

ヘベイ・スピリット号事故への対応と韓国が学んだこと

Woo-Rack SUH

Korea Marine Environment Management Corporation
(KOEM)

事故の概要

2007年12月7日午前7時15分、韓国北西沿岸部テアン（泰安）のマリポ（万里浦）海岸沖およそ5マイル（8km）にあるデサン（大三）A-1係留地に停泊していたVLCC「ヘベイ・スピリット（Hebei Spirit）号」（146,848 GT）に、慶尚南道のコジェ（巨濟）に向かって航行していたサムスン重工のクレーンバージ「サムスン1号」（11,800 GT）が衝突した。この衝突により、タンカーの左舷側第1、3、5の3つのタンクに巨大な孔が開き、タンカーから約12,547klの原油が海上に流出した。吊り上げ能力3,000トンのこのフローティングクレーンバージは、2隻のタグボートに曳航されていたが、14～16m/sの強風と3～4mの高波を受け、タグボートの曳航ワイヤが切れて制御不能になり、漂流していた。衝突直後、タンカーを安定させて流出量を最小限に食い止めようとする取り組みが行われた。



事故現場

流出した油は忠清南道沿岸の6郡と全羅北道・全羅南道沿岸の7郡を汚染し続け、テアン国立公園、外的影響に脆弱な天然記念物や15の海岸に、当初から特に深刻な被害をもたらした。韓国西部の沿岸はギザギザに入り組んだ海岸線を持ち、韓国で最も複雑な海岸線の一つに数えられている。

初期対応

2007年12月7日午前7時45分、国の対応機関である韓国海洋汚染防除組合（KOEMの旧称）はタンカーの現地代理店と韓国沿岸警備隊から事故発生 of 通報を受け、事故現場に最も近いデサン支部のOSRV（油流出対応船）に対し、現場に急行するよう命じると同時に、すべての船と要員に対し現場に集合するよう直ちに指示を出したが、それは奏功しなかった。デサン支部のOSRVは現場に到着すると防除作業を試みたが、海が荒れ模様であったことと船舶が200 GT未満と比較的小型であったために、その試みは成功しなかった。

船と要員が現場に到着するとともに、KOEMの緊急時対応計画に従って、現地対策本部を設置して緊急時の任務の遂行にとりかかった。資機材が徐々に現場に到着するにつれ、資機材を保管して配布するための備蓄体制も整えられた。事故発生から2日目、大量の流出油がマリポ海岸に達していたため、その日からマリポとチョリポの海岸における油回収機による回収作業が最優先され、船上の乗組員を除く全員が海岸の油除去作業に加わった。

沖合の防除作業

海上の状況と沿岸の特徴

2007年12月7日の海上の状況は、風速14～16m/s、潮流3～4m/sという大荒れの状態であり、まもなく暴風雨警報が発令された。事故発生後3日目からの3日間は、防除作業がスムーズに進んだが、2007年12月13日から15日は再び気象条件が悪化して豪雨になったため、作業を一時的に中断しなければならなかった。

指揮系統

VHF機器を使って戦略と作業計画に関する会議を毎日行い、一貫性のある作業と統一の取れた作業計画を確実にするために、中央指揮系統を整備した。効果的で効率的な油回収のために、9チーム編成の指揮体制を敷いた。各チームの担当は、沖合作業、脆弱な環境の防護、探索、供給、バージ船団、廃棄物処分などである。

通 信

韓国沿岸警備隊が使用したVHFチャンネル17は、出力が1ワットしかなかったため、船団との距離の通信には適さないことが判明し、その代わりに08、09、69のチャンネルを使用した。対策本部と船団の間の状況報告と指示については、携帯電話での通話による連絡が難しかったため、携帯電話のテキストメッセージが役立った。

船舶の動員

事故発生から1週間、デサンを基地港として使い、ガロリン（加露林）湾の入口付近にある脆弱な地域の防護のために、OSRVを動員、集中させた。1週間が過ぎ、流出油が周辺の島々を汚染し始めた。そこで前述の防護チームが、ガロリン湾以外の島々の海岸に達した油に対する防除作業も実施した。

養殖場が密集して非常に脆弱な地域であるチョンス（浅水）湾の北部・南部への油の到達を防ぐために、オイルフェンスを展開した。サンホンセオ島、ハホンセオ島、ヨンド島（煙島）などの島々の周辺に、長さ3m、深さ10cmの大量の油が浮いているのが見つかり、OSRVをさらにそこに集中させる必要があった。船団の一部はエヨンド島（外煙島）を基地港として使い、油の回収を続けた。

流出油の移動と特性の変化

強い潮流と北西風により、タンカーから流出した原油の一部はガロリン湾、チョリポ、マリポ、モハンの海岸に達したが、一部は南へ移動した。時間が経つにつれ、流出油は風化とエマルジョン化により特性を変え、島々の海岸線に漂着し始めた。

沖合防除の方法

12月7日の時点では、流出油は低粘度で大量であったため、潮流により広い水域に拡散した。当初からこの油の回収には、主にフィルターベルト式油回収機を使用した。12月14日時点では、流出油は高粘度に変わり風化でエマルジョン化し、近海に広く拡散した。当初、船に搭載した堰式、ディスク式、ドラム式の回収機を使用した。これらはあまり効果を上げなかったため、最後に油回収機「Transrec 100 Hi-Wax」を投入し、これが奏効した。双胴船に搭載した浮遊物回収機も、海面の状態による影響を受けず、非常に効率良く油を回収した。

やはり潮流により、使用した吸着材の一部が周辺海域に拡散した。これらの吸着材が他の場所で汚染を引き起こさないように回収するのに、船に搭載した廃棄物回収装置が大いに役立った。エマルジョン化したタールボール状の油は、船上から乗組員がネットを付けたポールで回収した。12月15日に、油貯蔵バージ「Bangje1001」をカウイド（賈誼島）海域の南に移動させ、12月16日に、別の油バージ「Bangje 1001」とOSRV「Hwangkyung3」が、ソーワサ島の北東0.5マイル（800m）にある係留場所に到着した。浮遊油は南へ移動中だったため、油バージ「Bangje1001」はサブシド（挿矢島）からヨンドに位置を変え、2隻の油バージは現場近くでの回収油の貯蔵に備えた。それらのバージがOSRV船団による油の回収を支援し補佐したことにより、かなりの時間を節約できた。2007年12月7日から2008年1月3日までの28日間に回収し

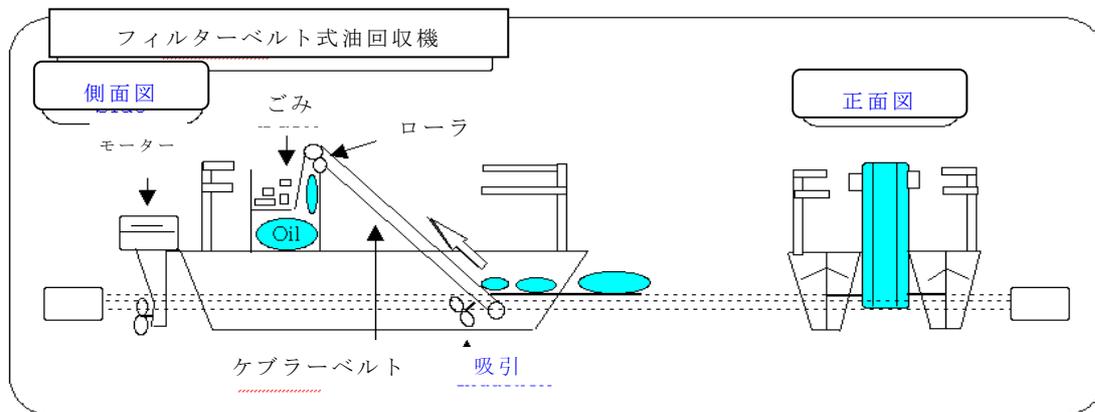
た、油混じりの廃棄物の量は1,780トンで、そのうち1,564klが油、216トンが固形廃棄物であった。

沖合補給任務

OSRVの中1隻を補給船に指定し、それが機材、資材、器具、食料を運搬したため、大部分の船は海上で燃料と飲料水の補給を受けることができ、時間の節約になった。

対策の改善の必要性

油を集めて包囲するためにオイルフェンスを展開し、回収機で油を回収するというのが、通常の防除の手順である。しかし今回の大量の油流出事故では、海上の状況や海岸から遠く離れた海域であるなど、多数の障害に直面した。そうした障害を克服するために、我々の経験では、多種ある油回収機の中でも、フィルターベルト式油回収機が優れていることがわかった。このタイプの油回収機は、前進しながら油を回収することができ、また環境・状況・油の粘度の影響を受けないためである。下図は当公団が現時点で所有するタイプのフィルターベルト式油回収機を示したものである。双胴船は航行速度の圧力を利用するため油の回収効率が良く、それに対し、スウィーピング・アームを取り付けた単胴船では、海上の状況により流出油がアームの下をくぐり抜けてしまい、奏効しなかった。このため、これからのOSRVのタイプは双胴船とすべきであると考えている。



環境的に脆弱な地域の防護

ガロリン（加露林）湾の封鎖

長さ25km、幅2.4kmのガロリン湾は、干満の差が大きい浅い湾で、干潮時には大きな干潟が広がり、春から夏にかけての暖流の時期には、カキと海藻の養殖場が密集することで非常に有名である。さらに、ここには30の小島がある。このような他に類のないこの土地の特徴が、ここを守らねばならないという我々の使命感を鼓舞した。

それは特に、湾内の流出油が取り返しのつかない被害を与える可能性があることを、我々が認識していたためでもある。

2日目の2007年12月8日午前8時、ガロリン湾防護のための戦略会議で、強い潮流で切れる危険性はあるものの、オイルフェンスを展張することを決定した。対策本部はガロリン湾の入口に設置することになっていたが、コンピュータやファクスなどの事務機器を使用するための設備がなく、机を置くスペースさえ見つけることが難しかった。沖合船団チームと陸上チームの2チームを編成した。沖合船団チームが外洋型オイルフェンスを展張して第1の封鎖線を作り、陸上チームが漁船と喫水の浅い作業船で、海陸用オイルフェンスを使い、湾の入口に第2の封鎖線を作った。

2007年12月8日、5隻の船の各々から1人の乗組員が、漁業協同組合で安全訓練を行った後、オイルフェンスの展張を継続した。800mのオイルフェンスをジグザグに設置した。3日目の2007年12月9日、3隻の船がオイルフェンスの操作を行い、また、少量の油が湾の内側で見つかったため、他の2隻は油膜の除去を行った。4日目の2007年12月10日、浮遊する油膜除去のために39隻の作業船を動員した。我々の戦略は、作業船の船尾に吸着式オイルフェンスを取り付けて操作し、油膜を除去するというものであったが、地元村民側に知識と協力が足りなかったことが原因で、実を結ばなかった。

5日目の2007年12月11日、錨が効かないことが判明したため、小型の錨（3～4kg）を重い錨（40～50kg）に交換する作業が始まり、また1,000mのオイルフェンスを展張した。合計3,000mのオイルフェンスを展張し、KOEMは湾の防護に成功した。

6日目の2007年12月12日、展張したオイルフェンスの調整と錨の交換の作業が行われ、展張したオイルフェンスに監視用の照明を取り付けた。2007年12月14日から17日までの4日間は、オイルフェンスの調整と壊れたオイルフェンスの取り外しを継続し、2007年12月18日にはこれ以上の浮遊油が見つからなかったため、油汚染の可能性は低いと判断し、KOEMは展張したオイルフェンス全部を順々に回収し始めた。

チョンス湾の防護

チョンス湾はアンミョン（安眠）島、ホンスン（洪城）郡、ボリョン（保寧）市に囲まれた浅海域である。沿岸線の長さは約120km、湾自体の規模は約161.1km²である。この海域は国定漁業資源保護区に指定され、広さ11,000ヘクタールにおよぶアワビ、貝類、カキ、海藻の養殖場として有名である。韓国で最も多くの海鳥が訪れる場所の一つとしても知られ、毎年300種、およそ40万羽の鳥がここを訪れる。

KOEMは防護チームを編成し、2007年12月13日に派遣した。当初、チームは水路の北部に活動を集中し、漁業協同組合の市場に拠点を設置した。流出油が移動し、ガウエイ島を汚染するにつれ、KOEM職員はまず周辺村民に対し、オイルフェンスによる防護の夜間作業を補助するよう説得に努めた。その結果、第1のオイルフェンス展開作業は無事に完了した。次に、速い潮流に対してオイルフェンスが弱いという点を考慮し、KOEMは500mのオイルダムを5層に据え付けようとした。油がオイルフェンスを通り抜けた場合に備え、オイルフェンスの間にオイルスネアーも設置した。事故から8日目の2007年12月14日、流出油はデルニ港とゴトギ海岸周辺水域に向けて移動し、さらに海に広がり続けた。しかし幸いなことに、チョンス湾は展開した5層のオイルフェンスにより完全に守られ、被害を受けずに済んだ。チョンス湾防護のために最初に派遣された対応チームは任務を終え、2007年12月29日、これ以上汚染が起きないという予測により撤収した。

チョンス湾南部の入口部分は船舶の避難所として使われ、近くにはボリユン発電所、デチョン（大川）海水浴場、漁場などの脆弱な施設があるため、汚染が発生した場合、莫大な経済的な問題が予想された。南部入口の幅は約5kmであったため、防護にオイルフェンスを使うことは不可能であり、航行する船舶の量も比較的多かった。2007年12月17日、穏やかな海を利用し、KOEMは700mのオイルフェンスを使い、浮遊油の南方向への誘導を試みた。12月18日と19日には、さらにそれぞれ800mと300mのオイルフェンスを使い、油を誘導した。我々の立てた戦略は、OSRV「Hwangkyung 1号」を24時間、探索に当たらせ、その間、他の船舶を油の回収に当たらせるというものであった。

テアン発電所取水口の防護

事故から2日目に、テアン発電所の防護という問題が議題に上り、この発電所にはオイルフェンスがあるだけで、それらを使うための船がないという連絡をKOEMが受けた。運良く、KOEMのグンサン（郡山）のOSRV3隻が近くを航行中であったため、命令を受けて直ちに航路を変更して発電所に向かった。

海岸線のアセスメントと作業計画

事故が起った2007年12月7日、KOEMはテアン郡役所から防除作業を要請する書簡を受け取った。KOEMは直ちに2つの調査チームを編成し、午後8時20分、評価のために海岸に急行した。午後11時30分、KOEMは事故現場に最も近いマリポ海岸の調査を開始した。12月8日から、各海岸の汚染状況の報告がテアン郡から届いたが、講じる対策に関してKOEMと郡の間で意見が分かれ、郡はKOEMに対して直ちに調査を実施するよう要求したのに対し、KOEMは沖合の防除作業がまだ完了していないことを

考慮し、汚染が海岸に広がってから調査を進めるべきだと考えていた。テアン郡の要求に応じ、最終的に午前8時30分に調査を開始し、汚染状況を調査する汚染水域の間で調査チームを2つに分けた。防除作業と油の移送に大量の人員を投入した。残念ながら、油を除去した場所は繰り返し油で覆われた。中央対応戦略本部は、韓国沿岸警備隊に海岸防除作業の調整を委ねることを決定し、それによりKOEM調査チームは対策本部へ戻った。

海岸線防除作業の進行中、テアン郡役所はKOEMに対し郡に代わって海岸線防除作業の指揮を執るよう要請し続けたが、この莫大な流出油と取り組むために必要な人員がKOEMには不足しており、人を集めることにすでに苦慮している状態であったため、対応技術を提供することしかできないというのがKOEMの見解であった。しかし当局として、テアン郡役所からの繰り返しの要請に応じ、あらためて6グループから成る調査チームに再編成した。各グループはKOEM職員2名、忠清南道職員1名、郡役所職員1名で編成された。2007年12月18日から19日の2日間にわたる調査の結果、22の汚染箇所が見つかり、最初の対応計画案がまとまった。作業全体を開始する必要があるが、汚染した海岸の防除のために各団体とボランティアによる必死の努力が続いたが、島々の防除に関する戦略がまだ立てられていなかったため、汚染した島々が大問題として残っていた。その後、韓国中央対応戦略本部はKOEMに対し、46の汚染した島々における防除作業の責任を引き受けるよう命じ、KOEMはそれらの島々での作業を開始することになった。以下に、海岸線のアセスメントと緊急時対応計画の一例を挙げる。

島嶼部海岸線アセスメント表（例）

評価担当者	Mr. Kim HS, Jung JW	地名	ミョングム、ヌジェオグム...
海岸線の特性	岩、小石、玉石	汚染範囲	長さ：3.0km 幅：15.20m
海岸線の傾斜	急斜面	車両進入	不可能
カーフェリーの接岸	500GT以上が可能 作業場所はない	汚染状況 廃棄物の貯蔵	岩と小石の間に入り込み、深刻な汚染
防除方法案 防除作業の場所	岩の間：油の回収と機械洗浄 低圧洗浄 玉石の洗浄が可能	搬送可能な資機材と搬送方法	1. 船で港まで 2. 車両で作業現場まで 3. 手作業で資材を運ぶ（30mの距離） 4. 天候が良ければ喫水の浅い船を利用可能

地域別の海岸線アセスメント表（例）

地域	汚染現場の特徴	汚染範囲	方法 (資機材)	必要な作業量
ミヨングム	岩、小石、玉石	1km×20m	最初は拭き取り作業 次に機械洗浄 小石の洗浄	50人×60日
<p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> - 12月14日から毎日、150～160人の村民が作業に加わり、150～200トンの廃棄物が回収された（廃棄物は作業場所の近くに一時貯蔵）。 - 岩の間から油を除去することを最優先とすべきであり、大きな礫には低圧洗浄が必要である。 - 資材と廃棄物の運搬には4WD車を使い、中央に沼地があることを考慮し、接近するための通路を確保すべきである。 - 現在、マンパワーとして133世帯が参加できる。満潮時は本土からの支援を得ることが不可能。 - GT500超のカーフェリーを接岸でき、エプロンにSWL 5トンのクレーンが搭載されているため、廃棄物の運搬は容易。 				

海岸線防除作業

（最初から機械的回収に重点）

マリポ海岸は事故現場の南東に位置し、油汚染の被害を受ける可能性が高かった。対応作業においては、マリポ海岸への資機材の投入を最優先とした。2007年12月8日、急速に移動する油との困難な闘いが始まった。対応資機材が海岸に到着すると、防除作業に合わせて資機材を配備し、特に問題なく作業が進んだ。12月8日午後、黒い油混じりの潮流が海岸に押し寄せ、KOEMは全作業員と資機材の海岸への投入に重点を置いた。海岸線は8kmに及ぶため、特に人員が不足していることを考慮すると、迅速な防除は期待できなかつた。2007年12月9日から、海岸には全国から多数のボランティアが支援に駆けつけたが、特に機材の操作が関係する場合など、こうしたボランティアの管理もKOEMにとって問題になった。そこで2007年12月10日から、夜明けと夜間のみ作業チームを編成し、疲れた要員はいつでも休憩を取れるようにした。KOEMの特殊なバキューム式機材「SMBC-50」が陸揚げされ、作業のペースが上がった。結果は上々であったが、バキューム装置が海岸から回収した油を貯蔵する場所の確保に苦慮した。23台のバキューム車も、海面に浮遊する油の回収に大いに役立った。2007年12月11日、韓国大統領が現場を訪れ、作業員は激励を受けてさらに懸命な作業に努めた。

マリポとチョリポの海岸における油回収機による回収作業は、2007年12月8日から

28日までの21日間続いた。合計37基の油回収機、130基の一時貯蔵タンク、430台のバキューム車、2,980mのオイルフェンスが使用され、回収した油の合計量は1,000kl、固形廃棄物は229トンに上った。要員の半数以上は海上で船に乗り組んでおり、動員できる労働力に留意しつつ機材を展開しなければならなかったことが、KOEMの悩みであった。

島嶼部の防除作業

海岸線の防除作業は主に民間契約会社、村民、陸海軍により行われたが、島嶼部は近づくにくかったため、島々での作業はほとんど不可能であった。KOEMは対応に関する専門の知識と技術を備えた唯一の機関であったため、政府は急遽、KOEMに対して島々の防除作業を進めるように命じた。最初に海図を開いた時は、どのように作業を進めたらよいか確信を持てなかったが、直ちに計画を立て始めた。合計46島（6カ所の海岸を含む）が汚染されていることがわかり、各島に監督者として要員を1人ずつ指名する必要があるがあった。島々と海岸のアセスメントを行い、2007年12月27日に島々の防除プロジェクトを開始した。

掘削機などの重機を島に陸揚げすることは難しかったため、村民により手作業で回収を実施しなければならなかった。一部の島では、油回収機や吸着材による浮遊油回収に、「フラッシング」法が用いられた。ポンプで水を注いだ後の小さい油膜の場合には、親油性の材料で作られたスネアが、油の除去に最も効果的であった。さらに、海に近い岩や小石は波で洗われるため、潮が引くことにより自然の洗浄効果があった。ただし、ここで問題だったのは、村民がこうした方法にあまり協力的でなかったことである。

回収廃棄物の処分

国家規模の災害が発生したため、KOEMは緊急時対応計画に従い、回収した廃棄物を処分する特別チームを編成した。政府対応戦略本部は、液体廃棄物の処分をKOEMに委託し、固形廃棄物については環境部が責任を持ち、廃棄物処分業者を使って処分することになった。KOEMは当該地域6当局に回収廃棄物処分計画を提出し、計画に対する承認を得た。廃棄物運搬用に投入した全車両に対し、2007年12月21日付廃棄物管理法に従い、廃棄物回収／運搬証明書が発給され、車のフロントガラスに掲示された。

また回収廃棄物処分に関し、順番待ちで車が遅れた場合の経費を節減するために、廃棄物の移送と貯蔵のための中間基地の設置も決定した。この決定に従い、環境部、海洋水産部、韓国沿岸警備隊、地方自治体、関連企業の間で行われた長い協議の末、

現場に近いヒュンダイ（現代）社の製油所が中間貯蔵基地に指定された。

海岸の集積物の回収に関しては、2つの選択肢があった。一つは、ボールやバケツで油混じり廃棄物を集め、そこからバキューム車で回収する方法、次は、海岸から直接バキューム車で油混じり廃棄物を回収する方法である。当初は、油がまだ液状であったため、バキューム車に直接集めるのは簡単であったが、時間が経過するにつれて油が固化し、普通のバキューム車では作業を行えなくなり、スーパーバキュームトラックを使う以外に回収方法がなくなった。小石、砂、吸着材などの物質がバキュームパイプを詰まらせたことも、作業の妨げになった。

作業員は廃棄物処分作業のためにデサン港に移動し、OSRV1隻と油バージ2隻が海上防除作業から戻された。時間の経過に伴い油が固化したので、KOEMは廃棄物を迅速に移送するために、船上の加熱装置を利用した。身を切るような寒さと強風により、作業は非常に困難を極めた。

廃棄物処分業者は本土にしかなかったため、KOEMは島々から回収した廃棄物の処分に苦慮し、最終的に、KOEM自体で廃棄物を運搬・処分する以外に選択肢がないと判断した。島々から回収した廃棄物はすべて容易に固化する可能性があったため、KOEMはそれらがまだ固化していないことを確認する必要がある。また、この時点ではバキューム車が役に立たなかったため、廃棄物の運搬にグラブカーを使わねばならなかった。作業を加速し時間を節約するために、KOEMの他の船舶が投入された。

結 論

これまでに韓国史上最悪の事故であった1995年の「シー・プリンス号」油流出事故後、韓国の国家対応指令体制は対応能力16,900トンの韓国沿岸警備隊に集約された。これに加え、国家緊急時対応計画に基づいて、油流出事故に迅速に対応するために、KOEMだけでなく地域の自治体も緊急時対応計画をまとめた。

「シー・プリンス号」油流出事故の教訓は、試行錯誤を通じて常により良いシステムを開発できること、そして、すべての災害にそれぞれ異なった原因、状況、対応法、準備などがあるということであった。

前述のように、「ヘベイ・スピリット号」の防除作業には120万人以上のボランティアが参加し、こうした作業としては韓国史上最大であり、国全体を動かした出来事であった。しかし実際には、韓国沿岸警備隊やKOEMなどの関係当局は、突然、多くのボランティアを管理することになり、そのために特にKOEMの労力の大半を使う必

要が生じ、肝心の対応任務の遂行から逸れ、妨げにもなった。もう一つの問題は、効率対応を目的としてKOEMと地域自治体の間で為された合意が、拘束力がなかったがために、実際にはあまり有効ではなかったことである。また前述のように、自治体の側で対応のための訓練ができていなかったことは大きな問題であった。

今後のために、KOEMは以下の3点に関する検討を提案したい。

まず、ボランティアをより効果的に管理するためのプログラムを開発すべきである。

次に、緊急事態用の対応機材を集中的に利用し、最新の方法を活用しようとするためには、海岸地域でボランティアになる人々が、機材に関して継続的な訓練を受けられるようにすべきである。

最後に、適切な法律の改正または新法の導入により、海岸防除の責任を適切な関係者間で分担すべきである。例えば、小規模な油流出は地元自治体、中規模であれば道、大規模の場合は中央政府が対処することを提案する。