

貯水池内に設置した噴流型流動促進装置による流動特性と水質改善効果

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○北 真人
呉工業高等専門学校 正会員 黒川 岳司

1. 序論

現在、様々な水域で水質汚染が問題視されており、本研究で対象とする貯水池などで様々な水質浄化対策が施されている。本研究ではその中でも噴流型流動促進装置に着目し、装置の稼動によって生じる流況の特性と水質改善効果について検討する。特に流動観測では、超音波ドップラー多層流向流速計（ADCP）を用いて鉛直断面および水平断面の流速分布を観測し、より詳細に流況を明らかにすることを目的とする。

2. 対象貯水池の地勢・地形と現地観測

本研究で対象とする貯水池は、湛水面積は 2.2ha、流域面積 1.09km²、総貯水量は約 112000m³を有する周囲を山で囲まれた一般的なため池である。2008 年 10 月 15 日(第一観測日)と 11 月 19 日(第二観測日)に水質分布観測と ADCP を用いた流動観測、12 月 3 日(第三観測日)に ADCP を用いた流動観測のみ、2009 年 1 月 28 日(第四観測日)に ADCP を用いた流動観測と風速風向データの抽出を行った。水質分布観測では図 1 に示す各測点において鉛直方向 0.5m ごとに水温、DO、pH、濁度を多項目水質センサー（HORIBA W-22XD）により測定した。流動観測では同様に図 1 に示す測線①や③のように横断方向の 8 本の測線について ADCP を船体に取り付け測定した。風向風速データは第一観測日から第四観測日まで現地に設置した風速風向計（HOBO マイクロステーション）で連続的に観測されているものを使用した。

3. 現地の局所的な風の検討

図 2 は、2009 年 1 月 1 日～1 月 28 日における現地の風速ベクトルの経時変化を示している。この図から、鹿川貯水池では南北方向に卓越した風が吹く傾向が強い。また、他の時期でも同様な傾向があったことから、このような風は地形による影響が大きいと考えられる。さらに、流動促進装置の噴流方向を横切る方向となっていることから風による混合が噴流方向とは別の方向でも生じることが考えられる。

4. 流速鉛直分布による流動特性の検討

図 3 は測線①および③の流速の鉛直分布を示す。丸で示したように中心部付近で最大で 15cm/s 程度の局所的な流速が発生し、それ以外の箇所での流速は 2～3 cm/s と微小となっている。また、中心部が白くなっている所は、流速のエラー表示である。これは、流動促進装置が噴流の吐出と同時に発する気泡の影響であり、ADCP が発信する音波パルスが気泡にあたり散乱するためデータの回収が出来なかったことが原因である。しかし、気泡の存在が確認できるということはさらなる流速の存在が期待でき、その流速は 15cm/s～30cm/s 以上と推測される。

また、測線③の流速鉛直分布でも局所的な流速が発見できる。加えて、若干ではあるが気泡の存在も確認できることから気泡は装置前方 20m 近辺まで到達しているということが分かる。つまり、気泡による酸素の供給がこの範囲まで行われていると推測

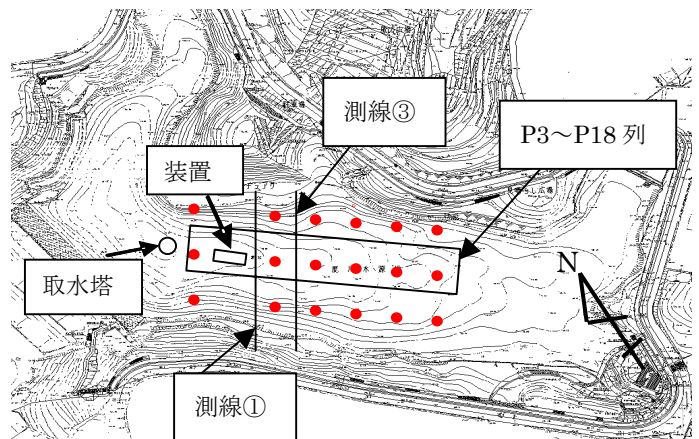


図 1 測定および試料採水場所

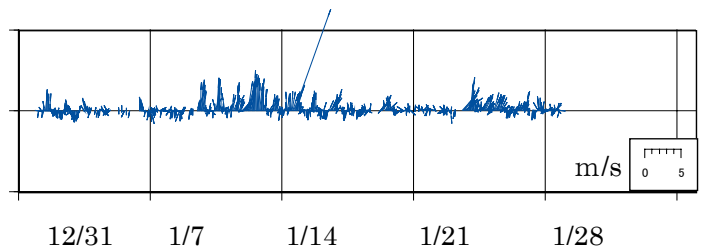


図 2 風速ベクトルの経時変化（2009/1/1～1/28）

される。

5. 流速の水平分布による流動特性の検討

図4は水深6.52mにおける流速の水平分布を示している。流動促進装置から前方約30～35mまで流速が周囲と比べ大きくなっていることが分かる。このことから、装置から発せられる噴流の影響範囲は少なくとも30m程度は達しているということがわかる。また横断距離方向（横幅）の影響範囲は8～10mである。ただし、流速分布は比較的直線的で噴流が持つ連行現象を起こしながら流下にしたがって拡がり幅が増加するという特性は見られなかった。

一方、水平方向の影響については、水深5.52mの水平分布でも同様な傾向が見られたことと、流動促進装置が水深9mあたりに設置されていることを考慮すると、水深方向では約3.5～4m程度の範囲で直接的な影響があるということが明らかとなった。

6. 水質分布による流況変化の検討

図5と図6それぞれ第一観測日と第二観測日の水温鉛直分布を示す。まず第一観測日に関しては、装置前方40mまでと、40m以遠では表層水温と成層度に違いが見られる。40mまでは表層水温が比較的低く、成層も緩やかである。この違いが生じた境界は、前述の流動促進装置の影響範囲と一致する。つまり、装置より30～35m付近まで放出された水により成層が緩められたと考えられる。さらに、図7で示す第一観測日の同地点のDO鉛直分布でも同様な傾向が見られた。このことから装置前方40mまでのDOに関する水質改善効果が確認できた。

第二観測日ではすでに冬季に入っていることから、表層が冷やされることにより底層との密度差がなくなり底層との鉛直循環が生じて、全水域でほぼ水温差がなくなったと考えられる。

7. 結論

1. 現地では南北方向の風が卓越し、装置稼動方向とは別の方向の混合現象が考えられる。
2. 装置の影響範囲は少なくとも30m程度は達していた。また、横断距離方向（横幅）の影響範囲は8～10mであり、水深方向では3.5～4mであった。
3. 装置前方40mまでは比較的成層が緩やかだった。この範囲が流動促進装置の影響範囲と一致することから装置の水質改善効果が確認できた。

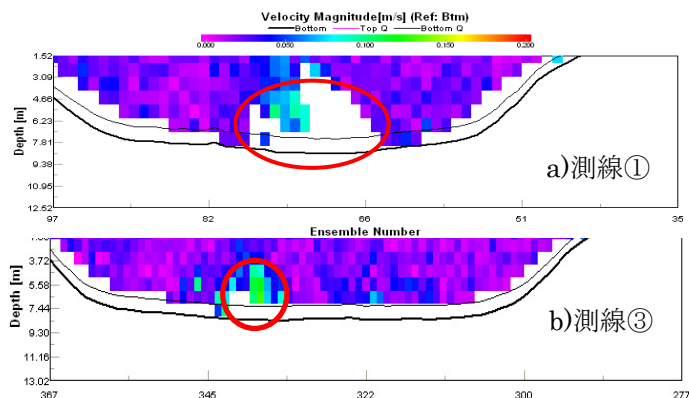


図3 流速鉛直分布(測線①, ③)

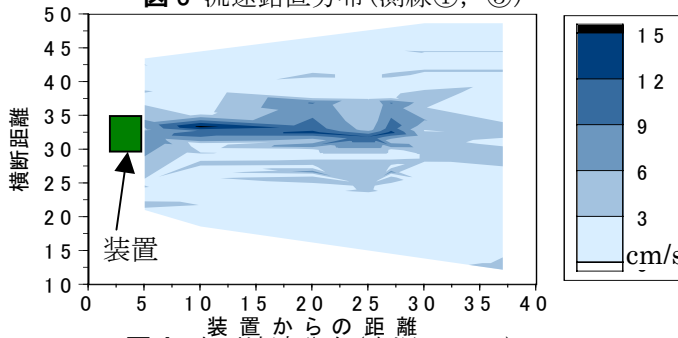


図4 水平流速分布(水深6.52m)

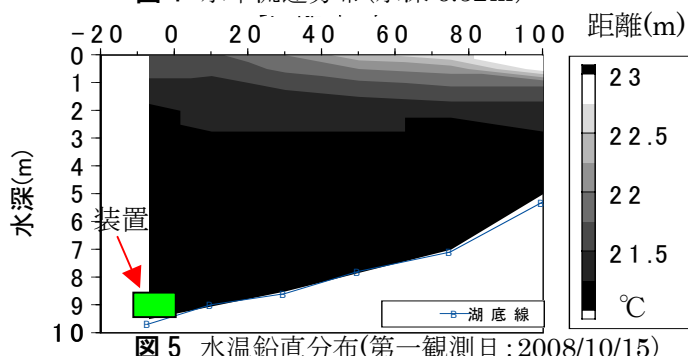


図5 水温鉛直分布(第一観測日:2008/10/15)

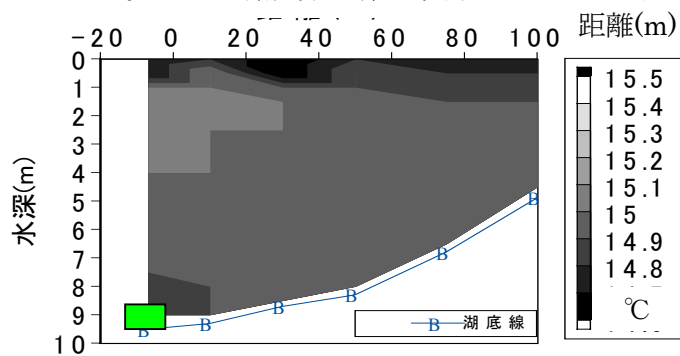


図6 水温鉛直分布(第二観測日:2008/11/1)

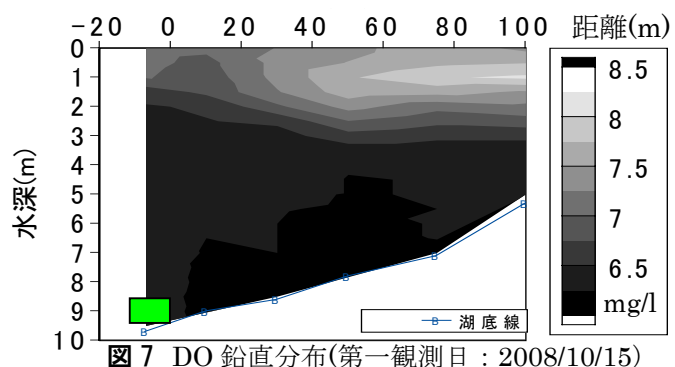


図7 DO鉛直分布(第一観測日:2008/10/15)