

## 바다의 石油汚染과 Oil Fence 에 對하여

金 駿 洙\*

### I. 序 言

우리나라의 經濟가 急速度로 發展을 거듭하는 過程에서 그 經濟發展의 原動力이 되는 石油의 消費量 역시 急速度로 增加하게 되었으며 그렇게 되므로서 여러 가지 石油汚染을 考慮하지 않을 수 없게 되었다. 多幸히 우리나라에서는 아직까지 石油汚染의 커다란 事故나 또는 問題點을 誘發한 일은 없으나 우리보다 石油消費量이 큰 日本에서나 其他 先進國에서는 石油汚染 특히 바다의 石油汚染이 커다란 問題로 擡頭되고 있어 Oil Fence의 開發 및 近海에의 設置等 石油汚染을 最少限으로 줄이기 위한 움직임이 活潑하게 展開되고 있는 實情이다.

우리나라에서도 只今까지 各 産業이 高度로 成長하는데 밑거름이 되어온 燃料로서의 石油, 石油化學工業을 主體로하는 工業用 原料로서의 石油, 그리고 文明生活를 維持·發展시켜 올 수 있었던 에너지로서의 石油의 消費量이 急速히 增大하게 되어 石油의 輸送, 供給은 날이 갈수록 더해질 수 밖에 없게 되었고 더구나 今年에는 우리나라에서도 온 國民의 念願속에 迎日地區에서 偉대한 石油의 發見을 보게 되었고 또 海底石油探索等 活潑한 進展에 따라 이제는 바다의 石油汚染이 남의 나라의 일로만 生覺하고 있을 段階가 아니라 고 하겠으며 이러한 바다의 石油汚染을 未然에 防止하거나 最少限으로 줄이기 위하여는 勿論 當局에서 適切한 早期 措處가 講究되어야 하겠으나 우리 고무界에서도 이러한 點에 關心을 가지고 미리 oil fence의 開發 또는 設置等 技術蓄積 乃至는 生産能力을 確保해야

할 時期라고 생각되어 가까운 日本의 例를 中心으로 바다의 石油汚染과 oil fence에 對하여 記述코자 한다.

### II. 바다의 石油汚染 實態와 問題點

#### 1. 石油에 새로운 問題點

소위 石油危機以來 石油問題는 資源 nationalism, 海底石油의 掘削·開發의 活潑化, 石油價格의 暴騰, 오일달러의 問題, 石油의 確保等의 여러가지 問題를 派生하였으며 이제는 量的인 問題는 일단 安定化된듯 하지만 오히려 國際적으로 많은 問題點을 內包하고 있으며 國際의 연관속에 우리나라의 經濟역시 相當한 影響을 받게 되었음을 직접 皮膚로 느끼게 되었다.

이와 같은 石油問題는 石油危機以來 世界的으로 消費節約을 提唱하게 하였고 價格의 暴騰을 招來하게 하였으며 드디어는 世界的인 不況期를 초래하도록 하는 커다란 原因이 되었든 것이다.

특히 우리나라나 日本과 같이 石油를 全面的으로 海外石油에 依存하여 高度의 成長을 이룩하였기 때문에 이 石油問題를 基本으로 하여 産業構造를 再檢討해야 할 段階에 이르러 되었든 것이다.

한가지는 石油의 側面에서 본 것으로서 1973年의 石油危機는 첫째 石油價格의 大幅의인 上昇을 초래하였고 이 價格體系에 대처한 需要機構의 變化나 摸索이 계속되고 있다. 또 여기에 관련하여 石油製品의 價格의 暴騰과 世界的인 不況의 배경속에서 産業의 競爭條件이 國際적으로나 國內적으로도 현저한 變化를 가져오게 되었다. 이와 같은 일련의 石油의 條件變化에 따르는 産業構造의 變化나 需要構造의 變化는 보다 심각하게 받게 되었고 建設費의 昂등과 公害防止投資等 各種

\* 洪陵機械工業會社

産業 특히 그 가운데에서도 石油産業이나 石油化學工業의 앞날에 여러가지 問題點을 안겨주었다.

한편 石油産業의 技術問題로서 가까운 日本에서는 1974年末 부터 일련의 事故가 계속되어 石油問題에 새로운 外的인 障害가 나타나게 되었다. 이미 報道되었던 바와 같이 1974年 12月 18日 三菱石油水島製油所에서 일어난 重油 流出事故나 1975年 1月 6日의 마라카海峽의 祥和丸 座礁에 따른 石油流出 事故등의 큰 事故가 계속되어 重化學工業이 지닌 하나의 現象으로서 內外에 活潑한 論議와 反省을 촉구하게 하였다.

前記한 바와 같이 石油危機에 따른 石油需給과 價格의 波紋에서 石油産業의 構造나 姿勢, 企業의 社會的責任, 에너지政策 등 從來의 檢討事項이나 課題가 最近에 들어서 한꺼번에 露出되게 되었고 또한 이들 石油로부터 環境影響의 防止에 對하여는 石油에 따른 事故-公害가 大形化하여 이들의 對策도 從來以上の 것이 要求되고 있다고 하였다.

## 2. 石油와 石油關聯施設

소위 重工業化라고 하는것은 石油를 基礎로 하는 産業이라 할 수 있으며 우리나라나 日本에서는 그 原油의 供給이 完全히 海外石油에 依存하고 있는 實情이다

1973年의 石油危機以來 원활하지 못한 石油需給과 그것이 물고 온 不況 때문에 우리나라를 위시한 各國에서 에너지節約 運動이 활발하고 끈질기게 展開되어 相當한 實効를 거두었으므로 最近의 原油輸入量은 多少 停滯를 나타내고 있다.

가까운 日本의 例를 보면 1973年度의 原油輸入量이 2億 8,900萬kl 이든 것이 1974年度에는 産業用의 需要가 豫想外로 停滯되었기 때문에 2億 7,800萬kl 로서 豫想보다 減少하여 1973年 보다 3.8% 減少되었으며 只今까지 急速히 增加를 거듭해온 日本의 原油輸入量도 戰後 처음으로 떨어지는 현상을 나타내게 되었다는 것이다.

또 1975年에도 1973年度 輸入量 程度가 예상되어 1~2年의 原油消費는 停滯가 豫想되고 있다.

그렇다 해도 日本에서는 約 3億kl의 原油가 輸入되어 産業用이나 市民用으로의 需要에 消費되고 있으며 우리나라도 年間 約 2,500萬kl의 原油가 輸入되어 消費되고 있으므로 石油의 量的 確保가 重要한 問題인 것은 당연한 일이라 하겠다.

1973年의 石油危機以來 물고 온 價格의 暴騰에 對항하기 위하여는 이들의 經濟的 利用과 備蓄量을 늘리는 일이 우리나라를 위시한 非産油國에서는 重要한 課題로 擡頭되었다.

그러므로 原油등 第1次資源의 輸送에 있어서는 輸送原價를 切減하는 일이 經濟的인 面에서 重要한 일로

서 그러기 위하여는 大量輸送이나 大量備蓄이 必然的인 것으로서 그 對策으로서 Tanker의 大形化가 要求되어 이미 50萬 DWT 級의 Tanker가 出現하고 있는 實情이다.

이와 같은 大形 Tanker의 運航을 생각할때 既設의 水路나 港灣의 條件으로는 이미 限界에 이르렀으며 마라카海峽 事故의 例에 依해서도 問題가 露出되고 있으나 港灣이나 備蓄基地에 對해서도 大量輸送方式에 適應한 새로운 형의 基地設備 등이 必要하게 되었다. 이 새로운 流通方式의 한가지 方法으로서 合理的인 原油貯留基地(CTS) 計劃이 推進되고 있으며 특히 日本과 같이 沿岸航行의 過密, 淺海內灣이 많은 狀況에 있어서는 從來의 制約條件에서 떨어진 새로운 立地를 求할 必要가 있다고 한다.

그러나 한편 우리나라와 日本의 周邊海域은 漁類의 豊富한 漁場인과 더불어 뛰어난 自然環境下 이므로 이들과의 調和있는 立地와 建設이 要求되는 制約은 점점 높아져가고 있다고 할 수 있다.

어느 나라이든 마찬가지로 우리나라 역시 모든 精油施設이 海岸地帶에 位置하고 있으며 대개의 工業團地나 貯油施設들이 海岸地方에 있으므로 必然的으로 公害問題나 環境影響 問題를 일으킬 可能性이 클뿐 아니라 海上의 石油汚染이나 陸地에서의 流出油 汚染 역시 남의 나라의 일로만 지켜보고 있을 時期는 아닌 것으로 判斷되며 石油精製나 石油化學工業의 新, 增設에 制約乃至는 抑制등이 考慮되어야 할 것이다.

近來에 모든 産業이 急進的인 發展을 보게 되었으며 이와같은 産業擴大의 基盤이 한결같이 石油에 依存되어 왔기 때문에 石油輸送의 大形化와 石油精製나 貯油施設의 增設을 圖謀하여 왔던 것이다.

日本에서는 最近 10年사이에 外航 Tanker의 數가 約 2倍로 增加하였으며 貨物船은 1.45倍 정도인 것으로 보아서도 石油輸送은 날로 增加를 거듭하고 있다. 또 石油貯油施設은 熔接技術 或은 建設材料(高張力鋼)의 開發에 따라서 大形化하여 1基當 10萬kl, 15萬kl 등의 大形 Tanker의 建設의 一般的으로 되었다.

이와같은 狀況下에서 日本의 石油産業의 앞날에는 새로운 立地의 利用이 限界에 가까워 졌다고 한다. 특히 最近에 많이 발생하는 石油基地 或은 Tanker의 事故에 依해서 이들은 再檢討를 必要로 하고 있으나 前記한 現況下에서도 이들의 打開策으로서는 中間地精製, 生産地精製 問題가 열심히 檢討되었고 또 海底石油의 開發과 더불어 海洋開發의 一聯의 構想中에서 海底貯油, 海上貯油施設, 海上石油精製所의 建設이 檢討되어 왔다.

石油의 取扱設備는 立地된 場所에서 臨海形, 內陸形, 外洋形의 3가지 형태로 區別되지만 日本에서는

臨海上의 貯油基地나 石油精製所가 大部分으로서 關聯되는 石油化學コンビナート도 여기에 近接되어 立地되고 있다. 다른나라에서는 臨海形外에 內陸形도 있으나 日本에는 內陸形은 없으며 또 外洋形도 아직 構想段階에 있다고 하며 外洋形이라 불러 줄 수 있는 繫船施設(bath)은 1973年 苫小牧에 出光興産에 依해서 建設되었다.

以上과 같이 日本의 産業이 石油을 基礎로하는 産業이고 그 石油의 貯油·精製施設이 거의 臨海形이며 더구나 100%에 가까운 海外石油을 大形 Tanker에 依해서 輸送하여 이들 貯油, 精製施設에 接岸하는 構造를 가지고 있으며 우리나라 역시 日本과 거의 비슷한 형편이다.

이와같은 石油의 輸送過程에서 Tanker 以外の 폭주하는 船舶의 航行을 포함하여 石油에 依한 환경영향은 크고 적게 계속 발생한다는 것은 극히 必然的인 것이라고 할 수 있겠다. 더구나 앞으로도 産業基盤을 대폭적으로 石油依存에서 脫皮한다는 것은 어려운 일이며 최근의 事故들은 今後의 石油備蓄의 增加, 精製 및 關聯産業의 展開에 하나의 波紋을 던진것이라고 할 수 있겠다.

### 3. 石油에 依한 海洋汚染의 實態

石油産業 및 그를 基盤으로하는 各種 産業이나 市民生活이 高度로 發展함에 따라서 石油輸送 및 一般 船舶의 航行이 增加하는 것은 當然한 事實이고 이들 航行船舶의 增加나 各種 産業의 發展에 많은 公害 특히 排水, 排棄油, 等の 問題가 두드러지고 있음에도 불구하고 이들은 더욱 增加一路에 있는 傾向이다.

海洋에 對한 汚染은 勿論 여러가지를 들 수 있으나 특히 石油에 依한 汚染이 가장 많고 그것도 船舶의 廢棄(投棄)에 依한 것이 많다고하며 위에서 言及한 바와 같이 船舶의 航行數는 날로 대폭적인 增加를 나타내고 있는 實情으로서 日本에 入港하는 船舶의 總噸數는 1962年의 10억 8천만톤에서 1972년에는 27억 3천만톤으로서 2.5倍로 증가하였다. 이 가운데 東京灣, 伊勢灣, 瀬戶內海의 3海域은 全國의 平均보다 커서 2.8倍에 達하였고 增加率은 이 3海域中 東京灣 3.2倍, 瀬戶內海 2.8倍로 나타났다. 이들 入港船舶의 總噸數는 瀬戶內海가 커서 1972年의 入港總噸數는 11억 9천만톤으로서 全港灣의 27억 3천만톤의 43%를 占하고 있으며 1962年의 40%보다 增加하고 있다.

또 日本의 主要 狹水道의 1日 平均의 通航船舶의 隻數를 보면 瀬戶內海로 들어오는 明石海峽이 가장 많아서 하루에 1,753隻이 通航한다고 하며 이 가운데 1만톤 이상의 貨物船이나 tanker는 17隻을 헤아리고 明石海峽의 1分當 通航隻數는 1.22隻이다. 한편 京東

에 들어오는 浦賀水道의 通航船舶의 隻數는 1日當 949隻으로, 1分當 0.66隻으로 明石海峽의 約 半에 相當하는데 1만톤 이상의 貨物船等은 34隻으로 明石海峽을 通航하는 大形船舶의 約 2倍의 隻數를 헤아리고 있다.

이와 같이 日本은 4面이 바다로 둘러 쌓인 海洋國으로서 外國으로 부터의 入港船舶等은 日本經濟의 barometer가 되지만 工業國인 日本에의 入港船舶은 各主要 狹水道 共히 1分當 約 1隻의 船舶이 通航한다는 過密·輻輳狀況을 나타내고 있다고 한다.

이와 같이 船舶의 왕래가 심하므로 선박으로 부터의 排出, 投棄物이 증가하는 한편 이와 같은 通航의 폭주화나 大形船舶의 通行은 많은 事故의 原因이 될 가능성이 있다.

일본의 海上保安廳에서 조사한 tanker의 海難의 종류별 事故발생은 航行船舶의 증가에 따라 증가하고 있으며 1969年의 132件에 比하여 1973년에는 160件의 事故가 발생 하였다고 한다.

이들 事故의 발생 原因은 가장 많은 것이 座礁에 의한 것으로서 每年 約 60件을 헤아리고 다음으로는 機關故障에 의한 것이다. 機關故障은 1973年은 32件으로서 약간 증가 추세를 보이고 있다.

1973年의 海難事故 160件(그中 外國船 10件) 가운데 tanker의 크기로는 500톤 미만의 것이 가장 많아서 56%의 89件을 헤아리며 10,000톤 以上の tanker는 11件으로서 그 가운데 8件이 外國船이며 이들도 좌초가 3件에 이르고 있다고 한다.

以上은 tanker의 海難의 狀況을 나타낸 것이나 이들 事故 가운데 좌초나 충돌, 火災 등은 石油流出事故와 관련되는 確率이 높고 또 航行船舶數의 增加나 大形化에 依한 海難事故가 日本海域의 周邊에서 約 2日에 1件씩의 比率로 發生하고 있는 實情이라고 한다.

#### (1) 石油汚染의 急增

이와 같은 海難을 中心으로하여 船舶事故에 따른 海洋汚染이 發生하는데 海洋汚染의 가장 큰 原因이 石油에 依한 汚染이다. 表 1은 日本에서의 海洋汚染의 確認件數 및 그 原因을 나타낸 것으로서 海洋汚染의 發生確認件數는 해마다 증가하고 있으며 1969년에는 308件이던 것이 1973년에는 2,460件으로서 5年 사이에 約 8倍로 늘어난 상태이다.

이들 海洋汚染 가운데 石油에 依한 汚染의 確認件數는 全件數의 約 80%를 占하고 있어 石油에 依한 海洋汚染이 가장 크다는 것을 나타내고 있다. 石油에 依한 海洋汚染은 船舶에 依한 排出油, 陸上排出油, 原因不明油, 海難事故에 依한 石油等이 汚染原因이 되고 있으나 이들 가운데 船舶의 故意나 操作不注意 등에 의한 不法投棄가 主因으로 되고 있다고 한다.

表 1 海洋汚染의 發生 確認件數

原 因	船 舶 排出油	陸 上 排出油	原 因 不明油	石 油 以外	計
1969年	175	29	69	35	308
1970年	191	40	118	91	440
1971年	879	97	324	321	1,621
1972年	1,090	98	795	300	2,283
1973年(件數)	1,211	97	752	400	2,460
(構成比%)	49.2	3.9	30.6	16.3	100

\* 73年の 發生原因別

(1) 原因이 判明 된것		%
故意, 故意的 容疑가 있는것	650	(26.4)
잘못 操作	580	(23.6)
탱크, 파이프破損	73	(3.0)
海 難	115	(4.7)
其 他	6	(0.2)
計	1,424	(57.9)
(2) 原因不明의 것	1,036	(42.1)
(1,036件 가운데 赤潮에 의한것)	246	(10.0)
(3) 計	2,460	(100)

1973年의 것을 살펴 보면 船舶排出油에 의한 것은 全體 石油汚染件數의 約 50%를 나타내고 있다. 여기에 對해서는 石油에 의한 汚染과 石油排出 主體와의 因果關係가 判明되지 않은 것을 포함한 原因不明에 의한 石油汚染이 約 31%를 占하고 있으며 이러한 排出油에 의한 日本近海의 汚染은 近年에 더욱 심화되고 있다고 한다.

또 seabath에 있어서의 油濁의 事例로서 이들 事故는 tanker에서 送油管으로 送油中の 操作ミス 등의 경미한 誤操作이나 不注意에 의한 事故가 많고 排出된 石油의 量도 100kl 以下の 少量의 油濁例가 많다. 勿論 이들의 事例가 排出油의 量이 少量이므로 무시해도 좋다는 것은 아니고 이와 같은 경미한 事例가 管理의 不充分에 依해서 不斷히 發生되고 있다는 것이 問題點으로 대두되고 있다는 것이다.

(2) 몇가지 큰 海難事故

이와 같이 海難이나 sea bath 등의 石油取扱 設備에서 發生하고 있는 石油에 依한 海洋汚染의 例를 들었으나 石油에 依한 海洋汚染의 最大의 것은 海難에 依한 것이리라. 이들은 世界的으로는 1967年의 트리카니온 號 事故를 들 수 있으며 日本에서도 1971年 新潟沖에서의 주리아나號, 東京灣에서의 明原丸事件, 下津에 있어서의 웨스트민스타·부릿지號 事件 등을 들 수 있다.

주리아나號 事件은 1971年 11月 페루시아灣에서 原油 21,700kl를 積載하고 新潟港外에 停泊하고 있는 주리아나號가 突風に 依해서 홀리 日和山海岸 400m 沖合에서 座礁하여 船體가 두동강이 나서 2個의 油槽에서 原油가 流出하여 一部는 回收되었으나 約 6,500톤

의 原油가 流出되었다고 推定되는 事件이다.

이 주리아나號 事件은 多幸히도 外洋인 開放된 地形 狀況 海水의 流動性, 冬期の 氣象條件, 아지랑이에 가까운 海上條件 때문에 汚染海域에서의 石油의 分散이 비교적 빨라서 汚染의 淨化, 回復이 순조롭게 進行되었다고 보고 있다.

明原丸事件은 川崎에 入港한 明原丸에서라고 推定되는 荷役中の 重油의 流出이 다음날 아침 千葉縣內灣의 鷺漁場을 습격하여 約 8億圓의 피해를 준 石油汚染의 事故例로서 現在 이들 石油流出과 汚染被害의 因果關係를 모아서 係爭中の 事件이라 한다.

또 웨스트민스타號 事件은 1972年 11月 同船(鑛物 運搬船, 42,200 總톤)이 棧橋에 衝突하여 棧橋上의 높이 30m의 loading arm을 뒤집어 原油 約 350톤이 바다에 流出한 事故이다.

이들 3가지의 커다란 事故는 각각 다른 事例를 나타내고 있으며 주리아나號는 外洋에서 더구나 冬期の 거치른 日本海에서 일어난 事故로서 石油汚染의 淨化 擴散이 매우 빨리 이루어졌으며 明原丸事件은 石油汚染으로서는 크지만 unloading 中の 操作미스로서 不注意에 의한 事例이고 웨스트민스타 事件은 操船미스임과 더불어 陸上의 石油가 海上으로 噴出했다고 하는 별로 드문 事例임을 알 수 있다.

이와 같은 많은 事故例는 石油汚染의 觀點에서 보면 少量의 汚染은 보통 일어나고 있고 더구나 이들 汚染의 原因은 어느것이나 操作의 不注意에 의한 것이 大部分이라는 것 또 큰 事故는 발생한 事故에 의한 汚染이 큰 피해를 가져오고 있는데 이들도 操船이나 操舵의 미스등 부주의 때문에 일어나고 있는 實情이다.

(3) 水島事故의 波紋

이와 같은 狀況下에서 1974年末에 水島事故가 발생하였다. 水島事故는 그 實態나 被害의 實情은 各種 報道에 의하여 報告되었으며 또 자세한 조사도 되어 있다고 하거니와 이 事故는 위에서 記述한 과거의 石油汚染의 事故例와 달라서 새로운 問題를 提示하고 있는 것이라고 한다.

그 가장 큰 特徵은 陸上탱크의 事故인點, 더구나 瀬戶內海라고 하는 靜水로 볼 수 있는 內海에서 일어난 것으로서 石油産業에 있어서는 커다란 쇼킹한 事故였다는 것이다.

과거의 石油汚染과 같은 事例에 對해서는 그 防除對策도 強化되고 있으나 比較的 간편한 常備品으로 처리 되어 왔다.

石油에 依한 海洋汚染은 日本이나 韓國의 周邊이 世界에서도 좋은 漁場이고 더구나 周邊海域은 養殖漁業이 盛業中이며 또 김, 貝類 등 淺海域에서의 栽培漁業이 발달되어 있는 우리나라나 일본에서는 그 被害는

他國에서 例를 볼 수 없을 정도로 영향이 크다. 그러므로 海洋의 石油汚染 對策도 그만큼 重要하고 신경질적인 것은 물론이다.

또 石油과 물과는 혼합되어 원래의 石油와는 다른 성질의 乳化涉이 될 可能性이 있다. 트리카니온號의 보고서에서도 그후 동식물에는 거의 重大한 영향을 주지 않았다고 보고 되었으며 外洋이기는 하지만 前記한 주리아나號 事件과 같이 재빠른 擴散에 덕을 본 事例도 있다.

그러나 水島事故와 같이 大量的의 重油가 陸上에서 流出한 것은 流出海面이 잘 안된 것이었다고 한다.

#### (4) 石油에 의한 海洋汚染의 防除

石油에 의한 海洋汚染에 對한 狀況은 突發的의 海難의 數例를 포함하여 各國의 海域에서 많이 發生하고 있다. 이들은 어느것이나 石油의 輸送이나 移送하는 사이에 操作미스나 船舶의 投棄 등이 많고 海難에 의한 大事故를 除外하면 比較的의 少量의 石油 流出이 많다.

이들 少量의 石油流出도 쌓이면 海洋汚染의 큰 要因이 되고 또 因果關係의 究明이 되지 않은채 漁民에게 피해를 준 例가 많다.

이들 石油汚染의 擴大에 따라서 일본의 運輸省은 1974年 7월에 海洋汚染防止法 施行規則의 一部를 改正하여 實施하고 있다. 이는 船舶에서는 150總톤이상 陸上의 石油保管 施設에서는 500kl 이상의 施設을 對象으로 하여 排出油의 防除를 위한 oil fence, 石油處理劑 및 石油吸着材의 備置를 義務化하고 있다.

이와같은 省令의 特徵은 선박을 대상으로 하는 것에 표시되어 있으며 그 하나는 備置場所로서 隨伴船이라도 좋다는 彈力性이 있고 또 이들 船舶이 入港하는 陸上基地에 備置해도 좋다고 되어있는 것이다.

탱크나 一般船舶의 內航船은 어찌든간에 CTS에 卽入하는 外航船(外國船) 등이 事故를 일으킨 例는 앞에서 記述한 바 처럼 事故의 規模가 크고 이때의 排出油의 處理에는 防除資材를 船舶에 備置하느냐 陸上에 備置하느냐를 自由로 선택할 수 있도록 되어 있다.

이들 基準에 따라서 주리아나號事件과 같은 커다란 海難에 의한 것은 別途로 하고 荷役時 操作미스에 의한 中規模정도, 예컨대 10만총톤 이상의 船舶으로 320톤 정도의 石油를 排出하는 事故에는 거의 對處된다고 한다.

이상과 같이 防除對策이 점점 확립되어가는 時點에서 水島事件과 같이 陸上基地에서 탱크의 沈下에 의한 龜裂事故를 발생하고 있다. 이는 전혀 前例없는 事故例이며 더구나 大量的의 流出油였다는 點에서 이에 對한 對策은 다른 觀點에서의 對應이 要求되고 있다. 이와 같은 省令에 따르면 조작미스에 의한 石油流出에 거의 對處된다고는 하지만 이 이상의 事故에 對해서는

船舶例는 물론 콤비네이트港을 中心으로 하여 石油企業, 海上保安廳, 港灣管理者, 消防關係者, 地方公共團體 등의 有機的인 結合에 의한 體制조성이 급선무라고 지적되고 있다고 한다.

流出油 防除對策은 앞으로 한층 더 強化할 必要가 있다. 石油吸着材나 oil fence는 多面的인 海洋利用產業이 存在하는 海域에서는 石油處理劑 보다는 有用하다. 그러나 oil fence를 例로 들면 일본에서도 各企業이 이제 아이디어를 比較하는 段階이고 海象, 氣象條件 혹은 流出油의 量을 加味한 完壁한 fence의 開發은 앞으로 期待해야 할 일이지만 防除對策, 防除資材 다시 말해서 防護對策에는 有機的이고도 多角的인 檢討가 必要하다는 것을 強調하고 싶다.

우리나라에는 아직 이와 같은 石油汚染에 對하여 심각한 反應을 보이지 않고 있으나 지난 1975년에는 原因모르게 近海의 漁場들이 公害로 인한 數億台의 損失을 초래한 事實이 있었음은 報道에 의거 周知의 事實로서 우리나라의 業界에서도 oil fence의 開發 乃至 設置를 서둘러야 할 것으로 期待되는 바이다.

### III. Oil Fence의 現況

#### 1. 바다와의 共存을 위한 Oil Fence

現在 世界的으로 年間 約 200만톤 가까운 石油가 바다로 流出 또는 排出되고 있는 實情이다. IMCO(政府間海事協議機構)에 提出된 根據등도 이를 확실히 증명하고 있는 것으로서 여기에 對하여 各國의 海洋關係者나 學者들은 한결같이 이대로 放置하여 두면 世界的海洋이 死滅될 것이며 나아가서는 地球가 窒息死 할 것이라는 警鐘을 울리고 있는 實情으로서 石油汚染防止에 對해서는 미리 流出이나 排出를 防止하는 것이 最善策이지만 2次 被害를 최소한으로 막는 事後處理도 必要하다. 그럼에도 不拘하고 石油가 없이는 우리가 享有하고 있는 文化 文明의 生活이 成立되지 않는다고 하면 海洋과 共存의 길을 探求하지 않으면 안될 것이다 그래서 國際的으로도 相當한 研究가 進行되고 있으며 날로 늘어나고 있는 汚染을 최소한으로 막는 努力도 展開되지 않으면 안될 것이다. 가까운 日本에서는 oil fence를 船舶에 搭載하도록 指導하고 또 監視體制를 強化하는 方法으로 對處하게 되었다고 한다.

그러나 從來의 이와같은 緊急對策으로서의 措置만으로는 不充分하다는 것을 關係者들이 認識하게 되었으며 실지로는 被害가 현저한 漁場이나 海水浴場, 工場排水口 등에 oil fence를 설치하여 汚染을 防止하는 方法이 實施되고 있다는 것이다.

日本の 運輸省은 다시 이를 徹底하게 하기 위하여

1974年 7월에 省令을 發布하여 船舶, 石油基地, 一定量 以上の 石油保管場所, 係留場所에서는 oil fence 와 같은 流出油 防除資材의 備蓄 또는 使用을 義務化 하였다.

이와 같은 일련의 움직임에서 oil fence 의 需要는 특히 1974年 9月 이후 增加一路에 있다고 하나 需要者가 限定되어 있기 때문에 需要가 一巡하고 나면 沈滯化할 것이라 하는것이 일본 業界의 一致된 見解라고 한다.

## 2. 日本의 Oil Fence 의 現況

最近 日本에서의 生産量은 明確하지는 않으나 1973年 12月末 現在의 海上保安廳 調査資料에 依하면 約 40萬m 가 全國에 備蓄되어 있다고하며 1974年의 總需要量은 20~30萬m 였다고한다. 따라서 推定에 지나지 않으나 1974年 12月末 現在 約 60~80萬m 의 oil fence 가 備蓄되어 있는 셈이되며 이 數字는 內航의 中小 tanker 數의 增減, 漁業關係에서의 需要增加 等の 流動의 要素가 包含되어 있으나 業界에서 非公式的으로 알려지고 있는 必要數量和 거의 一致한다고 한다.

이와 같이 限定된 需要에 比해서 1974年의 일본 運輸省令의 公布를 前後해서 他業界의 進出이 눈에 띄게 되었고 메이커數도 以前の 15個社에서 20個社에 達하는 氣勢에 있다고 한다. 그래서 지난날의 보울링볼과

같은 양상을 낼것이 아니냐고 우려를 表明하는 意見도 나오고 있다고 한다.

現在 日本에서 oil fence 의 規格品을 製造, 販賣하고 있는 회사들은 다음 表 2와 같다.

近年 需要者側도 使用目的에 따라 oil fence 의 形式을 選定하는 경향이 현저하게 되었기 때문에 oil fence 의 分化가 進行되고 있다. 그러나 比較的 安價인 浮上式의 固形式이 태반을 占하고 있는 實情이라고 하며 需要者側에서는 競爭激化에 依한 값싼 粗惡品이나 oil fence 의 改良이 停止되어버릴 위험이 있다고 表明하고 있는 實情으로서 이點에 對해서는 海洋汚染面에서도 業界에서 留意해야 할 것으로 본다.

1974年末의 三菱石油水島製油所의 流出事故는 여러 가지 論議를 던졌으나 oil fence 의 機能에 對해서도 檢討를 加하게 되었다. 결국 oil fence 만으로는 石油의 擴散을 防止할 수 있을 뿐이므로 다시 石油를 除去할 수 있는 어떤 手段이 必要하다는 것이다.

oil fence 業界에서도 回收裝置等을 包含한 綜合的인 油濁防止裝置의 開發을 進行하고 있는곳이 있다고는 하나 이는 앞으로 政府가 中心이 되어 綜合的인 海洋汚染防止 對策을 세워야 할것이며 아름다운 바다를 되찾기 위해서도 早速히 이루어져야 할것이다.

## IV. Oil Fence 의 有効性

### 1. 滯油性能에 아직 改善의 餘地

oil fence 는 海上에 流出한 石油의 擴散을 防止하여 油濁이 되는 海域을 制限하고 或은 特定海域으로 石油가 放流하는 것을 防止하는 한편 能動的으로 石油를 좁은 範圍로 몰아서 回收作業에 對備하기 위한 機材라는 것은 周知의 事實이다.

初期의 oil fence 는 環境條件에 對한 配慮下足으로 거의 役割을 하지 못했다고 한다. 그러나 1970年 以後 環境條件 保全에의 關心이 높아짐과 더불어 감독 官廳의 指導援助下에 oil fence 의 機能, 耐久性, 展張性等的 研究가 계속 되었으며 그 가운데 가장 큰 問題點은 滯油性能에 관한 問題이다.

oil fence 를 船艇으로 끌고 갈때 曳航의 反作用이나 潮流等에 依하여 流出油가 oil fence 의 아래쪽에서 또 때로는 위쪽에서 擴散해 버리는 것이 今까지의 問題點이었다.

### 2. 惡天候일 때에는 港內에서도 無効

이러한 問題들에 對處하기 위하여는 大形의 oil fence 를 考慮하게 되는데 그곳만으로는 不充分하며 또 스커트部를 剛性으로 하게되면 展張이 곤란하게 된다고 한

表 2. Oil Fence 製造會社一覽

會社名	種類		固形式		浮沈式
	A	B	A	B	
井上 고무 工業			○	○	
가 나 메 産業			○	○	
鈴 英			○	○	○
住友 電氣 工業	○	○			
다이 호 工業			○	○	
高階 救命 器具			○	○	
太陽 工業			○	○	
東京 東洋 고무	○	○			
中村 船具 工業			○	○	
藤倉 고무 工業	○	○			
BS			○	○	○
三菱 電機	○	○			
森下 化學 工業	○	○	○	○	
安永 理研			○	○	
월드 오오 시언			○	○	○
시 스 램			○	○	
住友 고무 工業			○	○	

\* 1. A.B는 省令으로 定한 形式이다.  
 2. 膨脹式, 固形式의 명칭은 浮沈式의 形狀에 基準  
 3. 월드社의 浮沈式은 橫濱고무와 共同開發中

다. 그래서 取扱할 때에는 柔軟性を 나타내고 흐름에 對해서는 剛性を 나타내도록 스커트의 縱方向으로 補強部材를 넣거나 스커트의 兩側을 넷트로 만들어서 그 아래쪽에 曳航索을 設置하는 등의 研究가 進行되고 있다. 그러므로 이들 문제는 서서히 改善되어 가고 있다고 한다. 그러나 表 3에서 보는 바와 같이 惡天候일 때에는 港內에서 까지도 만족스럽게 使用할 수 있는 것이 없는 狀態에 있다고 할 수 있다.

한편 歐美에서의 流出油 對策은 유유럽諸國이 化學處理를 主體로 하고 있는것에 比하여 美國에서는 物理

表 3. 現用 Oil Fence 의 有効性

海域	氣象·海象		平 穩	普 通	惡天候	風
	內	灣				
港	內	灣	◎	◎	△	×
海	內	灣	◎	○	△	×
內	外	洋	◎	○	△	×
外	內	灣	○	△	×	×

◎ : 有効                      ○ : 일단 有効  
△ : 不充分                  × : 無效

的處理를 主體로 하고 있기 때문에 oil fence에 對한 研究도 포함하여 進行되고 있는 셈이다. 緊急用的 輕量形 이외에 外洋用的 大形에 이르기 까지 開發되고 있는 實情이라고 하나 取扱等に 問題點이 많다고 한다.

## V. Oil Fence 의 技術開發展望

### 1. 流出油의 回收 및 處理

海洋에서의 流出油事故의 對策으로서는 oil fence에 依한 滯油·捕集, 吸着材에 依한 回收, 化學處理劑에 依한 中和等的 化學處理方法, 石油回收船에 依한 處理 등이 있으나 이들 oil fence를 中心으로 하는 流出油 防止對策은 自然環境이나 社會環境保全 때문에 極히 重要하게 되었고 그러기 때문에 先進國에서는 이들 資材의 需要가 急增하게 되었다고 하나 이 流出油 防止資材로서의 吸着材, 化學處理劑, oil fence 등 어느 方法도 아직 開發途上에 있는 實情이다. 特히 이들 資材의 性能은 氣象, 海象, 地勢 등에 따라 크게 左右되어 oil fence의 경우에도 石油의 相對流速이 0.7 노트를 넘으면 流出油가 fence의 아래로 스며나고 또 展開技術, 結合方法, 靜電氣帶電 등의 問題가 있다고 한다. 石油 吸着材도 吸着後의 回收方法 혹은 吸着油의 處理問題가 큰 課題로 되어 있고 한편 化學處理劑에 있어서도 引火點, 乳化率, 魚類에 對한 毒性 등 많은 問題點을 가지고 있으며 前述한 氣象, 海象 例컨대 外洋은 물론 近海나 沿岸에 있어서도 潮流, 波浪, 風量 등에 따라서도 그 効果에는 현저한 차이를 나타낸다고 한다.

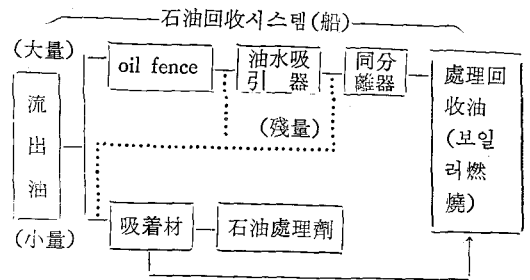
이 때문에 滯油에서 回收 그리고 分離, 後處理 등 一貫된 流出油 處理工程의 확립이 큰 과제로 되어 있으며 개개의 處理資材도 이 시스템에 相當하는 큰 效果를 발휘할 수 있는 製品開發이 急速히 이루어져야 할 必要가 있으며 또 이와 같은 方向으로 움직이고 있는 實情이다.

### 2. 流出油의 防止 및 處理

流出油의 防止方法은 流出한 海面의 海象, 氣象, 地勢 등의 外的인 條件에 크게 左右되고 또 流出油의 種類, 流出量, 流出速度 등에도 影響이 미치는 것으로서 이들 條件의 變化에 따라서 그 防止方法도 여러가지로 複雜化 되어가고 있다.

一般的으로 流出油의 量의 大小에 따라서 그 處理 process는 表 4와 같이 된다.

表 4. 流出油 處理 Process



流出油의 量이 많고 또 石油의 粘度가 比較的 높은 때에는 石油의 擴散을 크게 하거나 oil fence를 펼치므로써 그 後의 擴散을 防止하고 油濁이 미치는 海域을 限定하거나 或은 特定한 海域에 流出油의 擴散이나 流入을 防止하여 一定海域의 적은 範圍에 스며든 石油을 回收한다. 流出油의 回收은 油水吸引器 또는 處理器에 依해서 海水와 같이 吸引하여 油水分離器로 石油과 물을 分離하여 回收油를 處理한다. 또 少量의 流出油일 때에는 石油吸着材 등으로 石油을 吸着하고 吸着劑를 回收하여 處理한다.

그러나 石油處理劑는 毒性이 強할뿐 아니라 多量의 處理劑를 쓰게 되면 漁業에 미치는 影響이 크므로 일본과 같은 나라에서는 社會的 問題로 대두되고 있어 그 使用이 後退하고 있는 傾向이다.

이상과 같은 流出油防止·處理資材는 現在 開發途上에 있으며 특히 水鳥事故와 같은 생각치 않은 大事故 및 突發事故에 대처하기 위하여 이들 資材의 開發과 이들의 system化에 依하여 즉각 처리되어야 한다는 것이 重要하게 되어 이러한 面에서의 開發이 進行되고 있는 實情이라고 한다.

이들 資材에 對한 技術開發은 特許公告面에서 추측하면 1961年頃 부터라고 볼 수 있으며 그후 각종 海

洋環境保全을 위한 製品이나 機器의 開發이 進行되어 오고 있다.

이들 特許面에서의 技術開發 動向을 보면 1961年 이후 점차 증가를 나타내고 있다. 이 과정에서 發生한 流出油事故인 트리캐니온號事故, 주리아나號事故등을 계기로하여 이들 流出油의 防止技術이 한층 증가한것을 볼 수 있으며 이러한 推勢로 보면 水鳥事故를 계기로 하여 재차 流出油 防止資材나 回收處理資材의 개발은 물론 system 化된 處理技術이 急速히 進展될것에 예상된다.

流出油의 量이 적고 또 流出速度도 별로 크지 않았던 初期에는 現在의 oil fence에 相當하는 것으로서 木材나 靑단인 使用되었고 靑단 같은 것은 石油吸着材로서의 역할을 해 왔으나 工業의 發達과 더불어 原油의 需要, 貯油設備의 大形化, 油槽船의 大形化, 이따른 tanker의 事故등을 中心으로 流出油도 量的으로 大形化하기에 이르러 이들에 對應하는 새로운 技術의 開發이 要求되게 되었다.

이들은 앞에서 記述한 바와 같이 트리캐니온號事故(1967年), 주리아나號事故(1971年) 등을 계기로하여 活發하게 되었고 特許面에서의 件數도 이들의 배경과 相關하여 增加 傾向을 나타내고 있다.

### 3. Oil Fence의 技術開發動向

Oil Fence에 對해서는 대체로 壁體本體의 隔壁單의 開發技術이 가장 많다. 이와 비슷하게 吸着材들의 開發이 이루어지고 있으며 이들 두 分野가 流出油 處理材로서의 技術開發의 實情이다.

Oil Fence의 技術中에서 隔壁單의 開發技術은 1965年頃 부터 특허공고도 증가하기 시작하였고 오늘날의 流出油防止의 System 化, 結合化의 시발이 되어 災防止나 隔集한 流出油의 吸收機能을 가진 機材와 fence와 的 結合技術의 開發이 急增하였고 同時에 靑단을 代身하는 吸着材등의 開發도 出願이 증가하기 시작하였다고 한다. 또 本格的인 oil fence의 개발도 이루어져 特許公告의 면에서도 그것을 엿볼수있게 되었다.

oil fence의 主要한 目的은 流出油의 擴散防止와 集油하여 處理에 편리한 역할을 할 수 있는 機能을 가져야 한다.

表5의 分類中 oil fence에 屬하는 것은 流木形, 衝立形, 圓筒形(橫形, 縱形), 三角形, 屏風形 등이 있다 海上에 뜨는 것으로는 1965年頃 부터 出願이 되기 시작하였으며 例컨대 水面防塵裝置 및 浮遊物隔壁이 各各 1965年과 1969年에 出願되었고 海上에 뜨는것 가운데에서 隔壁單인 것은 流木形, 衝立形등이 있으나 空氣式圓筒橫形의 技術이 가장 많다.

또 三角形, 屏風形등도 最近 開發되고 있는 傾向이

表 5. 流出油防止, 處理技術開發

分 類	特許公告件數의 集中度
壁 體	
▷海上에 떠있는 것	
隔壁單의 것	◎
其他 設備와 結合한 것	○
▷浮沈 하는것	○
—壁體間의 接合技術	○
—岸壁, 船體에의 結合技術	○
—壁體의 開口部技術	○
—氣泡水流로 하는것	○
—吸着, 吸引材 및 器具	○
—處理劑	○

\* ○은 보통   ◎은 큰것

엿보이고 있다.

流木形 oil fence가 最初로 나타난 것은 1960年代 초반으로서 1963年의 港灣에서의 油類浮遊防止用浮子 가 나왔으며 鹽化비닐管의 兩端을 閉塞한 浮子를 비닐系의 可撓性 연결구로 연결한 것으로서 oil fence의 初期技術이라고 할 수 있는 流木形의 代表的인 것이다.

衝立形 oil fence로는 1962年의 石油停止浮子로서 이는 水面에 세울 수 있도록 帶狀 nylon sheet에 플라스틱을 코오팅한것에 浮子를 달고 下端에 추를 달아서 直立浮遊시키는 것이다.

圓筒橫形 oil fence는 위의 流木形이나 衝立形 oil fence에 比해서 最近의 技術에 屬하며 이 圓筒橫形은 發泡體式 oil fence와 氣空式 oil fence로 나누어 지는데 氣空式쪽이 開發件數가 많다고 한다.

發泡體式 oil fence는 圓筒橫形의 各種 筒속에 發泡 poly urethane이나 或은 고무나 鹽化비닐 스폰지등을 充填하여 浮體로 하고 筒의 아래쪽에는 耐油性 커터 및 톤을 달아서 防油토록 한 것인데 운반, 보관, 설치등에 問題點이 있어 앞으로 氣空式이 主軸이 될 것으로 예상되고 있다.

氣空式 oil fence는 1961年이 그 시초로서 브릿지스톤社의 漏洩油回收裝置를 필두로 住友電工, 三菱電機 등 외에도 많은 會社들이 出願한 것이 있다고 한다.

또 三角形 或은 屏風形 oil fence는 최근의 技術로서 각각 特長을 가지고 있다.

以上과 같이 oil fence의 技術은 fence自體의 技術開發이 이루어지고 있을뿐 아니라 여기에 石油吸着材, 消火設備, 其他의 機能材料나 機器와를 結合시킨 상위 複合 oil fence라고 할 수 있는 것이 開發되고 있다.

한편 浮沈式 oil fence는 船舶運航時, 或은 平時에 잠구어 두었다가 必要할때에 主로 空氣를 注入하므로서 바다위에 뜨도록 하여 oil fence의 機能을 갖도록 한 것이다.



以上과 같이 oil fence의 技術開發은 相當히 활발하게 展開되고 있는 實情이다.

## VI. 結 言

위에서 列擧한 大形事故를 계기로 하여 海洋汚染問題에 對한 防止方法과 그 對策을 위시하여 oil fence의 技術開發이 急進的으로 발전을 보게 되었고 이들 機具의 需要가 擴大될 可能性을 內包하고 있다.

가까운 日本에서의 oil fence의 備蓄量은 대단한 것으로서 1973년에 約 40만m에 달하였고 1974년에는 約 70만m에 달하였다고 하며 oil fence의 製造業體나

16個 會社에 이르고 있으며 고무나 합성수지 업계는 물론 不織布나 纖維業界에서도 進出할 可能性이 크다는 것이다.

그러나 現在까지의 oil fence 만으로는 大形이며 突發的인 事故에 對處하기에는 難點이 많으므로 앞으로는 여러가지 환경조건이나 流出油의 事情에 對處할 수 있는 大形 fence의 開發이 要求되고 있다.

끝으로 우리나라에서도 海洋汚染에 對한 關心과 이에 對處하기 위한 諸般 준비가 이루어 지기를 바라고 이를 뒷받침 할 수 있는 oil fence의 技術開發이 하루 速히 이룩되기를 바라는 바이다.

## 토막소식

### 高溫加熱에 의한 합성고무類의 物性變化

BR, SBR, IR를 원료로한 carbon black 첨가 배합과 부첨가 배합을 200~300°C의 hot press로 가황시킨 것과 이들의 미가황 고무들에 대한 열적 변화를 비교 검토하였다.

BR와 SBR은 미가황, 가황 및 carbon black存否에 하등의 관계없이 온도가 높아짐에 따라 경화되고 팽윤율은 감소되며 비중은 증가되면서 가교가 진행되지만 IR에서는 미가황, 가황 어느것이나 250°C 부근에서 열화되어 분해가 일어난다.

BR와 SBR의 경도나 팽윤율의 변화는 250°C에서 300°C 사이가 현저하며 BR의 변화가 SBR의 변화보다 크다.

한편 赤外分析의 결과에서는 cis-1,4가 trans-1,4로 전위된 다음에 不飽和度가 없어지고 있으나 전위는 미가황 고무일 때 보다는 적다.

또 어떤 경우에서도 antoclave中에서 가열 연화되는 결과와는 相關性은 없다. 특히 가황된 BR는 고온 장시간의 가열로서 鱗片狀으로 파괴되기 쉬우므로 굴곡 시험을 행할 때 BR의 tubing에 관계되는 것 같은 결과를 나타낸다.

日本ゴム協, 49(5), 399(1976)

### 最近有望視되는 耐熱性 高分子物質

現在 가장 널리 사용되고 있는 내열성 고분자는

pyromeritic acid anhydrate와 P,P'-daminodiphenyl ether로 형성되는 polyimide이다.

이들은 成型이 가능하며 空氣中에서 300°C에서도 최하 1개월 동안은 안정하다. Du Pont Co.의 제품인 Nomex도 같은 芳香族 polyimide로서 높은 強度를 나타내지만 加水分解를 일으키기 쉽다.

앞으로 有望視 되는 것으로는 diamin-opedidine과 isophthal산 diphenyl로 생성되는 polycenzimidazol이다. 이것은 dimethy acetamide 용액에서 紡糸가 될 수 있으며 紡糸된 섬유는 300°C까지도 안정하며 吸濕性이므로 着心地에도 좋다.

또 加水分解에도 강할 뿐아니라 逆浸透壓用 膜으로서도 우수하다. 다만 tetramine의 가격이 비싸기 때문에 市販가격이 높다는 것이다.

二重鎖 또는 梯子型인 polypyrolon 및 polyquinoxaline도 高耐熱性을 나타낸다. 例로서는 1,4,5,8-naphthaline tetracarboxylic acid anhydrate와 3,3'-diamin-obenzidine으로 생성되는 pyrolone은 공기 중에서 500°C에서 무게 감소가 시작되나 그 무게 감소량은 적으며 이것을 진한 황산 용액에서 紡糸하여 520°C에서 冷延伸하면 우수한 내열성 섬유가 된다.

1,2,6,7-tetraketopylone과 1,2,3,5-tetraminobenzene으로 생성되는 paly quinoxaline은 공기중에서 460°C 이상에서 비로소 무게 감소가 일어나는 우수한 내열성 접착제이다.

또 興味있는 것으로서는 diamino thiadiazol과 pyridinetetracarboxylic acid와의 축합물은 수소원자가 없어 600°C에서도 안정한 물질이 된다.

J. Macromol. Sci. Chem., C13(2), 219(1975)