

新浜湖における微細気泡実験結果

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻 沿岸環境研究室
磯部雅彦・鯉淵幸生・田中陽二

2006年3月28日

1 実験・観測内容

1.1 微細気泡装置

微細気泡は泡の直径が数 μm ~ 数百 μm であるバブルのことである。直径が小さいために気泡の上昇速度が他の曝気方法と比べて極めて遅い。そのため、高酸素水塊を直接底層に送ることができ、貧酸素水塊を改善する効果が期待できる。

今回の実験では、微細気泡発生機として多久和社のマイクロクリーンを用いた。マイクロクリーンは直列に16機設置して噴射するようにしている(図1)。また、装置を設置するために、台船を用意して、そこから微細気泡発生装置を水中に設置した(図3)。



図 1: 微細気泡発生装置



図 2: 微細気泡装置と水中ポンプ



図 3: 台船の全景



図 4: 台船の様子

実験装置のシステムは図5のようになっている。

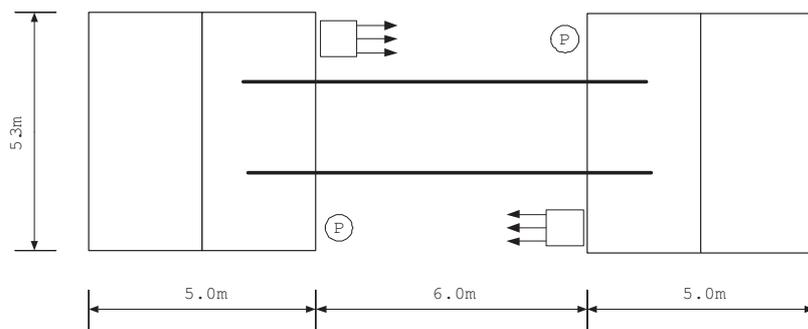


図 5: 実験装置の配置

1.2 観測内容

装置の稼働状況と観測内容を表1に示す。「水質」は水質調査を行ったこと、「底泥」は底泥の酸素消費量を計測したことを表す。

表 1: 装置の稼働状況と調査内容

日付	装置稼働状況	調査内容	日付	装置稼働状況	調査内容
7/7(木)		水質	8/29(月)	台船間隔を 6m に	水質
7/28(木)		底泥	8/30(火)	16:00 ~ 空気自給実験 1	水質
8/3(水)		水質	8/31(水)	連続運転	水質
			9/1(木)	連続運転	水質
8/10(水)		水質、底泥	9/2(金)	連続運転	水質
8/11(木)			9/3(土)	連続運転	水質
8/12(金)	台船設置 (間隔 2.5m)		9/4(日)	連続運転	水質
8/13(土)			9/5(月)	連続運転	水質
8/14(日)			9/6(火)	連続運転	水質
8/15(月)		水質	9/7(水)	10:15 ~ 装置停止	水質
8/16(火)		水質	9/8(木)	空気自給実験 2	水質、底泥
8/17(水)		水質	9/9(金)	空気自給実験 3	水質、底泥
8/18(木)	16:10 ~ 装置稼働		9/10(土)	空気自給実験 4	水質、底泥
8/19(金)	連続運転	水質	9/11(日)	空気自給実験 5 (中止)	水質、底泥
8/20(土)	連続運転	水質	9/12(月)		水質
8/21(日)	連続運転		9/13(火)	純酸素実験 1	水質、底泥
8/22(月)	連続運転	水質	9/14(水)		
8/23(火)	10:30 ~ 2号機停止	水質	9/15(木)		
8/24(水)	15:00 ~ 装置停止		9/16(金)	純酸素実験 2	水質、底泥
8/25(木)			9/17(土)		
8/26(金)			9/18(日)		
8/27(土)			9/19(月)		
8/28(日)		水質	9/20(火)	純酸素実験 3	水質、底泥

表 2 に空気自給実験と純酸素供給実験の概要を示す。

表 2: 空気自給実験と純酸素供給実験における装置の設定

実験内容	実験日	送水量 (L/min)	送気量 (L/min)	稼働時間	備考
空気	8/30~9/6	100	30	8/30~9/6	連続運転
	9/8	100	30	8:00~	
	9/9	120	20	8:50~	
	9/10	120	40	8:50~	
	9/11	120	0	9:15~	中断
純酸素	9/13	100	27	9:05~15:50	
	9/16	100	45	9:54~14:00	
	9/20	60	21	10:55~14:00	

2 微細気泡実験結果の一例

2.1 空気実験

空気実験（気泡の生成に空気を用いた実験）の結果として、9月8日の実験結果を図6に示す。実験では8:00から翌日まで微細気泡を噴出した。水質の計測位置は台船の真ん中で行っている。

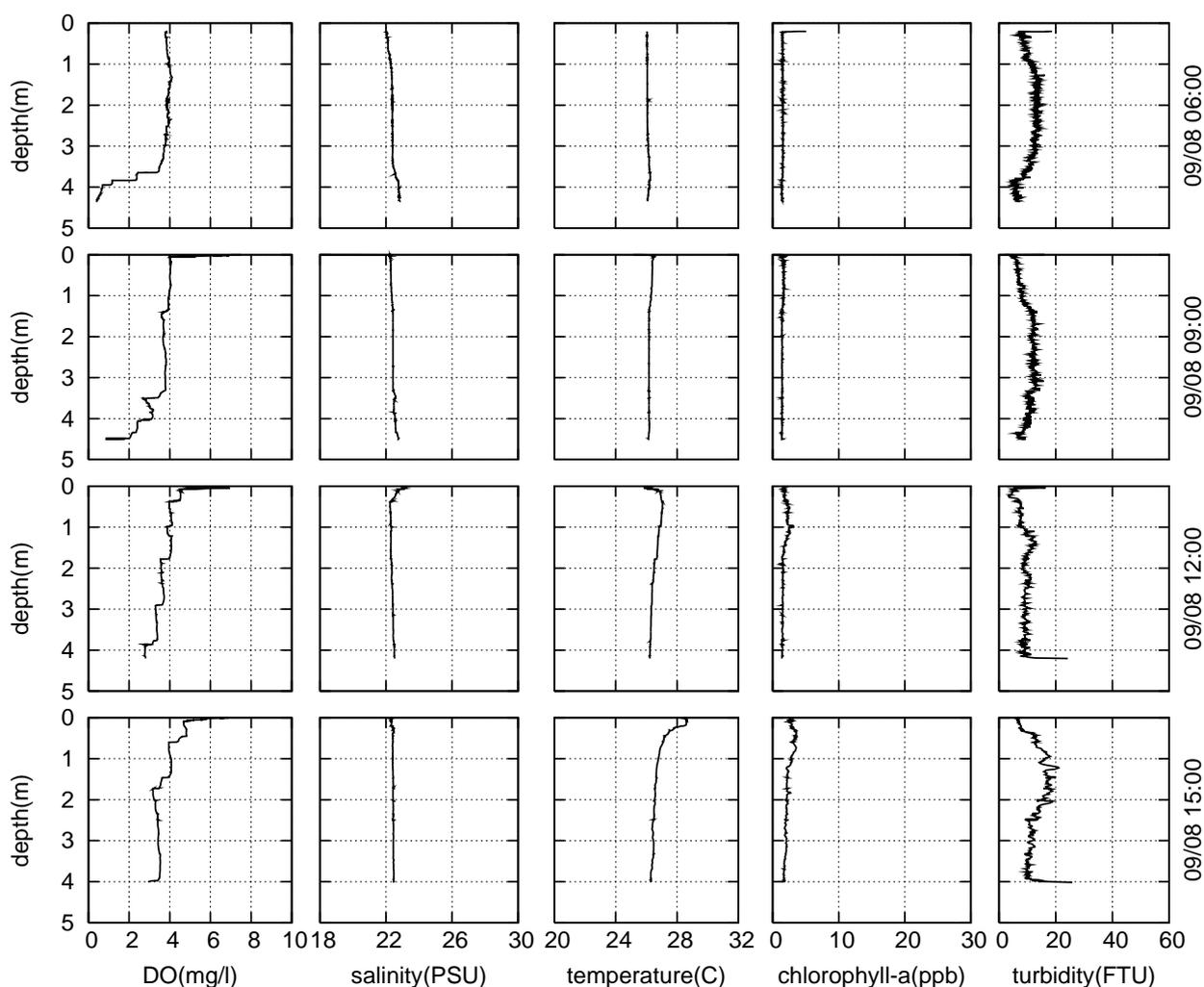


図 6: 9/8における水質の鉛直プロファイル

図から、底層付近の DO が貧酸素化していた状態が徐々に回復していることが分かる。

2.2 純酸素実験

純酸素実験（気泡の生成に純酸素を用いた実験）の結果として、9月13日の実験結果を図7に示す。実験では9:05から15:50まで微細気泡を噴出した。

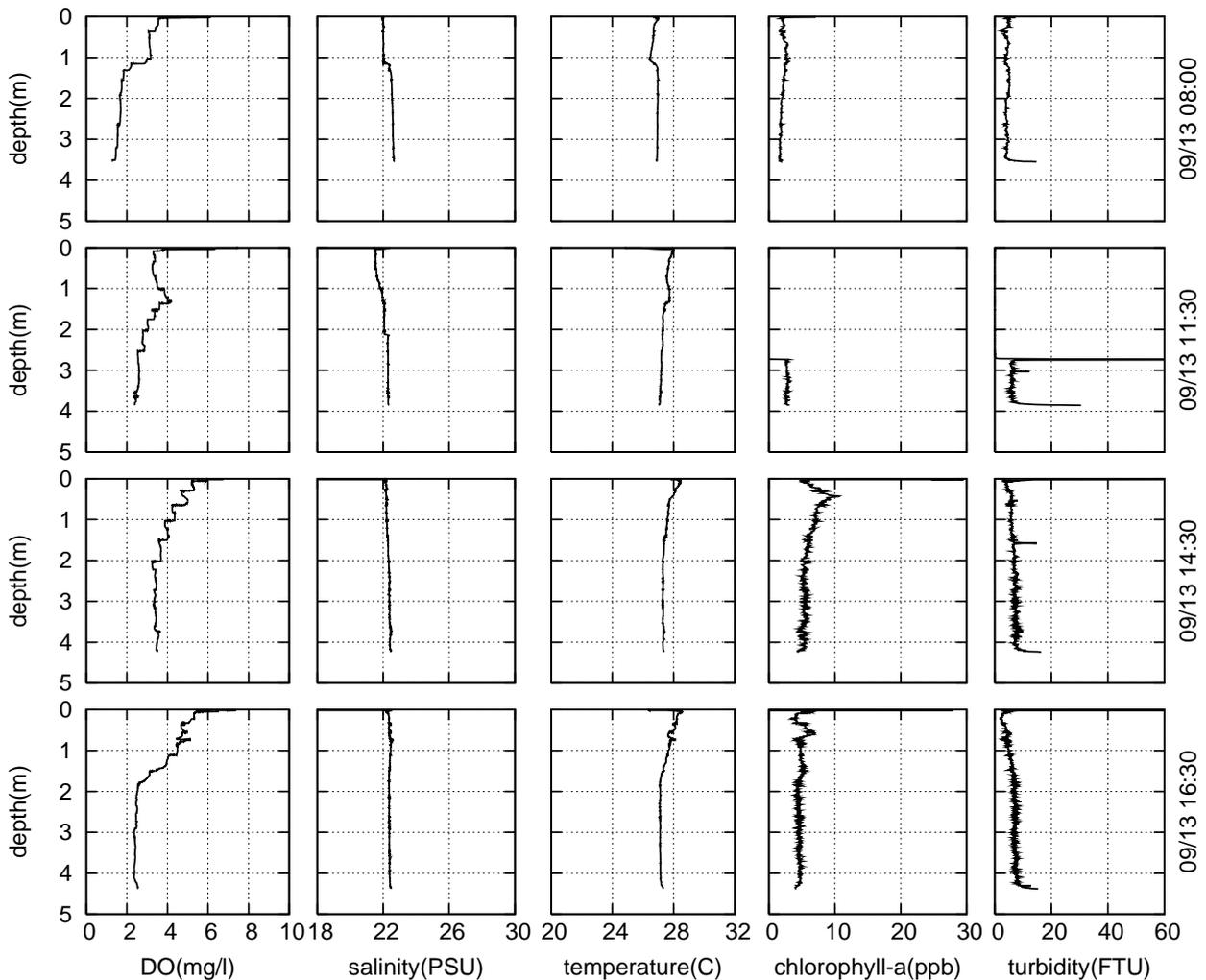


図7: 9/13における水質の鉛直プロファイル

図より、装置を開始してから底層付近のDOが徐々に上昇し、装置を停止後には上昇が止まっていることが確認される。これは微細気泡による曝気効果を示している。

3 新浜湖の水質特性

今回、微細気泡の実験に際して新浜湖の水質も合わせて調査した。その一例として8月16日の観測結果を図8に示す。図は右が千鳥水門側、左が暗渠水門側である。図より、新浜湖奥部の窪地では比較的高い塩分水塊が停滞しており、密度成層を形成していることが分かる。そのため窪地底層部では海水交換がなく、酸素が底泥や有機物の分解に使われるために貧酸素化している。

計測時には上げ潮であり、千鳥水門から流入してきた低塩分水塊が上層を流れ、それを補償するように奥部表層の水塊が底層へ潜り込む流れが発生している。なお、流入する水塊が高塩分の場合は、逆に流入した水塊が底層に流れ、奥部の水塊が表層を流れる様が観測された。すなわち、千鳥水門からの流入は奥部の水塊を押し出す流れを発生させていることが分かった。

以上のことから考察すると、窪地底層の地形形状は窪地の貧酸素化を長期化させる要因となっている。そこで、千鳥水門から窪地までの地形をスロープ状にすることで窪地をなくし、底層の流動を促進することが貧酸素化に有効と示唆される。

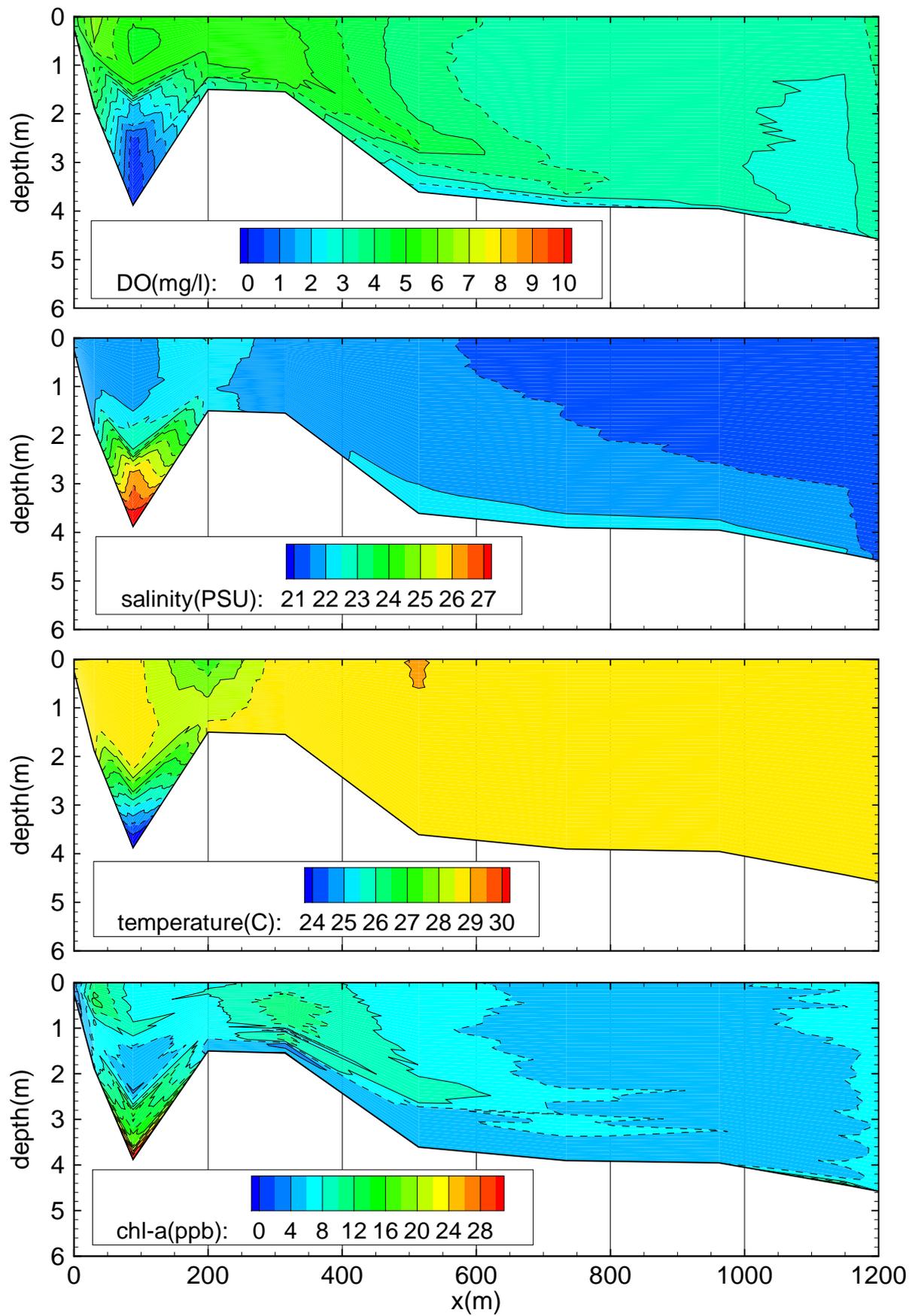


図 8: 8/16 の横断面分布

4 底泥調査結果

微細気泡が底泥に与える効果を検討するために、SOD¹⁾の計測を行った。純酸素実験中の SOD の結果を表 3 に示す。

表 3: SOD($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$) の値

日付	実験開始前	実験終了後	SOD 減少量	酸素供給量 (L/min)
9/13	4958	2182	2776	27
9/16	5322	564	4758	45
9/20	4700	2573	2127	21

また、純酸素供給量と SOD の減少量は顕著な相関があることが分かった (図 9)。これはマイクロバブルによる底泥の改善効果であると考えられる。

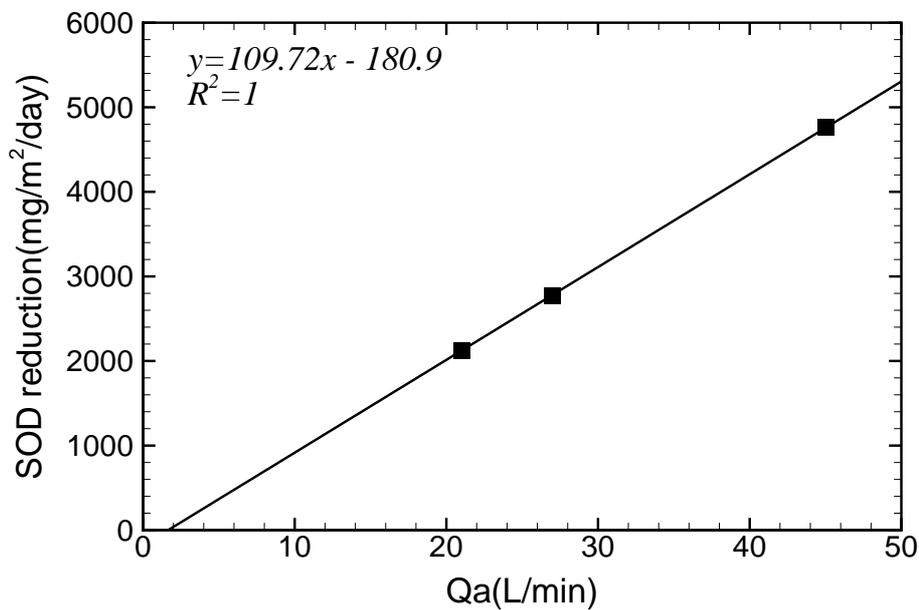


図 9: 純酸素供給量と SOD 減少量の関係

¹⁾ 酸素消費速度のことで Sediment Oxygen Demand の略である。SOD が高いほど底泥の汚染度合いが強いことを意味する。