

噴流型流動促進装置の稼働時における貯水池内の流況と水質改善効果

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

1. 序論

現在、貯水池などの閉鎖性水域で水質汚染が問題視されており、様々な水質浄化対策が施されている。その中でも本研究では噴流型流動促進装置に着目し、装置の稼働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を有する一般的なため池である。流動促進装置は、浮体部と水流発生部に分けられ、浮体にはポンプが設置されており、表層水を下層に設置してある水流発生部へ圧送している。浮体部から運ばれてきた表層水は、水流発生部において後方から周囲水を連行することで、周囲の底層水と攪拌混合しながら水平方向へ噴出される。この流動促進装置が、図1に示す位置の湖底に設置されており、噴流の噴出口は湖底から0.7mの位置にある。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。なお、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。その結果、この貯水池は周囲を山で囲まれているため風速は小さく、また風向も装置の噴流方向とは異なる方向に卓越しており、装置からの噴流に対する風の影響は小さいと推測される。

3. 流速鉛直分布による流動特性の検討

図2は測線①および③の流速の鉛直分布を示す。赤丸で示したように中心部付近で最大15 cm/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2~3cm/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と考えられ、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、気泡の存在により測定できなかった噴流中心部はさらなる流速の存在が期待でき、その流速は15 cm/s~30 cm/s以上と推測される。

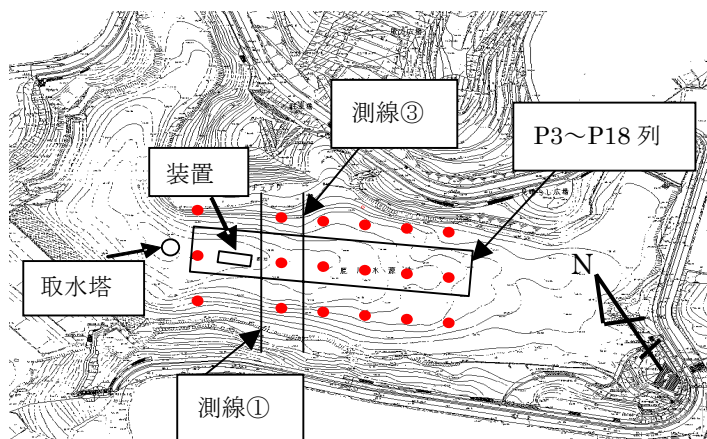


図1 測定および試料採水場所

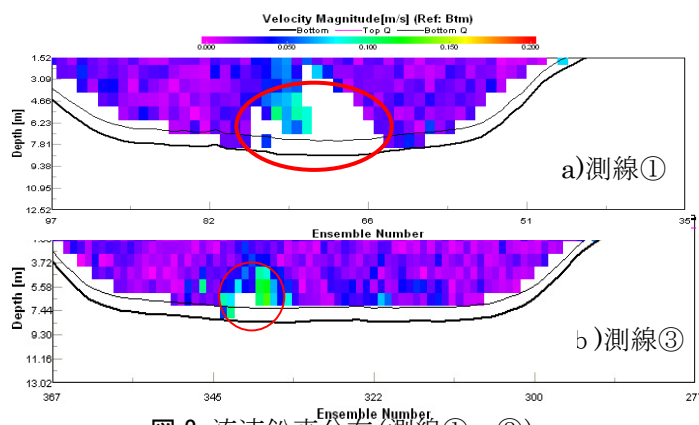


図2 流速鉛直分布(測線①, ③)

キーワード 貯水池, 噴流, 流動促進装置, ADCP, DO

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11 呉工業高等専門学校 Tel.0823-73-8481

また、測線③（図2b）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される。

4. 流速の水平分布による流動特性の検討

図3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35~40m程度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40m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。

図4は水深2.52mにおける流速の水平分布を示している。装置前方でやや周囲より流速が大きくなっているもののその違いは明瞭ではない。したがって、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。

5. 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40m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（図6）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たことから、全水域でほぼ水温差がなくなったと考えられる。

6. 結論

本研究で得られた主な知見を列挙する。1) 装置の影響範囲は少なくとも40m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。2) 流動促進装置からの噴流の到達範囲と、成層が緩やかな範囲が一致することから、装置前方40mまでは成層を緩める効果があり、装置の水質改善効果が確認できた。

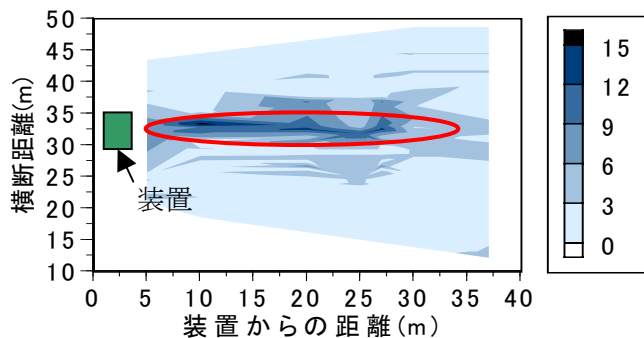


図3 水平流速分布（水深6.52m）

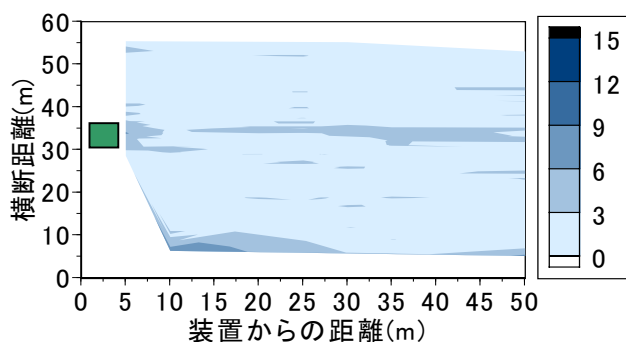


図4 水平流速分布（水深2.52m）

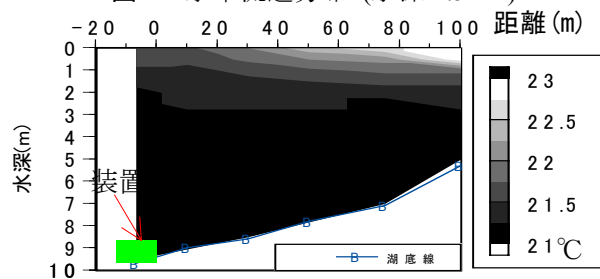


図5 水温鉛直分布(第一観測日：2008//10/15)

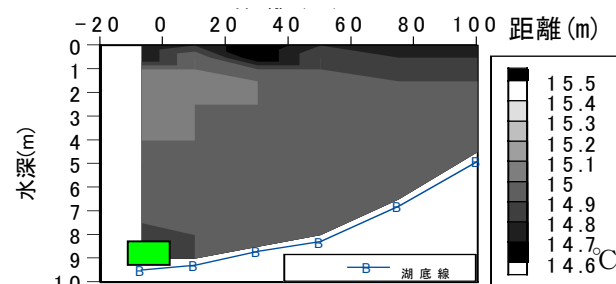


図6 水温鉛直分布（第二観測日：2008/ 11/1）

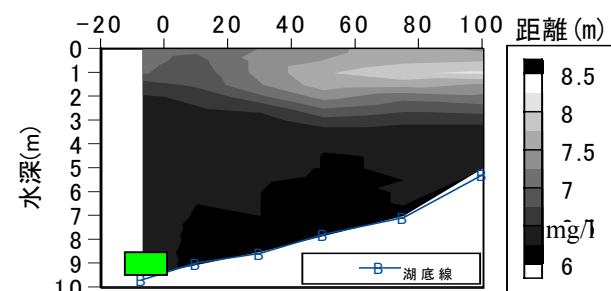


図7 DO 鉛直分布(第一観測日：2008/10/15)