

大阪市立大学工学部環境都市工学科 学生員 ○木津 竜一郎

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 遠藤 徹

大阪市立大学大学院工学研究科 学生員 田中 宏史

大阪市立大学大学院工学研究科 学生員 前川 雅俊

1. 研究背景・目的

港湾海域のように閉鎖性の強い海域では、夏季の底層水の貧酸素化が深刻な問題となっている。貧酸素化の対策として、底層への酸素供給を促進する手法が提案されており、実際に、波浪エネルギーを利用して表層水を底層へ供給する環境修復技術の現地実験が実施されている。遠藤ら¹⁾は、動力源として自然エネルギーを利用した修復手法に着目し、ソーラー発電による表層水供給装置を製作し現地実験を実施した。しかし、実験海域の流れが大きかったため、装置によって底層へ供給された表層水の効果を正確に評価することが出来なかった。本研究では、流れの影響がほとんど無視できる海域において同様の表層水供給装置を用いた現地実験を実施し、本システムの流動促進効果が底層の貧酸素化にどのような影響を与えるのかを検討した。

2. 表層水供給装置の概要

本研究で用いた表層水供給装置は、水中ポンプ・鉛直管・放水部で構成されている。表層水（水面下0.5m）を最大吐出力63 l/minの水中ポンプ2台によって鉛直管（内径15cm）に貯水し、鉛直管内に生じた水頭差により、海底から0.5mの高さに設置した放水口から表層水を放出する仕組みになっている。放水口には、直径5cmの円形の穴が4つあいている。水中ポンプの動力は、太陽光と風力によって発電した電力を用いた。発電システムは、太陽光パネル（最大出力175W）1枚と風力発電機（定格出力240W）1機によって発電した電力をバッテリー（12V、60Ah、2台）に蓄電し、充放電コントローラーによって水中ポンプへ送電している。

3. 現地実験の概要

実験は図-1に示す大阪市此花区夢洲の最終調整沈殿池にて実施した。この海域は、外海と遮断されているため流れはほとんどなく、春から秋にかけて底層水が貧酸素化している。表層水供給装置は、2010年9月15

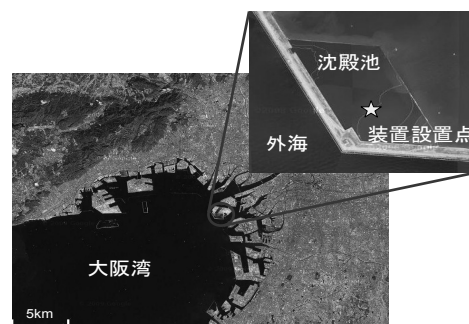


図-1 表層水供給装置の設置地点

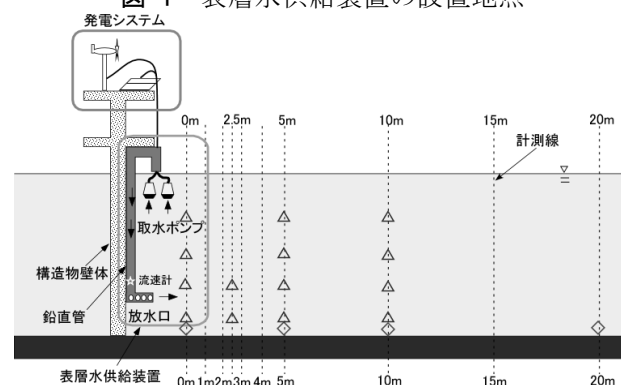


図-2 表層水供給装置の概要図と水質および底質の調査地点（破線：水質の鉛直分布，△：採水地点，◇：採泥地点）

日から2010年11月17日まで稼働した。装置の稼働状況を確認するために、鉛直管内に流速計を設置して管内流速を連続計測した。また、装置による底層への表層水供給効果について検討するために、1週間毎に水質調査を実施した。水質調査では、水質放出口から放出方向に1m間隔で、水温、塩分、密度、溶存酸素濃度の鉛直分布を計測した。また、図-1の△の地点で採水し硫化物イオン濃度を測定した。さらに、底層への酸素供給による長期的な影響について検討するために、装置稼働前と実験後に底泥を採取し強熱減量を測定した。

4. 調査結果

4.1 表層水供給装置の能力

図-3に、鉛直管内流速から求めた調査期間中の放出口から放出された表層水の流速を示す。

実験開始から9月29日までは水中ポンプ2台、9月29日から実験終了までは水中ポンプ1台で稼働した。流速が計

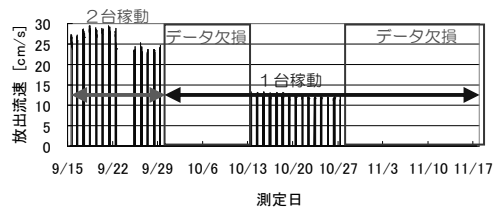


図-3 調査期間中における放出口の放出流速

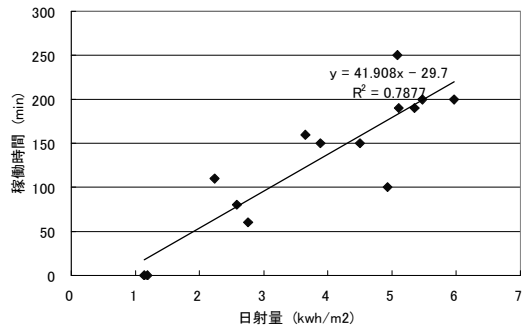


図-4 装置稼働時間と日射量の相関

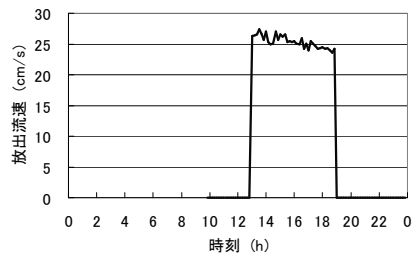


図-5 9月15日の放出流速の日変化

測されていない日はデータが欠損していた。2台稼働時は、約26cm/sの流速が確認でき、流量は約122ℓ/minであった。一方で1台稼働時は、流速・流量ともに2台稼働時の半分程度となっていた。次に、装置の一日の稼働時間と日射量との関係を図-4に示す。装置の稼働時間は、日射量との間に強い相関を有していた。また、9月15日の放出流速の日変化(図-5)より、夜間には装置が稼働していないことが確認できる。このことから、風力による発電がほとんどなかったものと考えられる。以上より、本装置による発電効果は、風力よりも太陽光による発電影響が支配的であったと推測される。

4.2 底層環境に及ぼす影響

水質測定時に装置の稼働が確認されたのは9月15日のみであったため、9月15日の装置稼働前の11:00と稼働後の13:30に計測した装置近傍(装置0m地点)の水質の鉛直分布を図-6に示す。水温、塩分、密度の結果から、水深3.0m付近に躍層が形成されていることが確認できる。放出口がある水深約4mにおいて、装置稼働前後で水温、塩分、密度が変化しており水塊構造への影響が確認された。DO濃度も放水口近傍で変化が見られ、

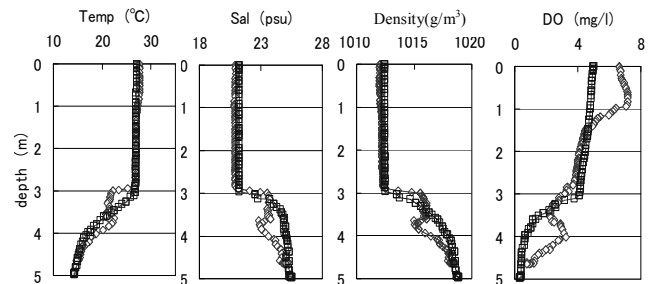


図-6 表層水供給装置近傍の水質の鉛直分布

(□：稼働前，◇：稼働後)

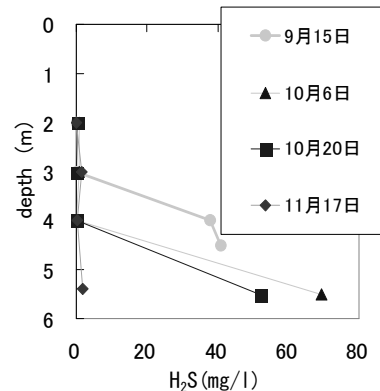


図-7 硫化物イオン濃度の経日変化

局所的に貧酸素化の回復が確認できた。しかしながら、底層に供給された表層水の影響が確認できたのは装置0mの地点のみであり、影響範囲は装置の近傍に限定されていることが分かった。図-5より、9月15日は13:00頃から17:00頃まで約26cm/sの流速が連続的に放出されていることが確認できるため、夢洲沈殿池のような密度成層構造を有するような場所に流速26cm/s程度の表層水を底層に供給しても、貧酸素化は装置近傍でしか改善されないことが明らかとなった。また図-7に硫化物イオン濃度の経日変化を示す。硫化物イオン濃度は調査期間中で減少は見られたが、装置による改善効果ではないと考える。一方で、底質の強熱減量は実験開始前後でほとんど変化が見られなかったため、本装置の稼働時間では底質の改善効果は見られなかった。

5. まとめ

自然エネルギーを利用した表層水供給装置を用いて表層水の底層供給実験を実施した結果、装置近傍において表層水供給効果が確認できたが、底層環境の改善には発電システムの改良が必要であるといえる。

参考文献

- 1) 遠藤徹ら(2009): 表層水供給装置による港湾海域底層の環境改善に関する現地実験, 海洋開発論文集, Vol. 26, pp. 117-122.