

博多湾湾奥部における貧酸素水塊の挙動

九州大学大学院 学生会員 鮎本健治
 福岡県保健環境研究所 正会員 熊谷博史
 九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

博多湾は北を海の中道、西を糸島半島に囲まれており、東西に約20km、南北に約10kmの楕円形状をした比較的閉鎖度の高い内湾である。この博多湾で最も湾奥に位置する東部海域は、外海水との交換が悪いことに加え、博多湾流域の流入負荷量の3/4以上が流入しているため、湾内で最も水質悪化が深刻な海域となっている。近年この海域において、貧酸素水塊の発生とそれに伴う底生生物の斃死が明らかになってきており、その対策が急がれている。本研究では、この海域の水質改善の手がかりを得るべく底層の貧酸素水塊に着目した水質観測をした。その結果について報告する。

2. 観測の概要

図-1に示す博多湾湾奥部において、2001年5月22日～9月23日まで約1週間間隔で15日観測した。なお、1日の調査につき干潮時と満潮時の2回観測した。観測地点は、和白干潟に面する浅瀬の中心付近から、約1km毎に5地点設けた。各測点において、多項目水質測定器(堀場製作所、U-20series)を用いて溶存酸素(以下DO)、水温、塩分を水表面下0.1mから0.5m間隔で海底上0.1mまで測定した。また同時に、水表面下0.5mと海底上0.5m、及びその3等分点の計4点で採水し、Chl-aの濃度を測定した。

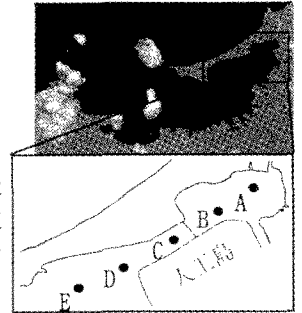


図-1 観測地点図

3. 観測結果

3.1 観測期間の気象状況 図-2に6月1日～9月30日の全日日射量と降水量の変化を示す。全日日射量については、6月は平年並み、7・8・9月は平年よりやや高く、比較的天候に恵まれた。降水量は、6月19日に212mmの降水を記録し、6月19日～6月25日の積算降水量は400mmを越えた。それに対し、8月の降水量は平年値の半分以下であった。

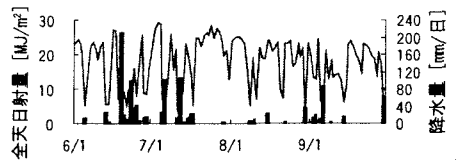


図-2 観測期間の全日日射量と降水量の時系列変化

3.2 水質観測結果 5つの測点のうち、各測点のほぼ中央に位置する測点Cの観測結果を図-3に示す。ここで、水面下0.1mと海底上0.1mを、表層と底層の代表値とした。また、測定した水温と電気伝導度から海水の密度 σ_t を算出し、他の観測項目とあわせて示す。表層水温は観測開始から徐々に上昇し、8月6日の観測でピークを迎え、以降低下していった。一方下層水温は、上層に比べ緩やかに上昇し、8月26日の観測では上層とほぼ同じ温度となった。また、7月15日の観測以降顕著な水温成層の発達が見られ、最大で5℃の差がみられた。上層塩分は6月後半の降雨後急激に低下し、断続的な降雨により7月21日まで低いままであった。この影響を受け、6月30日～7月21日にかけて上下層間の密度差が 10kg/m^3 以上という非常に強い密度成層が形成された。7月27日以降も密度差約 1kg/m^3 の弱い密度成層が8月16日まで続いた。降雨後晴天の続いた6月30日に、Chl-a濃度が上昇、つまり

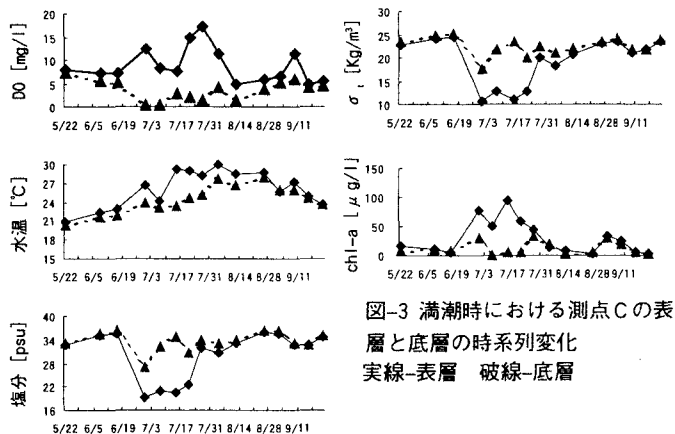


図-3 満潮時における測点Cの表層と底層の時系列変化
 実線-表層 破線-底層

植物プランクトンが大増殖した。断続的に雨の降った7月上旬や、9月上旬にChl-a濃度が増加し、晴天の続いた8月は低い値が続いた。8月は密度躍層より上層の栄養分が渇き、植物プランクトンの生長が妨げられたものと考えられる。表層のDOの変化は、Chl-aの変化と類似しており、植物プランクトンの光合成の影響が強いことが分かる。また、密度成層が形成された6月30日～8月16日まで底層で貧酸素の状態が続き、無酸素状態となることもしばしばであった。

4. 考察

大阪湾において、城(1986)は底層の酸素飽和度は、表・底層間の温度差と相関が高く、密度差との相関は低いと報告している。一方、山根等(1996)は同じ大阪湾における過去20年平均の底層の酸素飽和度は表・底層間の密度差の間に密接な関係があると報告している。理論的に考えても、成層状態を表す表・底層間の密度差の方が底層DOとの間に高い相関関係があるだろうと考えられる。そこで、今回の観測結果をもとに、博多湾における表・底層間の温度差・密度差と底層DOの関係を調べた。ここでは、酸素飽和度の代わりに観測値DO[mg/l]を用いた。その結果を、図-4に示す。これより、DOが0以下にならないことを考慮しDOが0付近の点を除くと、底層DOは表・底層間の温度差よりも密度差とより高い相関関係にあることが示された。

次に、図-4の密度差と底層DOのグラフで、丸で囲まれた点に注目したい。表・底層間の密度差が10kg/m³以上という非常に強い成層状態であるにもかかわらず、底層DOは無酸素状態ではなく比較的DOの高い貧酸素状態となっている。この点は、いずれも7月15日(特に午後)の観測結果であった。そこで、7月15日のDOと密度 σ_t の断面分布図を図-5に示す。7月15日は小潮にあたり、午前干潮を午後満潮を迎えている。午前の干潮時では、A・B・C地点の底層DOは、強い密度躍層の下ではほぼ無酸素の状態である。しかし、午後の満潮時では依然として強い密度躍層が形成されているなか、底層のDOは3mg/l前後まで回復している。また、E地点においても若干ではあるが底層DOは上昇している。強い密度成層が形成されている状況において、上層からのDO供給は考え難い。また、この日の底層のChl-a濃度はいずれの地点においても0に近く、植物プランクトンの光合成によるDOの増加も望めない。この底層の一時的なDOの回復は、湾央にある比較的DOの高い海水がD地点→A地点へと流れ込んだ結果であると考えられる。

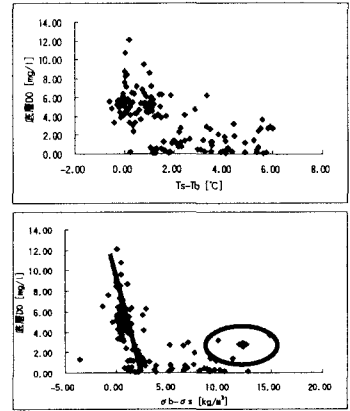


図-4 表・底層間の水温差・密度差と下層DO[mg/l]の関係

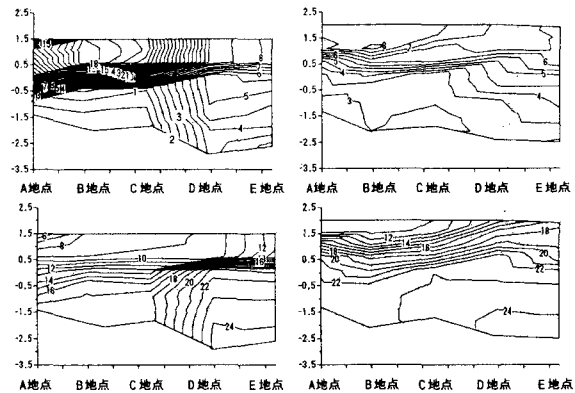


図-5. a 7月15日干潮時のDO (上段)と σ_t (下段)の断面分布 (上段)と σ_t (下段)の断面分布

5. 結論

本研究の結論は以下の通りである。

1. 底層のDOは表・底層間の密度差と密接な関係がある。
2. 表・底層間の密度差が1kg/m³程度の比較的弱い密度成層化においても、底層は無酸素状態となる。
3. 強い密度成層化においても、移流の影響により底層のDOがある程度回復することがある。

参考文献

- 1) 海洋観測指針(第1部), 気象庁編, 日本気象協会, 200p, 1999
- 2) 山根伸之・寺口貴康・中辻啓二, 閉鎖性内湾の貧酸素水塊形成機構に関する研究, 海岸工学論文集, 第45巻, 961-965 p, 1998