

閉鎖性水域における水循環の促進による水質改善効果に関する現地調査

大林組技術研究所 正会員 ○宮岡 修二 同 左 正会員 辻 博和

1. はじめに

湾奥の運河域をはじめとした停滞性水域では、夏場に成層し鉛直方向の流れが起きにくくなり、下層水域が貧酸素化しがちである。そして、底質からは栄養塩類の溶出が増大し、さらには、嫌気化して硫化水素が発生する。阪南港岸和田旧港はこうした水域の典型であり、水質改善が求められていた。そこで、局所的な対策として、平成9年度から、間欠式空気揚水管を用いた海水の強制循環が実施されている^{1),2)}。この対策の効果を把握する目的で、平成11年度に現地調査を実施したので、その結果について報告する。

2. 対象水域

対象とした阪南港岸和田旧港は、水面積約15ha、最大水深約14mの茶碗型形状をしている。港の前面には防潮堤が配置されており、きわめて閉鎖性の強い水域となっている。外海とは、幅30m、水深約5mの水路2本を介してしか接していない。対策前の平成8年度までは、7～9月にかけて明瞭な水温、塩分躍層がみられ、水深が5m以深の海水の溶存酸素濃度は1mg/l未満の無酸素状態であった。港内の水量は、全体で約130万 m^3 、そのうち、水深5m以深の水量が約30万 m^3 である。

3. 対策の概要

貧酸素化の防止策として、水域内に間欠式空気揚水管を設置した。設置概要は図-1の通りである。揚水管は、延長が6m、直径が約1mの円筒であり、陸上のコンプレッサから送られた空気を間欠的に気泡弾として発生する。この気泡弾の上昇に伴う上向流を利用して、底層水を揚水し上下層の海水混合を促進する。筒の下端は水底面から2mの高さにあり、底質直上1～2mの下層水を揚水する。揚水管の設置場所は図-2に示した。エアリフト型の装置であることを考慮し、効率よく揚水できるように、できるだけ水深の大きい地点に設置した。送気量は約2t/(min・基)。装置の運転は、下層水塊が貧酸素化する前の平成11年4月19日に開始した。そして、海域が十分に循環期に入った11月24日に停止した。その後は、装置本体を陸上げし整備点検を行った。

4. 調査内容

調査地点は、図-2に示す通りである。港内には特に水深の大きい場所が3ヶ所あり、これらの地点を含めて、港内5地点、港外2地点で調査した。計測は、月に1度の頻度で行ない、現地では透明度と水温、塩分、溶存酸素濃度(DO)の鉛直分布を機器で計測した。採水試料について、酸化還元電位は船上で直ちに測定し、クロロフィルa、窒素、リンについては試料を実験室に持ち返って分析した。

5. 調査結果および考察

5.1 水質、DOの経時変化 港内5地点、港外2地点で、鉛直方向に1mピッチで測定したが、水深が7～8mまでの値は、地点による違いはあまりみられなかった。そこで、水深が12～15mの3地点の中層(1/2水深) 下層(底面+1m)の結果を中心に述べる。[水温]図-3に示したように、間欠式空気揚水管の近傍のst.2では、中層、下層の水温は、ほぼ同じ値で推移した。一方、揚水管が設置されていない窪地のst.5では、下層水温の上昇が緩やかであり、8/24の調査までは中層水温との間に4～6℃の較差があった。図示しないが、港外の対照地点st.6-2ではst.2と同様な値で推移した。[DO]図-4は、st.2とst.5の上中下層の溶存酸素濃度の測定結果を示したものである。st.5では5月から9月まで、また、図示しないがst.6-2では6月から9月まで、下層の溶存酸素濃度が0.5mg/l未満であった。これに対してst.2では0.5mg/l未満となったのは7～8月であった。揚水管の運転した窪地でも、

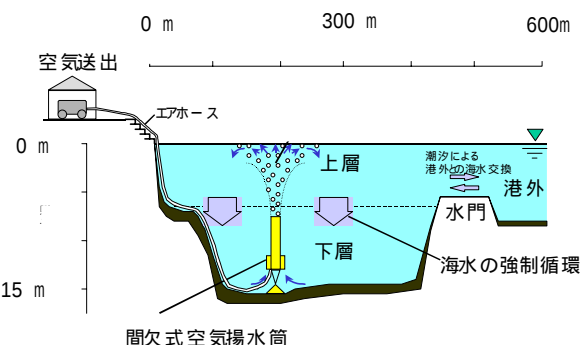


図-1 対策の概要

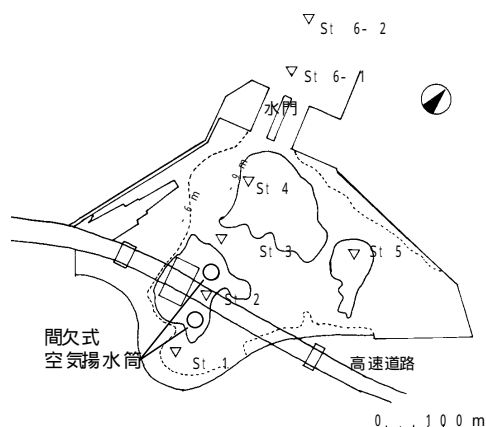


図-2 水深コンター及び調査地点

キーワード：閉鎖性水域、内湾、貧酸素、成層、水循環、間欠式空気揚水管

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL0424-95-1060 FAX0424-95-0906

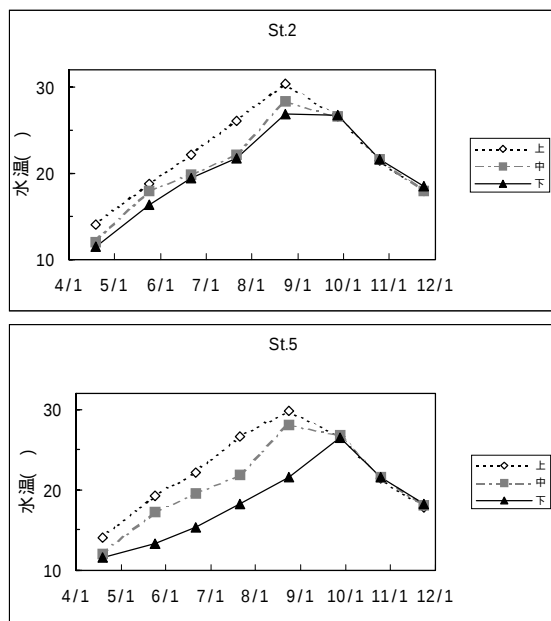


図 - 3 水温の経月変化

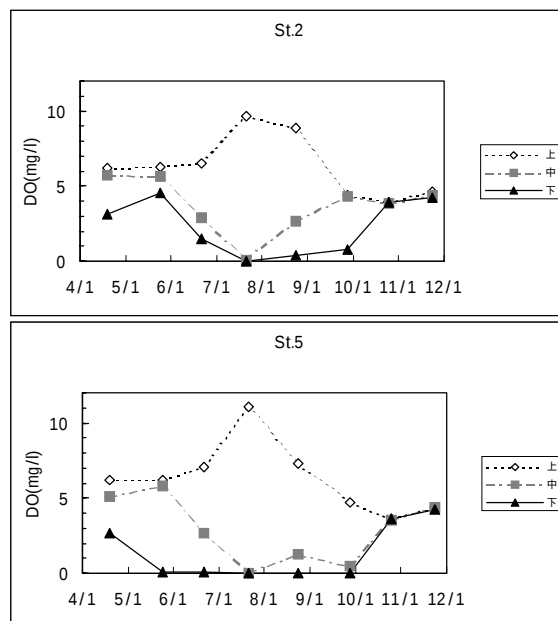


図 - 4 溶存酸素濃度の経月変化

夏場に下層水が無酸素状態にはなった。しかし、その期間は揚水筒を運転していない窪地に比べて明らかに短縮された。

5.2 臭気 臭気を官能調査するとともに、臭気の指標として酸化還元電位を測定した。その結果を図 - 5 に示す。st.2では、6月、7月の採水時に、下層水で弱い硫化水素臭が感じられた。酸化還元電位もこの2回の調査で低くなっていた。st.5では、5月から9月まで下層水に硫化水素臭が感じられた。特に、6月～8月にかけては、極めて強い硫化水素臭であった。この間、下層水の酸化還元電位は低くなっていた。なお、4月の酸化還元電位は欠測であるが、全地点の全ての採水試料について硫化水素臭は感じられなかった。また、中層、上層の試料については硫化水素臭は感じられなかった。

先のDOの結果を併せて考察すると、窪地内に間欠式空気揚水筒が設置されていたst.2では、下層水の嫌気化は6～7月頃にかけて進行したものの、8月末には解消したと判断される。一方、窪地内に間欠式揚水筒が設置されていなかったst.5では、下層水の嫌気化は4月から5月にかけて進み、9月末までは継続して嫌気状態であったと判断される。

5.3 透明度およびクロロフィルa 透明度は、6～9月にかけて全域で低かった。特に8月は港内、港外を問わず、コーヒー色を呈し、阪南港沿岸域一体に赤潮が発生していた。揚水筒近傍の調査地点であるst.2と、港外のst.6-2の透明度を比較してみると、6、8月はst.2の方が透明度は幾分か低く、クロロフィルa濃度は高かった。

5.4 全窒素、全リン st.2の全窒素、全リン濃度は上中下層とも概ね同程度であり、それぞれ0.5mg/l、0.06mg/lであった。一方、st.5では5月～8月まで、下層の全窒素、全リン濃度がそれぞれ1.5～2.2mg/l、0.4～0.8mg/lと高かった。

6. 結論 (1) 対策を開始した平成9年以前は、7月から9月にかけて水深5m以深の海水全体が無酸素化し、中層でも硫化水素臭が感じられていた。これに対して、本年度は7月から9月にかけて、中層で著しい臭気は感じられなかった。すなわち、間欠式空気揚水筒の運転により、嫌気化する水塊の規模は縮小した。(2) 窪地内に間欠式空気揚水筒を設置・運転させた地点では、下層水の栄養塩類濃度は低減し、DOも上昇した。ただし、現地の環境基準であるDO2mg/lを目標とすれば、夏場の下層DOは十分に回復したとは言えない。(3) 間欠式空気揚水筒が設置運転された窪地(st.2)と無対策の窪地(st.5)について、下層水の水質を比較調査した。その結果、st.2では下層水の改善が認められたが、海底地形の凹凸のため、揚水筒の効果はst.5の下層には及ばないことがわかった。

謝辞 本調査は、岸和田港湾都市株式会社のご協力のもとに実施した。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 岡岡、他：第51回土木学会年講 部門、p.350-351、(1996)、2) 石垣、他：第51回土木学会年講 部門、p.352-353、(1996)

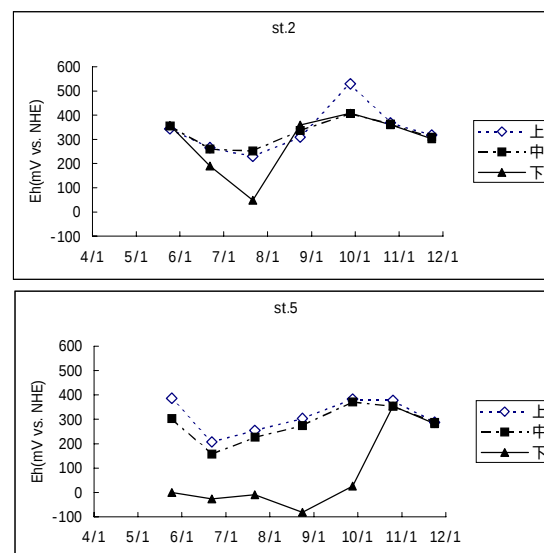


図 - 5 酸化還元電位の経月変化