

尼崎運河での水質改善実験水路からの藻類バイオマス回収について

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	学生会員	前田真里
徳島大学大学院	学生会員	桶川博教	徳島大学大学院	正会員	石田達憲
			徳島大学大学院	正会員	上月康則

1. はじめに

大阪湾北東湾奥に位置する尼崎運河は富栄養化、透明度の低下、貧酸素化といった水質汚濁が進行した閉鎖性汽水域である（図-1）。本運河では水質改善のために、省エネルギーかつ効果の持続性を有する生物の浄化機能を活用した水質改善技術を複合させたシステムと市民参加型の水質改善方法が検討されている。そのひとつに藻類の一次生産機能を活用した水質改善技術の研究が進められている。これは藻類の繁茂しやすい環境を創出し、光合成により藻類に栄養塩（溶存態窒素・リン）を吸収させ、さらに貧酸素化した海水に酸素供給させることで水質改善を行う技術である。これまでの研究結果より夏季において高い栄養塩固定と貧酸素化改善効果がみとめられている。しかし、固定された栄養塩が藻類の枯死により水中に回帰することが懸念された。そのため、藻類の枯死が始まる前に、水路内から藻類を回収し、系外に除去する必要がある。本研究では、実験水路内に繁茂した藻類をバイオマス資源として市民協働により回収し、海域から陸域へ人の手による物質循環を行い、その栄養塩除去効果を定量的に明らかにすることを目的とする。

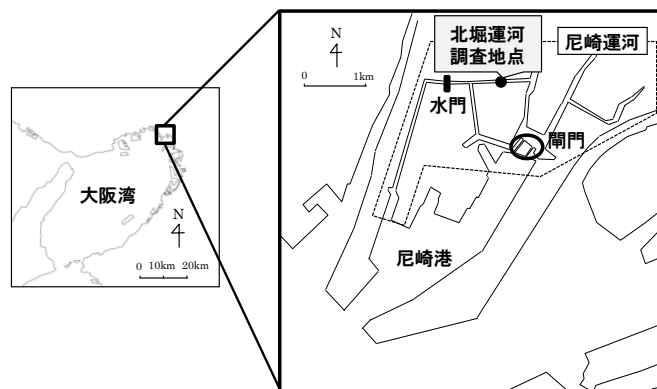


図-1 尼崎運河調査地点（北堀運河）

2. 実験方法

実験に用いた水路は、長さ 113m、幅 0.3m、水深 0.12m であり、運河内底層の海水をポンプにより揚水し、流量 25L/min で 2008 年 1 月から 2010 年 4 月まで自然流下させた（図-2）。毎月図-2 に示す St.1~5 において海水を採水し、溶存態無機窒素（DIN）、溶存態無機リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）を測定した。また、2008 年 10 月から 2009 年 11 月までの約 1 年間に St.1~3 において繁茂した藻類を回収し、藻類の重量および含有窒素量を測定し、藻類による栄養塩固定量を算出した。さらに、藻類除去後の水路での藻類の再生産力を把握するため、2010 年 8 月 5 日から 18 日まで 13 日間のみで増殖した藻類を回収し、同様に藻類量と窒素量を測定した。なお、この回収作業は市民協働型の形式で地元の中학생と行った。

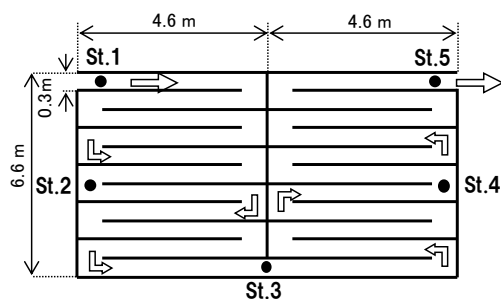


図-2 水質改善実験水路の概要図

3. 結果と考察

(1) 栄養塩固定量

季節変化による水中からの栄養塩固定機能の変化を詳細にみるため、一日あたりの DIN と $\text{PO}_4\text{-P}$ 固定量の経月変化を図-3 に示す。なお、ここで示す結果は昼間の計測値である。図-3 より固定量は 3 月から 8 月にかけて増加し、9 月から 11 月にかけて減少する傾向が認められた。夏季と

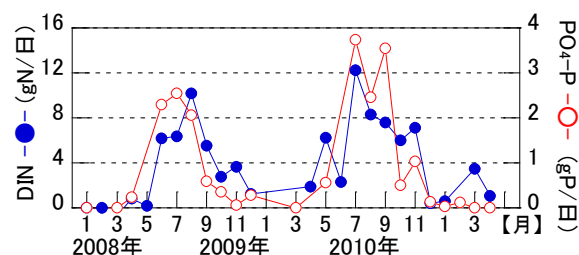


図-3 栄養塩固定量の経月変化

冬季の固定量の差を比較した場合、最大で DIN は約 11gN/日、PO₄-P は約 3.5gP/日変化することがわかった。冬季における固定量の減少は、水温低下にともなう藻類の活性低下、枯死した藻類などの堆積物からの分解に伴う栄養塩の回帰が要因であった。

(2) 藻類回収による栄養塩除去効果

回収作業により系外除去した藻類量とそれに含有する窒素量およびリン量を表-1に示す。ここで、リンの含有量はレッドフィールド比 (N:P=7.2:1、重量比) より概算した。その結果、藻類量は 111wetkg/

年であり、これに窒素含有量を乗じた結果、1444gN/年 (1日あたり 4.0gN 固定) と換算された。同様に、リンについても計算した結果、201gP/年 (1日あたり 0.6gP 固定) と換算された。これは 1年間に流入する溶存態無機窒素量の 16%、溶存態無機リン量の 13%に相当した。ただし、本結果は付着藻類量が減少する時期にあたる 10月の結果であり、栄養塩除去量が大きい時期 (たとえば、8月や9月) では、さらにこの割合は増加するものと推測された。

そこで、2010年8月5日にいったん藻類をすべて除去し、その後8月18日までの13日間のみで繁茂した藻類を回収し、藻類量と窒素含有量を分析した。ただし、今回は表在している藻類のみを回収した。その結果、増殖した藻類量は 1wetkg/日であり、これに窒素含有量を乗じた結果、5.0gN/日と換算された。同様に、リンについても計算した結果、0.7gP/日と概算された。これは13日間に流入する溶存態窒素量の 28%、溶存態リン量の 21%に相当した。これらの結果から、本水路では夏季において複数回の藻類回収が可能であり、夏季に回収を行うことで高い効果が得られるとわかった。

(3) 中学生との協働の試み

前節で述べた 2010年8月18日の回収作業は地元中学生 10名と協働で行った (写真-1)。本手法は特別な技術を必要とせず、誰でも水質改善に参加できる。現在、藻類を利用した堆肥を地元の中学校と共同で作成し、周辺住民の方々に配布するまで実現している。このような活動は市民に尼崎運河の水環境について考える機会を提供するとともに、自らの手で水質改善を行えることや、水中の栄養塩を再び社会に循環させる新しい物質転送経路を創出するという意義がある。

4. おわりに

本研究では、尼崎運河において藻類の一次生産による水質改善効果および藻類をバイオマス資源として回収することによる系外除去効果を定量化した。さらに、地元の中学生により藻類の回収作業を行い、堆肥化を行った後、一般市民に配布することで、新たに海域から陸域へ人の手による物質循環を作り出すことができた。また、本水質改善実験水路内には生物が多く棲息するため、写真-2で示すような海の環境学習を行う場として活用しており、すでに小中学生 440名を対象に環境学習を実施し平成 23年度も実施する予定である。このような市民協働型の活動を通じて、地域の住民に自然環境への興味や関心を持ってもらい、市民による水質改善を定着させ、実現するようなシステム作りを進めていくことが必要である。

1) 一色圭佑, 山中亮一, 上月康則, 森紗綾香, 板東伸益, 柴田雄輝, 前田真里, 高橋秀文 (2010): 尼崎運河に設置した小水路での栄養塩収支について, 平成 22年度土木学会四国支部第十六回技術研究発表会, pp.379-380.

表-1 藻類の回収効果

項目 期間	藻類湿重量 (wetkg/日)	窒素回収量 (gN/日)	リン回収量 (gP/日)
1年間	0.3	4.0 (16%)	0.6 (13%)
2週間(夏季)	1.0	5.0 (28%)	0.7 (21%)

()内は水路流入量に対する回収割合



写真-1 中学生による藻類回収作業



写真-2 環境学習の様子