

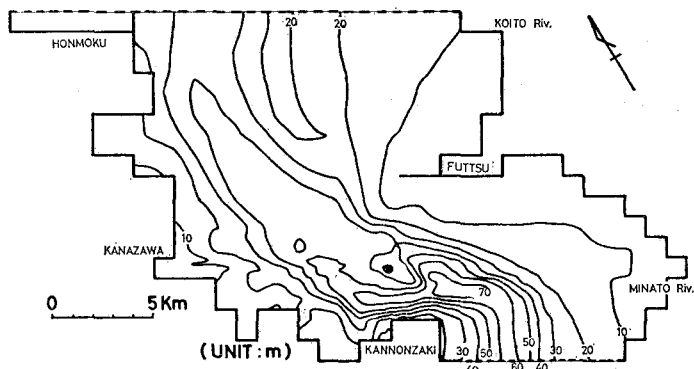


図-2 水深

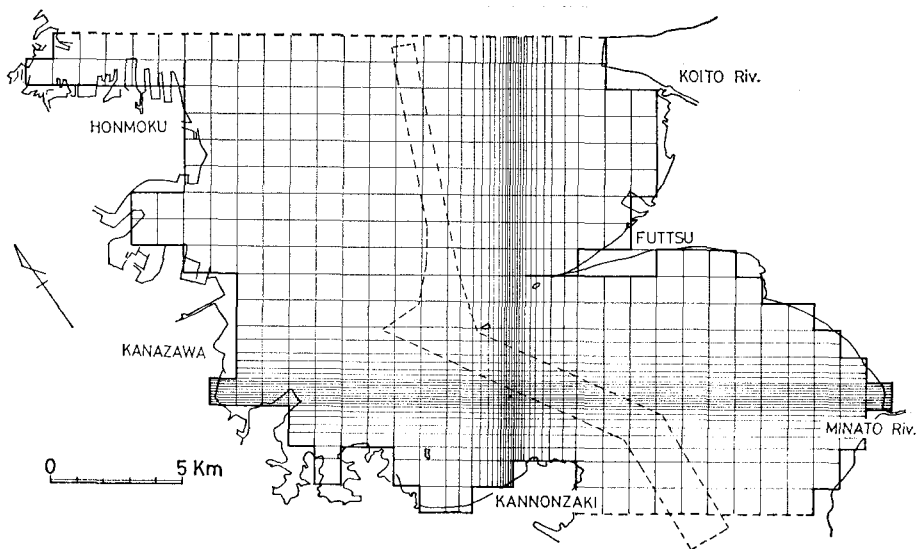


図-3 格子分割図

域は、図-2 の水深図に示すように東京湾の屈曲部であるとともに海底地形が急激に変化している。そこで本計算においては、第三海堡および付近の海底地形をより詳細に表現するため、図-3 に示すような第三海堡付近で細かく ($\Delta x = \Delta y = 100 \text{ m}$)、周辺部で粗い ($\Delta x = 1 \text{ km}$) 可変格子間隔を用いた。また、鉛直方向は、水深 -30 m までを、 5 m ごとの6層、 -30 m 以深は 15 m ごとの4層、合計10層に分割した。初期条件および境界条件は、東京湾全域を対象として別途実施した計算⁴⁾の結果を用い、境界において流速制御を行った。

計算ケースは、東京湾の代表的な流況パターンと考えられる冬季と夏季について実施し、対象とする流れは、東京湾において最も卓越する半日周潮 (M_2 潮) のみを考え、吹送流、密度流は考慮していない。

4. 第三海堡付近の流況

四季にわたる潮流観測の結果⁵⁾、第三海堡付近は東京湾の中で最も流速が速く、最強流速は $0.4 \sim 1.1 \text{ m/sec}$ の値を示している。流速の変動は半日周潮流 (M_2 潮) が卓越しており、流速変動の振幅は、潮位変動の振幅とよく対応している。

恒流は、神奈川県側の上層で流出、下層で流入する傾向が卓越し、千葉県側は、上下層とも流入する傾向が卓越している。

第三海堡付近の局所的な流況をみるための一昼夜観測からは、第三海堡付近での乱れ(渦)の存在を思わせる結果が得られた。また、航空機による熱映像写真から、第三海堡の北西部に、周囲にくらべて水温の低い地域

(その大きさは、長軸 800 m 程度の楕円状) が確認された。これは、渦あるいは湧昇流と関連があるものと考えられる。

5. 計算結果

シミュレーションモデルの再現性について、流速曲線、潮流楕円、および恒流によって検討した。図-4 は、

第三海堡周辺で行われた潮流観測点を示している。流速曲線による比較は上記観測点について行い、その 1 例を図-5 に示す。なお図-5 に示す地点での観測は、大潮時に行われたため、大潮 (M_2+S_2) と平均潮 (M_2) との流速比 3:2 から計算値を 1.5 倍した流速曲線を描いている。この結果、計算値は、上げ、下げとも最強時付近で小さめとなる他は、観測値とほぼ一致している。

図-6 は、観測点中の長期 (15 昼夜または 30 昼夜) 観測点における潮流楕円の比較を示している。各観測点共、計算値と観測値は良い一致を示している。

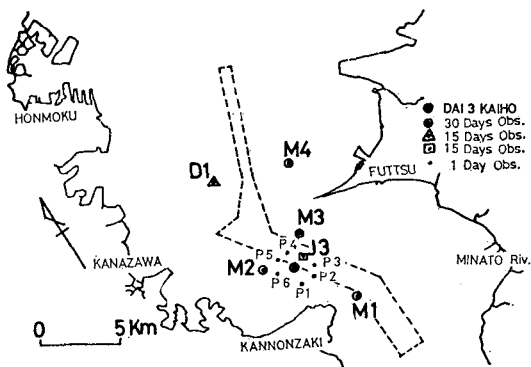


図-4 潮流観測点

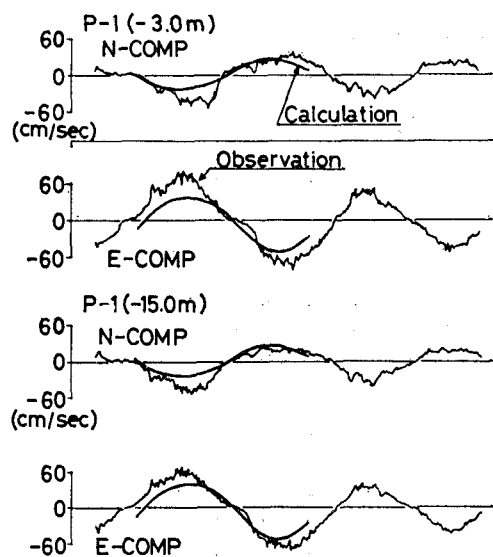


図-5 流速曲線の比較 (冬季, P-1)

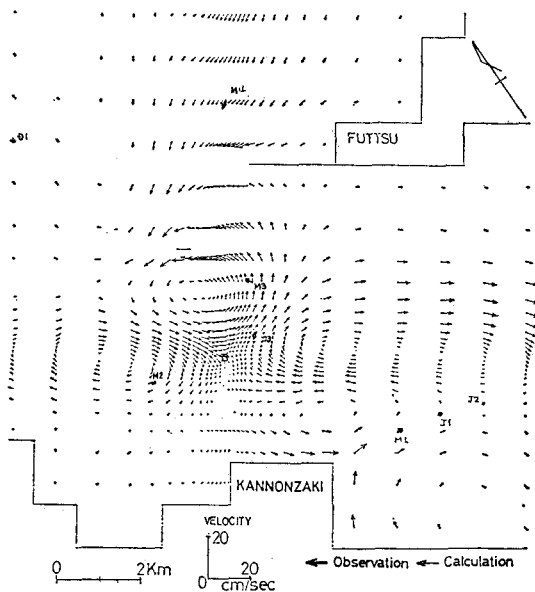


図-7 恒流の比較 (冬季, 全層平均)

図-7 は、全層平均の恒流の比較を示している。第三海堡の西側の観測点で流向が異なっている他は、計算値と観測値はほぼ一致している。なお、第一層の恒流の比較においても両者はほぼ一致している。

以上の比較から、本モデルの再現性は十分であると考えられる。

図-8, 9 は、冬季の下げ潮時および干潮時の第一層目の流速ベクトル図を示している。下げ潮時および上げ潮

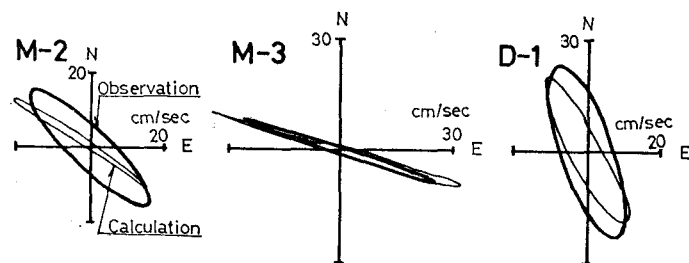


図-6 潮流楕円の比較 (冬季, M-2, M-3, D-1)

においては、流速が速いため平面的には地形に沿った速い流れとなり、渦などは見られないが、流れがやや遅くなると、第三海堡の流れの下手側に小さな後流が発生し、干潮時および満潮時の前後には、大きな渦が見られる。特に、干潮時に第三海堡の西側で流向が逆転した二つの渦が発生している。また、この渦は水深 -25~-30 m の第六層目においても発生していることから、第三海堡による

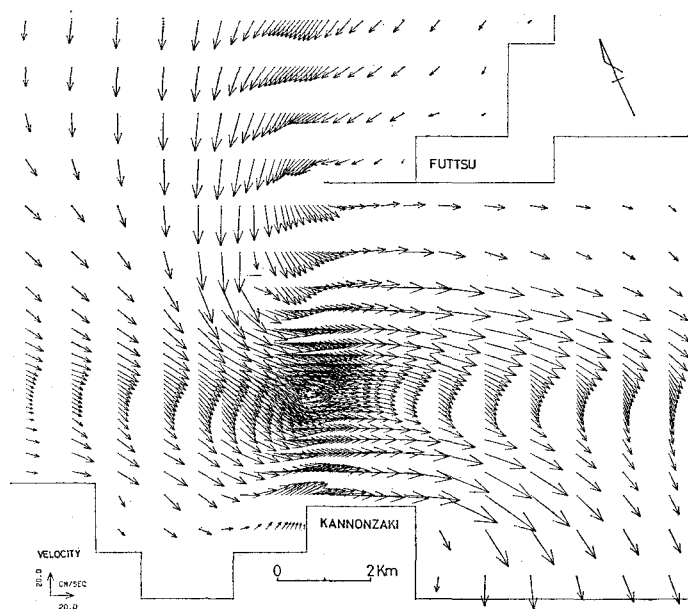


図-8 流速ベクトル図 (冬季, 下げ潮時, 第一層)

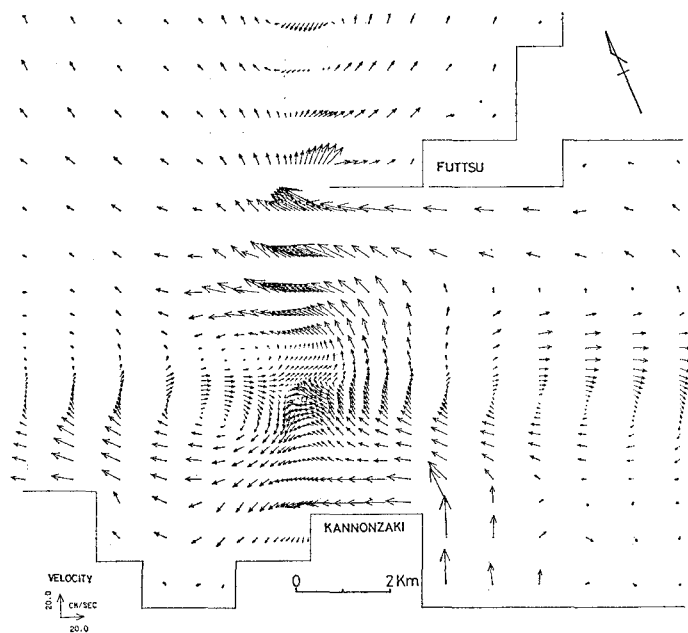


図-9 流速ベクトル図 (冬季, 干潮時, 第一層)

影響よりもむしろ複雑な付近の海底地形の影響によっているものと考えられる。このように平面的な流れは、潮時によって非常に異なっている。

図-10, 11 に第三海堡の付近主流方向(金沢-みなと川)の下げ潮時および干潮時の断面流速ベクトル図を示す。下げ潮時, 上げ潮時共に流れの上手側の第三海堡近

傍において強い湧昇流が見られ, 下手側には沈降流が生じている。干潮時には海堡の西側で, 湾外へ向け東向きの流れと, 湾内へ向う西向きの流れとがぶつかり合っている。

夏季の計算結果は, 冬季とほとんど同様であり, 季節的な変化は見られなかった。

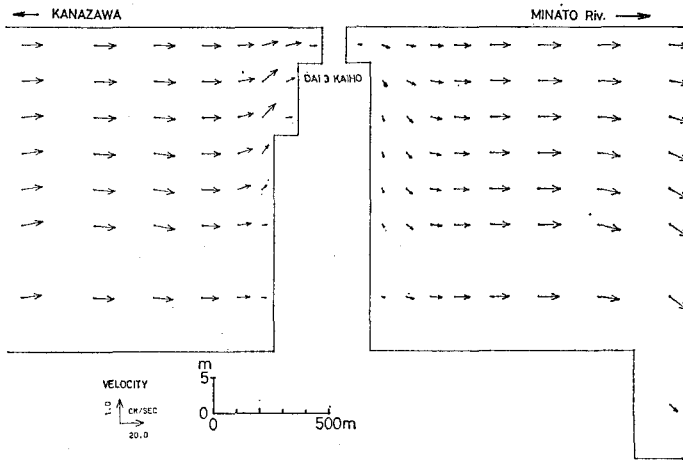


図-10 断面流速ベクトル図 (冬季, 下げ潮時)

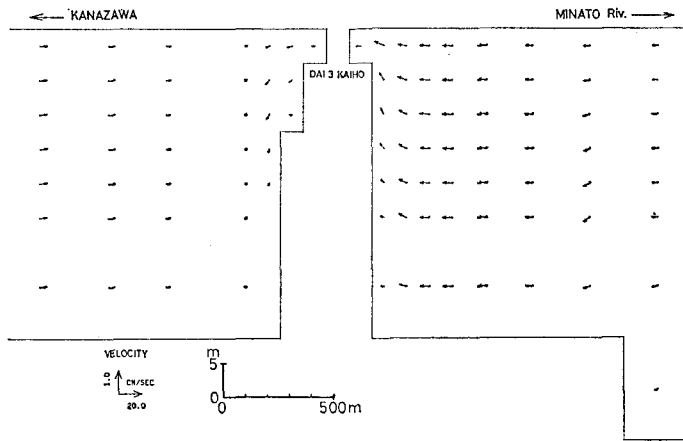


図-11 断面流速ベクトル図 (冬季, 干潮時)

5. おわりに

潮流の三次元モデルを、東京湾の第三海堡付近の海域に適用した結果、潮流の現地観測あるいは、航空機による熱映像写真から予想された、平面的な渦や鉛直的な湧昇流等の複雑な流れが再現され、本モデルの現地海域への適用性が確認された。このことは、流動のシミュレーションにおいて新たな段階を画したものと言えよう。

なお、本計算においては、計算領域と表現すべき地形スケールから可変格子を用いているが、格子長の取り方に注意をする必要がある。

最後に、本計算において貴重な助言をいただいた、東京都立大学工学部堀口孝男教授、運輸省港湾技術研究所海洋水理部堀江毅室長に感謝の意を表するとともに、本

計算は、(株)日本 IBM 社の協力を得ていることを付記する。

参考文献

- 1) 堀口孝男・富田 勇・堀江 毅: 三次元モデルによる流れと拡散の数値解法について, 第 24 回海岸工学講演会論文集, pp. 447~451, 1977.
- 2) 堀口孝男・富田 勇・堀江 毅: 三次元モデルによる流れと拡散の数値解法について (その 2), 第 25 回海岸工学講演会論文集, pp. 508~512, 1978.
- 3) 堀口孝男・曾我部隆久・堀江 毅: 三次元モデルによる流れと拡散の数値解法について (その 3), 第 26 回海岸工学講演会論文集, pp. 600~604, 1979.
- 4) 市原正史・大村哲夫・福代倫男・野沢良一: 東京湾の潮流観測とシミュレーション, 第 27 回海岸工学講演会論文集, pp. 448~452, 1980.
- 5) 運輸省第二港湾建設局横須賀港工事事務所: 東京湾口航路潮流調査報告書, 1979 年 3 月, 1979 年 9 月.