

# 赤潮・底泥対策技術開発事業

## 陸起源物質が海域の一次生産などに及ぼす影響の解明 植物プランクトン増殖に及ぼす栄養塩の把握

館 洋・清水康弘

### 目的

英虞湾における貧酸素水塊の主要な発生源は、海底に堆積する有機物であり、植物プランクトンによる一次生産が深く関与している(英虞湾物質循環研究調査報告書, 2008)。特に英虞湾の環境改善対策を考える際には、陸起源物質が一次生産に与える影響を正しく把握することが重要であることから、我々は、河川の影響が異なる3つの海域において、降雨後の一次生産量の変動を調査し、陸域からの栄養負荷が湾内の一次生産に与える影響を明らかにした。今回は、現場海水を用いたAGP(藻類生産の潜在能力測定: Algal Growth Potential)試験により、各海域における栄養塩状態と植物プランクトンの増殖特性について調査した。

### 方法

#### 1. 現場での観測および試水処理

平成22年6月~10月に月1回の頻度で調査を行った。調査地点は、河川の影響を強く受ける河口域(St.1)、影響の少ない湾奥域(St.2)、外洋の影響を受ける湾中央域(St.3)の3地点(図1)とした。各地点の水深2m層と海底上1m層の水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィル量を観測するとともに、各層の海水を採水して持ち帰り、自動栄養塩分析装置(BLAN+LUEBE製, TRAACS2000)により栄養塩(DIN, PO<sub>4</sub>-P)濃度の測定と、植物プランクトンの計数を行った。

#### 2. 海水ろ過と栄養塩添加

海水中の動物プランクトンなどの捕食者を取り除くため、60 $\mu$ mナイロンメッシュフィルターでろ過し、このろ液を滅菌したスクリューキャップ付き試験管に40mlずつ分注し、以下のように栄養塩を添加した区を作成した。窒素添加区(N添加)ではKNO<sub>3</sub>液(1.011g/l)を40 $\mu$ l添加し、添加後の濃度を10 $\mu$ Mとした。リン添加区(P添加)では、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>液(1.361g/l)を4 $\mu$ l添加し、添加後の濃度を1 $\mu$ Mとした。また、窒素とリンの両方添加区(N+P添加)と栄養塩を添加しない区(無添加)を作成した(表1)。

#### 3. 培養と増殖モニタリング

温度は25 $^{\circ}$ C、照明は白色蛍光灯250 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s、明暗サイクル12時間の条件下で静置培養した。増殖のモニタ

リングは、蛍光光度計(ターナーデザイン, 10-AU)により、クロロフィル生体内蛍光強度を1回/日、10日間測定した。なお、各栄養塩添加区はそれぞれ5本ずつ作成して測定を行い、結果はその平均値を用いた。

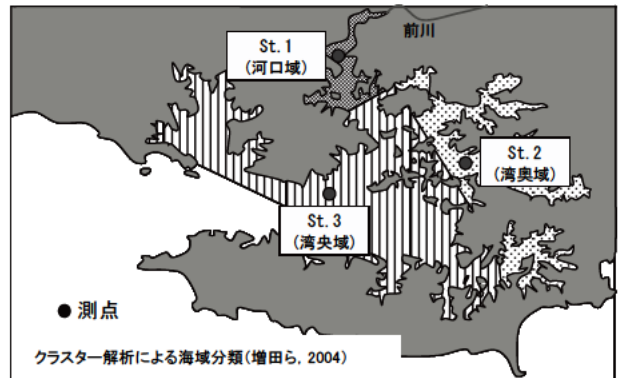


図1. 測点図

表1. AGP試験条件

期間と回数	6月~10月, 月1回
海域	河口域, 湾奥域, 湾中央域
水深	表層(2m), 底層(B-1m)
添加栄養塩(添加後濃度)	N添加(10 $\mu$ M), P添加(1 $\mu$ M), N+P添加(10+1 $\mu$ M), 無添加(-)

### 結果および考察

#### 1. 英虞湾における栄養塩環境

植物プランクトンの増殖には栄養塩濃度だけでなく、栄養塩比が重要であることが知られている。一般的に植物プランクトンの成分比として用いられるレッドフィールド比(N:P=16:1)とともに、試験開始時のDIN, DIP濃度の散布図を図2に示した。測定を行った36サンプルのうちN:P比が16を超えたのは降雨直後の河口域表層の2サンプルのみであり、植物プランクトンの増殖面

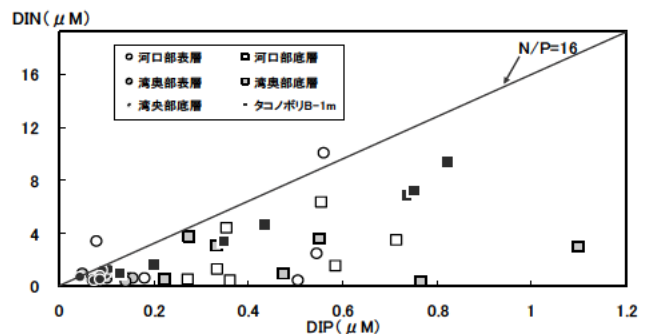


図2. 各測点のDIN, DIP濃度の散布図

から見ると英虞湾のほぼ全域でリンに対して窒素濃度が低い状態であった。特に N:P 比が低い海域は湾奥域と河口域の底層で、降雨前の河口域表層でも低かった。

## 2. 植物プランクトンの増殖制限要因

試験開始時の DIN 濃度と、培養期間中の最大蛍光値の関係を図 3 に示した。海水中の DIN 濃度と蛍光値は正の相関が見られ、英虞湾全体で見れば、不足することが多い窒素が植物プランクトンの主な増殖制限要因であることを確認した。

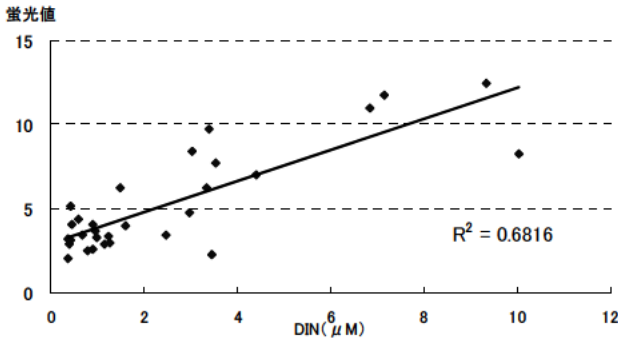


図 3. DIN 濃度と最大蛍光値（無添加時）

次に、各測点における栄養塩添加と最大増殖率の関係を図 4 に示した。いずれの測点でも無添加に比較して、窒素添加により最大増殖率が高くなる一方、リンの添加では上昇は見られず、窒素制限となっていたが、無添加区や N + P 添加区の最大増殖率も含めて整理すると、以下の 3 つの増殖パターンが見られた。

### 1) 全ての添加区で増殖するパターン

無添加区も含め、全ての添加区で高い増殖率を示したパターンで、湾中央の底層が該当した。底泥からの栄養塩供給を受けるため、栄養塩条件は比較的良好であるが、水深が 30m 近くあることから光が制限要因になっているものと考えられた。

### 2) N 添加で増殖するパターン

N 添加、および N+P 添加区で高い増殖率を示したパターンで、湾奥域や河口域の底層が該当した。これらの海域では底泥からリンの供給を受けるため、相対的に窒素不足状態が強く、窒素の単独添加でも高い増殖率を示したものと考えられた。

### 3) N+P 添加で増殖するパターン

窒素やリンの単独添加では増殖率はさほど高くなり、同時に添加でのみ高い増殖率を示したパターンで、湾奥域

や湾中央の表層が該当した。これらの海域では窒素、リンがともに低い濃度となっており、どちらか一方が供給されても、他方が制限要因になることが要因と考えられた。

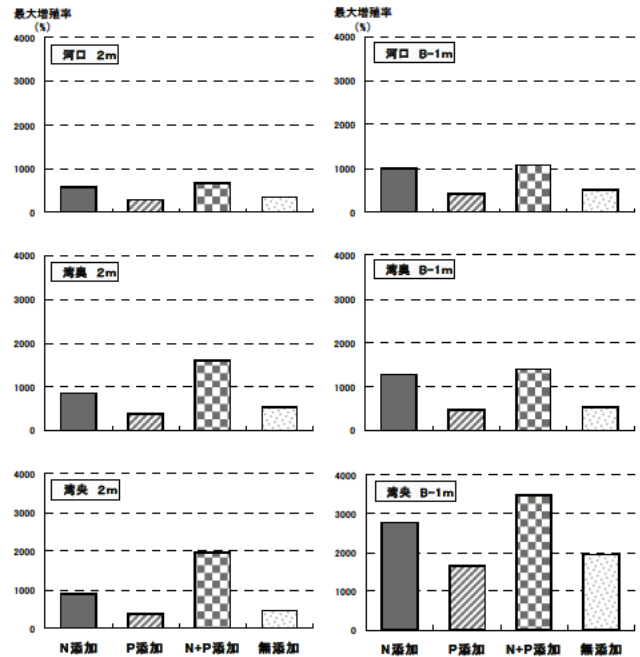


図 4. 各測点における栄養塩添加と最大増殖率の平均値（6-10月）

## 3. まとめ

実験の結果から、植物プランクトンの増殖面から見た英虞湾の栄養塩比は、ほぼ全域でリンに対して窒素濃度が低い状態にあり、窒素が植物プランクトンの増殖制限要因となっていることが示された。特に湾奥域と河口域の底層や、降雨の無い時期の河口域の表層では窒素不足が顕著であった。このような状態の海域に降雨や底泥からの溶出などによって窒素が供給されると、植物プランクトンが急激に増殖しやすい状態になると考えられる。赤潮など植物プランクトンの急激な増殖は、動物による捕食が追いつかず、その多くが海底に沈降し腐敗する過程で酸素を消費するため、貧酸素化を助長するものと考えられる。英虞湾の環境改善対策を考える際、単に陸からの流入負荷の削減だけではなく、海域での一次生産を含めた健全な栄養塩バランスも合わせて考える必要がある。

## 関連報文

赤潮・底泥対策技術開発事業成果報告書