

## 資源・環境に関するデータの収集・情報の提供－4 浅海定線調査等（周防灘） （国庫委託）

斉藤義昭・岩野英樹・並松良美

### 事業の目的

周防灘南部水域の環境変動を把握し、その予報に努めるとともに、内海漁業資源の予報に役立てることを目的として定線調査を行った。

### 事業の方法

図1に示す周防灘南部海域に設けた16定点において、毎月(月上旬)1回、漁船「武丸」と調査船「豊洋」で海洋観測を行った。調査はStn.5、11、12、16、18、19を漁船「武丸」で、Stn.4、6、7、8、9、10、13、14、15、17を「豊洋」で実施した。表1に調査実施日を示した。また、「武丸」による調査の2月の一部調査点が、「豊洋」による調査は8月、9月、3月の全調査点が荒天のため欠測となった。

調査項目は、気象が天候、気温、風向・風力、雲量であり、海象が波浪・うねり、水色、透明度、水温、塩分である。また、特殊項目として栄養塩(DIN、PO<sub>4</sub>-P)、溶存酸素量(DO)、COD、クロロフィルaを分析した。

分析は、溶存酸素量がウィンクラー・窒化ナトリウム変法、<sup>1)</sup> CODがアルカリ性過マンガン酸カリウム・ヨウ素滴定法<sup>2)</sup>により行った。クロロフィルaは、Jeffrey & Humphreyの式<sup>3)</sup>を用いて求めた。栄養塩の分析は、オートアナライザーによった。

旬別平均気温、旬別降水量、旬別日照時間は、大分地方气象台の地域気象観測（豊後高田）のデータを用いた。

なお、海象、特殊項目の平年値は1981年度～2010年度の平均値を用い、平年較差を表2に示した基準に基づいて評価した。

また、参考資料として、巻末の資料編に本年度の観測結果を収録した。



図1 浅海定線調査定点図

数字は調査点番号を示す。調査船は実線部が「武丸」、破線部が「豊洋」。

表1 2012年度調査実施日

	武丸		豊洋	
第1回	2013年	4月2日	2013年	4月4日
第2回		5月7日		5月9日
第3回		6月4日		6月5日
第4回		7月1日		7月3日
第5回		8月5日		欠測
第6回		9月2日		欠測
第7回		10月1日		10月3日
第8回		11月1日		11月6日
第9回		12月5日		12月11日
第10回	2014年	1月7日	2014年	1月8日
第11回		2月13日		2月5日
第12回		3月11日		欠測

表2 平年較差の評価基準

表2 平年較差の評価基準

階級	平年較差の範囲
「平年並み」	$\delta < 0.6\sigma$
「やや〇〇」	$0.6\sigma \leq \delta < 1.3\sigma$
「かなり〇〇」	$1.3\sigma \leq \delta < 2.0\sigma$
「甚だ〇〇」	$2.0\sigma \leq \delta$

$\delta$ は平年較差の大きさを表し、「〇〇」には「高め」、「低め」が入る。

事業の結果

1. 気 象

旬別平均気温を図2に示した。年間を通して「やや低め」から「やや高め」であったが、5月下旬と8月中旬と9月下旬、年明けの1月下旬と3月下旬が「かなり高め」、6月中旬と10月上旬は「甚だ高め」であった。一方、5月上旬と9月上旬は「かなり低め」であった。

旬別降水量を図3に示した。年間を通して「平年並み」から「やや少なめ」で推移したが、6月上旬から6月中旬と11月上旬と12月中旬は「やや多め」、8月下旬から9月上旬と10月下旬には「甚だ多め」であった。

旬別日照時間を図4に示した。年間を通してほぼ「平年並み」で推移したが、8月中旬、9月中旬は「かなり多め」、5月上旬、7月上旬は「甚だ多め」であった。一方、2月上旬は「甚だ少なめ」であった。

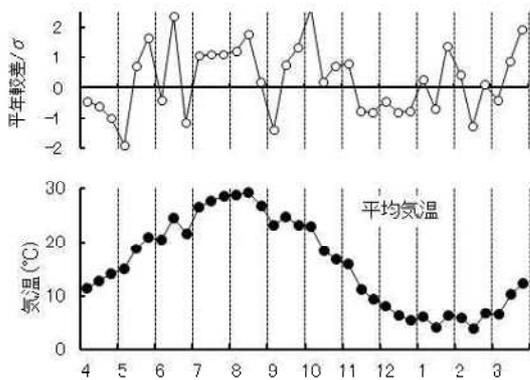


図2 豊後高田地先における2013年度旬別平均気温  
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

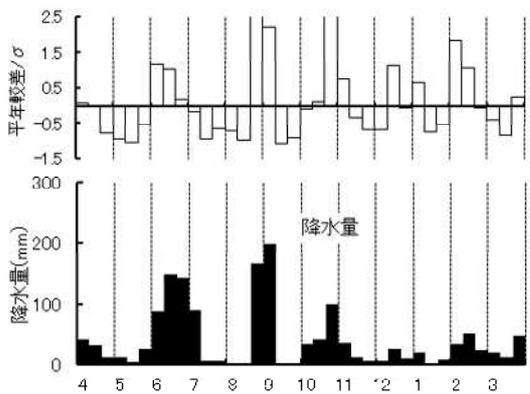


図3 豊後高田地先における2013年度旬別降水量  
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

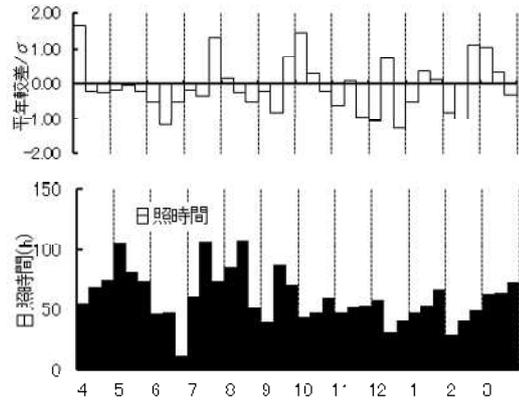


図4 豊後高田地先における2013年度旬別日照時間  
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

2. 海 象

水温の推移と標準化した平年較差を図5に示した。年間を通して「やや低め～やや高め」で推移したが、9月の底層で「甚だ高め」、8月、11月底層で「やや高め」であった。

塩分の推移と標準化した平年較差を図6に示した。年間を通して「平年並み」で推移したが、5月から7月までの表層では「やや高め」であった。一方、4月の底層と11月の表層、底層では「やや低め」、9月の底層では「甚だ低め」であった

透明度の推移と標準化した平年較差を図7に示した。6月に「かなり高め」、9月に、「甚だ低め」、10月に「甚だ高め」であった以外は、「やや低め～やや高め」の範囲内で推移した。

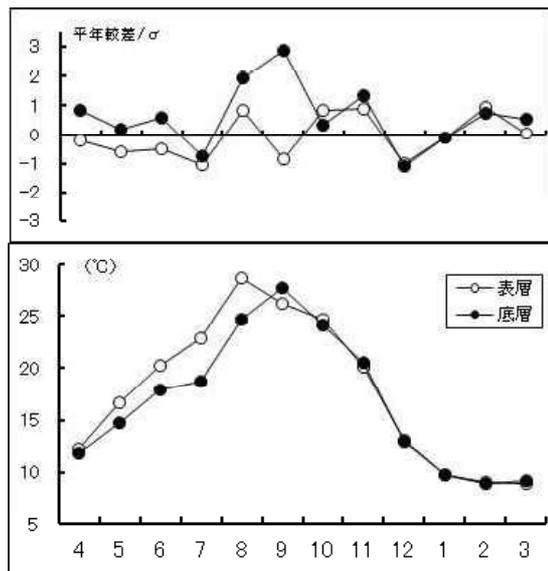


図5 水温の推移と平年較差

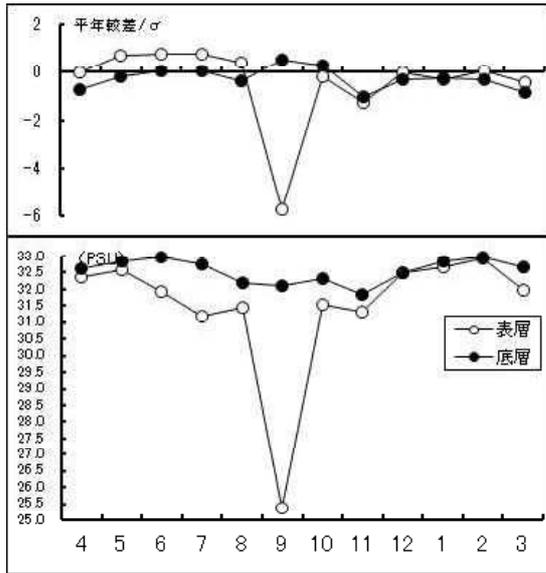


図6 塩分の推移と年平均較差

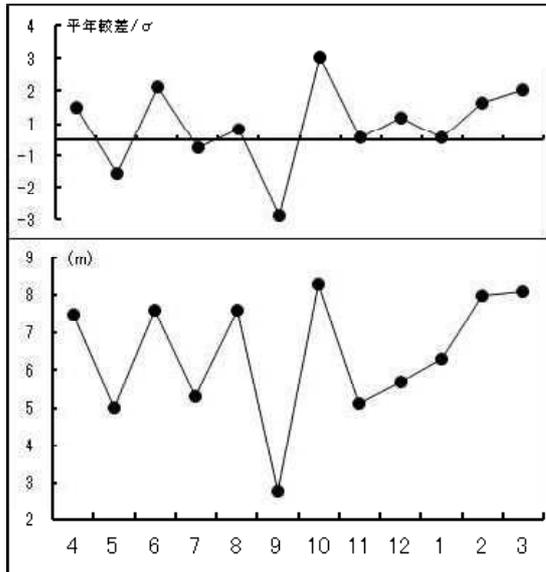


図7 透明度の推移と年平均較差

3. 特殊項目

DIN の推移と標準化した年平均較差を図 8 に示した。年間を通して「平年並み」で推移したが、7 月の表層では「やや高め」、10 月の表層では「かなり高め」、6 月の表層、7 月、10 月の底層、8 月、9 月の表層、底層では「甚だ高め」であった。一方 4 月の底層、5 月の表層、12 月の表層、底層、2 月の表層では「やや低め」であった

PO<sub>4</sub>-P の推移と標準化した年平均較差を図 9 に示した。年間を通して「平年並み」で推移した。その中で 6 月の表層、11 月の底層、1 月の表層、底層は「やや高め」、9 月、10 月は底層が「かなり高め」、8 月の表層は「甚だ高め」であった。

溶存酸素飽和度の推移と標準化した年平均較差を図

10 に示した。年間を通して「平年並み～やや高め」で推移したが、7 月と 9 月の表層では「やや低め」、9 月、10 月の底層では「かなり低め」であった。一方 2 月の表層、底層では「かなり高め」であった。欠測地点もあるが夏期に酸素飽和度が 50%を下回る調査点は見られなかった。

COD の推移と標準化した年平均較差を図 11 に示した。全般に「やや低め～平年並み」の低め基調で推移した。4 月の表層、底層と 6 月の表層と 7 月の底層と 9 月の底層と 12 月表層、底層では「かなり低め」、7 月の表層は「甚だ低め」であった。

クロロフィル a の推移と標準化した年平均較差を図 12 に示した。全般に「やや低め～平年並み」の低め基調で推移した。5 月、8 月の底層は「やや高め」であった。一方 9 月は表層「かなり低め」、底層は「甚だ低め」であった。

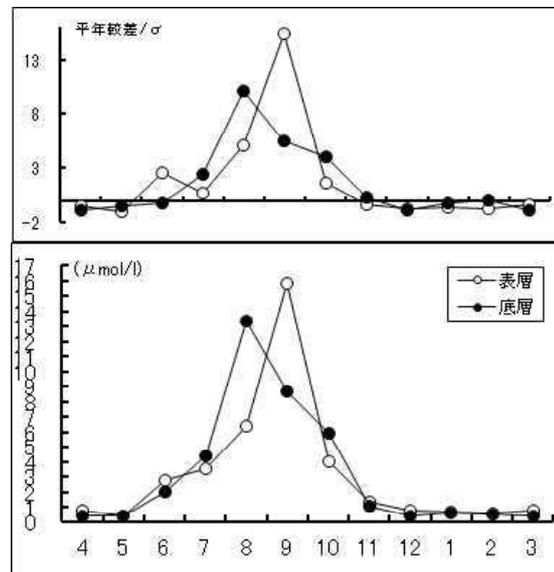


図8 DINの推移と年平均較差

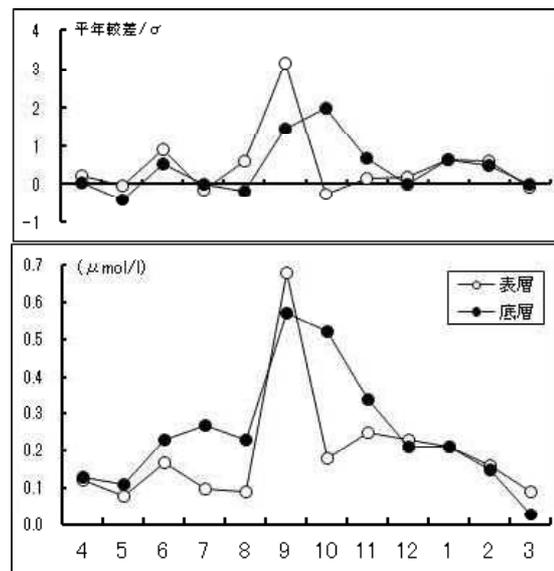


図9 PO<sub>4</sub>-Pの推移と年平均較差

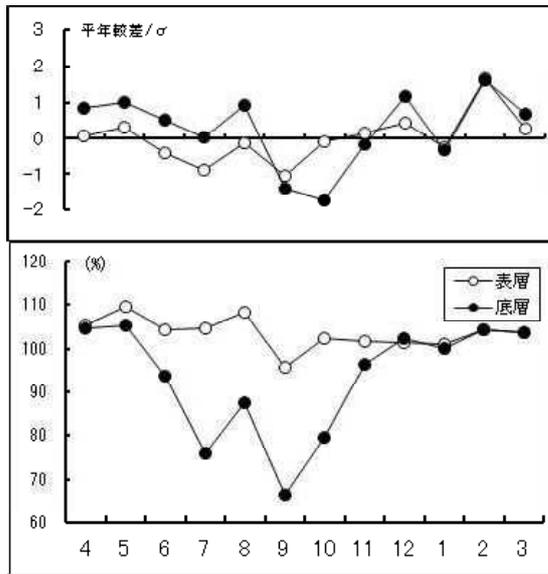


図10 溶存酸素飽和度の推移と平年

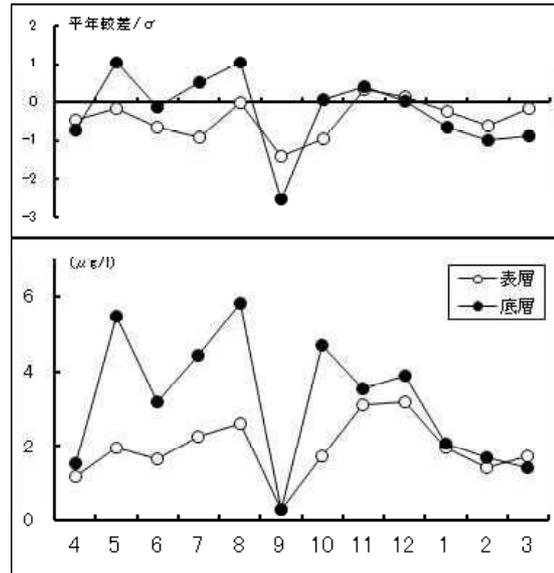


図12 クロロフィルaの推移と平年較差

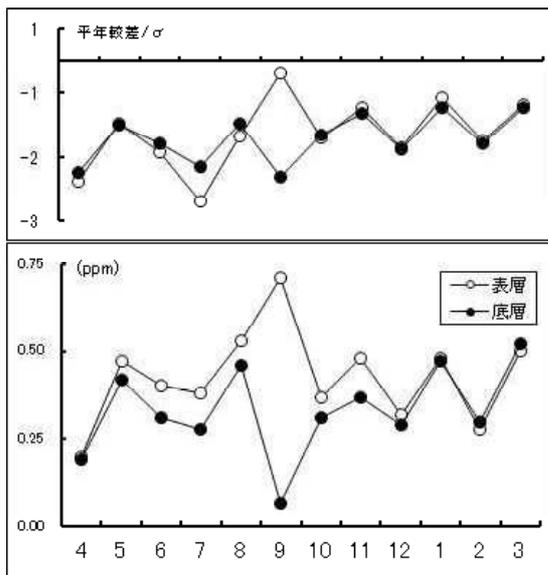


図11 CODの推移と平年較差

文 献

- 1) 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；154-159.
- 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；160-162.
- 3) 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；324-325.

## 資源・環境に関するデータの収集・情報の提供—5

### ノリ養殖安定対策推進事業（情報の提供と技術指導）

斉藤義昭・岩野英樹・並松良美

#### 事業の目的

本事業は、本県ノリ養殖漁家の経営安定をはかるため、気象・海況・養殖技術などについての情報提供や技術指導を行うものである。ここでは、平成25年度漁期の養殖結果をとりまとめるとともに、当チームが行った調査・指導・情報活動等について報告する。

#### 1. 平成25(2013)年度の養殖結果

##### 1) 採苗

採苗は宇佐市は10月11日、中津市は10月17日から開始された。15日から16日にかけて台風が接近し、それまでは平年より2℃ほど高い23～24℃で推移していた水温が、21℃未満となった。二度の台風接近で杭打ちや、採苗開始時期が遅れるなどの影響があった。胞子の放出も初日は少なめの放出であったが、二日目から盛んとなり芽付きが濃くなる網が多かった。

##### 2) 養殖および病害状況

**10月：**葉体の肉眼視は早い網で28日頃からであったが、多くは31日からであった。幼芽の異形化などは見られなかったが、目つきが濃い網が多いためか月末から珪藻の付着が目立ち、軽度の芽いたみが見られた。

**11月：**水温は中旬以降低めで推移した。平年と比べ2℃ほど低い水温が頻繁に観測された。中津、宇佐ともに2次芽の放出、着生も良好であったが、ノリ芽の伸びは悪く、色調は浅めで、引き続き珪藻の付着や芽イタミが目立った。中津で18日、宇佐で28日から冷凍入庫が開始され、ピークは中津では21日、23日までには完了した。宇佐では30日までには完了した。入庫枚数は中津777枚、宇佐58枚であった。21日頃に中津でバリカン症状が確認された。テレホンサービスで、ノリ網を沈ませる、ネットをかけるなどの対策を指導した。その後、バリカン症は拡大せず大きな被害はなかった。

**12月：**水温は低めで推移した。特に11日以降は10

℃を下回る日が続いた。このため伸びは悪かった。2日から始まった生産も、色の浅いノリが多く、C系統を始め本等級以外の製品が多かった。しかし、下旬には時化などで栄養塩が回復し、色も回復した。また、赤ぐされ病が確認されず、低水温ということもあり、冷凍網の出庫はなかった。

**1月以降：**1月末から2月上旬にかけて、激しい色落ちが発生したが、その後時化が続いたため一週間ほどで回復した。1月14日以降冷凍網の出庫が行われた。当初は水温が低く伸びが悪かったが、1月末から2月上旬の高水温で伸び足が付き、その後時化によりまずまずの製品の生産ができたが、栄養塩の回復とともに赤ぐされ病が発生したため3月中旬に生産終了となった。

##### 3) 乾ノリ共販結果

本年度の乾ノリ共販結果を表1に、過去15年間の概要を表2に示した。

今漁期は福岡市で計9回の共販が実施されたが、本県の出品は7回であった。生産枚数515万枚（対前年比78%）、生産金額2,666万円（同65%）、平均単価5円18銭（同99銭安）、1経営体あたりの生産金額は157万円（同58万円減）であった。生産枚数、生産金額ともに昨年を下回り過去15年で最低の数字となった。結果、1経営体あたりの生産金額も160万円に届かず、低調な結果であった。

#### 2. 気象・海況

##### 1) 水温

図1に高田港先端における水温の推移を示した。

**9月：**上旬は低めで推移したが、中旬以降は平年並みから高めで推移した。

**10月：**月を通してやや高め～高めで推移した。

**11月：**上旬は高めで推移したが、中旬以降は平年並みから低めで推移した。

**12月：**月を通して平年より1～2℃低めで推移した。

**1月以降：**平年並みからやや高めで推移したが、1月末から2月始めにかけてはかなり高めであった。

表1 平成25年度乾ノリ共販結果〔上段：枚数（枚）、中段：金額（円）、下段：単価（円）〕

漁協名	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	1~9回	前年度累計	対前年比
文所名等	H25.12.11	H25.12.24	H26.1.13	H26.1.29	H26.2.12	H26.2.20	H26.3.12	H26.3.27	H26.4.10	累計	1~9回	(%)
中津市 小浜①										0	0	0
中津市 小浜②	出	487,000 1,921,365 3.95	508,000 2,250,319 4.43	406,000 1,785,269 4.40	82,000 405,093 4.95	819,700 3,652,293 4.46	729,900 4,194,450 5.75	395,400 2,207,815 5.59	出	3,435,000 18,416,804 4.78	4,338,600 28,870,594 6.15	79 62 78
中津市 中津東②			404,800 2,399,149 5.93	441,600 2,504,480 5.87	225,200 1,244,102 5.52	287,100 1,705,732 5.94	245,000 1,635,818 6.69	108,200 756,388 6.99		1,712,000 10,245,664 5.99	1,857,100 12,338,659 6.30	87 83 95
中津市 和田②	品											
											中津東②に含まれる	
中津市 和田②												
宇佐市 柳ヶ浦①											0 0	0 0
宇佐市 長洲②	な										0 0	0 0
宇佐市 和間②											0 0	0 0
杵築市①	し										0 0	0 0
杵築市②											0 0	0 0
大分県 計	0	487,000 1,921,365 3.95	912,800 4,049,465 5.09	847,600 4,289,749 5.06	314,200 1,849,195 5.91	1,108,900 5,358,025 4.84	874,900 5,830,206 6.67	503,600 2,964,203 5.89	0	5,147,000 26,662,268 5.18	8,819,900 40,877,761 6.17	78 68 84

表 2 大分県の乾ノリ共販結果過去15年間の概要

年度	経営 体数	生産枚数 (千枚)	生産金額 (千円)	1経営体あたり 生産金額(千円)
11	81	37,610	263,549	3,254
12	76	36,279	394,283	5,188
13	74	36,796	284,394	3,843
14	71	28,290	152,885	2,153
15	67	10,219	51,397	767
16	57	8,948	47,336	830
17	50	18,963	112,070	2,241
18	42	10,496	63,245	1,506
19	38	9,313	42,453	1,117
20	31	8,794	41,580	1,341
21	27	6,847	36,559	1,354
22	24	7,647	47,749	1,990
23	21	7,003	49,897	2,376
24	19	6,620	40,878	2,151
25	17	5,147	26,662	1,568

2) 比重

図2に高田港先端における比重の推移を示した。

9~12月：多くは21~22の平年並み~やや低めであった。

1月以降：上記同様であった。今漁期も降水量の増加により、一時的な低比重が数回観測された。

3) 降水量

図3および図4に平成25年9月~26年3月までの月別降水量を示した。

9月、10月、2月は両地区で平年を上回ったが、11月~1月は平年を下回った。

4) 栄養塩量（溶存性無機態窒素量、DIN）

図5に高田港先端、中津ノリ漁場および柳ヶ浦における平成25年10月~12月末までの値を示した。

10月：台風の影響からか70ガンマーを超える地点や調査日はあったが、低い値で推移した。

11月：各地点中旬までは70ガンマーを超える日があったが下旬以降は低めで推移した。

12月：中津、高田では70ガンマー以下の低い値で推移した。

図6には、平成6年度以降の漁期前半の高田港DIN値を平均で示した。平成16年度までは100ガンマーを超える年も見られたが、19年度以降はその1/2の50ガンマー程度で推移している。

ノリの色調保持のためには、従来よりも河口域に張り込むなど、漁場の移動も考慮すべきであるが、低比重対策が必要となる。

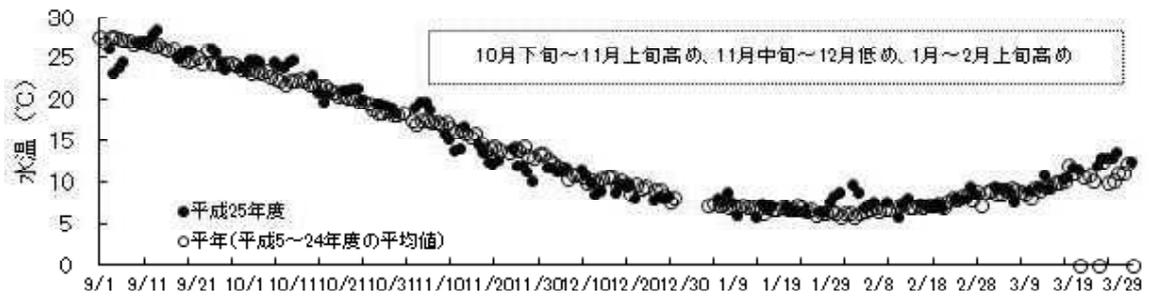


図1 高田港先端の水温 (9月1日~3月31日)



図2 高田港先端の比重 (9月1日~3月31日)

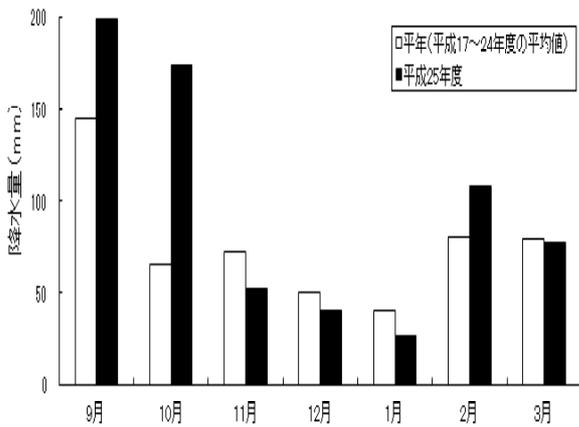


図3 月別降水量 (高田)

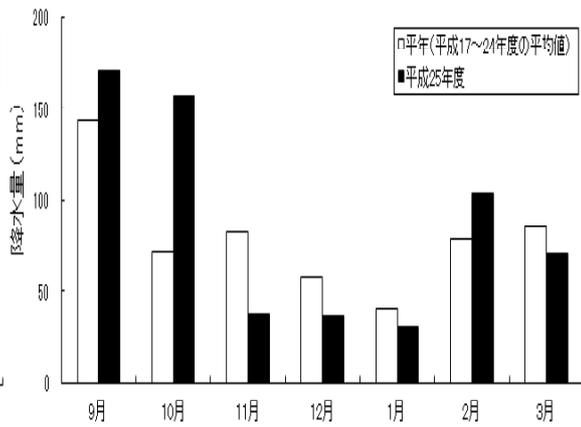


図4 月別降水量 (中津)

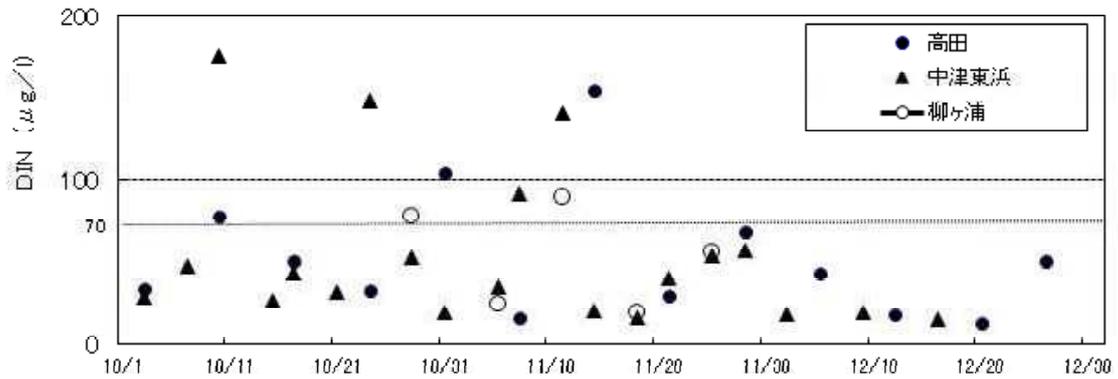


図5 栄養塩量 (DIN) の変化 (10月2日~12月28日)

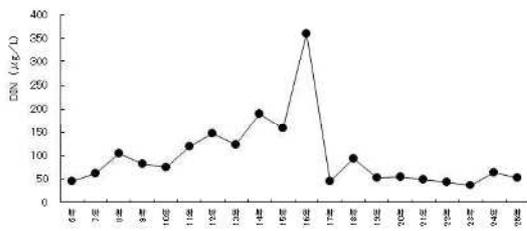


図6 高田港先端の平均栄養塩量の推移  
18年度までは10～1月、19年度以降は10～12月

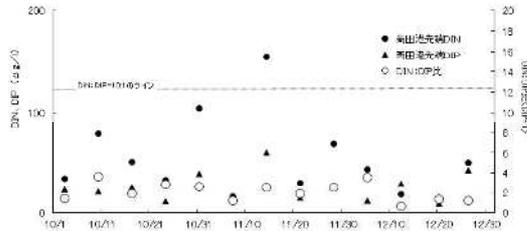


図7 高田港先端のDIN、DIP、DIN:DIP比  
(10月4日～12月28日)

5) DINとDIP

図7に示した。DIPは9.3～45.3µg/l、平均24.0µg/lであった。ノリ養殖にはDIN:DIP=10:1程度が良いと言われるが、採苗期の10月18日以外はなることはなく、N不足が目立っている。

表3 平成25年度月別検査依頼のべ人数

地 区	9月	10月	11月	12月	1月	2月	合計
小 祝	0	12	1	2	0	0	14
西中津	0	5	4	3	0	0	12
東中津	0	9	6	2	0	0	17
和 田	0	5	7	3	0	0	15
中津市(計)	(0)	(31)	(18)	(10)	(0)	(0)	(59)
柳ヶ浦	0	4	6	4	0	1	15
和 間	0	6	5	3	0	0	14
宇佐市(計)	(0)	(10)	(11)	(7)	(0)	(1)	(29)
合 計	0	41	29	17	0	1	88

3. 情報活動

1) テレホンサービス

平成25年10月3日から平成25年12月31日までの間、気象・海況・養殖管理・病害発生状況や対策などの情報を第25号まで発信した。また、DIN(溶存性無機態窒素量)の分析結果は採水日の翌日に速報した。今漁期の利用回数のはのべ207回、1日平均2.3回であった。

2) ノリ病害情報の発行

12月13日に中津での赤ぐされ病発生時に、FAXノリ病害情報を発行した。

3) 検査及び指導

漁期中には各地の種糸提供者をはじめ依頼者からの種糸を検鏡し、芽付きの確認や病害の有無を判断するとともに、現地で幼芽の生育状況や病害発生状況などを調査した。これらの結果は協議会会員を通じ生産者へ速やかに連絡した。月別地区別の検査依頼人数は表3に示した。検査依頼人数のはのべ88人であった。

# 有害赤潮・貝毒プランクトン調査ー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」（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な調査を実施し、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。

### 事業の結果

#### 1. 有害プランクトンの出現状況

##### 1) *Karenia mikimotoi*

周防灘は、7月中旬から8月上旬にかけて、一部の定点で1.0細胞/mlの低密度で確認された。広島湾は、

7月中旬に4.0細胞/ml、8月中旬に最大で173.0細胞/ml確認された。豊後水道・別府湾は、7月下旬から8月上旬にかけて、別府湾と愛媛県海域の一部で1.0細胞/mlの低密度で確認された。

##### 2) *Cochlodinium polykrikoides*

周防灘は、7月上旬に0.2細胞/ml、8月上旬に最大で13.0細胞/ml確認された。広島湾は確認されなかった。豊後水道・別府湾は、7月中旬に別府湾の一部で1.0細胞/ml確認された。

##### 3) *Chattonella* spp. (*C. antiqua* + *C. marina*)

周防灘は、6月下旬に3.0細胞/ml、7月上旬に灘中央部において最大29.0細胞/ml確認された。広島湾は、7月中旬に4.0細胞/ml、8月中旬に最大55.0細胞/ml確認された。豊後水道・別府湾は、6月中旬に別府湾の一部で1.0細胞/ml確認された。

##### 4) *Heterosigma akashiwo*

周防灘は、6月中旬に南部沿岸の1定点で26.0細胞/ml確認された。広島湾は、6月中旬に最大2.0細胞/ml、7月中旬に1.0細胞/ml確認された。豊後水道・別府湾は、6月下旬から8月上旬にかけて1.0～8.0細胞/ml確認された

##### 5) 珪藻類

周防灘（代表3点）は、1～2,908細胞/ml、広島湾は、70～11,300細胞/ml、豊後水道・別府湾（代表4点及び宮崎県3点）は、1～7,000細胞/mlの範囲で確認された。鉛直平均値は、周防灘で7月上旬と8月に1,000細胞/ml程度のピークを示し、広島湾で6月中旬から8月中旬まで1,000細胞/ml以上で推移した。豊後水道・別府湾海域は、7月中旬と8月上旬に1,000細胞/ml程度のピークを示した。

### 2. 環境要因

#### 1) 水温

周防灘及び広島湾の5m層は、19.7～30.0℃、18.7～26.7℃、豊後水道・別府湾の10m層は、18.9～27.3℃の範囲で観測された。

#### 2) 塩分

周防灘及び広島湾の5m層は、28.7～33.0、29.8～32.9、豊後水道・別府湾の10m層は、32.5～34.3の範囲で観測された。全点平均値は、周防灘、別府湾で7月上旬から中旬にかけて31を下回る値が観測された。

### 3) 栄養塩 (DIN)

周防灘(代表3点)は、山口県がND~4.6 $\mu$ M、福岡県が0.1~2.4 $\mu$ M、大分県が0.2~9.14 $\mu$ Mであった。また、広島湾は、ND~31.2  $\mu$ M、豊後水道・別府湾は、大分県がND~1.25 $\mu$ M、愛媛県が0.1~3.3 $\mu$ M、宮崎県がND~2.7 $\mu$ Mの範囲で観測された。鉛直平均値は、周防灘と豊後水道・別府湾が2 $\mu$ M以下で、広島湾が6月下旬から7月中旬まで3~5  $\mu$ M程度のやや高い値であった。

### 4) 栄養塩 (PO<sub>4</sub>-P)

周防灘(代表3点)は、山口県がND~0.30 $\mu$ M、福岡県がND~0.13 $\mu$ M、大分県が0.05~0.33 $\mu$ Mであった。また、広島湾は、0.02~1.43 $\mu$ M、豊後水道・別府湾は、大分県が0.02~0.21 $\mu$ M、愛媛県がND~0.12 $\mu$ M、宮崎県が0.03~0.33 $\mu$ Mの範囲で観測された。

鉛直平均値は、周防灘と豊後水道・別府湾が0.1~0.2 $\mu$ Mで、広島湾が6月下旬に0.4 $\mu$ Mとやや高い値であった。

### 5) 鉛直安定度(成層の発達度)

周防灘は、山口県が0.1~27.4 ( $\times 10^{-5}$ )、福岡県が2.3~41.0 ( $\times 10^{-5}$ )、大分県が9.1~38.4 ( $\times 10^{-5}$ )であった。また、広島湾は、8.2~106.2 ( $\times 10^{-5}$ )であった。全点平均値は、周防灘が20前後の値で推移したが、広島湾では、7月中旬から8月下旬に60前後の高い値を示した。

### 6) 溶存酸素濃度

溶存酸素濃度の最低値は、山口県が4.3~5.5ml/l、福岡県が1.4~5.4ml/l、大分県が1.8~5.6ml/l、広島湾が1.4~10.5ml/lの範囲で観測された。本年度は、周防灘南西部海域において、著しく低い値が観測され、貧酸素とされる2.5ml/lは、山口県海域を除く周防灘西部と広島湾奥部で7月中旬から8月下旬にかけて観測された。

### 6) 降水量と日照時間

6月、7月の降水量は、行橋市(周防灘)が平年の119%、56%、広島市(広島湾)が平年の134%、68%、宇和島市(豊後水道・別府湾)が平年の67%、23%であり、7月は3海域ともに平年を大きく下回った。日照時間は、3海域ともに6月は平年を下回り(67~87%)、7月は平年を上回った(114~131%)。

## 3. カレニア・ミキモトイ高感度監視調査

*Karenia mikimotoi*, *Cochlodinium polykrikoides*, *Chattonella spp.* (*C.antiqua* + *C.marina*), *Heterosigma akashiwo* が時期特異的に検出され、特に、検鏡計数では確認できない赤潮発生前の5月中旬から6月中旬、冬季の1月において各プランクトンの存在を確認した。測定期間全体を通じて、高感度検出は、プランクトンの出現及び、分布・分散において、検鏡

計数と同様の傾向が認められた。高感度検出は、検鏡計数よりも低密度のプランクトンを検出でき、長期、中期的な予測を行う上で、本調査の有効性が示された。また、1月の調査において、山口県、福岡県、大分県、愛媛県で*K.mikimotoi*が確認されており、平成26年の本種赤潮の発生に注視する必要性が強く支持された。

## 考 察

調査期間中、調査海域の沿岸部において、*K.mikimotoi*赤潮が2件、*C.polykrikoides*赤潮が5件、*Chattonella spp.* (*C.antiqua* + *C.marina*)赤潮が3件、*H.akashiwo*赤潮が9件発生し、漁業被害は、4月下旬から5月下旬に*C.polykrikoides*赤潮で愛媛県と大分県、5月下旬に*H.akashiwo*赤潮で福岡県、7月中旬から8月中旬に*K.mikimotoi*赤潮で大分県に発生した。*K.mikimotoi*赤潮は、2012年の様な広範囲な分布は確認されなかった。

### 1. 気象条件と漁場環境

本年度は、昨年度と同様に、周防灘及び広島湾海域において6月中旬から7月上旬にまとまった降雨があり、同時期の日照時間も平年を下回った。しかし、昨年度に比較してその割合は低く、これにより昨年度、周防灘において7月上旬から8月中旬まで長期にわたって継続した31を下回る低塩分環境が観測されず、また、鉛直安定度も昨年度に比較して低い値で安定しており、貧酸素水塊の観測地点も昨年に比べ少ないことから、成層の発達が弱かった。

一方、豊後水道・別府湾海域では、同時期、昨年をやや下回る降水量であったが、日照時間もほぼ平年並みで推移した。愛媛県水産研究センター地先の水温変動によると、本年度は昨年度に比べ、7月には底入り潮の影響とみられる水温低下や8月以降に周期的に起こった急潮による水温上昇が見られ、黒潮系水の流入に伴う海水交換が活発であったことが示唆された。

### 2. 珪藻細胞密度と有害プランクトン出現状況との関係

周防灘の全珪藻類は、6月下旬から8月上旬まで400~1,000細胞/mlの比較的高い値が継続した。一方、有害赤潮プランクトンは、珪藻類の増減にかかわらず比較的低調に推移した。

豊後水道愛媛県海域の全珪藻類は、調査期間を通じて、20~1,800細胞/mlと大きく変動したが、これは、黒潮系水の流入によるものと考えられる。本年

度は、前述のとおり海水交換が良好で、日照不足もなかったことから、珪藻類が優占したものと考えられた。

### 3. カレニア・ミキモトイの分布指標と最高細胞密度の関係

6～8月の最高細胞密度と分布指標（遊泳細胞が出現した定点数／全調査点×100）が周防灘の*K.mikimotoi*赤潮の発生予察指標になる可能性が2010年度の本事業で報告されている。広域赤潮発生年（最高細胞密度1,000細胞/ml以上）である2006、2008、2012年度について当てはめると、2006、2008年度は、6月中下旬の最高密度が10細胞/ml以上で、かつ分布指標が75%以上、同様に2012年度は、44細胞/ml、58.8%であり、非広域発生年と比べ、高い値であった。

本年度は、広域発生が無く、6月中下旬の最高密度、分布指標ともに0であり、本指標による予察の有効性が確認された。

### 4. 有害赤潮発生・非発生と気象条件・海洋環境との関係

渦鞭毛藻の赤潮形成には、水塊の鉛直安定度の増加が寄与していることが知られている<sup>1)</sup>。また、1985～1987年に実施した山口による調査<sup>2)</sup>では、周防灘における*K.mikimotoi*の大規模赤潮は6月下旬の灘全体に分布している栄養細胞がシードポピュレーションとして寄与していることが報告されている。

広域赤潮が発生した昨年度と、発生しなかった本年度を比較すると、昨年度は周防灘において、6月中旬に最大で44細胞/mlが確認され、6月中旬から7月中旬にかけて平年を上回る降雨がもたらした低塩分と7月下旬の日射量の回復並びに水温上昇、さらに発生初期の貧酸素水塊の発生と鉛直安定度から推

察される成層強化が本種の大増殖に影響したと考えられた。

本年度は、栄養細胞の初確認が7月上旬と遅かったこと、初観測された7月中旬は、日射量の強い日が続き、塩分低下が小さかったため成層の発達が弱かったことなどが、大規模赤潮の発生には至らなかった要因として考えられた。

一方、別府湾・豊後水道では、黒潮系水の流入（急潮や底入り潮）が赤潮の消長に寄与することが報告されている<sup>3)</sup>。当該海域に広域赤潮が発生した昨年度と発生しなかった本年度を海況の違いから考察すると、7月に明瞭な水温変化が確認されなかった昨年度に対して、本年度は、7月に底入り潮の影響とみられる水温低下が確認され、8月以降は、急潮による周期的な水温変化が起こっていた。本年度は、昨年度に比べ海水交換が良好であったことが、赤潮の大規模発生の阻害要因となった可能性がある。

## 文 献

- 1) Polligher, U. and E. Zemel, 1981 :In situ and experimental evidence of the influence of turbulence on cell division processes of *Peridinium cinctum* forma *westii* (Lemm.) Lefevre. Br. Phycol. J., 16, 281-287
- 2) 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.
- 3) 兼田淳史他 2010:2007年宇和海上波湾における有害渦鞭毛藻*Karenia mikimotoi*赤潮の底入り潮の発生による消滅. 水産海洋研究 74. 167-175.

## 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・斉藤義昭

### 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 5 定点において、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。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。

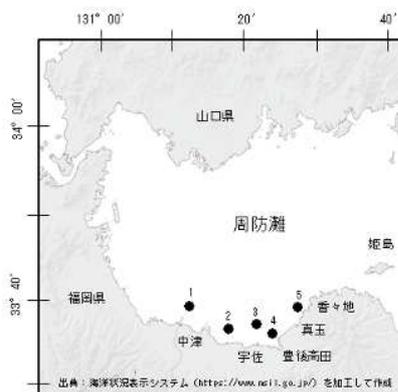


図1 調査定点図

さらに、11 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 *Karenia 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	（日本測地系）		（該当する浅海定線調査定点）
		北緯	東経	
	St.1	33° 39'	131° 12'	(St. 5)
	St.2	33° 37'	131° 18'	(St.16)
	St.3	33° 36'	131° 22'	(St.11)
	St.4	33° 36'	131° 28'	(St.19)
	St.5	33° 38'	131° 28'	(St.12)
調査 月 日 と 調査 項目 ・ 内容	月/日	調査項目		調査内容
	5/7 5/21 6/4 6/17 7/1 7/11 7/26 8/5 8/19 9/2	気象・海象		天候、雲量、風向、風力、透明度、水色、水温、塩分
		水質		溶存酸素、NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、PO <sub>4</sub> -P、クロロフィル-a
		プランクトン出現量		採水によるサンプリング
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

2013 年に発生した赤潮は、表 2 のとおり 4 件であり、内訳は *Heterosigma akashiwo* が 2 件（別府湾 2 件）、*Chattonella* 属が 1 件（周防灘）、*Cheatoceeros sp* が 1 件（別府湾）であり、漁業被害は無かった。

また、公式記録にはしていないが、姫島北浦漁港で 8 月 27 日～ 9 月 3 日の間に、*Nitzschia sp.*（195,840 細胞/ml）による珪藻赤潮、高田港で 8 月 30 日～ 9 月 2 日の間に、*Thalassiosira sp.*（288,000 細胞/ml）による珪藻赤潮が発生した。

表2 2013年の赤潮発生状況

発症 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	備考
	発生日	～	終日	海域	地名等				
1	5月14日	～	6月18日	35	別府湾 島田川河口、宇佐ヒコヤ一、日田川	<i>Heterosigma akashiwo</i>	288,000	無し	青色有り
2	6月4日	～	6月18日	15	別府湾 佐賀瀬地先	<i>Heterosigma akashiwo</i>	7,000	無し	
3	7月1日	～	7月11日	10	別府湾 宇津宮倉庫沖、豊後美田の沖	<i>Chattonella</i> 属	25	無し	
4	8月21日	～	8月25日	15	別府湾 日田野天神漁港	<i>Cheatoceeros sp.</i>	38,560	無し	青色有り

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と気象を、図3に海況の経過を示した。

1) *Heterosigma akashiwo*

*Heterosigma akashiwo* は、5月7日に初めて確認(5細胞/ml)され、6月4日に10細胞/ml、6月17日に25細胞/mlまで増加したが、それ以降確認されなくなった。

2) *Karenia mikimotoi*

*Karenia mikimotoi* 赤潮の非発生年であった本年は、本種遊泳細胞の初確認が遅く7月26日であり(赤潮発生年であった昨年は、生海水で5月1日に1.33細胞/ml、濃縮海水で4月12日に確認)、この時確認された1細胞/mlが最高密度であり、それ以降、本種遊泳細胞は確認されなかった。

3) *Chattonella* spp.

*Chattonella* 属は、5月7日に初めて確認(1細胞/ml)され、7月1日に16細胞/mlまで増加した後、7月26日には確認されなくなった。

4) その他有害プランクトン

*Cochlodinium polykrikoides* が7月11日、26日に確認された(最高密度2細胞/ml)。

*Pseudochattonella verruculosa* が5月7日、21日に確認された(最高密度30細胞/ml)。

*Chattonella globosa* が5月7日、21日に確認された(最高密度42細胞/ml)。

5) 珪藻類

珪藻類は、7月1日、8月5日に1,000細胞/mlを越えて確認(1740細胞/ml、1720細胞/ml)され、*Cheatoceros* 類が優占種であった。

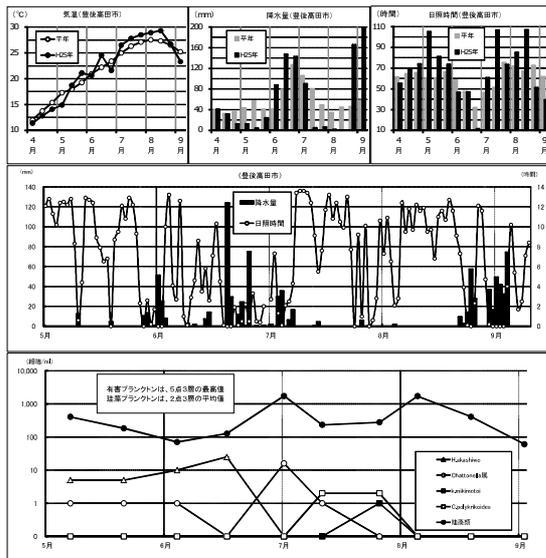


図2 有害赤潮プランクトン等の出現状況と気象

3. 気象・海況等の特徴

1) 気象

気温は、5月下旬、6月中旬が「かなり高め」、「甚だ高め」、6月下旬が「やや低め」、7月上旬～8月中旬が「かなり高め」～「やや高め」であった。

降水量は、6月～7月上旬が88.0～147.5mmで「平年並み」～「やや多め」、梅雨明け後の7月中旬～8月中旬が、0～6.5mmで「やや少なめ」、8月下旬～9月上旬が165.5mm、198.5mmで「甚だ多め」であった。

日照時間は、6月が「やや短め」、7月が「やや長め」で、特に7月中旬は、「甚だ長め」であった。

2) 海況

水温は、6月上旬、7月上旬が「全般に低め」、7月中旬～8月が「全般に高め」であった。8月5日には、Stn1、Stn5の8～10m付近で顕著な水温成層が認められた。

塩分は、「全般に高め」傾向であったが、7月中旬、9月上旬に30PSUを下回った。透明度は、「全般に高め」傾向であったが、9月上旬は降水の影響による海水の濁りで3mまで低下した。

表層塩分の低下は著しくなく、鉛直安定度は、3.38～38.39の範囲で推移し100を越える様な値まで増大しなかった。

溶存酸素飽和度は、7月下旬に50%台まで低下し、8月上旬に最低値(36%)を示し、9月上

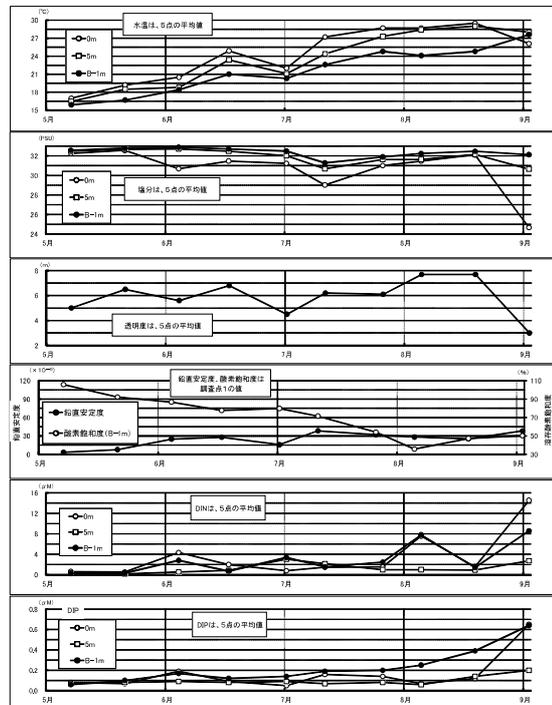


図3 海況の推移

旬まで 50 %以下で推移した。

DIN（表層、底層）は、8 月上旬、9 月上旬で「甚だ高め」、DIP（表層、底層）は 9 月上旬で「かなり高め」であった。9 月上旬の表層栄養塩は、降水の影響を受けて高めとなった。

#### 4. 秋季から冬季の *Karenia mikimotoi* の出現

*Karenia mikimotoi* は、2003 年 11 月～2004 年 3 月の間に、0.002 ～ 3.3 細胞/ml の密度で確認された。

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。

## 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・斉藤義昭

#### 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10調査定点で1～2回/月の頻度で実施した。

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 $\mu$ 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1～5回計数した。

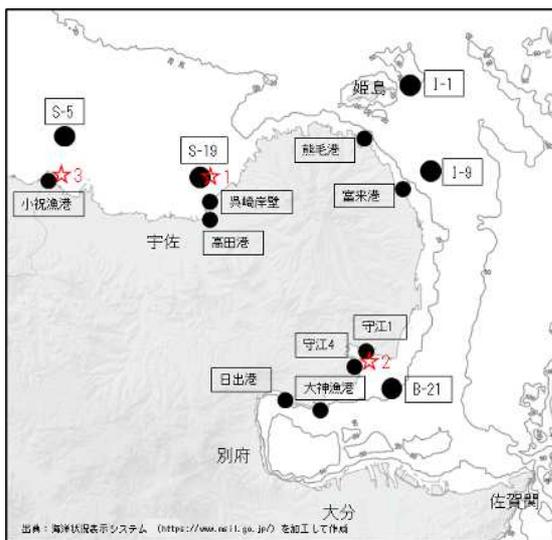


図1 貝毒発生監視調査の定点

- : プランクトン調査定点
- ☆ : 貝毒検査用二枚貝採集地点

#### 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、*Alexandrium tamiyavanichii*、*A. tamarense*が確認された。

*A. tamiyavanichii*の最高密度は、周防灘が、10月1日に豊後高田市沖のStn.19で60細胞/L（水温24.5℃）、伊予灘が11月6日に国東市富来沖のStn9で20細胞/L（水温20.6℃）であった。

*A. tamarense*は、2014年3月11日～4月17日に確認され、最高密度は、4月7日の周防灘（浅海定線調査Stn11）で、300細胞/L（水温11.4℃）であった。

##### 2. 麻痺性貝毒検査

麻痺性貝毒は表1に示したとおり、全ての検体で検出されなかった。なお、表には記載していないが*A. tamarense*を確認中の2014年4月11日に、豊後高田市沖と高田港の蓄養ムラサキイガイをエライザ法にて貝毒検査を行ったが、高田港のサンプルで0.2MU/gが検出された。

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)	可食部中濃度 (g/個)	分析方法
		月	日	曜日	月	日	曜日			
養殖マガキ	高田港	10	3	木	10	8	火	N.D.	8.8	エライザ法
蓄養ムラサキイガイ	高田港	10	3	木	10	8	火	N.D.	6.4	エライザ法
養殖マガキ	高田港	10	3	木	10	10	木	N.D.	6.8	公定法
養殖マガキ	守江湾	10	7	月	10	8	火	N.D.	13.0	エライザ法
養殖マガキ	守江湾	10	7	月	10	10	木	N.D.	13.0	公定法
養殖マガキ	高田港	11	14	木	11	19	火	N.D.	12.4	エライザ法
養殖マガキ	守江湾	11	18	月	11	19	火	N.D.	16.3	エライザ法
天然アサリ	中津市高洲	3	17	月	3	20	木	N.D.	3.3	公定法

#### 今後の留意点

麻痺性貝毒プランクトンの確認は、2010年6月、7月の守江湾周辺海域での*A. catenella*以来3年ぶり

である。過去に、大分県北部海域においても4種 (*G. catenatum*、*A. catenella*、*A. tamarense* 及び *A. 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。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、有毒プランクトンの定期的なモニタリング調査による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

### クルマエビ養殖池を活用したアサリ養殖

田村勇司・片野晋二郎・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。<sup>1)</sup>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。

#### 事業の方法

##### 1. 大型野外水槽試験

管理された池でのアサリ種苗の放流後の状況について知見を得るため、2012 年度に浅海チームの敷地内に設置した 8m×6m×1m の大型野外水槽 2 基 (図 1) で、アサリ稚貝の養殖試験を行った。

2013 年 5 月 20 日に平均殻長 3.4mm のアサリ稚貝を各水槽に 27 万個ずつ池入れし、経過調査を行った。アサリ飼育には、浅海チームで培養したキートセロス *Chaetoceros gracilis* を週 2 回程度与え、8 月頃からバブロバ *Pavlova lutheri* を混合して与えた。

また、成長、生残を調べるため、水槽の 8 カ所 (図 1 の A-1 から B-4) で 20cm×20cm の枠取り採集を行った。

##### 2. 姫島クルマエビ養殖場に放流したアサリの追跡調査

2012 年 9 月 6 日に平均殻長 0.74mm のアサリ着底稚貝 476 万個と平均殻長 5mm のアサリ稚貝 162,000 個を、姫島村のクルマエビ養殖池 (岩盤 2 号池: 7,700m<sup>2</sup>) (図 2) に放流した。また、2013 年 3 月 26 日に平均殻長 1mm のアサリ着底稚貝を 400 万貝を同じクルマエビ養殖池に放流した (表 1)。各放流を行った池内の場所は図 2 のとおりである。図 2 の③区のみ、放流した場所を示すために 4 カ所にブイを取り付けた。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岩盤 2 号池へ給水している。

放流後、4 月、5 月、7 月、8 月、11 月、3 月の 6 回、成長、生残等を調べるため、放流を行った各区で枠取り (20cm × 20cm)、コアサンプラー (内径 6cm) による採取を潜水により行った。コアサンプラーで採取したサンプルは、(有)生物生態研究社へ送付して 10mm 以下のアサリ稚貝の計数を委託した。

表 2 に各回の調査方法を示したとおり、アサリの成長等に応じて採取場所等を変更した。

また、7 月の調査時に③区のブイを取り付けた池の底に水温データロガー (onset 社) を設置して 1 時間毎の水温を測定した。

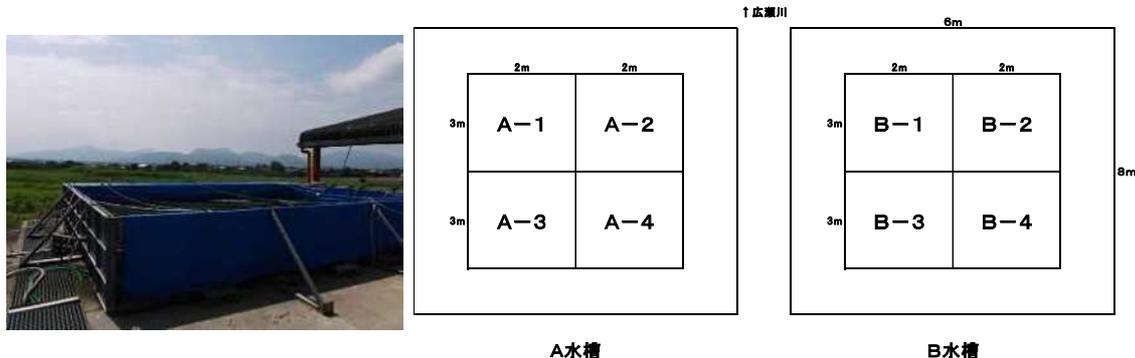


図 1 大規模野外水槽

\*東部振興局農山漁村振興部水産班

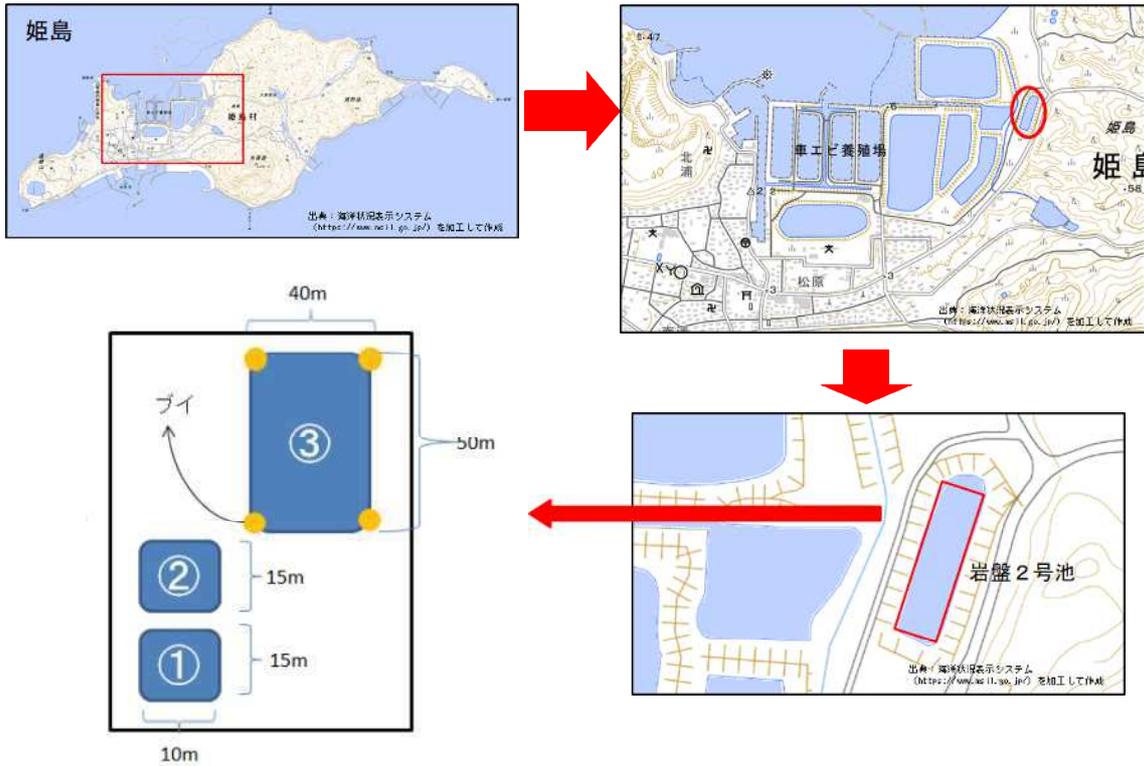


図 2 姫島岩盤 2 号池の位置とアサリ放流場所

表 1 姫島岩盤 2 号池に放流したアサリ稚貝の概要

放流日	放流個体数(千個)	平均殻長(mm)	池内の放流位置
2012/9/6	4,760	0.74	①
2012/9/6	162	5.00	②
2013/3/26	4,000	1.00	③

表 2 姫島クルマエビ養殖池での調査方法

調査日	各区の調査方法		
	①区	②区	③区
1 4月15日	図1の①内の12点で枠取り採集	図1の②内の13点で枠取り採集	図1の③内の6点でコアサンブラー採集
2 5月16日	図1の①内の12点で枠取り採集	図1の②内の13点で枠取り採集	図1の③内の4点でコアサンブラー採集、3点で枠取り採集
3 7月3日	①区のアサリが少なくなったので、①、②区を合わせて採集個数が多かった②区の点で枠取り採集		図1の③内の6点でコアサンブラー採集、6点で枠取り採集
4 8月7日	前回同様に、①、②区を合わせて採集個数が多かった②区の点で枠取り採集		③区内を12区画に分けて、それぞれで枠取り採集とコアサンブラー採集
5 11月28日	前回同様に、①、②区を合わせて採集個数が多かった②区の点で枠取り採集		③区内を12区画に分けて、それぞれで枠取り採集とコアサンブラー採集
6 3月24日	①区、②区のそれぞれ1カ所で枠取り採集		③区内の12区画で枠取り採集

養殖池に放流したアサリは、池の水を抜いて 2014 年 3 月 24 日から 4 日間で手掘りにより回収した。

## 事業の結果

### 3. 姫島でのアサリ種苗生産指導

姫島クルマエビ養殖株式会社でアサリ種苗生産の現地指導を 6 月～3 月にかけて 20 回行った。

### 1. 大型野外水槽試験

図 3 に A 水槽と B 水槽の生残割合の推移を、図 4

に殻長の推移を示した。A水槽、B水槽で成長に大きな差は見られなかったが、試験開始から1ヶ月余りでA水槽は生残が急激に低下して0.23になった。B水槽も7月には0.32まで低下し、その後、各水槽とも緩やかに低下していき、3月には0.1程度になった。

成長は当初良かったものの、夏季に停滞して、3月までの平均成長速度が0.03mm/日と昨年度の試験

結果に比べてかなり悪かった。これは昨年度に比べて試験期間が長く、冬季に餌が不足していたことが考えられる。

図5は各水槽のアサリ殻長組成の推移を示したものである。この図から、飼育期間中に成長の早いものと遅いものに分かれていき、殻長の分布範囲が広まっていつていることがわかる。成長の遅いアサリは10ヶ月飼育してもあまり成長していなかった。

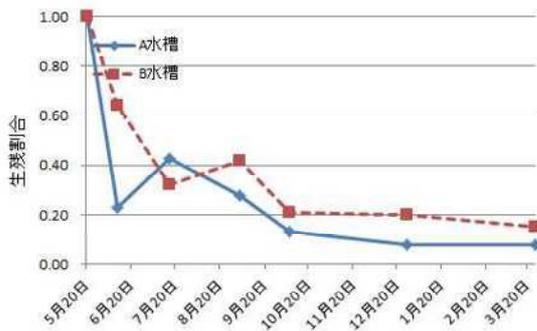


図3 大型野外水槽のアサリ生残割合の推移

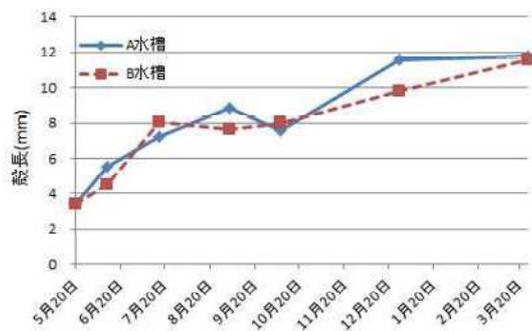


図4 大型野外水槽のアサリ殻長の推移

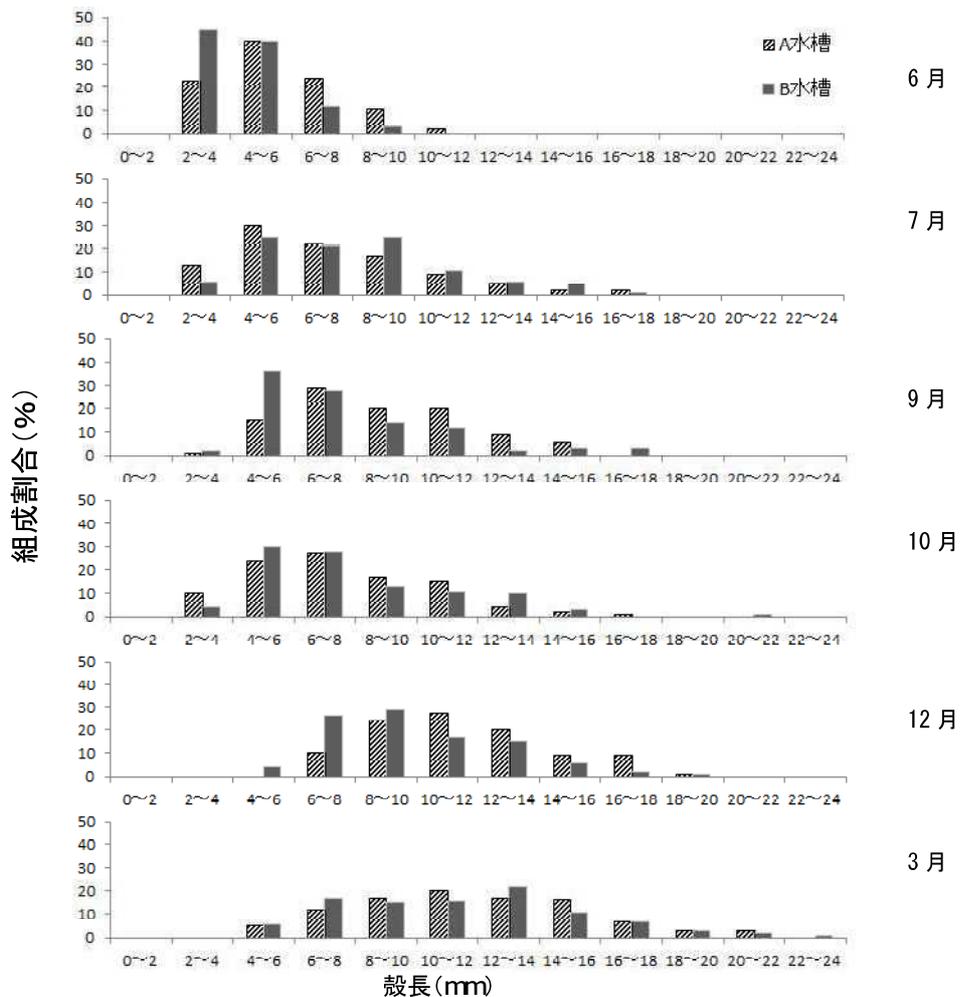


図5 大型野外水槽のアサリ殻長組成の推移

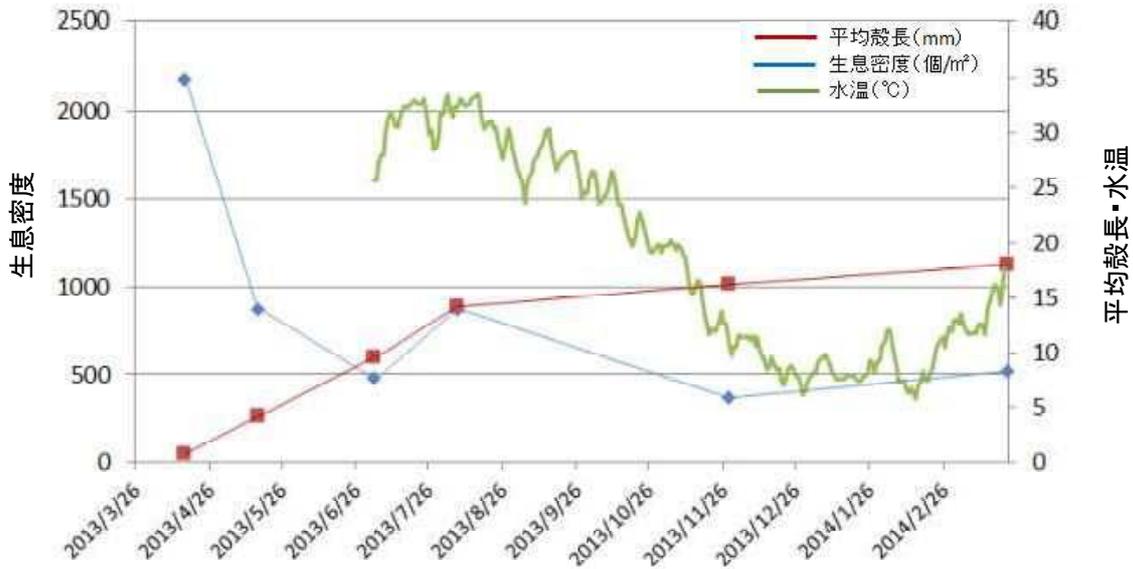


図 6 養殖池の③区に放流したアサリの平均殻長、生息密度の推移と水温の推移

2. 姫島クルマエビ養殖場に放流したアサリの追跡調査

2013年3月26日に養殖池の③の位置に放流したアサリ（③区）の平均殻長、生息密度と養殖池の水温の推移を図6に示した。

7月までは成長は良かったが、その後成長が横ばいとなった。また、生息密度の推移をみると、大規模野外水槽での飼育結果と同様に、7月までに生残割合が20%程度まで減少し、8月以降も暫く減少が続いていた。

養殖池の水温は夏季に30℃を超える時期があった。

図7に5月～11月の③区アサリの殻長組成の推移を示した。8月までは成長が見られるが、8月以降は殻長20mm以上のアサリが増えていなかった。

11月28日の調査で養殖池の表層水を採水して検鏡した結果、表3のとおり珪藻類が少なかった。このため、餌が不足していたことで成長も良くなかったと考えられた。

また、2012年9月に養殖池の①、②の位置に放流したアサリ（①、②区）の平均殻長の推移は図8のとおりで、③区と同様8月以降の成長が悪かった。調査期間中（4/15～3/24）の成長速度は、①、②区は0.015mm/日、③区が0.05mm/日であった。5月～3月の成長速度を大規模野外水槽の結果と比較すると、③区は大規模野外水槽より成長速度は大きかった。

以上から、殻長5mm以下の時期のへい死を極力減らし、夏季以降の餌不足を解消することが必要であると考えられた。

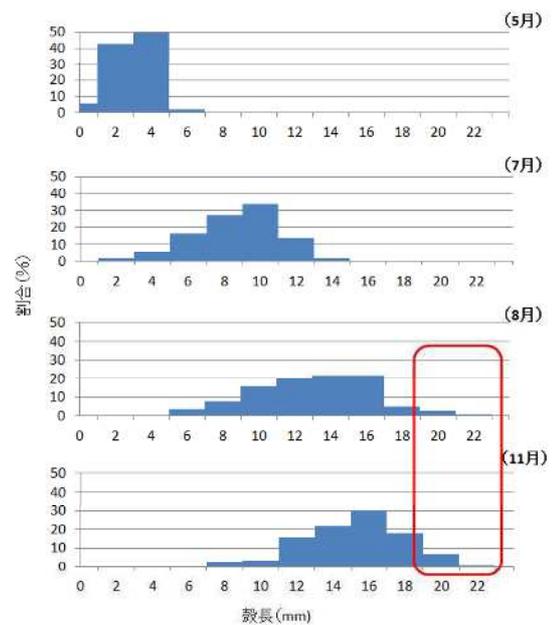


図 7 ③区のアサリ殻長組成の推移

表 3 11月の養殖池のプランクトン組成

プランクトン種名	細胞数(cells/ml)
<i>Licmophora.sp</i>	5
<i>Nitzschia spp.</i>	2
その他珪藻類	9
合計	16

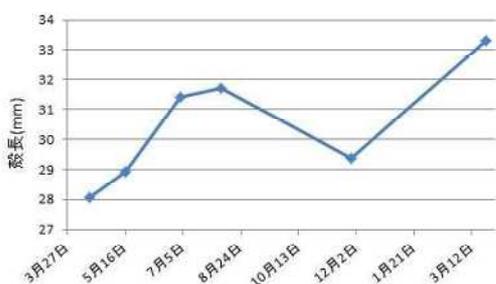


図8 ①、②区のアサリ平均殻長の推移

調査で採取したアサリの成熟度を表4の基準に従って測定した結果を図9に示した。生殖腺が確認された熟度0.5以上のアサリの割合は、この期間70%以上であった。生殖腺が確認された割合が最も高かったのは7月で、熟度1の割合が最も高かったのは4月であった。

次にアサリの肥満度を以下の式で求めて、採集したアサリの肥満度の推移を図10に示した。

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

4月、8月、3月は直接測定していなかったため、殻高、殻幅、軟体部重量を推定式に当てはめて算出して肥満度を求めた。11月まで低下して3月には前年と同程度まで肥満度が回復していた。ただし、③区に多かった殻長20mm以下のアサリについては、この式で肥満度を算出すると大きく見積もってしまうため、今回用いていない。

### 3. 養殖池に放流したアサリの取り上げ

2014年3月24日に図2の③区のうち、10m×28mの範囲を手掘りで採集して、その範囲のアサリを全て回収した。また、翌日から3日間かけて残りの範囲のアサリを手掘りで回収した。このとき、③区の面積を測定しなおした。

図11にアサリを回収した範囲と、調査で枠取り採集した範囲および採集個数を示した。3月24日に回収した範囲は、取り残しの割合を調べるため、回収後に3名が50cm×50cmの枠内をそれぞれが4枠分掘って、取り残しのアサリを全て採集した。

③区で3月24日から27日までに回収したアサリの重量は327kgであった。

以上より、③区全体のアサリの重量を以下のようにして算出した。

取り残し割合を調べるため回収したアサリの重量を  $w$  (kg) とすれば、枠取りの面積は  $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 4\text{回} \times 3\text{人} = 3\text{m}^2$  なので、 $1\text{m}^2$  あたりの取り残し重量は  $w/3$  (kg) となる。③区を  $S$  ( $\text{m}^2$ ) とすれ

ば、 $S \times w/3$  が③区全体で取り残したアサリの重量となる。③区全体で手掘りで回収したアサリの重量を  $W$  (kg) とすれば、③区全体のアサリの重量は、 $W + (S \times w/3)$  (kg) である。

$w=0.281\text{kg}$ 、 $W=327\text{kg}$ 、 $S = 37\text{m} \times 67\text{m}=2,479\text{m}^2$  から、③区アサリ重量は約559kgとなる。

図11の採集個数をみると、3/24に回収を行った色づけた部分は、採取個体数が偏って集まっている。採集した12の区画の平均採集数は21個だが、3/24に回収を行った区画では1区画の採集数が42個と平均採集数の倍であった。

そこで、算出した取り残し個数も倍であるとすれば、 $W + S \times \{(w/3)/2\}$  (kg) となるので、③区アサリ重量は443kgとなる。

採取した③区のアサリの平均重量は1.2gだったので、回収個数は  $443\text{kg} \div 1.2\text{g} = \text{約} 37\text{万個}$  である。

放流数は400万個だったので、生残率は  $37\text{万} \div 400\text{万} = \text{約} 9\%$  となる。

### 今後の課題

使われていないクルマエビ養殖池でアサリ養殖が可能か検討した結果、1mmで放流したアサリは1年後に平均殻長20mm弱に成長し放流数の9%を回収することができた。

しかし、5mm以下の時期に大量にへい死し、夏季以降の成長が悪いことがわかったので、今後は、初期の減耗低下と夏季以降の成長をよくする技術開発が求められる。

適正な放流密度や餌料環境の保持をすることで、殻長30mmのアサリを  $5\text{kg}/\text{m}^2$  生産できる養殖技術の確立を最終目標としたい。

また、養殖したアサリをクルマエビ養殖池から効率的に回収する方法も検討する必要がある。

### 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.

表 4 アサリの熟度基準

熟度	生殖腺	
	色	状態
1	濃い乳白色	生殖腺全体が濃い乳白色。切開すると生殖液がにじみ出てくる。
0.5	乳白色が薄い	生殖腺がまだらに存在。生殖巣の乳白色が薄い透明部分がある。
0	透明感のある肌色	生殖腺(乳白色)が確認されない。切開しても生殖液はにじみ出てこない。

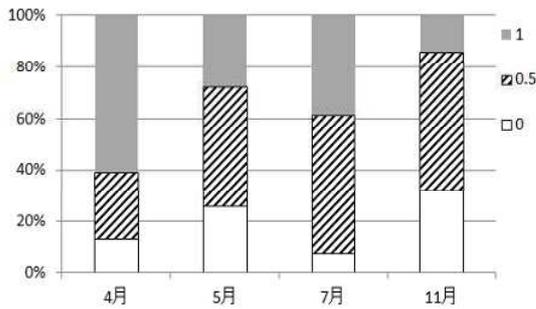


図 9 アサリの成熟度の推移

※ 4～7月は①、②区のアサリ、  
11月は②、③区のアサリの成熟度

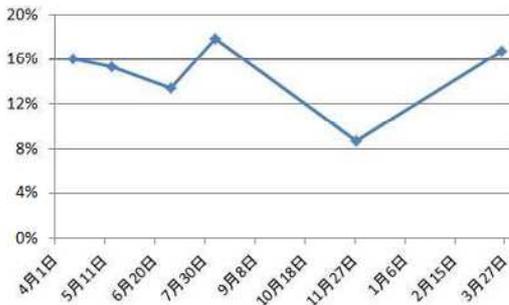
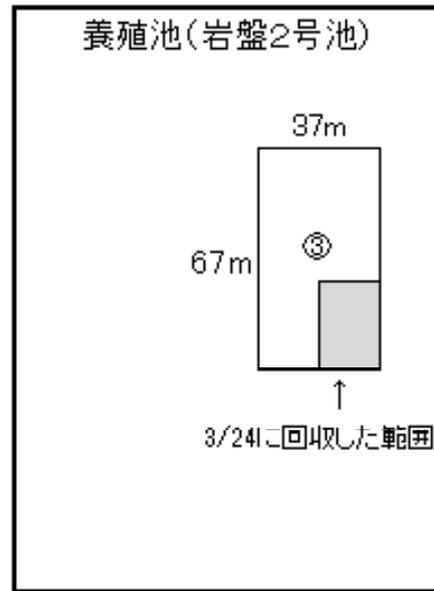


図 10 アサリの肥満度の推移

※ 4月、8月、3月は、推定式に当てはめて殻高、殻幅、軟体部重量を算定して肥満度を求めた。



③の調査区画

D1	D2	D3
C1	C2	C3
B1	B2	B3
A1	A2	A3

③区の採集個数

42	17	10
0	12	43
0	45	64
0	1	17

図 11 3月にアサリを回収した範囲と調査で採集した個数

## 養殖・種苗生産に関する技術指導— 2

### アサリ増養殖推進事業（養殖用アサリ種苗生産）

片野晋二郎

#### 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、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. 親貝飼育

使用した親貝は、当グループがこれまで作出した人工種苗を一旦干潟に放流して1～3年経過したもの及び大分県東国東郡姫島において採捕されたものを使用した。

親貝の飼育水槽は1tFRP水槽を使用し、水槽内に網で内張をして砂を敷いた市販のコンテナカゴを6個並べ、一つのコンテナカゴに概ね1kgの親貝を収容した。親貝は適時、生殖腺の様子を観察した。

##### 2. 採卵及び幼生飼育

採卵は春と秋に行った。産卵の誘発には、昇温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1t丸形水槽または30tコンクリート水槽に収容し、孵化から殻長が平均200 $\mu\text{m}$ 以上となるまで飼育した。

餌料は当グループで培養している *Chaetoceros gracilis* 及び *Pavlova lutheri* を容量比1:1の割合で混合給餌した。給餌量は幼生の様子を観察して決めた。

基本的に微通気かつ止水で飼育し、飼育水中に汚れや原生生物の繁茂がみられたり、幼生の遊泳や餌食いの様子がいつもと違うようであれば、適時飼育水を全量入れ替えた。なお、秋期については飼育水に紫外線殺菌海水を用い、一部流水飼育も行った。

##### 3. 殻長200 $\mu\text{m}$ ～初期稚貝飼育（殻長1mm程度）

昨年度と同様に千葉県水産研究センター<sup>1)</sup>の文献を基に作成したダウンウェリング容器により飼育し

た。

ポンプを使用して、飼育容器が入っている水槽から海水を汲み上げで飼育容器の上から散水したり、砂ろ過海水を直接散水したりすることで飼育容器内に下向きの流れができるようにした。

給餌は *C. gracilis* と *P. lutheri* を容量比1:1の割合で混合したものを1日1回30Lパンライト水槽から内径2mmのビニルチューブでポンプの吸い込み口に滴下させた。

飼育容器内の稚貝は水道水で平日洗浄し、成長の様子を観察しながら、網の目合いが大きな飼育容器へと移し替えた。

#### 事業の結果

##### 1. 親貝飼育、採卵及び幼生飼育結果

採卵から着底直前までの飼育結果を表1に示す。春の採卵は5月10日から開始し、4回行ったが、そのうち2回は卵が得られなかった。秋は10月9日から5回作業を行った。

春と秋を通じての採卵数は17,722万粒であった。これらの受精卵から殻長200 $\mu\text{m}$ 以上の浮遊幼生を3,279万個体得た。

##### 2. 稚貝飼育結果

産卵期毎の取上げ量を表2に示した。2013年度の春および秋に採卵して2014年4月末までに取り上げたアサリは、843.7万個、平均殻長1.8mmであった。春採卵時にスクーチカが発生したため種苗の減少があったため、生産量を増やすための対策が必要である。

#### 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; 82-85.

表1 採卵から着底直前までの飼育結果

回次	採卵日	親個体数 (個)	親貝 総重量 (g)	親貝 平均重量 (g/個)	採卵数 (万粒)	殻長200 $\mu$ m 幼生数 (万個)	採卵数からの 歩留まり (%)
1	2013.5.10	399	1,938	4.83	0	—	—
2	2013.5.14	647	5,339	8.25	0	—	—
3	2013.5.28	685	5,344	7.80	250	113	45.0
4	2013.6.8	1,407	5,346	3.80	1,939	554	28.6
小計		3,138	17,967	5.73	2,189	666	30.4
5	2013.10.9	392	1,607	4.10	3,400	321	9.4
6	2013.10.18	1,020	4,895	4.80	5,190	1,836	35.4
7	2013.10.22	345	1,104	3.20	424	49	11.6
8	2013.11.5	981	3,236	3.30	2,619	235	9.0
9	2013.11.15	335	1,205	3.60	3,900	172	4.4
小計		3,072	12,047	3.92	15,533	2,613	16.8
合計		6,210	30,014	4.83	17,722	3,279	18.5

表2 産卵期毎の取上げ量

ロット	稚貝(万個)	平均殻長 (mm) (標準偏差)	取上げ日
2013 年春採卵	12.9	2.1 $\pm$ 1.22	2013.9.17
2013 年秋採卵	830.8	1.8 $\pm$ 0.85	2014.4.18
合計	843.7	1.8	

## 養殖・種苗生産に関する技術指導— 3

### 新たな養殖種（イワガキ種苗生産）への支援

木村聡一郎

#### 事業の目的

近年、県南地域を中心にイワガキ *Crassostrea nippona* の養殖が盛んになってきており、養殖イワガキを地域の特産品として売り出そうとする動きもみられ、この先、生産量の増大が期待される。

しかしながら、県内にはイワガキ種苗を生産・販売している機関がないことから、優良な種苗の安定確保が課題となっている。

そこで、これまでに浅海チームが習得した基礎的なイワガキ人工種苗生産技術を民間等へ移転するための技術研修を実施することとし、この技術移転の一環として当チームで種苗生産を行った。

が概ね 200 $\mu\text{m}$  を超えてからは、これらに加え、自家培養した *Chaetoceros gracilis* も混合して与えた。

#### 4) 稚貝飼育

幼生の殻長が 300 $\mu\text{m}$  を超え、眼点個体の出現を確認してから、200 $\mu\text{m}$  等メッシュで着底前幼生を取上げ、付着器（ホタテ貝殻 1 連 30 枚）を垂下した 100L ~ 1tPE 円形水槽へ収容し、遊泳個体が見られなくなるまでの間、止水、微通気により飼育した。

採苗後は付着器を 4tFRP 角形水槽に集約し、流水、微通気により飼育した。

給餌は、自家培養した *C.gracilis* と *P.lutheri* とを混合して与えた。

#### 事業の方法

##### 1. 種苗生産

###### 1) 使用母貝

採卵用母貝として、第 1 ~ 4 回次は豊後高田市沖にて試験養殖中のイワガキを、第 5 回次は佐伯市蒲江産の天然イワガキを使用した。

なお、第 1 回次については 2013 年 2 月から、第 2 回次については 2013 年 4 月から、浅海チームの屋内水槽にて加温飼育中の母貝を使用した。

###### 2) 採卵方法

切開法による人工授精、干出刺激による自然産卵から受精卵を得た。受精卵は 20 $\mu\text{m}$  メッシュで回収し、洗卵した後、1tPE 円形水槽または 500LPE 円形水槽に収容し、止水、無通気でふ化させた。

###### 3) 幼生飼育

採卵翌日、41 $\mu\text{m}$  等メッシュで D 型幼生を取上げ、1tPE 円形水槽、500LPE 円形水槽または 30t コンクリート角形水槽へ収容し、止水で飼育した。また、30t 水槽は無通気、他水槽は微通気とした。

なお、幼生及び飼育水を適時観察し、原生物の増加や幼生の変調等がみられた際には、飼育水の換水を行った。

給餌は、当初、市販の *Chaetoceros calcitrans* と自家培養した *Pavlova lutheri* とを混合して与え、殻長

#### 事業の結果

##### 1. 採卵～幼生飼育

採卵から着底前幼生までの飼育結果を表 1 に示す。

採卵は 5 月 7 日から 8 月 8 日にかけて 5 回行い、採卵翌日、いずれも D 型幼生を得た。

飼育水槽のべ 7 面を用いて、15 ~ 32 日間の幼生飼育により（収容密度 0.20 ~ 2.00 個 / ml）、5 回次で計 943.8 万個の着底前幼生を取上げ、着底水槽へ収容した。D 型幼生から着底前幼生までの歩留まりは 5.7 ~ 40.2% となった。

##### 2. 採苗

採苗結果を表 2 に示す。

水槽のべ 23 面を用いて、着底前幼生を飼育し（収容密度 0.48 ~ 2.10 個 / ml）、5 回次でホタテ貝殻 10,530 枚に計 317,556 個の着底稚貝を得た。採苗率は 0.1 ~ 9.1 %、ホタテ貝殻 1 枚当たりの平均付着数は 1.0 ~ 68.7 個 / 枚となった。

今後は、着底前幼生の取上げメッシュ目合いの拡大や適正収容密度の検討、通気やコレクター配置等採苗条件の見直しを行い、採苗率を高め、それを高水準に安定させていくことが課題である。

表 1 採卵及び幼生飼育結果

回次	採卵日	採卵法	親貝個数 (個)	採卵数 (万粒)	飼育水槽	D型 幼生数 (万個)	収容密度 (個/ml)	幼生飼育 日数 (日)	着底前 幼生数 (万個)	歩留まり	備考
1	2013/5/7	切開法	22	3,753	1t①②③	600	2.00	20~25	95.8	16.0%	全換水×2回
2	2013/5/9	切開法	21	5,200	30t	1,527	0.51	19~32	442	28.9%	1/2換水×1回
3	2013/5/31	切開法	16	7,500	30t	587	0.20	20~29	236	40.2%	1/2換水×1回
4	2013/6/14	自然産卵	7	不明	30t	2,742	0.91	21~30	155	5.7%	全換水×1回
5	2013/8/8	切開法	8	10,800	500L	50	1.00	15	15	30.0%	全換水×1回
合計				27,253		5,506			943.8		

表 2 採苗結果

回次	着底前 幼生数 (万個)	着底水槽	収容密度 (個/ml)	ホタテ 貝殻枚数 (枚)	平均 付着数 (個/枚)	着底稚貝 数 (個)	採苗率
1	52	500L	1.04	690	55.2	38,065	7.3%
	26	250L①	1.04	390	30.3	11,830	4.6%
	5.8	100L	0.58	180	12.2	2,190	3.8%
	12	250L②	0.48	390	10.7	4,160	3.5%
2	9	100L	0.90	180	15.2	2,730	3.0%
	141.9	1t①	1.42	1,080	68.7	74,160	5.2%
	28.05	200L①	1.40	270	32.5	8,775	3.1%
	28.05	200L②	1.40	300	42.2	12,650	4.5%
	122	1t②	1.22	1,500	30.7	46,000	3.8%
	38	250L①	1.90	420	19.7	8,260	2.2%
3	75	250L②③	1.50	900	2.7	2,438	0.3%
	78	500L①	1.56	750	26.5	19,875	2.5%
	78	500L②	1.56	600	25.2	15,100	1.9%
	24	250L	0.96	330	20.5	6,765	2.8%
	14	100L	1.40	120	26.2	3,140	2.2%
4	42	200L	2.10	420	1.0	428	0.1%
	30	250L①	1.20	480	22.5	10,800	3.6%
	30	250L②	1.20	420	34.2	14,350	4.8%
	24	200L①	1.20	330	26.3	8,690	3.6%
	33	200L②	1.65	240	13.3	3,200	1.0%
5	38	250L③	1.52	300	34.5	10,350	2.7%
	15	250L	0.60	240	56.7	13,600	9.1%
合計	943.8			10,530		317,556	

## 養殖・種苗生産に関する技術指導— 4

### 新たな養殖種（イタボガキ）への支援

木村聡一郎

#### 事業の目的

イタボガキ *Ostrea demselamellosa* は、大分県周防灘南部に生息しており、古くは小型底びき網漁などで漁獲されていたが、現在の水揚げは非常に少ない。全国的にもほとんど流通しておらず、今後、フランス料理等の高級食材として期待されるイタボガキを新たな養殖有望種と位置づけ、これまでに浅海チームが習得した基礎的なイタボガキ人工種苗生産技術の高度化・安定化を図るとともに、その技術を民間等へ移転することを目的とした。

#### 事業の方法

##### 1. 種苗生産

###### 1) 使用母貝

採仔用母貝として豊後高田市沖にて試験養殖中のイタボガキと2012年10～11月に小型底びき網(県漁協中津支店)で漁獲され、豊後高田市沖にて蓄養中の天然イタボガキを使用した。

###### 2) 採仔方法

殻表面の付着物を取り除いた母貝を500LPE水槽等に吊したカゴに収容し、産仔を待った。この間は流水とし、その排水を100LPE水槽等で受け、ここに集積した産仔幼生を80 $\mu$ mメッシュで回収した。

なお、産仔がみられない場合は、適宜、2時間程度の干出刺激をかけた。

###### 3) 幼生飼育

産仔された幼生を500L～1tPE円形水槽、4tFRP角形水槽または30tコンクリート角形水槽へ収容し、止水、微通気で飼育した。

なお、幼生及び飼育水を適時観察し、原生生物の増加や幼生の変調がみられた際には、飼育水の換水を行った。

給餌は、当初、市販の *Chaetoceros calcitrans* と自家培養した *Pavlova lutheri* とを混合して与え、殻長が概ね200 $\mu$ mを超えてからは、これらに加え、自家培養した *Chaetoceros gracilis* も混合して与えた。

###### 4) 稚貝飼育

幼生の殻長が300 $\mu$ mを超え、眼点個体の出現を確認してから、200 $\mu$ m等メッシュで着底前幼生を取上げ、付着器(ホタテ貝殻1連30枚)を垂下した100L～500LPE円形水槽へ収容し、遊泳個体のみられなくなるまでの間、止水、微通気により飼育した。

採苗後は付着器を4tFRP角形水槽に集約し、流水、微通気により飼育した。

給餌は、自家培養した *C.gracilis* と *P.lutheri* とを混合して与えた。

#### 事業の結果

##### 1. 採仔～幼生飼育

採仔から着底前幼生までの飼育結果を表1に示す。

5月15日から9月9日にかけて7回の採仔を行った。

飼育水槽のべ13面を用いて、19～33日間の幼生飼育により(収容密度0.14～1.79個/ml)、全体で計333万個の着底前幼生を取上げ、着底水槽へ収容した。産仔幼生から着底前幼生までの歩留まりは2.2～39.3%となった。このうち、第1回次では取上げ直前の飼育23日目で浮遊幼生が激減したことにより、低歩留まりとなった。また、第7回次では幼生飼育中に生残が悪いため、途中廃棄した水槽が1面あった。

##### 2. 採苗

採苗結果を表2に示す。

水槽のべ13面を用いて、着底前幼生を飼育し(収容密度0.44～1.60個/ml)、全体でホタテ貝殻5,100枚に計95,480個の着底稚貝を得た。採苗率は0.3～11.6%、ホタテ貝殻1枚当たりの平均付着数は2.0～50.3個/枚となった。このうち、第1、3、4回次の採苗率はいずれも1%未満と低かった。

今後は、着底前幼生までの生残率や付着器への採苗率をより高水準に安定させることが課題である。

表 1 採仔及び幼生飼育結果

回次	産仔日	飼育水槽	幼生数 (万個)	収容密度 (個/ml)	幼生飼育 日数 (日)	着底前 幼生数 (万個)	歩留まり	備考
1	2013/5/15	30t	415	0.14	26	9	2.2%	1/3換水×2回
2	2013/6/9	4t	348	0.87	20	45	12.9%	全換水×1回
3	2013/7/7	4t	290	0.73	19	114	39.3%	1/2換水×1回
4	2013/7/8	1t①②③	339	1.13	26~33	88	26.0%	全換水×1回
5	2013/7/29	1t	105	1.05	23~29	33	31.4%	全換水×3回
6	2013/8/20	0.5t①②③	268	1.79	21	30	11.2%	全換水×2回
7	2013/9/9	4t	236	0.59	生残悪く途中廃棄			全換水×1回
		0.5t①②	118	1.18	22	14	11.9%	全換水×1回
合計			2,119			333		

表 2 採苗結果

回次	着底前 幼生数 (万個)	着底水槽	収容密度 (個/ml)	ホタテ 貝殻枚数 (枚)	平均 付着数 (個/枚)	着底稚貝 数 (個)	採苗率
1	9	100L	0.90	150	2.0	300	0.3%
2	22.5	250L①	0.90	450	23.8	10,725	4.8%
	22.5	250L②	0.90	480	15.2	7,280	3.2%
3	34.2	250L	1.37	300	4.8	1,450	0.4%
	79.8	500L	1.60	540	7.3	3,960	0.5%
4	50	500L	1.00	540	3.7	1,980	0.4%
	25	250L①	1.00	240	8.0	1,920	0.8%
	13	250L②	0.52	300	4.0	1,200	0.9%
5	22	500L	0.44	630	40.3	25,410	11.6%
	11	250L	0.44	300	8.2	2,450	2.2%
6	24	500L	0.48	630	32.2	20,265	8.4%
	6	100L	0.60	240	14.3	3,440	5.7%
7	14	250L	0.56	300	50.3	15,100	10.8%
合計	333			5,100		95,480	

