

諫早湾干拓堤防による成層構造の変化が有明海の貧酸素水塊の消長に与えた影響についての検討

九州大学 学生会員 ○田所壮也 九州大学大学院 Lisa Orrheim・秦培植

九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎

1. 目的

2000年に発生した大規模な養殖ノリの色落ち問題に端を発する、いわゆる有明海異変の発生からすでに15年以上の歳月が過ぎている。有明海異変の原因究明については、これまでに様々な研究が行われてきた。その中では、諫早湾干拓事業で建設された締切堤による諫早湾の表面積減少が潮流流速の減少を起し、そのことが鉛直混合を弱化したために成層が強化され、底層での貧酸素化が促進されたと考えられてきた。

そのような中で、矢野・西村(2014)や矢野ら(2015)は締切堤防の有無による塩淡水成層への影響を3次元モデルによる数値実験により評価した。その結果、一般的に鉛直混合が強いため底層に発生する貧酸素状態が解消しやすい大潮期では堤防の影響が顕著であったが、鉛直混合が相対的に弱く貧酸素水塊の発達が起こりやすい小潮期ではその影響が小さかったため、締切堤の建設が貧酸素水塊の発達強化には寄与していない可能性があることを示した。しかしながら、流動モデルによる塩淡水成層状態のみの評価であったため、貧酸素水塊の消長への影響を直接的に評価したことがない。

そこで本研究では、3次元流動モデルから得られた成層構造の計算結果を用いて、鉛直1次元のDOモデルにより、締切堤の建設が与えるDO分布への影響を評価することを試みた。

2. 内容

2.1 数値モデルの概要：まず、矢野・西村(2014)が使用したDELFT3Dによる有明海と八代海を結合した3次元モデルを用いて、諫早湾締切堤がある場合とない場合についてそれぞれ流動計算を行った。この計算では、一級河川は時間流量を、主要な二級河川には比流量法で時間流量をそれぞれ与えている。ただし、締切堤の存在による物理的な影響を抽出するために、締切堤がある場合には南北排水門から、締切堤なしの場合は諫早湾奥に流入する本明川からの淡水流入を考慮していない。さらに、水温は一定と仮定し、有明海で支配的な塩淡水成層のみが密度成層を形成する条件としている。この計算結果から、任意地点における表層塩分と鉛直乱流拡散係数の鉛直分布の時系列計算結果を用いて、DOの鉛直1次元計算を行った。

DOについては、有明海の一地点において成層構造がもたらす混合の変化により水柱内のDOの鉛直分布がどのような影響を受けるのかを明らかにするために、基礎式として次式で表される鉛直1次元の拡散方程式を用いた。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad (1)$$

ここで、 C ：溶存酸素(DO)濃度、 t ：時間、 z ：鉛直座標、 K_z ：鉛直乱流拡散係数である。海面における境界条件は、海表面からの再曝気を考慮して次式をフラックスとして用いた。

$$D = K_a (C_s - C) \quad (2)$$

ここで、 D ：再曝気量、 $C_s = C_s(S, T)$ ：飽和酸素濃度、 K_a ：再曝気係数($=0.6 \text{ day}^{-1}$)である。一方、海底にお

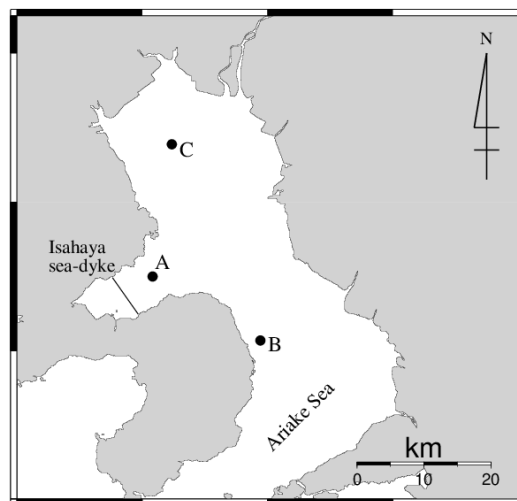


図-1 検討地点

キーワード：締切堤防 密度成層 塩淡水成層 貧酸素水塊

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

る境界条件は底泥の酸素消費を考慮し、有明海における実験結果である阿部ら(2003)による酸素消費速度 $0.98 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{day}$ をフラックスとして与えた。

2.2 結果と考察：本研究では、図-1 に示す 3 つの観測地点で検討を行うが、紙幅の関係でここでは A 点についてのみ示す。2006 年 6 月 1 日より 6 月下旬まで、締切堤がある場合とない場合についてそれぞれ計算を行い、出水期について DO 分布の検討を行った。

図-2 に締切堤がある場合とない場合の塩分のイソプレットを示す。また、両者の差をとったイソプレットを図-3 に示している。両者の差とは、締切堤がある場合からない場合の塩分を差し引いた値のことである。塩分差については、表層付近ほど負値（暖色）に、底層付近ほど正值（寒色）になる傾向がある。しかし、大潮と小潮で比較すると、大潮期では成層が強化され、小潮期ではその度合いが小さい。このことから、締切堤は大潮では成層を強化するが、小潮ではその影響は小さいと判断できる。

次に、DO（図-4）、ならびに DO 差（図-5）について検討する。全体的には締切堤が存在することで、DO が低くなる傾向を示した。その度合いは、表層より底層の方が大きいことが分かる。また、大潮と小潮で比較すると、大潮期には差が大きくなり、小潮期には小さくなる傾向があった。

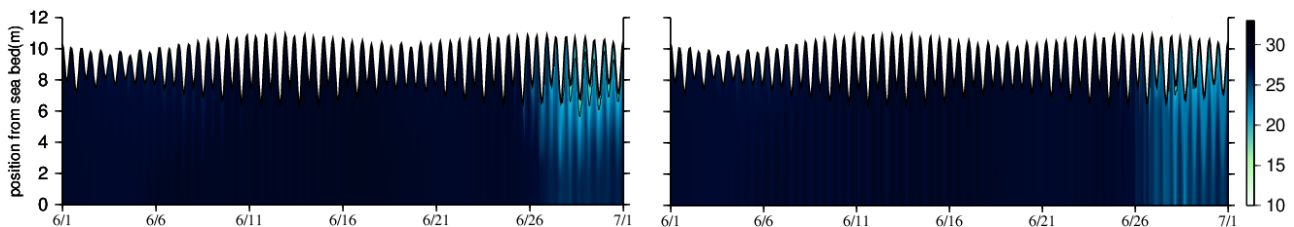


図-2 塩分のイソプレット (左側：締切堤あり，右側：締切堤なし)

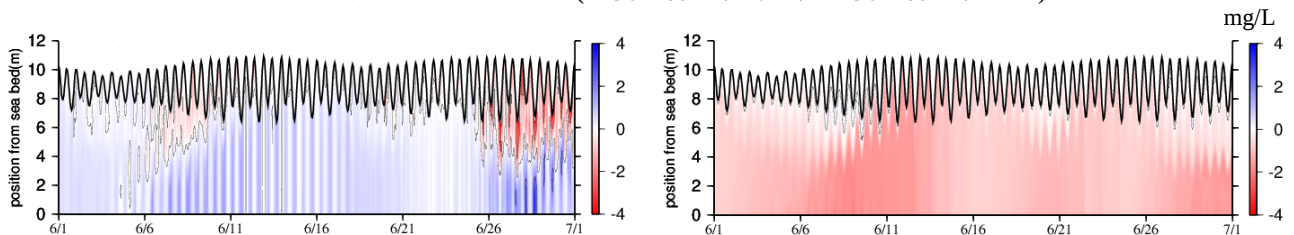


図-3 塩分差のイソプレット

図-5 DO 差のイソプレット

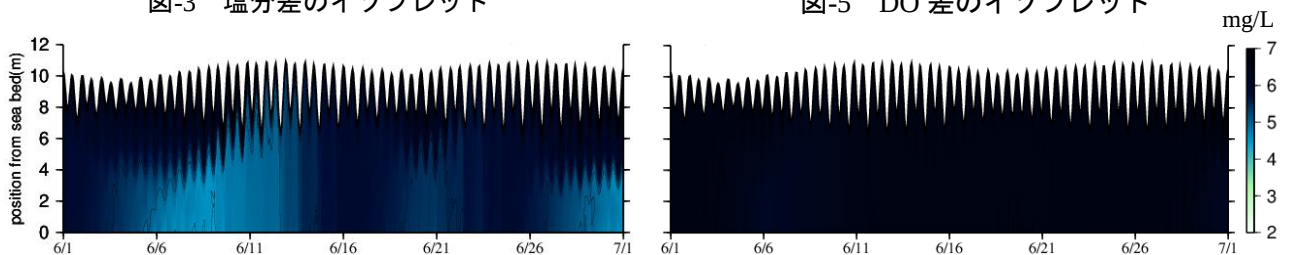


図-4 DO のイソプレット (左側：締切堤あり，右側：締切堤なし)

3. 結論

数値モデルにより締切堤が与えた DO の鉛直分布へ与える影響の評価を行った。その結果、諫早湾内においては、全体的に DO を減少させているが、その度合いは小潮期には小さく、大潮期には大きいことが明らかになった。さらに、本稿では示していないが、有明海本体部（図-1 中の B,C 点）では、影響がほとんど無いことも明らかとなった。今後は、本モデルで含まれていない、底泥の巻き上げにより発生する下層での DO 消費、表層付近で発生する植物プランクトンの光合成による酸素放出による過飽和状態の影響を加味して、より現実的な条件下での影響評価を試みたい。

[謝辞] 本研究は科研費基盤研究(B)(24360200)により実施された。

[参考文献] 1) 矢野・西村(2014)：土論 B3, 70(2), I_1134-I_1139., 2) 矢野ら(2015)：土論 B2, 71(2), I_1243-I_1248., 3) 阿部ら(2003)：海工, 50, 966-970.