

# 港灣汚染과 釜山港 開發

李 重雨\* 11

## Port Pollution and Pusan Port Development

J.W. Lee

### 1. 머릿말

오늘날 우리는 과학기술의 소산으로서 문명의 혜택을 만끽하고는 있으나 반면에 과학기술의 여러 가지 부정적 영향에도 직면하고 있기도 하다. 과학기술이 만들어 낸 다량의 신물질, 신제품은 그 자신이 환경을 오염하는 원인이 되고 또한 생산과정에서 생기는 産業廢棄物이 인간환경의 質的低下를 초래하고 있는 것이다.

고도성장의 시대에는 사회, 경제, 산업 각분야의 效率性(efficiency) 추구가 우선적으로 취급되었고 과학기술은 그 발전속도를 빨리하여서 기술혁신을 동반한 생산력이 비약적으로 증대되었다. 대량생산에 따른 費用節減(cost down)으로 다량의 소비재를 세상에 내보내는 것이 가능하게 되었고 경제의 성장과 소비생활의 향상으로 인간의 생활은 어떤 의미에서는 풍요함을 누릴 수 있게 되었다. 그러나 과학기술이 가진 잠재능력이 커짐에 따라서 歸還루프(loop)를 가지지 않고 비대화한 기술은 산업폐기물과 생태계에 악영향을 주는 유해물질의 방출과 같은 문제를 인간-환경계에 남기게 되었다.

우리나라는 현재 여러 가지 형태의 환경오염과 公害에 신음하고 있다. 산업의 발전과 공업화로 인하여 생활의 편리함은 얻었는지 모르나, 그 사이에 우리의 생활주변은 온갖 종류의 오염물질로 덮혀지고 있다. 특히 지난 30여년간 급속한 공업화를 추구하는 가운데 많은 사람들에게 公害라는 어두운 그림자를 드리운 우리나라의 경우를 볼 때 점차 그 개발의 규모가 팽대해지고 있는 연안역·항만에서는 오염방지와 환경보전에 관한 노력이 더욱 절실하다고 하겠다. 즉, 장기적인 안목으로 보아 항만, 연안역을 포함한 해양개발은 해양환경의 보존이라는 측면과의 조화를 이루지 못하면 인류의 미래는 보장될 수 없다고 본다. 開發—邊陲의 經濟政策이 빛은 오늘날의 환경문제는 해양의 고유한 환경특성을 파괴시키는 것을 가속화시키고 회복불가능한 상태로 진행시킬 수도 있기 때문이다. 따라서 연안역·항만개발의 미래는 바다를 향한 인간의 끊임없는 도전과 함께 이를 보존하려는 현명한 판단과 가꾸어 나가는 노력에 의해서 바라볼 수 있을 것이다.

일반적인 港灣汚染의 메카니즘은 대체로 1)항만내 자체 오염물질의 발생량의 증가, 2)외부 자연환경으로부터의 유입, 3)港灣汚染의 질적·양적인 진행, 4)생태계 피해의 심각화 라고하는 과정을 거치는 것으로 볼 수 있다. 이에 대하여 항만환경보전을 위한 우리의 대응책은 첫째, 오염의 진행을 예측하여 오염물질이 항만환경으로 방출되지 않도록 미리 조정해 가는 것과 둘째, 환경감시와 추적을 충실하게 수행하여 그 결과를 발생원에 再構成(feedback)함으로써 오염의 영향과 피해를 최소한으로 줄이기 위한 노력일 것이다. 그러나 이러한 환경문제를 해결하기 위한 근본적인 대책은 역시 인간활동의 각 환경영역에 있어서 물질순환의 인위적 사이클과 자연적 사이클과의 균형을 유지하는 일이라 하겠다.

본 연구는 나날이 악화되어 가는 우리의 港灣環境 및 水質汚染의 實態를 지적함으로써 海洋環境保存이라는 시급한 문제에 관심을 유도하고 당면한 水質汚染, 악화된 해양환경의 개선을 위하여 개발에 신중을 기할 것을 강조하고자 한다. 또한 우리나라

\* 韓國海洋大學校 教授

의 뒤쳐진 해양환경보호 의식을 제고하고 환경개선을 위해 보다 효율적인 관리를 수행하도록 역할을 담당할 전문가의 양성이 시급한 점과, 이를 뒷받침하는 교육과 연구의 질적향상이 절실히 요구되는 시기에 항만개발과 연안역개발 부문에서 타성에 붙은 인원의 구성으로 부터 탈피하여 새롭게 무장된 인력을 과감하게 고용하여 항만운영의 질을 높이고 개발의 수준을 향상시키기 위한 계기가 되도록 그 실정을 알리고자 한다.

## 2. 港灣·海洋汚染의 現況과 規制

현재 港灣汚染물질의 대부분은 도시화와 공업화에 따른 生活污水와 산업폐기물로서 특히 자연계에 본래 존재하지 않았던 인공의 합성물질로 구성되어 있다. 육상으로부터 배출되는 生活污水와 산업폐기물의 최종 종착지는 바로 해양이다. 특히 육지에 인접한 해안.항만에서는 하천수를 통한 生活污水나 産業廢水의 양이 자연의 정화능력을 상회하거나 자연정화가 곤란한 물질이 방류되어 발생하는 항만내의 水質汚染으로 생활 및 생태계의 유지에 심각한 문제를 야기시키고 있고 나아가서는 해안의 매립과 준설, 간척사업을 포함하여 물질순환을 제약하는 방향으로의 항만개발이 상황을 더욱 악화시키고 있다. 공업단지가 들어선 지역의 해안에는 富營養化가 가속되어 적조현상이나 무산소화 현상으로 어장은 황폐해지고 심지어 기후변화까지도 발생하고 있다. 해양오염은 육상수질오염의 연장선상에서 이해할 수도 있으나 해수의 순환과 확산이라는 특성상 어느 한 지역의 국부적인 문제가 아니라 범세계적인 문제로 보아야 할 것이다. 따라서 港灣汚染에 대한 근본적인 해결책은 오염물질의 순환과정과 이에 대한 해양의 역할을 이해하는데서 출발해야 할 것이다.

### 2.1 汚染의 經路

지금까지 해양오염의 심각성은 공업단지나 인구밀집지역 주위의 해안역이 오염되는 정도로 자각하여 왔으며 일반대중이나 정책입안자에게 있어서 해양오염은 하천, 호수 등 내수면의 오염에 비하여 덜 심각한 것으로 인식되어 왔다. 이는 아마도 바다를 생활의 터전으로 삼고 있지 않은 일반 국민들에게는 바다가 오염된다는 사실이 자신의 생활과 그리 유관하지 않다는 생각 때문일 것이다. 해양오염의 심각성이 일반인에게 가까이 느껴질 기회는 선박의 좌초나 충돌에 의한 대량의 기름유출사고로 양식 어장을 망치게 만들었다는 보도기사나 공장의 폐수투기로 인하여 인근의 피해어민들과 손해배상 분쟁이 사회문제화되는 경우가 대부분이다. 오염현상에 대한 근본적인 이해나 그 극복방법보다는 일회적인 여론형성을 통하여 손해배상금액의 산정 등에 초점이 맞추어지는 것이 대부분의 사례이다. 해양이 국가와 국가 사이의 경계를 이루는 경우가 많아서 해양오염 발생시 그 책임의 한계가 모호하고, 해역이 광대하여 관리하기에 어려우며 또한 해양오염에 의한 결과가 내수면의 식수오염과 같이 직접 눈에 띄지 않는다는 점에서 더욱 어려운 점이 있다.

港灣汚染을 일반적으로 분류하면 도시하수나 生活污水에 의한 오염, 産業廢水나 폐기물에 의한 重金屬 오염, 원자력 발전소의 배출수에 의한 열오염과 방사능 물질에 의한 오염, 기름과 같은 탄화수소계 물질에 의한 오염 그리고 화석연료의 연소에 의한 이산화탄소의 농도의 증가를 들 수 있다. 많은 오염물질 중 몇 가지 대표적인 종류의 오염물질들이 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다.

바다에 유입되는 거의 모든 유기물들은 박테리아에 의하여 분해가 가능하며, 이러한 유기물의 분해는 해수중의 용존산소 결핍을 야기시키게 된다. 특히 이러한 유기물들이 외해수와 혼합이 잘 일어나지 않는 항만이나 해안에 유입되어 해수 중의 용존산소를 거의 다 소모하게 되면 그곳에 사는 산소가 필요한 해양생물들은 집단으로 폐사하거나 다른 곳으로 옮겨 가야만 한다. 또한 嫌氣性 박테리아에 의한 유기물의 분해는 메탄이나 황산 등의 유독물질을 만들어 내게 되어 심한 악취와 더불어 다른 해양생물에 치명상을 입히게 된다.

生活污水나 쓰레기에 의한 해양오염 중 가장 심각한 문제의 하나가 병원균의 유입이다. 특히 인구가 밀집해 있는 지역의 연안해수는 거의 대부분이 정화처리가 안된 생활하수의 유입으로 각종 병원균에 오염되어 있는 실정이며, 이러한 병원균에 의한 오염으로 인하여 항만은 물론 세계 각국에서 많은 어장이나 양식장, 해변 휴양지 등이 폐쇄되고 있다.

營養鹽類는 해양 식물성 부유생물의 성장을 촉진하고 따라서 동물성 부유생물과 어류의 먹이가 풍부하게 되어 해양생물에 도움을 주게 되나, 만약 육지로부터 영양염류가 지나치게 많이 유입되어 연안수가 富營養化되면, 부유생물들이 이상번식을 하게 되어 그들의 호흡과 식물의 분해에 과다한 산소를 소모하게 되고, 역시 해수 중의 용존산소 결핍으로 그 지역의 거의 모든 해양생물의 집단폐사의 원인이 된다.

카드뮴, 납, 수은, 아연, 구리 등과 같은 重金屬의 排出은 지난 십수년간 연안역의 해양과 어족자원을 급속히 오염시켰으며 생태계 먹이사슬에 의해 어패류를 섭취한 인체로 다시 돌아와 농축됨으로써 公害病을 유발시키는 주범이 되었다. 이러한 실태는 임해 공업단지나 산업도시에 특히 심각한데 울산이나 마산, 인천, 부산 등의 도시에서는 重金屬에 의한 公害病이 이미 익숙한 문제가 된지 오래이다(〈표 1〉 참조).

〈표 1〉 중금속 원소들의 인공적 배출량과 자연 배출량의 비교  
(단위: 억톤/년)

원소	총 자연 발생량(1) (대륙기원 + 화산재)	총 인공 발생량(2) (산업분진 + 화석연료)	(2)/(1)
Cr	584	940	1.6
Ni	283	980	3.4
Sn	52.4	430	8.2
Cu	193	2,630	13
Cd	2.9	55	19
Zn	358	8,400	23
Sb	9.8	380	38
Mo	11.4	510	44
Hg	0.4	110	275
Pb	58.7	203,000	345

자료: 박 병권, 양 재삼, 일반해양학

生活污水나 産業廢水에 의해 오염된 하천수에 의해 연안이 오염되는 것과 함께 대기를 통한 오염물질의 이동 역시 중요하다. 휘발성이 있는 금속물질과 분해되지 않는 농약성분 등이 입자나 증기상태로서 먼 외해까지도 빠른 속도로 전달되는 것이 관측되고 있다. 대기중의 이산화탄소량이 증가하면 빗물의 산성도가 증가하고 이런 산성비의 영향은 해양의 생태계에도 큰 영향을 미치게 된다. 중국의 공업화가 급속히 진행될 경우 그 동쪽에 위치한 우리나라는 대기로 부터 유입되는 용존성 물질의 이동에 대한 대비가 필요할 것이다.

그 외에도 분해가 잘 일어나지 않는 유기복합화합물들, 특히 살충제, 농약, PCB (Polychlorinated Biphenyl) 등은 해양생물의 체내에 조금만 축적되어도 치명적이며, 석유류, 방사성 폐기물, 발전소의 온배수, 세탁용 세제, 플라스틱 등도 해양환경을 파괴한다.

우리나라에는 현재 고리, 울진, 월성, 영광의 4개소 10기의 원자력 발전소가 가동 중이며 2000년까지 4-5기의 발전소가 추가로 건설될 예정이다. 원자력 발전소는 막대한 용량의 냉각수를 필요로 하는데 우리의 경우 해수를 냉각수로 사용하고 있다. 원자력발전소외에도 전국 16개소에 39기의 화력발전소가 있어서 이들을 통해 각각 하루에 464.8톤, 364.8톤의 냉각수가 배출되고 있다. 사용된 냉각수는 주변의 해수보다 평균 7도 정도 높은 수온을 갖는데, 이런 溫水의 放出은 주변 해역의 해수밀도, 기체 용해도 등 제반 물리적 특성을 변화시켜 해수 속에 녹아 있는 염분, 용존산소량의 분포에 큰 변화를 가져오게 된다. 결과적으로 용존산소의 부족은 어패류의 성장에 직접 타격을 주며 밀도와 점성변화는 부유물질의 침전속도를 증가시켜 토사이동의 감소나 수심변화를 야기할 수도 있다. 더우기 방출되는 방사성 물질에 의한 오염 가능성 역시 관심을 기울여야 할 것이다. 우리나라에 건설된 대다수의 원자력 발전소에서 유출된 방사성 물질은 아주 미량이나마 해양생물에 지속적으로 농축될 가능성이 있기 때문이다. 이러한 환경피해를 극소화하기 위해서는 발전소 건설 이전에 완벽한 환경영향평가가 이루어져야 하며 건설후에도 주변환경의 장기적인 모니터링이 필수적이다.

人口의 增加와 産業의 發展은 필연적인 부산물로서 폐기물의 양과 종류를 증가시

켰고 개발정책에 늘려 해양환경의 보호주장은 균형을 유지하지 못하게 되었다. 해양은 자체의 고유한 정화능력과 완충능력을 가지고 있으므로 오랜 기간의 환경파괴에도 쉽게 오염의 징조를 보이지 않는다. 그러나 일단 자정능력의 한계를 넘어서 파괴될 경우 원상복구가 거의 불가능하거나 회복되더라도 그 때까지 막대한 노력과 비용 그리고 오랜 시간이 필요하다.

해안의 埋立과 浚渫, 干拓事業과 같은 海洋開發工事 역시 주변의 해양환경에 크게 영향을 주고 있다. 해상공사는 일반적으로 선박, 건설용기계 또는 각종 플랜트 등의 시설을 이용하고 돌, 모래, 시멘트, 철강, 목재 등의 자재를 사용하여 이루어진다. 이 때문에 공사구역의 주변에서는 수질, 소음, 진동 등으로 환경에 변화를 일으키고 부근 주민의 건강 및 수산자원에 큰 피해를 가져오는 사례가 많이 있었다. 따라서 시공자는 공사의 진행에 앞서 환경보전을 앞세우는 견지에서 시공에 의한 영향을 극소화시키지 않으면 안된다.

해상공사에 당면하여 제반 環境保全法規를 준수하여야 하는 것이 당연하나 아직 그 규제의 기준이 없는 경우도 있다. 공사에 종사하는 선박은 선박에서의 유류, 오수, 폐기물 등의 배출에 의해 해양오염을 일으키지 않도록 주의를 하지 않으면 안되며 특히 각종 시공과정에 있어서 해수를 오탁시키지 않도록 하는 대책을 생각해 둘 필요가 있다. 시공에 있어서 오염방지상 용의주도할 것은 물론 관계지역 주민의 충분한 이해를 얻지 않으면 오해를 사게 되고 분쟁을 야기시킬 수 있다. 따라서 공사시 사전예방과 사후처리를 위한 적절한 수단과 방법을 검토하고 이해를 얻어두는 것이 중요하다. 이러한 관점에서 환경보전에 대한 교육 및 연구의 역할이 매우 크며 따라서 해양오염을 추적 감시하고 분석하는 것은 물론 이의 예측을 위한 노력이 필히 수반되어야 한다고 본다.

原油나 各種 油類에 의한 海洋汚染은 유조선의 좌초나 충돌과 같은 대형 해난사고나 해저유전에서 유출사고에 의해 그 심각성이 널리 인식되어 왔다. 유류유출에 의한 해양오염은 석유를 기초로한 중화학공업의 급속한 발달과 유조선과 같은 대량수송수단의 이용에 따른 필연적인 결과인 것이다. 특히 해상에서 발생하는 유류유출사고의 경우 그 피해가 집중적이고 즉각적이며 환경과 생태계를 파괴하는 파급효과가 가장 크다. 막대한 석유자원의 이용과 수송과정에서 유류의 유실이나 누출을 완전히 막기는 어려운 점이 있다하지만 해상 유출사고를 막고자하는 범세계적인 노력에도 불구하고 점차적으로 확대되고 그 피해도 증가되고 있다.

<표 2> 전세계의 배출원별 유류유출량 추정치 (단위: 만톤)

구 분	유 출 량	비 율 (%)
해상운송	145	45
유조선 운반	71	
Drydocking	3	
해양터미널	2	
빌지와 연료유	28	
유조선사고	39	
비유조선 사고	2	
해상유전	5	1
정유공장	10	3
비정유공장의 폐기	20	6
도시로부터 폐기	70	22
도시로부터 유입	3	1
하천수로부터 유입	40	12
자연발생	30	9
대기	5	1
합 계	323	100

자료: 1991년 IMO 해양환경보호위원회 보고서

## 2.2 港灣·海洋開發과 汚染

港灣法(제2조)에서 정의하고 있는 수역시설, 외곽시설, 계류시설, 여객시설 등의 항만시설과 기름, 폐기물, 기타 물건의 공급 또는 저장용 목적으로 설치된 구조물, 해저광구 구조물 등 海洋汚染防止法(제2조) 및 보사부령(제3조)에서 정의한 해양시설은 인위적인 구조물로 이로 인한 海流의 변화, 해안의 변경, 하구폭의 축소, 간사지의 상실, 해양경관 및 인근지역에 영향을 미치는 것은 물론 해수순환 장애 및 해수교환을 저하 등 자연적인 해양의 정화능력을 감소시키고 오염물질의 배출 축적으로 항내의 오염을 가중시키게 된다. 시설물의 유형별 해양환경에 미치는 영향은 <표 3> 및 <표 4>와 같다.

그러나 <표 5>에서 보는 바와 같이 이들 시설의 설치시 관계기관에의 협의규정이 없고 단지 유독물, 쓰레기 투기등 금지조항(예: 港灣法 제44조)만 정의 되어 있어서 구조물 설치에 따른 해수소통 및 교환 등 환경영향에 대한 기간관의 평가협의가 제도적으로 마련되어야 하고 사업의 특성상 오염요인 및 오염외적 요소를 제거하기위한 노력이 뒷받침되어야 할 것으로 본다. 특히 이와같은 구조물은 연안역개발과 함께 매립 및 준설을 포함하고 있으므로 이로 인한 사회적 편익이 수면의 감소에 따른 공공적 손실보다 현저히 커야하며 개발지역 인근의 오염의 상태와 연안자원의 잠재능력, 해안선의 유한성 등을 신중히 고려하고 공사기간중의 영향, 공사완료후의 토지이용 목적별로 예측되는 영향 등 개발의 環境影響要素 및 環境因子를 기본계획수립 단계에서 부터 충분히 검토하여야 할 것이다.

<표 3> 항만시설물과 해양환경

시설종류	주요 시설	해양환경에 미치는 영향	
		오염외적(오염가중)요인	오염요인
수역시설	항로, 박지, 선류장		-준설사업에 따른 부유물질 확산 -선박폐유등 오염물질 배출
외곽시설	방파제, 방사제, 방조제, 수문, 갑문, 호안돌제등	-해수의 통수단면 축소 -해 조류 유향변경 -토사이동 및 퇴적 -해수교환을 저조	
계류시설	호안, 간교, 물양장, 선양장등	상동(다만, 시설이 항내에 설치되므로 외곽시설에 비하여 영향은 적음)	-선박폐유등 오염물질 배출 -선박수리등에 따른 폐유 배출
하물처리 시설	고정하역기계, 궤도주행식 하역기계, 하물정리장등		-석탄, 시멘트등 하물의 양하선적, 운반등에 따른 해양유입 -하역기계, 설비등의 운영에 따른 폐유등 오염물질 배출
여객시설	여객승강용 고정시설 소하물취급소, 대합실등		-오수, 분뇨, 폐기물등 오염물질 배출
선박보급 시설	선박용 급유, 급수시설		-유류유출사고에 따른 유류오염 -선박폐유 발생
항만후생 시설	선박승무원, 부두노동자 및 항만이용자의 휴게소, 숙박소, 진료 등 후생시설		-오수, 분뇨, 폐기물등 오염물질 배출
기타항만 시설	입항교통시설, 항로표지등 항행 보조시설		-교통소음, 육상 및 해상 교통량 증대 등



〈표 4〉 해양시설물과 해양환경

시 설 종 류	주 요 시 설	오 염 요 인
1)기름, 폐기물, 기타 물건의 공급, 처리 또는 저장등의 목적으로 설치한 구조물	-기름저장, 공급시설 -화공약품등 저장·공급시설  -폐기물(분뇨, 산업폐기물)의 저장시설 -연탄, 석회석등 광물질의 하역시설 -선박수리, 쇄빙, 수산물 위판장시설	-기름유출사고등에 의한 유류오염 -화공약품, 제품, 원료등의 취급시 누출 -폐기물의 운반, 선적시 폐기물의 누출 -연탄, 석회석등 광물질의 비산 및 해양유입 -폐유, 수산폐수 및 폐기물의 해양 유입
2)사람을 수용할 수 있는 시설을 갖춘 구조물 3)해저광물자원개발법 제3조의 규정에 의한 해저광구에 설치된 구조물	-해상건축물 -승객대합실, 휴게실등 -석유 시추시설 -해저광물 채광시설	-오수, 분뇨, 폐기물등 오염물질 발생 -유류오염

〈표 5〉 항만시설 및 해양시설 설치에 따른 문제점

구 분	오 염 요 인 제 어 기 능		실 태	문제점	
	관 련 법 조	주 요 내 용			
1)항만시설 설치	港灣法	-	시설설치시 관계기관 협의 규정등이 없이 사업시행자 (항만관리청, 피허가자)	해수소통 및 교환 등 환경영향 요소 미고려	
	산업기지개발 촉진법(산업기 지개발구역)	-	시설설치시 관계기관 협의 규정등이 없이 사업시행자 (항만관리청, 피허가자)		
	환경보전법 제5조	환경영향평가대상사업 -지정항만의 항만시설중 외곽시설(방파제등), 보관시설 등 -1종지정항만에서의 준설 사업중 개발 준설	기존항만내에서의 방파제 중설사업등은 환경영향평가협의 없이 사업추진		
2)해양시설 -설치	해양오염방지 법 제16조	-해양시설 설치시 건설부 또는 해운항만청에 등록	해양시설 등록		
	-관리	해양오염방지 법 제16조의 2	-오염방기관리인 임명관리 -오염방제 기자재 등 확보		좌 등 좌 등
		해양오염방지 법 제15조	-오염물질처리 기준설정		방지시설 설치

### 2.3 海洋油類汚染 現況

세계 원유의 해상물동량 추이를 보면 1980년대 들어 계속 감소되던 것이 1986년 이후 다시 증가되고 있다. 세계 원유의 해상물동량은 1979년 14억 9천 7백만톤에서

1985년 8억 5천만톤까지 감소되었으나 1986년에 9억 5천 8백만톤, 1988년에는 10억 5천만톤으로 증가되고 있으며 앞으로 계속 증가될 전망이다. 이와 같이 해상물동량 증가에 따라 유류의 해상유출량은 증가될 것으로 추정할 수 있다. 유류의 해상유출량의 정확한 산출은 어려운 일이지만 대략 總 原油輸送量의 0.3% 까지 추정하고 있으며 1991년 국제해사기구(IMO) 해양환경보호위원회의 보고에 의하면 <표 2>와 같이 연간 약 320여만톤이 해상으로 유출되고 있다고 한다. 우리나라의 경우 역시 매년 유류유출로 인한 해양오염이 증가하는 추세이다.

우리나라의 해양오염 현황을 살펴 보면 1979년에서 1989년 까지 우리나라 주변해역에서 확인된 유류유출 사건발생 건수는 1982건에 46,506드럼 유출로 피해액은 약 800억원으로 집계되고 있으며 방제작업비용 및 피해보상액이 218억원에 이르고 있다. 1990년 한해동안 발생한 해양유류유출 사고는 248건에 12,107드럼의 유출로 8억 원이상의 피해보상액이 지출된 것으로 집계되었는데 이외에도 확인되지 않는 부분과 금액으로 환산하기 어려운 생태계 파괴등을 고려한다면 그 피해는 더욱 클 것으로 추정되고 있다.

<표 6> 해양오염사고 발생 및 피해현황 (금액단위: 백만원)

년도	발생건수	유출량(드럼)	피해요구액	방제비용	보상액
1979	128	2,432	100	30	29
1980	140	2,007	2,651	133	38
1981	185	4,915	6,172	993	1,874
1982	221	714	287	102	197
1983	248	1,808	6,708	1,235	2,490
1984	226	1,005	429	962	418
1985	166	11,020	5,107	447	587
1986	158	13,089	3,294	796	915
1987	152	2,412	52,617	1,294	7,876
1988	158	5,291	1,637	610	191
1989	200	1,840	1,006	374	173
계	1,982	46,506	80,101	6,795	14,789

자료: 이 창섭, "해양오염 규제와 방제" 대한조선학회지 제28권

#### (1) 國內 主要汚染事故

油類流出事故의 主要 事例를 살펴보면 1981년 1월 인천 승봉도 앞 해상에서 화물선 목련호가 좌초, 벙커B유 약 390드럼을 유출하고 약 16억원 피해, 1983년 2월 여수 호남정유 원유부두 앞 해상에서 유조선 호남 제이드호가 좌초되어 적재원유 약 950드럼이 유출, 약 27억원 피해, 1985년 3월 경북 영일군 구룡포 장기갑 등대 앞 해상에서 기름 바지선 천일호가 좌초되면서 벙커B유 약 7천 9백드럼 유출로 약 40억원 피해, 1987년 3월 경기도 용진군 영흥도 앞 해상에서 유조선 제1보운호가 좌초, 벙커 C 유 392드럼 유출로 서해안 5개 시군 총연장 467km 해안을 오염시켜 208억원 요구에 58억여원 被害補償과 10억여원의 防除費用이 소요되었다.

1988년 2월 경북 영일군 대보등대 앞 해상에서 유조선 경신호(996톤)가 벙커C유 약 12,800드럼을 적재하고 침몰하여 17억여원의 피해를 내고, 이 때 약 5000드럼이 유출된 것으로 추정되며 1차 봉쇄작업을 시도하였으나 아직도 일부 기름이 유출되고 있다. 최근에는 1990년 7월 인천 월미도 앞 해상에서 유조선 코리아호프호(12,644톤)와 유조선 코리아씨니힐호(18,000톤)가 충돌하여 적재된 벙커C유 1500톤(7500드럼)이 해상유출된 사고와 경기도 용진군 선감도 앞 해상에서 유조선 세양호(3370톤)가 침몰되어 적재유 전량(벙커B유 800드럼 경유 100드럼)이 유출되는 사고가 발생하였고 또

한 7월에 경남 통영군 한산면 가오도 앞 해상에서 유조선 태양호(433톤)가 항행중 어선과 충돌하여 적재유 142드럼이 유출되는 해양오염사고가 연속적으로 발생하였다. 이로 인해 주변 양식장의 피해는 물론 해수욕장 등 관광지를 오염시켜 마스크를 통해 해양오염사고가 대규모로 보도되는 등 심각한 사회적 반응을 유발하였다.

(2) 世界的 油類汚染事故

유류유출에 의한 해양오염이 국제적으로 가장 큰 영향을 미친 대표적인 사례는 1967년 Torrey Canyon호가 영국 근해의 암초에 좌초하여 운반중이던 약 12만톤의 원유를 유출시킨 것을 비롯하여 1969년 미국 Santa Barbara 해저유전에서 약 10만톤에 달하는 원유의 유출사고, 1978년도 프랑스 브리타니 근해에서 22만톤의 원유를 유출시킨 Amoco Cadiz호 사건이 널리 알려져 있으며, 최근에는 1989년 알래스카 해역에서 미국의 유조선 Exxon Valdez호가 좌초되어 적재원유 20만톤중 약 4만톤이 해상에 유출되어 인근해역 약 300평방마일 범위로 확산되었고 미국 정부는 6개월에 걸쳐 1억달러를 들여 방재작업을 하였으나 연어, 청어, 게 등의 수산물 피해와 주변 생태계 파괴 그리고 세계적으로 유명한 觀光地 景觀破損 등 그 피해는 금액으로 환산할 수 없이 막대하였다.

<표 7> 국내 주요 유류오염사고 기록

(단위: 백만원)

구 분 오 염 원	발생일시 및 장소	유 출 량 (드 럼)	피 해 사 항		
			피해면적(ha)	어민요구액	보상액
경 신 호 (유조선 995톤)	'88. 2. 24 경북 영일군 대보동대앞 해상	방카C유 1,003	공동어장 2,000	1,680	177
오리엔탈에이스호 (화물선 3,963톤)	'87. 7. 15 여천시 신덕부락 해상	방카C유 560	어장 및 양식장 379	3,639	130
알만다라호 (화물선 4,716톤)	'87. 4. 21 부산시 청사포앞 해상	방카B유 600	양식장 1,374	13,630	1,152
제1보운호 (유조선 9,762톤)	'87. 3. 2 경기도 장안서앞 해상	방카C유 392	해태 2,158 패류양식장 3,610	20,865	586
해바라기호 (화물선 16,034톤)	'86. 8. 28 부산 용호동앞 해상	방카C유 836	어장 및 양식장 (무허가)	8,790	242
빅토리아호 (화물선 17,899톤)	'86. 8. 28 전남 여천 학동부락앞	방카B유 및 경유 3,220	어장 및 정치어장 300	3,734	81
홍콩콘테이너호 (화물선 38,864톤)	'86. 8. 28 부산 영도앞 해상	방카C유 2,335	어장 및 양식장 12	3,740	99
천 일 호 (유류바지 721톤)	'85. 3. 14 경북 영일군 구룡포앞 해상	중질유 및 경유 8,400	어장 및 양식장 2,510	7,000	125
진 용 호 (유조선 1,429톤)	'86. 1. 2 부산 영도앞 해상	방카C유 6,100	어장 및 양식장 21	809	403
비거파이오니아호 와 퀴첸호 침몰	'89. 5. 28 전남 신안군 만재도 동방해상	방카C유 유출	어장 및 양식장	425	-
코리아호프유조선 충돌(12,644톤)	'90. 7. 15 인천 월미도 부근해상	방카C유 유출 7,500	어장 및 양식장	47,400	5,000



<표 8> 세계적 유류오염사고 기록

일시	장소	사고선박	유출량	사고원인	비고
1967.3	영국 남서단 100마일 해상	토리 케년호(리베리아)	12만톤	암초좌초	헬기로 폭파 ·소각
1969.1	미, 캘리포니아 산타바바라해안	산타바바라 해저유전 플랫폼(미국)	10만톤	유전폭발	-
1978.3	프랑스 브레타뉴 해안	아모코 캐디즈호(미국)	22만톤	암초좌초	항공기로 폭 파·소각
1979.6	멕시코 해안	익스톤 해상유전	50만톤	시추선침몰	콘크리트로 봉쇄
1980	Greece	Irens Serenade	10만2천톤	-	-
	Algeria	Juan A. Lavallega	4만톤	-	-
1981	France	Cavo Cambanos	1만8천톤	-	-
1983	South Africa	Castello de Belver	25만5천톤	-	-
1984	Oman	Assimi	5만천톤	-	-
	Qatar	Pericles GC	4만6천톤	-	-
1989.3	미, 알래스카 남서부 해안	EXXON VALDEZ호(미국)	4만2천톤	암초좌초	선박·항공기 원유회수

자료 : UNEP, The State of the World Environment, 1990.

## 2.4 港灣·海洋汚染의 規制

개발사업의 유형으로는 공유수면 매립에 의한 공업용지 조성사업 및 신도시 건설 사업, 공유수면 간척에 의한 농업용지 조성사업, 항만·공항 건설사업을 들 수 있는데 都市開發公司와 같은 지방자치단체, 土地開發公司, 農業振興公司 등의 정부투자기관 및 현대·삼성·대우 등의 민간기업이 개발주체가 되어 浚渫工事, 防潮堤 및 防波堤 築造工事, 埋立工事, 護岸築造工事가 이루어 지고 있다. 이와 같은 개발사업으로 유발되는 오염문제는 주로 조랑 및 해수교환율의 변화, 오염물질의 확산장애와 내륙수 유입상태로 인한 인근연안역의 수위상승이 발생하고 隣近漁場 및 양식장에 피해를 미쳐 해양생태계에 변화를 야기시키는 점 외에도 건설 및 조성사업후의 오염부하량의 증가와 오염물질 종류의 증가에 부가하여 새로운 해상교통유입에 따른 유조선, 원료 및 제품 수송선 등의 돌발적인 사고로 인한 해양오염의 기회가 많아지는 점을 들 수 있다. 간척·매립으로 인한 연안역의 이용은 1983년에 966km<sup>2</sup>에서 1988년 1,148km<sup>2</sup>으로 증가하였고 1996년에는 약 2,326km<sup>2</sup>으로 전망되어 현재의 배에 이르게 된다. 특히 임해공단조성에 따른 임해도시는 1893년에 91km<sup>2</sup>에서 1988년 155km<sup>2</sup>으로 1996년에는 273km<sup>2</sup>으로 확대될 것으로 보인다. 이에 따라 생활하수 등 내륙오염원은 1983년에서 1988년의 5년동안 5,520천톤/일에서 7,720천톤/일로, 1996년에는 10,970천톤/일로 증가되어 오염에 대한 대책이 요구되는 실정이다.

한편, 海流와 潮流는 끊임없이 움직이고 있기 때문에 어느 한 해안에 배출된 오염물질은 언젠가는 세계 어떤 연안국에도 도달하게 될 뿐 아니라, 주요 해양오염 배출원이 되고 있는 선박 또한 전세계 어느 항구이든지 운항이 가능하기 때문에 海洋汚染防止 및 그 대책에 관해서는 한 국가의 규제만으로는 불충분하며 따라서 국제적인 협조와 공동의 대책이 필요하다. 이러한 인식아래 세계 각국은 1958년 국제연합의 산하기관으로 국제해사기구(IMO)를 설립하여 이 기구를 중심으로 海洋汚染防止에 관한 여러 국제협약을 체결하고 공동의 노력을 기울이고 있다.

오염방지를 위한 국제적인 규제의 필요성은 오래전부터 인식되어 왔으며 1954년 U.N.이 주관하여 국제협약 OILPOL 을 채택 (1958년 발효) 하였다. 그 후 1967년 Torrey Canyon호의 대형 유출사고로 이 규약에 많은 문제점이 있음이 발견되어, OILPOL 을 일부 수정하고 유류유출사고에 대한 민사상의 손해배상과 공권력에 의한 사고처리를 위한 민사책임협약 (1969년 CLC), 공해상 개입에 관한 협약 (Intervention) 이 채택되었으며 그 후 1973년 선박으로부터 유출되는 유류오염방지를 위한 국제협약 (1973년 MARPOL, 1978년 수정, 1982년 발효) 을 채택하게 되었다. 이 1973/78 MARPOL 협약은 유류 이외에도 有毒性 液體物質, 糞尿, 汚水, 廢棄物 등 해양오염의 원인이 되는 모든 물질을 규제대상으로 하고 있다. 또한 지금까지 선박

에 의한 해양오염방지협약은 주로 선박으로부터 오염물질의 배출행위만을 규제하여 왔으나 1973/78 MARPOL 협약에서는 오염원인 선박이 이동하고 규제범위가 광범위해짐에 따라 오염행위 자체의 규제가 어려운 점을 고려하여 선박의 구조나 설비등에 새로운 요건을 추가하고 배출기준을 준수하도록 하였다. 더우기 1989년 Exxon Valdez호 사건을 계기로 신조선의 설계기준을 강화할 뿐 아니라 기존 유조선의 구조개조에 대해서도 요건을 강화하는 방향으로 협약이 진행되고 있다. 특히 저속도의 충돌과 좌초가 유조선 해난사고에 큰 비중을 차지하는 바 유조선의 바다와 양현측의 선각을 이중구조로 하는 것을 골자로 하는 새로운 협약이 진행중에 있다. 이와 같이 선박으로부터의 유류유출에 의한 오염방지는 세계 각국의 공통된 임무이지만 국제협약의 강제성은 규제력이 약하므로 우리나라의 경우에는 1977년 海洋汚染防止法을 제정하여 1978년 7월 1일 부터 시행하고 있다.

또한 우리나라 전체 해역에 대한 오염관리의 필요성에 따라 해역의 이용상태, 해역의 특성, 오염실태 등을 감안한 관리대상해역의 범위를 확대하고 수질등급을 재조정하여 해역과 하천수의 水質環境基準을 마련하고 남해역에는 항만을 포함한 沿岸汚染 特別管理海역을 지정하였다.

### (1) 海역 및 河川水 水質管理

지금까지 환경처에서는 전국 28개 연안(주요연안도시 및 항만중심), 199지점의 해수 수질을 22개항목에 걸쳐 년 4회(2,5,8,11월)측정 분석하여 해수의 오염상황을 파악, 해수수질 기준 달성여부를 판정하고 항만 및 연안오염 방지대책 수립과 연안해역 이용에 참고자료를 제공하여 왔다.

해역수질의 등급별 용도 및 주요 측정항목의 수질환경기준은 <표 9>와 같다. 그러나 해역의 이용여건이 수질등급 설정당시(1983)에 비해 크게 변화하여 임해도시 및 공단의 조성을 위한 간척 및 매립사업의 추진, 해상물동량의 증가 및 해양관광, 수산활동, 해저광물자원개발 등 해역이용행위의 증가에 따른 적극적인 해양환경의 보전 및 관리의 문제가 항만중심에서부터 내만-연안-근해까지로 확대 개편할 필요에 따라 1991년 1월 부터 조정하기에 이르렀고 이를 통해 해양자원 보전 및 관리를 위한 우리나라 전체해역의 해양환경자료 확보와 연안국가간의 海洋汚染防止를 위한 국제협력에도 기여할 수 있는 근거가 마련되었다고 하겠다. 확대 조정된 내용의 골자는 <표 10>에 정리하였다.

<표 9> 해역수질 환경기준

항목 등급	수소이온 농도 pH	화 학 적 산소요구량 COD (mg/l)	용 존 산 소 량 DO(mg/l)	부 율 질 량 SS(mg/l)	유 분 (mg/l)	대 장 균 수 MPN(100ml)	총 질 소 mg/l	총 인 mg/l
I	7.8~8.3	1 이하	포화율 95이하	10 이하	검출되어 서는 안됨	200 이하	0.05 이하	0.007이하
II	6.5~8.5	2 이하	포화율 85이상	25 이하	검출되어 서는 안됨	1,000 이하	0.1 이하	0.015이하
III	6.5~8.3	4 이하	포화율 80이상	-	-	-	0.2 이하	0.03 이하
- 무기물질 등 : 6가크롬 : 0.05 이하, 비소 : 0.05 이하, 카드뮴 : 0.01 이하, 납 : 0.1 이하, 구리 : 0.02 이하, 아연 : 0.1 이하, 시안, 유기인, 총수은, 알킬, 수은, 폴리크로리네이티드비페닐(PCB)은 검출되어서는 안됨.								

〈표 10〉 해역수질의 등급별 용도 및 주요측정항목의 수질환경기준 대비

구 분		1990년 이전	1991년	비 고
수질기준설정	대상연안	28개 연안 (연안도시·항만)	70개 연·근해 (전국연안·근해)	9.5.24해역별 수질 등급기준개정고시
	수질기준 (COD)	I 등급: 1mg/l이하 II " : 2 " " III " : 4 " "	좌 동	환경처고시 제 90-11호
측정망 설치운영	대상연안	28개 연안	70개 연·근해	분기 1회 측정
	측정지점수	199개	230개(잠정40개)	
	측정항목	COD등 22개 항목	COD등 23개 항목	

여기서 측정대상이 되는 항목은 일반항목(13개)으로 수온, pH, DO, COD, SS, 유분, 염분, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, 대장균수, 투명도 등이 있고 특정항목으로는 Hg, Cu, Zn, Pb, Cd, Cr<sup>+6</sup>, As, CN 등 8개, 기타 PCB와 유기인을 들고 있다.

단, DO는 포화율에 불구하고 농도로서 등급 I은 60 mg/l, 등급 II와 III은 5 mg/l 이상이어야 하며 총질소는 NH<sub>3</sub>-N, NH<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N의 합계를, 총인은 PO<sub>4</sub>-P의 형태를 말한다.

- I 등급 : 수산생물의 서식, 양식 및 산란에 적합한 수질
- II 등급 : 해수욕 등 국민의 여가선용 및 I등급이외의 수산생물에 적합한 수질
- III 등급 : 공업용냉각수, 선박의 정박 등의 용도에 적합한 수질

한편 조정된 관리해역에 대한 기준설정 해역의 대비는 〈표 11〉과 같으며 이에 따라 수질등급도 〈표 12〉로 조정하였다. 그리고 港灣汚染의 1차원인이 되는 하천수의 水質環境基準은 〈표 13〉과 같다.

〈표 11〉 관리해역의 명칭

구 분	기 준	조 정
내 만	순천만, 광양만, 마산만, 진해만 ( 4 개 )	마산만, 고성자란만, 행암만, 진해만, 가로림만, 천수만, 해남만, 도암만, 득량만, 여지만, 광양만, 가막만, 진주만, 영일만(포항), 청초호( 15개 )
연 안	인천, 반월, 아산, 서산, 군산, 전주포, 목포, 완도, 여수, 삼천포, 충무, 옥포, 장승포, 부산, 온산, 울산, 포항, 삼척, 북평, 목호, 주문진, 속초, 제주, 서귀포( 24개 )	인천, 반월, 아산, 대산, 태안, 대천, 군산, 전주포, 고창, 함평, 무안, 신안, 목포, 진도, 완도, 고흥, 여수, 남해, 삼천포, 통영, 충무, 거제, 장승포, 옥포, 부산, 양산, 온산, 울산, 감포, 구룡포, 강구, 후포, 울진, 삼척, 동해, 명주, 강릉, 주문진, 양양, 속초, 거진, 제주, 한림, 조천, 대정, 서귀포, 표선, 성산( 48개 )
근 해	( 신 설 )	서해남부, 서해중부, 제주, 남해, 동해중부, 동해남부, 울릉·독도( 7개 )

<표 12> 해역수질등급의 조정내역

구 분		I 등급	II 등급	III 등급
계	기 존	25	26	22
	조 정	59	40	26
내 만	기 존	2	4	3
	조 정	6	11	6
연 안	기 존	23	22	19
	조 정	46	29	20
근 해	기 존	-	-	-
	조 정	7	-	-

<표 13> 하천수 수질환경기준

구 분	등 급	이용목적별 적용 대상	기 준					
			수소이온 농도 pH	생물화학적 산소요구량 BOD (mg/l)	화 학 적 산소요구량 COD (mg/l)	부 율 질 량 SS(mg/l)	용 산 소 량 DO(mg/l)	대 장 균 수 MPN(100ml)
생 활	I	상수원수 1급 자연환경보전	6.5~8.5	1 이하	1 이하	25 이하	7.5 이하	50 이하
		상수원급 2급 수산용수 1급 수영용수	6.5~8.5	3 이하	3 이하	25 이하	5 이상	1,000 이하
	III	상수원급 3급 수산용수 1급 수영용수	6.5~8.5	6 이하	6 이하	25 이하	5 이상	5,000 이하
환 경	IV	공업용수 2급 농업용수	6.0~8.5	8 이하	8 이하	100 이하	2 이상	-
	V	공업용수 3급 생활환경보전	6.0~8.5	10 이하	10 이하	쓰레기 등 이 떠있지 아니할 것	2 이상	-
사람의 건강 보호	전수역	카드뮴(Cd) : 0.01mg/l이하, 비소(As) : 0.05mg/l이하, 납(Pb) : 0.1 mg/l이하, 6가크롬(Cr+6) : 0.05mg/l이하, 시안(CN), 수은(Hg), 유기인, 포리크로리네이트비페닐(PCB): 검출되어서는 안됨						

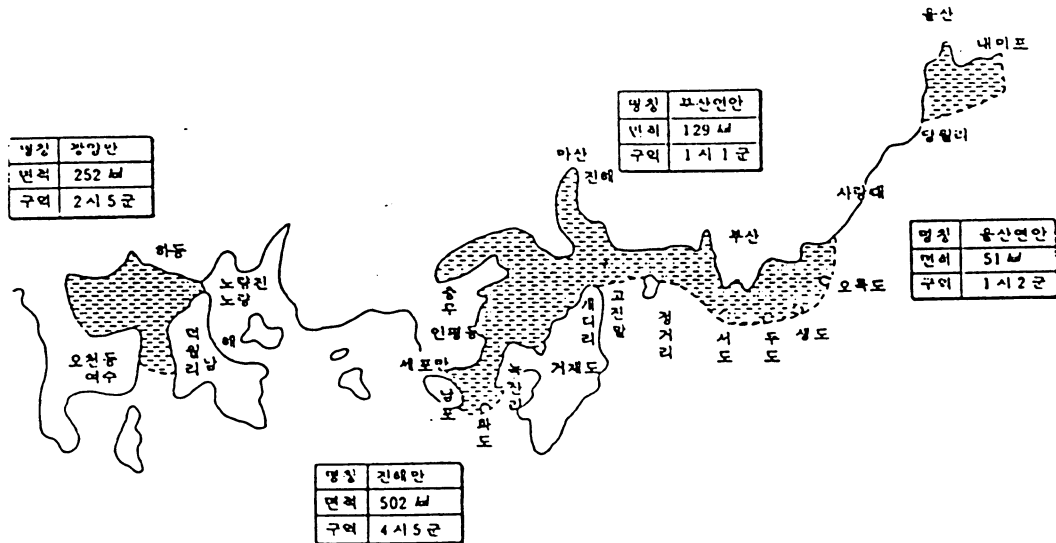
- 주) 1. 수산용수 1급 : 빈부수성수역의 수산생물용  
 2. 수산용수 2급 : 중부수성수역의 수산생물용  
 3. 자연환경보전 : 자연경관등의 환경보전  
 4. 상수원급 1급 : 여과등에 의한 간이정수처리후 사용  
 5. 상수원급 2급 : 침전여과등에 의한 일반적 정수처리후 사용  
 6. 상수원급 3급 : 전처리등을 거친 고도의 정수처리수 사용  
 7. 공업용수 1급 : 침전등에 의한 통상의 정수처리후 사용  
 8. 공업용수 2급 : 약품처리등 고도의 정수처리후 사용  
 9. 공업용수 3급 : 특수한 정수처리후 사용  
 10. 생활환경보전 : 국민의 일상생활에 불편감을 주지 아니할 정도

(2) 沿岸汚染 特別管理

1982년 10월 21일자의 環境廳告示 제 2-6호로 지정된 海洋汚染防止法 제44조의 3에 따르면 해수의 수질기준유지가 곤란하고 해양환경보전에 현저한 장애가 있거나 또는 장애우려가 있어 특별대책이 요구되는 경우로 하여 <그림 1>에서 보는 바와 같이 부산, 울산, 진해연안 및 광양만의 3개해역, 1개 내만 934km<sup>2</sup>에 대해 특별관리해역으로 고시하였다.

특별관리해역내에서는 공유수면 매립·점용 등의 행위가 제한되며 필요할 경우 시·도지사에게 생활하수 및 産業廢水의 유입량을 제한할 것을 요구할 수 있도록 하고 폐유처리 시설 및 해역준설 등 기타 조치를 하도록 하는 근거를 마련하여 집행해오고 있는데 환경청과 해역이용행위에 관한 협의 기구는 건설부, 해운항만청, 수산청, 시·도 등의 해역관리청으로 필요한 경우에는 폐유처리업자의 시설개선, 매립허가, 공작물의 개축, 변경, 원상회복, 공유수면사용에 관련된 허가사항의 제한·취소·금지 등을 요구할 수 있다. 이들 관리해역중 釜山港域에서 共有水面 占用에 대한 規制는 다음 <표 14>와 같다. 규제의 원인으로는 매립으로 인한 하구 상류의 침수, 産業廢水 排出로 인한 隣近漁場 被害, 해역의 해양오염 및 潮流 疏通 障礙 및 인근 해수욕장의 오염 등을 들 수 있는데 때로는 어업면허와 같이 위치가 부적합할 때에 이를 조정하기도 한다. 참고로 공유수면 점용과 관련된 부산 연안역 어업권은 <그림 2>와 같다.

한편, 공유수면관리법에 따른 관리관청이 달라서 필요에 따라 항만개발을 시행할 경우 많은 시간과 노력 및 절충의 과정을 밟아야 한다. 항만내의 공유수면에 있어서의 선거, 선류, 물양장, 부고, 교량, 방파제의 건설, 공유수면의 준설, 굴착, 토석의 채취 등 매립과 점유에 대한 관리는 당연히 해운항만청이나 국토건설 종합계획법 규정에 따라 지정된 특정지역안의 공유수면은 建設部長官, 기타 공유수면은 市·道知事의 관리를 받도록 되어있다.



<그림 1> 연안오염 특별관리해역도



〈표 14〉 부산항역에서의 공유수면 점용 규제

신청지	이용행위	규제사유
부산시 남구 용호동 176-10	조선장 및 선박대피장 (50,008m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수영만 수질악화로 인한 적조유발</li> <li>○ 생활환경 및 도시미관 저해</li> </ul>
부산시 해운대구 우동 721	부선접안 및 모래하역장 (969m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부유토사로 인한 수영만 수질악화</li> <li>○ 비산분진 우려</li> </ul>
부산시 중구 남포동 5가 17-5	활선어 위판장 (1,320m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수산폐수 해양유입으로 해양오염</li> <li>○ 파일청소불가능으로 해양오염</li> </ul>
부산시 서구 암남동 620	해상관광호텔 설치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방파제 설치로 조류소통 장애</li> <li>○ 생활폐기물 해양유입으로 송도 해수욕장 오염</li> </ul>
부산시 남구 민락동	미역양식(16ha)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양식어장 발생 폐기물의 확산으로 요트경기장, 광안리해수욕장 수질 악화우려</li> </ul>

### 3. 港灣環境 保存과 釜山港 開發

港灣環境保存의 가장 중요한 부분은 기술의 적용과 개발활동에 의해 야기될 수 있는 환경파괴사태를 미연에 방지하는 것으로부터 나아가 보다 좋은 환경을 유지하고 보존, 창조하는데 있다. 오늘날과 같이 생산규모 및 지역개발의 규모가 거대화하면 대량의 有害物質이 항만에 그대로 방출되기도 하고 生態界에 커다란 변동을 일으킬 수 있는데 이 경우 자연환경은 그 복원력을 유지하는 것이 불가능하게 되고 장기간에 걸쳐 환경파괴가 진행된다. 자연계에 있어서 環境破壞의 行爲와 汚染物質 濃縮 및 汚染의 上昇作用은 時間遲延을 同伴하기 때문에 기술의 적용시 사전에 예측되는 部效果에 대하여 충분한 대응책을 준비하는 것은 아주 중요한 일이다.

#### 3.1 港灣環境 保存의 範圍

環境保存作業은 해당 프로젝트의 기술내용을 철저히 이해하고 자연환경의 질적변화뿐만 아니라, 사회, 경제환경의 수준변화 등 넓은 범위의 영향을 예측하고 평가하는 것으로 출발하므로 工學, 生態學, 經濟學, 社會學, 心理學 등 넓은 분야의 전문가를 프로젝트의 내용에 적합한 학술적인 집단으로 편성하는 것이 바람직하다. 환경영향의 예측작업은 보통 상당한 양의 조사, 관측 및 계측, 컴퓨터에 의한 시뮬레이션 등을 수반한다. 이들 작업의 많은 부분은 상기 전문가그룹의 지도하에 실무연구진이 분담하는 것이 능률적이고 전문가그룹 본래의 기능인 예측작업의 대국적인 파악, 영향의 상호관계와 중요도의 명확화, 대체방안의 검토, 종합평가 등이 저해받지 않도록 진행된다. 環境影響評價에는 일반적으로 定量化가 어려운 항목이 포함되어 있는데 이 경우 영향평가치의 결정은 관련영향의 이전자료에 되돌아가 전문가그룹의 토론 등을 기초로 하여 전문가그룹의 직감적인 판단에 의존하지 않을 수 없다. 또한 개별영향은 그 중요도가 항목에 의해 상당히 다른 경우가 많다. 환경의 변화가 특수한 경우, 지역의 역사적 유산이 잃게되는 경우, 또는 지역의 귀중한 生態界가 소실되는 경우 등 다른 영향과의 상대적 중요도에 적절한 비중을 부여할 필요가 있다. 이에 대한 판단도 전문가 그룹의 종합판단에 의하는 것이 많다. 이와 같이 보면 한정된 예산과 기간에 행하는 예측 평가작업에는 당연히 어떠한 정도의 폭이 존재하는 것이 되며 따라서 環境影響評價는 어떤 폭을 가진 하나의 판단자료이고 절대적인 판단을 나타내는 것은 아니라고 할 수 있다.

#### 3.2 港灣開發 및 船舶運航과 關聯된 汚染對處方案

개발과 관련된 공사를 수행하거나 동상 항만을 운영할 때 環境汚染과 관련하여 대

책수립시 事前에 大氣, 水質, 振動·騒音, 惡臭防止 등으로 나누어 다음과 같은 사항에 유의하여야 할 것이다.

(1) 수질오탁 및 해양오염, 소음·진동에 관계하는 시설을 조사하였는가?

- a. 어장, 양식장등의 양식 및 채취영역 및 활동기
- b. 해수욕장, 마리나 등 해양위락 및 관광지의 위치와 이용시기
- c. 공장 (발전소, 제철소, 정유공장, 기타) 등의 취수구의 위치와 상황
- d. 항만, 임해지역산업체, 하천 및 지천의 위치와 상황

수질오탁에 관해서는 특히 수산관계의 조사가 필요하며 양식, 채취시기가 준설공사시기와 관련되어 시공이 제약되는 사례가 많기 때문에 공사구역 주변의 수역이용상황을 파악할 필요가 있는 것이다.

한편 소음진동은 비교적 연안역개발과 관련된 문제로 현장에서의 거리, 생활시간 대 등의 주변상황에 따라 다르다. 따라서 시공시 발생하는 기계소음, 진동의 크기를 파악하여 이로인한 환경에의 영향정도를 예측하고 가능하면 이를 축소시키는 대책을 검토해야 할 것이다. 특히 진동으로 인한 장비로부터의 유류유출이 미치는 결과를 무시해서는 안될 것이며 이에 대한 事前教育 및 對策을 수립하여야 한다.

(2) 사전에 수질조사시험을 할 필요는 없는가?

工事施工에 의해 수질오탁, 및 海洋汚染이 예상되는 경우에는 공사착수전의 수질상황을 알 필요가 있고 사전의 수질조사를 행하는 것이 바람직하다. 이 조사는 시공 중 혹은 시공후의 수질조사 결과와 대비하여 필요에 따라서 방지대책을 입안, 실행하기 위한 것이다.

시험항목으로는 水素이온濃度(pH), 浮游物質(SS), 溶存酸素(DO), 化學的酸素要求量(COD), 透明度, 탁도, 수온 등이 있고 준설, 매립공사의 경우에는 이 모든 항목을 조사하는 경우가 대부분이다. 또 수질조사에 관련하여 海底地形, 水深, 潮流, 潮位 등도 함께 조사하여 두면 조사결과의 해석에 이용되는 경우가 많으므로 필히 조사 과정에 이를 포함시켜야 하므로 장비계획시 이를 고려하여야 한다. 특히 공사가 진행되는 것과는 상관없이 정기적인 연안역, 해양, 하천 등의 개소를 실시함이 바람직하다.

(3) 매립장소에 처분하는 폐기물의 배출방법을 이해하고 있는가?

폐기물로는 사람이 사용하지 않는 것으로 점유할 의사가 없고 소유에서 이탈된 것으로 법률적으로 정의하고 있으므로 토사류도 투입되는 형태에 의해 폐기물로 되는 경우와 안되는 경우가 있다. 폐기물을 매립장소등에 배출하는 경우는 폐기물의 종류에 의해 배출방법이 다르다. 排出方法의 基準은 海洋汚染 및 海上災害의 防止에 관한 法律에 나타나 있는데 공사에 관해서는 불명확한 점을 관할관청으로 부터 지도를 받도록 하는 것으로 권고하고 있다. 폐기물중 非汚染形의 경우 護岸으로 싸인 역 내부로 선박이 이동하면서 투기할 수 있으나 오염형 및 해양 또는 해안에 접속하는 공유수면에서의 제거된 수저토사의 경우 여수관을 비치한 호안역 외부에서 이를 투기하도록 하며 차단형 폐기물의 경우는 오염도가 극히 심하므로 이중으로 호안을 하여 투기한다.

(4) 해양투기처분하는 폐기물의 배출방법을 이해하고 있는가?

廢棄物 및 水底土沙의 海洋投機處分에 관해서는 폐기물 배출해역 지정조건으로 海洋汚染防止, 水質環境保全法, 汚水·糞尿 및 畜産廢水의 處理에 관한 法律, 廢棄物管理法을 성실히 준수하도록 하며 특히 폐기물 배출해역 지정서상의 지정조건중 지정해역에 대한 폐기물 배출 전후의 海洋環境을 조사하여 그 결과를 환경처에 보고하도록 되어있다. 또한 폐기물 배출해역 지정사항 변경, 폐기물운반선 등록사항 변경 등의 변경사항 신고 및 폐기물 배출해역 수질조사 결과보고, 폐기물 운반배출 신고, 폐기물 배출실적보고, 폐기물처리기록부 비치등의 의무사항을 반드시 지킬 것을 명시하고 있어서 이에 대한 교육 및 조사, 분석의 과정이 필요하다.

(5) 廢油의 처리방법을 설정하고 있는가?

해양오염방지법에서는 해역에 있어서의 작업선을 포함한 선박 또는 해양시설에서의 기름의 배출을 규제하고 있다. 이 규제 외에 일정구역 이내의 수면에서는 어떠한 자도 廢油, 바ラスト 등의 廢物의 排出을 금지하고 있다. 작업해역에서 작업선은 선박의 배출기준을 만족하고 있어도 어떤 경우에도 절대로 폐유투기를 하지 않으며 발지배출 방지장치의 설치 및 기록부 비치, 기록보관 등 廢油의 정상적인 처분방법을 설정하지 않으면 안된다.

(6) 수질오탁이 예상되는 공사의 종류와 그 발생형태를 파악하고 있는가?

수중에서 토사를 이동시킬 경우 수질오탁의 문제를 고려하지 않으면 안된다. 따라서 토사를 준설하는 경우 및 산사를 매립지로 운반하는 경우에는 예외없이 오탁의 방지대책을 검토한다. 오탁대상으로 되는 미소입자의 발생원단위를 定量的으로 산출하고, 확산상황을 예측하는 것은 매우 어려우나 유효한 방지대책을 검토하기 위해서는 土質, 工法, 施工量, 現地條件 등 종합적 판단이 필요하다.

오탁의 발생형태에는 공사종류에 따라 다르기 때문에 공사종별 오탁의 발생, 확산 형태를 파악하고 그것에 적합한 방지대책을 설정할 필요가 있다. 즉, 준설, 토사운반, 매립, 저면굴착 및 치환, 샌드드레인(sand drain), 심층혼합처리, 사석, PC, 수중발파, 대구경항타, 파일 및 시판공사등에 대한 오탁발생형태를 조사하고 이에 대한 대책을 수립하는 것이다. 특히 준설의 경우 준설에 의한 오탁의 발생정도는 현재로는 명확하게 되어 있지 않으나 오탁의 발생이 적은 준설선을 선정하고 오니준설시의 주변해역의 탁도조사를 병행하여야 할 것이다.

(7) 餘水出口에서 流出되는 餘水水質은 기준치를 만족하고 있는가?

매립지에의 餘水出口로 유출되는 餘水水質은 카드뮴, 납, 크롬, 비소, 수은 및 그 화합물, 시안화합물, 유기인화합물등 유해물질에 허용한도를 두고 있고 그 외의 오염 상태에 대해 pH, BOD, COD, SS, 노말핵산, 페놀, 구리, 아연, 용해성 철·망간, 대장균의 허용기준을 제시하고 있으므로 이에 대한 엄격한 관측 및 조사를 행할 수 있도록 이에 대한 관측 및 분석장치를 확보하는 것이 바람직하다.

(8) 廢集沈降濟의 종류 및 사용방법을 선정하였는가?

매립의 초기에는 매립지의 용량도 수심도 충분하고, 침강시간, 체류시간이 충분하기 때문에 餘水土에서 유출하는 餘水는 수질기준을 만족하고 있으나 중기, 후기가 되면 부니입자의 침강, 체류시간이 작게되어 기준치를 만족할 수 없는 경우가 많다. 따라서 매립중기, 후기에는 여수에 응집제를 첨가하여 미립자의 응집침강을 촉진하는 방법이 채용되고 있다.

응집제의 선정에 관해서는 대상 오탁수의 종류, 여수의 농도, 수온, pH, 입경등을 사전에 조사하고 이들에 기초하여 응집제의 종류, 첨가량, 첨가방법, 반응시간 등을 변화시켜서 침강시험을 행하는데 최후의 결과에 따른 응집제를 선택할 필요가 있다. 첨가방법은 관주방식, 샤워방식 등으로 매립지의 형상, 매립방법, 여수의 수질기준 등에 따라 결정한다.

(9) 오탁방지막, 오일펜스를 설치할 필요가 없는가?

부사, 치환사, 사석투입 등에 의한 오탁에 대해 일반적으로는 오탁을 주변에 확산시키지 않도록 하기 위해 오탁확산방지막을 오탁발생지점의 주변에 설치하는 경우가 많다. PC 및 수중콘크리트 등의 시공중에 주입물탈 또는 수중콘크리트가 거꾸집으로 부터 누인되는 경우 시멘트분이 씻겨나와 수질은 알칼리성으로 되고 수산동식물에 악영향을 미치게 된다. 따라서 거꾸집형상, 암반의 형상으로 접촉면에서 주입물탈 및 수중콘크리트가 누출하지 않도록 범포부착, 오탁방지막, 불용콘크리트 수납용기 등의 준비와 같은 누출방지대책을 수립하여야 한다.

또한 작업선, 선박, 항만시설 등에서 조작과오, 충돌 등으로 인한 순간적인 유류의 배출에 대한 확산방지막을 설치하고 부수장비의 배치에 대한 대책을 마련하여야

한다.

#### (10) 유류유출사고에 대한 대비는 충분하였는가?

선박으로부터 배출되는 오염물질은 주로 연료유와 그 폐기물이 대부분이나 선박기관의 배기가스에 포함된 오염물질과 같이 유류의 2차생성물질도 무시할 수 없다. 기타 화학물질운반선의 운반화물중에는 독성물질이 많아서 취급하는 펌프류나 배관 등에서 조금만 새어나와도 치명적인 손상을 줄 수 있다. 적극적인 오염방지 측면에서 이러한 오염물질이 선박으로부터 배출되지 않도록 하려면 기름청정기, 유수분리기, 각종 밀봉장치 등 海洋汚染을 방지하기 위한 선박장비가 완벽해야함은 물론 승조원의 사명감과 기술수준과 같은 인적요소가 조화를 이루어야 한다. 따라서 海洋環境을 보존하기 위한 海洋汚染 방지기기들에 대한 끊임없는 교육과 연구가 계속되어야 한다.

대량의 유류유출사고는 노후된 선박의 만성적 누출이나 우발적 혹은 고의적인 투기행위보다는 유조선이나 화물선의 좌초, 충돌, 침몰, 화재와 같은 해난사고에 기인한 것이 대부분이다. 이와 같은 대량의 유출사고는 일단 발생하면 그 처리도 어려울 뿐만 아니라 여러면에 직접적인 피해를 가져온다. 따라서 대량 유출사고가 발생하면 신속하고 철저한 대응만이 피해를 극소화시킬 수 있다. 해양오염방지법에서는 이러한 사고시 응급조치 및 방제조치의무를 규정하고 있다. 신고의무자는 배출선박의 선장이거나 시설관리자, 원인행위자가 되며 배출일시, 장소, 배출량과 확산상황 등을 신속히 신고하게 되어 있고 또한 이들은 응급조치의 의무자가 되어 확산방지 오일펜스의 설치나 계속유출을 방지하는 조치, 배출유의 회수와 제거작업을 담당하게 된다. 그러나 현재로서는 대량의 유출사고 발생시 행위자인 선박회사나 청소용역회사만의 방제조치는 제반여건상 작업개시가 늦어질 수 밖에 없어서 초기의 효율적인 작업을 기대할 수 없다. 또한 작업기간도 늦어져 피해가 확대될 뿐 아니라 방제비용도 그만큼 더 소요되고 있다. 이에 따른 정부차원의 강력하고 신속한 대책이 수립되어야 할 뿐 아니라 방제에 관련된 전문인력과 장비, 시설의 보강이 시급한 현실이다.

### 3.3 釜山港開發과 港灣汚染

#### (1) 釜山港 自然環境 및 海洋環境

釜山港城의 기후는 국토의 동남단에 위치하고 해안과 접하고 있는 지형적인 영향으로 여름철에는 내륙지방보다 기온이 비교적 낮으며 겨울철에는 바다와 북측 산악지의 영향을 받아 년평균기온이 14.1°C(최고 36.7°C, 최저 -12.6°C)으로 온화한 해양성 기후로서 연간기온의 차이가 비교적 적은 지역이며 년평균강수량이 1470.8mm로서 전국평균 약 1,200mm보다 다소 많은편이고 여름의 고온다습과 겨울의 한랭건조한 기후를 나타내고 있다. 釜山港에 부는 바람은 지형적 특성에 의하여 하절기에는 남서풍, 동절기에는 북서풍이 불며 평균풍속은 4.2m/s로 연간 3.7-4.6m/s정도로 나타나고 있다. 하절기에 2-3회 내습하는 태풍으로 남향의 경우 파랑이 항내로 유입되어 항내의 정온을 유지하기가 어렵고 장기간 누적된 피해로 항만시설의 기능이 떨어지고 있는 반면 북향은 외항개발에 따라 최근의 건설한 방파제로 다소간의 정온역을 확보하고 있는 실정이다.

과거 30년간의 天氣日數를 보면 맑은 날은 년평균 104.1일, 강수일은 99.7일, 흐린 날은 114.6일이고 안개의 출현일수는 18일 정도로 나타났으며 작업불가능일수는 해상에서 연간 41.4일, 육상에서 50.7일로 기록되고 있다.

釜山港의 평균조간격은 8시간 8분정도이고 대조승은 1.2m정도로 서해안 및 남해안 서부에 비해 조차가 적은 지역에 해당하며 일조부등은 현저하지 않고 심한 날이라도 1일 2회의 규칙적인 승강을 한다. 최고조가 하계에는 야간에 동계에는 주간에 일어나며 평균해면은 2-3월이 가장 낮고 8-9월이 가장 높게 일어난다.

釜山港 부근의 조류는 半日周潮型으로 남해 동부해안에서는 조석파가 해안으로 들어올때 저조 및 북동방향의 落潮流가 생기고, 반대의 경우에 고조 및 남서방향의 漲潮流가 생긴다. 落潮流의 지속시간은 약 7시간으로, 漲潮流의 지속시간 5.4시간보다 길고 왕복성 조류가 해안선과 나란하게 발생되고 있다. 이경우 유속은 落潮流가 강하게 나타나는데 이는 대마도 서수도를 거쳐 동해로 유입되는 海流와 落潮流의 방향이 일치되기 때문으로 0.2kt 정도의 항류성을 띠고 있고 대개 0.3-1.3kts범위에 속한다. 釜山港城의 조류패턴은 漲潮流의 경우 오륙도 서측에서 두갈래로 나뉘어져 일부는 부



산향대로 진입하여 영도다리 아래를 지나 남향으로 유입되며, 일부는 영도 남방을 지나 영도서안을 따라 북상하다가 도중에 서쪽으로 방향을 바꾸면서 남향으로부터 나온 흐름과 합류하여 두도의 서측으로 흐른다. 落潮流는 이와 반대 방향으로 흐른다.

## (2) 釜山港 개발현황

釜山港은 전면에 가로로 놓인 영도와 조도가 외해로부터 진입하는 파도를 막아주는 자연적인 방파제의 역할을 하여 항만으로서 천혜의 입지조건을 지니고 있다. 1876년 2월(고종 13년) 부산포로 개항된 釜山港은 개항 당시 어촌정도의 항구로 부터 1898년 매립공사를 시작으로 1906년 부두축조공사를 거쳐 근대항만의 기본골격을 갖추었고 1970년이후에 시행된 釜山港 1, 2, 3단계 개발사업을 통해 국제수출항으로서의 면모를 갖추게 되었다. 현재 우리나라 제1의 수출입 관문으로 전체 수출물량의 58%, 컨테이너 물동량의 94%가 釜山港을 통해 처리되고 있으며 1989년에는 220만 TEU로 세계 6위의 처리실적을 기록하여 동북아시아, 환태평양의 중요한 무역항으로 부상하게 되었다. 또한 늘어나는 물동량과 선박, 차량을 수용하기 위해 4단계 개발사업이 시행 중에 있고 장래 남외항의 인공섬 및 낙동강 하구나 가덕도지구에 대규모 항만을 계획 중에 있다.

항만법상 釜山港의 지리적 범위는 물운말 남단을 기점으로 하여 서도 남단, 두도, 생도 남단, 오륙도 남단, 동백섬 산정을 이은 선 내의 해면으로, 북항, 남항, 감천항, 다대포항으로 구성되어 있다. 현재 釜山港은 총 해안선 97km, 총 항내면적 81,700천 m<sup>2</sup>로 각 항의 수면적은 북항 43,561천m<sup>2</sup>, 남항 21,742천m<sup>2</sup>, 감천항 5,092천m<sup>2</sup>, 다대포항 11,305천m<sup>2</sup>이다. 이중 부산 북항의 내항은 6,500천m<sup>2</sup>, 외항 9,600천m<sup>2</sup>, 남항 내항은 934천m<sup>2</sup>의 수면적을 차지하고 있다. 釜山港의 평균수심은 5.0m ~ 13.5m로 대형선박의 묘박에 적합하며 북외항의 입항수로는 14m수준을 유지하나, 남항은 평균수심이 3.5m ~ 9.0m로 불리하다. 감천항은 7.5m ~ 15.8m로 양호하며 다대포항은 0.9m ~ 11m 정도이다.

釜山北港의 港灣施設은 雜貨, 컨테이너부두로 제1, 2부두, 원목, 통나무의 중앙부두, 잡화, 컨테이너, 검역을 위한 제3부두, 잡화, 조달물자의 4부두, 5, 6부두의 컨테이너를 비롯하여 석탄, 광석의 제 7, 8부두 등이 있고, 이외에 국제여객선부두, 연안여객선부두, 연합안벽과 동명부두에 새로 들어선 신시대 컨테이너 부두가 있다. 남항은 각 항중 역사가 가장 오래되었으나 주로 어선이 이용하고 있으며 어획물, 잡화, 검수를 위한 국유, 사유, 사유 물양장이 위치하고 있고 감천항의 경우 고철부두, 일반부두 및 행정선 부두가, 다대포항은 원목, 남천항은 철제 및 유류를 취급하는 안벽 및 용호부두가 위치하고 있다. 접안시설로 총안벽이 12,896m, 물양장 3,985m, 돌핀 4기가 확보되어 있고 묘박능력 92척, 연간하역능력이 31,301천톤에 달하고 있다.

## (3) 港灣汚染現況

우리나라 연안오염의 실태를 보면 수질이 비교적 양호한 연안(화학적산소소구량: COD, 1-2ppm이하)으로 아산, 서산, 완도, 충무, 장승포, 서귀포 등을 들 수 있고, 오염상태가 우려되는 연안(2-4ppm이하)으로 반월, 목호, 북평, 울산울, 오염도가 심한 연안(4ppm이상)으로는 마산, 속초, 주문진으로 나타나 임해도시 및 공단으로부터의 오염물질의 유입이나 항만시설물 및 해양구조물로부터 오염물질의 확산장애와 潮汐 및 海流 등 해역의 특성이 그 주요원인으로 나타나고 있다.

전국대비 부산의 오염상태를 주요 인자별로 비교해보면 먼저 인천에서 목포에 이르는 서해안 지역의 평균 COD오염도가 2.0mg/l, 완도에서 부산에 이르는 남해안(제주 포함)의 경우 2.2mg/l, 속초에서 온산에 이르는 동해안의 경우 2.9mg/l로 동해안이 서해안과 남해안보다 높게 나타나고 있는데 이는 동해안에서 측정된 항이 특이 오염도가 높기 때문이다. 부산의 경우 1985년에서 1990년에 이르는 동안 COD는 10%이상 감소하고 있다.

1990년 현재 전국 28개 연안의 부유성 고형물질(SS)오염도는 3.8-17.9mg/l(평균 7.6mg/l)로 부산은 6.7mg/l를 기록 평균보다 낮은 것으로 나타났다.

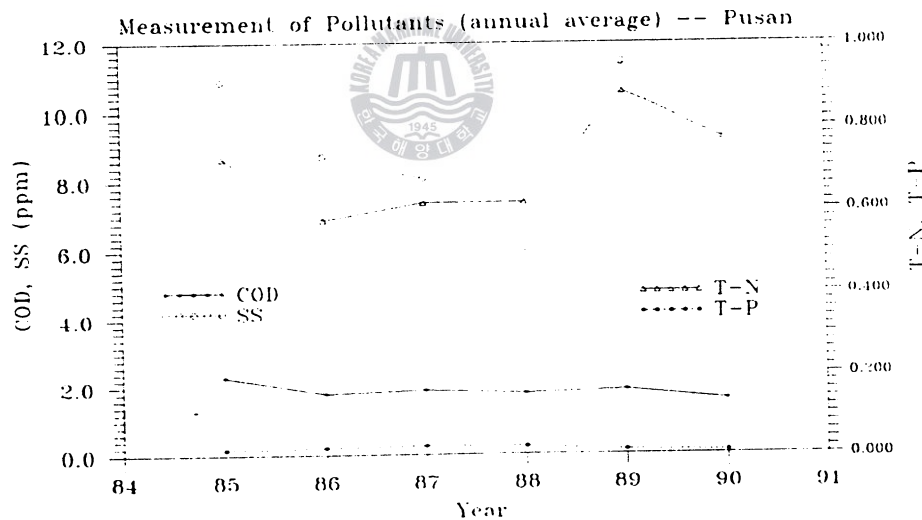
같은해에 서해안 지역의 총질소(T-N) 함유량은 0.130-2.217mg/l(평균 0.408mg/l), 남해안은 0.096-1.355mg/l(평균 0.609mg/l), 동해안은 0.516-1.293mg/l(평균 0.853mg/l)의 농도를 보이는데 특히 삼천포에서 부산에 이르는 남해안 연안의 경우에는 모두 0.7mg/l를 초과하여 지인함유량이 높은 것으로 추정된다.



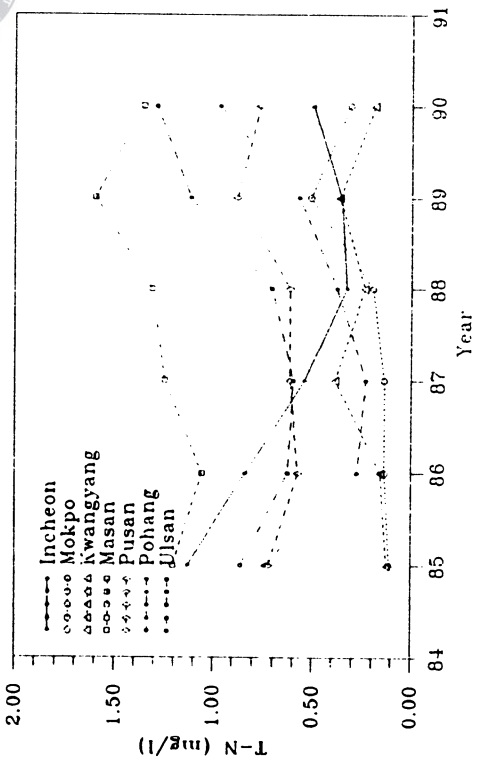
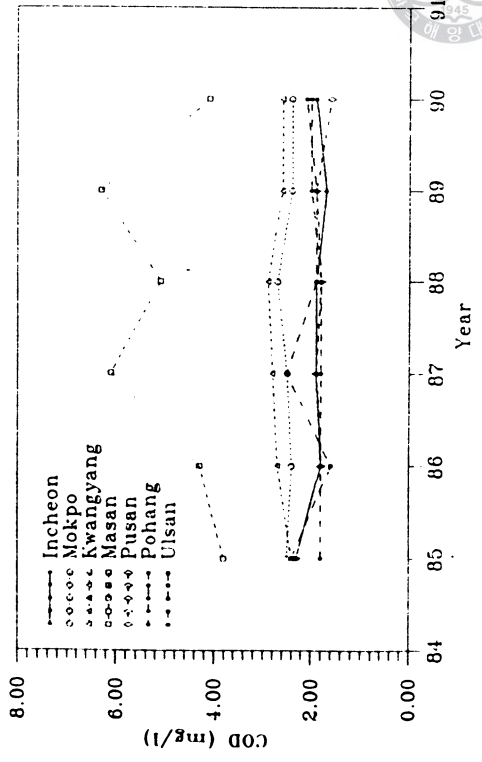
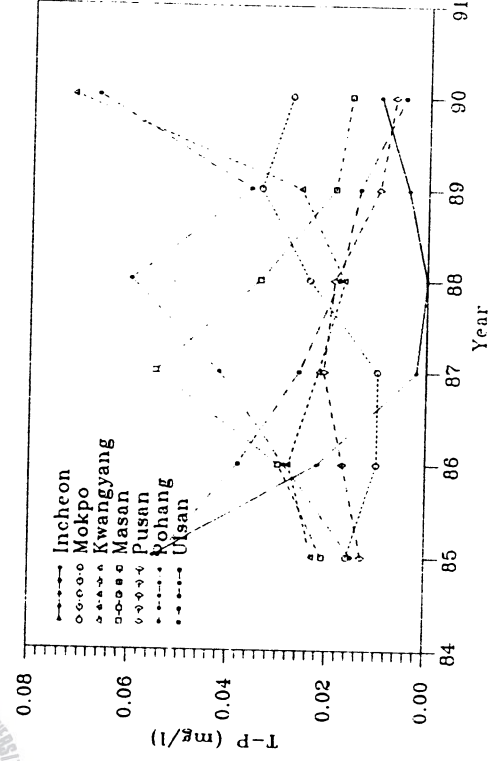
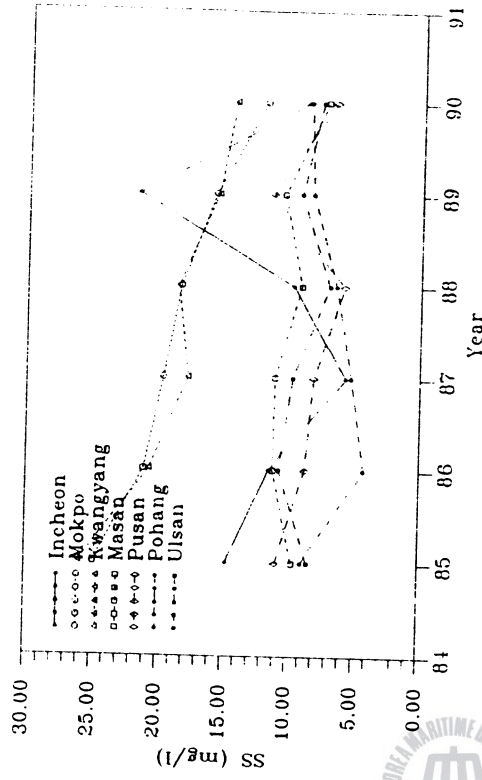
또한 총인(T-P)의 함유량은 서해안 지역이 0.003-0.028mg/l(평균 0.013mg/l), 동해안은 0.001-0.068mg/l(평균 0.033mg/l), 남해안은 ND-0.072mg/l(평균 0.016mg/l)을 나타내었다. 전반적으로 부산역의 오염도는 <그림 3>과 같이 COD를 제외하고는 특별히 개선됨이 없이 1985년과 유사한 수준을 유지하고 있는 실정이다.

그러나 이들 기록치들은 전국해역의 오염상태를 파악하기 위해 연안역에 선정된 지점에서의 측정결과이고 실제 항만에서는 필요에 따라 여러 개소에서 측정, 분석하여야 할 것이다. <표 16과 <표 17은 부산 북항 및 남항의 주요 관측점과 부산연안역 環境汚染에 영향을 미치는 11개 주요 하천에서의 수질관측, 분석결과이다. 즉 1989년에서 1992년에 걸쳐 여러차례 관측을 시행한 것을 평균하여 표로 정리 하였다. 釜山 港海城의 경우 측정점의 위치는 <그림 4와 같다.

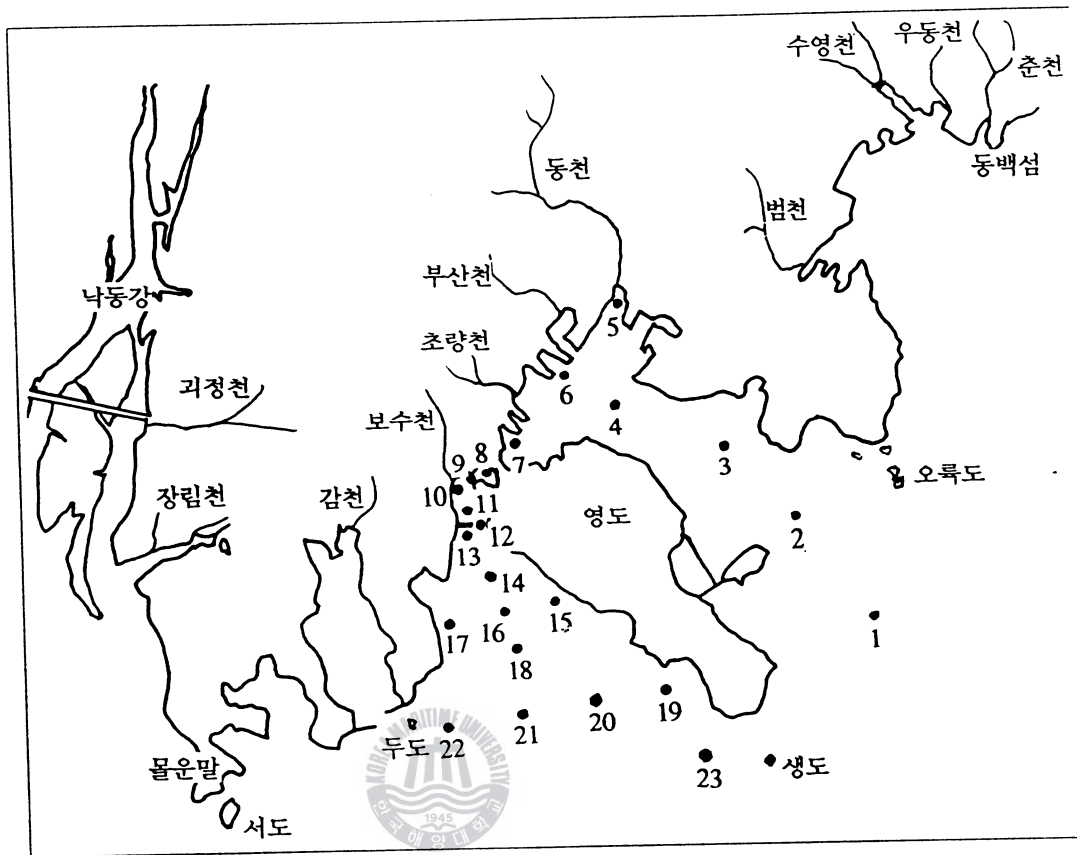
釜山港海城은 연안오염 특별관리해역으로 지정되어 있고 수질기준이 만내는 II등급, 만외는 II등급으로 지정된 해역으로서 환경처, 부산시, 각 대학연구소 등의 관측결과를 분석, 요약하면 다음과 같다. 단, 각종 이온 및 유기물과 광물질의 농도변화를 유발하는 생화학적 분해과정, 자정작용등에 영향을 미치며 용존산소나 다른 기체의 수중포화도에 관련된 수온은 관측을 행한 시기가 지점에 따라 다른데 대략 19°C 전후와 11°C 전후로 나누어져 있다.



<그림 2> 부산해역의 주요환경인자별 오염변화



〈그림 3〉 주요 해역별 주요환경오염변화



〈그림 4〉 부산항역의 해수 및 하천수질 관측지점

수소이온 농도(pH)의 각 지점별 측정결과 전체수소이온의 범위는 pH 7.56-8.18로 변화의 폭은 그다지 크지 않은 것으로 조사되었다. 전 해역을 수질기준과 비교하면 II등급 수질기준인 6.6-8.5를 유지하고 있다.

해수의 용존산소량(DO)은 海流, 溫度 및 鹽分度 등의 영향을 크게 받고 식물성 플랑크톤, 미생물 등의 광합성 작용 및 분해작용에 의하여 생성, 소멸되기도 하며 수중 어류의 생육조건에 필수적인 요소이다. 일반적으로 수중에서 生態界의 균형을 유지하기 위한 최소 DO농도는 4mg/l이상이므로 1mg/l이하의 농도에서는 嫌氣性 상태가되어 황화수소 등의 발생으로 수중생물의 사멸을 초래하게 된다. 측정된 용존산소의 농도는 3.4-8.68mg/l로 특히 만내에 비해 만회가 높게 측정된 것은 외해가 해수순환이 활발하기 때문으로 본다.

화학적 산소요구량(COD)은  $K_2MnO_4$  또는  $K_2Cr_2O_7$  등의 산화제에 의한 수중유기물의 분해에 필요한 산소량으로 환산한 값으로 생물화학적 산소요구량(BOD)대신에 개략적인 유기물오염도 파악에 유용하게 이용된다. 측정결과 대부분 1.3-4.6mg/l의 범위에 있으나 동천(St.5)와 보수천(St.10)에서 각각 14.2, 6.6mg/l을 나타내어 II등급에서 악화되고 있는 실정에 있다.

부유성 고형물질(SS)은 수중에 포함된 무기물과 유기물로서 태양광선의 수중투과를 억제하고 수중 1차생산에 중요한 영향을 미쳐 여과포식성 해양동물의 성장저해 등으로 수산자원의 감소, 해양생태계의 변화를 초래하게 된다. 전체 SS농도는 4.7-15.4mg/l로 II등급의 수질에 해당된다.

총질소(TN)는  $N_2$ ,  $NH_3-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NO_3-N$  등 여러가지 형태로 자연계에 존재한다. 이중 암모니아, 아질산, 질산은 각종 해양생물에 필수 불가결한 질소원으로 쓰이며 육지에서 배출되는 오염물질에서 상당히 유입되기 때문에 해수의 오염 및 부영양화의 지표로 이용된다. 측정결과 III등급의 수질을 나타내며, 농도는 내만측이 외해측보다 약간 높는데 해수순환과 육지로 부터의 오염물질 유입으로 인한 결과로 보인다.

총인(TP)은 생물의 생장에 필수적인 요소로서 유기물의 합성과 분해에 이용되는데 최근 인을 다량 함유한 합성세제의 사용, 인구증가, 산업의 발달로 과량의 인이 해양으로 유입되어 부영양화를 비롯한 많은 문제를 야기하고 있다. 측정결과는 0.008-0.402mg/l로 나타났고 지점별로는 동천에서 최고로 나타났다.

해양의 중금속오염은 배출되는 중금속의 종류, 함량과 해양의 지형적 특성에 따른 확산정도에 따라 달라지며 배출된 중금속은 해양생태계의 먹이연쇄를 통해 주로 이동 범위가 적은 어패류를 중심으로 농축되어 이를 장기적으로 섭취한 인간에게 만성적 질병을 유발한다. 釜山港域에서 검출된 중금속은 Zn을 제외하고는 모든 중금속이 검출되지 않은 것으로 조사되었다. 한편, 釜山港으로 유입되는 하천의 수질오염도를 파악하기 위해 11개 하천에 대해 17개 항목을 측정, 분석한 결과는 다음과 같다.

<표 15> 부산항역의 년평균수질조사결과

St. No	수온 temp (°C)	투명도 trans. (m)	수소이온농도 (pH)	염분도 (‰)	용존산소량(DO) (mg/l)	화학적산소요구량 COD(mg/l)	부유물질(TSS) (mg/l)	총무기질소(TIN) (mg/l)	총질소(TN) (mg/l)	인산인(PO <sub>3</sub> <sub>4</sub> P) (mg/l)	총 인(TP) (mg/l)
1	19.3	5.8	8.13	33.31	7.4	1.31	4.5	0.08		0.013	
2	19.4	4.1	8.13	33.02	7.4	2.60	6.2	0.11		0.016	
3	19.1	3.9	8.09	32.08	6.8	3.18	4.7	0.17		0.025	
4	19.1	3.3	8.03	32.26	6.3	2.78	6.5	0.21		0.036	
5	19.1	0.7	7.56	24.41	3.4	14.23	15.4	3.48	6.65	0.235	0.402
6	19.0	2.4	7.96	31.57	5.5	4.10	9.2	0.36	1.05	0.050	0.086
7	18.9	2.9	7.97	31.91	5.2	4.58	7.7	0.26		0.053	
8	19.0	2.6	7.99	32.01	5.7	4.21	8.0	0.27		0.045	
9	19.1	3.0	8.00	32.01	5.8	4.34	8.3	0.28		0.043	
10	19.1	1.1	7.81	26.46	5.4	6.57	11.7	0.74	1.67	0.072	0.034
11	19.1	2.5	8.00	32.08	5.7	3.13	8.5	0.29		0.049	
12	19.2	3.1	8.07	32.53	6.6	3.45	6.5	0.18		0.032	
13	11.15		8.18		8.23	2.48	11.93				0.012
14	19.5	4.3	8.14	32.80	7.4	3.14	6.8	0.13	0.40	0.014	0.137
15	11.78		8.18		8.38	2.13	10.95				0.012
16	12.18		8.18		8.48	2.03	10.8				0.010
17	11.18		8.05		8.2	2.50	12.25				0.011
18	11.15	4.7	8.15	33.08	7.5	2.71	5.3	0.11		0.011	
19	11.15		8.1		8.5	2.08	10.82				0.009
20	19.7	4.9	8.16	33.30	7.7	2.50	5.4	0.08		0.009	
21	11.75		8.08		8.68	1.93	10.78				0.008
22	11.68		8.18		8.63	1.80	10.65				0.008
23	19.6	5.9	8.15	33.33	7.6	2.34	4.6	0.09	0.22	0.011	0.021

<표 16> 부산항역의 하천수질분석결과

분석요소	괴정천 1	장림천 2	감천 3	보수천 4	초량천 5	부산천 6	동천 7	범천 8	수영천 9	우동천 10	춘천 11
수온 (°C)	14.7	14.1	14.4	14.0 9.05	13.1 9.05	13.3 9.1	13.9 8.9	14.0	14.1	14.7	15.0
PH	7.0	7.1	7.1	7.2 7.15	7.1 6.0	6.9 5.15	7.0 6.2	7.1	7.4	7.4	7.7
DO (mg/l)	1.7	0.6	2.5	4.6 4.75	4.3 4.7	3.1 3.45	2.8 2.95	4.3	4.7	1.9	6.7
BOD	50.0	94.2	35.3	78.5 76.75	89.7 88.65	107.5 92.0	90.0 92.75	12.4	48.2	38.1	11.5
COD	34.1	13.6	89.7	36.3 37.1	66.9 65.2	77.4 77.9	77.7 80.6	14.9	37.3	24.7	7.8
SS	31.8	88.5	72.3	30.3 38.65	49.4 49.6	78.0 79.5	47.0 69.55	15.1	28.4	37.1	7.5
TKN	6.65	16.80	18.15	5.02 4.91	6.38 5.53	5.98 5.39	6.01 8.5	5.87	5.43	7.08	4.45
TP	2.458	2.799	4.938	2.623 2.49	2.036 2.05	5.27 4.12	2.224 2.62	0.59	1.812	2.395	0.552
CN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr <sup>+6</sup>	0.003	-	-	0.01	0.018	0.024	0.029	0.003	-	-	-
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.004	-	-	0.00	-	-	-	0.025	0.002	0.001	-
Cd	0.005	0.021	-	-	-	-	-	0.013	-	-	-
Pb	0.002	0.589	-	0.054	0.059	0.091	0.071	0.007	0.005	0.005	-
As	0.003	-	-	0.019	0.021	0.03	0.028	0.002	0.008	0.005	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001	-
coli-form MPN/ml	2.227 ×10 <sup>7</sup>	2.204 ×10 <sup>6</sup>	3.514 ×10 <sup>6</sup>	1.19 1.31 ×10 <sup>6</sup>	2.53 2.62 ×10 <sup>7</sup>	1.457 3.71 ×10 <sup>7</sup>	1.346 1.26 ×10 <sup>6</sup>	1.102 ×10 <sup>7</sup>	9.2 ×10 <sup>7</sup>	4.37 ×10 <sup>7</sup>	2.02 ×10 <sup>4</sup>

각 지점별 pH는 5.2-7.2로 큰 차이는 없으나 부산천의 경우 생활환경 V등급에도 적합하지 않는 것으로 조사되었고 DO는 0.6-6.7mg/l로 지점에 따라 차이가 있었으며 특히 동천보다 장림천, 우동천이 낮았으며 춘천이 가장 높았다. BOD는 11.5-107.5mg/l로 지점간에 큰 차이를 보이고 있는데 특히 부산 북내항에 위치한 4개 하천으로 부터 주거 및 산업장에서 배출되는 미처리된 폐수의 영향으로 높게 나타난 것으로 판단된다. 이 경우 BOD분석결과로는 생활환경 V등급인 공업용수 3급에도 못 미치는 하수천의 양상을 나타낸 것으로 본다. COD의 경우 동천이 77.7mg/l로 가장 높고 춘천이 7.8mg/l로 가장 낮게 측정되었다.

SS측정결과는 지점간 다소 차이를 보였으며 부산천이 79.5mg/l로 가장 높게 나타났다. 중금속의 경우 CN, Cd, Hg는 검출되지 않았으며 다른 항목의 경우에도 중금속 환경기준치 이하로 조사되었다. 각 지점별 대장균수는 1.19×10<sup>6</sup>-4.37×10<sup>7</sup> MPN/100ml



로 나타나 생활환경 Ⅲ등급에도 못미치는 것으로 조사되었다.

한편, 부산항내의 수질현황은 부산시 도시하수의 유입으로 해역수질기준 3등급을 초과하고 있고 수치모형실험결과 해상신도시계획의 경우 항내 해수교환량이 최고 10% 정도로 감소하게 되어 현상태와 비교시 전체 평균농도로 COD 0.06ppm, TIN 0.04ppm이 증가하여 항내해수수질은 개발이 됨에 따라 점차 오염이 증가하는 방향으로 될 것임을 밝히고 있다.

건설중 토취장 공사시 강우에 의한 토사의 유실로 인한 남항의 SS농도가 7.1mg/l에서 11.2mg/l로 오염도 가중이 예상되고 실제 건설후에는 영도·송도지역에서 각각 14,525m<sup>3</sup>/day, 해상신도시 지역에서 43,200m<sup>3</sup>/day가 발생될 것으로 예상하고 있다. 계획으로는 영도·송도·해상신도시지역에서 발생하는 오·폐수는 모아 하수처리장에서 처리되므로 수질이 해역에 미치는 영향을 없앨 것으로(?) 고려하고 있다. 그러나 매립공사시 부유물질의 발생은 해수의 탁도를 증가시켜 식물플랑크톤 및 해양생물의 성장을 저해하는 요인이 되므로 공사중 환경관리는 물론 사후환경관리계획에 의거하여 남항 수질과 조류로 인한 인접역에의 영향을 파악하여 生態界 변화에 민감하게 대처하여야 할 것이다.

海上新都市 埋立地域 및 토취장 개발지역의 可用土地로 28,600가구를 주거시키는 계획으로부터 해상신도시 이용시 발생하는 폐기물 발생량은 80ton/day, 영도·송도 택지개발지로부터 각각 70ton/day 로 총 220ton/day 정도로 배출될 것을 예상하고 있다. 계획으로는 신도시역에 200ton/day 처리규모의 소각장을 설치하고 소각 쓰레기 및 소각잔재물 매립을 위한 또다른 부산시 광역 쓰레기 매립장을 조성하여야 하는 부담을 안고 있다.

하천으로 유입되는 오염원을 제어하기 위한 하수처리장의 건설에 특히 항만오염측면에서 고려하여야 할 사항을 나열하면 방류수역의 오염상태(목표수질과 현재의 오염도), 인접해역의 수산자원 보호, 특정수산물의 산지분포, 항만의 특성상 조류의 소용이 불량한 폐쇄해역, 인접역의 해상국립공원, 위락수역, 관광문화유적지의 유무, 국제기능도시, 연안의 신도시, 특정개발도시 등으로 추후 발생할 오염에 대한 여러가지 이해관계를 고려하여야 할 것이다. 부산항의 하수종말처리장 설치현황 및 건설계획은 다음 표와 같다.

〈표 17〉 부산항 하수종말처리장 현황

위 치	시설규모(천톤/일)	사업기간	사업비(백만원)	비 고
수 영	230	1983-1988	47,200	가동중
장 립	300	1986-1990	95,600	가동중
용 호	240	1991-1994	17,400(91예산)	건설중
수 영(중설)	190	1992-1995	61,200	계획중
영 도	200	1996-1999	73,000	계획중
반 송	20	1995-2000	9,900	계획중
송 정	10	1995-2000	5,100	계획중

사업대상지역내 송도와 영도지구의 토취장개발사업에 따라 이지역에 보유하고 이 쓴 해안자연경관과 풍부한 자연녹지의 경관파괴는 불가피한 것으로 계획하고 있고 해상신도시 수제선 지역과 토취장 개발지역의 해안선에 도시자연공원 및 완충녹지의 인공환경을 충분히 확보하여 주변의 자연경관과 조화된 구조를 계획하고는 있으나 항만 개발과 무관하게 현재 영도를 비롯한 항역의 자연녹지공간에 이루어지고 있는 주택조성사업에 의해 해안경관파괴와 환경오손을 들여다 보면 인공섬이 시행될 때에는 되돌릴 수 없는 환경문제가 대두되리라 짐작한다.

이외에도 유량, 유속, 조위, 항만부진동, 해상교통악화 및 교통유인으로 인한 유류유출의 위험, 공사로 인한 소음, 분진, 본노, 악취 등 1차 환경요소는 물론 사회변화 및 자연변화의 2차 환경요소에 대한 고려도 뒤따라야 할 것이다.

### 3.4 港灣汚染에 대한 長期的 對處方案

국제연합(U.N.)이 정의한 바에 의하면 “海洋汚染이란 인간에 의하여 직접 혹은 간접으로 어떤 물질이나 에너지가 海洋環境으로 들어오게 되어 그 결과로 海洋생물자원에 해가 되거나 인류의 건강에 위협을 주고, 어로를 포함한 제반 海洋활동에 제약을 가하며, 해수의 질을 떨어뜨리거나 海洋의 쾌적함을 감소시키게 되는 것”으로 되어 있다. 이러한 정의에 따르면 海洋汚染이란 결국 인간에 의하여 우리 인류에게 없어서는 안될 각종 자원을 제공해 주는 海洋環境이 파괴되고, 결과적으로 그 영향이 직접 혹은 간접으로 인간에게 되돌아 오게 되어 심하게는 인류의 생존이 위협을 받게 되는 상황을 일컫는 것으로 생각할 수 있다.

근래 항만오염의 특징은 해상유류유출에 의한 오염이나 赤潮現象의 발생등과 같이 우리의 생활에 보다 직접적인 영향을 미칠 정도로 확대되고 있다는 점이며 더우기 인구증가에 따른 도시 및 항만의 거대화나 산업의 급속한 발전에 따라 생활쓰레기나 산업폐기물이 양적으로 격증하면서 그 대부분이 직접·간접적으로 바다에 투기되고 있는 실정이다. 또한 선박에서 투기된 廢油나 해난사고에 의해 유출된 기름은 가까운 항만은 물론 연안역을 포함할 세계의 海洋을 대규모로 오염시키고 있다.

海洋에 유입된 오염물질은 처음에는 희석이나 확산에 의해 소멸되는 것처럼 보이거나 형태나 장소가 바뀔 뿐 대부분 海洋環境 속에서 서서히 축적되어 간다는 사실에 유의하여야 할 것이다. 이러한 점에서 장기적인 해수의 오염도 축적되는 물론 공장이나 발전소에서 나오는 냉각용 온배수의 거동 조사, 항만 및 연안개발공사로 인한 주변환경 변화연구, 선박으로부터 유출되는 기름의 유출방지 연구 등이 앞으로 연안역, 항만 개발과 함께하여야 할 필수적인 과제라 할 수 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 海洋環境汚染의 발생원인은 매우 다양하나 우리가 미처 깨닫지 못하는 사이 심각한 수준에 까지 환경파괴가 이르렀음을 알 수 있다. 우리나라 연안의 유류오염은 매년 증가하고 있으며 유출량도 그 규모가 대형화하고 있는 추세이다. 또한 생활오수나 산업폐수가 하천수를 통해 유입되는 만성적인 오염부하도 이미 海洋자체의 자정능력을 넘어서고 있다.

특히 유조선의 좌초, 충돌 등 해난사고에 기인한 유류유출이나 우발적, 고의적인 廢油放流에 따른 海洋汚染의 경우는 그 피해가 즉각적이며 집중적이어서 어느 한 지역의 환경과 生態界를 완전히 파괴시킬 수 있음을 잘 알고 있다. 한편 우리나라와 같이 간척사업이나 임해공단조성 등 연안개발을 위한 토목사업이 활발한 지역에서는 매립이나 준설 등에 의해 발생하는 어장의 직접적 피해나 오염물질의 확산에 의한 間接的인 生態界 破壞가 서산지구 간척사업이나 시화지구 간척사업의 경우와 같이 심각한 사회문제로 드러나는 예가 자주 있다.

항만오염의 발생요인을 제거하고 발생된 오염으로 인한 환경피해를 최소화하기 위해서는 여러 방면의 노력이 필요하다. 일반적으로 장기적인 수질관측이나 오염도 측정과 함께 오염원에 대한 예방과 감시, 오염물질의 확산과 이동진로의 모니터링, 현장재현을 위한 수리모형실험, 진로추적을 위한 컴퓨터 시뮬레이션, 오염해역의 생태학적 특성과 지역특성에 맞는 방제기술 개발, 효율적이고 신속한 방제활동을 위한 장비취득과 같은 문제들이 폭넓게 고려되어야 한다.

더우기 국제적인 海洋汚染防止協約에 가입한 우리나라로서는 협약의 준수를 위한 최소한의 역할을 다하기 위하여 위와 같은 문제들에 정부차원의 많은 투자를 하여야 할 것이며, 또한 海洋汚染에 대한 일반의 경각심을 높이고 환경보호에 적극 참여할 수 있는 분위기의 확립에 노력해야 할 것이다. 나날이 악화되어 가는 우리의 海洋汚染의 實態를 지적하고 아울러 海洋환경보존이라는 눈앞에 당면한 문제를 해결하기 위하여는 연구와 교육과정에서 海洋環境이 차지하는 역할이 크다고 할 수 있다.

海洋環境을 보존하기 위한 대책으로 우선 적극적으로는 海洋汚染을 방지하기 위한 예방적 차원에서 어떻게 하면 오염물질이 海洋으로 흘러들어들어오지 않게 하여야 하는가이고 다음으로 소극적인 대책으로는 오염물질이 海洋으로 유입되었을때 이것을 어떻게 처리하여야 확산을 막고 단기간내에 제거하여 피해를 최소로 할 수 있는가에 대하여 적극적인 교육과 연구만이 해결책일 뿐이라 판단된다.

특히 인공항만, 해상공항 건설과 같은 대규모 해상토목공사에 따른 環境汚染의 문제와 선박에 의한 유류유출사고에 따른 환경파괴 문제에 중점을 두고 海洋汚染의 豫防과 감시, 확산방지를 위한 시스템 구축을 목표로 투자를 필요로 하고 있다. 그 내용으로는 이미 언급한 바와 같이 (1) 장기적인 오염도 측정 및 감시체계 구축, (2) 오염원의 예방, 오염물질의 확산과 이동의 모니터링, (3) 현장재현을 위한 수리모형

실험과 컴퓨터 시뮬레이션, (4) 오염해역의 특성에 맞는 방제기술 개발 등으로 구분할 수 있다.

#### 4. 맺음말

이상으로 일반적인 항만·海洋環境의 오염의 과정과 대책 및 釜山港의 환경실태를 개발적으로 정리해 보았다. 개발에 따르는 문제점은 더욱 나열이 되겠지만 중요한 점은 문제점의 의식에서 한 단계 더 나아가는 길이다.

여러 세기에 걸쳐 海洋선진국들은 많은 인력과 예산을 투입하여 海洋을 탐구하고 개발하려는 노력을 계속해 왔음을 상기할 때 그들이 이루어 낸 가시적인 많은 결과에 비해 우리나라의 海洋에 대한 연구와 개발의 역사는 짧기만 하다. 빈약한 자원에 많은 인구를 지탱해야 하는 좁은 국토이지만 삼면이 바다인 우리나라는 海洋개발에 아주 유리한 조건을 가지고 있기 때문에 육상의 빈약한 자원을 바다에서 보충한다면 우리도 자원의 부국이 될 수 있는 조건을 충분히 갖고 있다.

미래는 자원을 획득하거나 그 잠재력을 더욱 향상시키는데 활용될 수 있는 핵심 기술을 보유하고 있는지의 여부에 따라 그 기득권을 향유할 수 있는 시대로 점차 바뀌어 가고 있다. 海洋자원과 海洋공간을 확보하려는 움직임은 海洋개발에 필수적인 기술의 발전을 촉진하는 기폭제가 되고 있다. 또한, 최근 각국의 항만연구도 주변해역에 대한 정밀조사 뿐만 아니라 機械, 造船, 電子, 土木, 環境工學 등 여러 분야의 연구가 복합되어 고도의 첨단기술을 개발함으로써 기술경쟁력을 향상시키는 방향으로 나아가고 있다. 앞으로 이러한 연구들을 통하여 우리는 海洋에서 일어나는 현상을 보다 완벽하게 이해하고 조절관리하며 장래를 예측할 수 있는 능력을 가지게 될 것이다.

흔히 바다의 자원은 무한하기 때문에 고갈되지 않을 것이라는 생각을 하기 쉽다. 실제로 지구상의 인구증가가 크게 문제되지 않았고 산업기술의 발달이 뚜렷하지 않았던 얼마 전까지만 해도 이러한 생각이 크게 무리는 아니었다. 그러나 인구가 급속히 증가하고 항만개발과 같이 연안역을 대규모로 이용하고 있는 지금은 이러한 낙관론은 수정되어야만 한다.

자원의 고갈과 함께 미래의 海洋에 있어서 가장 큰 위협은 海洋環境汚染이라 할 수 있다. 지금 바다는 장래 증대한 環境汚染을 초래할 수 있는 폐기물의 투기장(dumping site)으로 사용되고 있으며 육지의 생활오수나 산업폐수는 걸러지지 않은 채 바다로 흘러들고 있다. 몇몇 국가들은 저농도의 핵폐기물, 의료폐기물까지도 해저에 투기하려는 계획을 세워놓고 있다. 최근 우리나라 연근해의 수산양식생산량이 크게 떨어지고 있다는 보도는 海洋環境의 변화가 지난 몇년 사이에 유발된 것이 아니라 이미 상당히 오랜 기간 동안 환경파괴로 인해 발생하는 결과임을 알아야 할 것이다.

海洋은 이제 무한한 자원의 보고가 아니라 누구나가 사용할 수 있고 따라서 주인이 없기 때문에 거대한 쓰레기장으로 변해가고 있는 안타까운 현실을 보며, 미래의 생존을 위한 장으로서 바다를 되살리려는 우리의 노력이 질실히 요구되는 순간이라 하겠다. 따라서 항만의 개발도 주인의식을 가진, 충분한 교육과 연구과정으로 전문적인 지식을 겸비한 자로 재구성하여 수행할 것을 재삼 강조하는 바이다.