

○大阪大学工学部 学生員 佐々木昇平 大阪大学大学院工学研究科 学生員 入江政安
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田修三 大阪大学大学院工学研究科 正会員 中辻啓二
 国土交通省神戸港湾空港技術調査事務所 中道正人

1. はじめに

大阪湾の流動・水質に関する現地観測はこれまで数多く行われてきたが、湾奥部の人工島背後や防波堤内の狭い沿岸水域を対象とした観測例は少ない。そのため、停滞性が強く、流速の小さい、入り組んだこのような水域での貧酸素水塊の動態については未だ解明されていない。本報では尼崎西宮芦屋港で 2003 年 4 月～11 月の期間に実施した調査結果に基づき、停滞性の強い水域での貧酸素水塊の挙動の解明を試みる。

2. 現地観測の概要

観測は尼崎西宮芦屋港（東西約 6.7 km、南北約 4.6 km）を対象に行い、2003 年 4 月 17 日から 2003 年 11 月 27 日までの約 8 ヶ月間実施した。水質調査にはクロロフィルセンサー付き STD および DO 計を用いた。調査項目として塩分、水温、クロロフィル a、濁度、DO を観測期間中ほぼ週に 1 回の割合で計 17 回測定した。観測点は図-1 に示す A1～A6、B1～B3、C1～C5、D1 の計 15 点である。観測方法は全て観測船による巡回測定である。

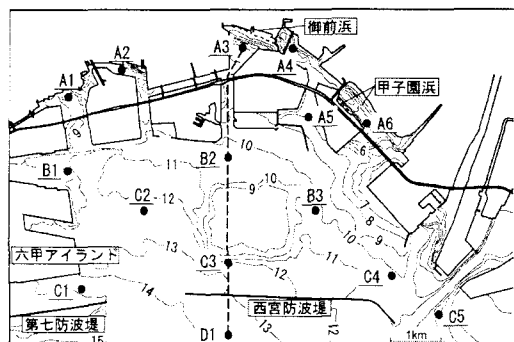


図-1 観測点の位置（点線は縦断断面を示す）

3. 観測結果および考察

2003 年は平年に比べて夏季の日照時間が非常に少ない冷夏の年であった。2002 年の観測結果¹⁾では、湾奥部において夏季（6 月～8 月）には南西風が卓越し、低気圧の通過等により強い北寄りの風が時折吹くことが観測されている。南西風は貧酸素水塊の拡大を促し、逆に、北寄りの風は湾奥部での底層水の湧昇を喚起し、貧酸素水塊の縮小を促すことが明らかになっている。2003 年の 6 月～8 月にかけては平年よりも南西風の吹く期間が少なく、北寄りの風が吹く期間が多かった。しかし、9 月に入ると平年の夏季に見られる南西風が卓越していた。

図-2 は 4 月 17 日、9 月 9 日、11 月 7 日に観測した DO 濃度の縦断分布（A3、B2、C3、D1）を示す。4 月 17 日には、すでに人工島背後の水域（A3）で貧酸素水塊が発生していることがわかる。9 月 9 日は観測期間中で、最も貧酸素水塊が拡大した日であり、港内において水深 4m 以深で貧酸素化し、6m～7m 以深では DO が 1mg/l のほぼ無酸素状態にまで低下していることがわかる。この日の密度分布、クロロフィル a の分布を図-3 に示す。同図より、水深 4m に密度成層が発達していること、また、水深 4m 以浅ではクロロフィル a 濃度が高いことがわかる。この密度成層は主に上・下層の水温差によるもので、この成層により鉛直混合が抑制され、表層での再曝気や、有光層における植物プランクトンの光合成により生成された酸素が底層へ供給されにくくなる。このため、表層の DO が 10mg/l 以上もあり、飽和度で 100% を超える過飽和状態であるにも拘わらず、下層の貧酸素水塊には縮小傾向が見られない。密度躍層が存在する水深 4m 以深になると DO が急激に減少し、上層と下層の DO の濃度差も大きくなっている。9 月 27 日以降は表層の水温が低下しはじめ、温度成層が弱まっていく。それにともない貧酸素水塊も徐々に消滅し始める。11 月 7 日の DO 分布を見ると港内の観測点（B2、C3）では、ほぼ貧酸素水塊が消滅しているが、人工島背後の水域の下層では依然として貧酸素水塊が残存している。11 月 27 日には温度成層が消滅し、4 観測点ともに貧酸素水塊は確認されなかった。

Shohei SASAKI, Masayasu IRIE, Shuzo NISHIDA, Keiji NAKATSUJI, Masato NAKAMICHI

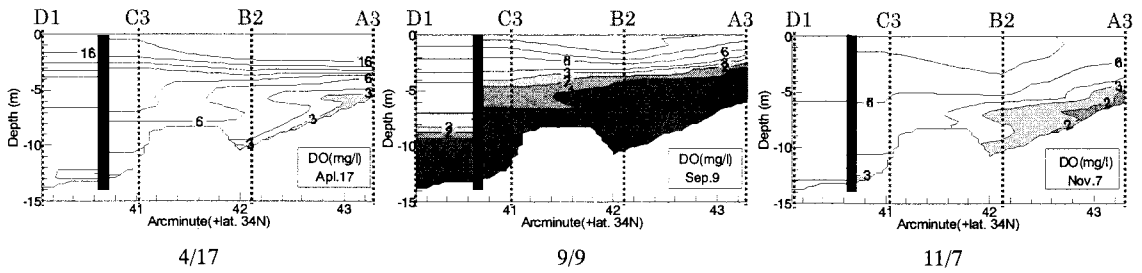


図-2 発生期，発達期，消滅期における DO (mg/l) 縦断分布 (A3, B2, C3, D1 断面)

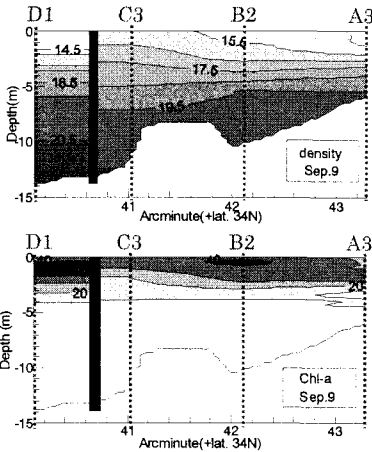


図-3 9月9日のクロロフィル a ($\mu\text{g/l}$) (上段)，
密度 (σ_t) 分布 (下段)

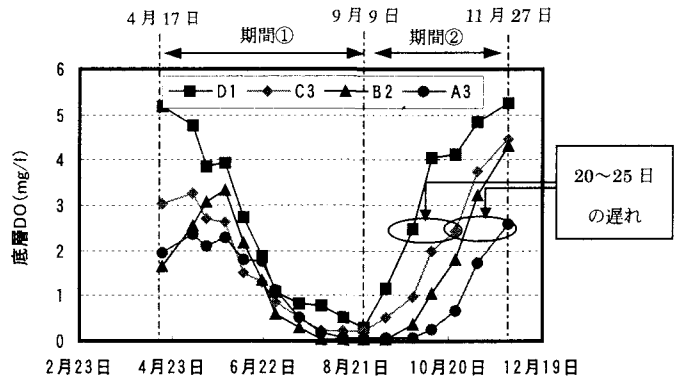


図-4 底層の DO 値の季節変化 (6 週間移動平均)

縦断断面 A3～D1 の底層 (海底上 0.5m) の DO 変動を 6 週間で移動平均し，その季節変動を示したのが図-4 である。同図より，4 地点ともに夏に向けて徐々に底層水が貧酸素化し，秋から冬の初めにかけて貧酸素状態が改善していく傾向が認められる。しかし，同様な傾向を示すものの，奥部に位置する観測点ほど DO が低いこともわかる。

貧酸素化が進行する期間①では，奥部に位置する観測点ほど底層 DO が低いものの，その差はさほど大きくなく，A3 と港内 (B2, C3)，A3 と防波堤外 (D1) での差はそれぞれ 1mg/l, 1.5mg/l 程度にとどまっている。また，貧酸素化の進行状況に大きな差はなく，1 週間程度の差異はあるが，ほぼ同時に進行していることがわかる。それに比べて，底層 DO の回復期 (期間②) になると，A3 と港内 (B2, C3)，A3 と D1 での差はそれぞれ 2mg/l, 2.5mg/l と，期間①よりも大きい。さらに，回復状況の差異も認められ，A3 と港内 (B2, C3)，A3 と D1 でともに 20 日～25 日と長いことが認められる。このことから，港内と人工島背後における水域特性の差異は貧酸素化の進行時期よりも回復期において顕著にみられることがわかった。

また，回復期の遅れにより，貧酸素状態にある期間も観測点ごとに差が生じている。底層 DO が 3mg/l 以下になる期間を見ると，D1 で 6 月の始めから 10 月までの約 4 ヶ月間であるのに比べ，港内 (B2, C3) では 6 月から 11 月までの約 5 ヶ月間と，1 ヶ月の差が認められる。2mg/l 以下である期間は防波堤外では 6 月の終わりから 9 月半ばにかけての約 3 ヶ月間，港内の観測点は 6 月の始めから 10 月の終わりまでの約 5 ヶ月間，A3 では 6 月から 11 月半ばまでの約 6 ヶ月間となっており，人工島背後と港内，人工島背後と防波堤外の水域での貧酸素状態にある期間の差はそれぞれ 1 ヶ月，3 ヶ月と大きいことが明らかになった。

＜参考文献＞ 1) 中辻啓二・入江政安・西田修三・湯浅楠勝：大阪湾湾奥部閉鎖性海域における貧酸素水塊の現地調査，水工学論文集，第 47 巻，pp.1285-1290，2003