

研 究 成 果

サブテーマ名： - 1 環境動態シミュレーションモデルと予測システムの開発 小課題名： ・(A) 三次元流動モデルの開発
サブテーマリーダー 四日市大学環境情報学部 教授 千葉賢 研究従事者 四日市大学環境情報学部 教授 千葉賢 松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 准教授 木村一郎
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 本研究テーマは、閉鎖性水域の環境動態予測のためのコンピュータシミュレーションモデルを開発するものである。数値シミュレーションモデルについて、定量的な予測精度を実用レベルまで引き上げることが強く求められており、最適なモデルを同定する。 英虞湾の流動特性と物質循環を研究し、予測システムを構築するために三次元流動モデルを開発する。開発するモデルは、英虞湾だけを含む英虞湾領域モデルと、外海を広く含む大領域モデルの2種類である。 <p>研究の独自性・新規性</p> <ul style="list-style-type: none"> 本研究は、モデル間の比較を通じて、単に高精度のモデルを検討するのではなく、高性能パーソナルコンピュータ程度でも実用的な速度で計算が可能な経済性を有するモデルを同定するものである。 英虞湾のように複雑な地形を持ち、また、外海の影響も強く受ける湾に最適な流動モデルを開発に関しては、独自性・新規性は高い。 <p>研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <p>フェーズ</p> <ul style="list-style-type: none"> 閉鎖性水域の数値解析スキームのモデル要素について、既往のモデルを比較して最適なモデルを抽出する。 必要な観測データの収集・蓄積を行う。観測塩分を用いるボックスモデル解析により、湾内の海水交換率を求める。3次元流動モデルの開発を開始する。 <p>フェーズ</p> <ul style="list-style-type: none"> 計算スキームの20%以上の速度向上を図るとともに、貧酸素水塊を解消するための流況制御ブロックの効果を検証する。また、ブロック周辺の乱流構造を再現する乱流モデルについても検討を行う。また、ブロック周辺の流れ場については、乱れエネルギー減衰の-1.3の勾配や、乱れ強さの配分などを適切に再現するモデルの構築を目指す。 3次元流動モデルを完成させ、再現計算を実施する。計算結果と観測値を比較して、モデルの精度評価を行う。 <p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <ol style="list-style-type: none"> 計算スキームを構築するモデル要素の検討 単純な水域を想定し、既存の各種スキームの性能比較を実施した。想定した水域は、単純矩形水域、突起部を有する矩形水域、底面が傾斜した台形状水域の3通りである。 シグマ座標系を用いた場合の傾斜底面上の非合理的な流動の抑制 底面勾配を有する台形型水域を対象として、シグマ座標系の改良を実施し、独自の簡易的な方法を提案した。台形水域へ適用して検証した結果、本手法が非合理的な流動をある程度抑制することが確認された。 計算スキームの計算速度向上に関する研究 計算速度向上に関しては、一般座標系の基礎式を底面勾配が比較的小さいと仮定した場合のシグマ座標系の式に変換し、高次項を無視することにより珪酸式の簡略化を実施した。外部モードと内部モードを分離し、内部モードには大きな計算時間間隔を与えることにより、計算を効率的に進めるための改良を行った。これらの改良を通じて、計算速度の大幅な向上が達成された。 流況制御ブロックによる貧酸素水塊の制御法 海底にブロックを配置し、密度成層場への効果を検討した結果、このブロックが密度フロントの進行を一時的に抑制し、長期的にも底面付近の成層を低減する効果があることを確認した。 ブロック周辺の乱流場を再現する乱流モデルの検討 渦動粘性係数にストレインパラメータとローテーションパラメータを含むモデルは、ブロック後方の渦の発振と合体によるアップカスケードを再現し、エネルギー減衰過程についても良好に再現できることを示した。

6. 英虞湾の流動シミュレーション

各種必要な観測データの収集については、予定どおり実施した。また、湾内の横断面の流速分布を走行型流速計により観測し、湾内の流動特性を明らかにした。さらに、立神浦に水中タワーを設置し、3次元微細流動計と高精度の水温・塩分計を設置して、流動・水温・塩分の乱れを実測した。この観測データを解析して、鉛直拡散係数を求め、2種類の3次元流動モデルを開発した。再現計算については、2003年7月から2004年12月までの計算を行い、観測値と比較した。

主な成果

具体的な成果内容：

- ・英虞湾領域モデルと大領域モデルという2種類の流動モデルを完成させた。沿岸湧昇の計算や、黒潮変動の考慮、精度の高い海水交換の計算などが可能である。
- ・海水交換率を調査することが流動モデル開発のひとつの目的であったが、湾内各所の海水交換率と、その季節変化を求めることができた。夏期の海水交換率については、観測塩分を用いたボックスモデルの計算結果と比較したが、両者はよく一致した。
- ・湾中央の海底設置型ADCPによる観測値との流速比較、また、走行型ADCPによる観測値との流速比較を行ったが、計算値は観測値を比較的よく再現した。
- ・自動観測局の水質観測値を同化データとして用い、さらに気象予報データと外海水質予報データを導入して湾の流動と水質の予測を行う英虞湾環境動態予測システムを構築した。

特許件数：0

論文数：2

口頭発表件数：5

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

- (1) 多くの数値計算スキームの性能比較を行った例は多くはなく、国内外の既往のモデルを客観的に評価し、閉鎖性水域への適用性の有無を整理した点に新規性がある。
- (2) 本事業で開発したモデルは英虞湾の流動特性に合わせて作成されている。高精度で汽水の水平分散（水平移流と鉛直拡散）の計算が可能で、外海を広く含む領域結合モデルであるため、沿岸湧昇などの外海の変動を計算でき、また、湾と外海の間海水交換も自然な形で計算できる。さらに、時間方向の積分計算にも工夫を行い、短い計算時間で比較的長期の再現計算や予測計算ができるようになっている。閉鎖性海域の流動モデルとしては、これまでには開発されたモデルと比べて、高精度かつ大規模ということが出来る。

2 実用化に向けた波及効果

英虞湾の3次元流動モデルは、他の閉鎖性海域の解析にも適用可能である。平成20年度は、伊勢湾への適用を予定している。

残された課題と対応方針について

1. 密度成層域の乱流モデルの検討は十分行うことができなかった。また、シグマ座標系を用いた場合の斜面上の非合理的な流動については継続して取り組んでいく。
2. 再現計算結果と観測値の比較から、底層の流動の再現精度がやや低く、これを改善するためには、鉛直方向の格子数を増やせばよい。次年度以降の予測システムの運用の中で、湾央付近の底層の流動の計算精度の向上や外海における沿岸湧昇を計算の検証などが当面の課題である。

	J S T負担分(千円)							地域負担分(千円)							合計
	H14	H15	H16	H17	H18	H19	小計	H14	H15	H16	H17	H18	H19	小計	
人件費	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
設備費	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	-	-	-	-	-	-	-	-	232	542	1,829	1,150	630	4,383	4,383
旅費	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	100	100
その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小計	-	-	-	-	-	-	-	-	332	542	1,829	1,150	630	4,483	4,483

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T負担による設備：走航式超音波流向流速計 (ADCP600)、超音波3次元流向流速計 (VECTOR)、英虞湾環境モニタリングシステム、他

地域負担による設備：