

キャビティを有する矩形モデル海域の物質輸送に関する研究

九州大学工学部 学生会員○橋山 雄一 九州大学大学院 工学府 神山 泰  
九州大学大学院 工学研究院 正会員 矢野 真一郎 小橋 乃子 藤田 和夫 安達 貴浩

1. 目的 湾内と外海との海水交換が少ない閉鎖性海域では、栄養塩などの流入負荷が停滞しやすく、海域の富栄養化が進行するに連れて赤潮や貧酸素水塊といった問題が発生しやすくなる。このような閉鎖性海域の1つである有明海では、2001年の赤潮の大発生によってノリの色落ちという甚大な漁業被害を受けており、閉鎖性海域における水環境の悪化が深刻な社会問題として再認識されるようになった。有明海に見られる問題は種々の要因が重なり合って引き起こされた現象と考えられるが<sup>1)</sup>、その1つとして諫早湾干拓による影響が指摘されている。有明海問題に対して諫早湾干拓がどの程度影響を及ぼしているかについてはこれまでも様々な議論がなされているが<sup>2)</sup>、干拓や埋め立てによって海表面積が減少すると湾内および湾口付近の潮流も変化するため<sup>3)</sup>、局所的な物質輸送も何らかの影響を受けるものと思われる。そこで本研究では、往復流場を対象に2つの海域を組み合わせたシンプルな矩形モデル海域を作成し、キャビティの奥行きを変化させることによって海表面積の減少が物質輸送に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験内容 実験は、幅4m×奥行き6m×高さ0.32mの潮汐発生装置付き平面水槽において行い、キャビティ部に相当するモデル海域(領域II)の奥行きを変化させ、それぞれのケースに対して湾奥側(領域A, B, C, D)に配置した浮標がどのように流出していくかを調べた。キャビティの大きさが領域Iの1/4となるCase1に対して、Case2はその2/3, Case3はその1/3となるように奥行きを変化させた。潮汐条件は周期180sec, 干満差3cm, 平均水深10cmとし、潮汐が安定した後の満潮時に球状の浮標(直径5cm)をA, B, C, Dの4ヶ所から24個ずつ投入し、各満潮時に領域I, II, III, IVに存在する浮標をそれぞれカウントした(図-1)。なお、実験はいずれのケースも3回ずつ実施し、得られた結果の平均値を考察に用いた。

2.1 海表面積の相違が物質輸送に及ぼす影響 図-2, 3, 4, 5は、各領域における浮標の存在率の経時変化を示している。まず領域Iの結果を見ると、最終的にはCase1が最も小さな値を取るものの、Case2や3では経時変化が大きく、一度流出した浮標が再び領域Iに戻ってくる様子が見て取れる。領域Iから出た浮標は領域IIかIIIに移動するが、キャビティ部に相当する領域IIではCase1が最も高い存在率となっており、次いでCase2, Case3の順となっている(図-3)。これはキャビティ部の大きさ(:Case1>2>3)に応じた結果であり、領域IIにおける存在率の時間変化が比較的小さいことから考えても、キャビティ内では浮標が停滞しやすく内部にトラップされやすいことが分かる。次に、領域III, IVを見ると、いずれもCase3>2>1の順になっていることが分かる(図-4, 5)。領域Iから流出した浮標はキャビティ部が小さい程領域IIIに存在するようになるが、領域IVへ流出するためには領域IIよりも隣接する領域IIIに存在する方が有利であるため、結果として領域IVの存在率も領域IIIの傾向と一致するものと考えられる。

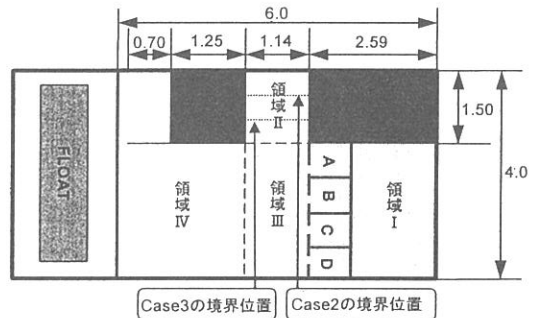


図-1 平面水槽(単位:m)

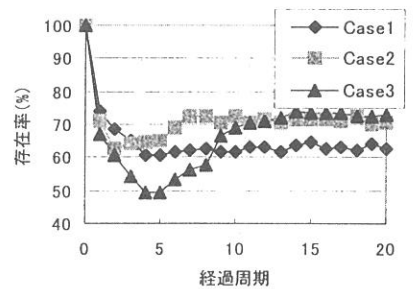


図-2 領域Iにおける存在率の変化

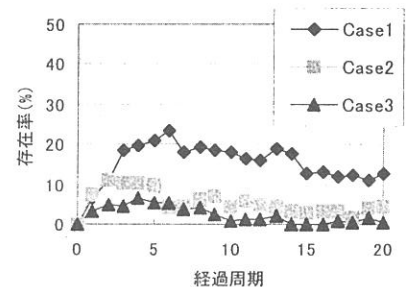


図-3 領域IIにおける存在率の変化

以上をまとめると、キャビティの奥行きが大きい程領域Ⅰ-Ⅲ間の物質輸送は促進されるが、一方でキャビティ内に粒子がトラップされる可能性が高くなるため、領域Ⅲ-Ⅳの間で見ると物質輸送は却って悪くなるのが分かった。

**2.2 横断方向に作用するキャビティの影響について** 次に、横断方向の浮標の動きを調べるため、A～Dに分割した初期投入領域毎の浮標の存在率を調べた。図-6に領域Ⅱにおける実験結果を示す。これを見ると、どのケースにおいても領域Aに投入された浮標が一番始めに流入し、次いでB、C、Dの順になっていることが分かる。また、存在率の最大値を比較しても、A>B>C>Dの順になっており、キャビティに近い領域ほど流入し始める時間が短く、流入数も多くなるという結果となっていた。

また、Case1ではA～D全ての領域から浮標が流入しているが、Case2では領域A、B、Case3では領域Aの浮標が存在するのみでそれ以外の領域からはほとんど流入していない。このようにCase1, 2, 3とキャビティの海表面積が小さくなるに連れて、その影響領域も減少していくことが分かった。

以上の結果はいずれもキャビティの奥行きに依存したものであり、予想通りの結果と言える。しかし、Case1～3ではキャビティの海表面積が一定の割合で減少しているのに対し、物質輸送に対する影響の出方は必ずしも一定とは言い難い。図-2や5を見ても特にCase1とCase2の差が大きく、キャビティの海表面積がわずかに減少するだけでも物質輸送に対しては大きな相違となることも考えられる。

**3. 結論** 本実験により、キャビティの奥行きを小さくするとその影響領域も小さくなるため、キャビティより湾奥側の物質輸送能力は小さくなることが明らかとなった。しかしながら、キャビティが小さくなれば内部にトラップされる効果も小さくなるため、湾口側への輸送は逆に促進されることが分かった。また、キャビティの海表面積の減少率と物質輸送の変化が必ずしも一定の関係にないということがわかった。

なお、本文中では触れていないが、キャビティ内への浮標の流入は下げ潮時よりも主に上げ潮時に生じていた。これはキャビティ内への潮の入退がキャビティの湾口全面で行われているのではなく、領域Ⅳに近い湾口部に集約されているためであると考えられる。この結果は2001年に実施された諫早湾口の流速分布からも示唆されており、キャビティ部の定性的な流動パターンが本実験においても再現されていたものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 灘岡和夫ら, 海岸工学論文集, 第49巻, pp401-405
- 2) 佐藤正典ら, 科学(2001) vol171, no. 7, pp882-894
- 3) [http://www.maff.go.jp/soshiki/nouson\\_sinkou/isa\\_haya/3-2chouryuunituite.htm](http://www.maff.go.jp/soshiki/nouson_sinkou/isa_haya/3-2chouryuunituite.htm)
- 4) 有明プロジェクト中間報告書 その1(2002), pp72-74

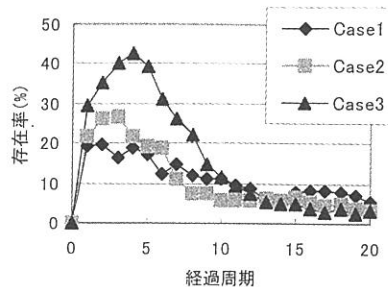


図-4 領域Ⅲにおける存在率の変化

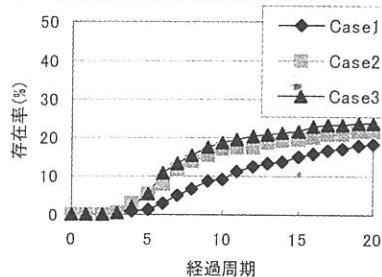


図-5 領域Ⅳにおける存在率の変化

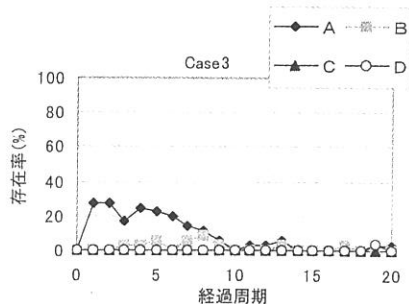
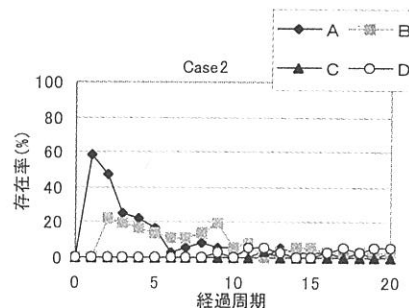
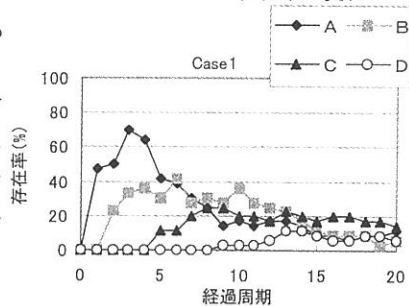


図-6 領域Ⅱの存在率  
(上からそれぞれCase1, 2, 3)