

## プロペラ式湖水浄化装置による貧酸素水域の改善効果について（その2）

ゼニヤ海洋サービス株式会社 水環境研究部 正会員 ○西田秀紀 川本靖行 稲田精一  
 鳥取大学大学院工学研究科 黒岩正光  
 一般財団法人水源地環境センター 高橋定雄 木村文宣  
 株式会社海洋開発技術研究所 城野清治 井手裕樹

### 1. はじめに

ダム貯水池や湖沼では、底層に沈降した有機物をバクテリアが分解する際に水中の酸素を消費するため、貧酸素化が進行することが多い。貧酸素化が進行すると堆積物から栄養塩や鉄・マンガンなどが大量に溶出し、水道水の異臭や着色障害を起こすことがある。鉄やマンガンについては、「水道水が有すべき性状に関連する項目」として、水道水としての生活利用上あるいは水道施設の管理上、障害が生じる恐れのない基準が設定されている。<sup>1)</sup>

このような背景のもと、著者らは溶存酸素(DO)の豊富な表層水を貧酸素状態の底層に送り込むプロペラ式湖水浄化装置(以下、「プロペラ装置」)を開発し、ダム湖の貧酸素水域における流心方向のDO改善効果を確認した。<sup>2)</sup>

本稿では、ダム湖の貧酸素水域における平面的なDO改善状況および密度流下端から湖底までの距離とDO改善効果の関係について有用な知見を得たので報告する。

### 2. プロペラ装置の概要と流動現象

プロペラ装置は、プロペラで表層水を吸引し、送水管を通して表層水を底層部に放出することによって、底層の貧酸素水域の水質改善を図るものである。本装置は、図-1に示すようにシンプルな構造であり、曝気装置に比べるとイニシャルコストおよびランニングコスト面で大幅な縮減が図れる。また、プロペラ装置による流動現象は、図-2に示すように底層部に吐出された低密度の表層水は周辺の水塊を連行しつつ上昇し、自らと同程度の密度の層に達した時点で水平方向に向きを変えて密度流として平面的に広がる<sup>3)</sup>。これに伴い底層部では、連行した上昇水塊を補う形で底層の水塊が装置の吐出部に向かって流れ込む(底層流)。

### 3. 実証実験の概要

プロペラ装置による貧酸素水域の改善状況を確認するため、Aダム(総貯水容量3,080万m<sup>3</sup>、湛水面積109ha)にて実証実験を行った。本装置はダム堤体から3.6km上流に設置し、送水管は水深25m(標高EL75m)まで配管した(図-3)。

水質調査は、図-4(1)に示すようにプロペラ装置の上流700mから下流1,300mを対象とし、平面的に水温およびDOの変化を把握するため、図-4(2)に示すように流心と流心から20m離れた左岸および右岸について行った。実証実験の概要は以下のとおりである。

- ・ 実験期間：平成30年5/14~6/30(装置稼働開始5/15、連続稼働)
- ・ 装置能力：吐出水量4,000m<sup>3</sup>/hr、モーター出力5.5kw、送水管径1.2m
- ・ 調査地点：【流心】装置近傍, 装置上下流50m, 100m, 200m, 300m, 400m, 500m, 600m, 700m, 下流1,000m, 1,300m [19地点] (図-4(1)および図-4(2))
- ・ 【左岸・右岸】装置近傍, 装置上下流50m, 100m, 200m, 300m, 400m, 500m [26地点]
- ・ 調査項目：水温、DO (RINKO-Profilers ASTD102を使用)

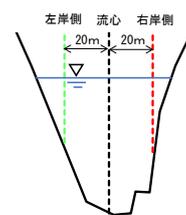


図-4(2) 水質調査位置(横断方向)



写真-1 プロペラ装置の外観

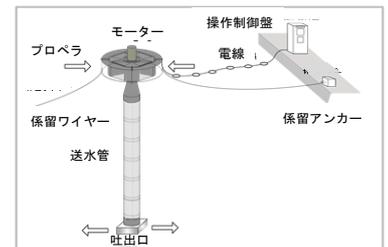


図-1 プロペラ装置の構造

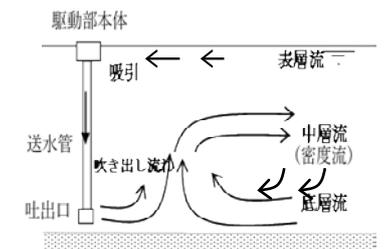


図-2 プロペラ装置による流動現象



図-3 プロペラ装置の位置

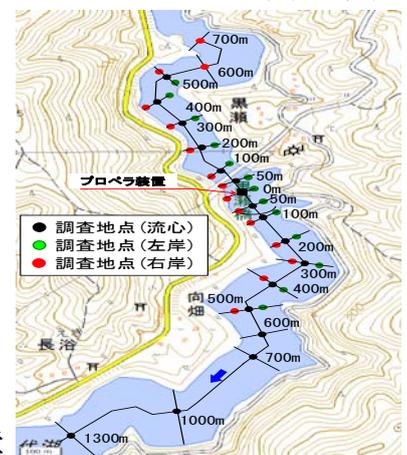


図-4(1) 水質調査地点

キーワード：貧酸素対策、湖水循環装置、低コスト

連絡先：ゼニヤ海洋サービス(株) 東京都中央区八重洲2-7-12 TEL. 03-3510-2631 FAX. 03-3510-2632

4. 実験結果および考察

(1) 底層 DO 改善効果

図-5(1)~(3)は、装置稼働開始直前(5/14)と稼働開始1日後(5/16)、3日後(5/18)、15日後(5/30)の流心、左岸および右岸の底層 DO 濃度(底上 1.0m)の変化を示したものであり、図-5(4)は流心、左岸および右岸の河床高と密度流をプロペラ装置中心に図示したものである。

図-5(1)~(3)より、流心、左岸および右岸の底層 DO は、時間経過とともに大きく改善され、且つその挙動が一致していることから、底層 DO は平面的に広がっていることが分かる。これは、上述の流動現象で述べたとおり、底層で吐出された水塊に起因する底層流がプロペラ装置の吐出部に向かって平面的に流れたためと考えられる。なお、装置の上下流で底層 DO の挙動が異なる原因は、ダム湖の水深が浅くなることによる水底の影響と考えられる(図-5(4))。

(2) 密度流と DO 改善効果の関係

図-6(1)は、底層流による底層 DO の改善範囲を確認するため、流心の装置稼働開始直前および稼働開始 15 日後の底層 DO 濃度と水温鉛直分布による密度流下端から湖底までの距離(=Ha)との関係を整理したものである。

図-6(1)から、装置下流では、底層 DO の値は Ha の小さい装置近傍において大きく上昇し、Ha 値の増大とともに小さくなる事が分かる。これは、Ha が増大するにつれて底層流の影響が低減するためと考えられる(図-6(3))。

一方、装置上流では装置からの距離が増加しても底層 DO は高い値を示すことが分かる。これは、装置上流ではダム湖の水深が浅くなり、吐出水による密度流が底層まで到達するためと考えられる。

図-6(2)は、図-6(1)に左岸および右岸の Ha と底層 DO 濃度の関係を重ねて表示したものである。図より、左岸および右岸の Ha と底層 DO は、図-6(1)と同様の傾向を示し、底層 DO の平面的な挙動は Ha により説明できることが分かる。

5. おわりに

本稿により得られた結論を以下に示す。

- 1) プロペラ装置により発生する密度流によって、貧酸素水域の面的な DO 改善が可能である。
- 2) プロペラ装置により生じる密度流下端から湖底までの距離(=Ha)と DO 改善効果の関係性について一定の解釈がなされた。

6. 課題・展望

本研究結果からプロペラ装置による底層 DO の改善効果が明らかにされた。今後は、本装置の設置位置や吐出水量等と DO 改善効果との関係を調査・検討する予定である。

参考文献:

- 1) 山室真澄他: 貧酸素水塊 現状と対策
- 2) 西田秀紀他: プロペラ式湖水浄化装置による貧酸素水域の改善効果について
- 3) 城野清治他: 密度流を利用した底層貧酸素対策装置の効果とその再現計算

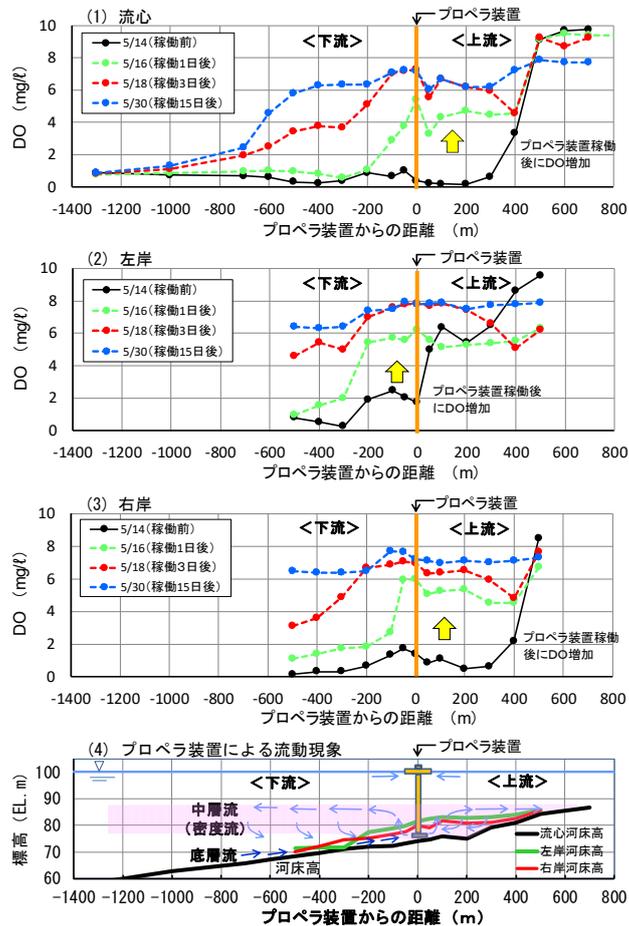


図-5 底層 DO 改善効果の範囲

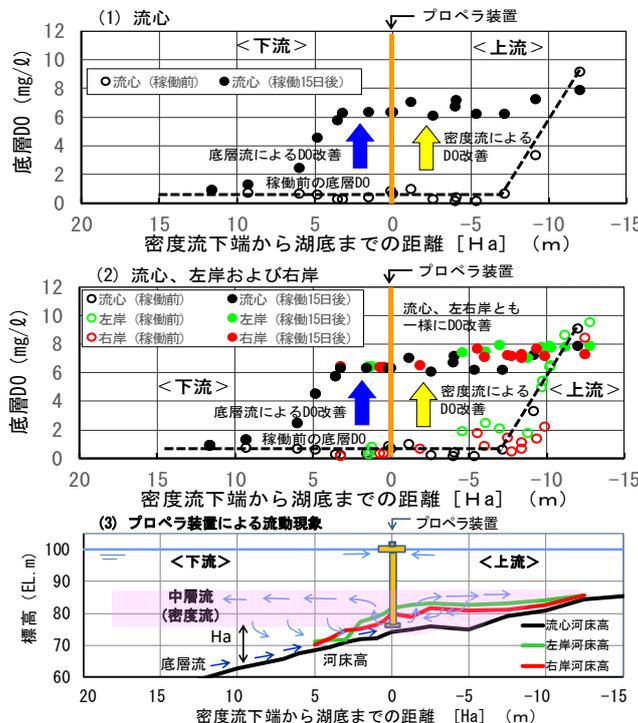


図-6 密度流と DO 改善効果の関 (稼働開始 15 日後)