

フィンランド環境局 (SYKE)
ヘルシンキ (フィンランド) 2005 年 2 月 9 日

フィンランド湾での油流出の脅威と SYKE の対応新技術

Kalervo Jolma
Head of Unit, M.Sc. (CIV.Eng),
Department for Expert Services
Environmental Damages Division
Environmental Emergency Response
Unit

要約

フィンランド湾の石油輸送量は、10 年前に比べて 5 倍以上に増加し (1995 年の 2000 万トンから 2004 年には 1 億 1000 万トンに増加)、ロシアの新しい港湾プロジェクトが完成する 2010 年には年間 1 億 9000 万トンを超えると予測される。それに応じて、油やその他有害物質の流出への対応力やその他の緊急時対応能力も強化しなければならない。

ヘルシンキ条約 (HELCOM) の枠組みのなかで、バルト海沿岸の9カ国は、海洋環境に脅威を与える汚染事故に対応する共通方針を定め、合意した。これは、石油やその他有害物質の流出への対応能力、緊急時の曳航、消火および解輸送能力、防除作業における油処理剤の使用量の最小化、空中監視などに関して各国が実現すべき基準を定めることを主眼としている。フィンランドは、加盟国に課せられた、これらの油汚染対応能力に関する要件のほとんどを満たしている。フィンランドはまた、ロシアおよびエストニアとも二国間協定を結んでおり、これらの協定や北欧諸国が調印しているコペンハーゲン協定も、効率的な共同対応策にとって重要である。

フィンランド政府は、油回収システムが常時取り付けられた大型の船舶 13 隻を保有し、また、2005 年から 2006 年にかけて同様の船舶 2 隻が追加建造されることになっている。政府が所有する大型の船舶は沿岸各地に配置され、理論的には、対応海域内のほとんどどの場所にも、いずれかの船舶が母港から 6 時間以内に到着できる態勢になっている。地方自治体は、全長 7 ~ 20 メートルの流出油対応船を 97 隻とこれより小型の船舶を 200 隻程度所有している。これらの自治体所有の船舶は、氷がない状態の沿岸海域であれば、2 時間以内に出発準備を完了するという HELCOM の要件を満たしている。自治体所有船舶のうち 31 隻は、油回収システムを装備している。

また、フィンランド湾やバルト海沿岸全域で、新しい事故予防策の策定が必要とされている。この予防策は、オイルタンカーの二重殻構造化の要請、冬季の航行に関する適正な要件、船舶の航行を管理・監視する船舶交通情報システム（VTMIS）と自動船舶識別システム（AIS）、公共航路での大型オイルタンカーの護衛曳航義務を主に構成される。

フィンランドは、引き続き、悪天候や氷のある条件下での油回収技術の開発を進め、油回収、緊急曳航および消火能力を備えた多目的対応船の建造をめざしている。本稿では、最近の状況を概説する。

1. 概論

1.1 地勢

欧州北部、スカンジナビア諸国のひとつであるフィンランドは、世界最大の汽水内湾であるバルト海に面している。また、ロシアとスウェーデンに挟まれ、エストニアとノルウェーにも隣接する。フィンランドが対応すべき海域には、バルト海のかなりの部分、すなわちフィンランド湾北部、バルト海の北部、そしてボスニア湾の東側が含まれる。フィンランドの海岸線は、島々、岬、入江を除けば、全長約1,200 kmである。しかし、数千もの島があり、海岸線が複雑に入り組んでいるため、流出油の影響を受けるおそれのある海岸線の長さは、合計約16,000 kmに及ぶ。また、フィンランド海域は航路が狭く、そのため特に冬季や高波の場合は航行が困難になる。フィンランドでは、輸出入の約80%が海上輸送によって行なわれているが、冬になるとどの港も氷結してしまう可能性がある。したがって、安全な航路および航行手順を確保し、冬季の条件下においても、油や化学物質の流出に対処できる適正な対応能力を整え、この点において近隣諸国と緊密に協力することが、フィンランド当局にとって不可欠なのである。

1.2 国際協力とフィンランド国内機関

フィンランドは、海洋汚染に関する5つの主要国際条約の加盟国である。

- バルト海地域の海洋環境の保護に関する条約（ヘルシンキ条約）
- フィンランド、ノルウェー、デンマーク、スウェーデン、アイスランド間の相互援助に関する協定（コペンハーゲン条約）。海洋環境で流出事故が発生した場合、この条約の条項にしたがって、前記北欧諸国は共同行動をとる。
- バルト海地域に影響を与える事故が発生した場合の、油およびその他の有害化学物質の回収に関する、フィンランド - ソ連間の協力協定。両国は、当面、この協定を実際に履行することに合意している。
- 海上汚染事故への対処協力に関する、フィンランド - エストニア間の協定。

- 1990年に採択された油汚染事故に対する準備、対応および協力に関する国際条約(OPRC条約)。この条約は、上記の多国間協定と同じ基本的義務と責任を定めるものであるが、その対象範囲は全世界に及んでいる。

これらの二国間協定とコペンハーゲン協定は、ヘルシンキ条約との整合性を保ち、またそれを補完するものでもある。これらは、海上汚染事故対応における地域の重要な問題を処理するフォーラムである。

欧州連合も、国際協力活動に積極的に参加し、ヘルシンキ条約等の欧州内の海域を対象とする全ての主要な地域条約、地域協定の締約当事者として、加盟各国間で中心的役割を果たしている。

フィンランドでは、環境省(ME)が、油汚染対応の管理と監督の最高責任を負っている。また、環境省の下

に所属するフィンランド環境局(SYKE)が、油・化学物質汚染対応の所管官庁である。外洋で汚染事故が発生した場合および事故の程度によりフィンランド環境局の対応が必要と認められる場合は、いつでも汚染事故対策を担当する。同局はまた、国の代表として指名された所管官庁として、油またはその他の有害物質による海洋汚染への対処について、国際支援の要請および供与の権限を与えられている。その他の組織も、能力の範囲内で、油流出対応を支援する義務を負っている。各地方自治体は、所管区域における油汚染事故に対する準備と対応を行う責任を有する。さらに、大量の油を扱う様々な施設の所有者は、独自に油流出対応能力を備えることが義務づけられている。

様々な組織が、フィンランド環境局の汚染対応活動を支援することを義務づけられている。これらの組織には、フィンランド海事局、沿岸警備隊、国防軍(特に海軍)、海洋研究所、地方の油流出対応組織等の政府機関が含まれる。石油会社、港湾、海難救助会社および海運会社等の民間会社も、自由に使える要員・資機材の支援を行うことが義務づけられている。3つの沿岸海域のそれぞれと、1つの内海について、特別緊急時対応地域計画が策定されている。こうした計画については、環境局の見解を聞いた上で、環境省が承認を行う。

特に、政府の油流出対応資機材の購入と開発および採用する対応法の決定は、フィンランド環境局が行う。汚染物は機械的に除去することが非常に望ましく、化学薬品を使用するなど賛否両論のある対応方法を用いる場合には、使用する全ての薬品について事前承認を得ると同時に、個々のケースごとにフィンランド環境局による決定を必要とする。

地方自治体は、その海域内および地域内における油流出について、対処の手配を行なう責任を負い、計画を作成しなければならない。この計画は、地域の環境センターの承認を必要とする。自治体では、通常、油流出対応は、地元の消防隊や救援隊が行う仕事であった。2004年初めから、フィンランド国内に全部で23の救援サービス地区が設定された。救援サービス地区は、特に、救援法(468/2003)にした

がい、地区内のすべての自治体のために救援サービスを実施する組織を配置する責任を負う。これは、油流出対応に一部適用される。流出油対応活動を指揮する地元の対応指揮者は、事故や危険な状況が発生した当該救援サービス地区から派遣される。救援サービス地区は、対象地域内のすべての自治体に適用する共同緊急時対応計画の作成を予定している。各自治体による既存計画は、この共同計画に置き換えられる予定であるが、この共同計画も地域環境センターの承認が必要となる。

フィンランドは、油流出対応資機材の購入と流出油対応の費用を提供する油濁補償基金を設置している。この基金は、フィンランドが輸入またはフィンランドを通して輸送される石油1トンあたり0.50ユーロを徴収して資金としている。税関での徴収金は基金に提供される。この基金は環境省が運営しているが、その資金は環境省から独立し、独自の運営委員会が補償に関する決定を行う。

地方自治体は、承認を受けた緊急時対応計画に定める資機材の購入費用を資金から補償してもらう法的権利を持つ。また、政府当局は、資金から資機材費用を償還してもらう権利を有するが、補償は検討対象となる。

2. HELCOMの方針と各国の能力

2.1 方針

バルト海とその沿岸の多島海の生態系は非常に影響を受けやすいことから、HELCOM の勧告 22/2 (2001年3月)は、「バルト海地域における油流出対応作業における化学薬品やその他非機械的手段の使用を制限」し、主に、機械的回収法の使用を勧めている。中心となる戦略は、できるだけ迅速且つ完全に水面から流出油を除去し、適宜、再利用または処分するというものである。

やむを得ない状況においてのみ、他の方法の利用も考慮される。管轄当局が化学分散剤(油処理剤)の使用または焼却等の方法について検討する。天候によって機械的回収が不可能な場合、または、流出油が自然価値の高い地域に差し迫った脅威をもたらしている場合は、このような代替対応策の使用が考慮される。バルト海沿岸諸国のなかには、油処理剤の使用を禁止している国や、実際には使用が不可能な国もある。意図的な油の沈降は、一般に禁止されている。

2.2 流出や諸海難事故に対する国の対応能力

ヘルシンキ委員会は、油やその他の有害物質の流出に対処する能力の基準を定めている。HELCOMの勧告11/13(1990年)「油およびその他の有害物質の流出に対応する国家能力の開発について」は、特に、適切な対応措置とそのための準備に要する時間について勧告している。また、加盟国に、適切な技

術を開発する研究開発活動の実施を奨励している。

ヘルシンキ委員会の以前の防除委員会（対応グループに引き継がれる）は、上記勧告を適用するための指針を策定（1990年）したが、これは、流出拡大速度、実際の油回収機性能、海上で特定量の油を閉じこめるオイルフェンスの必要性を強調している。様々な種類の持続性油の回収能力に関する指針において、最低限必要とされる要件は以下の通り。

1. 長さ 2000 メートルの外洋型オイルフェンス
2. 1日の掃海能力は 2.5 平方キロメートル。計算面積は、掃海回収船の稼働速度毎時 1～2 ノットに基づく。船に組み込まれた油回収設備を備えた油回収船を主に使用する国の場合は、掃海面積 4.5 平方キロメートルを満たさなければならない。
3. 高性能油回収機 6 基
4. 作業を継続して行える、十分な容量の海上貯蔵タンク

2.3 フィンランドの取り組みと準備態勢

方法

フィンランドは特に、地理的に北方に位置するために、特殊な要件を満たす回収法と防除法が必要となる。低温下や氷で覆われた条件下における作業効率の向上に開発努力が向けられてきた。実際には、高粘度油の回収能力が基本的な必要条件である。防除作業は、石油が固化する温度以下で行なわれることが多い。この場合、軽質油の回収用に設計された、従来型の表面をすくい取る方式の装置は適切ではない。

低温時や重質油の防除方法として、ブラシによる油回収技術が効果的である。この方法では、油を含んだ水が回転するブラシユニットを通過する時に、油がブラシで掃き取られる。浮遊油やタールボールはブラシに付着した後、掻き落される。続いて、油は船の一時貯蔵タンクにポンプで送られる。この方法は、機械的回収能力が高いことに加えて、油とともに汲み上げられる水の量が少ない（通常5%以下）ことも、重要な利点となっている。様々な搭載法があり、回収装置は艇内に常設設備として設置することもできるし、あるいは吊り上げ装置で船首または船の両側に取り付けることもできる。船体に組込まれた場合でもほとんどスペースをとらないため、防除作業または油流出対応訓練に必要でないときには、船は通常の用途に使用することができる。

氷に覆われた条件下や汚染された海岸の油防除作業用に、バケット内にポンプの取り付けられた回転ブラシが開発された。「油回収バケット」は、船舶のクレーンまたは通常の掘削機を使用して操作する。他にも、フィンランドでは、氷で覆われた条件下での油回収に用いられる船殻を強化した船舶を使用す

る装置が開発されている。

資機材と時間的制約を持つ準備態勢

「油およびその他の有害物質の流出に対応する国家能力の開発」に関するHELCOMの勧告11/13（1990）は、特に、適切な対応措置とそれに要する準備時間を勧告している。加盟諸国は、油およびその他の有害物質の流出に対して下記を行う能力を備えることが求められている。

- (i) 警報が発令されてから2時間以内に、最初の対応チームが基地から出発できるように準備態勢を整えておくこと；
- (ii) 当該国の対応地域内のどの場所で流出が発生しても、出発から6時間以内に到着すること。これは、流出現場でできる限り早く、通常は12時間を越えない時間内で、適切且つ実効のある、組織化された対応行動をとれるようにするためである。

フィンランドでは、外洋事故に最初に対応するのは、フィンランド沿岸警備隊の巡視艇であり、通常すべての海域で、このような巡視艇がパトロールを行なっている。これらの巡視艇は、不慮の事故に遭遇した船舶を、沈没、浸水、火災などの二次災害から護るために必要な措置を講じ、さらに事故船の周囲に最初のオイルフェンスを展開することができる。巡視艇のうちの1隻、メリカルー号は油回収船で、化学物質の流出時にも必要ないくつかの処置をとることもできる。

氷がない状態の沿岸海域の場合、初期の対応能力を支える資機材は、地方自治体から提供される。地方自治体は、全長7～20メートルの流出油対応船を97隻と、これより小型の船舶を200隻程度持っており、これらの船舶は、2時間以内に出発準備を完了するという要件を満たしている。この船舶の最大の任務は、オイルフェンスを使って油の拡散を防いで大型の回収船が現場に到着するまでの時間を稼ぎ、汚染面積をできるだけ小さくおさえることにある。油の回収を始めることもできる船舶を備えている地域も多い。これら自治体所有の船舶のうち31隻には、堅いブラシによる最新型の油回収装置が装備され、17隻の艇内には、この装置が常時取り付けられている。しかし、油回収船に比べて回収能力が劣るため、これらの船舶は岸に向かって浮遊している少量の油の回収に適している。

船級	油回収設備	全長	隻数
F クラス	油回収装置を装備している	13-20 m	27
F クラス	油回収装置を装備していない	13-15 m	11
E クラス	油回収装置を装備している	11-14 m	4
E クラス	油回収装置を装備していない	10-18 m	29
D クラス	油回収装置を装備していない	7-10 m	26
合計			97 隻

表1 フィンランドの地方自治体が所有する船長7～20メートルの回収船

さらに、バルト海諸国は、大規模な油流出事故に対し、

- (iii) 通常、汚染への対処開始後2日以内に、海上で機械的回収装置を使用した対応を行わなければならない。

フィンランド政府は、大型の船舶を13隻保有している。これらの船舶は沿岸各地に配置され、理論的には、対応海域内のほとんどの場所にも、いずれかの船舶が母港から6時間以内に到達できる態勢になっている。2005年および2006年には、さらに2隻の油回収船の使用が開始されることになっており、これらの船舶がカバーする海域はさらに拡大するであろう。そうすると、フィンランド湾内の氷結条件下で緊急曳航、消火および油回収ができる高性能、重装備の多目的船舶がないことが、最も重大な欠点となろう。

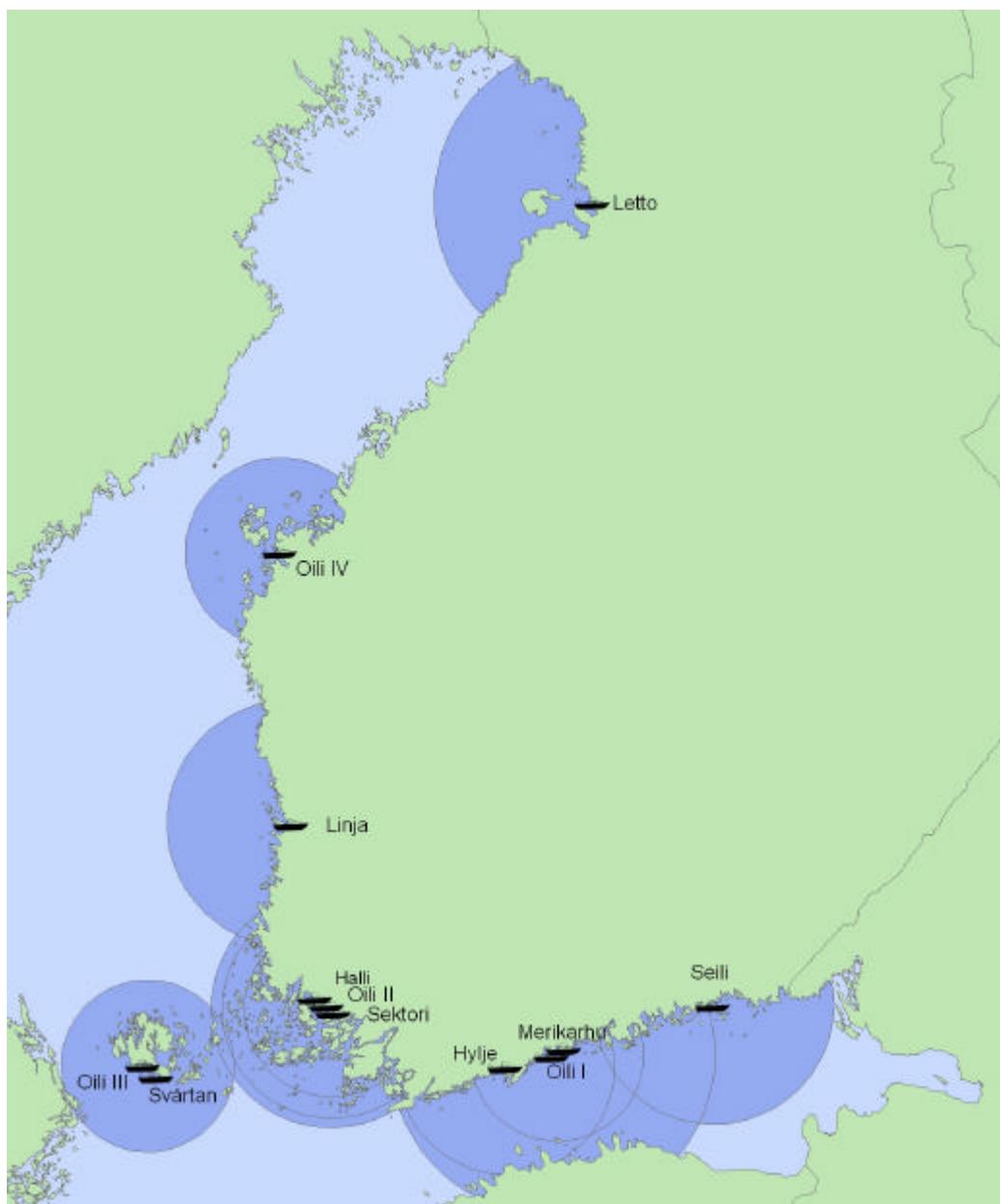
移動距離が長いと、フィンランドの対応海域内の一箇所に全ての船舶が集合するには、3日間を要する。フィンランド湾、多島海、ボスニア湾であれば、その前に、船舶のうちの1隻が12時間以内に対応作業を開始できる可能性が高い。全体として、フィンランドの対応海域内のどの場所でも、24時間以内に少なくとも1隻が、また48時間以内には2隻が確実に作業を開始できると考えられる。最終的に、3日後には、政府所有の油回収船による掃海作業能力は、1日あたり約7.6km²平方キロ（速度1ノットで12時間）となり、HELCOMの指針の要件（1日あたり4.5 km²）を十分上回る。掃海作業能力合計は、新たに2隻（TursasとUisko）が追加される2006年には、9 km²平方キロに増えることになる。

船舶名	所有者	船長 [m]	船幅 [m]	掃海 幅 [m]	タンク 容量 [m ³]	掃海 面積 [km ² /12h]	回収能力 [m ³ /h]	ブラシの最高揚水 (LIFTING) 能力 [m ³ /h]
Halli	海軍	60	12.5	40	1400	0.9	74	450
Hylje	海軍	54	12.5	35	800	0.8	65	400
Merikarhu	FFG	58	11	32	40	0.7	59	378
Tursas*	FFG	61.3	10.2	30	100	0.7	56	300
Uisko*	FFG	61.3	10.2	30	100	0.7	56	300
Oili I	SE	24	6.6	21	80	0.5	39	250
Oili II	SE	24	6.6	21	80	0.5	39	250
Oili III	SE	24	6.6	21	80	0.5	39	250
Oili IV	SE	19	6.5	19	30	0.4	35	250
Kummeli	SE,Saimaa	28	7.9	24.9	70	0.6	46	250
Sektor	SE	33	7.9	24.9	108	0.6	46	250
Linja	SE	35	9	23	77	0.5	43	278
Letto	SE	43	12.2	30	43	0.7	56	306
Seili	SE	50.5	12.2	30	196	0.7	56	300
Svärtn	ÅG	24	6.6	21	52	0.5	39	250
合計					3256	9.0	746	4461

* 2005年～2006年に油回収船に改修
FG=沿岸警備隊, SE=海運企業(国営), ÅG=オーランド政府(ÅLAND'S GOVERNMENT)

表2 ブラシによる油回収システムを常備したフィンランド政府所有の回収船。掃海面積は、速度1ノット、回収能力は油層厚を1ミリメートルとして計算。

図1 フィンランドの大型油回収船による6時間以内の理論的作業半径。クメリ号 (Kummeli) X サイマー (Saimaa)湖地域) は除く。



フィンランドは、様々な種類の持続性の油 (persistent oil) の回収能力に関する HELCOM の勧告 11/13 (1990) の指針が示す他の最低要件も満たしている。例えば、全長 7200 メートルの外洋型オイルフェンスと 24 基の高性能油回収機を備え、これらを搭載した回収船の貯蔵タンクの容量は合計 3056 m³ になる (2005-2006 年には 3256 m³ に増加予定)。

油以外の有害物質の流出に対するフィンランドの対応力は、主として特殊船のメリカルー号

(MERIKARHU)と TELKKÄ および地方自治体の消防隊が有する化学薬品流出対応能力を基盤としている。液体化学薬品の瀬取り能力と特殊装備コンテナを備えた船舶が緊急に必要とされる。海中技術に関する研究開発が進められてきており、海底に沈んだ化学物質を回収する技術的準備もできている。

フィンランドは、海岸線の長さや形状、海面の氷結、生態系が影響を受けやすい地域、悪天候の可能性等の特殊な要素を配慮しながら対応能力の開発と強化を続けている。最近の研究開発プロジェクトでは、氷に覆われた条件下で油を回収する方法の改良が優先事項のひとつになっている。その結果開発された最初の装置「アイスクリーナー (アイスバウ)」は1991年に実用化された。その後、氷結状態で使用する2つの特殊な油回収装置「油回収バケット」と「油水分離機」が開発され、現在、回収船で使用されている。

これまで、流出事故現場において、種々の吸着材を用いた機械的な回収と処理が実施されてきた。現在は、かさのはる吸着材に代わり、マットなどより扱いやすいものを使用されている。このような吸着材の使用は、油を含む廃棄物を増加させる。外洋では、沈降剤の使用は認められず、通常は、薄油膜を除去する吸収性のオイルフェンスの使用のみが許されている。

適正な緊急対応能力を確保するためには、やるべきことが多くある。フィンランドにおいては、十分な緊急曳航能力を確保できるのは、砕氷船が稼働している冬季のみである。ある石油会社が新たに導入した護送曳船により状況が改善している。適正な消火能力は、未だ整備されていない。瀬取り能力は、設備を有するタンカーによるところが大きい。現政府は、油回収、緊急牽引、消火能力を備えた多目的砕氷船の設置計画を進めている。

多目的砕氷船

フィンランド海事局とフィンランド環境局は共同で、2005年1月、EU官報を通じ、海運業界に対し、今年中に『砕氷能力のある流出油・化学物質回収船作業』の業務契約を募集した。入札書類は、フィンランド海事局で受け付けている。応募締切は2005年3月25日。

発注者であるフィンランド海事局は冬季の砕氷作業を、フィンランド環境局は、年間を通じた油・化学物質回収作業を求めている。

開発方法

有害物質が結果として全く海中に浸入しなかった場合のみ、海洋環境事故の防止に成功したとする一般原則に基づき、全ての開発が行なわれている。有害物質を海から回収した場合は、成功半ばではない。有害物質が自然界に残留したり、海岸から回収された場合、防除作業は概ね失敗とみなされる。

油で汚染された海岸線の防除作業には、今も、膨大な人力と手作業が必要とされる。この問題を解決するため、環境局は自走式水陸両用掘削機を開発し、これに改良を加えて回転ブラシを取り付け、海岸線や到達困難な湿地での回収に使用している（油回収バケット）。また、本来は林業用に作られた遠隔操作車に改良を加え、油濁海岸線の防除作業に用いている。

実際、このノウハウは、以下の様々な事故に利用されている。

- 10年以上前に海中に投棄され、海底の泥に埋まっている廃棄物用バレルの位置を特定し（Dragsfjärd バレル(1993)）、特殊なボックスコアラを用いて中身が漏出しないよう引き上げた（1994）。
- 海底に座礁しているタンカーから油を回収（1993年エストニア沿岸で発生したキーヌ号事故）：ヘリコプターでホースを運び、1,070トンの重油、軽油を陸上に輸送。
- 海底に座礁しているドライカーゴ運搬船の破損した底部タンクから油をポンプで汲み上げる（1992年、オーランド北の外洋で23,000トンの肥料を積んだパミソス号の事故）：320トンの重油を予備加熱し、エアパイプによる真空吸引で除去した。その後、1995年にも、コトカで、同じようなフィンマスター号とオイホンナ号の事故が発生したが、破損した底部タンクから重油を回収してからドック入りさせた。
- 難破船からの重油回収作業にダイバーの協力を得る：1994年から2000年にわたるいくつかの段階に分け、1947年に沈没したパークビクトリア号から合計410m³の油をポンプで汲み上げ、回収した。
- 1996年、遠隔操作による水中ロボットを使い、1994年に沈没した旅客フェリー、エストニア号から油を回収：15個のタンクから、230m³の軽油と重油を除去した。2つのタンクは2枚の壁の背後にあったが、ホットタップ法で壁全部を貫通し、密閉接続を施した。この難破船は水深60メートルより深い場所で座礁していた。
- ヘリコプターを使って甲板に設置した緊急対応ポンプ設備で沈没を防いだ（1990年、ユトで、MSトランスゲルマニア号を沈没から救助：1991年オーランド北のMS APJ カラン号からの油流出を制御）
- 外洋での油の回収（1990年スウェーデン、カールスクローナ沖のMT ヴォルゴネフト号）：フィンランド製「ブラシ式油回収システム」を用い、海中に漏出した廃油のほぼ全部 - 1000トンの80%以上 - を回収した。事故現場に最後に到着した油回収船ハリ号が、その大部分の240トン回収した。
- 沿岸の油を回収（1991年、ハンコで、船フィッシュ・プスク号が転覆したが、後に復元する）：油

回収船 2 隻で海中に漏出した油を回収した。

- 氷結条件下で油を回収（1999 年、コンテナ船 Janra 号が転覆。2000 年、オランダにおいて、外洋用大型オイルフェンスを張り巡らした中で復元し、氷に分散した油を海から回収した。2003 年春、カルボダグルント近くの油濁した氷結域の浄化を行った。いずれの作業もフィンランド環境局が開発した特殊装置「油回収バケット」を用いて実施した。
- 1999 年、ヴァイニッカラでロシア原油のレールタンカーが脱線。「油回収バケット」を取り付けた掘削機で流出油を回収。
- 2000 年、エストニアのムウガ湾、ムウガ港の海中から油を回収。フィンランドの油回収船、オイリ（Oili）1 号が、アランブラ号から漏出した重油を回収。
- 1987 年 3 月以降、全部で 80 件の事故の海難救助作業に関連して油濁防止策が実施されたが、沿岸から大量の油回収を行うケースは皆無であった。（1987 年 3 月 1 日から 2004 年 12 月 29 日）
- アラスカ（1998 年のエクソン・バルディーズ号事故）、ペルシア湾（1991 年の湾岸戦争）、フランス（1999～2000 年のエリカ号事故）、スペイン（2002-2003 年のプレステージ号事故）の油流出対応作業に資機材を支援。
- 危険な難破船の登録（1996 年の登録難破船数は約 500 隻）、登録簿に記載されている難破船のリスク分類（1998 年）、環境リスクのある難破船の調査。
- 油の違法排出と流出場所の地図を作製する最新の遠隔感知装置を装備した 2 機のドルニエ社 Do 228 監視機。この監視機は、日常の監視任務の他に、定期的な国際共同監視作業（いわゆる CEPCO 飛行）や 2003 年のビスケー湾（フランス）のプレステージ号事故の後には油のマッピング調査に参加した。

訓練活動

1992 年末フィンランドで氷に覆われた条件下での油濁対応策に関する国際会議が、そして「氷結および寒冷 / 極寒の条件下における海洋油流出事故への対応」セミナーが 2001 年 11 月に開催された。

1994 年初春、バルト海沿岸諸国を対象とする「氷中の油」の実地除去訓練がオウルで実施された。また、フィンランドは、2003 年 9 月、ヘルシンキ市外のフィンランド湾で年 1 回の HELCOM の「Balex Delta」と呼ばれる油流出対応訓練を実施した。5 カ国から全部で 16 隻の流出油対応船が訓練に参加したが、それとほぼ同数の地方自治体所有の船舶も参加した。

フィンランドは、この HELCOM の Balex Delta 訓練の他に、それぞれ年 1 回行なわれる、フィンランド、エストニア、ロシアの三カ国訓練およびフィンランドとスウェーデンの二カ国装備訓練にも参加している。

3. 技術の利用

3.1 リスク評価

HELCOMのプロジェクト「バルト海地域の油流出リスク評価の更新」は、海上および海岸線のリスクゾーンと影響力評価スコアを用い、バルト海地域内の油流出の確率とその影響を評価する統一的方法の策定をめざして実施された。現行の油流出緊急時対応計画の適切性と将来の海上安全確保の必要性の評価に用いる高リスク地域を定義するための貴重な情報が入手できる。この結果をふまえ、2003年、フィンランド環境局は、MARIS（海上事故対応情報システム）と呼ばれるGIS（地理情報システム）データベースをまとめた。

MARIS は、バルト海やカテガット地域における油輸送やその他船舶交通による油流出リスクと油流出対応の準備態勢のマッピング用ツールとして使用される。マッピングは、特に、下記のデータセット（その多くはHELCOM、バルト海沿岸諸国および北欧諸国が既に集積している）を集計して行う。

1. バルト海のタンカーおよびその他の現在および推定航行量（VTT 2001～2002）。
2. 石油輸送船およびその他の船舶の航行分布に対応する油流出統計的リスクの地理的分布（SSPAが船舶移動に関して以前に実施した調査データとその更新データに基づく）
3. 主な石油輸送ルートにおける流出油漂流分析（バルト海の様々な地点や異なる気象・陸水条件を考慮したOvsienkos教授の分析に基づく）
4. 油流出の影響を特に受けやすい地域（HELCOM, Cowi, Bird Life等、保護地域）。
5. 各国の油流出対応資機材（HELCOM 対応マニュアル、機動防除チーム、油回収船、オイルフェンス）および緊急時対応曳船（スウェーデン、HELCOM SEA 3/2001等）の配置と量
6. バルト海地域の海難事故記録（ラトビア、HELCOM SEA 2/2001, 3.1/6）。
7. これらのデータセットに必要な基準マップ（海岸線、行政区とその境界、流域等）

この資料はデジタル化されているので、様々なデータセットをデジタルマップで検討し、相互に連結できる。MARISは、油流出リスクと流出対応能力の評価、ビジュアル化に用いるHELCOMの正式なツールとして認められ、現在、HELCOMのウェブサイト www.helcom.fi/maris.html から入手できる。

3.2 事故の状況と事故対策の評価

海上では、油流出対応作業の計画作成には、油拡散のフォローアップと予測が必要である。狭い範囲の追跡は船とヘリコプターで行い、広域調査は、特殊な監視飛行機から行うのが最も効果的である。

衛星写真からも、非常に広域の全体像を見ることができる。

油の拡散は、コンピュータを用いた種々の数学モデルで予測できる。例えばインターネット上には、バルト海の海中の石油、化学物質等の拡散状態を予測、表示するプログラム「Seatrack Web」がある。これは、3次元のHIROMB（High Resolution Operational Model for the Baltic）モデルの最新フィールドにアクセスできる。HIROMBを使えば、毎朝、最新の48時間の予測ができる。3海里を1グリッドとして、バルト海全体と北海までの地域が網羅されている。このモデルのメンテナンスは、スウェーデン気象・水文学研究所（SMHI; Svenska Metereologiska och Hydrologiska Institutet）が行っている。グリッドがより小さい国内地域向けモデルもある。

事故船と積載貨物の救難、事故による環境被害を防ぐためには、事故船の損傷と荷物の状態を正確に把握し、事故船の動きや油漏出に与える影響を理解し、適切な措置を選択・実施することがきわめて重要である。状況はすべて異なるが、共通する一定の特徴やニーズがある。

事故船が岩の上に座礁している場合は、転覆、沈没、油の漏出のないように慎重に再浮上させなければならない。事故船が海面に浮かんでいる場合には、船内に水が入るのを防いで船体を安定させ、輸送中の油漏出を防止しなければならない。

事故船の損傷度は、まず、乗船し船内でタンクを叩いて音を聞き、立入り可能なスペースを調査することによって判定することができる。次に、ダイバーが船底の裂け目や凹みを調べることができる。事故船が海底に沈んでいる場合、海中での検査は船底が見えている部分に限定される。事故船が動く場合は（波のうねりの影響、事故船の位置変化）安全面を配慮しなければならないため、潜水調査が制限される。事故船が浮かんでいれば船底を詳しく調査できるが、その場合でも、ポンプ作業を行うとダイバーがそのなかに吸い込まれてしまうリスクがある。

ほとんどの油漏出は事故直後に発生する。事故船の燃料タンクが喫水線の下にあると、タンクの破壊によって船内に油が漏出する。船外への漏出は、船底タンク、垂直タンク（上は喫水線を超えるが下は船底まで到達することはほとんどない）の大きな亀裂、タンカーのカーゴタンクの漏れが原因となって生じる。座礁した場合は、通常は1時間程度で急激に安定化するため、他の条件の影響を受けることはない。タンクがバランスを取り戻せば、事故船の位置が変わった場合、海面が下がったり、極端に上昇したりした場合以外は、船外への大量漏出は起こらない。したがって、事故船を再浮上させ、安全な場所に移動するにあたっては、こうした漏出を防止する作業を行うだけでよい。

石油だけでなく、その他の積載貨物も環境破壊の原因となり、事故船の救難を複雑化することがある。

事故船が安全に浮かんでいる場合は、タンクの損傷に関する系統的で十分に正確な調査ができること

もある。必要な強度の計算について、保険会社と船級協会は、船級協会が承認したダイバーによる適正な方法での船底調査を義務づけている。状況が許せば、船底タンクを暫定的に修繕してから移動する。小さな孔は木のくさびで塞ぐ方法が従来から用いられているが、耐久性のあるカーペットシートや様々な水中硬化材も利用できる。大きな亀裂の修繕には、亀裂の周囲の孔や凹みを溶接で覆わなければならない。これができない場合は、事故船を最小速度で安全な港に曳航する。

沈没した難破船は、油の流出やその他の理由もあるため、緊急措置が必要になることがある。この場合も、座礁船からの油の除去と同様の手法を用いることができる。この他にも、パイプ接続の邪魔になる壁やその他障害物を貫通する装置や方法が必要である（パークビクトリア号 1994～2000年：ホットタップ法の接続によってタンクの中身を抜き取った。エストニア号の場合（1996年）は、いわゆる「二重殻ツール」を用い、深い重油タンク 2 個のタンク上部と船底外板と二重底を貫通して接続した）。

沈んだ難破船からの油の除去作業は、水深 60 メートルまでなら、ダイバーが行うことができる。これより深くなると、特殊な、飽和潜水と呼ばれる技術が必要となる。ダイバーが作業を行える状態になるまで、時には 1 週間も、与圧することがある。大きな高压室、潜水鐘または潜水艇や特殊な支援船が必要になるため、システムは非常に高額になる。その代替策として、油の除去するために遠隔操作技術が利用されることもある。（エストニア号（1996年））

4. 将来の見通し

4.1 防除方法

流出油の防除技術にはまだ多くの弱点がある。暗闇、悪天候、氷、水面で急速に拡散し固定物に強く付着する石油の性質が主な課題であろう。さらに、水中における修復作業、海面が完全に氷結した条件下での油流出、海上で油を輸送するポンプ技術、生物を用いた環境修復技術などに用いる方法の開発といった課題もある。

多くの理由から、海上の油流出事故が海岸の災害を引き起こすことがきわめて多い。したがって、海岸線での防除法の開発の可能性についても調べる必要がある。いろいろな種類や形状の海岸で、漂着する油の大半を、環境を損なわずに効率的に回収できる機械的装置があれば、手作業と費用を大幅に節約できるだろう。

コンピュータと通信技術のめざましい発展により、多くの油流出対応策が生まれた。衛星による位置確認や通信、コンピュータによる航海、無線画像通信、様々なリモートセンシング技術により、リア

ルタイムで機動防除チームの位置、さらには石油の位置を確認し、画面に同時に表示する可能性をもたらした。

流出油を機械的に回収することは、異議なく受け入れられる方法であるが、いつでも実施できるとは限らない。他の防除方法はどれももっと問題が多く、論議を呼ぶものではあるが、機械的回収法では達成できない目標を実現する可能性もある。例えば、自然界においては、生物学的修復が常に最終的な環境回復法である。しかし、この方法あるいは分散、燃焼など意見の対立があるその他の防除法をどの程度まで使用すべきかということは、必然的に、ケースによって異なってくる。われわれは、研究の成果から少しずつ知識を蓄積し、油汚染を克服する最適手段を選択できるようにしなければならない。

4.2 被害を最小限に抑える

事故の予防策が従来のものであれば、海上交通量の急速な増大に伴って、油流出の可能性も同様に高まるであろう。しかしながら、油流出事故の発生頻度を推測することは、実際は非常に難しい。フィンランド湾における油流出事故の発生率を、1995年と1997年にHELCOMがバルト海について行った調査の推定（0.35回の流出/1000回の航行）と同じと仮定すると、2004年以降、フィンランド湾では年間平均14件の油流出事故が発生すると予測される。これらの流出油の大半を占めるのは、様々なタイプの船舶から流出する数十トンにも及ぶ燃料油であろうと考えられる。こうした燃料油流出量の上限は、100～200トンと推測される。積載貨物油の流出発生確率は年に1、2回であろうが、積載貨物油の流出量は、数百トンから数千トンの範囲である。

油流出事故に比べれば、その他の種類の海洋汚染事故はきわめて少ない。フィンランド湾では、ケミカルタンカーからの積載化学品の漏出は6年間で1回発生すると予測される。包装された化学品が船外に放出される事故は年に約2回程度と予測されるが、このような化学品を積載する船舶の重大事故は2年に1回程度でしかないだろう。

上記推定値は、フィンランド湾やフィンランドにおける直近の汚染事故発生件数と比べて非常に高いと思われる。現実には、フィンランドで発生した30～40トンを超える規模の油流出事故は39カ月に1回、13年間で4回にすぎない。HELCOMの調査は、90年代以前の古い統計に基づいて行なわれたものであり、当時バルト海では、流出事故の発生率が後年よりも高かった。

バルト海、特にフィンランドでは、何故流出事故の発生数が少ないのだろうか。北部や西部の沿岸は入り組んだ浅瀬で、また時には気象条件が悪化するため、比較的高いレベルの海上安全確保が要求されている。多島海を通る長い航路には安全対策が講じられ、標識等も設置されている。陸上のレーダー網が沿岸部をカバーし、水先案内サービスの利用が義務づけられている。商船はかなり新しく、近代的な航海機器を備えている。大部分のタンカーは、少なくとも、二重殻構造になっている。座礁などの事故が

頻繁に発生するにもかかわらず、それほど深刻な結果にはなっていない。このような事故の発生がそれほど珍しくないため、当局や民間企業はしばしば実践の機会を得ており、実際の困難に対処できるよう常に鍛えられている。海難救助や汚染への対応は迅速に着手され、事故船の再浮上に際しては、あらゆる漏出を防止するための対策が速やかに行なわれている。

新たに建設が計画されている港では、要求される設計・運営上の条件に厳しいものがある。海上輸送の増加に伴い、海難救助や汚染への対応のための効率的な準備態勢に加え、予防的安全策の必要性が強調されている。大型タンカーに対する航路内の護衛サービスや緊急時の曳航や消火能力の向上も、将来、フィンランド湾の災害や油流出事故を減らす重要な手段である。

さらに詳しい情報については、下記ウェブサイトを参照されたい。

<http://www.environment.fi/oil>