

リモートセンシングとシミュレーションの複合利用による 重油回収支援システムの構築とその運用に関する研究

立正大学 地球環境科学部 ○後藤 真太郎

Study on the Construction of Oil-Spill Warning System based on
Remote Sensing/Numerical Model and on Its Application to the Natural
Resource Damage Assessment and Incident Recovery System

Shintaro Goto
Rissho University

Abstract

From the lessons after the Nakhodka oil-spill in Jan. 1997, oil slick detection by using remote sensing data and interpolating the data by using simulation program is important for monitoring the oil-drift pattern.

Additionally the decision making support system for restoring oil-spill damage domestically is necessary, such as estimating the ecological damage and ordering the priority for restoring the oil-spilled shoreline.

For the objects above, the following topics are discussing in this project.

- 1) Construction of oil-drift monitoring system using remote sensing data, on detecting the oil-slick and on using this as the initial or the restart condition of the oil-drift simulation program.
- 2) Constructing the decision support system on managing the restoration work and on unifying the information on the disaster using Web-GIS at the initial stage of oil-spill accident.
- 3) Study on the evaluation of damage from oil-spill disaster in near shore region using GIS and environmental economics approach to account the environmental value.
- 4) Study on the methodologies on monitoring of the damage on ecosystem by oil-spill disaster in near shore region
- 5) Study on Japanese social-system for claiming the environmental damage form oil-spill disaster.

1. はじめに

1997年1月2日未明に発生したロシアタンカー・ナホトカ号重油流出事故（以下ナホトカ号事故と称す）は、沿岸域という利権が複雑に絡む領域に多大な被害を与えた。また、回収作業において、バケツとヒシヤクによる手作業の回収作業が主なる回収手段であった点、一部の海岸に必要な以上のボランティアが投入された点、あるいは、環境への配慮においては、誤った分散剤の使用、重機による回収、回収重油を浜中に埋めた点等を評価すると、適切な回収作業が実施されたとはいえず、具体的な対応の難しさをドラスチックに国民に知らしめる事件となった。

ナホトカ号事故は、日本の経験した日本海側でのもっとも大きな重油流出事故であり、様々な問題を提示した。それらは以下のように要約される。

- 1) 沿岸域で生じた環境災害であるため、複数の官庁が関係し、それらの指示を別々に受けて実作業をしなければならぬ自治体はさらに混乱した。また、残留重油がある現在においても、残留重油の長期的な影響評価を始め、今後の重油流出災害対策に向けた省庁間の業務にまたがるような総合的な環境評価手法は検討されていない。
- 2) 延べ770,000人のボランティアを中心とした回収作業が中心的役割を果たしたにもかかわらず、重油回収に関する情報が集約されていない。その上、重油回収に関する専門的な知識を持つ管理者が少なく、間違った指示のため、沿岸域の復元に問題を残している地域も存在した。
- 3) 冬場の日本海で生じたため、現在の漂着重油監視手法の限界が初動体制の確立を遅らせたり、時間精度の悪い観測結果を補完するための油漂流シミュレーションへの入力データの提供がシミュレーションの精度にも反映

した。とりわけ、2次元の観測データが不在であり、情報公開の制度上の問題から取得データの公開できないものが制約となった。

- 4) 被害額の請求項目の中に、環境の価値・観光の価値等の非利用価値に対する被害額の項目がなく、それらの価値の恩恵を2次的、3次的に受ける者は被害額の請求先に困惑した。

本研究では、1)、2)の教訓を生かすべく、Web-GIS（インターネット上の地理情報システム）による地図を介した情報掲示板による災害時の情報一元化システム、また、3)の教訓を生かすべくリモートセンシングデータを利用した油漂流シミュレーションシステムを構築する。さらに、4)の教訓を踏まえ、システムの実際的な運用のため、システムより得られる情報をどのように油回収支援に用いるべきかを検討する。

2. 研究の概要

2. 1 GIS・リモートセンシング・GPSを利用した重油災害時の回収作業支援システムに関する研究

1) Web-GISを用いた災害時の多機関情報の一元化支援システムの構築

一般ユーザーが地理情報システム（GIS）を保有し、災害時に備え使用できるように、日常的に訓練するのは不可能である。災害情報が一元化されなかった事による被害の拡大したというナホトカ号事故の教訓を受け、インターネットのホームページ上にGISを構築した。同時に情報掲示板の役目を果たせるシステムが、より現実的であると考え、処理されたデータがWeb-GISを通し、関係者に提供でき、一般からも地図に貼りついた情報がメールで提供できる情報受発信システムの構築を行い、稼動テストによりシステム検証を完了した。

2) リモートセンシングと漂流シミュレーションを用いた重油追跡システムの構築

ナホトカ重油事故が発生した冬場の日本海は、モニタリング用の船舶や飛行機が出せる状況ではなく、人工衛星からマイクロ波を用いた監視が有力な武器になる。しかしながら、重油塊の検出は、高頻度ではないため、得られた重油塊を初期値として、重油漂流シミュレーションを行ない、次ぎに重油塊がモニタリングされた時点で新たな初期値として、シミュレーションをリスタートさせることにより、重油塊の追跡を行なうシステムを構築し計算結果をWeb上に提供できるようにした。さらに、重油塊の抽出精度および海流シミュレーションの精度を向上させるため、H-Fレーダ、X-バンドレーダによる海流、波向のデータを取り込みも同時に可能にすべくモデルを改良中である。H-Fレーダ、X-バンドレーダによる海象観測は、1999年11月、東京商船大学富浦観測所にて行ない、Xバンドレーダの観測精度を確認した後、運輸省港湾技術研究所波崎観測所において、2000年9月-10月の間、運輸省港湾技術研究所、筑波大学、岐阜大学との共同研究によって実施され、データ解析を実施し、X-バンドレーダから海流、波向を推定するシステムを構築した。

3) GISを用いた環境被害額算定支援システムの構築

GISで植生を整理し、これを分類することで特定された象徴的生物が、重油漂着によりGPSにより計測したベースラインからの後退分復元させるに要する費用で生態系被害額を推定し、Habitat Equivalence Analyses)の考え方に基づき、GISをツールにして実施することで、被害の空間的な分布が推定できる事を示したこれにより、これまでCVM（Contingent Variation：仮想価値法）に頼らざるを得なかった環境被害額算定法を現実性のある算定の算定支援システムを構築した。

2. 2 環境災害による被害額の算定手法に関する研究

ナホトカ号事故による海岸環境被害額は、大野・桂木によりプレ調査として、CVMによりWTP（Willingness to Pay）およびWTW（Willingness to Work）で計測され、WTPとWTWの乖離が大きいという結果が得られた。募金とボランティアの温情効果の違いが原因ではないかと考察し、この究明を今後の調査の課題としている。また、被害額の地域特性を計測するため、その準備として、伊勢湾岸地域におけるレクリエーション価値推定の研究を使用し、価値分布の推定を試みた。また、次年度に備え、石川県を対象とした沿岸域の環境価値分布推定手法の検討を行ない、コンジョイント分析、個人旅行費用法の2手法により行なう事を提案し、コンジョイント分析

を採用した。インターネットでアンケート調査を実施した。

2. 3 GISを利用した環境被害のモニタリングに関する研究

環境被害の地域特性を推定するため、先ず、重油の漂着した石川県の海岸で、象徴的生物の特定を行い、象徴的生物の分布およびそれらの環境容量をGISにより整理する。

このため、以下の調査を実施している。

1) 植物群落帯調査

環境被害を特定するため、地域別にどの植生がだけ被災したかの情報が必要である。地域別に象徴的な植生を特定するため、石川県沿岸域を対象として、既存の観測データを用い、予備的なクラスター分析を行なった。これにより、沿岸域脆弱性のためのリスクマップ（以降、ESI: Environmental Sensitivity Indexマップと称す）に、生物多様性の適正な保全の視点を組み入れるための手法を提案した。

2) 沿岸域の脆弱性に関する調査

重油漂着後砂浜に残留した重油や回収作業が植物群落帯に不可逆的な被害を与えたことは環境庁、石川県によって行われた重油流出に伴う環境影響調査によっても確認されている。砂浜に生育する植物群落帯は砂防の役割を果たすとされ、植物帯が失われた結果、この海岸全体に浸食が生じている可能性が極めて高く、このことは前出の環境庁による調査報告にも触れられている。そこで、調査当該海岸の塩屋側・片野側（石川県と福井県の県境に位置）約200mの範囲で測量調査を行い、植物帯の後退と砂浜の地形変化の関係を明らかにするための調査を行なった。さらに、研究実施過程において、ESIマップの指標はアメリカから輸入されたものであり、日本の景観にそぐわないことが明らかになり、改良の必要性から、重油塊漂着状況と海岸地形との関連につき、石川県沿岸約170kmを対象に現地調査を実施し、GIS上にマップ化した。ナホトカ号事故以後、日本では海上保安庁、環境庁、水産庁、海難防止協会において、別々にESIマップが作成されており、油災害時での利用に付き混乱が指摘されている。本研究はそれらのマップを標準化する役割を担っている。また、ESIマップの試作の過程でGPS・GISを併用した沿岸域情報取得システムを開発した。

2. 4 環境被害額が請求できる社会システムに関する研究

バルディース号事件の際に、アラスカ州はエクソン社に対し、生態系の被害として、23億ドルの請求を行い、裁判の中で、9億ドルの被害額を認めさせているのに対し、ナホトカ号事件の場合は生態系の被害はおろか、観光価値低減への被害もまともに請求できていない。生態系のような非利用価値の算定手法は、CVMに代表され、バルディース号事件以降急速に研究が進んでおり、最近では、日本でも屋久島の価値を計測するのに用いられている。それらの手法を環境災害の被害算定に取り込むためのベースを作る必要がある。このため、手法の問題のみならず、コモンズとしての環境を誰が守るのかという公共信託性の導入できる社会システムの検討を行なう。また、この問題は、「時のアセスメント」に見られる、ダムを中心とした公共事業の見直し、諫早湾・藤前干潟・愛知万博会場をはじめとする干潟での、開発と環境保護のコンフリクトの問題、沿岸域開発におけるミチゲーション事業、油流出対策の費用便益分析の際にも必要な共通課題である。

このため、以下の調査を実施した。

1) 沿岸域管理システムにおける公共信託制適用に関する調査

アメリカにおいて発達している環境保護法、一般市民の環境を享受する権利について、公共信託制理論につき、その歴史的背景や要因、導入手法、視点を検討した。この結果、環境に対する地域住民の意思決定の方法、環境保護に関する歴史的展開と社会経済に対しNGO、NPOの貢献度の把握が必要であることを明らかにした。また、沿岸域環境の保全と利用：

管理システムの現状と問題点を整理した結果、地方自治体をベースにした地域主体の環境管理システム構築の有効性を示した。短期的な課題として漂流物の管理を例に、複雑に絡まる根拠法等が俯瞰できる沿岸域管理支援ツールの構築の必要性を、長期的な課題としては、沿岸域の管理概念と枠組みを明確化する必要性を示した。

2) 日本の沿岸域利用の分析

公共信託制適用のためには、それに備えた総合的沿岸域管理システムの検討が必要であり、それに向けて、現状の沿岸域管理システムからの移行措置が必要とされ、利用特性モデルに基づいた管理システムを提案した。

3) ナホトカ号事故時のメディア報道分析

1) により、公共信託制適用と環境に対する地域住民の意思決定とは密接に関係しており、その把握が必要である事を示唆した。これを受け、ナホトカ号事故を事例とした意思決定システムを、新聞記事の報道伝達量と情報方向によって明らかにし、地域住民および地域コミュニティといった現場からの情報が如何に意思決定機関に反映されていったかを分析した。

3. ネットワークの活用について

ネットワークは以下の用途に使用している。

- 1) 情報のWeb上への公開
- 2) NOAA、Radarsat社との画像を含むデータの流通
- 3) 研究者間の連絡

4. まとめ

本研究の結論は以下の通りである。

1) リモートセンシングとシミュレーションの複合利用による流出油を特定後、漂流予測を行ない、結果をWeb上に公開できる重油回収支援システムを構築し、その有用性を海外の専門化による外部評価によりその有用性が評価された。

2) システムが油災害時に実際に運用するためには、沿岸域という複数の関係機関にまたがる地域の管理と一体化している必要である。このため、①油流出災害時の被害状況の特定、②沿岸域被害額の算出、③環境被害額が請求できる社会システムについて検討した。

①②については、海外で先進的に提案されている手法にGIS・GPSを適用した手法が提案でき、システム化を行なったが、社会的な認知がえられるまでには、さらなる生態学的側面からの検討が必要であり今後の課題とした。

③については、地方自治体をベースにした地域主体の環境管理システムの構築の有効性を示し、これを支援するためのツールを作成した。

これまで、各々の成果は、同分野で実績のあるNOAA（アメリカ）、KORDI（韓国）から専門家を含めたワークショップ“Better direction of Oil-Spill restoration System in Japan”（2000年2月22 - 23日および2001年2月28日 立正大学にて開催）において外部評価を含めた研究の方向性の確認を行ない、Web-GIS、GISをベースとした新しい油災害対策の方向性が評価された。また、サハリン油田からの油流出に備えるオホーツク沿岸5都市（根室・網走・紋別・稚内・留萌）を対象に、シンポジウム「油流出から網走を守るか」（2001年7月1日、網走にて開催）を行ない、システムが実際に運用するためには、ESIマップを使用した油対応の地域防災計画が必要であり、そのための検討項目を整理し網走市に対して提案した。現在オホーツク沿岸5都市は本研究からの提案を基に、北海道庁と政府に向け、防災計画策定のための準備を行なっている。また、作成された構築システムは特許申請中である。

5. 研究実施体制

- 1) GIS・リモートセンシング・GPSを利用した重油災害時の回収作業支援システムに関する研究

（メンバー：立正大学：後藤真太郎, Valamov Sergey, 金相祐, 宮田大輔）

- 2) 環境災害による被害額の算定手法に関する研究

（富山大学：桂木健次,名城大学：大野栄治）

- 3) ジオインフォマティクスを利用した環境被害のモニタリングに関する研究

(星稜女子短期大学：沢野浩伸,富山大学：横畑泰志,立正大学：後藤真太郎)

4) 環境被害額が請求できる社会システムに関する研究

(金沢工業大学：敷田麻実,竹ノ内徳人,ウェールズ大学：田中章)