

多層3次元流動モデルの有明海海域への適用性に関する研究

熊本大学 学生員 ○壹岐 智成 正会員 滝川 清
正会員 山田 文彦 正会員 田中 健路

1.はじめに

有明海などの浅海域における流動場の数値解析は、従来、長波近似による平面2次元解析が通例であった。しかし、実際の海域では、干潟などの地形の影響、潮流や風、波、河川流入など様々な現象によって、3次元的な流動場が形成される。滝川ら¹⁾(2002)は、有明海においても水温や塩分濃度の差異による成層化した水域が存在することを示した。現在、様々な機関によって現地観測が行われているが、有明海での観測点は決して多くはなく、データとしても充分であるとは言い難い。そこで本研究では、現地調査だけでは明らかに出来ない詳細な流動メカニズムを調べるために、3次元デカルト座標系を導入した多層モデルを有明海へ適用し、今回は、平面および鉛直密度分布や河川流入が流動場に及ぼす影響について数値実験的に検討を行った。

2.数値計算の基礎式とその精度検証

基礎方程式は連続式とレイノルズ方程式、移流拡散方程式であり、計算手法は中辻ら²⁾(1994)に従った。解析領域は、図-1に示すように、南北方向に81km、東西方向に51kmであり、計算格子間隔を500m(102×162)、時間ステップを4.0秒とし、鉛直方向は5層とした。潮位変動は図に示す西側の開境界において、現地観測による実測値がある平成12年10月16日の平均的な潮位に合わせて潮位振幅を1.65m、周期12時間の余弦関数で与え、流体は密度を考慮しない均一流体とした。

図-2は、計算の精度を検証するために、有明海の沿岸各地の振幅比をまとめたもので、実測値と計算値(5層,4層)のそれぞれの値を比較した。なお、振幅比については口之津を基準として入力波に対する湾内各地点での潮位振幅の比率を示した。図より、開境界に近い口之津、三角では、実測値をよく再現しているが、湾奥に進むに従って、計算値は実測値よりも小さくなっており、十分な精度であるとは言い切れない。その理由としては、干潟の影響や波、風、または温度、塩分濃度などの条件などを考慮していないためであると考えられる。今後、さらに計算精度を向上するためには、上記の条件を与え、また、鉛直層数および層厚なども含めた検討を行っていく必要があるが、流体の密度を考慮することによって、流動場にどのくらいの影響が及ぶのかを調べるだけであれば、本手法でも充分であると考え、計算を行った。用いた密度の初期条件としては、有明海において夏場に形成されると報告された平成7年7月の密度の平面空間分布を参考にして南側から一定勾配(0.178kg/m³/km)で与え、鉛直方向の密度は一定とした。その他は密度一定のケースと同条件で行った。

3.検討結果

図-3は、密度一定と、水平方向に密度勾配を与えた各ケースについての、水深方向に平均した残差流ベクトルを示したものである。図より、両ケースを比較すると、丸で囲む部分で両者の違いが顕著に見られ、水平勾配を与えたケースが密度一定のケースに比べて、全体的に大きな値を示している。また、開境界での下げ潮最大時の流速ベクトル分布を示したのが図-4であるが、ここでは、見やすいように、適当な断面を選んで、断面のみで流速ベクトルを図示した。図より、図-3と

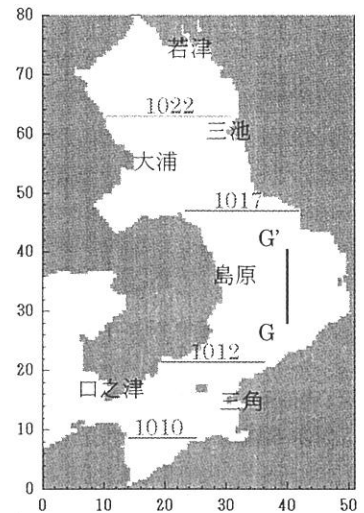


図-1 計算領域と平面密度分布

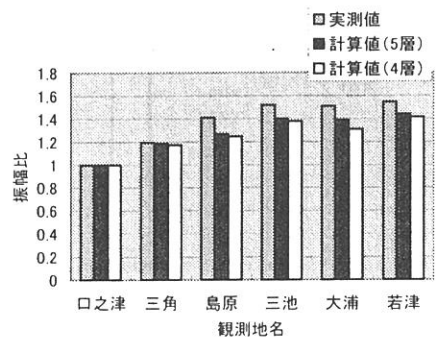


図-2 有明海沿岸各地の振幅比

同様に、顕著な差が出るのは、丸で囲む部分であり、その他の時間帯の瞬間ベクトルにおいても、程度の差異はあるものの、両ケースの違いはこの領域に集中した。さらに、その領域の湾央の東側を横切るような断面 GG'を取り出して、鉛直ベクトル分布を示したのが図-5 である。横軸に断面の座標 (m表示)、縦軸は水深を示す。図より、密度一定のケースに比べて、水平密度勾配を考慮した場合は、表層と第2層で北向きの、それ以下の層で南向きの大きいベクトルが発生しており、顕著な循環流を確認することが出来た。これより、夏場にできる密度の水平密度成層は、水平方向のみでなく、鉛直方向の流動場にも影響を及ぼすことがわかった。

4.まとめ

今回、密度分布の相違を考慮した計算を行い、その結果、水平方向に密度勾配が存在する場合、水平方向および鉛直方向の流動場に影響を及ぼすことが定性的に確認できた。しかし、今後、さらに現地に適用させていくためには、干潟の干出・水没、河川の流入、波、風など様々な影響を考慮しなければならず、特に移動境界処理が不可欠であり、そのメカニズムを現在のモデルに組み込んでいくことが重大な課題である。また、鉛直方向に密度成層が存在するケースおよび河川流入を考慮したケースについての検討結果は紙面の都合上、発表時に報告することとする。

5.参考文献

- 1) 滝川ら(2002): 海岸工学論文集, 第49巻(2), pp.1066~1070
- 2) 中辻哲二(1994): 水工学に関する夏季研修会論文集, A コース, pp.A-9-1~A-9-28

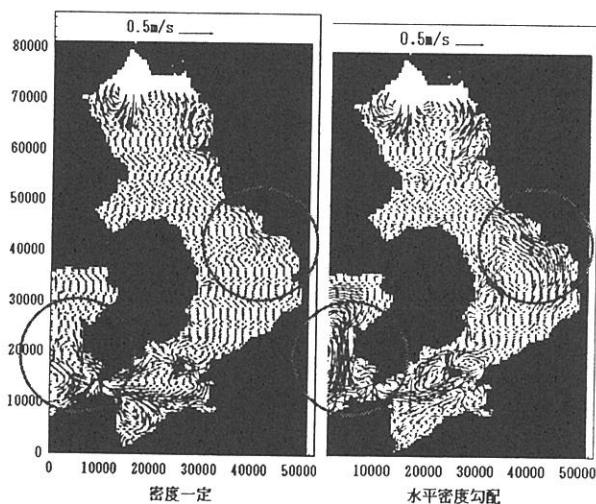


図-3 水深平均した残差流ベクトル

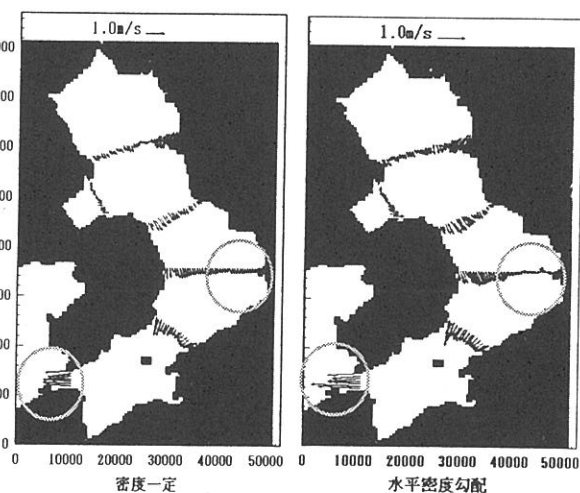


図-4 各線における水深平均ベクトル分布
(下げ潮最大時)

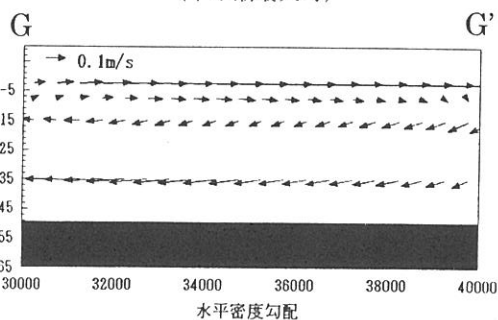
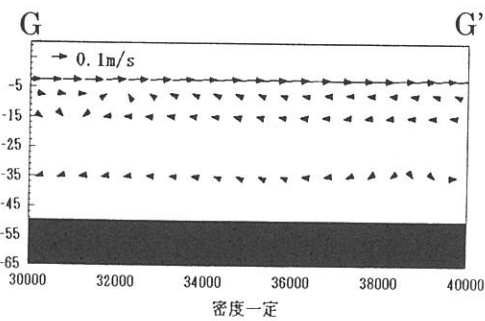


図-5 断面 GG'における鉛直ベクトル分布