

シジミの水質浄化機能を考慮した汽水湖の水質解析

大阪大学大学院工学研究科

鈴木 誠二

西田 修三

1. はじめに

湖沼の水質と物質循環においてマクロベントスが重要な役割を果たしているという指摘は従来からなされている。本研究では、汽水湖である小川原湖を調査対象とし、優占二枚貝であるヤマトシジミを考慮した鉛直一次元モデルを用いて、小川原湖の水質特性とヤマトシジミの浄化作用についての解析を行う。ヤマトシジミは高い浄化能力を持ち、植物プランクトンを含む水中懸濁物をろ過しながら捕食する。そのため、植物プランクトンの現存量はシジミの捕食に大きく依存する。小川原湖におけるヤマトシジミの漁獲量は約 3,000t (全国第三位) であり、この大量に生息しているヤマトシジミが、湖内の水質に少なからず影響を及ぼしていると推測される。

2. ヤマトシジミの特性

ヤマトシジミは、汽水湖や河口域に広く分布する有用二枚貝であり、その多くは 10m 以浅の湖棚や河岸に生息している。活動は、水温に大きく規定され、約 5℃ を下回ると底質に潜って冬眠する。それ以上の水温では底質上に水管を出し、周囲水と一緒にプランクトンを吸い込んで、ろ過し吸収する。そのろ過速度は水温 20℃ で、一個体一時間あたり約 0.2 リットル、25℃ では約 0.4 リットルのろ過速度を有しているとの報告もある。

3. 水質モデルの概要

小川原湖は成層構造を有する汽水性の湖であり、その水質構造は、湖水の熱塩成層構造に大きく依存している。そのため、水質解析においては、鉛直一次元モデルで単純化する一方で、外海からの間欠的な塩分と熱量の供給や、鉛直拡散係数の算定等において、塩分・水温構造の再現性が向上するように努めた。水質モデルには、小川原湖に多数存在し優占種であるヤマトシジミの効果を考慮した。ヤマトシジミは餌として主に植物プランクトンを摂取し、無機態窒素を排出する。また、呼吸により酸素を消費する。ヤマトシジミを考慮した水質モデルの概念図を図-1 に示す。計算期間は 1993 年 1 月 1 日から 1994 年 12 月 31 日までの二年間で、1994 年は猛暑渇水の年であり、夏期にシジミの大量死が発生した年である。また、ヤマトシジミの浄化作用をみるため、ヤマトシジミが存在する場合と、存在しないと仮定した場合の計算を行った。さらに、シジミの個体数の変動が水質へ及ぼす影響を明らかにするために、個体数を変化させた計算も行った。

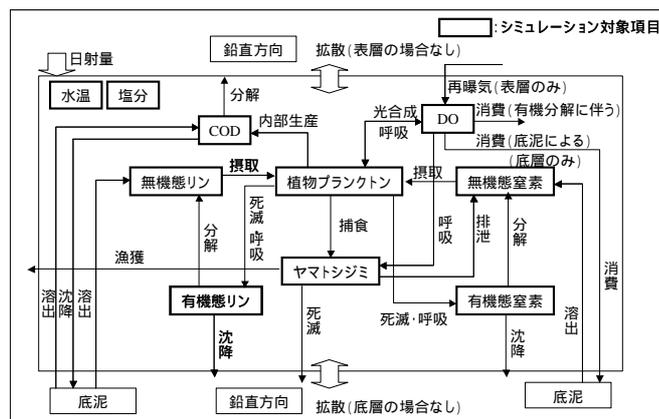


図-1 二枚貝を考慮した水質モデル

計算期間は 1993 年 1 月 1 日から 1994 年 12 月 31 日までの二年間で、1994 年は猛暑渇水の年であり、夏期にシジミの大量死が発生した年である。また、ヤマトシジミの浄化作用をみるため、ヤマトシジミが存在する場合と、存在しないと仮定した場合の計算を行った。さらに、シジミの個体数の変動が水質へ及ぼす影響を明らかにするために、個体数を変化させた計算も行った。

4. 解析結果及び考察

一次元解析で得られた水温、DO、Chl-a、COD、TN、TP の季節変動を図-2 に示す。猛暑渇水を記録した 1994 年の DO 構造は、1993 年 (気温、降雨ともに平年並) の構造と異なり、夏期に 3mg/L 以下の貧酸素水塊が水深約 7m にまで及んでいる。一年を通じ水深 20m 以深の塩水層には、高濃度の COD、窒素、リンが存在している。鉛直混合が強まる 1 月~4 月に底層内の高濃度の栄養塩が塩淡水境界面より上層に取り込まれる。これにより 1993 年、1994 年ともに 3 月には春のブルーミングが生じており、観測データとも一致した傾向が見られる。小川原湖ではリンが慢性的に不足しており、底層からのリンの供給が小川原湖の植物プランクトンの増殖に支配的な役割を果たしていることがわかる。

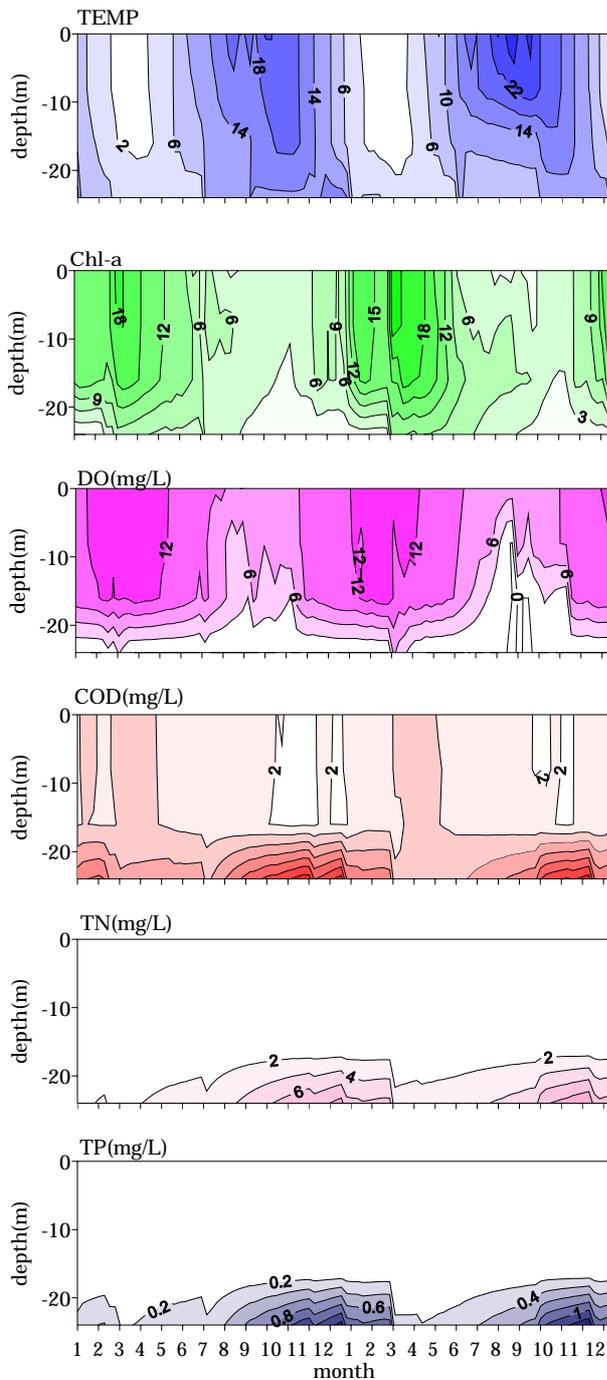


図 - 2 水質の季節変動 (1993 年と 1994 年)

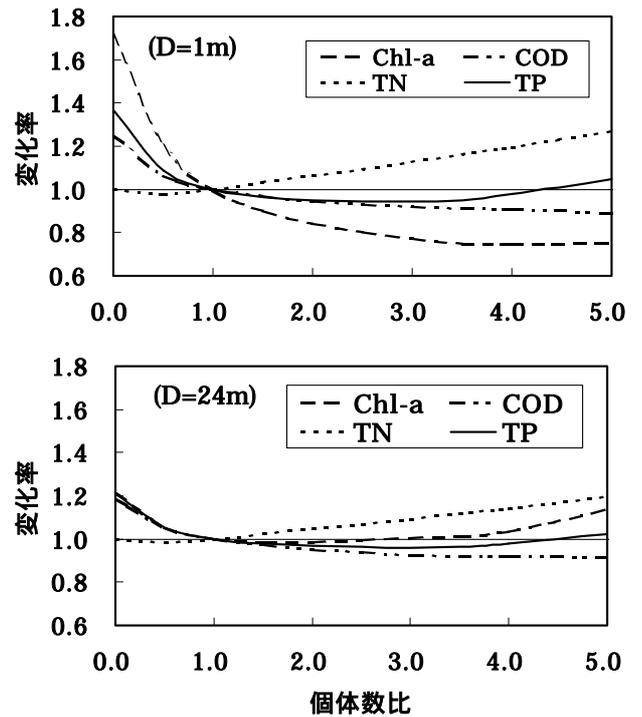


図 - 3 個体変動による水質変動

推定されたヤマトシジミの現存量を基本に、個体数を変化させた計算を行い、個体数と水質の関係を解析した。表層（水深1m）と底層（水深24m）の結果について図 - 3に示す。個体数比（仮想個体数 / 現存個体数）が0で表されるヤマトシジミが存在しない場合には、表層でChl-aが1.7倍、CODが1.2倍、TNは1.0倍、TPは1.4倍の濃度を示し、水質が悪化することがわかる。一方、底層では表層と同様に個体数の減少に伴い線形的に濃度が増加する傾向を示すが、表層ほど顕著ではなく、20%程度の濃度上昇に止まっている。これらの結果より、現存のヤマトシジミによる水質の改善効果はCODで約20%であると言える。

ヤマトシジミの個体数が増加するとCODやChl-aは低下し、水質は改善されるが、窒素に関しては悪化し、リンは個体数が4倍を超えると現状より増加することがわかる。窒素が増加するのは、ヤマトシジミの排泄による影響であり、また、リンに関してはヤマトシジミの個体数に対して餌となる植物プランクトンが常に不足し、その絶対量が減少するために溶出するリンの植物プランクトンへの取り込みが少なくなるためと考えられる。

5. おわりに

シジミの浄化作用を考慮した汽水湖の水質解析を行った。その結果、優占種であるヤマトシジミが水質に与える影響は大きく、水質浄化の役割も果たしていることがわかった。今後、モデルの精度を向上させるとともに、シジミの生活史を考慮した解析を進めるつもりである。また、現在、水質構造の時空間変動を把握するために三次元解析を行っている。