

河川底質から発生する N_2O の挙動に及ぼす溶存酸素濃度と温度の影響

九州大学大学院 学生員 ○村井 聡
鹿児島県 川原 敬

九州大学大学院 正会員 大石京子
九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

水域において亜酸化窒素 (N_2O) は生物学的硝化、脱窒過程の中間産物として生成され、その生成には溶存酸素濃度 (DO)、pH、温度などの影響が大きいことが報告されている。

本研究では、水域の底質で生成される N_2O に対する DO 濃度と温度の影響を明らかにするため、基質として硝酸態窒素 (NO_3^- -N) 又はアンモニア態窒素 (NH_4^+ -N) を用いそれぞれ DO 濃度変化及び温度変化を与えた場合における N_2O フラックス及び N_2O への転換率に及ぼす影響をケモスタット型の実験装置を用いた室内実験により検討した。

2. 実験方法

実験試料には、多々良川感潮域において採取した底質 (泥質) を用いた。図1に実験装置の概略を示す。反応槽 (内径 200mm、高さ 110mm) に試料を 5cm の厚さで敷き、その上に基質液を満たした。DO 制御槽 (内径 64mm、高さ 200mm)、流出槽 (内径 24mm、高さ 50mm) も同じ基質液で常に反応槽内の水位に等しくなるように維持した。反応槽内を表面が巻き上がらない程度に常にマグネチックスターラーによって十分に攪拌するとともに、DO コントローラーにより常に反応槽内直上水中の設定 DO 濃度を $\pm 10\%$ 以内で制御した。基質液の装置内滞留時間は約 3.3 日である。

基質液はリン酸緩衝液 (pH=7.5) に NO_3^- -N 又は NH_4^+ -N を 10mg/l になるように加えた。反応槽を水浴中暗条件下 20°C で培養し、各 DO 濃度条件下での定常状態が得られた後、それぞれ DO 濃度を 6→4→2→1→0.5→0mg/l と順に変化させた。また、DO 濃度を 0.5mg/l $\pm 10\%$ 以内 (NO_3^- -N 基質) 又は 4mg/l $\pm 10\%$ 以内 (NO_3^- -N 基質、 NH_4^+ -N 基質) に制御し、反応槽内の温度を 20°C から 3°C ずつ上昇させた。各温度条件下での N_2O 濃度と NO_3^- -N 濃度、又は NH_4^+ -N 濃度が一定となった後、次の温度へ変化させた。

実験開始後、1日1回、反応槽から直接基質液の一部を採水、濾過して NH_4^+ -N、亜硝酸態窒素 (NO_2^- -N)、 NO_3^- -N 濃度を測定した。また、採水した液の一部をバイアルに注入しヘッドスペース法により基質液の N_2O 濃度を測定した。基質から N_2O への転換率は、 N_2O フラックスを単位面積当たりの NO_3^- -N 除去速度 (NO_3^- -N 基質) 又は DIN 除去速度 (NH_4^+ -N 基質) で割ることにより算出した。

3. 実験結果及び考察

図2に NO_3^- -N または NH_4^+ -N を基質とし 20°C で培養した時の各 DO 濃度

キーワード : N_2O 、溶存酸素濃度、底質、硝化・脱窒、温度

連絡先 : 〒 812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院工学研究科 TEL092-642-3241 FAX092-642-3322

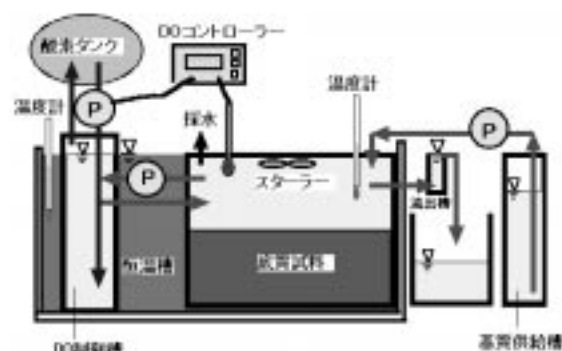


図1 実験装置概略図

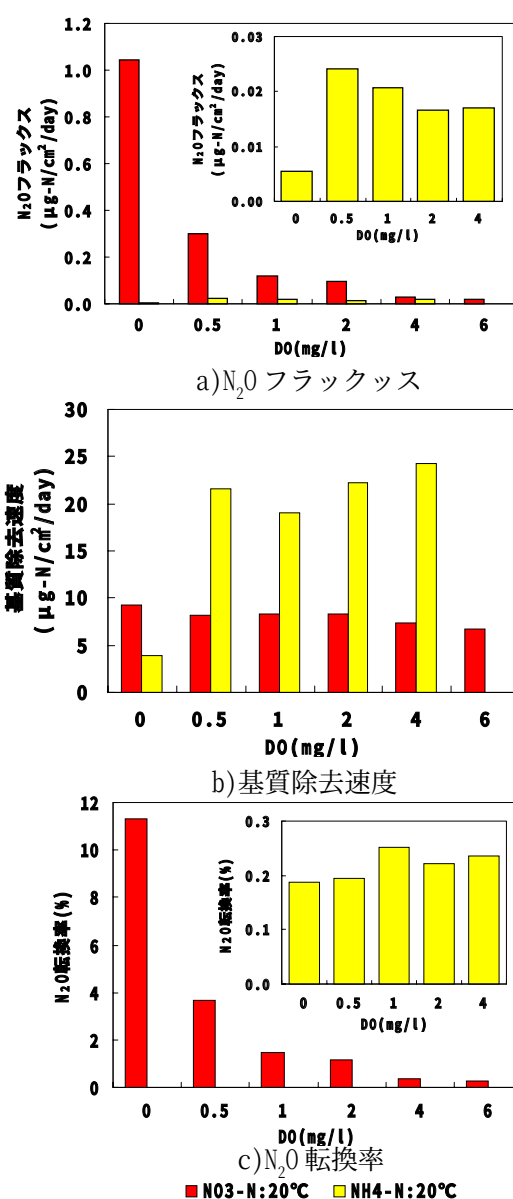


図2 各 DO 濃度における N_2O フラックス、基質除去速度及び N_2O 転換率

における N_2O フラックス、基質除去速度及び N_2O 転換率を示す。DO濃度4mg/lに制御し基質に NO_3^- -N又は NH_4^+ -Nを用いた場合の各温度における N_2O フラックス、基質の除去速度及び N_2O への転換率をそれぞれ図3のa)、b)、c)に示す。

NO_3^- -N基質の場合、 N_2O フラックス、 NO_3^- -N除去速度及び N_2O への転換率は、DO濃度が低い程大きくなる傾向にあった(図2-a,b,c)。 NO_3^- -Nを基質としDO濃度4mg/lで培養した場合、 NO_3^- -N除去速度は、温度が上昇すると20℃から26℃まではわずかに減少傾向を示したが、26℃から増加し、29℃以上では温度上昇による影響は小さかった(図3-b)。また、DO濃度が0.5mg/lの場合に比べて、温度上昇に伴う NO_3^- -N除去速度の増加率は小さかった。これは、DO濃度4mg/lと比較的高いことから底質から供給される NH_4^+ -Nの NO_3^- -Nへの転換分が加算されたためであると考えられる。 N_2O フラックス及び N_2O への転換率は20℃から29℃まで増加し、32℃で減少した。これは、温度上昇に伴い N_2O の消費速度が N_2O の生成速度より大きくなったためであると考えられる。 N_2O への転換率は、DO濃度が0.5mg/lの場合に比べて1桁小さかった。DO濃度が0.5mg/lで NO_3^- -N基質の場合、 N_2O フラックス及び NO_3^- -N除去速度は温度の上昇に伴い増加した。一方、 N_2O への転換率は温度が上昇すると減少した。これらの結果は、DO濃度の低下や温度の上昇により、脱窒速度が増大したことによると考えられる。

NH_4^+ -Nを基質としDO濃度を变化させた場合、図2-aに示すように N_2O フラックスはDO濃度の低下に伴い大きくなった。一方、 NH_4^+ -N除去速度及び N_2O への転換率は、DO濃度が大きい程大きくなる傾向にあった(図2-b,c)。これは、DO濃度が0.5mg/l以上においては硝化活性があり、DIN除去速度はDO濃度0.5mg/lで最大を示していたことより、DO濃度が低い程硝化由来の NO_3^- -Nの脱窒が促進され N_2O フラックスが増加したためであると考えられる。次に、 NH_4^+ -Nを基質としてDO濃度を4mg/lに設定し温度を变化させた場合、図3-aに示すように N_2O フラックスは20℃から26℃まで増加し、29℃でやや減少傾向を示した。 NH_4^+ -N除去速度は、温度による変化はほとんどなかった(図3-b)。この時、DIN除去速度は温度の上昇に伴い増加する傾向にあった。また、 N_2O への転換率は20℃から26℃まで増加し、29℃では26℃の値とほとんど変わらなかった(図3-c)。この結果から、DO濃度が低い程あるいは温度が高い程硝化由来の NO_3^- -Nの脱窒が促進され、 N_2O フラックスが増加すると考えられる。

4. 結論

本研究により得られた結果は以下の通りである。

- (1) N_2O フラックスは、 NO_3^- -N基質の場合、DO濃度が低い程又は温度が高い程大きくなった。
- (2) N_2O フラックスは、 NH_4^+ -N基質の場合、DO濃度が0.5から4mg/lにおいてDO濃度が低い程又は温度が高い程大きくなった。
- (3) N_2O への転換率は、 NO_3^- -N及び NH_4^+ -N基質でDO濃度4mg/lの場合、それぞれ29℃、26℃で最大を示した。
- (4) N_2O への転換率は、 NO_3^- -N基質でDO濃度0.5mg/lの場合、温度の上昇に伴い減少した。
- (5) N_2O フラックス及び N_2O への転換率は、 NO_3^- -N基質の方が NH_4^+ -N基質よりも大きくなった。

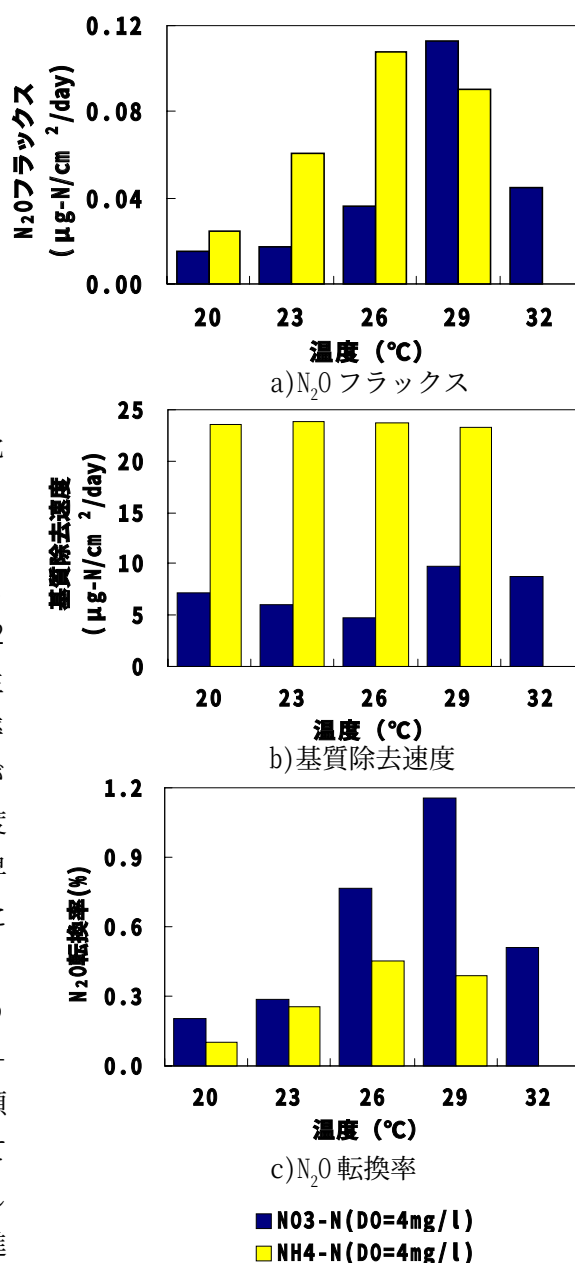


図3 各温度における N_2O フラックス、基質除去速度及び N_2O 転換率