

千葉工業大学 学員 ○小笠原麻衣子 森 郁 平
 千葉工業大学 正員 村上 和 仁 瀧 和 夫

1. はじめに

閉鎖性湖沼の水質悪化は、植物プランクトンの大量発生が主な原因となっている。そこで富栄養化現象に関与する植物プランクトンの指標に、クロロフィルaを使いその挙動解析を行った。

本研究では、植物プランクトンの優占種が季節によって変化すること、また、クロロフィルaの含有量が藍藻、珪藻、緑藻等の種によって、異なるという特性を考慮した生態系数理モデルの構築を試みた。

2. 方法

(1) 解析期間

対象湖沼を手賀沼とし、そのデータの内、1988年4月から1993年3月までの5年間をモデル作成期間とした。続いて、1993年4月から1997年3月までの5年間を作成モデルの検証期間とした。

(2) 実測値の処理

一般に、Chl-a量は植物プランクトン相によって、その個体の持っている量が異なること、また優占種相が季節によって異なることが知られている。最初に、実測値の総Chl-a量を植物プランクトンの種別(藍藻、珪藻、緑藻)に分けることを試みた。植物プランクトンの個体数の

データから藍藻、珪藻、緑藻のいずれかが最も優占している日を選んだ。この日にはその植物プランクトン一種のみが存在していると仮定し、その個体数とChl-a量との相関をとったものが図1である。ここで、各図の相関係数(r)は、藍藻0.5、珪藻0.6、緑藻0.73である。これらの関係を基に図2のように各Chl-aのデータを植物プランクトンの綱別の量に分けた。

(3) 生態系数理モデル

植物プランクトンの増殖量を決定する諸要因(水温、無機態リン、無機態窒素、照度等)の各周期性をフーリエ変換によって明らかにした。得られた計算値を以下に示す生態系モデルに入力して植物プランクトン量(Chl-a)の増殖について予測を行った。ここで、最適水温、最適照度、最適栄養塩を変化させ、植物プランクトンの綱別(藍藻、珪藻、緑藻)による各最適値を求めた。なお、手賀沼は水深が浅いため全域が完全混合状態とみなし、1ボックスの生態系モデルを適用した。植物プランクトンの挙動を簡略し定式化すると、[1]式ようになる。

$$\frac{dA}{dt} = [\text{増殖}] - [\text{死滅}] - [\text{沈降}] + [\text{流入}] - [\text{流出}] \cdots [1]$$

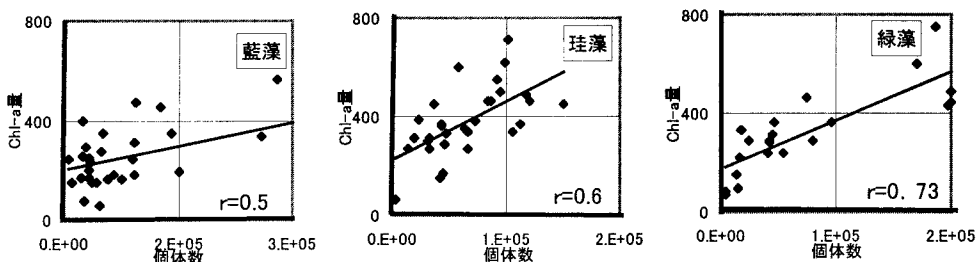


図1. Chl-a(μg/l)と植物プランクトン個体数(×10⁵N/ml)

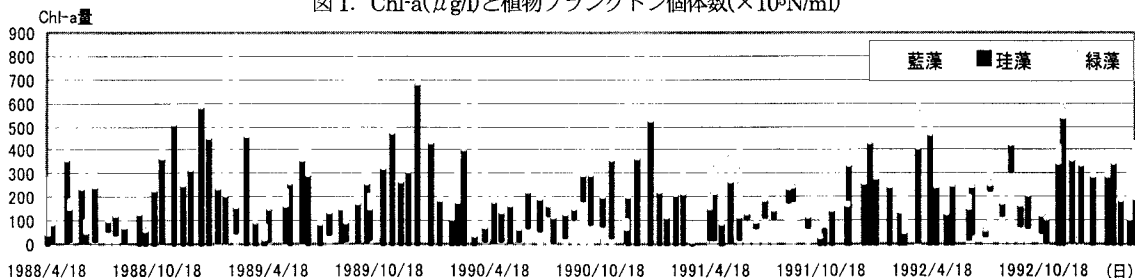


図2. 植物プランクトン綱別によるChl-a量(μg/l)

キーワード：閉鎖性湖沼、生態系数理モデル、藍藻、緑藻、珪藻、Chl-a、富栄養化、環境因子

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1 TEL: 047-478-0052 Fax: 047-0478-0474

$$[\text{増殖}] = \mu A \quad \dots\dots\dots [2]$$

$$[\text{死滅}] = K_d \times A \quad \dots\dots\dots [3]$$

$$[\text{沈降}] = \frac{\nu_A}{Z} \times A \quad \dots\dots\dots [4]$$

$$[\text{流入}] - [\text{流出}] = \frac{(A_{\text{流入}} - A_{\text{流出}}) Q}{V} \quad \dots\dots [5]$$

ここに、 $\mu_{\max}$: 最大比増殖速度(day⁻¹)

μ : 比増殖速度($= \mu_{\max} \times \Phi_T \times \Phi_I \times \Phi_S$)

Φ_T : 水温に関する影響関数

Φ_I : 栄養塩に関する影響関数

Φ_S : 照度に関する影響関数

K_d : 植物プランクトンの死滅定数(day⁻¹)

ν_A : 植物プランクトンの沈降定数(day⁻¹) Z : 水深(m)

$A_{\text{流入}}$: 流入 Chl-a 量($\mu\text{g}/\text{l}$) Q_0 : 流入水量(m^3/day)

$A_{\text{流出}}$: 流出 Chl-a 量($\mu\text{g}/\text{l}$) Q : 流出水量(m^3/day)

3. 結果及び考察

(1) 実測値処理

図2から明らかなように、藍藻は夏季、緑藻は春季、珪藻は冬季に Chl-a を独占的に占めているのがわかる。またここで、珪藻はその量の大小にかかわらず、四季を通して出現している種であることも明らかとなった。

(2) 生態系シミュレーション

表1. 生態系モデルの諸係数

		藍藻	珪藻	緑藻
T_c	°C	27.3	5	25
L_c	lux	30573	8750	11875
K_p	mg/l	0.7	0.009	0.06
K_N	mg/l	1.5	0.09	1.7
$\mu_{\max}$	day ⁻¹	0.72	1.1	0.49
K_d	day ⁻¹	0.01	0.09	0.114
ν_A	day ⁻¹	0.03	0.06	0.03

植物プランクトンの種構成は、季節によって変化しており、その様子がモデルに再現できた。実測値データから各因子による年間の周期性を見出し、その周期性の下で〔1〕式の生態系シミュレーションを行った。その結果を示したのが図3である。これらの藻類の持つ Chl-a 値との相関係数(r)は、0.53である。

モデルに組み込む係数は、既往の研究結果と、現場の状況とから、表1に示すパラメータフィッティングにより決定した。最適温度として、藍藻 27.4℃、緑藻 25℃、珪藻 5℃が手賀沼湖沼のシミュレートに適することがわかった。ここで珪藻の最適温度は、10~20℃の範囲とされているが、本モデルにおいては最も優占しやすい冬季の温度に近い値となっている。

4. まとめ

- 1) 閉鎖性湖沼における藻類増殖を網別(藍藻、珪藻、緑藻)にシミュレートできる生態系数理モデルを構築することができた。Chl-a 実測値との相関は0.53であった。
- 2) 最適温度は、藍藻 27.4℃、珪藻 5℃、緑藻 25℃がシミュレーションに適することがわかった。
- 3) 本モデルは、手賀沼の珪藻に最もフィットしたモデルということが明らかとなった。なお、珪藻は年間を通して出現する種でもある。

5. 参考文献

- 1) 岩佐 義明：湖沼工学、山海堂、pp229~356 (1990)
- 2) 千葉県環境部編：公共用水域水質測定結果、千葉県 1988 年~1980 年。
- 3) 村上 健：富栄養化による有機性汚濁のモデリング、水工学シリーズ 79-A-7 pp229~356 (1990)。
- 4) 奥川 光治、宗宮 功：数理モデルによる富栄養化シミュレーション解析、土木学会論文報告書、第337号、pp. 119~128 (1983)。

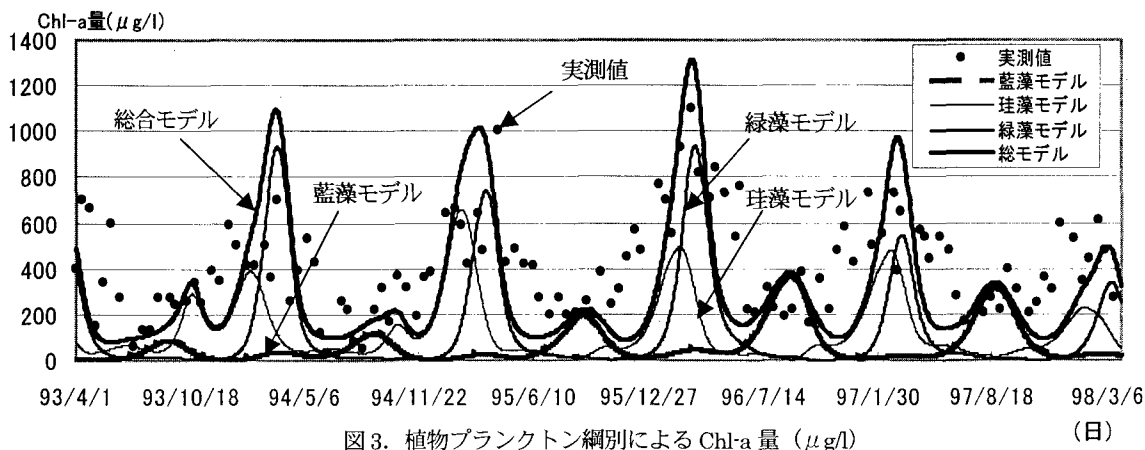


図3. 植物プランクトン網別による Chl-a 量 ($\mu\text{g}/\text{l}$)