

小川原湖の物質循環に及ぼす気象の影響

大阪大学大学院 正会員 ○鈴木誠二

大阪大学大学院 正会員 西田修三

大阪大学大学院 正会員 中辻啓二

1. はじめに 青森県北部に位置する小川原湖の水質は、気象の影響を受け特徴的な季節変動を示すとともに大きな年較差を有する。これは、上流河川から供給される栄養塩の負荷量の違いだけでなく、気象に起因した内部生産などの生物化学反応速度の差異、湖内に生息する生物の代謝活動の差異、また、成層構造の差異に起因するものと考えられる。そこで本報では二枚貝を考慮した水質予測モデル¹⁾を用いて湖内の物質循環に及ぼす気象の影響について明らかにすることを目的とする。

2. 計算条件 2002年9月から2004年8月を計算期間とし、長期的な予測に有効である鉛直一次元モデルを用いた。図-1に境界条件として与えた気象の月平均を示す。2002年9月～2003年8月はほぼ平年の気象状況にあり小川原湖の一般的な気象と言える。一方、2003年9月～2004年8月は降雨量が少なかったが曇りの日が続き、また、気温の低下が遅れ12月に入っても5℃を上回る平均気温を示した。しかし、1月、2月の気温の低下は大きく春季の気温の上昇が遅れた。6月以降は降雨量が少なく空梅雨であり、晴天が続く猛暑となった。また、1月から4月にかけて強風の日が多く、月平均風速で、2003年に比べ最大で約1.5m/sも高かった。このように、2002～2003年の計算は平均的な気象条件の、2003～2004年は猛暑・渇水年の水質再現計算となっている。

3. 計算結果 図-2に水温構造の計算結果を示す。2003年と2004年の2月、3月の水温構造を比較すると、2004年の方が混合が強く水深約20m付近まで水温が4℃以下に低下している。一方、7月、8月は2004年の方が、表層の水温が上昇し、鉛直方向の水温差が大きく成層が強くなっている。図-1に示したように2003年と2004年の2月、3月の気温差は約1℃程度で差は小さいが、2003年と比べ2004年は強風が吹く頻度が高く平均風速も大きかった混合が強まり、底層部までの水温低下をまねいたものと考えられる。また、5月から8月まで2003年に比べ2004年の気温は最大で5℃以上高く、さらに平均風速も弱かったために成層化がより強固になったものと考えられる。このように、気象の影響を受け密度構造が大きく変化していることがわかる。図-3にクロロフィルaの計算結果を示す。2002年10月から11月にかけて図-2に示すように表層の水温低下とともに鉛直混合が進み、下層から栄養塩が供給されることにより、小規模なブルーミングが発生している。その後、水温低下にともない植物プランクトンは減少し、再び3月、4月に大規模なブルーミングが生じている。鉛直混合期に底層にある栄養塩が上層に供給するためにこのような春期の大規模なブルーミングが発生するものと考えられる。その後表層では、供給された栄養塩が枯渇するため、10月に増殖するが2002年ほどの規模のブルーミングは生じていない。翌2004年は春期に再び大規模なブルーミングが発生するが、2003年と比べ約2ヶ月の遅れを示している。このような水質変動の年較差は、密度構造の変化に伴い物質循環が変化したために生じたものと考えられる。図-4に2002～2003年における湖水中の無機態窒素、有機態窒素、全窒素の月別変化量の計算結果を示す。また、優占種である

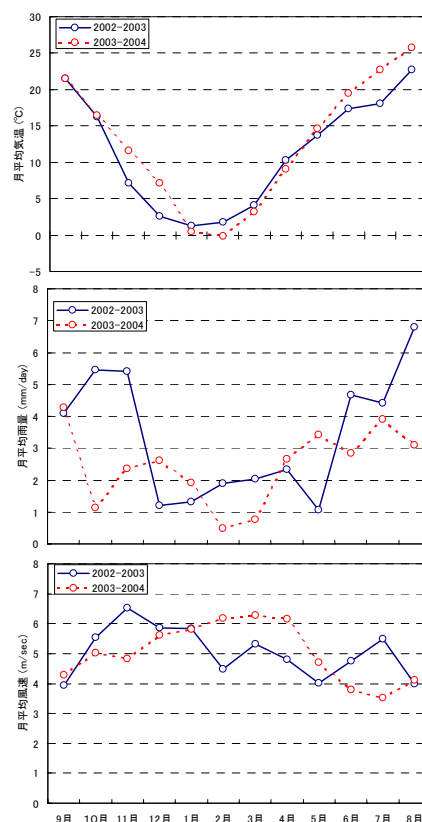


図-1 気象の月平均

キーワード 小川原湖, 物質循環, 気象, ヤマトシジミ, 密度構造

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7605

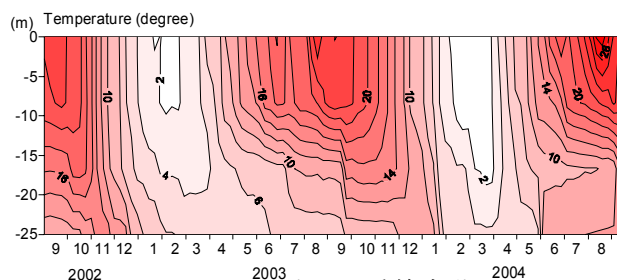


図-2 水温の季節変動

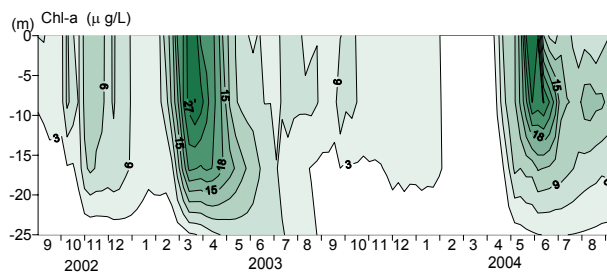


図-3 クロロフィル a の季節変動

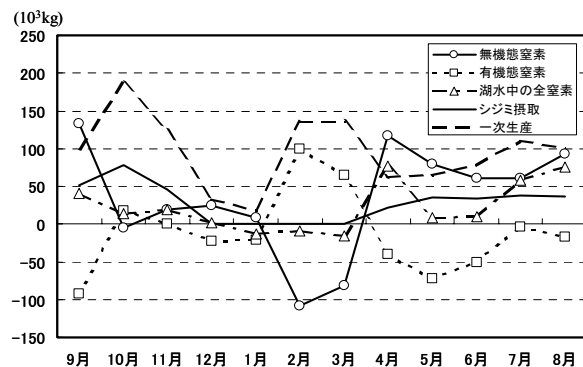


図-4 窒素の月別変化量（2002-2003）

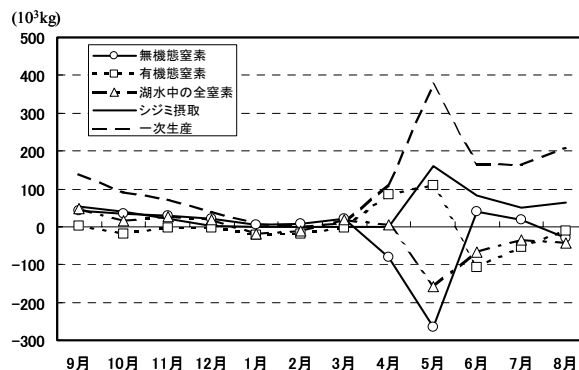


図-5 窒素の月別変化量（2003-2004）

ヤマトシジミの窒素摂取量と一次生産量の季節変化もあわせて図示した。小川原湖内で生じる一次生産は、10月に最盛期を迎え、水温低下とともに12月、1月と減少するが、2月、3月の植物プランクトンのブルーミング時に急増する。その後、ブルーミング期ほどではないが、高い値が続く。しかし、有機態窒素の増加は、10月、2月、3月にしかみられない。これは、一次生産による増加よりも、ヤマトシジミの摂取による減少や有機態窒素の無機化、沈降、湖外への流出が勝っていることによるものと考えられる。さらに、一次生産が最盛期を示す10月は、ヤマトシジミによるプランクトンの摂取も最盛期となるため、有機態窒素の増加が抑えられている。ヤマトシジミは摂取した窒素を体内に固定するため、湖水中の全窒素濃度の上昇を抑えていることがわかる。一次生産の規模が春期より秋期の方が多いにもかかわらず、植物プランクトンのブルーミングは、春期の方が規模が大きい。つまり、ヤマトシジミが活発に活動する秋期に大量の植物プランクトンを摂取するためブルーミングの規模を抑制していると考えられる。2002-2003年の気象は、小川原湖の平均的な気象であったため、小川原湖は基本的にこのような物質循環特性を有するものと考えられる。2003-2004年の計算結果を図-5に示す。窒素循環が前年と全く異なったものとなっている。2002-2003年には10月に一次生産のピークを示したが、2003-2004年にはみられない。図-2に示したように水温成層の破壊が遅れたために、下層からの栄養塩の供給が減少したことが原因と考えられる。5月に一次生産が急増している。混合期の2月から4月まで風が強く混合が塩水層にまで及び、下層からの栄養塩の供給量が例年より増加し、それに加え、2月、3月の日射量が少なく水温の上昇が遅れたため、一次生産に適した環境となったのが4月であった。混合期の混合強度が例年よりも強く、また、長期間に及んだため底層から上層への供給された栄養塩が蓄積されたことが、5月に大規模な一次生産が生じた原因であると考えられる。この5月の大規模な植物プランクトンのブルーミングは観測でもとらえられている。また、例年、春期のブルーミング時にはヤマトシジミによる摂取はほとんどないが、2004年はブルーミングの時期が遅れたため、ヤマトシジミの活動期に入っており、摂取量が增大している。

このように、気象の年較差が湖水の密度構造を変化させることによって物質循環が大きく変動し、水質の年較差を生む原因となっている。また、その物質循環の変化が湖内生物に大きな影響を与えていることもわかった。

4. おわりに 二枚貝を考慮した水質予測モデルを用いて気象が及ぼす湖内の物質循環への影響について明らかにすることができた。気象の年較差による密度構造の変化が下層に貯蓄されている栄養塩の上層への供給量を変化させ物質循環を大きく変えることがわかった。

参考文献 1) 鈴木誠二・西田修三・金城周平・小野雅史・中辻啓二：小川原湖におけるヤマトシジミの資源量変動と物質循環，海岸工学論文集，第52巻，pp.1041-1045，2005。