

大阪市立大学大学院工学研究科	学生会員	○馬込	大地
大阪市立大学大学院工学研究科	正会員	重松	孝昌
東洋建設株式会社鳴尾研究所	正会員	藤原	隆一

1. 背景と目的

2004 年以後、毎年 8 月に実施されている大阪湾一斉水質調査の結果によれば、湾奥部の底層貧酸素化は広範囲に及び、夏季には港湾海域のほぼ全域が貧酸素化していると言っても過言ではない状況にあることが明らかである。特に、2004 年 8 月 2 日の調査は、台風の影響を強く受けた直後の観測結果であるにもかかわらず、貧酸素化は解消されておらず、港湾海域の環境改善が重要かつ困難な課題であることを示唆している。この一因として、港湾海域の著しく高い閉鎖性が挙げられる。閉鎖性が高いために流動がほとんどなく、その結果、港湾海域は成層化して鉛直混合が抑制され、底層への酸素供給量が少なくなるとともに、活発な底質の酸素消費のために、貧酸素化が進行しやすい環境構造になっている。

本研究では、ポンプを用いて港湾海域の表層水を底層へと供給することによって海域の流動および鉛直混合を促進し、これによって貧酸素化の発生を抑制することを目的として、現地実験を行った。

2. 現地調査の概要

調査は、尼崎西宮芦屋港鳴尾港(図-1)において、2007 年 9 月 14 日(12 時 30 分～19 時 00 分)に行なった。鳴尾港の南東隅角部にポンプを設置し、表層水

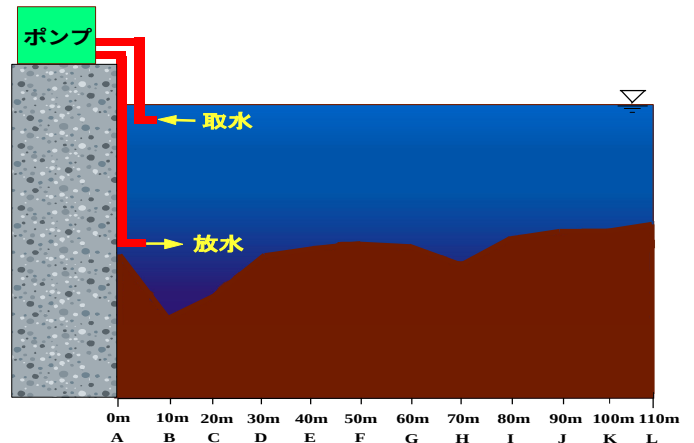


図-2 現地概念図

を水底直上から、南西岸壁沿いに北西方向へと水平に放流した。取水口は水底上約 4.0m に位置し、取水・放水パイプの内径は 0.2m、送水量は約 $1.3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ であった。

計測は、南西岸壁沿いに 10m 間隔で行った。溶存酸素は、DO 計(YSI 社製 model-58)を用いて水面から 0.5m 間隔で、水温・塩分は Compact-CTD(アレック電子製)を用いて 0.1m 間隔で、それぞれ鉛直分布を計測した。ポンプは、13 時 45 分～17 時 00 分の期間だけ稼働させ、ポンプ稼働中、および、その前後に計測を行った。このとき、底層の流速は二次元電磁流速計(アレック電子製)を用いて計測した。

なお、ポンプによる底層放流の影響がないであろうと推測した、ポンプ設置位置より南東護岸沿いに 50m 離れた地点 O でも、同項目の計測を行った。

3. 測定結果

表-1 は、各地点におけるポンプ稼働期間中の底層流速を示したものである。ポンプ稼働期間中は、放出口では平均 0.47m/s の流速が計測された。D 地点では、ポンプ稼働前には 0.006m/s であったが、ポンプ稼働後は平均流速が 0.12m/s であった。このとき、B 地点、C 地点における底層流速は、D 地点より放

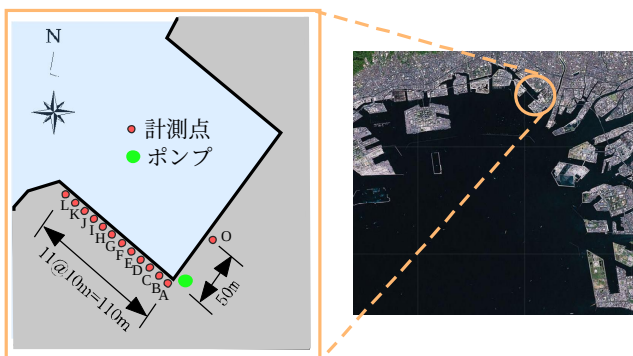


図-1 調査地点

表-1 各地点における底層流速

地点	A	B	C	D	F
流速(m/s)	0.47	0.02	0.06	0.12	0.06

流口に近いにもかかわらず、0.02m/s および 0.06m/s と D 地点よりも平均流速が遅かった。この理由として、B、C 地点では海底形状が窪んでいるため、ポンプからの放出水は、水底直上ではなくやや上方を沖側へと流れたのではないかと考えられる。D 地点よりもさらに 20m 沖側の F 地点においても、0.06m/s 程度の平均流速が計測されており、放流方向には 50m 離れていても放流口における流速の約 10% 程度の流速が観測されたことになる。

図-3～図-5 は、各地点における水温・塩分・密度の分布を示したものである。ポンプ稼働前の測定結果を見れば、水深 0.5m および 3.8m 付近に水温躍層が、また、水深 0.5m および 3.0m 付近に塩分躍層が形成されており、その結果として明瞭な密度躍層が形成されていることがわかる。ポンプ稼働中の測定結果を見ると、いずれの地点も時間の経過とともに、水温や塩分の躍層が崩壊し、それらの鉛直分布は均一化していくことがわかる。ポンプ停止後の水温の鉛直分布を見れば、水深 4.5m 以浅はおおよそ均一な温度場であるが、それ以深では水温が低くなっている。また、塩分の鉛直分布を見れば、表層では塩

分の低下が、また、およそ 4.5m 以深では塩分の上昇が見られる。以上のことから、本実験による表層水の底層への供給システムを稼働すれば、密度躍層を破壊することは可能であるが、システムを停止すれば密度成層が発達し始めることがわかった。

図-6 は、各地点における DO の分布を示したものである。ポンプ稼働前は、地点 B、D、F において、水深 2.0m 以深では DO は約 2mg/l を示し、水底はほぼ無酸素状態であった。ポンプを稼働すると、いずれの地点においても DO は回復する傾向を示すことがわかる。ただし、表層では光合成によって酸素が生成されているため、この酸素生産の影響とポンプ稼働による影響を分離して評価することは難しい。ポンプ停止後は、水深 5.0m 以深で 1～3mg/l となり、再び貧酸素化に向かう傾向が見られた。

4. まとめ

本研究によれば、表層水を底層へ輸送して水底上を水平に放水すれば、本実験条件の下では送水方向に約 100m までは、密度成層を崩壊させることが可能ではないかと考えられた。なお、地点 O は底層放水による環境影響がないであろうと推定していたが、測定結果によれば、その影響を受けていると考えられる。すなわち、底層放水による環境への影響は、放水方向だけでなく、本実験条件の場合には、少なくとも 50m は垂直方向にも及ぶと考えられた。

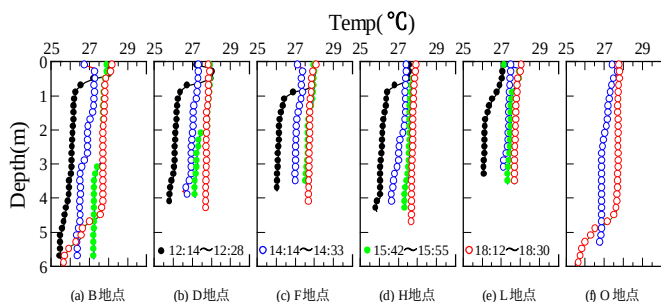


図-3 各地点における水温の分布

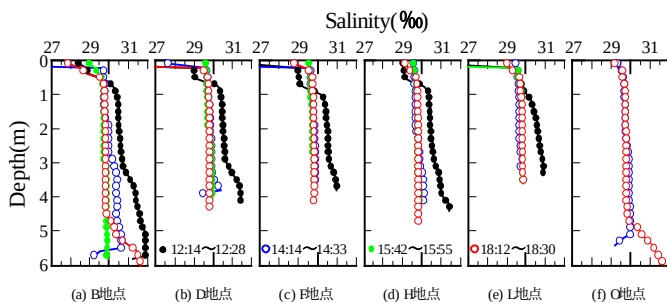


図-4 各地点における塩分の分布

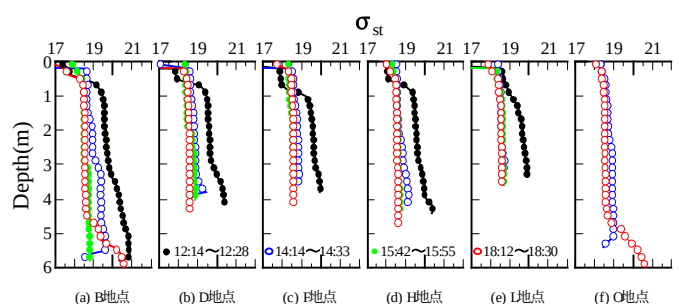


図-5 各地点における密度の分布

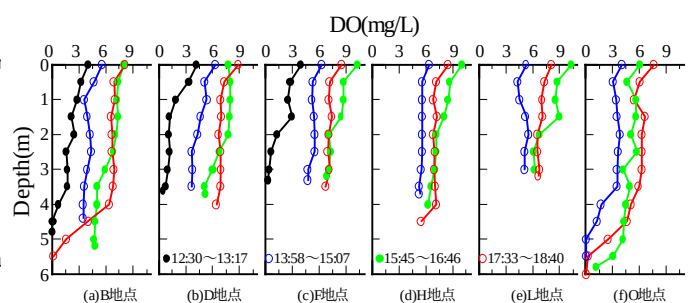


図-6 各地点における DO の分布