

広島湾における溶存酸素変動

(株)ウエスコ 正会員 ○城木浩次
広島大学 正会員 福島武彦
広島大学 正会員 尾崎則篤

1. はじめに

都市化が進んだ今日、閉鎖性の強い内湾などでは赤潮や貧酸素水塊などが深刻な問題になっている。なかでも貧酸素水塊は毎年のように発生し、海域の生態系に悪影響が生じている。そこで溶存酸素(DO)の連続観測を行い、気象、有機物量、成層の発達、底泥の DO 消費量が貧酸素化に及ぼす影響を調べる。また、貧酸素水塊の発生をモデル化し、数値シミュレーションを行う。そして観測値と計算値との比較を行い、有機物の変化、成層の発達がどれほど貧酸素水塊形成に寄与するか調べる。

2. 観測地点と観測方法

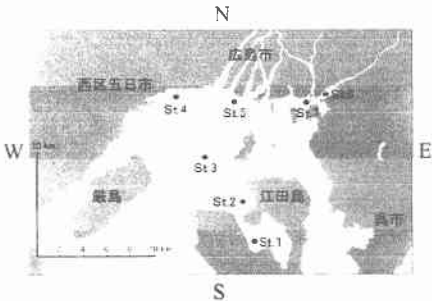


図1 観測地点

広島湾の西部に位置する江田内湾(St. 1)にて底層の DO、水温、電気伝導度(EC)、pH を 7/30~9/27 の約 2 ヶ月間連続観測した。また、江田内湾、広島湾北部(図 1 の St. 2~St. 7)で、DO、水温、EC、pH の鉛直分布測定を行い、底泥を採泥した。底泥に関しては、実験室に持ち帰り、DO 消費量(SOD)を計測した。

3. 観測結果と考察

3.1 底層 DO の連続観測

7/30~9/27 期間、江田内湾(St. 1)で底層(底泥上 0.5m)の DO を連続測定した結果を図 2 に示す。

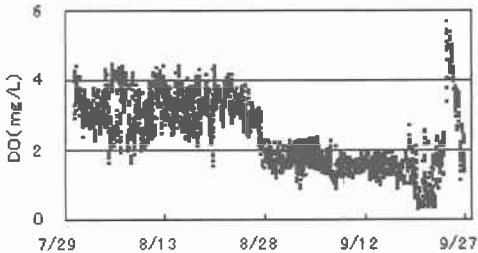


図2 底層DOの経時変化

8 月上旬には 3mg/L 以上あった DO が、9 月の下旬には 1mg/L 以下と極めて低い値となった。特に 8 月下旬には急に DO が減少した。9/24 に DO が急激に高い値を示しているのは、台風 18 号の通過によるもので、海域が混合され DO が高くなったものと考えられる。また、DO には半日程度の日周変動が見られた。これは潮汐による影響によるものと考えられた。

3.2 DO 等の鉛直分布

図 3 に 7/30 と 11/17 の江田内湾で DO 等の鉛直分布を測定した結果を示す。7/30 では、表層の DO は 6.9mg/L(DO 飽和度 90%以上)と飽和状態に近い。水深が大きくなるにつれ DO は減少し、底層では 4.2mg/L と低くなっている。また、10/4 では、表層(水深 0~2m)で DO が 8mg/L(DO 飽和度 110%以上)と過飽和状態となっている。一方、底層では 3mg/L と DO は低く、貧酸素化状態となっている。10/4 では、他の陸地近くの観測地点(St. 4~St. 7)でも、底層の DO が 3mg/L 以下と低い値となった。

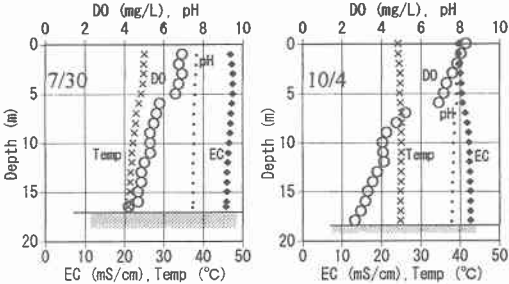


図3 DO等の鉛直分布

3.3 底泥の DO 消費量(SOD)

底泥の DO 消費量(SOD)を測定した結果を表 1 に示す。10/4 の SOD は、伊達ら¹⁾が測定した結果(約 0.30g・m⁻²・day⁻¹) と比べ 2 倍以上となった。これは沈殿したばかりの有機物が大量に存在し、DO 消費速度が大きくなったためではないかと考える。

表1 底泥のDO消費量(g・m⁻²・day⁻¹)

	10/4	11/17
St.1	0.77(±0.18)	0.27(±0.22)
St.2	0.68(±0.21)	0.21(±0.13)
St.3	1.15(±0.56)	0.36(±0.14)
St.4	1.05(±0.23)	0.26(±0.08)
St.5	1.03(±0.07)	0.27(±0.16)

4. 数値シミュレーション

4.1 モデル概要

D0 の変化に影響を及ぼす要因と考えられるのは、再曝気、移流、拡散、植物プランクトン等による生産、呼吸、底泥の D0 消費等がある。これらを考慮に入れたモデル式を立て、D0 変化の基礎方程式とした。ただし、流速を測定していないため、水平方向の移流等は無視した。

4.2 数値シミュレーションの結果

計算条件は、図3のD0の鉛直分布を初期条件とし、再曝気係数は風速の観測値を用いた予測式を使用した。SODは表1の観測値を利用した。また、生産・呼吸量、鉛直拡散係数は既往の報告値を与え、数値シミュレーションを行った。底層のD0について観測値と計算値との比較を図4に示す。

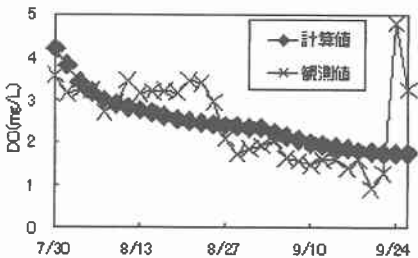


図4 底層DOの観測値と計算値の比較

その結果、8月下旬のD0の急激な減少は説明がつかない。そこで、表層のクロロフィルa量を生産量と呼吸量の変動と考え、数値シミュレーションに加えた(図5)。観測値と計算値を比較すると、8月下旬にD0が急激に減少した説明には至らない。しかし、ピークAとA'の比較を行うと1週間ほどのずれがある。そこで呼吸量を1週間ずらすと2つのピークは一致した。これは表層の有機物が1週間かけて底層に沈降し、その分解にD0を消費したと仮定したことに対応する。

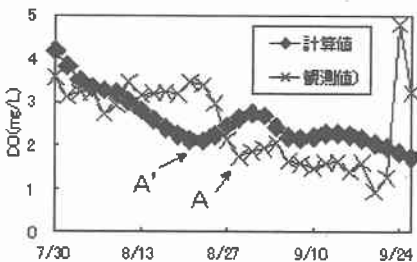


図5 底層DOの観測値と計算値の比較

また、鉛直拡散係数を時期により変化を与えて、数値シミュレーションを行った。特に8/22~8/28の期間中層に鉛直拡散係数を $0.00001\text{m}^2/\text{s}^2$ と成層が発達した時の値を与えた(図6)。その結果8月下旬に観測で見られたD0の急激な減少が確認できた。これは8月下旬に中層で成層が発達したことの仮定に相当する。

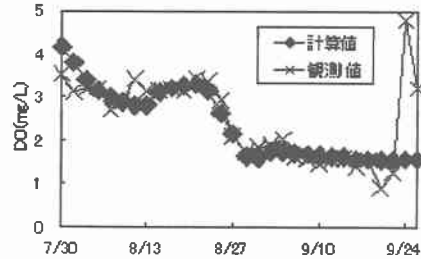


図6 底層DOの観測値と計算値の比較

5. 結論

江田内湾の底層のD0は、7/30には3mg/L以上あったが、9月下旬には1mg/Lと極めて低い値となった。特に8月下旬にはD0が急激に下がった。また、広島湾北部での底層のD0が3mg/L以下と低く、広島湾北部でも貧酸素化状態になっていることが確認された。

数値シミュレーションの結果、実測のD0変化を説明するには、有機物量の変化や鉛直拡散係数の時間・空間的变化を考慮する必要があることがわかった。

参考文献

- 1) T. Seiki, H. Izawa, E. Date: SEDIMENT OXYGEN DEMAND IN HIROSHIMA BAY, Water Research. Vol. 128, No. 2 pp. 385-393
- 2) 水鳥雅文, 片野尚明: 成層化した流水中へ放出される鉛直重力噴流の数値シミュレーション, 第31回水理講演会論文集 pp. 509~514