

大型クラゲ等有害生物調査

－ナルトビエイ出現調査－

大形 拓路・野副 滉・佐藤 利幸・俵積田 貴彦

福岡県豊前海沿岸域は、昭和61年にアサリ漁獲量が11,000トンを超える日本有数の生産地であったが、その後、急減し、近年では30トン前後の低水準で推移している。こうした減少要因のひとつとして、春季から秋季にかけて同沿岸域に来遊し、アサリなどの二枚貝類を捕食するナルトビエイの食害が挙げられている。本事業では、豊前海におけるナルトビエイの来遊状況や食害実態等の情報収集を目的に調査を行った。

方 法

1. 魚体測定調査

平成27年5～10月の来遊時期に、図1に示した海域で刺網によりナルトビエイの捕獲調査を行い、体盤幅長、体重、雌雄を調べた。

2. 消化器官内容物調査

魚体測定調査で捕獲したナルトビエイ計11個体の胃を含む消化器官を摘出し、ホルマリンによる固定を行った後、(株)日本海洋生物研究所にこれらの内容物の同定並びに湿重量の分析を委託した。

3. 標識放流調査

27年8月5日および10月6日の魚体測定調査において採捕されたナルトビエイのうち17個体に、水温および水深を記録するアーカイバルタグをバロックタイにより尻鰭に固着し、再放流した。また、10月28日に大分県の守江湾において、山口県、大分県との合同調査を行い、1個体のナルトビエイにアルゴスタグを装着し、再放流した。

結果及び考察

1. 魚体測定調査

調査期間中に雄51尾、雌64尾、計115尾のナルトビエイを測定した(表1)。6月10日に行われた駆除事業における測定個体を除いた今年度の捕獲個体は29個体で、昨年度と同数であった。調査期間全体での平均体盤幅長は86.7cm、平均重量は11.1kgで、昨年の平均体盤幅長101.8cm、平均重量19.7kgと比べて小型化していた。体盤幅長および重量を雌雄別にみると、今年度は雄77.9cm、8.1kg、雌93.7cm、13.8kgに対し、昨年度は雄75.3cm、6.5kg、雌104.4cm、20.9kgであることから、雌の小型化傾向が伺えた。

2. 消化器官内容物調査

測定個体の内容物のうち種の同定ができたのは、トリガイ、アサリのみであった(表2)。軟体部が消化されて崩壊し、種の同定までには至らなかったものは二枚貝綱であった。また、消化が進み、外形を留めていない消化物のみの個体もあった。二枚貝の捕食が認められたのは、全11個体中5個体(45%)で、空胃の個体は6個体(55%)だった。内容物の中で、最も重量が多かったの

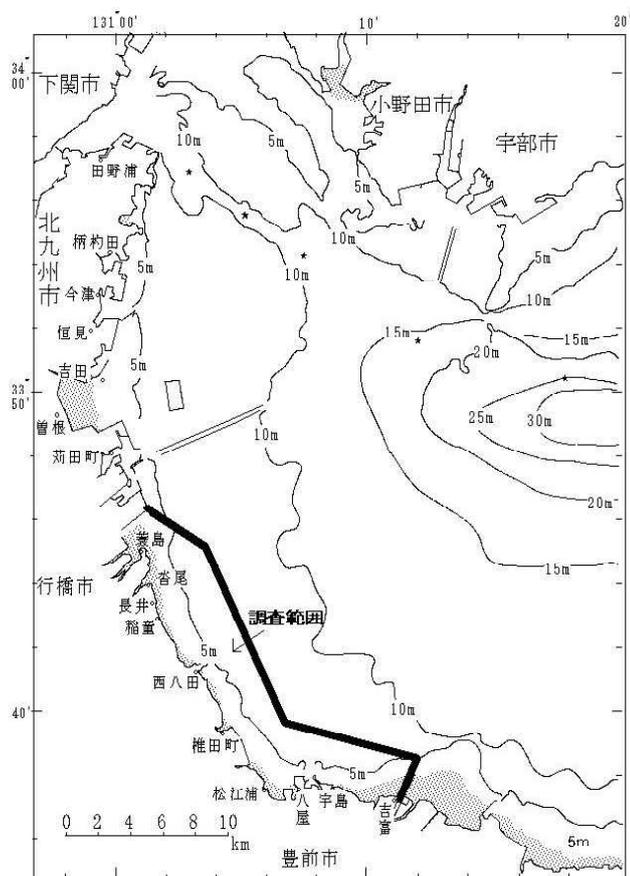


図1 ナルトビエイ捕獲調査範囲

は、5月27日に採捕された雌個体（体盤幅長100.0cm，13.2kg）で、その湿重量は103.1g，体重の約0.8%に相当する二枚貝類を捕食していた。今年度においても、本種は有用種を含む二枚貝類を選択的に捕食し、その捕食圧も高いことから、食害の影響は深刻であると推察された。

3. 標識放流調査

アーカイバルタグを装着したナルトビエイ17個体の平均体盤幅長は、雄が体盤幅長69.8±16.4cm，雌が100.5±22.7cmであった。標識放流放流後、関係機関に再捕報告を依頼した。

守江湾における合同調査でアルゴスタグを装着したナルトビエイは、112.0cmの雌1個体であった。

表1 捕獲されたナルトビエイの平均体盤幅長および重量

	全体			雄			雌		
	匹	体盤幅長(cm)	重量(kg)	匹	体盤幅長(cm)	重量(kg)	匹	体盤幅長(cm)	重量(kg)
5月27日	10	53.3±17.8	2.87±0.3	9	48.1±7.5	1.7±1.7	1	100	13.2
※1 6月10日	86	89.9±14.7	12.1±7.1	37	87.4±11.5	10.3±5.1	49	92.7±17.1	14.0±8.2
※2 8月5日	16	91.0±29.1	—	4	67.3±17.8	—	12	96.0±18.9	—
※2 10月6日	3	78.0±21.1	—	1	80	—	2	77.0±29.7	16.8±9.5
計	115	86.7±20.0	11.1±7.4	51	77.9±17.9	8.1±5.1	64	93.7±18.9	13.8±8.2

※1: 駆除事業にて測定、※2: -は、アーカイバルタグ装着のため重量未測定

表2 捕獲されたナルトビエイの消化器官内容物の状況

和名	検体①			検体②			検体③			検体④		
	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況
トリガイ	26	103.1	2									
アサリ							+	11.5		3		
二枚貝網										2	1.6	3
消化物										+	1.6	4
検体別合計	26	103.1					+	11.5		2	3.2	
出現種類数	1			空胃			1			2		

和名	検体⑤			検体⑥			検体⑦			検体⑧		
	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況
トリガイ										11	15.3	3
アサリ												
二枚貝網												
消化物										+	2.4	4
検体別合計										11	17.7	
出現種類数	空胃			空胃			空胃			2		

和名	検体⑨			検体⑩			検体⑪		
	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況
トリガイ									
アサリ							+	18.3	3
二枚貝網									
消化物									
検体別合計							+	18.3	
出現種類数	空胃			空胃			1		

単位：個体数・湿重量(g)/検体 個体数の+は計数不能を示す。

消化状況

- 1: あまり消化されていない。軟体部は外形・肉質とも未消化のものに近い。
- 2: やや消化がすすむ。軟体部の外形は保持されているが、肉質はもろくなり始めている。
- 3: かなり消化がすすむ。軟体部は外形が崩れ始め、肉質はもろい。
- 4: ほとんど消化される。軟体部は外形をとどめず、小塊～ペースト状。

広域発生赤潮共同予知調査

－瀬戸内海西部広域共同調査－

俵積田 貴彦・野副 澁

周防灘西部に位置する豊前海では*Karenia mikimotoi*をはじめとした有害赤潮がたびたび発生し漁業被害を引き起こしており、¹⁾赤潮の発生過程の把握や初期発生域の特定が急務となっている。

周防灘ではこれまで、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を目的とし、水産庁の委託を受け山口、福岡、大分の3県で共同調査を実施してきたところであるが、近年は周防灘で発生した*K. mikimotoi*赤潮が響灘や豊後水道周辺海域まで移流、拡散し漁業被害を引き起こす事例が発生している。

^{2,3)}このため、平成21年度より広島、愛媛、山口、福岡、大分、宮崎の6県7機関で共同調査を開始し、さらに平成25年度からは愛媛大学と瀬戸内海区水産研究所も加わり、有害種の発生状況をモニタリングするとともに、その要因についても総合的に解析することとなった。本報告では平成27年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業（瀬戸内海西部における有害赤潮分布拡大防止）報告書（平成28年3月）に含まれている各県のモニタリング結果について報告し、このほかについては同報告書に詳細がある。

方 法

当該海域に計48点の調査定点を設置し（図1）、5月から9月までに計4回以上、海洋環境（水温、塩分、栄養塩等）およびプランクトン細胞密度等のモニタリング調査を実施した（表1、表2）。なお、調査時に多項目CTDにクロロフィル極大層の反応が確認された場合は、その層を採水し、プランクトン細胞密度の検鏡計数を行った。

結 果

1. 水温

各海域の水温の観測値（5m層または10m層の平均値）と平年差を図2に示した。周防灘西部では、山口県海域は、期間中（6月18日～7月24日）、21.5～24.2℃（平年差+0.1～-1.1℃）の範囲にあり、福岡県海域は、期間中（6月16日～7月23日）、21.5～23.9℃（平年差-1.8～



図1 調査点

表1 調査内容

海域	周防灘			豊後水道・別府湾			広島湾	
	担当県	山口県	福岡県	大分県(浅海)	大分県(上浦)	愛媛県	宮崎県	広島県
調査点数	4	8	5	9(3+6)		12	3	7
観測層(m)	0.5, 5, B-1	0.5, 5, (10), B-1	0.5, 5, (10), B-1	0.5, 10	0.5, 10	0.5, 10	0.5, 5, B-1	
調査回数	4	4	4	5	5	5	5	6
観測分析項目	水温	○	○	○	○	○	○	○
	塩分	○	○	○	○	○	○	○
	透明度	○	○	○	○	○	○	○
	NH4-N	○	○(代表点)	○	○	○	○	○
	NO2-N	○	○(代表点)	○	○	○	○	○
	NO3-N	○	○(代表点)	○	○	○	○	○
	PO4-P	○	○(代表点)	○	○	○	○	○
	クロロフィルa	○	○(代表点)	○	○	○	-	○
検鏡対象プランクトン	DO	○	○	○	○	○	○	○
	<i>Karenia mikimotoi</i>	○	○	○	○	○	○	○
	<i>Chattonella antiqua</i>	○	○	○	○	○	○	○
	<i>Chattonella marina</i>	○	○	○	○	○	○	○
	<i>Chattonella ovata</i>	○	○	○	○	○	○	○
	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	○	○	○	○	○	○	○
	<i>Heterosigma akashiwo</i>	○	○	○	○	○	○	○
<i>Heterocapsa circularisquama</i>	○	○	○	○	○	○	○	
珪藻類	○	○	○(代表点)	○(代表点)	○	○	○(代表)	

表2 測定・分析方法

調査・分析項目	方法(機器)	山口県	福岡県	大分県(浅海)	大分県(上浦)	愛媛県	宮崎県	広島県
水温・塩分	多項目CTD	○	○	○	○	○	○	○
透明度	透明度板	○	○	○	○	○	○	○
NH4-N	インドフェニール青吸光度法	○	○	○	○	○	○	○
NO2-N	ナフチルエチレンジアミン吸光度法	○	○	○	○	○	○	○
NO3-N	銅カドミウムカラム還元 ナフチルエチレンジアミン吸光度法	○	○	○	○	○	○	○
PO4-P	モリブデン青(アスコルビン酸還元) 吸光度法	○	○	○	○	○	○	○
クロロフィルa	アセトン抽出吸光度法	○	○					○
	DMF抽出蛍光法				○	○		
DO	ワインクラーク法			○	○	○	○	
	溶存酸素計	○	○					○

-0.2℃)の範囲にあり、大分県海域は、期間中（6月19日～7月22日）、20.2～23.7℃（平年差-1.0～-1.8℃）の

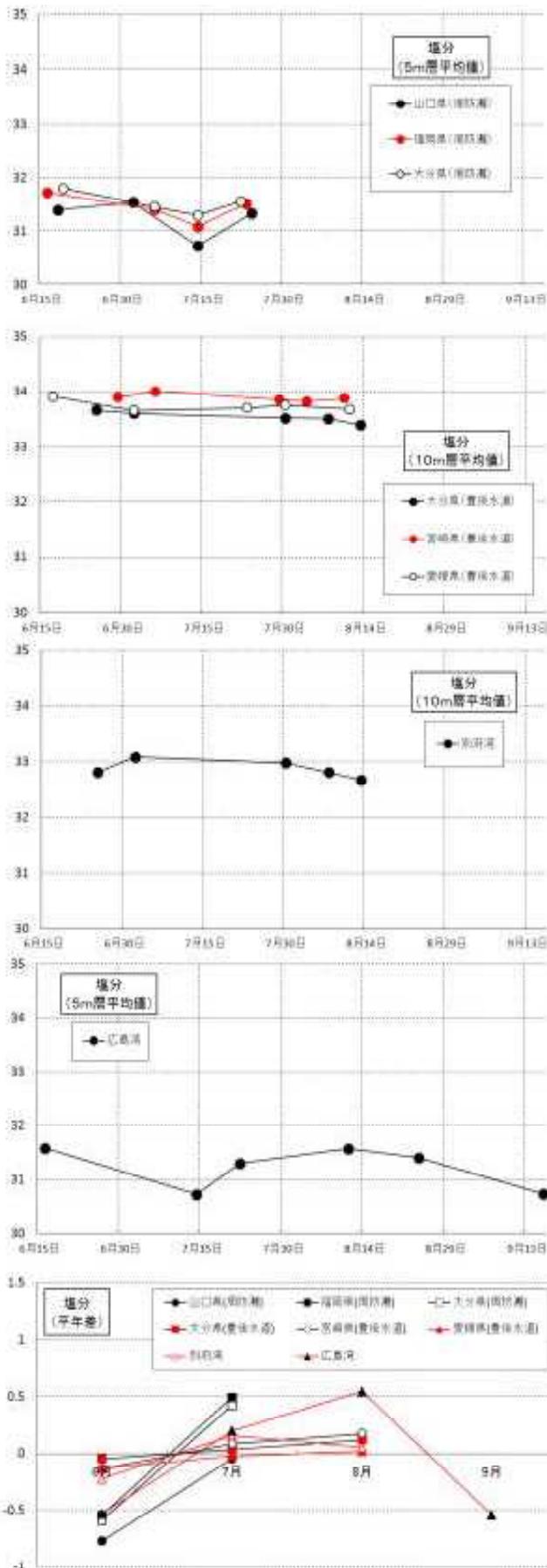


図2 各海域の水温推移と平年差

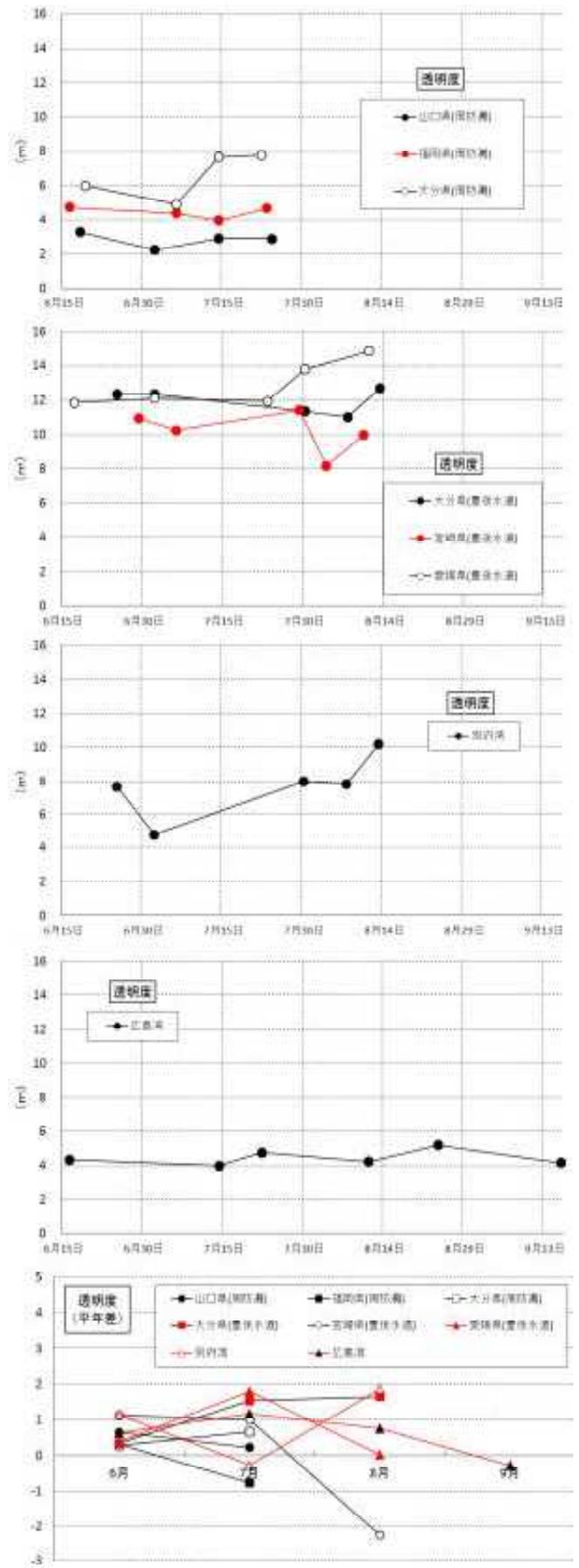


図3 各海域の塩分推移と平年差

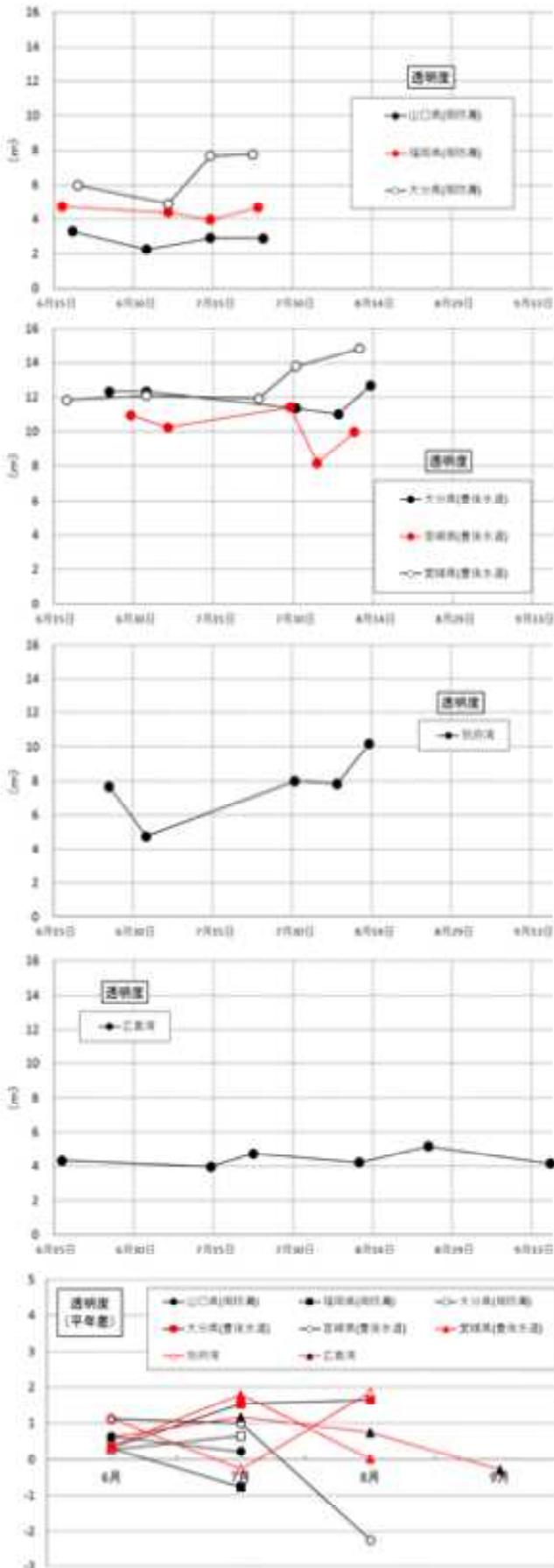


図4 各海域の透明度推移と平年差

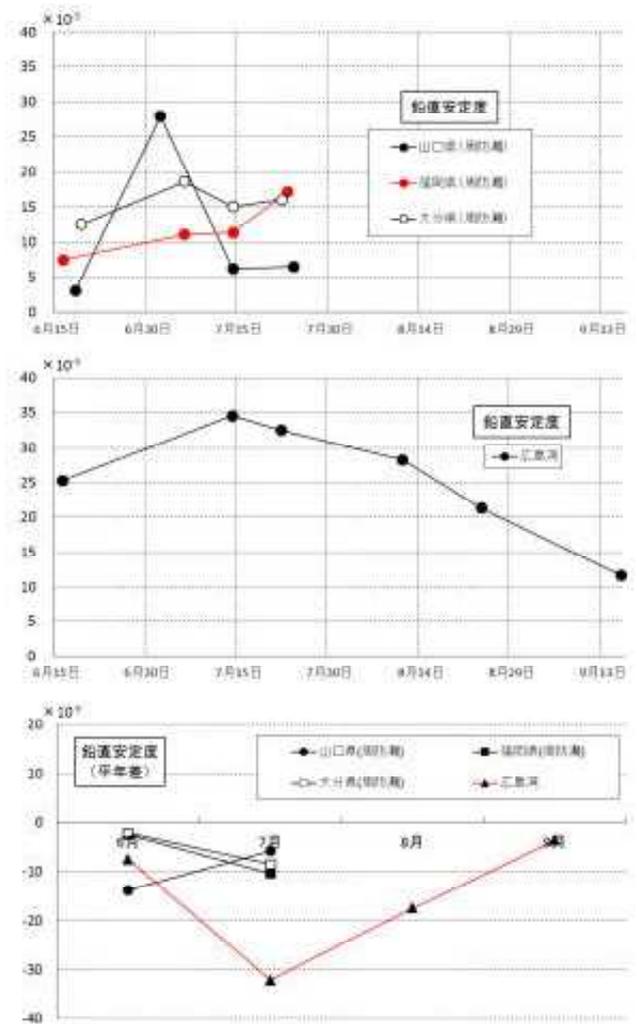


図5 各海域の鉛直安定度推移と平年差

範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は、期間中（6月25日～8月13日）、 $19.4\sim 23.1^{\circ}\text{C}$ （平年差 $-0.2\sim +0.5^{\circ}\text{C}$ ）の範囲にあり、宮崎県海域は、期間中（6月29日～8月10日）、 $19.8\sim 24.5^{\circ}\text{C}$ （平年差 $-1.3\sim +0.4^{\circ}\text{C}$ ）の範囲にあり、愛媛県海域は、期間中（6月17日～8月11日）、 $20.2\sim 25.2^{\circ}\text{C}$ （平年差 $-0.7\sim +1.7^{\circ}\text{C}$ ）の範囲にあった。別府湾は、期間中（6月25日～8月13日）、 $18.8\sim 24.6^{\circ}\text{C}$ （平年差 $-0.4\sim +0.8^{\circ}\text{C}$ ）の範囲にあった。広島湾は、期間中（6月16日～9月16日）、 $18.7\sim 24.7^{\circ}\text{C}$ （平年差 $-1.1\sim +0.4^{\circ}\text{C}$ ）の範囲にあった。周防灘西部では、7月に各県海域とも平年より 1°C 以上低く、広島湾は9月に平年より 1°C 以上低かった。

2. 塩分

各海域の塩分の観測値（5m層または10m層の平均値）と平年差を図3に示した。周防灘西部では、山口県海域は $30.72\sim 31.54$ （平年差 $-0.77\sim -0.05$ ）の範囲にあり、

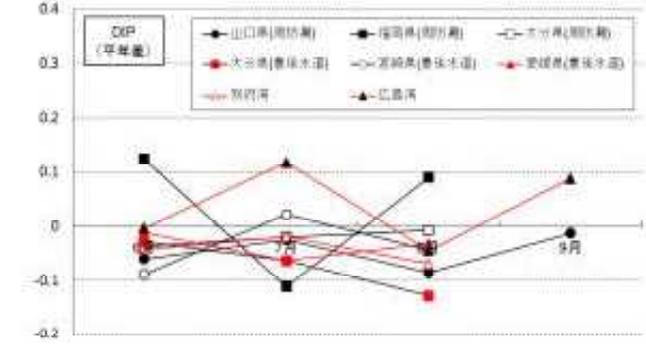
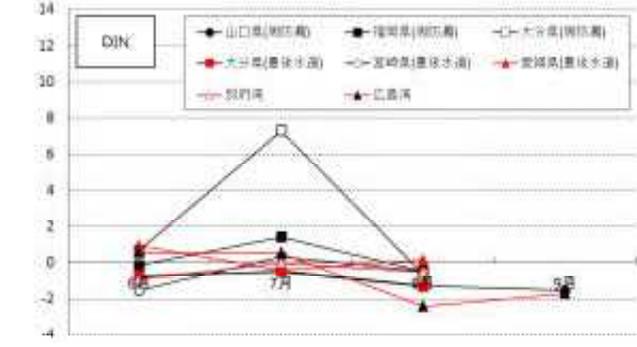
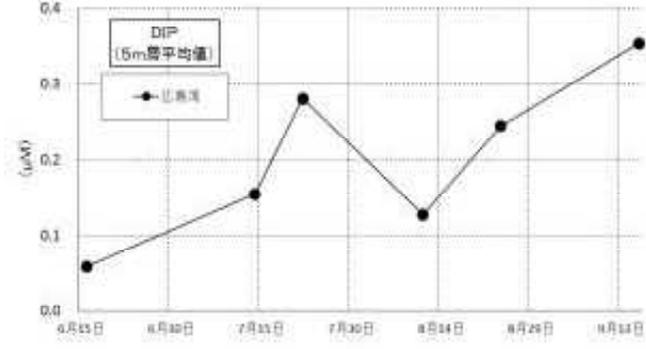
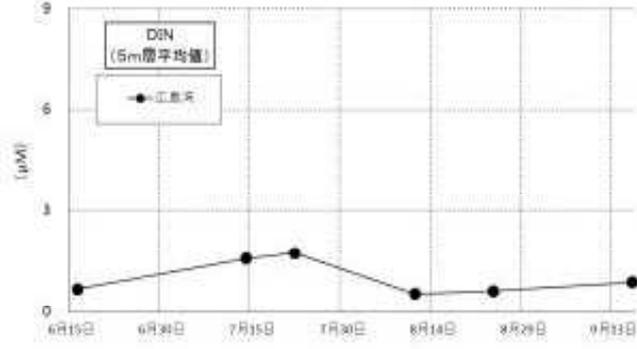
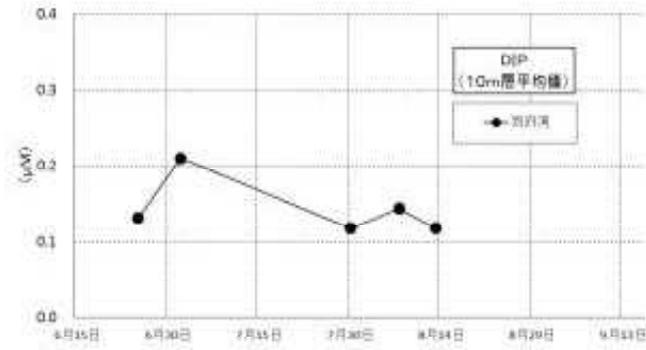
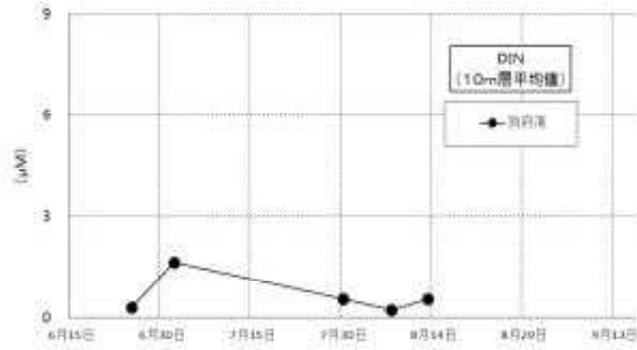
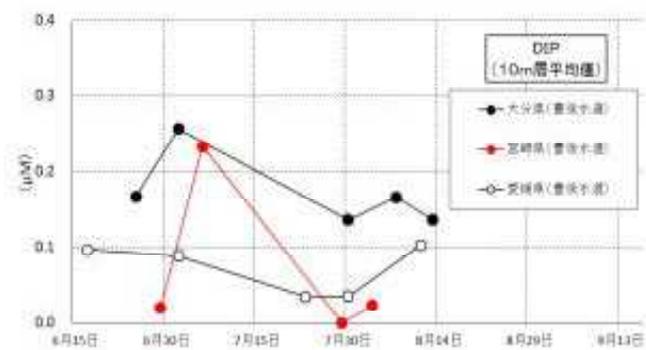
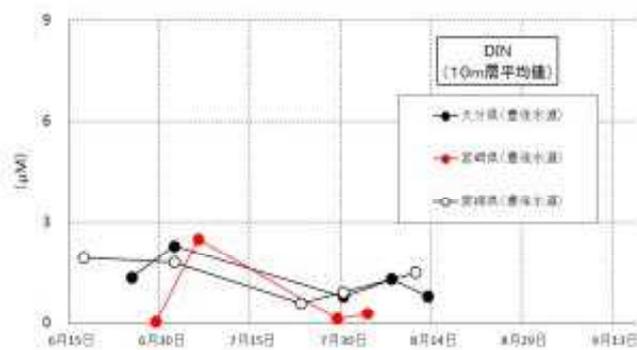
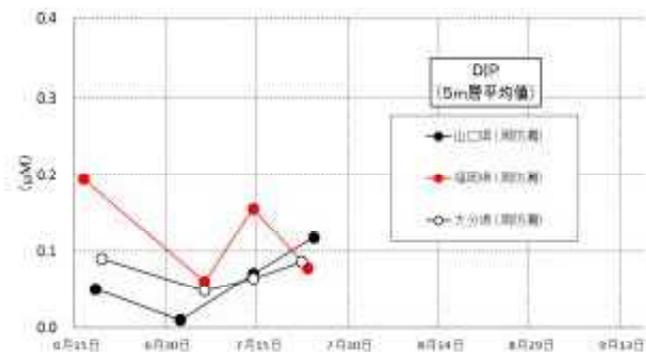
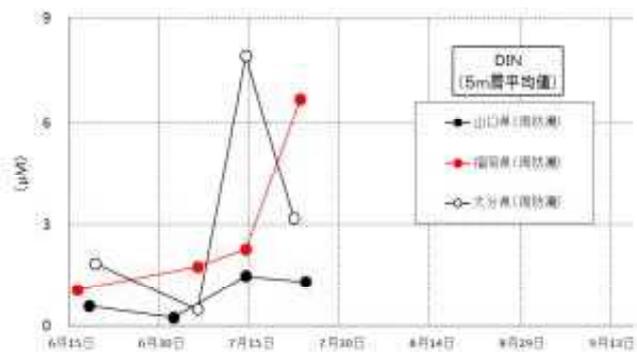


図6 各海域のDIN推移と平年差

図7 各海域のDIP推移と平年差

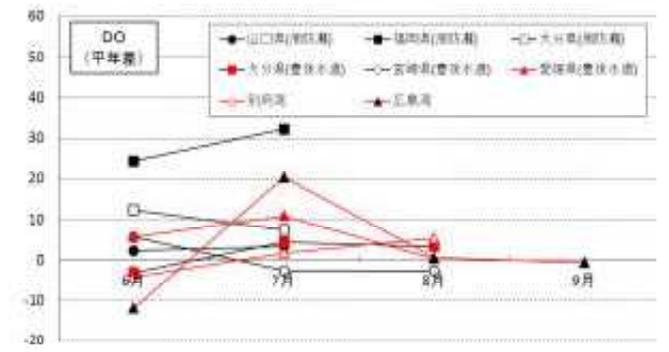
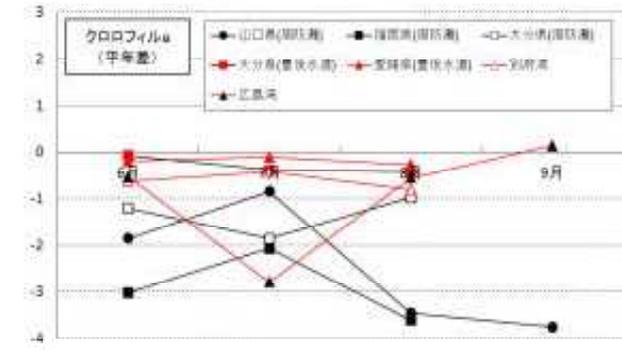
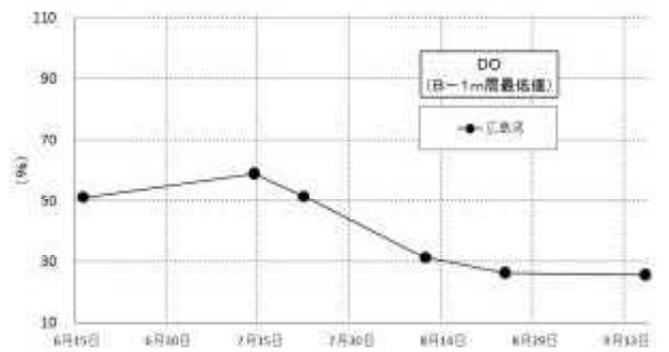
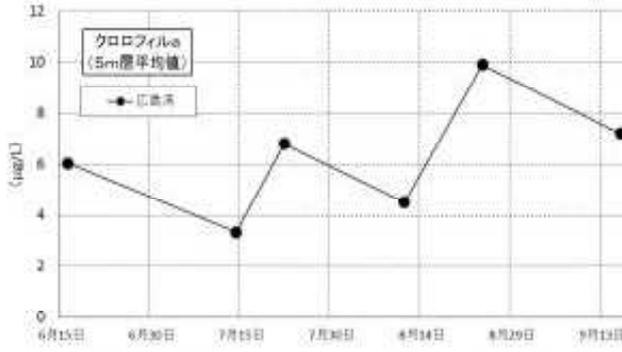
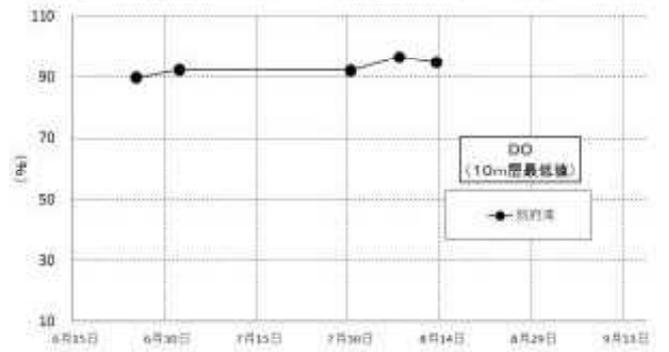
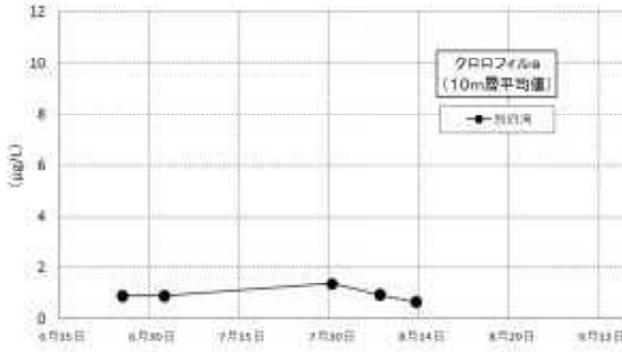
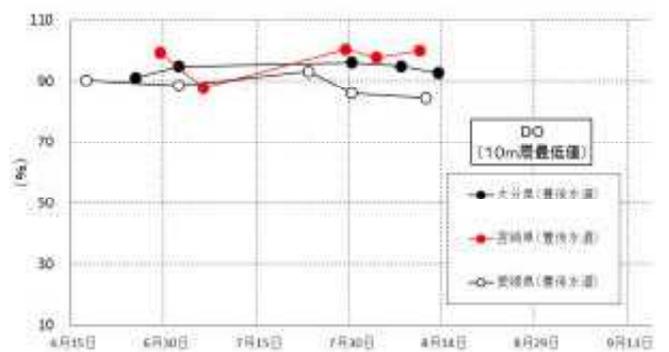
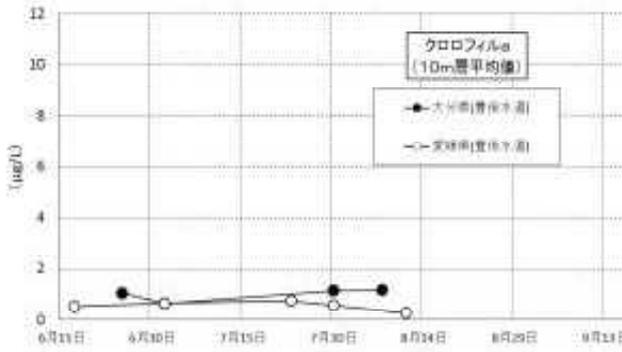
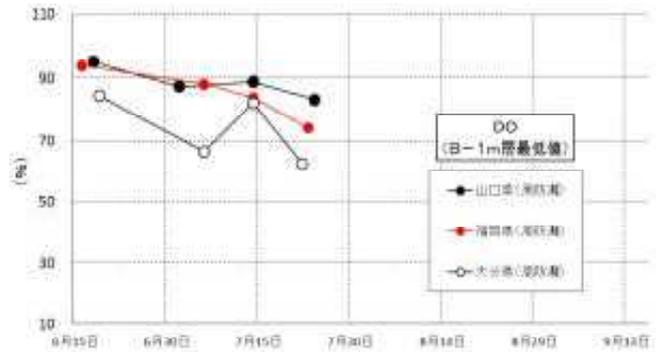
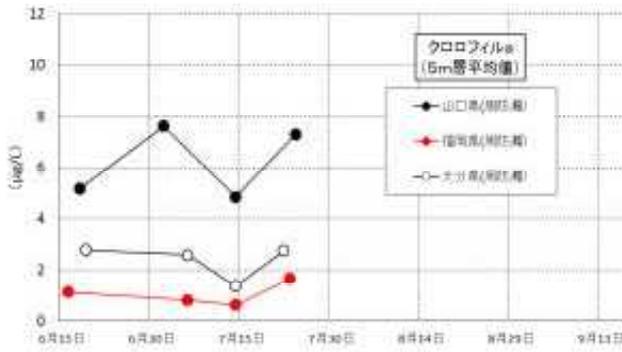


図8 各海域のクロロフィルaと年差

図9 各海域の溶存酸素と年差

福岡県海域は31.08～31.72（平年差-0.55～+0.49）の範囲にあり、大分県海域は31.29～31.79（平年差-0.59～+0.42）の範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は33.40～33.67（平年差-0.05～+0.12）の範囲にあり、宮崎県海域は33.83～34.00（平年差-0.13～+0.17）の範囲にあり、愛媛県海域は33.66～33.92（平年差-0.13～+0.12）の範囲にあった。別府湾は32.67～33.08（平年差-0.22～+0.16）の範囲にあった。広島湾は30.72～31.58（平年差-0.54～+0.55）の範囲にあった。期間中、周防灘西部および広島湾は、豊後水道海域および別府湾より低い値で推移した。

3. 透明度

各海域の透明度の観測値（平均値）と平年差を図4に示した。周防灘西部では、山口県海域は2.3～3.3m（平年差+0.2～+0.6m）の範囲にあり、福岡県海域は4.0～4.7m（平年差-0.8～+0.3m）の範囲にあり、大分県海域は4.9～7.8m（平年差+0.3～+0.7m）の範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は11.0～12.7m（平年差+0.3～+1.6m）の範囲にあり、宮崎県海域は8.2～11.4m（平年差-2.2～+1.1m）の範囲にあり、愛媛県海域は11.8～14.8m（平年差±0～+1.8m）の範囲にあった。別府湾は4.8～10.2m（平年差-0.3～+1.9m）の範囲にあった。広島湾は4.0～5.2m（平年差-0.3～+1.2m）の範囲にあった。豊後水道において、8月の宮崎県海域は平年に比べて2m以上低かった。

4. 鉛直安定度

周防灘西部の各県海域および広島湾の鉛直安定度（平均値）の観測値と平年差を図5に示した。周防灘西部では、山口県海域は 3.1×10^{-5} ～ 27.9×10^{-5} （平年差 -5.8×10^{-5} ～ -13.7×10^{-5} ）の範囲にあり、福岡県海域は 7.5×10^{-5} ～ 17.1×10^{-5} （平年差 -10.3×10^{-5} ～ -2.7×10^{-5} ）の範囲にあり、大分県海域は 12.5×10^{-5} ～ 18.6×10^{-5} （平年差 -8.5×10^{-5} ～ -2.3×10^{-5} ）の範囲にあった。広島湾は 11.7×10^{-5} ～ 34.6×10^{-5} （平年差 -32.1×10^{-5} ～ -3.8×10^{-5} ）の範囲にあった。各海域ともに平年を下回って推移し、特に広島湾は7月に 30×10^{-5} 以上、8月に 10×10^{-5} 以上低かった。

5. 栄養塩（DIN）

各海域のDINの観測値（5m層または10m層の平均値）と平年差を図6に示した。周防灘西部では、山口県海域は0.24～1.47 μM （平年差-1.55～-0.43 μM ）の範囲にあり、福岡県海域は1.06～6.69 μM （平年差-0.13～+1.40 μM ）の

範囲にあり、大分県海域は0.48～7.93 μM （平年差-0.65～7.30 μM ）の範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は0.79～2.29 μM （平年差-1.34～-0.052 μM ）にあり、宮崎県海域は0.04～2.49 μM （平年差-1.55～+0.35）の範囲にあり、愛媛県海域は0.59～1.94 μM （平年差-0.40～+0.93 μM ）の範囲にあった。別府湾は0.20～1.62 μM （平年差-0.01～-0.90 μM ）の範囲にあった。広島湾は0.53～1.74 μM （平年差-2.42～+0.55 μM ）の範囲にあった。

6. 栄養塩（DIP）

各海域のDIPの観測値（5m層または10m層の平均値）と平年差を図7に示した。周防灘西部では、山口県海域は0.01～0.12 μM （平年差-0.09～-0.01 μM ）の範囲にあり、福岡県海域は0.06～0.19 μM （平年差-0.11～+0.12 μM ）の範囲にあり、大分県海域は0.05～0.09 μM （平年差-0.04～-0.01 μM ）の範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は0.14～0.26 μM （平年差-0.13～-0.03 μM ）にあり、宮崎県海域は0～0.23 μM （平年差-0.09～+0.02）の範囲にあり、愛媛県海域は0.04～0.10 μM （平年差-0.06～-0.01 μM ）の範囲にあった。別府湾は0.12～0.21 μM （平年差-0.07～-0.02 μM ）の範囲にあった。広島湾は0.06～0.35 μM （平年差-0.04～+0.12 μM ）の範囲にあった。各海域ともに、平年並みで推移した。

7. クロロフィル

a各海域（豊後水道の宮崎県海域を除く）のクロロフィルaの観測値（5m層または10m層の平均値）と平年差を図8に示した。周防灘では、山口県海域は4.85～7.60 $\mu\text{g/L}$ （平年差-3.75～-0.85 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあり、福岡県海域は0.63～1.66 $\mu\text{g/L}$ （平年差-3.61～-2.06 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあり、大分県海域は1.35～2.77 $\mu\text{g/L}$ （平年差-1.86～-0.98 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は0.65～1.18 $\mu\text{g/L}$ （平年差-0.43～-0.08 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあり、愛媛県海域は0.27～0.76 $\mu\text{g/L}$ （平年差-0.27～-0.11 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあった。別府湾は0.63～1.35 $\mu\text{g/L}$ （平年差-0.81～-0.42 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあった。広島湾は3.35～9.91 $\mu\text{g/L}$ （平年差-2.79～0.14 $\mu\text{g/L}$ ）の範囲にあった。9月の広島湾を除いて、全ての海域で平年を下回って推移した。

8. 溶存酸素（DO）

各海域のDOの観測値（B-1m層または10m層の最低値）と平年差を図9に示した。周防灘西部では、山口県海域は83.2～95.0%（平年差+2.3～+3.3%）の範囲にあり、

福岡県海域は74.1～93.8%（平年差+24.4～+32.2%）の範囲にあり、大分県海域は62.4～84.3%（平年差+7.5～+12.4%）の範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は91.2～96.0%（平年差-3.0～4.5%）の範囲にあり、宮崎県海域は87.8～100.3%（平年差-2.6～5.6%）の範囲にあり、愛媛県海域は84.5～93.3%（平年差0.4～11.0%）の範囲にあった。別府湾は89.7～96.6%（平年差-4.2～5.4%）の範囲にあった。広島湾は25.7～58.9%（平年差-11.8～20.4%）の範囲にあった。周防灘西部では、各県海域とも平年を上回って推移し、特に福岡県海域は平年に比べて20%以上高かった。広島湾は、8月以降、例年のことであるが、50%を下回って推移した。

9. プランクトン

(1) *K. mikimotoi*

各海域の*K. mikimotoi*の観測値（最高細胞密度）を図10に、水平分布を図11に示した。最高細胞密度は、周防灘西部では、山口県海域は7～21cells/mlの範囲にあり、福岡県海域は1～21cells/mlの範囲にあり、大分県海域は81～330cells/mlの範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は0～32cells/mlの範囲にあり、宮崎県海域は1～139cells/mlの範囲にあり、愛媛県海域は2～2,430cells/mlの範囲にあった。別府湾は1～47cells/mlの範囲にあった。広島湾は1～2,400cells/mlの範囲にあった。

海域別に見ると、周防灘西部では、6月中旬に各県海域ともに10cells/mlを超えて確認され、大分県海域では、7月以降、 10^2 cells/ml以上で推移した。山口県海域および福岡県海域では、7月以降も10cells/ml前後で推移し、増殖は確認されなかった。周防灘西部において、 10^3 cells/mlを超える赤潮の形成は観測されなかった。

豊後水道では、愛媛県海域において、6月16日に11cells/mlが確認され、7月2日には、当海域の最高細胞密度となる2,430cells/mlに達し、その後は減少した。宮崎県海域でも増殖が確認され、8月上旬に 10^2 cells/mlを超えたが、その後は減少した。大分県海域では、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。

別府湾では、6月下旬および7月下旬に10cells/mlを超えて確認されたが、それ以外の期間は10cells/ml以下で推移し、 10^3 cells/mlを超える赤潮の形成は観測されなかった。

広島湾では、6月17日に1cell/mlが確認され、その後徐々に増殖し、8月24日には当海域の最高細胞密度とな

る2,400cells/mlに達したが、9月16日には1cell/mlまで減少した。

図12に平成18～27年度の周防灘における*K. mikimotoi*の出現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）を示した。出現最高細胞密度は、6月中・下旬が81cells/ml、7月上旬が330cells/ml、7月中・下旬が222cells/mlであった。また、分布指標は、6月中・下旬は82%で、7月上旬には65%に低下したが、その後、7月中・下旬に88%まで上昇した。

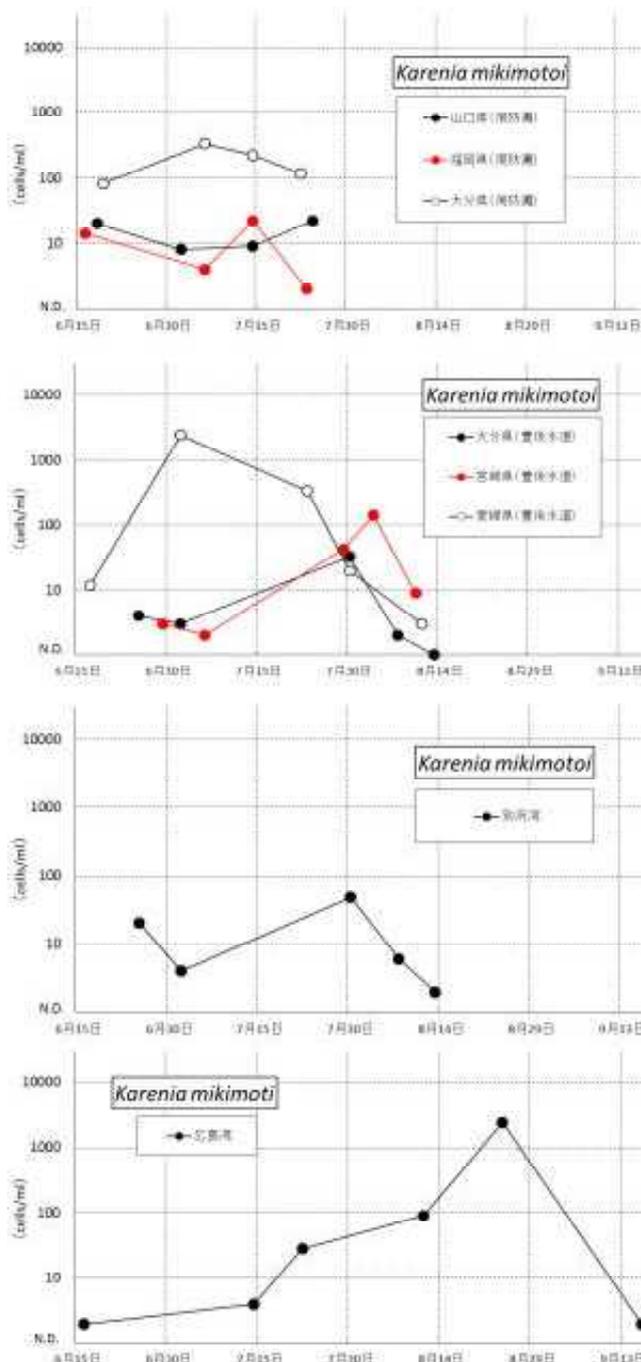


図10 各海域の*K. mikimotoi*最高細胞密度

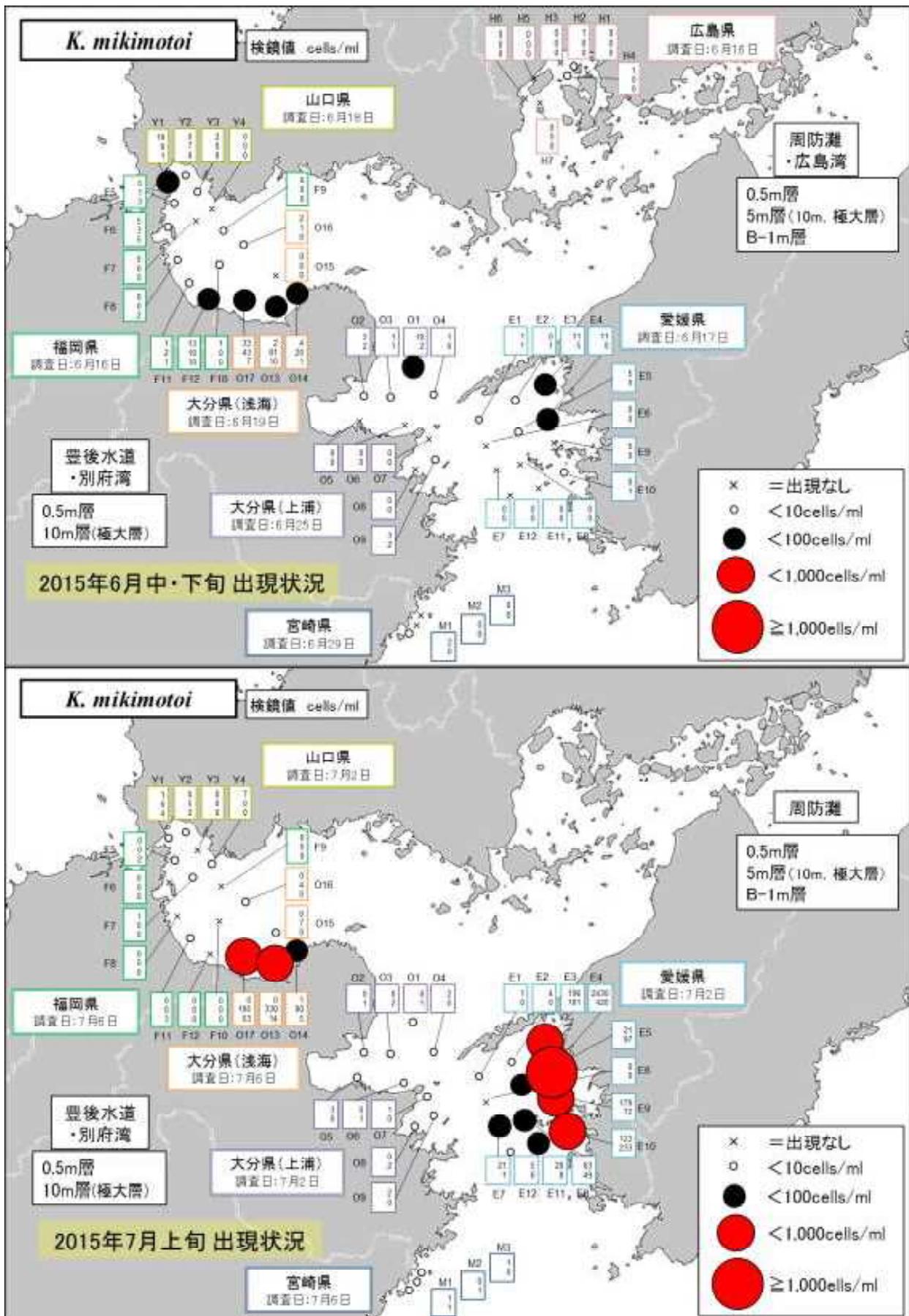


図11-1 K. mikimotoi水平分布 (6月中・下旬~7月上旬)

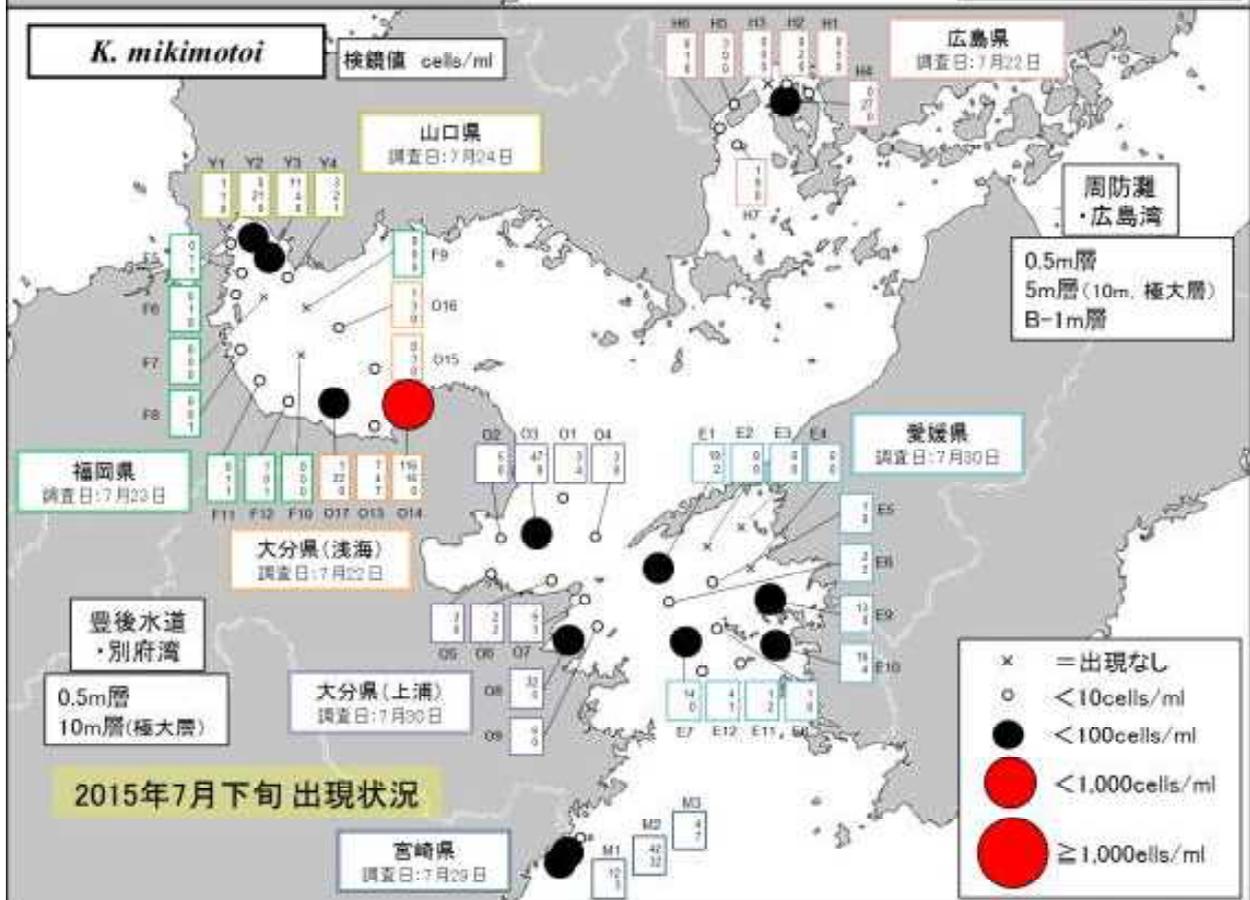
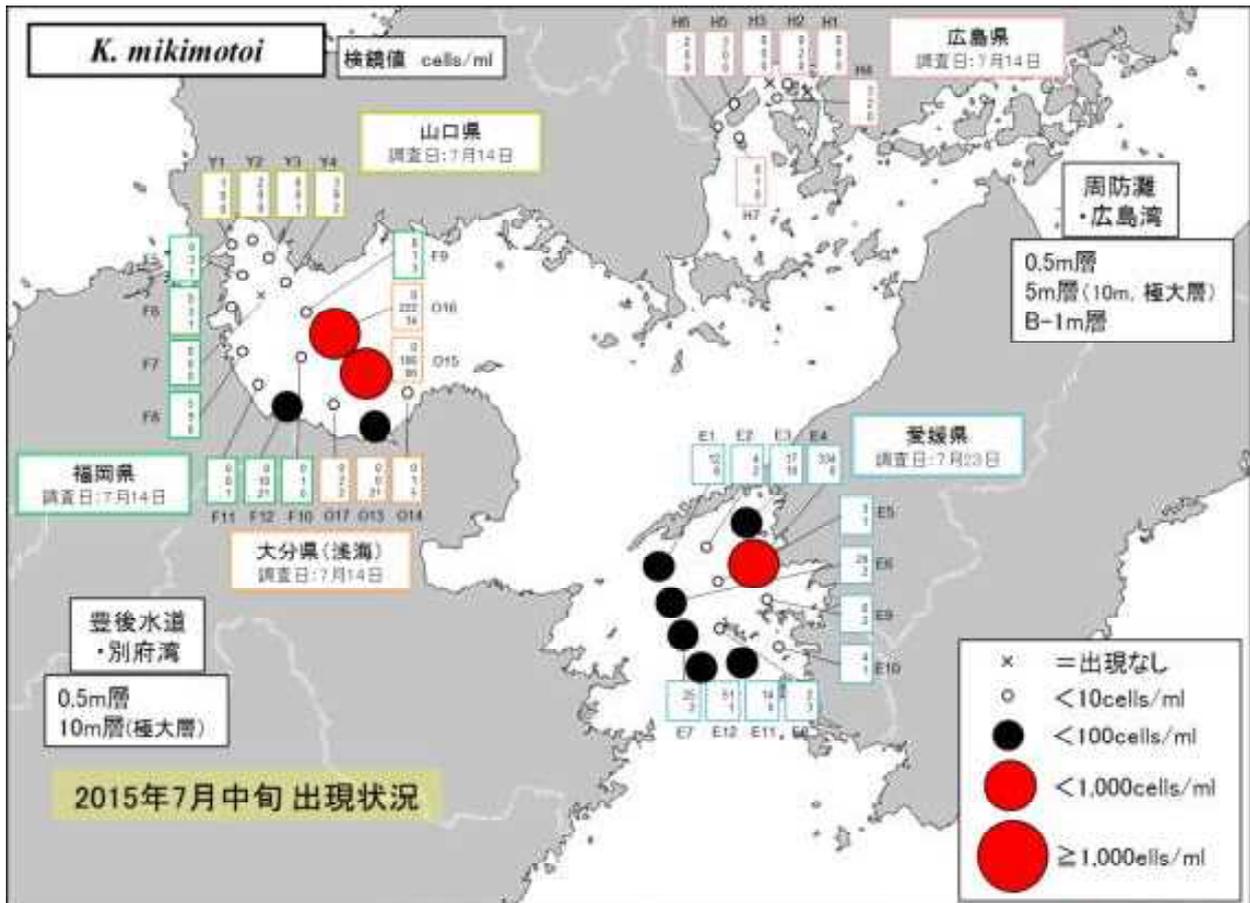


図11-2 K. mikimotoi水平分布 (7月中旬~下旬)

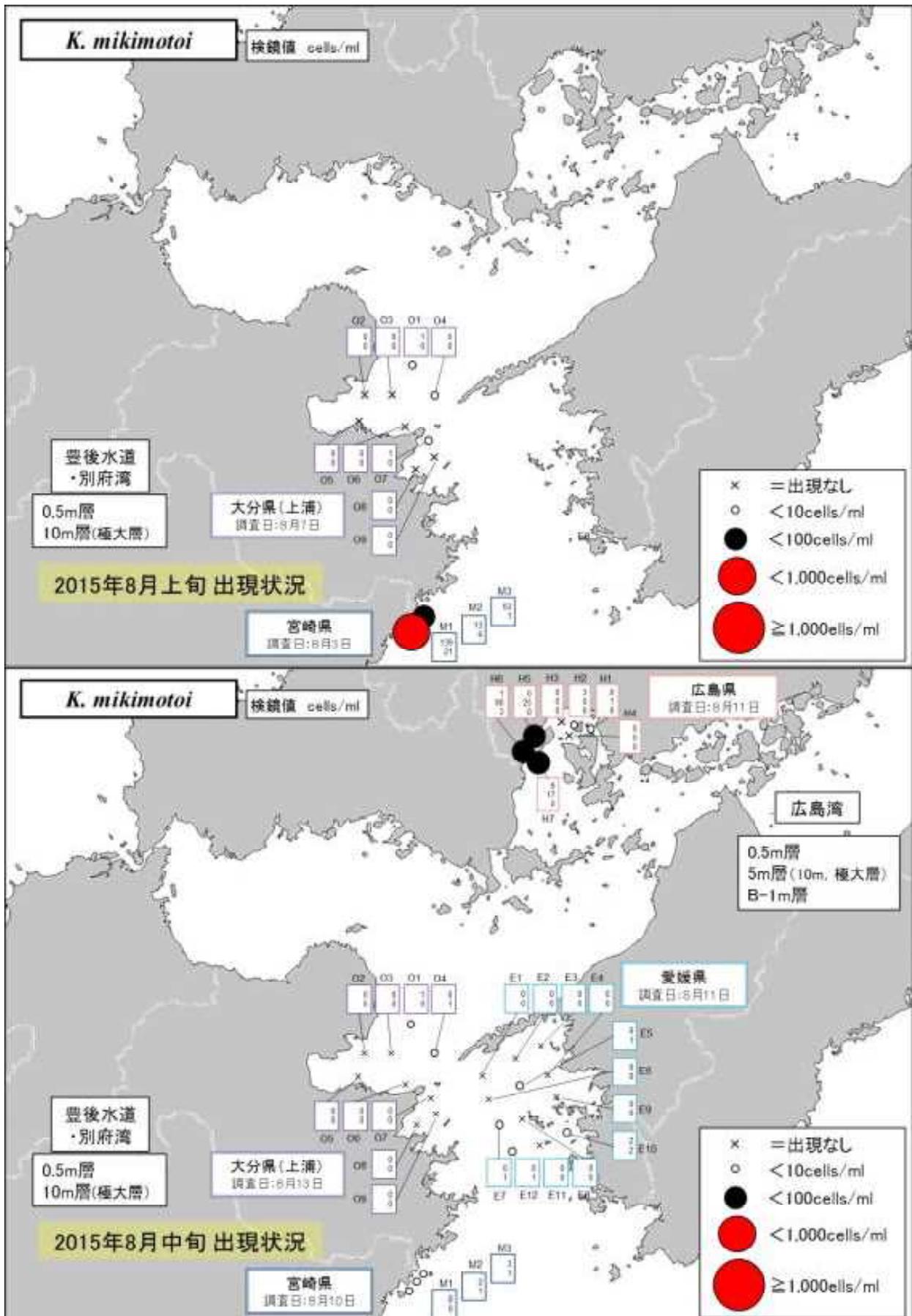


図11-3 K. mikimotoi水平分布 (8月上旬~中旬)

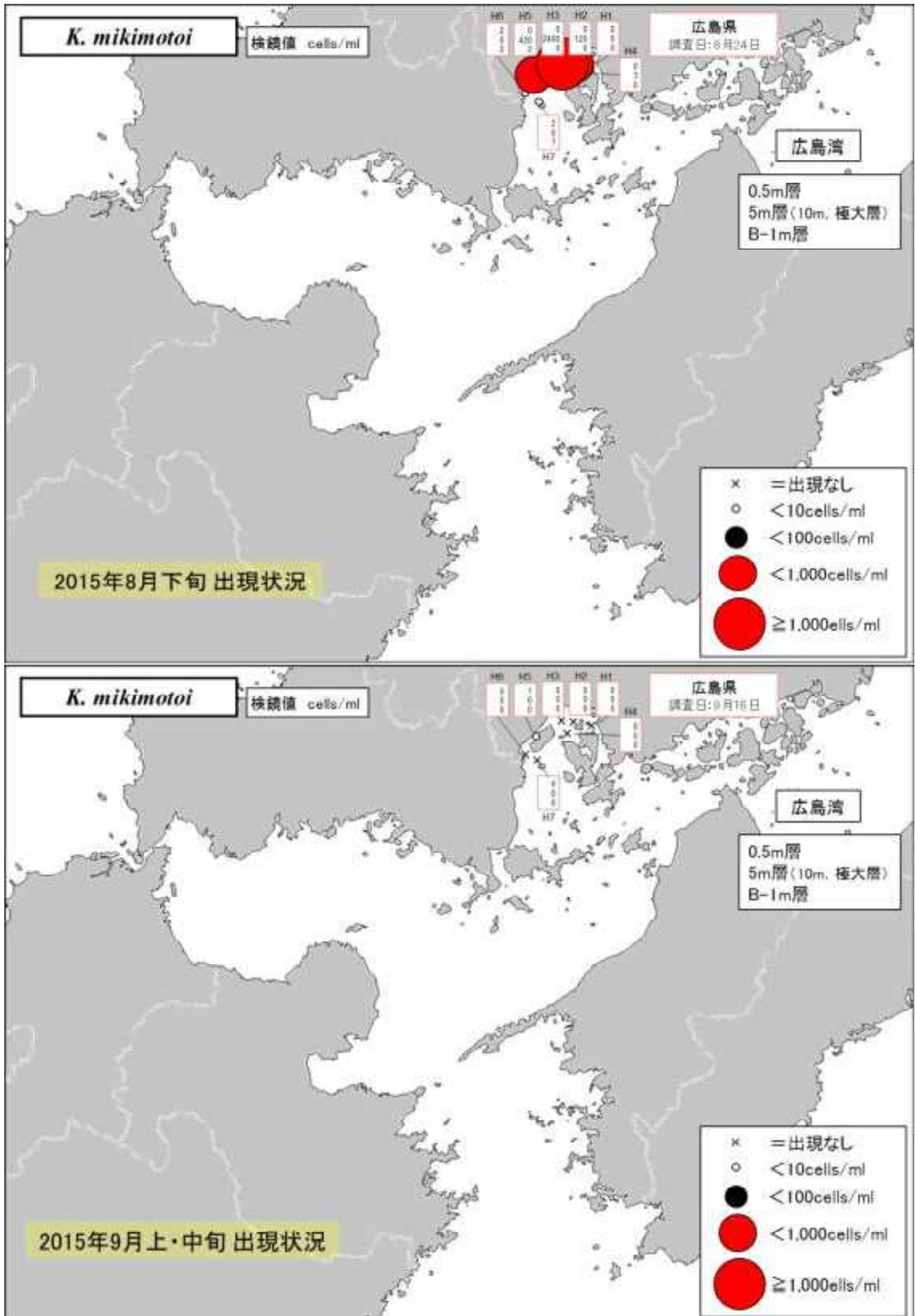


図11-4 *K. mikimotoi*水平分布 (8月下旬~9月上・中旬)

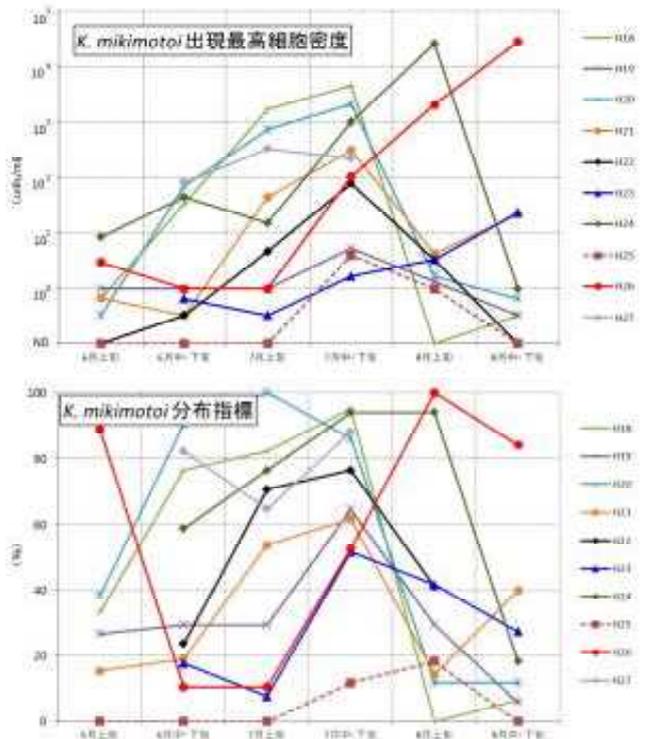


図12 平成18～27年度の周防灘における*K. mikimotoi*の出現最高細胞密度と分布指標

(2) *C. polykrikoides*

各海域の*C. polykrikoides*の観測値（最高細胞密度）を図13に示した。豊後水道の愛媛県海域で確認され、期間中の最高細胞密度は6月中旬の6 cells/mlであった。

(3) *H. circularisquama*

各海域ともに*H. circularisquama*は観測されなかった。

(4) *Chattonella* spp. (*antiqua* + *marina* + *ovata*)

各海域の*Chattonella* spp. (*antiqua* + *marina* + *ovata*) の観測値（最高細胞密度）を図14に示した。期間中、周防灘西部の福岡県海域、豊後水道の宮崎県海域および愛媛県海域で1 cell/ml, 広島湾1～2 cells/mlが散発的に確認された。

(5) *H. akashiwo*

各海域の*H. akashiwo*の観測値（最高細胞密度）を図15に示した。周防灘西部では、山口県海域、福岡県海域で、それぞれ1, 2 cells/mlが散発的に確認された。豊後水道では、宮崎県海域で1 cell/mlが散発的に確認された。愛媛県海域でも確認され、期間中の最高細胞密度は、6月中旬の6 cells/mlであった。別府湾でも確認され、期間中の最高細胞密度は6月下旬の60 cells/mlであった。広島湾では、6月16日に期間中の最高細胞密度となる9,600 cells/mlが確認され、その後は減少し、0～1 cell/mlで推移した。

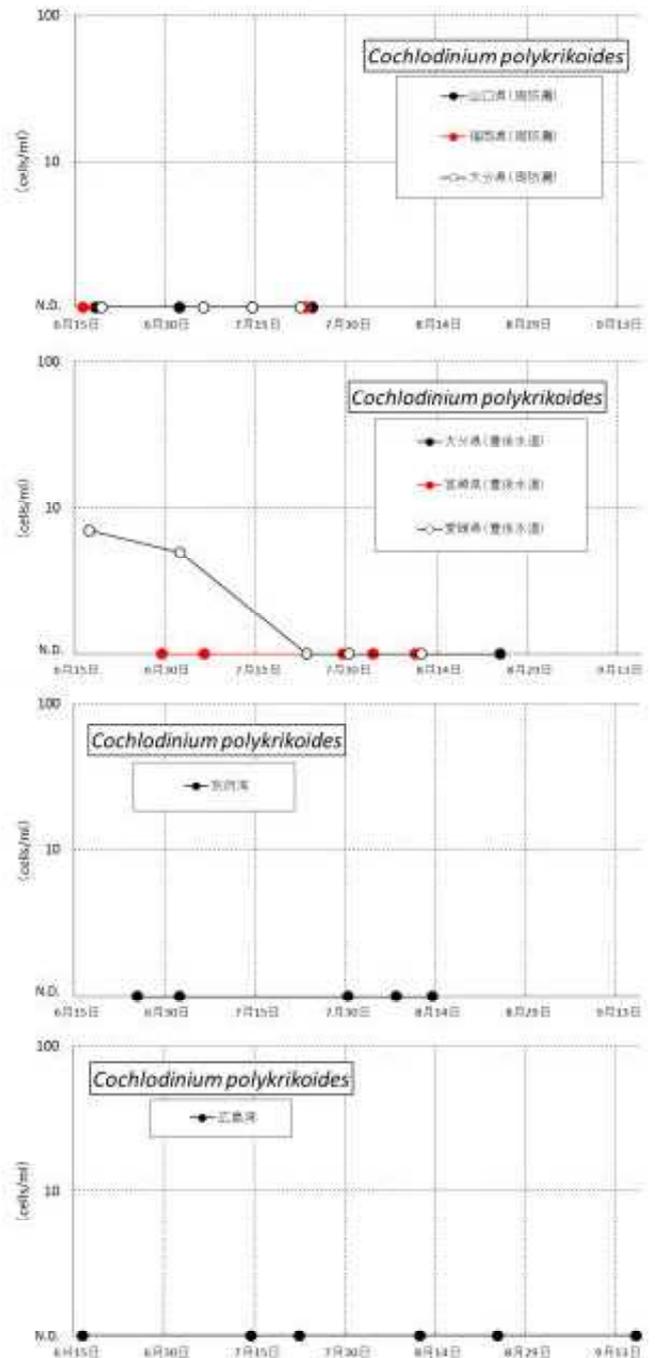


図13 各海域の*C. polykrikoides*最高細胞密度

(6) 珪藻類

各海域の珪藻類の観測値（全層の平均値または0m層の平均値）を図16に示した。周防灘西部では、山口県海域は453～5,603 cells/mlの範囲にあり、福岡県海域は104～993 cells/mlの範囲にあり、大分県海域は93～1,483 cells/mlの範囲にあった。豊後水道では、大分県海域は0.57～11 cells/mlの範囲にあり、宮崎県海域は455～1,320 cells/mlの範囲にあり、愛媛県海域は18～114 cells/mlの範囲にあった。別府湾は2.6～147 cells/mlの

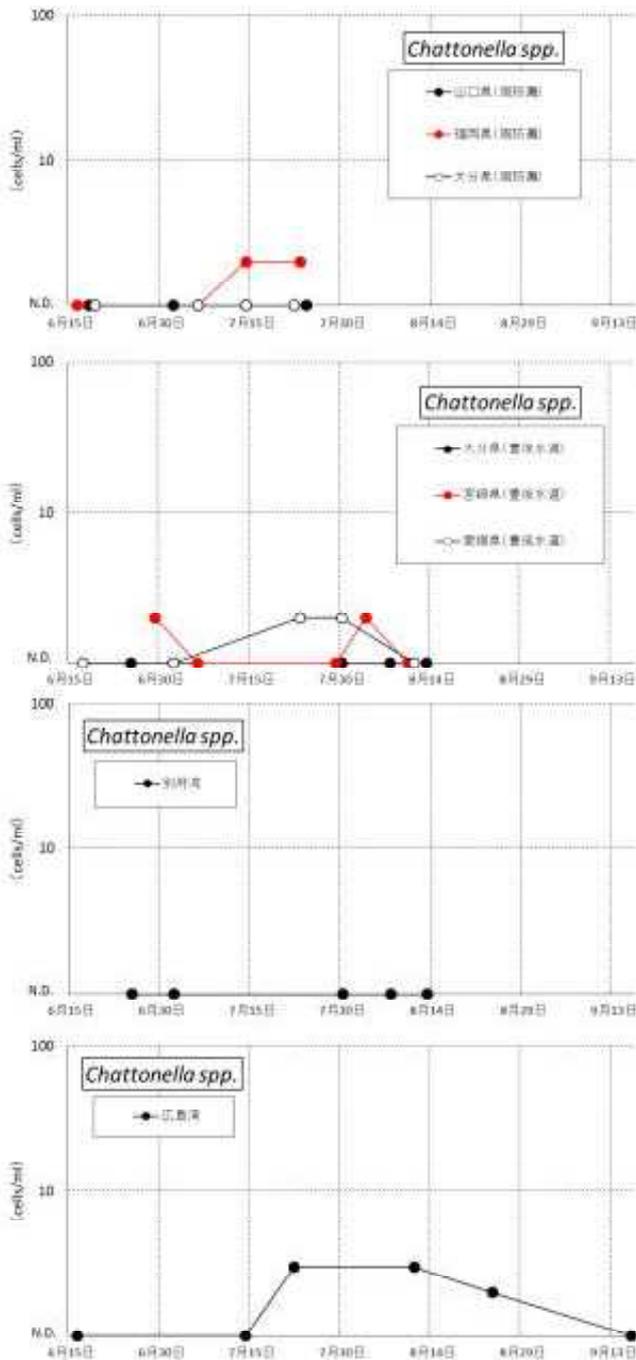


図14 各海域のChattonella spp. 最高細胞密度

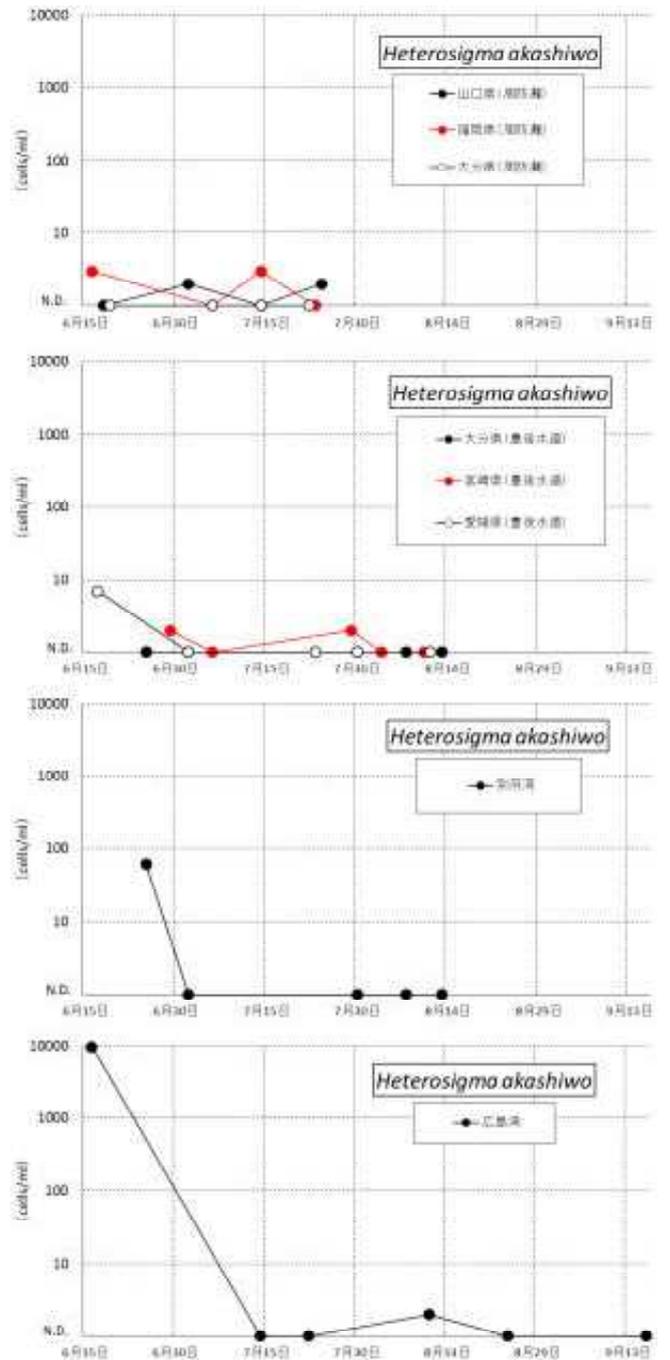


図15 各海域のH. akashiwo最高細胞密度

範囲にあった。広島湾は27~7,886cells/mlの範囲にあった。

考 察

平成27年度は、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。他の有害種は、*H. akashiwo*が広島湾で赤潮を形成したほか、赤潮

の形成は観測されなかった。なお、本事業以外の調査も含めた、平成27年4~11月の瀬戸内海西部・豊後水道海域における有害赤潮発生状況を表3に示した。本年度の特徴として、*C. polykrikoides*赤潮が大分県海域で冬季から春季まで発生が確認されたこと、*K. mikimotoi*は、春季にはすでに赤潮が形成され、夏季にかけて広範囲に発生が確認され、秋季まで発生が確認されたことがあげられる。

次に、本事業の結果から、夏季に*K. mikimotoi*が赤潮

表3 平成27年4～11月に調査機関が確認した有害赤潮発生状況

番号	発生期間	灘名	県名	発生水域	赤潮構成プランクトン	最高細胞密度 (cells/ml)	漁業被害
1	1/5～5/11	豊後水道	大分県	猪串湾, 名護屋湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	3,400	有
2	4/20～9/2	周防灘	山口県	徳山湾・笠戸湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,617	無
3	4/27～6/4	周防灘	山口県	宇部市沿岸	<i>Karenia mikimotoi</i>	335	無
4	5/11～8/3	周防灘	大分県	周防灘	<i>Karenia mikimotoi</i>	16,500(※1)	有
5	5/14～5/20	豊後水道	宮崎県	浦城湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	3,000	無
6	5/14～5/25	豊後水道	愛媛県	御荘湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	2,008	無
7	5/15～5/18	周防灘	福岡県	人工島付近	<i>Karenia mikimotoi</i>	222	無
8	5/24～8/7	伊予灘	大分県	別府湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,550	有
9	5/25～6/16	燧灘	愛媛県	西条市沿岸	<i>Heterosigma akashiwo</i>	115,000	無
10	5/25～6/1	周防灘	福岡県	簗島漁港	<i>Karenia mikimotoi</i>	21,600	有
11	6/1～6/8	周防灘	福岡県	松山漁港 稲童漁港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	18,000 5,600	有
12	6/1～6/15	周防灘	福岡県	苅田本港 苅田南港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	14,800 596,000	有
13	6/2～8/19	豊後水道	大分県	臼杵湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	3,200	無
14	6/4～7/14	豊後水道	大分県	佐伯湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	45,000	無
15	6/8～7/1	周防灘	福岡県	苅田本港 苅田新港	<i>Karenia mikimotoi</i>	20,000 100,000	有
16	6/9～9/11	豊後水道	愛媛県	宇和海	<i>Karenia mikimotoi</i>	320,000	有
17	6/11～7/10	伊予灘	大分県	別府湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	220,000	無
18	6/15～6/23	周防灘	福岡県	恒見漁港 宇島港	<i>Karenia mikimotoi</i>	750 60,000	有
19	6/15～9/8	燧灘	広島県	東部海域	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	257 19,440	無
20	6/21～7/15	豊後水道	大分県	津久見湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	3,750	無
21	6/23～9/2	周防灘	山口県	徳山湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	6,650	無
22	6/29～9/2	周防灘	山口県	防府市三田尻港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	8,967	無
23	6/25～6/29	豊後水道	宮崎県	浦城湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	4,660	無
24	6/29～8/17	豊後水道	大分県	猪串湾, 名護屋湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	19,100	有
25	7/6～8/3	豊後水道	大分県	猪串湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	49,000	無
26	7/7～8/24	豊後水道	大分県	米水津湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	1,400	無
27	7/9～7/10	豊後水道	愛媛県	宇和海(宇和島湾)	<i>Heterosigma akashiwo</i>	69,500	無
28	7/9～8/11	豊後水道	大分県	佐伯湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,400	有
29	7/15～8/18	豊後水道	大分県	津久見湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,800	有
30	7/19～9/8	豊後水道	宮崎県	北浦湾～延岡湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	12,600	有
31	7/22～8/24	周防灘	山口県	秋穂湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	260,667(※2)	無
32	8/4～8/24	燧灘	愛媛県	燧灘	<i>Karenia mikimotoi</i>	16,000	無
33	8/5～9/9	伊予灘	大分県	伊予灘	<i>Heterosigma akashiwo</i>	170,000	無
34	8/18～9/4	豊後水道	大分県	米水津湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	1,660	無
35	8/21	豊後水道	愛媛県	宇和海(宇和島湾)	<i>Heterosigma akashiwo</i>	89,000	無
36	8/11～9/8	安芸灘	広島県	西部海域	<i>Karenia mikimotoi</i>	3,800	無
37	9/30～10/30	豊後水道	大分県	入津湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,550	無
38	10/19～11/24	燧灘	広島県	東部海域	<i>Karenia mikimotoi</i>	1,225	無
39	10/22	燧灘	愛媛県	弓削百貫島北側	<i>Karenia mikimotoi</i>	1,175	無

※1 6/19の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見られた着色

※2 秋穂湾奥部の極めて狭い範囲に風などによって集積

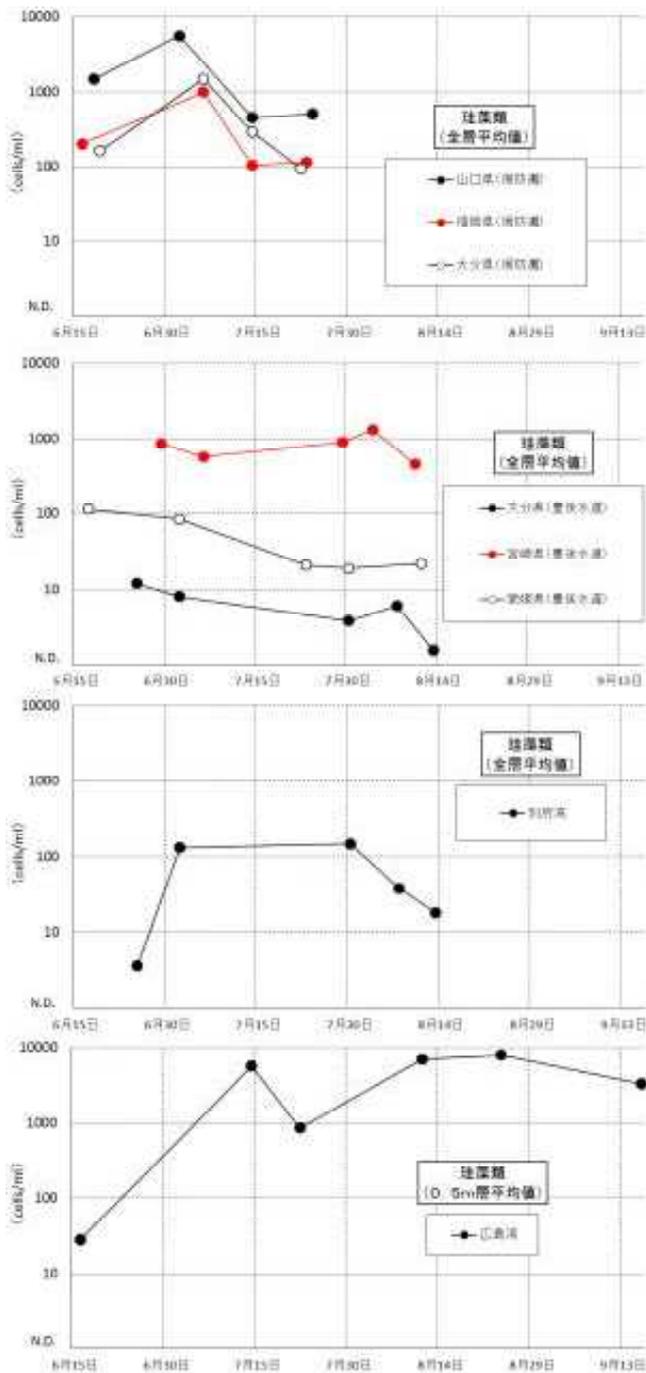


図16 各海域の珪藻類最高細胞密度

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。

まず、平成26年11月～平成27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、平成27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。

続いて、赤潮を引き起こす好適環境について検討した。本種は非常に弱い光強度下で増殖することが可能であり（山口1994）⁴⁾、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（西川ほか2014）。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、平成27年度の夏季に出現した*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。

文 献

- 1) 江藤拓也, 俵積田貴彦. 2006年夏季に周防灘西部海域で発生した*Karenia mikimotoi*赤潮. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2008 ; 18 : 107-112.
- 2) 小泉喜嗣他. 西部瀬戸内海における*Gymnodinium nagasakiense*の増殖域の環境特性と分布拡大機構. 海の研究 1991 ; 3 : 2179-2186.
- 3) 宮村和良他. リモートセンシング技術を用いた赤潮監視の試み. 水産海洋研究 2009 ; 73(4).
- 4) 山口峰夫. *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. 南西海区水産研究所研究報告 1994 ; 27 : 251-394.

漁場環境保全対策事業

(1) 水質・生物モニタリング調査

野副 滉・佐藤 利幸・俵積田 貴彦

本事業は福岡県豊前海における漁場環境の保全を図るため、水質及び生物モニタリング調査を実施し、水質基準及び底生生物を指標に監視を行うものである。

た、底生生物については、1mm目合のネットでふるいにかけた残留物を10%ホルマリンで固定し、種の同定、計測、及び測定を行った。

方 法

結果及び考察

1. 水質調査

調査は、平成27年4月から28年3月までの毎月上旬に1回、図1に示した12定点で実施した。調査項目は水温、塩分、透明度及び溶存酸素で、観測層は表層、2.5m、5m、10m、及びB-1m層とし、RINKO Profiler (JFEアドバンテック株式会社製) によって観測した。

2. 生物モニタリング調査

調査は、27年6月及び27年8月の年2回、図1に示した5定点で実施した。各点でスミス・マッキンタイア型採泥器(22cm×22cm)を用いて採泥を各2回ずつ行い、その泥温を速やかに測定した後、一部を冷蔵して研究所に持ち帰り、含泥率及び強熱減量(I L)を測定した。ま

1. 水質調査

各月の表層と底層(B-1m層)において、各測定項目の全調査点平均値をそれぞれ計算し、その推移を図2～5に示した。

(1) 水温

表層の水温は7.9～28.6℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値は2月であった。

底層の水温は7.9～25.8℃の範囲で推移した。最大値は9月、最小値は2月であった。

(2) 塩分

表層の塩分は30.22～32.49の範囲で推移した。最大値は3月、最小値は9月であった。

底層の塩分は31.21～32.57の範囲で推移した。最大値は3月、最小値は9月であった。

(3) 透明度

透明度は3.1～6.1mの範囲で推移した。

(4) 溶存酸素

表層の溶存酸素は6.64～10.81mg/lの範囲で推移した。最大値は4月、最小値は9月であった。

底層の溶存酸素は5.78～10.31mg/lの範囲で推移した。最大値は4月、最小値は8月であった。

2. 生物モニタリング調査

(1) 底質環境

含泥率、全硫化物及びI Lの分析結果を表1に示した。

含泥率は全域で90%以上と高く、泥質であった。硫化物量は6月に0.10～0.42mg/g乾泥、8月に0.21～0.49mg/g乾泥の範囲、I Lは6月に10.1～13.8%、8月に8.0～10.4%の範囲であった。

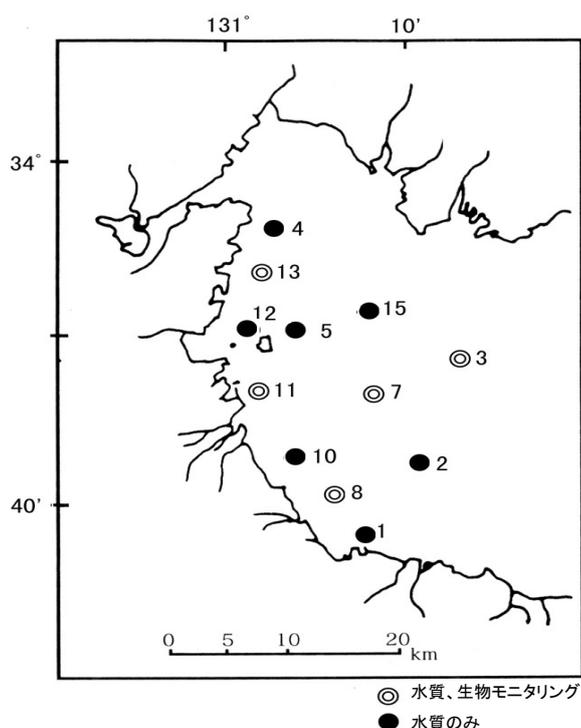


図1 調査定点

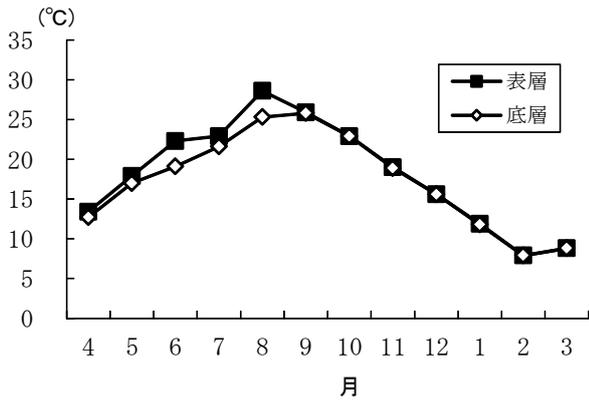


図2 水温の推移

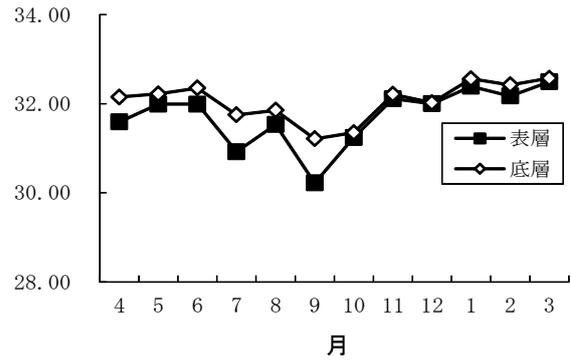


図3 塩分の推移

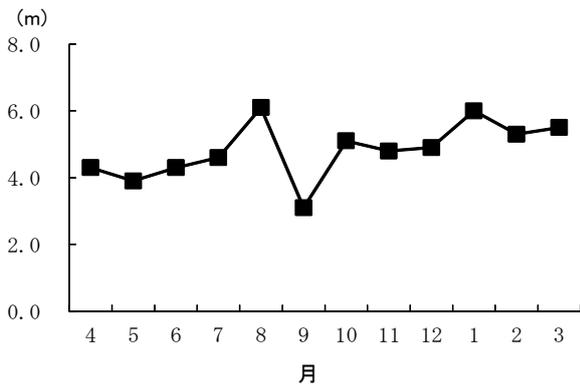


図4 透明度の推移

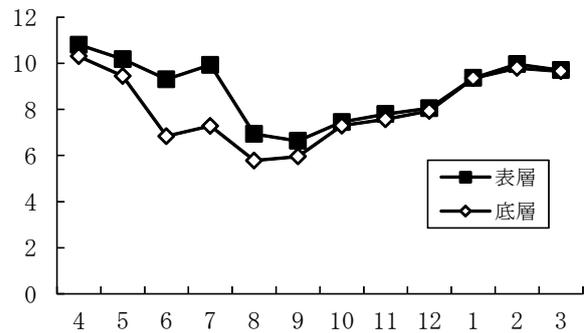


図5 溶存酸素の推移

表1 底質分析結果

St.	IL (%)		全硫化物 (mg/g乾泥)		含泥率 (%)	
	6月	8月	6月	8月	6月	8月
3	10.2	10.4	0.28	0.49	94.5	95.0
7	10.5	10.4	0.42	0.48	98.6	93.9
8	10.1	10.2	0.36	0.24	95.6	95.8
11	12.8	8.1	0.25	0.21	93.0	96.3
13	13.8	8.0	0.10	0.23	94.1	92.0

(2) 底生生物の出現状況

底生生物調査結果を表2～表5に示した。出現した底生生物は1g未満の個体が多く、ほとんどの定点では、出現密度、出現種類数ともに6月が8月を上回った。

多様度指数H'についてみると、6月にStn. 3で最も高く、Stn. 7で最も低かった。8月にはStn. 8で最も高く、Stn. 11で最も低かった。

汚染指標種は、6月にはシズクガイがStn. 7, 8, 11及び13で出現が確認され、8月にはシズクガイがStn. 11で出現が確認された。

表2 底生生物調査結果（6月期個体密度，個体数/m²）

分類	種名	Stn. 3		Stn. 7		Stn. 8		Stn. 11		Stn. 13	
		1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上
多毛類	Lepidasthenia ohshimai	41									
	Sigalionidae							10		10	
	Podarkeopsis sp.							10		10	
	Sigambra sp.							10		10	
	Leonnetes sp.	10		10		10					
	Nectoneanthes latipoda						10				
	Nephtyidae			10					10		41
	Glycera sp.						31				
	Glycinde sp.								10		
	Scoletoma longifolia										
	Orbinia sp.								10		
	Phylo sp.									10	10
	Prionospio krusadensis										
	Cirratulidae										
	Sternaspis scutata								227		
Capitellidae											
Amphitritinae	10										
甲殻類	Leptocheila pugnax	10									
	Alpheus sp.										
	Eucrate crenata							10			
	Philyra heterograna										
	Asthenognathus inaequipes						10				
棘皮類	Ophiura kinbergi								10		
	Synaptidae										10
軟体類	Eunaticina papilla					10					
	Scapharca broughtonii							10			
	Pyramidellidae							41			
	Yokoyamaia ornatissima				41						21
	Philinidae	21									
	Musculista senhousia									10	
	Alveolus ojanus							10			
	Pillucina pisidium									21	10
	Veremolpa micra	10			21			10		83	103
	Theora fragilis				434			165		362	496
	Solen kikuchii										
	Paphia undulata								52		10
	その他	Edwardsiidae	10								
Polycladida											
NEMERTINEA									10		21

表3 底生生物調査結果（6月期湿重量，g/m²）

分類群	Stn. 3		Stn. 7		Stn. 8		Stn. 11		Stn. 13		
	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	
多毛類	1g以上				10	11	1	10	19.94	1	
	1g未満	62	0.83	3	21	0.10	2	62	5.68	3	289
甲殻類	1g以上										7
	1g未満	10	0.10	1							83
棘皮類	1g以上										10
	1g未満								10	0.31	1
軟体類	1g以上				62	1581.51	2	10	22.00	1	
	1g未満	31	0.10	2	496	9.81	3	227	2.38	4	475
その他	1g以上										4
	1g未満	10	0.10	1						10	+
合計	1g以上									+	1
	1g未満	114	1.14	7	517	9.92	5	300	1608.78	4	21
多様度 H' (bit)		2.55		0.91		2.14		2.25			1.74
1g未満											

※ +は0.1g以下

表 4 底生生物調査結果（8月期個体密度，個体数/m²）

分類	種名	Stn. 3		Stn. 7		Stn. 8		Stn. 11		Stn. 13		
		1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	
多毛類	Lepidasthenia ohshimai											
	Sigalionidae											
	Podarkeopsis sp.											
	Sigambra sp.											
	Leonnates sp.											
	Nectoneanthes latipoda			10								
	Nephtyidae	21										
	Glycera sp.					21						
	Glycinde sp.					10						
	Scoletoma longifolia					21						
	Orbinia sp.											
	Phylo sp.											
	Prionospio krusadensis										10	
	Cirratulidae					21						
	Sternaspis scutata							940				
Capitellidae	10		10		10							
Amphitritinae												
甲殻類	Leptocheila pugnax											
	Alpheus sp.					10						
	Philyra heterograna										10	
	Asthenognathus inaequipes											
棘皮類	Ophiura kinbergi											
	Synaptidae									10	10	
軟体類	Eunaticina papilla			10	10							
	Pyramidellidae											
	Yokoyamaia ornatissima											
	Philinidae											
	Musculista senhousia											
	Alvenius ojanus											
	Pillucina pisidium					10					31	
	Veremolpa micra	10		10							10	
	Theora fragilis											103
	Solen kikuchii											10
	Paphia undulata									10		
その他	Edwardsiidae											10
	Polycladida											
	NEMERTINEA											21

表 5 底生生物調査結果（8月期湿重量，g/m²）

分類群		Stn. 3			Stn. 7			Stn. 8			Stn. 11			Stn. 13		
		個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数
多毛類	1g以上															
	1g未満	31	+	2	21	0.21	2	83	3.41	5	940	16.74	1	10	+	1
甲殻類	1g以上															
	1g未満							10	1.55	1				10	11.36	1
棘皮類	1g以上															
	1g未満										10	39.67	1	10	36.98	1
軟体類	1g以上				10	20.25	1	10	56.51	1						
	1g未満	10	+	1	31	3.20	3				103	3.51	1	52	1.96	3
その他	1g以上															
	1g未満														31	1.76
合計	1g以上				10	20.25	1	10	56.51	1	10	39.67	1	21	48.35	2
	1g未満	41	+	3	52	3.41	5	93	4.96	6	1043	20.25	2	93	3.72	6
多様度 H' (bit)	1g未満		1.50			2.32			2.50			0.47			2.42	

※ +は0.1g以下

漁場環境保全対策事業 (2) 貝毒・赤潮発生監視調査

野副 滉・俵積田 貴彦・佐藤 利幸

I 貝毒発生監視調査

本調査は、福岡県豊前海における貝類の毒化原因プランクトンの出現動向を把握するとともに、貝類の毒化を監視し、本県産貝類の食品としての安全性を確認することを目的として実施した。

方 法

1. 毒化原因プランクトンの出現状況調査

麻痺性貝毒の原因種である*Gymnodinium*属および*Alexandrium*属、下痢性貝毒の原因種である*Dinophysis*属を対象とし、図1に示した定点のうち、平成27年4月～10月にはStn. 1で、27年11月～28年3月にはStn. 12で毎月1回、出現状況調査を行った。定点で採集した海水1Lは濃縮し、その全量を検鏡により計数した。そのうち27年7月～28年2月の調査では、*Alexandrium tamarense*、*Alexandrium catenalla*及び*Gymnodinium catenatum*の3種についてLAMP法を用いて検査を行った。

2. 毒化状況調査

図1に示したアサリ採取点のアサリを対象として27年4～6月及び9月に計4回、カキ採取点のカキを対象として27年10、12月および28年1～3月の計5回、貝可食部における麻痺性毒のマウス検査を実施した。また、下痢性毒の検査については、27年4月にアサリ、10月にカキで同様に実施した。なお、これらの検査は、(財)食品環境検査協会福岡営業所に委託した。

結果及び考察

1. 毒化原因プランクトンの出現状況調査

(1) 麻痺性貝毒原因種

採集した海水の検鏡結果を表1に示した。年間を通じて、*Alexandrium*属及び*Gymnodinium*属は確認されなかった。

(2) 下痢性貝毒原因種

*Dinophysis acuminata*が、4～7月及び10月に4～12 cells/L、確認された。

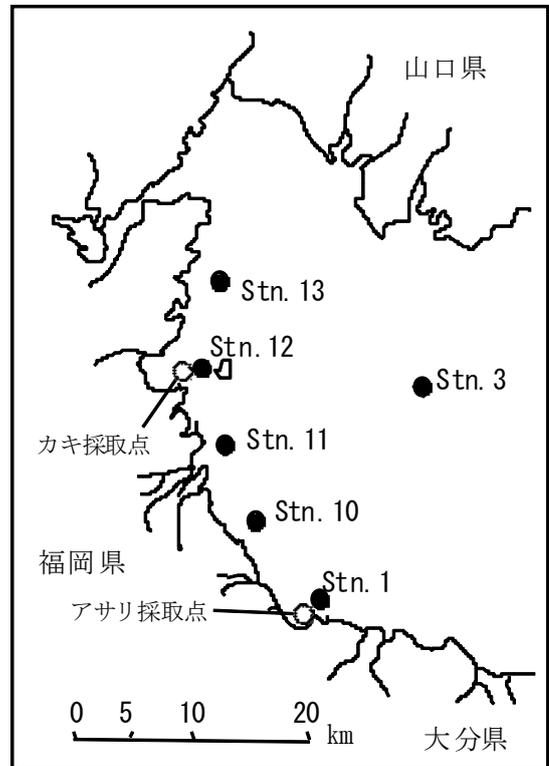


図1 調査定点

2. 毒化状況調査

マウス検査の結果を表2に示した。本年度、麻痺性貝毒および下痢性貝毒は検出されなかった。

II 赤潮発生監視調査

本調査は赤潮の発生状況を把握し、関係漁協および関係機関に速報として情報提供するとともに、隣接県の赤潮に関する情報の収集、交換を行うことにより、本県沿岸域における漁場の保全及び漁業被害の防止・軽減を目的として実施した。

方 法

図1に示す6定点において、平成27年4月から28年3月まで月1回、海象、水質、プランクトン調査を実施した。なお、赤潮が発生した際には関係漁港内を適宜調査

した。赤潮の発生状況は、本事業での調査や他事業での海洋観測、および漁業者からの通報による情報も加味して整理し、FAXと水産海洋技術センターホームページ上 (<http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/gyogyo/gyogyo.htm>) で速報として情報発信し、注意喚起を促した。

結果及び考察

1. 赤潮発生状況

赤潮の発生状況を表3に示した。発生件数は7件で、前年の5件よりも2件多かった。漁業被害は5件で前年よりも2件多く、原因種は*Karenia mikimotoi*, *Hetero-*

*sigma akashiwo*であった。

2. 水質環境

調査日別の水質測定結果は表4に示したとおりである。

3. プランクトン

調査期間中に出現した主な有害プランクトンは、赤潮を形成した*K. mikimotoi*, *H. akashiwo*であった。珪藻類では、*Chaetoceros*属や*Coscinodiscus*属等が多く出現した。

表1 貝毒原因種出現状況

調査月日	調査点	観測層	麻痺性貝毒原因種			LAMP法結果	下痢性貝毒原因種	
			<i>A. tamarense</i> (cells/l)	<i>A. catenella</i> (cells/l)	<i>G. catenatum</i> (cells/l)		<i>D. fortii</i> (cells/l)	<i>D. acuminata</i> (cells/l)
平成27年								
4月15日	Stn. 1	表層	-	-	-	-	-	12
		5m層	-	-	-	-	-	12
5月7日	"	表層	-	-	-	-	-	12
		5m層	-	-	-	-	-	4
6月1日	"	表層	-	-	-	-	-	8
		5m層	-	-	-	-	-	12
7月6日	"	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	4
8月5日	"	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	-
9月1日	"	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	-
10月5日	"	表層	-	-	-	ND	-	4
		5m層	-	-	-	ND	-	4
11月4日	Stn. 12	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	-
12月1日	"	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	-
平成28年								
1月5日	"	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	-
2月3日	"	表層	-	-	-	ND	-	-
		5m層	-	-	-	ND	-	-
3月2日	"	表層	-	-	-	-	-	-
		5m層	-	-	-	-	-	-

- :出現なし

表2 貝毒検査結果

貝の種類 (生産地)				採取月日	検査月日	麻痺性毒力 (MU/g)	下痢性毒力 (MU/g)
アサリ (行橋市)	殻長平均	33.9	mm	4月18日	4月21日	ND	ND
	重量平均	9.9	g				
アサリ (行橋市)	殻長平均	33.7	mm	5月19日	5月22日	ND	
	重量平均	10.1	g				
アサリ (行橋市)	殻長平均	34.6	mm	6月15日	6月19日	ND	
	重量平均	9.1	g				
アサリ (行橋市)	殻長平均	36.7	mm	9月24日	9月28日	ND	
	重量平均	11.2	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	80.0	mm	10月19日	10月22日	ND	ND
	重量平均	44.1	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	93.4	mm	12月14日	12月18日	ND	
	重量平均	98.9	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	-	mm	1月12日	1月14日	ND	
	重量平均	-	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	-	mm	2月8日	2月10日	ND	
	重量平均	-	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	-	mm	3月1日	3月2日	ND	
	重量平均	-	g				

ND: 検出限界値以下

表3 赤潮発生状況

発生番号	発生期間	日数	海域	種類	最高細胞密度 (cells/ml)	水色 (1~108)	漁業被害
1	5月15日 ~ 5月18日	4	人工島周辺	<i>Karenia mikimotoi</i>	222 (5/15)	-	なし
2	5月25日 ~ 6月1日	8	葦島漁港	<i>Karenia mikimotoi</i>	21,600 (5/25)	42	蓄養中のコウイカのへい死
3	6月1日 ~ 6月8日	8	松山漁港 稲童漁港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	18,000 (6/1) 5,600 (6/1)	15 42	コショウダイ等へい死
4	6月1日 ~ 6月15日	15	苅田本港 苅田南港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	14,800 (6/8) 596,000 (6/8)	42 24	コショウダイ等へい死
5	6月8日 ~ 7月1日	24	苅田本港 苅田新港	<i>Karenia mikimotoi</i>	20,000 (6/15) 100,000 (6/23)	6 6	コショウダイ等へい死
6	6月15日 ~ 6月23日	9	恒見漁港 宇島港	<i>Karenia mikimotoi</i>	750 (6/23) 60,000 (6/15)	42 6	コショウダイ等へい死
7	11月24日 ~ 11月30日	7	井之浦港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	10,290 (11/24)	-	なし

表4 水質測定結果

調査月日	地点	水温 (°C)		塩分		酸素飽和度 (%)		D I N (μg-at/l)		P O 4-P (μg-at/l)		クロロフィルa (μg/l)	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層
平成27年 4月20日	1	15.54	14.64	30.78	31.59	124.5	121.0	0.73	0.75	0.04	0.05	1.71	1.67
	3	13.44	11.46	32.18	32.78	126.0	116.0	0.49	0.57	0.05	0.07	1.06	0.98
	10	14.36	13.99	31.68	31.79	125.0	119.0	0.51	0.49	0.05	0.05	2.63	2.68
	11	14.27	14.11	31.76	31.77	124.0	119.0	0.67	0.60	0.04	0.05	2.40	2.40
	12	14.43	14.10	31.61	31.89	123.0	122.0	1.00	0.96	0.06	0.06	2.31	2.52
	13	14.28	14.20	32.25	32.25	126.0	123.0	1.75	1.66	0.10	0.11	1.84	2.01
平均		14.39	13.75	31.71	32.01	124.8	120.0	0.86	0.84	0.06	0.07	1.99	2.04
平成27年 5月18日	1	20.52	18.86	31.57	31.88	128.0	121.0	0.61	0.47	0.13	0.14	1.83	2.37
	3	18.34	13.38	32.12	32.82	133.0	102.0	0.41	0.44	0.13	0.20	2.53	2.71
	10	19.37	18.63	31.69	31.98	132.0	119.0	0.46	0.41	0.18	0.15	1.19	2.23
	11	20.14	19.09	31.47	31.92	134.0	112.0	0.45	0.47	0.15	0.15	2.02	2.93
	12	19.41	19.19	31.88	31.99	128.0	122.0	0.39	0.42	0.05	0.15	2.66	2.41
	13	19.05	18.88	31.91	32.29	132.0	121.0	0.59	0.40	0.13	0.13	2.39	2.45
平均		19.47	18.01	31.77	32.15	131.2	99.5	0.49	0.44	0.13	0.15	2.10	2.52
平成27年 6月16日	1	23.34	29.57	22.15	31.57	126.0	120.0	0.92	0.88	0.19	0.13	1.24	3.23
	3	20.61	31.58	16.38	32.85	125.0	94.0	0.81	0.94	0.12	0.16	0.63	0.72
	10	21.99	31.81	21.83	31.86	129.0	119.0	0.83	1.40	0.17	0.20	1.09	1.23
	11	22.55	31.51	21.87	31.85	135.0	117.0	0.43	0.64	0.16	0.16	1.25	1.80
	12	22.61	31.38	21.80	31.74	138.0	127.0	0.73	0.44	0.12	0.15	0.94	1.29
	13	22.12	31.52	21.42	31.78	134.0	116.0	0.74	0.72	0.13	0.15	1.30	1.86
平均		22.20	31.23	20.91	31.94	131.2	115.5	0.74	0.84	0.15	0.16	1.08	1.69
平成27年 7月14日	1	24.81	23.03	29.29	31.16	113.0	84.0	1.20	1.10	0.12	0.13	0.90	1.45
	3	23.74	18.69	31.08	32.56	124.0	96.0	1.04	1.53	0.09	0.11	1.38	1.62
	10	24.90	23.20	30.31	31.22	124.0	107.0	1.10	4.65	0.16	0.22	0.86	1.04
	11	24.50	23.66	30.67	31.20	114.0	100.0	1.67	1.75	0.23	0.24	1.29	1.24
	12	24.39	23.73	30.66	31.23	117.0	107.0	2.37	1.73	0.17	0.20	1.98	1.91
	13	24.60	24.02	30.55	31.16	127.0	109.0	4.53	1.91	0.10	0.17	2.79	2.29
平均		24.49	22.72	30.43	31.42	119.8	100.5	1.99	2.11	0.15	0.18	1.53	1.59
平成27年 8月19日	1	28.76	26.76	30.59	31.85	112.0	52.0	1.00	0.93	0.29	0.24	1.28	2.85
	3	26.62	21.36	32.12	32.56	105.0	70.0	1.17	1.56	0.27	0.28	0.31	0.48
	10	28.07	26.57	31.32	32.00	110.0	56.0	1.37	1.06	0.23	0.24	1.46	2.14
	11	27.96	27.34	31.52	31.85	103.0	93.0	1.26	1.21	0.24	0.33	1.94	1.76
	12	27.69	27.58	31.63	31.79	102.0	99.0	2.10	1.22	0.22	0.31	2.32	2.19
	13	27.58	27.23	31.99	32.08	109.0	98.0	1.33	0.97	0.22	0.22	2.06	2.20
平均		27.78	26.14	31.53	32.02	106.8	78.0	1.37	1.16	0.25	0.27	1.56	1.94
平成27年 9月17日	1	23.92	24.26	30.84	31.21	95.0	90.0	1.35	1.73	0.37	0.35	1.48	1.58
	3	23.57	23.29	31.84	32.18	99.0	63.0	1.15	2.06	0.36	0.33	1.16	1.49
	10	23.88	23.87	31.21	31.23	99.0	99.0	1.60	1.08	0.39	0.30	1.31	1.22
	11	23.85	23.84	31.06	31.06	96.0	95.0	1.02	2.64	0.33	0.56	1.70	1.62
	12	23.85	23.85	30.96	30.97	95.0	95.0	2.32	1.42	0.31	0.35	2.19	2.24
	13	23.86	23.85	25.96	30.99	95.0	94.0	1.21	1.68	0.31	0.31	1.61	1.72
平均		23.82	23.83	30.31	31.27	96.5	89.3	1.44	1.77	0.35	0.37	1.58	1.65
平成27年 10月13日	1	20.98	20.98	31.43	31.43	97.0	96.0	1.25	1.62	0.24	0.33	1.41	1.31
	3	22.29	22.28	32.10	32.10	96.0	95.0	0.88	1.85	0.32	0.40	2.63	2.54
	10	21.03	21.01	31.30	31.44	98.0	96.0	1.46	0.68	0.47	0.29	1.88	1.61
	11	20.90	20.86	31.13	31.14	95.0	95.0	1.08	1.80	0.34	0.35	2.03	2.04
	12	20.90	20.84	31.30	31.32	94.0	93.0	1.75	1.55	0.30	0.30	1.97	1.86
	13	20.84	20.77	31.81	31.91	95.0	93.0	1.24	1.58	0.23	0.29	2.60	2.63
平均		21.16	21.12	31.51	31.56	95.8	94.7	1.28	1.51	0.32	0.33	2.09	2.00
平成27年 11月16日	1	18.35	18.79	31.65	32.02	97.0	91.0	1.91	1.76	0.24	0.26	1.56	1.62
	3	19.24	19.18	32.18	32.17	95.0	93.0	1.69	1.91	0.36	0.38	1.07	1.09
	10	18.34	18.75	31.71	32.12	98.0	92.0	2.22	1.42	0.24	0.28	1.56	1.92
	11	18.45	18.43	31.48	31.94	93.0	90.0	2.14	1.79	0.30	0.29	1.24	1.78
	12	18.41	18.30	31.91	32.05	96.0	93.0	3.22	1.92	0.21	0.21	1.70	2.49
	13	18.41	18.37	32.19	32.18	96.0	95.0	1.91	1.78	0.23	0.24	2.11	2.26
平均		18.53	18.64	31.85	32.08	95.8	92.3	2.18	1.76	0.26	0.28	1.54	1.86
平成27年 12月14日	1	13.67	14.34	31.32	31.77	104.0	102.0	2.39	2.77	0.24	0.26	1.56	1.62
	3	15.24	15.25	32.31	32.37	98.0	98.0	4.79	4.95	0.40	0.40	1.07	1.09
	10	13.51	13.82	31.44	32.15	104.0	103.0	3.38	2.75	0.23	0.24	1.56	1.92
	11	13.75	13.90	32.03	32.15	105.0	103.0	2.20	2.82	0.21	0.18	1.24	1.78
	12	13.68	13.82	31.94	32.11	105.0	104.0	2.93	2.94	0.20	0.21	1.70	2.49
	13	14.08	14.08	32.23	32.24	105.0	103.0	2.87	3.20	0.29	0.25	2.11	2.26
平均		13.99	14.20	31.88	32.13	103.5	102.2	3.09	3.24	0.26	0.26	1.54	1.86
平成28年 1月26日	1	8.01	8.00	32.45	32.43	101.0	101.0	0.17	0.64	0.09	0.10	1.56	1.62
	3	8.38	8.50	32.57	32.62	96.0	96.0	0.45	0.92	0.22	1.99	1.07	1.09
	10	8.30	8.30	32.46	32.46	99.0	99.0	0.14	0.30	0.15	0.16	1.56	1.92
	11	6.57	6.65	32.15	32.19	96.0	96.0	0.28	0.40	0.09	0.13	1.24	1.78
	12	6.71	6.73	32.30	32.30	96.0	96.0	0.08	0.07	0.10	0.13	1.70	2.49
	13	6.52	7.12	32.68	33.03	97.0	96.0	0.51	2.16	0.12	0.20	2.11	2.26
平均		7.42	7.55	32.44	32.51	97.5	97.3	0.27	0.75	0.13	0.45	1.54	1.86
平成28年 2月19日	1	10.02	7.75	32.17	32.40	110.0	105.0	1.57	1.60	0.04	0.04	1.99	1.86
	3	9.04	9.44	32.57	32.66	100.0	97.0	1.48	1.05	0.20	0.21	0.60	0.62
	10	7.76	7.73	32.17	32.31	103.0	102.0	1.60	0.54	0.05	0.09	1.52	1.51
	11	7.95	7.84	32.07	32.26	102.0	100.0	2.32	0.91	0.12	0.08	2.34	2.50
	12	7.93	7.87	32.31	32.31	101.0	101.0	1.76	1.56	0.03	0.07	1.79	1.99
	13	8.06	10.39	32.43	33.47	102.0	100.0	0.58	2.61	0.07	0.10	1.74	2.46
平均		8.46	8.50	32.29	32.57	103.0	100.8	1.55	1.38	0.09	0.10	1.66	1.82
平成28年 3月14日	1	10.01	10.31	31.89	32.33	106.0	105.0	1.52	0.88	0.21	0.19	1.55	1.26
	3	9.96	10.08	32.57	32.63	99.0	98.0	0.70	0.94	0.23	0.25	0.67	0.63
	10	10.28	10.20	32.56	32.55	103.0	103.0	1.56	1.01	0.12	0.13	1.33	1.30
	11	10.36	10.12	32.46	32.47	101.0	101.0	1.19	1.16	0.13	0.12	1.86	1.76
	12	10.11	10.05	32.44	32.45	100.0	100.0	1.34	1.04	0.14	0.14	1.18	1.28
	13	9.94	9.97	32.20	32.24	100.0	100.0	0.96	0.78	0.15	0.14	1.10	1.21
平均		10.11	10.12	32.35	32.45	101.5	101.2	1.21	0.97	0.16	0.16	1.28	1.24

有明海漁場再生対策事業

－アサリ種苗生産－

野副 滉・大形 拓路

有明海漁場再生対策の一環として、アサリ種苗（殻長0.3mm，1～2mm）の生産を行ったので、その概要について報告する。

方 法

1. 採卵

採卵は、アサリ成熟期である春（4～5月）および秋（9月）に行った。産卵誘発は、昇温刺激法（飼育水温より5℃程度昇温した紫外線滅菌海水に浸漬する）により行い、春に3回、秋に2回採卵した。

産卵の兆候がある雌の個体は0.5トンのポリエチレン製黒色パンライト水槽（以下、「パンライト水槽」という）に收容し、複数の雄から採取した精子の懸濁液を薄く混入した。

2. 浮遊幼生飼育

孵化した浮遊幼生は、0.5トンのパンライト水槽に約2～3個体/mlの密度で收容し、着底稚貝に変態するまで飼育した。餌料は、研究所で継代飼育した *Chaetoceros gracilis*（以下、「キート」という）と *Pavloba lutheri*（以下、「パプロバ」という）を与えた。糞や残餌は毎日取り除き、適宜、換水した。

3. 稚貝飼育

着底稚貝は、アップウェリング水槽（図1）に收容し、紫外線滅菌海水を掛け流して飼育した。毎朝、キートとパプロバを循環環境下で給餌した。なお、秋の飼育では成長が鈍化するため、平成26年度秋期に採卵した個体を27年度春まで継続飼育した。

結果及び考察

1. 採卵

5回の採卵で約4,000万粒を確保し、うち孵化した約3,400万個体の浮遊幼生を水槽に收容した。全生産回次における孵化率は約85%であった。



図1 パンライト水槽（上）とウェリング水槽（下）

2. 浮遊幼生飼育

採卵から約3週間後に水槽に細砂を投入し、着底稚貝に変態させた。着底後は、春に飼育した約320万個体、秋に飼育した約400万個体をパンライト水槽からウェリング装置に移行し、飼育した。着底期までの生残率は、春が34.9%、秋が30.6%であった。

3. 稚貝飼育

本事業の有明海での調査に必要な稚貝として、本年度春生産貝から平均殻長0.3mmの沈着稚貝約500万個を確保した。また、昨年度秋生産貝から平均殻長1.2mmの稚貝50万個、本年度春生産貝から平均殻長1.2mmの稚貝約50万個、計100万個を確保した。なお、本年度秋生産分の余剰個体についてはウェリング装置にて継続飼育する予定である。

福岡の魚競争力強化促進事業

(1) ヨシエビ簡易選別技術開発

俵積田 貴彦・大形 拓路・野副 滉

小規模漁業では近年の魚価の低下や燃油高騰による収益低下への対応として、鮮度保持の改善や組織的な集荷・選別等による漁獲物の単価向上が喫緊の課題となっている。これらの手法は魚種による違いの他、出荷市場においても求められる品質が異なる場合があり、各魚種に対する取組が求められている。

豊前海区では11月から4月に解禁される小型底びき網手繰第3種けた網によってヨシエビが多量に水揚げされるが、体長毎にロットを揃えるといった作業がなされず、大きさ毎の適正な価格となっていない。また、漁協に集荷後、エビ選別に係る専用の器具がないことや人的労力による選別は経験により精度が異なるため漁協単位での選別は行われていない。そこでヨシエビを簡易に選別する方法を検討したので報告する。

方 法

1. ヨシエビの形態的特徴

小型底びき網で漁獲されたヨシエビの体長及び頭胸甲幅を測定し、これらの関係を調べた。なお、統計処理についてはMS-Excelの分析ツールにより相関係数を算出した。

2. 魚体選別器によるヨシエビ選別

通常、魚類の選別に使用される市販のスリット状の魚体選別器（図1）のスリット幅14.5mm、16mmを用い、ヨシエビ選別に使用した。選別の方法は小型底びき網で漁獲されたヨシエビ30～50尾を海水で満たした90×60×20cmの箱船内で選別器のスリット底面を水面下約0～5cmで前後に約10cmずつ30～60秒程度ゆるやかにゆすり、選別器内外の状況を観察した。

3. 魚体選別器の改良

2の結果を踏まえ魚体選別器を改良した。改良の内容は底面の隣り合う2本のスリットに塩化ビニル管（外径18mm）を3本を用いて2段ピラミッド状に固定し、スリットを1本挟んで同様の処理を施すことにより全体的な



図1 魚体選別器



図2 改良した魚体選別器

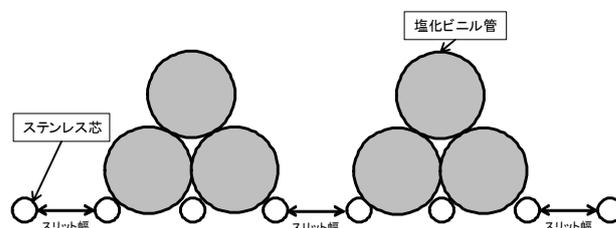


図3 改良した魚体選別器の概略（断面図）

凹凸をつくり、ヨシエビを円滑にスリットに誘導し、選別を容易にできるようなものとした（図2及び3）。これを用いて2と同様の方法で選別器内外の状況を観察した。

表1 体長別規格表

スリット幅	選別後	規格	体長	平均重量(kg)
16mm	上	特大	125mm以上	0.012
	下	大	115-125mm未満	0.017
14.5mm	上	中	105-115mm未満	0.023
	下			
13mm	上	小	105mm未満	0.031
	下			
10mm	上	出荷せず		
	下			

4. 改良した魚体選別器によるヨシエビ選別

11月9日, 12月7日, 1月11日及び18日にけた網で漁獲されたヨシエビ7.0kg, 6.5kg, 4.8kg及び2.0kgをスリット幅10mm, 13mm, 14.5mm及び16mmで選別した。選別はスリット幅10mm, 13mm, 14.5mm, 16mmの順とし, 大型水槽内(5トン)に水深約50cmになるように海水を入れ, その中に選別魚回収用のカゴを設置し, このカゴ内で作業を行った。供試魚を30~50尾程度ずつ入れ選別器のスリット底面を水面下約0~5cmで前後に約10cmずつ30~60秒程度ゆるやかにゆすり, 選別器内に残った個体と抜けた個体に分け, 残った個体を次の選別器に供した。測定はそれぞれのスリットから抜け出した個体(16mmは残った個体)について無作為に抽出した30尾を上限に, また, 30尾未満の場合は全数を測定した。なお, 表1のとおり体長別に規格を定義したうえで, 体長組成により選別の精度を比較した。

5. 選別されたヨシエビの市場出荷試験

選別されたヨシエビを北九州市中央卸売市場に11月10日, 12月8日, 1月12日及び1月19日に試験出荷した。出荷に際しての規格は11月10日は特大, 大, 中及び小, 1月12日及び19日は特大と大の混合, 中及び小とし, これらの選別出荷と選別していないヨシエビ(対照区)との出荷額を比較した。なお, 比較については対照区内の規格別尾数比とそれぞれの平均重量から重量比を算出したうえで, 対照区1kgを規格別に出荷した場合の重量比と単価から出荷額を試算し, これと規格別の出荷額との割合によるものとした。

結果及び考察

1. ヨシエビの体長と頭胸甲幅の関係

ヨシエビの体長及び頭胸甲幅の関係を図4及び表2に

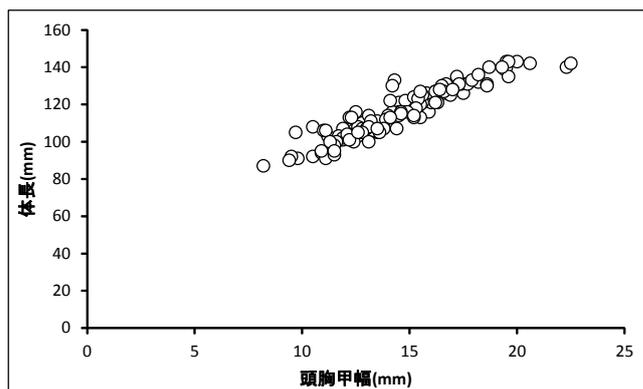


図4 ヨシエビの体長-頭胸甲幅の関係

表2 ヨシエビの体長-頭胸甲幅の相関係数及びp値

相関係数	0.936
標本数	120
t値	28.953
自由度	118
p値	1.9E-55



図5 作業後の通常魚体選別器内(スリット幅14.5mm)



図6 作業後の通常魚体選別器内(スリット幅16mm)



図7 作業後の改良した魚体選別器内 (14.5mm)



図8 作業後の改良した魚体選別器内 (16mm)

示す。両者には相関係数が0.936 ($p < 0.001$) と強い相関関係にあり、頭胸甲幅が大きくなると体長が大きくなることが明らかとなった。このため魚体選別器のスリット幅にヨシエビの頭胸甲が引っかかることで体長毎の選別が可能であると判断した。

2. 魚体選別器によるヨシエビ選別

選別後の魚体選別器内の状況を図5及び6に示す。通常の魚体選別器においてスリットと平行になっていないものが14.5mmで40%，16mmで50%と多く、選別作業に支障をきたすため、改良が必要であると考えられた。

3. 魚体選別器の改良

選別後の改良した魚体選別器内の状況を図7及び8に示す。スリットと平行になっていないものが14.5mmで7%，16mmで20%と軽減した。これにより、今後の試験においては各スリットに対して魚体選別器に改良を施すも

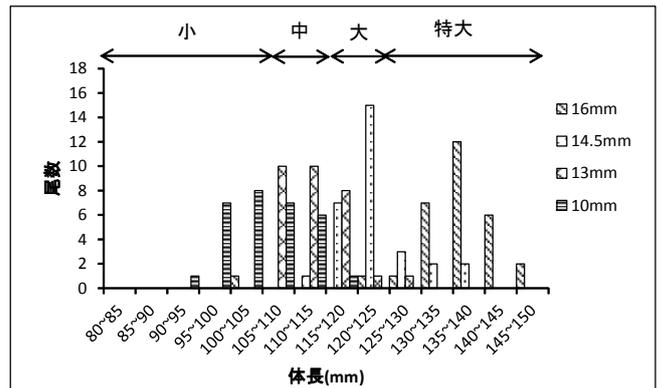


図9 選別後のスリット別体長組成 (11月9日)

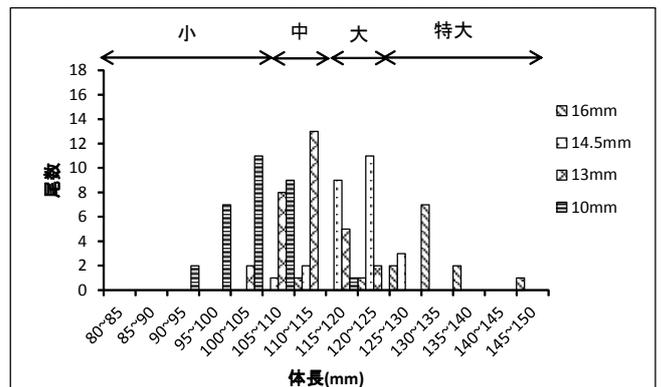


図10 選別後のスリット別体長組成 (12月7日)

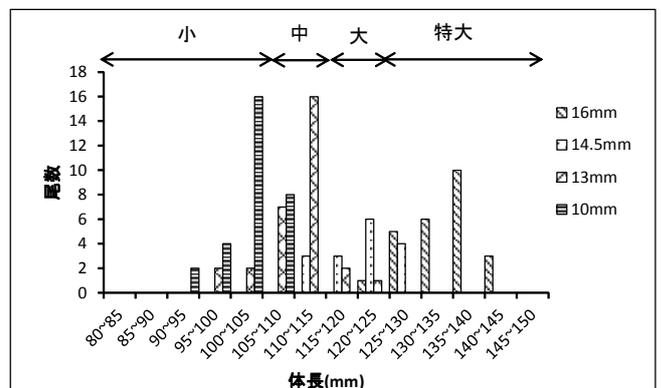


図11 選別後のスリット別体長組成 (1月11日)

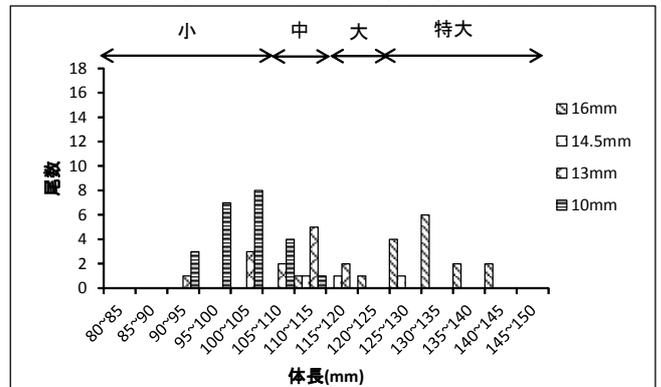


図12 選別後のスリット別体長組成 (1月18日)

のと判断した。

表3 選別による出荷額比較（北九州市中央卸売市場）

11/10	対照区				試験区		試算 (対照区1kg選別)		(B)÷(A)=
	測定尾数	重量	重量比	kg単価(A)	重量	kg単価(C)	重量(D)	kg単価(C×D)	
小	5	0.06	0.13	3,000	3.2	2,800	0.13	377	1.150
中	7	0.12	0.26		1.9	3,000	0.26	779	
大	5	0.12	0.26		0.8	3,500	0.26	897	
特大	5	0.16	0.35	1.1	4,000	0.35	1,396		
								選別試算(B)	3,450

12/8	対照区				試験区		試算 (対照区1kg選別)		(B)÷(A)=
	測定尾数	重量	重量比	kg単価(A)	重量	kg単価(C)	重量(D)	kg単価(C×D)	
小	11	0.13	0.24	2,000	2.9	1,300	0.24	311	1.001
中	10	0.17	0.30		1.2	2,000	0.30	598	
大	3	0.07	0.12		0.7	2,000	0.12	248	
特大	6	0.19	0.34		0.5	2,500	0.34	844	
								選別試算(B)	2,002

1/12	対照区				試験区		試算 (対照区1kg選別)		(B)÷(A)=
	測定尾数	重量	重量比	kg単価(A)	重量	kg単価(C)	重量(D)	kg単価(C×D)	
小	14	0.17	0.34	2,800	1.7	1,471	0.34	500	1.295
中	10	0.17	0.33		0.8	5,625	0.33	1,856	
大	3	0.07	0.14		1.3	3,846	0.33	1,269	
特大	3	0.09	0.19						
								選別試算(B)	3,625

1/19	対照区				試験区		試算 (対照区1kg選別)		(B)÷(A)=
	測定尾数	重量	重量比	kg単価(A)	重量	kg単価(C)	重量(D)	kg単価(C×D)	
小	5	0.06	0.37	2,000	0.5	4,000	0.37	1,468	1.683
中	3	0.05	0.30		0.4	1,500	0.30	455	
大	1	0.02	0.14		0.8	4,375	0.33	1,443	
特大	1	0.03	0.19						
								選別試算(B)	3,366

4. 改良した魚体選別器によるヨシエビ選別

平成27年11月9日, 12月7日, 1月11日及び28年1月18日に選別後のスリット別ヨシエビの体長組成を図9～12に示す。

各調査日ともスリット幅が大きくなるにつれて選別器上に残るヨシエビが大きくなった。スリット幅16mm上では体長125mm以上が90%前後が残り, 16mmから115～125mmが30～70%前後, 14.5mmから105～115mmが50～70%前後, 13mmに105mm未満が50～70%前後抜け出ており, おおよそ定義した規格毎に選別された。このことから, 簡易な方法として今後も普及を含めた検討が必要であると考えられた。

5. 選別されたヨシエビの市場出荷試験

北九州市中央卸売市場における出荷額を比較したものを表3に示す。

出荷した日により違いはあるものの, いずれも対照区より選別出荷の方が1.001～1.683倍の高額で競られ, 選別による単価の向上がみられた。ただし, 今年度はヨシエビの出荷量が例年の1/5～1/3程度と低い水準であったため, 今後, 漁獲量が例年水準となった際に選別による出荷額の比較を検討することが必要である。

福岡の魚競争力強化促進事業

(2) シバエビ鮮度保持技術開発

俵積田 貴彦・野副 滉

福岡県における小型底びき網やいかつり漁業等の小規模漁業では近年の魚価の低下や燃油高騰による収益低下への対応として、鮮度保持の改善や組織的な集荷・選別等による漁獲物の単価向上が喫緊の課題となっている。これらの手法は魚種による違いの他、出荷市場においても求められる品質が異なる場合があり、各魚種に対する取組が求められている。

豊前海区では9月から11月に解禁されるシバエビ浮き曳き網によってシバエビが多量に水揚げされ一部は市場へ、一部は冷凍保存されるが、船上や出荷時の鮮度保持はなされておらず、また、冷凍による色調、歯ごたえ及び味等の品質への影響は不明である。そこでシバエビの鮮度保持技術を開発に資する船上での各種処理方法後の冷凍保存による品質への影響を検討したので報告する。

方法

1. 試料及び冷凍方法

平成27年10月16日に小型底びき網手繰第2種えびこぎ網漁船を備船し、通常操業において漁獲されるシバエビ（平均体長78mm）を用いて船上での鮮度保持試験に供した。試験区は表1の通りとし、それぞれ20L発砲スチロール箱に帰港まで保存し、保存温度を測定した。

帰港後、海水で満たした一般用のタッパーにシバエビを約30~50尾入れ、蓋で密閉し、-30℃で冷凍保存した。冷凍期間は漁獲直後、1ヶ月、3ヶ月及び5ヶ月（色調は6ヶ月）とした。なお、漁獲直後として分析する試料については帰港後速やかにドライアイス上で即時冷凍したものを使用した。

2. 核酸含量

各冷凍期間とも、解凍直後のものを200gずつ使用した。測定項目はATP, ADP, AMP, IMP, Hx, HxRとし、分析は日本冷凍食品検査協会に委託した。

3. 品質評価

冷凍シバエビの品質として色調と破断強度を測定し

表1 試験区概要

試験区	処理方法	備考
対照区	真水氷+海水(1:1)	氷は-30℃保存
試験区1	海水氷+海水(1:1)	氷は-30℃保存
試験区2	海水氷	氷は-30℃保存
試験区3	海水氷+塩	氷は-30℃保存 塩は重量比1%

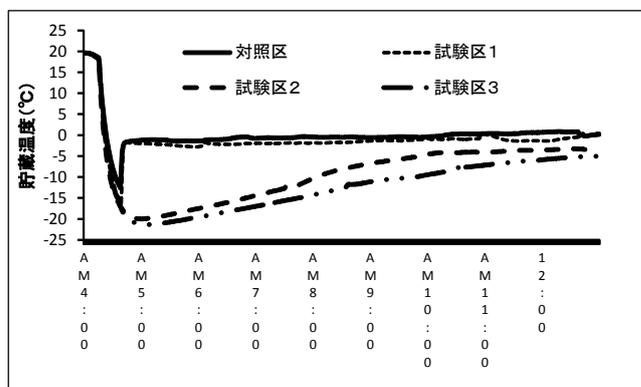


図1 保存温度推移

た。

(1) 色調

解凍直後の第2腹肢付近の腹部（以下、体色）及び鰓付近の頭部（以下、頭色）の色調（L*a*b*値）を色彩色差計（コニカミノルタ製、CM-700d）を用いて測定した。シバエビは赤や黄の呈色がほとんどないことから統計処理はL*値をもとに判定し、また、色差 ΔE （ $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ ）¹⁾により目視での色の違いを判別した。測定は各試験区とも10尾ずつ使用した。

(2) 破断強度

解凍直後及び湯煎2分経過後のものを10尾ずつ使用し、それぞれ測定に際しては殻を除去した。測定条件はクリープメータ（株式会社山電）及びプランジャーカッターの刃を用い、試料台上昇速度は1mm/sとし、日本食品分析センターに委託した。

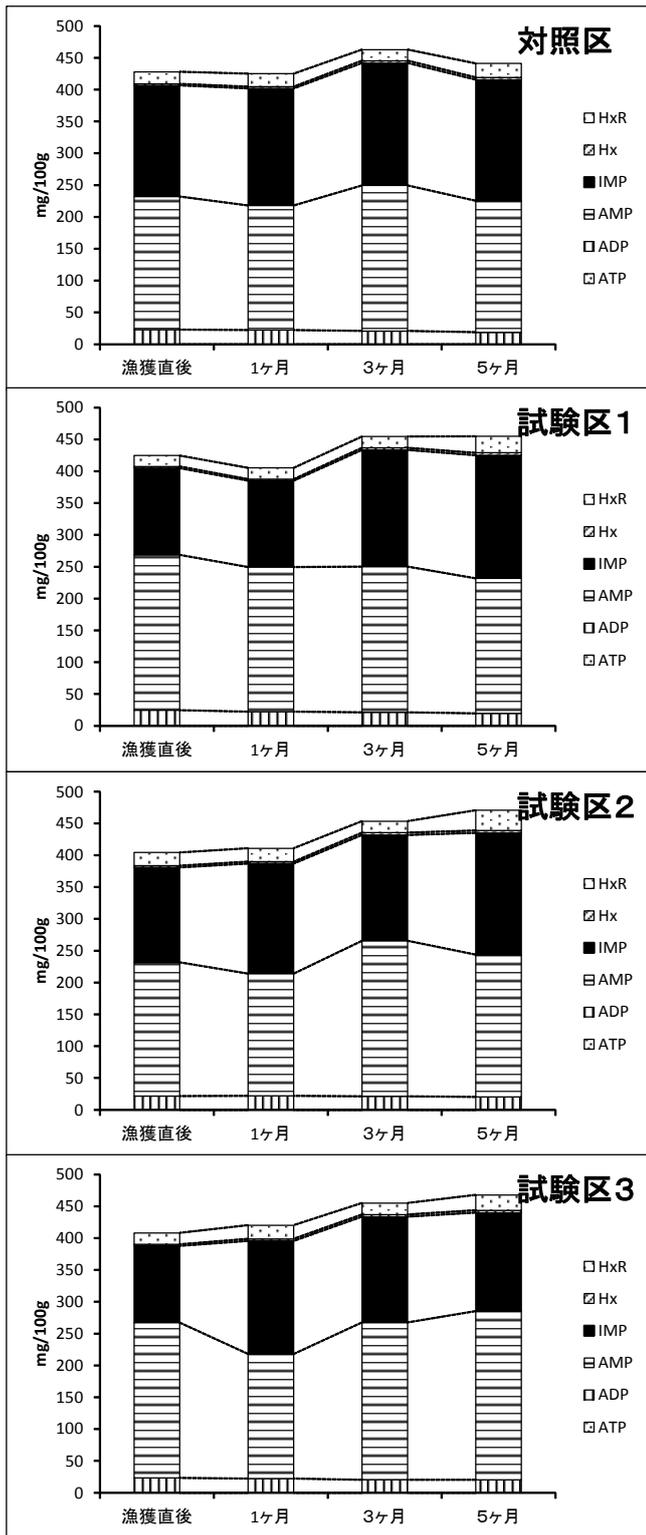


図2 核酸含量推移

結果

1. 試料及び冷凍方法

発砲スチロール中の保存温度を図1に示す。

対照区及び試験区1は試料投入から帰港までに約-2

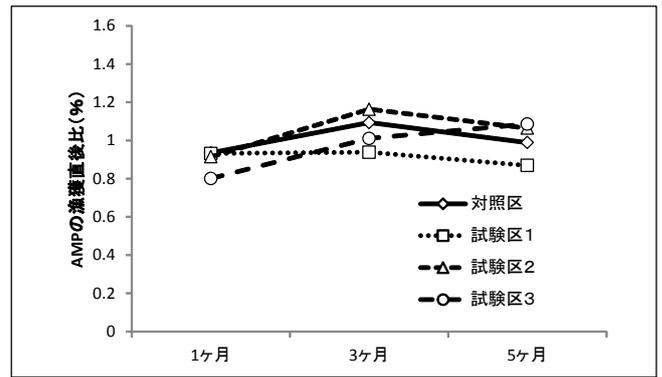


図3 冷凍期間別の漁獲直後比推移 (AMP)

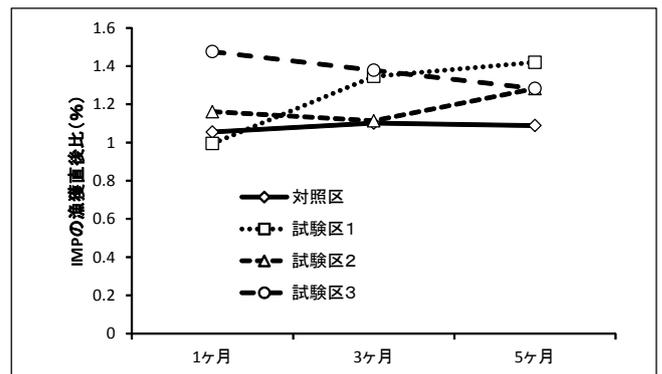


図4 冷凍期間別の漁獲直後比推移 (IMP)

℃を維持し、試験区2及び3は約-20℃から-5℃まで上昇した。

2. 核酸含量

各核酸量の推移を図2に、また、AMP及びIMPについて漁獲直後に対する冷凍期間別の増減比を図3、4に示す。

各試験区ともATP、ADP、Hx及びHxRは冷凍期間を通して総核酸量に対する割合が合わせて10%前後と低く、AMP及びIMPが90%前後と高い割合で推移した。

AMP及びIMPはエビ類で旨みを有する成分であるが、²⁾ AMPについて漁獲直後では試験区1及び3で多かったが、冷凍5ヶ月までに試験区1で13%減少し、試験区3は8%増加した。

IMPについて漁獲直後では対照区で多い傾向だったが、冷凍5ヶ月までにほぼ横ばいであったのに対し、漁獲直後の試験区1は対照区の78%であったが、冷凍期間が長くなるにつれて増加し、冷凍5ヶ月までに概ね同等となった。

3. 品質評価

(1) 色調

体色及び頭色の色調(明るさ)の推移を図5、6に示す。

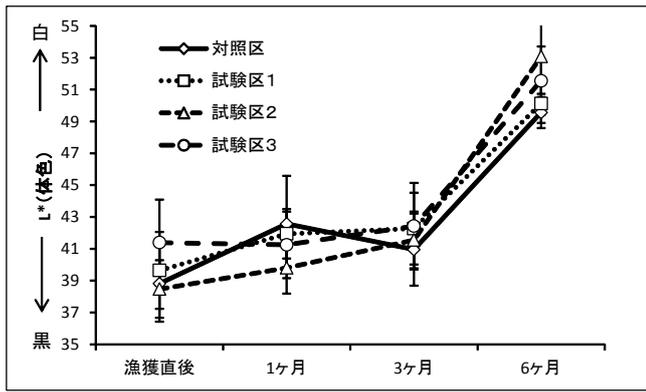


図5 体色明度推移

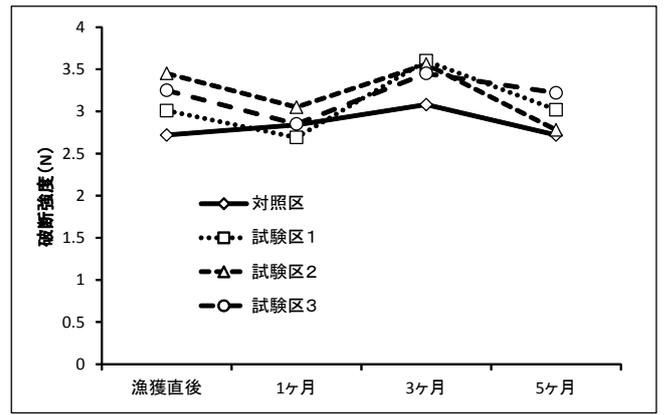


図7 解凍直後の破断強度推移

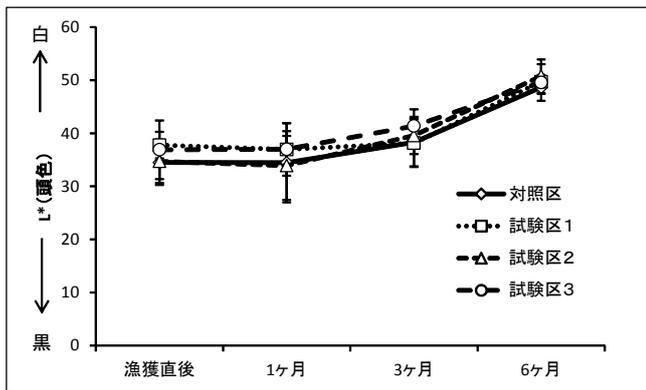


図6 頭色明度推移

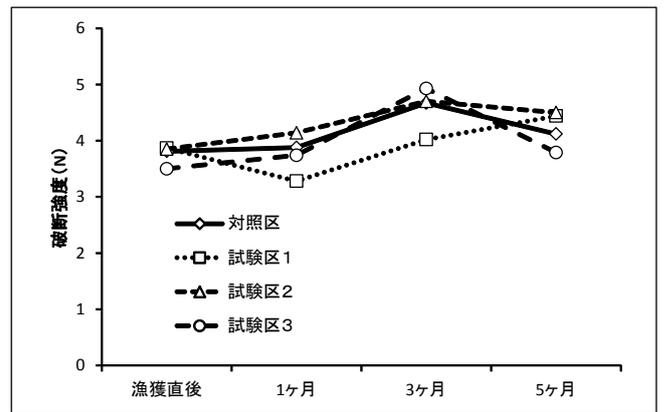


図8 湯煎後の破断強度推移

体色は冷凍期間が長くなるにつれてL*値が増加する傾向であり、対照区との比較における有意な差は試験区1の冷凍3ヶ月、試験区2の冷凍1ヶ月及び6ヶ月、試験区3の冷凍6ヶ月で確認された (t-検定, $p < 0.05$)。一般に色差 ΔE が3.0以上ある場合、目視での判別が可能とされており、¹⁾有意な差が確認された試験区・冷凍期間でこれ以上あったものは試験区2の冷凍6ヶ月のみ ($\Delta E = 3.59$) であった。

頭色についても冷凍期間が長くなるにつれてL*値が増加する傾向であった。対照区との比較における有意な差は試験区1の漁獲直後、試験区2の冷凍1ヶ月、試験区3の冷凍1ヶ月であり、 ΔE が3.0以上あったのは試験区1の漁獲直後 ($\Delta E = 3.29$) であった。

(2) 破断強度

冷凍期間別の解凍直後及び湯煎2分後の破断強度推移を図7、8に示す。

解凍直後では各試験区とも漁獲直後から冷凍5ヶ月まで2.5N~3.5Nの間で増減しながら推移し、試験区3の冷凍5ヶ月のみで対照区と比較して有意に高かった (t-検定, $p < 0.01$)。湯煎2分後においては漁獲直後から冷凍5ヶ月まで3~5Nの間で増減しながら推移し、有

意な差は確認されなかった。

考 察

今年度はシバエビ漁獲量が例年より少なく、浮き曳き網漁の出漁機会が少なかったため、小型底びき網による船上処理の違いによる鮮度保持試験を実施した。

核酸含量について、篠原ら²⁾はアカエビの冷凍と活きで比較し、IMPが冷凍で2.9倍高いと報告しているが、今回シバエビを用いた試験ではIMPが各試験区各冷凍期間で20%前後のみの差であり、異なる船上処理後の冷凍後において極端な差は確認されなかった。しかしながら、IMPはAMPよりも約5倍の旨み増強作用があるとされていることから、⁴⁾これらの核酸の増減については冷凍と活きとの違いを含めて今後も検討が必要であると考えられた。

色調は体色で試験区2の冷凍6ヶ月、頭色で試験区1の漁獲直後で統計処理上及び視覚上でも異なる結果が得られた。エビ類は鮮度が低下すると黒変する傾向があるが、⁵⁾今回のシバエビを用いた試験では冷凍期間が長くなるにつれて白くなる傾向があり、黒変といった悪影響を

与える処理はなかったと考えられた。

破断強度においても、対照区と試験区で解凍直後及び湯煎後ともに顕著な差はなく、試験区による明瞭な違いは確認されなかった。

今回は小型底びき網船上におけるシバエビの異なる処理方法で色調、破断強度及び核酸含量を冷凍期間別に試験したが、いずれの処理も顕著な差はみられなかった。普及に際しては、船上処理から冷凍方法まで検討を要するとともに、より漁獲量が多い浮き曳き網での処理方法を検討することが必要である。

文 献

- 1) 星野裕之他. 貝殻・卵殻・エビ殻を利用した草木染の試み. 山口大学教育学部付属教育実践総合センター研究紀要 2015 ; **39** : 179-186.
 - 2) 竹内昌昭他. 水産食品の辞典 朝倉書店, 2000 ; 138-144.
 - 3) 篠原満寿美他. 冷凍処理後の小型エビの旨味成分及び品質について. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010 ; **20** : 91-93.
 - 4) Yamaguchi S, Yoshikawa T, Ikeda S, Ninomiya T. Measurement of the relative taste intensity of some L- α -amino acids and 5'-nucleotides. *J. FoodSci* 1971 ; **36** : 846-849.
 - 5) 中村全良他. 冷凍貯蔵中におけるエビの黒変および褪色防止試験. 北水試月報 ; **21** : 31-39.
- 1) 星野裕之他. 貝殻・卵殻・エビ殻を利用した草木染

天然魚の宝庫，ふくおかの魚販売拡大事業

－骨切冷凍ハモの加工マニュアル策定－

宮内 正幸・俵積田 貴彦

豊前海区のハモの漁獲量は、近年増加傾向にあり、主要な漁獲物の1つとなっている。しかし、ハモの身は小骨が多く「骨切り」が必要なことから、県内での需要は少なく、市場価格は低い。そのため、ハモの価格を上げ販路を広げるには、骨切り処理などの加工を行い商品価値を高めることが必要となる。しかし、ハモは水揚げ直後に調理すると、生臭さを感じる場合があり、その原因の1つとして胃袋に入っている消化中の餌の影響が考えられる。

そこで、臭み等を感じない高品質な骨切り加工品を作るため、絶食飼育期間と冷凍保存方法について検討を行った。

方 法

1. 絶食飼育期間の検討

平成27年8月3日に豊築漁協の小型底びき網で漁獲されたハモを購入し、既に斃死していたハモ（鮮魚区）と活着しているハモ（活漁区）に選別した。さらに後者は3t水槽に収容後、0～4日間の絶食飼育を行った（漁獲当日区、1～4日絶食区）。鮮魚区、漁獲当日区は購入当日に、1～4日絶食区は購入1～4日後に骨切り処理を行い、-30℃で冷凍保存した後、食味試験及びK値の分析に供した。

(1) 食味試験

各試験区とも3個体のハモを用い、一口大に骨切り処理したものを混合後小分けし、真空パックで冷凍保存した。そして、処理当日、冷凍1日後、1週間後、1ヶ月後、3ヶ月後、6ヶ月後に6～15人の研究所職員で食味試験を行い、におい、味、色の3項目について5段階評価の採点法で評価を行った。また、骨切り処理する際に空胃かどうかの確認を行った。

(2) K値分析

各試験区とも2個体のハモを用い、骨切り処理したものをそれぞれ真空パックで冷凍保存し、3ヶ月半後に外部専門業者に分析委託した。

2. 冷凍保存方法の検討

平成27年10月13日に豊築漁協の小型底びき網で漁獲されたハモを購入し、活着しているハモを3t水槽に収容し、3日間絶食飼育を行った。その後、骨切り処理を行い、-15℃と-30℃で冷凍保存し、食味試験及びK値の分析に供した。

(1) 食味試験

1サンプルにつきハモを4個体ずつ用い、一口大に骨切り処理したものを混合後小分けした。これを真空パックした後、-15℃と-30℃で冷凍保存した。冷凍5日後、17日後、1ヶ月後、2ヶ月後、4ヶ月後に5～8人の研究所職員で食味試験を行い、におい、味、色の3項目について5段階評価の採点法で評価を行った。

(2) K値分析

食味試験で作製した試料を用い、冷凍3、4、5ヶ月後に外部専門業者に分析委託した。

結果及び考察

1. 絶食飼育期間の検討

(1) 食味試験

絶食2日目までは空胃率が33～100%の間を推移したが、3日以上絶食すると空胃率が100%で安定した（図1）。

また、処理当日から冷凍6ヶ月後まで6回の食味試験を行ったところ、におい、味、色それぞれについて鮮魚区の評価が特に低かった（図1）。活漁区の中では、色については差は見られなかったが、におい、味両者については3～4日絶食区の評価が高い傾向が見られた。

さらに、空胃率と各評価（におい、味）との相関を調べたところ、それぞれ有意な正の相関が見られ、空胃であれば骨切り処理後のにおいや味の評価が高くなることが示唆された（図2）。

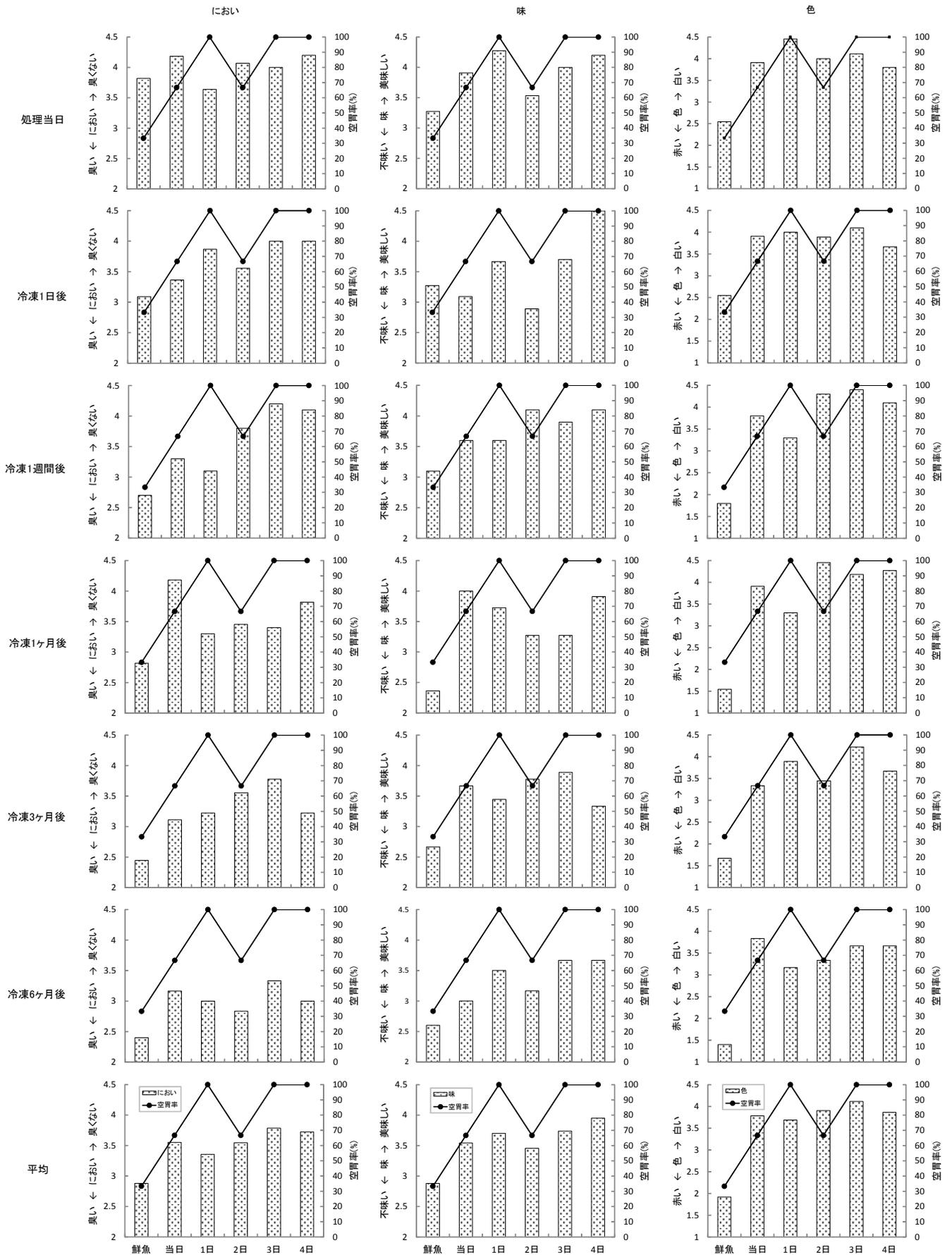


図1 絶食飼育期間別食味試験結果

(2) K値分析

冷凍3ヶ月半後に分析したK値は、鮮魚区が最も高く、約16%であった(図3)。一方、活魚区のK値は、5%前後と低く、特に3日絶食区が最も低かった(図3)。このことから、鮮度的には鮮魚は活魚にかなり劣り、活魚の中では3日間絶食飼育することが好ましいと考えられた。

食味試験を踏まえて考えると、ハモは3~4日絶食飼育してから骨切り加工した方が良いと考えられた。また、鮮魚は鮮度が悪く、食味試験の評価も低いことから、骨切り加工品には向いておらず、加工品にした場合、評判を落とす可能性があると考えられた。

2. 保存方法の検討

(1) 食味試験

においについては、冷凍2ヶ月後までは-30℃保存区の方が評価が高い傾向が見られたが、試験期間を通じた評価の平均に有意差は見られなかった(図4)。また、味、色についても、保存方法による有意差は見られなかった。

(2) K値分析

冷凍3~5ヶ月後のK値は、-15℃保存と-30℃保存で有意差は見られなかった(図5)。

食味試験を踏まえて考えると、冷凍保存方法による差はほとんどないが、-30℃保存の方がにおいの評価が高い傾向にあることから、-30℃保存できる施設があればそれを利用した方が良いと考えられた。

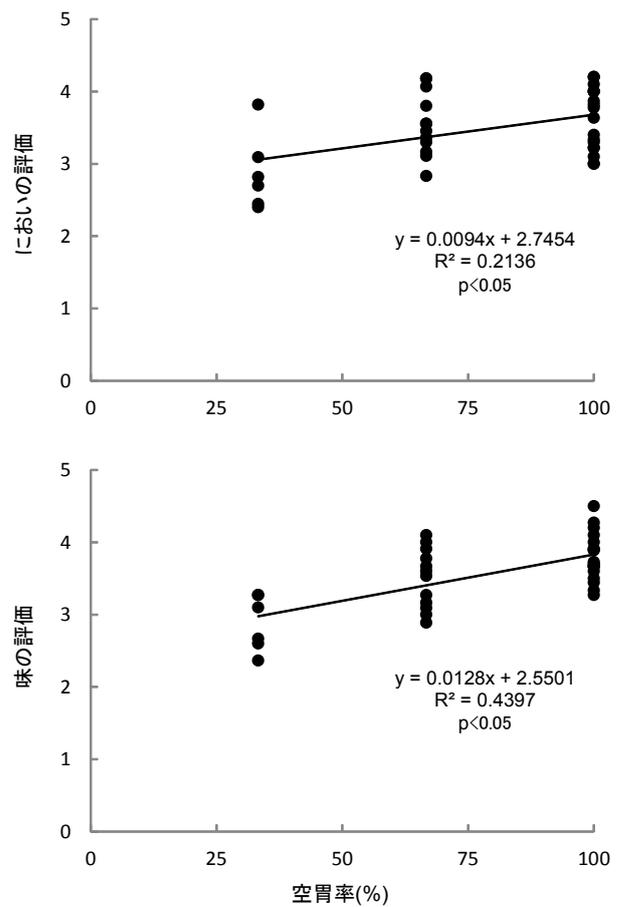


図2 空胃率と食味試験評価の関係

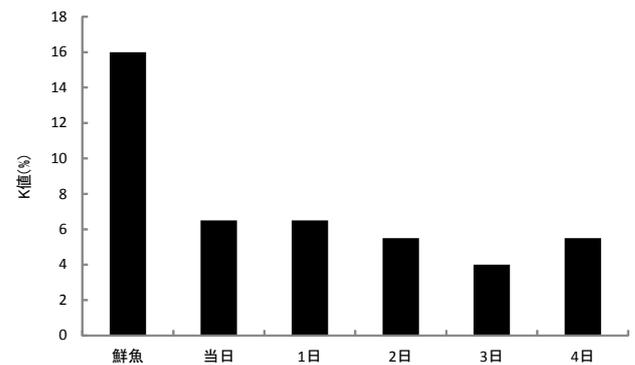


図3 絶食飼育期間別のK値

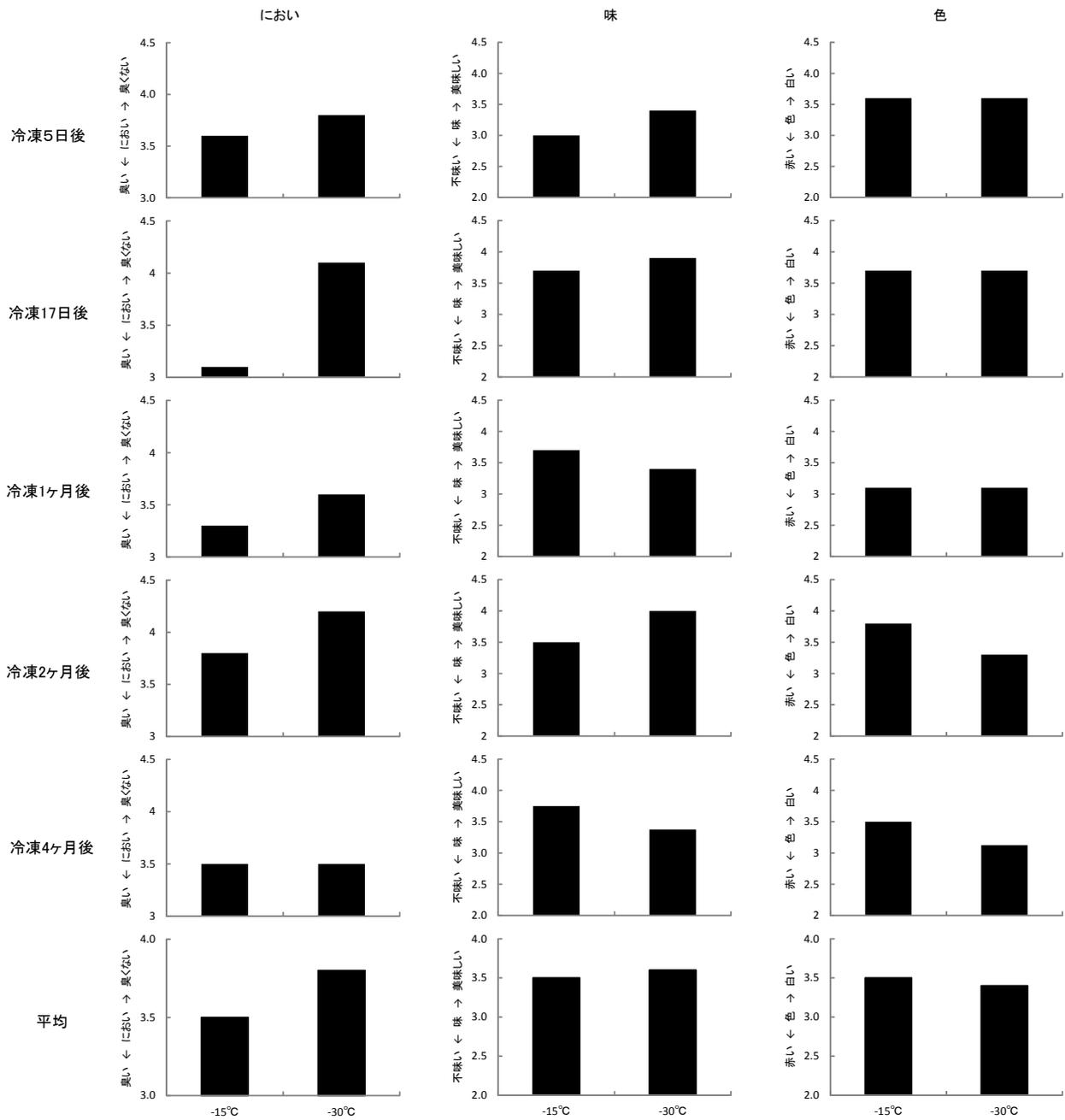


図4 保存方法別食味試験結果

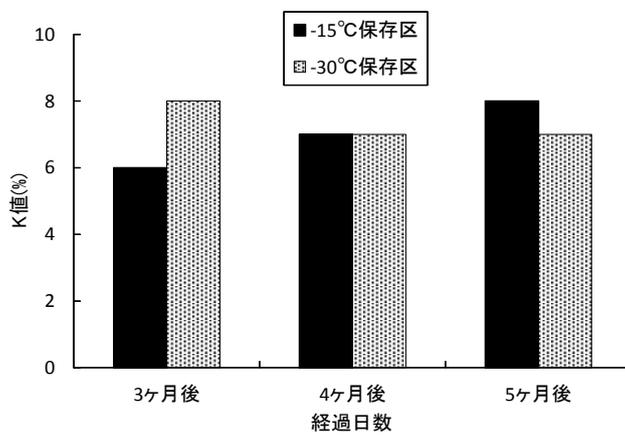


図5 保存方法別のK値