

BSPE 00299-488-1

海洋環境 保全 研究計劃 樹立을 위한
企劃 研究

Planning Research for Marine Environmental Preservation

1992. 7.

韓國海洋研究所

提 出 文

韓國海洋研究所長 貴下

本 報告書를 “海洋環境 保全 研究計劃 樹立을 위한 企劃研究” 事業의 最終 報告
書로 提出합니다.

1992年 7月 日

研究機關名: 韓國海洋研究所

研究責任者: 李興宰

實務調整者: 梁東範

研 究 員: 石文植 · 徐承男

劉洪龍 · 李梓學

金尙珍 · 吳在龍

姜聲炫 · 趙哲護

要 約 文

I. 題 目

海洋環境保全 研究計劃 樹立을 위한 企劃研究

II. 研究開發의 目的

海洋汚染研究를 위한 國家主導의 課題導出

綜合的이고 體系的인 研究體制의 再定立

III. 研究開發의 內容 및 範圍

海洋環境汚染 研究 活動의 國際動向 檢討

韓國沿岸域에서 海洋汚染管理 및 防止를 위한 研究課題 企劃

IV. 研究開發 結果 및 活用に 대한 建議

海洋汚染은 그 被害가 長期的이므로 한번 破壞된 環境을 원상태로 回復시킨다는 것은 무척 어려운 일이다. 汚染으로 인한 海洋環境의 破壞를 최소화하고 長期的인 變化를 豫測하기 위해서는 여러가지 海洋汚染分野에 대한 심층적인 研究가 必需的이며 또한 政府의 長期的인 投資와 持續的인 支援이 따라야 한다.

海洋汚染 研究는 대부분 公共機關과 大學이 獨立的으로 遂行하여 왔고 일부 分野에 研究가 置重되었다. 따라서 본 研究에서는 海洋環境 汚染研究의 國際的 動向을 檢討하고 앞으로의 研究課題에 대하여 論議함으로써 海洋汚染 管理와 防止를 위한 長期的인 國家 計劃을 提示하였다.

SUMMARY

I. Title

Planning Research for Marine Environmental Preservation

II. Objectives of the study

- Planning of the national environmental program for marine pollution
- Establishment of comprehensive and systematic research structure

III. Scope of the study

- Review of international trend in marine environmental pollution research activities.
- Planning of research programs for marine pollution management and control in Korean coastal water.

IV. Results and suggestions

The harmful effects of marine pollution lasts for a long period and the rehabilitation of the damaged environment is an arduous task. In order to minimize the destruction of marine environment due to pollution and to predict the long-term changes, in-depth interdisciplinary research on marine pollution is indispensable, and also long-term investment and support by the government are very essential.

Most of the research activities on marine pollution in Korea have been performed independently by public laboratories and universities, and covered only

some specific field. In this study we have reviewed international trends in marine environmental pollution research activities, discussed research programs for the future, and then suggested the long-term plan at the national level for marine pollution management and control.

目 次

요약문	3
영문요약문	5
제 1 장 序 說	15
제 1 절 分野의 特性 및 背景	15
제 2 절 他技術 分野와의 連繫性	18
제 3 절 技術 開發의 必要性	19
제 2 장 關聯分野 技術의 分析 및 評價	20
제 1 절 事業推進 基本方向	20
제 2 절 海洋環境 管理技術 開發	20
가. 技術動向 把握	23
나. 技術體系 評價	25
다. 技術需要 評價	28
라. 技術能力 評價	30
마. 技術環境 評價	31
제 3 절 海洋汚染 防止技術 開發	32
가. 技術動向 把握	32
나. 技術體系 評價	34
다. 技術需要 評價	36
라. 技術能力 評價	37
마. 技術環境 評價	38

제 3 장	技術開發 目標 및 主要內容	40
제 1 절	技術開發의 最終目標 및 段階別 目標	40
가.	基本目標 (最終目標)	40
나.	重點 核心技術別 段階別 目標	40
다.	段階別 先進國 豫想水準과의 比較	41
제 2 절	技術開發事業의 主要內容	42
가.	重點技術 開發課題 導出基準	42
나.	重點技術 開發課題別 優先順位 基準 評價	43
다.	重點技術 開發課題別 細部推進 內容	46
제 4 장	技術開發 方法 및 推進體系	49
제 1 절	技術開發 方法	49
가.	課題別 技術開發 方法 檢討 比較	49
나.	課題別 研究開發 方法	50
제 2 절	技術開發 段階別 日程計劃 및 中間評價 基準	51
가.	重點技術 課題別 段階別 技術開發 日程計劃	51
나.	段階別 研究修行度 點檢을 위한 評價 項目/點檢表	52
제 3 절	技術開發 事業의 推進體系	55
가.	研究開發 體系	55
나.	主管研究機關 研究팀 構成 및 主管部署	56
다.	研究結果의 評價體制	58
라.	研究結果의 評價 方法 및 管理體系	59
제 5 장	技術開發 研究資源 所要	60
제 1 절	研究費 規模算定 및 確保方案	60
가.	研究費 規模算定	60
나.	研究費 確保方案	61

제 2 절	研究人力 및 기타 研究資源	.....	62
가.	研究人力 規模算定	.....	62
나.	研究人力 確保方案	.....	62
제 6 장	技術開發 結果의 活用方案	.....	63
제 1 절	研究結果의 事業性/實用性 評價 및 事業化 對象課題 選定	.....	63
제 2 절	研究結果의 企業化 推進體系 提示	.....	64
제 3 절	事業性과 配分方式의 決定	.....	65
제 4 절	共同研究結果의 企業化 過程에서 發生하는 問題點 및 解決方案	...	65
	參考文獻	.....	67

CONTENTS

Abstract	3
Abstract (English)	5
Chapter 1. Introduction	15
Section 1. Characteristics and background of the fields	15
Section 2. Connectivity with other technological fields	18
Section 3. Necessicity for technological development	19
Chapter 2. Analysis and evaluation of related technology	20
Section 1. Directions of research activities	20
Section 2. Development of management techniques for marine environment	20
A. Comprehension of technological trends	23
B. Evaluation of technological systems	25
C. Evaluation of technological demands	28
D. Evaluation of technological capabilities	30
E. Evaluation of technological environments	31
Section 3. Development of prevention techniques for marine environment	32
A. Comprehension of technological trends	32
B. Evaluation of technological system	34
C. Evaluation of technological demand	36
D. Evaluation of technological capability	37
E. Evaluation of technological environment	38

Chapter 3. Goals and major contents of technological development	40
Section 1. Final and intermediate goals of technological development	40
A. Basic objectives (final goal)	40
B. Stepwise objectives of core technology	40
C. Comparison with ⁹ expected technological level of developed countries	41
Section 2. Major contents for technological development projects	42
A. Standards for selection of core technological development projects	42
B. Evaluation of priority standards for core technological development projects	43
C. Details of promotion of each core technological development projects	46
 Chapter 4. Methods of technological development and promotion system	 49
Section 1. Methods of technological development	49
A. Examination and comparison of technological development methods	49
B. Methods of research and development	50
Section 2. Stepwise schedules and standards for the intermediate evaluation of technology development	51
A. Stepwise schedules of core technological development	51
B. Evaluation items for the inspection of research performance	52
Section 3. Promotion system of technological development projects	55
A. Technology development system	55
B. Organization of major research groups	56
C. Evaluation system of reseach outputs	58
D. Evaluation methods of research outputs and management system	59

Chapter 5. Research resource requirements for technological development	60
Section 1. Estimation and plans of procuring research funds	60
A. Estimation of research funds	60
B. Plans of securing research funds	61
Section 2. Research manpower and miscellaneous resources	62
A. Estimation of research manpower	62
B. Plans of procuring research manpower	62
 Chapter 6. Application of outputs from technological development	 63
Section 1. Evaluation of industrialization/practicality and selection of appropriate items	 63
Section 2. Promotion of industrialization	64
Section 3. Determination of distribution methods	65
Section 4. Problems of commercialization and and resolutions	65
 References	 67

제 1 장 序 說

제 1 절 分野의 特性 및 背景

우리나라는 지난 30년간의 급속한 工業化 過程을 통해 經濟와 産業分野에서 비약적인 發展을 이룩하였다. 제반 産業의 發展과 輸出增大로 高度의 經濟成長을 이루는 過程에서 全國沿岸에 수많은 工業團地가 建設되었고 周邊都市에는 人口 集中化 現象이 심화되었다. 海洋은 모든 汚染物質이 최종적으로 到達되어 蓄積되는 場所以므로 處理되지 않은 막대한 工場廢水와 都市下水는 결국 海洋으로 流入되었고, 이로 인한 沿岸海域의 汚染이 심각한 問題로 대두되기 시작하였다. 또한 海上에서 發生하는 각종 流出事故와 無分別한 汚染物質 排出로 海洋環境의 破壞가 深化되고 水産資源의 被害가 매년 增加되어 왔다. 그러나 經濟優先 政策에 따라 이러한 環境問題는 계속 소외되어 왔고 특히 海洋環境의 問題는 물이나 공기처럼 일반인들에게는 급박한 生存의 問題로서 받아 들여지지 않음으로써 그 결과 汚染物質의 負荷가 海洋의 自靜能力 한계를 넘어 오늘날 심각한 環境問題로 발전하게 되었다.

人間活動에 의해 生成된 대부분의 汚染物質들은 직접 또는 간접적으로 여러 經路를 통해 海洋으로 들어가게 되므로 海洋은 汚染物質의 최후의 蓄積地가 된다. 海洋은 地球의 71 %를 차지하므로 地球는 물의 惑星이라고 불릴만하다. 이러한 방대한 量의 海水의 존재로 海洋은 무한한 稀釋能力을 가졌다고 믿어지기 쉬우며 海洋에 버려지는 汚染物質은 곧 海洋에 흡수되어 自靜될 수 있다고 생각해 왔다. 그러나 海洋의 物理的인 過程은 이처럼 빨리 作用하지 않으며 대부분의 汚染物質들은 해수의 循環이 약한 內灣, 沿岸海域에 버려지기 때문에 必然的으로 여러가지 汚染問題를 惹起하게 된다.

여러가지 人間活動으로 인해 發生하는 海洋環境의 汚染은 그 原因과 結果가 매우 多樣하고 複雜하다. 陸上으로부터 排出되는 生活下水와 工場廢水, 各種 産業 廢棄物들이 계속 海洋으로 放出되고 있고, 船舶으로부터 故意的으로 廢油나 쓰레기가 버려지고 있으며, 油類流出事故로 集中的인 汚染被害가 發生하기도 한다. 또한 干拓이나 기타 沿岸開發 過程에서 發生하는 物理的인 海洋環境의 變化는 生物棲息處의 破壞나 生物資源의 減少를 誘發하고 있다. 海洋汚染을 發生原別로 分類하면 陸上으로부터의 汚染으로는 1) 臨海工團과 沿岸都市의 廢水流入, 2) 河川을 통한 都市下水, 農業, 産業廢水の 海洋流入, 3) 陸上廢棄物, 産業廢棄物 및 汚物の 海洋투기, 4) 干拓, 浚渫, 埋立工事に 따른 海洋環境變化, 5) 大氣를 통한 汚染物質 海洋流入 등이 있고 海上活動에 의한 汚染으로는 1) 海上 流出事故에 의한 기름과 有害液體 物質, 2) 船舶 廢棄物 및 船底廢水の 海洋 投棄, 3) 기름, 가스, 鑛物 등 海底資源 開發에 따른 汚染이 있다.

海洋環境으로 流入되는 汚染源의 相對的 寄與度를 보면 海上活動과 船舶起源의 汚染은 汚染總量의 약 23 %에 불과하므로 海洋汚染을 줄이기 위해서는 陸上汚染源을 減少시키려는 努力이 必需的이다. 先進 各國에서는 陸上の 汚染排出이 궁극적으로 到達하는 곳이 海洋인 점을 깊게 認識하고 海洋汚染의 研究를 海洋活動에 의한 汚染에 局限하지 않고, 陸上汚染源에 의한 各種 海洋汚染과 그 結果를 包含하는 廣範圍한 研究를 實施하고 있다. 일례로 美國의 海洋大氣廳 (NOAA)에서는 지난 '81년부터 陸上汚染物質을 17가지로 分類하고 汚染發生源을 点源, 都市地域 非点源, 都市以外 地域의 非点源 汚染源으로 나누어 각각에 대하여 年間 季節別 流入量과 總流入量을 推定하는 大規模 研究를 實施하였으며, 이 결과 河川을 통해 沿岸域으로 流入되는 汚染負荷資料를 美國 全河川에 대하여 確保하고 있다.

그러나 우리나라의 周邊 海域은 빈번한 流出事故와 陸上으로부터 排出되는 막대한 汚染負荷로 인하여 날로 環境破壞가 加速化 되고 있음에도 불구하고, 海洋環境保全을 위한 研究와 對應技術開發에 있어서 國家的 次元의 支援이 극히 未洽한 실

정이다. 현재 우리나라는 河川을 통해 海洋으로 流入되는 汚染負荷量을 정확히 推定하지 못하고 있으며, 大氣를 통한 流入量에 대한 資料는 극히 적은 狀態이다.

최근 우리나라의 沿岸海域에서는 富營養化 現象이 加速化 되어 局部的으로 赤潮와 無酸素 環境의 發生이 심각한 問題로 擡頭되고 있으나, 지금까지 이루어진 研究가 대부분 汚染의 實態를 把握하는 중간관측에 그쳐 物質收支와 海水의 3次元的 流動, 生物學的 現象을 結付시킨 定量的이고 綜合的인 研究가 극히 부족한 狀態에 있다.

그리고 海洋 쓰레기와 플라스틱 汚染, 微生物汚染과 生物濃縮에 의해 汚染事故를 誘發할 수 있는 각종 毒性物質汚染에 관한 研究도 극히 未盡하여 앞으로 集中的인 研究가 時急한 實情이다. 뿐만 아니라 기름과 有害物質의 海上流出事故의 防除技術에 있어서는 先進 各國에서는 이미 약 20年 동안 막대한 研究費를 支援하여 自國 沿岸에 대한 汚染防除體制와 각종 對應技術을 開發해 왔으나 우리나라의 境遇에는 防除技術과 裝備의 측면에서 後進性을 면치 못하고 있다. 우리나라 海上에서 發生하는 각종 流出事故는 매년 약 200여건으로서 漁業이나 生産活動이 活潑한 沿岸에서 事故가 發生할 경우 그 被害가 현저하여 연간 1千億원 以上の 被害를 誘發하고 있는 것으로 推定되고 있다. 周邊海域에서의 海上物動量 增加와 더불어 西海岸 時代의 開幕으로 인한 對中國 交易量이 크게 伸張될 것으로 展望되고 있는 가운데 流出事故로 인한 被害를 最小化하기 위해서는 流出事故의 防除를 全擔할 專門的인 機構의 設立이 절실하다.

또한 각종 汚染源으로부터 海洋으로 유입된 毒性物質은 生態系의 먹이사슬을 따라가며 점차 濃縮되므로, 海水中에는 微量으로 存在하다가도 一次生産者인 植物性플랑크톤에서는 그 體內 濃도가 높아지며 이를 먹고사는 그 윗단계의 生物들로 가며 점차 그 濃도가 더욱 높아지는 蓄積相을 보이게 된다. 이러한 生物濃縮 現象은 結局에는 水産食品을 통해 人體에까지 치명적인 被害를 미칠 수가 있으므로 先進外國에서는 食用 魚貝類에 대한 철저한 管理와 檢査를 실시하고 있다.

海洋汚染物質 중에는 生物濃縮이 되는 납, 카드뮴, 크롬, 水銀 등의 重金屬 뿐만 아니라 더욱 毒性이 높은 유기인제 및 유기 염소제 농약, 다이옥신, PCBs, DDT, PAHs 등 많은 有機汚染物質들이 있다. 先進國에서는 이러한 汚染物質들의 海水내 濃度 뿐만 아니라 生體, 堆積物내의 濃度도 定期的으로 檢査하고 있으며 海洋生物에의 毒性機作에 대한 研究를 계속하여 環境被害豫測에 임하고 있다. 그러나 우리나라는 아직 有機汚染物質에 대해서는 生態系내 移動은 물론 汚染實態마저 把握하지 못하고 있는 實情이다.

제 2 절 他技術 分野와의 連繫性

海洋環境保全技術은 海洋의 綜合的인 性格에 따라 環境技術 全般의 基盤技術과 密接하게 聯關되어 있다. 海洋環境 管理技術의 핵심인 汚染의 進行·變化過程의 糾明과 모니터링은 水質과 大氣汚染分野의 基盤技術을 應用하거나 緊密하게 聯關시키는 綜合的인 性格을 갖고 있으며 海洋環境保全 技術의 開發은 他分野의 技術과의 有機的인 調和를 통해서만 可能하다. 海水中과 堆積物, 海洋生物의 體內 등에서 微量의 汚染物質을 分析해 낼 수 있는 分析技術 등은 水質, 大氣, 保健, 廢棄物 分野에 應用될 수 있으며, 汚染의 進行過程을 모니터링하기 위해서 開發될 海洋環境 連續 觀測 모니터링 시스템과 測定 裝備의 技術 開發은 水質 및 大氣保全 分野에서 반드시 必要한 核心技術이라고 할 수 있다. 또한 汚染物質이 海洋으로 流入된 후 移動·擴散되는 樣相을 追跡하고 豫測하기 위한 모델링 技術이나 富營養化 모델 등의 水質 豫測 技術도 陸水環境에 使用되는 技術보다 훨씬 發展된 機能을 가지고 있어야만 한다. 海洋으로 流入되는 陸上起源 汚染을 줄이기 위해서 使用될 地理情報 시스템 (GIS) 技術과 汚染負荷 모델을 이용한 沿岸域 管理 시스템 등도 陸上の 汚染 制御 및 管理 體制에 반드시 包含되어야 하는 必須的인 부분이다.

제 3 절 技術開發의 必要性

海洋汚染은 매우 복합적인 原因에 의해 發生하며 그 被害가 長期的이므로 한번 破壞된 環境을 原狀態로 되살린다는 것은 무척 어렵다. 이제까지의 海洋環境 모니터링은 단순한 現況把握에 급급하였으나 앞으로는 汚染의 進行過程과 生態系內의 相互複合的인 影響을 糾明하기 위한 深層的인 研究와 技術開發이 크게 要望되고 있다.

美國의 경우 1978년부터 中央 政府에서 매년 1억달러 規模의 國策 海洋汚染 研究 프로그램 (National Marine Pollution Program)을 支援하고 있으며 政府 이외의 海洋汚染 研究支援 또한 이의 몇 배에 달하고 있다. 이러한 技術開發 投資는 海洋環境의 破壞가 가져오는 被害가 다른 汚染分野에 비하여 훨씬 長期的이며 莫大하다는 認識 때문이라고 할 수 있다. 一例로 우리나라 沿岸環境이 날로 破壞되어 우리의 水産物을 輸出하거나 消費하지 못하게 된다면 그로 인한 漁村 經濟의 蝕폐와 수천만 달러의 막대한 水産物輸入 增加는 他汚染 分野보다 훨씬 深刻한 社會問題를 誘發하게 될 것이다. 先進 各國에서는 이러한 趣旨에서 自國 沿岸의 海洋環境을 保全하고 資源을 保護하기 위한 集中的인 投資를 繼續하고 있으며 淸淨海洋環境을 維持 管理하기 위한 基盤技術을 確保하려는 國家的인 支援을 繼續하고 있다.

우리나라의 경우 海洋環境 研究가 單位 研究機關이나 大學을 中心으로 散發的으로 이루어져 왔으나 앞으로는 海洋汚染 研究體制를 보다 綜合的이고 體系的으로 再定立하고 淸淨海洋環境을 維持하기 위하여 必需的인 各種 技術들을 自體的으로 開發하여야 한다. G-7 프로젝트의 研究企劃 事業의 海洋部分은 海洋汚染 研究의 國家主導의 求心體를 마련한다는 側面에서 매우 바람직한 試圖로서 海洋環境管理와 汚染防止를 위한 對應技術을 確保하는데 크게 寄與할 것이다.

제 2 장 關聯分野 技術의 分析 및 評價

제 1 절 事業推進 基本方向

國土의 2배가 넘는 周邊 沿近海域을 生産性이 卓越한 經濟水域으로 維持하고 國民 健康을 위한 快適한 生活空間으로 保全하며, 工業生産活動의 場으로 活用될 수 있도록 海洋環境을 保全 管理하는 技術과 海洋汚染 低減技術을 開發한다.

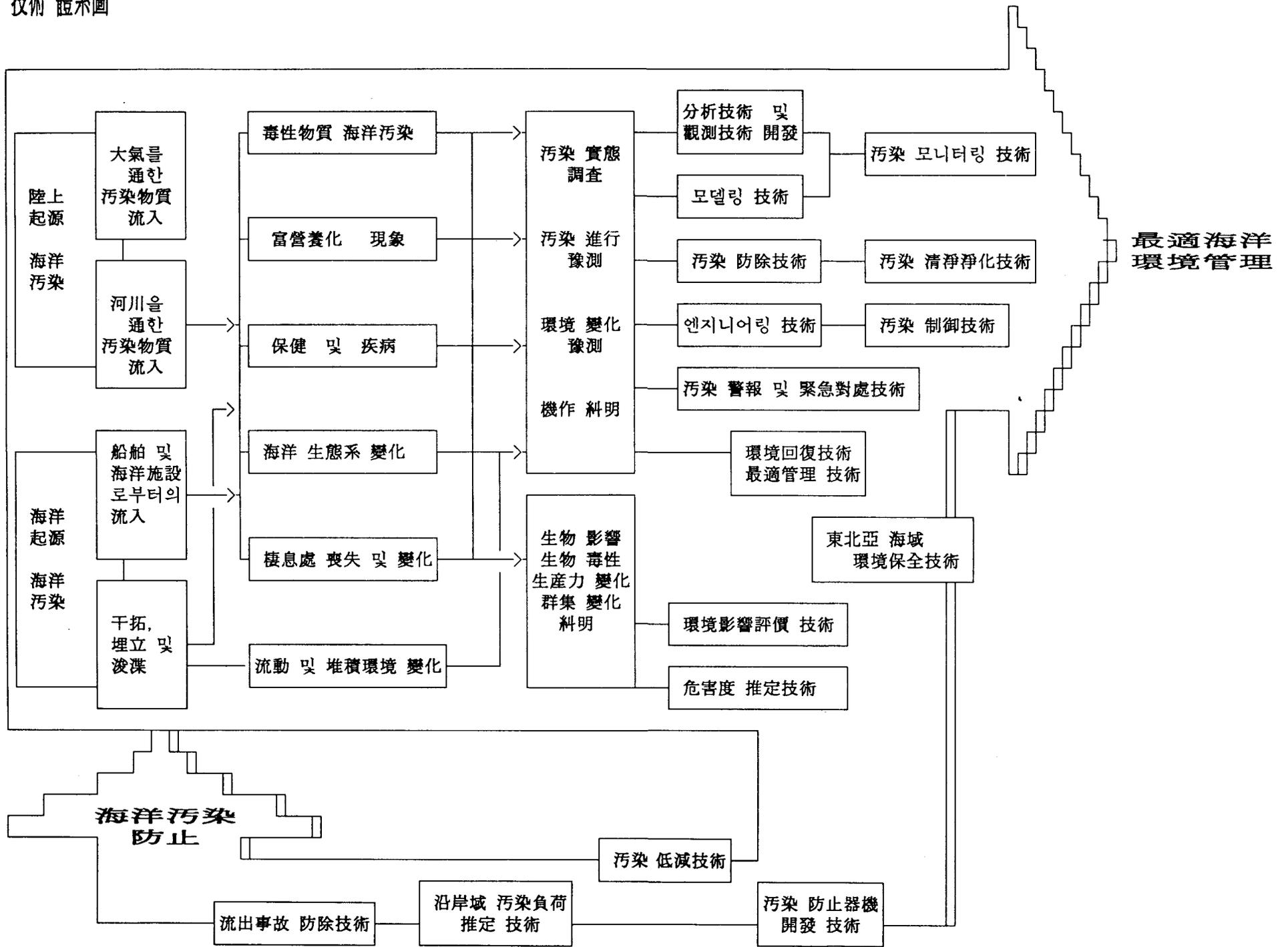
海洋汚染은 매우 複合的인 原因에 의해 發生하며 그 被害가 長期的이므로 한번 破壞된 環境을 原狀態로 되살린다는 것은 무척 어렵다. 本 事業에서는 海洋環境 研究를 單純한 現況把握이 아닌 汚染의 進行過程과 生態系內의 相互 複合的인 影響을 糾明하여 汚染의 進行過程을 豫測할 수 있게 하고 發生된 汚染으로부터 海洋環境 被害를 최소화 할 수 있는 綜合的인 技術을 開發하는데 基本方向을 맞추고 있다.

제 2 절 海洋環境 管理技術 開發

細部 核心技術

- 海洋環境 觀測網 運營시스템 및 測定技術開發
- 沿岸 및 地域海의 汚染物質의 移動과 擴散
- 海洋汚染의 生地化學的 進行過程과 變化 豫測을 위한 應用技術 研究
- 沿岸海域 管理 및 豫測技術 (水質모델링)
- 東北亞 海域의 環境保全 研究
- 海洋生物相에 의한 環境影響 評價

技術體系圖



가. 技術動向把握

최근의 海洋環境 研究傾向은 점차 쾌적한 生活環境을 保存하려는 熱意와 함께 自然과 人間의 均衡的 狀態維持와 自然保存에 의한 持續的 資源利用 등에 중점을 두고 있다. 그리고 海洋의 汚染實態調查라는 消極的인 姿勢에서 벗어나 점차 海洋環境의 構造와 機能을 理解하여 海洋汚染을 최소화 시키려는 方向으로 나아가며 汚染시키기 以前에 이를 抑制하고 事前處理하는 技術開發에 많은 投資를 하고 있다.

美國의 경우 1978년부터 中央 政府에서 每年 1억 달러 規模의 國策 海洋汚染 研究 프로그램 (National Marine Pollution Program)을 支援하고 있으며, 政府 以外の 海洋汚染 研究支援 또한 이의 몇 배에 달하고 있다. 美國은 1978年 海洋汚染 計劃法을 개정하여 海洋汚染 研究, 開發, 모니터링에 관한 包括的이고 綜合的인 國策 海洋汚染研究 프로그램 (National Marine Pollution Program)을 實施하도록 法的 基礎를 마련하였다.

이 研究 프로그램은 5個年 計劃으로 企劃되어 '78-'82, '83-'87에 이어 現在 '88-'92년의 3차 프로그램이 遂行중에 있다. 國策 海洋汚染 研究 프로그램의 企劃은 通商省 (Department of Commerce) 傘下 海洋大氣廳 (NOAA)에서 擔當하고 있으며 每 3年마다 海洋汚染 研究, 開發, 모니터링 計劃 (Federal Plan for Ocean Pollution Research, Development and Monitoring)을 樹立하고 있다. 이 計劃書는 海洋汚染 問題와 研究 必要性을 導出하고 海洋汚染 研究와 모니터링을 遂行하는 現在의 力量을 把握하며 現在의 研究 프로그램을 分析하고 改善方案을 推薦하는 根幹이 된다.

이러한 綜合的인 研究課題는 國策 海洋汚染 研究 計劃 事務所 (National Ocean Pollution Program Office, NOPPO)에서 總括하는데 이러한 總括機構는 5個年 計劃을 修正·補完하며 研究遂行 內容을 調整하는 役割을 한다. 美國 海洋大氣廳 (NOAA)은 同法 3A條의 規定에 따라 機關 共同 委員會를 設置하고 있는데, 이 委員會는 沿岸域, 汽水域, 外海 및 5大湖 地域의 汚染을 研究하는 11개 國家機關의 代表者들로 構

成된다. 政府는 每年 約 1億 달러씩 國策 海洋汚染 프로그램에 研究費를 負擔해 오고 있다.

美國의 國策海洋汚染 프로그램에서는 機關別 協助를 원활히 하고, 1978年 制定된 NOPPA의 '86年 改正法 7條에 따라 計劃過程에 各 機關의 參與를 活性化하기 위하여 '國家 海洋汚染 政策 委員會' (National Ocean Pollution Policy Board)를 두고 있다. 國策 海洋汚染 研究 프로그램 事務所(NOPPO)에서는 同法 4條에 따라 政策委의 諮問下에 5個年 計劃을 樹立하고 있다.

1987年 NOPPO는 國策 海洋汚染 研究의 優先順位를 導出하기 위한 研究를 遂行하였는데 國家機關 및 代表 機關, 州와 地域 政府, 學界, 海洋産業, 環境關係 그룹 등의 145 名이 參與하여 6개 研究分野를 確定하였다. 1987年 末과 1988年 初 各 研究分野別로 實務 그룹을 編成하였으며 NOPPO가 國策海洋汚染研究 프로그램의 計劃書를 作成하는데 參與하였다.

日本の 境遇도 赤潮防除, 海洋의 環境放射能 綜合評價事業, 放射能 固體 廢棄物의 海洋處分에 관한 調查研究, 海洋모니터링 시스템의 開發, 水質汚濁防止對策 研究, 公害防止對策 研究, 自然環境保全對策 研究, 閉鎖性 海域의 水生生態系 機構解明 및 保全研究 등에 대한 研究를 長期的으로 重點 支援하고 있다. 지난 5-10年 동안 東京灣 등 主要 內灣 및 沿岸海域의 水質變化豫測研究는 刮目 할 만하며 海洋汚染除去를 위한 各種技術을 開發중에 있다. 그중 赤潮生物 成長抑制製, 流出油 處理技術, 遠隔探查에 의한 汚染擴散 豫測技術 등은 刮目 할 만하다. 先進國의 경우 遠隔探查는 이미 많은 觀測衛星의 發射와 各 河川의 河口, 沿岸海域 및 外海 등에 대한 研究에 커다란 成果를 거두고 있다. 또한 先進國의 경우 無人計測器機가 商業化되고 있으며 海洋觀測에 있어 日常的으로 使用되고 있다.

外國의 境遇 港灣海域에서의 汚染程度를 低棲動物群集으로 判定 하는 方法도 오래 전부터 시작되었고 沿岸域이나 大陸棚에서의 低棲生態系를 把握하여 汚染程度를 數值的으로 評價하였거나 汚染의 影響을 評價하기 위해 現場의 生物을 利用해야함을

強調하였으며 특히 低棲生物의 有用性에 대해 強調하고 있다. 한편 汚染監視에 있어서 從來의 汚染指示種을 使用함에 있어서 制限점을 提示하여 種 특유의 汚染指示性 (pollutant specific indicator)을 指摘하여 汚染指示種에 의한 生物檢定の 必要性을 示唆하였다.

유럽 各國의 隣接 海域 水質保存을 위한 Oslo Convention이 1980年 締結된 이후 各種 汚染物質의 相互 監視體制를 確立하는 등 유럽 各國에서는 많은 研究投資가 投入되고 있다. 이에는 環境管理의 知能化에 따른 많은 管理모델이 開發되어 使用되고 있으며 流出油處理濟 (營養染製劑, 에멀전파괴제) 등의 研究가 包含되고 있다. 水系의 生態系 管理에 있어서도 先進國에서는 遠隔探查, 無人測定裝置, multi-beam 觀測을 遂行하고 있고 低棲生態系의 研究에서도 地域特性에 따른 環境評價法, 汚染指標生物의 生活史把握 등 技術이 活潑히 開發되고 있다. 獨逸의 境遇 汚染指標種 開發應用 및 生態系 모델을 利用하여 汚染 被害를 極小化하고 있다.

나. 技術體系 評價

海洋汚染의 實態 및 進行狀況 把握을 위해서는 아직 國內에서 調査되지 않거나 調査가 미비한 調査項目에 대하여 全國的인 모니터링이 이루어져야 한다. 이를 위해서는 國內에서 保有하고 있지 못한 微量 環境汚染物質의 分析技術을 補完하여야 하며 汚染 測定方法의 統一 및 相互檢定을 통하여 測定 信賴度를 높여야 한다. 廣範圍한 海域의 汚染 모니터링을 위하여 海洋環境 觀測網을 設置 運營해야 하며 이를 뒷받침 할 수 있는 測定技術이 開發되어야 한다.

現在 우리나라에서는 Mussel Watch Program과 汚染現況調査 등을 통하여 全國의 汚染度에 대한 모니터링을 遂行하고 있으나 持續的인 調査가 遂行되지 못하고 있으며 分析內容도 14개 重金屬에 대한 資料만이 報告되고 있을뿐 有機毒物質들은 調査되지 못하고 있는 實情으로서, 앞으로 美國 海洋大氣廳 (NOAA)에서 '84년부터 遂行하고 있는 汚染現況 및 趨勢 研究 (National Status and Trends Program)와 같은 全

國規模의 모니터링이 遂行되어야 한다.

또한 毒性物質의 現存量과 그 流入速度 등을 測定하기 위해서는 沿岸地域의 海底堆積物과 海水中, 生物體內的 毒性物質 濃度を 繼續적으로 測定하는 것이 必需的이며 流入 河川과 인접한 海岸에서의 直接的인 排出量을 모니터링하고 大氣를 통한 流入量을 測定하여 相對的인 寄與度を 把握해야 한다. 또한 農藥 등 각종 毒性物質의 流入量 評價에 있어서는 반드시 夏季의 洪水時나 暴風時에 集中되는 流入量을 評價하여야 한다.

毒性 汚染物質들은 海洋環境으로 流入된 후 移動하면서 여러가지 變化過程을 겪게 되는데 여러가지 毒性物質의 流入經路나 流入速度, 蓄積量 등에 關여하는 要因들을 이해하는 것은 必需的이다.

陸上으로부터 沿岸이나 內灣에 供給되는 窒素와 磷은 一次生産者의 過度한 成長을 誘發하여 赤潮를 發生케 하는 등 여러가지 生態系의 變化를 招來하며 生産된 有機物이 分解되는 過程에서 酸素를 消耗하므로 無酸素層을 形成하는 原因이 된다. 우리나라에서는 局地的으로 內灣에서 富營養化로 인한 赤潮가 發生하고 無酸素層이 形成되거나 水質低下와 魚貝類의 廢死가 나타나고 있다.

富營養化 現象에 關한 研究는 다른 分野에 비하여 많이 遂行된 편이나 아직도 우리나라에서는 각종 点 汚染源 (point source)과 非点源 汚染源 (non-point source)에 의한 營養鹽類 流入量을 精確히 推定하지 못하고 있으며 地下水나 大氣를 통한 流入이나 一時的인 集中 流入量은 전혀 알려져 있지 못한 狀態이다.

營養鹽類의 流入量을 推定하기 위해서는 優先적으로 陸上의 点源 汚染源과 非点源 汚染源에 대한 完璧한 데이터 베이스를 構築하여야 하는데, 여기에는 莫大한 時間과 費用이 소요된다. 点源 汚染源에 대해서는 每月 排出量과 濃도가 수년간 測定되어야 하며 非点源 汚染源에 대해서는 人文社會, 自然科學的 資料를 바탕으로 營養鹽類의 流入量을 推定하는 모델을 開發하여야 한다.

点源, 非点源 汚染源의 規制가 비교적 잘 이루어지고 있는 外國의 境遇에는 大氣

나 地下水를 통한 流入이 相對的으로 重要해 지고 있다. 一般的인 降雨 속에 包含된 窒酸鹽은 5-20 $\mu\text{M/l}$ 정도이지만 酸性雨 속에는 300 $\mu\text{M/l}$ 나 包含되어 있으므로 地域에 따라 전체 窒素 供給의 30-40 %를 차지하는 境遇도 報告되고 있다.

여러가지 人間活動은 複合的으로 海洋生物들에게 나쁜 影響을 미치게 되고 汚染의 압박은 個體群과 群集의 水準에서 여러가지 變化를 誘發하게 된다. 여러가지 汚染에 대한 生物의 反應은 致死率, 群集의 크기, 生殖의 成功率, 發生時의 奇形 頻度, 物質代謝率, 1次 및 2次生産의 變化, 群集 構造의 變化 등으로 모니터링 할 수 있다. 汚染에 의한 海洋生態系의 變化를 探知하기 위해서는 自然的인 變動과 구별할 수 있도록 長期間에 걸친 모니터링이 必要하다.

汚染物質의 影響을 모니터링할 때에는 生物調査 뿐만 아니라 水中과 堆積物, 生物에 존재하는 汚染物質量의 變化 傾向을 계속적으로 測定해야 하며 과거의 濃도와 비교함으로써 變化를 追跡해 나가야 한다. 또한, 淡水流入의 變化가 2次 生産에 미치는 影響이나 淡水 流入과 汚染物質 濃度間의 關係, 陸上의 開發事業이 堆積物 流入量의 變化를 誘發함으로써 미치는 影響, 堆積物의 流入量 變化가 2次生産에 미치는 影響 등 水理學的인 環境要因들을 同時에 모니터링하여야 한다.

水質 豫測모델의 研究開發을 위해서는 實驗室과 現場에서의 實驗觀測을 통해 복잡한 相互作用과 反應들이 定量化되어야 하며, 또한 對象海域의 生態學的 調査가 絶對的으로 必要하다. 水質모델에 使用되는 移流·擴散式의 移流率을 推定하기 위해서는 海水流動에 대한 數理力學的인 理解와 把握이 必需的이다. 이러한 여러 分野에 걸친 綜合的이고 體系的인 研究를 통해서 物質循環過程의 각종 制限 因子와 제한 變數가 糾明되어야 하며 海水特性 및 海水流動을 보다 精密하게 觀測하여 水平 垂直 混合과 擴散, 堆積物로부터의 溶出, 그리고 汚染物質의 循環 및 移動에 대한 理解의 폭을 넓혀야 한다.

東北亞 海域은 韓國, 北韓, 日本, 中國, 獨立國家聯合 (구 蘇聯) 등 5個國이 隣接해 있으므로 어느 한 國家에서의 汚染規制 만으로는 海域 전체의 海洋汚染을 줄여

나갈 수 없다. 특히 黃海의 경우 中國의 工業化에 따른 汚染物質 流入이 急増하고 있는 가운데, 앞으로 中國의 각 河川을 통한 流入量을 推定하고 大氣를 통해서 流入되는 量도 測定되어야 할 것이다. 또한 東北亞 海域의 物動量이 急増함에 따라 이 地域에서는 海上 流出事故의 發生可能性이 무척 높다. 流出事故時의 地域協力體制와 事故時의 共同防除體制의 構築 등이 必需的이며 汚染으로 인한 國際的 紛爭이 發生했을 경우 紛爭調整을 위한 對策도 마련되어야 할 것이다. 또한 東北亞 海域의 汚染趨勢를 把握하기 위해서는 廣域 海洋觀測網의 共同運營이 必要하며 共同調査 및 資料交換을 위한 國際的 協力體制가 構築되어야 한다.

다. 技術需要 評價

지난 20 여년간 急速한 産業發達과 더불어 수많은 臨海工團이 建設되었으며 經濟成長과 함께 沿岸域 開發이 활발히 이루어져 왔다. 우리나라의 周邊海域은 陸上으로부터 각종 汚染物質들이 계속 流入되고 流出事故 등이 頻繁하게 發生하여 汚染이 深化되고 있는 實情이다. 沿岸域의 開發과 繼續적인 産業發達は 海洋環境 破壞를 加速화 할 것임에 틀림없다.

海洋環境 管理技術에 있어서 가장 重要하고 基本的인 側面은 海洋汚染의 實態와 그 影響을 料明하고 進行·變化過程을 모니터링하는 것이다 이러한 모니터링을 위해서는 海水中과 堆積物, 海洋生物의 體內 등에서 微量의 汚染物質을 分析해 낼 수 있는 分析技術이 必需的으로 要求되며 汚染의 進行過程을 모니터링할 수 있는 技術이 必要하다. 따라서 海洋環境 觀測을 위한 連續 모니터링 시스템과 測定 裝備의 技術 開發이 뒷받침 되어야 한다.

PCBs, PAHs, 鹽化炭化水素類 등의 有機毒性物質과 일부 金屬들은 粒子性 物質에 吸着되거나 密接한 關聯을 갖고 있으므로 堆積物의 移動이나 生物作用에 의해 分布가 決定된다. 납, 철, 토륨 등은 海水에서 粒子性 物質에 吸着하여 海底로 沈降하며, 카드뮴, 아연, 구리, 니켈 등은 營養鹽 循環과 聯關되어 있으므로 生物作用에 의해

조절된다.

毒性物質의 生物蓄積過程은 특히 海底堆積物內에서의 毒性物質의 持續性과 生物에 대한 有效性 (bioavailability), 海底生態系內의 먹이사슬 등에 左右되므로, 堆積物 空隙水 (pore water) 內의 콜로이드성 有機物과의 分配平衡에 관한 研究나, 溶存성과 粒子性間의 分配 (partition), 海水中的의 化學種 (chemical speciation) 變化, 堆積物로부터의 溶出機作 등에 관한 研究가 必要하다. 또한 理論的인 接近方法으로는 海水와 粒子性 物質과의 相互反應과 分配係水 (partition coefficient)를 使用하여 毒性物質들의 蓄積過程 모델을 만드는 研究도 必要하다.

國內의 環境基準値는 水中이나 堆積物內의 濃度로서 汚染程度를 구분하고 그 有害度를 評價하는 方法을 使用하고 있지만 海洋環境內에 存在하는 毒性物質의 濃度 만으로는 그 物質이 海洋生物에게 有害한 影響을 미칠 것인지를 豫測할 수 없다. 生物에게는 濃度 뿐만 아니라 生物 有效性, 露出時間, 生物의 成長 段階 등 化學的인 要因과 生物學的인 要因이 複合的으로 作用하며, 自然的인 變化나 人爲的인 다른 要因이 介入되므로 汚染物質이 生物에게 미치는 影響을 區分하여 有害性 評價를 한다는 것은 매우 어렵다. 또한 有害한 結果는 外觀相으로 觀察되지 않을 수도 있으며 毒性物質에 露出된 후 수년이 지난 후에야 그 結果가 나타날 수도 있다.

亞致死 濃度の 毒性物質에 노출됨으로써 받게되는 生物의 被害는 무척 多樣하다. 發生段階에서부터 形態的인 畸形이 發生하거나 攝食行動의 變化가 일어나기도 하며, 成長速度가 低下되거나, 免疫性 喪失, 生殖能力 喪失 등의 生理的인 變化가 나타나거나 疾病이 誘發되기도 한다. 앞으로 毒性物質들의 影響을 보다 정확히 糾明하기 위해서는 여러가지 毒性物質의 複合效果와 環境要因과의 관계, 分解中間物質의 동정, 分配, 生成速度에 관한 더 많은 情報가 必要하다. 突然變異 誘發物質이나 發癌性 物質의 形成이나 生物內 濃縮에 관하여 알게 되면 海洋生物에 대한 毒性物質의 慢性的인 影響에 대해 理解하는데 중요한 열쇠가 될 수 있다.

沿岸開發 등 環境破壞 要因은 持續的으로 增加할 展望이며 따라서 環境監視技術

의 需要는 크고 自動測定技術에 의한 低廉한 監視技術의 開發이 要求되고 있다. 또한 汚染物質이 海洋으로 流入된 후 移動·擴散되는 樣相을 追跡하고 豫測하기 위한 모델의 開發이 必要하며, 富營養化 모델 등의 水質 豫測技術의 確保도 必需的이다. 海洋汚染의 70 %를 차지하는 陸上起源 汚染을 줄이기 위해서는 地理情報 시스템과 汚染負荷 모델을 이용한 沿岸域 管理 시스템의 開發이 시급히 要望되고 있다. 또한 海洋은 國境이 없기 때문에 이러한 海洋環境 管理 技術이 效果的으로 使用되기 위해서는 東北亞 周邊國의 共同協力과 共同對處가 必要하다.

라. 技術能力 評價

우리나라의 周邊 海域은 頻繁한 流出事故와 陸上으로부터 排出되는 막대한 汚染 負荷로 인하여 날로 環境破壞가 加速化되고 있음에도 불구하고, 海洋環境 保全을 위한 研究와 對應技術開發에 있어서 國家的 次元의 支援이 극히 未洽한 實情이다. 現在 우리나라는 河川을 통해 海洋으로 流入되는 汚染負荷量을 精確히 推定하지 못하고 있으며, 大氣를 통한 流入量에 대한 資料는 극히 적은 狀態이다. 主要 內灣 및 沿岸에 대한 水質調査는 研究팀 혹은 關係機關에서 定期的 또는 非定期的으로 遂行 되어 왔다. 그러나 지금 까지 遂行되어온 많은 研究는 小規模 研究費에 의해 制限된 人力으로 遂行되었으며 汚染現象의 把握 또는 短篇的인 研究에 그쳤다. 따라서 汚染의 海水內 進行科程, 汚染原因의 分析, 海洋汚染除去技術, 汚染抑制策 提示 등 決定的인 解決方案 導出을 위한 研究가 어려웠다.

海洋汚染의 測定 分析技術은 國內에서도 많은 發展을 繼續하여 왔으며 分析의 檢 矯正과 環境觀測網의 效率的 運用 등의 技術的 問題가 남아있다. 遠隔探査나 自動 實時間 모니터링 등을 利用한 海洋汚染 測定技術은 分析裝備를 國外에서 輸入해야 하나 앞으로는 國產化된 器機들에 의해 效果的인 海洋環境 모니터링을 할 수 있을 것이다. 海水流動, 汚染物質의 擴散에 使用되는 소프트웨어도 外國에서 導入하는 境遇가 많으나 國內 海洋環境의 特性을 勘案한 國內의 모델들로 代替 되어야 할 것이

다. 油類流出事故에 對備한 油處理製는 國産化가 되어 있으나 低毒性 處理製, 겔화製, 에멀전파괴製는 國內에서 生産되지 못하며, 微生物製劑, 營養鹽製劑 등도 生産하지 못하고 있어 이에 대한 技術蓄積이 要望된다.

國內에서는 內灣에서의 赤潮現象에 대한 調査와 水層에서의 生態系 分析이 試圖되었으나 모두 水層에 局限되어 있고 따라서 短期的인 效果를 反映하고 있다. 반면 對象 沿岸域의 汚染程度나 環境狀態를 長期的이면서 綜合的으로 反映해 주는 堆積物이나 低棲生物에 대한 研究는 극히 적고 아직 初步段階에 있다. 또한 海洋低棲環境의 汚染狀態를 잘 反映하는 汚染指示種 (pollution indicator species)에 대한 生態學的인 研究나 이들을 利用한 生物檢定이 아직 遂行된 바 없다.

지금까지 國內에서 研究된 遠隔探查의 現況을 分析해 볼때 可視光線을 利用한 海水濁度の 測定과 熱赤外線을 利用한 海水表面溫度 測定分野에서 計算 또는 既存 現場測定 資料에 依存한 簡略한 測定方法이 報告되었을 뿐이다.

마. 技術環境評價

UNEP는 海洋汚染防止를 위한 地域 協力體制 수립을 위해 1974년부터 地域海洋保全事業을 추진해 오고 있으며 현재 8개 地域 協約과 18개 議定書가 채택되어 있다. 89년 5월 제 15차 UNEP 집행 이사회에서는 北西太平洋 地域을 UNEP 地域 海洋保全計劃에 포함시킬 것을 결의하였고, 91년 10월말 獨立國家聯合 (구 蘇聯), 中國, 日本, 南北韓 등 5개국의 대표단이 플라디보스톡에 모여 차후 연구계획을 논의한 바 있다.

UNCED (유엔 環境 및 開發會議, 1992年 6月, 리오데자네이로)는 1972年 스톡홀름會議 이후 20年 만에 開催되는 國際環境會議로 急速한 産業化에 따른 地球環境保護를 目的으로 하고 있다. 여기에서는 地球環境破壞에 關聯된 많은 項目들에 대해 國際的인 規制措置를 施行하려 하는데 1994년까지 陸上起源 汚染物質에 의한 海洋汚染에 對處하기 위한 全地球的 研究計劃을 수립하며 1997년까지 각 國家의 海洋汚染

觀測網을 整備하고 地域間 (우리나라의 경우 東北亞 海域)에도 海洋汚染에 대한 觀測體系 構築을 義務化하려 하고 있다. 또한 1998년까지 각 國家의 海洋汚染事故 事前 防除 시스템을 構築하고 地域 國家間的 海洋汚染事故防除 센터의 連繫網 構築을 義務化 하려 하고 있다. 그리고 1997年 까지 港灣의 附帶施設로 廢棄物, 殘留化學物質處理를 義務化 하려 하고 있다. 또한 海洋投機의 安定性, 産業廢水의 起源에 대한 精密調査, 海洋汚染資料의 交換등에 대해서도 明文化하려 하고 있어 이에 대한 國內의 철저한 對備策이 없이는 國內製品的 輸出戰略 등에 막대한 차질을 초래할 우려가 있다.

제 3 절 海洋汚染 防止技術 開發

細部課題名

- 海上 流出汚染事故 防除 技術
- 生物學的 海洋汚染 防止 및 低減技術 研究
- 海洋汚染 防止器機 및 소프트웨어 技術開發

가. 技術 動向 把握

油類와 有害物質의 流出汚染事故는 發生時期와 場所를 豫測할 수 없을 뿐만 아니라 流出狀況과 條件이 매번 相異하므로 高度의 技術 戰略的인 防除體制를 保有하고 있어야만 한다. 大型 流出事故를 경험한 先進 各國들은 '70年代 初부터 油類汚染 防除技術에 관한 研究를 활발히 遂行하였으며 油類汚染이 生態系에 미치는 影響을 糾明하기 위하여 막대한 研究費를 投資하였다.

先進 各國에서는 1970年代부터 油類汚染과 有害液體物質 汚染에 관한 研究를 始作하였으며 國家豫算과 精油會社의 支援下에 深度있는 研究가 進行되어 왔다. 현재

美國, 英國, 프랑스, 노르웨이, 日本 등이 防除技術과 淨化技術 分野에서 尖端 技術을 確保하고 있으며, 防除 專門家 시스템의 開發과 新型 防除 機資材의 開發 등에 注力하고 있다. 先進 各國은 汚染된 地域의 淨化를 위하여 淨化技術集을 作成한 바 있으며 最近 生物淨化技術 (Bioremediation Technology)의 開發에 注力하고 있다. 日本은 海上保安廳과 海上災害防止센터에서 “外洋에서의 大量流出汚染 事故의 防除技術에 관한 調査研究(소화 63년)”를 비롯한 많은 研究를 遂行하였으며, 防除 및 淨化技術의 側面에서 世界尖端 水準의 技術을 確保하고 있다.

油類와 有害物質의 防除를 위하여 美國에서는 各種 防除 機資材의 開發에 힘써 왔으며 惡天候 하에서도 性能을 發揮할 수 있는 오일펜스나 스키머 등을 開發한 바 있다. 또한 防除技術과 情報를 提供하기 위하여 '72년부터 10年 동안 CHRIS/HACS (Chemical Hazard Response Information System / Hazard Assessment Computer System)를 開發하였으며 퍼스널 컴퓨터를 사용하는 CAMEO를 開發하여 '91年 10월에 CAMEO 3.0을 發表하였다. 世界 各國은 流出事故 防除時의 技術的 支援을 할 수 있는 데이터베이스와 방제시스템을 構築하고 海上防除의 技術的 側面을 補完하려는 努力이 進行되고 있다. 또한 流出事故의 被害를 최소화 하기 위해서 流出物을 效果的으로 收去하거나 處理하는 技術을 確保하고 汚染된 海岸의 回復力을 增大시키는 技術이나 油類分解 微生物을 利用한 分解技術 등을 開發중에 있다.

海洋汚染을 줄이기 위해서는 海洋環境으로 流入되는 汚染總量의 약 70 %를 차지하는 陸上汚染源을 減少시키려는 努力이 필수적이다. 先進 各國에서는 陸上의 汚染排出이 궁극적으로 到達하는 곳이 海洋인 점을 깊게 인식하고 陸上汚染源을 줄여 海洋汚染을 방지하려는 廣範圍한 研究를 實施하고 있다. 일례로 美國의 海洋大氣廳에서는 지난 '81년부터 陸上汚染物質을 17가지로 分類하고 汚染發生源을 点源, 都市地域 非点源, 都市以外 地域의 非点源 汚染源으로 나누어 각각에 대하여 年間 季節別 流入量과 總流入量을 推定하는 大規模 研究를 實施하였으며 이 결과 河川을 통해 沿岸域으로 流入되는 汚染負荷資料를 美國 全河川에 대하여 確保하고 있다.

나. 技術體系評價

'70年代 이후 各國의 海上運送量이 급격히 增加함에 따라 각종 船舶活動을 통한 海洋汚染問題가 단순히 局地的인 次元을 벗어나 國際的인 問題로 擡頭되었으며, 특히 大形 油類 流出事故를 經驗한 各國에서는 海洋環境保全의 必要性을 切感하고 船舶에 의한 故意的인 汚染을 排除함은 물론, 事故에 의한 流出을 최소화하기 위한 國際的인 海洋汚染防止協約 (MARPOL 73/78)을 締結하기에 이르렀다. MARPOL 協約은 本文과 5개 附屬書로 構成되어 있는데 기름과 毒性 有害物質, 船舶下水, 船舶 쓰레기에 의한 汚染防止 規定을 상세히 명기하고 있다. 또한 1990年 11月 國際 海士機構 (IMO)의 後援下에 全世界 90個國이 採擇한 油類汚染의 豫防, 對應, 및 協力에 관한 國際協約 (The International Convention on Oil Pollution, Preparedness, Response and Co-operation)에서는 汚染事故 發生시 이에 對處하기 위한 자세한 緊急防除計劃을 마련하도록 하고 있다. 새로 改正된 우리나라의 海洋汚染 防止法에서도 MARPOL 協約에 根據하여 油類 및 有害物質에 의한 汚染을 規制하는 細部規定을 두고 있으나 우리나라의 領海內에서 有害物質의 流出事故가 發生할 경우 실제로 流出物을 識別할 수 있는 技術을 확보하지 못하고 있으며, 迅速하게 汚染物質을 除去할 수 있는 防除技術과 淨化技術을 保有하지 못하고 있는 狀態이다.

海上의 流出事故는 發生時期와 場所를 豫測할 수 없을 뿐만 아니라 流出狀況과 條件이 매번 相異하므로 이를 處理하기 위해서는 高度의 技術戰略的인 防除體制가 構築되어야 한다. 특히 有害液體物質의 경우 種類가 1000여종에 달하며 海洋環境으로 流出되었을 때 각각의 化學的 特性에 따라 相異한 變化過程을 거치게 되므로 事故 發生의 探知와 識別에 있어서 高度의 技術을 요할 뿐만 아니라 科學的인 對應措置를 취하는데도 상당한 技術이 必要하다.

韓國沿岸에서 發生하는 각종 流出事故는 年 200건을 상회하고 있으며 西海岸 開發 등으로 海上 物動量이 急增하고 있어, 大型事故의 危險性이 날로 增加하고 있으나 現在 우리나라에서는 毒性物質의 데이터베이스가 構築되어 있지 못할 뿐만 아니

라 防除 및 淨化技術 水準이 아직 國際 尖端 水準과 상당한 隔差를 가지고 있다. 流出事故로 인한 汚染被害를 최소화하기 위해서는 海上의 防除 技術과 汚染地域의 淨化技術을 確保해야 하며 事前의 緊急防除 計劃을 樹立해야 한다.

우리나라의 경우 250 種이나 되는 原油와 1000 여種의 有害物質에 대한 데이터베이스가 構築되어 있지 못할 뿐만 아니라 物質別 防除技術도 確保하지 못한 狀態이다. 現行 防除體制下에서는 海洋警察隊와 海運港灣廳, 汚染 清掃業體가 事故處理를 擔當하고 있으나 여러가지 構造的 問題點과 人力, 裝備의 落後 등 複合的인 問題點을 가지고 있다.

流出事故에 의한 海洋汚染의 防止 分野에서는 油類汚染 및 有害液體物質 汚染事故時의 防除技術 研究와 油類汚染 被害地域의 清淨 淨化技術 研究, 汚染沿岸의 環境回復力 極大化 技術 및 被害低減 技術의 開發, 韓·日, 韓·中間의 海洋汚染 共同防除 體制 構築, 沈沒 船舶으로부터의 油類 回收 技術 및 水中 漏出 抑制技術開發, 防除 人力의 教育 및 가상훈련 시스템 開發, 難分解性 汚染物質의 處理技術 開發 등이 시급하다.

海洋汚染을 막기 위해서는 해양 쓰레기의 투기를 방지하고 해양에서 발생하는 여러가지 疾病을 예방하기 위한 노력 또한 필수적이다. '80年代 以後 플라스틱, 金屬類, 유리, 타르볼 등 마구 海洋으로 버려지고 있는 各種 破碎物들에 관한 關心이 크게 高調되었고 美國이 MARPOL의 附屬書 V에 규정하고 있는 船舶起源 쓰레기의 規制를 위하여 '87年 海洋 플라스틱 汚染의 研究 및 規制法 (Marine Plastic Pollution Research and Control Act)를 制定한 후 美國 環境教育센터 (Center for Environmental Education)와 海洋 大氣廳의 主管下에 플라스틱 汚染을 줄이기 위한 汎國家的인 努力을 繼續하고 있다. 여러가지 海洋 破碎物 중에서도 플라스틱 破碎物이 海洋生物에게 미치는 影響이 가장 크며 특히 魚類와 海洋動物에게 致命的인 被害를 끼치고 있음이 밝혀지고 있다. 우리나라에서도 '91年 새로 改正된 海洋汚染 防止法에서 海洋쓰레기의 規制를 일부 수용하고 있으나 아직도 각종 쓰레기가 海洋으로 마구 버려지고 있

는 實情이다. 우리나라에서는 우선 海洋 쓰레기의 發生 現況을 糾明하는 研究가 時 急하며 全國 沿岸의 汚染 實態를 하루빨리 把握하여야 할 것이다. 특히 우리나라의 境遇에는 外國과는 달리 養殖漁場에서 많이 使用하고 있는 스티로플 부이의 破碎物 들의 汚染 現況이 早速히 調查되어야 하며, 海洋 破鎖物이 生物群集에 미치는 影響 을 定量化 하기 위한 長期的인 모니터링을 遂行하여야 한다.

海洋生物들에게 發生하는 疾病이나 大量廢死 등에 관하여 어떠한 微生物이나 生 物起源物質들이 關與하는지에 대해서는 아직 잘 알려져 있지 않은 實情인데 汚染事 故 發生地에서는 박테리아, 바이러스, 진균류의 다양한 原因生物들이 檢出되고 있 다. 비브리오屬의 박테리아는 海洋에 많이 存在하고 있는데 魚類의 皮質에 異狀을 일으키기도 하며, 비브리오에 의한 疾病의 發病은 다른 汚染의 압박과 密接한 關係 가 있는 것으로 나타나고 있다. 살모넬라屬, 슈도모나스屬과 렙토스피라屬의 박테리 아들도 海洋動物과 無脊椎動物들에게 疾病을 誘發한 事例가 報告되고 있으며, 아데 노바이러스, 인플루엔자 A 등 여러 바이러스들이 無脊椎動物과 魚類에게 疾病을 誘 發시킨 事例가 있다.

그러나 아직도 海洋에서 疾病이나 大量廢死를 誘發하는 原因 生物을 잘 糾明하지 못하고 있을 뿐만 아니라 病原性 微生物들에 대한 生活史, 環境條件, 分類, 環境에 의 耐性 등 生物學的 屬性이 알려져 있지 않기 때문에 많은 어려움이 있다.

다. 技術需要 評價

海洋汚染 防止技術은 海洋汚染의 防除와 淨化에 필요한 技術, 監視를 위한 技術, 生態系 變化 防止技術, 汚染低減技術 등이다. 油類 및 有害液體物質의 流出事故시 이를 處理할 수 있는 防除 技術에 있어서 우리나라는 先進 外國에 비하여 많이 뒤떨 어져 있으며 각종 機資材 및 裝備를 상당부분 外國技術에 依存하고 있다. 또한 汚染 地域의 淨化技術에 있어서도 生物學的 處理나 環境回復力을 極大化 시키는 尖端技術 등이 開發되고 있으므로 國內에서도 이러한 技術의 開發이 要望되고 있다.

海洋에서 발생하는 汚染事故를 방지하기 위해서는 앞으로 病原性 微生物이 疾病을 誘發하는 時期와 條件間의 關聯性을 糾明하고 海洋生物에 대한 影響을 定量化할 必要가 있으며 疾病의 持續性과 病原性의 傳達 機作, 宿主의 範圍와 傳達關係, 宿主 防禦機作과 病原菌의 毒性 등이 研究되어야 할 것이다. 病理學的인 機作研究, 群集 遺傳學, 宿主와 病原菌간 群集 力學, 宿主의 範圍와 反應, 毒이나 代謝物質의 生成, 病原菌/宿主/汚染物質 間의 複合關係 등이 主要 研究 對象이며, 大量廢死가 發生하거나 疾病이 發生할 경우 早期에 迅速한 診斷을 하고 被害를 減少시키는 技術을 開發해야 한다.

海洋環境으로 流入되는 각종 汚染物質들을 효과적으로 制御하기 위해서는 모든 汚染發生源을 綜合的으로 把握하고 發生量을 推定하여야 한다. 汚染 總量의 推定은 엄밀히 말하면 海洋汚染의 現象을 다루는 것은 아니지만 汚染物質들이 궁극적으로 沿岸으로 放出되기 때문에 海洋環境 改善을 위하여 必需的인 研究分野이다.

우리나라의 경우 이와같은 汚染負荷 推定 作業은 河川 排水量과 陸上 汚染源의 데이터베이스가 構築되지 못한 狀態에서는 正確性을 기할 수 없기 때문에 長期的인 研究가 企劃되어야 할 것으로 보인다. 또한, 工場 排水의 平均 資料도 우리나라의 業種別 排水의 濃度를 직접 測定한 資料가 全無하므로 國內에서 우리나라의 典型的인 資料 目錄을 하루빨리 構築해야 한다.

라. 技術能力評價

우리나라의 경우 250 種이나 되는 原油와 1000 여種의 有害物質에 대한 데이터베이스가 構築되어 있지 못할 뿐만 아니라 物質別 防除技術도 確保하지 못한 狀態이다. 現行 防除體制下에서는 海洋警察隊와 海運港灣廳, 汚染 清掃業體가 事故處理를 擔當하고 있으나 여러가지 構造的 問題點과 人力, 裝備의 落後 등 複合的인 問題點을 가지고 있다. 새로 改正된 우리나라의 海洋汚染 防止法에서는 MARPOL協約에 根據하여 油類 및 有害物質에 의한 汚染을 規制하는 細部規定을 두고 있으나 우리나라

의 領海內에서 有害物質의 流出事故가 發生할 경우 실제로 流出物의 識別을 할 수 있는 技術을 確保하지 못하고 있으며 신속하게 汚染物質을 除去할 수 있는 防除技術과 淨化技術을 保有하지 못하고 있는 狀態이다. 또한 沈沒된 船舶에서 기름을 除去하는 水中技術과 汚染된 海岸의 回復力을 極大化시키는 技術 등이 매우 落後된 實情이다.

'80年代 이후 플라스틱, 金屬類, 유리, 타르볼 등 마구 海洋으로 버려지고 있는 각종 破碎物들에 관한 關心이 크게 高調되고 있으며 우리나라에서도 '91年 새로 改正된 海洋汚染 防止法에서 海洋쓰레기의 規制를 일부 수용하고 있으나 아직도 各種 쓰레기가 海洋으로 마구 버려지고 있는 實情이다. 우리나라에서는 우선 海洋 쓰레기의 發生 現況을 糾明하는 研究가 全無하며 全國 沿岸의 汚染 實態가 전혀 알려져 있지 않다.

ㄇ. 技術 環境 評價

대형 油類 流出事故를 經驗한 各國에서는 海洋環境保全의 必要性을 切感하고 船舶에 의한 故意的인 汚染을 排除함은 물론 事故에 의한 流出을 최소화하기 위한 國際的인 海洋汚染防止 協約 (MARPOL 73/78)을 締結하기에 이르렀다. MARPOL 協約은 本文과 5個 附屬書로 構成되어 있는데 기름과 毒性 有害物質, 船舶下水, 船舶쓰레기에 의한 汚染防止 規定을 詳細히 명기하고 있다. 또한 1990年 11月 國際 海事機構 (IMO)의 後援下에 全世界 90個國이 採擇한 油類汚染의 豫防, 對應, 및 協力에 관한 國際協約 (The International Convention on Oil Pollution, Preparedness, Response and Co-operation)에서는 汚染事故 發生시 이에 對處하기 위한 자세한 緊急防除計劃을 마련하도록 하고 있다. 새로 改正된 우리나라의 海洋汚染 防止法에서도 MARPOL 協約에 根據하여 油類 및 有害物質에 의한 汚染을 規制하는 細部規定을 두고 있으나 우리나라의 領海內에서 有害物質의 流出事故가 發生할 경우 實際로 流出物을 識別할 수 있는 技術을 確保하지 못하고 있으며 迅速하게 汚染物質을 除去할 수 있는 防除

技術과 淨化技術을 保有하지 못하고 있다. 이러한 狀態에서는 汚染事故 發生時 國際的 紛爭이 發生할 소지가 많으며 被害報償에 있어서도 많은 不利益을 감수하여야 할 것이다.

제 3 장 技術開發 目標 및 主要內容

제 1 절 技術開發의 最終目標 및 段階別 目標

가. 基本目標 (最終目標)

- 海洋環境 保全 및 改善을 위한 綜合技術 開發
- 沿近海 海洋環境 最適 管理體系 開發
- 海洋污染 防止 및 低減 技術 開發

나. 重點 核心技術別 段階別 目標

重點技術開發課題	1 段階 1992 - 1994	2 段階 1995 - 1998	3 段階 1999 - 2001
海洋環境 管理技術 開發	<ul style="list-style-type: none"> - 海洋污染 測定·分析 分析 方法의 標準化 (遠隔探查 技術 등) - 閉鎖性 內灣 海域의 水質 環境變化 豫測 管理技術 開發 - 海域別 流動 및 擴散 資料 收集과 汚染物質 擴散 豫測技術 開發 - 生地化學의 污染 進行 過程 料明 - 東北亞 海域 污染實態 調查 및 國家間 資料 標準化 - 海洋生物相에 의한 生態系모델링 技法開發 	<ul style="list-style-type: none"> - 連續 모니터링 시스템 開發 및 試驗 - 物質循環 및 環境容量 算定, 水質變化 追跡 - 汚染物質의 移動 및 變化過程 料明 (數值實驗과 現場檢證) - 海洋污染의 影響 및 保健上 危害度의 豫測 技術 開發 - 共同 海洋污染 監視 및 防除을 위한 國際 觀測網 構築 - 韓國海域의 海洋生態系 모델의 開發 및 檢證 	<ul style="list-style-type: none"> - 特定海域 및 廣域 海洋 污染觀測網 完備 - 閉鎖性 內灣 海域 水質 變化 豫測 및 環境被害 最小化 管理技術 - 海域別 汚染物質 擴散 데이터베이스化 및 豫測 모델 確立 - 污染 低減技術 應用 및 危害度 評價技術의 確保 - 流出事故 應急處置 技術 및 長期的 海洋環境 變動 豫測技術 - 海洋生態系 變化 豫測 및 環境回復技術의 應用

海洋汚染 防止技術 開發	-油類 및 有害物質의 海上流出事故 防除技術 支援 시스템 構築	-防除 機資材의 開發 및 汚染地域의 淨化技術 開發	-流出事故 防除 시스템 實用化
	-汚染防止 器機의 設計 및 汚染 低減 시스템 開發	-汚染防止 器機의 生産 技術 및 性能評價 技術 確保	-海洋汚染 防止機器 商品化 -專門家 시스템 開發
	-赤潮發生 抑制劑, 油類 分解 製劑, 無公害 生物 유화제 開發	-生物學的 汚染 防止 製劑의 生産技術 開發 및 安定度 試驗	-海洋汚染 處理 技術의 實用化

다. 段階別 先進國 豫想水準과의 比較 (Gap Analysis)

重點 技術 課題 名	1 段階	2 段階	3 段階
海洋環境 管理技術 開發	70年代 中盤	80年代 中盤	G-7 水準
海洋汚染 防止技術 開發	70年代 初盤	80年代 初盤	G-7 水準

(1) 海洋 環境 管理 技術

事業完了時 G7 對比 達成度(%)

細部技術分野	1 段階 (92 - 94)	2 段階 (95 - 98)	3 段階 (99-2001)
觀測網 運營 시스템과 測定技術	50	100	
沿岸海域 管理, 豫測技術	40	90	100
汚染物質 移動과 擴散豫測技術	40	100	
生地化學的 進行· 變化豫測技術	30	70	100

東北亞 海域 環境 保全 技術	30	100	
海洋生物相에 의한 環境評價 技術	30	60	100

(2) 海洋汚染 防止技術

事業完了時 G7 對比 達成度(%)

細部技術分野	1 段階 (92 - 94)	2 段階 (95 - 98)	3 段階 (99-2001)
流出汚染事故 防除技術	40	70	100
汚染防止 器機 및 소프트웨어 開發	30	60	100
生物學的 防止 및 低減技術	20	60	100

제 2 절 技術開發事業의 主要內容

가. 重點技術 開發課題 導出 基準

重點技術 開發課題의 導出時에는 우선 우리나라가 當面하고 있는 時急한 汚染問題를 우선적으로 解決할 수 있는 課題를 選擇하였다. 따라서 水産養殖에의 被害, 觀光資源에의 被害, 水産食品을 통한 汚染物質의 人體蓄積에 따른 國民健康의 威脅要素등에 重點을 두었다.

다음으로 우리나라가 지금까지 遂行해온 海洋汚染研究의 程度를 把握하여 汚染實態調査의 程度, 汚染觀測網 構築의 合理性, 汚染過程의 進行·變化에 대한 過程糾明등을 勘案하여 課題를 導出하였다.

美國의 경우 國策 海洋汚染 研究의 優先順位는 새로운 汚染 問題가 發生하거나 既存의 問題에 대한 情報가 충분히 蓄積될 경우 企劃段階에서 變更시키거나 課題의 配分時에 適定하게 按配하도록 되어 있다. 또한 研究課題의 選別時에는 政策委員會에서 國家的 必要性을 參照하고 汚染 問題에 관한 情報가 時急히 必要한 部分을 充足시킬 수 있도록 效率을 極大化함을 原則으로 하며, 研究의 重複을 피하고, 能力을 最大한 活用하며, 修行主體間的 相互協助가 가장 원활히 이루어지도록 課題를 按配하도록 되어 있다.

나. 重點技術 開發課題別 優先順位 基準 評價

(1) 技術 開發 段階

○ 國內技術開發 段階

重點技術 課題名	基礎	開發中	始製品	完製品	補給化
海洋環境 管理技術 開發		0			
海洋汚染 防止技術 開發		0			

○ 國外技術 開發 段階

重點技術 課題名	基礎	開發中	始製品	完製品	補給化
海洋環境 管理技術 開發			0		
海洋汚染 防止技術 開發			0		

(2) 國內外 市場 規模

(單位: 億圓/年間)

重點技術 課題名	國 內		國 外	
	直接市場規模	間接市場規模	直接市場規模	間接市場規模
海洋環境 管理技術 開發	2,000	15,000	500,000	5,000,000
海洋污染 防止技術 開發	2,000	12,000	500,000	5,000,000

(3) 外貨代替效果 分析

(單位: 億圓/年間)

重點技術 課題名	直接代替規模	間接代替規模
海洋環境 管理技術 開發	1,000	3000
海洋污染 防止技術 開發	1,500	3000

(4) 로알티 支給額

(單位: 億圓/年間)

重點技術 課題名	로알티 支給額	技術導入難易性
海洋環境 管理技術 開發	100	높음
海洋污染 防止技術 開發	50	높음

(5) 現實 時急性

重點技術 課題名	上	中	下
海洋環境 管理技術 開發	0		
海洋污染 防止技術 開發	0		

(6) 開發所要 事業費

重點技術 課題名	事業費 (억 원)	投資比率 (%)		
		政府	民間企業	其他
海洋環境 管理技術 開發	173	72	19	9
海洋污染 防止技術 開發	143	66	22	11

(7) 研究成功 可能性 (確率)

重點技術 課題名	總計	裝備·人力保有 (50%)		遂行機關		
		人力	裝備	國公立	學界	產業界
海洋環境 管理技術	77	22	25			30
海洋污染 防止技術	87	22	25			40

(8) 先進國 新技術 出現 可能性

重點技術 課題名	上	中	下
海洋環境 管理技術 開發		0	
海洋污染 防止技術 開發		0	

(9) 健康에 對한 危險度

重點技術 課題名	上	中	下
海洋環境 管理技術 開發	0		
海洋污染 防止技術 開發	0		

(10) 環境에 對한 被害 範圍

重點技術 課題名	Local	Regional	Global
海洋環境 管理技術 開發		0	
海洋汚染 防止技術 開發		0	

(11) 環境 被害 回復期間

重點技術 課題名	數 年	數 十 年	數 百 年
海洋環境 管理技術 開發			0
海洋汚染 防止技術 開發			0

다. 重點 技術 開發課題別 細部推進 內容

(1) 海洋環境 管理 技術

(가) 海洋環境 觀測網 運營시스템 및 測定技術開發

- 海洋汚染 測定 分析方法의 標準化 研究
- 國家 海洋環境觀測網 效率化
- 汚染物質의 實時間 測定技術 開發
- 遠隔探查에 의한 海洋汚染 모니터링 技術開發
- 遠隔探查 GMS 資料處理 시스템 確立
- 汚染物質의 連續 모니터링 裝備 開發

(나) 沿岸海域 管理 및 豫測技術 (水質 모델링)

- 富營養化 모델 開發
- 沿岸 海域 地理情報 시스템 開發 研究
- 河川을 통한 汚染物質 負荷量 推定 모델 開發研究
- 氣候變動에 따른 海洋 環境變化 豫測 技術開發

(다) 沿岸 및 地域海의 汚染物質의 移動과 擴散

- 3次元 空間 海水流動 및 擴散 모델 確保 改良
- 海域別 擴散特性 把握 데이터베이스 構築
- 海域別 數值모델의 有效性 檢討

(라) 海洋汚染의 生地化學的 進行過程과 變化豫測을 위한 應用技術研究

- 無酸素化 現象의 進行機構 解明
- 汚染物質의 生物 濃縮現象 研究
- 海洋汚染物質의 毒性機作 研究
- 有機毒性物質의 汚染 現況調査
- 플라스틱 廢棄物의 汚染影響 研究
- 海底堆積物 汚染 및 變化過程 研究
- 內灣海域 有機物 自靜 能力 評價

(마) 東北亞 海域의 環境保全 研究

- 黃海의 汚染實態 調査 및 對策研究
- 東北亞海域 共同 海洋環境 觀測網 構築
- 大氣를 통한 汚染物質의 流入量 測定
- 東北亞 國家間 有害物質 流出事故 緊急 計劃 樹立
- 海洋汚染 測定 資料의 檢矯正 및 데이터베이스 構築

(바) 海洋生物相에 의한 環境影響 評價

- 水系 環境管理를 위한 生態系 測定 모델 開發
- 海洋生物相에 의한 環境 評價
- 汚染指示種의 生物學的 研究
- 低棲群集의 遷移狀態 數值化
- 汚染物質과 生物 群集間의 相關關係 把握

(2) 海洋汚染 防止技術 開發

(가) 海上 流出 汚染事故 防除技術

- 海上汚染事故 緊急 防除 시스템 開發
- 기름 및 有害液體物質의 海上 防除技術 研究
- 汚染된 海岸의 環境回復 技術 開發
- 防除 人力의 敎育 및 假想訓練 시스템 開發

(나) 生物學的 海洋汚染防止 및 低減技術 研究

- 油類分解用 生物 油化製 開發
- 油類分解用 微生物製劑 生産技術
- 多機能 難分解性 汚染物質 分解 微生物 製劑 開發
- 親油性 營養鹽 製劑 開發

(다) 海洋汚染 防止器機 및 소프트웨어 技術開發

- 船舶 廢棄物 處理 및 回收 裝備 開發
- 海上流出油 및 有害液體物質 遮斷 및 收去器機 開發
- 海邊 및 堆積物의 汚染物質 除去技術 開發
- 海中技術 研究 (沈沒船舶 油回收 및 水中 漏出 抑制)
- 陸上 汚染源 低減 專門家 시스템 開發

제 4 장 技術開發 方法 및 推進體系

제 1 절 技術開發 方法

가. 課題別 技術開發 方法 檢討 比較

重點技術課題 技術開發 方法	海洋環境 管理技術	海洋汚染 防止技術	備 考
○ 自體 研究開發	有利	有利	-外國水準과의 隔差를 빠른 시간내에 줄일 수 있는 可能性 큼
○ 國際共同 研究	매우 有利	有利	-外國 研究機關과의 國際共同研究로 技術 移轉 可能
○ 技術 導入	可能	可能	-外國으로 부터의 技術 導入 可能
○ 國際委託 研究	不適合	可能	-韓國 海域의 特殊性 때문에 外國에 委託 研究 不可能

나. 課題別 研究開發 方法

(1) 國際協力の 類型

重點技術 課題名	國際協力の 類型			
	協力內容別	協力方向別	協力主體別	對象國 數
海洋環境 管理技術 開發	研究協力	雙方的 協力	研究機關間 協力	多者間 協力
海洋汚染 防止技術 開發	研究協力	一方的 協力	研究機關間 協力 및 企業間 協力	多者間 協力

(2) 國際協力 對象國 및 對象機關

國際協力 對象國	國際協力 對象機關	國際協力 內容
美 國	NOAA, EPA Scripps Institute of Oceanography Woods Hole Institute of Oceanography	海洋으로 流入되는 污染源 總量 Database化 協助
日 本	東京大 海洋研究所 國立環境 研究所	大氣로부터 海洋에 流入되는 汚染物質 分析 協助
프랑스	CEDRE	油類汚染 防除시스템 協助
덴마크	Danish Hydraulic Inst. Water Quality Inst.	OSPARCOM 등 大西洋 環境保全 協力體制에 對한 協助
네덜란드	Dutch Hydraulic Lab.	汚染擴散 모델 諮問
中 國	제 1, 2, 3 海洋研究所	東北亞 共同 環境觀測網을 위한 資料交換 및 分析方法 檢·矯正
러시아	太平洋海洋研究所 등	

제 2 절 技術開發 段階別 日程計劃 및 中間評價 基準

가. 重點技術 課題別 段階別 技術開發 日程計劃

研究課題	主要事業 推進內容	年度別 目標	優先 順位	優先順位 決定背景	事業推進 方式
		92 93 94 95 96 97 98 99 00 01	順位	決定背景	
海洋環境 管理技術	-觀測網 運營 시스템 및 測定 技術 開發	_____	1	- 海洋環境 모니터링 時急	産學研 共同
	-沿岸海域 管理 豫測技術 開發	_____	2	- 水質惡化 對應	産學研 共同
	-汚染物質 移動 擴散 豫測技術 開發	_____	3	- 汚染物質 移動把握	産學研 共同
	-生地化學的 汚染 進行·變化 豫測技術 開發	_____	4	-汚染危害度 豫測·評價	産學研 共同
	-東北亞 海域 環境保全	_____	5	-東北亞海域 國際協力	國際協力
	-海洋生物相에 의한 環境評價 技術 開發	_____	6	-海洋生態界 被害 對應	産學研 共同

研究課題	主要事業 推進內容	年度別 目標										優先 順位	優先順位 決定背景	事業推進 方式
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01			
海洋污染 防止技術	-海上 流出事故 防除技術 開發	_____										1	- 油出事故 對應	企業主導 產學研共同
	-汚染防止 器機 開發	_____										2	- 汚染防止 技術	企業主導,國際協 力,產學研 共同
	-生物學的 汚染 低減技術 開發	_____										3	- 汚染低減	產學研 共同
目標 設定 背景 및 基準	1) 海洋環境 被害의 最小化 2) 輸出·輸入 代替 基盤技術 3) 汚染除去 및 環境回復技術 開發 4) 海洋環境 最適管理													

나. 段階別 研究修行度 點檢을 위한 評價 項目 / 點檢表

(1) 評價 主體 및 人力

評價 主體	人員 構成	人員數 (名)	評價 對象物
海洋環境 研究評價團	產業體 學界 研究界	6 10 12	段階別 研究報告書 段階別 研究計劃書
20인 專門家 委員會	總括研究 責任者 重點課題 責任者 細部課題 責任者 諮問委員	1 2 9 8	段階別 研究報告書 段階別 研究計劃書
段階別 Workshop 및 公聽會	海洋環境 關聯 研究者 및 一般	500	研究結果 發表 段階別 研究報告書 段階別 研究計劃書

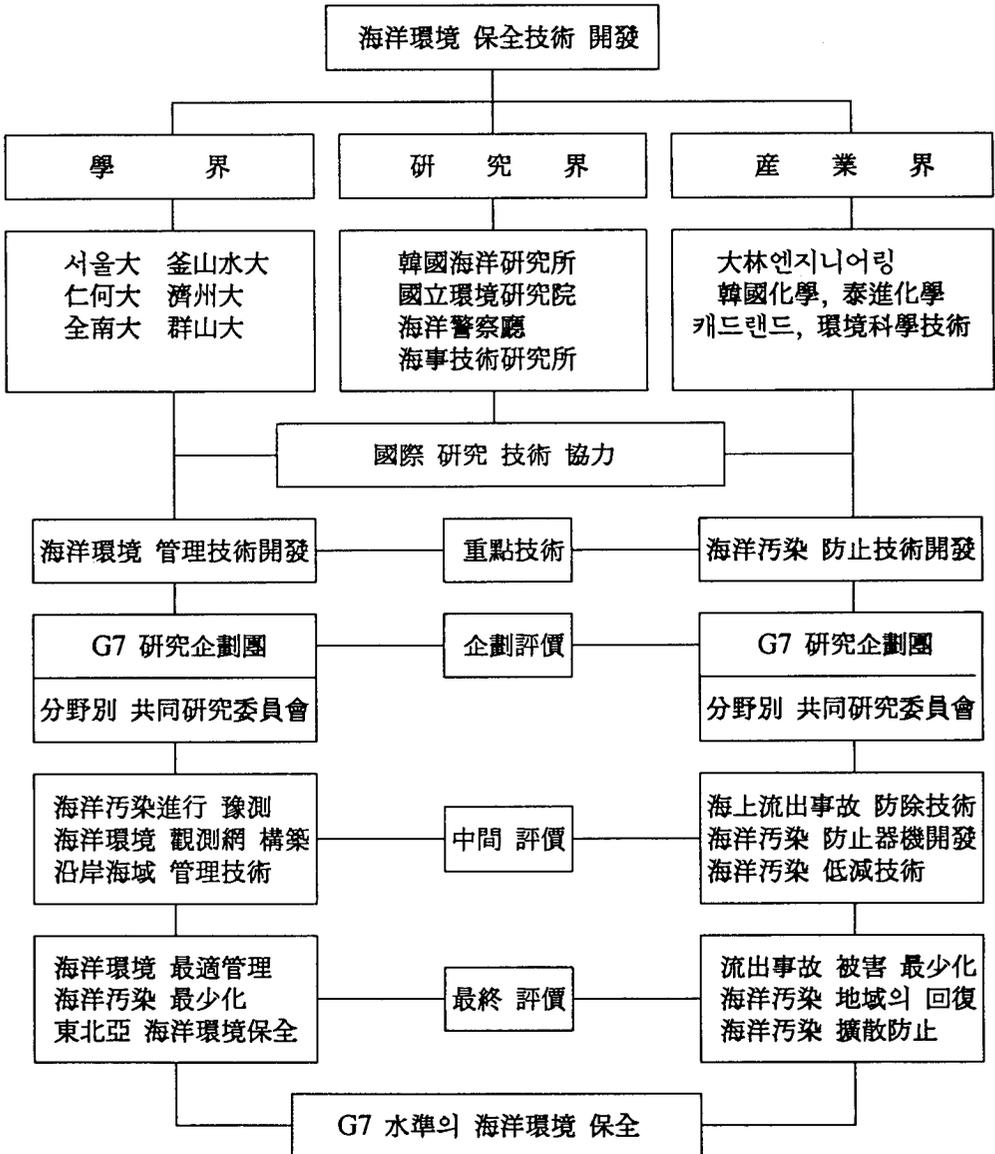
(2) 重點課題別 評價 點檢 項目

重點技術課題 1	海洋環境 管理技術 開發
<ol style="list-style-type: none"> 1. 國家 海洋環境 觀測網의 最適化 技術 確保 與否 2. 遠隔探查技術의 海洋環境 研究에의 實用化 與否 3. 國內機關, 國際機構間 海洋污染 測定資料의 相互 檢定 및 補完 與否 4. 船舶搭載 連續 모니터링 시스템의 開發 與否 5. 無人 부이에 의한 污染測定技術 確保 與否 6. 遠隔探查에 의한 廣域 海洋環境 모니터링 體制 構築研究 7. 閉鎖性 內灣 海域의 環境容量 算定 與否 8. 3次元 空間 海水流動 및 擴散을 適用할 수 있는 數值모델의 原形 確保 與否 9. 우리나라 周邊 海域에 擴散모델을 適用, 海域別 有效性 檢討 및 모델 確立 10. 汚染物質 移動, 擴散經路 再現을 위한 現場實驗 및 數值實驗 遂行, 比較分析 11. 重金屬과 各種 有機毒性物質, 플라스틱에 의한 海洋污染의 現況 및 趨勢 把握 12. 內灣의 富營養化 모델의 開發與否 및 檢定內容 13. 沿岸의 生物 棲息地 破壞 및 變化 糾明 程度 14. 汚染物質의 毒性 및 生物濃縮過程 糾明 程度 15. 食用 海産物의 安全性 確保를 위한 長期的 모니터링 16. 船舶 流出 事故에 대한 東北亞 國家間 緊急計劃 樹立 및 共同 防除體制 構築 17. 東北亞 海域의 共同 海洋環境 觀測網 構築 程度 18. 大氣를 통해 海洋으로 流入되는 污染 總量 推定 與否 19. 河川을 통해 東海 및 黃海로 流入되는 汚染物質의 負荷量 算定 與否 20. 船舶 流出 污染事故에 대한 東北亞 海域의 緊急計劃 및 共同 防除體制 構築 21. 沿岸域의 環境狀態를 生物學的으로 評價하는 시스템 開發 與否 22. 生態系 모델을 包含하는 環境管理 모델 開發 與否 23. 生物 棲息地 破壞와 水産資源 減少의 定量的 關係 糾明 24. 生態系 내의 生物濃縮過程 모델 開發 與否 25. 污染指示種을 利用한 生物學的 環境評價 技法 開發 	

1. 海上流出事故의 實狀況에 직접 使用할 수 있는 電算化된 緊急防除 專門家 시스템의 研究 開發 및 實用化 與否
2. 250種 油類와 1028種의 有害液體物質의 防除技術目錄 構築 與否
3. 防除 專門家 시스템 소프트웨어 開發 및 實用化
4. 濃縮型 低毒性 油分散製와 에멀전 破壞製 등 新型 油處理製의 研究開發 與否
5. 輸入 原油와 各種 製品油의 海上風化過程 資料의 構築 程度
6. 沿岸 污染地域의 環境回復力 增大 및 淨化技術 開發 程度
7. 油類 및 有害液體物質의 流出擴散 豫測을 위한 技術開發 與否
8. 油類污染으로 인한 生態系 被害의 모니터링 및 殘留汚染物質 除去技術 開發
9. 有害液體物質 流出事故 早期 感知를 위한 連續 監視 裝備 開發 與否
10. 有害液體物質의 定性分析을 위한 스크리닝 技術 確保 與否
11. 防除戰略 判斷모델 開發 程度
12. 油類의 環境毒性 資料 및 生態系 被害 모니터링 資料 蓄積 程度
13. 有害液體物質 流出로 인한 被害豫測과 分析을 위한 모델 開發 正道
14. 收去廢油 및 廢棄物의 處理 技術 確保 與否
15. 流出事故 擴散 豫測 모델의 正確度 檢證 程度
16. 全國沿岸의 環境 敏感度 地圖 作成 程度
17. 防除專門人力의 教育 養成을 위한 模擬 訓練 프로그램 開發 與否
18. 油類 및 有害液體物質의 被害推定 모델의 確保 程度
19. 改正된 IMO 規定에 따른 污染防止 設備 設計技術 確保 與否
20. 國內 污染防止 施設 試驗規定 및 試驗施設 確保 與否
21. 污染防止器機 國產化 技術 支援 可能性
22. 環境産業과 生物工學 産業의 接木을 통한 污染處理 生物製劑의 開發 與否
23. 難分解性 物質 分解 多機能 微生物 製劑 開發 與否
24. 親油性 및 持續性 營養鹽 製劑 開發 與否
25. 赤潮生物 抑制機構 解明 및 抑制製 開發 與否

제 3 절 技術開發 事業의 推進體系

가. 研究開發 體系



나. 主管研究機關 研究팀 構成 및 主管部署

重點 技術 課題名	主管 研究機關名	研究팀 名
海洋環境 管理技術 開發	國立環境研究院 韓國海洋研究所	國立環境研究院 韓國海洋研究所 서울大學校 釜山水產大學校 仁何大學校 濟州大學校 群山大學校 海洋警察廳
海洋汚染 防止技術 開發	國立環境研究院 韓國海洋研究所	國立環境研究院 韓國海洋研究所 海洋警察廳 大林엔지니어링 全南大學校 海事技術研究所 韓國化學, 泰進化學 캐드랜드, 環境科學技術

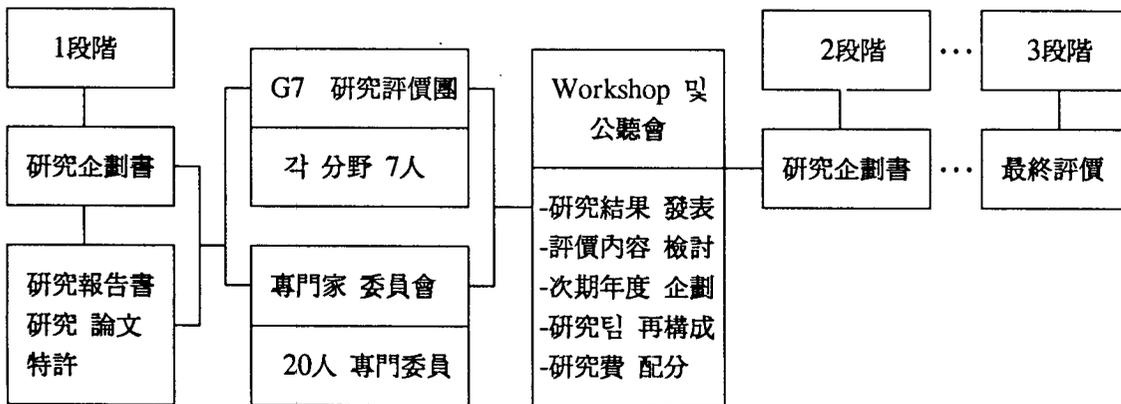
研究課題	主要事業 推進內容	年度別 目標										事業遂行 可能機關	主管部處
		92	93	94	95	96	97	98	99	00	01		
海洋環境 管理技術	-觀測網 運營 시스템 및 測定 技術 開發	_____										1, 2, 8	環境處 科技處 農水產部 建設部 交通部
	-沿岸海域 管理 豫測技術 開發	_____										1, 2, 3, 4	
	-汚染物質 移動 擴散 豫測技術 開發	_____										1, 3, 4	
	-生地化學的 汚染進行·變化 豫測技術 開發	_____										1, 5, 6, 11	
	-東北亞 海域 環境保全	_____										1, 2, 8,	
	-海洋生物相에 의한 環境評價 技術 開發	_____										1, 3, 4	
海洋汚染 防止技術	-海上 油出事故 防除技術 開發	_____										1, 2, 8, 12, 13, 14, 15	環境處 內務部 科技處 交通部 農水產部
	-汚染防止 器機 開發	_____										2, 10, 15	
	-生物學的 汚染 低減技術 開發	_____										1, 7	

* 事業遂行可能機關

- | | | | |
|-------------|-------------|---------------|-------------|
| 1) 韓國海洋研究所 | 2) 國立環境研究院 | 3) 서울大學校 | 4) 釜山水產大學校 |
| 5) 仁荷大學校 | 6) 濟州大學校 | 7) 群山大學校 | 8) 海洋警察廳 |
| 9) 水產振興院 | 10) 海事技術研究所 | 11) 全南大學校 | 12) 大林엔지니어링 |
| 13) (株)韓國化學 | 14) (株)泰進化學 | 15) (株)環境科學技術 | |

다. 研究結果의 評價體制

본 課題의 研究結果를 公正하게 評價하고 研究內容을 올바른 方向으로 誘導하기 위하여 產學研 共同의 海洋環境保全 分野의 研究 評價團을 構成한다. 評價團은 각 重點課題別로 각 7名의 評價委員을 選定하고 每年 研究企劃 內容과 中間評價를 實施한다. 14名의 評價委員은 學界 5名, 研究界 6名, 產業界 3名으로 分配하며, 每年 30% 以上の 委員을 交替하여 選定함으로써 公正을 기한다. 研究評價團의 評價와 함께 諮問委員 및 研究責任者들로 構成된 20名 程度의 研究評價 專門家 委員會를 別途로 構成하여 自體的인 評價作業을 實施하고 相互 研究結果의 比較 評價를 實施한다. 또한 每年 研究結果의 點檢과 多數 研究팀의 意見을 收斂하기 위한 發表會와 公聽會 形式의 Workshop을 開催하여 專門家 委員會의 評價 內容과 評價團의 評價內容의 公正性과 課題 成果를 綜合的으로 分析한다. 이러한 發表會와 Workshop에서는 前年度 研究結果의 評價 뿐만 아니라 次期年度 研究課題의 目標와 優先順位를 導出하고 研究費를 配分하기 위한 總意를 收斂하게 된다.



라. 研究結果의 評價 方法 및 管理體系

研究結果 評價를 G7 評價團과 專門家 委員會 그리고 Workshop 등 3段階로 構成함으로써 相互評價와 公正한 評價를 誘導함과 同時에 評價方法에 있어서도 既存의 結果 發表會와 報告書에 의한 評價方法을 改善하여 研究成果에 의해 發生한 研究論文과 特許, 開發된 技術의 企業化 등을 定量的으로 包含시켜 研究結果의 實用化를 加速化 시킬수 있는 雰圍氣를 造成하는 評價體制로 轉換한다. 重點 研究課題別, 細部研究課題別 責任者는 각 課題의 評價基準表를 當該年度 研究 開始前에 G7評價團에 提出하여 研究結果 評價時의 基準資料로 使用한다. 研究結果 評價는 3段階로 進行되므로 그 綜合 評點을 次期年度 研究開發費에 反映하여 優秀 研究者에 대한 支援을 擴大한다.

제 5 장 技術開發 研究資源 所要

제 1 절 研究費 規模算定 및 確保 方案

가. 研究費 規模算定

重點技術 開發課題		年度別 所要 豫算										豫算累計 (億원)	民間 部門 비중(%)	豫算確保 方案
		'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001			
海洋環境 管理技術	計	6	22	24	24	18	18	18	18	18	18	184	100	産業體 參與 IBRD 支援金
	政府	3	14	16	16	15	14	14	14	13	12	131	71	
	民間	2	3	3	3	3	4	4	4	5	6	37	20	
	其他	1	5	5	5							16	9	
海洋污染 防止技術	計	5	12	15	16	20	16	16	16	16	20	152	100	産業體 參與 IBRD 支援金
	政府	2	5	6	7	12	12	12	12	12	14	94	62	
	民間	3	4	5	4	3	4	4	4	4	6	41	27	
	其他		3	4	5	5						17	11	

나. 研究費 確保 方案

		'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001	計
計		11	34	39	40	38	34	34	34	34	38	336
政 府	科技處	5	6	6	6	7	7	7	7	6	7	64
	環境處		6	8	8	10	9	9	9	9	9	77
	內務部		3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
	農水產部		2	2	3	3	3	3	3	3	3	25
	建設部			1	1	2	2	2	2	2	2	14
	交通部		2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	其他 (IBRD)	1	8	9	10	5						33
民間	65	5	7	8	7	6	8	8	8	9	12	78

* 參與 民間企業: 大林엔지니어링, 泰進化學, 韓國化學, 環境科學技術

제 2 절 研究人力 및 其他 研究資源

가. 研究人力 規模算定

重點技術開發課題名		1 段階			2 段階			3 段階	計
		'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98-2001	
海洋環境 管理技術開發	博士級	25	35	35	45	45	45	240	470
	碩士級	25	35	35	45	45	45	240	470
海洋汚染 防止技術開發	博士級	20	30	35	45	45	45	240	460
	碩士級	20	30	35	45	45	45	240	460
計	博士級	45	65	70	90	90	90	480	930
	碩士級	45	65	70	90	90	90	480	930

나. 研究人力 確保方案

		1 段階			2 段階			3 段階	確保方案
		'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98-2001	
研究所要人力 總計	博士級	45	65	70	90	90	90	480	
	碩士級	45	65	70	90	90	90	480	
既存 研究人力	博士級	45	50	50	60	65	70	400	人力充員
	碩士級	45	65	70	90	90	90	480	
不足 研究人力	博士級		15	20	30	25	20	80	
外國 研究人力活用	博士級		15	20	30	25	20	80	國際共同 招請活用
	碩士級								

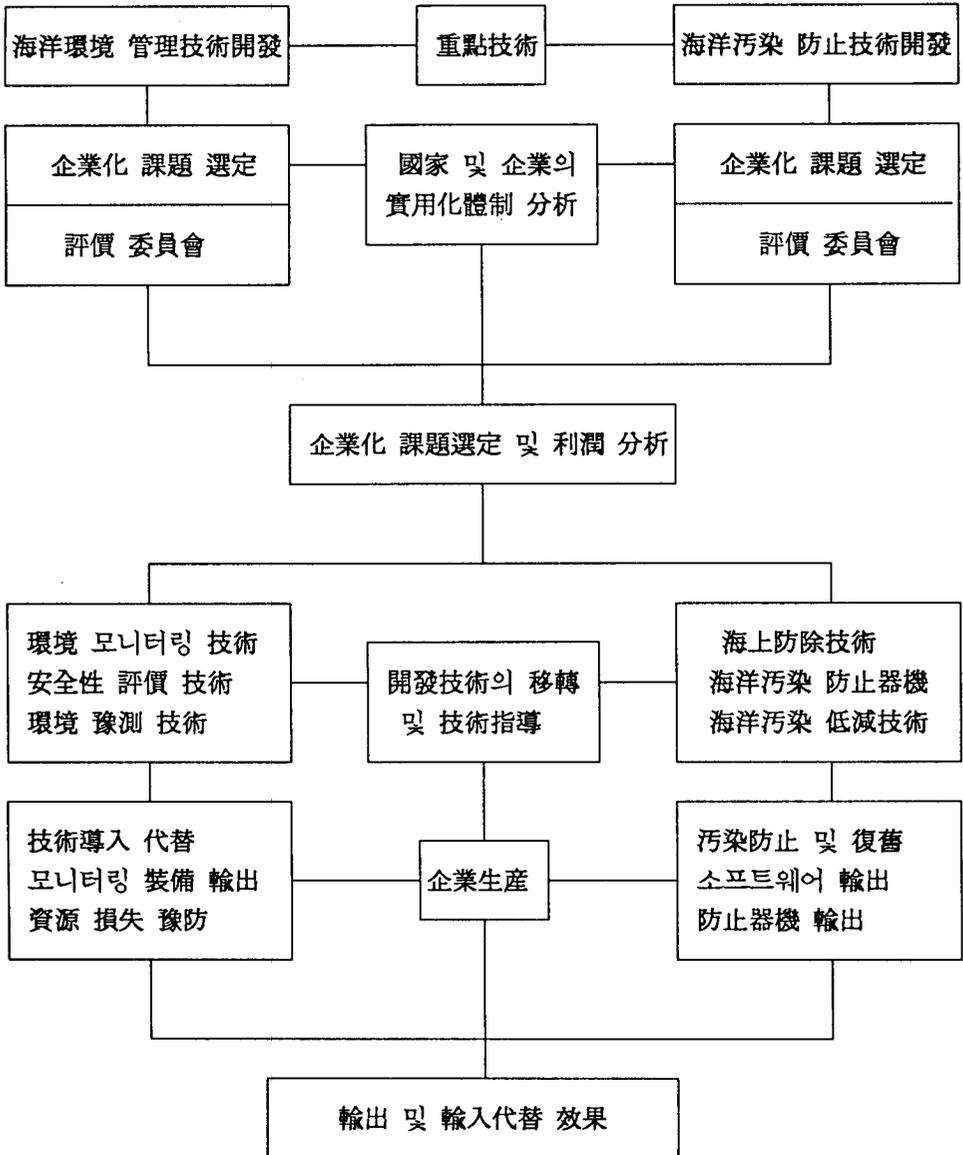
제 6 장 技術開發 結果의 活用方案

제 1 절 研究結果의 事業性/實用性 評價 및 事業化 對象課題 選定

海洋環境 管理技術 開發分野에 있어서는 우리나라 周邊海域의 汚染 現況 및 趨勢를 把握함으로써 汚染 被害를 豫測하여 資源의 損失과 財産상의 被害를 最小化하는데 그 目標가 있다. 따라서 研究結果의 事業性이나 實用性의 評價는 海洋資源의 保全에 얼마만큼 寄與할 수 있는가에 그 基準을 둔다. 海洋資源은 (1) 어패류, 조류 등과 같은 生物資源, (2) 석유 모래 자갈과 같은 鑛物資源, (3) 用水資源, (4) 水泳, 낚시, 보트 등 각종 레크레이션 資源, (5) 海洋投棄시의 海洋의 自淨能力, (6) 漁撈와 海上運送路로서의 利用性 등을 總括적으로 意味한다. 研究結果의 事業性 評價시에는 海洋汚染으로 인한 海洋資源의 損失과 海洋汚染으로 인한 保健상의 被害를 定量化하기 위한 作業이 優先되어야 하며, 輸出效果 뿐만 아니라 輸入代替效果, 經濟的, 社會的 波及效果, 環境回復費用 및 時間 등이 綜合적으로 考慮될 수 있는 評價基準이 마련되어야 한다.

海洋汚染 防止技術 分野에 있어서는 世界的으로 流出事故가 增加趨勢에 있으므로 直間接 市場의 規模가 점차 커질 것으로 豫想되고 있다. 汚染 防止技術의 事業化는 輸入代替 및 輸出量을 推算하여 事業性을 評價할 수 있다.

제 2 절 研究結果의 企業化 推進體系 提示



제 3 절 事業성과 配分方式의 決定

本 研究事業을 통하여 取得되는 모든 特許와 研究 產出物의 權利는 研究費를 投資한 關係部處와 參與企業이 가지며, 參與企業이 이를 企業化할 경우 發生되는 利潤에 대하여 研究開發費 投資額을 로알티의 形式으로 還收함을 原則으로 한다. 發生利益에 대한 로알티의 比率는 研究開發 投資시 事前 決定하되 此後 이를 調整할 수 있으며, 還收期限은 10년 以內로 한다. 開發된 研究產出物을 政府 및 政府機關에서 使用할 境遇 이를 無償으로 提供하되, 이를 利用하여 利益이 發生할 境遇에는 一定比率를 研究開發費를 投資한 關係部處에 로알티를 提供하여야 한다. 本 研究事業의 結果物을 非營利의 目的으로 民間人이 使用코자 할 境遇에는 條件附 貸與의 形式으로 契約되며, 契約者가 營利를 目的으로 結果物을 使用할 境遇에는 法的인 措置를 취할 수 있다. 開發된 技術을 여러 企業에서 企業化하고자 할 境遇 初期 投資 企業에게 優先權을 주되 技術을 한 企業에서 獨占할 수는 없으며, 適切한 契約條件을 통하여 여러 企業이 參與할 수 있도록 한다.

제 4 절 共同研究結果의 企業化 過程에서 發生하는 問題點 및 解決方案

企業과 共同으로 開發한 技術이나 研究結果物이 外國의 덤핑공세에 의하여 利潤이 低下되거나 國內外 市場의 競爭力이 弱화될 경우 政府는 이를 保護하기 위한 法的인 裝置를 갖추고 있어야 한다. 國內에서 共同 開發된 技術이 企業化 될 경우 向後 5年 동안 同一 製品의 輸入制限이나 關稅賦課 등 競爭力을 維持시키기 위한 保護措置를 취해야 한다. 現行 各 部處는 開發된 技術의 保護를 위해서 先進 外國의 輸入開放 壓力에 對處하기 위한 多角的인 努力이 必要하다.

參 考 文 獻

- 國立水產振興院, 1991. 沿岸 養植漁場 環境容量 算定에 관한 研究: 標本海域인 元門 灣을 중심으로. 140pp.
- 韓國海洋研究所, 1991. 油類流出事故로 인한 海洋水產資源 被害推定 전산모델 연구 (III). 報告書 BSPG00128-394-7, 288pp.
- 韓國海洋研究所, 1990. 沿岸環境 保全技術 改發研究 (III). 報告書 BSPG00112-316-4, 260pp.
- 許亨澤, 1991. 干拓 事業이 沿岸 漁場에 미치는 影響. 수산계 1: 48-57.
- Alexander, C. E., M. A. Broutman and D. W. Field, 1986. An Inventory of Coastal Wetlands of the USA. Washington D.C. NOAA, 14 pp.
- CEE, 1987. Plastics in the Ocean. Washington D. C., CEE, 128pp.
- Meng Qing-nan, 1987. Land-based Marine Pollution. London: Graham & Trotman Ltd., 254pp.
- National Safety Council, 1991. CAMEO: Computer Software for Emergency Responders and Emergency Planners, 8pp.
- NOAA, 1985. The National Coastal Pollutant Discharge Inventory. 18pp.
- NOAA, 1987. The National Coastal Pollutant Discharge Inventory; Pollutant Discharge Concentrations for Industrial Point Sources. 18pp.
- NOAA, 1987. The National Coastal Pollutant Discharge Inventory; Urban Runoff Method Documents. 34pp.
- NOAA, 1987. The National Coastal Pollutant Discharge Inventory; Nonurban Runoff Method Documents. 110pp.

- NOAA, 1988. National Marine Pollution Program; Federal Plan for Ocean Pollution Research, Development and Monitoring; FY 1988-1992. 206pp.
- NOAA, 1990. Report to the Congress on Ocean Pollution, Monitoring and Research. 68pp.
- NOAA, 1990. Summary of Federal Programs and Properties; FY 1988 Update. 5pp.
- OTA, 1987. Wastes in Marine Environments. Washington; GPO, 314pp.
- Shigenaka,* G. and G. G. Lauenstein, 1988. National Status and Trends Program for Marine Environmental Quality. NOAA Tech. Memo., NOS OMA 40, 176pp.
- USCG, 1985. CHRIS; A Condensed Guide to Chemical Hazards. Washington D.C.; US GPO.