

有害赤潮・貝毒プランクトン調査－1

赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業（周防灘広域共同赤潮調査） （国庫委託）

岩野英樹・宮村和良

本事業の詳細は、平成 26 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業 赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業 報告書「瀬戸内海等での有害赤潮発生機構解明と予察・被害防止等技術開発」（瀬戸内海赤潮共同研究機関）に記載したので、本報告はその概要のみを記載した。

事業の目的

瀬戸内海西部海域では有害赤潮プランクトンによる漁業被害が頻繁に発生しており、2012 年夏季には、当該海域で広範囲にカレニア・ミキモトイ赤潮が発生し、県によっては、十数億円の過去最大の漁業被害が発生した。赤潮による漁業被害を未然防止および軽減するためには、赤潮発生海域を網羅した広域連携調査を実施する必要がある。本課題では、瀬戸内海西部海域において各機関が連携して広範囲調査を実施し、有害赤潮プランクトンの発生状況および海洋環境を監視するとともに、既存のモニタリングデータの解析、数値モデルを用いた解析等によって当該海域における有害赤潮の発生シナリオを構築し、赤潮発生予察や漁業被害軽減に資することを目的とした。

事業の方法

周防灘西部、広島湾及び豊後水道・別府湾において、5 県が共同で有害プランクトンのモニタリングや、海況、水質調査等を実施するとともに、当該海域での有害プランクトンの監視体制強化のため、遺伝子検出法を用いた高感度監視調査を実施した。

また、宇和海沿岸の湾で取得されるようになってきている水温の鉛直分布データを用いて、海水交換の定量化を試みた。

事業の結果

1. モニタリング調査

本年度の気象（広島市、豊後高田市、宇和島市）は、7 月上旬と 8 月上旬に大量の降雨があったこと、6～8 月の期間が低日照傾向であったことなどが特徴的であった。

海況は、海域全体で、7～9 月が低水温傾向であったこと、8 月が低塩分傾向であったこと、海域別では広島湾の 8 月、9 月の鉛直安定度が高かったことなどが特徴的であった。

有害プランクトンは、*Karenia mikimotoi* が調査当初から低密度で広範囲に確認され、7 月中旬に広島湾と豊後水道（愛媛県）で、8 月上旬に周防灘で大規模な赤潮を形成したのが特徴であった。

他の有害プランクトンは、*Heterosigma akashiwo* が広島湾で 1,000cells/ml を超えた以外は、低密度で推移し、大規模な赤潮の形成は観測されなかった。

2. カレニア・ミキモトイ高感度監視調査

K.mikimotoi が顕微鏡観測では未確認である海水から、同種の遺伝子の検出が PCR 法により多数確認され、従来の顕微鏡による観測と PCR 法を併用することにより、迅速かつ効果的にシードポピュレーションの把握を行い、早期の赤潮発生予察に向けての可能性が示唆された。

3. 当該年度結果の解析及び考察

K.mikimotoi が赤潮に至った要因について検討した。*K.mikimotoi* が赤潮を形成するには、赤潮形成時にシードポピュレーションとして機能する遊泳細胞の存在とその細胞が増殖する好適環境条件が必要である。

2014 年冬季の瀬戸内海西部は、1 月の高感度監視調査において、本種の遺伝子が周防灘や豊後水道で検出され、徳山湾では 1～3 月に赤潮が形成されるなど、例年より広範囲、高密度に遊泳細胞が分布していたと推察された。さらに 4 月中旬～5 月上旬には、徳山湾、秋穂湾から防府市牟礼沖、周防灘苅田

南港などの一部海域において、濃密度分布域（1,030～4,940cells/ml）が確認され、周防灘における 6 月の本種の分布指標も、過去 9 年間で最も高い値を示していた。以上のことから本年度は遊泳細胞が例年より高密度、広範囲に越冬し、夏季の大規模な赤潮形成前に、それらが広範囲に分布していたと示唆された。

続いて赤潮を引き起こす好適環境について検討した。本種は非常に弱い光強度下で増殖することが可能であり¹⁾、低日射量の年は他種に比べて相対的に増殖に有利であると考えられる。既往知見においても周防灘、豊後水道で大規模に本種の赤潮が発生した年には赤潮発生前に低日射量の期間が続くことが報告されている²⁾。本年度は、赤潮発生前の 6 月から長期間、瀬戸内海西部全域で例年に比べて日照時間が短じかく、既往知見による赤潮発生年と一致していることから、6 月以降の低日照傾向が本種の増殖を促進させたと考えられた。

以上、2014 年の夏季に出現した *K.mikimotoi* 赤潮は、シードポピュレーションとなる遊泳細胞が例年より広範囲に分布し、それらが低日照の環境下で他種より効率的に増殖したことによって形成されたと考えられた。

4. 既存データ等を用いた解析

豊後水道海域における有害赤潮の発生と海洋環境の関係を明らかにするために、宇和海沿岸の湾で取得されるようになってきている水温の鉛直分布データを用いて、*K.mikimotoi* 赤潮が発生した 2012 年と 2014 年の海水交換の定量化を試みた。海水の日交換率の変化と *K.mikimotoi* 赤潮の関係を見てみると、6 月末の数日間日交換率が大きくなったときに赤潮

が出現をはじめ、7 月に入ってからの日交換率の低下時に密度が増していることがわかる。2012 年の宇和海における *K.mikimotoi* 赤潮は、沖合から流れてきたといわれているが、この間の日交換率の変化はこの考えを裏付けるものと思われる。一方、2014 年の遊子における赤潮の発生は、低い日交換率が続いている時期に始まっているので、地場発生型といえるのかもしれない。

また、2012 年の *K.mikimotoi* 赤潮時空間変化の解析を目的とする流動モデルについて、境界条件を整備し、テストランを行った。再現された豊後水道域の 2012 年 6 月 26 日と 28 日の水温図によると 2 日間で豊後水道東部の水温が上昇しており、水温の観測記録に見られる 6 月末の急潮による水温上昇に対応しているものと思われた。

文献

- 1) 山口峰生 1994 : *Gymnodinium nagasakiense* の赤潮発生機構と発生予察に関する生理生態学的研究 南西水研研報 27. 251-394.
- 2) 西川智他 2014 : 魚介類の斃死原因となる有害赤潮等分布拡大防止のための発生モニタリングと発生シナリオの構築②瀬戸内海西部・豊後水道海域. 平成 25 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業報告書「瀬戸内海等での有害赤潮発生機構解明と予察・被害防止等技術開発」 23-44.

有害赤潮・貝毒プランクトン調査－２

漁場環境保全推進事業①（赤潮発生監視調査）

岩野英樹・徳光俊二

事業の目的

赤潮による漁業被害の軽減及び被害の未然防止を図ることを目的に、周防灘南部を対象として赤潮調査を実施し、調査結果を関係機関に情報提供した。

また、赤潮発生機構の解明と予察手法の確立に資するための基礎資料を収集するために、気象や海象、水質調査も合わせて実施した。

事業の方法

図 1 に示す周防灘南部の調査点において、5～8月の毎月中旬に、表 1 に示した調査を実施した。また、毎月上旬に実施する浅海定線調査時に同様の調査を5～9月に実施し、本調査結果の補完を行った。

本年度は、4月当初から *Karenia mikimotoi* が確認され、8月には赤潮を形成したので、4月、8月に臨時調査を行った。

なお、本調査の観測・分析方法は、浅海定線調査の各方法に準拠した。

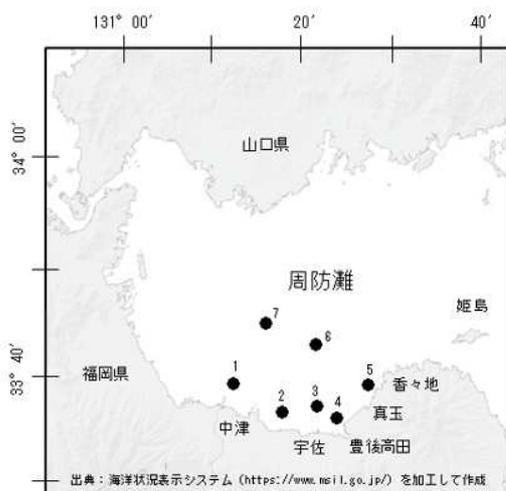


図1 調査定点図

さらに、10月～3月の期間には、本事業報告の貝毒発生監視調査に記載の図1の調査点で、貝毒プ

ランクトンの検鏡時に *K.mikimotoi* のモニタリングも同時に行った。

表1 調査定点の位置、調査項目

調査定点の位置	定点	北緯 (日本測地系)	東経	(該当する浅海定線調査定点)
	St.1	33° 39'	131° 12'	
St.2	33° 37'	131° 18'		(St.16)
St.3	33° 36'	131° 22'		(St.11)
St.4	33° 36'	131° 25'		(St.19)
St.5	33° 38'	131° 28'		(St.12)
St.6	33° 43'	131° 22'		(St.9)
St.7	33° 45'	131° 15'		(St.15)

調査月日と調査項目・内容	月/日	調査項目	調査内容
	調査月日と調査項目・内容	4/7	気象・海象
4/21			
5/7			
5/19			
6/5			
調査月日と調査項目・内容	6/19	水質	溶存酸素、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、PO ₄ -P、クロロフィル-a
	7/1		
	7/17		
	7/22		
	8/4		
調査月日と調査項目・内容	8/13	プランクトン出現量	採水によるサンプリング
	8/22		
観測層	0.5m、5m、底上1m		

事業の結果

本年度の調査結果の概要は、以下のとおりである。

1. 赤潮発生状況

2014年に発生した赤潮は、表2のとおり3件であり、内訳は *Heterosigma akashiwo* が1件(別府湾)、*Peridinium quinquecorne* が1件(周防灘)、*K. mikimotoi* が1件(*Karenia digitata*を含む、周防灘、伊予灘)であり、*K.mikimotoi*により伊予灘で天然アワビ等

の漁業被害が発生した。また、*Karenia digitata* が、大分県海域で初めて確認され、当グループの種苗生産施設で飼育混養中のアサリ、バカガイ、ヒメハゼ等に斃死が見られた。

表2 2014年の赤潮発生状況

整理番号	発生期間			発生場所		構成プランクトン	最高密度 (細胞/ml)	漁業被害	
	発生日	～	終息日	日数	海域				地名等
1	6月6日	～	7月16日	40	別府湾	楠港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	19,200	無し
2	6月20日	～	6月25日	5	周防灘	高田港	<i>Pseudoisochrysis quinquecostata</i>	12,200	無し
3	7月26日	～	8月1日	37	周防灘	小穴漁港、高田港、長洲沖、真玉沖、小野田漁港、伊予灘、徳山漁港、浜鏡港	<i>Karenia mikimotoi</i> <i>Karenia digitata</i>	85,200 1,250	有り

2. 有害赤潮プランクトン等の出現状況

図2に有害赤潮プランクトン等の出現状況を示した。

1) *K. mikimotoi*

K.mikimotoi は、2014年冬季から出現が確認され、4月21日には44cells/mlまで増加した。6月19日まで一旦減少したが、7月1日から再び増加傾向を示し、8月4日には1,800cells/mlまで増加し、赤潮を形成した。8月13日には、最高密度(67,500cells/ml)を示した後、8月20日に230cells/ml、9月1日に0cells/mlとなり、赤潮は終息した(周防灘定期調査)。

また、7月26日に周防灘で発生した *K.mikimotoi* 赤潮は、伊予灘、別府湾に移動し、伊予灘では8月4日に3,200cells/ml、別府湾では8月8日に15,600cells/mlが確認された。各海域の最高密度は、周防灘が8月7日に39,750cells/ml(高田港)、伊予灘が8月12日に85,200cells/ml(国東市国見小野田漁港)、別府湾が8月12日に18,380cells/ml(楠港)であった。

2) *K. digitata*

K.digitata 赤潮は、7月22日に調査点1、4、5のB-1m層で最初に確認され、調査点4で1,250cells/mlの最高密度を示した。8月4日には、分布範囲、分布水深が広がり調査点4を含む5点の0m、中層、B-1m層で確認されたが、細胞密度は、5～80cells/mlの範囲に低下した。その後8月20日には、1cells/ml未満まで減少した。

本種は、伊予灘、別府湾でも確認された。最高密度は、伊予灘が8月4日に国東市古江漁港で200cells/ml、別府湾が8月11日に田浦ビーチで10cells/mlであった。

3) その他有害プランクトン

その他の有害プランクトンは、*Heterosigma akashiwo* が、5月7日～7月22日の間に(最高密度25cells/ml)、*Chattonella* 属が5月19日、7月17日、22日に(最高密度1cells/ml)、*Cochlodinium polykrikoides* が7月22日、8月13日に(最高密度4cells/ml)、*Pseudochattonella verruculosa* が4月21日、5月19日に(最高密度5cells/ml)、*Chattonella*

globosa が5月19日、6月19日、7月1日に(最高密度85cells/ml)確認された。

4) 珪藻類

珪藻類は、7月1日(*Cheatoceros spp.*主体、1,150cells/ml)、8月13日(*Skeletonema spp.*優占、9,010cells/ml)に1,000cells/mlを超えて確認された。

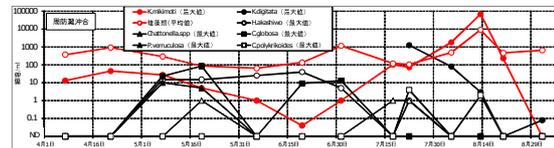


図2 有害赤潮プランクトン等の出現状況

3. 気象・海況等の特徴

図3に豊後高田市における旬別気象データの平年差を、図4に豊後高田市における日気象データの推移を、図5に周防灘における水温、塩分の平年偏差を、図6に周防灘における海況の推移を示した。

1) 気象

平均風速は、6月に入って6月上旬、7月上旬、8月上旬を除いて、平年を下回った。

降水量は、7月上旬、8月上旬に平年を上回った。

平均気温は、7月下旬を除いて、6月中旬～9月中旬まで平年を下回った。

日照時間は、7月下旬を除いて、6月上旬～9月中旬まで平年を下回った。

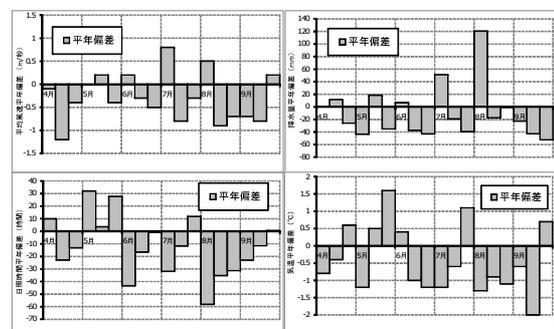


図3 豊後高田市における旬別気象データの平年差

2) 海況

水温(5m)は、5月～9月まで平年に比べ「低め」であった。塩分(5m)は、7月下半期～9月上旬まで平年に比べ「低め」であった。

3) *K.mikimotoi*の赤潮形成と気象・海況等との関係

6月中旬～7月中旬までの期間は、全般に風速が弱かったこと、まとまった降水(219mm)の影響を受けて塩分低下・鉛直安定度の増加が見られ、安定した水塊構造であったこと、日照時間が短めであったこと、競合する珪藻プランクトンなどが減少していったことなどの特徴が見られ、*K.mikimotoi* 遊泳

細胞が中層で増殖するには好条件であったものと思われた。

梅雨明け（7月21日）後も、風速は弱く、気温の影響を受けて、表層・5m層の水温が27、25℃まで急上昇し、水温成層が発達した。

7月27日以降、風速が強まり、水温成層の衰退に伴い、表層で赤潮の形成に至ったものと思われた。

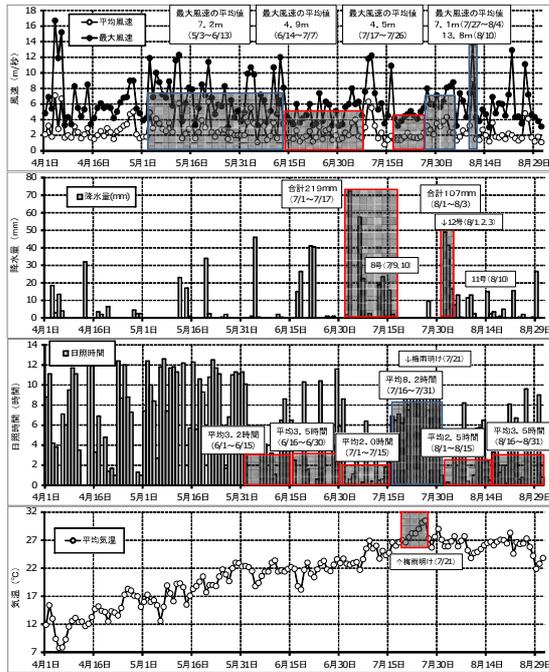


図4 豊後高田市における日気象データの推移

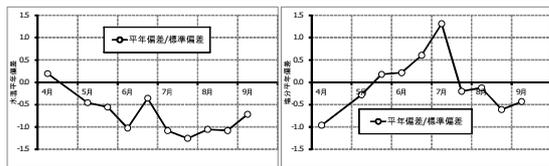


図5 周防灘における水温、塩分の年平均偏差

4. 秋季から冬季の*K. mikimotoi*の出現

大分県北部海域において、*K.mikimotoi* は、2014年10月に0.01cells/mlが確認された。その後、12月まで確認されなかったが、2015年1月から再び確認され始め、3月18日に最高密度（7.3cells/ml）を確認した。

本種越冬細胞の密度に関する環境諸因子との関係や、初夏に増殖して赤潮を形成する細胞との関係については、未解明な部分が多く、今後も越冬細胞のモニタリングを継続していく必要がある。

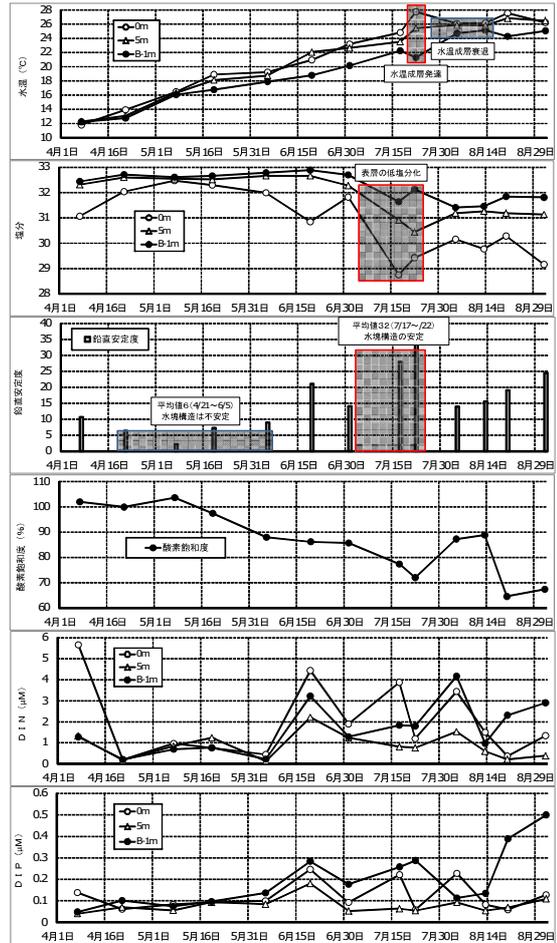


図6 周防灘における海況の推移

有害赤潮・貝毒プランクトン調査－２

漁場環境保全推進事業②（貝毒発生監視調査）

岩野英樹・徳光俊二

事業の目的

広大な干潟を有する本県周防灘海域では、アサリ等の二枚貝を対象とする採貝漁業やマガキ等の貝類養殖業も行われている。また、別府湾北部の杵築市守江地先でも、1953年頃からカキ養殖業が行われている。近年、周防灘から国東半島半島周辺において、マガキ養殖の区画漁業権の新たな取得や試験養殖が行われるようになってきている。

本事業では、これら有用貝類の食品としての安全性を確保し、水産業の経営安定を図るために、貝毒原因プランクトンのモニタリング調査と貝毒検査を実施した。

事業の方法

1. 貝毒原因プランクトンのモニタリング

プランクトンのモニタリングは、図1に示す14調査定点で1～2回/月程度の頻度で実施した。

各調査点の所定層で海水 1L を採水し、研究室に持ち帰り、目合い 10 μ m の濾布を用いて 500ml の生海水を 5ml 度まで濃縮し、そのうちの 1ml を 1 回程度計数した。

2. 貝毒検査

麻痺性貝毒の検査は、公定法（マウス試験）を大分県衛生環境研究センターに、エライザ法を水産研究部に依頼して実施した。対象二枚貝は、養殖マガキ、蓄養ムラサキイガイ、天然アサリであり、可食部を検査対象部位とした。

事業の結果

1. 貝毒原因プランクトンのモニタリング

麻痺性貝毒原因プランクトンの *Alexandrium tamarense* が確認された。

A. tamarense は、2014年3月11日～4月17日と翌年の2015年3月に周防灘で確認された。最高密

度は、2014年4月7日の周防灘（浅海定線調査 Stn11）で、300cells/L（水温 11.4℃）、2015年3月18日の周防灘（呉崎岸壁）で、800cells/L（水温 10.7℃）であった。

2. 麻痺性貝毒検査

麻痺性貝毒の検査結果は表1に示したとおりである。*A. tamarense* を原因プランクトンとする麻痺性貝毒が2014年4月11日採取の蓄養ムラサキイガイ（高田港）、2015年3月19日採取の天然アサリ

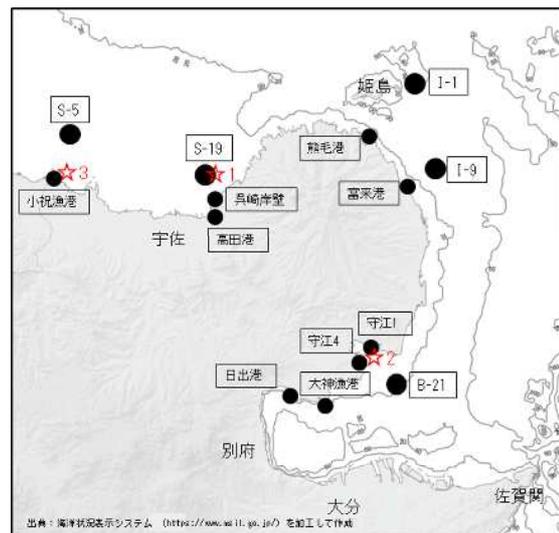


図1 貝毒発生監視調査の定点

●：プランクトン調査定点

☆：貝毒検査用二枚貝採集地点

表1 麻痺性貝毒検査結果

二枚貝名	産地	採取月日			検査月日			毒力 (MU/g)	検査回数 (g/箱)	分析方法
		月	日	曜日	月	日	曜日			
蓄養ムラサキイガイ	高田港	4	11	金	4	15	火	0.2	7.6	エライザ法
蓄養ムラサキイガイ	豊後高田沖	4	11	金	4	15	火	N.D.	8.7	エライザ法
蓄養ムラサキイガイ	高田港	4	18	金	4	22	火	N.D.	5.4	エライザ法
蓄養ムラサキイガイ	豊後高田沖	4	18	金	4	22	火	N.D.	6.6	エライザ法
養殖マガキ	高田港	10	16	木	10	21	火	N.D.	6.5	エライザ法
養殖マガキ	守江港	10	17	金	10	21	火	N.D.	11.7	エライザ法
養殖マガキ	高田港	10	16	木	10	23	木	N.D.	6.5	公定法
養殖マガキ	守江港	10	17	金	10	23	木	N.D.	11.7	公定法
養殖マガキ	小祝	11	26	水	12	2	火	N.D.	3.5	エライザ法
養殖マガキ	峽部	11	27	木	12	2	火	N.D.	4.6	エライザ法
養殖マガキ	小祝	11	26	水	12	4	木	N.D.	3.5	公定法
養殖マガキ	峽部	11	27	木	12	4	木	N.D.	4.6	公定法
蓄養ムラサキイガイ	高田港	3	19	木	3	20	金	N.D.	9.1	エライザ法
天然アサリ	小祝	3	19	木	3	24	火	0.1	2.4	エライザ法
天然アサリ	小祝	3	19	木	3	26	木	N.D.	2.4	公定法

(中津市小祝) でそれぞれ 0.2、0.1MU/g 確認された (エライザ法)。

今後の問題点

大分県北部海域においては、過去に 4 種 (*Gymnodinium catenatum*、*Alexandrium catenella*、*A. tamarense* 及び *Alexandrium tamiyavanichii*) の麻痺性貝毒原因プランクトンが確認されており、2000 年には周防灘において *A. catenella* による養殖マガキの

貝毒が検出され、出荷自主規制 (27 日間継続) がとられている。

本年度は、周防灘で 2 年連続して麻痺性貝毒プランクトンの *A. tamarense* が春季に出現し、蓄養ムラサキイガイと天然アサリの毒化がエライザ法により確認された。

近年、試験養殖を加えたマガキの養殖経営体数が増加傾向にあり、貝毒に対する警戒も必要なことから、有毒プランクトンの定期的なモニタリング調査等により麻痺性貝毒に対する二枚貝類の安全性を確保していく必要がある。

養殖・種苗生産に関する技術指導－1

アサリ増養殖推進事業①（姫島アサリ養殖試験）

（水研委託）

田村勇司・岩野英樹・山田英俊・三代和樹

事業の目的

県内のクルマエビ養殖は 1993 年以降、ウイルス性疾病（PAV）の蔓延により生産量は減少し、養殖業者の経営を圧迫した結果、6 社あった業者が現在では 3 社に減少し、現在稼働中の業者も最盛期に比べて規模縮小を余儀なくされている。また、山口県では近年、遊休クルマエビ養殖池を使ったアサリ養殖試験が始まっている。¹⁾このような現状から、クルマエビ養殖池を活用したアサリ養殖を行うための技術開発試験を行った。

なお、今年度からこの事業は農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターが実施する「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」で実施した。

事業の方法

姫島クルマエビ養殖場に收容したアサリの追跡調査

2014 年 4 月 28 日に浅海チームで生産した平均殻長 1.5mm のアサリ稚貝（以下「浅海産」）476 万個と昨年度姫島で養殖して回収した平均殻長 20mm のアサリ（以下「再收容」）15 万個を、姫島村のクルマエビ養殖池（岩盤 2 号池：7,700m²）（図 1）に收容した。また、2014 年 9 月 10 日に浅海チームで生産した平均殻長 1.2mm のアサリ稚貝 481 万個を

同じクルマエビ養殖池に收容した。表 1 に養殖池に收容したアサリの概要を示した。池内には図 2 のとおり区画を作り、その区画内にアサリを收容した。

I 区は、4m × 4m の区が 18 区画、II 区は 30m × 50m の区が 1 区画で、区画が分かるように、池の底にロープを設置して区画の四隅にブイを取り付けた。また、III 区は約 40m × 約 20m の四隅にブイを取り付けたのみで、ロープは設置しなかった。

I 区には、浅海産が 2,000 個/m²、10,000 個/m²、20,000 個/m²、再收容が 400 個/m²、2,000 個/m²、4,000 個/m²とそれぞれ 3 区分した密度でアサリを收容して同じ密度の区画を 3 つ設定した。また、II 区には浅海産と同時期に生産したアサリ稚貝を、III 区には 9 月に浅海チームで生産したアサリ稚貝を枠内に收容した。

なお、この池では現在クルマエビ養殖は行われていないが、隣接するクルマエビ養殖池よりポンプで池の水を汲み上げて岩盤 2 号池へ給水している。

收容後、6 月、8 月、9 月、10 月、12 月、1 月、2 月、3 月の 8 回、成長、生残等を調べるため、アサリを收容した各区で潜水による 20cm × 20cm の枠取り採集、潜水ができなかった冬季はエクマンバージ採泥器（15cm × 15cm）またはジョレンによる採集を行った。また、適宜コアサンプラー（内径 6cm）による採取を行った。コアサンプラーで採取したサ



図 1 アサリを收容した姫島村のクルマエビ養殖池の位置



*東部振興局農山漁村振興部水産班

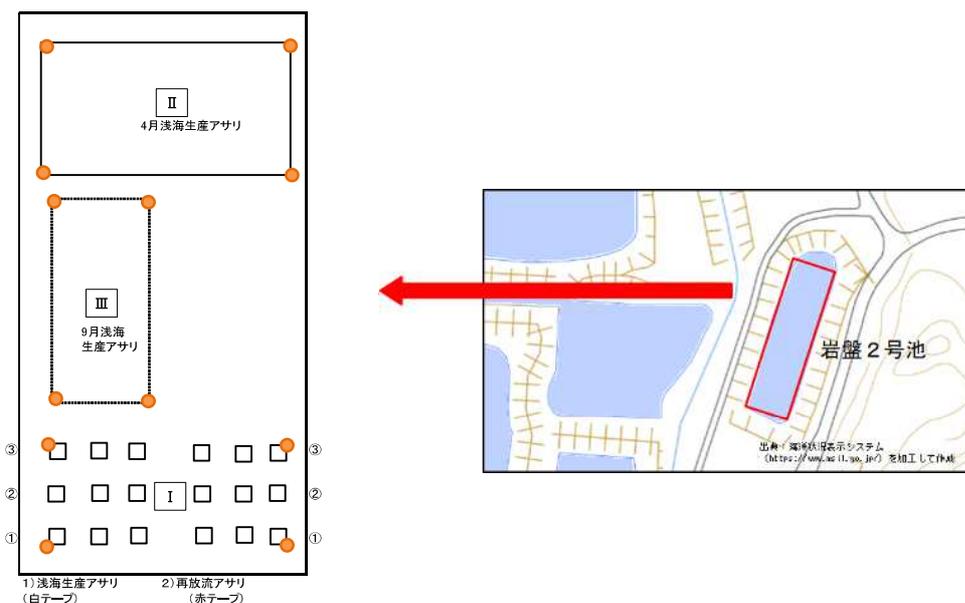


図2 姫島岩盤2号池の位置とアサリ収容区画

表1 姫島岩盤2号池に収容したアサリの概要

区画名	収容重量	収容密度	収容日
浅海産①	45g	2.8g/m ²	2014年4月28日
浅海産②	225g	14.1g/m ²	〃
浅海産③	450g	28.1g/m ²	〃
再収容①	10kg	0.63kg/m ²	〃
再収容②	30kg	1.88kg/m ²	〃
再収容③	60kg	3.75g/m ²	〃
Ⅱ区(浅海産)	4,516.4g	3.0g/m ²	〃
Ⅲ区(浅海産)	2,609.1g		2014年9月10日

区画名	収容個数	収容密度	収容日
浅海産①	32,000	2,000個/m ²	2014年4月28日
浅海産②	160,000	10,000個/m ²	〃
浅海産③	320,000	20,000個/m ²	〃
再放流①	6,400	400個/m ²	〃
再収容②	32,000	2,000個/m ²	〃
再収容③	64,000	4,000個/m ²	〃
Ⅱ区(浅海産)	3,226,000	2,150.7個/m ²	〃
Ⅲ区(浅海産)	4,812,487		2014年9月10日

ンプルは、(有)生物生態研究社へ送付して殻長10mm以下のアサリ稚貝の計数を委託した。

養殖池の水温の変動を見るため、水底に設置した区画ロープの2箇所に水温データロガー(onset社)を取り付けて1時間毎の水温を測定した。

また、9月の調査時にⅠ区中央の池の底にワイパー式メモリークロロフィル濁度計(JFEアドバンテック社)を設置してクロロフィル蛍光強度を連続測定した。さらに養殖池表層で採水した試水を検鏡して珪藻プランクトンの種類を確認した。

成熟度については、(独)水産総合研究センター増養殖研究所へ組織観察を依頼した。

事業の結果

1. 4月に収容したアサリの追跡調査

図3に殻長1.5mmで収容したアサリ(浅海産)の殻長の推移、図4に殻長20mmで収容したアサ

リ（再収容）の殻長の推移を示した。

浅海産、再収容とも、9月頃まで成長が良く、収容密度が低い方が殻長が大きくなっていった。昨年度、同じ養殖池に収容したアサリも夏季までは成長が良かったが、その後、成長が停滞していた。図5は昨年度殻長1mmで収容したアサリと今年度殻長1.5mmで収容したアサリ（Ⅱ区）の成長を比較したもので、双方とも収容密度が約2,000個/m²である。今年は8月以降も成長が見られ、昨年度より殻長は大きくなった。

浅海産は9月までは密度の低い区で成長が特に良かったが、9月以降は密度による成長差は小さくなった。また、殻長1.5mmのアサリを約2,000個/m²で収容すれば、8月までに殻長10mmになることがわかった。一方、再収容も9月までは密度の低い区で成長が特に良かったが、その後9月以降は4,000個/m²で成長が悪くなっていた。

これらの結果から、4月に殻長1～2mmのアサリ稚貝をクルマエビ養殖池に収容すると、7月頃には殻長10mm、12月頃には殻長20mm程に成長し、密度が低い方が初期の成長がよいことがわかった。

また、殻長20mmで収容したアサリは、4,000個/m²の密度だと秋以降に成長が悪くなっていたため、2,000個/m²以下の収容密度が望ましい。

図6は浅海産、図7は再収容のアサリの殻長組成の収容密度別の推移を示している。

浅海産は、9月以降から殻長20mmを超えるアサリが見られるようになり、12月にはどの収容密度区でも採取したアサリの半数近くが殻長20mm以上に成長していた。また、10月には殻長29mmを超える個体が採取されたが、2月末までに殻長30mmを超える個体は見られなかった。

一方、再収容では、8月に殻長30mmを超える個体がみられた。30mm以上のアサリの割合は、12月で400個/m²区が27%、2,000個/m²区が10%、2月末で400個/m²区が36%、2,000個/m²区が19%、4,000個/m²区が2%であった。

殻長30mm以上を出荷サイズとすれば、秋季以降の成長を早めることができれば、1年で出荷サイズのアサリの生産が可能であると考えられる。

図8は浅海産アサリ、図9は再収容アサリの生残率の推移である。1月以降は定量的にアサリを採集できなかったため、生残率は出せなかった。

12月の生残率は、浅海産アサリが27%（2,000個/m²区）、再収容アサリが48%（400個/m²区）と収容密度が低い区で高くなっていた。特に浅海産アサリでは、10,000個/m²区、20,000個/m²区とも生残率は3%以下とかなり低かった。

生残率に大きな変動が見られるのは、収容したアサリが均一に生息していないため、同密度の3つの

区を平均しても、こうした変動が出たと考えられる。

2015年4月に全てのアサリを回収した結果を表2に示した。表2の最終的な生残率は12月の結果より高くなっていた。これは、調査で回収する際に枠内のアサリに取り残しがあったり、生息密度が低い箇所から採集したため、実際より低い生残率になったことが原因と思われる。

殻長1.5mmのアサリを2,000個/m²で養殖池に収容すれば、ほぼ半数が残るが、10,000個/m²以上の収容密度だと生残率はかなり低くなる。また、殻長20mmで収容する場合は、2,000個/m²で収容すれば生残率は約3割だが、400個/m²だと6割以上が生残していた。

図10に養殖池の水温の推移を示した。7月後半に30℃を超える時期が見られ、最高値は7月25日の31.88℃であった。また最低値は12月18日の4.22℃であった。

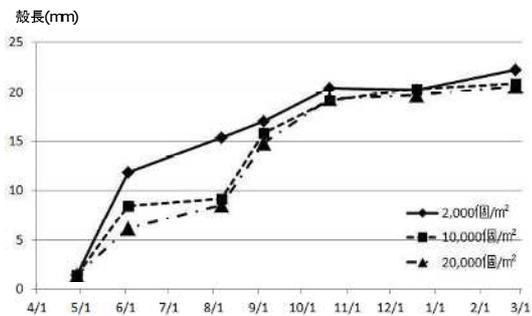


図3 殻長1.5mmで収容したアサリの殻長の推移

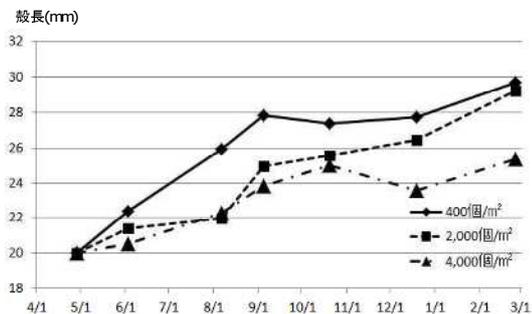


図4 殻長20mmで収容したアサリの殻長の推移

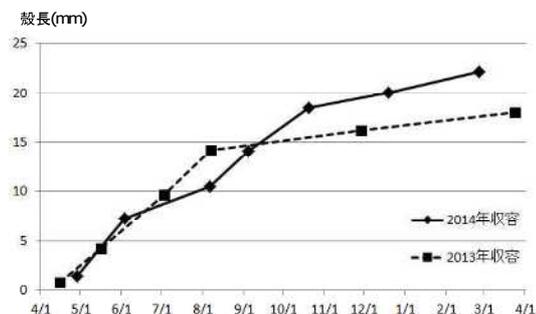


図5 2013年と2014年のアサリ殻長の推移比較

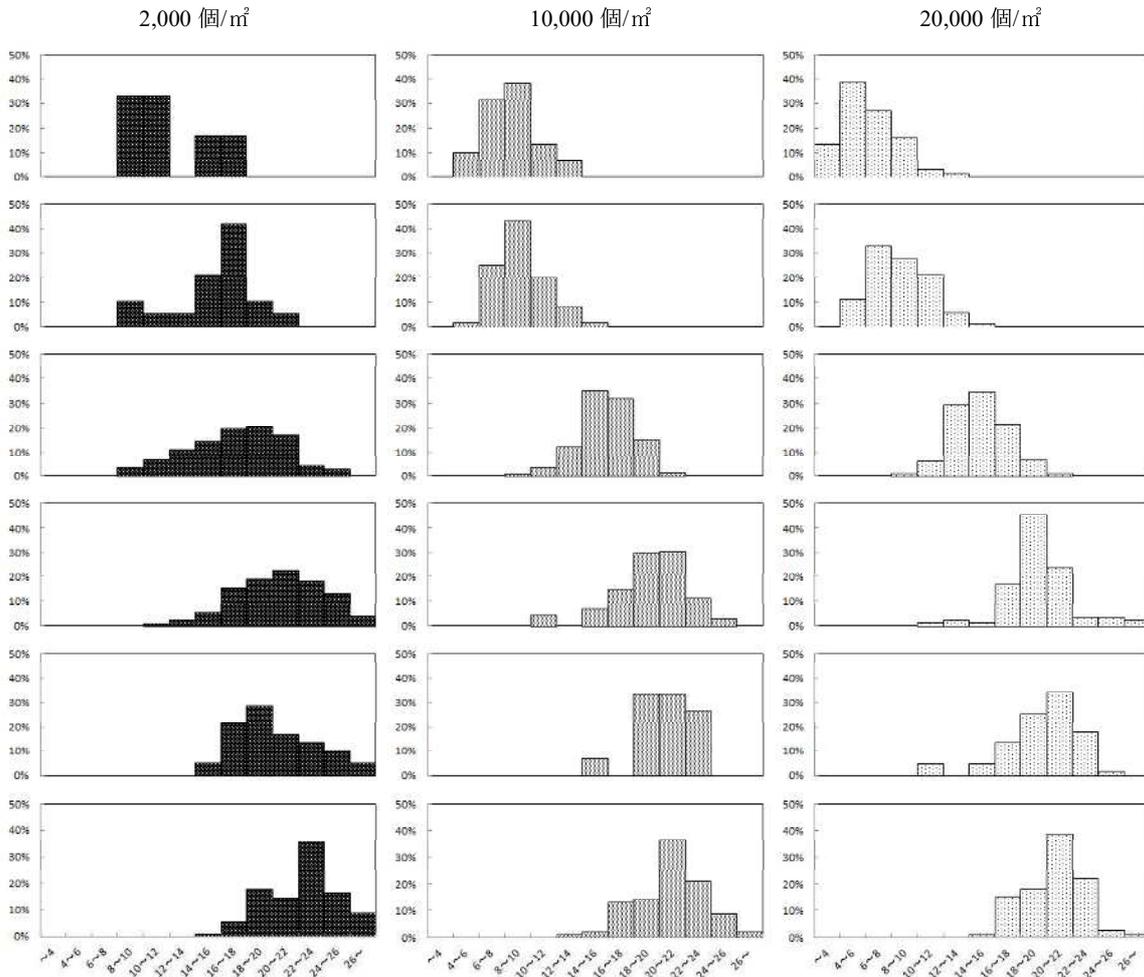


図6 殻長1.5mmで収容したアサリ（浅海産）の殻長組成の推移
 上から、6月、8月、9月、10月、12月、2月
 横軸は殻長範囲(mm)、縦軸は頻度分布(%)

表2 2015年4月に回収したアサリの概要

	収容密度 (個/m ²)	回収時の 平均殻長(mm)	回収時の 平均体重(g)	回収時の 密度(個/m ²)	m ² あたりの 生残率
浅海産	2,000	23.4	2.7	1,013	50.7%
	10,000	21.3	2.1	980	9.8%
	20,000	21.2	2.1	857	4.3%
再収容	400	29.9	6.1	267	66.8%
	2,000	28.0	4.9	577	28.9%
	4,000	25.9	3.7	1,413	35.1%
Ⅱ区	2,135	24.1	3.1	282	13.2%

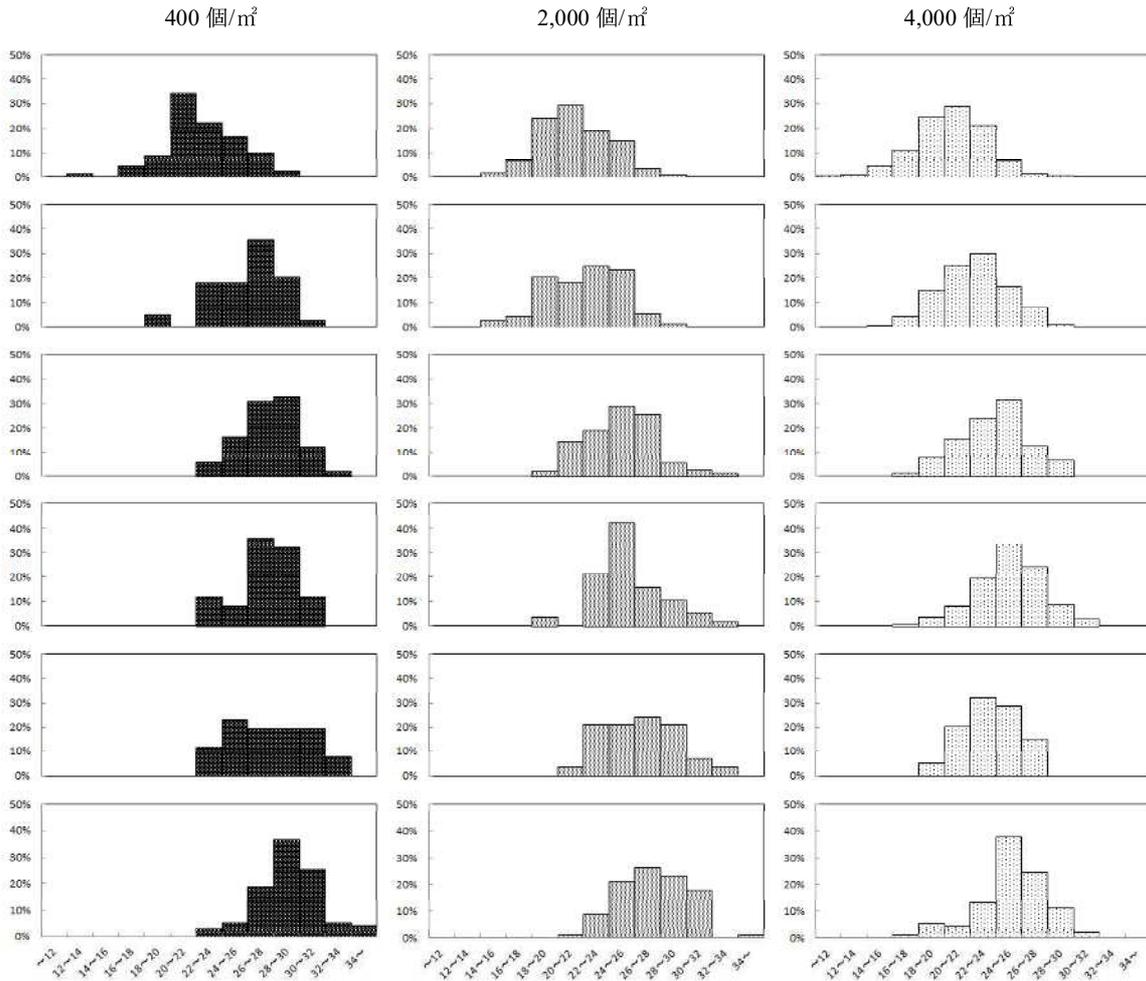


図 7 殻長 20mm で収容したアサリ（再収容）の殻長組成の推移

上から、6月、8月、9月、10月、12月、2月
 横軸は殻長範囲(mm)、縦軸は頻度分布(%)

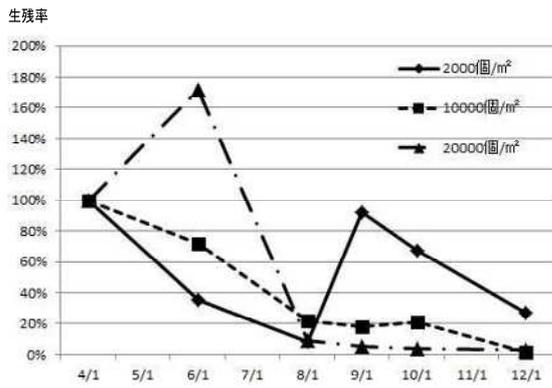


図 8 殻長 1.5mm で収容したアサリの生残率の推移

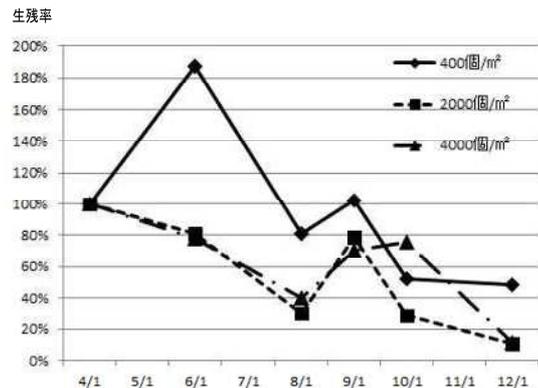


図 9 殻長 20mm で収容したアサリの生残率の推移

表3 養殖池の珪藻プランクトン細胞数密度の推移

プランクトン種名	2014/6/3	8/6	9/4	10/20	11/25	12/2	12/10	2015/1/16	2/25	3/12	3/24
<i>Leptocylindrus daniellus</i>	6,625										
<i>Rhizosolenia</i> spp.	25						1				
<i>Chaetoceros</i> spp.		10									
<i>Nitzschia</i> spp.		60		20	100	10	5	8			
<i>Thalassiosira</i> spp.			2.5								
<i>Thalassiosira</i> spp.			15								
<i>Leptotheca</i> spp.				5				11.7	20	1	
<i>Skeletonema</i> spp.						2.5					
<i>Syngonanthus</i> spp.							2				
<i>Coscinodiscus</i> spp.								1.7			
<i>Thalassiosira</i> spp.											3
その他羽状目		10	25	20	235	50	0	3.3	7	5	1
中心目シロイソク						575		3.3			
下明珪藻		60									
合計	6,650	205	42.5	55	335	120	15	25	33	9	7

単位：cells/ml

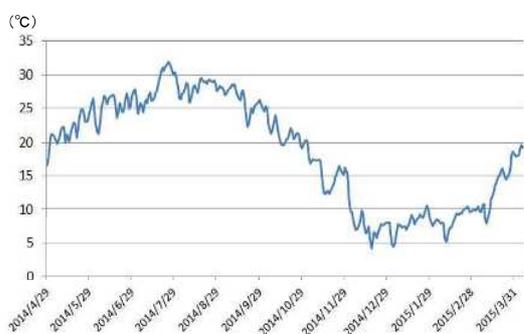


図10 養殖池の水温の推移

図8、図9を見ると水温の高い7月後半から8月に生残率が低下していることから、夏季の水温上昇がアサリの生残に影響を与えていると考えられる。

表3に養殖池の珪藻プランクトンの細胞数密度の推移を示した。6月3日に珪藻の細胞数密度は6,650cells/mlであったが8月以降は低下していき、3月には一桁となった。珪藻の種類としては羽状目珪藻が多かった。

図11はクロロフィル計で測定したクロロフィル蛍光強度の推移である。クロロフィル計を設置した時期が養殖池の珪藻プランクトンが減少した後である9月4日であったため夏季からの減少をとらえることができなかったが、11月、2月に珪藻細胞数密度とクロロフィル蛍光強度の上昇に対応が見られた。しかし、一時的にクロロフィル蛍光強度が上がっても、9月から3月末まではクロロフィル蛍光強度は全体として低めであり、この時期に餌料となるプランクトンが少ないことがわかる。

一方、身入りの基準となる肥満度を以下の式で求めて推移をみたのが図12である。

$$\text{肥満度} = \frac{\text{軟体部湿重量(g)}}{\text{殻長(cm)} \times \text{殻高(cm)} \times \text{殻幅(cm)}} \times 100$$

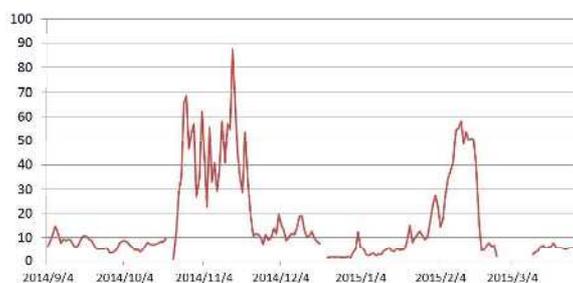


図11 クロロフィル蛍光強度の推移

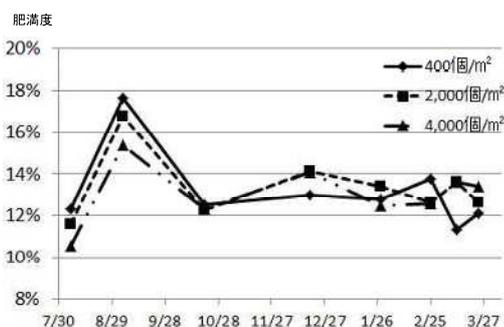


図12 殻長20mmで収容したアサリの収容密度別肥満度の推移

殻長20mmで養殖池に収容したアサリの収容密度別に肥満度の推移を見ると、密度に関わらず肥満度は8月に最大となり、その後低下して12～14%で推移していた。また、10月までは収容密度が低い方が肥満度が高かったが、その後は収容密度による肥満度の違いに特定の傾向は見られなかった。天然の海域での調査結果では、中津市小祝地先の殻長20mm以上のアサリの肥満度は7～8月頃にピーク

が見られ、秋季に減少した後、冬季に再びピークがあり、肥満度は 12～20 で推移していた。²⁾

8 月以降に肥満度が低下したのは、天然海域と同様、この時期に成熟するため肥満度が低下したと思われるが、その後 3 月まで肥満度が上がらなかったのは、餌料となる珪藻プランクトンが前述のとおり少なかったことが原因であると考えられる。

アサリの組織を調べて成熟状況を確認し、成熟期と放出期にあたる個体の割合を調べた結果、図 13 のように成熟個体の割合は 9～10 月に高くなっており、この時期が成熟、産卵時期にあたることがわかった。また、10 月までは収容密度が 400 個/m²の区で成熟個体の割合が高かった。

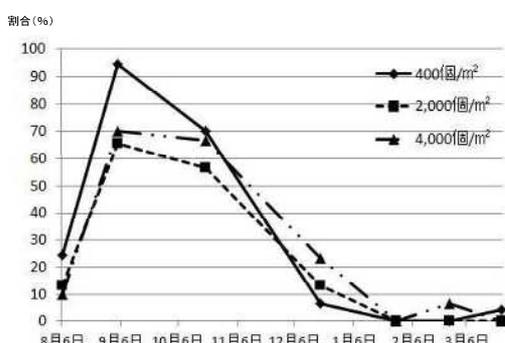


図 13 収容密度別のアサリの成熟個体の割合

2. 9月に収容したアサリの追跡調査

2014 年 9 月 10 日に図 2 のⅢ区へ殻長 1.2mm のアサリ稚貝を収容して、10 月 20 日に区画内 3 ヶ所でコアによる採集を行い、36 個体を回収した。回収したアサリの平均殻長は 1.9mm で、この約 1 ヶ月間の日間成長率は 0.02mm/day で、4 月末に殻長 1.5mm で収容したアサリの約 1 ヶ月間の日間成長率 0.14mm/day に比べてかなり低かった。図 10 より、収容時期による水温の差はそれ程ないため、餌料となる珪藻プランクトンの量が大きく違っていたため、成長率に差が出たと考えられる。

このため、養殖池に珪藻が多い春季に収容する方が珪藻が少ない秋季に収容するより成長は早くなり、成長が良いアサリは 1 年で商品サイズ (30mm) になると考えられる。

今後の問題点

殻長 1.5mm のアサリを 1 年で商品サイズにするには、秋以降に餌料プランクトンを維持する必要がある。また、単位面積当たりのアサリの生産量を 4kg/m²を確保できる技術開発や養殖池からのアサリの回

収を効率的に行う技術開発が望まれる。

文献

- 1) 岸岡正伸, 多賀茂, 宮後富博, 白木信彦, 和西昭仁, 齋藤秀郎, 山本健也. 遊休クルマエビ養殖池を活用したアサリ増養殖技術の開発. 平成 23・24 年度山口県水産研究センター事業報告 2014 ; 49 .
- 2) 江頭潤一, 片野晋二郎, 並松良美, 丸山野茂. 豊前海におけるアサリ資源回復に関する調査研究-3 資源供給漁場造成効果調査② (稚貝調査等) . 平成 22 年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2011 ; 200-203.

養殖・種苗生産に関する技術指導— 1

アサリ増養殖推進事業②（養殖用アサリ種苗生産）

山田英俊

事業の目的

アサリの餌となる植物プランクトンが大量に発生するクルマエビ養殖場でのアサリ養殖試験を行うため、殻長1mmのアサリ稚貝を大量に生産することを目的としたアサリ種苗生産を実施したので報告する。

事業の方法

1. 採卵に使用した親貝

使用した親貝は、大分県東国東郡姫島村地先において採捕されたもの及び姫島村のクルマエビ養殖池（岩盤2号池）で単独養殖された養殖アサリ（浅海チーム2012年秋採卵人工種苗）を使用した。

親貝を仕立てるための飼育は行わず、採集の翌日または翌々日に採卵に使用した。

2. 採卵及び浮遊幼生飼育（浅海チーム）

採卵は春と秋に行った。産卵の誘発には、千葉県水産研究センターの方法¹⁾を参考に、反復温度刺激および生殖腺懸濁液の添加を併用して用いた。得られた受精卵は、洗卵後に1 t 円形ポリエチレン水槽または4 t FRP角型水槽に收容した。採卵翌日にD型幼生への変態、幼殻完成を確認した後、45 μm のプランクトンネットを用いてD型幼生を孵化槽から回収し、1 t 円形ポリエチレン水槽、6 t 角型FRP水槽または30 t 角型コンクリート水槽へ收容し、止水、微通気で飼育した。收容密度は1~2個体/mlとした。

なお、幼生および飼育水を適時観察し、幼生の浮遊密度・遊泳活力や餌食いの低下、原生動物の増加等が確認された際には、適当なサイズのプランクトンネットを用いて幼生を回収・洗浄し、水槽換えを実施した。

給餌は、飼育開始当初、市販の *Chaetoceros calcitrans* と自家培養した *Pavlova lutheri* および *Isochrysis* sp. (T.ISO)（通称タヒチ株）を混合して与え、殻長が概ね140 μm を超えてからは、自家培養した *C. gracilis* 及び *P. lutheri* を容量比1:1の割合

で混合給餌した。給餌量は幼生の餌食いや残餌状況を観察して5,000~20,000細胞/mlの濃度の範囲内とした。なお、*Isochrysis* sp. (T.ISO)の元株は独立行政法人水産総合研究センター水産生物遺伝資源保存事業により入手した。

3. 着底稚貝飼育（浅海チーム）

浮遊幼生の殻長が220 μm を超え、足でほふくするフルグロウン期幼生が増えたことを確認してから、80~125 μm のプランクトンネットを用いて幼生を取上げ・洗浄し、着底基質として粒径0.5~1.0 mmの貝化石を100 g/ m^2 散布した稚貝飼育水槽に收容した。着底稚貝の飼育には1 t 円形ポリエチレン水槽、6 t 角型FRP水槽または30 t 角型コンクリート水槽を使用した。遊泳個体が見られなくなるまでの間、止水、微通気とし、着底が完了した後は、通気を少し強めた。

給餌は自家培養した *C. gracilis* 及び *P. lutheri* を容量比1:1の割合で混合給餌した。給餌量は幼生の餌食いや残餌状況を観察して20,000~40,000細胞/mlの濃度の範囲内とした。

なお、着底稚貝および飼育水を適時観察し、稚貝の運動活力や餌食いの低下、死殻・原生動物の増加等が確認された際には、適当なサイズのプランクトンネットを用いて着底基質ごと稚貝を回収し、水道水で1分程度洗浄した後、水槽換えを実施した。

4. クルマエビ養殖場での種苗生産指導

クルマエビ養殖場において、アサリ種苗生産が可能となるよう、現地での種苗生産試験・技術指導を行った。前述した浅海チームにおけるアサリ種苗生産手法を基に、現地の1 t円形FRP水槽および200 t角型コンクリート水槽を用いて種苗生産試験を実施した。

事業の結果

1. 採卵及び幼生、稚貝の飼育結果（浅海チーム）

採卵から殻長1 mmサイズまでの飼育結果概要を表

1 に示した。春採卵と秋採卵を実施し、1.1～1.2 mm のアサリ稚貝を3,704万個体生産した。

春の採卵は2014年6月10日～7月7日にかけて5回実施し、2億6,332万粒の受精卵からD型幼生を3,538万個体回収し、飼育水槽に収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μmのフルグロウン幼生1,252万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は35%となった。2014年9月上旬に稚貝を計数したところ、平均殻長1.1～1.2mmの稚貝が491万個体生産された。

秋の採卵は2014年9月25日、10月16日に2回実施し、5億4,258万粒の受精卵からD型幼生を2億6,637万個体回収し飼育水槽に収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μmのフルグロウン幼生7,453万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は28%となった。2015年1月に稚貝を計数したところ、平均殻長1.2 mmの稚貝が3,213万個体生産された。

なお、生産されたアサリ稚貝は、クルマエビ養殖場でのアサリ養殖試験に用いる予定である。

2. クルマエビ養殖場での種苗生産結果

春採卵と秋採卵を実施し、0.2 mmのアサリ着底初期稚貝を10万個体生産した。

現地で7回の人工採卵を実施し、7億1,320万粒の受精卵から3億2,720万個体のD型幼生を回収した(表

2)。現地の小型水槽(0.5 t)では0.2 mmサイズ着底初期稚貝を10万個体生産できたが、大型水槽(200 t)では着底稚貝まで飼育することが出来なかった。

現地で採卵・回収したD型幼生を浅海チームに持ち帰って飼育した結果、着底稚貝まで成長することが確認されたため、採卵からD型幼生収容までの取扱い作業には大きな問題は無いと考えられた。その際、養殖アサリから人工採卵し、孵化した浮遊幼生にクルマエビ養殖池に含まれるプランクトンを給餌して、着底稚貝まで成長することが確認された。以上のことから、クルマエビ養殖場でのアサリの完全養殖が可能であると考えられた。また、現地の小型水槽で着底稚貝まで飼育することができたことから、現地の飼育海水にも大きな問題は無いと考えられた。

今後は、現地のクルマエビ種苗生産用大型水槽を用いたアサリ種苗生産技術の確立が課題である。

文献

1) 千葉県水産研究センター. アサリ種苗生産の現場基礎技術. 2004 ; 52-63.

表1 採卵及び幼生・稚貝飼育結果(浅海チーム)

回次	採卵日	親貝由来	親貝総重量(kg)	採卵数(万粒)	D型幼生回収数(万個体)	着底前幼生数 殻長220 μm (万個体)	殻長1mm計数時			
							稚貝数(万個体)	平均殻長(mm)	計数日	
春採卵	1	2014年6月10日	姫島天然	1.4	4,062	458	224	131	1.1	2014年9月2日～3日
	2	2014年6月14日	姫島天然	18	16,000	1,600	950	319	1.1	2014年9月3日
	3	2014年6月17日	姫島天然	11.1	1,135	192	39	31	1.2	2014年8月29日
	4	2014年6月18日	姫島天然	11.1	155	28	40	10	1.2	2014年9月3日
	5	2014年7月7日	姫島天然	6.5	4,980	1,260	—	—	—	—
		小計		48.1	26,332	3,538	1,252	491		
秋採卵	6	2014年9月25日	姫島天然	4.9	18,358	10,645	—	—	—	—
	7	2014年10月16日	姫島養殖	6.2	35,900	15,993	7,453	3,213	1.2	2015年1月8日～23日
		小計		11	54,258	26,637	7,453	3,213		
	合計		59	80,590	30,175	8,705	3,704			

表2 クルマエビ養殖場での種苗生産結果

回次	採卵日	採卵数(万粒)	D型幼生回収数(万個体)	着底前幼生数 殻長220 μm (万個体)	備考	
春採卵	1	2014年6月15日	1,500	100	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	2	2014年7月13日	520	510	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	3	2014年7月14日	5,600	650	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	4	2014年7月26日	未計数	—	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	小計	7,620	1,260			
秋採卵	5	2014年9月6日	8,100	2,000	10	
	6	2014年10月4日	34,000	25,000	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	7	2014年11月8日	21,600	4,460	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	小計	63,700	31,460	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄	
	合計	71,320	32,720			

養殖・種苗生産に関する技術指導－2

バカガイ種苗安定生産試験（予備試験）

酒井真梨子・木村聡一郎

事業の目的

近年、豊前海ではバカガイ *Maetra chinesis* の資源量が減少しており、1998年の164tを最後にまとまった漁獲はみられていない。例年バカガイ稚貝の発生は確認されるが、翌年まで残存せず、漁獲に結びついていない状況にある。そこで、保護技術開発に用いる稚貝を必要量供給可能にするため、安定した稚貝生産技術を確立することを目的として試験を行った。

事業の方法

1. 母貝養成および採卵

母貝は2014年4月および10月に豊前海で漁獲した殻長約7cm程度のバカガイを用いた。餌料は *Chaetoceros neogracile* と *Pavlova lutheri* を半分ずつ、飼育水中の餌料濃度が6～12万cells/mlとなるように与えた。注水は、5～7回転/日程度とした。

採卵は、2014年6月18日、19日および10月14日、15日に行った。6月および10月14日は切開法、10月15日は自然産卵および加温によって採卵・採精を行った。なお、加温の上限は25℃とした。

2. 幼生飼育

採卵の翌日、孵化水槽からD型幼生を回収し飼育水槽へ収容した。幼生の基本的な飼育方法を表1に示した。換水は基本的に行わず、幼生の状態が悪化した場合に1/2換水や水槽移動を行った。水温は、17.0～23.3℃に設定した。

取上げは、日齢約14日以降、着底個体の出現を確認した段階で行った。

3. 稚貝一次飼育

稚貝の基本的な飼育方法を表2に示した。稚貝の飼育は2mmまでを一次飼育、2mm以上を二次飼育とした。一部の水槽では、千葉県水産研究センター

の文献¹⁾を参考にして、アサリ種苗生産技術を応用し、6t角型FRP水槽においてダウンウェリング方式により飼育した。貝化石の有無が着底初期の稚貝の生残に及ぼす影響を検証するため、半数のダウンウェリング飼育容器（以下、リング）には貝化石（ロイヤルスーパーグリーン；グリーンカルチャー社製）を厚さ約1mmになるように敷いた。水温は、21.0～27.7℃に設定した。

稚貝の取上げは、殻長が約2mmになった段階で行った。

4. 稚貝二次飼育

稚貝の殻長が2mm程度になった頃を目処に稚貝二次飼育を行った。餌料、給餌量、換水は表2に示すとおりである。飼育水温は6.0～26.7℃とした。

稚貝は、4t角型FRP水槽に設置したリングに収容した（図1）。稚貝が基質の中に潜れるよう、リング内に敷いた貝化石の厚さを成長に合わせて1～20mmまで増やした。

海中垂下による生残率向上の可能性を探るため、一部の稚貝をコンテナ（幅34cm、長さ51cm、高さ25cm）に収容して豊後高田市呉崎の漁港内の筏に垂下した（図2）。垂下は水面から約1mの深さで行った。コンテナには、500μm目合いのメッシュを敷き、アンストラサイト、ケアシェル（中粒：5～10mm）、貝化石の順に各々1～2cmの厚さで敷き詰め、稚貝を収容した。

事業の結果

1. 採卵および幼生飼育

採卵結果を表3に、幼生飼育結果を表4に示した。

これまで当チームでは、バカガイ種苗生産の産卵誘発法としてセロトニン注射および加温刺激を行ってきた。今回は、切開法による採卵を行ったところ親貝1個あたりの採卵数および孵化率は、553千～7,098千個および46.1～74.5%となり、当チームにおける過去の採卵結果（平成5年度²⁾：1,947千個および10%、平成6年度³⁾：70～2,500千個および26.8～

50.8%、平成8年度⁴⁾：36千～625千個および6.8～46.6%)と比べても、切開法による採卵が充分可能であることが分かった。

なお、2ラウンド目の30t角型コンクリート水槽では、幼生飼育終了日の取上げの際、すでに着底して水槽底面に多くの個体が沈んでいたため、均等に幼生を回収できず、幼生飼育の生残率は算出できなかった。

2. 稚貝一次飼育

稚貝一次飼育の結果を表5に示した。

ダウンウェリング方式は、直播きの飼育と比較して、生残率に大きな違いは見られなかったが、稚貝の全滅がすることなく、安定して生産することができた。

また、ダウンウェリング方式での稚貝一次飼育における貝化石の有無は、稚貝の生残に大きな影響を及ぼさなかった。

3. 稚貝二次飼育

稚貝二次飼育の結果を表6に示した。

10月に採卵した3ラウンド目および4ラウンド目は、稚貝飼育に移行した後に斃死が続き、海中垂下での飼育を含め、稚貝は二次飼育時に全滅した。当チームでは、これまで春季(3月～7月)に採卵を行っており、秋季(10月)の採卵は初めての試みであったが、今回は稚貝が飼育時に全滅する結果となった。原因としては、卵質の低下、コペポダ等の大量発生による基質環境の悪化などが考えられた。

また今回は、過去の結果と比べて稚貝の生残率が低かった^{2~4)}。今年度の稚貝飼育では、1996年と比べて給餌量が少なく、飼育密度が高い水槽があったため⁴⁾、給餌量と飼育密度が生残に影響したと考えられた。今後は、適切な給餌量と飼育密度を明確にする必要がある。

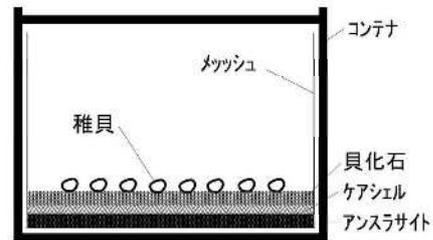


図2 海中に垂下したコンテナの断面模式図

文 献

- 1) 千葉県水産研究センター. アサリ種苗生産の現場基礎技術. 2004 ; 82-85.
- 2) 井本有治、小川浩. (2) バカガイ種苗生産試験. 大分県浅海漁業試験場事業報告(平成5年度) 1993 ; 3-4.
- 3) 井本有治、小川浩. (3) バカガイ種苗生産試験. 大分県浅海漁業試験場事業報告(平成6年度) 1994 ; 6-7.
- 4) 木藪仁和、井本有治. (2) バカガイ種苗生産試験. 大分県海洋水産研究センター浅海研究所事業報告(平成8年度) 1996 ; 4-5.

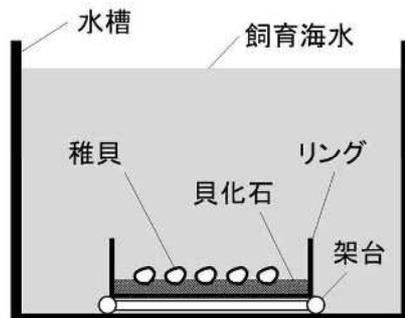


図1 稚貝二次飼育における水槽の模式図

表1 幼生の基本的な飼育方法

日齢	餌料:給餌量(cells/sml/日)	飼育水槽	換水
0	-		
1	<i>Chaetoceros calcitrans</i> :10,000	1t円型PE	
2~6	<i>Chaetoceros calcitrans</i> :5,000, <i>Pavlova lutheri</i> :4,000	4t角型FRP	なし
7~11	<i>Chaetoceros calcitrans</i> :5,000, <i>Chaetoceros neogracile</i> :4,000, <i>Pavlova lutheri</i> :4,000	30t角型コンクリート	
11~14	<i>Chaetoceros neogracile</i> :8,000, <i>Pavlova lutheri</i> :8,000		

表2 稚貝の基本的な飼育方法

日齢	餌料:給餌量(cells/mL/日)	飼育水槽	換水
15~30	<i>Chaetoceros neogracile</i> :8,000~12,000, <i>Pavlova lutheri</i> :8,000~12,000	1t円型PE	
30~	<i>Chaetoceros neogracile</i> :16,000~24,000, <i>Pavlova lutheri</i> :16,000~24,000	4t角型FRP	2回転/日

表3 採卵結果

回次	採卵日	親貝数(個)	産卵数(千個)	幼生数(千個)	孵化率(%)	採卵方法
1R	6.18	15	8,295	6,180	74.5	切開法
2R	6.19	11	78,080	35,960	46.1	切開法
3R	10.14	10	8,550	5,130	60	切開法
4R	10.15	5	5,800	3,240	55.4	自然産卵、加温
計(平均)		41	100,752	50,510	(59.0)	

表4 幼生飼育の結果

回次	水槽	採卵日	収容日	取上げた日	飼育日数(日)	収容個体数(千)	収容密度(個/mL)	取上げた個体数(千)	生残率(%)	備考
1R	1t円型PE	6.18	6.19	7.2	14	1,545	1.5	1,840	119.09	
	4t角型FRP		6.19	7.1	13	4,635	1.2	4,980	107.44	
2R	30t角型コンクリート	6.19	6.2	7.3, 7.4	14,15	35,960	1.2	-	-	取上げた数は、着底個体が多く計数不能
3R	1t円型PE	10.14	10.15	10.30	16	1,283	1.3	240	18.71	
	1t円型PE		10.15	10.30	16	2,565	2.6	520	20.27	
	1t円型PE		10.15	10.30	16	1,283	1.3	230	17.93	
4R	4t角型FRP	10.15	10.16	10.31	16	3,240	0.8	500	15.43	

表5 稚貝一次飼育の結果

回次	水槽	貝化石の有無	幼生収容日	取上げた日	飼育日数	収容個体数(千)	収容密度(個/cm ²)	取上げた個体数(千)	生残率(%)	通算生残率(%)	殻長(mm)	備考
1R	リング(タウウエリング)	有	7.2	8.29	59	184	65	0.9	0.49		2.2	
	リング(タウウエリング)	無	7.2	8.29	59	184	65	0.8	0.43		2.7	
	リング(タウウエリング)	有	7.2	8.29	59	276	98	0.9	0.33	0.52	1.9	
	リング(タウウエリング)	無	7.2	8.29	59	276	98	1.7	0.62		1.9	
	リング(タウウエリング)	有	7.2	8.29	59	460	163	3.0	0.65		2.3	
	リング(タウウエリング)	無	7.2	8.29	59	460	163	0.7	0.15		2.2	
	4t角型FRP	有	7.1	8.19	50	4,980	73	23.3	0.47	0.50	2.5	
2R	リング(タウウエリング)	有	7.3	8.29		370	131					
	リング(タウウエリング)	有	7.3	8.29	58	370	131	2.3	0.62		1.6	
	リング(タウウエリング)	有	7.3	8.29		100	35					
	リング(タウウエリング)	有	7.4	8.29	57	10	4			0.01		
30t角型コンクリート	有	7.4	8.21	49	-	-	0	0.00			収容幼生数は、幼生の取上げ時に着底個体が多かったため計数不能。その後、飼育中止。	
3R	1t円型PE	有	10.30	11.25	27	240	16	-	-	-	0.6	
	1t円型PE	有	10.30	11.6	8	520	34	0	0.00	0		飼育中止。
	1t円型PE	有	10.30	11.25	27	230	15	7.4	3.22	0.58	1.0	
4R	4t角型FRP	有	10.31	11.6	7	500	7	0	0.00	0		飼育中止。

表6 稚貝二次飼育の結果

回次	飼育容器	稚貝収容日	取り上げた日	飼育日数	収容個体数(千)	収容密度(個/cm ²)	取上げた個体数(千)	生残率(%)	通算生残率(%)	殻長(mm)	備考
1R	リング	8.29	2.17	173	8	2.8	2.1	26.25	0.14	11.9	
	リング	8.19	3.26	137	1.2	0.4	0.9	75.00		9.6	
	リング	8.19	3.26	221	8.1	2.9	2.3	-		12.4	
	リング	8.19	2.17	183	8.1	2.9	2.9	-	0.23	11.9	
	リング	8.19	2.17	183	14.0	5.0	4.4	31.43		11.9	
2R	リング	8.29	3.26	211	2.3	0.8	0.1	4.35	0.0003	6.4	
3R (海中垂下)	リング	11.25	3.25	122	3.6	1.3	0	0	0		飼育中止。
	コンテナ	11.25	3.25	122	3.8	2.2	0	0	0		飼育中止。
	リング	11.25	3.25	122	-	-	0	0	0		飼育中止。
	リング	11.25	3.25	122	-	-	0	0	0		飼育中止。

世界農業遺産関連調査 森林起源の有機物等と海洋の生態の関連の解明 (京都大学への委託事業)

田村勇司・岩野英樹・畔地和久

事業の目的

国東半島宇佐地域は 2013 年 5 月に世界農業遺産に認定されたが、認定地域（国東半島宇佐地域）において、陸域のため池・クヌギ林と河川や海との関連を科学的に調査した研究事例はほとんどなく、認定地域の今後の維持・発展のためには水産も重要な要素となるため、ため池・クヌギ林と河川や海との関連を科学的に証明する必要がある。そこで、集水域にため池群やクヌギ林が点在する豊後高田市の桂川水系とそれらの少ない宇佐市の伊呂波川水系で調査を行い、ため池群やクヌギ林が河川の水質および海域の生態系に及ぼす影響を推定することを目的に調査を行った。

調査は大分県が京都大学に委託して行い、浅海チームが調査協力を行った。調査結果については京都大学で取りまとめた¹⁾ので、ここでは調査の概要と観測結果について述べる。

事業の方法

調査対象区域は桂川流域と伊呂波川流域の 2 ヶ所で、流路延長は前者が 29.5km、後者が 18.5km で流域面積は前者が 126.5km²、後者が 43.5km²である。

この 2 つの河川で、河川水質調査と河口生物調査を行い、森林起源の有機物等の及ぼす影響について比較した。

河川水質調査は、図 1 に示した各点で表層河川水を採水し、クロロテック（JFE アドバンテック社製 AAQ-RINKO）で水温、塩分、濁度等を測定した。採水した試水は、GF/F フィルターでろ過後凍結し、栄養塩等の分析に供した。

河口生物調査は、桂川、伊呂波川の河口域（図 1 の K1 および I1）で行い、地曳網およびさで網を用いて小型魚類を採取した。採集サンプルはアルコール保存、冷蔵保存して、体長、体重、胃内要物、C/N 比等を調べた。

これらの調査を、2014 年 4 月 30 日～5 月 1 日、2014 年 7 月 29 日～31 日、2014 年 10 月 14 日～15 日、2015 年 1 月 27 日～28 日の 4 回行った。

また、2014 年 5 月 14 日から毎週 1 回、桂川第 1 堰上流で表層水を採水して栄養塩濃度およびクロロフィル a 濃度を測定した。栄養塩はオートアナライザーで分析を行い、クロロフィル a 濃度は Lorenzen の方法²⁾に従い、吸光度から算出した。

事業の結果

桂川、伊呂波川の各点で観測した栄養塩濃度を図 2～図 5 に示した。図 2 は桂川の DIN（溶存無機三態窒素）濃度、図 3 は伊呂波川の DIN 濃度、図 4 は桂川の PO₄-P（リン酸態リン）濃度、図 5 は伊呂波川の PO₄-P 濃度である。図の観測点は左側が河口に近く、右側は上流に近い順番で並べている。

全体的に桂川の方が伊呂波川に比べて栄養塩濃度は高くなっていたが、上流と下流、季節による濃度の違いに明確な傾向は見られなかった。

図 6 は桂川第 1 堰上流で表層水を採水して栄養塩濃度を測定した結果である。観測期間中、DIN は上昇傾向、PO₄-P は下降傾向であった。降雨との関係を調べた結果では、NO₃-N/DIN がまとまった降雨の少し後に高くなる傾向がみられた。¹⁾

図 7 は桂川第 1 堰上流の表層水のクロロフィル a 濃度の推移である。大きなピークが 2 箇所見られた。

河口域で採集された魚類を表 1 に示した。桂川河口域では、12 種 259 個体、伊呂波川河口域では 11 種 1,031 個体が採集された。シャノン・ウィナーの多様性指数は、桂川が 2.3、伊呂波川が 1.3 で、桂川河口域の方が大きかった。

文献

- 1) 橋口峻也. 国東半島河川の流域特性が河川水質に及ぼす影響. 平成 26 年度京都大学卒業論文 ; 2015
- 2) 日本水産資源保護協会 : 水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣, 東京. 1980 ; 325.

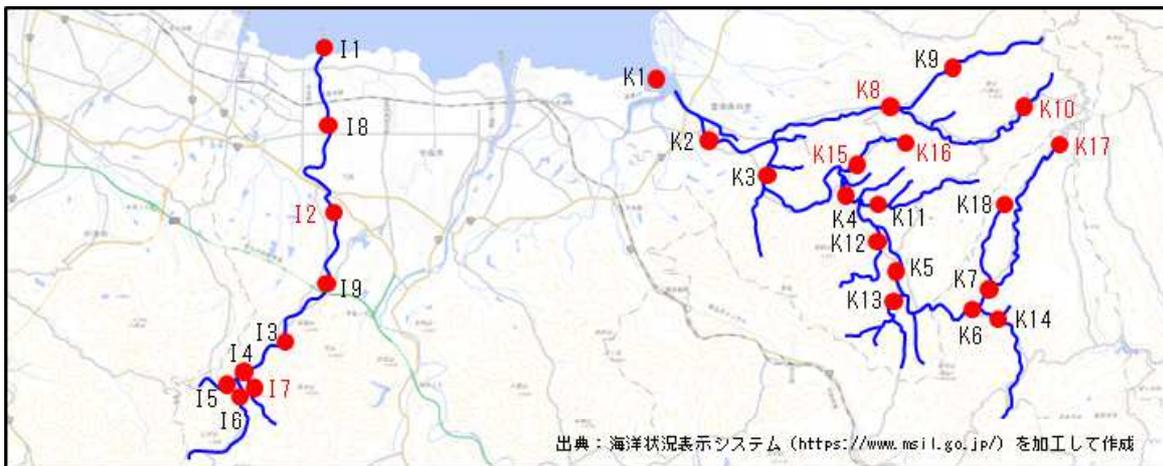


図1 伊呂波川(左側)と桂川(右側)の観測地点

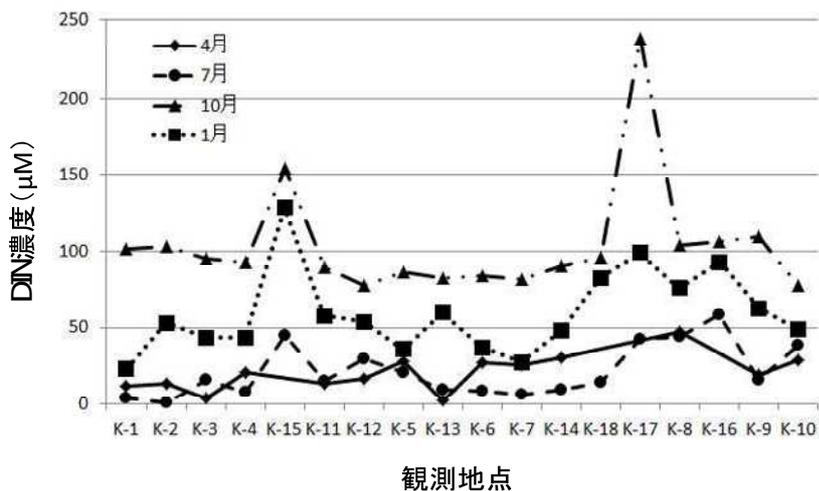


図2 桂川のDIN濃度

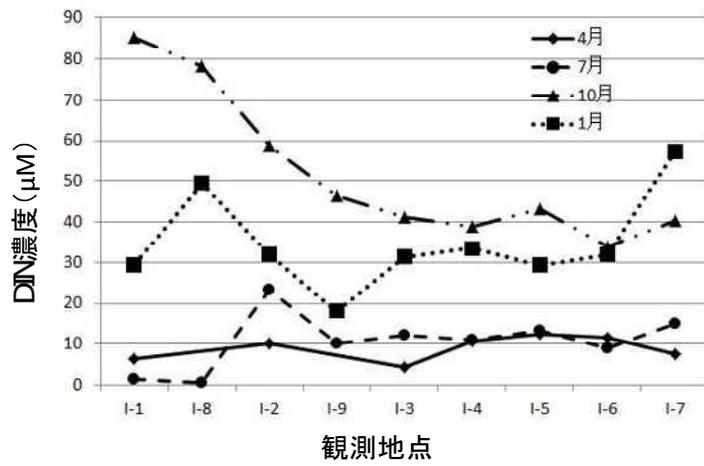


図3 伊呂波川のDIN濃度

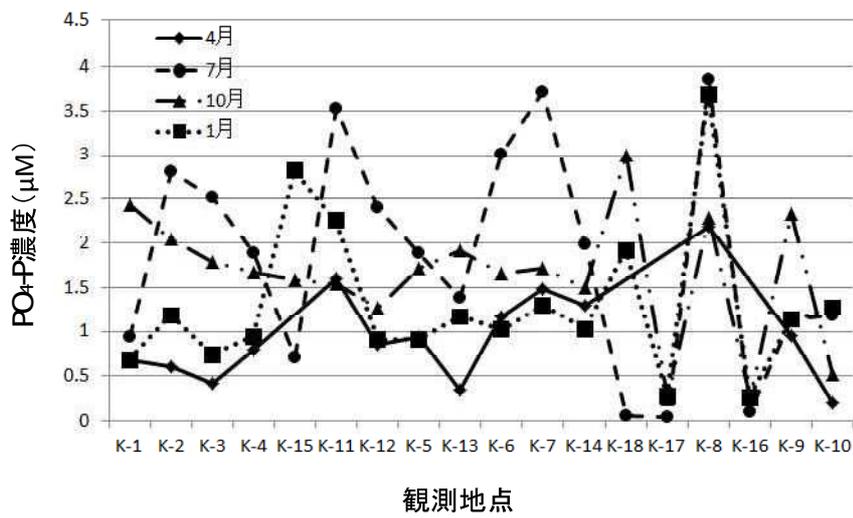


図4 桂川のPO₄-P濃度

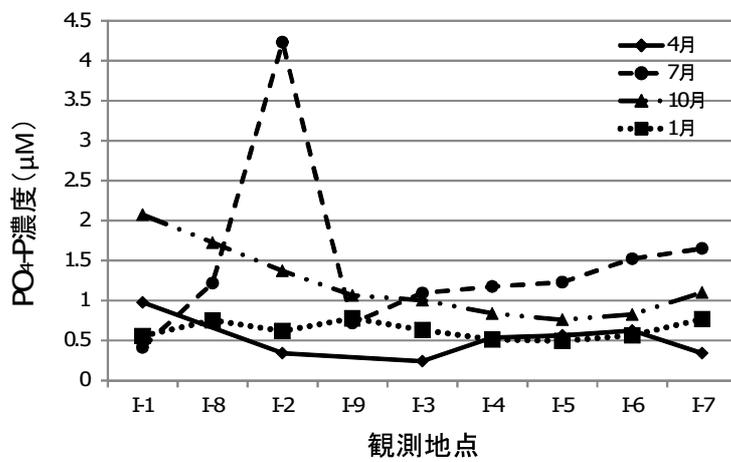


図5 伊呂波川のPO₄-P濃度

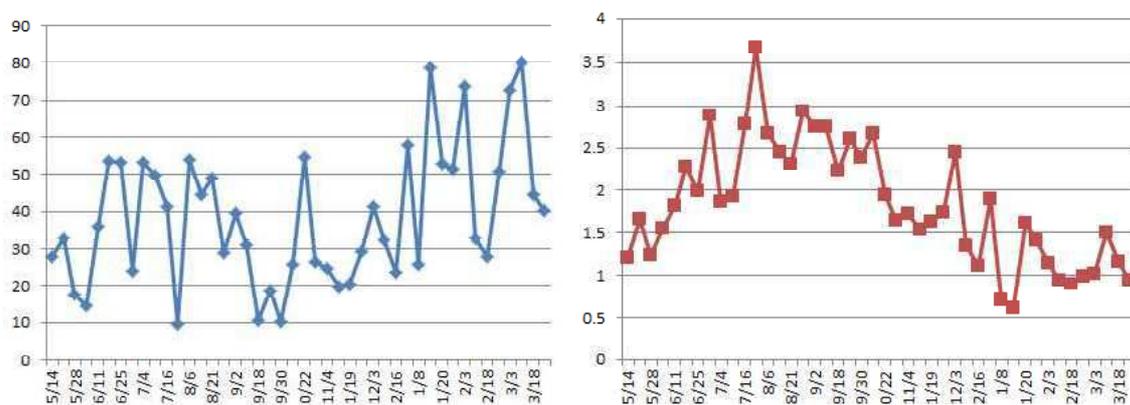
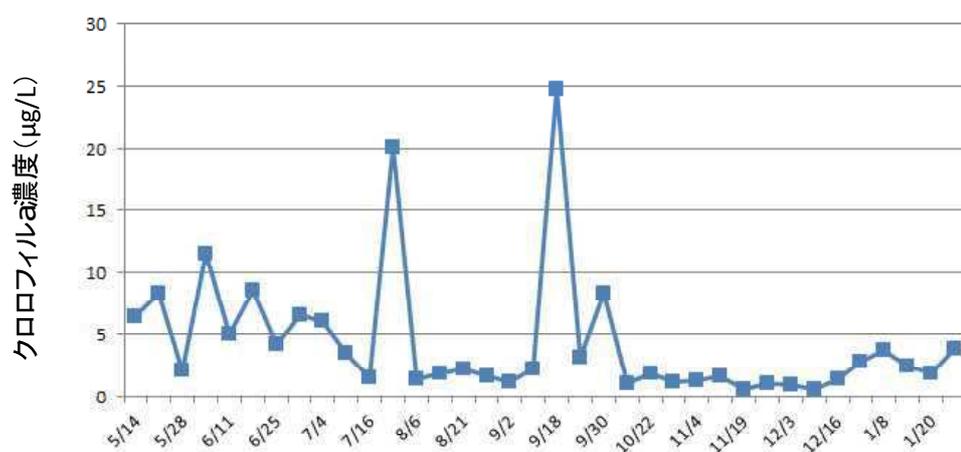
図6 桂川第1堰上流のDIN濃度（左）とP0₄-P濃度（右）の推移

図7 桂川第1堰上流のクロロフィルa濃度の推移

表1 桂川および伊呂波川河口域で採集された魚類

魚種	桂川	伊呂波川
アシシロハゼ	2	4
イシガレイ	29	16
ギンポ	0	1
クサフグ	1	0
スズキ	107	89
タケノコメバル	1	0
タツノオトシゴ	1	0
チチブ	23	0
ツマガロスジハゼ	0	107
ヒメハゼ	11	61
ヒモハゼ	3	1
ビリンゴ	71	748
ボラ	1	2
マゴチ	0	1
ヨウジウオ	9	1
計	259	1031