

## 搜索救難における漂流予測方策の検討について

及川幸四郎：第二管区海上保安本部

### Agenda for prediction of drifting prediction in rescue and search

Koshiro Oikawa : Hydrographic Oceanographic Department, 2th R.C.G. Hqs.

#### 1 はじめに

東北の太平洋側及び日本海側の海域は、黒潮をはじめとする暖水系と親潮等を起源とする冷水系の水塊が混合され複雑な海況を形成している。こうした海況は沿岸域にも影響し、更に地形的な要因も加わり、特に沿岸域での詳細な流況を把握するためには、常時必要データの入手に努める必要がある。

沿岸域での海難における行方不明者等の搜索にあたっては、漂流予測を活用して搜索区域の設定を行い、巡視船艇・航空機の出動勢力を調整のうえ、搜索を実施しているが、漂流予測実施に際して流況の把握の困難さに伴う搜索区域の広域化や多くの巡視船艇・航空機を投入しての搜索にもかかわらず未発見事案が発生している。

このため、救助、救命率向上に資する方策を見出していくため、主として漂流予測の観点から、これまでの検討結果を報告する。

#### 2 漂流予測に基づく搜索救難の概要

##### 2.1 漂流予測の概要

漂流予測は、漂流対象物が海面上にあることを前提とし、海難発生時の日時、位置、漂流物の状況、風、海流などの必要な情報を入手している。日時、位置、漂流物の状況については、漂流予測依頼元からの情報を漂流予測要請票により提供され、また、風・海流のデータについては、漂流予測サーバーに入力されている観測値及び気象庁の予報値を採用して漂流予測計算を行い、漂流予測図を作成している。

たえず変化している東北の海流については、実測値の入手に努めているが、現状では、巡視船を海難発生海域に早期投入し、海流データを測得することとしている。しかしながら、ADCP搭載巡視船の減少から十分な収集とはなっていない。このため、係留式観測ブイ、投下式搜索（観測）用ブイからのデータの入手も必要となっている。

##### 2.2 搜索救難の概要

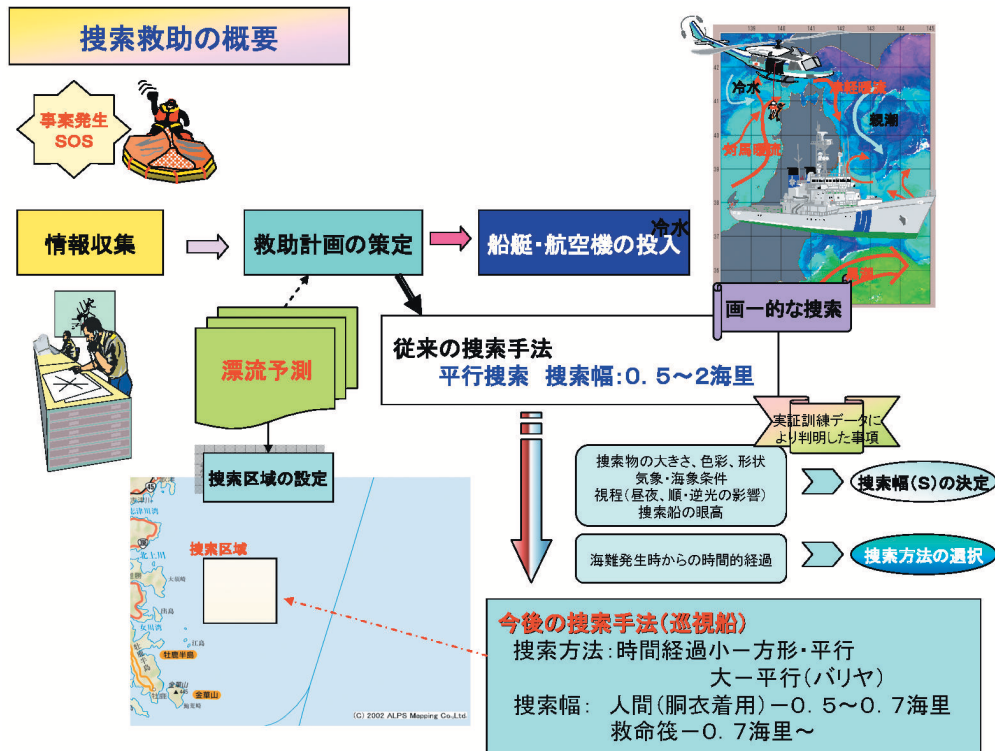
###### 2.2.1 基本的な考え方

海上における搜索救難の成功の可能性は、時間経過とともに急速に低下するため、搜索救難計画の策定と実施は、きわめて迅速かつ確でなければならない。搜索救難の基本的手順は第1図に示したとおりであるが、搜索区域の設定と搜索方法の指定が最も重要で、搜索区域の設定は、現場海域の気象・海象状況及び対象物の形状等により存在位置が大きく変化するので、これらの情報をいち早く的確に入手して、十分検討のうえ判断することが必要である。また、搜索区域は広く設定されがちであるが、限られた搜索勢力では時間を費やし発見が遅れることから、初期の搜索区域は、可能な限り小さく設定すべきである。

###### 2.2.2 基本的な搜索計画策定

###### (1) 搜索区域の設定（第1図）

①初期の段階から広域な海域を設定することは、搜索密度が粗くなり、効果を低下させるものである。特に航空機の搜索区域は広域になりがちである。



第1図 搜索救助の概要  
Fig. 1 Outline of search and rescue

- ②船艇・航空機の能力及び勢力に応じた区域とする。
  - ③搜索対象物が小さい場合は、搜索区域のうち存在率の高い位置を基点として重点区域を設定し、綿密な搜索を実施する方法が効果的である。
- (2) 搜索勢力
- ①航空機を主体とする搜索を原則とする。
  - ②初動搜索には、可能な限り多数の船艇・航空機を投入する。
- (3) 搜索幅 (第2図)
- 幅を小さくすれば発見確率は高くなるが長時間を要し、搜索幅は、区域の広さ、勢力、目標の種類、気象・海象状況を勘案して決定する。また、搜索目標、視程、海面状況、雲量、搜索高度及び太陽位置は、目視搜索幅決定に影響を及ぼす諸要素である。
- (4) 夜間搜索
- 目標を直接発見することは期待できず、遭難者等からの信号等合図を期待するなどの搜索となる。搜索幅の決定には、遭難者等が搜索船艇の灯

火を視認可能な距離を目安とする。遭難者が、搜索船艇を発見し易いように、探照灯により水平線やや上方の照射が有効である。

### 3 搜索救難事例 (第3図)

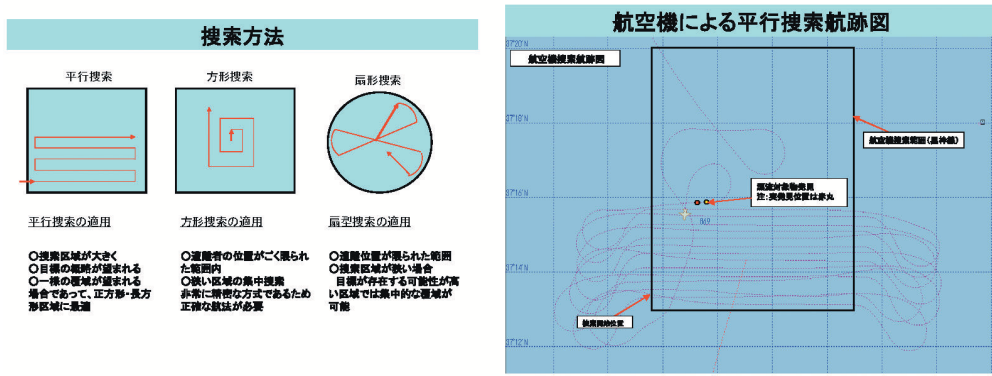
平成18年8月発生したタンカー乗組員海中転落ついで、漂流予測を計3回実施した。漂流者の漂流開始時間、位置精度は良好であったが、断面比は救命胴衣の着用が不明であったため、未着用(実際は着用)で計算した。

漂流予測からは、第3図に示す陸域の西側(ア)から東側(イ)にかけて漂着する結果となった。実際は陸域の東方沖の島付近を漂流したものと考えられる。これは漂流予測での海流実測値の不存在、風の予報値のズレによるものであった。

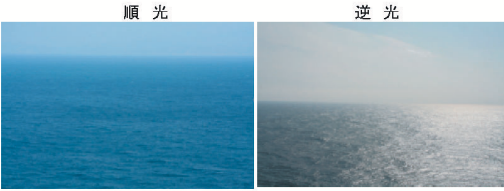
結果として、漂流予測に基づく搜索区域の設定、巡視船艇及び航空機により搜索を実施したが、行方不明者の発見に至らなかった。

### 4 漂流予測精度の向上と問題点

#### 4.1 海流及び漂流実測値の測得 (第4図)



順光と逆光の海面の見え具合



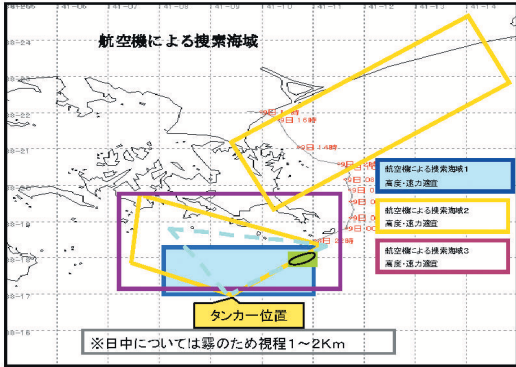
順光の場合、海面とのコントラストが大きければ発見が容易  
 逆光の場合、目標物の視認性に大きな影響を及ぼす。  
 逆光の影響が少ない、航空機の直下であれば視認可能。

第2図 基本的な搜索計画策定

Fig. 2 Basic of planning policy for searching

塩釜港外タンカー海中転落行方不明者事案

【着目点】  
 救命胴衣を着用のうえ、付近海岸に漂着  
 救命胴衣 オレンジ色  
 その他 18リットル型白色ポリタンク、黄色の洗剤容器



第3図 搜索救難事例

Fig. 3 Case of rescue and search

4.1.1 ADCP 搭載巡視船の早期投入

漂流予測において、事案発生後速やかに正確な海流データを入手することが精度向上に密接に係ってくる。このため、ADCP搭載巡視船等を早急に投入し、漂流予測海域の海流データ測得を繰り返し行う。

問題点としては、漂流予測発生海域に、ADCP搭載巡視船が確実に投入されないことや、搜索優先のため、漂流予測海域の海流データを早期に測得されない。また、沿岸域での測得データに、潮流成分等

が含まれ流れに変化が生ずるほか、ある程度の船首の針路保持が必要であり、搜索業務との併用では正確な流れの測得が困難となっている。

4.1.2 係留式観測ブイの活用

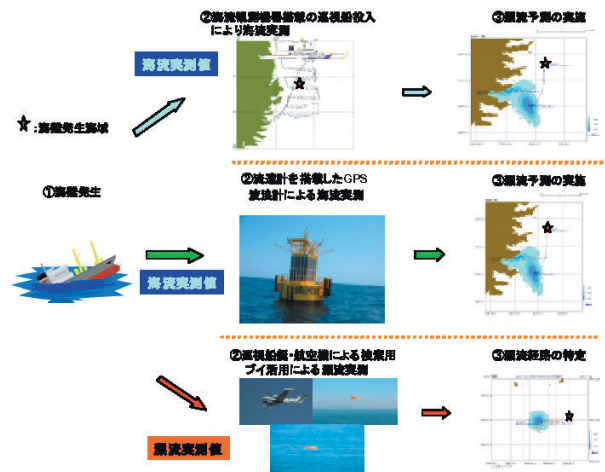
東北沿岸海域の10箇所に設置が進められているGPS波浪計に搭載される流速計及び他の係留式観測ブイからリアルタイム流況モニタリングデータの入手に努め、漂流予測の海流実測値として使用する。

問題点としては、各事務所等で収録されている海流データをネットワークで入手するため、早急にシステムの構築を行うほか、船舶により測得データの比較観測によるキャリブレーションが必要である。

4.1.3 投下式搜索（観測）用ブイの活用

巡視船艇、航空機により搜索救助海域に早期に投下式搜索（観測）用ブイ（レスキューブイ、搜索用ブイ、オーブコムブイ）を投下し、漂流経路を特定する。

問題点としては、レスキューブイは音声応答による位置提供のため常時近傍に受信装置が必要であり、オーブコムブイは衛星メールにより得られるが、データ配信での遅延、投下に難題があり、価格も高価となっている。また、レスキューブイ及びオーブコムブイは、漂流対象物の断面比に合わせた漂流経路の特定が困難なため、得られた漂流経路に注意が必要であり、ブイの回収も大きな重荷を伴う。一方、搜索（観測）用ブイは、小型軽量で携帯電話・部品等の取扱が容易である反面、海面上の高さの確保及び通信エリアの範囲制限のため、距岸20海里以遠では使用できない。



第4図 海流及び漂流実測値の測得 Fig. 4 Accuracy of ocean current and measured value of drifting

5 漂流予測の信頼性向上

5.1 漂流予測要請票（第5図）

漂流予測の基本的情報である漂流物情報（事案発

生日時、位置、漂流対象物の現状）について、漂流予測依頼元は、これらの最新の正確な内容を漂流予測要請票に確実に明記する。最終的な結果である漂流予測図の起点の範囲が最小となることが重要である。

5.2 気象・海象データの漂流予測事案発生時の入手（第5図）

漂流予測事案発生時の気象・海象情報は、搜索範囲決定する上で最重要情報の一つであり、漂流予測開始起点としても必要なデータであることから、通報者等から可能な限り入手し、漂流予測初期情報として役立つ。

漂流予測要請票 最新の正確な情報を確実に明記する. Includes a form with fields for incident details, location, and drift object information, with annotations explaining the importance of each field.

第5図 漂流予測要請票の信頼性向上 Fig. 5 Enhancing the reliability of requesting forms for prediction of drifting

5.3 漂流予測の検証（第6図）

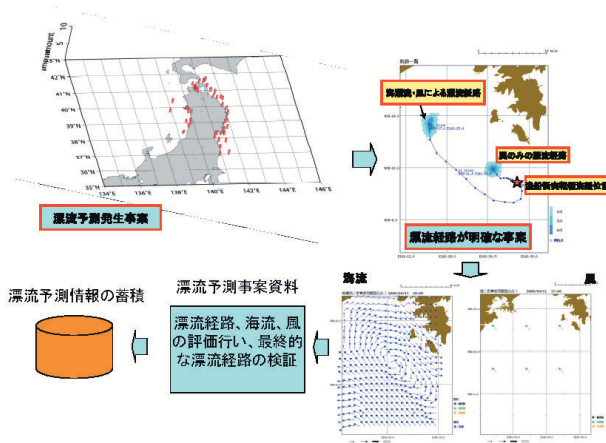
漂流予測事案に関し、搜索の結果漂流対象物が発見されたものについて、位置、風、海流情報等の評価を行い、漂流経路の特定・検証を実施し、将来、類似漂流予測事案参考資料として役立つと考えられるため、情報の分析、検証、分類を行い蓄積することが必要である。

6 漂流予測結果の提供

漂流予測結果については、漂流予測要請票の内容に適応した結果での提供に努めているが、漂流予測精度等から大小の誤差が生ずる場合がある。

このため、漂流予測要請票及び漂流予測結果報告





第 6 図 漂流予測情報の検討と保管

Fig. 6 Studying and keeping for prognostic information about prediction of drifting

に気象・海象情報及び情報の信頼度の明記を行い、これまでの漂流予測図に漂流予測実施に際し使用したデータの信頼性の評価及び時間的経過を表示することで、捜索海面決定及び以後の漂流予測実施に効果的であると考えられる。

6.1 漂流予測要請票の信頼度 (第 7 図)

漂流位置、時刻、漂流物の状況を信頼性に応じ A, B, C の 3 段階に区分けし記載する。

A は、漂流開始時刻は分単位で、位置が 0.1 分単位、漂流物が特定可能な状況。

B は、漂流開始時刻は時間単位で、位置が 1 分単位、漂流物が 2 種類以上。

C は、漂流開始時刻は推測・時間が経過した時刻で、位置が推測・時間が経過した位置、漂流物が状況不明。

として分類する。

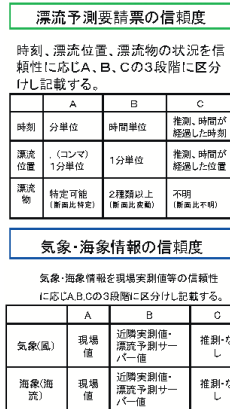
6.2 気象・海象情報の信頼度 (第 7 図)

気象・海象情報を現場実測値等の信頼性に応じ A, B, C の 3 段階に区分けする。

A は、気象 (風) が実測値で、海象 (海流) も実測値。

B は、気象 (風) が近隣実測値・漂流予測サーバー値で、海象 (海流) も近隣実測値・漂流予測サーバー値。

C は、気象 (風) が推測・なしで、海象 (海流)



第 7 図 漂流予測情報の信頼度区分

Fig. 7 Classification by reliability of information about prediction of drifting

これまでの漂流予測図に漂流予測実施に際し使用したデータの信頼性、評価及び時間的経過を表示することで、捜索海面決定時の漂流予測精度の高低と以後の漂流予測実施において精度向上の検討方針として効果的であると考えられる。

総合評価するうえで、基準となる漂流物情報は基点 (漂流開始位置) の最小化を図るため精度を明示したもので、仮に漂流速度が毎時 0.5 海里とすれば、時刻は、A と B の差が ±0.5 海里 (1 海里) 生じ、位置は、最大 ±1 海里 (2 海里) となり、漂流物の断面比も 2 倍の誤差があれば、時刻及び位置の倍の誤差が生ずる。

したがって、この事例での漂流基点の誤差は、漂流予測当初から直径 6 海里大きな誤差を含んだ事案となる。

また、漂流予測は時間経過とともに誤差が大きくなるため、捜索 24 時間の漂流予測に努めるべきでありこれ以上の漂流予測は時間経過区分も必要である。

も推測・なし。として分類する。

6.3 漂流予測結果報告 (第 8 図)

上記結果により以下の区分けとする。

- (1) 結果報告については、漂流予測要請票、気象・海象信頼度、漂流予測誤差等を考慮し A, B, C, D, E の 5 段階で提供する。

最終的な信頼度 (精度) 表示は、漂流予測要請票の信頼度及び気象・海象情報の信頼度の 5 項目の評価基準とし、総合評価として漂流予測図に明記し併せて漂流予測時間経過も表示する。

総合評価

A は、A が 5 個。

B は、A が 3 個以上で B が 2 個以下。

C は、B 以上が 4 個以上で C が 1 個以下。

D は、C が 2 個。

E は、C が 3 個以上。

- (2) 漂流予測時間経過表示

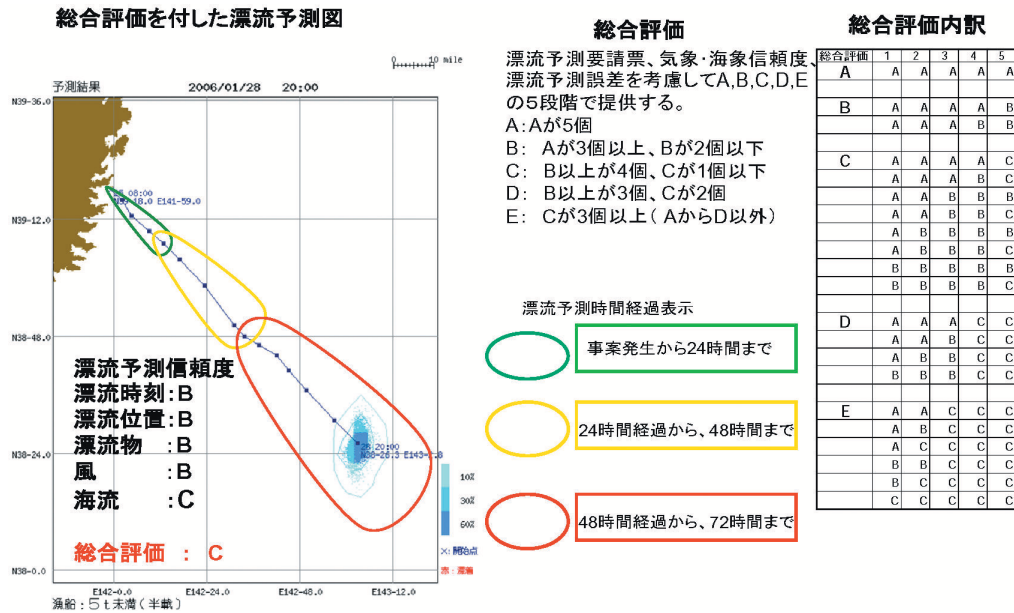
漂流経路に時間的経過漂流予測精度を表示する。

緑色は、漂流予測発生から 24 時間以内まで。

黄色は、漂流予測 24 時間経過から 48 時間以内まで。

赤色は、漂流予測 48 時間経過から 72 時間以内まで。

以上の内容で漂流予測結果に、総合評価及び漂流



第8図 漂流予測結果の提供  
 Fig. 8 Result of prediction of drifting

予測時間経過を付して提供することにより、漂流予測の信頼度が明確となる。

なお、この総合評価及び漂流予測時間経過については、提供結果により修正する。

(4) 総数の結果として、少しでも総合評価が上がるよう漂流予測要請票の情報確認、気象・海象のデータの信頼性の向上を図る必要がある。

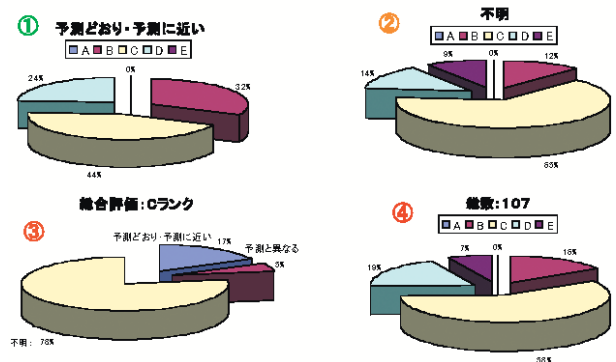
6.4 平成18年の総合評価による漂流予測結果 (第9図)

総合評価基準により平成18年漂流予測107件について、評価分析を行った結果、以下のとおりとなった。

- 予測どおり・予測に近い (漂流予測図の範囲に存在する) 場合、総合評価がB, C, Dの3種類で、それぞれ32%, 44%, 24%と信頼度に関係ない漂流予測結果となった。
- 不明 (漂流予測対応時間外で発見または完全に不明) の場合、総合評価がB, C, D, Eの4種類で、それぞれ12%, 65%, 14%, 9%となっており、特に総合評価Cの結果は、65%と大きくなっている。
- 総合評価Cについて、更に漂流予測結果を分析したところ、不明が78%と大部分を占めていることから、漂流予測での不明事案が少しでも改善されることが可能となれば、漂流予測精度の向上がなされると考えられる。

漂流予測実績(平成18年107件)

	A	B	C	D	E	統計
予測どおり・予測に近い	0	8	11	8	0	25
予測と異なる	0	0	8	8	0	8
不明	0	9	40	11	7	76
総数	0	17	68	20	7	107



第9図 平成18年の総合評価による漂流予測結果  
 Fig. 9 Comprehensive evaluation of prediction of drifting in 2006

7 おわりに

本稿は、平成18年度に第二管区海上保安本部法執行能力維持・向上推進本部の中に組織された捜索技術向上プロジェクトチームなかで進められた検討内

容を主として漂流予測向上の観点からとりまとめたものである。

また、漂流予測方策の検討については、同プロジェクトのなかで平行して進められた、巡視船艇、航空機捜索技術向上及び捜索用ブイ開発の報告書を参考としており、この報告書作成に携わった担当者の方々に厚く謝意を表します。

#### 参 考 文 献

平成18年度捜索技術向上プロジェクトチーム報告書  
(第二管区海上保安本部)