

漁海況予報事業

— 浅海定線調査 —

江藤 拓也・神蘭 真人・荒田 敏生

目的

周防灘西部海域の海況及び水質の調査を行い、漁場環境の変動を把握し、富栄養化対策、赤潮対策及び水産資源の長期予報に役立てることを目的とする。

方法

毎月上旬に、図1に示す12定点で観測、採水を行う。観測層は0,5,10,B-1m層である。

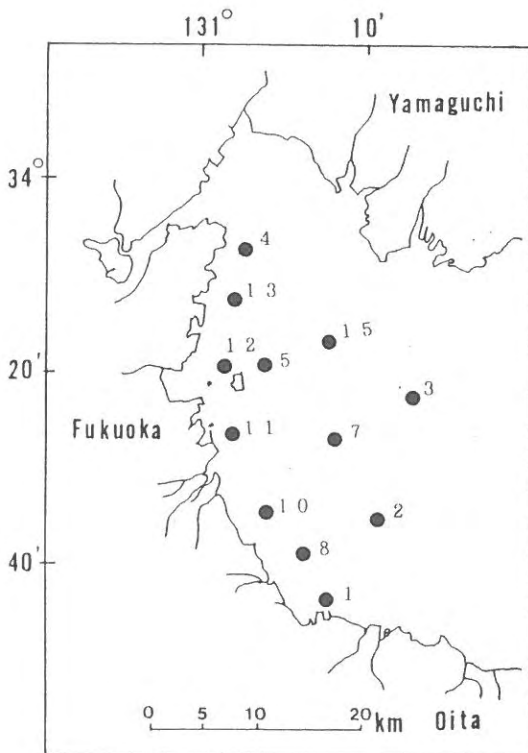


図1 海洋調査点

調査項目

1. 一般項目

気象：天候，雲量，雲形，風向，風速，気温，気圧

海象：水温，塩分，透明度，水色，波浪

2. 特殊項目

DO, SS, COD, DIN (NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N), PO₄-P

結果および考察

気象の変化を図2～4に示す。

・気温：4月から6月にかけて高めであったが、夏場は低めであった。8月下旬以降は再び高めに転じ、とくに、12から2月までは1～4℃高めで推移していた。

・降水量：6月下旬に170mm，5月上，8月上，中旬に100mmとまとまった雨が降ったが、全体的に雨は少なかった。

・日照時間：全体的に短めであり、とくに7月から8月にかけて顕著であった。

海象の変化を図5～12に示す。

・透明度：平年と比べると6,9月が高く，2月が低かった。

・水温：5月から8月は平年より低めであったが、12月以降高温が続いたため，水温も以後高めで推移した。

・塩分：4月を除いて，全体的にやや高めで推移していた。その中でも，7,8月の表層が，2程高かった。

・溶存酸素：表層は全体的に低めであったが，底層では高めで推移していた。また，本年度は貧酸素水塊の形成は見られなかった。

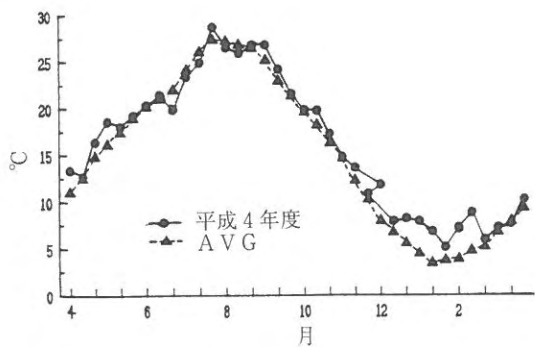


図2 気温の変化

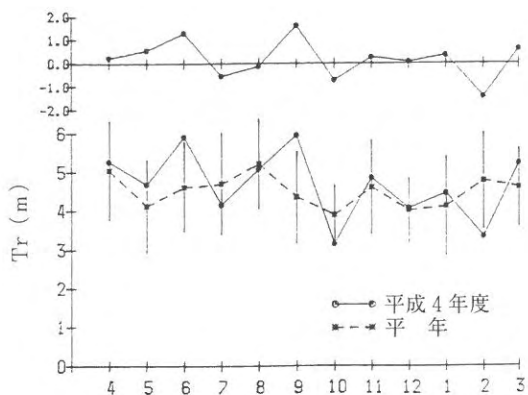


図5 透明度の変化

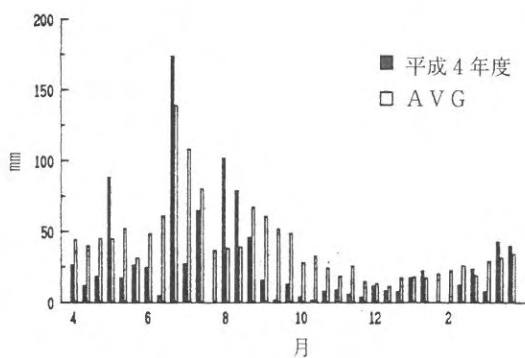


図3 降水量の変化

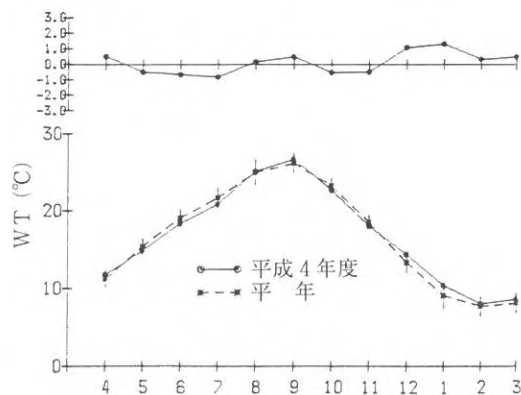
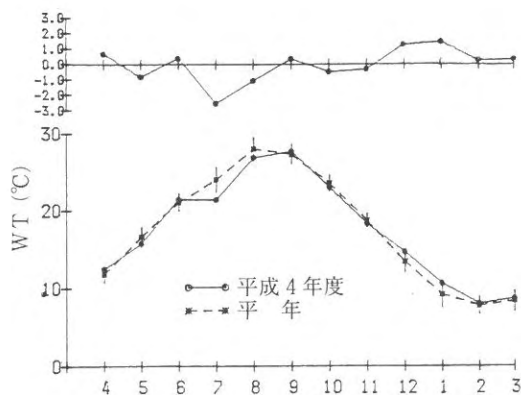


図6 水温の変化 (上図: 表層, 下図: 底層)

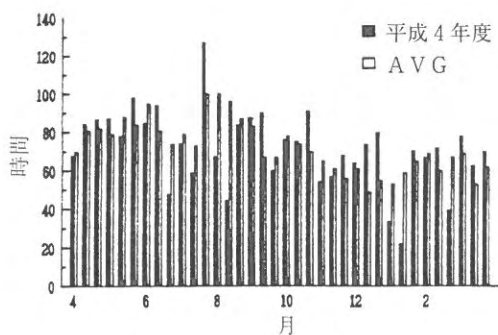


図4 日照時間の変化

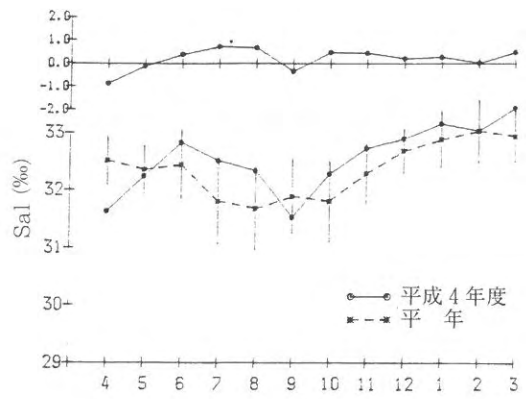
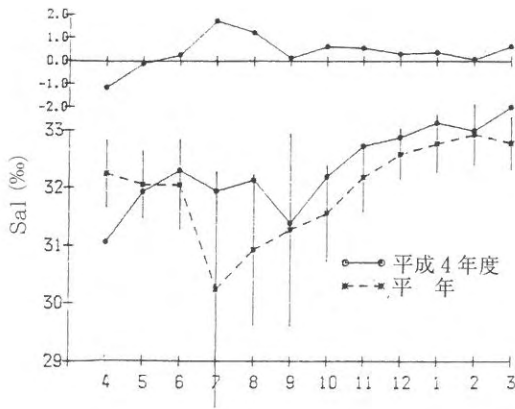


図7 塩分の変化 (左図：表層，右図：底層)

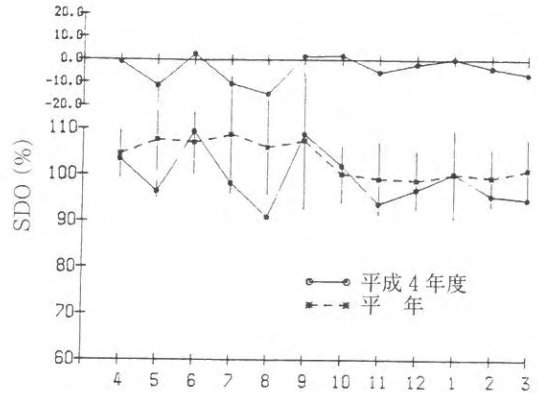
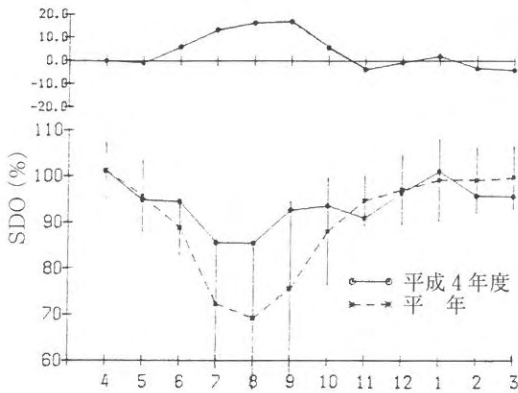


図8 酸素飽和度の変化 (左図：表層，右図：底層)

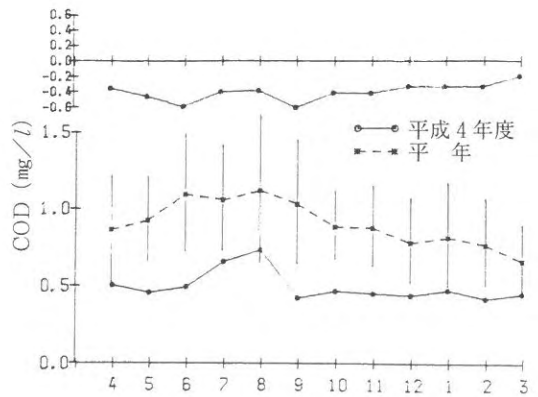
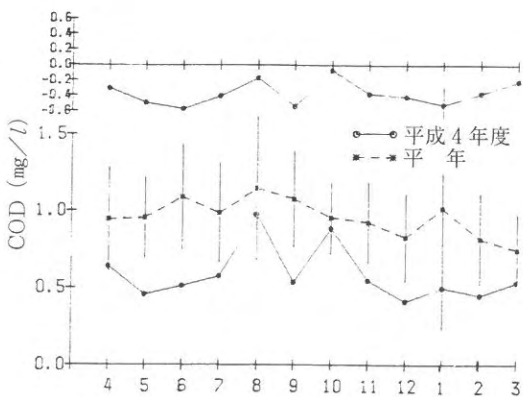


図9 CODの変化 (左図：表層，右図：底層)

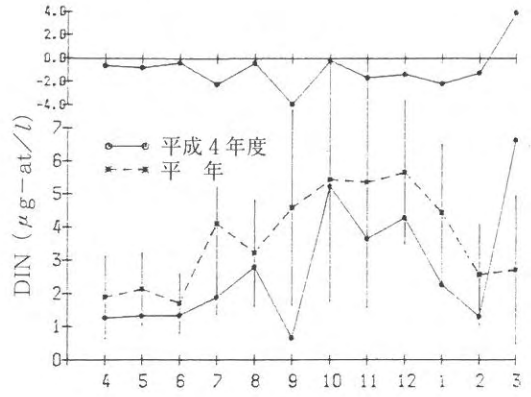
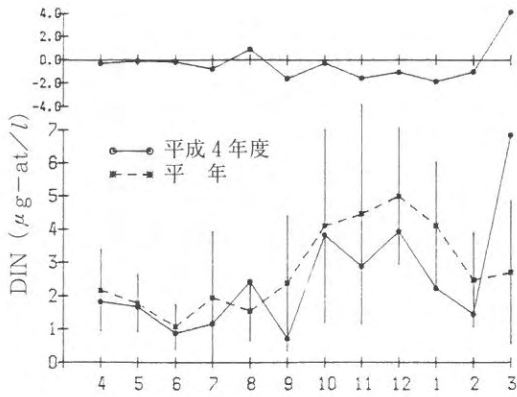


図10 DINの変化 (左図：表層，右図：底層)

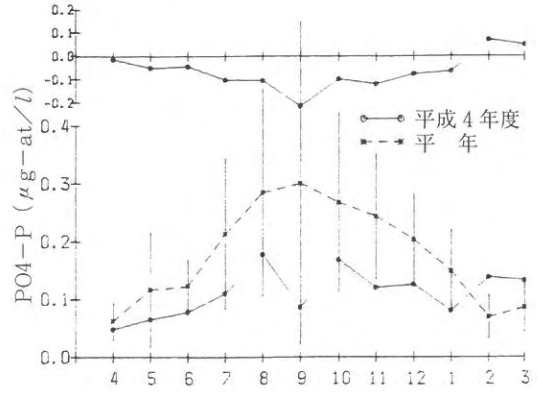
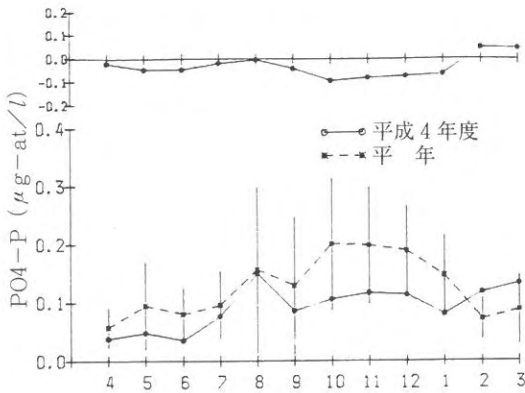


図11 DIPの変化 (左図：表層，右図：底層)

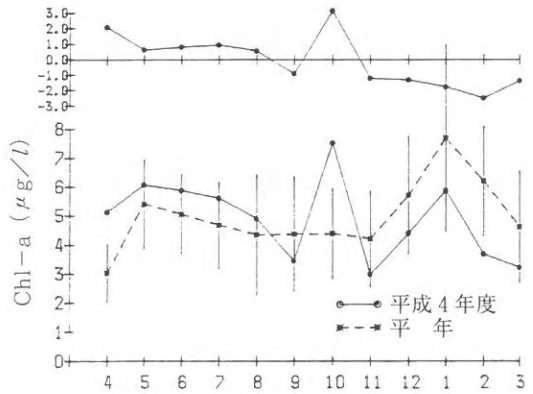
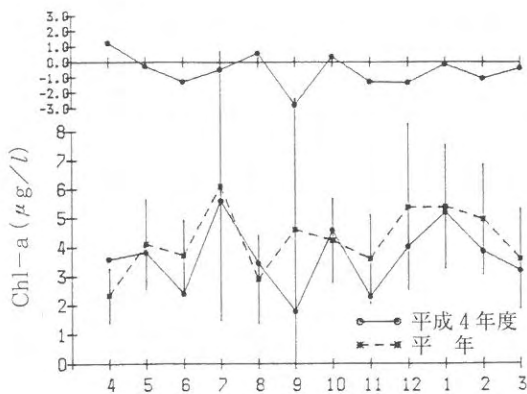


図12 Chl-aの変化 (左図：表層，右図：底層)

・DIN：8月の表層と、3月の表、底層を除いて、全体的にやや低めであった。とくに、11月から2月にかけて、平年に比べ、 $2\mu\text{g-at/l}$ 程低かったので、ノリの色落ちがみられた。

・ $\text{PO}_4\text{-P}$ ：表、底層ともに、4月から1月までは平年並みか低めであったが、2月以降は逆にやや

高めで推移していた。

・COD：周年を通して、低めで推移していた。

・クロロフィルa：4月の上、下層、10月の底層で高い値がみられた他は平年並かやや低めで推移していた。

漁場保全統合対策事業

江藤 拓也・神蘭 真人・荒田 敏生・濱田 弘之・上妻 智行・石田 雅俊

1. 漁業公害調査

目 的

漁場環境の監視、漁業公害に関する情報の収集及び指導を行うことにより、沿岸における漁場の保全及び漁業被害の防止、軽減を図ると共に干潟における生物モニタリング調査を行った。

方 法

4月から3月までの毎月1回(合計12回)、6調査点での観測を行った。調査点は図1に示す恒

見、苺田、蓑島、椎田、八屋及び宇島の各漁港である。観測内容は、目視による海水の異常の有無及び下記の項目の測定である。

測定項目……水温、pH、溶存酸素量、比重及び透視度

結果および考察

目視による観察の結果、8月後半の調査時に恒見で *Noctiluca scintillans* による赤潮が観測されたが、漁業被害は発生しなかった。

各調査点毎の測定結果を下記に示す。

・恒 見

水温は8.2～27.5℃、pHは7.87～8.27、溶存酸素は4.41～9.00 mg/lの範囲にある。比重は平均値16.71で、13.20～19.31の範囲にある。透視度は平均値40であった。

・苺 田

水温は9.2～28.3℃、pHは7.77～8.27、溶存酸素は4.97～8.25 mg/lの範囲にある。比重は平均値17.73で、16.16～19.31の範囲にある。透視度の平均値は47で、調査点中最も高い値を示した。

・蓑 島

水温は8.0～29.5℃、pHは7.76～8.34、溶存酸素は4.58～8.63 mg/lの範囲にある。比重は平均値15.35で、9.50～18.91の範囲にあり、調査点中最も低い値を示し、全調査点の中で最も陸水の影響を受けている。透視度の平均値は46であった。

・椎 田

水温は8.9～28.6℃、pHは7.84～8.35、溶存酸素は5.53～9.64 mg/lの範囲にある。比重は

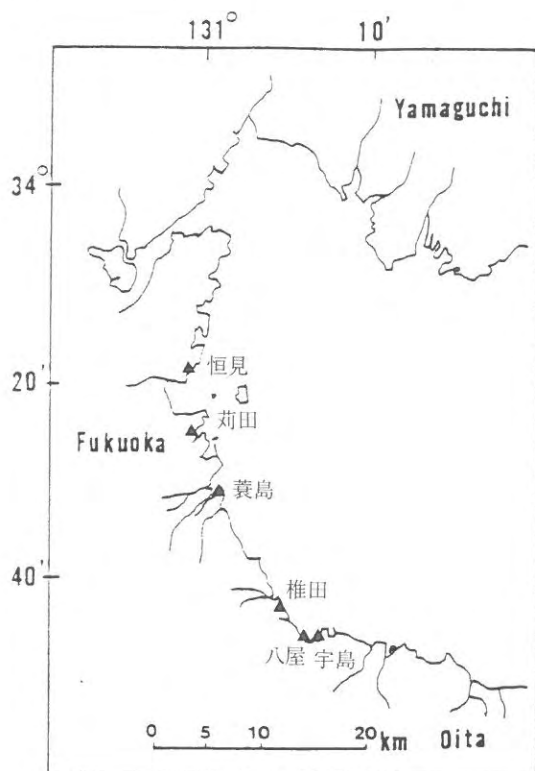


図1 調査地点

平均値 17.09 で、10.61 ~ 18.77 の範囲にある。
透視度の平均値は 38 であった。

・八 屋

水温は 7.9 ~ 29.5 °C, pH は 7.83 ~ 8.34, 溶存酸素は 5.29 ~ 9.07 mg/l の範囲にある。比重は平均値 17.42 で、14.34 ~ 19.05 の範囲にある。透視度の平均値は 40 であった。

・宇 島

水温は 8.3 ~ 29.2 °C, pH は 7.79 ~ 8.31, 溶存酸素は 5.14 ~ 8.40 mg/l の範囲にある。比重は平均値 17.70 で、15.04 ~ 19.02 の範囲にある。透視度の平均値は 42 であった。

2. 生物モニタリング調査

目 的

福岡県豊前海における特定水生生物の現存量、生息密度、生物類型相を指標として、水域の富栄養化等による長期的な漁場環境の変化を監視することを目的とする。

方 法

・調査日及び調査回数

平成 4 年 5 月 27 日, 8 月 27 日, 11 月 12 日, 平成 5 年 2 月 22 日の計 4 回行った。

・調査方法

スミスマッキンタイヤー型採泥器 (22 cm × 22 cm) を用いて採泥を行い, 1 mm メッシュのネットであるいに分け, 残留物を 10 % ホルマリンで固定し, 実験室に持ち帰り, 種の同定と個体数の計数, 及び湿重量を測定した。

・調査定点は図 2 に示す 3 定点で行った。

結 果

・海域環境

水深は 1.2 ~ 3.4 m の範囲であった。

表層水温は 2 月の定点 2, 3 で 9.4 °C と最も低く, 8 月の定点 3 で 27.8 °C と最も高かった。

泥温は最低が 2 月の定点 2 で 9.9 °C, 一方, 最高は 8 月の定点 3 で 27.1 °C であった。

底質は 5 月の定点 1, 8 月の定点 1 と定点 3,

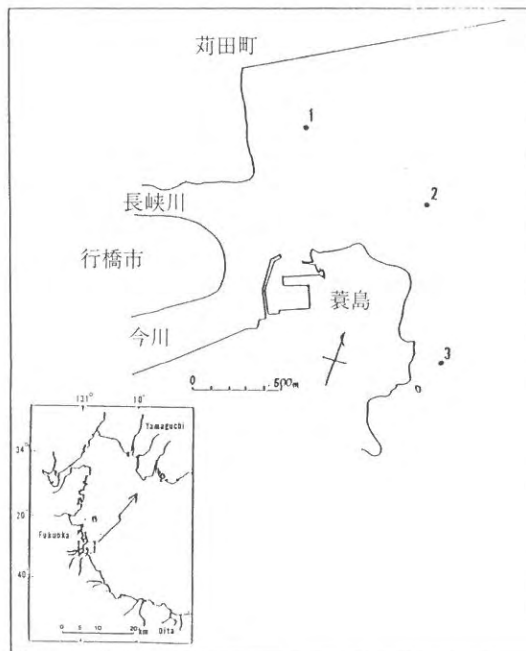


図 2 調査定点

11 月の定点 1 が砂泥であったが, それ以外は砂質であった。また, 臭いはなかった。

・底生生物の出現状況

平成 4 年度の底生生物の出現種を表 1 に示す。

軟体動物は 9 種類出現しており, その中でもアサリはほぼ全調査点で見られ, 軟体動物の個体数の 95 %, また総個体数の 75 % 以上を占めていた。

環形動物は 9 種類見られ, ゴカイ科, チロリ科, スピオ科の一種が優先していた。

節足動物は 8 種類見られ, クマ目, ヨコエビ亜目の一種, ヒメムツアシガニが優先しており, タナイス目, ヤドカリの一種もわずかに見られた。

そのほか, 星口動物ホシムシの一種, 腔腸動物イソギンチャクの一種も数個体出現していた。

・月別, 調査点別の種類数の比率

平成 4 年度の底生生物の月別, 調査点別の種類数の比率を図 3 ~ 6 に示す。

定点別にみると, 定点 1 では, 5 月に多毛類が 40 %, 貝類が 49 %, 甲殻類が 11 % であるのが, 8 月には貝類が 65 % と多くなり, 11 月には多毛類が, 37 %, 甲殻類が 35 % を占め, 2 月には貝

表1 底生生物調査結果

腔腸動物門	花虫網	イソギンチャクの1種	
環形動物門	多毛網	遊在目	ゴカイ科の1種 オトヒメゴカイ科の1種 チロリ科の1種 イソメ科の1種 ギボイシイソメ科の1種
		定在目	スピオ科の1種 イトゴカイ科の1種 ミズヒキゴカイ科の1種 オフエリアゴカイ科の1種
節足動物門	甲殻網	クマ目の1種 タナイス目の1種 端脚目の1種 十脚目	ヨコエビ亜目の1種 長尾類の1種 短尾類 ヒメムツアシガニ マメツブガニ ガザミ 異尾類 ヤドカリの1種
星口動物門		ホシムシの1種	
軟体動物門	腹脚網	ニシキウズガイ科 オリイレヨフバイ科 キセワタガイ科 イガイ科 マスルダレガイ科 バカガイ科 ナミノコガイ科 フネガイ科 ニッコウガイ科	イボキサゴ アラムシロガイ キセワタガイ ホトトギスガイ アサリ シオフキガイ オチバガイ サルボウ ユウシオガイ
	斧脚網		

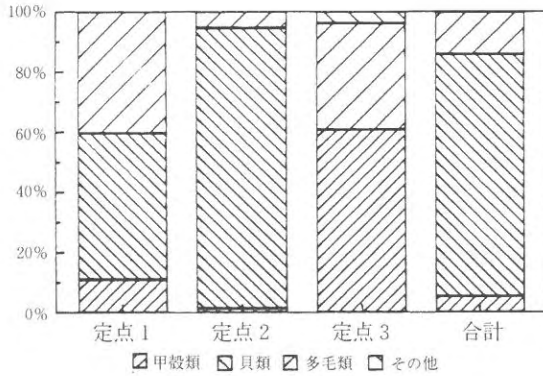


図3 5月の底生生物の比率

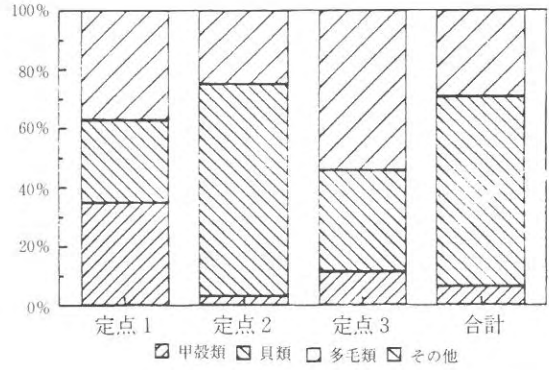


図5 11月の底生生物の比率

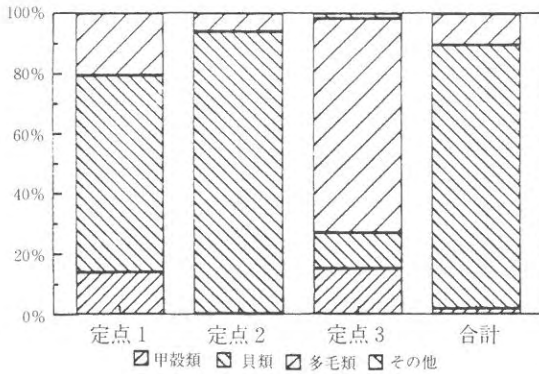


図4 8月の底生生物の比率

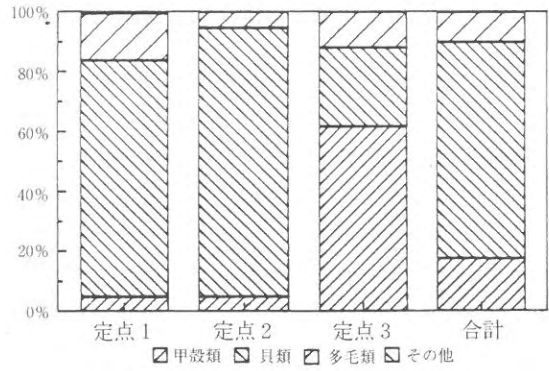


図6 2月の底生生物の比率

類が78%と多くなっていた。

定点2では11月に多毛類が多く、貝類が72%を占めた以外は、いずれの月も、90%以上を貝類が占めていた。

定点3では、5,2月に甲殻類が多く、61%を占め、8,11月には多毛類が多く、それぞれ、71,54%を占めていた。

・汚染指標種

平成4年度は、汚染指標種の出現は見られなかった。

・3年間の底生生物の出現状況

平成2年度から平成4年度まで、年度ごとに全調査月、全調査点を平均化した1m²当たりの底生生物の個体数を図7に、湿重量を図8に示す。

底生生物の個体数は平成4年度が、797個体と

最も多く出現している。

種類別にみると甲殻類は50~75個体、多毛類は110~175個体で推移しているのに対して、貝類は平成2年度に120個体であったのが年々増加し、平成4年度には623個体と平成2年度の5.2倍も増加している。

湿重量は平成4年度が、196gと最も重く、平成3年度が52gと最も軽かった。また、いずれの年も85%以上は貝類が占めていた。

考 察

平成4年度は、汚染指標種の出現は見られなかったが、平成3年度には、ヨツバナスピオが、定点1で見つかり、今後も継続してモニタリングを行う必要がある。

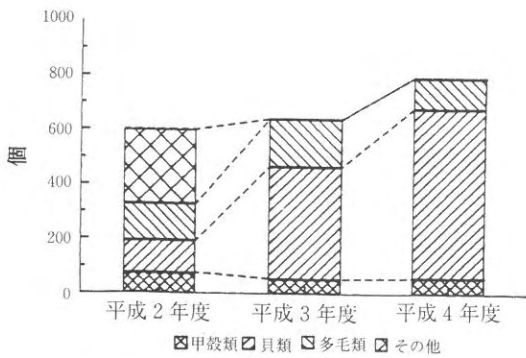


図7 底生生物の個体数 (1m² 当たり)

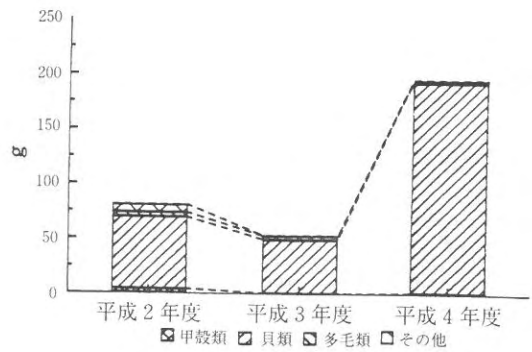


図8 底生生物の湿重量 (1m² 当たり)

3年間の調査結果から、蓑島干潟では貝類、特にアサリの増減が、生物組成の変動に大きく関与しているようであった。

要 約

- ・アサリはほぼ全調査点で出現しており、総個体数の75%以上を占めていた。
- ・定点別にみると、定点1では多毛類、貝類、甲殻類、定点2では貝類、定点3では多毛類、甲殻類がそれぞれ優先していた。

- ・汚染指標種の出現は見られなかった。
- ・蓑島干潟では、貝類、特にアサリの変動に生物組成が大きく左右される傾向がみられた。

今後の課題

干潟環境は年によって、また季節によって大きく変化し、それに伴って生物の生息状況も異なってくる。よって、干潟の状況を的確に把握するには、今後も継続した調査が必要である。

赤潮貝毒監視事業

—赤潮調査, 貝毒調査—

江藤 拓也・神蘭 眞人・荒田 敏生

1. 赤潮調査

目 的

赤潮に関する調査並びに情報の収集, 交換を行うことにより, 沿岸における漁場の保全及び漁業被害の防止・軽減を図る。

方 法

赤潮の発生状況把握に当たっては, 関係漁協からの通報, 赤潮発見者からの情報に基づいてその都度確認するとともに, 浅海定線調査, 赤潮調査事業等による調査時, 及び漁業取締船による情報をもとに発生状況の把握に努めた。また, 赤潮に関する調査としては赤潮の多発期(5~9月)に5回以上, 海象, 水質, プランクトン調査を実施した。調査定点は図1の通りである。

結果および考察

・赤潮発生状況

赤潮の発生状況を表1および図2に示した。発生件数は9件で前年より5件多かった。漁業被害を伴うものはなかった。その内容は, 豊前市沿岸域(4月22~23日), 北九州市新門司港内(4月27日), 北九州市柄杓田(8月9~10日), 北九州市恒見(8月19~20日), 築上郡築城町沿岸域(8月21日, 9月4日)で *Noctiluca scintillans* による赤潮, 豊前市宇島港内(6月5日)の *Prorocentrum triestinum* による赤潮, 行橋市蓑島沿岸域(7月15~16日)の *Gymnodinium mikimotoi* による赤潮, 北九州市恒見から田野浦の沿岸域にかけて(7月21~22日)の *Chaetoceros* spp. による赤潮であっ

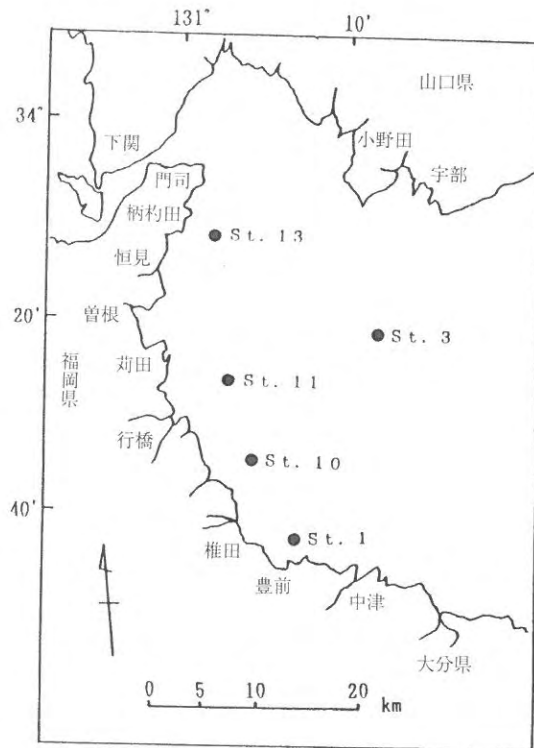


図1 調査定点図

た。

・海象, 水質

海象及び水質の変化を図3に示す。

水温: 5月, 9月は平年並みであったが, 6月から8月にかけて表層で1~2℃, 底層で1℃低かった。

塩分: 全体的に高めであり, 特に6月と7月の表層で2程高かった。

酸素飽和度: 表層は4~20%低めであった。一方, 底層は5月から7月は平年並み, 8,9月は10%高めであった。

表1 赤潮発生状況

No.	発生時期	発生海域	構成プランクトン	漁業被害
1	H 4. 4. 22~4. 23	豊前市沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	なし
2	4. 27	北九州市新門司港内	<i>Noctiluca scintillans</i>	なし
3	6. 5	豊前市宇島港内	<i>Prorocentrum triestinum</i>	なし
4	7. 15~7. 16	行橋市葦島沿岸域	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>	なし
5	7. 21~7. 22	北九州市恒見~田野浦沿岸域	<i>Chaetoceros</i> spp.	なし
6	8. 9~8. 10	北九州市柄杓田沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	なし
7	8. 19~8. 20	北九州市恒見沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	なし
8	8. 21	築上郡築城町沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	なし
9	9. 4	築上郡築城町沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	なし

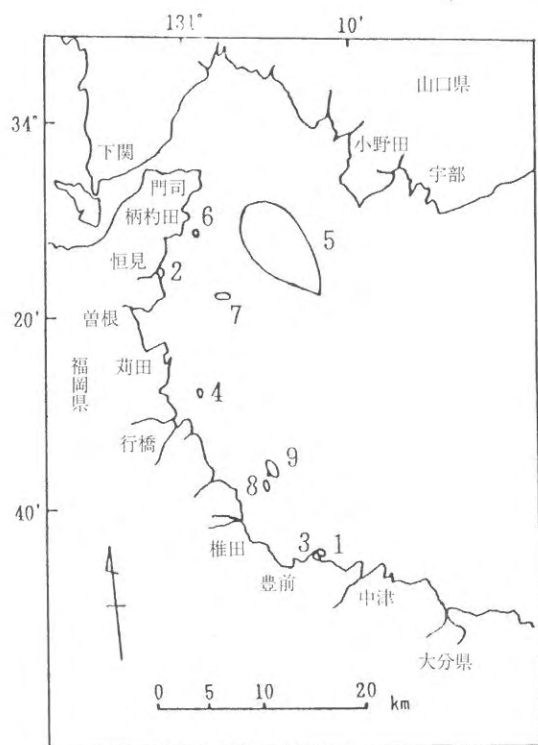


図2 赤潮発生海域(数字:表1と対応)

栄養塩類: DINは、8月の表層で $3.5 \mu\text{g-at/l}$ 高かった以外は、低め基調の平年並みであった。DIPは5月の表層、8月の表層でやや高めであった以外は、低めで推移していた。

クロロフィル-a: 表層、底層とも5月はやや高めであったが、6月以降平年より $2 \sim 3 \mu\text{g/l}$ 低めであった。

・プランクトン

採水プランクトン: 出現したプランクトンの類別の割合は、5, 8, 9月は珪藻類の占める割合が高く、6, 7月は渦鞭毛藻類の占める割合が高かった。珪藻類の主な出現種は、*Leptocylindrus danicus*, *Guinardia flaccida*, *Coscinodiscus* sp., *Pleurosigma* sp., *Nitzschia pungens*, *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira* spp., 渦鞭毛藻類では、*Dictyocha fibula*, *Prorocentrum triestinum*, *Prorocentrum dentatum*, 繊毛虫類では、*Tintinnopsis* sp.であった。

2. 貝毒調査

目 的

福岡県豊前海における貝類の特殊プランクトンによる毒化を監視するとともに、毒化原因プランクトンの出現動向の把握を行い、漁業被害の軽減と消費者の不安を未然に防止する。

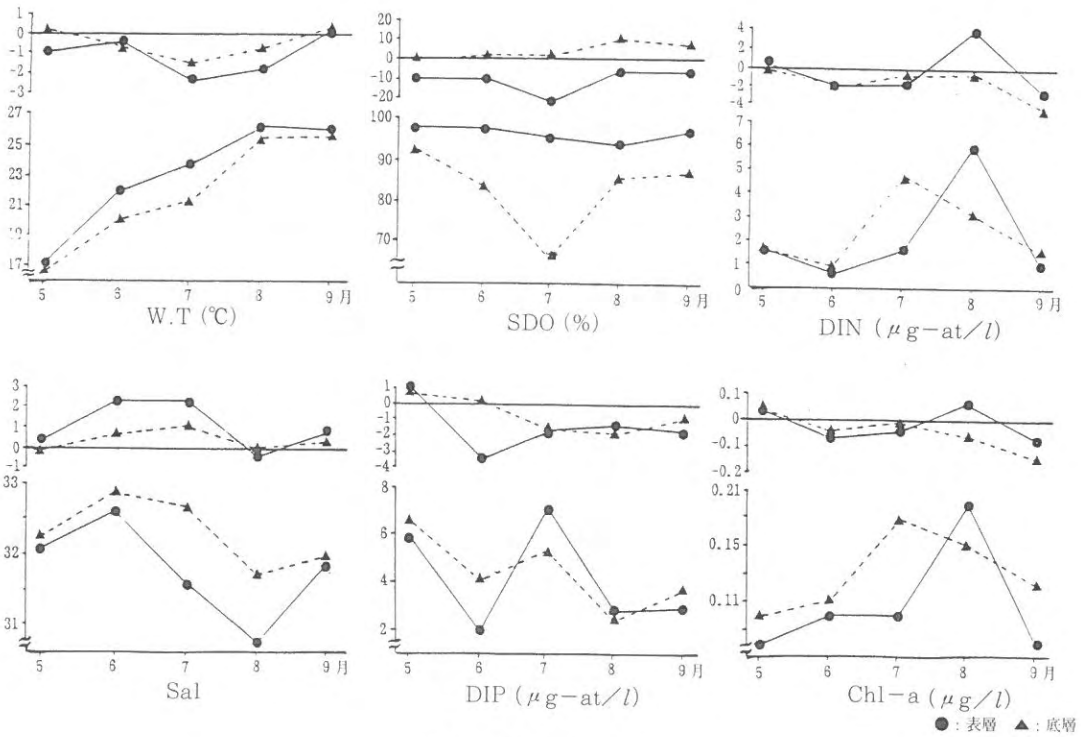


図3 海象の月別変化

方 法

・調査期間及び調査回数

平成4年5,6,7,12月および、平成5年1月の5回・調査対象貝類

アサリ、カキ

・調査項目及び方法

① 麻痺性及び下痢性毒の監視

アサリ、カキの麻痺性及び下痢性毒の検査については、(財)日本冷凍食品検査協会福岡営業所に委託した。

② 原因プランクトンの出現状況

Alexandrium 属, *Dinophysis* 属を対象として、海水 500 ml をホルマリンで固定後濃縮し、その全量を検鏡した。

・調査定点を図4に示す。

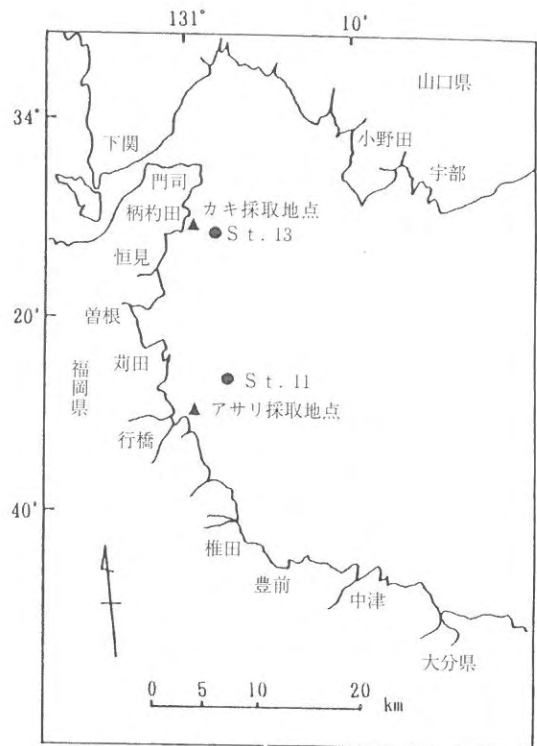


図4 調査水域及びプランクトン調査点

結 果

・毒化状況

本年度は、アサリ、カキともに麻痺性および下痢性の毒化は認められなかった。(表2)

・原因プランクトンの出現状況

Alexandrium 属, *Dinophysis* 属の出現状況を図5に示した。

① *Alexandrium* 属

麻痺性貝毒の原因プランクトンである *Alexandrium* 属の出現は、調査期間を通じて認められなかった。

② *Dinophysis* 属

1) *Dinophysis fortii*

D. fortii は5月と7月に出現が認められたが、その他の月は認められなかった。出現細胞数は7月の5m層で最も多く120 cells/l、次いで5月の5m層で110 cells/l出現していた。

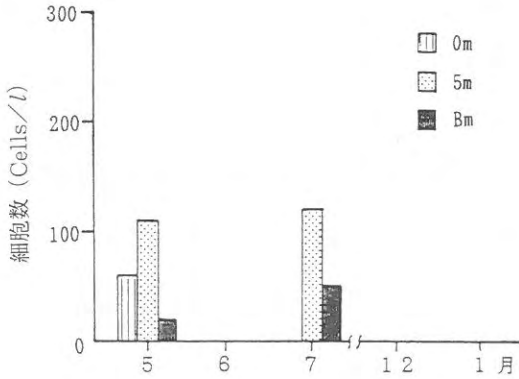
2) *Dinophysis acuminata*

D. acuminata は5～7月に出現が認められたが、その他の月は認められなかった。出現細胞数は7月の5m層で最も多く440 cells/l、次いで5月の底層で240 cells/l、5月の5m層と6月の底層でそれぞれ100 cells/l出現していた。

表2 アサリ、カキの毒化モニタリング結果

貝の種類	採取月日	検査月日	麻痺性毒力MU/g		下痢性毒力MU/g	
			中腸腺	可食部	中腸腺	可食部
アサリ						
殻長平均	29.9mm	平成4年	平成4年	ND	ND	ND
殻高平均	19.9mm	5月1日	5/6～5/15			
重量平均	6.0g					
アサリ						
殻長平均	38.5mm	平成4年	平成4年	ND	ND	ND
殻高平均	27.7mm	6月2日	6/4～6/18			
重量平均	13.4g					
アサリ						
殻長平均	36.9mm	平成4年	平成4年	ND	ND	ND
殻高平均	26.6mm	7月3日	7/10～7/29			
重量平均	12.1g					
カキ						
殻長平均	107.6mm	平成4年	平成4年	ND	ND	ND
殻高平均	50.7mm	12月10日	12/14～12/24			
重量平均	59.2g					
カキ						
殻長平均	115.6mm	平成5年	平成5年	ND	ND	ND
殻高平均	61.8mm	1月21日	1/25～1/30			
重量平均	98.3g					

D. fortii



D. acuminata

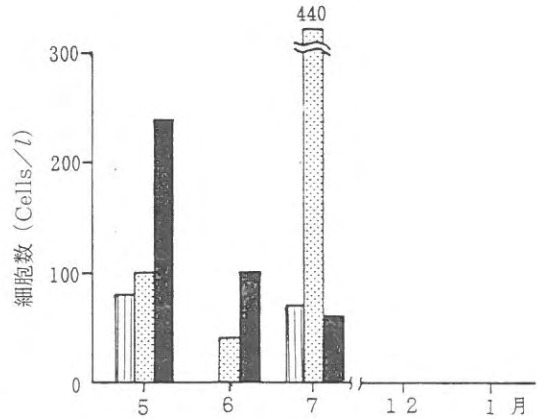


図5 *Dinophysis* 属の出現状況

・海況

アサリ採取点に最も近い定点 (St.11) における5~7月, カキ採取点に最も近い定点 (St.13) における12, 1月の表層, 5m層, 底層それぞれの水温, 塩分, 酸素飽和度の調査結果を図6に示した。

水温: 5月から7月までのアサリ検体採取期間の水温は17~24℃台であり, 5,6月は平年並み, 7月は平年より2℃低めであった。12月から1月までのカキ検体採取期間の水温は11~15℃台であり, 12, 1月とも平年より1℃高めであった。

塩分: 5月から7月までの塩分は31.5~33の範囲であり, 5月は各層とも平年並であったが, 6,7月は1~2高めであった。12月から1月までは33~33.5の範囲であり, 各層とも平年並であった。

酸素飽和度: 5月から7月までの酸素飽和度は, 表層で平年より10~20%低めであった。5m層では5,6月は平年並であったが7月は50%低めであった。底層は平年並みで推移していた。12月から1月までは, 各層とも平年並であった。

考 察

Alexandrium 属については過去9年間の調査においても出現しておらず, 本年度も出現は認められなかったことから, 本種による貝類の毒化は少ないものと考えられる。

アサリの毒化は現在のところ見られていないが, アサリの漁期となる5~7月と毒化原因プランクトンである *Dinophysis* 属の出現時期が同じ頃であるので, この時期に重点をおいてモニタリングを行うことが必要であると考ええる。

要 約

- ・アサリ, カキの麻痺性, 下痢性毒化モニタリング調査を5~7月および12~1月に実施した。
- ・5~7月および12~1月の調査期間, アサリ, カキに麻痺性, 下痢性の毒化は見られなかった。
- ・麻痺性原因プランクトンである *Alexandrium* 属の出現は認められなかった。

Dinophysis 属では, *D. fortii* が5月と7月に, *D. acuminata* が5~7月に出現していた。

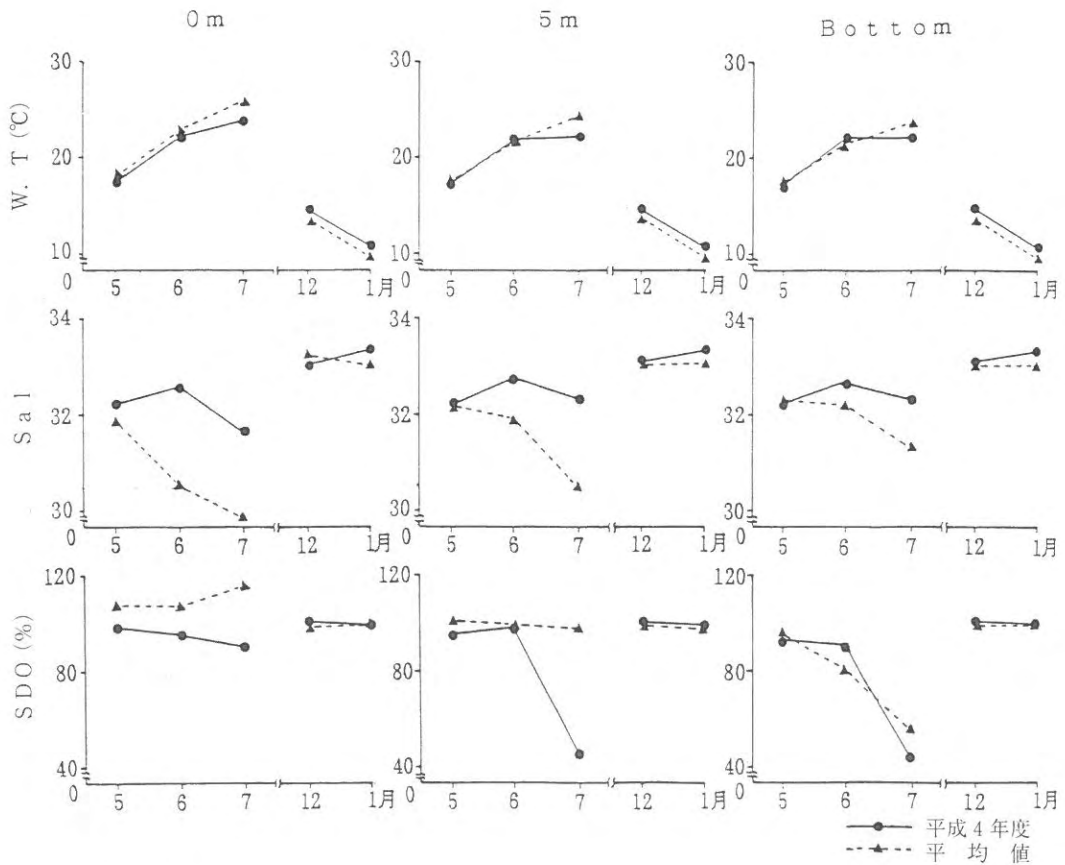


図6 St. 11, 13における水温, 塩分, 酸素飽和度の月別変化
(5~7月はSt. 11, 12~1月はSt. 13)

・アサリ検体採取期間の水温は、17~24℃台の範囲であり、7月は平年に比べ低めであった。カキ検体採取期間の水温は11~15℃台であり、平年より高めであった。

・塩分は31.5~33の範囲であり、5月は平年並であったが、6,7月は高めであった。12月から1月までは33~33.5の範囲であり、平年並であった。

今後の課題

平成4年度は、アサリおよびカキに毒化はみら

れなかったが、広島県では近年、*Alexandrium* 属のプランクトンによってカキが毒化し、多大な漁業被害を引き起こしている。豊前海では *Alexandrium* 属の出現は見られてないが、今後もモニタリングを継続することが重要である。また、下痢性貝毒の原因プランクトンである *Dinophysis* 属は、例年と同じく5~7月の昇温期に多く出現する傾向が認められた。今後も5~7月の昇温期に重点を置いて毒化の監視を続ける必要がある。

赤潮技術開発試験

—西部瀬戸内海シャットネラ赤潮広域共同調査—

神菌 真人・江藤 拓也・荒田 徹生

西部瀬戸内海におけるシャットネラ (*Chattonella marina* & *C. antiqua*) の初期発生域の解明とその環境特性、水塊構造の変動とシャットネラの増殖から赤潮形成・消滅に至る過程について全体像を把握し、シャットネラ赤潮発生予察技術の確立に資する。

調査の概要

- 1) 調査水域：周防灘及び伊予灘 (35 定点) (図1)
- 2) 調査期間：平成4年5月26日～8月25日
- 3) 調査回数：毎週1回、計14回
- 4) 調査項目：水温・塩分、溶存酸素濃度、シャットネラ (*Chattonella marina* & *C. antiqua*) 栄養細胞、栄養塩類、シャットネラ以外のプランクトン、AGP試験、流れ。

結果の要約

平成4年の調査ではシャットネラは極めて僅かしか出現しなかったため、内容については平成元年から4年までの4年間の調査結果について述べる。

1) 初期出現域の推定とその環境特性

西部瀬戸内海におけるシャットネラの初期出現域は、周防灘の西部および南部海域 (水塊I) を中心とし、中央海域 (水塊II) にまで及ぶ (図2)。水塊Iはほぼ水深15～20m以浅の浅海域であり、他の水塊と比べて高水温、低塩分で栄養塩にも富み、流れが弱いため高水温期には成層が発達し、下層の貧酸素化が生じ易いという特徴を持つ。

2) シャットネラの初期出現と下層の水温の関係

平成元年から4年を通じて、水塊Iにおいて下層水温がほぼ15℃ (上・中層水温はほぼ17℃以

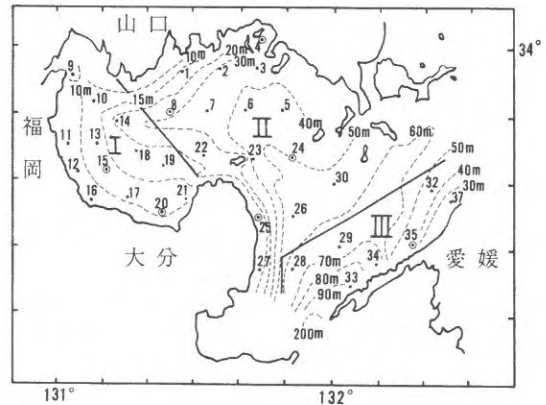


図1 調査点の位置および水塊区分 (I, II, III) ◎は代表調査点, 等深線を点線で示す。

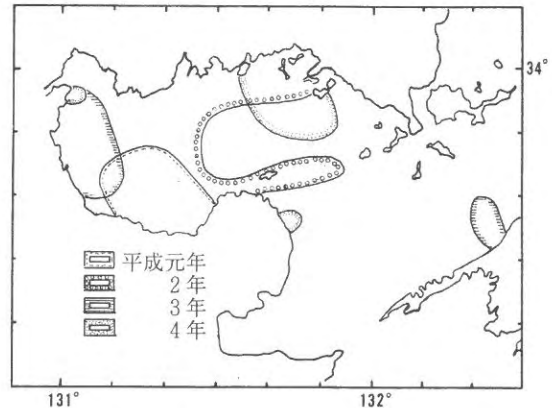


図2 平成元年から4年における *Chattonella (antiqua + marina)* の初期出現域。

上)に達した地点で、初期出現が認められる傾向にあった。

3) シャットネラの分布、増殖

シャットネラは初期出現以降、水塊IおよびIIにおいて主に分布、増殖し、そこでの鉛直平均水

温がほぼ20～22℃になる7月中旬に密度のピークに達した。鉛直的には、密度は上層(0.5m深)、中層(5m深)および下層(底上1m)でともにほぼ同レベルにあり、特定の層に集中するという傾向はみられなかった。

なお、平成元年～3年に比べて、今年度は7月中の密度レベルが低く、ピーク時の密度が約1/100と大幅に低下した(図3)。

4) 珪藻の出現状況

珪藻の出現状況について、平成元年～4年を通してみると、密度は4カ年ともほぼ同レベルであり、6月から8月まで100細胞/ml前後で推移している。シャットネラと珪藻の密度は、栄養塩(DIN)が比較的少ない場合には互いに拮抗する傾向にあり、特に平成元年の調査では、シャットネラのピーク時において珪藻の密度が一時的に減少した。

5) シャットネラと栄養塩の関係

平成3年には夏季における降水量が多く、DINが他の年より著しく多かった。一方、シャットネラの密度は上述したように極めて低かった今年

度を除き、元年から3年まであまり変わなかった。本調査海域において、栄養塩濃度の差異がシャットネラの密度変化にどの程度影響するかは現在のところ明かでない。

6) AGP試験

今年度の夏季において、周防灘沿岸水(水塊I)が保持したシャットネラの増殖ポテンシャルは、播磨灘でのそれと比べて著しく低い値を示した(図4)。

7) 流況

今年度は調査点15で流向、流速観測を行った。潮流成分は上層で最大約50cm/sec、下層で約20cm/secであった。残差流成分は上層で最大約20cm/sec、下層で最大約10cm/secであり、全体的に上層、下層ともに南向きの成分が卓越していた。

8) その他

今年度は、水温、塩分、栄養塩濃度変化とともに、平成元年とよく似たパターンで推移しているにもかかわらず、シャットネラの密度は著しく減少しており、この点を解明することが今後の課題として残されている。

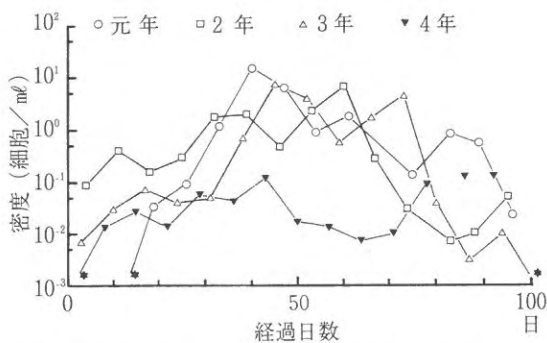


図3 平成元年から4年における調査海域全域での *Chattonella (antiqua + marina)* の平均密度変化(★は非出現)。5月25日を経過日数の起点とした。

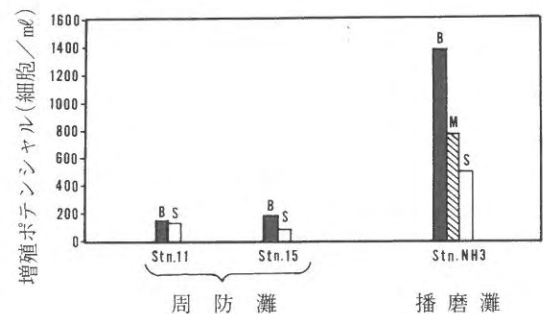


図4 周防灘沿岸海水と播磨灘沿岸海水の保持する *Chattonella* の増殖ポテンシャルの比較。周防灘は5月下旬から8月下旬までの計14回の調査結果の平均、播磨灘は6月中旬から8月下旬までの計9回の調査結果の平均で示す。Sは上層、Mは5m層、Bは下層。

水質監視測定調査事業

江藤 拓也・神蘭 真人・荒田 敏生

公共用水域の水質汚濁防止を目的として、福岡県が行う豊前海の水質監視測定調査の一部を分担し調査を実施した。なお、この調査は福岡県環境整備局の委託によって行ったものであり、その結果を報告する。

方 法

調査定点を図1に示した。調査は、5月8月11月及び2月に実施した。

試料の採取は、満潮・干潮の2回に各調査点の0 m, 5 m層で行った。

当研究所担当の調査項目は、一般気象、海象、生活環境項目（pH、DO、COD、全リン、全窒素）その他の項目（塩素イオン、窒素化合物、リン化合物）である。

なお、大腸菌、N-ヘキサン、MBAS及び健康項目については、公害センターが分析を担当した。

結果および考察

詳細な結果は、環境白書で報告されているので、当研究所で担当した水質測定結果の概要を表1に示した。

CODでは、8月にS-4で2.11 mg/lの値があったほかは、1.15～1.96 mg/lの範囲で推移し、A類型の基準値2 mg/lをクリアしていた。

pHは、8.2～8.4の範囲で平年並み、DOは各調査点とも8月にやや低い値を示したが、75%値では、いずれもA類型の7.5 mg/lの基準を満たしていた。

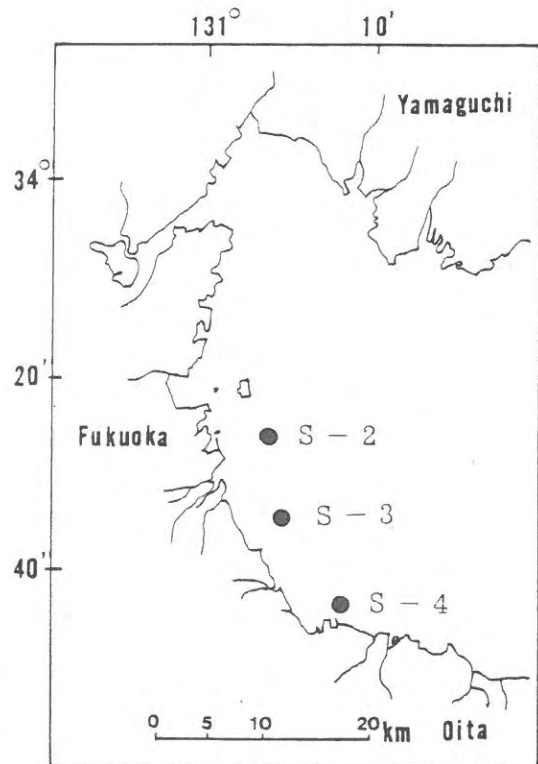


図1 調査定点

表 1 水質測定結果

	(最小)	(25%)	(50%)	(75%)	(最大)
S-2					
PH	8.25	8.26	8.27	8.33	8.35
COD mg/l	1.15	1.35	1.45	1.65	1.91
DO mg/l	5.45	7.58	7.83	8.50	8.96
SS mg/l	11	12	13	14	16
S-3					
PH	8.20	8.25	8.28	8.30	8.36
COD mg/l	1.20	1.36	1.46	1.54	1.98
DO mg/l	6.49	7.47	7.66	8.41	8.84
SS mg/l	9	10	12	14	16
S-4					
PH	8.22	8.23	8.27	8.31	8.40
COD mg/l	1.17	1.33	1.52	1.80	2.11
DO mg/l	4.46	7.25	7.69	8.72	9.14
SS mg/l	8	12	13	15	19

干潟域生物生産力調査

—吉富干潟の底質—

江藤 拓也・神菌 真人・荒田 敏生

目 的

吉富干潟は山国川河口に広がり、冬季はノリ養殖、春から秋にかけてはアサリ等の採貝が行われている。干潟の漁場特性を把握するため底質について調査を行った。

方 法

図1に示す22点でサンプリングを行った。

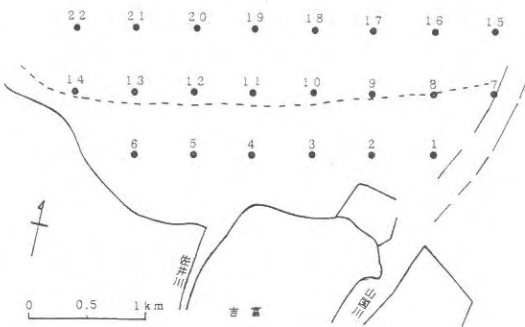


図1 干潟調査定点

スミス・マッキンタイヤー型採泥器(22×22 cm)を使用し採泥を行い、その一部をアクリル瓶に密閉、保冷し実験室に持ち帰り分析に供した。水分と強熱減量は常法で、全チッ素と全炭素はNCアナライザー(住友化学製)を用いて分析した。調査日時は平成4年12月22日である。

結果および考察

1. 底質環境

底質の分析結果を図2～7に示す。

中央粒径値は0.06～0.60 mmの範囲にあり、平均値0.25 mm、標準偏差0.21 mmである。分布の特徴としては、山国川、佐井川河口域で高い値を示し、0 m以深の北西側で低い値を示していた。

水分は18～72%の範囲にあり、平均値31%、標準偏差13.37%である。分布の特徴としては、佐井川河口域で高く、干潟の北西側で水分含量が低い。

強熱減量は0.39～5.05%の範囲にあり、平均値1.20%、標準偏差1.11%である。分布は佐井川河口域で0.5%以下の低い値がみられ、北西側では3%以上の高い値を示している。

全チッ素量は範囲0.04～2.25 mg/dryg、平均値0.35 mg/dryg、標準偏差0.56 mg/drygである。分布の特徴として干潟北西側で高い値がみられる。

全炭素量は0.24～24.74 mg/drygの範囲にあり、平均値3.84 mg/dryg、標準偏差6.41 mg/drygである。北西側で高い値を示している。また、0 m以浅では、干潟中央部でやや高い値がみられる。

C/N比は範囲6.0～12.2、平均値8.2、標準偏差2.1である。分布は、強熱減量、全チッ素量、全炭素量の分布と同じく、干潟北西側で高い値を示していた。

2. 干潟区分

底質の分析結果をもとに、クラスター分析法を用い、干潟区分を行った(図8)。大きく分けて2つに区分できた。すなわち、中央粒径値が大きく、有機物量の少ない0 m以浅の部分と中央粒径値が小さく、有機物量の多い0 m以深の部分である。

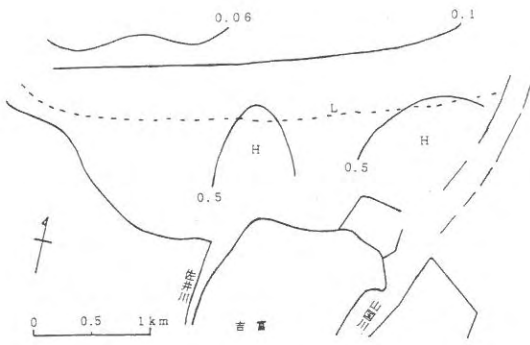


図2 中央粒径値 (mm)

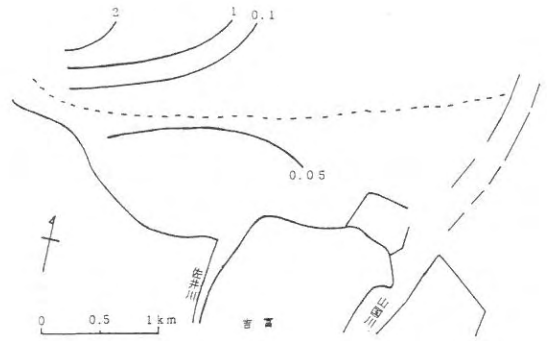


図5 全チッ素量 (mg/dryg)

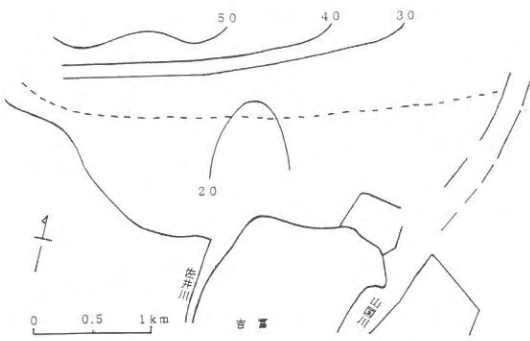


図3 水分 (%)

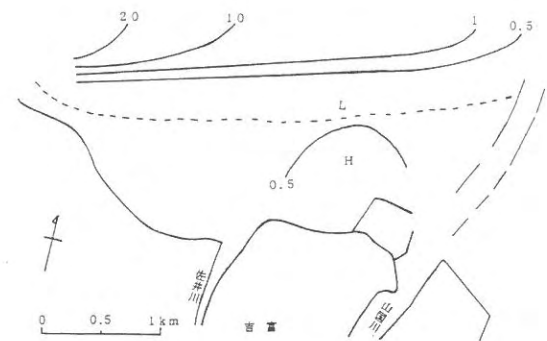


図6 全炭素量 (mg/dryg)

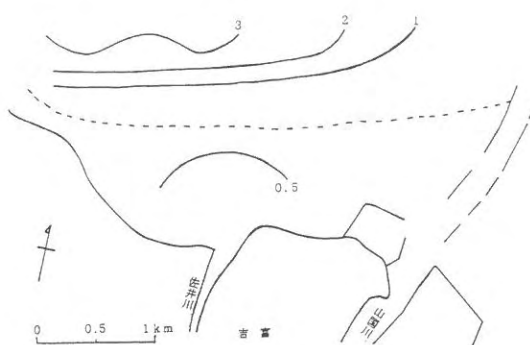


図4 強熱減量 (%)

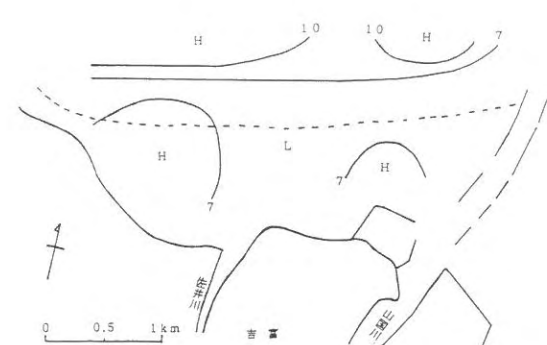


図7 C/N比

今後の課題

干潟環境は、季節によって大きく変化する。よって、干潟の状況を的確に把握するには、今後も継続した調査を行う必要がある。

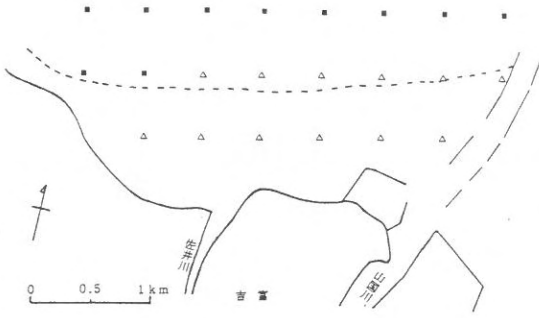


図8 クラスタ分析による干潟区分

貧酸素水塊被害防止対策事業

—貧酸素水塊予察モデルと漁業被害防止技術の研究—

神菌 真人・江藤 拓也・荒田 敏生

豊前海での貧酸素水塊形成機構の解明を行い、その発生を予測する数値モデルを構築し、あわせて漁業被害防止技術の検討を行うことを目的とする。

調査方法

調査は、平成4年6月から9月にかけて原則として毎週1回、図1に示す12点で行った。全調査点でSTD（アレック電子社製 AST1000 M）を使い表層から底層まで0.5 m間隔で水温と塩分を測定するとともに、DOメーター（YSI社製 M58）

を用いて表層（0.5 m深）、中層（5 m深）および底層（底上1 m）の溶存酸素（DO）を測定した。Stn. 4（沿岸域）とStn. 12（沖合）の2点では表層から底層まで1 m間隔でDO測定を行い、表層と底層からバンドーン採水器を使って採水を行うとともに、KK式柱状採泥器を用いて採泥し、表面から数mmの泥（底層堆積物）を分取し、実験室に持ち帰った。海水については無機三態窒素（DIN）、クロロフィルa（Chl.a）、フェオ色素、懸濁態有機炭素（POC）およびBODビンを使用して底層水の酸素消費速度を測定した。底層堆積物についてはフェオ色素、総有機炭素（TOC）およびBODビンを使用して酸素消費速度を測定した。St. 4では6月から8月にかけて延べ8回、1昼夜錨泊し、ベルジャータイプのチャンバーとBODビンを使用して、底層水と底泥の酸素消費速度を現場で実測した。

結果および考察

1. 豊前海における酸素消費速度の変動要因

平成3年の調査結果から、豊前海の貧酸素水塊形成は、成層構造の強化という物理過程だけでなく、酸素消費速度の急激な増大を考えないと説明できないことが分かった。ここでは、1) 水中の栄養塩量、植物プランクトン量および有機物量、2) 底層堆積物中の有機物量、3) 海水および底層堆積物の室内で測定した酸素消費速度、4) 現場で測定した酸素消費速度などを通して、貧酸素水塊形成に係わる酸素消費速度の変動要因について考察する。

① 沿岸域と沖合での水塊構造と底層水DO濃度の変化

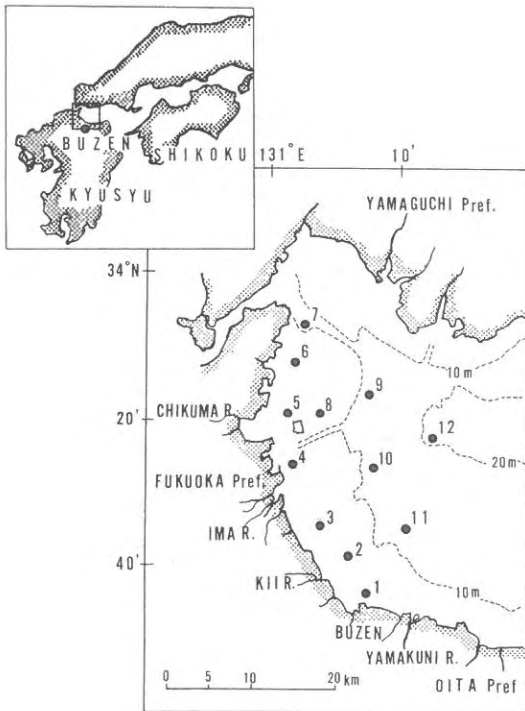


図1 調査海域の概要と調査点、等深線を点線で示す。

Stn. 4 (沿岸域) と Stn.12 (沖合) の底層水 DO 濃度の変化を AOU (みかけの酸素消費量, Apparent oxygen utilization) で表し, 図 2 に, 密度の鉛直プロファイルの変化を図 3 に示した。AOU の変化をみると, 沖合では 7 月下旬から 8 月中旬にかけてやや低下傾向を示すものの, 全体としては 2 mg/l 前後のほぼ一定した値を示している。沿岸では 1 mg/l 以下の値で推移することが多いが, 7 月 14 日, あるいは 8 月 11 日にみられるよう急激な酸素消費量の増大が観察される。この様な底層水酸素消費量の変動パターンの沿岸と沖合地点での相違は昨年も得られた。次に, 密度の変化をみると, Stn. 4 では水深が 10 m 程度と浅いにもかかわらず, 7 月 14 日~28 日および 8 月 11 日~19 日にかけて 3~4 m 深に密度躍層が形成されており, 酸素消費量の増大が観察された時期と一致している。一方, 水深 24 m の Stn.12 では観測期間中 10~15 m 深に比較的顕著な密度躍層が形成されていた。

② 沿岸域と沖合での酸素消費速度

沿岸と沖合の底層水および底層堆積物の室内で測定した酸素消費速度, 底層水中の POC 量, および底層堆積物中の TOC 量とフェオ色素濃度を 6 月~8 月の観測における測定値から, それぞれ平均値を求め図 4 に示した。但し, 底層水中の POC については門谷, 岡市 (1987) に従い, 両測点での観測毎の POC と Chl. a の関係 (図 5) から Chl. a 由来の炭素量を計算し, 実測した底層の POC 量から Chl. a 由来の炭素量を除いた値を平均して求めた。すなわち, ここで示した値は非植物プランクトンとフェオ色素由来の炭素量を示している。

酸素消費速度をみると, 底層水および底層堆積物共に, 沖合と比べて沿岸で高い値を示しており, 沖合と比較して沿岸域での酸素消費速度のポテンシャルが高いことが分かった。底層水中の POC 量をみると, 沿岸域で高い値を示しており, このことは沿岸底層水中に多量の有機物質が存在していることを表しており, その分解の結果として沿岸底層水の酸素消費速度のポテンシャルを高めて

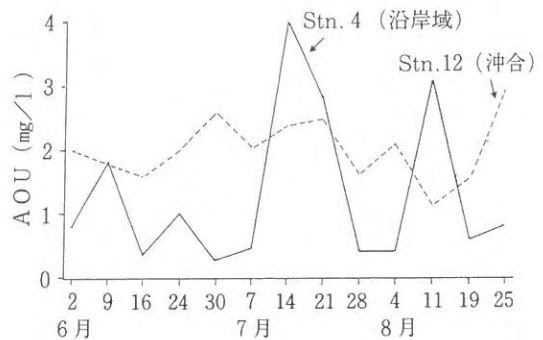


図 2 底層水の AOU (みかけの酸素消費量) の変化。

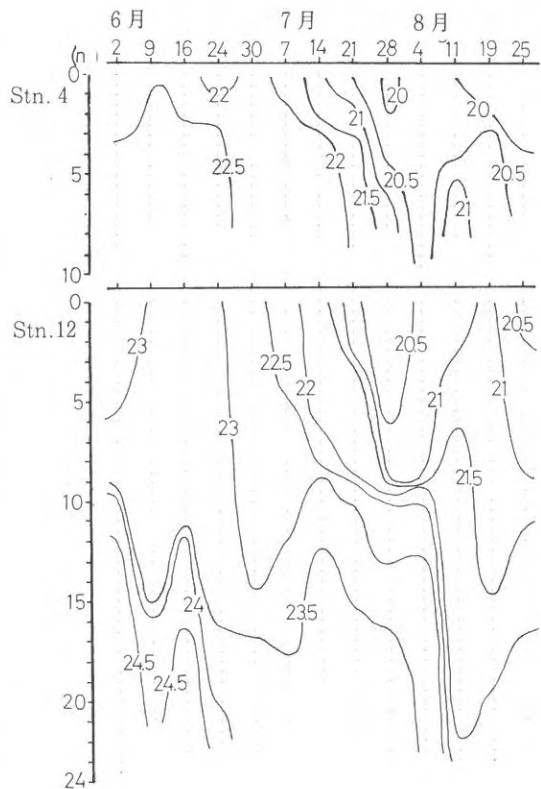


図 3 密度の鉛直分布の変化。

いるものと考えられる。一方, 底層堆積物中の TOC とフェオ色素をみると, TOC は沖合と沿岸での値とに大きな差はみられないが, フェオ色素は沿岸での値が高い。沖合において, 沿岸と比較して TOC 濃度に差がみられないにもかかわらず酸素消費速度が低いのは, 沖合では水深が深いため底層に堆積する沈降粒子の大部分が沈降途中で

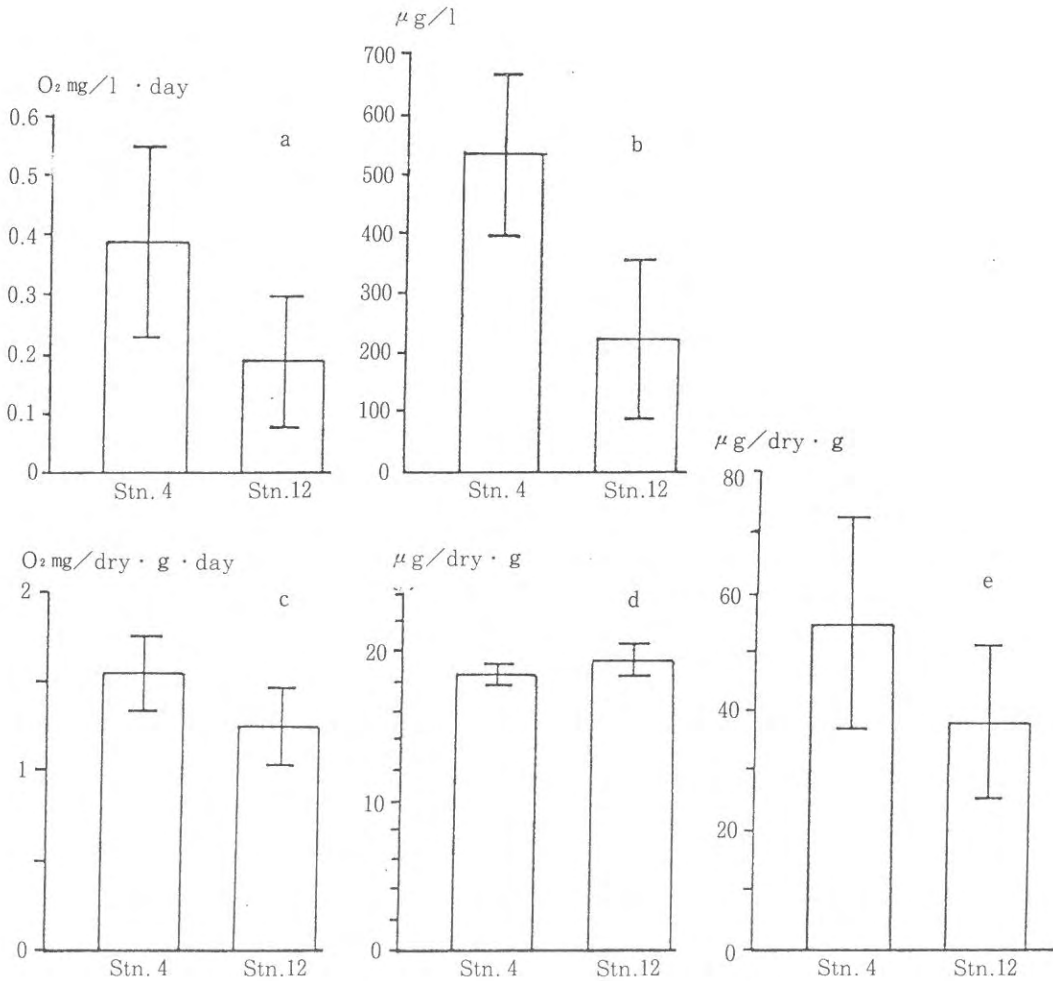


図4 沿岸域 (Stn. 4) と沖合 (Stn. 12) での層水と底層堆積物の酸素消費速度, 底層水中の POC 量, 底層堆積物中の TOC 量およびフェオ色素量の比較。6月から8月の計13回の平均値 (平均値±標準偏差)。
 a: 底層水の酸素消費速度, b: 底層水中の POC 量 (Chl. a 由来の炭素量を除く), c: 底層堆積物の酸素消費速度, d: 底層堆積物中の TOC 量, e: 底層堆積物中のフェオ色素量

分解され, 比較的難分解性の有機物が堆積しているためと考えられる。沿岸ではフェオ色素を含む比較的新しい有機堆積物が存在し, これらの分解の結果として, 沿岸底層堆積物の酸素消費速度を高めているものと考えられる。

③ 沿岸域での酸素消費速度の変化に係わる生物・化学的条件

沿岸域で7月14日, あるいは8月11日に急激な酸素消費量の増大が観察された。沿岸域での酸

素消費速度の変化について生物・化学的な面から検討を行った。

図6に Stn. 4 での6月から8月までの一週間毎の鉛直安定度, Chl. a 量 (透明度の2.67倍を有光層として表層と底層の Chl. a 量から台形法により求めた単位面積当たりの値), 底層水 POC 濃度 (前項と同様の処理をした値), 底層水 DIN 濃度, 及び図7に当研究所で観測した日間降水量の時系列変化を示した。急激な AOU の増加のみ

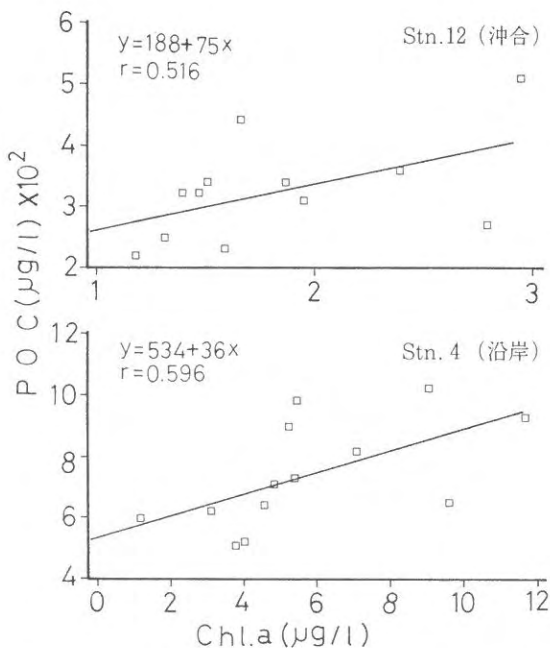


図5 Stn. 4 と Stn. 12 における底層水中の POC 量とフェオ色素量との関係。

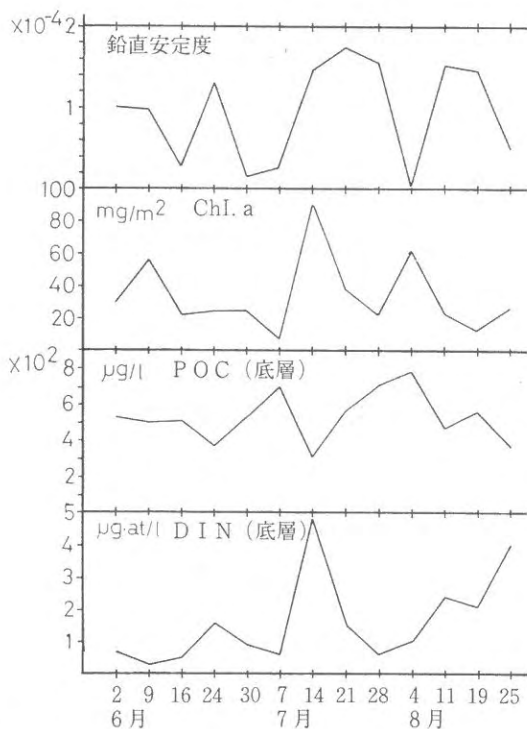


図6 Stn. 4 における鉛直安定度、単位面積当たりの Chl. a 量、底層水中の POC 量 (Chl. a 由来の炭素量を除く) および底層水中の DIN 濃度の変化。

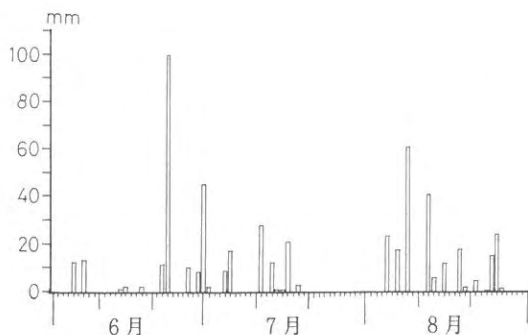


図7 当研究所で観測した日間降水量の変化。

られた一週間前、すなわち7月7日と8月4日の POC の値は高い値を示しており、底層に多量の有機懸濁物が存在していたことが分かる。7月14日と8月11日に底層水 DIN 濃度が高くなっていることから、この多量の有機懸濁物が分解され下層の酸素消費し、7月14、21日および8月11日の AOU の増加につながったことが示唆される。

この POC が何に由来しているのか考察した。降水量の変化をみると6月の後半から7月の初めと8月の前半にややまとまった降水がみられるが、底層水 POC 値の変化と対応はみられず、降水による直接的な有機懸濁物の負荷が底層水 POC 値に及ぼす影響は小さいと考えられる。次に、Chl. a の値をみると6月後半から7月7日までは低い値で推移しており、7月7日の底層水 POC 値に寄与する植物プランクトンの影響は小さいと考えられる。一方、7月14日に Chl. a は高い値を示しており、この時に増殖した植物プランクトンが7月21、28日あるいは8月4日の底層水の POC 値に影響を与えたと考えられる。さらに、鉛直安定度をみると7月7日、8月4日とも値が低く、このことは海域が混合状態にあったことを示しており、底層堆積物の巻き上がりが推察される。この巻き上がった底層堆積物あるいは植物プランクトンに由来する有機懸濁物が分解され、下層の酸素を消費したと考えられる。

ところで、7月21日と28日に鉛直安定度が高く、安定した成層が形成され、さらに底層での

表1 Stn. 4でベルジャータイプのチャンバー（暗条件）とBODビン（明・暗条件）を使って一昼夜現場測定した酸素消費量から求めた底泥と底層水の酸素消費速度とそれから計算した躍層（底上4 m）下部での酸素消費速度。正の値は酸素が消費されたことを、負の値は酸素が生産されたことを示す。

観測日	底泥 ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)	酸素消費速度	
		底層水(明ビン) ($\text{mg}/\text{l}/\text{day}$)	躍層下部 ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)
1993. 6. 10-11	351	0.41	1,991
6. 25-26	308	0.05	508
7. 8-9	736	0.33	2,056
7. 15-16	275	-0.03	155
7. 22-23	211	-0.15	-388
7. 29-30	225	-0.40	-1,375
8. 5-6	282	0.49	2,242
8. 20-21	605	0.11	1,045

POCの値が高いにもかかわらずAOUが低下している。このことについて以下に考察した。

表1にStn. 4でベルジャータイプのチャンバーとBODビンを使って一昼夜現場測定した底層水の酸素消費速度の変化を示した。正の値は酸素が消費されたことを、負の値は酸素が生産されたことを示す。7月8,9日と8月5,6日の観測では単位面積当たりの酸素消費速度は高い正の値を示しており、図2に示した7月14日と8月11日のAOUの増加につながったことが推察される。一方、7月15,16日、7月22,23日、および7月29,30日の観測ではBODビンを用いて測定した底層水の酸素消費速度は負の値を示しており、特に7月22,23日と7月29,30日の値は大きく、底泥による酸素消費を含めて計算した単位面積当たりの酸素消費速度でも負の値を示しており、下層で酸素が生産されたことを示している。

図8に一週間毎にStn. 4で測定した底層水中のChl. a濃度と観測時の水深を透明度で除した値の変化を示した。Chl. a濃度は7月21日では $7 \mu\text{g}/\text{l}$ 、28日では $5 \mu\text{g}/\text{l}$ 以上の値を示している。また、水深に対する透明度の比は7月21,28日とも2以下の値を示しており、有光層を透明度の2.67倍とすると底層まで十分に有光層内にあ

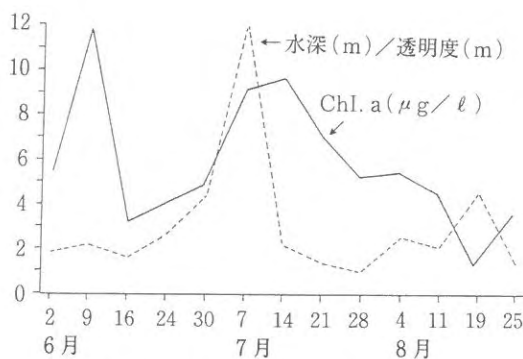


図8 Stn. 4に底層水中のChl. a濃度と水深(m)/透明度(m)の値の変化。

たことが分かる。Chl. a濃度が比較的高い値を示していることから、下層において活発な光合成が行われ酸素が生産されたものと考えられ、このことが7月21日と28日のAOUの低下につながったと推察される。

以上のように、沿岸域での酸素消費速度は、植物プランクトン由来のデトリタスや巻き上げられた底層堆積物の分解に伴う酸素消費、あるいは下層での光合成による酸素生産といった生物・化学的過程に強く依存していることが示唆された。

2. 夏季の成層構造の予測

① 数値モデル

豊前海における夏季の成層構造や残差流パターンを再現するために、河川からの淡水供給と、海面加熱による密度流を再現することを考える。

まず、周防灘を図9に示す様に徳山—国東半島で結ぶ境界線で分け、これより西側を計算領域とした。水深データと地形条件を与え、2 km×2 kmのメッシュに分割し、さらに、海域を上層(0 m~7 m)、下層(7 m~底面)の鉛直2層に分割した。境界部に当海域で最も卓越するM2分潮の振幅を与え、各地点でのM2分潮(u)を計算した。その地点での鉛直拡散係数KzはSimpson and Hunter (1974)の潮汐フロントの考え方に従って、

$$Kz = \frac{4 Kb \epsilon u^3 \rho}{3 \pi g \Delta \rho}$$

と計算される。ここで、Kbは海底摩擦係数(= 2.5×10^{-3})、 ρ 、 $\Delta \rho$ はその地点での平均密度及び上下層間の密度差、gは重力加速度(= 980 cm/sec^2)。また、 ϵ は潮流から派生する乱れエネルギーから鉛直混合に要するエネルギーの変換効率で、当海域で一様、時間的にも一定とする。 ϵ の値は1991年のStn. 4での夏季水温の時系列から0.29とした。この様に計算した鉛直拡散係数を各メッシュに与え、次に夏季(8月)の平均的な残差流パターンや成層構造を計算した。計算に際しては、上層に $300 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ の海面加熱量を与え、さらに図9に示す1~16の位置にある河川からの淡水を供給した。また、境界部には図9に示す3測点で観測した8月の表層と10 m層の水温と塩分の昭和56~60年平均値を、上層と下層にそれぞれ境界条件として与え計算を行った。

② 結果

図10にM2分潮流の上げ最強時、下げ最強時の計算結果を示す。境界部付近で1 m/sec、西側の岸近くで10~20 cm/sec程度の潮流振幅が計算

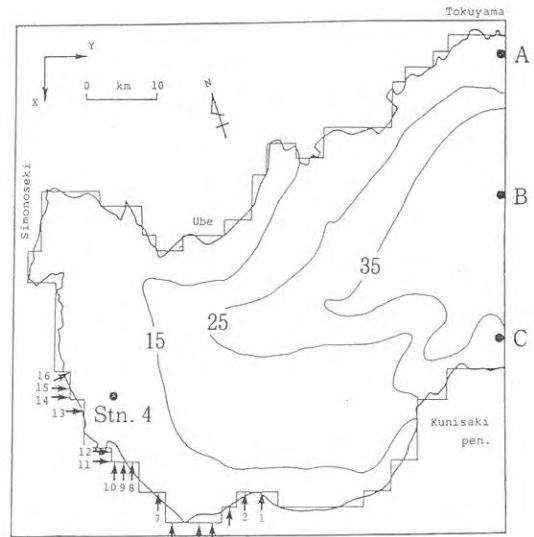
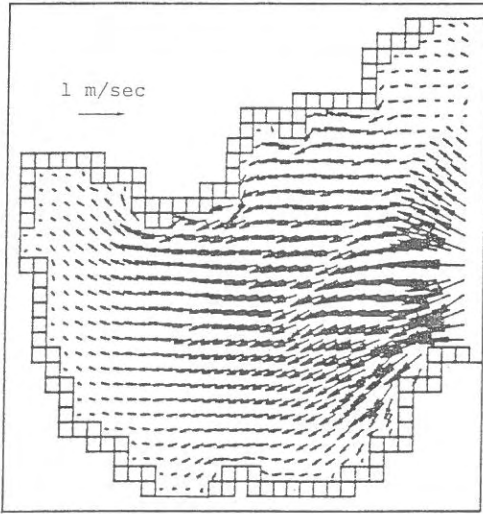


図9 計算領域

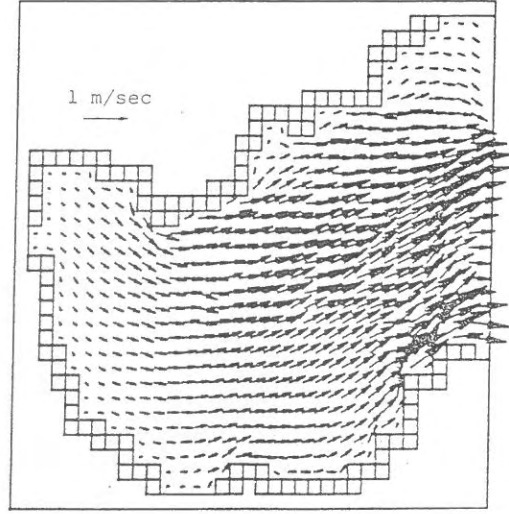
されている。これらの振幅値より算出した鉛直拡散係数とその他の諸条件を与えて計算した残差流を図11-(a)(b)に、上層の水温、塩分を図12-(a)(b)に、そして、下層の水温、塩分を図13-(a)(b)に示す。

上層の残差流は周防灘全域で反時計回りの還流系を形成しており、図14に示す既往の観測資料(三井田, 神蘭, 1990)が示すパターンとほぼ一致した。このことは、当海域で観測される反時計回りの還流系が、本モデルで計算したような海面加熱と淡水供給に起因する密度流で説明できることを意味している。

上層(0 m)の水温、塩分観測値(1991年8月の4回の観測値の平均したもの)を図15-(a)(b)に、下層の観測値(表層と同様の観測値)を図16-(a)(b)に示す。計算された上層と下層の水温、塩分分布は、その値や等値線の海岸線に平行に分布する様子が観測結果と類似しており、モデルの再現性は高いと考えられる。ただ、西側の岸近くの下層では、実際には計算結果よりも高い水温が観測されている。計算では、この付近の水深を10 mに設定したが、実際にはこれよりも浅く、このた

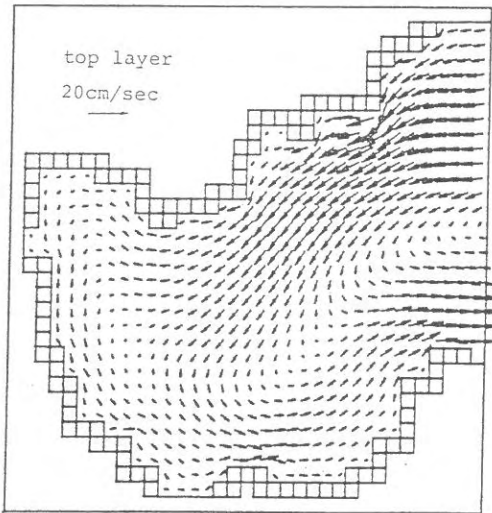


(a)

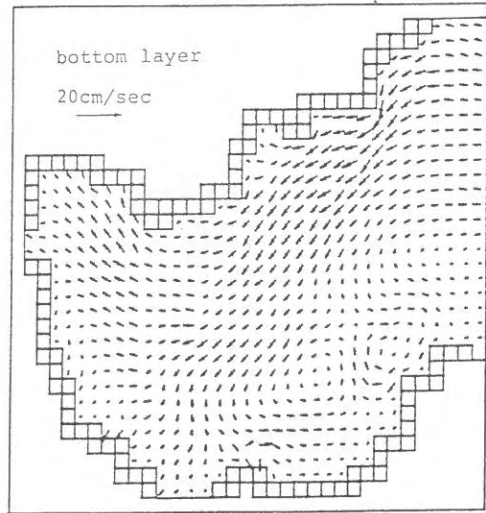


(b)

図10 M2分潮流の計算結果。上げ最強時(a), 下げ最強時(b)。

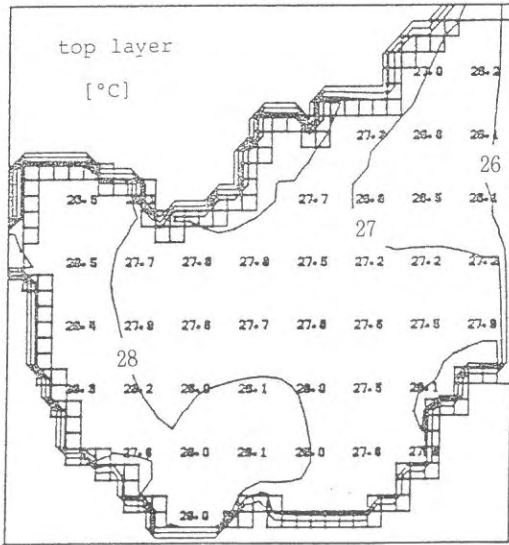


(a)

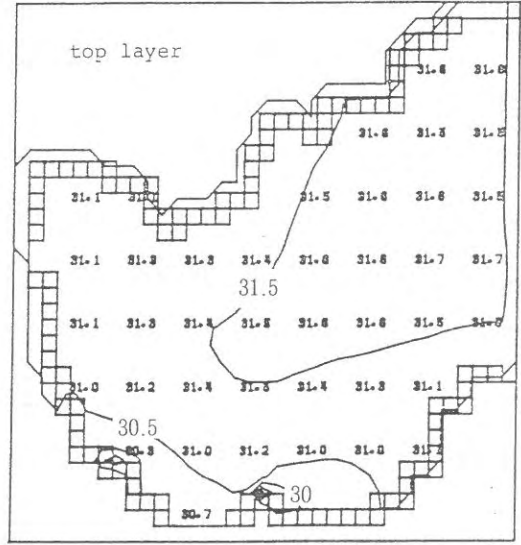


(b)

図11 残差流の計算値。上層(a), 下層(b)。

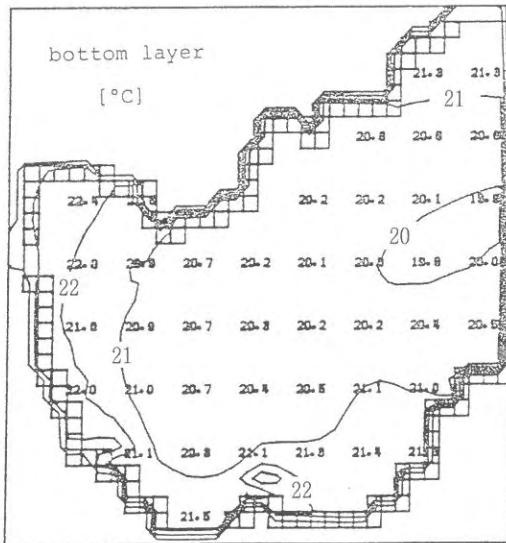


(a)

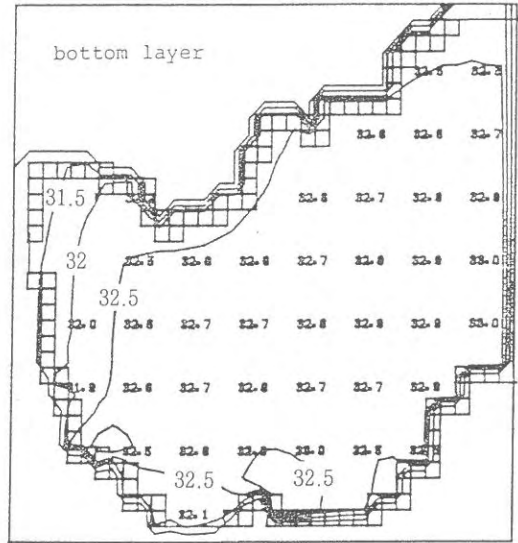


(b)

図12 上層の水温 (a), 塩分 (b) の計算結果。



(a)



(b)

図13 下層の水温 (a), 塩分 (b) の計算結果。

め鉛直混合過程が計算では過小評価され、上層の熱が十分に下層まで届かなかったものと考えられる。

以上、8月に代表される夏季の成層構造や残差流の平均的な場を、数値シミュレーションで再現した。6,7月の成層構造や残差流も淡水供給量、海面加熱量、あるいは水温、塩分の境界条件を変更することで、再現は可能であろう。

次の目標は、平均的な場に与えられるイベント的な擾乱に伴う流動や成層構造の時間的変動を、精度よく再現することである。そして、その様なプロセスに伴う底層堆積物の巻き上げ、貧酸素化の進行を数値モデルによって表現することを目指していく。

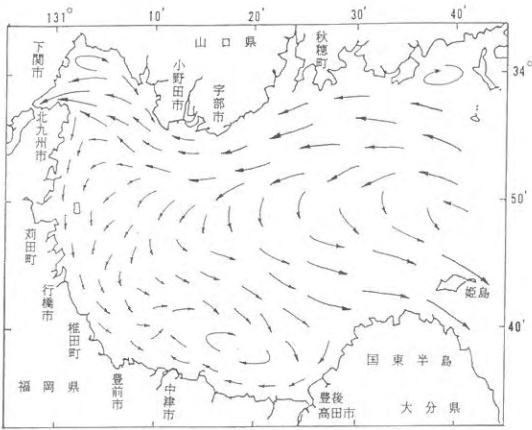
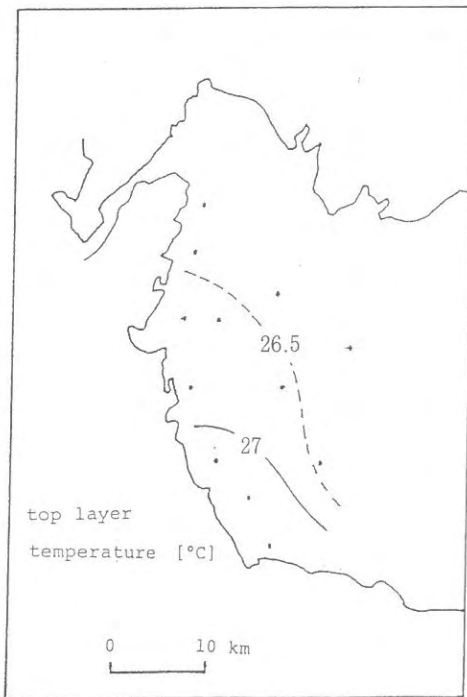
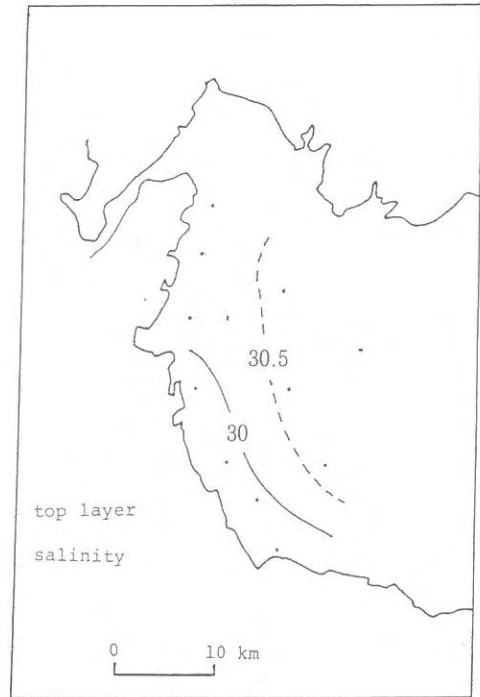


図14 周防灘における残差流模式図 (三井田, 神薗, 1990, 図-7)。

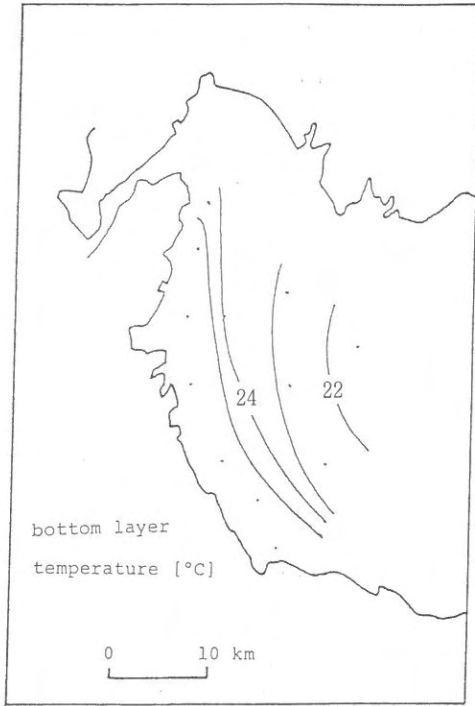


(a)

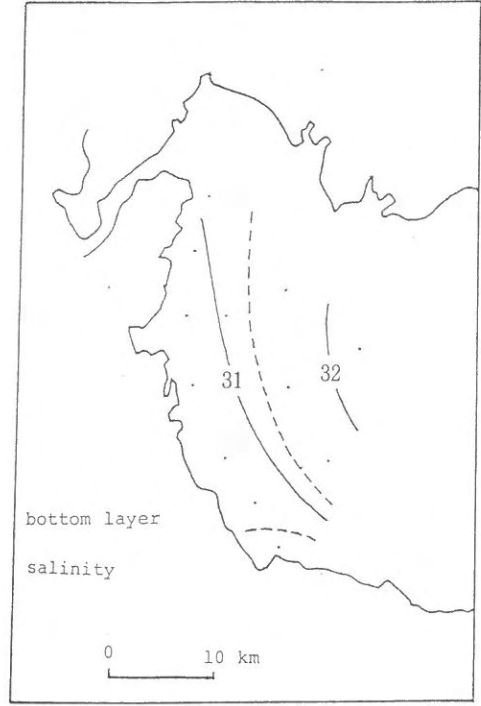


(b)

図15 上層の水温 (a), 塩分 (b) の観測値。



(a)



(b)

図16 下層の水温 (a), 塩分 (b) の観測値。

広域総合水質調査

江藤 拓也・神薗 真人・荒田 敏生

本調査は、環境庁が瀬戸内海の水質汚濁の実態を把握し、総合的な水質汚濁防止対策をはかるため、福岡県（環境保全課）に委託して行ったものであり、当研究所でその一部を担当したので、その結果について報告する。

方 法

調査定点を図1に示した。調査は、5月、7月、10月及び1月に実施した。

試料の採取は、各調査点とも0 m、B-2 m層について行った。

調査項目は、一般気象、海象、一般項目（水温、塩分、色、透明度、DO、クロロフィル-a、COD）、栄養塩類（T-P、T-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ）及びプランクトン調査である。なお、TOC、DOCについては、北九州市が分析を担当した。

結果および考察

詳細な結果は、環境庁発行の瀬戸内海広域総合水質調査結果で報告されているので、当研究所で担当した水質測定結果を表1に示した。

DOは、7月にD-10の底層で3 mg/lの低い値を示したが、そのほかは5.50～8.94 mg/lの範囲で推移し、いずれも良好であった。

CODでは、7月にD-1、D-10で2.02 mg/lの値があったほかは、いずれの調査点とも1.17～1.96 mg/lの範囲内であった。

DINは、0.004～0.216 mg/l、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は、0.002～0.013 mg/lで推移した。

クロロフィルは、1.95～10.57 mg/m³で、平均は4.57 mg/m³であった。

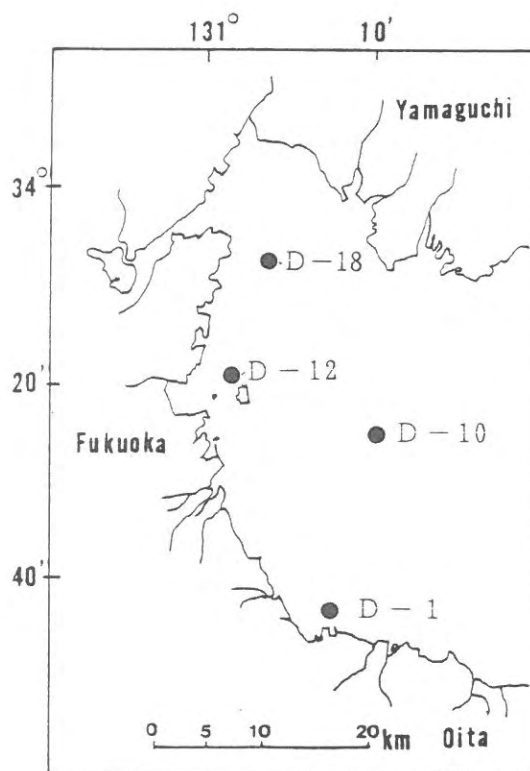


図1 調査定点

表1 水質測定結果

		平均	最大	最小
水温	℃	18.1	26.7	9.0
pH		8.26	8.37	8.02
DO	mg/l	7.28	8.94	3.00
塩分		17.96	18.35	17.32
COD	mg/l	1.43	2.02	1.17
DIN	mg/l	0.055	0.216	0.004
T-N	mg/l	0.341	0.594	0.147
PO ₄ -P	mg/l	0.005	0.013	0.002
T-P	mg/l	0.018	0.036	0.005
クロロフィル a	mg/m ³	4.57	10.57	1.95