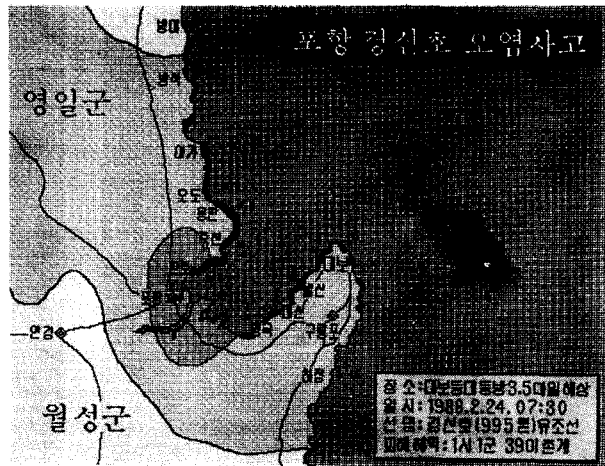


# 해양오염현황과 방제

해양경찰대 해양오염관리관실  
감시2계장 이 봉 길

— 목 차 —

- 1. 서 언
- 2. 해양오염 현황
  - 가. 유류오염원
  - 나. 해양오염 실태
  - 다. 유류오염의 영향
- 3. 해양오염 방제
  - 가. 방제 제도
  - 나. 유출유 방제 기술
  - 다. 사고선박의 조치사항
- 4. 결 언



## 1. 서 언

해양은 인간을 포함하는 모든 생명체의 근원지이고 어패류 등 식량자원을 공급하는 생산지로서 뿐만 아니라 조석, 파랑, 석유, 천연가스 등의 에너지자원과 마그네슘, 우라늄 등의 광물 자원 등 무한한 자원의 보고이기도 하며, 자원환경을 지배하는 기후조절자로서 그리고 해운업, 레크레이션과 관광이용 등 인간의 생활공간으로서 중요한

비중을 차지하고 있다.

특히 좁은 국토에 부존자원이 없는 우리나라의 경우 3면이 바다로 둘러싸인 반도라는 점에서 지정학적으로 해양의 중요성은 더욱 크다 하겠다.

이러한 해양은 지구 표면적의 약 71%를 점하고 있으며, 해수의 부피는 약  $1.37 \times 10^{21}$  리터가 되고 무게로는  $1.40 \times 10^{26}$ 톤이나 되어 이는 실로 엄청난 수량이기 때문에 웬만한 오염물질이 유입되어도 희석, 확산, 산

화 및 미생물의 분해작용으로 청결을 유지해나가는 자정능력(自淨能力)은 얼마든지 보유하고 있다고 믿어왔다.

그러나 최근 세계적으로 경제활동의 비약적 발전과 인구증가, 생활수준의 향상에 따라 증가일로에 있는 각종 폐기물은 직접 또는 간접적으로 매년 대량으로 해양에 유입되어 거의 자정능력을 초월하고 있으며, 이대로 방치한다면 해양생물의 사멸은 물론 인류의 생존 자체

까지도 위협 받게될 정도로 '해양오염이 심화되어가고 있다.

특히 현대문명은 "석유문명"이라 부를 정도로 석유가 에너지자원으로 각광을 받게 되었고 이를 바탕으로 한 석유관련 산업의 괄목할 만한 발전을 가져왔으며 이에 따라 원유수송을 중심으로 한 해상운송의 증대로 선박으로부터 배출되는 폐유 등의 유출사고에 의한 유류의 해양유출량은 매년 증가되고 있다. 여기서 유류오염을 일으키는 중요 발생원, 영향과 우리나라 오염실태 및 그 방지기술적인면들 검토 해 보고자 한다.

7,000만톤으로 증가된데 이어 1988년에는 10억5,000만톤으로 증가되었으며, 앞으로 계속 증가될 전망이며, 우리나라는 석유제품의 원료인 원유를 전량 해외에서 수입하고 있어 국내석유소비량의 증가에 비례하여 원유수입량도 1981년 2,494만톤에서 1987년에는 2,949만톤으로 증가 되었다.

이와 같이 해상물동량 증가에 따라 유류 해상유출량은 증가될 것으로 추정할 수 있을 것이다. 오염원별 배출량의 정확한 추정은 매우 어려운 일이나 1981년 국제해사기구(IMO)해양환경보

전회 이사인 Y. Sasamura씨의 보고에 의하면 연간 약 320만톤이 해상에 유출되고 있다고 보고되고 있다. 해상에 유출되고 있는 각 배출원별 배출량은 표1과 같다.

나. 해양오염 실태

해상활동에 따른 유류에 의한 해양오염이 국제적으로 가장 큰 영향을 미친 대표적인 사례는 1967년 영국의 Lands End 서방 약 25km의 Scilly섬앞 해상에서 Liberia 선적 유조선 Torrey canyon호가 Seven stones암초에 충돌하여 난파되면서 약 10일간

표1.세계적인 유류 유출량

(단위 : 만톤)

2. 해양오염현황

가. 유류오염원

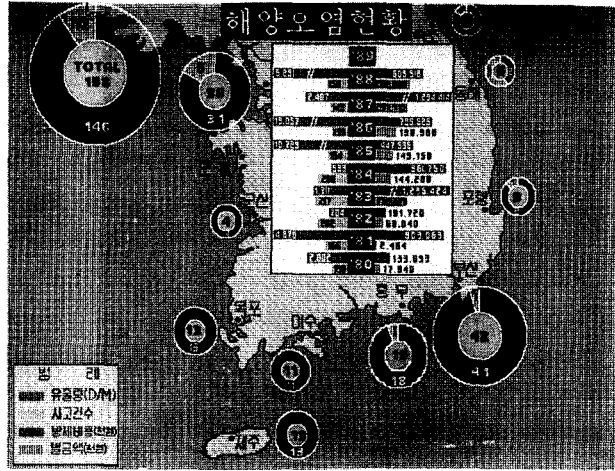
2차대전 이후 인류에 대한 해양유류오염은 두려울만큼 증가되고 있는데 유류오염은 석유를 기초로한 중화학 공업의 급속한 발달로 피할 수 없는 필연적인 결과인 것이다. 막대한 천연 석유자원의 이용과정에서 유류의 유실을 막기에는 어려운 점이 많으며, 유류누출사고를 막고자 하는 노력에도 불구하고 점차적으로 확대되어 생태계를 위협하고 있다. 세계 원유 해상물동량 추이를 보면 1980년대 들어 계속 감소되었던 세계 원유 해상 물동량이 1986년 이후 다시 증가하고 있다. 세계 원유 해상물동량은 1979년 14억 9,700만톤에서 1985년에는 8억 7,100만톤까지 감소되었으나 1986년 9억 5,800만톤 1987년 9억

구	분	유출량	비율(%)
1. 해상수송		15	46
· Tanker 운반		7.1	(22)
· Drydocking		0.3	(1)
· 해양터미널		0.2	(1)
· Bilge 와 연료		2.8	(8)
· Tanker 사고		3.9	(12)
· 비 Tanker 의 사고		0.2	(1)
2. 해상유전		0.5	1
3. 정유공장		1	3
4. 비정유공장의 폐기		2	6
5. 도시로부터의 폐기		7	22
6. 도시로부터의 유입		0.3	0
7. 강으로부터의 유입		4	12
8. 자연적 발생		3	9
9. 대기		0.5 ~ 5	1
합	계	32	

에 걸쳐 약 12만톤의 원유를 유출시킨 사고였으며, 이로 인하여 영국과 불란서는 막심한 어업 및 생태계 피해를 입힌바 있다. 또한 미국 Santa Barbara 해저유전에서 약 10만톤에 달하는 원유 유출사고도 널리 알려져 있으며 가장 최근 사항으로 1989. 3. 24 알라스카 남서부 Chugach National Forest 해역에서 미국유조선 Exxon Valdez호가 Prince William Sound 연안을 항해중 Bligh Reefs 암초에 좌초되어 적재원유 200,000kl 중 약 40,000kl가 해상에 유출되어 인근해역을 약 3,000제곱마일(50 x 60 mile)범위로 확산 연어, 청어, 새우, 게 등 어류 등의 수산물 피해와 생태계 파괴 및 세계적으로 유명한 관광지 경관 파손 등 그피해와 영향은 소련에서 일어난 체르노빌 원전사고와 비유되기도 하며 심지어는 제 2차대전 당시 히로시마 원폭 투하에 비교하기도 하여 미국의 언론, 방송에 연일 보도된바 있다. 이 사건을 계기로 미 행정부의 에너지 정책에 영향을 미칠 우려도 있으며, 환경보호론자들의 입지를 강화시켜 주는 계기도 되고 있다.

우리나라의 유류오염 현황을 살펴보면, 1979~1988말까지 10년간 우리나라 해역에서 확인된 해양오염사고 발생건수는 1782건에 유류 및 폐기물 44,693D/M 유출로 피해액은 790억원으로 추정되고 있으며, 피해 보상액이 146억여원에 이르고 있다.

이외에 확인되지 않고 금액으로



환산하기 어려운 해양생태계 파괴등을 고려한다면 그 피해는 더 클 것으로 추정되고 있다. 유류 유출사고에 의한 주요오염사고 사례를 살펴보면, 1981. 1. 1 인천 승봉도앞 해상에서 화물선 목련호가 좌초, 방카B유 약 390드럼을 유출시켜 주위 섬들과 충남 아산군 당진면 해태 양식장을 오염시켜 해태 약 16억여원의 피해를 입힌바 있으며, 1983. 2. 28 여수 호남정유 원유부두앞 해상에서 호남Jade호가 적재원유 약 950드럼을 유출시킨 사고로 70여일동안 방제비용 약 10억여원이 투입되고 이로 인한 피해는 약 27억6천여만원에 달했다. 또한 1985. 3. 14 경북 영일군 구룡포 장기갑등대앞 해상에서 기름마지선 천일호가 좌초되면서 방카 B유 약 7,900드럼이 유출되어 약 40억원에 가까운 피해를 냈다. 그리고 1987. 3. 2 경기도 용진군 영흥도 장안서앞 해상에서 유조선 제 1보운호 좌초사고로 적재유인 방카C유 등 약

392드럼이 유출되어 서해안 5개 시군 20개 면에 걸쳐 총연장 467km의 해안 일대를 오염시켜 208억여원의 피해보상요구에 58억여원의 피해보상과 10억여원의 방제비용이 소요되는 등의 피해를 낸바 있다.

가장 최근인 1988. 2. 24 경북 영일군 대포등대 약 3.5마일 해상에서 유조선 경신호(996톤)가 온산 쌍용정유에서 방카C유 약 12,800드럼을 적재하고 목호항으로 항해 중 기상악화로 침몰되어 발생한 사고로 약 5,000드럼이 유출(추정)되어 포항시 및 영일군 일대 39개 어촌계에서 16억8천5백만원의 어장피해를 내었으며 1차 봉쇄작업을 시도하였으나 아직도 계속 기름이 유출되고 있어 앞으로 근원제거를 위한 인양 문제, 피해보상문제 등 사회적 물의가 야기되고 있다.

현재까지 해양경찰대에서 집계된 우리나라 연안해역에서 발생한 오염사고 분석내용을 보면, 발생한 오염사고의 물질별 배출

내용은 폐유가 전오염량중 1,663 드럼(3.7%), 중질유35,243.6드럼(78.9%), 폐기물1,702드럼(3.8%), 경질유4,491드럼(10%), 원유1,543드럼(3.5%), 기타50드럼(0.1%)로 나타나고 있으며 배출원별로 분석하여 선박이 1,426건으로 전체의 80% 이상을 차지하

고 있으며 육상시설에서 165건(9.2%) 기타불명, 해양시설 등으로 나타나고 있다.

선박중에서 어선이 55%를 차지하고 있으나 소량의 빌지 배출사항이 많고 대형 유출사고는 거의 대부분이 유조선에 의하고 있는 것으로 분석되고 있다. 배

출원별 분석에 의하면 기기작동 등 취급부주의에 의한 발생건수가 806(45%), 빌지 등 고의배출이 589건(35%)으로 전체사고의 78%를 점하고 있음은 관리자나 취급자의 해양환경보전에 대한 인식이 부족되고 있음을 나타내고 있다.

1) 대형 오염주요 사고 “예”

오염원	발생일시 및 장소	유출량 (D/M)	사건개요	피해액(백만원)	
				요구액	보상액
목련호 (화물선) (3,800톤)	'81. 1. 1 14:00 인천승봉도앞 해상	방카 A, B 390	동남아에서 원목1,927본을 적재하고 인천항을 향해 항해중 선체균열로 선수부분이 파손되면서 선내에 해수가 유입, 승봉도 해안에 승양	4,334	1,524
호남제이드호(유조선) (83,819)	'83. 2. 28 09:45 전남여천군 호남정유원유 부두앞해상	원유 950	사우디아라비아에서 원유 182,581톤을 적재하고 여수항에 도착, 호남정유 원유부두로 항해중 항로이탈로 암초에 좌초	1,766	1,766
천일호(기름바지선) (721톤)	'85. 3. 14 23:17 경북영일군구룡포읍 및 장기갑 등대 앞 해상	중질유 및 경유 8,400	경남울주군 온산소재 쌍용정유(주)에서 유류8,400드럼을 적재하고, 예인선 무궁화호에 예인, 포항으로 항해중 기상악화로 침몰	3,969	125
제1보운호 (유조선) (9,762톤)	'87. 3. 2 12:00 경기도용진군 장안서서북방 1.1마일 해상	방카씨 디젤 392	경남울산에서 기름76,774드럼을 적재하고 인천으로 항해중 좌초, 선저에 파공이 생기면서 적재유중 일부가 해상에 유출	20,865	5,869
일만다라호 (화물선) (4,716톤)	'87. 4. 21 10:40 부산시해운 대구청사포앞	방카B 경유 599	부산항으로 항해중 기상악화로 암초에 좌초되면서 선저가 파공, 적재유의 일부가 해상에 유출	14,674	1,152

2) 해양오염 사고발생 및 피해현황 ('79/'88)

구분 년도	발생건수			유출량 (D/M)			피해액(백만원)		
	계	유	폐기물	계	유	폐기물	요구액	방제비 용	보상액
계	1,782	1,604	178	44,963	42,991	1,702	79,002	6,602	14,615
'79	128	109	19	2,432	1,621	811	100	30	29
'80	140	130	10	2,007	2,002	5	2,651	133	38
'81	185	166	19	4,915	4,878	37	6,172	993	1,874
'82	221	202	19	715	704	11	287	102	197
'83	248	217	31	1,108	1,711	97	6,708	1,235	2,490
'84	226	200	26	1,005	593	412	429	962	418
'85	166	154	12	11,020	10,729	291	5,107	447	587
'86	158	135	23	13,089	13,037	32	3,294	796	915
'87	152	145	7	2,412	2,407	5	52,617	1,294	7,876
'88	158	146	12	5,291	5,289	2	1,637	610	191

다. 유류오염의 영향

1) 일반적 성질

해면에 유출된 기름은 사방으로 균일하게 확산하는 경향을 나타낸다. 유동점이 주위의 해수온도보다 높은 원유나 중유의 경우에는 해면에 유출유 유온의 지하에 따라 유동성을 잃고 응고하기 시작하여 최종적으로 덩어리가 된다.

일반적으로 해상에 유출된 기름은 그 점성에 따라서 유층의 두께가 시간의 흐름에 따라 감소해 가지만 어느 시간이 경과하면 감소의 속도는 저하한다.

그 후에는 반짝반짝하는 무지개 색으로 빛나는 극히 얇은 유막으로 되기까지 천천히 확산하며 마침내는 이 얇은 유막도 시계에서 소멸된다. 기름의 성분 중 휘발성이 강한 것은 유출 후

비교적 빠른 시간 내 기화되며 혹은 점도가 낮은 성분은 박층으로 분산하기 때문에 후에는 점도가 높은 잔사성의 기름이 남는다.

원유의 유출량이 많으면 확산 속도도 빨라지지만 유출량이 확산속도를 좌우하는 것은 유출 직후 비교적 단시간내이며 조류나 바람의 영향만 없다면 그 후에는 균일하게 확산한다. 일반적으로 말하여 해상에 있어서 기름의 확산속도는 유출량에 작용하는 표면장력에 의하여 좌우된다. 유출된 유량은 유막의 두께와 색조에 따라 대략의 값을 구할 수 있다. 1m<sup>2</sup>의 원유는 처음 기름두께 0.1m, 지름 3.6m의 원이 되며 10분 후에는 기름의 두께 0.5mm, 지름이 48m가 되고 100분 후에는 기름의 두께는

0.01mm, 지름 110m로 확산한다. 만일 인천항 부근에서 5만톤 정도의 기름이 해상으로 유출되었다고 가정한다면 유출유는 조류와 바람 등의 영향을 받아 떠돌 형성하면서 중공, 제주도까지 이르는 서해안 전체로 확산되어 주변국과 국제적인 문제를 야기시킬 소지가 있다. 특히 우리나라 서해안은 강한 조류와 큰 간만의 차로 짧은 시간에 엄청난 피해를 내게 될 것이다.

2) 수중 생태계에 미치는 영향

유류의 오염에 의한 영향은 단기적이고 직접적인 영향과 장기적이고 간접적인 영향으로 나누어 생각해 볼 수 있다.

a. 단기적이고 직접적인 영향

단기적이고 직접적인 영향은 생물을 피복하여 질식케 하는

것과 유류자체의 독성에 의한 것. 두 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 「피복과 질식에 의한 영향」은 다음과 같이 4가지로 생각할 수 있다.

- 광선의 전달을 감소시킴으로 인해 해양식물의 광합성에 피해를 입힌다.

- 기름막은 공기 중의 산소가 물에 용해되어 들어가는 것을 감소시킨다.

- 해조의 깃을 덮어 깃에서 기름 성분을 씻어내려 깃이 물에 젖게 되어 부력이 감소되므로 물에 뜨지 못하고 가라앉게 된다. 그 예로 Torrey Canyon 호 사건을 들 수 있는데 이 때 죽은 해조는 25,000마리로 알려졌다.

- 연안해역 부착생물들은 유류의 영향을 크게 받는데 조간대의 해조류와 지의류는 기름이 해변을 덮으므로 인해 질식하여 죽게 된다. 「독성에 의한 영향」은 유류 속에 포함된 여러 화합물에 의해 나타나는데 이 화합물은 분자량과 구조가 매우 다양하여 비등점이 낮은 탄화수소는 각종 하등 동물을 질식사시키거나 혼수상태로 만든다.

농도가 높으면 세포에 직접 손상을 가져오며 심하면 죽음에 까지 이르게 한다. 이것은 해양식물의 어린 유생에 특히 영향을 심하게 끼친다. 비등점이 낮은 방향족 탄화수소는 유류에 많은 양이 함유되어 있으며 가장 위험한 것이다. 벤젠, 톨루엔, 키실렌과 같은 화합물은 인간에게도 독성영향이 있을 뿐만

아니라 다른 동물에게도 예민한 독성을 나타낸다. 방향족 화합물은 포화 탄화수소보다 더 물에 잘 녹는다.

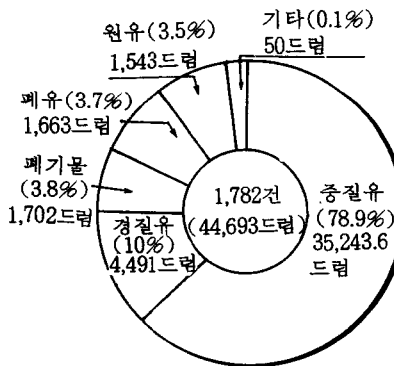
방향족 화합물이 물속으로 용해해 들어갈 때 이들에 직접 접촉하거나 용해된 물은 용액에 접촉함으로써 해양생물들은 죽게 되는데 해양에 밀려온 유류를 관찰해 보면 누출된 지 몇 며칠 동안에 해양생물이 대량 죽어가는 것을 볼 수 있다. 유류의 독성은 저서어류와 큰 새우 등에 작용해 즉시 또 몇분, 몇시간 이내에 치사시키기도 한다.

b. 장기적이고 간접적인 영향

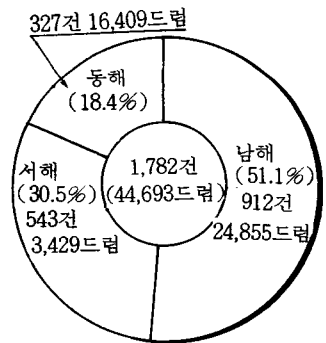
장기적이고 간접적인 영향은 해양에 기름성분이 아주 미량으로 용해해 있을 때 일어나는 것으로 직접적인 영향보다는 뚜렷하지 않다. Max Blumer (1969)에 의하면 해양생물이 살아나는 중요한 생물학적 과정은 바닷물에 아주 낮은 농도로 존재하는 화학적 매개체(Pheromone)에 의해서 조정되고 있다. 바다에서 어류는 ppb이하의 범위에 있는 미량의 pheromone에 의해서 그들의 먹이를 식별한다.

이런 화합물에 의한 반응으로 해양생물이 그들의 먹이를 찾고 적으로부터 도피하고 그들의 서

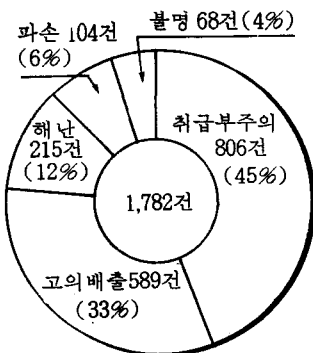
○ 물질별 유출량 현황



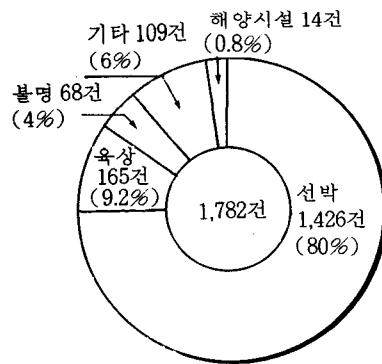
○ 해역별 현황



○ 물질별 유출량 현황



○ 해역별 현황



식처를 찾아내고 암수를 찾는 생태계에 중요한 역할을 한다.

유류 중의 어떤 물질은 해양 생물의 미각기관을 마비시키거나 세포의 어떤 부분에 착각을 일으켜 생태계의 혼란을 일으킨다. 해양의 먹이연쇄 (Food chain) 과정에 유기화합물인 탄화수소가 일단 한번 들어오면 그들의 구조에 관계없이 아주 안정하여 중금속이나 살충제와 같이 먹이연쇄에 의해 생태계의

높은 단계로 갈수록 축적되어 간다.

먹이연쇄를 따라 축적된 이 유기화합물질은 수산물의 맛에 기름냄새를 남길 가능성이 있고 기름 성분 중 어떤 것은 발암물질과 비슷한 구조를 가진 성분이 있어 이 물질들이 인간에게 먹이연쇄에 따라 축적되어 간다. 예멸전상태의 유류는 광물성 미립자에 부착되어 해저에 도달하여 오랫동안 지체하면서

해저의 동물과 식물에 계속적으로 타격을 준다. 또한 해저 퇴적물의 응집력을 감소시키고 침전물의 유동을 가속화 시킨다. 오염된 침전물은 조류와 파도에 따라 먼 거리까지 확산된다.

### 3) 기타

유류의 오염은 낚시나 해수욕 등의 레크레이션 기회를 상실하게 되고 해안의 미관저해, 불쾌감 초래 등 인간의 생활환경에도 타격을 준다. (다음 호에 계속)

어진 사람은 재물이 많으면 그 지조를 잃고 어리석은 사람이 재물이 많으면 그 허물을 더한다. - 소 광 -

내 부모 섬기듯 이웃어른 공경하자