

日本財団 補助
The Nippon Foundation

1997-0477

International Symposium on

Marine Oil Spill Response

16-17 July 1997
Tokyo

海洋における油流出事故対策
に関する国際専門家会議

1997年7月16-17日 東京



PROCEEDINGS
会議録

開催によせて

我が国は、石油の一大輸入・消費国であり、戦後の目覚ましい経済発展も石油を抜きにしては語れません。しかしその反面、常に油汚染発生の危険にさらされてきたことも事実であると申せましょう。

日本財団では環境保全と災害救援に係る取り組みの一環として、従来から海上災害防止センター、シップ・アンド・オーシャン財団、日本海難防止協会等の活動に対する支援を通じ、流出油防除対策や油防除資機材の研究開発を推進してまいりました。9 府県の海岸線 800 キロにわたって油の漂着をみた、先のナホトカ号油流出事故に際しても、被災地における地元住民やボランティアによる漂着油の除去作業等に対し、いち早く積極的な支援を行ったところであります。

ナホトカ号事故は、今日世界の海に約 2,500 隻にのぼる大型タンカーが日々航行しており、悪天候や湾岸戦争に代表される政治的混乱により、油流出事故が発生する可能性が常に伏在している事実に改めて私どもの注意を促す結果となりました。将来同様の油流出事故が発生した場合、我が国のみならず各国の関係者の参考となる情報を整備することは、私ども NGO の重要な使命であり、同時に NGO であればこそよくする使命でもあると確信する次第です。

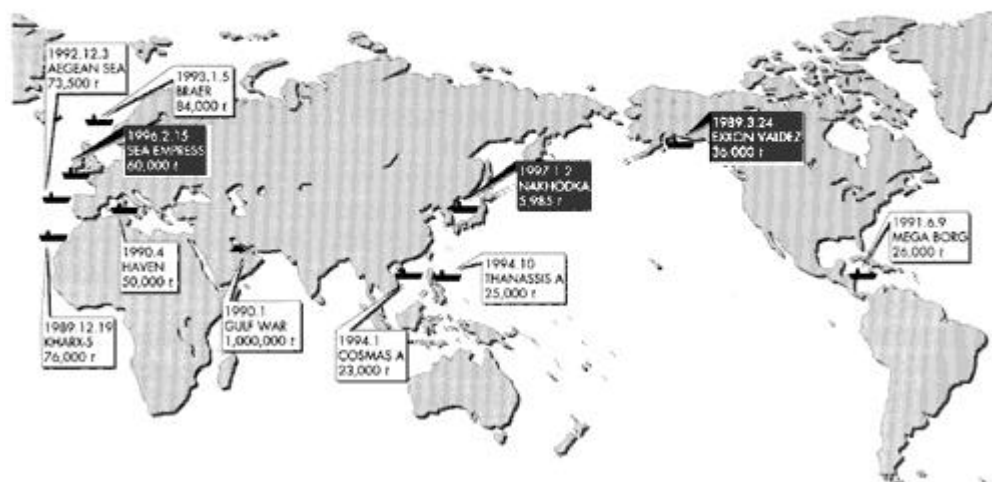
以上の観点から、今般シップ・アンド・オーシャン財団ではナホトカ号事故の記憶も新たな時期に、荒天時に油流出事故が発生した場合の対処方策等につき、大規模油流出事故に直接関与した経験をもつ内外専門家の参加のもと、シンポジウムを開催することとなりました。本シンポジウムが、今後も起こりかねない油流出事故の効果的な対応の実現に資することを期待致します。

日 本 財 団

会長 曾野綾子

Major Oil Spill Incidents

主な油流出事故
(1989～Jan.1997)



ごあいさつ

1997 年の日本はナホトカ号からの油流出の事故で明けたといって良いでしょう。

連日にわたり流れ出た油の行方、日本海の家象や海上保安庁など関係者の奮闘が詳しく報じ続けられました。この事故を契機に我々日本人は改めて油流出の問題を極めて身近に、そして真剣に考えることになりました。

私どものシップ・アンド・オーシャン財団においてはすでに、1991 年以来筑波研究所の専用水槽を用いて、海面における流出油群の挙動に関する詳細な実験的研究が続けられ、ようやくそれがまとめられつつある時期でもありました。

こういった状況を踏まえて、このシンポジウムが企画されました。時期的にも石油連盟などがこの問題についての国際的な会議を企画されていたので、私どもは家象状態の極めて悪いシチュエーションと、尋常な方法では対処できないスケール、すなわち万トン級の油流出にテーマを限定しました。そして、理論や研究施設レベルでの研究などの報告ではなく、実際にこういったケースを経験し、現場で指揮をとった方々が見て、感じて、悟った所をお話しいただき、参加者は当然この種の話聞くにふさわしい立場の方々に限定したクローズドの会議を企画しました。この方針の下、北海の荒い家象中で、日夜オイルリグ周りの油洩れに対処しているノルウェーからと、エクソン・バルディーズ号、シー・エンプレス号の大事故をそれぞれ経験された米国と英国からの方と、日本のナホトカ号事故に対応した方をお招きすることと致しました。お陰様で、シンポジウムでは経験者ならではの極めて密度の高い講演と議論が行われたことは、このプロシーディングに示されるとおりです。私どもの望んだ以上の成果が上がったように思います。現在、政府や関係機関による油汚染の施策も一段と進んでいるようです。その中にこのシンポジウムの成果が反映されることを望んでおります。

最後に、このシンポジウムの意義を良くご理解いただき、援助を賜りました日本財団並びに同財団の曾野綾子会長と、笹川陽平理事長に対して厚くお礼申し上げます。また、このシンポジウムの開催に伴う諸般の煩雑な事務を次々と処理して短時日の開催を実現して下さいました、グレイトブリテン・ササカワ財団の仙石節子所長にも心からお礼申し上げます。

財団法人シップ・アンド・オーシャン財団

会長 今市憲作

ナホトカ号油流出事故

ロシア・タンカー「ナホトカ号(NAKHODKA)」は、中国の上海から重油 19,000kL を満載し、ロシアのペトロパブロフスクへ航行中に 1 月 2 日午前 2 時 51 分頃島根県隠岐島沖北北東 106km 付近で、船体を折損し船尾部は沈没、船首部は漂流しました。折損した船体から約 6,200kL の重油が流出しました。当時の気象・海象は北西の風 20m/s、波浪 6m、うねり 4m 以上と推定されます。

同日午後 13 時、船長を除く 31 人全員が救出(船長は後に遺体で発見)されました。海上に流出した油は、船首部と共に、海流と強い北よりの季節風によって日本海沿岸に接近し、1 月 7 日船首部と共に油が福井県三国町に漂着しました。

その後、拡散漂流した油は北上し、油による汚染範囲は島根県から秋田県に至る 1 府 8 県に及びました。

官民一体による懸命な回収作業の結果、4 月 30 日に福井県が油回収作業の終息を宣言するなど、全域における回収作業もほぼ終了しました。

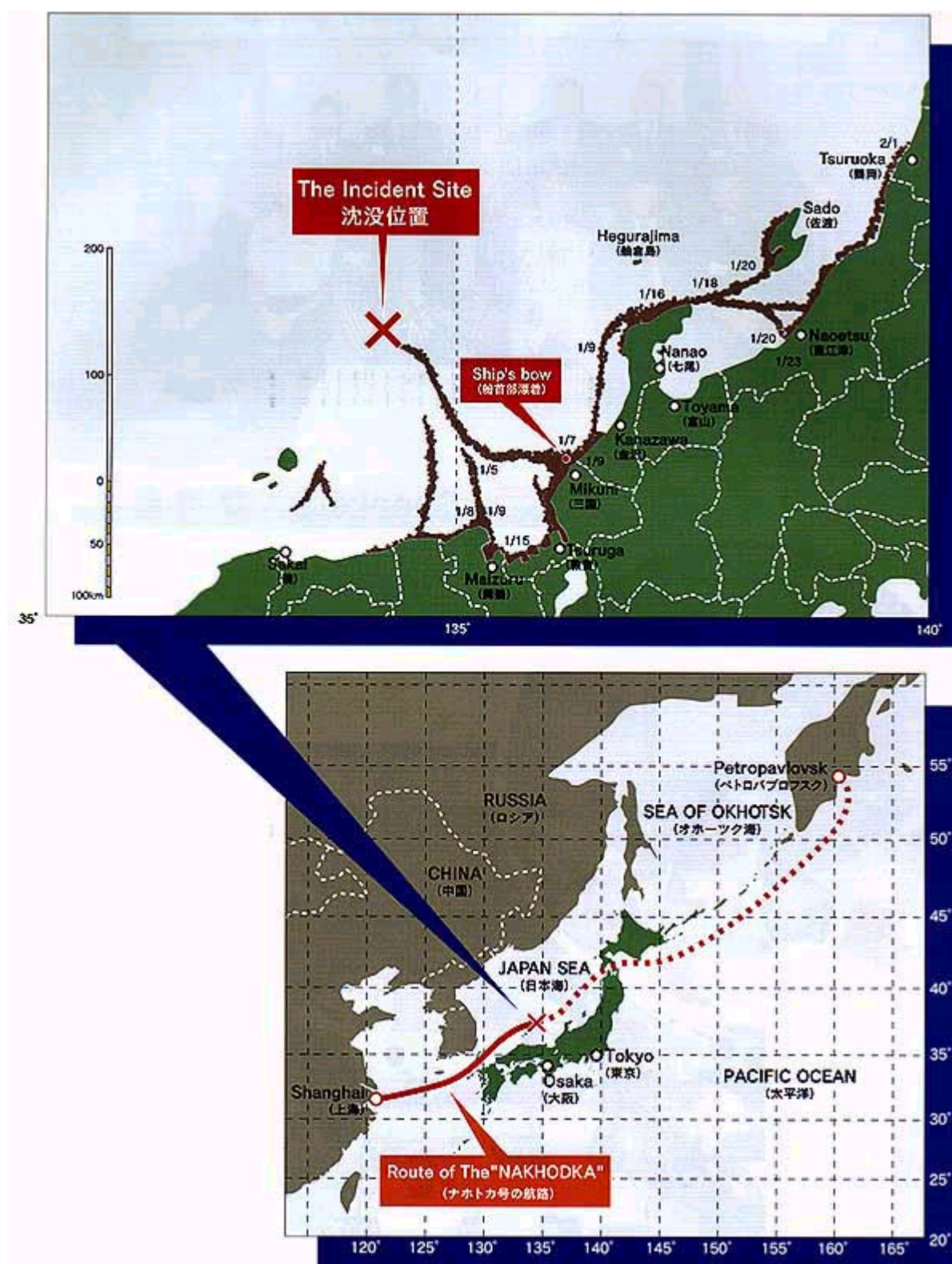
ナホトカ号の要目			
全長	177.2m	喫水	9.5m
全幅	22.4m	総トン数	13,157t
深さ	12.3m	推定	1970年

投入勢力	
船 艇(海上保安庁、自衛隊)	4,700艇
航空機(海上保安庁、自衛隊)	1,600機
人 員(国、自治体、ボランティア等)	772,000人

流出量および回収量	
流出した油	6,200kL
海上での油水回収量	5,665kL
海岸部での回収機器による油水回収量	6,620kL
回収した全油水回収量(油性廃棄物 (手作業等による回収を含む))	57,000kL

※出典：運輸技術審議会第1回総合部会資料

流出油漂流漂着状況





講演者



懇親会





議長



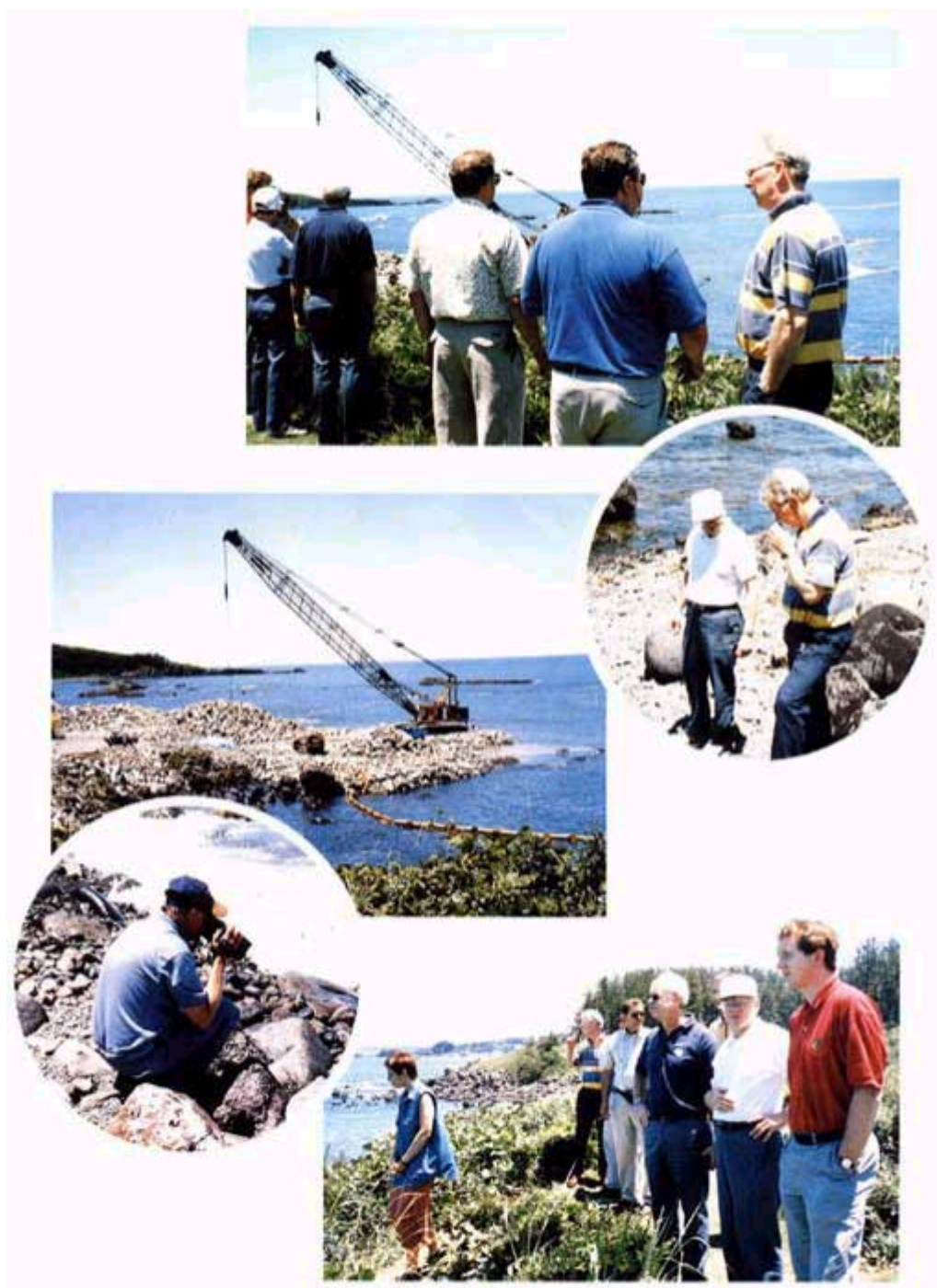
副議長



會議風景



現場視察



PhotobyH.OishiandM.Okawa

Time Schedule / タイムスケジュール

July 16 (Wed) 7月16日(水)			July 17 (Thu) 7月17日(木)		
10:00	Opening Ceremony	開会式	10:00	Session 9 Kenji Nishigaki Petroleum Association of Japan	講演9 西垣 憲司 石油連盟
10:20	Coffee Break	コーヒーブレイク	10:40	Session 10 Donald A. Toenshoff, Jr. Marine Spill Response Corporation, U.S.A.	講演10 D.A. トーンショフ・ジュニア 海洋油流出対策株式会社
10:40	Session 1 Eisuke Kudo The Maritime Safety Agency, Japan	講演1 工藤 栄介 海上保安庁	11:20	Session 11 Jon O. Rødal Norwegian Association of Operating Companies	講演11 J.O. ルーダー ノルウェー海洋 石油業者協会
11:20	Session 2 Yoshio Suzuki Japan Maritime Disaster Prevention Center	講演2 鈴木 洋夫 海上防災防止センター	12:00	Lunch	昼 食
12:00	Session 3 Richard E. Bennis Response Office, United States Coast Guard	講演3 R.E. ベニス 米国沿岸警備隊本部	13:20	Session 12 Tim Lunel National Environmental Technology Centre, U.K.	講演12 T. ルネル 英国国立環境技術センター
12:40	Lunch	昼 食	14:00	Session 13 Alan J. Mearns National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S.A.	講演13 A.J. ミアーンズ 米国海洋大気庁
13:40	Session 4 Richard R. Lessard Exxon Research and Engineering Company, U.S.A.	講演4 R.R. レッサード エクソンエム研究所	14:40	Coffee Break	コーヒーブレイク
14:20	Session 5 Robin Gainsford Marine Pollution Control Unit, The Coastguard Agency, U.K.	講演5 R. ゲインズフォード 英国沿岸警備隊 海洋汚染対策部	15:00	Closing Session Discussion Chairman's Report	総括 総会討論 議長報告
15:00	Session 6 William B. Davies Pembrokeshire County Council, U.K.	講演6 W.B. ディヴィス 英国ペンブローークシャー州 協議会	16:00	Closing Ceremony	閉会式
15:40	Coffee Break	コーヒーブレイク	July 18 ~ 20 (Fri ~ Sun) 7月18日 ~ 20日(金 ~ 日)		
16:00	Session 7 Per W. Schive Ministry of Environment, Norway	講演7 P.W. シーヴェ ノルウェー環境省	Post Symposium Tour		現場視察旅行
16:40	Session 8 Jan Nerland Norwegian Pollution Control Authority	講演8 J. ネールラン ノルウェー環境省 汚染対策庁	Fukui Prefecture Mikuni-cho Site		福井県 三国町現場
17:20	Break	休憩			
18:00	Reception	レセプション			
20:00					

Symposium Information/会議概要

▽ Title	▼ タイトル
International Symposium on Marine Oil Response, Tokyo 1997	海洋における油流出事故対策に関する国際専門家会議
▽ Date	▼ 開催期間
July 16~17, 1997	1997年7月16~17日
▽ Venue	▼ 開催場所
The Sasakawa Hall 3-12-12, Mita, Minato-ku, Tokyo 108-0073, Japan TEL : 81-3-3454-5062	笹川記念会館 〒108-0073 東京都港区三田3-12-12 TEL : 03-3454-5062
▽ Organizer	▼ 主 催 者
Ship & Ocean Foundation	(財)シップ・アンド・オーシャン財団
▽ Sponsor	▼ 協 賛
The Nippon Foundation	日本財団
▽ Co-operators	▼ 後 援
The Ministry of Transport, Japan The Maritime Safety Agency, Japan	運輸省 海上保安庁
▽ Courtesy	▼ パネル提供
8th Regional Maritime Safety-Headqaur the Maritime Safety Agency Headquarters Maizuru District, Japan Maritime Self-Defense Force Kyoto Prefecture Maizuru City Office	海上保安庁 第八管区海上保安本部 海上自衛隊 舞鶴地方総監部 京都府 舞鶴市
▽ Official Languages	▼ 会議用語
English/Japanese	英 語/日本語

Symposium Information/会議概要

▽ Organizing Committee

Kensaku Imaichi (SOF)
Seizo Motora (SOF)
Ikuo Mutoh (former; MOBAX Co.)
Setsuko Sengoku
(The Great Britain Sasakawa Foundation)
Nobuo Kozu (SOF)
Ryo Tasaki (SOF)
Akihiro Ogawa (SOF)
Yoshio Kon (SOF)
Seishi Fukuyama (SOF)

▽ Symposium Secretariat

Ship & Ocean Foundation
15-16, Toranomon 1-chome, Minato-ku,
Tokyo 105-0001, Japan
TEL : 81-3-3502-1887
FAX : 81-3-3502-2033

Hiroshi Tamama
Tsutomu Inuzuka
Mitsuru Okawa
Naoko Goto

▼ 運営委員会

今市 憲作 (財) シップ・アンド・オーシャン財団
元良 誠三 (財) シップ・アンド・オーシャン財団
武藤 郁夫 元(株) モバック
仙石 節子
(財) グレートブリテン・ササカワ財団
神津 信男 (財) シップ・アンド・オーシャン財団
田崎 亮 (財) シップ・アンド・オーシャン財団
小川 陽弘 (財) シップ・アンド・オーシャン財団
今 義男 (財) シップ・アンド・オーシャン財団
福山 征士 (財) シップ・アンド・オーシャン財団

▼ 事務局

(財) シップ・アンド・オーシャン財団
〒105-0001
東京都港区虎ノ門1-15-16 船舶振興ビル
TEL : 03-3502-1887
FAX : 03-3502-2033

玉眞 洋
犬塚 勤
大川 光
後藤 直子

議長紹介

元良誠三

現 職 (財)シップ・アンド・オーシャン財団理事
東京大学名誉教授
学 歴 東京帝国大学第二工学部船舶工学科卒、工学博士
日本造船学会終身名誉会員
アメリカ造船造機学会終身名誉会員
中国造船学会終身名誉会員

職歴及び専門分野

1) 船舶および海洋構造物の復原性と安全性

IMO の区画復原性漁船小委員会及び設計設備小委員会、に 25 年間出席

1992・1993 年、IMO の MEPC(海洋環境保護委員会)参加

2) 海洋石油備蓄システムの安全性評価(上五島 4,500,000kL、白島 6,400,000kL)

3) 超電導電磁推進船の開発

4) 大阪湾浮体空港のフィージビリティスタディおよび試設計

5) タンカーからの大量の原油流出による影響評価

6) 1994 年 OPRC 東京会議(原油流出に対する準備対策、協力会議)と中国大連で開催された 1995 年会議にて基調講演

7) 中間デッキ・タンカーからの原油流出に関する評価

副議長紹介

武藤郁夫

学歴 1945 東京帝国大学第二工学部船舶工学科卒、日本造船学会・関西造船協会
会員

1975-78 日本造船研究協会海洋油濁防止装置に関する委員会委員(RR-10)

1983 運輸技術審議会専門委員(運輸省)

1970、89 海洋開発審議会専門委員(科学技術庁)

1985 氷海における油濁防除技術委員会

職歴及び専門分野

1949 三井造船(株)入社玉野造船所で設計技師として勤める

1969 造船設計部長

1970 三井海洋開発(株)取締役、技術部長、研究開発部長

1983 三井海洋開発(株)代表取締役専務取締役(株)

モバックス社長

1988-97 (株)モバックス取締役

研究開発：

1973 傾斜方式油回収船「MIPOS」の発明・開発

1974 潮流に強いオイルフェンス「MOBAX」の発明・開発、オイルフェンスの揚収洗浄装置の開発

大学講師(海洋工学と特殊船)：

1976-91 長崎総合科学大学 / 1978-80 大阪大学 / 1979-82 東京大学大学院 / 1985-87
横浜国立大学 / 1986-89 日本文理大学

目 次

開催によせて

ごあいさつ

ナホトカ号油流出事故

グラビア

タイムスケジュール

会議概要

議長紹介

副議長紹介

会議録

講演 1 工藤栄介

ナホトカ号事故の概要と教訓

講演 2 鈴木淑夫

ナホトカ号重油流出事故における油回収処理と使用資機材

講演 3 R.E.ベニス

米国の重大油汚染事故対応における公・民の協力、資機材計画及び準備態勢

講演 4 R.R.レッサード

エクソン・バルディーズ号油流出：今日への適用

講演 5 R.ケインズフォード

英国における海洋汚染管理

講演 6 W.B.デイヴィス

海上における浄化作業の経験－海上の油流出事故への対応における地域関係当局の役割

講演 7 P.W.シーヴェ

緊急防災計画の政策と油流出事故対応における法的権限

講演 8 J.ネールラン

ノルウェーで発生した油流出事故

講演 9 西垣憲司

石油連盟の大規模石油災害対応体制整備事業―貸し出し事例に沿って―

講演 10 D.A.トーンショフ・ジュニア

MSRC(海洋油流出事故対策株式会社)：顧客需要に対応し変化する企業

講演 11 J.O.ルーダー

ノルウェーにおける海上油流出緊急防災

講演 12 T.ルネル

ジー・エンプレス号事故により発生した汚染への対応と海岸線復旧経過

講演 13 A.J.ミアーンズ

海岸線流出油浄化の効果と影響：エクソン・バルディーズ号の教訓と生物修復

総合討論

議長報告

付 録

海洋における油流出事故対策に関する国際専門家会議

1997 年 7 月 16-17 日 東京

会議録

Session 1



ナホトカ号事故の概要と教訓

工藤栄介

現職 海上保安庁装備技術部部長(前第八管区海上保安本部 本部長)

学歴 1970 大阪大学大学院工学研究科卒業、造船学専攻(修士過程)

ナホトカ号事故の際は、所轄官庁の長として事故発生から、陣頭指揮をとり、様々な問題の対処にあたった

はじめに

トリー・キャニオン号、エクソン・バルディーズ号など多くのタンカー事故の教訓の上に、海洋汚染防止のための国際間の取決めや協力が図られてきた。

原油のほぼ全量を海外に依存する我が国は、タンカーの主要造船国でもあり、かつ、なお多くの美しい海岸線を残す島国であることから、船舶による海洋汚染に対しては、とりわけ多くの関心と深い注意を払ってきたところである。

しかるに、本年初頭に発生したナホトカ号海難は、本州日本海側のほぼ全県に及ぶ曾てない広域的な沿岸汚染災害をもたらした。

今般の事故が、我々にどのような課題を提起しているのか、現場で防除対応を指揮した立場から、事故概要の報告の後に考えてみたい。

1. 海難・油汚染と対応の概要

(1) ナホトカ号の概要

ナホトカ号の要目を〔図 1〕に示す。

(2) 海難と油防除の経過

全体の経過を概括して示すと〔図 2〕のようになる。以下にその詳細を順を追って述べる。

① 海難の発生と初動対応

海難の概要は〔図 3〕に示すとおりであり、上海からペトロパブロフスクに向けての航海の途上の事故であった。〔図 4〕

1 月 2 日

- ・ 0251 ナホトカ号(N 号)からの遭難信号受信。直ちに付近行動中の巡視船 2 隻に救助を指示。順次巡視船 4 隻、航空機 2 機を追加投入。
- ・ 0820 船尾部沈没。
- ・ 1000 頃 漂流中の船首部を確認。
- ・ 1300 頃 船長を除く乗組員 31 名を全員救助

〈気象・海象:NW20m/s、波浪 6m、うねり 4m 以上〉

3 日

- ・ 地方自治体に情報提供を開始。
- ・ 推定流出量の把握〔図 5〕

4 日

- ・ 「八管区 N 号海難・ 流出油災害対策本部」設置。

5 日

- ・ 船首部曳航を試みるが荒天により中止。
- ・ 巡視船による油処理剤の散布を開始。

- ・ 海上災害防止センターが船主から油防除業務を受託。

〈気象・海象: NW8m/s、波浪 1m、うねり 3m〉

6 日

- ・ 船首部曳航を試みるが荒天により奏効せず。
- ・ 海上自衛隊に災害派遣要請。
- ・ 関係省庁連絡会議(於東京、18 省庁)

〈気象・海象: WNW30m/s、波浪 6m、うねり 4m 以上〉

7 日

- ・ 船首部の沿岸への漂着防止のため、巡視船 2 隻により索を展張するが、荒天により切断。
- ・ 1430 船首部が福井県三国町に漂着。同町に油漂着。

〈気象・海象: NW15m/s、波浪 6m、うねり 6m 以上〉

8 日

- ・ 隣接の石川県に浮流油漂着。
- ・ ボランティアによる油回収作業開始。

9 日

- ・ 大型油回収船清龍丸(運輸省第 5 港湾建設局所属)が浮流油回収作業を開始。

10 日

- ・ 関係省庁による「N 号海難・流出油災害対策本部」設置。

② 浮流油・漂着油の防除

流出油の沿岸地域への漂着を最小限にするため、船艇・航空機による浮流状態の調査、自治体等への情報提供をはじめ、次の対策を行った。

(a) 沖合い浮流油の防除対策

- ・ ヘリコプター、船艇による油処理剤散布
- ・ 油回収船及び回収装置搭載船艇による回収。
- ・ 巡視船艇、自衛艦、漁船等による柄杓、ネット等を使用した回収。〔図 6〕

(b) 沿岸浮流油の防除対策

- ・ 原子力発電所等重要施設へのオイルフェンス展張。
- ・ 回収装置搭載船艇による回収。
- ・ バキュームカー、ポンプ車等による陸岸からの回収。
- ・ 柄杓、バケツ等を使用した人力による回収。

(c) 浮流油漂流予測の公表(我が国初)

浮流油は事故発生約 1 ヶ月後の 2 月 10 日頃には、ほぼ洋上から姿を消した。

一方、油の漂着は船首部が福井県三国町に到達した 1 月 7 日より始まり、日時の経過と共に日本海側の 9 府県に及んだ。各地方自治体は海浜への油漂着に前後して、それぞれ対策本部を設置した。漂着油の回収は自治体が中心となり、国の関係機関やボランティアの協力のもとに、主として手作業により進められた。

③ 船首部残存油の抜き取り

漂着した船首部からの流出油等で、三国町沿岸一帯は黒い海と化した。荒天によって船体の破壊が進めば、沿岸部の被害は更に拡大するおそれがあることから、残存油の抜き取りが緊急の課題となり、一刻も早い処置に向け関係者あがての対策の検討が始まった。

その結果、1 月 14 日には、クレーン台船とバージによる接舷回収(瀬取り)を主な方法とするものの、冬期日本海では荒天のため、長期にわたって本方法による回収作業が拒まれる恐れもあることから、船首部付近までアクセス道路を応急的に築造し、その道路上から陸上クレーンを使用して回収する方法を併せて採用することが決定された。

回収作業が実施に移され、瀬取りはある程度進んだものの、やはり荒天による中断を余儀なくされ、最終的にはアクセス道路完成を待って 2 月 25 日ようやく回収を終えた。

なお、海象が安定的に静穏となった 4 月 20 日に船骸は洋上に吊り上げられ、その後瀬戸内海に移送され、事故原因調査を経て解体された。

④ 原子力発電所の防除対応

若狭湾は我が国の原子力発電所の約 3 分の 1(出力比)が集中立地している地域であり、これら施設への油流入阻止が危急の課題とされた。このため、

(a) 浮流油が若狭湾に流入しはじめる 1 月 8 日頃より、各発電所に対し防除措置の強化を指示した。

(b) 取水口周辺のオイルフェンスを高規格化、多重化すると共に、地元漁船等による回収作業を開始し、また、浮流油の夜間監視、チャーター機によるきめの細かい浮流状況確認、オイルフェンス内に侵入した油魂の陸上からの回収などを精力的に実施した。その結果、幸い、いずれの発電所においてもその出力を低下させることなく、公共性を維持できた。〔図 7〕

⑤ 洋上回収への投入勢力と回収量

洋上の回収作業が一段落した 3 月初め頃に、次のように仮集計されている。

船艇(海上保安庁・自衛隊等)延べ約 4,700 隻

洋上回収された油水量(国関係)約 5,700kL

(3) 沈没船体と湧出油監視

① 海難発生から 10 日後の 1 月 12 日に初めて沈没地点付近で浮流油を確認した。このため、同海域の監視を強化するとともに、油処理剤、航走攪拌による対応を開始した。

② 海上からの位置探査に引き続き、1 月末から 2 月下旬に亘って海洋科学技術センターの無人ロボットにより、水深約 2,500m の沈没船体の状況が詳細に潜水探査された。

また、2 月中旬にはシップ・アンド・オーシャン財団の協力により H.Rye 博士(ノルウェー)による湧出点調査が実施された。

③ 巡視船・航空機による湧出状況の観察や上記②の調査の結果から、3 月末、運輸省の委員会は沈没船体と残存油の湧出に関して次のように評価を行った。

(a) 残存油量は 3,700 ～ 9,900kL

(b) 湧出油量は 1 日あたり 3 ～ 14kL。沿岸への漂着は考えにくい。

(c) 湧出は当分続くが、船体の破損が急進して大量漏出するとは考えにくい。

④ 事故発生後 5 ヶ月の 6 月初めにおいてもなお、湧出油は日によって異なるが、直径約 100m の範囲に約 5m の蓮の葉状になって湧出した後、いくつかの筋状となり、全体的には幅 100 ～ 200m、長さ数 km の帯の範囲を浮流しており、帯の末端あたりでは風浪により自然消滅している。〔図 8〕

2. 日本海と海洋汚染

(1) まず、我が国の周辺全海域における、船舶からの油による海洋汚染発生件数の推移は、〔図 9〕に示すように近年は大幅に低減している。これは関係者が安全航行規制をよく遵守していること、荷役管理が厳格に行われていること、海洋汚染についての対策が徹底しているためであると考えられている。

〔図 10〕は海洋汚染の発生を海域ごとにみたものであるが、日本海側の沿岸では船舶が輻輳する太平洋側に比べ発生頻度は低い。

(2) 次に、日本海難防止協会の試算によると、日本海全域では実に年間 1 万隻近くのタンカーが航行しており、このうち、我が国に入港しないものが約半数を占めている。その航路は〔図 11〕及び〔図 12〕のように縦横にわたっている。これらの航路について注目すべきは、一つには、極東口シアへの中国や韓国からの安い重油を輸送する航路があり、運航費の安い老朽タンカーが使用されていることがあげられる。〔図 13〕二つ目は、石油消費が年々増加する韓国への輸入航路であり、最近では同国周辺での様々なタンカー事故が報告されている。さらには、サハリン等の石油開発などに伴い、今後ますます日本海におけるタンカーの往来は複雑かつ多量となることが考えられる。

(3) 日本海の家象をみると、今回のナホトカ号の家難時がそうであったように〔図 14〕、冬期には異常に高い波が出現する。また、海流と北西の強い季節風がすべて日本列島に向かっている。

(4) 以上のことから考察するに、今のところ日本海沿岸における海洋汚染の発生頻度は比較的低いものの、厳しい気象条件下での高船令タンカーの航行が次第に増加することを考えると、今後、日本海沖合での重大海難の発生と、それによる甚大な海洋汚染の蓋然性は、今以上に高まるものと考えざるを得ない。

3. 防除体制

(1) 我が国では「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」が制定されており、海洋環境等についての総合的な施策が講じられている。

(2) 同法律においては、油防除体制の整備を図るため、

- ・ 海上保安庁及び海上災害防止センターによる防除資機材の配備
- ・ 地域ごとの官民連携による防除機関としての協議会の設置
- ・ 油防除の原則として原因者が執るべき措置
- ・ 緊急性が高い場合の海上保安庁による防除措置の実施と、海上災害防止センターへの防除指示
- ・ 地方自治体固有の任務としての、海浜に漂着した油の防除措置

などを規定している。

(3) 防除資機材の配備については〔図 15〕、〔図 16〕に見られるように、前述の汚染発生の地域分布の状況を反映して、太平洋側の湾域、内海への比重が高いものとなっている。

4. 教訓

洋上における流出油回収・防除活動を指揮する過程で遭遇した困難、換言すれば、将来にはこうあって欲しいと願望した、幾つかの事項を次に掲げる。

(1) 海難船舶とその積荷に関する正確で即時の情報

外洋荒天時における油性の経時変化を考えると、出来るかぎり早期のうちに可能な対応策を決定することが必要で、そのためには関連情報の入手が不可欠である。

今回は救助された船員から沈没時の積載状況を聴取でき、また、船主側からも比較的早い段階で図面等を入手できたが、予想される沿岸被害国の油防除体制の早期確立に役立つ情報が旗国、船主、運航者の義務として提供される国際的制度が望まれる。

(2) 漂流追跡・予測手法の確立

船体折損時の流出油は広範囲に拡散漂流し始めることになるが、その全体状況を事故直後から常時監視し続けることは実際上不可能であった。

今後は人工衛星利用等による浮流油情報の入手、より精度の高い漂流予測手法の確立と、被害国に対する非営利ベースの油漂流監視・予測の援助スキームが望まれる。

(3) 外洋で利用できる資機材の開発

〔図 17〕はシップ・アンド・オーシャン財団によって調査された世界における回収装置の

開発状況であるが、世界には有義波高 2m 以上で利用できる回収船・回収装置は未だ開発実用化されていない。

海難後数日内に広範囲に分散漂流した今回の事例が教えるように、搭載型油回収装置の仕様を世界共通に何種類か標準ユニット化し、巡視船のみならず、艦艇、大型漁船、オーシャンタグなどで連携して使用することによって、防除するシステムの開発が望まれる。

(4) 沿岸海域環境防災情報の整備

広範囲に及ぶ洋上の浮流油に対し、限られた数の回収船等をどの海域に活動させるかは、沿岸の自然的、社会的状況によって大きく左右される。このため今後は油処理剤使用の可否を含めた自治体、漁業者との環境保全マップの作成が急がれる。

また、国外及びボランティアベースを含めた災害時支援情報の一元化が望まれるところである。この意味で現在進められている NOWPAP(北西太平洋地域海行動計画)に期待するところは大きい。〔図 18〕

討論

ミアーンズ : 鳥、哺乳類、魚等の海洋生物に対する損傷、被害はどのくらいだったのでしょうか。

工藤 : 2月中旬、即ち1ヵ月半の間に我々が保護した鳥は1,269羽で、どのくらい死んだ鳥がいるか、全体は把握しておりません。

シーヴェ : 先程将来は衛星を使った漂流油についての情報収集システムがほしいとおっしゃいましたが、ナホトカ号の場合はどうやって漂流油が観察されたのでしょうか。

工藤 : もちろんある短い期間、人工衛星でも観察をしましたが、殆どは我々が保有しているヘリコプター、あるいは海上自衛隊のP3C等によって上空から昼間に観察したものを前日夕方までにまとめて、どの辺に漂流分布するかの予測を立てました。

カナダのレーダーサット等により映像が撮られているのは知っておりました。ただ、漂流分布が非常に広範囲なので予算の問題もあり、人工衛星を常時は使用しませんでした。

レッサード : スライドを拝見して、特に波浪が高いときには分散処理剤を船からはなかなか散布しにくいということが見て取れましたが、飛行機を使って散布をするといったような態勢の強化は考えていらっしゃいますか。

工藤 : ヘリコプターにより、沿岸のあまり近くないところで数日間、分散処理剤を散布しましたが、今回の油の性質を見ると、あまりこれが効果がないだろうということが分かりましたし、やはりヘリコプターで散布するのは限度があるので、途中から殆どヘリコプターによる分散処理剤の散布は行っておりません。湧出地点で大量の流出が確認されたときに、若干の分散処理剤を撒きました。

元良 : 日本でも分散処理剤の事前承認を取るような制度を設けるべきだということは、我々も真剣に考えなくてははいませんが、ナホトカ号事件のときに、わりに早い段階で分散処理剤を使用しましたが、どの様にしてそれが使えるようになったのでしょうか。

工藤 : 今回は外洋で船体が折損したので、油が漂着するまでにだいぶ時間がありました。具体的には5日以上時間があつたのです。この期間、事故後2日目になりますが、1月3日に各自治体の担当の課を通じて、それぞれの漁業協同組合に了解を得て、分散処理剤の散布ができるという承諾を得ておりました。実質、今回のナホトカ号については非常に早い段階で自治体の了解が得られました。

元良 : 東京湾のダイヤモンド・グレース号の際に、非常に早い段階で分散処理剤が使われて、そのせいもあって殆ど海岸に油汚染が起きませんでした。これもどうして散布できたのでしょうか。

工藤 : 私は東京湾の事故については責任を持って回答できませんが、情報によると、最近の漁業関係者の方は油の性状を一般的によく承知していて、原油に関しては初期にかなり分散処理剤が有効だということを理解していらっしゃいます。了解を得て、最初の3日ぐらいで殆ど遅れなく処理をすることができました。ただ、3日、4日たってからの使用については、やはりあまり散布しないでほしいという要望があつたそうです。

元良：今のような話を伺うと、日本でも事前承認を取るという可能性があるのでしょうか。

工藤：東京湾の場合と、第八管区では相違がありますし、それぞれの県によっていろいろな意見が出てくると思います。今のところ簡単に取れるというような見通しはまだ立っておりません。



ナホトカ号重油流出事故における油回収処理と使用資機材

鈴木淑夫

現職 海上災害防止センター 防災部長

学歴 1959 海上保安大学校卒業 機関専攻

日本航海学会会員 海技免状 3級海技士(機関)

ナホトカ号事故の際は、流出油の防除現場にて、防除の実務にあたった

1. ナホトカ号事故における初期対応

1997 年 1 月 2 日午前 2 時 50 分頃日本海で発生したタンカー“ナホトカ”(13,175 総 t)の船体折損による大規模油流出事故は、翌 1 月 3 日折損した船首部分及び海上に大量の油の漂流が海上保安庁の航空機、巡視船により確認された。

船舶所有者からの要請を受けたサルベージ船は、1 月 4 日 2130 現場海域に到着し、巡視船の支援を受けながら漂流中の船首部分の曳航を試みたが、船底を上にして海面上僅かに露出した状態で漂流しており、また海上荒天のため曳索をとることができなかった。

船首部分とともに漂流する油は、1 月 5 日午前中には三国沖約 40mil の沖合にあって、北寄りの風によって圧流され、沿岸に接近する可能性が生じてきた。

巡視船等は、船首部分の曳航作業に併行して漂流油塊の防除作業を実施し、初期においては、回収ネットによる回収、油処理剤の散布、また 1 月 5 日にはヘリコプターによる油処理剤空中散布をテストした。

2. 油の漂流・漂着状況

ナホトカ号に搭載されていた C 重油約 19,000kL のうち、船体折損により切断部分に搭載されていた約 3,700kL が瞬間に流出したと推定された。(その後の調査により、流出量は、6,240kL と推定された。)

海上に流出した油は、波浪によって一部は分断されたが、多くは厚い油層となって船首部とともに海流と強い北寄りの季節風に圧流され本州沿岸に接近してきた。

その後も日本海の荒天は続き、1 月 7 日午前 11 時頃漂流していた船首部分が福井県三国町安島岬の沖合に漂着し、船首部分からの新たな油の流出が確認され、これらの油が近くの海岸に漂着した。

1 月 8 日になってすでに流出し、拡散漂流した油も次々に福井県・石川県の海岸に漂着した。また、能登半島に沿って北上した漂流油は、1 月 20 日能登半島の北側を越え新潟県佐渡島にも漂着、その後新潟県の本州側にも漂着した。その結果油による汚染範囲は、島根県から秋田県に至る 1 府 8 県に及んだ。

3. 油回収処理

油の回収作業は、海上漂流油の回収、海岸線付近の漂流油の回収及び岩場や砂浜に打ち上げられた漂着油の回収に大別される。

(1) 海上漂流油の回収

流出油は、島根県から秋田県の広い範囲に漂着したが、一方では漂流油は若狭湾沖合から福井県、石川県沖合を沿岸に沿って北上し、1 月 20 日には能登半島北端から富山県、新潟県沖合に達し、海上の油の拡散範囲も広範囲になった。

1月2日の事故発生から1週間以上を経過し、その間波浪により攪拌された流出油は、水分を多量に取り込んだムース化油となった。上海で搭載した油の性状は、動粘度が、50℃ 137,46cSt(10℃換算約 6,000cSt)流動点-17℃等であったが、1月5日採取した漂流油の粘度は、約 1,232,000cSt(12℃)に達していた。

イ. ガット船

このように高粘度となった油の回収には、回収装置による回収よりガット船やグラブ船による掴み取り回収が効果的と判断されたので、これらの船舶を手配し、海上での漂流油の回収作業を実施した。

冬期日本海は荒天が続き、海上における作業は困難なため、日本海側の作業船は、冬の期間は殆ど太平洋側に移動しており、日本海側で回収作業に当てる作業船は、配船されていなかったため、グラブ船等は、瀬戸内海から5隻を用船し、回収作業に当てた。

回収作業は、ガイドフェンスを1船が曳航し、集められた油をガット船が回収する2船によるスィーピング方式を計画したが、荒天のため連携がとれないためガット船の単船回収とした。回収油水量は約 1,000kL、そのうち油量は約 850kLと推定される。

ロ. 回収船・回収装置

油回収船は、福井港に福井石油備蓄(株)の「あすわ」が在籍しており、同船は、荒天が一時収まった1月9日から海上での油回収作業に従事した。

これより先1月4日海上保安庁から運輸省港湾局(名古屋)の浚渫兼油回収船「清龍丸」の出動を要請し、1月9日現場海域に到着、回収作業に着手した。

その他油回収船は、むつ小川原石油備蓄(株)「第3たかほこ丸」、白島石油備蓄(株)「はくりゅう」の出動を得て回収作業に従事した。

また、シンガポールのEARLからRO-SKIMシステム、ロシアからオイルフェンス、オイルトロール、DESMI250、フォックステイル等の回収システムを搭載した油回収船の協力があった。

油回収船、油回収装置の回収は、油が高粘度のため効率が悪く、油回収船の回収油水量は約 1,100kL、油量は約 100kLと推定され、また油回収装置は、RO-SKIMシステムは回収できず、ロシア派遣船の装置では、油水量約 430kL、油分量約 200kLの回収であった。

ハ. その他

小型漁船の回収作業には、2隻を1チームとして回収ネットを曳航して実施し、その他ヒシャク等が使用された。

これらの船舶等により、若狭湾、福井県三国町沖合から石川県の加賀、金沢、能登半島沖合さらに富山県、新潟県の沖合にかけて広い範囲に拡散漂流する油の回収作業を実施した。特に、若狭湾の敦賀周辺及び石川県志賀町に所在する原子力発電所の冷却水取水口への油の接近するのを防止する対応がとられた。

(2) 海岸付近の漂流油の回収

1月7日船首部が座礁した三国町雄島周辺の沿岸は、船首部から流出する油と漂流していた油が海岸線に漂着・浮流し、岸線付近の油は雄島橋をくぐり抜け、東尋坊の方向へ南下を続けたため、雄島橋に沿ってオイルフェンスを展開し油の拡散を防止するとともに回収器等により回収作業を実施した。

イ. 回収器

石油連盟が所有する2種の堰式(ウェヤタイプ)、回転円盤式(ディスクタイプ)及びビーチクリーナーが使用された。回収器は、海岸線の水深が浅く波が寄せること、油が高粘度の塊になっている等のため、汀線からドラム缶・ファスタंकへ送油するポンプとして使用した。

ロ. バキューム・カー、ポンプ車等

バキューム・カーは、海岸線から直接油を吸い取る、又は間接的にドラム缶等から吸い取る場合に活用された。

コンクリートポンプ車は、バキューム・カーに比べ吸引力は弱いだが、吸入配管が長い特徴があり荒天時にも遠隔操作が可能であるため、安全に回収作業が実施できた。

(3) 海岸漂着油の回収

海岸に漂着した油は、主として多数の人の作業によって回収が行われたが、砂浜に漂着した油は、ブルドーザー、バックホウ等の重機により漂着油を集積する方法がとられた。集められた砂混じりの油はその後油と砂を篩い分けした。

また固化した油は、一旦放水により砂混じりの油を水面に流し、水面から油を回収する方法がとられた。

以上のように、海上、海岸全般にわたり、漂流・漂着した油の回収作業が実施され、船舶による海上作業は2月20日に一応終結し、海岸漂着油の回収作業は、ほぼ4月末に終了したが、引き続き海岸清掃及び海上からまた陸上から隔離され接近できない場所あるいはテトラポット内に侵入した油の除去作業が継続的に6月まで実施された。

4. 使用資機材

漂流・漂着油の回収作業に使用した各種資機材は、次の通りである。

イ. 海上作業

回収主体	所属	延べ日数	
清龍丸	港湾局	32	浚渫兼油回収船 渦流式、傾斜板式の2種類の回収装置を備える
あすわ等 3隻	国家石油 備蓄会社	39	石油備蓄基地油回収船 あすわ、第3たかほ丸は、傾斜板式。 はくりゅうは、サクションフロート式 高粘度油のため回収ビットからの移送ポンプをスクリュウポンプに交換
寿号等 5隻	民間会社	21	ブッシャバージ及びクラブ船のグラブバケットによる 掴み取り
ラドン号他	ロシアからの派遣	3	多目的救助船 ネフテガス5と交代 堰式回収装置、RO-BOOM、フォクステイルを搭載
航洋丸	民間会社	2	オーシャンタグ EARLからの回収装置を搭載
漁船	センター他	多数	2隻による回収ネット及びヒシャク等入力による回収

その他巡視船艇、自衛艦、漁業取締船等が回収作業に従事した。

海上での池水回収量は、約 8,700kL

ロ. 海岸作業

海岸の汀線付近の海上での回収及び海岸上での回収に使用した資機材は、次の通りである。

回収主体	所属	延べ台数	
油回収器	石油連盟	110	堰式及び回転円盤式 移送ポンプとして使用
ビーチクリーナー	石油連盟	224	汀線付近の油回収に使用 高粘度のため回収効果が弱い
バキューム・カー	民間会社	562	海岸から直接回収又は回収ドラムからの吸い取りの両 面で使用
コンクリートポンプ車	民間会社	16	バキューム・カーに比し吸引力は弱い、吸入配管が 長く遠隔操作可能

その他ファスタंक、ドラム缶等回収油の受け皿として使用した。

回収機器による池水回収量は、約 6,600kL であり、その他ボランティア等の手作業による回収が実施され、最終的に処理施設へ搬入された油水回収量は、合計で約 47,000kL である。

ハ. 回収油一時貯留ピットの作成

海上漂流油及び海岸漂着油が膨大となり、それに伴って回収油も増加することが予測されたため、従来から回収油の一時貯留として使用しているドラム缶では十分対応できないと判断されたため、回収油水量の多い福井、敦賀、珠洲地区に一時貯留ピットを仮設した。

5. 教訓

(1) 日本海側海域の防除能力

冬期日本海は、強風が連吹し海上工事は実質上不可能な状況にある。そのため、海上作業に従事する作業船はその殆どが太平洋側に移動し、瀬戸内海等の海上作業に従事しており日本海側では緊急時に用船できる作業船は限定される。

また、日本海側は太平洋側に比し、船舶の出入する港も少なく、さらに荒天の中を航行する船舶やタンカーの隻数も少ない。

このように、太平洋側と対照的な日本海においては特に冬期は油汚染事故に対応する作業船が不足しており、海上での防除能力も低下する。

(2) 外洋域における回収資機材

国内の回収資機材の配備は、タンカーの入港する港、東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海等の船舶の輻輳する海域及び石油コンビナート地区の主として港湾を中心とした閉鎖された比較的平穏な海域であるため、配備される資機材も平穏な気象・海象を想定したものとなっている。従って今回の事故に出動した油回収船を除いては殆どが港内を対象としたものであり、気象・海象条件の厳しい外洋に対応できる体制になっていない。

(3) 民間防除組織

国、地方自治体の責務として実施する各機関、また官民組織として、法律に基づいて組織される排出油防除協議会のほか民間組織としては、石油事業所で構成される石油連盟傘下の海水油濁処理協力機構、海上災害防止センターを中核とし、センターの実働勢力となる各港湾のタグ業者、港運業者等の契約防除措置実施者組織がある。民間勢力の通常活動範囲は、港湾を主体としており、サルベージ業者を除き外洋での対応能力を有していない。従って今後の外洋事故の対応に当たっては、サルベージ業者を中心とした民間防除組織の再構築(ハード・ソフト両面の強化)を図る必要がある。

(4) 船主との契約による防除作業の限界

海上災害防止センターが実施する船主からの委託に基づく防除作業は、契約により船主及び P&I 保険の委任を受けたサーベイヤーの指示を受け、または了解のもとで実施するため、広範囲に漂流・漂着し各所に作業現場が拡大した場合にその都度サーベイヤーの了解を取り付けるのは時間的な遅れを生じ、またその必要性について判断の相違が生じることにもなり、スムーズな作業が阻害される結果となる。

現場作業においては、各機関の連携のもとで統一的な指揮・運用を図る必要がある。

(5) 回収油の処分

回収した油性廃棄物は、約 47,000kL に上り、これらの廃棄物は、国内法制度のもとで産業廃棄物として処理施設においてすべて処分されたが、通常時の産業廃棄物の処理手続きに基づいて実施されたため、回収された油性廃棄物の処分がスムーズに実施されなかった。

Properties of the oil carried by the NAKHODKA

Item	Data provided by the oil refinery in Shanghai
Density	0.959 g/cm ³ at 20°C
Water content	0.17%
Kinetic viscosity (at 50°C)	137.46 cSt
Pour point	-17°C
Flash point	91°C
Sulfur content	1.29%
Residual carbon	9.22%
Remarks	C heavy oil carried

1/Geographical dispersion of drifting spilled oil

2/Location of shipwreck

3/Sakai

4/Maizuru

5/Tsuruga

6/Mikuni

7/Bow

8/Kanazawa

9/Nanao

10/Toyama

11/Naoetsu

12/Niigata

13/Hegura Jima

14/Sado

討論

ゲインズフォード： 仮設道路の目的について教えてくださいませんか。

鈴木： 当時、船首部に残っている油は約 2,800kL ぐらいという状況でした。漂流している間に多少抜けているので、残りは 2,000kL ぐらいであったろうと思います。漂着後、海上からのサルベージ作業としての油の抜き取り、それから、陸上から仮設道路をつくって油の抜き取りと 2 本立てにしましたのは、まず海上の状況が非常に厳しく波浪が高く、風も強いので、平穏な状態の日が少なかったためです。連続して 2 日ないし 3 日の平穏な日が続かないと、海上からの回収作業も可能にならない。平穏な日が 1 日程度では、作業準備だけで半日、1 日かかってしまい不十分です。実質、海上からの回収作業ができないということが懸念されましたので、海上と、陸上の両面で油の抜き取り作業を進めるためでした。

ゲインズフォード： IOPC 基金ではこの資金提供に対しては前向きなのでしょうか。仮設道路をつくったコストや、海上での油の抜き取りに関しての資金を IOPC 基金で出すことに対して前向きなのでしょうか。

鈴木： それは残念ながらかなり否定的な考え方があります。しかし、当面、全体の作業として、IOPC 基金には、費用請求を提出する予定にしております。後は IOPC 基金の理事会なり総会の判断を待つというのが我々の姿勢です。

デイヴィス： 全体の回収コストはどのくらいだと見積もっているのでしょうか。基金に対して請求したのでしょうか。そして、今まで基金から支払いがなされたのでしょうか。

鈴木： 今回の事故での費用請求の機関は、一つは、海上保安庁、それから、運輸省、自衛隊、これが国の機関です。そして、汚染被害を受けた各県、実際に資材を出し、人を出した地方自治体、それから、民間勢力として海上災害防止センターを窓口にした費用請求となります。

我々の費用請求については、まだ完全に集計されておられません。今述べた、1 月から 3 月までの作業について費用を現在集計中です。神戸に IOPC 基金がこのナホトカ号事故の補償取扱い事務所を設置しているので、そこにまず提出する段階です。したがって、IOPC 基金からの支払いは、一部緊急に必要な約 5 億 4,000 万円の支払いは受けておりますが、それ以外はまだ受けておりません。

シーヴェ： やはり経済的な面と同じように重要な問題の作業員、そして、人の安全ということについて伺いたいと思います。かなりの人が防除作業にかかわったと思うのですが、人員の安全ということに関してどの様な配慮をされたのでしょうか。作業人員への安全ということに関して、話していただけないでしょうか。

鈴木： 作業員の安全については、海上作業では船を単位にした問題なので、天候等を勘案しながら、当然回収作業その他の作業の効率化にも関連するわけですが、天候の状況が悪いときには待機状態にし、回収作業等は中断する、無理な船の運行は実施しないという点が一つあります。それから、海岸からの作業については、直接海岸で回収作業をする場合、波等に足がさらわれないように、安全対策については監視態勢を十分取りながら作業を進めました。

ルネル： 回収した油水量の 4 万 7,000kL のうち、油分はどのくらいだったのでしょうか。

鈴木： これは確定しておりません。ドラム缶に収容したのが約 11 万本です。それから、海上で回収した油をそのまま、グラブ船に収容して、それをそのまま処理施設へ持っていたものもあります。フレキシブルコンテナに収容したものがあります。そのうち、油回収船で回収したものについては、約 1,100kL ぐらいになります。実際の油分は 200kL くらいであろうと推定をしていますが、油分がどのくらいの量になったかという確定はまだ出ておりません。

ルネル： 全体で 5 ないし 10%が海上で回収されたようですが、その油分は回収油の 40%なのか、80%なのか、概算で油分の割合はどのくらいでしょうか。

鈴木： 海上で回収した油分は、トータルにするとおおよそ 30%から 40%ぐらいの油分であろうと思います。ただ、海岸作業については、かなりゴミ等々に付着したものも含めてあるので、これらの概算は非常に難しい面があります。

ディヴィス： 油まみれの碎片等の固体の廃棄物を処分する方法としてはどういったものをお使いだったのでしょうか。

鈴木： 固形物は全て廃油の処理施設へ搬入して、そこで焼却処理をしております。焼却炉での焼却ということです。



米国の重大油汚染事故対策における公・民の協力、
資機材計画及び準備態勢

R.E.ベニス

現職 アメリカ合衆国 沿岸警備隊 防除対策局主任

学歴 ロードアイランド大学卒業(資源開発学専攻)

ハーバード大学修士(エネルギーおよび環境政策)

エクソン・バルディーズ号事故の際、アラスカ、バルディーズに派遣された

米国における最近の重大油汚染事故は、1989 年のエクソン・バルディーズ号の油流出事故以来、米国の海洋油汚染対応組織がいかに改善されてきたかを明確に実証するものである。

以前は、対応者、責任当事者及び影響を受ける海運業界の間には明らかに団結と組織体制が欠如しており、対応現場には若干分裂的な雰囲気があるように思われた。

エクソン・バルディーズ号の事故の教訓から十分学んだ我々は、機能的で、柔軟性もあり、非常に有効なシステムとして実証された油汚染対応手法を確立することができた。

連邦政府の規制上の見地から、OPA90 として知られる 1990 年米国油濁法は、立法活動にはずみをつけ、油汚染対応に関して、財政上の責務、損害/損失の補償、船舶及び施設の運用要件、訓練要件、資機材の備蓄から、汚染対応の計画策定及び準備態勢に至るまで、多くの議案が提出された。

米国モデルの油流出事故対応の成功の基礎は、汚染者又は有責の当事者が汚染浄化の責任を負うという考えを前提とすることにある。その対応は連邦政府の指示に基づいて行われる。更に、連邦政府代表者(海上事故に対しては米国沿岸警備隊、大部分の内陸部の油流出事故に対しては米国環境保護局)が、汚染浄化の完全な遂行を確認する責任を負っているとは言え、対応の成果を上げるためには利害関係者を包含することが極めて重要である。これらの利害関係者には、州及び地方自治体政府代表、自然保護管理者、歴史遺産保存の代表者及び環境関係者等を含むが、これらに限定されるものではない。これらの関係者を対応計画の策定及びその実施に参加させることによってエクソン・バルディーズ号の事故以前よりも有効で能率的な対応を実現することができる。

上記の利害関係者と汚染事故により影響を受ける可能性のある全ての人々との間の関係は、OPA90 によって制定されて、全てを包括する米国の国家緊急防災計画(NCP)により制約を受けることとなり、これによって現行の対応作業に対し法的効力が与えられる。我々の計画は更に、国家緊急防災計画、地域緊急防災計画に、最終的には地区緊急防災計画に展開しあらゆるレベルの官民に及んでいる。経験上、地域又は地区の緊急防災計画が最も重要であることが明確に認識された。環境影響度解析に基づいて浄化作業の優先度が事前に確認されるのはこれらの計画においてである。更に、状況緊急度又は規模の拡大に応じて、地域内で入手可能な対応要員資機材及び他の地域からの要員資機材の大量回送を確認するのもこれらの計画である。対応組織を以下に示すが、これには全ての地区の代表者、連絡先、対応作業における地位任務が記載されている。

この計画は地区委員会により作成されるものであり、委員会においては地区の利害関係者が、汚染事故の起こった場合地区における最も重要な問題は何かということについて関心事項を検討し合意を図る。環境は常に最も重要な関心事であるが、影響を受けた地域社会の繁栄にとって重大な、例えば、経済的影響等も又非常に重要である。地区の漁民、海運関係者、レクリエーション企業、科学関係者及びその他の海事地域社会の構成員が、地域の緊急防災計画の作成に参加して、対応の優先度について主張する機会が与えられる。計画作業における一つの重要な要件は単純なもので、それは単に最終的に同意に達しなければならないということである。教訓から学習する間中絶えず考え方の絆としたことは、汚染事故により影響を受ける全ての人々と綿密な計画を作成し、協力体制を確立しネットワークを構築することが、実際の対応作業中の異論を排除し、エクソン・バルディーズ号の苦痛に満ちた経験から得たものを改善するのに大いに役立つであろうということである。

地区の緊急防災計画の作成過程は、その過程において政府機関の間の合意を醸成するものであるが、何ヶ月にもわたる計画作成作業を円滑に遂行するための重要な要素は、一人の

担当者を指名することである。この担当者は連邦現場調整者(FOSC)と呼ばれるが、公衆衛生や公共の福祉に脅威を与えるどんな油流出事故にも、その対応を指揮する権限が法律で委任されている。

公共の福祉を拡大解釈すると、FOSC は殆どの中規模及び大規模な油流出事故において指揮を取ることになる。その他の油流出事故において、有責当事者が判明し、その者によって適切な方法で対応が行われている場合には、FOSC は浄化作業の進捗状況を監視する。FOSC は適用すべき緊急防災計画に基づき浄化が完全に遂行されたことを確認する最終的な責任を常に有している。この一人の担当者を指名するのは、異議が生じた場合に誰が最終的な調停者となるのかという問題を明確にし、極めて有効な方法であることが立証されている。

このような緊急防災計画策定過程の自然な結果として、計画は、ねらい通り論理的で、一般に知られ、かつ受け入れられる対応組織になって行く。浄化作業の管理は FOSC の指示に基づき、FOSC、州(又は複数の州)の OSC 及び油流出側の浄化管理者又は有責当事者で構成される統一命令機構を通して行われる。この三者機構が対応作業の戦略を決定する。しかし、不幸にして合意に達することが困難な場合には、FOSC は対抗する意見を抑えて、問題の最善の解決について決定を下す法的な強制権を有している。

上記の三者機構に基づくこの事故対策命令システム(ICS)は更に主要な四部門に分かれている。これは計画、補給、運営及び財政の四部門である。これらの部門のスタッフは、対応計画作成過程に加わりこれを事前に決定する。想定されるあらゆる関連の対応管理分野はこのシステムによって調整される。従来の計画策定手法において無視されることが多かった分野がこれにより扱われることになった(即ち、ボランティアの調整及び訓練、高官の訪問、式典、マスコミ関係等)。このシステムは内部的には極めて柔軟性があり、特定の要求や事故の規模に適合するように拡大、縮小することができる。国家的な重要性を有する事故と称される事故の対応にも間もなく適用する予定である。これは従来の油汚染対応の範囲を超え、その他の事故の対応分野に構想を拡大するものである。

上記の計画作成、準備及び訓練過程と同時に、FOSC はその他の全ての政府機関により支援される。これは NCP の要件であり、FOSC は油流出の対処においてこれらの機関の支援及び特別な機能を登録することができる。これらの機関の中には FOSC に対し莫大な人員配置及び補給支援を展開できる国防総省が含まれている。

国の対応チーム(NRT)及びより地域に限定した地域対応チーム(RRT)は、これらの各連邦政府機関の日勤職員により構成され、RRT レベルの州代表を含んでいる。これらの人員は、通常では非能率な官僚的決定を促進することで FOSC を支援するために待機している。又、これらのチームは、分散処理剤の使用及び現場での燃焼等の異なる対応手法について最終的な事前承認の決定において指導的な役割を果たす。

OPA90 は、潜在的な油流出当事者に責任を求め、汚染事故の当事者自身が対応措置を講ずることを要求している。油の流出源がタンカー又はタンク船の場合には、これらの運航業者は”最悪の排出状態”の汚染を浄化するために指定された流出油除去組織(OSRO)との事前契約を締結していなければならない。最悪の排出状態とは簡単に言えば、天候が悪ければ全ての積荷が失われるだろうことを意味する。現在これらの各船舶は汚染事故に対応するための資金的責任能力を証明することが要求されている。これらの船舶は、実際、汚染対応に備えて船舶固有の緊急防災計画である承認済みの船舶油濁防止計画書を備えなければならない。OPA90 に定める計画作成、協調体制の確立及び多くの各種訓練の実施によってあらゆる不測事態に対応できる環境が整えられてきた。我が米国モデルの素晴らしい成果は、緊急防災計画の合意に従い、一人の連邦政府の担当官即ち連邦政府現場調整官

の指揮の下で行われる公共部門と民間部門との共同対応作業が基本になっている。

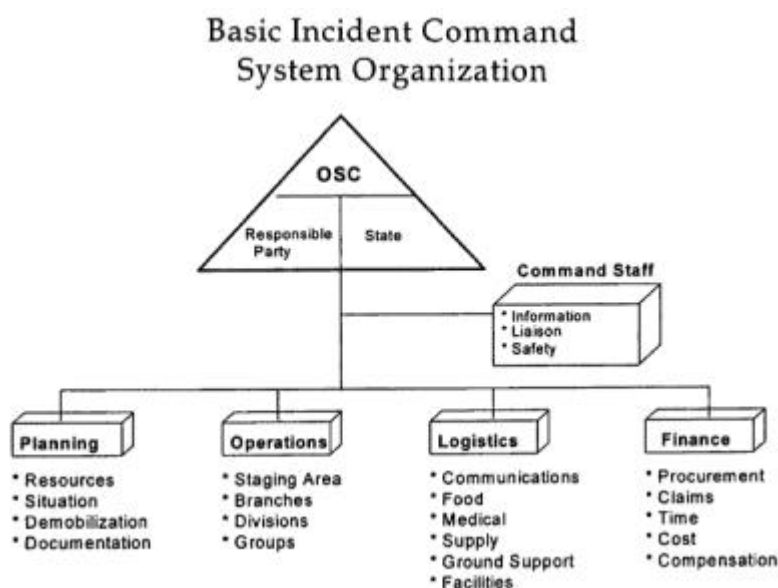
我々は、計画、準備及び油流出に対する管理技術の改善に加えて、浄化能力に対する新たな油流出事故対応技術の検討、評価及び追加に積極的に取り組んでいる。我々は民間の資金と人員による対応を主張しているが、最善の対応のための即応体制の能力と、更に必要ならば民間の資機材が対応の初期段階において時間的又は資材的に制約される場合に、最善の初動能力を保有しているのが現在の我々の義務である。

専門技術の著しい向上及び我々 OSRO の対応能力の改善により、沿岸警備隊の迅速な対応資機材である従来型の資機材(即ち、オイルフェンス及び回収装置)の必要性が低減しつつある。我々は分散処理剤の使用及び現場における燃焼の手法の分野に取り組むべく視野を広げており、その分野の専門技術及び対策は急速に進歩しているが、まだ全てに適用できる状態ではない。

1990 年代の中頃になると、分散処理剤使用の事前承認に対する同意書の数が増加してきた。このような同意書が、以前の重大な対応のときに確保できていれば、小田原評定はしなくて済んだし、この時間が決め手である緩和手段を迅速に使用することが認められたであろう。我々は地域の対応チーム及び地区に対し、この事前承認を取得するように積極的に働きかけ、殆どの場合において、当該政府当局や資機材保管者による事前承認又は迅速な承認の手続きを得ることに成功した。この機能によって FOSC は可能な最善の対応整備に向けて新たな手段を手に入れることとなった。

従来の回収及び除去方法は対応手法の選択肢として残されている。それでも対応責任者、利害関係者、保管者及び関係機関の間では、他の方法の利用(即ち、化学品及び現場での燃焼)が、大量の油の潮間帯への流入を防ぐためには必要であり、実際問題として望ましい方法であるとの認識が高まっている。

要約すれば、エクソン・バルディーズ号以後の油汚染対応法は、我々が地域社会の協力者として、共に計画し、共に訓練し、共に対応するシステムであると認識している。我々の成功は共に分かすべき勝利であり、失敗は共に学ぶべき教訓である。油流出事故対応はもはや分裂的な作業と見られるべきものではなくて、共に立ち向かわなければならない挑戦である。



NATIONAL RESPONSE TEAM FEDERAL AGENCY MEMBERSHIP

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, CHAIR
(environmental effects and pollution control techniques)
(planning and response for inland areas)

U.S. COAST GUARD, VICE-CHAIR
(planning and response for coastal areas)

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY
(emergency planning, training and relocations)

DEPARTMENT OF DEFENSE
(specialized response equipment and personnel)
(response to certain incidents)

DEPARTMENT OF ENERGY
(response to radiological hazards)

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
(evaluation of impact on natural resources)

DEPARTMENT OF COMMERCE
National Oceanic and Atmospheric Administration
(scientific supports for coastal response)

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES
Agency for Toxic Substances and Disease Registry
(health hazards to responders and public)

DEPARTMENT OF THE INTERIOR
(protection of natural resources)

DEPARTMENT OF JUSTICE
(legal expertise)

DEPARTMENT OF LABOR
Occupational Safety and Health Administration
(worker safety)

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
Research and Special Programs Administration
(transportation of hazardous materials)

NUCLEAR REGULATORY COMMISSION
(radioactive materials)

DEPARTMENT OF STATE
(international agreements)

TREASURY DEPARTMENT
(Customs agency, hazardous
materials at borders)

GENERAL SERVICES ADMINISTRATION
(logistics and communications support)

討論

工藤： FOSC はワシントンとは連絡を毎回しなくても良いのでしょうか。必要となるいろいろな費用や組織間の法律的な調整等も、緊急時には全て FOSC が判断できるようになっているのでしょうか。

ベニス： FOSC については、「責任転嫁はしない」という言葉につきると思います。FOSC が全て意思決定を行う力を持っております。エクソン・バルディーズ号のような大規模な流出事故の場合には、より上級の者に当たさせます。例えばエクソン・バルディーズ号事故の場合には、一般大衆の耳目も集まり政治的な関心も大きいということで、より上級の海軍中將を当てました。しかし、その中將が新しい FOSC として着任するまでは、資金についての裁断を下し、どういう対策を取るのかを決定する責任は前任者にあります。このような権限、責任力がなければ成功しません。軍の階級は問題ではありません。FOSC の監督者は、歴史的には提督ですが、許可、認可、決定に際して、いちいち監督者の所へ行く必要はありません。FOSC のスタッフにはアドバイザーとして法律の専門家もおります。また、石油流出事故責任信託基金の職員もメンバーに居て、手続き上の助言をします。しかし、対応を成功させるためには最終的な権限が FOSC に集中されなければいけません。

ゲインズフォード： 二つ質問があるのですが、本部の中で海岸と海上のオペレーションを分けているのですか。それとも海岸と海上での対応する二つの本部を一本にまとめているのですか。また、地域当局あるいは州の当局は法律上、浄化と事故に備える緊急防災計画に対する責任を持っているのでしょうか。また、これはボランティアに行われるものなのでしょうか。

ベニス： 海上、近海、内海、河川、どれでも一つのものとして計画されております。海上の事故と海岸近くの事故を区別するものではありません。州としてはもちろん、地域の緊急防災計画や地域対応チームの会合に参加しなくてはなりません。

米国の場合、三つの州、名前は述べませんが、その対応プログラムは非常に積極的なものがあります。名前は言わないと言いましたが、それはテキサス、カリフォルニア、フロリダだと思います。これらの州は、我々の対応に深く関わっていますが、歴史的に言って、我々の対応では関連する三者、すなわち、FOSC、責任を負うべき団体と州の代表者が統合された指令のもとで作業をします。したがって、連邦政府と州政府の間には競合はありません。全てが一つのチームの中で一緒に働きます。もちろん、幸いなことにより多くの資金や人材を持っている州の場合には、より積極的に参加いたします。そして我々は投入できる資金力、そして、人材を持っているところが参加してくれるのを歓迎しております。

ゲインズフォード： 近海と言った場合には沿岸線も入るのでしょうか。

ベニス： そうです。

ゲインズフォード： 全てに対応するとセンターは非常に大きくなってしまわないのでしょうか。

ベニス： 国家的な規模の場合、例えば、エクソン・バルディーズ号事故の場合にはそうなります。たしかあのときには四つのプライマリーセンターができました。一つのセンターが母船で、FOSC が常駐し、そこから三つの代表が他のセンターへ送られ、それぞれのセンターの指揮をし、定期的に報告を FOSC に送りました。地理的に、対応に関する限り

はサブユニットを設けます。ただ、主対応組織である FOSC がいる母船に報告はいたします。

ゲインズフォード： 最後にもう一つ質問です。事故の前に緊急防災計画を立てるために、連邦から州に何か資金が出される場合があるのでしょうか。

ベニス： OPA-90 のもとで OPA-90 の対応準備演習のために資金が設けられております。そして、それぞれの地域の対応チームに対しては予備的な演習、地域の緊急防災計画、企画、生産のための予算等も多少設けられております。その資金は油濁信託基金から来ます。これは信託基金に入っている資金で、税金ではありません。

鈴木： 米国の補償制度は独自の制度として国内だけで運用されておられますが、FOSC は非常に大きな権限を持っておられるようです。防除作業に要した費用、あるいは損害等に対しても FOSC が最終的に決定するのでしょうか。

ベニス： 対応のレベル、対応に使われる金額に対する最終的な権限ということであれば—今のご質問に対する、私の理解が正しければ、答えはイエスということになります。

対応が終わると、責任を負う人達が「予想以上に費用がかかってしまった」と言い、ある分野の支出に対してあれこれ質問します。例えば先程仮設道路に関する質問があったようにです。FOSC の場合は、この仮設道路に関して費用をかけたのはなぜかという、「これこれの理由からである」ということを説明するのです。あるいは単に「やって良かった」と言います。フレキシブルな状態であります。

例えば以前米国で沿岸警備隊のヘリコプターの動員を要請した事故がありました。後で民間のヘリコプターを使った方がずっと安かったと言われました。その点は交渉の余地があります。この場合には、基金の中から一部の費用を負担することになります。

今まで申し上げなかったのですが、興味ある覚書きがあります。OPA-90 のもとでは、責任者として流出当事者を特定し、その人が責任を取らず、責任を否定した場合には、法に従って我々が基金を使って浄化作業を行います。浄化を行った結果、その人が実際に流出者であることが特定されれば、その責任者から浄化費用の 3 倍の金額を徴収することができます。ですからこれは流出者に対する刺激になっています。自分が流出者であることが分かれば、責任を認めてお金を払った方が良いのです。責任者であることを知っていて認めないと、最終的には実際の額の 3 倍も払わなくてはならないのですから。



エクソン・バルディーズ号油流出：今日への適用

R.R. レッサード

現職 エクソン工学研究所、原油流出技術コーディネータ

学歴 メイン大学 化学工学修士、博士号/ASTM F-20 実行委員会メンバー／海洋保護協会会長／米国石油学会海洋調査部会流出油研究 委員長

1989 エクソン・バルディーズ号原油流出事故の浄化に、生物修復や化学的洗浄など海浜清掃の新技术を開発するため研究所における研究のコーディネータとして従事

はじめに

1989 年に起きたエクソン・バルディーズ号の油流出事故は、アラスカのプリンス・ウィリアム湾の海岸線に対して、又その結果として米国の油流出事故対策の機構全体に対して多くの重大かつ広範囲な影響を与えた。この事故は又、事故の減少、全世界の油流出の防止、流出事故の際の対応能力の向上を目標とするエクソン社内及び業界内の多くの新たな計画を成功に導いた。バルディーズ号油流出事故は米国の過去最大の海洋油流出事故であった。エクソン社の対応作業は、米国で、おそらくは世界で、平和時に産業界が実施した作業のうちでは最大級の動員量と認識されている。エクソン社は流出油に汚染された海岸線を浄化するために資材と人員を投入する費用を惜しまなかった。著名な油流出の専門家達は、主として 1989 年から 1991 年にかけて実施された作業のおかげで汚染区域は本質的に復旧したことを確認している。

現在、バルディーズ号油流出事故はこれまでになく熱心に研究されている。浄化作業では、過去の大流出事故で見られなかった技術が適用された。これらの適用技術の多くは、対応能力の向上を目指した現在進行中の国際的な研究計画の主題となっている。この論文は、浄化作業を支援する幾つかの技術的調査研究の調整をしたエクソン社内のある科学者によって執筆されたものであり、この流出事故の経験から得られた多くの教訓と進歩について、特に今日の油流出事故へのその適用方法について、まとめている。この論文では、対応と浄化のみについて述べる。エクソン社は又流出によって影響を受けた人体、地域、野生生物に対する強い影響を軽減するための多くの計画を発足させた。

流出事故の概要

1989 年 3 月 24 日、125 万バレル(196,000t)の Alaska North Slope(ANS)原油を積んだ全長 300m(987ft)の最新式タンカー、エクソン・バルディーズ号は、アラスカのプリンス・ウィリアム湾にあるプライーフに座礁した。この座礁により船の 11 個の貨物油槽のうち 8 個、5 個のバラストタンクのうち 3 個が開放状態となり、およそ 260,000 バレル(41,000t)の殆どの ANS 原油が、事故発生直後の数時間の内に、海中に流出した。流出事故の現場は遠隔地にあり、主要な人口集中地から遠く、船や航空機でしか近づくことができなかった。その地域の油流出緊急防災計画にしたがって、初期の対応作業が Alyeska Pipeline Service Company 社(バルディーズにおける海上ターミナルの運営者)と米国沿岸警備隊によって実施された。エクソン社は、アラスカでは余り操業していない。しかし社の人員は流出事故発生の当日に、およそ 5,000km 離れたテキサス州のメキシコ湾岸にある会社の主操業センターから集結し始めた。エクソン社は流出事故に関する責任を認め、遺憾の意を表明し、流出物の浄化を約束した。短い引き継ぎ期間の後、エクソン社は米国沿岸警備隊の連邦現場調整者(FOSC)の指揮のもとで行われる全ての対応作業の管理を引受けた。

この流出事故が米国の歴史の中で最大規模の事故であるにもかかわらず、流出油の量は世界の最大油流出事故の中では比較的少ないものであり、Cutter Information Corp.社が発行した最新のデータ表[3]によると 53 位に位置している。バルディーズ号油流出事故が目目され、あのように大規模な対応作業の対象となった理由は、海岸線への影響の範囲が広がったため(2,000km 以上)であり、そして又環境面で敏感な区域で事故が生じたためでもあった。

現場に到着したエクソン社の社員は四つの優先任務を担っていた[8]。第一の迅速を要す

る優先任務はバルディーズ号に残っている 100 万バレル(約 160,000t)の原油(積載貨物油のおよそ 80%に相当)を抜き取ることであった。船はブライリーフに不安定な状態で平衡を保っていたが、エクソン社の専門家達は沿岸警備隊の隊員達と密接に連携して貨物全部を他のタンカーへうまく移すよう作業した。この事は後になって大きな成功と見なされた。特に、5m の高潮と激しい暴風雨にもかかわらず、負傷者もなく貨物油がそれ以上失われることもなく 11 日間の期間にわたって連携作業が成し遂げられたからである。

第二の優先任務は環境上敏感な区域を特定し保護することであった。漁業従事者を含め作業に参加した者全員が貴重な資源の優先リストを作成した。リストの最優先事項に鮭の孵化場が挙げられた。初期のオイルフェンスの展張は、それらの孵化場と重要な鮭の通行水路を主な対象として行い、それらの区域への油の侵入を防いだ。この措置をとったことで、油流出直後から数年間の鮭の漁獲量が記録的な数字に達したと見られている。これはもう一つの有益な成果であった。

第三の優先任務は海中から油を除去することであった。この任務に関連して、次の節で述べるような幾つかの失望すべきことがあった。全体として、機械的回収装置により回収できたのは、油含有率約 25%のエマルジョン約 60,000 バレル(9,400t)に過ぎなかった。

第四の優先任務は海岸線からの油の除去であった。

第 1 日から第 3 日目までの海上での対応

油流出対応の専門家達は、生態系に対して明らかに大きい影響を与えた流出事故には必ず沿岸海域や潮間帯への油の蓄積が伴う、ということで意見が一致している [10]。対応の成功は、できれば油を海中から除去することにより、又はそれが不可能であれば破壊的な影響がより少ない深海に油を分散させることにより、油が影響を受けやすい区域に到達するのを防ぐか到達量を最小限にとどめることである。

油流出対応の期間中最も重要なのは油がまだ海面上にある流出初期である。その初期には油は最も集中しており、又、最も厚い状態にある。機械を使うものであれ、分散を促すものであれ、燃焼によるものであれ、全ての対応法は、流出事故が発生した直後に適用されれば、最大限の効果効率をもたらす。バルディーズ号の事故の場合には、多くの要因がその地域の緊急防災計画による対応方式の使用を妨げた。まず第一に、機械装置については、装置の保管と運搬に使われるはしけが修理中で、最初の数日間は、大半が使用できなかった。第二に、バルディーズ号の事故のような大規模な油流出事故の場合には、分散処理剤の空中散布の適用が实际的で望ましい。事実、アラスカは、1989 年内に国が分散処理剤使用事前許可区域を持つ州として定めた幾つかの州の一つであった。しかし、この事前許可は使用に先立って FOSC からの毎回の承認を必要とした。不運にも、現地の沿岸警備隊指揮官が州政府機関と漁業従事者等民間の利害グループに対して、分散処理剤がこの状況下で有効に機能することを立証する有効性試験の実施を決定したため、分散処理剤を使う好機を逃してしまった。バルディーズ号の流出油に対して分散処理剤が実際に有効であることを全関係者に納得させるのに 2 日間を要した。そしてその間に激しい暴風雨が発生し、油をかき回してムース状のエマルジョンに変え、プリンス・ウィリアム湾の広い範囲に拡散させた。試験が要求されたことによる遅れのため、唯一実際に使用できたはずの主要な対応手段を、油流出事故の最も重要な時期に使用することが許されなかった。絶好の機会が失われた結果、プリンス・ウィリアム湾とアラスカ湾の海岸線が広い範囲にわたって油汚染された。

皮肉にも、それとほぼ同じ時期に、分散処理剤を審査するために設置された米国国家調査委員会(U.S.National Research Council)が、数年間の研究の成果として、最終報告書を刊行した。同委員会は、適当な条件があれば分散処理剤を使うことによって環境にとって純益がもたらされると結論し、他の対応手段と平行して分散処理剤を油流出事故の際の第一の強力な対応法として考慮するよう勧告した。この報告書がもっと早い時期に刊行されていれば、沿岸警備隊は分散処理剤の即時使用を承認することを躊躇しなかったものと思われる。バルディーズ号油流出事故に対する分散処理剤の使用承認が躊躇されたことについて、NRCの油流出分散処理剤の有効性に関する委員会委員長 James Butler 博士は次のように述べた：分散処理剤を即時使用していれば、暴風雨による付加エネルギーが油の海中への分散作用を助け、更に潮の流れが油を外洋に運び、そこで油が更に希釈されるため、未処理油層よりも有害さを更に低下させたと考えられ、分散処理剤使用の絶好の機会であっただろう[4]。

今日への適用： 米国では、バルディーズ号油流出事故以来、分散処理剤の使用に対する姿勢に大きな変化が生じている。1997 年の末までに、米国の大半の沿岸州で分散処理剤に関する事前許可地域が指定されると見られている。つまり、特定の条件が満たされれば、他の政府機関や漁業従事者等の他の利害関係者に諮ることなく、現場指揮官が分散処理剤使用を承認できるのである。我が社は使用できるあらゆる対応法をできるだけ時宜にかなったやり方で使用することを強力に支持している。しかし我々が特に分散処理剤を支持するのは、大規模な油流出事故の際、事実上分散処理剤しか対応手段がない場合があるからである[5]。分散処理剤は航空機により散布されるから、所定時間内に処理できる区域は、最高速力要件と悪天好条件によって制限を受ける回収装置船団とくらべ、10 ～ 40 倍にもなる。これは特に、油流出現場が沖合数マイルにある場合に言えることである。更に、我々は、バルディーズ号の事故のときのように、有効性を評価するために無駄な時間を費やして微妙な対応の絶好の機会を逃すようなことは賢明でないと考えている。米国沿岸警備隊は、現在では分散処理剤を積極的に使用すべきであるとの考えを持っており、メキシコ湾に関しては油流出事故発生後 5 ～ 6 時間以内に分散処理剤を散布するとの目標を設定した。

その他、最近の分散処理剤調合の進歩により、最新の分散処理剤はより広範囲の油に対して有効となり、試験の必要性がこれまでよりも少なくなった。例えば、エクソン社がバルディーズ号事故後に委託した新たな研究活動の一環として開発した COREXIT 9500 は、油に拡散流動性さえあれば、最も比重の高い燃料重油でも分散させることが可能である[6]。更に、従来の 48-96 時間試験結果に基づいて分散された油の悪影響が懸念されていたが、この点の見通しは明るくなった。今日の分散処理剤の調合は、世界中の台所で日常的に使われている一般的な洗剤よりも毒性がずっと低いものが多い。海洋環境において、接触は比較的短時間であり、海洋生物種を試験溶液に長時間接触させておく従来の毒性試験は適用されない。より適切な試験が開発されてきており、これらの試験によると、毒性の影響は従来の試験で予測されていた値よりはずっと低い 100 分の 1 程度であることが示されている[7]。

対応効力の管理

バルディーズ号油流出事故発生直後の数日間、行動決定過程において多くの関係者が関与したことが問題となった。米国においては、国家緊急防災計画で米国沿岸警備隊を海上油流出に関する連邦現場調整者(FOSC)に定めている。しかしこの FOSC は一方的な決定を行う権限を持っていなかった。海面への油流出等の緊急事態が生じたとき、決断力と決定の迅速さ是对応作業を成功させる上で非常に重要である。事故に備えて緊急防災計画を策

定する際にあらゆる見方を考慮できるよう、緊急事態が起こる遥か以前に、最寄の町、州、漁業従事者グループ、環境関連組織等から情報を得ておくべきである。危機的状況の際には、多数の関係者たちの様々な、そしてしばしば相反する利害を比較調整することのできる唯一の権限機関を設定すべきである。緊急事態後の段階(即ち海岸線浄化)で全関係者が関与するというのは適切であるかもしれないが、油に対する対応等のように、時間が非常に重要であるときには、必ず主導機関が指揮を執って迅速に最終決定を下さなければならない。米国では、主導機関は沿岸警備隊であり、英国では、英国沿岸警備隊の一部門の海洋汚染対策部隊(MPCU)である。

今日への適用： 日本での主導機関は海上保安庁(MSA)である。しかし日本では大規模な油流出事故の際には 15 以上の国家政府機関が海上保安庁と協力して作業する。これらの政府機関の一つは農林水産省であり、同省は分散処理剤の使用に先だって近隣の漁業組合との調整、交渉を行う。このような交渉は沿岸漁業区域と海中養殖区域の場合には適している。しかし油が深い沖合にあるときには、日本も、他の諸国が採用しているような事前許可方式を採用し、時間の浪費となる諮問の必要なしにそれら海域での分散処理剤の使用を許可する明確な権限を MSA に委ねることを検討するのが良いだろう。

海岸線浄化の革新

油がプリンス・ウィリアム湾とアラスカ湾の海岸線に達した後、エクソン社は政府及び現地のグループと協力しそれらの海岸線の浄化に加わった。この浄化作業は地理的及び生態学的要因によって複雑化した極めて大がかりな任務であった。1989 年のピーク時には、この作業は 11,000 人以上の人を巻き込んだ。およそ 6,000km にわたる海岸線が評価チームにより調査され、これらの評価チームが地形学、生物学、考古学、油汚染に関する情報を生成し、これが後の地域ごとの処理計画に実を絡んだ[21]。プリンス・ウィリアム湾外の海岸線油汚染の大半は非常に軽いもので、散在するムースやタールボールが認められたが、これらは手作業(シャベル、バケツ、手持工具)により除去できた。プリンス・ウィリアム湾内の油汚染はずっと深刻で、油まみれの海岸線は油除去のために水洗浄が必要であった。全関係団体(14 組織に及ぶ)と油流出に関するコンサルタントは、堆積した油を海岸線から取除いて、油が再び海面に浮遊して、すでに汚染された場所以外の海岸線や野生動植物を更に汚染されたりするおそれを抑えようということに合意した。更に積極的な浄化法の中には、例えば熱湯を使った方法等は他から批判された。しかし、潮間帯の生物がすでに油によって汚染されていたこと、浜辺を浄化する決定に関与した全関係者にとっては、湾を利用する他の野生生物に対する影響を最小限に抑えるために油除去を行うことが最重要課題であったことを認めるべきである。

今回の流出事故において浄化範囲、浄化方法、浄化優先順位を決定するのに純環境益評価(NEBA)の考え方がはじめて利用された。純環境益は全ての要因を比較考量し、環境全体に対する悪影響を最小限に抑える措置の方向を定めることにより決定される。最終的には 2,400km にわたる海岸線が浄化された。中程度以上に汚染された海岸線 400km で使われた主な浄化方法は、温水又は冷水、あるいはその両方を使って岩から油を洗い流すというものであった。油は、オイルフェンスで囲った湾内に洗い流され、回収装置によって取り除かれ、その後の分離と処理に回された。

安全上の配慮から、冬の暴風雨襲来に備えて、作業を 9 月半ばまでに終える必要があることが合意された。この理由で、エクソン社は浄化過程を速めるために、多くの革新的な方法を試すことにした。エクソン社はおよそ 30 年間にわたって積極的な油流出対応研究計画を支援してきたが、これは業界では最大規模である。エクソン社は、自社内の専門家達

に対し、浄化速度を速めるための革新的な方法を提供するよう要請することができた。これを達成するための一つの技術は"maxi-barge"と呼ばれる有用な機械装置であった。この特注のバージは乗員 50 人、長さ約 10,000ft のオイルフェンス、幾つかの油回収装置、燃料タンク、貯蔵タンク、発電器、水加熱器を搭載していた。多くは徒歩で近づけない海岸線を処理するための特殊な設備をも備えていた。”omniboom”と呼ばれるこの装置は、建設現場でコンクリートをポンプ移送するために通常使われる装置を改造したものである。これらの装置は、プリンス・ウィリアム湾でよく見られるごつごつした岩の多い海岸線にとって好都合であり、近づきにくい区域を安全に浄化するのに役立った。

第二の革新的な応用は生物修復(bioremediation)であり、これは米国環境保護局と共同で実施した。今回のシンポジウムで別に NOAA の Dr.A.Mearns によって扱われているこの考え方は、油分解作用をもつ土着の微生物に栄養剤を添加することにより活性化して油の自然分解を加速させることを基礎にしている。エクソン社は 1989 年から 1991 年にかけて生物修復の応用に関して 1,000 万ドル以上を投入した。エクソン社の計画の最重要点は hopane と呼ばれる非分解マーカーの濃度追跡により分解速度の地図を作るという独特な分析的方法を開発したことである。このようにして、研究の結果、栄養分を添加すると、生物修復処理にかけられなかった基準浜辺と比べて、炭化水素の除去速度が 3 ～ 5 倍に加速することが確認された[1]。1989 年には 120km 以上の海岸線が劇的な成果をもって改善された。生物修復の方法は堆積した油を取除いた後にだけ使われた。

バルディーズ号事故での浄化作業から得られたもう一つの進歩は、海岸線の油汚染が生じた後に自然浄化がどんな具合に進行するかについての理解が深くなったことである。様々な自然作用が海洋環境から流出油を取除く上で効果があることは以前から認識されていた。プリンス・ウィリアム湾の 16 ヶ所の監視場所で集めたデータは、浄化作業が終了した後の 1989 年から 90 年にかけての冬に海岸線の油量が急激に減少していったことを示した。高エネルギー及び中エネルギーの浜辺では、この自然浄化は冬の暴風雨に伴う波の作用の結果であると思われていた。しかし、低エネルギー区域を観察したところでは、波の作用なしに同様に油が除去されているのが分かり、このことから、油がどのように岩の表面から離脱すると考えれば良いのかが大きな関心と呼んだ。

エクソン社の科学者達は、浜辺の浄化現象を以前から研究してきた専門家達と協力し、これまで研究論文で報告されたことのない浜辺の浄化のメカニズムを確認した。粘土等の微細な鉱物粒子と油の滓の中の極性成分との間の相互作用が、海面及び海面直下の油の移動と除去を促進することで、重要な役割を果たしていることが分かった[9]。この相互作用は固化安定したエマルジョンの綿状凝集体を形成し、これらのエマルジョンの中では小さな油滴が周囲を微細な鉱物微粉によって覆われ、更に海水がこれを取囲んでいる。この形態になると油はもはや沈殿物の表面に付着しないので、低エネルギー条件のもとでさえも油の除去が可能になる。凝集した油の比表面積が大きいため結果として土着の微生物による油の生物分解が促進される。

以上が主な進展であった。バルディーズ号事故の浄化に続いて、上記のメカニズムが低エネルギー条件のもとで継続して油の除去作用が生じた他の流出事故について確認された。1995 年にロンドンで行われた第 2 回国際油流出研究開発会議において、世界中の油流出の専門家達は、こぞってこの現象に高い関心を示し、海岸線の浄化における油と微粉の相互作用の役割について引き続き理解を深めることが研究の最優先課題であるとした。バルディーズ号やその他の油流出事故から得られた教訓を、粘土等の微細鉱物を添加して自然浄化作用を促進するための積極的な技法にどう生かすのかを更に明らかにすることを目標とする、国際的な資金援助を受けた幾つかの研究が現在進行している。

バルディーズ号油流出事故から得た最終的な海岸線浄化に関するもう一つの進展は新しい

化学浄化剤であった。海岸線上の Alaska North Slope 原油が時間とともに急速に風化し水による洗浄がより困難になる、という現実を理解したエクソン社の科学特殊班は、粘性の高い油をゆるめそれほど高温の湯によらなくても簡単に除去できる毒性の低い化学浄化剤を開発する任務を引受けた。この目的に合った既存の製品があればよかったのだが、100種類を超える製剤または浄化剤を調べた結果、管轄機関によって定められた、効果があり、毒性が低く、しかも分散しない、という評価基準を全て満たす浄化剤は見つからなかった。そのため、エクソン社の科学者たちは、ほんの数ヵ月で全く新しい浄化剤を開発した。その製品は COREXIT 9580 として現在市販されている。アラスカの何ヵ所かの海岸線で試験し、ニュージャージーではかなりの毒性評価を行い、エクソン社は COREXIT9580 が高温水を必要とせずに浜辺の洗浄効果を高める重要な手段の一つであると確信した。しかしながら、政府の管轄機関はプリンス・ウィリアム湾での COREXIT 9580 の広範囲な使用を決して承認しなかった。

今日への適用： 接近不可能な岩場の環境において、アラスカでの洗浄のために開発された浄化技術は嵩のある油を効果的に除去し、それによって生物種を更なる汚染から守る手段である。

バルディーズ号油流出事故への生物修復の適用は、この流出油浄化技術に対する国際的な関心を高めるきっかけとなった。カナダ、ノルウェー、フランス、英国、米国でそれ以来多くの追跡調査が行われたが、全体としてプリンス・ウィリアム湾での知見を確認するものであった。生物修復は今後も海岸線の環境からの油の除去を促進するための魅力ある選択肢の一つとなっている。しかし、生物修復は主に、海面直下の油を含めて、嵩のある油を除去した後に残る油を除去するのに一番効果がある。したがってこの方法の主な利点は浜辺の外観が急速に改善されることである。

第二に、微細沈殿物の濃度が高いと、油の除去という意味で急速に回復する可能性がある。油の流出した区域で自然発生する微細沈殿物のサイズと特性を明確にすることができれば、浜辺が復旧するのに要する時間がもっとよく分かるようになる可能性がある。微細沈殿物の添加が自然の浄化作用の促進に有効かどうかを判定するための試験が現在行われている。エクソン社の科学者達は最近この技術の米国特許を取得した。

化学的海浜浄化剤は水での洗浄の効果を向上させることにより油で汚染された海岸線の浄化を容易にすることができる。バルディーズ号以降の油流出事故において、COREXIT 9580 は当初の期待以上に効果を示した。この浄化剤はプエルトリコの浜辺で NOAA によって試験され、又テキサスとカナダの海岸線の浄化にも使われてきた。オンタリオ州にあるカナダ政府の研究所は、COREXIT 9580 が現在使用可能な浄化剤のうちで最も効果があるということだけでなく、カナダの毒性試験生物種であるニジマスに対して最も毒性が低いということも確認した[2]。この浄化剤はアラスカの浄化期間中に開発されたもので、そこでは実際には使用されなかったが、現在はカナダでの使用が許可されている唯一の海浜浄化剤である。COREXIT 9580 は又植物に対しても無害であることが示されている。マイアミ大学とルイジアナ州立大学の教授達によって行われた試験では、油浸しになったマングローブと沼地の草を浄化できる数少ない選択肢の一つであることが示されている[13][11]。この浄化剤は特に水だけでは洗浄が困難な重油の流出時に特に効果がある。

まとめ

エクソン・バルディーズ号油流出は石油業界で最良の海上安全記録の一つを持つ石油会社に降り懸った不運な事故であった。この事故は、常時嚴重な警戒を続けていなければ、油

の流出がいつ誰にでも起こり得るものである、ということを証明した。それはエクソン社のみならず米国の石油業界全体にとっても重大事件であった。予防が最優先課題であることは明らかであり、エクソン社は油の流出の危険を少なくするため、そして事故対応能力を強化するために、多くの具体的な措置を講じてきた。その後、新しいエクソン社の方式が実地に適用され、それまででも驚異的な記録であった油流出率を更に低い値に下げた。米国では、エクソン社の油の水への流出め総件数は 1990 年と比べると 60%も低下した。1990 年から 1995 年までの間にエクソン社の船から流出した油の量は 250 ガロンにすぎず、これは米国の船舶からの総油流出量の 0.01%以下に相当する。

バルディーズ号の事故の経験は危機管理に関して幾つかの重要な教訓を生み、油流出を処理する新たな技術的選択肢を幾つか提供した。重要な主旨を下に掲げる：

- ・ 時を得た有効な措置－緊急時に必要とされる種類の措置－は委員会等では講じることができない。問題点を比較検討し、不一致に対処し、総合的な純環境益を念頭に置いて時宜にかなった措置を強制することのできる者が担当しなければならない。
- ・ 対応技術は予め承認されているべきであり、選択肢は排除されるべきではない。多くの場合、大規模な油流出事故に対応するには分散処理剤は重要な手段であるが、その使用は最も効果的な時期に迅速に実施できるよう、予め認可されていなければならない。
- ・ 海岸線の自然回復を促進するためのエクソン社の技術の応用から得られた知識は多く文書化され、他の所と共有されている。これらの技術の各々は多くの国際的な追跡研究の主題に取り上げられている。それらの研究の多くは現在も進行中であり、エクソン社の研究開発資金が支援している。
- ・ 生物修復の方法と化学浄化剤 COREXIT 9580 は一定の浄化目的に関しては安全で有効な技術であると実証された。

参考文献

1. Bragg,J.R.,Prince,R.C.,Wilkinson,J.B.,and Atlas,R.M.; Bioremediation for Shoreline Cleanup Following the 1989 Alaska Oil Spill, Exxon Company U.S.A.,Houston,TX,1992.
2. Canevari,G.P.,Fiocco,R.J.,Lessard,R.R.,and Fingas,M.;COREXIT 9580 Shoreline Cleaner: Development,Application,and Status,ASTM Symposium on Use of Chemicals in Oil Spill Response,ASTMSTP 1262,Philadelphia,PA,1994.
3. Cutter Information Corp.; International OilSpill Statistics,1996,Arlington,MA,1997.
4. Davidson,A.; In the Wake of the EXXON VALDEZ,Sierra Book Clubs,San Francisco,CA,1990,Pg,44.
5. Exxon Research & Engineering Co.,Exxon Dispersant Guidelines,R.R. Lessard,ed.,Florham Park,NJ,1994.
6. Fiocco,R.J.and Lessard,R.R.; Demulsifying Dispersant for an Extended Window of Use,Proceedings of the 1997 International Oil Spill Conference,API Publication 4651,Washington,DC,1997,pp 1015-1016.

7. George-Ares,A.and Clark,J.R.; Acute Aquatic Toxicity of Three COREXIT Products: An Overview,Pro-ceedings of the 1997 International Oil Spill Conference,API Publication 4651,Washington,DC,1997,pp 1007-1008.
8. Harrison,O.R.; An Overview of the EXXON VALDEZ Oil Spill,Proceedings of the 1991 International Oil SpillConference,API Publication 4529,Washington,DC,1991,pp 313-319.
9. Jahns,H.O.,Bragg,J.R.,and Dash,L.C.; Natural Cleaning of Shorelines Following the EXXON VALDEZ Spill,Proceedings of the 1991 International Oil Spill Conference,API Publication 4529,Washington,DC,1991,pp 167-176.
10. Lewis,A.and Aurand,D.; Putting Dispersants to Work : Overcoming Obstacles,API Publication No.4652A,Washington,DC,1997.
11. Pezesnki,S.R.,DeLaune,R.D.,Nyman,J.A.,Lessard,R.R.,Canevari,G.P.; Removing Oil and Saving Oiled Marsh Grass Using a Shoreline Cleaner,Proceedings from the 1995 International Oil Spill Conference,API Publication 4620,Washington,DC,1995,pp 203-209.
12. Teal,A.R.; Shoreline Cleanup - Reconnaissance,Evaluation,and Planning Following the VALDEZ Oil Spill,Proceedings of the 1991 International Oil Spill Conference,API Publication 4529,Washington,DC,pp 149-152.
13. Teas,H.,Lessard,R.R.,Canevari,G.P.,Brown,C.P.,Glenn,R.; Saving Oiled Mangroves Using a New Non-Dispersing Shoreline Cleaner,Proceedings from the 1993 International Oil Spill Conference,API Pub-lication 4580,Washington,DC,pp 147-151.

討論

ネールラン： 政府が化学剤を承認しなかった理由は何でしょうか。

レッサード： いくつかの理由があります。第一の理由は、化学剤を開発するのに数カ月かかり、89年に使うのには完成するのが遅かったからです。冬中作業し、90年には使うことを検討してもらいたいということで作業を進めました。ちょっとしたことが起こりました。50万ドルほど使ってデモンストレーションを行いました。この化学剤を使ったテストのいくつかで鉍物微粉がでました。これは氷河の沈泥と同じもので、それが岩石からも出て来たのですが、機関はこれを分散した油だと誤解しました。冬の間、たくさんの費用を投じて、これは確かに氷河の沈泥であるということを実証しましたが、彼等は望むとおりの油の分離機能がないということで反対し続けたのです。

危機一髪のところ、チンガリー二提督が90年3月に最終決定をしましたが、それには国の上層部からかなりの圧力があつたのではないかと思います。彼等は我々が油の一部を水中に戻しているのではないかと心配していたのです。結局承認を得られませんでした。第二の理由は、1990年の夏までに、冬の嵐が非常に効果的に機能して、事実上浄化の次の段階に入り、殆どの海岸線から嵩のある油が除去されたことで、それほど浄化剤を使う緊急性がなくなったことです。浄化剤が優れている理由は、これまでのように華氏140度ぐらいまでも上げなくて良いということです。使用温度は100度で済みました。これは摂氏だと60度対40度になります。浄化剤を使えば低温の水でも効果があるわけです。化学剤を使わなければもっと高温の水を使わなければならなかったでしょう。上記のようないろいろな点を考慮して使わないという決定がなされたのです。

元良： 分散処理剤の使用について事前の許可を取る制度があつて、それも米国沿岸の殆どのところが許可が取れているということは、非常に我々にとっては驚きで、大変示唆に富んだ話だと思います。ただ、地域の経済、漁業、生態系の保護というような問題、いろいろ利害がぶつかるような所で簡単にその様な結論が出せるのでしょうか。どの様な手続きで決められるのでしょうか。

レッサード： これは関係者全てを召集します。つまり、状況にかかわりうる人達を全て集めて、選択肢を秤にかけるといことです。何をしようと必ず環境に影響が及ぶことは覚悟しておかなければなりません。油の流出があつた場合には何かが影響を受けます。分散処理剤というのは一つの選択肢であり、油を除去できなかったときに海岸線に油が漂着するのを防ぐ代替方法なのです。分散処理剤が深海で魚への影響が殆どなく安全に使うことができるという実証が十分行われています。魚は、今朝も申しましたように油があるということを迅速に察知してこういう場所は避けると思われれます。

関係者全てを集めて、米国では事前承認を地域ごとに行います。シンポジウムを開き、いろいろな専門家を集めて話し合い、いろいろな要因を秤にかけ、その後でこの問題についてあらゆる関係者の間で討議を行って、最も高い優先順位は何かということを判定しました。もし漁業が最優先であるなら、一つの方法に決定します。もし潮間帯の養殖場が最優先であるということであれば別の方法を決めます。誰もが別々の優先順位の組合せを持つとします。それをどの様にして秤にかけ、地域の自分達にとって何が最適と感じるかという判断を下すのです。米国ではそれらの過程を地域ごとに行い、これは非常にうまくいきました。

殆どの州で分散処理剤は重要な手段だと認められました。もちろん常にこの方法が使われ

るということではありません。それはいつでも使用可能であって、条件さえ整えば、少なくとも選択肢として検討の対象になるということです。流出の前に事前承認をとるという計画がなければ、実際に事故が起きても分散処理剤を使うことは絶対にできません。

ネールラン： 分散処理剤を迅速かつ、効果的に使えるためにはかなり備蓄しておかなければならないと思います。それだけ大量の分散処理剤を保管しているのでしょうか。数時間で使えるようになっているのでしょうか。

レッサード： 米国ではかなりの備蓄があります。テキサスでは我が社が 1,200 のドラム缶分の分散処理剤を保有しています。フロリダには 300 か 400 を備蓄しております。問題は輸送です。分散処理剤があるかどうかという問題よりも、米国ではその方が問題です。多分米国には 6,000 か 7,000 のドラム缶分の分散処理剤があります。問題はそれをどうやって必要なところに持っていくかということです。事前計画が必要です。いま弊社は MSRC 等と協力しながら、必要な場所、つまり散布用航空機がある所にどの様に持っていくかという輸送法を検討しています。米軍は C130 の航空機を、民間のものが用意できない場合に備えて常に待機させております。

ただ、こういう手配は必要な手続きですが、その前に国民がその使用を承認するという励みが必要です。MSRC が設立されたときの米国内の状況としては、各所に分散処理剤を用意しておけば、いつでも使えるだろうということにあまり支持がありませんでした。備蓄をするにも、そのための多額の費用を提供する人々は躊躇しました。ある種の緊急事態に対する適切な配慮と承認があるという保証なしには躊躇していたのです。現在はそういうこともなくなり、MSRC は現在に必要な所に必要な分散処理剤を持って行くための輸送面を検討しているところです。

備蓄に関しては、我が社は全世界に 1 万 2,000 ドラム缶分以上の分散処理剤を持っています。一覧表を作り上げ、どこに貯蔵されているか、テキサスから米国内に限らず全世界のどこにでも、どうやって持って行くかを詳細に知っています。

我々は場所に応じた戦略計画を持っています。地域の分散処理剤は最初の数日間は有効に働きますが、その後はより高度な分散処理剤が必要になります。油が風化して粘度が高くなるために別な分散処理剤が必要になるのです。我が社は 3 日、4 日又は 5 日目まで有効な、その様な分散処理剤を出荷しています。その他にも多くの計画を持っています。

ネールラン： この 1 万 2,000 ドラム缶分はどのくらいの期間保管できるのでしょうか。ミルクのように消費期限はないのでしょうか。

レッサード： 有り難いことに消費期限はありません。英国では実際にこの様なドラム缶を開けて、5 年、7 年だったものをテストしています。我々は 10 年、15 年たったものをテストしています。開けない限り有効です。開けると水分を吸ってしまい、空気や微生物にも触れてしまうので、劣化の可能性があります。しかし、密封されている限り、20 年ぐらいは効果があるものと思っています。



英国における海洋汚染管理

R.ゲインズフォード

現職 運輸省 沿岸警備隊 海洋汚染対策部理事

学歴 1978 グリニッチ英国海軍兵学校/1981- イギリス経営学会会員/1983 マスカット海洋汚染対策コース/1984 サウザンプトン BP 国際流出油訓練コース/1988 MPCU 油汚染コース/1996- 航海学会会員/1997 緊急防災計画大学 民間防衛・保護対策コース

1982-87 オマーン、サルタン政権下の海軍および行政にたずさわり、その間いくつかの海洋災害における現場コーディネータとして活躍

A. 英国の汚染対策における MPCU(Marine Pollution Control unit)の役割と最良手段としての空中散布による分散処理剤

1.0 はじめに

1.1 国家緊急防災計画は、関係当事者全員との協議により英国政府によって策定され、船舶からの油や他の危険物質の海洋環境への流出によって生じる汚染の処理手順を定めている。全ての汚染対策の主目的は、汚染による英国海岸又は英国国益への脅威を最少にすることである。

2.0 責任の概略

2.1 英国政府は、英国国益を脅かす、海洋における船舶からの油や他の危険物質の大規模流出を処理する責任を負う。

2.2 運輸省沿岸警備隊は、英国政府の責任を、その専任部隊 MPCU を通じて実行する。この部隊は、「油汚染準備対応及び協力条約 1990」(OPRC1990)によって設定された国内主官庁である。

2.3 イングランド、スコットランド及びウェールズの各沿岸地域当局並びに環境省(北アイルランド)は、沿岸汚染の処理に対する法令外の責任を負う。なおこの状況は検討及び協議中である。

2.4 港湾当局は港湾内での汚染処理に対する責任を負う。

2.5 英国政府は、沿岸地域当局及び港湾当局が甚大な汚染を生じる大規模な事故について支援を必要とする場合にはこれを行う。このような状況で、MPCU は、沖合の作業を指揮するだけでなく、完全に準備された対応ができるように海岸線の浄化対応と資機材を配備することによって、現地当局を支援する。

2.6 英国水域内及び付近の船舶からの油又は他の危険物質の流出に関する全ての報告内容は、1日24時間、1年365日間、無線監視を続けている英国沿岸警備隊に報告されなければならない。英国沿岸警備隊は、いかなる事故についても、評価、監視、対応するためにスタッフが1日24時間待機している MPCU に警報を発する責任がある。

3.0 MPCU の機能

3.1 油流出事故対応

* 1990 OPRC 条約の要請によって設立された国内主官庁として活動し、海上船舶からの油や化学物質の流出を処理する政府の緊急防災計画を支援。

* 英国水域内及び付近の船舶からの油又は他の危険物質に関する報告の監視、追跡及び海上汚染対応の指揮。

- * 分散処理剤の適切な備蓄とその空中及び船舶散布による適用手段、及び海上や海岸線の油の回収又は移送用資機材の調達と維持。(2 基が海上用、1 基が船舶移送用備蓄資機材として利用可能)

- * 地上へのデータリンクによる空中リモートセンシング機能及び流出油の質、予想される動き、特性の評価を支援するコンピュータシステムの維持。

3.2 化学物質流出事故

- * 初期アドバイスを提供するためのコンピュータ・ベースのリスク評価と対応モデルの維持。

- * 契約業者の化学物質対策チームと専門アドバイスを提供するための化学物質事故顧問グループの維持。

3.3 汚染防止

- * 汚染を防ぐか、減らすための国務長官の法的介入権限による指令発令又は直接行動。

- * 船舶や石油基地からの非合法操業による排出を検知し、阻止するための、年間 925 時間の監視飛行の提携の維持。

3.4 地方自治体及び港湾当局

- * 地域緊急防災計画と共同対応センターの設立に関する関係諸官庁への指針提供。

- * 地方自治体の使用向けに 2 基の海岸線浄化資機材を提供、維持。

3.5 研究

- * 英国の対応能力を改善するための年間約百万ポンドの研究委託。

3.6 起訴と補償

- * 非合法の排出に責任ある関係者を起訴する場合を考慮して、大蔵省又は海上保安庁の法務官に証拠を提出。

- * 非合法の排出に責任ある関係者への補償の請求準備及び作成。

3.7 国際的責任

- * ボン協定(英国、フランス、ベルギー、オランダ、ドイツ、ノルウェー、スウェーデン、デンマーク及び EEC)の条項に基づき、他の「ボン協定加盟国」へ汚染対策支援を提供し、別の加盟国に影響を与える危険性のある汚染事故を報告。

- * ボン協定の総会及び技術ワーキンググループにおける英国代表。

- * フランス(MANCHEPLAN)とノルウェー(Norbrit Plan)等との個別相互協定の維持と発展、及び訓練への参加。アイルランド共和国との類似協定の展開。

3.8 訓練

* 海岸線浄化と管理技術の訓練実施。

* 年間 1 回の国家規模及び 10 回の地方自治体における油汚染対策実践訓練、及び 2 回の化学物質汚染対策訓練の主催。

4.0 油汚染処理への広範なアプローチ

4.1 タンカー又は他の船舶災害からの流出油量は、多種の要因に依存する。主に、衝突又は座礁時の相対速度、衝撃の角度、船体構造の強度、貨物又は燃料タンクが二重底又は船側タンクによって守られているか否か等である。全ての事故は異なるものであり、油の流出はこれらの要因の個々の組み合わせによってゼロから貨物全体にまで及ぶ可能性がある。

4.2 全ての海上浄化技術には厳重な制約や変動要因がある(天候や油の種類等は、海洋で処理できる油量に大きな影響を与える)。海上流出への汚染対策の有効性は、災害現場海岸からの距離、油の種類、風や潮、現場への資機材配備に要する時間等に依存する。

4.3 海上における最も望ましい浄化方法は、海面から油を回収することである。これは、海岸線への油の漂着を防ぎ、海洋及び沿岸における生物及び他の資源への損害の危険性を下げ、海岸から油物質を除去する際の高コストを回避する。しかし実際には、海上回収は決して完全に効果的なものではない。

4.4 海上の流出油は直ちに極めて広範な海域に拡散する。油 1m³ は、通常 0.1mm 厚で 10,000 m² を覆う。蒸発は油の種類によって異なるが、総量の低下をもたらす。しかしこれは逆に粘性の増加を伴う。ある種の油では、一層粘性を増やす油中水エマルジョンが生成され、同時に油性物質の量を 4 倍に増やす。別種の油では、自然の分散が海面の油量を減らす。種々の過程が起こる割合は、油の種類と天候に依存する。海面に残留する油は、風と潮によって運ばれる。油中水エマルジョン及び付随する粘性の増加によって、油を分散処理剤によって処理することが難しくなり、又機械的手段によって回収することが次第に困難になる。

4.5 利用可能な油回収システムには様々なものがある一方、全てのシステムは、英国沿岸周囲の一般的な海面状態でも制約を蒙り、事故現場での配備に日数を要する場合がある。したがって、政府の方針では、分散処理剤の使用を英国を取り囲む荒れた海で効果があるとされる唯一の海洋浄化システムと位置づけている。しかしながら、1977 年 7 月 28 日の英国下院で大臣による声明で説明されたように、こうした分散処理剤の使用に関する方針としては、一般に流出油が損害をひき起こさず、又脅威とはならない場合には、自然に蒸発分解させることが望ましいとしている。分散処理剤の使用は、それが効果的である可能性が高い場合、あるいは専門家の判断で英国海岸の鳥又は海洋生物に対する損害への重大な脅威がある場合、又は海上作業者が安全性の理由から必要であると判断した場合に、その使用が開始される。

4.6 この意見は、1994 年 5 月に議会に提出された「より安全な船舶、よりきれいな海」という表題の、商船からの汚染防止に対するドナルドソン卿調査委員会において、同卿によって承認された。21.84 項では以下のとおり述べられている：

「我々は、コストに関する多大な論議と注意深い検討の後、油汚染に対する英国の防衛の前線として分散処理剤の空中散布能力を保持することが正しいという結論に達した」

4.7 迅速な対応が不可欠(殆どの油が 48 時間後には分散処理剤に向かないエマルジョンになる)であるため、MPCU は最初の対応としての分散処理剤空中散布を開発し、請負契約に基づき、48 時間で油 14,000t を処理する能力を備えた分散処理剤散布用航空機を調達した。これらの分散処理剤散布用航空機は、側方監視レーダー及び赤外線・紫外線ラインスキャナーを備えた 2 機の契約航空機によって、散布作業の間指示及び管理される。

4.8 科学的根拠によると、大半のケースで流出油の生物学的影響は一時的であり、生態系はやがて回復し、その回復期間の長さは影響を受けたシステムのタイプによって変動する。MPCU や他の関係当事者(水産省及び自然保護団体等を含む)は、油が漁場、海鳥、生態学的に敏感な区域又は快適環境海浜に損害を与える可能性が高いかどうか検討する。損害を与えない場合、油が自然に分散するのを待つことになる。損害を与える可能性が高い場合、油の分散処理が成功する見込みは、表面に残留するよりも、水柱方向に分布することによる分散油の環境的影響と処理コストとのバランスで考えなくてはならない。

B. 初期段階から最終処理までの「シー・エンプレス号」等大規模油流出事故での油流出対応作業の概観、得られた教訓

1.0 「シー・エンプレス号」事故(最高責任者報告からの抜粋)

1.1 「シー・エンプレス号」事故は英国水域での 3 番目に大きい油流出であった

(1967 年、トリー・キャニオン号 119,000t 及び 1993 年、ブレア号 84,000t に続く)。これは、1996 年 2 月 15 日にミルフォード・ヘブン(英国)に同船が座礁した時、フォーティーズ原油 72,000t 以上が流出したものである。この事故では英国の緊急防災計画による見事な処置が実証された。油汚染を処理するために必要な資機材が迅速に結集され、必要な場所、時期に利用可能であった。この作戦にはおよそ 1,100 人が動員された。この規模の油流出では、環境への損害を防ぐ方法はない。この規模の流出事故では環境破壊を免れることはできない。流出油に対する対応は、海浜や漁場をそこで生計を営んでいる人々やそこをレクリエーションに使っている人々にできるだけ早く帰してやることであった。しかし、環境破壊は不可避として、対応とは、いろいろと介入して来て煩わしく又多くの損失を伴い油と同じように環境に危害をもたらしたかもしれない過剰反応と環境に回復する機会を与える処置、即ち、風や波や自然作用で油を除去させるに必要な処置とを調整することであった。対応作業のどの段階においても、我々は人員又は資機材の欠如によって妨げられることはなかった。共同対応センター(JRC)が組織され、計画に従って運営された。このような事故への対応は、ある程度まで緊急防災計画に頼る(結局、組織の大部分が臨機に組み上げざるを得ない)以外になかったという条件に鑑みて、私は、「シー・エンプレス号」に対する全体的な対応は成功であったと判断できるものと信じる。

1.2 得られた教訓

- * 連携、計画、訓練、演習を包括した事前の優れた緊急防災計画はうまくいった。しかし「シー・エンプレス号」のような大規模事故では、基本計画を想像力豊かに拡張する必要がある。
- * 空中散布の分散処理剤(446t)の使用により、海浜への漂着油の量が 1/10 のオーダーに減少した。
- * 海上回収は散布と並行して実施できたが、コストが非常にかかり、効果は薄かった。オイルフェンスを備えた漁船を使って、浅水域から油を集め深水域の油回収船へ運んだ。
- * 空中散布の際、異なった水深からのサンプル採取して分散処理剤散布の効率をチェックするために、その海域に船を配置することが最も重要であった。航空機の乗組員は、分散処理剤が十分に機能するまでに時間を要した場合、散布が効果を失いつつあるのではないかとしばしば思った。又、対応実施者と、散布の許可を出す(即ち農水省等)政府機関との緊密な連絡が不可欠である。
- * 二つの対応センターが必要である。一つは海上対応、もう一つは海岸線対応である。これは、関係者の人数が膨大なので両方を一緒にすることは非現実的だからである。二つのセンター間には緊密で定期的な意思疎通を必要とする。
- * 24 時間通して、情報収集やインタビューに対して決して飽くことを知らないマスコミの存在を過小評価してはならない。マスコミは事故に対処する関係者の集中力を奪った。

最高幹部でないにしても、上級幹部は対応実施者の代わりに定期的にマスコミに対応し、中央政府と調整にあたり、VIP の訪問を処理する必要がある。

* 長期間の大規模事故では極端な人手不足に陥る。全ての人員が 24 時間ごとに少なくとも 8 時間の休憩が得られるよう計画すべきである。これは、人々を危険に落とし入れないようにし、又危険な管理決定をしないための健康と安全の要求である。MPCU の人員配備計画では、大規模事故における迅速な展開が可能であることを必要としている。

* 油流出の規模、量、広がりについての監視航空機からの口頭報告は、時間がかかり、不正確であった。航空機から地上局へのなんらかの形式のデータリンクが不可欠である(現在 MPCU の契約航空機には組み込まれている)。

C. 以下の事項に関連する法的問題

外国籍船舶によって生じた公海での油流出事故に対する対応。

外国籍船舶によって生じた領海内での油流出事故に対する対応。

1.1 英国は最近、英国周辺の 200mil 海域又は隣接国との中間線に汚染防除指定海域を設定した。この海域外では英国は、国際協定に従った支援を申し出る以上の権限を持たない。しかし、この海域内では、英国は、油流出事故を効果的に処理する全面的な権限を持ち、油汚染を防ぐか又は最小にするために介入することができ、外国籍船舶の場合には外務省を通して当該国に通知することになる。

D. 指令と伝達に関する沿岸警備隊と地方自治体間の協力

1.1 JRC の概念が導入され、その中で、海洋汚染対策部に代表される中央政府と地方自治体は海岸線の油汚染への対応を一元化する。MPCU の海上向け資機材の対象とならない陸上汚染の浄化の責任は現地当局にある。現地当局が主に自身の資機材を使って事故に対処できる場合でも、更に MPCU の科学的技術的アドバイスが無料で利用可能である。又、この際要望があれば MPCU の職員が現地対策センターに配置され、MPCU の専門の海岸線浄化機器の適切な品目が有償で利用可能となる。

1.2 ただし、船舶災害関連の流出が大規模であり、現地当局の資機材では(仮に上記のように補完されたとしても)当該状況への対処が明らかに不十分である場合、MPCU は、現地当局の要望に応じて、陸上対応を調整してリードするために JRC の設立が必要であるかどうかを考慮する。JRC が設立されると、MPCU は、必要である現地当局では提供できないと思われる他の資機材と共に、自身の備蓄から利用可能な資機材費用を負担する。現地当局は、自身で利用可能な資機材費用を以降も負担して行く。

1.3 JRC の役割は、陸上対応を調整しリードすることである。そのためには、以下のことが必要である：

(a) 影響を受けた沿岸に合わせて問題の大きさを決める。

(b) 浄化作業の戦略に同意し、優先順位を割り当てる。

(c) 対応行動を始めるか、又は現地の提案に同意する(環境の損害及び、関連行動から生じる油性廃棄物量を最少にする目的)。

(d) 同意した優先順位に従い、資機材を確保し、決める。

(e) 浄化作業から生じる油性廃棄物の処分方法を決定する。

(f) 浄化作業の進捗状況を監視する。

(g) マスコミ、選任メンバー、政府の各大臣に定期的に報告する。

1.4 JRC の各参加機関は、個々の組織としてではなく、機能によって分けたグループとして行動することが不可欠である。経験から、明確な責任を負う機能グループを設立することによって、参加組織が JRC 内で迅速に合体し、効果的に機能することが分かっている。主な機能グループは管理、技術及び調達各チームである。これらは、プレス(マスコミ)チーム、環境グループ、財務グループによって支援される。

E. 荒れた海洋での浄化作業：作業方針、戦略、使用機器

1.1 風力 6 以上の海洋での機械的回収作業は効率が悪く、デッキで作業する人員にとっても危険である。空中散布を継続することはできるが、油滴が吹き飛ばされているか、油との接触が良好でないかについての判断を下す必要がある。ポイントは、海洋が非常に荒れている場合には、自然が分散処理剤の役割を果たし、人手によるそれ以上の支援手段が必要でないということである。1993 年のブレア号事故は、対応時間の大半において嵐が吹き荒れた例である。そのため一切海上作業ができず、空中散布がごく初期に試みられただけで結局天候が原因で中止されてしまった。油は、自然に水中に分散されて、海岸にはまったく漂着しなかった。

1.2 英国は長い海岸線を持ち、天候条件に恵まれないから、大型船に多大な投資をすることはコスト面で効果的ではないと思われる。機械的回収は 1 年の 70%以上実施できないと推定される。オイルフェンスによる油の機械的回収には常に限界があり、3 ～ 4kt 以上及び風力 5 以上の場合は役に立たない。

1.3 分散処理剤に向かない重燃料油については常に大きな問題がある。しかし、より高粘度の油に対して従来以上に効果的であるとされる新しい分散処理剤が開発されつつあり、英国はその効果をチェックするために北海で 1997 年 9 月に実地試験を行なう予定である。

討論

トーンショフ：かなりの量の油濁対応資機材を備蓄されているようですが、平時の業務についてはどのような資金手当がなされているのでしょうか。政府から資金が出ているのでしょうか、それとも民間からの寄付等があるのでしょうか。

ゲインズフォード：明らかに油濁対応態勢というのは、中央政府、地方自治体、民間業

界の協力で成り立っています。中央政府は備蓄のための予算がついていますが、それで全てがカバーされるというわけにはいきません。よって、シー・エンプレス号のような大規模な油流出事故の場合には、我々の資機材を使って、民間の請負業者に大幅に委託します。それから、石油業界もいろいろバックアップのサポートをしてくれています。人員の派遣、特にビーチマスターといったような人達が動員されて、資機材も提供してくれました。1,200t もの分散処理剤を備蓄してしていますので、これはかなりの量ですが、それだけではなく、300t の業界の備蓄もあります。したがって、常に官民の協力態勢でやっているということです。

トーンショフ： 13 人ぐらいのスタッフということでしたが、対応要員はどこから連れて来るのでしょうか。彼等には特別な訓練が英国では要求されているのでしょうか。

ゲインズフォード： いわゆるメインチーム、中核となる人員については小さくしています。13 人の中には 3 人の科学者、3 人の船乗り、6 人の行政官と私がいいます。できるだけ中央集中型にして、海岸線のどこでも機動的に動けるようにおります。一方、英国沿岸警備隊は反対のポリシーで、海岸線上に展開して、それぞれの緊急センターから事故現場に出動するようにしているのです。しかし我々は集中型です。そして、基本的には我々はいわば助っ人ということで、どんな事故でも、その管理法や技術的ノウハウを提供します。必要な場合には地方自治体の協力を求めて海岸線を浄化し、前に述べたような資機材で業界のサポートもいただいています。それから、請負業者にも委託して、船、あるいは飛行機の運行等も行っています。そういった訓練を我々が監督するということです。

トーンショフ： 米国では油流出緊急防災計画の意思決定において流出責任者が重要な役割を果たします。そして、実際の対応作業に対しても流出責任者が支払いの責任を持ちます。これは英国の流出対応とどう違うのでしょうか。独自の資源を使われるのでしょうか。

ゲインズフォード： 米国以外は IOPC 基金が適用されますので、責任を立証する必要はないと理解しています。流出がタンカーから起きた場合には、すぐに IOPC 基金を通じて請求し、取り戻すことができます。その額は最近増えてきております。ただ、その手続きは非常に複雑で、地方自治体の私の友人も言っていたように、簡単とは程遠いものです。重要な点としては、行動と支出に関して包括的な記録を維持しておくということです。そうでないと、何カ月も後では実際問題として全ての費用を取り戻すことが困難になります。

67 年のトリー・キャニオン号の場合までは、船主が自分で浄化するべきであるという立場を取っていましたが、トリー・キャニオン号以後はこれが実行可能ではなく、国家が責任を担わざるを得ないということになりました。船主は浄化の役割を分担しますが、我々の全体的な管理システムの中に取り込まれます。オイルリグの場合は別で、石油会社の役割はより大きくなっています。彼等はその対応ができるという前提で営業許可が与えられているからです。もし彼等が対応ができないということならば、さかのぼって流出対応計画に対する我々のチェックが甘かったということになります。



海上における浄化作業の経験
－海上の油流出事故への対応における地域関係当局の役割

W.B.デイヴィス

現職 ペンブロークシャー州協議会 運輸管理部長

学歴 土木工学専攻/土木学会会員(公認エンジニア)/高速道路および交通機関学会会員/
欧州公認エンジニア

シー・エンプレス号事故後、浄化業務管理のためのペンブロークシャー州油汚染対策担当
指揮官。シー・エンプレス号の座礁当初から 14 ヶ月後の現在も、共同防除センターは運営
されている。現在重要な職務として IOPC に代わって ITOPF に対する保障問題を担当して
いる

背景

1967 年のシシリー島沖におけるトリー・キャニオン号事故の後、英国政府は全世界を航行する遠洋タンカーの船主が、いかなる海域で発生した油流出事故にでも対処できる緊急防災態勢を整えることは、殆ど非現実的であるということを認識した。それゆえに中央政府は、英国の利益に脅威を与える海難事故によって生じた海上流出油への対処に責任を負うことを決定した。

同時に、国及び地方レベルの海岸線の地域関係当局が、緊急防災計画の作成及び油流出事故から生じた海岸線の汚染浄化の両方に対して法律に基づかない責任を負うことになった。

地域関係当局は、海岸線の浄化に関して特定の法的責任を負うものではないが、緊急の油流出事故の影響を緩和するための出費を負担する権限を有する。ドナルドソン上院議員のブレア号事故の審理においては、地域関係当局(及び港湾関係当局)に対して浄化にかかわる法的責任及び緊急防災計画を策定する義務を与えるべきであると勧告している。政府はこの勧告を検討することに同意した。

1996 年 3 月 31 日以前には、西ウェールズの州評議会及び全ての海事関係の地域都市評議会の代わりにダヴェッド州評議会の市民防衛計画機関(CPPU)により油濁対応計画が作成、維持されてきた。この計画は CPPU の当直担当者が油濁事故に対応する州の油濁担当官及びその他の機関に対して通報する際に行うべき対応を詳細に述べている。

1966 年 4 月のウェールズの地方行政組織の再編成に基づき、州と地域の役割が統合された。CPPU から一人の担当官がそれぞれの新しい単位機関に任命され、同担当官は州の油濁担当官と緊密に協力して新しい機関のための地域緊急防災計画を維持する。

地域緊急防災計画の目的は、カマーザン州、カーディガン州及びペンブローック州のために、海岸線の油濁への効果的な対応計画を援助することにある。更に、計画書の内容がミルフォード・ヘブン港湾当局、石油企業及びその他の機関のものと矛盾しないようにし、油濁浄化のための入手可能な全ての資機材に関する情報を収集、記録することにある。勿論、国家緊急防災計画とも一致するものでなければならない。

ダヴェッド州の油濁顧問グループ(DOPAG)が、主要な地域機関相互の緊密な業務提携関係を育むために設置された。1993 年に同グループは「海浜データと浄化指針」を作成したが、これにはグループ内の様々な機関の主要な担当者間の詳細な打合せが含まれている。この試みは、アクセス経路や適切な浄化方法等の重要な問題点に的を絞るのに役立ち、又、合意に達した暫定保管場所を示す非常に有用な 10,000 分 1 の注釈付きの地図を提供した。

同グループは最近、地方行政組織の再編成後の最初の会合を西ウェールズ油濁顧問グループ、WWOPAG の新名称で開催した。最初の仕事の一つは、シー・エンプレス号事故の教訓に基づいた、地域油濁緊急防災計画の改訂作業の予定である。

訓練は、油流出事故処理計画の重要な部分である。海洋汚染対策部(MPCU)は海岸線浄化及び管理技術の指導を行い、又、浄化装置の実証運転を定期的に行っている。DOPAG は、共同対応センターの設立を含む大がかりな演習等の訓練も行っている。

オイルフェンスの展張訓練も行われ、これは健康及び安全上の問題並びにオイルフェンスの展張場所へのアクセスの困難さ等の技術的な実際の問題を認識する良い機会となる。オイルフェンスの試験は一般に理想的な条件に近い状態で行われるが、現実の事故の場合は、

理想条件とは大幅に異なるのが普通であることを認識することが重要である。

廃棄物管理の事前計画は、最終処分地や処分方法ばかりでなく、安全な中間保管場所の確保のためにも重要である。我々の計画にかかわる「海浜データと浄化指針」には、廃棄物運搬用の大型容器や内張りした貯蔵用の穴等に入れた油性廃棄物を緊急、暫定的に保管する様々な用地について記載されている。このような暫定措置が改善されないまま続くようであれば、正式に認可された処置をとる必要があるので、できるだけ速やかに環境庁に連絡を取らなければならない。

油流出事故から発生する廃棄物の範囲についても配慮する必要があり、最適の処理方法を検討しなければならない。油流出事故からは、固形廃棄物として、油の付着した砂や小石、油の付着した海藻や投棄物(木材やプラスチック)等の漂着物、又、防除作業において油が付着したモップ、スポンジ、オイルフェンス、防御服、玉ふさ等が発生する。

シー・エンプレス号

シー・エンプレス号は1996年2月15日の夕方、ミルフォード・ヘブンの港口で座礁した。州の油濁担当官でもあるダヴェッド州評議会の市民防衛計画機関の当直職員は、英国沿岸警備隊からの通報に応答し、地域の油流出緊急防災計画指定の油流出事故調整センター(OSCC)であるミルフォード・ヘブン港湾局の事務所へ赴いた。1996年2月16日の02:30に、JRCが要請され、MPCUが承認した。これは直ちに設置され、JRCグループの最初の説明会が07:00に開催された。同船はミルフォード・ヘブン港湾局の管轄区域内において遭難したので、同港湾局が初期の対応の調整及び管理チームの指揮を担当することになった。

海事チームは正式にはJRCの組織の一部ではなく、通常は最寄りの沿岸警備隊センターにおかれている。ミルフォード・ヘブンの場合には好都合なことに、JRCが設けられている港湾局に隣接していた。

ミルフォード・ヘブン港の油流出事故対応計画では、船舶を受け入れる石油会社は事故に対し最大級の支援を行うことになっている。この場合には、事故は港湾計画ばかりでなく、ダヴェッド州及び国の両方の油流出緊急防災計画にまで拡大することになった。

テキサコ社はシー・エンプレス号の座礁から30分以内に最初の事故対応センターを設置した。ペンブローック/アングル半島周辺の最初の海浜浄化作業はJRCの代わりにテキサコ社によって行われた。浄化のための主組織が設立されると、この作業はJRC内に完全に組込まれた。

ウェールズの地域関係当局の再編成が完了してから6週間しか経過していなかったため問題全体は更に複雑なものとなった。対応措置に重要な役割を果たさなければならない多くの人々には別の関心事が優先していた。

実際に、事故に対応した主な職員の多くは3月31日に退職し、そのため新たに組織されたペンブローック州評議会の統一局に対して慎重な引き継ぎを行う必要があった。更に廃棄物取締当局、NRA(英国河川管理局)及びHMIP(英国汚染検査官)が再編成中であった。新しい環境局の廃棄物管理者は任命されていたが、職員はまだ地区評議会に属していた。

同程度の規模と複雑さを有する事故は全て、対応体制をテストし、その長所と短所を見つ

ける良い機会となるものであり、シー・エンプレス号の場合も例外ではなかった。最初の数週間は長時間勤務と要求事項の多さのために極度の緊張を強いられた。事前計画が多くの分野において成果を上げていることが分かり元気づけられた。JRC の設立や運営も上首尾であった。このような大事故に投入された人々が、以前のダヴェッド州の油濁顧問グループ(DOPAG)の会合及び訓練以来の既知の間柄であったことが非常に貴重であった。DOPAG によって作成された我が国の海岸線の全てのアクセス可能な海浜についての情報を与える「海浜データと浄化指針」も非常に有用であった。この文書の地図は現場測量報告書の形式に再生され役立った。地図も複写され、海浜の状況についての環境報告書の作成に使用された。

油流出事故の処理班が緊急の状態からプロジェクトの状態に迅速に移行することが非常に重要である。シー・エンプレス号の場合には、地区行政組織の再編成にかかわる困難な問題からこの移行が著しく遅延した。独立した資金の手当や資機材購入を担当するチームが存在していなかったため、購入業務は技術チーム及び個々の組織によって賄われた。明確な財政機構がなかったため、事故の初期段階における財務帳簿が不適正なものとなり、そのため後日請求にかかわる情報の整理は困難を極めた。

継続的対処を容易にするために、管理チームがより戦略的な問題を取り扱う一方で、日常の浄化作業を処理するための調整グループの設置が決定された。

このような規模の事故においては適切な連絡体制が不可欠であるが、最初は電話交換機なしで無差別に受付ける 10 本の電話回線で連絡を始めたので、種々の問題を生じた。多数の海浜において作業するチームとの連絡を保つことも非常に重要で、この問題は 16 ヶ所の地域をカバーする免許を持った 43 のアマチュア無線局を動員し、3,000 時間を超える支援を行った、地域のアマチュア無線の緊急通信網(RAYNET)によって解決された。

その他の支援組織で作業に対し貴重な支援を提供したものとしては、英国赤十字社(36 人の熟練した救急隊員の 14 ヶ所での 2,000 時間を超える活動)、セント・ジョーンズ救急病院(9 人の熟練した救急隊員の 8 ヶ所での 800 時間を超える活動)、RSPCA(王立動物虐待防止協会)(約 200 人のボランティアに支援された 50 人の熟練した検査員のゴウア地区からセント・ダヴィッド岬までカバーした 4,200 時間を超える活動)、救世軍(8 人による 8 ヶ所で 750 時間を超える活動)、英国女性ボランティアサービス(WRVS)(79 人の隊員による 3,400 時間の活動及び約 8,000 食の食事の提供)がある。ボランティア達から多くの支援の申し出を受けたが、彼らは海浜浄化作業において安全に作業することができないので、RSPCA 等のボランティア機関に差し向けられた。

海浜の浄化作業は決して簡単な仕事ではない。海浜の快適な状態、大型機材の海浜へのアクセス、必要な場合には重機械を支援する能力等の現実的な問題に取り組まなければならない。潮間帯の海洋生物群、海洋植物、海鳥、魚類及び哺乳動物類に対する、浄化の環境的な影響を調査しなければならない。場合によっては、いろいろな生物系を扱う団体の代表者が推奨する浄化方法が互いに矛盾し、双方が受け入れられる妥協案を環境チームが工夫しなければならないことがある。

浄化作業の緊急業務は、できるだけ大量の油を迅速に除去することであった。最終仕上げ作業は、海上に残留油が認められず、汚染された海浜から油の再浮上が殆ど見られなくなるまで待たなければならなかった。2 月 24 日から 29 日までの海浜浄化作業によって近接可能な場所における大部分の油が除去された。

JRC は最高時には 900 人以上の人員を海岸線の油回収作業に配置して大がかりな作業を行った。これらの手作業の人員は地域関係当局の職員(直接労働機関)、地元の請負業者、

MPCU の請負業者、テキサコ、OSRL 及び NRA から送り込まれた者で構成されていた。

海浜浄化用の機材は、常設協議会/テキサコの在庫、OSRL の在庫、MPCU の在庫、NRA の在庫、地域関係当局の在庫及び地域の民間プラントからの借入によって供給された。又農業機械団体からは重要な機材である農業用のバキューム・タンカーが提供された。このバキュームタンカーなしには、テンビー及びソーンダーズフット地区の海岸線の油回収は達成されなかったであろう。1 回 36 時間で海浜から 3,000t 以上の液体が除去された。

油性廃棄物の処分は常に重大な問題である。シー・エンプレス号の事故によって 20,000t 以上の液状廃棄物及び 12,000t 以上の固形廃棄物が発生した。

海上で回収された液状廃棄物はミルフォード・ヘブンへ海上輸送され、テキサコの精製所に運び込まれた。海浜で回収された液状廃棄物はタンクローリーでテキサコ及びガルフの精製所へ移送された。これらの精製所は合計で 22,000t 以上の液状廃棄物进行处理した(95% をテキサコが処理)。精製所が事故現場に隣接していなかったら、液体の回収作業は著しく阻害されたものと思われる。

海浜で回収された計 12,000t 以上の固形物は、とりわけ、油の付着した砂、数百立方メートルの油吸着剤付きオイルフェンス、プラスチック・バッグ、油の付着した対人防護機材、大量の油の付着した海藻からなっていたため、更に厄介な問題を生じた。

その内の 4,000t 以上が約 100mi 離れたマーサーティドヴィルの埋立ごみ処理地へ送られた。120t はアスファルトで安定化された。7,000t 以上の油の付着した砂は農業用地用にテキサコに運ばれた。このプロセスは、管理された用地に廃棄物を散布し、バクテリアの作用によって害のより少ない成分に変換させるものである。

埋立ごみ処理地に送られる固形廃棄物を移送前に固化させるため、一時的保管用地が PPDC のソントンの構内及びテキサコ精製所に設けられた。

この事故がミルフォード・ヘブン及びその精製所から離れた場所で発生していたならば、その様相は全く異なったものになっていたであろう。かなりの環境的及び資金的な犠牲を払って、遠距離の処分ルートを探して大量の油性廃棄物を運ばなければならなかったかも知れない。類似の事態に対処するための堅実な廃棄物処分計画が制定されない限り、次の災害時に英国がこのような幸運に恵まれることはないであろう。

大部分の油が除去されると、必要な第二次浄化作業の方法及び処理量に関心を向けることが可能になった。イースターの休暇に使用できるように、4 月の初めまでに主要な快適環境海浜から大部分の油を十分に除去することが優先された。

その後、アクセス上及び浜辺の物性上問題のある厄介な海浜に対して努力が向けられた。

我々は浄化作業の成果をできるだけ地域住民及び観光客に知らせる必要を認識していたので、定期的な「海浜状況報告」を地域の観光情報センターに提供した。イースターの週末までに我々は主要な快適環境海浜の浄化に非常に成功し、何割かは興味本位だったとしても、イースター期間中には非常に多くの観光客が訪れた。それにしても、当時の浄化に対する一般的な反応は非常に称賛的であった。

我々は、更に積極的に浄化作業を実施するように、海浜の改善状態に従って絶えず標識をかえ、しかし同時に一般市民が潜在的な問題があればそれに気づくようにも努めた。

既に述べたように、緊急段階からプロジェクト段階への移行時期がペンブローック州評議会の職員が JRC の管理に代わって責任を引き継ぐ時期と重なった。マスコミ対策、支援、海事グループが解体され、我々は第二次浄化の問題に集中することになった。技術環境チームは個々の海浜及び海浜周辺領域に対して実施する戦略の検討に多くの時間を割いた。又浄化方法説明書及び可能な場合には詳細な経費支払明細が、我々の提案の合理性に鋭い関心を示してきた ITOPF、保険基金技術査定者のために作成された。

イースター(7 週)後、主要な休暇シーズンに備えて、判明した多くのプロジェクトに取り組むために増員しなければならない人数が明らかになった。

開かれてはいるが観光地ではない海浜や入江については、隣接した海浜の汚染の脅威がある場合にはその大部分の油を除去したが、多くは自然の自浄作用にまかせた。又一部の海浜地域は、打ち上げられた油の自然の風化や分解の程度が処理地域とどう異なるかを見るために、実験的に未処理のまま残された。

浄化作業の大部分は、原油の油中水エマルジョンの除去であった。しかし約 360t の燃料重油も流出し、これは遥かに大きな海浜汚染力を有するものであり、そのため浄化作業の大きな負担となった。燃料重油は精製油であり、重質成分のみから構成されている。これは原油よりも粘度が高く、容易に分散も乳化もせず、自然環境においてそのままの状態を持続し、フォーティーズ原油よりも自然の分解や浄化作業に対して遥かに大きな抵抗力を持っている。温度が上昇すると、燃料重油はアスファルト質の薄い硬質の不活性層(道路舗装材)を形成し易く、流動性の油の塊を包み込むことが多かった。

多くの海浜において遭遇した大きな問題は海浜沈殿物の激しい移動であり、それによって油が覆われたり、露出したりすることであった。時には一度の干満の間に 2m 以上の砂が堆積したり除去されたりした。そのため浄化のために幾度も海浜を見回らなければならなかったし、今後とも頻繁に見回りが必要になると思われる。砂の移動を正確に監視できるように殆どの海浜に管理標識が設置された。

二次浄化の作業方法は主として海浜の支持下層の種類によって決められ、通常は標準的方法によって行われたが、多くの場所で、特別にあるいは新たに開発された、又は実験的な技術が使用された。

岩場の海岸

海岸線の岩場は、分散処理剤又は高圧水による洗浄等の如何なる方法の浄化によっても海洋環境が損傷を受ける危険性があるので、可能な場合には油を自然の分解作用に任せることにした。多くの海浜においてはアクセス上の問題も少なくなかった。油の付着した砂が岩の表面にこびり着いているところでは、手作業でブラシをかけたり、ぼろきれで擦ったり、拭き取ったりした。高圧水による洗浄も行われ、玉ふさ等の吸着材もよく使用された。分散処理剤は潮間帯の海洋生物に対して有害であるが、重要なレクリエーション海浜においては快適性を優先することで JRC の環境チームと合意に達し、岩の表面に付着した風化した油を取り除くために分散処理剤を使用した。

大玉石

大玉石の海浜は、岩場の海岸に対するのと同じ方法及び大玉石の間に閉じ込められた油を排出するために大量の水で洗い流す方法を併用して浄化した。

玉石

この種の海浜では二つの大きな問題に遭遇した。即ち、油が支持層に深く浸透し、そのため浄化作業が非常に困難になり、又その表面の物理的性状によって車両の移動が妨げられた。油は主にブラシ及びグリース除去剤で擦って取り除いた。穴洗浄法と磯波洗浄法の二つの特別の方法が用いられた。

穴洗浄法

穴洗浄法が当地で今回初めて玉石の浄化に使用された。50 ～ 100t の粗材が入る大きな穴を掘り、大きな荷重に耐えるプラスチックのライナーで内張りしたが、実際には破損の危険を低減させるために二枚のライナーの間に砂を詰めたものを使用した。玉石を入れ、高圧の水とグリース除去剤(De-solvit)で洗浄した。その後表面から油を汲み取り、洗浄された玉石を海浜に戻した。

時には、廃棄物運搬用の大型容器を埋めて、穴として使用した(例えば、テルピン地区、グレンビーチ)。

汀段移動と磯波洗浄法(AEA 法)

ティム・ルネル博士の説明による。

玉砂利

玉砂利は玉石と同じように油の浸透と車両移動の問題を生ずる。通常油は機械によって汲み取られていたが、アクセスが困難な海浜では油は手作業用の用具によって回収され、ショベルで袋に入れられた。

4 種類の特殊な方法、及び即ち玉石用の磯波洗浄法、石洗浄法、トラクターのまぐわかけ法、生物修復法が使用された。

石洗浄法は宝石の研磨に使用される方法を真似たものである。幾つかの海浜に洗浄基地を設置し、そこで油の付着した粗材を海水及びグリース除去剤と共にセメント・ミキサー車に投入した。玉石が互いに摩擦することによって油が剥離し、全体が分離される。セメント・ミキサーを使用する利点は、油を含んだ排出水を水密容器に入れ、その表面から回収装置を使用して油を回収することができる点である。洗浄速度は 1 時間当たり 6t 程度である。

トラクターのまぐわかけ法は農業用のトラクターを使用し、海浜粗材を深く掘り起こすことによって、油を表層に露出させ、そこで自然に分散させる。この方法の場合には、あまりに大量の油を露出させて生態上の問題及び油の再流出を引き起こさないように注意しな

ければならない。この方法を使った所では、環境グループと十分協議した後に実行に移された。

生物修復

ティム・ルネル博士の説明による。

砂

玉石や玉砂利と同様、軟らかい砂の海浜は車両の移動性や海浜への油の浸入増大に問題を生ずる。これは、油の洗浄のために除去しなければならない海浜粗材の量を増加させることになる。侵食を最低限に抑えるために汚染されやすい海浜から除去される砂の量を監視することが重要であった。流動性のある油は削り取り、溝に洗い流し込んだ。

油の付着した砂はショベルで掘り起こし、後で処分した。乾いた砂の海浜の浄化後に残留する油は、直径 50mm 程度までの団塊、即ち油と砂のタール・ボールになり、これは手作業で回収するしかなかった。トラクターのまぐわかけも行われた。

泥

他の海浜表面において有効な多くの方法も、泥土面に使用した場合には逆に環境的に有害になることがある。油の物理的な除去はその支持層及び植性に対して重大な損傷を与え、分散処理剤の使用は油を支持層中により深く浸透させ、動植物の生命に有害となることがある。できれば油が自然に分散するよう放置するのが望ましい。この種の支持層の場合には、地勢が干満によってかなり変化するので、荷重保持力及び車両支持能力にかかわる問題もある。浄化作業が必要な場合には、水圧を低くして洗い流すことで油を除去した。この種の海岸線は通常その表面が湿っており、水洗浄によって油は集油区域に浮上する。油を支持層中に押し込まないように、必ず水圧を低くして使用することが肝要である。

接近不可能な海浜及び入江

作業が行われた海浜、入江の多くは接近が非常に困難で、大変苦労して辿り着いた。幾つかの場所は海上からのみ接近可能であったし、別の所では人員や機材の搬入及び粗材の搬出にクレーンの使用が必要な所もあった。

作業の段階的縮小

作業は冬季の前に段階的に縮小され、JRC はペンブローク・ドックの可搬式小屋に移転した。財務部もそこにあるのでこれは特に好都合であり、まだ進行中の我々の要求に対する準備及び確認に役立つ。

汚染された海浜に対する定期的な監視は、問題が生じた際の対応実行班を配備して冬期も

続けられた。冬季の嵐によって発生する大きなエネルギーが、まだ残存している油の汚染の自然な分解と分散を助長することが期待された。

我々は全ての海浜と海岸線の浄化作業の一部として処理された他の場所の詳細な調査を完了したところである。この調査結果によって冬期の自然浄化の程度を評価し、未だ問題の存在する地域を確認もすることができた。この情報によって、主要な観光シーズンに先だって必要な作業を確認し計画することができる。

学んだ教訓

JRC の作業の見直しを行うために、洗い出し訓練が昨 1996 年 9 月に行われた。これは、JRC 内の個々のチーム(管理、技術、環境、マスコミ、支援、海事)が作業に関する見解を検討するために個別に会合し、その結果の報告を持ち帰るもので、極めて建設的な訓練であった。

洗い出しの目的は：

JRC の作業の強みと弱点を特定する。

教訓に留意し、将来のための勧告を行う。

事態の進展に関する完全な報告書を作成する。

この情報は国家緊急防災計画の修正及び MPCU の情報紙(科学的、技術的、作業上の勧告(STOp の覚え書き))の改訂のために使用されることになる。これは又我々自身の地域緊急防災計画の修正のためにも使用される。

討論

鈴木： 講演において廃棄物の処分の問題でいろいろ参考になる話がありましたが、その中で一つ、回収した油の行く先として製油所という話がありました。この製油所に持ち込んだ処理は、どの様な方法を探られていたのでしょうか。日本においては、今回のナホトカ号の事故で、事業所で発生する廃油の処分場、いわば産業廃棄物の処理施設という指定された場所へ全部入れて、そこで焼却処理という方法を取りました。製油所ではどの様に処分されたのでしょうか。

ルネル： この特別な場合には、液状油を製油所で再処理しようとしております。だいたい 1,000t ぐらいの油を入れて、徐々に製油所に入っている油とブレンドし、それを実際に再処理します。固形廃棄物については埋め立て地に運ばれましたので、製油所での処理は液状油だけです。



緊急防災計画の政策と油流出事故対応における法的権限

P.W.シーヴェ

現職 環境省 海洋資源管理庁 副局長

学歴 弁護士 1982 オスロ大学卒

海洋環境の保護に関する国際会議および合意(オスロ委員会、パリ委員会、1972 ロンドン条約、1995-96 北海上級職員委員会の諮問会議におけるノルウェー代表団のリーダー、オスロ委員会の議長)

概要

本論文の第一部は、緊急防災計画策定における政策上、法律上及び組織上の諸問題を扱う。まず、緊急防災計画に向けられた大きな期待を確認する。次いでノルウェーにおける緊急防災計画の法律上及び組織上の問題を提起し検討する。出発点は汚染管理法であり、同法は重大な汚染の潜在汚染者たるあらゆる企業の経営者に対し、汚染を防止し、その影響を抑止するための緊急防災システムの設定義務を規定している。

本論文の第二部は、公海又は沿岸国の領海において海難事故が発生した場合、沿岸国が介入可能な権限の範囲について検討する。

第一部

緊急防災計画策定における政策上、組織上及び法律上の諸問題

はじめに

油流出事故の処理及び緊急防災計画を検討する場合、その使用資機材に焦点が絞られることが多い。オイルフェンス、回収装置、化学的分散処理剤、生物修復等様々な技術の実効性については広範な論議が行われる。しかし資機材は全体像の一部にしか過ぎない。政策上の視点、法律上の枠組み、特に組織の上部機構の問題は緊急防災計画の構成要素であり、全体像を完全なものにするためには、これらの問題に取り組まなければならない。政策上の問題はこの三つの中では恐らく最も広範にわたるものである。これを別個の問題としてとりあげる。法律上及び組織上の問題は相互に関連する重要問題であり、一緒に検討する。

1. 政策上の問題

油流出緊急防災システムに寄せる一般的な期待は多岐にわたっている。これまで不幸にして大きな油流出事故を経験した多くの国と同じく、自国の沿岸で大きな油流出事故を経験する国は、それがいかに急速にその社会全体の重大な問題となるかを認識する。海浜や海岸線を数マイルにわたって汚染する油、特に油にまみれて徐々に死んでいく海鳥の写真は、あらゆる面において現代社会が自然に与えている危害と自然との不調和を示す事例となっている。重大な油流出は、やがて環境災害として認識されることとなるであろう。その影響が拡大し、浄化コストが上昇すると、情け容赦のないスケープゴート探しが行われる。

重大な油流出事故が発生すると、一般に油流出緊急防災システムを強化するための具体的な行動が強く要望される。緊急事態への対処能力を誇示するために、新しい機材に対する支出はかなり積極的に行われる。これは非常に有益かも知れないが、こうした改善が法律上も組織上も行われない限り、次の事故においては失敗してしまうことも考えられる。

一般に緊急防災システムに対する期待は非常に大きい。この意味で一般的な政策上の観点は、より現実的な目標のための基本を整えようとするものである。そのため、我々は、ノルウェーにおいて過去数年間にわたり、「海岸近くで油流出事故が起きたら、海岸に油がやって来る」ということを一般市民に繰り返し知らせることが重要であると考えてきた。

我々は適正な機材を所有してはいるが、流出油の全てを海上で回収することを期待するのは非現実的である。強風と高波を伴う悪天候の状態では、最新の緊急防災システムでも「お手上げ」である。

同時に、国家緊急防災システムをより日常的なものとして確立、維持、改善することに責任を持つ者にとっては、緊急防災システムの有効性を定義付け、評価するための手段又は特定の明確な基準が必要となる。ノルウェーは、油流出緊急防災システムの有効性を評価するための四つの簡単な基準を設けている。これはもちろんより洗練されたものとする 것도できるが、単純なシステムの利点は伝達及び理解が容易なことである。我々が適用している四つの基準は次の通りである。

- * 対応時間
- * 処理能力
- * 専門的技能
- * 耐久性

対応時間とは、油流出事故の通報を受けてから組織が油の回収作業又はその他の緩和策を開始するための準備を整えるまでの時間である。これは例えば、石油掘削業務に対しては一般に 24 時間以内と定められている。しかし特に影響を受けやすい地区の場合には 1 時間以内と定められており、そのためには実際には石油掘削施設に特別の船舶を待機させておかなければならないことになる。企業はその緊急防災計画に対する必要な承認を得るためには、この要件を満たすことができるという推定的根拠を用意しなければならない。演習によって、それが実際に要件に適合するかどうかを示してもよい。この基準は国が現在使用している油流出緊急防災システムにも適用することができる。例えば、油流出事故が特定の地域において発生した場合には、その対応に要する最大時間は X 時間であるというような言い方をする。環境の脆弱性の相違によって、同一海岸でもそれぞれの部分がそれぞれ異なった対応時間になることもある。

処理能力とは異なる環境条件のもとでその機材が単位時間当たりどれだけの量の油を処理できるかを示す尺度である。これは油流出緊急防災システムに組込まれた機材が一定の気象条件のもとで一定時間内にオイルフェンス及び回収装置によって回収できる油量を定めるための基準である。もし実際の状況下で、機材が所定の処理能力を示すことができれば、その機材は作業者の期待に添ったことになる。

専門的技能とは流出油の処理作業を実施するための技能水準及び有資格者の召集能力である。技能水準は、実施される特定の教育及び指導の種類によって定められる。有資格者の召集能力とは、緊急事態において企業が前記水準の経歴を有する人員を何人動員できるかを意味する。緊急防災計画の承認を得るには、この基準に沿って、企業は一定数の従業員に流出油処理について定められた教育プログラムを受けさせなければならない。

耐久能力とは、組織がどれくらいの期間その処理能力及び専門的機能を低下させることなく流出油処理活動を効果的に遂行できるかを示すものである。この基準は準備すべき流出油回収システム数及び作業員チーム数を決めるのに用いられる。

これらの基準を適用するには、幾つかの要件を満たさなければならない。これらは特に緊急防災システムが満たさなければならない特定の要件を決定する場合の基礎として使用することができる。これは、緊急防災計画策定時の政策上の意味合いにおいて、緊急防災シ

システムの一般的目標をより現実的な水準に引き下げるために有効である。これは関係者全ての利益につながるものである。

2. 緊急防災計画策定における法律上及び組織上の問題

緊急防災計画策定に関する法的規定は、上部レベルにおける緊急防災システムをいかに組織するかの出発点である。本論文においては、ノルウェーの緊急防災システムがどのように規定されており、組織的対応が法的要件を満たすためにどのように定められているかを以下に説明する。

a) 民間の緊急防災システム

重大な汚染に関するノルウェーの立法措置は 1981 年 3 月 13 日に制定された汚染防止法の第 6 章に定められている。同法の第 40 条は、一般原則として「重大な汚染を発生させる可能性のある企業の全ての経営者は汚染の防止、発見、阻止、除去及び汚染の影響の抑止のために必要な緊急防災システムを備えなければならない」と定めている。言い換えれば、緊急防災システムの制定義務は民間企業に課された義務の出発点である。関係当局の役割は民間の緊急防災システムに関する「詳細な規定を定める」ことである。第 41 条には「汚染管理官庁は、規定又は個々の決定に基づき、重大な汚染を発生する可能性のある作業の場合には緊急防災計画を提出し、承認を受けなければならないと規定することができる」及び「汚染管理官庁は、緊急防災計画の承認に対し特別の条件を付すことができる」と定められている。

「重大な汚染を発生する可能性のある」ノルウェーの主要産業としては海洋石油及びガス産業がある。これらの要件を満たすために、操業している石油・ガス産業はノルウェー海洋石油業者協会(NOF0)と称する特別の組織を設立した。NOF0 は流出油に対処する機材及び関連職員を備えた補給所を 5 ヶ所設けている。緊急防災計画の策定、承認取得の義務は個々の企業に対して定められたものであるが、実際にこの責務を果たすのは NOF0 である。しかし特定の油田の特別な緊急防災計画は、NOF0 のシステムに加えて個々の油田について策定する必要がある。これは掘削装置からの小規模な油流出事故に対処するシステムであり、且つ大規模な油流出事故の場合に初動するシステムである。石油ターミナル、タンク基地、製油所等の陸上の産業も全て個々に油流出緊急防災システムを備えている。

b) 自治体の緊急防災システム

汚染防止法の第 43 項は「自治体は、自治体内で発生しあるいは損害を与え又民間の緊急防災システムでは対応しきれない重大汚染事故等の稀なケースに対処するのに必要な緊急防災システムを備えなければならない」と定めている。この意味からすれば、自治体は海岸沿いの緊急防災システムの基盤であるとさえ言える。自治体の緊急防災システムは、海岸及び領海内(ノルウェーは領海を 4 海里としている)におけるより小規模な油流出事故に対処できるものでなければならない。自治体の緊急防災システムは 52 の自治体間の緊急防災地域で組織されている。それぞれは、民間企業の場合と同じように、承認された緊急防災計画を備える必要のある特定の執行機関を設けている。自治体の緊急防災システム内の組織は港湾当局、警察、消防、技術職員等からの人員で構成されている。これらの組織が保有する環境上影響を受けやすい地域、局所的な海流、風の状態等の大要についての知識は流出油の処理作業において欠くことのできないものである。自治体の組織は海浜及び海岸線における油の浄化作業においても必須なものである。

c) 国の緊急防災システム

「国は自治体の緊急防災システム…又は民間の緊急防災システムの管轄外の重大な汚染事故に対処する緊急防災システムを規定しなければならない」(汚染防止法、第 43,2 項)。言い換えれば、民間又は自治体の緊急防災システムではカバーすることのできない油流出事故に対処するのは国の責任である。これは現実には船舶からの重大な油流出事故を意味する。自治体の緊急防災システムによって対処できない重大な油流出事故の場合には、油流出事故に対応するのは国であり、ノルウェー環境省の下部機関である汚染管理局である。国の油流出事故対応システムは次のような構成となっている。

- * 本部及び 2 機関
- * 海岸沿いに設けられた 15 ヶ所の流出油対策機材補給所
- * 5 隻の小型船舶
- * 油回収設備を搭載した数隻の船舶を保有する沿岸警備隊との特定の協定
- * 特殊装備の監視用航空機 1 機
- * 重大な油流出事故の場合の国際的な支援協定

これらの三段階の緊急防災システムは、要請に基づき互いに支援することが特別に義務付けられている(第 47 項)。同時に国は、必要と思われる場合はいつでも率先して事故に対処する行動の指揮をとることができる(第 46 項)。

ノルウェーにおける緊急防災計画の法的及び組織的事項の細部にわたる制定作業はこの三つに分けた緊急防災システムに基づいて行われることになる。改善点の探究は継続的に行わなければならない作業である。例えば、この数年で海軍・沿岸警備隊とノルウェー汚染管理局との間の密接な協力体制によって国の緊急防災システムがかなり強化された。これにより油流出事故への対処に関して沿岸警備隊に法的権限が付与され、法律の仕組みに一定の改正がもたらされる。

法律上及び組織上の問題解決の仕方は、それぞれの国によって異なる。誰しも、これが最終解答だと断言できるものではない。しかし緊急防災計画の策定における政策、法律上及び組織上の諸問題が、国の総合的な緊急防災システム制定の基礎であることについては異論のないところであろう。

第二部

- a. 外国籍の船舶による公海上の油流出事故への対応
- b. 外国籍の船舶による自国領海内における油流出事故への対応

にかかわる法律上の問題

はじめに

航行の自由は国際慣例法に定められた伝統的な一般原則である。しかし、トリー・キャニオン号(1967 年)、アモコ・カディス号、エクソン・バルディーズ号(1988 年)、ブレア号(1993 年)等幾つかの重大な油流出事故、そして今回のナホトカ号の事故は沿岸国の経済的権益に基づいて、この原則に対して制限を設ける必要があることを明確に示している。本論文の第二部においては外国籍の船舶による油流出事故に関するこれらの制限に焦点を絞って検討する。

a. 公海

「公海」という用語は領海外の海域で、公海及び専管経済水域(EEZ)を含むところと解釈されている。1982 年 12 月 10 日に制定された国連海洋法会議(UNCLOS)の第 3 条においては、「全ての国はこの会議に従って決定された基線から 12 海里を超えない範囲でその領海幅を設定する権限を有する」と定めている。幾つかの沿岸国が 12 海里の領海を宣言している。ノルウェーは外界を 4 海里としている。公海上においては、UNCLOS の第 87 条、第 1 項及び第 58 条、第 1 項に従い自由航行となっている。

しかし、海難という事態における必要の原則に基づく国際慣例法は、沿岸国に対して航行の自由に優先する権限を与えている。この権限は 1969 年 11 月 29 日の油汚染事故の場合の海事裁判所管轄水域における介入に関する国際条約によって特に示されている。この条約の採択は 1967 年のイギリス海峡のコーンウォールの外海で発生したトリー・キャニオン号の油流出事故が直接の要因となっていた。この条約は少なくとも 59 カ国により批准され、1975 年 5 月 6 日に発効した。国際海事機関がこの条約の事務局となっている。

条約の第 1 条において、締結国は「必然的に重大な損害をもたらす結果が予測される海難事故又はそのような海難に伴う行為に基づく油による海洋汚染又は海洋汚染の脅威から自国の海岸線又は関連の経済的権益に対する切迫した危険を防止したり、緩和したり除去するために必要に応じて公海上においてこれらの措置を講ずることができる」と定めている。

条約は、公海に対する地形的要件の適用を規定している。しかし条約の採択後に専管経済水域の構想が制定されたので、条約は専管経済水域も含むものと解釈しなければならない。

条約が適用される前に、幾つかの条件を満たさなければならない。

* 海難： 海難とは第 II 条、第 1 項に基づき、「船舶の衝突、座礁又はその他の航行中の事故、あるいは船内若しくは船外のその他の事故で、船舶又は積荷に対し物質的な損害又は物質的な損害の切迫した脅威をもたらすもの」を意味する。一般に災害は乗組員にとって過酷なもので、習熟することが困難なものと考えなければならない。

* 自国の海岸線又は関連の経済的権益に対する危険： 沿岸国は、事故が自国の海岸線に対し脅威となる場合にのみ介入することができる。「関連の経済的権益」とは第 II 条、第 4 項に基づき、例えば重要な漁場、観光資源又は野生動物の保護地区を意味する。多分、石油掘削装置等の洋上施設も含まれるであろう。

* 重大な損害をもたらす結果の予測： これは油流出事故が海岸線又は関連の経済的権益にどんな種類の結果をもたらすかということと無関係ではない。結果は重大なものでなければならない。しかし、この評価は最悪の状態を想定して行うことができる。沿岸国が

現実の結果の不確実性のために介入を差し控えなければならないという意見は正当化できない。

* 必然的に予測される…重大で切迫した危険：有害な結果を引き起こす危険は「重大で切迫」したものでなければならず、災害とその予測結果の間には明確な因果関係がなければならない。

これらの条件以外に、第Ⅲ条には沿岸国が対策措置を講ずる前に従うべき詳細な手順が定められている。例えば沿岸国は原則として下記事項を実施しなければならない。

- 海難事故の影響を受けるその他の国、特に旗国等と協議する。
- 提案された対策措置によって影響を受けることが必然的に予測される、利害関係のある全ての者及び企業に対して遅滞なくその対策措置を通告する。
- 国際海事機関が保有するリストから選ばれた独立の専門家と協議する。

実施される措置については、「実損又は脅威となる損害に見合ったもの」でなければならない(第Ⅳ条)。

評価

総合的な結論としては、沿岸国が公海上にある外国籍の船舶に対して介入することができる前に満たさなければならない厳しい条件があるということである。しかし海洋の流出油の処理のために沿岸国が実施する努力に対しては制限はない。流出油の処理作業の費用の払い戻し及び損害に対する経済的な補償の可能性についての規定は、幾つかの条約及びその関連議定書、特に 1969 年の国際油濁民事責任条約(CLC)及び 1971 年の国際油濁基金の設立に関する国際条約(基金条約)に定められている。これらの条約に基づく補償が十分なものであるか否かの議論は本論文の範囲外のものである。

b. 領海水域

「領海水域」の用語は領海及び内海水域と理解されている。UNCLOS の第 2 条において「沿岸国の管轄権はその領土境界及び内海水域を越え、… 領海として定められている隣接海域幅にまで及ぶ」と規定している。第 8 条は「…領海基本線の陸地側の水域は当該国の内海の一部を構成する」と規定している。換言すれば、領海水域は沿岸国の管轄域であることを意味する。

ノルウェーにおいては、関係法規は汚染管理法に定められている。第 7 項には「法律で認められる場合を除き、いかなる者も汚染の危険を伴ういかなるものを保有し、行い又は始めてはならない…」という一般原則が含まれている。更に続いて「本法に違反して汚染の危険がある場合…汚染責任者は汚染の発生を防ぐための措置を講じなければならない。汚染が発生した場合、当該責任者は汚染の阻止、除去又はその影響を制限するための措置を講じなければならない」と定めている。外国籍の船舶が損傷し又は損傷の危険に曝されている場合には、先ず汚染の防止又は低減のために必要な措置を講じなければならないのは船舶の責任者である。更に当該責任者は汚染防止法に基づく規定に従いノルウェーの関係当局に対する所定の通報義務を有する。

このような状況においては、ノルウェーの関係当局は勧告及び監視の役割を担う。問題の状態は船舶の責任者との協力によって解決しなければならない。これに関連して、第7項、第4号においては「汚染管理当局は、当該責任者に対して…定められた時間内に対策措置を講ずるよう指示することができる」と定めている。しかし当該責任者がこれらの指示にかかわらず必要な措置を講じない場合には、当局は第7項、第4号に従い介入する権限を有する。この項においては、「汚染管理当局が指示し…それが当該責任者によって守られない場合、汚染管理当局は自ら対策措置を講ずることができる」と定めている。これらの対策措置は「回避し得る損害又は不快感と正当に見合うもの」でなければならない。対策措置を講ずる前に、汚染管理当局は汚染の危険及び想定される結果に対する全般的な評価を行わなければならない。

評価

汚染防止法の規定と介入に関する条約の規定との主要な相違は、介入を実施する前に満たさなければならない条件の厳しさにある。汚染防止法よりも介入に関する条約の方により厳しい条件が含まれている。「汚染の危険」の方が「重大且つ切迫した危険」及び「重大な有害結果」よりも条件は厳しくない。換言すれば、公海上より領海内の方がより早い時機に、又、より小さな事故に対しても介入できる可能性がある。これは合理的である。領海の方が海岸に接近しているので、対策措置を講ずる前に事故の展開を評価するための時間が少ししかない。同時に油による海岸の汚染及び損害の発生の高くなる。

討論

元良： 例えばノルウェーの石油生産業者とか、あるいはタンカー等は重大な事故を起こすかもしれないということで、例えば NOFO と防除契約を結ばなければ作業が許されないというように解釈したのですが、それが領海内を航行する外国船にも適用されるのでしょうか。

シーヴェ： いえ、そのような義務はありません。現在ノルウェーではそのようなシステムになっておりません。政府の立場から見た場合、緊急防災システムを国家レベルで維持するための費用という意味では、これは弱点ということになるのでしょうか。事故がない時にも費用を負担する人を明確にしていくことが重要になってまいります。タンカーからの流出があった場合、若しくは流出の危険があった場合、国家レベルの緊急防災システムのもとで対応が行われます。

武藤： オイルブームが 1.5kt の潮流の中でも作業ができたというご説明ですが、本当でしょうか。

シーヴェ： これは当局の要件となっております。そして、その要件は可能性があると思われることを基にしています。これに関しては、これらの要件についての責任者であるルーダールさんから、もっと詳しい説明があると思います。

ミアーンズ： 「汚染」という言葉の定義はノルウェーではどうなっているのでしょうか。合意のとれている定義はあるのでしょうか。海洋の構成物質の中で、ある特定の物質の存在は汚染と見られるのでしょうか。それともより高いレベルでの汚染に関する定義があるのでしょうか。

シーヴェ： これは高いレベルのもので、汚染管理法の中で規定されております。ちょっと説明し難いのですが、ただ単なる汚濁以上のハイレベルの定義があります。



ノルウェーで発生した油流出事故

J.ネールラン

現職 環境省 汚染対策庁 油濁対策部 部長補佐

学歴 1963-65、1967-68 トンスバーグ海軍兵学校卒

1988 年以來 IMO の海洋環境保護委員会(MEPC)会議におけるノルウェー代表団メンバー

IMO 油汚染に対する準備・対応および協力に関する国際条約(OPRC)作業部会常任メンバー

1972 年にノルウェー汚濁管理局(SFT)が設置されてから、ノルウェーは大規模な油流出事故をほんの僅かしか経験していない。エクソン・バルディーズ号やシー・エンプレス号のような大規模のものはない。もちろん 1970 年代後半に発生した北海のブラボ号の暴噴事故は経験したが、この場合でも海岸線に対して大きな影響は発生しなかった。しかし、この事故によってノルウェーは、比較的総合性の高い油流出事故対応システムを築き上げる機会を持つことができた。

これまで問題になった流出事故の殆ど全ては、燃料重油の流出であった。ノルウェーの海岸沿いには非常に多くの大型バルク・キャリアが航行しているが、その多くは極めて低い水準にある。多くの場合、機関の故障によって船舶は制御を失い、その結果漂流、座礁して大量の燃料重油を流出させることとなる。事故の多くは、冬季の悪天候時に海岸に近いところで発生する。その結果、流出油の大部分が海岸線を直撃することになる。ご存じの通り、燃料重油は処理が極めて困難な油である。

1992 年 1 月 12 日に鉱石 140,000t を積んだバルク・キャリア ”アリサン号” がノルウェー西岸のルンドの北西で座礁した。合計約 150t の燃料重油が流出した。難破位置の関係から流出油が海岸に達するのは避けられなかった。気象条件は極めて悪かったが、座礁の 8 日後には SFT とノルウェー海運局の協力のもとに 520t の油を抜き取ることに成功した。ルンドはノルウェーの最も重要な鳥類保護区の一つであり、200,000 番以上の鳥がここで巣作りをしている。ここには 221 の異なる種が棲息し、その幾つかは絶滅の危機に瀕している。90t の油は陸上と海上において回収されたが、30km 以上にわたる海岸線が油に汚染され、延べ 4,560 人日の洗浄作業によって汚損された。3,000 羽の海鳥が死に、鳥の損害は 190km にわたり記録された。油の流出が巣作りの時期の前であったので、海鳥の死は比較的少なかった。

油流出の結果について調査が実施された。海岸の浄化作業記録から経験に基づいたデータが得られ、これは将来の行動、特に脆弱性の程度によって地区を分散することに関連して適用することができる。

作業期間は 1992 年 1 月から 10 月までであった。この作業に要した全経費は概算 3,450 万クローネ(500 万米ドル)であった。

西海岸のこの地域の表面に出ない損害は莫大なもので、中央管轄当局、この場合には SFT が動員される程であった。

これは政府がこの地域の保護及び全体の浄化作業のための事前行動計画の策定及び実施に対し全責任を負うことを意味する。

汚染管理法に従い、ノルウェーの国家緊急防災システムには三本の柱がある。

民間の対応準備

自治体の対応準備

政府の対応準備

油及び化学的汚染に対する民間の対応準備に最も重要な貢献を果たしているのは、精油所、石油化学及び化学工場並びに沖合石油産業である。沖合石油産業に対して SFT は三段階の特殊基準を定めている。即ち、石油生産設備における油防除作業、重大汚染(暴噴)の場合に対する一般的対応準備、及び陸地近くでの掘削作業に対する特別な対応準備である。

約 26,000m のオイルフェンスと 65 基の油回収装置が民間企業の所有する船舶及び補給基地に備えられている。産業による汚染の場合には、ノルウェーの汚濁管理局は汚染者自身が事前に承認された緊急防災計画に従って対応していることを監視し、確認する。

自治体は、自治体内で発生又は損害を生ずる可能性のある重大な汚染であって、民間システムが対象としないものに対する対応準備システムを備えなければならない。1970 年代の終わりからノルウェーの海岸線は 51 の自治体間(二つ以上の自治体)対応準備区域に分割され、それぞれが緊急防災計画及び対応資機材を備えている。70,000m 以上のオイルフェンスと約 300 基の油回収装置が利用可能である。1990 年代の終わりには、再編成作業が終了し、対応準備区域は 35 となる予定である。この対応準備は、陸海双方を対象としている。地区消防署は、あらゆる種類の汚染事故への対処において重要な役割を果たし、港湾部門は通常海上における油の回収の際に重要な役割を果たすことになる。

最後の第三番目の柱は、ノルウェーの汚濁管理局の指導下にある政府の対応準備である。この緊急防災計画は、汚染源が不明又は汚染者自身が対応できない重大な汚染の場合に実行に移される。後者の場合には、汚染者に代わって政府の対応準備が対応することとなるが、汚染者は後日費用の支払いを請求される。事実上、これは沿岸沿いに航行する船舶及び理由が何であれ座礁又は衝突した船舶からの油流出を意味する。対応準備システムは 40,000m 以上のオイルフェンス及び約 100 基の油回収装置を保有している。ノルウェー沿岸警備隊の船舶 6 隻、対応専用船 4 隻、特殊装備のツインターボ・プロップの監視用航空機フェアチャイルド・マーリン 111B 及び動員可能な船舶に関するデータベースが利用可能である。

"アリサン号"座礁の通報を受けた後、地区当局に対して警報が発せられ、現場に司令所を置くよう要求された。自治体は、特に脆弱な地域を防御するために、近くの補給所からの政府の機材を含め、提供可能な資機材を全て使用するよう指示された。SFT は最初その本部をホルテンに設置したが、初日の日中に必要なスタッフを西海岸に移し、そこに司令所を設けた。必要な政府機材が動員され、第一報から 5 時間後には回収装置 3 基が既に稼働していた。回収装置の主な役割は、海上からできるだけ多くの油をすくい上げ、影響を受けやすい地域に油が到達するのを防ぐことであった。この戦略は、地域、風や潮流の状態などの使用可能なデータ及び利用可能な機材に基づいて決定された。気象条件からルンドの重要な島を防御することは不可能であった。そのため、同様に重要な他の二つのフィヨルドを優先すべきであると決断された。

油流出への対応における国家戦略

機械的方法による油の回収がノルウェーの対応準備の基本原則である。化学的な方法は補助的なものと考えられている。対応作業はできるだけ汚染源に近いところで行わなければならない。あらゆる流出油処理作業の主な目標は、環境に対する悪影響を抑止することなので、生物学的調査がノルウェーの対応準備の戦略決定の鍵を握ることとなる。

国の油濁対応準備は、居合わせた船舶や環境関係業務の専従ではない人達に大きく依存している。沿岸警備隊の船舶、タグボート、フェリー、漁船、補給船、沿岸航路のタンカー等が国の緊急防災計画の主要資機材なのである。

ノルウェーの海岸線は、生物学的影響を受けやすい所について地図上に示されている。したがって、流出油が海岸線に接近し、これに対する要員機材が全面的な防除活動には不十分な場合、種々の海岸地区の優先権をすぐに決定することができる。

一つの精油所が、一定の条件を満たせば油の化学的分散処理を実行しても良いという、SFTの事前承認を取得している。その結果、化学的対応を直ちに実施できることとなり、これは、効果的な化学的防除の一つの要因となる。SFTは環境上の緊急浄化作業における化学製品使用について特別の規定を設けている。

緊急荷卸し作業：

”アリサン号”が燃料油 400t とディーゼル油 30t を積んでいることが SFT に通報された。船が座礁した時点では約 100 ～ 150t が洩出すると予測された。この情報は早い時機に乗組員と共に船から脱出した船長からもたらされたものであった。この情報は正しくないことが判明した。船のタンクの検査や提出された別の情報に基づいて、船が 700t 近い燃料油を搭載していると計算された。そのためこの段階では、船が破損し始める前に、緊急に荷卸し作業を手配することが極めて重要であった。

緊急荷卸し作業はノルウェー海運局の責務である。上記事故のような状況下では、海運局の代表が SFT 作業本部に参加することになる。緊急荷卸し作業用の機材は海岸沿いの 3 ヶ所に保管されており、必要に応じヘリコプターによっても現場に搬入することができる。

”アリサン号”の場合には、緊急荷卸し作業は極めて複雑であった。船は他の船舶が横付けできない場所に座礁していた。悪天候のために 100m 以内に近づくことはできなかった。唯一の方法はヘリコプターによってポンプとホースを船上に運ぶことであった。次の問題はいかにして燃料油タンクに到達するかであった。一部のタンクは機関室経由でしか達することができなかった。船体が何時破損するか分らない状況下で、これは全く危険な作業であった。しかし、作業は成功し、520t の燃料油を船からポンプで抜き取ることができた。この作業の準備に 2 日間を要した。気象条件の回復待ちに 3 日間を費やし、更にポンプによる抜き取り作業に 2 日間かかった。この作業で、トランスレック型の油回収システムが使用された。

海上における油の回収：

政府の機材・人員の動員は、座礁の通報後直ちに開始された。通報の 2 時間後に SFT の代表が船から状況を視察することができ、通報から 5 時間後には最初のオイルフェンスを展開することができた。

荒天のために外洋用のオイルフェンスのみが使用された。三つの別々のシステムが各 200m の外洋用オイルフェンスと共に使用された。12 時間後には四組のシステムが使用された。座礁時には、暴風が吹き荒れ、波高は約 5 ～ 6m であった。このような天候下では、オイルフェンスは全く役に立たない。SFT の経験によれば、外洋用のオイルフェンスは波高が 3 ～ 4m まではかなり役に立つ。しかしオイルフェンスは 1kt 以上の速力で曳航してはならない。さらに SFT は、システムを時には向きを変え、風や波と一緒に動かさなければならないことを経験上知った。荒天下では、オイルフェンスで包囲された油の回収は困難になる。一つのシステムのオイルフェンスと回収装置は同一の天候、風、波の条件に対して設計されたものであることを確認することが重要である。更に機材は柔軟性に富み、取扱いや手入れが容易で、同時に頑丈であることが重要である。一般論として、油をオイルフェンス内に包囲、保持することができれば、油を回収することも可能であるということが出来る。この作業においては、ローブモップ式の回収装置とフォックステール型やトランスレック型システムが使用された。オイルフェンスの曳航による油の濃縮度は低いので、教組のオイルフェンスシステムに対して 1 基の回収装置で十分である。4 時間の作業で、10t の油が回収され、24 時間後には 27t 回収された。残りの油は海岸線に達してしまった。

乳化した油

乳化した油の回収についての SFT の経験は、主として北海での実海域試験に基づくものであり、これは 40 ～ 70%の水を混ぜて安定した油中水エマルジョンの状態にした比較的少量の原油を散布したものである。又"アリサン号"の事故でのように、高比重の燃料重油が 30 ～ 40%の水と混合したものを処理した実際の作業経験も有している。

経験によれば、高粘度油の回収には排出ホース内の摩擦抵抗を減らすために回収装置に水を注入する必要がある。長さ 100m のホースを使用すること多いが、ポンピングには使用圧力が 5-6kg/cm² でも不十分である。

SFT は、遠心ポンプの代わりにスクリー・ポンプを使用することによって最高の結果が得られることを学んだ。一般にスクリー・ポンプは高い圧力を生じ、同時に油への水の混入を少なくすることができる。その結果、遠心ポンプを使用した場合よりも低粘度の油を作業対象とすることになる。又、遠心ポンプを使用すると、水中油エマルジョンを生成し易く、その結果油の分離に長時間を要し解乳化剤も役に立たなくなる。

さらに SFT は解乳化剤の使用は重油に対して余り効果はないが、軽油及び原油に対しては使用できることを経験から学んだ。

海岸線における防除作業

大部分の油が海岸に達するだろうことは初日から明らかであった。そのため現場指揮官とそのスタッフのための司令所が大部分の油が到達すると予想される場所に置かれた。現場指揮官は SFT から出されたが、残りのスタッフは地元の関係当局から集められた。

現場指揮官はヘリコプター、ボート及び地元の観測者による観察に基づいて海岸沿いの作業の調整を行った。浄化作業計画は、損害の危険度に従って優先順位を決め作成された。海岸線は 30km 以上にわたって影響を受けた。作業を始める前に海岸線の適切な調査を行うことが重要である。打ち上げられた油量を正確に推定することは、油の分布が均一ではないので、ほとんどの種類の海岸では困難である。しかし最も適切な海岸線の浄化作業を組織し、その作業に必要な人数を確認するためには、概算にせよ油量を推定することが望ましい。

総体的な汚染範囲は、まず現場上空を飛行して目視により調査することができる。汚染された海岸線の代表的な短い区画に存在する油の、より詳細な調査は徒歩で行う。このような調査は油量の異なる可能性のある別の区画あるいは海岸線の特性の異なる他の場所において繰り返さなければならない。海岸線の調査は、同時に接近ルート及び浄化の実現可能性を確認する良い機会である。

行動の優先順位は、起こりうる利害の相剋を考慮に入れて決定する必要がある。例えば、最も効果的な技術を利用すると、環境上影響を受けやすい生物の生育地を台無しにするかも知れないし、一方、快適な環境の追求が、そのような考慮に優先するかも知れない。現場毎に均衡のとれた判断が必要となる所以である。

”アリサン号”からの油流出は、大規模な流出事故ではなかった。全体で約 150t の油が流出した。それでも作業コストは、約 5 百万米ドルに達した。520t の油の緊急荷卸し作業

の大成功によって、浄化作業の経費が何百万も軽減されたことは間違いない。

討論

ゲインズフォード： 石油のプラットホームの緊急防災計画については、石油会社に計画立案の過程で分散処理剤を一つの選択として考えるようにと指示なされたという風に理解していますが、そうなのでしょうか。

ネールラン： 常にそうでした。これは目新しい政策ではありません。

ゲインズフォード： 重点の置き方が変わったということでしょうか。特に外洋の石油掘削現場については、緊急防災計画の一環としてやはり分散処理剤を備蓄しておくようにということなのでしょうか。私が申し上げたいのは、もしそうならば、今後 5 年から 10 年の間に、分散処理剤用資機材や分散処理剤の備蓄を国としてより積極的に使おうとしているのでしょうか、ということです。

ネールラン： そうです。70 年代の後半から 80 年代の初めにかけて備蓄基地を設置したときに、分散処理剤の備蓄も行っていました。そして、船上に搭載できるような散布装置も持っていました。ただ、殆ど使わないという状況でした。先程述べましたように、これまでの事故は殆ど重油で、分散処理剤は重油にはあまり効果はありません。ですから、もう備蓄はしておりません。というのは、他でもなく私が前に (Session-4 で) 質問した理由でもあるのですが、製造者からの情報では、当時持っていた分散処理剤は一定の時間が経つと期限切れになって使えなくなってしまう。今は事情が変わっていると思いますが、当時はそうでした。そして、再備蓄はしませんでした。あまり言いすぎないように注意しないといけませんが、今は多少雰囲気も違ってきております。ただ、全く政策を変えるということに合意が成立するまでにはまだまだ時間がかかると思います。

ゲインズフォード： 資機材の中に 6 隻の沿岸のタンカーと書いてありましたが、この 6 隻のタンカーは大きな事故がないときは、毎日何をしているのでしょうか。

ネールラン： 毎日油を積んでノルウェーの沿岸を定期航行しています。沿岸で何隻タンカーを保有しているかは知りませんが、非常に沢山あります。そのうちの 6 隻のタンカーと契約しています。それらのタンカーは常時沿岸に散らばっています。何らかの事故があった場合には、回収した油を貯蔵する場所が必要なので、そのために使うのです。そのために導入しているのです。6 隻のタンカーはある程度の機材、例えば回収装置とオイルフェンス等を積んでおります。そうして回収した油を貯蔵するのに使います。そのための同意が取り付けてあるのです。

ゲインズフォード： ではそれらのタンカーは積荷をまず下ろしてから行く訳ですね。

ネールラン： 満載であればもちろん積荷を下ろしてから行動することになりますので、ちょっとした問題ではあります。全ての船がいつも満載ということはないでしょうが。海岸に配置してある備蓄機材についても同じことが言えます。10 人の地元の人達と契約をしており、何か起きた場合には、備蓄基地に集まるようになっています。学校の先生やバスの運転手等の人達で、5 人程確保できれば良い勘定になってはいますが、殆どの場合、10 人全員が集まります。

これは沿岸のタンカーも同じで、いつも 1 隻は空船があるでしょう。いつも荷を積んでいるわけではありません。精油所から戻る船もあり、荷卸し中の船もあり、ちょうど帰路であるというタンカーもあるでしょう。もちろん非常に運が悪い時には使えない場合もあります。しかし我々は、同時に 1,000t (1,200m³) の油を運べる漁船とも契約していますので、それらを動員することもできます。それも一つの選択肢です。大体同じぐらいの量を運べ

る補給船も常に持っています。これらを動員することもできます。ですから私が申し上げましたように、実際には居合わせた船にかなり依存しているとは言えます。

デイヴィス： 終わりの方でおっしゃった技術に興味があるのですが一松の樹皮を油の上に撒くのですか。もう少し詳しく教えていただけないでしょうか。

ネールラン： そうです、ご覧のように褐色の材料です。松の樹皮です。これは実際に長年使っております。浜辺で使うだけではなく、このように大きな石がごろごろしている所や草地で使っております。松の樹皮はしばらくそこに止まって、やがて堆肥に変わります。そして、数年経って見に行ったら、みんな緑に変わり、きれいになっていて牛がいました。もちろんその前に油はできるだけ回収しておきます。しかしこの方法自体は長年使っていて、松の樹皮は実際に備蓄もしております。

デイヴィス： 再浮流はしないのでしょうか。

ネールラン： いや、もちろんします。ただ、石の上の油分はあまり多くありません。全てはぎ取ってしまうと、たしかにやがてはまた流れ出しますが、それでも海岸から離れ出て行くときに、油が洗い流されます。漂流して戻って来て別の浜辺に打ち上げられることもあります、我々の経験ではあまり問題になりません。

レッサード： 物理的な分散についてコメントされ、この点に興味を持っていますが、私の経験では油の種類によって非常に違います。ブレア号の場合、完全に分散しましたが、エクソン・バルディーズ号の場合には、アラスカ・ノース・スロープ原油は非常に厳しい嵐の状況下におかれたにも拘わらず物理的に分散された割合は非常に少なかったわけです。ナホトカ号の場合も同様で、6～8mの波があったにも拘わらず800kmの海岸線を覆いつくしてしまいました。ノルウェーで何らかの調査をしておられるでしょうか、あれば大変役に立つと思いますが。この問題はドイツやオランダでも出されていて、物理的に自然に分散されてしまうから化学分散剤は必要ではない、と言われていています。世界各地で様々な異なった意見があるようですが、それは原油の種類によるのだと思います。これらに関する経験を教えて下さい。

ネールラン： 多分あなたのおっしゃる通りです。私はこれに関する専門家ではなく、ルーダーさんの方が私よりも知っています。明日ルーダーさんの講演の時に説明があると思います。

工藤： ノルウェーの港に入る船といえども、ノルウェーの防除業者と事前の契約はしないという説明がありました。事故を起こした船主、または海運事業者が処理費用の負担能力がある場合でも、ノルウェーの事業者に作業させるための契約をする場合に時間的な遅れが若干あるかと思います。その間待ってられないので、ノルウェー政府はただちに決断し、自分達の費用で処理に向かうことができるのでしょうか。それはもちろん後で請求されるということですが、そのときに外国の船会社、あるいは船舶所有者と契約上の様々なトラブルはないのでしょうか。

ネールラン： お金を取ることは常に問題になります。ただ、シーヴェさんから説明して頂けるかと思いますが、これは政治問題なので、今のうちに、まず政府が対処しなければなりません。それが変わるかどうか分かりませんが、今現在は政府がまず対応策を取るということです。

もし船が座礁した場合には、少なくとも汚染者がそこにいるのですから、その船の保険会社か船主に連絡を取ることができます。アリサン号の事故の場合には、どのくらい時間が

かかったか分かりませんが、いずれにせよ船主をつかまえました。1992 年の事故でしたが、昨年ようやく最後の支払いが行われたと思います。したがって、時間がかかるのはそのとおりです。これについては、シーヴェさんからご説明が頂けるかと思います。

シーヴェ： 我々の政府の政策ではそうなっております。もし流出が起こった場合には、国がまずただちに手を打ちます。大事なことは、すぐに対策を取るということです。他の組織に頼って、どの様な行動を取るかといったことで議論を始めたりして時間を無駄にしてはなりません。もちろん問題が後になって起こるということはあると思いますが、まず行動します。ノルウェー海域と同様な海域でも又、同様に行うべきです。ノルウェーの海域と、米国の海域の運航形態にはかなり相違点があります。その海域にいる船の種類も違いますので、簡単には申し上げられません。



石油連盟の大規模石油災害対応体制整備事業
-貸し出し事例に沿って-

西垣憲司

現職 石油連盟大規模油流出対策室 油濁対策部長

学歴 1967 中央大学法学部卒業

石油連盟は 1991 年から大規模石油災害対応体制整備事業を開始し、油濁防除資機材の備蓄及びその貸し出し業務を行っている。この会議では、連盟の事業の概要と現状等について、本年初に発生したナホトカ号事故及び 2 年前のシー・プリンス号事故における貸し出し事例をご紹介しながらお話をしたい。

当専門家会議には日本側の石油業界から参加させて頂いているので、日本への世界からの石油の流れも全体としてご紹介したいと思う。

1996 年で日本へは世界から 2 億 8,000 万 t 余りの石油が入っており、全体の 15%程度に相当して、単独の国としてはアメリカ合衆国に次いで世界第 2 の輸入国である。また 2 億 8,000 万 t の内 74%に相当する 2 億 1,000 万 t は中東地域からの移動である(表 1 参照)。

次に日本が輸入している原油について、地域別、国別に比率を見てみると、主として中東、それから東南アジアからのものが大部分で、中東ではアラブ首長国連邦を筆頭にサウジアラビア、イラン、カタール、クウェイト、オマーン、それに旧中立地帯と続き、中東全体で輸入量の 81%、また東南アジアはインドネシアを筆頭に合計で 11%の輸入量になっている。他にはアジアでは中国から 5%弱、遠いところではアフリカ、ナイジェリアやガボン、アンゴラと言ったところからも少量だが輸入しているし、中南米やオーストラリアからも若干量が入ってくる(表 2 参照)。

このように実に多くの国から日本は石油を輸入しているが、おおよそどれくらいの距離を輸送してくるのかを次に見てみたい。まず日本に近い東南アジアからは、3,000 海里あまり、中東はアラブ首長国連邦から約 6,500 海里、また中南米はメキシコから約 6,600 海里といったところである。これくらいの距離を運んで、日本には 1 年間に推定で VLCC 換算約 1,270 隻のタンカーが入港している。つまり 1 日平均にすると約 3.5 隻のタンカーが日本のどこかの港に入っているということになる訳である(表 3 参照)。このような客観的なデータからすれば、日本で大規模な油流出事故が起こる可能性もまた、確率的には高いということになる。

石油連盟は 1991 年に初めて大規模石油災害対応体制整備事業を始めたが、それに至る契機となったのは、やはりアラスカのエクソン・バルディーズ号事故であった。

1989 年 3 月の事故のあと、IEA の閣僚会議、それからパリのアルシュ・サミットといった場で、日本としても国際貢献の意味も含めて油濁防除に一定の寄与をする用意がある旨の通産大臣の意思表明があった。事業の実施については、油濁処理について協力機構の経験を通じて実績のある石油連盟が実施主体として通産省からの補助金を受けてあたることになったわけである。

現在、海外に 5 ヶ所の油濁防除資機材基地があり、中東から日本へのオイル・ルートに沿って、アラビア湾湾奥部サウジアラビアのアル・カフジ、次いでアラブ首長国連邦のアブダビ、それからインド洋を越えてマラッカ海峡に面したマレーシアのポートクラン、シンガポール、さらにインドネシアのジャカルタという 5 ヶ所に油濁防除資機材基地を設置している。そして南シナ海、東シナ海を経て日本に至ると、南から沖縄、瀬戸内海の水島、四日市、千葉、日本海側の新潟、そして北海道の室蘭と日本国内に 6 ヶ所の基地を置いており、現在海外と併せて 11 ヶ所の基地を保有している。(図 1 参照)

基地や保有資機材の詳細に着いてはお手元のパンフレットを参照頂きたいが、いろいろな種類のオイルフェンス、油回収機類、それに一時貯蔵タンクや回収油バージ、照明器具等

の資機材を保有している。海外の基地にも基本的な資機材として充気式オイルフェンス、堰式油回収機、ビーチクリーナー、一時貯蔵タンクを保有している。

このような資機材の保有と貸し出しの考え方を分かりやすく示すと図2のようになる。石油連盟の保有資機材がどのような場合に貸し出されるのか、借り主はどうすれば良いのかを、例えば中東から日本に至るオイルルート of 国々に対して説明する時に理解してもらうための説明資料である。

それぞれの国では国営石油会社があり、油濁対応センターをもっている。その対応センターには人もいれば資機材もあるし、移動用の設備や船も持っている。それぞれに緊急時対応計画もお持ちになっている。しかしながら大きな事故が起こった時には、これだけでは足りないと言うことが起こりうる。そのような時には災害の関係者として貸出要請をすることにより石油連盟の近くの基地から資機材を借りることができる、石油連盟は貸し出すに当たって資機材の使用料は無料であるが、輸送にかかる費用、使用に伴う資機材の清掃費、補修費は負担して頂くということである。石油連盟は平常時には緊急時にいつでも使えるように契約業者によるメンテナンスを行い、いつでも使える状態で保管しているので、事故で資機材が不足した時にはアクセスして下さいと言う考え方で、あらかじめ提示している約款に基づいてこれらを確認した上で、契約を締結するということである。契約は、借り主から石油連盟への「貸出要請書」の提出と、これに対する石油連盟「承諾書」の受領によって成立し、石油連盟は当該基地に対して要請のあった資機材の貸し出し・搬出を指示する。搬出は借り主が基地に来て行うのが原則であるが、急時の迅速性・利便性等の判断から、要請があれば借り主のために運送業者の斡旋を行い、借り主の指定する場所まで資機材の輸送を行うよう手配をする。

システムはこのようになっているが、実際に日本には同じような資機材を持っている人がいないので、これを実際に貸し出した時に使える人が少ないというのが我々の最大の悩みであり、今回のナホトカ号の場合、それからその前のシー・プリンス号のときもそう実感させられた。しかしながら人材を育てると言うのは非常に時間のかかる仕事であり、認識はあっても徐々にしか進まないと言うのが現実である。

石油連盟はゆっくりとではあるが、この悩みを解消するために演習・訓練を継続している。

演習は2種類ある。

一つは石連の基地が主体となり、資機材の維持管理者が中心となって、独自に緊急時を想定した演習を行い、あるいは石連加盟会社の防災担当者とともに演習し、または石連海水油濁処理協力機構(POSCO=PAJ Oil Spill Cooperative Organization)とともに演習するものである。

もう一つは、石油連盟加盟関係会社以外の組織、例えば海上保安庁(MSA)や海上災害防止センター(MDPC)あるいは海外基地の所在する国での港湾管理当局等との間で行う合同演習若しくはこれらの組織が行う演習に参加するものである。

石油連盟は資機材の使用が可能な人材を増やすための教育訓練も行っている。

資機材の実地操作訓練講習会とっているが、2日間のトレーニングコースで、国内6ヵ所の基地で行う。おおむね半日程度を資機材のメカニズムとシステムの学習のための座学、残りの1日半は実際に資機材を動かして貰うこと、及び反省会をプログラムに組んでいる。

このトレーニングに参加するのは石油連盟加盟会社の担当者、及び石油輸送関連会社の担

当者などが主で、参加者数は 20 人程度に制限している。参加者全員が資機材を動かせるようにする、というのが目標であることから、人数はこの位が適当と考えている。

トレーニングの講師は、現在のところ、座学については先程の POSCO の中にある油濁専門委員会という組織の委員が行い、実技については維持管理会社のスーパーバイザーが指導するという体勢を取っている。次に資機材の貸し出し事例について若干説明したい。

表 4 に石連資機材貸し出し事例の大きなものを挙げてあるが、まず先程述べた韓国麗水で 1995 年夏におきたシー・プリンス号事故の事故である。この時には瀬戸内海の 2 号水島基地からコンテナ 7 つを関釜フェリーを使って釜山に輸送し、釜山から麗水にトラックで陸送した。この時には、資機材を操作する人もいっしょにという要請があったのだが、操作する人は勿論、指導する人もこの時は出せなかった。

その後、昨年 1996 年 12 月に、ドンユウ(東友)という中国の貨物船の事故が北海道の奥尻島であった。今年の 1 月になってナホトカ号の事故があった。4 月には対馬でオーソン 3 号の事故があった。それから 7 月にご存知のダイヤモンド・グレース号の事故があったということで、頻繁であったが、これら全てに資機材の貸し出しをした。ここでは特にナホトカ号のお話を申し上げたい。ナホトカ号事故に際して、国内の資機材基地からどの資機材をどれほど貸し出したか、保有資機材に対して貸し出し比率はどれほどになったかを示す表である(表 5 参照)。国内の基地別の資機材保有状況とともにご覧戴きたい(表 6 参照)。

昨日のご説明にもあったように、今回の事故は非常に長い海岸線を汚染する事故であった。したがって、あちこちの自治体をはじめ船主側からも資機材の貸出要請があった。この表を現実に照らして言えるのは、実際に使われた比率はこれほど高いわけではないが、貸し出した比率はこんなになってしまった、ということである。今回の事故は、流出油が漂着した海岸線が極めて長いという事情があるが、25 年ぶりの海の大事故であり、借り主の事前の予防という意味もあってこれほど多くの資機材が出ていったということである。今後統一的な指揮命令あるいは防除の決定が行われるようになれば、こんなに沢山の物が出ていくことはないのかもしれない。

またこの間、資機材の貸し出しに付随して、1 月の事故発生直後から 3 月末までの約 3 ヶ月間に、石連事務局ならびに全国 6 ヶ所の基地、及び内外資機材メーカー、同輸入代理店等から延べ 400 人以上の資機材操作指導員等を現地に派遣し、要請に応じて操作の指導にあたった。それでも被害を受けた海岸線が長く、漂着油等の回収地点が多くて十分な指導ができたとはいえない。

ここで少し写真をご紹介したいが、福井県三国町に漂着したナホトカ号の船首部分とその周辺に展開した固形式のオイルフェンスで、船首部からの流出油が沖合いへ漂流するのを防ごうとするものである。

次は資機材の輸送風景の一つで、日本全国から資機材輸送をしたが、北海道からは船で運ぶと時間がかかるということで、石川県の要請に基づいて自衛隊の C-130 型輸送機で千歳から小松へ輸送した時の積み込み風景である。

同じく自衛隊員が石油連盟の油回収機を使っているところである。この場所は三国町の海岸で、このあたりは水深が非常に浅く、回収機のフロートが使えない場所である。また、岩場の多い危険な場所も自衛隊員が受け持って作業をしたので、その時のスナップである。10m 以上もある崖下で、回収機フロートははずして手作業で油をホッパーに入れ、ポンプとして産上に移送しているところである。

このようにして海上、海岸から回収された油は一時的な措置として福井港の埠頭に急きょ作られた大きな穴(ピット)に貯蔵されたが、その貯蔵された油を今度は船で廃棄物処理場へ輸送する。その時にピットから船にゴミ混じりの回収油を移すために回収機のポンプを使ったわけだが、海藻、ロープ、その他のゴミといったものが沢山あるので、写真のようなカゴを作り、なかにポンプを入れてそれからこれを丸ごとピットの中に落とし込み、船への移送を行ったわけである。しかしそれでもかなりの海藻、ゴミがポンプの中に狭まり、時々分解して清掃しながら使うということを繰り返した。これは鉄板でつくった一時貯留槽(ピット)でここにも油がいっぱい入っていた。このすぐ傍に停泊したガット船に、カゴに入れた回収機のポンプでピットから回収油を移送したが、この中が空になった後は、貸し出した資機材をここで洗浄するということで、洗浄用のピットとしてここを使った。傍に置いたファスタンクに真水を張り、その真水で洗浄の仕上げをしたということである。

3 月になり、あちこちに貸していた資機材が殆ど戻ってきて、この福井港の埠頭に勢揃いしているが、すべての資機材は写真のようにコンテナに収納して保管しており、コンテナごとトラックに積んで、国内どこへでも、或いは飛行機に乗せても運べるということである。この広い埠頭があったおかげで 250m もある充気式オイルフェンスを全部引き出して汚れや破れがないかをチェックすることができた。

4 月 20 日には、めでたく船首部を海中から引き揚げ、台船に乗せて検査・処理場へと輸送して三国町の海岸から異物が取り除かれた。

次は 1995 年夏の韓国におけるシー・プリンス号の写真である。1995 年 8 月初にヘリコプターから撮影したもので、機関室の部分が爆発炎上した跡があり、事故後 2 週間のこの時点でもまだ油が海面に黒く筋になって流れているのがわかる。

この時にはシンガポールから EARL が C-130 輸送機で飛んできて、もっと沖合いのほうで処理剤を散布したということである。

石油連盟の資機材は、門司から韓国の釜山までフェリーで運んで、フェリーで運んだものを向こうで二つのバージに乗せて、それぞれ一つのユニットを作った。バージに乗っているのはオイルフェンスと油回収機のセットだが、これに小型のタンカーを横付けしてオイルフェンスを展張し、回収機を作動させて流出油をタンカーに回収するというシステムで動いた。

ただこのシステムが現場に到着した時には、実際には油が沖合いにはなく、浅瀬に漂着した段階であったので、結局ビーチクリーンで回収するということで、1 ヶ月くらいかけて 700t ほどの流出油を回収することができた。当連盟の資機材の海外貸し出し第 1 号であった。

それ以外にも、1993 年 1 月のマースク・ナビゲーター号事故の時にも、国内の基地から飛行機で運ぼうということでスタンバイをしたことがあった。ただそれはスタンバイでとどまった。

さらに 1994 年 3 月に、セキ号がアラビア半島フジャイラの沖で衝突した事故があったが、このときにはサウジアラビアのカフジ基地の資機材をフジャイラまで持っていこうということでスタンバイした。実際に運んでいたら通関事務に大変手間取ったと思うが、この時もスタンバイだけで運ばないで終わっている。

したがって大きな事故で貸し出しをしたのはシー・プリンス号と今回のナホトカ号、それ

から 7 月のダイヤモンド・グレース号だが、ダイヤモンド・グレース号は当初 15,000kL 流出ということでびっくり、また暫く眠れない日々が続くかと思っていたが、幸い量が少なくて済み、貸し出し用資機材も早急に引き上げることができた。

いまは大変静かになっており、この静穏が続くことを望みたい。

以上で私の説明を終わらせて頂く。

表I

Inter-area movements of oil 1996

unit : Million tonnes

		To												Total
		USA	Canada	Mexico	S & C America	Western Europe	Central Europe	Africa	Australasia	China	Japan	other Asia	others	
OIL	USA	—	5.8	6.8	11.1	9.3	—	0.5	1.0	0.4	2.1	5.9	4.2	47.1
	Canada	70.0	—	—	0.4	0.8	—	—	—	—	0.1	0.1	2.0	73.4
	Mexico	61.8	1.1	—	8.6	6.5	—	—	—	—	4.5	—	—	82.5
	South & Central America	126.6	3.1	1.5	—	11.8	—	0.6	—	—	0.2	4.7	—	148.5
	Western Europe	36.3	18.8	—	2.2	—	11.0	8.6	—	—	0.1	5.1	3.6	85.7
	Former Soviet Union	1.2	—	—	2.2	92.3	31.0	0.4	—	0.9	0.5	3.8	27.3	159.6
	Central Europe	0.2	—	—	—	3.4	—	—	—	—	—	0.3	0.5	4.4
	Middle East	81.7	5.6	—	28.3	175.4	14.9	29.4	10.2	12.1	209.6	285.6	—	852.8
	Africa	74.8	4.8	—	15.2	150.1	4.1	5.1	0.4	1.8	1.9	20.4	3.2	281.8
	Australasia	1.7	—	—	—	0.1	—	—	—	0.2	2.5	6.4	3.0	13.9
	China	2.9	—	—	0.1	—	—	—	0.3	—	11.6	9.3	—	24.2
	Japan	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	—	5.0	0.1	6.2
	other Asia	4.6	—	—	2.0	2.0	—	1.0	13.2	21.3	48.5	6.3	—	98.9
	others	3.8	1.7	—	—	21.2	—	1.6	1.6	0.6	—	1.1	—	31.6
	TOTAL	465.6	40.9	8.3	70.1	472.9	61.0	47.2	26.7	38.4	281.6 (14.7%)	354.0	43.9	1910.6

Source : BP Statistical Review of World Energy 1997

表2

平成8年度国別原油輸入比率

Crude Oil Imports by Source (FY1996)

地 域 (Area)	国 名 (Country)	比 率 (Percentage)
東 ア ジ ア (E.Asia)	中 国 (China)	4.9
東 南 ア ジ ア (S.E.Asia)	ベ ト ナ ム (Vietnam)	1.7
	マ レ シ ア (Malasia)	1.7
	ブ ル ネ イ (Burunei)	1.0
	イ ン ド ネ シ ア (Indonesia)	6.6
	小 計 (S.Total)	11.0
中 東 (M. East)	イ ラ ン (Iran)	10.5
	イ ラ ク (Iraq)	0.1
	サ ウ ジ ア ラ ビ ア (Saudi Arabia)	20.4
	ク ウ ェ イ ト (Kuwait)	5.5
	旧 中 立 地 帯 (N.Zone)	5.0
	カ タ ー ル (Qatar)	6.3
	オ マ ン (Oman)	5.4
	アラブ首長国連邦 (U.A.E)	27.3
	イ エ メ ン (Yemen)	0.6
	小 計 (S.Total)	81.0
欧 州 (Europe)	ロシア (旧ソ連) (Russia)	0.0
北 米 (N.America)	ア メ リ カ (U.S.A)	0.1
中 南 米 (S.America)	メ キ シ コ (Mexico)	1.7
ア フ リ カ (Afrika)	ナ イ ジ ェ リ ア (Nigeria)	0.3
	ガ ボ ン (Gabon)	0.1
	ア ン ゴ ラ (Angola)	0.1
	小 計 (S.Total)	0.5
大 洋 州 (Oceania)	オ ー ストラリア (Australia)	0.8
合 計 (Total)		100.0

出所(Source): 通産省 (MITI)

FY=Fiscal Year : April to March

表3

○ 輸送距離 (Transportation distance to Japan)

航路 (Area)	距離(海里) (Distance Nautical miles)	備 考 (Remarks)
東 南 ア ジ ア (S.E.Asia)	3,094	Dumai～横浜間の距離を適用 (Applying the distance between) Dumai(Indonesia) and Yokohama
中 東 (M. East)	6,483	Jebel - Dhana～横浜間を適用 (Applying the distance between) Jebel - Dhanna (UAE) and Yokohama
中 南 米 (S.C.America)	6,600	Salina - Cruz～横浜間を適用 (Applying the distance between) Salina - Cruz(Mexico) and Yokohama

○ Number of Vessels to Japan (FY 1996)

1,272 Vessels/Year

3.5 Vessels/day

表4

石油連盟資機材貸出事例
PAJ's precedents of lent equipment

- 1995年8月 シー・プリンス号座礁事故(韓国)
- August, 1995 The Sea Prince Incident (Korea)
- 1996年12月 東友号座礁事故
- December, 1996 The Dong You Incident
- 1997年 1月 ナホトカ号沈没・漂流事故
- January, 1997 The Nakhodka Incident
- 1997年4月 韓国 0号座礁事故
- April, 1997 The Oh Sung No. 3 Incident (Korea)
- 1997年7月 ダイヤモンド・グレース号座礁事故
- July, 1997 The Diamond Grace Incident

表 5

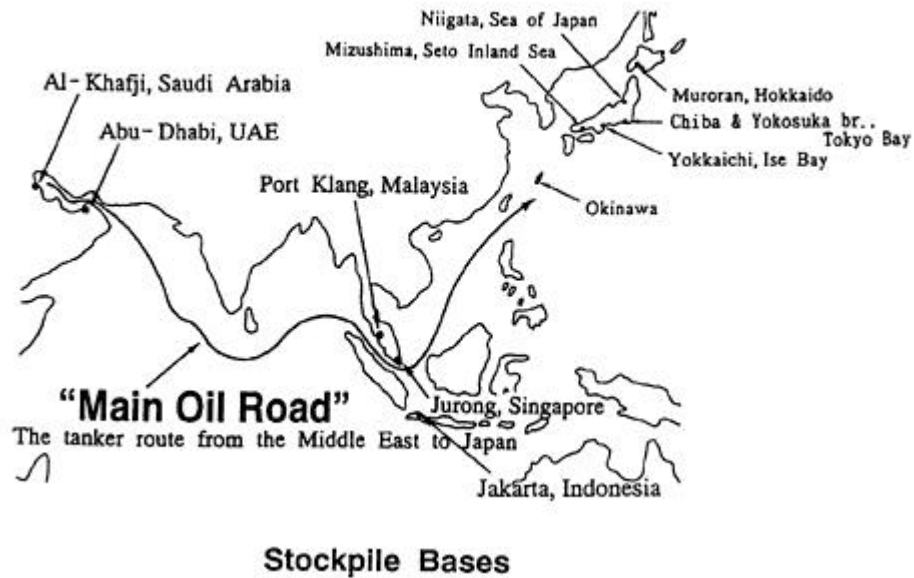
資機材貸出比率
LENT EQUIPMENT

基地 Base 資機材 Equipment		保有量 Stocks (A)	貸出量 Lent (B)	貸出比率(%) B/A (%)
オイル フェンス (m)	固形式 Solid Boom	20,000	8,640	43.2
	充気式 Inflatable Boom	6,000	4,700	78.3
油 回 収 機 OIL SKIMMERS	GT 185	12	8	66.7
	DESMI 250	18	14	77.8
	KOMARA 12k	24	4	16.7
ビーチクリーナー(基) BEACH CLEANER		12	6	50.0
仮設タンク(基) PORTABLE TANK		144	104	72.2

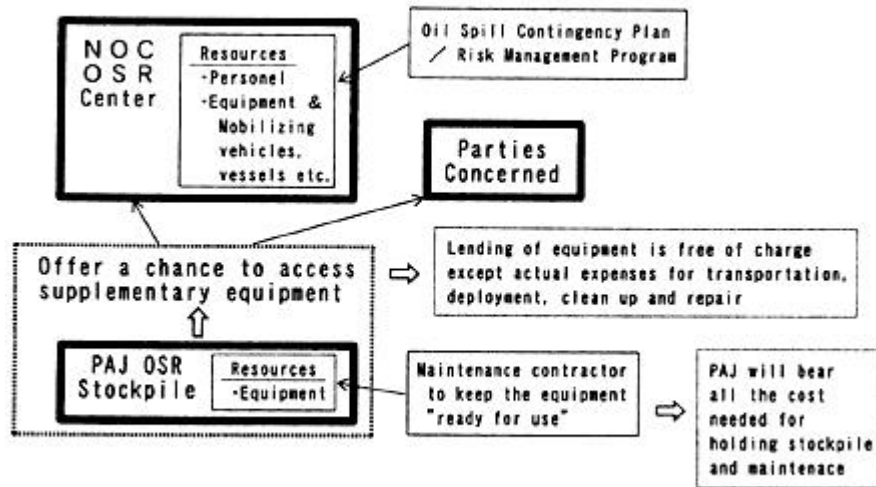
表 6

基 地 名	第1号		第2号	第3号	第4号	第5号	第6号
	東京湾基地	横須賀分所	瀬戸内基地	伊勢湾基地	日本海基地	北海道基地	沖縄基地
配備品目 (Equipment)							
固形式大型オイルフェンス (Solid Boom)	8,000m	—	4,000m	2,080m	1,920m	1,920m	2,080m
充気式大型オイルフェンス (Inflatable Boom)	1,000m	250m	1,000m	1,000m	1,000m	1,000m	1,000m
砂浜用オイルフェンス (Beach Boom)	320m	—	320m	320m	320m	320m	320m
油回収機 (DESMI 250) (Oil Skimmer)	3	1	3	3	3	3	3
油回収機 (GT-105) (Oil Skimmer)	2	1	2	2	2	2	2
油回収機 (コマラ12K) (Oil Skimmer)	4	—	4	4	4	4	4
ビーチクリーナー (Beach Cleaner)	4	2	4	4	4	4	4
油水分離機 (Oily Water Separator)	2	—	2	2	2	2	2
移送ポンプシステム (Crane Sweep System)	1	—	1	1	1	1	1
回収油バーサ (Inflatable Barge)	1	—	1	1	1	1	1
便設タンク (Portable Tank)	24	6	24	24	24	24	24
投光器 (Portable Lighting System)	2	—	2	2	2	2	2

図 1



2



Concept of PAJ OSR Stockpile

討論

ネールラン： 先程訓練の話が出ましたが、石油連盟は IMO の訓練コースについては検討なさったのでしょうか。これは OPRC の作業部会が第一対応者、現場指揮官、マネージャー等、いろいろな人を対象にやっているものですが。

西垣： 我々もその様なものがあることを知っておりますし、情報も手に入れておりますが、とりあえずは資機材を動かせる人をなるべく増やしたいのです。その後の段階として現場指揮官やシステムの管理者の訓練を考えております。石油連盟の訓練コースの中にはなく、むしろシンガポールの EARL に依頼したいと考えております。海外研修で早急に人材を育成して、更にその後日本でやっというと考えております。現にそのように今年も計画しており、去年と今年で 2 度目のシンガポールでの研修を考えているところです。

武藤： 貸し出し機材のリストを拝見すると、オイルスキーマー、ビーチクリーナー、ポータブルタンク、どちらかというと殆どが外国製品のようにですが、日本製品は適合しないというお考えなののでしょうか。

西垣： 特に日本のものを避けたわけではありません、日本製品で我々が望んでいるような性能のものがなかったということです。先程申し述べたように、20 年以上にわたって日本では大きな事故がありませんでしたので、メーカーとしてもそういうものをつくっても販路がないということで、製造されていませんでした。

我々が考えたのは、国際的に最もポピュラーなもの、しかも耐久性のあるもの。つまり、これは世界的に見て使える人が多い方が良いので、なるべく多くの人が使っていて、しかも耐久性があるということが証明されているようなもの、そういう基準で探しました。

武藤： オイルブームもそうですか。

西垣： 国内のオイルブームについては、ご覧いただけるように固形式のオイルフェンスを備蓄しております。これは国産品で立派なものがあります。これを当初から 2 万 m 持っています。しかしながら、充気式ということになると、国内には殆ど製品がありませんでした。充気式は、我々の事業のコンセプトとして、貸し出し要請があったらどこへでも運ぶという観点から見ますと、コンパクトで非常に便利だということです。

鈴木： 先程ネールランさんをご質問した IMO の訓練プログラムの一部については、海上災害防止センターの横須賀に研修所がありますが、ここに流出油の防除コースというものがあります。この油防除訓練コースの中で IMO の訓練プログラムに沿った訓練を実施しております。

ゲインズフォード： ダイヤモンド・グレース号の場合に使われた資機材はどの様なもので、その効果はどうだったのでしょうか。

西垣： ダイヤモンド・グレース号のときに貸し出したのは、固形式のオイルフェンスと、GT185 を二つ、それから、ファスタタンク(ポータブルタンク)ということでした。ファスタタンクは 8 個貸し出しましたが、実際に使われたのはダイヤモンド・グレース号の周りに展開したオイルフェンスだけでした。オイルフェンスは高さ 115cm(45cm freeboard, 70cm draft)のものですが、それで十分に役に立ったと聞いております。



MSRC (海洋油流出事故対策株式会社)
： 顧客需要に対応し変化する企業

D.A. トーンショフ・ジュニア

現職 海洋油流出対策株式会社 筆頭副社長 米国油流出管理協会 理事

学歴 米国商船大学卒(海上輸送学専攻)、ブリッジポート大学経営学部卒(経営学修士)、
コロンビア大学エグゼクティブ・プログラム修了

1993 タンパ湾でのフロリダ沖油流出事故、1994 モーリス・J・バーマン号のサンファ
ン沖油流出事故とサン・ジャシント川のテキサス事故、1996 ポートランドでのジュリー
・N号油流出事故など多くの油流出事故処理の監督・指導にあたっている

MSRC は非営利的な油流出事故対応組織であり、その主要な対応機能は米国領バージン諸島及びハワイを含む米国の海岸地域に設置されている。MSRC は米国連邦政府及び州政府の規制環境の変化に伴って常に変化する顧客需要に対応して発展してきた進歩的な組織である。

現在の MSRC を理解するためには、先ず本組織の歴史、MSRC が創設される契機となった事故及び 1989 年以後に生じた変化について内外から眺めてみる必要がある。これは、海洋保護協会の会員を含む、顧客需要に対応するために起こった MSRC の発展過程を説明するのに役立つ。

海洋油流出事故対策株式会社の発展における重大な契機

MSRC の歴史は 1989 年 3 月のアラスカ州プリンス・ウィリアム湾における油流出に始まる米国の一連の事故の跡を遡ってたどるものである。多くの大災害事故の場合と同様に、この事故は、米国連邦議会において、米国の対応システムの設置のためばかりでなく、このような環境災害を防止するためにも立法化を促すことになった。この法律は 1990 年米国油濁法即ち OPA-90 として知られている。米国議会がこの法律の条項について討議している一方で、米国石油業界もアメリカ石油協会（API）を通じて業界全体として将来のこの種の事故の防止及び対応について何ができるかを見定めるために行動を起こしていた。

プリンス・ウィリアム湾油流出事故－ 1989 年 3 月

プリンス・ウィリアム湾油流出事故は、MSRC 及びその全国的な対応機能を創設する契機となった。この事故は、このような大規模な災害事故に対応できる業界としての能力に関して、石油業界の経営者に重大な問題を提起することになった。石油業界はアメリカ石油協会の援助のもとに、米国の現在の対応能力のみならず、このような油流出事故に適切に対応するために設けなければならない機能を調査するため対策本部を設置した。

この対策本部のメンバーは、アムコ社、アルコア社、アメリカ BP 社、シェブロン社、エクソン社、モービル社、シェル社及びテキサコ社の石油会社を代表する 8 人の上級役員で構成された。当時モービル社の会長であった、アレン・マレー氏が対策本部長をつとめた。

対策本部の目的は米国の現在の対応能力及び予防機能を見直すことであった。

対策本部はその調査結果をプリンス・ウィリアム湾油流出事故のわずか 3 ヶ月後に発表した。同報告書は、油流出による大災害事故に対処するための備えを米国一産業界及び政府一は有していないと明言した。対策本部は油流出による大災害事故とは、プリンス・ウィリアム湾と同規模の沖合油流出事故－約 30,000t、又は地域の対応設備能力を超える油流出（地域により 30,000t より遥かに少ない場合もある）と定義した。対策本部の報告書には、流出防止プログラムに対する支援及び石油産業対応組織即ち PIRO の設置等の勧告も含まれている。

石油産業対応組織（PIRO）－ 1989 年秋

1989 年 6 月にその報告書を発表した際、対策本部は PIRO の設置に関する勧告を行うため

の運営委員会も設置した。運営委員会の報告書が発表された 1990 年 1 月までに、PIRO の会員は当初の主要石油会社 8 社から 20 社に増加した。又 PIRO は、人員、装備、船舶、訓練、保険及びその他の問題を検討するための種々の委員会を設置した。この委員会は、約 75 人の石油産業の各分野の専門家を含んでいる。運営委員会の報告書は二つの組織、即ち財政のための組織と運営のための組織を設置することを勧告した。運営委員会の報告書が発表された時点における、二つの組織 (MPA / MSRC) に対する 5 年間の見積りコストは約 4 億米ドルであった。これには主要設備に対する 1 億 4,500 万米ドル、年間運営予算に 6,500 万～7,000 万米ドル、5 年間の研究開発予算 3,000 万～3,500 万米ドル及び全国の 303 人からなる組織に対する経費が含まれている。

1990 年米国油濁法(OPA-90)— 1990 年 8 月

業界が PIRO を創設していたのと同時に米国議会は、両院においてプリンス・ウイリアム湾油流出事故のような環境災害の防止ばかりでなく、その対応のための法案作成を進めていた。プリンス・ウイリアム湾での船舶の座礁事故から 17 ヶ月後に、大統領は 1990 年米国油濁法に署名し、同法は 1990 年 8 月 18 日に発効した。この新しい法律は数多くの米国の法律を一つにまとめた米国における最初の総合的な油汚染防止法である。

OPA-90 には下記を含めた多くの条項が定められている。

- * 対応活動のために米国沿岸警備隊に与えられた、拡張された連邦政府の権限及び責任
- * 国の計画策定及び対応システム
- * 民間の対応能力に依存する強制対応計画
- * 船舶、石油試掘及び生産用のプラットフォーム、ターミナル及びパイプラインに適用
- * 設備規定及び検査一対応及び予防の両面
- * 連邦政府による強制的な演習及び訓練計画
- * 州法に対する連邦法優先の棚上げ
- * 1993 年 2 月までの厳密な実行計画

OPA-90 には、別の重要な“対応者の免責”条項が定められている。この条項は、対応者が人的な傷害又は不法な死亡事故を起こしたり、あるいは重過失若しくは意図的な違法行為を行っていない限り、対応者に対して制限付きの免責を定めている。対応組織は、丁度消防署のようにその対応行動の日時、気象条件又は状況を選ぶことができないので、これらの要因により課される責任から保護されなければならない。米国の大部分の州において同様の条項が採用された結果、米国議会及び米国の全ての沿岸管轄当局は、この条項は対応作業を促進する適切な公共政策であることを認めている。

海洋保護協会／海洋油流出事故対策株式会社— 1990 年 9 月

PIRO の調査後、OPA-90 が発効してまもなく、石油業界は同法において検討された種類の対応能力を備えるための二つの新しい組織を創設することを発表した。海洋保護協会(MPA)及び海洋油流出事故対策株式会社(MSRC)が 1990 年 9 月に創設された。MPA は MSRC の対応能力に対して資金提供するために創設された非営利組織である。MPA の会員は、MSRC と契約し、対応作業を要請する権限が与えられている。MPA は MSRC の資本支出及び年間の運営予算のための資金を提供する。

二つの組織が設立された時には、5 年間のコストは約 8 億 2,500 万米ドルと想定されたが、これは 1990 年 1 月の時点の 2 倍にあたる。現在この数字は、主要設備の購入費として約 3 億 2,500 万米ドル、年間運営予算が約 1 億米ドルと見積もられ、5 ヶ年計画の研究開発費は、当初見積りの 3,000 万～ 3,500 万米ドルで維持されている。MSRC を立ち上げ、運営するために必要な人数は 395 人と見積もられた。

OPA-90 に基づく米国の規制要件

OPA-90 は多くの米国政府機関に対して実行と規制の責務を課していたが、その最たるものは、米国沿岸警備隊に対するものであった。特に、米国沿岸警備隊は、船舶対応計画(VRPs)、施設対応計画(FRPs)及び流出油除去組織(OSRO)分類システムの指針を実施するための規定案作成の責任を担っていた。別の二つの米国政府機関も他の種類の施設に対して責任を担っていた。例えば、米国内務省は米国鉱物管理局の支援に基づき沖合施設に対して責任を負い、又米国環境保護局は非輸送機器である沿岸施設に対して責任を担っている。

船舶対応計画

この規定は、米国沿岸警備隊、石油業界の代表(対応、石油及び輸送)及び環境地域社会が共同で規定を作成するという、交渉による規定作成の過程を経て制定された。この規定は米国領海内における対応の時間枠及び能力が定めている。この規定によって、米国の港に向かう全ての船舶は、船舶対応計画を保有し、それに対する米国沿岸警備隊の承認を取得することが求められている(米国領海進入前)。

流出油防除組織(OSRO)分類法

米国沿岸警備隊は、1995 年 12 月に流出油除去組織の自主的な分類法を定めるための指針を発表した。これは顧客に対しその船舶対応計画の作成作業及び最終的にはその承認取得を支援するものなので、他の多くの対応組織と同様に MSRC はこの計画に参加している。分類レベルは、米国の地理的な区域に対して、港湾区域を管轄する米国沿岸警備隊指揮官が公表する。分類は当該区域における回収作業、オイルフェンス及び一時貯蔵能力等対応組織の計画諸元の達成度に基づいて定められた。計画保有者は、いかなる場合でもこれらの分類による対応組織が計画保有者の OPA-90 に基づく義務に応じられるということを保証する責務から免責されることはない。

MSRC(1991-1995)

創設後、MSRC は予想される OPA 計画の要件に適合した油流出事故対応人員資機材を顧客に提供するため、油流出事故対応機能の国家規模のインフラストラクチャー作りを始めた。MSRC は特別に設計・建造された油流出事故対応船(OSRVs)の建造を契約した。会社は又、法律で定められた対応能力に適合するレベルと思われるオイルフェンスや回収システムの試験及び購入を開始した。MSRC は研究開発計画を進め、流出油管理の能力を生み出していった。

油流出事故対応専用船(OSRV)

1991 年に MSRC は、米国のメキシコ湾にある 2 ヲ所の造船所で、油流出事故対応専用船 16 隻を 1993 年 2 月までに設計、建造する契約を締結した。対応専用船の主要目は下記の通りである。

*全長-208'— 5"ft(63.5m)

*深さ-17'— 0"ft(5.1m)

*最大吃水— 14'-0"ft(4.3m)

*幅— 44'-0"ft(13.4m)

*居住設備— 38 人

*燃料容量— 112,890gal (427,335L)

更に各船は、2 基の油水分離システム、4,000 バレルの一時貯蔵設備、高性能のトランスレック回収システム・オイルフェンス、対応作業用の完全遠隔指示及び制御機能を備えている。

専用回収機能

MSRC は、現在全国に 106 基の回収装置を有している。当初 MSRC は 96 基の回収装置を購入したが、それが現在のレベルにまで拡大した。MSRC の合計回収能力(米国沿岸警備隊の査定による)は下記の種類の回収装置を含め、有効回収能力(EDRC)454,178 バレル／日である。

* Trans-Rec350

* Aardvac800

* DesmiOcean

* GT-185

* Seawolf

- ＊ Walosep W-4
- ＊ WP-1
- ＊ Vikoma 3-Weir

専用一時貯蔵設備

OSRV の設計、建造に加えて、MSRC は容量が 32,000 ～ 68,000 バレルの範囲の沖合バージ 17 隻を購入した。MSRC は、これらのバージに乗組員用の居住区を装備し、更に油流出事故対応作業に適した船舶とするためにその他の改装を行った。又、MSRC は各々 400 バレルの回収油を収容可能な 68 隻の浅水域用バージ及び 500 バレルと 3,000 バレルの大きさの曳航可能な貯蔵用ゴム製袋 85 個を保有している。MSRC の合計一時貯蔵能力は 902,300 バレルである。

専用オイルフェンス

MSRC は沖合用、沿岸用及び潮間帯用のものを含め、311,340ft のオイルフェンスを購入した。したがって、MSRC はあらゆる水深及び環境下でのオイルフェンスを展開する能力を備えている。

研究開発

MSRC の研究開発 5 ヶ年計画は下記の分野の研究に資金を供給していた。

- ＊ リモートセンシング能力
- ＊ 現場焼却
- ＊ 分散処理剤
- ＊ 油／水分離システム
- ＊ 対応策の有効性
- ＊ 生物修復
- ＊ 流出影響評価

流出管理

MSRC が顧客に提供する流出管理機能には下記の専門分野があった。

- * 指揮と統制
- * 作業
- * 保健と安全
- * 計画策定
- * 補給
- * 財政と管理
- * 通信連絡
- * 公共の問題
- * 政府関係の問題
- * 科学的／技術的支援

機構／予算

MSRC は 5 ヲ所の地理的地域対応センター、即ち西海岸に 2 ヲ所、東海岸に 2 ヲ所及びメキシコ湾岸地区に 1 ヲ所の対応センター、並びに、全国 21 ヲ所に予め設けられた機材備蓄所を運営していた。MSRC は地区の油流出対応インフラストラクチャーでは対応できない大規模な油流出事故にのみ対応するように計画されていた。MSRC はその顧客に対して“海岸線浄化”のための計画への言及又は対応機能を提供していなかった。5 年間の計画の終わりには、MSRC のコストは合計 9 億米ドル以上に達した。

変革の要因

MSRC が発展している間にも、米国内で必要と思われる対応能力に対する取組方法を変えようとする様々な動きが行政組織や産業界において起きつつあった。規制環境については、米国沿岸警備隊の規則策定手順では、当初 OPA-90 制定後予想されたものより厳しさが少ないということが明らかになった。

同時に、MSRC 及び MPA に対する資金の大部分を負担する石油業界の一部会員の間には、この種の専任人員機材を維持するための法律が制定されたことにより、資金負担に対してこれまでのような厳しい義務感がなくなってきた。これによって MSRC の構造や構成に多くの変革が生まれることになった。

MSRC （1996 年以後）

MSRC は行政及び産業環境の変化に伴って組織変革を行う必要があることを実感した。

構造改革／新しい予算

最も重要なことは、MSRC は自身が設立した油流出事故対応の専用能力を維持するという責任を保持していたことである。1996 年初頭から MSRC に生じたあらゆる変革の間にも、対応機材に対する削減は行われていない。コストの削減及び顧客に対する最も望ましいサービスに焦点を絞るために、MSRC は流出油管理サービスの提供も停止した。同時に、MSRC の顧客の多くは、自社独自の資材による流出油に対する管理能力を備えるか又はこれらのサービスを提供する米国内の種々の組織と契約を締結した。このサービスの減少によって、多くの顧客のために設けられていた余剰部分が削減された。更に 5 ヶ年計画の終了時には、MSRC はその研究開発計画を削除した。

1996 年 1 月には、当社を新しい上級管理チームが引継ぎ、引続き顧客の関心事に焦点を絞る作業を始めた。顧客に対する調査の実施、顧客との会合の開催及び顧客の要求をより認識することによって、MSRC はこれらの需要の変化に適合するように改革を実施した。MSRC の年間予算は 9,600 万米ドル(1995 年)から 4,200 万米ドルに減少され、従業員数は全国で 441 人から 177 人に削減された。これだけ削減を行っても、専用の対応機材は同レベルに維持された。

域の取組

MSRC の 5 地域構想は、東部、南部及び西部の 3 地域に減少された。各地域は地域ごとの顧客の要求に応じて MSRC が運営方法を変えられるように独自に設定された。MSRC は権限を分散し、地域の副会長により多くの権限を与えた。以前には MSRC の“本部”として知られていた事務所は、現在ではバージニア・グループとなった。このバージニア・グループの責務の中には下記のものが含まれる。

- ＊ 監視
- ＊ 品質保証
- ＊ サービス

会長、財務部長、社内弁護士及び組織の運営に必要なその他の人員はこのグループ内に置かれている。この事務所は、給与や支払会計等管理事務が地域事務所と重複しないよう留意しつつ地域の業務も行っている。

流出地区対応チーム(STAR)

MSRC は流出地域対応チーム即ち STAR としてよく知られている環境対応請負業者の強力な組織網も設立した。この 60 社程度の会社は、対応作業業界のリーダーと認められている環境対応請負業者の代表である。これらの会社は下記のサービスを提供している。

- ＊ 人員

- ＊ 対応機材
- ＊ 地域に関する情報
- ＊ 補給支援

新しいサービス

MSRC は顧客が希望する範囲のサービスを提供するために多くの新しいサービス項目を設けた。MSRC は現在下記のサービスを提供することができる。

- ＊ あらゆる規模の油流出事故への対応
- ＊ “平均最高確立油排出量”
- ＊ 海岸線の浄化
- ＊ 国際的な対応(一定の基準に適合する場合)
- ＊ 危険物(一定の基準に適合する場合)

事業機会／顧客サービス

MSRC は顧客サービス及び事業開発分野で他の活動も創設した。MSRC は顧客サービスをより中心に据えるようにした。当社は、目下、専用対応能力を維持するため、より費用効果の大きな取組方法を顧客に提供するために、他の OSRO との協力の可能性を再検討している。MSRC が検討しているその他の分野としては、国際的な船主に対する営業、国際的な事業機会及びその他の事業機会等が含まれている。

代替技術

MSRC は、一定の状況下では機械的回収作業の代わりに使える実行可能な技術として、現場における焼却、分散処理剤等の対応技術の把握に努めている。米国連邦及び州当局が一定の地理的領域における現場燃焼の適用に対して事前承認を与えているので、MSRC は事前承認が与えられているこれらの地域に現場焼却システムを購入、設置している。現在これらのシステム 6 基が MSRC のサービス地域に設置されている。分散処理剤については、MSRC は産業界と協力し、この機能に対する適切な基盤整備の検討を続けている。

要約：現在の MSRC

現在の MSRC は、1990 年の組織形態に対し、本質的な変革が行われた部分と、殆ど変革

の行われていない部分がある。当社は、現在でも専用且つ緊急用の対応能力の提供を主目的としているが、顧客指向の業務も多く取り入れてきている。

これらの変革の主要点は、下記を含む事業計画の発展である。

- ＊ 経済的効率の導入
- ＊ 顧客の総合的な満足の提供
- ＊ 堅実な外部評価の向上

しかし、プリンス・ウイリアム湾の事故から8年以上が経過しており、時の経過と共にある程度の忘却が生じ、又規制環境の軟化によって米国の全国的な対応基盤整備が徐々に蝕まれていく可能性がある。MSRCは顧客の環境保証に対する変化し続ける要求に適合を図っていく所存である。

討論

工藤： 16 隻の油回収専用船を保有だということですが、兼用船でないとすると、普段は乗組員の方は何をしているのでしょうか。

トーンショフ： 平時、すなわち油濁事故がない場合には、乗組員はいろいろなことを行っています。まず第 1 に船舶の保守・修理作業や、在庫表に載っているいろいろな資機材の保守・修理を行っております。

それから、かなりの時間と費用をかけて油流出対応要員の訓練もしています。更に、かなりの時間と費用をかけて顧客の訓練も行っています。米国では法律で求められているのですが、顧客が最初の対応計画を立て、その対応計画の必要不可欠な部分として流出油回収組織をつくって訓練しておかなければなりません。そういう訓練は我々がやります。そういう訳で乗組員は、いつも非常に忙しいのです。

ミアーンズ： MSRC は海岸線の浄化という方面で、どの様なことを行っているのでしょうか。在来の手法を使っているのか、それとも代替的な手法も併せて活用しているのでしょうか。

トーンショフ： 計画のガイドラインのもとでは、海岸線の浄化能力に対しても契約することを義務づけています。かつては海岸浄化というのは MSRC は行っていませんでしたが、顧客サービスを向上させるということで、今はこの能力も提供しています。

講演でも申しましたように、海岸線の浄化は非常に労働集約的なもので、往々にして非常に長い時間がかかる作業でもあります。我々は STAR と呼ばれる一連の下請けと提携しております。そして、約 6,000 人と契約を結んでおり、彼等は油流出事故対策の訓練を積んでおり、米国の健康及び安全面での規制を十分クリアしている油流出対応のベテランです。そして、米国沿岸警備隊の指導のもとで、隊と協力して、彼等を顧客の指示に従って作業に向かわせております。

我々は一方向的に代替手法を使うべきなのか、それとも海浜浄化剤を使うべきなのかを決めるものではありません。顧客と沿岸警備隊が統一された指揮のもとで最も適切な方法を決定します。この際、我々は人員、サービス、ツールを提供しますが、しかしながら、我々はどうのような方向で作業するのかということは決定致しません。

ゲインズフォード： 分散処理剤散布については配備する予定はあるのでしょうか。船上又は空中散布等も考えていらっしゃいますか。

トーンショフ： 現在政府及び業界と協力して、米国での分散処理剤のインフラ整備を検討中です。米国でのインフラというのは英国の場合と非常に違ってくると思います。地域、地方等の様々な油濁防除組織は、全て民間から資金を提供されていますが、数多くの分散処理剤の契約を結んでいます。我々が今提案しているのは、国全体の分散処理剤の配備能力を持つということです。それにより規模の経済ということで節約でき、また、顧客にとっても最少のコストで強化された能力を提供できるということです。

現在米国の民間航空機会社数社や請負業者等とも交渉中で、また、いろいろな協同組合とも交渉をしております。今後どの様な方向に動くのか、述べるのは早計だと思います。

ネールラン： 16 隻の船は、年間何日ぐらい実際の油流出対応に動員されるのでしょうか。その様な統計をとっておられますか。

トーンショフ： 日数としてはそれほど多くはありません。米国では予防というものが非常にうまく機能しております。多くの船舶の運航者、精油所、ターミナル等は油流出の対応や油の流出に関して非常に慎重です。対応に関する直接のコスト、また評判が損なわれた場合のコストについては十分意識しておりますので、先手を打った形で油流出を縮小し防止しようとしています。ですから、我々の船舶が頻繁に動員されるということはありません。これは頻繁に出動する必要がない訳ですから結構なことです。

MSRC は顧客の資金による非営利組織なので、流出対応以外の能力維持のための作業に行く必要はないのです。

我々には、政治的に中立な多くの大会社等の一連の顧客がいて、我々に協力して、継続的に資金を出していただくことが必要です。

シーヴェ： 顧客とはどのような方達なのでしょうか。そして、どのような企業が客先ではないのでしょうか。先程、顧客の状況に移動があったために会社を縮小するという話がありましたが、何故このようなことになったのか、その背景、理由についても説明していただけだと思います。

トーンショフ： MSRC にはおよそ 62 の顧客があります。この 62 のうち、17 は石油会社で、エクソン、モービル、シェブロン、BHP、スター、テキサコ、シェル、アメラダヘス等のいわゆる国際的総合石油会社です。62 社のうちの 45 社は小規模のターミナルの運営会社や船主です。有力な船主も数社入っています。例えば、大阪商船三井船舶も顧客ですし、東京海上火災の米国の現地法人は MSRC の顧客であり、国際的な、あるいはほぼ国際的ではないような海運会社も顧客になっています。

顧客でない企業や止めてしまった企業のことは言いたくありません。去ったのにはそれなりの理由があったと思いますが、特に、やはり法律の規制がゆるめられて、他のより安価な代替的な手法を認めたためだと思います。しかしながらこの手法は兼用の様々な資機材を使うので、やはり専用の資機材の方が兼用よりも良いことが多いということには同意していただけたと思います。

ミアーンズ： 私は海洋生物学者として懸念しているのですが、一般に国内的にも世界的にも研究開発、特に新しい技術の開発が減少傾向にあると思います。世界の新技術の研究開発をやっている方々の 10 % ぐらいの方が今日この部屋に集まっているのではないかと思いますのですが、業界ではインフラストラクチャや、ハードウェアの面等にはかなりの投資が行われておりますが、研究開発はどうなるのでしょうか。誰がやるのでしょうか。MSRC がやめてしまった研究開発はどこが行っているのでしょうか。

トーンショフ： それについては多分レッサードさんがご説明なさると思います。レッサードさんは海洋保全協会の研究開発監督委員会の委員長をしておられました。海洋保全協会は MSRC を支援しているグループであります。いかがでしょう、レッサードさん。

レッサード： それは正に私が言いたかったことです。あえて質問しませんでした。MSRC が提言した研究プログラムは、米国石油協会に対して長い時間をかけて採用するように説得致しました。もちろん年 600 万ドルの予算は継続できませんが、少なくともプログラムの中の最も良いところが、より広範囲の資金で継続できるようになりました。米国石油協会というのは MSRC よりもかなり多くの資金を業界から集めているので、いわば資金のより適正な配分ということになります。また、我々は政府機関、業界にも影響力を行使することもできますし、エクソンの資金も得られますので、MSRC がもはや資金提供しなく

でもかなり良い研究開発を継続していくことができると思います。

鈴木： 現在保有している 16 隻の防災船の運用限界はどのくらいでしょうか。どの程度の気象、海象条件に対応して運用が可能なのか、それからもう一つは、ハワイ海域、あるいはアラスカの寒冷地、また大西洋岸海域によって気象、海象条件がだいぶ変化しています。船の船形、あるいは使用する資機材も地域ごとに当然変わってくると思いますが、運用を決定する基準は何でしょうか。

トーンショフ： 限界のご質問については、二つの段階でお話したいと思います。まず、海象条件に合わせての限界ということがあります。これらの船舶は、油濁法のもとで「定義された悪天候」下でも作業可能な設計であります。その上限がどのくらいかということは正確には分かりません。どこまで海象状態がひどいかということによって変わってまいります。

実は今朝、工藤さんとナホトカ号事件の話をしていたのですが、10m もの波高があると対応できません。6m でも対応するのは難しいと思います。それは非常に酷しい波高です。油濁防除船は、数メートルの波高で作業できるように設計されます。

搭載している資機材はノルウェーで設計されております。これはフランクモ-のトランスレックシステムで、北海で試験が行われました。北海はご存じのようによく悪天候になります。しかしながら、作業の限界がどれくらいかは分かりません。しかし、時間の関数としての限界という点から申しますと、これら船舶は 30 日間、全く補給なしに洋上で作業できるように設計されています。そのための食料も搭載し、ディーゼル油、様々な補給品も乗せております。まったく補給なしで 30 日間連続的に洋上で作業できるように設計してあるのです。

鈴木： 30 日の継続作業というと、回収した油の貯蔵量、本船に持っている貯留タンクの容量はどのくらいあるのでしょうか。

トーンショフ： 我々の船の貯蔵能力は、一時貯蔵施設として 4,000 バレルです。ただ、各船には右舷と左舷に各 1 機の油・水分離機を持っています。この油水分離機の能力は回収装置の能力を上回っております。ということで、我々の船舶は非常に効率の良い回収機能を持っており、油水混合物を取り込んで水を排出し、できるだけ残った油だけをタンクに貯蔵します。

しかし、おっしゃるような大規模な作業では、何日も海上に出ているので、タンクをオフロードする必要があります。そのために我々は 17 の外洋型バージを保有しております。これは曳航することができるもので、船からこのオフショアバージに油を下ろすことができるようになっています。そういう訳で大規模な流出の場合には、米国でいうところの「通り慣れた道」を設け、バージを船舶まで曳航し、そのバージの中に油を下ろし、バージを戻して、貯蔵タンクに油を入れ、できるだけシステムがいつも油を回収していただけるようにしています。



ノルウェーにおける海上油流出緊急防災

.O ルーダール

現職 ノルウェー海洋石油業者協会(NOFO)業務部長

学歴 1965-66 陸軍士官学校、1969-70 航海学校卒 1972 商船長

原油流出の緊急防災計画の作成と維持、原油流出対策人員の教育、設備、原油流出対策術、流出油の回収方法の開発に参加。また、ノルウェー大陸棚で操業する原油会社を代表、ノルウェー当局の要請する原油流出緊急防災計画海洋団体の維持と開発。

A. NOFO の組織上の特徴と役割

NOFO はノルウェー大陸棚の事業者の共同組織であり、独立した商業企業ではない。

"石油事業関連法"の中で、事業者は『生産免許を付与する際に、省は日常的事業管理を免許に沿って行う事業者を指名又は認定するものとする。』と明示されている。

現在、ノルウェー大陸棚の事業者は全て NOFO のメンバーである。NOFO に加入しない場合、事業者は NOFO と同等の機能を有する独自の組織を設立しなければならない。

NOFO の目的・役割は油汚染を防除するための緊急防災計画の確立及び維持である。これには購入及び賃借機材の共通の管理、油回収船の調整、人員、緊急防災計画の維持等が含まれる。

NOFO の緊急防災計画、機材の備蓄及び防除活動戦略が第一の目的とし優先すべきことは、上記の法に定められた活動に関わる大規模油流出事故の防除にある。即ち、石油産業によるノルウェー大陸棚での制御不能な油の暴噴やその他の大規模油流出事故である。

ノルウェー石油理事会、環境省及び保健理事会が発行した当該規則のガイドラインは、重大な油汚染に対する対応準備の認定基準を明記する。NOFO の活動について定めた基準は以下のとおりである。

a) 8,000m³/日の油流出に対して、油汚染防除機材の 25%が 24 時間以内に使用可能でなければならない。

b) 8,000m³/日の油回収に対応する残りの油汚染防除機材は 48 時間以内に使用可能でなければならない。

NOFO の管理機関には次のものがある：

総会

総会は NOFO の全加入者を代表する。

総会に付託される責務の範囲は次のとおりである。

- * 全協定事項の承認
- * 予算の承認
- * 会計の承認
- * 年次報告書の承認
- * 理事会、理事長、副理事長の選任

- * 監査役の選任
- * 選挙管理委員会の選任
- * 全体計画・戦略の承認

理事会

理事会の責務は次のとおりである。

- * 予算の立案
- * 会計の立案
- * 年次報告書の立案
- * 全体計画・戦略の立案
- * 代表理事の指名
- * 代表理事の業務指示書作成
- * 代表理事の賃金及びその他全職員の賃金枠決定
- * 管理手続の承認
- * 品質保証監査の実施

管理部

- * 常設の管理部が、NOFO の日常運營業務を行う。

緊急防災組織

基地

NOFO はノルウェー沿岸に五つの基地を保有している。基地はノルウェー海域のどの油田にも規定時間内に到達できる場所にあり、回収量に関するガイドラインを十分満足する機材を備えている。

油回収船

油回収船は、必要機材及び回収油を収容するように改装されたオフショア支援船である。全加入者は、NOFO が適当な船舶を緊急防災組織に組み込むことができた『船舶協定』に署名している。(油回収作業のため補給船を改装するに当たっての必要条件は本論文の発表者から入手可能。)

曳航船

曳航船隊は NOFO と契約を結んだ改装された外洋漁船から成る。通常の漁船として操業しているが、緊急時に所定の対応時間内に間に合うように、十分海岸付近に所在しなければならない。

緊急防災要員

緊急防災要員とは緊急時に機材の運用を行う者で、ノルウェーの海岸沿いの様々な企業の社員が当たる。NOFO は、雇用主との協定により緊急時及び必要な訓練・演習のために要員を召集する権利を有している。

現場指揮者

NOFO には熟練した現場指揮者集団がある。グループの全員が NOFO の加入企業の社員である。通常の勤務時間外に必要な訓練・演習を受けている。更に彼らは名簿登録されており、常時一人が任務に就いている。

タンカー

大量の回収油を処理するため、NOFO はノルウェー石油業界の殆どのシャトルタンカーを運用している会社と協定を結んでいる。

リモートセンシング・監視

夜間の作業を効果的に実施するため、NOFO では次の様な監視体制が利用可能である。

- * 赤外線カメラによる航空監視
- * 側方監視空戦レーダー及び赤外線・紫外線走査装置搭載の監視用航空機(ノルウェー当局を通じて使用可能)
- * 映像が油回収船の船橋に送信される、ヘリコプター搭載の赤外線カメラ

B. 漂流油着岸防止のための効果的対策を含む海上油回収作業

ノルウェーの、石油事業における非常事態対応準備の関連規定に、次のような記述がある。
『重大な油流出事故に関する非常事態対応準備は、石油法に基づく事業によるいかなる重大な油汚染も、流出源付近において早急かつ効果的に回収できるようなものでなければならない。更に、非常事態対応準備は、海岸に到達する恐れのある重大な油汚染を効果的に防止するものでなければならない。』

海上の油回収作業では、外海の天候変化に適した比較的大型の船舶及び大型機材が必要となる。効率を最大限にするには、海上の回収装置をできる限り自立型にすることが重要である。以下に例を挙げる。

* 十分な予備部品の在庫

* 現場での機材修理に熟練した要員。日常保守作業を行っている者が現場での機材操作を行うのが理想である。これは機材への熟練度を高めることになる。

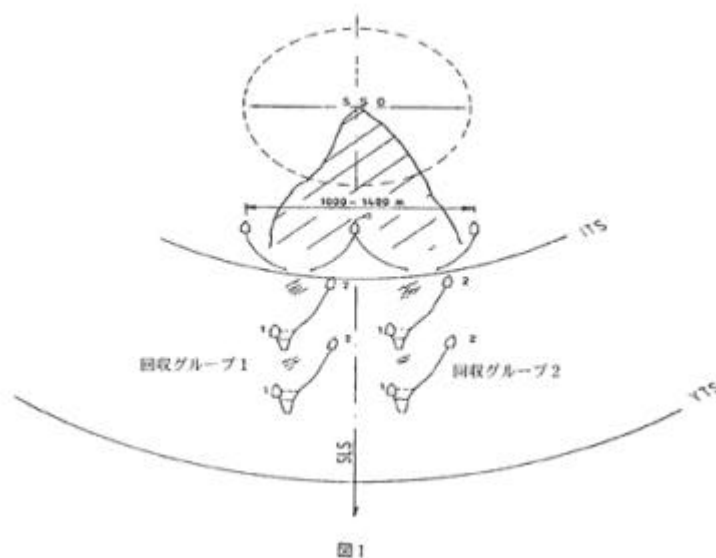
* 原油取扱者用の十分な防護服及びその他必要用具の在庫。

* 油回収船はタンカーが作業現場に到着するまで作業できるような十分なタンク容量が必要である。

* 現場修理が困難な損傷が生じた場合に備えて、できるだけ多数の予備機材が利用できないなければならない。

* 海上の作業は可能な限り事前に計画を立て、緊急防災マニュアルに記述しておくこと。

* 海面の広範囲をカバーする十分なオイルフェンス。下の NOF0 の緊急防災マニュアルの図参照。



NOFO の総合戦略は、これはノルウェー当局の要求に基づくものであるが、油流出が環境に与える損害を最小限に抑えることを目的とする。この戦略の主眼は、流出油が海岸に漂着するのを防止することであり、もしそれが不可能な場合は、少なくとも漂着油量を最小限に抑えることにある。

本戦略の要素の一つは、流出油をできる限り流出点付近で回収することである。そのためには、いつどこで漂流油が海岸に到達するかを予測する信頼できる軌跡モデルが必要である。汚染のひどい流出源が海岸に近い場合、対応所要時間の調整が必要である。油汚染を引き起こす確率の高い原油掘削又は他の石油事業に関してノルウェー当局が設定した基準は、認められている漂流計算に基づき、一日 8,000m³ を回収するのに必要な機材の 50%を、油が海岸に漂着する所要最短時間の半分以上で使用可能な状態にすることであり、更に、残りの機材も、油が岸に漂着するより前に使用可能な状態にすることである。20 時間以内に油が海岸に漂着すると予測される場合には、同じ機材の 25%が設置場所で、2 時間以内に使用できなければならない。

機械装置を用いた海上の油回収作業に成功の見込がある場合、現実的な回収率を定め又は計算しなければならない。

まず、使用する機材は、設定されたあらゆる気象条件下で徹底的に試験されなければならない。更に、そのテストは水面に油を流した状態で行わなければならない。油の代わりに他の物質を用いた試験は信頼できないことが証明されている。このように機材(船舶を含む)に対する信頼できる性能曲線(下図の例参照)が確定したら、要員は早い機会にその取扱いに対する十分な教育訓練を受けなければならない。油回収作業における人的要因の重要性はいくら強調しても過ぎるということはない。又、風、波、流れ等の、作業場所で予想される状況についての事前の知識の欠如や、無計画、訓練不足等が流出油回収作業に成功どころか悲惨な結末をもたらすということは、数多くの経験が教えている。

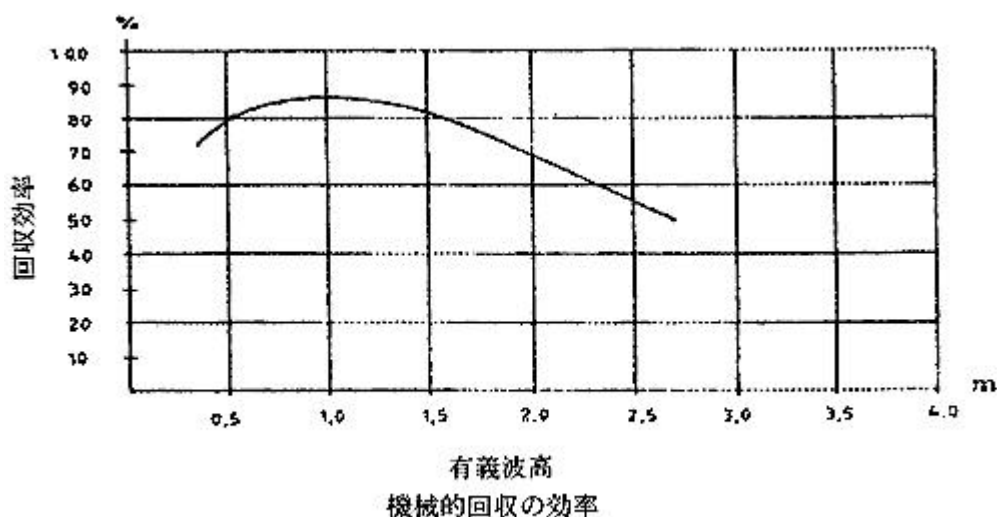


図 2

種々の気象条件下での実際的な試験を経て確定された回収装置の能力から、回収可能な実油量を見積もるために下記のものを差し引かなければならない。

* エマルジョンと一緒に回収された水分。

* エマルジョンの含水量(大部分の油は水分を吸収してエマルジョンになり、含水率は70%にもなる)。

* 回収油をタンカーに移すのに要する時間。

* 現場修理のために費やされる時間。

上記の諸条件を考慮に入れると、ある時間内の平均回収率は通常の 20%という低い値となる。

限界状況又は悪天候下での機械的油回収の効率

有義波高が 3.5 ～ 4m を越える碎波の場合、機械的回収作業は急激に不可能になる。図 2 は 4m 前後で効率がゼロになることを示している。時折、悪天候下において効率の高い機材が喧伝されることがある。幾つかの理由で、これは誤解を招くものだと信じている。大小に関わらず碎波が発生すると、油は殆ど水面から姿を消し、水中に取り込まれる。油がかなり大きい油滴に分裂した場合、波高に等しい深さの水中にまで分布する。この場合、油は天候が回復すると通常再び水面に浮上する。油滴が比較的小さいと、自然に水柱の中へ分散する。更に、海面あるいは海面付近に残っている油は波によって流速が増加するため、オイルフェンスに取り込むことが困難である。

C. 海底油田からの原油の継続的流出に対応する手段。海底で発生する事故への対応

海中で暴噴した油あるいは海中パイプラインからの漏油を回収する目的の油回収作業は、海面あるいは海面付近の流出油回収の場合と殆ど同じである。主な相違は、油がより広範囲に拡散し、その結果海面により薄い油膜を形成するという点である。これは、より多くの機材(特にオイルフェンス)が必要になるという意味で回収作業が複雑になる(図 1 参照)。オイルフェンスの損傷は、漂流油を囲い込み、次いでオイルフェンスを前進させて集める際によく起こり、そのため必要なオイルフェンスの予備量が比例的に増大する。

海底からの油の流出速度が相当高い場合、最近の油田跡(1996 年の北海)で、油は非常に小さい油滴になり、低い速度で上昇することがわかった。1996 年の油田跡の場合では、水面に形成された油膜の厚さは 5 ～ 20 μ m の程度であった。このときは、油膜が薄すぎて回収できなかった。オイルフェンスから水面に伝わったエネルギーが、油を水中に分散させてしまった。このことは平穏な気象条件下でも海中流出油を回収できない場合があることを示している。

大洋の海底漏出源からの油の漏洩事故に対応したり漏洩を止めたりすることは、余りにも複雑でここでは説明しきれない。しかし、遭難船からの油を完全に抜き取ることに成功した例がある。その様な作業についての報告は入手可能である。

D. 油流出対応機関採用の浄化資機材 -その仕様と選定理由-

ノルウェー大陸棚における石油探査に続いて、1970 年代後半から 1980 年代前半に石油生産が開始されると、ノルウェー当局は油流出に対する緊急防災の規定を導入した。その規

定については本文で既に述べたとおりである。更にノルウェー当局は石油産業に対して、明文化された規定に適用することができるという証書を作成するよう指示した。石油産業がこれを達成できるように、ノルウェー汚濁管理局は油回収装置の試験及び開発を目的とする油流出の許可を与えた。やがて明らかになったのは、北海及びバレンツ海の条件に適合し、かつ政府の基準を満たす使用可能な装置は市場に存在しないということであった。

開発及び試験の計画が開始された。油を放出しての試験・演習が外洋で年に一、二回行われた。外部請負業者及び汚濁管理当局双方が試験油の放出・回収を監視した。1987 年から 1988 年にかけて、トランスレック・システムが開発され、業界は好天時には 300m³/時の回収率を記録することができた。外洋での試験で、気象条件の悪化に伴って急激に回収率が低下することが示されたが、有義波高 2.5m までの波浪中において油回収率 8,000m³/日という規定要件は満たされた。

トランスレック・システムの概要

トランスレック・システムは、油回収船の油圧動力源によって駆動され、操作は電動油圧式のシステムである。

トランスレック・システムは、主に下記部品から構成されている。

- ・ 曳引装置と短距離低速移動用に降下させることのできる油圧駆動の車輪の付いた下部床板。
- ・ ドラム及び制御盤を備えた回転式上部基板。
- ・ 径 150mm の移送用ホースと油圧ホースを備えたフローティング・ホース及び回収機能の制御・操作用電気ケーブル。
- ・ ポンプ付き回収ヘッド
- ・ 回収作業中に池水分離解乳化剤を連続的に注入するエマルジョン・ブレイカー・システム。
- ・ トランスレック・システムは制御盤によって、又は船橋からの無線遠隔制御によって操作が可能。
- ・ 船間距離が増減する場合、移送作業中にホースの自動繰出し・巻込みを行う張力調節システム。

フラモ・NOFO・トランスレック・システムは有義波高 4.0m までの波のある海上で作業するように設計されており、55m の水柱、粘度 1,500cSt に対する最大回収量は 300m³/時である。

このシステムは一人で操作可能である。トランスレック・システムの設置目的は二つある。

- 1 オイルフェンス・システムからの油回収。
- 2 別の船又は海岸のタンクへの回収油の移送。

トランスレック・システムの開発中及び開発後、海上の海象状態に適したオイルフェンスが開発・選定された。何度ものテストを経て、NOFO の規定に適合するように改良された現行のオイルフェンスが選ばれた。このオイルフェンスの主要部は、深さ 115m で、直径 1.3m の浮体である。1 本のオイルフェンスの長さは 400m である。

作業の依頼・命令

NOFO の加入者は誰でも緊急時に全組織の動員令を発動する権限を持っている。緊急防災組織の一部として、NOFO には常時要員が待機している警報センターがある。作業命令ができる限り速やかに書面で確認されるとの条件で、NOFO の要員資機材は電話により発動できる。

指令の流れ

ノルウェーの法律では、油流出発生時に行動をとる責任は汚染者にある。つまり、万一 NOFO の加入者が油流出事故を起こした場合には、NOFO の資機材をその処理のために使い、その加入者は油を回収するか又は環境に対する被害を最小限に抑止するための全責任を負うことになる。汚染者がこの事項に十分に従わないときは政府が作業の指揮を執る、とする規定が法律で定められている。

第三者の起こした事故に関わる一部の石油会社の基金による油流出対応機関の手続き

ノルウェーの法律では、重大な汚染を引き起こす可能性のある事業経営者は、汚染の影響防止及び抑止のため必要な緊急対応準備を講じておかなければならない。同じくノルウェーの法律では、重大な汚染被害の危険がある場合、誰でもあるいはどんな組織でも事故に対応するための資機材あるいは要員を備えておかなければならない。つまり、NOFO は、商業組織ではないのだが、第三者が引き起こした油流出事故の浄化作業を支援しなければならないのである。支援要請の権限は汚濁管理局に委ねられている。この法律に従い支援を行う者には報酬が認められている。報酬の支払は国が保証する。

討論

西垣： トランスレックシステムはアリサン号の事故のときに使用されたと説明がありましたが、実際に事故に使われたケースはどれくらいあるのでしょうか。

ルーダール： 実際の事故はあまり思い出せませんが、昨日ネールランさんが報告した事故があります。それに加えて4回か5回、実際の事故で使われたと思います。全ての事故の場合に、国家の汚染防止当局を支援するかたちで使用されました。

ケインズフォード： 機械的な回収を行うか、あるいは分散処理剤を使うかということに関しては後で今日の午後コメントしたいと思いますが、強調したいのは、英国政府が全面的に分散処理剤に依存しているわけではないということです。機械的な回収方法でもバックアップしております。そして、いろいろな方法で対応しているのです。

ルーダール： 私の講演でも機械的な回収しかやっていないように聞こえたかもしれませんが、我々も分散処理剤を持っているということを強調したいと思います。



シー・エンプレス号事故により発生した汚染への
対応と海岸線復旧経過

T.ルネル

現 職 英国国立環境技術センター 海洋・淡水部 主席顧問、石油および化学物質の海洋汚染研究、対策およびモデル化の専門チームのリーダー

学 歴 1990 ケンブリッジ大学海洋学博士号／ 1986 トリニティホール・ケンブリッジ自然科学専攻／ 1995 ロンドン・ビジネススクール MBA

シー・エンプレス号座礁事故における環境監視チームのリーダー

緒言

本論文は、シー・エンプレス号事故の際に流出した 72,000t(1,900 万ガロン)のフォーティーズ原油と 480t の燃料重油(HFO)への対応について概説する。対応活動の効果の定量化が監視プログラムを通じて行われると同時に、英国運輸省沿岸警備隊の海洋汚染対策部(MPCU)からの要請に基づき AEA Technology の国立環境技術センター(NETCEN)によって実施された。過去においては、研究者や対応に当たった者は、対応の初期段階で監視プログラムの活動を開始することができない、と示唆していた。MPCU が NTCEN の監視チームを早期に動員したことは、油流出に効果的に対応するために事故の発生時点でリアルタイムに科学的測定を行うことの有効性を示す先例となった。

事故発生時点での意志決定は、流出したフォーティーズ原油が NTCEN の北海の実地試験で大量に使ってきた原油であったことから、かなり容易であった。それゆえ我々は流出油の動向の予測及び別の対応法を利用した場合の可能性について強い確信を持つことができた。我々は、実地試験によりフォーティーズ原油が容易にエマルジョンを形成すること、又、何の処理も行わない場合にはこのエマルジョンが比較的長期にわたる持続性があること(Walker 他 1993 年)を示した。他方、シー・エンプレス号油流出事故以前の実地試験で、フォーティーズ原油は分散処理剤及び解乳化剤によって処理可能であること(Lunel 及び Lewis 1993 年; Walker 及び Lunel 1995 年; Lune 及び Davies1996 年)がすでに示されていたため、分散処理剤による作業を行って成果を上げることに確信があった。

原油の動向についての概観

シー・エンプレス号がミルフォード・ヘブン港の栈橋に横付けされてから、約 59,000t のフォーティーズ原油の積荷がテキサコ製油所へ移された。したがってここで調査の対象となった油は、海上へ流出した 72,000t のフォーティーズ原油である。推定流出油量は、明らかに流出中一定ではなく、時間によって変化した。この節では 2 月 29 日の油の調査について述べる。この時点ではシー・エンプレス号が座礁してから 2 週間が経過しており、油のギラつきだけが海面に残っていて、大量に堆積した油の大半はすでに海岸から除去されていた。

蒸発-40%(35 ～ 45%の範囲)：

原油の軽質成分の蒸発は海水表面から油が除去される重要な過程の一つである。15 以下の炭素原子を含む組成の炭化水素は、流出直後の 2 ～ 5 時間のうちに蒸発してしまい、最も有毒な成分が大気中に拡散してしまうために海洋環境に対する海面残留油の重大な毒性(短期的)は低下する。事故直後の 2 週間にサンプルを集め、モデリングによる予測を行ったところ、原油体積の 35%～ 45%がすでに蒸発したことが分かった。

表1 -シー・エンプレス号事故に際して採取されたサンプルの蒸発により失われた体積百分率

日付	サンプル採取時刻(GMT)	蒸発損失%
16/02/96	10:15	41
17/02/96	13:08	45
17/02/96	13:10	45
17/02/96	13:18	45
21/02/96	10:30	35
21/02/96	13:20	37
21/02/96	14:58	36
21/02/96	15:27	40

海上で回収された油— 2%(1.5 ～ 2.5%の範囲)：

平均含水率 50 ～ 70%の約 4,000t の油中水エマルジョンが回収作業により海上から除去された。次いで、このエマルジョンは静置して油と水に分離させるために分離タンクと渦に保管された。海上の作業から製油所に回収された油の量は $1,500 \pm 300\text{t}$ と推定される。

この油は、次にテキサコ製油所で油中に混入している海水塩が精製過程で触媒を汚染しないように、非常に低速で油の浸出法によって再処理された。これは油処理全体の 2%に相当する。

海岸線から回収された油— 2%(1.5 ～ 2.5%の範囲)：

海岸線から回収された油の内訳は、製油所で再処理された油 20%を含む液体エマルジョン 2,500t(油の量は精製所では $500 \pm 200\text{t}$ と測定された)、農地用の 10%含油廃棄物 $3,500 \pm 500\text{t}$ 及び農地用 5%含油砂 $7,800 \pm 200\text{t}$ であった。したがって、72,000t の内、海岸線から回収されたのは約 $1,250 \pm 250\text{t}$ (2%)に過ぎなかった。

海岸線の残留油— 5%(3 ～ 7%の範囲)：

海岸に残留した油の推定量は、流出の初期段階で詳細に調べた幾つかの場所での測定値から外挿して求めたものである。それによると流出した油のおよそ 5 ～ 9%が海岸線に漂着し、2%が回収され、3 ～ 7%が 1996 年 2 月 29 日の時点で海岸線に堆積して残ったと推定される。

分散(減算による) = 51%(43 ～ 59%の範囲)：

油が大量の海水中に分散し、急速に希釈されるということは、分散した油の量を正確に定量化することができる有効な監視プログラムを作成できないことを意味する。しかし、海上で蛍光測定を行ったところ、分散過程は流出油の動向を決定する上で重要な過程であることが分かった。

現在までに得られた数値によると、もし 40%± 5%が蒸発し、2%± 0.5%が海上で回収され、2%± 0.5%が海岸線から回収され、最初に堆積された油の清掃後に 5%± 2%が海岸線に打上げられたまま残ったとすると、減算法により、油全体のおよそ 51%± 8%が自然分散と化学的分散とによって分散したものと思われる。

流出油の動向に及ぼす対応作業の影響

ひとたび油が環境中に流出すると、油の影響は多かれ少なかれあらゆる方面に及ぶ。流出油への対応の役割は純粋に環境に利益をもたらすことである(Baker 1995 年)。時間の経過とともに、自然の過程は油を細粒に分解し、生物分解する。油流出への対応は、次の主な 2 つの方法に要約できる：

- ・ このような自然過程に逆らって、油を濃縮し、環境から取除く。
- ・ あるいは、分散と分解の自然過程の速度を高める。

第一の方法は油流出の直後に環境から油を除去する点で優れているが、他方、海面の油を分散し希釈しようとする自然の過程に逆らうという欠点がある。自然過程に依存する第二の方法は、流出油による環境への打撃を軽減させる点で有効であるかもしれない。例えば、ブレア号の環境への影響に関する 2 年間にわたる調査の結論は、環境への重大な影響は存在しない、というものであった。ブレア号の場合ほど気象条件が厳しくない大半の油流出事故では、自然過程を活性化することによって純粋に環境に利益をもたらす。

海上での機械的回収

海上での機械的回収では流出油の最大約 10%が回収可能であるということが一般に認められている。ブレア号事故の場合は、事故の発生前後が暴風雨であったことから、油は海上からは全く回収されなかったが、エクソン・バルディーズ号事故の対応では、機械的回収に大きく依存しており、海面油の 8%が回収された(Wolfe 他 1994 年)。前述のように、シー・エンプレス号事故の場合には、かなりの風速であったにもかかわらず、機械的回収(機械的回収システム 4 基を使用)の結果、流出油の 1.5 ~ 2.5%が除去された。これによって、およそ 3,500 ~ 6,000t のエマルジョンが海岸線を侵す事態を免れた。

分散処理剤の散布

シー・エンプレス号事故における分散処理剤使用の主な計画は、自然分散過程を促進して油を海面から取り除き、それによって区域内の海鳥、海岸渉禽類、潮間帯の脊椎動物及び無脊椎動物、多くの観光用の浜辺等に対する環境上の影響を抑止することであった。分散した全 51%のうちどれだけの割合が自然分散によるものなのか、そしてどれだけの割合が分散処理剤使用によって分散したものなのかを推定することは明らかに難しい。なぜなら、重大な流出事故の対応作業中に、実験のために対応を実施しない区域を残すのは、環境に敏感な場所が汚染されるおそれがあるときには現実的な選択ではないからである。

しかし、NETCEN はシー・エンプレス号事故が起こる前にフォーティーズ原油を使って実地試験をすでに行っていた(Lunel 他 1995 年;Lune1 及び Davies1996 年)。これらの注意深く管理された、油の実地試験では、油の分散段階の定量的測定が行えるよう、そして又、分散処理剤で処理されない油の実験管理ができるよう、フォーティーズ原油を定常的に流出させた。これらの実験により、フォーティーズ原油の 6%(3 ～ 9%の範囲)が、シー・エンプレス号油流出事故の際の代表的な条件の下では、流出後最初の 30 分間に自然に分散することが分かった(Lunel 他 1995 年;Lunel 及び Davies1996 年)。同様の定常状態の流出でフォーティーズ原油が分散処理剤 Dasic Slickgone NS(シー・エンプレス号事故時に使われた分散処理剤の一つ)により処理された時には、最初の 30 分間に分散したフォーティーズ原油の割合は、平均して 22%(16 ～ 28%の範囲)であった(Lunel 他 1995 年;Lune 及び Davies 1996 年)。

実地試験では、全分散 $22 \pm 6\%$ のうち自然分散の割合は $6 \pm 3\%$ 、化学分散はほぼ $16 \pm 9\%$ であった。したがって、これらの実地試験における自然分散と化学分散の比は、シー・エンプレス号事故の場合と同様の風速条件のもとで、1:2.7(1:1.8 ～ 1:8.3 の範囲)であった。もし、シー・エンプレス号事故の際にも同じ自然化学分散比が生じたとすると、分散した 51%のうち 37%(29 ～ 45%の範囲)は化学分散によるもので、14%(6 ～ 22%の範囲)は自然分散によるものであったと推定される。

自然分散と化学分散との間に明確な境界線を引くことは不可能である。しかし、自然分散過程のみによる 6 ～ 22%の分散範囲は我々の実地試験の経験および現場検証モデル OSIS の結果と一致している。

1996年3月29日におけるフォーティーズ原油に関する質量割合の推定		
油の動向	フォーティーズ原油	可能な範囲
海上回収	2%	1.5～2.5%
海岸線回収	2%	1.5～2.5%
蒸発	40%	35～45%
海岸線に残留	5%	3～7%
自然分散	14%	6～22%
化学分散	37%	29～45%

この期間中に、自然分散の速度を高めるために約 446t の分散処理剤が使われた(分散処理剤を噴霧体積の多い順に挙げると次のとおりである:Finasol OSR-51、Dasic LTSW、Dasic Slickgone NS、Dispolene 34S、Superdispersant 25、Enerspere 1583、Corexit 9500)。フォーティーズ原油に対する各種分散処理剤の相対的効果について流出時の量的データを集めることは不可能であった。噴霧処理作業において注目すべき特徴は、噴霧パターンを指示するために噴霧用航空機の上方にリモートセンシング航空機を配置して非常に有効に目標を設定することにあった。この方式の作業は英国において十分に試験され、実施されており、特に DC3 型航空機を使って幅 10 ～ 20m という狭い油の帯を目標として有効にとらえることができる。446t の分散処理剤が使われたということは、分散処理剤 1t あたり 47 ～ 73t の油、平均約 60t が分散したことになる。このことは分散処理剤による作業が大変効果的であったことを明らかに示している。

したがって、もしシー・エンプレス号事故に際して分散処理剤が使われなかったならば、実際に海岸線を汚染した推定 10,000 ～ 15,000t のエマルジョンではなく、72,000 ～ 120,000t のエマルジョンが南ウェールズの海岸線を汚染したものと思われる。そうなった場合には

明らかに鳥類 6,900 羽の被害がかなり増大したであろうし、潮間帯は厚いエマルジョン層でより長期間にわたって覆われ、作業班が 4 月初めの復活祭までに観光用浜辺を再開するのは殆ど不可能だったであろう。

燃料重油の動向についての概観

燃料重油(HFO)は大半の船舶用燃料として使われている。したがって、燃料重油の流出は例外的なことではない。ナホトカ号流出事故を含めて世界中で得られた経験から、燃料重油の流出が体積の点で最大規模の流出ではないことが多いにもかかわらず、燃料重油が容易に分散及び、生物分解しないため、流出の影響は重大なものとなる可能性がある。シー・エンプレス号から流出した燃料重油について行われた実験室での風化実験では、およそ 2 ~ 5%しか蒸発しないということが分かっている。これまでの一回の経験からも、燃料重油が新品であっても粘性が高いことから自然分散するのは 5%以下であると予想される。したがって、海面から油の回収が行われない場合には、流出燃料重油のうち 90 ~ 95%が典型的に海岸線を汚染するであろう。

しかし、シー・エンプレス号油流出事故における燃料重油の正確な動向は、シー・エンプレス号が座礁している間に燃料重油がミルフォード・ヘブン港から外部に流出したのか(船のゲージによると 230t)、あるいはミルフォード・ヘブン港内の栈橋周囲に留まっていたのか(250t)によって左右されることになる。2 月 15 日から 22 日までの間にミルフォード・ヘブン港の入口に流出した燃料重油は、フォーティーズ原油と同時に流出したものと見られている。油同士は容易に混じり合うから、この燃料重油はフォーティーズ原油と混じり合い、海面にある油混合物の性状に影響を与える可能性がある。しかし、この燃料重油が油混合物のうち僅かな割合(平均して 0.3%)しか占めていなかったため、混合物の性状はフォーティーズ原油の性状に左右されたものと思われる。

ブレア号事故の際には貨物原油の中に同様に燃料重油が混合した(それに加えて海が荒れていた)が、燃料重油は自然分散により完全に海中に分散したと説明された。原油が混合していなければ、例えばブレア号のように風の強い条件の時でも、流出した燃料重油による海岸線への影響があったかもしれない。

しかしながら、2 月 22 日にミルフォード・ヘブン港内に流出した 250t の燃料重油にはフォーティーズ原油の流出は伴っていなかった。この燃料重油はミルフォード・ヘブン港内の大半の海岸線に沿って汚染した。油汚染における燃料重油の割合は、殆ど全てが燃料重油であった場合(Pwllcrochan)から Gelliswick におけるように全体の約 3 分の 1 を占める場合までの範囲があった。燃料重油による油汚染のレベルの概算は、ミルフォード・ヘブン港内の海岸線の長さ、およそ 50km、をもとにして求めることができ、代表的な油汚染レベルは 1km あたり 5 ~ 7t である。

燃料重油が引続き存在するということは、その殆どが原油と混じり合っていないミルフォード・ヘブン港内において、海岸線での汚染のレベルがフォーティーズ原油よりもかなり高いということを意味する

分散処理剤作業の動員

ミルフォード・ヘブンの入口部でのシー・エンプレス号の座礁に対応して、MPCU は英国国家緊急防災計画を発動し、流出油の広がりを見積もるために同船上空を飛ぶよう監視航空機を配置した。作業上の決定を行うのに必要な油層の位置と規模についての情報は、MPCU

の側方監視空戦レーダー(SLAR)、下方監視ビデオ、赤外線・紫外線カメラを装備した専用のリモートセンシング航空機 2 機によって提供された。分散処理剤担当の 7 機の DC3 は分散処理剤を積込み、指示があれば夜明けと共に直ちに噴霧作業を始めることができる状態に準備し、現場へ飛んだ。

油汚染の主要部分の移動方向に関する予測と予想される油の風化状態が油流出モデル OSIS によって提供された。このモデルは MPCU により作業対応モデルとして使われているものである。この OSIS は AEATechnology(NETCEN)と British Maritime Technology によって開発された(Leech 及び Walker1992 年)。

OSIS モデルの実行とリモートセンシングモデルの実行との間の関連付けの一例として、2 月 15 日夕方と 16 日午前中、OSIS は、流出した油が主として 18 ~ 20kt で吹いていた西風のもとで南東の方向、リンネイ岬とその浜辺に移動すると予測した(図 1)。油の流出は現地の海洋学的特徴が、流出油の経路に大きな影響を与える可能性がある海岸の近くであったため、MPCU のリモートセンシング航空機を使って油層の経路を早い時期に確認することが重要であった。予測された経路は側方監視空戦レーダー(SLAR)の映像により 2 月 15 日の 23 時 02 分に確認され(図 2)、油の海岸への漂着は 2 月 16 日 07 時 00 分の昼間の報告によって確認された。

このリモートセンシングと予測モデリングの組合せは、対応作業の計画立案に役立つよう、事故の対応期間を通じて使用された。この事故が立証したことは、大規模な流出事故が発生し、汚染対応機関に直ちに通知がなされれば、現存の、リモートセンシングと海上試験で確認されている予測モデリング(即ち OSIS)の技術が、作業についての決定を下すために必要な情報を提供してくれる、ということである。シー・エンプレス号油流出事故から得られた教訓の一つは、このリモートセンシングとモデリング情報を詳しく分析し周知するには、対応作業の一部として専門の作業チームが必要である、ということである。このチームは英国における将来の大規模油流出事故に際して動員されることになる。

英国で分散処理剤を使用する際に採用されている方策は、リモートセンシング航空機は散布用航空機を油層が最も厚い区域へ差向けること、散布用航空機は海面にある油が分散するまで、油層が最も厚い区域の上空を繰返し飛ぶことである。期待どおり、分散処理剤は座礁したタンカーから流れ出している新しい油に対して最も効果があった。したがって、分散処理剤の使用に関する MPCU の方策は、初期段階において、タンカーからの大規模な新しい油の流出に目標を定めることであった。これらの流出油が分散処理剤により成功裡に処理できたら、次の目標はより沖合にある更に風化した比較的大きく点在する油であった。これらの油は、おそらくは夜間の干潮時に流出したため、直ちに分散処理剤で処理できなかった結果によるものと思われた。

蛍光測定とリモートセンシングによる分散処理剤の有効性の監視

シー・エンプレス号から流出している新しいフォーティーズ原油に対する分散処理剤の使用で分かったように、時には、分散処理剤により分散した油が目に見えるブルームを海面直下に形成するため、上空からの観察だけで十分である。しかし、NETCEN の実地試験において報告され(Lunel 1994 年,1995 年)、油流出時の分散処理剤使用に関する IMO/UNEP のガイドライン(IMO 1995 年)に組込まれているように、これまでの実地試験により、水中にはブルームの形跡がなくて分散処理剤の使用に伴う油の強い集中が起こり得ることが分かっている。このことは、分散が通常の目に見える徴候なしに生じることがあり得ることを示しており、したがって IMO のガイドラインは従来の上空からの観察に加えて海面

下の油の濃度を測定する必要があることを提案している。

シー・エンプレス号の事故は、油がすでに 12 ～ 18 時間以上にわたって風化している場合には、この海面下の監視が非常に重要であることを示した。この時点までの海面サンプリングにより、40%がすでに蒸発していること、そして 70%の油中水エマルジョンが形成されていることが分かっていた。分散処理剤が存在しない場合には、高い濃度は殆ど水柱の上部 1m に限られているにしても、自然分散だけでも海洋環境が分散油に曝されることになる(図 3)。12 ～ 48 時間経って乳化が進むと自然分散過程は著しく遅くなった。分散処理剤をフォーティーズ原油のエマルジョンに使用すると、最初のときは分散処理剤がエマルジョンを分解する傾向があったが、その後の何回かの追加の散布では分散した油の濃度を増大させた(図 4)。この事はフォーティーズ原油を用いて以前北海で行われた試験(Lunel 及び Lewis 1994 年;Walker 及び Lunel 1995 年)、分散処理剤を用いた作業により油中水エマルジョンを分解し分散させることに成功した他の北海原油を用いた試験(Lewis 他 1995 年;Brandvik 他 1995 年)と一致している。分散処理剤を使ってエマルジョンを処理する際には船舶による海面油の性状の監視は非常に重要であった。なぜなら、航空機からの目視による観察をもとにしてエマルジョンの分解の程度を明確に示すことは非常に難しいからである。NETCEN の科学者達は、分散油の濃度が処理の直後にはそれほど大きくは上昇しなかったが、分散処理剤の解乳化効果について MPCU に報告することができた。

分散油の希釈速度の監視

初期における水柱の中の油の濃度の監視は分散処理剤を使った作業の有効性を判定することに焦点を絞って実施された。NETCEN 監視プログラムによる証拠は、分散処理剤が海面から油を取除く上で効果があることを示していた。特定の汚染事象によって生じる危険性は汚染物質の濃縮に由来する毒性と高い濃度に曝されている時間との組合せである。環境上不利になる危険性は水柱の中で

- ・急性の毒性があり、
- ・商業上重要な魚介類を長期間にわたって汚染する、

油の濃縮が発生するおそれがあるということである。

毒性の影響があると認められる油濃度の限界値については多くの議論がある。主な二つの問題として、まず第一に油の種々の成分がそれぞれ非常に異なる毒性効果を持っている(ベンゼンやキシレン等の軽い芳香族化合物は最も重大な影響を与える)こと、第二に異なる生物種と生命段階により分散油に対して広範囲の異なる耐性を持っていることがある。米国は油流出に対する対応策の一つとしてますます分散処理剤の使用を考慮してきているということから、1995 年に米国で分散処理剤の使用を含みとした研究会が行われた。この研究会では分散油の潜在的毒性に関する懸念により、大規模な油流出に対する対応策としての分散処理剤の使用が制限されていると発表された。この研究会には油流出の分野の主要な研究者達の多くが参加していた。この研究会の結論の一つは「これまでに分かった急性(短時間内)の毒性に関するデータは 10ppm 以下の濃度の分散油を含む水柱に 2 ～ 4 時間継続して曝されても生態上有害な影響は予想されないという結果を支持する」というものであった。

シー・エンプレス号事故の際、分散処理剤を用いた作業中に分散油の濃度が 10ppm を超えたのは、局所的でしかも短い時間だけであった。したがって急性の(即時的な)毒性の影響

について言えば、初期の自然拡散と分散処理剤散布によって生じた分散油の濃度は、環境上わずかな影響しかもたらさなかった可能性があり、又、濃度は急激に 1ppm 以下に下がったと思われる。1996 年 6 月までには、水柱の中の油の濃度は、全汚染区域で、従前のレベル(1 ～ 10ppb)に戻った。

したがって、分散油の濃度(急激に 1ppm 以下に希釈された)は環境に対してわずかな影響しか与えなかったと思われる。シー・エンプレス号環境評価委員会(SEEEC)の中間報告では、分散油がもたらした主な被害として低い海岸の二枚貝やウニ、そして多数海岸に打上げられたその他幾つかの生物種が確認されている(SEEEC1996 年)。

しかし、商業魚介類の場合には、主要な問題は汚染である。MAFF(英国農水省)は油流出事故発生の直後に漁業禁止区域を定めた。しかしながら魚は汚染が殆ど見られないか全く見られないことが分かり、鮭と海の鱒の禁漁令が 5 月 3 日に解かれ、その他の魚については 5 月 21 日に解かれた(SEEEC 1996 年)。しかし貝類、特に二枚貝の汚染がひどく、これらについての禁漁令が漸次解かれてはいったようであるが、回復の速度は遅かった。

したがって、シー・エンプレス号油流出事故による環境と経済への主な影響は分散油によるもの(流出した油の 50%を占める)ではなく、5 ～ 9%というずっと低い比率の海面油によるものであった。海面油は 6,900 羽の鳥(そのうち 66%は普通のクロガモ)を油まみれにし、潮間帯に対して、例えばウエストアングル湾に以前いた 150 匹の珍しいヒトデが 20 匹以下になってしまった(SEEEC 1996 年)等の大きな影響を与え、更に海岸線での対応作業を 12 ヶ月以上も続けさせた。

海岸線に堆積した油の浄化(2 月 15 日から 2 月 29 日まで)

およそ 10,000 ～ 15,000t のフォーティーズ原油のエマルジョンが 2 月 29 日までに南ウェールズの海岸線 200km を汚染した。流出した燃料重油(480t)は主にミルフォード・ヘブンの海岸線を汚染した。

2 月 15 日から 21 日までの初期の油汚染区域はスコーマー島からセント・ガヴァンス岬までであった。2 月 19 日から 21 日にかけては北寄りであった風向きが、2 月 22 日から南寄りに変った。その結果、蒸発又は分散せずに残っていた海面のエマルジョンはカマーザン湾の海岸線の方向へ向かった。乳化した油はまず 2 月 24 日から 25 日にかけてカマーザン湾内の、ペンダインとテンビーとの間の岸に漂着し始めた。カマーザン湾内で最も大規模な油汚染は 2 月 27 日から 29 日にかけての期間中に起こった。

流出油浄化作業自体による影響を最小にするために主に手作業と軽機材に頼った海岸浄化作業により、2 月 24 日から 29 日までに、着手可能な場所から堆積した油の大半が除去された。

第二次浄化作業と汚染海岸線の仕上げ作業(1996 年 3 月 1 日～ 1997 年 5 月)

1996 年 3 月までに嵩のある油の大半がミルフォード・ヘブンとカマーザン湾の浜辺から除去された。しかし接近不可能な入江や、満潮が引いた後に堆積した汚染された玉石や小石を含む場所等幾つかの憂慮すべき汚染区域が残った。第一次の浄化作業が終わっている浜辺にある残留油は、環境に関してもアメニティーの面でもその集が引続き憂慮されたた

め、対応チームにとっての課題として残った。海岸線の汚染された区域は高エネルギー環境と低エネルギー環境の2種に分類できる。

高エネルギー環境：磯波洗浄

対応作業全般において、海岸を汚染している油は海岸線に強固に接着している訳ではないということが注目された。カマーザン湾から採取した油と海岸の堆積物のサンプルを磯波領域から採取した海水と混ぜて攪拌したところ、鉱物微粉と油滴との間の自然の相互作用が光学顕微鏡で確認することができた。カナダ漁業海洋省が表層蛍光顕微鏡により直接観察したところ、アムロス海岸の潮間帯から採取した海水サンプルの中に、周囲に鉱物微粉が安定した凝集体となって付着している油滴が含まれているのが確認された(図 5a,b)。図は、粘土、珪藻植物、油滴の位相差顕微鏡による映像(図 5a)と紫外線表層蛍光顕微鏡による映像(図 5b)とを示している。表層蛍光顕微鏡による場合、個々の油滴は明らかに鉱物微粉と識別される。こうして我々は、以前に「粘土—油の凝集」(Bragg 及び Yang 1993 年 a&b)として記述されている、固有の油流出対抗過程がシー・エンプレス号事故によって汚染された海岸区域で生じていることを確認することができた。

鉱物微粉と油との間のこの相互作用は：

- ・ 油が下層の砂に直接接触するのを少なくし、それによって油の海岸線への付着を減らした。
- ・ 油滴の再合体を妨げ、それによって磯波領域で油の分散を促進した。

以前の油流出現場(例えば Arrow 1970 年;Metula 1974 年;BIOS 試験流出 1981 年;Bouchard1993 年)から採取されたサンプルを使った最近の研究は、各種の原油や精製油が海水と鉱物微粉があると様々な環境条件のもとで凝集するというほぼ普遍的な傾向を証明した(Owens他 1994年;Bragg 及び Owens 1995年)。カマーザン湾の海岸の堆積物の中で粘土—油の凝集が生じていたことが分かった結果、計画されていた対応作業が変更された。アムロス海岸の東端にある油汚染された玉石区域(アメニティーの面で高い価値のある場所)が「磯波洗浄」を受けるようにした。使われた方法は基本的には、干潮時に掘削機を使って高水位標のレベルにある付着物を油汚染領域から潮間帯の中央部へ移動させる、というものである。潮が満ちるにしたがって、磯波領域に加えられたエネルギーが、油汚染された玉石からフォーナイズ原油のエマルジョンを取り除くのに十分となる。磯波領域の海水中にある鉱物微粉は界面活性剤として機能し、下層からの油の除去を促進し、油を磯波領域の中へ分散させるよう作用すると考えられている。我々の推定では、玉石から剥がれた油の半分が分散した(鉱物微粉により安定化した)と思われた。残りの半分は断片的な海面油膜(風化したエマルジョン、外見上は海面に浮ぶ茶葉のように見える)となって離脱した。

4 日間にわたって玉石を高水位標のレベルから低水位時の海岸へ移動させた。これらの玉石の油汚染度は潮汐サイクルのたびごとに低下し、5 日目にはアムロス浜の東半分にある玉石領域ではもはや著しい油汚染は見られなくなった。アムロスの西端にある玉石は磯波洗浄の処理を行わなかった。なぜなら、それらの玉石は直径が 30cm を超えていて、磯波領域でのエネルギーによっては動かされず、したがって同程度の物理的エネルギーを受けにくかったからである。したがってこの区域は後日、分散処理剤を使って処理された。

アムロス浜での磯波洗浄の方法が成功したことで他の浜も又最終仕上げ過程として磯波洗

浄により処理されることになった。

高エネルギー環境：分散処理剤による処理

復活祭休暇の時期が近づくにしがって、現地の評議会から、観光客の来訪の時期に間に合うように、カマーザン湾のアメニティー上高い価値のある区域を浄化するよう圧力が強まってきた。3月の最後の2週間にわたり、テンビーの休暇リゾート区域を浄化するよう特に配慮された。タイプIIIの分散処理剤は油で汚染された自然物の表面に対しても人工構造物の表面に対しても浄化効果があることが分かった。

カマーザン湾はその地域の漁業にとっても生態系にとっても重要な浅い湾である。したがって、湾内の分散油のレベルを上昇させる点で分散処理剤散布の影響を監視することが重要であった。NETCENは、毎回の満潮の前の分散処理剤使用によって生じた湾内の分散油の濃度を監視した。分散油の濃度は比較的低いこと(最高で3ppmで一般的には1ppm未満)、しかも局所的であることが分かった(一般的な汚染面積は直径約20m)。

4月と5月には分散処理剤の散布をソーンダースワート、アムロスの西端、マロス、リズテップ、マノビエール、フレッシュウォーター・ウエスト、モンクストーン、ザ・グレン、スワロー・ツリーにまで拡張した。それぞれの現場で監視を行ったところ、分散処理剤の散布は水柱の中の分散油のレベル上昇に関して殆ど影響を与えないことが分かった。この監視によりJRCは、局所的な散布作業が周辺の海洋環境に対して大きな影響を与えないとの確信をもって、高アメニティー区域の浄化作業を進めることができた。

低エネルギー環境—生物修復の可能性

低エネルギー環境は、主にミルフオード・ヘブン自身の内部の海岸線に見られる。高エネルギー海岸線の場合と同様に、堆積した油の除去の第一段階は3月初めに大方完了した。ミルフオード・ヘブン内で最も大がかりに採用された方法は汚染された砂の除去と海水による洗浄であった。この方式の処理手順が環境に対する長期的な影響を最小限に抑制することはすでに立証済みである(Baker 1995年)から、大抵の現場はこれによって自然に復旧するように放置することができる。本稿では、保護環境下で自然の修復過程を活性化するための補助的な生物修復処理の実行可能性を論議する。

アラスカで、エクソン・バルディーズ号事故の後、初期の浄化作業の後で堆積物の内部に残っている残留油を処理するために生物修復の方法が採られた(Pritchard 及び Costa 1991年;Bragg 他 1994年;Swamell 他 1994年)。米国環境保護局(US EPA)とエクソンの科学者達により窒素と燐の供給源が添加されたが、これにより油の生物分解の速度が上昇すること、したがって油汚染された海岸線のより急速な汚染除去が促進されることが分かった(Pritchard 他 1992年;Bragg 他 1994年)。

ブルウエル湾の選定された場所で、2種類の処理方法の効果を試験するためにランダムに配置したブロックが使われた。3つの小区画からなる3つのブロック(長さ9mで幅0.9m)を、互いに1.25m離して、海に対して直角になるよう配置した回初めにリチウム・トレーサー実験を行ったところ、小区画間での処理の移動を防ぐにはこの配置が適当であることが分かった。各々のブロック内の一つの小区画は実験の基準として残され、一つの小区画は肥料(硝酸ナトリウムと磷酸水素ニカリウム)を海水に溶解させて週一回散布して処理さ

れ、残りの一つの小区画は無機肥料をゆっくり放出して処理された。この実験の開始時点で、測色計を用いて行われた総石油炭化水素量(TPH)測定により、全小区画を通じてかなり一貫した汚染が見られ、小区画の陸側末端で高い油濃度が存続していたことが分かった。

ブルウエル湾での生物修復処理から得られた結論は次のとおりであった：

- ・ 燃料重油とフォーティーズ原油の混合物の生物分解速度が増加した。
- ・ 処理はブルウエル湾の海水の養分含有量に対して影響がなかった。
- ・ 影響を受けやすいカキの胎芽の生物分析によって判定されたように、環境に対して検出できる毒性の影響は存在しなかった。
- ・ 肥料を低速で放出したものと週一回の頻度で散布したものはともに有効であり、このことは前者の方法が海岸線の自然回復を促進させる上で対費用効果がある方法であることを示唆する。

海岸線浄化作業のまとめ

フォーティーズ原油がおよそ 72,000t、燃料重油がおよそ 480t 流出したにもかかわらず、我々の推定では、乳化したフォーティーズ原油のおよそ 10,000 ～ 15,000t と、燃料重油のおよそ 430 ～ 460t だけが海岸線を汚染したと考えられる。流出した油のうちおよそ 2%が 2 月 29 日までに回収され、3 ～ 7%が堆積した油をそれ以上除去するのが困難だった区域の海岸線に漂着したままになった。

したがって、1996 年 3 月以降は漂着油に重点を置いた海岸線流出油浄化作業が、実際には全流出油のおよそ 3 ～ 7%を対象とするにすぎないが、主要な活動となってきた。高エネルギー海岸線で使われた方法は自然修復、磯波洗浄、分散処理剤散布である。低エネルギー海岸線で使われた方法は自然修復と放水洗浄であった。最終仕上げ手順としての生物修復はブルウエル湾には適していることが分かった。

結 論

シー・エンプレス号の座礁により、72,000t のフォーティーズ原油が周囲に流出し、過去の上位 20 件の油流出事故の中に数えられる事故をもたらした。35 ～ 45%が蒸発するとして、40,000 ～ 47,000t の油が海岸に漂着する可能性があった。フォーティーズ原油は急速に乳化して 70%の油中水エマルジョンとなる(Walker 他 1993 年;Walker 他 1995 年;Walker 及び Lunel 1995 年)から、仮に分散処理剤散布と機械的回収が行われなかったとすれば、120,000 ～ 140,000t のエマルジョンが南ウェールズの海岸線を汚染する可能性があった。

幸運にも、分散処理剤散布と機械的回収の組合わせによる回収作業の結果、およそ 10,000 ～ 15,000t のエマルジョンが海岸線を汚染しただけで済んだ。機械的回収作業によって回収された油はおよそ 2,000t であったが、これに対して分散処理剤によって分散された油は 21,000 ～ 32,000t と推定された。

英国国家緊急防災計画の一環として(流出油の監視を行うとともに)最初の対応として分散

処理剤を散布する手段を持つことの価値がはっきりと証明された。しかしこの事故に際して目標と定めた分散処理剤散布の作業が首尾良く行われたのは、MPCU の管理機構を初め、監視航空機、分散処理剤散布用航空機、熟練パイロット、監視チーム等が全て流出事故に先立って配備されていたからである。NETCEN の監視プログラムを通じて我々は分散処理剤による作業が自然拡散過程を著しく促進し、最終的に環境上の利益をもたらしたことを示した。海面上及び海岸線へ漂着する油量の減少は海鳥や海岸渉禽類、潮間帯動物及び観光海岸に対する影響を制限することにつながった。ここで得られた利益は今日までに観察された海洋環境への(限られた)影響を補って余りあるものである。

参考文献

- Baker J.; Net environmental benefit analysis for oil spill response. Proc. 1995 International Oil Spill Conference, 611-614, 1995.
- ESGOSS. Ecological Steering Group on the Oil Spill in Shetland; The environmental impact of the wreck of the BRAER. The Scottish Office, Edinburgh, 1994.
- Harris C.J.; At sea response to the Sea Empress spill. Proc. 1995 International Oil Spill Conference, 1997
- IMO/UNEP guidelines on oil spill dispersant application, including environmental considerations (page 11), International Maritime Organisation, London, 1995.
- Leech M., & Walker M.; Predicting the Fate of Oil Spilt at Sea, J. Underwater Technology, 22-28, 1992.
- Lewis A., Daling P., Strom-Kristiansen T., Nordvik A., & Fiocco R.; Weathering and Chemical Dispersion of Oil at Sea, Proc. 1995 International Oil Spill Conference, 157- 164, 1995.
- Lunel T. & Lewis A.; Oil concentrations below a demulsifier treated slick. Proc. 16th Arctic and Marine Oil Spill Programme, Canada, 955-973, 1993.
- Lunel T.; Dispersion: Oil drop size measurements at sea, Proc. 16th Arctic and Marine Oil Spill Programme, Canada, 1023-1057, 1993.
- Lunel T.; Dispersion of a large experimental slick by aerial application of dispersant, Proc. 17th Arctic and Marine Oil Spill Programme, 951-979, 1994.
- Lunel T.; Dispersant effectiveness at sea. Proc. 1995 Oil Spill Conference, 147-155, 1995.
- Lunel T., Davies L., & Brandvik P.; Field Trials to Determine Dispersant Effectiveness at Sea, Proc. 1995 Arctic and Marine Oil Spill Programme, 603-628, 1995.
- Lunel T., Swaunell R., Rusin J., Bailey N., Halliwell C., Davies L., Sommerville M., Dobie A., Mitchel D., McDonagh M., & Lee K.; Monitoring of the effectiveness of response options during the Sea Empress incident: A key component of the successful counter-pollution response, Spill Science & Technology Bulletin, 99-112, Vol 2, 1995. Published in 1996.

- SEA, Workshop Proceedings: The use of chemical countermeasures product data for oil spill planning and response, Volume I, April 4-6, 1995, Leesburg, VA.
- SEECC, Sea Empress Environmental Evaluation Committee; Initial Report, July 1996.
- Walker M., McDonagh M., Albane D., Grigson S., Wilkinson A., & Baron G.; Comparison of Observed and Predicted Changes to Oil after Spills, Proc. 1993 Oil Spill Conference, 389-393, 1993.
- Walker M. & Lunel T.; Response to Oil Spills at Sea Using both Demulsifiers and Dispersants, Proc. 1995 Arctic and Marine Oil Spill Programme, 537-558, 1995

謝 辞

まず MPCU に対して、監視プログラムを対応作業自体と結びつけるという方法をとられたことに感謝する。この前向きな方針は他の諸国が従うべき先例となった。分散処理剤の有効性に関する監視測定はアトランティック航空の協力なしには不可能だったであろう。同社にはこの独特な測定を可能にした密接な協力について感謝する。その他分散処理剤散布作業終了後の分散油の希釈状況を判断するため、2 月 24 日以降に実施した総炭化水素量測定において調査船ヴィジランス号を提供して下さったことも含めて、環境局の協力に感謝する。

図 1 OSIS は油の初期流出の経路を正確に予測した。

図 2 側方監視空戦レーダー(SLAR)による 2 月 15 日 23:02 のシー・エンプレス号の映像。この図はリンネ岬の方向へ向かう油の軌跡(黒っぽい部分)を示している。油は OSIS の予測(図 1)のとおり早朝にリンネ岬の浜辺に漂着した。

図 3 分散処理剤散布前に自然拡散により生じた海面下 1 ~ 5m の水柱の中の最大油濃度の概要。このデータは例えば化学分散処理剤を使用しない場合でも海洋環境が分散油の影響を受けるということを証明している。

図 4 分散処理剤を散布された油の下深さ 1 ~ 5m の水柱の中の最大油濃度の概要。分散処理剤散布前には、2ppm 未満の分散油濃度は水柱の上部 1m までに限られていた。分散処理剤で処理した後は、1 ~ 10ppm レベルの油濃度が水深 5m まで広がり、分散処理剤散布作業が効果を上げていることが分かる。

図 5 位相差顕微鏡(a)と紫外線表層蛍光顕微鏡(b)による粘土、珪藻植物、油滴。油滴は紫外線蛍光のもとで蛍光を発し、鉱物微粉と区別することができる。

Figure 1. OSIS modelling estimate for 08:00 on the 16 February 1996

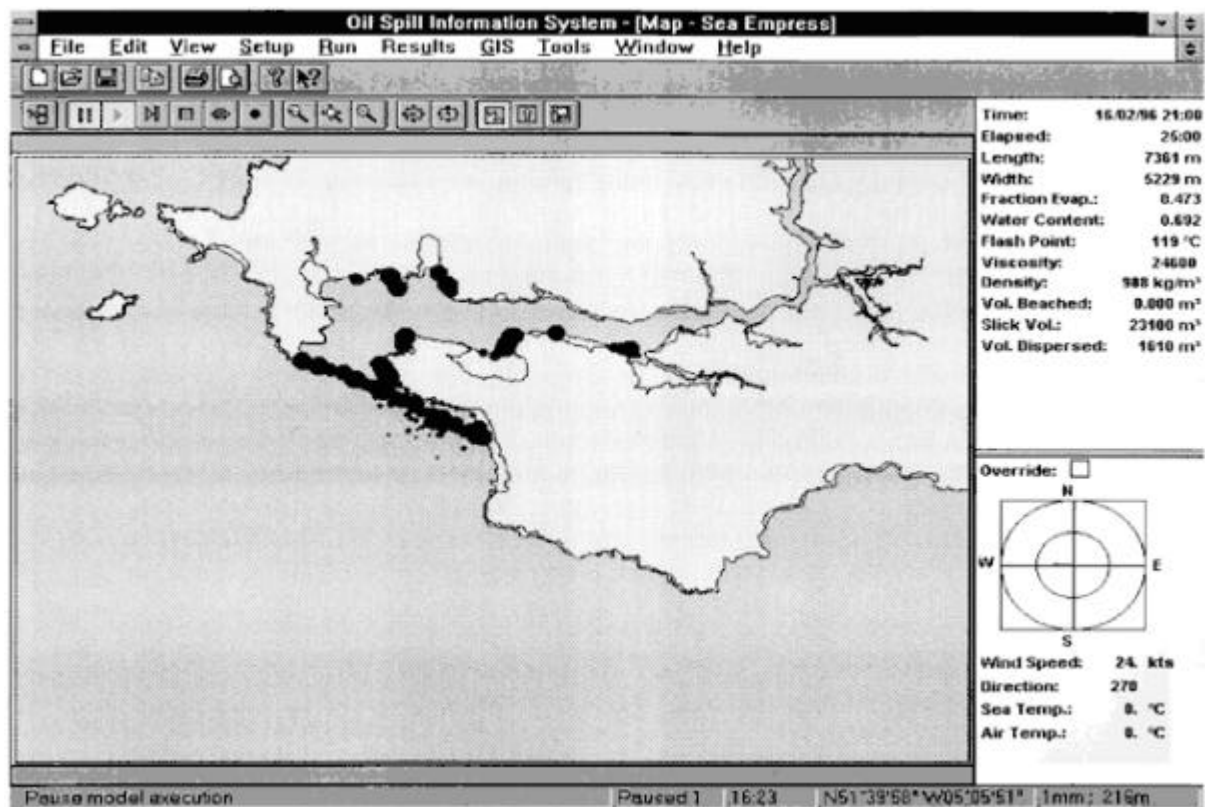
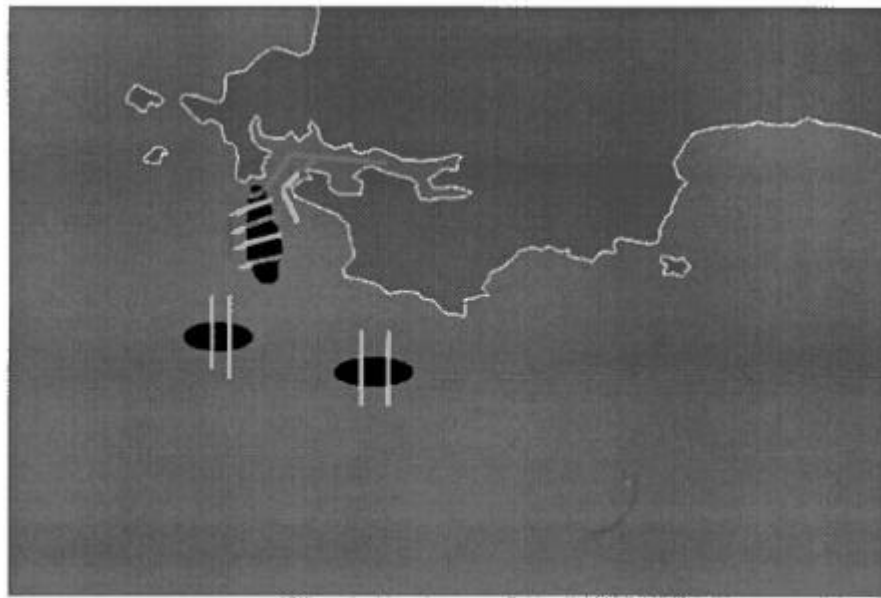
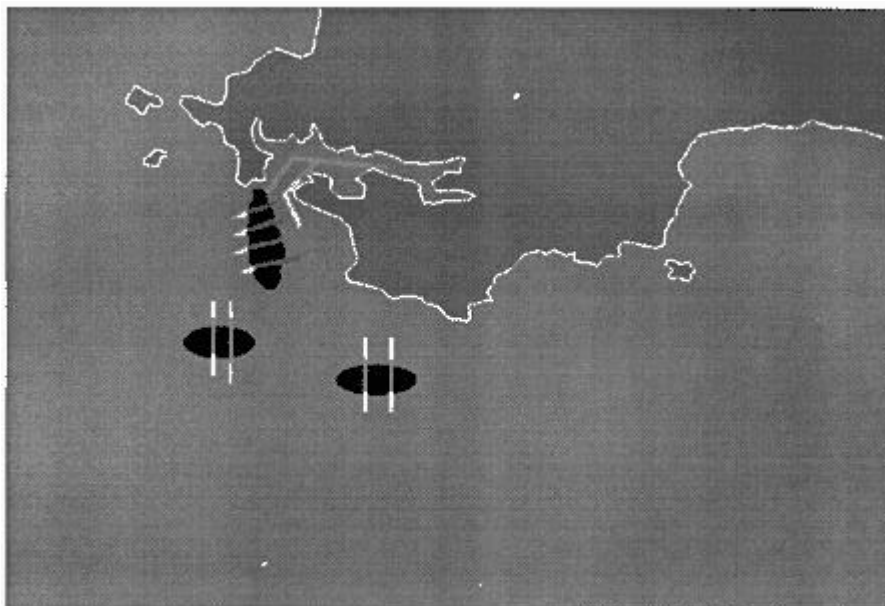


Figure 3. Summary of the peak oil concentrations in the water column at 1-5m depth below the sea surface generated by NATURAL dispersion before application of dispersant. This demonstrates that even in the absence of chemical dispersant operation the marine environment is subjected to dispersed oil

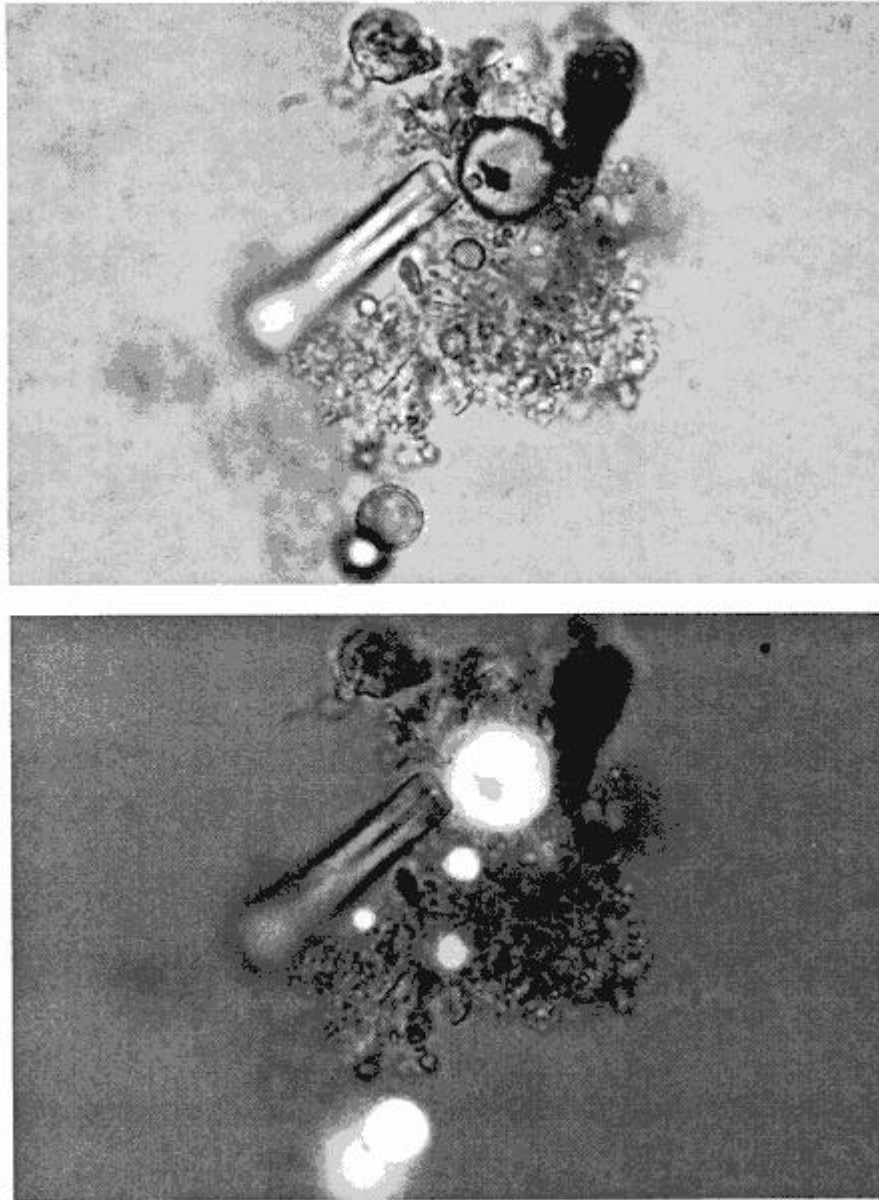


> 5ppm ; 1-5ppm ; < 1ppm

Figure 4. Summary of the peak oil concentrations in the water column at 1-5m depth below the oil which had been sprayed with dispersant. Before dispersant application < 2 ppm concentrations of dispersed oil were restricted to the top 1m of the water column. Following treatment with dispersant 1-10 ppm level oil concentrations were seen to penetrate down to 5m indicating a successful dispersant operation.



> 5ppm ; 1-5ppm ; < 1ppm



25 μ m —————

Fig. 5 Clay, diatom and oil droplets in a floc shown under phase contrast (above) and under UV fluorescence epi-fluorescence (below) microscopy. The oil droplets fluoresce under the UV epi-fluorescence and can therefore be easily distinguished from the mineral fines.

討 論

ルーダール： 夜間、散布するときは目標を捉えるのに赤外線を使うのですか。

ルネル： いや、夜間の散布は行いませんでした。日中の作業が進みやすいように、乗組員を休ませることの方がより大事なことでした。日中ずっと連続的に散布をしなければならず、夜もその作業を続けなければならないのでは、飛行機の乗組員もストレスが溜まって仕様がなんでしょう。検討はしましたが、シー・エンプレス号の場合には夜間の散布は行いませんでした。考慮すべき問題ではありますが、早めに分散処理剤を使うということと、効率よく確実に進めるということとのバランスの問題だと思います。

工藤： 漂流予測という点では人工衛星や航空機によるセンシングが使われたかどうか、これを伺いたいと思います。

ルネル： 漂流予測のモデリングと、どこへ飛ぶかということを決めるための航空機によるリモートセンシングと、その結果をリモートセンシングで確認するということが完全に統合されたものになっていました。我々が使うのは二つのツールです。

衛星の画像は当時提供されておりました。事故の2日後には来ていたと思います。しかし、衛星画像は、むしろ誤解を招くようなものだったので使いませんでした。衛星は作業時の漏出等のより小規模な流出を発見したり、監視したりするのには効果的かもしれませんが、大きな流出の場合には限られた利用価値しかないと思っています。概要はつかめるので、大規模事故の場合でも使わないということではないのですが、注意して解釈する必要があります。



海岸線流出油浄化の効果と影響
：エクソン・バルディーズ号の教訓と生物修復

A.J.ミアーンズ

現 職 海洋大気庁 危険物質対策部 生態系評価チーム・リーダー

学 歴 1965 動物学専攻／ 1967 カリフォルニア州立大学 生物学修士／ 1971 ワシントン大学 水産学博士号／国立研究評議会(NRC)沿岸都市地域における廃水管理委員会メンバー／ 1985 EPA バイオレメディエーション実行委員会の活動メンバー

1989 アラスカでのエクソン・バルディーズ号原油流出事故の影響を評価するため調査航海に参加／米国内外の多くの油流出事故対応に参加、また生物修復その他による外洋及び海岸線での浄化方法の有効及び影響の調査を行っている

概 要

海岸線に漂着した油の除去あるいは分解に用いられる方法—全てが効果的という訳ではない—は数多くあるが、ほんの一握りの海岸線のタイプにしか適さないものが多く、中には、全く浄化策を施さない方がそれ以上の危害を与えなくて済むと言ったものもある。エクソン・バルディーズ号油流出事故によって、放置(無対応)、高圧高温洗浄、汀段移動、海岸線化学浄化剤の使用等を含む幾つかの海岸線浄化方法の、短期及び長期にわたる効果と影響を比較対照するという絶好の機会が得られた。流出初期にはかなりの海岸線海洋生物が生存していたが、圧力洗浄を施すことで死滅してしまい、油はだいたい除去されたにも拘わらず、その回復は遅々としている。ある一つの海岸線洗浄剤は生存する海洋生物に影響を及ぼすことは殆どなかったが、今回の対応には用いられなかった。生物修復は承認され広く使用されてはいるが、結果については議論の余地も不明な点もあった。生物修復に関する追跡調査によると、油分解用の微生物を海岸線に添加しても無駄であるが、状況によっては栄養剤(化学肥料)を継続して用いると、油分解を促進できることが指摘されている。要するに油や海岸線が持つ特性に合わせてそれぞれの浄化法を施し、流出初期にまだ生きている海洋生物の保護に注意を払うべきである。

1.0 はじめに

1989 年のエクソン・バルディーズ号のアラスカ沖油流出事故以来、海岸線流出油浄化法に関する効果(油除去効率)と影響(生物学的被害)とを評価するために、“ニューウェーブ”といわれる実地調査が行われてきた。加えて、過去の対応策の全体的な利益と影響が再検討されつつある。まだ大部分の検討作業が進行途中ではあるが、結果として、対応当局は、海岸線を処理するのに使われる方法を選択するに当たってより厳しく、より慎重な姿勢をとっている。又、究極の質問「どこまで浄化すれば充分か」に対する答えを出すのにも慎重になっている。本論文は、海洋生物に対する利益と影響に焦点をあて、海岸線流出油浄化法と浄化の研究の現状を展望するものである。

2.0 油は海岸線にどの程度の悪影響を及ぼすか

一般大衆、政策立案者、マスコミは通常、海洋環境に流出した油は非常に有害で持続性のある物質であり、一刻も早く完全に除去してしまわなければならないと思っている。海上では、鳥類・哺乳類達が、油によって窒息死してしまう。即ちこれらの動物が数時間以上、油にまみれたままあるいは曝されたまましていると、動物自体、若しくはその子供達(巣立ちしていない雛鳥や亀の卵)にとっても毒性が及び得る。リゾート海浜で油流出が発生すると、例え軽微であろうと無毒であろうと、即座に、その地方への来訪客と収入源は失われてしまう。例え汚染が無くても、汚染海産物への恐怖から漁場は閉鎖されるかもしれない。油流出による死や絶滅という大衆のイメージは、完全に的を射たものではなく、対応や海岸線浄化の方針を決定する第一要因であってはならない。

2.1 油の動向と毒性

油は、非常に変化しやすい複雑な自然物質である(図 1. 上)。海洋あるいは沿岸海域に放出されると、油が持つ特性や化学的性質は、多様な物理的・化学的・生物学的作用に曝され

て重大な変化を受ける(図 1. 左下)。とりわけこのような過程を経ることにより、油は海洋生物や海洋生態系にとって、多かれ少なかれ毒性(通常は低い)を持つようになる(図 1. 右下)。油が海岸線に漂着するまでに、あるいは漂着してから何日も経過した頃、海岸線の海洋生物はこの“風化した”油で窒息死状態となるかもしれないが、油の毒性は、急速に低下するのが普通である。更に、油の分解と解体とを促進する付随的過程(粘土・油の相互作用、生物分解等)を経験し始める。ただし、(湾岸戦争中のサウジアラビアの油流出のように)非常に大規模な油流出があった際には、海岸線は数年以内で回復することはない。

2.2 海岸線海洋生物の性質と油流出からの回復

世界中の殆ど全ての海岸線には、多種・多数の海洋生物が生息している。岩石浜、礫浜、湿地、マングローブ、干潟、又砂浜や人工構造物(栈橋・突堤)でさえ、独特な、豊富な、絶えず変化する海洋生物群を持っており、漁業関係者や海産物消費者も含めて、沿岸全域にある食物網に食料と安全な棲み家を提供している。海岸線生物には、多種・多数の魚類、カニ類、フジツボ、ウニ、ヒトデ、海洋虫、二枚貝、カキ、巻き貝、カサ貝、クサズリ貝、海藻類、微生物(油を分解するバクテリアも!)がいる。これらの動植物は緩やかに結びついた生態系共同体の中で生息し、えさを供給し、競争し、捕食し、そして繁殖してゆく。このような海岸線資源や生態系共同体は、油流出初期の衝撃で脅威に曝され、ひどく破壊される恐れがある。しかしながら、慎重に保護してやれば、多くの生物は油流出の危機を乗り越え、個体数を回復し、残存する油処理に役立つ。

浄化作業による“過剰殺戮”の歴史的に最も良い例が、1969 年にイギリスで起こったトリ－・キャニオン号の流出事故である。この事故では、岩石海岸線の浄化に灯油系溶剤を使用したために、せっかく油の汚染から生き延びた多くの海洋生物が死滅してしまった。確かに海岸線は浄化された(除去作業は効果的であった)が、生存していた海洋生物に甚大な損害を与えてしまった(Hawkins and Southward 1992 年)。更に最近の例をあげれば、1989 年エクソン・バルディーズ号の油流出事故がある。岩石海岸線に、流出油汚染から生き延びたかなりの数の潮間帯海洋生物がいたが、高圧高温洗浄で死滅してしまった(Lees 他 1996 年)。洗浄は岩の表面から油を除去するのには効を奏したが、洗浄が行われなかった海岸線と比較すると、海洋生物の回復は遅れた。海岸線化学浄化剤を使用すれば、大量洗浄の必要は少なかったのであるが、その使用は承認されていなかった(Lees 他 1996 年)。

小石や砂の海岸線で高圧洗浄が行われたことによって、油だけではなく、二枚貝の成長に必要な細かい粒子の沈泥や泥土までもが洗い流されてしまった。実際、洗浄中に多くの沈殿物が柱状になって岸から離れた透明な水中に流れ出ていくのが目視できた(Mearns 1996 年)。更に、両流出現場での長期にわたる監視調査で強力な浄化活動が海岸線の海洋生物の回復を遅れさせたことが確認できた。我々がかなり詳細な研究を重ねてきたエクソン・バルディーズ号の場合、強力な洗浄によって海藻の回復の徴候が少なくとも 1 年間は遅れた(図 2. Houghton 他 1997 年及び Mearns 1996 年)。事故から 8 年後の今日、汚染された海岸線でも浄化された海岸線でも海洋生物は繁殖生長しているが、海洋共同体の構造や種の構成については、まだ充分に回復しているとは言えない(Houghton 他 1997 年)。

2.3 海洋生物保護:海岸線浄化の目的

前述した新しい知識のおかげで、海岸線浄化の目的は“海岸線から油を完全に除去してしまう”ことではなく、ある程度除去して、自然が仕上げられるようにしてやることと、今

や一般に認められている。過剰な浄化(人員の過多、化学薬剤の過多、洗浄の過多)は、流出油から生き延びてきた海洋生物に、逆に危害を加えることになる。要するに、過剰な浄化は回復を遅らせることになる。

3.0 海岸線浄化の選択肢に関する概説

海岸線浄化の選択肢には、無対応、物理的处理と除去、及び化学的处理と生物処理(生物修復)がある。物理的方法には、手作業による処理(拾い上げ、掻き集め、手作業による吸着マット使用)、機械的处理(耕作、こすり落とし、汀段移動)、溢水と水圧洗浄(回収装置の使用に伴う冷水又は温水、低圧又は高圧)、焼却(主に湿地にて)、サンドブラスト、その他を含む。化学的处理には物理的除去あるいは生物分解を助ける界面活性剤その他の化学剤の使用がある。生物学的処理には自然の生物分解を刺激促進する栄養剤の使用、耕作行為や酸素の使用、あるいは油分解微生物の添加を含む。それぞれの方法は、“絶好の機会”にのみ、かつ一定タイプの海岸線や特定の油や燃料に対してのみ最高の効力を発揮する。過去の経験によって、海洋大気局(NOAA)及びその他諸機関は、対応実行者に特定の状況下での最良策を案内してくれる「海岸線対策規範」を使用することで、不適当な対応をしないようになった(例えば Whitney 1994 年)。

3.1 海岸線浄化の効果

「効果」とは、流出発生時の油量あるいは残存量と比較して、どの程度の油が除去されているかを意味する。どの方法も 100%効果的ではない。場所(砂浜、港湾内の人工構造物)によっては、ほぼ全部の油が手作業、物理的又は化学的处理によって、海洋資源に殆どあるいは全く影響を与えずに除去され得る。しかし、(エクソン・バルディーズ号の場合のように)岩や小石の海岸線及び湿地では、海洋生物にそれ以上の打撃を与えないためには、漂着油のほんの一部しか除去できない。全体的に見て、エクソン・バルディーズ号油流出事故発生後、アラスカの海岸線に漂着した油の 4 ~ 9%が海岸線処理作業によって除去された(Wolfe 他 1994 年;Mearns1996 年)。残りは、冬の吹雪や自然の生物分解で除去された(Michel 他 1991 年)。現在、少量の油が海岸線の裂け目数箇所に入り込んで残っている。それ以外の湿地等のような場所では、焼却処理がかなり効果的であろう(Mendelssohn 他 1995 年)。

3.2 海岸線浄化の影響と制限

海岸線動植物の多数が、軽微で適度な油汚染状況下で生存していることを繰り返し言及するのは大切なことである。動植物の生存を維持するために採ることができる方策ならどんなものでも、生態系回復過程を加速するであろう。しかしながら、生存している海洋生物が、死んでしまうかあるいは油と共に除去されてしまうかすれば、生態系回復には長時間かかる。我々は、浄化方法の制限の幾つかは何であるのかを徐々に解明している。例えば、豊かな生態系を持つ地域で水圧洗浄を行う場合、水温は 40 °Cを越えてはならない(Mauseth 他 1996 年)。海岸線化学浄化剤の中には油よりも毒性の強いものもあるし、弱いものもある(Fingas 他 1995 年からの感覚的引用)。このように豊かな生態系を持つ地域では、毒性を最低限に抑えたもののみを使用するべきである。生物修復剤にも毒性物質を含んだものがあるので、豊かな生態系の地域では使用を制限しなければならない。一方、かなり油污

染された湿地での焼却処理は、草木にとっては破壊的であるが、渡り鳥にとっては油汚染の危険性をすばやく低減してくれ、結果的には、湿地を迅速且つ完全に回復してくれる (Mendelssohn 他 1995 年)。このように、各々の方法にはそれぞれ限度がある。

対応処理の間に浮かんでくる本当の疑問は、「どこまで浄化すれば充分か」である。このことは総意を得て決定しなければならないが、この総意には、それぞれの海岸線の感度と残存油を最終的に浄化する自然の過程との評価を含むべきである。

4.0 生物修復

生物修復とは何か、又、海岸線浄化におけるその役割は何か。生物修復とは、環境中の油の自然生物分解を促進しようとする試みである。生物分解とは、バクテリアが油の中にある特定の化合物を化学的に分解する過程を言う。自然あるいは活性化された分解を受けやすい化合物には、アルカン及び多環式芳香族炭化水素(PAH)がある。(対応あるいは回復作業の時間枠内で)活性化された分解さえも受けにくい化合物には、アスファルテンやワックスがある。上記の化合物の中でも、PAH は、毒性及び発癌性があるので、生態学的に最も懸念される化合物である。したがって、効果的な生物修復活動とは、必ずしも油そのものを除去することではなく、実質的に PAH の分解を速めることである。

エクソン・バルディーズ号油流出事故が起こるまでは、多くの人が油の分解を促進するには油分解バクテリアを海岸に添加することが肝要であると信じていた。多くの人は又、微生物を使用すれば油は数日間で分解できると信じていた。条件を限定した研究室での実験では、油分解バクテリアを培養し油に添加すると、多くの場合数日間という期間でも油分解を加速する。しかし海岸は条件を限定した実験ではない。天候、海・潮流、風、波、降雨、微生物間の競争や捕食等の全てが流出油にバクテリアや他の物質を添加した効果を減殺する。アラスカ、カナダ、米国南部、ヨーロッパ等で行われた多数の海岸線油流出実験の全てが、油分解バクテリアはこの沿岸域にも生存し、又生物分解を制限する主要因は栄養素(窒素・リン)、酸素(嫌気性湿地土壤中の)、及び油そのもの(油の中にはより分解されやすいものもある)であると証明している (Swannell 他 1996 年; Venosa 他 1996 年; Hoff 1993 年; Hoff 他 1995 年)。この結果から、今日の大多数の意欲的な研究者は生物分解を促進するには、生物分解に制限を与えている上述の主因子を供給してやる必要があるという概念を支持している。しかし、多くの場合これは無駄である。中には栄養素(窒素・リン)あるいは酸素(化学的又は物理的に換気された) (Swannell 他 1996 年)を加えることが必要な場合もある。制限を加えている要素は何かを決定する一番の方法は、油汚染された海岸線の沈殿物の中にある栄養素と酸素の現在の濃度を測定することである。例えば、Venosa 他 (1996 年)は、浜の砂の中では可溶性窒素が沈殿物中の含有率が 2mg/L 以下であれば制限要素である可能性がある、と示している。その場合、窒素は、溶在状態 (Venosa 他 1996 年による表現)、あるいは小球(フリル)、球粒(ペレット)若しくは豆炭(ブリケット)のような“徐々に放出する”形状で連続的に供給してやることができる。

Venosa 他 (1996 年)によって行われた米国デラウェアの砂浜での海岸線生物分解実験 (Mearns 他 1997 年によっても引用されている)で、成功した生物修復の属性と自然の分解過程との比較が示されている (図 3)。彼等はランダムに配置したブロックを用いて、ナイジェリア原油で潮間帯小区画に、無処理、栄養剤処置のみ、油分解バクテリアと栄養物質による処理、を施して実験した。実験は 3 ヶ月間続けられた。単なる物理的洗浄と風化作用だけで 28 日毎に油の半分が海岸線から除去された。海岸線に残っていた油分中のアルカンと PAH は、更に約 28 日間の半減期を要して、自然に(栄養剤あるいはバクテリアを添加することなく)分解された。栄養剤を添加するとアルカンの分解速度は 2 倍になった。

(28 日から 14 日に。又、PAH の分解速度は約 50%上がった(図 3C・D))。油分解バクテリアを添加したものは何の変化も起こらなかった。実際、単に油汚染物質を添加しただけの数日間で、アルカン及び PAH 分解バクテリアの自然濃度は、1g の砂中に有機体約 100 万個になった(図 3E・F)ことを Venosa 他が発見した(1996 年)。更に、5 件のうち 4 件の生物定量法によって、処理の如何にかかわらず、油汚染された浜辺の沈殿物から微生物、ウニの幼生及びエビの幼胚に対する毒性が急速に失われていったことが判明した(図 3G～J)。しかしながら、いくら風化した油の濃度が低くても、油汚染された沈殿物には、依然として端脚類生物に対する軽い毒性が残っていた(図 3K)。

同様の実験が干潟、沼沢、湿地、礫浜等を含む他の海岸線環境で実施されている(Swannell 他 1997 年)。油の分解を制限するものがあるとすれば、それはバクテリアではなく栄養素と酸素である、という一般原理は全ての人に認められている。これら全ての実験結果から、Mearns 他が 1997 年に、生物修復対応実行計画を提唱した。その内容は、(1)処理前評価(生物修復は実行可能な対応策か、及び分解速度制限過程の決定)(2)処理計画と監視(分解速度制限処理剤の選定、負荷速度の計算、監視の必要性)(3)実行(処理剤と輸送システムの確保と展開及び人員の教育)(4)処理の終了である。

5.0 将来

米国とカナダでは、海岸線浄化処理方法に関して対応実行者に明確な指針を提供できるだけの十分な知識があると我々は確信している。最も最近の助言を掲載しているのが、米国石油協会が作成準備中の新しい“海洋マニュアル”で、これには米国、カナダ、及びヨーロッパの多数の機関からの評論と寄稿が掲載されている。

しかしながら、これからなすべき仕事は山積している。生物修復を含む種々の浄化処理方法を、世界の他の地域そして他の環境にある油汚染海浜で、試験しなければならない。我々は又、世界の各地で異なる種々のタイプの油に対して、様々な対応策をより完全に試験する必要がある。例えば、ベネズエラからのビチューメン(瀝青)含有の新燃料油オリマルジョン(orimulsion)の汚染の浄化方法を試験してみる必要性が大いにある。日本の科学者は、実験的に油汚染させた海岸線で、条件を限定した浄化実験を行うことで、オリマルジョンの知識を拡げることができるであろう。米国、カナダあるいはヨーロッパでは、この種の実験にまだ用いられていない多種多様な物理的、化学的及び生物修復剤を用いて実験することができるであろう。製品の実地試験の指針や基準は既に確立されており、どんな実験を行う場合にも利用されるべきであり(Mearns 1995 年)、その結果は科学文献に掲載するべきである。更に述べるなら、長期の回復調査研究(Houghton 他 1997 年に記述されている類のもの)を試験現場で実施し、浄化処理された海岸線の生態系が完全に回復する速度を記録しておく必要がある。このような情報があれば、対応諸機にとって、うまく機能してそれ以上の危害を及ぼすことのない海岸線浄化方法を選択できる“道具箱”が、事実上手に入ることになる。海洋大気局 HazMat は、この重要課題に関して、継続的な協力が続けられることを期待している。

6.0 参考文献

• Fingas, M.F., D.A. Kyle, N. Laroche, B. Fieldhouse, G. Sergy and G. Stoodly; The Effectiveness Testing of Oil-Spill-Treating Agents, In P. Lane (ed), The Use of Chemicals in Oil Spill Response, pp. 286-296, ASTM STP 1252, American Society for Testing and Materials,

Philadelphia, PA. 1995.

- Hawkins, S.J. and A.J. Southward; The Torrey Canyon Oil Spill: Recovery of Rocky Shore Communities, In G.W. Thayer (ed), Restoring the Nation's Marine Environment, pp. 583-631, Maryland Sea Grant, College Park, Maryland, 1992.
- Hoff, R.Z.; Bioremediation: An Overview of its Development and Use for Oil Spill Cleanup, Marine Pollution Bulletin, Vol. 26, pp. 476-481, 1993.
- Hoff, R., G. Sergy, C. Henry, S. Blenkinsopp, P. Roberts; Evaluating Biodegradation Potential of Various Oils, Proceedings, 18th Arctic and Marine Oilspill Programme Technical Seminar, Ottawa, Canada, pp. 1233-1241, 1995.
- Houghton, J.P., R.H. Gilmour, D.C. Lees, W.B. Driskell, S.C. Lindstrom and A.J. Mearns; Prince William Sound Intertidal Biota Seven Years Later: Has it Recovered?, Proceedings, 1997 International Oil Spill Conference, pp. 679-686, American Petroleum Institute, Washington, D.C., 1997.
- Lees, D.C., J.P. Houghton and W.B. Driskell; Short-term Effects of Several Types of Shoreline Treatment on Rocky Intertidal Biota in Prince William Sound, Proceedings, 1997 International Oil Spill Conference, pp. 329-348, American Petroleum Institute, Washington, D.C., 1997.
- Lunel, T. and twelve authors; Monitoring the Effectiveness of Response Operations During the Sea Empress Incident: a Key Component of the Successful Counter-pollution Response, Spill Science and Technology Bulletin, Vol. 2, pp. 99-112, 1996.
- Mauseth, G.S., G.M. Erickson, S.L. Brocco and G. Sergy; Optimizing Hydraulic Cleaning Techniques for Oiled Coarse Sediment Beaches, Proceedings of the 19th Arctic and Marine Oilspill Programme Technical Seminar, Ottawa, Canada, pp. 1159-1176, 1996.
- Mearns, A.J.; Elements to be Considered in Assessing the Effectiveness and Effects of Shoreline Countermeasures, Spill Science and Technology Bulletin, Vol. 2, pp. 5-10, 1995.
- Mearns, A.J.; Exxon Valdez Shoreline Treatment and Operations: Implications for Response, Assessment, Monitoring, and Research, American Fisheries Society Symposium 18, pp. 309-328, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 1996.
- Mearns, A.J., A.D. Venosa, K. Lee and M. Salazar; Field-testing Bioremediation Treating Agents: Lessons from an Experimental Shoreline Oil Spill, Proceedings, 1997 International Oil Spill Conference, pp. 707-712, American Petroleum Institute, Washington, D.C., 1997.
- Mendelssohn, I.A., M.W. Hester and J.W. Pahl; Environmental Effects and Effectiveness of In-Situ Burning in Wetlands: Considerations for Oil Spill Cleanup. Louisiana Oil Spill Coordinator's Office/Office of the Governor, Louisiana Applied Oil Spill Research and Development Program, 57 pp., Baton Rouge, Louisiana, 1995.
- Michel, J., M.O. Hayes, W.J. Sexton, J.C. Gibeault and C. Henry; Trends in Natural Removal of the Exxon Valdez Oil Spill in Prince William Sound from September, 1989 to May, 1990. Proceedings, 1991 International Oil Spill Conference, pp. 181-187, American Petroleum Institute, Washington, D.C., 1991.

- Swannell, R.P., K. Lee and M. McDonagh; Field Evaluations of Marine Oil Spill Bioremediation, *Microbiological Reviews*, Vol.60, pp.342-365, 1996.
- Swannell, R.P.J., F. Daniel, B.C. Croft, M.A. Englehardt, S. Wilson, D.J. Mitchell and T. Lunel; Influence of Physical and Chemical Dispersion on the Biodegradation of Oil under Simulated Marine Conditions. Proceedings of the 20th Arctic and Marine Oilspill Programme Technical Seminar, Ottawa, Canada, pp.617-641, 1997.
- Venosa, A.D., M.T. Suidan, B.A. Wrenn, K.L. Strohmeier, J.R. Haines, B.L. Eberhart, D. King and E. Holder.; Bioremediation of an Experimental Oil Spill on the Shoreline of Delaware Bay, *Environmental Science and Technology*, Vol.30, pp.1764-1775, 1996.
- Whitney, J.; Shoreline Countermeasures Manual - Alaska, Hazardous Materials Response and Assessments Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, Washington. April, 1994.
- Wolfe, D.A. and eleven authors; The Fate of the Spilled Oil from the Exxon Valdez, *Environmental Science and Technology*, Vol.28, pp.561A-568A. 1994.

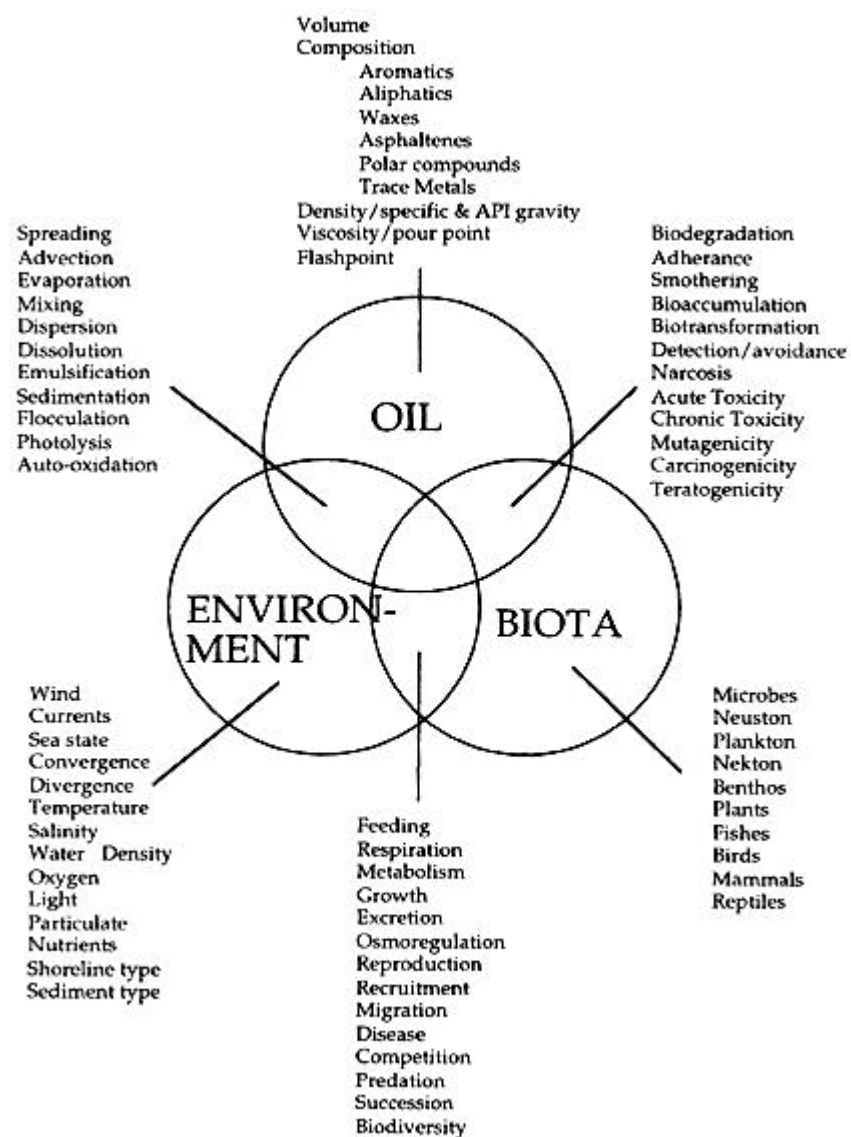


Figure 1. Oil-Environment-Ecosystem triad. Properties of oil, the physical environment and biological ecosystems are reconnected by the processes.

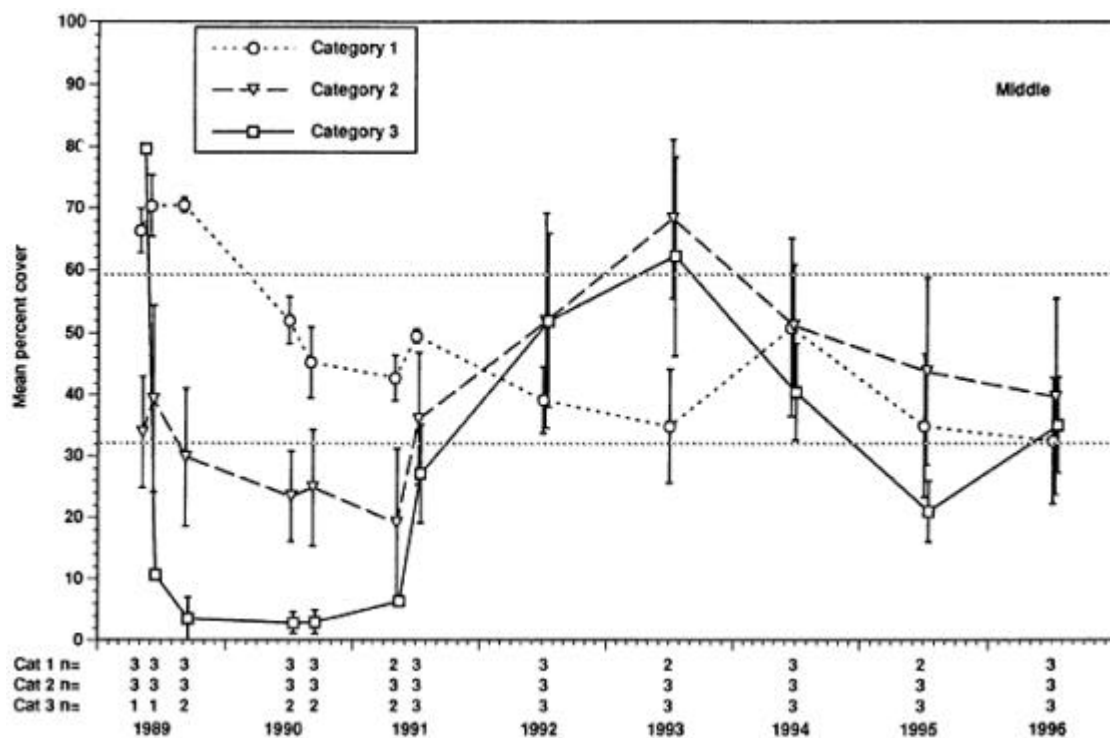
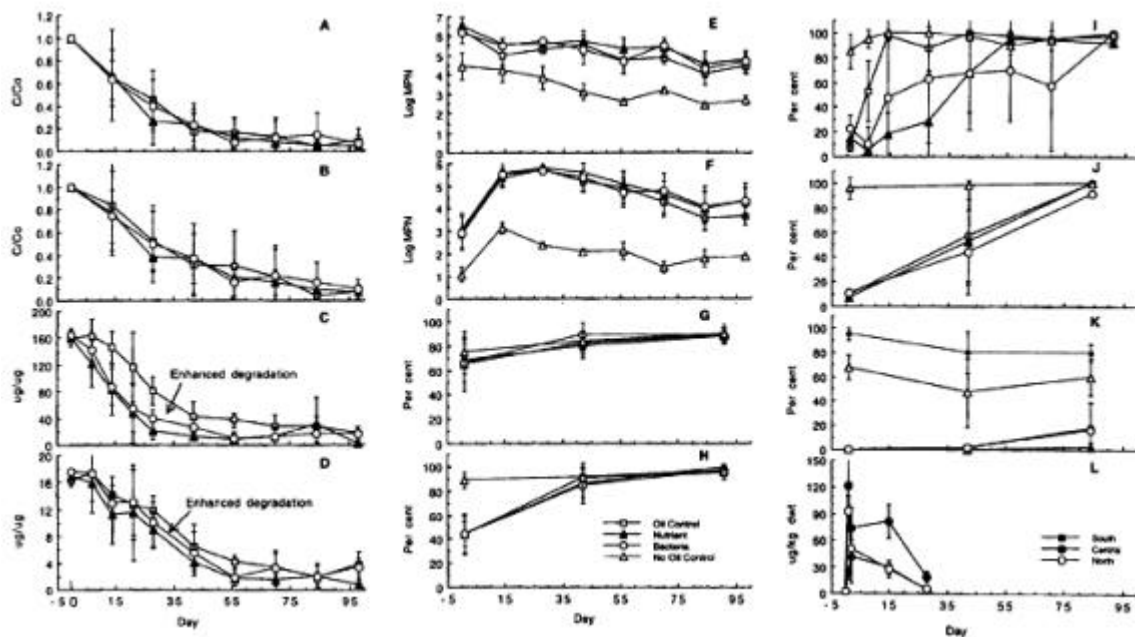


Figure 2. Longterm trends in the amount (per cent cover) of the seaweed, *fucus gardneri*, at three categories of middle intertidal rocky shoreline sites in Prince William Sound, Alaska, 1989 through 1996. Category 1, uniled sites ; Category 2, oil but untreated sites ; and, Category 3, oiled and high-pressure, hot-water washed sites. Dashed lines indicate the range of variation at uniled sites. NOAA HazMat data in press, 1997.

Figure 3. Comparisons on a common time scale (100 days, about 14 weeks) of mean (± 1 SD) of sediment chemical, microbial and toxicological conditions in replicate (n=5) plots treated with weathered Light Bonney Nigerian crude oil (Oil control, open square), oil plus continuous application of dissolved nutrients (Nutrient, closed diamond), oil treated with both dissolved nutrients and cultured bacteria consortia (Bacteria, dark square), and unoiled and untreated (NO oil control, open diamond) on a sandy beach in Delaware, July-October, 1994. There were no significant differences among the 3 oiled treatments for loss rates of extractable organic material (EOM, a rough measure of TPH, total petroleum hydrocarbons) (A) or hopane, a recalcitrant (non-degradable) hydrocarbon (B). All measurements of EOM and hopane referenced to initial concentrations (C/Co; Co about 5,000 mg/kg dry wt for EOM and about 200 μ g/kg dry wt for hopane; background EOM was about 10 to 80 mg/kg dry wt and hopane about 0.007 μ g/kg dry wt). However, relative to untreated oil controls, analyte-to-hopane ratios demonstrated that nutrient and nutrient+bacteria application equally and doubled the loss rates of C10-C35 alkanes (C) and increased by 20 to 50% the loss rates of the total of 27 2-5-ring polycyclic aromatic hydrocarbons (D). Concentrations of sediment alkane degrading bacteria (E) increased rapidly in response to both treatments and then slowly declined whereas concentrations of PAH degrading bacteria (F) increased more slowly in response to both treatments and then declined. Relative to unoiled controls, beach pore water samples taken at 42-day (six-week) intervals from oiled plots were initially slightly inhibited sea urchin egg fertilization (G) but significantly depressed light production of photoluminescent *Microtox* bacteria (H) and hatchability of grass shrimp embryos (I, n=2 per treatment per sampling event); toxicity was lost at different rates but with no significant difference among oil treatment types. Bulk sediment elutriate was initially highly toxic to *Microtox* organisms (J) but toxicity declined. Bulk sediment from oiled plots also highly depressed 10-day survival of benthic amphipods (K) throughout the entire monitoring period and there was some toxicity in the on oiled control plots themselves. Oil lost from the 1-km beach study zone was initially accumulated (as PAH's) in oysters placed in cages several meters seaward of the study blocks (Central), upstream of the study site (South) and downstream of the study site (North) (L); in all cases depuration was nearly complete in 28 days.



討 論

レッサード： 大量の油で汚染された海岸の浄化については現段階でどんな方法を勧めますか。ご研究の成果ではどのような方法に行きつきますか。

ミアーンズ： 真空吸引、手作業による拾い上げ、いろいろな吸着剤の使用等の多くの例を観察してきました。我々はこれら全てを今日持っている訳ではありません。洗浄もです。問題は、「どの程度きれいなら十分にきれいだとするのか」ということです。必ずしも全ての油を取り除く必要はないと思います。液状の油一常温常圧の大気の下で流動性のある油一を除去し、残りを自然の作用に任せてしまう方が資金を節約することができ、また、多くの海洋生物も保護して手作業の拾い上げと合わせて、海岸線を再び回復の状態に戻せると思います。

エクソン・バルディーズ号事故の場合、作業方針の決定が下されたときに私は居りませんでしたが、もし私が参加していたならば真空吸引をもっと勧めたでしょう。

デイヴィス： 地域の人々は実際、全部の岩を個々に洗浄するよう我々に働きかけてきました。極端なことをする状況にあったのです。その時点では我々がしたことは妥協案でした。しかし、あなた方のやり方は有用だと思います。

ミアーンズ： ありがとうございます。もう一度強調したいのですが、「どの程度きれいならば、十分にきれいだとするのか」は考慮に値する問題だと思います。

デイヴィス： シー・エンプレス号の場合、岩場や玉石が油で汚染されましたが、回収はかなりうまく進んでいるように見えました。というのは岩の上に緑の海草が急増しだからですが、それは明らかに自然の状況ではありませんでした。カサガイの様な自然発生する草食動物がゆっくりと回復したのです。その様なことで分かるのでしょうか。

ミアーンズ： はい、そうです。エクソン・バルディーズ号の場合、また、トリー・キャニオン号での教訓もありましたが、本当に回復するのには非常に時間がかかります。というのも、トリー・キャニオン号の場合には化学剤が使われたので、海草を食する草食動物が死にました。極めて高い死亡率でした。シー・エンプレス号の場合にはもっと短期間で緑の藻類が急に現れました。分散処理剤を使い過ぎない限りは、草食動物はすぐに戻ってくるでしょう。

オブザーバー(R.D.デイト、エクソン社)： 私から一つコメントがあります。生物学者や科学者にとって、我々が今日ここで学んでいること、過去5年間に学んだ油濁のこと、更にエクソン・バルディーズ号から学んだ7年間、を伝えて行くことは重要な課題です。我々は自然や環境がこういった事故の被害から回復する能力の意味するものを的確に学ぶ必要があります。こういったものを効果的に広く世間に伝えない限り、いつも政治的、社会的圧力がかかり、それに対して過剰反応をするようなことになってしまいます。我々にとって最大の課題はそういったことや、ルネルさんの研究のようにシー・エンプレス号の事故から学んでいること、早くから多くの科学的なデータが得られていること等を世間に示すことです。それがこれらの事故に対処する際の我々の主張を助けることになるのです。

ミアーンズ： 私も同感です。

総 合 討 論

工藤： 英国のどなたからでもご回答いただきたいと思います。ブレア号の事故からドナルドソン卿の"Safer Seas and Cleaner Ships"というレポートだったと思いますが、103の勧告を出しておられます。そのうち86は完全に承認されたことを知っていますが、残る四つは却下され、13が保留されています。今年の3月ぐらいの段階で英国がその様な状態であるということを伺っております。私が経験した外洋でのナホトカ号のような事故に対して、ドナルドソン卿のレポートが役立つような指摘、あるいはそれが今英国でどのように実行されているか、現状を伺いたいと存じます。

ケインズフォード： ドナルドソン卿の報告は、私の講演でも申しましたように、かなりの影響を英国で及ぼしているのみならず、世界中に影響を及ぼしたかと思います。というのも、大変熟慮された有用な文書として受け止められたからです。ですから、英国政府としても提案された勧告については真剣に検討して、80以上の勧告が既に実施に移されております。1997年の海運及び海上安全法案が実は選挙の前に議会を通ったので、勧告の多くがこの海運法のもとで実行されております。それは汚染指定地域を200海里の外にまで設定し、汚染の罰金を5倍に増やしたものでした。MARPOLの条約の規制に違反した場合の罰金を25万ポンドにし、又、事故解決に所管大臣が介入する項目を増加させました。その介入及び指導は港湾当局、水先案内人、港湾管理人等々にまで及んでいます。全ての主要な提言については十分熟慮され、検討されています。

また、先の法案に盛り込みましたが、我々は必要ならば後で地方自治体に海岸の浄化処理及び緊急防災計画を策定する場合に、法律的義務を課す権限を持っています。

講演で強調しましたように、現在は自発的な法案であります、必要ならば法的手段によって規則にすることができます。

又、懸案中の勧告案には国際的な合意が必要であり、現在IMOで討議中であります。そのために実施に時間がかかっているのです。

四つ却下された理由は正確には覚えていませんが、油濁サービスについては財務的制約があったために実施できなかったということだと思います。英国の海運や商業が他国より不利な立場になってはならないという配慮があったと思います。

それから、ドナルドソン卿が、シー・エンプレス号の事故後のサルベージに関連して、国家緊急防災計画の再検討の批准に参加される可能性があります。そのうちにドナルドソン卿からもっといろいろな提言が聞けるかもしれません。

今市： 分散処理剤がきわめて効果的だということはよく分かりましたが、分散処理剤そのものの毒性はあまり問題にならないのでしょうか、魚が油臭くなるということですが、油の粒子が海中で魚のエラや消化器官に害を及ぼすのでしょうか。プランクトンも含めての話を詳しく教えていただきたいと思います。

ルネル： 分散処理剤の毒性自体についてですが、近年の分散処理剤は非常に毒性が低くなっています。分散処理剤の使用を認めている殆どの国は、毒性は分散処理剤から来るのではなく、油が水中に分散されるところから来るということを認めています。ですから、多くの分散処理剤を使っている国は、分散処理剤の毒性の試験をする際に、微生物に分散処理剤を散布してテストするのではなく、油に散布したときに油自体の毒性が高まらない

かどうかということをチェックしています。例えば英国の場合には、クウェートの油を使って、クランゴンクランゴンという褐色の小えびをテストに用いて、原油の毒性と分散処理剤を散布して分散した原油の毒性とを比較してテストしています。分散処理剤を使っても毒性が増大しないということになると使用を承認されます。

魚の味が変わることに言及したのは、それが低レベルの影響だからです。誰もが、第一の影響として調べたいのは、毒のせいで魚の資源量が減ることだと私も思います。油の濃度が非常に高まったブレア号の場合でさえ、ヒレのある魚は分散された油から逃げました。ですから、急性の毒性の影響も動く生物にはありませんでした。これはシー・エンプレス号の場合も同じで、分散した油から逃げられる動ける生物に関しては急性の毒性はありませんでした。最も分散油の影響を受けやすい生物は、海底から動かない二枚貝等で、物理的に窒息してしまうか、特に濾過摂食生物では油滴が濾過器官の中に詰まってしまいます。流出場所に非常に近い所では大きな影響がありました。シー・エンプレス号に関しても申しましたが、ブレア号の場合も同じです。どちらの場合も流出が起きた約 1km 以内の非常に局所的な地域で、二枚貝がかなり影響を受けました。その局所的な地域においては二枚貝の死亡率が高かったのです。しかし、それは非常に局所的で、濃度が希釈され、約 10ppm 以下になると激しい毒性はなくなりました。これは、最近米国で開かれた様々なワークショップで同意されている閾値になっています。濃度が 2 時間以上 10ppm 以下ならば、激しい毒性はないということになっています。

味の問題に戻りますが、濃度が低くても、肉に油が入ると油の味がして、売り出せない魚になってしまいます。しかし、これはどちらかというと環境の問題というよりは商業漁業の問題です。

ご指摘の最後の問題のプランクトンへの影響ですが、最初に水中に油が流出した地点で 10ppm 以上の濃度であった場合、実際にはこういうことはなかなか起こりませんし、シー・エンプレス号でもそのような濃度にはなりませんでしたが、例え分散処理剤を施しても毒性の影響がある可能性があります。プランクトンの数が減るのです。全体的な環境への影響ということを考えますと、油が海岸線に漂着した場合の毒性の影響との比較の問題になります。普通の海ではプランクトンはすぐにコロニーを再生します。私はよく知りませんので、ミアーンズさんがより詳しく説明して下さいと思いますが、どの様な濃度の分散油でも、外海のプランクトンの数に大きな影響を及ぼす、という研究はないのではないかと思います。

ミアーンズ： 米国では数年前、分散処理剤を使うべきかどうかということを考える場合に、分散処理剤を使わなければ水の中に油がない状態になるのかという観点から考えたことがあります。我々が扱っている燃料油、油は必ず水中に存在しています。海洋生物学的な観点から見た場合、きれいな水の中に油が流出するのではなく、既に油が入っている水の中に油が流出するのです。問題は「どのくらい多いと過剰なのか」ということです。水の中に油が全くないと想定して始めるというのは間違っています。

第二の点は、英国の油流出から多くを学び、カナダから少し、そして米国からは汚染された動物からどのくらい速く油がなくなるかということを手伝ってきたことです。「塩抜き」のようなものです。殆どの魚や甲殻類から油分がなくなる過程は非常に早く、半減期が多くても 1 週間か 2 週間です。その生物がきれいな水に入れば、急速に油臭さはなくなります。

もう一つ私が長い間非常に興味を持っていた点があって、前にルネルさんや彼の同僚達とちょっと話し合ったことがあったと思います。カナダでは 25 年前に興味深い研究が行われました。科学者達がプランクトン、撓脚類、小動物をサンプリングしましたが、流出時でも生きていて、しかも 7,000ppm の C 重油が体内にあったのです。つまり、分散してい

る油滴をむしろ自分達の食べ物として取り込み、元気に生きて糞をしていたのです。我々は更にこの方面の研究をする必要があると思います。それは、「海洋中で油がどうなっていくのか」という究極的な問題に関係してくるからです。こぼした油は海洋中に留まります。ところが、どの様な状態になっていくのかということは殆ど知られていません。そして、この油は結局、食物連鎖の一部に入っていくように思われます。化学的な分散処理剤を使用するのかしないのかを決定しようとするときは、これらの点をよく考えなくてはなりません(1)海水中には既に油がある、(2)我々が手を加えようと加えまいと、その続いている自然の過程を加速することになる、(3)我々は、こういった事故の時に何が起きているのかを慎重に監視、観測していく必要がある。

デイヴィス： 化学的分散処理剤のことについてですが、この化学剤を散布する飛行機を非常に近くで監視したというお話ですが、どのくらい近くまで安全に近づけたのでしょうか。

ルネル： 健康上、安全上の問題として大事なことは、顔にマスクをつけて、呼吸できる程度に微小になっている分散処理剤の微粒子を吸いこまないようにすることでした。あとはただ、純粋にパイロットをどこまで信頼するかということになります。アトランティック航空の場合には実地試験で定期的に協力しました。それは付加的な問題を提起します。分散処理剤の散布を行おうとして、うまく準備ができたなら、全てを本当に実行しなければなりません。実際に外へ出て行って油を扱わなければならないのです。この点が、米国において分散処理剤の使用が増加しつつあることに対して抱えている一つの問題であると思います。即ち、実油試験の演習がなければ、航空機をどれだけ接近させられるかという信頼関係を得難いのです。確かに、我々の場合は全然危険を感じませんでした。実験の時も実際の作業の時もいつも船に接近していました。彼等は良くやっています。

デイヴィス： しかし、良い結果を得るためにはどこまで近づく必要があるのでしょうか。

ルネル： 散布された直後に行けるように最小限 500m 以内にいない限りなりません。我々はごく初期のプロセスを観察したかったのもっと近づいたこともありましたが、しかし、単に最小限の情報を得れば良いのなら、必ずしも我々がやったように近づく必要はありません。ですから、これは安全な作業と得たい情報とのバランスの問題だと思います。

武藤： 日本に対して何かアドバイスはありませんか。

ルネル： 現在、日本は燃料重油流出の経験によって、対応の多くは従来日本周辺で起こった流出に対して向けられてきました。ご存じのように原油の輸送が非常に増えていますので、起こりにくいかも知れませんが、より大量の流出の危険性がある原油に関しても、対応を考えておく必要があるのではないのでしょうか。もちろん日本には重油の流出には適している機械的回収能力がありますが、例えば機械的回収を補完する対応法として国家的に分散処理剤も用意しておくべきだと考えます。どの程度機械的回収をするか、どの程度分散処理剤を使うかというバランスは、具体的な油の性質や流出時の状況によって違います。特別の措置を設けたり、特に日本近海では原油が大量に輸送されているので、別な選択肢を持つ方が適当ではないかと考えます。外野の傍観者としては、この点どうお考えかご意見を伺いたいと思います。

工藤： 機械的な回収について、回収する限度が 5%から 10%であるという話は伺いましたが、機械的回収は、10%以上回収できると考えますし、国民も機械的回収に好意的です。先程、R&D については非常に予算が限定されて、あまり開発もできないという話を伺いましたが、ヨーロッパで機械的な回収について共同研究するような動きがあるのでしょうか。英国はどちらかというと分散処理剤で、ノルウェーは機械的な回収を行い、あまり一

致して一つの財源を使えないと思うのですが、ヨーロッパでは共同研究の動きがあるのでしょうか。

ルネル： 共同研究という事ですが、ヨーロッパの中だけではなく、北米ともその様な動きがあります。例えば、9月に実地試験を行う予定ですが、これにはヨーロッパのみならず、北米も加わり、特別にエクソンも参加致します。

あと、機械的回収対分散処理剤の詳細ですが、両方の分野で今研究が行われています。講演の中でも強調しましたが、英国とノルウェーの間でどこに力点を置くかという違いはあるにしても、その違いはごく僅かだと思います。単純にどちらを最初に使いたいのかという力点が違うわけです。両国では、どちらの作業法とも偏見なく考慮されています。北米でもそのような状況になってきていると思います。今後は両方を選択肢として見るという方向に行くべきだと思います。

分散処理剤の共同研究もあります。機械的回収になると、具体的な研究はそれほどありません。機械的回収は既に確立された産業であると見られているからです。過去10年間機械的回収の分野での革新は殆どありません。新しい挑戦があれば共同研究もあるのです。この分野ではフランスと共同研究が行われており、海上での回収と海岸線でのエマルジョンの回収の研究が行われています。そして9月にオイルエマルジョンに関する実地試験をするつもりでしたが、恐らくは来年の春まで、延期されることになりました。ただ、これは共同研究計画としてやるつもりです。この実地試験でテストするのが適当で、共同研究になり得ると思う技術があれば、非常に関心がありますので、ご一報いただきたいと思います。

ケインズフォード： その点について政府の立場から少し敷衍してお話ししたいと思いますが、我々としてはやはりいろいろな手段を持っていたいと思っています。分散処理剤から海上での機械的回収まで、いろいろ使いたいと思います。ただ、問題はコストです。ご存じと思いますが、米国の選択は、非常に効果的ですがコストがかかります。我々はその様な方向をたどってはおりません。というのは、我々としては危機分析を扱うために専用船を英国全土の海岸に配備することは考えていません。ノルウェーではもっと具体的に焦点を定めた危機評価を実際の石油リグに関して行っていると思います。したがって、機械的回収がよりすばやく集中できるということです。

我々の場合は、数時間の内に英国及び北アイルランドの周囲200海里までの海域のあらゆる事態に対応する必要があります。機械的回収は初動としてはあり得ません。だからこそ、汚染防除の第一手段としては分散処理剤の空中散布に頼らざるを得ないのです。それならば200海里の海域のどこへでも2,3時間の内に出勤できます。ただ、条件が整っていれば、特に環境や海岸線への脅威が迫っているということになれば、シー・エンプレス号の時にやったように、機械的回収により援護します。

ここには大勢の専門家がいらっしゃいますが、どの様な大規模な油流出でも、機械的回収によって10%以上の回収ができたという例はないと思います。これはこれまでの事故の証拠で裏付けられています。これは事実なのです。

オブザーバー(H.リドランド,マリナーグループ)： 日本は海洋環境の被害に関して、他の多くの周辺諸国に比べてより敏感になっているということの評価すべきではないかと思います。これは分散処理剤の利用も含めてです。この際多少のコメントと一つの質問をしたいと思います。

油の流出に効果的に対処するためには、いかなる方法もハードウェア及びソフトウェアが

適切で、しかも適切な時に適用されなければなりません。主要な流出で機械的回収が 10% 以上回収した例はないという発言がありましたが、殆どのこの様な事故の場合、海上でその様な条件下で回収するのに適当な資機材が投入されていなかったということを心に留めておかなければいけないと思います。シー・エンプレス号の場合もそうです。展開が間に合わなかったのです。

シー・エンプレス号の場合、フランス海軍がトランスレックの回収装置を使っていますが、かなりの量の油を回収しています。先程西垣さんからトランスレックの試験結果に対して質問がありましたが、それは、フランス海軍がシー・エンプレス号の事故の際に回収的作業をした結果の報告書から得られます。

それから、機械的回収のための機材のテストについてのご質問にもコメントしたいと思います。NOFO の組織は毎年海上流出油の演習を北海で行っていますが、その際常に機械的回収の装置をテストしています。実際にメーカーを呼んで新しい資機材を持って来させ、世界各地からの大勢の見学者の前でテストをします。彼等は実際に機械がうまく作動するかどうかに関して証人になるのです。これは恐らく殆ど全ての機械的回収装置が試される機会になっています。

次に質問です。回収方法として最近特に米国で増加し、認められ始めている方法として現場燃焼という方法があります。これは日本ではナホトカ号の流出の際にはあまり話題になりませんでした。海上保安庁か石油連盟が、あるいはどの期間の方が適当か分かりませんが伺いたいのです。日本では大規模な流出の際に現場燃焼という方法はお考えになったことがあるのでしょうか。そうだとしたら、現場燃焼を実行するための承認には、どのような手続きが必要なのでしょうか。

ルーダール： 多くの実地試験の中で、幾つかの海上用機材のテストをしたということをおっしゃいましたが、彼が発言したとおり、沢山の海上の機械的回収作業において適切な装置が使われていなかったことは事実です。そして、十分に訓練を受けていない人が使ったり、船がその作業には適切でなかったりもしました。したがって、機械装置を過去の実績だけで判断してはいけないと思います。

鈴木： 現場燃焼については、日本財団の補助事業をもって、我々(海上災害防止センター)が数年間にわたり調査研究を進めてまいりました。現場燃焼の処理方法はできあがっております。今回のナホトカ号の事故については、まだ現場燃焼を使用するルールはできておりませんが、試験的にこれをやってみたいという申し入れは致しましたが、沖合での燃焼はできませんでした。海岸から近いところでの燃焼ということになると、付近住民や地方自治体からの反対もあり、現実にはできなかったのです。

工藤： 今回のナホトカ号の事故はかなり外洋で起こった事故です。例えばハワイ沖を航行している船舶により流出が起き、海流の影響によってハワイが汚染されたとします。OPA'90 の想定範囲から外れた事故になるのではないかと思います。この様な事故が起こったとすると、どの様に対処なさるのでしょうか。

ベニス： 私の理解ではご質問は「油の流出が公海で生じ、我が国の海岸がそれによって強い影響を受けた場合、OPA'90 ではどのように対応するのか」ということになると思います。極めて単純に、もしある事故によって実質的に非常に大きな脅威が米国の海岸に及ぼされるということであれば、その事故がどこで生じたものであっても、我々は OPA'90 の下で創設された油濁責任者信託基金を使うことができます。我々沿岸警備隊が浄化業者と契約を結び、対応していくことになります。OPA'90 のもとで集めた全てのツールを活用することになるでしょう。油濁対応組織のリストも使います。対応品目全てを使用し浄化

業者と事故対策に当たることとなります。

今市： ナホトカ号の油を見ていると、原油というのは時間がたつと固まってきます。散らすことばかりお話いただきましたが、固めることを考えた方はおられないのでしょうか。ある程度固体化して除去しやすくする。そうすると機械的回収の場合に、少なくとも10%や15%は回収のときに助かると思うのです。その様な方法は考えておられないのでしょうか。

レッサード： 実は凝固剤については、ここ3年ぐらい、石油会社が共同で資金を出し合って作った石油環境研究会という組織で研究を進めています。米国の独占禁止法の例外として認められており、環境問題については資金をプールして共同で研究することが許されています。我々はこの組織の傘下で、海上及び陸上で流出した油に凝固剤を適用する研究をしており、その関係の幾つかレポートを出しています。要は凝固剤の資料は沢山あるということです。これらの凝固剤は実際に炭化水素と反応して結合する重合体で、しばしば個体化するので、水から、あるいは土から物理的に回収できるようになります。しかし、一番効果を生むのは油が非常に軽質の時です。例えばディーゼル油やガソリンの流出の場合には非常に速く効き、効率も高くなります。ただ、これは速度過程ですから、油がより濃く、重くなると、より時間がかかります。重質油の場合、例えばナホトカ号の流出油のような場合には、重合体の外側が凝固した大きな分子によって詰まってしまうので、効率が非常に落ちます。要するに、非常に軽質の油の流出の場合には凝固剤は非常に有用だと思います。しかし、重質油の場合にはあまり効果が上がりません。

議 長 報 告

今回はナホトカ号の流出油事故を機に、過去に重大な流出油事故の防除活動を経験された各国の担当者から、ナホトカ号の事故を含めその経験や教訓を伺うと共に、相互の意見を交換することにより、今後の海洋における大量流出油事故対策の指針を得たいという事でこのシンポジウムを開催いたしました。各国のゲストスピーカーから大変貴重な話を伺うことができ、又ゲストスピーカーの間で予想以上に活発な討議が交わされ、正に専門家会議と呼ぶにふさわしい極めて有意義な会議であったと思います。

まとめる時間が十分ありませんので、あるいは皮相な見方になるかも知れませんが、私なりに感じた事を以下に述べて、シンポジウムの締括りにしたいと存じます。

1. 防除活動は初動が大切で、一刻も早い立上りが必要であること。

そのためには各レベルでの contingency plan の確立と協力体制の確立が必要であること。

2. 防除活動では、不確定性の中での決断が必要となるので、一刻も早い情報提供と、それを防除に従事するものが共有することが必要であること。

又公海であっても、事故を起こした船について、旗国、船主、運航者からの一刻も早い情報提供が義務づけられることが望ましい事。

3. 対応の一元化が望ましい。日本は縦割り行政であるので、特に一元化が必要である。

4. これに関して、現場指揮者(或いは調整者)の任命と決定権の付与が必要である。

5. 機械的回収装置の性能、特に荒天時の性能については、NOFO の海上実油実験に基づく開発や、性能評価は注目すべきである。有義波高 2.5m 流速 1m までとにかく回収可能であるという data は encouraging である。

尚、これは全く私の私見ではあるが、日本では法律で洋上の実油実験はできないが、ナホトカ号の主船体から毎日 3 ～ 14kL の油が流出しているので、これを使って訓練や回収装置の改良あるいは分散処理剤の効果の確認等ができれば、まさに禍を転じて福となすことになるのではないか。

6. SEA EMPRESS の流出油のうち、約 40%が蒸発、25%が海上で機械的に回収、2%が海岸で回収、5%が海岸の残油、残り 51%のうち分散処理剤の撒布による分散が 37%、自然分散が 14%という data では、改めて荒天の海上での回収の困難なことが実感される。

特に冬の日本海での防除活動の方針は、十分にこの data を考慮して立てる必要があろう。

又実際の海上回収作業では回収機器のメーカーのカatalog性能の 20%程度と考えるのが妥当であるとの意見は留意すべきである。

又搭載型の回収器は何種類かに分けて世界共通のユニットにするのが望ましいという意見も留意すべきである。

7. SEA EMPRESS の例を見ても、分散処理剤の空中撒布が極めて有効なことが削るが、流油初期に分散処理剤を撒布するか、機械的回収を行うか、あるいは自然分散に委せる(放置する)かの判断は、陸岸に漂着するかどうかの予測ともからんで極めて困難である。そのためにも信頼できる油の漂流予測システムを整備する必要がある。

我国では既に石連が幾つかの海域でリアルタイムの気象を入れたシミュレーションの汎用プログラムを完成しており、シップ・アンド・オーシャン財団でも油の漂流予測に、油の性状の変化の予測を加えたものを作成しているが、これらの予測に必要な海流や潮流のデータベースを既存資料から整備するだけでなく、巡視船艇等と連携してリアルタイムで海流や潮流データを収集しデータベースを検証しながら、実際に即した的確な予測を行う体制を作るとともに、更に広い海域についてこのようなデータベースと体制の整備を進めることが望まれる。

8. 分散処理剤の使用は、油流出後 48 時間の間に行わないと効果が減じると言われるが、日本では有害性について、特に水産関係者の抜き難い警戒心があることから、米国あるいはノルウェーでやっているように、事前撒布の承認(同意書)を地域別にとっておき、即刻対応できるようにすることが望ましい。又それに関して、各海域の sensitivity map を作成しておくことが望ましい。

既に日本財団の補助を受けて日本海難防止協会のプロジェクトが進められているのは時宜を得たものである。

9. 海岸での clean-up の方法について、利害の立場の異なるグループから別の方法の提案が出る事は、充分予想できる。その海岸では何を優先すべきかを総合評価し、予め同意を得ておくことは、極めて難しいが必要な事である。

10. SEA EMPRESS ではコンクリートミキサーが海岸の小石の浄化に役立ったとの事で、日本でもバキュームカーや消防ポンプ、あるいはガット船が高粘度油回収に役立った事が報告されている。これらの事が記録されて今後に役立てられることが望まれる。

11. 回収した油や、油まみれの廃棄物を一時的に収容する施設及びこれらの最終処理の施設を考慮しておかなくてはならない。又これらの回収物が法的には産業廃棄物として取り扱われると言うことだが、英国では油混じりの砂をアスファルトと混合して道路に使用したり、生物分解で浄化して再利用しているように、何等かの方法でゴミの量を減らす事を考える必要がある。

12. 油防除のため、地域の漁船と予め契約を結んでおくのは考慮に値する。

13. 油汚染の被害を受けた海域の生物の回復状況(Mearns Fig.2)や、アラスカの被害海域でサケの回帰数が事故の翌年から数年間に亘って前よりも増えたという報告(Lessard)は希望が持てるものである。

海岸の処理は見た目にきれいになる(例えば高温水、高圧水の洗滌)は、かえって生態系の回復を遅らせ、多少不完全でも常温・常圧水の洗滌とか、手による除去に止め、後は自然浄化又は肥料添加による生物浄化の促進の方が、生態系の回復が早いとの指摘は傾聴すべきで、"How clean is clean"という言葉は噛みしめて味わうべきである。今後、微生物による浄化の積極的な利用法が確立され、市民権を得るよう努力すべきであろう。

最後に変興味のある、又貴重な発表と討論をしていただいたゲストスピーカーの方々と長時間に亘って御傾聴いただいたオブザーバーに御礼を申し上げて、この有意義なセッションを終わります。

/略語一覽

ANS	Alaska North Slope
API	American Petroleum Institute
BRC	British Red Cross
CLC	International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage of 1969
CPPU	Civil Protection Planning Unit
DOPAG	The Dyfed Oil Pollution Advisory Group
EARL	East Asia Response Limited
EDRC	Effective Daily Recovery Capacity
EEZ	Exclusive Economic Zone
EPA	Environmental Protection Agency
FOSC	Federal On-Scene Commander Federal On-Scene Coordinator
FRP	Facility Response Plan
HazMat	Hazardous Materials Response and Assessment Division (NOAA)
HFO	Heavy Fuel Oil
HMIP	Her Majesty's Inspectorate of Pollution
ICS	Incident Command System
IMO	International Maritime Organization
ITOPF	The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd.
JRC	Joint Response Centre
MAFF	Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
MDPC	Marine Disaster Prevention Center
MPA	Marine Preservation Association
MPCU	Marine Pollution Control Unit
MSA	Maritime Safety Agency
MSRC	Marine Spill Response Corporation
NCP	National Contingency Plan
NEBA	Net Environmental Benefit Assessment
NETCEN	National Environmental Technology Centre
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOFO	Norwegian Clean Sea Association for Operating Companies
NRA	National Rivers Authority

NRC	National Research Council
NRT	National Response Team
OPA90	Oil Pollution Act 1990
OPRC	Oil Pollution Preparedness, Response and Co-Operation Convention
OSC	On-Scene Commander
OSCC	Oil Spill Coordinating Centre
OSIS	Oil Spill Information System
OSRL	Oil Spill Response Limited
OSRO	Oil Spill Removal Organization
OSRV	Oil Spill Response Vessel
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbon
PAJ	Petroleum Association of Japan
PIRO	Petroleum Industry Response Organization
PPDC	Preseli Pembrokeshire District Council
RAYNET	Radio Amateur Emergency Network
RCP	Regional Contingency Plan
RRT	Regional Response Team
RSPCA	Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals
SEEEC	SEA EMPRESS Environmental Evaluation Committee
SFT	Norwegian Pollution Control Authority
SLAR	Side-Looking Airborne Radar
SOSC	State On-Scene Commander
STAR	Spill Team Area Responder
STOp	Scientific, Technical and Operational Advice
UNCLOS	UN Convention of the Law of the Sea of 10 Dec.1982
UNEP	United Nations Environment Programme
VRP	Vessel Response Plan
WRVS	Womens Royal Voluntary Service
WWOPG	West Wales Oil Pollution Advisory Group

展示パネル

会期中会場にて「ナホトカ号油流出事故」を紹介するため、事故対策に従事なされた 4 機関より、下記パネル写真のご提供をいただき、展示致しました。

8th Regional Maritime Safety Headquarters, the Maritime Safety Agency	海上保安庁 第八管区海上保安本部
Recovery of oil spill drifting on the rough sea off Fukui Recovery of oil spill drifting on the rough sea off Fukui Removal of oil from the severed ship's bow off Mikuni	荒天下で浮遊油を回収する巡視船「きりしま」 荒天下で浮遊油を回収する巡視船「きりしま」 船首部からの油抜き取り作業と指導に当たる機動防除隊員 防除隊員
Removal of oil from the severed ship's bow in the offing Patrol boats dispersing oil by means of water spray Preparations for draining oil from the grounded bow Crew members working on board the patrol boat WAKASA On the deck of the patrol boat WAKASA heading for the incident site	船首部からの油抜き取り作業 放水拡散を行う巡視船「わかさ」「のじま」「おおすみ」 船首部からの油抜き取り準備作業 漂着防止作業の準備を行う巡視船「わかさ」乗組員 大時化の中、船首部の漂着防止に向かう巡視船 「わかさ」
Removal of oil from the grounded bow by use of a crane Removal of oil from the stranded bow by use of a crane Crew members of the patrol boat YAMAKUNI recovering oil Slick	船首部からの油抜き取り作業 船首部からの油抜き取り作業 浮遊油の回収に当たる巡視船「やまくに」
The Special Rescue force investigating the submerged bow	特殊救難隊による船首部の潜水調査
Headquarters Maizuru District, Japan Maritimes Self-Defense Force	海上自衛隊 舞鶴地方総監部
Oil spill recovery by the mine sweeper NUWAJIMA Recovery of oil slick gathered by water spray Recovery operation from a scaffold hanging out over the sea	掃海艇「ぬわじま」 護衛艦「じんつう」 護衛艦「たかつき」
Kyoto Prefecture	京都府
Shoreline clean-up operation at Maizuru More than one thousand people were mobilized at Kotobiki beach Recovery operation by using a newly developed device	市職員による回収風景 1,244人が参加した鳴き砂で有名な琴引浜での回 収作業 府独自に開発した油回収機「砂油龍号」による回 収作業
Maizuru City Office	舞鶴市
Fishermen retrieving oil-smearred ropes Drums of recovered oil being lifted onto the shore Shoreline clean-up operation at Maizuru Shoreline clean-up operation at Maizuru Recovery of oil debris that drifted on the shore	重油が付着したロープを引き揚げる野原漁業組合員 小型漁船に積み込んだ回収油入りドラム缶を陸揚げ 市職員による回収風景 府職員・警察職員、地元漁協等による回収風景 海藻とともに漂着した油粕（小石大）を回収する神 埼地区の人々

ポストシンポジウムツアー

ロシア船籍タンカー「ナホトカ」号は、平成9年1月2日、島根県隠岐島の北北西106キロの日本海で折損した。同船の破断した船首部は海上を漂流した後、1月7日福井県三国町の浅瀬に漂着した。流出した重油は海産物に恵まれ、風光明媚で知られる同地の海岸線を汚染した。シンポジウムに招へいされた各国講演者の間では、専門家の立場から三国町の現場視察を期待する声が強かったことから、シンポジウム終了後の7月18日に三国町への視察旅行を実施した。当該視察には、各国講演者に加え、シンポジウム議長、副議長、ならびに事務局関係者が参加した。三国町では海上保安庁職員の同行案内により、参加者は海岸線の視察を行った。現地ではこの時までに油の回収作業は終了していたものの、水際にはわずかながら油臭が感知された。参加者はさかんに記録写真の撮影を行い、海上保安庁関係者による除去作業の説明に熱心に耳を傾けていた。波打ち際までおりて足下の石を裏返し、油の残存を確認する研究者の姿もみられた。

講演者よりの寄贈資料/Video 一覧

文章

MANUAL ON OIL POLLUTION, Section IV COMBATING OIL SPILLS, pp.v-1, IMO, 1988

U.S. COASTGUARD; TANKER NAVIGATION SAFETY STANDARDS, TANKER INSPECTION STANDARDS. A STUDY REQUIRED BY SECTION 4111(B)(8) OF THE OIL POLLUTION ACT OF 1990, 1 vols., NTIS, 1990

National Research Council; TANKER SPILLS Prevention by Design, 350p., National Academy Press, 1991

J.W.Doerffer; OIL SPILL RESPONSE in the MARINE ENVIRONMENT, pp.1-7, PERGAMON PRESS, 1992

IN-SITU BURNING OF OIL : An Alternative Approach to Spill Response, [4]p., the NRT Science & Technology Committee, 1992

Claimant's Information Guide, 16p., U.S. Coast Guard, 1993

Leslie Ray; Oil Spill Prevention and Response, 218p., PennWell Books, 1994

National Research Council; A REASSESSMENT OF THE MARINE SALVAGE POSTURE OF THE UNITED STATES, 133p., National Academy Press, 1994

About the National Environmental Technology Centre Job Profile, [9]p., AEA, 1994

An introduction to The Coastguard Agency, [5]p., COASTGUARD, 1994 FISH AND SHELLFISH TAILING, Questions and Answers, 13p., NOAA, 1994

OSIS (The Oil Spill Information System) v2.0, 2p., AEA, 1994

The Fate of the Oil Spilled from the Exxon Valdez, "Environmental Science Technology", Vol.28, No.13, pp.561-568, American Chemical Society, 1994

Alan J. Mearns; Elements to be Considered in Assessing the Effectiveness and Effects of Shoreline Countermeasures, "Spill Science & Technology Bulletin", Vol.1.3, No1, pp.5-10, Elsevier Science Ltd, 1995

Rebecca Z. Hoff, et.al.; EVALUATING BIODEGRADATION POTENTIAL OF VARIOUS OILS, Proceedings of Eighteenth Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar VOLUME 2, pp.1233-1241, Environment Canada, 1995

AERATION TECHNIQUES FOR IN SITU BURNING OF OIL, [6]p., NRT, 1995

GUIDANCE ON BURNING SPILLED OIL IN SITU, [4]p., NRT, 1995

IGNITERS AND IGNITION TECHNOLOGY FOR IN SITU BURNING OF OIL, [6]p., NRT, 1995

Marine Pollution Control Unit, 15p., COASTGUARD, 1995

Petroleum Association of Japan, 6p., Petroleum Association of Japan (PAJ), 1995

RESPONDING TO MARINE EMERGENCIES, 4p., COASTGUARD, 1995

Reversing The Tide Restoring the Nation's Coastal and Marine Natural Resources, 8p., NOAA, U.S. Department of Commerce, 1995

Standards Safeguard the Environment and Human Health, 1p., American Petroleum Institute, 1995

The Coastguard Agency Annual Report 1994-95, 33p., COASTGUARD, 1995

Alan J. Mearns; Exxon Valdez Shoreline Treatment and Operations: Implications for Response, Assessment, Monitoring, and Research, [20]p., 1996

Alan J. Mearns; OILENVIRONMENTBIOTA (BioAssessmentTeam), 1p., NOAA, 1996

U.S. COAST GUARD; TANKER NAVIGATION SAFETY STANDARDS 20 YEAR TANKER SIZE/CAPACITY TREND ANALYSIS. A STUDY REQUIRED BY SECTION 4111(B)(11) OF THE OIL POLLUTION ACT OF 1990, 1vols., NTIS, 1996

Bioremediation of an Experimental Oil Spill on the Shoreline of Delaware Bay, "Environmental Science & Technology" Vol.30, No.5, pp.1764-1775, American Chemical Society, 1996

E&P Health, Safety and Environment, Petroleum Abstracts, 44p., The University of Tulsa, 1996

Inspector Certification Programs, 1p., American Petroleum Institute, 1996

IPIECA Annual Report, [6]p., IPIECA, 1996

MAJOR EQUIPMENT BY REGION, [6]p., MSRC, 1996

MAJOR EQUIPMENT SYSTEMS, [40]p., MSRC, 1996

MSc EXCLUSIVE ECONOMIC ZONE MANAGEMENT, [8]p., Southampton Institute, 1996

MSRC, 27p., MSRC, 1996

National Pollution Funds Center Catalogue, 13p., U.S. Coast Guard, 1996

National Pollution Funds Center FY95 Annual Report, 35p., U.S. Coast Guard, 1996

Oil Spill Response Limited Consultancy Services, [23]p., OSRL, 1996

The Coastguard Agency; MARINE POLLUTION CONTROL UNIT, [128]p., THE COASTGUARD AGENCY, 1996

SPILL TEAM AREA RESPONDERS (STARs), [5]p., MSRC, 1996

Alan J. Mearns and Ruth Yender; Workshop on Managing Seafood Problems During the Response Phase of an Oil Spill, Proceedings of Twentieth Arctic and Marine Oil Spill Program(AMOP) Technical Seminar VOLUME1, pp.203-215, Environment Canada, 1997

Alan J. Mearns, et.al.; Field-Testing Bioremediation Treating Agents: Lessons From an Experimental Shoreline Oil Spill, Proceedings International Oil Spill Conference-Improving Environmental Protection Progress, Challenges, Responsibilities, Vol.1, pp.707-712, 1997

Jonathan P. Houghton and Robert H. Gilmour, et.al.; Prince William Sound Intertidal Biota Seven Years Later : Has It Recovered?, Proceedings International Oil Spill Conference-Improving Environmental Protection Progress, Challenges, Responsibilities, Vol.1, pp.679-686, 1997

U.S. COAST GUARD; TANKER NAVIGATION SAFETY STANDARDS 20 YEAR TANKER SIZE/CAPACITY TREND ANALYSIS. A STUDY REQUIRED BY SECTION 4111(B)(4), (5), AND (6) OF THE OIL POLLUTION ACT OF 1990, 1vols., NTIS, 1997

"Oil Spill INTELLIGENCE REPORT", Vol.XX, N0.27-34., An International Newsletter from Cutter Information Corp, 1997

Business Plan 1996-97, 31p., COASTGUARD, 1997

Equipment, 12p., MSRC, 1997

HAZARDOUS MATERIALS RESPONSE AND ASSESSMENT DIVISION, [10]p., NOAA, 1997

HAZMAT Projects and Publications, 16p., NOAA/HAZMAT, 1997

Lessons Learnt from Nakhodka Incident, 1vols., PAJ, 1997

National Strike Force Information Sheet, [12]p., U.S. Coast Guard, 1997

OIL POLLUTION BULLETIN, pp.N0.5-7., GOLOB'S, 1997

Oil Spill Liability Trust Fund Seminar, 1p., U.S. Coast Guard, 1997

OSRL NEWS, 2p., OSRL, 1997

Petroleum Test Laboratory Accreditation Program, 1p., American Petroleum Institute, 1997

Proceedings, 4vols., 29th Annual Offshore Technology Conference, 1997

PUBLICATIONS CATALOGUE New For 1997, 16p., IME, 1997

PUBLICATIONS, PROGRAMS & SERVICES CATALOG, 140p., American Petroleum Institute, 1997

SCIENTIFIC TRAINING FOR OIL AND CHEMICAL SPILLS, 1p., NOAA/HAZMAT, 1997

Strategies for Today's Environmental Partnership, 1p., American Petroleum Institute, 1997

The British Oil Spill Control Association Guide to Suppliers 1997,72p.,BOSCA,1997

ASSISTANCE AND MODEL TRAINING COURSES, 1vols., IMO

NEED SUPPORT FOR DRILLING OPERATIONS?, 1p., OSRL

NETCEN Working to reduce the environmental risk from oil spills, 1p., AEA

NOAA HazMat Bio Assessment Team Publications 1989-1996, 16p., HAZMAT NOAA NOAA
HAZMAT INTRODUCING, 1p., NOAA

Oil Spill Response Limited Dealing with oil spills professionally worldwide, 4p., OSRL

Optimizing Hydraulic Cleaning Techniques for Oiled Coarse Sediment Beaches, [4]p., Beak
Consultants Incorporated

Update of Implementation of Recommendations from the NRT Following the Exxon Valdez Oil
Spill, 1vols., NRT

油防除用製品案内, 13p., ガデリウス (株), 1996

海上災害防止センター MDPC, 14p., 海上災害防止センター, 1996

石油連盟の概要, 11p., 石油連盟, 1996

大規模な石油流出に備えて, 19p., 石油連盟, 1996

M.ハロウェー；エクソン・バルディーズ号事件始末記, "日経サイエンス"97 年 1 月号,
pp.114-121, 1997

油流出に関する国際シンポジウム, 1vols., 石油連盟, 1997

外洋型多目的油回収船, 11p., (社)日本造船工業会, 1997

外洋型多目的油回収船構想, 11p., (社)日本造船工業会, 1997

今日の石油産業, 2p., 石油連盟, 1997

タンカー「ナホトカ」重油流出事故をめぐって, "季刊しっぴんぐ 1997 初夏", pp.8-11, (財)
日本海事広報協会, 1997

日本重油汚染, "Newton", 17 巻 5 月号, pp.106-111, KYOIKUSYA, 1997

八官ぐらふてい'97, 18p., 第八管区海上保安本部, 1997

海上防災ハンドブック, 海上防災, pp.1-8

Video/ビデオ

Herb Tiedemann; America's Wake Up Call, U.S. Department of Energy's National Oil Program, VHS, 9.59min, U.S. Department of Energy Bartlesville Project Office

HORIZON. A PERFECT OIL SPILL, NTSC, VHS, 1997

Milford Haven 15 February 1996 The Sea Empress Incident, The counter pollution operation, VHS, 38min, The Coastguard Agency, [1996]

OCLANSORB VIDEO, VHS

Returning The Sea To Life-A Record of the Russian Tanker Oil Spill, VHS, 16min, The Kansai Electric Power Co., Inc., 1997

海よよみがえれ！ -ロシアタンカー重油流出事故の記録-, VHS, 16min, 関西電力, 1997