

赤潮渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* の出現動向について -

吉田正雄・湯浅明彦・酒井基介

有害赤潮プランクトンである *Gymnodinium mikimotoi* の出現動向を把握し、漁業被害の未然防止と軽減対策に資することを目的として前年度に引き続き実施した。

調査地点および調査方法については前年度と同様に行った。以下に本年度の結果概要について報告する。

方 法

1. 調査水域および時期（図1）

1) 内の海：当水域内に6定点を設定して、平成5年4月～平成6年3月の間に、月2～4回の間隔で実施した。

2) 播磨灘南部：北難町地先に3定点を設定して、平成5年4月～平成6年3月の間に、月2～4回の間隔で実施した。

3) 橘湾および椿泊湾：両湾に各4定点を設定して、平成5年4月～9月と平成6年2月～3月の間に、月2～3回の間隔で実施した。

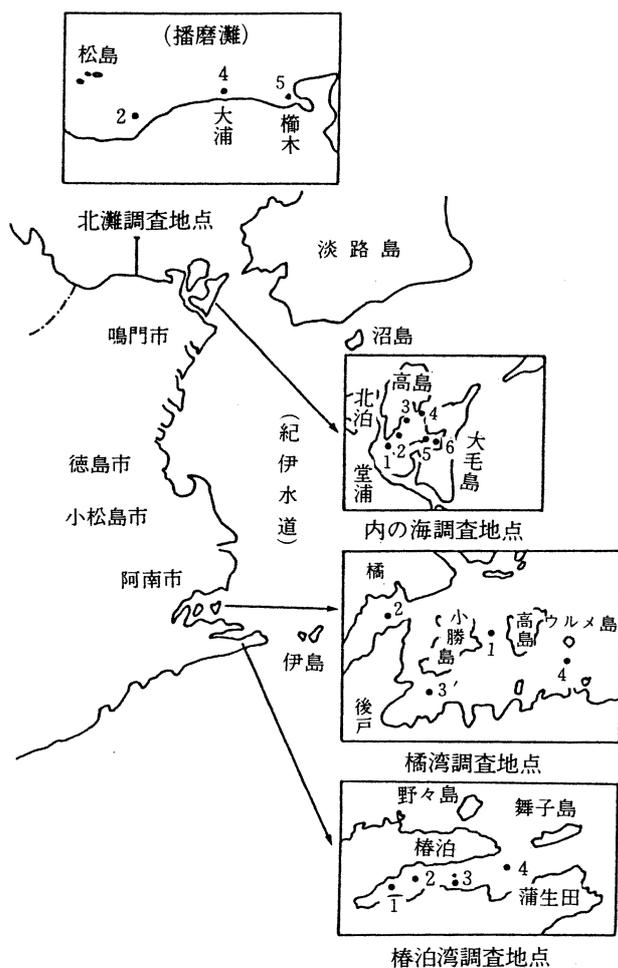


図1 調査位置

2. 調査項目

1) 気象：香川県気象月報（高松地方気象台引田観測所）および徳島県気象月報（徳島地方気象台蒲生田観測所）から引用した。

2) 海象：水温、塩分、透明度について行い、観測は1・5・10・B-1m層で実施した。水質では、溶存酸素量、栄養塩（ $PO_4 - P$, DIN , $SiO_2 - Si$ ）を1・5・10・B-1m層で測定した。但し、橘湾・椿泊湾では栄養塩の測定は行なわなかった。

3) プランクトン：内径18mmのチューブを使用して0~5m層を柱状採水した。特に内の海ではSt.3・5・6の各10m層についても北原式採水器で1,000mlを採水した。採水試料は10mlまで重力濃縮し、その内から1mlを採取してG.mikimotoi およびその他のプランクトンについて計数した。

結 果

1. 内の海

1) 気象：平成5年度における平均気温は、4~10月および翌年3月が平年値より低めで経過し、特に7~9月には0.9~1.5月平均より低めであった。なお、8月、9月の各月上旬には2以上の低めを示し異常気象の年であった。その他の月では、平年より若干の高めで経過した。降水量は、月計でみると6

～8月および11月に平年値より平均120mm/月以上の多めであった。特に、本年は台風の接近や上陸が多く見られ、この影響により7～9月の旬計では150～300mm/旬の降雨量がみられた。日照時間は、平年に比べ1～3月及び4月の間は平均18時間の多め、その他の月は平均30時間前後少なめであった。特に、夏場の7～9月には台風等の影響により40～80時間少なかった。

2)海象：地点間における大きな差は見られなかったので、St.5における各海象変動の推移を図2～7に示した。

(1) 水温は4月～9月上旬の間には徐々に昇温し、1m層では10.9～26.5，10m層では10.6～25.4の間で推移し、20℃を超えた時期は1m層が6月中旬、10m層が7月上旬で前年とほぼ同様であった。9月上旬前半～2月下旬の間は水温の降下期となり、1m層では8.2～24.2，10m層では7.7～24.3の間で推移し、上下層共に11月上旬前半に20℃を切った。次いで3月上旬からは再び上昇傾向に転じた。なお、本年の最高水温は、9月上旬前半にみられ1m層で26.5，10m層で25.4であった。また、最低水温は、2月下旬に認められ1m層で8.2，10m層で7.7であった(図2)。

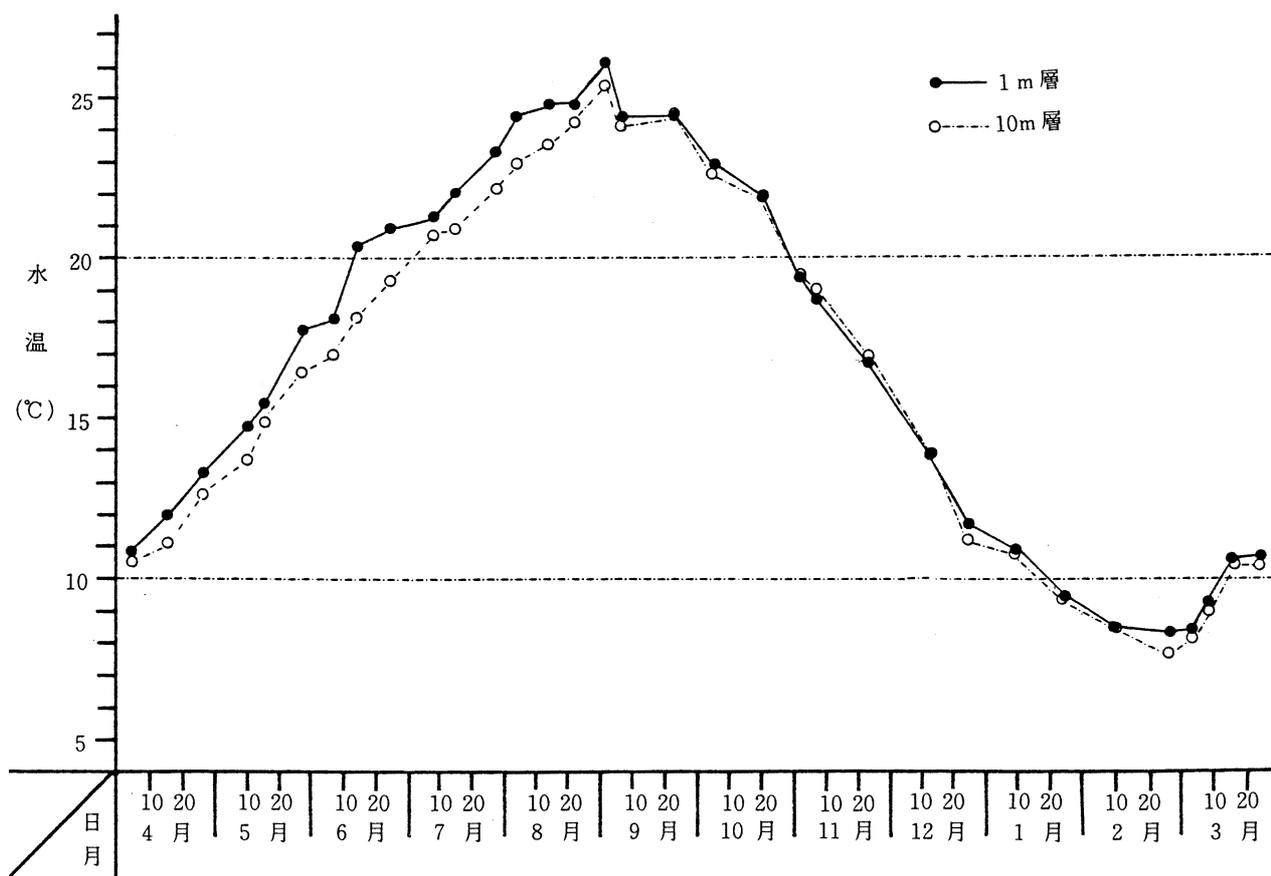


図2 内の海 St.5 における水温の推移

(2) 塩分は、1m層においては4月上旬～6月下旬の間は、32.3～32.8の間でほぼ横ばい状態で推移したが、7月上旬～8月中旬にかけて急激に低下をし、特に8月上・中旬には連続した台風の影響により本年度の最低値である29.9を記録した。その後、8月下旬～翌年2月中旬の間に上昇がみられ、8月下旬～10月下旬が30台、11月上旬～1月中旬が31台、1月下旬～2月上旬が32台となり塩分の回復がみられた。2月下旬以降は、31～32台で変動しながら推移した（図3）。

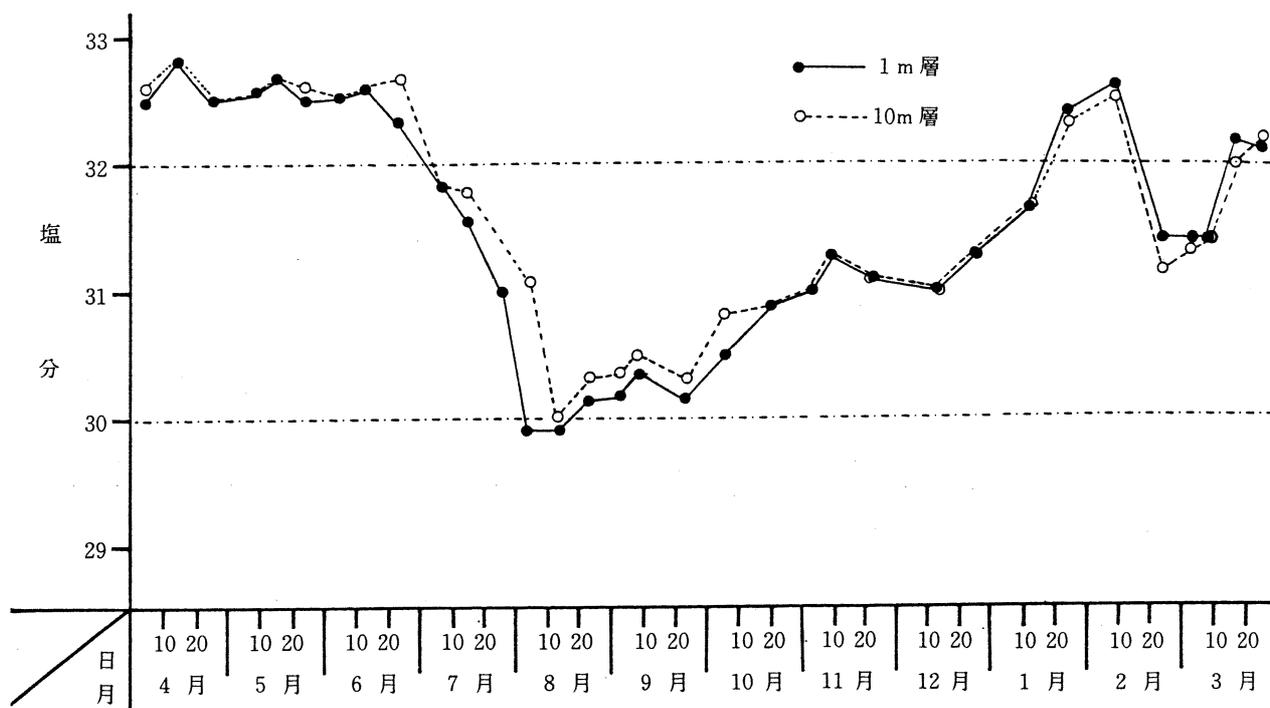


図3 内の海 St.5 における塩分の推移

(3) 酸素飽和度は、1m層では4月～7月の間は84～122%（平均110%）の間で変動し、ほぼ過飽和で推移した。8月～2月の間は72～116%（平均90.8%）の間で変動し、9月上旬を除き過飽和になることはなかったが、月別平均でみると8月が90%台、9月～10月上旬が70%台で最も低く、10月下旬～2月下旬が80～90%で推移した。その後、3月には98～106%を示した。一方、底層（B-1m層）では、6・7・8月の各中旬に52・55・57%の低い値が見られ、8月上旬には最低値の42%が認められた。なお、他の地点ではSt.6で7月上旬に31%が観測され、内の海における本年度の最低値が記録された（図4）。

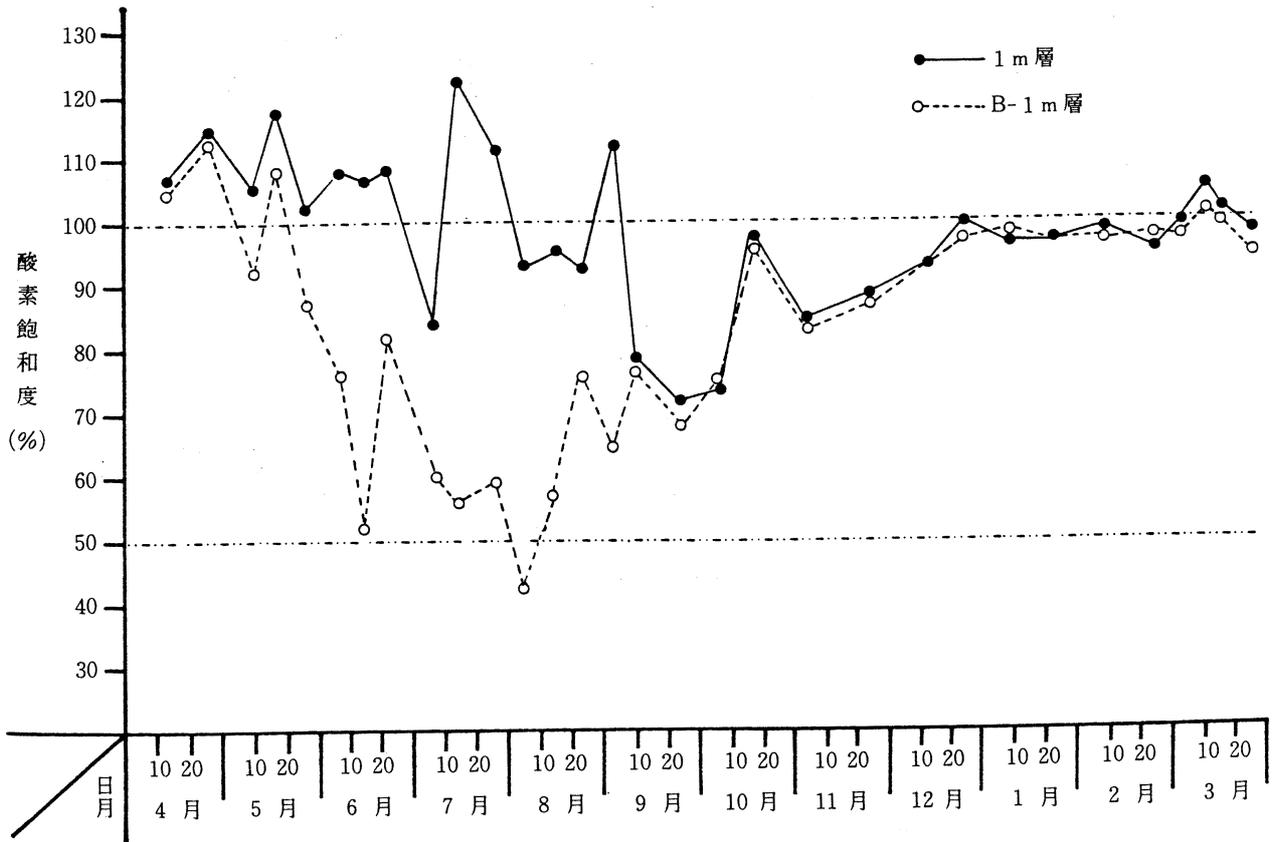


図4 内の海 St.5 における酸素飽和度の推移

(4) 栄養塩の推移は、以下のとおりであった。

$PO_4 - P$ は 1m 層で $0.01 \sim 0.50 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$ (平均 $0.20 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$) , 10m 層で $0.01 \sim 0.63 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$ の間で変動し, 7月上旬および9月下旬~10月上旬に多かった。これは本年多発した台風の影響による鉛直混合に起因するものと考えられる(図5)。

DIN は, 1m 層で $0.11 \sim 7.20 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$ (平均 $3.54 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$) , 10m 層で $0.19 \sim 7.96 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$ の間で変動した。期間前半は少なめ, 9月下旬以降は高めで推移し, $PO_4 - P$ とよく似た経過を示した(図6)。

$SiO_2 - Si$ は, 1m 層では $1.11 \sim 15.08 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$ (平均 $8.47 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$) , 10m 層では $1.35 \sim 29.00 \mu\text{g} - \text{at} / \ell$ の間で変動し, 7月・10月の各月上旬および下旬に多かった(図7)。

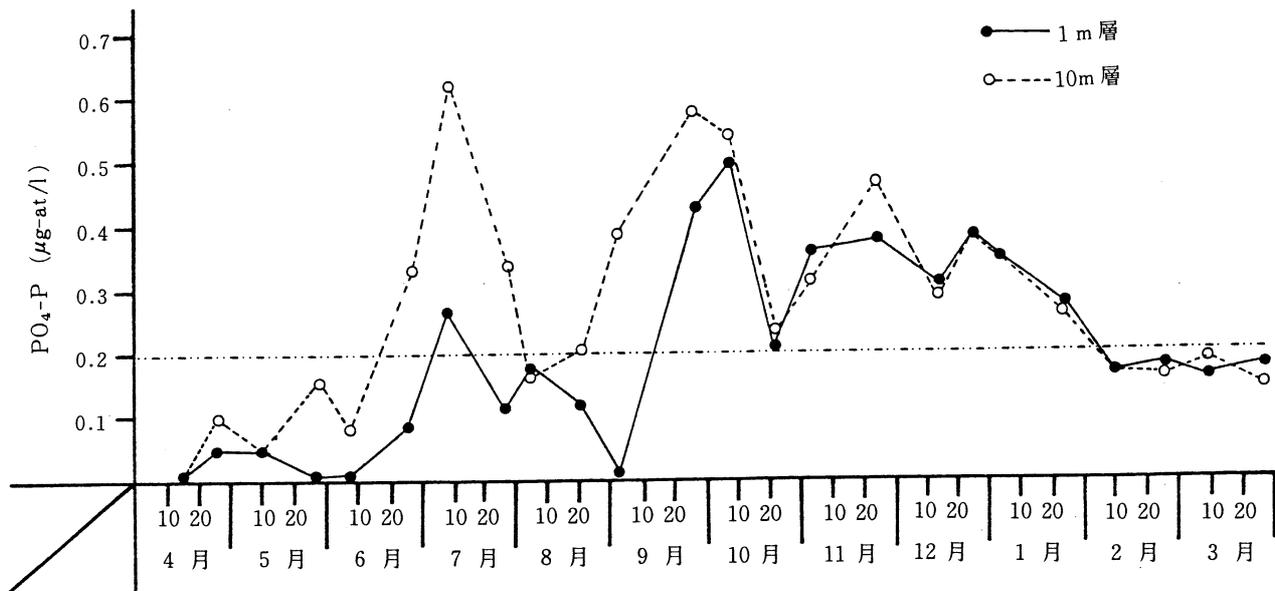


図5 内の海 St.5 における PO₄-P の推移

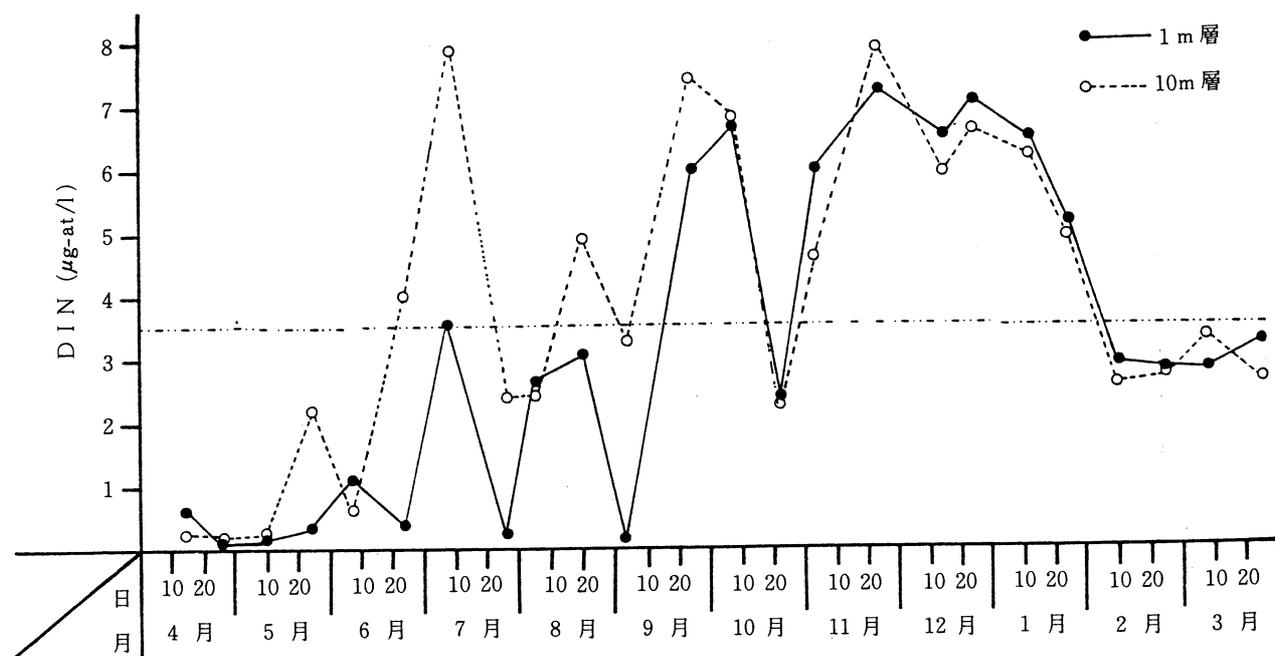


図6 内の海 St.5 における DIN の推移

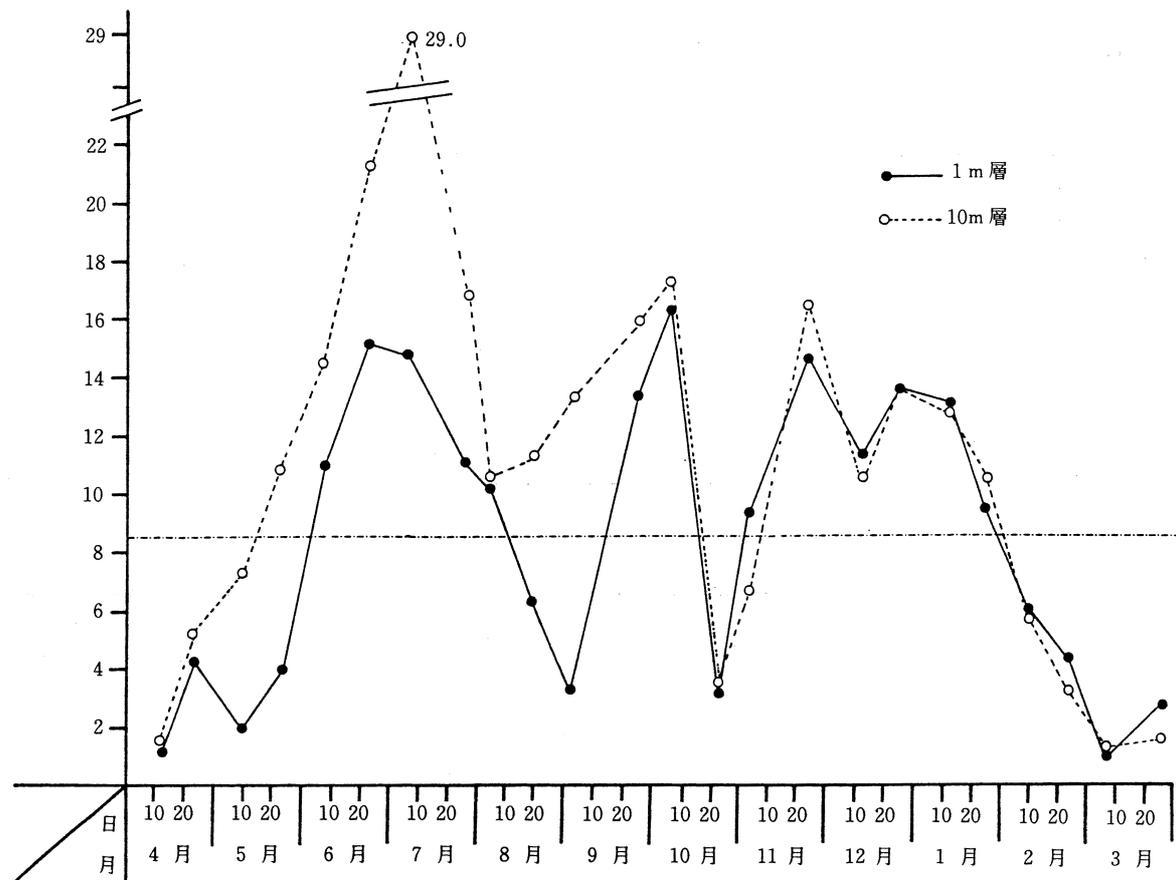


図7 内の海 St.5 における SiO₂-Si の推移

3) プランクトン

(1) *G. mikimotoi* の出現状況：周年における出現状況は、前年より若干遅めの7月下旬から2月中旬の間に検出され、増加時期は前年と同様に9月上旬に認められた。最高出現数は9月1日に St.6 の5m 層で 30cells/ml 検出されたのみで赤潮にはならなかった。また、冬期における出現数は濃縮試料から 0.01~0.06cells/ml 検出されたのみであったが、12月下旬~1月中旬にかけて若干の増加がみられた(図8)。なお、夏期の増加期は、塩分の回復期・栄養塩類は台風通過後の鉛直混合による急激な増加時期に当たっていた。地点別の出現状況は、前年と同様に内の海の海水停滞域である St.3・5・6 で多く、流動域の St.1・4 で少なかった。この傾向は冬期出現群も同様であった。*G. mikimotoi* の出現水温は、8.6~26.5 でこの内夏期出現群は平均 23.6、冬期出現群は平均 11.0 であった。塩分は、30.1~32.6 で夏期出現群は平均 30.5、冬期出現群は平均 31.8 であった。

(2) その他のプランクトンの出現状況：St.5 におけるチューブ採水法による *G. mikimotoi* 以外のプランクトンの出現動向は、出現数では 28~10,520cells/ml (平均 1,083cells/ml) の間で変動し、月別平均出現数は5月および7月が多く 2,000cells/ml 以上、少なかった月は12月と1月で 30~50cells/ml であった。また、全調査期間中の出現割合は、珪藻類が 96%、渦鞭毛藻類が 2.3% その他の鞭毛藻類が 0.9%、繊毛虫類が 0.4% の比率で出現した。時期別にみた出現組成は、鞭毛藻類が6月下

旬~7月上旬(Heterosigma,球形シャットネラ),8月下旬(Cochlodinium, Prorocentrum),12月中旬~2月上旬(Gymnodinium, Katodinium),および3月下旬(Gymnodinium, Scrippsiella)にそれぞれ30~80%(平均50%)を占めた。その他の時期は全て珪藻類が優先し,4月中旬~6月中旬に97%,7月上旬~8月中旬に88%,9月上旬~11月下旬に91%,2月下旬~3月中旬に92%をそれぞれ占めた。なお,優占種はChaetoceros, Skeletonema, Nitzschia等が主体であった(図9)。

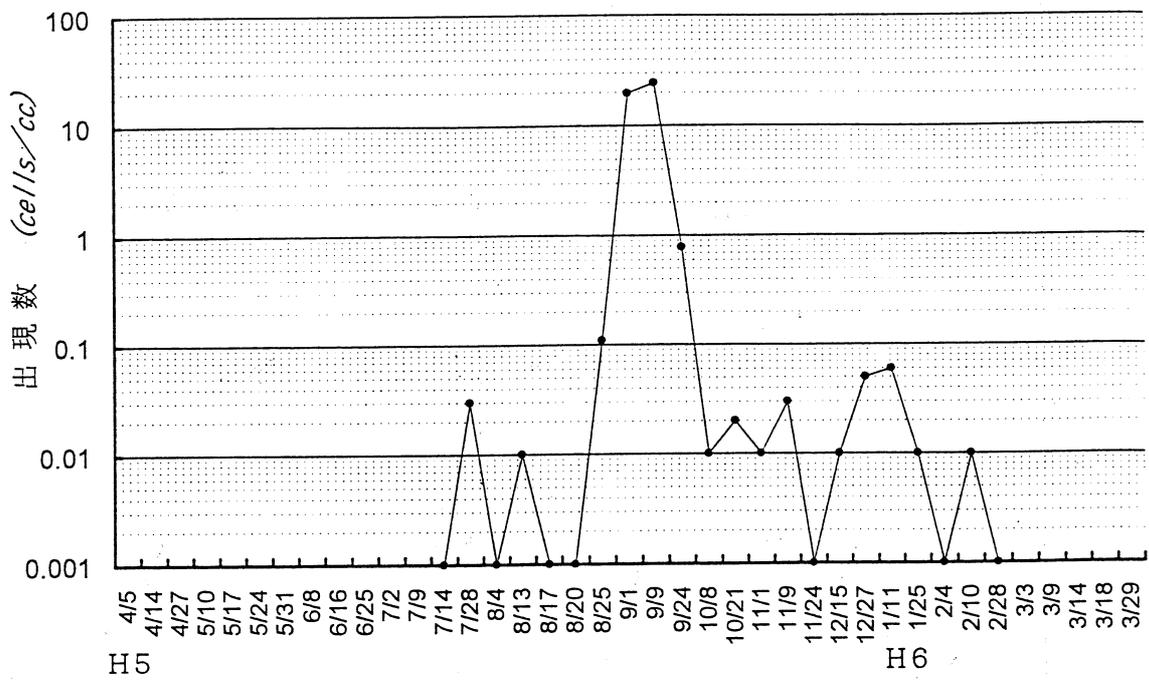


図8 内の海における *G. mikimotoi* の最高出現数の推移

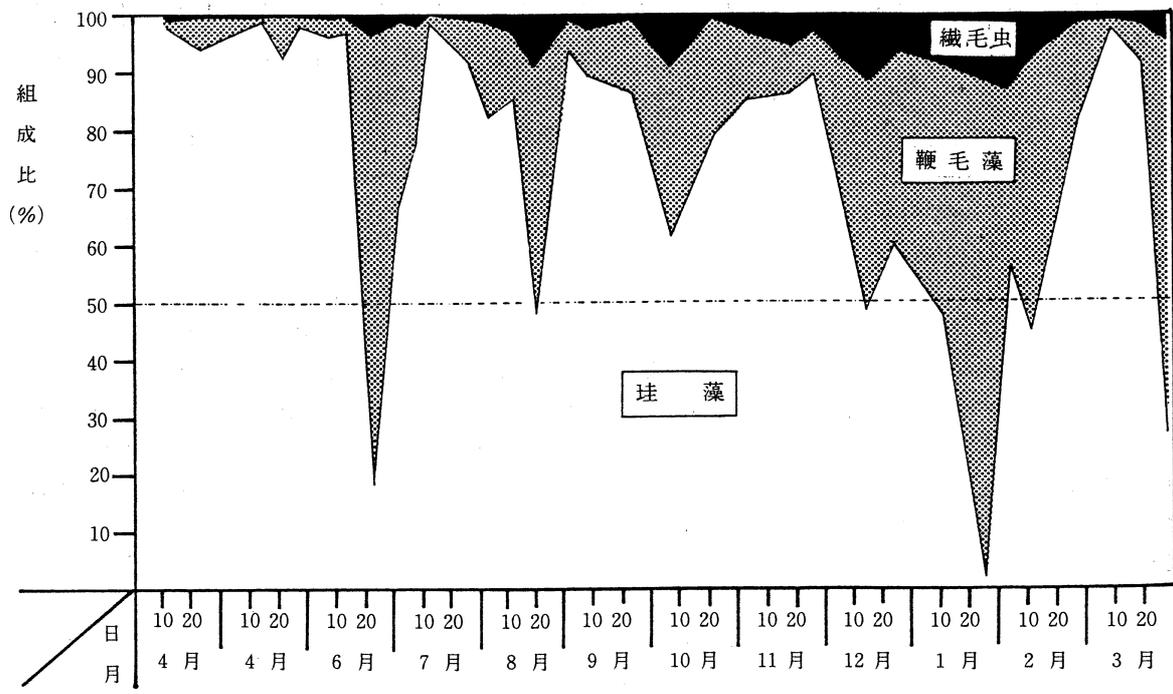


図9 内の内 St.5 におけるプランクトン組成比の推移

2. その他の水域における *G. mikimotoi* の出現動向

1) 播磨灘南部

当該水域における出現時期は、前年より早く検出され7月上旬～翌年2月上旬の間であった（図10には7月上旬の出現数が示されていない）。増殖のピークは、内の海とほぼ同時期の8月下旬～9月上旬にかけてみられたが、赤潮の形成にはいたらなかった。なお、冬期の出現は、1月上旬に濃縮試料から0.08cells/mlが検出されたのが最高であった（図10）。

一方、当水域の表層水温は、8.2～26.2℃，塩分は29.6～32.7の間で変動したが、出現時期の水温は9.3～26.2℃であった。この間、夏期出現群は21.8～26.2（平均23.9℃），冬期出現群は9.3～15.2（平均12.2℃）であった。塩分は29.5～32.4であったが、夏期出現群は29.5～31.0（平均29.9），冬期出現群は30.7～32.4（平均31.4）であった。なお、増加期の水温は前年に比べ1.1℃の高め、塩分は2.1の低めであった。

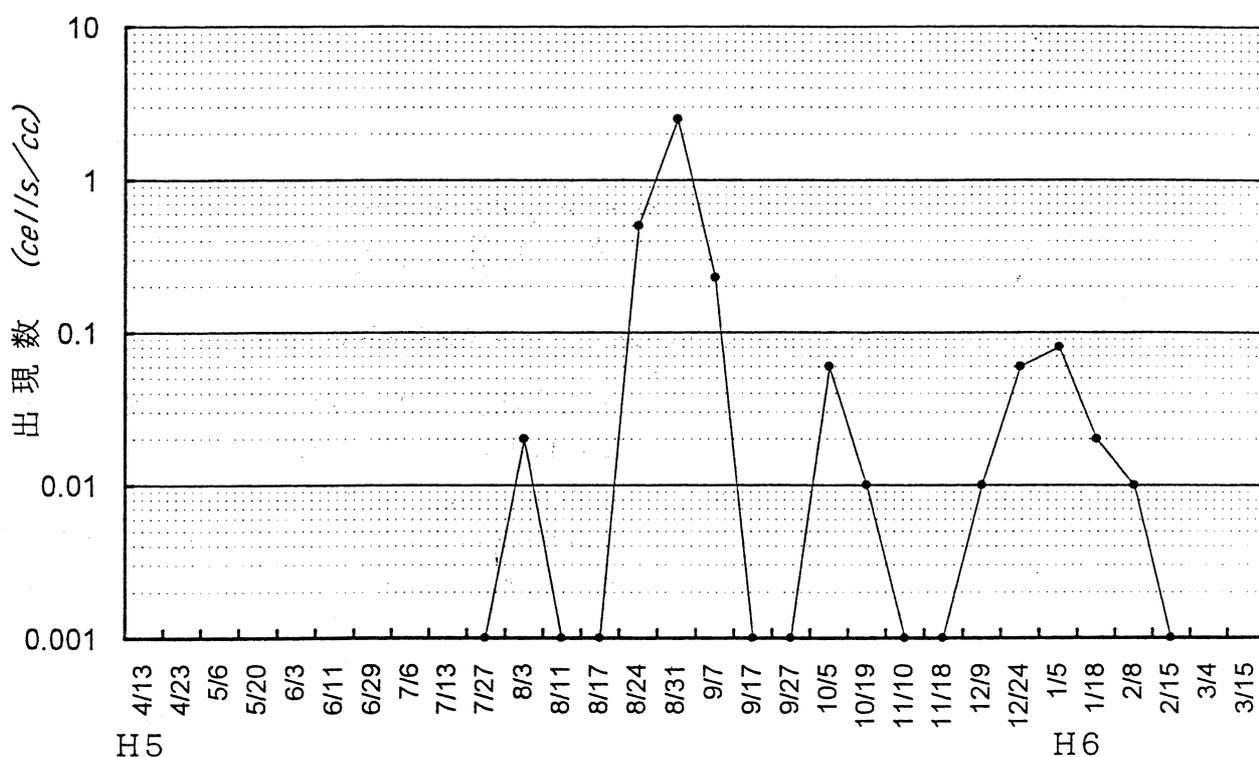


図10 播磨灘南部海域における *G. mikimotoi* の最高出現数の推移

2) 橘湾

出現時期は、前年より約2ヶ月遅い8月中旬～9月中旬および翌年の2・3月の各月上旬であった。この間明確な増加期は認められず、また生海水からは検出されなかった。最高出現数は、濃縮試料から9月上・中旬に各0.02cells/ml認められたにすぎなかった（図11）。

出現時期の水温は、9.3～27.0℃であったが夏期出現群は23.6～27.0（平均24.8℃），冬期出現群は9.3～9.4（平均9.4℃）であった。

一方、塩分は26.6～32.0であったが、夏期出現群は26.6～30.8(平均27.6)、冬期出現群は31.8～32.0(平均31.9)であった。

3) 椿泊湾

出現時期は、橘湾と同様に約2ヶ月前年より遅く検出されだし、8月中旬～9月上旬および翌年の2月上旬に認められた。最高出現数は、濃縮試料から0.03cells/ml検出されたのみであった(図11)。

一方、出現時期の水温は、夏期出現群は23.9～25.8(平均24.8)、冬期出現種は10.5であった。塩分は、夏期出現群が27.4～30.4(平均28.8)、冬期出現種が32.4であった。

なお、本年の出現環境は夏期の異常気象により橘湾・椿泊湾共に水温は夏期0.1～0.4の低め、冬期0.1～3.0の低め、塩分は夏期2.9～3.8の低め、冬期0.5～0.7の低めであった。

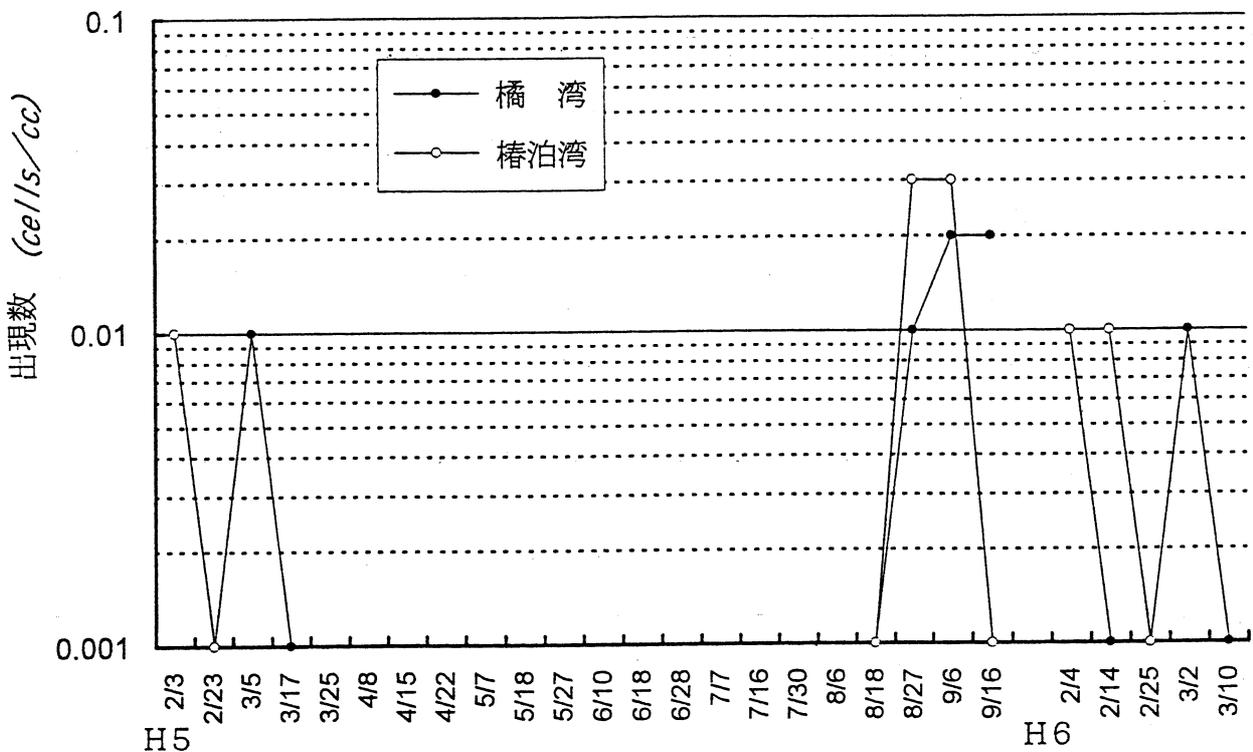


図11 橘湾および椿泊湾におけるG. mikimotoiの最高出現数の推移

4) 紀伊水道北部

里浦地先において、11月下旬～翌年1月下旬の間、濃縮試料からのみ検出された。最高出現数は、11月下旬および1月下旬に各0.02cells/ml認められた。出現水温は、9.4～15.8(平均12.2)であった。

以上の結果および平成3年、4年の調査結果を併せながら県下でのG. mikimotoiの出現状況をみると表1に示した通りである。

出現時期は、ほぼ周年であると考えられるが現時点での出現の確認は5月下旬～翌年3月下旬の間であった。この間の出現ピークは、水域別の差はほとんど見られず7月下旬～9月上旬の間であった。

出現水温は、8.6～28.2 の間で認められ、夏期出現群の増加期水温は24～26（平均24.8）、冬期出現群は8.6～16.0（平均11.3）であった。

出現塩分は、26.6～33.1の間で認められ、夏期出現群の増加期は31～32（平均31.3）、冬期出現群は31.0～32.9（平均32.1）であった。

出現数は、夏期が1～530cells/ml、冬期が0.01～0.08cells/mlの間で検出されたのみであった。

なお、赤潮形成時における水温は通常出現時に比べ高めとなり平均26.3であった。塩分は広塩性がみられ29～32台（平均31.2）で赤潮を形成したが、通常塩分より若干低めの時期に多く発生した。また、赤潮時の最高出現数は、内の海27,220cells/ml（平成2年8月）、播磨灘南部110,000cells/ml（昭和54年8月）、橘湾71,500cells/ml（昭和62年8月）椿泊湾160,640cells/ml（昭和63年8月）、その他の水域では紀伊水道で55,560cells/ml（昭和52年8月、今津沖）、155,500cells/ml（昭和63年8月、中林地先）、太平洋沿岸で20,640cells/ml（昭和63年8月、浅川湾）が検出された。

G. mikimotoi は、有害種の代表的なものであり、その赤潮は海面魚類養殖業等に多大な漁業被害をもたらしており、近年はその被害が増大する傾向にある。こうした状況の中、赤潮の発生機構および赤潮対策のための調査・研究が進められ、赤潮の発生を事前に予知する種々の方法が試みられてきたが、今だ実用化するまでには至っていない。よって、今後は簡便な方法で行える赤潮発生予知手法の早急な確立が望まれると共に、その被害の軽減を図っていくことが重要な課題となっていくものと考えられる。

表1 G. mikimotoi の出現環境（平成3年～5年）

水域	内 の 海	播 磨 灘 南 部	橘 湾	椿 泊 湾	
出 現 時 期	7月上旬～3月下旬	5月下旬～2月上旬	6月中旬～9月上旬 2月上旬～3月上旬	6月中旬～9月上旬 2月上旬	
	ピーク	8月下旬～9月上旬	7月下旬～8月上旬	7月下旬～8月上旬	
出 現 数 (最高数)	夏 期	35.0 cells/ml	530.0	8.0	1.0
	冬 期	0.06 cells/ml	0.08	0.01	0.01
水 温 (℃)	夏 期	22.0～27.0 (ピーク平均25.6)	16.1～28.0 (ピーク平均24.0)	20.7～28.2 (平均25.4)	20.0～26.9 (平均24.9)
	冬 期	8.6～16.0 (平均11.4)	9.3～15.2 (平均12.2)	9.3～12.4 (平均10.4)	10.5～10.6 (平均10.6)
塩 分	夏 期	31.1～32.6 (ピーク平均31.5)	29.5～31.6 (ピーク平均31.4)	26.6～33.1 (平均30.2)	27.4～33.1 (平均30.4)
	冬 期	31.0～32.6 (平均32.1)	31.7～32.4 (平均32.1)	31.8～32.6 (平均32.1)	32.4～32.9 (平均32.7)