

日本道路公団 正員 ○末吉寿明

大阪大学工学部 正員 中辻啓二

京都大学農学部 正員 藤原建紀

1. はじめに 大阪湾へ流出する淀川洪水流は地球回転の影響を受けて河口から右岸に沿って進行し、神戸沖から垂水沖へ拡がることはよく知られている¹⁾。一方、平常時における淀川河川水は左岸に沿って南下し、堺沖へと拡がる。藤原ら²⁾は現地実測より大阪湾北東海域の上層部に時計方向廻りの恒流（西宮沖環流）が形成されていることを指摘している。この西宮沖環流の流動を考えることにより、平常時の淀川河川水の拡がりを矛盾なく説明することが出来る。本研究では三次元パロクリニック数値モデルを用いて西宮沖環流の流動を再現し、拡散実験により淀川ブルームの拡がりを考察する。

2. 数値実験の内容 三次元パロクリニック数値モデルは連続式、三方向の運動方程式、水温・塩分の移流拡散方程式、密度の状態方程式で構成されている。ここで、静水圧近似とブーシネ近似を仮定した。数値モデルの差分化および解法は本質的に前報¹⁾に基づいている。実験では大阪湾を中心とした64km四方の海域を対象とし、また空間分解能として水平方向には1km、鉛直方向には不等間隔に10層に分割した。外力としては、開境界において平均潮の潮位変動を与え、また淀川河川水からの淡水流入として平水流量（571m³/s）、海表面からの熱収支として7、8月平均の熱流入を考慮した。乱流輸送項のモデル化では、水平方向には流れの空間的な乱れが評価できるようにSGS渦粘性モデルを、鉛直方向には密度成層による乱れの通減を考慮できるようにリチャードソン数を用いた成層化関数の導入を図った。

3. 西宮沖環流の流動構造 図-1は流動場を一潮汐平均することによって得られた大阪湾北東海域の恒流と残差渦度分布である。図では水深1、3、9m層での分布を示している。残差渦度の等値線は $1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 毎に表示しており、時計方向廻りの渦度を実線、反時計方向廻りの渦度を破線で示している。水深1m層

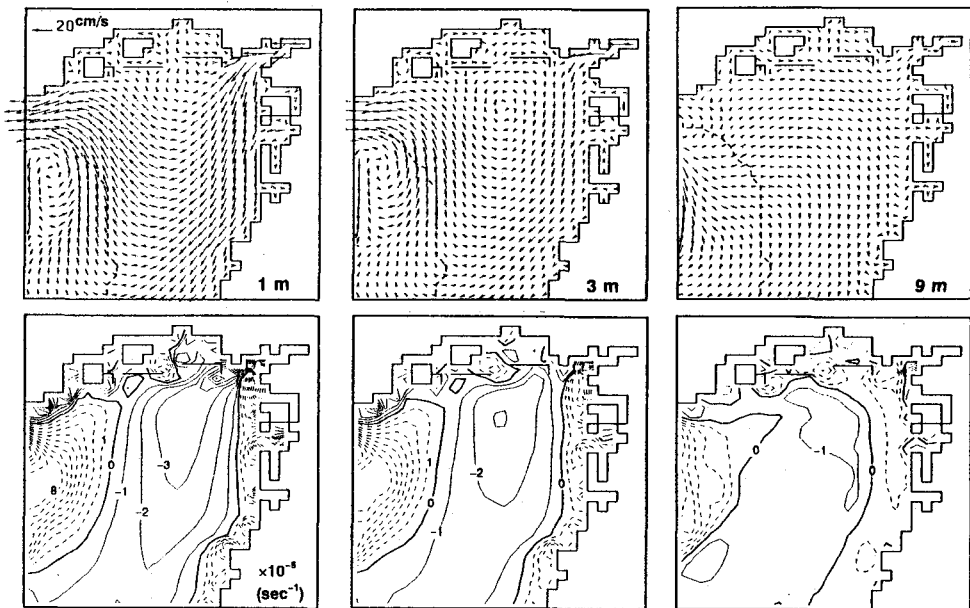


図-1 大阪湾北東海域における恒流場と残差渦度の分布（左図より水深1、3、9m）

では、淀川ブルームの影響を受けて水表面に薄く広がる様相を呈した恒流が形成されている。一方、水深3m層では西宮沖の10数kmを中心に時計方向廻りの渦の形態を持った循環が形成されている。この循環の渦度は最大値で $-3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ であり、藤原ら³⁾が現地実測から算定した渦度 $-3.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ と良く一致している。また、表層では淀川ブルームの影響により流動ベクトル図から循環流を評価することは難しい。しかし、図-1に現れている時計方向の回転を持った循環は西宮沖環流であると考えられる。一方、水深7m以下では上層域で観測されたような渦循環は観察されず、この流動は潮汐残差流系の流動と良く一致していることが確認できた。

次に、西宮沖環流を東西に横断した観測線A(図-1)に沿った水深3m層の断面でのx、y方向の運動方程式の一潮汐平均した各項のオーダーを比較したのが図-2である。図中の矢印は西宮沖環流の循環の中心を示している。図より西宮沖に形成される恒流は、圧力場と地球の回転場が釣り合った、いわゆる地衡流平衡状態にあることが分かる。しかし、環流の中心近傍では前述した二項に加えて鉛直粘性項の存在が支配的となる。これは水表面での河川ブルームの流れの影響を受けているためである。

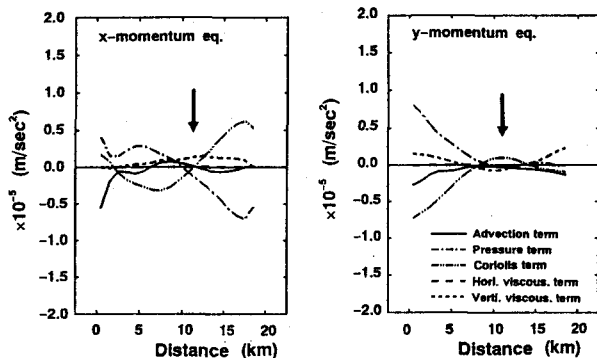


図-2 観測線Aにおける運動方程式の収支

4. 淀川ブルームの拡がり特性 図-3は夏季の平水時における淀川河川水の動態をとらえるために、淀川河口から放出したトレーサ濃度の拡がり状況を調べたものである。初期状態で海水濃度を0とし、淀川河口から連続的に濃度1を放出する拡散実験を行った。トレーサ濃度の拡がりには濃度に関する移流拡散方程式を数値的に解くことにより求めた。拡散実験は明石海峡において潮流が東流最強時となる時間から計算を開始した。図は5、10、15潮汐後の水深1mでの濃度の分布を表示している。淀川河川水は流出後その左岸の沿岸線に沿って大阪、堺方向へと拡がっている。この河川水の拡がりには淀川洪水流の挙動とは明らかに異なるものである。これは河川水からの流出水が河口沖合に発達している西宮沖環流の流れによって輸送されるためである。河川水は平水時には堺沖へと南方向に拡がる。この沿岸線に沿った河川水がある程度の拡がりを持つと、西宮沖環流に取り込まれ、西方の海域へと拡がりが増長される。

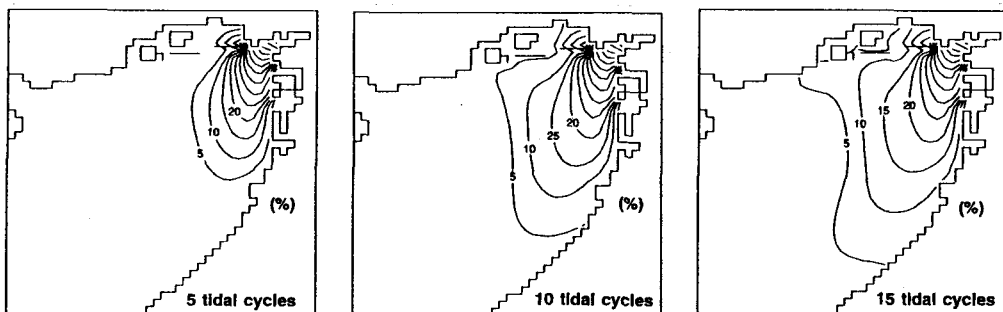


図-3 拡散開始から5、10、15潮汐後の淀川河川水の表層(水深1m)での拡がり

5. まとめ 三次元数値モデルを用いて大阪湾北東海域で形成される西宮沖環流の流動をとらえ、淀川河川水の拡がり特性を調べた。その結果、平水時の淀川河川水は大阪湾の水表面の極薄い層をブルーム状に拡がっている。一方、水深3m層では西宮沖環流によって南方向へ拡がっていることが分かった。

参考文献 1) 中辻啓二 他(1991); 海岸工学論文集, 第38巻, pp.186-190. 2) 藤原建紀 他(1989); 海岸工学論文集, 第36巻, pp.209-213. 3) 藤原建紀(1994); 沿岸海洋研究ノート(投稿中)