

出雲沖における夏季の対馬暖流の流動変化

志村 健・下山 俊一(鳥取県水産試験場)・増田 紳哉(境港水産事務所)
加藤 修(日本海区水産研究所)

緒 言

出雲周辺海域はアジ・サバ・イワシ類及びイカ類の重要な漁場であり、これら表層性魚類・イカ類の卵・稚仔の輸送や成魚の移動及び分布に対して重要な役割を果たしているのが対馬暖流である。対馬暖流は対馬海峡東水道と西水道に分かれて日本海へ流入する。東水道を通過する流れは沿岸分枝と呼ばれ、陸棚に補足されながら日本沿岸を北上する。対馬西水道を通過する流れのうち陸棚縁辺部に沿って日本海を北上する流れは沖合分枝、韓国東岸を北上する流れは東韓暖流と呼ばれている。これまで Katoh (1993, 1994) による ADCP を用いた 4 往復調査によって、対馬海峡から出雲沖までの沖合分枝の分布位置は沖合に分布する冷水塊の南縁付近に認められることが明らかにされている。しかし、出雲沖は陸棚の幅が狭いため冷水の張り出しが岸近くまで認められることが多く、対馬暖流沿岸分枝と沖合分枝が合流する形となり 3 分枝構造が不明瞭となることが指摘されている。また、対馬暖流の流動に影響を与える冷水塊そのものの流動構造については全く不明である。そこで本研究では、夏季に、島根半島西部の出雲沖において ADCP を用いた 4 往復調査によって測流調査を行い、出雲沖における冷水塊内部の流動構造および冷水の張り出しと対馬暖流の流動との関係を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

本調査は 1997 年から 2003 年の、対馬暖流の海流としての特徴が顕著に現れる夏季(5 月から 6 月)に、鳥取県試験船第一鳥取丸(199 トン)を用いて島根半島西部の出雲沖北西方向に設定した 3 定線(各定線 30 n.mile)において行った(Fig.1)。しかしながら、1997, 1999, 2000 年は荒天のため、区間 A のみの観測となった。測流方法は、第一鳥取丸に搭載した ADCP (JRC, JNL-645) を使用して Katoh (1988) の 4 往復調査法に従い日周・半日周潮流成分を除去するために 1 定線を 24 時間 50 分で 4 往復し、水深 15m から 325m までの 32 層(層厚 12m)の流速・流向を 1 分間隔で計測した。同時に 3 定線上に設定した 19 定点で STD (AST-2016:アレック電子社製)を使用して水深 1,000m まで(海深が 1000m 以浅の場合は海底直上まで)の水温・塩分を測定した。また、同時期の隠岐諸島周辺海域の水塊配置を調べるため 1997 年から 2003 年の 6 月に山口県から兵庫県の間で行われた定線海洋観測資料を用いて 100m 深の水温分布を調べた。

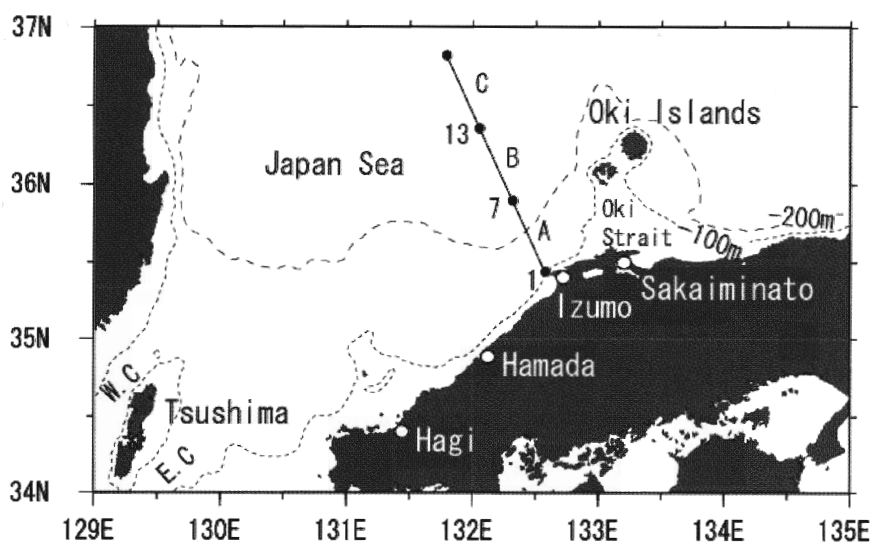


Fig.1 Transects for ADCP and STD measurements.

結果

流れの水平分布

初夏の水深 25m・55m・105m・155m・205m・305m の日周平均流ベクトルと 100m 深水温分布を併せて図示した (Fig.2). ここで, 100m 深の水温分布を用いたのは, 冷水の分布と対馬暖流沖合分枝の流れを推察できるからである (Kawabe, 1982).

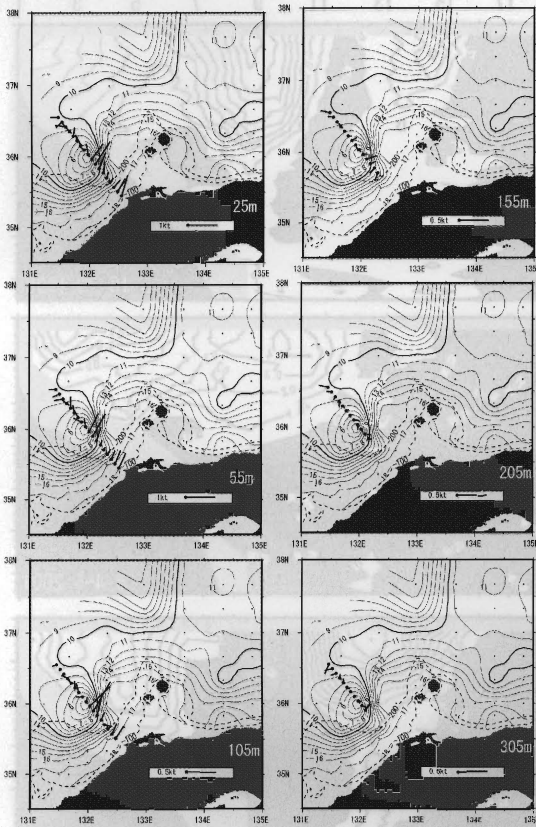
1997 年から 2003 年の調査で, 1998, 2001, 2002 年に冷水塊を横断する形で水深 300m 付近まで観測できた.

1998 年は冷水が浜田沖に分布していた. 沿岸部と沖合部に強い流れが見られ, 25m 層において沿岸部では 0.5kt の東向きの流れがあり, 沖合部では冷水の南縁付近に 0.9kt の強い流れが見られた. 冷水内では 305m まで反時計回りの循環流が認められた.

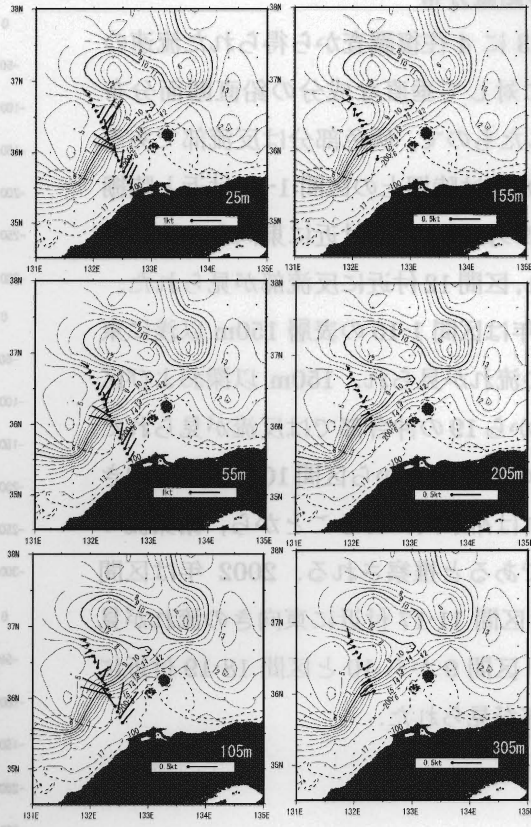
2001 年は出雲沖から隠岐諸島に向かって冷水が張り出していた. 区間 1-7 で合流し北東流が卓越し 25m 層において 0.9kt の強い流れが見られた. 北緯 36 度以北では冷水が分布し, 105m 層まで等温線に沿って半時計回りの循環流認められた. 区間 8-11 で見られる東流は, 冷水塊の循環流と考えられ, 0.2kt まで弱くなった. 155m 以深では南西に向かう反流が見られた.

2002 年は隠岐諸島西方に冷水域が分布していた. 25m 層において等温線密集部で一度北西に向く 0.7kt 程度の反流があり, 北緯 36 度 20 付近の張り出し部分では 0.9 から 1.1kt 程度の北東方向の流れが卓越していた. 区間 1-7 の流れの一部が区間 8-10 で反転し, 沖合分枝の残りか, あるいは東韓暖流の一部と考えられる流れが区間 10-15 で合流していた.

1998 5/18-20



2002 6/11-13



2001 6/4-5

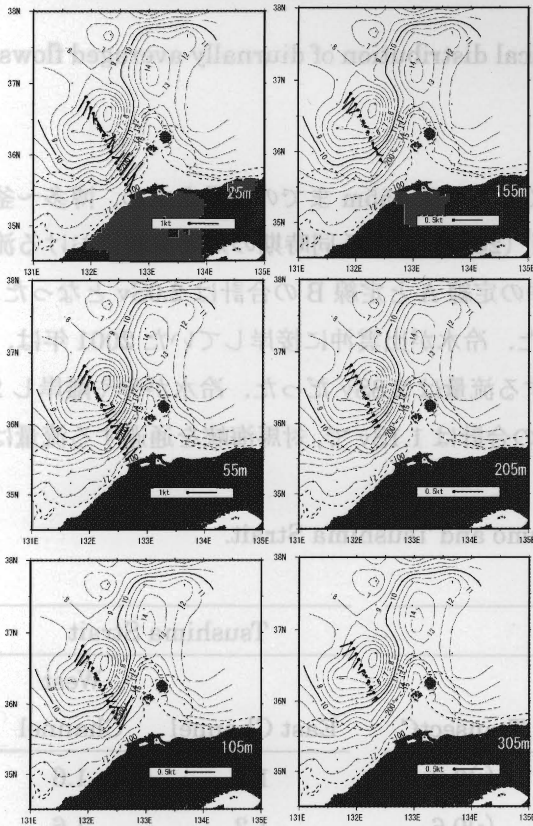


Fig.2 Diurnally averaged flow vectors (25,55,105,155,205,305m) and temperature at 100 m depth, in 1998,2001 and 2002.

流れの鉛直分布

Fig.3 に 4 往復調査から得られた流速の定線に対して垂直な成分の鉛直断面分布を示したもので、灰色部分は反流部である。

1998 年は陸棚上の区間 1-11 付近と陸棚縁辺部の区間 13-15 付近に東向きの流れが見られ、区間 12 付近に反流部が見られた。

2001 年は区間 1-15 の表層 150m 以浅に東向きの流れが見られ、150m 以深および区間 15 から 19 の沖合部では反流が見られた。Fig.2 の水平分布から区間 10 付近の東向きの流れは冷水内にあることから、循環流の一部であると推察される。2002 年は区間 1-8 と区間 11-17 付近に東向きの流れが見られ、区間 9 から 10 と区間 18-19 付近に反流部が見られた。

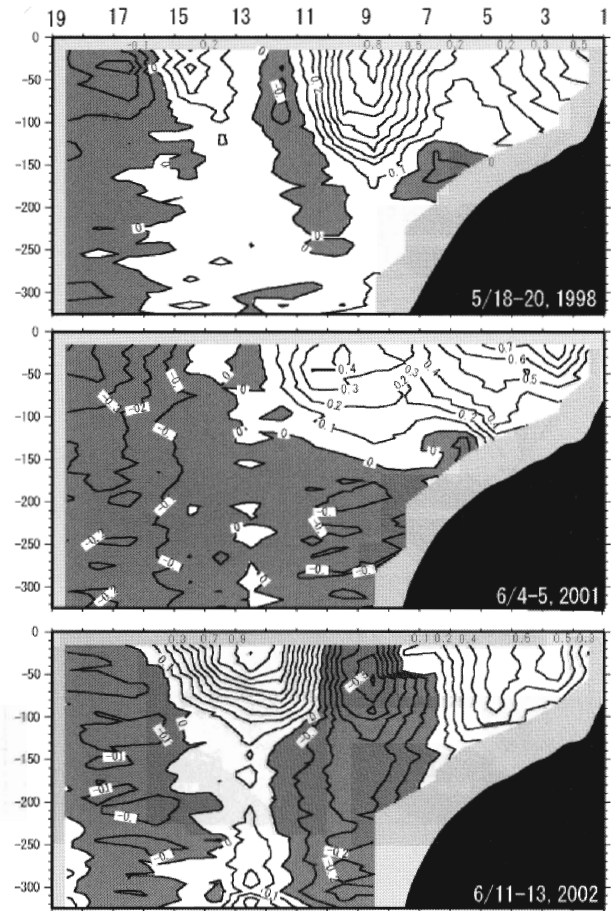


Fig.3 The vertical distribution of diurnally averaged flows.

対馬暖流の流量

区間毎の流量について、対馬海峡の水深とほぼ同等である水深 155m までの流量を求め、博多～釜山間のフェリーによる ADCP 観測結果を報告した滝川（2003）による同時期の対馬海峡における流量を Table 1 に示す。2 分枝化した 1998 年は、出雲沖の定線 A と定線 B の合計は 2.0Sv となった。同時期の対馬海峡を通過する流量は合計 3.0Sv となった。冷水が出雲沖に接岸していた 2001 年は、定線 A と定線 B の合計は 2.1Sv で、対馬海峡を通過する流量は 2.8Sv だった。冷水がやや離岸し 2 分枝構造が不明瞭となった 2002 年の定線 A と定線 B の合計は 1.1Sv で、対馬海峡を通過する流量は 2.7Sv だった。

Table 1 The volume transport at Off Izumo and Tsushima Strait.

Year	Off Izumo			Tsushima Strait	
	TransectA	TransectB	TransectC	East Channel	West Channel
1998	0.8	1.2	(-)0.3	1.4	1.6
2001	1.5	0.6	(-)0.6	1.2	1.6
2002	1.1	0	0.3	1.1	1.6

考 察

2001年のように冷水塊の沿岸への張り出しが強く、水温フロントが北東-南西方向に分布している場合は沖合分枝と沿岸分枝が合流する状況となった。1998年、2002年のように冷水塊が離岸した場合は、2分枝化するとともに、両分枝間には顕著な反流域が認められることが多かった。また、2002年は東韓暖流の一部である可能性のある流れが見られた。Katoh (1994) は韓国の海洋調査機関による水温観測資料を用いた水温分布の解析から、冷水塊が日本沿岸に張り出す場合は対馬西水道からの流れが北上せず東進することを指摘している。出雲沖の区間 A と B を通過する流量は対馬海峡を通過した流量の 41~75% となり、2001 年のように冷水塊が接岸する場合は出雲沖に 75% 近くの流れがあると推察される。以上のことから出雲沖において沖合分枝は変動性に富んだ冷水の離接岸によって沿岸分枝との離合が生じるものと想定され、冷水が沖合から沿岸に接岸した時は流量も増大するものと考えられる。

引用文献

Katoh, O. (1988): Measurement of residual current using the Doppler sonar. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 66, 59-67 (in Japanese with English abstract).

Katoh, O. (1993): Detailed Current Structures over the Continental Shelf off the San'in Coast in Summer. *J. Oceanogr.*, 49, 1-16.

Katoh, O. (1994): Structure of the Tsushima Current in the Southwestern Japan Sea. *J. Oceanogr.*, 50, 317-338.

Kawabe, M. (1982): Branching of the Tsushima current in the Japan Sea. Part 1. Data analysis. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 38, 95-107.

滝川 哲太郎., (2003): 対馬海峡における対馬暖流のモニタリング. 九州大学大学院総合理工学府博士論文, 106pp.