

サイクロン式エアレーターを用いた貧酸素底泥水の改善

千葉工業大学	学生会員	○今宮 祐平
千葉工業大学	非会員	相澤 由花
(株)オーラテック	非会員	江口 俊彦
千葉工業大学	正会員	矢沢 勇樹

1. はじめに

近年の人間活動の活発化は広域かつ多様な環境問題を引き起こしており、その中で、生活および工場排水による水質汚濁は湖沼や海域の内湾など閉鎖的な水域環境に大きな被害をもたらしている。閉鎖的な湖沼に窒素(N)およびリン(P)を大量に含む生活排水が流入すると、富栄養化状態になり、水質汚濁による食物連鎖バランスの崩壊やNおよびPを栄養源とする植物プランクトンの大量発生を引き起こす。物質循環の崩れた湖沼は景観の悪化だけでなく、悪臭、魚の大量死を招き、さらに、汚濁物質中に固定されたNおよびPは湖底に堆積し、貧酸素状態のまま半永久的に保持される。

千葉県北部にある手賀沼も周辺の都市化および工場排水に起因する富栄養化による汚染が進んでおり、2000年に北千葉導水路の開門により一時の汚濁レベルからは改善したが、根本的な水質改善に至っていないのが現状である。本研究では、水中においても常に液体の流れを防ぐ構造を組み込んだ事による閉塞性の問題を改善したサイクロン式エアレーターを用いて貧酸素底泥中に固定されたNおよびPを酸化することにより無機化・遊離させ、さらに硝化菌を用いた水耕栽培を行うことにより貧酸素底泥水からの脱窒素・脱リンを行うことを目的とした。

2. 実験方法

2-1. 酸素供給および硝化菌含有ろ過剤による水質および植物成長率への影響評価

Fig.1 に本研究で用いた実験装置の概略図を示す。手賀沼の貧酸素底泥水 35L を入れた水槽上部に、硝化菌含有ろ材(生物固定セラミックス, EBPS ((株)ソネケミファ社製))およびカイワレ大根(*Raphanus sativus*)の種を包括させた区域と種のみを包括させた区域を設置した。各処理区との種の足場はウレタンスポンジで固定し、サイクロン式エアレーター((株)オーラテック)を用いて空気を 3.8L/min で連続的に供給した。

実験開始より 3, 6, 9, 12, 16, 21, 24 日後に底泥水の溶存酸素濃度(DO), 化学的酸素要求量(COD), 亜硝酸態窒素濃度(NO_2^- -N), 硝酸態窒素濃度(NO_3^- -N), アンモニア態窒素濃度(NH_4^+ -N), リン酸態リン濃度(PO_4^{3-} -P)を測定した。また、カイワレ大根の発芽率および茎の長さによる成長率を算出した。

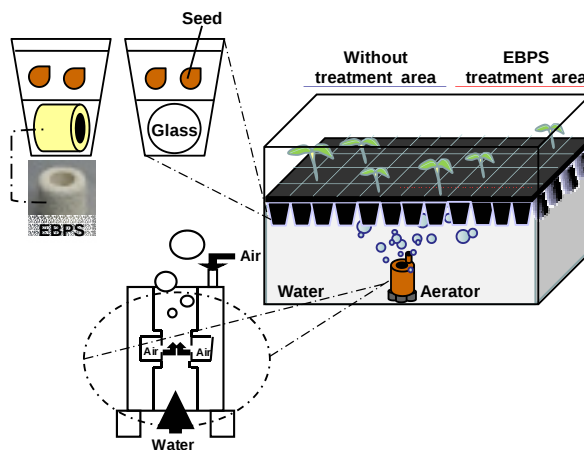


図 1 汚濁水浄化装置

2-2. 酸素供給による水質および植物成長率への影響評価

2-1 の実験終了後、1 ヶ月間水質環境は変化させずに保存した。新たに EBPS およびカイワレ大根の種を包括させた区域を設置し、同装置を用いて空気を供給した。また、人為的な空気供給を行わない同体積の水槽を用意した。実験開始より 2 日毎に 18 日間底泥水の DO, COD, NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, PO_4^{3-} -P を測定し酸素濃度の影響を検討した。また、カイワレ大根の発芽率および茎の長さによる成長率を算出した。

キーワード 貧酸素底泥水, 水質浄化, 水耕栽培, サイクロン式エアレーター

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL 047-478-0409 E-mail: yuuki.yazawa@it-chiba.ac.jp

3. 結果及び考察

3-1. 空気供給および硝化菌含有ろ過剤による水質および植物成長率への影響評価

エアレーターによる空気の供給が、液中の DO を急増させ、好気性微生物を活性化させた。これにともなって、DO が消費され、逆に液中の COD は増加した。同時に、底泥に含まれている有機態窒素およびリンも微生物により無機化され、液中の濃度に変化がみられた。特に無機化された窒素に着目すると、カイワレ大根の基部に入れた EBPS により $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ の順に反応促進され、結果、カイワレ大根の栄養吸収促進さらに根部への酸素供給により伸長効果が得られた。カイワレ大根は EBPS 処理区、未処理区ともに栽培後 3 日で発芽し、その後、時間とともに成長が確認された。栽培期間での最終的な発芽率及び発芽後 14 日目のカイワレ大根の伸長は、EBPS 処理区で 44.0%、 $15 \pm 1.0\text{cm}$ 、未処理区で 22.7%、 $13 \pm 1.4\text{cm}$ であった。

3-2. 持続的な空気供給による水質および植物成長率への影響評価

空気供給を維持したまま 1 ヶ月間保存することにより、DO は 8ppm 前後に維持され好気性微生物を活性は持続的に高められた。しかし、 NO_3^- -N の吸収をおこなっていたカイワレ大根の根が取り除かれたため、液中の NO_3^- -N の値は 5ppm まで上昇した。 PO_4^{3-} -P は、一般に Fe 等と結合しており好気的な条件のもと Fe^{3+} を吸着・沈殿し酸化され安定な FePO_4 となり水に溶けにくく再度底泥へ固定されたため 0.04ppm まで低下していたと考えられる。

このような環境の下、空気供給を続けた条件と停止した条件についてカイワレ大根の水耕栽培を行ったところ、供給を続けた場合では、 PO_4^{3-} -P を除き、供給を停止した場合よりも高い値を示した。この理由として、空気供給により、好気性微生物を活性化し、N および P の循環が機能したためと考えられる。 PO_4^{3-} -P に関しては、液中が嫌気的な環境になったことで FePO_4 が還元され $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ となり水に溶けやすくなり Fe^{2+} の遊離に伴う PO_4^{3-} -P の溶出が促進され、液中の PO_4^{3-} -P 濃度が増加したと考えられる。

カイワレ大根は酸素供給ありの条件では栽培後 1 日、停止した場合は 3 日で発芽し、成長が確認された。栽培期間での最終的な発芽率及び発芽後 12 日目のカイワレ大根の伸長は、酸素供給ありの条件で 21.5%、15.9cm、停止した場合は 38.0%、12.6cm であった。同時に、酸素供給ありの条件で成長したカイワレ大根は停止した場合に比べて、根の長さが短く、この現象が発芽率および伸長の抑制の原因と考えられる。

参考文献

- 1) 松中照夫 (2006) 土壌学の基礎, pp257-259, 農山漁村文化協会

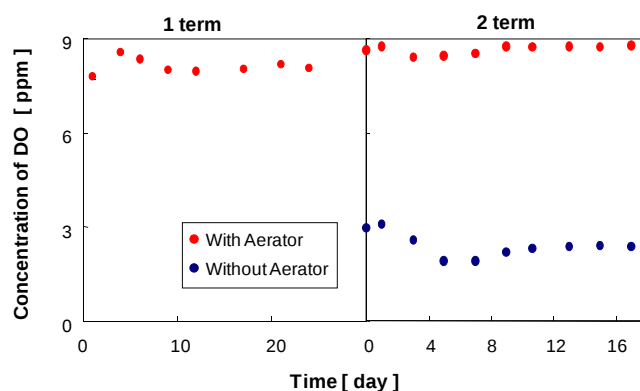


図.2 水質環境および酸素供給の相異による液中酸素濃度変化

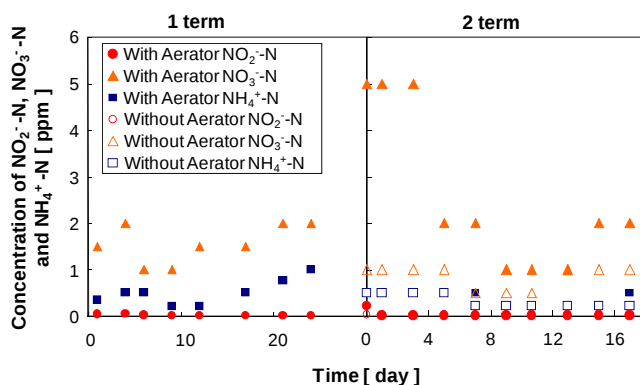


図.3 水質環境および酸素供給の相異による液中 T-N 濃度変化

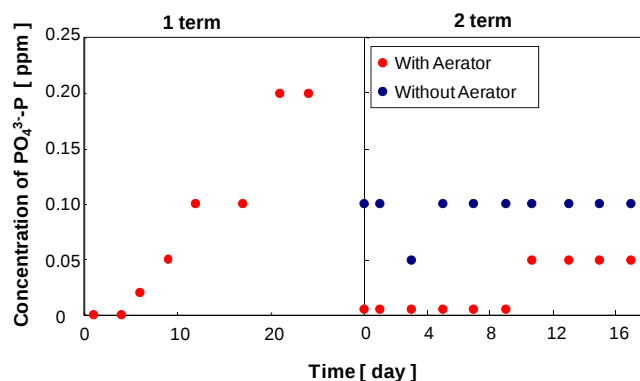


図.4 水質環境および酸素供給の相異による液中 PO_4^{3-} -P 濃度変化