡上稚魚調査

ア 遡上モニタリング調査

球磨川漁協が行った平成 22 年の稚アユすくい上げ事業は、平成 22 年 3 月 16 日から 5 月 18 日までの間実施された。すくい上げた稚アユの尾数は重量法により計算され、合計で約 1,168 千尾であり、前年比約 71.0%、過去 10 年比 58.9%の尾数であった。4 月 3 日に 114,443 尾、4 月 12 日に 125,666 尾と大きなピークが確認されており、この頃が遡上の盛期であった（図 2）。

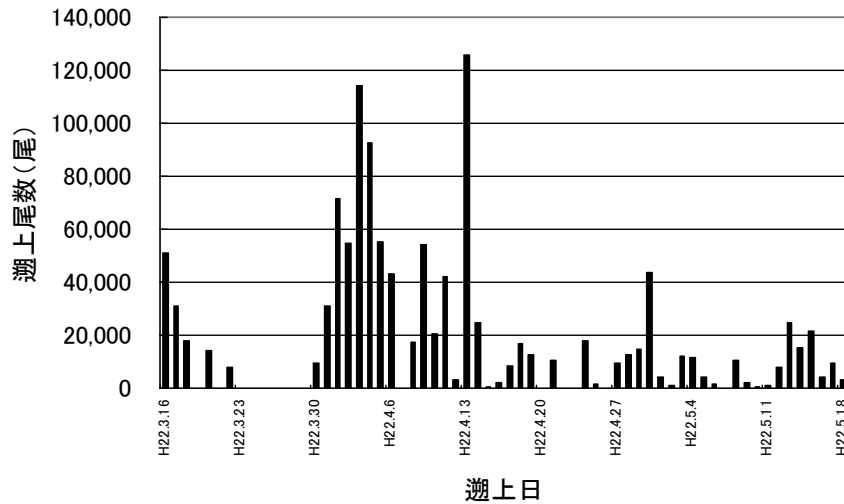


図 2 球磨川堰における遡上尾数

イ 耳石日齢査定

遡上稚アユの耳石の日齢査定結果から求めたふ化日は、遡上初期（3 月 16 日）では、平成 21 年 10 月 24 日から 11 月 21 日の期間で、平均孵化日は 11 月 8 日であった（図 3）。遡上盛期（3 月 31 日、4 月 14 日）の稚アユのふ化日は 10 月 28 日から 12 月 13 日で、平均ふ化日は 11 月 20 日であった（図 4）。

なお、前年の流下の盛期が平成 21 年 10 月 27～28 日前後であった³⁾ことから考察すると、流下盛期の個体の殆どは遡上してきていないことが確認された。つまり、流下盛期の個体は流下から遡上までの間に生息する水域で、何らかの要因により死亡していると考えられた。

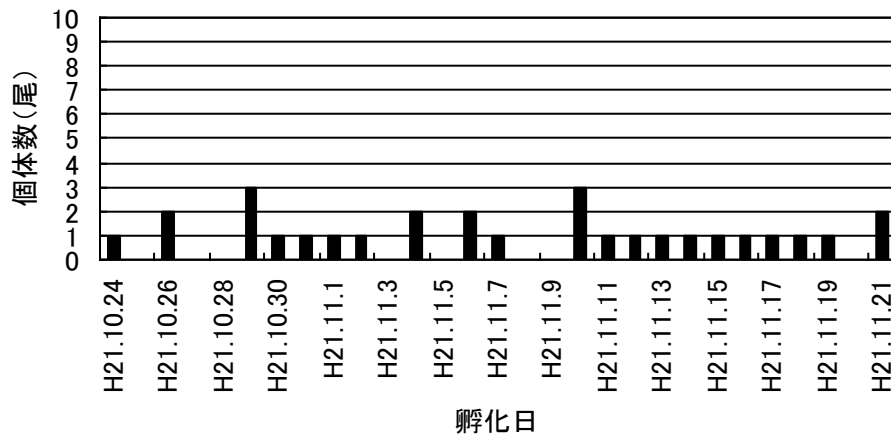


図 3 稚アユ耳石の日齢査定結果から求めたふ化日
(遡上初期：3 月 14 日)

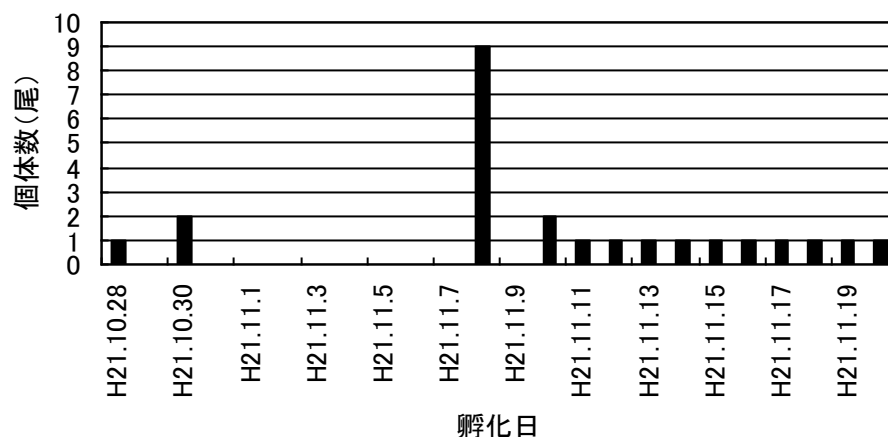


図4 稚アユ耳石の日齢査定結果から求めたふ化日
(遡上盛期：3月31日、4月14日)

(2) 成長、成熟調査

ア 成長、成熟状況調査

成熟したアユは調査期間中、遙拝堰下流でのみ採捕され、8月には約20cmにまで成長し、10、11月にかけて GSI (生殖腺重量×100/体重) が上昇し、成熟が進んでいることが確認された(表2)。また、11月10日の雄の個体では体表に「サビ」と呼ばれる成熟した雄固有の特徴が観察されるとともに放精が確認され、雌では放卵している個体を確認されたことから成熟が確認された。

なお、坂本橋下流及び球磨川第一橋梁上流ではアユは採捕されず、今年度はそれらの地点ではアユ資源量が少なかったことが考えられた。

表2 遙拝堰下流で採捕されたアユの測定結果

採捕日	H22.8.30	H22.9.12	H22.10.24	H22.11.10
採捕場所	遙拝堰下流			
尾数	22	23	17	22
平均体長(mm)	193.5	189.5	202.3	193.5
平均体重(g)	83.0	108.5	123.8	90.5
雄尾数	6	10	7	10
雄 GIS	-	0.4	8.5	7.2
雌尾数	16	13	10	12
雌 GIS	-	0.8	11.6	11.0

イ 産卵場調査

遙拝堰下流及び坂本橋下流でアユの付着卵を確認した(表3)が、球磨川第一橋梁上流では付着卵は確認できなかった。なお、球磨川第一橋梁上流の底質は産卵場所として適した小砂利が主体となるような場所を確認できなかった。

表3 産卵場調査結果

調査日\調査場所	遙拝堰下流	坂本橋下流	球磨川第一橋梁上流
9月15日	未確認	未確認	未確認
10月28日	未確認	確認 (最大100粒)	未確認
11月8日	確認 (最大301粒)	確認 (最大30粒)	未確認
11月25日	未確認	未確認	未確認

(3) 仔稚魚生態調査

ア 流下仔アユ調査

11月5日の調査から12月10日の調査間に流下仔アユが確認された。流下のピークは11月19日前後と考えられ、推定された平成22年の総流下仔アユ量は、3,242万尾であった

表4 調査日毎の流下仔アユ尾数

調査日	調査時間	採捕尾数	調査日	調査時間	採捕尾数
H22.11.5	18:00 - 18:50	16	H22.11.26	18:00 - 18:50	0
	19:00 - 19:50	38		19:00 - 19:50	1
	20:00 - 20:50	80		20:00 - 20:50	0
	21:00 - 21:50	91		21:00 - 21:50	2
	22:00 - 22:50	55		22:00 - 22:50	1
	23:00 - 23:50	34		23:00 - 23:50	2
H22.11.6	0:00 - 0:50	31	H22.12.3	18:00 - 18:50	3
	1:00 - 1:50	40		19:00 - 19:50	1
	2:00 - 2:50	45		20:00 - 20:50	0
	3:00 - 3:50	60		21:00 - 21:50	3
	4:00 - 4:50	89		22:00 - 22:50	2
	5:00 - 5:50	71		23:00 - 23:50	18
H22.11.12	18:00 - 18:50	11	H22.12.10	18:00 - 18:50	0
	19:00 - 19:50	78		19:00 - 19:50	1
	20:00 - 20:50	81		20:00 - 20:50	0
	21:00 - 21:50	38		21:00 - 21:50	0
	22:00 - 22:50	64		22:00 - 22:50	0
	23:00 - 23:50	85		23:00 - 23:50	0
H22.11.13	0:00 - 0:50	65	H22.12.21	18:00 - 18:50	0
	1:00 - 1:50	37		19:00 - 19:50	0
	2:00 - 2:50	26	H23.1.13	18:00 - 18:50	0
	3:00 - 3:50	19		19:00 - 19:50	0
	4:00 - 4:50	51		20:00 - 20:50	0
	5:00 - 5:50	41	H23.1.27	18:00 - 18:50	0
H22.11.19	18:00 - 18:50	106		19:00 - 19:50	0
	19:00 - 19:50	28		20:00 - 20:50	0
	20:00 - 20:50	76			
	21:00 - 21:50	109			
	22:00 - 22:50	65			
	23:00 - 23:50	0			

イ 海域調査

11月から2月までの調査で球磨川本流で、まとまった数の仔アユを確認することができた(表3)。採捕された場所ごとの仔アユの体調組成(図5)から球磨川堰下流部では流下直後の個体が多数確認されるとともに、植柳漁港ではやや成長した全長20mm前後の仔アユが多数確認されていることから、流下後の仔アユが球磨川の河川内を生息域としていることが確認できた。

なお、球磨川においては1月13日後の仔アユの採捕がなかった。これは、1月になると球磨川堰下流部では水温が7℃を下回り、植柳漁港付近でも7℃前後となることから、より水温が高い海域に移動した可能性も考えられた。

表3 海域調査結果

調査日\ 調査場所	球磨川堰 水温(℃)	球磨川			前川	大島地先
		球磨川堰 下流	植柳漁港 内	鼠蔵港上 流	八代漁協 増殖センター前	
H22.11.29	—	—	採捕あり (73尾)※	—	—	—
H22.12.2	18.8	—	—	—	—	採捕なし
H22.12.3	12.3	採捕あり (74尾)※	—	—	採捕あり (3尾)	—
H22.12.10	10.2	採捕あり (1尾)	—	—	—	—
H22.12.21	10.7	採捕無し	—	—	—	—
H23.1.13	6.8	採捕なし	採捕あり (1尾)	—	—	—
H23.1.21	—	—	—	—	採捕あり (計数不可)	—
H23.1.27	6.3	採捕なし	採捕なし	—	—	—
H23.2.4	—	—	—	—	採捕あり (計数不可)	—

※ 採捕尾数以上に仔アユが集まっていた。

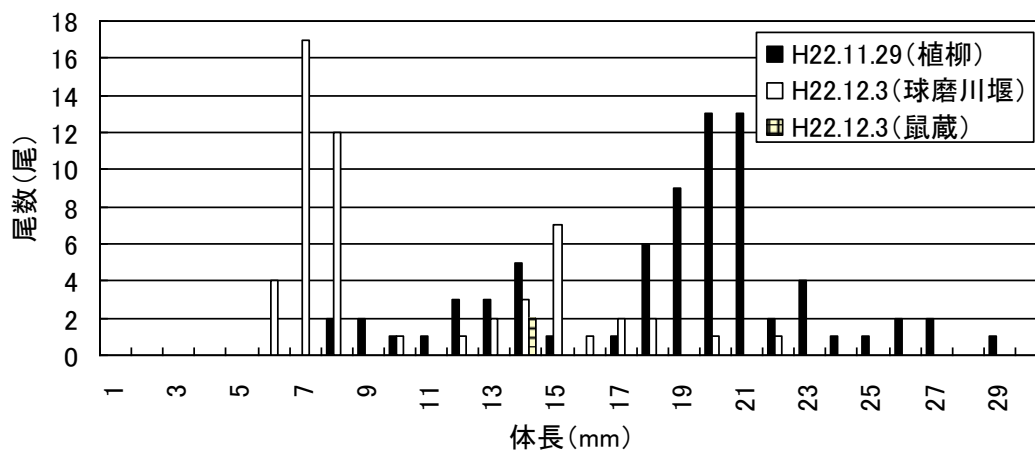


図5 海域調査で採捕された場所ごとの仔アユの体長組成

4 文献

- 1) 九州農政局：熊本県農林水産統計年報（第55次），熊本、熊本農林統計協会
- 2) 石動谷篤嗣, アユ資源生態調査, 熊本県水産研究センター平成 20 年度事業報告書, 40-45
- 3) 森下貴文, アユ資源生態調査, 熊本県水産研究センター平成 21 年度事業報告書, 68-76

養殖研究部

海面養殖ゼロエミッション推進事業 I (国庫委託 平成 20~23 年)

(マダイ用配合飼料からのさらなる魚粉含有率の削減)

1 緒言

近年、魚粉価格の高騰に伴い、魚粉の確保が困難な状況となり配合飼料の値上げを招いている。養殖業者からは餌料代の削減のため、魚粉含有率を下げ、従来の配合飼料と比較して品質面で劣らない低コスト飼料の開発が望まれている。このため、本県ではこれまで主要養殖魚種であるマダイとトラフグの低コスト飼料の開発に取り組んできた。

Takagi *et al.*, 1)は、魚粉の代替タンパクとして植物性タンパク原料で置き換えると成長の停滞や緑肝症の問題が生じたが、アミノ酸の一種であるタウリンを添加することでそれらの改善効果があることを報告した。しかし天然タウリンは非常に高価であるため安価な合成タウリンの使用が検討され、2009年には合成タウリンが飼料添加物として認められ低魚粉飼料に使われるようになった。

当センターでは、昨年合成タウリンを添加した魚粉低減飼料の試験を行い、マダイでは魚粉含有率 21%まで低減した飼料であっても合成タウリンを添加することにより、魚粉含有率 60%の飼料と同様の成長を示すことや海域中へのリン負荷量を削減できることを明らかにした。そこで本年度はさらに魚粉使用量を削減した飼料を用い、その影響について明らかにすることを目的としてマダイ飼育試験を行った。

2 方法

(1) 担当者 永田大生、中野平二、中根基行、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 材料および方法

ア 飼育試験

(ア) 供試魚

平成 22 年 9 月に熊本県上天草市の養殖業者から購入したマダイ 1 年魚 (平均体重 307.1g)。

(イ) 実施場所

熊本県上天草市の熊本県水産研究センター地先の海面筏 (4.5m×4.5m×3m : 6 面)

(ウ) 試験期間

9 月 17 日から 9 月 29 日まで (13 日間) を予備飼育の期間とし、平成 22 年 9 月 30 日から平成 22 年 12 月 13 日 (飼育日数 75 日) を本飼育期間とした。

(エ) 試験区

1 区に魚粉含有率 50%の配合飼料 (コントロール区)、2 区に魚粉含有率 10%の配合飼料、3 区に魚粉含有率 0%の配合飼料で計 3 試験区を設定した (表 1)。

1 試験区 (150 尾) あたり 2 面ずつで飼育を行った。

(オ) 給餌方法

土日祝日を除き毎日、手撒きによる飽食給餌を行った。

(カ) 測定項目

開始時 (9 月 30 日) と終了時 (12 月 13 日) に 30 尾ずつ、月 1 回 (10 月 18 日、11 月 10 日) に 10 尾ずつ魚体重、尾叉長の測定を行った。また、水温および溶存酸素量 (イイジマ社製

ID-100 を使用) の測定も給餌毎に行った。

表 1. 試験飼料の組成

飼料区		1区	2区	3区
原料	魚粉(アンチヨビミール)	50.00	10.00	0.00
	濃縮大豆タンパク質	0.00	5.00	18.00
	大豆油粕	10.00	26.00	17.00
	コーングルテンミール	0.00	24.00	26.00
	オキアミミール	0.00	3.00	3.00
	小麦粉	13.00	7.20	10.90
	脱脂米糠	7.00		
	タピオカデンプン	7.00	7.00	7.00
	製造時魚油	10.00	11.20	11.40
	ビタミン混合	2.00	2.00	2.00
	無機質混合	1.00	1.00	1.00
	リン酸カルシウム	0.00	1.00	1.00
	アミノ酸		2.20	2.20
	タウリン(合成)		0.40	0.50
	合計	100.00	100.00	100.00
成分	粗タンパク質 (%)	41.29	40.75	40.94
	粗脂肪 (%)	14.19	14.43	14.46
	タウリン (%)	0.38	0.48	0.50

イ 窒素およびリンの蓄積率および負荷量

(ア) 供試サンプル

飼育試験の開始時および終了時に、それぞれ1試験区あたり5尾をサンプリングし、-20℃に凍結保存した。凍結した魚体を東京海洋大学でスラリー状に加工後、魚体サンプルとした。

また、試験飼料を飼料サンプルとした。

(イ) 窒素、リン量測定

分析機関において、魚体および飼料サンプルの一般成分及び TN、TP について分析し、分析値を基に計算により窒素およびリンの蓄積率および負荷量を求めた。それぞれの計算式を以下に示す。

$$N \text{蓄積率} (\%) = \frac{Bf \times Nbf - Bi \times Nbi}{F \times Nf} \times 100$$

$$P \text{蓄積率} (\%) = \frac{Bf \times Pbf - Bi \times Pbi}{F \times Pf} \times 100$$

$$N \text{負荷量} (TN, \text{ kg/生産量 t}) \\ = C \times Nf \left\{ \frac{(Bf \times Nbf - Bi \times Nbi)}{(Bf - Bi)} \right\} \times 10$$

$$P \text{負荷量} (TP, \text{ kg/生産量 t}) \\ = C \times Pf \left\{ \frac{(Bf \times Pbf - Bi \times Pbi)}{(Bf - Bi)} \right\} \times 10$$

F : 1尾当たりの給餌量 (g)
 Nf : 飼料中のN含有量 (%)
 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N含有量 (%)
 Nbi : 実験終了時の魚体N含有量 (%)
 C : 増肉計数

F : 1尾当たりの給餌量 (g)
 Pf : 飼料中のP含有量 (%)
 Bf : 実験終了時の魚体重 (g)
 Bi : 実験開始時の魚体重 (g)
 Pbf : 実験終了時の魚体P含有量 (%)
 Pbi : 実験終了時の魚体P含有量 (%)
 C : 増肉計数

魚体重、尾叉長、肥満度の値は Tukey の多重比較法により検定し、危険率 5% で有意差を判定した。

3 結果

(1) 飼育環境

7月上旬から現場海域で大規模なシャットネラ赤潮が発生したため、試験開始は9月30日からとなった。試験開始時(9月30日)から試験終了時(12月13日)までの熊本県水産研究センター地先の海面生け簀における水温、溶存酸素量を図1に示した。

水温は、17.6(12月7日)~25.8(10月1日)℃の間で変化した。溶存酸素量は、4.4(10月28日)~8.5(11月11日)mg/Lの間で変化した。

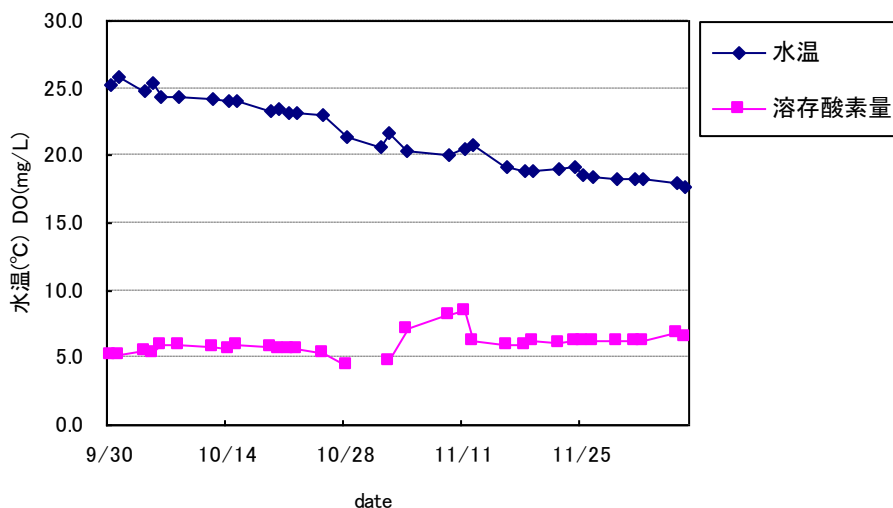


図1. 試験期間中の水温、溶存酸素濃度の推移

(2) 飼育結果

ア 魚体重

魚体重の推移は試験開始時の平均魚体重は307.1gであったが、12月13日では1-1区が520.2g、1-2区が501.5g(平均値:以下ave.と表記510.9g)、2-1区が492.8g、2-2区が512.3g(ave.502.6g)、3-1区が486.6g、3-2区が464.7g(ave.475.7g)であった(図2)。1-1区と3-1区、1-1区と3-2区、1-2区と3-2区、2-2区と3-2区で有意な差が認められた(Tukey法 $P<0.05$)。

イ 増肉計数

増肉係数は、1-1区1.62、1-2区1.75(ave.1.69)、2-1区2.05、2-2区1.82(ave.1.94)、3-1区2.03、3-2区2.23(ave.2.13)であった(表2)。

ウ 尾叉長

尾叉長は、試験開始時が23.4cmであったが、試験終了時では1-1区27.7cm、1-2区27.2cm(ave.27.5cm)、2-1区27.6cm、2-2区27.4cm(ave.27.5cm)、3-1区27.5cm、3-2区26.8cm(ave.27.2cm)であった(図3)。尾叉長の平均値については、1-1区と3-2区、2-1区と3-2区、2-2区と3-2区、3-1区と3-2区で有意な差が認められた(Tukey法 $P<0.05$)。

エ 肥満度

肥満度(体重(g)/尾叉長(cm))は、試験開始時が24.1であったが、試験終了時では1-1区24.4、1-2区24.8(ave.24.6)、2-1区23.4、2-2区24.9(ave.24.2)、3-1区23.3、3-2区24.2(ave.23.8)であった(図4)。肥満度の平均値については、1-1区と2-1区、1-1区と3-1区、1-2区と2-1区、1-2区と3-1区、2-1区と2-2区、2-2区と3-1区、3-1区と3-2区で有意な差が認められた(Tukey法 $P<0.05$)。

表 2. 飼育結果一覧

試験期間 H22.9.30~H22.12.13		1-1区	1-2区	2-1区	2-2区	3-1区	3-2区
開始時		H22.9.30					
平均体重 (g)		307.1	307.1	307.1	307.1	307.1	307.1
尾数 (尾)		150	150	150	150	150	150
総重量 (g)		46,065.0	46,065.0	46,065.0	46,065.0	46,065.0	46,065.0
終了時		H22.12.13					
平均体重 (g)		520.2	501.5	492.8	512.3	486.6	464.7
尾数 (尾)		150	150	150	150	150	149
総重量 (g)		78,034.5	75,217.5	73,924.5	76,839.0	72,990.0	69,235.8
増重率 (%)		69.4	63.3	60.5	66.8	58.5	51.3
減耗魚総重量 (g)		0	0	0	0	0	464.7
増重量 (g)		31,969.5	29,152.5	27,859.5	30,774.0	26,925.0	23,635.5
日間増重率 (%)		0.69	0.64	0.62	0.67	0.60	0.54
日間増重量 (g)		2.8	2.6	2.5	2.7	2.4	2.1
給餌量 (g)		51,722.4	51,015.6	57,034.6	55,891.9	54,639.8	51,570.8
日間給餌率 (%/日)		1.11	1.12	1.27	1.21	1.22	1.19
給餌日給餌率 (%/日)		2.38	2.40	2.72	2.60	2.62	2.55
増肉係数		1.62	1.75	2.05	1.82	2.03	2.18
飼料転換効率 (%)		61.8	57.1	48.8	55.1	49.3	45.8
飼育日数 (日)		75	75	75	75	75	75
給餌日数 (日)		35	35	35	35	35	35
給餌頻度 (回/週)		3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
減耗尾数 (尾)		0	0	0	0	0	1
生残率 (%)		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.3

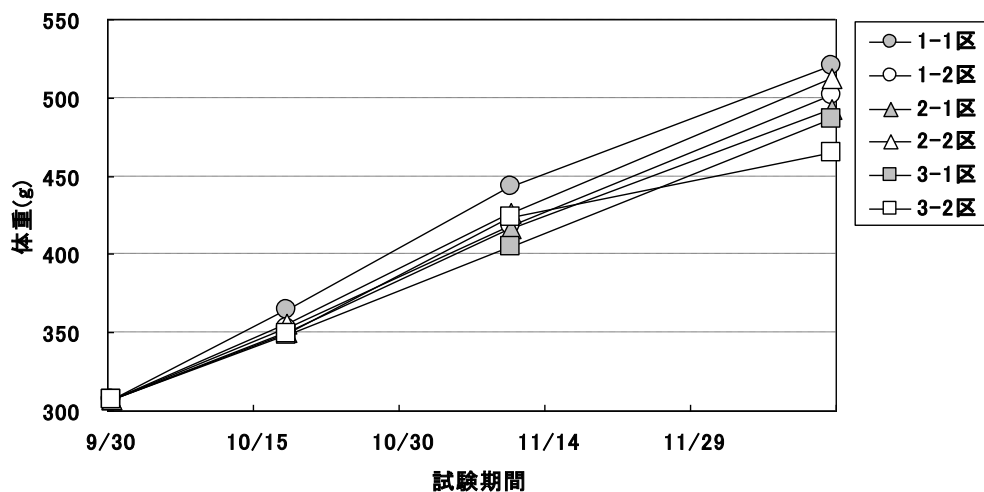


図 2. 魚体重の推移

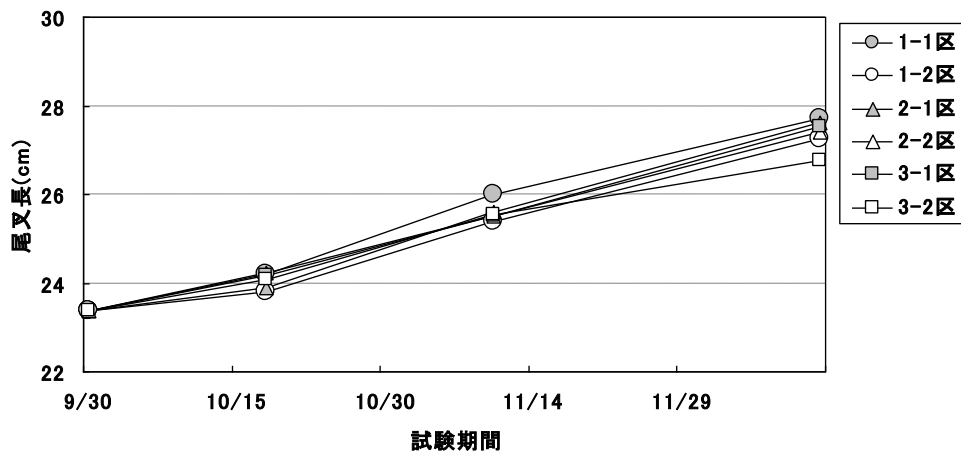


図 3. 尾叉長の推移

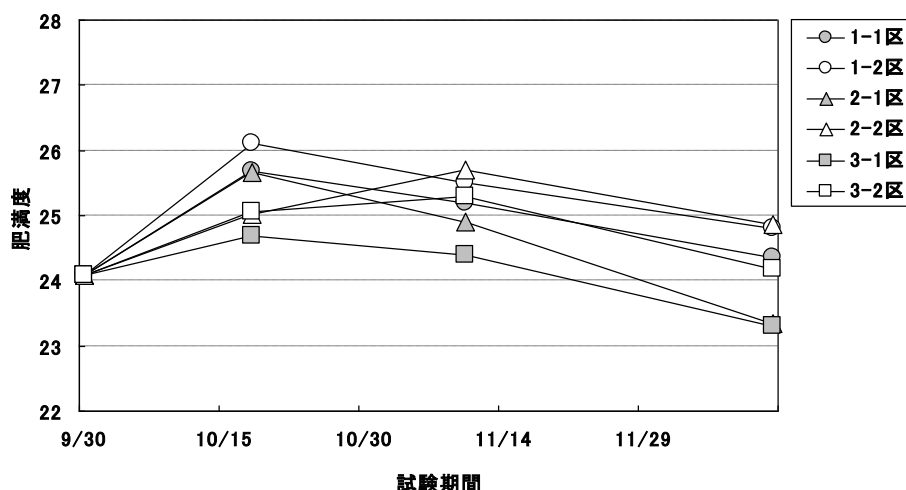


図 4. 肥満度の推移

(3) 窒素およびリンの環境への負荷量の推定

ア 窒素の魚体への蓄積率及び環境への負荷量

試験期間を通した窒素の魚体への蓄積率は1-1区が24.6%、1-2区が26.2% (ave. 25.4%)、2-1区が19.8%、2-2区が22.1% (ave. 21.0%)、3-1区が20.6%、3-2区が19.0% (ave. 19.8%)であった。

また、環境への負荷量は1-1区が83.5kg/生産量 t、1-2区が88.4kg/生産量 t (ave. 86.0kg/生産量 t)であった。2-1区が118.5kg/生産量 t、2-2区が102.2kg/生産量 t (ave. 110.4kg/生産量 t)であった。3-1区が112.8kg/生産量 t、3-2区が127.0kg/生産量 t (ave. 119.9kg/生産量 t)であった (表4)。

表 4. 試験期間中における窒素蓄積率及び窒素負荷量

試験期間	試験区	1尾当たり	飼料中	開始時	終了時	増肉	開始時魚体	終了時魚体	窒素蓄積率	窒素負荷量
		総給餌量	窒素含量	魚体重	魚体重		係数	窒素含量		
		F:(g)	Nf:(%)	Bi:(g)	Bf:(g)	C	Nbi:(%)	Nbf:(%)	(%)	kg/生産量t
9/30~12/13	1-1	344.8	6.84	307.1	520.2	1.62	2.85	2.80	24.6	83.5
	1-2	340.1	6.84	307.1	501.5	1.75	2.85	2.96	26.2	88.4
	2-1	380.2	7.21	307.1	492.8	2.05	2.85	2.88	19.8	118.5
	2-2	372.6	7.21	307.1	512.3	1.82	2.85	2.87	22.1	102.2
	3-1	364.3	7.00	307.1	486.6	2.03	2.85	2.88	20.6	112.8
	3-2	344.0	7.00	307.1	464.7	2.23	2.85	2.87	19.0	127.0

イ リンの魚体への蓄積率及び環境への負荷量

試験期間を通したリンの魚体への蓄積率は1-1区が43.0%、1-2区が39.8% (ave. 41.8%)、2-1区が48.1%、2-2区が57.3% (ave. 52.7%)、3-1区が59.2%、3-2区が51.0% (ave. 55.1%)であった。

また、環境への負荷量は1-1区が14.8kg/生産量 t、1-2区が16.9kg/生産量 t (ave. 15.9kg/生産量 t)、2-1区が12.8kg/生産量 t、2-2区が9.3kg/生産量 t (ave. 11.1kg/生産量 t)、3-1区が8.8kg/生産量 t、3-2区が11.8kg/生産量 t (ave. 10.3kg/生産量 t)であった (表5)。

表 5. 試験期間中におけるリン蓄積率及びリン負荷量

試験期間	試験区	1尾当たり	飼料中	開始時	終了時	増肉	開始時魚体	終了時魚体	リン	リン
		総給餌量	リン含量	魚体重	魚体重	係数	リン含量	リン含量	蓄積率	負荷量
		F:(g)	Pf:(%)	Bi:(g)	Bf:(g)	C	Pbi:(%)	Pbf:(%)	(%)	kg/生産量t
9/30~12/13	1-1	344.8	1.60	307.1	520.2	1.62	0.65	0.84	43.0	14.8
	1-2	340.1	1.60	307.1	501.5	1.75	0.65	0.83	39.8	16.9
	2-1	380.2	1.20	307.1	492.8	2.05	0.65	0.85	48.1	12.8
	2-2	372.6	1.20	307.1	512.3	1.82	0.65	0.89	57.3	9.3
	3-1	364.3	1.06	307.1	486.6	2.03	0.65	0.88	59.2	8.8
	3-2	344.0	1.06	307.1	464.7	2.23	0.65	0.83	51.0	11.8

4 考 察

昨年度魚粉含有率 21%の低魚粉飼料を用いて行ったマダイ飼育試験で、魚粉含有率 60%の飼料と遜色ない飼育成績を残したことから、今年度はさらなる魚粉使用量を削減した飼料を使用してマダイの飼育試験を行い、魚粉が全く含まれていない飼料も使用した。作成された飼料間の給餌量を見ると 1 区の平均値が 51,369g、2 区の平均値が 56,463g、3 区の平均値が 53,105g とむしろ低魚粉区の方が多かったことから、低魚粉飼料によるマダイの嗜好性への影響はあまりなかったと考えられた。一方で魚体重を見ると 1 区 (ave. 510.9g) と 2 区 (ave. 502.6g) ではあまり差は生じなかったものの、3 区 (ave. 475.7g) では他の試験区よりもやや成長が悪く、飼料転換効率がやや劣る結果となった。この要因として、各試験飼料中のエネルギーの違いによる影響も考えられたが、1 区は 388.5kcal、2 区は 407.4kcal、3 区は 403.2kcal と低魚粉飼料区の方がむしろ大きくその影響は考えにくかった (表 6)。

表 6. 各試験飼料 100g 中のエネルギー (kcal)

飼料100g中の割合	1区	2区	3区
炭水化物(%)	25.3	29.3	29.1
タンパク質(%)	42.8	45.1	43.8
脂肪(%)	12.9	12.2	12.4
エネルギー(kcal/100g)	388.5	407.4	403.2

次に栄養学的に重要である必須アミノ酸含量 (魚では 10 種類)の各試験飼料中の組成について見てみると、1 区と比較して低魚粉区のアミノ酸がやや少ない傾向にあったが、その他はほぼ同様または低魚粉区の飼料の方が多量のアミノ酸もあり組成割合などについて今後検討する必要があると考えられる (表 7)。

表 7. 各試験飼料中の必須アミノ酸含量 (単位: mg/100g(dry))

	1区(魚粉50%)	2区(魚粉10%)	3区(魚粉0%)
Arginine	1903.4	2404.1	2462.1
Lysine	3240.1	2848.3	3149.7
Histidine	1871.9	1309.0	1072.4
Phenylalanine	1919.3	2094.3	2011.1
Leucine	3118.0	4039.7	3916.6
Isoleucine	1273.8	1111.9	1104.5
Methionine	946.7	1089.2	1356.8
Valine	1599.1	1330.5	1423.7
Threonine	1876.0	2921.4	2107.9
Tryptophan	14.3	47.5	192.5

環境中への窒素及びリンの負荷量では、飼料中の含量と増肉係数に反映される結果となり、窒素負荷量は低魚粉区の方が多く、2区は1区と比較して約30%、3区は約40%窒素負荷量が多くなる結果となった。リン負荷量では低魚粉区が少なく、2区は1区と比較して約30%、3区では約35%削減できる結果となった。窒素負荷量の増加は増肉係数が関係しているため、これ以上の低減は困難であるが、リンの低減効果が高いため、本試験に用いた餌の環境負荷低減効果は高いと考えられる。

佐藤2)によると低魚粉飼料のメリットとして魚粉を50%配合した飼料と比較し、魚粉が20%しか入っていない飼料の価格は10%以上安くなるとされている。また低魚粉飼料で飼育した魚は魚臭さが少なくなり、今日の一般消費者の多くに好まれる味や匂いとなることも、ブリ等の実験で報告されている。今後このような低魚粉飼料を使用する上でのメリットを生かしながら、より低い魚粉配合率で成長の早い飼料の開発が急がれる。

5 文 献

- (1) Shusaku Takagi, Hisashi Murata, Takanobu Goto, Hideo Hatate, Makoto Endo, Hirofumi Yamashita, Hisashi Miyatake, Masaharu Ukawa: Necessity of dietary taurine supplementation for preventing green liver symptom and improving growth performance in yearling red sea bream *Pagrus major* fed nonfishmeal diets based on soy protein concentrate. *Fish Sci.*, 2010; 76: 119 - 130.
- (2) 佐藤秀一：魚粉の供給動向と養魚飼料開発—養魚飼料の現状と未来—、水産振興 2009 第495号

海面養殖ゼロエミッション推進事業Ⅱ(^{県単}平成20～23年)

(マダイ配合飼料の魚粉低減化による長期間飼育の検討)

1 緒言

昨年度、マダイ及びトラフグにおいて魚粉含有率 21%の飼料でも合成タウリンを添加することにより魚粉含有率 60%の飼料と遜色ない成長を示すことを明らかにした。しかし、昨年の試験の飼育期間は約3ヶ月間と実際の現場での飼育期間と比較して短期間であり長期間低魚粉飼料で飼育したときの影響については不明であった。そこで、当試験ではその影響を明らかにすることを目的とし、昨年度飼育したマダイ試験魚を用いて、出荷サイズまでの約1年間、低魚粉飼料による継続飼育を行った。

2 方法

(1) 担当者 永田大生、中野平二、中根基行、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 材料および方法

ア 飼育試験

(ア) 供試魚

平成21年9月に熊本県上天草市の養殖業者から購入し、平成21年12月15日まで低魚粉試験に供試したマダイ2年魚(平均体重713.4g)を用いた。

(イ) 実施場所

熊本県上天草市の熊本県水産研究センター地先の海面筏(4.5m×4.5m×3m:3面)

(ウ) 試験期間

平成21年12月15日～平成22年12月10日(飼育日数361日)

(エ) 試験区

平成21年度は1試験区100尾を2群で設定し、平成22年度からは各試験区100尾を1群で設定した。

(オ) 給餌方法

土日祝日を除く週3回程度、手撒きによる飽食給餌を行った。

(カ) 試験飼料

昨年度の試験で使用した飼料を継続して使用した。

3種類の試験飼料を用い、1区(魚粉60%)、2区(魚粉21%+合成タウリン)、3区(2区と同じ飼料に植物性原料に含まれる微量成分の利用性を阻害するフィチンの作用を低減させるため分解酵素フィターゼを添加)。(飼料組成を表1に示す。)

表 1. 試験飼料の組成

飼料区		1区	2区	3区
原料	魚粉(アンチョビミール)	60.00	21.00	21.00
	濃縮大豆タンパク質	0.00	5.00	5.00
	大豆油粕	10.00	19.00	19.00
	コーングルテンミール	0.00	20.00	20.00
	ペプチドミール	0.00	3.00	3.00
	小麦粉	13.00	9.52	9.52
	脱脂米糠	7.00	0.00	0.00
	タピオカデンプン	7.00	7.00	7.00
	製造時魚油	10.00	11.20	11.20
	ビタミン混合	2.00	2.00	2.00
	無機質混合	1.00	1.00	1.00
	リン酸カルシウム	0.00	1.00	1.00
	フィターゼ	0.00	0.00	1000IU/g
	タウリン(合成)		0.28	0.28
合計	100.00	100.00	100.00	
成分	粗タンパク質 (%)	43.39	42.98	42.98
	粗脂肪 (%)	14.71	14.88	14.88
	タウリン (%)	0.45	0.45	0.45

(キ) 測定項目

各試験区において開始時、終了時に 30 尾ずつ、毎月 1 回 10 尾ずつの魚体重、尾叉長の測定を行った。また、水温および溶存酸素 (DO) の測定はイイジマ社製 ID-100 を使用して行った。

イ 窒素およびリンの蓄積率および負荷量

(ア) 供試サンプル

飼育試験の開始時および終了時に、1 試験区あたり 5 尾をサンプリングし、 -20°C で凍結保存した。凍結した魚体は東京海洋大学でスラリー状に加工後、魚体サンプルとした。また、試験飼料を飼料サンプルとした。

(イ) 窒素、リン量測定

分析機関において、魚体および飼料サンプルの一般成分及び T-N、T-P について分析し、分析値を基に、窒素およびリンの蓄積率および負荷量を求めた。それぞれの計算式を以下に示す。

$$\text{N 蓄積率 (\%)} = \frac{B_f \times N_{bf} - B_i \times N_{bi}}{F \times N_f} \times 100$$

$$\text{P 蓄積率 (\%)} = \frac{B_f \times P_{bf} - B_i \times P_{bi}}{F \times P_f} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{N 負荷量 (TN, kg/生産量 t)} \\ = C \times N_f \left\{ \frac{(B_f \times N_{bf} - B_i \times N_{bi})}{(B_f - B_i)} \right\} \times 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P 負荷量 (TP, kg/生産量 t)} \\ = C \times P_f \left\{ \frac{(B_f \times P_{bf} - B_i \times P_{bi})}{(B_f - B_i)} \right\} \times 10 \end{aligned}$$

F : 1尾当たりの給餌量 (g)
 Nf : 飼料中の N 含有率 (%)
 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 N 含有率 (%)
 Nbi : 実験終了時の魚体 N 含有率 (%)
 C : 増肉係数

F : 1尾当たりの給餌量 (g)
 Pf : 飼料中の P 含有率 (%)
 Bf : 実験終了時の魚体重 (g)
 Bi : 実験開始時の魚体重 (g)
 Pbf : 実験終了時の魚体 P 含有率 (%)
 Pbi : 実験終了時の魚体 P 含有率 (%)
 C : 増肉係数

魚体重、尾叉長、肥満度の平均値は Tukey の多重比較法により、危険率 5% で有意差を判定した。

3 結果

(1) 飼育環境

熊本県水産研究センター地先の海面生け簀における水温、溶存酸素量(以下 DO と記載)を図 1 に示した。今年度 7 月上旬に現場海域で大規模なシャットネラ赤潮が発生したため、7 月は餌止めを行った。水温は、11.5~30.0℃の間で変化し、4 月以降徐々に上昇し、8 月中旬にピークに達し徐々に低下した。DO は、4.4(H21.10.28)~9.5(H22.5.11)mg/L の間で変化し、試験開始からほぼ一定の値で推移し、7 月後半以降やや低下する傾向が見られた(図 1)。

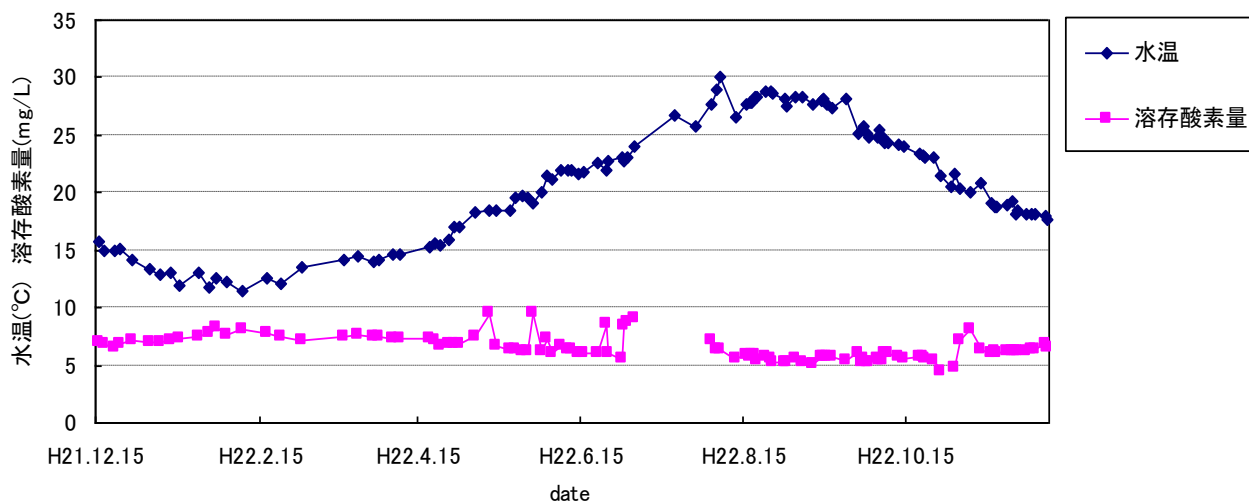


図 1. 試験期間中の水温、溶存酸素の推移

(2) 飼育試験

飼育状況を表 2 に、平均魚体重の推移を図 2 に示した。

平成 21 年 12 月 15 日から平成 22 年 12 月 10 日(飼育日数 361 日)のうち給餌日数は 113 日であった。

ア 魚体重

試験開始時の平均魚体重は 1 区が 720.1g、2 区が 713.7g、3 区が 706.3g であった。試験終了時の平均魚体重は 1 区が 2,023.3g、5 区が 2,100.7g、6 区が 2,040.8g で各試験区による有意な差はなかった(Tukey 法 $P<0.05$)。

イ 増肉係数

増肉係数は 1 区 1.71、2 区 1.67、3 区 1.69 と各試験区とも同様であった。

ウ 尾叉長

尾叉長は試験開始の平均値は 1 区が 31.5cm、5 区が 31.4cm、6 区が 31.5cm であった。試験終了時の平均値は、1 区が 44.7cm、2 区が 45.2cm、3 区が 44.6cm で、各試験区による有意な差はなかった(Tukey 法 $P<0.05$) (図 3)。

エ 肥満度

肥満度(計算式: 魚体重(g) / 尾叉長(cm))は試験開始の平均値は 1 区が 22.6、2 区が 22.9、3 区が 22.8 であったが、試験終了時の平均値は、1 区が 22.7、2 区が 22.7、3 区が 22.9 で、各試験区による有意な差は認められなかった(Tukey 法 $P<0.05$) (図 4)。

表 2. 飼育結果一覧

試験期間		H21.12.15~H22.12.10		
		1区	2区	3区
開始時		H21.12.15		
平均体重	(g)	720.1	713.7	706.3
尾数	(尾)	100.0	100.0	100.0
総重量	(g)	72,006.0	71,371.0	70,629.0
終了時		H22.12.10		
平均体重	(g)	2,023.3	2,100.7	2,040.8
尾数	(尾)	90	92	94
総重量	(g)	182,099.7	193,267.2	191,831.4
増重率	(%)	181.0	194.3	188.9
減耗魚総重量	(g)	17,832.1	13,342.6	10,993.2
増重量	(g)	127,925.8	135,238.8	132,195.6
実質増重量	(g)	145,757.9	148,581.4	143,188.8
日間増重率	(%)	0.26	0.27	0.27
日間増重量	(g)	3.61	3.84	3.70
給餌量	(g)	249,581.6	247,710.4	242,605.4
日間給餌率	(%/日)	0.51	0.49	0.49
給餌日給餌率	(%/日)	1.62	1.58	1.57
増肉係数		1.71	1.67	1.69
飼料転換効率	(%)	51.3	54.6	54.5
飼育日数	(日)	361	361	361
給餌日数	(日)	113	113	113
給餌頻度	(回/週)	2.2	2.2	2.2
減耗尾数	(尾)	10	8	6
生残率	(%)	90.0	92.0	94.0

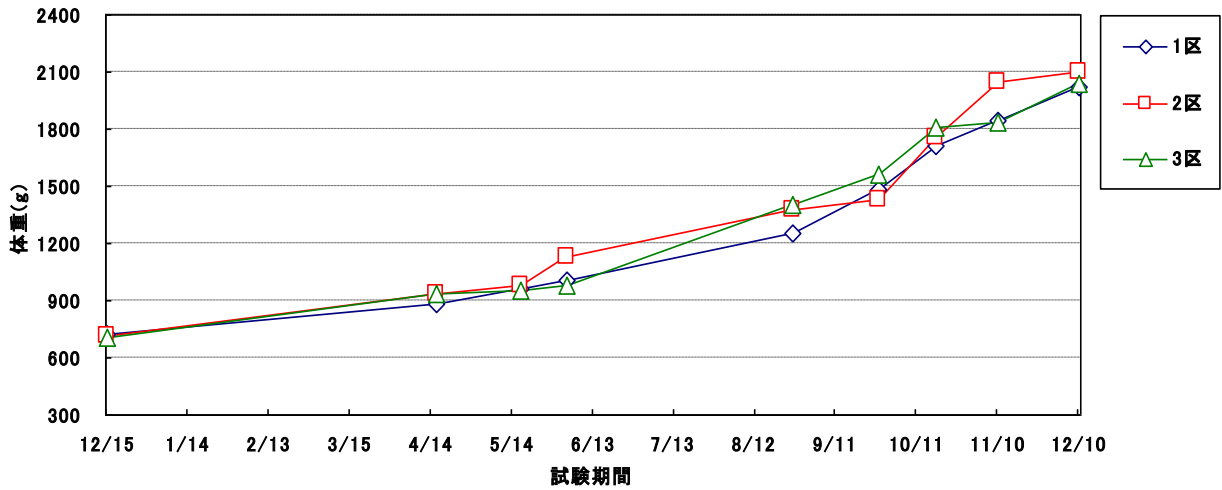


図 2. 魚体重の推移

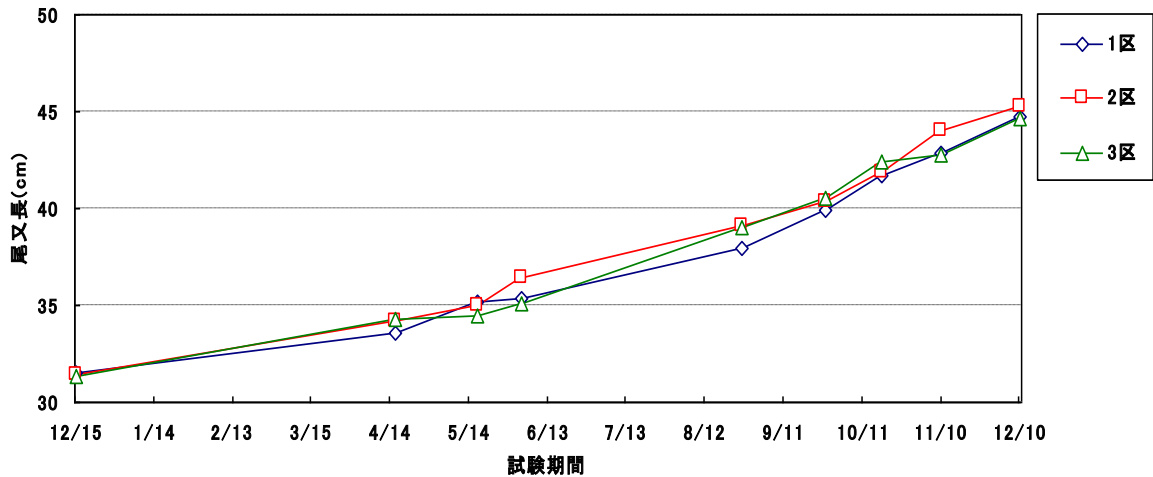


図 3. 尾叉長の推移

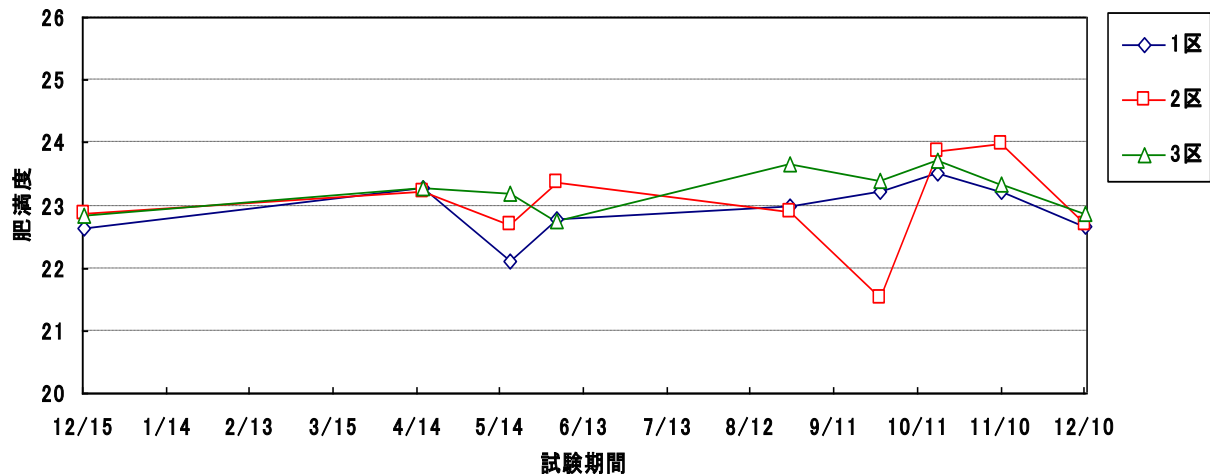


図 4. 肥満度の推移

(3) 窒素およびリンの蓄積率及び環境への負荷量の推定

ア 窒素の蓄積率及び環境への負荷量

表 3. 試験期間中における窒素の蓄積率及び環境中への負荷量

試験期間	試験区	1尾当たり	飼料中	開始時	終了時	増肉	開始時魚体	終了時魚体	窒素	窒素
		総給餌量	窒素含量	魚体重	魚体重		係数	窒素含量		
		F:(g)	Nf:(%)	Bi:(g)	Bf:(g)	C	Nbi:(%)	Nbf:(%)	(%)	kg/生産量t
H21.12.10~ H22.12.15	1区	2,713.5	7.37	720.1	2,023.3	1.71	2.85	2.80	18.1	98.3
	2区	2,558.7	7.06	713.7	2,100.7	1.67	2.85	2.88	22.2	88.9
	3区	2,435.0	7.07	706.3	2,040.8	1.69	2.85	2.88	22.4	90.5

窒素の蓄積率は1区が18.1%、2区が22.2%、3区が22.4%であった。環境中への負荷量は1区が98.3kg/生産量t、2区が88.9kg/生産量t、3区が90.5kg/生産量tであった(表3)。

イ リンの蓄積率及び環境中へのリンの負荷量

表 4. 試験期間中におけるリンの蓄積率及び環境中への負荷量

試験期間	試験区	1尾当たり	飼料中	開始時	終了時	増肉	開始時魚体	終了時魚体	リン	リン
		総給餌量	リン含量	魚体重	魚体重		係数	リン含量		
		F:(g)	Pf:(%)	Bi:(g)	Bf:(g)	C	Pbi:(%)	Pbf:(%)	(%)	kg/生産量t
H21.12.10~ H22.12.15	1区	2,713.5	1.84	420.5	2,023.3	1.71	0.65	0.75	24.9	23.7
	2区	2,558.7	1.17	420.5	2,100.7	1.67	0.65	0.80	47.0	11.2
	3区	2,435.0	1.17	420.5	2,040.8	1.69	0.65	0.80	47.7	11.4

リンの蓄積率は1区が24.9%、2区が47.0%、3区が47.7%、リンの環境中への負荷量は1区が23.7kg/生産量t、2区が11.2kg/生産量t、3区が11.4kg/生産量tであった(表4)。

4 考 察

マダイ1年魚を魚粉含有率21%の低魚粉飼料で継続飼育を行った結果、給餌量では1区は249,581.6g、2区が247,710.41g、3区が242,605.4gと大きな差がみられなかったことから低魚粉飼料によるマダイの摂餌性への影響は小さいと思われた。また、平均魚体重は、1区2,023.3g、2区2,100.0g、3区2,040.8gで有意差がなく、増肉係数は、1区1.71、2区1.67、3区1.69と大きな差がなかったことから、低魚粉飼料で飼育したことによる影響は小さいと思われた。

環境中への窒素負荷量は飼料中の含量と増肉係数に反映される結果となり、2区は1区と比較して9.6%、3区は7.9%削減できる結果となった。また、リンについては飼料中の含量に大きく反映される

が、2区は1区と比較して52.8%、3区では51.9%削減できる結果となった。

これらの結果から、今回用いた低魚粉飼料はマダイの摂餌性や成長に影響を与えることなく環境負荷低減を図るために有効な飼料であることが示唆された。なお3区の飼料に添加したフィターゼの効果については、今回の試験結果では明確でなかった。

海面養殖ゼロエミッション推進事業Ⅲ (県 単 平成 20～22 年度)

(複合養殖技術の開発)

1 緒 言

当センターでは平成 14 年度から、魚類養殖から排出される窒素及びリンを削減するため、魚類と藻類を用いた複合養殖の技術開発を行い、クロメのフリー化配偶体による養殖技術の開発に成功した。

しかし、クロメは外洋性の藻類であることから平成 20 年度からは、内海の富栄養条件で養殖できる藻類としてヒトエグサ養殖技術開発に取り組むこととした。

平成 20 年度は、県内で屋外採苗されているヒトエグサを用いて、窒素、リン含有量のデータを採取し、平成 21 年度は、ヒトエグサ接合子の人工培養条件についての検討を行った。その結果、遊走子の放出条件は明らかになったものの、遊走子の発芽条件については、その至適条件を明らかにすることはできなかった。

そこで今回は、人工培養によるヒトエグサ接合子及び遊走子の発芽条件(光周期、温度条件)について検討を行った。

2 方 法

(1) 担当者

仲地純子、中野平二、中根基行、吉川真季、本田久美

(2) 材料および方法

ア 接合子の発芽試験

(ア) 接合子の採取

昨年度の試験で得られた接合子 (2,000 lux、14 時間明期、23°Cの条件で通気を行いながら培養) を用いた。

(イ) 接合子の培養

(ア)の接合子を SWMⅢ改変培地入り 6 穴プレート 10 枚に収容し、表 1 に示す条件下で培養し、その経過を実体顕微鏡で観察した。

培地	照度(lux)	明期(hr)	水温 (°C)
SWMⅢ改変	2,000	10	30
			25
			23
			20
			15
			30
			25
		14	23
			20
			15

イ 遊走子の発芽試験

(ア) 遊走子

昨年度の試験で葉体表面に形成されていた遊走子嚢 (2,000 lux、14 時間明期、25°Cで培養) を、SWMⅢ改変培地 5 mL を入れたシャーレに収容し、2,000 lux、10 時間明期、23°Cで遊走子を放出させた後、シャーレ底部に定着させて用いた。

(イ) 遊走子の培養

(ア) で採取した遊走子入りシャーレ 5 枚を、表 2 に示す条件下で培養し、経過を実体顕微鏡で観察した。

培地	照度(lux)	明期(hr)	水温(°C)
SWMIII改変	2,000	10	28
			25
			23
			20
			15

3 結果及び考察

ア 接合子の発芽試験

接合子は、7日間で遊走子嚢となり、遊走子を放出した。放出は特に、23~25°Cで顕著に見られ、明期の違いによる相違は見られなかった。放出された遊走子は、プレート底部に定着後、発芽することなく、ディスク状の集塊（盤状体）を形成し（図 1）また、20°Cでは、単細胞の状態で仮根の形成が見られた。ヒトエグサは、盤状体を形成しないと報告されており、仮根の形成の様子から、今回の試験で用いた接合子は、ヒトエグサの接合子ではなくヒトエグサ母藻に付着していた雑藻由来のものと考えられた。

イ 遊走子の発芽試験

遊走子定着後、1週間程度で発芽が見られた。2,000 lux、10 時間明期のもとでは、遊走子定着後の発芽はいずれの温度条件でも見られた。発芽の経過は、幼芽形成、仮根の発達、葉部の発達の順に生長していく様子が観察された。15~20°Cでは、葉部よりも仮根の発達が、23~25°Cでは、葉部の発達が顕著であった（図 2）。28°Cでも、発芽したものは葉部の発達が良かったが、遊走子の発芽はほとんど見られなかった。この試験結果から、ヒトエグサ遊走子は、2,000 lux、10 時間明期での発芽に適している水温は 23~25°Cであることが推察された。また、ヒトエグサ母藻に付着している雑藻は、接合子の形状がヒトエグサと酷似しており、区別が困難であった。このため、海水交換の際に、淡水等での雑藻除去が必要であると考えられた。

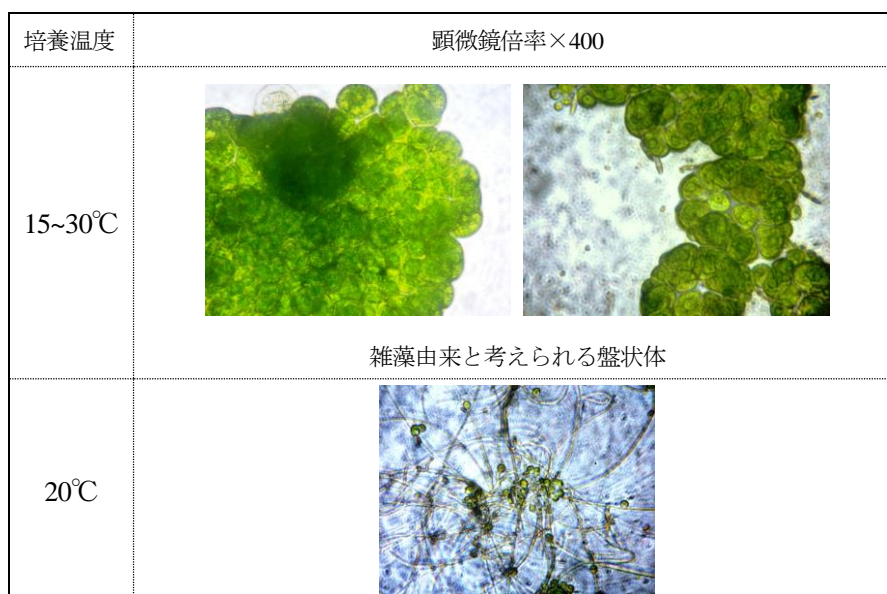


図 1 接合子培養結果

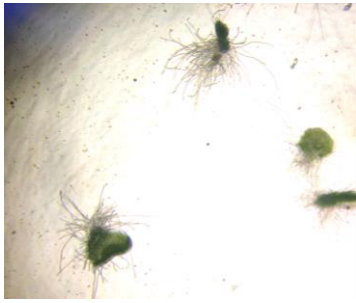

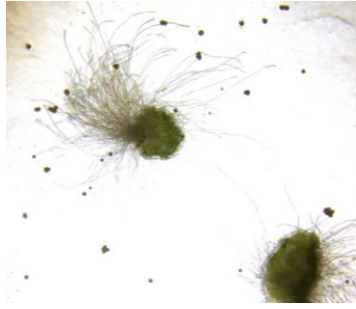

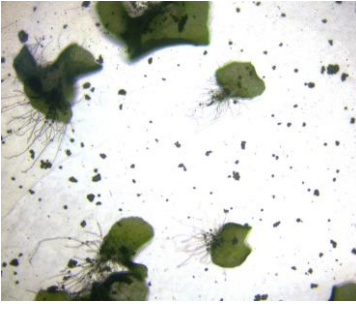



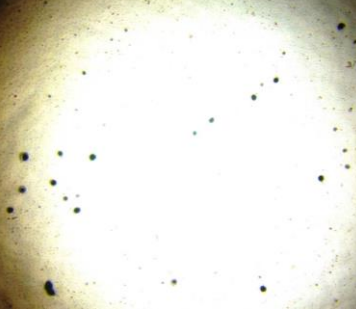

培養溫度	顯微鏡倍率 (×40)	顯微鏡倍率 (×400)
15°C		
20°C		
23°C		
25°C		
28°C		

圖2 遊走子培養結果

養殖重要種生産向上事業Ⅰ（^県平成 21 年度～平成 25 年度^単）

（カワハギ種苗生産指導）

1 緒言

養殖カワハギは比較的高値で取引されている魚種であるが、天然種苗に頼っているために計画的な生産ができない。そこで、当研究センターではカワハギ種苗生産に取り組んできたが、平成 21 年度には 30t の FRP 製角形水槽で 3 万尾以上の種苗生産を生産することができた。そこで、本年度は種苗生産技術を民間の種苗生産業者に移転することを目的として、当研究センターで得られたカワハギ受精卵を民間業者に譲渡し、共同でカワハギ種苗生産技術に関する情報交換と技術向上のための種苗生産試験を行った。

2 方法

- (1) 担当者 中根基行、中野平二、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝
- (2) 材料および方法

25t の FRP 製の角型水槽 4 面にカワハギ親魚を各 100 尾程度収容した。2 日 1 回底掃除を行い、底掃除から得られた卵を回収し、種苗生産業者 2 業者に計 10 回分譲した。分譲後は、電話による情報収集や種苗生産現場での情報交換および技術指導を行った。

3 結果及び考察

各種苗生産施設の様子を図 1 から図 4 に示し、各種苗生産施設における種苗生産結果を表 1 および表 2 に示した。10 回の分譲で合計約 12,490 尾のカワハギ種苗が生産された。各施設における種苗生産用水槽は 20 トンから 50 トン水槽を使用していたが、歩留まりが悪く、各施設に多くの課題があることが示された。

A 水産においては、1 回目及び 2 回目に譲渡した卵からはふ化仔魚を得て、その後も順調に成育し、1 回目は日令 50 日、2 回目は日令 44 日で沖だしすることができたが、3 回目以降の譲渡卵からは順調なふ化仔魚を得ることができなかった。原因として、譲渡卵が未受精であったこと、卵輸送のストレスにより発生が進まなかったこと、卵質の問題などが考えられた。また A 水産では日令 40 日前後から始まる共食いで大きな減耗があり、共食い対策がもっとも大きな課題であった。

T 水産においては、5 回譲渡した卵から 4 回孵化仔魚を収容し、全長 1cm 程度までは順調に成長させることができたが、底掃除後に大量へい死が発生し、取上げまでには至らなかった。へい死時の状況の聞き取りでは、底掃除したとき水槽底面の残餌などのヘドロを巻き上げ、稚魚をへい死させていたと考えられた。この T 水産については、餌の種類や給餌量に関しては問題ないと思われたが、底掃除のタイミングや方法など管理について今後指導して行く必要性が感じられた。

今後は 2 業者に、親魚養成についても指導していきたいと考えている。



図 1. A 水産 種苗生産用水槽



図 2. A 水産 日令 25 日



図 3. T 水産 種苗生産用水槽

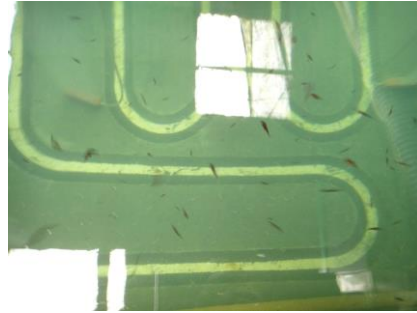


図 4. T 水産 日令 33 日

表1. A水産における種苗生産状況

譲渡日	収容水槽	取上尾数	状況	給餌餌料など
H22.7.1	25t	5,790	日令4日 20万尾収容 日令24日 5万尾収容 日令40日前後から激しい共食い	<ul style="list-style-type: none"> ・S型ワムシ ・配合餌料 ・魚卵 ・オキアミ ・淡水クロレラ ・貝化石
H22.7.8	25t	2,700	日令40日前後から激しい共食い	
H22.7.14	25t	0	日令3日で10万尾のふ化仔魚を収容していたが、日令15日で殆ど確認できなかった	
H22.7.22	50t	0	殆どふ化せず	
H22.7.23	30t	0	殆どふ化せず	
		8,490		

表2. T水産における種苗生産状況

譲渡日	収容水槽	取上尾数	状況	給餌餌料など
H22.6.5	20t	0	日令33日、全長3cm、1万尾程度収容していたが、底掃除直後全滅	<ul style="list-style-type: none"> ・S型ワムシ ・配合餌料 ・淡水クロレラ ・貝化石
H22.7.5	20t	0	日令23日、全長1cm、7万尾程度収容していたが、底掃除直後全滅	
H22.7.11	20t	0	日令14日、全長0.3cm、3万尾程度収容していたが、底掃除直後全滅	
H22.7.20	20t	4000	日令30日 全長1cm程度で沖だし	
H22.7.25	20t	0	殆どふ化せず	
		4,000		

養殖重要種生産向上事業Ⅱ（^県平成21年度～^単平成25年度）

（シカメガキ養殖試験 県内各地における養殖試験）

1 緒言

シカメガキ (*Crassostrea shikamea*) は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好むが、近年の研究で形態・遺伝的にもマガキとは別種とされている。

戦後、マガキの種ガキに混じって米国に渡ったシカメガキだが、米国で「Kumamoto Oyster」としてブランド化され、今日ではブランドカキの一銘柄として日本に逆輸入されるまでになっている。

本試験では、養殖方法や養殖適地などについて、基礎的な情報を得ることを目的として、平成21年度に当水産研究センターで生産したシカメガキ稚貝を県内11業者・グループに配布し養殖試験を実施した。

2 方法

(1) 担当者 中根基行、中野平二、吉川真季、永田大生、鳥羽瀬憲久、仲地純子 藤田忠勝、本田久美

(2) 材料および方法

ア 供試貝

平成21年度に種苗生産したシカメガキ稚貝10万個を用いた。

イ 試験地、配布個数、養殖方法

県内の11業者・グループに配布したが、詳細は表1に示した。

ウ 試験期間

平成22年4月から平成23年3月（平成22年2月からの継続）まで。

エ 調査項目

業者が持ち込んだシカメガキについて殻高・殻幅・殻長およびグリコーゲン含有量について測定した。グリコーゲン含有量の測定は、サンプルをアルカリ処理により溶解後、精製し、アンスロン硫酸法により発色後、620nmの吸光度測定により算出した。

表1. シカメガキ養殖試験における試験地、配布個数、養殖方法について

	業者1	業者2	業者3	業者4	業者5	業者6
試験地	大矢野①	大矢野②	大道	御所浦	新和	苓北①
配布個数	1万個	1万個	1万個	1万個	1万個	5千個
養殖方法	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖
主要漁業	漁船・二枚貝養殖業	漁船・二枚貝養殖業	魚類養殖業	真珠養殖業	魚類養殖業	二枚貝養殖業

	業者7	業者8	業者9	業者10	業者11
試験地	苓北②	芦北	崎津	倉岳	八代
配布個数	5千個	1万個	1万個	1万個	1万個
養殖方法	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖
その他	二枚貝養殖業	漁船漁業グループ	漁船漁業	二枚貝養殖業	漁船漁業グループ

3 結果及び考察

養殖地区毎に結果を、殻の成長、むき身重量(g)、むき身重量比(%)、グリコーゲン含有量の順で示した。

(1) 大矢野①地区

試験期間を通じて順調に成長し、平成 22 年 7 月には平均殻長で 60mm、殻長 40mm、殻幅 20mm 以上となり、平成 22 年 3 月には出荷サイズとなった(図 1-1)。むき身重量は平成 22 年 9 月と

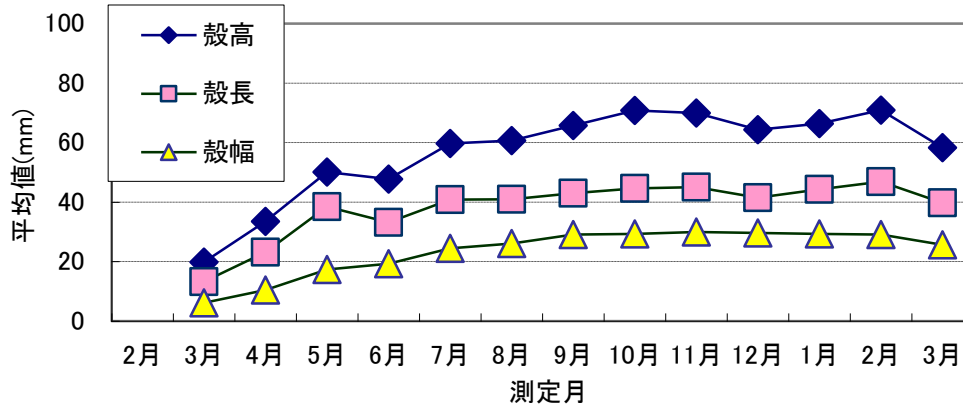


図1-1 . 大矢野①による成長の推移

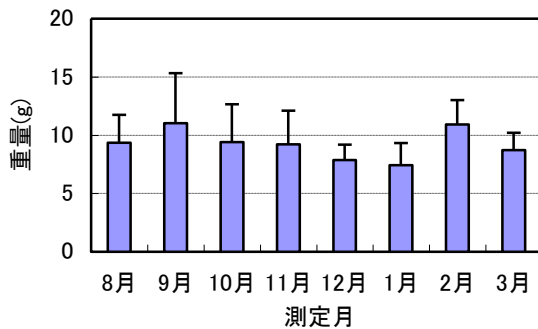


図1-2 . 大矢野① むき身重量(g)の推移

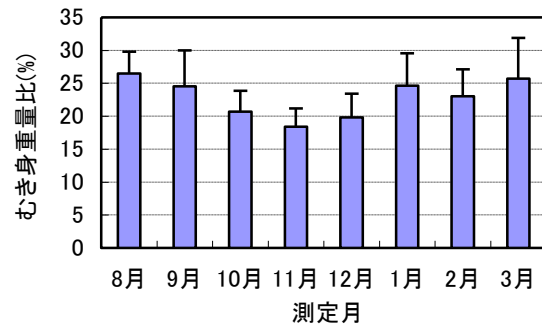


図1-3 . 大矢野① むき身重量比(%)の推移

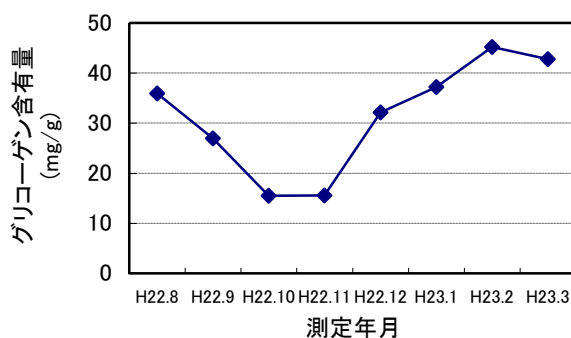


図1-4 . 大矢野① むき身中に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)の推移

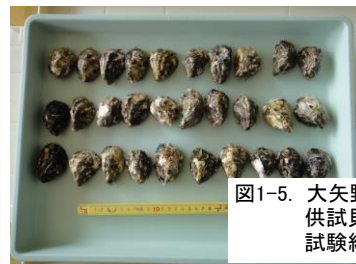


図1-5. 大矢野① 供試貝外観 試験終了時



図1-5. 大矢野① 供試貝むき身 試験終了時

平成 23 年 2 月の 2 回のピークが認められた(図 1-2)。むき身重量比は 8 月がピークで 11 月まで徐々に減少し、11 月から 3 月にかけて増加した(図 1-3)。グリコーゲン含有量は 8 月から 10

月にかけて減少し11月から徐々に増加し2月に最高値を示した(図1-4)。むき身重量の2回のピークは、9月が生殖器官の増加によるもので、2月の増加はグリコーゲンを体内に蓄積するために増加したと推察された。サンプリング時の業者からの聞き取りにでは、9月から10月にかけてシカマガキの死貝数が増加した。生産した一部はクマモト・オイスターとして出荷に至った(図1-5、図1-6)。最終的な生残割合は3割程度であった。

(2) 矢野②地区

大矢野①地区と同様に平成22年7月には平均殻高、殻長、殻幅の順で60mm、40mm、20mm以上となり、平成23年3月には出荷サイズになった(図2-1)。むき身重量は8月から徐々に増加し2月に最高値を示した(図2-2)。むき身重量比は8月から11月にかけて低下しその後徐々に増加した(図2-3)。グリコーゲン含有量は8月から10月にかけて増加し、11月にかけて一旦低下したもののその後再び上昇した(図2-4)。サンプリング時の聞き取りでは9月から10月にかけて死貝数が増加していた。生産した一部はクマモト・オイスターとして出荷に至った(図2-5、図2-6)。最終的な生残割合は3割程度であった。

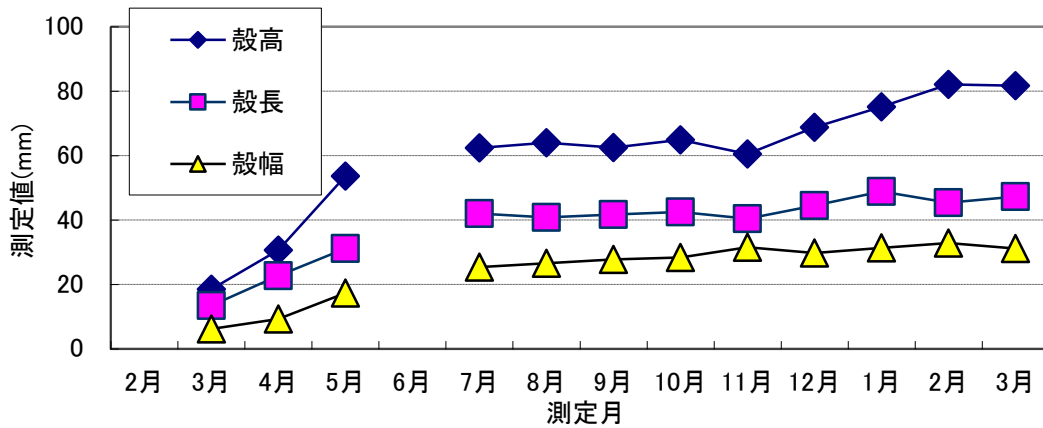


図2-1. 大矢野② 成長の推移

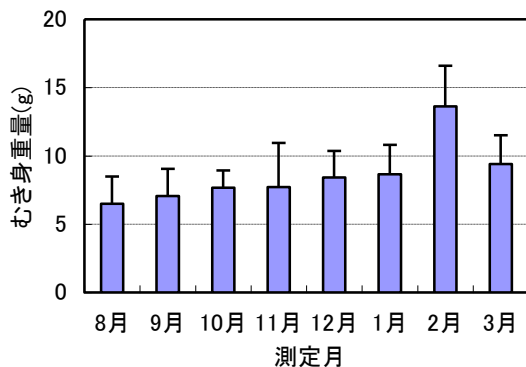


図2-2. 大矢野② むき身重量(g)の推移

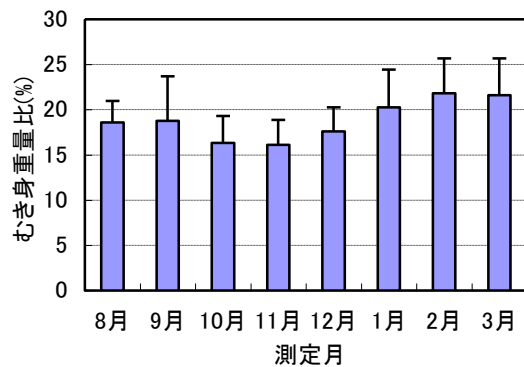


図2-3. 大矢野② むき身重量比(%)の推移

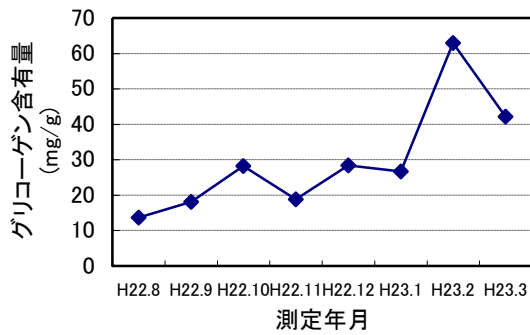


図2-4 . 大矢野② むき身中に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)の推移



図2-5. 大矢野② 供試貝外観 試験終了時



図2-6. 大矢野② 供試貝むき身 試験終了時

(3) 大道地区

3月から8月にかけて成長し、その後は殻の成長は認められなかった(図3-1)。むき身重量は11月から12月にかけて大幅に増加し、その後3月に最高値を示した(図3-2)。むき身重量比は大幅増減は認められず、10%~15%の間を推移した(図3-3)。

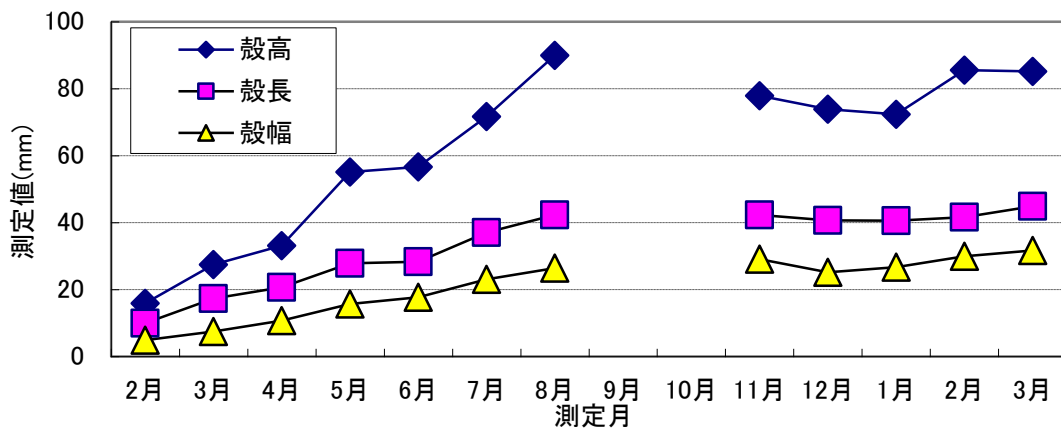


図3-1. 大道 成長の推移

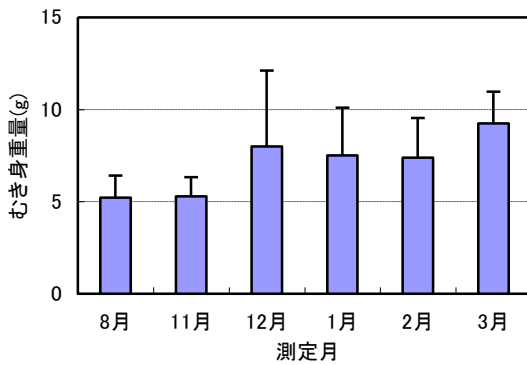


図3-2. 大道 むき身重量(g)の推移

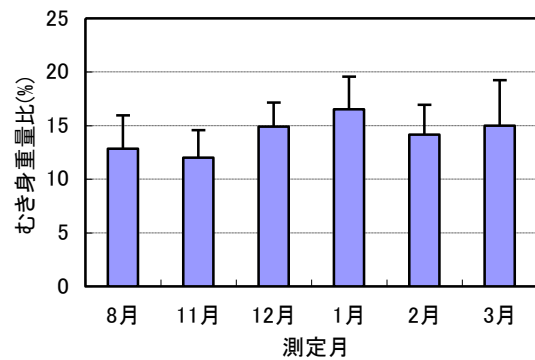


図3-3. 大道 むき身重量比(%)の推移

グリコーゲン含有量は 9 月に最低値を示し 12 月に最高値を示しその後徐々に減少した(図 3-4)。サンプリング時の聞き取りでは夏場の死貝は確認されていない。最終的な生残割合は 7 割程度であった。大量死は認められずカキも大きく成長する漁場だが、最終的には細長い形で、中身も充実したものとはならず、出荷用には適さなかった(図 3-5、図 3-6)。細長い形になったのは成長期における一籠あたりの収容数が多く殻高だけが伸びたと考えられる。軟体部が充実しなかったことは、1 月から 3 月にかけて同海域で十分な餌プランクトンが発生していなかったことと、一籠あたりの収容数が多すぎたことが考えられる。プランクトンの発生はコントロールできないが、カキの成長にあわせて一籠あたりの収容密度を変えていくことで、改善できると思われた。

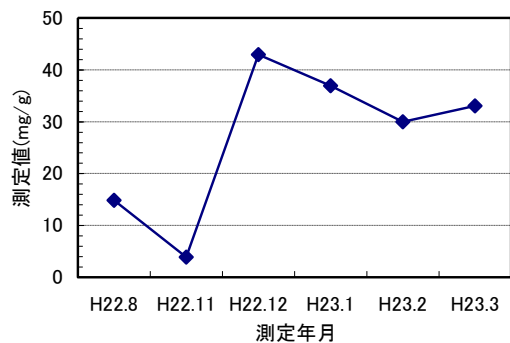


図3-4. 大道 むき身中に含まれるグリコーゲン含有量の推移



図3-5. 大道 供試貝外観 試験終了時



図2-6. 大道 供試貝むき身 試験終了時

(4) 御所浦地区

試験開始から 7 月まで成長が認められ出荷サイズに達した(図 4-1)。その後はわずかな成長が認められた。むき身重量は 9 月に最低値を示し、その後増加し 3 月に最高値を示した(図 4-2)。むき身重量比も 9 月に最低値を示しその後上昇した(図 4-3)。グリコーゲン含有量は 10 月に最低値を示しその後急激に増加し 12 月に最高値を示した(図 4-4)。梅雨時期に 2 割程度の死貝が確認されたが、それ以外では確認できなかった。当該生産者が生産したシカメガキは、外観においては殻幅が厚く(カップが深く)丸みをおび、むき身重量も重く、旨味成分の一つであるグリコーゲン含有量も多く、販売業者の評価が高いクマモト・オイスターとなった(図 4-5、図 4-6)。

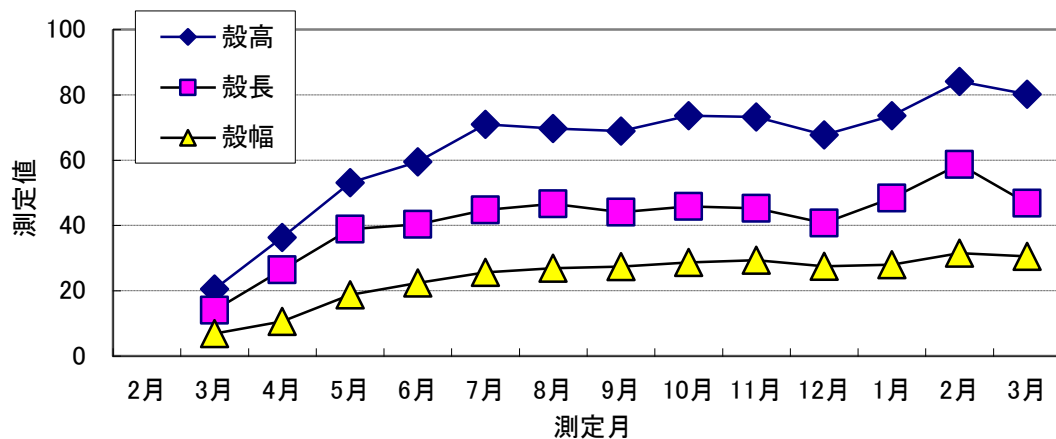


図4-1. 御所浦 成長の推移

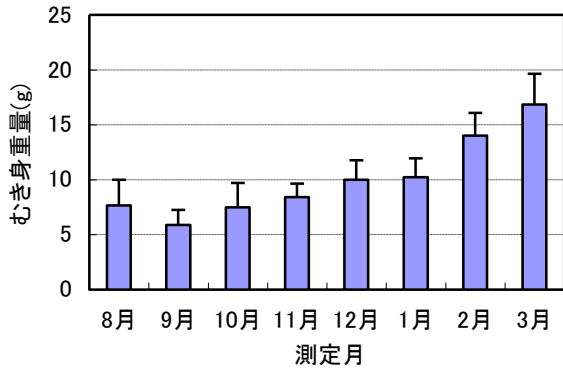


図4-2. 御所浦 むき身重量(g)の推移

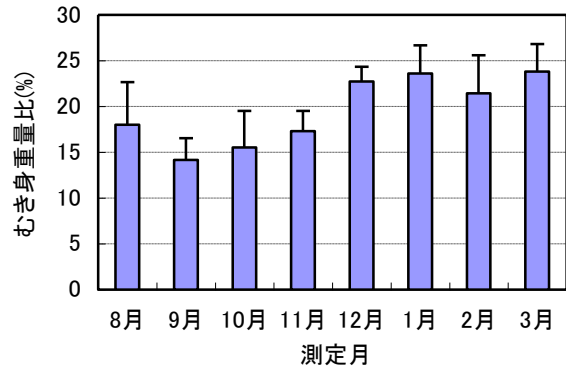


図4-3. 御所浦 むき身重量比(%)の推移

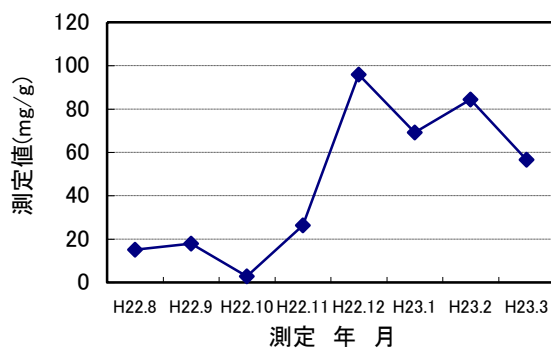


図4-4. 御所浦 むき身中に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)の推移



図4-5. 御所浦 供試貝外観 試験終了時

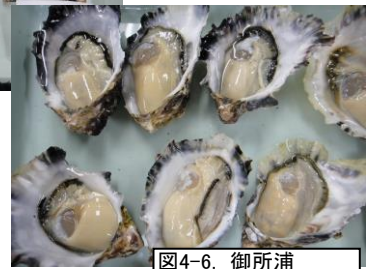


図4-6. 御所浦 供試貝むき身 試験終了時

(5) 新和

年間を通じて成長が確認された(図 5-1)。むき身重量も8月から11月までは顕著な増加は見られなかったが、11月から12月にかけて急激な増加が認められた(図 5-2)。12月からはほとんど増加は認められなかった。むき身重量比年間を通じた変動は認められなかった(図 5-3)。グリコーゲン含有量は10月と11月に最低値を示し、12月にかけて急激にグリコーゲン含有量は増加し、そのご緩やかに減少した(図 5-4)。

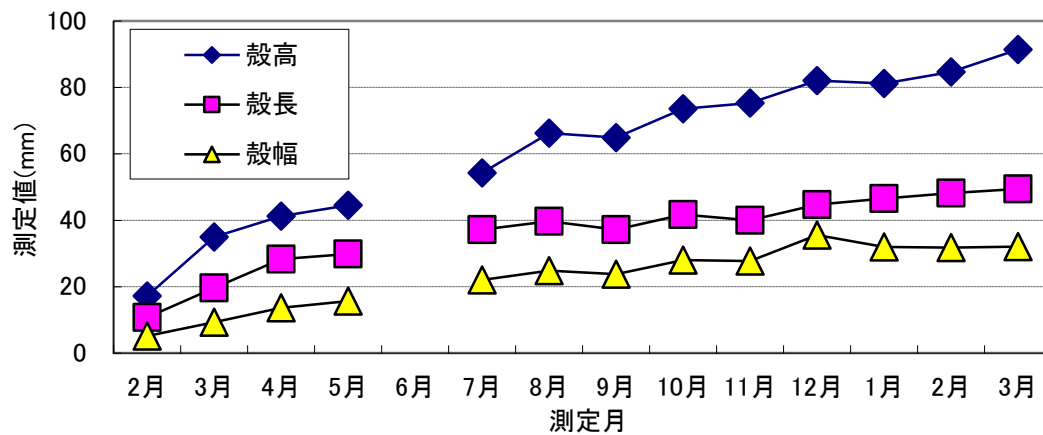


図5-1. 新和 成長の推移

業者からの聞き取りでは、大量の死貝は認められなかった。最終的な生残割合は6割程度であった。当該生産者が生産したシカメガキは細長く、軟体部が透き通って内部に水分が充満している状態が認められる水カキ様の供試貝もみられ、むき身の充実にバラツキがみられた(図5-5、図6-6)。原因としては、飼育管理が十分に行き届かず、一籠あたりの収容数が多すぎて殻高が伸びすぎ、十分な摂餌がとれず、痩せて水カキになったと思われる。また出荷時には付着物の除去などに非常に苦労していたので、日常の殻の掃除や密度調整などの管理方法の改善を指導していく必要があると思われる。

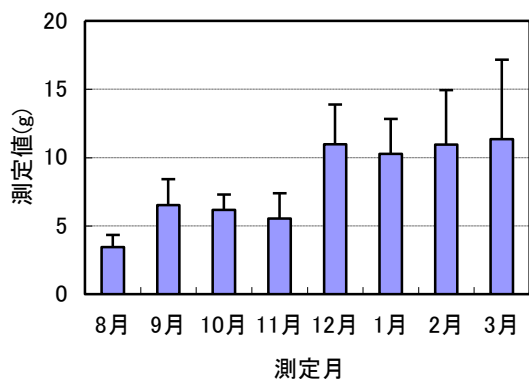


図5-2. 新和 むき身重量(g)の推移

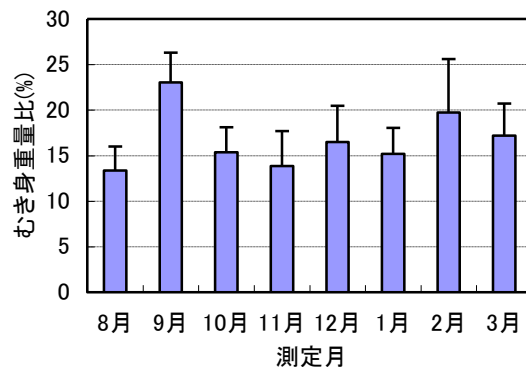


図5-3. 新和 むき身重量比(%)の推移

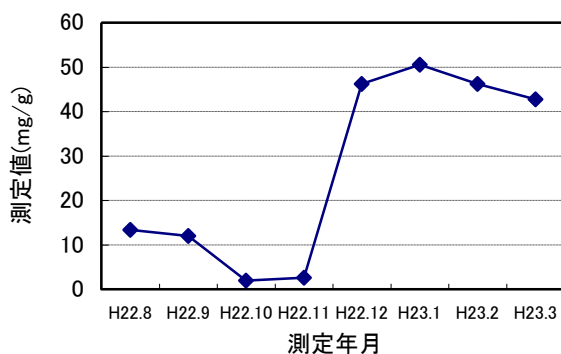


図5-4. 新和 むき身虫に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)の推移



図5-5. 新和 供試貝外観 試験終了時

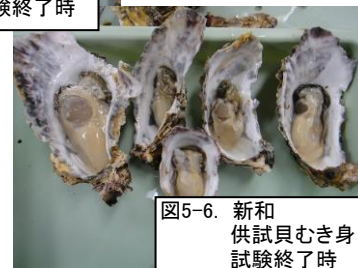


図5-6. 新和 供試貝むき身 試験終了時

(6) 芦北地区

8月まで殻の成長が認められ、その後成長は停滞した(図6-1)。むき身重量は8月から12月にかけて増加し、その後停滞した(図6-2)。むき身重量比は8月から3月にかけて上昇した(図6-3)。グリコーゲン含有量は8月から10月にかけて減少し10月から12月にかけて増加し3月にかけて減少した(図6-4)。グループ員からの聞き取りでは8月まではほとんど死亡が認められなかったが、9月から10月にかけて大量のへい死(9割程度)が認められた。8月にカキの付着物を除去するため、高圧ポンプによるカキの洗浄をしたことが大量死に繋がったのではないかと考えられたことから、高水温期の管理方法を改善することにより、今後

生産成績の向上が期待できると思われる。試験終了時のサンプリングでは、外観には問題は無かったが、むき身にすると水カキ様の個体も見られたことから(図 6-5、図 6-6)、一籠あたりの収容数についても検討が必要だと思われた。

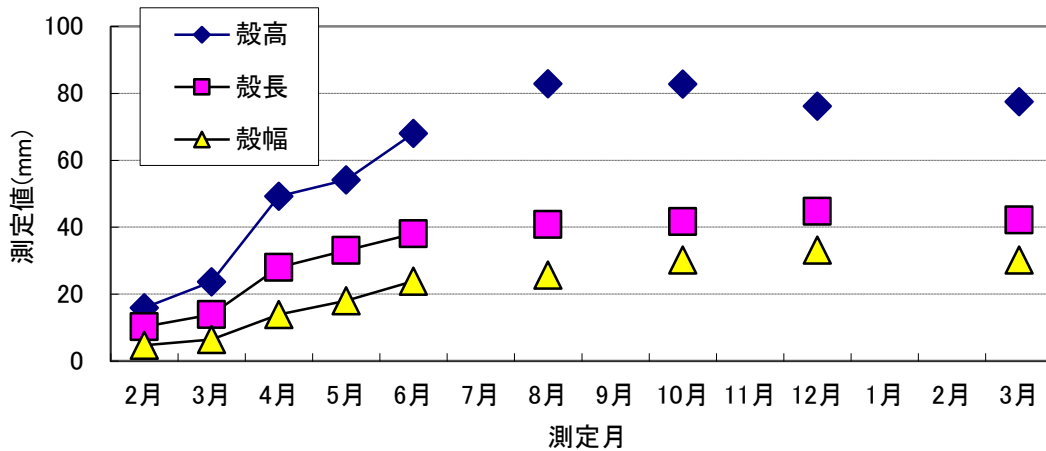


図6-1. 芦北 成長の推移

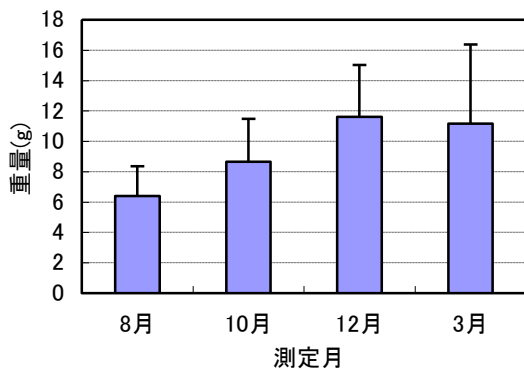


図6-2. 芦北 むき身重量(g)の推移

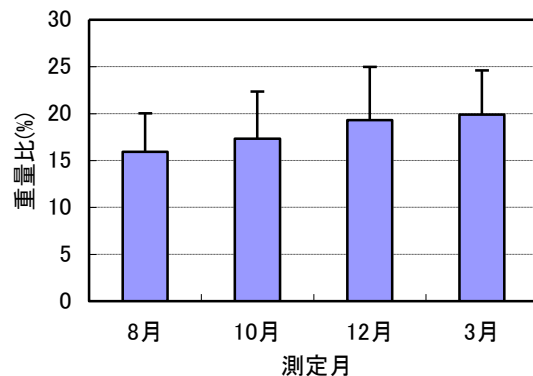


図6-3. 芦北 むき身重量比(%)の推移

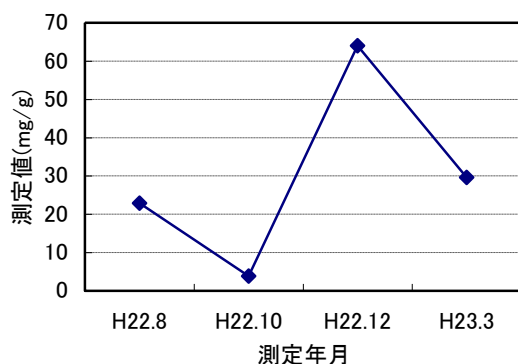


図6-4. 芦北 むき身中に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)の推移

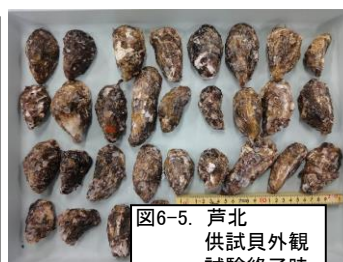


図6-5. 芦北 供試貝外観 試験終了時

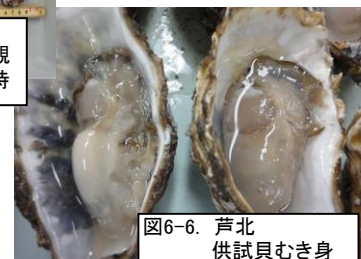


図6-6. 芦北 供試貝むき身 試験終了時

(7) 苓北地区

2業者からの聞き取りでは、試験期間を通して順調に成長し(図 7-1、図 7-2)、死貝もほとんど認められなかった。むき身重量(図 7-3)、むき身重量比(図 7-4)、とも2月から3月にかけて

増加した。グリコーゲン含有量は2月から3月にかけて減少した(図7-5)。最終的な生残割合は2業者とも8割程度であり、試験終了時には外観も軟体部も充実し、クマモト・オイスターとして一部を出荷するに至った(図7-6~図7-9)。

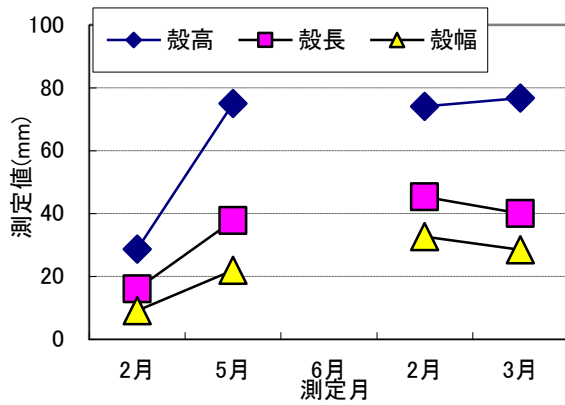


図7-1. 茶北① 成長の推移

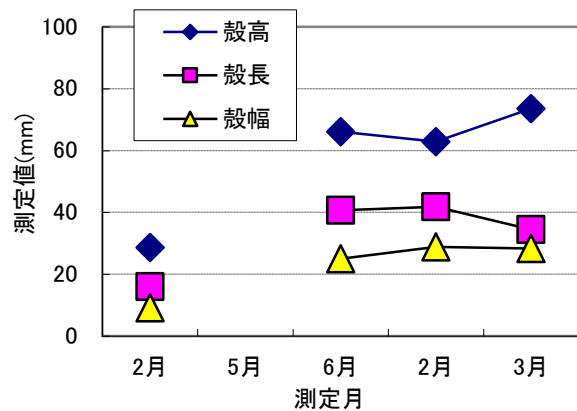


図7-2. 茶北② 成長の推移

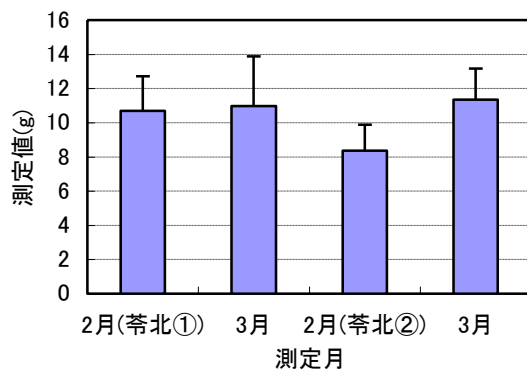


図7-3. 茶北 むき身重量(g)の推移

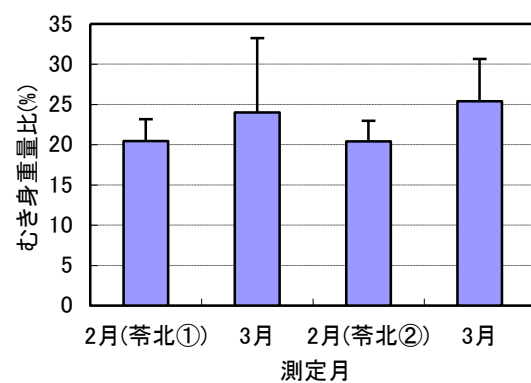


図7-4. 茶北 むき身重量比(%)の推移

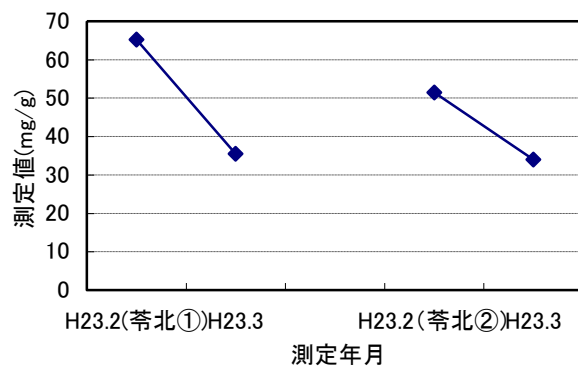


図7-5. 茶北 むき身中に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)の推移



図7-6. 茶北① 供試貝外観 試験終了時



図7-7. 茶北① 供試貝むき身 試験終了時



図7-8. 苓北②
供試貝外観
試験終了時



図7-9. 苓北②
供試貝むき身
試験終了時

(8) 軍ヶ浦

6月から7月にかけて急激に成長しその後10月まで成長は停滞した(図8-1)。むき身重量は8月から9月にかけて大きな変動は認められなかった(図8-2)。むき身重量比は8月から9月にかけて上昇し、10月にかけて低下した(図8-3)。グリコーゲン含有量は8月、9月は変動が見られなかったが、10月にかけて急激な減少が見られた(図8-4)。業者からの聞き取りでは、9月から貝殻の色が白化し、10月にかけて急激に死貝が増加し全滅したために試験を中止した。当該海域は外洋に面しており、時化た時には飼育設備が大きく振動して不安定であることや、潮汐による水温や透明度などの日変化が比較的大きい海域であることなどが貝の生残に影響したのではないかと考えられた。

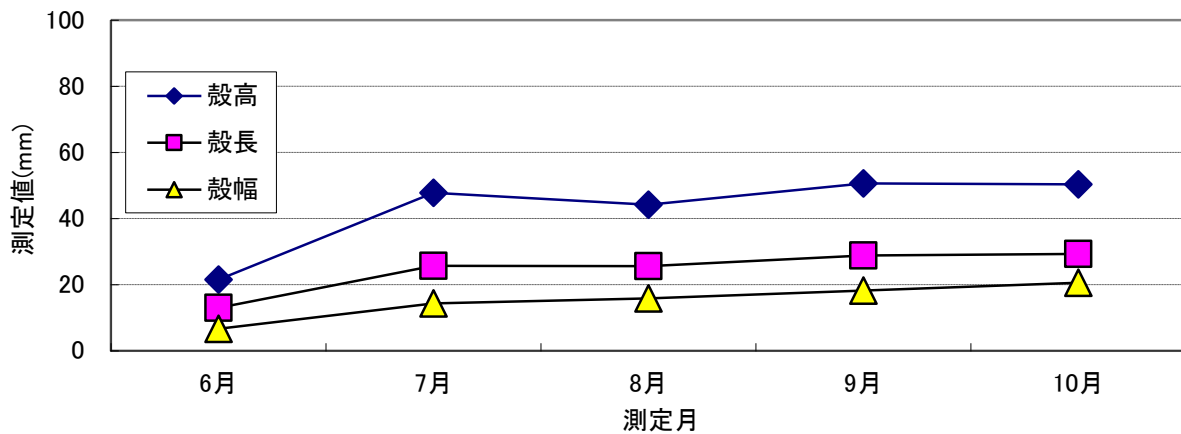


図8-1. 軍が浦 成長の推移

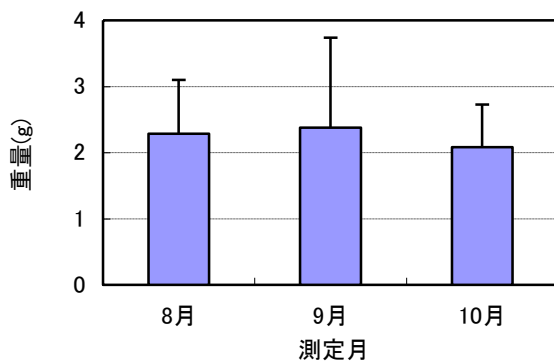


図8-2. 軍が浦 むき身重量(g)の推移

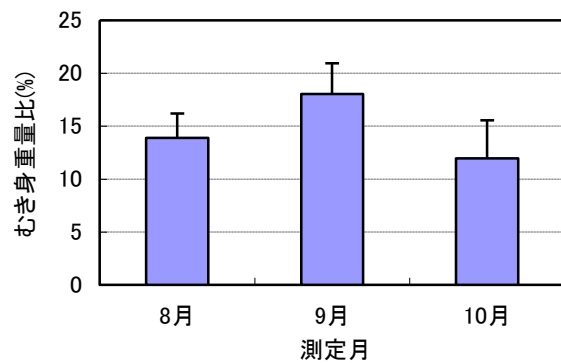


図8-3. 軍が浦むき身重量比(%)の推移

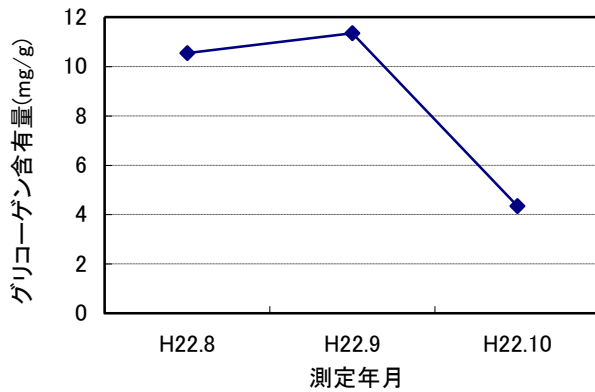


図8-4. 軍が浦 むき身中に含まれるグリコゲン含有量(mg/g)の推移

(9) 八代地区

5月から6月にかけて緩やかな成長が認められた(図9)。その後6月の梅雨時期に大量死が認められ、試験を中止した。大量死の一因として淡水の流入による比重の低下が考えられるが、試験地は河川水の影響を直接受ける海域であるため、今後場所を移動しなければ飼育は困難だと思われた。

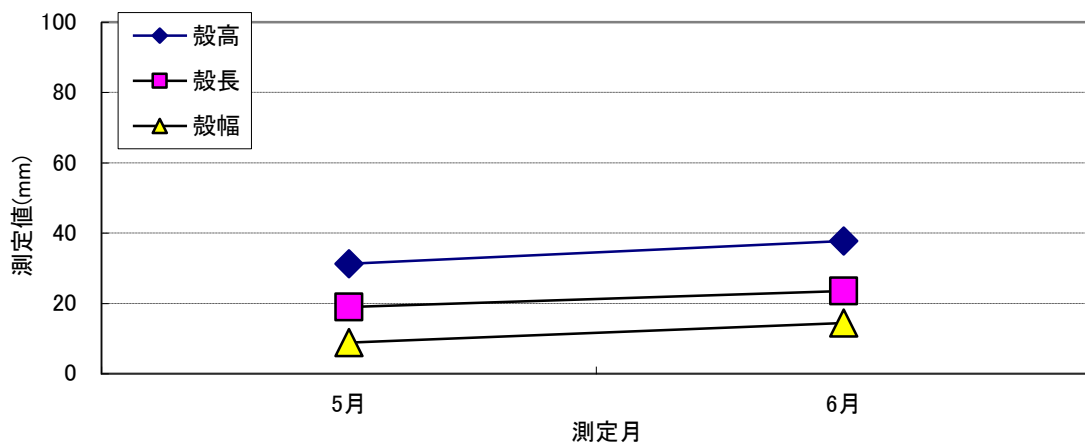


図9. 八代 成長の推移

(10) 倉岳地区

3月から5月にかけて成長が認められたが(図)、6月の大雨後に大量死が認められたため試験を中止した。大量死の一因として淡水の流入による比重の低下が考えられ、試験地は河川水の影響を直接受ける海域であるため、今後場所を移動しなければ飼育は困難だと思われた。

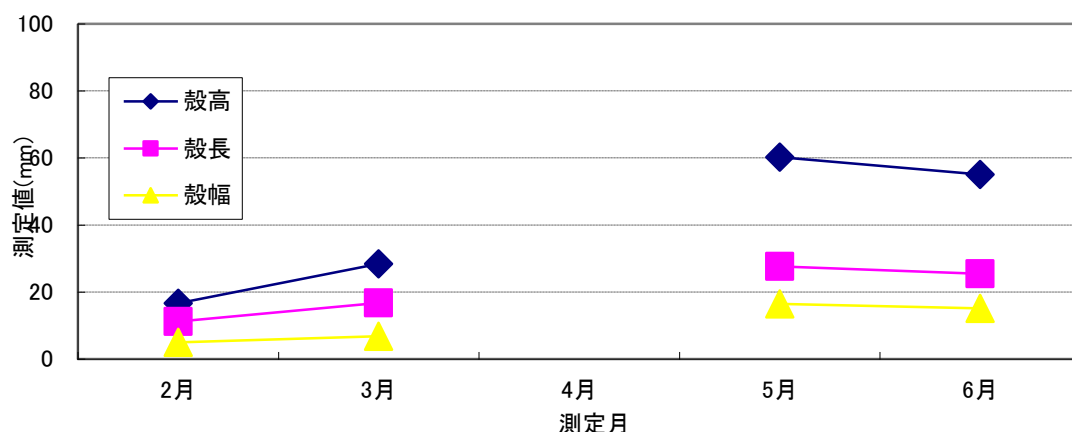


図10. 倉岳 成長の推移

本試験では10地区11業者グループでシカメガキの養殖試験を行ったが、殻の成長やむき身の状態、生残率などが試験地毎に大きく異なり、養殖業者の飼育技術にもレベルの差が顕著に認められた。御所浦の真珠養殖業者と芥北の二枚貝養殖業者2業者は非常に高い飼育レベルでクマモト・オイスターとして優れた商品の出荷に至った。大矢野の2業者は漁船漁業を営みながら、二枚貝の養殖経験もあるということで、夏場に死亡を発生させたものの、一部商品の出荷に至った。新和、大道の2業者は初めてカキ養殖に取り組み、大量死は起こらなかったものの、管理が十分に行えず出荷には至らなかった。芦北はカキ養殖に初めて取り組み、夏場までは非常に良好な成長をしていたが、夏場の大量死でほぼ全滅させた。軍が浦は初めてカキの飼育に取り組んだが、10月に大量死が発生し全滅させた。八代と倉岳は梅雨時期に全滅させ養殖試験を中止した。

八代、倉岳など降雨時に長期的な塩分低下が起きる地域では養殖を続けることは難しいと思われるが、芦北など夏場の管理が死亡の原因と考えられる地域や大道や新和のように収容密度がその後の殻の形やむき身（軟体部）の充実に影響したであろう地区については、飼育経験を積んでいくことや当研究センターからの養殖指導により改善が可能であると思われる。

平成22年度は約1万個以上をクマモト・オイスターとして県内に出荷することができ、商品として求められるサイズや形、身入り等の情報を得ることができた。今後は、飼育成績を向上させ、より市場価値の高いクマモト・オイスターを生産する技術開発が必要だと思われる。また、併せてクマモト・オイスターを使った新しい商品開発、出荷時の衛生管理やブランド化など養殖生産の技術向上以外にも取り組んでいく必要がある。

養殖重要種生産向上事業Ⅲ（^県平成 21 年度～平成 25 年度^単）

（シカメガキ養殖試験 飼育水温が成長に与える影響）

1 緒言

シカメガキ養殖において、飼育水温が成長や生残に与える影響についての知見は少ない。そこで、異なる飼育水温で稚貝を飼育し、飼育水温が成長に与える影響について明らかにし、飼育のための基礎的な知見を得ることを目的として、育成試験を実施した。

2 方法

(1) 担当者 中根基行、中野平二

(2) 材料および方法

ア 試験区

観賞魚用サーモスタット及びヒーターで加温して 20℃区、25℃区、30℃区の 3 試験区とし各試験区 2 水槽を設けた。

イ 試験期間

平成 22 年 11 月 12 日から平成 22 年 3 月 28 日（予備飼育は平成 22 年 10 月 18 日から 11 月 12 日とし、15℃の飼育水温から 1 日約 1℃ずつ水温を上昇させ、規定の水温に達した水槽は設定水温で維持した。水温馴致中は無給餌飼育とした。）

ウ 供試貝

当研究センターで生産した H22 年産シカメガキ稚貝（平均殻高 7.85mm）600 個を用いた。

エ 飼育

10L の角形バケツに直径 18cm の円形のザルを置き、ザル内に稚貝 100 個を収容した（図 1 及び図 2）。エアレーションは容器底部からの微通気とした。

オ 給餌

1 日 2 回、1 回あたり 10ml（1 億細胞/ml）のキートセロスグラシリス（ヤマザキ社製）を給餌した。

カ 換水

サンプリング時に調温した砂濾過海水で全換水した。蒸発した分については適宜水道水を注水した。

キ 測定

サンプリングは毎回 30 個とし、殻高を測定した。サンプリング時に死んでいる貝を取り上げた。サンプリング終了時には全ての供試貝の殻高を測定した。



図 1



図 2

3 結果及び考察

飼育期間中の水温を図 3 に示す。試験期間中、20℃-1 区で最高 27.5℃に 25℃-2 区で最高 34.4℃

に30°C-1区で最高34.6°Cと38.1°Cなど、器具の誤作動により設定水温より大幅に上昇した試験区が存在した。

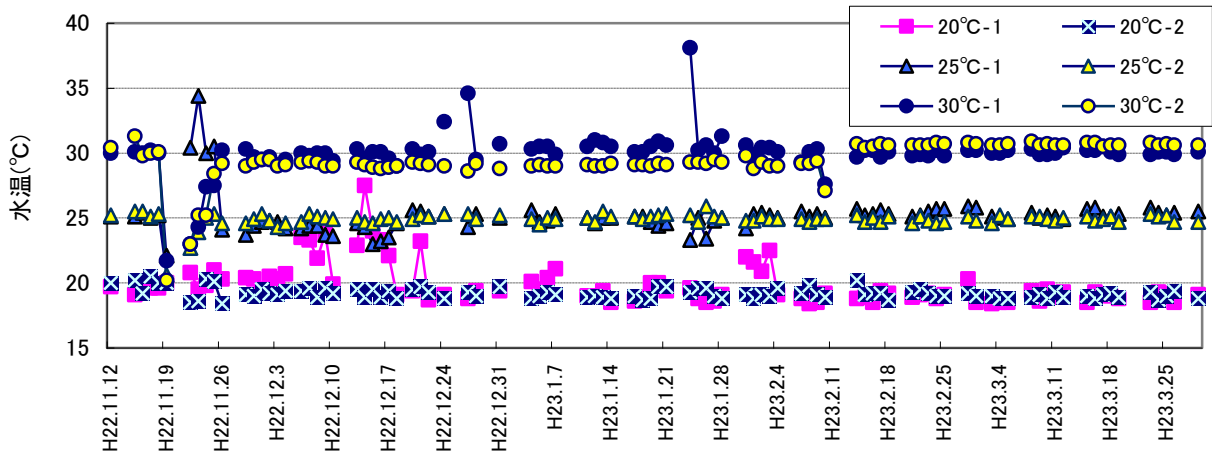


図3. 試験区ごとの飼育期間中の水温

試験区別の平均殻高の推移を図4から図6に示す。平均殻高(±標準偏差)は試験開始時には7.86mm(±1.06)から、試験終了時には、20°C-1区、20°C-2区、25°C-1区、25°C-2区、30°C-1区、30°C-2区の順で9.03mm(±2.04)、8.87mm(±1.83)、9.37mm(±2.12)、8.71mm(±1.59)、8.81mm(±1.94)、9.96mm(±2.25)となり、各試験区とも試験期間中を通して非常に緩やかな成長を示した。各サンプリング時の標準偏差は終了時では大きくなり、同一容器内での成長差が認められるようになった。

試験開始時と終了時の殻高の出現頻度割合を図7に示す。試験開始時には殻高8mm未満の個体が全体の56%、8mmから11mm未満の個体が44%を占めた。試験終了時には、各試験区において8mm未満の個体の割合が減少し、それ以上の殻高の個体の割合が増加した。

累積死貝数の推移を図8に示す。30°C-1区の死亡は平成22年12月6日に1個、平成23年2月3日に2個、2月17日に3個、3月9日に2個、3月28日に16個に死亡が認められた。30°C-1区で試験終了時に26個の死亡が認められたが、それ以外の試験区では5個以下の死亡数であった。30°C-1区は2回の機械の異常で設定水温よりも大幅に水温が上昇し、特に平成23年1月24日に38.1°Cを記録しており、この高水温がカキにとってのストレスとなり死亡の原因の一つになったのではないかと考えられた。

本試験では4か月の飼育期間にもかかわらず、試験開始時から終了時の平均殻高で2mm以上伸長した試験区はなく、すべての試験区で十分な供試貝の成長は認められなかった。この原因については、給餌量が少なかったことや、単独餌料を長期間与えたことによる影響や、換水回数が少なかったために殻形成のための海水中の炭酸カルシウム不足になったこと等が考えられるが、明確な原因については不明である。35°C以上を記録した30°C-1区を除いて、各試験区の生残率は95%

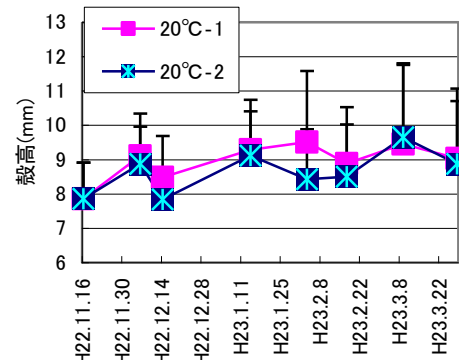


図4. 水温20°Cにおける殻高(mm)の推移
図中のbarは標準偏差を表す

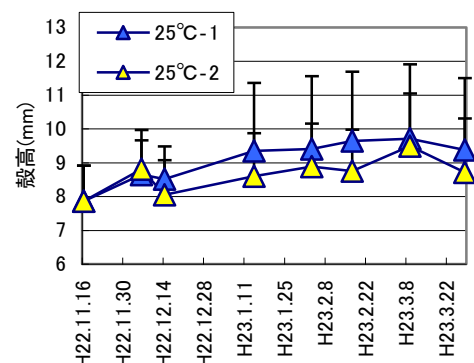


図5. 水温25°Cにおける殻高(mm)の推移
図中のbarは標準偏差を表す

以上になったことから、殻高が伸長しないような飼育条件下では水温差は生残には影響しないと考えられた。本試験の飼育管理条件下では給餌と蒸発分の水の注水だけ管理のもと、約4か月間飼育することができたことから、止水飼育であっても換水や飼育器材の洗浄などの手間をかけずに飼育できることが分かった。

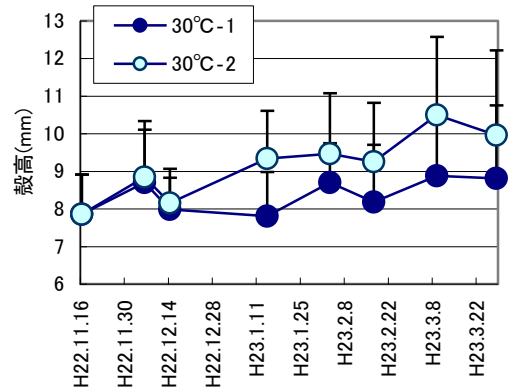


図6. 水温30°Cにおける殻高(mm)の推移
図中のbarは標準偏差を表す

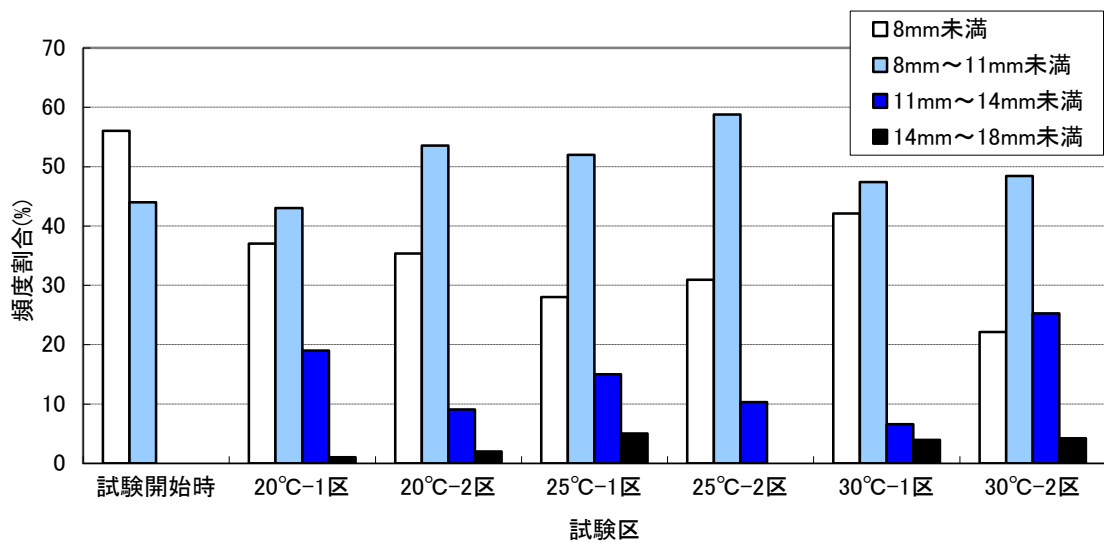


図7. 試験開始時及び試験終了時における各試験区の殻高の出現割合(%)

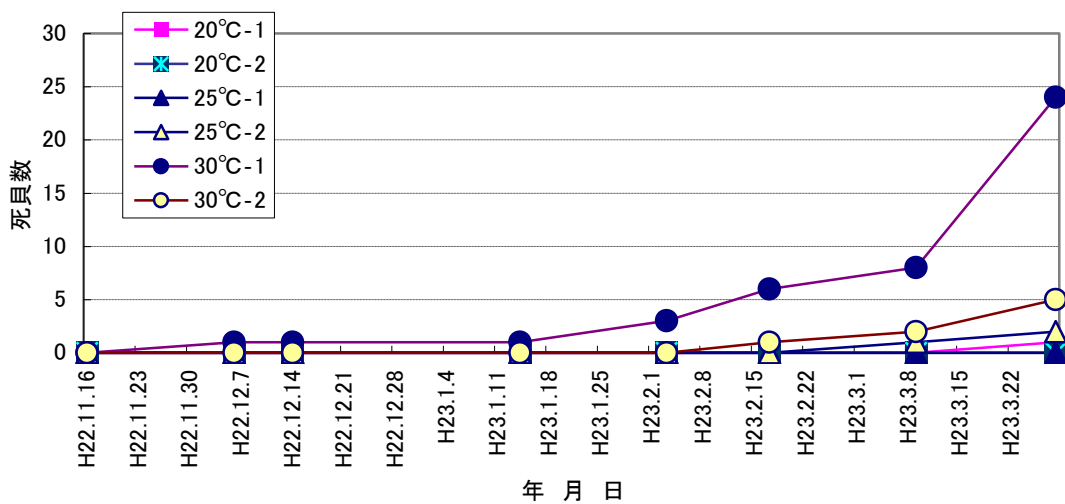


図8. 各試験区における累積死貝数の推移

養殖重要種生産向上事業Ⅳ（県平成16年度～単継続）

（「クルマエビ類の急性ウイルス血症」対策指導）

1 緒言

クルマエビ養殖に発生する PAV（penaeid acute viremia：クルマエビの急性ウイルス血症）は 1993 年に本県で初めて発生し、本県クルマエビ養殖業にしばしば多大な被害を与えている。本県ではこの対策として、早期発見、適正飼育の指導を行っている。

本試験ではこの対策の一環として、PCR法を用い県内クルマエビ養殖場において養殖期間中の PAV の原因ウイルス PRDV（penaeid rod-shaped DNA virus）の感染状況を検査するとともに、クルマエビ養殖期間中のクルマエビ養殖場の水温変化を調査した。

2 方法

(1) 担当者 中野平二、仲地純子、中根基行、本田久美

(2) 試験方法

ア PRDV 検査

平成 22 年 4 月～平成 22 年 11 月までの期間、養殖業者が持ち込む検体について調査を実施した。胃の上皮組織が分離可能な個体については胃の上皮組織を用い、それ以外は頭胸部を用いておおむね 10 尾分を 1 検体として、PRDV の DNA を抽出し PCR 法（木村ら 1996）および LAMP 法（Mekata *etal* 2009）で PRDV の感染状況を調査した。

イ クルマエビ養殖場水温調査

平成 22 年 7 月～平成 22 年 3 月までの期間、上天草市大矢野町の 3 養殖場に自記式温度計（TR-52S：株式会社佐藤商事製）を設置し、15 分おきに養殖場底直上の水温を連続測定した。

3 結果及び考察

(1) PRDV 検査

天草市、上天草市内の 11 業者の養殖しているクルマエビについて検査を実施した。その結果、9 月後半に 1 業者の養殖池のクルマエビで PRDV を検出した。発生サイズ（平均体重）は 18.5 g で、発生時のクルマエビ飼育密度が当センターの指導である 150g/m² を越えた 224 g/m² であり、このことが原因で発症したと考えられた。

昨年と比べて PAV 発生件数は 1 件で昨年と比べて 1 件減少し、1993 年の初発時によく見られた水平感染は発生していない。これは多くのクルマエビ養殖場での飼育が、県の指導に準じて低密度で飼育されているためと考えられる。

(2) クルマエビ養殖場水温調査

図 1～3 に検査結果を示した。全築堤式 A 池の最高水温は 7 月 25 日の 16 時に記録した 34.3℃で、最低水温は 1 月 17 日の 11 時に記録した 5.3℃であった。

半築堤式 B 池の最高水温は 8 月 20 日の 17 時に記録した 33.5℃で、最低水温は 1 月 1 日の 7 時に記録した 6.5℃であった。

半築堤式 C 池の最高水温は 8 月 22 日の 17 時に記録した 32.5℃で、最低水温は 1 月 17 日の 7 時に記録した 5.9℃であった。

4 文献

- 1) 木村武志, 山野恵祐, 中野平二, 桃山和夫, 平岡三登里, 井上 潔. PCR 法による PRDV の検出. *魚病研究* 1996; 31: 93-98
- 2) Mekata, T., Sudhakaran, R., Kono, T., Supamattaya, K., Linh, N.T., Sakai, M. and Itami, t. Rral-time quantitative lppo-mediated isothermal amplification as a simple method for detecting white spot syndrome virus. *Lett Appl Microbiol*

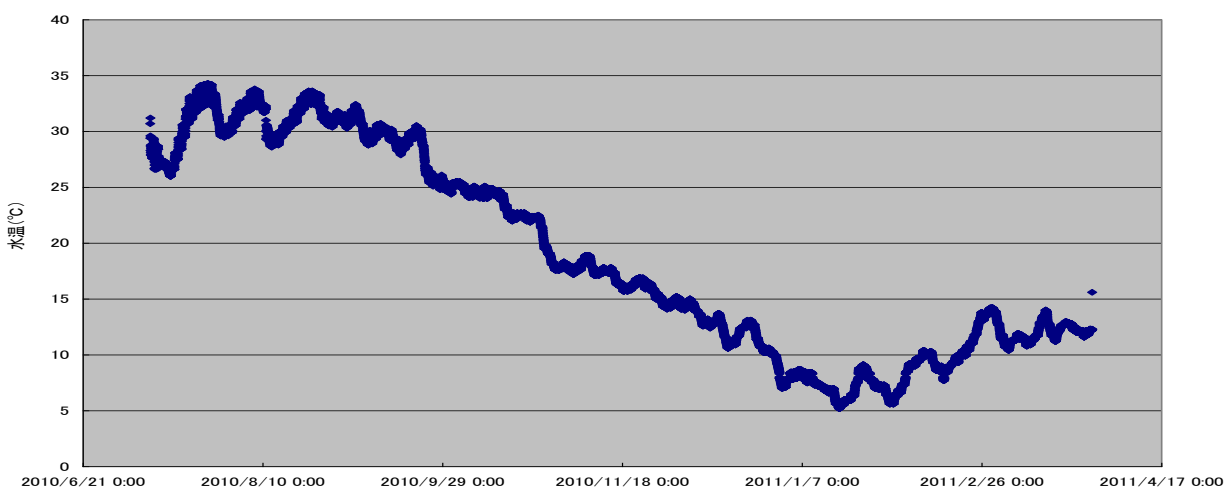


図1 全築堤式A池の水温変化 (h22. 7. 9~h23. 3. 28)

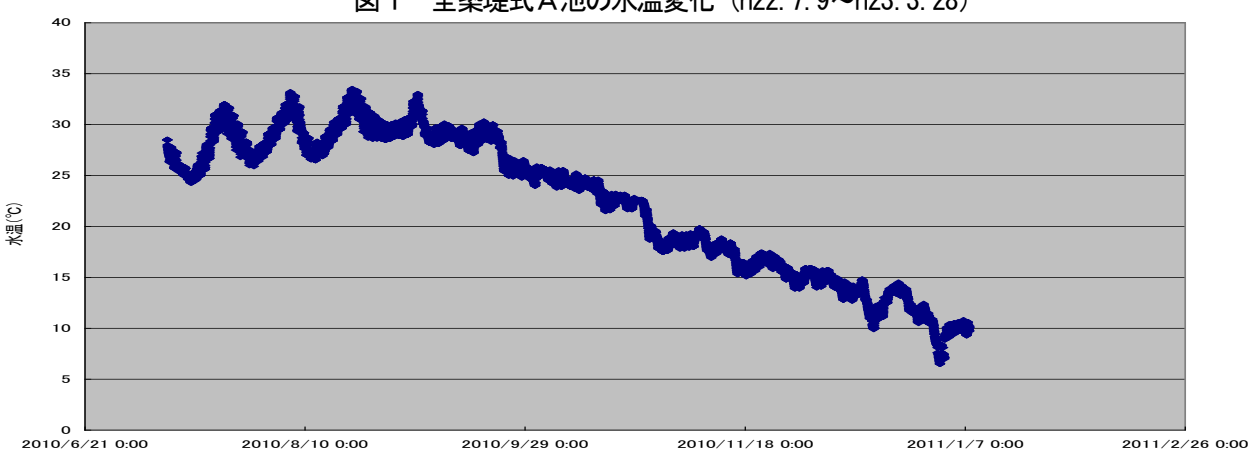


図2 半築堤式B池の水温変化 (h22. 7. 9~h23. 1. 7)

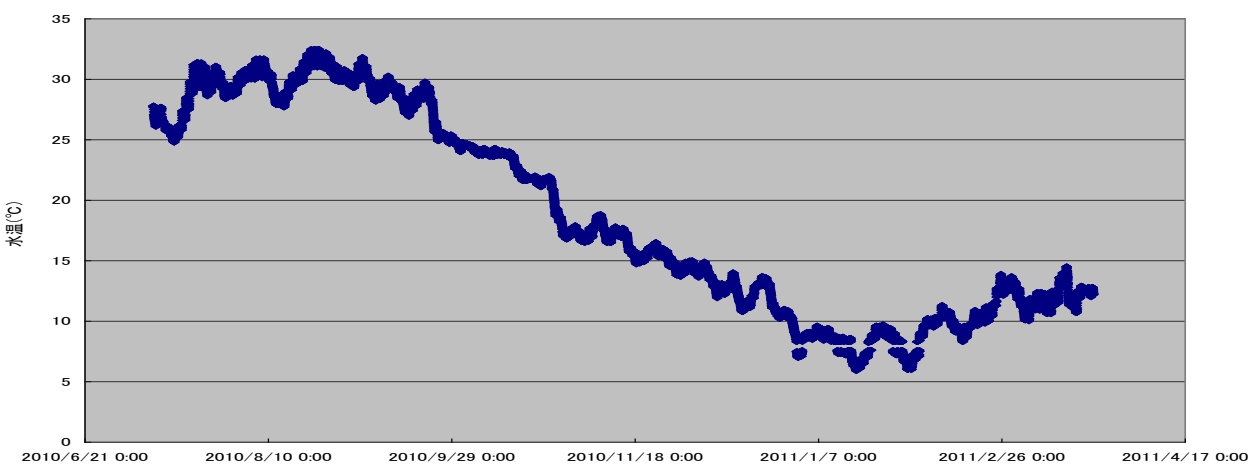


図3 半築堤式C池の水温変化 (h22. 7. 9~h23. 3. 22)

国庫委託

新たなノリ色落ち対策事業Ⅰ（平成19年度～平成23年度）

（シカメガキ種苗生産）

1 緒言

八代海のノリ養殖漁場では近年大型珪藻が増殖し、この珪藻プランクトンが海水中の栄養塩を消費するため海域の栄養塩濃度が低下し、ノリの色落ち被害が連続して発生している。

この対策として、カキを用いる方法が検討されている。カキは餌としてノリの色落ちの原因である珪藻プランクトンを摂餌するため、カキ養殖場をノリ養殖地区に設ければ、色落ち被害原因の珪藻プランクトンを摂餌し、海域から取り除ける可能性が高い。また、対策に用いるカキに「Kumamoto Oyster」として米国でブランド化され高値で販売されているシカメガキを用いれば県水産物のブランド化及び産業化の可能性も広がる。

シカメガキ (*Crassostrea shikamea*) は八代海や有明海などに分布する矮小型のカキで外見は殻表面に深い葉状構造が発達し、凹凸の多い様相を呈し、生息環境はマガキよりもやや低い塩分海域まで分布し、潮間帯における分布の中心はマガキよりもやや高い位置にある (Amemiya 1928)。

本事業はノリ色落ち対策としてシカメガキを熊本県内で生産する技術を開発することでノリの色落ち対策を目的に実施し、本試験ではシカメガキ人工種苗生産技術の確立に取り組んだ。

これまで当センターでは平成19年度から種苗生産試験を行ってきており、昨年度実用化の目安と言われる数十万個オーダーで稚貝の生産を行った。本年度は昨年度の方法により生産を行い、その再現性の確認とより効率的な生産方法の確立を目的として行った。

2 方法

(1) 担当者 永田大生、中野平二、仲地純子、本田久美

(2) 材料および方法

ア 量産試験

(ア) 親貝

親貝は平成18、19、20年度に当センターで作出したシカメガキを用いた。なお、シカメガキの判別は、Banks and Hedgecock., 1) の方法及び薄ら., 2) の方法に基づきPCR法で行った。なお、採卵にはすべての回で雄5個体、雌13個体を用いた。

(イ) 採卵

採卵は平成22年6月29日(以下第1回採卵群と記載)、7月13日(以下第2回採卵群と記載)、7月20日(2つに分養して飼育したため以下第3回採卵群-1、第3回採卵群-2と記載)の計3回行った。採卵は切開法により行い、口径0.3 μ mのカートリッジフィルターでろ過した海水(以下精密ろ過海水と記載)を約25.0 $^{\circ}$ Cに調整し受精させた。なお、7月14日に飼育管理していた親貝の自然採卵があったためその個体群も継続飼育した(以下自然産卵群と記載)。

(ウ) 浮遊幼生飼育

受精後12時間以内に、浮上したD型幼生のみを回収し、水温25.0 $^{\circ}$ C～26.8 $^{\circ}$ Cで調温したウォーターバス内に設置した500Lパンライト水槽に收容した。飼育水には精密ろ過海水を用い、通気用のエアーストンをを用いて微量の通気を行った。日令5日までは止水で飼育し、それ以後は1日おきに全換水を行った。餌料は初期にキートセロス・カルシトランスを与え、幼生の大きさに合わせてキートセロス・グラシリスに切り替え、飼育水中の濃度が1,000～70,000細胞/mlになるように与え、日令15日以上、殻長が300 μ m程度および眼点の出現率が60%以上の個体群を採

苗に用いた。

(エ) 採苗

採苗は、長さ 180 μm 以上～300 μm 以下のマガキ殻粉末を用いてシングルシード方式により行い、ダウンウェリング容器の底に口径 180 μm のメッシュネットをセットし飼育した（以下、カラムと記載）。飼育水は精密ろ過海水を用い、毎日 1 回全換水を行った。カラム内に原虫が多く確認された場合は 1～10 分の干出及び 1 分間の淡水浴を行った。

3 結果

(1) 総合結果

D 型幼生の収容数は第 1 回採卵群が 1,652,000 個体、第 2 回採卵群が 3,000,000 個体、自然産卵群が 1,000,000 個体、第 3 回採卵群-1 および第 3 回採卵群-2 がそれぞれ 790,000 個体で合計 7,232,000 個体であった。そのうち、成熟に至った幼生の数は第 1 回採卵群が 290,000 個体、第 2 回採卵群が 296,000 個体、自然産卵群が 326,000 個体、第 3 回採卵群-1 が 375,000 個体、第 3 回採卵群-2 が 265,000 個体で計 1,552,000 個体であり、その生残率は第 1 回採卵群が 19.6%、第 2 回採卵群が 12.2%、自然産卵群が 54.4%であった。第 3 回採卵群-1、第 3 回採卵群-2 は選別時に廃棄した幼生数が未計数であったため生残率を算出できなかった。

また、採苗に用いた成熟幼生が基質に付着した割合は第 1 回採卵群が 83.6%、第 2 回採卵群が 13.0%、自然産卵群が 19.6%、第 3 回採卵群-1 が 4.3%、第 3 回採卵群-2 が 25.1%で全体の平均が 29.1%であったが、付着率は各産卵群で一定しなかった。

表 1. シカメガキ種苗生産結果

産卵群	D型幼生 収容数 ():総破棄 個体数	成熟幼生数 ():実際採苗 に使用した 幼生数	成熟幼生までの生残率(%) 累計 : B / (A-各選別時破棄個 数)*100	付着稚 貝数	付着率 (%)
	A	B	選別時計数結果		
第 1 回産卵群 (6/29)	1,652,000 (170,000)	290,000 (73,000)	39.2(日令 1-5) 53.1(日令 6-12) 95.9(日令 13-16) 累計 : 19.6	61,000	83.6
第 2 回産卵群 (7/13)	3,000,000 (560,000)	296,000 (135,000)	16.4(日令 1-8) 74.2(日令 9-19) 累計 : 12.2	17,000	13.0
自然採卵群 (7/14)	1,000,000 (400,000)	326,000 (144,000)	80.8(日令 1-8) 67.4(日令 9-17) 累計 : 54.4	28,000	19.6
第 3 回産卵群-1 (7/20)	790,000 (データなし)	375,000 (120,000)	データなし	5,200	4.3
第 3 回産卵群-2	790,000 (データなし)	265,000 (55,000)	データなし	13,800	25.1

(7/20)	し)				
計	7,232,000	1,552,000	28.7	1250,00	29.1

※ 注1 付着率の計算について：付着率は成熟幼生数Bのうち、それぞれ採苗試験に使用した幼生数により算出した。(使用幼生数 6/29 採卵群：73,000 個体、7/13 採卵群：135,000 個体、7/14 自然採卵群：144,000 個体、7/20 採卵群-1：120,000 個体、7/20 採卵群-2:55,000 個体)

(2) 浮遊幼生飼育結果

ふ化率は第1回採卵群が93.9%、第2回採卵群は78.9%、自然産卵群はデータなし、第3回採卵群-1、-2が82.8%で第1回採卵群が最も高い値を示した。採卵5日目の殻高のサイズは第1回採卵群が65.6 μm 、第2回採卵群が69.5 μm 、自然産卵群が102.5 μm 、第3回採卵群-1が84.0 μm 、第3回採卵群-2が67.0 μm と各群でサイズに違いがあり、自然産卵群が最も大きく、第1回採卵群が最も小さかった。日間成長率は第1回採卵群が9.6%、第2回採卵群が7.1%、自然産卵群が8.3%、第3回採卵群-1が8.5%、第3回採卵群-2が7.2%で各群で成長に違いがあり、第1回採卵群が最も早く、第2回採卵群は最も遅かった。殻高300 μm に到達した時の積算水温は第1回採卵群は第1回採卵群が380.4 $^{\circ}\text{C}$ 、第2回採卵群が513.4 $^{\circ}\text{C}$ 、自然産卵群が436.7 $^{\circ}\text{C}$ 、第3回採卵群-1が437.8 $^{\circ}\text{C}$ 、第3回採卵群-2が488.7 $^{\circ}\text{C}$ と各群で違いがあり第1回採卵群が最も早かった。ふ化から15日目までの給餌量は第1回採卵群で28,049cells/個体/日、第2回採卵群は19,375cells/個体/日、自然産卵群は21,894cells/個体/日、第3回採卵群-1は26,876cells/個体/日、第3回採卵群-2は24,544cells/個体/mlで第1回採卵群が最も多く、第2回採卵群が最も少なかった。

表2. H22年度の浮遊幼生時の飼育結果

	ふ化率 (%)	採卵5日目サイズ (μm)	日間成長率 (%)	殻高300 μm 到達積算水温 ($^{\circ}\text{C}$)	15日目までの1日あたりの給餌量 (cells/個/日)	採苗率 (基質に付着した割合) (%)
第1回採卵群	93.9	65.6	9.6	380.4	28,049	83.6
第2回採卵群	78.9	69.5	7.1	513.4	19,375	13.0
自然産卵群	-	102.5	8.3	436.7	21,894	19.6
第3回採卵群-1	82.8	84.0	8.5	437.8	26,876	4.3
第3回採卵群-2	82.8	67.0	7.2	488.7	24,544	25.1

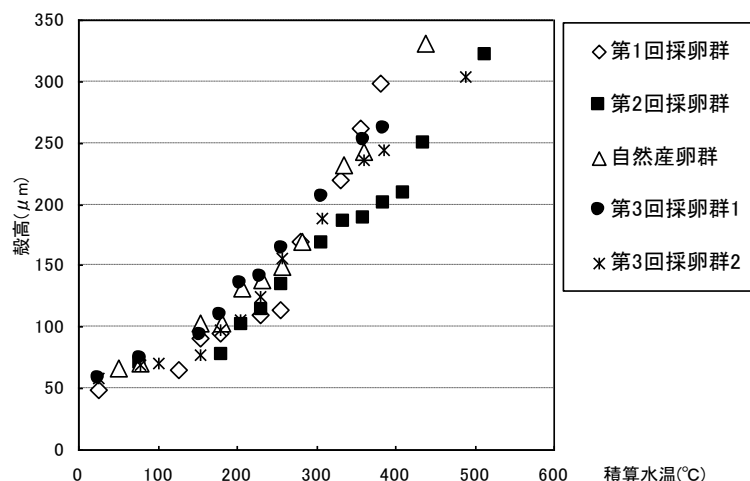


図1. 各群の浮遊幼生の殻高の成長

4 考 察

(1) 各採卵群の浮遊幼生の成長と採苗率との関連性について

今年度も昨年度と同様の方法で生産を行い 10 万個以上の生産を再現できたが、浮遊幼生の成長及び採苗率において各産卵群で違いが見られた。この要因として①幼生の質②給餌量③飼育環境が関係していることが考えられた。

それらの要因を明らかにするため、平成 21 年度の飼育結果との比較検討を行った。その結果、日間成長率が高い群(第 1 回採卵群 9.6%、H21. 7/15 採卵群 10.3%、H21. 7/29 採卵群 9.7%)の採苗率が高くなるような(第 1 回採卵群 83.6%、H21. 7/15 採卵群 37.4%、H21. 7/29 採卵群 68.7%)傾向が見られた(表 3)。

また幼生の成長として積算水温が約 380℃以下で採苗の目安である殻高 300 μm に達する個体群の採苗率が高くなる傾向が考えられた(図 2)。

表 3. H21 および H22 年度の浮遊幼生時の飼育結果

	ふ化率 (%)	採卵 5 日目サイズ (μm)	日間成長率 (%)	殻高 300 μm 到達積算水温 (°C)	15 日目までの給餌量 (cells/個体/日)	採苗率 (%)
第 1 回採卵群	93.9	65.6	9.6	380.4	28,049	83.6
第 2 回採卵群	78.9	69.5	7.1	513.4	19,375	13.0
自然産卵群	-	102.5	8.3	436.7	21,894	19.6
第 3 回採卵群-1	82.8	84.0	8.5	437.8	26,876	4.3
第 3 回採卵群-2	82.8	67.0	7.2	488.7	24,544	25.1
H21. 7/2 採卵群	60.0	81.6	7.2	-	31,915	0
H21. 7/15 採卵群	80.3	104.2	10.3	338.9	36,964	37.4
H21. 7/29 採卵群	60.0	104.9	9.7	337.8	33,554	68.7

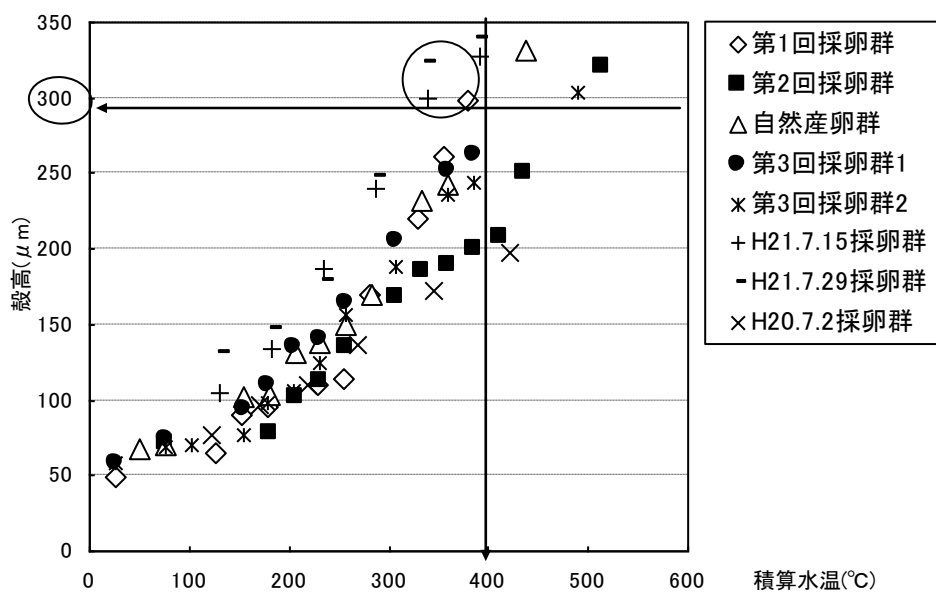


図 2. H21 および H22 年度における各産卵群の浮遊幼生の成長

5 文 献

- 1) M. A. Banks ・ D. J. McGoldrick ・ W. Borgeson ・ D. Hedgecock: Gametic incompatibility and genetic divergence of Pacific and Kumamoto oysters, *Crassostrea gigas* and *C. sikamea*. Marine Biology., 1994; 127-135.
- 2) 薄 浩則: 遺伝資源としてのマガキ *Crassostrea gigas* の特性評価と保存に関する研究. Bull. Fish. Res. Agen., No. 4, 2002; 40-104.

各採卵群の浮遊幼生飼育時の飼育結果の概要を付表1~4に示した。

付表1 第1回採卵群浮遊幼生飼育結果

日付	曜日	日齢	水槽	時刻	水温(°C)		残存数	給餌量(1個体あたりの細胞数)				計	残餌量(個/ml)		殻長	殻高	備考
					午前			午後		午前	午後						
					カル	グラ		カル	グラ								
6月29日	火	0		20:30			7,425,000	0	-	0	-	-	-	-	-	-	卵5♀13で採卵
6月30日	水	1	A	10:15	25.8	-	826,000	786	-	0	-	786	-	-	55.58	48.41	3回に分けて幼生回収 孵化率100%
			B	10:15	26	-	826,000	786	-	0	-	786	-	-	-	-	
7月1日	木	2	A	8:45	25	25.4	826,000	969	-	969	-	1,938	-	-	-	-	朝水色スッキリ Aの方に油膜
			B		25	25.4	826,000	969	-	969	-	1,938	-	-	-		
7月2日	金	3	A	9:10	25.4	25.4	826,000	7,990	-	1,990	-	9,980	-	2,500	-	-	朝残餌なし
			B		25.4	25.4	826,000	7,990	-	1,990	-	9,980	-	2,500	-		
7月3日	土	4	A	8:40	25.4	-	826,000	3,874	-	0	-	3,874	12,500	-	-	-	朝残餌1万以上
			B		25.3	-	826,000	5,690	-	0	-	5,690	10,000	-	-	-	
7月4日	日	5	A	8:30	25.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65.59	換水、選別 大59万、小15万 小は破棄、生残率41.7%
			B		25.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			C		17:37	25.3	-	590,000	-	-	15,000	-	15,000	-	-	-	
7月5日	月	6	C	7:30	25.5	-	590,000	10,000	-	-	-	10,000	12,500	99.38	90.62	朝水色やや濁り	
7月6日	火	7	C	8:25	25.3	-	-	-	-	-	-	8,750	-	109.93	95.24	C→Dへ換水、計数結果増量、残餌量 少ないためマニュアル通り給餌	
			D		25.1	-	880,000	21,000	-	8,977	-	29,977	-	3,750	-		
7月7日	水	8	D	8:10	25.8	-	880,000	27,954	-	10,000	-	37,954	4,375	10.625	-	-	朝水色スッキリ
7月8日	木	9	D	8:05	25.5	-	-	-	-	-	-	5,000	-	144.34	113.58	D→Cへ換水し計数 フィルターinとoutで直す。 夕方水色やや濁り有り	
			C		16:40	-	25.2	655,000	35,114	-	11,450	-	46,564	-	13,750		-
7月9日	金	10	C	8:10	25.3	-	-	41,984	-	-	-	41,984	10,875	-	144.34	113.58	夕方残餌多く異変に気づき換水 計数結果個体数減少
			D		17:00	-	-	325,000	-	-	-	-	-	47,500	-	-	
7月10日	土	11	D	8:30	25.4	-	225,000	42,222	-	-	-	42,222	-	-	118.34	169.46	朝水色スッキリ、計数上10万減少
7月11日	日	12	D	8:24	25.3	-	-	39,669	16,528	-	-	56,197	-	-	153.54	193.05	換水、選別(70μで32万を回収し、 100μメッシュで選別30万収容2万破棄) マニュアル給餌表11日で計算
			C		25.3	-	302,500	-	-	16,528	1,652	18,180	-	-	-	-	
7月12日	月	13	C	7:00	25.3	-	200,000	30,000	10,000	-	-	40,000	11,250	-	182.17	219.18	残餌多く午後給餌なし マニュアル給餌表12日で計算
7月13日	火	14	C	9:00	25.3	-	-	-	-	-	-	-	3,125	-	207.4	261.48	マニュアル給餌表13日で計算
			D		24.8	-	285,000	14,385	10,526	14,385	10,526	49,822	10,000	-	-	-	
7月14日	水	15	D	9:00	25.2	25.2	290,000	8,448	16,896	-	-	25,344	4,375	12,000	261.93	297.94	午前水色スッキリ 午後水色濁り有るため給餌なし マニュアル14日目で計算
7月15日	木	16	D	8:30	25.2	-	290,000	-	-	-	-	5,250	-	-	-	-	午前水色ややすすりだが 水面に油膜が浮いていた。 70μ→236μメッシュで採苗用 約7万個体を選別

採苗へ

※ カル：キートセロス・カルシトランス

※ グラ：キートセロス・グラシリス

付表2 第2回採卵群浮遊幼生飼育結果

日付	曜日	日令	水槽No	時刻	水温(°C)		残存数	給餌量(1個体あたりの細胞数)				計	残餌量(個/ml)		殻長	殻高	備考		
					午前			午後		カル	グラ		カル	グラ				午前	午後
					午前	午後		午前	午後										
7月13日	火	0		20:30	-	-	13,500,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	♀12♂5個体使用		
7月14日	水	1	A	9:30	-	24.3	1,000,000	1,000	-	-	-	1,000	-	-	-	-	孵化率A97.7%B60.1%Ave.78.9% Bの水槽にやや濁りが見られる。 3回に分けて浮遊幼生を回収		
					-	25.2	1,000,000	1,000	-	-	-	1,000	-	-	-				
					-	25.2	1,000,000	1,000	-	-	-	1,000	-	-	-				
7月15日	木	2	A	8:10	-	25.5	1,000,000	1,000	-	1,000	-	2,000	0	3.125	-	-	午前中エアー止まっていた(AおよびB) やや白濁していたが、給餌表通り		
					-	25.4	1,000,000	1,000	-	1,000	-	2,000	1,250	6.875	-				
					-	25.3	1,000,000	1,000	-	1,000	-	2,000	0	2,500	-				
7月16日	金	3	A	7:30	25.9	26.0	797,000	5,018	-	-	-	5,018	3,125	10,625	-	-	午前中給餌表の4割給餌 午後以降残餌が多くなる。		
					25.9	25.9	731,000	5,472	-	-	-	5,472	5,625	11,550	76	71			
					25.8	25.8	781,000	5,121	-	-	-	5,121	4,375	15,000	-	-			
7月17日	土	4	A	8:30	-	25.9	850,000	3,529	-	-	-	3,529	6,875	3,125	76	69	全面白濁していたためAだけ換水 B,C原虫多い 給餌表のA90%、B30%、C30%を給餌		
					-	25.8	953,333	3,146	-	-	-	3,146	9,375	15,625	75	70			
					-	25.8	702,499	2,846	-	-	-	2,846	9,375	11,875	-	-			
7月18日	日	5	A	7:30	26	-	700,000	2,857	-	-	-	2,857	8,750	15,625	-	-	給餌表3日目まで給餌A30% B+C(142万)にし、71万をCへ 残り71万は破棄		
					26	-	-	-	-	-	-	8,750	-	-	-				
					25.9	-	710,000	2,816	-	-	5,633	-	-	8,449	2,500	4,375		-	
7月19日	月	6	A	8:30	25.8	-	840,000	3,571	-	-	-	3,571	-	-	-	-	A-Bへ換水 給餌表4日目まで給餌B60% 午後Cは活力あまり良くない。		
					25.7	-	277,000	-	-	-	-	-	6,875	8,750	-	-			
					25.7	-	760,000	4,473	-	-	4,473	-	-	8,946	13,125	6,250		76.3	78.0
7月20日	火	7	B	8:30	-	-	-	-	-	-	-	4,375	-	-	-	B+C(142万)にし、71万をCへ 給餌表5日目まで給餌60%			
7月21日	水	8	B	8:30	25.8	-	400,000	8,000	-	-	-	4,000	-	-	-	-	B-Bへ換水、給餌表6日目まで 午前水色スッキリ、給餌表7日 80%給餌		
7月22日	木	9	B	7:45 17:05	25.6	25.6	371,162	15,000	-	-	8,891	-	-	23,891	1,250	8,125	90.83	113.3	換水
7月23日	金	10	B	8:05 17:00	25.5	-	375,000	20,000	-	-	12,000	-	-	32,000	10,625	7,500	108.29	134.7	残餌がやや気になったので80%給餌
7月24日	土	11	B	8:00 16:30	25.8	-	106,521 (柱状法による)	24,408	-	-	24,408	-	-	48,816	8,125	5,625	102.4	123.5	給餌表9日目まで100%給餌
7月25日	日	12	B	7:30 16:30	25.5	-	433,000	24,018	-	-	-	-	-	24,018	3,125	10,000	148	168	換水、午後残餌が多かったため餌止め
7月26日	月	13	B	8:00 16:30	25.7	-	207,142 (柱状法による)	14,483	4,827	28,000	3,379	-	-	45,862	5,416	6,015	180	186	給餌表11日目まで給餌 カル80%、グラ80%
7月27日	火	14	B	7:45 16:30	25.6	25.8	300,000	17,333	5,667	13,000	4,333	40,333	6,875	6,250	174.7	189	換水、給餌表12日目まで7割給餌 (午前4割、午後3割)		
7月28日	水	15	B	7:45	25.5	-	300,000	11,667	8,333	5,666	4,333	29,999	5,625	7,500	189.29	200.23	残餌がやや多かったため6割給餌		
7月29日	木	16	B	7:40	25.6	-	420,000	-	-	35,000	-	-	35,000	3,750	13,750	193.25	208.25	換水、午前中間遅えて100%給餌し、午後残 餌が多かったため餌止め	
7月30日	金	17	B	7:45	25.7	-	420,000	3,571	15,714	-	-	3,095	22,381	8,750	12,917	235.5	250.25	残餌がやや多いが成長は良い	
7月31日	土	18	B	7:45	25.7	-	296,666	50,000	-	-	7,000	-	57,000	4,375	11,250	-	-	水色良好、残餌少、給餌2倍量6割給餌	
8月1日	日	19	B	7:40	-	-	296,666	33,708	-	-	7,000	-	40,708	6,875	13,125	216.5	237.75	採苗見送り、眼点出現個体14.3%	

採苗へ

付表3 自然産卵群浮遊幼生飼育結果

日付	日令	水槽No	時刻	水温(°C)		残存数	給餌量(1個体あたりの細胞数)				計	残餌量(個/ml)		殻長	殻高	備考		
				午前			午後		カル	グラ		カル	グラ				午前	午後
				午前	午後		午前	午後										
7月14日	0	-	14:00	-	-	40,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	親貝自然採卵群を40,000,000個体収容		
7月15日	1	-	9:00	-	-	1,000,000	1,000	-	-	-	1,000	-	-	-	-	午後水色スッキリ、活力良好		
7月16日	2	D	7:30	25.5	25.7	925,000	1,000	-	1,000	-	2,000	1,875	4,375	72	67	給餌表通り給餌		
7月17日	3	D	8:30	-	25.6	704,523	4,258	-	5,677	-	9935	6,875	7,500	80	70	やや白濁している		
7月18日	4	D	25.8	-	890,000	2,809	-	5,618	-	-	8,427	5,625	6,250	-	-	D-D換水し給餌表3日目まで給餌90%		
7月19日	5	D	25.7	-	890,000	2,809	-	-	-	-	2,809	9,375	10,625	-	-	動きは良好		
7月20日	6	A	8:30	25.8	-	780,000	4,487	-	4,487	-	8,974	11,250	6,875	93.1	102.5	D-Aへ換水78万収容 給餌表5日目まで60%給餌		
7月21日	7	A	8:30	25.8	-	449,000	8,017	-	4,009	-	12,026	3,125	-	99.4	103.2	午前中給餌表6で40%給餌		
7月22日	8	A	7:45 17:05	25.8	26.1	485,000	23,830	-	15,051	-	38,881	2,500	0	115.11	131.61	換水を行い、70μで選別し、48万5千 個体を残す。		
7月23日	9	A	8:05 17:00	25.6	-	235,227	19,981	-	19,981	-	39,962	3,125	3,125	113.1	138.2	柱状法により計数したら235,227に減少 明日様子を見る		
7月24日	10	A	8:00	25.8	-	534,999	24,859	-	5,046	-	29,905	6,250	11,875	119.8	149.6	70μサンプルで換水 給餌表9日目まで6割給餌		
7月25日	11	A	7:30	25.6	-	262,736 (柱状法による)	-	-	23,978	-	23,978	8,125	5,625	140	170	午前残餌が多かったため餌止め 午後もやや残餌があったため 給餌表10日目の30%給餌		
7月26日	12	A	8:00	25.7	-	363,000	16,253	1,928	27,548	3,305	49,034	1,875	6,250	150	176	換水、給餌表11日目まで給餌 午前4割、午後5割計9割給餌		
7月27日	13	A	7:45	25.7	-	363,000	12,948	4,132	12,948	4,132	34,160	8,125	5,000	209.25	231.5	給餌表12日目まで給餌 午前、午後3割計6割給餌		
7月28日	14	A	7:45 16:00	25.4	-	457,500	11,585	8,306	5,683	4,153	29,727	5,000	8,125	228.67	242.67	残餌がやや多かったため6割給餌 換水		
7月29日	15	A	7:40 16:00	25.7	-	457,500	-	20,984	5,683	10,929	37,596	3,125	8,125	239.5	242	午前中カルシウム忘れガラス75% 午後カルシウム40%ガラス40%		
7月30日	16	A	7:45	25.7	-	326,000	15,337	-	9,509	-	24,847	6,667	2,500	331.5	287.5	236μで選別し17万個体が236以上 採苗予定も236μ以上の個体が眼点が 見えているものが50%であったため中止 79%給餌		

採苗へ

付表4 第3回採卵群浮遊幼生飼育結果

日付	曜日	日令	水槽No	時刻	水温(℃)		残存数	給餌量(1個体あたりの細胞数)				計	残餌量(個/ml)		殻長	殻高	備考
					午前	午後		午前		午後			午前	午後			
								カル	グラ	カル	グラ						
7月20日	火	0	-	20:30	-	-	5,437,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7月21日	水	1	C	8:30	-	-	790,000	696	-	-	-	696	-	-	65.78	57.86	孵化率82.8% 浮遊幼生158万を2面に収容 柱状法で計数したらD37万へ減 計数C49.25万、D67.07万 給餌表2日100%給餌
			D	-	-	-	-	790,000	696	-	-	-	696	-	-	-	
7月22日	木	2	C	7:45	25.6	25.6	651,179	998	-	998	-	1,996	0	-	64.8	76.7	残餌がやや少なかったためC,D共に 給餌表の110%で給餌(午前50,午後60)
			D	17:05	25.5	25.6	377,273	1,060	-	1,060	-	2,120	1,250	-	-	-	
7月23日	金	3	C	8:05	25.5	-	455,000	5,054	-	5,934	-	10,988	625	4,325	72.52	74.43	給餌表4日目まで給餌 C100%、D70%給餌
			D	-	25.5	-	529,816	4,907	-	5,851	-	10,758	625	625	71.35	69.42	
7月24日	土	4	C	8:05	25.8	-	450,000	6,000	-	6,000	-	12,000	5,000	2,500	83.7	90.5	給餌表5日目まで給餌 C80%、D60%給餌
			D	-	25.8	-	410,000	7,561	-	2,439	-	10,000	1,875	8,333	71.6	70.9	
7月25日	日	5	C	7:30	25.6	-	567,000	5,996	-	5,996	-	11,992	5,000	1,250	85	84	給餌表6日目給餌 CDともに80%給餌
			D	-	25.5	-	658,000	5,927	-	3,039	-	8,966	3,750	6,562	74	67	
7月26日	月	6	C	8:00	25.7	-	410,000	10,053	-	8,293	-	18,346	5,416	5,625	94	94	給餌表7日目70%給餌 70μで選別
			D	-	25.6	-	590,000	10,030	-	6,610	-	16,640	3,333	5,833	81	77	
7月27日	火	7	C	7:45	25.6	-	480,000	12,083	-	8,958	-	21,041	625	6,875	104.25	109.75	給餌表7日目70%給餌 残餌やや多かったため6割給餌
			D	-	25.8	-	410,000	11,951	-	9,024	-	20,975	625	4,375	100.75	97.75	
7月28日	水	8	C	7:45	25.4	-	480,000	12,083	-	12,083	-	24,166	6,875	7,917	122.5	135.75	残餌やや多かったため6割給餌
			D	-	25.4	-	410,000	11,951	-	11,951	-	23,902	4,375	8,750	101.25	105.75	
7月29日	木	9	C	7:40	25.6	-	253,000	24,901	-	24,901	-	49,802	6,250	3,750	127.18	140.9	給餌表9日目50,000cells/個100%給餌 成長は良いがDで残餌やや多かった ため午前中給餌なし、午後33%給餌
			D	-	25.6	-	400,000	25,000	-	25,000	-	50,000	4,375	5,000	122.6	124.76	
7月30日	金	10	C	7:50	25.7	-	253,000	30,040	-	21,739	-	51,779	6,667	3,750	151.5	164.8	CD共に午前中残餌少、水色良 Dやや原虫多、カルシ2倍量60%
			D	16:40	25.7	-	400,000	-	-	20,000	-	20,000	11,667	10,000	141.5	156.25	
7月31日	土	11	C	7:50	25.7	-	335,000	53,731	-	6,866	-	60,597	3,125	12,500	-	-	午前残餌やや多かったため給餌少 50%
			D	-	25.7	-	384,200	54,659	-	6,767	-	61,426	1,875	14,375	-	-	
8月1日	日	12	C	7:45	-	-	335,000	14,925	-	14,328	-	29,254	9,375	8,125	186.25	206	換水、給餌60%
			D	-	-	-	384,200	13,795	-	21,083	-	34,878	12,500	8,125	164.75	188	
8月2日	月	13	C	7:30	25.7	-	430,000	21,163	-	21,163	-	42,326	4,375	5,000	-	-	換水、給餌90%
			D	-	25.7	-	326,000	20,552	-	20,552	-	41,104	5,625	3,125	-	-	
8月3日	火	14	C	7:50	26.8	26.4	430,000	6,977	13,953	4,186	8,372	33,488	3,750	7,500	215.5	251.8	換水、給餌90%
			D	-	26.8	26.4	320,000	6,875	14,063	4,063	8,438	33,438	3,750	6,250	207.3	235.6	
8月4日	水	15	C	7:50	26.8	26.4	375,000	4,267	18,933	2,133	9,333	34,667	3,750	7,500	232.8	262.5	午後残餌多かったため20%給餌 70%給餌
			D	-	26.8	26.4	303,750	4,280	17,449	1,975	9,547	33,251	3,750	6,250	219.0	243.8	
8月5日	木	16	C	8:00	26	25.9	375,000	3,467	17,600	1,333	8,560	30,960	-	12,500	-	-	換水、給餌60%
			D	-	26	25.9	303,750	3,621	17,449	1,317	6,914	29,300	-	10,625	-	-	
Cを採苗																	
8月6日	金	17(1)	C	-	-	-	40,000	3,333	35,000	2,500	10,833	51,667	-	15,000	-	-	Cは120000を採苗 Dはサイズ小さいため見送り
							40,000										
							40,000										
8月7日	土	18(2)	D	-	-	-	303,750	6,221	17,778	1,975	10,535	33,909	-	12,500	-	-	C-1:2/0 C-2:0 C-3:2/0
							40,000										
							40,000										
Dを採苗																	

新たなノリ色落ち対策事業Ⅱ（^{令 達 事 業}平成 19 年度～平成 23 年度）

（シカメガキ養殖試験Ⅰ 水産研究センター施設における養殖試験）

1 緒 言

シカメガキ (*Crassostrea shikamea*) は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好むとされている。近年は形態・遺伝的にマガキとは別種とされ、米国では「Kumamoto Oyster」としてブランド化され今日に至っている。

またカキはノリ色落ちの原因となる珪藻プランクトンを大量に摂餌することが知られており、カキの養殖はノリ色落ちの対策として有望視されている。

本試験ではノリ色落ち対策の一環として地域特産種であるシカメガキ養殖の産業化を目指し、シカメガキの養殖方法を開発するために、干出条件や収容資材などの飼育条件を変えることで、成長や生残に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

2 方 法

(1) 担当者 中根基行、中野平二、吉川真季、永田大生、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 材料および方法

ア 供試貝

平成 22 年度に種苗生産したシカメガキ（平均殻高 43.7mm、平均殻長 29.3mm、平均殻幅 16.9mm）1,000 個を供試した。

イ 収容施設

4 試験区をネトロン製のカゴを用い、1 試験区で真珠母貝養成用カゴを用いて垂下した。

ウ 試験期間

平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月。

エ 試験場所

水産研究センター浮き栈橋および沖合筏。

オ 試験区

表 1 のとおり 5 試験区を設けた。E 区は水産研究センター沖合筏に試験区を設置し、それ以外の 4 試験区については当水産研究センターの浮き栈橋に設置した。F 区は真珠母貝養成用カゴに供試貝を収容した。

カゴ掃除については、全ての試験区で毎月の測定時にカゴを入れ替えた。B 区については、毎週一回、水道水を散布して汚れを落とす程度とした。

淡水浴については、測定時に全ての試験区で 30 分から 1 時間程度水道水中に静置した。

カ 調査項目及び測定頻度

水温、殻高・殻幅・殻長（毎月 30 個）および死貝数及び試験終了時に全ての試験区から 10 個を取り出し、むき身重量、むき身重量比、及びグリコーゲン含有量を測定した。グリコーゲン含有量はアンスロン硫酸法により測定した。

キ 統計

統計処理は多重比較検定（Kruskal-Wallis 検定）を行った。

表1. 試験区の概要

試験区	供試数	飼育方法	垂下場所	干出の有無	カゴ・貝掃除	淡水浴
B区	200個	垂下式	浮き棧橋	無し	毎週1回	毎月1回(5月から9月まで)
C区	200個				毎月1回	
D区	200個	垂下式・干出	毎日3時間			
E区	200個	垂下式	沖筏	無し		
F区	200個		浮き棧橋			

3 結果・考察

試験期間中の水温と塩分濃度の推移を図1に示した。

試験期間中の殻高、殻幅、むき身重量比（（むき身質重量÷全重量）*100）の推移を図2～6に示した。

殻の成長については、試験開始時にはB、C、D及びE区の平均殻高43.7mm、平均殻長29.3mm、平均殻幅16.9mm、F区では平均殻高45.0mm、平均殻長31.8mm、平均殻幅18.4mmであったが、試験終了時にはB区では平均殻高60.2mm、平均殻長41.4mm、平均殻幅27.3mm、C区では平均殻高66.9mm、平均殻長44.3mm、平均殻幅29.5mm、D区では平均殻高62.3mm、平均殻長41.0mm、平均殻幅27.0mm、E区の平均殻高58.4mm、平均殻長38.8mm、平均殻幅27.4mm、F区では平均殻高59.2mm、平均殻長39.3mm、平均殻幅27.4mmとなった。各試験区とも4月から7月にかけて成長が記録され、7月から10月までは成長が停滞し、その後10月から成長が認められた。測定値が上下しているのは、時化などにより貝が揺れ、端先が削られたためと考えられる（図2）。

試験終了時の各試験区間の殻の大きさを比較したところ、殻高では、C区とE区、C区とD区で有意差が認められた。殻長ではB区とE区、C区とE区で、C区とF区、殻幅ではC区とD区、C区とE区でそれぞれ有意水準5%で有意差が認められた（表2）。

生残率については、B区、C区、D区、E区、F区の順で高く、それぞれ、84%、82%、72%、62%、21%だが、死貝は7月から認められ、9月のサンプリングが最も多く、11月からはほとんど認められなくなった（図3）。F区で8月から9月にかけて大量死が認められた。8月には産卵期を迎え、貝自体の体力が低下する時期であることに加えて、成長により、端先がネットに食い込んでいた供試貝を、測定のため強引にネットからはずしたことが、ストレスとなり、大量死に繋がったのではないかと考えられた。

試験終了時の平均むき身重量は、B区、C区、D区、E区及びF区の順で9.9g、11.8g、7.9g、7.0g及び12.3gとなり、F区が最も重く、E区が最も軽かった（図4）。

むき身重量比はB区、C区、D区、E区及びF区の順で23.2%、23.7%、24.0%、22.3%、27.6%を示し、F区が最も高い値を示し、E区が最も低い値を示した。

むき身中に含まれるグリコーゲン含有量はB区、C区、D区、E区及びF区の順で25.5mg/g、30.0mg/g、27.0mg/g、22.1mg/g、37.3mg/gとなり、F区が最も高い値を示し、E区が最も低い値を示した（図6）。

各測定項目の最も高い値から順位をつけてとりまとめた（表3）。殻の成長と生残率ではC

区の成績が良好で、むき身の重さやグリコーゲン含有量などの軟体部では F 区の成績が良好であり、次に C 区が良好であった。

沖筏に設置した E 区は当初、他の試験区と比べて、潮通しの良い場所で、常に餌となるプランクトンが十分に供給され、最も飼育成績が良くなると予測していたが、実際は殻の成長、生残率、軟体部の成長について下位となった。E 区の設置場所は他の試験区と比べて潮通しが良いが、常に波浪により飼育籠が振動していること、時化の時などはより激しく振動すること、および餌となるプランクトン量や種類が浮き桟橋とは異なることなどが影響したことにより飼育成績が悪化したのではないかと考えられた。

C 区と B 区、D 区の試験結果の比較から、今回の育成条件下においては、殻の成長や軟体部の充実のために、毎日の干出や週一回のカゴ掃除を必要はなく、毎月一回集中して管理を行えば良いことがわかった。しかし実際の養殖では、月一回の管理であれば、カゴや貝に付着生物の着底が非常に多いので、月一回以上の貝掃除やカゴの取り替えが必要であると思われる。

天然のシカメガキは岸壁などに固着した状態で生育している。そこで、真珠母貝養成籠を用いて貝を固定することにより、飼育成績の向上を図るための試験を行った (F 区)。殻の成長に関しては、殻長と殻高よりも他の試験区と比べると殻幅が大きくなった。殻幅が厚いことは、小振りでカップの深いシカメガキのイメージと合致する。また、可食部 (むき身) の状態も良く、商品として考えた場合には最も優れたシカメガキに成長した。しかしながら実際の養殖作業でこのカゴを使用する場合は、養成カゴに貝を挟む作業や、取り出すときに端先がネットに絡まり作業が非常に煩雑になると思われるし、また生残率が他の試験区に比べて極端に悪かったこと等も大きな課題である。

8 月から 9 月にかけては、すべての試験区で死亡があったことから、夏場のへい死を防除するような管理をする必要がある。8 月のサンプリング時には全ての試験区で、産卵や放精現象がみられたことから、8 月には産卵期間を迎え貝の状態が不安定であると思われる、こうした時期に淡水浴やカゴの入れ替えをすることがストレスとなり、死亡に繋がったのではないかと考えられた。

本試験では管理方法は一年を通して同じ作業を行った。しかしながらカキの成長や生理状態は季節 (環境) により異なるので、今後は季節 (環境) に応じた飼育管理について検討し、さらに飼育成績を向上させたい。

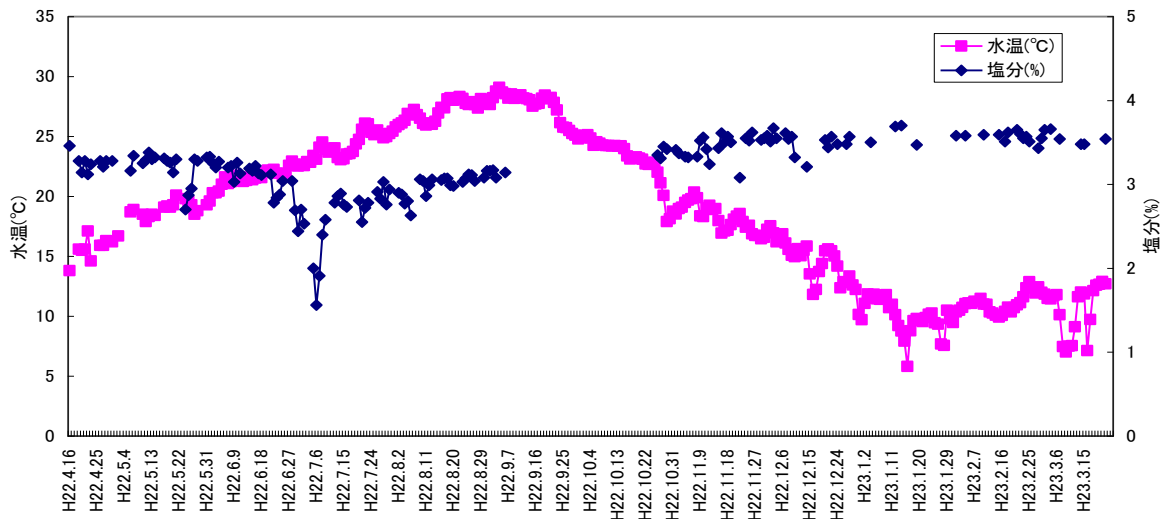


図1. 試験期間中の一日の平均水温と塩分(%)

※ 水温はデータロガーによる24時間観測した値を平均化したものを示し、塩分は毎朝9時の測定値を示す。

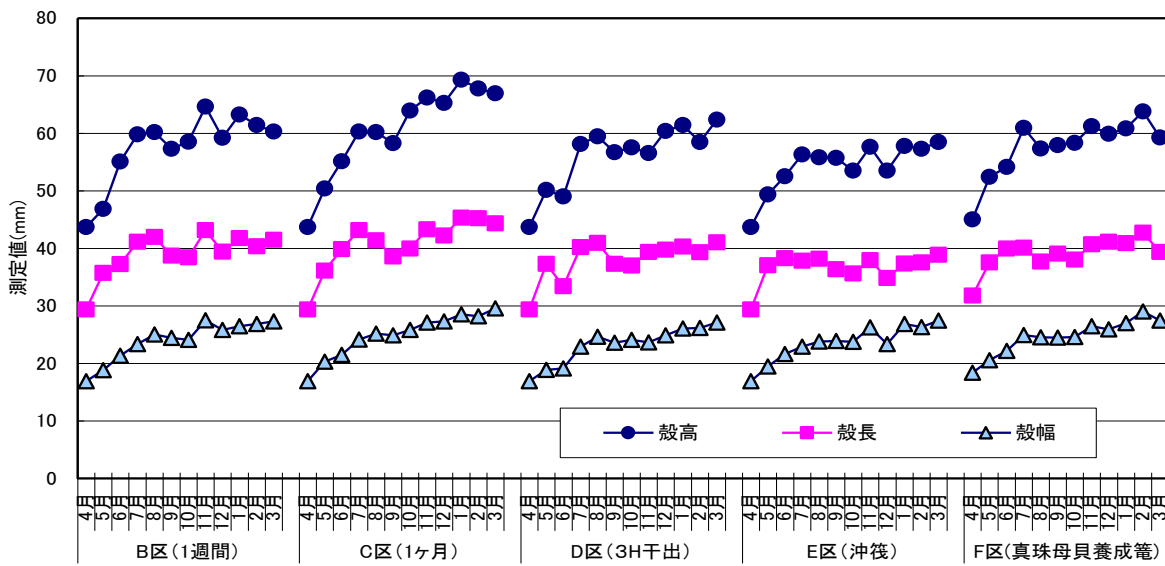


図2. 各試験区における成長の推移

表2. 試験終了時における殻（殻長・殻高・殻幅）の大きさの比較

	B区	C区	D区	E区	F区
殻高		a b	b	a	
殻長	a	b c		a b	c
殻幅		a b	a	b	

* 同じ項目内の同一文字は有意水準5%で有意差があることを表す

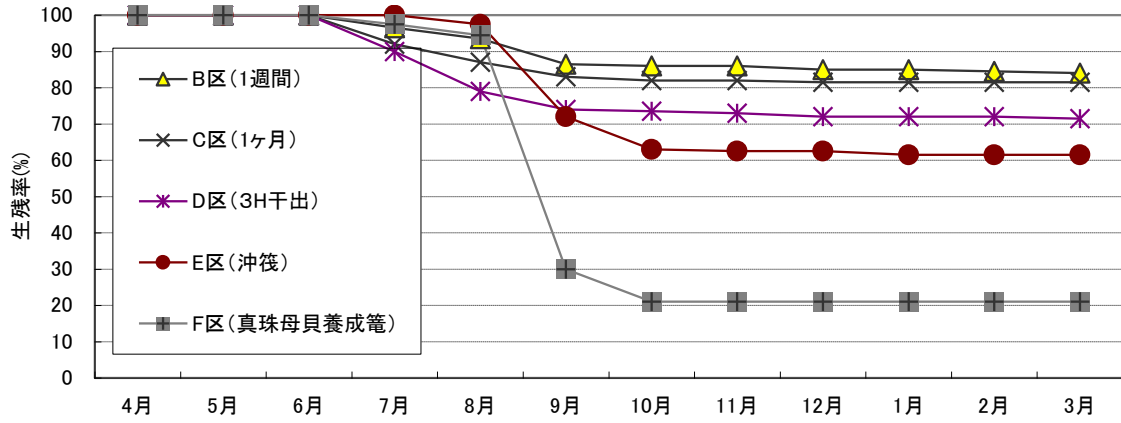


図3. 各試験区における生残率(%)

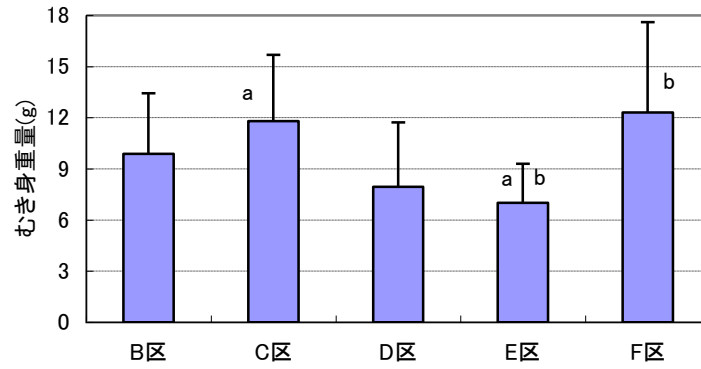


図4. 試験終了時の各試験区におけるむき身重量(g)

* 図中のバーは標準偏差を表す。
 図中の同一文字は有意水準5%で有意差があることを表す

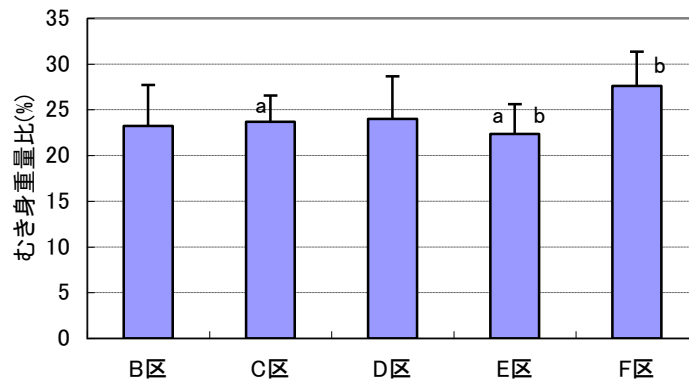


図5. 試験終了時の各試験区におけるむき身重量比(%)

* 図中のバーは標準偏差を表す。
 図中の同一文字は有意水準5%で有意差があることを表す

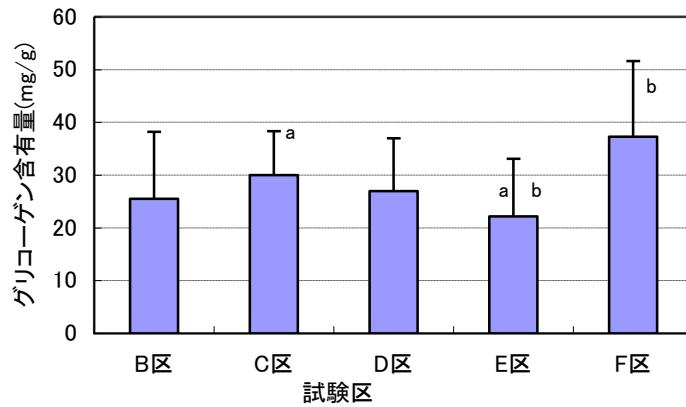


図6. 試験終了時の各試験区におけるグリコーゲン含有量 (mg/g)
 ※図中のバーは標準偏差を表す
 図中の同一文字は有意水準5%で有意差あることを表す

表3. 各測定項目における試験区の順位

	B区	C区	D区	E区	F区
殻高	3	1	2	5	4
殻長	2	1	3	5	4
殻幅	4	1	5	2	2
生残率	1	2	3	4	5
むき身重量	3	2	4	5	1
むき身重量比	4	3	2	5	1
グリコーゲン含有量	4	2	3	5	1
合計	21	12	22	31	18

新たなノリ色落ち対策事業Ⅲ（令 達 事 業平成 19 年度～平成 23 年度）

（シカメガキ養殖試験Ⅱ 鏡地区での養殖試験）

1 緒 言

シカメガキ (*Crassostrea shikamea*) は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好むとされている。近年は形態・遺伝的にマガキとは別種とされ、米国では「Kumamoto Oyster」としてブランド化され今日に至っている。

またカキはノリ色落ちの原因となる珪藻プランクトンを大量に摂餌することが知られており、カキの養殖はノリ色落ちの対策として有望視されている。

本試験ではノリ色落ち対策の一環として地域特産種であるシカメガキ養殖の産業化を目指し、ノリ養殖地帯でのシカメガキ養殖試験を行い、この地域におけるシカメガキの成長について明らかにすることを目的とした。

2 方 法

(1) 担当者 中根基行、中野平二、吉川真季、永田大生、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 材料および方法

ア 供試貝

平成 21 年度に種苗生産したシカメガキ（平均殻高 43.7mm、平均殻長 29.3mm、平均殻幅 16.9mm）を供試した。各区の供試貝数は支柱養殖区 200 個×2 セット、直撒養殖区 200 個×1 セットとした。なお、支柱養殖区の 2 セットのうち 1 セットは現場での殻測定用、他の 1 セットは採取用として、その一部を研究室に測定用として持ち帰りグリコーゲンを測定した。

イ 収容施設

支柱式養殖 回転式タンブラー（以後支柱区）

直撒式養殖 ネットロン製ネットを干潟に埋設（以後直撒区）

ウ 試験期間

平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月

エ 試験場所

八代市鏡町地先

オ 設置条件

支柱区 干出あり（1 日 2 時間程度×2 回）

直撒区 干出あり（大潮干潮時）

カ 調査項目及び測定頻度

試験区施設の支柱に JFE アレック社製 COMPACT-CT により水温及び塩分濃度（自動観測装置による 10 分間隔の連続測定）を測定した。

現地で殻高・殻幅・殻長について毎月 30 個を計測した。支柱区については、10 個を研究室に持ち帰り、アンスロン硫酸法によりグリコーゲン含有量を測定した。試験終了時には、直撒区のサンプルについても同様の方法でグリコーゲン含有量を測定した。

3 結果・考察

試験期間中の 1 日の平均水温と平均塩分濃度の推移を図 1 に示した。水温は 3.18～30.89℃の範囲で推移し、塩分濃度は 6.30～34.38PSU の範囲で推移した。グラフでは 1 日の平均値を示して示しているが、測定値では水温は-3.82℃（干出時の外気）～35.36℃を記録し、塩分濃度では、0PSU～34.6PSU を記録した。

試験期間中の殻高、殻長、殻幅、生残率、グリコーゲン含有量の推移を図 2～4 に示した。

成長については、試験開始時は平均殻高 43.7mm、平均殻長 29.3mm、平均殻幅 16.9mm であったが、試験終了時には支柱区では平均殻高 52.6mm、平均殻長 35.6mm、平均殻幅 25.1mm、直撒区では平均殻高 52.3mm、平均殻長 32.1mm、平均殻幅 24.9mm となった。

生残率では、支柱区では試験期間をとおしてほとんど死貝は認められず、最終的な生残率も 94.5%であり非常に高い値を示した。一方で直撒区においては、6 月から 7 月にかけて死亡が増加し、その後も少数ながら死亡が継続して認められた。死貝は全て泥の中に埋没していた。6 月から 7 月にかけては、漁場の淡水化も記録されており、数回にわたる漁場の淡水化が死貝発生の一因になったのではないかとと思われる。

グリコーゲン含有量については、6 月から 7 月にかけていったんグリコーゲン含有量は上昇し、その後 11 月まで減少した。11 月から 12 月にかけては大幅に上昇し、試験終了時の 3 月まで上昇した。グリコーゲン含有量は貝類の栄養状態の指標の一つとして考えられている。7 月から 11 月の減少については、シカメガキの産卵期と一致しており、産卵のために体内のグリコーゲンを栄養として消費したために減少し、その後 11 月からは盛んな摂餌により体内にグリコーゲンを蓄積していったと思われた。

今回の結果から、鏡地先においては回転式タンブラーを用いた支柱式養殖を行うことにより高い生残率及び十分な成育を得られることが分った。支柱式養殖では夏場にフジツボなど付着生物が大量にシカメガキや施設に付着する。施設表面に大量に付着すると、海水交換が十分に行われず十分な酸素や餌などがカキに供給されない。また自重で施設が破損することも推測される。カキ表面に大量の付着生物が存在した場合もカキとの餌の取り合いとなり、カキの成長の妨げになると推察される。こうしたことから、今後は実際の養殖においてこれらの付着生物対策が重要な課題になってくると思われた。一方、直撒式養殖では、生残率は支柱式養殖より低かった。本試験でのカキの管理は月の 1 回程度のサンプリング時に行っていたが、管理の頻度を増やすことができれば、直撒式養殖は以前同地区でカキ養殖が行われていた際にも取り入れられていた方法なので、死貝数の減少も可能であると思われる。また、この方法は施設費もほとんど必要とせず、大量のカキも飼育できることから、有効な飼育方法の一つであると思われる。

今後は同地区での養殖試験を継続して行い、シカメガキ養殖についての飼育データの蓄積をしていきたい。

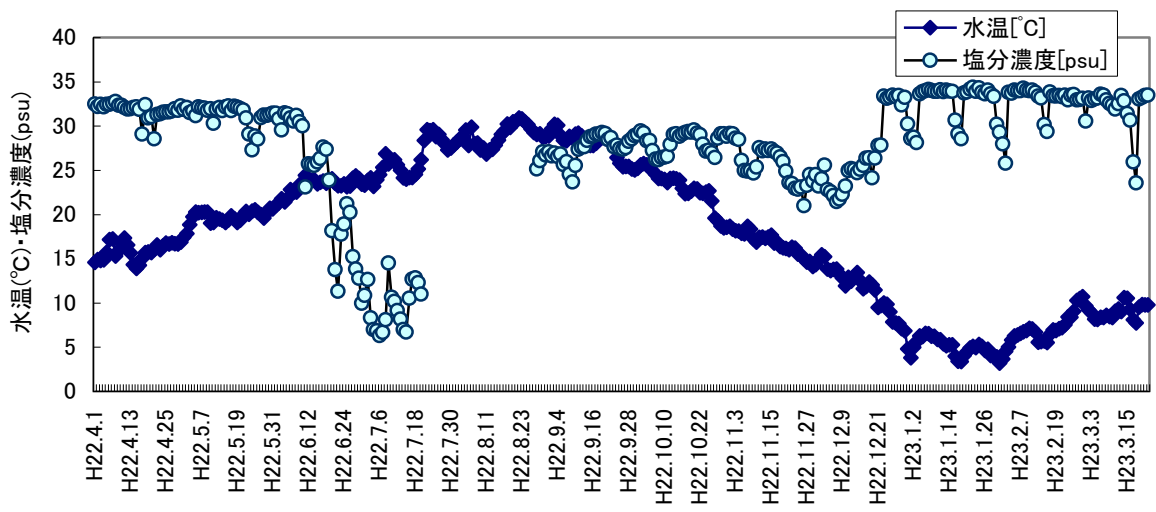


図1. 1日の平均水温と平均塩分濃度の推移

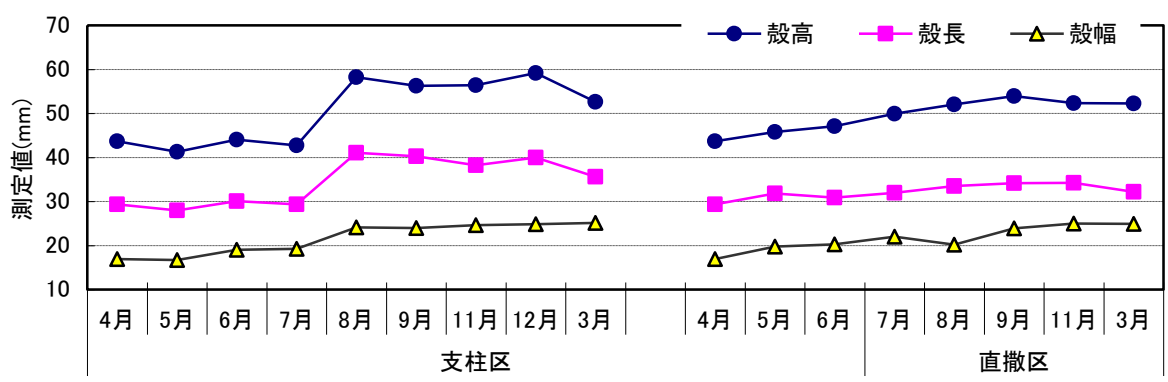


図2. 支柱区および直撒区の成長(n=30)の推移

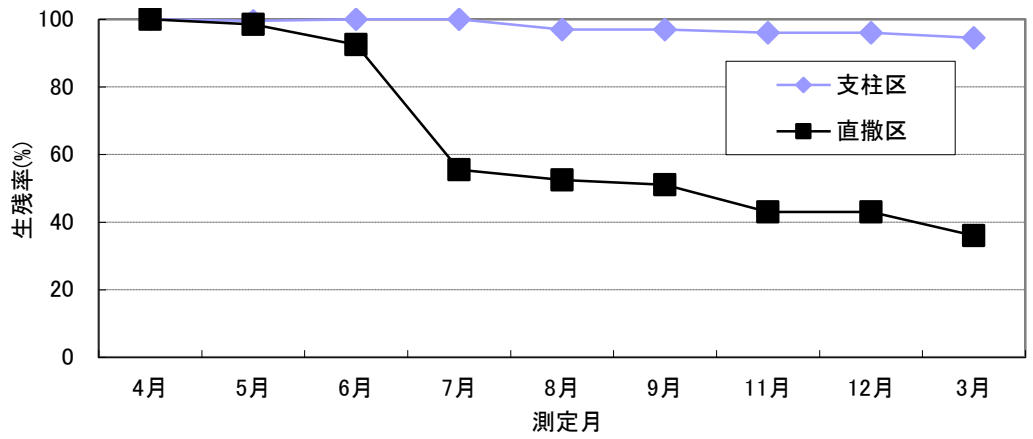


図3. 支柱区および直撒区の生残率の推移

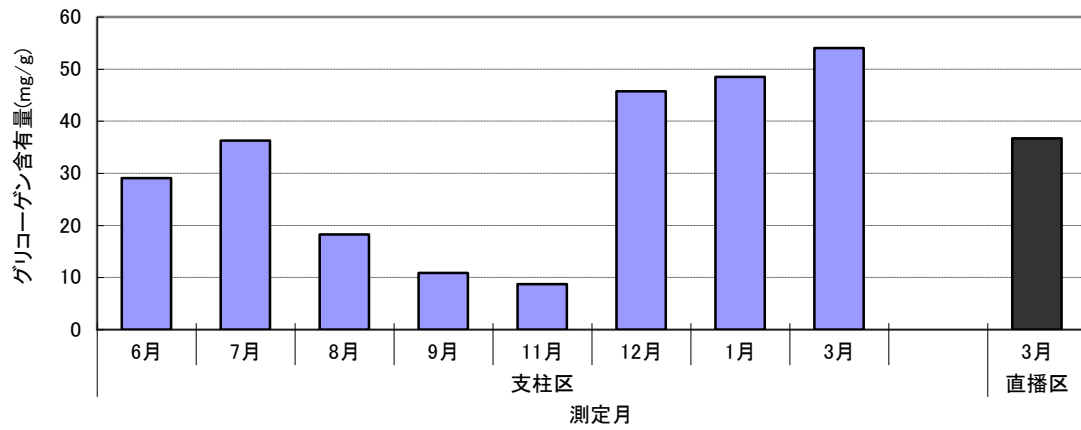


図4. 支柱区及び直播区における(n=10)のグリコーゲン含有量の推移

新たなノリ色落ち対策事業Ⅳ（令 達 事 業平成 19 年度～平成 23 年度）

（シカメガキ養殖試験Ⅲ 魚貫地区での養殖試験）

1 緒 言

シカメガキ (*Crassostrea shikamea*) は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好むとされている。近年は形態・遺伝的にマガキとは別種とされ、米国では「Kumamoto Oyster」としてブランド化され今日に至っている。

天草市魚貫町地先試験区では八代郡鏡町地先で実施している養殖試験の対象区として、平成 19 年度から養殖試験を開始し、回転式タンブラーを用いた支柱式養殖方法により試験開始から 2 年で商品サイズになることが確認された。そこで、同地区におけるヒオウギ貝養殖施設を利用した垂下式養殖での生残率や成長について明らかにすることを目的として養殖試験を行った。

2 方 法

(1) 担当者 中根基行、中野平二、吉川真季、永田大生、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 材料および方法

ア 供試貝

平成 21 年度に種苗生産したシカメガキを用いた。

イ 収容方法など

支柱式養殖区（以下支柱区）は成長測定用として 200 個×1 セット、グリコーゲン測定用として 200 個×4 セットの合計 1,000 個を回転式タンブラーに収容して干潟に設置した。成長測定は現地で行い、グリコーゲン測定はランダムにサンプル 10 個を研究室に持ち帰った。

垂下養殖区（以下垂下区）は 202 個から 210 個を回転式タンブラー 5 カゴに収容し垂下した。

ウ 試験期間

支柱区 平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月

垂下区 平成 22 年 8 月から平成 23 年 3 月

エ 試験場所

天草市魚貫町地先

オ 設置条件

支柱区 干出あり（1 日 2 時間程度×2 回）

垂下区 干出なし

カ 調査項目及び測定頻度

温度（気温を含む）はオンセット社製ホボ U20 ウォーターレベルロガーによる自動観測装置により連続測定し、殻高・殻長・殻幅（垂下区各 10 個、支柱区 30 個の測定）および死貝数、グリコーゲン含有量をアンスロン硫酸法により測定した。なおグリコーゲンの測定については支柱区はグリコーゲン測定用サンプルからランダムにサンプルから 10 個を研究室に持ち帰った。垂下区は試験終了時に 10 個をサンプリングした。

3 結果・考察

試験期間中の試験区の一日の平均温度の推移を図1に示した。温度は 8.50~31.21°Cの範囲で推移した。

試験期間中の殻高、殻長、殻幅および累積死亡率の推移を図2~5に示した。

成長については、支柱区では、試験開始時（平成22年4月）には平均殻高43.7mm、平均殻長29.3mm、平均殻幅16.9mmであったが、試験終了時（平成23年3月）にはそれぞれ、60.8mm、40.3mm、26.2mmになった。

垂下区では収容したタンブラー毎に平均値が異なり、試験開始時（平成22年8月）には平均殻高46.3mmから52.5mm、平均殻長26.0mmから32.1mm、平均殻幅16.2mmから18.3mmであったが、試験終了時には平均殻高71.6mmから81.2mm、平均殻長47.9mmから53.7mm、平均殻幅25.9mmから28.6mmとなった。

累積死亡率については、支柱区では、10月から死貝がみられたが、試験期間を通して大量死は観察されず、試験終了時の累積死亡率は18%となった。垂下区では9月から11月にかけて死貝が認められ、試験終了時の累積死亡率は32.9%から53.0%であった（図5）。

グリコーゲン含有量は支柱区では6月から12月においては3.1mg/g~13.6mg/gであり比較的低位に推移したが、1月には48.6mg/gと急激に増加し、3月に62.0mg/gとなるまで徐々に含有量が増加した。垂下区では試験終了時に37.6mg/gとなった（図6）が、試験終了時のグリコーゲン含有量では支柱区の方が高い値を示した。

これらの結果から、支柱区では死亡率は低いものの緩やかに成長し、垂下区では支柱区に比べてやや高い死亡率を示すものの、大きく成長することが確認されたが、軟体部（可食部）については支柱区が充実していた。このことから、垂下式の養殖方法では殻が大きくなるが軟体部は充実しにくく、一方で支柱式の養殖では殻の成長が抑制されるが軟体部は充実しやすいことが示唆された。

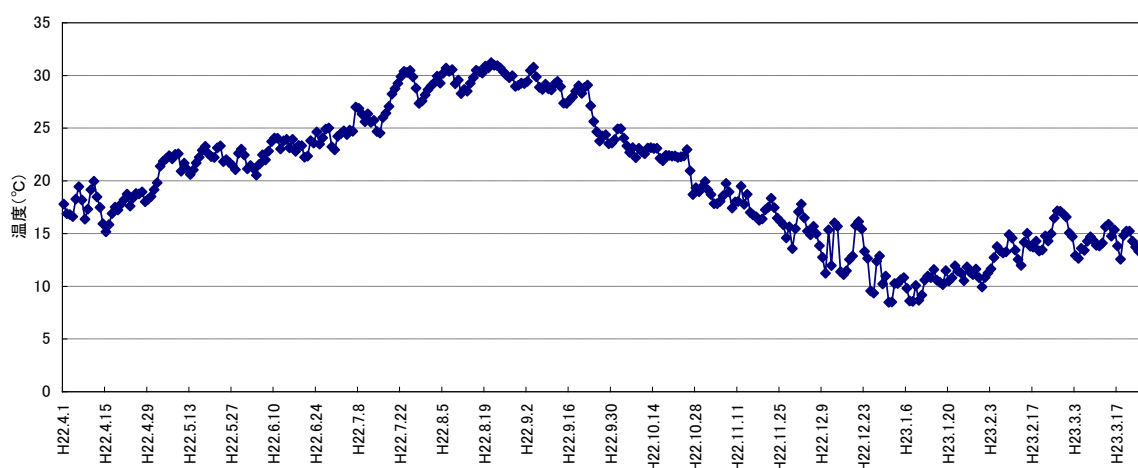


図1. 試験区の1日の平均温度

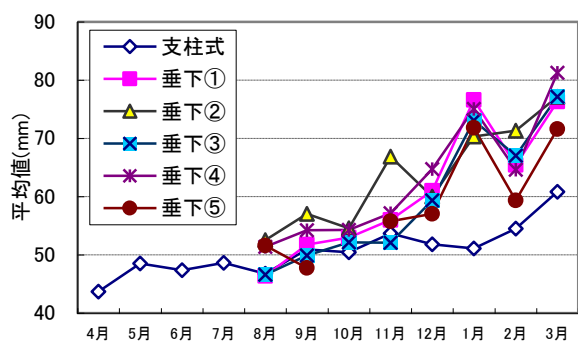


図2. 殻高の推移

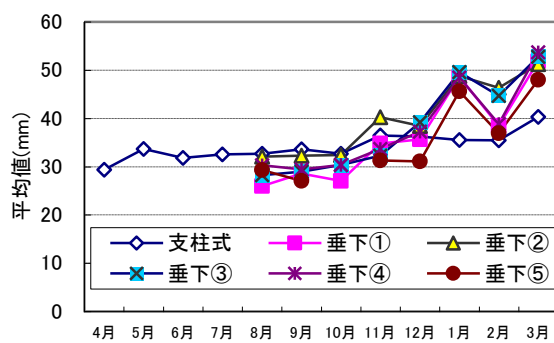


図3. 殻長の推移

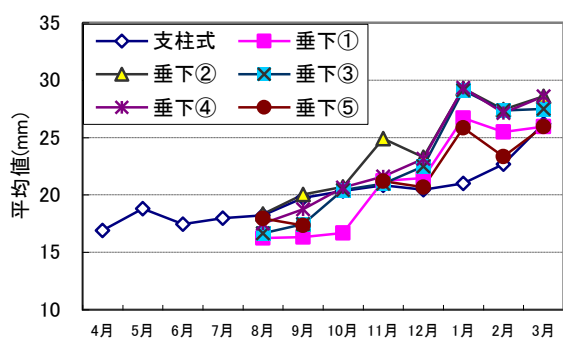


図4. 殻幅の推移

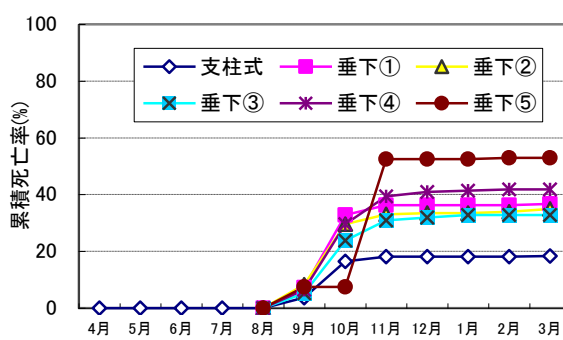


図5. 累積死亡率の推移

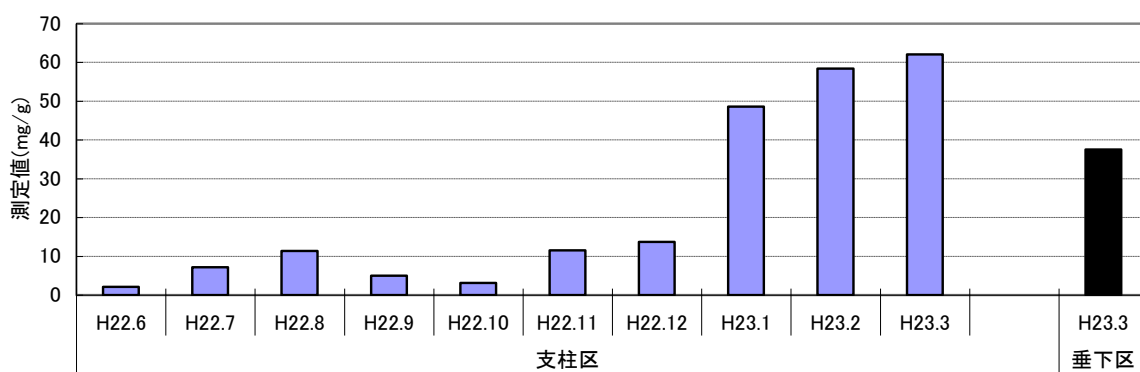


図6. 支柱区の季節変化と垂下区の試験終了時のシカメガキ10個のむき身中に含まれるグリコーゲン含有量(mg/g)

新たなノリ色落ち対策事業 V (平成 19 年度^{令 達 事 業}～平成 23 年度)

(シカメガキへい死対策試験)

1 緒言

H22 年に実施したシカメガキ養殖試験では 6 月から 9 月に原因不明の大量へい死が発生している。そこで、へい死原因の推定するための基礎的な飼育情報を収集することを目的として、高水温期における塩分と振動がカキの短期間の生残に与える影響について調査した。

具体的には養殖サイズに成育した H21 年産貝と中間育成中の H22 年産貝を用いて、止水条件下における①海水濃度の影響、②海水濃度と振動の影響についての試験を実施した。

2 方法

(1) 担当者 中根基行、中野平二

(2) 材料および方法

ア 供試貝及び収容容器

当研究センターで生産した H21 年産貝 (平均殻高 45.9mm) 及び H22 年産貝 (平均殻高 3.5mm) を供試した。収容容器は H21 年産はプラスチック製コンテナに供試貝 1 区あたり 20 個を収容した。H22 年産貝はプラスチック製 100ml サンプルング容器に 1 区あたり 20 個を収容した。

イ 海水 砂濾過海水を用いて、所定の濃度になるように希釈した (表 1)。

ウ 振動 振とう機 (TAITEC 社 BOUBLE SHAKER NR-3) を用いて振とうし、速度は 71min^{-1} とした。

エ 試験期間と温度

平成 22 年 9 月 6 日から 9 月 12 日の 6 日間とした。試験は恒温室内で行い、室温は 27.9°C とした。

オ 生残 毎日、死貝を取りあげ計数した。H22 年産貝については実態顕微鏡下で貝の生死について判別した。

表 1. 試験区の概要

	試験①	試験②	試験③	試験④
試験項目	海水濃度の影響	海水濃度 + 振動の影響	海水濃度の影響	海水濃度 + 振動の影響
試験条件	100%海水	100%海水 + 振動	条件は試験①と同じ	条件は試験②と同じ
	80%海水	80%海水 + 振動		
	50%海水	50%海水 + 振動		
	30%海水	30%海水 + 振動		
	10%海水	10%海水 + 振動		
	0%DW	0%(DW) + 振動		
供試貝	H21 年産		H22 年産	
平均殻高	45.9mm		3.5mm	

3 結果及び考察

H21 年産貝において、試験①では、死貝が観察されたのは 0% (DW) 区だけであった。その他の試験区では死貝は認められなかった (図 2)。試験②では試験終了時の生残貝数は 100%海水、80%、50%、30%、

10%、0%の順で20個、19個、20個、14個、17個、11個であった。

これらの結果から、高水温期にカキが静止している状態で、7日間程度であれば塩分に関係なく大量死は発生しないが、振動が加わることで死亡する割合が増加することが示唆された。

H22年産貝において、試験③では、試験終了時の生残貝数は100%海水、80%、50%、30%、10%、0%の順で0個、0個、10個、16個、3個、1個であった。試験④における試験終了時の生残貝数は、100%海水、80%、50%、30%、10%、0%の順で0個、0個、17個、16個、3個、4個であった。

試験③及び試験④双方で50%海水区と30%海水区では半数以上の貝が生き残ったが、それ以外の海水濃度では大量死が発生した。このことは、採苗後1ヶ月程度の稚貝にとっては振動の有無よりも実験のためのハンドリングや収容状態が大きなストレスとなり死亡しているのではないかと推察された。非常にストレスの影響を受けやすい状態で30%及び50%海水区で高い生残が見られたことから、この時期の稚貝には塩分濃度の低い海水が飼育には適しているのではないかと類推された。

実際の養殖現場では、梅雨時期や台風などにより短期間に漁場の淡水化や時化が発生する。当試験により塩分濃度が変化しただけではカキは短期間に死なないものの、振動が加わることで死亡数が増加することから、海の環境が変化する時には深吊りするなどすることが有効ではないかと思われた。

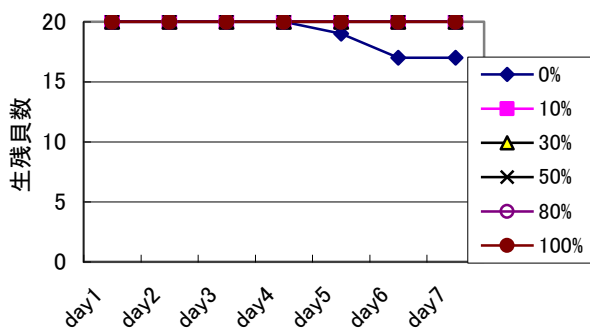


図1. 試験① 異なる海水濃度に収容し静置した場合の生残貝数(H21年産貝)の推移

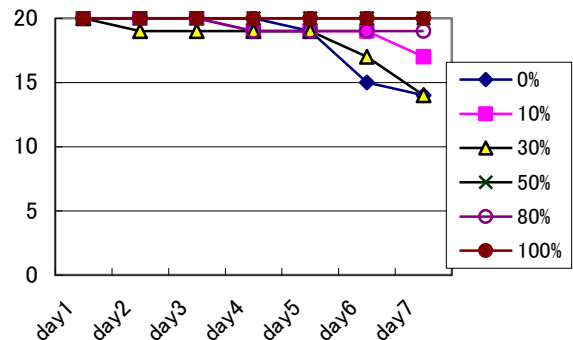


図2. 試験② 異なる海水濃度に収容し振動を加えた場合の生残貝数(H21年産貝)の推移

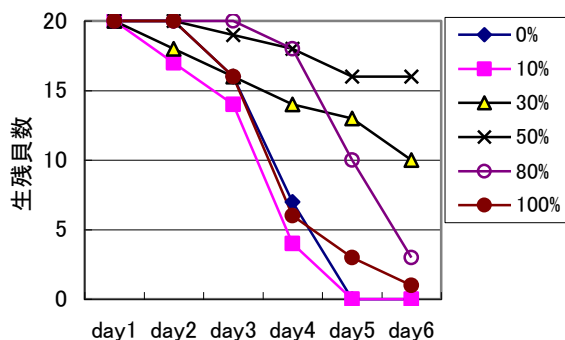


図3. 試験③ 異なる海水濃度中に収容し静置した場合の生残貝数(H22年産貝)の推移

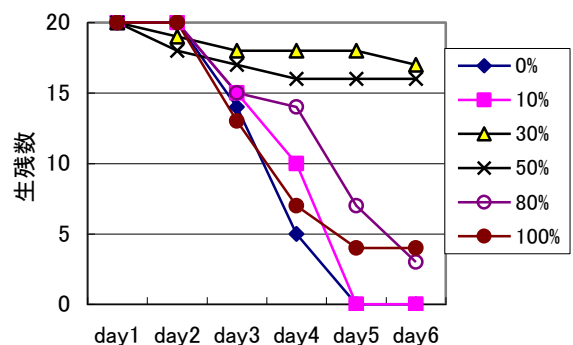


図4. 試験④ 異なる海水濃度に収容し振動を加えた場合の生残貝数(H22年産貝)の推移

新たなノリ色落ち対策事業VI (令 達 事 業 平成 19 年度～平成 23 年度)

(シカメガキ養殖試験 飼育密度が成長・生残に及ぼす影響)

1 緒 言

シカメガキ (*Crassostrea shikamea*) は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好むとされている。近年は形態・遺伝的にマガキとは別種とされ、米国では「Kumamoto Oyster」としてブランド化され今日に至っている。

またカキはノリ色落ちの原因となる珪藻プランクトンを大量に摂餌することが知られており、カキの養殖はノリ色落ちの対策として有望視されている。

本試験ではノリ色落ち対策の一環として地域特産種であるシカメガキ養殖の産業化を目指し、シカメガキの養殖方法を確立することを目的として、飼育密度がシカメガキの成長や生残などに与える影響についての試験を行った。

2 方 法

(1) 担当者 中根基行、中野平二、吉川真季、永田大生、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 材料および方法

ア 供試貝

平成 22 年度に種苗生産したシカメガキ (平均殻高 30.9mm、平均殻長 23.6mm、平均殻幅 16.6mm) 2500 個を供試した。

イ 収容施設

ネトロン製カゴ

ウ 試験期間

平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月

エ 試験場所

水産研究センター沖合筏

オ 試験区

200 個区、300 個区、500 個区、1,000 個区の 4 試験区を設けた。各試験区は水産研究センター沖合筏に垂下した。毎月の測定時に収容カゴの交換と、30 分から 1 時間程度の淡水浴を実施した。

カ 調査項目及び測定頻度

水温、殻高・殻幅・殻長 (毎月 30 個) の測定及び、死貝数の計数を行った。試験終了時には、各区 15 個について軟体部の重量を測定し、むき身重量比 (全重量に占めるむき身の割合) を求めた。むき身重量を測定した個体の中から 10 個について、むき身全体に含まれるグリコーゲン含量を個体毎に測定した。グリコーゲン含量の測定については、サンプルをアルカリ処理により可溶化とした後に精製し、アンスロン硫酸法により発色させ、620nm の吸光度を測定することにより算出した。

キ 検定

各試験区間について多重比較検定 (Kruskal-Wallis 検定) を行った。

3 結果・考察

試験期間中の水温の推移を図1に示した。計測された水温は2.30~30.54℃の範囲で推移した。

成長については図2に示した。試験開始時には各試験区の平均殻高30.9mm、平均殻長23.6mm、平均殻幅16.6mmであったが、試験終了時には200個区では平均殻高64.8mm、平均殻長38.3mm、平均殻幅24.5mm、300個区では平均殻高65.6mm、平均殻長37.4mm、平均殻幅25.3mm、500個区では平均殻高61.0mm、平均殻長35.9mm、平均殻幅23.8mm、1,000個区では平均殻高60.4mm、平均殻長35.6mm、平均殻幅22.9mmとなった。各試験区とも4月から7月にかけて成長していることが確認されたが、7月から10月までは成長が停滞し、その後再び10月から成長が認められた。測定値が上下しているのは、時化などにより貝が揺れ、伸びた端先が欠落したためと考えられた。

試験終了時の各試験区間における成長を比較したところ、殻高と殻長については200個区と500個区及び200個区と1,000個区の間に有意水準5%で有意差が認められた。殻幅については200個区と1,000個区の間に有意差が認められた(表1)。

生残率については、200個区、1,000個区、500個区、300個区の順で高く、それぞれ、61.0%、58.1%、51.8%、45.0%であった(図3)。死貝は8月から認められ、9月のサンプリングに最も多くなり、11月以降はほとんど認められなくなった。

各試験区における平均むき身重量は200個区で8.5g、300個区で5.0g、500個区で6.2g、1,000個区で4.7gとなり、200個区と1,000個区の間に有意水準5%で有意差が認められた(図4)。

平均むき身重量比は19.1%から23.0%となり、有意水準5%で試験区間における有意差は認められなかった(図5)。

むき身重量あたりのグリコーゲン含有量については、200個区、300個区、500個区、1,000個区の順で、32.4mg/g、20.0mg/g、22.3mg/g、43.9mg/gとなり、有意水準5%で300個区と1,000個区で有意な差が認められた(図6)。

飼育密度の違いによる影響について、殻の成長では200個区が500個区と1,000個区に比べて大きくなり、殻幅についても200個区で大きくなった。生残率については試験区間で大きな差は認められなかった。むき身重量では200個区と1,000個区で有意な差が認められたが、むき身重量比及びむき身のグリコーゲン含有量については有意差がなかったことから、低密度で飼育した方が大きくなり、またむき身も大きくなることが明らかとなった。

同じ試験区内においてもむき身の大きさにばらつきが見られたことから、今後は身入りの状態を同じような状態にしていく飼育方法の確立が必要であると考えられた。

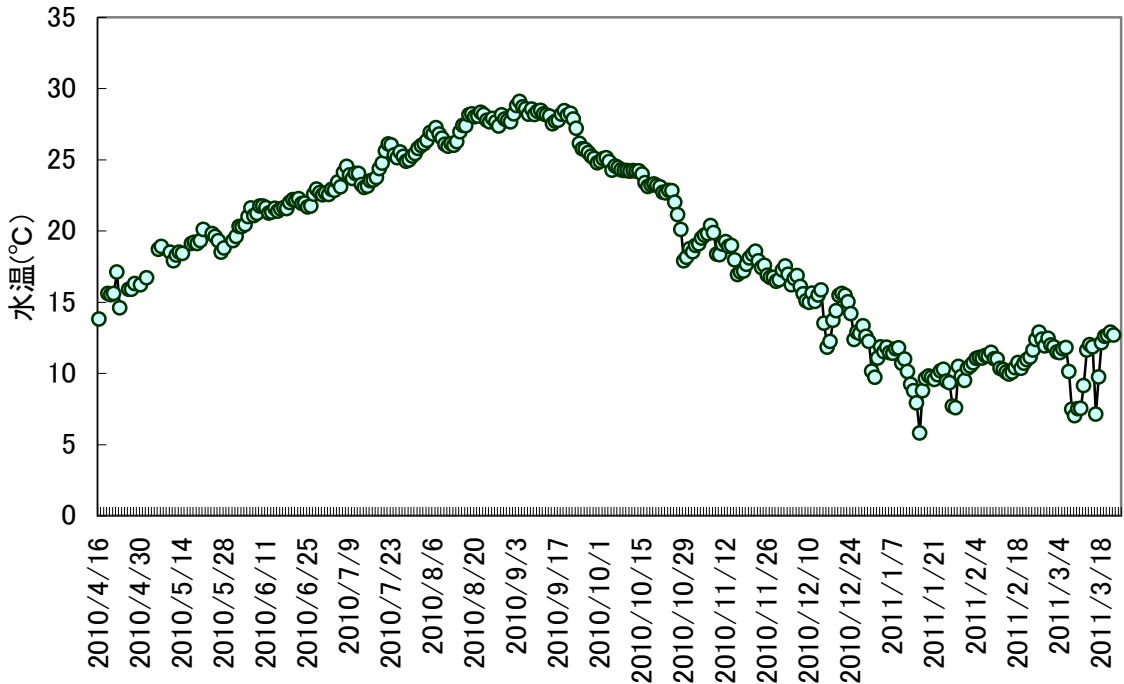


図1. 試験期間中の1日平均水温

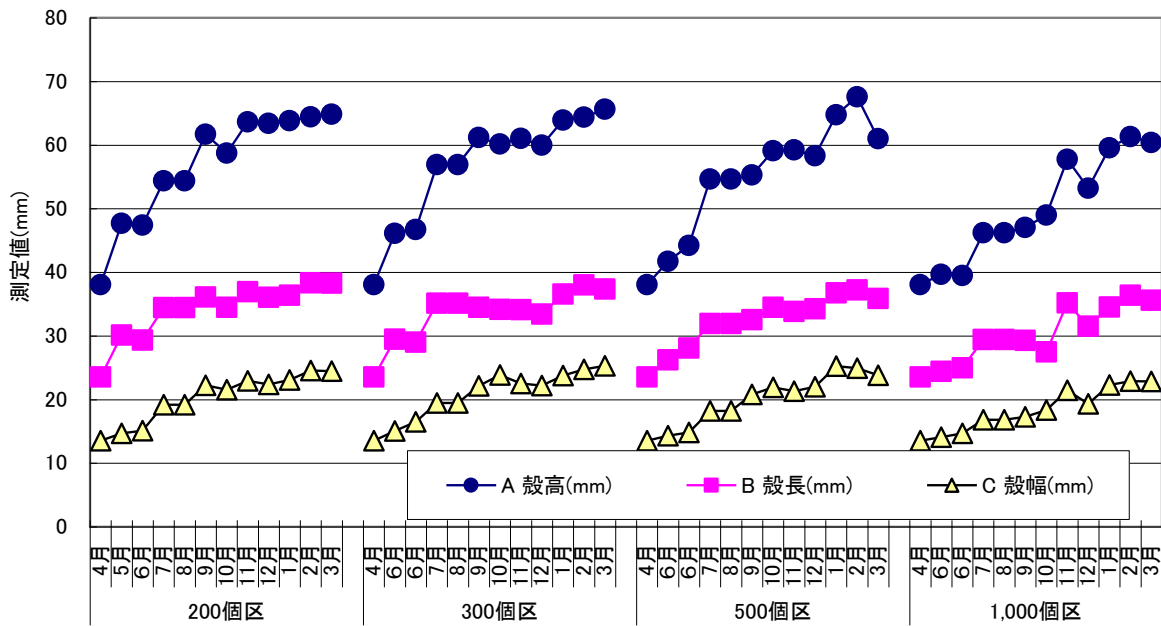


図2. 飼育密度別の成長の推移

表1. 統計処理による比較検討の結果

	200個区	300個区	500個区	1,000個区
殻高	ab		a	b
殻長	ab		a	b
殻幅	a			a

※同じ項目内の同一文字は有意水準5%で有意差があることを示す

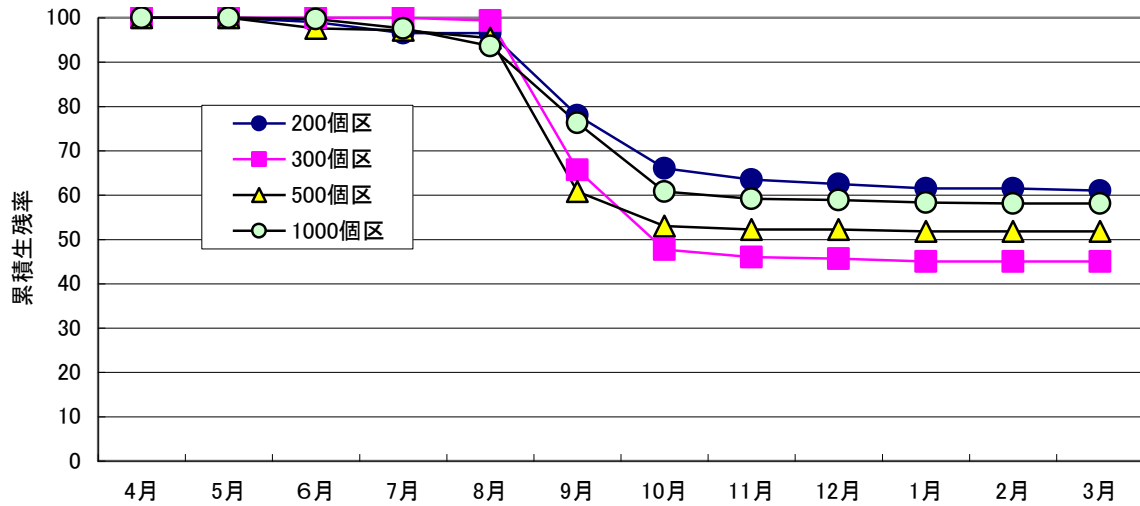


図3. 飼育密度別の累積生存率(%)

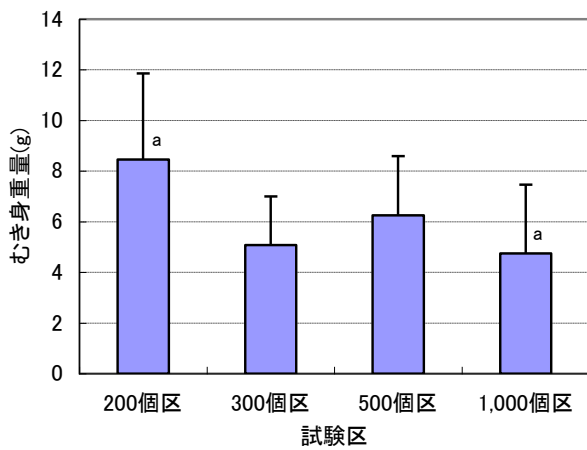


図4. 飼育密度別の平均むき身重量(g)

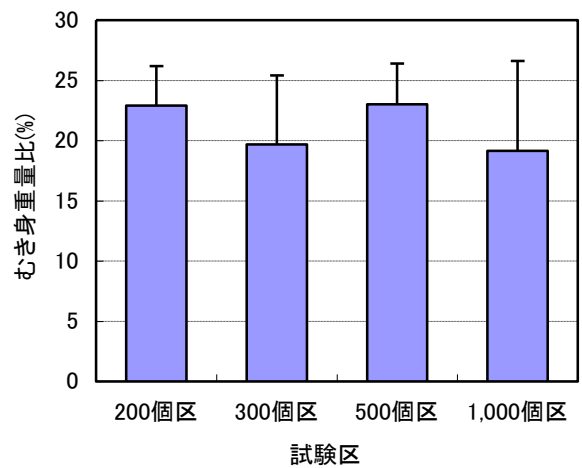


図5. 飼育密度別のむき身重量比(%)

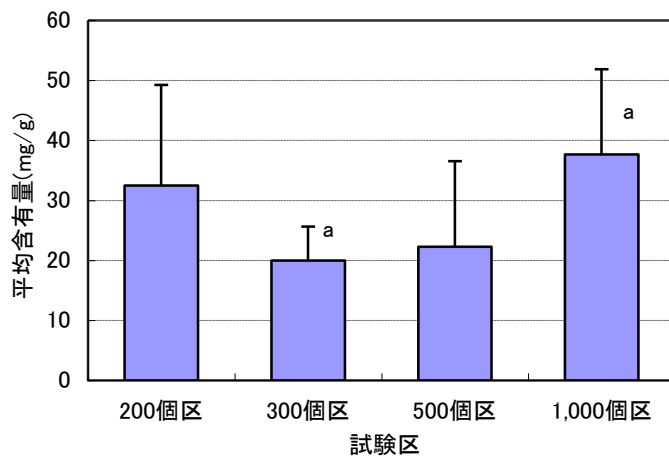


図6. 飼育密度別のグリコーゲン含有量(mg/g)

※図中のバーは標準偏差を表す
 図中の同一文字は有意水準5%で有意差があることを表す

有明海再生拡充事業

（令 達 事 業）
平成 21～23 年

（放流用ハマグリ人工種苗生産技術の開発 1 ハマグリ幼生輸送試験）

1 緒 言

有明海は、福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県に囲まれた約 1,700km²の内湾で、大潮時の干満差は最大 5m にもなり、約 19,000ha という我が国最大の干潟域を有する海域である。

有明海では、様々な漁業が営まれているが、漁獲量は昭和 50 年代後半から急速に減少し、有明海の漁業生産の減少が危惧される状況に至った。

この対策として、有明海再生拡充事業が実施されることとなった。本事業は有明海の重要資源であるクルマエビ、ガザミ、ハマグリ等の資源量回復を図るための技術開発を行うもので、本試験はこれらの魚種のうち、ハマグリについて栽培漁業実施のための放流用人工種苗の生産技術の開発を行うことを目的としている。

ハマグリ種苗生産は、浮遊幼生の高密度培養技術を有しているヤンマーマリファーム（大分県国東市）で沈着期幼生までを飼育し、その後水産研究センターで飼育を行う方式で行っている。そこで、沈着期幼生の輸送方法を確立することが必要である。平成 21 年度は車による輸送方法を検討し車による輸送が可能であることを明らかにした。今年度はさらに輸送を効率化するため、宅配便による輸送方法を検討した。

2 方 法

（1）担当者

中野平二、中根基行、永田大生、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

（2）試験方法

ア 供試貝

H22 年 8 月にヤンマーマリファームで生産されたハマグリ稚貝を用いた。試験ごとの供試貝の概要は下表のとおり

試験 1			試験 2		
試験区	殻長 (μm)	供試数 (個体)	試験区	殻長 (μm)	供試数 (個体)
NO 1	280	100,000	NO4	299.5	100,000
NO 2	530	100,000	NO5	299.5	500,000
NO 3	830	100,000	NO6	299.5	1,000,000
			NO7	343.5	100,000
			NO8	343.5	500,000
			NO9	343.5	1,000,000

イ 試験条件

輸送は発泡スチロール製の保冷容器の底にスポンジを敷き海水で浸し、その上に試験 1 では目合 120μm のプランクトンネットを内部に貼り付けたプラスチック製ザルに稚貝を収容した。またプラスチック製ザルの上部に保冷剤を置いた。試験 2 では内径 100mm の塩ビ管を長さ 15cm に切り、底面に目合 120μm のプランクトンネットを内部に貼り付けたカラムに稚貝を収容した。

ウ 測定項目

試験 1 では水温ロガー（オンセット社製 UA-001-08）を輸送容器中に入れ、水温を 30 分おきに測

定した。

エ 結果判定

輸送したハマグリ稚貝を直径 50cm の塩ビ管を 20cm の幅で切断し底面に目合い 170 μ m のプランクtonネットを接着したカラムに収容した後、1 週間継続飼育し、輸送開始前と輸送終了 1 週間後の稚貝の生残と、輸送した稚貝の到着直後の活力を観察して輸送の有効性を判断した。なお殻長 530 μ m と 830 μ m を用いた試験区 2, 3 については、稚貝のサイズとカラムの収容密度を勘案し、試験開始時の収容数をそれぞれ 12,800 個体と 10,000 個体とした。

3 結果及び考察

(1) 水温変化

輸送試験中の水温変化を図 1 に示した。大分県国東市から熊本県上天草市大矢野町までの所要時間は 17 時間で発泡スチロール中の水温変化は、輸送開始時は 10.65~13.37 $^{\circ}$ Cであったが、輸送開始 10 時間 30 分後には 8.48~9.18 $^{\circ}$ Cに低下し、到着時は 9.08~10.55 $^{\circ}$ Cとなった。この間急激に水温が上下変化することはなく、安定していた。

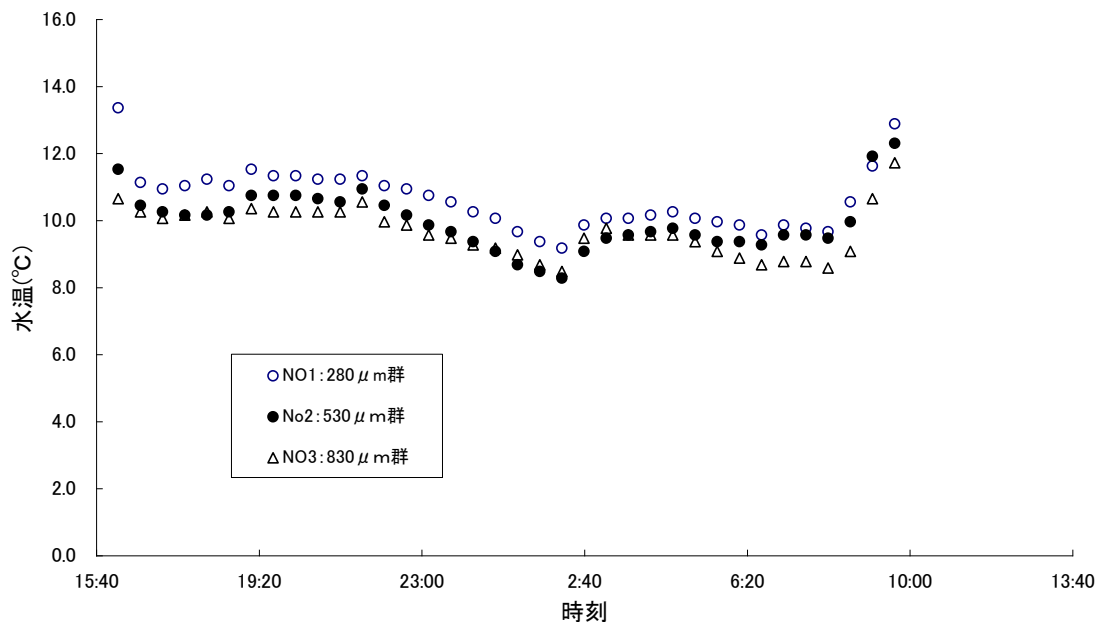


図1 ハマグリ輸送試験時の水温変化

(2) 稚貝の生残率

到着 1 週間後の生残状況を表 2~4 に示した。

1 週間後の生残率は、試験 1 では 69.7、73.4、33.6%、試験 2 では 32.8、49.8、89.8、98.0、130.8、76.4%となり、過小、過大な値を除くと 69.7%以上の生残率であった。また到着直後の活力判定では全て動く個体の割合が 80%以上であった。

今回試験に用いたハマグリのお化から着底までの歩留まりは 90%以上であった。輸送試験の活力判定で 80%以上が正常と判断されたため、90% \times 80%=72%がハマグリ稚貝の歩留まりと推定される。

通常のアサリ種苗生産の着底まで歩留まりは約50%であることと比較すると、今回のハマグリ稚貝の宅配便での輸送は、十分実用的であることが明らかになった。

表2 試験1結果

試験区名	試験開始時の稚貝数	1週間後の稚貝数	生残率 (%)
N01	100,000	69,700	69.7
N02	12,800	9,400	73.4
N03	10,000	3,364	33.6

表3 試験2結果

試験区名	試験開始時の稚貝数	1週間後の稚貝数	生残率 (%)
N04	100,000	32,800	32.8
N05	500,000	249,000	49.8
N06	1,000,000	898,000	89.8
N07	100,000	98,000	98.0
N08	500,000	654,000	130.8
N09	1,000,000	764,000	76.4

表4 稚貝の到着直後の活力

試験区名	到着時の状況
	1視野中の動く個体数 / 1視野中の個体総数
N04	34 / 40 (85.0%)
N05	24 / 27 (88.9%)
N06	32 / 38 (84.5%)
N07	33 / 39 (84.6%)
N08	26 / 60 (86.7%)
N09	26 / 30 (86.7%)

有明海再生拡充事業

（令 達 事 業）
平成 20～23 年

(放流用ハマグリ人工種苗生産技術の開発 2 ハマグリ中間育成試験)

1 緒 言

有明海は、福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県に囲まれた約 1,700km²の内湾で、大潮時の干満差は最大 5m に達する我が国最大の干潟域を有する海域でもある。この有明海海域では海域特性を活かし、採貝業、ノリ養殖業、刺し網漁業、小型定置網など様々な漁業が営まれているが、この海域内の漁獲量は昭和 50 年代後半から急速に減少している。また、有明海海域の代表的養殖業であるノリ養殖でも色落ち被害が発生し、有明海の漁業生産の減少が危惧される状況に至った。

この対策と一つして、有明海再生拡充事業が開始された。本事業は有明海の重要資源であるクルマエビ、ガザミ、ハマグリ等の資源量回復を図るための技術開発を行うもので、当試験はこれらの魚種のうち、ハマグリについて栽培漁業実施のための放流用人工種苗の生産技術の開発を目的としている。今年度はハマグリ稚貝中間育成技術の一環として、効率的な中間育成を行うため①集約的飼育方法と②粗放的飼育法の 2 課題について検討した。

2 方 法

(1) 担当者 中野平二、中根基行、鳥羽瀬憲久、藤田忠勝

(2) 試験方法

ア 集約的中间育成手法の検討

(ア) 供試貝

H22 年 6～7 月にヤンマーマリンファームで生産され、熊本県水産研究センターまで輸送されたハマグリ稚貝を用いた。

(イ) 飼育方法

a 飼育水槽

水産研究センター飼育実験棟タタキに底面に排水口を設置した容積 130L の角型プラスチック製水槽を設置し、その中に直径 50cm のプラスチック製ダクト管を幅 20cm に切断し、その片側にプランクトンネット（目合 180 μ m、260 μ m の 2 種）を接着したカラムを 2 個ずつ置き飼育水槽とした。（写真 1）

b 飼育水

砂ろ過海水を目合 50 μ m、5 μ m のカートリッジフィルターでろ過して飼育水とした。換水率は 1 日 50 回転を目安とした。

c 水温

期間中水温は調整せず、自然水温とした。

d 収容幼生サイズおよび数量

試験には平均殻長 171.1 μ m の稚貝を用いた。各試験区の収容稚貝数、収容密度を表 1 に示した。

表 1 試験区の概要

試験区	低密度 1	低密度 2	中密度 1	中密度 2	高密度 1	高密度 2
収容稚貝数	142,000	142,000	286,000	286,000	571,000	571,000
収容密度 (ind/m ²)	724,000	724,000	1,457,000	1,457,000	2,910,000	2,910,000

e 給餌

試験開始 1 週間目までは濃縮キートセロス・カルシトランスを、それ以降はキートセロス・グラシリス（ヤンマー船用システム株式会社製）をハマグリ幼生 1 個体当たり 5,000～20,000 細胞となるように 1 日 2 回投入した。

f 測定項目（頻度）

水温、塩分、珪藻密度を毎日測定した。生残数と殻長を 6 日毎に測定した。

イ 粗放的中间育成手法の検討

(ア) 供試貝

H22年6～7月にヤンマーマリンファームで生産され、熊本県水産研究センターまで輸送されたハマグリ稚貝を用いた。

(イ) 飼育方法

a 飼育水槽

大矢野種苗生産施設の屋外コンクリート池（面積130m²）2面に粒径1mmの砂を5cmの厚さで敷き、飼育水槽とした。

b 飼育水

外海水及び大矢野種苗生産施設給水池海水をそのまま注水した。換水率は1日30回転を目安とした。

c 水温

期間中水温は調整せず、自然水温とした。

d 投入幼生サイズおよび数量

試験毎に用いたハマグリ稚貝の殻長と数量を表2に示した。

表2 供試ハマグリ の殻長と数量

試験区	1	2
収容稚貝数 (×10 ³)	5,077	1,800
収容密度 (ind/m ²)	39,054	13,846
平均殻長 (μm)	278	486

e 給餌

行わなかった。

f 測定項目（頻度）

水温、塩分濃度、クロロフィル-a量、注水量（毎日）

生残数・殻長：1ヶ月毎に直径3cmのシリンジで実験プール底砂を採取し、ローズベンガル入りホルマリンで固定後、ルーペで稚貝の個体数及び殻長・殻高を測定した。



写真1

3 結果及び考察

(1) 集約的中間育成手法の検討

試験期間中の水温は26～27.1℃の間を推移した。測定日毎の供試貝の生残数、生残率、殻長を表3～5に示した。

生残率は試験開始6日目で低密度区が81.7%、53.5%、平均67.6%、中密度区が38.5%、30.1%、

平均 34.3%、高密度区が 7.0%、5.3%、平均 6.1%であったが、試験開始 11 日目には低密度区が 29.6%、39.4%、平均 34.5%、中密度区が 10.5%、9.1%、平均 9.8%、高密度区が 4.6%、2.5%、平均 3.5%であった。

また殻長は試験開始 11 日目で低密度区が 199.0 μ m、192.5 μ m、平均 195.8 μ m、中密度区が 188.5 μ m、197.0 μ m、平均 192.8 μ m、高密度区が 184.5 μ m、187.0 μ m、平均 186.8 μ mに達した。

平均値で生残率、殻長を比較すると、生残率は 6 日目、11 日目の双方で低密度区>中密度区>高密度区の順で高く、11 日目の殻長で比較すると、低密度区>中密度区>高密度区の順で高く、この 2 点から、今回のカラムを使った集約的中間育成方法では、飼育期間が 11 日間で殻長 170 μ mを 190 μ mサイズまで飼育する場合の開始時収容密度は最も密度の低い低密度区が成績が良好であったことから、今回の飼育方法で安定して飼育するためには開始密度を 724,000 ind/m²以下にすることが必要であると判断された。

表 3 集約的中間育成試験結果 1(生残数)

試験開始後日数	低密度 1	低密度 2	中密度 1	中密度 2	高密度 1	高密度 2
6	116,000	76,000	110,000	86,000	40,000	30,000
11	42,000	56,000	30,000	26,000	26,000	14,000

表 4 集約的中間育成試験結果 2(生残率 単位：%)

試験開始後日数	低密度 1	低密度 2	中密度 1	中密度 2	高密度 1	高密度 2
6	81.7	53.5	38.5	30.1	7.0	5.3
11	29.6	39.4	10.5	9.1	4.6	2.5

表 5 集約的中間育成試験結果 3(殻長 単位： μ m)

試験開始後日数	低密度 1	低密度 2	中密度 1	中密度 2	高密度 1	高密度 2
0	172.5	169.5	170.5	176.0	173.5	172.0
6	184.0	183.0	175.0	178.5	177.5	181.5
11	199.0	192.5	188.5	197.0	184.5	187.0

(2) 粗放的中間育成手法の検討

試験期間中の水温、塩分を図 1 に、クロロフィル a 量を図 2 に、生残率、殻長、殻幅を図 3~5 に示した。

水温は期間中 6.8~31.7℃、塩分濃度は 22.6~34.6PSU の範囲であった。クロロフィル a 量は 1.77~16.03 μ g/L であった。

生残率は 1 区(開始時の殻長が約 278 μ m)では、試験開始 2 ヶ月(10 月)で 19.2%、4 ヶ月(12 月)で 19.3%、6 ヶ月目(2 月)では 8.8%、7 ヶ月目(3 月)では 14.2%であった。2 区(開始時の殻長が約 486 μ m)では、試験開始 2 ヶ月目で 3.0%、4 ヶ月目で 0%であった。

平均殻長の推移は 1 区では試験開始 2 ヶ月目(10 月)で 1,793 μ m、4 ヶ月目(12 月)には 1,878 μ m に達したがその後成長が停滞し、6 ヶ月目(2 月)では 1,213 μ m であった。2 区は試験開始 2 ヶ月目で 1,102 μ m に達したが、その後生残個体が急激に減少したため測定が出来なくなった。

1 区の月別殻長度数分布を図 6 に示した。試験開始 1 ヶ月後(9 月)の中央値は 1,001 μ m、2 ヶ月後(10 月)1,560 μ m、3 ヶ月後(11 月)1,300 μ m、4 ヶ月後(12 月)1,425 μ m、5 ヶ月後(1 月)1,625 μ m、6 ヶ月後(2 月)1,400 μ m、7 ヶ月後(3 月)1,000 μ m であった。

粗放的中間育成試験は 3 月末現在継続中であるため、詳細な考察は取り上げ時の平成 23 年秋に行う予定である。

ここでは、3 月までの結果から課題を整理する。

試験から以下の 3 点が明らかになった。

- ① 平均殻長 278 μ m のハマグリ稚貝は 2 ヶ月後に平均殻長 1,792 μ m に達した。

- ② 水温が 20℃以下になると成長スピードが鈍った。
- ③ 試験開始 2 ヶ月目までで生残率が 20%以下になった。
- ④ 生残率は中間育成開始の殻長が 278 μm の場合 7 ヶ月目で 14.2%であるのに対し 486 μm では 4 ヶ月目には生残が確認できなかった。

①②の成長については無給餌であるにもかかわらず、2 ヶ月間で 1.8mm に達したことから、粗放的中間育成の開始時期を 1~2 ヶ月早め、成長スピードが鈍る 20℃以下になる時期までの期間を 1~2 ヶ月延長することで年内に 5mm サイズのハマグリ稚貝生産が可能であると考えられた。また③④の生残率の低下については、試験開始直後の 8 月 11 日から 8 月 18 日までの期間に水温が 35℃を超えた時間帯が毎日 2~4 時間あったことや、試験開始直後から 9 月中旬までクロロフィル a 値が低く、このことから餌の密度が低かったこと等が原因として考えられた。この点については次年度試験を行い確認する予定である。さらに開始サイズが大きい試験区の生残率が低かったことについては、試験区から排水する水路にハマグリが確認されたことや、殻長組成の推移では試験開始 2 ヶ月目からサンプリングしたハマグリ稚貝の中央値と大型サイズの割合が増加しないことから、一定のサイズに成長したハマグリが試験区外へ流出した可能性が考えられた。

以上より、今後の試験で①中間育成時期の 1~2 ヶ月程度早めた試験②8 月の高水温を回避するため、各飼育水槽上面に遮光幕を設置することや、底砂部分への注水方法の検討、砂以外の基質の検討③中間育成初期に給餌を行った場合の有効性確認④流出防止用のネットの効果等について検討を行う予定である。

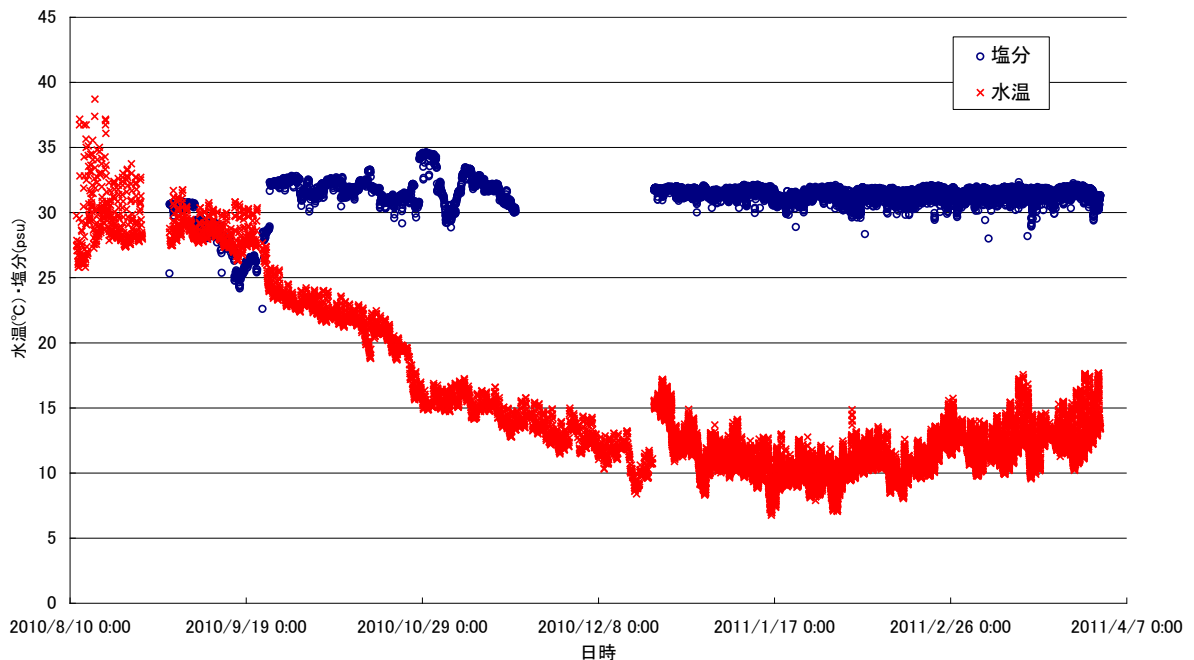


図1 中間育成中の水温と変分変化

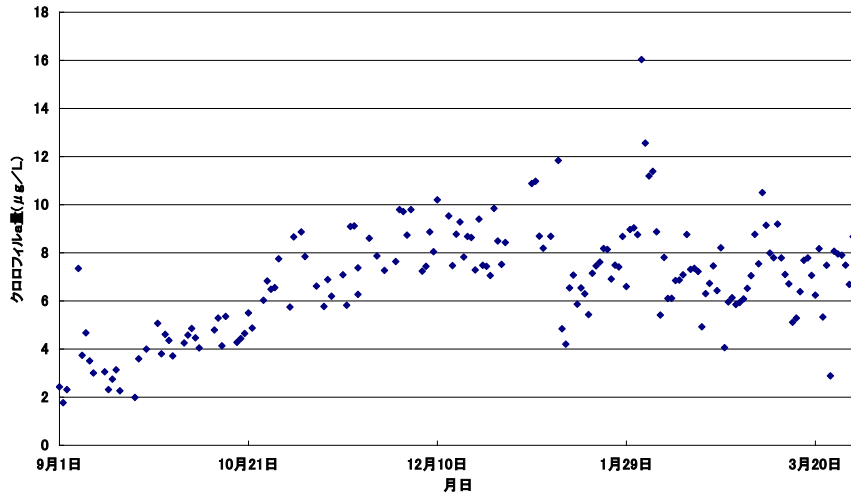


図2 クロロフィルa量の推移

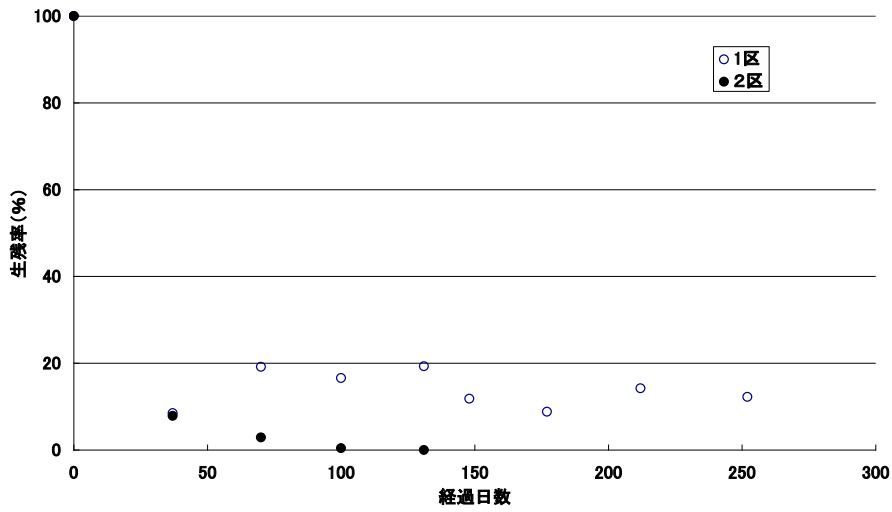


図3 生残率の推移

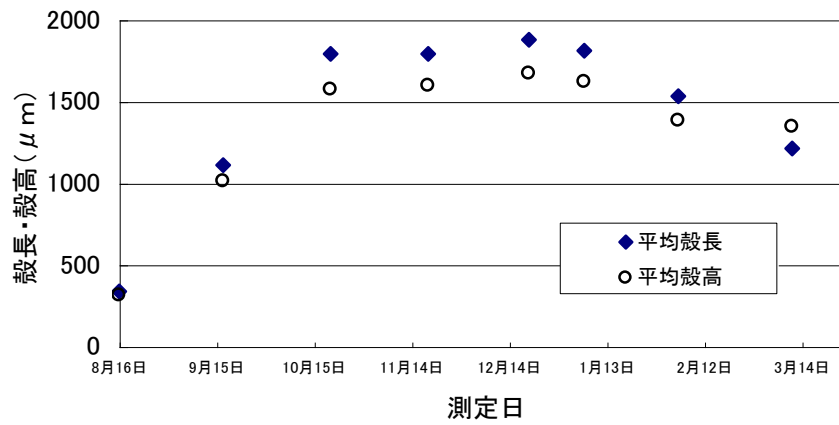


図4 ハマグリの成長(1区)

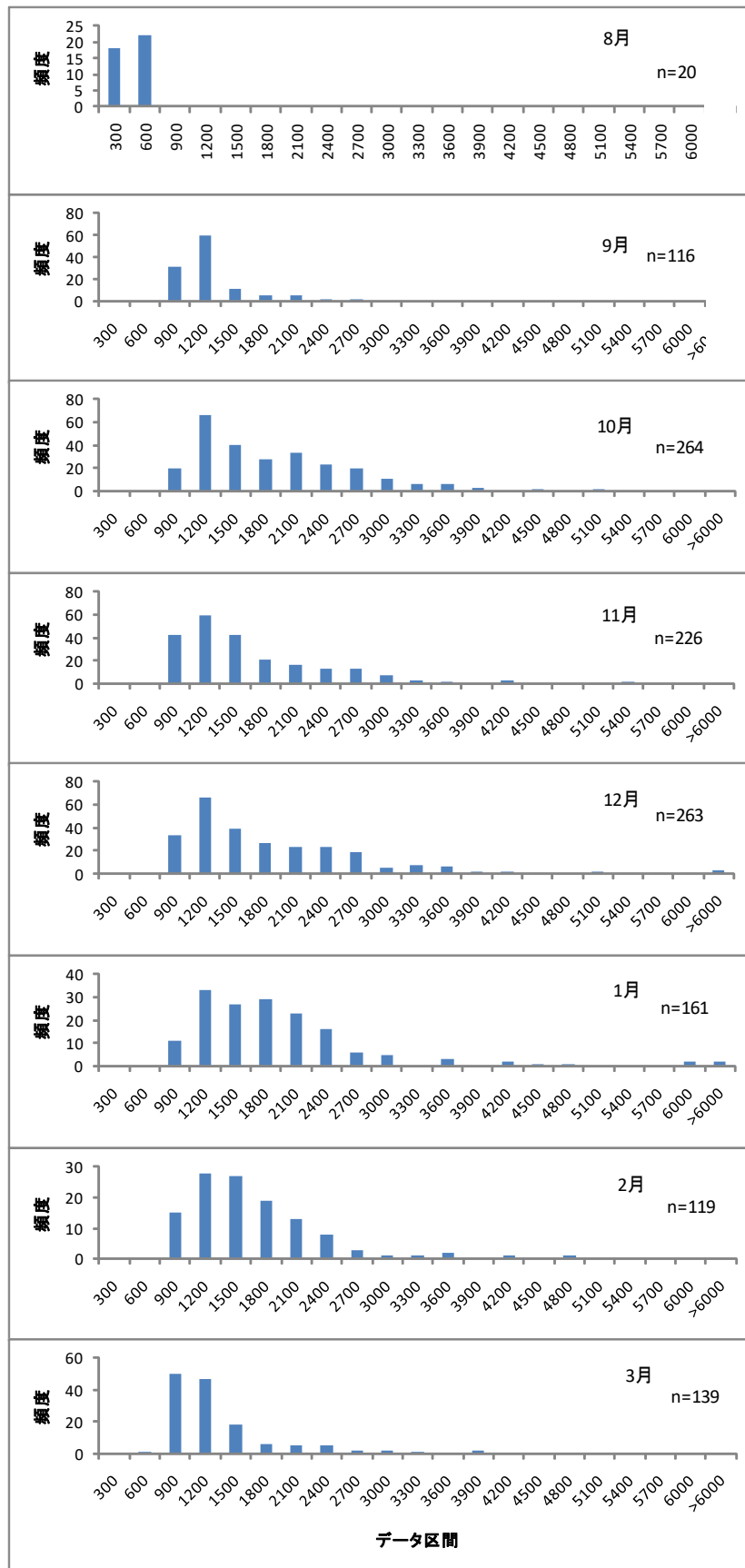


図5 殻長組成の推移 (1区)

1 緒言

養殖水産物の安全性を確保し、健全で安心な養殖魚の生産に寄与するため、疾病対策指導及び水産用医薬品適正使用指導を行った。

2 方法

(1) 担当者 吉川真季、中野平二、中根基行、永田大生、仲地純子、本田久美

(2) 方法

ア ワクチン講習会と適正使用指導

ワクチンを適正に使用するための技術講習会を開催し、水産用ワクチン使用指導書の交付、適正使用についての指導を行った。

イ 魚病診断

魚病診断及び薬剤感受性試験を行い、魚病の早期発見・被害拡大防止に努めた。魚病診断は、解剖検査の他、寄生虫の有無、細菌感染症、ウイルス感染症等の検査を行った。細菌の同定は、脳、腎臓、脾臓等から採菌し選択培地にて培養後、魚病診断液によるスライド凝集等で行った。またウイルスの判別は、腎臓、脾臓等を用いてPCR法で行った。

3 結果及び考察

(1) ワクチン講習会と適正使用指導

ア ワクチン使用指導書交付

平成 22 年度のワクチン使用指導書の交付申請は、平成 22 年 5 月 25 日～平成 22 年 11 月 5 日の間に 17 業者から 34 件あり全てに指導書の交付を行った。申請はすべて海面養殖魚へ使用するワクチンに対するものであった。

接種法別では経口法による α 溶血性レンサ球菌症ワクチンの申請が 2 件、それ以外の 43 件は注射法によるものであり、浸漬法によるワクチンの申請はなかった。

魚種別状況は、ブリ(モジャコ)が 1,310,000 尾、ヒラメが 71,000 尾、カンパチが 26,000 尾及び 1,600g、マダイが 50,000 尾であった。

注射ワクチンの対象魚病別の割合は、ブリ属の α レンサワクチンが総尾数の 36.5%、ビブリオ+ α レンサ 2 価ワクチンが 6.6%、イリド+ビブリオ+ α レンサ 3 価ワクチンが 29.0%、ヒラメの β レンサワクチンが 4.9%、マダイのイリドワクチンが 3.4%、ブリの α レンサ+類結節症アジュバント添加ワクチンが 19.6%であった。

使用結果報告書は平成 23 年 3 月 31 日現在で 33 件の提出があり、安全性については赤潮被害により効果が不明であった 1 業者を除き「有り」の判断であった。有効性については、 α 溶血性レンサ球菌症の注射ワクチンを使用した 1 件が赤潮被害にあったため「不明」の判定であった。その他は「保留」の 1 件を除き、「著効」または「有効」の判断であった。

以上より、本県におけるワクチンの効果、安全性とも高いことが確認され、ワクチンの有効性が示唆された。

(2) 魚病診断

海面の魚病診断の結果を表1に示した。本年度の診断件数はのべ件数が85件で、昨年度より12件増加した。魚種別に見るとカンパチ、シマアジ、クエに低水温障害による大量死が発生した。ヒラメでは投薬効果が低いストレプトコッカスパラウベリスによるレンサ球菌症が昨年に続き発生した。トラフグでは診断件数は昨年に比べ9件減少した。カワハギでは県下では初めてストレプトコッカスパラウベリスによるレンサ球菌症が発生した。クロマグロの診断件数は昨年2件から6件に増加した。

診断件数を長期的にみると今年度は八代海で大規模な赤潮被害が発生したため、シャトネラ赤潮未発生年の魚病診断件数と比べ減少傾向であった。

平成22年度の魚類養殖業における大量死の特徴として、魚病以外の原因による大量死の発生があげられる。赤潮以外にも低水温障害がカンパチ、シマアジ、クエなどで確認され、養殖において歩留まり向上がさらに困難となったことを示している。今後、生産性の向上のためには養殖業者に対して、魚病情報だけでなく、水温低下等の環境変化に関する情報提供を総合的に行う必要性が示された。

表1 平成22年度魚病診断結果(海面)

魚種	病名	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
ブリ	ビタミンB1欠乏症										1			1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
カンパチ	吸虫性旋回病					1								1
	低水温障害											1		1
	低水温障害+ゼウクサプタ症											1		1
	計	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
マダイ	マダイイリドウイルス病					2	2							4
	マダイイリドウイルス病+黄脂症							1						1
	エピテリオシスチス症		2											2
	ビバギナ症						1						1	2
	ビバギナ症+エピテリオシスチス					1								1
	アノプロジスキス症又は網スレ	1												1
	粘液胞子虫性ヤセ病									1				1
	不明細菌感染症						2							2
	餌料性疾病			1										1
	不明病	1			1			1			1		1	5
	健康診断							1						1
	計	1	3	1	1	3	5	3	0	1	1	0	2	21
ヒラメ	βレンサ球菌症+イトワジエラ症										1			1
	レンサ球菌症 S.パラウヘリスII							1						1
	滑走細菌症	1												1
	スクーチ症+不明細菌感染			1										1
	VHS										1		1	2
	不明病		1											1
計	1	1	1	0	0	0	1	0	0	2	0	1	7	
シマアジ	αレンサ球菌症					1	1	1	1					4
	マダイイリドウイルス病							1						1
	αレンサ球菌症+ミコ又はノカルジア症								1					1
	ノカルジア症								1					1
	低水温障害											5	1	6
	不明病			1						1				2
計	0	0	1	0	1	1	2	3	1	0	5	1	15	
トラフグ	ビブリオ病				1									1
	ヘテロトツリウム症+トリコジナ症					1								1
	シュートカリグス+滑走細菌症			1										1
	キロダクテルス		1											1
	キロダクテルス+シュートカリグス+トリコジナ	1												1
	キロダクテルス+トリコジナ		1											1
	鰓腐れ(細菌等による)			1										1
	滑走細菌症			1										1
	粘液胞子虫性ヤセ病					1								1
	口白症					1								1
	口白症+ネオヘネデニア症								1					1
	吸虫性旋回病					1								1
	低水温障害										1			1
	低水温障害+ヘテロトツリウム症										1			1
	オヨキイソギンチャクによる腹部の発赤					1								1
	低水温障害											2		2
	不明病		1			2	1	1						5
	計	0	4	3	1	7	1	1	1	0	2	2	0	22

魚種	病名	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
クエ	VNN					1								1
	低水温障害											1		1
	不明病					1								1
	計	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
カワハギ	肝臓障害		1											1
	マダイイリドウイルス症						1							1
	新型レンサ球菌症(パラウベリスⅡ型)								1					1
	計	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
クロマグロ	マダイイリドウイルス病								1					1
	細菌感染症								1					1
	低水温障害										2			2
	不明病	1							1					2
	計	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	6
オニオコゼ	真菌症＋滑走細菌症						1							1
	計	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
アカウニ	棘抜け症											1		1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
アワビ	不明細菌感染症												1	1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
クルマエビ	PAV(急性ウイルス血症)						1							1
	計	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
合計		3	9	6	2	14	10	7	8	2	8	11	5	85

浅海干潟研究部

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業 I (国庫委託 平成 17～23 年度)

(夏季赤潮調査・有明海中央ライン水質調査)

1 緒言

本調査は有明海熊本県海域において、その環境特性を把握し、閉鎖性海域における赤潮発生や貧酸素水塊等による漁業被害の軽減に必要な知見を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 高日新也、梅本敬人、櫻田清成、増田雄二、園由香

(2) 方法

調査定点：有明海 5 点 (図 1)

ただし、6～8 月は St. 7～9 を追加

調査頻度：12 回 (1 回/月、4 月～翌 3 月)

ただし、6～8 月は 1 回/週

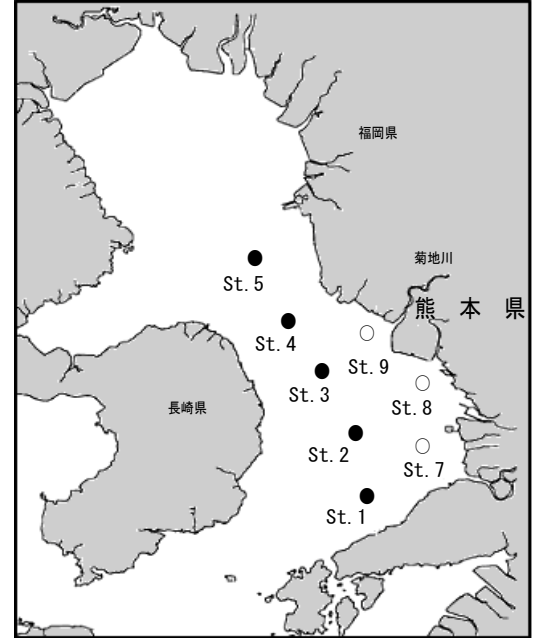
調査項目：水温、塩分、Chl - a、DO、pH、

栄養塩 (DIN、PO₄-P、SiO₂-Si)、

プランクトン (組成、有害種)

調査層：表層 (水面下 0.5m)、2m 層、5m 層、10m 層、

(以下 10m 間隔)、底層 (海底上 1m)



調査定点図

3 結果及び考察

(1) 水温 (図 2)

7 月 26 日の St. 7 (表層) で最高値 31.8°C、1 月 11 日の St. 5 (表層) で最低値 10.7°C であった。

7 月 21 日以降各地で表層水温が上昇し、8 月下旬まで 30°C を上回る地点がみられた。

(2) 塩分 (図 3)

7 月 7 日以降、降雨後の河川水流入の影響による表層塩分の低下がみられた。最低値は、7 月 26 日の St. 4 (表層) で 5.7psu であった。

(3) DO (図 4、5)

今年度の底層 DO (溶存酸素飽和度) の最低値は 8 月 24 日の St. 8 (5m 層) における 56.1 であり、貧酸素化 (溶存酸素飽和度 40% 以下) は確認されなかった。

また、溶存酸素飽和度の最高値は 7 月 26 日の St. 8 (2m 層) における 198.3% であった。

(4) 栄養塩 (図 6、7)

DIN は、7 月 16 日に全定点の表層で顕著な増加がみられたが、7 月 21 日には一転して多くの定点で減少し、表層において 1 μg-at./L 未満となった。最高値は 7 月 21 日の St. 7 表層において 35.5 μg-at./L であった。

PO₄-P については、7 月 8 日、14 日に多くの定点で増加がみられたが、DIN の推移と同様に、7 月 21 日には多くの定点で減少した。最高値は 7 月 5 日の St. 4 表層において 2.1 μg-at./L であった。

(5) 植物プランクトン

Chattonella spp. は 6 月 21 日に初認された (最大 2 細胞/ml)。その後急激に増加し、7 月 5 日には St. 4 を中心に赤潮を形成した (最大 3,100 細胞/ml)。7 月 21 日に本調査の最大細胞密度である 13,700 細胞/ml を記録した後に細胞数は急減し、8 月 9 日には最大 1 細胞/mL まで減少したが、8 月 19 日に

再び最大 30 細胞/ml まで増加した。

また、7 月 12 日には *Cochlodinium polykrikoides* が最大 3,300 細胞/mL 確認され赤潮を形成したほか、9 月 17 日及び 11 月 22 日には *Akashiwo sanguinea* がそれぞれ最大 230、440 細胞/mL 確認された。

珪藻赤潮は、5 月 6 日に *Pseudo-nitzschia* sp. による赤潮 (最大細胞密度 2,500 細胞/ml) が、7 月 21 日には *Skeletonema* spp. による赤潮 (最大細胞密度 56,300 細胞/ml) が、9 月 17 日には混合赤潮 (*Skeletonema* spp. 4,250 細胞/ml、*Thalassiosira* spp. 1,150 細胞/ml、*Chaetoceros* spp. 3,700 細胞/ml) が、10 月 22 日には *Skeletonema* spp. による赤潮 (最大 15,000 細胞/ml) が確認された。

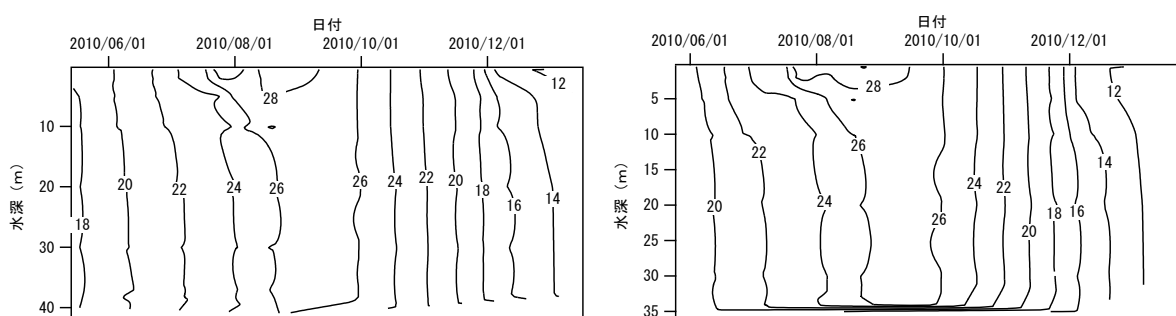


図2 水温 (°C) の推移 (左 : St. 2、右 : St. 5)

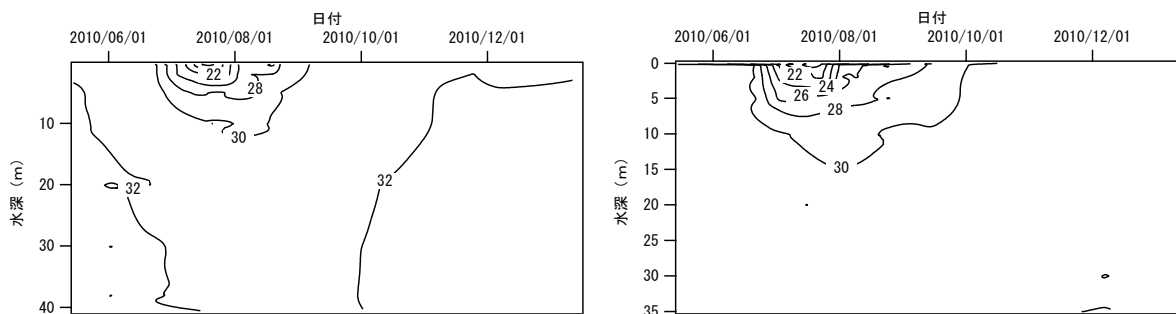


図3 塩分 (PSU) の推移 (左 : St. 2、右 : St. 5)

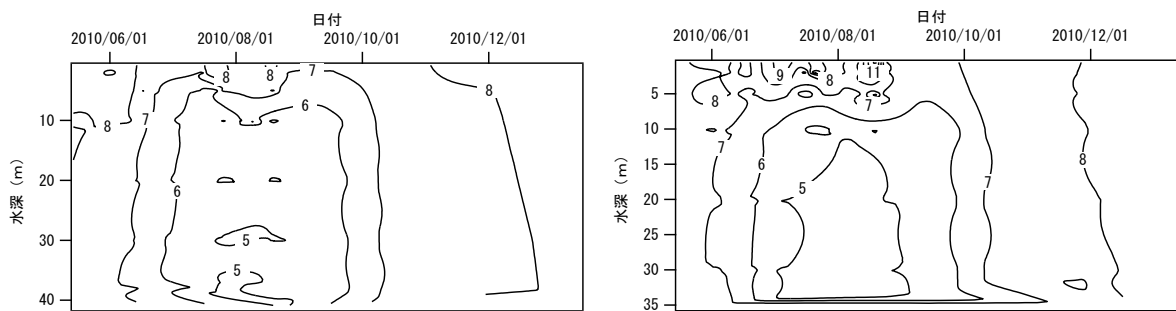


図4 DO (mg/L) の推移 (左 : St. 2、右 : St. 5)

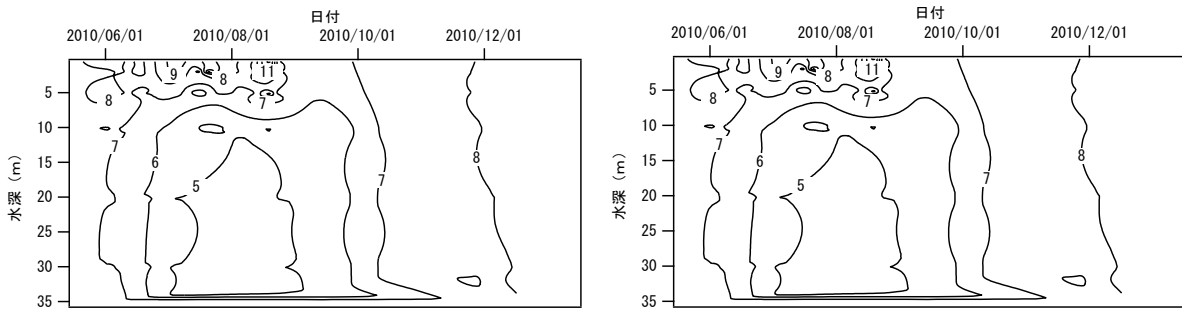


図5 DO (飽和度、%) の推移 (左 : St. 2、右 : St. 5)

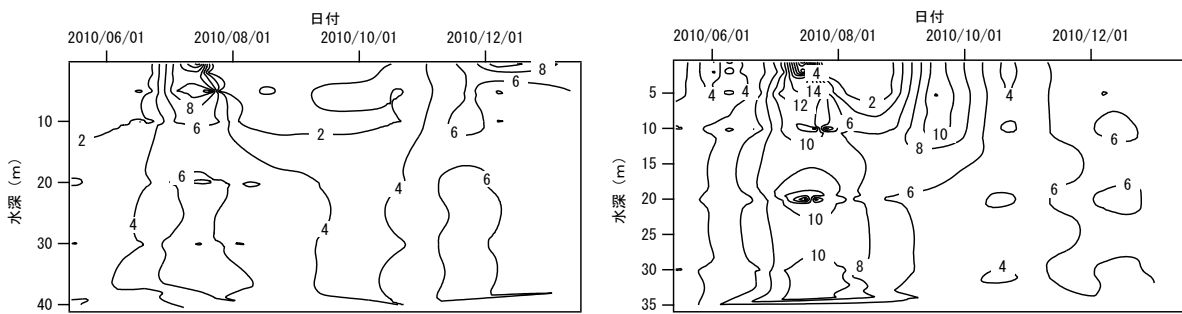


図6 DIN ($\mu\text{g-at./L}$) の推移 (左 : St. 2、右 : St. 5)

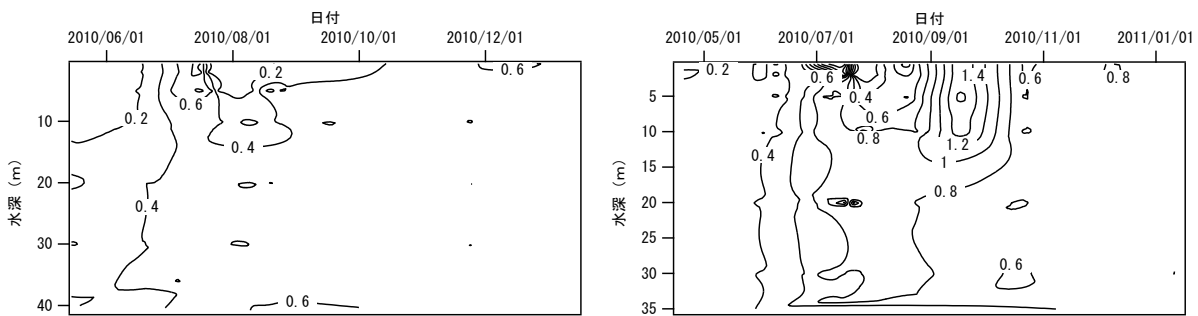


図7 $\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g-at./L}$) の推移 (左 : St. 2、右 : St. 5)

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅱ (国庫委託 平成17年度～継続)

(八代海中央ライン水質調査)

1 緒言

本調査は八代海における赤潮の発生状況や漁場環境の調査を行い、海域環境特性を把握するとともに赤潮発生機構の解明や予察技術の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 調査内容

ア 調査定点：八代海8点 (St. 9：臨時点、図1)

イ 調査頻度：1-2回/月、5-翌3月

ウ 調査項目：水温、塩分、Chl-a、DO、COD、pH、SiO₂-Si、
DIN、PO₄-P、プランクトン(組成、有害種)

エ 調査層：表層(水面下0.5m)、2m層、5m層、10m層、
(以下10m間隔)、底層(海底上1m)

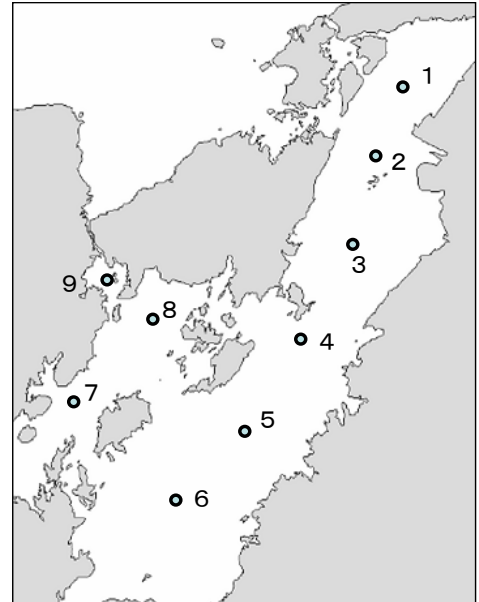


図1 調査定点図

3 結果及び考察

(1) 水温 (図2)

今年度は平年(平成14年-21年平均)に比べ、7月から9月にかけては高い値で推移し、10月以降は低い値で推移した。

また、7月20日の調査では、St. 6以外の全調査点の表層と底層の水温差が4℃を上回り顕著な成層構造が確認された。今年度の水温の最高値は8月18日のSt. 1(表層)で29.7℃、最低値は1月20日のSt. 1(表層)で7.8℃であった。

(2) 塩分 (図3)

例年に比べ概ね高い値で推移した。八代海に注ぐ唯一の一級河川である球磨川の影響を強く受けるSt. 1からSt. 3において、6月から7月にかけて表層塩分が20psuを下回り、6月22日のSt. 1(表層)で今年度の最低値13.4psuが確認された。

(3) 栄養塩 (図4)

DINの推移については、7月から9月にかけて底泥からの溶出と考えられる底層域の濃度の上昇が確認された。また、6月22日の調査では、St. 1からSt. 3にかけて流入河川水の影響による濃度の上昇がみられ、表層で10μg-at/Lを上回る高い値が確認された。7月20日の調査により確認された*Chattonella antiqua*や、11月17日の調査により確認された*Rhizosolenia imbricate*の増殖に伴う栄養塩類の消費により、1μg-at/Lを下回る著しく低い値が確認された。

(4) 植物プランクトン (図5)

本調査時に確認された赤潮、有害プランクトンを以下に示す。

・赤潮：*C. antiqua*、7月20日、八代海中部 (St. 4-8)

・有害プランクトン

C. antiqua：6月3日-8月18日、Max 356cells/ml (St. 5、2m)

Cochlodinium polykrikoides：6月3日-8月18日、Max 85cells/ml (St. 1、2m)

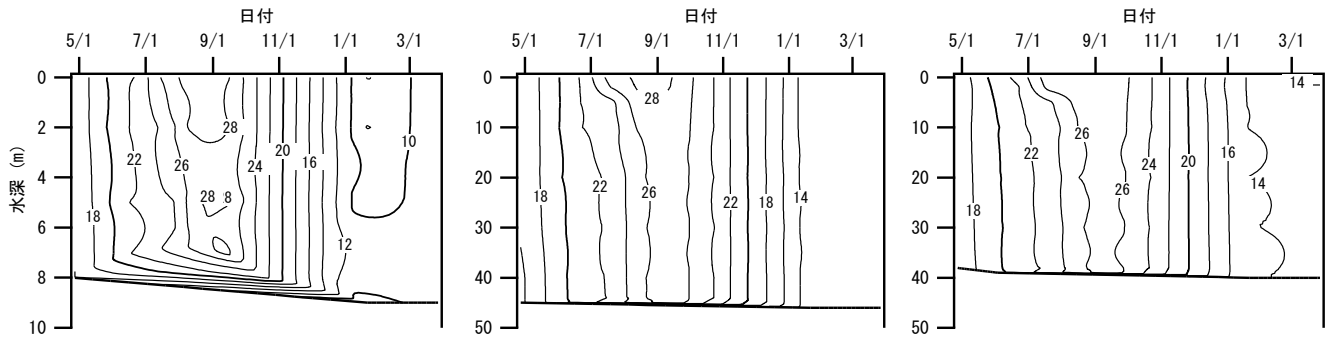


図2 水温の推移(°C、左: St. 1、中: St. 5、右: St. 8)

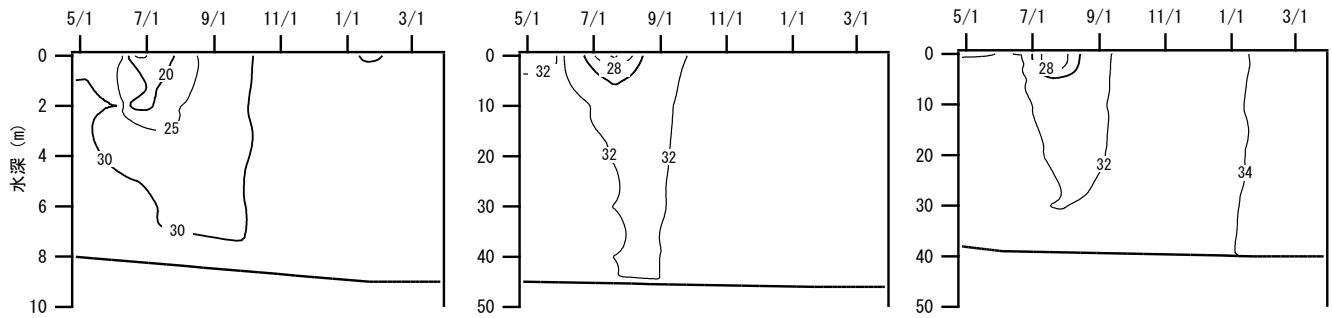


図3 塩分の推移(psu、左: St. 1、中: St. 5、右: St. 8)

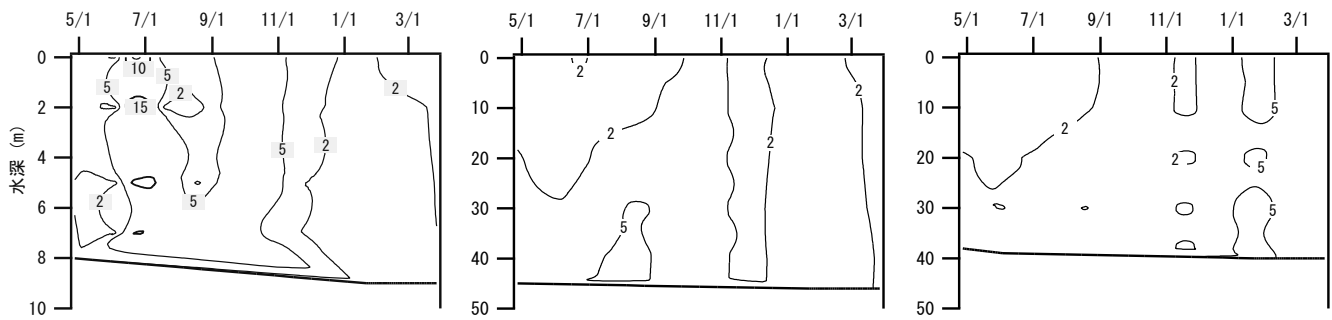


図4 DINの推移(μg-at/L、左: St. 1、中: St. 5、右: St. 8)

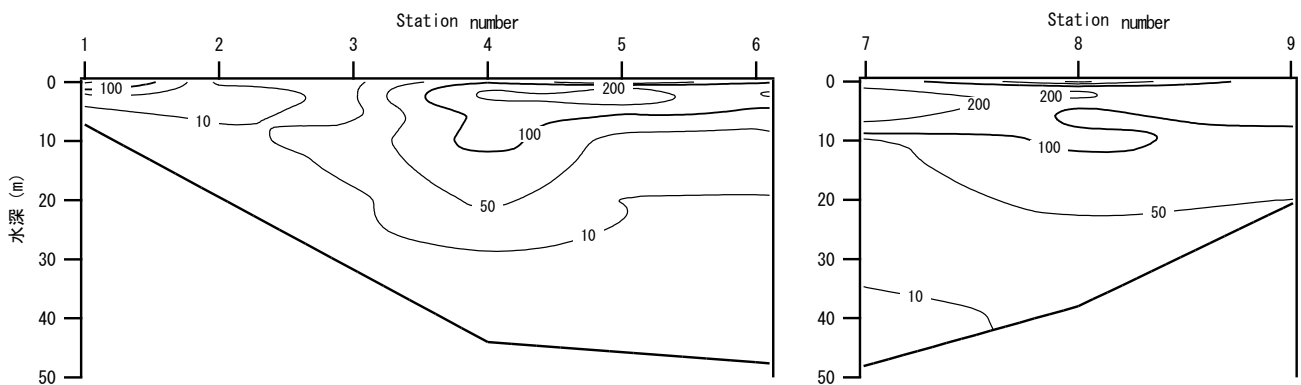


図5 7月20日における *C. antiqua* の鉛直分布図 (cells/ml)

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅲ (独法委託 平成18～22年度)

有害赤潮渦鞭毛藻コクロディニウム赤潮の
発生機構解明と予察・防除対策に関する研究

1 緒言

本研究は、1975年に八代海で最初に確認され、近年発生頻度、発生海域の拡大・増加が顕著であり、また、計55億円以上の漁業被害をもたらしている *Cochlodinium polykrikoides* について、本種の生態的特性を明らかにし、それに基づいた発生予察及び防除対策等の総合的な技術開発を目的とした。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 試験内容

ア 調査定点：12点 (図1)

・1回/月：8点 (St.1-8)

・1回/週：9点 (St.2-5、St.8-12)

イ 調査頻度：26回

・1回/月：12回 (4月-翌3月)

・1回/週：14回 (6月-9月)

ウ 調査項目：水温、塩分、栄養塩類 (DIN、PO₄-P、SiO₂-Si)

植物プランクトン種組成、有害種 細胞密度

エ 調査層：表層 (水面下0.5m)、2m層、5m層、10m層

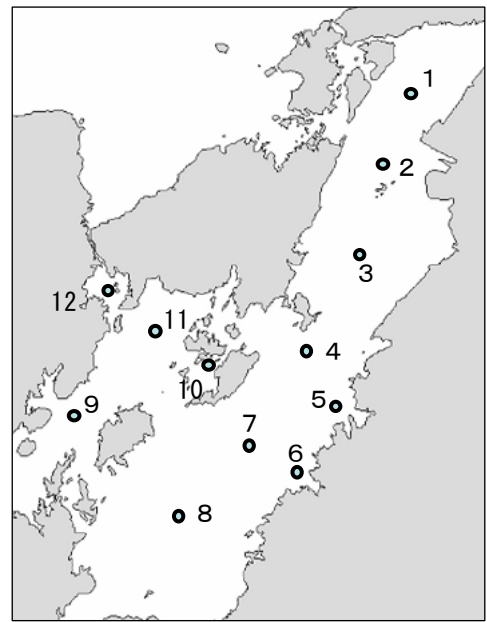


図1 調査定点図

3 結果及び考察

(1) *C.polykrikoides* の発生状況 (図2)

本調査の結果、6月上旬に2cells/mlの密度で初確認されたが、6月下旬から広範囲に長期間赤潮を形成した *Chattonella antiqua* 等の影響で、8月上旬まで顕著な増殖はみられなかった。8月中旬には八代海北部で増殖 (最高85cells/ml) が確認されたが、9月以降確認されなくなった。

(2) 海洋環境 (図3-5)

水温は7月から9月にかけて例年より高い値で、10月以降は概ね低い値で推移し、塩分は例年と同程度で推移した。DINについては、梅雨期のまとまった降雨に伴う河川水流入の影響で、八代海北部では10 $\mu\text{g-at/L}$ を上回る高い値が確認された。また、植物プランクトンの増減に強い影響を与える水温、塩分、DINの3項目からみると、平成22年度夏季は高水温、低塩分、低DINであり、概ね *C.polykrikoides* の増殖に適した環境であったと考えられた。

漁場環境モニタリング事業 I

(一部国庫交付金 昭和 39 年度～継続)

(浅海定線調査及び内湾調査)

1 緒言

この調査は、有明海及び八代海における海況を定期的に把握し、海況・漁況の長期変動を予測するための基礎資料を得ることを目的とした。

2 方法

- (1) 担当者 高日新也、梅本敬人、櫻田清成、増田雄二、園由香
 (2) 調査方法 調査内容及び実施状況は表 1、調査定点は図 1 のとおり。

表 1 浅海定線調査・内湾調査実施状況

調査月日		調査船及び観測点数	観測層 (m)	観測項目
	有明海			
4月	14～15日	12～13日	0	水温
5月	13～14日	11～12日	5	塩分
6月	10～11日	14～15日	10	透明度
7月	12～13日	14～15日	20	DO*
8月	12～13日	9～10日	30	COD*
9月	8～9日	14～15日	底層	(アルカ法)
10月	7～8日	5～6日	18点	栄養塩*
11月	8、10日	8～10日	八代海	総窒素・リン*
12月	6日	9～10日	20点	プランクトン**
1月	5日	17～18日		(沈殿量)
2月	1～2日	3～4日		(組成)
3月	3～4日	1～2日		Chl-a***

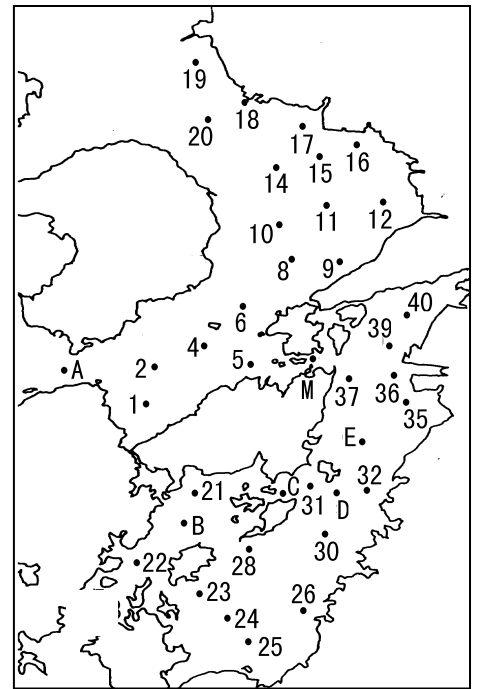


図 1 浅海定線・八代海定線調査定点

* 5m層のみ。 ** 5mの鉛直引き(有明海 11点、八代海 9点)。 *** 有明海の 0mのみ。

3 結果

図 2～9 に各調査項目の全地点平均を示した。また、平年値との比較を「偏差 (当該月観測値－平年値) ÷ δ (1974～2003 年度の各月標準偏差)」から算出し、図中に次の□～■で表示した (平年値は 1974～2003 年度に実施した各項目の月平均値を用いた。ただし、項目及び海域によって開始年度が異なる。)

□甚だ低め < -2.0 < ○かなり低め < -1.3 < △やや低め < -0.6 < ×平年並み < 0.6 < ▲やや高め < 1.3 < ●かなり高め < 2.0 < ■甚だ高め

- (1) 水温：有明海は 9 月～12 月にやや高め～かなり高め、2 月～3 月にやや低めで推移した (図 2-1)。
 八代海は 6 月及び 9 月～10 月にかなり高め、1 月～3 月にやや低めで推移した (図 2-2)。
 (2) 塩分：有明海は 1 年を通して平年並みで推移した (図 3-1)。八代海は 4 月、7 月～8 月及び 10 月にやや低めで推移した (図 3-2)。
 (3) 透明度：有明海は 9 月～11 月にやや高めで推移した (図 4-1)。八代海は 1 年を通して平年並みで推移した (図 4-2)。

- (4) DO: 有明海は6月及び2月～3月にやや高め、8月にやや低めで推移した(図5-1)。八代海は7月～8月にやや低め、5月及び1月～3月にやや高め～かなり高めで推移した(図5-2)。
- (5) COD: 有明海は9月にやや低めで推移した(図6-1)。八代海は9月及び3月にやや低めで推移した(図6-2)。
- (6) DIN: 有明海は6月、10月及び12月にやや低めで推移した(図7-1)。八代海は7月にやや高め、5月、11月～1月及び3月にやや低めで推移した(図7-2)。
- (7) PO₄-P: 有明海は9月及び2月にやや高めで推移した(図8-1)。八代海は9月にやや高め、4月、11月及び2月にやや低めで推移した(図8-2)。
- (8) SiO₂-Si: 有明海は7月及び8月がやや高め、5月～6月、10月～11月及び3月にやや低めで推移した(図9-1)。八代海は6月～8月にかなり高め～甚だ高め、9～10月及び1月がやや高め、4月及び2月はやや低めで推移した(図9-2)。

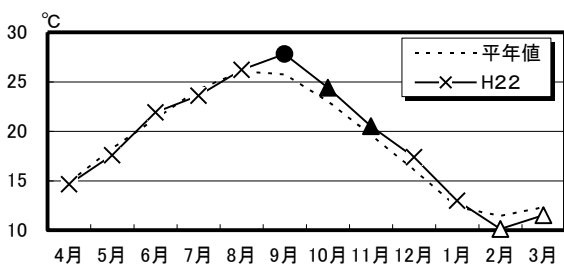


図2-1 水温の推移(有明海)

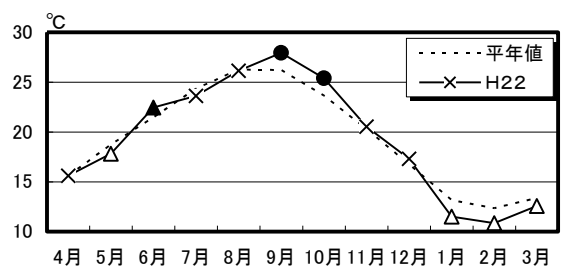


図2-2 水温の推移(八代海)

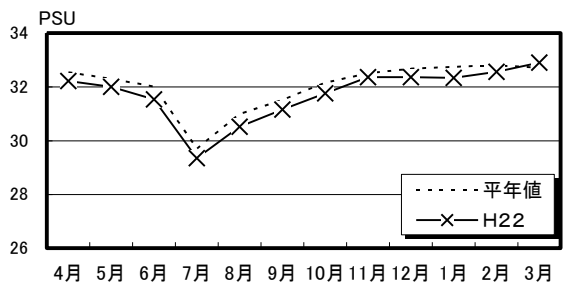


図3-1 塩分の推移(有明海)

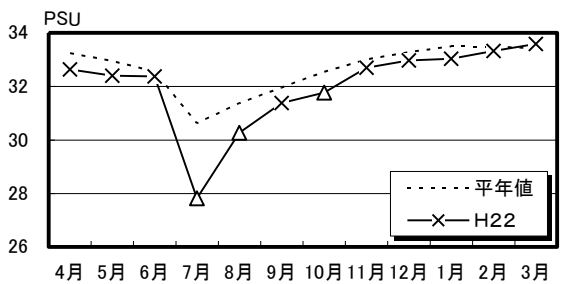


図3-2 塩分の推移(八代海)

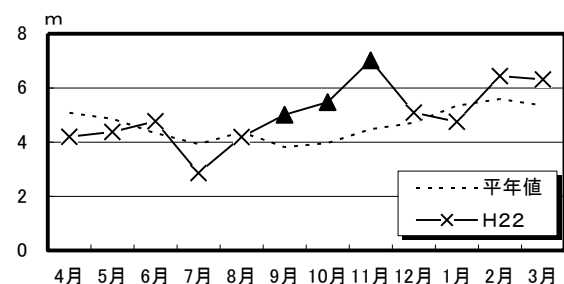


図4-1 透明度の推移(有明海)

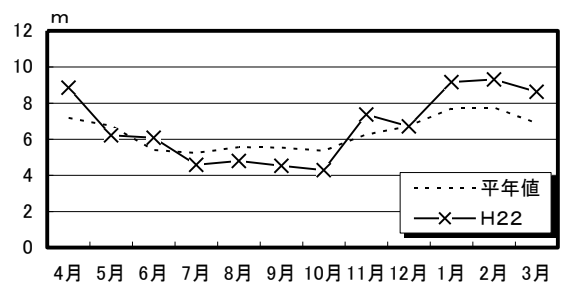


図4-2 透明度の推移(八代海)

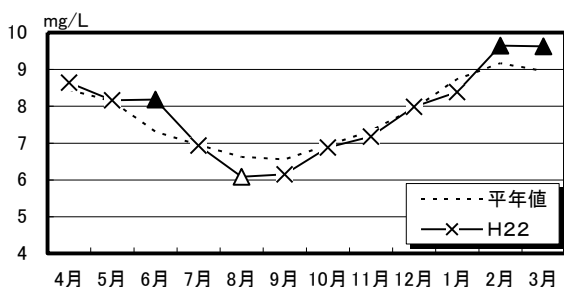


図5-1 DOの推移(有明海)

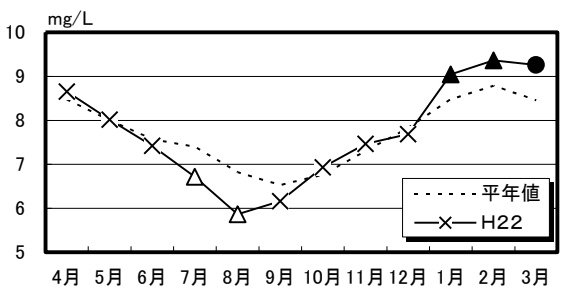


図5-2 DOの推移(八代海)

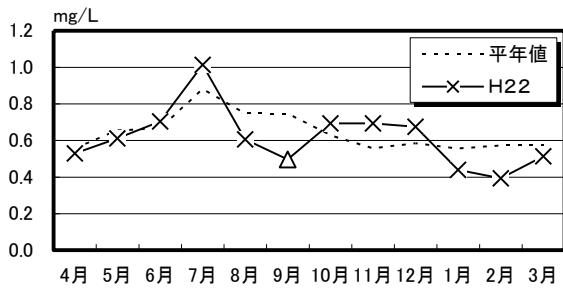


図6-1 CODの推移 (有明海)

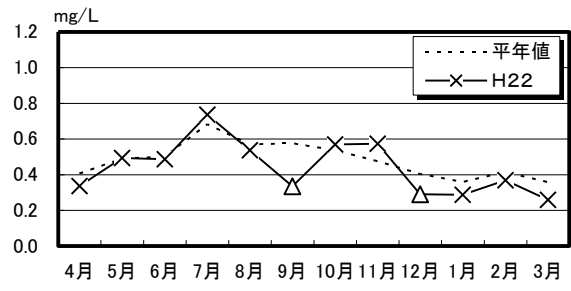


図6-2 CODの推移 (八代海)

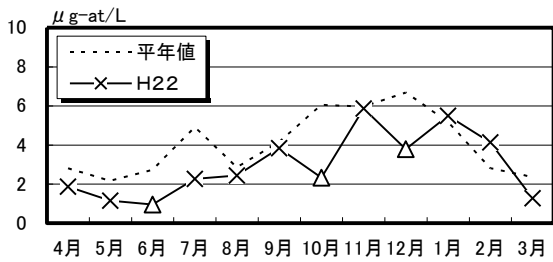


図7-1 DINの推移 (有明海)

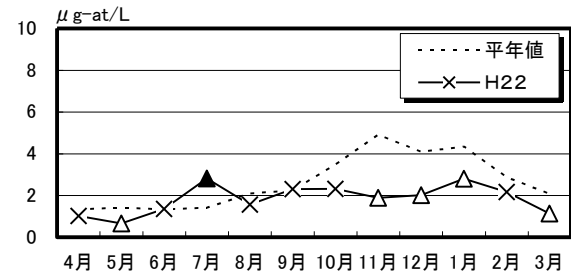


図7-2 DINの推移 (八代海)

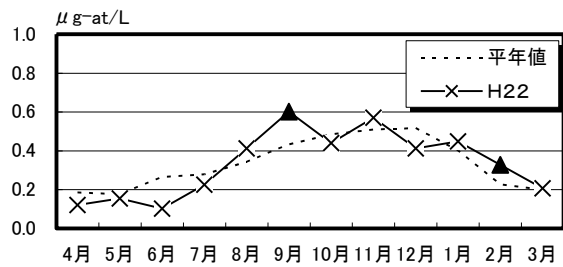


図8-1 PO₄-Pの推移 (有明海)

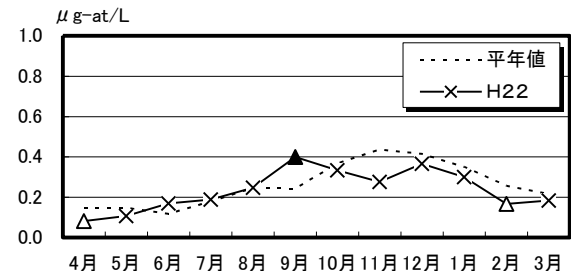


図8-2 PO₄-Pの推移 (八代海)

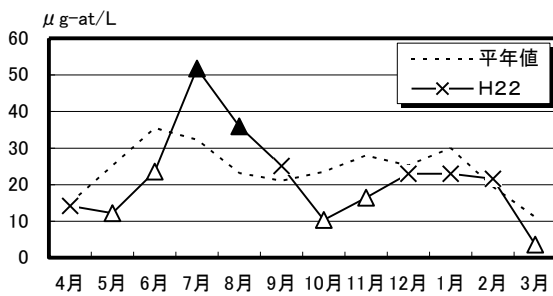


図9-1 SiO₂-Siの推移 (有明海)

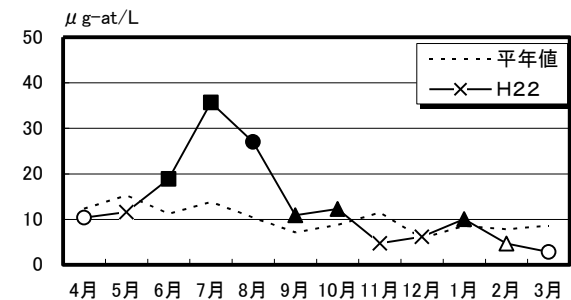


図9-2 SiO₂-Siの推移 (八代海)

漁場環境モニタリング事業Ⅱ

(国庫交付金・県単
昭和48～平成26年度)

(浦湾域の定期調査)

1 緒言

本調査は、養殖漁場及び環境変動の大きい浦湾域を調査し、漁業者へ情報提供を行うとともに、漁場環境の保全についての基礎資料を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 高日新也、梅本敬人、櫻田清成、増田雄二、園由香

(2) 調査定点及び時期

ア 調査定点：図1に示す18定点

イ 調査時期：5月、8月、11月、翌2月に各1回（原則小潮時に実施）

(3) 調査項目

ア 水質（水温、塩分、pH、DO、COD、SS、栄養塩類（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 T-N 、 T-P ）

イ 底質（硫化物、COD、強熱減量）

※採水は表層（水面下0.5m）、4m層、底層（海底上1m）、採泥は表層から2cmまでを分析。

(4) 分析方法

ア 水質・栄養塩：「海洋観測指針」気象庁編による。

イ その他項目：「新編水質汚濁調査指針」日本水産資源保護協会編による。

3 結果及び考察

(1) 水質（表1、付表1～4）

それぞれの項目で最高値を記録した定点は、透明度では御所浦4、DOでは亀浦2、CODでは福浦4、SS、 T-N 及び T-P では亀浦1、 DIN 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ では棚底2であった。また、最低値を記録した定点は、透明度では亀浦1、DOでは御所浦5、CODでは宮野河内2、SS、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 及び T-P では茂串2、 DIN では下浦5、 T-N では福浦4であった。

個別の調査結果としては、DOが5月の亀浦1（底層）、茂串1（底層）でそれぞれ5.2、5.4mg/L、8月の亀浦1（底層）、茂串1（底層）でそれぞれ4.1、5.4mg/Lを記録したが、いずれの点も4m層では5.7mg/Lを上回っており、熊本県魚類養殖基準（4m層において5.7mg/L以上）を満たした。

CODの最高値は5月の亀浦1（表層）における2.0mg/Lであり、水産用水基準の上限値（1.0mg/L）を上回った。

なお、2月の宮野河内、下浦、御所浦、棚底及び福浦において、測器故障のため、水温、塩分及びDOの項目を欠測した。

(2) 底質（表1、付表1～4）

それぞれの項目で最高値を記録した定点は、COD、強熱減量では亀浦1、硫化物では下浦12であった。逆に最低値を記録した定点は、CODでは御所浦6、硫化物では棚底1、強熱減量では棚底2であった。

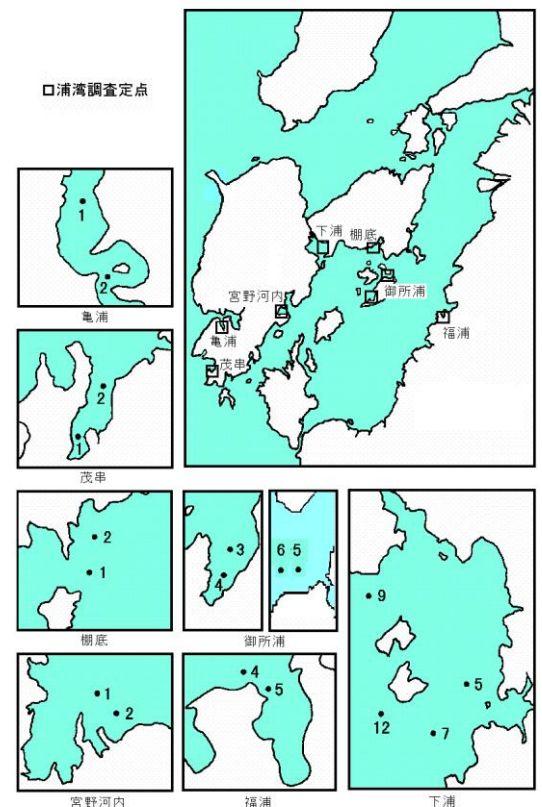


図1 調査定点

個別の調査結果としては、硫化物の最高値が11月の宮野河内2における0.51 mg/g 乾泥、最低値が5月の茂串2及び御所浦2におけるND（おおよそ0.002 mg/g 乾泥未満）であった。また、硫化物を熊本県魚類養殖基準（0.14mg/g 乾泥以下）と比較すると、茂串1・福浦4、5では4回の調査全てで、宮野河内2、下浦5、12、御所浦3においては4回中3回でこの基準を上回った。また、季節別平均でみると、最高値が8月の0.20mg/g 乾泥、最低値は5月の0.09mg/g 乾泥と季節変化が見られた。

CODは、最高値が11月の福浦5における29.8mg/g 乾泥、最低値は5月の御所浦2における5.0mg/g 乾泥であった。亀浦1・茂串1・下浦7・福浦5の4地点では4回の調査全てで水産用水基準値（20mg/g 乾泥以下）を上回った。

(3) DO、硫化物の推移について

平成3年度からのDOの推移を図2、硫化物の推移等を図3に示した。DOの各点平均値は夏季に6.0mg/L程度まで低くなることはあるものの、適合率はおおむね80%以上を維持していた。一方、硫化物の各点平均値は、平成7年頃高濃度となり、それ以降は改善されてきているが、依然として、熊本県魚類養殖基準を達成できない地点がみられる。

表1 各地点の水質・底質調査項目の4回平均結果

項目	水質										底質			基準適合度	
	透明度	DO	COD	SS	DIN	PO ₄ -P	T-N	T-P	COD	硫化物	強熱減量	DO	硫化物	適合率	適合率
地点	m	mg/L	mg/L	mg/L	μg-at/L	μg-at/L	μg-at/L	μg-at/L	mg/g乾泥	mg/g乾泥	mg/g乾泥	適合率	適合率		
亀浦	1	3.8	7.6	0.56	14.2	2.2	0.16	13.1	0.72	27.2	0.07	9.9	4/4	4/4	
亀浦	2	3.9	7.8	0.42	10.6	2.4	0.17	12.9	0.67	18.8	0.05	9.6	4/4	4/4	
茂串	1	6.8	7.3	0.54	9.6	2.3	0.13	11.5	0.54	25.3	0.19	9.5	4/4	0/4	
茂串	2	8.6	7.3	0.38	8.3	2.4	0.12	9.9	0.42	12.2	0.03	6.3	4/4	4/4	
宮野河内	1	8.8	7.5	0.37	9.5	2.3	0.21	9.8	0.50	20.0	0.15	9.1	4/4	2/4	
宮野河内	2	8.0	7.4	0.32	9.6	2.4	0.22	9.9	0.53	23.2	0.30	7.8	4/4	1/4	
下浦	5	5.9	7.5	0.48	10.8	1.6	0.19	9.8	0.58	23.2	0.27	9.1	4/4	1/4	
下浦	7	6.3	7.3	0.39	12.2	1.7	0.21	9.8	0.57	23.0	0.14	8.7	4/4	3/4	
下浦	9	5.2	7.5	0.53	10.5	1.6	0.23	11.1	0.67	19.2	0.12	7.5	4/4	2/4	
下浦	12	5.8	7.5	0.43	9.9	1.8	0.22	11.7	0.66	26.1	0.31	8.4	4/4	1/4	
御所浦	5	6.7	7.0	0.47	13.5	2.8	0.26	10.4	0.59	7.0	0.04	5.8	4/4	4/4	
御所浦	6	7.3	7.3	0.42	8.8	2.6	0.25	10.0	0.60	6.4	0.04	5.7	4/4	4/4	
御所浦	3	8.9	7.4	0.44	12.4	2.9	0.25	10.0	0.52	20.4	0.21	7.7	4/4	1/4	
御所浦	4	9.4	7.3	0.48	8.4	2.8	0.24	10.3	0.51	16.6	0.11	6.4	4/4	4/4	
棚底	1	6.9	7.4	0.40	12.1	2.6	0.25	10.3	0.59	8.1	0.02	6.0	4/4	4/4	
棚底	2	6.4	7.3	0.50	10.0	2.9	0.26	10.9	0.61	10.8	0.11	4.5	4/4	3/4	
福浦	4	6.7	7.2	0.57	9.7	2.1	0.22	9.7	0.55	22.7	0.23	8.0	4/4	0/4	
福浦	5	5.3	7.2	0.56	10.4	2.0	0.21	10.9	0.60	26.4	0.28	8.0	4/4	0/4	

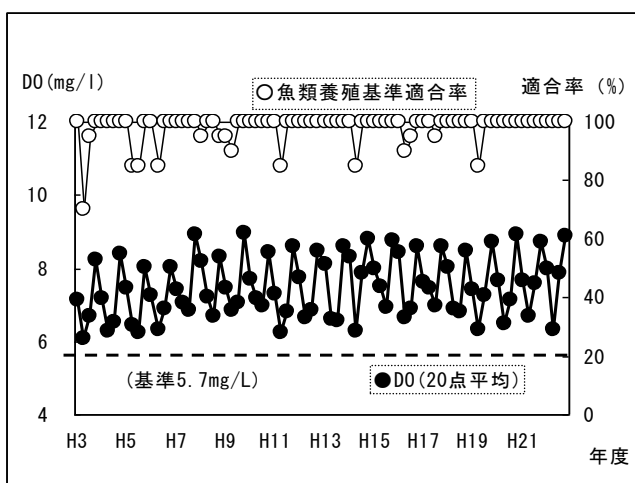


図2 DOと熊本県魚類養殖基準適合率の推移

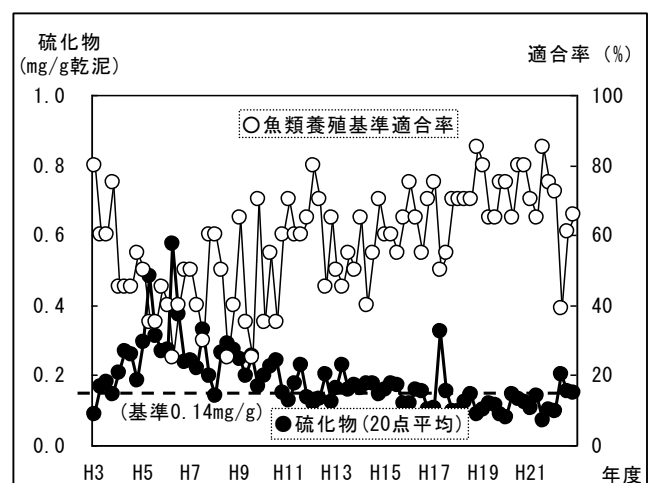


図3 硫化物と熊本県魚類養殖基準適合率の推移

付表1												
調査日		5/24		5/25		6/1		6/1				
場所		亀浦		茂串		宮野河内		下浦		下浦		
定点		1	2	1	2	1	2	5	7	9	12	
透明度(m)		1.0	0.5	5.3	4.2	6.0	6.5	6.5	6.5	5.5	6.3	
水質	水温(°C)	0.5	18.6	19.0	21.3	21.1	21.3	21.3	21.7	21.4	21.2	22.2
		4.0	21.3	20.3	21.1	21.3	20.6	20.5	20.8	20.7	20.9	20.7
		B-1	21.0	21.0	21.1	20.9	19.9	19.6	19.9	19.8	20.1	20.1
	塩分(%)	0.5	1.76	2.53	29.92	29.60	32.30	32.42	31.60	31.60	31.68	31.58
		4.0	30.23	28.35	31.31	31.33	32.45	32.43	31.71	31.80	31.68	31.80
		B-1	33.07	32.93	33.49	33.73	32.86	32.92	32.22	32.30	31.99	32.10
	D O (ppm)	0.5	9.17	8.88	7.04	6.71	8.39	8.28	8.58	8.42	8.61	8.45
		4.0	7.38	7.10	6.55	6.24	8.70	8.41	8.76	8.55	8.69	8.59
		B-1	5.19	6.98	5.39	6.18	7.48	7.08	7.15	6.98	7.68	7.62
	D O (%)	0.5	99.33	97.36	94.80	89.89	114.60	113.24	117.57	114.82	116.90	116.80
		4.0	99.53	93.04	88.66	84.87	117.42	113.34	118.20	115.18	117.47	115.72
		B-1	70.86	95.22	73.91	84.47	99.84	94.10	95.14	92.71	102.42	101.67
	C O D (ppm)	0.5	1.99	1.97	0.46	0.49	0.50	0.30	0.45	0.40	0.48	0.48
		4.0	0.64	0.34	0.44	0.46	0.42	0.48	0.43	0.43	0.48	0.54
		B-1	0.46	0.50	0.27	0.31	0.29	0.21	0.46	0.43	0.62	0.50
	S S (ppm)	0.50	11.0	14.2	9.8	9.8	12.8	12.2	29.2	7.4	10.2	17.6
		4.00	12.0	12.2	10.4	10.0	10.8	10.4	18.0	20.4	20.0	13.6
		B-1	13.0	12.8	11.8	14.0	10.2	11.2	8.8	28.6	9.2	15.4
	P04-P (μg-at/l)	0.50	0.76	0.72	0.32	0.30	0.08	0.10	0.08	0.08	0.09	0.13
		4.00	0.14	0.22	0.21	0.21	0.09	0.11	0.08	0.09	0.08	0.08
		B-1	0.41	0.25	0.22	0.17	0.22	0.29	0.22	0.26	0.19	0.16
	NH4-N (μg-at/l)	0.50	2.12	2.05	2.06	2.21	0.39	0.44	0.74	0.45	0.41	1.19
		4.00	2.16	1.95	1.85	1.82	0.43	0.36	0.83	0.44	0.45	0.88
		B-1	3.04	2.04	2.10	1.58	0.57	0.88	0.54	0.64	0.42	0.72
	NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.31	0.32	0.12	0.14	0.08	0.08	0.06	0.07	0.05	0.04
		4.00	0.10	0.10	0.13	0.13	0.08	0.06	0.08	0.05	0.04	0.04
		B-1	0.15	0.11	0.11	0.11	0.17	0.24	0.08	0.09	0.04	0.07
	NO3-N (μg-at/l)	0.50	8.28	8.27	3.95	4.12	0.04	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06
4.00		0.99	2.05	2.34	2.31	0.00	0.01	0.05	0.00	0.09	0.09	
B-1		0.77	0.55	0.58	0.54	0.68	1.17	0.04	0.19	0.05	0.08	
D I N (μg-at/l)	0.50	10.71	10.64	6.13	6.48	0.51	0.59	0.85	0.57	0.52	1.30	
	4.00	3.26	4.10	4.32	4.26	0.51	0.43	0.96	0.55	0.59	1.01	
	B-1	3.96	2.71	2.79	2.23	1.42	2.29	0.65	0.92	0.51	0.87	
底質	C O D (mg/g)	27.4	16.1	22.7	14.0	18.3	15.2	22.4	22.3	18.8	29.0	
	硫化物(mg/g)	0.03	0.02	0.18	0.00	0.07	0.17	0.07	0.11	0.14	0.25	
	I L (%)	9.8	9.4	10.3	7.0	9.7	6.6	9.3	8.8	6.9	8.3	

調査日		6/1				6/1		6/1	
場所		御所浦	御所浦	御所浦	御所浦	棚底	棚底	福浦	福浦
定点		1	2	3	4	1	2	4	5
透明度(m)		5.5	6.0	8.0	7.5	5.6	5.0	7.5	4.5
水温(°C)	0.5	20.0	20.0	21.3	21.3	20.9	21.0	20.0	19.9
	4.0	19.9	19.9	20.2	20.5	20.0	19.9	19.8	19.7
	B-1	19.6	19.6	19.5	19.6	19.6	19.5	19.6	19.6
塩分(%)	0.5	32.06	32.05	31.88	31.88	31.98	31.99	32.19	32.05
	4.0	32.16	32.22	31.98	31.99	32.24	32.05	32.43	32.50
	B-1	32.53	32.50	32.83	32.76	32.49	32.47	32.68	32.72
D O (ppm)	0.5	7.91	8.12	8.33	8.56	8.24	8.19	7.73	7.92
	4.0	7.75	7.88	8.67	8.64	8.15	8.15	7.72	7.46
	B-1	7.24	7.47	8.44	7.01	7.46	7.41	7.22	7.09
D O (%)	0.5	105.35	108.16	113.45	116.61	111.57	111.10	103.05	105.25
	4.0	103.05	104.84	115.78	116.14	108.60	108.28	102.61	99.09
	B-1	96.01	98.97	111.84	93.09	98.82	98.04	95.85	94.04
C O D (ppm)	0.5	0.83	0.53	0.45	0.53	0.40	0.43	0.30	0.38
	4.0	0.50	0.48	0.51	0.35	0.50	0.48	0.46	0.59
	B-1	0.26	0.32	0.32	0.32	0.38	0.24	0.38	0.46
S S (ppm)	0.50	10.8	8.8	9.6	7.0	8.2	9.4	10.8	10.6
	4.00	10.6	8.0	6.6	10.4	20.8	9.4	8.4	10.2
	B-1	40.0	8.2	10.8	11.4	11.0	11.6	11.4	13.8
P04-P (μg-at/l)	0.50	0.14	0.11	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.09
	4.00	0.20	0.15	0.08	0.09	0.15	0.11	0.13	0.13
	B-1	0.29	0.29	0.38	0.35	0.24	0.26	0.21	0.25
NH4-N (μg-at/l)	0.50	0.88	0.46	0.55	0.42	0.62	1.37	0.63	0.45
	4.00	1.27	0.46	0.52	0.45	0.48	1.47	0.52	0.61
	B-1	1.15	1.22	1.75	1.60	1.07	1.16	0.93	1.60
NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.09	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.09	0.07
	4.00	0.12	0.13	0.04	0.04	0.08	0.06	0.09	0.08
	B-1	0.27	0.29	0.32	0.30	0.24	0.23	0.20	0.20
NO3-N (μg-at/l)	0.50	0.26	0.11	0.05	0.15	0.08	0.12	0.25	0.23
	4.00	0.26	0.26	0.07	0.03	0.13	0.06	0.20	0.34
	B-1	0.94	0.88	1.33	1.27	0.87	0.91	0.71	0.71
D I N (μg-at/l)	0.50	1.23	0.64	0.64	0.61	0.74	1.54	0.97	0.75
	4.00	1.64	0.84	0.62	0.53	0.69	1.59	0.81	1.03
	B-1	2.37	2.38	3.40	3.17	2.17	2.30	1.84	2.52
底質	C O D (mg/g)	8.5	7.2	20.1	17.1	7.9	7.3	25.7	25.2
	硫化物(mg/g)	0.01	0.00	0.01	0.13	0.01	0.09	0.15	0.16
	I L (%)	6.1	6.1	8.2	6.6	5.8	3.7	8.1	7.3

付表2												
調査日		9/1		9/1		9/8		9/8				
場所		亀浦	亀浦	茂串	茂串	宮野河内	宮野河内	下浦	下浦	下浦		
定点		1	2	1	2	1	2	5	7	9		
透明度 (m)		4.5	4.0	6.0	6.0	5.0	4.8	4.0	5.0	3.1	4.0	
水質	水温 (°C)	0.5	30.9	30.2	30.3	29.9	27.9	27.9	28.8	28.3	28.4	28.6
		4.0	30.2	30.1	29.6	29.6	27.6	27.6	28.0	27.9	28.5	28.2
		B-1	30.0	29.9	29.3	28.4	27.4	27.3	27.4	27.5	27.5	27.5
	塩分 (%)	0.5	29.89	30.17	32.51	32.71	32.00	31.98	31.50	31.61	31.28	31.25
		4.0	32.02	31.94	32.69	32.70	32.09	32.08	31.66	31.86	31.47	31.58
		B-1	32.31	32.15	32.73	32.80	32.13	32.12	31.95	32.02	31.84	31.98
	D O (ppm)	0.5	8.03	8.08	6.76	6.60	6.87	6.90	6.62	6.31	6.30	6.41
		4.0	6.87	6.51	6.60	6.87	6.68	6.72	6.33	6.15	6.24	6.23
		B-1	4.13	5.76	5.36	5.92	6.32	6.07	6.06	6.03	5.85	6.01
	D O (%)	0.5	127.41	126.87	107.77	104.69	105.03	105.47	102.42	96.89	96.72	98.71
		4.0	108.95	103.17	104.08	108.44	101.67	102.27	96.75	93.95	96.06	95.49
		B-1	65.45	91.02	84.14	91.58	95.89	91.94	91.85	91.59	88.76	91.26
	C O D (ppm)	0.5	0.61	0.15	0.42	0.37	0.35	0.42	0.51	0.47	0.59	0.50
		4.0	0.77	0.59	0.21	0.29	0.29	0.29	0.24	0.16	0.48	0.50
		B-1	0.67	0.48	0.53	0.04	0.21	0.15	0.23	0.15	0.47	0.34
	S S (ppm)	0.50	10.8	10.8	6.4	4.0	7.4	7.4	8.4	9.2	6.2	5.0
		4.00	13.2	6.4	7.8	2.4	7.2	7.8	8.6	6.0	7.2	4.2
		B-1	18.4	6.2	3.0	7.0	7.4	10.4	3.6	6.4	8.6	6.8
	P04-P (μg-at/l)	0.50	0.00	0.00	0.01	0.00	0.18	0.17	0.25	0.28	0.45	0.38
		4.00	0.04	0.05	0.01	0.00	0.34	0.30	0.47	0.45	0.42	0.46
		B-1	0.12	0.06	0.16	0.14	0.40	0.41	0.52	0.46	0.68	0.42
	NH4-N (μg-at/l)	0.50	0.28	0.23	0.41	0.33	0.32	0.26	0.36	0.31	1.43	0.71
		4.00	0.47	0.35	0.26	0.23	1.00	0.63	1.99	1.80	1.19	1.90
		B-1	0.29	0.26	1.72	1.06	1.23	1.26	2.03	1.72	3.02	1.32
	NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.03	0.03	0.03	0.05	0.07	0.06	0.07	0.10	0.17	0.16
		4.00	0.04	0.05	0.03	0.05	0.64	0.55	0.49	0.61	0.24	0.40
		B-1	0.04	0.05	0.14	0.22	0.78	0.78	0.95	0.86	0.86	0.78
	NO3-N (μg-at/l)	0.50	0.14	0.13	0.17	0.16	0.26	0.30	0.24	0.34	1.06	0.89
		4.00	0.15	0.18	0.15	0.13	2.25	1.85	1.44	0.00	0.90	1.26
		B-1	0.17	0.17	0.70	0.87	2.56	2.45	2.43	2.41	2.03	2.39
	D I N (μg-at/l)	0.50	0.46	0.39	0.61	0.53	0.65	0.62	0.67	0.75	2.67	1.76
		4.00	0.67	0.58	0.45	0.41	3.89	3.03	3.92	4.12	2.32	3.57
		B-1	0.50	0.48	2.57	2.15	4.57	4.49	5.41	4.99	5.91	4.49
	底質	C O D (mg/g)	27.3	21.3	25.4	11.9	20.4	25.1	24.5	25.2	18.8	29.1
		硫化物 (mg/g)	0.03	0.09	0.20	0.03	0.25	0.38	0.35	0.28	0.19	0.39
		I L (%)	9.6	9.2	8.8	5.8	8.9	7.7	8.4	8.2	6.6	8.2

付表2										
調査日		9/9				9/9		9/9		
場所		御所浦	御所浦	御所浦	御所浦	棚底	棚底	福浦	福浦	
定点		1	2	3	4	1	2	4	5	
透明度 (m)		5.0	5.5	7.0	8.0	4.3	4.2	4.5	4.8	
水質	水温 (°C)	0.5	27.3	27.2	28.2	28.1	27.8	27.9	27.7	27.8
		4.0	27.2	27.3	27.6	27.6	27.5	27.6	27.6	27.5
		B-1	27.2	27.4	27.2	27.2	27.4	27.4	27.5	27.5
	塩分 (%)	0.5	31.68	31.67	31.70	31.74	31.61	31.63	31.44	31.40
		4.0	31.68	31.67	31.76	31.75	31.71	31.70	31.45	31.44
		B-1	31.68	31.75	32.04	32.01	31.74	31.72	31.52	31.52
	D O (ppm)	0.5	6.03	5.97	6.19	6.09	6.23	6.13	6.24	6.13
		4.0	5.87	5.82	6.16	6.09	6.12	6.03	6.16	6.12
		B-1	5.73	5.84	6.04	6.02	6.01	5.96	6.11	6.08
	D O (%)	0.5	91.11	90.05	94.94	93.27	94.88	93.52	94.78	93.25
		4.0	88.54	87.93	93.58	92.51	92.79	91.57	93.42	92.65
		B-1	86.43	88.42	91.29	90.98	90.99	90.22	92.54	92.09
	C O D (ppm)	0.5	0.56	0.67	0.70	0.62	0.77	0.74	0.73	0.82
		4.0	0.72	0.56	0.67	0.58	0.54	0.86	0.73	0.71
		B-1	0.70	0.58	0.50	0.56	0.56	0.81	0.70	0.66
	S S (ppm)	0.50	6.2	8.8	6.0	6.6	12.2	11.4	5.6	4.2
		4.00	9.0	8.2	6.6	7.2	12.4	7.4	6.0	6.0
		B-1	9.8	11.4	7.4	8.4	12.0	10.4	7.6	5.4
	P04-P (μg-at/l)	0.50	0.46	0.43	0.39	0.38	0.42	0.48	0.30	0.30
		4.00	0.48	0.45	0.39	0.39	0.47	0.48	0.31	0.35
		B-1	0.47	0.46	0.45	0.40	0.46	0.46	0.31	0.31
	NH4-N (μg-at/l)	0.50	0.93	0.59	1.31	1.04	1.33	1.74	0.52	0.69
		4.00	0.89	0.63	1.10	1.14	1.23	1.45	0.55	1.30
		B-1	0.76	1.15	2.03	1.25	1.38	1.85	0.83	1.18
	NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.94	0.89	0.55	0.56	0.77	0.76	0.29	0.28
		4.00	0.98	0.94	0.72	0.72	0.90	0.88	0.30	0.32
		B-1	1.06	0.98	0.90	0.91	0.96	0.96	0.36	0.31
	NO3-N (μg-at/l)	0.50	3.41	3.49	2.90	2.77	2.42	2.74	0.77	0.68
		4.00	3.64	3.56	2.23	2.20	2.79	2.86	0.71	0.89
		B-1	3.87	3.33	2.70	2.54	2.96	3.08	0.89	0.89
	D I N (μg-at/l)	0.50	5.28	4.97	4.76	4.38	4.51	5.24	1.59	1.65
		4.00	5.51	5.12	4.04	4.06	4.93	5.19	1.56	2.51
		B-1	5.68	5.46	5.63	4.71	5.29	5.90	2.08	2.39
	底質	C O D (mg/g)	6.4	5.0	21.1	13.5	8.3	9.4	17.2	26.7
		硫化物 (mg/g)	0.10	0.03	0.30	0.09	0.03	0.18	0.26	0.44
		I L (%)	5.3	4.9	8.4	5.7	6.5	5.2	7.5	8.6

付表3											
調査日		11/29		11/18		11/18		11/18			
場所		亀浦	亀浦	茂串	茂串	宮野河内	宮野河内	下浦	下浦	下浦	
定点		1	2	1	2	1	2	5	7	9	
透明度 (m)		3.5	4.7	7.2	12.0	11.3	9.0	6.0	6.5	6.3	
水質	水温 (°C)	0.5	17.6	18.4	20.9	20.9	20.9	19.8	20.0	19.5	
		4.0	17.5	18.3	20.8	20.9	20.9	19.8	20.0	19.4	
		B-1	16.8	17.9	20.7	20.8	20.5	20.7	19.5	19.8	19.8
	塩分 (%)	0.5	33.85	33.85	34.22	34.22	33.60	33.60	33.25	33.24	33.24
		4.0	33.85	33.85	34.24	34.24	33.60	33.61	33.25	33.24	33.25
		B-1	33.85	33.85	34.23	34.21	33.60	33.60	33.27	36.26	33.25
	D O (ppm)	0.5	8.00	7.85	7.61	7.60	7.84	7.97	7.84	7.87	8.21
		4.0	7.86	7.68	7.71	7.57	7.84	7.84	7.93	7.97	8.21
		B-1	7.87	7.68	7.66	7.60	7.73	7.69	7.90	7.81	8.15
	D O (%)	0.5	102.84	102.53	104.36	104.26	107.09	108.90	104.76	105.55	109.08
		4.0	100.98	100.23	105.62	103.87	107.07	107.13	105.96	106.89	108.89
		B-1	99.65	99.30	104.64	104.09	104.91	104.69	104.98	106.43	107.75
	C O D (ppm)	0.5	0.16	0.22	0.61	0.54	0.64	0.48	1.07	0.82	0.85
		4.0	0.16	0.22	0.61	0.54	0.64	0.48	1.07	0.82	0.85
		B-1	0.38	0.19	0.58	0.51	0.51	0.61	0.69	0.43	0.88
	S S (ppm)	0.50	10.8	11.2	12.8	11.4	6.0	7.2	6.6	11.6	10.6
		4.00	11.2	10.0	11.8	11.2	10.4	7.6	7.0	12.0	10.6
		B-1	35.4	12.0	14.2	12.0	7.6	8.0	7.6	10.0	11.2
	P04-P (μg-at/l)	0.50	0.09	0.13	0.05	0.06	0.18	0.18	0.14	0.15	0.15
		4.00	0.12	0.12	0.06	0.05	0.13	0.16	0.13	0.13	0.16
		B-1	0.11	0.12	0.06	0.05	0.11	0.15	0.15	0.18	0.20
	NH4-N (μg-at/l)	0.50	0.68	1.24	0.96	0.81	1.28	1.30	0.93	1.12	0.70
		4.00	0.90	0.72	0.72	0.80	1.19	1.37	0.78	0.78	1.07
		B-1	0.76	0.70	1.12	0.70	0.80	1.08	0.71	1.06	0.77
	NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.04	0.12	0.08	0.11	0.12	0.14	0.04	0.07	0.03
		4.00	0.04	0.10	0.06	0.10	0.10	0.15	0.03	0.04	0.04
		B-1	0.04	0.08	0.08	0.08	0.06	0.11	0.05	0.06	0.06
	NO3-N (μg-at/l)	0.50	0.06	0.44	0.38	0.22	0.49	0.62	0.21	0.38	0.32
		4.00	0.18	0.24	0.22	0.23	0.45	0.68	0.18	0.00	0.21
		B-1	0.17	0.19	0.29	0.30	0.31	0.47	0.17	0.34	0.29
	D I N (μg-at/l)	0.50	0.78	1.80	1.41	1.14	1.89	2.06	1.17	1.57	1.04
		4.00	1.11	1.05	1.00	1.13	1.74	2.20	0.99	1.01	1.32
		B-1	0.98	0.96	1.48	1.08	1.17	1.67	0.92	1.46	1.12
	底質	C O D (mg/g)	28.8	15.6	28.7	14.3	20.6	28.0	26.8	22.7	21.7
		硫化物 (mg/g)	0.13	0.04	0.15	0.05	0.19	0.51	0.31	0.08	0.09
		I L (%)	10.2	9.8	9.6	7.4	9.0	8.5	9.4	9.1	9.2

付表3										
調査日		11/19				11/19		11/19		
場所		御所浦	御所浦	御所浦	御所浦	棚底	棚底	福浦	福浦	
定点		1	2	3	4	1	2	4	5	
透明度 (m)		6.8	6.5	8.5	9.0	7.5	6.5	4.8	5.0	
水質	水温 (°C)	0.5	20.2	20.2	20.6	20.6	20.2	20.2	19.0	18.9
		4.0	20.2	20.2	20.6	20.6	20.2	20.2	19.0	18.9
		B-1	20.3	20.3	20.5	20.5	20.2	20.2	18.9	18.8
	塩分 (%)	0.5	33.07	33.09	33.24	33.30	33.14	33.09	32.69	32.72
		4.0	33.07	33.10	33.28	33.32	33.15	33.15	32.69	32.70
		B-1	33.17	33.16	33.33	33.35	33.15	33.15	32.71	32.72
	D O (ppm)	0.5	7.71	8.25	7.82	7.81	8.26	7.90	7.90	8.14
		4.0	7.59	8.18	7.57	7.71	8.21	7.75	7.72	8.12
		B-1	7.42	7.96	7.39	7.65	8.01	7.75	7.59	7.96
	D O (%)	0.5	103.68	110.95	106.04	105.95	111.12	106.25	103.64	106.61
		4.0	102.07	110.02	102.68	104.60	110.46	104.27	101.28	106.34
		B-1	100.02	107.30	100.08	103.61	107.76	104.27	99.40	104.06
	C O D (ppm)	0.5	0.45	0.46	0.48	0.62	0.40	0.50	1.25	0.62
		4.0	0.45	0.46	0.48	0.62	0.40	0.50	1.25	0.62
		B-1	0.51	0.38	0.43	0.62	0.51	0.59	0.58	0.67
	S S (ppm)	0.50	8.0	8.6	26.0	8.6	12.4	10.8	9.0	5.0
		4.00	8.0	7.8	25.8	8.8	11.8	8.4	7.6	6.0
		B-1	26.6	7.4	27.0	8.0	9.2	8.0	8.8	2.2
	P04-P (μg-at/l)	0.50	0.12	0.12	0.14	0.12	0.17	0.19	0.11	0.15
		4.00	0.11	0.12	0.13	0.13	0.19	0.21	0.15	0.16
		B-1	0.18	0.20	0.14	0.12	0.17	0.20	0.14	0.14
	NH4-N (μg-at/l)	0.50	0.76	0.85	0.85	0.80	1.03	1.20	0.66	0.79
		4.00	0.77	0.75	0.86	0.71	0.99	1.33	0.73	0.68
		B-1	0.96	0.96	0.76	0.54	0.92	0.98	0.82	0.89
	NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.06	0.05	0.08	0.06	0.06	0.07	0.04	0.04
		4.00	0.06	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08	0.05	0.04
		B-1	0.08	0.08	0.06	0.06	0.08	0.08	0.04	0.03
	NO3-N (μg-at/l)	0.50	0.23	0.23	0.34	0.22	0.37	0.31	0.17	0.21
		4.00	0.21	0.23	0.30	0.21	0.35	0.33	0.18	0.17
		B-1	0.32	0.35	0.27	0.24	0.31	0.36	0.19	0.17
	D I N (μg-at/l)	0.50	1.04	1.13	1.27	1.08	1.45	1.58	0.86	1.03
		4.00	1.04	1.05	1.25	1.00	1.42	1.74	0.96	0.89
		B-1	1.36	1.39	1.08	0.84	1.31	1.41	1.04	1.10
	底質	C O D (mg/g)	6.9	7.1	18.6	18.2	9.3	18.1	25.7	29.8
		硫化物 (mg/g)	0.01	0.13	0.22	0.11	0.03	0.11	0.21	0.29
		I L (%)	6.0	5.9	7.2	6.4	5.7	4.3	7.1	7.8

付表4 (測器故障のため一部欠測)

調査日		2/23		2/22		2/23		2/23				
場所		亀浦	亀浦	茂串	茂串	宮野河内	宮野河内	下浦	下浦	下浦	下浦	
定点		1	2	1	2	1	2	5	7	9	12	
透明度 (m)		6.2	6.5	8.7	12.0	13.0	11.5	7.0	7.0	6.0	6.5	
水質	水温 (°C)	0.5	13.9	14.3	15.0	15.3	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		4.0	13.9	14.2	15.0	15.3	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		B-1	13.9	14.1	14.9	15.1	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	塩分 (%)	0.5	34.43	34.50	34.61	34.57	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		4.0	34.44	34.51	34.62	34.63	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		B-1	34.45	34.48	34.62	34.64	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	D O (ppm)	0.5	9.06	8.81	9.17	8.80	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		4.0	9.02	8.80	8.91	8.72	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		B-1	8.95	8.89	8.99	8.56	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	D O (%)	0.5	108.69	106.54	112.61	108.62	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		4.0	108.12	106.21	109.35	107.70	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		B-1	107.29	107.05	110.17	105.35	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	C O D (ppm)	0.5	0.29	0.05	1.41	0.25	0.28	0.17	0.13	0.31	0.21	0.09
		4.0	0.26	0.12	0.61	0.36	0.15	0.05	0.28	0.17	0.17	0.23
		B-1	0.33	0.17	0.36	0.43	0.21	0.20	0.20	0.15	0.28	0.12
	S S (ppm)	0.50	9.6	10.2	7.6	6.4	11.0	11.2	10.2	12.6	10.6	10.6
		4.00	10.6	10.0	9.2	3.6	11.2	11.0	9.4	10.8	11.2	10.8
		B-1	14.0	11.0	10.4	7.6	11.4	10.4	12.4	11.0	10.8	11.6
	P04-P (μg-at/l)	0.50	0.04	0.11	0.15	0.15	0.24	0.24	0.08	0.13	0.09	0.10
		4.00	0.06	0.18	0.13	0.21	0.25	0.25	0.07	0.12	0.10	0.12
		B-1	0.07	0.09	0.14	0.14	0.27	0.26	0.10	0.15	0.10	0.15
	NH4-N (μg-at/l)	0.50	1.14	0.69	1.03	0.86	0.94	0.98	0.82	0.82	1.02	1.00
		4.00	0.84	0.73	0.87	0.95	0.91	0.93	0.83	0.70	0.62	1.01
		B-1	0.65	0.94	0.89	1.24	1.05	0.89	0.60	0.88	0.77	0.93
	NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.10	0.10	0.11	0.15	0.14	0.16	0.06	0.09	0.08	0.08
		4.00	0.05	0.08	0.10	0.15	0.15	0.16	0.06	0.07	0.05	0.06
		B-1	0.07	0.11	0.10	0.15	0.15	0.16	0.04	0.11	0.05	0.06
	NO3-N (μg-at/l)	0.50	0.52	0.98	1.20	1.96	2.68	2.71	0.32	0.53	0.31	0.36
4.00		0.29	1.16	1.05	1.96	2.68	2.73	0.27	0.00	0.24	0.41	
B-1		0.35	0.76	1.08	2.08	2.81	2.72	0.24	0.96	0.26	0.46	
D I N (μg-at/l)	0.50	1.75	1.76	2.34	2.97	3.76	3.84	1.19	1.43	1.41	1.44	
	4.00	1.18	1.98	2.02	3.06	3.74	3.82	1.17	1.31	0.91	1.48	
	B-1	1.08	1.80	2.07	3.47	4.01	3.77	0.88	1.95	1.08	1.44	
底質	C O D (mg/g)	25.2	21.9	24.3	8.8	20.8	24.4	19.2	22.0	17.4	27.5	
	硫化物 (mg/g)	0.11	0.03	0.21	0.02	0.12	0.13	0.34	0.10	0.06	0.48	
	I L (%)	9.8	10.1	9.2	5.1	8.9	8.3	9.1	8.9	7.3	9.6	

調査日		2/22				2/22		2/22	
場所		御所浦	御所浦	御所浦	御所浦	棚底	棚底	福浦	福浦
定点		1	2	3	4	1	2	4	5
透明度 (m)		9.5	11.0	12.0	13.0	10.0	10.0	10.0	7.0
水質	水温 (°C)	0.5	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		4.0	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
		B-1	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
塩分 (%)	0.5	33.78	33.84	34.07	34.06	33.83	33.76	33.86	33.72
	4.0	33.76	33.81	34.07	34.06	33.82	33.76	33.86	33.76
	B-1	33.82	33.83	34.08	34.06	33.79	33.76	33.87	33.79
D O (ppm)	0.5	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	4.0	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	B-1	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
D O (%)	0.5	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	4.0	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
	B-1	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
C O D (ppm)	0.5	0.22	0.22	0.09	0.22	0.03	0.35	0.16	0.43
	4.0	0.38	0.25	0.35	0.36	-0.02	0.22	0.06	0.49
	B-1	0.09	0.14	0.24	0.32	0.32	0.33	0.22	0.22
S S (ppm)	0.50	12.4	11.0	5.6	7.2	11.0	11.0	7.6	10.0
	4.00	9.4	11.0	11.8	9.2	11.4	10.6	5.0	39.2
	B-1	10.8	5.8	5.8	9.6	12.4	11.4	28.0	11.8
P04-P (μg-at/l)	0.50	0.20	0.21	0.26	0.26	0.21	0.23	0.28	0.20
	4.00	0.21	0.22	0.26	0.28	0.21	0.23	0.27	0.22
	B-1	0.23	0.21	0.27	0.28	0.21	0.20	0.27	0.27
NH4-N (μg-at/l)	0.50	1.16	1.21	1.06	1.26	1.30	1.40	1.85	1.17
	4.00	1.11	0.99	1.10	1.34	0.93	1.36	1.54	1.38
	B-1	1.22	1.07	1.01	1.22	1.32	1.02	1.81	1.88
NO2-N (μg-at/l)	0.50	0.12	0.11	0.13	0.13	0.11	0.09	0.13	0.09
	4.00	0.10	0.11	0.13	0.15	0.10	0.10	0.12	0.10
	B-1	0.12	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.14
NO3-N (μg-at/l)	0.50	1.55	1.57	2.80	2.86	1.77	1.52	2.49	1.36
	4.00	1.43	1.66	2.78	2.88	1.67	1.53	2.43	1.72
	B-1	1.71	1.69	2.82	3.03	1.72	1.62	2.47	2.15
D I N (μg-at/l)	0.50	2.83	2.89	3.98	4.26	3.17	3.02	4.46	2.63
	4.00	2.64	2.75	4.01	4.37	2.69	2.99	4.08	3.20
	B-1	3.05	2.87	3.96	4.37	3.16	2.76	4.41	4.17
底質	C O D (mg/g)	6.4	6.1	21.7	17.9	7.1	8.3	22.3	23.8
	硫化物 (mg/g)	0.03	0.02	0.30	0.13	0.02	0.05	0.31	0.25
	I L (%)	6.0	5.9	7.1	6.9	5.9	4.8	9.2	8.5

重要貝類毒化対策事業（^{県 単}平成20年度～22年度）

1 緒言

本試験は貝毒による食中毒を防止するため、貝毒原因プランクトンの駆除法の確立に向けた知見を得ることを目的とする。

2 方法

(1) 担当者 高日新也、梅本敬人、櫻田清成、園由香

(2) 試験内容

ア 供試生物：*Alexandrium catenella*（培養株）

イ 供試物質：入来モンモリ

ウ 試験区：0、300、1,000、3,000、10,000 mg/L

エ 試験密度：1,820～3,400 cells/ml

オ 試験水温：15℃、25℃

カ 試験方法：① *A. catenella* の培養株を各試験区の50ml試験管に適量分注

②ろ過海水に懸濁させた入来モンモリを設定濃度となるよう①の各試験管に分注

③攪拌直後に *A. catenella* の細胞密度を計測

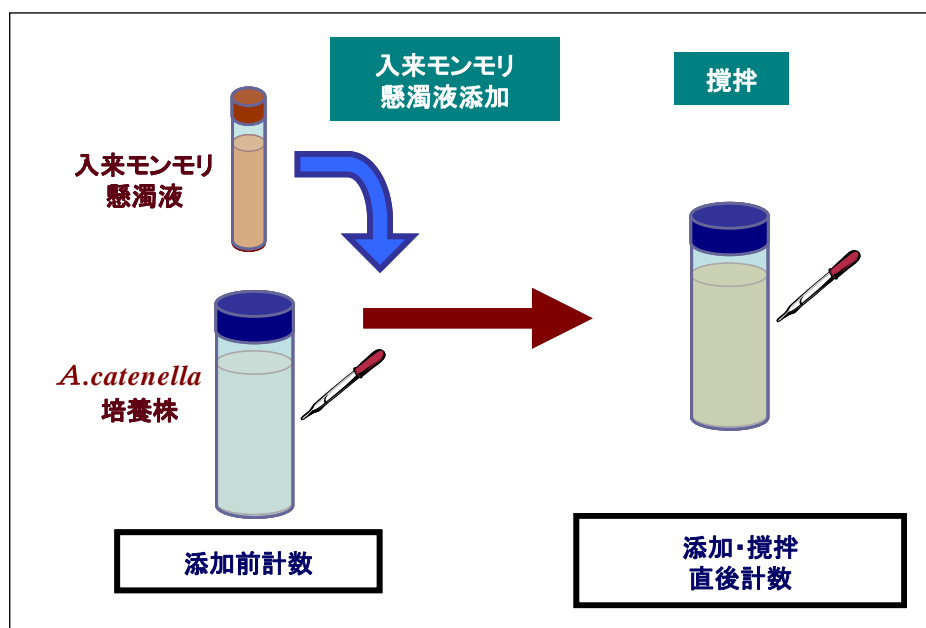


図1 入来モンモリ暴露試験概要

3 結果及び考察

入来モンモリ暴露後の *A. catenella* の生残率を図2に示した。

水温15℃における300mg/Lでの生残率は68.2%、1,000mg/Lでは52.5%、3,000mg/Lでは15.0%であり、水温25℃における1000mg/Lでの生残率は90.0%、3,000mg/Lでは56.4%、10,000mg/Lでは8.4%であった。LC50はそれぞれ750mg/L、3,250mg/Lと推定され、水温15℃で

の推定値は水温25℃と比較して4倍以上高い値となった。

このことは、水温によって入来モンモリの駆除効果に差があることを示しており、高水温時の駆除にはより高濃度の入来モンモリ散布が必要となることが示唆された。

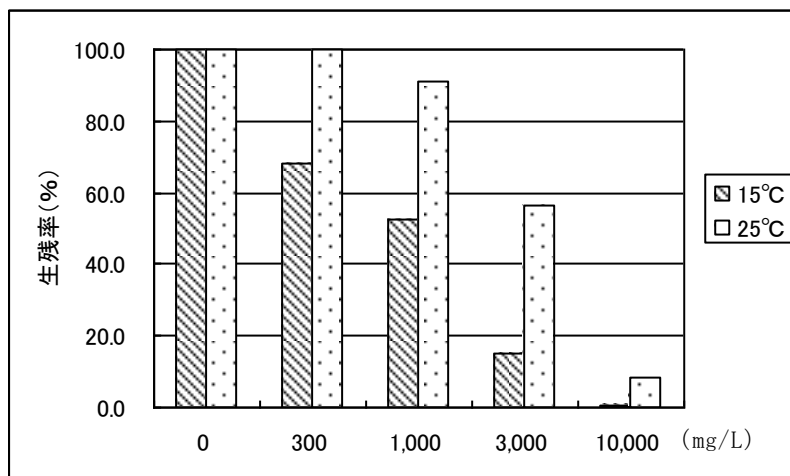


図2 水温別 *A.catenella* の生残率 (%)

赤潮対策事業 I (令達 平成7年度～継続)

(珪藻精密調査)

1 緒言

本調査では、ノリ養殖に色落ち被害を及ぼす珪藻類と渦鞭毛藻類の発生条件を明らかにするとともに、冬季の赤潮発生予察技術の確立のための基礎資料を得ることを目的とし、現場海域における植物プランクトンの発生状況や海洋環境を定期的に観測した。

2 方法

(1) 担当者 高日新也、梅本敬人、櫻田清成、増田雄二

(2) 調査内容

ア 調査定点：有明海3点、八代海3点 (図1)

イ 観測頻度：2回/月 (12回、9月～翌3月)

ウ 観測項目：水温、塩分、pH、D₀、Chl-a、透明度、
栄養塩 (DIN、PO₄-P、SiO₂-Si)、
プランクトン (沈殿量、種組成)

エ 観測層：表層 (水面下0.5m)、5m層、底層 (海底上1m)



図1 調査定点

3 結果及び考察

(1) 植物プランクトンの発生状況 (図2)

○有明海 10月下旬に*Skeletonema* spp. が増殖し、最大で15,000cells/ml (10月21日) の細胞密度が確認された。11月以降、2月中旬までは植物プランクトンは低密度で推移したが、2月下旬に*Eucampia zodiacus*の増殖が確認された。

○八代海 11月上旬に*Rhizosolenia imbricata*が増殖し、最大で283cells/ml (11月1日) の細胞密度が確認された。以降、1月上旬まで密度の高い状態が継続した。

R. imbricata は、平成12年度冬期に有明海で大発生し、大規模なノリの色落ち被害を引き起こした種で、八代海においては通常12～2月に低密度で確認されるが、10月に小型珪藻の出現が少なかったことや、本種の増殖に適した高塩分状態が長期間継続したことにより、高い密度が維持され続けたと考えられた。

(2) 海洋環境 (図3-5)

○有明海 表層水温については、9月から10月にかけて平年 (平成13-21年度の平均) より高い値で推移し、12月に平年を下回った。また、表層塩分は概ね30psu前後と平年に近い値で推移した。表層DINについては、植物プランクトンの増減に伴い変動するが、珪藻類が増殖した2月以降は減少して平年値を下回った。

○八代海 表層水温については、10月下旬に平年値 (平成18-21年度の平均) を下回ったほか、概ね平年に近い値で推移した。また、表層塩分は概ね30psuを上回り、平年に近い値で推移した。表層DINについては、11月以降 *R. imbricata* の増殖等の影響により低い値で推移し、養殖ノリの色調の保持に必要とされる7.0 μg-at/Lを下回った。

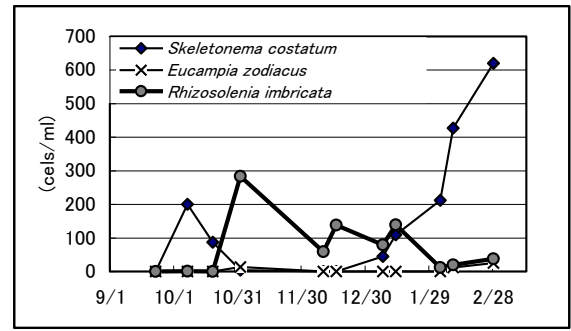
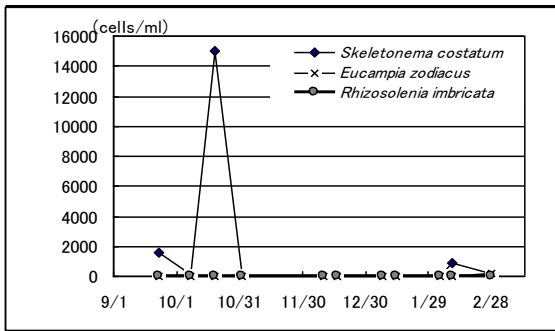


図2 珪藻類3種の消長(cells/ml、左：有明海最大、右：八代海最大)

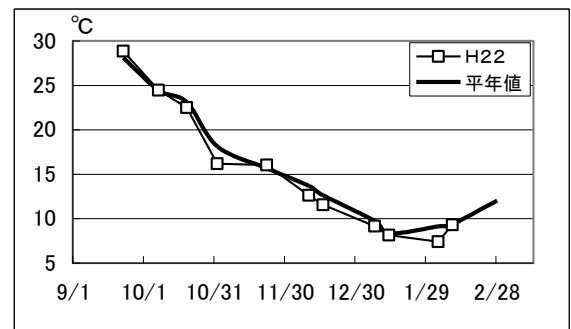
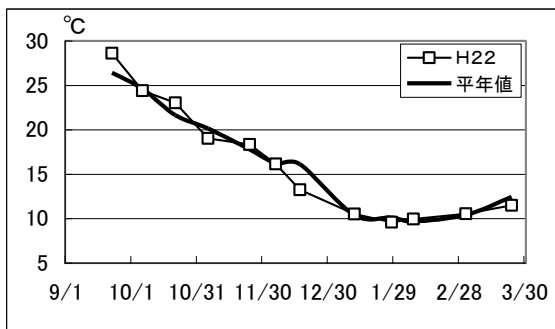


図3 表層水温の推移(°C、左：有明海平均、右：八代海平均)

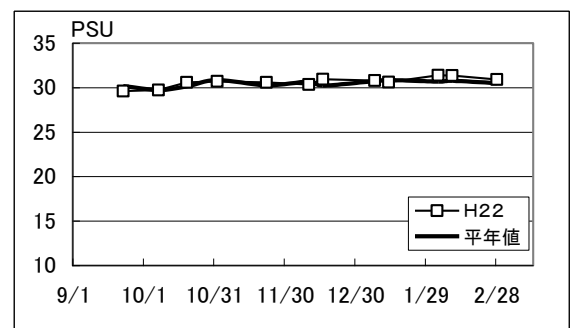
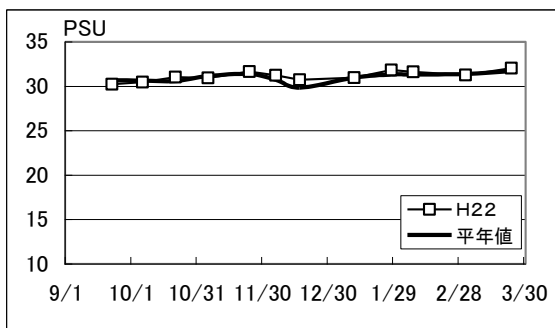


図4 表層塩分の推移(psu、左：有明海平均、右：八代海平均)

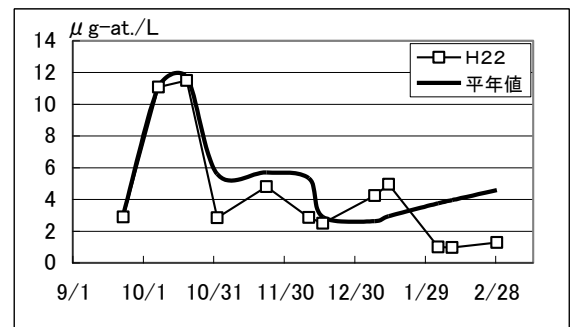
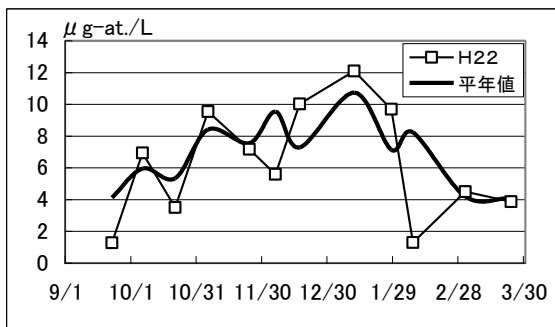


図5 表層DINの推移(μg-at./L、左：有明海平均、右：八代海平均)

赤潮対策事業Ⅱ（^令 達 平成7年度～継続）

（赤潮定期調査）

1 緒言

本調査は八代海における水質、プランクトンの発生状況を定期的に観測し、有害プランクトンの発生条件を明らかにするとともに、その被害防止・軽減を図るため、赤潮の発生予察技術を確立することを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 調査内容

ア 調査定点：八代海10点（図1）

イ 調査頻度：1回/週（14回、6月～8月）

ウ 調査項目：水温、塩分、pH、透明度、D0、Chl-a、
栄養塩（DIN、 PO_4 -P、 SiO_2 -Si）、
プランクトン（種組成^{※1}、有害種）

エ 調査層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、10m層、
（以下10m間隔）、底層（海底上1m）

※1：10m柱状採水による

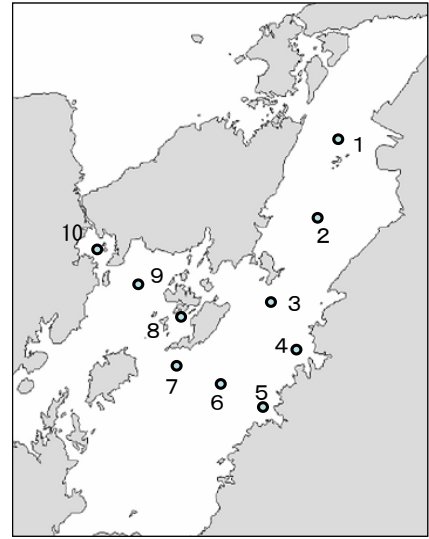


図1 調査定点図

3 結果及び考察

(1) 水温、塩分、DIN（図2-5）

水温については、7月の表層は平年より1-2℃高い値で推移したが、底層は調査期間を通じ平年と同程度で推移した。

塩分については、表層では6月下旬のまとまった降雨により平年を大きく下回り、6月下旬から8月上旬にかけて平年より低い値で推移した。

DINについては、6月下旬に平年を上回る高い値が確認されたが、7月上旬以降、平年を下回る低い値で推移した。

(2) 有害プランクトン（図6-7）

平成22年度夏季に確認された有害赤潮は、上天草市姫戸町沖から天草市久玉町沖において赤潮を形成した*Chattonella antiqua* の1件のみであった。本赤潮が最初に確認されたのは、6月下旬と例年より1ヶ月程度早く、また、その期間も約1ヶ月間（6/30-7/28）と長期にわたったため、天草市、上天草市でへい死尾数1,080,826尾、被害額1,594,909,465円の甚大な漁業被害を引き起こした。

C.antiqua が早期かつ長期間赤潮を形成した要因としては、平成21年の大規模赤潮により、八代海の広範囲な海底に多量のシストが供給され、そのシストが多海域で同時に発芽・増殖し、同時多発的に赤潮を形成したこと、また、*C.antiqua* が早期に優占したため珪藻類のブルームは短期で終息し、*C.antiqua* は河川水由来の豊富な栄養塩類を独占的に消費し、長期間優占することができたためと考えられた。

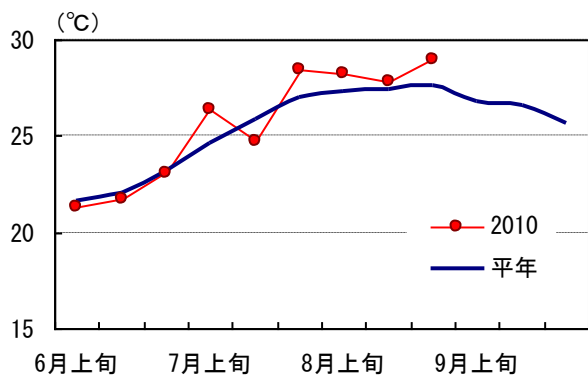


図2 表層水温の推移 (St. 3-7 平均)

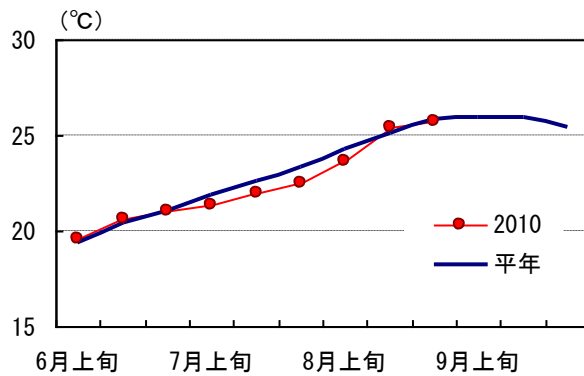


図3 底層水温の推移 (St. 3-7 平均)

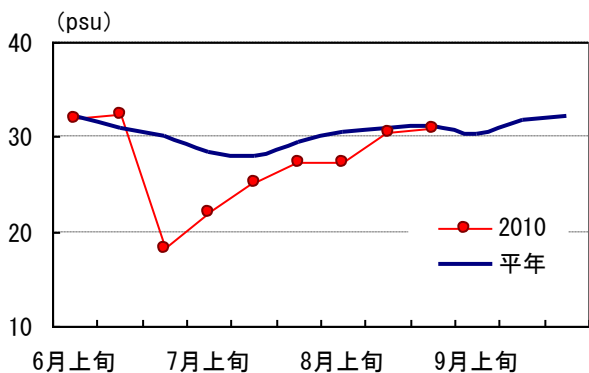


図4 表層塩分の推移 (St. 3-7 平均)

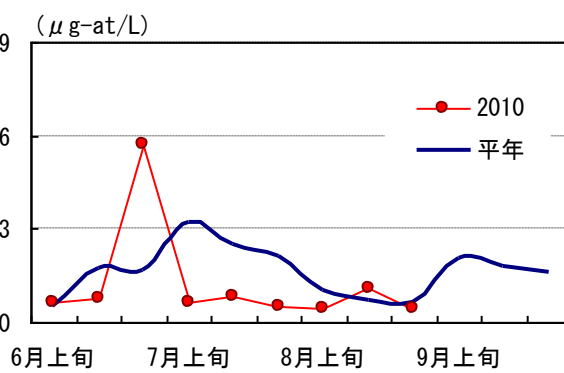


図5 表層 DIN の推移 (St. 3-7 平均)

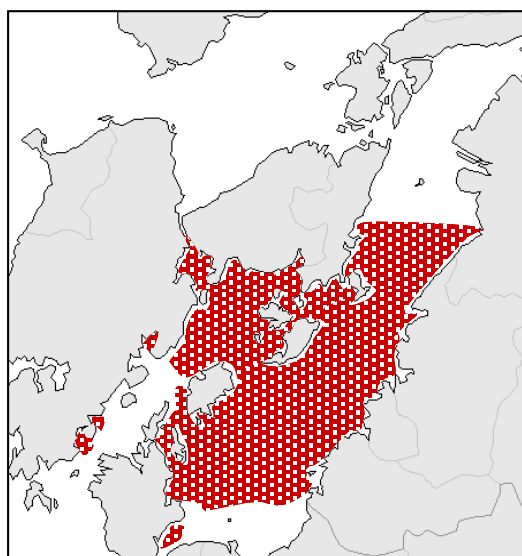


図6 *C. antiqua* 赤潮形成図 (塗部: 着色域)

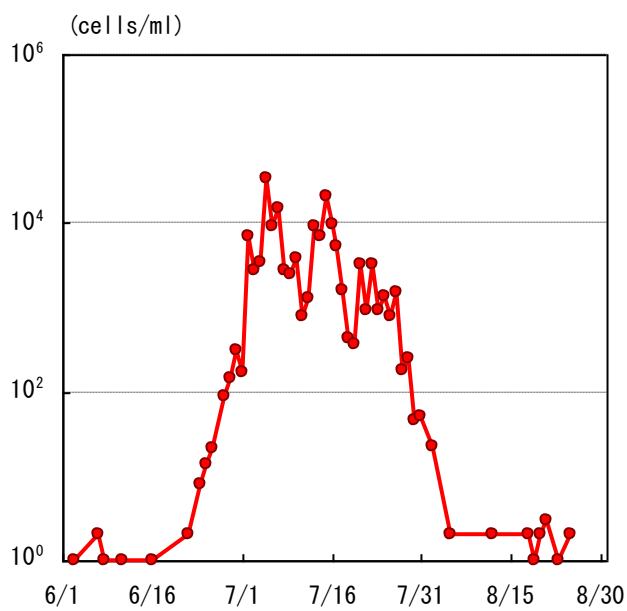


図7 *C. antiqua* の推移 (八代海の最高細胞密度)

赤潮対策事業Ⅲ（^令 達 平成7年度～継続）

（有害赤潮初期発生調査）

1 緒言

本調査は八代海において発生する有害プランクトンについて、その初期発生海域を特定するとともに、効率的なモニタリングや発生予察技術の確立に資する基礎資料を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 調査内容

ア 初期発生調査

(ア) 調査頻度：八代海12点において4回実施（1回/週、5月）

(イ) 調査項目：水温、塩分、有害プランクトン細胞密度（1L濃縮）

(ウ) 調査層：表層（水面下0.5m）、5m層、底層（海底上1m）

イ シスト分布調査

(ア) 調査頻度：八代海24点において1回実施（10-12月）

(イ) 調査項目：*Chattonella* シスト（直接検鏡、分析は瀬戸内海区水産研究所に依頼）

(ウ) 調査方法：柱状またはクラブ式採泥器により採泥し、泥表面から1cmを試料とした。

3 結果及び考察

(1) *Chattonella* spp. 初期発生状況（図1）

Chattonella spp. の栄養細胞は、過去3ヶ年（平成19年-21年は5月14-6月5日）に比べ最も早い5月6日の調査において八代市鏡町沖（5.3cells/L）で初認された。

(2) シスト分布密度（図2）

Chattonella シストはほぼ全定点で確認された。特に濃密な分布がみられたのは、平成22年夏季に*Chattonella antiqua* が濃密な赤潮を形成した天草下島東岸の浦湾で、天草市久玉湾において最高値1,461 シスト/cm³が確認された。

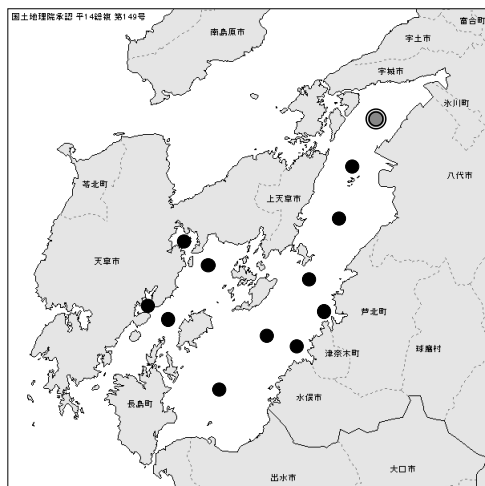


図1 *Chattonella* spp.の初認図

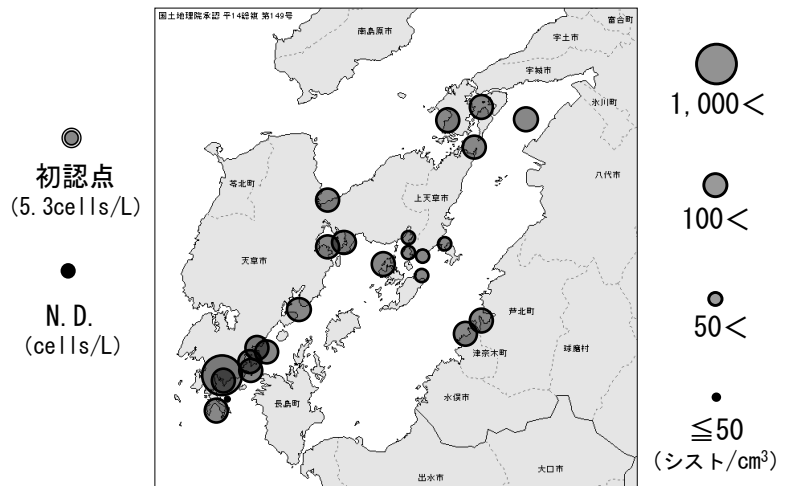


図2 *Chattonella* シストの分布密度（シスト/cm³）

令達
赤潮対策事業Ⅳ（平成7年度～継続）
（羊角湾水質モニタリング調査）

1 結 言

本調査では、閉鎖性海域における環境特性と有害プランクトンの発生動向の関係を明らかにし、赤潮発生予察技術等の開発に必要な基礎資料を得ることを目的として、天草市羊角湾のプランクトンの発生状況や海洋環境について周年にわたりモニタリングを行った。

2 方 法

(1) 担当者 高日新也、梅本敬人、櫻田清成、増田雄二

(2) 調査内容

ア 調査定点：5点（図1）

イ 調査頻度：1回/月

ウ 調査項目：水温、塩分、pH、Chl-a、透明度
栄養塩類（DIN、P04-P、SiO₂-Si）、
植物プランクトン（組成※）、
有害・有毒プランクトン（1L濃縮※）

エ 調査層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、
底層（海底上1m）

※表層のみ実施

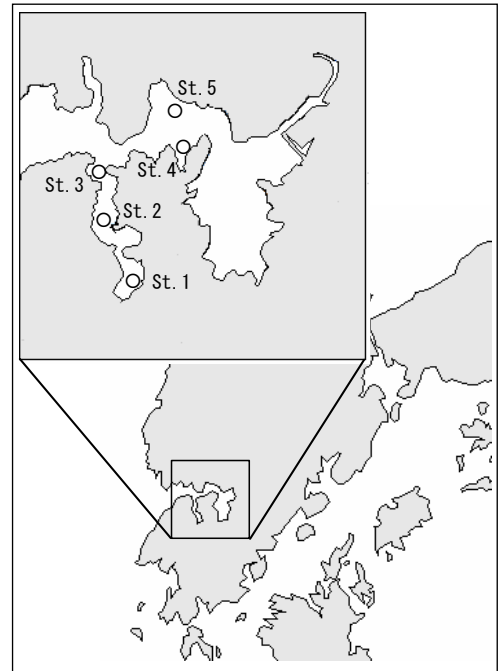


図1 調査定点図

3 結果及び考察

(1) 有害プランクトンの発生状況（図2、3）

7月下旬に*Karenia mikimotoi*の発生がみられ、7月30日に最高細胞密度340cells/mLまで増殖した。また、9月上旬に*Heterocapsa circularisquama*による赤潮が発生し、9月1日にはSt.1で最高細胞密度2,800cells/mLに及ぶ顕著な増殖を確認した。

1Lの濃縮検鏡では、*Cochlodinium polykrikoides*（最高9,500cells/L：5月10日）及び*Chattonella* spp.（最高5cells/L：6月17日）の発生が確認された。

(2) 有毒プランクトンの発生状況（図4）

4月中旬から5月中旬にかけて*Alexandrium catenella*の発生がみられ、5月10日の調査において平成22年度の最高細胞密度である405cells/Lが確認された。

(3) 海洋環境（図5）

水温については、9.3℃（1月19日）～30.8℃（9月1日）の範囲で推移した。塩分については、5月下旬の降雨後に表層での著しい低下が確認されたが、それ以外の観測日では概ね30psu以上だった。また、DINについては、降雨後の陸水からの供給により5月下旬、7月下旬、1月中旬に増加し、5月24日の調査では10.8μg-at/Lと顕著に増加したが、それ以外は概ね3μg-at/Lを下回る値で推移した。

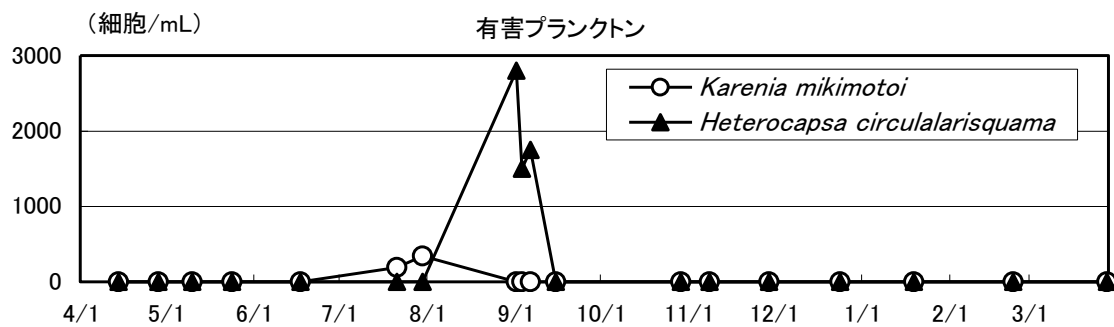


図2 有害プランクトンの消長 (全調査定点柱状中の最高細胞密度の推移)

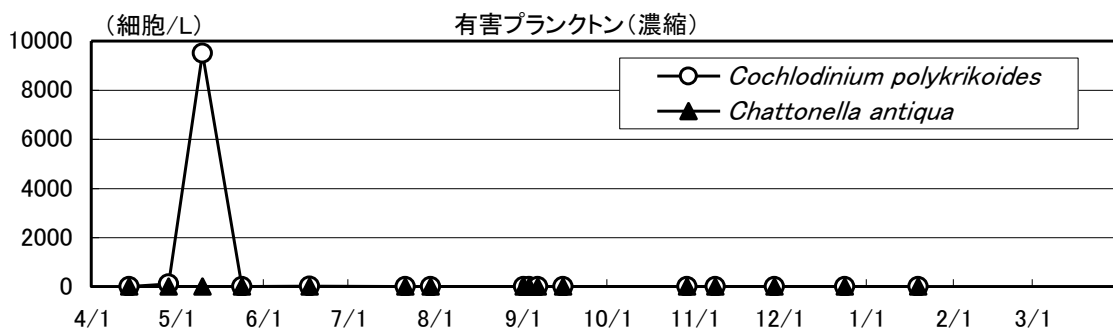


図3 有害プランクトンの消長 (1L濃縮検鏡結果、3点柱状中の最高細胞密度の推移)

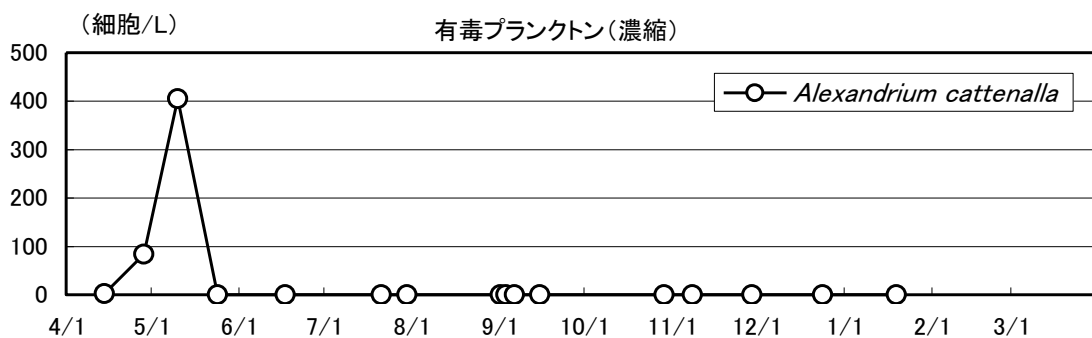


図4 有毒プランクトンの消長 (1L濃縮検鏡結果、3点柱状中の最高細胞密度の推移)

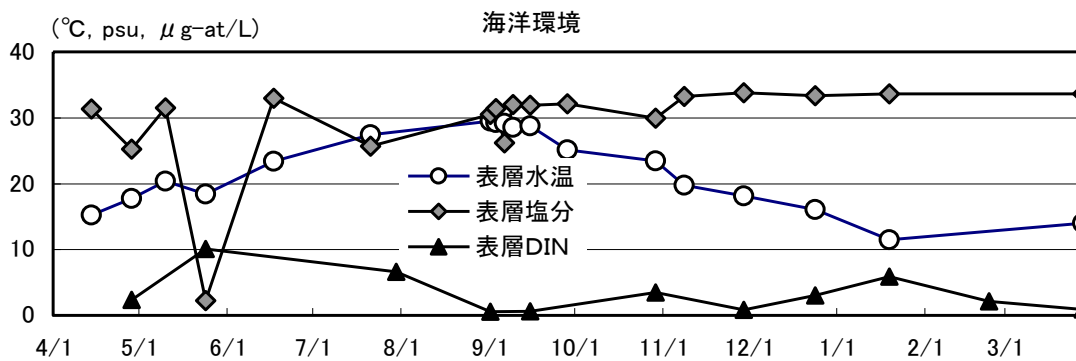


図5 水温 (°C)、塩分 (psu)、DIN ($\mu\text{g-at/L}$) の推移 (全定点平均)

赤潮防除技術開発試験Ⅰ (国庫委託、県費 平成22年度～継続)

(*Chattonella* 攻撃試験)

1 緒言

本試験は、有効な被害防止策がない*Chattonella* 赤潮の駆除や魚類のへい死を防止・軽減するための実用的な技術を開発することを目的とする。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 試験内容

ア 供試生物：*Chattonella antiqua*

(平成21年11月に八代市沖海底泥から発芽後、単離・培養した栄養細胞)

イ 供試物質：珪酸塩（標準液 5,000 mg/l、濃縮液 17,000 mg/l）、阿蘇黄土、
オゾン（オゾン発生装置（オーニット(株)エアスパイサーAS-50）で生成）

ウ 培養密度及び試験区

(ア) 珪酸塩 培養密度：3,100 cells/ml（植継後6日目）

試験区：標準液-0、625、1,250、2,500 mg/l（各3区）

濃縮液-0、2,100、4,200、8,500 mg/l（各3区）

(イ) 阿蘇黄土 培養密度：3,300 cells/ml（植継後8日目）

試験区：0、300、1,000、2,000、10,000 mg/l（各3区）

(ウ) オゾン 培養密度：3,680 cells/ml（植継後8日目）

試験区：0、0.1、0.3、1、3 mg/l（各3区）

エ 攻撃試験の方法

(ア) *C.antiqua* 培養海水を各試験区の試験管に適量分注。

(イ) ろ過海水に懸濁又は溶解させた供試物質を各試験管に設定濃度となるよう分注。

(ウ) 攪拌直後に *C.antiqua* の細胞密度を計測。

3 結果

(1) 珪酸塩による攻撃試験（図1-2）

C.antiqua の生残率は、珪酸塩標準液 1,250 mg/l では6%、2,500 mg/l では4%であった。

また、珪酸塩濃縮液 4,200 mg/l では8%、8,500 mg/l では0%であった。

(2) 阿蘇黄土による攻撃試験（図3）

C.antiqua の生残率は、阿蘇黄土濃度 1,000 mg/l では85%、2,000 mg/l では88%であった。

(3) オゾンによる攻撃試験（図4）

C.antiqua の生残率は、オゾン濃度 0.3 mg/l では80%、1.0 mg/l では0%であった。

4 考察

赤潮駆除物質として暴露試験に用いた珪酸塩、阿蘇黄土、オゾンについては、今回の結果か

らみると、それぞれ単独で使用した場合、他生物への影響や費用対効果等の面から現段階では実用的な駆除物質としては不十分な結果であった。今後の課題として、入来モニタリングや塩等の他の散布可能な赤潮駆除物質と組み合わせることによる相加相乗的な効果の向上や、発生初期の散布など、より効率的な散布手法の検討が必要である。

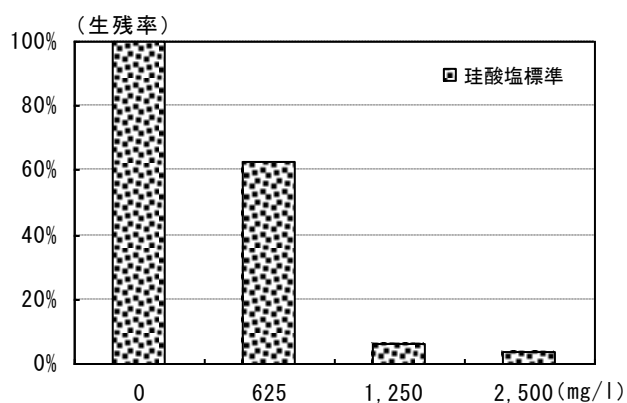


図1 珪酸塩標準液暴露による *C.antiqua* 生残率

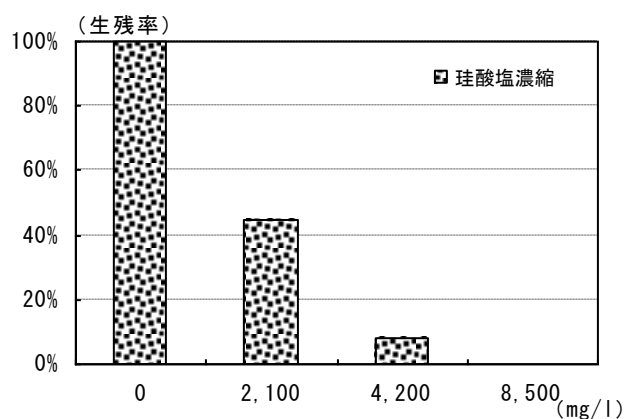


図2 珪酸塩濃縮液暴露による *C.antiqua* 生残率

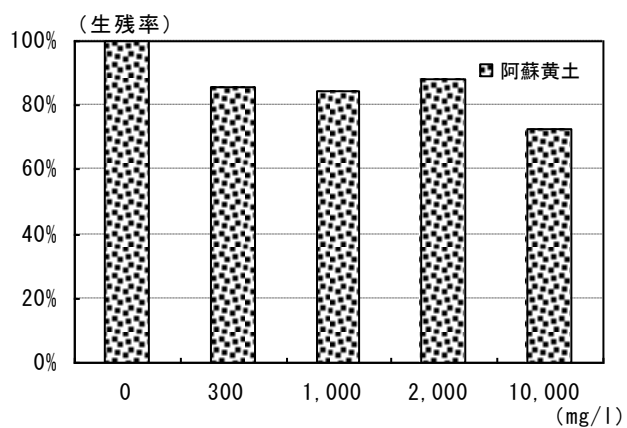


図3 阿蘇黄土暴露による *C.antiqua* 生残率

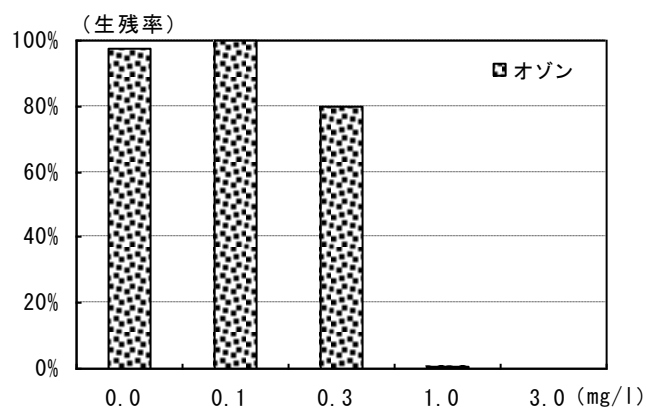


図4 オゾン暴露による *C.antiqua* 生残率

赤潮防除技術開発試験Ⅱ (国庫委託、県費 平成22年度～継続)

(中底層水の揚水試験)

1 緒言

本試験は、有効な被害防止策がない*Chattonella* 赤潮の駆除や魚類のへい死を防止・軽減するための実用的な技術を開発することを目的とする。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 試験内容

ア 試験概要：*Chattonella* の分布密度が低いと考えられる中底層の海水をポンプで揚水し、生簀内に供給することで、生簀内の*Chattonella* の密度を低下させる。

イ 試験期間：7月9日-17日

ウ 試験場所：天草市御所浦町横浦島地先 (図1)

エ 供試魚：ブリ (3歳魚、平均重量5.9kg)

オ 観測項目：水温、塩分、溶存酸素飽和度、
供試魚の状態、*Chattonella* 密度

カ 試験区：試験区 (キャンパス製シート、図2)

対照区A (生簀内)、対照区B (生簀外)

キ 観測層：表層 (水面下0.5m)、1m、20m (揚水層)

ク 試験方法

- (ア) 試験生簀網に遮光幕を設置。
- (イ) 生簀内にキャンパス製シートを設置。
- (ウ) 水深20m層の海水を水中ポンプでシート内に揚水。
- (エ) マイクロバブル発生装置により酸素を供給。
- (オ) 供試魚を試験区、対照区Aに投入。
- (カ) 試験区、対照区 (A、B) について、観測項目を測定。

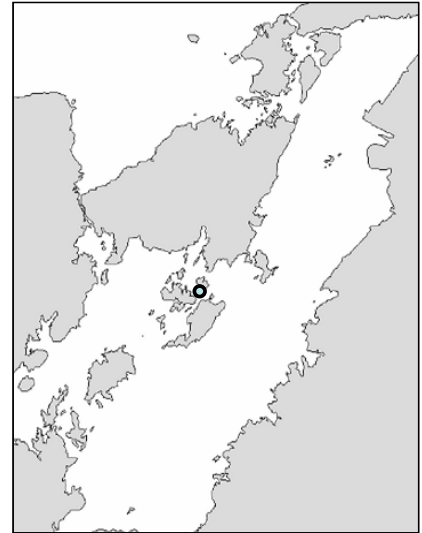


図1 試験場所

3 結果及び考察

(1) 水温 (図3)

表層、1m層について、試験区は平均 23.5℃、対照区Aは 24.1℃、対照区Bは 24.1℃であり、試験区の平均水温は対照区A、Bに比べ 0.6℃低い値であった。

(2) 塩分 (図4)

表層、1m層について、試験区は平均 30.1psu、対照区Aは 28.2psu、対照区Bは 28.1psuで推移し、試験区の平均が対照区A、Bに比べ 2psu程度高い値であった。

(3) 溶存酸素 (図5)

表層、1m層について、試験区の溶存酸素飽和度は平均 95.7% (6.8mg/l)、対照区Aは 106.1% (7.6mg/l)、対照区Bは 107.0% (7.6mg/l)であった。また、揚水層である対照区Bの20m層の平均は 87.5% (6.3mg/l)であり、対照区Bの表層、1m層平均に比べ約 20%

(1.3mg/l) 低い値であった。試験区と揚水層の値をみると、試験区が 8% (0.5gm/l) 高い値であったが、これは酸素供給を目的に揚水の吐出口に設置したマイクロバブル発生装置による供給や対照区 A の表層水の混入によるものと考えられた。

(4) *Chattonella* 密度 (図 6)

表層域 (表層、1m 層) について、試験区は平均 50 (Max153) cells/ml、対照区 A は 201 (Max600) cells/ml、対照区 B は 179 (Max540) cells/ml であり、試験区は対照区 A、B に比べ有意に低い値であった (t 検定、 $P < 0.01$)。また、対照区 B の 20m 層 (揚水層) の平均は 28 (Max54) cells/ml であり、対照区 B の表層域に比べ約 150cells/ml 低い値であった。

(5) 供試魚の状態 (図 7-8)

7 月 9 日に供試魚 30 尾を試験区に、5 尾を対照区 A に放ち、遊泳、へい死状況を確認した結果、7 月 10 日に試験区で 26 尾、対照区 A で 5 尾のへい死が確認された。その際の *Chattonella* の表層、1m 層平均密度は試験区 153cells/ml、対照区 A 213cells/ml であり、これは過去の報告等から大型ブリがへい死する密度と考えられている 100cells/ml を両区ともに上回っていたためと考えられた。試験区のへい死については、供試魚投入前日の表層、1m 層における *Chattonella* 平均密度は 75cells/ml であり、100cells/ml を下回っていたが、試験区設置基材の破損により、*Chattonella* が濃密に分布する生簀内 (対照区 A) の表層水が試験区内に流入し、*Chattonella* の密度が上昇したことによるものと推測された。

試験区で生残した 4 尾については、引き続き試験区で飼育し、7 月 14 日に試験区 21 尾 (計 25 尾)、対照区 A 3 尾を追加したが、対照区 A の表層、1m 層における *Chattonella* 平均密度が 100cells/ml を上回っていたため、翌 7 月 15 日には対照区 A で 3 尾のへい死が確認された。試験区では、7 月 16 日まで供試魚の健全な遊泳が確認されていたが、7 月 17 日に全供試魚 25 尾のへい死が確認された。これは、7 月 17 日の試験区 (表層、1m 層平均) の *Chattonella* 密度は 40cells/ml とへい死レベル以下であったが、対照区 B では表層、1m 層の平均密度が 353cells/ml であったことから、*Chattonella* の日周鉛直移動により 300cells/ml を上回る高密度層が夜間に揚水層まで沈み、その高密度水を揚水し、試験区に注水してしまったためと推測された。

Chattonella の日周鉛直移動は、日没前から沈下を開始し、5-10m 程度沈んだ後、日の出前後に表層へ向けて浮上する¹⁾ことが報告されており、このため本試験の揚水層には水深 20m を設定した。しかし、平成 22 年度夏季の *Chattonella* は 7 月中旬から下旬にかけて例年より深い層まで分布する傾向がみられ、7 月下旬に同海域で実施した *Chattonella* の日周鉛直移動把握試験では、100cells/ml 以上の高密度分布層が水深 20m 前後まで沈下する状況が確認された。今後の課題としては、八代海で発生する *Chattonella* について、日周鉛直移動等の生態特性の解明を進めるとともに、*Chattonella* を深層に運ぶ海流等、八代海の基礎的情報の蓄積が必要であると考えられた。

4 引用文献

- 1) Watanabe M, Kohata K, Kimura T, Takamatsu T, Yamaguchi S, Ioriya T: Generation of a *Chattonella antiqua* bloom by imposing a shallow nutricline in a mesocosm. *Limnol. Oceanogr.* 1995 ; 40 : 1447-1460.

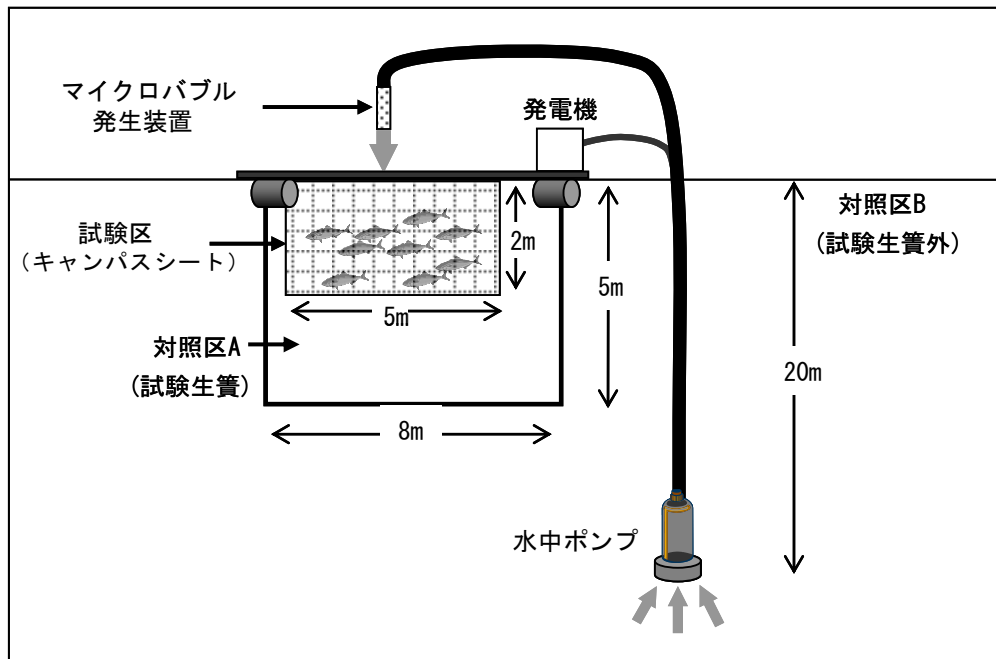


図2 揚水試験図

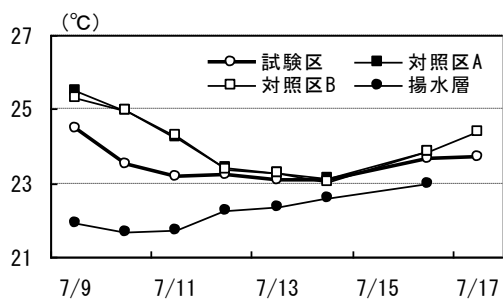


図3 水温の推移

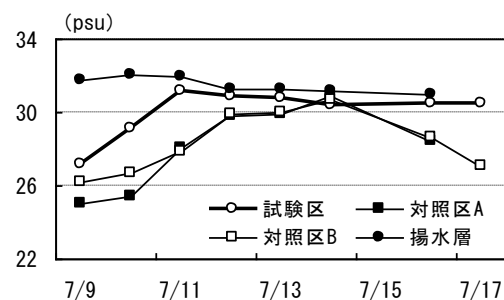


図4 塩分の推移

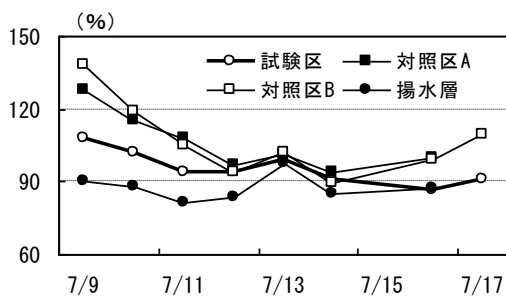


図5 溶存酸素飽和度の推移

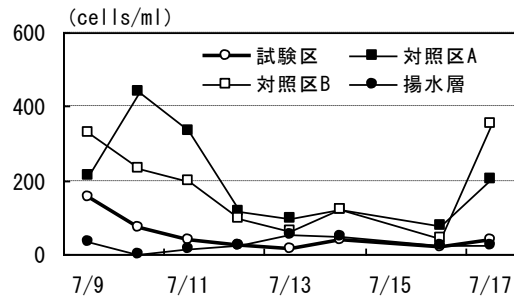


図6 *Chattonella* 細胞密度の推移

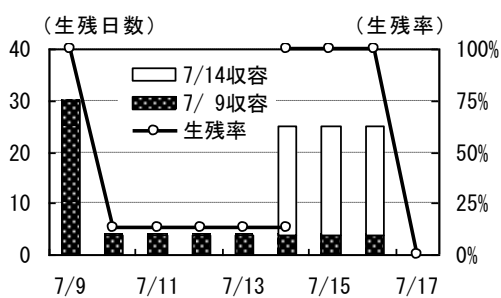


図7 供試魚の生残 (試験区)

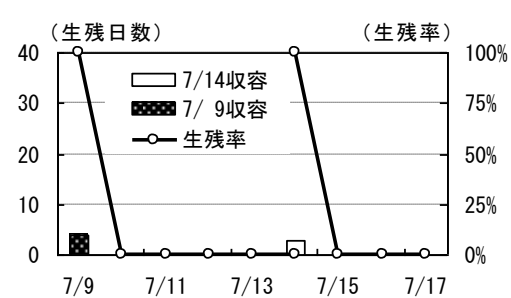


図8 供試魚の生残 (対照区)

赤潮防除技術開発試験Ⅲ (国庫委託、県費) (平成 22 年度～継続)

(物理的駆除試験)

1 緒言

本試験は、有効な被害防止策がない *Chattonella* 赤潮の駆除や魚類のへい死を防止・軽減するための実用的な技術を開発することを目的とする。

2 方法

(1) 担当者 櫻田清成、梅本敬人、高日新也、増田雄二、園由香

(2) 試験内容

ア エンジンポンプによる *Chattonella antiqua* 駆除試験

(ア) 供試生物： *C.antiqua* (有明海・八代海に分布する天然細胞)

(イ) 使用機器：エンジンポンプ (500L/min、1,000L/min)

(ウ) 試験期間：6月24日-7月11日 (5回)

(エ) 試験方法：①ポンプ揚水層の *C.antiqua* 分布密度を計測

②機器による駆除試験実施

③ポンプ吐出水中の *C.antiqua* 細胞密度を計測し①と比較

イ 水中ポンプによる *C.antiqua* 駆除試験

(ア) 供試生物：1) -アと同じ

(イ) 使用機器：水中ポンプ (300L/min)

(ウ) 試験期間：7月12日-7月17日 (6回)

(エ) 試験方法：1) -エと同じ

ウ ウォータージェット推進船舶による *C.antiqua* 駆除試験

(ア) 供試生物：1) -アと同じ

(イ) 使用船舶：「海輝」、漁業取締船「ありあけ」

(ウ) 試験期間：「海輝」(7月13日)、「ありあけ」(6月30日、7月5日、7月9日)

(エ) 試験方法：①試験前の *C.antiqua* 細胞密度を計測

②半速3回航行、全速3回航行、アイドリング等による駆除試験実施

③試験後の *C.antiqua* 細胞密度を計測し①と比較

3 結果

(1) エンジンポンプによる *C.antiqua* 駆除試験 (図1)

C.antiqua の生残率は 19.4% (5回、4.5-59.3%) であった。

(2) 水中ポンプによる *C.antiqua* 駆除試験 (図2)

C.antiqua の生残率は 84.2% (6回、48.1-100.0%) であった。

(3) ウォータージェット推進船舶による *C.antiqua* 駆除試験 (図3-4)

半速3回航行後の *C.antiqua* の生残率は「海輝」51.7%、「ありあけ」61.4% (22.7-100.0%)、全速3回航行では「海輝」100.0%、「ありあけ」99.2% (98.4-100%)、アイドリング10min後では「海輝」89.6%、「ありあけ」69.6%であった。

エンジンポンプについては、試験平均の *C.antiqua* 生残率が 20%以下と駆除効果が高かったが、水中ポンプでは 80%以上と顕著な駆除効果は認められなかった。また、ウォータージェット推進船舶については、「海輝」、「ありあけ」ともに半速 3 回航行では生残率 50-60%と一定の駆除効果が確認されたが、全速 3 回航行やアイドリングでは 70%以上であり、顕著な駆除効果は認められなかった。

4 考察

C.antiqua (八代海株) の分裂速度は、好適な培養条件下では 1.1 div / day¹⁾と報告されている。海域に分布する本種の密度を減少させるためには、1 日 1 回駆除を実施すると想定した場合、生残率約 48%を下回る駆除効果が必要となり、今回の結果からみると、エンジンポンプのみ有効となる。*C.antiqua* 駆除技術の実用化に向け、今回得られた知見や、他の駆除技術も含め、効率的に駆除を行うための実施時期、規模、手法等、更なる検討が必要である。

5 引用文献

- 1) 紫加田知幸, 櫻田清成, 城本祐助, 小山長久, 生地暢, 吉田誠, 大和田紘一. 八代海におけるラフィド藻 *Chattoenella antiqua* の増殖と栄養塩の関係. 日本水産学会誌 2011 ; 77 : 40-52.

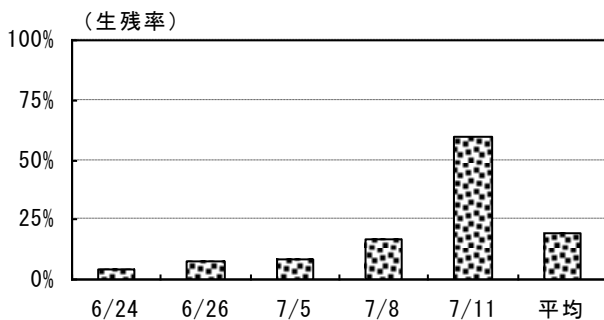


図1 エンジンポンプ試験後の *C.antiqua* 生残率

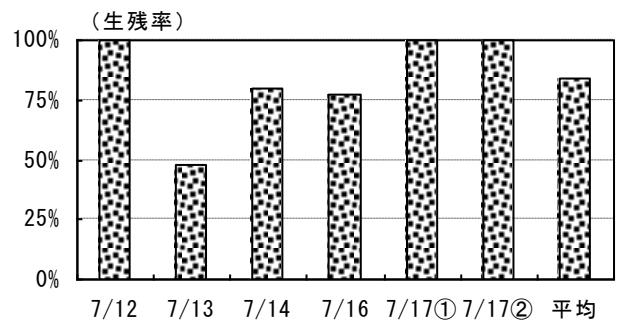


図2 水中ポンプ試験後の *C.antiqua* 生残率

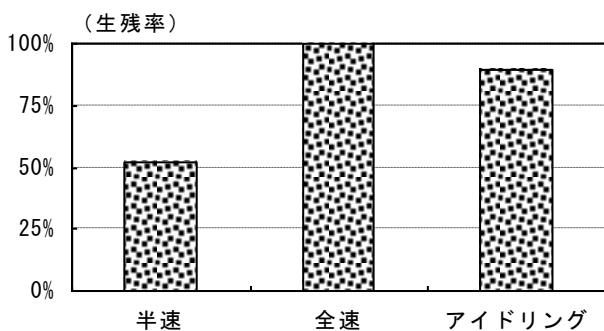


図3 「海輝」試験後の *C.antiqua* 生残率

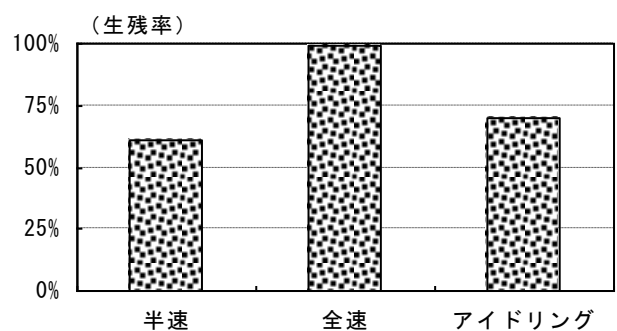


図4 「ありあけ」試験後の *C.antiqua* 生残率

ノリ作り安定化対策試験Ⅰ (県単・その他委託)

平成 21～23 年度

(低比重耐性株選抜育種試験)

1 緒言

近年、ノリ養殖においては、燃油や資材の高騰による生産コストの上昇に加え、採苗・育苗期における海水の高水温化や出水等に伴う塩分濃度の低下、並びに生産期における珪藻プランクトンの増殖に起因する栄養塩量の減少等の様々な環境変化による生産量の減少や品質低下が見られ、安定生産が難しい状況となっている。

そこで本試験では、河川水が大量に流入し、漁場が低比重（低塩分）化することによって起こるノリ芽の生育障害や芽流れ等による生産力の低下を軽減し、安定生産に資することを目的として、低比重に耐性を有する株の選抜育種を行った。

2 方法

(1) 担当者 松本聖治、梅本敬人

(2) 試験方法

ア 屋外水槽における大量培養試験

(ア) 試験対象株 (7 試験株 : 01、03-P1、04、TR、TR-P1、U-51、HWT-P1)

- a 平成19年度漁期に熊本市小島地先の低比重漁場から採取し、生長性及び黒み度を指標として選抜した株 (01)
- b 平成19年度漁期に熊本市小島地先の低比重漁場から採取し、生長性及び黒み度を指標として選抜した株を平成20年度に屋外水槽で培養して優良葉体から作出した選抜第1世代 (03-P1)
- c 平成21年度漁期に熊本市小島地先の低比重漁場から採取し、生長性及び黒み度を指標として選抜した株 (04)
- d 平成20年度に熊本市の坪井川船溜まりから採取した葉状体から作出した株 (TR) と、TRを平成21年度に屋外水槽で培養して優良葉体から作出した選抜第1世代 (TR-P1)
- e 対照株として、U-51、HWT-P1の2株

(イ) 試験方法

各試験株の特性を正確に把握するため、ノリ養殖漁場のようなあかぐされ病や壺状菌病などの病害感染がなく、他品種の単胞子（二次芽）の着生がない、当センターの屋外水槽で試験を行った。

当センターの恒温室において保存中の上記試験株のフリー糸状体を、平成22年4月下旬から11月上旬にかけてカキ殻糸状体として培養した。殻糸状体の培養液は、濾過海水を次亜塩素酸ソーダで殺菌して用い、肥料としてSWMⅢ改変液を適宜添加した。

採苗は、当センターにおいて、試験網（9m×1.8mのノリ網）にエアレーションによる回転式採苗筒を用いて室内採苗した。採苗後、屋外の50m³コンクリート四角形水槽4面、円形水槽3面に各試験株を割り当てて張り込んだ。

各水槽には、地先海水を5L/分程度注水し、全水槽とも全面に等間隔で配管した塩ビパイプにより十分量の通気を行い、栄養塩を補給するための施肥（屋島培地を希釈して使用）と干出管理を行いながら、11月上旬から2月下旬にかけて培養を継続した。

各水槽とも、ノリ網を2枚重ねにして培養を開始し、その後、四角形水槽のノリ網については、1枚ずつに展開した。

試験期間中には、各試験株について、試験網を適宜10cm程度切り取り、その網糸に着生しているよう葉状体の中から葉長の上位30葉体をサンプリングした。生長性についてはノギスを用いて測定した葉長、葉幅によって、また、色調については色彩色差計（日本電色 NF-333）を用いて測定した黒み度によって評価した。

また、屋外水槽の壁面に付着した葉状体は、試験網に付着したものよりも極めて生長性が高いことから、壁面に付着した葉状体から生長性や葉形、色調、黒み度などを指標に選抜を行い、次世代作出のためのフリー系状体を作製した。

イ 低比重負荷選抜試験

（ア）試験対象株

01、03-P1、04、TR、TR-P1、U-51、HWT-P1及びU3（県漁連が販売している流失抵抗性株）の8つの試験株を低比重負荷選抜試験に供した。

（イ）試験方法

a 予備試験

屋外水槽に張り込む予定の試験網を低比重負荷選抜試験に供するに当たり、負荷の条件（比重、浸漬時間、干出時間等）などを決定するための予備試験を行った。過去の試験結果（平成14年事業報告書「ノリ養殖総合対策試験Ⅰ」）によると、「成葉期の葉状体は低比重環境に長時間浸漬してもほとんど死細胞化しない」こと、「比重0では2回目の浸漬後に全ての細胞が死細胞となり、比重8では3日目に約30%が死細胞化したが、比重12以上では、海水と同程度の死細胞率に留まった。」ことなどから、低比重負荷の対象は縦分裂が始まる以前の8細胞未満の幼芽期とし、比重1.008（以下「比重8」という）及び比重1.004（以下「比重4」という）の2条件を設定した。なお、ここでいう「比重」は現場比重を指す。

負荷の方法は、干出により細胞内の含水率が減少した後に低比重に曝される場合と、低比重に曝された後に干出される場合という、実際に養殖漁場で起こり得る、2パターン環境ストレスを再現するため、①干出40分間後に低比重負荷を60分かける、②低比重負荷を4時間かけた後に40分間干出させる、2条件を設定して、比重4及び8の条件でそれぞれ試験を行った。

b 本試験

本試験は、11月に屋外水槽付近の屋外で、200L円形水槽を用いて実施した。当日の気象は晴れ、気温約15℃、濾過海水温約18℃であり、濾過海水に水道水を加えて比重4及び比重8にそれぞれ調整し、各品種はそれぞれ個別水槽で試験に供した。

まず、試験網を比重4の海水に60分間浸漬し、干出を40分間与えた後、比重8の海水に4時間浸漬し、通常培養条件の屋外水槽に張り込んだ。

ウ 室内培養における低比重耐性評価試験

（ア）試験対象株

01、03-P1、04、TR、TR-P1、HWT-P1、U-51、U3の8試験株を試験に供した。

（イ）試験方法

低比重試験区は、塩分20psu（以下「塩分20」という）に設定した。培養液は、SWMⅢ改変培地の濃度が1/2となるように、地先濾過海水（70℃で20分間の加熱滅菌）と蒸留水で塩分濃度を調整し、対照区は試験区と同条件で塩分のみを30psu（以下「塩分30」という）に設定した。

室内採苗によって殻胞子を得た試験網を約1cm切り取って供試種系とし、-40℃で冷凍

保存後、300～500mlの枝付き球形フラスコで28日間培養し、葉長、葉幅、葉長葉幅比を比較した。培養条件は水温18℃、照度約4,000lux (光量子量 $60 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) (ナショナル・パルック 3波長型昼白色 (ナチュラル色) FL20SEXN)、通気量約30回転/分、日長周期11L:13Dの条件とし、換水は7日間に1回の全換水とした。

3 結果及び考察

(1) 屋外水槽における大量培養試験

屋外水槽の水温と比重 (現場比重) の推移を図1に示した。水温は約18℃と低めの培養開始となり、徐々に低下して12月下旬には10℃を下回り、その後、2月上旬までは6～8℃程度と非常に低水温で推移した。

比重は当初、23程度だったが、水温の下降に伴い徐々に上昇し、その後は25前後で安定して推移し続けた。

屋外水槽の栄養塩量の推移を図2に示した。水槽内の硝酸態及び亜硝酸態窒素量 (NO_3+NO_2)、リン酸態リン量 (PO_4)、アンモニア態窒素量 (NH_4) を週に1回程度測定し、 NO_3+NO_2 の値を参考にして、栄養塩の不足が生じないように屋島培地を適宜添加した。各栄養塩の値には増減が見られたものの、試験期間中は十分量の栄養塩量が保たれていた。

各試験株 (試験網付着葉状体) の葉長、葉幅、葉長/葉幅を表1に示した。

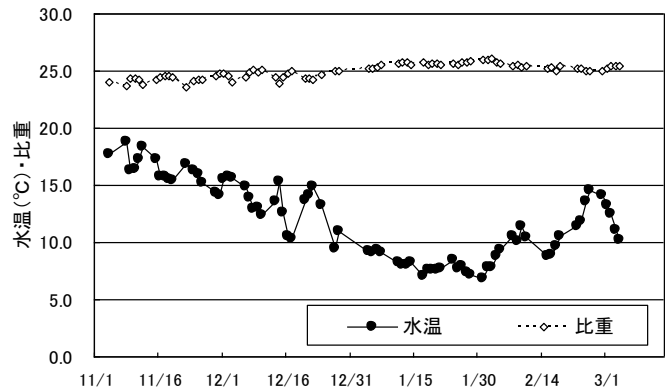


図1 屋外水槽の水温と比重の推移

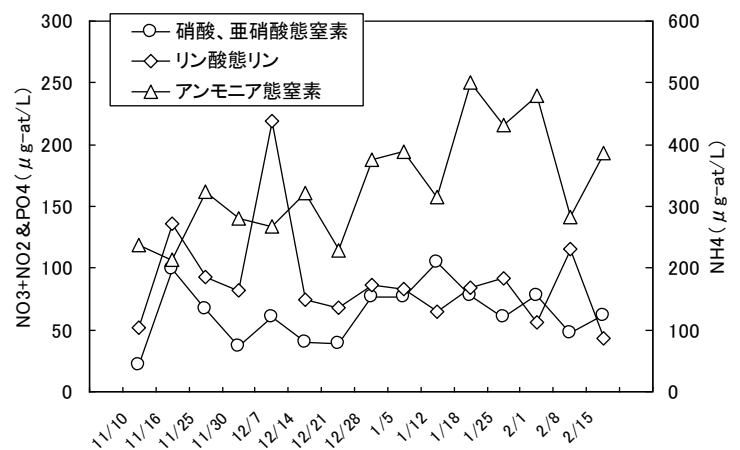


図2 屋外水槽の栄養塩量の推移

表1 各試験株の葉長、葉幅、葉長/葉幅比

試験株名	O1	O3	O4
葉長(mm)±S.E.	381.87 ± 36.22	420.18 ± 15.13	276.88 ± 20.05
葉幅(mm)±S.E.	69.47 ± 4.96	46.36 ± 5.13	57.55 ± 5.69
葉長/葉幅比±S.E.	5.58 ± 0.39	10.77 ± 0.86	5.09 ± 0.26

今年度の結果ではO3-P1の平均葉長が420.18mmと最も優れた生長を示した。

なお、屋外水槽における大量培養試験に供した7株のうち、表1に示したO1、O3-P1、O4以外の4株 (TR、TR-P1、U-51、HWT-P1) については、初期生長不良のために有効な生長データを得ることができなかった。これは、(2)で後述する低比重負荷選抜試験により低比重及び干出に曝されたことによる芽傷みと、育苗期の低水温による生長不良が原因と考えられる。今年度は結果として、選抜強度が強過ぎたと考えられるものの、そのような選抜強度の中でも生残して良好な生長を示したO3-P1は他の試験株よりも低比重に対して耐性を有して

いることが示唆された。しかしながら、03は葉長／葉幅比が10.77と01（5.58）や04（5.09）に比べて大きく、昨年度と同様に細葉の傾向が強かった。さらに03は葉体のヌルつきが強く非常に柔らかい葉質を有することから、実際の養殖現場では風波等により葉体が出流する可能性が考えられるため、選抜に際しては、葉幅が大きく、引きの強い葉体を選別し、次世代作出のためのフリー系状体を作製した。

（2）低比重負荷選抜試験

ア 予備試験

（ア）干出40分間後の低比重浸漬60分は、表2のとおり、40分間の干出後の異常細胞率は3.9～9.2%であったが、その種糸を比重4及び8にそれぞれ60分間浸漬した後の異常細胞率はそれぞれ5.4～12.7%、4.7～10.1%と低比重負荷前とほとんど変化が認められず、干出後に短時間の低比重負荷（干出40分間後の低比重浸漬60分）では、選抜負荷としては強度が弱いと考えられた。

（イ）低比重負荷4時間後の干出40分間は、表3のとおり、比重4に4時間浸漬した後の異常細胞率は5.7～10.1%で、その後40分間の干出を与えると異常細胞率は26.0～38.8%と高くなった。一方、比重8の場合は、干出後の異常細胞率が17.4～28.4%と、比重4の場合に比べてやや低めであった。また、03は他の株に比べて異常細胞率が低かった。

表2 低比重負荷予備試験（ア）干出→低比重

試験株名	負荷(時間)	干出 (40min)	異常細胞率(%)	
			比重4 (60min)	比重8 (60min)
O1		5.7	8.9	4.7
O3-P1		3.9	5.4	5.1
O4		7.8	9.8	8.8
TR		8.2	9.0	9.2
TR-P1		6.0	6.8	5.6
U-51		9.2	12.7	10.1
HWT-P1		9.1	10.7	9.7
U3		8.3	10.1	8.9

表3 低比重負荷予備試験（イ）低比重→干出

試験株名	負荷(時間)	比重4 (4hr)	異常細胞率(%)	
			比重4 (4hr)	干出 (40min)
O1		6.5	36.4	20.7
O3-P1		5.7	26.0	19.1
O4		6.8	33.0	21.9
TR		6.3	31.3	19.4
TR-P1		6.5	29.6	17.4
U-51		10.1	38.8	28.4
HWT-P1		7.8	28.9	25.4
U3		9.7	32.2	27.5

イ 本試験

低比重負荷選抜試験の結果は、表4のとおり、比重4に60分間浸漬後の異常細胞率が6.2～9.3%、40分間の干出後が28.7～43.2%、その後比重8に4時間浸漬した後が39.6～77.6%であった。予備試験の結果と同様に、03は他の株に比べて異常細胞率が低く、幼芽期における低比重耐性を有する可能性が示唆された。

しかしながら、本年度の試験では昨年度と比べて異常細胞率が有意に大きい結果となり、その後の大量培養試験に支障を来すまでに至ったことから、低比重・干出の負荷強度や環境条件等を再検討する必要がある。

表4 低比重負荷選抜試験後の異常細胞率

試験株名	負荷(時間)	比重4(60min)	干出(40min)	比重8(4hr)
O1		8.5	34.6	51.9
O3-P1		6.2	28.7	39.6
O4		6.7	35.9	51.6
TR		9.1	38.8	57.4
TR-P1		8.9	39.7	55.6
U-51		9.3	43.2	76.6
HWT-P1		8.9	42.5	69.3
U3		9.1	41.5	77.6

(3) 室内培養における低比重耐性評価試験

各試験株を塩分20の試験区で室内培養した結果、表5に示したとおり、TRが葉長80.37mmと最も高い生長性を示し、O4が45.90mmとO3に次いだ。他の株(O1、O3-P1、TR-P1、U-51)は同程度の生長性を示した。

また、対照区の塩分30(表6)では、TR-P1が葉長113.16mmと最も高い生長性を示し、O3-P1とU-51、O4とTRがそれぞれ同程度の生長性を示した。

表5 低比重耐性評価試験「試験区:塩分20」

試験株名	O3-P1	O4	TR	TR-P1	U-51
葉長(mm)±S.E.	28.35±1.06	45.90±1.7	80.37±1.81	25.39±0.73	24.59±1.15
葉幅(mm)±S.E.	1.07±0.03	2.30±0.07	3.34±0.07	4.02±0.17	2.12±0.08
葉長/葉幅±S.E.	27.32±1.37	20.16±0.65	24.41±0.77	6.55±0.25	11.82±0.50

表6 低比重耐性評価試験「対照区:塩分30」

試験株名	O3-P1	O4	TR	TR-P1	U-51
葉長(mm)±S.E.	94.42±3.72	87.02±3.08	89.25±3.58	113.16±4.49	97.24±3.84
葉幅(mm)±S.E.	2.96±0.14	4.43±0.12	5.11±0.18	8.59±0.26	4.94±0.11
葉長/葉幅±S.E.	33.36±1.61	19.84±0.70	18.07±0.94	13.30±0.51	19.91±0.81

低比重への耐性を評価するため、試験区の葉長と対照区の葉長の比を比較した結果、他の試験株が22.4~53.8%であったのに対し、TRは90.0%と低比重環境下でも対照区と遜色ない生長性を見せた。しかしながら、TRから作出したTR-P1は塩分30における生長性(葉長113.16mm)が優れていたものの、低比重環境下への耐性は弱いと思われた。

なお、U3とHWT-P1、O1は試験区・対照区ともに極端に生長が悪く、繰り返し試験でも同様の結果を示したことから、供試体に何らかの障害が生じていたと思われたため室内培養試験の結果は除外した。

また、室内培養における特性評価の結果を受けて、今年度の屋外水槽大量培養における選抜育種において、TRは低比重においても優れた生長性を示したことから高生長性を指標に重点を置いて葉状体の選抜を行い、また、O3-P1は生長性と低比重耐性に秀でていたものの、細葉で引きが弱かったことから、葉幅を選抜指標としていくなど、各品種の特徴を活かした優良品種の作出を引き続き進め、低比重環境に耐性を有する品種の作出を目指していくものとする。

ノリ作り安定化対策試験Ⅱ（県単・その他委託 平成 21～23 年度）

（低栄養塩耐性の品種特性評価）

1 緒言

アマノリ類の栄養塩に対する耐性の度合いを各品種の特性と位置づけ、品種間における色落ちへの耐性の差を比較した。この試験は、平成22年度漁場環境・水産資源持続的利用型技術開発事業のうち「水産物の原産地判別手法等の技術開発委託事業」（室内培養試験による評価法の開発）報告書で別途報告した。

2 方法

(1) 担当者 松本聖治、梅本敬人

(2) 試験方法

ア 既存品種の基本色調把握のための予備培養試験

(ア) 予備培養試験に使用した品種

U-51（標準品種）、青芽、水呑、佐賀1号、佐賀5号、しあわせ1号、スサビ緑芽

(イ) 予備培養の条件（基本的培養条件）

室内採苗によって殻胞子を得たクレモナ糸を採苗基質として用い、培養初期は300mlの枝付き球形フラスコで、クレモナ糸からノリ芽を外した後は1,000mlの枝付き球形フラスコで培養した。培養条件は水温18℃、塩分30psu、照度約4,000lux（光量子量 $60\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）（ナショナル・パルック 3波長型昼白色（ナチュラル色）FL20SEXN/18E）、通気量約30回転/分、日長周期11L:13Dの条件とし、培養液は栄養強化人工海水（M-ESAW改変培地）を用いた。なお、換水は7日間に1回の全換水を基本とした（以下、この培養条件を「基本的培養条件」と略す）。

(ウ) 色調の測定方法

供試葉状体の色調は、色彩色差計NF333（日本電色）を用いて、L*値、a*値、b*値を測定し、黒み度 $[100-\sqrt{(L^*+a^*+b^*)}]$ を算出した。なお、色調の評価には、黒み度 $[100-\sqrt{(L^*+a^*+b^*)}]$ を主な評価指標とし、L*値、a*値、b*値は補足指標として用いた。

なお、葉状体の色調評価に当たっては、標準品種であるU-51を100とした指数を設定し、各品種を指数により相対比較した。これにより微妙な培養環境等の差異により絶対値に誤差が生じたような場合にも比較的安定した特性評価が行えるようにすることを目指した。

イ 既存品種の特性評価試験（低栄養塩暴露試験）

(ア) 特性評価に使用した品種

U-51（標準品種）、青芽、水呑、佐賀1号、佐賀5号、しあわせ1号、スサビ緑芽

(イ) 低栄養塩暴露試験の培養条件

各品種について予備培養後の葉状体を低栄養塩暴露試験に供した。培養条件は、M-ESAW改変培地から硝酸ナトリウムを除いた培養液（以下、ESAW-NaNO₃と略す）を用いて3日間の試験期間中は無換水としたほかは、基本的培養条件と同一条件とした。なお、各品種とも2 vitro×2回の試験を行った。

(ウ) 色調の測定方法

「ア 既存品種の基本色調把握のための予備培養試験」のとおりとした。

(エ) 特性評価試験（低栄養塩暴露試験）の方法

基本的培養条件における予備培養で、葉幅5mm以上の生長を示した葉状体のうち上位葉状体

を5枚選出し、生検トレパンを用いて直径5mmの円形に切り抜き供試葉状体とした。各供試葉状体の試験前の色調を測定した後、ESAW-NaNO₃の低栄養塩条件で3日間（72hr）培養した後、各供試葉状体の色調を測定し、試験前と試験後の色調変化を比較した。

3 結果及び考察

ア 既存品種の基本色調把握のための予備培養試験

既存の7品種（U-51（標準品種）、青芽、水呑、佐賀1号、佐賀5号、しあわせ1号、スサビ緑芽）について、予備培養試験を行い各品種の色調を測定した結果を表1に示した。各品種の標準品種であるU-51を100とした指数で評価したところ、黒み度が76~104、L*値が94~127、a*値が-26~108、b*値が100~142の範囲となった。

表1 予備培養における各品種と色調

品種名	黒み度	L*値	a*値	b*値
U-51	100	100	100	100
青芽	103	99	83	104
水呑	102	100	78	101
佐賀1号	104	94	108	110
佐賀5号	97	101	93	125
しあわせ1号	104	97	84	105
スサビ緑芽	76	127	-26	142

※標準品種(U-51)を100として指数化

イ 既存品種の特性評価試験（低栄養塩暴露試験）

既存7品種について特性評価試験（低栄養塩暴露試験）を行い各品種の色調を測定した結果を図1に示した。

今回の低栄養塩暴露試験による特性評価のうち、試験後の黒み度(指数)の平均値を統計比較（t検定：有意水準1%）した結果、U-51、青芽、水呑、佐賀1号、佐賀5号、しあわせ1号の間に差は認められず、スサビ緑芽は他の品種より有意に低かった。

今年度の試験に供した7品種ではスサビ緑芽を除いて、各品種の色調変化の差はさほど大きなものではなかったことから、今後、低栄養塩耐性を有すると思われる品種を含め、さらに多くの品種を試験に供して知見を収集していく必要がある。

U-51			青芽			水呑		
	0日目	3日目		0日目	3日目		0日目	3日目
①-1	100.5 ± 0.6	57.3 ± 0.6	①-1	98.8 ± 0.8	59.1 ± 0.4	①-1	99.6 ± 0.5	54.9 ± 0.3
①-2	103.9 ± 1.3	56.6 ± 0.3	①-2	101.6 ± 0.6	57.2 ± 0.3	①-2	103.3 ± 1.1	57.6 ± 0.8
②-1	96.8 ± 0.5	56.0 ± 0.7	②-1	105.7 ± 0.9	51.5 ± 1.3	②-1	103.2 ± 0.8	52.4 ± 1.2
②-2	98.8 ± 0.2	54.5 ± 0.6	②-2	104.4 ± 1.7	52.7 ± 1.0	②-2	103.5 ± 1.9	55.8 ± 0.7
mean±SE	100.0 ± 0.7	56.1 ± 0.4	mean±SE	102.6 ± 0.8	55.1 ± 0.8	mean±SE	102.4 ± 0.7	55.2 ± 0.6

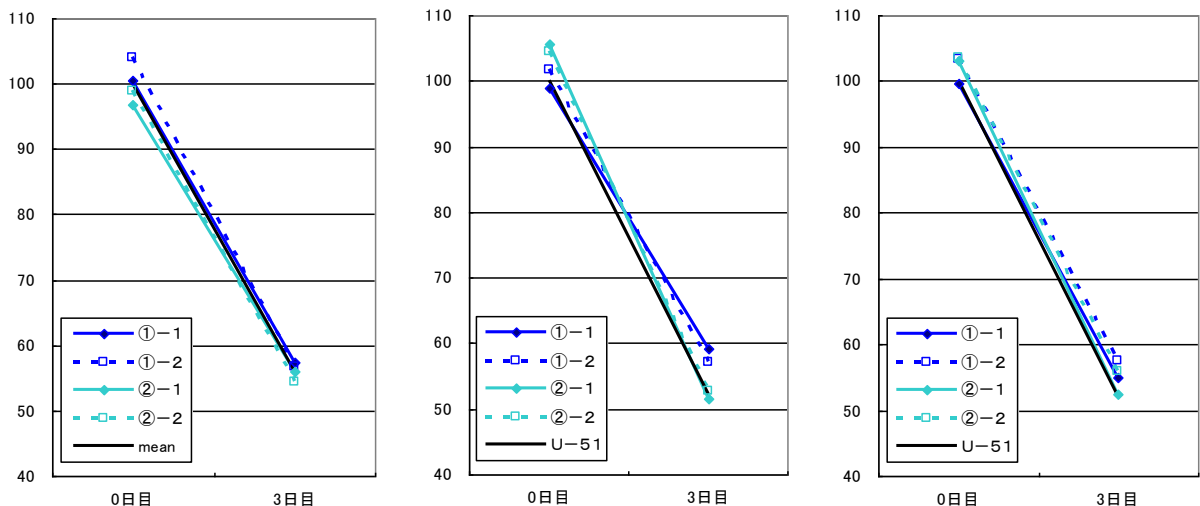
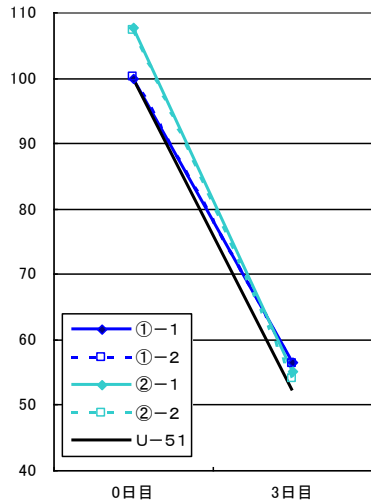


図1-1 特性評価試験(低栄養塩暴露試験)における各品種の色調変化(黒み度指数)

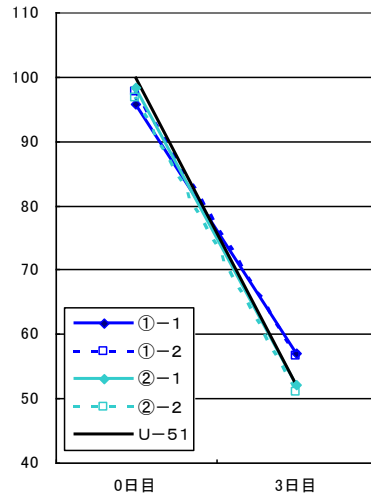
佐賀1号

	0日目	3日目
①-1	99.9 ± 0.8	56.5 ± 1.4
①-2	100.1 ± 1.3	56.4 ± 0.3
②-1	107.7 ± 1.2	55.1 ± 1.1
②-2	107.4 ± 1.2	53.9 ± 0.8
mean±SE	103.8 ± 1.0	55.5 ± 0.5



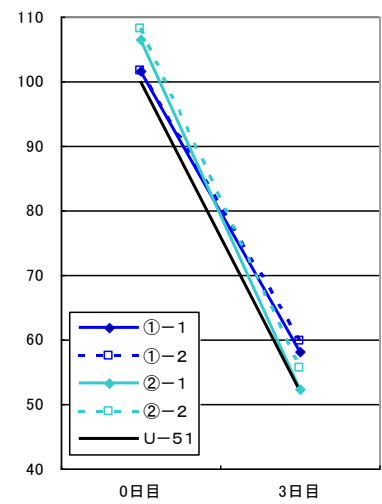
佐賀5号

	0日目	3日目
①-1	95.9 ± 0.4	57.0 ± 0.3
①-2	97.7 ± 1.0	56.6 ± 0.3
②-1	98.4 ± 1.4	52.2 ± 0.4
②-2	96.8 ± 0.6	51.0 ± 0.5
mean±SE	97.3 ± 0.5	54.3 ± 0.6



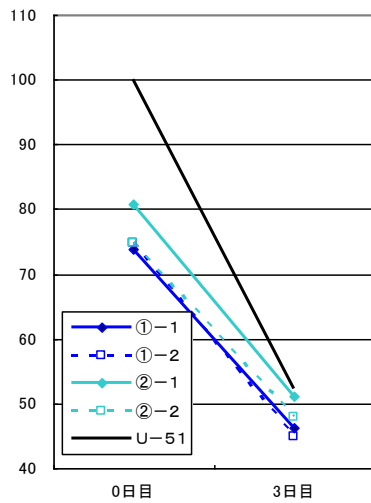
しあわせ1号

	0日目	3日目
①-1	101.5 ± 0.3	58.2 ± 1.1
①-2	101.6 ± 0.6	59.7 ± 0.7
②-1	106.5 ± 1.1	52.4 ± 0.5
②-2	108.2 ± 1.0	55.5 ± 1.6
mean±SE	104.5 ± 0.8	56.5 ± 0.8



スサビ緑芽

	0日目	3日目
①-1	73.8 ± 0.8	46.2 ± 1.0
①-2	74.7 ± 1.3	45.0 ± 0.7
②-1	80.8 ± 1.1	51.0 ± 1.1
②-2	74.9 ± 1.3	47.9 ± 1.1
mean±SE	76.0 ± 0.8	47.5 ± 0.9



各品種

	0日目	3日目
U-51	100.0 ± 0.7	56.1 ± 0.4
青芽	102.6 ± 0.8	55.1 ± 0.8
水呑	102.4 ± 0.7	55.2 ± 0.6
佐賀1号	103.8 ± 1.0	55.5 ± 0.5
佐賀5号	97.3 ± 0.6	54.3 ± 0.8

(mean±S.E.)

	0日目	3日目
しあわせ1号	104.5 ± 0.8	56.5 ± 0.8
スサビ緑芽	76.0 ± 0.8	47.5 ± 0.9

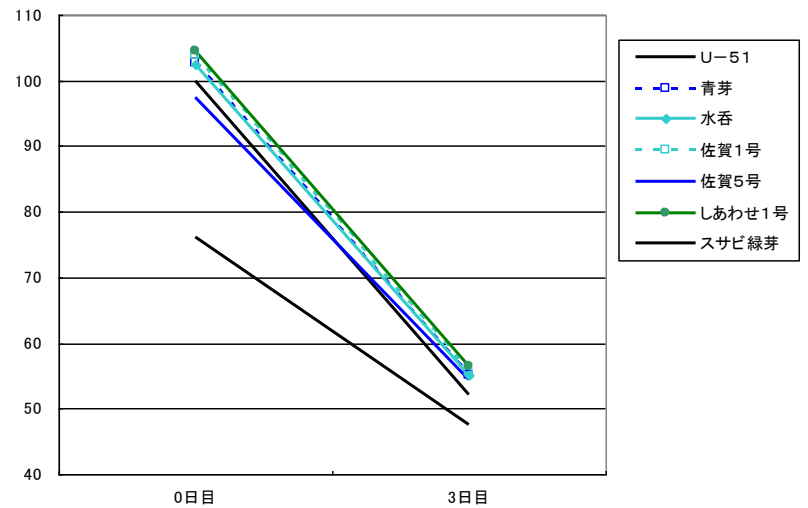


図1-2 特性評価試験(低栄養塩暴露試験)における各品種の色調変化(黒み度指数)

ノリ作り安定化対策試験Ⅲ（ 県単・その他委託 ）

平成21～23年度

（ノリ養殖の概況）

1 緒言

近年、ノリ養殖においては、採苗、育苗時期の高水温傾向や生産期の珪藻プランクトン増殖等による栄養塩量の減少に伴う色落ちなど、気候や陸域・海域の環境変化等に起因する様々な問題が生じ、生産性がやや不安定になっている。

そのため、今漁期のノリ養殖業の生産状況、海況の経過を整理し、問題点を明らかにすることで、今後のノリ養殖の安定化に向けた技術開発の基礎資料とする。

2 方法

(1) 担当者 松本聖治、梅本敬人、櫻田清成、高日新也、増田雄二

(2) 各種情報の収集

ノリ養殖に関する情報は、当センターの漁場栄養塩調査や珪藻赤潮調査、海況観測ブイの情報、玉名及び八代地域振興局水産課によって収集された情報、県漁連からの情報、漁業者からの情報、気象庁（熊本地方気象台）の観測資料などを参考にとりまとめた。

(3) 水温動向の予測

平成10年度漁期以降、採苗・育苗時期の高水温による影響が懸念されるため、水温推移から採苗開始日を早期に予測することを試みた。

具体的には、長洲沖海況観測ブイの平成5年以降の日平均水温観測データを用い、採苗開始月である10月上中旬の日平均水温と、10月4日の日平均水温との相関による回帰式を求め、平成22年10月4日の日平均水温の観測データを代入することにより、平成22年10月上中旬の水温動向を予測した。

3 結果

(1) 情報収集（平成22年度漁期概要）

ア 気象状況

熊本地方気象台の資料を基に、平成22年4月から平成23年3月までの熊本市の日平均気温、旬別の降水量及び日照時間の推移（平年値及び平成21年度との比較）を図1に示した。また、平成18～22年度の降水量比較を表1に示した。

(ア) 気温（図1）

日平均気温は、4月～5月に短期的な上下変動を繰り返しながら平年並みに推移し、6～7月の梅雨

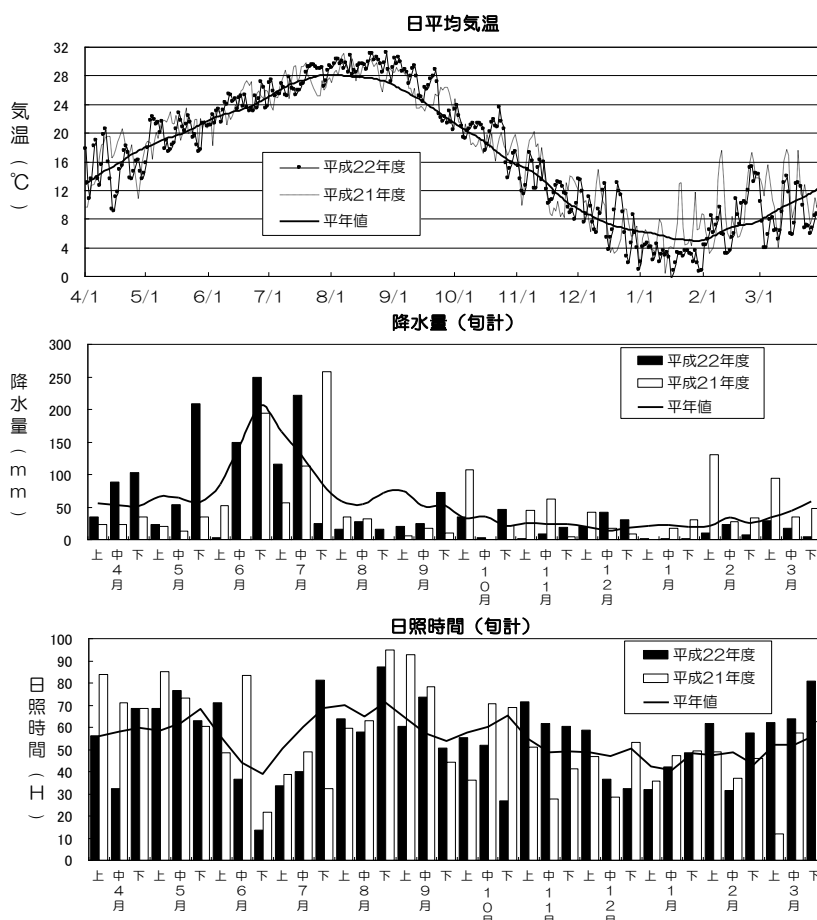


図1 日平均気温、旬別降水量及び日照時間の推移（熊本地方気象台資料：熊本市）

期は平年よりやや高めに推移した。その後、7月下旬～9月は平年より約2～4℃も高く推移する記録的な猛暑・残暑となり、高気温傾向は10月中旬まで継続したが、10月下旬～12月中旬までは上下変動を繰り返しながら平年並に推移した。

しかし、12月下旬に寒波が到来し、その後、2月上旬にかけては冬型の気圧配置が継続し、平年値を大きく下回り続ける記録的な厳冬となった。

2月中旬～3月は、4月並の最高気温を記録する日もある一方、真冬並みの最低気温の日もあるなど寒暖の差が激しく、平年よりやや低めに推移した。

(イ) 降水量、日照時間 (図1、表1)

旬別の降水量は図1のとおり、5月下旬にまとまった降雨があったが4～5月はほぼ平年並に推移した。その後、6月12日に梅雨入りしたが、豪雨は少なく梅雨時期の降雨量としては平年よりやや少なめであった。梅雨明けは平年並の7月17日で、梅雨明け後、7月下旬～9月中旬は平年を上回ることなく非常に少なく推移し、9月下旬と10月下旬、12月中下旬にまとまった降雨があったほかは、3月下旬まで平年より少なめに推移した。

また、過去の年度降水量と比較すると、表1のとおり、年度降水量は1,751mm(平年値:1,995mm)と少なめで、特に漁期中(10～3月)の降水量が302mm(平年値:479mm)と平年の6割程度と極めて少なく、特に1月は4mmとほとんど降雨が認められなかった。

表1 各年度(4月～翌年3月)の降水量比較 単位: mm

年度	H18	H19	H20	H21	H22	平年値
年度降水量	2,735	1,867	2,415	1,649	1,751	1,995
4月～9月(春夏期)	2,381	1,364	1,826	914	1,449	1,516
6月～7月(梅雨期)	1,431	859	980	675	763	813
春夏期 - 梅雨期	950	505	846	239	686	703
ノリ漁期(10月～翌年3月)	354	503	589	725	302	479
10月(採苗期)	11	135	62	130	85	86
11月(育苗・秋芽前期)	81	31	89	112	29	71
12月(秋芽後期・冷凍網前期)	48	67	106	67	94	49
1月(冷凍網前期)	34	137	55	48	4	60
2月(冷凍網後期)	76	44	134	192	40	78
3月(冷凍網後期)	105	91	145	177	46	134

「熊本地方気象台資料(熊本市)」

次に、日照時間については、4～6月上旬は平年並～やや多めに推移したが、梅雨時期に雨天・曇天日が非常に多く、6月中旬～7月中旬の1ヶ月間の日照時間は平年の半分程度であった。梅雨明け以降、10月中旬までは平年並～やや多めに推移したが、育苗初期の10月下旬は平年の半分程度と少なかった。ノリ漁期中の日照時間は、降雨量が少なく推移したことに伴い雨天・曇天日が少なかったことから平年より多めに推移した。

イ 海況

平成22年度漁期中の長洲沖の日平均水温の推移を図2に、DIN(溶存態無機窒素)量及びPO₄-P(リン酸態リン)量、換算比重の推移を図3に、クロロフィルa及び全天日射量の推移を図4にそれぞれ示した。

また、日平均水温及びクロロフィルaは長洲沖自動観測ブイロボによる測定データを、換算比重及び栄養塩量はノリ漁場栄養塩調査による測定データをそれぞれ用いた。なお、栄養塩量については、河川水の直接的な影響を受けたと推察されるデータ(現場比重が20未満)を除外し、有明海、八代海ともに平均値を用いた。

(ア) 水温 (図2)

長洲沖自動観測
ブイロボデータに
よると、記録的な
猛暑および残暑の
影響から、10月の
水温は非常に高く、
10月1日の水温は
25.5℃と平年値の
23.9℃より1.6℃高
めで、10月中旬ま
では平年より1.5℃
程度高めに推移し
続け、採苗適水温
である23℃未満に

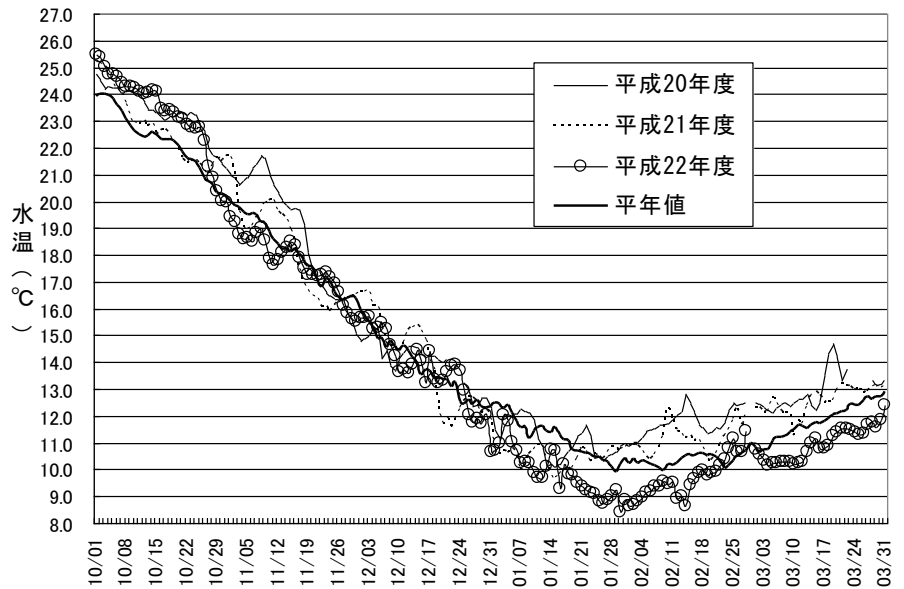


図2 長洲沖の日平均水温の推移(自動観測ブイロボデータ)

なったのは10月22日 (22.9℃) であった。しかし、10月29日に平年値を下回って以降は、平年値に沿った形で、12月中旬までは平年よりやや低めに推移した。その後、12月28日に大寒波に見舞われ、水温は急低下し、12月下旬～2月中旬は平年値を上回ることなく、平年値より2℃程度低く推移し続けた。それ以降も、2月下旬に一時平年値を上回ったものの、3月の日平均水温も平年値より1℃程度低く推移し続けた。

(イ) 栄養塩及び換算比重 (図3-1、図3-2)

有明海 (図3-1) では、9月下旬～10月上旬にまとまった降雨があり、珪藻プランクトンの増殖も少なかったことから、11月下旬まで栄養塩量はDINの期待値 (支柱 $7 \mu\text{g-at/L}$ 、浮き流し $5 \mu\text{g-at/L}$ 、以下同じ) を上回って推移した。

その後、11月の降雨が少なかったことと小型珪藻プランクトンが増殖したことにより12月上旬に一時期期待値を下回ったが、12月下旬からの寒波による小型珪藻プランクトンの減少や降雨に伴い、栄養塩量は回復した。1月は記録的な少雨であったものの、定期的な風波が続いたことと、寒波による低水温でノリの生長が抑制されたことなどから栄養塩の消費が少なかったことなど、2月上旬までは期待値を大きく上回り続けた。

しかし、1～2月の降水量が極端に少なかったことにより、2月中旬以降は特に浮き流し漁場で期待値を下回る栄養塩量で推移した。

また、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) は、9月下旬～2月上旬まで $\text{PO}_4\text{-P}$ の期待値 ($0.5 \mu\text{g-at/L}$ 、以下同じ) を下回ることにはなかったが、2月中旬以降は低水準で推移した。

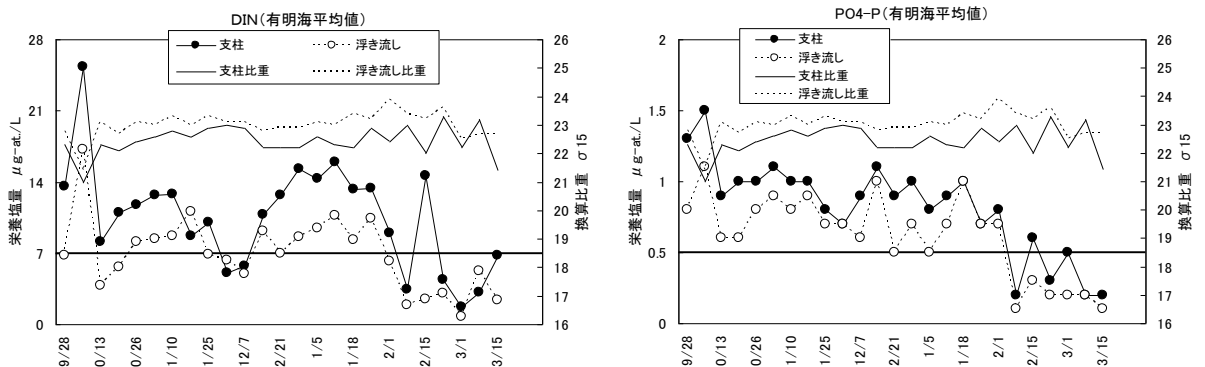


図3-1 有明海における栄養塩量及び換算比重の推移

一方、八代海（図3-2）では、大型珪藻プランクトン（リゾソレニア）の大量増殖に伴い、11月上旬から栄養塩（DIN、PO₄-P）が急減して育苗期からノリ芽の生長不良や色落ち被害が発生した。その後も栄養塩量は漁期終盤まで期待値を下回る栄養塩の少ない状態が続いた。

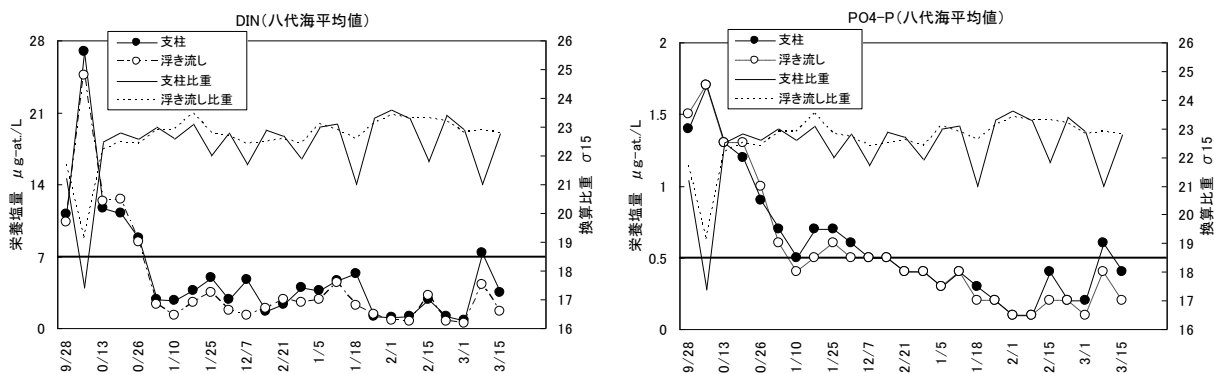


図3-1 八代海における栄養塩量及び換算比重の推移

(ウ) クロロフィル a 及び全天日射量（図4）

クロロフィル a 量は、11月下旬～12月中旬に小型珪藻プランクトンの増殖に伴い増加したが、12月下旬の寒波に伴う同プランクトンの減少とともに低下し、その後、2月上旬までは非常に低い値で推移した。

その後、2月上旬と3月上旬にやや増加したものの、水温が平年より非常に低く推移したことなどから、小型珪藻プランクトンの増殖が少なく、クロロフィル a 量は平年より少なめに推移した。

なお、平成22年度漁期中に確認された着色海域は、10月22日の熊本市河内地先（スケレトネマ 15,000cells/ml）、11月12日の熊本市河内地先（ミリオネクトルブラ 10,900 cells/ml）、11月22日の玉名市横島地先（アカシオサンギーニア 440cells/ml）であった。

また、全天日射量は、10月～11月は平年値を境に大きく上下しながらほぼ平年並に推移した。12～1月には平年値を超える日が3日以上連続する期間はほとんど確認されず、同期間は珪藻プランクトンの増殖を抑制する日照環境にあったと考えられる。2～3月は平年よりやや多めに推移した。

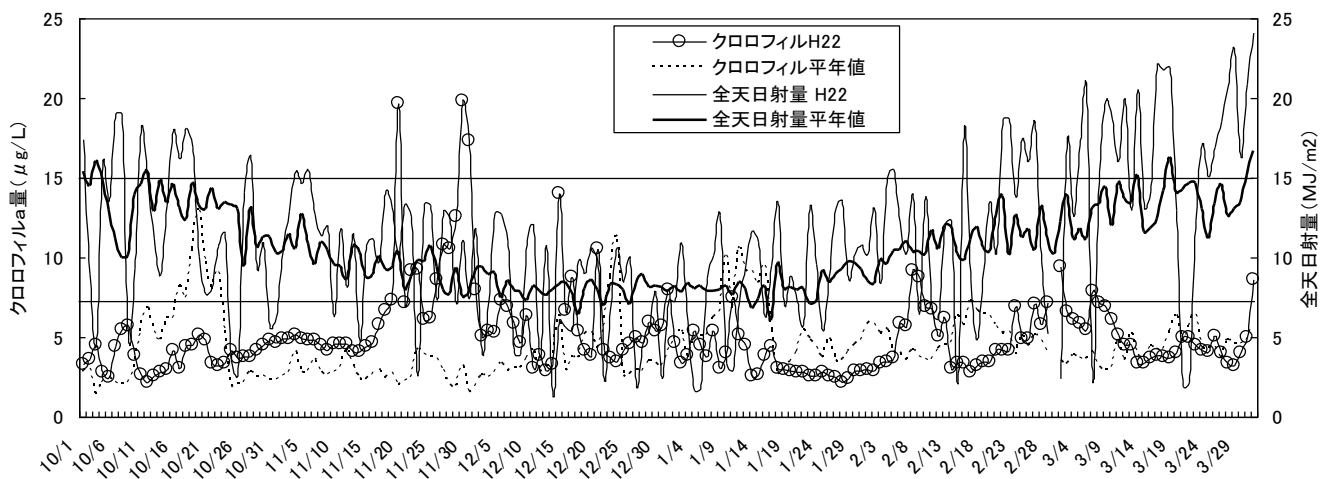


図4 クロロフィルa量（長洲沖海況観測バイデータ）及び全天日射量（熊本地方気象台）の推移

(2) 養殖概況

ア 採苗期

採苗開始日は、潮回りから見ると大潮の10月8日前後と10月23日前後がそれぞれ採苗適期であると考えられたが、9月20日に行った水温予測により10月上旬の水温が25℃を大きく上回ると予測されたことや、気象庁の長期予報によると10月の気温が高めに推移する見通しであったことなどから、有明海関係三県のり養殖協議会において、有明海における採苗開始日は10月20日以降と取り決められた。

その後、県ノリ関係組合長会議において、10月4日の日平均水温(24.7℃)に基づいた水温予測により10月中旬の水温が23℃前後と予測されたことなどから、今年度の県下の採苗開始日は10月20日以降と正式に決定され、10月20日～23日にかけて各地で採苗が実施された。

水温は、10月上旬まで平年よりも1.5℃程度高く推移(長洲沖日平均水温)し続け、ノリ採苗適水温(23℃未満)にまで低下したのは10月22日となった。採苗開始日の10月20日には23.2℃、10月22日には22.9℃、10月26日には22.6℃と平年より1.5℃程度高めに推移したが、台風接近の影響から10月28日以降は平年並にまで急低下した。

採苗期間中(10月20日～23日)は概ね曇天で、日平均水温は平年よりやや高めめの23℃前後の中で作業が行われた。10月20～22日の気温は平年並であったが、10月23日の最高気温が28.2℃にまで上昇したことにより一部の漁場では芽傷みによる初期生長不良が生じた。

芽付きは、一部に芽付きの厚い網が見受けられ、着生数は全域的にやや多めであった。

イ 育苗期

採苗後、栄養塩量には問題なかったものの、10月28日以降の水温降下が平年値を下回って推移したことや10月下旬の日照時間が非常に少なかったことなどから、ノリ芽の初期生育は例年より遅めであった。しかし、11月上旬に水温上昇期が生じたことをきっかけに、県下全域で入庫前にノリ芽の急激な生長が認められた。

また、水温が平年よりも低めで推移したことや日照量が少なかったことなどから、育苗期間中の網汚れは全域で極めて少なく、概ね順調な育苗作業が行われた。

一方、八代海では10月下旬まで有明海と同様の条件下で順調な育苗作業が行われていたが、11月上旬に大型珪藻(リゾソレニア)の増殖による栄養塩量の急減が発生し、ノリ芽の生長鈍化と色落ちが発生した。

ウ 冷凍入庫網の健全度(図5)

各漁協に対して実施した冷凍入庫アンケート調査結果によると、有明海では、早いところから11月5日から入庫が開始され、11月12日～11月19日に入庫のピークを迎えた。その後、11月23日までには有明海全域で入庫を終了した。また、八代海では、11月17日から入庫が開始され、11月30日までには入庫を終了した。

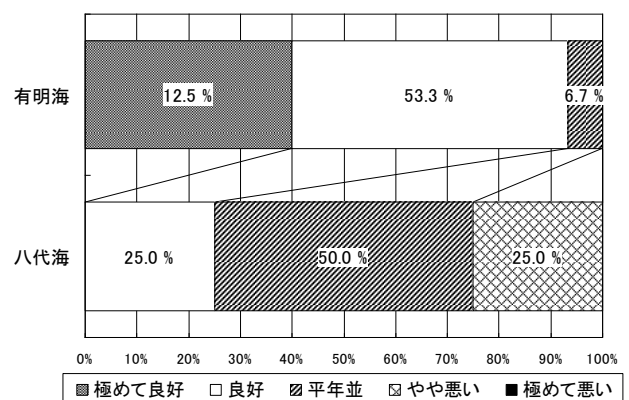


図5 各地域の冷凍網の健全度評価結果

冷凍入庫の完了まで壺状菌病の感染は初認されず、各漁協へのアンケートによる冷凍網の健全度評価調査結果(図5)によれば、有明海では全域で良好な冷凍網が確保された。しかしながら、有明海では冷凍入庫前の11月上旬に水温上昇に伴うノリ芽の急成長が見られたことにより、例年より長めのサイズで入庫せざるを得なかったことと、作業期間中に

曇天が多かったことなどから、一部地域では網の乾燥作業に支障を来し、乾燥不足から冷凍保存中の芽傷みが懸念される状況が見受けられた。

一方、八代海では、育苗期から栄養塩量が少ない状況に陥ったため、良好な網が確保された地域は一部に留まり、広い範囲で状態の悪い網が散見された。河川からの栄養塩供給がある八代地先では概ね良好な健全度であったものの、河口から遠い三角地先の西部漁場ではノリ芽の生長不良と色落ちにより健全度が著しく低かった。

エ 秋芽網生産期

有明海の早いところでは11月15日から摘採が開始され、11月22日頃には全域で摘採が本格化した。11月上旬から葉体が急激に生長し始め、病害は、11月22日にあかぐされ病が初認されたものの、水温が低めに推移し、11月中は感染がほとんど拡大しなかったことから、秋芽網ノリの生産量は約4.1億枚と豊漁であった。しかし、秋芽網生産のピークとなる12月2日頃から徐々にあかぐされ病の感染が拡大し、12月7日には支柱域を中心に全域で重症化し、12月13日には浮き流し漁場においても重症化した。これは、11月上旬から急激に生長し始めた葉体に対して、11月下旬頃から陸上における乾ノリ加工と摘採・網管理が追い付かないようになり、一気にあかぐされ病の感染が拡大していったものと考えられる。

また、壺状菌病の初認は12月2日と平年並で、感染が確認されたのは一部の北部漁場のみであり、全域への感染は免れた。

一方、八代海では10月下旬頃から大型珪藻（リゾソレニア）が増殖して、11月上旬には全域で栄養塩量が少ない状態に陥り、特に、外洋水の影響を受けやすく、河口から遠い西部漁場では色落ちが発生した。しかし、栄養塩量は低位で推移したが、昨年度のように完全に枯渇することはなく、 $2\mu\text{g-at/L}$ (DIN)程度の栄養塩量が保たれていたため、生産量の減少や品質の低下がみられたもののある程度の生産を継続することができた。

オ 冷凍網生産期

有明海の一部漁場では、秋芽網生産を継続しつつ、12月上旬から冷凍網の出庫が開始された。当初、冷凍網の出庫は12月10日以降と取り決められていたが、前述のとおり、秋芽網期終盤である12月上旬に浮き流し漁場も含めた全域であかぐされ病が蔓延したことにより、予定どおりに本格的な冷凍網の出庫はできず、出庫のピークは12月下旬にずれ込んだ。

また、秋芽網の一斉撤去を実施した地域では12月中～下旬に撤去した後、12月下旬にほぼ全域で冷凍出庫が完了したが、12月末の寒波・暴風による著しい気温の低下により水温が急激に低下したため、12月下旬に冷凍網を出庫した地域では、出庫後のノリ芽の伸長が非常に遅かった。その後、1月の水温が平年より非常に低く推移するとともに、風波で葉体が流失し、時化で出漁できない日が多かったなどの気象条件が重なったことから、1月の生産量としては平年よりも非常に少なかった。

1月の降雨量が非常に少なかった(4mm)ものの、風波と低水温によって葉体の生長が抑制され、2月中旬まで栄養塩量が概ね保たれたことや低水温によりあかぐされ病の感染が非常に少なかったことなどから、1月下旬～2月中旬の短期間に約4.8億枚を生産することができた。その後、2月下旬からは、特に浮き流し漁場での栄養塩の減少に伴う色落ちが深刻化し、品質の低下が見受けられたものの、近年の全国的な不作傾向により加工向けノリの需要が非常に多く、品質が低いノリの価格が高かったこともあり、生産者の生産意欲は高く、2月

下旬～3月上旬の短期間に、約3億枚が生産された。3月上旬以降は品質も低下したため、全域で網の撤去が進み、3月中旬にはほとんどの漁場で終漁となった。

一方、八代海では秋芽網生産期に引き続いて全域で低栄養塩状況が続いたが、1月上旬に若干の色調回復があった。しかし、1月中旬には再び色調が低下し、一部の漁場を除き早めの終漁となった。

カ 病害状況

今漁期のあかぐされ病の初認は11月22日（採苗後33日目）とほぼ平年並であったが、秋芽網生産期における初期感染域は、本来、干出管理によりあかぐされ病の感染拡大を抑制しやすいと思われる支柱漁場が中心であった。この要因としては、冷凍入庫期に曇天日が多く、日照時間が少なかったことから、網の乾燥不足などがあげられるが、主因は支柱域における網の干出管理の不徹底であると考えられる。

その後のあかぐされ病の病勢は、12月上旬に強まり、12月13日（採苗後54日目）には浮き流し漁場にまで重症化域が拡大した（図6）。

これは、11月上旬から急激に生長し始めた葉体に対して、11月下旬頃から陸上における乾ノリ加工と摘採・網管理が追い付かず、一気に感染が拡大していったものと考えられる。

一方、八代海では低栄養塩による生長不良と色落ちのため、11月中はあかぐされ病の感染は認められなかったが、12月上旬になって重度のあかぐされ病の感染が確認された。しかし、その後は水温の低下と葉体色調の低下から病勢は弱かった。

また、有明海における壺状菌病の初認は12月2日とほぼ平年並であったが、秋芽網生産期の感染域は有明海北部漁場の一部に留まり、冷凍網生産期においても感染域は有明海北部漁場の一部に留まり、壺状菌病による被害は極めて少なかった。なお、八代海では、壺状菌病は確認されなかった。

キ 入札状況（図7）

秋芽網生産期の生産枚数は4億1,119万2,200枚（前年比151.5%、平年比178.3%）で、生産金額は44億7,315万1,760円（前年比161.4%、平年比175.2%）、平均単価は10.88円（前年比0.67円高、平年比0.19円安）であった（図7-1）。

冷凍網期の生産状況は、生産枚数は7億8,488万1,100枚（前年比11

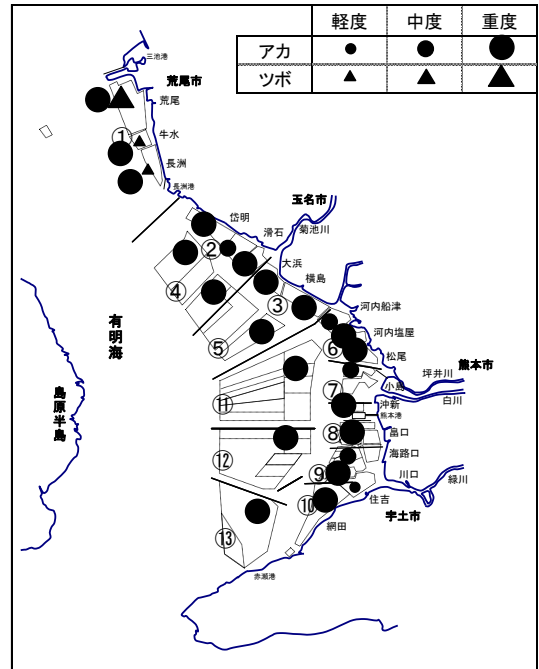


図6 採苗後54日目(12月13日)における病害状況 (ノリ養殖速報第10号)

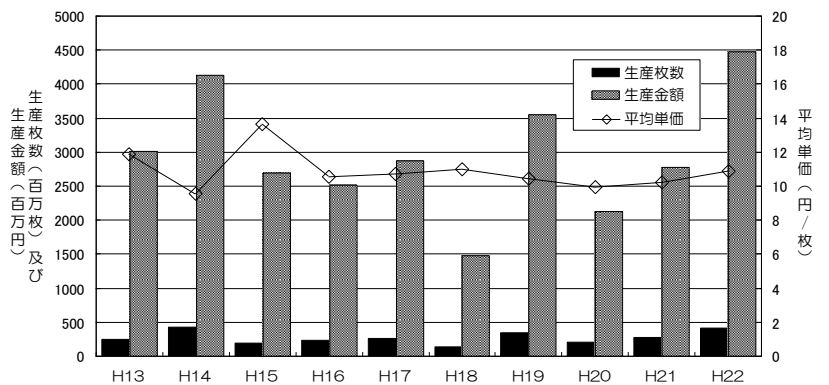


図7-1 秋芽網生産期の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

9.0%、平年比89.3%)で、生産金額は65億4,239万1,682円(前年比112.9%、平年比86.4%)、平均単価は8.34円(前年比0.45円安、平年比0.27円安)であった(図7-2)。

秋芽網生産期及び冷凍網生産期を通じての生産枚数は、11億9,607万3,300枚(前年比128.4%、平年比107.8%)、生産金額は110億1,554万3,442円(前年比128.6%、平年比108.8%)、平均単価は9.21円となり(前年比0.01円高、平年比0.09円高)、平成10年以降では、生産枚数、生産金額共に4番目に多い漁期となった(図7-3)。

今漁期は、全国の生産枚数が約85億枚(前年比約5億枚増)

に留まり、国内需要が約85億枚と推計(全海苔)されていることから、特に加工向けの低級品の需要が高く、昨漁期に引き続き低級品の高値傾向が顕著であった。また、等級には、昨漁期よりは減少したものの依然として○等級が多く見受けられた。

(3) 採苗開始日決定のための水温変動予測(表2)

9月20日の水温データによる水温変動予測を行った結果、10月1日の長洲沖海況観測ブイによる実測の日平均水温は、予測結果の水温26.2℃より0.7℃低い25.5℃であった。

平成22年度漁期は、先述のとおり、10月初旬の採苗は回避し、10月20日以降の採苗開始が9月中に取り決められたことから、改めて、10月4日に10月初旬～下旬の水温予測を行った。

表2 平成22年10月4日の水温データによる10月上旬～中旬の水温予測(長洲沖自動観測ブイロボデータ)

10/4水温	日付	10/4の水温との相関式	相関係数(R ²)	H22年度 予測水温(℃)	H22年度 実測水温(℃)	予測と実測 の水温差	平年値 (℃)
24.7 ℃	10/5	Y = 0.826 X + 4.132	0.853	24.5	24.8	-0.2	23.9
	10/6	Y = 0.848 X + 3.415	0.797	24.4	24.7	-0.3	23.6
	10/7	Y = 0.948 X + 0.845	0.802	24.3	24.4	-0.2	23.4
	10/8	Y = 0.909 X + 1.616	0.727	24.1	24.3	-0.2	23.1
	10/9	Y = 0.867 X + 2.437	0.749	23.9	24.3	-0.4	22.8
	10/10	Y = 0.820 X + 3.509	0.664	23.8	24.3	-0.5	22.6
	10/11	Y = 0.812 X + 3.706	0.617	23.8	24.1	-0.3	22.5
	10/12	Y = 0.845 X + 2.941	0.701	23.8	24.0	-0.2	22.4
	10/13	Y = 0.805 X + 3.914	0.614	23.8	24.1	-0.3	22.4
	10/14	Y = 0.756 X + 5.095	0.563	23.8	24.2	-0.4	22.6
	10/15	Y = 0.774 X + 4.390	0.594	23.5	24.1	-0.6	22.5
	10/16	Y = 0.692 X + 6.293	0.652	23.4	23.5	-0.1	22.3
	10/17	Y = 0.612 X + 8.074	0.697	23.2	23.4	-0.2	22.3
	10/18	Y = 0.437 X + 12.106	0.412	22.9	23.4	-0.5	22.3
	10/19	Y = 0.354 X + 14.034	0.350	22.8	23.3	-0.6	22.3
10/20	Y = 0.297 X + 15.293	0.212	22.6	23.2	-0.5	22.1	

日平均水温が、
 23℃未満
 24℃未満
 24～25℃
 25℃以上

最適
 後に、細胞異常、着生不良の危険性あり
 細胞異常、着生不良の危険性あり
 細胞異常、着生不良の危険性大きい

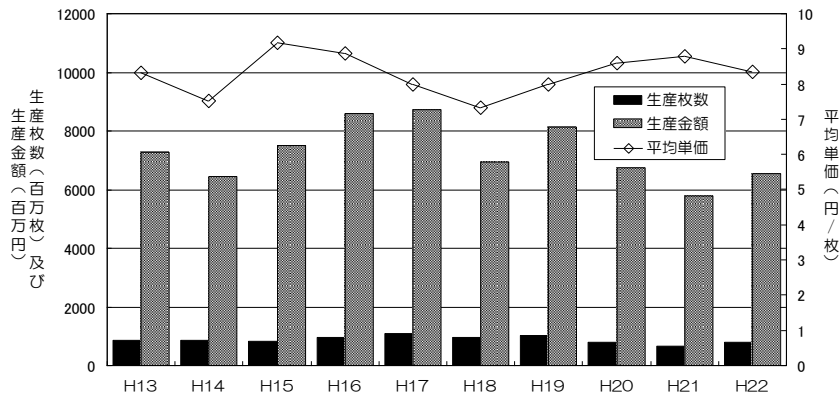


図7-2 冷凍網生産期の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

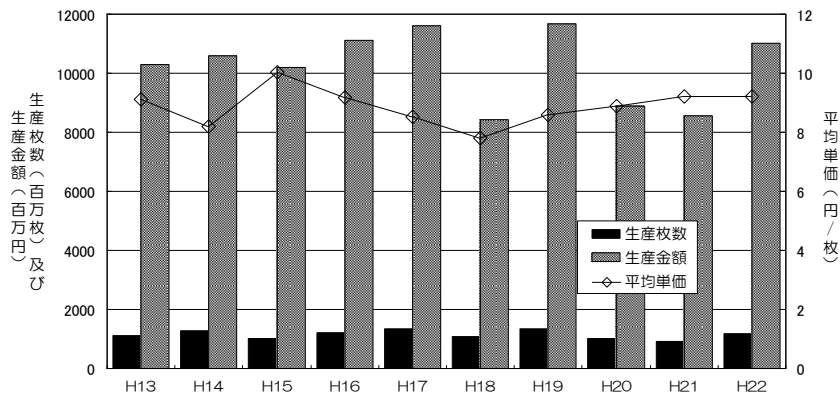


図7-3 漁期別(秋芽網期+冷凍網期)の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

10月4日の水温に基づく予測水温は、表2に示したとおり、実測の日平均水温との誤差は0.1～0.6℃低く予測される結果となった。

4 考 察

今漁期は、枚数は平成17、19、14年度に次いで、金額は平成19、17、9年度に次いでともに4番目に多い漁期となった。特に秋芽網生産期は、近年では枚数で平成14年度に次いで2番目に、金額では過去最も多い漁期であった。本年度の秋芽網生産期の豊漁は、①10月上旬の採苗を見送り10月下旬の適水温期に採苗を行ったこと、②育苗初期は低水温であったが、11月上旬に水温が回復してノリ芽に伸び足（生長の勢い）がついたこと、③水温が平年値に沿う形で順調に降下したこと、④摘採開始時期には日平均水温が18℃を下回るまでに低下しあかぐされ病の初期病勢が比較的弱かったこと等の要因が考えられる。しかし、11月下旬頃からノリ芽の生長に摘採・網管理と陸上の加工が追い付かず、12月上旬から徐々にあかぐされ病の感染域が拡大し始め、12月中旬には浮き流し漁場にまで重症化域が一気に拡大したことで、12月10日以降に冷凍網の出庫を予定していたほとんどの地域では出庫を見送り、早期の冷凍網への切り替え期を逸してしまった。

近年の漁家数減少に伴い、一経営体当たりの柵数の増加傾向が続いてきたが、既に限界に達して個々の網管理が行き届かない地域も見受けられることから、環境適応型養殖スケジュールの導入に伴い、短期的には張り込み柵数の適正化、中期的には摘採船の導入、長期的には加工協業化など経営の効率化・合理化を検討していく必要があると思われる。

冷凍網の出庫ピークが全域で12月下旬と遅れ、同時期に猛烈な寒波の襲来が重なったことで、極めて低水温の中に冷凍網を張り込むことになり、出庫後の初期生長が鈍化してしまい、冷凍網初期収量の減少と〇等級の多発に繋がったと考えられる。また、冷凍網出庫後の1月には風波を伴う寒波に連日のように見舞われたことで葉体が大量に流失したり、有明海北部と南部の一部では時化で出漁できない日が多かった（1月の31日間のうち20日が瞬間風速7m以上）ことなどで1月上中旬の収量は大きく落ち込んだ。一方で、1月の降水量は4mmと記録的な少雨であったことから、本来なら昨年度と同様に1月中の早期に色落ちが起こりかねない状況にあったのだが、上述のような葉体生長抑制と気象海況などが要因となり、2月中旬までは何とか栄養塩量が保たれたという見方も可能であり、結果的に1月下旬～2月中旬の短期間に良質なノリを集中して生産することができた。

今後とも採苗・育苗時期の水温が高めに推移する可能性は高いと考えられ、年々の潮回りにもよるが10月下旬の採苗が定着していくと思われる。また、近年のノリ漁期中の少雨傾向は顕著であり、水温や日照環境によっては珪藻プランクトンの増殖等による早期色落ちが発生する可能性は常にある。このように、採苗時期の遅れと色落ちの早期化によって、生産期は実質的に11～2月の約4ヶ月間と短期化しており、この短期間に如何にして効率的に生産するかが最重要課題であり、そのためには、海況が安定した12月～1月をどう活かすかが論点となっている。この養殖適期に生産量のピークを誘導することが、収量及び品質、高単価を確保する面からも有効な方法の一つと考えられるのだが、12月を重視（秋芽網の生産延長）するのか、1月を重視（冷凍網の早期出庫）するのかだけでも、地域により議論が分かれている状況にある。安定したノリ漁家経営を実現するためには、従来型の養殖スケジュール（10月上旬採苗～12月上中旬一斉撤去）から、環境に適応した養殖スケジュールを導入することは必要だとも思うが、採苗期の水温が高く養殖スケジュールを遅らせた場合、秋芽網生産期の短縮や冷凍網生産期への切り替えの難しさ、育苗期の壺状菌病や冷凍網期のあかぐされ病感染リスクの増加などのデメリットも生じ得る。このことから、毎年環境に適応した養殖スケジュールについて、関係者の十分な論議と合意形成を続けていくことが重要である。

表3-1 平成22年度ノリ養殖の経過及びノリの生産状況

月	日	養 殖 経 過	生 産 状 況
10	9/17		三県漁連会議で10/20以降採苗と取り決め
	6		組合長会議で採苗開始日（10/20以降）決定
	20	採苗開始	荒尾、横島、河内、岱明鍋
	21	//	小島
	22	//	熊本北部、松尾、沖新、畠口、海路口、川口、住吉、三角
	23	//	岱明高道、滑石、大浜、網田、鏡、松合、八代
11	5		一部地域で冷凍入庫開始
	15		全域で冷凍入庫サイズに生長
	18	冷凍入庫ピーク	
	22	あかくされ病初認	
	25	有明海で赤潮確認	
12	30		栄養塩やや低下
	2	壺状菌病初認	あかくされ病の感染域が拡大
	7		あかくされ病が支柱域で蔓延
	10	冷凍網の本格出庫を見送り	
	13		あかくされ病が浮き流し漁場にまで拡大・重症化
	20	冷凍網の出庫本格化	秋芽網の撤去が進み、浮き流し漁場のあかくされ病が沈静化 年末から寒波で水温が急低下 大型低気圧通過に伴う大時化で支柱等に大きな被害発生
1	28		
	13		あかくされ病の感染鈍化
	25		低水温によりあかくされ病の病勢低下
2	8	沖合漁場で色調低下	一部会漁場に壺状菌病感染
	16	まとまった降雨	
3			平年より約1℃低水温
	31	ほぼ全域で終漁	
4	~5	ベタ漁場の施設の撤去完了	
	18	支柱漁場のノリ網撤去完了	
	30	支柱漁場の施設撤去完了	

表3-2 平成22年度ノリ養殖の経過及びノリの生産状況

月	日	窒素量(μg-at/L)		芽の大きさ(平均)		入札日	生産枚数 (百万枚)	生産金額 (百万円)	平均単価 (円/枚)	概況
		支柱	ヘタ	(日)	(mm)					
10	9/28	13.6	6.8							【採苗・育苗前期】 水温は、10月中旬まで平年よりも高く推移（長洲沖日平均水温）していたが、10/22には23℃を下回り、10/20～23にかけて採苗が開始された。採苗は、一部に芽数の少ない地域があったものの、県下全域でおおむね良好であった。その後、水温は10/28に21.0℃を下回るなど育苗に適した水温で推移した。
	5	25.3	17.2							
	13	8.1	3.8							
	19	11.0	5.6							
	26	11.8	8.1							
	2	12.7	8.4	8	1-10					
11	10	12.8	8.7	11	3-12					【育苗後期・冷凍網入庫期】 育苗は、水温が平年値に沿うような形で理想的に低下していったことなどから、肉眼視まではやや時間がかかったものの、網汚れも少なめで順調な育苗作業が行われた。しかしながら、冷凍入庫前に芽が伸び過ぎ、入庫時期に曇天が重なったことから、一部には冷凍傷みが懸念される地域があった。一方、八代海では育苗期に大型珪藻（リソソレニア）の増殖により栄養塩量が急減し、網には軽度の色落ちが見られた。 【秋芽網生産期】 有明海の早いところでは11/18から摘採が開始され、11/22頃から全域で摘採が本格化した。あかくされ病は11/22に初認され、発生は局所的であったものの、秋芽網生産期終盤にはノリ芽の生長に摘採・加工追いつかず全域で蔓延した。壺状菌病は12/2に初認されたものの一部の北部漁場の一部で確認されたのみであり、重症化域の拡大は見られなかった。一方、八代海では11月上旬から大型珪藻（リソソレニア）が増殖して栄養塩の少ない状態に陥った。その後も栄養塩(DIN)は、1~4 μg-at/Lと低い水準で推移し続けた。
	16	8.7	11.1	15	4-35					
	25	10.0	6.9	22	38-190					
	30	5.1	6.3	29	70-190					
12				2	50-180					【冷凍網生産前期】 一部の漁場では12/10から出庫が始まったものの、秋芽網生産期終盤にあかくされ病が蔓延したことから、本格的な出庫のピークは12月下旬にずれ込んだ。12月末の寒波で急激に水温が低下したため冷凍出庫後のノリ芽の伸長はかなり遅めで、その後も1月中の水温が平年より2~3℃も低めに推移しことと時化で出漁できない日が多かったことなどから、12~1月の生産量は平年よりもやや少なめであった。 2月以降、栄養塩が減少し始めて沖合漁場では色調の低下が見られたものの、ノリ芽の生長は非常に良好で、同期の生産量は平年より多かった。一方、八代海では11月以降の低栄養塩状況が続き、生産枚数は伸び悩んだ。
	7	5.7	5.0	7	46-180					
	14	10.8	9.2	13	40-160					
	21	12.7	7.0	16	-					
1				20	32-110					【冷凍網生産後期】 3月に入っても水温が平年より1℃程度低めに推移したことなどから、あかくされ病の重症化による品質の低下は少なく、比較的栄養塩が多かった河口域漁場では3月下旬まで生産が継続された。
	28	15.3	8.6							
	5	14.3	9.5	13	50-145					
2	12	16.0	10.7							【冷凍網生産後期】 3月に入っても水温が平年より1℃程度低めに推移したことなどから、あかくされ病の重症化による品質の低下は少なく、比較的栄養塩が多かった河口域漁場では3月下旬まで生産が継続された。
	18	13.3	8.3							
	25	13.4	10.4	25	80-140					
	1	9.0	6.2	8	30-150					
3	9	3.4	1.9							【冷凍網生産後期】 3月に入っても水温が平年より1℃程度低めに推移したことなどから、あかくされ病の重症化による品質の低下は少なく、比較的栄養塩が多かった河口域漁場では3月下旬まで生産が継続された。
	15	14.6	2.5							
	22	4.4	3.1							
4	1	1.7	0.8							【冷凍網生産後期】 3月に入っても水温が平年より1℃程度低めに推移したことなどから、あかくされ病の重症化による品質の低下は少なく、比較的栄養塩が多かった河口域漁場では3月下旬まで生産が継続された。
	8	3.2	5.3							
	15	6.8	2.4							

ノリ作り安定化対策試験Ⅳ (県単・独法委託)

平成 21～23 年度

(ノリ養殖漁場海況観測調査)

1 緒言

ノリ養殖を適正に管理するためには、養殖漁場の気象、海況の変動を把握し、ノリ網の干出管理や、摘採などを適切に行う必要がある。

本調査では、ノリ養殖漁場の気象、海況を関係機関が正確に把握できるように定点観測を行い、得られた結果をホームページ、FAXそして新聞等により提供することを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 高日新也、梅本敬人、松本聖治、櫻田清成、増田雄二

(2) 調査方法

(ア)海況観測 (自動観測ブイによる)

調査定点：長洲、小島、長浜、田浦 (図1)

調査頻度：3回/時 (10月～翌3月)

調査項目：水温、比重 (塩分)

(イ)栄養塩調査

漁業関係者に定点観測および海水の採取を依頼し、当センターで回収、分析を行った。

調査定点：有明海16点、八代海4点 (図1)

調査頻度：1回/週 (25回、9月末～翌3月)

調査項目：水温、塩分、波浪、pH、栄養塩類

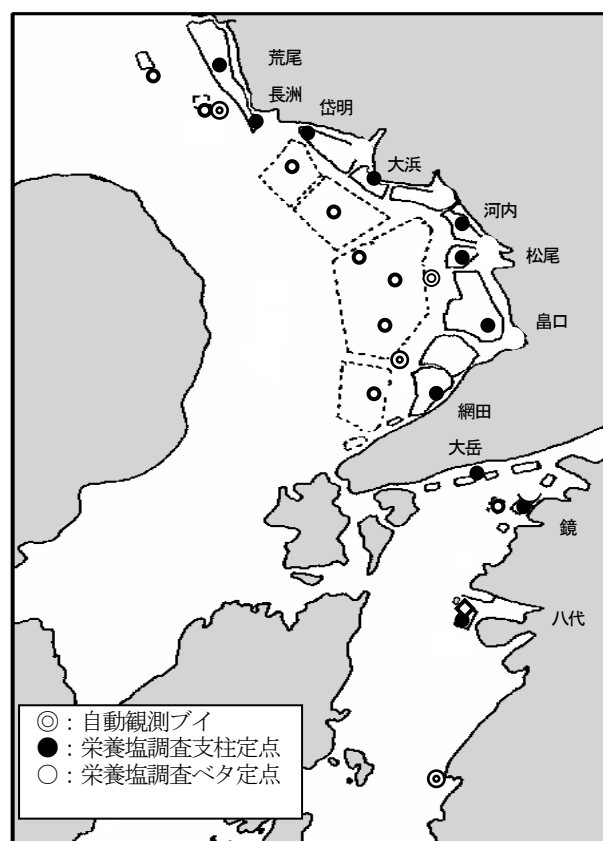


図1 調査定点

3 結果

(1) 水温、比重

水温、比重の旬ごとの観測結果 (表層) を図2、図3にそれぞれ示した。水温は10月上旬に長洲沖で最高値25.5℃、1月中旬に小島沖で最低値7.5℃であった。比重については、2月中旬に小島沖で最低値16.6であった。

(2) 栄養塩調査

(ア)DIN (溶存無機三態窒素：図4、5、8)

全地点平均の推移をみると、12月上旬及び2月以降に減少が見られ、支柱漁場、ベタ漁場ともにノリ養殖におけるDINの期待値7 μ g-at./Lを下回った。地点別の期間平均では、特に八代海で期待値を下回る地点が多く、荒尾支柱、荒尾ベタ、長洲支柱、岱明ベタ、大浜ベタ、網田ベタ、大岳支柱、鏡支柱、鏡ベタ、八代支柱の10地点で期待値を下回った。地点毎の推移を見ると、有明海ではいずれの地点でも11月下旬から12月上旬にかけて減少が見られたが、12月中旬以降に特に岱明以南の支柱漁場で、大幅に回復した。八代海では、10月下旬に特に大岳支柱、鏡ベタ、八代支柱で大幅な減少が見られ、ノリ漁期終盤まで低調に推移した。

(イ)PO₄-P (溶存磷酸態磷：図6、7、8)

全地点平均の推移をみると、DINと同様2月以降に減少が見られ、支柱漁場、ベタ漁場ともにノリ養殖に

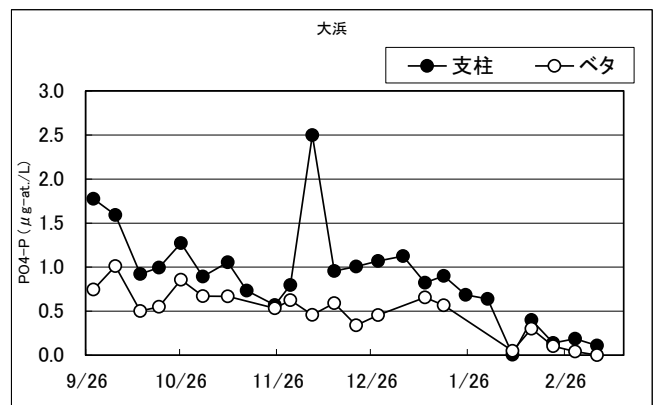
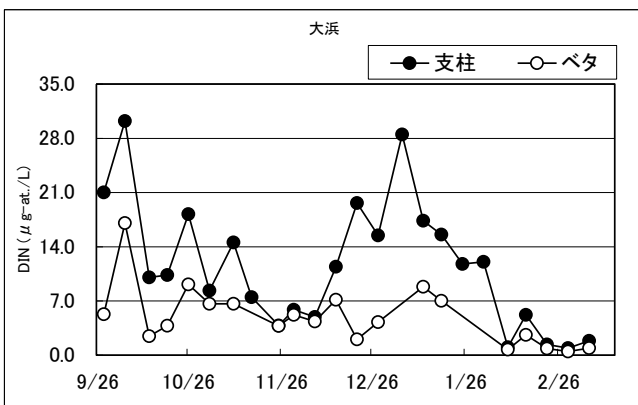
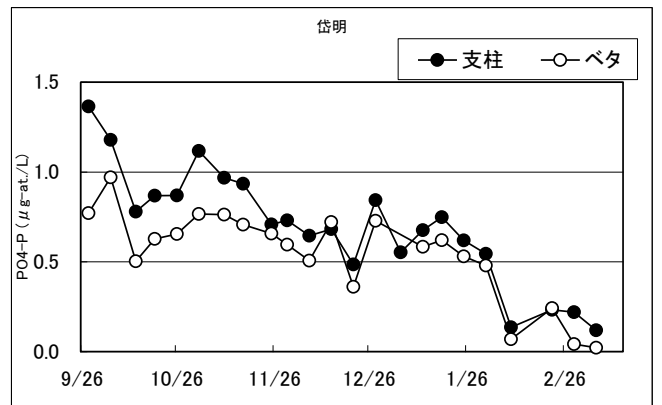
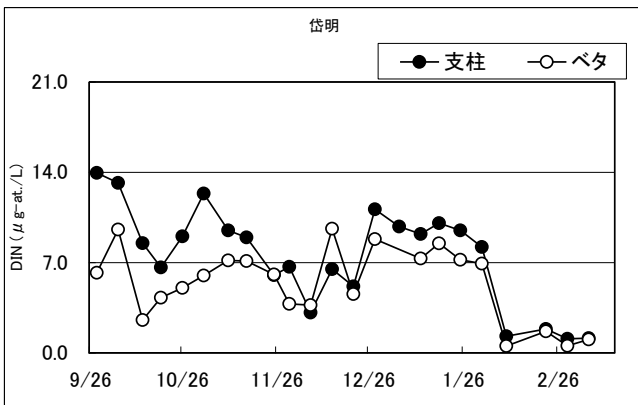
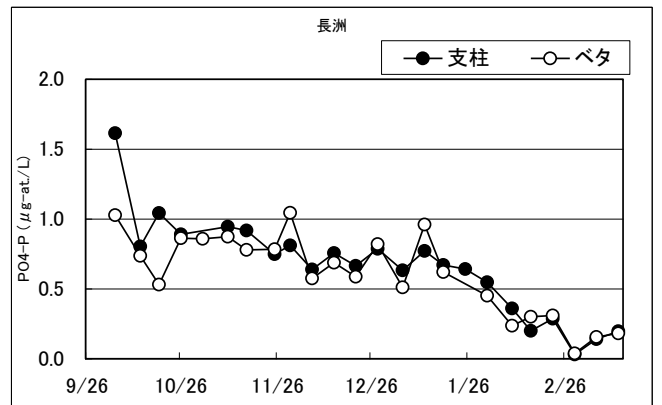
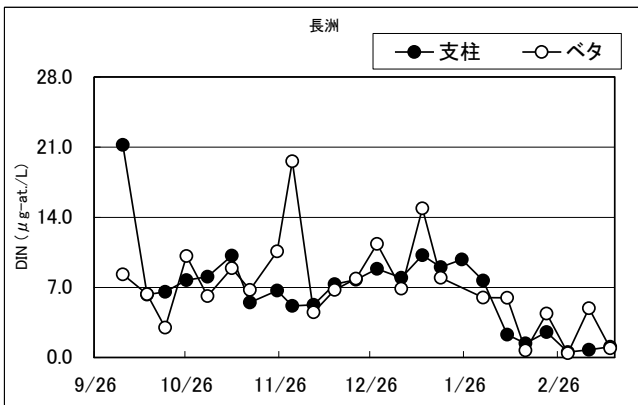
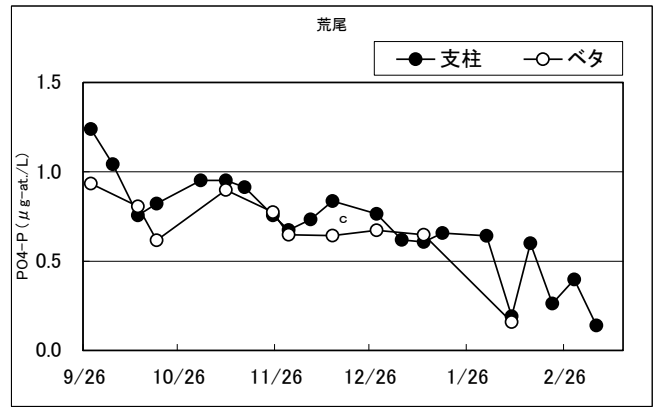
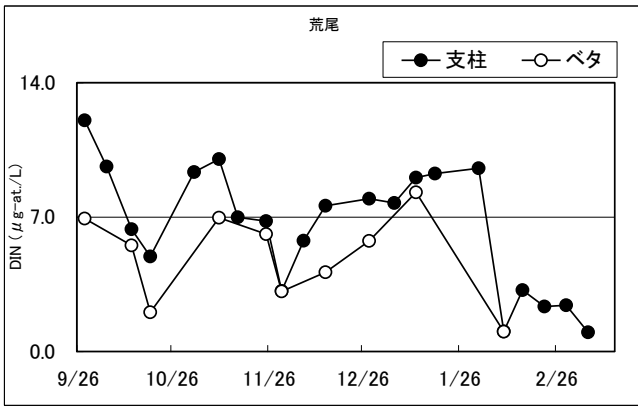


図8-1 調査定点別DIN、PO₄-Pの推移

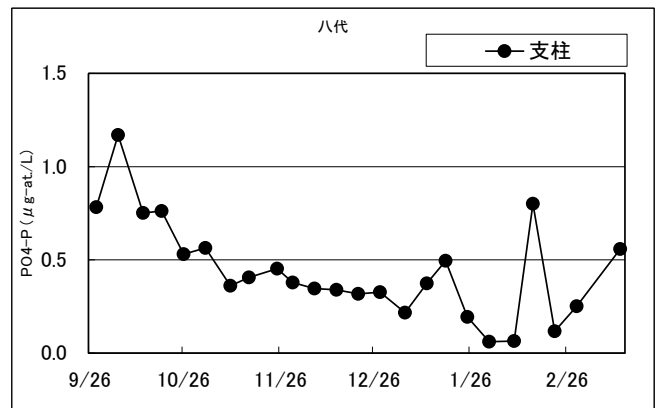
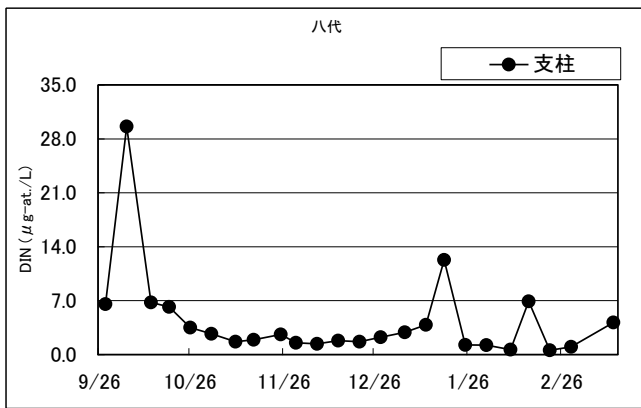
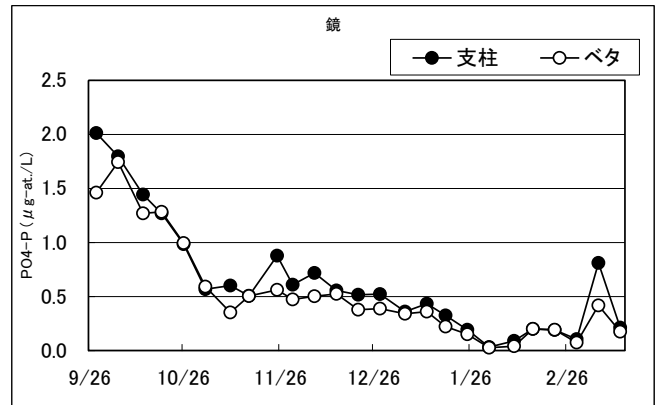
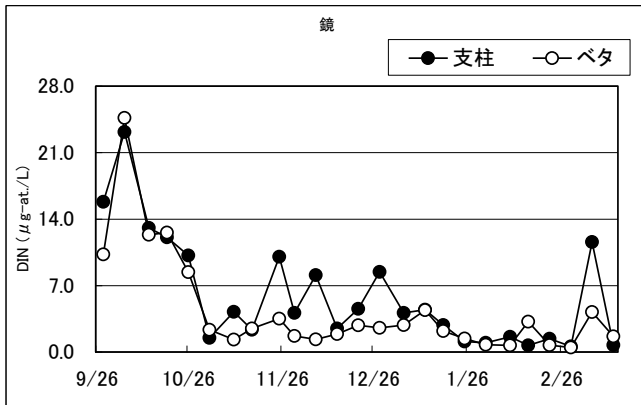
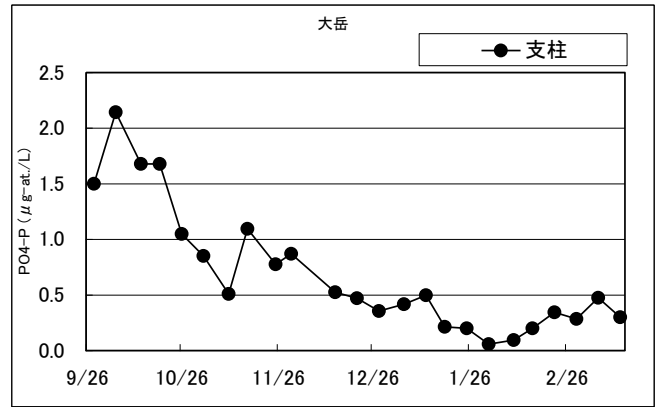
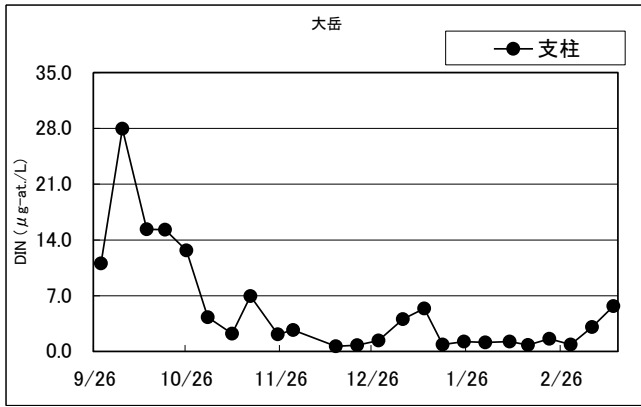


図8-3 調査定点別DIN、PO₄-Pの推移

二枚貝資源安定化対策事業 I (県単・令達)

(アサリ生息状況調査)

(平成 22 年度～24 年度)

1 緒言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和 52 年には 65,732 トンをであったが、平成 9 年には 1,009 トンまで減少した。近年では数千トン程度と回復の兆しが見えるが、年変動が激しく漁獲量の安定化が重要課題となっている。この調査では、本県海域のアサリ主要漁場におけるアサリ資源動向を把握することを目的として、緑川河口域および菊池川河口域でアサリ生息状況調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 生嶋 登、梅本敬人、内川純一、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア 緑川河口域アサリ生息状況調査

調査は、平成 22 年 6 月 10～14 日と平成 22 年 8 月 8、10～13 日の 2 回、干潟上に設定した調査定点 (図 1) で 25 cm 方形枠による枠取りを 2 回実施し、1 mm メッシュのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたアサリについては、個体の計数および殻長を計測した。

イ 菊池川河口域アサリ生息状況調査

調査は、平成 22 年 6 月 16 日および 10 月 7 日の 2 回、滑石地先干潟上に設定した調査定点 45 カ所 (図 1) で 10 cm 方形枠による枠取りを 4 回実施し、1 mm メッシュのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたアサリについては、個体の計数および殻長を計測した。

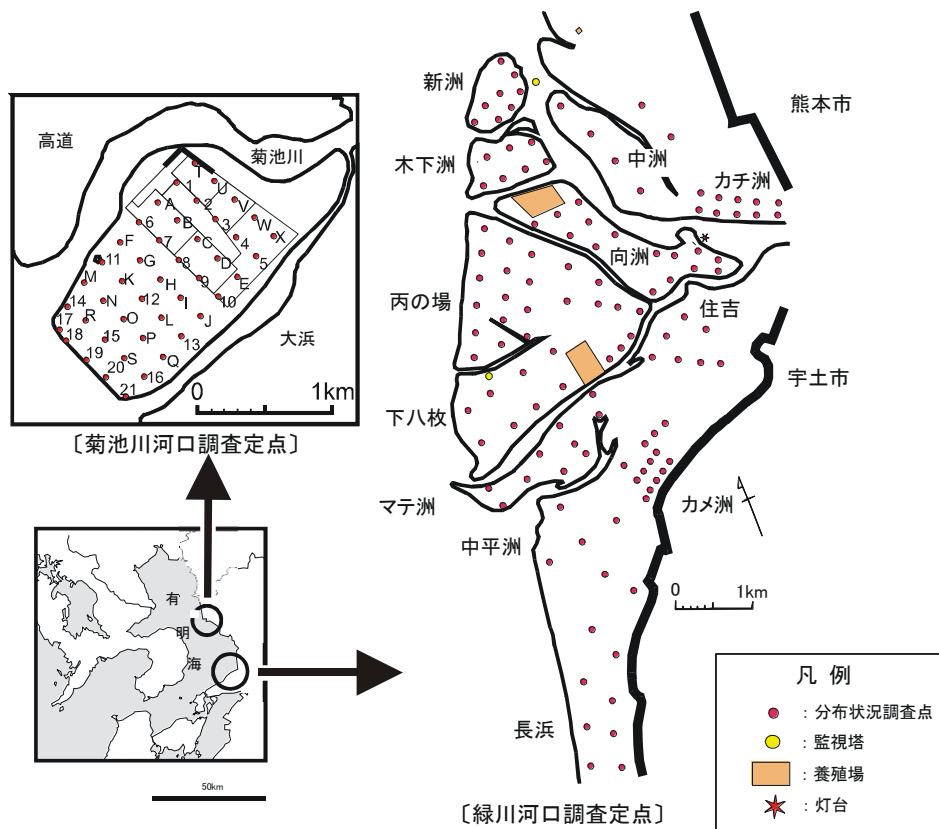


図 1 アサリ生息状況調査定点

3 結果および考察

(1) 緑川河口域アサリ生息状況調査

図2にアサリの分布状況を、図3に主な調査区域におけるアサリの殻長組成を示した。また、表1に平成8年からの生息状況調査結果を示した。

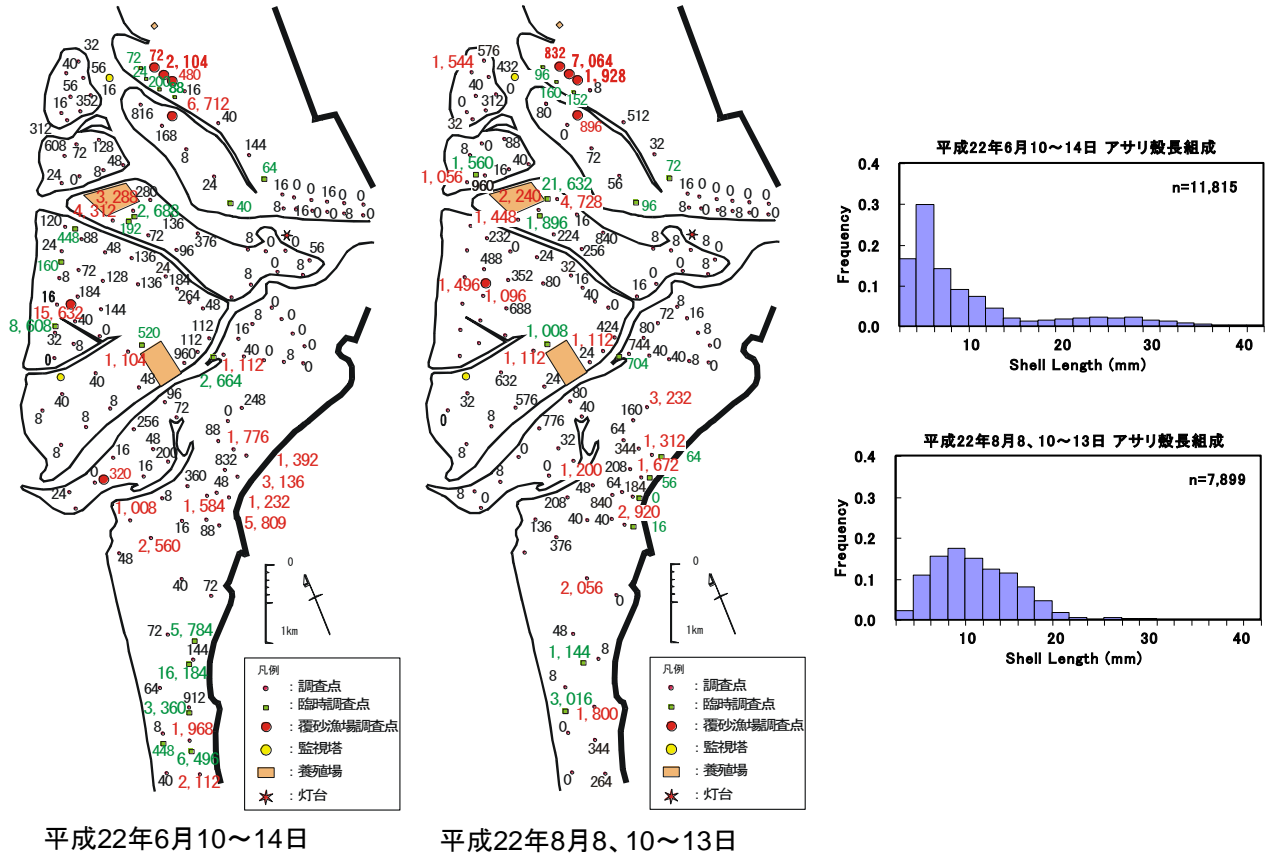


図2 平成22年緑川河口域アサリ生息状況 (単位: 個/㎡)

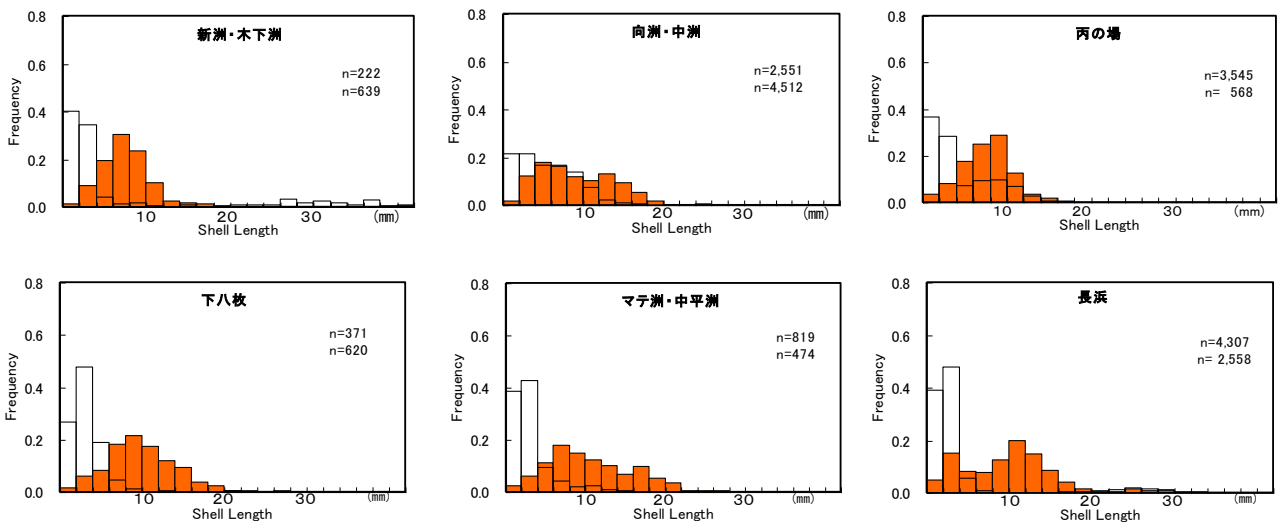


図3 平成22年緑川河口域アサリ生息状況調査で確認されたアサリの殻長組成 (□: 6月調査 ■: 8月調査 上段n: 6月調査 下段n: 8月調査)

6月の調査では、平成21年と同様に緑川河口全域でアサリの生息が認められた。これらのアサリは、殻長2～6mm前後を中心とした10mm未満の稚貝が主体で、平成21年の夏～秋生まれの群が主体と考えられた。平成4年の調査開始から継続して調査している調査点において、生息密度が1,000個/m²をこえた調査点は8点と、平成21年の4点を上回った。平均生息密度は、平成8年以降の調査では5番目に高い337個/m²で、平成21年の平均生息密度236個/m²（補正值）を上回った。また、平成21年夏以降発生したと考えられる殻長10mm以下の平均生息密度については324個/m²であり、平成21年の213個/m²（補正值）を上回り、平成8年からの調査中5番目に高い値であった。

8月の調査でも、緑川河口全域でアサリの生息が認められた。確認されたアサリは、殻長4～8mm前後を中心とした10mm未満の稚貝が主体で、これらは平成22年の春生まれの群が主体と考えられた。また、6月の調査で確認された平成21年夏～秋生まれの群（推定殻長10～14mm）や平成23年早期に漁獲対象となる殻長20mm以上の群も多く確認された。

平成4年の調査開始から継続して調査している調査点において、生息密度が1,000個/m²を越えた調査点は10点で、平成21年同期調査の0点と比較して大幅に増加した。また、アサリの分布が確認できなかった調査点は12点で、昨年度の25点を大きく下回る結果だった。平均生息密度は、平成8年度以降の調査では2番目に高い434個/m²だった。

平成22年春生まれの群と考えられる殻長10mm以下の平均生息密度については291個/m²と過去2番目に高い密度であった。一方、平成23年の漁獲対象として期待できる10mm以上の平均生息密度は143個/m²と平成21年の13個/m²と比較して高く、これは平成10年と同程度で過去5番目に高い結果であった。

平成22年春生まれ群の稚貝発生量が多かった要因としては、本事業報告書の二枚貝資源安定化対策事業Ⅱでも述べるが、平成22年1月以降のアサリ肥満度が24以上で推移したことからアサリ餌料環境が良く、十分成熟できたこと、産卵が例年より一月程度早い平成22年3月から始まり夏季高温期までに十分成長できたことが要因と推察された。

表1 緑川河口域主要分布地区におけるアサリ平均生息密度の推移（平成8年～）

	（単位 生息密度：個/m ² 漁獲量：トン）														
	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
第1回調査 （毎年6月頃）	52 (48)	90 (90)	221 (207)	445 (403)	316 (286)	191 (169)	1,215 (1,153)	295 (228)	1,215 (1,194)	486 (415)	1,374 (1,265)	386 (114)	237 (204)	407 (384)	337 (324)
第2回調査 （毎年8～9月頃）	7 (3)	34 (1)	155 (8)	83 (1)	30 (1)	87 (2)	337 (12)	60 (16)	200 (11)	309 (211)	945 (380)	154 (30)	157 (65)	77 (64)	434 (291)
アサリ漁獲量	22	4	509	1,418	1,119	840	1,532	*5,038	*1,263	*3,236	*2,031	*3,341	*2,067	*161	*27

【注】（ ）内の数値は殻長10mm以下のアサリ平均生息密度 【注2】アサリ漁獲量は農林水産統計から引用（*は聞き取り調査による数値）

（2） 菊池川河口域アサリ生息状況調査

図4にアサリの生息状況および殻長組成を、表2に平成18年からの生息状況調査結果を示した。

6月の調査では、全ての調査地点でアサリの生息が確認された。これらのアサリは、殻長2～6mm前後を中心とした稚貝が主体であり、これらは平成21年秋期に生まれた群と考えられた。また、それ以前に生まれた群と考えられる殻長26～28mm前後を中心とした成貝も確認できた。平均生息密度は、平成21年の1,023個/m²に対し、5,343個/m²と大きく増加していた。特に殻長10mm以下の稚貝の生息密度は、平成21年の673個/m²に対し、5,081個/m²と大幅に増加していた。全体的には平成8年以降の15年間で上から3番目、殻長10mm以下の稚貝も上から3番目の平均生息密度であり、アサリ漁獲量が1,000トンを超えた平成15年以降では2番目に高い平均生息密度であった。稚貝発生量が多かった原因としては、地域で取り組んだ耕耘等に

よるホトトギスマット除去作業により、底質の大幅な改善が一因として考えられた。

10月の調査では、全ての調査地点でアサリの生息が確認された。これらのアサリは、平成21年秋期および平成22年春期に生まれた群と考えられる殻長12mm前後を中心とした幼貝が主体であった。平均生息密度は、平成21年の629個/m²に対し、3,100個/m²と大きく増加していた。また、殻長10mm以下の稚貝の生息密度も平成21年の93個/m²に対し、921個/m²と大幅に増加していた。全体的には平成8年以降の14年間で4番目、殻長10mm以上で平成23年の漁獲対象と考えられる幼貝も4番目に高い平均生息密度であり、アサリ漁獲量が1,000トンを超えた平成15年以降では2番目に高い平均生息密度であった。一方で、沖側のノリ支柱漁場を中心に、ホトトギスガイによる新たなマットの形成が広範囲で確認され、定期的な漁場管理が重要と考えられた。

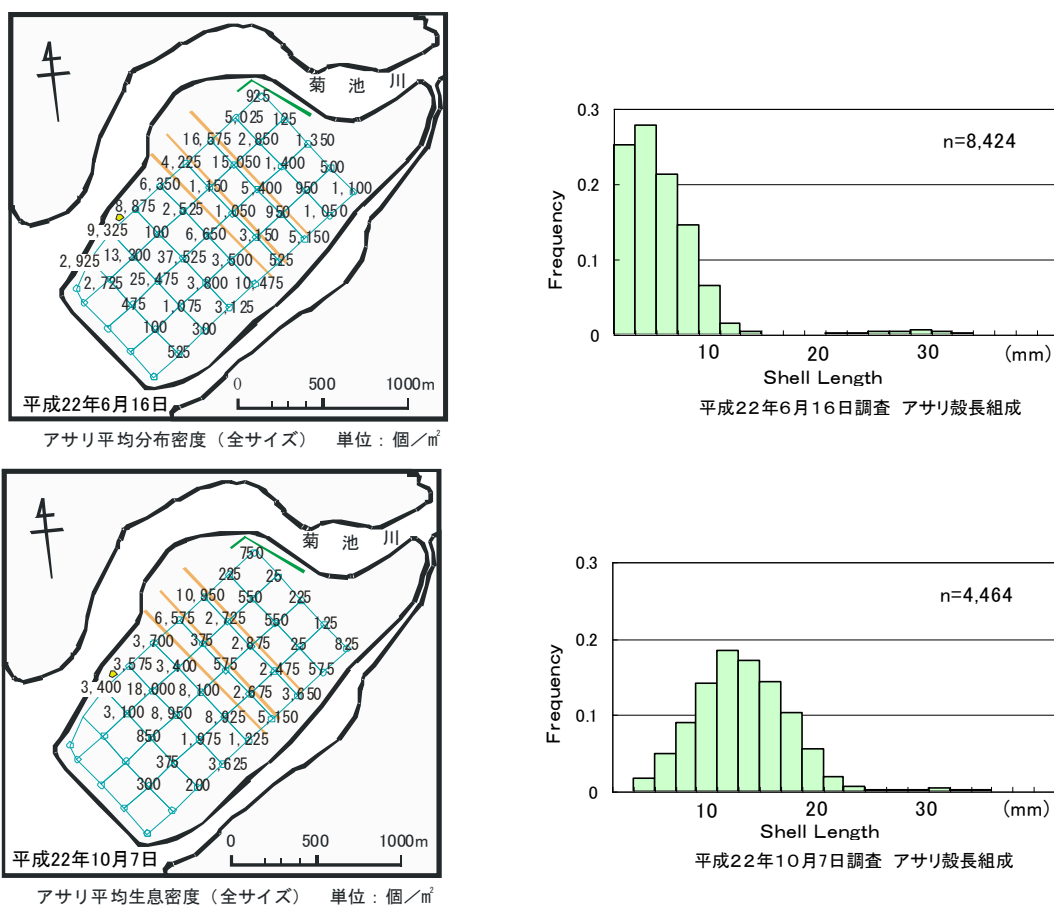


図4 平成21年度菊池川河口域アサリ生息状況および殻長組成

表2 菊池川河口域におけるアサリ平均生息密度の推移（平成8年～）

（単位 生息密度：個/m² 漁獲量：トン）

	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
第1回調査 (毎年6月頃)	122 (49)	884 (768)	1,494 (1,383)	2,105 (1,952)	626 (501)	843 (734)	11,024 (5,625)	4,240 (264)	2,662 (1,852)	10,404 (10,133)	3,778 (2,628)	2,076 (1,328)	1,979 (1,596)	1,023 (673)	5,343 (5,081)
第2回調査 (毎年9月頃)	*448 (67)	141 (8)	1,194 (419)	758 (73)	305 (10)	284 (7)	6,477 (1,760)	3,309 (99)	1,037 (169)	4,752 (1,571)	1,167 (277)	1,152 (689)	2,701 (1,400)	629 (93)	3,100 (921)
菊池川河口域アサリ漁獲量	86	117	161	515	34	403	811	*2,473	*1,750	*1,824	*634	*309	*878	*13	*69

注：()内の数値は殻長10mm以下の稚貝、アサリ漁獲量は農林水産統計から、ただし*は聞き取り調査結果

県単・令達
平成 22 年度～24 年度

二枚貝資源安定化対策事業 II ()

(アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査)

1 緒言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和 52 年には 65,732 トンであったが、平成 9 年には 1,009 トンまで減少した。近年では数千トン程度と回復の兆しが見えるが、年変動が激しく、漁獲量の安定化が重要課題となっている。この調査では、アサリ産卵状況を把握することを目的として、緑川河口域におけるアサリの肥満度調査、および本県の有明海沿岸主要漁場においてアサリ浮遊幼生調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 生嶋 登、梅本敬人、内川純一、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア アサリ肥満度調査

緑川河口域で漁獲されたアサリの肥満度を調査した。調査は概ね月 2 回の採貝期間中に漁業者によって漁獲されたアサリ（殻幅 13 mm 以上）を 100 個体用いた。漁獲されたアサリは分析まで -30°C 以下で冷凍保存し、分析時は解凍したうえで、殻長 (mm)、殻幅 (mm)、殻高 (mm)、軟体部湿重量 (g) を測定した。なお、肥満度は、 $\text{軟体部湿重量} / (\text{殻長} \times \text{殻幅} \times \text{殻高}) \times 1000$ とした。

イ アサリ浮遊幼生調査

各主要漁場の段落ち部（干潟から急に水深が深くなったところで水深約 5m）に調査点を 8 点（荒尾地先 2 点、菊池川河口域 2 点、緑川河口域 4 点）設定し、アサリ浮遊幼生の出現状況を調査した（図 1）。サンプリングは、10 月から翌年 1 月までは月 2 回、7 月から 9 月および 2 月から 3 月は月 1 回、原則小潮時の満潮 2 時間前から満潮時にかけて行った（一部悪天候による欠測有り）。各調査定点の海底上 1m から 200 リットル採水し、 $100\mu\text{m}$ メッシュのネットで濾過した試料中のアサリ幼生の計数を行った。なお、試料中のアサリ浮遊幼生の同定は、アサリモノクローナル抗体による蛍光抗体法で行った。

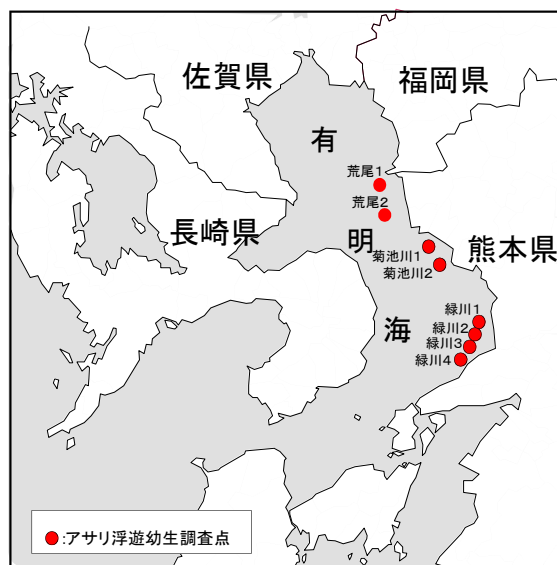


図 1 アサリ浮遊幼生調査定点

3 結果および考察

(1) アサリ肥満度調査

図1にアサリ肥満度の推移を示した。

肥満度は4月の測定開始以降、徐々に上昇し、5月中旬には23.4と最大となったが、その後は急激に低下し、7月上旬には15.9となった。8月上旬から9月上旬にかけて18.2~19.0程度まで上昇したが、その後は下降傾向を示し、12月上旬には13.2と最低となった。12月下旬以降は15~16前後で推移したが、2月中旬以降は急速に上昇した。

平成21年の9月~12月は16~18前後で推移し、1月以降は24以上と近年まれに見る高位で推移したが、平成22年は10月以降概ね15以下で1月以降も20未満であった。3月以降、肥満度は急速に例年並みにまで上昇したものの、成熟が遅れたことから、平成23年春期産卵への影響が懸念された。

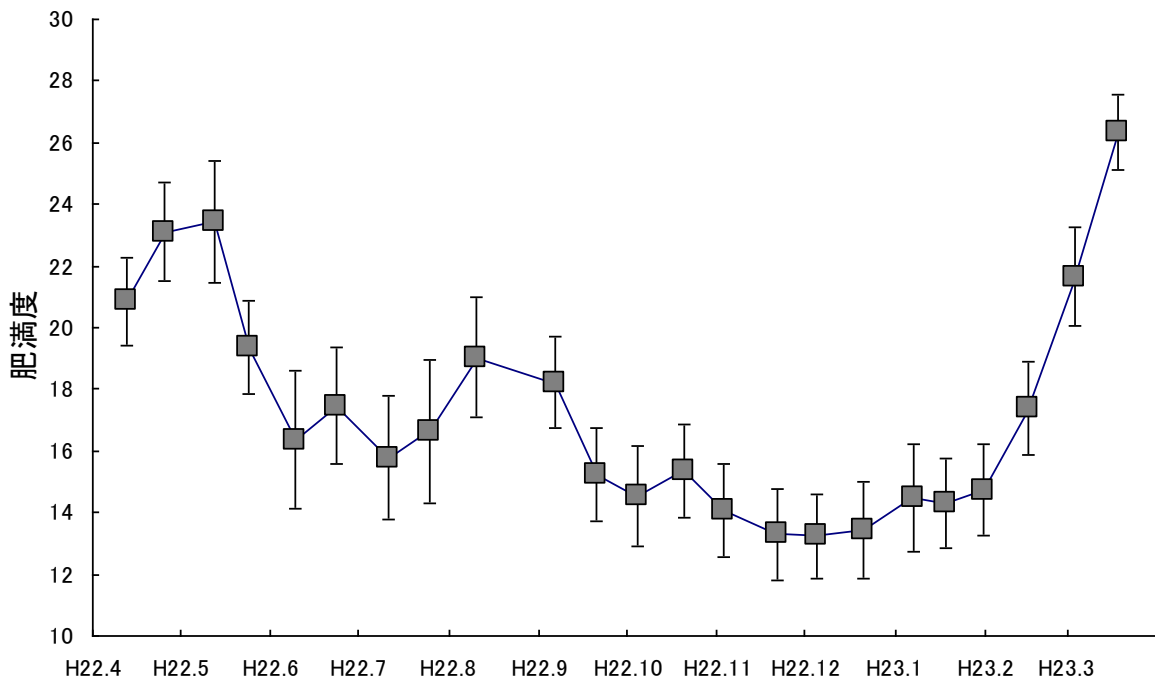


図2 アサリ肥満度の推移

(2) アサリ浮遊幼生調査

図2に主要漁場毎のアサリ浮遊幼生分布密度の推移を示した。

各主要漁場とも4月から6月にかけて春発生群の浮遊幼生を確認した。緑川4の定点を除き、密度のピークは4月上旬に見られ、最大で235個/m³と平常並みの量であった。採取されたアサリの殻長組成から産卵は平常よりも約1月早い3月から始まり、複数回行われていたと考えられた。なお、6月に確認した緑川4の密度ピークの要因ははっきりしなかった。

また、平成21年と同様に8月上旬をピークとした夏発生群の浮遊幼生を確認した。同時期に肥満度も上昇しており、再成熟した個体が産卵したと考えられた。

熊本県沿岸においてアサリ資源に最も寄与する秋発生群の浮遊幼生は11月にピークが見られ、最大で495個/m³が確認された。平成18年以降は最大でも295個/m³しか確認されておらず、各主要漁場とも過去3カ年と比べて多かった。肥満度は昨年よりも低位で推移しており、浮遊幼生量が多かった要因は不明である。なお、確認された浮遊幼生は、11月下旬以降殻長200μm前後が主体であり、主な産卵は10月上旬から下旬にかけての短期間に行われたと考えられた。

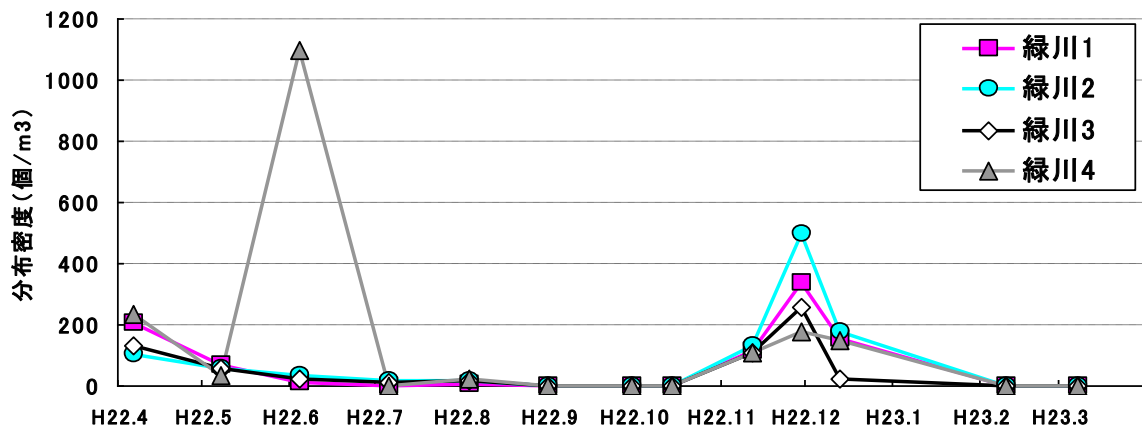
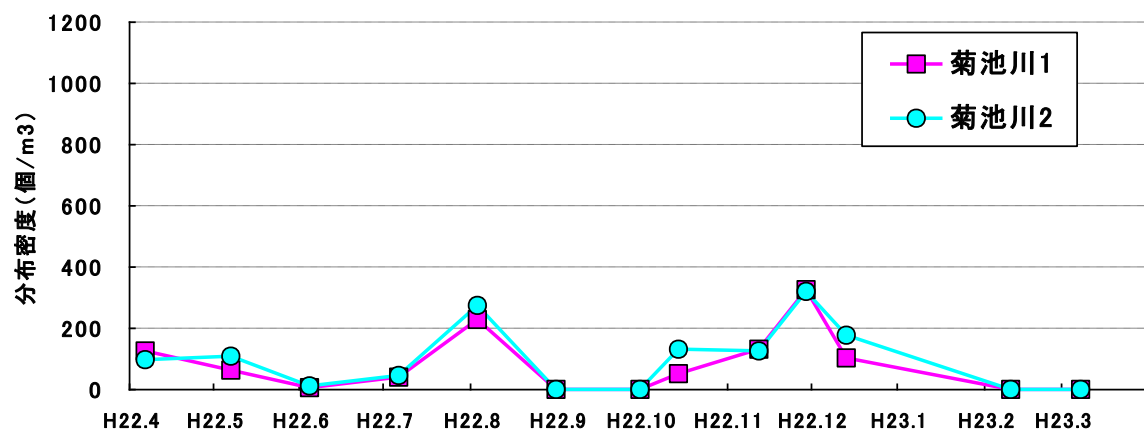
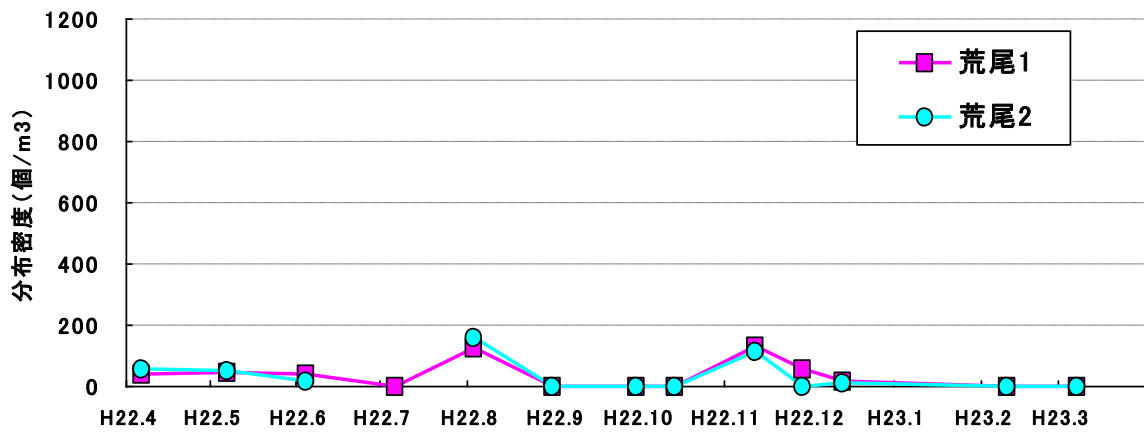


図3 主要漁場毎のアサリ浮遊幼生分布密度の推移

二枚貝資源安定化対策事業 Ⅲ (県単・国庫委託)

(アサリ餌料環境調査)

平成22年度～24年度

1 緒言

熊本県のアサリ漁獲量は平成9年以降回復傾向を示しているが、稚貝の発生量は安定していない。特にここ3カ年の緑川河口域における秋期発生群の稚貝発生量は低位となっており、その原因として秋期浮遊幼生発生量の低下との関連が疑われている。また、期を同じくしてアサリ身入り(肥満度)の低下が確認されているため、浮遊幼生発生量の減少要因の一つとして餌料環境の影響が疑われる。

そこで、アサリの餌料環境改善と成長・成熟・幼生生産量増大を目的として、アサリにとって未利用空間である潮下帯における新規親貝場(産卵場)創出に向けた調査を行った。

なお、調査の一部は水産基盤整備調査委託事業「漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場の改善および新規創出技術開発」により実施した。

2 方法

(1) 担当者 生嶋 登、梅本敬人、内川純一、栃原正久

(2) 調査項目及び内容

ア アサリ飼育試験

緑川河口域のアサリ漁場で採取し殻長や重量などを計測したアサリを、潮間帯(アサリ漁場)と潮下帯(非アサリ漁場)に設置した籠内へ放流する飼育試験を実施した(図1)。

試験は本県海域のアサリ産卵期にあたる平成22年4月26日から6月18日(第1回試験)、平成22年9月15日から12月1日(第2回試験)の2回実施した。第1回試験は5月19日および6月18日、第2回試験は11月2日および12月1日に放流したアサリの一部を回収し標本とした。回収したアサリは殻長などを計測し、殻長成長量や肥満度を算出した。また、軟体部は組織観察による成熟度判定や閉殻筋のグリコーゲン含量分析(フェノール硫酸法)の分析に供した。また、アサリの軟体部から安定同位対比を分析した。

なお、一部の分析は水産基盤整備調査委託事業の共同研究機関の協力を得て実施した。

イ アサリ性状定期調査

緑川河口域のアサリ漁場で採取したアサリを4月当初に潮間帯と潮下帯に放流し、月1回の頻度で一部を定期的に回収し標本とした。また、回収用アサリが極端に減耗している場合は事前に追加放流を行い、一月以上現地で馴致した後、標本とした。

回収したアサリは殻長などを計測し肥満度を算出した。また、軟体部は組織観察による成熟度判定、閉殻筋のグリコーゲン含量分析、安定同位対比分析および中腸腺内の植物色素含量分析に供した。また、胃内容物は消化管内珪藻組成の分析に供した。

なお、7月および12月は潮下帯のアサリが大量減耗しており回収できなかった。

ウ 漁場環境調査

潮間帯と潮下帯のそれぞれにおいて、電磁流向流速計(INFINITY-EM、JFEアドバンテック)およびクロロフィル濁度計(INFINITY-CLW、JFEアドバンテック)を用いて、海底直上20cmの流速、クロロフィル濃度、水温について10分間隔で連続観測を行った。また、得られた流速とクロロフィル濃度の観測値を乗じた値を餌料フラックスとして算出した。

アサリ性状定期調査に併せて底泥を採取し、底泥表面の植物色素量および安定同位対比分析を行った。また、底泥表面の植物色素量については網田地区の碎石覆砂漁場周辺(図1)でも実施した。

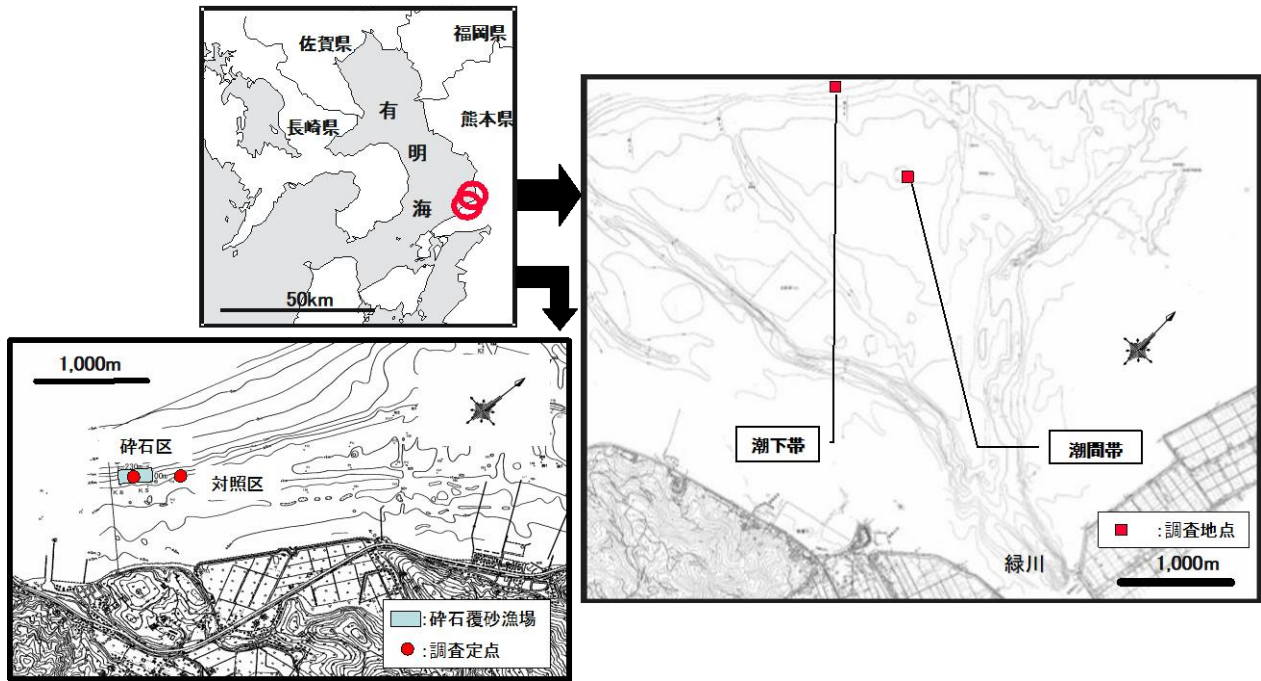


図1 アサリ餌料環境調査地点

3 結果及び考察

(1) アサリ飼育試験

図2にアサリ飼育試験における平均殻長成長量、肥満度およびグリコーゲン含量の推移を示した。

飼育試験の結果、第1回試験については潮間帯と比較して潮下帯でアサリの成長量は大きく、肥満度やグリコーゲン含量も高かった。一方、第2回試験については成長量に差は見られず、肥満度は11月2日のみ潮下帯で高かった。また、成熟度や5月19日に回収したアサリの安定同位対比の比較では、潮間帯と潮下帯の間に顕著な差は見られなかった。二枚貝資源安定化対策事業IIで報告した緑川河口域におけるアサリ浮遊幼生調査から、肥満度に差が見られた調査時期はアサリの産卵時であることが確認された。これらのことから、潮下帯における肥満度の低下は産卵行動によるものと考えられた。

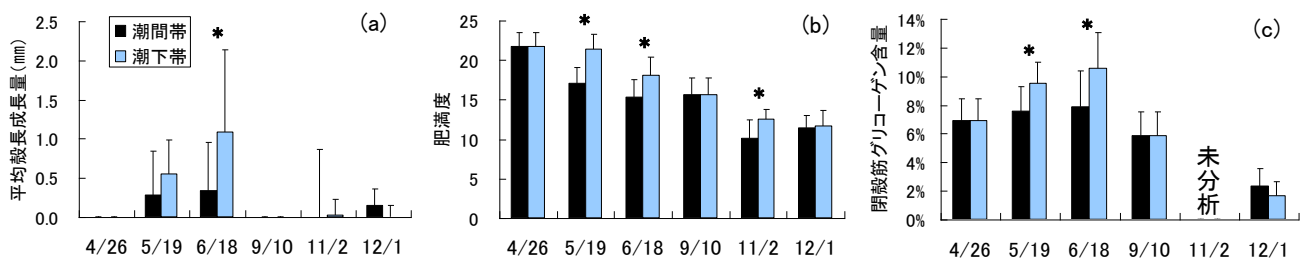


図2 アサリ飼育試験における平均殻長成長量(a)、肥満度(b)およびグリコーゲン含量(c)の推移
*は有意差有り(p<0.05 t-test). エラーバーは標準偏差を示す。

(2) アサリ性状定期調査

図3に肥満度、グリコーゲン含量および中腸腺植物色素含量の推移を、図4に成熟度判定結果を示した。

肥満度は飼育試験と同様に産卵期に潮下帯で高かった。一方、グリコーゲン含量は春産卵期にあたる水温上昇期では潮下帯で高かったが、秋産卵期にあたる水温下降期は潮間帯で高い傾向が確認された。中腸腺植

物色素含量には差の見られる時もあったが、顕著な傾向は確認されず、肥満度やグリコーゲン含量との関係性も見られなかった。

成熟度は分析個体数が少なく明確ではないが、潮間帯と潮下帯の成熟度合いに大きな差は見られなかった。

軟体部の安定同位対比はやや季節変動は見られるものの、潮間帯と潮下帯に顕著な差は見られなかった。また、9月15日に採取したアサリの胃内容物の優占種はすべて浮遊珪藻で、地点間に差は見られなかった。

以上のことから、潮間帯と潮下帯では肥満度に差は見られるものの、産卵時期に大きな差はなく、主となる餌料にも差がないと考えられた。そのため、今後産卵量と卵質についての調査実施が重要と考えられた。

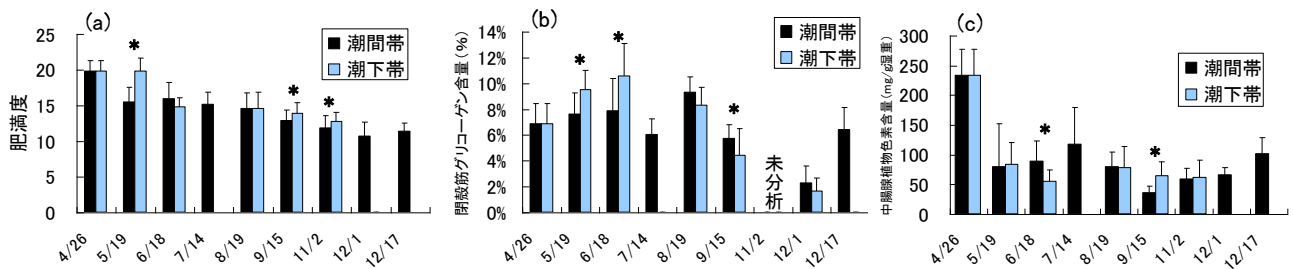


図3 アサリ性状定期調査における肥満度(a)、グリコーゲン含量(b)および中腸腺植物色素含量(c)の推移

*は有意差有り(p<0.05 t-test). エラーバーは標準偏差を示す。7月および12月の潮下帯アサリは大量減耗のため採取できなかった。

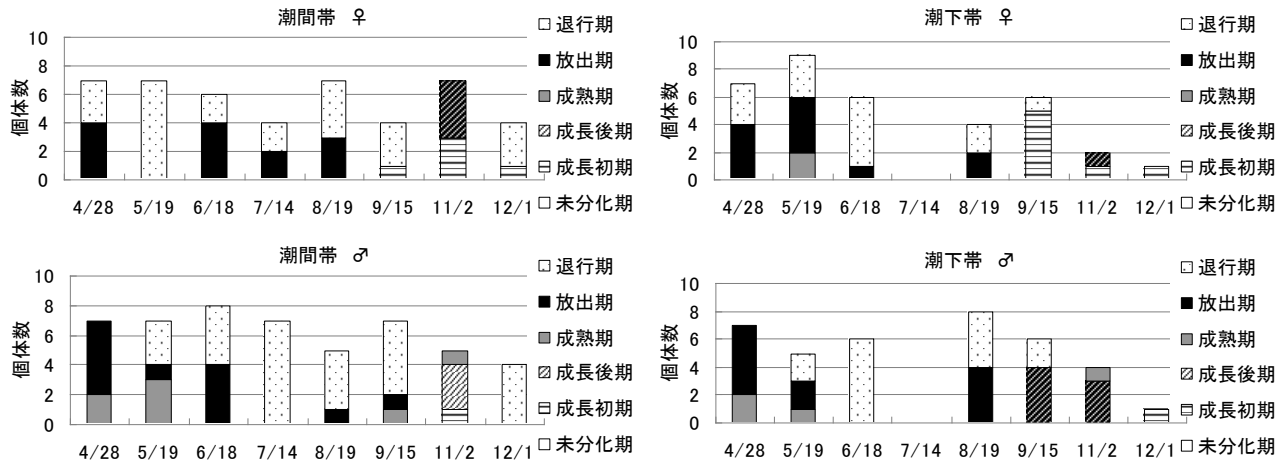


図4 アサリ性状定期調査におけるアサリ成熟度判定結果
左：潮間帯、右：潮下帯 上段：♀、下段：♂ を示す。

(3) 漁場環境調査

図5にクロロフィル濃度、流速および餌料フラックスの観測結果を、図6に底泥表面の植物色素量の推移を示した。

連続観測の結果、合成流速については春季から秋季にかけては地点間で顕著な傾向や差は見られなかったが、冬季は波浪による影響が潮間帯で流速が速くなる傾向が見られた。クロロフィル濃度は、潮汐の小さい期間に潮間帯より潮下帯が高い傾向が見られ、潮汐が大きい期間には潮間帯で濁度とクロロフィル濃度の

幅な上昇が観測された。算出された餌料フラックスはクロロフィル濃度の大幅な上昇時を除くと潮間帯と比べ潮下帯が高い傾向にあった。以上の結果から、飼育試験の第1回試験で見られた潮下帯の良好な成長、肥満度およびグリコーゲン含量の推移は、干出の影響を受けない安定した餌料環境が一要因として考えられた。また、産卵量の多寡を把握するために、潮間帯と潮下帯の餌料環境の差が産卵量に与える影響の定量評価が必要であると考えられた。

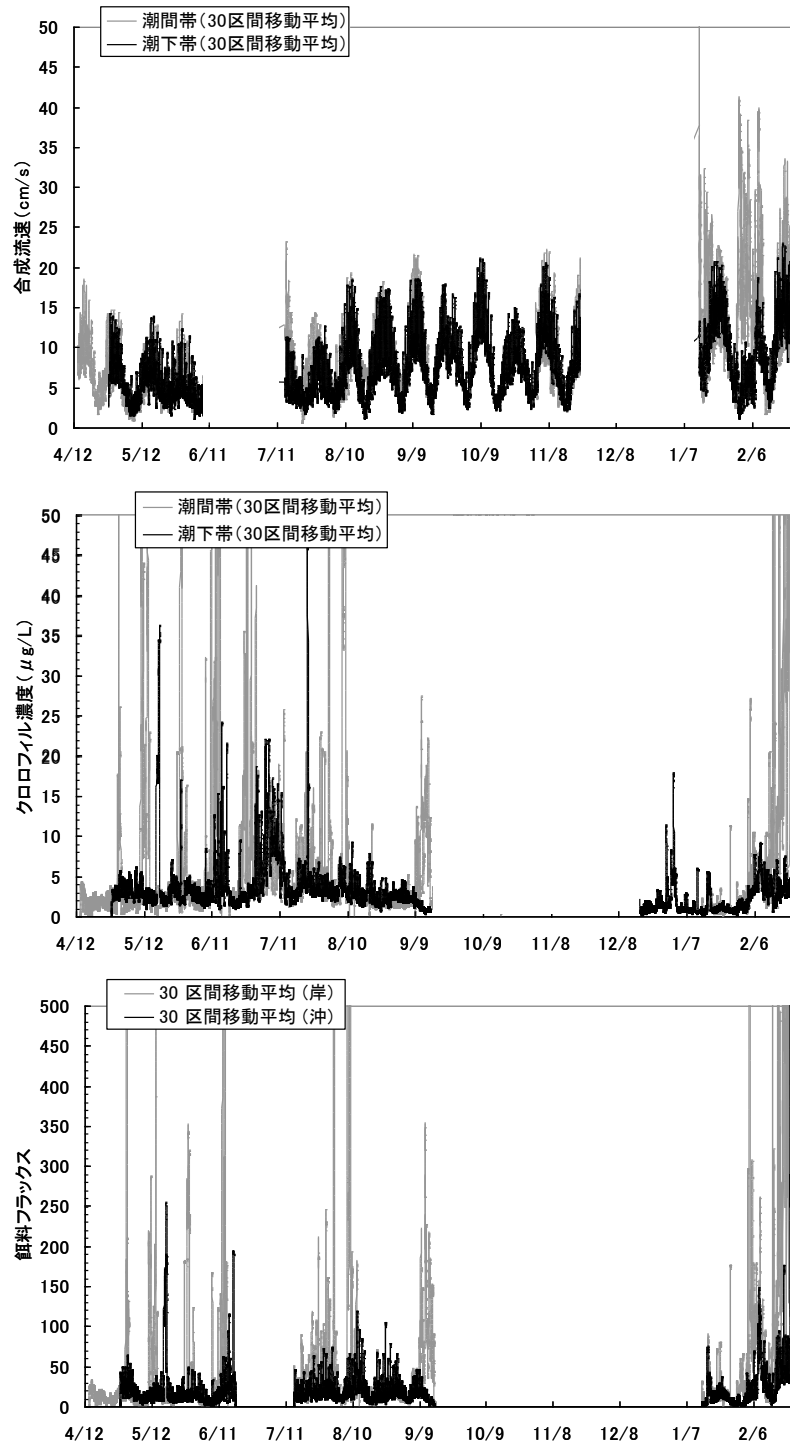


図5 流速（上段）、クロロフィル濃度（中段）および餌料フラックス（下段）の観測結果

図6に底泥表面の植物色素量およびクロロフィルa量を、図7に底泥表面の安定同位対比を示した。

潮間帯と潮下帯では4~8月に潮下帯で植物色素量が多い傾向が見られ、7月および8月は潮下帯が優位に多かった。9月以降は逆に潮間帯で多い傾向が見られたが有意差はなかった。クロロフィルa量は3月のみ潮間帯が有意に多かったが、それ以外の月は若干潮下帯のほうが多い、またはほとんど差がなかった。網田地区の碎石覆砂漁場においては、植物色素量、クロロフィルa量とも碎石区で多い傾向がみられ、特に植物色素量はすべての調査において碎石区が有意に多かった。潮間帯、潮下帯と碎石覆砂漁場の量的な比較をすると、植物色素量、クロロフィルa量とも2月以降碎石区で非常に多くなっていた。一方、網田碎石覆砂漁場の対照区は底泥表面の植物色素量、クロロフィルa量とも非常に少なく、波浪等による底泥表面の攪乱が要因として考えられた。

安定同位体比は $\delta^{13}C$ について潮間帯で高い傾向が見られ、4月、7月、8月は有意に高かった。潮下帯で7月~8月に低下しているが、底泥中の酸揮発性硫化物や泥分率が上昇していることから、陸域からの泥分の供給が影響したと考えられた。底泥の安定同位体比に差が見られる一方、アサリの安定同位対比には差は見られず、胃内容物も浮遊珪藻が主体であったことから、緑川河口域のアサリは主として浮遊珪藻を餌料としていると考えられた。

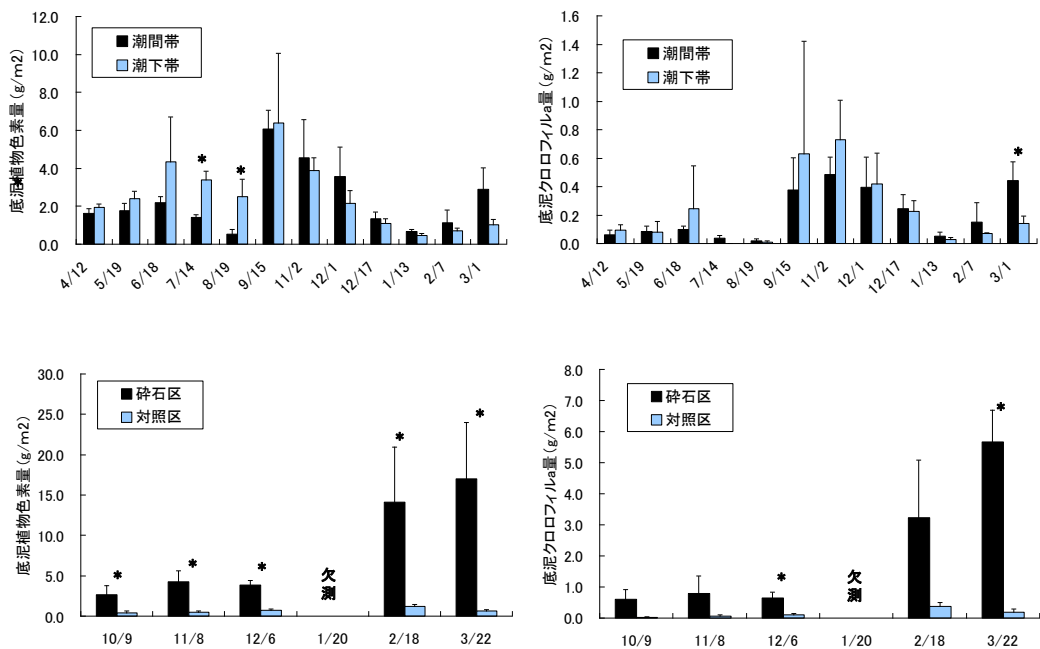


図6 底泥表面の植物色素量およびクロロフィルa量の推移

上段：潮下帯および潮間帯

下段：網田碎石覆砂漁場

*は有意差有り (p<0.05 t-test). エラーバーは標準偏差を示す。

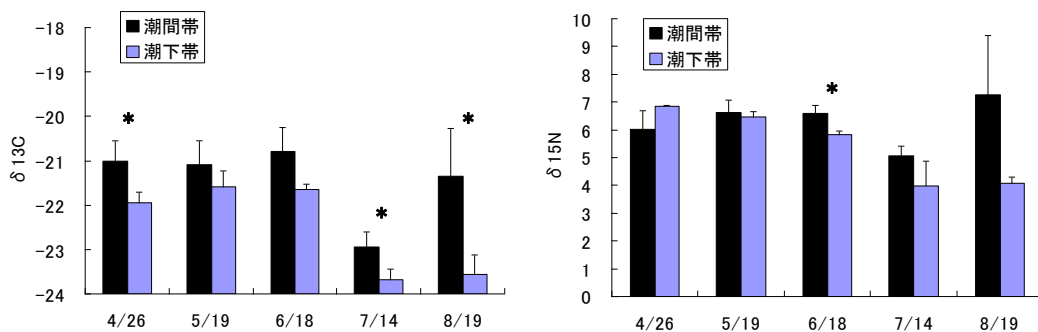


図7 底泥表面の安定同位体比の推移 (潮間帯および潮下帯)

*は有意差有り (p<0.05 t-test). エラーバーは標準偏差を示す。

県単・令達
平成22年度～24年度

二枚貝資源安定化対策事業 IV ()

(ハマグリ生息状況調査)

1 緒言

熊本県のハマグリ漁獲量は、昭和49年の5,855トンをピークに年々減少し、平成16年には50トンと過去最低を記録した。近年では数百トン単位で漁獲されるまで回復の兆しが見えるが、依然として低位であるため、漁獲量の高位安定化を図ることが重要な課題となっている。

この調査では、ハマグリ資源の動向を把握することを目的として、緑川河口域および菊池川河口域ハマグリ生息状況調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 生嶋 登、梅本敬人、内川純一、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア 緑川河口域アサリ生息状況調査

調査は、平成22年6月10～14日と平成22年8月8、10～13日の2回、干潟上に設定した調査定点(図1)で25cm方形枠による枠取りを2回実施し、1mmメッシュのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体の計数および殻長を計測した。

イ 菊池川河口域アサリ生息状況調査

調査は、平成22年6月16日および10月7日の2回、滑石地先干潟上に設定した調査定点45カ所(図1)で10cm方形枠による枠取りを4回実施し、1mmメッシュのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体の計数および殻長を計測した。

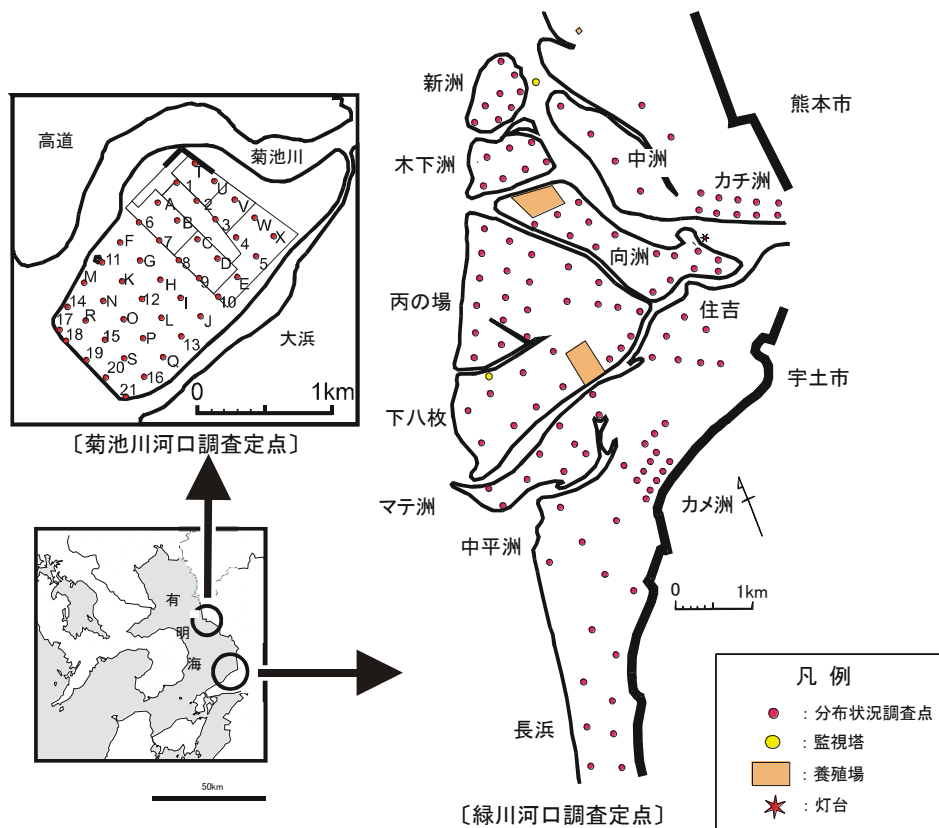


図1 ハマグリ生息状況調査定点

3 結果および考察

(1) 緑川河口域ハマグリ生息状況調査

図2にハマグリが生息状況と殻長組成を、表1に平成18年からの生息状況調査結果を示した。

6月の調査では、向洲の河口側とその周辺の滞筋や長浜地先で生息がみられ、昨年と同様、沖側ではほとんど確認されなかった。これらのハマグリは、殻長2~4mmを中心とした6mm未満の稚貝が主体で、平成21年夏期生まれの群が主体と考えられた。カチ洲、住吉、カメ洲、長浜や向州と丙の場の滞筋といった主要分布地区の平均生息密度は、平成21年の207個/m²に対して147個/m²と低く、殻長10mm以下の稚貝の平均生息密度も、平成21年の151個/m²に対し115個/m²と低かった。主要地区のうち、生息が確認されなかった調査点は20点で、平成21年の19点と同程度であったが、生息密度が1,000個/m²を越えた調査点は、平成21年の5点に対し今回は見られず、生息状況は平成21年同期より悪化していると考えられた。一方、漁獲対象となる殻長30mm以上の個体については、例年より高い密度で確認された。これは、平成20年の調査時に多く見られた稚貝が順調に成長したためと考えられた。

8月の調査でも、向洲の河口側とその周辺の滞筋や長浜地先を中心に生息がみられた。確認されたハマグリは、殻長6~8mmを中心とした10mm未満の稚貝が主体で、30mm以上の漁獲対象個体は多く確認されなかった。主要分布地区の平均生息密度は、平成21年の72個/m²に対して83個/m²とほぼ同程度で、10mm以下の稚貝の平均生息密度も、平成21年の39個/m²に対し52個/m²と同程度であった。また、平成21年と同様、生息密度が1,000個/m²をこえた調査点はなく、生息密度100個/m²を超えた調査点も12点で、平成21年の11点と同程度であった。以上のことから、本海域におけるハマグリ資源状況は平成21年と同程度であることが示唆されたが、表1のとおり平成20年と比較すると大きく減少していると推察された。

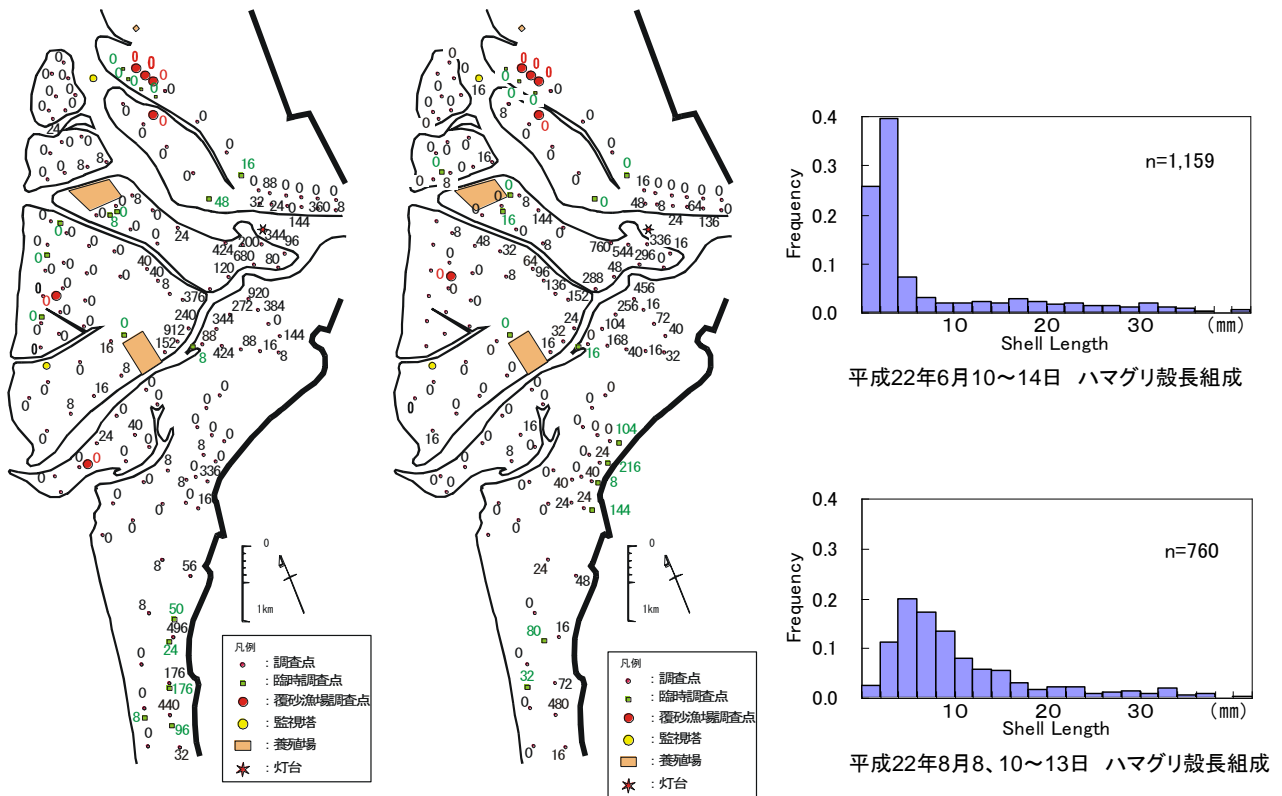


図2 平成22年緑川河口域ハマグリ生息状況(単位:個/m²)

表1 緑川河口域主要分布地区におけるハマグリ平均生息密度の推移 (平成18年～)

	(単位 生息密度:個/m ²)				
	H18	H19	H20	H21	H22
第1回調査(毎年6月頃)	152 (139)	62 (38)	291 (275)	207 (151)	147 (115)
第2回調査(毎年8～9月頃)	91 (44)	30 (13)	322 (268)	72 (39)	83 (52)
緑川主要漁協のハマグリ漁獲量(t)	58	152	164	65	152

【注】()内の数値は殻長10mm以下のハマグリ平均生息密度

(2) 菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

図3にハマグリが生息状況および殻長組成を、表2に平成18年からの生息状況調査結果を示した。

6月の調査では、大浜側の岸側の定点を中心にハマグリが分布が見られた。これらのハマグリは、殻長4～6mmの個体を中心に平成21年生まれの群が主体と考えられた。調査点のうち、生息が確認された定点は、14点で、平成21年の11点を上回ったが、平均生息密度は20個/m²と、平成20年の87個/m²、平成21年の38個/m²と比べると2年連続で下回った。10mm以下の稚貝の生息密度は15個/m²であり平成21年の4個/m²よりは多かったが低位であり、平成21年夏以降の稚貝の加入量は少なかったと推察された。

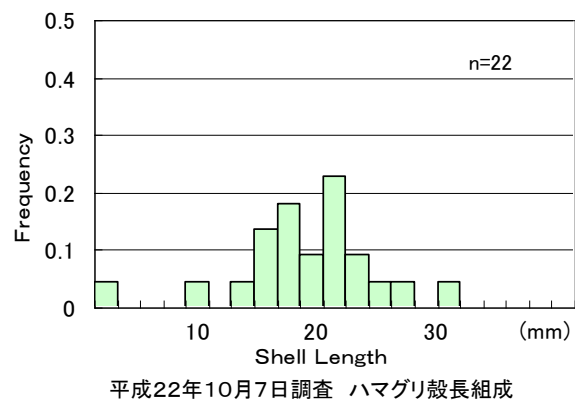
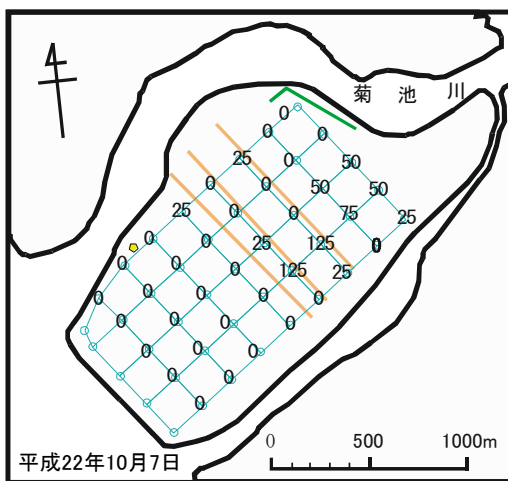
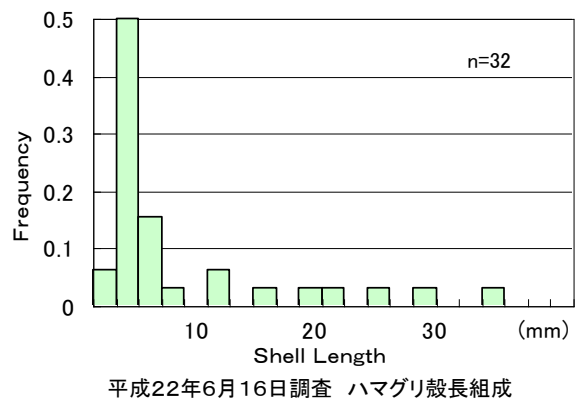
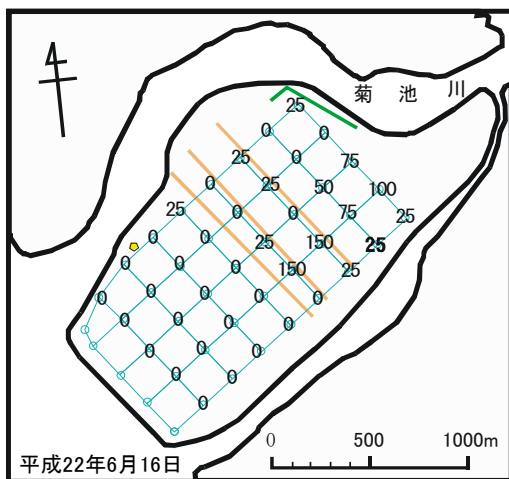


図3 平成22年度菊池川河口域ハマグリ分布状況および殻長組成

10月の調査では、6月調査と同様に大浜側の岸側の定点を中心に生息が確認された。これらのハマグリは、殻長18～22mmの個体为中心で、例年同時期の調査で見られる殻長2～4mm前後の今夏発生の稚貝はほとんど確認されなかった。調査を行った定点のうち生息が確認された定点は13点で、平成21年の17点を下回り、平均生息密度も15個/m²と、平成17年の調査以降最低であった。特に、漁獲対象となる30mm以上の個体は全調査点で1個しか確認できなかった。また、10mm以下の稚貝の生息密度は1個/m²と低く（平成21年は16個/m²）、あらためて平成21年夏以降、稚貝の発生量が少なかったことが推察された。全体の生息密度、殻長10mm未満の生息密度ともに、平成17年以降の同時期の調査結果と比較して最も低い生息密度となっており、生息数が減少傾向であると考えられた。

表2 菊池川河口域におけるハマグリ平均生息密度の推移（平成17年～）

（単位：個/m²）

	H17	H18	H19	H20	H21	H22
第1回調査(毎年6月頃)	2 (1)	71 (66)	34 (1)	87 (69)	38 (4)	20 (15)
第2回調査(毎年9月頃)	228 (226)	37 (5)	521 (508)	94 (32)	24 (16)	15 (1)

※注 ()内の数値は殻長10mm以下の稚貝の生息密度

二枚貝資源安定化対策事業 V (県単・令達)

(平成22年度～24年度)

(白川・球磨川河口域におけるハマグリ生息状況調査)

1 緒言

本調査では、ハマグリの資源管理手法確立の基礎資料とするため、本県海域のハマグリ主要漁場の一つである白川及び球磨川河口域において、ハマグリの生息状況を把握するために定期調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 内川純一、梅本敬人、生嶋登、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア ハマグリ定期調査

ハマグリ定期調査を白川及び球磨川河口域において行った(図1、2)。

定期調査は、約2ヶ月に1回、大潮時に実施した。干潟上に設定した調査定点で50cm方形枠による枠取りを白川では5回、球磨川では3回実施し、1mmメッシュのふるいで選別して試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体数の計数および殻長を測定した。

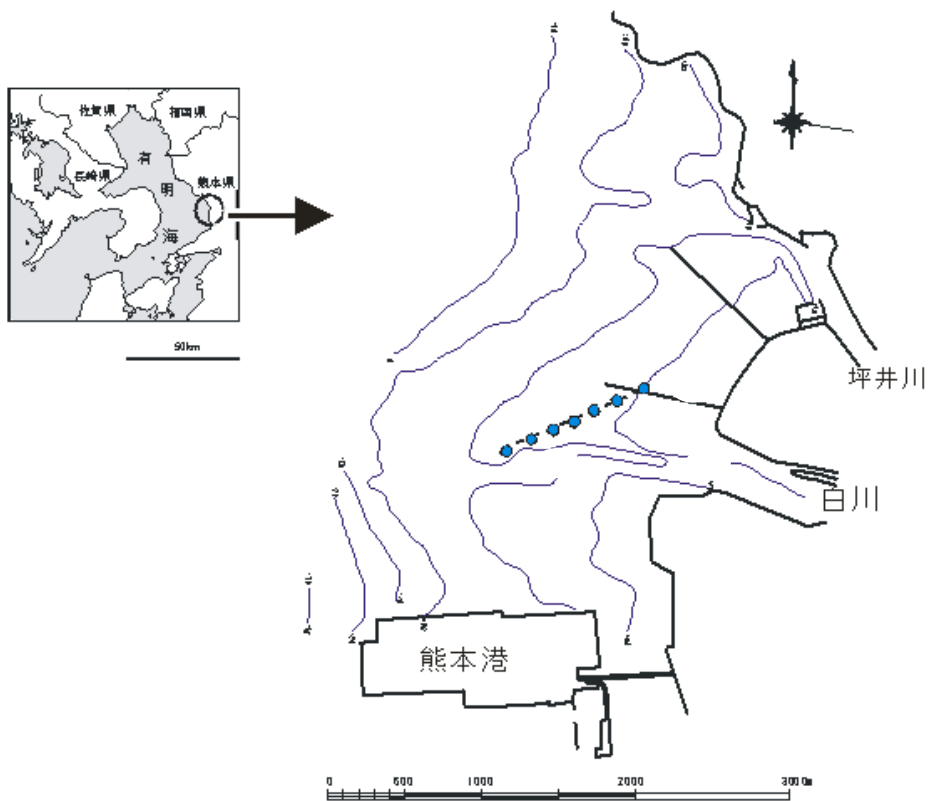


図1 白川河口域ハマグリ調査定点

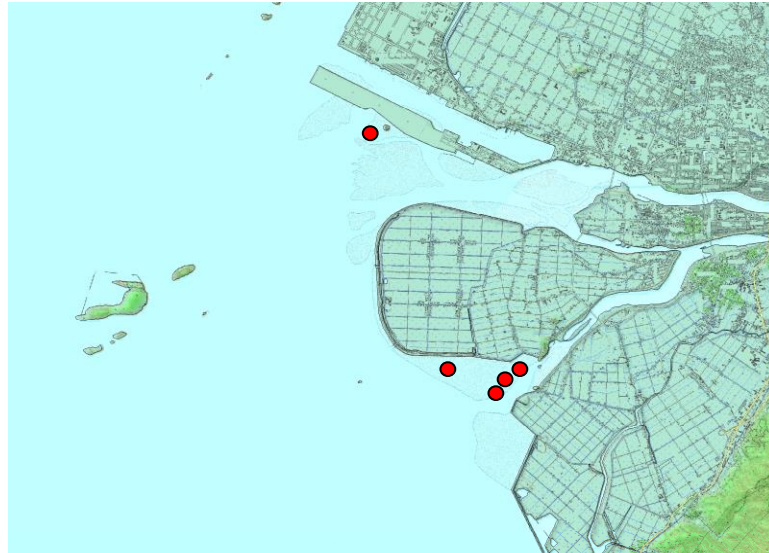


図2 球磨川河口域ハマグリ調査定点

3 結果および考察

(1) ハマグリ定期調査

白川河口域における調査で得られたハマグリの殻長組成を図3に示した。

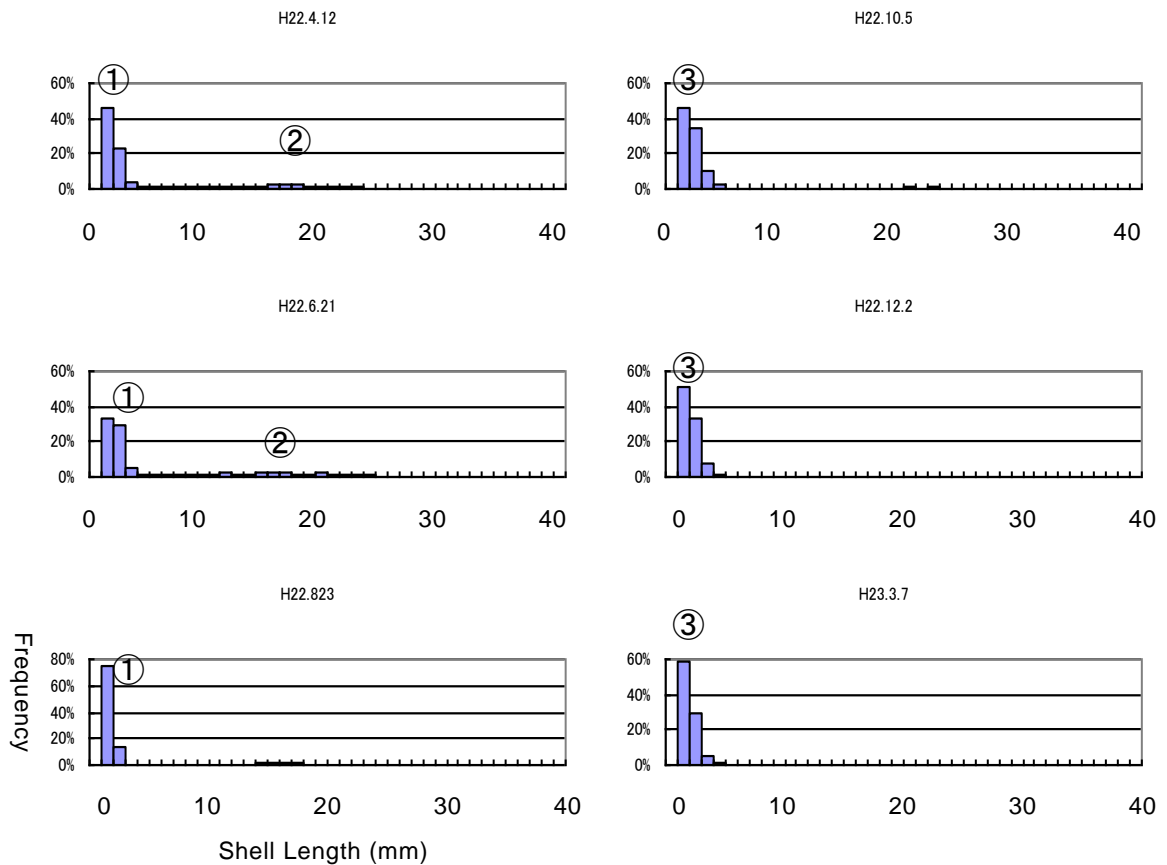


図3 白川河口域におけるハマグリの殻長組成

平成22年4月の定期調査では、殻長2~3mmをピークとする殻長10mm以下の稚貝を主体としたハマグリが確認された (①)。これらは平成21年夏期発生群が越冬したものと思われる。

また、平成20年夏期発生群と思われる殻長14～16mm前後をピークとしたモード（③）も4月に確認された。

10月以降、平成22年夏発生群と思われるピーク（③）が確認されたが、12月、翌3月にかけての調査では成長が確認できず、冬季には成長しないことが追認された。

次に、球磨川河口域における調査で得られたハマグリ殻長組成を図4に示した。

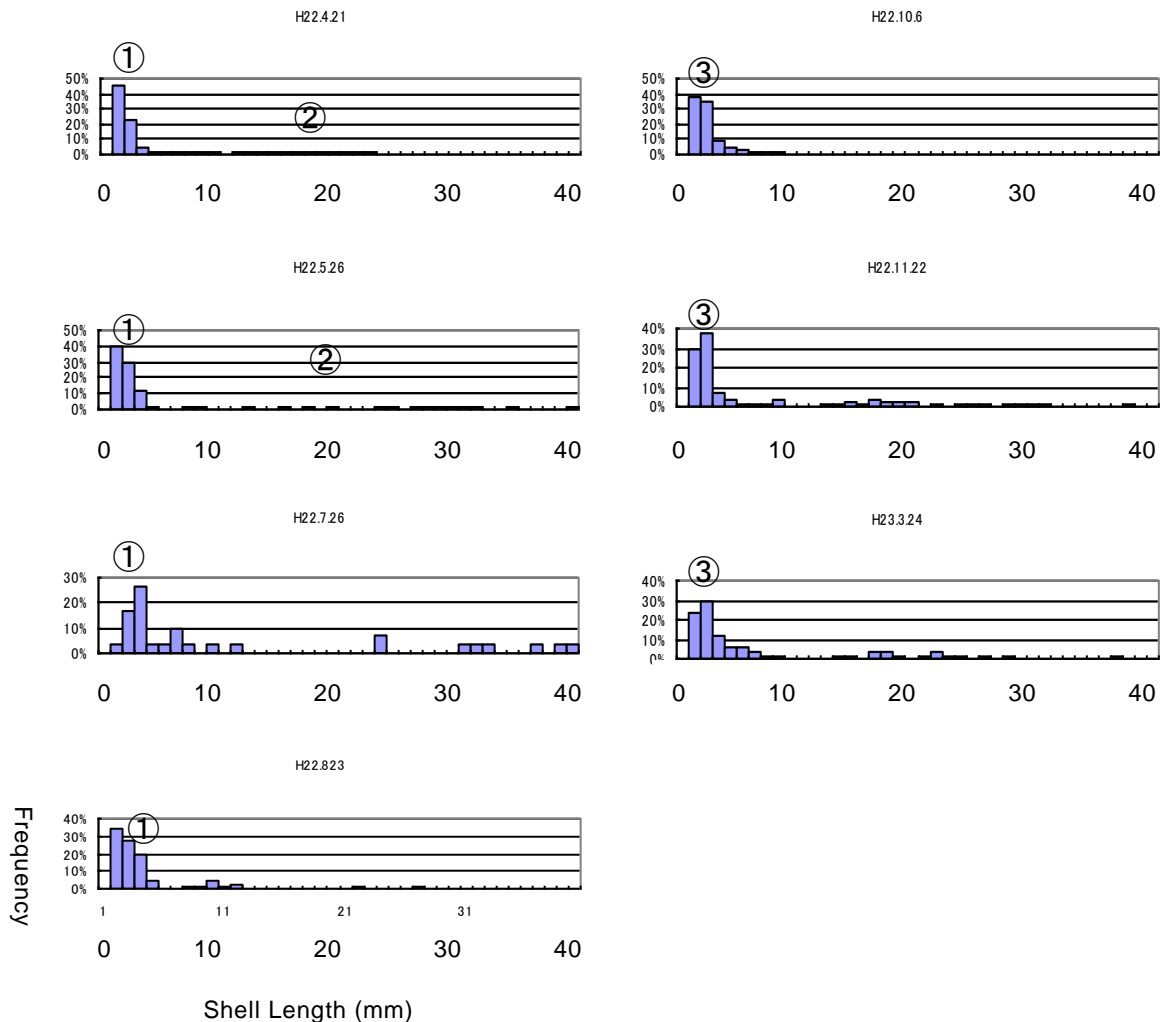


図4 球磨川河口域におけるハマグリ殻長組成

平成22年5月の定期調査では、白川河口域と同様に殻長2～3mmをピークとする殻長10mm以下の稚貝を主体としたハマグリが確認された。これらは白川河口域同様、平成21年夏期発生群が越冬したものと思われる。その後のモードの変化を見ると、7月頃まで成長が停滞し、その後成長するモード（①）と、5月以降順調に生育していくモード（②）の2つが確認された。また、8月以降、殻長1～2mm平成22年夏発生群と思われるピーク（③）が確認された。

二枚貝資源安定化対策事業 VI (県単・令達)

平成22年度～24年度

(ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査)

1 緒言

本調査では、ハマグリの資源管理手法の確立の基礎資料とするため、ハマグリ肥満度調査およびハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 内川純一、梅本敬人、生嶋登、柄原正久

(2) 調査項目および内容

ア ハマグリ肥満度調査

緑川河口域で漁獲されたハマグリの肥満度を調査した。調査は月1回、川口漁協の漁業者によって漁獲されたハマグリを3.5cm目合いの格子によりサイズ分けしたものと、3.5cm目合いの格子から落ちたハマグリを18mm幅の選別道具でサイズ分けしたのものについて、殻長(mm)、殻幅(mm)、殻高(mm)、軟体部重量(g)を測定した。

なお、肥満度は(軟体部重量/(殻長×殻幅×殻高))×1000とした。

イ ハマグリ浮遊幼生調査

熊本県のハマグリ主要漁場である緑川河口域と白川河口域及び球磨川河口において、河口から段落ち部(干潟から急に水深が深くなったところで水深約5m)にかけて調査点を9点(緑川4点、白川3点、球磨川2点)設定し、ハマグリ浮遊幼生の出現状況を調査した(図2)。サンプリングは、7月上旬から9月上旬まで合計17回(緑川9回、球磨川8回)、満潮1時間前～満潮時に行った。各調査定点の海底上1mから200リットル採水し、100μmメッシュのネットで濾過した試料中のハマグリ幼生の計数を行った。なお、試料中のハマグリ浮遊幼生は形態により同定を行った。また、サンプル採取時には調査地点において水温を計測し、海水を採取して持ち帰り、塩分を測定した。

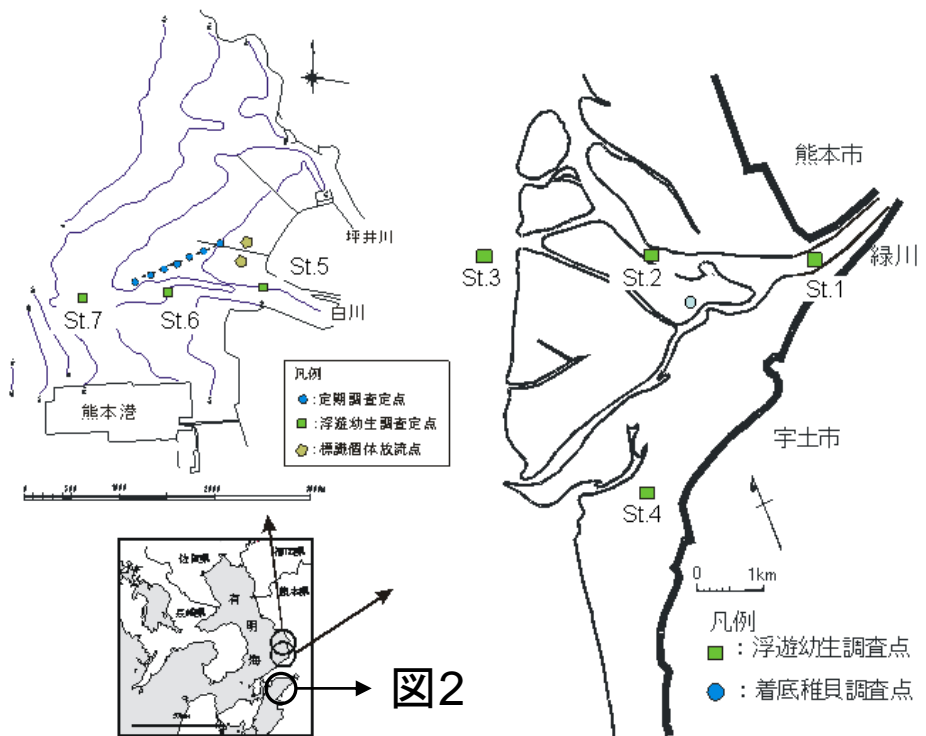


図1 ハマグリ浮遊幼生調査定点(左上:白川河口域 右:緑川河口域)



図2 ハマグリ浮遊幼生調査定点（球磨川河口）

ウ ハマグリ着底稚貝調査

緑川河口域及び球磨川河口域においてハマグリ着底稚貝（殻長 1 mm 未満）の調査を行った（図 1）。調査は平成 22 年 7 月から毎月 1 回大潮時に 1 定点で実施した。内径 29mm のプラスチックチューブを用いた表層 2cm の採泥 3 回を 6 箇所で行い、0.125mm 目のふるいで選別したものを試料とした。試料中のハマグリ着底稚貝の同定は、形態による判別で行い、得られた着底稚貝については、個体数の計数および殻長の計測を行った。

3 結果および考察

(1) ハマグリ肥満度調査

平成 22 年 4 月から 23 年 3 月までのハマグリ肥満度の推移を図 3 に示した。

3.5 cm 目合いの格子で選別したハマグリ（以下：3.5 cm 以上）（n=18~47）は、6 月に最高値 13.9% を示したが、8 月から翌年 2 月まで 7% から 9% の低い値で推移し、2 月に最低値 7.7% を示した。一方、18 mm 幅の選別道具で選別したハマグリ（以下：殻幅 18 mm 以上）（n=60~100）は、4 月に最高値 13.2% を示した後減少し、3.5 cm 以上と同様に 8 月以降低い値で推移し、12 月に最低値 8.0% を示した。

また、全サイズでは、4 月に最高値 12.9%、12 月に最低値 7.9% を示した。

(2) ハマグリ浮遊幼生調査

緑川及び白川の調査結果を図 4 に示した。

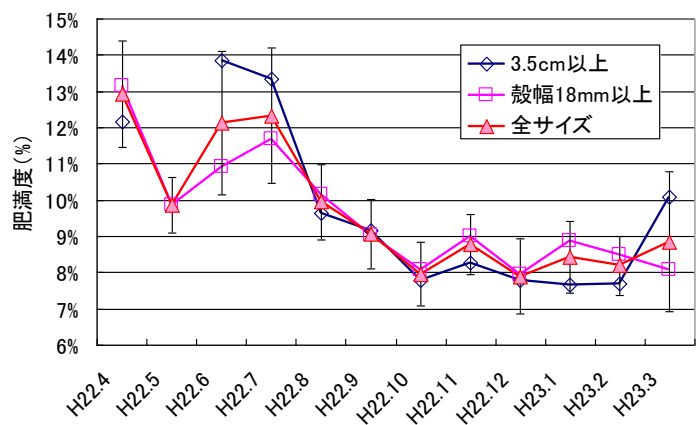


図3 緑川河口域におけるハマグリ肥満度の推移

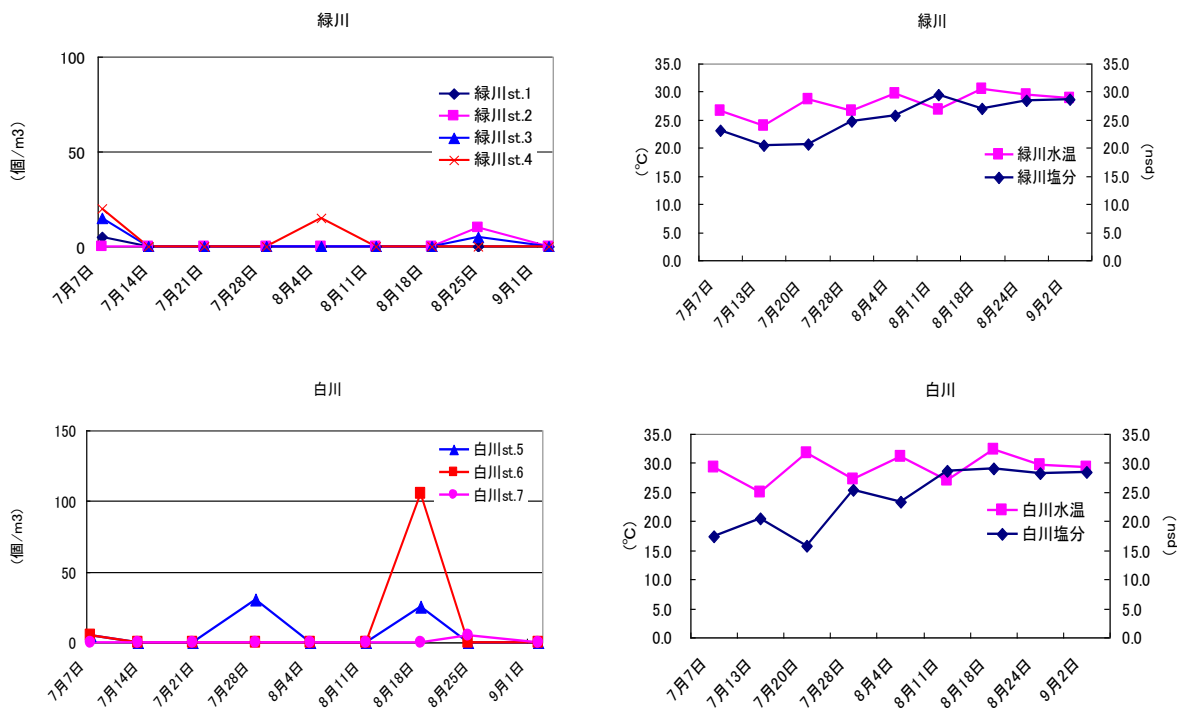


図4 緑川・白川河口域における浮遊幼生数（左）と水温・塩分（右）の推移
（水温・塩分は全定点の平均値を示す）

緑川河口域では、調査期間を通して確認された幼生数がほかの定点と比較して少なかった。7月7日の調査では、定点2を除く3点で幼生が確認されたが、その後8月4日、8月25日以外では幼生を確認することができなかった。

白川河口域では7月28日の調査時に定点5で幼生を確認した後、8月18日に定点6でもっとも多くの幼生を確認した。

緑川及び白川河口域における水温の推移と浮遊幼生の出現との関係性について考察を試みたが、両者に有効な関係は見出せなかった。

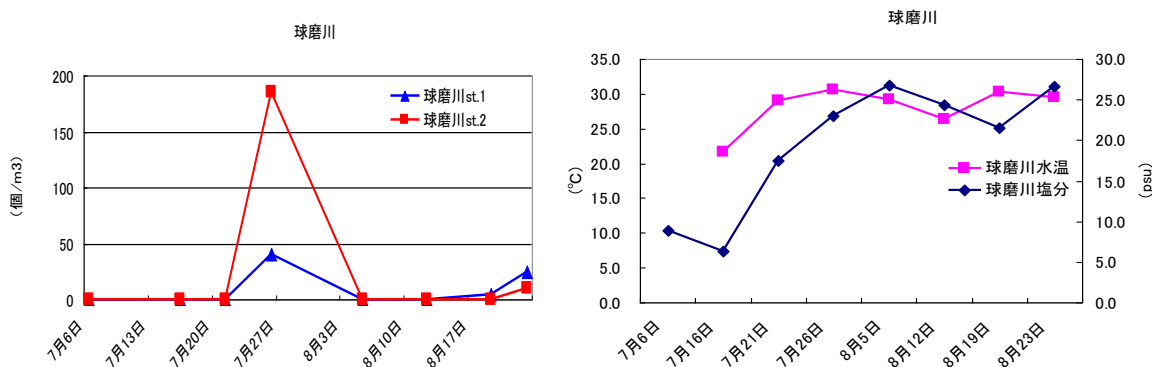


図5 球磨川河口域における浮遊幼生数（左）と水温・塩分（右）の推移
（水温・塩分は全定点の平均値を示す）

球磨川河口域の結果を図5に示した。球磨川河口域では、7月20日にもっとも多くの幼生

を確認した後、8月23日に定点1、2で幼生を確認した。

水温は、7月6日の結果が測器不具合で計測できなかったものの、その後急激な上昇がみられ、その後に7月下旬の浮遊幼生のピークが見られることから、球磨川河口域の結果から水温上昇と産卵との関係が推察された。

これらの結果から、今年の産卵期のピークは7月下旬から8月までであったと考えられた。各定点において確認された浮遊幼生の最大の個体数は、緑川で20個/m³、白川で105個/m³、球磨川で185個/m³であった。これらを平成20年の結果と比較すると少なかった。

また、図6に緑川及び白川の調査で、図7に球磨川の調査で確認された浮遊幼生の殻長組成を示した。今年度の調査で確認された浮遊幼生の殻長は120~190μmで、主体は140~160μmの幼生であった。

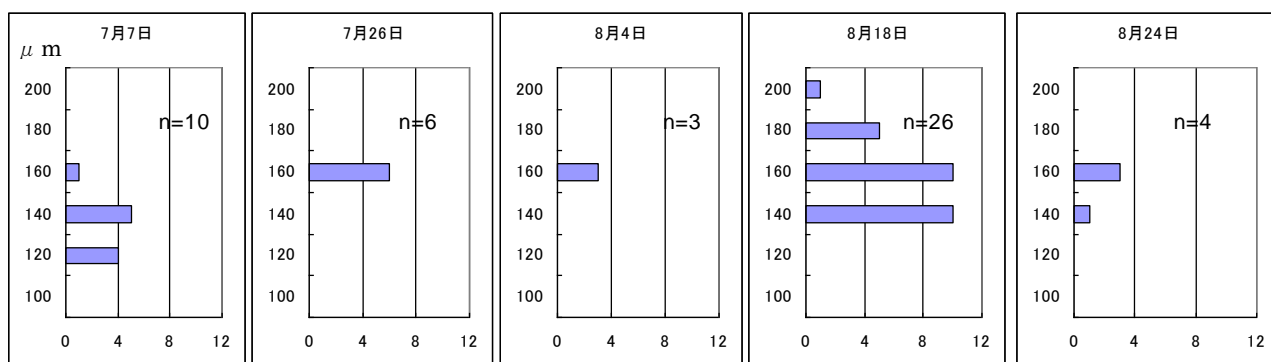


図6 緑川及び白川の定点で得られた浮遊幼生の殻長組成（全定点合計）

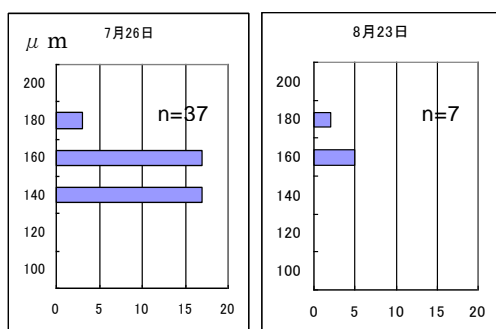


図7 球磨川の定点で得られた浮遊幼生の殻長組成（全定点合計）

(3) ハマグリ着底稚貝調査

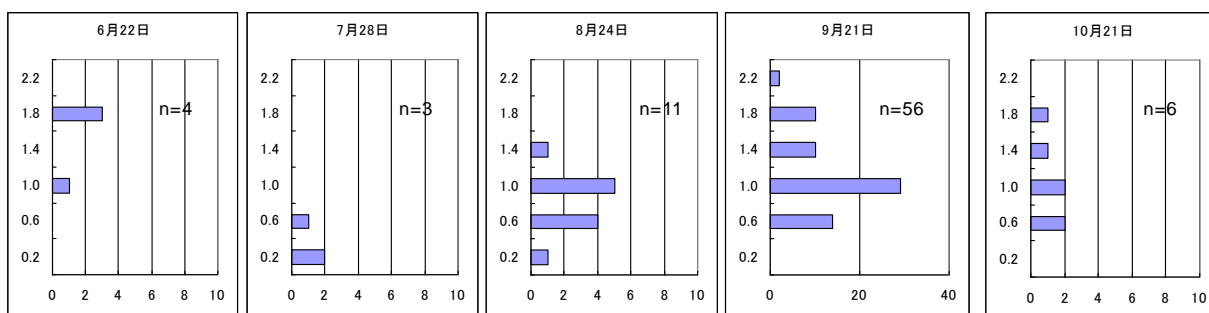


図8 緑川河口域の着底稚貝調査で得られたハマグリの殻長組成の推移

緑川河口域における着底稚貝調査で得られたハマグリの殻長組成を図8に示した。

6月及び7月の調査においては、確認された着底稚貝の個体数は少なかった。8月、9月の

調査において平成 22 年夏発生群と思われる殻長 0.2～2.2 mmの稚貝が確認されたが、調査を
ととして、採捕された着底稚貝の個体数が少なく、成長等の追跡はできなかった。

水域環境保全創造事業 I (令達 平成 22 年度)

(ダム堆積砂を用いた覆砂漁場調査)

1 緒言

この調査では、八代海を代表するアサリ漁場の一つである八代市金剛地先に造成されたダム堆積砂を用いた覆砂漁場において、アサリの生息状況および底質変化を把握し、事業効果を評価する目的で調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 生嶋 登、梅本敬人、内川純一、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア アサリ生息状況調査

金剛地先に平成 19 年度 (平成 20 年 3 月)、平成 20 年度 (平成 21 年 3 月) および平成 21 年度 (平成 22 年 7 月) にダム堆積砂を用いて造成された覆砂漁場 (覆砂区) と近隣の天然漁場 (対照区) において、平成 22 年 4 月以降、1~2 ヶ月に 1 回大潮時にアサリ着底稚貝および稚貝・成貝の生息状況について調査を実施した (図 1)。

アサリ着底稚貝 (殻長 1mm 未満) の採取は、平成 19 年度造成の覆砂区 (金剛) と覆砂区 (千反)、および対照区 1 点において内径 29mm のプラスチックチューブにより表層 2cm の採泥を 1 定点について 3 回行い、0.125mm 目のふるいでふるい分けたものを試料とした。試料中のアサリ着底稚貝の同定は、モノクローナル抗体を用いた蛍光抗体法で行い、得られた着底稚貝については、個体数の計数および殻長の計測を行った。

アサリ稚貝および成貝の採取は、干潟上の各定点で、10cm 方形枠による採泥を 1 定点あたり 8 回行い、1mm 目のふるいでふるい分けて残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数および殻長の計測を行った。併せて、試料から得られたホトトギスガイについて、個体数を計数した。

イ 底質調査

各定点で内径 44mm の円筒を用いて底土を深さ約 10cm 採取し、AVS (酸揮発性硫化物: 検知管法) を測定した。

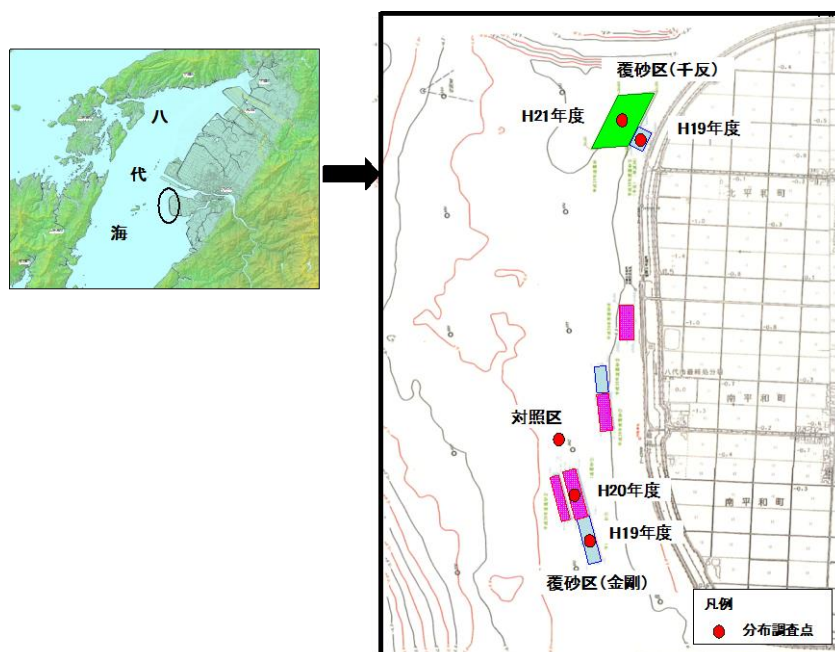


図 1 八代市金剛地先アサリ調査地点

3 結果および考察

ア アサリ生息状況調査

着底稚貝の生息密度の推移を図2に、稚貝・成貝の生息密度の推移を図3に、ホトトギスガイの生息密度の推移を図4示した。

着底稚貝は、調査を実施した月のうち、5月～7月と11月から翌年1月を主体に確認された。5月から7月までの春発生群は平成19年度覆砂区(金剛)で最大139,302個/m²、平成19年覆砂区(千反)で最大72,334個/m²確認されたのに対し、天然漁場である対照区では最大1,178個/m²確認され、覆砂区では対照区と比較して非常に多かった。また、覆砂区の最大時の密度は平成21年同期と同程度から2倍程度であった。11月から3月までの秋発生群は平成19年度覆砂区(金剛)で最大6,813個/m²、平成19年覆砂区(千反)で最大9,420個/m²確認されたのに対し、対照区では505個/m²であった。平成19年度覆砂区(金剛)は平成21年時に16,990個/m²確認していたのと比べると、平成22年の発生は全体的に低位であった。これは、平成22年夏期にホトトギスガイの新規加入が確認されていたことから、覆砂表面に薄いホトトギスマットが形成され、アサリの生息を阻害していたことが一因として考えられた。

平成21年秋発生群と考えられる殻長2mm前後を主体とした稚貝が4月から確認された。生息密度は平成19年覆砂区(千反)が11,625個/m²と最も多く、その他の覆砂区は1,000個/m²未満で、対照区は全く確認されなかった。5月に確認された平成22年春発生群の着底稚貝の一部は、6月以降の調査で稚貝として確認された。8月調査時には平成19年度覆砂区(千反)で平均9,950個/m²の最大密度を確認したが、3月までに1,538個/m²に減少した。また、その他の覆砂区においても、8～9月調査時には2,000～6,000個/m²前後の最大密度を確認したが、3月までに600～3,600個/m²前後までに減少した。一方、対照区では8月に最大113個/m²が確認されたが12月以降は全く確認されなくなった。これらのことから、冬季おける減耗を加味しても平成19年以降、年間を通して対照区より覆砂区のアサリ生息密度はかなり高く、継続した着底稚貝の増殖効果が確認された。

これまで覆砂漁場においては、ホトトギスガイ大発生に伴うマット形成により底質が大きく泥化し、新規着底したアサリは成貝にいたる前に大量減耗することを毎年繰り返していたため、漁獲には至らなかった。しかし、平成21年からの地元漁業者による干潟耕耘により底質の泥化は大幅に改善され、平成22年もホトトギスガイの発生がみられたが、泥化の影響は少なかった。これにより平成19年覆砂区(千反)では、12月時点で生息するアサリの約15%が殻長20mmを超えており、平成23年以降順調に成長した場合、漁獲対象となることが考えられた。

イ 底質調査

AVSの推移を図5に示した。

AVSは4月調査時に平成20年度覆砂区(金剛)で0.37mg/g乾泥のやや高い値を示したが、時間経過とともに低下傾向を示した。その他の試験区も0.2～0.4mg/g乾泥程度の値が時折確認されるが一時的で、概ね0.2mg/g乾泥以下で推移した。平成21年調査時は0.5mg/g乾泥を超える値が連続して確認され、最大では1.29mg/g乾泥確認されており、漁業者による干潟耕耘により底泥拡散が進み、ホトトギスガイも減少したことから底質が大幅に改善し、アサリの生残につながったことが示唆された。

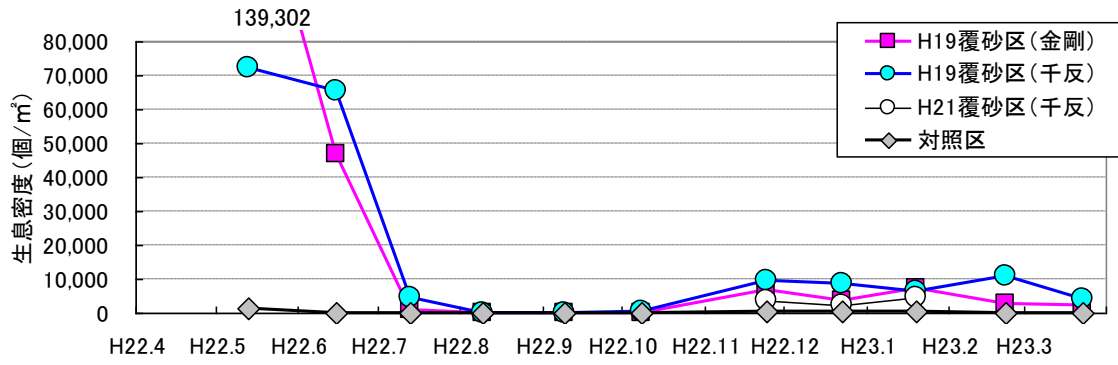


図2 アサリ着底稚貝生息密度の推移

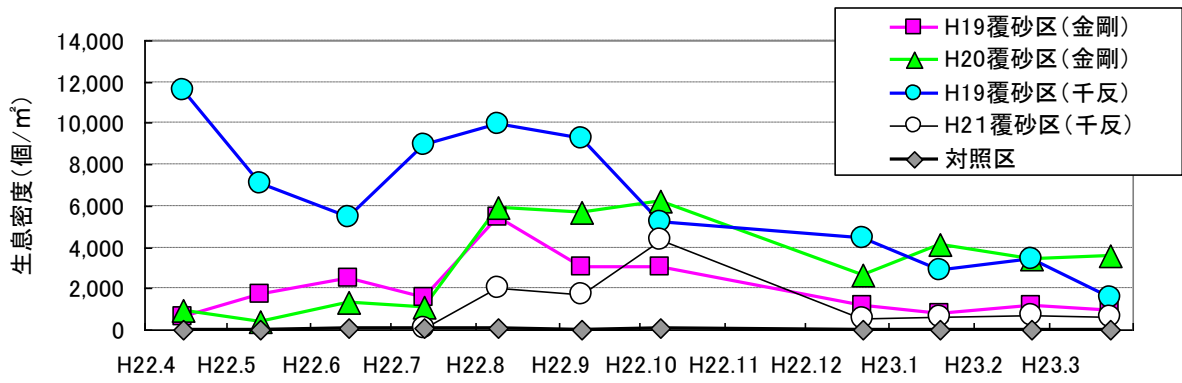


図3 アサリ稚貝および成貝生息密度の推移

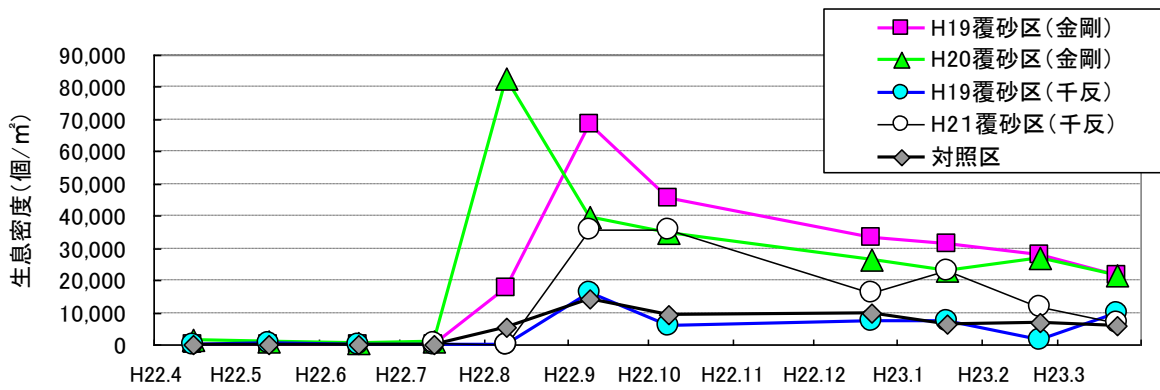


図4 ホトトギスガイ生息密度の推移

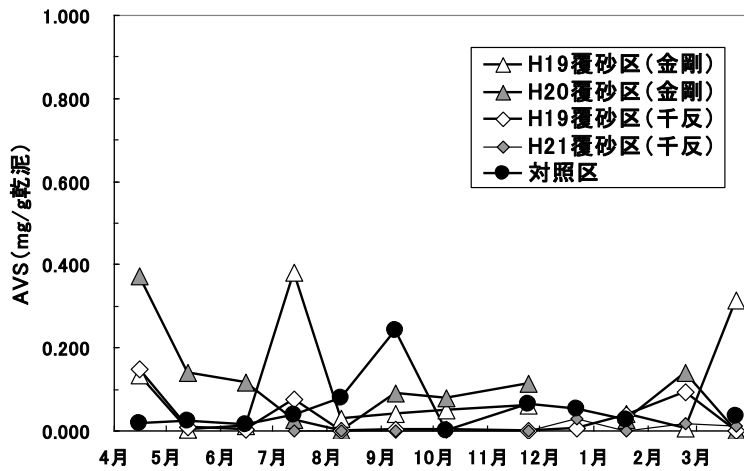


図5 底質のAVSの推移

水域環境保全創造事業 II (令達 平成 22 年度)

(砕石を用いた覆砂漁場調査)

1 緒 言

この調査では、宇土市網田地先に造成された砕石を用いた覆砂漁場において、アサリの生息状況および底質状況を把握し、事業効果を評価する目的で調査を実施した。

2 方 法

(1) 担当者 生嶋 登、梅本敬人、内川純一、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア アサリ生息状況調査

網田地先に平成 21 年度 (平成 21 年 8 月) に砕石 (直径 13 mm 以下) を用いて造成された覆砂漁場 (砕石区) と近隣の天然漁場 (対照区・岸側区) において、平成 22 年 4 月から 1 月または 2 月に 1 回大潮時にアサリ着底稚貝、稚貝および成貝の生息状況について調査を実施した (図 1)。

アサリ着底稚貝 (殻長 1 mm 未満) の採取は、砕石区および対照区の各 1 点において内径 29mm のプラスチックチューブにより表層 2cm の採泥を 1 定点について 3 回行い、0.125mm 目のふるいでふるい分けたものを試料とした。試料中のアサリ着底稚貝の同定は、モノクローナル抗体を用いた蛍光抗体法で行い、得られた着底稚貝については、個体数の計数および殻長の計測を行った。

アサリ稚貝および成貝の採取は、干潟上の各定点で、10 cm 方形枠による採泥を 1 定点あたり 8 回行い、1 mm 目のふるいでふるい分けて残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数及び殻長の計測を行った。

イ 底質調査

各定点で内径 44 mm の円筒を用いて底土を深さ約 10 cm 採取し、AVS (酸揮発性硫化物: 検知管法) を測定した。

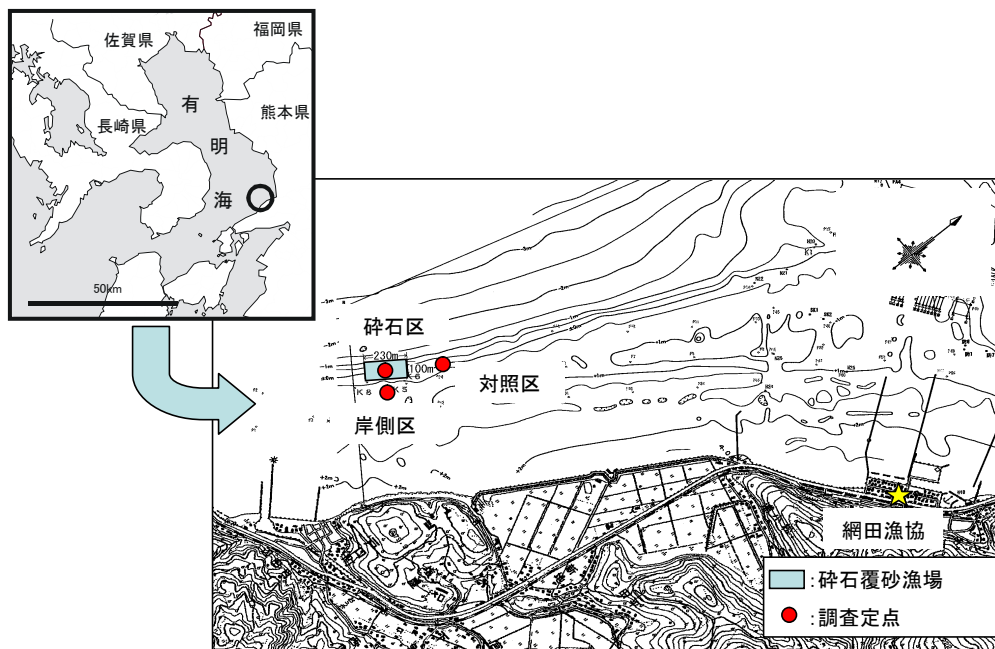


図 1 宇土市網田地先アサリ調査地点

ウ クロロフィル連続観測

アサリの餌料環境観測のためにクロロフィル濁度計 (INFINITY-CTW : JFE アドバンテック株式会社) を岸側区の干潟上 15 cm に設置し、連続観測を行った。

3 結果および考察

ア アサリ生息状況調査

着底稚貝の生息密度の推移を図 2 に、稚貝・成貝の生息密度の推移を図 3 に、ホトトギスガイの生息密度の推移を図 4 示した。

着底稚貝は、調査を実施した月のうち、5月から8月と12月から翌年1月を主体に確認された。5月から8月までの春発生群は砕石区で最大 35,073 個/m²確認されたのに対し、天然漁場である対照区では最大 1,682 個/m²確認され、砕石区は対照区と比較して非常に多かった。12月から翌年1月までの秋発生群は砕石区で最大 48,699 個/m²確認されたのに対し、対照区では全く確認されず、砕石区の後背地にあたる岸側区でも 336 個/m²と非常に少なかった。これらのことから、波浪条件の厳しい網田地区においても砕石による着底稚貝の増殖効果が発現することが確認された。

4月の調査において、平成21年以前の発生群と考えられる殻長 11 mm と 25 mm のアサリが確認された。覆砂漁場造成時期を考慮すると、平成21年秋以降加入したアサリとしては殻長が大きすぎることから、これらのアサリは周辺から波浪等により運ばれたものと考えられた。6月の調査では平成22年春発生群と考えられる殻長 2~4 mm を主体とした稚貝を確認した。砕石区では 175 個/m²を確認したが、対照区では 13 個/m²と砕石区の 15 分の 1 の密度であった。以降、生息密度は徐々に減少し、翌年3月には覆砂区で 13 個/m²、対照区では全く確認できなかった。翌年3月に砕石区で確認されたアサリは殻長約 22 mm のアサリ 1 個体のみであった。砕石区に着底したアサリは、波浪等により砕石区の後背部にあたる岸側区へ飛散されることが想定されたが、調査期間中の岸側区の生息密度等からは、飛散と考えられる状況は確認できなかった。

ホトトギスの生息密度は、調査期間中を通して 40 個/m²未満と低く、マット形成等も見られなかったことから、アサリの着底や生息にはほとんど影響しなかったと考えられた。

イ 底質調査

AVS の推移を図 5 に示した。

AVS は 5 月調査時に砕石区で 0.42 mg/g 乾泥の高い値を示したが、その他では全ての試験区とも 0.1 mg mg/g 乾泥未満で推移し、アサリ生残に影響を与えるような底質悪化は確認されなかった。

ウ クロロフィル連続観測

クロロフィル観測結果を図 6 に示した。

底泥中の砂鉄によりセンサー一部の防汚ワイパーが機能しなかった場合や、波浪による巻き上げ等により一部異常値と考えられる値がみられた。通常は概ね 3~4 μg/L 前後で推移し、時折数十 μg/L を超える値が観測された。一般的にアサリ漁場では 3 μg/L 以上が望ましいと考えられており (柿野ら 1995)、砕石漁場近隣の餌量は十分であると考えられた。

4 文 献

- 1) 柿野 純, 古畑和哉, 長谷川憲一. 東京湾盤洲干潟における冬期のアサリへの死要因について. 水産工学 1995 ; 32 : 23-32.

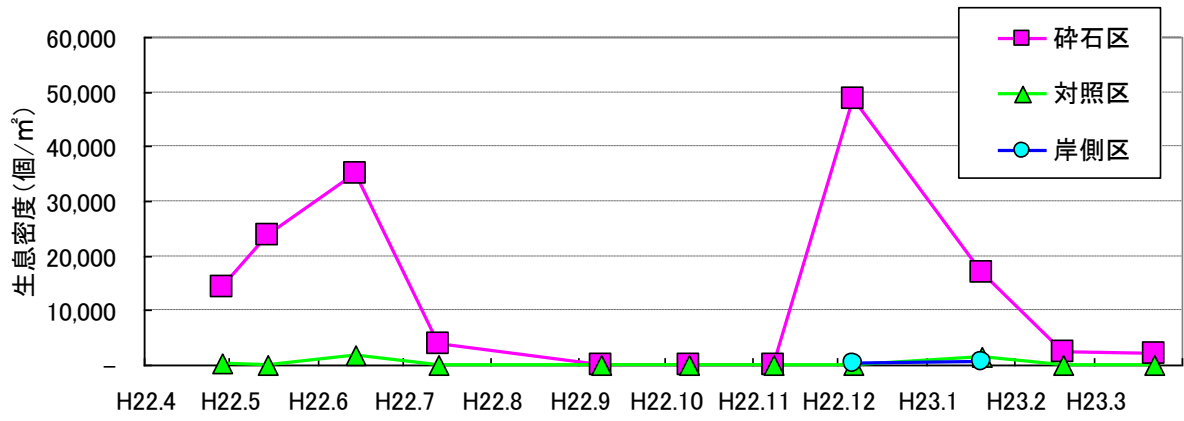


図2 着底稚貝生息密度の推移

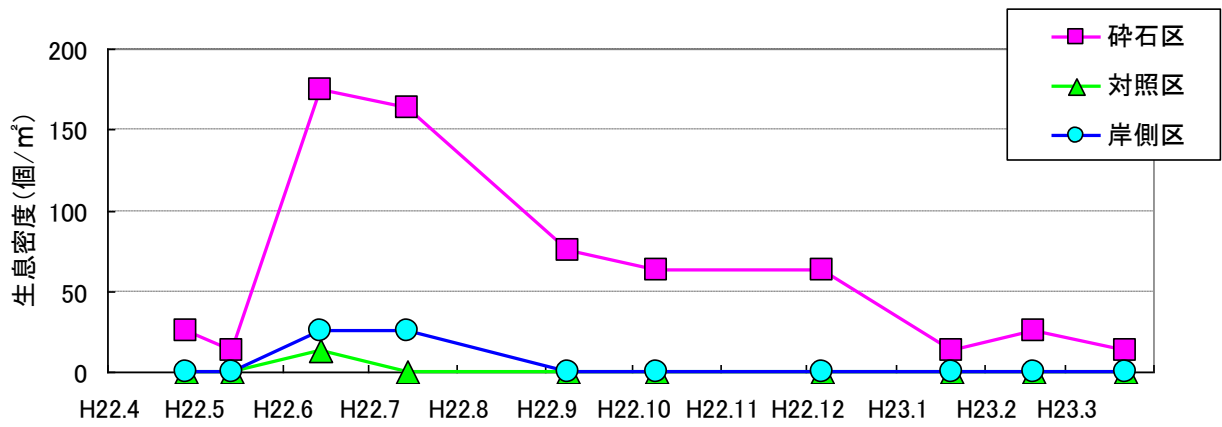


図3 稚貝および成貝生息密度の推移

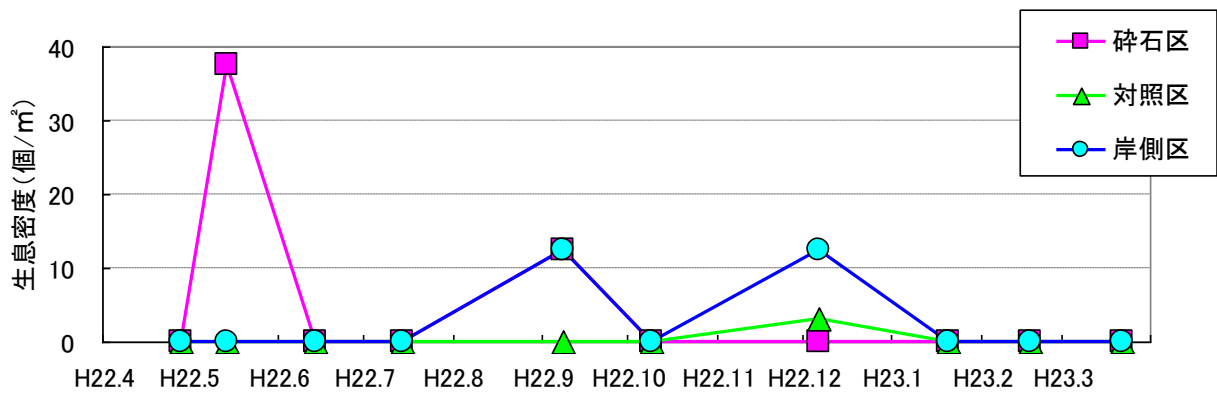


図4 ホトトギスガイ生息密度の推移

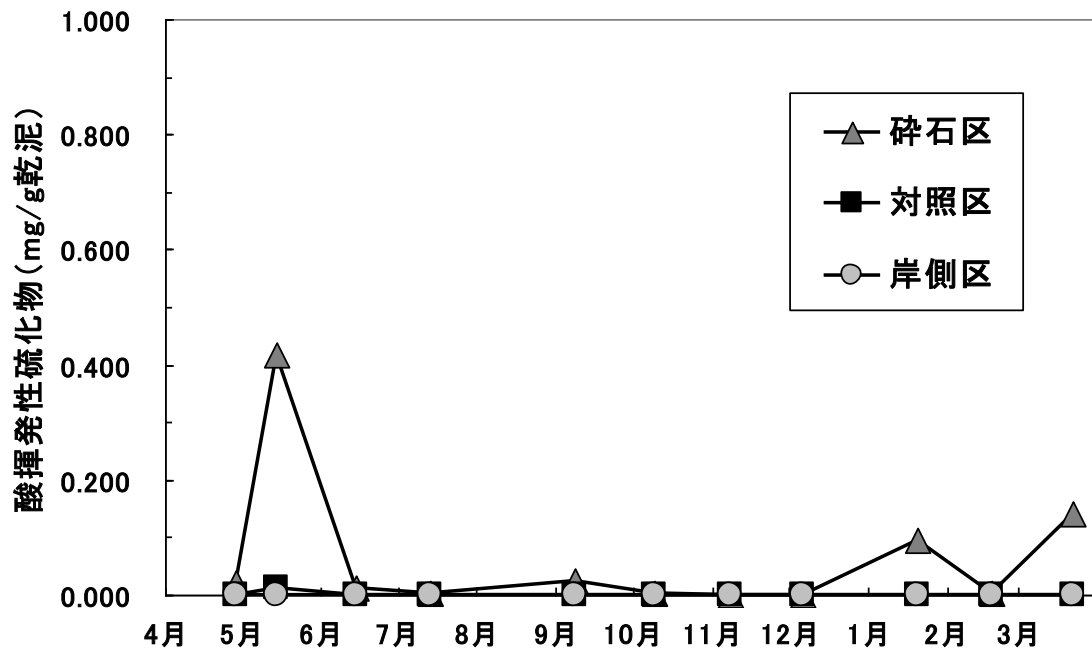


図5 底質の AVS の推移

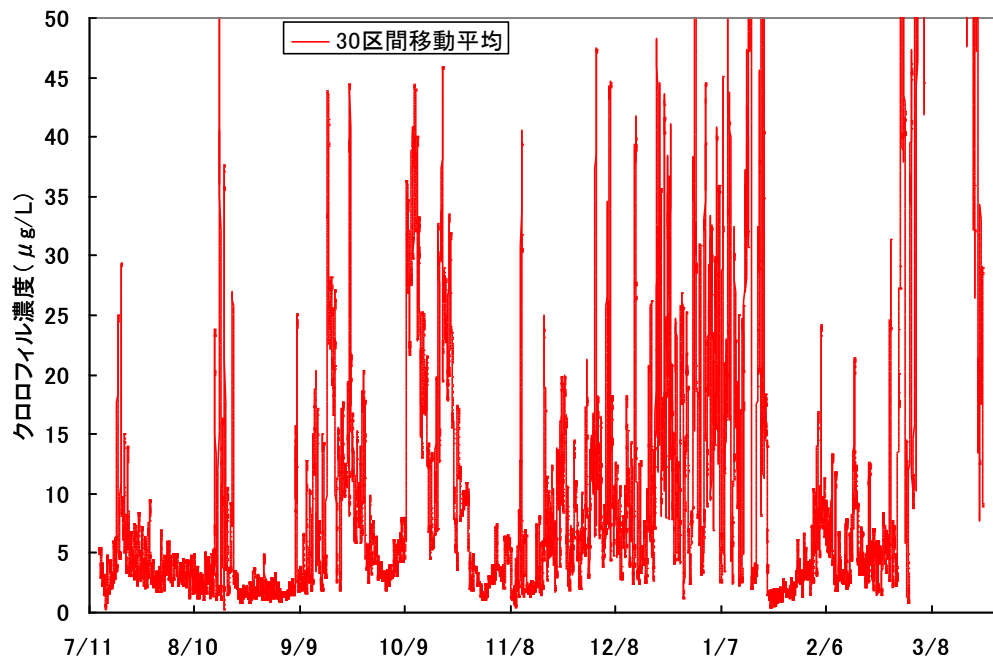


図6 クロロフィル観測値の推移

有明海再生拡充事業

(令 達 事 業)
平成21年度～23年度

(ハマグリ放流技術開発試験)

1 緒 言

本調査は、有明海特産魚介類の新たな種苗生産技術の開発や放流手法の改善など、特産魚介類資源の回復を図るための事業として平成21年度から開始した有明海漁業振興技術開発事業の一環として実施した。

本県は、国産ハマグリ類の中でも内湾性の日本在来種ハマグリ (*Meretrix lusoria*) の最大の生息域であり、地域漁業者にとってハマグリは、アサリと並ぶ産業上重要な二枚貝である。しかし、昭和49年の5,812トン(農林水産統計調査ハマグリ類)の漁獲を最高として、その後は減少の一途をたどり、近年はやや持ち直し400～500トン(漁協聞き取り)の漁獲となっているものの、依然として資源は不安定な状態であり、このため漁獲量の安定・増大を図ることが急務となっている。

そこで、本調査では、本事業の中で並行して実施される種苗生産技術開発試験によって生産されるハマグリ人工種苗の放流技術を開発することを目的として、県内最大の生産地である緑川河口域において標識放流及び追跡調査などを実施した。

2 方 法

(1) 担当者 内川純一、梅本敬人、生嶋登、栃原正久

(2) 調査項目および内容

ア ハマグリ定期調査

ハマグリ の 成 長 を 把 握 す る た め 定 期 調 査 を 緑 川 河 口 域 に お い て 行 っ た (図 1) 。

定期調査は、1ヶ月に1回、大潮時に実施した。干潟上に設定した調査定点で50cm方形枠による枠取りを5回実施し、1mmメッシュのふるいで選別し試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体数の計数および殻長を測定した。

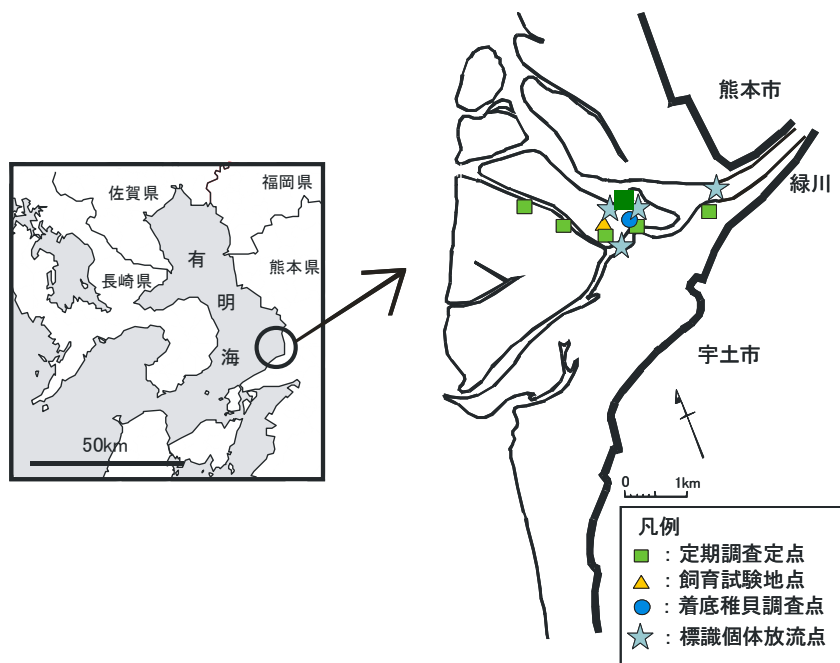


図1 ハマグリ調査定点

イ ハマグリ標識放流及び追跡調査

緑川河口域における、ハマグリ移動生態を確認するとともに放流したハマグリ回収率を調べるために、標識放流及び追跡調査を行った(図1)。

標識放流は、放流時期の違いによる移動状況や回収率の差異を確認することを目的として、「漁獲サイズ」のハマグリと将来的に放流を行う場合の「放流サイズ」とされる殻長10mm以上のハマグリ2種類について行った。

「漁獲サイズ」のハマグリは、平成21年8月から翌年6月にかけて合計5回放流し、「放流サイズ」のハマグリは、平成23年2月に1回放流した。平成22年度は「放流サイズ」のハマグリは漁獲対象とならないため、「漁獲サイズ」のハマグリについて、以下に示すような追跡調査を実施した。

(ア) 放流ハマグリの入手

「漁獲サイズ」のハマグリは、緑川河口域を漁場に持つ川口漁協に水揚げされた5.5分以上のハマグリ(3.5cm目合いの格子から落ちたハマグリを18mm幅の選別道具でサイズ分けしたものを)、放流の度に120kg~130kg購入した。

「放流サイズ」のハマグリは、平成21年7月にヤンマー株式会社マリンファームで生産されたハマグリ浮遊幼生を熊本県水産研究センターで殻長10mm以上まで中間育成したものを放流に使用した。

(イ) 標識の種類・方法

茨城県地先でチョウセンハマグリの標識放流で実績のあった、「レーザーマーカ」による刻印標識(図2,3)を採用した。

レーザーマーカ用の機器(キーエンス社製 CO2レーザーマーカ ML-G9300)はレンタルにて借り受けた。

レーザーマーカによる標識の方法は、マイクロチューブスタンドの穴の上に水分を拭き取ったハマグリを並べて、専用のソフトで調整した機器のレーザー照射部の下に置き、パソコンの操作により刻印標識を行った。

標識にかかる作業時間は、「漁獲サイズ」のハマグリで600個/時、「放流サイズ」のハマグリで1,000個/時を要した。



図2 レーザーマーカ機器一式



図3 標識したハマグリ

(ウ) 放流日及び数量等

・「漁獲サイズ」のハマグリ

- a 平成21年8月11日 緑川河口域の4箇所 5,485個、平均殻長40.62mm (標識: 4種類)
- b 平成21年11月13日及び19日 aと同じ場所 6,258個、平均殻長37.78mm (標識: 4種類)
- c 平成22年1月28日及び2月3日 aと同じ場所 7,161個、平均殻長36.69mm (標識: 4種類)
- d 平成22年3月17日及び19日 aと同じ場所 7,142個、平均殻長38.18mm (標識: 4種類)
- e 平成22年6月30日 aと同じ場所 1,545個、平均殻長 36.12mm (標識1種類)

・「放流サイズ」のハマグリ

- f 平成23年3月9、17、25日 aと同じ場所 17,498個、平均殻長 18.48mm (標識3種類)

(エ) 放流方法

標識を施したハマグリは、放流回次毎に干出域2箇所、非干出域2箇所の合計4箇所で放流を行い、合計27,038個の標識個体を放流した。(図4)。

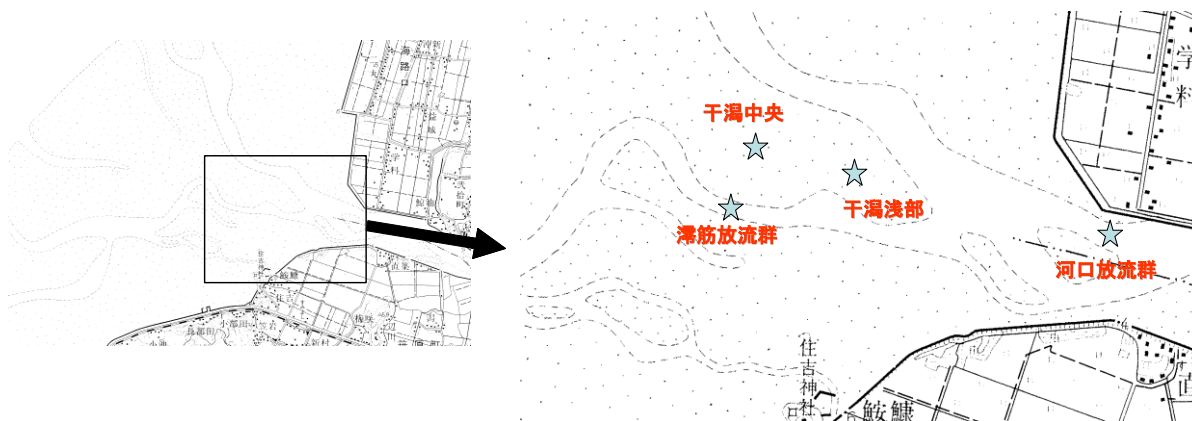


図4 標識したハマグリ放流地点

(オ) 追跡調査

a 川口漁協における水揚場調査

緑川河口域において、最大の産地であり、唯一漁協による全量共同販売を実施している川口漁協の荷揚げ場で、放流個体の再捕状況の確認及び再捕された場合の再捕場所の聞き取りを行った。再捕個体については買い取りを行い、持ち帰って標識の確認及び殻長を測定した。(図5)



図5 水揚場における追跡調査

また、標識放流したことを周知するためにチラシを作成し、近隣漁協の組合員及び周辺の貝類問屋に配付して、漁業者の操業による標識個体の回収を依頼した。

b 放流地点における密度調査

11月放流群以降、干出域の放流場所における密度変化の調査を行い、ハマグリ移動状況を調べた。調査は、放流後1月に1~2回の頻度で、放流区画内において、50cm方形枠による枠取りを行い、放流個体の密度変化を調査した。

c ハマグリ飼育試験

調査海域におけるハマグリ成長及びレーザーマーカーによる標識の生残・成長に及ぼす影響を確認するため、ハマグリ飼育試験を緑川河口域において行った(図6)。

飼育試験は干潟に飼育かごを設置し、緑川河口域では平成21年8月から開始した。使用したハマグリは緑川河口域で採取したもので、殻長14.62mm~27.11mm(平均22.64mm、以下「小サイズ」)、26.26mm



図6 ハマグリ飼育試験

～35.91 mm（平均 30.77 mm、以下「中サイズ」）、33.69 mm～52.18 mm（平均 37.98 mm、以下「大サイズ」）のサイズに分類し、サイズ毎に 130 個（大サイズ）～190 個体（小サイズ）ずつポリエチレン製飼育かご（縦 1m×横 1m×高さ 50 cm）に収容した。収容したハマグリ約半数にはレーザーマーカ―により個体識別用のマーキングを施し、1 ヶ月に 1 回、大潮時に飼育かごから取り出し、標識個体では個体別に、無標識個体ではランダムに殻長を測定した。

また、斧足のグリコーゲン含量を指標として、ハマグリの季節による活力の変化を把握するためのサンプリング用のハマグリ飼育のための飼育かごをひとつ設置した。

なお、活力の変化把握調査に関しては、緑川河口域の一般漁場におけるサンプリング（4 月～3 月）も併せて行った。

飼育かごの周辺で、水温・塩分、流向・流速、クロロフィル量を連続観測器により測定した。

3 結果および考察

(1) ハマグリ定期調査

平成22年4月～平成23年3月の調査で得られたハマグリの殻長組成を図7に示した。

全調査点におけるハマグリの殻長組成では、1年をとおして、殻長5mm以下の個体が優占し、殻長30mm以上の漁獲対象個体の割合は少なかった。最も多いサンプルが得られたのは9月の調査時（3,059個）で、5月の調査時が最も少なかった（1,709個）。

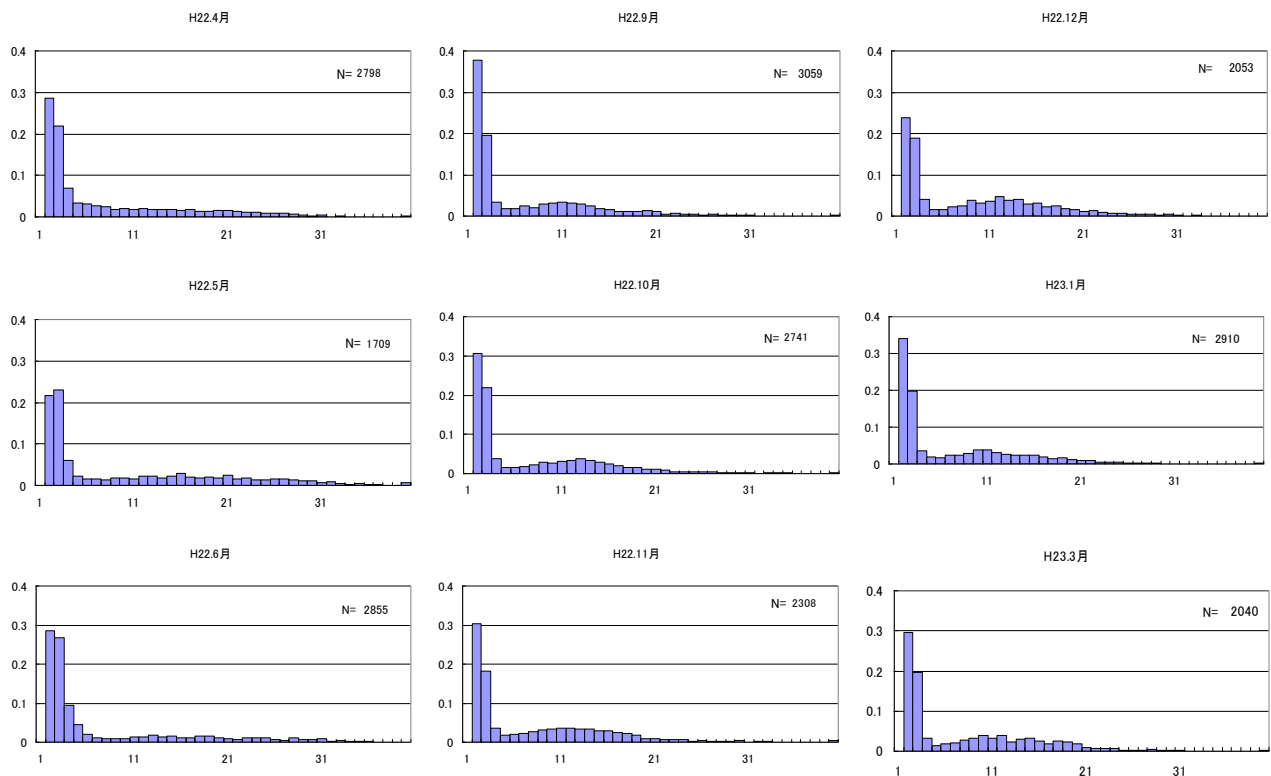


図7 定期調査で得られたハマグリの殻長組成

(2) ハマグリ標識放流及び追跡調査

(ア) 「漁獲サイズ」の標識ハマグリ放流結果 (H21年8月～H22年6月)

放流した「漁獲サイズ」の標識ハマグリ回収結果を表1に示した。回収個数については、H21、H22年度の回収個数の合計を表した。

表1 「漁獲サイズ」のハマグリ放流及び回収結果

	平均殻長(mm)	個体重量(g)	放流個数(個)	重量換算(kg)	回収個数(個)	回収率(%)
H21.8月	40.6	16.9	4,932	93.0	162	3.3%
H21.11月	37.8	17.2	6,258	107.4	488	7.8%
H22.1月	36.7	13.2	7,161	94.7	422	5.9%
H22.3月	38.2	14.6	7,142	104.1	324	4.5%
H22.6月	36.1	12.9	1,545	19.9	18	1.2%
合計	37.9	15.0	27,038	419.1	1,414	5.2%

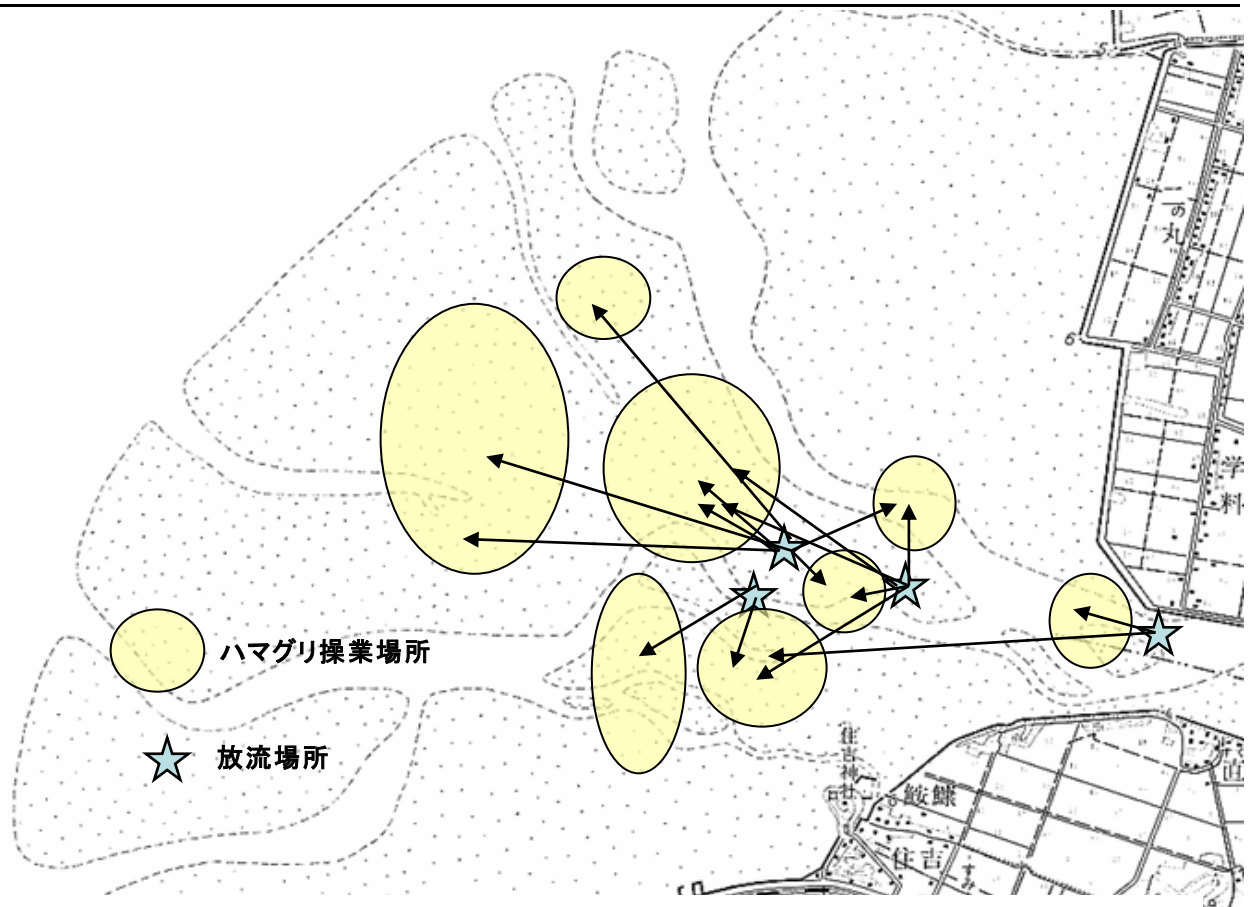


図8 放流した「漁獲サイズ」のハマグリ移動状況

H21年8月に放流した標識個体は、9月2日の川口漁協における水揚場調査において、初めて確認された。その後、10月～11月にかけて漸次再捕され、そのほとんどは放流地点の近傍で干出域の放流点からやや沖側あるいは濤筋に移動して再捕される傾向が強かった(図8)。H21年11月に放流した標識個体は、放流群の中でもっとも回収個数及び回収率がともに高く、回収個数488個、回収率7.8%であった。H22年6月に放流した標識個体は、放流数が少なかったため回収個数も少なく、回収率も低かった。

また、移動距離については、再捕された放流個体のほとんどが、放流点近傍での再捕で

あるが、放流地点から最も離れた場所での採捕は、H21年8月に放流した標識個体で放流から約半年後のH22年2月に放流地点から沖側に約2km離れた場所で採捕された。

(イ) 放流サイズ」の標識ハマグリ放流結果

放流箇所は、干潟域2箇所で行い、平均殻長18.48mmのハマグリを合計17,498個放流した。この放流群が漁獲サイズに成長するまでには、放流時から約2年かかることから、今年度は採捕調査を実施しなかった。

(ウ) 放流地点における放流個体の密度変化

次に、「漁獲サイズ」の標識ハマグリの放流地点における放流個体の密度変化について、図9に示した。

放流地点における密度変化については、どの放流群についても放流後時間が経過するにつれて密度が減少してきており、その減少傾向は干潟浅区の方が顕著であることが分かった。両放流地点には流向流速計を設置して、そのデータについては現在解析中であるが、両地点の流れ成分の違いが関係していると考えられる。

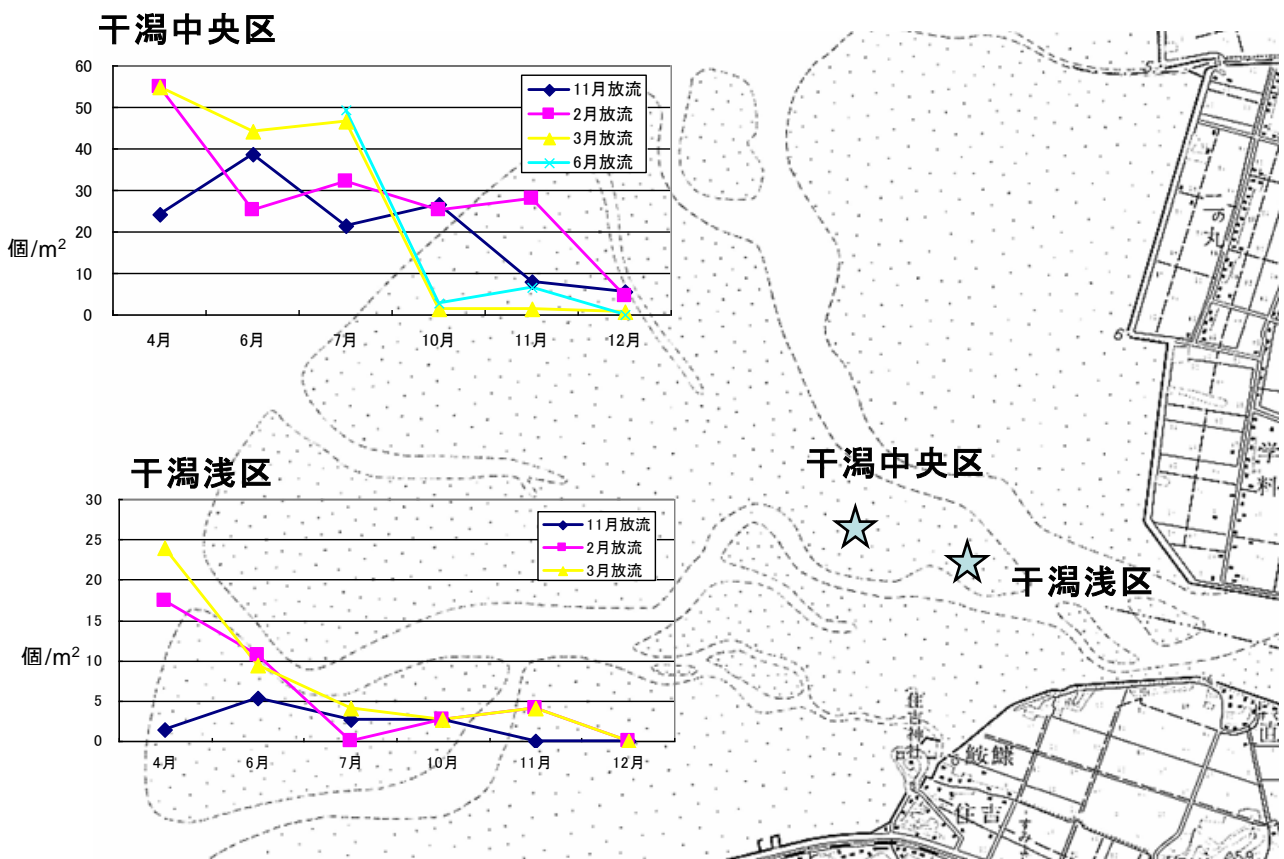


図9 放流地点における放流個体の密度変化

(エ) ハマグリ飼育試験結果

飼育試験における各サイズの平成21年8月(試験開始)から平成22年10月(試験終了)までのハマグリの殻長の累積成長量を図10に示した。なお、各試験区とも計測時に生残していた個体の平均値とした。

サイズ毎の累積成長は、8.97mm～10.32mm で、標識個体と無標識個体の違いによる差は本年度の試験でも認められなかったことから、レーザーマーカによる標識は、ハマグリ成長に大きな影響はないため、標識として有効であることが追認された。

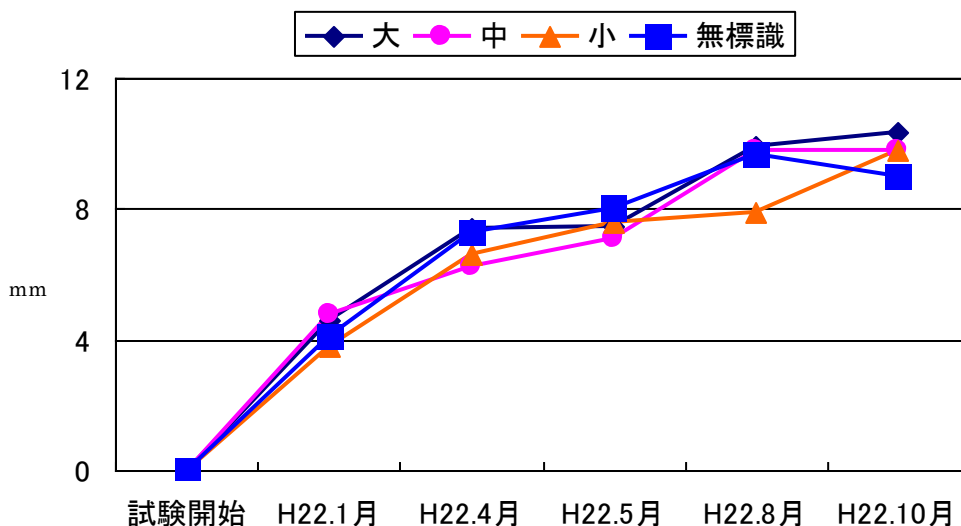


図 10 飼育カゴによるサイズ別累積成長の推移

緑川河口における飼育かご内のハマグリ及びかご周辺で採取したハマグリグリコーゲン含量について、図 11 に示した。

かご内のハマグリ肥満度は 12.4～14.7%、グリコーゲン量は 8.18～31.7mg/g の間で推移した。肥満度、グリコーゲン量とも 10 月が最も低く、肥満度は 5 月、グリコーゲン量は 8 月に最も高くなった。かご内のハマグリについては、10 月に調査を終了したため、10 月までのデータを示している。

かご外のハマグリ肥満度は 11.8～14.6%、グリコーゲン量は 8.2～34.3mg/g の間で推移した。肥満度は 11 月、グリコーゲン量は 8 月が最も低く、肥満度は 7 月、グリコーゲン量は 5 月に最も高くなった。かごの内、外のハマグリとも、肥満度とグリコーゲン量の間に関係は低いと思われる。

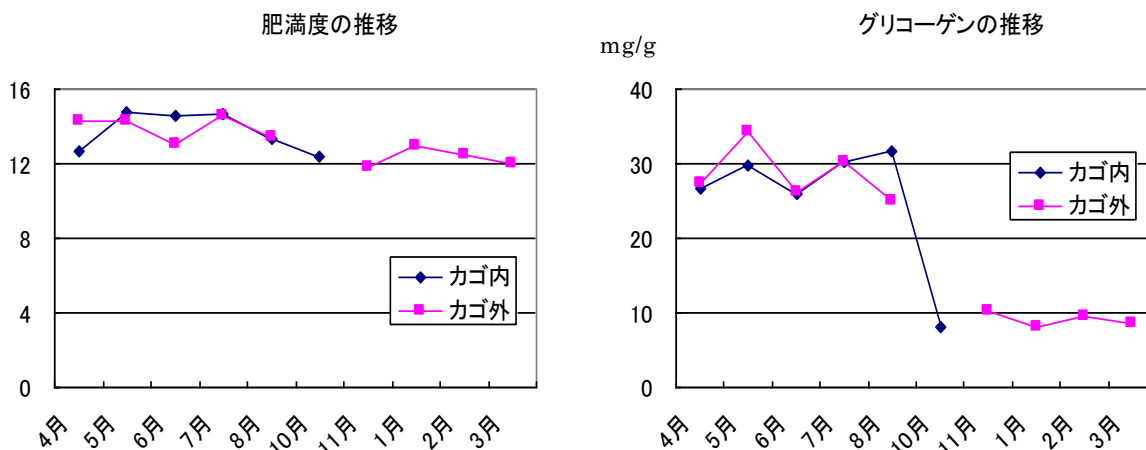


図 11 ハマグリ肥満度とグリコーゲンの推移

食品科学研究部

水産物安全確保対策事業Ⅰ（県単・交付金） （平成21年度～）

（エライザ法による麻痺性貝毒量の定期モニタリング調査）

1 緒言

本県では、平成19年度からエライザ法（Enzyme Linked Immunosorbent Assay ; ELISA）による簡易測定キットを使用して麻痺性貝毒のモニタリング調査を行い、県産二枚貝の安全性確保に努めてきた。エライザ法は迅速に二枚貝の検査を行えることに加え、低毒時の毒力の推移を把握することができるため¹⁾⁻³⁾、公定法（マウス試験）を行う前のスクリーニング（一次）検査として有効である。

本調査では、県産二枚貝の安全性を確保することを目的とし、エライザ法及び公定法での麻痺性貝毒定期モニタリングを行った。なお、今年度より大阪府立公衆衛生研究所が開発した麻痺性貝毒簡易測定キット（PSP-ELISA）を分析に用いた。

2 方法

（1）担当者 篠崎貴史、中野平二

櫻田清成、高日新也、増田雄二（浅海干潟研究部）

（2）材料及び方法

ア 調査項目：麻痺性貝毒（出荷自主規制値：可食部1g当たり4MU^{注1)}以下）

イ 調査期間、調査地点、二枚貝の種類、調査頻度：図1のとおり。ただし、資源管理等により二枚貝を採捕しない場合は欠測とした。

ウ 試験方法：試料の抽出は食品衛生検査指針（理化学編2005）に従って実施した⁴⁾。エライザキットは大阪府立公衆衛生研究所が開発したPSP-ELISAを使用し、毒化したカキ（公定法値：4.0MU/g）を代替標準液として用いて毒力の定量を行った⁵⁾⁻⁶⁾。また、公定法によるマウス毒性試験は財団法人北九州生活科学センターが実施した。

注1) 1MU（1マウスユニット）は、公定法で20gのddy系雄マウスが15分で死亡する毒力。

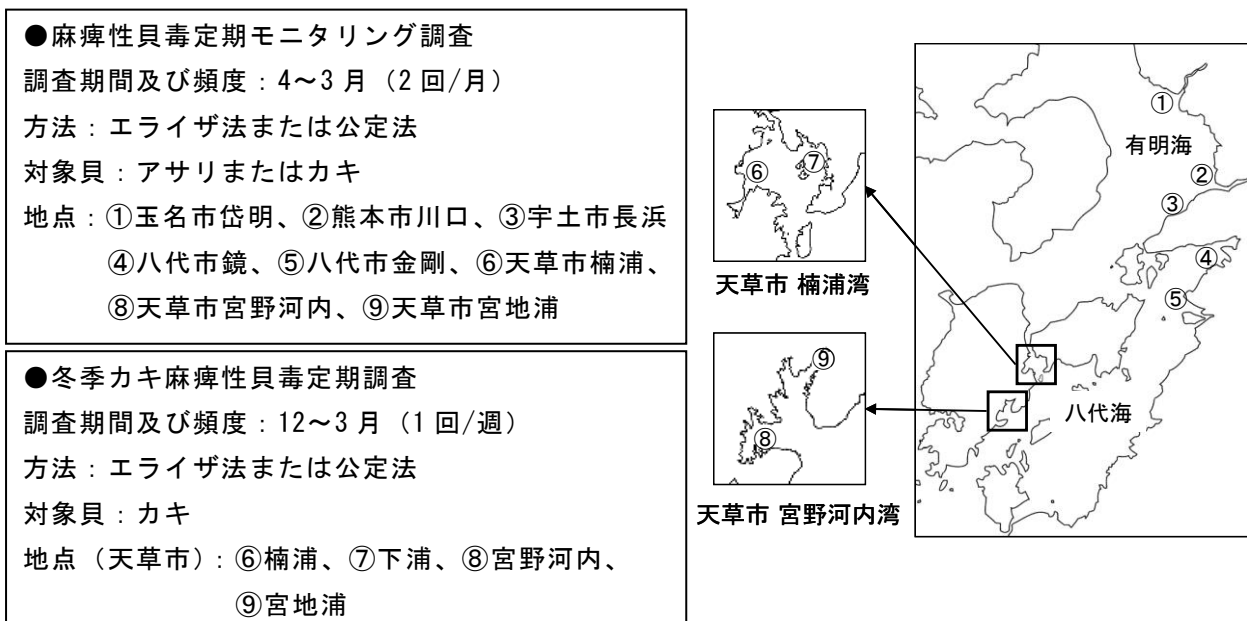


図1 麻痺性貝毒定期調査概要及び調査地点

3 結果及び考察

(1) 麻痺性貝毒定期モニタリング調査結果（表1参照）

有明海では、①玉名市岱明、②熊本市川口、③宇土市長浜のアサリをエライザ法で分析した結果、3地点とも毒力は2.0 MU/g以下と低く推移していた。また、公定法試験においても毒は検出されなかった。

八代海では、④八代市鏡、⑤八代市金剛のアサリをエライザ法で分析した結果、両地点で毒力は2.0 MU/g以下と低く推移していた。また、公定法試験においても毒は検出されなかった。

一方、⑧天草市宮野河内で採捕されたアサリの毒力推移を図2に示す。同地先では、4月11日にエライザ法で2.2 MU/g（公定法値：2.2 MU/g）の毒化が確認された。また、4月25日にはエライザ法で11.5 MU/g（公定法値：11.6 MU/g）まで高毒化した。この結果、国の出荷自主規制値（4 MU/g）を超えたため、4月28日に天草漁業協同組合による出荷自主規制が行われた。その後、毒力は急速に減少していたことがエライザ法及び公定法試験で確認されたため、6月14日に出荷自主規制解除の措置が行われた（出荷自主規制期間48日間）。なお、同地先で臨時の貝毒原因プランクトン調査を実施したが、原因種は不明であった。

(2) 冬季カキ麻痺性貝毒定期調査（表1参照）

⑥天草市楠浦、⑦天草市下浦、⑧天草市宮野河内で採捕されたカキをエライザ法で分析した結果、3地点とも毒力は2.0 MU/g以下と低く推移していた。

一方、⑨天草市宮地浦（平成19年3月6日から出荷自主規制中）で採捕されたカキの毒力推移を図3に示す。麻痺性貝毒定期モニタリング調査時（4～10月）の毒力は低く推移していたが、12月下旬から毒化が確認され、1月4日にエライザ法で3.7 MU/g（公定法値：4.3 MU/g）まで高毒化した。なお、1月5日に同地先で臨時の貝毒原因プランクトン調査を実施したところ、*Alexandrium catenella*（30 cells/L）及び *Gymnodinium catenatum*（6 cells/L）が確認されたため、両種がカキの毒化を引き起こしたのではないかと推察された。

本調査の結果、県内主要産地における二枚貝の毒化状況を高精度に把握でき、また、二枚貝が高毒化した海域については、迅速に出荷自主規制措置を行うことができた。

このため、今後も県産二枚貝の安全性を確保するためにモニタリングを行う必要がある。

表1 麻痺性貝毒分析結果（エライザ法及び公定法）

海域	調査地点	対象貝	検体数	陽性検体数（）は最高毒力		備考
				エライザ法*（≥2.0 MU/g）	公定法（≥2.0 MU/g）	
有明海	①玉名市岱明	アサリ	17	0/17	0/7	
	②熊本市川口	アサリ	23	0/23	0/8	
	③宇土市長浜	アサリ	3	0/3	-	
八代海	④八代市鏡	アサリ	20	0/20	0/7	<i>Alexandrium catenella</i> ; 4,160 cells/L (5/19)
	⑤八代市金剛	アサリ	5	0/5	-	
	⑥天草市楠浦	アサリ	-	-	-	資源減少のため、調査実績無し
		カキ	18	0/18	-	
	⑦天草市下浦	カキ	18	0/18	-	
	⑧天草市宮野河内	アサリ	12	2/12 (11.5 MU/g)	2/2 (11.6 MU/g)	H22.4.28～6.14まで出荷規制措置（48日間） 原因種不明
		カキ	16	0/16	-	
⑨天草市宮地浦	カキ	33	2/33 (3.7 MU/g)	4/5 (4.3 MU/g)	<i>Alexandrium catenella</i> ; 30 cells/L (1/5) <i>Gymnodinium catenatum</i> ; 6 cells/L (1/5)	
合計			165	4/165	6/29	

※エライザ法での分析値には2倍の分析誤差を考慮し、エライザ法で陽性（2 MU/g以上）と判定された場合は、公定法による確認試験を実施した。

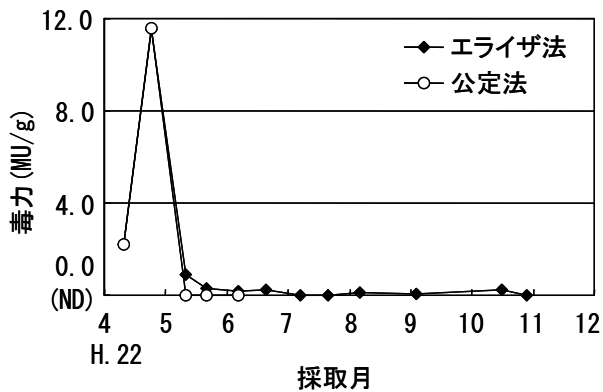


図2 ⑧天草市宮野河内アサリの毒力推移

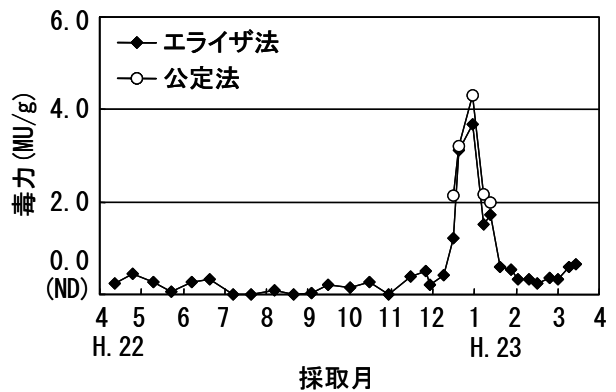


図3 ⑨天草市宮地浦カキの毒力推移

4 謝 辞

本試験を実施するにあたり、大阪府立公衆衛生研究所 川津健太郎主任研究員から分析キットの提供及び分析方法等について御指導御助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。

5 文 献

- 1) 篠崎貴史, 中野平二, 向井宏比古, 浜田峰雄. 水産物安全安心確保事業 II. 平成 19 年度熊本県水産研究センター事業報告書 2008; 182-183.
- 2) 篠崎貴史, 中野平二, 向井宏比古. 水産物安全安心確保事業 II. 平成 20 年度熊本県水産研究センター事業報告書 2009; 206-208.
- 3) 篠崎貴史, 中野平二, 向井宏比古, 櫻田清成, 高日新也, 小山長久. 水産物安全確保対策事業 I. 平成 21 年度熊本県水産研究センター事業報告書 2010; 239-241.
- 4) 社団法人日本食品衛生協会. 3. 麻痺性貝毒(公定法). 食品衛生検査指針(理化学編), 2005; 673-680.
- 5) Kentaro Kawatu *et al*: Development and Application of an Enzyme Immunoassay Based on a Monoclonal Antibody against Gonyautoxin Components of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins. *Journal of Food Protection*. 2002; 65-8: 1304-1308.
- 6) 篠崎貴史, 中野平二. 水産物安全確保対策事業 IV. 平成 21 年度熊本県水産研究センター事業報告書 2010; 248-250.

水産物安全確保対策事業 II (平成21年度^単~)

(生ウニ洗浄方法の検討)

1 緒言

県内で漁獲されるアカウニの主要漁期は7~9月であり、生ウニを出荷する場合には、腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) による汚染のない安全なウニを生産する必要がある。

ウニ加工品を製造される際に行われる開殻及び洗浄には、殺菌した海水または飲用適の水を使用した人工海水を用いることとされているが¹⁾、各工程は生産者自身で行われるため、洗浄方法に個人差がある場合が多く、効果的な洗浄方法の確立が必要である。

このため、昨年度は加工場で実践できる比較的簡便で適切な生ウニ洗浄技術を確立することを目的として、市販の食酢を用いて腸炎ビブリオに対する殺菌性及び抗菌性を検証した²⁾。

今年度は、生ウニ存在下における同菌に対する食酢の殺菌効果の検証及び生ウニの洗浄方法について検討を行った。

2 方法

(1) 担当者 篠崎貴史、中野平二

(2) 材料及び方法

アカウニ(生ウニ)は漁獲後に開殻し、紫外線殺菌海水で洗浄したものを検体とした。

殺菌試験時に菌汚染を行うための腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) は、八代海で採水した海水から定法に準じて分離同定を行ったものを使用した³⁾。また、ウニの洗浄に使用した海水は、口径 0.45 μm のメンブレンフィルター (ADVANTEC 社製) でろ過したものを試験に供した (以下、ろ過海水)。なお、食酢添加海水の作製には市販の米酢 (酸度 4.5 %) を使用した。

ア 官能試験

生ウニを食酢添加海水で洗浄した場合、食酢が生ウニの臭い及び食味に影響を与えることが考えられるため、昨年度実施した試験で殺菌効果及び静菌効果が確認された酸度及び浸漬時間で生ウニを洗浄して官能試験を行い、食酢が生ウニの食味に与える影響を調べた。

生ウニは10倍量の食酢添加海水で洗浄し、酸度は0.10, 0.25, 0.50, 1.00%、洗浄時間はそれぞれ1-5分間の4条件で実施した。洗浄後の生ウニは水切りを行い、吸水シートの上に置き、24時間、5℃で冷蔵保存したものを官能試験に供した。試験は3名のパネラーで実施し、臭い及び食味について評価した。

イ 殺菌試験

生ウニを食酢添加海水で洗浄した際の殺菌効果を確認するために、以下の試験を実施した。

(ア) 添加する食酢の酸度別、洗浄時間別の殺菌効果の検討

腸炎ビブリオによる生ウニの汚染は、菌液を接種した1Lの3% NaCl 添加滅菌蒸留水に100gの生ウニを5分間室温で接触させて、 10^4 CFU/g程度に調整した。殺菌のための生ウニ洗浄は、菌汚染した生ウニに対して10倍量の食酢添加海水を用いて一定時間室温で実施した。食酢添加量は酸度換算で0.25, 0.50%に調整し、洗浄時間は1, 3分とした。また、対照としてろ過海水でも同様に洗浄を行った。洗浄した生ウニは9倍量の3% NaCl 加リン酸緩衝希釈水でホモジナイズ処理後、クロモアガービブリオ培地に接種し、 $36\pm 1^\circ\text{C}$ で24時

間培養後、菌数を測定した。

(イ) 洗浄時間別腸炎ビブリオの生残率の推移

腸炎ビブリオで菌汚染した生ウニ (10^4 CFU/g 程度) に対し、酸度 0.5 % に調整した 10 倍量の食酢添加海水に室温で一定時間洗浄を行い、腸炎ビブリオの生残率を調べた。生ウニの洗浄時間は、0, 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 分間の 8 系列で試験を行った。

(ウ) 腸炎ビブリオの洗浄開始時菌数別、洗浄回数別の殺菌効果の検討

腸炎ビブリオで 10^2 , 10^3 , 10^4 CFU/g 程度菌汚染した生ウニに対し、酸度 0.5 % に調整した 10 倍量の食酢添加海水で 1 分間の洗浄を 3 回繰り返し、腸炎ビブリオの菌数を調べた。また、ろ過海水でも洗浄効果を調べるために同様の試験を行った。

3 結果及び考察

(1) 官能試験結果

食酢添加海水で洗浄した生ウニの官能試験結果を表 1 に示す。酸度 0.10, 0.25, 0.50 % では、洗浄した生ウニの臭い及び食味について違和感がなかったため、食酢添加量としては適であると判断されたが、酸度 1.00 % では、洗浄した生ウニに酢酸臭が残り、また、酸味も強く感じられたため、食酢添加量としては不適であると判断された。

以上の結果から、食酢添加量は酸度 0.10, 0.25, 0.50 % で調整すれば、生ウニの臭いや食味に影響が無いことが確認されたが、実際の洗浄時は短時間で処理できる方が望ましいため、酸度 0.50 % で 1 分間の洗浄、または酸度 0.25 % で 3 分間の洗浄が適切であると考えられた。

(2) 殺菌試験結果

ア 添加する食酢の酸度別、洗浄時間別の殺菌効果

生ウニ洗浄時における食酢添加海水の酸度別、洗浄時間別の腸炎ビブリオ殺菌試験結果を図 1 に示す。酸度 0.25 % - 3 分間洗浄及び酸度 0.50 % - 1 分間洗浄した腸炎ビブリオの殺菌率 (食酢の添加効果による同菌の減少率) は、それぞれ 78.2 %、74.7 % であった。一方、ろ過海水 (対照) で同様に洗浄した同菌の減少率は、それぞれ 67.8 %、61.8 % であった。これらの結果から、生ウニ存在下における食酢添加海水による腸炎ビブリオの殺菌率は低く、ろ過海水 (対照) による洗浄と差が認められなかったため、実用に向かないことが示唆された。これは、昨年度実施した生ウニ非存在下における食酢による同菌の殺菌試験で、初発菌数 1.8×10^9 CFU/mL の場合、酸度 0.25 % で 3 分、酸度 0.50 % で 1 分で完全に殺菌された結果と比較して大きく異なった²⁾。この原因としては、生ウニが食酢の殺菌効果を緩衝させたのではないかと推測され、同菌を減少させるには長時間の洗浄が必要であると考えられた。

イ 洗浄時間による腸炎ビブリオの生残率の推移

上記アの試験結果から、生ウニ存在下では食酢による殺菌効果が低く、殺菌には長時間の洗浄が必要であると考えられた。このため、食味試験で臭い及び食味に変化が無く、かつ最も食酢添加量が多い酸度 0.50 % の食酢添加海水を用いて腸炎ビブリオで汚染した生ウニを洗浄し、各洗浄時間の同菌の生残率を調べた。

各洗浄時間の同菌の生残率は、1 分で 22.8 %、3 分で 18.9 %、5 分で 22.2 %、10 分で 11.1 %、15 分で 6.1 %、30 分で 6.1 %、60 分で 1.4 % であった (図 2)。この結果、生ウニ存在下で腸炎ビブリオを 99 % 程度殺菌するためには、1 時間以上の洗浄が必要であることが示唆され

た。したがって、この方法では生ウニの加工の際に非常に時間がかかり、実用的でないと考えられた。

ウ 腸炎ビブリオの洗浄開始時菌数別、洗浄回数別の殺菌効果

上記ア 及びイ の試験結果から、生ウニ存在下では腸炎ビブリオに対する食酢の殺菌効果は低下し、同菌を確実に殺菌するためには長時間の洗浄が必要であるが、加工時の作業効率の面から短時間で殺菌できる手法が必要であると考えられた。

そこで、食酢添加海水による洗浄回数を増やし、腸炎ビブリオ数の低減効果を向上させることができなにか検討した。

食酢添加海水（酸度 0.50 %）またはろ過海水（対照）で 3 回洗浄した生ウニ中の腸炎ビブリオ数を図 3 に示す。食酢添加海水（酸度 0.50 %）の洗浄効果は、洗浄開始時菌数 10^4 CFU/g では、 10^2 CFU/g のオーダーまで減少し、洗浄開始時菌数 10^3 、 10^2 CFU/g では、洗浄後に同菌は検出されなかった（図 3 - a）。一方、ろ過海水（対照）の洗浄効果は、洗浄開始時菌数 10^4 、 10^3 CFU/g では 10^2 CFU/g のオーダーまで減少し、洗浄開始時菌数 10^2 CFU/g では、洗浄後に同菌は検出されなかった（図 3 - b）。これらから、洗浄開始時菌数 10^4 CFU/g の場合は、食酢添加海水及びろ過海水（対照）ともに洗浄効果が低く、洗浄開始時菌数 10^3 CFU/g の場合は、食酢添加海水にのみ洗浄効果が認められた。一方、洗浄開始時菌数 10^2 CFU/g の場合は、両方法で洗浄効果が認められた。

以上の結果から、食酢添加海水またはろ過海水による洗浄で腸炎ビブリオを低減させるためには、3 回の洗浄が効果的であることが示唆された。ただし、生ウニ中の菌数が多い場合は、食品衛生法上の腸炎ビブリオの基準値である 1g 当たり 100 細胞以下まで低減させることはできないことが推察された。

県内で漁獲されるアカウニの主要漁期は 7~9 月であり、腸炎ビブリオによる食中毒の発生するリスクが高い時期であるため、漁獲から加工、保存まで同菌の増殖をいかに抑制するかが重要な課題である。

生ウニ加工時には、開殻後に消化管等を除去するために紫外線殺菌海水を用いてウニを洗浄している。本試験で検討した食酢添加海水（酸度 0.50 %）及びろ過海水（対照）による 1 分間- 3 回の洗浄法を上記工程時に導入することで、生ウニ中の初発菌数が 1 g 当たり数百細胞程度であれば、基準値以下に低減できる可能性が示唆された。

漁獲後の生ウニ中の腸炎ビブリオ数を低く保つためには、衛生的な環境で低温保存することが重要であるため、洗浄法の普及と同時に生産段階での衛生管理について指導を行う必要がある。

表 1 官能試験結果

酸度 (%)	洗浄時間 (分)	臭い*	食味*
0.10	5	3/3 ○	3/3 ○
0.25	3	3/3 ○	3/3 ○
0.50	1	3/3 ○	3/3 ○
1.00	1	3/3 × (酢酸臭有り)	3/3 × (味に違和感あり)

*:臭い及び食味はろ過海水で洗浄した生ウニと比較し、3 人のパネラーで違和感の有無を判定した。

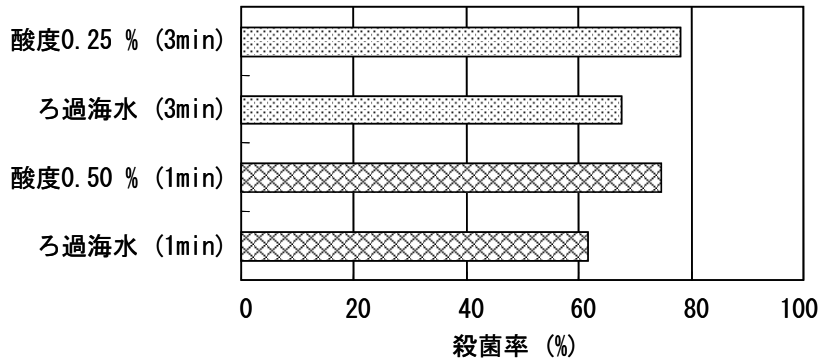


図1 食酢の酸度別、洗浄時間別の腸炎ビブリオ殺菌試験結果

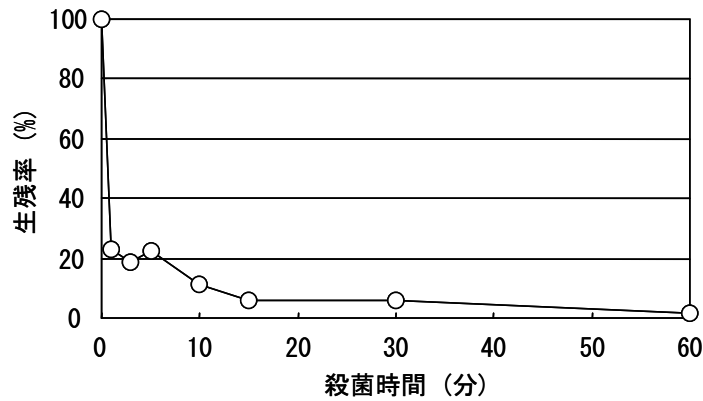


図2 洗浄時間による腸炎ビブリオの生残率の推移 (酸度 0.50 %)

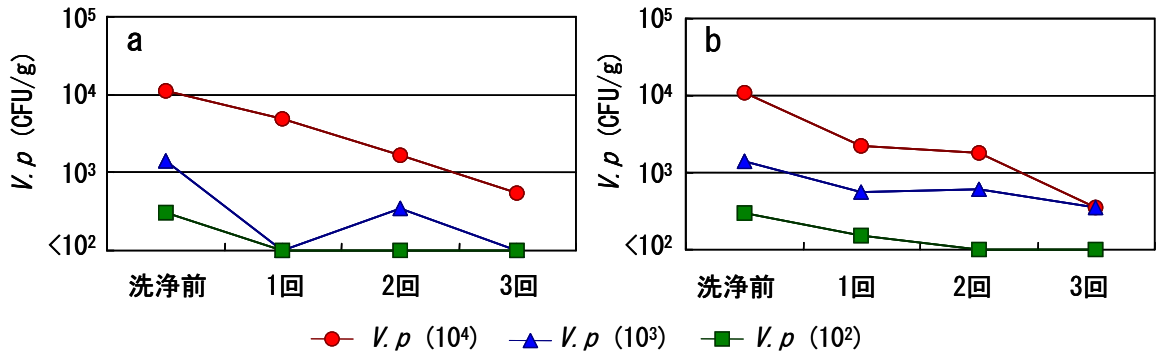


図3 腸炎ビブリオの開始時菌数別、洗浄回数別の殺菌試験結果

a: 食酢添加海水 (酸度 0.50 %), b: ろ過海水 (対照)

※ *V. p.*: *Vibrio parahaemolyticus* (腸炎ビブリオ)

4 文献

- 1) 厚生労働省告示 (平成 13 年 6 月 7 日 食発第 170 号); 食品衛生法施行規則及び食品、添加物等の規格基準の一部改正について; 2001.
- 2) 篠崎貴史, 中野平二. 水産物安全確保対策事業 III. 平成 21 年度熊本県水産研究センター事業報告書 2010; 245-247.
- 3) 社団法人日本食品衛生協会; 6 腸炎ビブリオおよびその類縁菌. 食品衛生検査指針 (微生物編) 2004; 201-213 .

水産物付加価値向上事業Ⅰ（^県平成20～^単22年度）

（オープンラボ）

1 緒言

本県産の水産物は、国内有数の産地として、一定の評価を受けているものもあるが、天然物は、少量多品種の漁獲であり価格形成力に乏しく、養殖物は漁協を中心とした集荷体制や加工品の開発販売体制が未整備で販売価格が不安定、という課題が存在する。

そこで、本県水産物の付加価値を向上させるため、水産加工品の開発、改良等の技術指導及びオープンラボによる水産物加工技術、食品衛生管理技術等の向上に取り組んだ。

2 方法

(1) 担当者 向井宏比古、篠崎貴史、中野平二

(2) 事業項目

- ア 水産加工品の開発、改良技術指導等
- イ オープンラボ
- ウ その他

3 結果

ア 水産加工品の開発、改良技術指導等（2件）

冷凍すり身試作（ナルトビエイ有効活用促進事業:水産振興課依頼分）

ナルトビエイを原料とするすり身を作る際に、異臭の原因となる尿素については、水晒しにより除去出来ることを確認したが（昨年度報告）、除去したすり身は粘り、弾力性に乏しく、原魚から得られるすり身の量が少なかったため、改善策を検討した。

(ア) 歩留まりの改善

一般的な採肉手法では、ゴム製のベルトと3mmの穴が無数に開いているステンレスローラーの間に3枚におろした魚肉を差し込み、加圧することで、肉を押しつぶし、ローラーの目合いの中に圧入しながら採肉するが、この方法では、ローラーから皮が剥がされる際に、圧入した肉が繊維とともにひきずり出されることで、歩留まり低下してしまう。

そこで、皮を剥いだ肉をミンチ機で細切することで、体盤部に対する製品歩留まりが16.8%から、31.6%に改善出来ることを確認した。

また、得られたすり身については、業務用の加糖冷凍すり身にしたところ、すり身の卸業者からは、粘り、弾力とも充分であるとの評価を得た。

(イ) ナルトビエイすり身のコラーゲン含有量の推定

ナルトビエイすり身の付加価値向上のため、コラーゲタンパク質に特異的に含まれるヒドロキシプロリン（アミノ酸の一種）含有量を測定したところ、市販品の魚肉練り製品と比べ、8～26倍多い結果が得られた（図1）。詳細は、Web上に、水産研究センターニュース（ゆうすい第20号）で公表した。

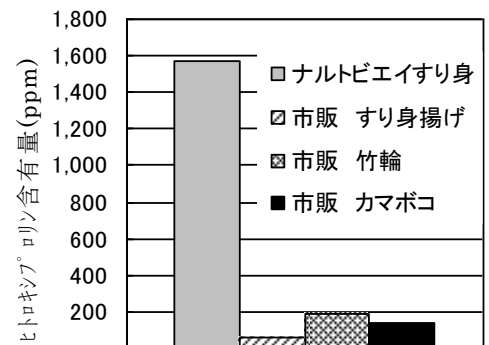


図1 水産練り製品各種のヒドロキシプロリン含有量

イ オープンラボ（18件）

本制度は水産研究センターの加工・測定設備を用いて、当センター職員の技術指導を受けながら、相談者自身が試作・検査等を行った。

（加工関係）

・乾海苔引張強度・溶解度の測定

焼き海苔品質管理手法の検討のため、歯切れの良さの指標として引っ張り強度（25×90mmの破断強度g）、口溶けの良さの指標として溶解時間（60℃水道水100ml中1cm攪拌子600rpm回転中における矩形10mmサンプルが溶解した際の時間）について測定した。

引っ張り強度測定は2回の平均値とし、溶解時間については最長600秒まで測定した。

図2に検査結果の一部を示した。引っ張り強度は636g～2,986g、溶解時間は21～600秒と幅広く分布した。これは、焼き海苔の産地や入札時期が異なること、原藻の厚み、漉き厚、焼き方の違いが影響しているためと推察された。

なお、引っ張り強度・溶解時間と、等級分布との相関傾向は認められなかった。

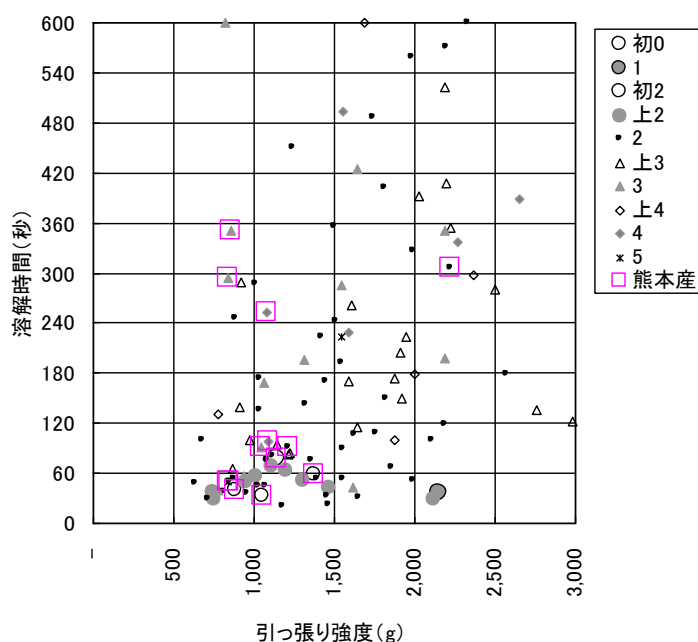


図2 焼き海苔の引張強度に対する溶解度分布

加工技術について助言を行った事項

- ・トラフグ白子の糖類添加による高品質冷凍について
- ・アカモクの加工方法について
- ・クロメポリフェノール分析について
- ・ハマグリ加工食品について

（衛生関係）

・ブリ筋肉中のヒスタミン含有量分析

赤潮で緊急出荷した衰弱した養殖ブリを、フィレー処理後、真空パックし、-18℃以下で1ヶ月冷凍保管したものについて、ヒスタミン含有量を測定した。

検体は、平時の作業と同様、目視や作業中の手触り等をおして、身割れや身ヤケが進行しているもの等、商品としてクレーム対象になりそうなものに

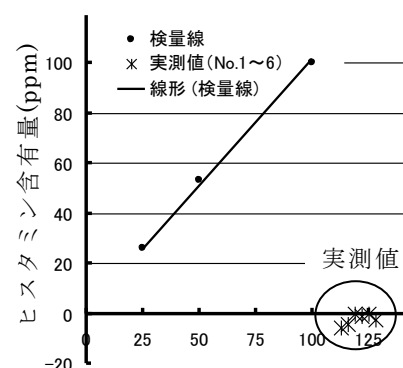


図3 ブリ普通筋中ヒスタミン含有量

については、保管前に外しており、その中から無作為に 6 検体抜き取り検査に供した。

HACCP では 50ppm=注意喚起レベル, 500ppm=毒素レベルと規定されているが、検体の含有量は図 3 に示したとおり、何れの検体も 20ppm 未満（定量範囲 20ppm～300ppm）であった。

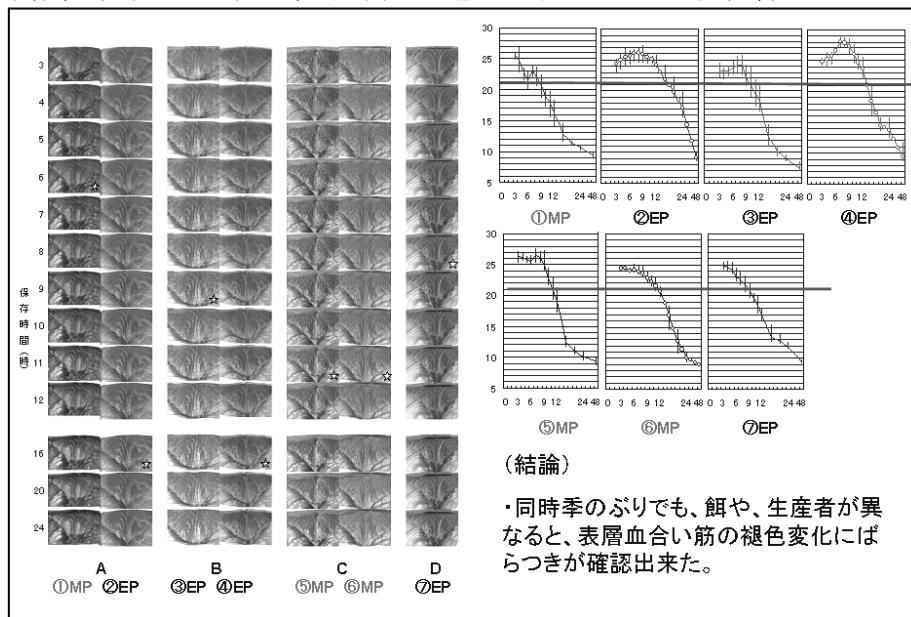
衛生管理に関して助言等を行った事項

- ・ 冷凍すり身細菌検査（2 件）
- ・ 海水中の大腸菌群検査（海域指定用）
- ・ 生ウニ衛生指導（UV 海水製造装置、洗浄法）
- ・ 海水中の大腸菌群検査（海域指定用）
- ・ 海水の細菌検査（養殖飼育水の殺菌効果の確認 2 件）
- ・ クマモト・オイスター消費期限検討
- ・ カキ浄化施設衛生指導
- ・ アオサ加工場衛生指導（2 件）

ウ 研修会等における講師（4 件）

- ・ 養殖ブリの品質評価について（漁業者セミナー 牛深教室）

餌料中の違いが表層血合筋の褪色に及ぼす影響、月別の褪色推移、冷蔵期間（1 日、8 日間）、冷蔵方法（5℃、氷蔵）の違いが褪色に及ぼす影響について報告した。



(使用スライドの抜粋)

その他

- ・ くまもと地魚マスター認証制度指定講座（水産振興課）
- ・ 水産研究センターにおける食の安全・安心に関する取り組み（県立大学）
- ・ 市場衛生管理について（漁業者セミナー 食品科学講座）

水産物付加価値向上事業Ⅱ（^県単年度 平成20～22年度）

（トラフグの品質向上）

1 緒言

本県のトラフグ養殖は、過去全国一の生産量を誇り、現在もマダイ、ブリに続く本県の養殖魚類として重要な位置を占めている。当時は平均単価も高く高級魚として流通していたが、近年は、魚病対策の問題や取引価格の低迷により、養殖からの撤退を余儀なくされた生産者も多く、ここ数年の生産量は当時の3割程度となっている。

しかし、価格が下がったことにより、近年は量販店での取扱量が増加しており、それに伴い、以前は市場が担っていた品質評価（目利き）を、生産者自らが品質管理の一環として行うことを要求されつつある。

そこで今回の試験では、本来は熟練が必要な専門的技術であるトラフグの品質評価を、評価経験が少ない生産者や漁協職員等であっても簡便にかつ客観的に行えるような手法を確立することを目的として、身の色調についてデジタルカメラの写真の解析による評価基準の数値化を試みた。

2 方法

(1) 担当者 向井宏比古、中野平二

(2) 方法

ア 供試検体

県下2生産者からトラフグ検体を6尾入手し、試験に供した。

生産者Aは活魚で入手し、水産研究センターで数日畜養後、頭部打撃により失神させ、冷水中で鰓弓を鉗で切断後10分間放血した。生産者Bは鮮魚で氷凍したものを入手した。

表1に供試検体の概要を示した。

表1 供試検体一覧

業者	即殺日	No	全長 mm	全重 g	皮 g	頭、カ マ、クチ バシ g	身、ウ グイス、 中骨 g	身欠 重さ (除鱗)	身欠 歩留 %	肝臓 g	比肝重 %
A	12/26	1-3	330	773	98	166	266	530	68.5	108	13.9
		1-4	348	794	121	175	265	561	70.7	97	12.2
		1-5	342	806	103	166	276	545	67.7	126	15.6
B	12/26	4-1	321	749	81	165	225	471	62.9	133	17.7
		4-2	370	1,061	123	218	345	686	64.7	191	18.0
		4-3	378	1,281	151	266	425	842	65.7	229	17.9

イ 写真撮影方法等

(ア) 光源

蛍光灯：東芝 60W 白熱球「あかり御前」2本

白熱電球：エムエヌシー社製スパイラル型蛍光灯（3波長形）36W 2本

(イ) 撮影箱

L67cm×W67cm×H67の発泡スチロール製容器内に検体（身欠フグ）を置き、蓋は外した状態で、2台の照明を67cmの距離をとり、高さ73cmから照明をあてた。

カメラはブーム付き三脚で検体からCCDまでを1.7mに固定した。

(ウ) 撮影機材

カメラ 本体：キャノン社製 EOS KISS X4

レンズ：EFS55-250

撮影方法：EOS Utility2.8の機能でPC上からリモート撮影

ホワイトバランス、露光条件の確認：x-rite社製 COLOR checker PASSPORTを使用

(エ) 撮影条件

蛍光灯下：ISO400、Tv1/30、Av8.0、f55.0mm

白熱電球下：ISO400、Tv1/20、Av8.0、f55.0mm

RAW形式（画素数5,184×3,456）で撮影後、Digital Photo Professional 3.8を用いて、照明条件別（蛍光灯、白熱電球）に、ホワイトバランス、シャープネス、コントラスト、ブライトネス、ピクチャースタイル適用後、16bit tiff形式に変換した。

色空間：PC、モニター、カメラ等、関連機器はsRGBに統一

(オ) 評価方法

画像処理ソフト Adobe社製 Photoshop CS5により、トラフグ身欠の背部の背鰭前部分を範囲指定後、平均処理した部分のL*a*b*値を読み取った。

3 結果

(1) 光源の違いによる色相角への影響

生産者Aのサンプルを蛍光灯下と白熱灯下で撮影したものを図1、図2に示した。

蛍光灯下では図1に示すとおり、飴色（薄い黄茶色）であるが、白熱球下では図2に示すとおり、色調が変化し、黄ばみがなくなり、ピンク色を呈した。

生産者毎の色相角H*を図7に示した。生産者Aの色相角H*は、蛍光灯下では平均値で、62.4に対し、白熱球下では31.9であった。

色相角は数値が増えるにつれて赤紫色から黄色になることを示す。今回の結果でも蛍光灯下の値は白熱灯下の値より高い値を示し、このことから今回の処理で色相の変化を数値化する事が可能であると考えられた。



図1 蛍光灯下撮影(生産者A)



図2 白熱球下での撮影(生産者A)

(2) 生産者の違いによる色調の違い

生産者Bのサンプルを蛍光灯下と白熱灯下で撮影したものを図3、図4に示した。生産者Bのサンプルは、蛍光灯下でもピンクがかっており、鮎色を呈する生産者Aのサンプル(図1)とは対照的であった。また、白熱球下ではより赤みがました(図4)。

生産者Bの色相角は、図7に示したとおり蛍光灯下では平均値で、31.9に対し、白熱球下で11.8で、蛍光灯下に比べ白熱球下が低く、目視された色相について、数値化する事が出来た。



図3 蛍光灯下撮影(生産者B)



図4 白熱球下撮影(生産者B)

(3) 保管日数による色相角への影響

生産者Aの検体を4日間5℃で保管し蛍光灯下で撮影したものを図5、白熱球下のものを図6に示した。

目視でも身欠処理後、保管中に、鮮やかさの低下が観察されたが、色相角は、図7に示したとおり、蛍光灯下では平均値で62.4 → 66.7で色相の変化は少なめであったが、白熱球下では13.3 → 34.8で大きく変化する様子を数値化することが出来た。



図5 蛍光灯下撮影(保管4日後)



図6 白熱球下撮影(保管4日後)

(4) その他

(1) ~ (3) は、色相について図7述べたが、同様の比較を、明度L*、知覚色度指数a*、b*、彩度c*で行うためプロットしたものを図8~11に示し、測定条件別の平均値を表2に整理した。

明度L*は、数値が高いほど目視した場合に「明るい」と認識される。また知覚色度指数a*は数値が高くなると目視した場合に「赤み」が強いと認識され、知覚色度指数b*は「黄み」が強いと認識される。彩度c*は、数値が高くなるにつれてくすんだ色から鮮やか色と認識される。

(表 2) 写真判定によるトラフグ背部普通筋表面の色調測定結果 (N=3 平均値)

生産者	光源	保管日数	色相角 H*	明度 L*	色度 a*	色度 b*	彩度 c*
A	蛍光灯	当日	62.4	61.6	3.0	5.3	6.3
		4日後	66.7	63.0	3.7	8.3	9.2
	白熱球	当日	13.3	64.7	8.7	2.0	8.9
		4日後	34.8	63.0	7.3	5.0	8.9
B	蛍光灯	当日	31.9	61.6	6.3	4.0	7.5
		4日後	50.5	62.2	5.7	7.0	9.0
	白熱球	当日	11.8	63.3	11.0	2.3	11.3
		4日後	25.5	62.5	9.7	4.7	10.7

明度は、図 8 に示したとおり生産者、光源、保管日数の違いによる差は明瞭でなかった。

色覚色度指数 a*は、図 9 に示したとおり保管による差は小さかったが、光源と生産者の違いは明瞭であった。

色覚色度指数 b*は、図 10 に示したとおり保管、光源、生産者のいずれによっても違いが明瞭であった。

彩度 c*は、図 11 に示したとおり、蛍光灯より白熱球の方が高くなる傾向を示しており、目視観察と同じ傾向であった。

4 考 察

(1) 生産者の違いによる色調の違いについて

生産者 A と B では、蛍光灯下での色調が明瞭に異なり、生産者 A は飴色に見えるが、生産者 B のサンプルは赤みがかってみえた。検体の違いは、メ方や育て方（餌量や餌料添加材の違い）が関係していると考えられるが、今回の試験のみでは検体の違いが何に起因するか明らかにすることは出来なかった。

(2) 写真判定の実用性について

“てっさ”や“てっちり”の材料となるフグの切身は、毛細血管へのメラニン沈着・成長段階・光源の違い・筋肉色素であるミオグロビンの酸化程度等により、身紫蘇（黒スジが入っている物）～灰色～白色（蠟燭フグ）～薄飴色（黄茶色）～薄桃色～薄桃茶色と変化するが、機器測定による色調の客観化についての報告は少ない。

色調測定には、一般的に色彩色差計（三刺激型）が用いられるが、当該機器の検査対象は不透明な対象物である。このため、トラフグ筋肉等半透明試料については、光が抜けてしまい、測定に必要な光量を得られない場合や、身内部での光の吸収や反射が色調に影響している可能性もあるので、得られた数値がヒトの視覚と一致しているかの確認が必要である。

また、三刺激型計測器の光源は一般的に JIS の C（色温度：5,000K）又は D65（6,500K）光源を用いるが、光源の違いによる色調変化（白熱球～青空下：2,800K～12,000K）を測定出来ない点も、トラフグが食される光環境からは適当でないと思われる。これを評価するには分光タイプの装置が必要になりことに加え、光を反射させるための工夫（検体を切り身にし、白版を下に敷いて反射させる）事等、煩雑な作業と高価な測定機器（100万円前後）が必要になるので、生産者や漁業協同組合が品質管理やマーケティングのため導入は、現実的でないと思わ

れた。

そこで、本試験では、より簡易でかつ安価でトラフグの身色を客観的に比較でき、直感的に理解出来る手法として、デジタルカメラを用いた写真判定の実用性を検討した。

本試験を通して、撮影条件を固定して得られたデジタル写真を解析することで、光源の違いやフグの微妙な色調の客観化は、充分可能であると考えられたが、当初の目標であった生産現場で簡易に客観的な品質評価を行うためには以下の課題が残り、実用化には更なる技術開発が必要と思われた。

①カラーチャートの位置のズレ

色補正のため測定対象と一緒にカラーチャートを撮影するが、検体の大きさに合わせてチャート位置を動かすと（視覚上同じ照度に見えても、実際の照度は大きく異なる場合がある）、照度の不均一が生じているため、正確な色補正や階調補正が出来なくなること。

②近赤外線の影響

デジカメのCCDは人の知覚にあがらない近赤外域に感受性を持つので、知覚されたものと異なった色調で対象物を撮影している場合があること。

③デジタル機器の撮影条件の統一

客観性と定量性を担保するためには、デジカメ・パソコンモニター・プリンターのカラープロトコルの統一、印刷用紙自体の色調、印刷物を見る光源を規定する必要があること。

④蛍光灯のフリッカーと色温度変化の影響

光源の色温度の変化に人の視覚はすぐ順応するため、照明器具は点灯から安定するまで、ヒトの視覚以上に色温度が変化している。光源の安定には一定時間（数分）必要になるので、安定前にWBを取ると、色温度の補正が不適正になる場合がある。

また、露光時間が短い場合、蛍光灯は電源の周波数変化に伴う照度変化が生じる場合があり、このため、同一検体について光源を切り替えて撮影する場合は、注意を要すること。

⑤背景や空間周波数の影響

検体以外の背景は、何もない状態に処理する。背景の明暗や色調は、検体の印象に大きく影響する。

魚類は、鱗や筋節等、同一形態のものが規則的に並んでいるものが多い。この場合、視覚上、グラデーションがかかって見えたり、境界部が強調されたりする場合があるので、計測値の少しの違いが、視覚上大きく影響する場合があること。

（3）その他

最後に、なぜ養殖トラフグの身色は鮎色がよいといわれているのかについては以下のように推察される。

料理では赤色～桜色の素材は心理的に良い評価を与えると考えられる。そこで生産者～流通側で、晴天下や水銀灯、蛍光灯下等、色温度が高い光源で見て鮎色に見える個体は、白熱球やハロゲンランプ等、色温度が低い照明を用いる料理店では赤色～桜色に見えるため、鮎色のトラフグは珍重されるのではないかと考えられた。

一方、身が真っ白のものは、以前は蠟燭フグと呼ばれ市場から敬遠されていたが、近年は取引されるようになってきている。鮎色の身は、色温度が高い照明下では、黄ばみやくすんで見えるので、フグ食の形態が多様化している今日では、昼のランチや屋外での提供の場合など、色温度が高い環境下で提供される場合は、鮎色フグの良さを活かすことが出来ないため、蠟燭フグでも構わない料理店が増加したのではないかと推察された。

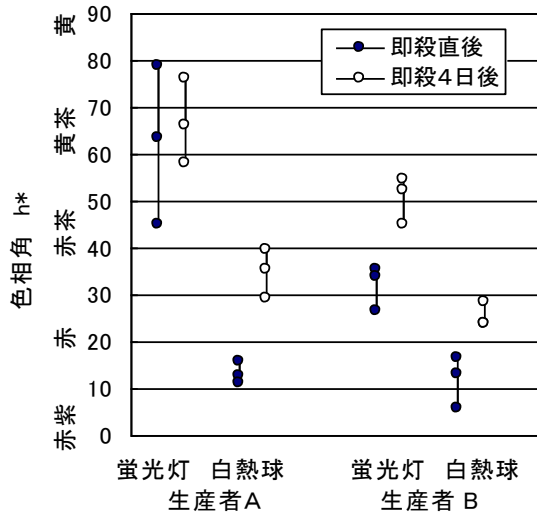


図 7 光源、生産者、保管期間の違いが色相角 H* に及ぼす影響

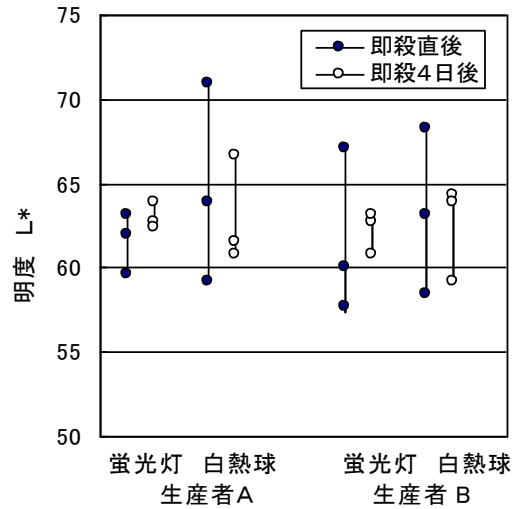


図 8 光源、生産者、保管期間の違いが明度 L* に及ぼす影響

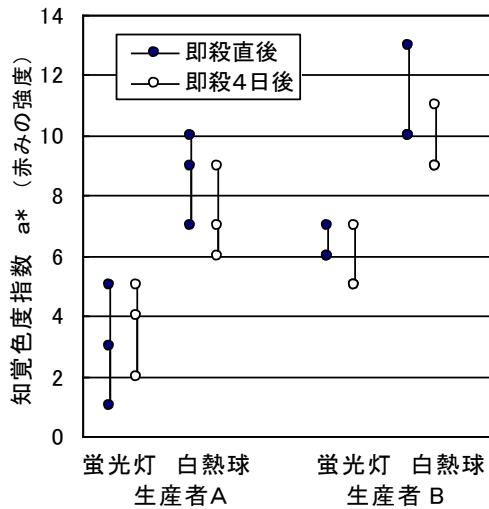


図 9 光源、生産者、保管期間の違いが知覚色度指数 a* に及ぼす影響

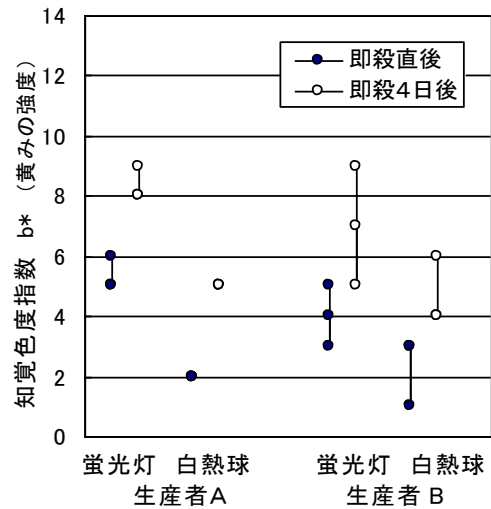


図 10 光源、生産者、保管期間の違いが知覚色度指数 b* に及ぼす影響

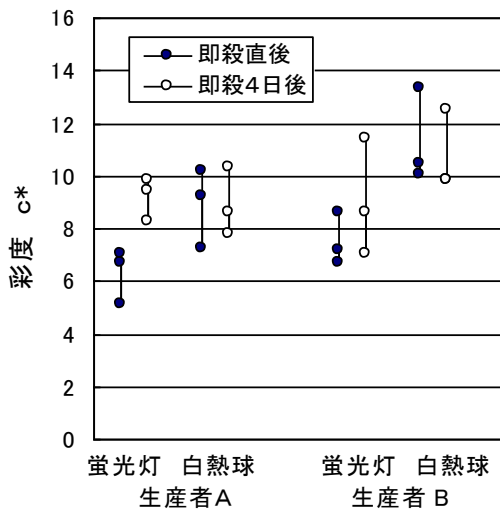


図 11 光源、生産者、保管期間の違いが彩度 c* に及ぼす影響

水産物付加価値向上事業Ⅲ（^県単 平成20～22年度）

（アサリの付加価値向上）

1 緒言

本県は、現在でも全国有数のアサリ貝の主産地として知られているが、近年県内の一部産地のある時期のアサリの殻が割れやすいといった現象が見られ、流通過程で問題となっている。

しかし、過去に、アサリの殻がどの程度の力で破壊するか、或いはどの時期の殻が割れやすいかなど、いわゆるアサリの殻の強度についての報告は少なく、現場では具体的な対策がとれない状況である。

そこで本試験では、県内産地の時期別のアサリの殻の破壊応力の推移を調査し、どの時期の殻が割れやすいかについて明らかにするとともに、殻長、殻高、殻幅、殻重量等の各測定値を用いて殻の割れやすさについてのモデル化を行った。

2 方法

（1）担当者 向井宏比古、中野平二

（2）方法

ア 供試貝

平成 22 年 6 月～平成 23 年 3 月にかけて、検査目的で採捕された県内の 2 漁場（A：366 検体、B：299 検体）のアサリを用いた。

イ 分析項目及び分析方法

殻長・殻高・殻幅：デジタルノギス（ミットヨ社製 Super Caliper IP67）

殻重：電子天秤（AND 社製 FA-2000）

破壊応力測定：レオメーター（不動工業社製 NRM-2010-CW）

ウ 各種指標との相関性の検討

破壊応力測定は、アサリ殻を 2 枚の平板で 1mm/s の速度で加圧し、殻の破碎を確認した時点の数値を破壊時の応力とした。

ただし、用いたレオメーターが 10kg までしか負荷をかけられなかったため、これを超えた殻のうち、ヒビが確認出来た場合は 11kg、ヒビが確認出来なかった場合は 13kg とした。

3 結果

（1）時期別アサリ破壊応力の推移

今回検査に用いた漁場 A、B の検体の測定毎の殻長分布を図 1、2 に示した。

検査回次毎の殻長の平均値は、漁場 A では 30.6～37.3mm、漁場 B では 33.2～42.0mm、グラフに示していないが殻高は漁場 A では 22.1～25.8mm、漁場 B では 24.0～29.4mm、殻幅は漁場 A では 14.5～17.2mm、漁場 B では 16.5～20.2mm、殻重は漁場 A では 3.16～5.64g、漁場 B では 4.50～9.02g で推移した。

調査回次別の破壊応力分布を図 3、4 に示した。

漁場 A の検体は、6 月～9 月初旬まで、破壊応力 5kg 以下の検体が出現しているが、漁場 B では破壊応力は概ね 5kg 以上で、漁場 A とは異なる傾向を示した。

（2）殻の割れやすさのモデル化

モデル化は、殻の割れやすい貝が多かった漁場 A から採取したアサリを用いて行った。

殻長(mm)、殻重量(g)に対する破壊応力分布は図 5～図 6 に示したとおりで、殻長との相関は低

かった。また、殻高、殻幅についても同様に相関は低かった。一方殻重との相関は弱いものの認められた。

次に、重量を殻長、殻高、殻幅で除した値の分布を図7～9に示した。

決定係数 R^2 は、殻長(0.0133)、殻重(0.2763)、殻重/殻長(0.398)、殻重/殻高(0.368)、殻重/殻幅(0.2899)であり、殻重を殻長で除した値の相関が最も高かった。

図10～12に、推定式①～③に対する破壊応力分布を示した。

推定式①～③は、下記算出式によった。

- ① $BF = NW / (L^2 \times H \times W) \times 10^5$: BFは平均厚さ $NW / (L \times H \times W)$ 及びスパン長との相関が高いと仮定
- ② $BF = NW / (L \times H \times W) \times 10^5$: BFは平均厚さと相関が高いと仮定
- ③ $BF = NW / (L \times H) \times 10^3$: BFは平均厚さ(殻幅を考慮しない)と相関が高いと仮定

BF: 破壊応力 kg, NW: 殻重 g, L: 殻長 mm, H: 殻高 mm, W: 殻幅 mm

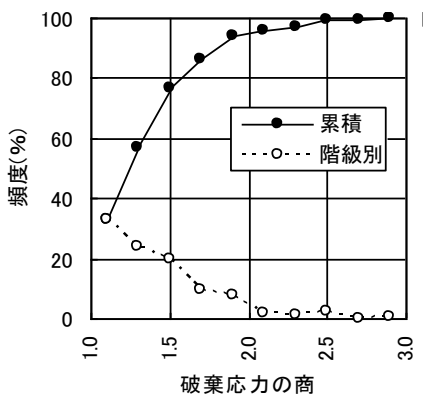
決定係数 R^2 は、推定式①(0.445)、②(0.4325)、③(0.5015)で、破壊応力は①スパン長補正した平均殻厚や、②平均殻厚ではなく、③殻重/(殻長×殻高)との相関性が最も高かった。

図13、14は、推定式①～③の中で最も相関が高かった推定式③について、5検体、15検体毎に用いた場合の平均値毎の分布を示したもので、決定係数 R^2 は $N=5$ (0.8392)、 $N=15$ (0.975)であった。

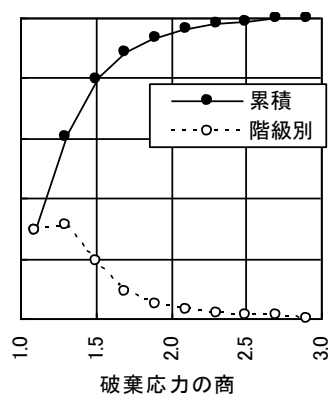
なお、調査回次毎に得られた殻重、殻長、殻高から推定した、破壊応力の分布について漁場Aを図15に、漁場Bを図16に示したが、一部異常値が得られたが、概ね実測値を反映した分布を得ることが出来た。

(3) その他(破壊応力の実測値のばらつき)

破壊応力の測定にあたり、同一個体から得られる二枚の殻は、ほぼ同じ値を示すと思われるが、実測すると2倍以上異なる場合がしばしば観察された。



図A 殻の破壊応力のばらつき (漁場A)



図B 殻の破壊応力のばらつき (漁場B)

図A(漁場A)、図B(漁場B)に、同一個体の2枚の殻について、破壊応力(大)を破壊応力(小)で除した値について0.2毎の階級分布を示した。

両方の殻が実測出来たものを評価したので、採用した標本は漁場Aは366検体のうち287検体で、標準偏差は0.342で、漁場Bは299検体のうち214検体で、標準偏差は0.322で、ほぼ同様な分布を示した。

4 考察

殻の割れやすさそのものの測定には、レオメーター等を用いた破壊試験が必要となるが、今回検討した推定式を用いることで、従来の測定項目(寸法と重量)からでも推定することが可能となり、品質管理に有効な手段であることが示唆された。

漁場 A (図 1,3,5)

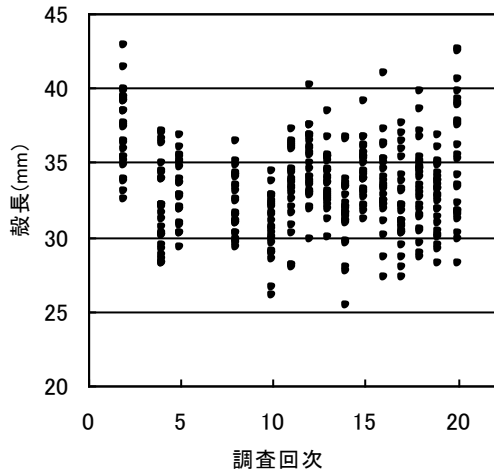


図1 調査回次毎の殻長分布

漁場 B (図 2,4,6)

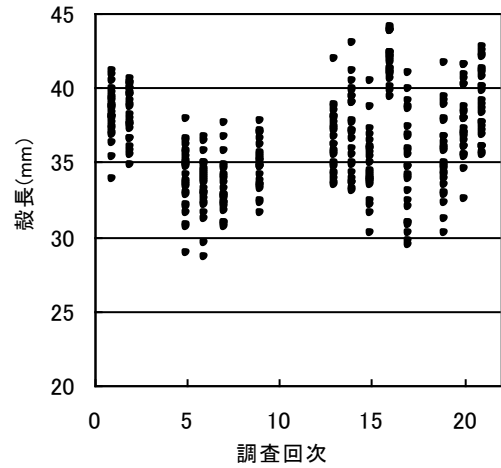


図2 調査回次毎の殻長分布

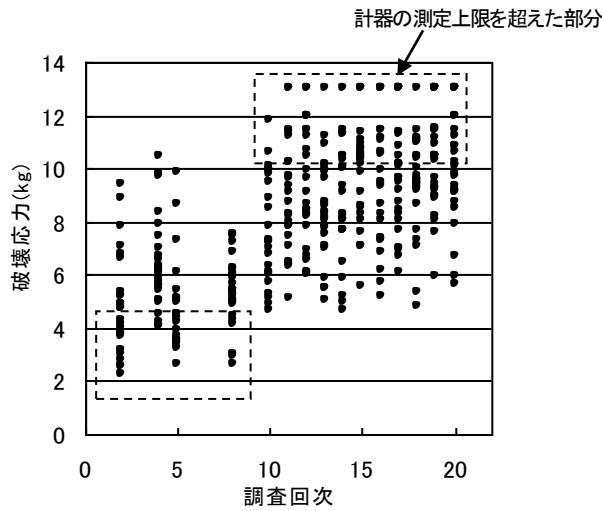


図3 調査回次毎の殻の破壊応力分布

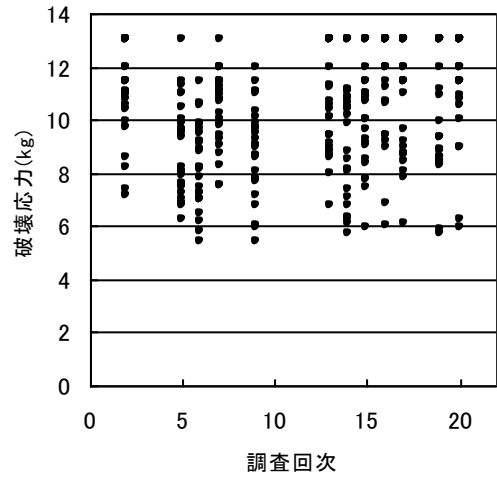


図4 調査回次毎の殻の破壊応力分布

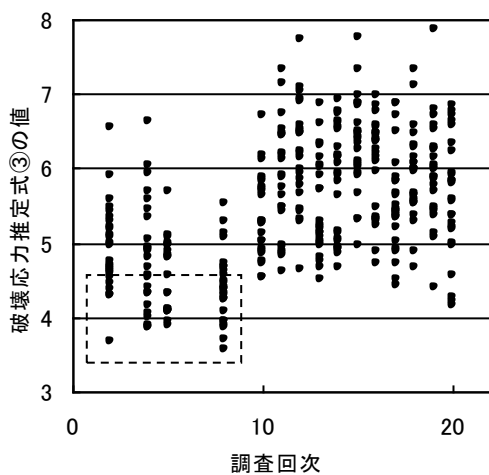


図15 調査回次毎破壊応力推定値③分布

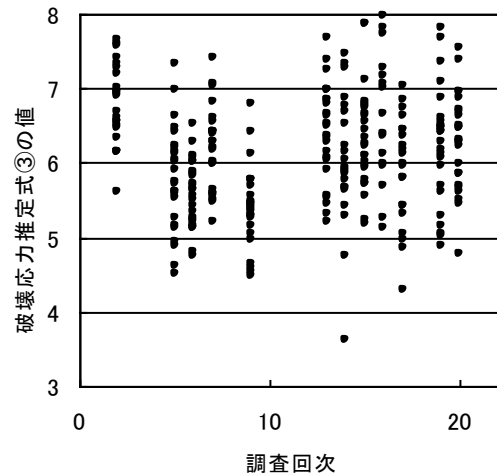


図16 調査回次毎の破壊応力推定値③分布

図 5～14 は次ページに掲載。図 15、16 は、図 3,4 との比較のため本頁に記載した。

(調査回次 詳細)

6月: 1~2	7月: 3~4	8月: 5~7	9月: 8~10
10月: 11~12	11月: 13~14	12月: 15~16	
1月: 17~18	2月: 19	3月: 20	

図 5~14: 漁場 A

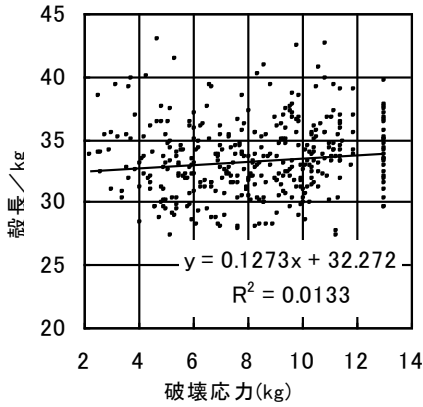


図 5 破壊応力に対する殻長分布

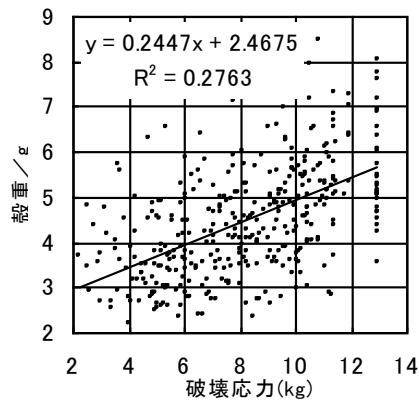


図 6 破壊応力に対する殻重分布

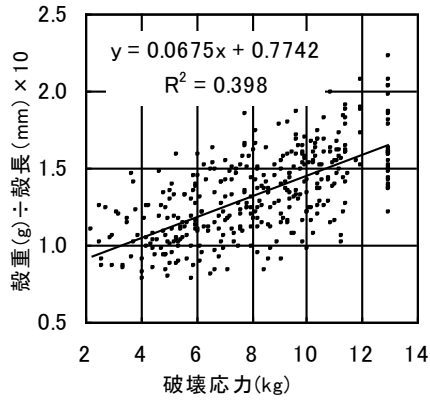


図 7 破壊応力に対する殻長/殻重分布

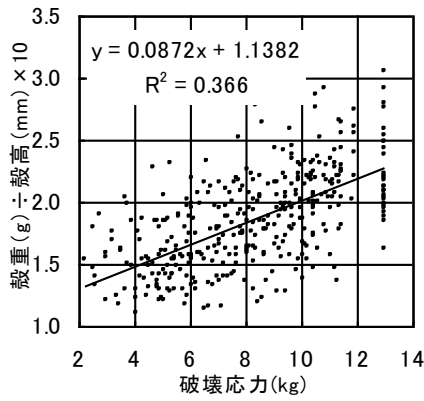


図 8 破壊応力に対する殻高/殻重分布

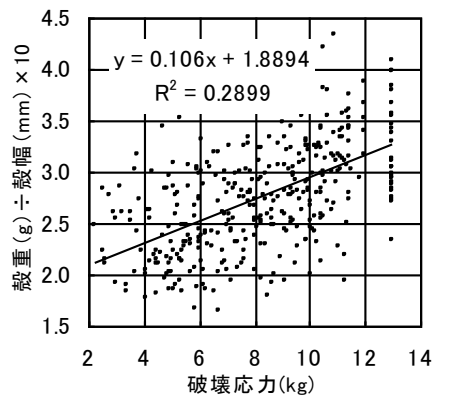


図 9 破壊応力に対する殻幅/殻重分布

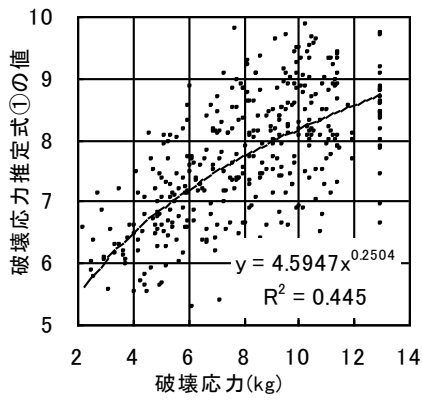


図 10 破壊応力と推定式①の分布

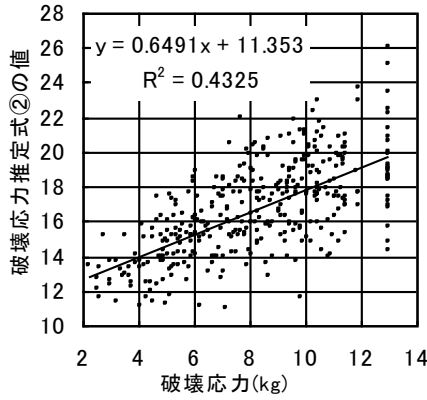


図 11 破壊応力と推定式②の分布

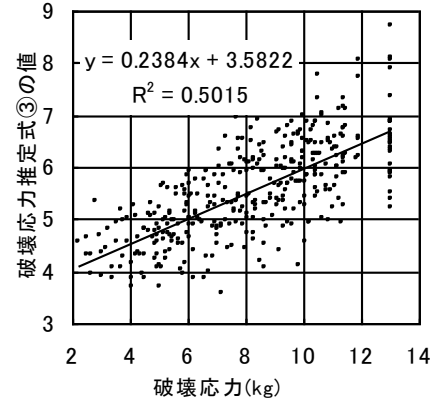


図 12 破壊応力と推定式③の分布

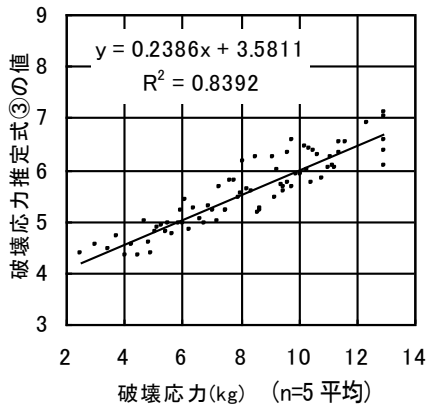


図 13 破壊応力と推定式③の分布

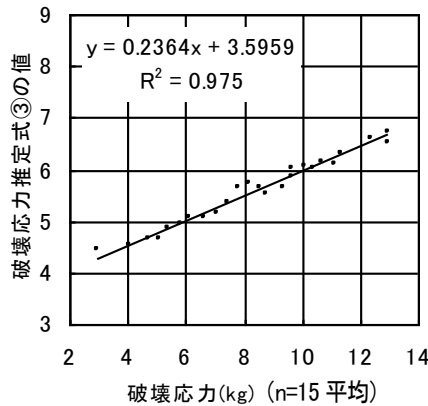


図 14 破壊応力と推定式③の分布

(注) 図 15、16 は、図 3、4 と比較のため前頁に記載。