

猪鼻湖における水質の動態調査および底層水のエアレーションに関する現地実験

豊橋技術科学大学	○ 太田陽子
豊橋技術科学大学	福本直樹
豊橋技術科学大学 正会員	青木伸一
岡本機械設計	岡本光雄

1 はじめに

浜名湖の北西に位置し汽水湖である猪鼻湖では、富栄養化による夏期の底層水の貧酸素化が大きな問題となっている。著者ら（福本ら，1999）は、太陽エネルギーにより発生させた微細な気泡を水面付近に連続供給することで、低電力で効率的に底層水を揚水し、気泡により貧酸素水をエアレーションして表層に放出させる浮体式のエアレーション装置を開発し、実機モデルを1998年10月に猪鼻湖南東湖岸より約300mの地点に設置した。この装置を用いることでどの程度の水質改善を期待できるか明らかにするために、現地での水質観測を行い猪鼻湖の水質動態の現状を把握するとともに、装置の能力の検証を行った。

2 現地観測

(1) 水質観測

〈観測概要〉 6月5日から11月11日の期間中、15回にわたり湖内の数点で水質観測を行った水質観測点およびエアレーション装置の設置位置を図-1に示す。観測項目は水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル濃度の4項目で、各ポイントとも水面から約0.5mごとに測定した。

〈観測結果〉 図-2は代表的な溶存酸素(DO)の鉛直分布を示す。6月は底層でも酸素があることが見受けられるが、7月になると水深3.5m付近で貧酸素化し、8月では水深3mで無酸素状態となり表層と底層の差が著しくなる。この状態は、10月28日の強い西風によって一気に崩れ、10月29日以降は表層から底層までほぼ様な濃度分布となり、貧酸素状態が解消している。

図-3は7月30日、11月11日の水温、塩分および密度の鉛直分布を示す。7月には温度躍層が形成されているのがはっきりと見受けられ、密度は塩分と同じような分布傾向を示し表層と底層で大きな違いがある(約 15kg/m^3)。このことから一般に言われているように、夏期には鉛直混合がおこなわれにくく上層では過飽和であるが下層では貧酸素化という構造を生じさせていることがわかる。

(2) エアレーション機能

現地実験に用いたエアレーション装置は、水面の曝気槽から水底まで降ろしたダクトにより底層水を揚水するものである。図-4はそのダクト内での装置運転前後のDO鉛直分布である。運転前は表層では過飽和であったのが運転後1.4ppmまで低下していることから、無酸素の底層水を揚水しているのがわかる。このとき、吐出口前面での

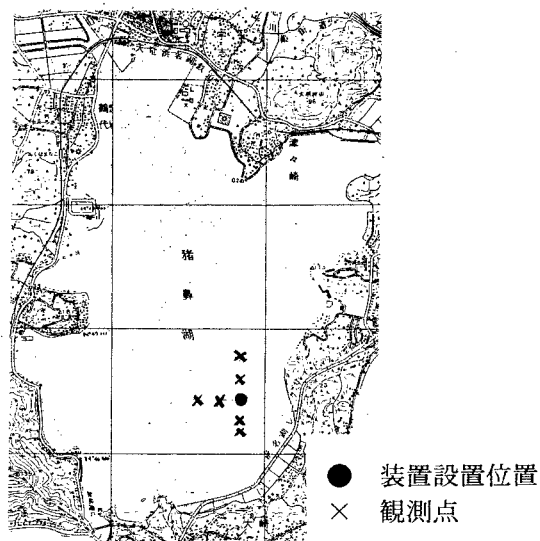


図-1 猪鼻湖の形状と水質観測点

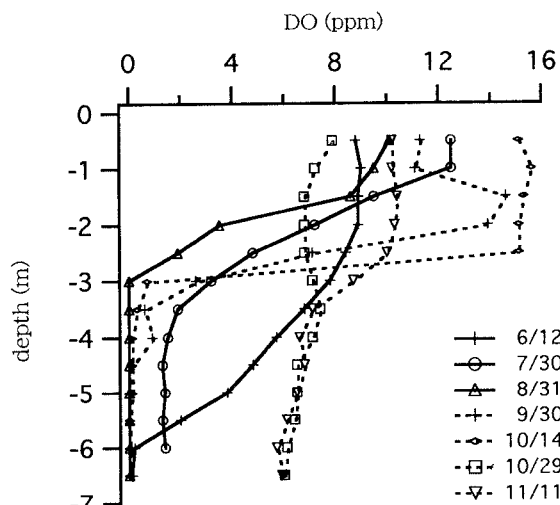


図-2 DO 鉛直分布 (ppm)

DOを測定するとおよそ2 ppmであった。したがって本エアレーション装置は無酸素の底層水に2 ppmの酸素を供給できることがわかった。しかし前述したように、揚水された底層水が表層水との密度差が大きいときは拡散されずに沈んでしまうことが、吐出口から放出される水を着色し、その後しばらく観察することによりわかった。また揚水能力に関しても、昨年(1999)の11月に吐出口で測定した流速よりも今年(2000)8月の測定で小さい値を示したことも底層水と表層水の密度差による影響と考えられる。

(3) エアレーション能力の理論的検討

Kawase and Moo-young (1992) は酸素輸送係数として次式を与えた。

$$k_L = 0.47 D^{1/2} (\mu/\rho)^{-1/6} g^{1/3} \quad (1)$$

これを下記の酸素輸送の基礎式に代入するとDO濃度が求められる。

$$C_w(t) = C_a - (C_a - C_w(t=0))e^{-\frac{kA}{V}t} \quad (2)$$

ここに C_w は水の酸素濃度(%)、 $C_a = 100\%$ 、 A は気液接触面積、 V は水の体積である。

図-5は、現地の底層水をサンプリングし、実験室でエアレーションを行った結果と(2)式の理論解を示したものである。これより現地の底層水のエアレーションに対しても理論式が適用できることがわかった。

3 結論

6月中旬は下層でも酸素がみられ、この時期から8月末にかけて底層の貧酸素化が進み、8月末をピークとして底層貧酸素水が形成され、その後秋の強風時に一気に解消する。水温、塩分、密度は夏場に躍層が形成され、表層水と底層水の密度差が大きくなるため、揚水能力が低下し、揚水されエアレーションされた貧酸素水もすぐに沈んでしまうのでエアレーション装置を水質が最も悪化する夏期ではなく、躍層が形成される前の春先から夏期にかけて装置を稼働させ、密度躍層の形成を防ぐことができれば高い効果が期待できるものと思われる。

参考文献

福本・青木・岡本：猪鼻湖における底層水揚水型エアレーション装置(バブルストリーマー)の現地実験，中部支部研究発表会概要集，1999

Kawase and Moo-young :Correlations for Liquid-Phase Mass Transfer Coefficients in Bubble Column Reactors with Newtonian and Non-Newtonian Fluids ,The Canadian Journal Of Chemical Engineering ,Volume 70,February,1992

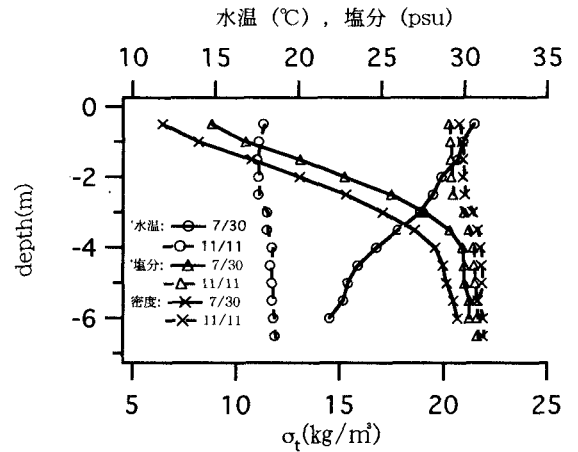


図-3 水温、塩分、密度の鉛直分布 (7月30日, 11月11日)

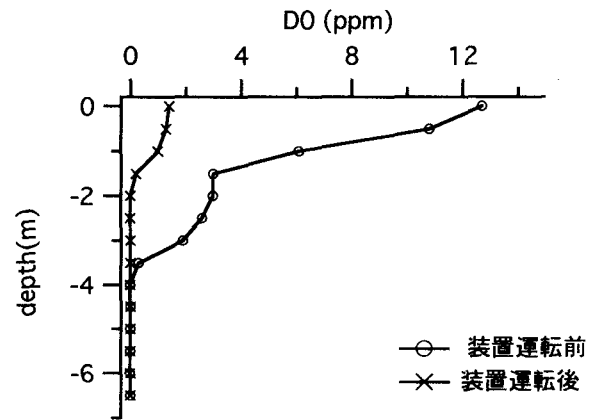


図-4 ダクト内のDO鉛直分布 (9月16日)

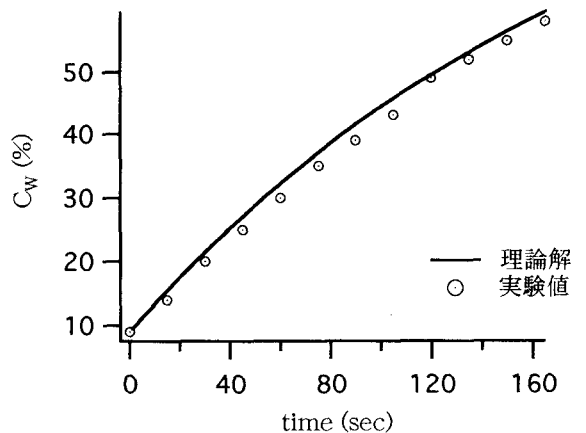


図-5 理論解と実験値の比較