

漂流ブイの軌跡から求めた平均的海流

石井春雄 ・ 道田 豊
海洋調査課

Mean Current Field Deduced from the Tracking of Drifting Buoys

Haruo Ishii · Yutaka Michida
Ocean Surveys Division

1. はじめに

水路部では、人工衛星追跡の漂流ブイによる調査をアルゴシステム（西田 1978, 猿渡 1980）を利用して、1980年1月から実施している。黒潮をはじめとした海流やこれに伴う渦などの様子を、時間的変化を含めて明らかにするためである。従来の船による観測は、時間的制約のため、複雑な流れの様子を広範囲かつ長期間にわたって把握するうえで必ずしも充分ではない。漂流ブイの長期追跡調査は、この点を補い、より正確な海流像を得るうえで大きな期待がよせられる。水路部の漂流ブイ調査は、KER（黒潮の開発利用の調査研究、科学技術庁海洋開発調査研究促進費による）と昭和58年度から参加しているWESTPAC（西太平洋海域共同調査）の一環として行われている。1985年11月現在、KERで延べ21個、WESTPACで6個のブイがそれぞれ放流され、全稼動日数は約7000日に及んでいる。

得られたブイの軌跡は実に複雑である。大きなスケールで見れば一般的海流像と一致するが、これにオーバーラップした多くの渦や蛇行の存在を明らかにし（石井・倉本 1981, Ishii *et al.* 1982 など）、外洋の流れに関する我々の知識は未だ乏しい面が多いことを示した。ここでは、複雑な軌跡に対して試みた定量的解析の結果を紹介する。ブイが漂流した北太平洋北西海域を緯・経度2～3度の区画に分割し、区画ごとの平均的流速の分布を求めることを目的とした。なお、本報告は59年度KERの研究の一環としてなされた（石井・道田, 1985）ものである。

2. 方 法

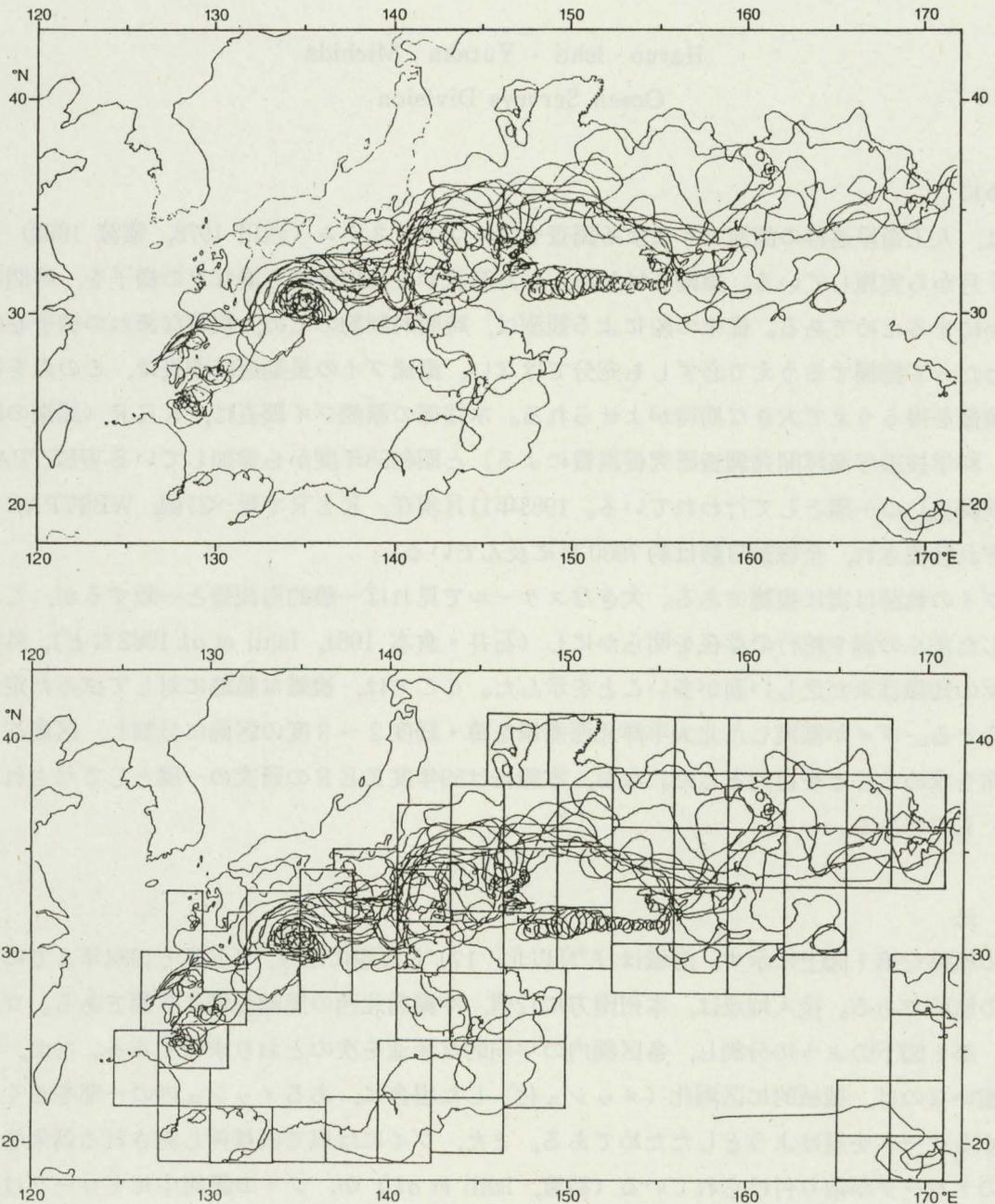
漂流ブイの軌跡を第1図(上)に示す。海域は18°N以北、171°E以西に限り、KERで1984年までに投入した19個のブイの軌跡である。投入地点は、本州南方に12個、沖縄島北西の黒潮流域に7個である。ブイが漂流した海域を、第1図(下)のように分割し、各区画内の平均的な流速を次のとおり求めてみる。なお、区画の形、大きさが不揃いなのは、機械的に区画化（メッシュ化）した場合に、あるメッシュ内の一部をごく短時間でブイが通過するケースを避けようとしたためである。また、ブイには風で直接押し流される効果を減らすために短冊型のドロークが取り付けられている（猿渡, Ishii *et al.*）が、ブイの漂流中にドロークは脱落しないと仮定する。したがってブイの速度は、海水の表面流速とみなす。

(1) ブイの位置（緯度と経度）を2時間ごとに内挿計算（Akima法）して求める。ブイの位置の取得回数は1日5～6回、時々1回とか10回以上と不規則であるが、2日間以上データが無い場合を除いて内挿した。この内挿された緯度と経度から、2時間ごとに流速の東西成分 u と南北成分 v 、及びスピード s を計算する。

(2) ある区画内で得られた u , v , s の全個数を N として、区画内の平均的な値 U , V , S を単純平均して求める。

$$U = \sum_{i=1}^N u_i / N, \quad V = \sum_{i=1}^N v_i / N, \quad S = \sum_{i=1}^N s_i / N$$

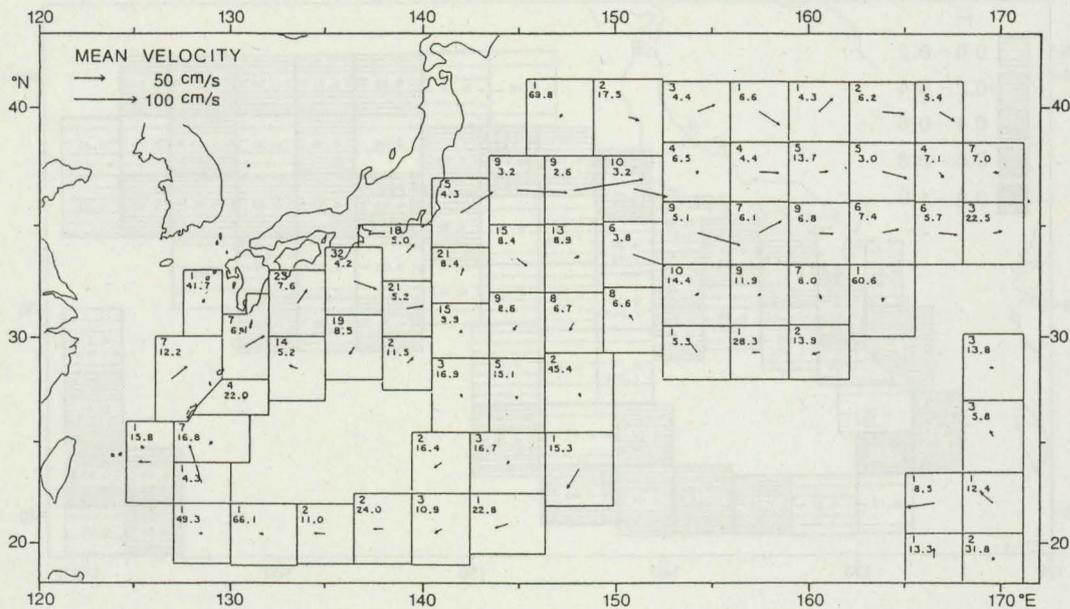
区画内を複数のブイが、あるいは同一ブイが複数回、時期もまちまちに通過するが、ここではこれらを独立として扱う。ただし、区画内のブイの滞在時間が1日未満の場合は除いた。



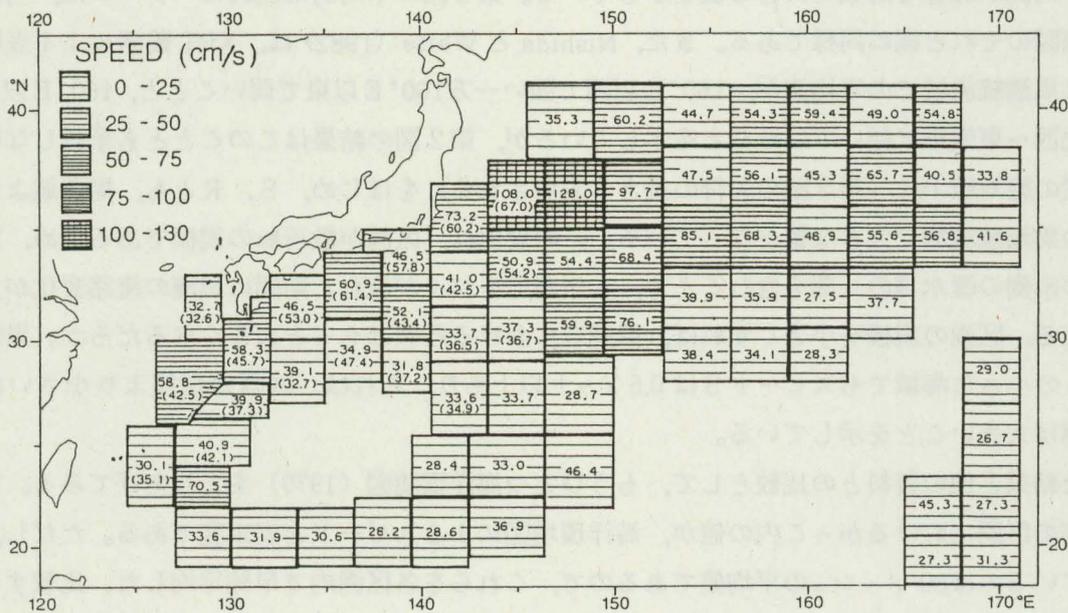
第1図 (上) 漂流ブイの軌跡と (下) 漂流海域の区画分け

(3) 上で得られた平均的流速の東西成分(U), 南北成分(V), スピード(S) を用い, 流れの安定性の目安として, スカラー平均流速に対するベクトル平均流速の比

$$R = \sqrt{U^2 + V^2} / S = |V| / S \quad \text{を各区画で求める。ここでは, } R \text{ を安定度とよぶ。}$$



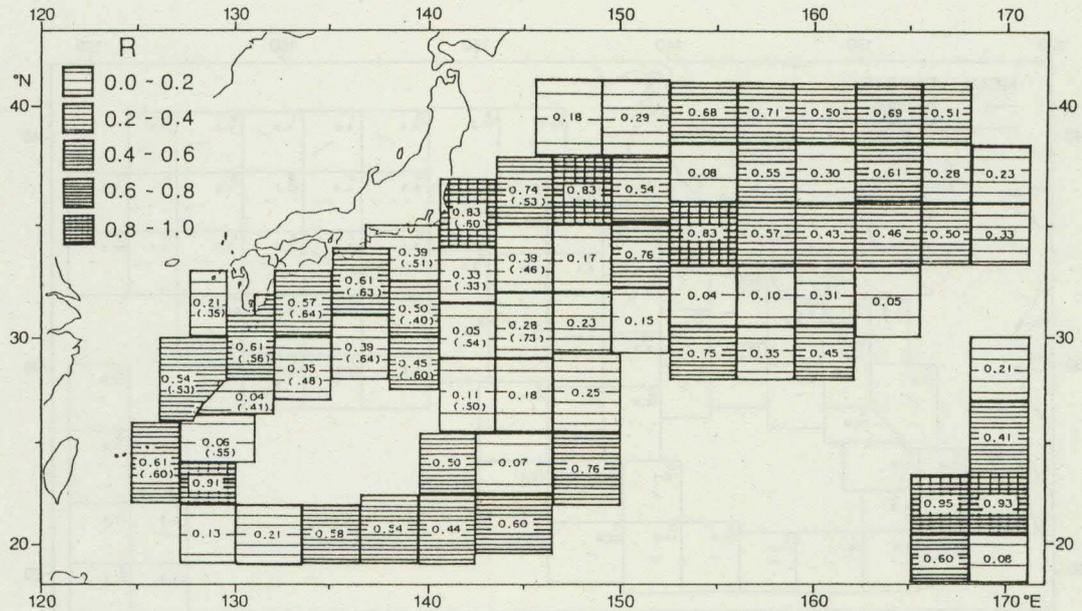
第2図 区画ごとの平均流速V。区画内の数字は, 上が区画内をブイが通過した延べ回数, 下が1回数当たりの平均滞在日数を表わす。



第3図 区画ごとの平均スピードS。かっこ内は海洋環境図から求めたスピード。

3. 結 果

第2～4図に、区画ごとの平均的な速度 V (U, V をベクトル合成したもの)、 S, R の分布を示す。第2図で、沖縄北西方～本州南方の黒潮から日本東方の黒潮続流域にかけて、特に顕著な流れが現われる。さら



第4図 区画ごとの平均安定度 R 。かっこ内は海洋環境図から求めた安定度。

に、40°N帯の東向流（亜寒帯循環の南縁と思われる）と20°N帯の西向流が比較的顕著である。安定度 R も、これらの平均流が顕著な海域で大きな値を示している。第2図の平均的な流れのパターンは、当庁刊行の北太平洋海流図のそれと概ね同様である。また、NishidaとWhite（1982）は、XBT観測による表層水温値から推定した黒潮続流域での平均流が、160°E以西で強い一方160°E以东で弱いことと、160°E以西の続流の流軸が西北西～東南東に傾いていることを示しているが、第2図の結果はこのこととも矛盾しない。

平均速度の絶対値 $|V|$ （第2図の矢符の長さで表わされる）をはじめ、 S, R とも、黒潮域よりも140°E～160°Eの黒潮続流域で大きな値となっている。この理由は、区画が数百kmの規模であるため、黒潮域の区画が黒潮の南側の暖水塊の一部を含むことや、本州南方をブイが流れた期間に黒潮の流路変化が大きいためと考えられる。区画の規模を小さくすれば、黒潮域における各値はもっと大きくなるだろう。黒潮や続流域以外の $|V|$ の小さな海域でもスピード S は0.5ノット以上あり、これは、区画の規模より小さい渦や蛇行に伴う流速は大きいことを示している。

得られた結果と他の資料との比較として、もうひとつ海洋環境図（1979）をとりあげてみる。第3図と第4図の一部の区画におけるかっこ内の値が、海洋環境図によるスピードと安定度である。ただし、環境図に掲載されているのは30'メッシュの平均値であるので、これらを各区画内で単純平均した。比較すると、スピードは同程度の値であり、安定度も沖縄島の東側と32°以南、140°E以东の区画における大きな相違を除けばだいたい合っている。安定度の大きな違いの理由は、その海域を漂流したブイが少ないことがあげられる。特に沖縄の東側では、ただ1個のブイが約半年間、反時計廻りの渦にのって回転を続けたためベクトル平均流速はゼロに近く、したがって R も極端に小さくなっている。また一方では、安定度の相違の大きい海域で

のG E Kによる流速観測自体が少ないことも理由としてあげられよう。

いずれにせよ、V, S, Rについて、他資料と比較した結果はほぼ合致しており、ここで述べた平均操作方法は妥当と言える。

4. おわりに

複雑な軌跡を描く漂流ブイのデータを処理して得られた、北太平洋北西部の平均海流場は妥当なものと考えられる。本報告のような解析が可能となったのは漂流ブイデータの蓄積によるものではあるが、20個足らずの（しかも稼働日数が少ない場合も幾つかある）ブイにより、第2図に示されるような広範囲の海流の様子が把握されたことは驚くべきことである。同時に、漂流ブイによる海流調査が——特に、船での観測が乏しい遠距離海域において——極めて有効であることを示している。今後、統計的に信頼性の高い結果を得るために、またデータ空白部をみとすために、より多数の漂流ブイを展開した調査の推進が望まれる。

なお、今回の海域分割のしかたは少し作意的であり、これを例えば $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ メッシュのように機械的、かつ小規模に分割した場合についても解析する必要がある。

参 考 文 献

石井春雄・倉本茂樹(1981)：漂流ブイにより調査(2)，黒潮の開発利用の調査研究，成果報告書(その4)，140 - 152。

石井春雄・道田 豊(1985)：漂流ブイによる調査(4)，同上報告書(その8)，130 - 141。

Ishii, H., R. Saruwatari, Y. Ueno, S. Kuramoto and H. Nishida (1982) : Application of drifting buoys in ocean research. Rep. Hydrogr. Res., 17, 347 - 365。

海洋環境図 海流編—日本近海—(1979)：海洋資料センター編集，日本水路協会発行。

西田英男(1978)：衛星によるドリフティングブイの追跡と海洋観測。海洋科学，10，593 - 603。

Nishida, H. and W. B. White (1982) : Horizontal eddy fluxes of momentum and kinetic energy in the near-surface of the Kuroshio Extension. J. Phys. Oceanogr., 12, 160 - 170。

猿渡了己(1980)：漂流ブイによる調査。黒潮の開発利用の調査研究，成果報告書(その3)，145 - 151。

報 告 者 紹 介



Haruo Ishii

石井 春雄 昭和61年3月現在、
本庁水路部海洋調査課海洋調査官



Yutaka Michida

道田 豊 昭和61年3月現在、
本庁水路部海洋調査課海洋調査官付