

底層への表層水供給による水質改善効果
 -北上川水系田瀬ダムにおける現場実験-

九州大学工学部 学生員○高木太志

九州大学大学院工学研究院 フェロー 小松利光 正会員 藤田和夫 井上徹教

久留米工業高等専門学校教授 機械工学科 松永 崇

九州大学大学院工学府 学生員 西元 誠 堺 貴臣

株式会社電業社機械製作所 技術研究所 稲垣 晃

1. はじめに

ダム湖や内湾などの閉鎖性水域では、富栄養化による水質悪化が大きな問題となっている。北上川水系田瀬ダムにおいても近年、夏季に形成される水温成層により底層部の貧酸素化が観測されている。底層部の貧酸素化はしばしば堆積物からの栄養塩溶出量(内部負荷)の増大を招くため、今後水質の悪化が予想される。本研究では、溶存酸素(DO)を豊富に含んだ表層水を貧酸素化した底層部へ送り込む現場型実験装置を田瀬ダムに設置し、底層における水質改善効果を検討した。

2. 実験方法

現地実験は2001年8月25日から9月19日までの期間、岩手県和賀郡東和町にある北上川水系田瀬ダムで行われた。実験サイトとして、夏季に水温成層が発達し流動がほとんど見られない横峰地区が選定された。

実験装置は、表層水を獲得し底層へ送水する機能と、送られた表層水を冷却し底層部に放出して混合させる機能を有する¹⁾(図-1参照)。水上に6m×6mの台船が係留され、その上に設置されたポンプが表層水を底層部の各装置に送り込む。ポンプの動力源として今回は交流電源を使用しているが、将来的には自然エネルギーの利用を考えているため、台船上に太陽光発電装置も設置し発電量を計測している。供給水の一部はラジエーターの連行作用発生装置(冷却効果を上げる機能)に使用され(図-2参照)、残りが冷却器であるアルミ管を通りディフューザーから放出されて底層に供給される。表層水は冷却されることで底層の密度に近づき、底層にとどまることができ、底層の好気化を可能にする²⁾。

装置の冷却能力を検討するための観測として、表層水温、底層水温、ラジエーターから流出される供給水温および気温の測定を行った。また、実験装置の水質改善効果を検証するため、多項目水質計(ハイドロラボ、DS-4a)によりDO、EC、pH、ORP、Chlの鉛直分布および、採水分析により $PO_4^{3-}-P$ 、 $NH_4^{+}-N$ 、 $NO_2^{-}-N$ 、 $NO_3^{-}-N$ の測定を行った。ダムに設置された実験装置を観測点①とし、約20m、50m、70m、100m離れた地点をそれぞれ観測点②、③、④、⑤とした。

3. 測定結果および考察

実験開始3週間前(8月3日)、実験開始1週間後(8月31日)および実験終了直前(9月18日)の水温の鉛直分布を図-3にそれぞれ示す。図-3に示される①~⑤はそれぞれ観測点を表している。図-3より、観測点毎

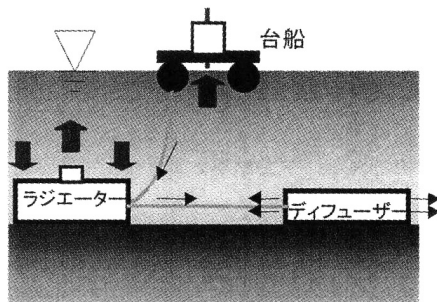


図-1 実験装置の概略図

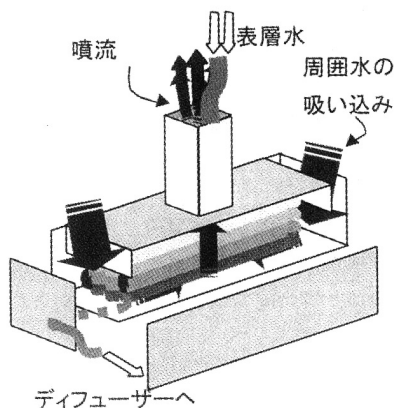


図-2 ラジエーター

の水溫鉛直分布に差異はないといえる。それぞれの観測日における DO 濃度の鉛直分布を図-4 に示す。実験開始 3 週間前では、いずれの観測点においても同様の DO 濃度分布を示しているが、実験開始 1 週間後の DO 濃度鉛直分布は、観測点①および②の水深 13m 付近で DO 濃度が増加し、観測点③では増加していないことがわかる。このことから、本実験装置による水質改善効果は 50m までは及ばないと考えられる。また、実験終了直前になるといずれの水深においても DO 濃度が増加しているが、ほぼ一様の分布を示していることや、図-3(c)において水深 6m 以深の水温がほぼ一様

であることから、この時期から水面冷却による鉛直混合が始まったと考えられる。実験開始 1 週間後のラジエーターから流出される供給水の平均水温は 17.6℃であった。実験開始 1 週間後のラジエーターから流出された供給水温と図-3(b)の水溫の鉛直分布を比較すると、供給水温は水深 14m 付近での水溫とほぼ等しいことがわかる。これらのことから、ラジエーターで完全に冷却されずにディフューザーから放出された供給水が水温の等しい水深まで自然対流により運ばれ、そこに留まったために中層付近での DO 濃度が増加したと考えられる。また、ラジエーターで完全に冷却できなかったのは、連行作用による周囲水の循環が機能しなかった可能性が考えられる。

底層における栄養塩濃度の経時変化を図-5 に示す。実験開始 1 週間後の栄養塩濃度に着目すると、DO 濃度の増加が見られない観測点③に対して、DO 濃度の増加が見られた観測点①、②の方が低い値をとっていた。このことから、本実験装置は水質悪化抑制効果を有するものと考えられる。

4. 結論

底層部へ表層水を供給する現場型実験装置を田瀬ダムに設置し、水質改善効果を検討した。今回の実験においては、表層水の冷却が十分ではなかったが、底層での DO 濃度をわずかに増加させることが可能であった。また、栄養塩濃度の抑制効果も確認された。DO 濃度の水平分布観測結果から、DO 供給地点から最低 20m 離れた地点までは本システムの有効性が確認された。

参考文献

- 1) 小松利光, 藤田和夫, 井上徹教, 長谷部崇, 西元誠, 井芹寧, 中島信一: 表層水底層部連続供給による水質底泥改善技術, 海岸工学論文集 vol.47, pp.1156-1160, 2000.
- 2) 小松利光, 藤田和夫, 井上徹教, 長谷部崇, 松永崇, 西元誠, 井芹寧, 稲垣晃: 底層への表層水連続供給による貯水池の水質改善実験, 水工学論文集 vol.45, pp.1207-1212, 2001.

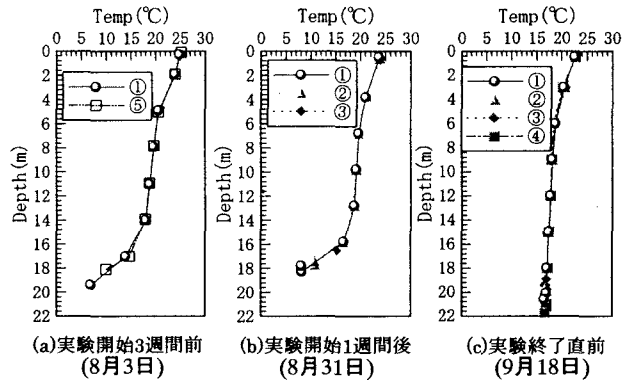


図-3 水溫の鉛直変化

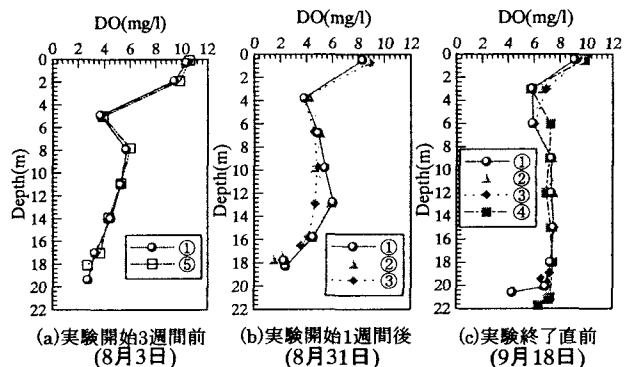


図-4 DO濃度鉛直変

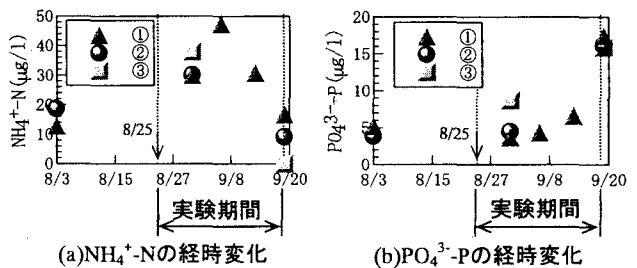


図-5 底層における栄養塩濃度の経時変化