

高濃度酸素溶解水を用いた底泥からの栄養塩溶出抑制とその簡易的評価手法

九州大学工学部	学生会員	○岡 貴稔	九州大学大学院	正会員	久場 隆広
西日本技術開発株式会社	正会員	井芹 寧	九州大学大学院		郝 愛民
九州大学工学部		劉 玉賢	九州大学大学院		張 明揚

1. はじめに

内湾や湖などの閉鎖性水域においては、栄養塩溶出が内部負荷となり富栄養化問題の解決をより困難なものにしている。栄養塩溶出は水質を悪化させるだけでなく、水圏の生物環境や生態系にも悪影響を及ぼしている。底泥からの栄養塩溶出の量と速度を決定する主な要因は DO 濃度であることから、底層への酸素供給によってその溶出を抑制することが期待される。溶出の抑制と同時に、この底層への高濃度酸素供給により底質を改善し、好気性生物を活性化することも可能である。

高濃度酸素供給による底泥からの栄養塩溶出の抑制効果を検討する手法としてカラムを用いた底泥実験が多くなされている。本研究では、より簡易であり、かつ、多種の温度・DO 濃度・SS 濃度等の条件下における実験結果の比較が可能な手法の提案を研究目的とした。そこで、異なる DO 濃度条件及び SS 濃度において、時間経過に伴う底泥からの栄養塩の溶出量および DO 濃度を測定し、高濃度酸素供給による溶出抑制の効果を検討すると同時に、本手法の妥当性を評価した。

2. 実験方法

2.1 底泥試料

底泥試料として福岡市西区を流れる瑞梅寺川河口のものを使用した。干潮時に採泥を行い、表層 1cm を採取した。

2.2 高濃度酸素溶解水

直径 500nm 程度の気泡を発生させることが可能なマイクロバブル発生装置 (nano-2L-00, PMT 社製) を用いて高濃度酸素溶解水を作製した。

2.3 栄養塩溶出試験

100mL のフラン瓶 (6×2=12 本) に乾燥質量 5.6g の底泥を加え、予め曝気しておいた純水 (曝気水) および高濃度酸素を溶解させた純水 (高濃度酸素溶解水) を満たした。その後 20℃ の恒温室に静置し、15 分、1 日、3 日、5 日、7 日、10 日後にそれぞれ DO 濃度を測定し、ガラス繊維ろ紙 (GF/C; Whatman) にてろ過した上澄液の水質分析を行った。またフラン瓶 (6×2=12 本) に添加する底泥量を乾燥質量 11.2g とし、同様の実験を行った。

分析項目は、DO、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、 $\text{NO}_x^{-}\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ とした。 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、 $\text{NO}_x^{-}\text{-N}$ の濃度の定量には分光光度計 (DR/2400, HACH) を使用し、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ の測定は下水道試験法に準じて行った。

3. 結果および考察

乾燥質量 5.6g の底泥を加えた時の $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ および DO の経時変化を図 1 に、 $\text{NO}_x^{-}\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ および DO の経時変化を図 2 に示す。

3.1 溶存酸素の経時変化

DO 濃度は、実験開始 15 分後において曝気水では 7.6mg/L、高濃度酸素溶解水では 23.9mg/L であった。どちらも実験開始から 1 日で急速に DO 濃度が減少し、初期 DO 濃度が高いほど、DO 濃度の減少速度も大きくなる傾向が見られた。また、実験 10 日後において曝気水では 1.8mg/L、高濃度酸素溶解水では 6.4mg/L であり、実験期間内においては常に高濃度酸素溶解水の方が曝気水よりも DO 濃度が高かった。

3.2 栄養塩の溶出

図1において、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ は実験開始 15 分後では、曝気水、高濃度酸素溶解水ともにおよそ 0.1mg/L であり、10 日後においては、曝気水では 1.3mg/L 、高濃度酸素溶解水では 0.44mg/L となり、時間経過とともに底泥から溶出する傾向が見られた。また、高濃度酸素溶解水においては曝気水と比べて溶出量が小さいことから、高濃度 DO 条件下における $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の溶出抑制が確認された。

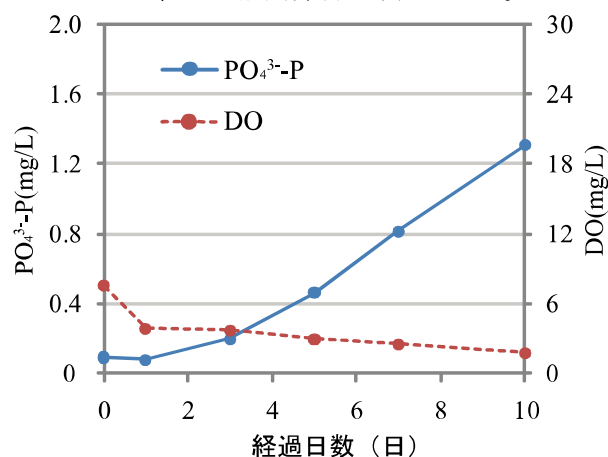


図 1(a) $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ と DO の濃度 (曝気水)

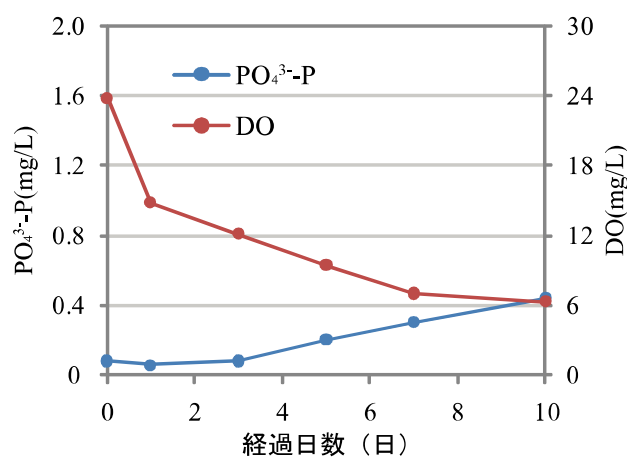


図 1(b) $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ と DO の濃度 (高濃度酸素溶解水)

図2において、 $\text{NO}_x^-\text{-N}$ の溶出量は、曝気水、高濃度酸素溶解水のいずれの時点でも、 0.05mg/L 程度であった。今回の実験において、10 日後までには $\text{NO}_x^-\text{-N}$ がほぼ生成されなかった。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の濃度については、曝気水と高濃度酸素溶解水とで比較した場合、15 分後ではそれぞれ 2.0mg/L と 1.9mg/L でほぼ等しいが、10 日後においてはそれぞれ 6.8mg/L と 4.7mg/L の違いとなった。このため高濃度 DO 条件下においては、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ と同様、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の溶出が抑制される傾向が示された。

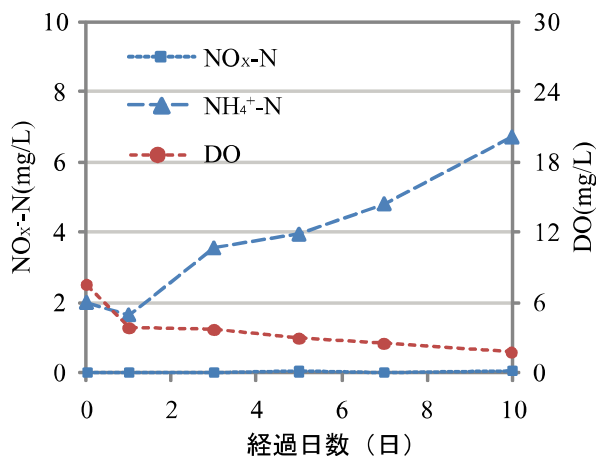


図 2(a) $\text{NO}_x^-\text{-N}$ と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と DO の濃度 (曝気水)

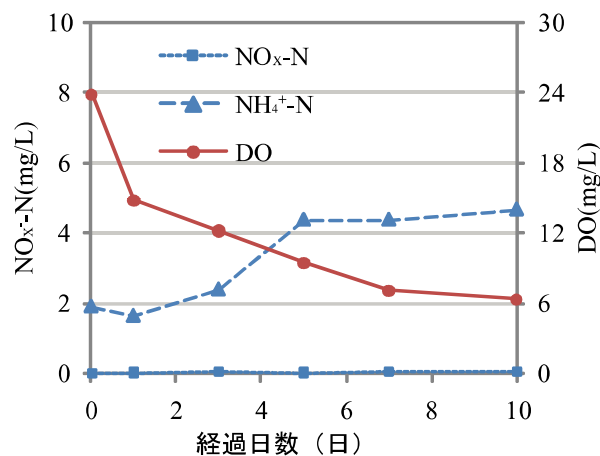


図 2(b) $\text{NO}_x^-\text{-N}$ と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と DO の濃度 (高濃度酸素溶解水)

4. まとめ

高濃度 DO 条件下における底質からの $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ や $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の溶出抑制が確認された。また、フラン瓶内に底泥の乾燥質量が 5.6g を加えた場合だけでなく乾燥質量 11.2g の底泥を加えた場合も、溶出抑制の傾向が見られた。これは、既存のカラムを用いた底泥実験の結果と同様であることから、フラン瓶を用いることによる栄養塩溶出の評価が可能であることが示された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、三菱商事株式会社よりご支援いただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献 鈴木穰，津森ジュン：底泥—水間の物質移動に関する調査，下水道関係調査研究年次報告書集