

K12 小野川湖の一次生産と栄養塩制限

*齋藤昭二 佐藤健 会澤公平 安達毅 真木朋和 霜鳥孝一 佐々木宏子 高橋あゆみ 佐藤泰哲

(山形大学理学部)

<序論>

湖の物質循環の出発点は、植物プランクトンの一次生産(光合成)である。この一次生産は、光、水温、透明度、栄養塩など多くの因子に制御される。中でも、栄養塩である窒素、リンのいずれか一方または両者の可用性により多くの場合制御されることが多い。ある湖の栄養塩制限を推定することは、その湖の一次生産性を理解する上で重要である。

小野川湖における一次生産と栄養塩制限は 1998～1999 年に西塚、2000～2003 年に徐により研究されたが、あい矛盾する結果が報告されている。本研究では、小野川湖において一次生産量、栄養塩添加法、N-debt、P-debt、現場の栄養塩濃度などにより一次生産とその栄養塩制限を推定することを目的とした。

<方法>

一次生産の測定法

一次生産は、Hama et al. (1983)に基づき ^{13}C 法により測定した。小野川湖北東部最深部近傍の定点の 0m、1m、5m、10m の 4 層の試水を、1000ml のポリカーボネート瓶に採取し、 $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ をそれぞれ 10mg/l となるように添加した。さらに 1m 層の試水には、無機態窒素(KNO_3)、無機態リン(KH_2PO_4)を +N:20 $\mu\text{mol/l}$ 、+P:2 $\mu\text{mol/l}$ 、+NP:20+2 $\mu\text{mol/l}$ となるように添加した。その後、瓶を採水深度に吊るし、24 時間培養した。回収後、焼済ワットマン GF/F グラスファイバーフィルターでろ過し、冷凍保存し、山形大学実験室まで持ち帰った。炭素安定同位体分析には、 ^{13}C アナライザー(JASCO, EX-130-S 型)を用いた。培養は二回繰り返して、化学分析は一回繰り返して行った。結果は、この平均値を用いた。

N-debt、P-debt 現場法

N-debt、P-debt とは、アンモニアとリン酸塩の暗中の取り込みである。定点の 0m、1m、5m、10m の 4 層の試水に、 NH_4Cl と KH_2PO_4 をそれぞれ 10 $\mu\text{mol/l}$ 、5 $\mu\text{mol/l}$ になるように添加し、一部は氷冷し小野川湖近傍の実験所で直ちにろ過し、Time zero とした。一部は暗ビンに詰め、現場で 24 時間培養し、氷冷し持ち帰り、ろ液を Time 24 とした。N-、P-debt は Time zero から Time 24 を引いた値で、取り込みがあると正の値となる。アンモニアはインドフェノール法、リン酸塩はモリブデンブルー法で測定した。

<結果と考察>

2003 年の小野川湖の水温分布から、4 月はまだ循環期であり、5 月中旬から成層が始まり、7 月中旬には完全に成層していた。透明度は 3.9(4 月)～7.3m(8 月)の範囲であり、平均は 5.8m であった。仮に補償深度を透明度の 2～2.5 倍だとすると、補償深度は 11.5～14.4m となる。

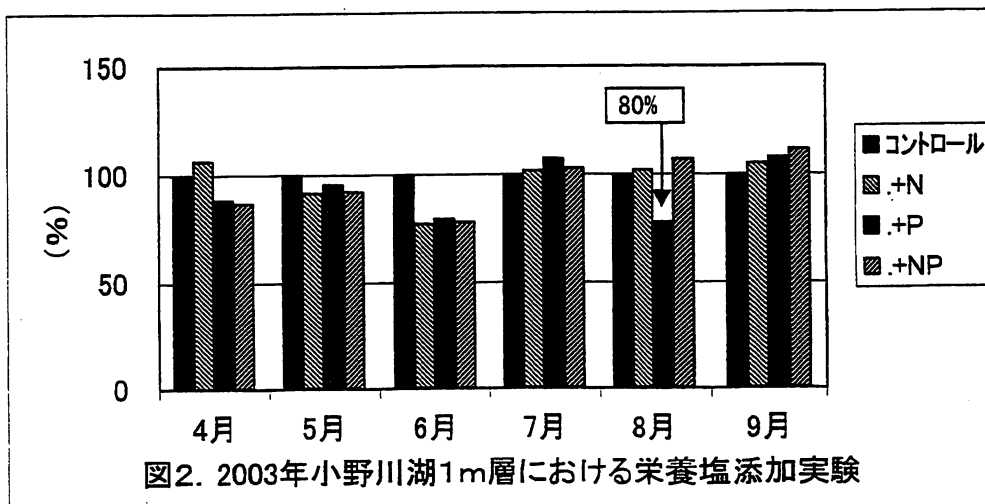
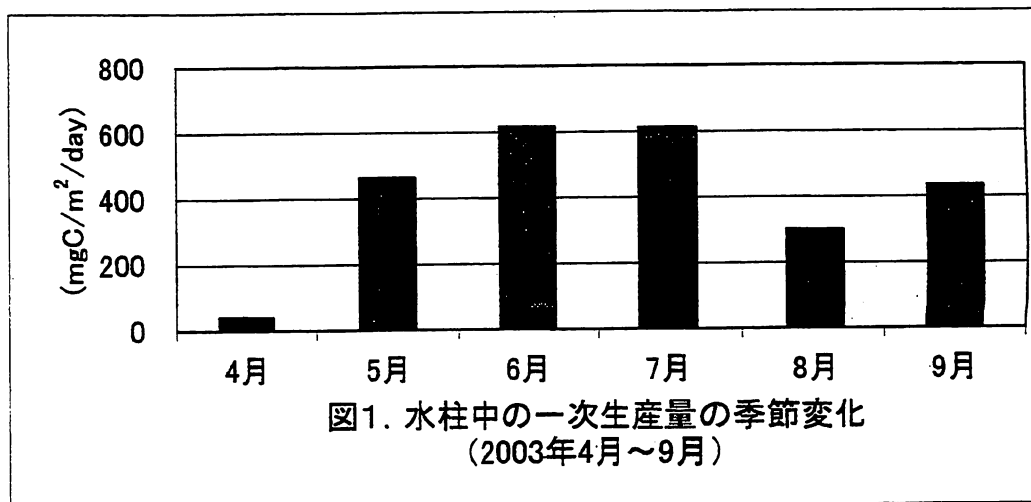
4 月から 9 月までの水柱中の一次生産量の季節変化は(図 1)、4 月(42 $\text{mgC/m}^2/\text{day}$)が低く、6 月(617 $\text{mgC/m}^2/\text{day}$)、7 月(614 $\text{mgC/m}^2/\text{day}$)は同程度であった。8 月になると生産量は激減し、7 月と比べても 50% 程度減少していた。

一次生産量の垂直分布は、4 月には 0m、1m 層で約 10 $\text{mgC/m}^3/\text{day}$ で 5m、10m 層ではゼロに近い値であった。5 月に入ると 0m、1m 層は約 74 $\text{mgC/m}^3/\text{day}$ まで増加し、5m 層はその 40% 減で、10m 層では 90% 減であった。6 月には、0m 層(93 $\text{mgC/m}^3/\text{day}$)より 1m 層(131 $\text{mgC/m}^3/\text{day}$)の方が約 30% も生産量が大きかった。これは表面の強光阻害によるものと思われる。7、8、9 月は 8 月の極端な生産力の低下を除けば、各 4 層の一次生産の深度分布は 5 月の深度分布と似ていた。

次に1m層における栄養塩添加実験の結果(図2)をStudent's t-test で栄養塩を添加していないコントロールと比較したところ、8月のリン酸塩添加したものだけが80%の信頼度で抑制の方に有意の差があると判断された。ほかの栄養塩添加実験の結果からは有意の差が認められなかった。これは、二回繰り返しで行った、培養のビン毎のバラつきが大きく、統計的に有意な結果が得られなかったためと考えられる。

最後に小野川湖の栄養塩濃度とN-debt、P-debt から栄養塩制限をみてみると、まずP-debt であるが、4月の10m層を除けばどの層もプラスで、暗条件でリン酸塩を取り込んでいた。特に1m層の取り込みが顕著であった。これら結果より、全観測期間を通じ、小野川湖ではリンが不足していたことが示唆される。しかし、1m層におけるリン酸塩濃度をみると、4月、5月は観測期間平均値(0.14mol/l)より上回る0.17mol/l、0.21mol/lであった。リン酸塩濃度が比較的高い4月、5月にもリン欠乏の判定が見られるのは、興味深いことである。一方、N-debt は5月の0m、1m、5m層のプラスを除けば、4月から9月までマイナスで、暗条件でアンモニアが生産されたことを示す。また5月の0m、1m、5m層におけるアンモニア態窒素はそれぞれ0.06mol/l、0.00mol/l、0.05mol/lとゼロに近い濃度であった。これはN-debtの結果と良く対応している。

栄養塩添加実験は、繰り返し精度に問題があると見受けられ、明確な結論を得られなかったが、N-debt、P-debt からは、小野川湖の一次生産の栄養塩制限は観測期間中、主にリン制限であるが、時には窒素制限にもなることが示唆される。



3 . 研究実績

この章に掲載した論文は、いずれ学術雑誌に原著として発表される予定です。
特に引用を希望される方は、引用の可否について下記へお問い合わせ下さい。

問い合わせ先

名前：原 慶明

住所：990-8560 山形市小白川町1-4-12 山形大学理学部生物学科

電話：023-628-4610

Fax：023-628-4625

e-mail：hara@sci.kj.yamagata-u.ac.jp