

해양쓰레기의 피해 및 처리대책

# 체계적 조사와 상시 수거처리 체제 겸비해야

강 창 구 / 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

## 서 언

최근 유엔해양법이 발효되고 배타적 경제수역(EEZ)체제가 정착됨에 따라 한일어업협정, 한중어업협정이 맺어졌으며, 이에 따른 우리의 어장이 계속 축소되어 왔다. 우리의 어장이 우리나라 연안으로 축소됨에 따라 연안어장의 생산성이 어느 때보다 중요한 시점에 와 있다.

그러나, 연안 해역의 대규모 어업 활동과 경제개발로 인한 전반적인 산업화 현상의 확대 그리고 생활 수준의 향상에 따른 여가 활동의 증가로 인해 해상 부유 폐기물 및 해저면의 침적 폐기물, 폐각류, 오염 퇴적물 등 각종 오염물질의 배출이 해양 자체의 정화능력을 넘어서는 심각한 상태에 이르고 있다. 특히 연안어장 및 항만 해저면의 오염물질은 선박사고의 원인은 물론 인근 바다의 부영양화, 무산소화 등을 유발하여 적조, 수산물 폐사 등의 원인으로 작용하고 있다.

이러한 해양 폐기물에 대하여 외국에서는 1970년대에 이미 런던조약과 해양오염방지조약(MARPOL) 등의 국제적 규정을 발효시켜 문제의식을 고취시켰으며, 1980년대에 접어들면

서 국제기구와 주요 선진국에서는 해양 폐기물의 발생원을 중심으로 한 실태조사 및 해양 생태계에 미치는 영향에 대한 관련 연구가 진행되었다. 그러나, 국내에서는 그 동안 해양 폐기물에 대한 문제 의식의 부족과 해양의 자정 능력에 대한 무한한 기대 등 문제의 심각성에 비해 인식이 부족하여 이에 대한 대책이 없었다.

다행히도, 1996년 해양수산부가 출범한 이래 해양환경에 대한 인식이 높아지고 이에 대한 여러 가지 대책이 수립되어 시행되기 시작하였다. 이의 일환으로 지난 1999년도부터 해양수산부가 한국해양연구원 해양안전시스템연구소에 의뢰하여 우리 나라의 동, 서, 남해 및 제주도 일대 해역의 주요 항만 및 어항에 대한 항 내 수중침적 폐기물 실태조사를 위해 '항만 및 어항 등에 대한 수중침적 폐기물 실태조사 사업'을 수행한 바 있다. 또한, 쓰레기의 해양 유입방지, 수중쓰레기 수거 처리 등을 효율적으로 수행하기 위하여 '해양폐기물 종합처리시스템'을 개발하고 있다.

본 논문에서는 해양폐기물의 발생원과 실태를 파악하고 이에 대한 처리대책을 제시하고자 한다.

## 해양폐기물의 발생원 및 종류

주요 선진국에서는 1980년 대 중반부터 해양폐기물에 대한 양적 분석 및 해양생물에 대한 영향에 대한 체계적 조사가 이루어지고 있으며, 그 내용을 보면 대부분의 조사가 해면(부유)폐기물, 해안폐기물에 대한 양적 분석과 바다거북, 물개, 바다포유류, 조류 등에 대한 영향이 주된 내용으로 나타나고 있다.

우리나라의 경우 해양폐기물의 주요 발생원은 해양투기 부분을 제외하면 크게 육상으로부터의 유입에 의한 육상기인(起因)과 해상작업 및 어업활동을 통해서 발생하는 해상기인으로 분류할 수 있으며, 해상기인은 다시 선박기인(해상

수송)과 어업기인(어업폐기물)으로 분류할 수 있다.

### (1) 육상기인

육상기인 고형폐기물들은 육상에서 직접 유입되거나 홍수·폭우시 일시에 하천으로 대량 유입되고 있다. 한강 수상폐기물 수거량 조사결과를 보면, 1996년에 438.4톤과 1997년에 557.8톤으로 증가하는 추세에 있으며, 월별 수거량에서는 장마철인 6월에서 8월에 하천의 수상폐기물이 집중됨을 알 수 있다. 이러한 수거량은 실제 발생량에 비해 극히 일부뿐이며, 실제 해양으로 유입되는 폐기물의 양은 훨씬 많을 것으로 예측된다.

### (2)선박기인

선박(해상)에서 기인되는 오

염은 선박의 운항이나 해양시설에서 발생하는 오篠撰 및 기름 등의 유출, 해저자원 개발에 따른 환경교란 및 해저퇴적물의 재부유, 해면양식에 따른 유기물 투입 및 축적, 해난 사고에 의한 기름유출, 폐기물의 해역배출 등을 통해 해양내에서의 오염부하량(汚染負荷量 ; pollution load)의 증가를 의미하고 있다. 또 여러 가지 플라스틱류가 선박으로부터 버려지고 있어 해양환경을 위협하고 있다.

### (3)어업기인

어업폐기물에서 기인되는 오염은 폐어망, 폐어구, 폐타이어, 폐로우프, 폐연료 등이 있으며, 심각한 영향에 비해 발생량에 대한 조사는 이루어지지 않고 있는데, 구체적으로는 폐

〈표-1〉 우리나라의 해양폐기물 주요 발생원

발생원인		내 용	구 체 적 인 주 요 발 생 원 인
육 상 기 인			· 육상투기(특히 장마철) 쓰레기의 하천을 통한 유입 · 해안휴양지, 상업 주거지역에서의 불법투기
해 상 기 인	선 박 기 인		· 선원 및 승객의 음식물찌꺼기, 종이류, 폐비닐 등 투기 · 운항과정에서 발생하는 기름걸레, 플라스틱류 등 투기
	어업 기인	어 구 방 치	· 어로활동시 손망실된 그물, 어구, 로프, 부자 등 폐기 · 정치망, 양식어장의 어구교체시 해양폐기
		패 각 류	· 패류(조개, 굴 등) 양식시 자연탈락 또는 폐기된 패각 방치

어선, 김양식장의 스티로폼 부자, 굴패각 등에 의한 것이다.

국내의 경우 폐어선은 연간 1천여척 발생하며, 한일어업협정 발효로 인해 추가 발생의 여지가 있다. 김양식장의 스티로폼 부자는 국내의 경우에는 연간 3천5백만개 사용되며, 1천5백만개가 폐기되고 있는 실정이다. 또 굴 패각은 국내에서는 연간 15만톤 발생되고 있다.

특히 국내의 경우에는 연근

해 수역에서의 어업활동 및 양식업의 비율이 상대적으로 높고, 어업종사자의 해양환경에 대한 의식이 낙후해 있어 폐어망, 폐와이어로프, 폐로프, 폐타이어 등 어업폐기물의 무단투기에 의한 해양오염이 심각한 실정이다. 우리 나라의 경우 해양에 침적된 폐기물은 70%이상(무게)이 어업이나 선박기인인 것으로 나타나고 있다.

## 해양폐기물의 유형 및 분류

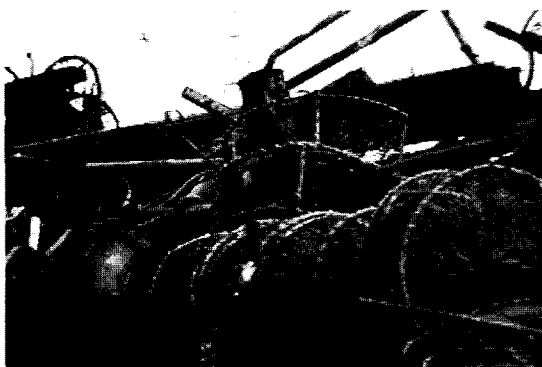
해양폐기물의 유형은 폐기물이 분포되어 있는 위치에 따라 해안에 산재되어 있거나 쌓여 있는 해안폐기물, 해수면에 떠다니는 부유폐기물, 그리고 해저면에 가라앉아 쌓여 있는 해저면(바다밑) 침적폐기물로 나누어지며, 유형별 예를 나타내면 아래 그림과 같다.



플라스틱류



바다밑에서 건져올린 폐타이어



바다밑에서 건져올린 폐어구



바다밑에서 건져올린 폐(와이어)로프

〈그림-1〉 구체적인 해양폐기물 예

### 해양폐기물의 분해시간

해양폐기물의 분해시간은 신문의 경우 6주, 섬유장갑은 1년, 스티로폼 부표는 80년, 알루미늄 캔의 경우는 200년, 플라스틱 팩은 400년, 플라스틱 병은 450년, 낚시줄은 600년 이상이 소요되며, 유리병의 경우는 알 수 없을 정도로 상당한 시간이 지나야 되는 것으로 나타난다.

### 해양폐기물에 의한 피해

수산자원

해양폐기물이 해양환경에 미

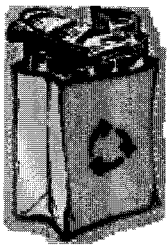
치는 영향은 대단히 심각한데, 실제로 일광(日光)의 통과를 방해하고, 유독물질과 병원체를 낚은 지역으로 확산시키며, 어류의 아가미를 막는 등의 영향을 끼치고 있다.

이러한 해양폐기물이 침전되게 되면 어류의 산란 장소 및 치어의 성장장소를 오염시켜 어족의 감소를 가져오며, 장기간 방치 시에는 슬러지를 형성하여 해저생물이 질식사하게 된다.

1987년 미국에서 보고된 자료에 의하면 폐기된 낚시줄과 어망, 로우프 등에 바다새와 바다거북, 물개, 바다사자, 해

우 등의 생물이 엉켜 죽는 경우를 “Ghost fishing(유령어업)”이라 하는데, 이 같은 Ghost fishing에 의해 죽는 물고기와 게를 돈으로 계산하면 1년에 25억 달러가 된다는 보고도 발표된 바 있다.

국내서해(황해)는 세계 7대 해양오염지역으로 인구증가 및 산업화로 인해 어족이 급격히 감소되고 있다. 한국수산회어촌문제연구소에 의하면 1966년 141종에서 1988년 24종으로 감소하고 있는 것으로 보고되고 있다. 수산자원의 피해에 대해서는 전반적인 연안 어족의 감소 추이가 뚜렷하나,



신문  
6주



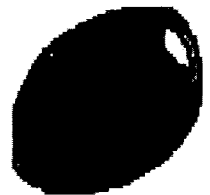
우유팩  
3개월



페인트칠한 목재  
13년



일회용 컵  
50년



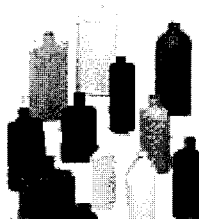
스티로폼 부이  
80년



알루미늄캔  
200년



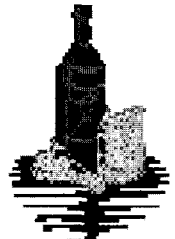
플라스틱링  
400년



플라스틱병  
450년



낚시줄  
600년



유리병/단지  
분해 안됨

육상에서 유입되는 하천수에 의해 수질이 악화되는 요인과 쓰레기에 의한 요인과의 구분이 어려워 정확한 데이터를 얻기는 어렵다. 그러나, 해양쓰레기에 의한 산란장 및 서식처 상실, 그리고 폐어망, 어구 등에 의한 유령어업은 그 피해가 10~30%에 이를 것으로 추산된다.

국내의 해양쓰레기에 의한 피해현황에 대한 어업종사자 및 관계자의 인터뷰 조사에 의하면 그 피해가 상당히 심각한 것으로 파악되고 있다. 여수 및 광양지역의 어촌계를 대상으로 설문지 및 전화 인터뷰를 통해서 조사한 결과 전체적으로 대략 매년 10% 내지 30%가 감소되고 있는 것으로 나타나고 있으며, 구체적으로 어류의 경우 10%-20%, 어패류 및 해초류의 경우 20%-30% 정도의 어획량이 감소되는 것으로 나타나고 있다.

전체 119개 어촌계 중에 설문지에 답한 27개의 어촌계로부터 수거된 설문지의 내용을 분석해 보면, 많은 어촌계에서 수산자원, 해상안전, 해양생태계 및 미관상의 피해가 있는 것으로 파악되고 있다. 피해발생 건수에 있어서는 1997년 이후로 지속적인 증가추세를 보이고 있다.

### 해상안전

해양폐기물로 인한 선박의 피해는 대형 여객선 및 유조선 을 비롯하여 어선, 보트 등의 안전운항에 위협을 주고 있는데, 폐기 어망, 로프, 통나무 등이 스크류에 걸리거나, 플라스틱류나 비닐포장이 선박의 냉각수 계통에 막혀 엔진과열로 선박의 사고의 원인이 되고 있다. 해상안전과 관련된 스크류 사고는 상당히 자주 일어나는 것으로 파악되고 있으며, 국내 해양사고의 10% 정도가 해양폐기물로 인한 것으로 집계되고 있다.

### 해양생태계

해양폐기물로 인한 해양생태계의 피해는 해양 포유류, 바다새, 어류 등 전반에 걸쳐 영향을 끼치고 있다. 전세계적으로 대략 3만에서 5만 마리의 바다표범이 어망에 걸려 죽어가고 있으며, 115종의 해양포유류 가운데 49종이 플라스틱을 포함한 해양폐기물을 섭취하고 있음이 보고되고 있다.

바다새와 바다거북도 플라스틱(소립)을 먹이로 착각하여 섭취하고 있고, 일부 바다새들은 새끼들에게도 먹이는 피해를 입고 있는 실정이다. 해양포유류 및 바다새의 위(똥)에서 다량의 플라스틱 및

비닐봉지 발견이 보고되었고, 미국에서의 조사에 의하면 Alaska주에서는 40%, Hawaii에서는 89%의 바다새가 플라스틱을 섭취하는 것으로 조사되었다. 전세계적으로 312종의 바다새 가운데 36%인 111종이 플라스틱을 섭취하고 있으며, 바다거북도 플라스틱 백을 해파리로 착각하여 섭취하고 있는 것으로 보고되고 있다.

## 해양폐기물 종합처리 시스템 개발

### 해양폐기물 유입 예방기술

#### (1) 강, 댐 부유쓰레기 해양 유입 차단막 기술개발

- 개발목표 : 육상기인 해양 유입 쓰레기의 효율적인 차단 및 수거시스템의 개발

#### ○ 내용 및 범위 :

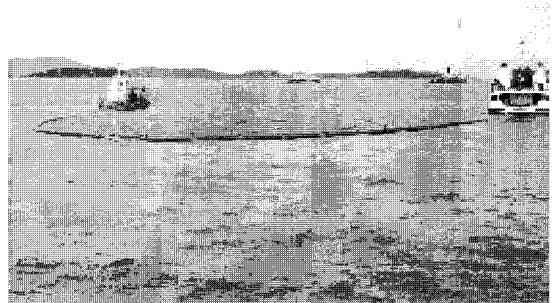
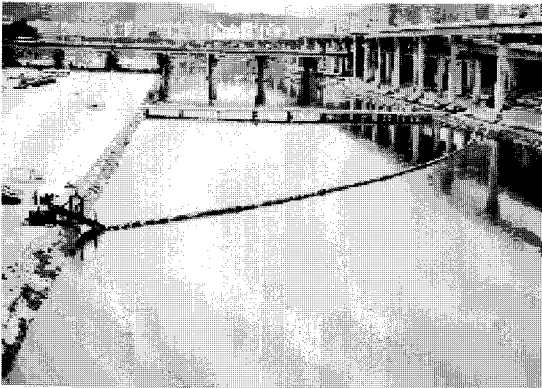
- 외부환경에 적합한 부유쓰레기 차단막 개발
- 강, 댐 부유쓰레기 확산 방지 계류시스템 설계 및 제작

#### (2) 연안해역 부유쓰레기 수거망 기술개발

- 개발목표 : 해상 부유쓰레기의 폭 넓은 포집을 위한 수거망 개발

#### ○ 내용 및 범위 :

- 2척의 선박에 의한 예인



식 작업 방법에 의한 포집 수거

- 산재된 부유쓰레기를 포집 : 공기팽창식 수거망 및 자루그물망 개발

해양폐기물 수거기술

(1) 다기능 해양폐기물 수거선 개발

- 개발목표 : 위치정보, 해저폐기물 탐지의 기능을 보유, 해저, 부유쓰레기의 수거가 가능하며, 작업의 고효율화, 생인력화가 실현된 다기능 해양폐기물 수거선 개발

- 내용 및 범위 :
  - 바이지선을 활용한 수거시스템 설계
  - 해양폐기물 수거시스템 구성 : 수거장비/위치정보/해저탐지정보 등

해양폐기물 처리기술

(1) 해양폐기물 전처리시스템

및 자원화 시스템 개발

- 개발목표 : 수거된 해양폐기물의 안정적 처리를 위한 실용화기술 개발
- 내용 및 범위 :
  - 해양폐기물 전처리시스템 설계 및 제작 (처리능력 100kg/hr)
  - 해양폐기물 자원화시스템 개발(처리능력 50kg/hr)
  - 폐부자 감용장치 개발 및 실용화(처리능력 50kg/hr)

결론

본 논문에서는 해양폐기물의 발생원, 피해실태 등에 관하여 논의하였으며, 이에 대한 대책으로 해양폐기물 종합처리 시스템 개발 및 활용에 대하여 기술하였다. 이상의 검토로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

우리의 오염된 해양 환경을

복원하기 위해서는 해저면에 대한 수중침적 폐기물 실태조사를 지속적이며 체계적으로 실시하여 오염실태를 파악하고, 이들 관련자료를 체계적으로 관리 운영함으로써 효율적인 폐기물 수거 방안의 수립을 지원할 수 있는 체계를 갖추어야 한다.

우리 해양 여건에 맞는, 첨단과학기술을 활용한 해양유입예방시스템, 침적폐기물 수거시스템, 수거된 폐기물의 전처리, 자원화 시스템을 개발하여 활용함으로써 효율성을 극대화해야한다.

우리 연안 해양환경을 지속적으로 유지관리하기 위하여 해양폐기물 상시 수거처리 체제가 갖추어져야 한다.

우리의 해양을 깨끗이 보전하여 날로 감소하고 있는 어업생산성을 극대화하고, 아름다운 해양을 후손에 물려 줄 수 있기를 바란다.㉔