

曳航式観測に基づく三春ダム貯水池内の流動解析

東北大学工学部 学生員 ○堀井貴之

東北大学大学院工学研究科 正会員 梅田 信

ダム水源地環境整備センター 正会員 木村文宣

1. はじめに

貯水池の富栄養化に起因する藍藻類の異常繁殖（アオコ）は景観の悪化、悪臭の発生、浄水ろ過障害といった利水および環境面で問題視されており、流動制御による水質対策が現在多くの貯水池で運用されている。曝気循環は、アオコ対策としての効果が高いとされる水質改善技術の一つであるが、曝気循環により生じる流動の把握は未だ不十分である。曝気循環の影響を詳細に把握することが効率的な曝気循環施設の運用と効果的な水質保全につながると考えられる。

堀井ら¹⁾は、定点観測に基づく現地観測により、三春ダム堤体付近において曝気循環装置の影響による流動解析を実施した。しかし、曝気循環の影響による空間的な流動の把握は不十分である。そこで、本研究においては福島県の三春ダムを対象として、貯水池下流部において曳航式観測による空間的な流速分布の計測を実施した。観測結果をもとに解析を行うことで、三春ダム貯水池内の水理的な特徴を把握し、曝気循環が水質へ与える影響を明らかにする。

2. 研究対象の概要

本研究では、福島県三春町の阿武隈水系大滝根川上に位置する三春ダムを対象とした。三春ダムは平成9年度に完成した比較的新しいダムであり、総貯水量は $4.28 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、貯水池

湛水面積 2.9 km^2 である。図-1 に三春ダム貯水池の平面図を示す。三春ダム流入量の85%を大滝根川が占める。また、やつで状の複雑な形状をしているために水の流れが局所的に滞留しやすく、入り江ではアオコの発生が顕著に見られる。現在までに利水上の問題は発生していないが、湖内負荷の蓄積による水質悪化が懸念されている。

三春ダム貯水池内の水質保全としては、表層曝気循環施設5台及び深層曝気施設2台が設置されている。ただし、深層曝気装置については、深層水塊に及ぼす効果・影響の検証²⁾を目的に、2010年度より稼働を停止している。

3. 現地観測の概要

本研究では、貯水池下流部において小型船に SonTek 社の River Surveyor M9 を搭載して航行することにより、貯水池内の流動状況の観測を2012年7月25日、26日に実施した。図-2に観測地点付近の平面図及び曳航式観測区間を示す。ダムサイトからおおよそ40m間隔で、16本の測線について計測を行い、貯水池横断方向をできるだけ低速で航行しながら、1秒毎に連続的にデータを取得した。曝気装置の主な散気口高さは標高301mであり、測定した区間の中央に位置している。

4. 観測結果

図-2中に示した測線1,2,3における流速観測結果として、図-3に流動方向の観測結果、図-4に横断方向の観測結果を示

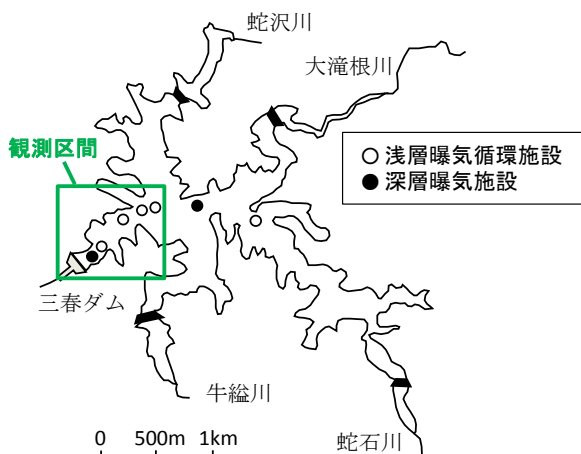


図-1 三春ダム貯水池の平面図

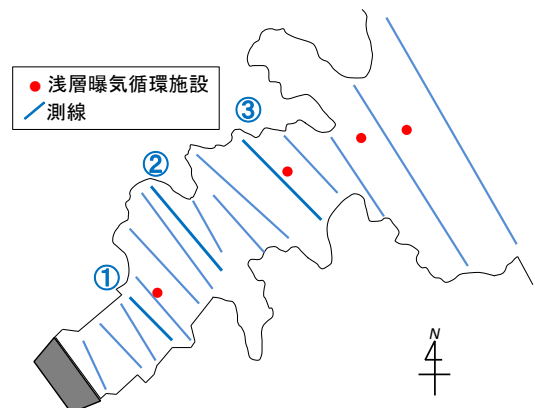


図-2 観測地点付近の平面図及び曳航式観測区間

キーワード：曝気循環，曳航式観測，貯水池

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-7453 Fax 022-795-7453

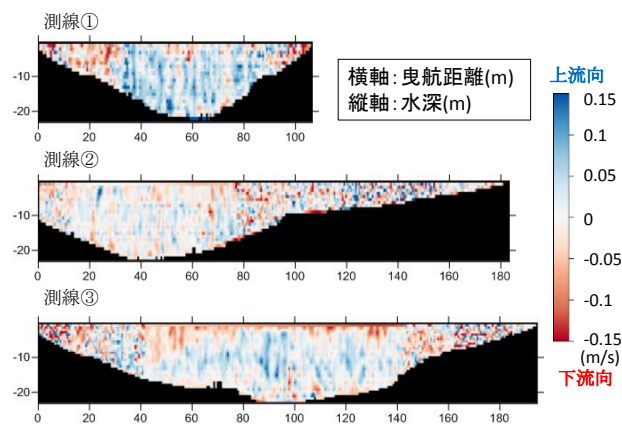


図-3 測線 1, 2, 3 における流速観測結果 (流動方向)

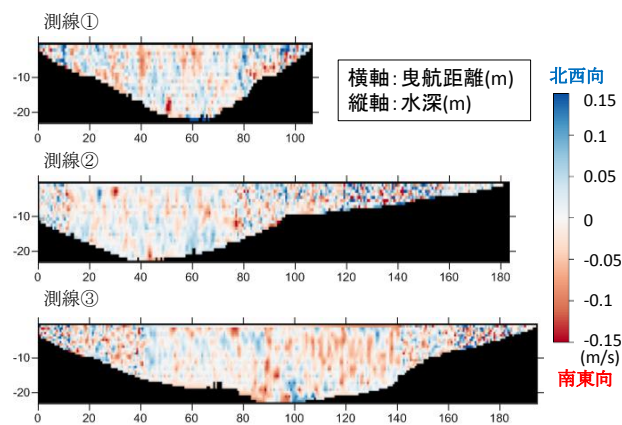


図-4 測線 1, 2, 3 における流速観測結果 (横断方向)

す。図-3は青が貯水池上流へ向かう流れ、図-4は青が北西方向への流れを示している。また、湖の形状と測機の特性上、湖底付近までの流速の計測は可能ではないため、最大水深約39mの領域に対し、データが得られた範囲の結果を示している。流速計から約1mの区間は不感帯であるため表層の流動が見えにくい。曝気循環装置付近の測線1, 3において、表層と中層で異なる方向の流動が生じていることが確認できる。曝気装置から距離のある測線2においても、影響は小さくなるが同様の特徴が見られた。また、右岸側と左岸側でも異なる流動が見られ、複雑な流動構造が形成されていることが示唆される。

続いて、貯水池内の流動をより空間的に把握するため、水深2m, 12mにおける流速の平面ベクトル図を図-5に示した。流速のベクトル成分と共に貯水池形状図を示している。これらの図は表層と中層における流動構造を示しており、表層の結果から、特にダム堤体に近い曝気装置付近において外側に広がる流動が生じていることがわかる。また中層では曝気装置に向かう流動が見られ、表層で曝気流動の影響による循環流、中層で補償流が発生していることが確認された。さらに、ダム堤体から遠く横断幅が広い位置と比較すると、ダム堤体に近く横断幅が狭い位置での流速が大きいことが示された。

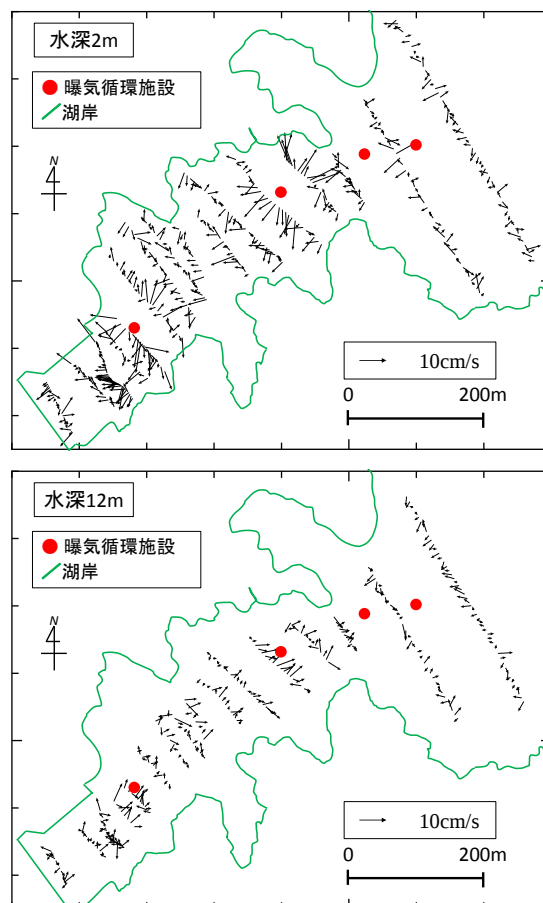


図-5 水深 2m, 12m における平面ベクトル図

5. おわりに

本研究では、三春ダムを対象として、ダム堤体付近の広範囲にわたり曳航式観測を実施し、流動解析を行った。この結果から、貯水池内には複雑な流動構造が形成されていることが示唆されたが、表層で循環流、中層で補償流が確認され、貯水池堤体付近全体にわたって曝気循環の影響による流動が生じていることが示された。

謝辞：現地観測に際して、国土交通省東北地方整備局三春ダム管理所にご協力頂いた。また本研究は水源地生態研究会および環境研究総合推進費 (S-8-1 (1)) の援助を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 堀井ら：三春ダムの曝気循環により生じる流動観測，東北地域災害科学研究，第48巻，201-206，2012。
- 2) 木村ら：深層曝気施設の停止が深層水塊へ与える影響—三春ダムの事例（中間報告）—，平成22年度ダム水源地環境技術研究所所報，pp3-11，2011。