

有明海奥部西岸域における底層 DO と鉛直拡散係数及び酸素消費率の関係 Relationship Between DO and Vertical Diffusion Coefficient, Oxygen Consumption rate in the Western Interior Parts of Ariake Sea

○石谷哲寛* 瀬口昌洋** 郡山益実**

○Tetsuhiro ISHITANI* Masahiro SEGUCHI** Masumi KORIYAMA**

1.はじめに 近年、有明海奥部西岸域で夏季に発生している貧酸素水塊は、海域の水質や底質さらには底生物の生息環境の悪化の一因になっているため、早急に対策を講じる必要がある。本研究では、有明海奥部西岸域において行った現地観測データ及び西海区水産研究所の観測によるデータを利用し、有明海奥部底層の DO に対する鉛直拡散係数及び酸素消費率の影響度について考察した。

2.現地観測の結果及び考察 Fig.1 は、有明海における観測地点を示したものである。ここで、×印は西海区水産研究所によって行われた広域連続観測地点（沖神瀬西）を、●印は本研究の観測地点（St.1, St.2）を示している。

Fig.2 は、2007年7月23日～9月12日の St.1 における水位、St.1,2 および沖神瀬西における DO 及び St.2 における下層と表層の現場密度差 ($\sigma_{tb} - \sigma_{ts}$) の経時変化を示している。図示されるように、海底付近の DO の変動は潮汐振幅の変動と対応しており、大潮付近で上昇、小潮付近で低下している。また、3 地点の DO の全般的な変動傾向が類似していることから、これらの地点の水塊は、塩田川沖海底水道に沿って移動する一体のものであると推察される。

Fig.3 は、2007年8月23日の St.2 における DO 及び海水密度の鉛直分布の経時変化を示している。この観測を行った当日は、2007年夏季において最も大規模な底層の貧酸素化が起こっていた期間中で、図示されるように、底層付近の DO はおおむね 2mg 以下となっている。また、海水の混合状態は弱混合となっており、海水の成層構造が発達している。Fig.2 及び Fig.3 で示されるように、夏季の有明海奥部においては、貧酸素水塊発生時には海水の表底密度差が大きくなり、成層構造が発達する。これにより、表層から下層への酸素供

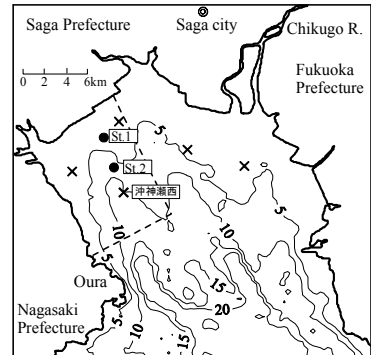


Fig.1 観測地点と対象海域
Locations of observation points and study area

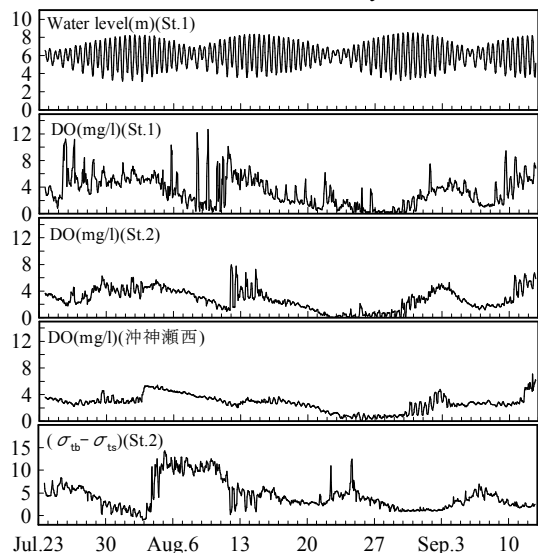


Fig.2 水位, DO 及び ($\sigma_{tb} - \sigma_{ts}$) の経時変化(2007年)
Time series of water level DO and ($\sigma_{tb} - \sigma_{ts}$) (2007)

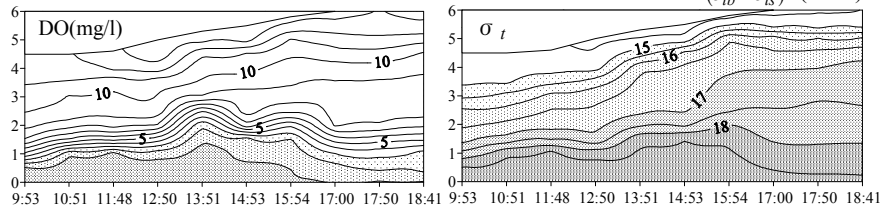


Fig.3 St.2 における DO と σ_t の鉛直分布の経時変化(2007年8月23日)

Vertical profiles of DO and σ_t at St.2 (Aug.23,2007)

*鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Science, Kagoshima University

**佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga University

キーワード：有明海、貧酸素水塊、二層ボックスモデル

給が低下することが、底層の貧酸素化の大きな要因と考えられる。しかし、底層の貧酸素化には、底層での酸素消費も関係する。そこで、二層ボックスモデルを用いて、底層水の貧酸素化における鉛直拡散と底層での酸素消費の影響度について考察した。

有明海奥部西岸域を前提に Fig.4 のようなモデルを仮定すると、底層 DO の時間変化は次の式で表される。

$$V_2 \frac{dC}{dt} = A_{12} \frac{C_u - C}{H_{12}} K_Z + A_2 u_L (C_L - C) - R V_2 C \quad (1)$$

ここで、 C は底層水の DO 濃度、 V_2 は底層ボックスの容積、 A_{12} 、 A_2 はそれぞれ底層ボックスの水平、鉛直断面面積、 H_{12} は表・底層ボックス間の鉛直距離、 C_u 、 C_L はそれぞれ表・底層ボックスの平均 DO 濃度、 K_Z は表・底層ボックス間の鉛直拡散係数、 u_L は底層の移流速度、 R は底層の酸素消費率である。

(1)式を $t=0$ のとき $C=C_0$ 、 $t \rightarrow \infty$ の

とき $C \rightarrow C_\infty$ の条件の下で解くと、

$$C = C_\infty + (C_0 - C_\infty) e^{-\gamma t} \quad (2)$$

となる。ただし、

$$C_\infty = \frac{\frac{A_{12}}{V_2 H_{12}} K_Z C_u + \frac{A_2}{V_2} C_L u_L}{\frac{A_{12}}{V_2 H_{12}} K_Z + \frac{A_2}{V_2} u_L + R}$$

$$\gamma = \frac{A_{12}}{V_2 H_{12}} K_Z + \frac{A_2}{V_2} u_L + R \text{ である。}$$

Fig.5 は、奥部西岸域の二層モデルの諸元を Table 1 のように設定した時の C_∞ 、 T_∞ と R 、 K_Z の関係を示している。ここで、 $T_\infty = 1/\gamma$ は $C \rightarrow C_\infty$ に要する時間で、貧酸素化時間と呼ぶ。図示されるように、 C_∞ は R の増大に伴い低下し、また K_Z が小さいほど、より低くなる。 T_∞ は、 R の増大に伴い低下し、また、 K_Z が大きいほど、より低くなる。

Fig.6 は、 K_Z と R に対する C_∞ と T_∞ の感度を示している。なお基準値は、2007 年夏季において、最も大規模な底層の貧酸素化が起こる直前の 8 月 15 日 0 時の値 ($C_u = 6.87 \text{ mg/l}$ 、 $C_L = 3.87 \text{ mg/l}$ 、 $u_L = 5 \text{ cm/s}$) を使用して算出した。図示されるように、 C_∞ は K_Z に対しては正、 R に対しては負、 T_∞ は K_Z 、 R に対してともに負の相関性を示した。 K_Z と R を -20~20% の範囲で変動させた場合、 C_∞ はそれぞれ -7.4~6.1%、7.0~-6.1% の範囲で、また T_∞ はそれぞれ 13.4~-10.6%、3.7~-3.5% の範囲で変動する。この結果から、 C_∞ に対する K_Z 、 R の影響度はほぼ同程度、また T_∞ に対する影響度については、 K_Z が R の約 3 倍である。

3.まとめ 本研究により、有明海奥部西岸域における底層 DO 濃度に及ぼす鉛直拡散係数及び底層の酸素消費率の影響度の概略が把握された。今後さらに詳細な検討を行う予定である。

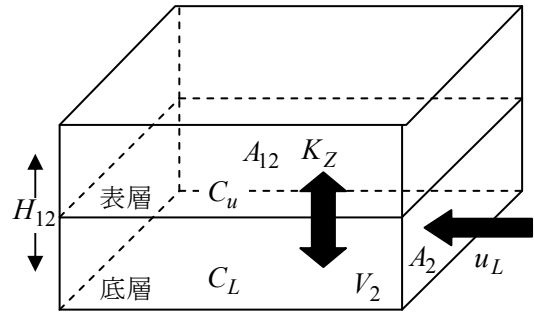


Fig.4 モデルの概略図
Schematic diagram of model

Table 1 底層ボックス等の諸元
Specifications of bottom layer box

$V_2(\text{km}^3)$	0.533	$C_u(\text{mg/l})$	7
$A_{12}(\text{km}^2)$	106.56	$C_L(\text{mg/l})$	5
$A_2(\text{km}^2)$	0.037	$u_L(\text{cm/s})$	5
$H_{12}(\text{m})$	4.5		

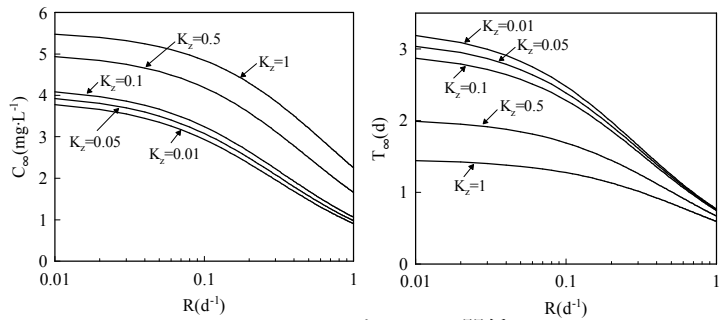


Fig.5 C_∞ 、 T_∞ と R 、 K_Z の関係
Relationships between C_∞ 、 T_∞ and R 、 K_Z

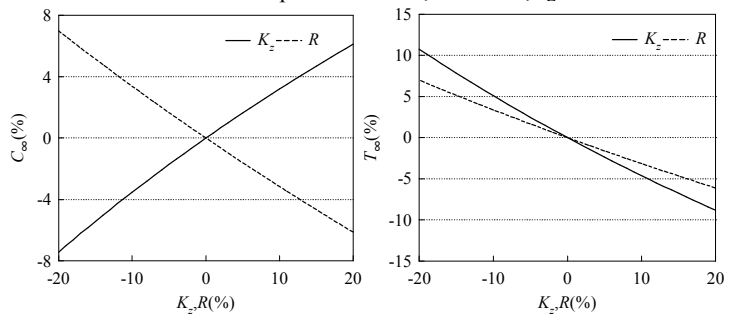


Fig.6 C_∞ 及び T_∞ に対する K_Z 及び R の感度分析結果
Results of sensitivity analysis of K_Z and R for C_∞ and T_∞