

赤潮渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* 発生動向調査

酒井基介・湯浅明彦・牧野賢治

目 的

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。

本年は、8月に本種による大規模な赤潮が発生し、その範囲は播磨灘全域、内の海、紀伊水道、太平洋沿岸域と徳島県下沿岸全域にわたった。この赤潮による養殖漁業への被害はなかったものの、海部郡沿岸では磯根資源(特にトコブシ、クロアワビ)が斃死するなどの被害をもたらした。

以下に本年度の調査結果を取りまとめたので報告する。

方 法

1 調査水域及び調査時期(図1)

1) 内の海

当水域内に6定点を設定して、平成7年4月～平成8年3月の間に、月2～4回の間隔で実施した。

2) 播磨灘南部

北灘町地先に3定点を設定して、平成7年4月～平成8年3月の間に、月2～4回の間隔で実施した。

3) 橘湾及び椿泊湾

橘湾に5定点、椿泊湾に4定点を設定して、平成7年4月～9月及び平成8年2月～3月の間に、月2～4の間隔で実施した。

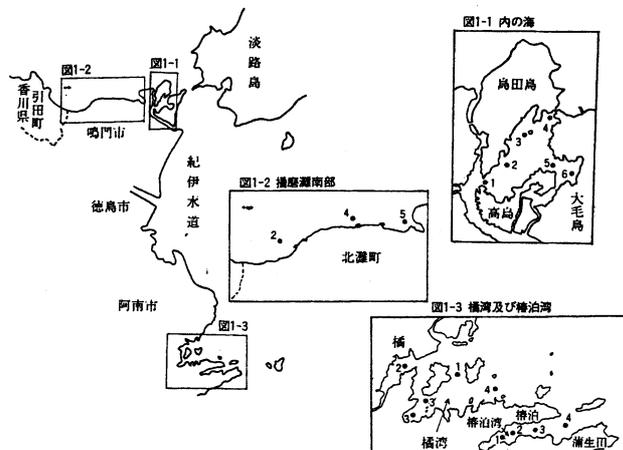


図1 調査地点

2 調査項目

1) 気象

徳島地方気象台気象月報から引用した。

2) 海象

全調査点において、水温、塩分、透明度について行い、水温と塩分はSTDを用いて0.5m間隔で表層から底層まで測定した。

3) 栄養塩

内の海において、 $PO_4\text{-P}$ 、 DIN 、 $SiO_2\text{-Si}$ について1,5,10m層で測定した。

4) プランクトン

全調査点において内径18mmのチューブを使用して0~5m層を柱状採水し、内の海では、St.3,5,6の1,5,10m層で1,000mℓを採水した。また、*G.mikimotoi*の細胞数増加時には、適宜採水層、採水地点を追加した。採水試料は、8μmのミリポアフィルターで10mℓまで濃縮し、その内から1mℓを採取して*G.mikimotoi*及びその他のプランクトンについて計数した。ただし、細胞数増加時には生海水1mℓを用いて計数した。なお、*G.mikimotoi*赤潮発生海域については、本事業報告書の「赤潮発生状況について」を参照されたい。

結 果

1 気象

気温、降水量、日照時間の推移を図2-1、図2-2、図2-3にそれぞれ示した。

気温は平成7年1~3月の間、平年値より高めの暖冬で推移し、7月中旬~8月の間は平年より0.9~2.4の高めで推移した。降水量は梅雨期には平年並みであったが、5月中旬と7月上旬に大雨が降り、平年を大きく上回った。日照時間は7月下旬から8月にかけて80時間/旬以上で推移し、平年よりかなり多かった。梅雨は7月上旬後半に明け、その後8月いっぱいまで概ね太平洋高気圧に覆われて晴れの日が続いた。

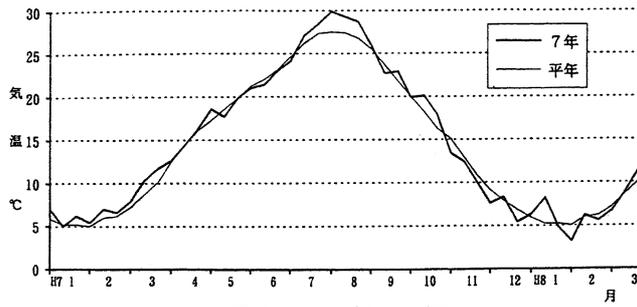


図 2-1 気 温

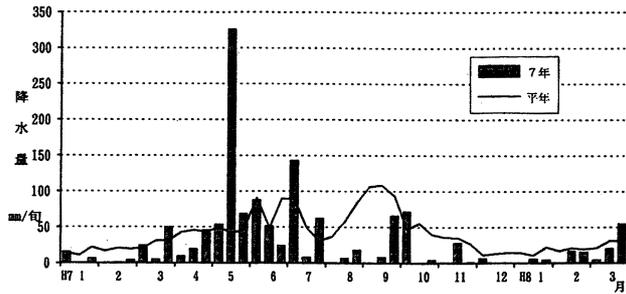


図 2-2 降 水 量

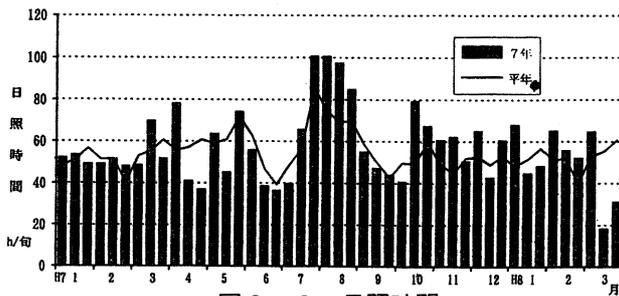


図 2-3 日 照 時 間

2 各水域における調査結果

1) 内の海

(1) 水 温

St.5における水温の推移を図3に示した。

年間を通じて夏期の成層形成期以外は表底層の水温差は小さく推移した。20℃に達した時期は表層で6月下旬,底層では7月初めでほぼ同時,25℃には表層で7月下旬,底層では8月中旬に達した。水温成層は8月上旬に形成され,表底層の水温差は3℃弱とあまり大きくなかった。成層は8月中旬以降弱まり,9月上旬には崩壊し,その後水温下降期に入った。

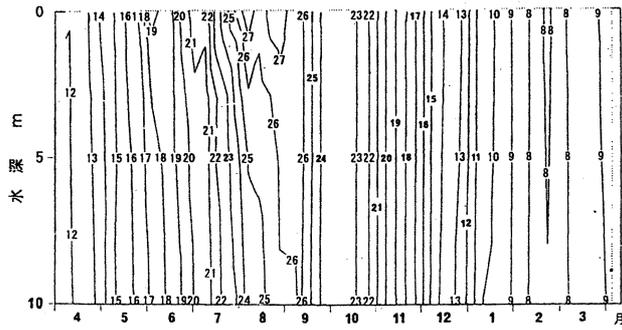


図3 内の海 St.5 における水温()の推移

(2) 塩分

St.5 における塩分の推移を図4に示した。

冬期は33以上,夏期は32以下で推移した。

5月初めまで全層とも33以上で推移していたが,5月中旬の大雨により上層では31.5以下にまで急激に低下した。その後32以上にまで回復したが,7月上旬の降雨後再び低下し,全層で9月中旬まで32以下で推移した。また,7月中旬~8月上旬の間は上層において31以下と年間を通じて最も低かった。9月以降から徐々に高くなり,12月上旬以降は33以上で推移した。

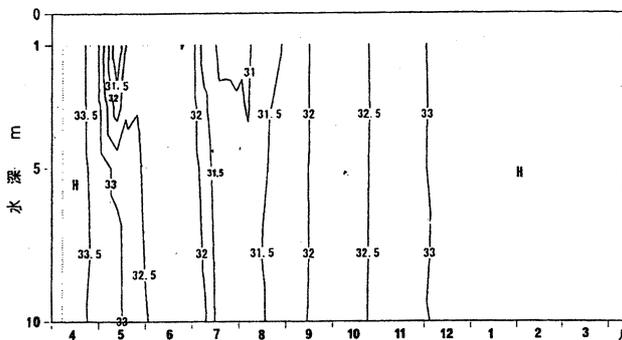


図4 内の海 St.5 における塩分の推移

(3) 透明度(m)

St.5 における透明度の推移を図5に示した。

8月初めに低かったが,それ以外の時期は4以上で推移した。

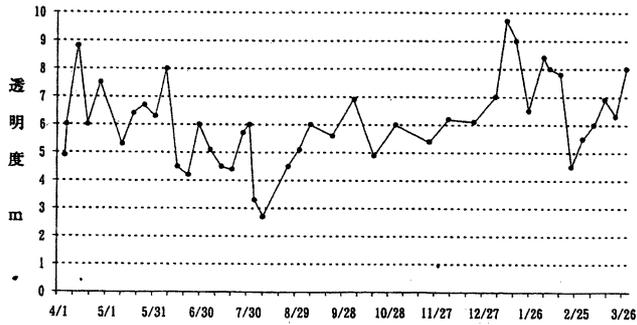


図5 内の海 St.5 における透明度の推移

(4) 栄養塩 ($\mu\text{g-at}/\ell$)

St.5 における $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移を図6に, DIN を図7に, $\text{SiO}_2\text{-Si}$ を図8にそれぞれ示した。

5月中旬と7月上旬にはかなりの降水量があったが, 表層での顕著な栄養塩濃度の増加はみられなかった。一方, 底層からの栄養塩の湧昇は7月上旬と8月下旬にみられ, 風浪等によって底泥から供給されたものと思われる。6月から8月にかけて, 窒素, リンともに5m以浅では低く推移し, 窒素は7月上旬を除いて2以下, リンは概ね0.2以下であった。

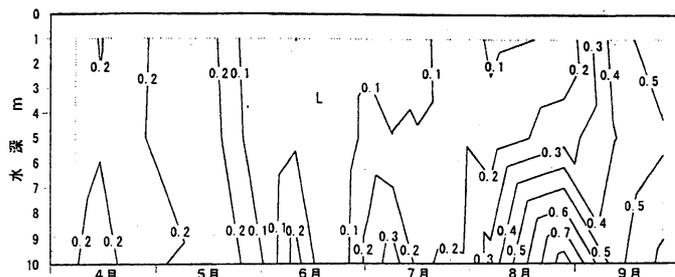


図6 内の海 St.5 における $\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g-at}/\text{L}$) の推移

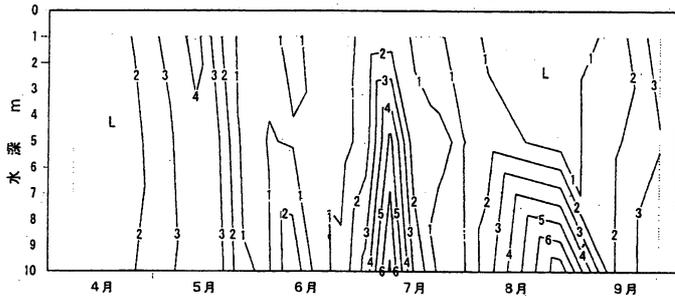


図7 内の海 St.5 における DIN ($\mu\text{g-at}/\text{L}$) の推移

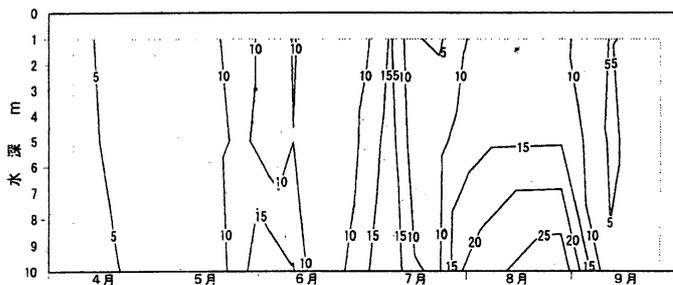


図8 内の海 St.5 における $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ($\mu\text{g-at}/\text{L}$) の推移

(5) プランクトン

G.mikimotoi の出現数の推移を図 9-1 及び図 9-2 に示した。

G.mikimotoi の出現は、低水温期においても濃縮試料からわずかながら検出されており、6 月中旬までの間概ね 0.01~0.1cells/ml の範囲で推移し、7 月に入って増殖は活発となった。7 月~8 月の間の層別出現数(図 9-2)をみると、G.mikimotoi の特徴である中層での増殖が認められた。7 月中旬まではチューブ採水(0~5m 層)及び中底層(5m 層,10m 層)での出現が多く、上層(0m 層,1m 層)では比較的少なかったが、7 月下旬の中頃には上層においても急増し 100cells/ml 以上に達した。8 月 3 日に St.5~St.6 にかけて赤潮を形成し、濃い着色域では 1 万 cells/ml を越えた。なお、この赤潮による漁業被害はなかった。8 月 8 日には着色域は消失し細胞数は 0.1cells/ml 以下にまで減少した。8 月中旬に再び 100cells/ml にまで増加したが赤潮を形成するには至らず、8 月下旬には細胞数は著しく減少した。その後わずかに検出されたが、10 月中旬から翌年 3 月までの間には出現はみられなかった。

St.5 におけるプランクトンの出現数の推移(4 月~9 月)を図 10 に示した。

7 月下旬と 8 月上旬に渦鞭毛藻が優占し、それ以外の時期は珪藻が優占した。渦鞭毛藻増加時の優占種は、7 月下旬は Prorocentrum dentatum(赤潮形成)、8 月上旬は G.mikimotoi によるものであった。また、この時の珪藻の出現数は 100cells/ml 以下と少なかった。その他の鞭毛藻と繊毛虫の出現数は少なく、期間を通じて概ね 20cells/ml 以下で推移した。

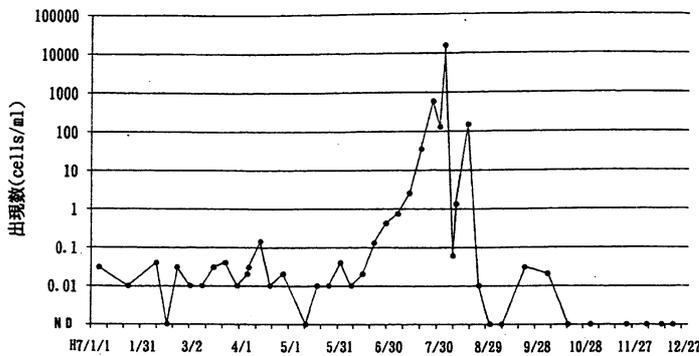


図 9-1 内の海における G. mikimotoi 出現数の推移

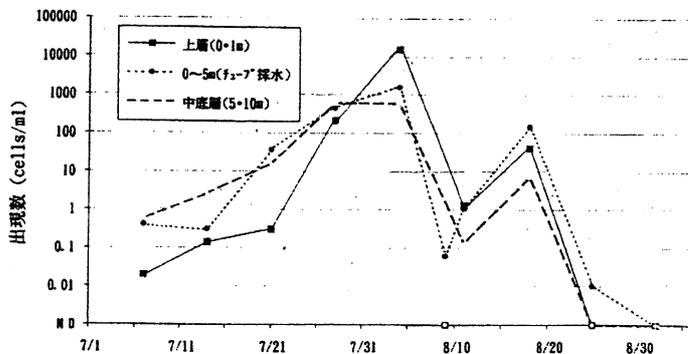


図 9-2 内の海における G. mikimotoi の層別出現数の推移

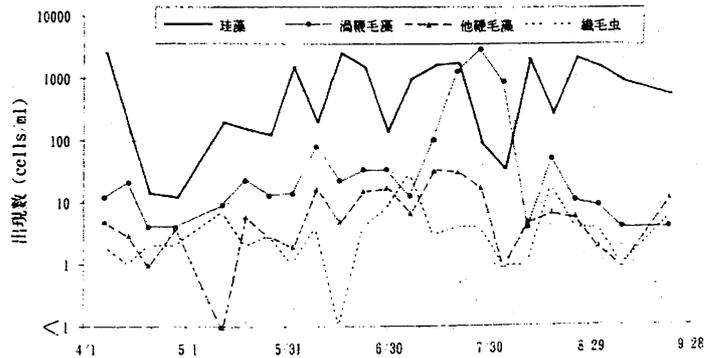


図 10 内の海 St.5 におけるプランクトンの出現数の推移

2) 播磨灘南部

G.mikimotoi の出現数の推移を図 11 に示した。

なお、播磨灘南部における海況及びプランクトンの出現動向の詳細は本事業報告書の「有害プランクトン調査」を参照されたい。

本種の出現数の推移は、低水温期から出現し、その後の増殖から終息に至るまでの間、内の海での推移とよく似ていた。細胞数は7月下旬に急激に増加し、8月初めに播磨灘全域におよぶ大規模な赤潮を形成、8月上旬のうちに消失、8月中旬に再増加(局所的に赤潮形成)、8月下旬に終息し、12月以降は出現しなかった。なお、これらの赤潮による漁業被害はなかった。

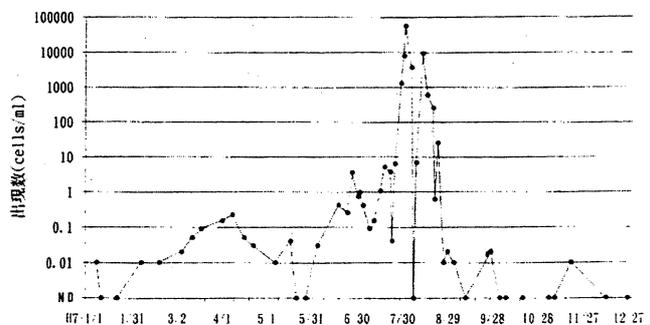


図 11 播磨灘南部における G.mikomotoi の出現数の推移

3) 橘湾

(1) 水温

4月～9月の水温の推移を、St.1 及び St.3 についてそれぞれ図 12、図 13 に示した。

st.1 では 1m 層で 13.91～28.44、5m 層で 14.38～26.63、底層で 14.16～25.97、St.3 では 1m 層で 14.36～28.14、底層で 14.55～26.79 の範囲で推移した。両地点とも7月上旬から中旬にかけて上層水温は著しく上昇し、8月上旬から中旬にかけて成層を形成した。St.3 では水深が 5m 程度と浅い為、水温の上昇時期は表層・底層とも St.1 に比べて早い傾向があり、天候による影響(日照時間、降雨、

風浪等)を受けて変動しやすかった。

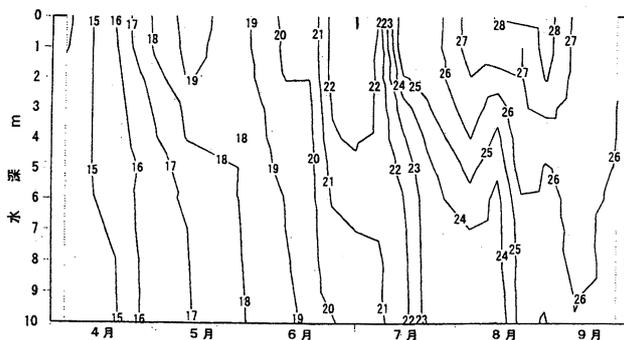


図 12 橘湾 St.1 における水温()の推移

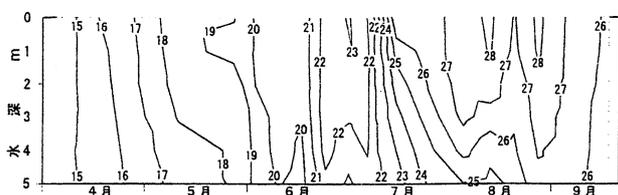


図 13 橘湾 St.3 における水温()の推移

(2) 塩 分

4月～9月の塩分の推移を, St.1 及び St.3 についてそれぞれ図 14, 図 15 に示した。

st.1 では1m層で 24.46～33.86, 5m層で 30.72～34.03, 底層で 31.68～31.24, St.3 では1m層で 21.76～34.01, 底層で 31.27～34.23 の範囲で推移した。塩分の低下は5月上旬, 6月上旬, 7月上旬にみられ, 特に6月と7月に著しく, いずれも降雨の影響によるものであった。6月の降雨後から8月中旬までの間は, St.1, St.3 とともに上層では 32 以下で推移し, 底層でも St.3 では 32 以下で推移することが多かった。

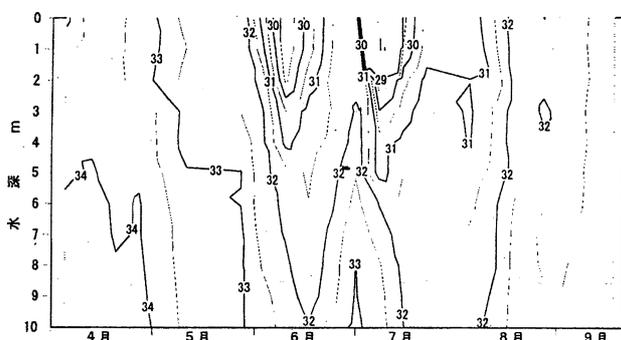


図 14 橘湾 St.1 における塩分の推移

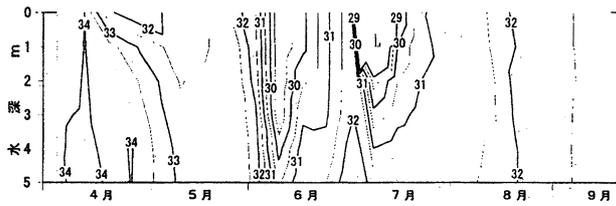


図 15 橋湾 St.3 における塩分の推移

(3) 透明度(m)

透明度の推移を図 16 に示した。

st.1 では 2.0~6.3(平均 3.9), St.3 では 2.1~5.5(平均 3.3)の範囲で推移した。両地点を比較すると St.1 のほうが高い値を示すことが多く, St.3 では 3 以下の低い透明度が数回観測された。St.1 において 5 以上の比較的高い透明度であった 6 月下旬と 8 月中旬はプランクトン量の少ない時期と一鼓していた。一方, 7 月上旬に期間中最も低い透明度になっているが, これはプランクトンの増殖による低下ではなく濁りによるものであった。

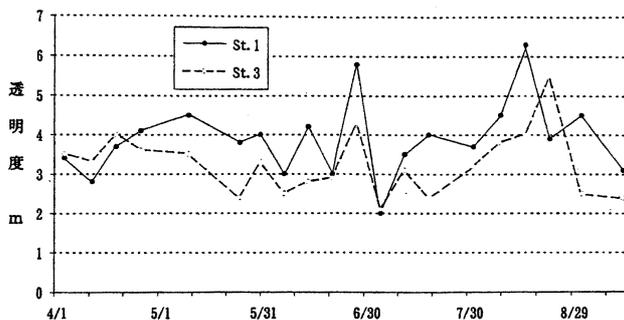


図 16 橋湾における透明度の推移

(4) プランクトン

G.mikimotoi の出現数の推移を図 17 に示した。

本種の出現は 4 月~6 月中旬までの間はみられなかった。6 月下旬にわずかに検出されて後, 7 月に入って増加しはじめ, 8 月 1 日に湾口南部で薄い赤潮を形成し, 8 月 4 日に着色域は消失した。8 月中旬には表層での出現は少なかったが, 10m 層において再び増加し, 千 cells/l 以上検出されたが赤潮を形成するには至らず, 8 月下旬以降急激に減少し 9 月には終息した。なお, この赤潮による漁業被害はなかった。

St.1 における 4 月~9 月のプランクトンの出現数の推移を図 18 に示した。

期間中の出現数(cells/mL)は, 珪藻が 1~15,401(平均 1655.3), 渦鞭毛藻が 3~493(平均 65.3), その他の鞭毛藻が 0~121(平均 10.2), 繊毛虫が 0~16(平均 4.6)の範囲で推移した。珪藻類が優占種となることが多く, 4 月~6 月の間は *Skeletonema* 次いで *Chaetoceros*, 7 月と 9 月は *Chaetoceros* が優占した。8 月は渦鞭毛藻類が優占種となり, 上旬と中旬は *G.mikimotoi*, 下旬は *Gyrodinium* の増加によるも

のであった。

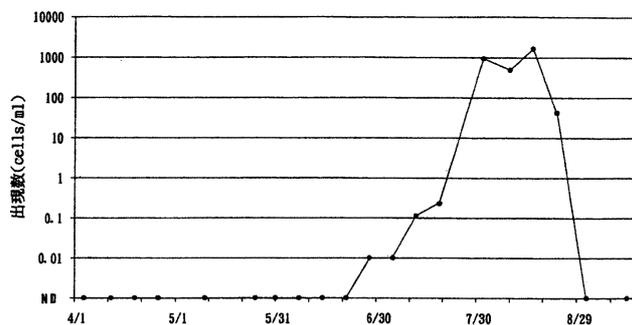


図 17 橘湾における G.mikimotoi の推移

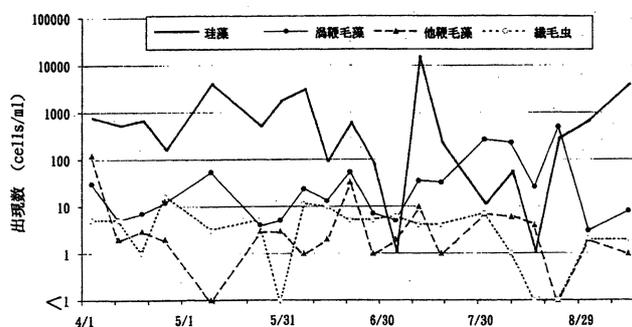


図 18 橘湾 St.1 におけるプランクトンの出現数の推移

4) 椿泊湾

(1) 水温

4月～9月の水温の推移を, St.1 及び St.3 についてそれぞれ図 19, 図 20 に示した。

St.1 では 1m 層で 14.83～27.58 , 5m 層で 14.74～26.23 , 底層で 14.82～26.04 , St.3 では 1m 層で 14.59～27.67 , 5m 層で 14.54～26.05 , 10m 層で 14.49～25.99 , 底層で 14.70～25.41 の範囲で推移した。橘湾と同様に, 7 月上旬から中旬にかけて上層水温の上昇がみられ, 8 月に成層が形成された。

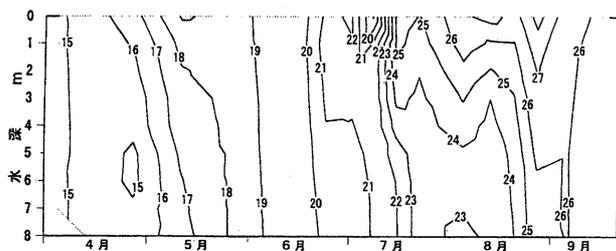


図 19 橘湾 St.1 における水温()の推移

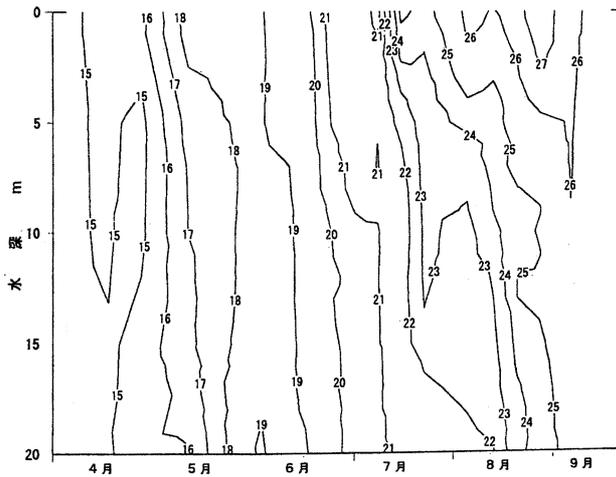


図 20 橘湾 St. 3 における水温()の推移

(2) 塩 分

4月～9月の塩分の推移を, St. 1 及び St. 3 についてそれぞれ図 21, 図 22 に示した。

St. 1 では1m層で21.13～34.32, 5m層で30.44～34.35, 底層で31.39～34.35, St. 3 では1m層で23.57～34.14, 5m層で30.40～34.33, 10m層で31.85～34.33, 底層で32.46～34.38の範囲で推移した。上層塩分の低下は橘湾と同様に5月上旬, 6月上旬, 7月上旬にみられ, 6月と7月に低下は著しかった。6月の降雨後から8月中旬まで上層塩分は32以下で推移することが多く, 6月下旬に一時32にまで上がったが7月の降雨により再び低下した。

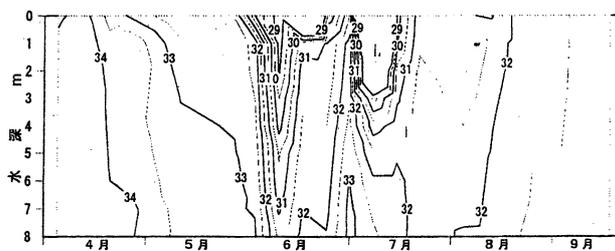


図 21 橘湾 St. 1 における塩分の推移

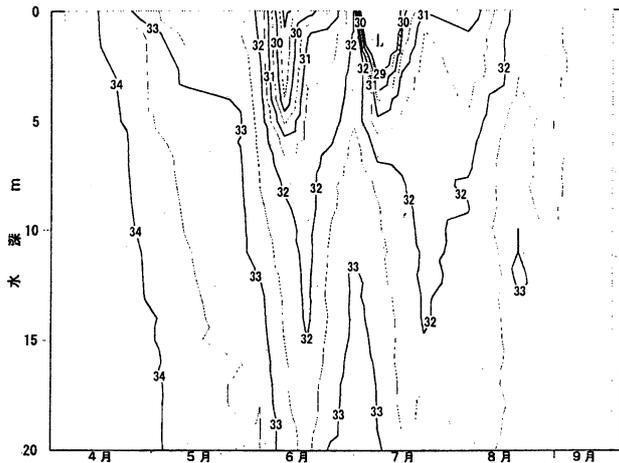


図 22 橘湾 St. 3 における塩分の推移

(3) 透明度(m)

透明度の推移を図 23 に示した。

St. 1 では 1.6~6.9(平均 4.3), St. 3 では 2.0~8.3(平均 5.3)の範囲で推移した。湾奥部の St. 1 では St. 3 に比べて低く推移する傾向があった。また, St. 1 では 8 月中旬から下旬にかけて最も低かった。

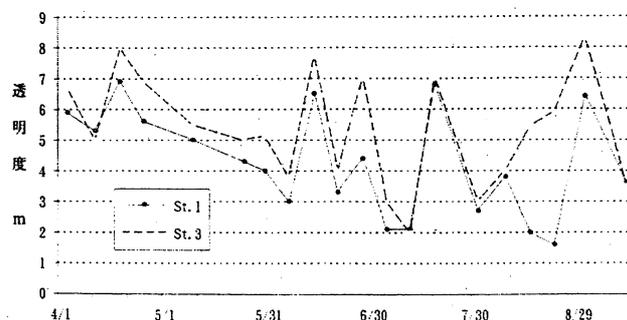


図 23 橘泊湾における透明度の推移

(4) プランクトン

G. mikimotoi の出現数の推移を図 24 に示した。

4 月~7 月上旬の間はほとんど出現はみられなかったが, 7 月中旬頃から急速に増加しはじめた。8 月 1 日に湾口部において薄い赤潮を形成し, 着色域は 8 月 4 日に消失した。その後, 細胞数は一時減少したものの再び急増し, 8 月 16 日~26 日(11 日間)の間, 湾奥部において濃密な赤潮を形成した。この時の最高細胞数(cells/ml)は, 8 月 16 日に 24,900, 8 月 23 日に 42,000 であった。赤潮の終息とともに細胞数は急減し, 9 月に入ってからは検出されなかった。なお, これらの赤潮による漁業被害はなかった。

St. 3 における 4 月~9 月のプランクトンの出現数の推移を図 25 に示した。

期間中の出現数(cells/mℓ)は,珪藻が 0~19,089(平均 1828.1),渦鞭毛藻が 1~1,581(平均 138.5),その他の鞭毛藻が 0~58(平均 10.4),繊毛虫が 1~28(平均 6.1)の範囲で推移した。ほとんどの時期で珪藻類が優占し,4月から6月は主に Skeletonema,7月以降は Chaetoceros が多かった。また,8月に渦鞭毛藻が優占した時期は全て G.mikimotoi の増加によるものであった。

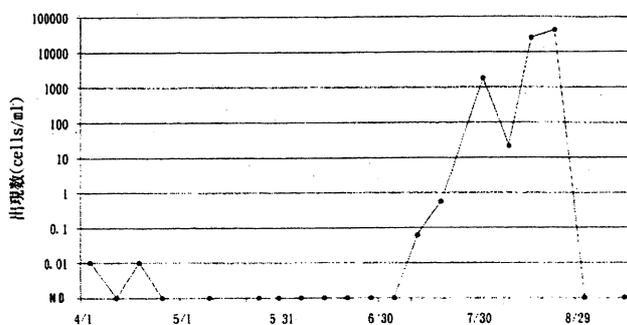


図 24 椿泊湾における G.mikimotoi に出現数の推移

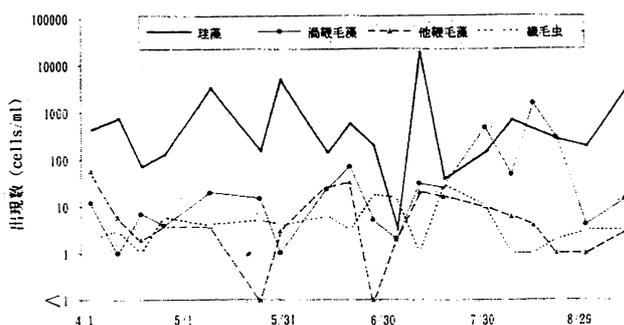


図 25 椿泊湾 St.3 におけるプランクトンの出現数の推移

5) その他の水域

調査対象水域以外でも G.mikimotoi 赤潮が形成された。紀伊水道北部沖合~伊島周辺~海部郡由岐町沿岸域(太平洋)にかけての広い範囲で同時期(8月1日)に発生し,8月4日には太平洋海域の大島周辺等においても赤潮を形成した。いずれの赤潮も短期間(2~3日間)のうちに消失したが,細胞数密度は非常に高く,全ての水域で数万 cells/mℓ,伊島漁港内では 20 万 cells/mℓに達した。これらのうち,8月4~5日に海部郡牟岐町沿岸域で発生した赤潮(最高細胞数 53,750cells/mℓ)により,浅海域に生息する天然貝類が斃死する被害がでた。

本種が赤潮を形成するに至った要因として,低水温期から栄養細胞が出現し,内の海及び播磨灘といった北部水域において頻りに検出されたことから,例年よりも早い時期に初期細胞密度が高い状態であったことが考えられる。また,紀伊水道,太平洋海域における赤潮発生については,北部水域(大阪湾を含む)から流出した栄養細胞が中層で増殖しながら南下したことによると思われる。橘湾,椿泊湾で

は、7月以前に栄養細胞の出現がほとんどみられず、これは両湾の調査では、0～5m層の柱状採水しか実施していないため、それよりも下層に細胞が分布していたことは否定できないが、湾奥部の水深の浅い調査点においても検出されなかったことから、湾内に休眠細胞または越冬細胞が存在し、独自に増殖したものではないと考えられる。また、橘湾、椿泊湾ともに最初の赤潮形成は湾口部であったことから他水域からの流入が推測される。

今後の課題として、本種の出現動向をさらに詳しく把握することがあげられる。橘・椿泊湾を例にとると、両湾の細胞数は、7月19日には1cells/mlに満たなかったにもかかわらず、8月1日には赤潮を形成していることから、調査対象外のどこかに多数の細胞が分布していた可能性が高い。7月19日の時点で湾口部の5m以深の層に既に多くの細胞が存在していたか、あるいは7月19日以降に多数の細胞が流入してきたかといったことが考えられるが、本年の調査結果からはこの点については不明である。しかしながら、本種の赤潮対策において、栄養細胞の増殖状況及び増殖層をできるだけ早い時期につかんでおくことが重要であり、有効な調査方法について検討する必要がある。