

[ノート]

大阪湾の底層溶存酸素濃度の変遷

宮崎 一¹

¹ 兵庫県環境研究センター 水質環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町 3-1-27)

Changes of Dissolved Oxygen in the Bottom water in Osaka Bay

Hajime MIYAZAKI¹

¹ Water Quality Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,
3-1-27, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

Changes of dissolved oxygen in the bottom water in the most inner part of Osaka bay in summer were evaluated from 1982 to 2007. Despite of improvements of water qualities, oxygen deficiency in the bottom water had continued occurring. In research period, nutrition salts were eluted from sediment slightly, but oxygen deficiency was possible to damage to benthic animals. The reasons why oxygen deficiency had done were following two reasons. (1) Excess organic substance contained in sediment consumed oxygen. (2) Loss of natural and semi-natural coast gave severe damage to the eco system which purified sea water.

はじめに

大阪湾の水質については、COD、全りん、全窒素の総量規制等の行政施策の実施により、漁業被害が頻発した1970年代以降徐々に改善されてきた。

しかしながら、近年ではCODの環境基準の達成率が陸域からの汚濁負荷削減に見合った改善を示さなくなっている。また、底質及び生物多様性のような生物指標についても未だ改善途上にある。

このように、汚濁負荷削減が海域環境改善に繋がらない要因の一つは、海域での生態系の損失であろうと考えられる。本報告では海域の生態系維持に最重要である溶存酸素濃度を経年変化を評価することにより把握し、今後の海域環境改善に向けた方策の抽出に資する。

方法

水質、底質のデータについては、環境省実施の瀬戸内海広域総合水質調査の結果を1982年度から

2007年度分まで評価した。

調査地点 (Fig.1) については、大阪湾奥に位置し

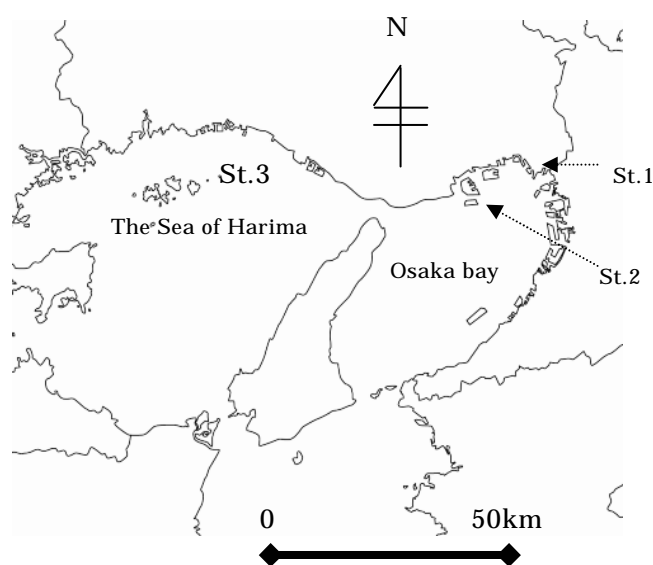


Fig.1 Map of sampling stations

毎年夏季に底層が貧酸素化する地点を2地点選定した (St.1 北緯34°41'42" 東経135°19')

50 , St.2 北緯34° 39' 30" 東経135° 15' 50") .また,比較のため播磨灘沿岸部において貧酸素化が認められる地点を1地点選定した(St.3 北緯34° 45' 48" 東経134° 41' 02") .分析方法については,環境省が毎年度示す広域総合水質調査実施要領に従いJIS K 0102¹⁾, 海洋観測指針²⁾ または底質調査方法³⁾の方法に準拠した. なお,底質の全有機炭素(TOC)については,底質試料を塩酸により脱炭酸処理した後,CHN分析計((株)柳本製作所製 MT-3)により測定した.

結果および考察

1. 溶存酸素濃度(DO)の変遷

St.1~3における1982年度以降の夏季(7月)における底層(海底上1m)のDOの経年変化をFig.2に示す(St.1の1994年度は欠測).

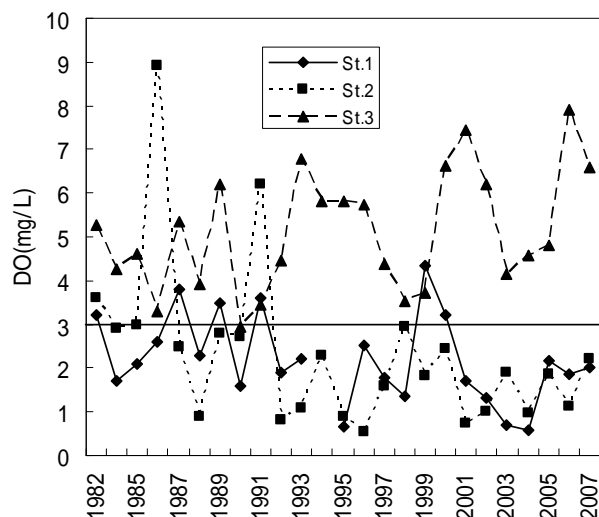


Fig.2 Changes of Dissolved Oxygen(DO) in the bottom water in Osaka bay and the Sea of Harima in summer seasons

大阪湾奥に位置するSt.1と2では1980年代から2000年代初頭にかけて減少傾向にあり,2001年度以降2007年度まで,底層生物が生存可能な最低濃度の目安とされる3mg/L⁴⁾を下回る低濃度が維持されている.これに対して播磨灘沿岸部のSt.3では1980年代以降変動を伴いながらDOは増加傾向にあり1991年以降は3mg/L以上を維持している.長期的な傾向を確認するため1982年度~1989年度,1990年度~1999年度,2000年度~2007年度の3期に分割して平均値を算出した結果をFig.3に示す.

播磨灘沿岸部の増加傾向と対照的に,大阪湾奥での底層貧酸素化の継続的な発生が示された.

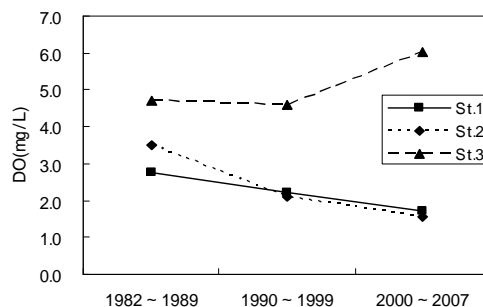
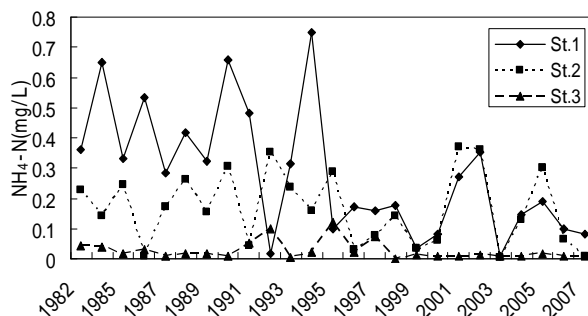


Fig.3 Changes of average DO in each stations in summer seasons

2. 底層貧酸素化が水質に与える影響

底層貧酸素化時には底質からの栄養塩の溶出が懸念される.このため,窒素およびりんが底層貧酸素化時に底質から溶出する形態である, $\text{NH}_4\text{-N}$ (アンモニア態窒素)および $\text{PO}_4\text{-P}$ (りん酸態りん) について調査期間中における夏季のSt.1~3の底層での変遷をFig.4に示す.

(1) $\text{NH}_4\text{-N}$ (Ammonium nitrogen)



(2) $\text{PO}_4\text{-P}$ (phosphate phosphorous)

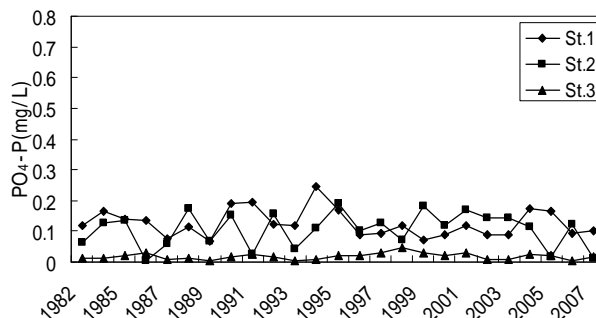


Fig.4 Changes of water qualities in the bottom water in Osaka bay and the Sea of Harima in summer seasons

$\text{NH}_4\text{-N}$ については,大阪湾奥において1990年代中頃までSt.1では0.6mg/L, St.2では0.2mg/Lを超える濃度が検出されたが,近年は変動を伴いながら

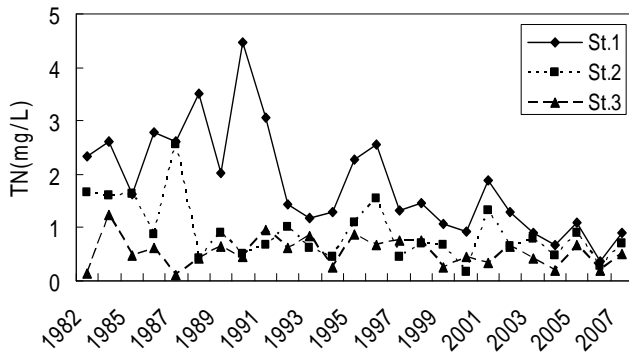
の減少傾向を示し、2007年には両地点ともに0.1mg/Lを下回った。PO₄-Pについては、St.1およびSt.2ともに0.25mg/L未満で推移し、調査期間を通じて横ばい傾向を示している。播磨灘沿岸部のSt.3ではNH₄-NおよびPO₄-Pともに調査期間を通じて概ね大阪湾奥の2地点を下回り、横ばい傾向を示した。

これらのことから、近年の大阪湾奥における底層貧酸素化の継続に伴う、底質からの栄養塩の溶出の影響は軽微と認められた。

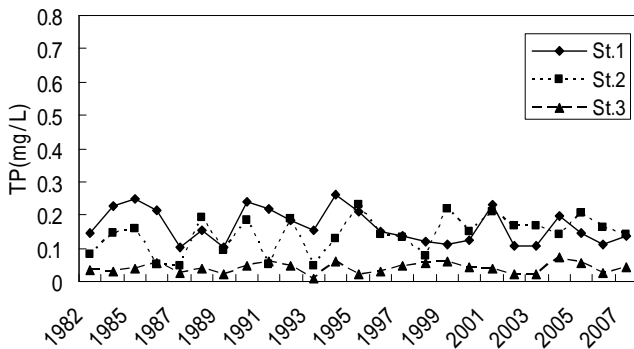
3. 水質の変遷

海域の水質および底層貧酸素化と行政施策による陸域からの負荷削減との関係を把握するため、調査期間の夏季における表層水のTN(全窒素)、TP(全リン)、COD(化学的酸素要求量)、Chl-a(クロロフィル-a)の経年変化を、Fig.5に示す。

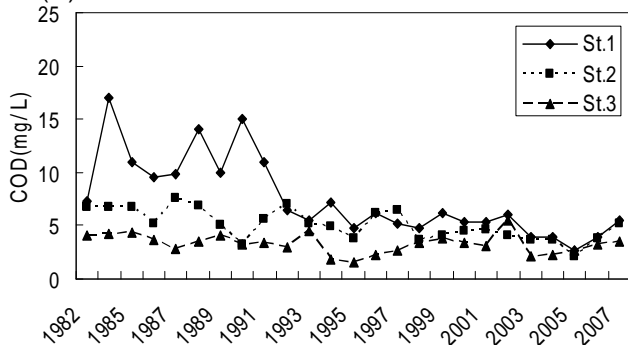
(1)TN(total nitrogen)



(2)TP(total phosphorous)



(3)COD



(4)Chl-a

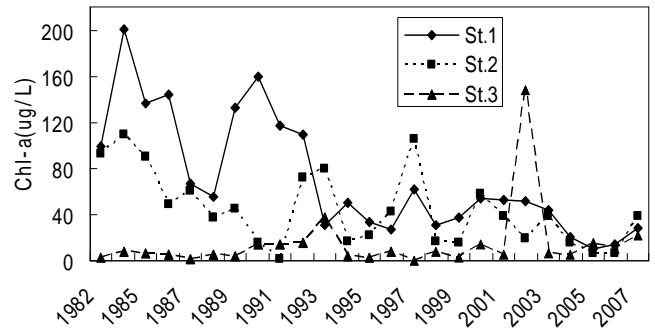


Fig.5 Changes of water qualities in the surface water in Osaka bay and the Sea of Harima in summer seasons

栄養塩の指標であるTNは1980年代から1990年代初頭まで大阪湾奥において高濃度であり、St.1では4mg/L、St.2では2mg/Lを超える高濃度が検出されたが、2001年以降は漸減し1mg/L程度まで減少した。また、TPは1982年以降0.3 mg/L未満でほぼ横ばい傾向となっている。D₀を消費・減少させる有機物の指標であるCODはTNと同様に1990年代初頭まで大阪湾奥で高濃度であり、St.1では10mg/L、St.2では7mg/Lを超える高濃度が検出されたが、漸減し5mg/L程度に減少した。海域での有機物の内部生産の指標であるChl-aは1980年代から1990年代初頭まで大阪湾奥で高濃度であり、St.1では200ug/L、St.2では100ug/Lを超える高濃度が検出されたが、近年では赤潮発生時を除くと50ug/L以下にまで減少している。播磨灘沿岸部のSt.3では、栄養塩および有機物指標の両方共にこの期間は、概ね大阪湾奥の2地点を下回る値で横ばい傾向であった。これらのことから、大阪湾奥での底層貧酸素化は栄養塩および有機物指標の減少に関わらず継続しており、水質改善において反映された陸域からの汚濁負荷の削減施策が底層の貧酸素化対策には、未だ十分な効果を上げているとは言い難い面があることが示唆された。

4. 底質の変遷

底層の貧酸素化に関しては、富栄養化の進行等により底質中に蓄積した有機物による酸素消費が大きな影響を有する。

この影響を検討するため大阪湾奥St.2(St.1の同一調査でのデータが無いためSt.2の結果を代表値とする。)の底質中の有機物指標であるCODおよ

びTOC（全有機炭素）の経年変化をFig.6に示す。1998年まで大きな変動を示していたが、1999年以降は概ね横ばいまたは緩やかな減少傾向を示しており、有機物の増加は認められない。しかしながら過去からの有機汚濁負荷の蓄積を反映して、近年でも依然高濃度の有機物含有していることから底層の貧酸素化を引き起こす可能性を有している。

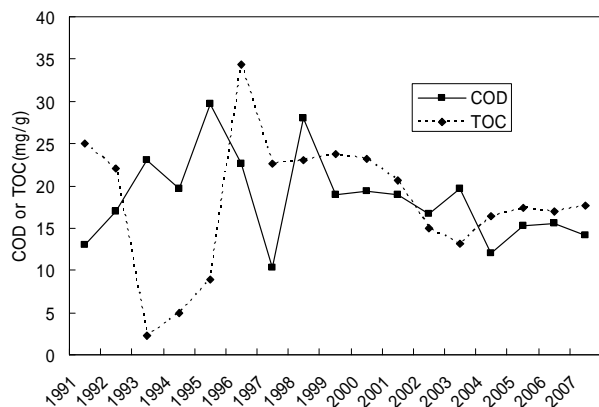


Fig.6 Changes of COD and TOC in the sediment at St.2

また、播磨灘沿岸部のSt.3については、同一調査でのデータが無いため瀬戸内海環境情報基本調査における近傍地点での結果⁵⁾から推定すると底質は概ね改善されつつあることが示唆される。このことは、St.3において底層の貧酸素化が軽減されていることと整合する。

5. 貧酸素化の発生要因としての自然海岸の減少

今回の調査地点に影響を有する大阪湾北部（海岸延長305.91km,大阪湾奥）および播磨灘北部（海岸延長499.88km,播磨灘沿岸部）における自然海岸の保全状況⁶⁾について、表1に示す。

表1 大阪湾及び播磨灘の海岸の存在様式の比率（単位：%）

	自然海岸	半自然海岸	人工海岸	河口部
大阪湾北部	0	3.9	94.3	1.9
播磨灘北部	45.7	15.4	38.2	0.8

自然および半自然海岸が極端に減少した大阪湾奥では生物の生息場が失われ、生物が担っていた

物質循環が機能し難くなった結果として、浄化作用が失われていると考えられる。

一方、播磨灘沿岸部では自然および半自然海岸が大阪湾奥と比較して長い延長で残存しており、生物が担う物質循環も海岸延長に応じて機能していると考えられる。このことは底質環境において、大阪湾ではFig.6に示した有機物指標の緩やかな減少とTPの若干の悪化が混在していること⁷⁾に対して播磨灘では概ね改善傾向が認められること⁵⁾と整合する。

大阪湾奥では以上のことから、総量規制等の行政施策による陸域からの汚濁負荷の減少に伴い、栄養塩または有機物指標に関して水質は改善し、底質の悪化には一定の歯止めがかかっているが、自然海岸等の消失により生物による物質循環が機能できないため、過去から底質に蓄積した有機汚濁負荷の影響を受け夏季の底層の貧酸素化が発生することが示唆された。これらの理由から大阪湾奥の底層貧酸素化の改善には、海岸の修復を行い生物による物質循環を駆動させ浄化作用を取り戻させること、また、底質に過去から蓄積した有機汚濁負荷を浄化することが必要であると考えられた。

結論

- 1 播磨灘では1982年以降底層の貧酸素化は改善傾向にあるが、大阪湾奥では継続発生している。
- 2 近年の大阪湾奥における底層貧酸素化に伴う、底質からの栄養塩の溶出は軽微と認められた。
- 3 大阪湾奥の底層貧酸素化は海水中の栄養塩および有機物指標の減少に関わらず継続している。
- 4 大阪湾奥の底質は依然として底層の貧酸素化を引き起こす可能性を有している。
- 5 大阪湾奥では自然海岸等の消失が底層の貧酸素化を発生させる一要因であることが示唆された。

謝辞

本調査には環境省の委託業務である瀬戸内海広域総合水質調査のデータを使用させていただきました。調査の実施および報告にあたっては、環境省、兵庫県農政環境部環境管理局水質課および当センターの皆様の協力を得たことに深く感謝いたします。

文献

- 1) 日本規格協会:工場排水試験方法 JIS K 0102 ,
東京, 42-43,94-95,143-145,
166-174,175-176,179-181 (1998)
- 2) 気象庁編:海洋観測指針, 114-122, 日本気象
協会(1999)
- 3) 環境省:底質調査方法, 72-75(1980)
- 4) 財団法人国際エメックスセンター:環境省補助
事業,2003年度環境技術開発等推進事業[実用化
研究開発課題],閉鎖性海域における最適環境修
復技術のパッケージ化(環境修復技術のベストミ
ックスによる物質循環構造の修復)研究開発成果
報告書,3-5,(2004)
- 5) 社団法人瀬戸内海環境保全協会:2002年度環
境省委託業務結果報告書,瀬戸内海環境情報基本
調査-播磨灘・燧灘・別府湾-(解析編),7-21
(2003)
- 6) 環境省:自然環境保全基礎調査,78(1980)
- 7) 社団法人瀬戸内海環境保全協会:2004年度環
境省委託業務結果報告書,瀬戸内海環境情報基本
調査-大阪湾・広島湾・伊予灘・響灘-(解析編),
9-22(2005)

要旨

大阪湾奥において夏季の底層の溶存酸素濃度の経年変化を1982年度から2007年度まで評価した。陸域からの汚濁負荷の削減により大阪湾の水質は一定の改善が認められたが、底層の貧酸素化(以下、「貧酸素化」とする。)は依然として夏季を中心に発生し続けている。貧酸素化による底層からの栄養塩の溶出は軽微であるが、健全な生態系の維持・形成に対する障害が危惧される。貧酸素化の発生が終息しない原因としては、過去からの有機汚濁負荷の蓄積である底質中の有機物による酸素消費、および自然海岸等の減少により生物を担い手とした物質循環に由来する浄化作用が機能できなくなっていることが考えられた。