

国家緊急時対応計画に基づくノルウェーの油濁対応体制

Jan Nerland

Senior Adviser

Norwegian Pollution Control Authority (SFT)

1. 要約

私のプレゼンテーションの目的はノルウェーの緊急時対応体制及び SFT における緊急時対応計画に基づき、いかに危機回避を実行するかの全体図を示すことです。この2年間「管理および緊急時対応部」からの作業グループが、油濁汚染及び流出油回収作業に関するいろいろな情報や知識を、わが国の海岸における政府の油濁対応能力についての詳細な提案書に変換できる手法を開発し試験してきました。

2. 現在のノルウェーの緊急事態

2.1 地勢、気象および気候

ノルウェーの経済水域は北緯 56 度から 82 度 の間に位置して 200 万平方キロメートルに及んでいます。陸地は僅か 324,220 平方キロメートルしかありませんが、全海浜線は、フィヨルドと島嶼を含め 57,000 キロメートル近くあります。また、ノルウェーの人口は僅か 450 万人です。この北緯度において、気象と日照条件が極めて多岐にわたっております。国のある部分は北極圏の気候である一方、気温が氷点下以上の温和な冬が本土の海岸地域では普通になっています。これらすべてが、大規模な海運業と石油の探査、生産と輸送と相俟って、石油や化学製品からの重大な環境影響のリスクを表しています。

2.2 汚染管理法

1981 年のノルウェー汚染管理法第 6 章「深刻な汚染」には深刻な汚染の場合の緊急事態に関する要求項目が定められています。産業界や地方自治体は下記の義務を負わなければなりません。

緊急時対応組織及び緊急時対応計画を策定し維持すること

深刻な汚染が確認されたら通告すること

環境への影響を最小限に止めるため、直ちに行動を取ること
国家的な緊急事態の場合には政府を支援すること

「汚染した者が支払う」という原則もこの法に規定されています。

2.3 国の緊急時対応体制

汚染管理法では、国の緊急時対応体制は民間（産業界） 地方自治体および国家の緊急事態に分けられることが責任の規定分野と共に述べられています。ノルウェーでは全ての緊急時対応計画と組織は標準化されていて調和して機能する体制がとられています。このため、国家的大規模な緊急時には、国の緊急時対応体制が単一の統合した対応組織として機能します。

2.3.1 石油業界

今日、ノルウェーはサウジアラビアに次ぐ世界で2番目に大きい原油の輸出国です。北海とノルウェー海域では、320万バレル/日を超える原油が50以上の浮遊および固定施設によって産出されています。原油は沖合の施設から定期往復タンカーとパイプラインを通してノルウェーと英国の陸上のいくつかの石油ターミナルに輸送され、そこから原油タンカー（VLCC）で出荷されます。ノルウェーのGNPの10%および輸出総額の36%がこの石油産業から生じています。次の10年間に、ノルウェーの石油産業における全投資額は英貨80億ポンドと見込まれています。

毎年約2,500トンの石油が排出され、そのうち90%は平均油含有量25ppmの石油の生産に付随して産出される水です。この年間量の残り10%は約150件の深刻な石油流出から生じていて、その大部分は流出量1m³未満です。石油の生産に付随して産出される水の量は油井の老朽化につれて増え続けています。その上1年に150,000トン以上の生産された化学物質が放出されます。このような排出にはノルウェー当局の放出許可が必要です。

沖合産業はノルウェー汚染管理局（SFT）によって提出されている緊急時対応の要求事項に従わなければなりません。

2.3.2 沿岸産業

汚染管理法に規定されている一般的な義務に加え、およそ 80 社の生産会社が個別の緊急時対応の要求項目を SFT から負っています。環境リスク解析に基づき、緊急時対応計画、従業員および対応資機材の定期訓練を含む特定の緊急時対応体制が確立されています。このカテゴリーの代表的企業は石油ターミナル、精製所および化学工場です。

これらの産業に加え、ノルウェーには 300,000 以上の地下石油貯蔵タンクがあり、常にこれらのタンクの 1% から油が漏れていると考えられています。品質管理とこのような漏洩の防止を目指した新しい規制が 1998 年に実施されました。

2.3.3 海上輸送

ノルウェーは田舎に住む人口が世界で最も多い国の 1 つです。海岸に沿った小さな地域社会は主な交通手段を船に頼っています。石油製品が 400 以上のタンク施設の間を船で運搬され、そこからタンクローリーで分配されます。1998 年にノルウェーの国内航路で運ばれた物資の量は 1,600 万トンで、座礁のため 3 隻の船舶が完全に破損し 63 隻が部分的な破損を受けました[1]。1999 年における船舶からの流出石油量は 101 件の事故で 223 m³ となっています[2]。

2.3.4 陸上輸送

ノルウェー全土で、石油製品と化学製品を積んだ鉄道や道路輸送は普通になっています。毎年石油や化学製品の貨物に関する事故が約 40 件起こり、河川や土壌の環境に影響するものもあります。1998 年には 1,450 万トンの石油製品と 450 万トンの化学製品が道路輸送されました[3]。1999 年の陸上輸送による流出石油量は石油製品が 28 件の事故で 53.3 m³ と化学製品が 5 件の事故で 4.2 m³ となっています[2]。

2.4 国際協定

ノルウェーは「ボン協定」、「コペンハーゲン協定」および重大な環境緊急事態の際、相互通知と支援に関するその他の国際協定の加盟国です。ノルウェーはまた OPRC 協定も批准しています。

3 モデル及び手段

3.1 石油の漂流、軌跡およびブルーム・モデル

20年の間、ノルウェー気象研究所(DNMI)は石油の軌跡と漂流モデルのサービスを行なっています。場所、石油の量やタイプのようなパラメータに基づくモデル解析の結果が石油業界、ノルウェー汚染管理局およびその他の顧客に20分以内に届けられます。このサービスは24時間稼働体制です。

このモデルの大幅な改良が、改良された気象予報モデルと深海での油の噴出(海との垂直方向に存在する油のブロック)を連結して、近いうちに完了します。

3.2 空中および衛星監視

ノルウェーでは1980年以来、専用の石油汚染監視航空機が毎日運行されています。航空機搭載側面監視レーダ(SLAR)、IR/UVライン・スキャナー、写真およびビデオ装置により海上での石油汚染を探知し査定することができます。フェアチャイルド・マーリン B ツイン・タービンのプロペラ機は高高度性能(加圧キャビン)と長い航続距離により全天候型の機能を備えています。航空機とホルテン、ベルゲンおよびトロムソにある政府の作業指令センターの間を結ぶデジタル・映像伝送システムが備えられています。

1990年代の初めから、ERSおよびRADARSATからのレーダ映像が早期警報と飛行計画のために用いられています。毎年航空機と衛星との組合せ使用により海面の1,000万平方キロメートル以上をカバーし150以上の石油流出を探知しています。

3.3 石油経時変化モデル

ノルウェーでは、研究機関が約60の異なる石油タイプの広範な実験解析を内容とする石油データベースを開発しました[7]。さらに、ノルウェーおよび海外の200種類の原油に対する詳細な原油分析データも含まれています。このため、SFTは広範囲の原油に関する石油経時変化情報(時間、温度、および気象の関数としての分散率、蒸発率など)へ即座にアクセスできます。このようなモデルからの情報と現場試験との組合せが緊急時対応計画の策定と同様にリスク評価にきわめて重要です。

3.4 環境のリスク解析

国の規制に従って、石油生産あるいは石油探査に係る石油流出の緊急時対応を次の 3 つのステップに基づいて制定しなければなりません。すなわち、環境リスク解析（ERA）、緊急事態解析および緊急時対応計画の策定と実施です。ERA に関する最も重要な基準の 1 つは、選定指標（鳥の棲息数など）における環境損害で 10 年以上続くものが、掘削作業 40,000 につき 1 より大きい頻度で起こらないこととしています。総合的環境評価方法（Net Environmental Benefit Analysis, どの方法が最も環境にやさしいかという概念）に基づく ERA および緊急事態解析に対する国の標準値がここ数年間用いられています。

3.5 緊急時対応計画の手段

ノルウェー汚染管理局は、最近環境リスク評価に基づく政府の緊急時対応能力の評価を実施しました。この作業で、緊急時対応計画策定シミュレーション・手段を用いて異なる場所での流出シナリオを評価しました。

最初に、6 つの地域についての環境リスク解析（石油流出の確率および環境影響）が設定されました。それからそれぞれの地域について「最もあり得る」いくつかのシナリオが定義されました。各シナリオに対して油流出の位置、流出状況、流量および海での石油の総量を含む詳細な記述が作成されました。最後に、各シナリオに対する対応計画が設定されました。

6 つのシナリオのそれぞれに対して、石油流出対応の有効性がシミュレートされました。このシミュレーションは、回収される、自然に分散する、海岸に漂着する、及び蒸発する油の量を提供してくれます。数回の反復後、対応計画の目標を達成するために必要とする対応資機材が確認され、機械的油回収システムの数、対応時間、海岸清掃チームの数などが与えられました。

資機材基地の再配置の必要性、さらに多くの対応資機材の必要性などを確認することにより、推薦する緊急事態対応レベルと、現状の緊急事態対応レベルとを現在比較中です。

4 訓練および演習

緊急事態への備えの重要な部分は訓練と演習です。この章に記述しているコースと演習の種類はノルウェーにおける国家緊急時対応体制の能力を維持するために SFT が実施しているものです。

4.1 訓練

訓練コースは石油流出対応組織の下記の機能に適応しています。

入門（基礎）訓練コース

チームリーダー・コース

現場指揮官レベル（OSC）のコース（OSC - 海上、OSC - 海岸、および OSC - 陸上）

管理レベルのコース

政府の保管基地タスクフォースおよび技術スーパーバイザのためのコース

基礎訓練コースは緊急対応組織に関係する全ての作業員のために企画されたものです。このコースは普通、組織体自身によって実施されますが、「訓練者を訓練する」コースを実施した後が望ましいです。

チームリーダー・レベルは4日間の訓練コースが実施されます。コースは講義2日と実地訓練2日からなっています。実地訓練の1日は、海上および海岸線からオイルフェンスや油回収機を使う実地操作訓練のみにあてられます。

3~4日間の現場指揮官レベル（OSC）コースは、作業時の作業管理と対応資機材の戦術的な使い方に焦点を当てます。各コースは講義と、さまざまな地形の対応地区（つまり、海上、海岸、あるいは陸上）の必要に合わせて調整された実地訓練からなっています。

油流出対応作業の管理者レベルは、講義（理論）1日と実地訓練2日からなる3日間の訓練コースが実施されます。実地訓練は参加者がその義務に習熟するための机上演習と、緊迫した事故時における自分の能力を訓練するための役割演習に分けられます。

政府レベルに関しては、15の資機材基地があってそれぞれ技術スーパーバイザと10人のタスクフォースが付いています。タスクフォースへの新参加者には4日間の入門コースがホ

ルテンの SFT によって実施され、またタスクフォース全員に対して保管基地において毎年適切な訓練が実施されます。

4.2 演習

ノルウェーにおいて、SFT が実施する演習は地方自治体や政府の緊急時対応組織の必要性に適応させています。

政府の緊急時対応の中には、緊急時の備えを維持するため広い地域にわたって企画された演習があります。民間企業、地方自治体、政府および沿岸警備隊の人員や資機材が参加する大規模な総合演習が毎年いくつか計画され、そこで国の緊急時対応体系が機能することを検証します。

国際レベルではボン協定やコペンハーゲン協定のような異なる国際義務に基づく演習が毎年いくつか計画されています。

5. 環境へのリスク解析に基づいた計画策定

私たちの作業は次の質問から出発しました。

「ノルウェー海域における船舶からの環境に及ぼすリスクを考慮して、SFT の石油流出対応能力の規模は適正であるか？」

この質問が出る理由はいくつかあります。主な理由は SFT の石油流出緊急時対応組織が 1970 年代の末に制定されて以来大きく変わっていないということです。現在の SFT の石油流出緊急時対応組織の機構は多くの妥協の結果でした。組織は海岸線の全ての地域を合理的な方法で同等に防護する必要があり、また資機材基地は空港や深水港からあまり離れた位置にすべきではない。また、資機材基地間の距離は、あまり離れないようにすべきです。

ノルウェーの資機材基地の配置および油流出回収機器のタイプや数量は組織的なリスク評価に基づいて決定したものではありませんでした。しかし私は、SFT の現在の油回収能力と、SFT が対応しなければならない油流出からの環境リスクとの間に大きな相違があると

考える理由はないということを強調したいと思います。問題は私たちが、資機材基地の配置と資機材の数量やタイプが SFT の責任に関して最適かどうかを正確に把握していないことです。

現在、民間企業および地方自治体の双方がリスク評価を基にした緊急時対応計画を策定しています。SFT が同じ事をしてはいけない理由はありません。

5.1 手法の調査

1) 規模を想定した油流出シナリオの使用

基本的に、私たちが必要としたのは石油流出に対する SFT の現在の準備レベルを、ノルウェー海域の船舶からの現実的な、しかし仮定の石油流出に対して確立しておかなければならない SFT の準備レベルと比較することでした。理想は、このような仮定石油流出を SFT の緊急時対応計画策定の基礎とすべき規模を想定した油流出として使用することです。これら規模を想定した油流出を以下油流出シナリオと呼びます。

これは SFT が対応する責任を有する現実的な油流出の状況を表す。

これは海岸に沿った最も脆弱な環境地区を脅かすことを想定する。

これは環境破壊の可能性が最も大きい時期に起こることを想定する。

そして、規模を想定した油流出に対して確立する必要がある油流出回収能力のレベルは、ノルウェー海域で発生する船からの最も普通の石油流出に対しても十分であるものとする。

2) 油流出対応作業のシミュレーション

私たちは油流出シナリオに対する油流出対応作業をシミュレートしました。

シミュレートされた油流出対応作業の結果に基づき、海岸沿いの油流出に対する政府の対応能力が提案されました。

3) 変更の必要性

私たちは SFT の油流出緊急対応組織の変更の必要性を査定しました。

- 資機材基地の数
- 資機材基地の配置
- 資機材のタイプおよび数量

5.2 手法の使用

最初に私たちの緊急時対応計画の策定に油流出シナリオを用いる方法について概観します。

- 1) 油漂流モデルを利用して油流出シナリオの位置決め
- 2) 油の経時変化の特性および気象条件の選定
- 3) 油流出対応が有効となるために必要なもの
- 4) 油流出対応の解析

しかしどのくらいの数の油流出シナリオが必要か、それらがどこで発生するものとするか及びどの季節起こるものとするか？

* 環境および行政基準に基づいて私たちは海岸線を 6 つの地理的地域に分割しました。

* 地域のランク付けを、油流出が冬か夏かについての相対的環境脆弱性及び船からの油流出に対するその地域の相対的確率に従って行いました。

* 私たちは次の決定をしました。すなわち、年間を通して被害のクラスと確率が以下の組合せを持つ地域に規模を想定した油流出シナリオの位置を決める：中/中、低/高、中/高及び高/高。各地域で、夏場か冬場にこのような組合せがあるでしょう。このリスク・マトリックスに基づき、私たちは各地域に 1 つの油流出シナリオがおこるはずだと判断しました。

* 私たちは地域における環境リスクが最大の季節に油流出シナリオがおこるものとししました。

* 各地域に対して船の交通パターンと事故に関係する船についての統計情報を基に現実的な油流出シナリオを記述しました。各シナリオは関係する船のタイプ、流出が起こる時期、流出時の波と風の条件、関係するオイルのタイプ、流出速度、流出量によって特徴付けられています。

* 油漂流モデルによって、私たちは流出油が地域で最も環境脆弱性の高い地区を脅かす場合について、油流出シナリオの正確な位置を計算しました。

* 既に申し上げたとおり、政府の油流出回収能力のレベルはノルウェー海域の船からの油流出による脅威あるいは環境リスクを反映するでしょう。

* どうしたら各地域にいる船からの油流出による環境リスクに対処するために必要な対応能力を計算あるいは算出することができるでしょうか？この問題を解くために、私たちはシミュレートされた油流出対応作業に対するある環境目標を規定しました。環境目標に油流出対応作業に与えようとする防護のレベルが記述されています。

私たちはシミュレートされた油流出対応作業の主要な意図は下記にあるべきであると決定しました。

海上作業

環境の脆弱性が非常に高い地区と漂流油との接触の可能性を避ける又は減らすこと。

漂着油の再流出を避けること。

流出がおこってから3週間後に海面に自由に浮遊する油が無いこと。

海岸清掃作業

海鳥の最も重要な場所、保護地区およびリクリエーション地区は決められた日までに十分に浄化し、地区の通常の使用によって如何なる危害あるいは問題の発生を避けること。

5.3 シミュレートされた油流出対応作業の結果

規模を想定した油流出シナリオに対する油流出対応作業のシミュレーションはシミュレーション・モデルの助けを借りて実施されました。このモデルは油流出シナリオに対し異なるタイプの処置を適用する効果を計算します。モデルは適用される処置の想定される効果、油の経時変化条件及び油流出シナリオの際の天候を考慮します。モデルはまた海面、水柱、蒸発、漂着油の間での流出油の配分も計算しました。

シミュレートされた油流出対応作業は3つのフェーズに分けられました。

- 1) 外洋における海面からのオイルの回収あるいは除去
- 2) 海岸近くの自由浮遊オイルの回収
- 3) 海岸に漂着した油の回収

* シミュレートされたそれぞれの油流出対応作業に対し、私たちの環境目標を到達するためには、外洋において、海岸線近くにおいて、及び海岸において十分な資機材を投入しなければなりませんでした。

* 外洋作業、海岸近くの作業、および海岸作業の間での資機材の最適配分を見出すために、最初に各シナリオにおいて外洋作業に適用する油流出対応システムの合理的な数などのくらいかを決めなければなりませんでした。ここで、私たちは現在のSFTが供給する資機材と民間企業、地方自治体および国際油流出緊急対応組織、たとえばスウェーデン沿岸警備隊が供給できると思われる資機材の情報に判断の基準をおきました。

* モデルは一定量の油流出除去システムを適用することによって海面から除去される油の量を計算します。モデルはまた、漂着した油の量を計算します。漂着した油の量がどのくらいかを知ることによって、海岸近くを自由に浮遊する油と漂着した油を回収する資機材の必要量を計算することができます。

シミュレーションに用いた油流出対応システムと海岸清掃グループの効率を計算するためには、有義波高、日照状況、作業上のトラブル、海岸のタイプ、油のタイプ等を互いに関係づけなければなりませんでした。

* シミュレーションに基づいて、私たちはシミュレートされたそれぞれの油流出対応作業に設定された環境目標を達成するために必要な油流出対応能力を計算しました。

シナリオ Runde : 環境行動目標を達成する場合に必要な資源

システム	対応時間 (hr)
海洋出動	12
海洋出動	20
沿岸	14
沿岸	21
沿岸	6
4 フィヨルド・システム	48
分散システム	6
海岸清掃：11 グループ	96

5.4 各地域における船舶からの油流出に対する政府の備えに関する提案

* シナリオに対して計算された対応能力に基づき、私たちは各地域における政府の対応能力を提案しました。全地域に対して提案された対応能力は、その地域における規模を想定した油流出シナリオに対する対応能力と同じ大きさです。地域において提案された政府対応能力（システムの数およびその対応時間）は、供給される SFT の石油回収システムと利用可能な民間、地域および国際油流出対応緊急組織のシステムからなります。

* 地域における船からの環境リスクの大きさに関して、この準備レベルは容認されるものと思われます。規模を想定した油流出シナリオは現実的な油流出状況を表すこと、またそれらが海岸に沿った最も環境脆弱性の高い地区を脅かすものとするということを思い出してください。これにより、規模を想定した油流出に対する確立すべき油流出対応能力は、その地域における船からの最も一般的な油流出に対しても十分なはずです。

各地域に提案された対応能力

例：Nordvestlandet 地域

シナリオ Runde に基づく

システム	対応時間 (h)	
	脆弱性の高い地区 : Stadt - Hustavika	その他の地区
海洋出動	12	18
海洋出動	20	30
沿岸	14	21
沿岸	21	32
沿岸	6	9
4 フィヨルド・システム	96	96
分散システム	6	6
海岸浄化		
11 海岸浄化グループ、30～330人	96	96
支援、約100人	96	96
緊急荷積み能力	48	48
石油流出の空中監視	6	6

機械回収システムは異なるタイプのオイル（船用ディーゼル - 燃料重油）を回収できなければならない

このタイプの解析を実施するためには下記の知識と情報が必要です。

その海域における船舶からの油流出の確率

海岸に沿った環境脆弱な地区

その海域の交通パターン

その海域の油の経時変化

その海域水域の油の漂流

異なるタイプの対応資機材の効率

実際の油流出対応作業からの経験

「油流出モデル」の使用

6. 結論

この資料で私は現在のノルウェーの緊急時対応体制がどのように組織されているか、また当局で取り組まなければならない今後の努力目標のいくつかについて説明しようと試みました。さらに緊急時対応計画策定のためのモデルと手段の使用についても述べています。環境リスク解析や油流出緊急時対応評価がいかに政府の油流出に対する備えに関係しているかの説明も行いました。その結果スパールバルを含むノルウェー全海域にわたる地域に対する特定の緊急時対応の必要性が確認されました。緊急時対応レベルが、規模を想定したシナリオ（船からの流出）および国の目標に基づき、それぞれの地理的地域について規定された。それぞれの緊急時対応レベルは、油回収システム、化学分散システム、緊急時荷降ろしシステム、遠隔検知および監視、海岸清掃能力および人的資源に対する明確な必要条件を示すと共に対応時間も明示していることが特徴です。

7. 参考文献

1. Statistics Norway, *Maritime Statistics 1998*, Statistics Norway, Oslo, Norway, 2000
2. SFT, *State of the Environment Norway*, www.mistin.dep.no, in Norwegian only.
3. Statistics Norway, *Road Goods Transport 1996-1998*, Statistics Norway, Oslo, Norway, 2000
4. Strøm-Kristiansen et al., 1993
5. P.S.Daling, O.M.Aamo, A.Lewis, T.Strøm-Kristiansen, *Sintef/IKU Oil-Weathering Model: Predicting oils' properties at sea*. In Proceedings of the 1997 International Oil Spill Conference. American Petroleum Institute, Washington DC, USA, 1997
6. T.Lorentzo, T.Therrien, B.O.Johannessen. *Study of viscosity and emulsion effects on skimmer performance*. In Proceedings of 18th Arctic and Marine Oil Spill Technical Seminar. Environment Canada, Ottawa, Canada, 1995.
7. A.B.Nordvik, K.Bitting, P.Hankins, L.Hannon, R.Urban. *Full scale containment boom at-sea testing*. In Proceedings of the 1995 International Oil Spill Conference. American Petroleum Institute, Washington DC, USA, 1995