

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供－3

浅海定線調査等（周防灘）

（一部国庫委託）

徳光俊二・岩野英樹

事業の目的

周防灘南部海域の環境変動を把握し、予報に努めるとともに、漁業資源の予測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(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。このうち「豊洋」による 12 月の調査点は荒天のため欠測した。4 月および 5 月は船員研修および祝日により中旬に振り替えた。また、2 月の「豊洋」による調査は荒天により中旬に遅れた。

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、PO₄-P)、溶存酸素量(DO)、COD、クロロフィル a 量を分析した。

分析は、溶存酸素量がウィンクラー・窒化ナトリウム変法、¹⁾ COD がアルカリ性過マンガン酸カリウム・ヨウ素滴定法²⁾により行った。クロロフィル a は、Jeffrey & Humphrey の式³⁾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。

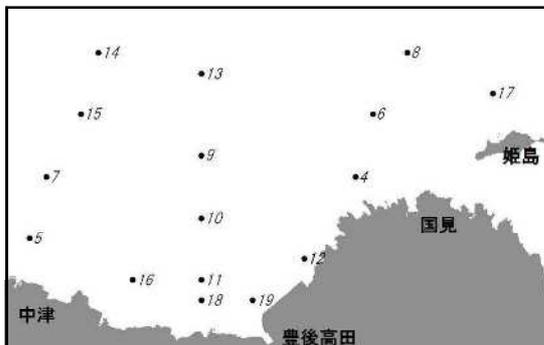


図1 浅海定線調査定点図

旬別の平均気温、降水量および日照時間は、大分地方気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 1985 年度～2014 年度の平均値を用い、平年偏差を表 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。

表1 2015年度調査実施日

	武丸		豊洋	
第 1 回	2015年	4月13日	2015年	4月15日
第 2 回		5月11日		5月14日
第 3 回		6月1日		6月3日
第 4 回		7月6日		7月8日
第 5 回		8月3日		8月5日
第 6 回		9月2日		9月9日
第 7 回		10月5日		10月7日
第 8 回		11月6日		11月5日
第 9 回		12月2日	荒天のため欠測	
第 10 回	2016年	1月5日	2016年	1月6日
第 11 回		2月1日		2月18日
第 12 回		3月2日		3月2日

表2 平年偏差の評価基準

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

δ は平年偏差の大きさを表し、「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。5 月下旬までは平年並みから高めと高め基調で推移したが、6～10 月は、8 月上旬を除けば、低めから平年並みと概ね低めで推移した。11 月から 1 月初旬まではやや高めからかなり高めとなり、暖冬であった。その後、1 月 18 日に初雪を観測して以降、概ね平年並みであった。3 月初旬は南風の影響でかなり高めであった。

旬別降水量を図3に示した。降水量は4月初旬に158mm、6月上旬にも164mmと過去30年で最も多い降水量を観測した。また、8月中旬に前線の通過などによる113mmのまとまった降雨があったが、10月まではやや少なめから平年並みであった。11月中旬に77mmと過去30年で最も多い降水量を観測し、12月上旬にも72mm、12月下旬も32.5mm、初雪を挟んで2月中旬に65mmの降水があるなど、度重なる気圧の谷の通過などにより、冬場の降水量は多めであった。

旬別日照時間を図4に示した。4月上旬は23.7hと過去30年で最少となり、中旬も少なめであった。5月はやや多めであり回復が見られたが、6～9月は8月上旬に多めであった以外は、平年並みから少なめであった。特に8月下旬と9月上旬は過去30年で最少であった。10月は晴れた日が多く、やや高めであったが11月以降に前線の通過などによる降雨が度々あり、平年並みから少なめと概ね少なめであった。3月には日照時間が徐々に回復し、下旬はやや多めとなった。

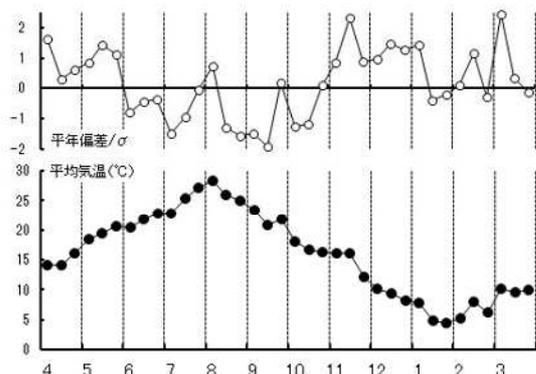


図2 豊後高田地先における2015年度旬別平均気温
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

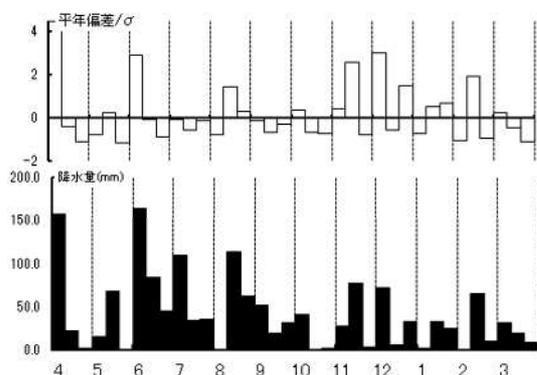


図3 豊後高田地先における2015年度旬別降水量
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

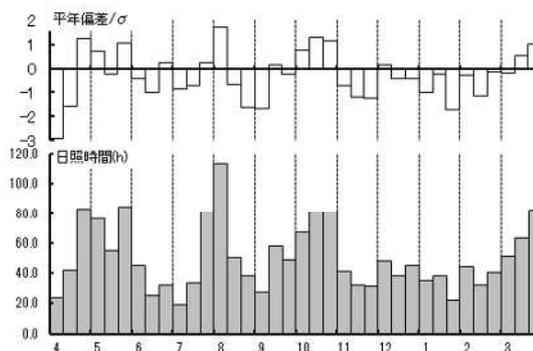


図4 豊後高田地先における2015年度旬別日照時間
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

2. 海象

水温の推移と平年偏差を図5に示した。表層では4～6月は平年並みからやや高めと高め基調であったが、7～10月はかなり低めから平年並みと概ね低め基調で推移した。その後、11～2月は平年並みから高めとなり高め基調で推移した。

底層では、4、5月は平年並みからやや高めであったが、6～10月は平年並みからやや低めと低め基調で推移した。また、11～2月は表層と同様に高め基調で推移した。

塩分の推移と平年偏差を図6に示した。表層では4月に降雨の影響により塩分がかなり低めであったが、5～9月は平年並みであった。10月以降はやや低めからかなり低めと低塩分の状態が継続している。底層では周年、平年並みからかなり低めで推移し、低塩分が継続している。

透明度の推移と平年偏差を図7に示した。4～9月は6月にやや高めであった以外は平年並みから低

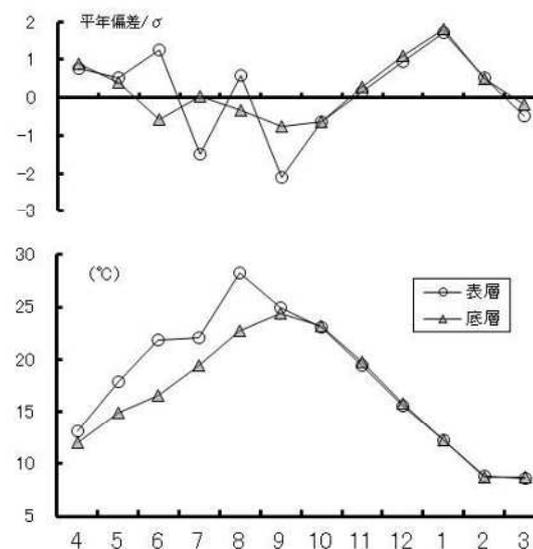


図5 水温の推移と平年偏差

めと低め基調で推移した。10～3月はまとまった降水のあった12月にやや低めであった以外は、平年並みから高めと高め基調で推移した。

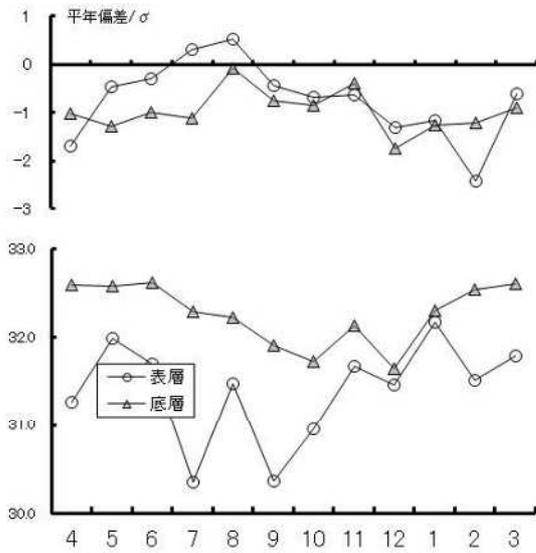


図6 塩分の推移と平年偏差

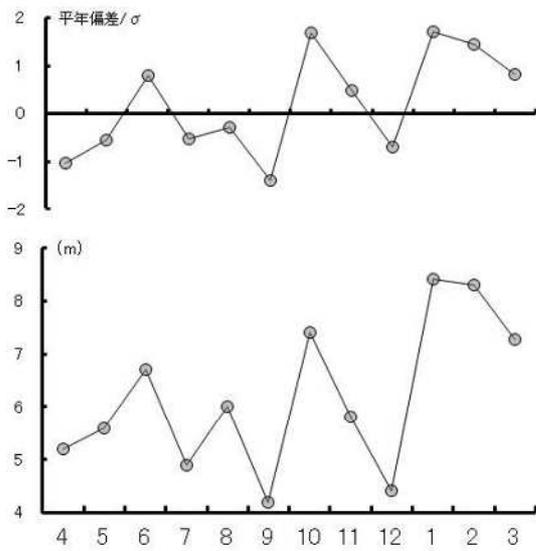


図7 透明度の推移と平年偏差

3. 特殊項目

DINの推移と平年偏差を図8に示した。表層では平年並みからやや低めと低め基調で推移したが、2月のみやや高めであった。底層では8月にやや高めであったが、11、12月にはやや低めとなり、3月には高めとなった。

PO₄-Pの推移と平年偏差を図9に示した。表層、底層ともに平年並みからやや低めと変化は少なく低め基調で推移した。

溶存酸素飽和度の推移と平年偏差を図10に示し

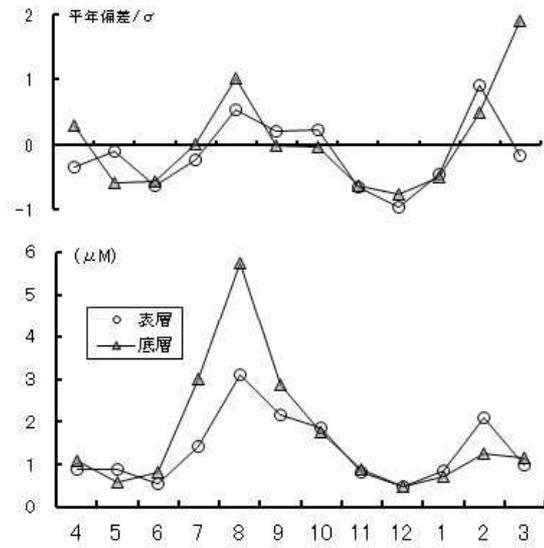


図8 DINの推移と平年偏差

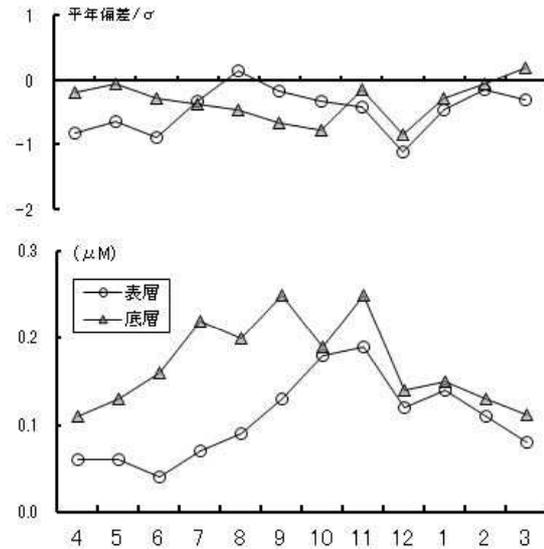


図9 PO₄-Pの推移と平年偏差

た。表層ではやや低めからかなり低めと低め基調で推移したが、10月に高め、3月にはやや高めであった。底層は4～6月に低めからかなり低めと低め基調であったが、7～10月は平年並みから高めと高め基調であった。12～2月はやや低めからかなり低めとなり再び低め基調となった。

CODの推移と平年偏差を図11に示した。12月は表層、底層ともにやや高めとなったが、それ以外の月では表層で平年並みから低め、底層でも平年並みからやや低めとなり概ね低めで推移した。

クロロフィルa量の推移と平年偏差を図12に示した。表層では4月および12月が高めであったが、概ね平年並みであった。底層では3月にやや低めであった他は概ね平年並みであった。

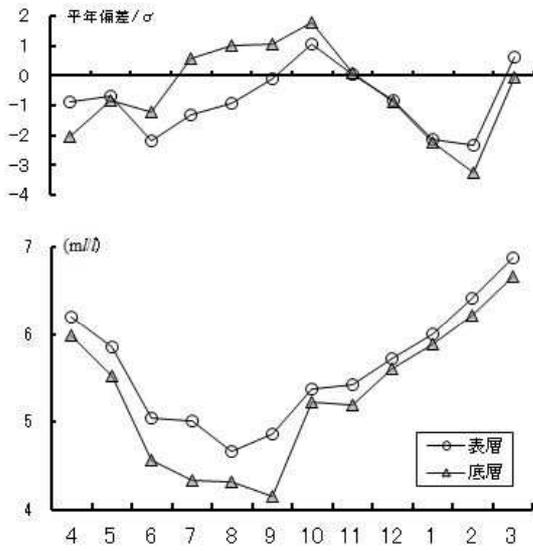


図10 溶存酸素量の推移と年平均偏差

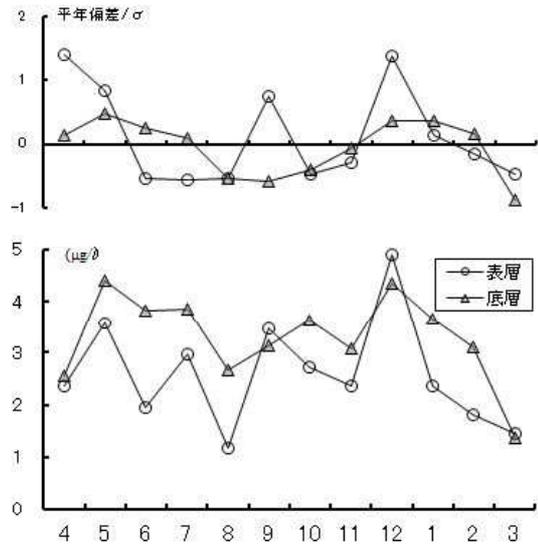


図12 クロロフィルa量の推移と年平均偏差

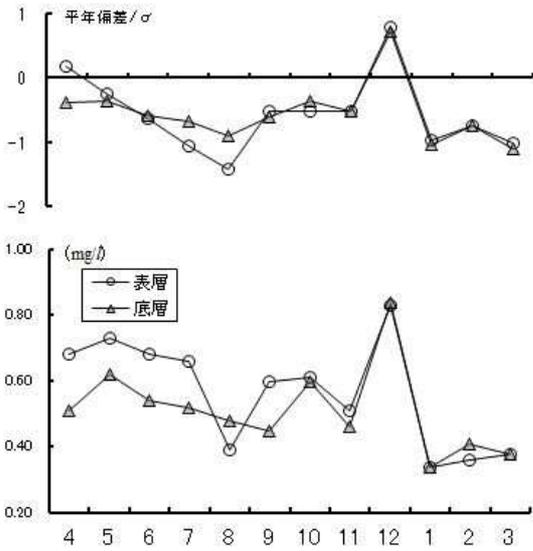


図11 CODの推移と年平均偏差

考 察

2015年の夏は曇りの日が多く、日照不足による冷夏であり、周防灘の海水温も低く推移した。

冬は寒波の影響が少なく暖冬であり、海水温は高かった。また、度重なる気圧の谷の通過により雨が多く、日照不足でもあった。

また、塩分濃度が周年低く、降水量の影響がそれほど大きくも無いことから、豊後水道からの外海水の流入が近年少なかった可能性がある。

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－４

ノリ養殖安定対策推進事業（情報提供と技術指導）

徳光俊二・岩野英樹

事業の目的

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・病害発生状況などについての情報提供や技術指導を行った。

1. 平成27(2015)年度の養殖結果

1) 採苗

10月12日に採苗を開始した養殖業者もあったが、多くは13日に採苗を開始した。水温は20℃前後、比重20以上で安定していたが、15日までは中津、宇佐ともに芽付きが薄かった。16日に1視野あたり10個以上の幼芽が認められ、18日までにすべての養殖業者が種牡蠣の撤去した。果胞子の放出が遅れ、土日を跨いだことから種牡蠣の撤去も遅れ、芽付きは全体的に濃いめであった。

2) 養殖および病害状況

10月：葉体の肉眼視は27日から見られるようになり、同じ頃にボウアオノリの幼芽やリクモフォラ属の珪藻が目立つようになった。

11月：上旬は2次芽の放出、着生は良好であったが、ボウアオノリおよびリクモフォラ属珪藻が目立ち、酸処理が行われた。9日に新田でスイクダムシ類の寄生が初見され、小祝や宇佐でも認められたため、高吊りによる干出が行われた。17～18日にかけては降水量56.0mmの大雨があり、24～28日にかけて中津、宇佐ともに低塩分障害による葉先や根傷み、幼芽の脱落が認められた。特に河口部の小祝

では被害が大きかった。その後、痛んだ葉体に緑斑症の発生が認められた。

一方、新田で19日にバリカン症状が初認され、その後、竜王や小祝などでもバリカン症状が拡大した。特に日照不足や雨による濁りでノリの生長が遅れ、被害が長期に及んだ。

冷凍網の入庫は11日に開始され、ピークは大雨後の18日であり、24日には完了した。入庫枚数は726枚であった。また、30日から被害の小さかった宇佐で摘採を開始した。

12月：タビュラリア属珪藻の付着が多く、干出のための高吊りが行われた。しかし、ノリが伸長していたため十分な干出が効かず、この種の珪藻には酸処理も効きにくいことから、付着のひどい網は冷凍網に張り替えるなどの対処が行われた。18日に宇佐で赤ぐさを初認し、21日には中津でも確認された。20日に中津の被害の軽かった一部ノリ網で摘採が始まる。

1月以降：タビュラリア属の付着などで生産性の低下した秋芽網の撤去と冷凍網の出庫は1月上旬から2月中旬まで行われた。1月上旬にはやや色落ちしたが、18日の初雪以降色調は回復した。また、沖出し後の冷凍網にも一部でバリカン症状が認められた。タビュラリア属の珪藻の付着が多く、増殖抑制のためノリ網を高吊りを行っていたことや、日照不足などからノリの生長は悪かった。4月上旬まで生産は続いた。

表1 平成27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 支所名等	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	第10回	1～10回	前年度累計 (平成26年度) 1～9回	対前年比 (%)
	H27.11.26	H27.12.10	H27.12.24	H28.1.12	H28.1.28	H28.2.11	H28.2.25	H28.3.10	H28.3.24	H28.4.14	累計		
中津市 小祝	出	出	出	88,900 812,495 9.14	162,500 1,395,378 8.59	284,500 2,394,648 8.42	305,700 2,553,623 8.35	338,700 2,922,204 8.63	553,500 4,634,265 8.37	239,800 1,488,878 6.21	1,973,600 16,201,491 8.21	4,759,200 32,772,118 6.89	41.5 49.4 119.2
中津市 中津東	品	品	品		22,200 197,418 8.89	129,100 1,153,675 8.94		46,100 391,564 8.49	64,700 588,263 9.09	223,000 1,649,153 7.40	485,100 3,980,073 8.20	1,053,300 7,624,396 7.24	46.1 52.2 113.3
宇佐市	し	し	し				21,600 173,160 8.02				21,600 173,160 8.02	135,900 1,121,607 8.25	15.9 15.4 97.1
大分県 計	0	0	0	88,900 812,495 9.14	184,700 1,592,796 8.62	413,600 3,548,323 8.58	327,300 2,726,783 8.33	384,800 3,313,768 8.61	618,200 5,222,528 8.45	462,800 3,138,031 6.78	2,480,300 20,354,724 8.21	5,948,400 41,518,121 6.98	41.7 49.0 117.6

表2 乾ノリ供販結果の概要(過去15年間)

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)
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
26	15	5,948	41,518	2,767
27	14	2,483	20,354	1,453

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10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248万枚(対前年比41.7%)、生産金額2,035万円(同49.0%)、平均単価8円21銭(同117.6%)、1経営体あたりの生産金額は145万円(同52.5%)であった。平均単価は品薄のためか昨年をさらに上回り価格は良かったが、生産枚数、生産金額ともに過去最低となった。

2. 気象・海象

1) 水温

図1に高田港先端における水温の推移を示した。9～10月は冷夏の影響からやや低め～平年並みで推移した。11～1月初旬は寒気の影響が弱く、平年にくらべ平均2.4℃とかなり高めで推移したが、気圧の谷の通過などにより上昇下降を繰り返した。1月18日に初雪を観測して以降は概ね平年並みに推移した。

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月は雨が多く、比重は度々低下した。10月は雨天も少なく、比重は20以上で安定していた。11月中旬～3月中旬にかけて降水による出水が度々あり、周期的に比重の著しい低下が認められた。

3) 気象

図3および図4に9～3月の高田および中津の旬別降水量を示した。9月は降水量は平年並みであったが、雨の日が多かった。10月は1日以降まとまった雨は無く、晴れの日が続いた。11月以降、気圧の谷の通過などによる降水が周期的にあり、11月中旬の降水量は高田で過去30年で1位、中津は2位と大雨となった。また、12月上旬や2月中旬にもまとまった雨が降った。

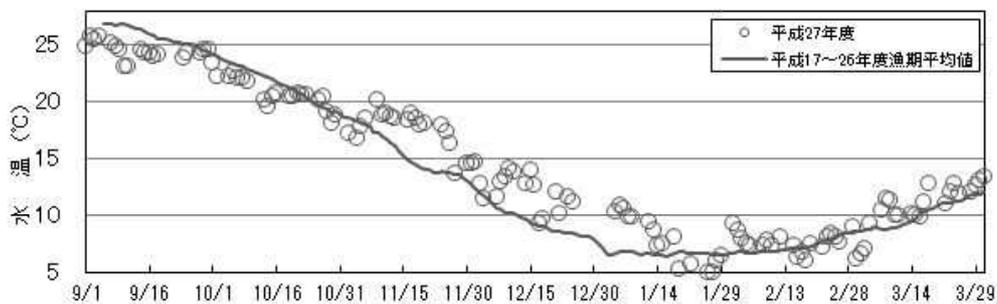


図1 高田港先端の水温(9月1日～3月31日)

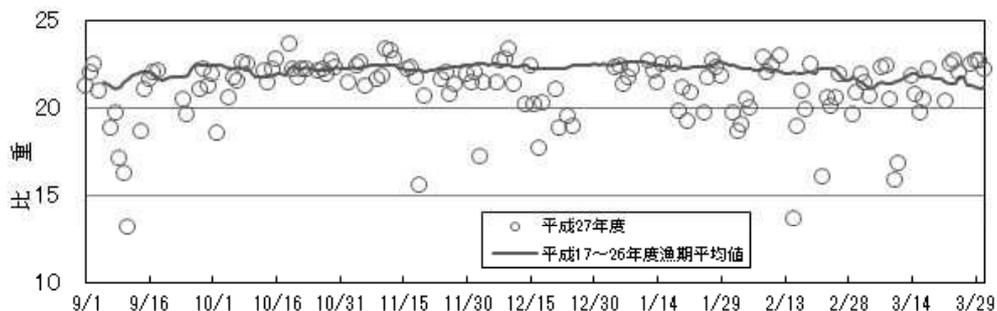


図2 高田港先端の比重(9月1日～3月31日)

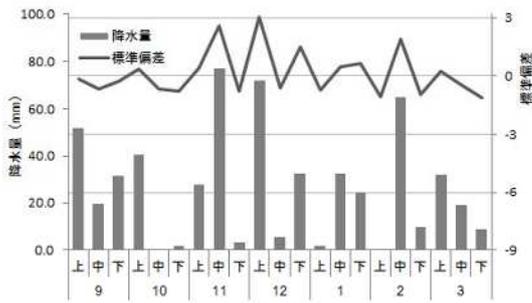


図3 旬別降水量 (高田)

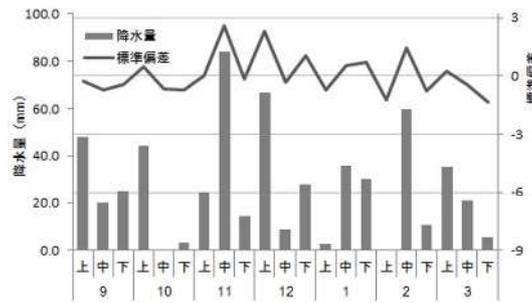


図4 旬別降水量 (中津)

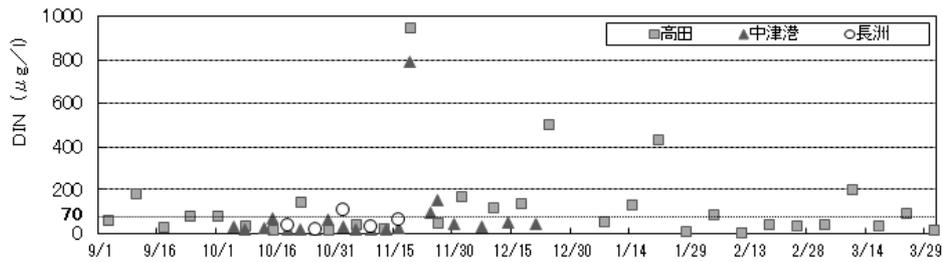


図5 溶存無機窒素量 (DIN) の変化 (9月1日~3月31日)

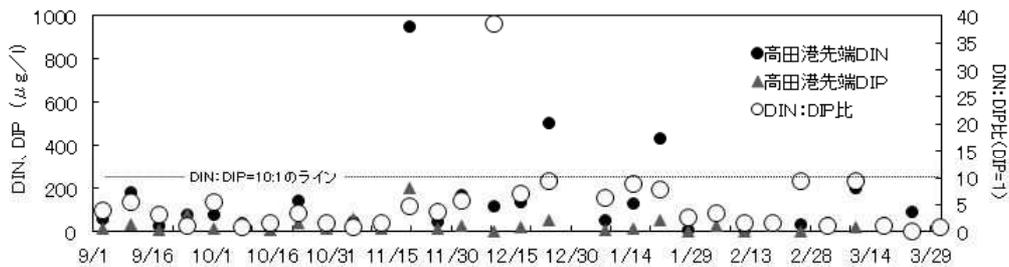


図6 高田港先端のDIN、DIP、DIN/DIP比 (9月1日~3月31日)

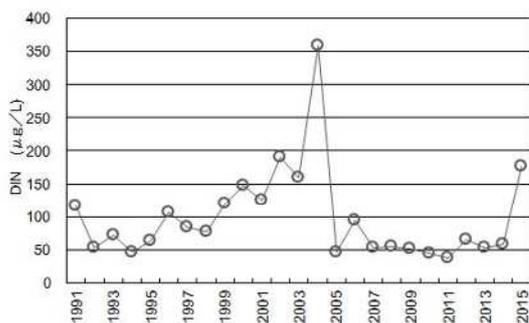


図7 高田港先端の平均DINの推移 (10-12月平均)

4) 栄養塩量 (溶存無機窒素量:DIN、溶存無機磷量:DIP)

図 5 に高田港先端、中津ノリ漁場および長洲漁港 (柳ヶ浦) における DIN の値を示した。9 月は降水の影響で高田では 70 ガンマーを超える日があった。10 月は降水や時化もなく各調査点ともに概ね

低めで推移した。11 月 20 日に中津で 793.6 ガンマー、高田で 950.3 ガンマーと非常に高い値を観測した。これは 11 月 17、18 日の大雨により窒素の添加があったと考えられた。また、この大雨により海岸に枯れた葦などの漂流物が堆積し、これら堆積物から徐々に窒素の添加があったと思われる、DIN の高い状態が年末まで継続した。1 月以降 DIN は低い値を示す日もあったが、周期的な降水、時化により DIN の添加があり、低い状態が長く継続することはなかった。

図 6 に高田の DIN と DIP の比を示した。DIP は検出限界以下~204.3μg/l、平均 30.4μg/L であった。ノリ養殖には DIN/DIP=10 程度が良いと言われ、今年は 12 月、1 月にそれぞれ平均 15.1、6.4 と例年に比べると高い値を示した。

図 7 に 10 ~ 12 月の高田港先端の平均 DIN の推移を示した。DIN の平均 177.1μg/l となり、過去 10 年間では最高値を示した。

3. 検鏡観察および情報提供

平成 27 年 10 月 6 日から 12 月 22 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 22 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。今漁期の利用回数はのべ 178 回、1 号平均 8.1 回であった。また、一部の養殖業者に対して携帯メールでの情報送信を試行した。

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。これらの結果は生産者へ速やかに連絡した。検査依頼人数は延べ 88 人であった。

(表 3)

地区	9月	10月	11月	12月	1月	2月	計
小祝	0	13	9	10	0	0	32
中津東	0	11	9	0	0	0	20
宇佐	0	13	12	11	0	0	36
合計	0	37	30	21	0	0	88

4. 飼育水別生長試験

1) 目的

11 月以降のノリの生長遅滞の原因が養殖区画の水質が悪いとの意見があったことから、現場海水を用いてノリの生長比較を行った。

2) 方法

飼育水は 12 月 4 日に小祝および竜王のノリ養殖区画でバケツ採水したものおよび当所のろ過海水を対照とした 3 種類とした。これら海水はろ紙ろ過(定性ろ紙 No.2) した後、95℃で 1h 滅菌した。なお、当所のろ過海水は呉崎地先から離岸約 780m、水深約 6m の地点から取水したものである。

試験に供したノリは、12 月 4 日に小祝のノリ養殖業者 A 氏の低塩分障害で被害のあった秋芽網、同じく B 氏の 12 月 1 日に沖出しした冷凍網を一部切断したものをそれぞれ用いた。持ち帰り後、水分を拭き取り 1h 程度乾燥したものを -29℃で 72 時間冷凍した。

秋芽網のノリは小祝および対照区に PESI を添加した 2 試験区とし、冷凍網のノリは PESI および無添加の濾過海水をそれぞれ小祝、竜王および対照区に用いた 6 試験区とした。

12 月 7 日に 15℃の恒温庫内で 500mL の枝付き丸底フラスコに 2cm 程度に切断したノリ系を収容し、エアレーションを行った。また、蛍光灯により明暗 12h:12h の光量子量は 54.9 ~ 58.5 μmol であった。7 日後の 12 月 14 日に測定し、培地の交換は行わず、さらに 7 日後の 12 月 21 日まで試験を行っ

た。

3) 結果

飼育水の成分分析結果では、小祝および竜王は塩分濃度がやや低かったが、ノリの生長に支障はないと思われた。また、いずれの飼育水も DIN と PO₄-P がともに高めであり、降雨の影響と考えられた。

表 4 飼育水の成分分析の結果

	塩分濃度	DIN($\mu\text{g/L}$)	PO ₄ -P($\mu\text{g/L}$)
小祝	23.94	74.9	9.6
竜王	25.05	373.5	22.8
対照区	31.15	170.8	29.9

秋芽網のノリの生長(図 8)は、7 日後、14 日後ともに両区で生長差は認められず(U-test、 $p>0.05$)、順調に生長した。

冷凍網のノリの生長(図 9)は、7 日後では小祝の PESI 添加区の葉長が小祝の無添加区($p<0.05$)、竜王の PESI 添加区($p<0.05$)、竜王の無添加区($p<0.01$)、無添加対照区($p<0.01$)に比べて大きかったが、それ以外の試験区は生長差が無かった($p>0.05$)。

14 日後は栄養添加していない 3 試験区では著しい色落ちが認められ、これらの中では小祝および竜王が生長が停滞し、対照区に比べて小さかった(小

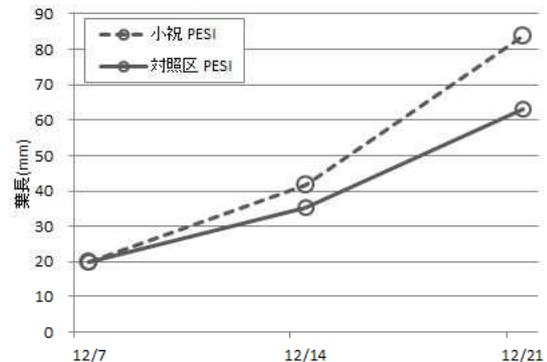


図 8 秋芽網のノリの生長

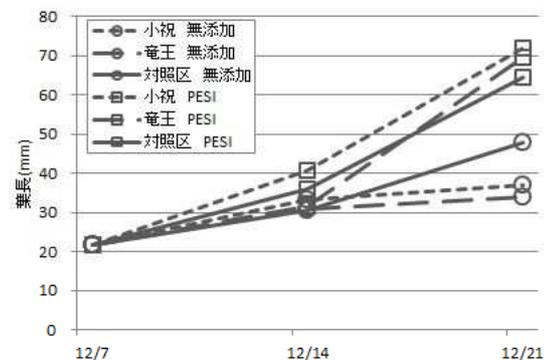


図 9 冷凍網のノリの生長

祝 : $p < 0.01$ 、竜王 : $p < 0.01$)。PESI を添加した 3 試験区は生長差が認められず ($p > 0.05$)、無添加区に比べるといずれも大きく生長した。 ($p < 0.01$)

栄養を添加した試験区のノリはいずれも生長の遅滞は認められず良く生長した。生長の遅滞した栄養添加していない 3 区試験区には激しい色落ちを伴っていたことから、単純な栄養不足と考えられ、試験後に色落ちしたノリに PESI を添加して経過観察すると色調は速やかに回復した。

考 察

今年のノリの不漁は、日照不足による生長遅滞が原因のひとつと考えられ、生長が遅いためバリカン症が長期化し、タビュラリア属の珪藻が増えたときに、深吊りから高吊りに、出水やバリカン症発生時には高吊りから深吊りに切り替える作業を繰り返

行う必要があった。どの程度これらに手間をかけたかが最終的な収穫量の多少に影響したと思われる。

今年度は特異的に周防灘の塩分濃度が周年低く推移したこと（本報）と、冬場の降水量が多かったことが、低塩分障害の被害が大きくなった原因と考えられた。また、水温はかなり高めで推移したが、採苗期にも 23 °C を超えることは無く、縮れなどの症状は見られなかった。

参考文献

本村泰三(2000). 培養法(3)培養液の調整(海藻).「藻類学実験・実習」(有賀祐勝, 井上勲, 田中次郎, 横濱康繼, 吉田忠生編)講談社,東京.2000;170-171.

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27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。

また、*Karenia mikimotoi*赤潮の発生シナリオを構築するため、各県の参画機関が担当する地先海域での発生パターンを明らかにすべく、*K.mikimotoi*の発生状況、気象条件、海洋環境等のデータセットを整理し赤潮の発生・非発生との関係を解析した。

事業の結果

1. モニタリング調査

気象のうち降水量は、各観測所（広島市、豊後高

田市、宇和島市）ともに、6月上旬、8月下旬などに平年を上回ったが、平年を下回る旬がほとんどであった。日照時間は、5月下旬、8月上旬などで各観測所ともに平年を上回ったが、平年を下回る旬がほとんどであった。平均気温は、6月上旬から7月上旬、8月中旬から9月中旬までは低めで推移した。

海況のうち水温は、周防灘西部で7月に各県海域とも平年より1℃以上低く、広島湾は9月に平年より1℃以上低めであった。塩分は、全般に平年に比べて6月は低め、7月、8月は高めであった。周防灘、広島湾の鉛直安定度は、平年を下回って推移した。

有害プランクトンは、*Karenia mikimotoi*が調査開始当初から各海域で確認され、周防灘では大分県海域で7月に100cells/mL以上で推移した。豊後水道では、愛媛県海域で7月2日に2,430cells/mLの最高密度となった。大分県海域は、7月下旬に10cells/mLを超えたが、それ以外の期間は10cells/mL以下で推移した。広島湾では、8月24日に2,400cells/mLの最高密度に達した。

他の有害プランクトンは、*Heterosigma akashiwo*が広島湾で6月に9,600cells/mLが確認された以外は、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再確認された。冬季（2016年1月）に実施した調査においても、全ての海域で顕微鏡観測では未確認であったが、PCR法により本種の遺伝子が全ての海域で検出されており、今後、シードポピュレーションとして機能する遊泳細胞となる可能性が示唆された。

3. 当該年度結果の解析および考察

2015年は、調査開始当初から*K.mikimotoi*遊泳細胞の分布が広範囲で確認され、その後、夏季に豊後水道の愛媛県海域および広島湾で赤潮を形成した。

夏季に*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11月～2015年3月に山口県徳山湾で*K.mikimotoi*赤潮（最高細胞密度1,217cells/ml）が形成され、2015年1月に本事業で実施した*K. mikimotoi*高感度監視調査においても、周防灘西部の各県海域で本種の遺伝子が検出されていた。本事業の調査実施前、4月には周防灘の広範囲および豊後水道の大分県海域で遊泳細胞が確認され、5月には周防灘のほぼ全域で遊泳細胞の分布、福岡県海域および大分県海域においては増殖が確認され、さらに豊後水道でも分布域が拡大していた。これらがシードポピュレーションとして機能したと考えられた。

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⁾本年度も昨年度に引き続き、赤潮発生前の6月から長期間、瀬戸内海西部・豊後水道全域で例年に比べて日照時間が短く、既往知見と一致していたことから、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。なお、各海域による発生時期・期間の違いについては、各海域における各種の環境条件の違いによって生じたと推測される。以上をまとめると、2015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

各県海域毎に年別の赤潮発生状況から「発生－非発生」をいくつかのパターンに類型化し、それぞれ環境条件データとの関連性を解析した。次に類型別に、統計的に有意な差が検出された環境条件や統計的な有意差が無くとも数値範囲が偏る要素（赤潮発生の必要条件となり得る要素）を抽出し、抽出した要素間相互の相関性を確認した。各県研究機関の解析海域は、山口県が徳山湾、福岡県が周防灘西部、大分県浅海・内水面グループが周防灘南部、大分県水産研究部が佐伯湾、宮崎県が北浦地先、愛媛県が岩松湾、宇和島湾である。

文 献

- 1)山口峰生. *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1994 ; 27 : 251-394.
- 2)西川智他. 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」, 瀬戸内海赤潮共同研究機関. 2014 ; 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* が確認されたので、4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。

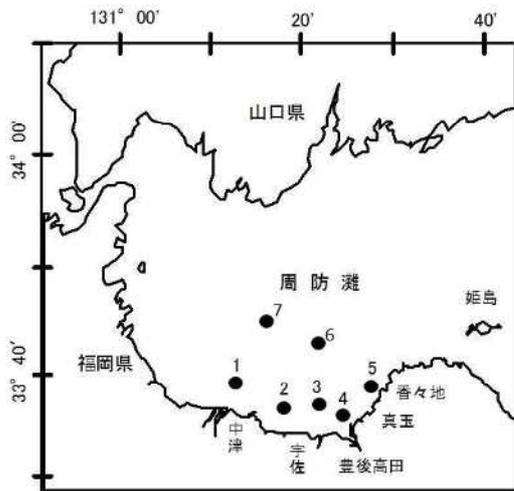


図 1 調査定点図

また、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（以下、貝毒調査点図と呼ぶ）の調査点で、*K.mikimotoi* のモニタリングを同時に行った。さらに、図 1 の調査点 1、3、4 と貝毒調査点図の呉崎岸壁で、10月～3月の期間に

は、珪藻プランクトンの検鏡も行った。

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. 5)
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	4/13	気象・海象
4/27			
5/11			
5/25			
6/1			
6/19			
調査項目・内容	7/6	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
	7/14		
	7/22		
	8/3		
調査項目・内容	8/17	プランクトン出現量	採水によるサンプリング
	9/2		
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

2015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（伊予灘、別府湾）、*K. mikimotoi* が 2 件（周防灘、伊予灘）であり、*K.mikimotoi* によりイカ籠中のイカ、たこつぼ中のマダコで漁業被害が発生した。

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。

表 2 2015年の赤潮発生状況

発生場所	発生期間		発生場所	発生種名(種名)	種名(種名)	最高密度 (cells/ml)	発生状況	備考
	発生日	終結日						
1	5月11日	8月2日	84	周防灘	5月11日 228 5月22日 11 5月23日 250 6月1日 1,950 6月2日 550 6月3日 300 7月1日 3,200 7月14日 4 7月15日 1,120 7月16日 19 7月18日 222 7月20日 118	16,500	有り	中心部の調査 最高密度の16,500は、6月19日の長崎県産内湾の干潮時の調査に由来する
2	5月24日	7月7日	75	伊予灘	5月24日 710 6月1日 370 6月2日 2,550 7月21日 282 7月22日 275 7月23日 208 7月24日 560	2,550	有り	中心部の調査
3	5月11日	7月10日	29	伊予灘	5月11日 20,000 5月12日 150,000 5月13日 130,000 5月14日 200,000 5月15日 150,000 5月16日 12,000	220,000	無し	
4	5月8日	9月5日	35	伊予灘	5月8日 1,000	170,000	無し	

1) *K. mikimotoi*

K. mikimotoi は、2015年冬季から出現が確認され、4月13日には9細胞/ml、4月27日には87細胞/mlまで増加した。さらに、5月11日には注意密度を越えて(228細胞/ml)、最高密度(710細胞/ml)に達する7月6日まで56~710細胞/mlの範囲で推移した。7月14日から減少傾向を示し、8月3日には4細胞/mlまで減少した。本年度は、警戒密度(2,000細胞/ml)を超えることはなかった(周防灘定期調査)。

周防灘では、*K. mikimotoi* は、6月1日に宇佐市四日市沖で1,950細胞/ml、6月19日に豊後高田市呉崎導流堤内の干潮時の潮だまりに極めて狭い範囲で16,500細胞/ml、7月1日に豊後高田市呉崎岸壁で3,200細胞/mlが確認された。

伊予灘(別府湾)では、5月24日~7月30日の間に208~2,550細胞/mlが確認され、最高密度は7月21日神崎漁港の2,550細胞/mlであった(臨時調査)。

2) その他有害プランクトン

Heterosigma akashiwo は、5月25日~6月1日の間に確認された(最高密度55細胞/ml)。

Chattonella globosa は、4月27日~7月22日の間に確認された(最高密度178細胞/ml)。

Chattonella 属は、8月17日~9月2日の間に確認された(最高密度1細胞/ml)。

Pseudochattonella verruculosa は、5月25日に確認された(最高密度3細胞/ml)。

Cochlodinium polykrikoides は、7月6日に確認された(最高密度1細胞/ml)。

3) 珪藻類

珪藻類は、4月27日に *Nitzschia spp.*、*Cheatoceros spp.*、*Skeletonem sp.*を主体に710細胞/mlが確認された。また、7月6日に *Cheatoceros spp.* と *Skeletonem sp.*を主体に1,600細胞/mlが確認された。

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推移を、図4に周防灘における水温、塩分、鉛直安定度

の推移を示した。

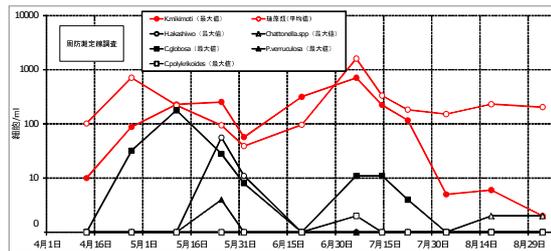


図 2 有害赤潮プランクトン等の出現状況

1) 気象

平均風速は、5月下旬~6月中旬まで平年を下回った。7月中旬は、台風11号の影響を受けて平年を上回った。降水量は、6月上旬に平年を上回った。他は、7月下旬まで平年を下回る旬が多かった。

平均気温は、8月上旬を除いて、6月上旬~9月中旬まで平年を下回った。日照時間は、8月上旬を除いて、6月~9月上旬まで平年を下回った。

2) 海況

5m層の水温は、6月下旬~9月まで平年に比べ「低め」であった。5m層の塩分は、4月~6月までが平年に比べ「低め」、7月~8月が「高め」であった。7月の鉛直安定度は、平年に比べて「低め」であった。

3) *K. mikimotoi*の赤潮形成と気象・海況等との関係

Karenia mikimotoi の遊泳細胞は、2014年と同様に、冬季から継続して確認され、4月には10細胞/ml以上になった。しかし、本年度は、2014年とは異なり、5月に注意密度(200細胞/ml)まで増加し、7月上旬にピークを迎えるまで100細胞/mlを超える密度で推移した。7月中旬以降は、減少傾向を示し、8月3日には4細胞/mlまで低下した。

本年度の気象・海況的な特長として、低日照の影響を受けて水温が低め傾向であったことに加えて、5月~6月の平均風速が平年に比べ弱かったこと、7月の降水量が少なめで鉛直安定度が小さく、安定した水塊構造の形成が強くなかったこと、台風11号が7月16日、17日に高知県、岡山県に上陸した影響で、豊後高田市でも最大風速で14.4~15.3m/秒の強い風が吹いたことなどがあげられる。

4. 秋季から冬季の*K. mikimotoi*の出現

K. mikimotoi は、貝毒監視調査点図の呉崎岸壁、熊毛、守江1において、2015年11月27日から12月21日にかけて0.001~0.018cells/mlが確認されたが、1月~2月の期間は確認されなかった。しかし、3

月になって図1の調査点4、貝毒監視調査点図の呉崎岸壁、岐部で0.01～0.001cells/mlが確認された。

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。

5. 秋季から冬季の珪藻類の出現状況

10月下旬から11月上旬と2月上旬から中旬にそ

れぞれ *Cheatoceros* spp.、*Leptocylindrus* sp.のピークが1,000cells/mLを超えて見られた。*Coscinodiscus waireisii*は10月に密度が高く、平均密度は呉崎岸壁が21cells/L、周防灘（調査点1、3、4）が56cells/Lであった。また *Eucampia zodiacus*は、2月に密度が高く、平均密度は呉崎岸壁が2,467cells/L、周防灘（調査点1、3、4）が4,572cells/Lであった。

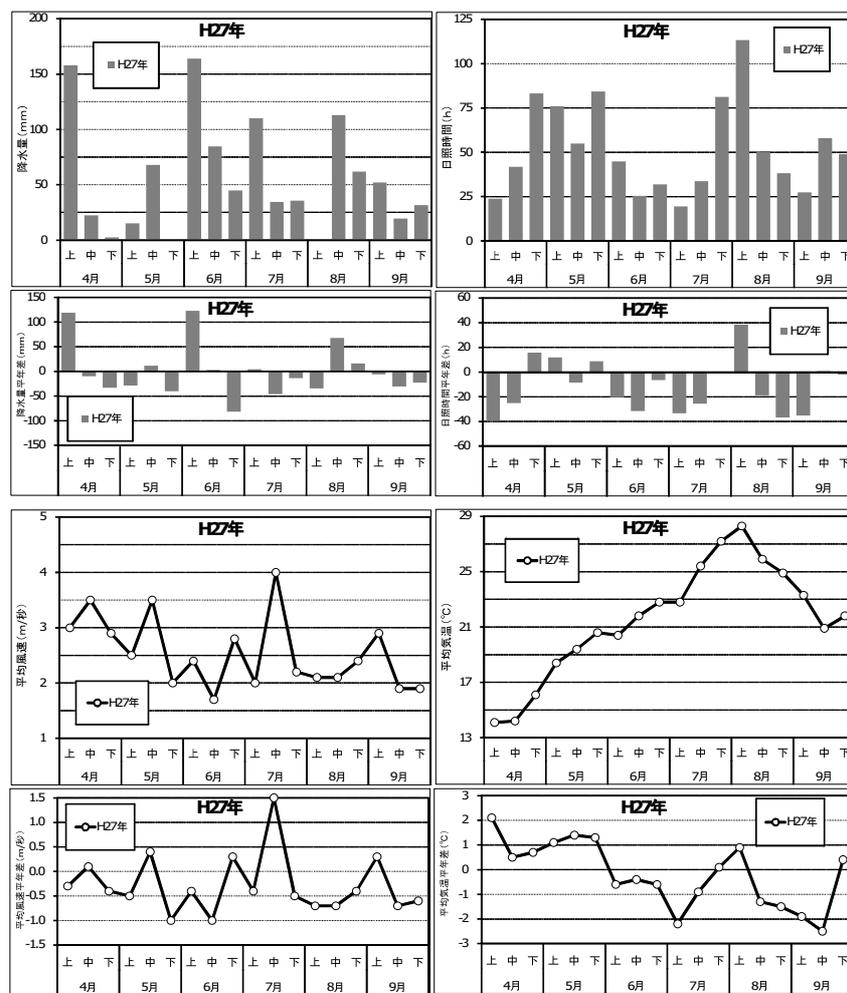


図3 豊後高田市における旬別気象データの推移

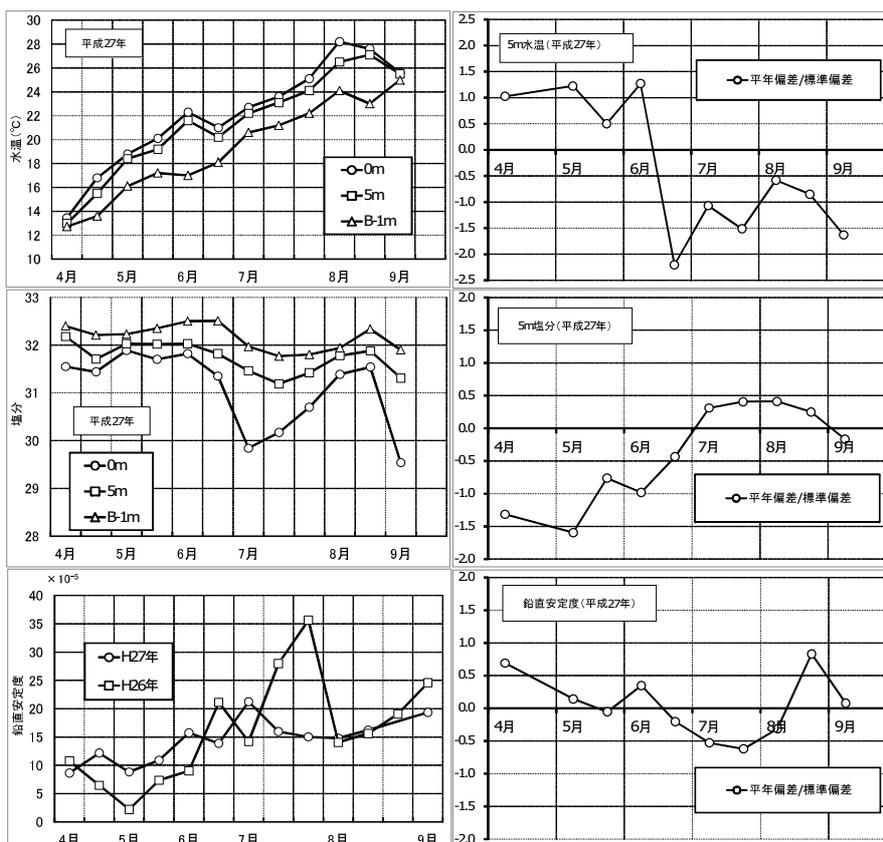


図 4 周防灘における水温、塩分、鉛直安定度の推移

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。

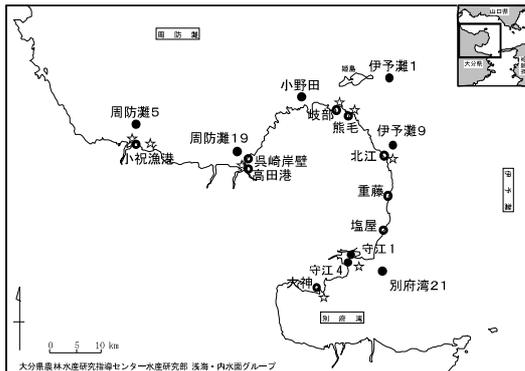


図1 貝毒発生監視調査の定点

- : 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、エライザ法を大分県農林水産研究指導センター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、ムラサキガイ、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、2015年、2016年の春季に確認された。2015年は、3月18日から4月13日に周防灘で確認され、最高密度は3月18日の周防灘（奥崎岸壁）で、800cells/L（水温10.7℃）であった。また、2016年は、3月14日から28日の間に周防灘で確認され、最高密度は3月22日の周防灘（奥崎岸壁）で、330cells/L（水温10.9℃）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2015年3月19日採取の天然アサリ（中津市小祝）で0.1MU/g確認された（エライザ法）。

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)	検出率 (%)	分析方法
		月	日	曜日	月	日	曜日			
ムラサキガイ	豊後高田市高田港	3	19	木	3	20	金	NEL	9.1	エライザ法
アサリ	中津市小祝	3	19	木	3	24	火	0.1	2.4	エライザ法
アサリ	中津市小祝	3	19	木	3	28	木	NEL	2.4	公定法
養殖マガキ	杵築市守江湾	9	24	木	9	29	火	NEL	10.0	エライザ法
養殖マガキ	日出町大津	9	24	木	9	29	火	NEL	9.9	エライザ法
養殖マガキ	国東市福部	11	13	金	11	18	水	NEL	—	エライザ法
養殖マガキ	国東市北江	11	13	金	11	18	水	NEL	—	エライザ法
養殖マガキ	豊後高田市高田港	11	19	木	11	25	水	NEL	6.0	エライザ法
養殖マガキ	中津市小祝	11	30	月	12	8	火	NEL	6.1	エライザ法
養殖マガキ	国東市熊毛	12	11	金	12	15	火	NEL	17.5	エライザ法
養殖マガキ	中津市小祝	2	9	火	2	17	水	NEL	8.2	エライザ法
養殖マガキ	豊後高田市高田港	2	10	水	2	17	水	NEL	9.8	エライザ法
養殖マガキ	国東市熊毛	2	9	火	2	17	水	NEL	10.4	エライザ法
養殖マガキ	杵築市守江湾	2	9	火	2	17	水	NEL	17.0	エライザ法
アサリ	中津市小祝	3	9	水	3	16	水	NEL	2.5	エライザ法
ムラサキガイ	豊後高田市高田港	3	23	水	3	29	火	NEL	12.4	エライザ法

今後の留意点

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。

麻痺性貝毒プランクトンの *A. tamarense* が春季に 2014 年、2015 年、2016 年に 3 年連続して出現し、ムラサキイガイとアサリの毒化がエライザ法により確認されている。近年、国東半島周辺でマガキの養

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

山田英俊・田村勇司・岩野英樹

事業の目的

1994年以降、ウイルス性疾病（PAV）の発生に伴い大分県内の養殖クルマエビ生産量・生産額は激減した。クルマエビ養殖場では生産の回復・安定化が求められているものの、疾病発生を軽減するためにはクルマエビの飼育密度を下げる必要性があり、クルマエビ生産量の大幅な増加は見込めない現状にある。

このような中、クルマエビ養殖の過程で養殖池に大量発生する植物プランクトンや有機物の一部を有効活用したアサリ養殖技術開発が近年行われている。¹⁾ また、室内実験の結果、クルマエビは自身の体長の9.5%よりも大きなアサリや、殻長10mm以上のアサリを捕食した事例が少なかったことから、体長140mm以下のクルマエビと殻長10mm以上のアサリは共存可能と報告されている。²⁾ そこで今回、クルマエビ養殖場の既存の施設・環境特性を活用してクルマエビとアサリを複合的に養殖するシステムを開発する目的で、クルマエビとアサリの地撒き混合養殖、アサリの地撒き単独養殖試験を実施した。

なお、この試験は農業・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）」の「セミスマートな二枚貝養殖技術の開発と応用」により実施した。

事業の方法

試験には姫島村の2つの築堤式クルマエビ養殖池（混合養殖池10,300㎡、単独養殖池7,700㎡）を使用し、それぞれにアサリ稚貝を収容する4,000㎡の試験区画を設定した（図1）。

混合養殖では、まず2015年5月28日に平均殻長2.3mmの稚貝を2,049個/㎡の密度で819万個、区画内に単独収容した。次に、クルマエビから捕食されにくいとされる殻長10mm前後に稚貝が成長した時点（2015年7月1日）で、平均体長12mmの稚エビを19.4



図1 試験養殖池の概要

尾/㎡の密度で池全体に20万尾追加収容した。その後、通常どおりクルマエビに配合飼料を給餌し、養殖の過程で自然発生した植物プランクトン等をアサリに摂餌させる方法で混合養殖を実施した。

単独養殖では、2015年5月29日に平均殻長2.1mmの稚貝を2,197個/㎡の密度で879万個単独収容した。その後、隣接したクルマエビ単独養殖池から植物プランクトン等を含む養殖池の海水をポンプで1日当り1,500 t程度注水し、アサリに摂餌させる方法で単独養殖を実施した。

両試験池におけるアサリの成長と生残状況を把握するため、1ヶ月毎に20cm×20cmコドラート枠内の深さ10cm程度の底質を潜水して採取し（各試験池6箇所）、2mm目合いのザルでふるったものからアサリを選別し、殻長や体重等を測定した。

事業の結果

混合養殖アサリは良好な成長を示し、単独養殖よりも成長・生残ともに良い結果となった。養殖開始から約5ヶ月半後の2015年11月9日時点で養殖アサリの殻長は混合養殖で16.5～33.7mm（平均28.3mm）、単独養殖で12.3～26.1mm（平均21.2mm）となった。また養殖アサリの生息密度は、混合養殖で648個/㎡（推定生産量11.2トン）、単独養殖で340個/㎡（推定生産量2.4トン）となった。なお、混合養殖池では透

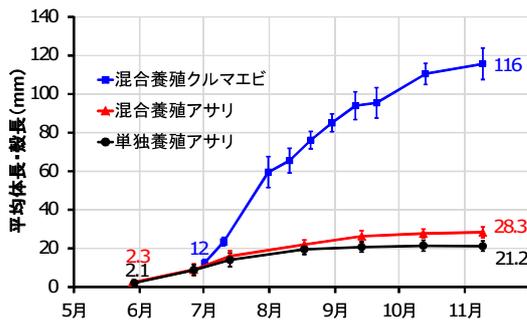


図2 混合・単独養殖アサリの平均殻長および混合養殖クルマエビの平均体長の推移

明度が大幅に上昇するという解消すべき問題が生じたものの、クルマエビの捕食に伴うアサリ生息密度の極端な減少や、両種の成長阻害は確認されなかった。以上のことから、クルマエビとアサリの混養開始サイズが10mmの場合は、同一の養殖池で両種を地撒き混合養殖することが可能であると推察された。

図2に養殖アサリの平均殻長の推移を示した。5月下旬に殻長約2mmで両池に単独収容したアサリ稚貝は6月下旬まで0.22~0.23mm/日の早さで良好に成長し、約40日で商品サイズの養殖クルマエビ(体長140mm)の捕食を受けにくいとされる殻長10mmに達した。

その後、混合養殖池に稚エビを追加収容してからも混合養殖アサリは順調に成長し、9月中旬には殻長26.3mmに到達した。9月中旬~11月上旬にかけて混合養殖アサリの成長は停滞し、11月上旬の殻長は28.3mm、平均殻付き体重は4.3gとなった。

一方、単独養殖アサリは8月中旬まで順調に成長したものの、それ以降の成長は停滞した。8月中旬~9月中旬にかけて単独養殖アサリには明瞭な障害輪が形成された。11月下旬の単独養殖アサリの殻長は21.2mm、平均殻付き体重は1.8gとなった。

図3にアサリの平均生息密度の推移を示した。5月末に2,049個/m²の密度で収容した混合養殖アサリは、1ヶ月後の6月下旬の調査時には密度が半分以下の750個/m²に減少した。しかし、その後、アサリ生息密度が極端に減少することは無く、生息密度は横ばい傾向を示し、11月上旬時点の混合養殖アサリ平均生息密度は648個/m²となった。この結果、11月上旬時点で259万個、11.2トンの混合養殖アサリが生産されたと推定された。

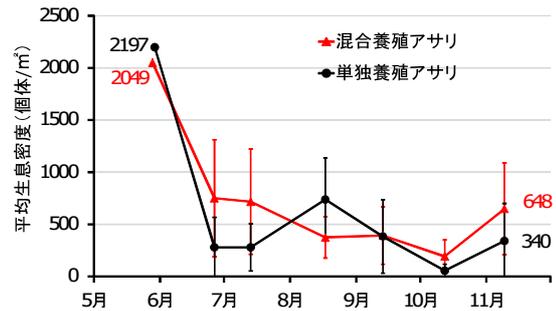


図3 混合・単独養殖アサリの平均生息密度の推移

一方、5月末に2,197個/m²の密度で収容した単独養殖アサリは、1ヶ月後の6月下旬の調査時には密度が半分以下の279個/m²に減少した。しかし、その後、アサリ生息密度が極端に減少することは無く、生息密度は横ばい傾向を示し、11月上旬時点の単独養殖アサリの平均生息密度は340個/m²であった。この結果、11月上旬時点で、136万個、2.4トンの単独養殖アサリが生産されたと推定された。

試験期間中、混合養殖アサリの生息密度が単独養殖アサリよりも激減する傾向は見られなかったことから、混合養殖クルマエビによるアサリの捕食は少なかったものと推測された。

今後の問題点

今回、混合養殖池で養殖池の透明度が大幅に上昇する事象が発生したため、クルマエビ養殖に適した透明度を維持できるアサリの適正収容量を把握する必要がある。また、クルマエビ養殖池からのアサリの効率的な漁獲方法を確立する必要がある。

文 献

- 1) 崎山一孝.アサリ養殖の実用技術 第4回 クルマエビ養殖場を利用したアサリの養殖. アクアネット 2014;12月号:58-60.
- 2) 吉田 歩, 山崎英樹, 伊藤 篤, 崎山一孝, 阪倉良孝.クルマエビの成長に伴う被食アサリの殻長の変化.水産増殖 2015;63:361-366.

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複合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

I 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（西谷池）でクルマエビと混合養殖された養殖アサリ（浅海チーム2014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、基本的に採集の翌日または翌々日に採卵を実施した。

II 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孵化槽からD型幼生を回収し、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て止水・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宜観察し、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* 及び *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)の元株は国立研究開発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。

III 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/ m²散布した稚貝飼育水槽に收容した。着底稚貝の飼育には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。

IV 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

I 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、平均殻長0.9~2.1 mmのアサリ稚貝を4,463万個体生産した。

春の採卵は2015年6月10日~7月6日にかけて3回実

施し、9,513万粒の受精卵からD型幼生を1,916万個体回収し、飼育水槽に1,893万個体収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μmのフルグロウン期幼生1,641万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は87%となった。2015年8月～10月に稚貝を計数したところ、平均殻長1.4～2.1mmの稚貝が1,210万個体生産された。

秋の採卵は2015年10月7日、11月4日に2回実施し、7億3,592万粒の受精卵からD型幼生を1億9,090万個体回収し、飼育水槽に1億8,760万個体収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μmのフルグロウン期幼生9,173万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は49%となった。2015年11月～2016年2月に稚貝を計数したところ、平均殻長0.9～1.2 mmの稚貝が3,253万個体生産された。

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複合養殖試験に用いる予定である。

II 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、平均殻長0.2 mmのアサリ着底初期稚貝を2,415万個体生産した。

現地で9回の人工採卵を実施し、12億4,392万粒の受精卵から2億7,498万個体のD型幼生を回収し、現地のクルマエビ種苗生産用大型水槽（200t角型コン

クリート水槽）に収容した（表2）。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μmのフルグロウン期幼生まで順調に成長した2,415万個体については、大量斃死を伴うことなく着底稚貝に変態した。2015年10月に春採卵における稚貝を回収・計数したところ、平均殻長2.4～4.3mmの稚貝が550万個体生産された。なお、秋採卵の実施分については、次年度まで継続飼育中である。

今回、2015年5月下旬に殻長約2mmで養殖池に収容し、クルマエビと混合養殖したアサリ（浅海チーム2014年秋採卵人工種苗）から2015年10月に採卵・着底稚貝が生産できたことから、クルマエビ養殖場での1年単位での完全養殖の可能性が示唆された。

しかし、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は、途中で廃棄する事例も多く、生産技術の安定化・量産化が今後の課題である。

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	2015年6月10日	姫島天然	10.5	—	—	—	—	—	
	2	2015年6月19日	姫島天然	10.0	8,563	1,716	1,560	1,149	1.4	2015年8月11日～10月6日
	3	2015年7月6日	姫島天然	2.0	950	200	82	61	2.1	2015年10月5日
	小計			22.5	9,513	1,916	1,641	1,210		
秋採卵	4	2015年10月7日	姫島養殖	9.4	50,522	16,260	7,808	2,572	1.2	2015年11月30日～2016年1月4日
	5	2015年11月4日	姫島養殖	6.0	23,070	2,830	1,365	682	0.9	2016年2月5日
	小計			15.4	73,592	19,090	9,173	3,253		
合計			37.9	83,105	21,006	10,814	4,463			

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	2015年5月21日	4,842	未計測	—	正常D型幼生数が少なく、廃棄
	2	2015年6月4日	14,060	2,548	1,003	10/6に取り上げ、殻長2.4mm542万個
	3	2015年6月18日	490	未計測	—	採卵数が少なく、廃棄
	4	2015年6月19日	4,660	377	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	5	2015年7月3日	3,000	未計測	—	正常D型幼生数が少なく、廃棄
	6	2015年7月4日	8,000	460	460	10/6に取り上げ、殻長4.3mm8万個
	小計		35,052	3,385	1,463	
秋採卵	7	2015年10月16日	49,340	9,725	952	次年度まで飼育中
	8	2015年10月27日	20,000	2,805	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	9	2015年11月2日	20,000	11,583	—	幼生収容後の減耗にともない、廃棄
	小計		89,340	24,113	952	
合計		124,392	27,498	2,415		

養殖・種苗生産に関する技術指導－2

①タイラギ種苗生産

金澤 健

事業の目的

タイラギ種苗生産については、本県では過去に平成7～8年度、11～16年度の8カ年間、取り組んできたが、いずれも着底稚貝を得るまでには至らなかった。

近年、種苗生産技術は進展しており、国立研究開発法人水産・教育機構では、稚貝の量産に成功していることから、本県においても種苗生産研究を再開し、生産技術を確立することを目的とした。

事業の方法

1. 親貝の入手と養成

親貝は、平成27年2～3月の間、豊前海において小型底びき網(第3種貝けた網)により漁獲された無鱗型タイプの成貝(殻長25～35cm)、約100個体を用いた。当施設内4トン水槽に親貝を収容し、当初、1日2回、50L/回の *Chaetoceros calcitrans* 及び *Pavlova lutheri*(約500万細胞/mL)を給餌し、6月中旬からは、100L/回に給餌量を増やし、養成(仕立て)した。

2. 成熟度の調査

成熟度調査は、7月27日から10月8日までの間、計7回行った。1回の調査で養成した親貝2～7個体を使用し、殻長、つがい長(図1)、殻高、殻付き重量を測定した後、軟体部を切り出し、軟体部重量及び生殖腺も含めた内臓全部分の重量(図2)を測定し、以下に示す式により成熟度(以下、IOV値という。)を算出した。

$$\text{IOV 値} = W/\text{SL}^3 \times 10^4$$

W(g)：生殖腺も含めた内臓全部分の重量。閉殻筋(貝柱)や外套膜などを除いた軟体部重量。

SL(cm)：つがい長。殻のちょうつがいの部分の長さ。ここでは、便宜上、SLと表記。

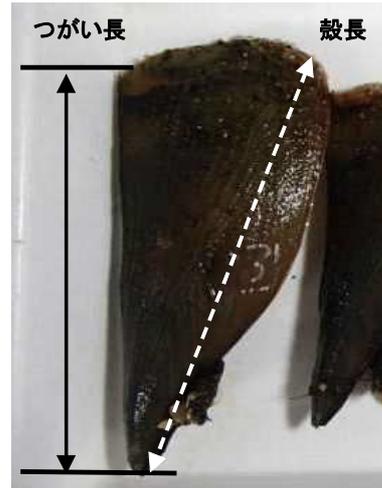


図1 つがい長の測定部位



図2 生殖腺も含めた内臓の全部分

3. 飼育水温の測定

タイラギは、初夏の水温上昇期と初秋の水温下降期が産卵期とされており、適正な採卵時期を把握するために、水槽内に水温ロガー(TidobiD)を設置し、水温を自動測定した。

4. 採卵

採卵は、親貝に対して、干出刺激と昇温刺激を与えることにより産卵を誘発させる方法を用いた。

具体的には、親貝を30分間干出した後、17～18℃の冷却海水に4～6時間収容して親貝を冷却し、その後、自然海水(25℃前後)をかけ流し、さらにヒーターを使用して28℃まで昇温させて、温度刺激を与えた(図3)。

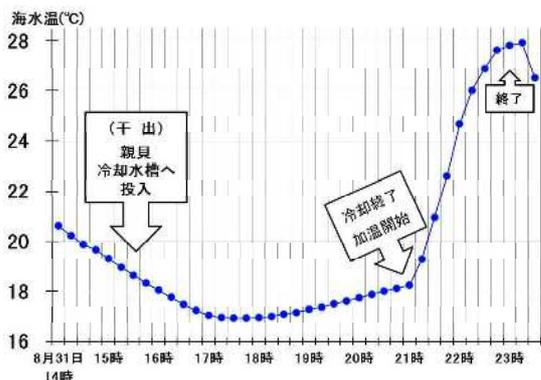


図3 産卵誘発方法(干出と昇温による刺激)

事業の結果

1. 飼育水温の推移

飼育水温は、平成 27 年 7 月 3 日から 10 月 15 日の間に測定した(図 4)。7 月上旬から中旬までは、概ね 21 ~ 24 °C の間で推移し、下旬にタイラギの産卵盛期とされる 25 °C を超えた。8 月 11 日に測定期間中の最高値 29.6 °C となり、8 月下旬には 25 °C 前後まで下降した。9 月以降は 23 ~ 25 °C の間で推移し、10 月以降はさらに下降した。

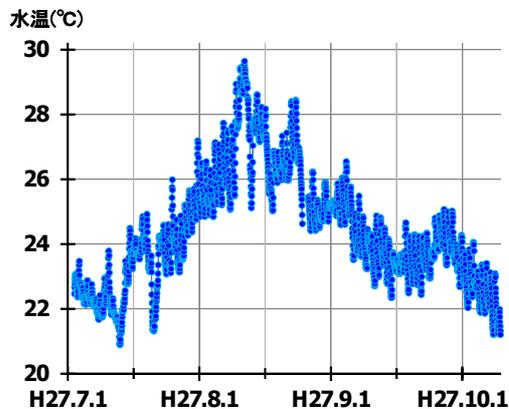


図4 飼育水温の推移

2. 成熟度調査

調査に用いた個体は全て、性別の判定が可能で、雌雄比は 1.3 : 1 であった。調査期間中の成熟度は、期間を通じて産卵可能とされる IOV 値 35 まで達しなかった(表 1)。

表1 成熟度の状況

調査日	個体数			IOV値		
	雌	雄	合計	雌	雄	平均
7月27日	3	1	4	24.72	25.28	24.86
8月6日	1	2	3	19.38	21.69	20.92
8月20日	1	1	2	25.43	14.87	10.15
8月27日	1	2	3	7.27	12.84	10.97
9月1日	6	1	7	18.62	13.95	17.95
10月3日	2	-	2	16.30	-	16.30
10月8日	2	5	7	10.29	8.43	8.96
合計(平均)	16	12	28	(17.85)	(13.78)	(16.11)

3. 採卵

採卵は、計 14 回 行ったが、いずれも産卵・放精が確認できず、受精卵は得られなかった。

なお、9 月 4 日に、殻長 20cm 未満の小型個体(15 個体)を屋外水槽から取り揚げ、殻の付着物を取り除いた後、元の水槽へ戻したところ、雄 1 個体(殻長 18cm)が放精を始めたため(暴発)、全個体を産卵用水槽へ移し、雌個体が同調して産卵するのを待ったが、別の雄 1 個体が放精を開始したものの、雌個体の産卵はなかった。

今後の問題点

当施設内での親貝の養成(仕立て)では、IOV 値は 25 程度までしか上昇させることはできず、産卵可能とされる 35 まで達しなかった。施設内の養成では、十分量の給餌に限界があると考えられるため、今後は、管理のしやすい天然海域で行うことを検討する。

養殖・種苗生産に関する技術指導－2

②タイラギ増養殖

金 澤 健

事業の目的

小型底びき網の第3種貝けた網漁では、殻長20cm未満の小型タイラギは、漁獲物の選別時に投棄されているが、この小型個体を有効利用するため、安価で簡便な養殖手法を開発することを目的とした。

なお、現時点では、未利用資源の有効利用が、主目的であるが、将来的には、人工種苗を用いた豊前海における新たな増養殖の展開を目指す。

事業の方法

1. 高田港内における養殖試験

1) 実施場所

豊後高田市の高田港内に設置された二枚貝類蓄養筏において実施した(図1)。



図1 高田港の位置

2) 方法

試験は、平成27年2月～10月に行った。

供試貝は、平成27年1～2月の間に小型底びき網(第3種貝けた網)で採捕された殻長130～190mmの天然小型貝を用い、アコヤ貝養殖ネット(以下、「アコヤネット」という。)に、殻長ごとに階級分けして収容した。なお、階級については、殻長170～190mmを「大サイズ」、殻長150～170mmを「中サイズ」、殻長130～150mmを「小サイズ」とした。

収容方法については、通常、天然タイラギは殻頂部を下にして海底に刺さるように生息しているため、同様の状態でアコヤネット内に供試貝を各7個/ネットを並べ、また、付着生物対策として、目合い2mmのネトロンネット(通称「ミカンネット」と呼ばれる赤色ネット)で殻を覆い収容した(図2)。



図2 タイラギの収容方法

3) 水温の測定

試験期間中の水温は、水温ロガー(TidbiD)をアコヤネットに装着し、1時間ごとに自動測定した。

2. 遊休クルマエビ養殖池における養殖試験

1) 実施場所

豊後高田市の遊休クルマエビ養殖池(以下、「養殖池」という。)において実施した(図3)。



図3 遊休クルマエビ養殖池の位置

2) 方法

供試貝、階級分け、収容方法については、高田港内における養殖試験と同様とした。養殖池内のアコヤネット垂下場所及び取水門の場所を図 4 に示した。



図4 養殖池内のアコヤネット垂下場所及び取水門

3) 水温及び塩分の測定

試験期間中の水温は、水温ロガー(TidbiD)をアコヤネットに装着して、1 時間ごとに自動測定した。また、塩分はコンパクト STD(型式:ASTD687)により測定した。

事業の結果

1. 高田港内における養殖試験

1) 水温

試験期間中の水温を図 5 に示した。

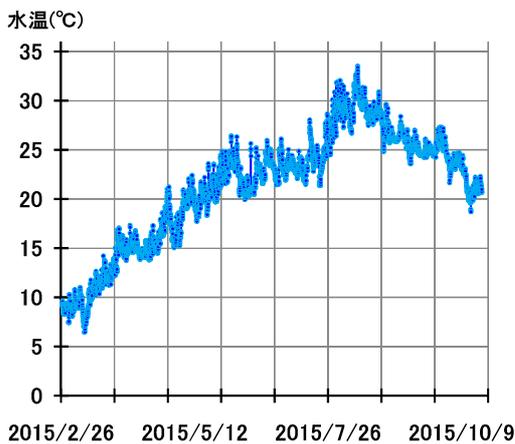


図5 高田港内の水温推移

試験開始の 2 月下旬は 8 °C 前後で推移し、3 月中旬以降、10 °C を上回る日が続き、徐々に上昇した。4 月下旬に 20 °C を超え、5 月下旬から 7 月下旬までは、概ね 21 °C から 25 °C の間で推移した。梅雨明け(7 月 29 日ごろ)と同時に 30 °C 前後で推移し、8 月

11 日に最高値 33.5 °C を記録した。その後は、徐々に下降し、10 月中旬に 20 °C 前後まで低下した。

2) 成長

試験開始時(2 月 26 日)と終了時(10 月 20 日)における各階級の殻長と殻付重量を図 6 に示した。

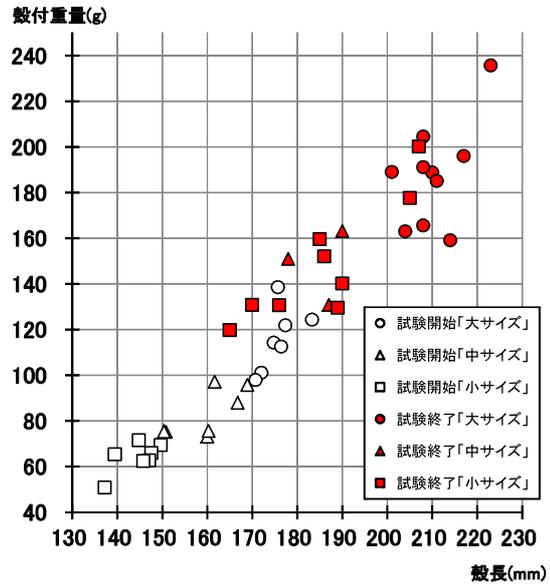


図6 各階級における成長

最も成長が良い階級は「小サイズ」であり、試験期間中、平均殻長は 144.5mm から 185.9mm (+41.4mm) に、平均殻付重量は 64.0g から 148.9g (+84.9g) に成長した。「大サイズ」では、平均殻長は 175.8mm から 210.4mm (+34.6mm) に、平均殻付重量は 115.8g から 187.8g (+ 72.0g) に成長した。「中サイズ」では、平均殻長は 159.8mm から 185.0mm (+25.2mm) に、平均殻付重量は 82.9g から 148.3g (+65.4) g に成長した。

3) 生残

各階級の生残を表 1 に示した。各階級の生残率は 42.9 ~ 71.4% であり、「中サイズ」が比較的高かった。

表1 各階級における生残

階級 (殻長mm)	供試 個体数	生残 個体数	生残率
170~190mm 「大サイズ」	14	9	64.3%
150~170mm 「中サイズ」	14	10	71.4%
130~150mm 「小サイズ」	21	9	42.9%

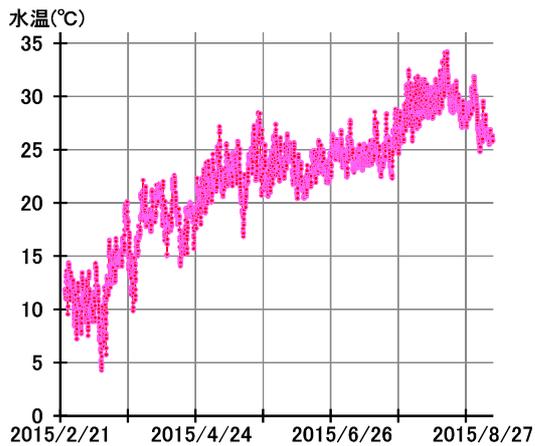


図8 養殖池内の水温推移

2. 休止中クルマエビ養殖池における養殖試験

1) 水温

試験期間中の水温を図8に示した。

試験開始の2月下旬から3月上旬は、概ね7℃～15℃の間で推移した。3月11日に最低値4.2℃を記録した後、徐々に上昇し、3月下旬からは20℃前後で推移した。5月に入り25℃を超え、7月中旬までは25℃前後で推移したが、7月下旬には30℃を超え、8月11日に最高値34.2℃を記録した後、下降に転じ、8月下旬には25℃前後にまで低下した。

2) 塩分

タイラギの生残等に対する低塩分の影響を調べるため、梅雨時期の6月12・24日に塩分測定した結果を図9に示した。6月2日から11日の10日間で、217.5mmの降雨(気象庁ホームページの気象統計情報(豊後高田市データ)より)後の6月12日の塩分は、養殖池外の表層付近では塩分11.9であり、水深が深くなるにつれて塩分は高くなり、底層付近(-1.2m)では31.1であった。また、タイラギ垂下場所(養殖池中)の表層付近では24.5であり、底層付近(-0.7m)では27.5であった。一方、6月20日か

ら5日間、降雨0mm(同、気象庁ホームページより)であった6月24日の塩分は、養殖池外もタイラギ垂下場所(養殖池中)も同様の塩分であり、表層から底層付近(-0.9m)までの塩分は、30.2～30.8の範囲であった。

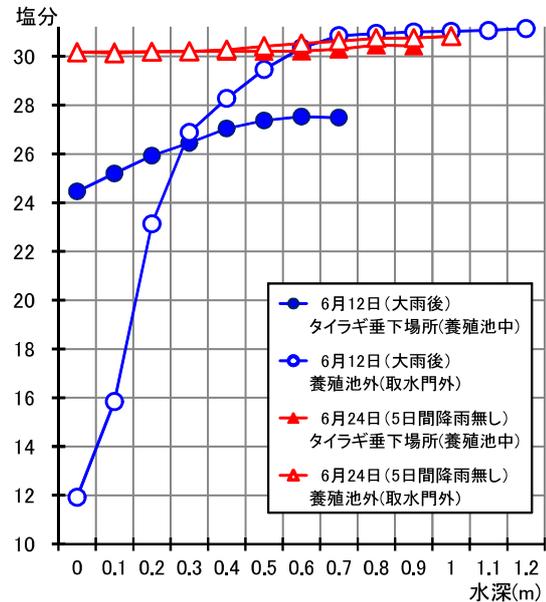


図9 梅雨時期における養殖池内の塩分

3) 成長及び生残

6月24日時点で9割以上の死亡が確認され、残りの生残個体も7月29日時点で全て死亡が確認された。

今後の問題点

高田港内における養殖試験では、夏季の高水温期に死亡が多く、また、遊休クルマエビ養殖池では、梅雨時期の降雨による低塩分と夏季の高水温がへい死の主要因と推定されることから、これらの影響を受けない養殖場所の探索が必要である。

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 (北海道大学への委託事業)

田村勇司・岩野英樹・山本宗一郎

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。

調査は大分県が平成 26 年度に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。¹⁾ 今年度からは北海道大学に委託して、京都大学とも協力して調査を行った。詳細な調査結果については北海道大学、京都大学で取りまとめる予定である。

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 カ所で、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。

昨年度の調査結果より、桂川と伊呂波川では、流域の土地利用形態の違いを反映して、水質が異なっていることがわかり、出水時には水質の質・量とも変化する可能性が示唆された。¹⁾

そこで今年度は、降雨等に伴う出水による水質と栄養塩等の海域への流入量の短期変動を調べるために、桂川と伊呂波川で流量の調査と採水を行った。

調査は 2015 年 6 月 29 日から 7 月 11 日まで、図 1 に示した両河川最下流の潮止め堰の上流側において行った。各測点では河川の水位と流速を測定すると

ともに、表層河川水を採水した。採水は短期変動を捉えるために、自動採水装置を用いて、3 時間～1 日間隔でサンプリングを行った。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。分析項目は、全窒素(TN)・全リン(TP)濃度、懸濁態有機炭素(POC)濃度、懸濁態有機窒素(PON)濃度、POC・PONの安定同位体比($\delta^{13}\text{C}_{\text{POC}}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{PON}}$)、粒状懸濁物(SS)濃度である。

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、胃内容物、C/N 比等を調べた。

これらの調査を、2015 年 4 月 20 日～4 月 23 日、2015 年 6 月 1 日～2 日、2015 年 7 月 13 日～14 日、2015 年 8 月 26 日～28 日、2015 年 9 月 26 日～28 日、2016 年 2 月 9 日～10 日、の 6 回行った。

また、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。



図1 伊呂波川(西側)と桂川(東側)の観測地点

事業の結果

桂川、伊呂波川の潮止め堰上流側における水位と

流量の関係を図 2 に示した。両河川において、水位と流量の間には相関が見られ、水位 x と流量 y の関係は、桂川では $y=68x^2-176x+116$ ($r^2=0.997$)、伊呂波川では $y=52x^2-106x+53$ ($r^2=0.986$) で示すことができた。^{*}

図 3 は豊後高田の降水量、桂川・伊呂波川の水位、推定流量、推定比流量を示したものである。この図から、両河川とも、まとまった降水量の後に水位が上昇して流量が急増していることがわかる。また、比流量（流域面積当たりの流出量）は伊呂波川の方が大きく、降水は桂川より伊呂波川でより短時間の間に影響を及ぼすと考えられる。^{*}

図 4 は桂川、伊呂波川の SS 濃度、TP 濃度、TN 濃度の時間変化を示したものである。出水後に各濃度とも上昇しているが、TN は SS や TP に比べて変化量は小さい。SS、TP は出水と同時に濃度が上昇しており、 PO_4 は土壌に吸着しやすいことから、出水時に微細粒子とともに粒の状態で流出していると考えられる。TN は桂川の方が濃度が高く、流量増加後しばらくは高濃度の状態が続いている。^{*}

図 5、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。図 5 を見ると、DIN は 8 月初旬、10 月下旬に低い値を示したが、図 3 (a) の降水量が多い時期は高い傾向が見られた。図 6 の PO_4 -P も同様の傾向が見られたが、8 月以降は下降傾向であった。

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。8 月上旬に大きなピークが見られた。昨年度と同じく、秋季にやや低い値を示した。

河口生物調査の結果については、現在、分析中である。

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.

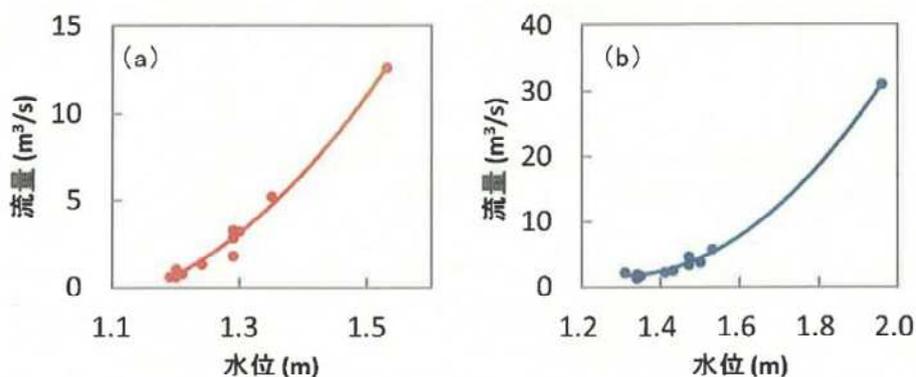


図2 伊呂波川 (a) と桂川 (b) の潮止め堰上流側における水位と流量の関係

^{*} 「森と海のつながりの研究報告」(2016) 笠井亮秀

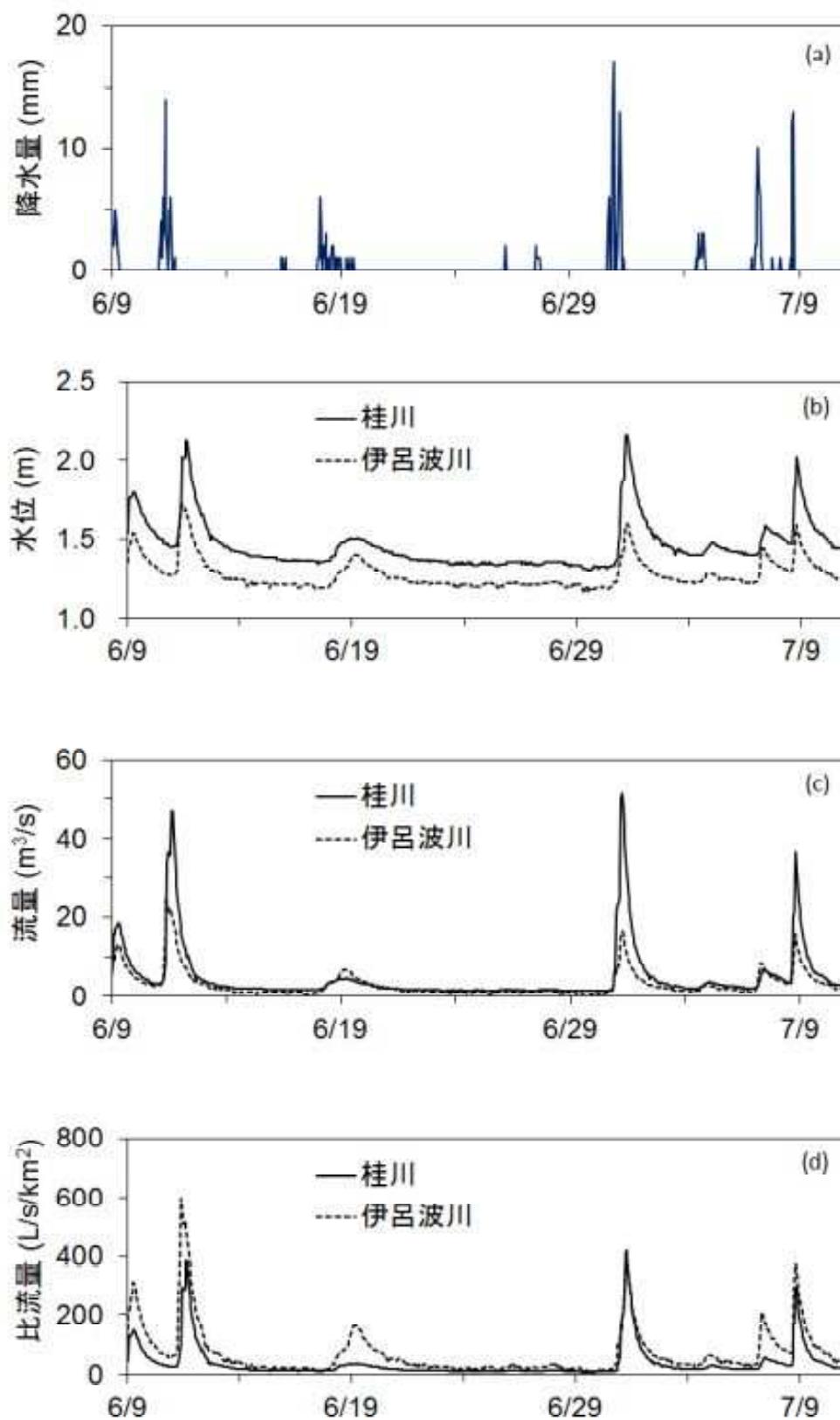


図3 (a)豊後高田における降水量、(b)桂川(泉橋)と伊呂波川(伊呂波橋)における水位
(c)桂川と伊呂波川の推定流量、(d)桂川と伊呂波川の推定比流量

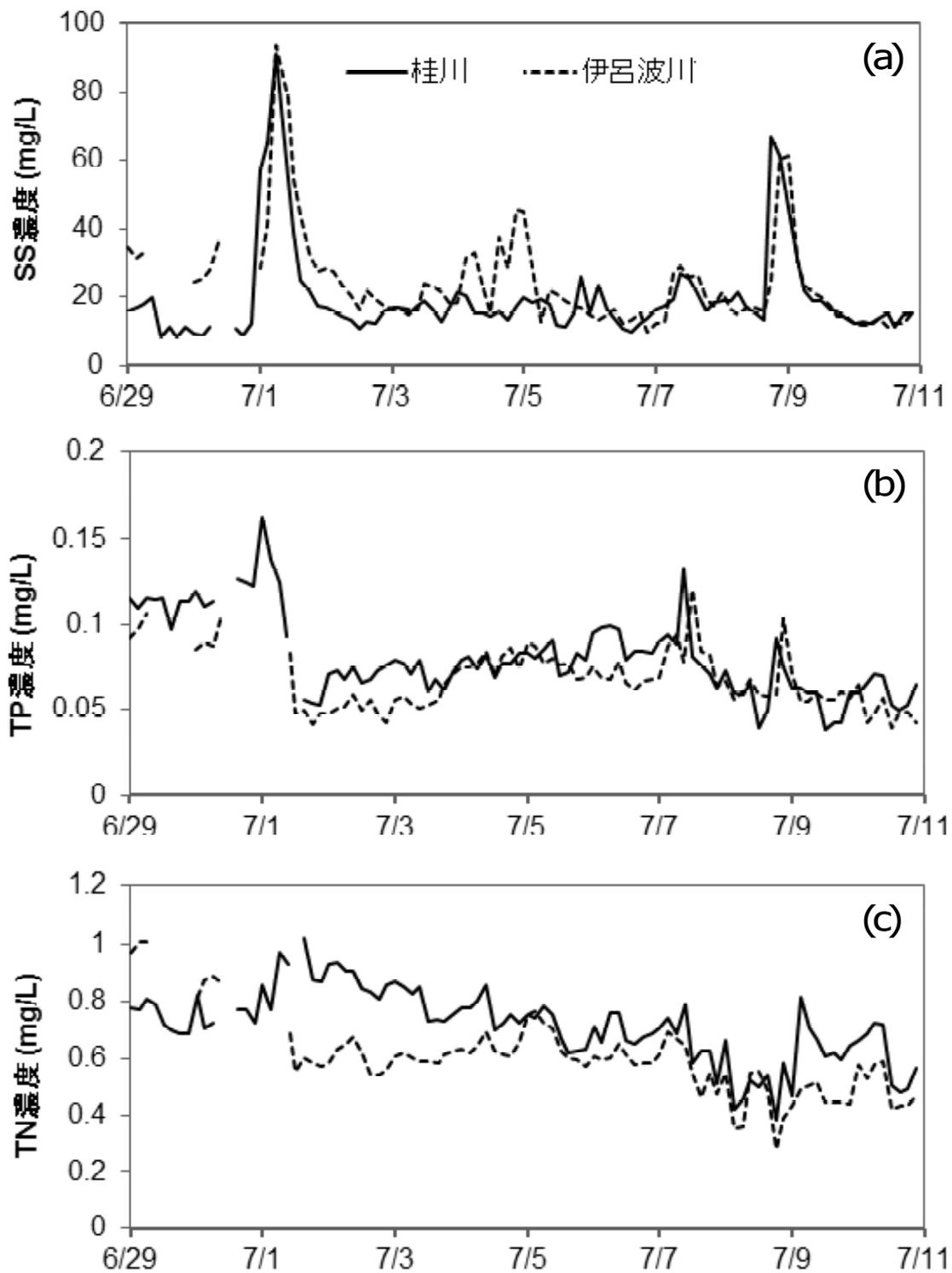


図4 桂川と伊呂波川における(a)懸濁態物質(SS)濃度、(b)全リン(TP)濃度、(c)全窒素(TN)濃度の時間変化

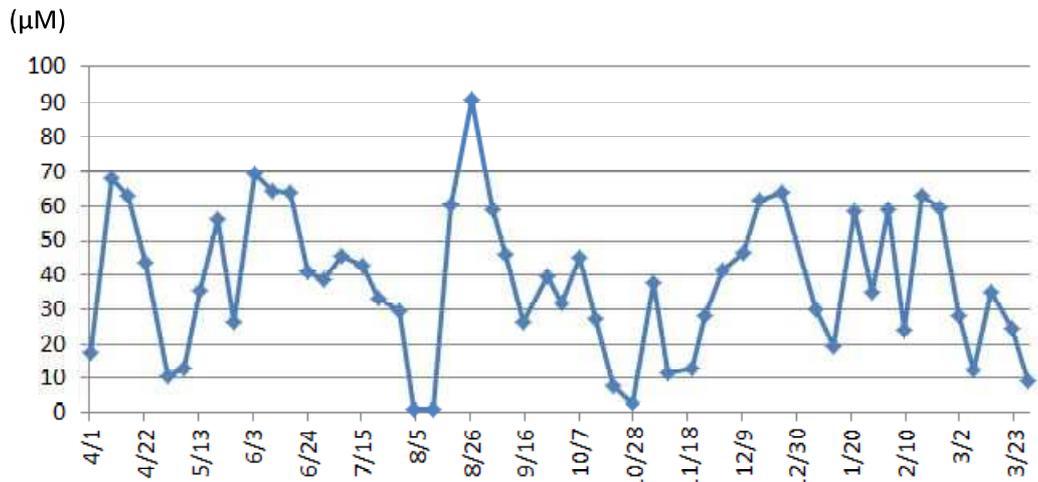


図5 桂第 1 堰上流のDIN濃度の推移

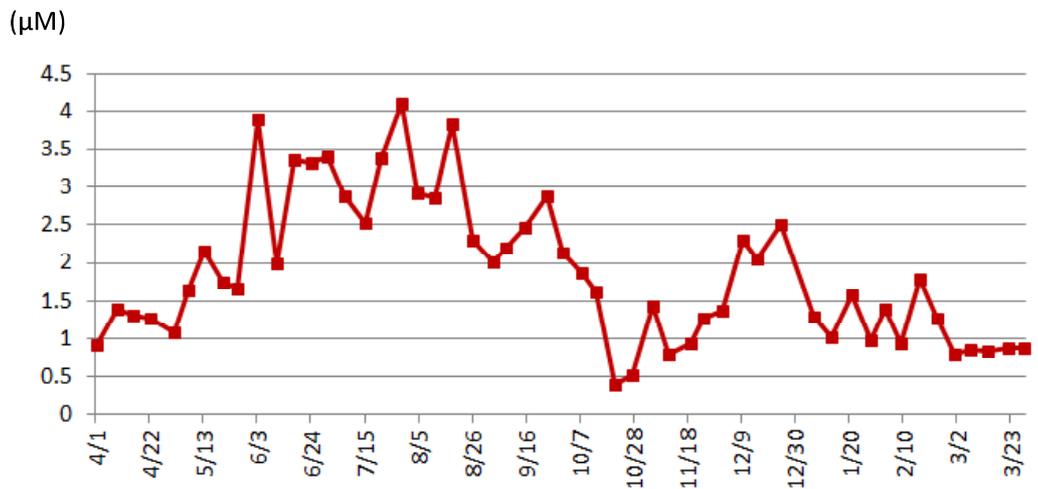


図6 桂川第 1 堰上流のPO₄-P濃度の推移

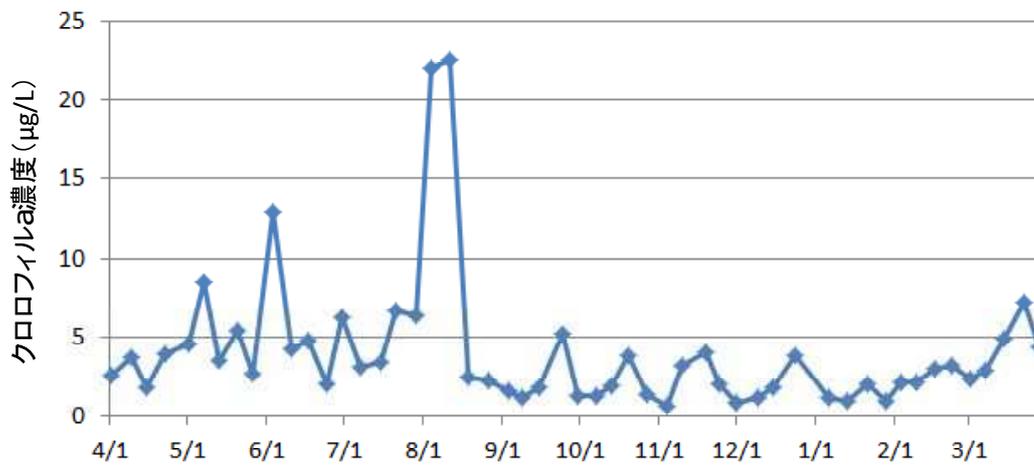


図7 桂川第 1 堰上流のクロロフィルa濃度の推移

