

# 赤潮・底泥対策技術開発事業

## 底泥の堆積過程の解明と堆積抑制手法の開発

清水康弘・舘 洋・国分秀樹

### 目的

英虞湾では赤潮・貧酸素の発生などの水質悪化による漁業生産性の低下が問題となっている。これには湾内に堆積している底泥の有機汚染の進行が大きく関与していると考えられており、この底泥の有機汚染の要因となっている河川等から流入する陸域起源物質の影響を把握する。

### 1. 湾内における河川から流入する懸濁物質の堆積状況方法

昨年度に実施した調査結果から、英虞湾へ流入する最大河川である前川河口付近の底泥の炭素、窒素比（以下C/N比）は、湾内と比較して大きく異なり、この要因として河川から供給される有機懸濁物が多く堆積している影響と考えられた。

本年度は、これらの有機懸濁物の堆積している範囲をより詳細に調べるため、前川河口付近（以下湾奥）から湾内の真珠養殖漁場（以下湾内）にかけての約3kmの距離の間に測点1～7を設け（図1）、H21年8月に潜水作業により直径11cmのアクリルコアを用いて不攪乱柱状採泥を行った。採取した底泥の表層0～2cm層を目合い0.5mmの篩で濾して異物を取り除いた後CODとTOC、TN含量を分析した。

分析はCODをアルカリ分解法にて、TOC、TN含量は底泥を105℃、24時間で乾燥し、すり潰して6N塩酸で酸処理した後、CNコーダー（エレメンタール社、vario-MAX）にて測定した。

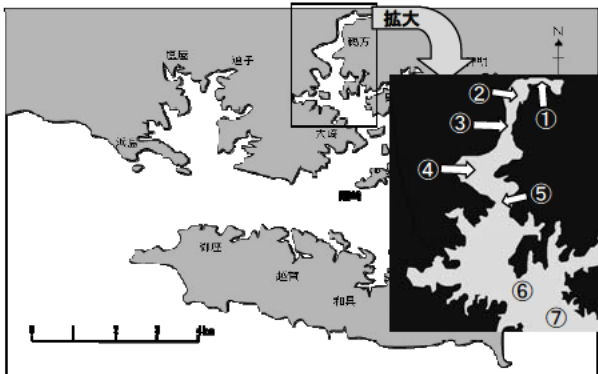


図1 調査測点の位置（数字は各測点）

### 結果及び考察

底質のCOD、TOC、TNの分析結果を図2に示す。各測点の底質のCODは38.9～76.4（mg/g-乾泥）、TOCは3.1～4.8（mg/g-乾泥）、TNは0.3～0.6（mg/g-乾泥）の範囲にあった。

底泥のC/N比は陸起源物質の割合が多いと高くなることで知られている。各測点の底泥のC/N比（図3）は、河口付近である測点1（C/N比12.2）から、測点5（C/N比8.0）まで徐々に低下しており、測点5から測点7までは、ほぼ一定であった。昨年度に行った測点1、5、7での季節毎の底質調査結果では、測点1のC/N比が12前後、測点5と測点7では8前後で推移し、本調査で得られたC/N比とほぼ同じ値を示しており、測点毎にほぼ安定していると考えられる。この調査結果から、前川から流入する懸濁物は河口（河口測点）付近で速やかに沈降、堆積しており、その範囲は河口から約1.5kmの地点までと考えられた。

またCODはTOCと類似した傾向を示し、高い正の相関関係が認められた（ $r^2=0.838$ ,  $p<0.01$ ）。しかしTNとの間には高い相関関係は認められなかった。（ $r^2=0.32$ ,  $p<0.01$ ）このことから、底質のCODはTNよりもTOCに大きく関与していると推測された。

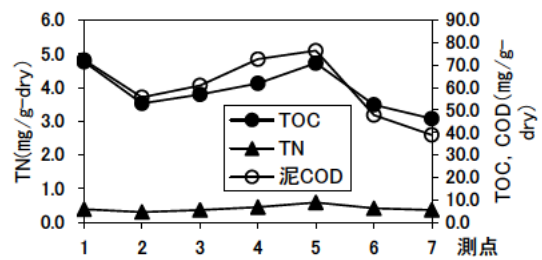


図2 各測点の底質

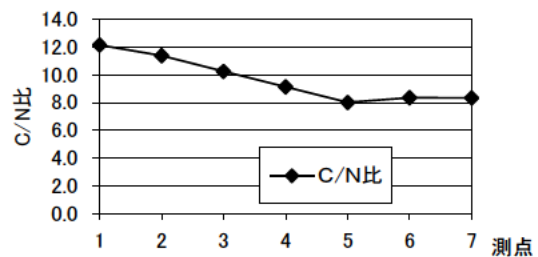


図3 各測点の底泥のC/N比

## 2. 底泥からの DIN, PO<sub>4</sub>-P の溶出フラックスに与える河川の影響

### 方法

河口付近では、陸起源の懸濁物が多く堆積しており、これらが分解することで湾内に多くの栄養塩物質が供給されていると考えられる。そこで河口付近の堆積物からの栄養塩物質の供給量を把握するための調査を行った。

調査は前述の河口付近の測点1と、湾内の測点7の2つの測点にて行い、季節毎（H21年5月、8月、11月、H22年2月）に潜水作業によりアクリルコア（直径11cm）を用いて厚さ10cmの底泥を不攪乱状態で底層水とともに採取した。この底泥コアを室内に持ち帰り、DIN, PO<sub>4</sub>-Pの溶出フラックスを測定した。培養は現場と同じ水温に調整した水槽内で、スターラーを取り付けた蓋で上部を覆い、底泥を巻き上げない程度に攪拌しながら24時間行った。

直上水のサンプリングは培養開始時と終了時に行い、溶存酸素濃度をDOメーター（YSI-model58）にて測定した後、プラスチック製シリンジにて抜き取り、GF/Fフィルター（Whatman製、PURA DISK、目合0.7μm）で濾過してから-30℃で凍結保存した。DIN, PO<sub>4</sub>-P濃度は自動栄養塩分析装置（BRAN+LUEBE製、TRAACS2000）にて測定し、DIN, PO<sub>4</sub>-Pの溶出フラックス（1日あたりの平均値）を求めた。

また、各測点の底質の状況を調べるため、調査毎に、培養とは別に採取した底泥コアの表層部分（0~2cm）を現場で採取して室内に持ち帰り、前述と同様に処理してCODとTOC, TN, および好気懸濁法による酸素消費速度の測定を行なった。酸素消費速度はクーロメーター（大倉電機株、OM3100）にて測定した。

### 結果及び考察

各測点の底質を分析した結果、TOCは測点1で32.0~51.0（mg/g-乾泥）、測点7で21.1~33.2（mg/g-乾泥）、TNは測点1で2.8~4.1（mg/g-乾泥）、測点7で2.6~4.1（mg/g-乾泥）の範囲で推移していた。5, 8, 11月は測点1の方が測点7より高かったが、2月は2測点で差があまり認められなかった。泥のCODは、測点1で50.5~75.3（mg/g-乾泥）、測点7で36.4~41.4（mg/g-乾泥）の範囲で推移し、いずれの月も測点1の方が測点7より1.2~2.0倍高かった。また酸素消費速度は測点1で1.7~5.2（g/g-乾泥/日）、測点7で4.6~10.1（g/g-乾泥/日）の範囲で推移しており、CODと同様に、いずれの月も測点1の方が測点7より1.6~3.5倍高かった。

各測定項目における相関関係は、泥の酸素消費に関しては、前述と同様、CODとTOCに高い正の相関関係（ $r^2=0.83$ ,  $p<0.01$ ）が認められた。しかし、酸素消費速

度とTOCの関係には、高い相関関係は認められなかった（ $r^2=0.30$ ,  $p>0.05$ ）。これは、クーロメーターで測定した酸素消費速度には有機物の種類や量だけでなく、底泥に含まれるバクテリアの活性状況が大きく関与している影響と推測された。

DIN, PO<sub>4</sub>-Pの溶出フラックスの測定結果を図4に示す。DIN, PO<sub>4</sub>-Pの溶出は、溶存酸素の有無により大きく変化することで知られている。本調査において、培養前後に測定した直上水の溶存酸素量は、0.8~8.6 mg/Lの範囲にあり、培養は好気的な条件下で行われたと考えられた。

DINの溶出速度は、測点1で1.8~9.3（mmol/m<sup>2</sup>/日）、測点7で-0.4~1.6（mmol/m<sup>2</sup>/日）となり、各月で測点1の方が測点7より2.1~8.4（mmol/m<sup>2</sup>/日）多く溶出していた。PO<sub>4</sub>-Pの溶出速度は、測点1で-0.01~0.42（mmol/m<sup>2</sup>/日）、測点7で-0.01~0.07（mmol/m<sup>2</sup>/日）となり、2月を除く各月で測点1の方が測点7と較べて0~0.4（mmol/m<sup>2</sup>/日）多く溶出していたものの、DINと比較すると、その差は小さかった。またDIN, PO<sub>4</sub>-Pの各溶出フラックスと底質のTOC, TN, COD, 酸素消費速度との相関関係は、DINとCODにのみ高い相関関係（ $r^2=0.72$ ,  $p<0.01$ ）が認められたものの、他の項目については、高い相関関係は認められなかった。

これらの結果から、陸域起源の炭素、窒素を多く含む有機物は春季~秋季にかけて河川を通じて流入し、河口域付近で堆積した後、すみやかに分解されており、多くの栄養塩物質が河口域から湾内に供給されていると考えられた。今後は、河川から流入する陸域起源物質の影響を考慮して、地域結集型共同研究事業で得られた物質循環モデルを改良し、英虞湾における貧酸素水塊の発生を抑制、かつ持続的な真珠養殖を行なうための、適切な流入負荷量や真珠養殖量を算出し、総合的な流域管理手法を提案していく。

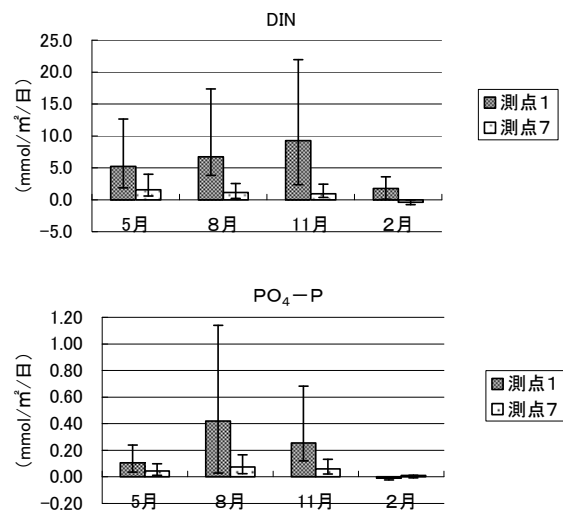


図4 各測点のDIN, PO<sub>4</sub>-Pの溶出状況