

福岡県保健環境研究所 ○熊谷博史

九州大学大学院 鮎本健治 楠田哲也

1. はじめに

近年、閉鎖性の内湾における貧酸素水塊の発生が、底生生物の生息密度減少や斃死、栄養塩の溶出、青潮の発生等の種々の問題を引き起こしている。

今回、夏場の貧酸素水塊が問題となっている博多湾の湾奥部において、長期間の連続観測を実施し、それから得られたデータについて解析を行い、同時に作成した生態系モデルと比較することで、貧酸素水塊の発生・消滅に関わる機構を明らかにし、現在一般に用いられているモデルを使用して現象の再現を試みた。

2. 調査方法

観測期間は、平成12年8月9日～平成12年9月29日であり、その間の観測間隔は10minとした。観測位置（東経130°23'29"、北緯33°39'43"）はFig.1に示すとおりである。この水域は、水深3.5～5.5m程度の浅海域にあり、貧酸素水塊の発生しやすい状況下にある。観測機器の設置状況をFig.2に示す。調査地点の観測水深は、水表面下1mと、底面から1m上方の位置とした。観測項目は、塩分・水温・DO・Total Chlorophyll濃度（以下T-Chlと示す）・濁度・流速及び流向である。

3. 調査結果及び考察

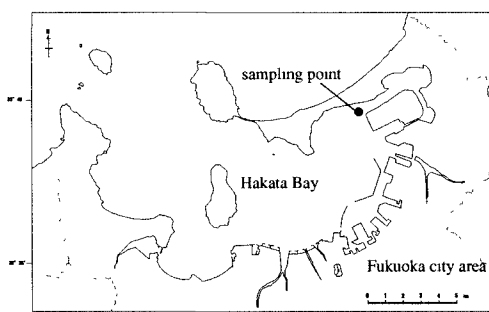


Fig. 1 博多湾と調査地点

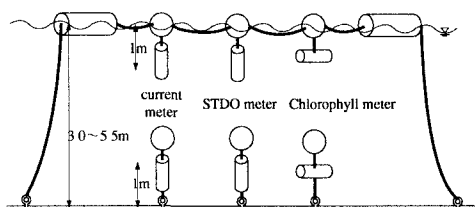


Fig. 2 観測装置設置概要

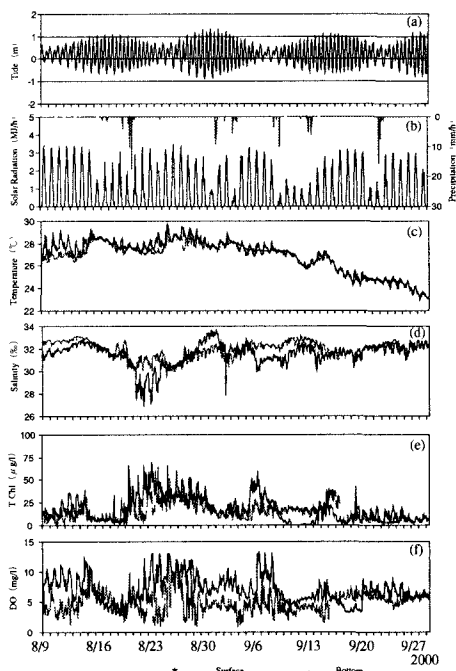


Fig. 3 計算潮位と観測結果

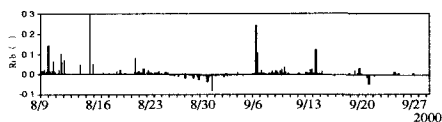


Fig. 4 bulk Ri数経時変化

3.1 観測結果概要

観測結果を、Fig.3 に示す。また、後述する生態系モデルの潮流計算によって算出した潮位、福岡管区気象台で観測された降水量及び全天日射量も同時に示す。観測結果から、全体的な傾向として以下のようなサイクルになる。中潮・小潮期に降水があると、陸域からの栄養塩・淡水の流入が生じる。そして、それに伴う成層化が生じ、T-Chl が、増加する。一方で、成層化の起こった下層では、貧酸素化が進む。そして、大潮期には、その成層化が解消され、濃度の一様化が起こる。

3.2 バルク Ri 数との比較

貧酸素水塊の発生には、密度成層化による水塊の安定と、流れによる成層破壊が大きく関係している。そこで観測結果よりバルク Ri 数を算出した (Fig.4)。図によればバルク Ri 数が増加する際に、上下層間の DO に差が生じ、貧酸素水塊が発生しやすくなっていることがわかる。このことから、バルク Ri 数が、貧酸素水塊の発生予測の指標として用いられていることの妥当性が再確認された。

3.3 短期間の DO 減少

Fig.5 は、観測期間中において下層 DO が強度の貧酸素条件下 ($DO=2\text{mg/L}$ 以下) に減少したとき、その時点から 20 分前の DO 濃度の頻度を示したものである。図から、先に $7\sim 8\text{mg/L}$ であった DO が、30 分後には 2mg/L 以下に減少する場合があることがわかる。

以上からも観測間隔が数時間～数日単位では、場合によっては貧酸素水塊の出現を把握できないおそれがある。

3.4 時系列解析

今回得られた 10min 毎の観測データを用いて、自己相関係数 (Fig.6) とパワースペクトル (Fig.7) を算出した。また一日以上の成分として、一週間・二週間の成分が存在していることがわかる。先に、変動の概要をみたところ、DO の変動は T-Chl の変動と連動する傾向が見て取れたが、一日以上の周期ではスペクトルが一致していないことがわかる。また、下層においては、

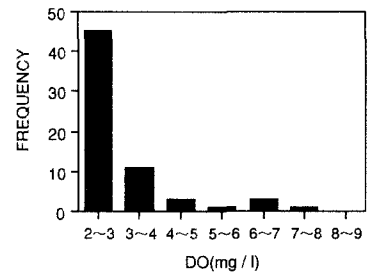


Fig. 5 DO < 2.0mg/L の場合の 20min 前の DO 濃度頻度

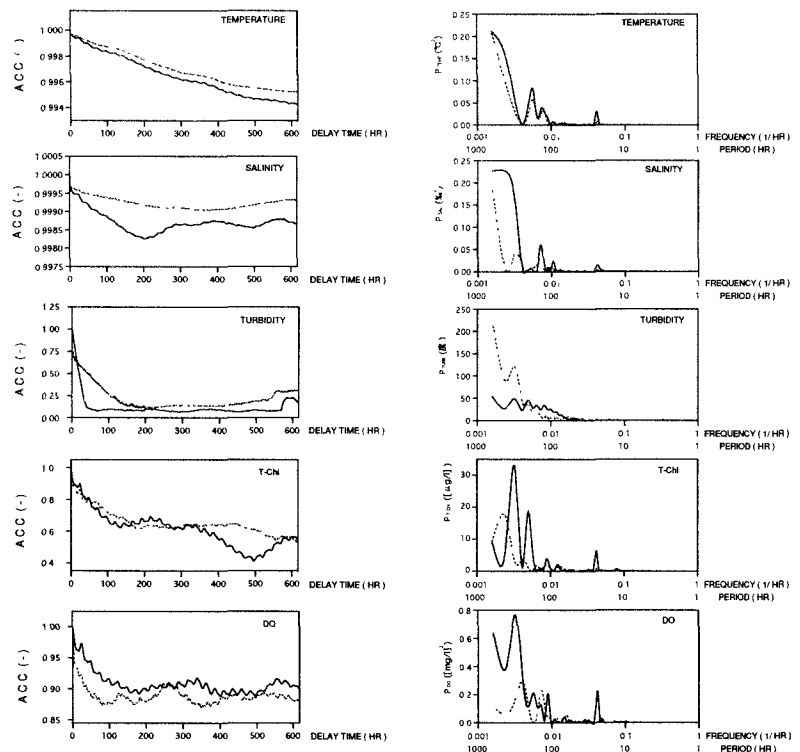


Fig. 6 (左段) 観測結果の自己相関係数(A.C.C.)

Fig. 7 (右段) 観測結果のパワースペクトル

上から水温、塩分、濁度、T-Chl、DO

一日以上の周期でDOとT-Chlとのスペクトルが異なることがわかる(Fig.8)。

3.4 数値計算によるスペクトル解析

以上から得られた結果をもとに、数値解析を行った。使用したモデルはボックス型の生態系モデルであり、これを用いて観測された現象の再現性を確認した。今回計算を行った領域をFig.9に、上層水についての数値計算結果を、Fig.10に示す。また、同時に上層DOの観測値のスペクトルと計算値のスペクトルを示したものがFig.11である。これらの図から、計算値は実測値に対し、半日周期の変動は、やや過剰評価の傾向にあり、1日周期以上の変動については過小評価の傾向にあることがわかる。すなわち、モデル内で定式化されているこれらの作用を、スペクトルに一致させるように改良する必要がある。

4. まとめ

今回、長期連続観測を行ったことで、博多湾湾奥部における貧酸素水塊の生成機構には、潮流の影響が大きく影響し、また各種濃度は陸域からの負荷流入に繊細にตอบสนองしていることが明らかになった。また、観測値から算定したバルク Ri 数は、貧酸素水塊発生の有効な指標になりうる事が明らかとなった。さらに、貧酸素水塊発生の時間スケールは、数十分程度であることがわかり従来

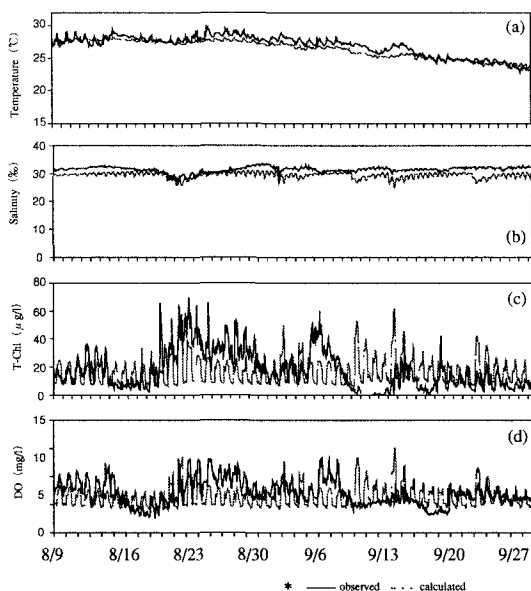


Fig. 10 実測値と計算結果の比較
(a)水温、(b)塩分、(c)T-Chl、(d)DO

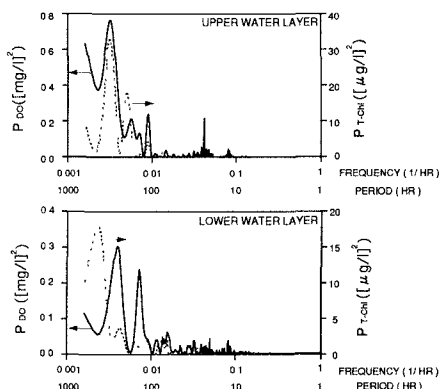


Fig. 8 パワースペクトルの比較

上図 (実線…上層 P_{DO} 、破線…上層 P_{T-Chl})
下図 (実線…下層 P_{DO} 、破線…下層 P_{T-Chl})

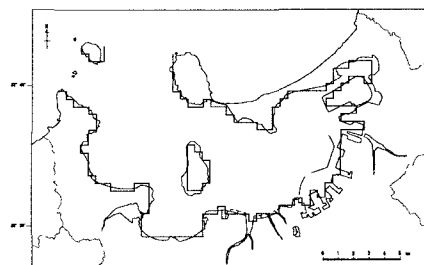


Fig. 9 数値計算領域

の数日～数ヶ月の時間間隔では、詳細な貧酸素水塊の挙動を把握し損ねる可能性が示唆された。ボックスモデルを用いた数値計算値と実測値に対しスペクトルの比較を行った。その結果この方法はモデルの改良を行う際の有効な手段であることが確認された。今後は、そのような点を改良し、精度を高めて定量的な評価を行う予定である。

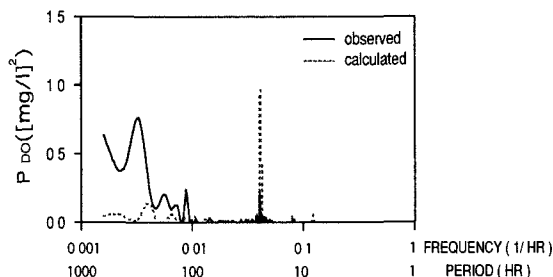


Fig. 11 実測値と計算値のパワースペクトル比較