

漂流葉書によって観測された九州西方海域を北上する流れについて

松野 健, 方 益燦*¹, 柳 哲雄*², 吉村 浩, 秋重祐章

Northward Current West of Kyushu Observed by Drift Cards

Takeshi MATSUNO, Ig-Chan PANG, Tetsuo YANAGI,
Hiroshi YOSHIMURA and Yusho AKISHIGE

The behavior of Tsushima Current west of Kyushu has not been clear, though many researchers have discussed about that problem. We tried to get some information about Tsushima Current west of Kyushu by means of drift cards and intensive observation by CTD cast. Drift cards released along the line of 30.5°N west of Kyushu were recovered around the western area of Japan with 5% recovery rate. It suggests northward current west of Kyushu with around 20 cm/s current speed.

The intensive observations of temperature and salinity gave significant geostrophic northward flow in the area south of Cheju island. It may be caused by distinct difference of water mass characteristics between Yellow Sea Bottom Cold Water and Tsushima Current Water.

対馬海流が、九州の西方海域でどのような構造を持っているかという問題については、近年、多くの研究者が興味を示しており、様々な研究がある。東シナ海における対馬海流の流路に関して、以前は Nitani¹⁾ 等に示されているように、黒潮が東に流向を変えて太平洋に向かうあたりから分派し、九州西方海域を北上して対馬海峡に至るといった解釈が一般的であった。しかし、近年、衛星から海面水温の広域分布状況などが捉えられるようになって、九州西方海域における対馬海流はあまりはっきりした流路を取らないという見解も多く示されるようになってきた²⁾。いずれにせよ、黒潮に起源を持つ海水が九州西方を北に向かっていることは明らかであるが、この海域における対馬海流の振舞いを解明することは、東シナ海の陸棚上に分布する海水（それは大陸から運ばれた陸起源の物質を多く含んでいると考えられる）が、黒潮系水とどのように混合し、対馬海流に取り込まれて日本海へ運ばれるか、というような隣り合った縁辺海間の物質輸送の解明につながるものであり、地球環境システムに対する縁辺海の役割を考える意味でも非常に重要である。この海域の流れの構造について理解が十分に進まない原因のひとつとして、漁船の操業が多いため、係留系による長期の観測が実質上不可能に近い点がある。今回は、九州西方海域で行った漂流葉書による調査と、済州島南方海域で集中的に観測した水温、塩分の分布との結果から、同海域における流れについて考える。

デ ー タ

用いるデータは1994年5月に投入した漂流葉書の回収デー

タと、1995年6月に実施した九州西方—済州島南方海域におけるCTDによる集中観測の結果である。

漂流葉書は、15cm×25cmのブリキ板に、耐水紙に印刷した葉書をビニル袋に入れて貼り付け、それを長さ3mの細い紐で発泡スチロールの浮きから吊るした。すなわち、海面下3mに抵抗板が位置するようにした。葉書は日本語版と韓国語版、及び中国語版の3枚一組とした。Sta.X₁ (30°30' N, 126°52' E)とSta.X₂ (30°30' N, 128°00' E)間の東西線上 (Fig.1参照) で、船を約12ノットで走らせながら、1分毎に計300枚の葉書付き漂流板を投入した。投入は1994年5月27日1:10にSta.X₂から開始し、5時間後に終了した。

CTDによる水温、塩分の観測は1995年6月15日から19日までの5日間に、Fig.1に示す5測線35点で行われた。

漂流板の投入及びCTDによる観測は、長崎大学水産学部所属の練習船鶴洋丸によって実施された。

漂流葉書の回収結果

漂流葉書は1994年6月11日から8月22日までの間に、韓国済州島での1枚を含む計15枚が回収された。回収率は5%であった。このうち6枚は操業中の漁船などによって海上で回収されたものであり、これらについては回収地点まで到達するのに要した時間から、平均流速を見積もることができる。Fig.2に漂流葉書の回収場所を示す。図には便宜上投入位置と回収位置とを曲線で結んだが、当然のことながら漂流経路については知ることができない。Table 1に回収された葉書の回収時刻、漂流時間、漂流距離など、および海上で回収したものについては平均流速を示した。その際、回収地点まで、

*1 済州大学校海洋科学大学

*2 愛媛大学工学部

海上の最短距離をとったものとして平均流速を見積もった。

回収されたもののうち1枚は投入地点より北に向かい、そのうち5枚は日本海側の本州沿岸に漂着した。4枚は鹿児島あるいは太平洋側で回収された。おそらく投入地点付近で

黒潮に取り込まれたものと考えられる。投入地点より北上したものうち No.1 (362) は五島の西方の海上で巻き網船によって回収され、その漂流時間と距離から平均流速 19cm/s が得られた。No.は回収された順であり、() 内は葉書の番号である。

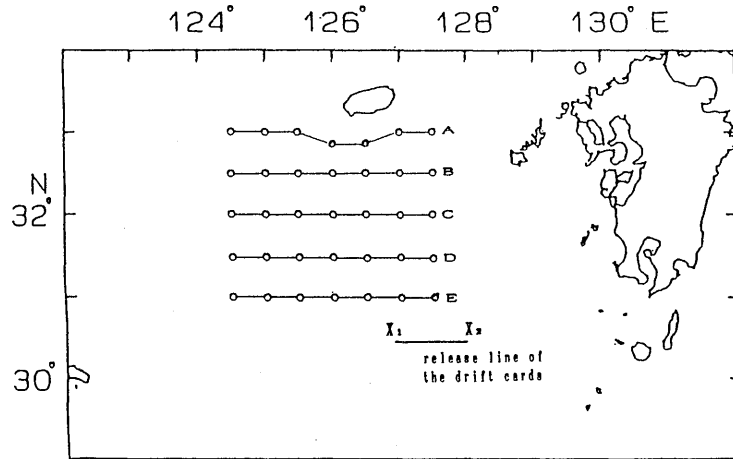


Fig. 1 Release line of the drift cards in 1994 and stations of CTD casts in June 1995.

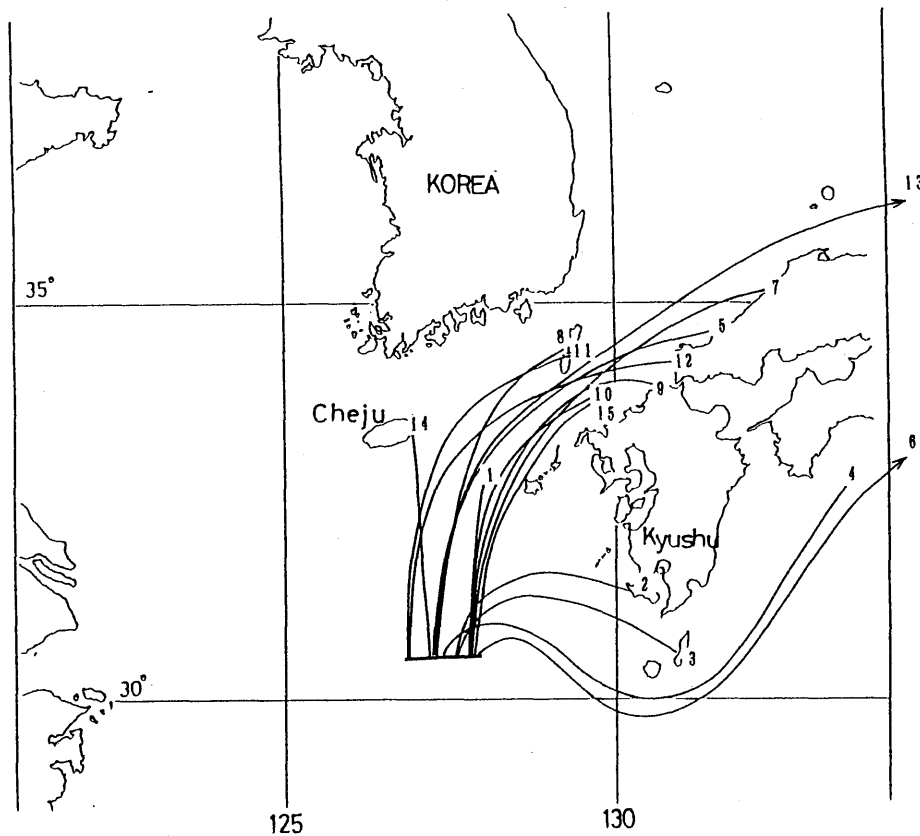


Fig. 2 Recovery points of the drift cards. The solid lines connecting the recovery points with the release line are just artificial. The arrows attached the lines, No.6 and No.13, mean that the drift cards were recovered in the area far from the boundary of the figure.

Table 1 List of recovered drift cards.

No.	released date	recovered date	time difference	distance	note	speed
1 (362)	94/5/27/2:10	94/6/11/07:00	365hr	248km	sea ¹⁾	19 cm/s
2 (417)	94/5/27/3:05	94/6/15/11:00	464	266	K ²⁾	(16) ³⁾
3 (408)	94/5/27/2:56	94/7/02/12:00	873	315	K	(10)
4 (461)	94/5/27/3:39	94/7/02/10:30	871	721	sea K	23
5 (499)	94/5/27/4:17	94/7/05/05:00	936	651	sea	19
6 (324)	94/5/27/1:32	94/7/11/09:00	1088	1232	sea K	31
7 (348)	94/5/27/1:56	94/7/17/14:00	1236	735		(17)
8 (484)	94/5/27/4:12	94/7/17/14:10	1234	469	T ²⁾	(11)
9 (351)	94/5/27/1:59	94/7/17/19:00	1241	546		(12)
10(344)	94/5/27/1:52	94/7/19/05:00	1275	427	I ²⁾	(9)
11(594)	94/5/27/6:02	94/7/19/21:00	1287	525	sea T	11
12(592)	94/5/27/6:00	94/7/23/13:00	1377	609		(12)
13(492)	94/5/27/4:10	94/8/05/06:00	1682	1190	sea	20
14(506)	94/5/27/4:24	94/8/06/11:00	1711	322	C ²⁾	(5)
15(361)	94/5/27/2:09	94/8/22/06:30	2092	427	I	(6)

note 1) sea; recovered in the sea
 2) K; Kuroshio, T; Tsushima, C; Cheju, I; Iki
 3) the values with parentheses in the speed column give minimum speed because the cards were recovered at coast.

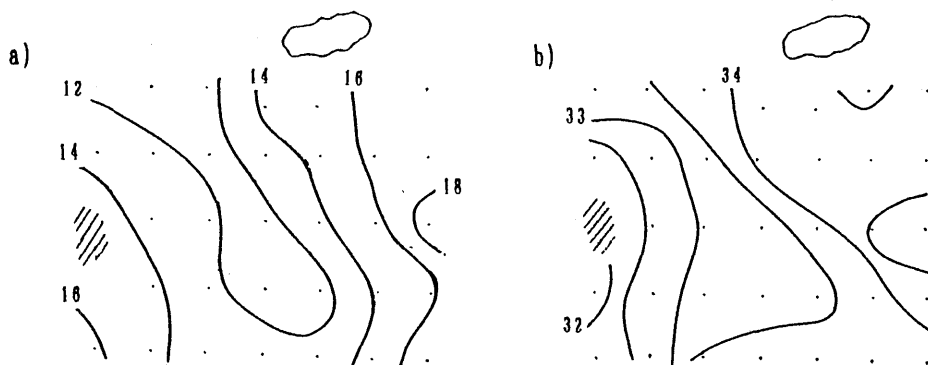


Fig. 3 a) Temperature and b) salinity distributions at the depth of 40m. Shaded area is shallower than 40m.

また、日本海沿岸の海上で回収されたものから見積もられた平均流速は 10cm/s ないし 20cm/s であり、このことから、九州西方から日本海西部にかけて、いわゆる対馬海流として 20cm/s 程度の平均流があることが推定される。

九州西方海域における水温、塩分分布と地衡流計算による流れ

Fig.3 に1995年6月に観測された九州西方海域における海面下40mの水温と塩分分布を示す。済州島の南西海域に低温の水が北の方から入り込んできているのが分かる。これはいわゆる黄海底層冷水と呼ばれる水で、その存在は古くからよく知られているものの、どのようなメカニズムで、この海域にこのように分布するのか、まだ明らかでない。この黄海底層冷水の東側には高温で高塩分の水が分布している。これは

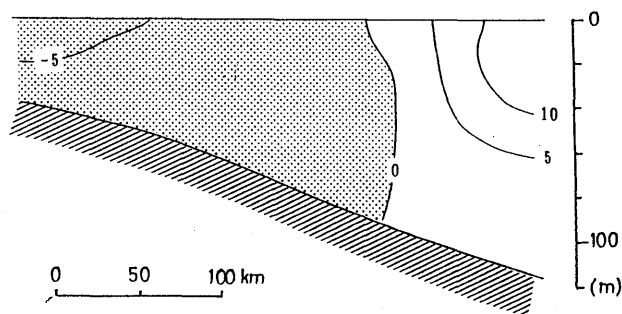


Fig. 4 Vertical distribution of the geostrophic flow referred to the bottom along C-line, 32°N. Shaded area means southward flow.

明らかに対馬海流の性質を持ったものであり、黄海底層冷水との水塊の相違が明白である。

海底を無流面として計算した測線Cにおける地衡流成分の鉛直分布を Fig.4 に示す。観測海域の東側で比較的大きな流れが得られている。これは、前述の黄海底層冷水と対馬暖流水との間の大きな水塊の性質の相違によるものであり、少なくともこの季節には、この海域で、北向き地衡流成分を持った平均流がありうることを示すものである。

考 察

漂流葉書のデータによれば、九州西方海域で平均流として10数cm/sの流れがあることが推察できる。一方同様の季節に観測したCTDのデータに基づいた地衡流計算では、海底を無流面として、10cm/s前後の流れが求まっている。これらのことより、少なくともこの季節には、黄海冷水の張り出しに伴って、それと黒潮系の水塊との間に、比較的安定した平均流が形成されている可能性が示唆される。

Lie and Cho³⁾ は九州西方の北緯31度に投入した複数のアルゴスプイのデータより、対馬海流の起源となる九州西方の流れは、同海域の最も深い部分ではなく、むしろ陸棚の縁辺部に沿ったところに見られることを示しており、その流速として、済州島南方海域で10ないし36cm/sの値を得ている。

九州西方海域で北上する流れが、その付近の最深部ではなく、陸棚の縁辺部に沿っているというLie and Cho²⁾ の衛星追跡プイによる結果は、済州島南方海域の北上流が、陸棚上に分布する水塊と黒潮系の水塊との密度差に依存しているのではないかという、われわれのCTDによる集中観測結果に基づいた考察を支持するものである。しかし両者の観測時期は異なっており、今後、黄海底層冷水の季節的な消長と九州西方海域の北上流の動向との関連など、より多くのデータの集積が必要である。

要 約

九州西方海域における対馬海流の挙動については、多くの

研究者が議論しているが、まだよく分かっていない。われわれは、漂流葉書と、CTDによる集中観測によって、九州西方海域の対馬海流に関する情報を得ることを試みた。漂流葉書は北緯30.5度上に沿って投入され、そのうちの5%が、西日本の沿岸を中心に回収された。その結果、九州西方で、20cm/s前後の北上流のあることが示唆された。一方、CTDによる集中観測からは、済州島南方海域で、明瞭な北向き地衡流成分が求められ、それは黄海底層冷水と対馬海流水との水塊の相違によるものである可能性が考えられる。

謝 辞

ここで用いたデータの取得に際しては、長崎大学水産学部練習船鶴洋丸の乗組員、および実習生の多大の協力を得た。また、1995年6月の調査では愛媛大学工学部大学院生、森本昭彦、清水孝則、九州大学応用力学研究所大学院生、李賢哲、長崎大学水産学部大学院生、岩永広貴、同4年生大崎章太郎の各氏の協力を得た。結果の報告にあたって、これらの方々に厚く感謝したい。漂流葉書による観測は、文部省科学研究費補助金(国際学術研究)「対馬暖流域の生物地理に関する共同研究」(研究代表者伊藤秀三)によるものである。研究の機会を与えていただいた、伊藤秀三、松岡数充両教授に感謝します。

引 用 文 献

- 1) H. Nitani: Beginning of the Kuroshio. in Kuroshio, edited by H. Stommel and K. Yoshida, pp.353-369, University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, (1972)
- 2) Huh, O.K.: Spring season flow of the Tsushima Current and its separation from the Kuroshio: satellite evidence. J. Geophys. Res. 87, 9687-9693 (1982)
- 3) Lie, H-J. and C-H. Cho: On the origin of the Tsushima Warm Current. J. Geophys. Res. 99 (C12), 25081-25091 (1994)