

# 日本海における粒子追跡シミュレーションに関する研究

鳥取大学大学院 正会員 松原雄平 黒岩正光  
銭高組 森川真圭  
鳥取大学大学院 学生会員 南部聡太

## 1. はじめに

1997年1月2日に島根県隠岐諸島沖で発生したロシア船籍タンカー「NAKHODKA」の重油流出事故における流出油の漂着が社会問題となった。最近では、日本海側において赤潮の発生や、エチゼンクラゲなどの有害な浮遊物が問題となっている。これらの問題に対し何らかの対策を講じるためには、まず、対象とする海域の流況を予測し、その流れによる漂流物の移動と漂着場所を予測する必要がある。そこで本研究では日本海、特に鳥取沿岸域を対象とした浮遊物追跡シミュレーションシステムを構築することを目的とする。

## 2. 浮遊物追跡システム

日本海における流動予測については、九州大学応用力学研究所（RIAMモデル<sup>1)</sup>）において構築されており、「海の天気図」としても利用されている。しかしながら、1/12°という空間分解能であり、鳥取県沿岸域における詳細な流れを予測するためには、高分解能を持つ予測モデルが必要である。本研究では、図-1に示すように、日本海の大領域の計算、隠岐の島を含む中領域の計算、鳥取県沿岸域における小領域の計算の3段階で計算するシステムを提案する。まず、流動場予測は、浅海域に対しても有効な日本造船学会が開発したMECモデル<sup>2)</sup>を適用した。粒子追跡については、オイラー・ラグランジュ法による粒子追跡モデル<sup>3)</sup>を用いた。

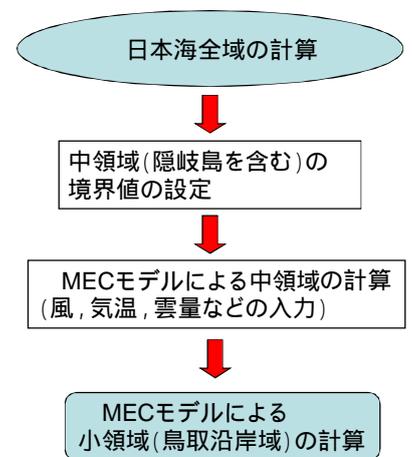


図-1 予測システム

## 3. 数値計算結果

### (1) 大領域（日本海全域）

日本海を対象として、平面二次元での粒子追跡モデルで粒子の移動距離を算定した。計算対象領域は2000km×2000kmの範囲とし、格子間隔は20kmとした。計算対象領域とその水深を図-2に示す。流速はMECモデルで計算したものをを用いた。

浮遊物に相当する粒子は、図-3(a)のとおり座標(340km, 200km)から(160km, 340km)までX軸方向に500m間隔、Y軸方向に900m間隔で投入し、図-2に示した流況の計算結果を用いて、90日間の粒子追跡を試みた。なお、流動計算においては、対馬海峡（図-2中左下の開境界）に流速0.4m/secを与え、初期水温を1層目は13℃、2層目を5℃、3～7層目を3℃、8～10層目を1℃、また気温を10℃として計算を行った。

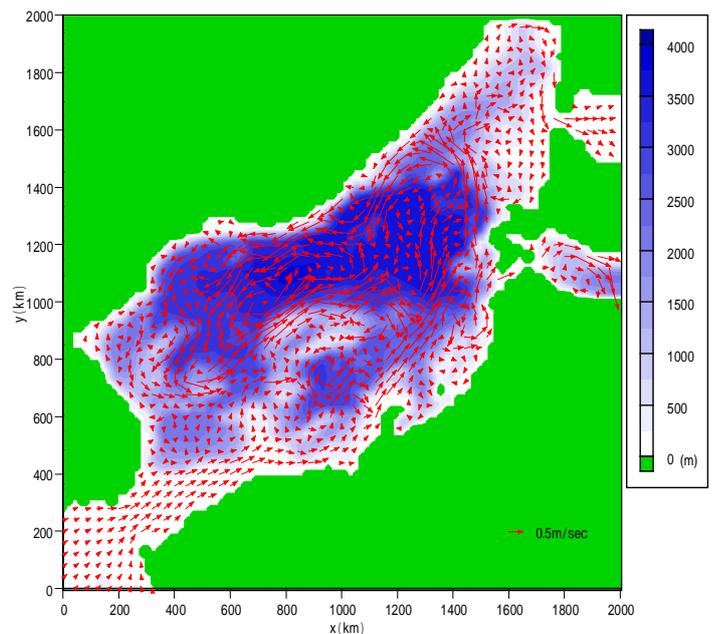


図-2 日本海全域（大領域）の流速分布

粒子の移動の計算結果を図-3(b)～(d)に示す。粒子は日本に沿って漂流している。しかしながら、計算格子が20kmであるために細かい計算がなされず、鳥取沿岸域への漂着は再現されない。

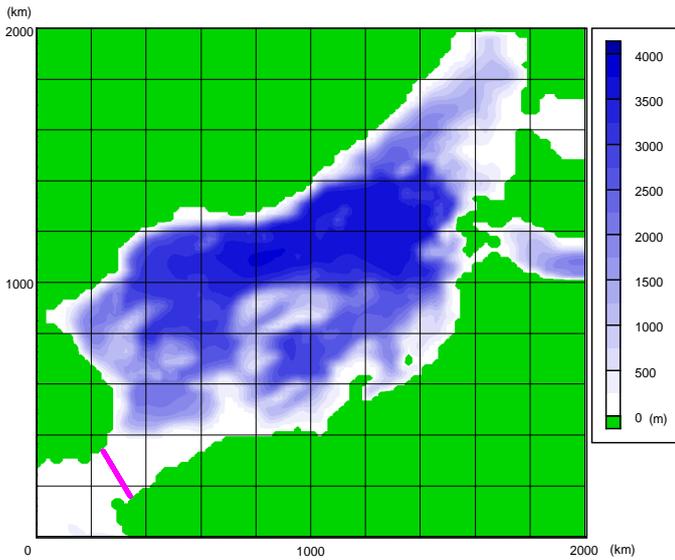


図-3(a) 初期位置

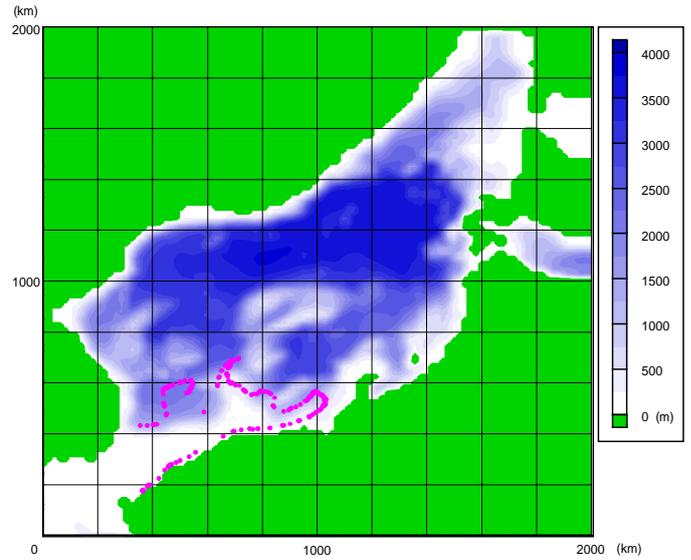


図-3(b) 30日後

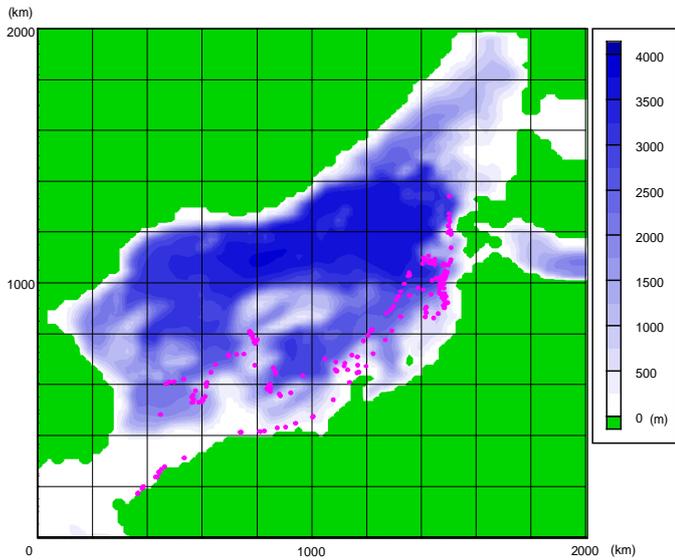


図-3(c) 60日後

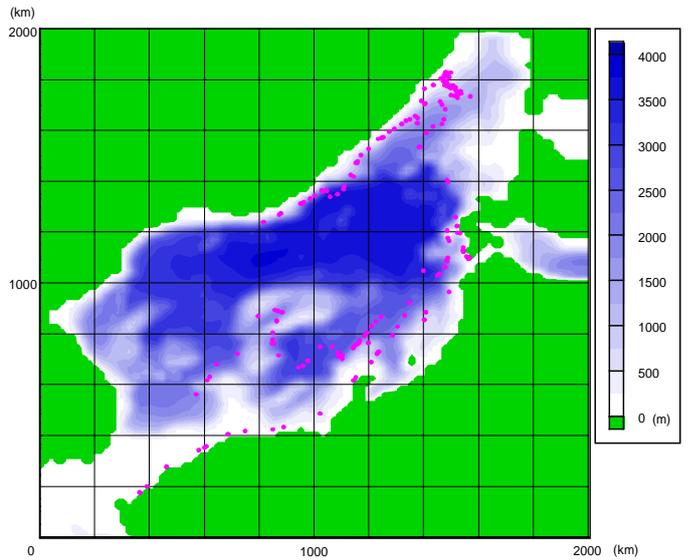


図-3(d) 90日後

(2) 中領域（隠岐諸島を含む山陰沖）

日本海の中領域を対象として、大領域と同様に粒子の移動距離を算定した。計算対象領域は360km×360km、格子間隔は4kmとした。流速は大領域のときと同様にMECモデルで計算したものをを用いた。粒子の初期投入位置は図-5(a)に示すとおりで、座標(4km, 0km)から(4km, 10km)までY方向に500m間隔で201個の粒子を投入し、30日間の粒子の挙動について検討した。計算対象領域と流速分布を図-4に示す。

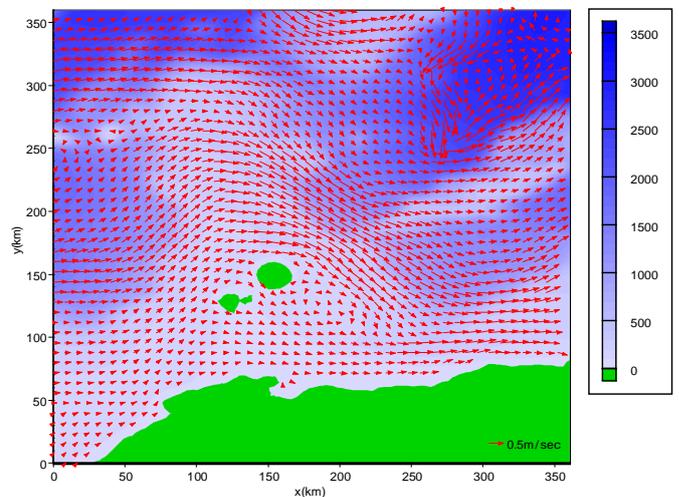


図-4 中領域における流速分布

粒子の移動の計算結果を図-5(b)～(d)に示す。粒子は隠岐島を迂回し、陸に近づくように漂流している。

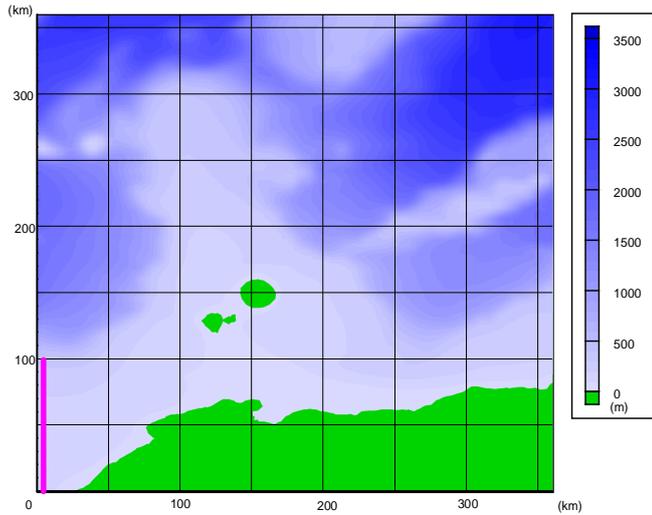


図-5(a) 初期位置

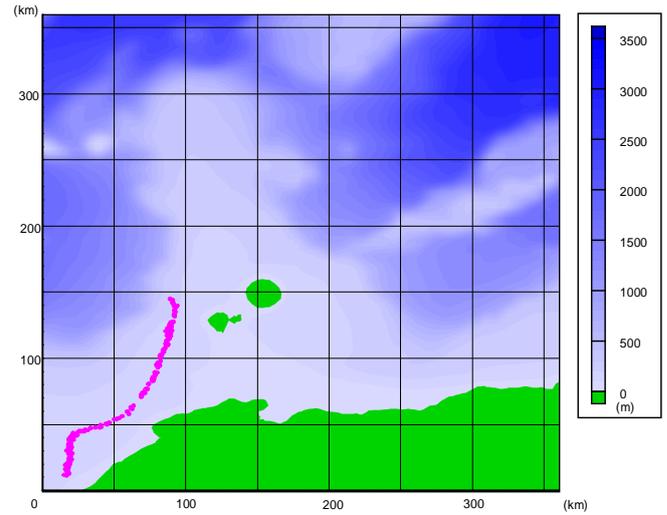


図-5(b) 5日後

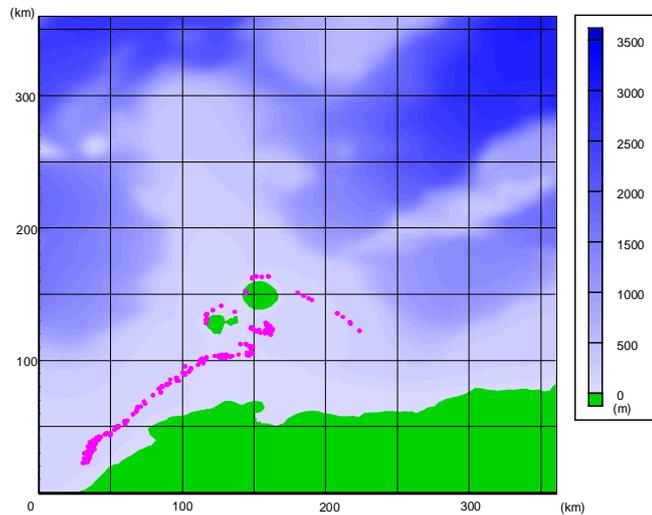


図-5(c) 10日後

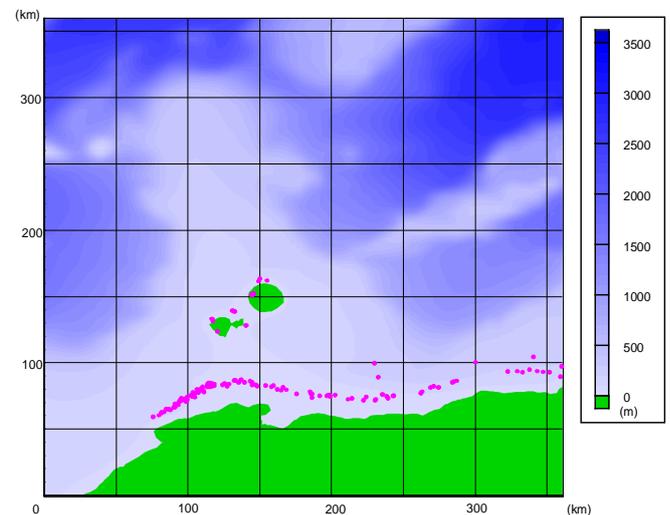


図-5(d) 20日後

### (3) 小領域（鳥取県沿岸域）

日本海の鳥取県沿岸域を対象として、大・中領域と同様に粒子の移動距離を算定した。計算対象領域は 260km × 80km、格子間隔は 1km とした。流速も同様に MEC モデルで計算したものをを用いた。粒子の初期投入位置を座標 (1km, 13km) から (1km, 33km) まで Y 方向に 100m 間隔 201 個を並べ、投入し、5 日間の粒子の挙動について検討した。計算対象領域と流速分布を図-6 に示す。粒子の移動の計算結果を図-7(a)～(e)に示す。粒子は陸に沿って漂流し、美保湾で停滞しているのがわかる。

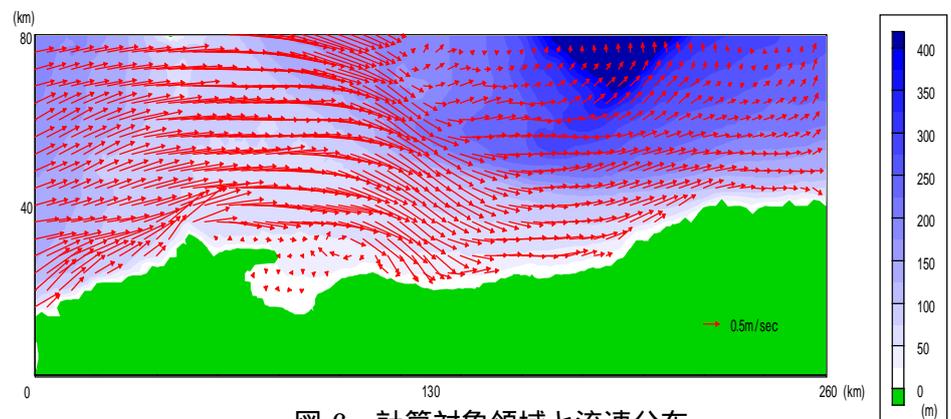


図-6 計算対象領域と流速分布

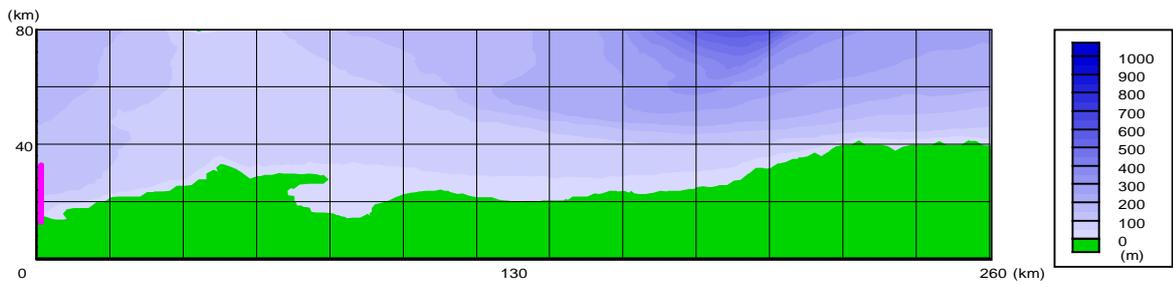


図-7(a) 初期位置

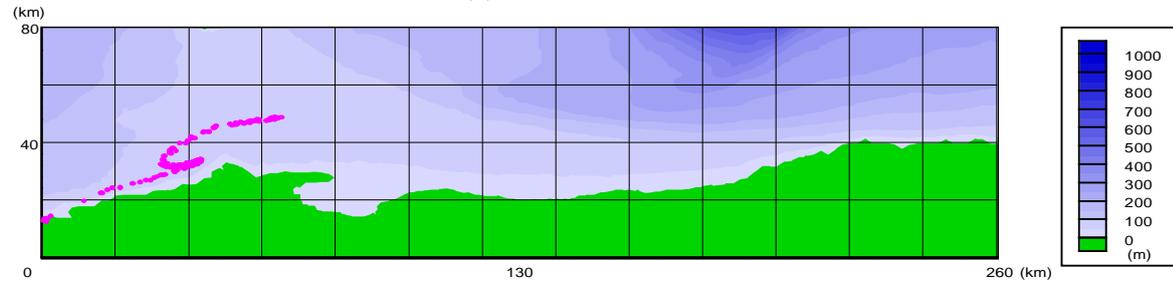


図-7(b) 1日後

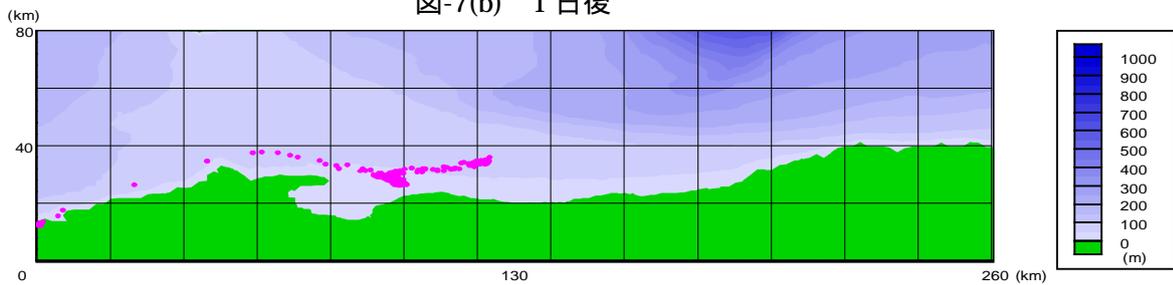


図-7(c) 2日後

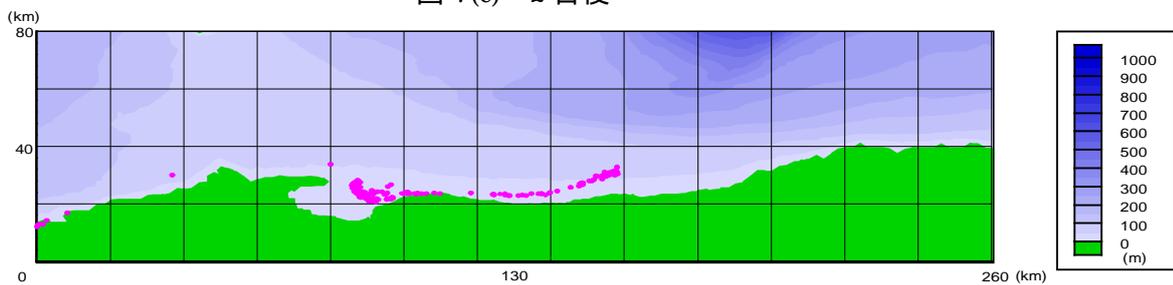


図-7(d) 3日後

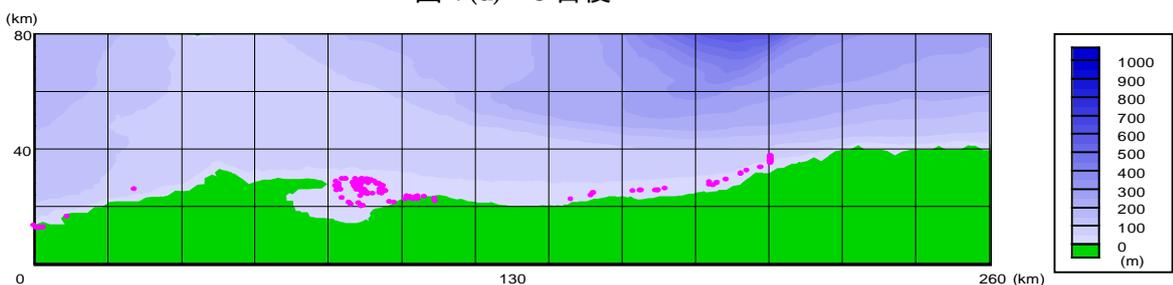


図-7(e) 5日後

#### 4. おわりに

本研究では、鳥取県沿岸域を対象とした浮遊物追跡予測システムを提案し、数値実験的に流動計算と粒子追跡を行った。粒子群は海流の流れに沿って移動することが視覚的に捉えることが可能であることが確認できた。また、大領域と併せて中領域・小領域の計算を行うことでより、沿岸域における浮遊物の挙動が詳細に把握できることがわかった。

参考文献： 1) 広瀬直毅, 海洋循環モデルとデータ同化, 水工学夏期研修会講義集, 2007, 土木学会。 2) 日本造船学会, 海洋環境研究委員会: MEC モデルワークショップ (第1回), 2000, 3) 水理公式集, 例題プログラム集, 平成13年版