

京都大学大学院	学生員	○大栗 剛
京都大学防災研究所	正会員	高山知司
京都大学防災研究所		吉岡 洋

1. はじめに

沿岸海域はその閉鎖的性格のため水質の緩衝容量が小さく、人間活動の影響を受けやすい海域である。そのため、このような海域での水質汚染は深刻な問題となっており、海峡や灘のような大スケールでの海水交換に関する研究は盛んに行われている。そこで本研究では、長水路や矩形の掘込み湾のような小スケールの海域における海水交換特性について、2層モデルのオイラー・ラグランジェ法を用いた数値シミュレーションによって調べている。

2. 計算方法

数値計算は、2層レベルモデル（グリッドサイズ 40 m、縦 30×横 150 格子、上層 10 m、下層 10 m）の領域において行っている。西端の開境界で振幅 37 (cm) の M2 分潮で水位を強制的に与えている。陸地部分と東端の境界ではノンスリップ条件、南北の境界については、長水路型では両側にスリップ条件、港湾型では北側の境界のみにスリップ条件を与えている。また各係数については、海底摩擦係数を 2.6×10^{-3} 、水平拡散係数を $1.0 \times 10^4 (\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$ 、鉛直拡散係数を $1.0 (\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$ と与えて、タイムステップ 6 秒で流速場を計算している。このようにして得られた流速場は、長水路型・港湾型ともに第 5 周期目当たりで定常状態に達しているのが確認できたので、粒子追跡には第 6 周期目の流速場を繰り返して用いている。

3. 海水交換特性

3. 1 「長水路型地形」

図-1 は 4 周期間に渡って 15 分間隔で粒子追跡したものである。この図から長水路内の海水は往復運動をしているだけで海水交換がほとんど行われていないことがわかる。図-2 は 4 周期間に渡って 1 周期間隔で粒子追跡したもので、残差流の影響が分かり易くしている。この図からは、長水路内の海水はわずかに西側に移動し、長水路西口から領域南西方向に発生している残差渦に吸い込まれるように流出しているのがわかる。このことから長水路内の海水交換は周辺海域に発生している残差渦の影響が多少あるものと考えられる。

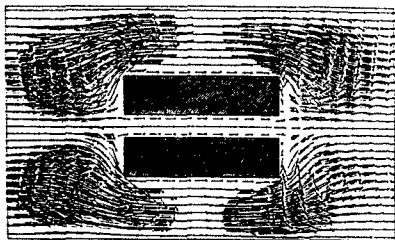


図-1 15 分間隔による粒子追跡図(上層)

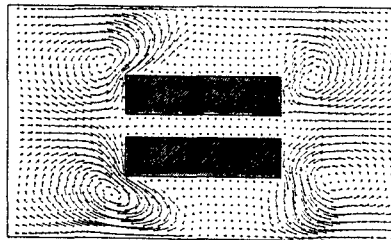


図-2 1 周期間隔による粒子追跡図(上層)

3. 2 「港湾型地形」

図-3 は、単純な矩形の掘込み湾(TYPE1)について、12 周期間に渡って 1 周期間隔で粒子追跡したものである。この追跡図から湾口西部と東部にそれぞれ大小 2 つの残差渦が発生し、湾内の海水交換はこれらの渦に依存しているものと考えられる。また上層と下層ではそれらの渦の形状が異なり、上層では西側で収束渦、東側で分散渦になっているのに対して、下層では西側で分散渦、東側で収束渦が形成されている。この結果、上層では湾外から湾内への海水の流入が多く、下層では湾内水の湾外への流出が多いことがわかった。つまり全体的な湾内の海水交換としては、上層で湾内に流入した海水が下降し、下層で湾外に流出することで湾内の海水量を保存しているものと考えられる。

Tsuyoshi OGURI, Tomotsuka TAKAYAMA, Hiroshi YOSHIOKA

次に、湾口の突堤を潮流の流れに逆らうように伸ばした場合(TYPE2)の粒子追跡図(図-4)を見ると、湾口部の残差渦がTYPE1 のときと比べて渦の中心の位置を若干北側に移動させ発達しているのが見て取れる。この残差渦の発達により湾内の海水交換が促進されることが確認できたが、渦の中心の位置があまり北側に移動すると渦の影響が湾内にまで届かなくなり海水交換が悪くなるという結果も得られた。

さらに、TYPE1、TYPE2について12周期後に湾内の各格子内に存在する粒子の湾内での平均存在率分布を表わしたものが図-5、図-6である。それによると湾口中央部から湾奥にかけて湾内での存在率が低い、つまり比較的水質の良い海水が存在していることがわかる。また、TYPE1とTYPE2の分布状況を比べると、TYPE2の分布がTYPE1と比べて湾内により広がっており、海水交換が湾内広範囲において促進されていることがわかる。

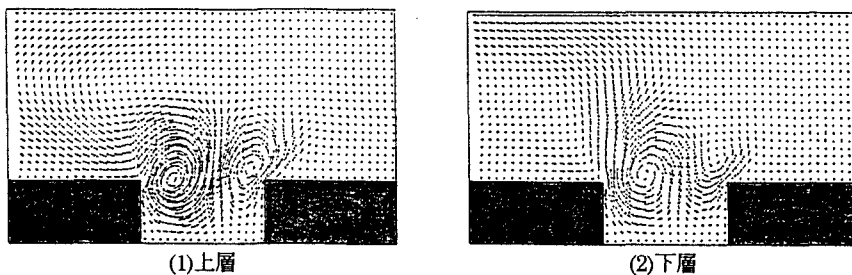


図-3 TYPE1の1周期間隔による粒子追跡図(12周期間)

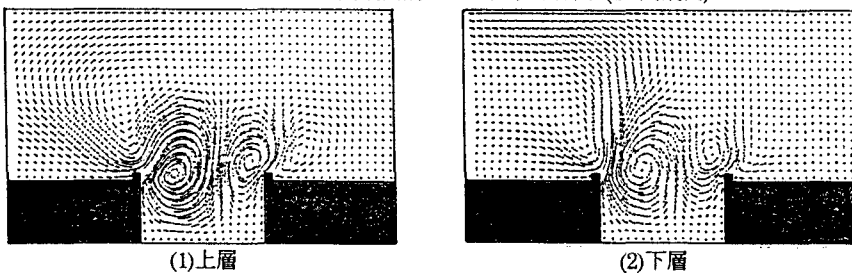


図-4 TYPE2の1周期間隔による粒子追跡図(12周期間)

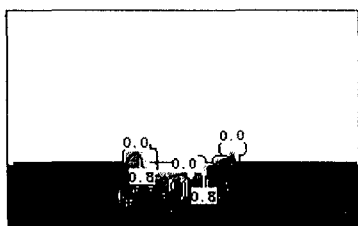


図-5 TYPE1 湾内存在率 (上層)

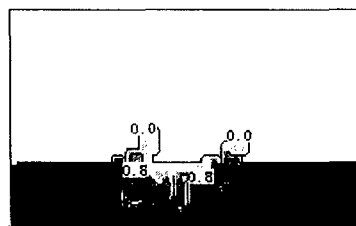


図-6 TYPE2 湾内存在率 (上層)

4. まとめ

本研究より、長水路内の海水交換は非常に遅く、矩形の掘込み湾では上層と下層で海水の流入出形態が異なることがわかった。今後の課題としては各格子内に複数の粒子を浮かべて、さらに粒子追跡の精度を上げるとともに、鉛直方向の層数を増やして、水深による海水交換特性についてもより詳しく調べる必要がある。

参考文献

- 1) 今里哲久, 淡路敏之(1982): 明石・鳴門海峡を通しての海水交換の数値実験. 沿岸海洋研究ノート, 第20巻, 第1号, pp.19 to 32.
- 2) 淡路敏之, 今里哲久, 佐藤敏(1985): 沿岸潮汐の数値実験について. 沿岸海洋研究ノート, 第23巻, 第1号, pp.35 to 47