

河川底質からの N_2O フラックスに及ぼす温度の影響

九州大学 学生会員 川原 敬 学生会員 村井 聡
正会員 大石京子 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

亜酸化窒素(N_2O)は、二酸化炭素に比べて数百倍も地球温暖化に寄与するといわれており、 N_2O の挙動を解明することが急務とされている。水域で生成される N_2O は主に生物学的硝化と脱窒過程における中間生成物であり、その生成量は溶存酸素濃度(DO)やpH、温度などに影響される。

本研究ではケモスタット型の実験装置を用いて溶存酸素濃度とpHを一定に制御し、温度を20℃から3℃ずつ上昇させることによって、脱窒過程による河川底質からの N_2O フラックス・ N_2O への転換率と温度の関係について室内実験において検討した。

2. 実験装置と実験方法

実験には、多々良川感潮域において採取した泥を底質試料として使用した。採取時には表層(0~2cm)と底層(2~5cm)にわけた。実験装置の概略を図1に示す。内径20cm、高さ11cmの反応槽に底から3cmまで底層泥を入れ、その上2cmまで表層泥を入れ、そしてさらにその上に基質液を満たした。内径6.4cm、高さ20cmのDO制御槽と内径2.4cm、高さ5cmの流出槽には反応槽内の水位に等しくなるように基質液を満たし、維持した。反応槽内上部に設置したマグネチックスターラーにより常に底質が巻き上がらない程度に攪拌し、ポンプを用いて基質液の装置内滞留時間を3.3日となるように制御した。

基質液はリン酸緩衝液に硝酸態窒素の濃度が10mg/lになるように調整したものをうい、pHを常に7.4~7.6の間に制御した。また、DOを0.5mg/l $\pm$ 10%以内に制御した。反応槽内の温度は恒温槽に実験装置を入れることにより制御し、20℃から3℃ずつ上昇させた。各温度条件下での N_2O 濃度と硝酸態窒素濃度が一定となった時を定常状態とし、その後温度を上昇させた。

実験開始後は反応槽から直接基質液を毎日採水して硝酸態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度、アンモニア態窒素濃度を測定した。また一部をバイアル瓶に採水してヘッドスペース法を用いて N_2O 濃度を測定した。温度を変化させた直後は、約1時間ごとにサンプリングをおこなった。硝酸態窒素から N_2O への転換率は、 N_2O フラックスを硝酸態窒素の除去速度で割ることによって算出した。

3. 実験結果及び考察

反応槽内の直上水の N_2O 濃度と N_2O への転換率、硝酸態窒素の濃度及び温度の経日変化を図2に

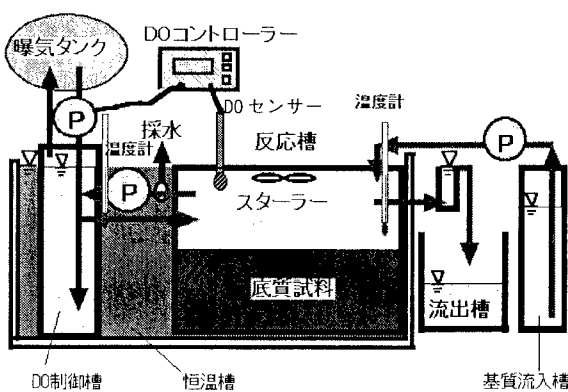
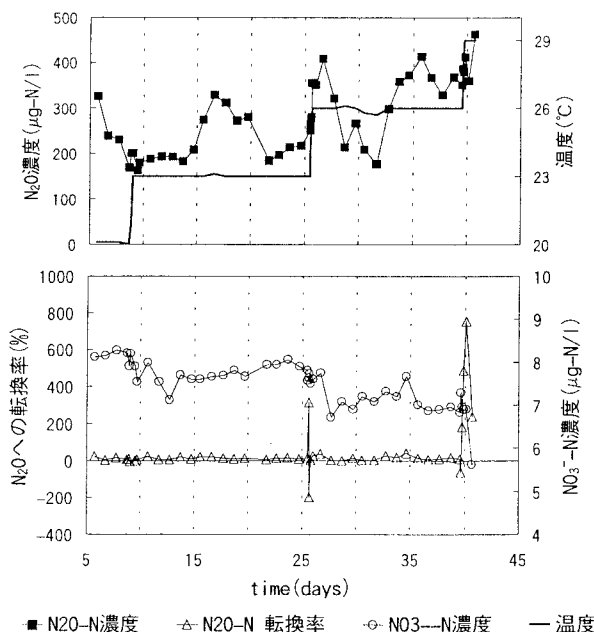


図1 実験装置概略図

図2 反応槽内直上水中の N_2O 濃度、 N_2O への転換率、硝酸態窒素の濃度及び温度の経日変化

示す。 N_2O への転換率は、温度を20℃から23℃に変化させたときの非定常時と20℃における定常時の値に差は見出されなかったが、温度を23℃から26℃、26℃から29℃に変化させたときの非定常状態における N_2O への転換率は温度変化1日後までに前の温度条件下での定常状態における値より大きな値を示した。一方、硝酸態窒素の濃度は温度の上昇に伴って減少した。本実験での温度の変動範囲において、温度が高いほど転換率は大きかった。以上の結果より、温度の上昇で脱窒が活性化する際、一時的に N_2O への転換率が增大すると考えられる。また温度が20℃から23℃へ上昇するとき、 N_2O への転換率は温度の影響をほとんど受けなかった。

図3に各温度における硝酸態窒素の除去速度を、また図4に N_2O のフラックスを、そして図5に硝酸態窒素から N_2O への転換率を示す。図3から温度が高くなるにしたがって、硝酸態窒素の除去速度は高くなった。また図4より N_2O フラックスも、温度が高くなると増加した。これらは温度が上昇することにより、脱窒が活性化したことに起因すると考えられる。図5より硝酸態窒素の N_2O への転換率は、温度が上昇すると減少した。これは N_2O フラックスに比べて硝酸態窒素の除去速度の方が大きく、硝酸態窒素の除去速度の変化が転換率に大きな影響を与えたためと考えられる。

温度が23℃、26℃における定常状態での硝酸態窒素から N_2O への転換率は、図5より各々12%、12%であった。しかし、温度を23℃から26℃、26℃から29℃に変化させたときの非定常状態における N_2O への転換率は、図2より各々310%、750%と定常状態より各々26倍、62倍と大きくなった。これは温度が変化した後、 N_2O の生成速度と消費速度に変化が生じるのにタイムラグが存在した。つまり、 N_2O の生成速度の方が消費速度より早く変化したためと考えられる。また温度が上昇することにより脱窒の活性が高まり、亜硝酸態窒素の濃度が上昇していた。

それによって硝酸態窒素の消費が抑制され¹⁾、 N_2O への転換率が増加したとも考えられる。

4. 結論

本研究から次のような結果が得られた。

- (1) 20℃から29℃の間で温度が高くなると、硝酸態窒素の除去速度は上昇した。
- (2) 20℃から29℃の間で温度が高くなると、硝酸態窒素から N_2O への転換率は減少した。
- (3) 23℃から29℃の間で温度が上昇すると、一時的に N_2O の生成速度が上昇し、また硝酸態窒素から N_2O への転換率も上昇した。
- (4) 20℃から23℃の間で温度が上昇しても、硝酸態窒素から N_2O への転換率はほとんど影響を受けなかった。

[参考文献]

- 1) Müller R. & Widemann O :Die Bestimmung des Nitrat-Ions in Wasser, Vom Wass.22,247-271, (1955)

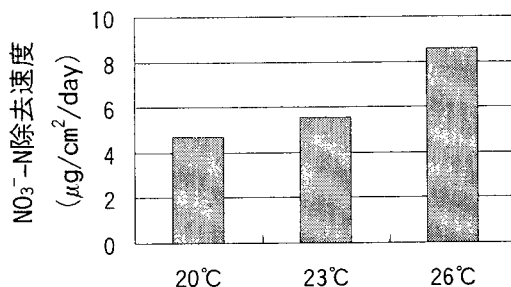


図3 各温度における硝酸態窒素の除去速度

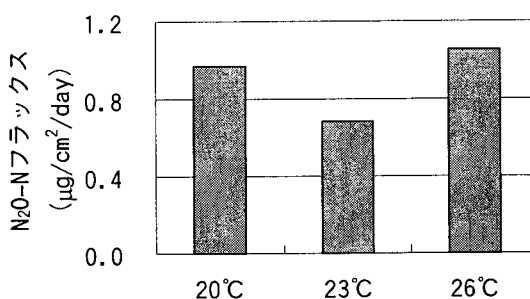


図4 各温度における N_2O フラックス

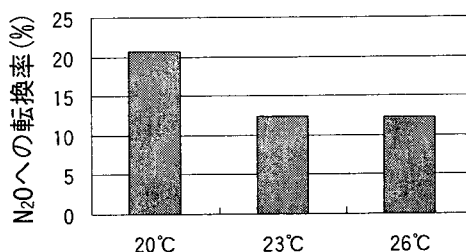


図5 各温度における硝酸態窒素から N_2O への転換率