

# 内湖における植物プランクトンと浮遊細菌の生産

\* シュレスト・バンダナ, 赤塚徹志, 後藤直成, 丸尾雅啓, 三田村緒佐武

滋賀県立大学大学院環境科学研究科 環境動態学専攻

## 1. はじめに

陸水と海洋両方の生態系で、バクテリアの生産は植物プランクトンの生産の 20~30 %を示すといわれている。そして、これらの生産の間に強い正の相関関係があることが多くの研究によって明らかになっている。この相関関係は植物プランクトンが排出する溶存有機物 (DOC) をバクテリアが取り組むためであると説明されている。

しかし、植物プランクトン由来の溶存有機物以外 (大型水生生物や他生性の溶存有機物など) の溶存有機物の割合が多い生態系では、これらが植物プランクトンとバクテリアの関係に影響を与えるといわれている。

さらに最近では、バクテリアは栄養塩利用のために、植物プランクトンと競争するともいわれている。従って、植物プランクトンとバクテリアの生産の間に強い相関関係があると推測されている。

琵琶湖周辺にある小さい湖いわゆる内湖では、狭くて浅い湖盆のため、大型水生生物や他生性有機物の負荷が大きく栄養塩濃度も比較的高いと考えられる。そこで、このような有機物の供給大小と栄養塩濃度大小がみられる内湖において、植物プランクトンとバクテリアの生産の季節的な変動を調べ、それに関わる因子との関係を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

琵琶湖北湖東岸に位置する曾根沼と野田沼を調査地とした。2 つの内湖を比べると、曾根沼は DOC 濃度が高く、野田沼は栄養塩濃度が高かった (表)。調査は 2007 年 12 月~2008 年 12 月まで行った。

表: 内湖における DOC と栄養塩濃度

調査地	DOC ( $\text{mg l}^{-1}$ )	DIN ( $\mu\text{M}$ )	DIP ( $\mu\text{M}$ )
曾根沼	$4.3 \pm 2.1$	$21 \pm 17$	$0.2 \pm 0.1$
野田沼	$1.7 \pm 0.4$	$78 \pm 20$	$0.8 \pm 0.2$

植物プランクトンに関しては、chl. *a* と生産を測定した。Chl. *a* を蛍光法、生産を酸素法で測定した。バクテリアに関しては、生産を測定した。バクテリアの生産は個体数に増殖速度とバクテリアの細胞当たりの炭素量を掛けて算出した。個体数は DAPI で染色して計数した。増殖速度は希釈法で測定した。バクテリアの細胞当たりの炭素量は Fukuda (1998) に基づいた方法によって測定した。

環境因子として水温、DOC、溶存無機リン (DIP) と溶存無機窒素 (DIN) 濃度を測定した。水温は棒状温度計で、DOC は TOC-5000 で、DIP はアスコルビン酸還元法、アンモニア態窒素はインドフェノール法、亜硝酸態窒素は BR 法、硝酸態窒素はイオンクロマトグラフで測定した。

## 3. 結果

曾根沼における chl. *a* は  $2.3 \sim 29 \text{ mg m}^{-3}$ 、植物プランクトンの総生産は  $80 \sim 2550 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ 、純生産は  $-20 \sim 1750 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  の範囲にあった。植物プランクトンの生産は chl. *a* と同様に変動し、2 月に低く、7 月に高い傾向を示した。

野田沼における chl. *a* は  $2.3 \sim 29 \text{ mg m}^{-3}$ 、植物プランクトンの総生産は  $60 \sim 3090 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ 、純生産は  $-3 \sim 2740 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  の範囲にあった。植物プランクトンの生産は chl. *a* と同様に変動し、1 月に低く、7 月に高い傾向を示した。

植物プランクトンによる生産の季節変動パターンは両内湖において類似していた。すなわち、冬季から春季にかけては低く、春季から夏季にかけて増加した (図 3)。

曾根沼におけるバクテリアの生産は  $190 \sim 2330 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ 、野田沼におけるバクテリアの生産は  $20 \sim 260 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  であった。バクテリアによる生産の季節変動パターンは、両内湖において類似していなかった。曾根沼において冬季から春季にかけては低く、春季から夏季

にかけて増加し秋季に減少する傾向にあった。一方、野田沼においては秋季に最高値を示した。バクテリアによる生産の季節変動は曾根沼においては大きく、野田沼においては小さかった(図3)。

#### 4. 考察

内湖における植物プランクトンの生産は水温の上昇とともに増加し、水温の低下とともに減少する傾向を示した。また、植物プランクトンの生産が高い季節に DIN の濃度が減少する傾向がみられた(図1、3)。特に曾根沼では、植物プランクトンの増加が終わった後も DIN 濃度の著しい減少がみられた。DIN と DIP モル比は、植物プランクトンの増加が観測された間(3月~8月)に減少した。これらのことから、このときの両内湖における植物プランクトンの生産は窒素によって、他の季節ではリンによって、制限されている可能性が考えられる。水温とともに栄養塩濃度が植物プランクトンの生産の季節的な変動に大きな影響を与えていることが考えられる。

バクテリアの生産は、野田沼より曾根沼のほうがかなり高かった(図3)。野田沼における DOC 濃度が低かったため(図2)、バクテリアの生産が比較的曾根沼ほどではなかったことが考えられる。野田沼におけるバクテリアの生産は DOC 濃度によって制限されていると考えられる。DOC が制限因子になっていても、バクテリアの生産が DOC の生産者である植物プランクトンとは同様の季節的な変動を示さず(図3)、植物プランクトンとバクテリアの生産の間に相関関係も( $r = -0.083$ ,  $p = 0.7$ )みられなかった。このことから、植物プランクトン以外からの炭素供給がバクテリアと植物プランクトンの関係に影響を与えると予想される。

一方、曾根沼におけるバクテリアと植物プランクトンの生産は季節的に同様の変動を示し(図3)、両者の生産の間にはかなり高い正の相関関係が見られた( $r = 0.778$ ,  $p < 0.01$ )。このことは、両者の間につながりがあることを示唆している。しかしながら、曾根沼におけるバクテリアの生産は植物プランクトンの生産より高い値を示した。このことは、バクテリアの炭素

要求が植物プランクトンに由来する有機物だけでは満たすことができないことを示している。曾根沼では DOC 濃度がかかなり高かった。バクテリアの季節的な変動には、DOC よりむしろ低い栄養塩濃度が影響していた可能性がある。つまり、バクテリアと植物プランクトン両方が共通因子に対応して変動していたため両者に相関がみられたのかもしれない。

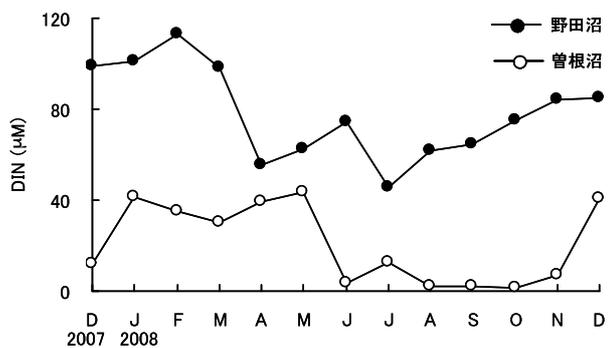


図1. 2007年12月~2008年12月の内湖における溶存無機窒素濃度

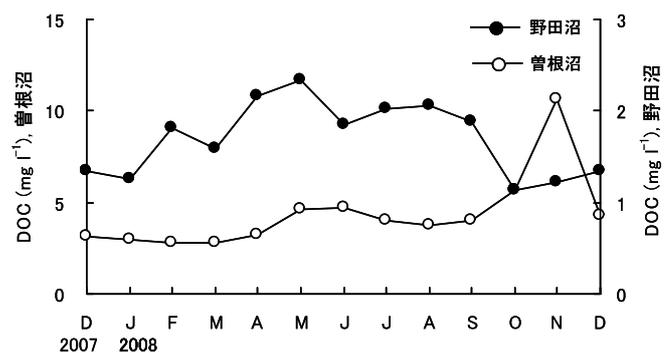


図2. 2007年12月~2008年12月の内湖における溶存有機炭素濃度

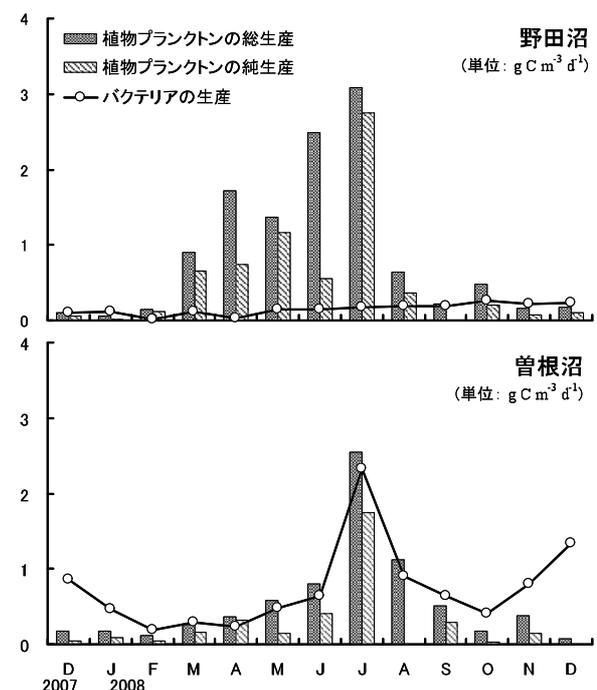


図3. 2007年12月~2008年12月の内湖における植物プランクトンとバクテリアの生産