

# Microcystis aeruginosa と Planktothrix agardhii の 鉄制限時における増殖モデル

\*永井孝志（筑波大学・生命環境科学研究科）  
今井章雄・松重一夫（国立環境研究所・水圏環境研究領域）  
福島武彦（筑波大学・生命環境科学研究科）

## 1. はじめに

アオコの発生には、栄養素として窒素、リンのみならず鉄とその存在形態が重要なパラメータであることがこれまでの研究で示された<sup>1)</sup>。各藻類種の鉄に対する詳細な増殖特性を把握し、これらの増殖特性を組み込んだモデリングによる解析は、特定藻類種の優占化機構解明のための有用なツールとなると考えられる。窒素とリンに関しては、これまでに N:P 比をパラメータとして藍藻類の種間競争の数理モデルによる解析が行われている<sup>2)</sup>。これをふまえて、本研究では鉄に関する増殖特性を把握し、鉄制限時における藻類増殖の数理モデルを提案する。

## 2. 方法

*Microcystis aeruginosa* (NIES-44 株) と *Planktothrix agardhii* (NIES-204 株) を対象藻類種とした。培養は鉄の濃度を変えた CB 培地を用いて、25 °C、20 μE·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> の連続光照射の下で行った。

純粋連続培養系で鉄の濃度を変化させながら培養を行い、約二日に一回サンプルを採取し、細胞数のカウントと溶存鉄濃度の分析を行った。そこから増殖速度、体内濃度を計算で求めた。希釈率は 0.15 day<sup>-1</sup> とした。また、鉄制限下でバッチ培養実験を行い、鉄の取り込み速度を測定し、鉄の最大取り込み速度を決定した。

## 3. 結果と考察

連続培養実験結果を増殖速度と体内濃度の関係を示す Droop 式に回帰させ、最大増殖速度 *Microcystis* で 0.719 day<sup>-1</sup>、*Planktothrix* で 0.430 day<sup>-1</sup>、最低体内要求量 *Microcystis* で 0.0617 fmol cell<sup>-1</sup>、*Planktothrix* で 4.08 fmol cell<sup>-1</sup> が得られた。鉄取り込み実験の結果から、*Planktothrix* のみ最大取り込み速度は体内濃度に依存するというモデルにした

これらのパラメータからそれぞれの種の増殖をモデル化し、モデルによるシミュレーション結果と実際の連続培養実験の結果とよく一致することを確認した(図1)。ここから、二種の鉄獲得競争モデルを作成し、藻類の優占化に鉄が与える影響について解析を行った。霞ヶ浦の平均的な鉄濃度(50 nM)の下、*Microcystis* と *Planktothrix* の鉄の獲得競争をシミュレーションすると *Microcystis* が優占するという結果が

得られた。

モデル式

$$\frac{dS}{dt} = D(S_0 - S) - N \cdot p$$

$$\frac{dQ}{dt} = p - \mu_{\max}(Q - Q_{\min})$$

$$\frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dt} = \mu_{\max} \left(1 - \frac{Q_{\min}}{Q}\right) - D$$

$$p(M. aeruginosa) = \frac{p_{\max} \cdot S'}{K_p + S'}$$

$$p(P. agardhii) = \frac{p_{\max} \cdot S'}{K_p + S'} \left(1 - \frac{Q - Q_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}}\right)$$

S—培養液中の溶存鉄濃度、S'—無機態の鉄濃度、Q—鉄の体内濃度、N—細胞数、p—鉄の体内への取り込み速度、S<sub>0</sub>—流入培地中の鉄濃度、D—希釈率、t—時間、K<sub>p</sub>—取り込み速度に関する半飽和定数、p<sub>max</sub>—最大取り込み速度、μ<sub>max</sub>—最大増殖速度、Q<sub>min</sub>—最低体内要求量、Q<sub>max</sub>—最大体内濃度

## 参考文献

- 1) Nagai et al. (2006) Aquatic Microbial Ecology: in press
- 2) 藤本ほか (1999) 水環境学会誌 22:749-754

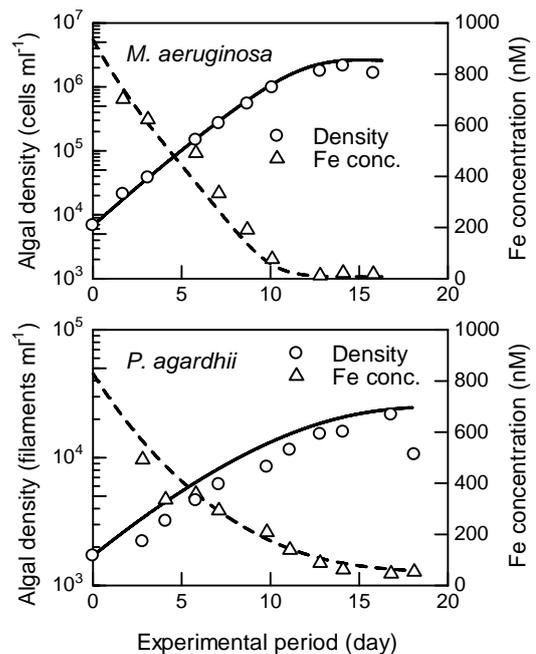


図1. 鉄制限時における連続培養実験結果 (○, △) とモデルによる予測 (実線、破線)