

赤潮渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi*

の出現動向について -

吉田正雄・大塚弘之・萩平 将

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の一助を目的として前年度に引き続き実施した。

調査地点ならびに調査方法は前年度と同様に行った。以下に本年度の結果および昭和 62,63 年に橘湾・椿泊湾において発生した *G. mikimotoi* 赤潮についても併せてその概要について報告する。

方 法

1 調査水域及び時期

1) 内の海;6 定点を設定して平成 4 年 4 月～平成 5 年 3 月の間、月 2～4 回の間隔で実施した(図 1)。

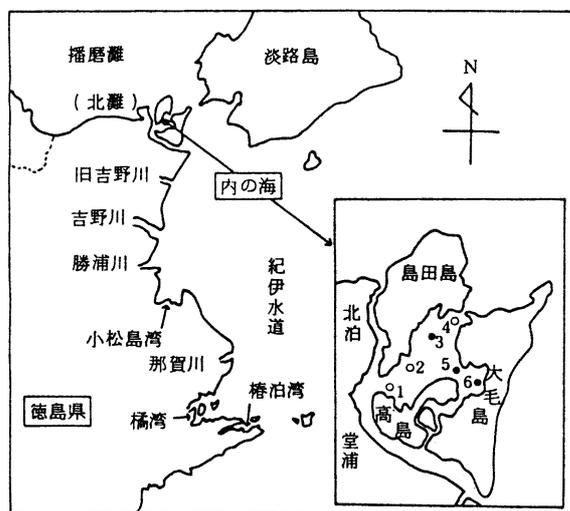


図 1 調査地点

2) その他の水域;播磨灘南部水域(北灘町地先)では、内の海と同様に周年、阿南市「橘湾・椿泊湾」では 5～9 月および翌年 2～3 月の間に各々 2～4 回/月の頻度で行った。

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) 海況；水温,塩分,透明度について行い,観測層は1・5・10・B-1m層で実施した。

3) 水質；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・椿泊湾は除く。

4) プランクトン；内径18mmのチューブを用いて0~5m層を柱状採水すると共に内の海ではSt.3・5・6の10m層についても北原式採水器で各々1ℓを採水し,濃縮後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；6~9月における気温は,6月上旬と9月上旬を除き全体的に平年より低めで推移した。日照時間は,6月上旬,7月下旬および8月下旬~9月上旬には多かったが,8月上~中旬には平年より少なめであった。降水量は,全体的に少なめで推移したが,8月は台風の影響により平年より多めであった。風速は,平均2~3m/sec前後で推移したが,8月上~中旬には5m/sec以上の強い風が観測された(図2)。

2) 海況；地点間における大きな差はなかったので図3~4にSt.5での水温,塩分の推移を示した。

水温は,6~10月には1m層で19.2~26.8, B-1m層で17.7~26.0の間で推移し,表底層の最高水温は前年より若干早く9月上旬に認められた。また,底層水温が20を超えたのは7月上旬で前年とほぼ同様であった。一方,水温成層は,7月下旬に形成されたが,8月にはいと台風の影響により消失した(図3)。

塩分は,1m層で31.1~31.9, B-1m層で31.6~32.0の間で推移し,前年とほぼ同様であったが,8月下旬には台風による影響により表層で31.1まで低下した。なお,この低塩分化の解消には約1ヶ月間かかった(図4)。

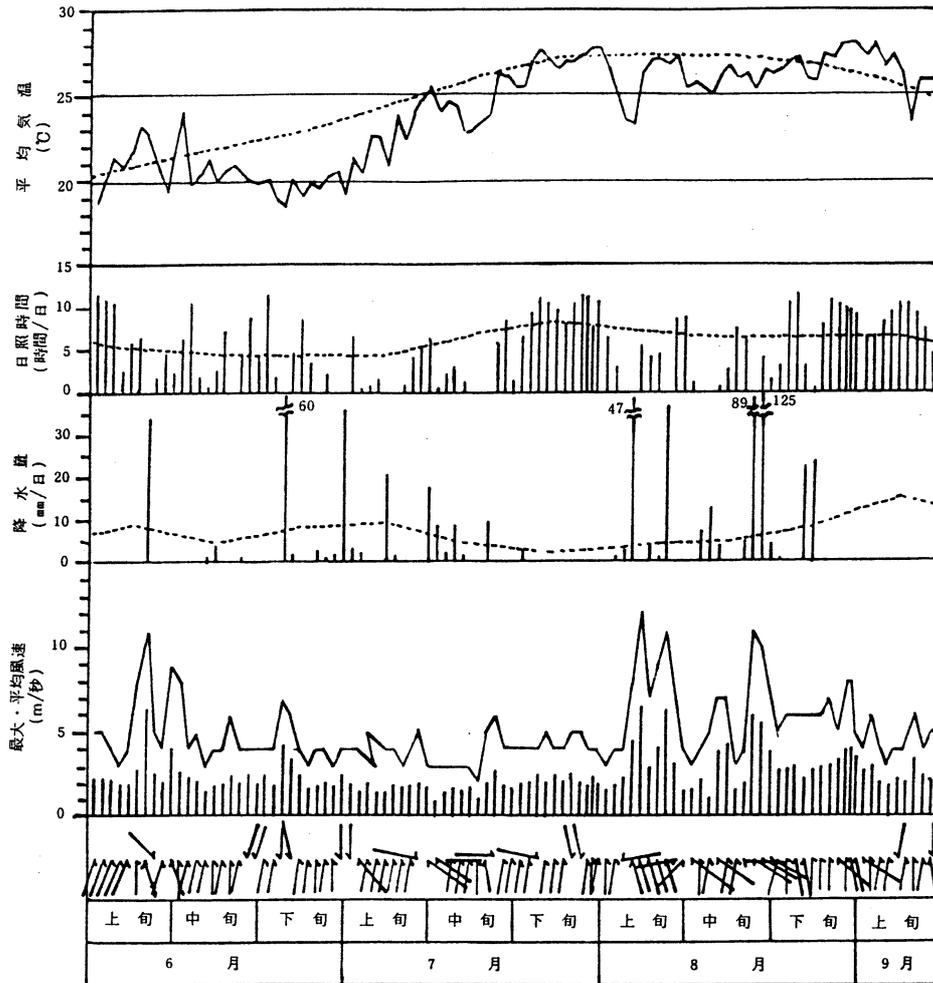


図2 播磨灘南部における気象

(高松地方気象台引田測候所観測資料による,.....平年値)

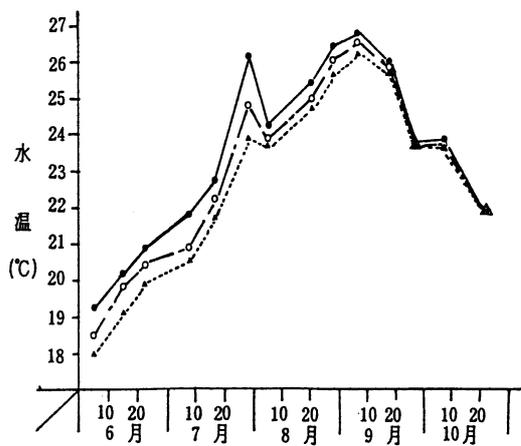


図3 St.5における水温の推移

- 1m層, - 5m層, ...10m層

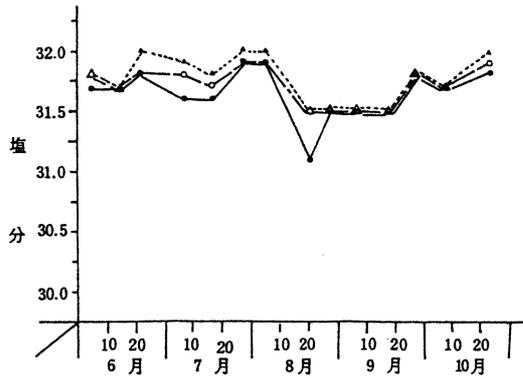


図4 St.5における塩分の推移
- 1m層, - 5m層, ...10m層

3) 水質 ; 6~10月の間における St.5 での酸素飽和度および栄養塩の推移を図5~8に示した。

酸素飽和度は,1m層で82.7~118.4%,B-1m層で39.7~91.3%の間で推移し,表層では7月上旬と8月下旬に110%以上,底層では7月下旬と9月上旬に40%以下の値が観測された。また,8月上旬と9月下旬~10月上旬にかけ強い鉛直混合がみられ表底層の差が小さくなった(図5)。

栄養塩($\mu\text{g-at}/\ell$)の推移は, $\text{PO}_4\text{-P}$ が1m層でTr.~0.90,B-1m層で0.06~0.91,DINが1m層でTr.~9.2,B-1m層で0.7~9.6, $\text{SiO}_2\text{-Si}$ が1m層で2.1~23.6,B-1m層で2.3~23.8の間でそれぞれ推移し,各項目ともに鉛直混合のみられた8月上旬と9月下旬~10月上旬に多かった(図6~8)。

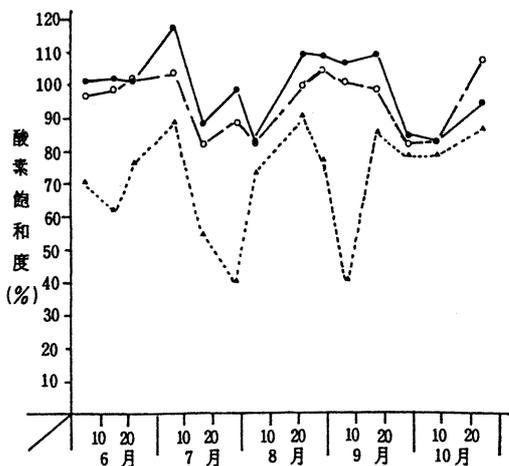


図5 St.5における酸素飽和度の推移
- 1m層, - 5m層, ...B-1m層

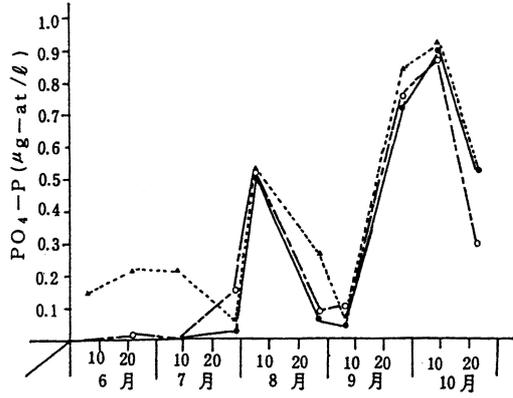


図6 St.5におけるPO₄-Pの推移
- 1m層, - 5m層, ...10m層

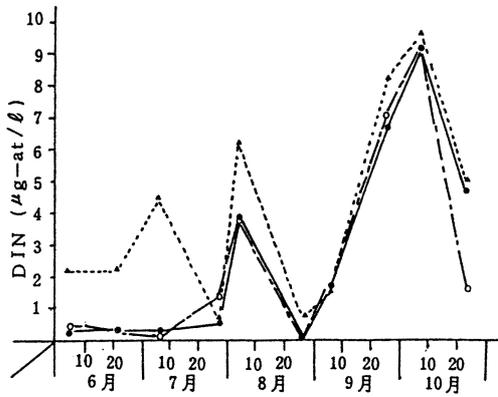


図7 St.5におけるDINの推移
- 1m層, - 5m層, ...10m層

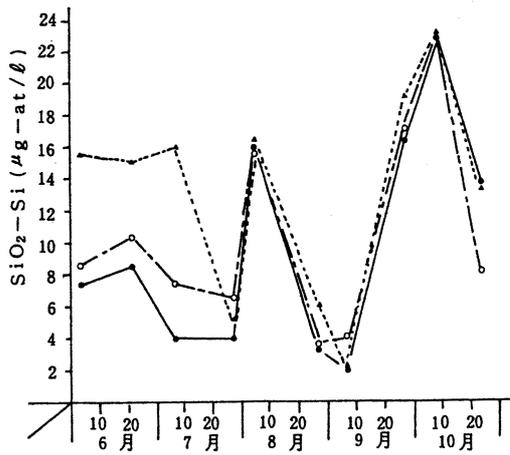


図8 St.5におけるSiO₂-Siの推移
- 1m層, - 5m層, ...10m層

4) プランクトン ; 周年における *G. mikimotoi* の出現状況は, 前年より約 2 週間遅い 7 月中旬から翌年の 3 月下旬まで検出された。増加時期は 8~9 月の間であったが, 最高出現数は 9 月上旬に 8cells / ml 認められたのみで赤潮にはならなかった。なお, 冬期における出現は, 濃縮試料から 0.01~0.02cells / ml 抽出されたのみであった (図 9)。地点別の出現状況は, 内の海東側奥部の St.5・6 で多く, 海水の流出入部の St.1・4 で少なかった。また, 冬期における出現は, 全地点から検出されたが St.5 で最も多く次いで St.6 であった。

G. mikimotoi 出現時期の水温は, 8.8~26.9 , 塩分は 31.1~32.5 の間で検出されたが, 増加時期の水温は 23.3~26.9 (平均 25.4) , 塩分は 31.1~31.9 (平均 31.6) であった。なお, 冬期出現群では, 水温は 8.8~16.0 , 塩分は 32.1~32.5 であった。

一方, St.5 における *G. mikimotoi* 出現時期でのその他のプランクトンの出現組成は, 鞭毛藻が 6 月中旬 (*Gymnodinium*) , 8 月上旬 (*Euglena*) , 9 月下旬 (*Gymnodinium*) にそれぞれ 20~40% を占めた他は全て珪藻 (*Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Nitzschia* 等) が優占し平均 97% を占め前年より出現割合が高かった (図 10)。

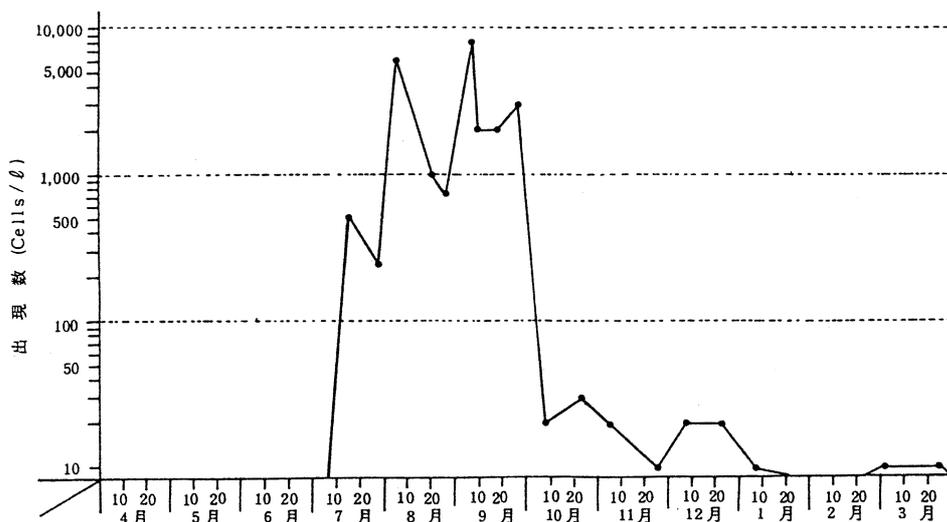


図 9 内の海における *G. mikimotoi* の最高出現数の推移

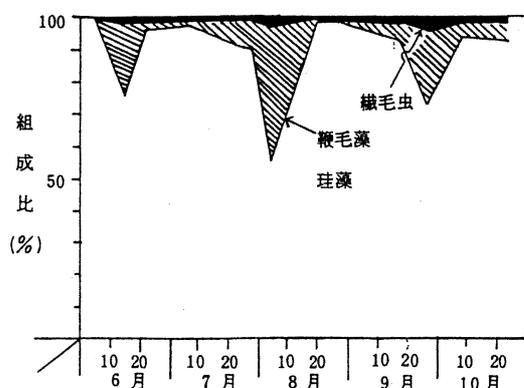


図 10 St.5 におけるプランクトン組成比の推移

2 その他の水域における *G. mikimotoi* の出現動向

1) 播磨灘南部

出現時期は、7月中旬～12月中旬の間であったが、7月下旬から8月が増殖のピークであった。出現数は、7月下旬から増加を始め、8月上旬には本年度最高の $530 \text{ cells} / \text{ml}$ が検出され大浦地先で小規模な赤潮を形成した。その後は急速に減少し9月上旬には一旦消失したが、9月下旬頃より再び濃縮試料から12月中旬まで $0.01 \sim 0.05 \text{ cells} / \text{ml}$ 検出された（図11）。

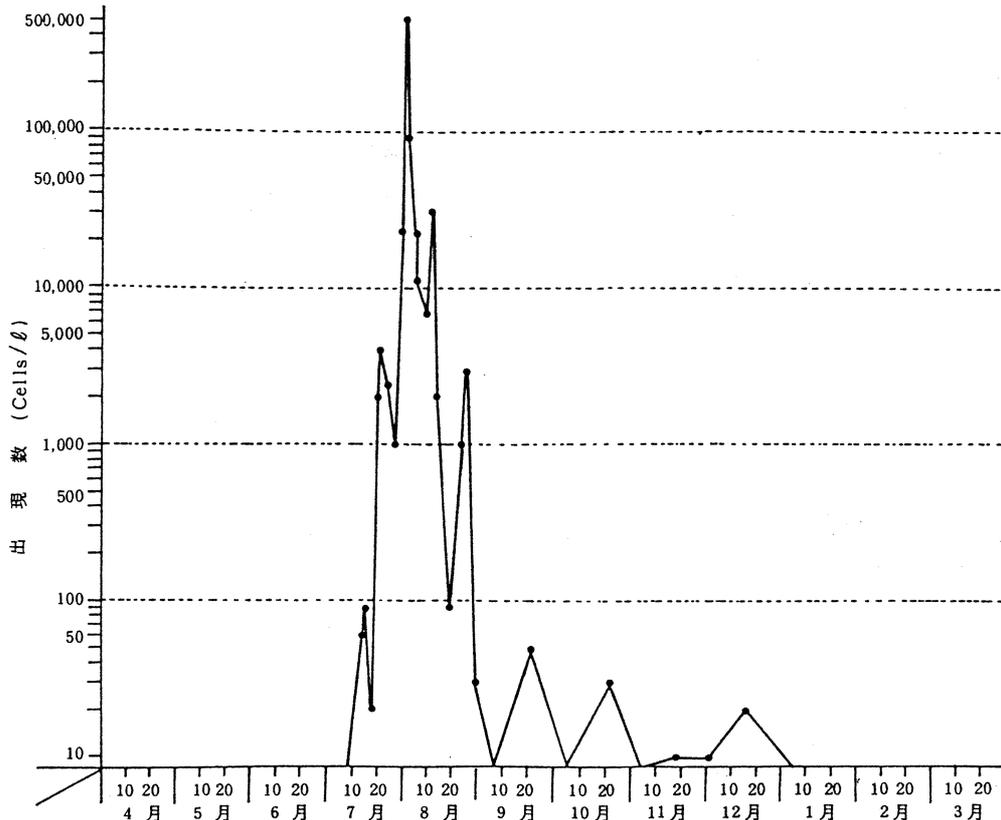


図11 播磨灘南部海域における *G. mikimotoi* の最高出現数の推移

出現時期の水温は、 $14.4 \sim 28.0$ ，塩分は $31.20 \sim 32.28$ であったが、それぞれピーク時の水温は $22.2 \sim 26.7$ （平均 24.1 ），塩分は $31.27 \sim 32.12$ （平均 31.79 ）であった。なお、増加期の水温、塩分は前年に比べそれぞれ若干の高めであった。

2) 橘湾および椿泊湾

両湾ともに同じような出現推移を示したが、橘湾では6月中旬～8月下旬および翌年3月上旬に検出され、最高出現数は7月下旬に $1 \text{ cells} / \text{ml}$ 認められたのみであった。椿泊湾では、6月中旬～8月下旬と冬場の2月上旬に検出されたが、最高出現数は橘湾と同様に7月下旬に $1 \text{ cells} / \text{ml}$ であった（図12）。

両湾における出現時期の水温は、橘湾で $20.7 \sim 28.2$ （平均 25.2 ）および 12.4 ，椿泊湾で $20.0 \sim 26.9$ （平均 24.7 ）および 10.6 ，塩分は、橘湾で $30.16 \sim 33.05$ （平均 31.42 ），椿泊湾で 30.33

~33.08 (平均 31.72) であった。前年に比べ水温は 0.5~1.1 の低め,塩分は 0.5 の高めであった。

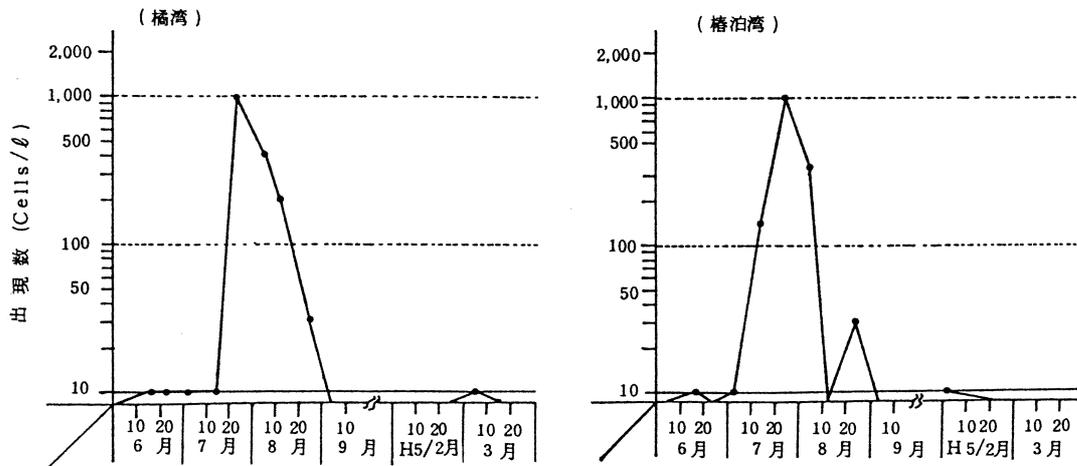


図 12 橘湾・椿泊湾における *G. mikimotoi* の最高出現数の推移

3 橘湾および椿泊湾における *G. mikimotoi* 赤潮の発生事例について

橘湾での赤潮発生は昭和 52・62・63 年の 3 回,椿泊湾では昭和 41・48・52・62・63 年の 5 回が記録され,これら赤潮による漁業被害は *Chattonella* 赤潮と同様に漁業経営に重大な影響を及ぼすものであった。以下に昭和 62・63 年 8 月に発生した赤潮の推移概要を記す。

1) 昭和 62 年の赤潮事例

昭和 62 年 8 月に発生した赤潮は,県下全域で発生した *Chattonella* 赤潮に引き続いて発生し,まず,県北部の鳴門市「内の海」で 8 月上旬に赤潮を形成した後,8 月上旬後半~下旬にかけ橘湾,次いで椿泊湾で発生した。また,8 月下旬には吉野川沖合を中心に紀伊水道域でも小規模な赤潮が認められた(図 13)。

橘湾,椿泊湾での出現状況は,7 月下旬頃から播磨灘水域で発生していた *Chattonella* 赤潮が徐々に紀伊水道を南下し,8 月上旬には橘・椿泊湾で赤潮を形成した。*G. mikimotoi* は,この *Chattonella* 赤潮終期直前の 8 月上旬前後から橘・椿泊湾でほぼ同時に増加を始め,橘湾では 8 月上旬後半~下旬,椿泊湾では 8 月中旬~下旬の間赤潮を形成した。この間の最高出現数は,橘湾では高島北方水域で 71,500cells/ml,椿泊湾では湾中央部の St.3 で 3,250cells/ml が検出された。8 月下旬後半には急速に減少し,9 月上旬には消失した(図 14)。なお,赤潮発生時の水温は,橘湾で 24.7~27.8 (平均 26.4),椿泊湾で 24.0~27.4 (平均 26.2),塩分は橘湾で 31.05~32.51 (平均 31.97),椿泊湾で 32.33~32.89 (平均 32.55) であった。

一方,当該赤潮の発生前後における気象・海象環境は,気温は 7・8 月ともに平年より高め,日照時間は増加前 1 旬は特に多め,降水量は全般的に少なめであったが,増加前 2 旬前後には台風や前線の停滞による多雨がみられた。塩分は 7 月下旬には台風の影響により橘湾では 27 台まで低下したが,その後は回復していく状況下であり,特に紀伊水道全域では紀南分岐流の差し込みにより平年より高めであ

った。水温は8月上旬には降雨等の影響により23℃まで急下降したが、その後、夏型の安定した天候が続いたため水温は急上昇していく過程にあった。なお、その他の現象として透明度が高く、珪藻類の出現が少ない年であった(図14)。

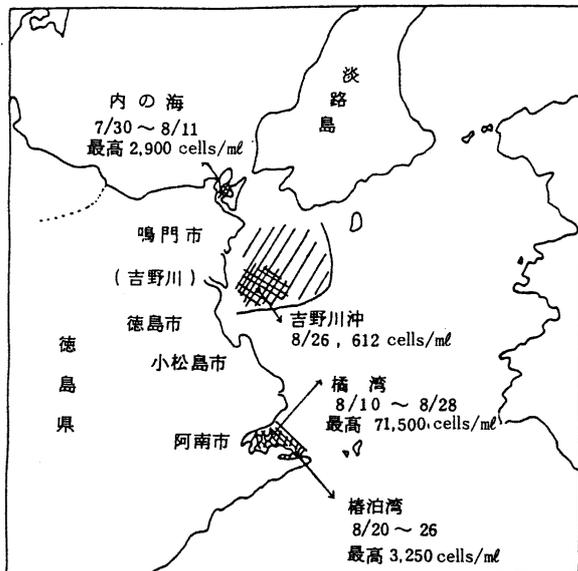


図13 昭和62年8月におけるG. mikimotoi赤潮の分布状況

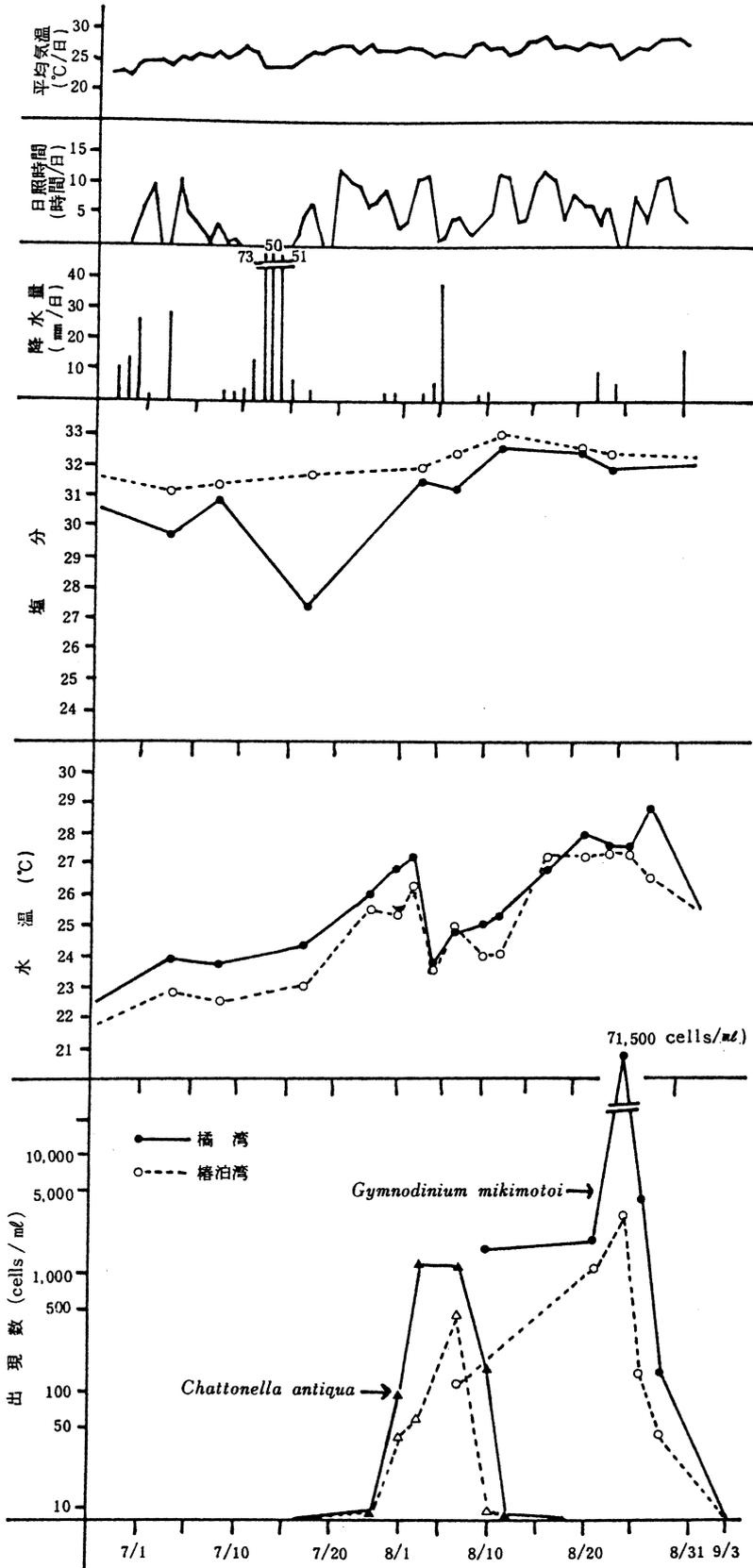


図 14 昭和 62 年橘・椿泊湾における気象・塩分・水温および G. mikimotoi の推移

2)昭和 63 年の赤潮事例

昭和 63 年 8 月上旬～中旬に発生した赤潮は、図 15 に示したように紀伊水道南部域から太平洋岸の浅川沿岸まで広範囲に発生し、各水域で魚介類に大被害を与えた。なお、各水域における最高出現数は、小松島湾 691cells/ml (8 月 10 日)、中林地先 155,500cells/ml (8 月 8 日)、橘湾 14,410cells/ml (8 月 12 日)、椿泊湾 160,640cells/ml (8 月 12 日)、由岐町地先 26,360cells/ml (8 月 11 日)、浅川湾 7,940cells/ml (8 月 11 日)であった。

橘湾、椿泊湾での赤潮分布状況は、図 16 に示したように、昭和 62 年と同様に椿泊湾で 8 月 3 日に初めて検出し、次いで 8 月 5 日に橘湾でも認められた。その後は両湾ともに急激に増加し、8 月 8 日には 9,000cells/ml 台、8 月 12 日には当該赤潮の最高出現数 1 万～10 万 cells/ml 台を記録したが、8 月 14～15 日にかけて台風の影響が強くなり赤潮も急激に消失し、8 月 19 日には両湾から *G. mikimotoi* は検出されなくなった(図 17)。なお、赤潮発生時の水温は橘湾で 25.3～27.8 (平均 26.9)、椿泊湾で 24.5～26.6 (平均 25.9)、塩分は橘湾で 27.38～31.60 (平均 29.92)、椿泊湾で 26.87～31.40 (平均 29.62)であったが、昭和 62 年の赤潮に比べ平均水温で 0.2 の高め、塩分で 3.9 の低めであった。

一方、63 年の赤潮発生前後の環境は、気温は全般的に低めで推移し、特に 7 月下旬および 8 月中旬には 1～2 の低め、日照時間は赤潮発生直前の 7 月下旬から 8 月上旬に多めであったのを除くと全般に少なめ、降水量は 7 月中旬～下旬前半および 8 月中旬に多く、特に 8 月中旬には熱帯低気圧や台風の影響を受け平年より 150mm/旬以上の多めであった。塩分、水温ともに降雨の影響を強く受け変動が激しく、塩分は *G. mikimotoi* が増殖する直前の 8 月 5 日には橘湾で 27 台、椿泊湾で 26 台と大きく低下したが、8 月 10 日には 31.50 台に回復した。しかし、その直後の台風の影響により再び大きく低下し、8 月中旬後半には両湾とも最低塩分の 23～26 台を記録した。また、水温は同時期、天候の回復とともに徐々に昇温したが、塩分と同様に 8 月中旬には急低下した(図 17)。

以上のような昭和 62・63 年の赤潮発生推移であったが、2 ケ年の発生環境をまとめると、赤潮の発生時には気温は高めで、日照時間が多く、降水量は発生前に多く、増加時には少ない。一方、水温は急上昇し、塩分は低塩分から通常塩分に回復する時期に *G. mikimotoi* は増殖し赤潮となった。なお、赤潮の消滅は多量の降雨や鉛直混合が起き水塊が急変したときにみられた。今後、これらの現象が赤潮の発生・消滅にどのように関わり、また、それらをどのようにパターン化して赤潮の予察に結び付けていくかをさらに検討していく必要がある。

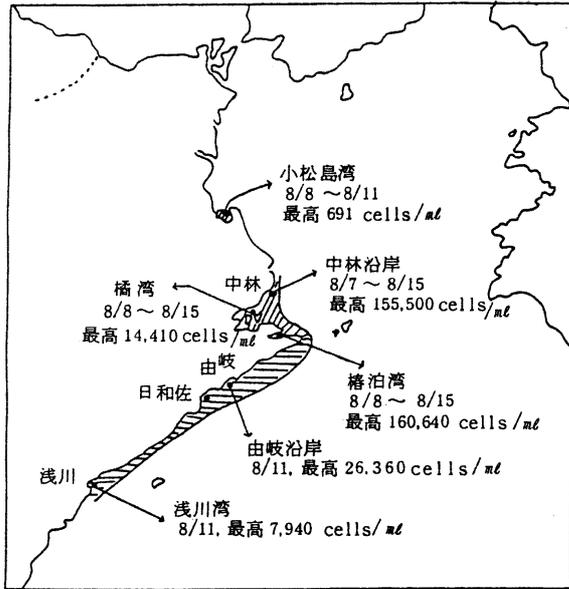


図 15 昭和 63 年 8 月における *G. mikimotoi* 赤潮の分布状況

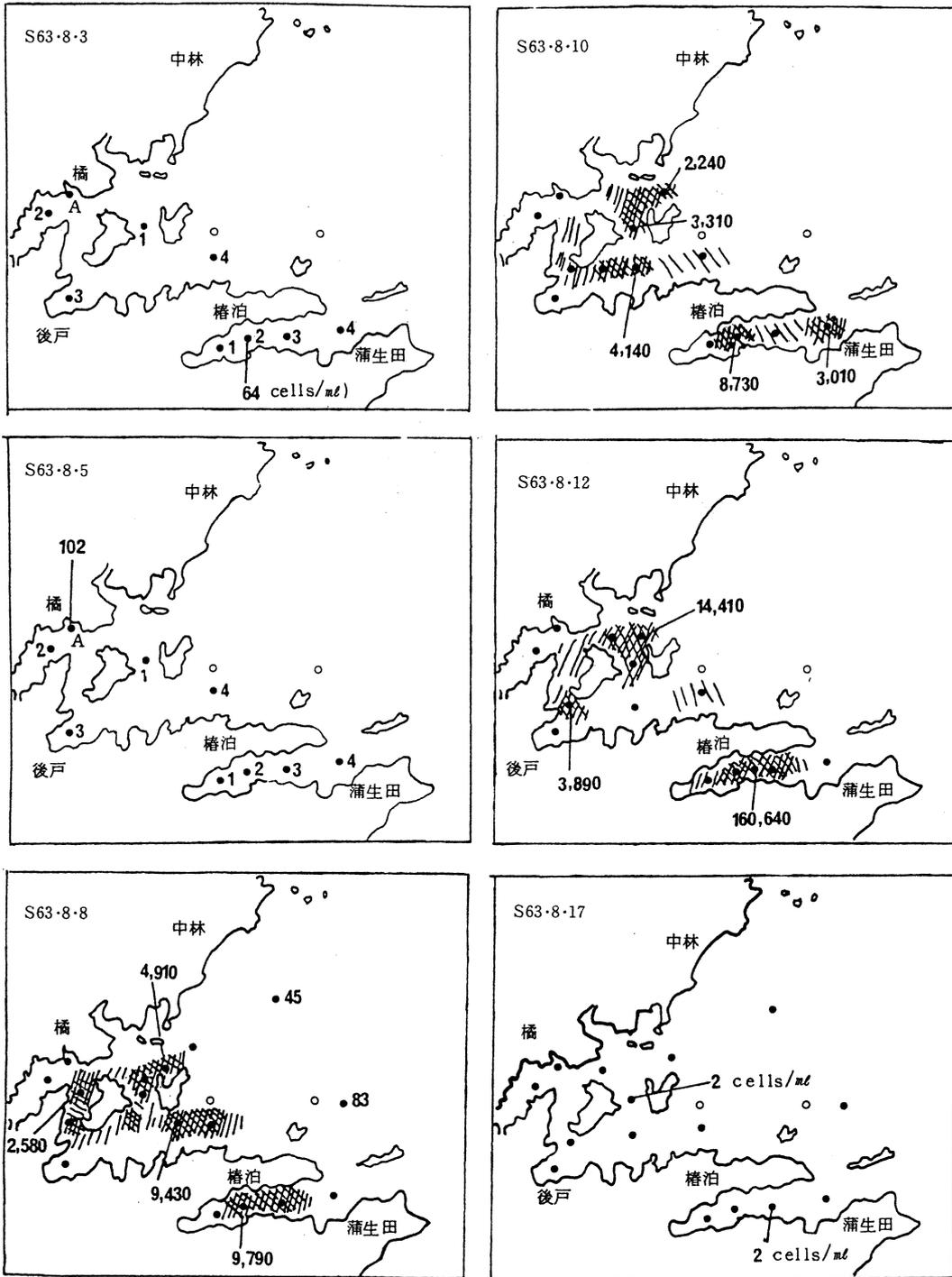


図 16 橘・椿泊湾における赤潮分布域の推移 (昭和 63 年 8 月)

図中の数字は出現数 (cells/ml)

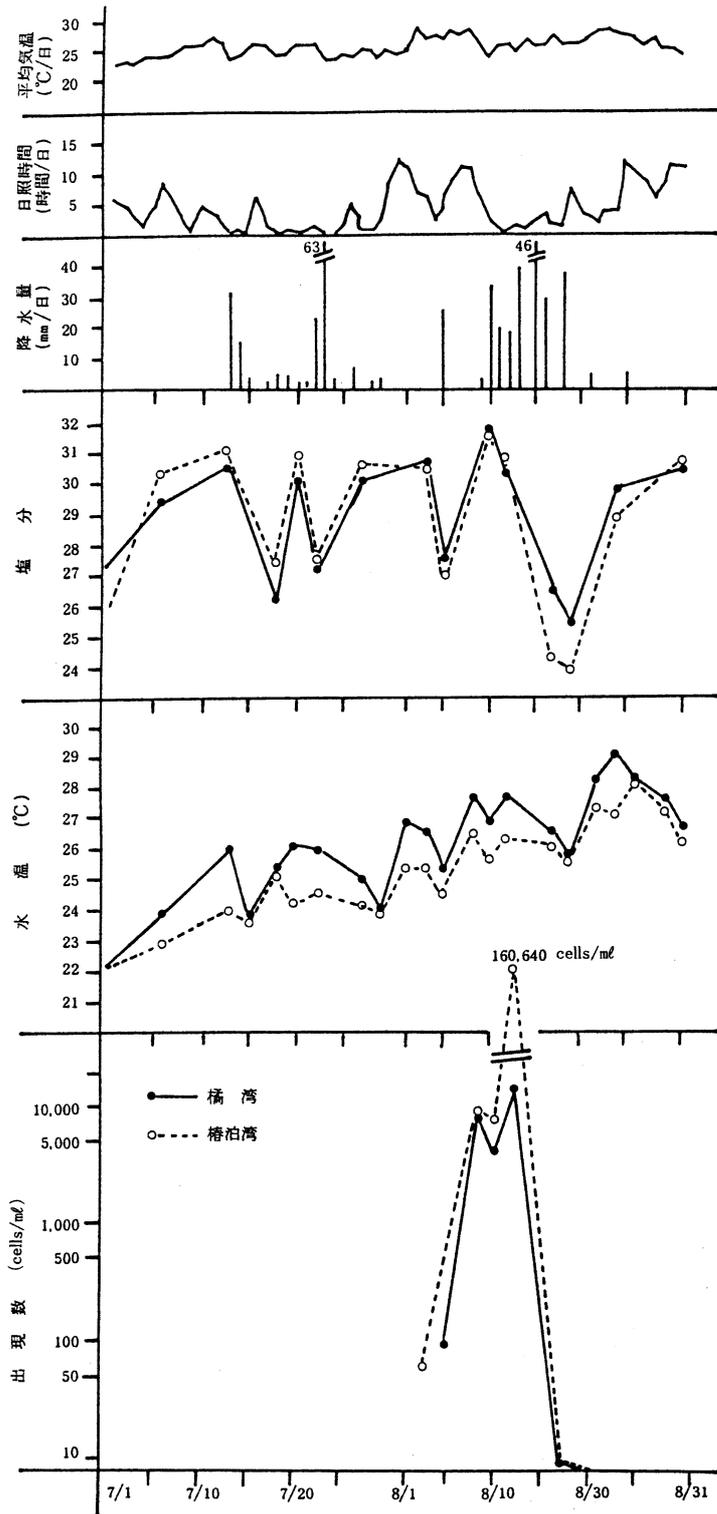


図 17 昭和 63 年橘・椿泊湾における気象・塩分・水温および G. mikimotoi の推移

要 約

平成 4 年度における G. mikimotoi の出現動向および橘湾, 椿泊湾で発生した赤潮事例について検討した。

1 平成4年度の調査結果

1) 県北地域の気象は、気温は低め、日照時間は7月下旬および8月下旬～9月上旬に多く、降水量は8月に多かった。

2) 内の海における6～10月の1m層での水温は、19.2～26.8，塩分は31.1～31.9の間で変動した。

3) 酸素飽和度は、1m層で83～118%であったが、B-1m層では7月下旬と9月上旬に40%以下の値が観測された。

4) 栄養塩は、1m層で $PO_4 - P$ が $Tr. \sim 0.90 \mu g - at / \ell$ 、 DIN が $Tr. \sim 9.2 \mu g - at / \ell$ 、 $SiO_2 - Si$ が $2 - 24 \mu g - at / \ell$ の間で変動し、8月上旬、9月上旬～10月上旬に多かった。

5) プランクトン組成は *Chaetoceros*、*Skeletonema* 等の珪藻が主体をなし、平均97%の高率で優占した。

6) *G. mikimotoi* の出現状況

(1) 内の海：7月中旬～翌年3月下旬の間出現し、最高出現数は8 cells / mlであった。出現水温は8.8～26.9，塩分は31.1～32.5であった。なお、本年も冬期での出現が認められた。

(2) 播磨灘南部：7月中旬～12月中旬の間出現し、最高出現数は530 cells / ml検出され小規模な赤潮を形成した。出現水温は14.4～28.0，塩分は31.2～32.3であった。

(3) 橘湾：6月中旬～8月下旬および翌年3月上旬に出現し、最高出現数は1 cells / mlであった。出現水温は20.7～28.2，塩分は30.2～33.1であった。

(4) 椿泊湾：6月中旬～8月下旬および翌年2月上旬に出現し、最高出現数は1 cells / mlであった。出現水温は20.0～26.9，塩分は30.3～33.1であった。

2 橘湾・椿泊湾における赤潮発生事例

橘湾での赤潮は3回、椿泊湾では5回の発生が記録され、両湾ともに大きな漁業被害が発生した。

1) 昭和62年の赤潮

8月上旬後半～下旬に赤潮を形成し、最高出現数は橘湾で71,500 cells / ml、椿泊湾で3,250 cells / mlであった。赤潮時の水温は24.0～27.8，塩分は31.1～32.9であった。

2) 昭和63年の赤潮

8月上旬～中旬に赤潮を形成したが、本赤潮は紀伊水道～大平洋沿岸域まで発生し大規模赤潮となった。最高出現数は橘湾で14,410 cells / ml、椿泊湾で160,640 cells / mlであった。赤潮発生時の水温は24.5～27.8，塩分は26.9～31.6であった。

3) 62・63年の赤潮発生環境

(1) 気象：気温は高め、日照時間は多め、降水量は発生前に多く、増加時に少なかった。

(2) 海象：水温は急上昇し、塩分は低塩分から高塩分に移行する時期に *G. mikimotoi* 増殖し赤潮となった。