

大阪大学工学部 学生員 ○金城 周平
大阪大学大学院 正会員 西田 修三

大阪大学大学院 学生員 鈴木 誠二

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 2,500t (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。

4. 解析結果及び考察

図-2 は、水温構造の季節変化を示したものである。概観して見ると、まず、1 月から 2 月終わりまでは上層が下層よりも水温の低い逆列成層が形成されている。また、3 月初めから 5 月までは上層から下層までの水温差が小さく、春期の鉛直循環が起こっている。そして、6 月からは水温成層が除々に形成され、8 月半ばでピークを迎えるが、その時期を過ぎると水温躍層が低下し始める。11 月には上層と下層の水温差が再び小さくなり、秋期大循環が起こっている様子もみてとれる。このように、逆列成層、春期大循環、正列成層、秋期大循環が順に起こる典型的な二季成層型の小川原湖の季節変動が、良好に再現されている。そして、2 年目も前

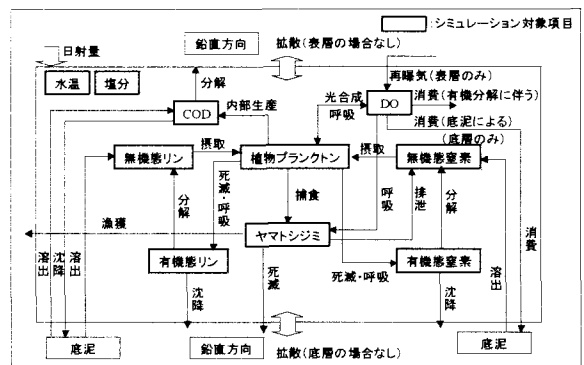


図-1 二枚貝を考慮した水質モデル

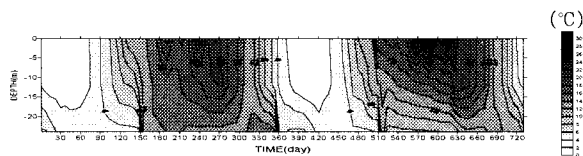


図-2 水温の季節変化

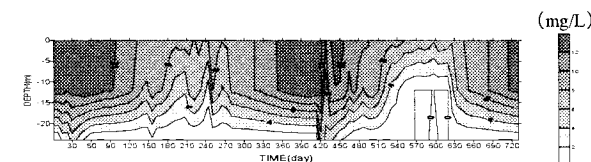


図-3 DOの季節変化

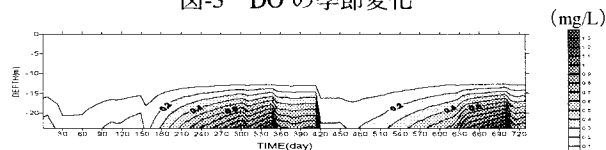


図-4 全リンの季節変化

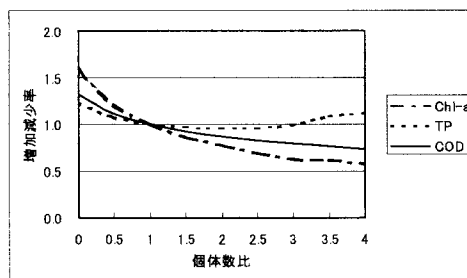


図-5 個体数変動による水質変動

表-1 平均濃度の増加・減少量(率)

	Chl-a	COD	DO	DIN	CON	TN	TP	COP	TP
平均濃度の増加	4.76%	2.02%	10.83%	0.74%	0.16%	0.08%	0.004	0.013	0.017
平均濃度の減少	6.64%	5.63%	10.53%	0.76%	0.26%	0.15%	0.003	0.016	0.019
増加減少	-1.87%	-0.51%	0.10%	0.02%	-0.04%	-0.00%	0.001	-0.003	-0.002
増加減少(1%)	-28.2	-14.8	1.0	9.4	-21.7	-0.7	21.8	-17.9	-11.8

(濃度の単位: Chl-a は $\mu\text{g/L}$, 他は mg/L)

年と同様の変動特性を有するという年周期性や、1994 年の猛暑渇水による表層水温の上昇と浅水深における水温躍層の形成なども再現されている。図-3 に DO の季節変動を示す。湖面表層では、再曝気とともに、植物プランクトンによる酸素生産が多いため、どの期間も表層ほど DO 値が高くなる傾向がみとれる。初夏の頃から DO の乏しい水塊が徐々に浅水深に広がり、9 月中旬以降は、熱循環により、上層から中層における DO 値の回復がみられる。また、1994 年夏期の猛暑渇水時に浅水域まで貧酸素化が進行している様子がわかる。小川原湖はリン濃度の低いリン制限の湖沼である。図-4 に全リンの季節変動を示す。この図からも小川原湖の表層にはリンが微量しか存在していないことがわかる。夏期から冬期にかけての底泥からの溶出がみられるが、塩分躍層により上方供給が抑制されていることがわかる。表-1 は 1993 年における 1 年間の上層(水深 0~1m)での平均濃度を示したものである。ヤマトシジミの効果を考慮した場合、Chl-a, COD, 有機態窒素, 全窒素, 有機態リン, 全リンが減少する傾向を示した。一方、無機態リンが約 20%増加していることもわかる。ヤマトシジミが植物プランクトンを捕食することにより、植物プランクトンの無機態の摂取量が減少し、常に枯渇状態である無機態リンに大きく影響が出たものと考えられる。また、COD が約 15%減少しており、ヤマトシジミの存在が小川原湖の水質に大きく影響を及ぼしていることがわかる。現状のシジミの個体数と水質を基準値とし、個体数を変化させた場合の Chl-a, TP, COD の変動を図-5 に示す。Chl-a と COD はシジミの個体数の増加に伴い大きく減少するが、その変化率は徐々に小さくなる。一方、全リンは、個体数が現状の 2.5 倍までは、個体数の増加とともに減少する傾向があるが、それ以上では逆に増加している。つまり、シジミ個体数が約 2.5 倍で、餌である植物プランクトンが、枯渇状態に陥り、その影響で無機態リンの減少が抑制され全リンが増加するものと考えられる。

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。

参考文献: 中村由行, 他(1998); 二枚貝が優先する汽水湖沼の水質モデル化, 水工学論文集, Vol45, pp1046-1050. 中村由行, 他(2002); 二枚貝が優先する湖沼の水塊形成に関する数値解析, 海岸工学論文集, 第 49 巻, 土木学会, pp1031-1035