

II-446 東京湾における流動・密度場の数値シミュレーション

茨城県庁	矢内 勝浩
茨城大学大学院	○学生員 小林 卓也
新日本気象海洋（株）	正会員 登坂 弘明
茨城大学工学部	正会員 三村 信男

1. はじめに

東京湾という人口の集中する閉鎖性水域での水質汚濁は、今後さらに悪化することが予想される。閉鎖性水域における水質汚染の主な要因は、窒素・リン等の栄養塩類であり、これらは潮汐、風などの外的要因により形成された流れによって移流・拡散されていく。本研究は、水域の主要な物理的側面に着目し、内湾の水質管理シミュレーションシステムの構築を目指し、その基礎となる流動・密度場の数値シミュレーションモデルの作成を目的とするものである。

2. 東京湾の特徴

①東京湾は、湾口部が南西方向に向いた緩やかなS字状をしており、富津岬や観音崎の存在が、湾内の還流の形成に大きな役割を果たしている。冬季には平均して時計回りの循環流がみられる。この循環流は、上層では東岸側に、下層では西岸側に顕著である。湾口では全般的に上層流出、下層流入の強い流系となっている。また、東京湾成層時に北風が吹く場合、循環流のようなものはほとんど見られず、表層は南西に、下層は北東へと流れる。

②東京湾における青潮は水域の成層期である夏季（6月～9月）に発生する。青潮の発生は北東風との関連が強いことが知られており、発生地点は東京湾の湾奥北東部（浦安、木更津付近）に分布している。

3. 計算方法

①モデルの基礎方程式としてNavier-Stokesの方程式、連続の式、静水圧の式、塩分濃度・温度の拡散方程式を用いた。これらをレベルシステムによって層積分し、空間方向にはスタッガードグリッドを、時間方向にはリープフロッグ法を使用して差分化し、数値的に解くことによって時々刻々の水位、流速を求めた。

②東京湾全体の約72%は水深30m以浅であり、概して浅い内湾と言える。本モデルでは、水深180m以浅の海域における流動を解析する。鉛直方向の分割は12層分割とし、湾内の水深30mまでの層分割は流況を詳しく調べるために2～5mと細かく分割した。水平方向の差分格子は東京湾における緯線と経線に合わせ、1kmのメッシュとした。

③開境界において東京湾の潮汐の主要な成分である M_2 分潮に相当する潮位変動（半振幅0.356m、周期12時間の正弦波）を与えた。計算開始から2周期にわたって振幅を徐々に大きくし目標の振幅に近づけることで、計算の発散を抑えるようにした。この2周期を予備周期として、これ以降の本周期で計算結果を求めることにした。計算のタイムステップは5秒間とした。

④本計算では風・河川の効果についても考慮し、風は夏季の青潮発生時の卓越風である北東風（風速4m/s）を表層にせん断力を与える形で、河川については江戸川、荒川、隅田川、多摩川、鶴見川の主要5河川のそれぞれの年平均流入量で与えた。

4. 計算結果

①図-1に密度一定・無風の場合の表層の潮汐残差流図を、図-2に夏季・成層状態・北東風4.0m/sを与え続けた場合の表層の潮汐残差流図をそれぞれ示す。図-1では湾口部で時計回りの循環流が確認でき、富津－観音崎の狭い海域において、富津側では湾奥向き、観音崎側では湾口向きの流れがみられる。また、湾奥から湾奥にかけての広い水域において顕著な流れが見られないことから、この水域の恒流成分に潮流はあまり関係がないことがわかる。図-2では水域の表層全体に西～南西に向かう吹送流が発達している。一方、下層に

おいては、水域全体で表層と反対方向の流れが存在することが確認された。

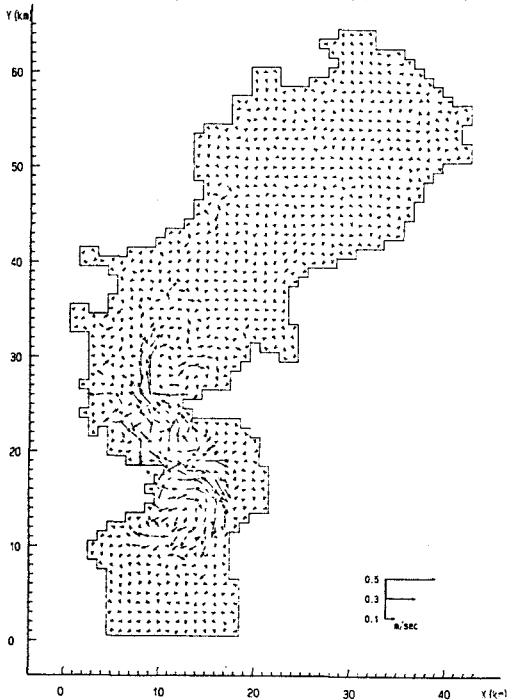


図-1 密度一定、無風の場合の潮汐残差流

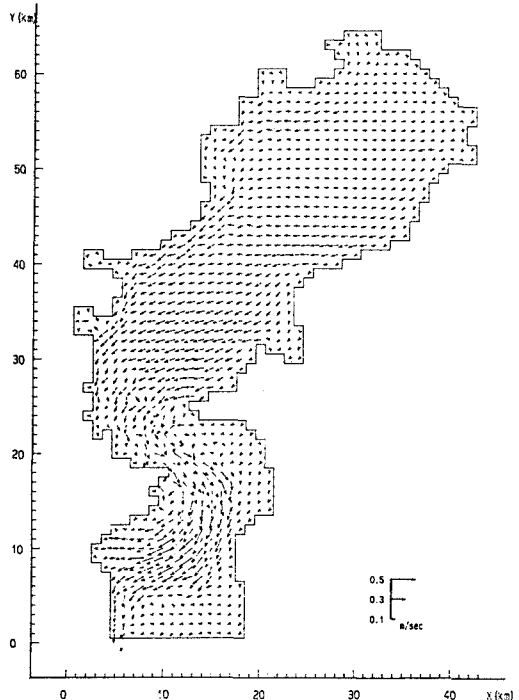


図-2 夏期、成層状態、北東風の場合の潮汐残差流

②図-3に現地観測による M_2 分潮の振幅の値と、数値モデルによる同地点での潮位振幅を示し、図-4に数値モデルによる潮位の平面分布図を示す。図-3より現地観測値と数値モデルによる潮位振幅はほぼ一致しており、また図-4の潮位の平面分布も現地観測データと同じ状態である。また、潮流楕円に関する計算結果と現地観測から得られたデータの比較においても同様の傾向がみられ、これらの結果からこの数値モデルの再現性はかなり良い状態といえる。

③図-5に密度成層時に北東風 4m/s を与え続けた場合の、密度の平面分布図を示した（風を与え始めてから12時間後）。斜線で示した水域では底層水の湧昇現象が見られるが、これらの湧昇域は過去の青潮発生地点とほぼ一致する。

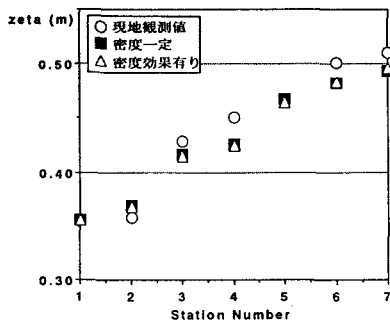


図-3 潮位振幅の比較

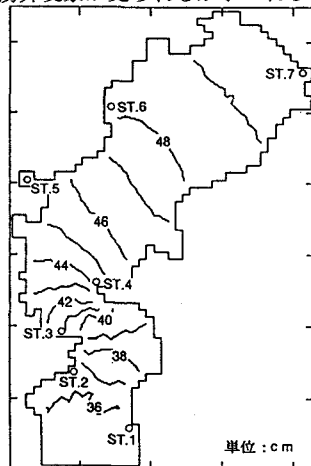


図-4 満潮時の潮位の平面分布図及び観測地点

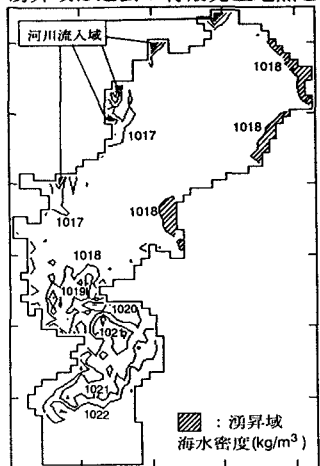


図-5 密度の平面分布図