

変わりゆく湖：福島県猪苗代湖における現在の窒素循環速度定量 Quantifying nitrate dynamics in the changing lake Inawashiro

松本 佳海^{1*}; 角皆 潤¹; 大山 拓也¹; 中川 書子¹

MATSUMOTO, Yoshiumi^{1*}; TSUNOGAI, Urumu¹; OHYAMA, Takuya¹; NAKAGAWA, Fumiko¹

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科

¹ Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

福島県の猪苗代湖(表面積:103.3km²、最大水深:94.5m)の湖水は、火山地帯から流入して来る酸性河川水の影響で湖水のpHは5.0程度と低く、NO₃⁻などの窒素栄養塩が豊富であるにも関わらず、年間を通して一次生産による消費がほとんど進行しない酸欠湖とされてきた。しかし、20年ほど前からpHの上昇が始まり、現在のpHは6.8程度と、一般の湖沼と差がないレベルになっており、湖内の一次生産も活発化している可能性が示唆されている。例えば、福島県の湖水モニタリング調査によると、深度10mにおけるNO₃⁻濃度の季節変化量は、2007~08年は平均3.6 μmol/L程度であったが、2011~12年では平均5.2 μmol/L程度と、夏季の減少量が增大している。さらに、湖水中のプランクトンの種類や量に変化が認められているとの報告もある。そこで本研究では、猪苗代湖においてNO₃⁻のΔ¹⁷O値を指標に用いて湖内の総硝化速度や総同化速度などの窒素循環速度の定量化を行った。

2014年6月と9月の計2回、湖心で各層採水を行った。試料は、GF/Fフィルターで濾過後、分析まで冷蔵保存した。各水試料中のNO₃⁻濃度は、イオンクロマトグラフを用いて定量し、NO₃⁻の各同位体組成(δ¹⁵N、δ¹⁸O、Δ¹⁷O)の測定には、Chemical Conversion法を使って、試料中のNO₃⁻をN₂O化またはO₂化した後、連続フロー型の質量分析システムで定量した(Tsunogai et al., 2010)。

湖内のNO₃⁻濃度は、6月は表層から深層まで14.0 μmol/Lでほぼ一定であったが、9月の表層0~30mは8.0 μmol/Lに減少し、またδ¹⁵N値にも+1‰前後の上昇が見られたことから、明らかに湖内の一次生産による消費が進行している。その減少量は過去8年間で最大で、湖内のNO₃⁻同化が活発化しつつあることが裏付けられた。観測インターバル間の3か月間で湖水全層を積算して算出した全NO₃⁻量も、79.9 Mmolから72.7 Mmolへ減少した。一方、Δ¹⁷O値の鉛直分布は、全層にわたって+3.5‰前後でほとんど一定であり、深度や季節による明瞭な変化は見られなかった。Δ¹⁷O値より求めた全溶存NO₃⁻に占める大気沈着由来のNO₃⁻の割合は、14%程度と高いことから、湖内中のNO₃⁻の平均滞留時間は比較的長く、窒素栄養塩は湖内の一次生産の制限元素にはなっていないことが示唆された。そこで、観測インターバル間の3か月間に大気から湖面に沈着したNO₃⁻量の推定値(1.4 Mmol)を利用して湖内の窒素循環速度を求めたところ、観測インターバル間の3か月間に6.2 MmolのNO₃⁻が硝化によって水中で再生する一方で、同時に14.8 MmolのNO₃⁻が同化で水中から除去されることが明らかになった。この観測インターバル間(3か月間)の同化量(14.8 Mmol)は、湖内に定常状態を仮定して求めた年間の同化量(48.5 Mmol)の30%程度にしかならないので、年間を通してほぼ一定の速度で同化による一次生産が進行しているか、もしくは湖内の窒素循環が非定常であることが示唆される。

キーワード: 福島県猪苗代湖, 硝酸安定同位体, 窒素循環, 三酸素同位体組成, 同化, 脱窒

Keywords: Inawashiro lake in Fukushima, nitrate stable isotopes, nitrogen cycling, triple oxygen isotopes, assimilation, nitrification