

L1 数種の植物プランクトンを考慮した閉鎖水域生態系モデルに関する研究

Study on ecosystem model in closed water considering several phytoplankton

共生環境評価領域

08E08077 森麻祐子 (Mayuko MORI)

Abstract: In this study, ecosystem model considering three kinds of phytoplankton in closed water was developed. Ecosystem model considering several components is too complex to deliberate parameters. Therefore, parameters were deliberated by using one-box ecosystem model. Especially, half-saturation constant and initial concentration of nutrition (nitrogen and phosphorus) were focused on and how they affect the variation of the concentration of phytoplankton was considered. Finally, it was showed that three kinds of phytoplankton which were characterized by half-saturation coexisted. In the future, this model is required to be improved to 3-dimension model which has small mesh structure in order to be more precise

Keywords: ecosystem model, nitrogen, phosphorus, half-saturation

1. はじめに

1960年代以降琵琶湖では富栄養化が急速に進んだ。1979年に条例によって外部負荷量は削減されているものの、現在もなお蓄積された内部負荷の影響など琵琶湖の富栄養化は完全には改善されておらず、南湖での水草の大量繁茂、在来種の減少など生態系の変化が顕在している。また、近年では北湖湖底近傍において栄養塩濃度の上昇と溶存酸素濃度の低下が観測されている、この原因の一つとして考えられているのが例年厳冬期に生じる鉛直循環の弱体化によって表層の酸素が湖底へ行き届かないことである。

現在3次元の琵琶湖流動場・水質モデルが田上¹⁾によって構築されている。しかし、このモデルでは生態系が植物プランクトンと動物プランクトンをそれぞれ平均的な単一の種の群集で考えたものしか含まれていないため、より詳細なシミュレーションを行うためには生物多様性を考慮する必要がある。

本研究では既存のモデルを温度や栄養塩濃度に対する応答性の異なる3種類の植物プランクトンを考慮したモデルへと改良することを目的とする。構成物質の多い生態系モデルは複雑でパラメータの検討が困難なため、ワンボックス型のモデルを扱う。また、パラメータの中でも栄養塩の半飽和定数に着目し、半飽和定数によって特徴付けられる植物プランクトン3種類の違いについて考察する。

2. 閉鎖水域生態系モデル

本研究で扱うモデルは植物プランクトン X ($X=1, 2, 3$ P_x)、動物プランクトン (Z_p)、無機態窒素 (ON)、有機態窒素 (ON)、無機態リン (IP)、有機態リン (OP)、溶存酸素 (DO)、懸濁態 COD (PCOD)、溶存態 COD (SCOD) の11個の構成要素を含む。これらの構成要素は光合成や呼吸などの生物化学的諸過程によって濃度変化する。

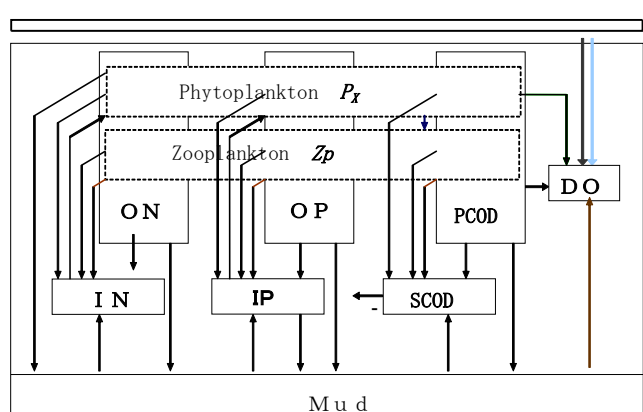


Fig. 1 one-box ecosystem model

3.計算結果と考察

植物プランクトンにおける栄養塩濃度の半飽和定数と初期濃度とを関連付けて植物プランクトン、栄養塩濃度の挙動への影響を考察する。

窒素(リン)のみによる制御を考慮する場合、窒素(リン)の半飽和定数を無機態窒素(リン)の初期濃度±10%の値に設定して計算を行った。植物プランクトンの増殖は窒素によって次の式で制御される。

$$f(C_{IN}) = \frac{C_{IN}}{C_{IN} + K_{N,X}}$$

C_{IN} : 無機態窒素濃度

$K_{N,X}$: 窒素の半飽和定数

制御関数を窒素しか考慮していないので、植物プランクトンは全て同じ挙動を示すが、半飽和定数が小さい、すなわち低い栄養塩濃度でも成長可能な植物プランクトンの濃度ほど高いことが表れている。植物プランクトンは無機窒素を取り込んで増殖するため、一般的に無機窒素が増加すると植物プランクトンが増加し、その増加に伴って無機窒素は減少し、植物プランクトンも減少するという傾向がある。この結果はその傾向を再現できている。(Fig.2)

次に窒素、リン両方の制御を考慮した。ここでは全植物プランクトンの初期濃度と植物プランクトン中の N/Chl.a 比、P/Chl.a 比を考慮して、60.0 $\mu\text{gN/l}$ と 7.8 $\mu\text{gP/l}$ を利用する。初期値に対する倍率が異なる半飽和定数を設定してプランクトン 3 種を特徴づけ、計算を行ったところ、特徴の異なる植物プランクトンが死滅することなく共存する様子を表現できた。(Fig.3)

4.まとめ

本研究で構築したモデルにおいて、栄養塩の半飽和定数によって特徴付けた 3 種の植物プランクトンが共存する様子を得ることができた。しかし、半飽和定数以外にも数多くある植物プランクトンの特徴づけるパラメータについて感度解析を行い、特に重要なパラメータを、文献値などをもとに設定し、様々な特徴の異なる植物プランクトンの共存・競争を表現する必要がある。また、植物プランクトンの成長は栄養塩だけでなく、水温や日射にも抑制されるので、考慮すべきである。

本研究では閉鎖的なワンボックス型のモデルを用いたが、富栄養化や低酸素化をリアルに再現するためには流出入を含むオープンな系にすること、分布型のモデルへと発展させることが必要となる。

参考文献

- 1) 宗林由樹, 琵琶湖の富栄養化と低酸素化, 2008
- 2) 田上愛子: 琵琶湖を対象とし水文・水質モデルのパラメーター検討, 大阪大学卒業論文, 2009

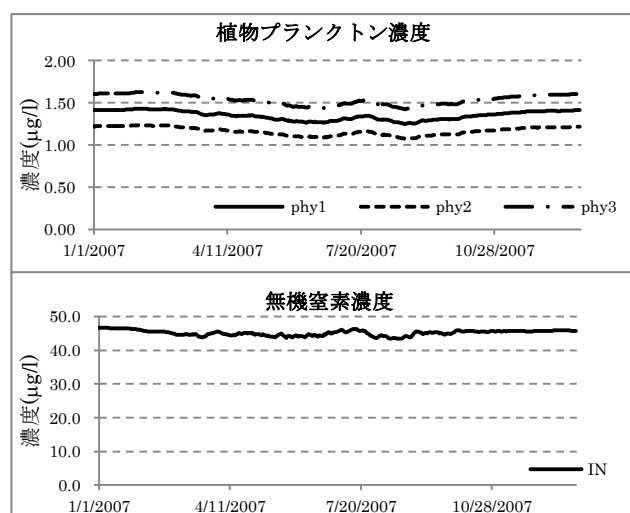


Fig. 2 Time series of phytoplankton and inorganic nitrogen

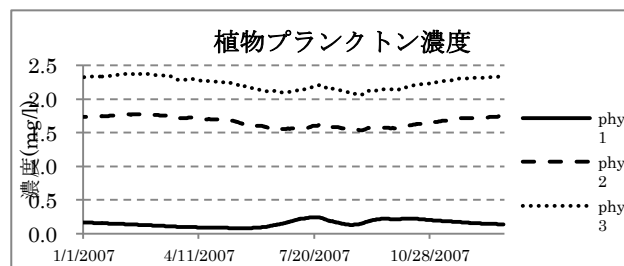


Fig. 3 Time series of phytoplankton