

## 琵琶湖北湖表水層における栄養塩制限下での植物プランクトンの生理的応答

## Physiological responses in phytoplankton under nutrient-limited epilimnion in north basin of Lake Biwa

\*伴 修平<sup>1</sup>、伊吹 梨沙<sup>1</sup>\*Syuhei Ban<sup>1</sup>, Risa Ibuki<sup>1</sup>

1. 公立大学法人 滋賀県立大学

1. The University of Shiga Prefecture

植物プランクトンは栄養塩制限下において、細胞内に貯蔵された細胞内栄養塩、あるいは植食者からの再生栄養塩を利用することが知られている。琵琶湖北湖は、ほぼ周年に渡ってリン不足環境であり、特に成層期には植物プランクトンの生産はリン制限となることが分かっている。本研究では、このリン制限環境に対する植物プランクトンの生理的応答を、希釈培養法と栄養塩添加実験の併用によって明らかにした。

## 方法

観測および実験は、2013年6月14日～12月4日の期間に計5回、琵琶湖北湖St. 3 (水深60 m, 35°18.54'N, 136°09.58'E) にて行った。実験用試水は5 mからシンドラートラップにて採取し、200- $\mu$ mの篩で中型以上の動物プランクトンを除いた後に実験に用いた。これとは別に、chl. *a*量、栄養塩濃度およびセストンC, N, P量測定用の試水を0～50 mの8層から採取した。採水と同時に、クロロテック (JEF Alec, ACL220-DK) にて水温および光量子量の鉛直プロファイルを得た。実験用に採取した湖水の一部は、カプセルフィルター (孔径0.45 $\mu$ m) でろ過し、未処理湖水と混合することで5段階の希釈湖水を作成した。これら実験試水は、NH<sub>4</sub>Cl (最終濃度、20  $\mu$ M) を添加した+N区、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (最終濃度、2  $\mu$ M) を添加した+P区、両方を添加した+NP区に分け、実験室にて現場水温と光量子量にて48時間振とう培養した。培養前後のchl. *a*量 (chl<sub>0</sub>とchl<sub>t</sub>) から見かけの増殖速度( $\mu_{net}$ )を算出した。

$$\mu_{net} = \ln(chl_t/chl_0)/48$$

+NP区の $\mu_{net}$ より、以下の式にて微小動物プランクトンによる摂食速度係数(*g*)を求めた。

$$\mu_{net} = \mu_{mean} - g \times x$$

ここで、 $\mu_{mean}$ はそれぞれの希釈段階における微小動物プランクトンによる摂食効果を除いた植物プランクトンの潜在的な増殖速度、*x*は湖水の希釈率である。即ち、*x* = 0がろ過湖水のみであり、*x* = 1が湖水のみである。次に、求めた*g*を用いて+N区および+P区における $\mu_{mean}$ を求めた。植物プランクトンが3つの栄養塩供給源を用いていると仮定すると、 $\mu_{mean}$ は次式で表すことができる。

$$\mu_{mean}(x) = \ln(1 + Kr \cdot x + Ki + Ke/x)/48$$

ここで、*Kr*は再生栄養塩、*Ki*は細胞内貯蔵栄養塩、*Ke*は細胞外溶存栄養塩によるそれぞれの増殖速度係数を示す。 $\mu_{mean}$ について、ステップワイズの重回帰分析を行い、モデル式のそれぞれの増殖速度係数を求めた。

## 結果と考察

水柱は、6～9月には強い成層構造を示し、10月以降はこれが崩れ、混合層が深くなった。NO<sub>3</sub>-Nは7～9月に5 m以浅で枯渇するものの、10月以降には下層からの回帰が認められた。一方、PO<sub>4</sub>-Pは表水層ではいずれの実験日においてもほぼ枯渇していた。セストンC:P比とN:P比の季節変化は、6～7月には5 mでリン欠傾向だった植物プランクトンが、9月以降は回復したことを暗示した。

一方、希釈培養・栄養塩添加実験では、琵琶湖の植物プランクトンが実験期間を通してリン制限下にあったことを示した。重回帰分析の結果は、6～9月には、植物プランクトンが細胞内貯蔵および再生リンを使って増殖し、10～12月には細胞内貯蔵リンのみを用いて増殖したことを示した。一方、窒素についても、6～9月には再生窒素を使っていたが、その割合はリンのそれより低かった。そして9月には溶存態窒素も使い、10～12月には細胞内貯蔵窒素のみを使って増殖した。

これらのことは、リン制限下において、植食者である微小動物プランクトンが再生リンの供給を通して、植物プランクトンの増殖に寄与していたことを示唆した。10～12月には植物プランクトンはリンも窒素も細胞内栄養塩のみを使って増殖した。10月以降は、混合層深度の増加に伴って下層より栄養塩が回帰したことから、植物プランクトンは細胞外から供給された栄養塩を一旦細胞内に貯蔵した後、これを増殖に利用したと考えられ

る。

キーワード：リン制限、植物プランクトン生産、再生栄養塩、微小動物プランクトン摂食、琵琶湖

Keywords: phosphorus limitation, phytoplankton production, recycling nutrients, micro-zooplankton grazing, Lake Biwa