

沈水植物による水質浄化に関する数理モデルの開発

環境計画研究室 島本貴生

1. 背景と目的

近年、閉鎖性水域の環境問題のひとつとして、富栄養化があり、この現象が著しい場合に起こるのが赤潮やアオコである。湖沼は様々な系が相互に関係し合い安定しているため小さな変化でバランスがくずれ、湖沼の水質が突然に変化することがあり、その現象をレジームシフトという。湖沼には生態系が悪い状態に変化したとき元の良い状態に戻すためには、状態が変化したときの湖沼環境に戻すだけでは足りず、それ以上に改善しなければ元の状態には戻らないという性質がある。そのため、どの程度湖沼環境が改善されれば生態系が元の状態に回復するのかがわかりにくいという事がある。本研究では、沈水植物の水質浄化効果に注目したモデルを考え、富栄養化した湖沼を改善するためにはどの程度の面積繁茂する必要があるかを算出する。

2. モデルの構造

本研究では、沈水植物の効果に着目し、栄養塩、植物プランクトンを構成要素とした水質浄化に関する数値シミュレーションモデルを構築した。図1は本研究の概略図である。

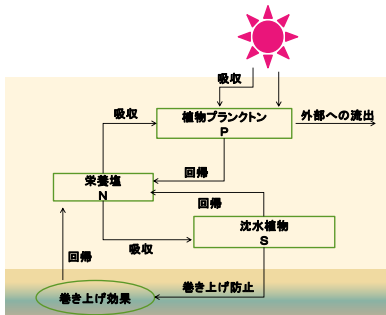


図1 シミュレーションの概念図

$$\frac{dN}{dt} = m(S, P) - r(S, P, N) + L_{in} - L_{out} + j(S) + u(S)$$

$$\frac{dP}{dt} = r(P, N, I) - m(P) - e(P)$$

$$\frac{dS}{dt} = r(S, N) - m(S) + h(S) - u(S)$$

- N: 栄養塩量(リン) (mg-P/l)
- S: 沈水植物量(リン換算) (mg-P/l)
- P: 植物プランクトン量(リン換算) (mg-P/l)
- I: 光強度 (cal/cm²/day)
- r_{s,p}: 増加率(沈水植物, 植物プランクトン)
- m_{s,p}: 回帰率(沈水植物, 植物プランクトン)
- L: 流入, 流出負荷量(リン) (mg-P/l/day)
- h: 根から吸収量(リン) (mg-P/l/day)
- j: 底泥からの巻き上げ量(リン) (mg-P/m²/day)
- u: 非吸収率
- e: 外部への流失率

3. 想定池へのモデルの適用

栄養塩、植物プランクトン、沈水植物の関係を考慮したモデルを構築し、沈水植物が湖沼に占める容積百分率であるPVI(Percent Volume Infested)の初期条件の変化によつての栄養塩、植物プランクトン、沈水植物の動向を知ることができた(図2)。これは富栄養化した湖に沈水植物を植生した時にどのように変化するかを想定したものである。

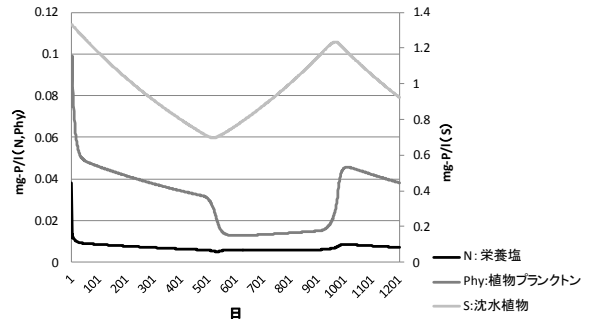


図2 シミュレーション結果例(PVI 値30%)

仮想湖沼(湖面60km², 平均水深4m, 栄養塩濃度0.113mg-P/l)の水質を浄化するための閾値が16%前後であるという結果が得られた。一般に水質浄化に寄与するPVI値は15~30%の間にあるとされているので構築したモデルで算出した値には妥当性があるといえる(図3)。

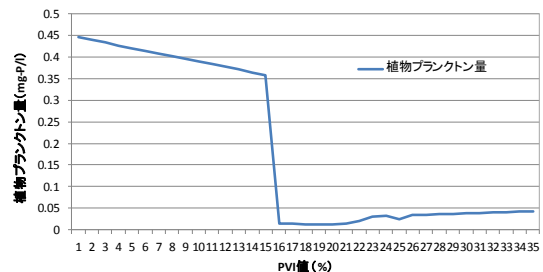


図3 PVI 値による植物プランクトン量の変化

4. まとめと今後の課題

本研究では栄養塩、植物プランクトン、沈水植物の3者の関係について、シミュレーションモデルを構築した。構築したモデルを仮想湖沼に適用し、植物プランクトンと沈水植物という2種の生態系において、光と栄養塩という2種類の資源を考慮することでレジームシフトが起こる可能性があることを示すことができた。今回のモデルは単純化のため、植物プランクトンや沈水植物の種によつての水質に及ぼす影響の違い、生態系の状態、風波の影響、水温の影響等を考慮しなかった。よつて、実際に植生による水質改善を行う際にどの程度沈水植物を繁茂すれば良いかの値を正確に算出したとは言い難いことがある。このため、これらの影響を適切に評価し、湖の環境の変化を解析していくことが検討すべき課題である。