

オホーツク海域の拡散・漂流予測モデル

(株)富士総合研究所

藤井 崇

1. はじめに

石油連盟では、大規模な流出油事故発生時の防除活動を支援するために流出油拡散・漂流予測モデルを開発してきた。この予測モデルの特徴は、日本沿岸域のどの海域でも気象予報データを用いて、短時間に予測シミュレーションが実行可能な点である。

サハリン油田の商業化が1999年7月から開始されたことにより、従来の中東などからオイルルートに加えて、オホーツク海の流出油事故に対する防除体制の構築が必要とされるようになった。

このため、このオホーツク海域での防除活動支援のために、日本沿岸域を対象とした流出油拡散・漂流予測モデルの対象海域とは独立して、オホーツク海域を対象とした予測モデルの開発を行うこととした。

また、予測対象海域を追加するとともに、主として外洋海域での予測精度を向上させる為に、

海流データの更新機能

気象予報データの長時間化

について改良を実施した。

ここでは、オホーツク海域の予測モデルを中心に、流出油拡散・漂流予測モデルの概要と、追加された機能の紹介を行う。

2. 流出油拡散・漂流予測モデル概要

流出油拡散・漂流予測モデルは、流出油事故が発生した時の防除活動を支援するための情報提供を目的として開発したパソコンを使ったシミュレーションモデルである。この予測モデルは下記の特徴を持つモデルである。

短時間で予測シミュレーションが実行可能

平易なインターフェイス

最新の気象データをオンラインで利用可能

日本沿岸海域の全ての海域の予測可能。

基本的脆弱情報機能搭載

2.1 予測モデルの対象とするプロセス

海面上における流出油の挙動を予測するためには、流出油自身の物理的变化を予測する拡散・風化のプロセスと、海面上での油膜の漂流プロセスを考慮することが必要である。この予測モデルは図 2.1 に示す拡散・風化プロセスと図 2.2 に示す漂流プロセスを、現在標準的に用いられているモデル化手法を用いて組み込んでいる。

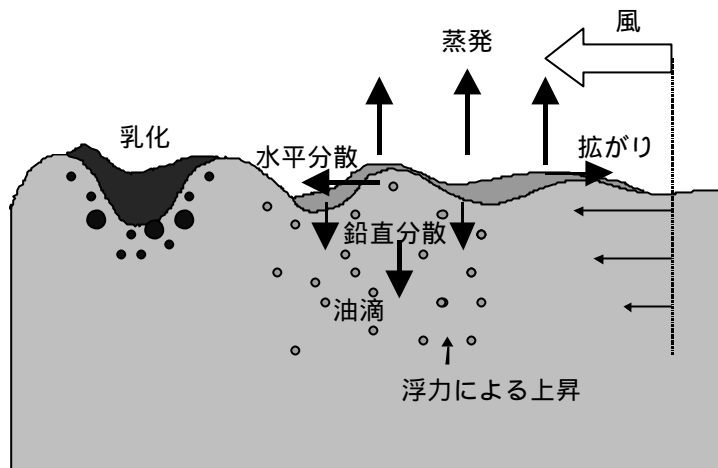


図 2.1 流出油の拡散及び風化プロセス

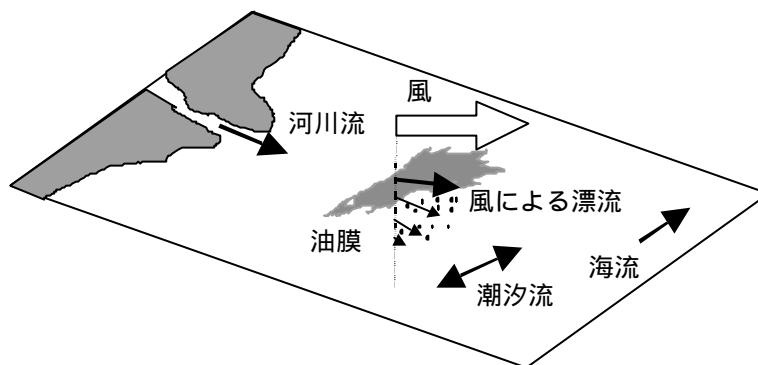


図 2.2 流出油の漂流プロセス

2.2 予測用データベース

短時間で、予測を行うためには、先に示した各プロセスに関するデータを、予めデータベースとして用意しておく必要がある。

この予測モデルでは以下のような予測データベースを用意することにより、地域性や季節性を考慮した予測が迅速に実施できるようにしている。

地形データ（海や陸の判別など）

潮流、河川流、海流データ

月別の平均気象データ

油の性状データ（風化特性を考慮し、原油 8 区分、製品 4 区分の物性データ）

2.3 気象予報データの利用

油の漂流に最も大きな影響を与えるものが、海上風である。しかし、海上風は数時間のタイムスケールで変化し、これを事前に統計的に把握しておくことは困難である。

このため、事故発生時の予測精度を向上させるために、12 時間毎に更新される 51 時間先までの最新の気象予報データを、図 2.3 のようにインターネットを通じて入手できる体制を構築し、予測に用いることができるようになっている。

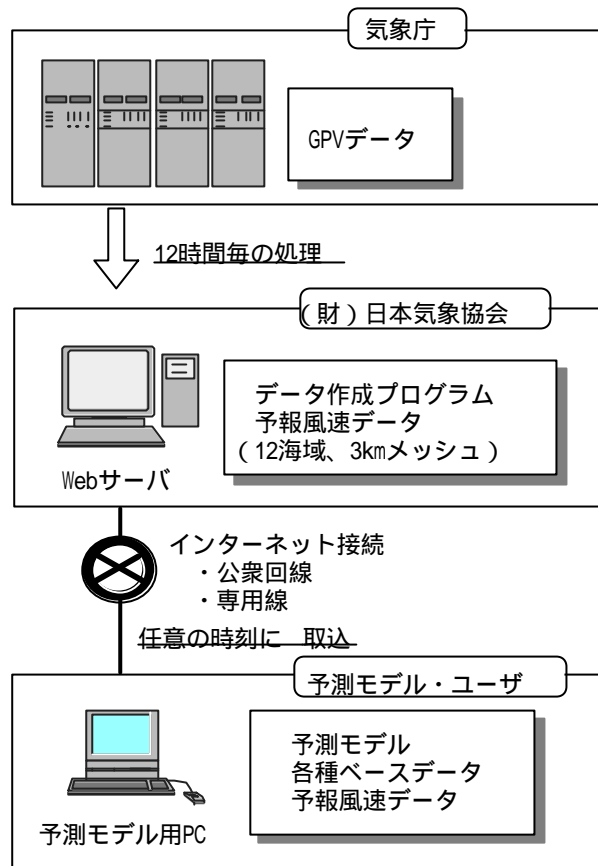


図 2.3 気象予報データの利用体制

なお、現在利用可能な気象予報データは、短期の天気予報用の 51 時間先までのものであるが、外洋域での長期間の予測を行うために、週間予報のデータをベースとした 192 時間先までのデータ (24 時間更新) も合わせて利用可能な体制の構築を進めている。因みに、192 時間予報データは GPV の GSM(全球モデル)データを利用するもので、このデータは世界のどの海域もカバーしているので、海外の海域でも適用可能である。

2.4 海流データの更新

風とともに、外洋海域での油の漂流に大きな影響を与えるものが、黒潮に代表される海流である。海流は、ある程度典型的な流れのパターンをもっているため、予測モデルは、過去数 10 年の観測データの平均値として海流のデータベースを用意している。

しかし、海流は季節や年によって蛇行したり渦を作ったりという不規則な変化をするために、事故時には平均的な流れと異なる海流となっている可能性がある。

このため、予測モデルの機能として、海上保安庁の発行している海洋速報 (図 2.4) や、事故現場での流況情報に基づいて、予測用の海流データを更新する機能を追加した。基本的には、実測値や海流速報などで示されている流れのベクトル情報を部分的に inputs し、これを平均データと合成することにより、事故時の海流データを再現し、これを用いて予測を行うというものである。

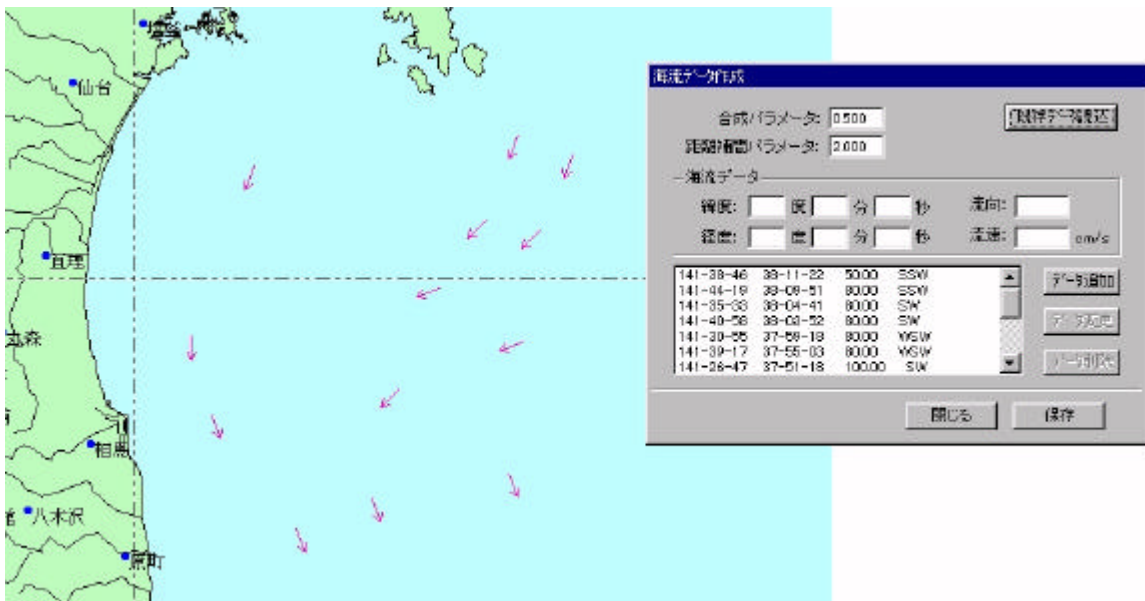


図 2.6 入力した海流データ（任意の点にベクトルデータとして入力）

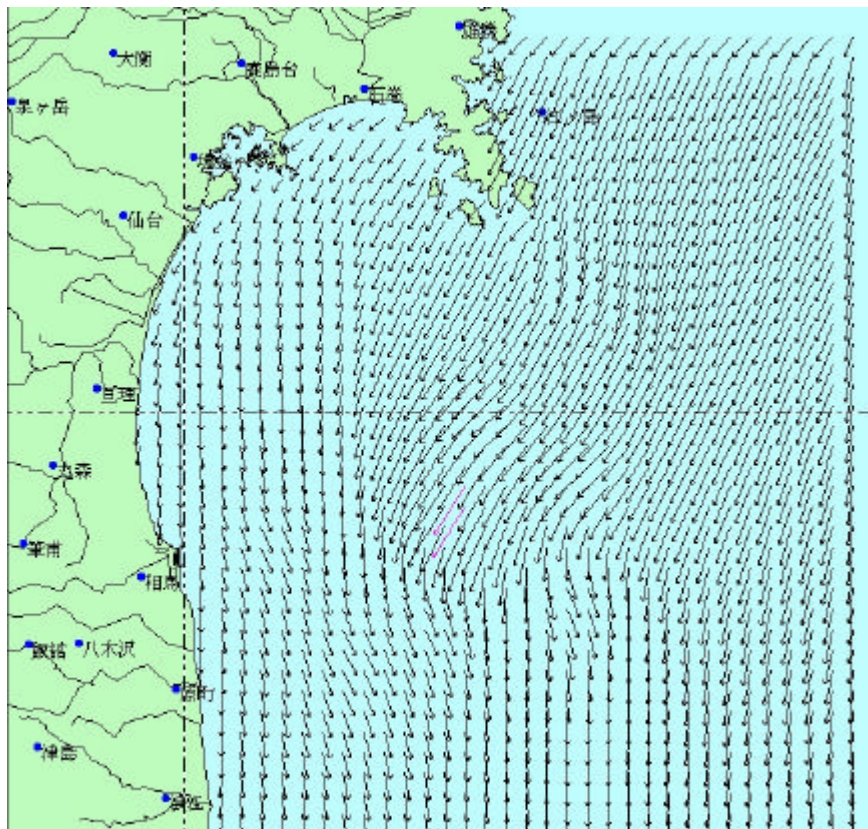


図 2.7 合成（更新）された海流ベクトル

2.5 脆弱海域情報

予測には直接関係しないが、防除を行う際には予測結果と対応して周辺地域の地理的情報があると、防除計画の策定には有効である。特に、海浜域の油濁に対する脆弱性に関する情報は重要である。

このため、予測モデルでは、主要な脆弱海域情報（海岸線、漁業、港湾、産業等）のデータベースを用意し、必要に応じて確認できるようにしている。脆弱海域情報の表示パターンは、NOAAのマークに準じたものを標準としているが、変更可能である。

また、名称等の表示の切り替えやクリック時の詳細情報表示などの機能も持っている。

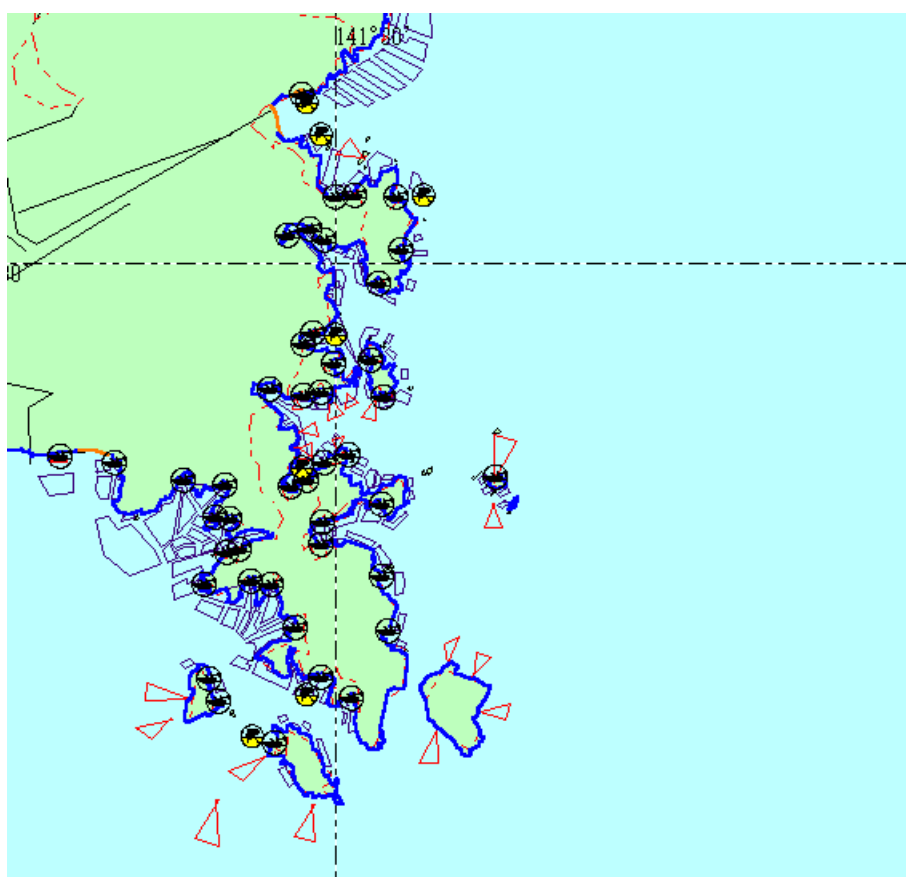


図 2.8 脆弱海域情報の表示例

2.6 予測対象海域

従来の日本沿岸を対象とした全国版モデルの対象海域と、今回開発を行ったオホーツク海域の予測対象海域を図 2.9 に示す。

基本的に、この予測モデルはプログラム自体が汎用性を持っているため、対象地域のデータを作成すれば、どの海域でも適用可能であるため、オホーツク海域モデルも基本的にはデータの構築作業を行うことで開発を行った。オホーツク海域モデルについては次章に示す。

日本全国版

- ・対象領域 (北緯 20 度, 東経 120 度) ~ (北緯 50 度, 東経 150 度)
- ・地形分解度 3 km

オホーツク海域

- ・対象領域 (北緯 39.2 度, 東経 135 度) ~ (北緯 60.8 度, 東経 160.5 度)
- ・地形分解度 3 km

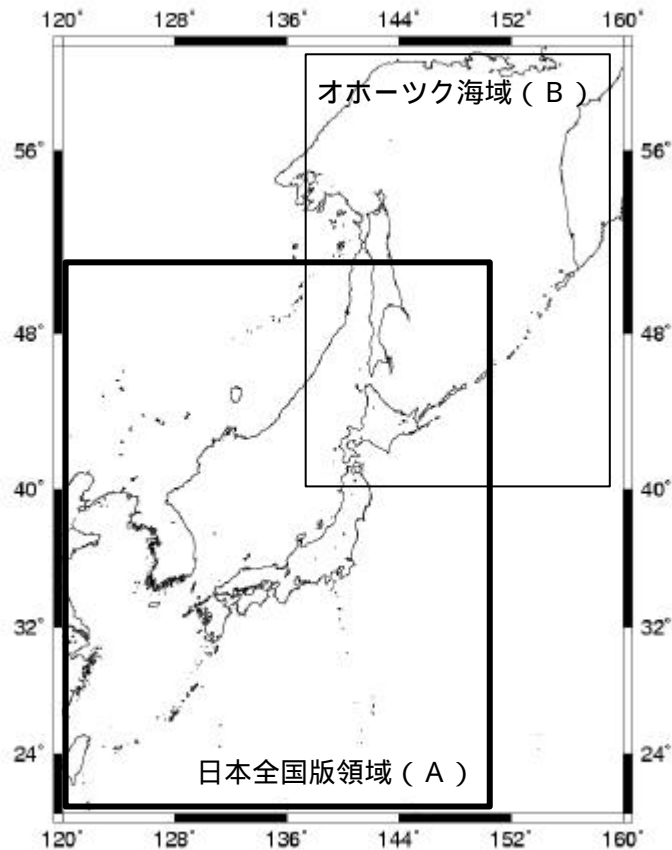


図 2.9 予測対象海域

3. オホーツク海域モデル

3.1 モデル概要

オホーツク海域モデルは、基本的には日本全国版モデルと同じ機能を持つ予測モデルである。予測対象海域は図 3.1 に示す（北緯 39.2 度，東経 135 度）～（北緯 60.8 度，東経 160.5 度）の領域であり、この領域の中から任意の範囲（総面積での制限あり）を切り出して予測計算を行うことができる。

また、気象予報データについても、週間予報データに基づいた予報データ（192 時間データ）を全海域で使用可能とする予定である。

ただし、本モデルは日本全国版と同じであるため、冬季の流氷時での予測には対応していない。

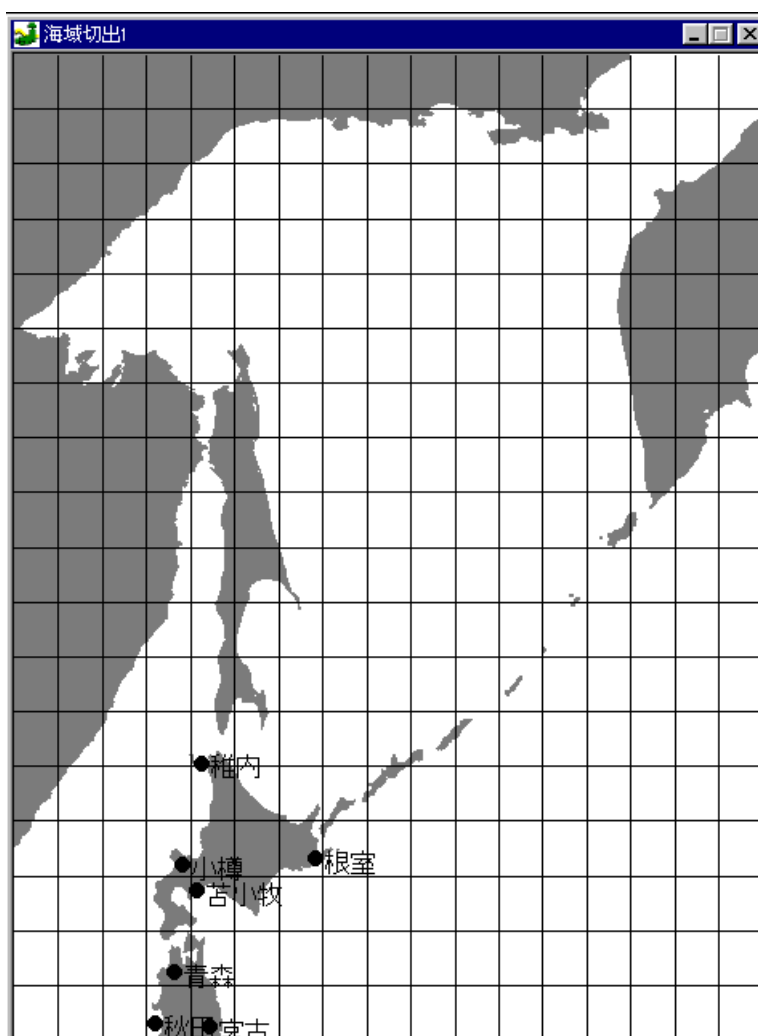


図 3.1 オホーツク海域モデルの対象領域図

3.2 海流データ

オホーツク海域における海流のデータについては、残念ながら日本国内にはほとんど無い。このため、主要な海流のパターンについては、海上保安庁が発行した「シベリア東岸水路誌」に示されているものが代表的な文献であり、本モデルでもこの情報（図 3.2）に基づいて、海流のデータベースを作成した。しかし、先に示したように海流のデータについては変動が想定されるため、事故発生時にはできるだけ最新の海流情報を収集して、更新したデータを用いて予測を行うことが望ましい。

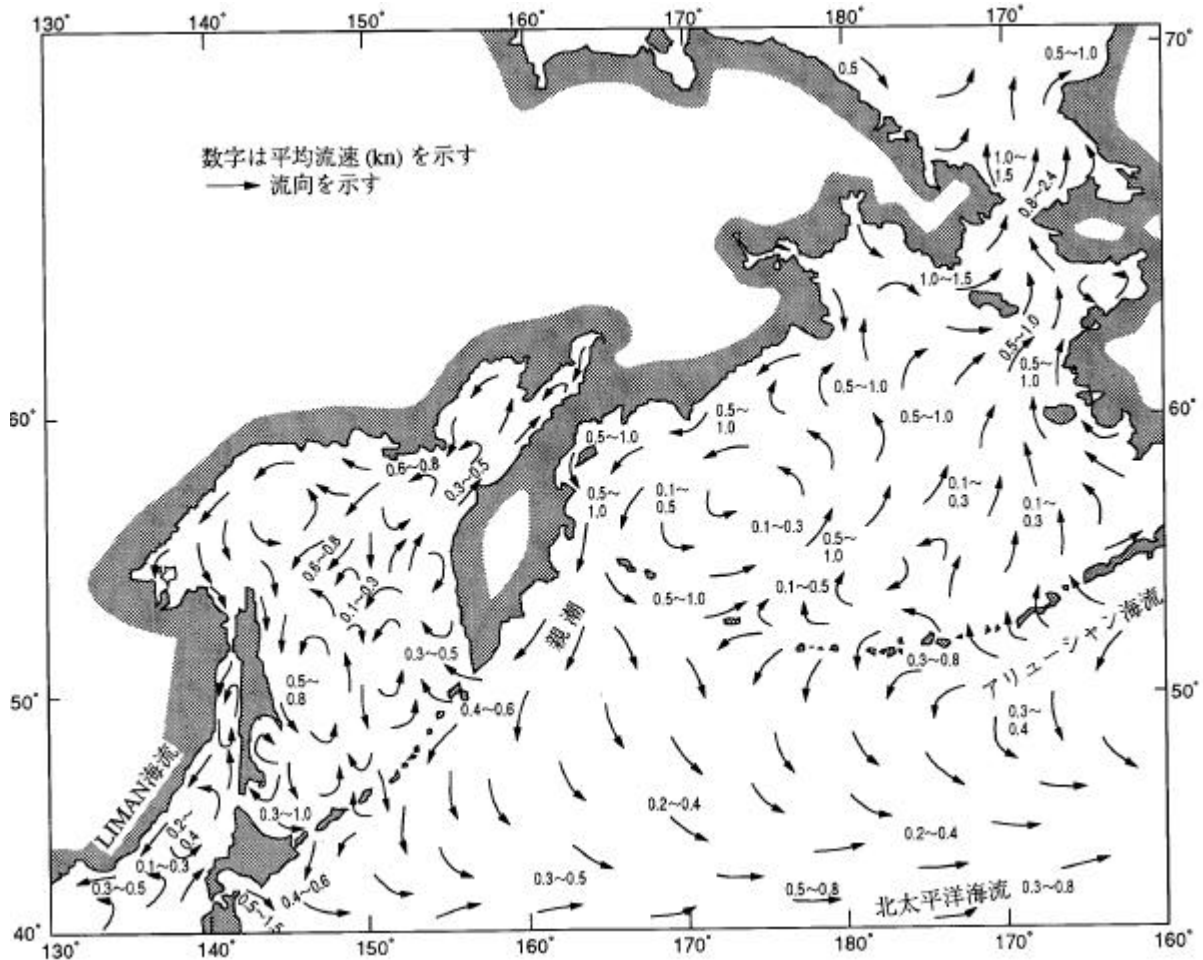


図 3.2 オホーツク海域 夏季の海流パターン
出典「シベリア東岸水路誌」海上保安庁

3.3 計算例

図 3.3 に、サハリン北方の油田近傍を切り出した予測計算領域の例を示す。予測計算は地形の分解度が 3km で実施可能であり、日本全国版と同様に 1 ~ 2 分で 2 ~ 3 日間程度の予測計算が終了する。ここでは予測結果例を図 3.4 に示す。

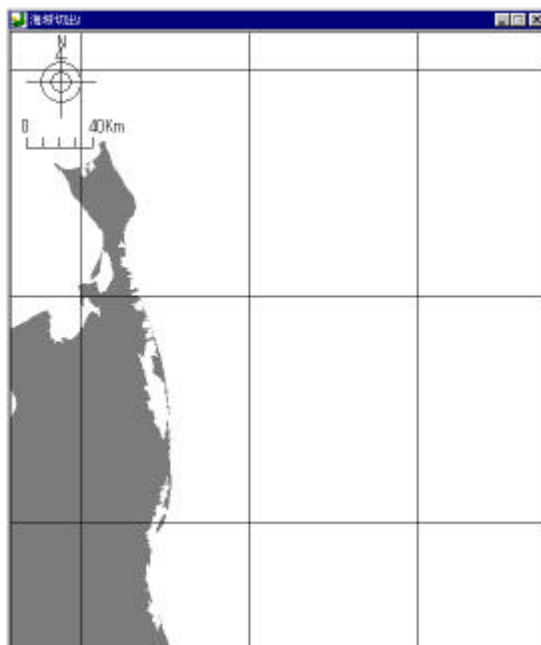


図 3.3 オホーツク海域モデルで切り出した計算対象領域

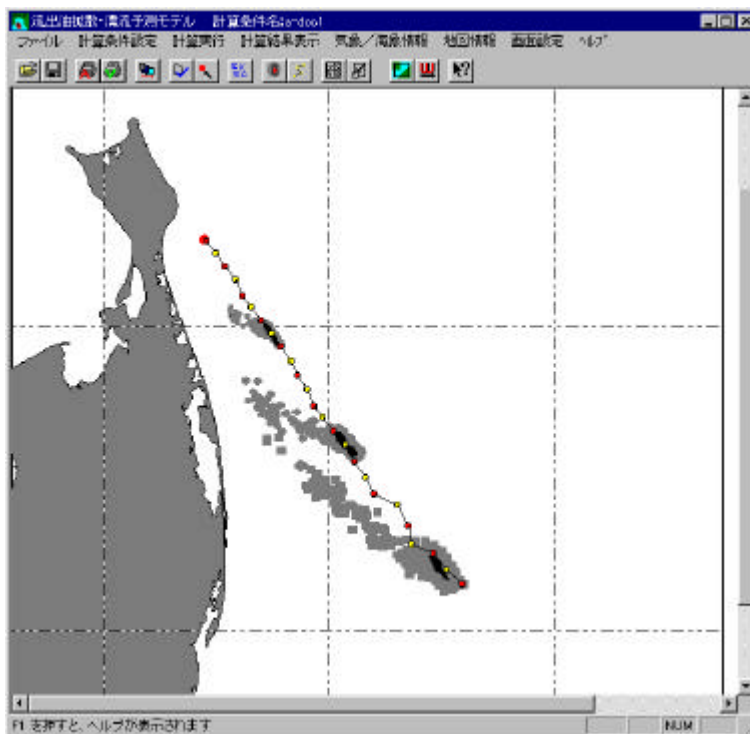


図 3.4 オホーツク海域モデルによる予測結果例（漂流軌跡と油膜分布 3 時点）

4. まとめ

石油連盟 流出油拡散・漂流予測モデルは、日本全国版に加えてオホーツク海域モデルを用意することにより、日本近海での油流出事故に全て対応できることとなった。また、予報データの長期化を行うことや海流データの更新機能により、オホーツク海および日本全国海域の全ての海域での予測精度の向上、長期間の予測への対応ができるようになった。

特に、油の漂流に最も大きな影響を与える海上風と海流のデータベースの作成については、今回、開発したオホーツク海域で追加した、GSM(全球モデル)を利用した気象データをインターネットで利用する方式、海流作成機能を使えば、石連のシミュレーションモデルが世界のどの海域でも対応可能となるものである。

今後は、予測用のデータ蓄積による精度向上、脆弱海域情報の充実による防除支援機能の向上、緊急時の操作ミスをなくすためのノウハウ集の作成など、実際の事故発生時における更なる利便性の向上を目指していく。

以上