

漂流予測

環境調査課

Trajectory prediction of drifting object

Environmental and Oceanographic Research Division

Abstract

For the search of people carried away to the sea by the tsunami, trajectory predictions were performed since March 12th, the next day of the tsunami attack. At the same time, as a large number of drifting objects obstructed the marine traffic, many trajectory predictions were performed for various drifting objects including drifting vessels.

1 はじめに

東日本大震災では津波によって多くの人命と財産が失われた。津波によって海に流された人の捜索のため、津波来襲の翌日の3月12日から漂流予測が行われた。人の捜索と同時に、海上に流出した大量の漂流物が海上交通の障害になったことから、漂流船舶を初め様々な漂流物について数多くの漂流予測が行われた。

本項では、東日本大震災対応として行った漂流予測について手法、実施状況および今後に向けての漂流予測システムの改善点について述べる。

2 手法

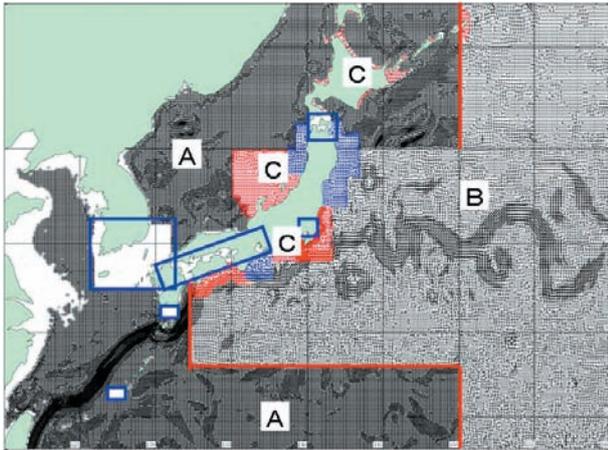
現在の漂流予測システムは、1997年1月に日本海で発生したタンカー「ナホトカ号」の重油流出事故を重要な契機として研究開発が始まった(寄高, 2002)。乱流による拡散をシミュレートする現行の漂流予測プログラムの最初期のバージョンは、1997年7月に東京湾で発生したダイヤモンドグラス号の事故による重油の拡散を再現した東京湾漂流計算プログラムであり(佐藤, 1998)、アルゴリズムは基本的に現在も同じである。

漂流予測は漂流予測サーバーを使って行う。漂流物に関するパラメータとして漂流物の種類、漂

流開始時刻、漂流開始位置を漂流予測サーバーに入力し、メッシュデータとして与える海流と風によって漂流物がどう漂流するかシミュレーションを行う。このため、いかに信頼性の高い海流と風のメッシュデータを与えるかが、漂流予測の信頼性を決める主要な要素となる。

海流メッシュデータはリアルタイムデータベースによって毎日05:15に自動生成される。ソースデータは複数あり、気象庁から送られる同化システムデータ(MOVE/MRI.COM)、人工衛星海面高度計から計算する地衡流データ、沿岸域について管区海洋情報部が独自に作る海流データ(以下、「最適化データ」という)、巡視船と測量船で観測される海流データである。同化システムデータ、地衡流データ、最適化データはエリアがオーバーラップするためFig.1に示す海域によって区分している。

最適化データの作成方法は管区によって異なる。第二管区海洋情報部では人工衛星で観測される水温分布と海面高度分布を参照し、手作業で最適化データを作成している。第三管区海洋情報部では水温分布から海面高度分布を推算し、地衡流への換算式を使って自動で最適化データを作成している。Fig.2に第二管区海洋情報部で作成した2011年3月4日の最適化データを、またFig.3



A: 同化システムデータ B: 地衡流データ C: 最適化データ

図1 各データの範囲。

Fig.1 Coverage for each data, A: assimilation system, B: geostrophic current, C: coastal current.

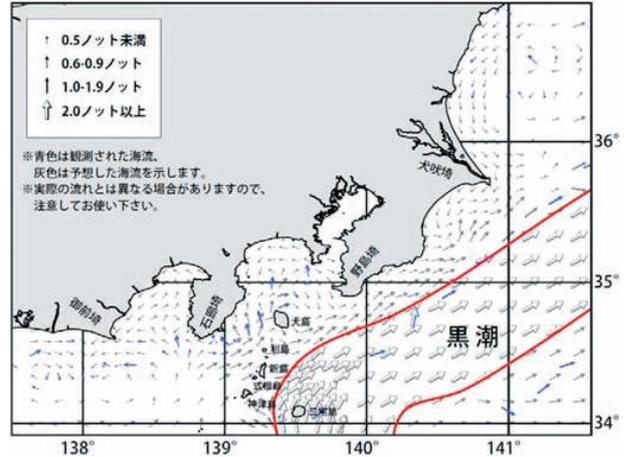


図3 第三管区海上保安本部による最適化データ。

Fig.3 Coastal current analysed by the 3rd R.C.G.Hqs.

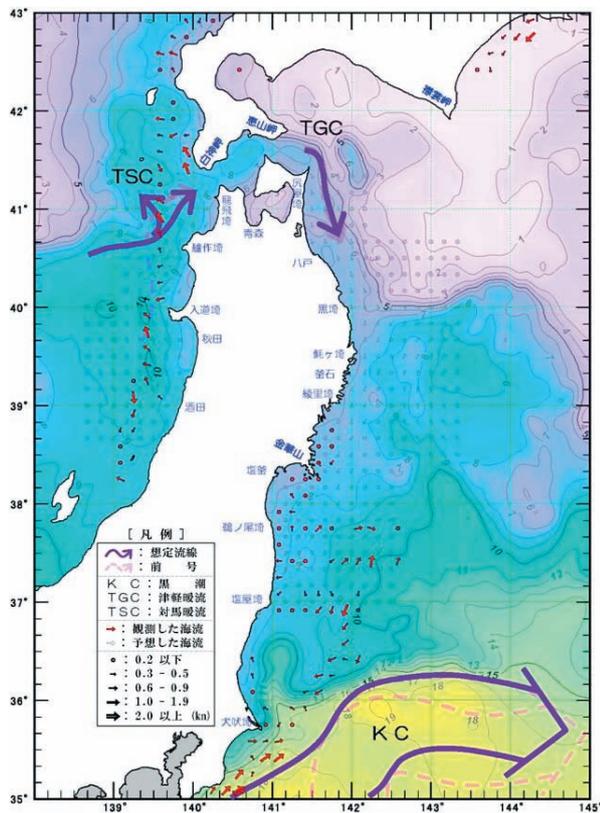


図2 第二管区海上保安本部による最適化データ。

Fig.2 Coastal current analysed by the 2nd R.C.G.Hqs.

に第三管区海洋情報部で作成した2011年3月10日の最適化データを示す。

巡視船と測量船によって観測される海流と風のデータは、通信衛星を経由してリアルタイムデー

タベースに送られる。Fig.4に2011年3月11日から6月20日までの海流観測データを示す。

リアルタイムデータベースで作成された海流メッシュデータは、漂流予測サーバーに転送され60日間保存されて漂流予測と逆漂流予測に使われる。Fig.5に東日本太平洋側について2011年3月11日から6月21日まで10日毎の海流メッシュデータを示す。

風のメッシュデータは、気象庁から3時間毎に送られてくる風予報値と巡視船・測量船で観測される風データをソースデータとして漂流予測サーバーで自動生成される。漂流予測サーバーは、同時に複数の漂流予測の計算が円滑に実施できるよう冗長化されている。

3 漂流予測の実施状況

震災対応の漂流予測は、津波が来襲した翌日の3月12日から漂流予測が始まり、6月22日まで合計256回行われた。ここでは、本庁海洋情報部環境調査課および第一管区から第四管区までの各海上保安本部海洋情報部が行った漂流予測のそれぞれの実施状況を述べる。

(1) 本庁で実施した漂流予測

震災後最初に行った漂流予測は、釜石港から津波によって流された人を捜索・救助するための漂流予測であり、3月13日18:00に漂流予測(第

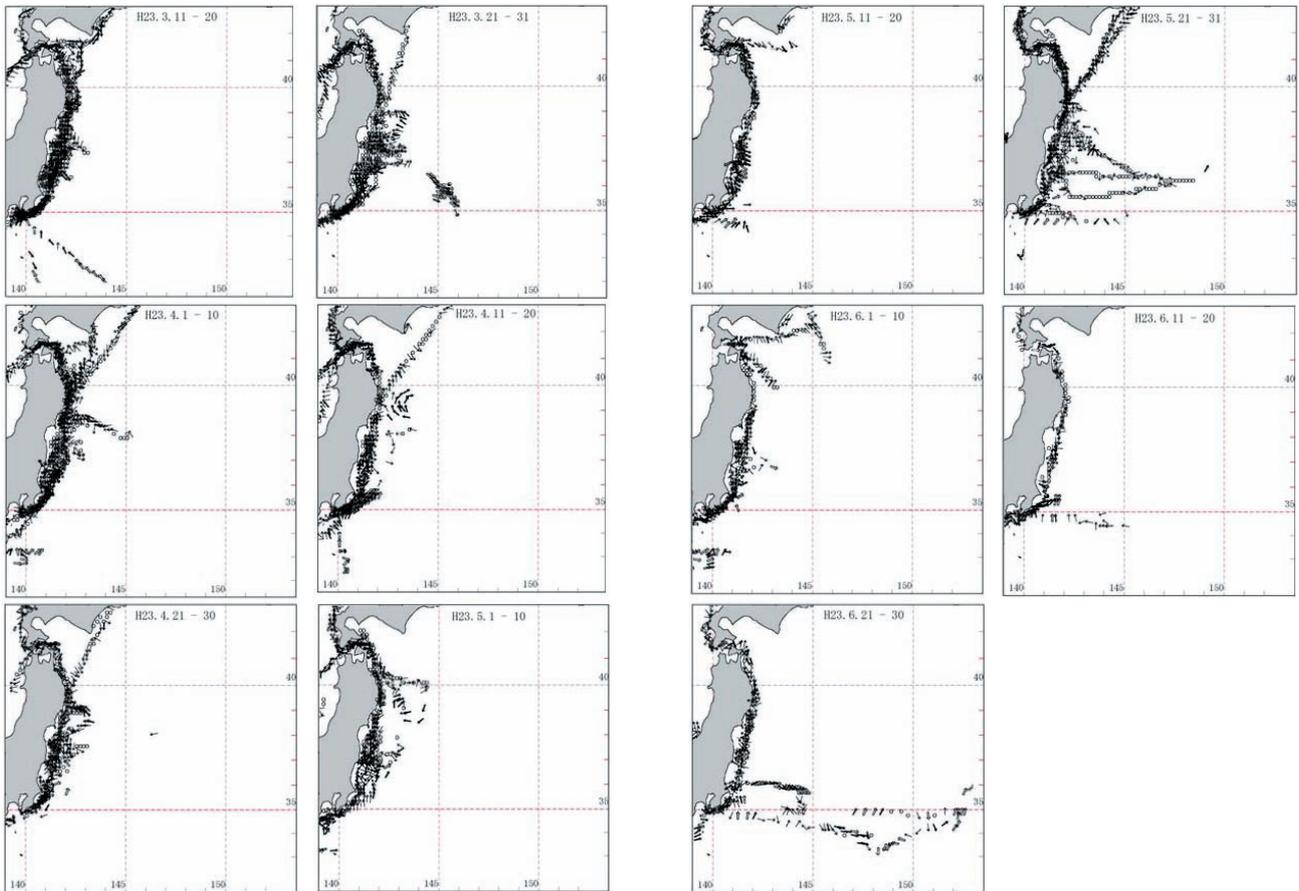


図4 巡視船・測量船による海流.

Fig. 4 Current measured by the vessels of J.C.G.

表1 漂流予測回数.

Table 1 Number of trajectory prediction.

本庁	第一管区	第二管区	第三管区	第四管区	計
64	12	149	24	7	256

1報)として予測結果を報告した。漂流予測の計算では津波による流れの効果は考慮されていないため、漂流開始位置の設定には工夫が必要であった。津波によって港外まで流された後は津波の影響は無視できると仮定し、港外の適当な点を起点とし、3月11日15:20を漂流開始時刻として63時間後までの漂流予測を行った。

その後、他の被災港からの漂流についても依頼があり、釜石港の他、八戸港、仙台塩釜港、相馬港について、船内に取り残されて船とともに漂流していることも想定し、人と船について漂流予測を行った。Fig. 6に漂流予測結果を示す。

Fig. 6をみると、第5報八戸(人)と第9報八戸(船)では外に流されずに防波堤や港内に漂着

するとの予測結果になっている。実際には漂着していないことから、第10報八戸(人)と第11報(船)では、より外海側に起点を設定して漂流予測を行った。

これを皮切りに5月19日まで64回の漂流予測が行なわれた。

(2) 管区海上保安本部海洋情報部が実施した漂流予測

第二管区海洋情報部では震災直後は停電のため漂流予測サーバーが利用できなかったが、すぐに自家発電により電源供給がなされ、3月14日には漂流予測が行われた。その後6月24日まで149回の漂流予測が行われた。

第三管区海洋情報部で最初に漂流予測対応を行った震災関連案件は、3月24日に鹿島沖で海上保安庁の航空機により発見された無人漂流船(全長13m, 7トン)であった。その後6月22日まで24回の漂流予測が行われた。

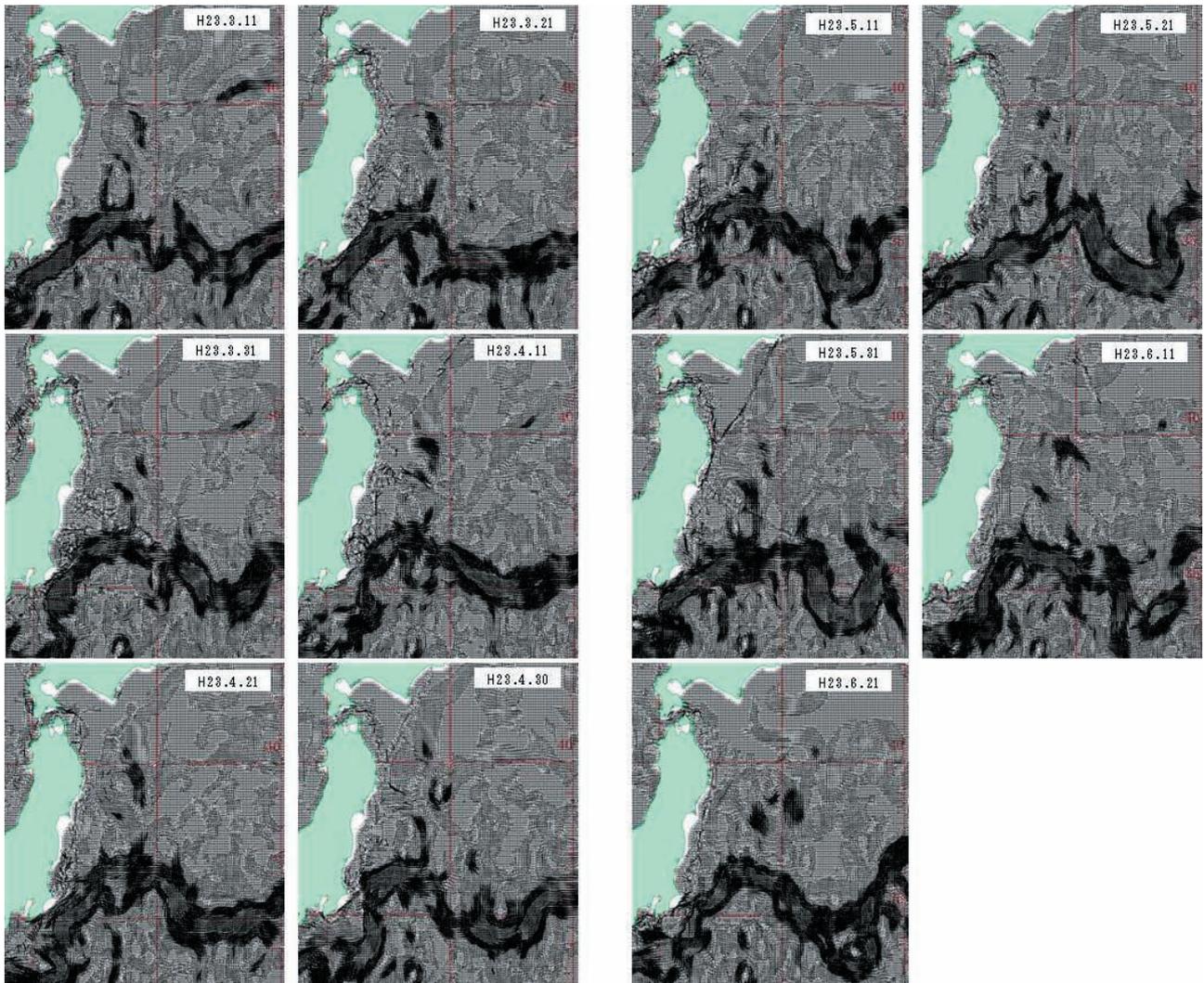


図5 合成海流.

Fig. 5 Compiled current.

震災後、最初に漂流予測を行ったのは第四管区海洋情報部であった。地震発生日の深夜に確認された名古屋港内の木材漂流について漂流予測を行い、3月12日03:00に予測結果を報告した。第四管区海洋情報部における震災対応の漂流予測は3月12日・13日の7回であった。

第一管区海洋情報部では津波を起因とした流木が十勝港北東方と釧路港南西方で多数確認され、3月17日から20日まで12回の漂流予測が行われた。

4 考察と今後の課題

Fig. 7に日毎の漂流予測を実施した件数を実施した管区別に示す。震災後4月前半までは、ほぼ

毎日の漂流予測を実施した。4月後半からは散発的な漂流予測の実施となった。

震災後3ヶ月半にわたって震災関連の漂流予測を行ったが、漂流予測の目的の変化から3つの期間：第Ⅰ期（3月11日～3月16日）、第Ⅱ期（3月17日～3月31日）、第Ⅲ期（4月1日～6月24日）にわけることができる。第Ⅰ期は津波によって流された人の捜索・救助を目的とする漂流予測が主体であった。第Ⅱ期は人の捜索と漂流船舶の回収が目的となった。第Ⅲ期は航路障害となる漂流船舶の周知が主たる目的となった。Fig. 8に漂流予測の対象物の分類を示す。第Ⅱ期、第Ⅲ期においても人の漂流予測を行っているが、これは漂流遺体の回収を目的としていた。

3月13日提出の漂流予測結果

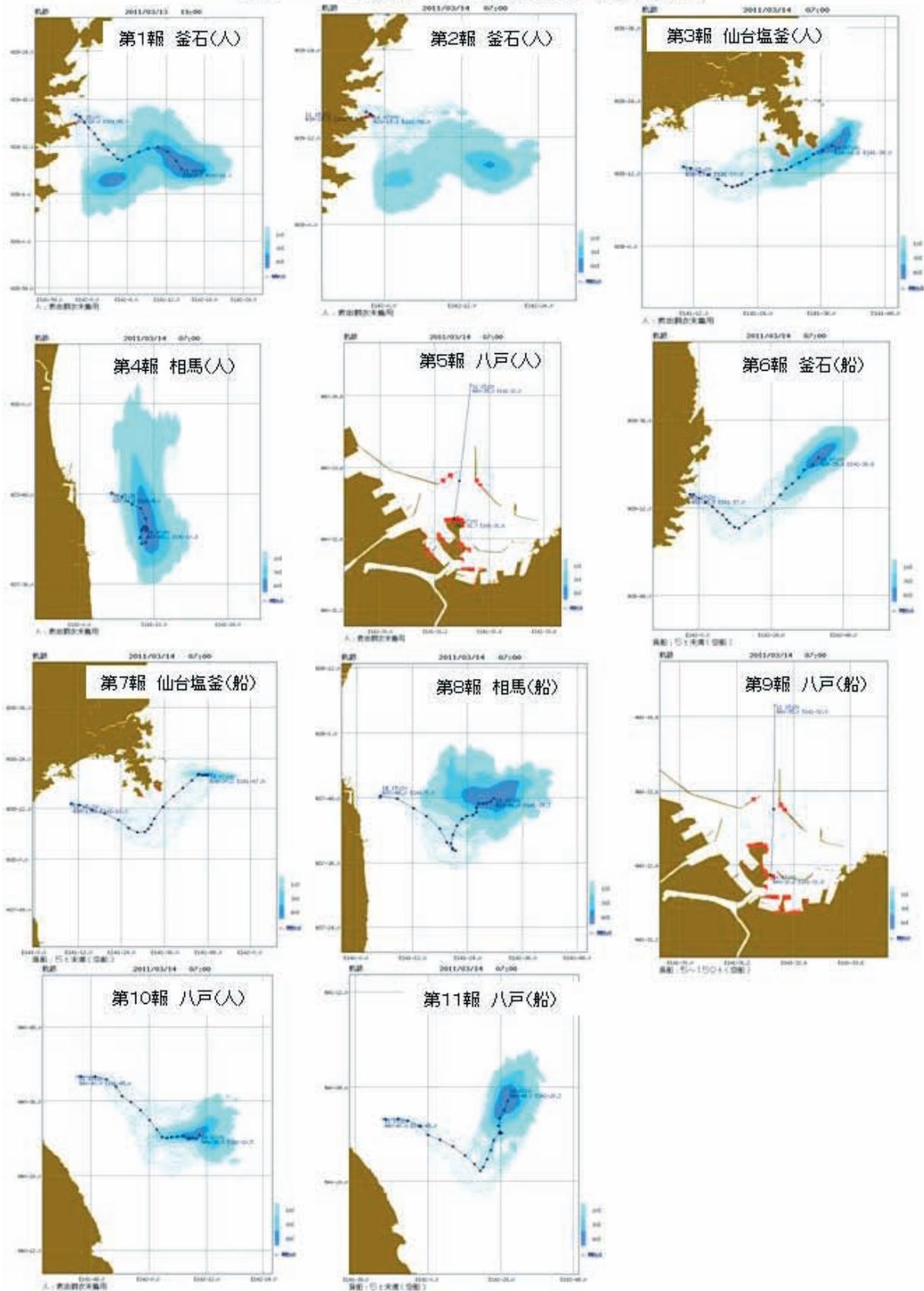


図6 漂流予測.

Fig. 6 Trajectory prediction of drifting object.

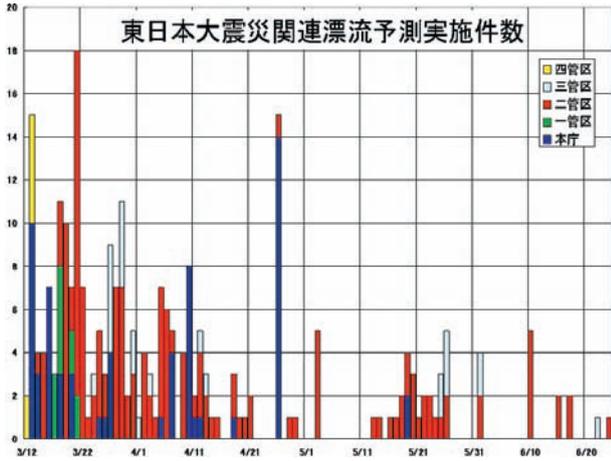
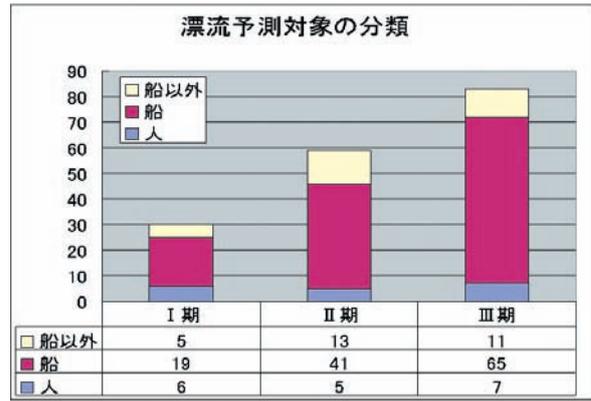


図7 漂流予測回数.
Fig. 7 Number of trajectory predictions.



I期:3月11日~16日 II期:3月17日~3月31日 III期:4月1日~6月24日
船以外:木材、いかだ、灯浮標、係船ブイ、鋼管、浮桟橋

図8 漂流物の種類別の数.
Fig. 8 Number of each kind of drifting objects.

I期、II期、III期及び全期の漂流予測実施地点図

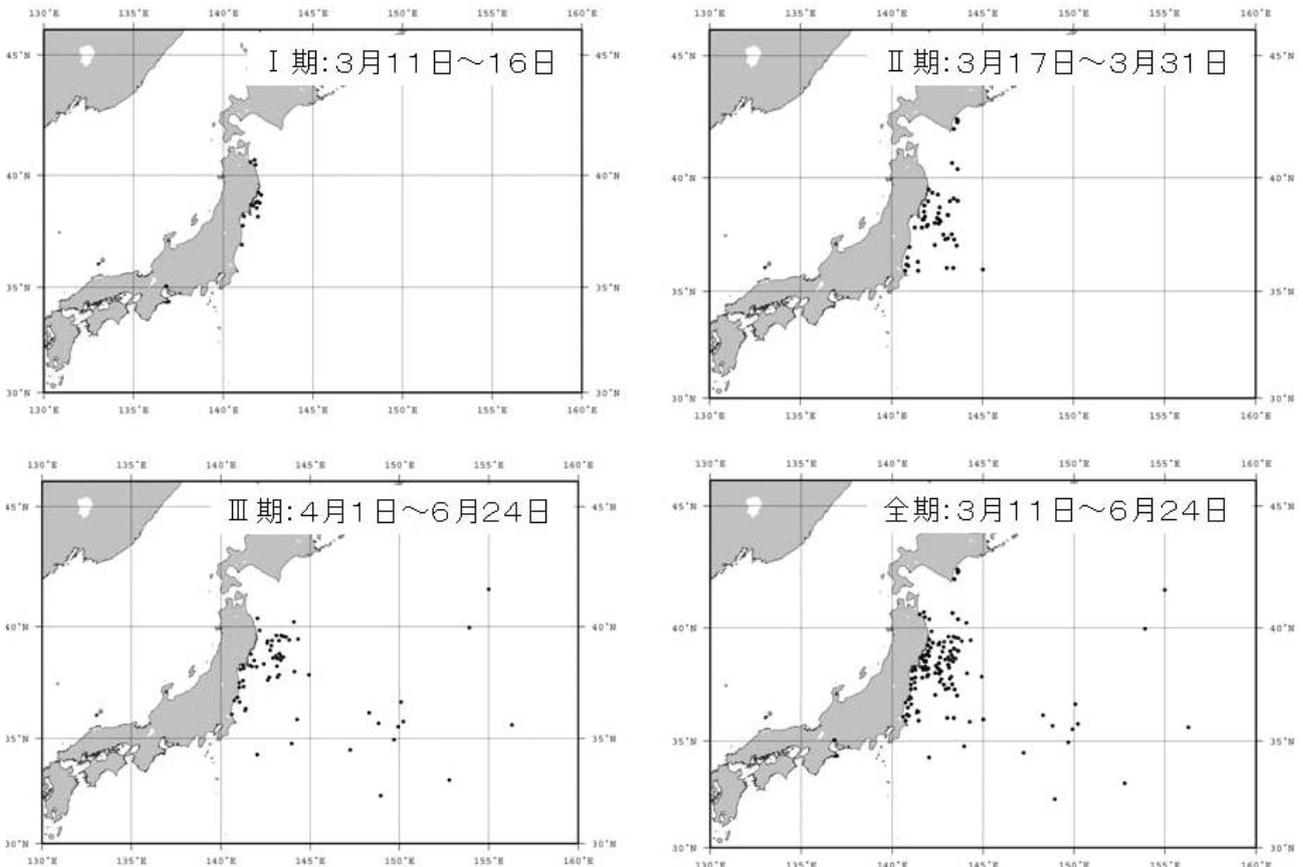


図9 漂流物の位置図.
Fig. 9 Location map of drifting objects.

Fig. 9 に漂流予測の実施場所を示す。時間経過とともに実施場所が東方に広がっている。第Ⅰ期では東日本の沿岸部に集中していたものの、第Ⅱ期では東経 145 度まで外洋に広がり、第Ⅲ期では東経 156 度付近に達している。なお、漂流予測サーバーで計算できる東縁は東経 160 度である。

Fig. 7 をみると、4 月 25 日に本庁で漂流予測を 14 回実施している。これは、3 月 11 日を漂流開始時として 60 日間の漂流予測を求められたものの、システム上、予測期間の上限が 20 日程度であるため、複数回に分割して漂流予測を行ったことから回数が増えたものである。30 日程度の逆漂流予測は、震災以外でも実施することがあるため、システムの改修が必要である。

5 まとめ

東日本大震災では巨大津波によって東日本太平洋岸の広域にわたって多くの人と膨大な量の物が海に流されたため、数多くの漂流予測が実施された。第二管区海上保安本部も被災して電源供給が途絶えたため、発災直後は第二管区海洋情報部では漂流予測を行うことができず本庁で行ったが、3 日目からは第二管区海洋情報部でも漂流予測が実施できるようになり、それ以降は本庁と第二管区海洋情報部で協力して対応した。漂流予測システムがオンラインネットワークシステムであったことから、本庁と第二管区海洋情報部のどちらでも同じ漂流予測を実施できたことが、このような協力関係を可能にした。今回の震災では本庁が被災せず漂流予測サーバーが無傷であったことが幸いであった。本庁が被災して漂流予測サーバーが使用不能に陥ったとき、いかに漂流予測業務を維持するか、以前から指摘されてきた問題ではあるが、あらためて問題の重要性が認識された。遠隔地でのバックアップシステムの構築等問題解決に向けての検討が急がれる。

謝 辞

本報告は、長屋好治*が作成しました。

参考文献

- 石崎士郎・曾我太三・碓氷典久・藤井陽介・辻野博之・石川一郎・吉岡典哉・倉賀野連・蒲地政文 (2009), MOVE/MRI.COM の概要と現業システムの構築, *測候時報*, 76, S1-S15.
- 斉藤茂幸 (2011), 最新の漂流予測プログラムの概要について, *海洋情報部研究報告*, 47, 22-26.
- 佐藤 敏 (1998), 東京湾漂流計算プログラムについて, *水路部技報*, 16, 40-42.
- 寄高博行 (2002), 漂流予測手法の高度化に関する研究, *水路部研究報告*, 38, 43-46.

要 旨

津波によって海に流された人の搜索のため、津波来襲の翌日の 3 月 12 日から漂流予測が行われた。人の搜索と同時に、海上に流出した大量の漂流物が海上交通の障害になったことから、漂流船舶を初め様々な洋上漂流物について数多くの漂流予測が行われた。

* 環境調査課 (現職 内閣官房総合海洋政策本部事務局)