

閉鎖性小水域における上下循環促進装置を用いた水質浄化に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 上妻 慶祐 長崎大学工学部 学生会員 石嶋 健
長崎大学大学院 正会員 鈴木 誠二 株式会社 エコ・プラン 非会員 原 純貴
株式会社 エコ・プラン 非会員 原 美輝 長崎大学大学院 正会員 西田 渉
長崎大学大学院 正会員 多田 彰秀

1. 研究の背景と目的

日本の河川は河川延長が短く、勾配が急であり雨水はすぐに海に流出される特徴を有する。さらに降雨量の変動が大きいと、頻繁に水不足が引き起こされる。その対策として、ダムなどの貯水池を用いた雨水・再生水の利用が各地で行われている。一方で、ダムや湖沼の様な閉鎖性の強い水域では、外部との水循環や水域内の水循環が困難であるため、富栄養化、底層汚染や貧酸素などの水質悪化が懸念されている。環境基準¹⁾到達まで水質改善を行うには莫大な浄化費用がかかり、安価で行われる水質改善対策が求められる。本研究では、開発した上下循環促進装置を用いて、閉鎖性小水域における水質と流動に与える本装置の影響を把握し、水質浄化効果の検証を行うことを目的とする。

2. 研究対象水域と上下循環促進装置

対象水域である貝瀬川ダムを図1に示す。湛水面積 $16,800\text{m}^2$ 、有効貯水容量 $119,000\text{m}^3$ を有する小規模な貯水池である。

局所的に下降流を発生させることが可能な上昇流発生装置を正三角形に配置した上下循環促進装置²⁾を開発した。この上下循環促進装置を地点Aに、単機の上昇流発生装置を地点Bに設置している。

3. 観測の概要

水質観測の対象項目は、水温、DOとpHである。装置導入時の平成25年度では、7月19日から10月19日まで計9回密に観測を行った。また、平成26年には、5月14日、8月11日、10月20日(以下観測1, 2, 3と称す)に実施している。水質計測は、多項目水質計(JFE アレック(株)製, Model-AAQ1183H)を用いて、表層と表層から深度0.5m毎に行った。また、調査地点を図1に示すようにST1~ST7まで設けた。

流動の計測を平成26年5月14日および8月11日に実施した。水質計測と同様に表層と表層から深度0.5m毎に計測した。計測地点は上下循環促進装置周辺とし、計測点は、図2に示すとおり、中心部から1m間隔で行った。

4. 観測結果

4.1 水質計測結果

図3に平成25年度に実施した調査結果を示す。7月19日は上下循環促進装置設置前であり、7月20日は設置後1日目である。上下循環促進装置設置前である7月19日は、水温、DOとpHは、いずれも水深が深くなるにつれ大きく値が下がっているが、設置後は鉛直方向にほぼ一様化している。また7月19日、7月20日においてはDOが 0.5mg/l 以下の値がみられ、貧酸素状態がみられる。それ以降は貧酸素状態が軽減されており、表層の水塊が底層へ輸送されていることがわかる。

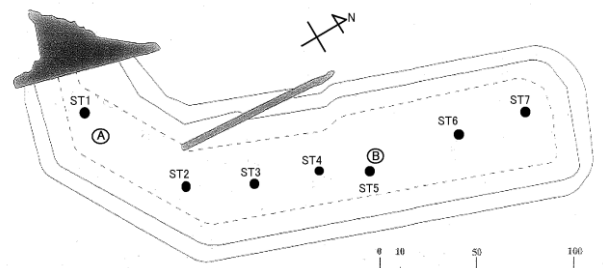


図1 貝瀬川ダム水質調査地点

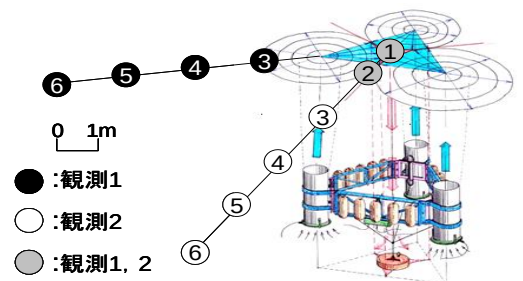


図2 流速計測地点

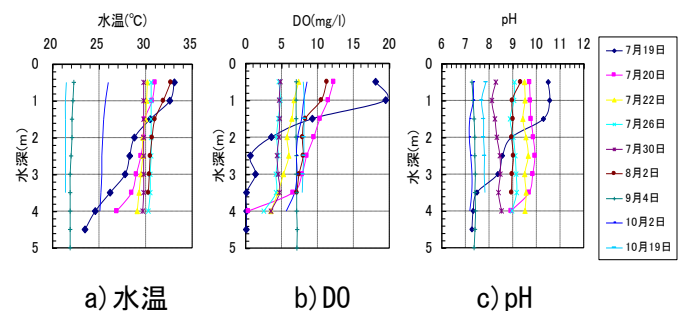


図3 平成25年度調査結果

図 4 に平成 26 年に行った水質調査結果を示す。

観測 1 では装置稼動時間を日中のみに限定していたために、上層と下層で約 1.5℃の温度差がみられた。夏場の観測 2 では ST7 において表層の水温が若干高いが、1m 以深で鉛直方向にほぼ一様化している。観測 3 では ST1 で一様に分布したが、ST7 で水深 0m～0.5m で高い値となった。また、観測 1 では DO、pH ともに水温と同様に水深が深くなるにつれ値が低くなる。観測 2 でも DO は水温と同様な減少傾向が見られる。観測 3 では DO、pH に大きな変化は見られず、鉛直方向に一様化している。いずれの観測でも、上下循環促進装置付近では水循環が行われているといえるが、遠方では効果が減少することがわかる。

4.2 流動計測結果

図 5 に鉛直方向の流速分布を示す。観測 1 に関しては、上下循環促進装置の中心である地点 1 において、水深 1.5m 付近まで 35cm/s と大きな下降流が生じられ水深 4.5m 付近までおよび、地点 5 まで下降流はみられた。一方観測 2 に関しては、最大で 30cm/s と観測 1 ほど大きな下降流はみられなかったものの、広範囲に小さい下降流が生起されている。

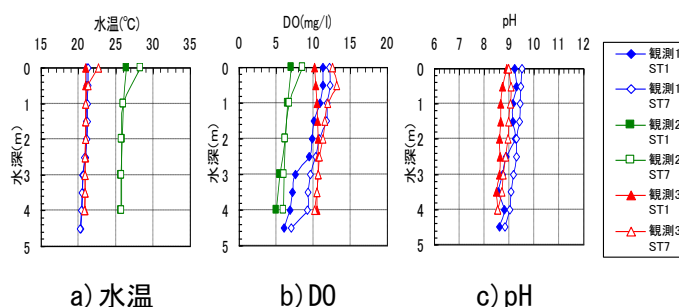


図 4 平成 26 年水質調査結果 (ST1, ST7)

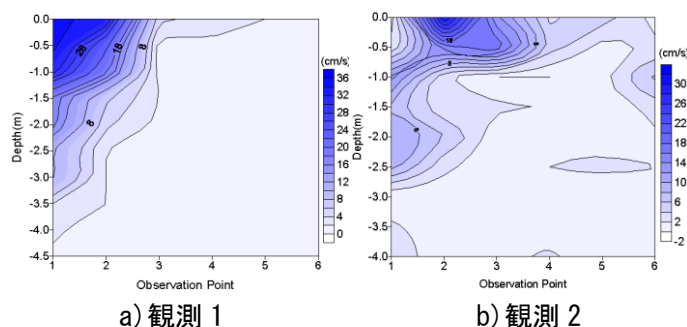


図 5 流動計測結果

5. 強熱減量試験

水底の土中の有機物量を調べるために、強熱減量試験を行った。試料採取地点は、ST1、地点 A、ST2、ST5 および ST6 である。

採取した土を空気乾燥させ、恒温乾燥炉で 18～24 時間炉乾燥させる。その後 (750±50)℃に熱した強熱装置に入れて加熱し、1 時間ごとに質量を測定した。測定した質量が増加、変化しなかった場合は試験を終了し、最小値を確定値とする。なお、強熱減量 $L_i(\%)$ は(1)式で求める。

$$L_i = \frac{m_a - m_b}{m_a - m_c} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 m_a ：炉乾燥試料とるつぼの質量、 m_b ：強熱後の試料とるつぼの質量、 m_c ：るつぼの質量とする。

表 1 に強熱減量試験の結果を示す。強熱減量はほぼ有機物量と等しいため、有機物含有量とみなせる。また、底泥の強熱減量は約 13%が汚濁の目安といわれている。上下循環促進装置直下の地点 A では、強熱減量は 11.813%であり、目安を満たしている。地点 A では、上下循環促進装置によって生じられた下降流の影響を受け、底質が改善されていると考えられる。しかし、ほかの地点では 13%を越え、汚濁の状態にあるといえ、底質に限っていえば、地点 A でしか効果は現れておらず、改善の必要があると考えられる。

6. さいごに

現地観測、実験結果から、上下循環促進装置付近では、強い循環が生じられ、貧酸素状態、有機物増加を軽減させていることがわかった。しかし、夏期では成層形破壊が、上下循環促進装置の遠方では循環が困難であった。今後現地観測、底質調査を引き続き行うとともに、これらの問題改善について検証を重ねていきたい。

参考文献

- 1) 有田正光：水圏の環境，pp.12-19，東京電機大学出版局，1998
- 2) 株式会社エコ・プラン：http://www.ecoplan-water.co.jp/nereda/

表 1 各地点の強熱減量

	強熱減量(%)
ST1	13.324
地点A	11.813
ST2	13.011
ST5	13.310
ST6	13.006