

干潟域底泥による水中の無機態窒素除去に関する実験的研究

Experimental Studies on the Removal of Inorganic Nitrogen in the Water Using Tidal Flat Mud

瀬口昌洋・郡山益実・永松沙哉・鍋嶋綾希子・古賀あかね
 Masahiro SEGUCHI・Masumi KORiyAMA・Saya NAGAMATU
 Akiko NABESHIMA・Akane KOGA

1. まえがき：近年の都市化やライフスタイルの変化等に伴い、湖沼、内湾などの閉鎖性水域で富栄養化、有機汚濁化が進行している。したがって、今後、閉鎖性水域の水質改善を図るためには、N、P などの流入負荷量のより一層の削減が不可欠である。本研究は、干潟域底泥の有する優れた N 除去能力を活用した低コスト、省エネかつ低環境負荷タイプの高度水処理法の開発を目指したものである。ここでは、新たに試作した実験装置の N 除去特性について検討した。

2. 実験の概要：干潟域底泥中の優れた硝化・脱窒作用¹⁾を活用した N 除去実験装置として、**図-1**のような装置を試作した²⁾。実験は、所定濃度の NH₄⁺水溶液 50L を上の水槽から 4 段の底泥層を順次流下させながら下の水槽に落水、貯留させた後、再度上の水槽に揚水し、同様に流下、落水、貯留及び揚水を 24 時間にわたって繰り返すことにより行なわれた。その間、所定の時間間隔で採水し、無機態窒素濃度等を測定した。今回の実験では、底質の種類、初期 NH₄⁺濃度(C₀)、初期設定流量(Q)及び温度(T)を変化させて N 除去特性やそれと MPN 法³⁾により計測した底泥中の脱窒菌数との関連性について検討した。



図-1 実験装置

3. 結果及び考察：**図-2**～**4**は、Q 550mL/min、C₀ 30mg/L と設定し、有明海干潟に存する泥質、砂泥質及び砂質の底質を用いた場合の無機態窒素濃度の時間変化を示したものである。図示されるように、3 種類の底質に対する NH₄⁺濃度の時間変化は概ね類似し、24 時間にわたって次第に低下している。これらの NH₄⁺濃度の減少は、主に底質中の硝化作用により NH₄⁺から NO₃⁻に変化したためによるものと考えられる。しかし、NO₃⁻濃度の時間変化は各底質により大きく異なり、泥質の場合はほぼ一定であるが、砂質の場合は時間の経過に伴って急増している。これらの NO₃⁻濃度変化の差異には、各底質中の脱窒作用の大小が大きく反映したものと推察される。すなわち、砂質の場合は泥質の場合に比べて、有機物含有量さらには還元的部位の形成が少ないために脱窒活性が低く、硝化作用によって NH₄⁺から形成された NO₃⁻が時間の経過に伴って蓄積されたためによるものと考えられる。

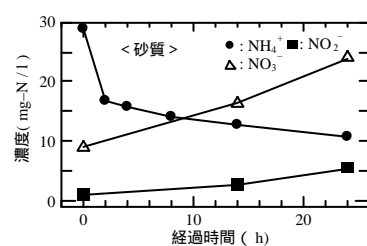
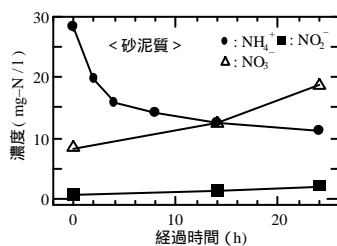
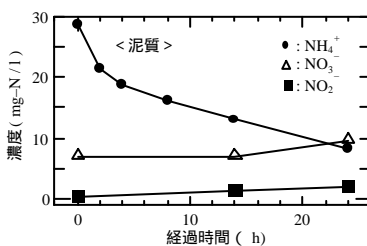


図-2 水中の無機態窒素濃度変化 図-3 水中の無機態窒素濃度変化 図-4 水中の無機態窒素濃度変化

次に、図 - 5、6 は、それぞれ同じ泥質を用いて 9 日間にわたって 1 日おきに実験を行った場合の無機態窒素濃度の時間変化及び実験開始時、5 日目、9 日目における底泥中の脱窒菌数等を示したものである。図示されるように、5 回の実験における NH_4^+ 濃度の時間変化は 24 時間にわたって連続的に減少し、ほぼ類似している。しかし、 NO_3^- 濃度は実験回数の増加に伴って次第に増加している。また、底質の表層及び下層の脱窒菌数は実験開始時から 5 日にかけて急増した後、それ以降再び大きく減少している。そして、それに呼応するように N 除去率も変動している。したがって、両図から日数の経過に伴う NO_3^- 濃度の増加は、底質中の脱窒菌数の減少に伴う脱窒活性の低下が大きく起因していると言える。

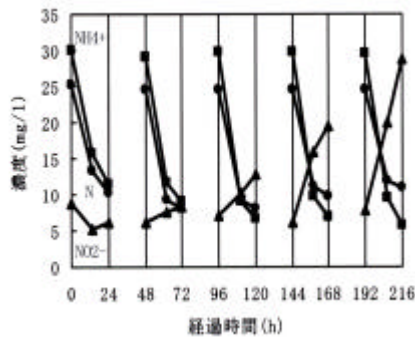


図 - 5 水中の無機態窒素濃度変化

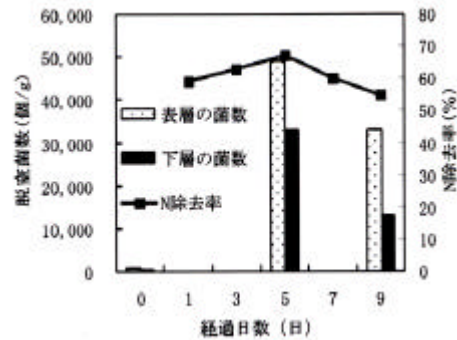


図 - 6 底泥層中の脱窒菌数と N 除去率

さらに、図 - 7 ~ 9 は、それぞれ N 除去速度 V_d と Q 、 C_0 及び含泥率との関係を示したものである。図示されるように、 V_d は $Q = 550 \text{ mL/min}$ で最大となり、 C_0 の増加に伴って増大する。また、 V_d は含泥率の増加に伴って大きくなる。すなわち、 V_d は砂質より泥質の底質の方が大きい。最後に図 - 10 は、 V_d と C_0 及び T の関係を図示したものである、なお、実線は(1)式による算定値である。図示されるように、これらの関係は概ね(1)式により表される。このことから、 V_d には限界値や最適温度が存在することが伺われる。

$$V_d = V_{m0} \exp\left(\frac{T}{T_V}\right) \frac{C_0}{K_{m0} \exp\left(\frac{T}{T_K}\right) + C_0} \quad (1)$$

ここで、 $V_{m0} = 10.3 \text{ mg-N/l} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、 $K_{m0} = 6.5 \text{ mg-N/l}$ 、 $T_V = 10.6$ 、 $T_K = 7.7$ である。

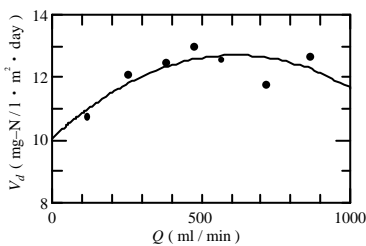


図 7 V_d と C_0 の関係

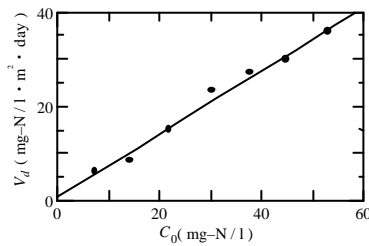


図 8 V_d と C_0 の関係

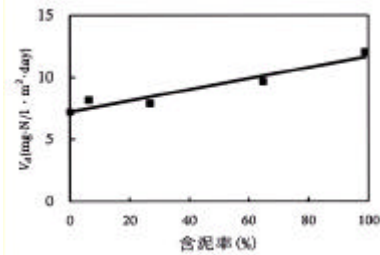


図 9 V_d と含泥率の関係

4.まとめ：本研究により、干潟域底泥による N 除去特性が把握された。しかし、干潟域底泥を活用した高度水処理法の確立のためには、特に底泥中における脱窒菌の適切な生息環境の維持が大きな課題である。今後、これらの課題の解決に向けて研究を行う予定である。

(参考文献)

- 1) 瀬口・郡山・加藤：水工学論文集, 46, 1169 - 1174, 2002.
- 2) 瀬口・郡山・加藤：水工学論文集, 48, 1297 - 1302, 2004.
- 3) 土壤微生物研究会：土壤微生物実験法, 養賢堂, 45 - 52, 1997.

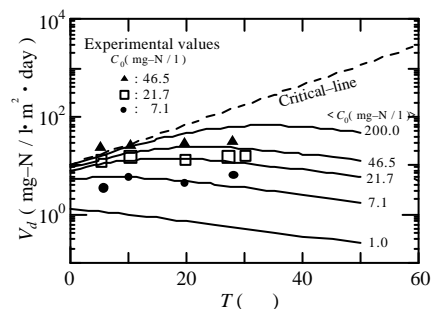


図 10 V_d と C_0, T の関係