

(II-102) ガス交換を伴う Bubble Plume の挙動について

宇都宮大学 学生員 ○佐々木俊典

宇都宮大学 正 員 池田 裕一

宇都宮大学 フェロー員 須賀 堯三

1. はじめに

ダム湖など水深が大きい水域では、夏期には温度や塩分による密度成層が形成され、下層の貧酸素化、上層の富栄養化などの水質障害が生じやすくなる。その対策として、曝気循環法が用いられることが多い。これは、我が国では主として、成層破壊による流動促進を期待するものであるが、よりきめの細かい環境保全を進めるためには、ガス交換による下層の貧酸素状態の解消等にも配慮した運用も重要であろう¹⁾。そこで、本研究ではガス交換を伴う Bubble Plume の挙動についての室内実験をもとに若干の検討を加えることとする。

2. 実験装置および方法

実験には、図1に示すような装置を用いた。断面が 1.5m × 1.5m、深さ 1.5m のアクリル製水槽を用い、気泡発生器は水槽底部中央に設置し、直径が 1.5mm の大きさの出るエアストーンを用いた。二成層水域の実験を行うにあたり、別タンクにおいて塩水によって密度成層を、窒素曝気により貧酸素状態と飽和酸素状態の成層を形成させた。また、密度分布の測定には電気伝導度計を、溶存酸素濃度の測定には溶存酸素計を用い、鉛直方向に 10cm ごとにサンプリングを行った。

実験条件は表1に示す通りである。ケース1～5は密度界面を突き抜け下層水を失わないまま水面に達するタイプで、ケース5、6は密度界面から持ち上げられた下層水は上層内でドーム状の盛り上がりを形成するだけで常時水面には達することはないタイプである²⁾。また、「水面擾乱」が「無」というのは、Bubble Plume が水面に達した部分で水面を乱す影響を抑えるために、そこに直径 35cm の発泡スチロールを置いたものである。

3. 実験結果および考察

図2、3はそれぞれケース1、5の鉛直密度分布を、図4、5はそれぞれケース1、5の鉛直 DO 分布を示している。

これらの図より、DO 分布は密度分布と同様に Bubble Plume による流動によって変化していることが分かる。図3より下層水が上層水と混合しながら中間層を形成していくため DO も同様に増加していると考えられる。また、図5より、下層水と上層水との混合は激しく行われていないが、下層水での DO の回復が見られるので、これはガス交換の影響が大きいと考えられる。図7、8はそれぞれケース1、2、4、5の、図9、10はそれぞれケース3、6での水深 10cm、80cm での DO 増減の時間的变化を示したものである。これら

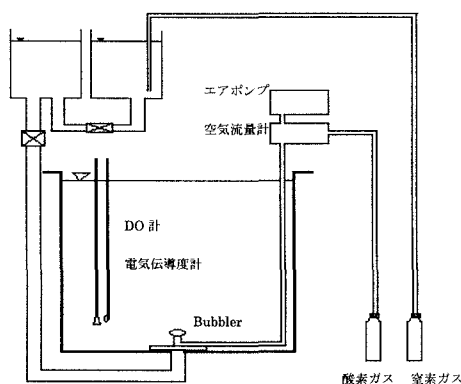


図1 実験装置

表1 実験条件

ケース	空気流量 (NL/min)	水面擾乱	曝気成分	水深 (cm)
1	2.30	有	O ₂	90
2	2.30	無	O ₂	90
3	2.30	有	Air	90
4	2.30	無	Air	90
5	0.17	有	O ₂	90
6	0.17	有	Air	90

キーワード：曝気、ブルーム、ガス交換、気泡、成層

連絡先：〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL 028-689-6214 FAX 028-662-6230

より、酸素曝気と空気曝気によるガス交換の効率は、下層と上層の違いまた空気流量の違いにおいても酸素曝気の方が良いことが分かる。しかし、空気曝気においても貧酸素状態の解消がガス交換によってなされていることも確認できた。また、本実験では水面擾乱による水面のガス交換を考慮した実験を行ったが明確な違いは見られなかった。実地の水深はさらに大きくなることから水面擾乱によるガス交換の影響は小さいと考えられ、むしろ水面付近に吹く風や波による乱れの影響の方が大きいと考えられる。

ガス交換は、下層水と気泡の接触が多い乱れの大きい部分において顕著であると考えられる。本実験では、乱れの強い部分として水面を考慮したが、この他にも乱れが強い部分としてドーム状になっている部分などがあり、この評価もしていく必要がある。また、本実験では初期状態に違いが有るのでどのように定式化していくかが課題である。

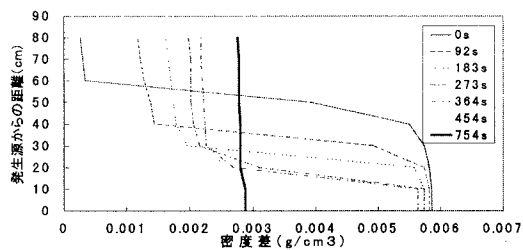


図2 鉛直密度分布(ケース1)

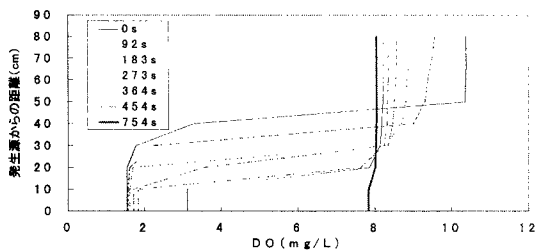


図3 鉛直DO分布(ケース1)

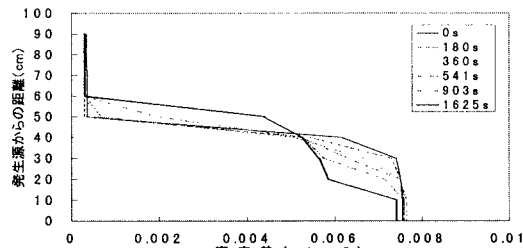


図4 鉛直密度分布(ケース3)

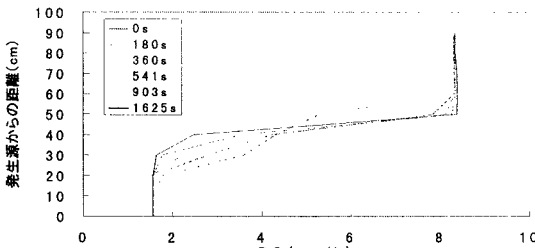


図5 鉛直DO分布(ケース3)

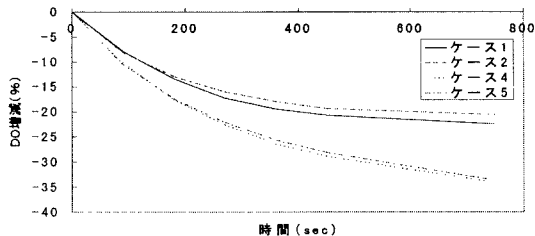


図6 DO増減—時間 関係図(水深10cm)

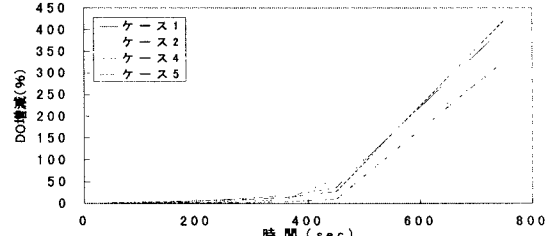


図7 DO増減—時間 関係図(水深80cm)

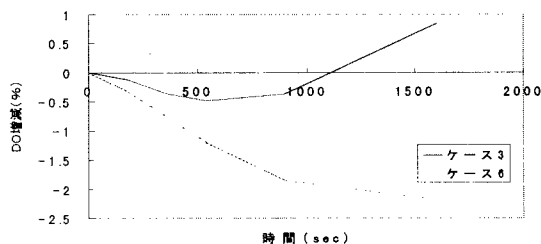


図8 DO増減—時間 関係図(水深10cm)

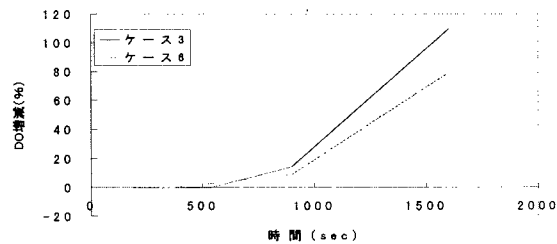


図9 DO増減—時間 関係図(水深80cm)

参考文献

- 1) Alfred Wuest : Bubble Plume Modeling for Lake Restoration, Water Resources Research, vol.28, No. 12, pp3235-3250, 1992
- 2) 池田 裕一 : 貯水池内温度成層における曝気循環流の特性と環境制御への適用に関する研究, 東京工業大学学位論文, 1995