

大阪大学大学院工学研究科	学生会員	○石塚 正秀
大阪大学大学院工学研究科	学生会員	松田 真人
大阪大学大学院工学研究科	正会員	川崎 浩司
大阪大学大学院工学研究科	正会員	西田 修三
大阪大学大学院工学研究科	正会員	中辻 啓二

1. はじめに

近年、閉鎖性海域における水質や生態への関心が高まってきているが、これまでの研究では水質汚染の原因を人為的起源と考え、河川の集中する成層した湾奥部を中心に研究が進められてきた。しかし、水質汚染の原因となる窒素やリンなどの栄養塩は河川からの流入だけでなく外洋からの影響が重要であることが指摘されている。大阪湾に関しては、藤原ら(1997)が夏季に紀伊水道南端で行った現地観測から窒素・リンを大量に含んだ高塩分の水塊が底層を通じて大阪湾方向へ流入する結果が示された。しかし、ここで重要な点は、大阪湾は紀伊水道からの影響を直接的ではなく、その中間に存在する紀淡海峡による混合・分散の影響として間接的に受ける。つまり、Strait-Basin-System において、海峡部が出入りする水塊の流動・密度構造に大きな影響を与えており、このメカニズムを明らかにすることが重要である。

大阪湾南部海域において紀淡海峡北流時に時計回りの流れが存在することは、衛星画像(例えば、藤原,1995)によって明らかとなっている。しかし、この結果からは友ヶ島反流の存在が示されたものの、鉛直的な物理構造や密度効果を含めた現象の解明に関する成果は得られていない。

そこで、本論では紀淡海峡周辺海域における流動・密度構造の解明を目的として現地観測を行った。ただし、観測は友ヶ島反流の物理構造をより単純化して考えるため、密度成層の影響が弱まる秋季に実施した。

2. 現地観測の概要

1998年11月、12月の大潮期に現地観測を3回(11/2, 11/20, 12/18)実施した。第一回観測は、ADCPを搭載した二隻の船を同時に平行に走行させ、友ヶ島反流の生成する時間や規模、鉛直構造について観測を行った。また、STDを用いて水温・塩分の計測を北流時に紀伊水道側、転流時に海峡部、南流時に大阪湾側で行い、大阪湾に流入する前の水塊と流入後の水塊の密度変化を調べた。第二回観測は、第一回観測の結果をもとに友ヶ島反流が存在する地点を選出し、船を停泊させて流動・密度の鉛直構造の時間変動を計測した。第三回観測は、第一・二回観測の結果をもとに北流最強時に由良瀬戸の中央部に漂流ブイ(測流版の水深:10m)を投入し、GPSを用いてブイの位置を5分毎、STDを用いて水温・塩分を30分毎に計測した。同時に、友ヶ島反流の生成する海域を囲む四辺のADCP観測線を設け、得られた流速値から渦度の時間・鉛直変化を算定した。

3. 現地観測の結果

図1に第一回観測で観測された友ヶ島反流を示す。計測時間は紀淡海峡の北流から南流への転流時である。友ヶ島の北側で時計回りの流れが観測されており、衛星画像と同様の流動が観測された。図中で観測線がずれているのは、停泊地点において船が潮流により移動したためである。図2に第三回観測で行った漂流ブイの軌跡を示す。ブイは紀淡海峡北流最強時(7:00)に海峡中心部から1個投入し、南流最強後二時(15:00)に回収した。強い北流の影響によりブイは沖ノ島の北側約11kmまで北上し、11時に南へ向きを変えて南下し、14時頃から南西向きに移動した。ここで14時以降に計測された水温・塩分はそれまで観測されていた値よりも共に $1^{\circ}\text{C} \cdot 1\text{psu}$ 減少しており、大阪湾内に存在していた低温・低塩の水塊が本海域に南下してき

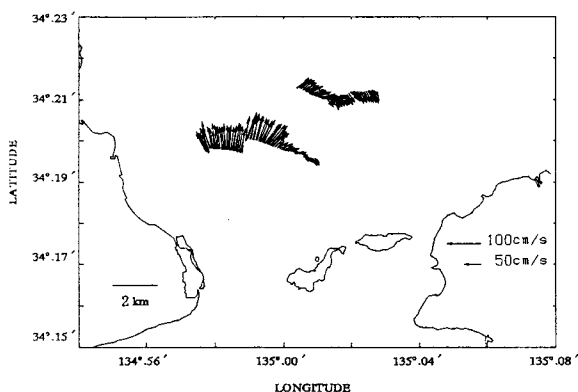


図1：ADCPにより観測された友ヶ島反流

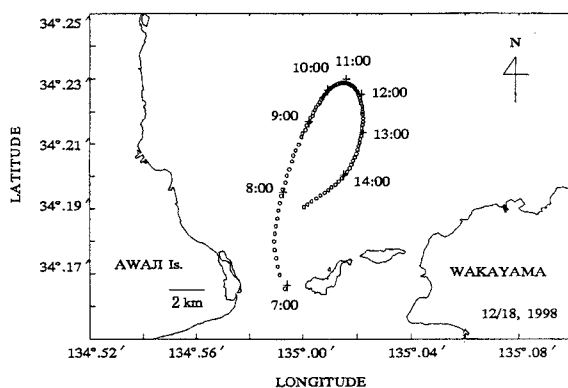


図2：漂流ブイの軌跡(+:1時間毎,○:5分毎)

たことが分かる．図3にこの時の ADCP 観測により得られた流速値から算定した渦度の時間変化を示す．友ヶ島反流の渦度は北流最強時に $-2.0 \times 10^{-4} \text{ (s}^{-1}\text{)}$ ，転流時には $-8.0 \times 10^{-4} \text{ (s}^{-1}\text{)}$ で回転が最も強くなり，その後減少する．最大渦度はコリオリ係数のほぼ 10 倍の大きさを有し，大阪湾の残差流系である沖ノ瀬環流や西宮沖環流よりも大きい．観測を開始した 7 時の水深 40.2m における渦度が他より大きくなっているのは海底地形の影響と考えられる．また，転流後の渦度の時間変化から，約 1 時間 30 分後の南流から北流への転流時に渦が消滅することが予想される．

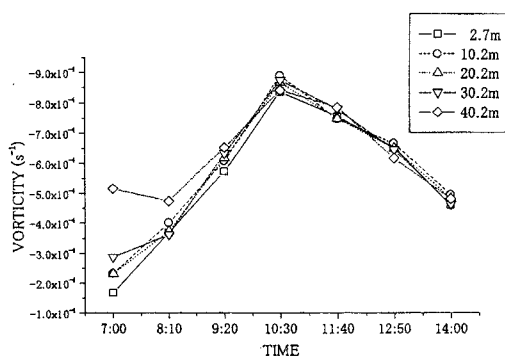


図3：友ヶ島反流の渦度の時間変化

4. まとめ

大阪湾南部海域に生成する友ヶ島反流は北流最強後に流向が時計回りに変化し始め，転流時に明瞭な渦流となることが明らかとなった．この友ヶ島反流は海峡部の強い潮流の影響を受けて鉛直的にほぼ一様に存在する．また，図には示さなかったが，南流時に大阪湾南部海域を移動する水塊は海域の東側からその流れが強まり，転流時に存在していた友ヶ島反流はその規模を弱めながら由良瀬戸中央部へと移動し，南流最強時にも残留している結果が得られた．漂流ブイの観測からもブイは友ヶ島反流に取り込まれる結果を示し，北流最強時に大阪湾へ流入する水塊の挙動が明らかとなった．また，ブイ位置における密度観測から，北流最強時(7:00)から南流最強後一時(14:00)まで変化していなかった水塊の水温・塩分がその後低下したことから，この時間から大阪湾内水が移動してきたことが分かった．

渦度の時間変化から，友ヶ島反流の渦流としての特性が示され，北流から南流への転流時に時計回りの回転が最も強くなることが明らかとなった．また，今回の観測は秋季であったために約 8 時間しか実施できなかったが，渦度の時間変化から友ヶ島反流は南流から北流への転流時まで海域に残留することが予想される．

参考文献

- ・ 藤原建紀ら (1997)：紀伊水道の流れと栄養塩輸送，海と空，第 73 巻，第 2 号，pp.63-72
- ・ 藤原建紀 (1995)：大阪湾の生態系を支配する流れの構造，瀬戸内海 VOL.2,3 合併号 pp.85-93