

大阪大学大学院	学生員	○白井	正興
大阪大学大学院	正員	尹	鍾星
大阪大学工学部	正員	中辻	啓二
大阪大学工学部	正員	村岡	浩爾

1. はじめに

東京湾は奥行約 50km、幅約 20kmの大きさを持ち、約 6kmの湾口（富津一観音崎間の浦賀水道）を通して外海に接する典型的な閉鎖性水域である。近年、水質汚濁問題が非常に重要な問題となっており、青潮の発生は象徴的である。東京湾の恒流系は、湾口部において上層流出、下層流入の強い流系となっており、西岸沿いには南下流の存在が報告されている。とくに湾奥部においては、時計回りの還流が形成されていることが知られている。^{1) 2)} 東京湾の恒流特性としては潮汐のみならず、河川水や風の影響が大きい。本研究では湾内の水質の予測・評価を行うための初段階として、東京湾の三次元流動について明確にし、さらに密度流の影響について考察する。

2. 数値実験内容

計算領域は三浦半島の南端である城ヶ島以北の東京湾全域とし、水平方向には800m×800mの正方格子に分割した。（図-1参照）鉛直方向には不等間隔に8層（2, 2, 4, 4, 4, 6, 8, 15m）に分割した。モデルの基礎式は、三次元のN-S方程式、連続式、水温・塩分の拡散方程式、密度の状態方程式を用いた。境界条件として湾開口部において、城ヶ島の観測値のM2分潮である振幅 0.38 m、位相角146°の正弦波を水位変動として与え、河川水の流入は江戸川、荒川、多摩川、鶴見川の夏期（6～9月）の1982～1991年の十年間の平均流量を与えた。乱流輸送は渦動粘性の概念を導入し水平方向に $40 \text{ m}^2/\text{s}$ と、鉛直方向は $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ とし、密度成層による乱れの抑制を考慮するために成層化関数を導入した。また、海底の摩擦係数は 2.6×10^{-3} 、海面の摩擦係数は 1.3×10^{-3} とした。

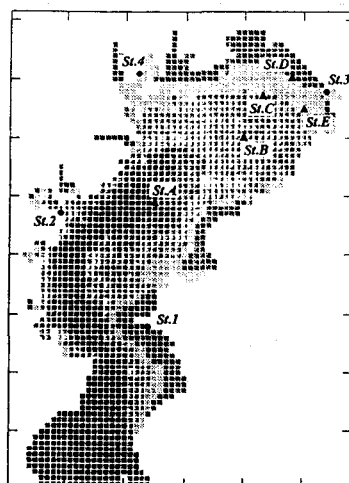


図-1 計算領域

3. 数値モデルの検証

本モデルの東京湾の流動場の再現性を検証する目的で潮位変動および位相の実測値との比較を行った。図-2の St.1, 2, 3, 4 は富津、横浜、千葉、東京である。実測結果によると、海峡部の St.1 と湾奥部の St.3 との位相差は約 3° で、東京湾において湾内にはほぼ同時に満（干）潮になっていることが特徴的に

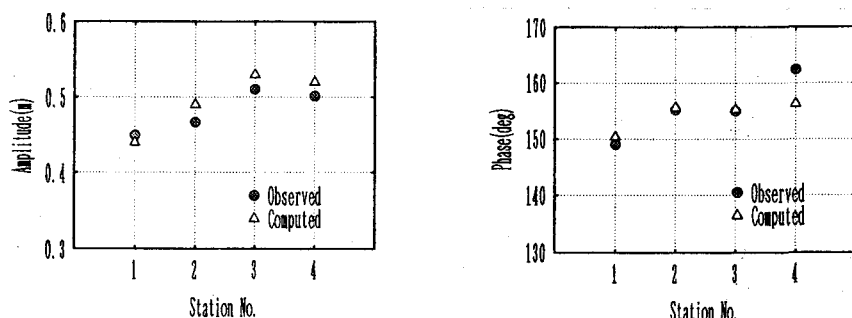


図-2 潮位振幅（左図）および遅角（右図）の実測値と計算値との比較

みられる。計算結果は振幅、位相差とも、良好に一致しており、湾奥部の振幅が湾口部の約 1.3 倍になり、位相角が 6.7° 大きくなるという特性も再現された。

4. 東京湾の潮流および恒流特性

図-3 は北西流最強時および南東流最強時の潮流を示す。北西流最強時には観音崎と富津岬を結ぶ海峡部での流速は 50 cm/s 以上と最も大きく、湾奥部に進行するにつれて流れは小さく弱くなっている。また、南東流最強時に北西流最強時と全く逆向きの流れを示していることが分かる。図中の点線や実線は等密度線を示す。数値は海水と陸水との密度差に対するパーセントで示している。1.5 % の等密度線を除いて北西流と南東流の密度分布の違いは読み取れない。

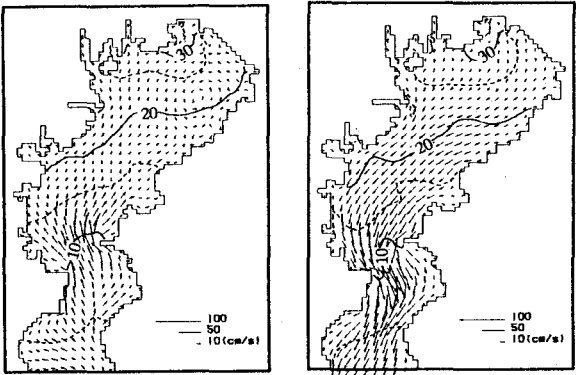


図-3 北西流最強時（左図）と南東流最強時（右図）の場合の潮流図（水深 3 m 層）

図-4 は水深別の恒流をベクトルで示す。観音崎と富津岬の間の海峡部の神奈川県側で湾内水が流出しており、富津岬付近では地形の影響によって湾内に流入する傾向にある。富津岬南側の海峡部での循環流はこれらの流況に起因するものと考えられる。また、湾奥部の上層において時計回りの循環流が形成されているのが明瞭に分かる。この循環流は潮汐のみの場合には現れていなかったことから、河川水の流入による密度流の影響によるものであると推測される。湾奥部に現れる時計回りの流動は、大阪湾での実測やバロクリニック流れの数値実験でも観られ、また、伊勢湾の実測においても認められる。以上のことから、この循環流は閉鎖性内湾に特有の現象であると理解できる。数値実験結果³⁾によれば、密度成層に加えて地球の回転の影響が大きいことが判っている。なお、東京湾の湾口部で全般的に上層流出、下層流入の強い流れを示している。これらの結果は既往の観測結果と合致している。

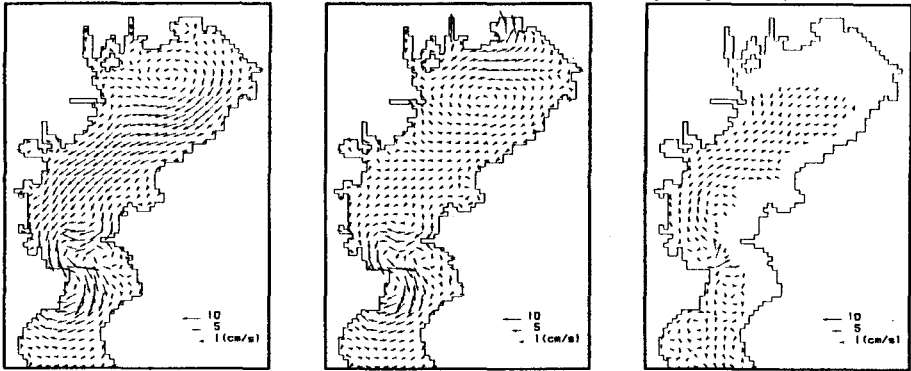


図-4 東京湾の恒流の計算結果（左図より水深 3m、6m、19m）

5. まとめ

三次元バロクリニック流れの数値モデルを用いて東京湾の流動特性ならびに恒流系について考察した。東京湾の湾奥に現れる時計回りの恒流は閉鎖性海域の湾奥部で観られる循環流の一つである。

参考文献 1) 宇野木早苗(1993)：沿岸の海洋物理学、東海大学出版会。 2) 村上和男(1981)：港湾技研資料、No. 404、pp. 22-29。 3) 末吉寿明ら(1994)：土木学会関西支部年次学術講演会概要集