

第 部門 汽水湖における物質循環機構の解明

大阪大学大学院 学生員 ○金城 周平
 大阪大学大学院 学生員 鈴木 誠二
 大阪大学大学院 正会員 西田 修三

1. はじめに

汽水湖沼は、豊富な栄養塩の供給があり、停滞性の強い水域であるため、高い生物生産性を有する。青森県の汽水湖である小川原湖では、河川からの流入負荷量の増加が活発な一次生産を増長し、富栄養化が徐々に進行している。近年では、局所的にアオコが発生するなどの環境悪化が問題となっている。また、優占種ヤマトシジミの生息量が減少傾向にあり、漁獲量の低下が続いている。これらの問題は湖内の物質循環過程の変化が原因であると考えられる。しかし、湖内の物質循環は未だ不明な点が多い。そこで、本研究では窒素循環に着目し鉛直一次元水質¹⁾モデルを用いて、小川原湖における物質循環機構を明らかにすることを目的とする。

2. 鉛直一次元水質モデルの概要

鉛直一次元水質モデルの概要を図-1に示す。窒素循環の精度向上のため、これまで適用してきた水質モデルを、アンモニア態、硝酸態の二態を考慮できるように拡張した。窒素循環の季節変動および年変動をとらえるために、1993～2004年を対象に解析を行った。ここでは、検証に十分なデータがそろっている1993, 1994, 1997, 1998, 2000, 2002, 2003, 2004年の解析結果について報告をする。

3. 解析結果及び考察

図-2に計算によって算出した2002～2004年の無機態窒素の季節変動を示す。小川原湖は水深約18～20m付近に強固な塩淡水境界が形成され上層と下層では

全く異なった水質構造を有する。そのため、無機態窒素は1年を通じ塩水層で常に高い値を示す。しかし、鉛直混合が強まる秋季から春季にかけては塩水層から淡水層への供給が増加し、塩水層での濃度低下、淡水層での濃度上昇がみられる。2003年12月から2004年4月にかけて数回強風が吹き続ける期間があったため、上層への混合拡散がより促進されたことがわかる。

図-3に有機態窒素の季節変動を示す。有機態窒素は上層から中層で2月～3月にかけて増加している。その後減少し9月、10月に再び少量ながら増加し冬季には減少するという季節変動特性を有している。小川原湖では例年春季と秋季の二度植物プランクトン

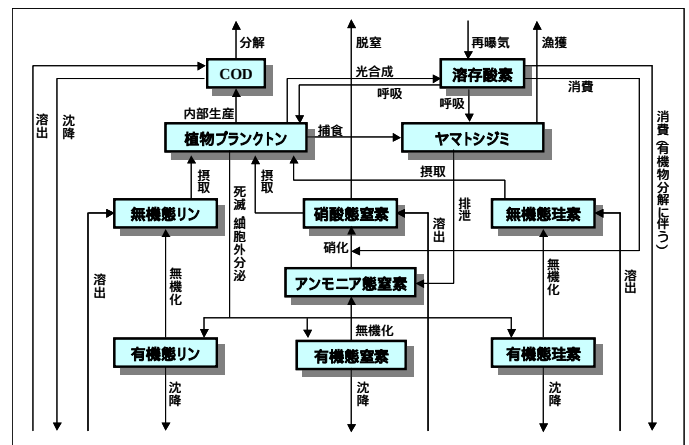


図-1 鉛直一次元水質モデルの概要

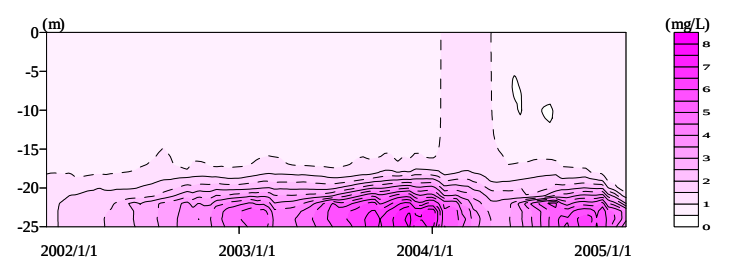


図-2 無機態窒素の季節変動

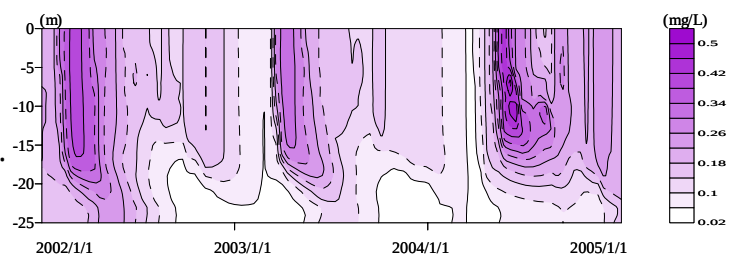


図-3 有機態窒素の季節変動

ンのブルーミングがみられる。その影響で有機態窒素が増加しているものと考えられる。2004 年の春季は 2002、2003 年と比べ有機態窒素濃度が高い。上述のように 2004 年春季は例年以上に鉛直混合が強まり、塩水層からの栄養塩の供給が多く植物プランクトンのブルーミングが強まったものと考えられる。

図-4 に湖内窒素循環を示す。値は上記の 8 年間の計算結果の平均値を示している。湖外からの流入負荷量 849t に対し、1209t もの一次生産が行われている。生物・化学反応による物質循環の時間スケールが湖水交換スケールよりも小さいために活発な一次生産が生じていると考えられる。また、一次生産量の約 30% をヤマトシジミが捕食しており、湖水の水質に大きな影響を与えていることがわかる。流入負荷量の約 12% が脱窒により湖外に除去されており、水質の浄化に大きな役割を果たしている。底泥への沈降水量と溶出量が同程度であり、大きな底質の悪化はみられない。

図-5 に湖内全無機態窒素、有機態窒素、湖水中の全窒素の月別増減量および、ヤマトシジミの窒素摂取量と一次生産量の季節変化を示す。小川原湖は停滞性が強いので水温が低い 1 月から水温上昇期の 5 月にかけて毎月約 70t 活発な一次生産が行われている。藍藻類の増殖に適した水温となる 7 月から 10 月にかけて、より活発に一次生産が行われ、その後、減少するという季節変動特性を有している。しかし、有機態窒素の増加は 2 月、3 月および 9 月にしかみられない。これは、一次生産速度よりも、有機態窒素の無機化、沈降、湖外への流出、ヤマトシジミによる摂取速度が勝っていることによる。一次生産の最盛期とヤマトシジミの捕食速度最盛期が同時期であるため、有機態窒素の増加を抑制している。また、ヤマトシジミは体内に摂取した窒素を固定するため、湖水中の窒素濃度の上昇を抑えていることがわかる。特に摂取量が最大となる 10 月は一次生産量が最大であるにもかかわらず、湖内中の窒素量は減少している。そのため、湖水水質は、一次生産が活発であるがヤマトシジミの濾過量が少ない 4 月から 8 月にかけて悪化する傾向にある。小川原湖では、秋季における植物プランクトンのブルーミングが過去 20 年間で $5 \sim 30 \mu\text{g/L}$ と年格差が大変大きい。これは、気象や塩分環境等によるヤマトシジミの濾過能力の変化、ヤマトシジミの大量死等による生息量の急減などが引き起こしている可能性があると考えられる。

4. おわりに

鉛直一次元水質モデルを拡張し、小川原湖における窒素循環の季節変動および年変動特性を明らかにした。小川原湖では、塩水層からの栄養塩の供給および、水温上昇により一次生産が活発化する。しかし、優占種ヤマトシジミの捕食が有機態窒素の増加を抑えている。その結果、春季と秋季にしかブルーミングが生じないことがわかった。また、ヤマトシジミの生息量の減少が、湖水中の窒素濃度上昇の一因となっていることが示唆された。

5. 参考文献

- 1) 西田ら：優占二枚貝を考慮した汽水湖の水質変動解析，海岸工学論文集，第 50 巻，p1016-1020，2003。

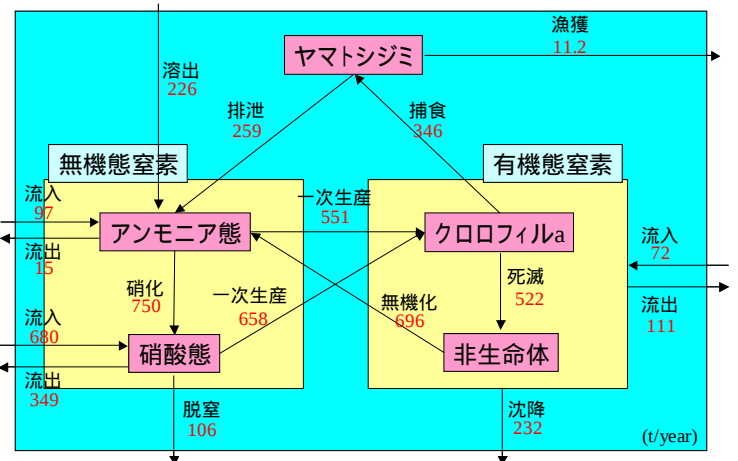


図-4 湖内窒素循環

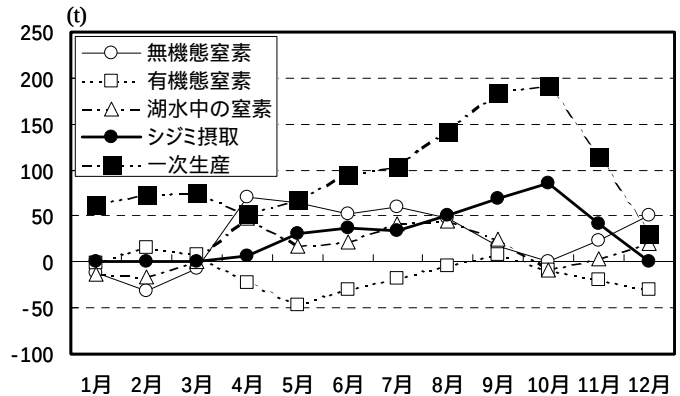


図-5 窒素の季節変動