

## MSM データを用いた内湾における潮流の数値予測

長崎大学工学部 学生員 ○岡本恵一 長崎大学大学院 非会員 永田久夫  
 長崎大学工学部 正会員 西田 渉 長崎大学工学部 フェロー 野口正人

## 1. はじめに

水域での環境開発を適切に進めるには、環境影響に関わる事前評価が不可欠である。とくに、環境に対する関心が高まっている昨今では、開発行為に伴う影響を極力軽減する努力が事後においても引き続き実施されねばならない。そのため、事後の環境管理は非常に大切であるが、その実施にあたっては、環境モニタリング等から得られる最新の情報と、物質の流送状況に関する短期的な予測結果とを併せて考慮することで、より適切な対策を、実時間的な立場からとることが可能になると考えられる。

本研究では、近年、有償/無償で入手できる環境情報を積極的に活用することに配慮しつつ、沿岸海域での潮流の短期的な予測について、気象予報データの一つである MSM データを利用することとし、実時間的な流動の予測手法の構築を目指すことにした。

## 2. 流れの予測モデル

潮流の計算に用いたモデルは、これまでに著者らが開発してきた 3 次元流動シミュレーションモデルであり、流れの基礎方程式として連続方程式と運動方程式とが取り上げられている。流体の密度は、水温、塩化物イオン濃度、浮遊懸濁物質濃度によって変化するものとされ、これらに関する収支式も本モデルに含められている。流れ場の 3 次元解析手法としては、3 次元レベルモデルが採用されており、以下に示される形の基礎方程式が陽形式の有限差分法によって離散化されている。

基礎方程式(中間層の連続方程式と  $x$  軸方向の運動方程式のみを記す)

$$\frac{\partial uh}{\partial x} + \frac{\partial vh}{\partial y} + w_{i-1} - w_i = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial uh}{\partial t} + \frac{\partial(u \cdot uh)}{\partial x} + \frac{\partial(v \cdot vh)}{\partial y} + uw_{i-1} - uw_i = fN - \frac{g}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \varepsilon_x h \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \varepsilon_y h \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \varepsilon_z \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_{i-1} - \varepsilon_z \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_i \quad (2)$$

ここで、 $u, v, w$ :  $x, y, z$  軸方向の流速、 $h$ : 層厚、 $f$ : コリオリの係数、 $\rho_0$ : 流体の基準密度、 $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ :  $x, y, z$  軸方向の渦動粘性係数、である。なお、 $z$  軸(鉛直)方向の渦動粘性係数については、Richardson 数の関数として取り扱い、 $\varepsilon_z = \varepsilon_0(1 + 5.2Ri)^{-1}$  の様に評価された。

今回の計算対象領域は、島原湾並びに八代海とされた。なお、同領域の地形データについては、日本海洋データセンターから提供される J-DOSS を基本情報にしているが、干潟域や地形変化の大きい海区については、海図を参照してデータの補間と修正を行っている。そのため計算領域の差分間隔は、水平方向に  $\Delta x = \Delta y = 500\text{m}$  とされている。また、鉛直方向の差分間隔については、T. P. -7.0m 以浅を表層とし、それ以深を一律の層厚 ( $\Delta z = 10.0\text{m}$ ) としている。なお、計算領域の最深部における層数は 16 層となっている。時間方向の差分間隔は、C. L. F. 条件や幾つかの試行計算の結果を参考に、 $\Delta t = 2.0\text{sec}$  とされた。海底の摩擦応力は Manning 則に従って評価されており、計算領域に対して一律に  $n = 0.015\text{sec/m}^{1/3}$  を与えた。開境界は、早崎瀬戸、長島海峡、黒ノ瀬戸の 3ヶ所とされ、これらの地点に相当する格子で潮位変化が与えられる。

## 3. MSM データの概要

潮流の実際的な解析にあたっては、各種の気象情報を適切に評価しておくことが望まれる。本研究では、気象庁から配信されるメソ数値予報データ (MSM データ) を用いることにした。このデータには、日本周辺の領域: ( $N20^\circ, E120^\circ$ ) - ( $N50^\circ, E150^\circ$ ) における各種の気象予報情報が含まれており、所定の時刻 (00, 06, 12, 18 UTC) に提供される。最長予報期間は 18 時間である。ここでは、提供される気象データの内、風に関するデータを計算条件に反映させることにした。なお、MSM データについては、空間方向の間隔が経度方向に  $0.125^\circ$ 、緯度方向に  $0.10^\circ$  であり、第 2 章に記した潮流計算の空間差分間隔に比して広いことから、各計算格子点に相当する値は双一次内挿によって補間した。図-1 は、2003 年 7 月 21 日に取得されたデータ (MSM18SFC018) を用いて評価され

た島原湾周辺海域での風速ベクトルの空間分布図である。

#### 4. MSM データを用いた潮流シミュレーションと考察

ここで、流れの予測モデルの水表面でのせん断応力の評価式に、MSM データから抽出した風向・風速の時空間分布を入力して求められた表層での流速分布を示すと、図-2のとおりである。なお、同図は、早崎瀬戸付近での潮位が低潮位となった時点のものである。また、比較のために風を考慮していない条件での計算結果も示されている。計算に用いた MSM データは、2004 年 1 月 13 日に取得された MSM00SFC である。これによれば、計算領域周辺では、南西からの風が概ね一様に吹くものと予報されており、計算結果として示された時刻の風速は、経度方向と緯度方向ともに 4m/sec 程度である。

2つの図を比較すると、諫早湾調整池内部での流れを始めとして、島原半島の東方沿岸や三角半島の北岸付近での流れに差異が現れている。島原湾の潮流は、早崎瀬戸を通じた外海との水交換によって主に発生していると考えられるが、一部では、風によっても湾内の物質流送が変化することが予想される。その把握にあたって、今後、詳細な検討をしたいと考えている。

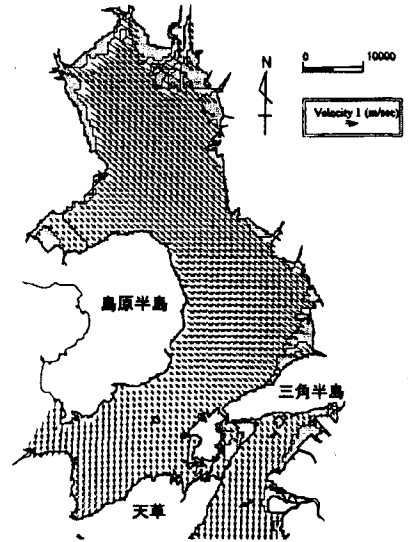


図-1 島原湾周辺での風速ベクトルの分布 (030721MSM18SFC)

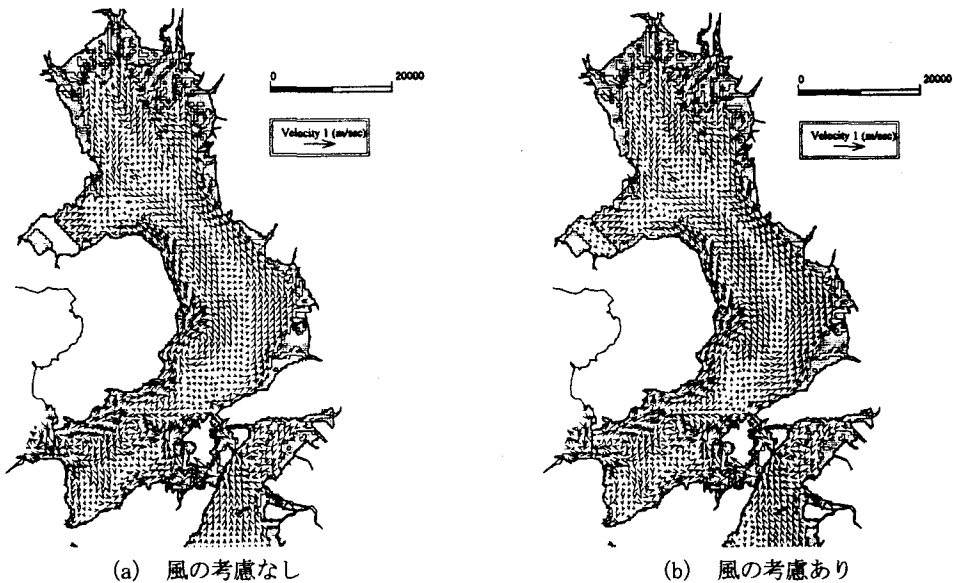


図-2 島原湾とその周辺海域での潮流の予測結果

#### 5. おわりに

各種の環境情報について、その重要性を考えると、データの利用のしやすさまでを考慮したデータバンキングが、これから積極的に進められるべきと考えられる。併せて、沿岸域等の環境管理をより一層支援するためには、データを十分に活用する体制を整え、意思決定支援システム (DSS) として構築しておくことも大切であろう。

本研究では、島原湾ならびに八代海における潮流シミュレーションに関して、短時間的な流動の予測を実施にあたり気象予報情報の利用を試みた。もちろん MSM データは、あくまでも気象予報数値モデルによる解析結果であり、実際の運用にあつては相応の注意が必要であることは言うまでもないが、今回実施した例など、比較的広い海域を対象にした潮流の短時間的な予測計算には今後活用されるべき有用な情報資源であると考えられる。今後は、実測値との比較によって、本手法の予測精度の検討を進めると共に、結果の有効利用手法についても検討していきたいと考えている。