

諫早湾干拓事業による成層構造の変化が諫早湾の貧酸素水塊の消長に与えた影響に関する検討

九州大学工学部 学生員 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. はじめに

2000 年の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り起こった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の差を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底層に発生する貧酸素状態が解消する大潮期では堤防の影響が顕著であったが、鉛直混合が弱く貧酸素水塊の発達が起こりやすい小潮期では小さかったため、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、海洋数値モデルによる塩淡水成層状態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はしていなかった。

そこで本研究では、3次元流動モデルから得られた計算結果を用いた鉛直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. 数値実験の概要

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、締切堤の存在による物理的な影響を抽出するために、締切堤ありの場合には南北排水門から、締切堤なしの場合は本明川からの淡水流入を入れていない。さらに、水温は一定を仮定し、塩淡水成層のみが密度成層となる条件としている。この計算結果から、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の計算を行った。

DOについては、湾内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。

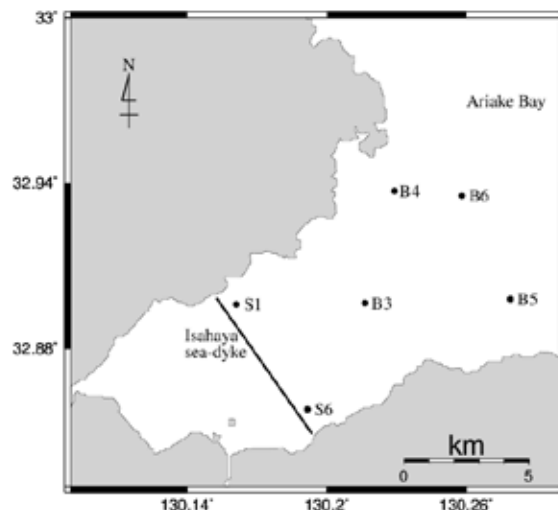


図-1 検討地点

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

ここで、 C : 溶存酸素(DO)濃度[mg/L], t : 時間, z : 鉛直座標, K_z : 鉛直乱流拡散係数[m²/s]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。

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

ここで、 D : 再曝気量[mg/L/day], $C_s = C_s(S, T)$: 飽和酸素濃度[mg/L], a : 再曝気係数(=0.15 [1/day])である。一方、海底におけ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[gO₂/m²/day]をフラックスとして用いた。

3. 計算結果と考察

本研究では、図-1に示す九州農政局の観測地点で検討を行うが、本稿では紙幅の関係でB3地点についてのみ示す。2006年7月1日より7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-5に示している。塩分差については、表層付近ほど負値(暖色系)に、底層付近ほど正値(寒色系)になる傾向がある。しかし、大潮と小潮で詳

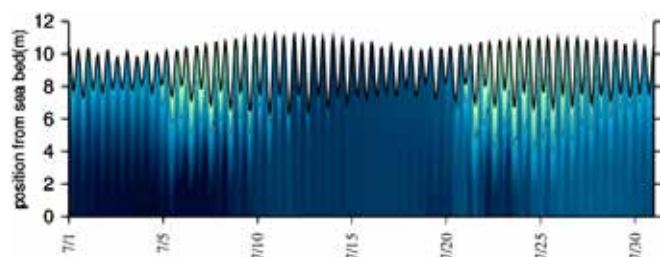


図-2a) 塩分のイソプレット (締切堤あり)

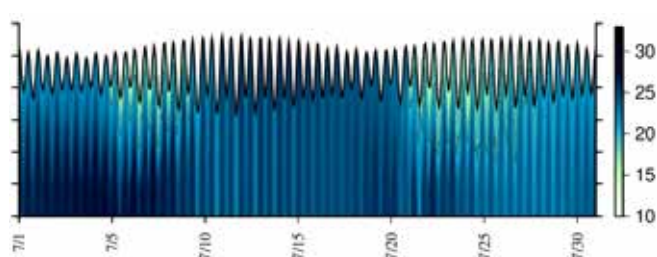


図-2b) 塩分のイソプレット (締切堤なし)

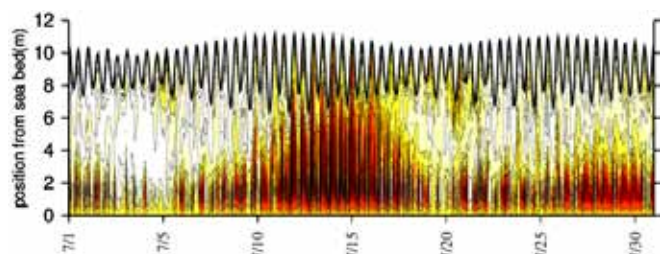


図-3a) 鉛直乱流拡散係数のイソプレット (締切堤あり)

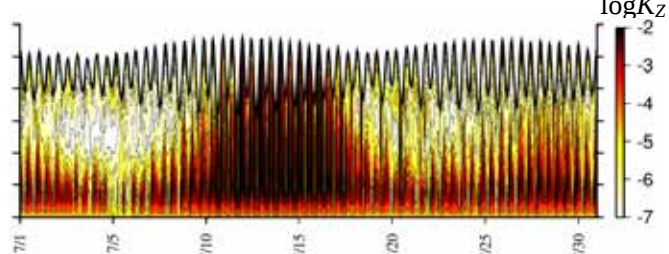


図-3b) 鉛直乱流拡散係数のイソプレット (締切堤なし)

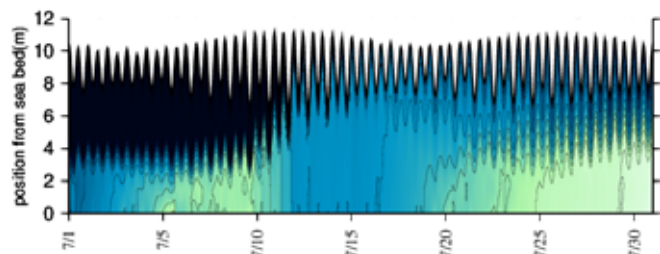


図-4a) DO[mg/L]のイソプレット (締切堤あり)

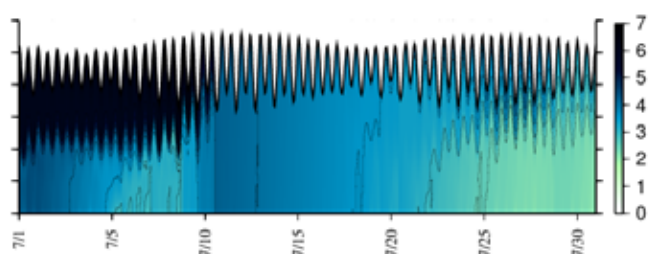


図-4b) DO[mg/L]のイソプレット (締切堤なし)

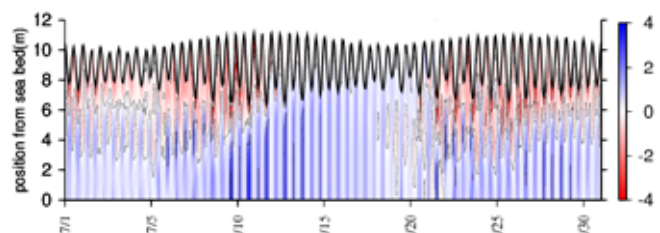


図-5 塩分差のイソプレット (堤防あり-堤防なし)

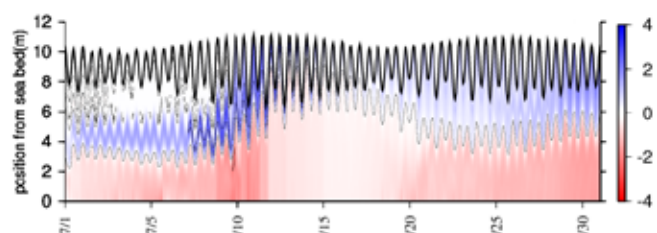


図-6 DO 差[mg/L]のイソプレット (堤防あり-堤防なし)

しく比較すると、大潮期では成層が強化されているが、小潮ではその度合いは小さいことが分かる。例えば、7/16～20の小潮期ではほとんど変化していないことが分かる。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。

鉛直乱流拡散係数のイソプレット(図-3)からは、締切堤がない場合では流速が大きいため大きい値を持つ傾向があることが分かる。やはり、大潮・小潮で比較すると大潮の方で差がはっきりとしている。

次に、図-4に示すDO、ならびにDOの差分である図-6を検討する。全体的には締切堤があることで、底層のDOが低くなる傾向を示している。一方、表層では逆に大きくなる傾向を示した。これは、ここで使用しているモデルが鉛直一次元モデルであるため水平方向の移流がなく、成層が強いと表層混合層

内に高いDOが残るためである。差を大きくしていることが読み取れる。また、大潮・小潮を比較すると大潮で差が大きくなり、小潮で小さくなる傾向があった。

4. 結論

締切堤が諫早湾のDO分布に与える影響が、大潮期には大きく、小潮期には小さいことが明らかになった。今後は、他の期間、他地点についても評価し、さらに諫早湾の淡水流入を加味した場合についても締切堤の影響を評価したい。

〔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.