

尼崎運河に設置した小水路での栄養塩固定量と曝気効果について

徳島大学大学院 学生会員	○一色圭佑	徳島大学大学院 正会員	山中亮一
徳島大学大学院 学生会員	森紗綾香	徳島大学大学院 正会員	上月康則
徳島大学大学院 学生会員	板東伸益	いであ(株) 正会員	森 友佑
日本郵政(株)	東浩太郎	兵庫県 正会員	高橋秀文

1. はじめに

大阪湾奥に位置する尼崎運河は、水位管理された閉鎖性の強い汽水域である。事業者排水の継続的な流入により年間を通して富栄養化状態であり、植物プランクトンの異常増殖による透明度の低下が著しい。海底には有機汚泥が厚く堆積し、底層では貧酸素化が発生している。本研究は、このような水質を改善するため水質悪化した底層の海水をポンプにより汲み上げ、小水路を流下させ、そこに自然繁殖した藻類の基礎生産活動により栄養塩の固定・除去および曝気させる水質改善技術の現地適用性を明らかにし、その水質改善効果を定量的に把握することを目的とする。なお、本研究は「尼崎シーブルー事業」の技術実証実験として行った。

2. 実験水路の概要

実験に用いた小水路(図1参照)は総延長 113.8m, 幅 0.30m, 水深 0.08~0.12m, 容積 3.914m³ のコンクリート製であり、2007 年 10 月 23 日に兵庫県尼崎運河北堀地区の実証実験区内に設置された。水深 3.5m 地点より貧酸素化した底層水をポンプにより連続して汲み上げ、一定流量(約 12L/min) で水路内を図1に示す矢印の方向に自然流下させ、押し出し流れ式に流出口から排水した。約 30m 間隔に調査地点(図1)を設け調査項目は栄養塩(NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P)濃度および DO の測定を行った。調査は設置時より毎月実施した。

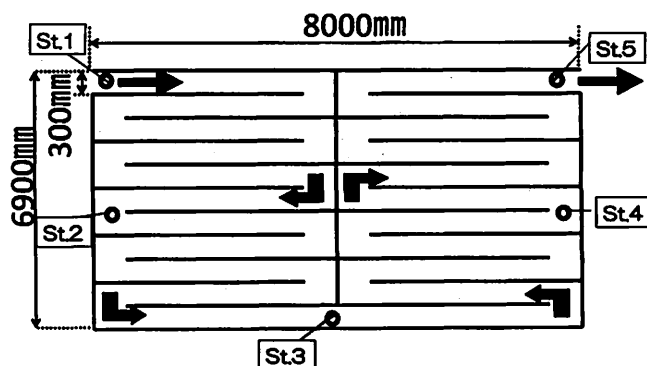


図1 小水路の形状および水質測定地点

3. 水路内水質測定結果

3.1 栄養塩濃度の変化

春季から夏季にかけて緑藻が増殖し、水路表層をすべて覆う程に繁茂した。夏季日中の水路流下による栄養塩濃度の低下量は図2より、NH₄-N は 0.51mg/L, NO₂-N は 0.13mg/L, NO₃-N は 0.10mg/L, PO₄-P は 0.42mg/L であり、高い除去効果が認められた。NH₄-N の変化が特に大きく、NO₂-N および NO₃-N も流下するにつれて徐々に減少していく傾向が認められた。この時、

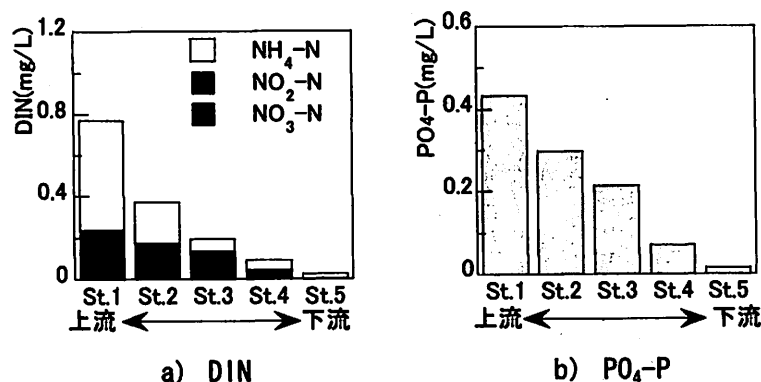


図2 流下に伴う栄養塩濃度の変化

小水路の一部では藻類が堆積しており、底層において貧酸素化が生じている場所があった。以上より、小水路では表底層で現象が異なり、小水路表層では藻類の基礎生産による栄養塩摂取がなされ、その一方で、底層では脱窒・硝化同時反応¹⁾が発生していることが示唆された。また、本水路の特徴として、窒素・リンともに St.1 と St.2 の間で全除去量の約 40%以上が除去されたことから、流入後約 30m までに高い除去効果があることがわかった。

3.2 水路の栄養塩除去能

各月の小水路の単位流下距離あたりの栄養塩除去量(晴天時)を図3に示す。DINは8月に0.043mg/m/h、PO₄-Pは6月に0.014 mg/m/hであり、水路全体では、DINで4.9mg、PO₄-Pで1.6mgの除去が行われた。本水路は夏季に高い除去能があることがわかった。これは、夏季は高水温および高日射量により藻類の活性が高まり、基礎生産が活発に行われていたためと考えられる。

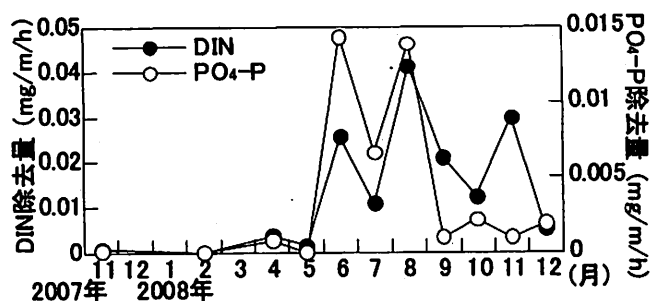


図3 単位流下距離あたりの栄養塩除去量(晴天時)

4. 曝気効果

冬季(12月)と夏季(6月)の流下に伴う日中のDO変化を図4に示す。冬季の流入水のDOは8.0mg/Lと高く、流下によるDO上昇は緩やかであった。冬季の水温が低く、藻類や植物プランクトンの基礎生産力が低下するためであると考えられる。一方、夏季の流入水のDOは3.0mg/L以下と低く貧酸素状態であったが、流下に伴い曝気が行われ、急激なDO上昇がみられ貧酸素化が緩和されていた。この時最大でSt.4は10.9mg/Lまで上昇しており、生物の生育に必要とされる3mg/Lを大きく上回った。

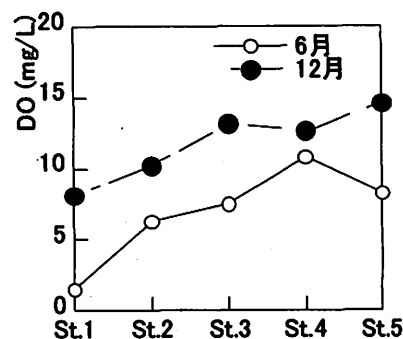


図4 夏季および冬季のDO変化

5. 夜間の水路内水質

夏季の夜間におけるDINおよびPO₄-Pの調査結果を図5に示す。夜間において流下による栄養塩の減少はなく、下流に向かうにつれ濃度上昇がみられた。特にPO₄-Pでは0.17mg/Lの上昇が確認された。これは、底層に堆積枯死した藻類から固定していた栄養塩が溶出しているためと考えられる。水路内のDO変化を図6に示す。日中では貧酸素化していたが、流下するにつれ急激に上昇し、約30m

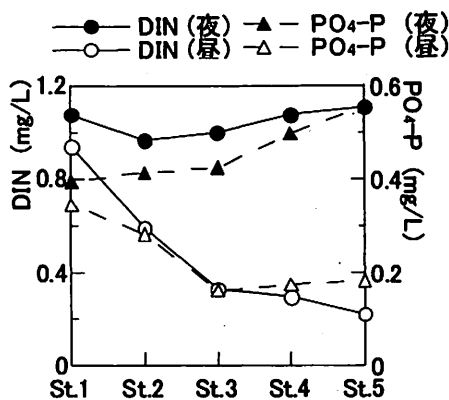


図5 夜間の栄養塩濃度の変化

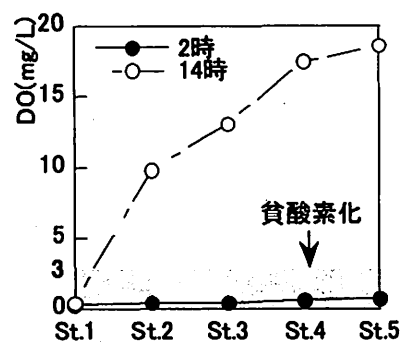


図6 DOの変化

で貧酸素化が改善され、流出時には過飽和状態であった。ところが、夜間はDO上昇がなく貧酸素化の緩和は認められなかった。このことより、日中に認められるDO上昇の大部分は藻類の光合成によるものであることが分かった。大気からの再曝気によるDO供給については、藻類が繁茂している状況下では、それらの呼吸に大半を利用されていると考えた。

6. おわりに

尼崎運河において本手法の適用性は高く、特に夏季の日中において高い効果が期待できることが分かった。今後の課題として、本水路の機能をより向上・維持させるために、水路内藻類の定期的な除去等のメンテナンス方法、および除去後の藻類の利用方法の検討が重要である。また、夜間の貧酸素化対策も必要である。

参考文献:

- 1) 大久保卓也, 岡田光正, 村上昭彦(1993): 小水路における生活雑排水の浄化特性, 水環境学会誌, 第1巻第4号, pp261-269