

噴流型流動促進装置が導入された貯水地での水質分布の形成要因

九州大学工学部 学生会員 ○小早川直紀
 呉工業高等専門学校 正会員 黒川 岳司

1. 序論

現在、全国的に富栄養化が進行した水域が多く、植物プランクトンの異常増殖などの水質問題が生じている。この水質問題を解決する方法の1つとして噴流型流動促進装置を導入することが挙げられるが、導入例は多くなく、効果の評価も十分とはいえない。本研究では、流動促進装置が導入されている貯水池において、水質分布を観測し、水質改善効果を評価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

図1に示すように広島県江田島市にある鹿川水源池は、湛水面積 2.2 ha、流域面積 1.09 km²、総貯水量は約 112000 m³ を有する一般的なため池である。周囲を山で囲まれ、鹿川湾に向けて山が開けている。鹿川水源池には水質改善を図るため、噴流型流動促進装置（(株) 共立「みずきよ」型式：MK-Ⅲ）が設置されている。2006 年 11 月 8 日に水質分布観測と風速データの抽出を行った。水質分布観測では図2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。風向風速データは2006 年 3 月から観測日当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3、図4はそれぞれ2006 年 3 月 27 日～8 月 17 日と 9 月 25 日～11 月 8 日の2期間における現地の風速ベクトルの経時変化を示している。これらによると、鹿川水源池では南東・北西軸の風が卓越していて、特に南東方向への風が多いことが分かる。また、10 月以降も同方向への局所的な風が頻繁に見られるので、季節風などの影響は少なく、地形の影響が強いことがいえる。このような局所的な風は、鹿川水源池内の流動・水質にとって吹送流や鉛直循環などの要因となるので重要な外力と考えられる。

4. 装置稼働時における水温分布の検討

図5、図6は流動促進装置稼働時における装置前後列の測点（P3～P18）に対する水温分布である。それぞれの図において（a）が水深 0m 地点の水平分布、（b）が装置前後列方向の鉛直分布である。なお、水平分布に連行されるような流れが見られないことから、風による影響は小さいことが考えられる。

図5に示す1回目（9:00～11:00）の観測時点では、装置前方 10m 地点の P6 で水温成層がほぼ破壊されており、前方 50m（P12）あたりまで成層が緩やかで、それ以遠（P15、P18）と装置背後（P3）では成層が形成されていることから成層破壊は装置によるものであることが推測される。また、装置の成層破壊の影響範囲は約 50m で、これを超える位置では成層の破壊効果は小さいといえる。

図6に2回目（13:00～15:00）の水温の水平分布と鉛直分布を示す。水平分布から装置の成層破壊の効果がみてとれるが、鉛直分布に注目すると水深約 1m のところにゆるやかな水温成層が形成されていることが分かる。これは、日射を強く受け水温成層（日成層）が形成されるこの時間帯では、成層破壊が十分でなく、気温上昇による影響を強



図1 対象貯水池

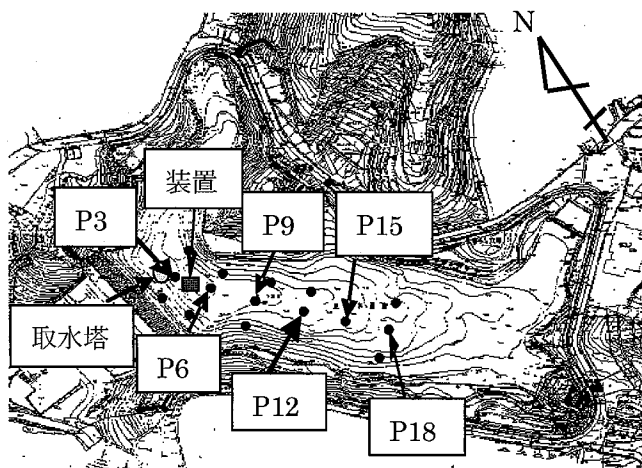


図2 測定および試料採水場所

く受けることが考えられる。

5. R_i 数を用いた成層破壊効果の評価

4 の結果より、水温成層の消長は、日射による日成層の形成と装置による破壊効果のバランスによって決定されていることが分かった。そこで、次式で示されるリチャードソン数 R_i を用いて装置の成層破壊効果を評価する。

$$R_i = \frac{\Delta \rho}{\rho} gh / u^2$$

ここに、 $\Delta \rho$ ：上下層の密度差、 ρ ：基準密度、 h ：上層厚さ、 g ：重力加速度、 u ：上下層の流速差（風速の 3.5% の流速を持つ吹送流）である。 h は 3m、風速は 2006 年 3 月から観測日当日までの平均値 0.76m/s を用いた。 R_i は $R_i \geq 1/4$ で成層安定、 $R_i < 1/4$ で成層不安定を表す。

装置の影響がない P3 と、装置の前方の P6、P15 について計算結果を示すと、P3 の 1 回目が 0.52 で 2 回目が 3.98 をとり、P6 はそれぞれ 0.15 と 2.09、P15 は 2.91 と 4.43 になった。装置の影響を最も受ける P6 は R_i が他よりも小さく 1/4 以下であり、装置により成層破壊がされたといえる。経時変化に注目すると、どの測点においても 1 回目より 2 回目の方が大きくなっており、2 回目の時間帯には日成層が発達し、成層が安定していることがいえる。ただし、2 回目においても P6 は最も R_i が小さく装置の効果が確認できる。

6. 結論

本研究で得られた知見を列挙する。

1. 現地では南東・北西軸に局所的な風が卓越していて、特に南東方向への風が多い。
2. 装置の影響範囲は約 50m である。
3. 現地の水温成層の消長は、日射による日成層の形成と装置による破壊効果のバランスによって決定されており、午前中は装置の破壊効果が日成層の効果を卓越し、成層破壊を生じるが、昼間になると気温上昇に伴い日成層が発達するため、成層破壊が十分ではなくなる。

謝辞：本研究に行うにあたり株式会社共立には多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

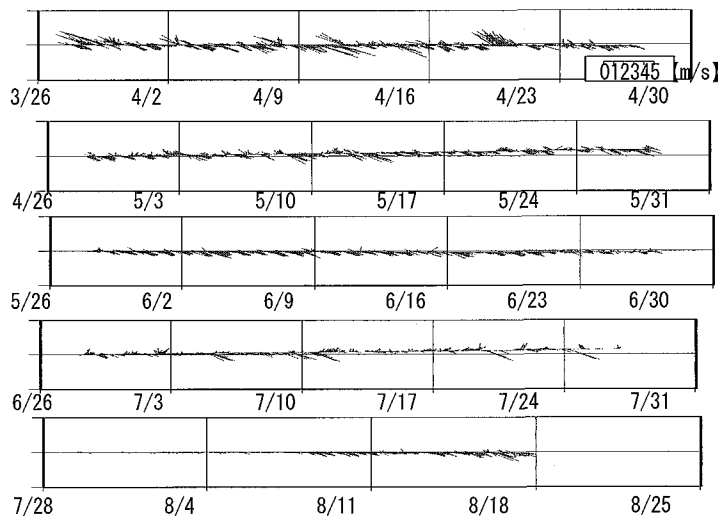


図3 風速ベクトルの経時変化 (2006/3/27~8/17)

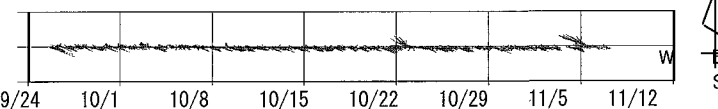


図4 風速ベクトルの経時変化 (2006/9/25~11/8)

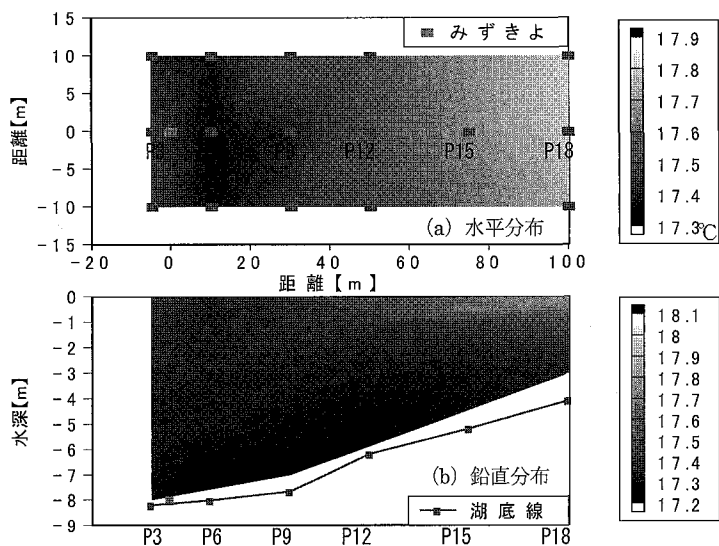


図5 流動促進装置稼動時の水温分布 (1 回目) (9:00~11:00)

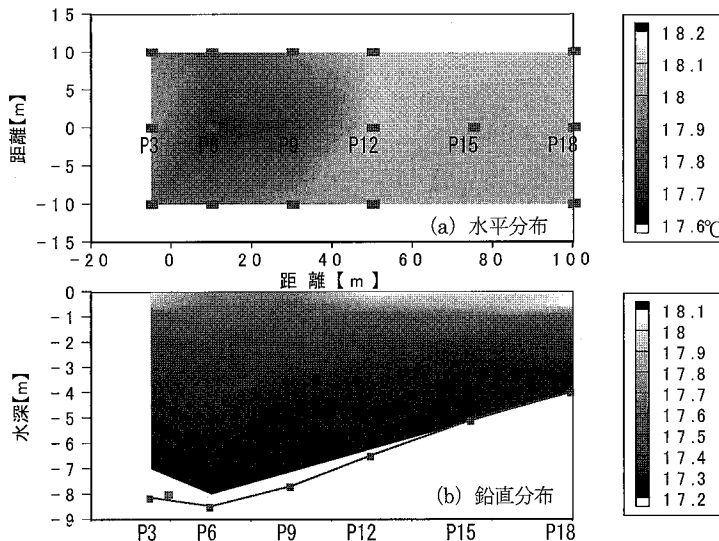


図6 流動促進装置稼動時の水温分布 (2 回目) (13:00~15:00)