

II-400

外洋における流動場再現の方法

電力中央研究所 正会員 ○津旨 大輔
電力中央研究所 渡部 直人
電力中央研究所 高野 裕
三菱総合研究所 木根原良樹

1. はじめに

海洋における物質の拡散現象を把握するための研究は、これまでに様々な観点から行われてきた。それらの研究の多くは、潮汐による流動現象が卓越する沿岸域を対象としたものであった。しかし、人間活動の範囲が広がり、環境問題についても、より広い視野にたってみる必要が生じている。このため、従来、拡散予測が困難であり、その必要性も少なかった外洋の海域に対して、物質の拡散現象を把握する必要が生じている。本研究では、外洋での物質の拡散現象の把握の第一歩として、流動場を再現する方法についての検討を目的とする。

2. 流動場の再現方法

今回対象とする外洋(水深200m付近)は、時間スケールとして季節変動、空間スケールとして数10kmのオーダーのものである。このような海洋の流動現象を数値モデルで評価する際は、適切な境界条件を設定することが非常に困難である。本報では、水鳥ら(1993)によって漂流ブイによる実測データが得られている海域(図-1参照)を対象として、流動を推定する簡略法を試みた。

まず、海表面流速の実測データを用いて、流動場の評価を試みる。物質の拡散現象評価に、この実測データを適用する際の問題点として、以下の2点が挙げられる。

- ・実測データの観測点は空間的にばらついており、任意のメッシュ上への補間の必要がある
- ・実測データは、多点同時計測ではないので、質量の保存則を満足していない可能性がある

これらの解決のため、実測データに対して補間処理および質量の保存則を満足させる処理を行った。

2.1 補間方法

不規則に存在する表面流速実測データに対して加重補間を行い、緯度方向7.5分、経度方向5分の約10kmメッシュに配分した。適切な加重値を設定した際の結果のベクトル図を図-2に示す。この海域で卓越している黒潮流域と、その流域外の南下流が認められる。

2.2 質量保存則を満足させる処理

質量保存則の拘束条件下において流速データの初期値からの変動の総和が最も小さくする、という変分問題として解く方法を用いた。つまり式(1)において、Eを0とするような (U, V, λ) を求める。実際には、式(1)を差分化し、漸近的に解いて近似的に (U, V, λ) を求める。

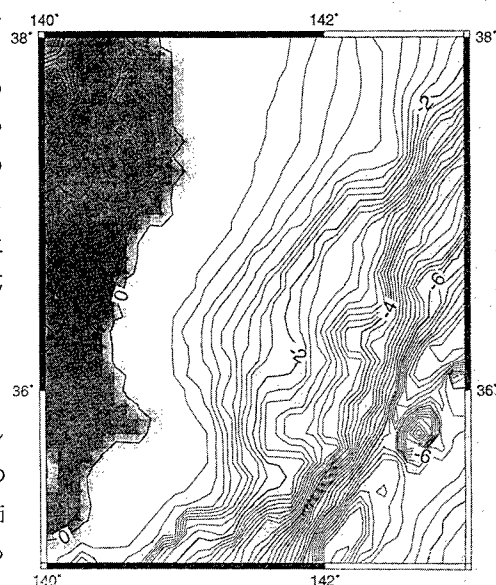
$$E = \int \left\{ (u - u_0)^2 + (v - v_0)^2 + \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right\} dV \quad (1)$$

u, v : 表層流速

u_0, v_0 : 表層流速の初期値

λ : ラグランジェの未定定数

結果を図-3に示す。この処理において、海岸付近で流速ベクトルが乱れ、岸に向かう流れが一部に表れた。海岸付近に関しては問題点が残されているものの、本論文で外洋の拡散に主として注目するので、以下、外



(単位 1000m)

図-1 対象海域(常磐沖)

洋部分において得られた結果について、本簡略法の適用性を検討する。

3. 流動現象の再現結果

得られた流動場の結果に対して、数値トレーサ実験を行った。この結果と、水鳥ら(1993)による5つのアルゴスプイ（人工衛星によって追跡が可能な漂流プイ、海洋観測の一手法として用いられている）の流跡の結果を図-4に、数値トレーサおよび漂流プイが評価領域外に達するまでの日数を表-1に示す。数値トレーサ実験による結果は実測値と定性的によい一致を示している。また、季節毎の海洋実測データに対する数値トレーサ実験において評価領域外に達するまでの日数を、同時に表-1に示している。この結果から、アルゴスプイによる観測を行った秋季の流動場の移流が一番大きいと予想できる。

4. まとめ

海表面流速データに対して、補間および連続の式を満足させる処理を行った結果、実測データをほぼ満足する流動場が得られた。海岸付近の流速ベクトルの乱れについては、力学的な項目の不足などの問題点も残っているため、渦度の保存則を満足させるなど処理を行い、適用性の向上を図る予定である。

また、今後の展開として、海洋大循環モデルに接続して高分解能で流動を予測する手法（ネスティング）による数値計算を行い、外洋における流動場の予測を行う予定である。

参考文献 水鳥・坂井：「アルゴスプイを用いた常磐沖から黒潮続流域における流動・拡散特性の観測」，電中研報告U93046，1993。

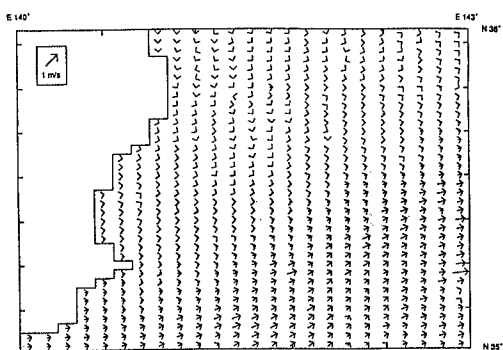


図-2 加重補間を行った結果

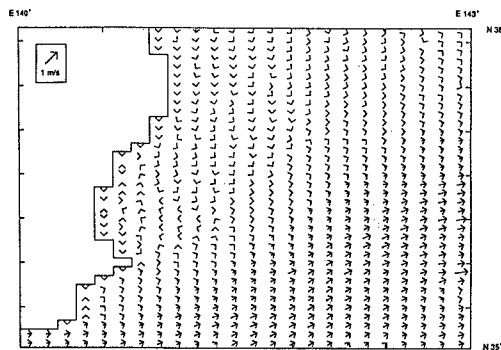


図-3 質量保存則を満足させた結果

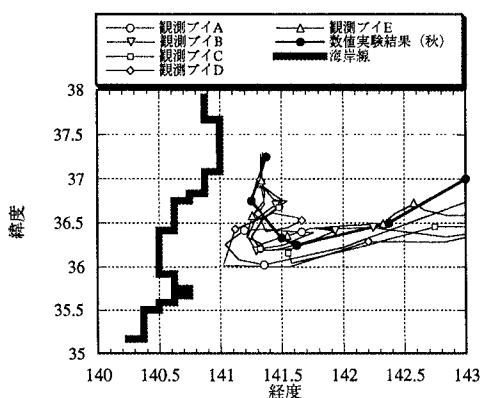


図-4 観測プイの追跡結果と数値トレーサ実験の結果との比較

表-1 トレーサが評価領域外に達するまでの日数

	種類	日数
数値実験結果	春季	40日後
	夏季	36日後
	秋季	22日後
	冬季	33日後
実測結果 (秋季)	観測プイA	21日後
	観測プイB	15日後
	観測プイC	14日後
	観測プイD	15日後
	観測プイE	16日後