

漂流予測手法の高度化に関する研究†

寄高博行*

Progress in Trajectory Prediction of Drifting Matter †

Hiroyuki YORITAKA *

1. はじめに

捜索・救助活動が必要とされる船舶・遭難者の漂流予測については、昭和60年に運用を開始された海洋情報システム内に構築されている捜索区域設定のための計算機能が用いられてきた。海況の推定等専門的な知識を要する場合には本庁・管区の水路部において別途パソコンを用いた計算が行われていたが、平成9年1月に起きたナホトカ号の海難事故への対応を契機として、漂流予測の高精度化・多機能化のための見直しを開始された。水路部においては平成9年度からプロジェク

ト研究として「漂流予測手法の高度化に関する研究」が立ち上げられ、海洋研究室、海洋調査課、沿岸調査課のメンバーが連携して漂流予測システムの改善に取り組む体制が整えられた。本報告では開始以降平成12年度までに実施された研究の成果を概説する。

2. 拡散漂流予測プログラムの開発

海上を浮遊する物体は、大気から受ける力と海水から受ける力がバランスする速度で漂流すると考えられる。漂流予測を高精度化するためには漂流の駆動力となる海上風と海潮流の推定精度を上

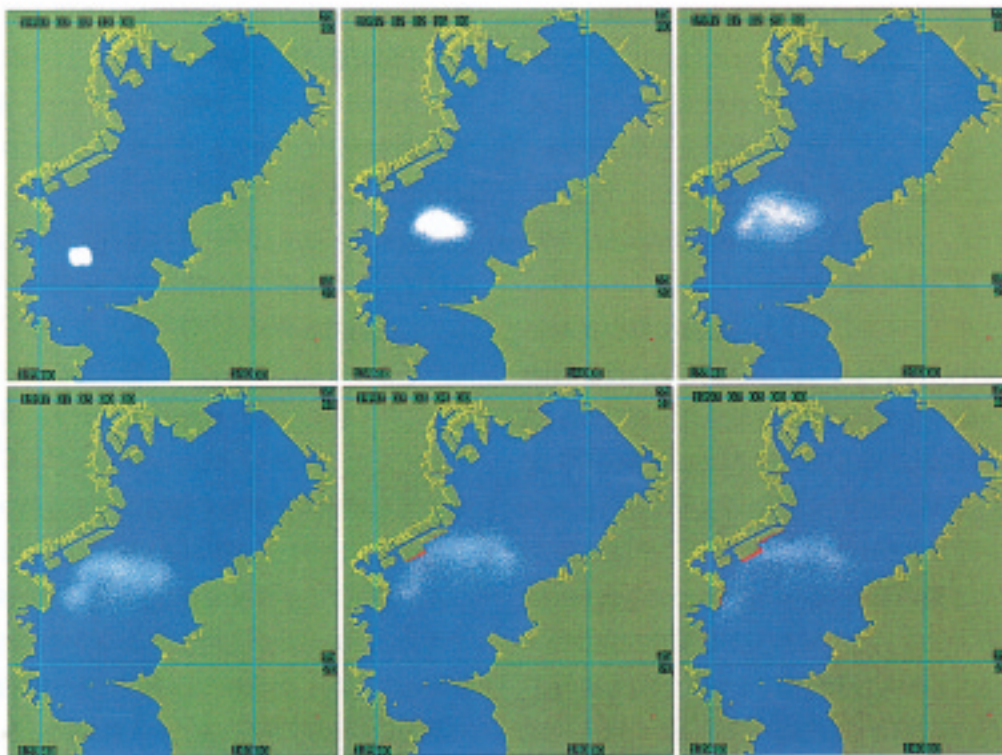


Fig. 1 Sample of trajectory prediction with particle diffusion (after Sato, 1998).

† Received 2001 December 28th. ; Accepted 2002 January 30th.

* 海洋研究室 Ocean Research Laboratory.

Table 1. Source and method for tidal, wind-driven and ocean current used in trajectory prediction with particle diffusion in each area.

海域	潮流調和定数		吹送流		海流等	
	データ・ソース	出典	手法	出典	データ・ソース	出典
東京湾	観測値内挿	小田巻・熊谷(1986)	応答関数	日本水路協会(1984)	—	—
瀬戸内海	観測値内挿	小田巻・熊谷(1986)	係数・偏角	—	—	—
鹿児島湾	観測値内挿	小田巻・熊谷(1986)	係数・偏角	—	—	—
有明海	観測値内挿	小田巻・熊谷(1986)	係数・偏角	—	—	—
大阪湾	観測値内挿	日本水路協会(1987)	応答関数	日本水路協会(1987)	—	—
伊勢湾	観測値内挿	伊勢湾海難防止協会(1990)	係数・偏角	—	季節別推定表層流	伊勢湾海難防止協会(1990)
対馬海峡	数値モデル	日本水路協会(1990)	応答関数	日本水路協会(1990)	統計値	日本水路協会(1990)
津軽海峡	数値モデル	日本水路協会(1993)	応答関数	日本水路協会(1993)	季節別統計値	日本水路協会(1993)
東シナ海	数値モデル	小田巻・佐藤(1986)	係数・偏角	—	統計値	(海洋研究室作成)
仙台湾	—	—	係数・偏角	—	パターン別統計値	(二管区水路部作成)
十一管管内	—	—	係数・偏角	—	実測値+統計値	(十一管区作成)
外洋域	—	—	係数・偏角	—	統計値	(海洋研究室作成)

げる必要があるが、精度向上には多くの時間を要することが想定されたため、第1段階としては海上風と海潮流の推定値に大きな誤差が含まれることを前提として、ユーザーに漂流予測結果を誤差を含めて示すためのプログラムが開発された。これは乱流による拡散効果をシミュレートするのと同じ方法で、多数の粒子の漂流計算において移流に加えてランダム・ウォークを与え、粒子密度を表示する手法を取り入れている (Fig.1)。この拡散を考慮した漂流予測プログラムは、Table 1に示すとおりこれまで本庁水路部、管区水路部、日本水路協会、伊勢湾海難防止協会が行ってきた調査研究の成果などを取り入れ、ワークステーションで計算できるように作成された (佐藤, 1998)。

3. 海上風・海潮流データの充実

3. 1 リアルタイムデータベースの構築

平成9年度から巡視船の風向・風速計及びADCPによるデータを、人手を介さず送付する船舶観測データ伝送装置の設置が開始されたのを受け、他機関から収集していた観測データも含めて収集・管理するデータベースが平成11年度に構築された。このリアルタイムデータベース内では船舶観測データ伝送装置からのデータの他、他機関から電子メールで送付されるデータ、手動で入力されたデータが集積され、メッシュデータが作成される。空白メッシュについては月別、日本南岸域においてはさらに黒潮流路 (接岸, 離岸, 大蛇行) 別に作成された統計値が用いられ、フルメッシュデータとして漂流予測計算に使用される。

また、気象庁で作成された海上風の予報値も利用可能となり、緯度・経度30分メッシュで6時間毎の海上風向・風速値が3日後まで得られるようになった。

3. 2 観測空白域の補完

リアルタイムデータベースでは海流の観測空白域を統計値で補っているが、実測データに比して精度が落ちる。過去の観測データの密度から統計値の空間分解能を上げることに限界があり (佐藤, 1999)、海流データ以外からも海流推定を行う手法の開発が進められた。広域にわたるデータの取得には人工衛星による観測が挙げられるが、水路部でも受信しているNOAA衛星のAVHRR (改良型高解像度放射計) によるデータから計算される表面水温分布は、海況パターン把握には利用できるものの流速を算出することは難しい (寄高, 2001; 寄高ほか, 2002a)。流速に直接結びつく海面高度計データを利用するため、絶対力学的海面高を算出するための平均力学的海面高の整備 (寄高ほか, 1999)、海面高度計搭載衛星の軌道間で、力学的海面高データを得るための表層水温との相関解析 (寄高, 2001) を実施し、データ利用の基盤を整えた。これらの力学的海面高データとADCPによる直接測流データが力学的に整合するような流速及び力学的海面高分布を求めるデータ・アシミレーション手法の開発を進めている。複数のデータ・ソースから整合性のある分布を求めるためにはそれぞれのデータに含まれる誤差の見積もりが必要となり、ADCPによる測流デ

ータに含まれる系統的誤差の補正及び残差の見積もりを行った（工藤・寄高，2001）。

3. 3 特定海域における海潮流推定

津軽海峡においてはTable 1に示したように季節別の海流分布パターンが準備されているが、津軽暖流の変動と津軽海峡西口における水位差変動との間に相関があるとの仮説から、水位差を指標とした海流分布のパターン分けが試みられた（吉，1998；熊谷，1998；吉・佐藤，1999）。

東京湾、大阪湾等においては一様風に対する応答関数の和として吹送流が計算されるが、気象庁からの30分メッシュの海上風予報値が得られたのを受け、大阪湾を対象として空間的に変化する海上風に対する応答が2層数値モデルを用いて調べられた（吉ほか，2001）。

また、内湾域の潮流調和定数がほぼ整備されているのに比べて、外洋でも潮流が大きいとされる伊豆小笠原海嶺周辺海域を対象として順圧数値モデルが開発された。

4. 機能付加

拡散漂流予測プログラムが、ユーザーがネットワークを通じて起動・結果出力を行う形式の漂流予測計算プログラムに平成11年度に移植された後に、警備救難部と水路部の漂流予測に関する合同検討委員会における検討結果を受けていくつかの機能が付加された。

そのうちの一つは、拡散漂流予測プログラムによる計算結果の粒子密度を利用して、漂流物の存在確率分布を表示する機能で、吉ほか（2001）に手法が記述されている。また、流出油の蒸発・含水などの物性変化を計算する機能（寄高ほか，2002b）も組み込まれた。

5. 検証実験

平成11年度にはオーブコム衛星通信を利用した漂流ブイが導入され、本庁・管区で漂流予測計算の検証実験が活発に行われるようになった（e.g. 中村ほか，2001；寄高ほか，2001）。海上

風・海潮流の推定値や各パラメータを定量的かつ統計的に論ずるだけの資料は未だ蓄積されていないが、海上風の予報値及び海流の統計値には大きな誤差が含まれるケースが多いことが示されている。一方、海上風・海潮流に実測値を用いた場合の誤差は小さく、現行の漂流予測計算方法及び各パラメータは妥当と考えられる。

6. おわりに

漂流予測計算の手法は確立されつつあり、海上風・海潮流の、特に観測データ密度の小さい海域での推定精度を上げるという課題に引き続き取り組んでいく必要が示された。

プロジェクト研究の成果の多くは実用システムに供されている。これは担当したメンバーが実用化を想定して研究を進めたことと同時に、システム構築に携わった方々のご理解とご努力があった。関係各位に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 伊勢湾海難防止協会：伊勢湾、三河湾及び周辺海域における海潮流に関する調査研究報告書，pp147，(1990)。
- 工藤宏之，寄高博行：船舶搭載ADCP測流データの偏り誤差補正について，水路部技報，19，77-80，(2001)。
- 熊谷 武：竜飛，吉岡の水位差と津軽暖流について，水路部技報，16，35-39，(1998)。
- 中村啓美，石村孝三，宗田幸次：漂流ブイを用いた漂流実験，水路部技報，19，61-68，(2001)。
- 日本水路協会：沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究，pp133，(1984)。
- 日本水路協会：大阪湾の流況予測用データテーブルの作成作業報告書，pp54，(1987)。
- 日本水路協会：重要海域の流況予測用データテーブルの整備（対馬海峡を中心とする九州北西岸域），pp161，(1990)。
- 日本水路協会：重要海域の流況予測用データテーブルの整備（津軽海峡付近），pp192，(1993)。
- 小田巻 実，熊谷 武：海洋情報システムにおけ

- る潮流・潮汐予報, 水路部技報, 4, 51-56, (1986).
- 小田 卷 実, 佐藤 敏: 黄海・東シナ海の潮汐・潮流 (I), 黒潮の開発利用の調査研究成果報告書 (その9), 135-166, (1986).
- 佐藤 敏: 東京湾漂流計算プログラムについて, 水路部技報, 16, 40-42, (1998).
- 佐藤 敏: 日本近海5分メッシュ海流統計値, 水路部技報, 17, 37-40, (1999).
- 寄高博行, 工藤宏之, 矢沼 隆, 大島ゆう子: TOPEX/POSEIDON海面高度計データを用いた海流推定について, 水路部技報, 17, 31-36, (1999).
- 寄高博行: 西部北太平洋における表層水温と力学的海面高の相関, 水路部研究報告, 37, 1-8, (2001).
- 寄高博行, 橋間武彦, 工藤宏之: 相模湾における漂流実験と吹送流について, 水路部技報, 19, 55-60, (2001).
- 寄高博行, 工藤宏之, 矢沼 隆: 日本周辺海域における海面水温変動特性, 水路部技報, 20, (2002a), 投稿中.
- 寄高博行, 岡野博文, 宗田幸次, 澤井幸保: 漂流予測における流出油の性状変化について, 水路部技報, 20, (2002b), 投稿中.
- 吉 宣好: 人工衛星画像による沿岸域の海況解析について (津軽海峡), 水路部技報, 16, 30-34, (1998).
- 吉 宣好, 佐藤 敏: 津軽暖流張り出しパターンと竜飛・吉岡間の水位差, 水路部技報, 17, 26-30, (1999).
- 吉 宣好, 寄高博行, 橋間武彦: 大阪湾漂流予測プログラムの改良について, 水路部技報, 19, 69-76, (2001).