

平成21年 5月28日現在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19560554
 研究課題名（和文） 閉鎖性海域の密度成層破壊による底層への酸素供給並びに底生生態系保全に関する研究
 研究課題名（英文） Oxygen supply to the bottom water and Restoration of benthic ecosystem by destruction of density stratification, in enclosed water.
 研究代表者 山崎 惟義 (YAMASAKI KOREYOSHI)
 福岡大学・工学部・教授
 研究者番号：00038100

研究成果の概要：

標記課題に関し、既存の博多湾和白海域に傾斜板(密度成層破壊施設)を設置したモデル実験結果を数値流体シミュレーションソフト FLUENT を用いて再現した。その結果良好な結果が得られた。そこで、実際の同海域に傾斜板を設置した場合のシミュレーションを行った。その結果、傾斜板がない場合にはほとんど密度成層が破壊されないこと、傾斜板を設置することにより激しい混合が生じ密度成層が破壊されること、及びその強度を定量的に解明した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：都市環境システム

1. 研究開始当初の背景

博多湾東部海域では、従来例年底層に貧酸素水塊が発生し、底生生物の大量死滅が続いていた。この貧酸素水塊の発生は、当海域への梅雨時期の淡水の流入と夏季の表層海水の温度上昇による、いわゆる密度成層が起因した、海水の上下混合が弱まることにあることが知られていた。

一方この時期、上記の上下混合の弱化により、海面近くの海水は光合成により過飽和の酸素濃度が観測されている。したがって、こ

の海域の海水を上下混合することができれば、上記の底層の貧酸素化は解消されることが考えられていた。しかし、実際にはこの混合には多大なエネルギーを必要とし実用化された例は見られない。

一方この海域はアイランドシティの埋め立てにより、海域に狭窄部が生じており、この狭窄部の流速は20-30cm/s程度となっていることを観測していた。

そこで、この海域の模型を作成し、密度成層破壊装置として傾斜板を用いて海水の混

合実験を行っており、模型では十分混合され密度成層が破壊される可能性を示すことができていた。

しかし、この装置の現場への実用化に当たっては、スケールアップによる効果には十分な根拠を得ることができていなかった。

2. 研究の目的

そこで、CDF ソフトを用いた数値シミュレーションによる手法を採用することとし、実海域において、傾斜板有無の条件下で密度成層破壊と混合による物質輸送フラックスを明らかにし、それによって傾斜板による海水の上下混合の度合いと酸素の底層への輸送を定量的に解明することを目的とした。

3. 研究の方法

種々のCDFソフトが提案されているが、傾斜板による密度成層の破壊のような複雑で扱いにくい流体の流れの解明に耐え得るものは少ない。そこで、この分野での実績の多いFLUENTを採用することとした。

まず、前期の模型実験の結果を再現できるかどうかを明らかにするため、模型実験と同様の条件にて、傾斜板の有無の条件で数値シミュレーションを行った。

次にその結果を踏まえ、前記の実海域において、傾斜板有無の条件下で、実海域の密度成層時の密度の鉛直分布と流速分布を入力条件として流れのシミュレーションを行った。また、その結果を用いて、物質輸送量とフラックスを計算した。

4. 研究成果

ア. 模型実験とシミュレーション結果

図1、図2、図3、図4に実験結果とそのシミュレーション結果を示した。

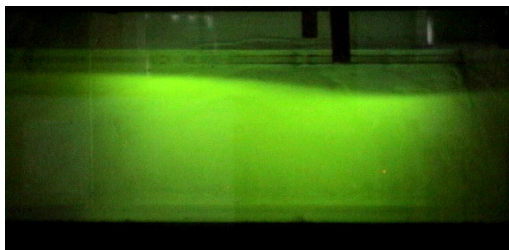


図1 模型実験における平均流速時の実験結果（傾斜板無）

水深10cm（淡水2.5cm：密度0.991g/cm³、塩水7.5cm：密度1.0035g/cm³）にて実験

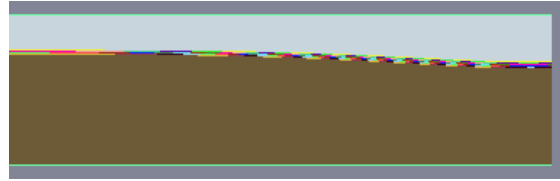


図2 模型実験における平均流速時のシミュレーション結果（傾斜板無）

水深10cm（淡水2.5cm：密度0.991g/cm³、塩水7.5cm：密度1.0035g/cm³）にてシミュレーションした。

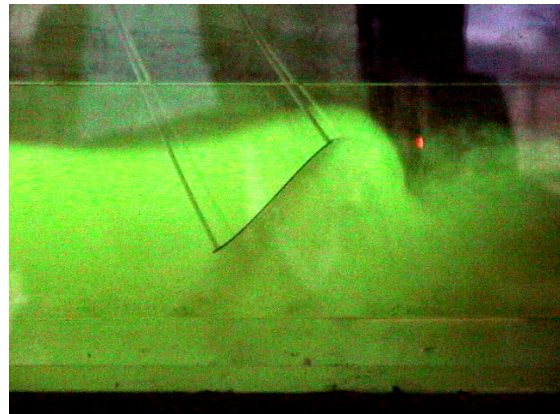


図3 模型実験における平均流速時の実験結果（傾斜板有）

水深10cm（淡水2.5cm：密度0.991g/cm³、塩水7.5cm：密度1.0035g/cm³）にて実験
傾斜板長は7.5cm 設置角度は45度である。

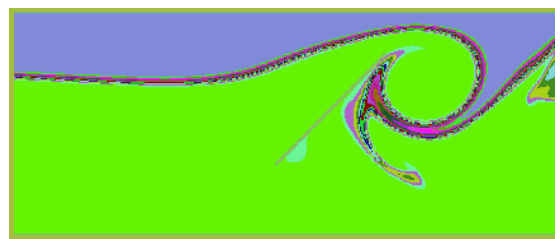


図4 模型実験における平均流速時のシミュレーション結果（傾斜板有）

水深10cm（淡水2.5cm：密度0.991g/cm³、塩水7.5cm：密度1.0035g/cm³）にてシミュレーションした。水平方向の計算領域は100cmで計算したが、図は傾斜板部のみを示した。
傾斜板長は7.5cm 設置角度は45度である。

この図から次の二点を明らかにした。①傾斜板が無い場合、模型実験では、密度界面は波打つもののほとんど混合されない(図1参照)。この現象を数値シミュレーションでも再現した(図2参照)。②傾斜板がある場合、模型の傾斜板下流は大きく渦を巻いて海面が混合されている(図3参照)。この現象を数値シミュレーションによっても再現した(図4参照)。これらの2点から、模型サイズと条件では、実験においても数値シミュレーションにおいても、傾斜板の成層破壊効果が高いことを明らかにするとともに、本解析手法の妥当性を明らかにした。

イ. 実海域におけるシミュレーション



図5 現場海域における平均流(15.1 cm/s)速時のシミュレーション結果(傾斜板無)初期値

水深4m(上層1m:密度1.010668g/cm³、下層3m:密度01.01945g/cm³)水平方向の計算領域は100mにてシミュレーションした。図は全領域を示している。



図6 現場海域における平均流速(15.1 cm/s)時のシミュレーション結果(傾斜板無)15分後

水深4m(上層1m:密度1.010668g/cm³、下層3m:密度01.01945g/cm³)水平方向の計算領域は100mにてシミュレーションした。図は全領域を示している。



図7 現場海域における最大流速(23.7 cm/s)時のシミュレーション結果(傾斜板無)15分後

水深4m(上層1m:密度1.010668g/cm³、下層3m:密度01.01945g/cm³)水平方向の計算領域は100mにてシミュレーションした。図は全領域を示している。



図8 現場海域における平均流速(15.1 cm/s)時のシミュレーション結果(傾斜板有)15分後

水深4m(上層1m:密度1.010668g/cm³、下層3m:密度01.01945g/cm³)水平方向の計算領域は100mにてシミュレーションした。図は全領域を示している。

傾斜板長は2.8 cm、設置角度は45度である。

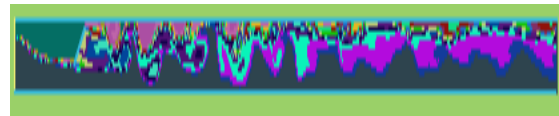


図9 現場海域における最大流速(23.7 cm/s)時のシミュレーション結果(傾斜板有)15分後

水深4m(上層1m:密度1.010668g/cm³、下層3m:密度01.01945g/cm³)水平方向の計算領域は100mにてシミュレーションした。図は全領域を示している。

傾斜板長は2.8 m、設置角度は45度である。

実海域において、傾斜板がある場合とない場合について、和白付近の狭窄海域現場の条件(流速と密度の鉛直分布)を入力として、流れと密度変化について、数値シミュレーションを行った結果を図に示した(図5-9)。この図から、傾斜板がない場合はほとんど混合されないことがわかり(図6、7参照)、また、傾斜板がある場合はその下流で激しく混合されていることがわかる(図8,9参照)。実海域(傾斜板は設置されていない)における調査では、密度成層が長期間にわたって継続されることが分かっている。このことから、傾斜板がない場合の数値シミュレーションは現場海域の状況を再現していると考えら

れる。また、傾斜板の有効性を示した。

結局、密度成層破壊に関する本手法の適用性を示すことができた。また、実海域においても、傾斜板が成層破壊に大きな効果を発揮することが期待されることを解明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

①渡辺亮一、山崎惟義、楠田哲也、手計太一、野村哲裕、林 義晃、硬い底泥の巻き上げおよび浸食速度に関する実験的研究、土木学会、河川技術論文集、第 14 巻、25-30、(2008)、査読有

②R. Watanabe、K. Yamasaki、T. Tebakari、T. Kusuda、Experimental Study on The Effect of Biofilm for Bed Mud Erosion in Annular Flume、Proceedings of Fourth International Conference on Scour and Erosion、(2008)、417-423、査読あり

[学会発表] (計 7 件)

①貞方 健志・山崎 惟義・渡辺 亮一、室見川河口沖窪地の貧酸素水塊の広がりに関する研究、平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会 VII—50 (2009)

②濃野 浄見・山崎惟義・渡辺亮一・北野義則、博多湾東部海域狭窄部における密度成層破壊構造物の現場適応へ向けた数値シミュレーション、平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会 VII—56 (2009)

③佐々木 太郎・山崎 惟義・渡辺 亮一、混合放流水(淡水化プラント排水と下水処理水)が博多湾湾奥狭窄部底面環境に及ぼす影響、平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会 VII—62 (2009)

④釘宮 大輔・渡辺 亮一・山崎 惟義・楠田 哲也、ホトトギスガイが形成するマットが砂泥の移動に及ぼす影響、平成 20 年度土木学会西部支部研究発表 VII—45 (2009)

⑤野村哲裕、渡辺亮一、山崎惟義、楠田哲也、硬い底泥の限界巻き上げせん断応力と浸食速度に関する実験的研究、土木学会第 63 回年次学術講演会、2-110、pp219-220 (2008)

⑥清水将貴、山崎惟義、渡辺亮一、馬場崎正博、室見川河口沖窪地の貧酸素化に関する研究、土木学会第 63 回年次学術講演会、7-083、pp165-166 (2008)

⑦城戸 聡一・山崎 惟義・渡辺 亮一・秦

邦寿、博多湾のホトトギスガイとシズクガイの占有率に関する研究、平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会 VII—38 (2008)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他] なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山崎 惟義 (YAMASAKI KOREYOSHI)
福岡大学・工学部・教授
研究者番号：00038100

(2) 研究分担者

諸岡 成治 (MOROOKA SHIGEHARU)
福岡大学・工学部・教授
研究者番号：60011079

渡辺 亮一 (WATANABE RYOICHI)
福岡大学・工学部・助教
研究者番号：50299541

(3) 連携研究者

なし