

土佐湾における有害赤潮等分布拡大防止事業

増養殖環境課 林 芳弘

1 序論

浦ノ内湾では、*Chattonella marina*や*Karenia mikimotoi*等有害プランクトンによる養殖漁業被害やアサリ漁業被害が多発している。近年、土佐湾の冬季の表面水温は高い状態にあり、気象変動の影響を受けやすい閉鎖性の強い浦ノ内湾の環境に何らかの影響をおよぼしている可能性がある。気象変動の影響を含めて水温・塩分等の環境要因が有害プランクトンの出現動向に与える影響を明らかにし、赤潮発生予察技術の開発に努めることを目的とした。

2 方法

(1) 調査定点

浦ノ内で4個所の定点を設定した(図1)。調査は、基本的に、2008年4月～2009年3月の期間中、月1回の頻度で実施したが、赤潮発生時等には、必要に応じて臨時に調査した。

(2) 環境・プランクトン調査

水温、塩分、溶存酸素は、YSI社製のMODEL85又は650MDSで計測した。観測水深は0m、2m、5m、10m、海底直上1m(B-1m)とした。透明度は、セッキ盤により測定した。

栄養塩類は、光松及び中学前で調査した。水深0m、5m、10m、B-1mで採水した試水を、BL-TEC社製のQuAAtro2-HRで分析した。

プランクトン調査の採水層は、基本的に水深0m、2m、5mとした。各定点で採水した海水1mlを光学顕微鏡で観察し、出現した植物性プランクトンのうち、原則として有害種について細胞数を計数した。倍率は原則として40倍とした。*Heterosigma akasiwo*及び*Heterocapsa circularisquama*については、100倍の倍率で、スライドガラス上の10分の1の範囲を観察し、1ml当たりの細胞数に換算した。

3 結果及び考察

(1) 溶存酸素

代表点として、浦ノ内湾中央部の調査点である光松における、2008年4月～2009年1月の、水深0m、2m、5m層の溶存酸素を示した(図2)。ここでは、月1回の定期調査に加えて、臨時調査で得られた結果もあわせて示した。8月上旬に、2mで3.3mg/l、5mで1.8mg/lの低い値が観察された。

浦ノ内湾中央部の水深5m層では、例年4月以降徐々に溶存酸素が低下し、8～9月に2.5mg/l程度にまで低下することが知られている。一方、2m層では明瞭な季節変化は見られず、5mg/lを下回することは稀である(林 2008)。したがって、2008年8月に、2m層で見られた溶存酸素の低下は、比較的特異な現象であると思われる。2003年8月にも、3.4mg/lの値が記録されたことがあるが、このような現象の発生機構は不明である。

(2) 水温・塩分

代表点として、湾中央部の光松における、水深5mの水温と塩分の推移を示した(図3)。水温は、2008年2月～7月の間、平年値より、かなり低めに推移した。8月以降は一転し、高めに推移した。塩分は、平年値より、やや高めに推移した。

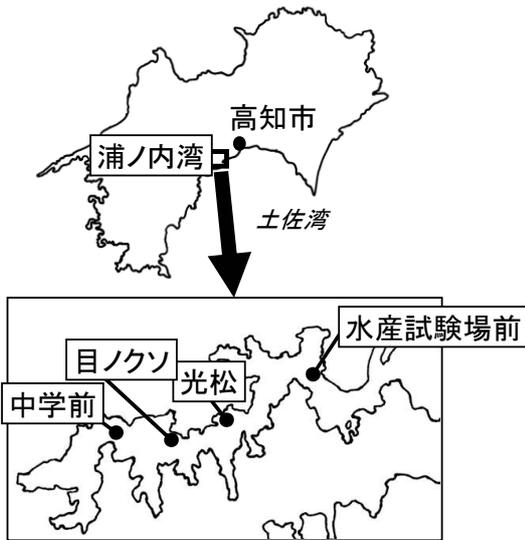


図1 調査地点

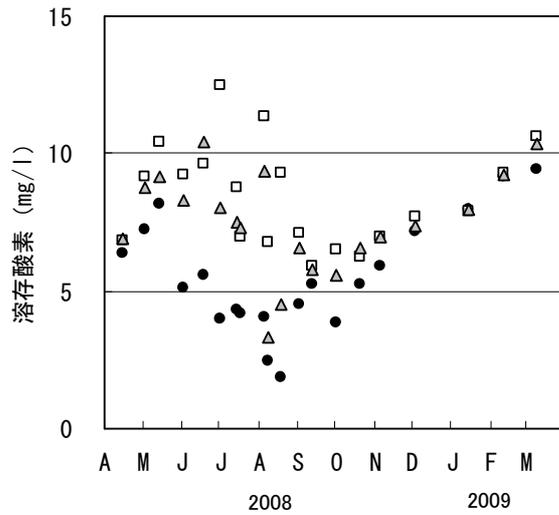


図2 光松における溶存酸素の推移

□ : 0m、▲ : 2m、● : 5m

(3) 栄養塩類

2008年4～2009年3月の、光松における栄養塩の推移を示した(図4、図5)。

DINは、6月に高い値を示し、5mで $5.1\mu\text{M}$ 、10mで $11.8\mu\text{M}$ 、B-1mで $32.6\mu\text{M}$ だった。6月における1984～2003年のDINの平均値は、5mで $2.3\mu\text{M}$ 、B-1mで $10.3\mu\text{M}$ だった(高知水試未発表)。

DIPも、6月に高い値を示し、5mで $0.6\mu\text{M}$ 、10mで $1.7\mu\text{M}$ 、B-1mで $5.3\mu\text{M}$ だった。6月における1984～2003年のDIPの平均値は、5mで $0.3\mu\text{M}$ 、B-1mで $2.2\mu\text{M}$ だった(高知水試未発表)。DIN、DIPともに、平年と比較すると、2008年6月の値はやや高かった。6月における*A. affine*や*C. marina*の増殖(後述)に影響した可能性が考えられる。

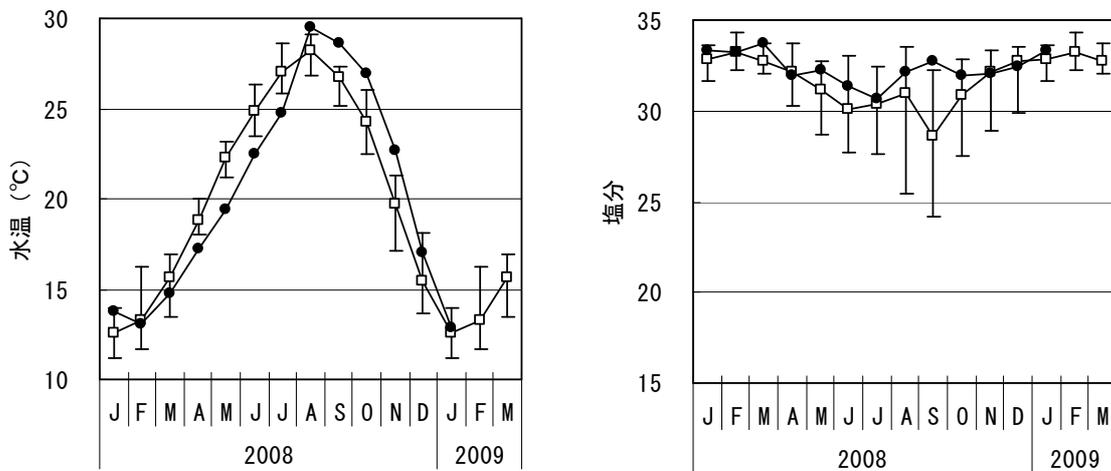


図3 光松5m層における水温(左)と塩分(右)の推移

● : 2008年1月～2009年1月 □ : 1998～2005年の平均値(平年値)。
上下のバーは、最高値、最低値を示す。

(4) プランクトンの出現

1) *Karenia mikimotoi*

2008年4～10月の*K. mikimotoi*の、調査日ごとの最高密度の推移を示した(図6)。11月以降は、出現しなかった。2003～2007年の結果も同様に示した。

2008年は、8月に4,400cells/mlまで増加したが、漁業被害はなかった。大規模な赤潮が発生した2004年と2006年は、6～7月に密度が増加した。一方、2008年と2003年は、8月に入ってから密度が増加した。

2) *Chattonella marina*

2008年は、本種による漁業被害が発生した。本種も、2003～2007年の結果をあわせて示した(図7)。11月以降は、出現しなかった。

2008年は、6月下旬に増殖が始まり、7月中旬までの約15日間、数千～1万cells/ml程度の高密度で出現し続けた。2005年や2007年も、密度が数千～1万cells/mlに達することはあったが、その期間は1～4日程度だった。また、2005年や2007年は、密度が高くなったのは8月であり、発生時期も異なっていた。

一方、2003年は、6月下旬から増殖が始まり、7月下旬までの約24日間、数千～2万cells/mlの高密度が維持されていた。2008年の本種の出現は、2003年と共通点が多いと思われた。

2008年の密度の推移を、調査地点ごとに示した(図8)。最初に、最も湾奥に位置する中学前で密度が増加し、その後湾全体に赤潮が拡散した。浦ノ内では、典型的な出現のしかたといえる(林ほか2005)。こうした出現パターンは、漁業者の間にも周知されてきたらしく、聞き取りによると、湾奥で本種が観察された後、早めに養殖魚を出荷し、被害を免れた例もあったようである。

有害赤潮拡大防止

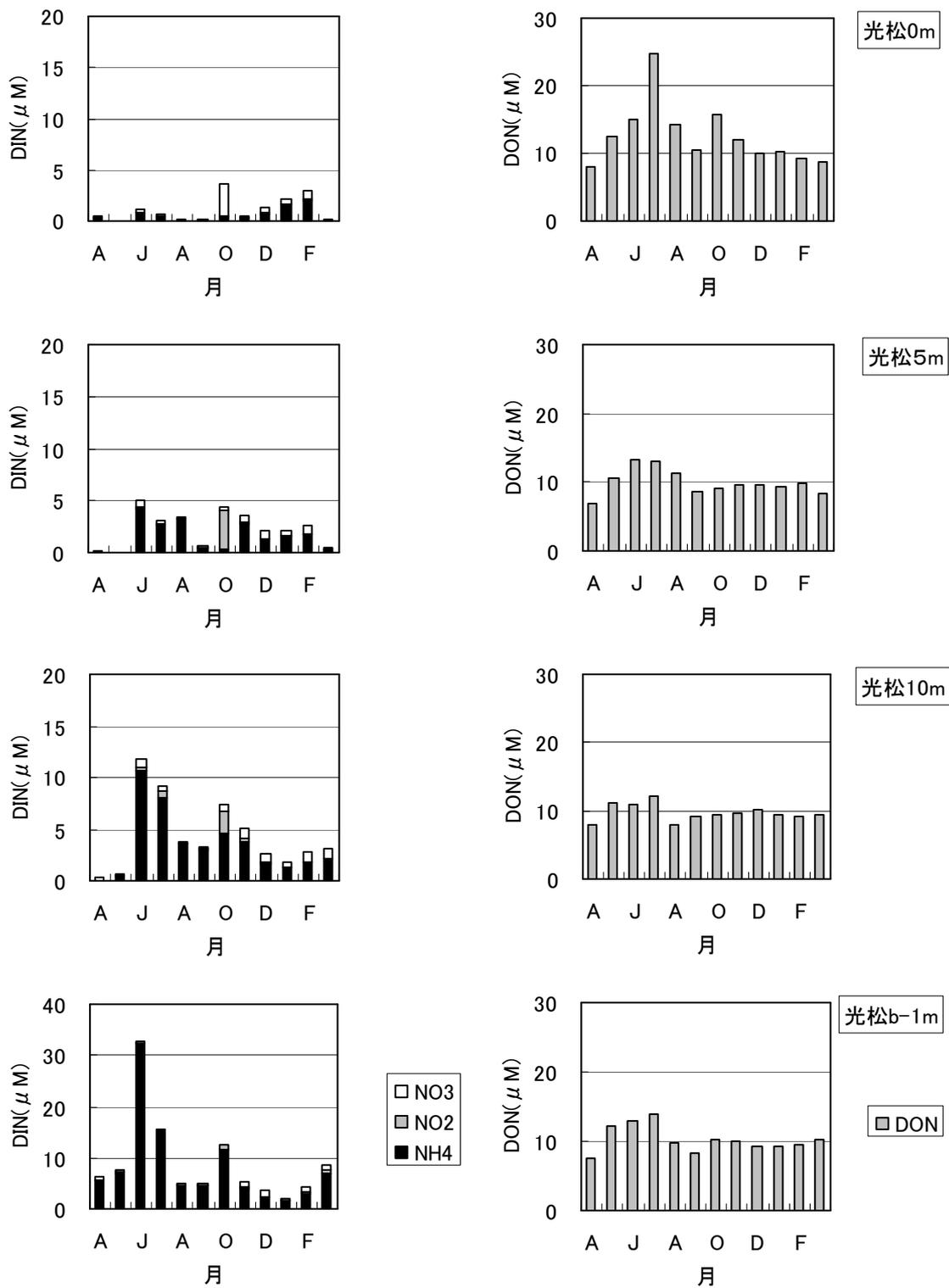


図4 光松の2008年4～2009年3月のDIN(左)、DON(右)の推移

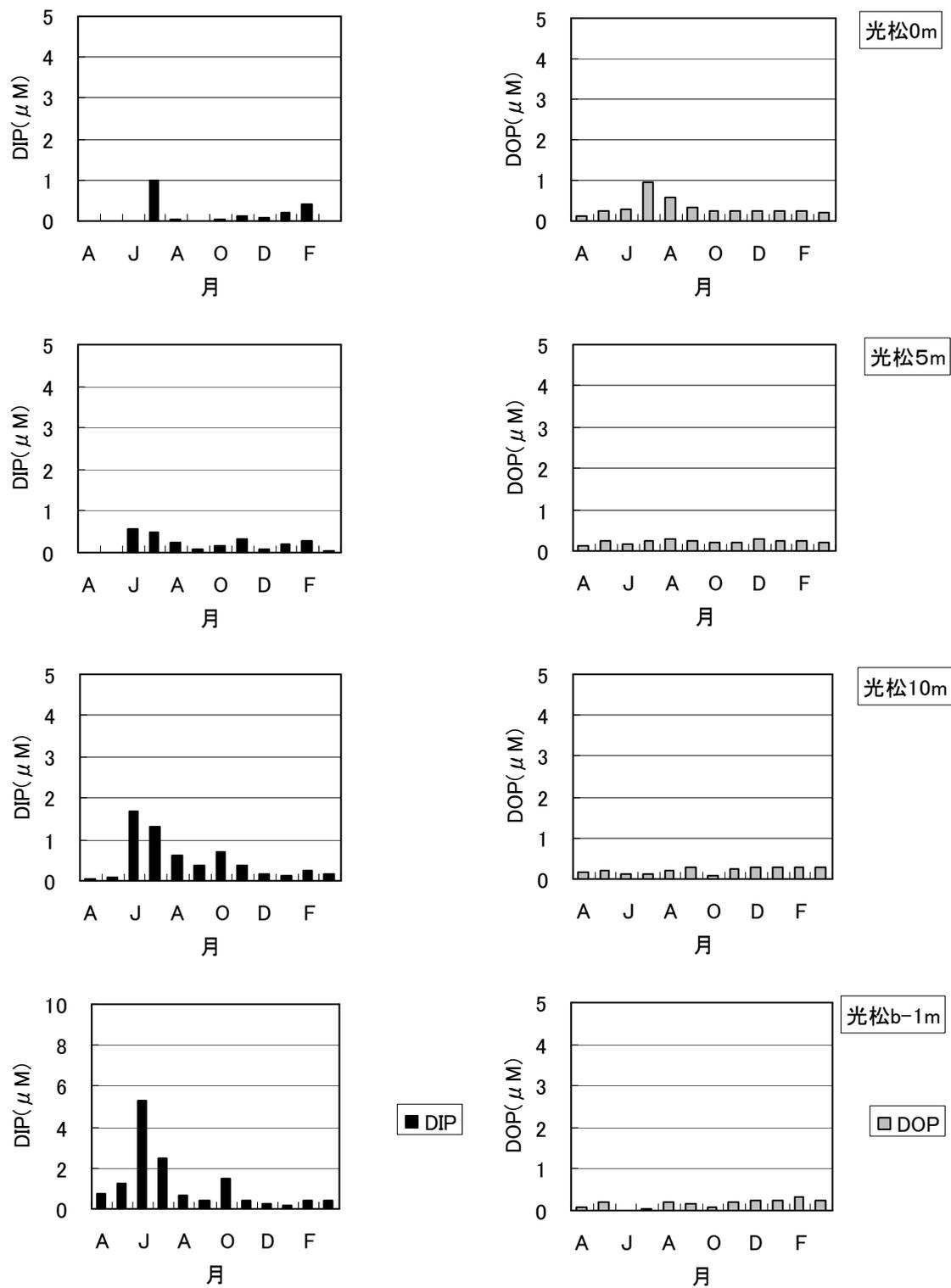


図5 光松の2008年4～2009年3月のDIP（左）、DOP（右）の推移

有害赤潮拡大防止

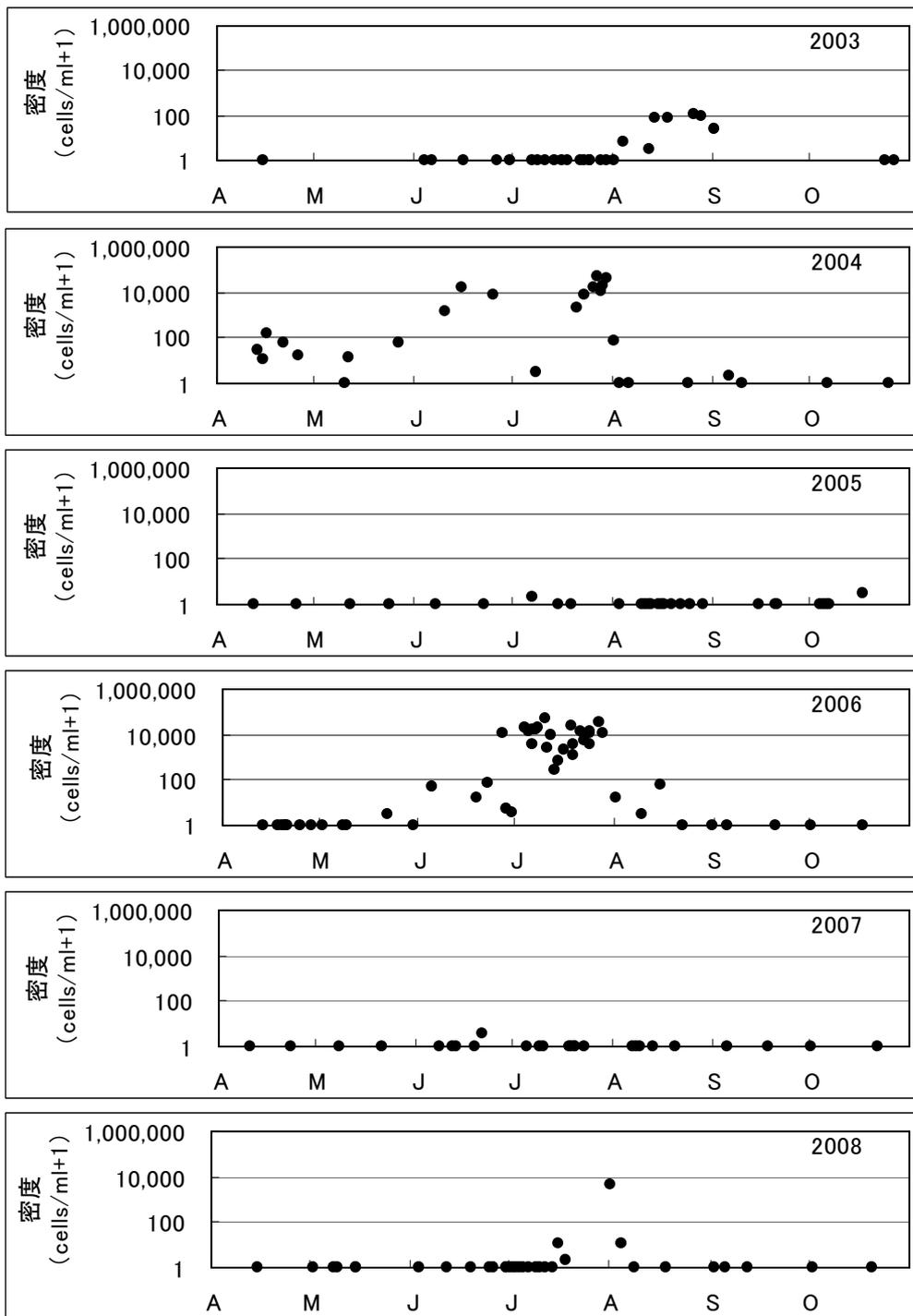


図6 各年における *K. mikimotoi* の最高密度の推移

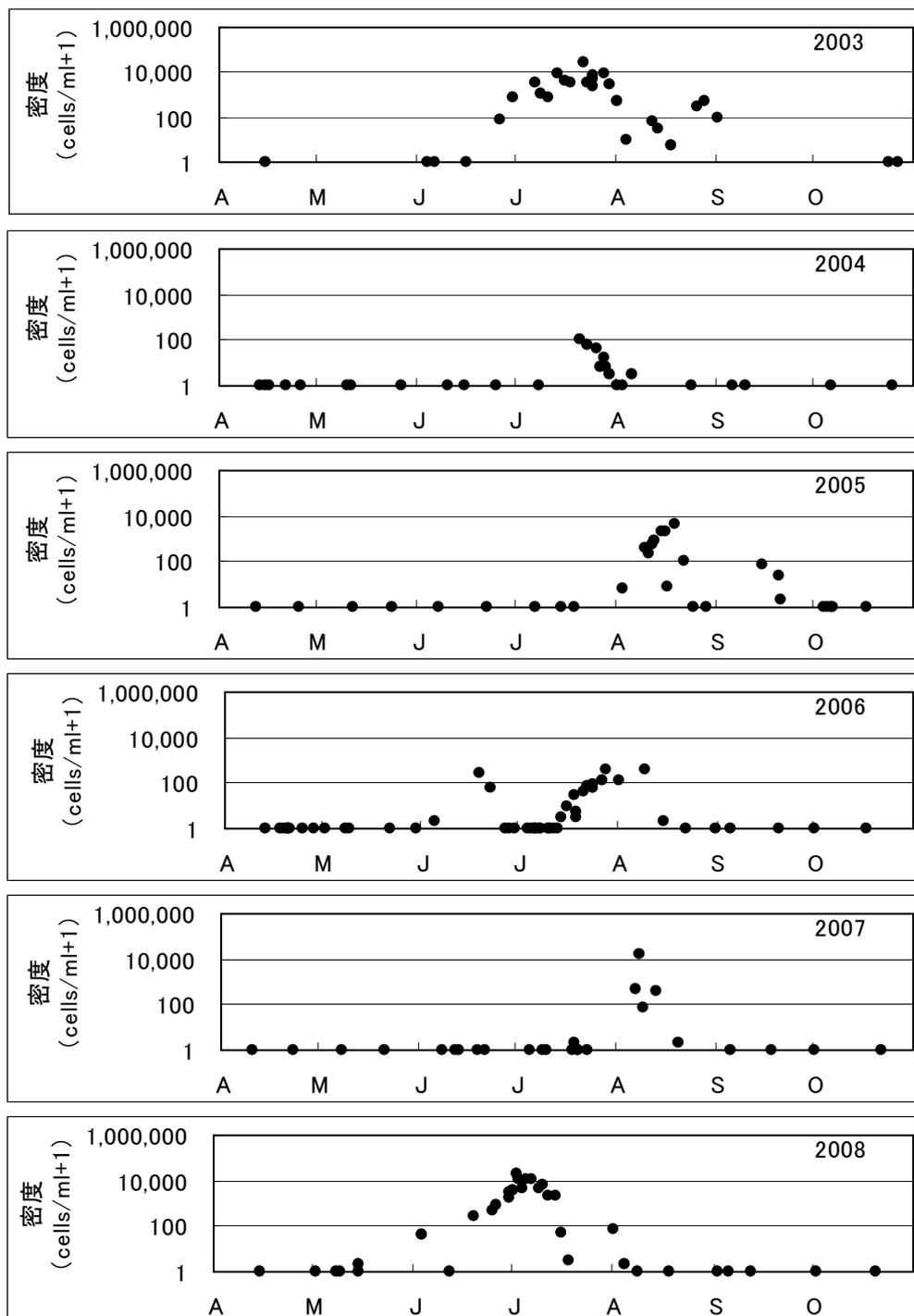


図7 各年における *C. marina* の最高密度の推移

有害赤潮拡大防止

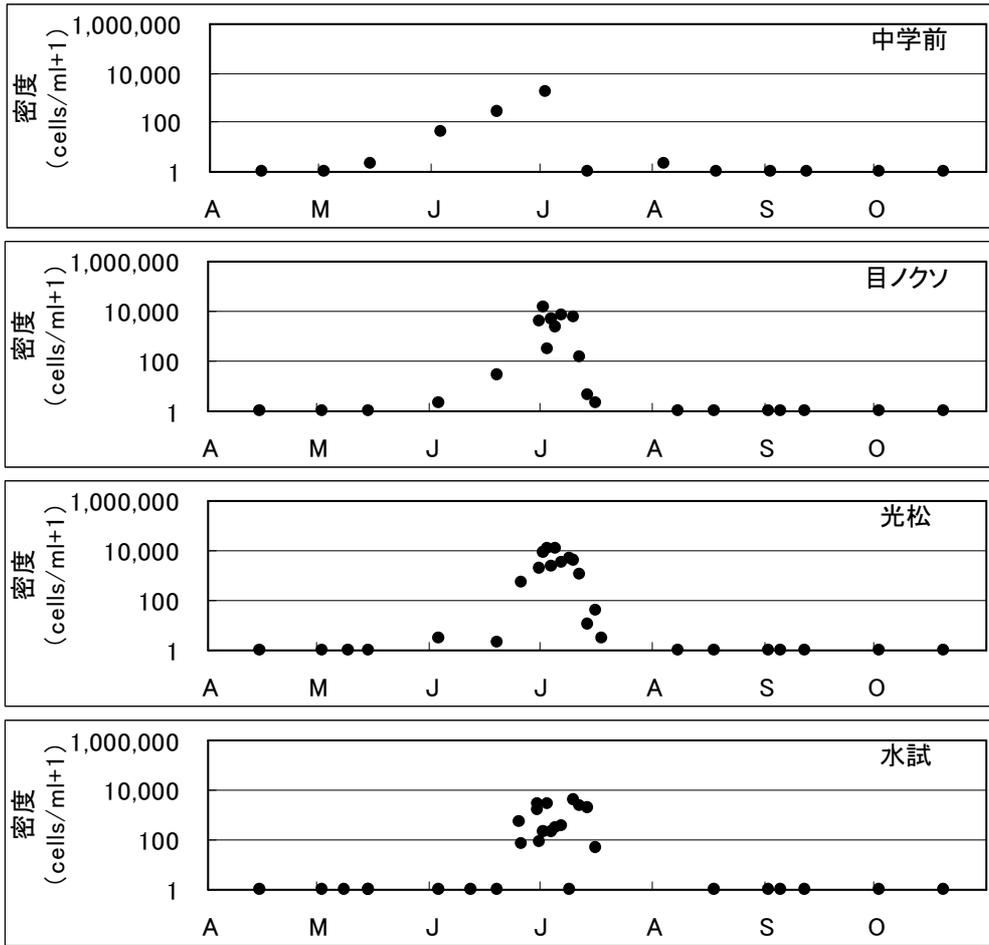


図8 2008年の *C. manira* の調査地点ごとの密度の推移

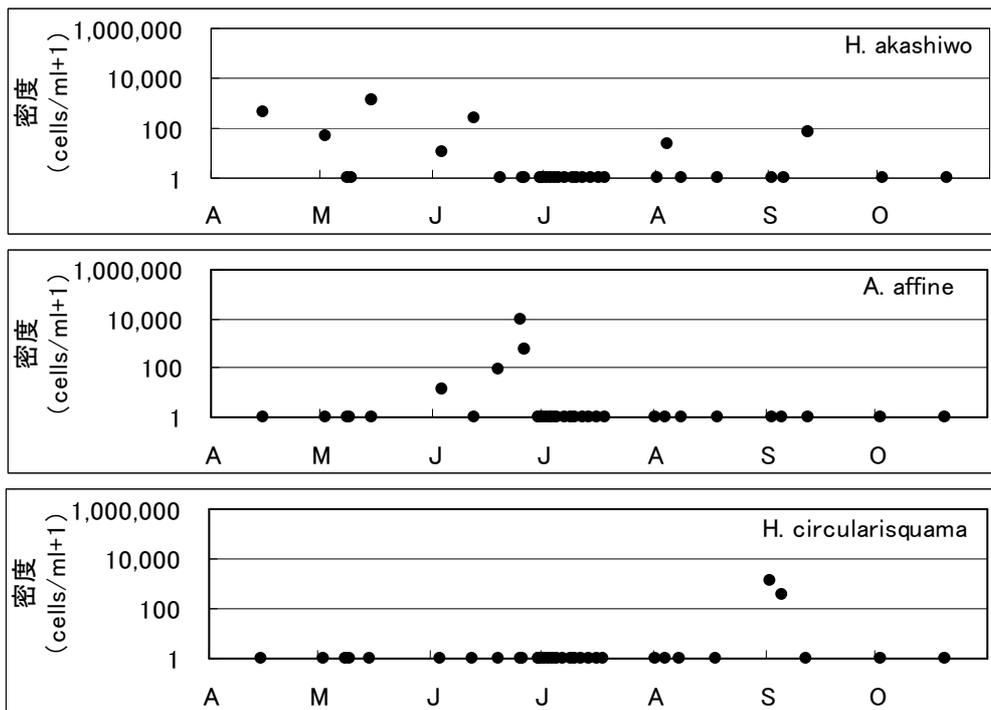


図9 主要なプランクトンの密度の推移

(5) 2008年の海況とプランクトンの特徴

本年の海況やプランクトン出現状況は、以下のように要約できる。

- ・ 6月の *A. affine* の増殖
- ・ 6月から始まった *C. marina* の増殖と、7月を中心とした大規模な赤潮
- ・ 8月の *K. mikimotoi* の増殖
- ・ 8月の水深2mでの溶存酸素の低下
- ・ 9月の *H. circularisquama* の増殖

こうした状況は、多少の相違点はあるものの、以下の2003年と類似していた。

- ・ 6月の *A. affine* の増殖
- ・ 6月から始まった *C. marina* の増殖と、7月を中心とした大規模な赤潮
- ・ 8月の *K. mikimotoi* の増殖
- ・ 8月の水深2m層での溶存酸素の低下
- ・ 11月の *H. circularisquama* の増殖

そこで、2003～2008年の各年の環境の比較を試みた。湾奥に近い調査点である目ノクソの2m層、B-1m層において、5～6月の水温と塩分の平均値（5月に2回、6月に2回調査）を示した（図10）。

K. mikimotoi による大規模な赤潮が発生した2004年と2006年は、2m層の水温が高かった。また、両年は、塩分も比較的低く、こうした年は本種の赤潮に注意が必要であることが考えられた。

しかしながら、それ以外は、特に明瞭な傾向は見られず、2008年と2003年の共通点も見出せなかった。今後は、他の環境要因についても検討していく必要がある。

(6) その他

養殖現場において、プランクトンの密度を漁業者が把握できるように、簡易な採水方法と、プランクトンの計数方法を検討した。結果は、別紙資料にまとめ、養殖漁業者に配布した。

参考文献

林 芳弘 (2008) 平成18年度高知県水産試験場事業報告 71-92
 林 芳弘・田井野清也・安藤裕章・石川 徹 (2005) 高知県浦ノ内湾における *Chattonella* 赤潮出現の特徴 平成18年度日本水産学会大会講演要旨集
 石川 徹・田井野清也 (2005) 平成15年度高知県水産試験場事業報告 71-74

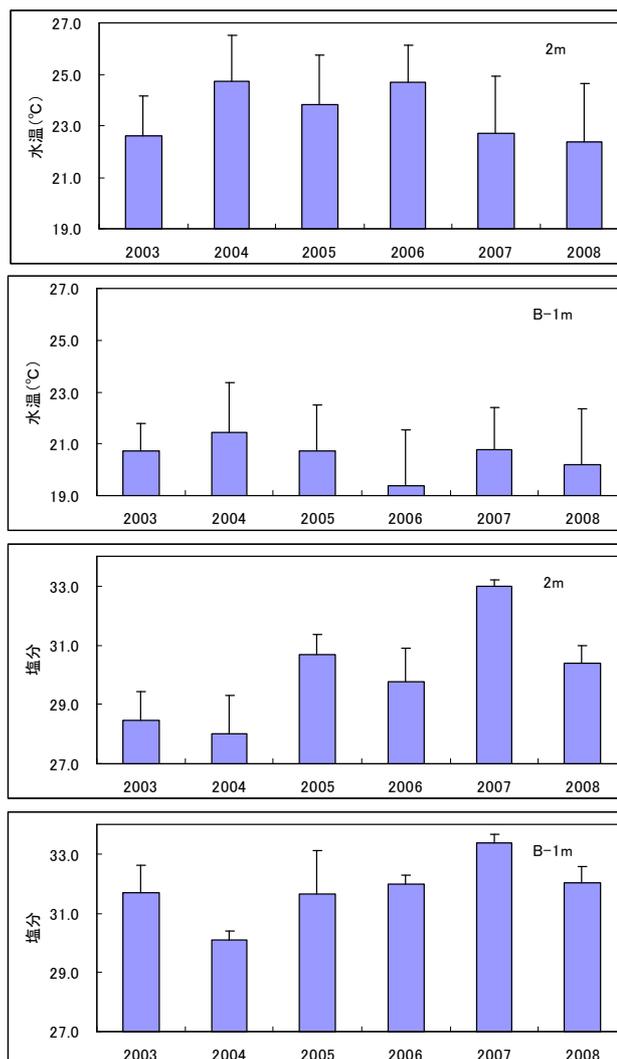


図10 目ノクソにおける、各年の5～6月の水温及び塩分の平均値
 バーは標準偏差を示す。

有害赤潮拡大防止

別添資料：現場での有害プランクトン密度の測定方法の開発

高知県水産試験場（2009年1月）

プランクトンの密度は、時事刻々変化していきます。そのため、リアルタイム情報について、養殖業者自身が現場で調べることができれば、より迅速な対応が可能となります。そこで、養殖小割りの上など、できるだけ現場に近い場所で、有害プランクトン密度を簡易に測定する方法を検討しました。

1. 採水器

プランクトンの密度は、水面下2mとか5mで高くなっていることが多いため、採水器が必要になります。



図1

ロープに、おもりとペットボトルを取り付けた採水器を作ってみました（図1）。ロープには、1m、2m、5mに目盛りを打ちました。ペットボトルに栓をして、好きな深さに沈めた後、栓に取り付けた紐（a）を引けば、栓が外れて採水できる仕組みになっています。

ちなみに、作成にかかった時間は10分ぐらいです。材料は、シリコン製の栓以外は、一般でも簡単に入手できるものばかりです。

水深5mまで沈めると、水圧でペットボトルがへこみますが、浸水等はありませんでした。

また、水試で通常使用している採水器と比較しても、プランクトン密度に大きな差はありませんでした。

2. 顕微鏡

現場で使用することを想定して、子供が理科の授業で使うような小型顕微鏡を用いました。光源は反射鏡なので、電源は必要ありません。カタログ価格は2～8万円といったところです。

最初に、こうした小型顕微鏡でプランクトンが見えるのか、実際に水試の小割りの上で確認してみました（図2）。



図2

水平線が斜めになっていることから分かるように、波を受けて揺れがありました。また、肌を感じる程度の風も吹いていました。そのような状況でしたが、代表的な有害プランクトンであるシャトネラ・マリナの姿を容易に捉えることができました（図3）。

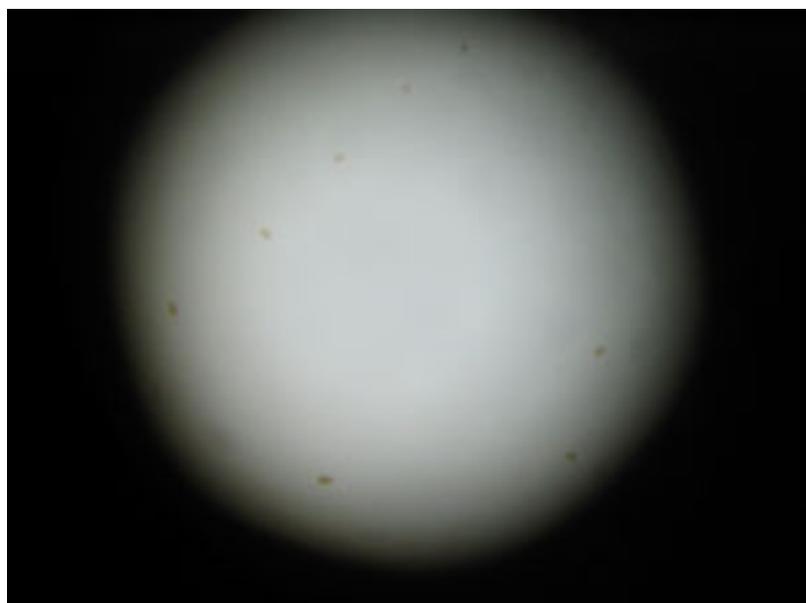


図3

なお、シャトネラよりもずっと小さいカレニア・ミキモトイでも、この顕微鏡で観察できました。しかし、プランクトンの中には同定が難しいものもあるので、この小型顕微鏡でプランクトンの種類を詳しく判別するのは無理があります。その時発生している赤潮が有害種によるものかどうかは、水試や指導所が確認する必要があります。

次は、プランクトン密度の調べ方について検討しました。精密に密度を調べる必要もないので、おおまかに把握できれば充分です。

この小型顕微鏡は、ステージを動かすことができないため、スライドガラス上の全視野を観察して、プランクトンの細胞数を計数することは困難です。そこで、視野の中に見える細胞数から推定することを考えました。

シャトネラ・マリナを例に、視野内の細胞数とスライドガラス上の全細胞数との関係を示しました。上の写真（図3）のように、視野内に8細胞程度が見えるなら、スライドガラス上に1000~2000細胞ほど存在することになります。

有害赤潮拡大防止

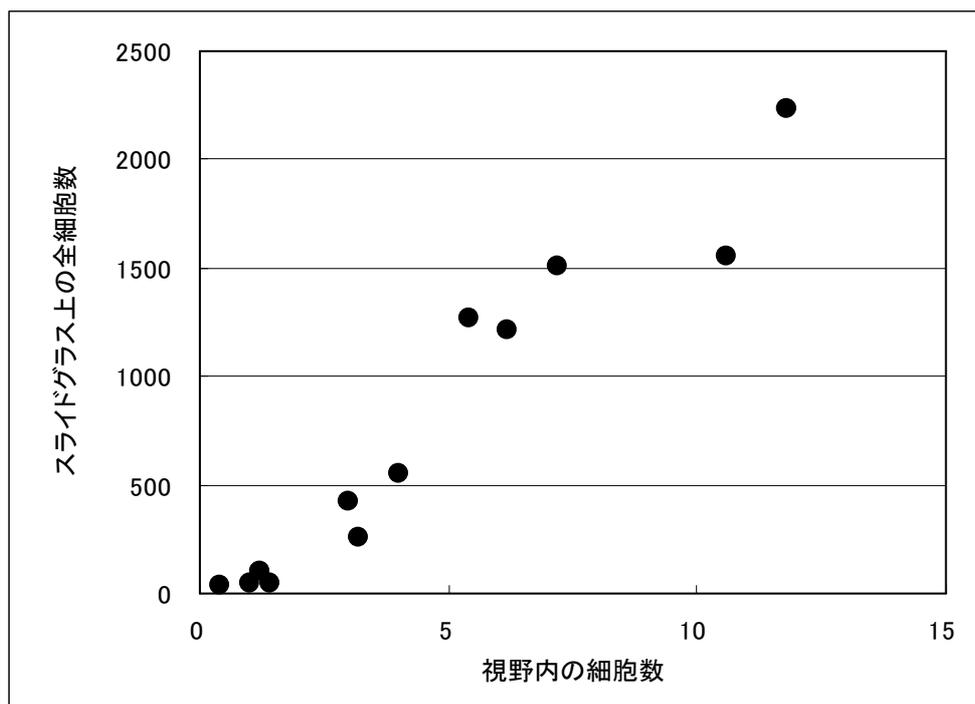


図4

シャトネラ・マリナの場合、1mlあたり数百細胞の密度で魚類に被害が出るおそれがあるとされています。つまり、海水を1mlにとって、顕微鏡をぱっと覗いて、視野内にシャトネラ・マリナが数細胞見えるような時は、養殖魚に餌はやれないということです。安全を考えるなら、視野内にはほぼ見えなくなってから餌をやった方がいいと思います。

ただし、プランクトンの密度は、刻々と変化します。一旦密度が低下しても、その後再び急増することもあり得ます。そういった危険性には充分注意する必要があります。