

기획특집 시리즈

해양환경 보전기술 개발사업의 1단계 추진현황



이창섭 / 해양경찰청 해양오염관리부장
공업부이사관

해양은 하천이나 강과는 달리 광범위한 순환 시스템을 갖고
있으며 산업화, 도시화, 매립사업등에 따른
생태계 파손과 오염물질 유입에 따른
해양오염이 가속화 되고 있다.
이에 G7 PROJECTS중의 하나로 해양환경보전기술에 대한
추진현황을 알아 본다.

I. 서 론

지구표면의 약 71%를 차지하고 있는 해양은 어패류의 생물자원과 천연가스, 석유, 潮汐, 疲浪 등의 에너지 자원, 망간, 니켈 등의 광물자원, 식량으로서의 단백질 자원뿐만 아니라 생활공간의 확대, 복지후생 등 인류에 남겨진 마지막 보고이다. 특히 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 반도국가로서 12,700Km의 긴 해안선과 3,200여개의 島嶼, 육지면적의 약 3배에 달하는 이용 가능한, 수심 200m 이내의 넓은 大陸棚을 가지고 있어 각종 해양자원의 보고인 해양은 육상자원이 빈약한 우리나라가 21세기 경제사회 선진화를 이룩하는데 매우 중요한 위치에 있다.

그러나 우리나라는 '62년부터 추진해온 국가정책은 개발과 성장에만 치중, 제6차 경제사회개발계획기간(1987-1991)까지 환경보전보다는 경제개발이 우선적으로 추진되어 왔다. 그결과 간척, 매립사업에 따른 생태계 파손, 연안역의 무절제한 개발, 산업화 및 도시화의 결과로 공장폐수, 생활하수, 쓰레기 등 각종 오염물질의 해양유입이 급증하여 해양오염이 대도시와 臨海工團, 항만의 隣接海域에서 부터 沿近海域으로 점차 확대되어가고 있는 추세이다.

또한 우리나라는 국내에서 사용하고 있는 석유의 전량을 해상수송으로 도입하고 있는 실정이며, 이로 인한 유류 해상수송량은 전 해상물동량의 28%인 약 9천 만톤에 이르고 있어 이러한 선박들의 돌발적인 해난사고로 일시에 대량의 기름을 유출시켜 양식어장과 수산생물에

오염물질의 해양유입 경로중 선박이나 해양시설등에서 사고 또는 過失에 의한 대량의 기름 유출사고는 일시에 자연생태계에 많은 피해를 주기 때문에 해양환경보전에 큰 위협이 되고 있다.

막대한 피해를 주기 때문에 이에 예방과 대비를 철저히 하여야 한다.

국제적으로는 UN해양법협약(82.2.10채택), 73/78 MARPOL 협약, RIO 환경정상회의, 런던덤프 협약, 유류 오염대비, 대응 및 협력 협약등에서 각국의 해양환경보전 의무강화와 함께 해양환경보전에 대한 관심이 고조되어 있어 오염물질의 해양유입 최소화 및 선박에 의한 유류유출사고에 대비한 효과적인 해양환경보전정책을 추진하고 국제적 동향에 적극적이고 능동적으로 대응해야 할 필요성이 증대되고 있다.

1. 해양오염 현황

가. 해양오염의 경로

해양오염의 원천은 선박등에 의한 해상 起因性和 연안시설, 하천등

으로 부터 유입되는 육상 기인성 및 대기를 통하여 유입되는 공중 기인성으로 분류될 수 있다.

이러한 오염물질의 해양유입 경로중 선박이나 해양시설등에서 사고 또는 過失에 의한 대량의 기름 유출사고는 일시에 자연생태계에 많은 피해를 주기 때문에 해양환경보전에 큰 위협이 되고 있다.

나. 주요연안수질

부패성 유기물이 많이 들어있는 생활하수, 식품공장폐수, 양조장폐수 등이 대량으로 연안에 유입되면, 수중 용존산소를 소모하여 무산소상태가 되므로서 해양생태계에 치명적인 결과를 초래 할 뿐아니라, 연안이용에 막대한 지장을 준다. 또한 중금속 함유 폐수나 농약, PCB에 의한 오염은 자연상태에서 쉽게 분

표. 1 해양오염의 원천지

육 지	농장으로 부터의 유출(살충제, 화학비료) 연안시설의 파이프를 통한 배출(하수, 식품폐기물, 산업폐기물) 하천으로 부터의 배출(하수, 산업폐기물)
해 양	선박으로 부터의 고의배출(화물탱크 세정수, 발라스트수, 빌지) 선박의 해난에 의한 오염(기름, 기타 유해액체물질) 선박으로 부터의 투기(하수, 식품폐기물, 浚渫土) 해저자원의 개발(기름, 가스, 광물, 자갈)
공 중	휘발성 물질의 연소와 낙하(항공기로 부터의 연소물질, 살충제)

• 전국 주요연안의 수질오염도 (C.O.D)

환경처자료(mg/l)

해역 년도	인천	군산	목포	여수	마산	부산	울산	삼척
1988	1.9	26	27	2.0	5.1	1.8	1.9	2.2
1990	1.9	25	24	2.1	4.1	1.6	2.1	1.8
1992	1.5	23	1.8	1.8	3.1	1.2	1.7	1.7

해되지 않기 때문에 해양생태계에 축적되거나 먹이사슬(chain food)을 통하여 인간의 몸에 축적되어 질병을 일으킨다.

우리나라 전국 주요연안의 오염도를 COD(화학적산소요구량) 기준으로 볼때 다음표와 같다.

다. 유류오염

해상활동에 따른 유류에 의한 해양오염이 국제적으로 가장 큰 영향을 미친 대표적인 사례는 1967년 Torrey Canyon호가 영국의 Seven Stones 암초에 좌초되어 운반중이던 약12만톤의 原油를 유출시킨 것을 비롯하여, 74년도 Amoco-cadiz호 사건, 미국 Santa Barbara 해저 유전에서 약10만톤에 달하는 원유 유전 사고도 널리 알려져 있으며, '89. 3.24 알라스카 남서부 해역에서 미국 유조선 Exxon Valdez호가 좌초되어 積載原油 약20만톤중 약4만톤이 해상에 유출되어 인근해역 4000평방마일로 확산(1조6천억원) 1년여동안 방제비용 22억달러를 소비하였으며, 특히 걸프전쟁에서 원유 유출에 의한 환경파괴는 널리 알려진 바이다.

우리나라에서는 연간 약 300여건의 선박, 해양시설에 의한 유류유출 사고가 발생하고 있으며, 이로인한 주변 양식장, 공동어장, 관광지등을 오염시켜 막대한 경제적 손실을 초

래하고 있다. 특히 우리나라의 연해는 유출사고에 매우 취약한 환경조건을 가지고 있다. 복잡한 해안선과 散在한 島嶼들로 인해 유출된 기름이 접근할 수 있는 해안선의 범위가 매우 넓으며, 또한 강한 왕복성 조류는 유출된 기름을 빠르게 확산시킬 수 있다. 또한 우리나라 서남해안은 각종 양식어장들이 밀집되어 있기 때문에 유출사고의 피해 규모가 매우 큰 특수성을 가지고 있다. '79년부터 '93년까지 15년간 발생한 총 유출사고는 3,169건으로서 총 3만 1천여톤이 해상으로 유출되었다. '88년부터 '93년까지의 유출 사고 건수는 꾸준히 증가 추세에 있으며, 특히 지난해에는 371건에 1만 5천여톤이 누출되어 피해보상 요구액이 2천 6백억원에 달했다. 해양오염 사고건수나 유출량은 해마다 약간의 변동이 있으나 해상 물

동량이 꾸준히 증가하고 있고 서해안 개발 등 연안개발이 진행됨에 따라 대형사고가 발생할 수 있는 위험성은 날로 가중되고 있는 실정이다. 15년간의 사고통계에 근거하여 해역별 사고 빈도를 살펴보면, 남해에서의 유출사고가 47%로 가장 높고 서해 35%, 동해 18%의 순이었다. 유출의 원인은 取扱不注意가 46%, 고의배출이 29%, 海難 및 파손사고가 22%로 나타나고 있으며, 전체의 86%인 2,716건이 선박에 의한 해양오염 사고였다. 최근 우리나라 연안에서 발생하는 해양오염 사고는 점차 대형화 되는 추세를 보이고 있다. 이같은 경향은 지난 15년간 통계에서 연간 유출량이 평균 2천톤 정도였으나, '93년 한해 동안의 유출량이 1만5천톤으로 크게 증가한 것에서도 잘 알수 있다.

라. 유해액체물질 오염

최근 석유화학공업의 발달로 제조, 생산되는 화학약품이 다종다양하며, 수요가 많아지고 있어, 이들을 해상운송함에 따라 해상재해 가능성이 점차 증대되고 있다. 이들

• 해양오염 현황 및 피해현황

(단위 : 백만원)

구분 년도	발생건수 (건)	유출량 (Kl)	방제비용		피해보상	
			행위자	국고세입	요구액	보상액
'79-'93	3,169	31,305	23,088	653	530,881	34,457
1987	152	482	1,239	55	52,618	7,877
1988	158	1,058	595	14	1,637	191
1989	200	368	358	16	1,007	173
1990	248	2,420	6,329	146	129,260	7,135
1991	240	1,257	3,889	29	54,368	5,921
1992	328	2,866	1,139	19	3,811	300
1993	371	15,460	4,975	260	263,432	6,312

물질이 유출된 경우, 해상에 유독성, 인화성등의 화학적 성질 때문에 인명피해 및 해양생태계에 대한 피해가 클 뿐만 아니라 해안 주변 주민들에게 까지 위해를 미칠수가 있다.

2. 해양오염 기술

해양오염방지 기술은 해양오염의 방제와 정화에 필요한 기술, 감시를 위한 기술, 해양생태계 변화방지 기술, 환경영향 평가 기술등이다. 유류 및 유해물질의 유출사고시 이를 처리할 수 있는 방제 기술에 있어서 우리나라는 선진외국에 비하여 많이 떨어져 있으며, 각종 기자재 및 장비를 상당 부분 외국기술에 의존하고 있다. 또한 오염지역

우리나라에서는 연간 약 300여건의 선박, 해양시설에 의한 유류유출사고가 발생하고 있으며, 이로인한 주변 양식장, 공동어장, 관광지등을 오염시켜 막대한 경제적 손실을 초래하고 있다. 특히 우리나라의 연해는 유출사고에 매우 취약한 환경조건을 가지고 있다.

의 정화기술에 있어서도 생물학적 처리나 환경회복력을 극대화시키는 첨단기술등이 개발되고 있으며 로 국내에서도 이러한 기술의 개발이 요망되고 있다. 유류와 유해액체물질의 유출사

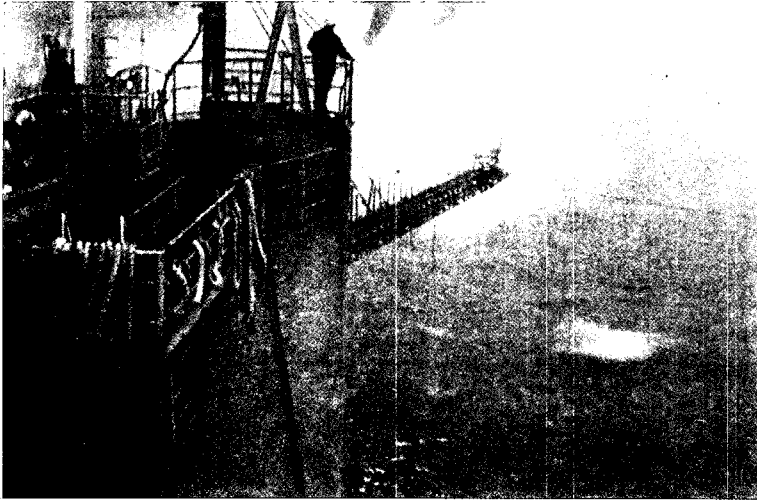
• 항만별 유해액체물질 입출항 현황(1990년)

(단위 : 천 K)

구 분	계	인천	부산	울산	다산	포항	군산	여수
척 수	2,639	340	200	1,603	42	40	34	380
수송량	4,448	630	175	2,633	74	66	33	837

• 주요 해양오염사고 사례

오염 원	발생일시 및 장소	유출량 (K)	개 요	피해보상(백만원)	
				요구액	보상액
호남제드호 (유조선) (83,819톤)	87. 2.28 여수호남 정유부두앞	원유 190	사우디아라비아에서 원유 182,581톤 적재코 여수항 입항타가 압초에 좌초	1,766	1,766
제1보운호 (유조선) (9,762톤)	87. 3. 2 웅진군 장안서 해상	B-C 유 경유 78	울산서 기름 76,774드럼 적재, 인천입항타가 압초에 좌초	20,865	5,869
경신호 (유조선) (995톤)	88. 2.24 영일군 대보 등대앞 해상	B-C 유 1,000	온산서 방카C유 12,000드럼 적재, 묵호항으로 가던중 침몰	1,685	180
코리아호프호 (유조선) (12,644톤)	90. 7.15 인천호남 정유앞 해상	B-C 유 1,500	여수에서 방카C유 16,470톤 적재 코 인천저유소 부근에서 충돌	47,400	5,000
제9남성호 (유조선) (521톤)	91. 5.24 전남 여천군 금오수로	B-C 유 116	여수에서 기름 적재, 군산으로 항해중 충돌	5,300	1,700
제5금동호 (유조바지선) (532톤)	93. 9.27 여수 묘도앞 해상	B-C 유 1,228	광양만으로 입항중 부주의로 충돌	99,200	협의중



고는 발생시기와 장소를 예측할 수 없을 뿐만 아니라, 유출상황과 조건이 매번 상이하므로 고도의 기술 전략적인 방제체제를 보유하고 있어야만 한다. 대형 유출사고를 경험한 선진 각국들은 '70년대 초부터 유류오염 방제기술에 관한 연구를 활발히 수행하였으며, 유류오염이 생태계에 미치는 영향을 규명하기 위하여 막대한 연구비를 투자하였다. 선진 각국에서는 1970년부터 유류오염과 유해액체물질 오염에 관한 연구를 시작하였으며, 국가예산과 정유회사의 지원하에 심도있는 연구가 진행되어 왔다. 현재 미국, 영국, 프랑스, 노르웨이, 일본등이 방제기술과 정화기술분야에서 첨단기술을 확보하고 있으며 방제전문가 시스템의 개발과 신형 방제 기자재의 개발등에 주력하고 있다. 선진 각국은 오염된 지역의 정화를 위하여 정화기술집을 작성한 바 있으며, 최근 생물정화기술(Bioremediation Technology)의 개발에 주력하고 있다. 일본은 해상보안청과 해상재해방지센터에서 '해양에서의 대량유출오염 사고의 방제기술에 관한 조사연구(소화63년)'을 비롯한

많은 연구를 수행하였으며, 방제 및 정화 기술의 측면에서 세계 첨단 수준의 기술을 확보하고 있다.

유류와 유해물질의 방제를 위하여 미국에서는 각종 방제 기자재의 개발에 힘써 왔으며, 악천후 하에서도 성능을 발휘할 수 있는 오일펜스나 스키머등을 개발한 바 있다. 또한 방제 기술과 정보를 제공하기 위하여 '72년부터 10년동안 CHRIS/HACS(Chemical Hazard Response Information System/Hazard Assessment Computer System)를 개발하였으며, 퍼스날 컴퓨터를 사용하는 CAMEO를 개발하여 '91년 10월에 CAMEO 3.0을 발표하였다. 세계 각국에서는 유출사고 방제시의 기술적 지원을 할 수 있는 데이터 베이스와 방제 시스템을 구축하고, 해상방제의 기술적 측면을 보완하려는 노력이 진행되고 있다. 또한 유출사고의 피해를 최소화하기 위해서 유출물을 효과적으로 수거하거나 처리하는 기술을 확보하고, 오염된 해안의 회복력을 증대시키는 기술이나 유류분해 미생물을 이용한 분해 기술등을 개발중에 있다.

'70년대 이후 각국의 해상운송량

이 급격히 증가함에 따라 각종 선박활동을 통한 해양오염 문제가 단순히 局地的인 차원을 벗어나 국제적인 문제로 대두되었으며, 특히 대형유류 유출사고를 경험한 각국에서는 해양환경보전의 필요성을 절감하고 선박에 의한 고의적인 오염을 배제함은 물론, 사고에 의한 유출을 최소화하기 위한 국제적인 해양오염방지협약(MARPOL 73/78)을 체결하기에 이르렀다. MARPOL 협약은 본문과 5개 부속서로 구성되어 있는데 기름과 유해물질, 선박하수, 선박 쓰레기에 의한 오염방지규정을 상세히 명기하고 있다. 또한 1990년 11월 국제해상기구(IMO)의 후원하에 전세계 90개국이 채택한 유류오염의 예방, 대응 및 협력에 관한 국제협약(The International Convention on Oil Pollution, Preparedness, Response and Co-operation)에서는 오염사고 발생시 이에 대처하기 위한 자세한 긴급방제계획을 마련하도록 하고 있다.

현행 해양오염방지법에서는 MARPOL 협약에 근거하여 유류 및 유해물질에 의한 오염을 규제하고 있으나, 영해내에서 유해물질의 유출사고가 발생할 경우 실제로 유출물의 식별을 할 수 있는 기술을 확보하지 못하고 있는 실정이다.

우리나라의 경우 250종이나 되는 원유와 1000여종의 유해물질에 대한 데이터베이스가 구축되어 있지 못할 뿐만 아니라, 물질별 방제기술도 확보하지 못한 상태이다. 현행 방제체제하에서는 해양경찰청과 해운항만청, 오염 청소업체가 사고처리를 담당하고 있으나 여러가지 구조적 문제점과 인력, 장비의 낙후 등 복합적인 문제점을 가지고 있다.

중국의 원유를 수송하는 일본의 유조선이 하루에 10여대씩 우리나라를 통과하고 있으며 페르시아만이나 동남아시아로부터 원유를 수입하는 각종 유조선이 연안을 운행하고 있으나 사고발생시의 방제 지원 체제는 구축되어 있지 못한 상태이다.

또한 데이터베이스 구축을 위해서는 각종자료의 획득이 우선되어야 하는데, 특히 우리나라 연안의 생태자료의 경우 아직 환경민감도 지도 작성에는 충분치 않은 실정이므로, 이 분야의 데이터 수집도 방제시스템 개발팀에서 전담해야 하는 어려움이 있다. 방제전략 판단모델의 경우에는 현재의 여러가지 유타리티들을 종합하는 한개의 모델로 전환되어야만 긴급한 상황에서 효율성을 높일 수 있으며, 그래픽 분야도 지리정보시스템(GIS) 소프트웨어의 눈부신 발달로 계속 기능이 향상되고 있으므로 경우에 따라 보완되어야 할 것이다.

3. 해양오염 방제조치 체계

해상에서 발생하는 유출사고는 유출물의 다양성 및 제반 환경 조건의 변화성 등으로 인해, 사고 발생시 마다 전개되는 유출 상황이 매우 상이하다는 특성을 가지고 있다. 따라서 방제 책임자는 다양하고 특수하면서도 변화무쌍한 상황에 대응하여 자신의 모든 경험과 지식, 판단력 및 지휘능력을 발휘함으로써 유출 피해를 최소화하기 위한 다각적인 조치를 취하고, 효과적인 방제 및 정화작업을 지시하여야 한다.

현장에서 방제책임자에게 기본

우리나라의 경우 250종이나 되는 원유와 1000여종의 유해물질에 대한 데이터베이스가 구축되어 있지 못할 뿐만 아니라, 물질별 방제기술도 확보하지 못한 상태이다. 현행 방제체제하에서는 해양경찰청과 해운항만청, 오염 청소업체가 사고처리를 담당하고 있으나 여러가지 구조적 문제점과 인력, 장비의 낙후 등 복합적인 문제점을 가지고 있다.

적으로 요구되는 능력을 살펴 보면 사고시 상황판단과 계획수립 및 의사결정에 필요한 모든 정보를 신속히 수집하여 앞으로의 상황전개를 예측할 수 있는 능력을 가지고 있어야 하며 정확한 판단능력을 바탕으로 우선순위를 결정하고 오염에 대처하는 치밀한 전략전술을 세워 인력 및 장비를 효과적으로 운용할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다. 또한 방제책임자는 오염지역의 주변환경과 자원에 대한 지식과 오염으로 인한 영향을 평가할 수 있는 능력을 겸비하고, 기상변동등에 의한 유출상황의 변동이 발생할 경우 변화양상에 따라 이전의 명령을 수정 지시하거나 대체할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다. 따라서 방제책임자는 유류오염 방제뿐만 아니라 해양공학적, 환경학적 소양을 골고루 갖추고 있어야 한다. 그러나 현장의 방제 책임자가 판단에 필요한 방대한 정보와 모든 분야에 대한 전인적인 소양을 지닌다는 것은 현실적으로 거의 불가능하며 진로예측이나 피해예측, 방제 우선순위 결정등을 개인적 판단에 의존한다는 것은 상당한 위험 요소들이 내재되기 마련이다. 더구나 급박한 유출상황에서 산재된 자료를 수집하여 판단에 이용하거나 먼 거리에

있는 해양오염 전문가에게 판단을 의뢰한다는 것은 거의 불가능하다.

유출 사고 방제 시스템 개발의 동기는 이러한 유출 상황의 특수성과 방제 전략 및 전술 운용에 있어서의 포괄성 때문이었으며, 개발의 참여자들도 유류오염 전문가의 유출모델 전문가 및 환경과학 전반에 걸친 다양한 전공을 가진 연구 인원에 의해 개발되어 왔다. 유출 사고 방제 시스템의 목적은 실제 오염 상황에서 신속하고 정확한 판단을 위한 자료를 제공하고, 이를 바탕으로 각종 피해를 사전에 추정하여 방제 실행시 가장 최선의 결정과 가장 올바른 결정을 내릴 수 있도록 방제 책임자의 역할을 분담하는데 있다.

4. 연구개발 추진 방법 및 체계

가. 추진방법

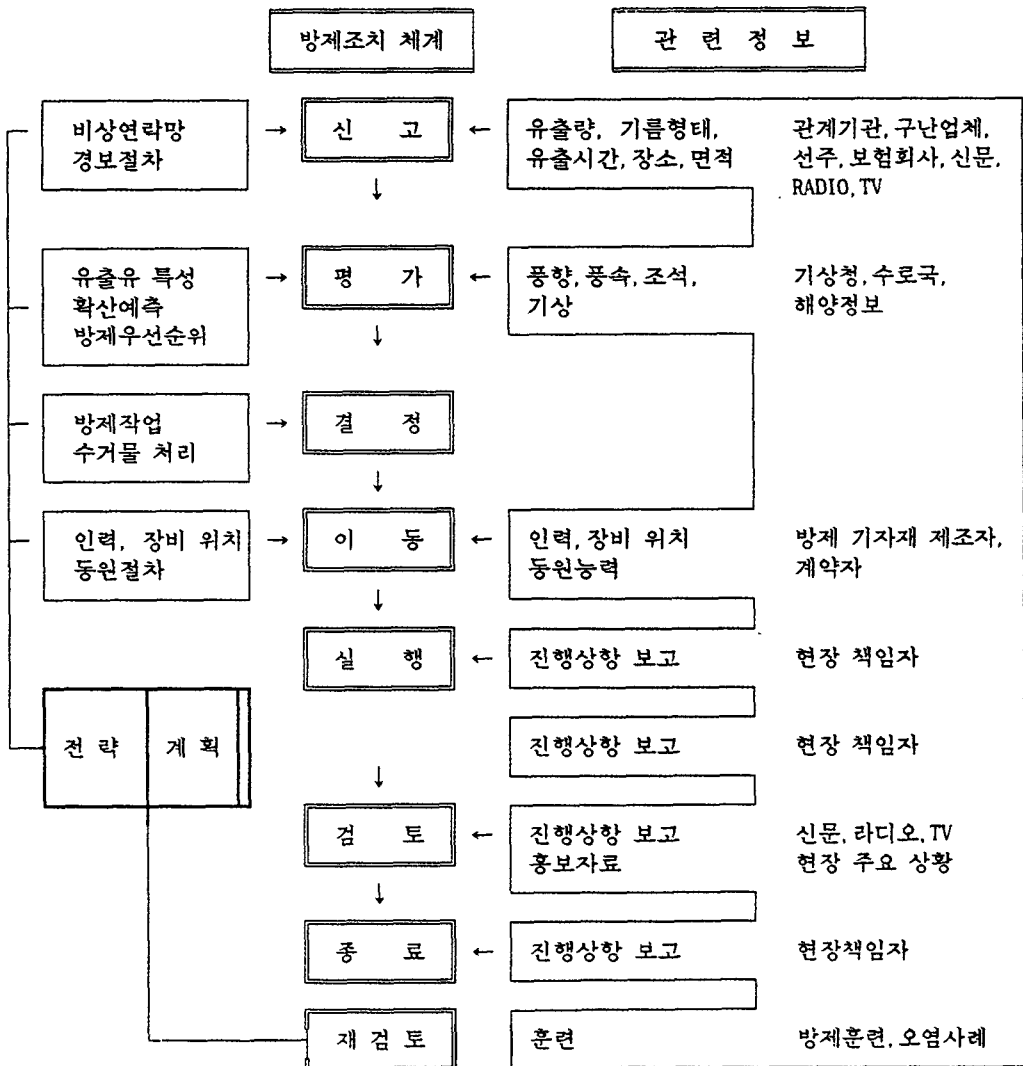
해상의 방제과정은 유출물질의 性狀이나 사고 현장의 상황 진전에 따라 매우 복잡하게 전개되어 고도로 숙련된 전문가를 필요로 하므로 근래 선진국에서 개발되고 있는 방제시스템은 여러가지 여건을 고려한 구성으로 급박한 시간내에서 종합적으로 최적의 방제행위 결정을

내릴 수 있도록 설계하고 있다. 국내의 방제시스템은 국내의 여러 사회적, 자연적 여건을 고려하여 유출 사고시 가장 효율적인 방제방법을 도출하고 이에 따라 피해가 가장 적은 방향으로 방제전략을 지시하도록 설계하였다. 그리고 방제과정 중의 환경변화에 수시로 대비하여 결과를 평가하는 과정에 이르기까

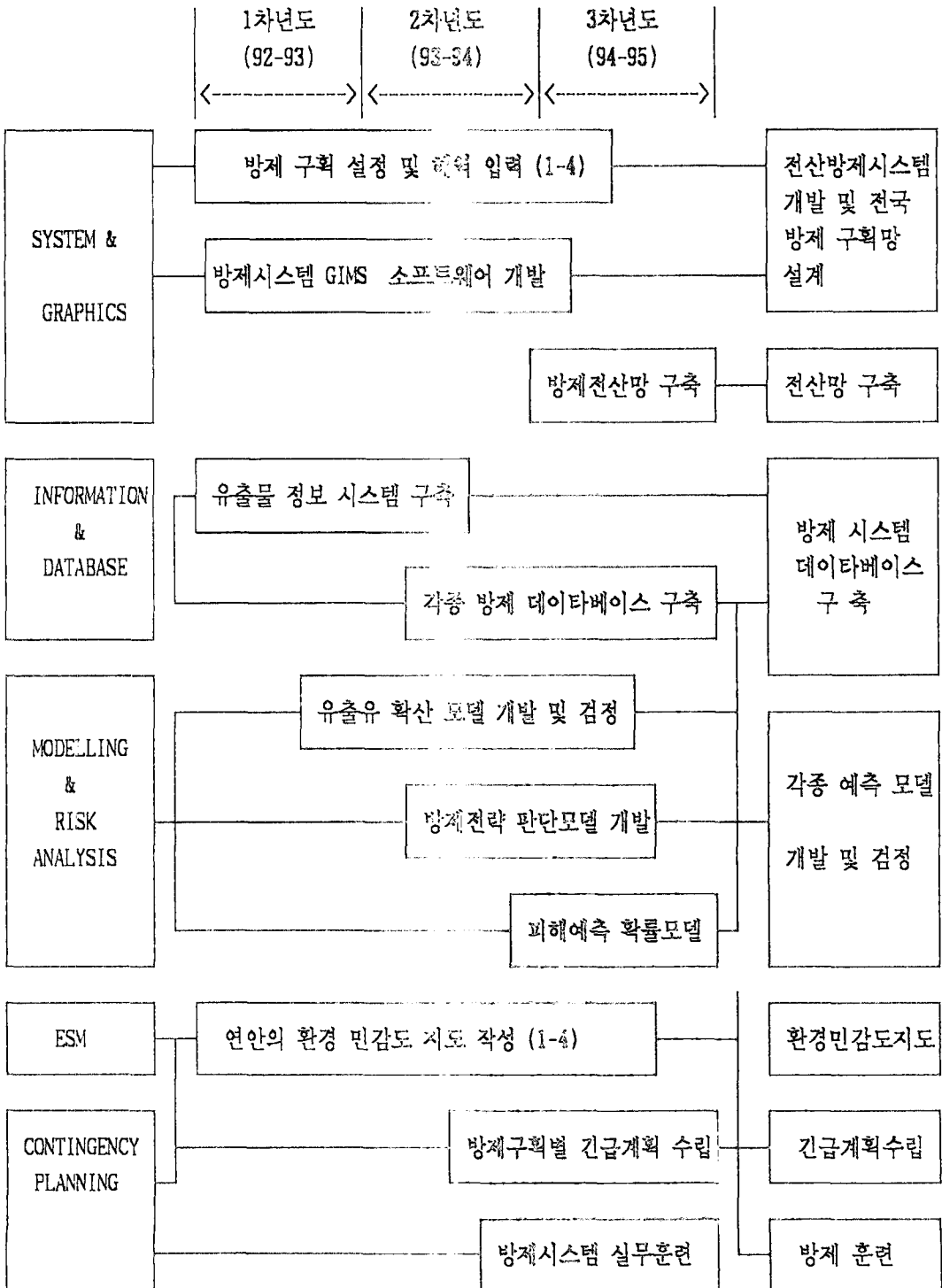
지 방제 실무자들이 적절히 활용할 수 있는 실용적 체계를 구축하고 있다. 돌발적인 유류 유출사고에 대한 해역의 민감도는 민감성 개념과 민감성 지수를 사용하였으며 이 지수는 유류제거 작업을 하지 않은 상태에서 여러 형태의 연안 해역에 대해 얼마나 오랫동안 남아있는 지속기간에 따라 정해진다.

1) 1단계 대상해역은 경기만 해역과 태안, 군산 해역을 포괄하는 서해 중부해역을 선정하여 방제 지원 시스템을 개발하고 있으며, 전국시 시스템으로 확장 개발하기 위한 기본 프로토타입으로 제작중에 있으며 시스템 개발을 위하여 분석단계, 디자인단계, 개발단계, 평가단계 등 4단계의 치밀한 개발전략을 통해 개

표. 방제조치 흐름도



나. 추진 체계



발중에 있으며,

2) 미국, 노르웨이, 캐나다, 프랑스, 일본등 방제시스템 분야의 첨단 기술국과 기술협력 추진중에 있으며, 소프트웨어 개발 및 유출유 확산모델 개발분야를 위탁연구하여 그 결과를 방제지원시스템에 접목시킬 예정이며,

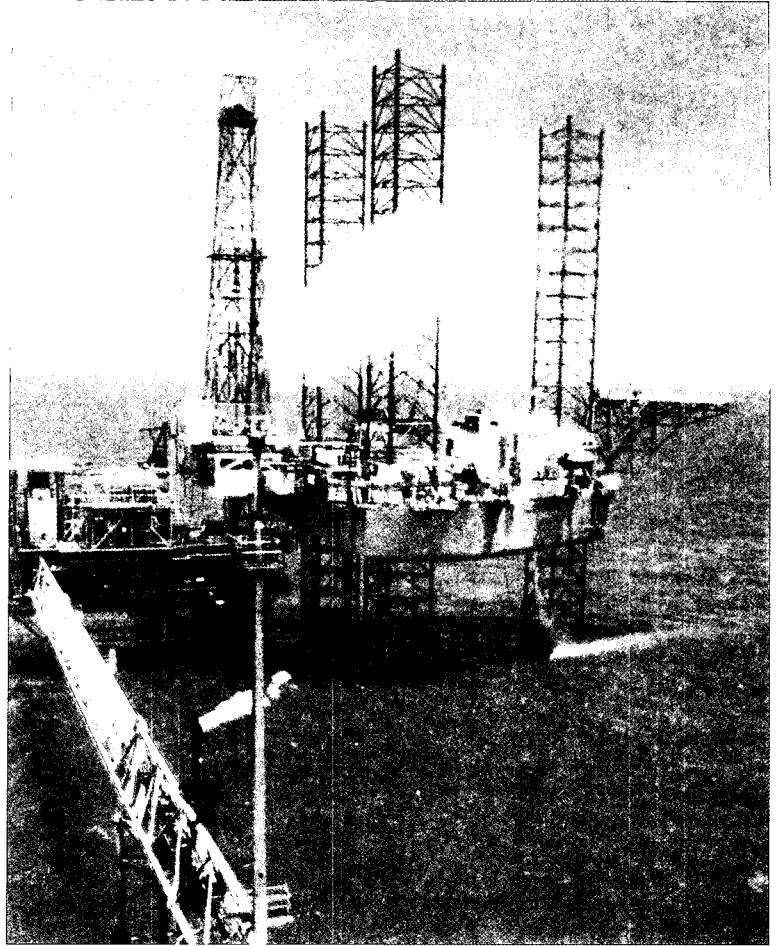
3) 지리정보시스템(GIS)과 모델을 접합시키기 위하여 컴퓨터의 확장 메모리를 분할하여 멀티태스킹이 가능하도록 개발하였으며, 마이크로소프트 윈도우를 바탕으로 하는 정보체제를 구축하여 사용자가 적은 하드웨어 구입비로도 시스템을 구축하여 정보를 입수할 수 있도록 하고 있으며,

4) 최종 사용자가 海警 또는 방제센터의 방제실무자임을 감안하여, 해경의 기존 정보체제를 최대한 유지 발전시키며, 유출물 데이터 베이스, 환경 데이터 베이스등 신규로 구축되는 정보체제는 미국, 캐나다 등의 체제를 보완 발전시키고 있으며,

5) 방제실무자들의 교육과 사전 모의훈련시스템을 개발하여, 본 방제시스템을 교육과 훈련에 사용할 수 있도록 개발하고 있다.

5. 향후 대책

해상유출사고는 선박의 해난이나 파손사고, 취급부주의, 고의적인 배출 등 다양한 원인에 의하여 발생한다. 특히 인천의 유조선 충돌사고와 같은 대형 유출사고는 자연재해 처럼 피할 수 없는 불의의 사고로도 발생하므로, 인위적으로 사고를 감소시킨다는 것이 상당히 어렵다. 전세계적인 통계를 보면 해상



물동량의 증가와 각종 해난 사고의 대형화로 인하여 70년대에 비해 80년대에는 탱커사고에 의한 유출량이 두 배로 증가하였으며, 유류의 해상 수송과 해상 물동량이 증가하는 한 해상 유출량도 크게 늘어날 전망이다.

우리나라의 해상 유류유출사고는 평균 250건인데 비해 인근 일본은 매년 약 600여건 이상이 발생하고 있으며, 미국은 약 8,000건이 발생하고 있다. 최근 미국의 유해물질 오염사고는 연간 2만여건이 발생하며 매년 15%씩 증가하고 있다. 미국에서는 대형사으로 간주하는 10만갤론(약340톤) 이상의 유출사고가 연간 40 내지 50건이 발생하는데

이러한 대형사고를 통한 유출량이 전체 유출량의 80%이상 차지하고 있다. 이는 여러번의 소형 유출사고보다는 한번의 대형 사고가 훨씬 막대한 양의 오염물질을 유출시키며 막대한 피해를 유발할 수 있다는 것을 의미한다.

지난 20여년간 선진 각국에서는 특히 유출사고에 의한 집중적인 오염피해를 줄이기 위하여, 방제실무와 방제시스템, 그리고 유류오염의 각종 현상과 그 영향에 대한 연구에 매년 막대한 연구비를 투자해왔다. 선진 외국에서는 유출사고시의 상황이 긴급한 조치를 요하는 점을 감안하여, 방제를 전담하는 방제센터나 해상재해 방지센터를 설

치하거나, 연안경비대에서 직접 초기에 방제를 전담하도록 하고 있다. 이러한 방제 전담기구 하에는 육상의 소방서와 같이 긴급출동하여 사고를 초기 진압할 수 있음은 물론, 자체적으로 전문적인 방제인력을 교육양성하여 실제상황에 투입할 수 있는 체제를 갖추고 있다.

해상의 유출사고 방제를 성공적으로 수행하기 위해서는 방제 장비의 현대화와 전문인력의 확보와 함께 한국 연안 전체에 대한 방제지원 시스템이 반드시 개발 되어야만 한다. 방제선박과 항공기, 전문인력과 장비 등이 방제작업의 손과 발이라면, 방제전략과 전술을 수립하고 실행조직을 지원하는 방제시스템은 방제작업의 머리에 해당된다. 해상 유출사고시의 상황은 매우 복잡하며, 사고지역과 시기등에 따라 무척 상이한 조건을 가지게 된다. 유출되는 물질의 종류가 극히 다양하고, 환경조건에 따라 지역별로 유출상황은 급박하게 변화할 수 있다. 따라서 방제책임자는 유출된 기름의 차후 확산 상황을 예측하고, 피

해상의 유출사고 방제를 성공적으로 수행하기 위해서는 방제 장비의 현대화와 전문인력의 확보와 함께 한국 연안 전체에 대한 방제지원 시스템이 반드시 개발 되어야만 한다.

해를 줄이기 위해서는 어떻게 방제 전술을 운용할 것인가를 판단하여 신속하게 명령을 하달하여야 하며, 방제조직을 효과적으로 지휘 감독하여야 한다.

그러나 방제 책임자가 아무리 경험이 풍부하고 지식과 판단력, 그리고 지휘 능력까지 겸비하고 있다고 하더라도 급박한 상황에서 신속하고 다각적인 조치를 취하고 작업을 지시하는데는 사실상 많은 어려움이 따른다. 자료수집과 예측, 그리고 판단의 의사결정, 전략전술 수립 등 치밀한 업무수행을 위해서는 현장에서 직접 사용할 수 있는 전산화된 지원체계가 필수적이며, 특히

이러한 시스템은 기동성을 가짐과 동시에 정확성을 가져야 한다는 특성을 가지고 있다.

방제시스템에는 방제책임자가 오염의 확산을 예측하고, 과학적인 방제전략을 수립하기 위한 모든 정보와 전략판단 모델 등 다양한 기능이 포함되어 있다. 방제시스템 내에는 자국의 모든 연안에 대한 환경자료가 구획별로 입력되어 있으며, 컴퓨터 그래픽 화면을 통하여 신속하게 정보를 전달해 준다.

방제시스템이 개발되어 전국 개발연안에 전산망이 구축될 경우, 유출사고 초기에 현장의 방제 책임자는 신속하게 방제에 필요한 과학적인 정보를 획득할 수 있으며, 기동성 있는 방제작업을 실시할 수 있게 될 것이다. 방제시스템은 개인용 컴퓨터를 기본기종으로 함으로써 현장의 기동성과 변화성에 맞도록 개발될 것이며, 유출확산 모델에 대한 컴퓨터를 사용해야하는 경우, 중앙의 방제센터와 연결하여 데이터의 송신을 가능케 할 수 있을 것이다. 이러한 방제시스템은 항공기를 이용한 원격심사기술과 연계되어 3차원적인 기동작전을 수행할 수 있도록 발전될 것이며, 또한 유출사고 지역에 확산을 추적하는 인공위성 부위를 낙하하여, 모델을 검증하는



등 3차원적인 방제체제를 구축하게 될 것이다.

II. 맺음말

본 연구사업을 시작하기전에 우리청에서 86년부터 미국 Coast Guard에서 연구중인 Contingency Plan에 대하여 많은 관심을 가지고 있었으며 영국, 프랑스, 스웨덴 및 일본 해상보안청에서 우리보다 일찍 시작한 해양오염 방제업무에 관하여 방문 또는 자료 수집을 하여 왔습니다.

G-7 Project라 하여 2000년대 선진 7개국 기술 수준을 능가한다고 장담하기란 극히 어려운 일입니다. 미국에서는 박사 40명이 PC-XT 수준 컴퓨터로 20년간 연구 완성한 시스템을 85년에 처음 시행하였으며,

일본은 아직 손을 못대고 있는 실정입니다. 유럽은 노르웨이, 스웨덴, 프랑스등에서 실시하고 있으며, 우리청의 본래 계획은 96년도에 미국의 85년도 수준으로 목표를 설정하고 있으며 2000년대에는 같은 수준으로 끌어올릴 예정입니다. 컴퓨터의 급속한 발전으로 선진국에서 PC-XT 수준으로 개발된 모든 Plan이 쉽게 접목될 것을 기대하고 있습니다.

현재의 우리 해양환경 보전기술은 분야별로 이제 궤도에 진입된 단계라고 볼수 있으며 앞으로 통합된 업무추진에 의하여 박차를 가해 나가야할 것으로 봅니다. 현재 본 연구에 관련하여 한·일 공동연구 Project를 해양연구소에서 일본 해상보안청 및 항만기술연구소와 수행하고 있으며, 포항공대 첨단유체

연구소에서도 누유확산 Model을 개발중이며 그의 과기원 시스템공학 연구소, 충남대, 성균관대 등에서도 많은 관심을 가지고 본 연구사업에 직·간접적으로 도움을 주고 있습니다.

특히 해양오염은 해양을 상대로 한 학문임으로 해양현상을 예측하기 어렵고, 복합, 종합적인 과학기술을 총동원하여 연구에 초점을 맞추지 않으면 아무리 각자의 역할분담이 잘된 연구라 할지라도 '자연현상을 상대로 과연 최선을 다할 수 있을 것인가?' 하는 생각을 배제할 수 없으나 우리의 인력, 기술, 장비를 총동원하여 최선을 다함으로서 본 연구의 성공적인 결과를 기대하고 깨끗한 해양환경보전을 위하여 다같이 노력하여야 하겠습니다.

