

琵琶湖における亜酸化窒素の分布変動に関する研究

○田中恭見・赤塚徹志・後藤直成・三田村緒佐武（滋賀県立大学 湖沼環境実験施設）

はじめに

水域の窒素循環を担う過程の一つに脱窒と硝化がある。硝化はアンモニア酸化により亜硝酸と硝酸を生成する。そして、その生成された亜硝酸・硝酸を還元し、脱窒は水界からの窒素除去を行う。そのため水質改善の観点から脱窒と硝化は浄化機能として水域にとって欠かせない機能である。

しかし、脱窒と硝化は亜酸化窒素 (N_2O) も生成する。この N_2O は、モル当たりで CO_2 の 310 倍の温室効果を持つと言われる温室効果ガスである。また、 N_2O は成層圏へ到達するとオゾン層を破壊するとも、逆にクロロフルオロカーボンなどによるオゾン層の破壊を抑制するとも言われている。このような N_2O が年間約 0.2~0.3% 増加していることから、地球規模の環境問題を考える上で、 N_2O は近年、注目されている。

この脱窒・硝化による N_2O の生成には環境中の酸素条件が影響すると言われている。このことから本研究では、近年、深層における溶存酸素の減少が報告されている琵琶湖において、亜酸化窒素 (N_2O) の分布変動を明らかにすることを目的とした。鉛直的な N_2O 分布の季節変化を観測することにより、琵琶湖での N_2O 生成の現状把握を試みた。それと同時に、脱窒と硝化について培養実験を行い、 N_2O 生成の要因について検討した。また、今後も溶存酸素が低下することで、

N_2O 生成がどのように変化するのかについても推察した。

方法

試水と堆積物試料は琵琶湖北湖最深部付近 (T1) から採取した。湖水中の N_2O 量・溶存酸素量・各態窒素濃度については 2003 年 7 月～2004 年 9 月の期間にはほぼ月に 1 度の頻度で観測を行った。そして、2004 年 11 月には琵琶湖の全域においても調査を行った。

また、培養実験は次の期間行った。脱窒については脱窒活性と脱窒により生成される N_2O (N_2O_d) の生成速度を 2003 年 7 月～2004 年 11 月の期間にはほぼ月に 1 度の頻度で、硝化については硝化活性と硝化から生成される N_2O (N_2O_n) の生成速度を 2004 年 4, 5, 6, 7, 9, 11 月に測定した。また、酸素による脱窒と硝化への影響を知るために、これらと同様の試料に異なる酸素量を添加した培養実験を 2004 年 4, 5, 6, 9, 11 月に行った。培養実験の結果はそれぞれ、底泥 1 m^3 の 1 日での活性・生成速度として評価した。

結果と考察

N_2O 濃度は成層期には水温躍層より下層の特に湖底付近で顕著に増加し、成層末期 (2003 年 12 月) の直上水で最大値 $1.17 \mu g N/L$ を示した。そして、循環期には全層一様となった。この循環期の前と後では、 N_2O は平均 0.70 から $0.47 \mu g$

N/Lへと減少していた。また、成層期において N_2O の増加と溶存酸素の減少の分布が一致した。以上のことから、 N_2O は成層期に増加し、循環期には大気中へと放出されると考えられた。そして、溶存酸素量が N_2O 増加に影響していることを示している。

また、全域調査においても N_2O は水温躍層より下層で増加し、深度に伴い増加した。また、全域調査では水平的にはほぼ一様に分布し、地点間での差はなかった。従って、琵琶湖全域においても、T1での観測で得られたのと同様の季節変化が起こっていると考えられた。

湖水を用いた培養実験では脱窒活性と硝化活性は全く得られなかつた。しかし、堆積物では脱窒・硝化ともに活性が得られ、堆積物の表層の 0~3 cm の層で高かつた。また、脱窒と硝化では、その活性あるいは N_2O 生成速度とともに脱窒の方が高く、堆積物表層の脱窒による N_2O 生成速度 (2.10 N/day) は、硝化による N_2O 生成速度 (0.28 N/day) の約 7.5

倍であった。

また、異なる酸素量を添加して行った培養実験でも、硝化 (Fig. 2) より脱窒 (Fig. 1) による N_2O 生成速度の方が高かつた。硝化による N_2O 生成速度は 17.0~4.0 mg O₂/L のときに得られたが、ほぼ一定の低い値であった。しかし、脱窒による N_2O 生成速度は溶存酸素の低下に従い増加した。そして、この培養で最も低い酸素条件下 (2.5 mg O₂/L) に調整した試料では N_2O_d 生成速度は平均 1.4 N/day と最大を示した。

以上のことから、琵琶湖において N_2O は主に湖底堆積物表層の脱窒により生成されていると考えられた。そして、その生成された N_2O は成層期の間、水温躍層より下層に蓄積され、循環期には大気中へと放出されることがわかつた。また、今後も琵琶湖の溶存酸素の低下が続くことで、脱窒により生成される N_2O は増加し、循環期に大気中へと放出される N_2O 量は増大すると予想された。

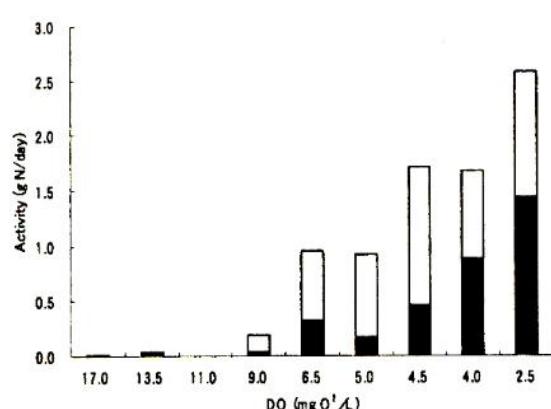


Fig. 1 Denitrification activity (□ + ■) and N_2O_d production activity (■) at various dissolved oxygen level in 1 m³ wet sediment (layer of 0~3 cm from surface of sediment).

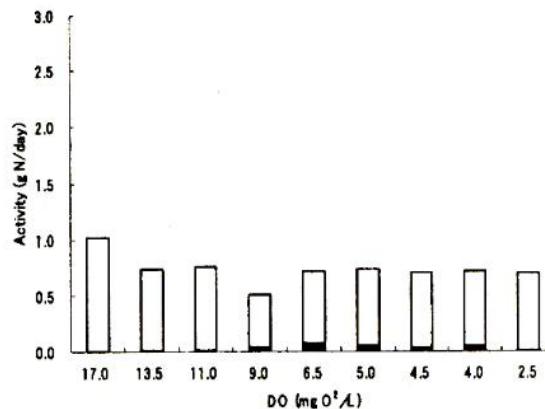


Fig. 2 Nitritification activity (□ + ■) and N_2O_d production activity (■) at various dissolved oxygen level in 1 m³ wet sediment (layer of 0~3 cm from surface of sediment).