

## 実海域における光照射による貧酸素環境の改善効果

大成建設(株) 正会員○片平智仁, 正会員 帆秋利洋  
東京海洋大学 海洋科学部 海洋生物資源学部門 今田千秋

### 1. はじめに

東京湾や大阪湾、伊勢湾など都市部の沿岸域では、特に夏季において貧酸素水塊が発生し、水生生物の生息場悪化や青潮の発生など種々の問題が発生している。このような現状を受け、平成28年3月30日に環境省は底層溶存酸素量を生活環境項目環境基準値に追加した<sup>1)</sup>。貧酸素水塊は複数の要因により発生するが、底層において酸素の消費量が供給量を上回っていることが発生要因のひとつとして考えられる。酸素消費の要因として底泥中の微生物による有機物の分解が考えられ、また酸素供給の要因として植物プランクトンの光合成による供給が挙げられる。しかし現状では、赤潮等で透明度が低下し底層まで太陽光が届かないため光合成が行われずに酸素供給がない状態となっている。

そこで、図1に示すように太陽光の届かない海域に光照射を行うことで光合成により酸素を供給し、貧酸素環境を改善することができると考えられる。昨年度は室内実験において、光のない環境へのLED照射による基本特性を把握した。

本稿では、室内実験の結果を踏まえ、実海域においてLEDを照射する事による貧酸素環境改善の効果に関する基礎的知見を得たので報告する。

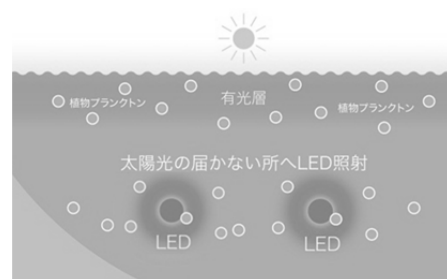


図1 光合成領域拡大のコンセプト

### 2. 実験方法

実験は東京海洋大学品川キャンパスの繋船場にて実施した。実験場所を図2に示す。繋船場内に実験区を設け、その海中にLEDを設置した。実験区は周辺海域の生態系への影響を考慮し、実験区外にLED光が漏れない様に仕切りを設けた。仕切りの構造は単管パイプで2m×3m×高さ5mの枠を組み、その外側四方に24mm厚の耐水性合板を固定しているが、上下面には合板は取り付けしていない。この仕切りの底部50cmを底泥に埋設させ、また上部50cmは満潮時に大気中に出るように設置した。実験は2015年の夏季に実施した。

図3に実験設備の概略を示す。LEDは光合成に有効と考えられている青色(波長:470nm)の消費電力100Wの市販の水中LED灯を使用した。また、光合成に有効な光量子束密度は50~180 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とされているため<sup>2)</sup>、上記LEDを3本使用し実験区域内の底層を均等に照射するように配置した。光合成反応の状況や底層における貧酸素状況を把握するために、計測項目は水温、pH、溶存酸素、酸化還元電位、クロフィルa(Chl-a)とし、自動計測器を実験区域内外に設置し1時間に1回計測した。実験区内の計測器位置はLEDと同様の水深にてLED同士の間々に設置した。照射方法による効果を検討するため次のような照射方法にて実験を実施した。



図2 実験場所

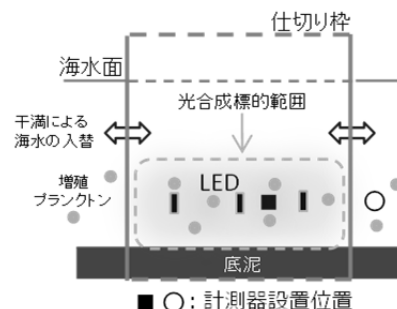


図3 実験設備の概略

キーワード 貧酸素環境, LED照射, 光合成

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設株式会社 環境本部 環境開発部 03-5381-5206

①海水に照射したケース：浮遊性の植物プランクトンに着目し、光合成の対象範囲を底層付近の海水とした。

②底泥に照射したケース：付着性の藻類マットに着目し、底泥表面を対象とした。

### 3. 実験結果・考察

水温は実験期間を通して、25℃から30℃の間で推移し、また pH は 6.5 から 8.5 程度であり、植物プランクトンが光合成を行う環境条件であった。

① 海水に照射したケース：

溶存酸素は期間を通して LED 照射の有無に関わらず 0mg/L であり、貧酸素状態の改善は見られなかった。Chl-*a* も若干の増減は見られたが LED 照射による有意な差は見られなかった。一方、酸化還元電位は実験区外の LED 照射なしの条件では -400 ~ -300mV であり還元状態であったが、実験区は LED 照射後に徐々に数値が上昇し 0mV 付近を維持した。これらの結果より、海水中の浮遊性植物プランクトンを対象とした場合、仕切り板の隙間を通じて海水が内外で交換される為、その希釈拡散により有意差が見られなかったと推察される。そこで、浮遊性ではなく底泥の付着性藻類マットに着目し、以下の実験に移行した。

② 底泥に照射したケース：図 4 参照

溶存酸素は 70 時間まで、実験区内外で大きな差は見られず 0 ~ 0.5mg/L で推移しており貧酸素状態であった。しかしながら 90 時間経過後には、実験区内外で有意差が認められ、LED 照射している実験区において溶存酸素は 2mg/L 以上となった。Chl-*a* も光照射することにより徐々に上昇し、LED 照射の有無による違いが顕著に表れた。これらの結果より、底泥に LED を照射した実験区内では、光合成の促進により水中へ酸素を放出することで底層海域の酸化状態を維持することが可能となったものと推察される。これは、藻類マットが底泥表面に定着することで底層の酸素供給量が消費量を上回り、溶存酸素の上昇につながったためと考えられる。また、酸化還元電位に着目すると、底層において酸化状態を維持できているため、底泥からの窒素やリン、硫化水素の溶出が抑えられている可能性が示唆された。

### 4. まとめ

光合成領域を拡大し貧酸素環境の改善効果を検討するため、実海域において LED 照射実験を実施した結果、以下の知見が得られた。

- 1) 底層海域を LED 照射することにより、植物プランクトンの増殖を促進し、貧酸素環境を改善する可能性が示唆された。
  - 2) 底層海域を酸化状態に維持することにより、還元状態からの改善を図ることができた。
- 今後は改善効果の持続性や安定性、効果範囲の特定について検討する計画である。

### 【謝辞】

本実験は、東京海洋大学品川キャンパスに在籍される方々に、多くの方々にご協力並びにご支援をいただきました。ここに謹んで謝意を表します。

参考文献 1) 環境省ホームページ：<https://www.env.go.jp/press/102287.html>

2) 湊太郎・佐藤義夫・横山由香・大石友彦, LED を用いた光照射による底層における酸素発生に関する研究, 沿岸学会誌/第 27 巻 第 1 号 2014.6

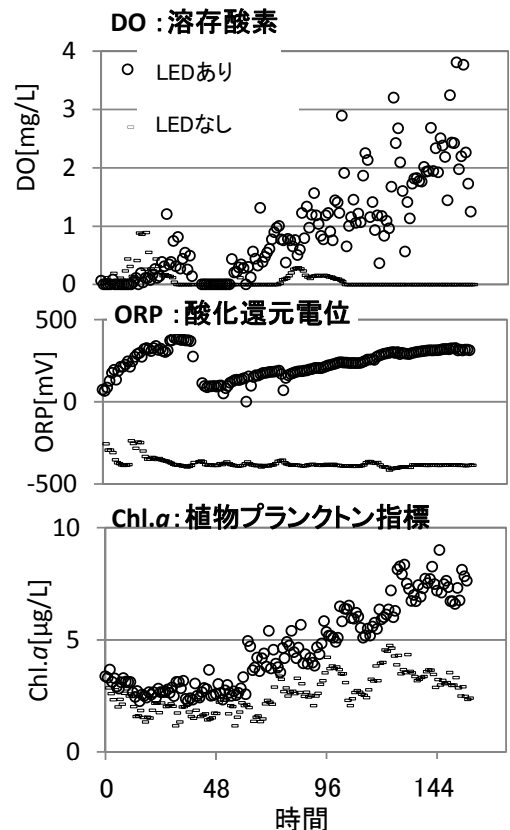


図 4 実験結果