

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

背景・目的

湖沼での環境問題

問題とされているものに富栄養化がある。この事はアオコや赤潮が発生する原因である。この富栄養化現象が人為的影響(排水等)などで起こっている。解決のため様々研究が行われている



図1 アオコの発生した琵琶湖

植生による水質浄化が注目されている

植生による水質浄化

メリット

- ◆環境に与える悪影響が少ない
- ◆持続可能である
- ◆豊かな生態系が維持される 等

沈水植物(植物全体が水中にあり、水底に根を張っているもの)は、湖沼に対して線ではなく面で繁茂できるので、効果が期待できる。

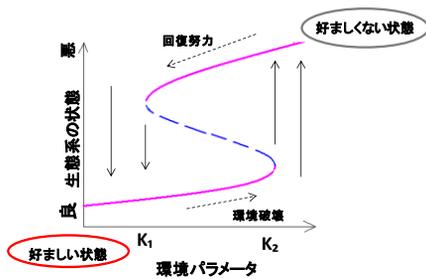
デメリット

- ◆気温・日照時間等の気候条件に左右されやすい
- ◆微生物系の水質浄化速度と比較すると浄化速度がおそい 等

レジームシフトが起きる

レジームシフトとは

レジームシフトとは生態系の状態が良い方向、または悪い方向に急激に変化すること。湖沼ではレジームシフト(悪い方向)が起こると夏季のアオコ異常発生につながる。

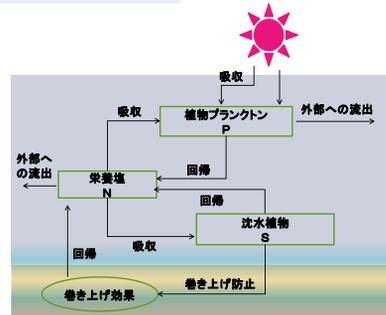


曲線が生態系の定常状態を示し、実線の部分が安定した状態、破線部分が不安定な状態を表す。湖沼が好ましい状態であるときに環境悪化に応じて折れ曲がりの下方の線を推移している生態系がK₂の地点にくると、わずかな変化で上の線に垂直に上がり、その線上を推移することになる。個の性質は湖沼の保全管理上2つの問題が生ずる。ひとつは、変化の予測が困難であるため未然に防ぎにくいことである。もうひとつは元の生態系に戻そうとすると、K₂の環境条態に戻すだけでは不十分でK₁の状態まで回復させる必要が生じることである。

考察

本研究では、栄養塩(リン)、植物プランクトン、沈水植物に関しての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単純な2種の生物系において、光と栄養塩という2種類の資源を考慮すると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。この結果を実際の湖沼に適用させるためには、このモデルで設定したパラメータに関して、その湖沼における数値を確定させなければならない。その結果は沈水植物が消滅しアオコが毎年発生するような状態から、沈水植物が繁茂しアオコが発生しないような状態へと変化させることにより、富栄養化が進行した湖沼を透明度の高い状態に戻すための方策を検討する際の参考となる。本モデルは、定量的な再現性は完全なレベルには達していないが、さまざまなメカニズムについてパラメータや式の見直しを行うことで対応ができることが期待される。

モデルの概念図



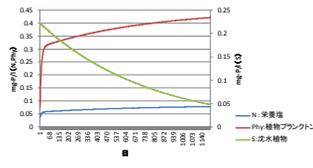
$$\frac{dN}{dt} = m(S, P) - r(S, P, N) + L_{in} - L_{out} + j(S) + u(S)$$

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

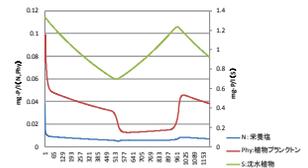
$$\frac{dS}{dt} = r(S, N) - m(S) + h(S) - u(S)$$

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/cm ² /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	根から吸収速度 (リン) (mg-P/l/day)
j	底泥からの巻き上げ量(リン) (mg-P/m ² /day)
u	非吸収率 (1/day)
e	外部への流失率 (1/day)

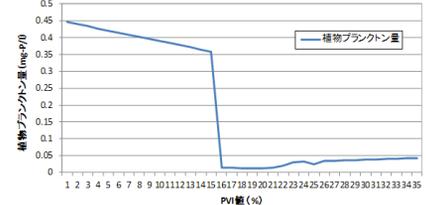
結果



上の図はPVI(湖沼の容積に占める沈水植物の体積)値5%の時の結果である。植物プランクトン濃度が上昇した



上の図はPVI(湖沼の容積に占める沈水植物の体積)値30%の時の結果である。植物プランクトン濃度が減少した



PVI値1%から40%までを1%刻みで変化させたときの最終的な植物プランクトン濃度の変化を表したものである。水質が突然変化する閾値がPVI値で15~30%であるとされているが、本研究では16%前後で変化しており、レジームシフトが再現されている結果になった。PVI値が16%という比較的小さい値でレジームシフトが起きるという結果ができたことの要因として、沈水植物の水質浄化効果が大きかったことが考えられる。