

2次元移流分散モデルによる集中豪雨に起因する
大量の淡水流入の博多湾における挙動追跡

Behavior of Large Fresh Water Discharges into Hakata Bay Due to Torrential
Rain Using Two-Dimensional Convective-Dispersive Model

○福田晃大^{*1}・田畑俊範^{*2}・本田裕理^{*3}・平松和昭^{*2}・原田昌佳^{*2}

Akihiro Fukuda, Toshinori Tabata, Yuri Honda, Kazuaki Hiramatsu and Masayoshi Harada

1. はじめに 九州北部に位置する博多湾は、アジアの玄関口として港湾機能を持ち、大都市近郊の閉鎖性海域でありながら、豊かな生態系を有する和白干潟や今津干潟が湾内に存在する。この海域では近年、頻発する集中豪雨に起因する膨大な淡水流入をきっかけとする赤潮や貧酸素水塊の発生、生態系への影響などが懸念されている。しかし、海域における集中豪雨の影響を解析した例は無い。そこで本研究では、解析の第一歩として膨大な淡水流入の平面的な挙動を把握するため、2次元移流分散モデルを博多湾に適用し、解析を行った。

2. 2次元移流分散モデル 本モデルの基礎式は3次元 Reynolds 方程式および乱流拡散方程式を鉛直積分して得られる。以下に基礎式のうち、移流分散方程式を示す。

$$\begin{aligned} & (h+\eta)\frac{\partial S}{\partial t} + U(h+\eta)\frac{\partial S}{\partial x} + V(h+\eta)\frac{\partial S}{\partial y} \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ (h+\eta)K_H \frac{\partial S}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ (h+\eta)K_H \frac{\partial S}{\partial y} \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 U, V はそれぞれ x, y 方向の流速 (m/s)、 h は水深 (m)、 η は水位 (m)、 S は塩分 (psu) である。また K_H は移流分散係数 (m²/s) であり、評価には Smagorinsky モデルを用いた。数値解法には、連続式と運動方程式には leapfrog 法を、移流分散方程式の移流項には風上差分、拡散項には ADI 法を適用した。

干潟域や構造物などで地形が複雑になっている領域を詳細に計算するため、本モデルにネスティングを適用した。本研究ではエッジネスティングという、Fig.1 に示すような大メッシュの計算領域 (大領域)、小メッシュの計

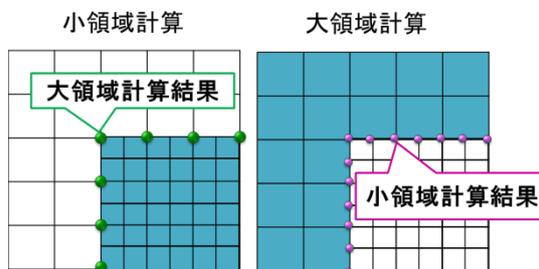


Fig.1 エッジネスティング概要図
Scheme of Edge Nesting

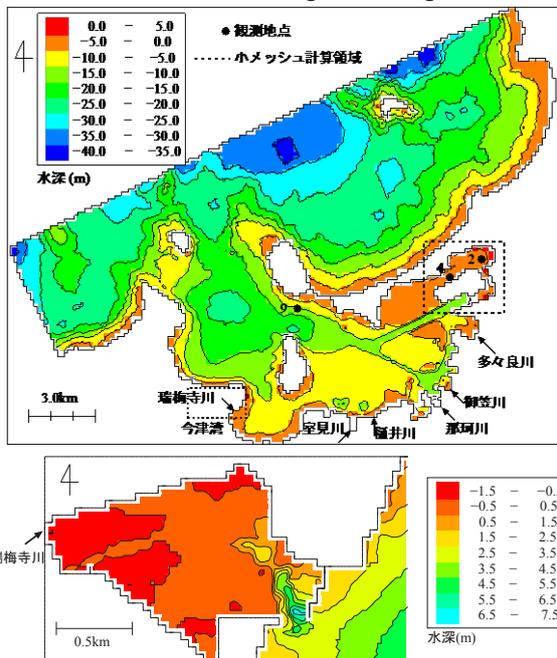


Fig.2 博多湾および今津湾の海底地形
Bathymetry of Hakata Bay and Imazu Bay

^{*1}九州大学大学院生物資源環境科学府/Graduate School of Bioenvironmental Sciences, Kyushu University
^{*2}九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Kyushu University ^{*3}千代の園酒造株式会社/Chiyonosono Sake Brewery INC

キーワード：2次元移流分散モデル，エッジネスティング，タンクモデル，集中豪雨，博多湾

算領域（小領域）それぞれの計算結果をタイムステップごとに他領域へ境界条件として与える方法を開発した。Fig.2 に示す計算領域において、博多湾全域を 100m メッシュの大領域、東部のアイランドシティ、西部の今津湾を 25m メッシュの小領域として計算した。

3. タンクモデル 集中豪雨時の河川流量を算定するために、博多湾に流入する各河川にタンクモデルを適用した。瑞梅寺川におけるタンクモデルおよび 2002 年 4 月からの 1 年間の実測値と計算値との比較を Fig. 3 に示す。計算値が実測値と概ね一致していることが分かる。このタンクモデルを用いて、河川流量を算定し、淡水流入の入力値として与えた。

4. モデルの検証 本モデルの検証のために、2007 年 7 月 10 日～8 月 3 日を計算期間としてシミュレーションを行った。7 月 30 日における 1 時間ごとの潮流速および塩分の実測値と計算値との比較を Fig. 4 に示す。計算値は実測値と概ね一致しており、アイランドシティ周辺の局所的に狭くなっている領域の再現性も高い。したがって、本モデルの有用性が示された。

5. 集中豪雨の影響解析 本モデルを用いて、日雨量 163.5mm を記録し福岡市に甚大な被害をもたらした 2002 年 9 月 16 日の集中豪雨を対象に解析を行った。計算期間を 2002 年 9 月 11 日～21 日とし、海域に流入する淡水の挙動を追跡した。今津湾における降雨前後の塩分分布の計算結果を Fig. 5 に示す。今津湾における降雨前後の分布を比較してみると、淡水が湾内全域および湾外へ広がっている。膨大な河川流量は、大量の浮泥を運ぶため、淡水の挙動と同じく湾内に広範囲にわたって堆積する可能性がある。今津干潟には、アサリをはじめとした多くの底生動物が生息することから、大量の淡水や浮泥の流入による干潟の生態系への影響が大きいと示唆される。

6. おわりに 今後は、モデルを 3 次元に拡張することで密度流の効果を考慮に入れるとともに、浮泥の輸送も考慮に入れることでさらなる海域への影響評価を目指す。

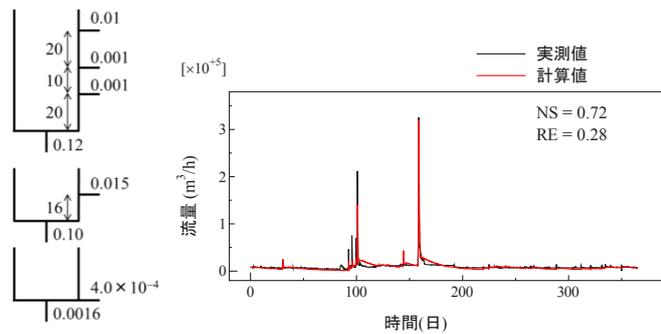


Fig.3 瑞梅寺川におけるタンクモデルおよび実測と計算値の比較
Tank model of Zuibaiji River and comparison of observed and calculated river discharges.

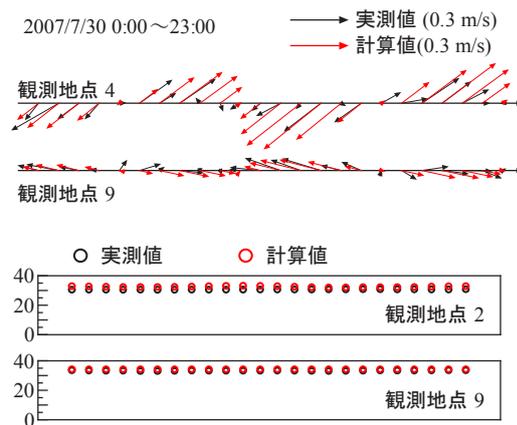


Fig.4 観測地点 2, 4, 9 における潮流速・塩分の実測と計算値の比較
Comparison of observed and calculated tidal current velocities and salinities at station 2, 4 and 9.

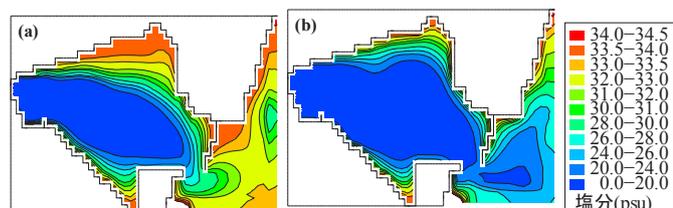


Fig.5 今津湾における塩分分布
(a)16 日 8:00 (b)18 日 6:00
Distribution of salinity in Imazu Bay.
(a) at 8:00 on 16th (b) at 6:00 on 18th