

大阪大学大学院 学生員 ○丸谷尊彦

大阪大学大学院 正 員 中辻啓二

1. はじめに

閉鎖性内湾の生態系や水質分布を考える上で、残差流系が重要な役割を果たすことは周知のことである。ことに、河川水が大量に流入する内湾においては、湾奥部の成層した表層において時計回りの水平環流が生じることが指摘されている。大阪湾の西宮沖環流がその例である。大阪湾においては従来から大規模な埋立開発が実施されており、水質の悪化をもたらす要因の一つになっている。昨年度の関西支部講演会では戦前地形と現況地形での西宮沖環流の計算を行い、沿岸地形の影響が大きいことを報告した。現在埋立申請されている埋立が完了した時に、流れや水質分布がどのように変わるのか、本研究では、近将来の埋立地形を対象に3次元バロクリニック流れの数値実験より検討したので報告する。

2. 三次元バロクリニック流れモデルによる数値実験

三次元流動モデルODEMを用いて計算した。水平方向の渦動粘性・拡散係数にはSGS係数を用いて係数の時間的・空間的変化を考慮している。鉛直方向係数はリチャードソン数の関数とし、湾内の成層状態の影響を考慮した。計算領域は大阪湾を中心とした64km四方を対象とし、水域分割は水平方向に1kmメッシュ、鉛直方向は表層から2m×15層位、4m、6m、10m×2層位の19層とした。海側の境界条件は明石海峡、紀淡海峡において半日周潮(M_2)の潮位変動と水温・塩分の鉛直分布を与え、陸側境界は淀川、大和川をはじめとする主要21河川からの流入量と水温・塩分を与えた。これら境界の河川流入量や水温・塩分条件および海面の熱収支条件は既往の月別の観測データから夏季、7・8月の値の平均値を与えた。

3. 数値実験結果とその考察

図-1に大阪湾の残差流系を示す。残差流系はその生因により、潮汐と地形の非線形による潮汐残差流系、密度流系等がある。大阪湾で顕著な明石海峡南東海域の沖ノ瀬環流は前者であり、湾奥部の成層した表層の水面下3m～5mのみに現れる西宮沖環流は後者の例である。いまひとつは大阪湾沿岸に沿って南下する東岸恒流帯であり、潮汐・密度の混合型である。

図-2は現在の海岸地形で得られた水面下5mの残差流を示す。沖ノ瀬環流が顕著に現れている。その最大流速は80cm/sもあり、潮流の最大流速に匹敵する流速である。一方、西宮沖環流も湾奥部で発達しているのがよく分かる、戦前の海岸地形の計算結果では、神戸側の埋立がほとんどなかったこともあり、現西宮防波堤沖3km地点を中心とした大規模な水平環流を形成していた。

現在地形では埋立や防波堤の建設のために、水平方向の拡がり小さくなったものの、数値実験では水面下3m層と5m層では明瞭な時計回りの水平環流が見てとれる。

図-4、5は図-1で示した断面A-A断面における残差流の断面内分布を示す。上段は断面内流動ベクトルと等密度分布、下段は南北方向流速分布である。20m水深より浅い海域が湾奥部に相当し、河川水の混合した表層が水深5mの層厚で水表面に沿って拡がっているのが分かる。その先端部はフロントを形成

Takahiko MARUTANI, Keiji NAKATSUJI

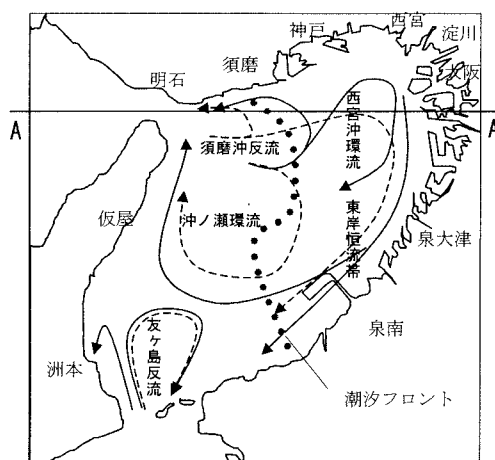


図-1 大阪湾の残差流系（実線は水深5m以浅の上層、破線は下層の流れを示す）

しているのが特徴である。成層した表層内での流れは東部では南下、西部では北上を示しており、時計回りの循環を形成しているのが同図からも分かる。また、上段の流速ベクトルから、成層化した境界面より下層では湾奥に向かう流れが存在してる。この鉛直循環はエスチュアリー循環と呼ばれる河口固有の現象である。

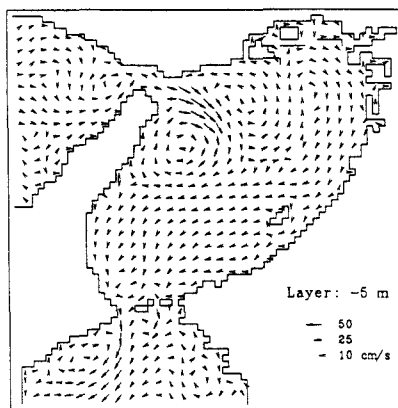


図 - 2 現況の残差流ベクトル図

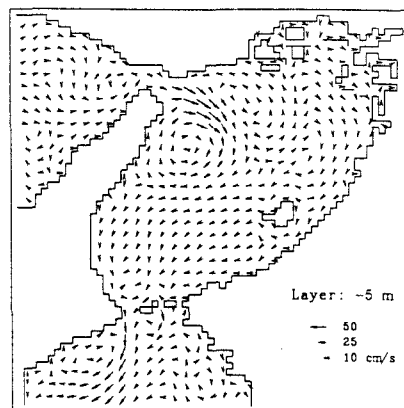


図 - 3 埋立後の残差流ベクトル図

大阪湾では西部海域の清浄な海水を汚濁した湾奥部へ輸送しているうちで貴重な流動である。詳細は省くが、このエスチュアリー循環と地球自転効果が相乗的に関与して西宮沖環流を御形成している。

図 - 5、7 は近将来地形での計算結果である。西宮沖環流の中心は南へ 6 km 移動しており、しかもその環流の大きさは極端に小さくなっている。湾奥部での埋立地形が複雑になった分だけ、小規模の渦が発生している。図 - 5 の大阪側の埋立部は大阪港の新島である。図 - 4 と比較してほとんど差違はないが、大阪側全面の南下する流動を分断しており、また、フロント側の北上する流れを小さくする結果となっている。つまり、現存する西宮沖環流が弱まることを示唆している。西宮沖環流が弱小化することが、物質の輸送に対していかなる影響を与えるかは今のところ不明である。今後の研究課題としたい。

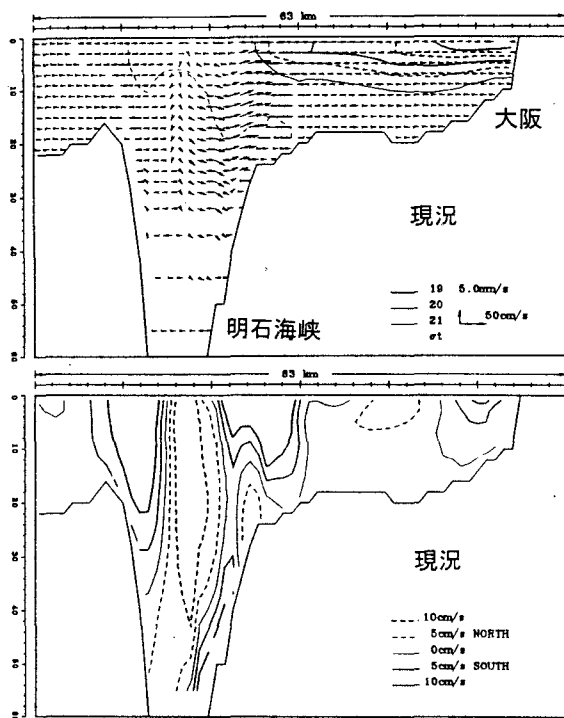


図 - 4 現況での残差流の断面内分布 (左上)

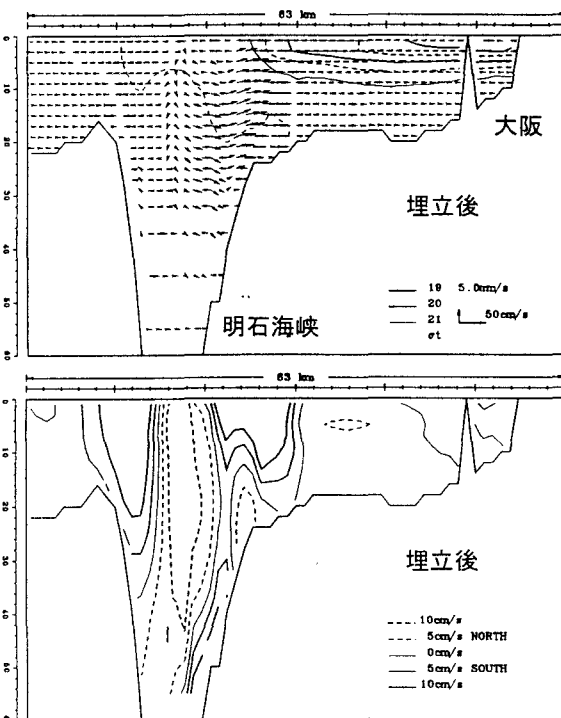


図 - 5 埋立後における残差流断面内分布 (右上)

図 - 6 現況での南北流速のコンター図 (左下) 図 - 7 埋立後における南北流速のコンター図 (右下)

4. 参考文献

中辻啓二、末吉寿明、藤原建紀(199?): 海岸工学論文集、第 41 巻、pp. 331-335