

# 藻類を用いた水質浄化水路への水中型 LED 適用方法について

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	山中亮一
徳島大学大学院	正会員	上月康則	徳島大学	非会員	沢田晃聖
徳島大学	学生会員	杓掛安宏	徳島大学大学院	学生会員	前田真里
徳島大学	非会員	新名克也	神鋼環境ソリューション	正会員	一色圭佑
兵庫県	非会員	平井住夫	環境工学株式会社	正会員	酒井孟

## 1. 背景と目的

大阪湾湾奥に位置する尼崎運河は、防災面を考慮し水位管理された閉鎖性汽水域であり、周辺工場からの流入負荷が蓄積しやすく、通年に渡り富栄養化状態にある世界有数の汚濁水域である。近年我が国では都市近傍の運河を親水空間として利用する動きがあり、本運河もその対象であるが、著しい水質汚濁がその妨げとなっている。これを受け 2007 年より水質浄化の現地実証実験が開始し、運河に生息する生物を利用した低コストかつ市民参加型の水質浄化技術の機能評価と維持管理方法について研究が進められた。また、2012 年 3 月よりこれらの研究成果を基に建設された水質浄化施設の運用が開始され、本施設を市民活動の拠点として利用する取り組みが開始されているところである。

本水質浄化施設のひとつに、小水路に揚水した海水を流下させ、そこに繁茂する藻類の一次生産を利用した海水への酸素供給および栄養塩固定を行う区画がある。しかし、本技術は太陽光の照射される日中でしか浄化機能を果たさず、夜間では枯死した藻類の分解に伴う海水の貧酸素化と栄養塩溶出が発生する問題がある。そこで本研究では、夜間における水路内の貧酸素化および栄養塩溶出に対する水中型 LED 照明の有効性を評価することを目的とする。なお、水中型 LED 照明は空中型と異なり水面での照射光の反射が生じない利点がある。

## 2. 調査および実験方法

本研究では、水中型 LED 照明(藤崎電機株式会社製:LFL-A40D:15×15cm)を用いた。はじめに(1) 現地実験により、予備実験による評価を基に水中型 LED 照明を図 1 のように設置し夜間に照射実験を行った。また、(2) 室内実験によりもっとも効果の高い照射条件を評価した。表 1 に示す実験条件を設定した。実験は、滅菌ろ過した現地の底層水と現地実証実験水路内で採取した藻類をガラス製 100ml フラン瓶に投入し、溶存酸素センサー(東亜 DKK(株)製:DO21-P)を取り付け、明暗法により計測した。溶存酸素(以下 DO)初期条件として明条件では 2.0~3.0mg/L、暗条件では 4.0~5.0mg/L 付近になるよう調整し、夜間の水路と似た条件とした。評価項目として、DO 変化量および栄養塩の固定・溶出量(DIN, PO<sub>4</sub>-P)の測定を行った。また、使用した藻類の Chl.a および Pheo.量の計測を行った。

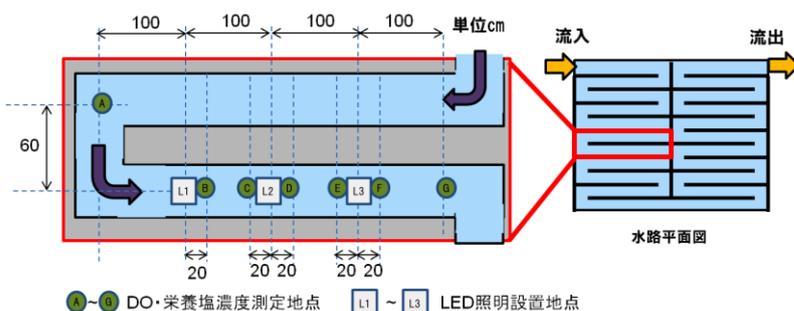


表 1 室内実験条件一覧

水温(°C)	光量子密度 (μmol/m <sup>2</sup> /sec)					
10	0	200	400	600	800	1000
20	0	200	400	600	800	1000
30	0	200	400	600	800	1000

図 1 現地実験の実験系

### 3. 実験結果

現地実験での DO の流下方向の分布を図 2 示す。DO は LED 照明を通過する際に増加しながら流下した。DO 増加量は L1 通過時に最大値をとり、図 3 に示す LED 照明直下の Chl.a 量の結果より、L1 下で活性の高い Chl.a 量が大いいために考えられた。このように藻類の状態が一様ではないため、DO 増加量にばらつきがあった。また、DO 増加効果は 60 分後以降低下する傾向を示した。これについては連続光下において光合成速度や光合成能力が低下する現象である「連続光障害」によるものと考えた。連続光障害については Verez-Ramirez ら<sup>1)</sup>によりその誘発概念を示した総説が発表されている。その中で、植物は連続光下で炭水化物を過剰蓄積に発生し、それが光酸化障害や早期老化、光合成下方制御を引き起こすことが報告されている。このような連続光障害による水質浄化効果の低下を防ぐ手法については今後検討する必要がある。また栄養塩濃度については、DIN, DIP 共に LED 照明設置地点でわずかに固定され、溶出しない状態で維持された(図 4)。

以上のことから、LED 照明による水質改善技術は尼崎運河の藻類に対して有効であることがわかった。

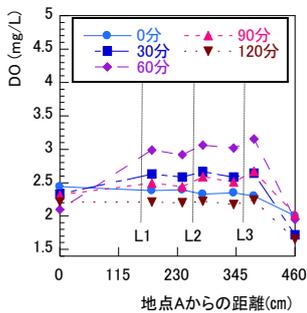


図 2 流下に伴う DO 変化

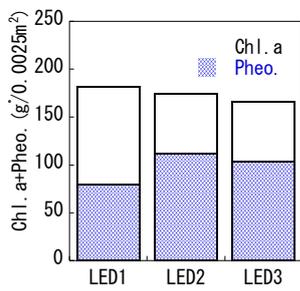
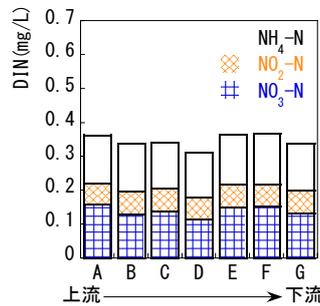
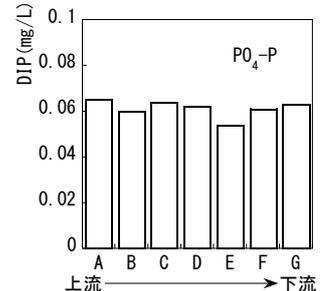


図 3 LED 直下 Chl.a 量



a) DIN



b) P04-P

図 4 実験水路内の DIN・P04-P の分布

次に、室内実験より最適な照射光量の季節ごとの基礎生産量を評価した。図 5 に示す室内実験結果より、光量子密度 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  付近で総生産速度が最大値を示した。また、水温で比較した場合、冬季に相当する水温 10 $^{\circ}\text{C}$  のケースで最大値をとった。このように水温により水質改善効果が異なることから、LED 照明を現地に適用する場合は時期により設置間隔を変えて適用していくことが必要である。

また、実験に使用した藻類を観察すると、*Skeletonema*, *Nitzschia*, *Achnanthes* の順に多くみられた。報告されている各藻類の最適水温・塩分を表 2 に示す。この結果より、優占種 *Skeletonema costatum* による生産であることが示唆され、本 LED 照明の *Skeletonema costatum* への適用性が示された。

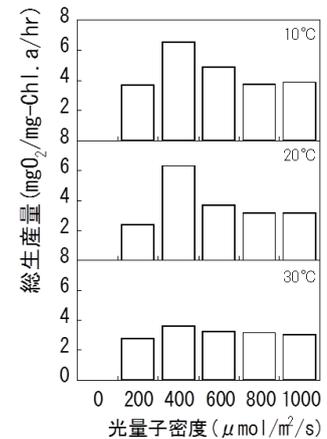


図 5 各条件での総生産速度

#### 参考文献

1) Verez-Ramirez, A.I., W.van Ieperen, D. Vreugdenhil and F. F. Millenaar : Plants under continuous light. *Trends Plant Sci.*,16, 310-318 (2011)

2) 大貝政治, 松井敏夫, 石田祐幸(1984): 珪藻 *Melosira nummuloides* (DILLWYN) AGARDH, *Achnanthes longipes* AGARDH の増殖に及ぼす環境諸要因の影響, 水産大学校研究報告 水産大学校研究報告 32(3), p83-89, -03

3) 山本民次, 呉 碩津, 後藤郁恵(2010): 底生微細藻 *Nitzschia* sp. の増殖に及ぼす水温, 塩分及び光強度の影響, 日本水産学会誌, Vol. 76, No. 1 pp.34-45

4) 山本潤, 林田健志, 峰寛明 (2008): 北方の閉鎖性海域に適した低次生態系モデル構築に向けた現地実験, 海岸工学論文集,55,p1196-1200.

表 2 確認された藻類の最適水温・塩分<sup>2),3),4)</sup>

種類名	最適水温(°C)	最適光強度( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )
<i>Skeletonema</i>	15~25	247~297
<i>Achnanthes</i>	25~30	92~185
<i>Nitzschia</i>	15	50