1997年ナホトカ号重油流出事故に伴う日本海沿岸海洋汚染に関する研究

1254207t 伊藤 真司 担当教員:内山 雄介

1. はじめに

1997年1月2日,島根県隠岐島から北東に約106km の地点でロシア船籍のタンカー「ナホトカ号」が沈 没した.この事故により重油が流出し福井をはじめ, 日本海沿岸の10府県におよぶ海岸を汚染した.流出 した大量の重油と船首は当初,日本海中央を対馬海 流に乗り北東方向に流れると予想されていたが,実 際は福井県三国付近へ漂着した.この重油流出事故 では行政の対応が遅れたことなどが指摘されるが, これは予測漂流ルートと実際の漂流ルートとのずれ が原因の一つではないかと考えられる.したがって 今後このような惨事を起こさないために,そのずれ の原因を調査する必要があると考えられる.

本研究では、対馬海流を含む日本海域の解析を目 的として、JCOPE2 データを境界条件とした領域海 洋循環モデル ROMS を用いた海洋モデルによる海 洋再解析の結果を用いて、Lagrange 中立粒子追跡を 行う.



図-1 流出油の漂流漂着(1 月 2 日 - 7 日)出典: 海洋工学研究所編『重油汚染』28 頁

2. 海洋モデル

2-a. 解析方法

対馬海流を含む日本海域を対象とした ROMS-L1 モデル(解像度 10km)を用いた海洋再解析を行っ た. ROMS による計算領域は図-2 のようであり, また海底地形・海上風当の各種初期・境界条件は表-1 のようである. 再解析対象期間は, 1996年10月1 日から1997年2月28日までである. また,外力に は、隠岐の島の西郷(ケース1)・佐渡島の相川(ケ ース2)の2つの風速・風力データを用い,その値 を計算領域の全グリッドに与え,計算をおこなった.



図-2 各地点の位置

(カラー;水深分布、黒枠; ROMS-L1)

表-1 ROMS-L1の計算条件

| 計算期間 | 1996年10月1日~1997年2月28日 |
|----------|-------------------------|
| 格子数 | 182×402×32 層、水平解像度:10km |
| 外力 (海上風) | ケース1 西郷(JMA) |
| | ケース 2 相川 (JMA) |
| 海面フラックス | COADS |
| 海表面温度 | AVHRR Pathfinder |
| 海底地形 | JEGG500+SRTM30 |







図-4 相川における風時系列(線の長さ;風速、線の向き;風の進行方向)

2-b. 外力条件

ナホトカ号沈没地点,西郷,相川の位置はそれぞ れ図-2 のようである.また西郷・相川のそれぞれの 風時系列は図-3、図-4 のようである.

現在,事故海域での風速は 10~12m/s であり,図-3 より西郷で観測された風速は全体的に小さいので, 流れ場の再解析ではこの風速の 2 倍の値を計算領域 の全グリッドに与えた.

3. 風の頻度特性の解析

日本海の流れは海上風に大きな影響を受けている と考えられるので、1月1日から31日までの相川に おける風向・風速の頻度特性を解析した.図-6は風 向分布、単位面積あたりの風エネルギー分布、図-5 は各風エネルギーの全体に対する比率を示している.

ただし、風エネルギーは次のように定義される.

$$P = \frac{1}{2}mv^{2} = \frac{1}{2}\rho Av \cdot v^{2} = \frac{1}{2}\rho Av^{3}$$

Pは風エネルギー(J), mは空気の質量(kg), vは風速
(m/s), Aは受風面積(m²), ρは空気の密度(kg/m³)

である. 空気の密度は 0℃1 atm のときの密度 (p = 1.293kg/m³)を用いる. したがって単位面積当た りの風エネルギーは次のようになる.

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \cdot 1.293 \cdot v^3 = 0.6465 v^3$$



図-5 単位面積あたりの風エネルギーの比率(相 川、1996年1月1日~31日)



図-6 風向・風エネルギー分布(相川、1997年1月1日~31日)

図-5, 図-6 では 1996 年 1 月 1 日から 1 月 31 日 の期間において風向は NW, NNW, WNW の順で卓 越し, 風速 10m/s 以上のエネルギーが全体の約 75% を占めていることが示されている.

4. モデル計算結果

図-7 はケース1(風速2倍)を外力条件とした場合 のモデル計算結果であり、また図-8 はケース2を外 力条件とした場合のモデル計算結果である.ただし ぞれぞれの図は、沈没した日である 1997 年 1 月 2 日の日平均の計算結果となっている.



図-7 モデル計算結果 (ケース1:風速2倍)



図-8 モデル計算結果 (ケース 2)

5. 重油流出シミュレーション 5-a. シミュレーション方法

再解析された流れ場において、ケース1の海洋モ デルでは沈没地点から、ケース2の海洋モデルでは 沈没地点と船首の座礁地点(図-2参照)のそれぞれ から粒子を放出し、Lagrange 的に追跡した.船首が 座礁してからも大量の重油が流出したので、粒子の 放出地点に船首の座礁地点も加えた.沈没地点から 放出する場合、計算期間は1997年1月2日3時か ら1月31日であり、また船首の座礁地点から放出す る場合、計算期間は1997年1月7日13時から1月 31日である.1月7日13時は船首が座礁した時刻 である.

5-b. シミュレーション結果

ケース 1(風速 2 倍),ケース 2 の海洋モデルにお ける沈没地点からの粒子追跡結果はそれぞれ図-9, 図-10のようであり、またケース2の海洋モデルに おける座礁地点からの粒子追跡結果は図-11 のよう である. 図-9, 図-10 では粒子は初め, まとまって 漂流し、東に拡散する粒子はあまり見受けられなか った. 図-11 は粒子の放出範囲が他の場所と比べて 広いため、拡散が広範囲にわたって観察できたと考 えられる.

当時の新聞によると重油は、1月24日には山形県 にも漂着し、計8府県に漂着していた.一方このシ ミュレーションでは、図-11 より1月31日時点で 新潟付近の海域までにしか粒子は到達していない.





重油は本来、海表面上を漂流しているが、本実験 では海表面から海底に向かって 32 層に分割したグ リッドのうち第1層目の中心の位置で粒子を流して いた、故にこのシミュレーションでは海表面付近で 吹く海上風の応答が悪く,拡散が弱かったのだと考 えられる.

6. 結論

風の頻度特性より,南東方向付近への風が卓越し ていた. 重油は海表面上に漂流する故に、この風の 影響を多大に受けたことが考えられる.よって重油 は流出し、すぐには対馬海流に乗らず、南東方向に



参考文献

1) 犬飼直之,早川典生,福島祐介,細山田得三:数値計算 による吹送流を考慮した海表面浮遊粒子追跡に関する研 究