有明・八代海におけるσ座標系3次元流動解析

熊本大学自然科学研究科 学生会員 ○渡邊 柩
熊本大学沿岸域環境科学教育センター フェロー 滝川 清
有限会社 独立総合研究所 正会員 青山 千春
熊本大学工学部環境システム工学科 正会員 田中 健路

１．はじめに

近年、浅海域における3次元的な流動場の構造の重要性が指摘されてきている。計算機の処理能力の向上とともに、3次元流動場に関する数値解析が比較的容易に行われるようになり、頻繁に研究が行われるようになってきた。

POMは現在広く用いられているσ座標系3次元流動モデルの一つである。σ座標系流動モデルはその性質上、水位変動によって水深が微小になった際に計算が発散するという問題など様々な問題が指摘されてきている。

そこで、本研究では、POMに干潟域の計算スキームを新規に導入することにより、干潟を有し閉鎖性海域である有明・八代海の3次元流動を把握することを目的とする。

2．σ座標系3次元流動解析について

POMはPrinceton大学が開発した広域海洋及び、近海潮流計算モデルである。鉛直方向には海底地形から表面までを無次元長さで規格化した座標系を用いている。今回は現在公開されている最新のバージョンであるPOM2ｋにプログラム干潟考慮、底面摩擦係数の検討などの改良を行い、数値計算を行った。

基礎方程式系は以下の通りである。

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \tag{1}$$

$$\rho\frac{\partial u_j}{\partial t}+\rho u_j\frac{\partial u_j}{\partial x_j}=-\frac{\partial p}{\partial x_j}-\rho g\delta_{ij}+\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} \tag{2}$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t}+u\frac{\partial \Theta}{\partial x}+v\frac{\partial \Theta}{\partial y}+w\frac{\partial \Theta}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(K_{ij}\frac{\partial \Theta}{\partial z}\right)+F_{\Theta} \tag{3}$$

ここで、式(1)が連続式、式(2)が運動方程式、式(3)が拡散方程式である。

3. 有明・八代海の流動解析

3-1 計算領域及び計算条件

対象とする計算領域は**図-1** に示す有明海･八代海を含む海域であり、CASE.1として有明海域のみ、CASE.2として有明･八代両海域と設定した。また、計算条件は**表-1** に示すとおりである。境界条件はCASE.1においては海域の西側から、CASE.2においては西側及び南側から富岡における調和定数のうち、主要4分潮(M_2、S_2、K_1、O_1)を与えた。尚、本計算においては河川流入、温度・塩分濃度による鉛直拡散は考慮していない。

3-2 有明・八代海の流動場(平面分布)

図-2 はCASE.2における平均流の残差流である。CASE.1(紙面の都合上､本稿では図を割愛)､CASE.2の共通傾向として、早崎瀬戸で流速が最大となり、それに伴って早崎瀬戸の外海側に渦循環流が形成されている。また、有明海湾奥及び湾央部では熊本側に比べ島原側において流れが卓越しているのがわかる。

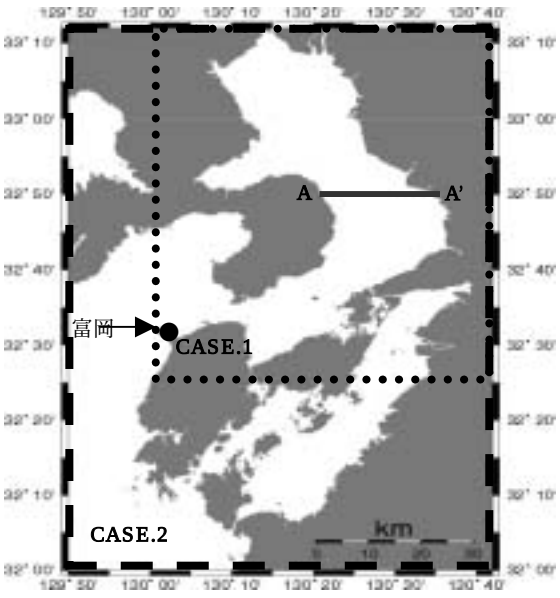

図-1 計算領域

残差流の方向についても、島原側が湾口方向であるのに対し､熊本側では湾奥方向の流れが形成される。これは、有明海湾央及び湾奥では反時計回りの残差流が形成されることを示唆する結果となった。

CASE.2 での八代海においては湾奥部において湾口方向の流速が卓越している。また、長島海峡においては八代海域で最も流速が大きくなっており、長島海峡を挟んで渦循環流が形成されている。

CASE1 と CASE2 との残差流の差については､天草上島北東部の満越野瀬近辺で特に顕著に見られた。この領域においては、CASE１では残差流は有明海から八代海に向けて流れだけであるが、CASE2 では、反時計回りの流れが形成されている。従って、有明海と八代海とを結ぶ瀬戸の存在が、有明海南部の流動場に少なからず影響を与えていることが分かる。

3-3 有明・八代海の流動場(鉛直分布)

図-3 は CASE1 における､A-A'ライン(図-1)の流速分布の鉛直断面（満潮時）を表している。また、図-4 は下げ潮時の断面を示している。なお、鉛直方向の流速に関しては 1000 倍にして示している。**図-3** からもわかるように微小ではあるものの、鉛直循環流を確認することができる。また、この鉛直循環流の流速は熊本側に比べ島原側において大きくなっている。また、**図-4** からもわかるように湾央部の熊本沖においては潮汐の変動によって互いに方向が逆である流速が衝突するラインが見られた。

4. 結論

本研究において有明海と八代海の流動場における相互作用および鉛直循環流の存在などが確認された。

その他の計算結果の詳細は、講演時に改めて発表する。

表-1 主な計算条件

	CASE.1	CASE.2
格子幅	400(m)	1000(m)
格子数	176×226	91×141
鉛直分割数	6	
干潟しきい値	0.05(m)	
潮汐	主要 4 分潮(M_2、S_2、K_1、O_1)	

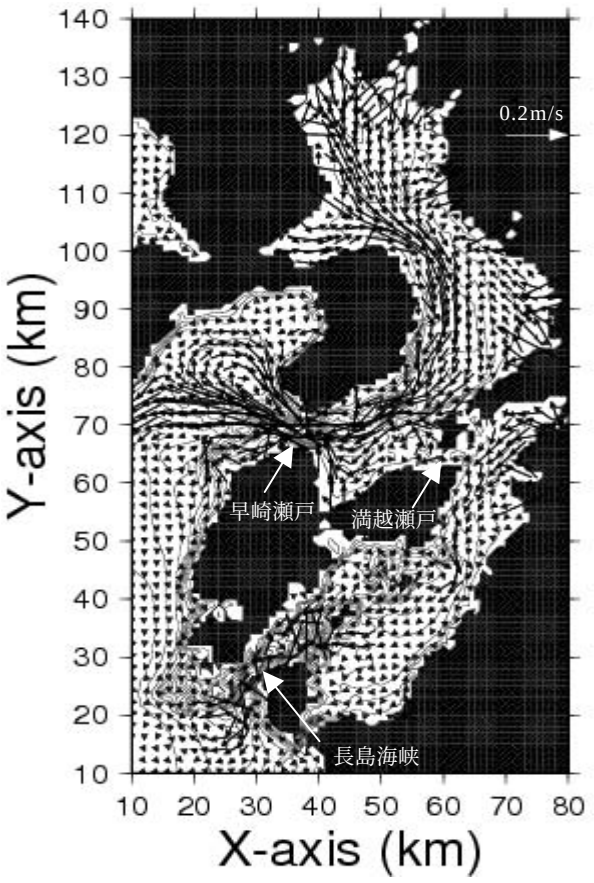

図-2 CASE2 における残差流

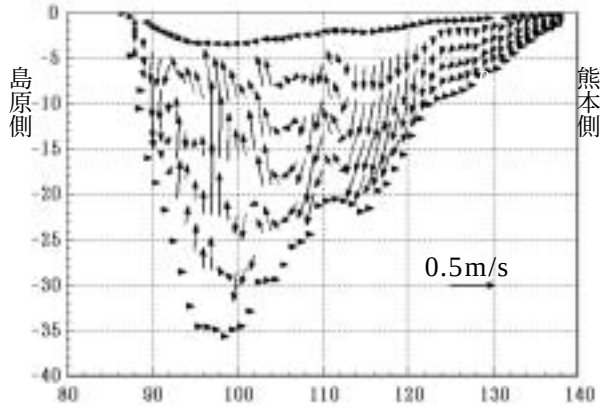

図-3 CASE1 湾央部における鉛直断面流速（満潮時）

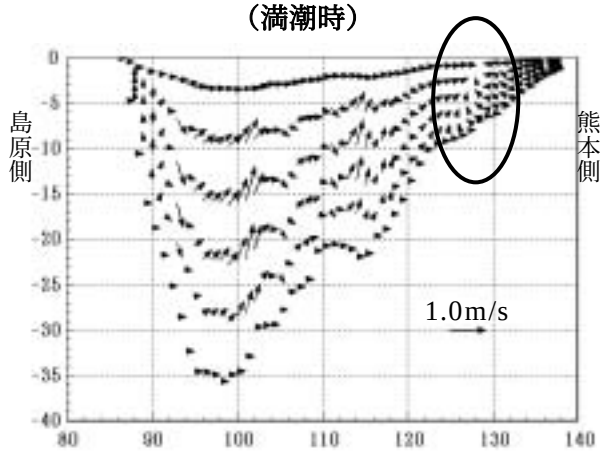

図-4 CASE1 湾央部における鉛直断面流速（下げ潮最大時）