

尼崎運河に設置した小水路での栄養塩収支について

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	正会員	上月康則	徳島大学大学院	学生会員	森紗綾香
徳島市役所	正会員	板東伸益	神戸市役所	正会員	柴田雄輝
徳島大学大学院	学生会員	前田真里	兵庫県	正会員	高橋秀文

1. はじめに

大阪湾北東最奥に位置する尼崎運河は閉鎖的な汽水域であり、運河周辺の工場排水による過剰な汚濁物質により慢性的に富栄養化状態となっている。これに伴い植物プランクトンの異常増殖による透明度の低下や分解に伴う過剰な酸素消費によって貧酸素化が発生している。この水質悪化した運河内底層水をポンプにより汲上げ小水路を流下させ、そこに自然繁茂した藻類の生産活動による栄養塩の固定・除去および曝気による浄化を試みた。実験開始後の 2008 年春季から夏季にかけては水路表層を緑藻であるスジアオノリ (*Enteromorpha prolifera*) が覆い、この時の夏季における一日の窒素リンの除去率は DIN 59%, PO₄-P 58%であった¹⁾。本研究では 2009 年の夏季と冬季において小水路での栄養塩収支を検証することを目的とした。

2. 実験概要

実験に用いた小水路は総延長 113.8 m、幅 0.3 m、水深 0.08 ~ 0.12 m、容積 3.9 m³ であり、2007 年 10 月 23 日に兵庫県尼崎運河北堀地区に設置された。運河内水深 3.0 m 地点より貧酸素化した底層水をポンプにより汲上げ、一定流量 (約 17 ~ 25 L/min) で自然流下させ、押し出し流れ式に流出口から運河底層へ排水した。水路内約 30 m 間隔に調査地点 (St.1 ~ St.5) を設け、溶存態窒素 (以下 DIN : NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N の合計)、溶存態リン (以下 PO₄-P) および溶存酸素 (DO) の測定を行った。調査は設置時より毎月実施した。

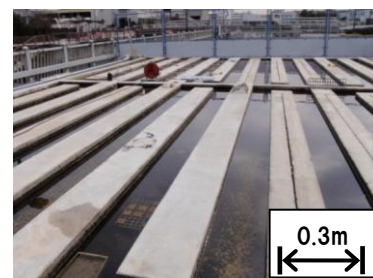


図 1 尼崎運河に設置した小水路

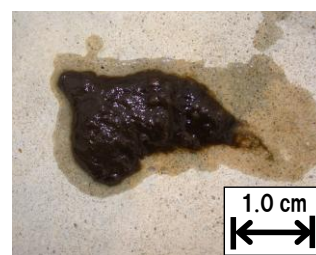
3. 結果および考察

3.1 流下に伴う栄養塩変化

2009 年夏季から冬季にかけて水路内には底層で藍藻が繁茂し、水路上流部の壁面に少量のスジアオノリ、カタシオグサ (*Cladophora ohkuboana* Holmes) が繁茂していた (図 2)。夏季および冬季における昼間の水路流下による DIN, PO₄-P と DO の変化を図 3, 4 に示す。この水路内には藻類が自然繁茂し、それらの生産活動にともなう DIN, PO₄-P の固定・除去が行われる。夏季における DIN 減少量は NH₄-N 0.52 mgN/L, NO₂-N+NO₃-N 0.09 mgN/L となり、NH₄-N の減少量が特に大きく、NO₂-N+NO₃-N も流下するにつれて徐々に減少していく傾向がみられた。一方で冬季においては NH₄-N 0.07 mgN/L, NO₂-N+NO₃-N 0.04 mgN/L の減少がみられたが、夏季に比べ大きく減少量が低下していた。また、夏季におけ



a) カタシオグサ



b) 藍藻

図 2 水路内に繁茂する藻類

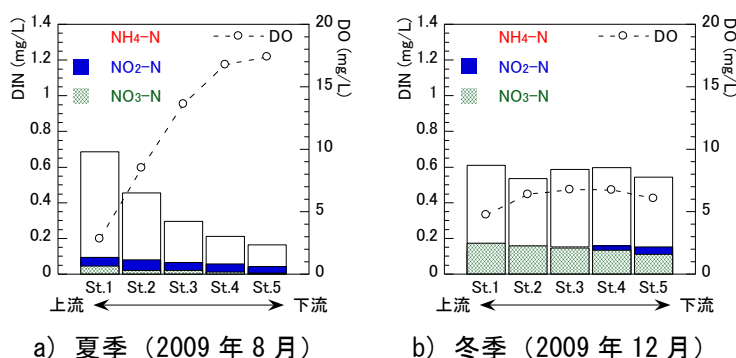


図 3 昼間の流下による DIN と DO の変化

る $\text{PO}_4\text{-P}$ の減少量は 0.10 mgP/L 、冬季においては 0.02 mgP/L となり、DIN と同様に冬季に低下する傾向を示した。流入する $\text{PO}_4\text{-P}$ の量は夏季と冬季において大きな差がみられた。夏季は運河底層において深刻な貧酸素化が発生しており、この影響による底泥からのリン溶出によるものと考えられる。DIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の除去量が冬季に低下した要因として、冬季は夏季に比べ、水温の低下、日照時間の減少、リン濃度の低下による藻類の活性が低下したためと考えられる。

月ごとの小水路での単位流下距離あたりの除去量を図 5 に示す。この結果から、本水路における水質改善機能は月ごとに変化していることがわかる。2008 年の夏季において DIN 39.5 mgN/m 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 14.6 mgP/m が除去されていた。2009 年の夏季は昨年ほどの除去量はみられなかったが、DIN 22.1 mgN/m 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 6.2 mgP/m が除去されており、本水路では夏季に高い除去効果があることがわかる。一方で冬季には夏季ほどの除去効果はみられなかった。

3.2 夏季および冬季における一日の栄養塩収支

水路 60 m 流下させることで夏季の昼間においては DIN 8.97 g N/daytime 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 2.45 gP/daytime の除去がされていたが、夜間においては DIN $0.09 \text{ gN/nighttime}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ $1.23 \text{ gP/nighttime}$ の溶出がみられた。また、冬季の昼間においては DIN 0.57 gN/daytime 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 0.50 gP/daytime の除去がされていたが、夜間においては DIN $0.55 \text{ gN/nighttime}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ $0.03 \text{ gP/nighttime}$ の溶出がみられた。この結果から夏季においては DIN 8.88 gN/day 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 1.22 gP/day が除去されており、冬季においては DIN 0.02 gN/day 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 0.47 gP/day の除去がみられた。一日の水路流入負荷量に対する除去率は、2009 年夏季において窒素 30 %、リン 9 %であった。スジアオノリが水路表層を覆った 2008 年の夏季と比較して除去率は低下していたが、窒素の除去率は生活排水処理施設の二次処理と同等の結果である。冬季においては DIN 0.1 %、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 7 %が除去可能であることが分かった。

4. おわりに

本水路は藻類の光合成を利用した浄化機能であるため、日射がなくなる日没後は窒素リンが固定されない。そのため夜間において水路内の藻類や堆積物の呼吸、分解が過剰となり水路内の海水が貧酸素化する。このため堆積物から窒素リンが溶出し、浄化効率を低下させていると考えられる。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) 一色圭佑, 山中亮一, 上月康則, 森紗綾香, 板東伸益, 森友佑, 東浩太郎, 高橋秀文 (2009) : 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, 土木学会四国支部 第 15 回技術研究発表会 講演概要集, pp.353-354

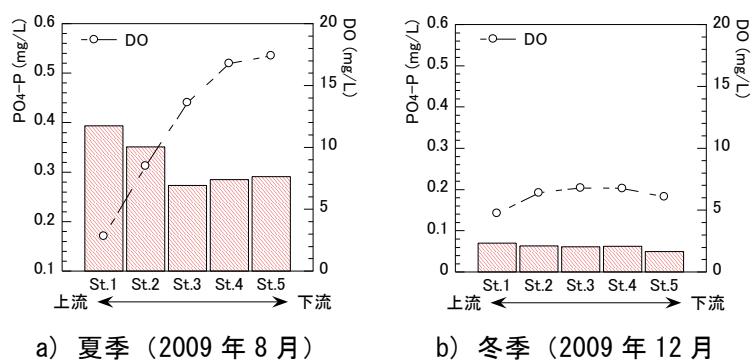


図 4 昼間の流下による $\text{PO}_4\text{-P}$ と DO の変化

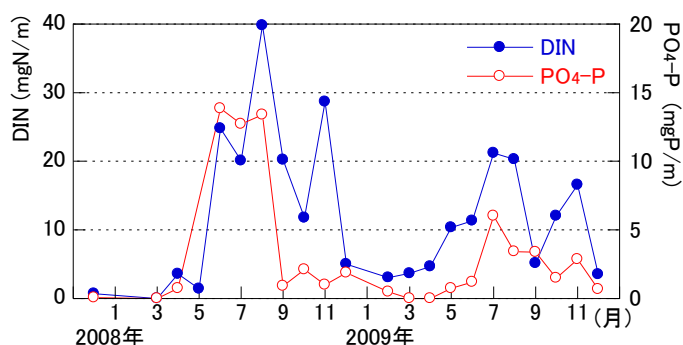


図 5 小水路での単位流下距離あたりの除去量