

尼崎運河栄養塩回収水路の生物回収による浄化量について

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	大熊康平	徳島大学大学院	学生会員	一色圭佑
徳島大学	学生会員	鶴江智彦	徳島大学	学生会員	松原加奈子
徳島大学	学生会員	○瀧口裕己	NPO 人と自然とまちづくりと	正会員	森紗綾香
尼崎運河 ^{まるまる} クラブ	正会員	中西 敬	兵庫県尼崎港管理事務所	正会員	橋丘 真

1. はじめに

過栄養状態にある尼崎運河(図1)にて、2012年3月より運用を開始した水質浄化施設は、生物浄化技術と市民協働活動を組み合わせ、浄化に寄与した生物を陸域へと人力で取り上げる浄化活動(写真1)により、水質浄化が達成される仕組みを有している(図2)。2012年より浄化活動は不定期に実施されてきたが、特に藻類による栄養塩除去を行う栄養塩回収水路では、時には藻類が回収前に枯死・分解される様子が観察され、水質浄化量の最大化が図られているとはいいがたい状況であった。そこで、本研究では藻類回収頻度と浄化量の関係についての検討をおこない、水質浄化量が最大となる藻類回収の頻度を明らかにすることを目的とした。



図1 尼崎運河と水質浄化施設の位置

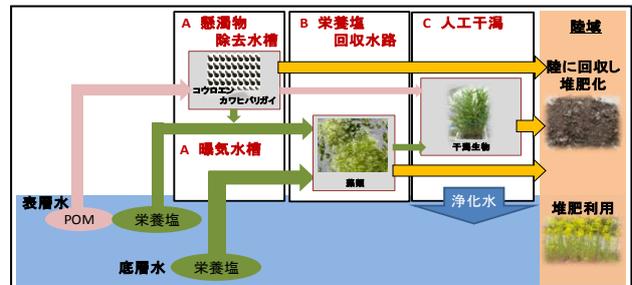


図2 水質浄化の仕組み

2. 調査方法

2.1 生物取り上げによる栄養塩除去効果

2012年から2015年までの夏季に、栄養塩回収水路で頻度を変えて浄化活動をおこなった。表1に本水路の設計諸元を示す。本施設は、表層水、底層水をそれぞれ独立して汲み上げ、それぞれの水路へ流下させている。表層系、底層系水路から取り上げられた藻類は、土嚢袋内で1カ月程度雨ざらしにすることで塩抜きをおこなった。その後、全重量を計測し、サンプルの一部は100℃乾燥炉(いすず制作所:SSN-114)を用いて乾燥させた後、乾重量の計測を行い土嚢袋全体の乾燥重量を求めた。乾燥させたサンプルは、CNコーダー(Thermo Finnigan社製:NC soil analyzer)を用いて含有窒素量を分析し、藻類の取り上げ間隔(培養期間)と栄養塩取り上げ量の関係性を評価した。また、2015年7月から10月の各月ごとに、水路の流入および流出地点にて採水をおこない、水中の溶存態無機態窒素(DIN)濃度、およびリン酸態リン($PO_4\text{-P}$)濃度を、TNTPオートアナライザー(BLTEC社製:AACS-V)を用いて分析した。

表1 栄養塩回収水路諸元(表層系, 底層系共通)

幅(m)	長さ(m)	水深(m)	流量(L/min)
0.3	60	0.2	25



写真1 栄養塩回収水路での浄化活動の様子

3. 結果及び考察

3.1 適切な取り上げ回数について

対象とする期間を7月～10月の4カ月(123日)とした。表2に示す結果より求めた培養期間と藻類回収量の関係を図3に示す。図中に示した近似曲線($y=2.7001\ln(x)-1.07$)を用いて、仮想的に設定した回収頻度に対する藻類回収重量は次式で求められ、結果は図4に示した。

$$\text{藻類回収重量(dry kg)} = y \times \frac{123}{x} \cdots (1)$$

ここで、 x : 培養期間(日), y : 藻類回収量(dry kg)である。図4より、123日間で25回の取り上げを実施することで、その取り上げ量は最大値となり、81.9dry kgの藻類重量が見込まれた。表2より窒素含有量は、20.5 gN/dry kg, リン含有量は、5.4 gP/dry kgであり、25回の取り上げによって、窒素は1680.4 gN, リンは443.4 gP, 系外に除去しようと概算された。この量は2015年の7月から10月までの窒素取り上げ量の3.6倍に相当する量であった。

3.2 栄養塩枯渇の可能性についての検討

栄養塩回収水路を汲み上げる海水に含まれる栄養塩濃度は時期により変化する。栄養塩濃度が低い場合は、流下に伴い栄養塩の枯渇が生じることが懸念されたので、その可能性を検討した。ここでは、夏季における最大の栄養塩取り上げ量と、同期間に流入する栄養塩量を比較し、栄養塩枯渇の可能性についての検討をおこなった。2015年では、流入水の窒素、リンの濃度は9月に最も低く、特にリンは表層0.03 mg/L, 底層0.06 mg/Lであった。この濃度より、本水路へ流入するリンの日負荷量は、表層系で1.08 gP/day, 底層系で2.16 gP/dayと見積もられた。一方で、3.1より、夏季(123日)に25回の取り上げをおこなうと、一日あたりの藻類回収量は0.67 dry kg/dayと見積もられ、一日あたりに回収されるリン量に換算すると、3.62 gP/dayとなった。表層系と底層系水路での回収量が等しいと仮定すると、水路60mあたりで期待される取り上げリン量は1.81 gP/dayである。また、同様の試算をDINにおいてもおこなったところ、いずれの場合も流入量が回収量を上回っていた。このことより、流入水中のリン濃度が0.05mg/Lを下回る場合は、回収量が流入量を上回る。今回の検討では、9月の表層系水路下流部においてリン制限が発生する可能性があることが示唆された。

4 おわりに

本研究では、浄化量を最大にする藻類回収頻度とその時の浄化量を明らかにした。今後は、底層系、表層系それぞれの水路における藻類の最大取り上げ量を明らかにする必要がある。

表2 藻類回収による培養期間と含有栄養塩

実施日	回収藻類(dry kg)	培養日数(day)	窒素含有量(gN)	リン含有量(gP)
2012. 7. 16	4.0	141	82.073	21.655
2013. 7. 31	13.2	135	270.840	71.460
2014. 7. 18	8.9	47	182.612	48.181
2014. 8. 30	11.8	43	241.115	63.881
2015. 7. 28	38.1	332	781.743	206.260
合計	76.0	698	1558.383	411.437
平均	15.2	139.6	311.677	82.287

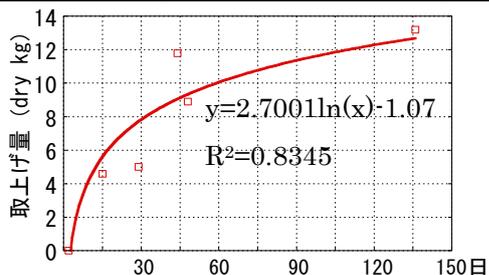


図3 夏季における培養期間と藻類回収量

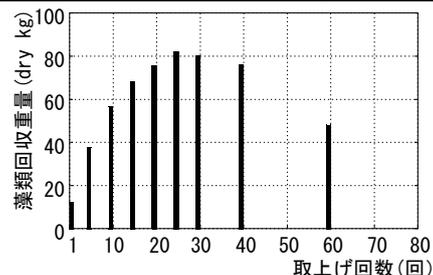


図4 夏季における藻類回収頻度と藻類回収量