

平成 21 年 6 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18510148

研究課題名（和文）サハリン石油・天然ガスプロジェクトに伴う環境災害危険度評価

研究課題名（英文）Study on the Risk Assessment for Environment Disaster from Sakhalin Oil and Gas Development Projects

研究代表者

後藤 真太郎 (GOTO SHINTARO)

立正大学・地球環境科学部・教授

研究成果の概要：

本研究では、サハリン油田・天然ガスプロジェクトに伴う環境災害により、サハリンおよび北海道の自然環境にもたらされる災害の危険度評価につき、以下に示す検討を行なった。

- ①環境に関する客観データの GIS による一元化
- ②流出油漂着シミュレーションによる流出油漂着シミュレーション
- ③魚場に及ぼす評価

北海道についての漁場の被害は、網走市において油流出事故による季節別の魚場への想定される損害額（稚貝等への投資など積算可能な投資額に加え、ナホトカ事故時の漁業被害実績にのっとった被害額、ナホトカ事故時に漁業共同組合が請求した漁業被害額 等考えられるケースを想定）を推算した。網走市において油流出事故による季節別の魚場への想定される損害額推定に係わるデータについては、これまで代表者の研究で構築してきたデータを使用した。

- ④生態系への被害予測・評価

生態系についての危険度は、北海道環境科学研究センター、東京農業大学網走校との共同により、ゴマフアザラシの生息域データを GIS 表示し、潜在的に油流出の被害を受ける可能性を評価した。HEP を用いた潜在的な生息地の評価についてはデータ不足であり、十分な評価ができなかった。今後の課題としたい。

- ⑤サハリン油田・天然ガスプロジェクトに伴う環境災害危険度評価

これまでに得られた危険度を GIS 上に表示し、環境災害に伴う危険度評価を行なった。環境に関する被害についてはデータ不足である事、評価手法の検討が不十分である事を理由に、積み上げ的に費用換算可能な漁業被害の算定に留めた。今後の課題としたい。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,500,000	0	1,500,000
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	600,000	4,100,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：社会の防災力、避難、パニック、情報伝達、ハザードマップ

1. 研究開始当初の背景

油流出事故は、沿岸域という陸でも海でもない利権が複雑に絡む領域に大きな被害を

もたらし、さらに、環境に対する被害が甚大であることから、環境災害と位置付けることができる。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、ナホトカ事故と称す。）は、1989年にアラスカ沖で発生したエクソンバルディーズ号重油事故が既に示しているように、この種の災害は、発生原因が人為的であるものの、環境に影響を与える環境災害であるという認識が必要であり、対策においても、環境影響評価においても、事故の影響の広域的な広がりや長期的でしかも複雑な環境的影響が特徴であるため、学際的な科学的知見を必要とする。

しかしながら、ナホトカ事故から8年後になろうとする今、この種の事故に対して、複数の関係機関にまたがった検討は行われていない。さらに、サハリン沖に油田開発プロジェクトを控え、その対策に向けた省庁間連絡会議が設けられたにも拘わらず、具体的な対策が講じられていない。例えば、沿岸域脆弱性マップ（以下、ESI マップと称す。ESI:Environmental Sensitivity Index）は、地震災害における地震危険度マップに相当するものであり、油流出対策に重要な役割を果たすべきであるが、4つの関連機関が各々の仕様で作られており、2000年3月の参議院予算会議において問題視されたように、省益に依存しないような、長期的な視野に立った対策が望まれている。さらに、環境災害による被害想定に至っては、ナホトカ事故での事例で示されたように、環境被害額は積算根拠が不明確であるという理由によりゼロ査定であった。その後も CVM (Contingency Valuation Method: 仮想価値法) などに代表されるアンケート法による環境評価手法については学術的な研究が進められ公共事業の評価に実用されているものの、環境被害予測手法として実利用に供するための検討はなされていない。

サハリンをはじめ、千島列島、カムチャッカなどオホーツク海を取り囲む領域は、油田・天然ガスの宝庫であり、今後、益々開発が進められることが計画されている。しかしながら、その領域内には、世界遺産への登録申請中である知床半島や、未だ多くの手付かずの自然が残されているサハリンが含まれており、これらの自然を次世代に残していくための工夫が必要とされる。しかしながら、これらのプロジェクトは一元的に管理されているわけではなく、例えばサハリンⅡプロジェクトは、日本政府から2000億円以上もの融資によって行なわれようとしているものの、環境アセスメントでは、油流出事故による北海道の影響が考慮されていないなど根本的な問題を抱えているのが現状であり、現在の組織ではこのような多くの組織にまたがった問題に対して検討できる機関がないため、油流出事故時にデータ提供できるためにも、学術的な検討が望まれる。

2. 研究の目的

網走市に隣接する知床半島に油漂着したような場合や、オホーツク沿岸として点在する原生花園等のコモングとしての自然を評価することは行う事はできない。本研究は、サハリンや北海道の自然を守り、ナホトカ重油事故時のように、環境被害額がゼロ査定にならないよう、環境災害に対する危険度評価を行うものである。

本研究では、サハリン油田・天然ガスプロ

ジェクトに伴う環境災害により、サハリンおよび北海道の自然環境にもたらされる災害の危険度評価につき、以下に示す検討を行なう。

①環境に関する客観データのGISによる一元化

②油漂着シミュレーションによる流出油漂着シミュレーション

③サハリン油田・天然ガスプロジェクトが北海道に及ぼす影響評価

生態学的な評価手法については学術的に十分なコンセンサスが得られてはいないが、海外での評価手法として

実際的に使用されているHEPを用いて評価する場合、対象生物種の生態学的なパラメータが必要となる。オオワシの生態学的パラメータについては斉藤による現地観測データを使用する。北海道の環境被害評価に必要なデータについては、環境省および北海道庁等の関係機関による提供を受け、高分解能衛星データ、航空写真等による観測データを利用する。

④サハリン油田・天然ガスプロジェクトに伴う環境災害危険度評価

3. 研究の方法

①環境に関する客観データのGISによる一元化

北海道に関するデータについては環境省の生物多様性センター提供データ、国土地理院提供地形図データを利用する。サハリンについては、ロシア科学アカデミーや現地NPO Sakhalin Watch提供のデータをベースに構築し、Web-GISで提供可能な環境を構築する。

②流出油漂着シミュレーションによる流出油漂着シミュレーション

既開発システムを使用して、想定される汚染源からの油流出をシミュレートする。

③魚場に及ぼす評価

北海道についての漁場の被害は、網走市において油流出事故による季節別の魚場への想定される損害額（稚貝等への投資など積算可能な投資額に加え、ナホトカ事故時の漁業被害実績にのっとった被害額、ナホトカ事故時に漁業共同組合が請求した漁業被害額等考えられるケースを想定）を推算した。網走市において油流出事故による季節別の魚場へについては、網走漁業協同組合等へのヒヤリングにより作成した。

④生態系への被害予測・評価

生態系についての危険度は、北海道環境科学研究センター、東京農業大学網走校との共同により、ゴマフアザラシの生息域データをGIS表示し、潜在的に油流出の被害を受ける可能性を評価した。HEPを用いた潜在的な生息地の評価についてはデータ不足であり、十分な評価ができなかった。今後の課題とした。

⑤サハリン油田・天然ガスパロプロジェクトに伴う環境災害危険度評価
これまで得られた危険度をGIS上に表示し、環境災害に伴う危険度評価を行なった。

4. 研究成果

4.1 宗谷海峡の周辺海域における油漂流シミュレーション

1) 油漂流シミュレーションモデル

油漂流シミュレーションモデルは、石油連盟油濁対策部が作成・頒布する『流出油拡散・漂流モデルオホーツク海域版 Ver7.1』を用いた。このモデルは、潮汐流を考慮せず潮流・海流データに既存の観測データを用いているため、狭い湾奥部や入り江のような部分の拡散予測には適していない。この反面、予測を行う範囲・領域が数10kmから数百kmといったオホーツク海を数分割するような中～広域的な予測には、短い計算時間で比較的精度の良い予測が可能なものと考えられる。また、このモデルには、産地別の原油物理特性のデータが内蔵されていて、海洋に流出した油の経時変化を拡散予測に反映させる機能を持つなど、他のモデルが持たない能力を持っている。このような観点から、日本の国家石油備蓄やその周辺海域における油流出事故想定や拡散予測には、このモデルが用いられている。前述の佐伯・大塚(2003)は、このモデルを使用して想定される流出油の漂流軌跡を報告している。

2) タンカー航路および想定油流出事故の発生地点

サハリン産原油をタンカーで輸送する航路には、宗谷海峡を東から西に横断し日本海へ抜ける航路と、Smith(2005)により報告されたオホーツク海を横断し、さらにクルル諸島を横切って米国に輸送する航路が存在する(図1)。これら2つの航路では、サハリン産原油を積載したタンカーによる油流出を考慮する必要がある。そこで、これらの航路上に位置する次の2地点を想定油流出事故の発生地点とした。

(1) 宗谷海峡の中央部沖：北緯 45° 41' 43"，東経 142° 04' 47"

(2) アニワ湾の南部沖：北緯 45° 44' 49"，東経 143° 22' 10"

3) 海流・気象・流出原油の物理的特性の条件設定

(1) 海流

宗谷海峡および北海道近傍のオホーツク海の海流は、北海道西岸沿いに日本海を北上した対馬暖流が宗谷海峡に到達し、海峡を横断してオホーツク海へ流入する。その後、おおまかには北海道東岸の海岸線に沿って南東方向に流下し、知床半島に到達する。

本予測では、予測モデルに予め海上保安庁海洋情報部による海流観測データとそれに基づく年平均の流向・流速が組み込まれているため、このデータを用いた。

(2) 風向・風速

海流に乗って移動・拡散する流出油は海上の風の影響を強く受けるため、その設定は極めて重要な要素である。今回の予測は1974年から1988年にかけての運輸省船舶技術研究所(現独立行政法人海上技術安全研究所)

によって統計解析されたデータに基づき、5月(春季)、8月(夏季)、10月(秋季)、1月(冬季、非結氷)の最頻風向および平均風速を用いて予測を行った(表1)。なお、本シミュレーションモデルでは、吹送流など海上風が海流に直接与える影響は無視されている。

(3) 流出原油の物理的特性

予測モデルにサハリン原油そのもののデータ設定はないが、佐伯・大塚(2003)によればサハリン産原油は軽質な油種に属し、その物理的特性はイラニアン・ライト原油に近いものとされている(表2)。そこで、シミュレーション開始時の原油の物理的特性は、予測モデルに設定された値を用いて行った。

4) シミュレーション結果

想定油流出事故は5月(春季)、8月(夏季)、10月(秋季)、1月(冬季、非結氷)を設定した。油流出点および油流出量は、想定し得る最大規模かつ『北海道沿岸海域排出油防除計画』(海上保安庁, 2004)の排出油事故に伴う海洋汚染の想定に則っている。使用した油漂流シミュレーションソフトでは、次の初期条件を設定した。本来、吹送流を考慮した海流計算を行い、油の挙動をシミュレートする必要があるが、石油連盟の本シミュレーションソフトでは、風が海流に及ぼす吹送流を考慮していない。あくまで一定の海流が存在するという前提のもと、油の挙動のシミュレーションを行っている。

(1) 油流出点：宗谷海峡の中央部沖(北緯 45° 41' 43"，東経 142° 04' 47")，アニワ湾の南部沖(北緯 45° 44' 49"，東経 143° 22' 10")

(2) シミュレーション計算時間：120時間

(3) 油流出量：5,800kl

(4) 油の性状：U-Zakum(イラニアンL)

(5) 流出形態：瞬間流出

(6) 海流：年平均の流向・流速

(7) 風向・風速：最頻風向および平均風速(渡辺ほか, 1992)

初期条件にある流出形態は、ナホトカ号事故時の流出油のように流出源が移動する場合は継続流出、主に座礁や衝突事故のような同一地点からの流出を瞬間流出と定義している。本研究の想定油流出事故では瞬間流出とした。

宗谷海峡の中央部沖から流出した場合、アニワ湾の南部沖から流出した場合のシミュレーションにて推定した。

宗谷海峡の中央部沖で油流出が発生した場合、油は強い北東方向の海流に乗り、南西の風を設定した夏季の場合においてさえ、北海道オホーツク沿岸から知床半島の海岸へ到達する。

オホーツク沿岸では、秋から冬にかけて低気圧の通過に伴い、西ないし北寄りの強風が継続的に吹く傾向にある。サハリン東岸のオホーツク海では、南下する海流や秋から冬にかけて低気圧の通過に伴う北方からの強い風の影響を受けることが確認されている(青田, 2003)。そのため海流と風の影響を受けて、北海道オホーツク海沿岸域における油の海岸漂着が予想される。

1月、5月、10月の場合、北西ないし北北西の風が卓越する。そのため、流出油は、約24時間で浜頓別付近に到達し、その後、北見枝幸、雄武、興部にかけて、北海道オホーツ

ク海沿岸域の海岸線一帯を広範囲に汚染して、事故発生から60～120時間程度で、網走市沿岸に到達することが予測される。

アニワ湾の南部沖で流出事故が発生した場合、宗谷海峡の中央部沖の場合と比較して事故発生から北海道沿岸への到達時間はより長くなるが、もし北から西向きの風が強い場合、事故発生から75～120時間程度で流出油が網走市沿岸をほぼ直撃する事態が予測される。

シミュレーションの結果、宗谷海峡の中央部沖、アニワ湾の南部沖、いずれの海域で発生した流出事故も北海道オホーツク沿岸の海岸線に到達する可能性が極めて高いことが明らかとなった。また、東経141°45'から東経143°35'程度の範囲で流出事故が発生し、その後の風向が北から西の場合、網走市沿岸に油が到達する可能性が高い。従って、このような条件下で流出事故が発生した場合、特に高いレベルの警戒が必要とされ、オホーツク海沿岸の自治体および関係機関は直ちに沿岸油汚染防除活動の体制を取る必要がある。

4.2 北海道網走市沿岸域で推定される環境被害

環境災害は、漁業被害と、生態系に代表される被害に分けられる。後者については、ゴマフアザラシや、氷上を含む沿岸域を餌場とする可能性がある動物、鳥類が対象となるが、ゴマフアザラシの生息域分布図以外に入手できないデータが多く、本研究ではゴマフアザラシの生息域分布図を作成したに留まった。環境被害額の算定についても、油にまみれた生体の回収費用の積み上げとHEPで得られたデータを定量化する事が考えられるが、共にデータ不足であり、以下では、漁業被害のみに留めるものとする。

ナホトカ号事故時の漁業損害の請求手続きを踏まえ、漁業関係機関のヒアリング調査で得られた算定方法に可能な限り準拠して、以下の項目を被害推定の前提条件とした(表3)。研究方法で述べた通り、漁業被害の損害補償請求は当該事故の状況や性格を反映したものであり、油流出事故に一律に適用されるものではない。北海道網走市沿岸域では漁業生産額全体に占めるほたて桁網漁業の割合が高いが、ナホトカ号事故のあった石川県では貝類養殖の漁業生産額全体に占める割合は低く、油流出事故の発生地域における主要な漁業種類には地域的な差異がある。

(1) ナホトカ号事故時の漁業損害の請求手続き項目を踏まえて、6ケースの漁業損害額を算出する。ケースの概略は、休漁損害、漁業減少損害、根付漁業損害、養殖・蓄養漁業損害、組合手数料等減損害、漁船・漁具損害に大別している。

(2) 想定油流出事故の油流出の発生日を2004年11月(流水に閉ざされる直前の月)、被害想定沿岸都市を網走市に設定する。

(3) 漁業種類と操業時期と漁場を対応させ、網走市の漁業種類別生産額の過去3カ年(2001-2003年)平均を基準とする。

(4) 油流出事故時の出漁は出来ないと仮定し、ほたて桁網漁業を除く漁業種類の休漁期間を2ヶ月間として、各漁業種類の操業期間と対応させ、休漁損害を試算する。

(5) ほたて桁網漁業とうに漁業では、1, 3年の2ケースの漁場復旧年数と20, 60, 100%

の3ケース損害率を設定して、合計6ケースについて根付漁業損害を試算する。

上記(1)での被害推定の前提条件は、ナホトカ号事故時の漁業損害の請求手続きで使用された項目に基づいて設定している。上記(5)の6ケースは、漁業関係機関のヒアリング調査に基づき設定した。漁場復旧年数は、漂着油の汚染により、長期的な影響を受けることが想定されるケースを3年、そうでないケースを1年に設定した。損害率は100～20%を案分して、それぞれ被害の大・中・小に設定した。第1の休漁損害は、11～12月の2ヶ月間を休漁期間として、統計資料から過去3カ年の平均漁獲高と所得率の乗算による。当該期間の平均漁獲高は、漁業種類の通常の操業期間に占める休漁期間の割合から求めている。

第2の漁獲減少損害は、11～12月の2ヶ月間を漁獲に影響があった期間として、事故発生前後の漁獲高の差額と所得率の乗算による。漁獲高の差額は、休漁損害の各漁業種類の過去3カ年の平均漁獲高を加算した合計に差額減少率を乗算して求めた。

第3の根付漁業損害は、過去3カ年の平均漁獲高、損害率、漁場復旧年数、所得率の乗算により求めた。損害率、漁場復旧年数は、ナホトカ号事故の事例から被害・汚染者の双方の見解の隔たりの大きいことがヒアリング調査により判明したため、それぞれ20%、60%、100%および1年、3年のケースを設定している。

第4の養殖・蓄養漁業損害は、ナホトカ号事故の事例では、ヒアリング調査により、その請求は確認されなかった。斃死、緊急処分、品質低下による損害の算出は、過去3カ年の平均漁獲高、事故発生前後の漁獲高の差額、所得率の乗算による方法で代替して、被害推定を行った。

第5の組合手数料等減損害は、取扱減少額にあたる休漁損害と漁業減少損害の加算額に手数料率を乗算して求めた。

第6の漁船・漁具損害は、統計資料から漁船・漁具の平均漁業支出を代替して、漁家戸数を乗算して求めている。

なお、漁獲減少損害と養殖・蓄養漁業損害で使用した差額減少率については、1997年時の漁獲高を1996年時の漁獲高で除算により求めている。

このような前提条件の下、漁業に対する被害推定額は、6ケースでおおよそ8.9～22.9億円になると試算した(表5)。この被害推定額は、上記の前提条件に限定される。また、ナホトカ号事故の請求額に対する補償額の事例から、上記の被害推定額の約35%にあたる3.1～8.0億円が補償額として推定される。

ナホトカ号事故時の事例から見ると、将来の損失や資源量の減少と関わる根付漁業損害の漁場復旧年数が、査定で認められるケースは稀である。とくに、さざえ、あわび、かき等の貝類の被害請求は査定でほとんど認められなかった。

網走市沿岸および沖合の10月から12月の漁業種類別漁場利用は、沿岸ではほたて桁網漁業の他、ウニ、ホッキガイを対象とする磯漁業の漁場利用、沖合ではタラ、ホッケ、カレイ、タコを対象とする延縄漁業、刺網漁業の漁場利用が見られる。

毎冬12月下旬から3月下旬の間、流水は網走を含む北海道のオホーツク海沿岸に到

達し、漁業活動は著しく制約される。流水の去来する時期は休漁期間にあたる。この時期に油流出事故が発生し、漁業被害が生じた場合、休漁損害の補償では就業日数を算定の前提にしているため、損害請求の対象にならないという問題がある。

油漂着の危険度評価では、地形的な要因の自然情報だけでなく、上記のような漁業の生産性や収益性のある海域の漁場情報など、社会的な要因を評価しなければ、油漂着の危険度評価手法はステークホルダーに受け入れられない(矢崎ほか, 2004)。そのため、ESI (Environmental Sensitivity Index) マップをベースに、ステークホルダー間で、漁業情報をはじめとする社会情報を考慮して油防除対策を議論することが必要である。油流出事故による災害は、発生原因が人為的であるものの、環境に影響を与える環境災害であるという認識が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3件)

①坪井塑太郎、谷口智雅、後藤真太郎、北海道網走湾流域居住者による油流出事故の環境災害リスク認知と風評被害に関する研究、環境情報科学論文集、No. 21、pp. 249-254、(2007)、査読有

②後藤真太郎、サハリンからの想定油流出事故に伴う漁業被害額の算定に関する研究、投稿準備中。

[学会発表] (計 5件)

①後藤真太郎、市民参加の油防除体制を作るには、ワークショップ油汚染資料集(於: International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice)、2009年2月17日、紋別市文化会館

②濱田誠一、油防除から見た環境脆弱性の特性評価、ワークショップ油汚染資料集(於: International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice)、2009年2月17日、紋別市文化会館

③後藤真太郎、油漏れ事故全般について、オホーツクの環境を守る地域ネット(OEPN)平成20年度総会資料集、2008年11月22日、紋別市立博物館

④坪井塑太郎、網走湾流域の湖沼資源に対する地域住民の意識、第72回日本陸水学会2007年9月11日、茨城大学

⑤後藤真太郎、網走市における取り組み事例～地域防災計画～、一ナホトカ号油流出事故から10年～シンポジウム「ふるさとの海を誰が守るのか?」、2007年7月8日、立正大学大崎キャンパス石橋湛山記念講堂

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 真太郎 (GOTO SHINTARO)

立正大学・地球環境科学部・教授

研究者番号: 80247436

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

沢野 伸浩

星稜女子短期大学・経営実務科・准教授

研究者番号: 60269587

坪井塑太郎

立正大学外部研究員

谷口智雅

立正大学外部研究員