

大阪大学大学院工学研究科	学生員	○田沢悟郎
大阪大学大学院工学研究科	正会員	中辻啓二
大阪大学大学院工学研究科	学生員	石塚正秀

1. はじめに

大阪湾では、明石海峡・紀淡海峡を通じて水塊が出入りすることから、湾内の水質を考える場合に海峡部における流動・密度構造を把握することは大変重要である。しかしながら海峡部では流れが速く、また地形も複雑である。このことを原因として現地観測が困難となり、研究があまり進んでいない。とくに紀淡海峡は外洋の影響を受けた紀伊水道の水塊が流入するため、海峡部においても密度成層が見られ、また明石海峡大橋建設に伴う現地観測が数多く行われた明石海峡に比べて流動・密度構造は不明な点が多い。

このような背景から、本研究では紀淡海峡の流動構造を把握する基礎的研究として、大阪湾南部海域に特徴的に見られる時計回りの残差流系である友ヶ島反流を数値シミュレーションにより再現する。この友ヶ島反流は紀伊水道の水塊を大阪湾内に運ぶ役割を果たしていると予想できることから、大阪湾の流動機構や物質輸送に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

2. 計算条件

はじめに播磨灘・紀伊水道を含む大阪湾の大領域数値モデル(112×106km)で計算を行い、ここで得られた計算結果をもとに、図-1 に示す紀淡海峡を中心とする小領域数値モデル(57km×35km)での境界条件を求めた。境界条件として、大阪湾側では流速振動、紀伊水道側では潮位振動を半日周期成分で与えた。密度場についても大領域計算で得られた結果を空間補間し、初期密度場として与えた。

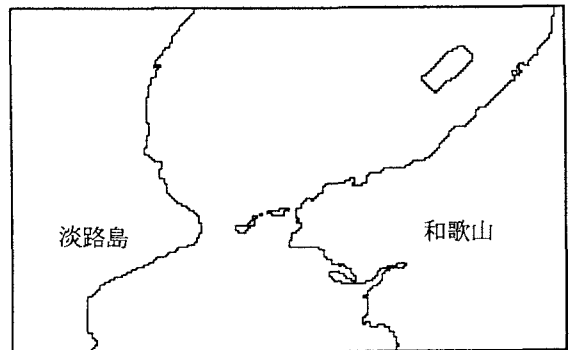


図-1 計算領域 (57km×35km)

3. 計算結果

図-2、図-3 はそれぞれ紀淡海峡における北流開始 2 時間後と転流時(北→南)の水深 3m における流動ベクトルを示す。北流開始時から沖ノ島西端部で流れのシアが発生し、沖ノ島の北側に時計回りの渦が形成される様子が図-2 に示されている。この時計回りの流れは北流の加速とともにさらに北側に移動し、その規模を増しながら転流時により明瞭な渦流を形成する(図-3)。この時の渦度は $-4.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ であり、コリオリ係数($f=0.821 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$)と比較すると約 5 倍の大きさとなる。この大きな渦度を持つ水塊は、紀淡海峡において南流が卓越する潮時になっても残留し、南流の強まりとともに徐々に消滅する。今回、バロクリニック条件とバロトロピック条件で数値シミュレーションを行ったが、友ヶ島反流の

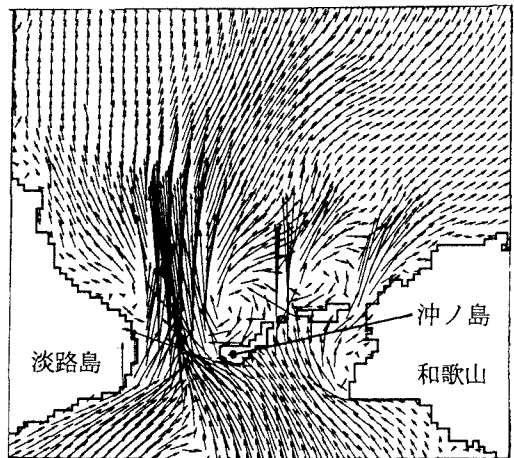


図-2 流動ベクトル分布 (北流開始 2 時間後)

形成過程はそれほど変化せず、また、鉛直一様に渦流が存在していることから、友ヶ島反流は海峡部における強い潮流によって発生する地形性渦であることがわかる。

図-4 は紀淡海峡断面の水深 10m において、北流開始時に仮想粒子を連続的に投入し、友ヶ島反流が最も明瞭に現れる転流時（北→南）までの粒子追跡シミュレーションの結果である。この図から北流の卓越とともに形成される反流渦の影響範囲が沖ノ島の北側約 12.3km 程度であることが分かり、先述した友ヶ島反流の拡散する範囲が理解できる。

図-5 は、紀淡海峡の転流時（南→北）における表層 3m の塩分の水平分布を示す。図中の太線は塩分 32psu を示している。この図は南流の卓越とともに大阪湾内の水塊が紀伊水道へ流出している状態を示しているが、特に紀淡海峡の西側から大阪湾内の 32psu 以下の水塊が流出していることが分かる。このような傾向は現地観測からもみられている。これは海峡西側では、湾内の水塊が淡路島の西岸に沿って直接海峡に向かうのに対し、海峡東側では大阪湾東岸に見られる東岸恒流帯の影響により西向きに流れる傾向が強く、その結果、等塩分線は西に移動することになる。このように大阪湾の水塊は紀淡海峡の西側を通して紀伊水道へ流出しているということが出来る。また、北流時に大阪湾内に流入した紀伊水道からの高塩の水塊が大阪湾南部海域に残留し、全潮時にわたり存在していることが計算結果からみることができた。

4. まとめ

大阪湾南部海域を対象とした数値シミュレーションにより流動・密度場の変動に関する考察を行った。この海域に特徴的な残差流系である友ヶ島反流は、沖ノ島西端の剥離現象の発達により形成される地形性渦であり、鉛直方向に一様に存在することが示された。また、図には示さなかったが、大阪湾と紀伊水道の海水交換には、北流時では等塩分線が和歌山－淡路島を中心に同心円状に広がり、海峡全体から一様に水塊が流入する計算結果が得られた。一方、南流時には大阪湾東岸に見られる東岸恒流帯の影響により等塩分線を西に移動するというように、流出・流入過程は異なる形態を示すことがわかった。また南流時には、紀淡海峡西側から湾内に水塊が流出し、これは現地観測でみられた現象とよく一致する結果であった。

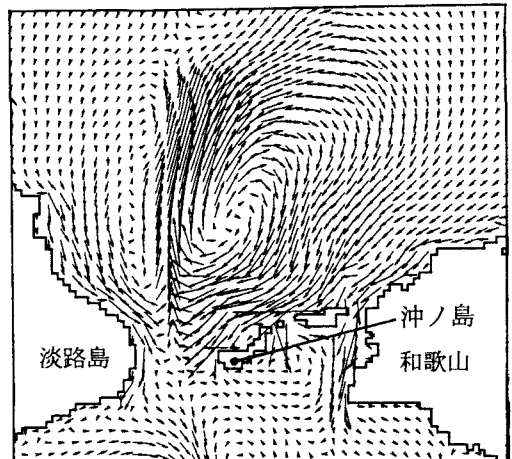


図-3 流動ベクトル分布（転流時：北→南）



図-4 粒子追跡計算結果

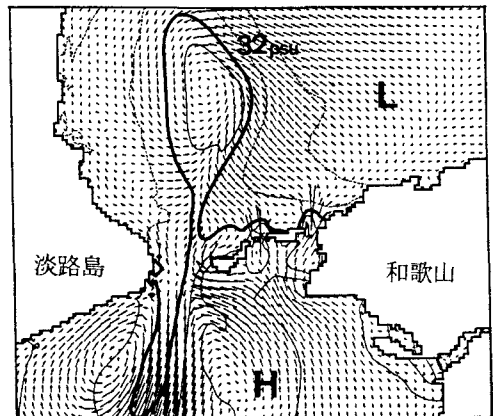


図-5 塩分の水平分布（転流時：南→北）