

ヘテロカプサ赤潮の消長予測技術開発

畑 直垂・増田 健・辻 将治・広瀬 和久

目的

英虞湾では、1992年以来 *Heterocapsa circularisquama* による赤潮が毎年のように発生している。そのため、英虞湾の真珠生産者にとって、本種の発生状況に応じた養殖管理は必要不可欠となっている。そこで、*H. circularisquama* の短期的な赤潮消長予測技術の開発を目的とし、増殖速度モニタリングによる予測手法について検討する。

方法

1. 細胞分裂指数 (FDC) による増殖速度モニタリング技術の開発

1) *H. circularisquama* 増殖過程における FDC の推移モニタリング技術の開発に必要な基礎的知見の収集を目的とし、培養実験により本種の増殖過程における FDC の日周変化を調査した。また、FDC から求める増殖速度 (μ FDC) と細胞密度から求める増殖速度 (μ Cell Density) との比較により、 μ FDC による赤潮消長予測の可能性について検討した。*H. circularisquama* 培養株を三角フラスコにて培養し、培養 5 日～6 日後、8 日～9 日後、13 日～14 日後及び 24 日～25 日後の計 4 回、12:00 から 24 時間にわたり 1 時間ごとにフラスコより細胞懸濁液を採取、固定した。各試料につき 300 細胞を顕鏡し、以下の式により FDC (fi) 及び μ FDC を求めた。

$$fi = Di / Ci$$

Di : i 時間における細胞分裂中の細胞数、

Ci : 全細胞数

$$\mu \text{ FDC} = \sum_{i=1}^n \ln(1+fi) / (n \times Td)$$

n : 試料採取の回数、Td : 細胞分裂に要する時間

細胞密度による増殖速度 (μ) は、24 時間ごとに細胞数を計数し、次式により計算した。

$$\mu = (\ln N_0 - \ln N_1) / \ln 2$$

N₀ : 最初の細胞数、N₁ : 24 時間後の細胞数

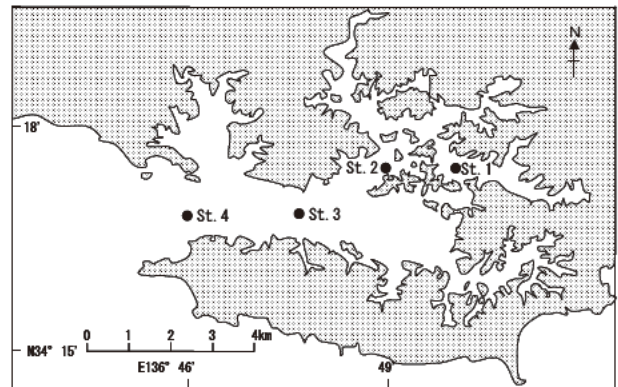


図 1 英虞湾調査定点

2) 増殖速度モニタリング技術の実用化に向けた FDC 簡易測定法の検討

現場作業を軽減した効率的な FDC 測定法を開発するため、2 種類の擬似現場的手法を検討した。A 法として、図 1 に示す St.1 で採取した海水を実験室内の培養庫にて現場海域に近い条件で培養しつつ FDC を測定する方法、B 法として、海水を現場海域の中層付近の光強度となるように遮光した培養瓶に入れ、屋外のコンクリート水槽内に設置し、培養する方法を検討した。また、対照として、St.1 において所定の時刻に海水を採取、固定して FDC を測定する現場法を実施した。試験は 2004 年 7 月 27 日～28 日に実施した。

2. 現場海水のバッチ培養による増殖速度モニタリング技術の開発

1) *H. circularisquama* 細胞数及び発生環境のモニタリング

増殖速度モニタリング結果の評価に利用するため、図 1 に示す 4 定点において、*H. circularisquama* 及びその他のプランクトン細胞数、水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル、栄養塩 (DIN, DIP, DOP, Si) をモニタリングした。

2) 現場海水のバッチ培養による増殖速度モニタリング

H. circularisquama の発生期間中に St.1 において 0.5 m, 2 m, 5 m, 海底上 1 m の各層より海水を採取し、顕鏡により細胞数が最も多い層の海水を培養に供した。

海水試料を三角フラスコに入れ、培養庫内で24時間培養した。培養温度は試料を採取した層の水温、光強度は $165 \mu E/m^2/sec$ とした。培養開始時と培養24時間後の細胞数を計数し、前述の式により増殖速度を求めた。

結果及び考察

1. 細胞分裂指数 (FDC) による増殖速度モニタリング技術の開発

1) *H. circularisquama* 増殖過程における FDC の推移
FDC は0:00頃より増大し始め、暗期終了時 (5:00) に最大となり、その後減少するという日周変化を示した。FDC の最大値は、増殖初期の培養5日~6日後で最も高く、8日~9日後、13日~14日後、24日~25日後と進むにつれ低くなった。細胞分裂指数より求めた増殖速度 (μFDC) と細胞密度より求めた増殖速度 ($\mu Cell Density$) を比較して図2に示した。 μFDC の計算では分裂時間 (Td) の値が必要となる。Tdについては、山口(1998)により、温度25℃、光強度10~100 $\mu E/m^2/sec$ の条件で検討された結果、50 $\mu E/m^2/sec$ 以上では Td=0.02で一定、すべての光強度のデータからは Td=0.033と計算されている。そこで、Td=0.02及び0.033を用いて計算した結果、Td=0.02で計算した μFDC は $\mu Cell Density$ に近い値が得られた。さらに、 $\mu Cell Density$ の減少に伴って μFDC も減少する傾向が認められたことより、 μFDC は赤潮の消長予測に利用可能と考えられた。

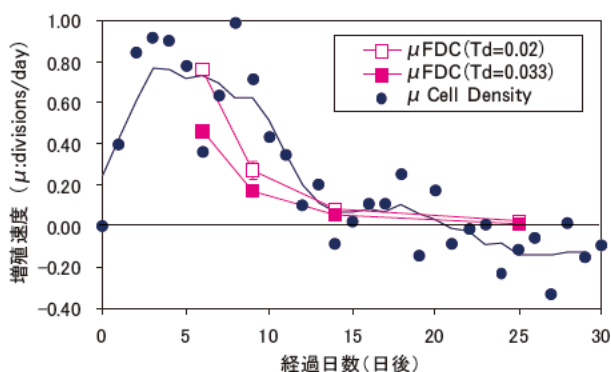


図2 細胞分裂指数による増殖速度 (μFDC) と細胞密度による増殖速度 ($\mu Cell density$) の比較

2) 増殖速度モニタリング技術の実用化に向けた FDC 簡易測定法の検討

現場法において、FDC は4:00以降に増大し、最大値は0.09と高かった。一方、擬似現場法ではA法、B法共にFDCは20:00以降に増大し、最大値はA法で0.06、B法で0.03と低かった。表1には、各手法により求めた

表1 現場法と擬似現場法から求めた増殖速度 (μFDC) の比較

現場法	擬似現場法A	擬似現場法B
0.66	0.45	0.41

μFDC を比較して示した。現場法による μFDC が0.66 divisions/dayであったのに対し、A法では0.45 divisions/day、B法では0.41 divisions/day と低い値となった。今後、擬似現場法については、より現場法に近い結果が得られるように改善が必要である。

2. 現場海水のバッチ培養による増殖速度モニタリング技術の開発

1) *H. circularisquama* 細胞数及び発生環境のモニタリング

H. circularisquama は7月26日に St.1 で最初に確認され、約10日間は低密度で推移した。8月6日~9日にかけて急速に高密度となり、8月9日には St.1 及び St.2 で100 cells/ml 以上に達し、8月16日には全測点で100 cells/ml 以上となった。8月18日以降は減少に向かい、8月24日に St.1 で確認されたのを最後に消失した。最高細胞数は、8月13日、St.1 の2,151 cells/ml (水柱平均) であった。*H. circularisquama* の赤潮が発生する以前の7月30日~31日にかけて三重県付近を台風10号が通過した。この時には密度成層が一時的に解消しており、水塊の攪拌があったと推測される。*H. circularisquama* は、台風通過以前は湾奥の中層を中心に分布していたが、台風通過直後には湾奥の表層及び底層の細胞数が増加すると共に、湾中央まで細胞が確認されるようになった。また、台風通過以前は底層で高かった PO_4 、Si 及び DOP が、台風通過後は表層~中層で高くなった。*H. circularisquama* が赤潮を形成した8月6日以降は、密度成層が再び発達した時期であった。

2) 現場海水のバッチ培養による増殖速度モニタリング

現場海水のバッチ培養による増殖速度と *H. circularisquama* 細胞数 (水柱平均) の推移を図3に示した。増殖速度は、細胞数が10 cells/ml 程度で横ばいであった8月2日にはマイナスを示し、細胞数が急激に増加した8月9日から定常期にあった8月16日までは高く、細胞数が減少に向かった8月18日以降は再び低下してマイナスを示した。増殖速度と細胞数の推移が良く対

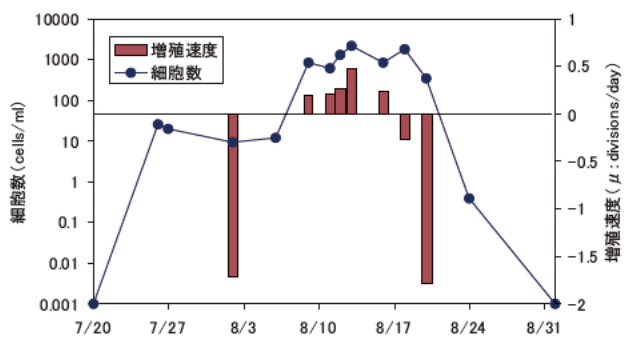


図3 現場海水のバッチ培養による増殖速度及び *H.circularisquama* 細胞数(水柱平均)の推移

応じたことより、現場海水のバッチ培養による増殖速度のモニタリングは、赤潮の消長予測に利用できる可能性が示唆された。

関連報文

平成16年度 川上から川下に至る豊かで多様性のある海づくり事業
赤潮等被害防止対策事業 報告書