

博多湾における流況・水質の3次元数値シミュレーション

九州大学大学院 学生員 ○朴 童津 九州大学大学院 フェロー 小松 利光
大連理工大学 沈 永明 九州大学大学院 正会員 安達 貴浩
九州大学大学院 学生員 小橋 乃子

1. 目的 近年、大都市や工業地帯を背後にもつ閉鎖 になっている(図-1)。このように典型的・代表的な閉鎖性 海域において水質汚濁が問題になっている。このため精 内湾であり、しかも重要港湾でもある博多湾の流況や水 度の良い数値シミュレーション法を開発し、各水域の特性 質の変動を正確に予測することの意味は大きい。このた を把握することには多くの期待が寄せられている。しかし め、本研究では博多湾を対象として、3次元数値シミュレ ながら、潮汐、コリオリ力、浮力、風、地形等の様々な要 ーション法の開発を行った。今回は現地観測結果¹⁾を境 因によって支配されている実海域の流動場は極めて複雑 界条件として与えて、1996年の流況・水質の再現を試み であり、解析上の問題も数多く存在することが指摘されて た。

いる。このため本研究では、まず博多湾を対象とした流れ および水質についての3次元数値シミュレーションを行い、 塩分や水質の現地観測結果を用いてモデルの精度を検 討した。次に、塩分や栄養塩の輸送に決定的な役割を果 たすと考えられている残差流の流動特性を調べた。

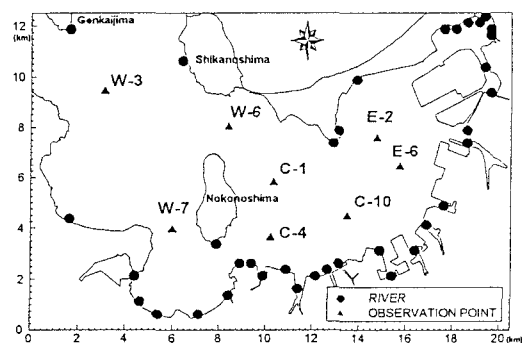


図-1. 計算領域

2. 数値モデルの概要 本モデルは流動モデルと水質 モデルより構成されている。まず流れ場を計算し、その結 果を水質モデルに組み込んで溶存酸素や栄養塩の挙動 を求めた。水質モデルで考慮された指標を表-1に示す。 数値シミュレーションにおいては、水平方向の空間格子 流れの計算には、静水圧近似と Boussinesq 近似の適用 間隔を $\Delta x = \Delta y = 250\text{m}$ 、時間刻み幅を $\Delta t = 15\text{min}$ とした。 された、準3次元流動モデルを用い、浮力・地球自転・海 水深方向には、上から $\Delta z = 2\text{m}$ 、 3.5m 、 5m 、 6.5m 、 8m とい う不等間隔格子が用いられており、水表面変動の影響は 乱流モデルには $k-\varepsilon$ モデルを用いた。

3. 数値シミュレーションの内容と結果 南北幅 20km、東西長さ 10km、水表面面積 133km^2 、平均水深 10.5m 程度で、湾口の幅が約 5.4km という地形的な特徴 をもつ博多湾は、湾口が狭く元々閉鎖性強い湾形状 界島によって、外海との海水交換がより一層行われにくく を図-2に示す。この地点は河川淡水の流出流量が最大

表-1. 水質モデルに用いた指標

・ 水温	・ 塩分
・ 難分解性溶存態BOD	・ 易分解性溶存態BOD
・ 難分解性有機窒素	・ 易分解性有機窒素
・ アンモニア態窒素	・ 硝酸態窒素
・ 溶存酸素	・ SS
・ 難分解性粒子態BOD	・ 易分解性粒子態BOD
・ 藻類炭素	・ デトリタス炭素
・ リン酸	・ シリカ(珪素)

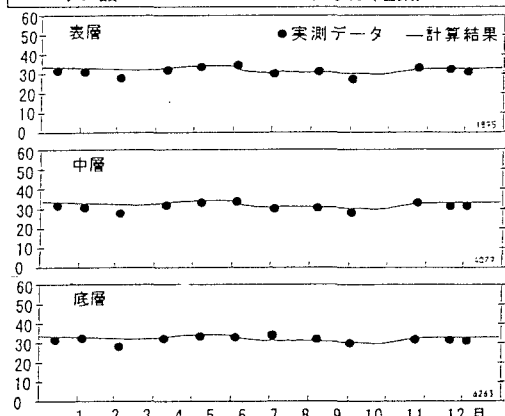


図-2. 塩分濃度の季節変動(単位: ppt)

の多々良川に近くに位置し、比較的浮力の影響を強く受けているにも拘わらず、塩・淡成層の季節変動の傾向が良好に再現されていることが分かる。上記の結果と同様に、水質の計算結果についても現地観測結果と良好な一致が見られることが確認された。

4. 博多湾に形成される残差流の特性 小松²⁾は閉鎖性海域の水質問題に対して、方向抵抗特性をもつブロックを海底に複数個沈設し、外海との海水交換を活性化させるような残差流況を創出する方法を提案している。この方法を実際に博多湾において適用する場合の、効率的なブロックの配置方法に関する知見を得るために、上記の3次元数値シミュレーションを用いて博多湾の残差流特性を調べた。河川流量の多い夏季の2ヶ月(6・7月)、流量が少ない冬季の2ヶ月(1・2月)、1年間、といった3つの期間を対象に残差流を算出した。なお、本研究では大潮の満潮時を境にして残差流を定義した。図-3は、(a)表層、(b)中層、(c)底層、(d)水深平均、の1年平均の残差流の結果を示したものである。この結果を見ると、博多湾では水深方向に残差流のパターンが大きく異なっており、残差流場は複雑な3次元構造を示していることが分かる。次に、水深平均の残差流のパターンを見ると、志賀島西側(反時計回り)、能古島西側(時計回り)、能古島周り(時計回り)に存在する3つ環流が卓越することが見て取れる。更に、夏と冬の残差流のパターンを調べると、上記の結果とそれ程大きな違いが見られないことが確認された。このため、河川流量の大きさや成層の効果は1ヶ月以上のタイムスケールによって定義される残差流場にはほとんど寄与しないと言える。

5. 結論 1) 本研究では、博多湾における1996年の流況・水質の3次元数値シミュレーションを行った。この結果、本研究で開発した数値モデルは現地観測の結果を良好に再現できることが明らかとなった。

2) 博多湾の残差流の特性について調べた。博多湾の残差流は複雑な3次元構造を示すことから、残差流の生成要因について今後より詳細な検討が必要であると考えられる。

3) これまでの研究から、島の周りの残差流は海底ブロックにより比較的制御しやすいことが明らかとなっている。このことと本研究の結果を踏まえると、水深と流速の大きい能古島北側において能古島周辺の時計回りの残差還流を強化するようにブロックを集中配置することによって、

航路を保持しつつも海底ブロックの大きな効果が得られることが推測される。

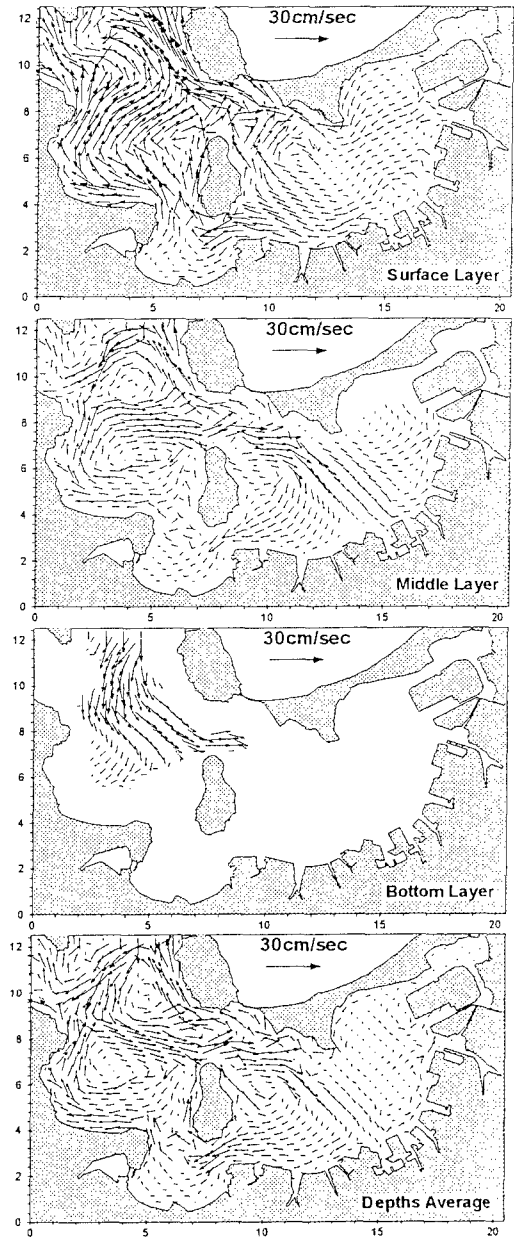


図-3. 残差流の計算結果

＜参考文献＞

- 1) 例えば、福岡市環境局環境保全部啓発推進課(1996)：福岡市水質測定結果報告。
- 2) 小松利光他(1997)：方向性を持つ底面粗度を用いた潮汐残差流の創造と制御、水工学論文集、第41巻、pp. 323-328。