

# 11. 油膜自身の特性による油拡散を考慮した流出油の移流・拡散に関する数値計算法の開発

松崎義孝(港湾空港技術研究所)

## 1. はじめに

海上に流出した油は、海表面の流れにより移流したり、流れの乱れにより拡散するほか、油と海水の密度差(重力)、慣性力、粘性力、表面張力といった油膜自身の特性により拡散する。油膜自身の特性による油拡散の範囲を計算する際は、瞬間的に油が流出したと仮定し、拡散半径を求める Fay の式がよく用いられる。

しかし、実際の油流出は連続流出がほとんどであるため、瞬間流出を対象とした Fay の式で拡散範囲を求めることが難しい。また、油の流出量が多い場合は油膜自身の特性による油拡散の影響が大きくなる。さらに、流れの乱れが少ない海域では渦拡散と比較して油膜自身の特性による油拡散の影響が相対的に大きくなる。よって、連続的な油流出の際も計算が可能なモデルが必要である。

## 2. 油拡散粒子モデル

著者が開発した流出油の移流・拡散に関する数値計算法について説明する。本モデルは図-1 のような計算を行い、海上に流出した油の漂流を予測する。流出した油を粒子の集まりで再現し、各油粒子の移動速度を、油膜自身の特性による油拡散、流れの乱れによる渦拡散、海表面の流況による移流からなる3つの速度を合成することで求める。求めた各油粒子の移動速度で移動させることで、油の動きを表現する。この中で油膜自身の特性による油拡散に関しては、油粒子の粗密の度合いにより粒子の移動速度を決定する方法を新たに導出し、モデルに組み込んだ。

図-2は $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ のアラビアンライトが静水中に瞬間流出した際の粒子モデルの計算結果で6、12、24、72時間後の拡散を表わしている。油粒子は油膜自身の特性により、流出点より円形に拡がっており、油が拡がる様子を再現できていると考える。

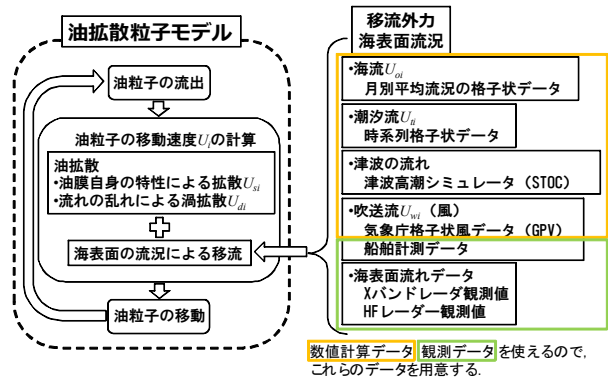


図-1 流出油の移流・拡散に関する数値計算

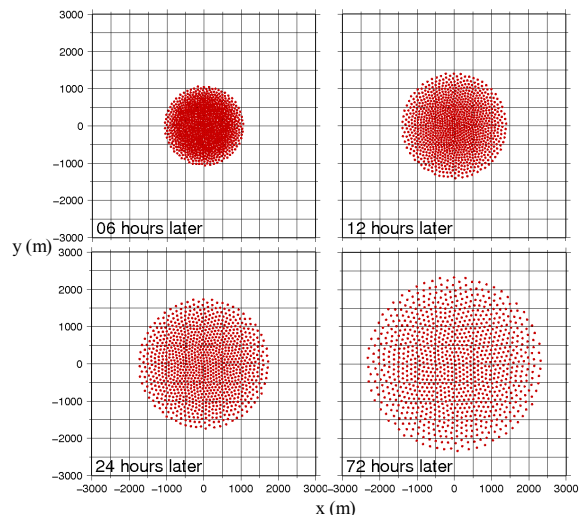


図-2 粒子モデルによる油粒子の拡散  
(6、12、24、72時間後)

図-3は油膜自身の特性による油拡散に関して、本モデルを用いた計算結果と Fay の式(実験式)の比較である。計算条件は瞬間流出(図-2の結果)と、連続流出を対象とした。連続流出は $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ のアラビアンライトをそれぞれ6時間、24時間、72時間一定流量で流出させた。拡散半径は全粒子の95%が含まれる半径とした。

瞬間流出の計算結果は Fay の式とよく一致しており、図-2、3より油拡散半径を粒子モデルで再現できていると考える。また、連続流出の場合は瞬間流出に比較して

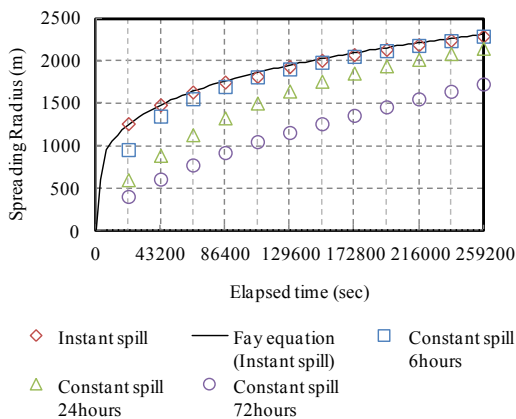


図-3 粒子モデルによる油粒子の拡散半径と Fay の式の比較

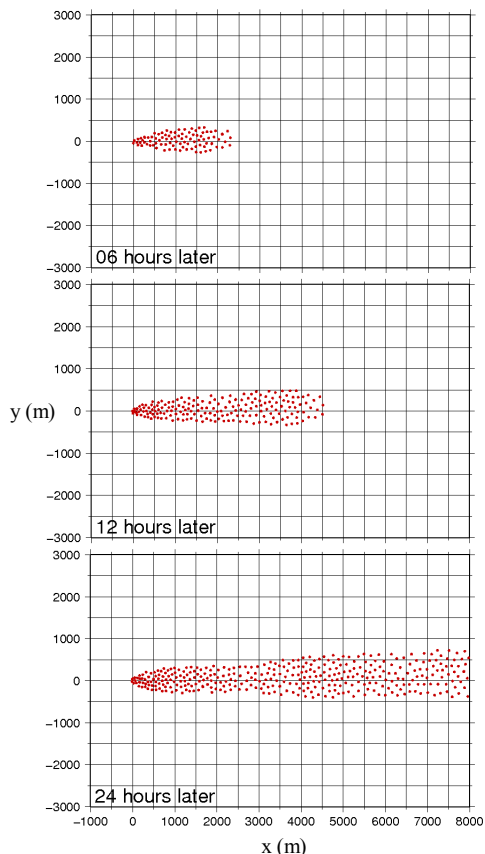


図-4 粒子モデルによる油粒子の拡散 (6、12、24、72 時間後)

初期の拡散半径が小さいと考えられるが、計算でも連続流出は初期の拡散半径が小さくなっている。

図-4 は x 方向に 0.1m/s の流れがある場合に、油が流

量  $2 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{hour}$  で流出した際の油の移流拡散を再現している。従来モデルでは計算が困難であった連続流出しながら移流する様子を計算できている。

### 3. 再現計算

油拡散粒子モデルの再現性を検証するため、2007 年 12 月に韓国泰安沖で発生した油流出事故を対象とした再現計算を行い、本モデルの有効性を検証した。流出油の移流に関しては、韓国泰安沖は潮流と風が卓越しているため、計算も潮流と風による流れである吹送流を再現した。

図-5 は観測結果とシミュレーション結果を比較した図である。韓国泰安沖では北東-南西方向に潮流があり、事故発生初期には北西風が卓越していたため、北東—南西に拡がりながら南東方向に移流している様子が再現されている。その後、風が弱まったため西側に拡がる様子も再現されている。図-5 より、本モデルを用いた計算結果は観測結果をよく再現していると言え、本モデルの有効性を示していると言える。

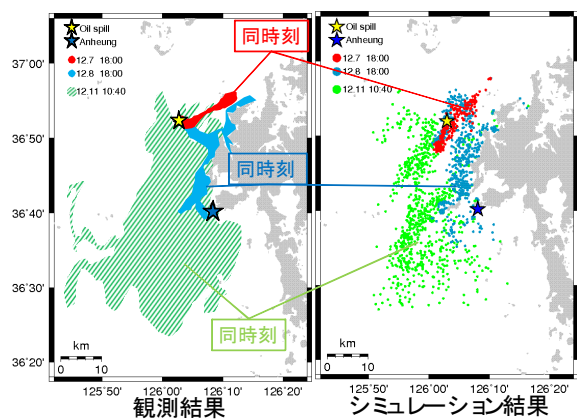


図-5 韓国泰安沖油流出事故の観測結果(左)とシミュレーション結果の比較

### 4. おわりに

今後は本計算モデルを活用して、流出油による被害の季節別リスク評価や、津波や高潮といった自然災害による石油コンビナート等からの油拡散予測を行っていく予定である。