

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）

（国庫委託金）

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(上月)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「豊洋」による調査は8月と12月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、PO₄-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、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。

旬別平均気温、旬別降水量、旬別日照時間は、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	2012年	4月12日	2012年	4月5日
第2回		5月1日		5月9日
第3回		6月1日		6月6日
第4回		7月2日		7月4日
第5回		8月7日		欠測
第6回		9月3日		9月5日
第7回		10月2日		10月3日
第8回		11月8日		11月8日
第9回		12月5日		欠測
第10回	2013年	1月7日	2013年	1月8日
第11回		2月12日		2月5日
第12回		3月4日		3月5日

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」	$2.0\sigma \leq \delta$

δ 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「平年並み」から「やや低め」であったが、5月上旬と7月下旬、年明けの2月上旬と3月中旬が「やや高め」、3月上旬は「甚だ高め」であった。一方、12月上旬と1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月中旬から6月下旬は「やや多め」となり、7月中旬には「甚だ多め」となった。また、12月中旬には「やや多め」、12月下旬には「甚だ多め」1月中旬、2月上、中旬には「やや多め」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、4月上旬、7月下旬、10月上旬は「かなり多め」であった。一方、6月中旬、9月中旬、11月上旬、下旬、12月上旬、下旬は「やや少なめ」であった。

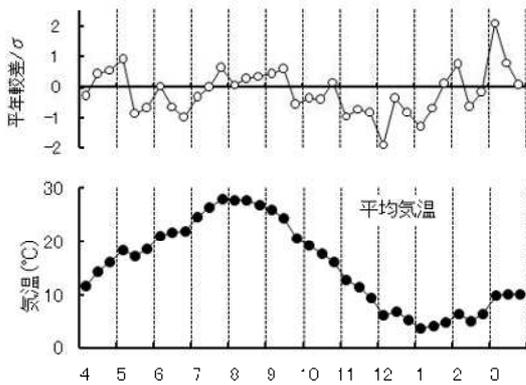


図2 豊後高田地先における2012年度旬別平均気温
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

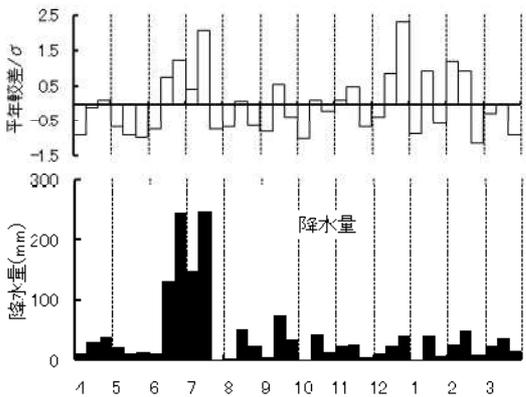


図3 豊後高田地先における2012年度旬別降水量
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

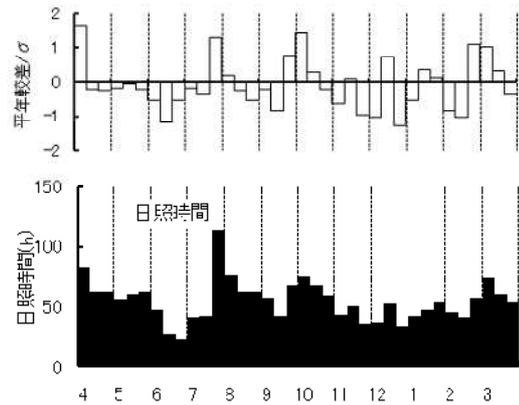


図4 豊後高田地先における2012年度旬別日照時間
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

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～平年並み」で推移したが、7月の底層で「甚だ高め」、8月、9月底層で「やや高め」であった。一方4月の表層では「かなり低め」、11月の表層、底層で「甚だ低め」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「やや低め～平年並み」で推移したが、8月の底層では「甚だ低め」、9月の底層では「かなり低め」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。7月に、「かなり低め」であった以外は、「やや低め～やや高め」の範囲内で推移した。

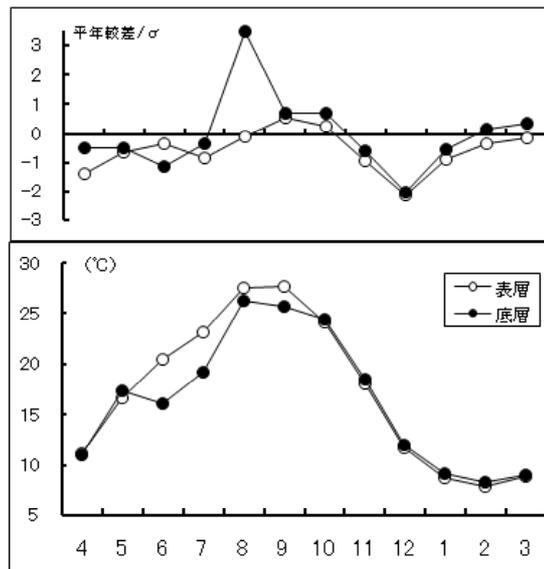


図5 水温の推移と平年較差

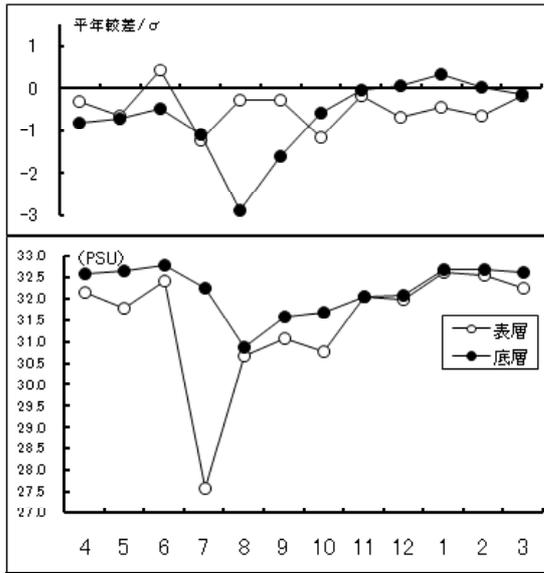


図6 塩分の推移と年較差

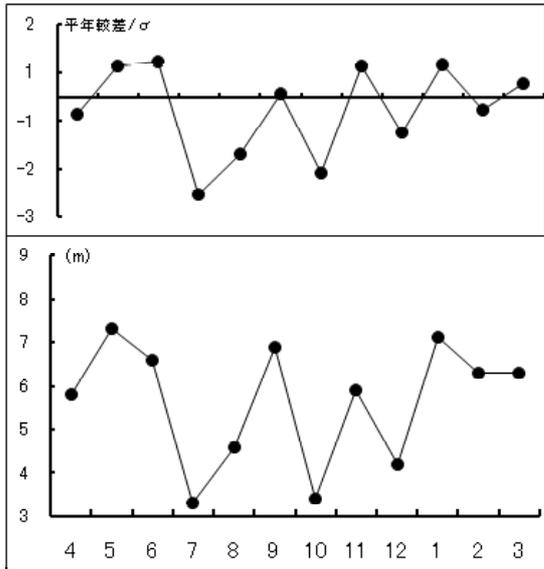


図7 透明度の推移と年較差

3. 特殊項目

DIN の推移と標準化した年較差を図 8 に示した。年間を通して「年較差」で推移したが、5 月の表層、6 月の底層、7 月、8 月の表層では「かなり高め」であった。一方 7 月の底層、11 月の表層、底層、2 月の底層では「やや低め」であった。

PO₄-P の推移と標準化した年較差を図 9 に示した。年間を通して「年較差」で推移した。その中で 8 月の表層は「甚だ高め」、9 月の底層と 10 月の表層は「やや高め」、3 月は表層が「やや高め」で、底層が「かなり高め」であった。

溶存酸素飽和度の推移と標準化した年較差を図 10 に示した。年間を通して「年較差」で推移したが、4 月と 12 月の表層では「やや低め」であ

た。一方 10 月と 2 月の底層では「やや高め」、11 月の底層では「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較差を図 11 に示した。全般に「やや低め～年較差」の低め基調で推移したが、なかでも 9 月の表層と 3 月表層、底層では「かなり低め」であった。一方 8 月表層では「甚だ高め」であった。

クロロフィル a の推移と標準化した年較差を図 12 に示した。前半は「年較差からやや高め」、後半は「やや低め～年較差」であったが、8 月の表層は「甚だ高め」であった。

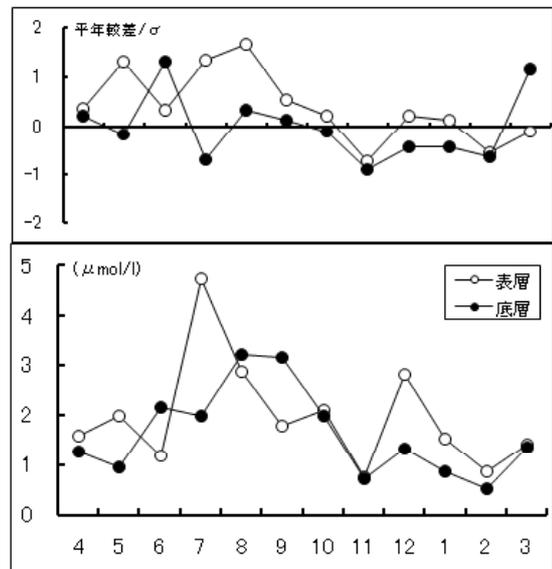


図8 DINの推移と年較差

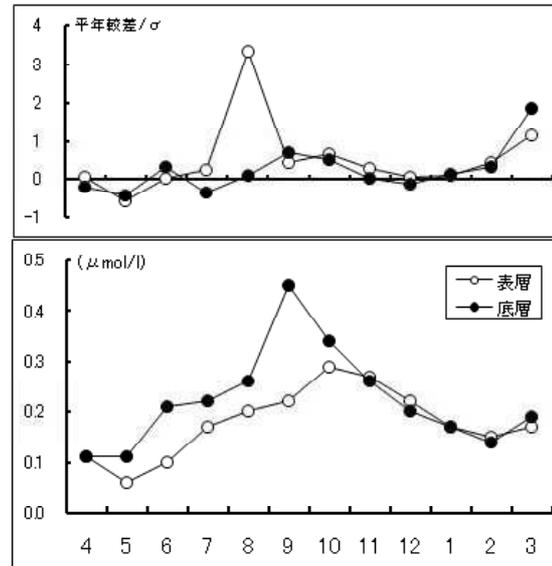


図9 PO₄-Pの推移と年較差

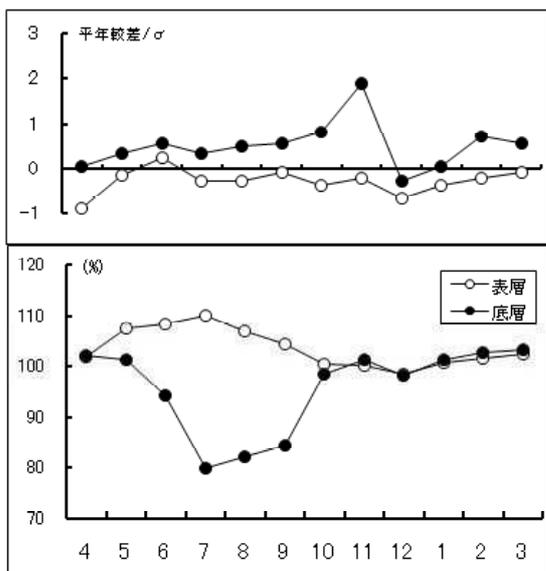


図10 溶存酸素飽和度の推移と平年

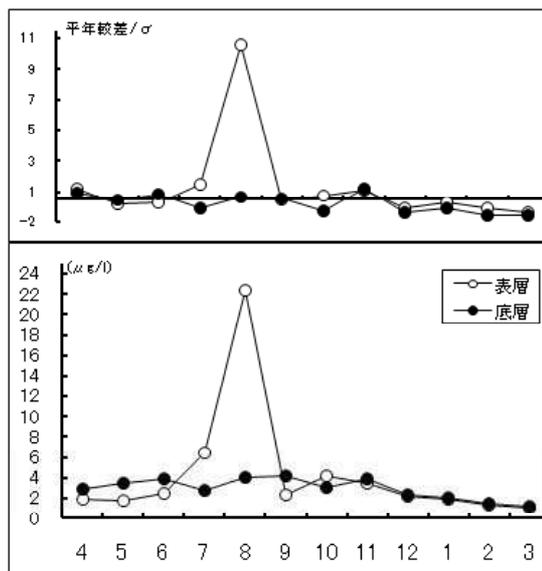


図12 クロロフィルaの推移と平年較差

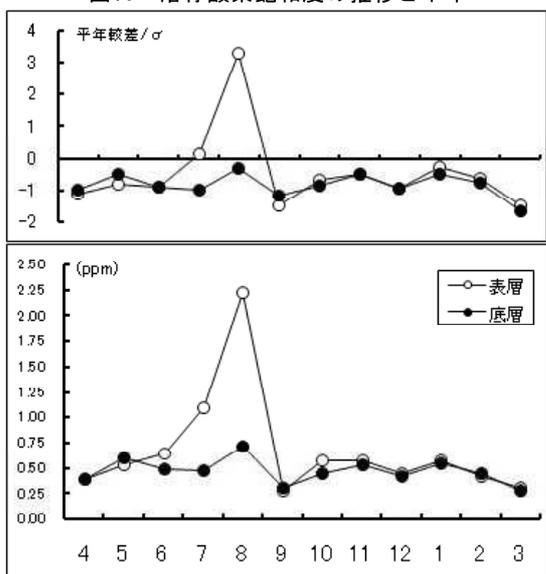


図11 CODの推移と平年較差

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

ノリ養殖指導、情報提供

斉藤義昭・樋下雄一・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24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24(2012)年度の養殖結果

1) 採苗

採苗は中津市は10月14日、宇佐市は10月13日から開始された。採苗期の水温は21～22℃と、平年並であった。胞子の放出が2日目から盛んとなる網が多く、また時化のためカキ殻を外せない経営体も多く、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22日頃からであったが、多くは25日からであった。幼芽の異形化などは見られず、珪藻の付着も目立たなかった。下旬には軽度の芽いたみが見られた。

11月：水温は低めで推移した。平年と比べ2～3℃低い水温が頻繁に観測された。期間の中旬は中津、宇佐ともにノリ芽の生長は順調で、2次芽の放出、着生も良好であったが、色調は浅めで、珪藻の付着が見られるようになり、引き続き芽イタミが目立った。中津で10日、宇佐で19日頃から冷凍入庫が開始され、ピークは中津では12～13日、13日に完了した。宇佐では20日に完了した。入庫枚数は中津1,156枚、宇佐58枚であった。10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昨年ほどの被害はなかった。24日より摘採が開始された。

12月：水温は低めで推移した。4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が、製品はよいものが生産された。また13日には中津市で赤ぐされ病を初認し、FAX病害情報を発行した。

その後、赤ぐされ病の拡大は見られなかった。赤ぐされ病の影響もなく生産が順調、そして低水温ということもあり、年内は秋芽網のみの生産となった。

1月以降：1月は平年並みから1～2℃低い低水温傾向が続いたが、2月以降は平年並みからやや高めの水温傾向であった。2月以降冷凍網の出庫が行われたが伸びが悪く、また一部では赤ぐされ病が発生したため生産が遅くなり3月からの生産となった。

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662万枚(対前年比95%)、生産金額4,087万円(同82%)、平均単価6円17銭(同96銭安)、1経営体あたりの生産金額は215万円(同23万円減)であった。生産枚数、生産金額ともに昨年度を下回った。全国的に生産が好調で、本県産の主流である等級の単価が下降したため、対前年比では生産金額の方の落ち込みが大きかった。

また、本年度は共販に出品したが入札されなかったものが45箱16万枚ほどあった。これらの製品を見せてもらったが昨年度であれば入札されていたような製品であるが、入札単価の下降に引きづられて最低入札単価である3円を下回ったようである。

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：月を通して平年並みからやや高めで推移した。
10月：月の中旬より平年並みで推移した。
11月：月を通して平年より1～3℃低めで推移した。
12月：月を通して平年より1～3℃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。

表1 平成24年度乾ノリ共販結果〔上段：枚数（枚）、中段：金額（円）、下段：単価（円）〕

産地名 支庁名等	第1回 H24.2.13	第2回 E24.12.25	第3回 E25.1.11	第4回 E25.1.24	第5回 E25.2.7	第6回 E25.2.21	第7回 E25.3.7	第8回 E25.3.21	第9回 E25.4.18	1～9回		対前年比 （％）
										累計	前年度累計 （平成23年度 1～9回）	
中津市 小浜◎										0	0	-
		528,900	1,206,600	937,500	768,300	479,700	761,500	247,800		4,336,600	4,454,700	97.4
出	4,298,307	8,916,451	6,070,335	3,373,476	2,284,288	1,870,465	889,279		0	26,670,544	20,228,897	87.9
	6.03	7.39	6.46	5.07	4.71	4.05	3.52			6.15	6.61	90.3
中津市 小浜◎			360,300	527,800	557,600	281,000	176,300	53,900		1,957,100	2,212,900	88.4
中津市 中津真◎			2,757,153	3,603,308	3,301,878	1,668,822	985,370	242,724		13,338,659	17,340,475	71.1
			7.64	8.83	5.74	5.69	5.48	4.52		6.30	7.64	80.4
中津市 和志◎										0	0	-
										0	0	-
宇佐市 柳ヶ浦◎				219,100	107,000					226,900	558,900	97.1
				1,398,819	438,838					1,898,508	2,228,668	84.0
				0.25	4.87					5.73	6.82	88.5
宇佐市 及州◎										0	0	-
										0	0	-
宇佐市 和智◎										0	0	-
										0	0	-
宇佐市 和智◎										0	0	-
										0	0	-
宇佐市 和智◎										0	0	-
										0	0	-
大分県 計		528,900	1,567,400	1,462,900	1,244,900	887,900	697,700	301,400		6,819,900	7,002,900	94.5
	4,298,307	11,673,804	9,873,873	6,977,067	4,222,576	2,835,835	1,522,279			20,877,781	18,887,640	81.9
	6.03	7.45	6.58	5.58	4.98	4.45	3.71			6.17	7.13	86.7

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)
10	86	40,571	297,063	3,454
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

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。今漁期は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 24(2012)年 9 月～ 25

(2013)年 3 月までの月別降水量を示した。

9 月、10 月、3 月は両地区で平年を下回ったが、それ以外の月では平年を上回った。

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 24(2012)年 10 月～12 月末までの値を示した。

10月：中津、高田では 70 ガンマー以下の低い値で推移した。

11月：中津、高田では先月に引き続き低めで推移した。柳ヶ浦では 100 ガンマーを超える高い値が観測された。全体的には中津で 20～70 ガンマー、高田で 30～75 ガンマーで推移した。

12月：月初めの中津と下旬の高田で 70 ガンマーを超す値を記録したが、全体的には低い値で推移した。

図 6 には、平成 2(1990)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(2004)年度までは 100 ガンマーを超える年も見られたが、17(2005)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。

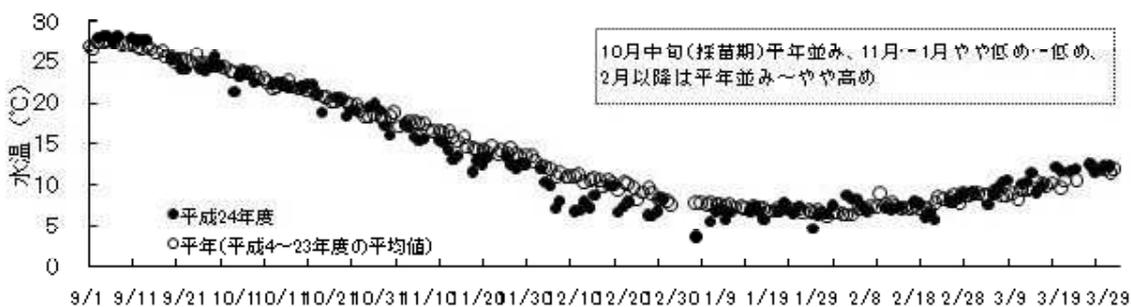


図1 高田港先端の水温 (9月1日～3月31日)

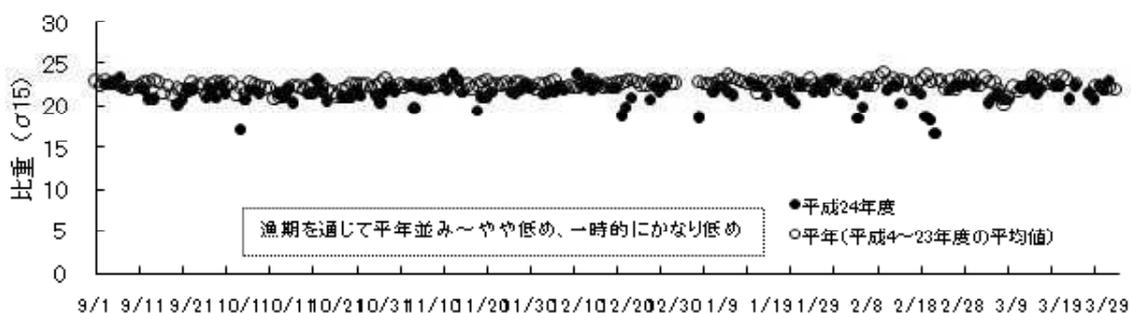


図2 高田港先端の比重 (9月1日～3月31日)

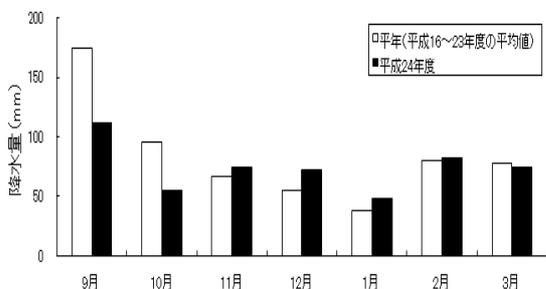


図3 月別降水量 (高田)

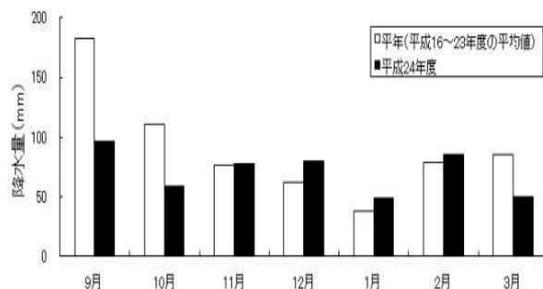


図4 月別降水量 (中津)

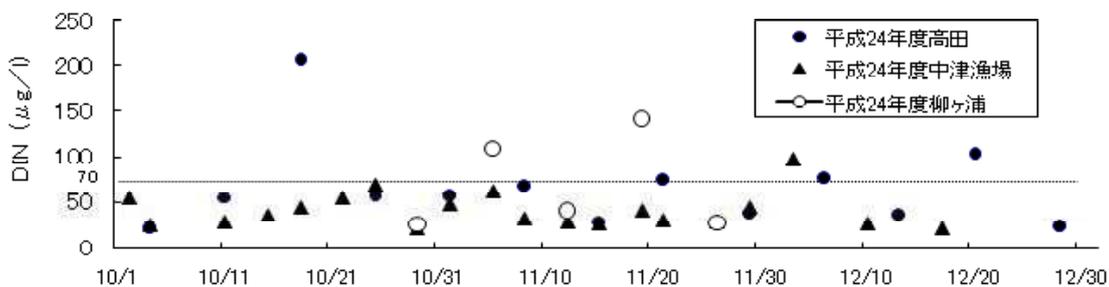


図5 栄養塩量 (DIN) の変化 (10月2日～12月28日)

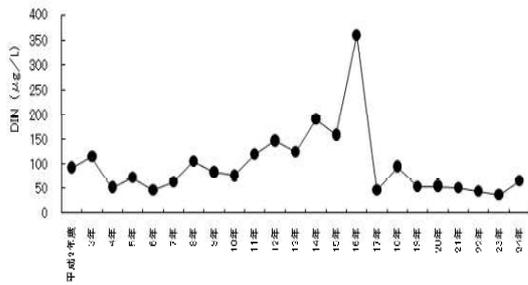


図6 高田港先端の平均栄養塩量の推移
18年度までは10～1月、19年度以降は10～12月

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。

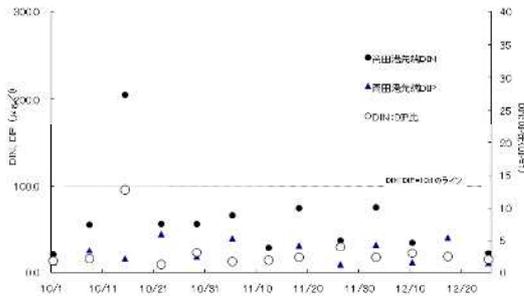


図7 高田港先端のDIN、DIP、DIN:DIP比
(10月4日～12月28日)

3. 情報活動

1) テレホンサービス

平成 24(2012)年 10 月 2 日から平成 24(2012)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 27 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 219 回、1 日平均 2.4 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。今年度の検鏡依頼のべ人数は 106 人であった。

表3 平成24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	10	3	2	0	0	15
西中津	0	5	6	4	0	0	15
東中津	0	9	7	4	0	0	20
和田	0	7	8	4	0	0	19
中津市(計)	(0)	(31)	(24)	(14)	(0)	(0)	(69)
柳ヶ浦	0	7	8	4	0	0	19
和間	0	6	7	5	0	0	18
宇佐市(計)	(0)	(13)	(15)	(9)	(0)	(0)	(37)
合計	0	44	39	23	0	0	106

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

事業の目的

瀬戸内海西部に位置する周防灘及び豊後水道・別府湾周辺海域では、*Karenia mikimotoi*をはじめとする有害赤潮が頻繁に発生し、周防灘では赤潮発生前後にたびたび貧酸素水塊が形成されるなど、深刻な漁業被害が発生している。また、瀬戸内海で発生する赤潮による漁業被害の大半は、この瀬戸内海西部海域に集中しており、とくに養殖業の盛んな豊後水道周辺海域における赤潮対策は緊急かつ喫緊の課題となっている。

これらのことから、*Karenia mikimotoi*をはじめとする有害プランクトンの初期発生から増殖・消滅に至るまでの全容を把握すること、*Karenia mikimotoi*赤潮の初期発生域とされる周防灘沿岸域での貧酸素水塊と赤潮発生規模の関係を解明することを目的に山口県・福岡県・大分県・宮崎県・愛媛県が共同でモニタリング調査を行った。

事業の方法

調査定点の位置を図1と表1に示した。また各調査定点の担当県を表1に合わせて示した。周防灘に設

定された17定点のうち、本県の担当は、St.13～17の5定点である。

各定点の上層（0.5m）、5m層、下層（底上1m）から海水500mlを採水（ただしSt.9、15、16は10m層からも採水）し、生海水の試料1mlを3回計数して、*Karenia mikimotoi*、*Cochlodinium polykrikoides*、*Heterocapsa circularisquama*、*Chattonella*属（*antiqua*+*marina*、*ovata*）及び、*Heterosigma akashiwo* また、水質環境調査として表2のとおり透明度、水温・塩分（ALEC社製CTD）、溶存酸素量（ウィンクラー法）を測定した。さらに、代表点のSt.3、6、13では、各採水層におけるDIN、DIP、全珪藻細胞数を測定した。の出現密度を算出した。

以上の調査を、表3に示す日程で実施した。

表1 調査点の位置と担当県

定点番号	北緯	東経	定点番号	北緯	東経
1	33° 59' 12"	131° 03' 21"	11	33° 40' 24"	131° 06' 03"
2	34° 00' 12"	131° 05' 51"	12	33° 38' 41"	131° 09' 05"
3	33° 57' 24"	131° 08' 51"	13	33° 36' 12"	131° 21' 51"
4	33° 55' 12"	131° 09' 51"	14	33° 38' 12"	131° 27' 51"
5	33° 54' 11"	131° 01' 15"	15	33° 43' 12"	131° 21' 51"
6	33° 49' 48"	131° 00' 43"	16	33° 45' 12"	131° 14' 51"
7	33° 52' 24"	131° 07' 15"	17	33° 39' 12"	131° 11' 51"
8	33° 45' 50"	131° 03' 01"	担当県	定点 1～4：山口県	
9	33° 49' 36"	131° 12' 39"		定点 5～12：福岡県	
10	33° 43' 18"	131° 10' 09"		定点 13～17：大分県	

表2 調査項目

	対象プランクトン	水温・塩分	DO	透明度	気象・海象	DIN・DIP	全珪藻細胞数
調査定点(●)	○	○	各層	○	○	×	×
代表点(★)	○	○	各層	○	○	各層	各層

表3 調査実施日

海域	担当県	6月		7月			8月	
		下旬	中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	
周防灘	山口県	25日	4日	12日	25日	3日		
	福岡県	25日	3日	12日	25日	7日	17日	
	大分県(浅海)	26日	2日	12日	25日	7日	22日	
豊後水道・別府湾	大分県(上浦)	27日	12日	20日	27日	10日		
	宮崎県	25日	12日	17日	27日	7日		
	愛媛県	21日	11日	19日	26日	10日		



図1 調査定点

- ：対象プランクトン、水温・塩分、透明度及び溶存酸素
- ★：珪藻プランクトン、栄養塩

事業の結果

1. 有害プランクトンの出現状況

1) *Karenia mikimotoi*

A. 周防灘

6月下旬にほぼ全域で3.0cells/ml未満の低密度で確認され、7月上旬に南部沿岸で最大15.0cells/mlまで増殖した。7月中旬には全定点で出現し南部沿岸で最大23.7cells/mlまで増殖し、7月下旬には南部沿岸から灘中央にかけ最大981.7cells/mlまで増殖した。8月上旬には、南部沿岸から灘中央にかけ増殖のピークを迎え、南部沿岸で最大25,500cells/mlの着色域が確認された。その後、急速に細胞数は減少し、8月中旬には南部沿岸で最大1.0cells/mlであった。

なお、大分県による事前補足調査において、6月1日に南部沿岸で最大8.4cells/ml、6月14日に南部沿岸で最大44.0cells/mlが確認されており、例年より出現時期が早く、初期検出密度も高めであった。

B. 豊後水道・別府湾

6月下旬に別府湾及び豊後水道の大分県海域と愛媛県海域で確認され最大は10.7cells/mlであった。7月11～12日には、豊後水道東部と南部で増殖のピークが認められ、最大細胞数は愛媛県海域で474cells/ml、宮崎県海域で740cells/mlであった。7月17～20日には、別府湾では最大47.4cells/mlとやや増殖を示したが、愛媛県海域は最大15.5cells/mlと減少し、宮崎県海域では未検出であった。8月上旬には、別府湾で1cells/ml未満となり愛媛県及び宮崎県海域では未検出であった。

2) *Cochlodinium polykrikoides*

A. 周防灘

7月中旬と7月下旬に西部から南部で0.3～2.7cells/mlの範囲で認められたのみであった。

B. 豊後水道・別府湾

7月中旬に豊後水道大分県海域で1.3cells/ml、7月下旬に別府湾で1.3cells/mlが認められたのみであった。

3) *Heterocapsa circularisquama*

A. 周防灘

検出されなかった。

B. 豊後水道・別府湾

検出されなかった。

4) *Chattonella antiqua + marina*

A. 周防灘

6月下旬に灘全域で確認され、特に西部沿岸から灘中央にかけ増殖しており最大849.0cells/mlが確認された。7月上旬には灘全域で確認されたが、細胞数は減少しており、最大は北部沿岸の61.7cells/mlであった。7月中旬においても灘全域で確認されたが細胞数はやや減少しており、最大は南部沿岸の

59.7cells/mlであった。7月下旬においては、全定点で確認され細胞数は再び増大し、西部沿岸で最大239.3 cells/mlが確認された。8月上旬は、出現範囲は縮小し北部沿岸で最大25.0 cells/ml、南部沿岸で最大2.0 cells/mlと細胞数も減少しており、8月中旬においては未検出であった。

B. 豊後水道・別府湾

別府湾においては6月下旬にほぼ全域で確認され、湾北部で最大38.0 cells/mlが確認された。7月12日には別府湾の分布範囲は変わらず湾北部で最大57.0 cells/mlと微増し、7月20日には別府湾全域と豊後水道大分県海域で分布が認められ、細胞数は最大18.7cells/mlであった。7月下旬には分布範囲は前回同様であるものの細胞数は1.0cells/ml以下と減少し、8月上旬には未検出であった。

豊後水道の愛媛県海域と宮崎県海域では、未検出であった。

5) *Heterosigma akashiwo*

A. 周防灘

7月下旬から8月上旬にかけ北部沿岸で1.3～2.0 cells/mlの範囲で認められたのみであった。

B. 豊後水道・別府湾

7月下旬に別府湾北部で0.3～1.3cells/mlの範囲で認められたのみであった。

2. 環境要因

1) 水温

周防灘の5m層は20.5～29.6℃、豊後水道・別府湾の10m層は18.5～27.2℃の範囲で観測された。

全点平均値の推移を見ると、周防灘の5m層は、7月上旬から中旬にかけてほぼ横ばいで、その後著しい上昇傾向を示した。豊後水道・別府湾の10m層は、7月上旬から下旬にかけてほぼ横ばいで推移したが、その後上昇傾向を示した(図2)。

2) 塩分

周防灘の5m層は29.1～32.4、豊後水道・別府湾の10m層は31.8～33.9の範囲で観測された。

全点平均値の推移を見ると、周防灘の5m層は、6月下旬を除き平均31以下の低めで推移し、特に7月下旬は平均29.4と著しい低下が認められた。豊後水道・別府湾の10m層塩分の変動幅は小さいが、6月下旬の33.4を除いて平年よりも低く、33前後で推移し、7月下旬は33を下回った(図3)。

3) 溶存酸素濃度

溶存酸素濃度の最低値は、山口県海域で4.3～4.6ml/l、福岡県海域で0.3～2.4ml/l、大分県海域で1.5～3.6ml/lの範囲で観測された。本年度は、灘南西部海域において著しく低い値が観測された(図4)。

4) 鉛直安定度(成層の発達度)

周防灘の鉛直安定度は、山口県海域で1.6～95.6(×

10^5)、福岡県海域で $1.6\sim 57.8 (\times 10^5)$ 、大分県海域で $0.0\sim 114.9 (\times 10^5)$ の範囲であった。

海域別の全点平均値の推移をみると、大分県海域で6月下旬に高い値を示したが、7月上旬以降は全海域で $40 (\times 10^5)$ 未満で推移し、8月上旬には低い値を示した(図5)。

(※鉛直安定度=上層と下層の海水密度差÷水深差 $\times 10^3$)

5) 栄養塩

A. (DIN: 周防灘, 豊後水道・別府湾の代表点鉛直平均値)

周防灘代表点では、山口県海域で $0.1\sim 6.7\mu\text{M}$ 、福岡県海域で $1.1\sim 12.4\mu\text{M}$ 、大分県海域で $0.5\sim 9.88\mu\text{M}$ 、豊後水道・別府湾では大分県海域で $0.1\sim 21.6\mu\text{M}$ 、宮崎県海域で $0.1\sim 6.1\mu\text{M}$ 、愛媛県海域で $0.3\sim 7.6\mu\text{M}$ の範囲で観測された。

周防灘南部沿岸の定点O17では、7月上旬と8月中旬に、別府湾奥に位置する定点O5では、7月中旬に $20\mu\text{M}$ を上回る局地的に高い値が観測された。

DIN平均値の推移をみると、周防灘では、山口県海域では7月上旬を除いて $3\mu\text{M}$ 以下で推移し、福岡県海域では6月下旬に $8.1\mu\text{M}$ と高い値が観測された以外は $2\sim 4\mu\text{M}$ の範囲で推移した(図6)。大分県海域では8月中旬を除いて $4\mu\text{M}$ 以下で推移した。豊後水道・別府湾では、大分県海域では6月下旬が $3.1\mu\text{M}$ でそれ以降は減少傾向で推移し、宮崎県海域においても6月下旬が $3.3\mu\text{M}$ でそれ以降は $1\mu\text{M}$ 以下で推移した。愛媛県海域では7月中旬までが $2\mu\text{M}$ 以下と低く推移し、それ以降上昇傾向を示した(図7)。

B. (DIP: 周防灘, 豊後水道・別府湾の代表点鉛直平均値)

周防灘代表点では、山口県海域は $\text{ND}(<0.01)\sim 0.25\mu\text{M}$ 、福岡県海域は $0.13\sim 0.76\mu\text{M}$ 、大分県海域は $0.02\sim 0.80\mu\text{M}$ の範囲で観測された。豊後水道・別府湾では、大分県海域で $\text{ND}(<0.01)\sim 0.87\mu\text{M}$ 、宮崎県海域で $\text{ND}(<0.01)\sim 0.12\mu\text{M}$ 、愛媛県海域で $0.11\sim 0.32\mu\text{M}$ の範囲で観測された。

DIP平均値の推移をみると、周防灘では、全海域とも7月上旬から8月上旬まで低く推移したが、6月下旬に全海域で、8月中旬に福岡県海域と大分県海域で高い値を示した(図8)。豊後水道・別府湾では、大分県海域と愛媛県海域がともに $0.2\mu\text{M}$ 前後で推移し、宮崎県海域では $0.1\mu\text{M}$ 以下の低い値で推移した。

3. 全珪藻類細胞数

(周防灘代表点の鉛直平均値)

全珪藻類は山口県海域で $23\sim 1,738\text{cells/ml}$ 、福岡県海域で $3\sim 3,300\text{cells/ml}$ 、大分県海域で $45\sim 3,375\text{cells/ml}$ の範囲で確認された。

全珪藻類細胞数平均値の推移をみると、6月下旬から7月下旬まで全海域で $1,000\text{cells/ml}$ 未満で推移

し、8月上旬に各海域でピークを示したが、福岡県海域では再び減少した。山口県海域と大分県海域では 100cells/ml を下回ることにはなかったが、福岡県海域においては、7月中旬と8月上旬を除いて 100cells/ml 未満で推移した(図10)。

4. クロロフィル a 濃度

(周防灘代表点の鉛直平均値)

クロロフィル a 濃度は山口県海域で $3.9\sim 10.4\mu\text{g/l}$ 、福岡県海域で $1.1\sim 14.5\mu\text{g/l}$ 、大分県海域で $0.6\sim 19.9\mu\text{g/l}$ の範囲で観測された。

クロロフィル a 平均値の推移をみると、山口県海域では $4.3\sim 7.1\mu\text{g/l}$ の範囲で安定して推移した。福岡県海域では7月中旬に $13.2\mu\text{g/l}$ と高い値が観測されたが、これを除くと $4\mu\text{g/l}$ 以下と低めに推移した。大分県海域では、7月中旬までは、 $5\mu\text{g/l}$ 以上とやや高めに推移したが、7月下旬から8月上旬は低めに推移した(図11)。

5. 気象(降水量、日照時間)

福岡県行橋及び愛媛県宇和島における降水量と日照時間の旬別積算値の推移は、気象庁気象統計情報電子閲覧サイトから得た。降水量は6月中旬から下旬が行橋で平年の151%、宇和島で平年の215%と多く、7月上旬は平年並みであったが、7月中旬は行橋で平年の298%、宇和島で平年の240%とかなり多かった。一方、7月下旬以降は平年よりも少なく推移した。日照時間は、降水量の多かった7月中旬までが平年を大きく下回った。7月上旬は、降水量は平年並みであったにもかかわらず日照時間は大きく下回っていた(図12、図13)。

考 察

今年度は特徴として、有害プランクトンの*Karenia mikimotoi*と*Chattonella spp.*の出現密度が高く、特に*K. mikimotoi*は本調査の全海域の沿岸部で赤潮を形成し豊後水道沿岸域を中心に多大な漁業被害をもたらした。本調査において*K. mikimotoi*が $1,000\text{細胞/ml}$ を超えて検出されたのは、2006年、2008年に引き続き4年振りとなった。

1. 気象条件と漁場環境

今年度は、平年よりも多いまとまった降雨が6月中旬から下旬及び7月中旬に認められ、日照時間は6月中旬から7月中旬まで平年を大きく下回った。これにより周防灘においては7月上旬から31を下回る低塩分で推移し7月下旬に最低となった。また、7月

下旬は降雨が少なく日照時間も平年を上回り水温も上昇したが、このタイミングで*K.mikimotoi*が 10^1 /mlオーダーから 10^3 /mlオーダーへと急増した。このことから低塩分と日射量の回復並びに水温上昇が本種の増殖に影響したと考えられた。また、灘南西部海域において、調査期間を通して貧酸素水塊が認められたが、これについても赤潮の発生に影響を及ぼしたと考えられた

一方、別府湾では比較的顕著な低塩分水塊が認められたものの、豊後水道では10m層での平均塩分は平年よりやや低い33前後で推移した。特に*K.mikimotoi*の増殖ピークであった7月11～12日においては、大分県と愛媛県の沿岸よりの定点で表層塩分が33を下回る値が観測されたが、周防灘と比較して塩分低下は著しいものではなかった。今年度、本種による赤潮で多大な漁業被害を被った海域であるが、増殖のメカニズムは周防灘のものとは異なり、若干の塩分低下と日射量不足という環境下で赤潮を形成した。なお、豊後水道では水温が7月上旬から下旬にかけてほぼ横ばいで推移した。これは、黒潮起源の暖水波及が弱く、これによる海水交換が少なかったためと考えられた。

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7月上旬及び7月下旬に500cells/mlを下回る低い値が観測された。前述のとおり7月中旬までは降水量が多く日射量不足である環境の中、6月下旬は*Chattonella spp.*が栄養塩を優占し、7月中旬は珪藻類が優占したと考えられ、7月下旬に珪藻類と*K.mikimotoi*が逆転したと考えられた(図14)。豊後水道愛媛県海域の全珪藻類は、調査期間を通して200cells/ml未満の低い値で推移した。特に6月下旬は*K.mikimotoi*が愛媛県海域で最大7.0cells/mlが検出される条件下で珪藻類が枯渇しており、降雨に伴い供給された栄養塩を本種が日射量不足の環境下で独占できた可能性が考えられた。7月下旬以降は珪藻類が緩やかに増え始め、それに伴い本種は減少したと考えられた(図15)。

3. 冬季水温と*K.mikimotoi* 細胞密度の関係

*K.mikimotoi*には越冬細胞が存在し、これらが夏季赤潮の起源となっていること、^{1),2)} や、周防灘で通常観測される水温条件下(6.5～9.0℃)では生存しうるがより低水温になると生存が困難になること²⁾ が指摘されている。

昨年度、宇島地先で6℃以下の水温が観測されたのは2011年のみで、この低水温が本種の越冬細胞を減少させた可能性を示唆したが、今年度の2月上旬

から中旬には2011年に次いで2番目に低い値を示した。冬季水温が高いにもかかわらず低濃度の出現にとどまった2007年の事例も含めて、周防灘の冬季水温と*K.mikimotoi*初期細胞密度との関係については明瞭な関係が認められず再度検討する必要がある(図16)。

4. *K.mikimotoi*分布指標と最高細胞密度の関係

2010年に周防灘の*K.mikimotoi*赤潮の発生予察の可能性について、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/全調査点数×100)を用いて検討した。その結果、広域赤潮発生年(最高細胞密度1,000cells/ml以上)である2006年と2008年は、6月中下旬の最高細胞密度が10cell/ml以上で、かつ分布指標が75%以上であり、6月中下旬の鉛直安定度が高い傾向にあることが認められた。今年度の6月中下旬の*K.mikimotoi*最高細胞密度は44cells/ml(大分県事前補足調査:6月14日)で、分布指標は58.8%であり、6月下旬の鉛直安定度も大分海域では高い値を示した。分布指標は前述のレベルには及ばないものの、2006年と2008年に次ぐ3番目に高い値を示した。赤潮の発生は、気象、海況、栄養塩、種間競合など様々な要因が考えられるが、周防灘においては6月中下旬の出現状況(最高密度・分布指標)が赤潮を予察するうえで重要なポイントとなるようである。なお、今後の警戒レベルは6月中下旬の最高細胞密度が10cells/ml以上で分布指数が50%以上に改める必要がある(図17、図18)。

渦鞭毛藻の赤潮の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。³⁾また、1985～1987年に実施した調査⁴⁾では、周防灘における*K.mikimotoi*の大規模赤潮は6月下旬の灘全域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。従って、上記4項目の検討結果から、今年度に広域的な赤潮が発生した要因として、周防灘においては6月中下旬に前述レベルのシードポピュレーションが分布しており、6月中旬から7月中旬にかけて平年を大きく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が本種の増殖に影響したと考えられた。また、灘南西部海域において、調査期間を通して底層に貧酸素水塊が認められことから、当海域においては鉛直方向の海水混合が弱かったと推測され、これも本種の増殖に影響を及ぼしたと考えられた。

一方、豊後水道では6月下旬に既に*K.mikimotoi*が大分県海域で最大10.7cells/ml、愛媛県海域で7.0cells/mlが検出される条件下で珪藻類が枯渇しており、降雨に伴い供給された栄養塩を本種が日射量不足という環境下で独占できた可能性が考えられ

た。また、本種が増殖した7月は黒潮起源の暖水波及が弱かったと推測され、これによる海水交換が少なかったことが本種の増殖に影響を与えた可能性が考えられた。また、*K.mikimotoi*については、昨年度、冬季水温が低いと越冬細胞が少なく夏季赤潮のシードポピュレーションとして機能し得ない可能性を示唆したが、今年度は例外となった。この説については疑問が残る結果となり、今後もモニタリングを継続し検証していく必要がある。

5. 今後の検討課題

今年度、4年ぶりに*K.mikimotoi*が広範囲かつ高濃度に増殖し豊後水道沿岸を中心に多大な漁業被害をもたらした。これまでの研究により、本種の増殖には初期の細胞密度、まとまった降雨による低塩分と栄養塩の供給、珪藻類との競合、また鉛直安定度の程度や貧酸素水塊の発達等が影響していることが分かっている。今回、広域赤潮発生年である2006年と2008年の事例を含めて、周防灘における初期の出現状況が重要なポイントとなることが再確認された。今後、赤潮による漁業被害を防止するにあたり、従来から言われる有害種の早期発見の検出感度を高める必要がある。特に*K.mikimotoi*については、調査時期を早めて濃縮海水による高感度なモニタリングを行い、より精度の高い予察を行うことが必要である。

文献

- 1) 中田憲一, 飯塚昭二. 赤潮渦鞭毛藻*Gymnodinium nagasakiense*の越冬に関する研究—観察. 日本プランクトン学会報1987; 34: 199-201.
- 2) 寺田和夫, 池内仁, 高山晴義. 冬季の周防灘沿岸で観察された*Gymnodinium nagasakiense*. 日本プランクトン学会報1987; 34: 201-204.
- 3) Polligher, U. and E. Zemel. In situ and experimental evidence of the influence of turbulence on cell division processes of *Peridinium cintum* forma *westii* (Lemm.) Lefevre.Br. Phycol. J.1981; 16: 281-287.
- 4) 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.

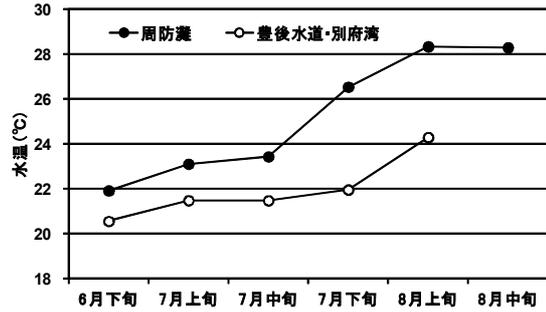


図2 水温の推移

(周防灘5m層、豊後水道・別府湾10m層の全点平均)

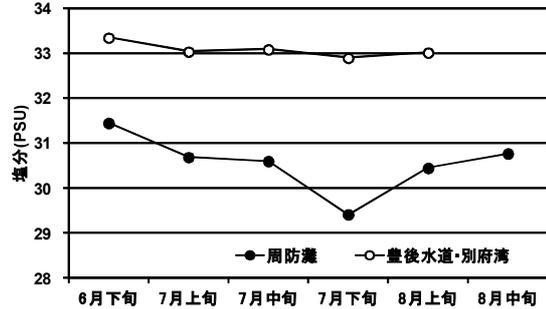


図3 塩分の推移

(周防灘5m層、豊後水道・別府湾10m層の全点平均)

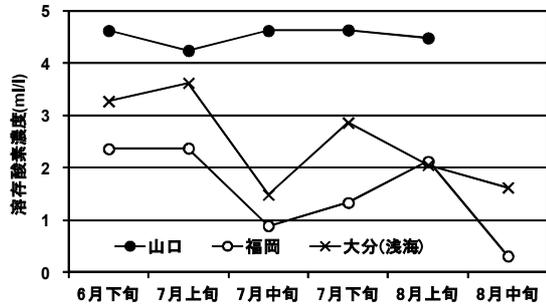


図4 周防灘における溶存酸素濃度の推移

(底層溶存酸素濃度の最低値)

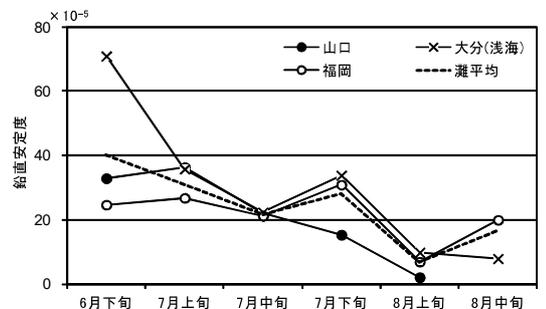


図5 周防灘における鉛直安定度の推移(全点平均値)

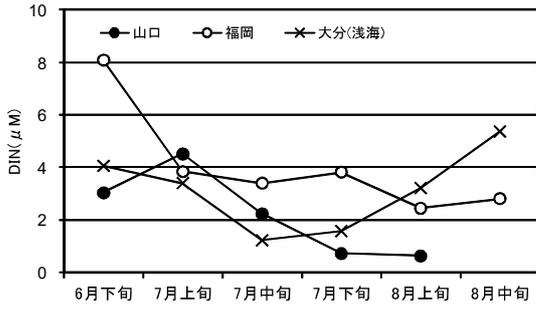


図6 DINの推移 (周防灘代表点0.5, 5, B-1m層の鉛直平均)

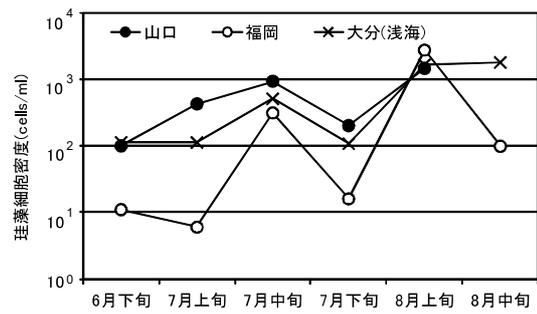


図10 全珪藻類細胞数の推移 (周防灘代表点の鉛直平均値)

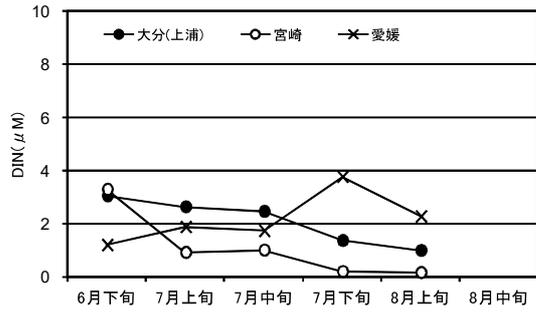


図7 DINの推移 (豊後水道・別府湾0.5, 10m層の鉛直平均)

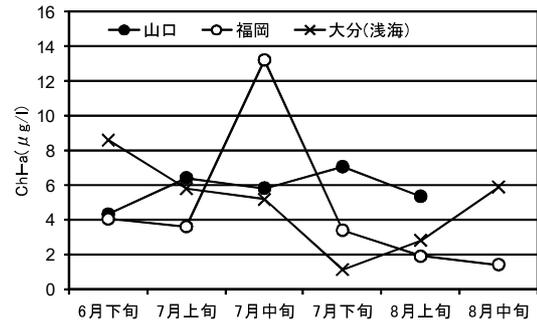


図11 クロロフィル a の推移 (周防灘代表点の鉛直平均値)

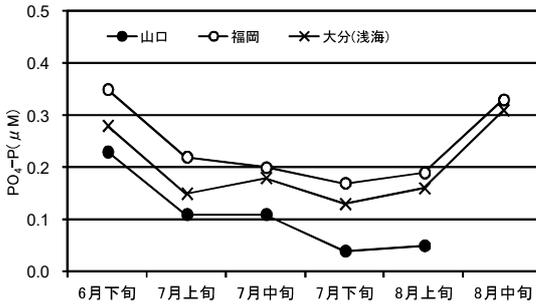


図8 DIPの推移 (周防灘代表点0.5, 5, B-1m層の鉛直平均)

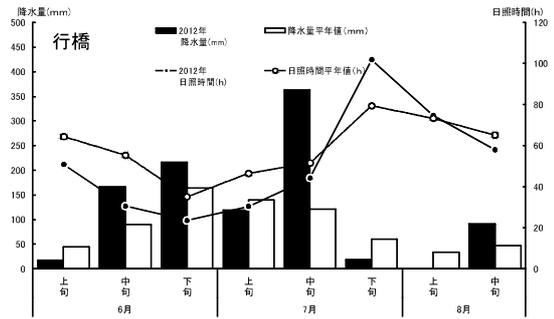


図12 行橋気象観測点における降水量と日照時間の推移 (旬別積算値)

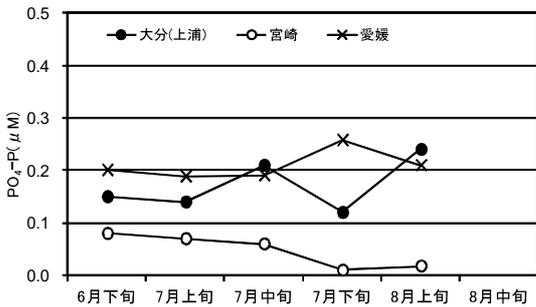


図9 DIPの推移 (豊後水道・別府湾0.5, 10m層の鉛直平均)

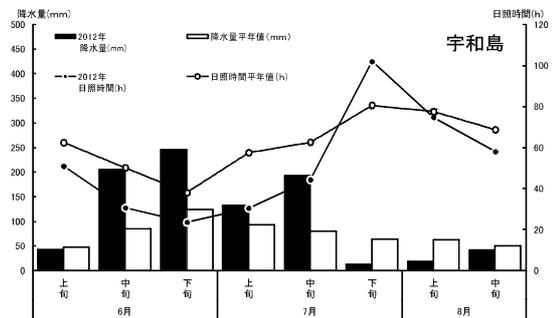


図13 宇和島気象観測点における降水量と日照時間の推移 (旬別積算値)

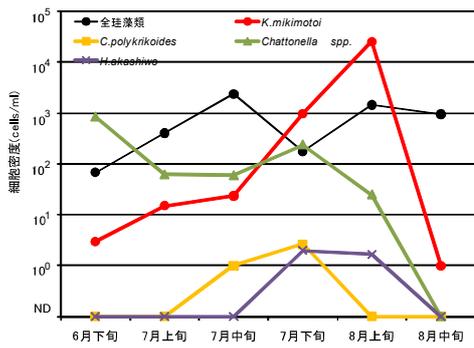


図14 周防灘代表3点における全珪藻類(全点全層平均値)と有害種(最大値)の細胞密度の推移

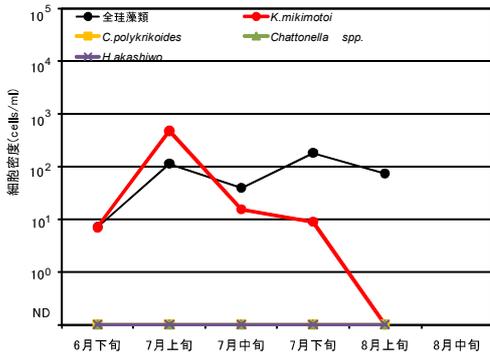


図15 豊後水道愛媛県海域における全珪藻類(全点全層平均値)と有害種(最大値)の細胞密度の推移

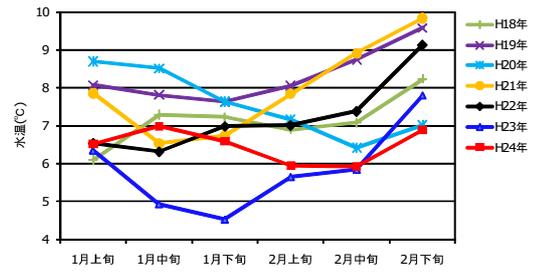


図16 福岡県宇島地先における1~2月の旬別水温の推移

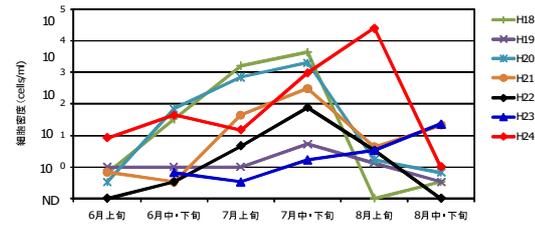


図17 周防灘における*K. mimimotoi*の出現最高細胞密度の推移

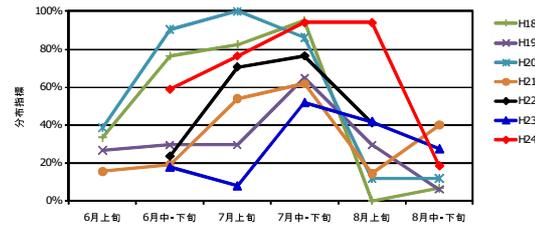


図18 周防灘における*K. mimimotoi*の分布指標の推移

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。

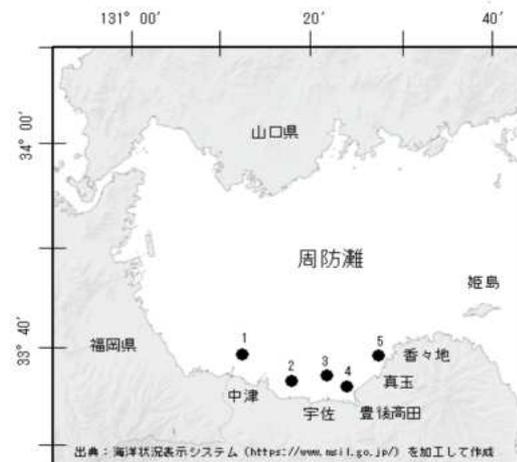


図1 調査定点図

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

本年度の赤潮発生状況は、表 2 のとおり 14 件であり、内訳は *Heterosigma akashiwo* が 5 件（周防灘 1 件、別府湾 4 件、うち周防灘の 1 件は *Myrionecta rubrum* との混合赤潮）、*Chattonella* 属が 3 件（周防灘、伊予灘、別府湾で各 1 件）、*Karenia mikimotoi* が 4 件（周防灘、伊予灘で各 1 件、別府湾で 2 件）、*Cochlodinium polykrikoides* が 1 件（別府湾）、*Noctiluca scintillans* が 1 件（周防灘）であり、*Karenia mikimotoi* で漁業被害が 1 件（伊予灘でアワビ、サザエ）あった。また、漁業被害にはあがっていないが、*Karenia mikimotoi* 赤潮により周防灘では、天然魚介類（クサフグ、ズズキ、クロダイ、ボラ、ハモ、アカエイ、ウナギ、コチ、メバル、イシガニなど）で斃死が見られた他、タコかご漁、キスローラーごち網漁、カニ建網漁で斃死などの影響があった。

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と気象を、図 3 に海況の経過を示した。

1) *Heterosigma akashiwo*

Heterosigma akashiwo は、5 月 17 日に初めて確

表 1 調査定点の位置、調査項目

調査 定 点 の 位 置	定点	緯度経度 (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
	5/1 5/17 6/1 6/14 6/26 7/2 7/12 7/25 8/7 8/22 9/3	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 ₄ -N、 NO ₂ -N、NO ₃ -N、 PO ₄ -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		

認(5細胞/ml)され、6月1日には30細胞/mlまで増加した。6月14日には10細胞/mlに減少し、6月26日以降、確認されなくなった。

表2 2012年の赤潮発生状況

整理番号	発生期間			日数	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	～	終日		海域	地名等			
1	5月22日	～	6月27日	36	別府湾	大分川河口沖、別府港沖	<i>Heterosigma akashiwo</i>	9,150	無し
2	5月31日	～	6月28日	28	別府湾	日出港	<i>Karenia mikimotoi</i>	315	無し
3	6月7日	～	6月28日	21	別府湾	日出港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	6,350	無し
4	6月8日	～	6月28日	20	別府湾	深江湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	6,175	無し
5	6月26日	～	8月22日	57	別府湾	豊防灘全域	<i>Chattonella</i> 属	233	無し
6	6月27日	～	8月23日	57	別府湾	別府湾沖、大分市大庄、大分市安楽、別府湾、日出港、守江湾、亀川漁港	<i>Chattonella</i> 属	184	無し
7	7月2日	～	8月23日	52	伊予湾	姫島港	<i>Chattonella</i> 属	55	無し
8	7月2日	～	7月17日	15	別府湾	豊田港	<i>Heterosigma akashiwo</i> <i>Myrionecta rubrum</i>	5,200 2,033	無し
9	7月25日	～	8月22日	28	別府湾	豊防灘全域	<i>Karenia mikimotoi</i>	72,000	無し
10	7月25日	～	8月7日	13	別府湾	中津市、宇佐市地先	<i>Noctiluca scintillans</i>	96	無し
11	7月26日	～	8月23日	28	別府湾	守江湾、大分市佐賀開港、大分市大庄	<i>Karenia mikimotoi</i>	423	無し
12	7月30日	～	8月23日	24	伊予湾	竹田津漁港等	<i>Karenia mikimotoi</i>	15,333	有り
13	8月23日	～	9月7日	15	別府湾	守江湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	48	無し
14	11月8日	～	11月15日	7	別府湾	大津漁港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	94,000	無し

2) *Karenia mikimotoi*

Karenia mikimotoi の初確認は、近年(赤潮発生年:2008年5月23日で0.004細胞/ml)、(赤潮非発生年:2011年6月27日で0.66細胞/ml)に比べて早く、5月1日(1.33細胞/ml)であった(貝毒プランクトン検鏡用の濃縮海水では、4月12日に確認)。6月14日には、44.33細胞/mlまで増加したが、6月26日には、3.00細胞/mlまで一旦減少した。その後再び増加傾向を示し、7月25日には注意密度(200細胞/ml)を越えて325細胞/mlまで増加し、8月7日に最高密度(25,500細胞/ml)に達した。

3) *Chattonella* spp.

Chattonella 属は、5月17日に初めて確認(0.33細胞/ml)され、6月14日に1細胞/mlまで増加した。6月26日には、100細胞/mlを越えて124細胞/mlまで増加した。

その後、7月2日～25日には、37～128細胞/mlで推移し、8月7日には2細胞/mlまで減少した。

遊泳細胞の分布は、6月26日には表層が主体であったが、7月25日にはB-1m層が主体であった。

4) その他有害プランクトン

Pseudochattonella verruculosa が5月17日～7月2日まで確認(最高密度140細胞/ml)された。遊泳細胞確認時の水温は、16.0～22.5℃の範囲であった。

Chattonella globosa が6月1日～7月2日まで確認(最高密度102細胞/ml)された。

5) 珪藻類

珪藻類の細胞密度は、5月1日、8月7日、22日に3,933、3,713、2,350細胞/mlと10³台の密度で推移した。一方、5月17日、6月1日、14日、26日、7月2日は、300細胞/ml以下の10²台の密度で推移した。

本年度は、*Karenia mikimotoi* の初確認が早く、4月12日であった。6月14日には、44細胞/mlまで

増加したが、26日には3細胞/mlまで一旦減少した。遊泳細胞は、その後再び増加傾向に転じて、7月25日に赤潮形成に至った。本年度は、2008年度(初確認が5月23日で、7月2日に赤潮を形成)に比べて、遅い赤潮形成となった。また、*Karenia mikimotoi* が赤潮を形成するまでの6月下旬～7月下旬の間には、*Chattonella* 属が37～128細胞/mlの密度で確認された。

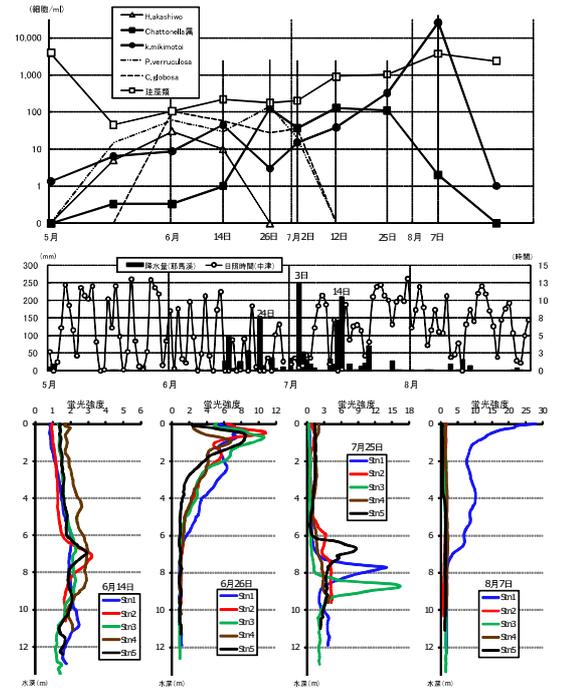


図2 有害赤潮プランクトン等の出現状況と気象

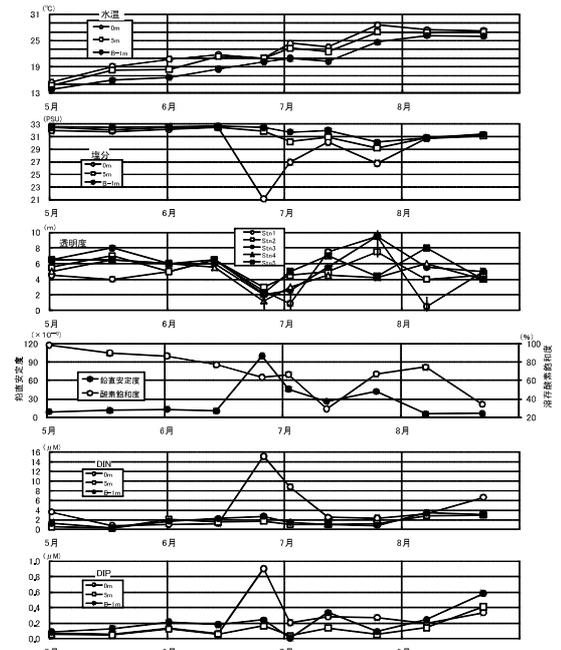


図3 海況の推移

3. 気象・海況等の特徴

1) 気象

気温（豊後高田市）は、1月下旬～2月中旬が「やや低め」～「かなり低め」、5月中・下旬、6月中・下旬も「やや低め」であった。降水量（豊後高田市）は、九州北部豪雨の影響を受けて、6月中・下旬が131mm、245mm、7月上・中旬が147mm、246mmで、「やや多め」～「甚だ多め」であった。また Stn1. 付近の中津市小祝に注ぐ山国川上流の耶馬溪では、6月24日、7月3日、13日、14日に147mm、250mm、143mm、209mmの集中豪雨を記録した。日照時間（豊後高田市）は、6月～7月中旬までは「全般に短め」であり、特に6月中旬は「やや短め」であった。梅雨明け後の7月下旬は、「かなり長め」となった。

2) 海況

水温（5月～7月）は、0m層、B-1m層ともに全般に低めであった。B-1m層の水温は、6月14日～7月12日の期間に18.5～21.0℃で推移した後、7月25日に24.7℃まで上昇した。

表層塩分は、6月中・下旬、7月上旬の集中豪雨の影響を受けて6月26日、7月2日、25日で30PSUを大きく下回った。

透明度は、集中豪雨による河川水の流入で海水に濁りが生じ、6月26日、7月2日に最低で1.2m、0.9mまで低下した。一方、7月25日は、Stn1、2、3で7.5

～9.5mと高く、調査点付近では、*Noctiluca scintillans*の赤潮が見られた。

鉛直安定度は、6月26日～7月25日の約1ヶ月、100～25に増大した後、8月7日には5.4まで低下した。

溶存酸素飽和度は、7月12日に山国川河口沖合いの Stn1 で29%まで低下した。また、*Karenia mikimotoi* 赤潮終息後の8月22日には国東半島寄りの豊後高田市真玉沖の Stn5 で34%となった。

DIN は、まとまった降水のあった6月下旬、7月上旬に表層で15.16μM、8.79μMの濃度が見られた。一方、ほとんど降水の見られていない5月中旬～6月中旬の期間の表層DINは、0.83～1.21μMの濃度で推移した。

3) 赤潮プランクトン

本年度は、*Karenia mikimotoi*の初確認が早く、4月12日であった。6月14日には、44細胞/mlまで増加したが、26日には3細胞/mlまで一旦減少した。遊泳細胞は、その後再び増加傾向に転じて、7月25日に赤潮形成に至った。本年度は、2008年度（初確認が5月23日で、7月2日に赤潮を形成）に比べて、遅い赤潮形成となった。また、*Karenia mikimotoi*が赤潮を形成するまでの6月下旬～7月下旬の間には、*Chattonella*属が37～128細胞/mlの密度で確認された。

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に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。

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 μ mの濾布を用いて500mlの生海水を3～5ml度まで濃縮し、その全量を計数した。

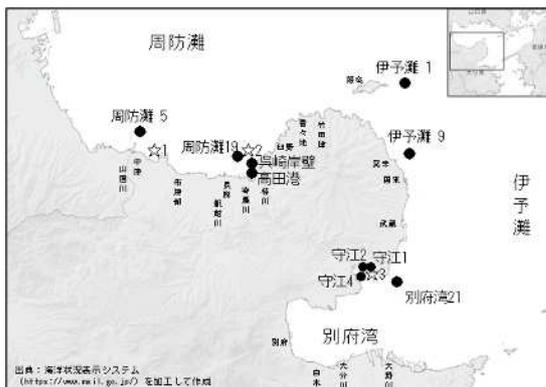


図1 貝毒発生監視調査の定点

●：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、養殖マガキと天然アサリであり、検査対象部位は、可食部である。

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* 属、*Gymnodinium catenatum* は、確認されなかった。

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。

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 (MJ/g)	可食部平均毒量 (g/個)	分析方法
		月	日	曜日	月	日	曜日			
養殖マガキ	高田港	11	4	日	11	8	木	N.D.	5.4	公定法
養殖マガキ	守江湾	11	5	月	11	8	木	N.D.	16.4	公定法
養殖マガキ	守江湾	11	30	金	12	4	火	N.D.	25.2	エライザ
養殖マガキ	高田港	12	14	金	12	18	火	N.D.	5.7	エライザ
養殖マガキ	守江湾	1	4	金	1	8	火	N.D.	19.9	エライザ
養殖マガキ	高田港	1	18	金	1	22	火	N.D.	11.1	エライザ
養殖マガキ	守江湾	1	31	木	2	5	火	N.D.	25.6	エライザ
養殖マガキ	高田港	2	14	木	2	19	火	N.D.	9.2	エライザ
養殖マガキ	高田港	3	1	金	3	5	火	N.D.	10.2	エライザ
アサリ	中津市高洲	3	14	木	3	28	木	N.D.	4.3	公定法

今後の留意点

大分県北部海域においても、過去に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。引き続き慎重なモニタリング調査を継続する必要がある。

種苗生産に関する技術指導－ 1

新たな養殖種への支援（イワガキ種苗生産）

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。

事業の方法

1. 種苗生産

1) 使用母貝

採卵用母貝として豊後高田市沖にて試験養殖中のイワガキ及び佐伯市蒲江産の養殖イワガキを使用した。

なお、第 1 回次分については、2011 年 12 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 μ m メッシュで回収し、洗卵した後、1tPE 円形水槽、500LPE 円形水槽または 6tFRP 角形水槽に収容し、止水、無通気でふ化させた。

3) 幼生飼育

採卵翌日、41 μ 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、30t コンクリート角形水槽または 6tFRP 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がみられた際には、飼育水の換水や飼育水槽替えを行った。

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 μ m を超えてからは、*C.calcitrans* に替え自家培養した *Chaetoceros gracilis* と *P.lutheri* とを混合して与えた。

4) 稚貝飼育

幼生の殻長が 300 μ m を超え、眼点個体の出現を確認してから、200 μ 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 枚または 1 連 60 枚の二つ折り）を垂下した 100L ～ 500LPE 円形水槽または 1tFRP 角形水槽へ収容し、遊泳個体のみられなくなるまでの間、止水により飼育した。また、第 1 回次は無通気、第 2 回次以降については角形水槽は無通気、円形水槽は微通気とした。

採苗後は付着器を 30t コンクリート角形水槽または 4tFRP 角形水槽に集約し、流水、微通気により飼育した。

給餌は、引き続き自家培養した *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 4 月 12 日から 9 月 5 日にかけて 7 回行い、採卵翌日、いずれも D 型幼生を得た。

飼育水槽のべ 16 面を用いて、16 ～ 38 日間の幼生飼育により（収容密度 0.40 ～ 3.88 個/ml）、7 回次で計 1,223.5 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 0.4 ～ 23.7%となり、6 月までの第 1 ～ 3 回次は比較的安定していたが、8 月からの第 4 回次以降は不調になることが多く、幼生飼育中に生残が悪いため、途中廃棄した水槽も 3 面あった。

2. 採苗

採苗結果を表 2 に示す。

水槽のべ 28 面を用いて、着底前幼生を飼育し（収

容密度 0.20 ~ 1.80 個/ml)、7 回次でホタテ貝殻 12,540 枚に計 183,665 個の着底稚貝を得た。採苗率は 0.2 ~ 21.3 %、ホタテ貝殻 1 枚当たりの平均付着数は 1.1 ~ 318.8 個/枚となり、第 4 回次の 100L 着底水槽分を除き、低い値となった。特に、第 1、2 回次の採苗率が悪く、付着器に稚貝の着底がほとん

どみられない水槽も 11 面あった。

今後は、着底前幼生眼点出現率からみた採苗のタイミングや適正収容密度の検討、換水や通気等飼育条件の見直し等を行い、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	2012/4/12	切開法	26	5,304	1t	188	1.88	25	27.5	14.6%	1/3換水×3回	
					30t	2,114	0.70	26	404	19.1%	1/2換水×2回	
2	2012/6/12	切開法	9	12,093	1t(1)2	358	1.79	21	49	13.7%		
					6t	828	1.38	19	150	18.1%		
3	2012/6/17	切開法	10	12,664	30t	1,843	0.61	26~33	436	23.7%		
4	2012/8/7	切開法	11	16,000	6t(1)	628	1.05					生残悪く途中廃棄
					6t(2)	434	0.72	16	2	0.5%	水槽替え(6t→100L)	
					6t(3)	811	1.35				生残悪く途中廃棄	
					1t(1)2	304	1.52	34~38	70	23.0%	全換水×1回	
5	2012/8/10	自然産卵	不明	不明	500L	194	3.88	21	6	3.1%		
6	2012/8/20	切開法	11	23,500	30t	2,059	0.69	17	9	0.4%		
					1t	155	1.55	25	22.5	14.5%		
7	2012/9/5	切開法	10	1,300	30t	1,201	0.40				生残悪く途中廃棄	
					6t	600	1.00	25	47.5	7.9%	水槽替え(6t→1t)	
合計				70,861		11,716			1,223.5			

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	27.5	200L	1.38	450	6.2	2,805	1.0%
	18	200L	0.88	450	5.3	2,363	1.3%
	214	250L(1~6)	1.42	3,420		着底なし	0.0%
	173	500L(1~3)	1.15	2,880		着底なし	0.0%
2	49	500L	0.98	960	1.1	1,080	0.2%
	54	1t(1)	0.54	2,160		着底なし	0.0%
	96	1t(2)	0.96	2,160		着底なし	0.0%
3	140	1t(1)	1.40	1,740	18.5	32,190	2.3%
	80	500L(1)	1.60	960	17.3	16,640	2.1%
	80	500L(2)	1.60	840	11.5	9,660	1.2%
	40	250L	1.60	540	13.3	7,200	1.8%
	90	1t(2)	0.90	2,160	19.2	41,400	4.6%
	6	200L	0.30	360	3.2	1,140	1.9%
4	18	100L	1.80	120	318.8	38,260	21.3%
	32	500L	0.64	960	12.8	12,320	3.9%
	22	250L	0.88	510	8.4	4,297	2.0%
5	6	100L	0.60	210	19.7	4,130	2.8%
6	9	100L	0.90	240	4.3	1,040	0.3%
	23	250L	0.90	510	7.7	3,910	1.7%
7	2	100L	0.20	300	4.5	1,350	6.8%
	45.5	500L	0.91	1,230	3.2	3,880	0.9%
合計	1,223.5			12,540	*	183,665	

*「着底なし」は集計から除く

種苗生産に関する技術指導－ 2

東日本大震災対策（マガキ種苗生産）

木村聡一郎

事業の目的

県内で養殖されているマガキ *Crassostrea gigas* については、これまで一大産地である宮城県産の種苗が主に購入されていたが、2011 年東日本大震災の影響により、その種苗の供給が不安定となり、全国的な種苗不足が懸念された。そのため、当面の種苗確保と県産マガキ人工種苗の供給に向けた種苗生産技術の確立を念頭に課題に取り組んだ。

または 1 連 30 枚) を垂下した 4tFRP 角形水槽、100LPE 円形水槽、200LPE 円形水槽または 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、止水により飼育した。また、角形水槽は無通気、円形水槽は微通気とした。

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、引き続き自家培養した *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) 母貝

採卵用母貝として杵築産養殖マガキ（2010 年購入の宮城県産種苗から生産）を使用した。

2) 採卵方法

干出刺激による自然産卵、切開法による人工授精から受精卵を得た。受精卵は 20 μ m メッシュで回収し、洗卵した後、4tFRP 角形水槽または 1tPE 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 μ m 等メッシュで D 型幼生を取上げ、30t コクリト角形水槽、6tFRP 角形水槽、4tFRP 角形水槽または 1tPE 円形水槽へ収容し、止水で飼育した。また、30t・4t 水槽は無通気、6t・1t 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がみられた際には飼育水槽替えを行った。

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 μ m を超えてからは、*C.calcitrans* に替え自家培養した *Chaetoceros gracilis* と *P.lutheri* とを混合して与えた。

4) 稚貝飼育

幼生の殻長が 300 μ m を超え、眼点個体の出現を確認してから、200 μ 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 60 枚の二つ折り

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 29 日から 7 月 19 日にかけて 4 回行い、採卵翌日、いずれも D 型幼生を得た。

各飼育水槽を用いて、17～35 日間の幼生飼育により（収容密度 0.45～1.94 個/ml）、4 回次で計 587 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 0.5～48.0%となり、微通気を施した水槽分が高かった。

2. 採苗

採苗結果を表 2 に示す。

各着底水槽を用いて、着底前幼生を飼育し（収容密度 0.30～2.20 個/ml）、4 回次でホタテ貝殻 11,340 枚に計 268,174 個の着底稚貝を得た。採苗率は 2.9～13.7%、ホタテ貝殻 1 枚当たりの平均付着数は 14.2～98.7 個/枚となり、付着器の垂下場所により付着数にかなりのバラツキ（付着の良いもので 61.0 個/枚、悪いもので 1.7 個/枚）がみられた第 2 回次 4t 角形水槽分で低かった。

マガキ種苗生産については、イワガキ人工種苗生産技術を活用しての前年度からの試みであったが、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ための技術の習得が、今後の課題である。

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	2012/5/29	自然産卵	不明	不明	30t	1,350	0.45	35	22	1.6%	水槽替え(30t→6t→500L)
2	2012/6/25	切開法	11	3,270	6t(1)	605	1.01	17	180	29.8%	
					6t(2)	605	1.01	17	290	48.0%	
3	2012/7/10	切開法	12	6,063	4t	633	1.58	17	3	0.5%	
4	2012/7/19	切開法	7	2,784	1t	194	1.94	28	92	47.5%	
合計				12,117		3,385			587		

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	22	100L	2.20	300	82.5	24,750	11.3%
2	470	4t	1.18	9,480	14.2	134,932	2.9%
3	3	100L	0.30	120	23.8	2,860	9.5%
4	69	500L	1.38	960	98.7	94,720	13.7%
	23	200L	1.15	480	22.7	10,912	4.7%
合計	587			11,340		268,174	

種苗生産に関する技術指導－3 新たな養殖種への支援（イタボガキ種苗生産）

木村聡一郎

事業の目的

イタボガキ *Ostrea densselamellosa* 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 μ 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 1tPE 円形水槽、500LPE 円形水槽または 4tFRP 角形水槽へ収容し、微通気で飼育した。また、第 1、2 回次は流水、第 3 回次以降は止水とした。

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槽替えを行った。

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 μ m を超えてからは、*C.calcitrans* に替え自家培養した *Chaetoceros gracilis* と *P.lutheri* とを混合して与えた。

4) 稚貝飼育

幼生の殻長が 300 μ m を超え、眼点個体の出現を確認してから、200 μ 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 枚または 1 連 60 枚の二つ折り）を垂下した 100L ~ 250LPE 円形水槽または 1tFRP 角形水槽へ収容し、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 30t コンクリート角形水槽または 4tFRP 角形水槽に集約し、流水、微通気により飼育した。

給餌は、引き続き自家培養した *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 8 日から 8 月 22 日にかけて 7 回の採仔を行った。

飼育水槽のべ 10 面を用いて、17 ~ 27 日間の幼生飼育により（収容密度 0.53 ~ 1.35 個/ml）、全体で計 163 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 1.7 ~ 54.3%となり、5 月採仔分が比較的好調であった。なお、幼生飼育中に生残が悪いため、途中廃棄した水槽が 2 面あった。

2. 採苗

採苗結果を表 2 に示す。

水槽のべ 9 面を用いて、着底前幼生を飼育し（収容密度 0.10 ~ 1.14 個/ml）、全体でホタテ貝殻 4200 枚に計 55,190 個の着底稚貝を得た。採苗率は 0.7 ~ 13.2 %、ホタテ貝殻 1 枚当たりの平均付着数は 0.7 ~ 19.7 個/枚となった。なお、第 5、6 回次で付着器に稚貝の着底がほとんどみられない水槽が 2 面あった。

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。

文 献

- 1) 平川千修, 中川彩子, 日高 愛. 浅海増養殖に関する研究 (5)イタボガキ種苗生産研究. 平成 17 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2007 ; 167-169.
- 2) 中川彩子, 平川千修, 林 亨次. 浅海増養殖に関する研究 (5)イタボガキ種苗生産研究. 平成 18 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2008 ; 168-169.

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	2012/5/8	1t	135	1.35	24	55.5	41.1%	流水
2	2012/5/19	1t	53	0.53	20	28.5	54.3%	流水
3	2012/5/29	500L①	51	1.02	17	18	35.3%	
		500L②	51	1.02				
4	2012/7/15	1t	60	0.60	24	1	1.7%	水槽替え(1t→100L)
5	2012/7/16	4t	489	1.22	23	25	5.1%	
		1t	104	1.04	27	24	23.1%	
6	2012/8/20	500L①②	120	1.20	25	11	9.2%	
7	2012/8/22	500L	52	1.04	生残悪く途中廃棄			
合計			1,115			163		

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	21.75	250L①	0.87	510	10.2	10,370	2.4%
	21.75	250L②	0.87	510			
	12	100L	1.20	240			
2	28.5	250L	1.14	420	4.5	1,890	0.7%
3	18	250L	0.72	540	14.2	7,650	4.3%
4	1	100L	0.10	300	0.7	200	2.0%
5	25	1t	0.25	1,680	19.7	33,040	13.2%
	24	1t	0.24	1,920	着底なし		0.0%
6	11	250L	0.44	480	着底なし		0.0%
合計	163			4,200*		55,190	

*「着底なし」は集計から除く