

## 해양과학기술(MT)의 현안과 활성화 방안 연구

강길모\* · 오위영\* · 권문상\* · 박세헌\*

\* 한국해양연구원 기술정책연구실

# A Study on Developing Marine Technology(MT) Strategy and Its Implementation Plan

Gil-Mo Kang\* · Wee-Yeong Oh\* · Moon-Sang Kwon\* · Se-Hun Park\*

\* Policy Research Division, Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan, 425-600, Korea

**요 약** : 해양은 인류가 앞으로 풀어야 할 숙명적인 문제인 식량문제, 자원문제, 환경문제를 해결할 수 있는 마지막 보루이다. 이러한 점을 감안하여 국내 산·학·연 전문가가 참여하여 추진한 「해양과학기술(MT) 개발 계획」이 2004년 7월 28일 대통령을 위원장으로 하는 국가과학기술위원회 심의에 통과됨으로써 우리나라에서도 본격적으로 MT 개발을 추진할 기반을 마련하게 되었다. 또한, 2005년 6월부터 「MT 개발기획」을 효율적으로 추진하기 위한 후속조치로 해양과학기술 로드맵(MTRM) 수립을 추진하여 2005년 12월에 완료하였다. 본 연구에서는 MT의 국내외 기술개발동향과 현재 직면한 현안문제 및 MTRM 수립 결과를 고찰하고, MT R&D 전문기관 설치·운영 및 예산확보 등 MT 활성화 방안을 제시하였다.

**핵심용어** : 해양과학기술, 해양과학기술 로드맵, 연구개발, 전문기관

**ABSTRACT** : Marine Technology is the last hope of mankind for resolving predestined issues of food, resources, and environmental problems. Facing and realizing this great challenge, domestic industrial, academic and research institutional experts participated in formulating the Marine Technology development plan, and the national science and technology committee chaired by the president passed this important plan thus setting the foundation for activating and promoting MT development. A project to develop Marine Technology Road Map(MTRM) has been carried out since June of 2005 for effective execution of the plan. This paper reviewed current issues of MT and contents of MTRM, and proposed alternative measures for MT activation and promotion such as the establishment of special institutes for managing MT research and development and the fund raising for MT budget.

**KEY WORDS** : MT(Marine Technology), MTRM(Marine Technology Road Map), Research and Development, Special institutes

### 1. 서 론

전 지구표면의 70%를 차지하고 있는 해양은 석유와 석탄 등 화석에너지를 대체할 조력, 파력, 풍력 등 청정 해양에너지와 메탄수화물 등 미래 전략 에너지자원을 다량 보유하고 있다. 또한 전 지구 생물의 80%가 서식하고 있는 무한한 수자원의 저장고이자 지구 기후변화의 최대 조절자로서 지구 온난화 문제를 해결할 수 있는 마지막 보루로 인식되고 있기도 하다. 따라서 세계 각국은 21세기 생존을 위해 해결해야 할 인류 공동의 과제인 자원고갈과 지구환경 변화 문제를 『해양』에서 해결하고자 노력하고 있다.

한편, 육상에서의 석유, 금속자원 등이 점차 고갈되어감에 따라 해양에서의 신에너지원 개발 및 전략금속 광물자원 확

보의 중요성은 점점 더 커지고 있다. 뿐만 아니라 지구환경 변화에 따라 엘니뇨, 라니냐 등의 발생에 따른 홍수, 가뭄, 한파 등 자연재해의 증가와 자연생태계의 변화, 해양생물종 다양성 등으로 인류의 생존이 크게 위협받을 것으로 우려되고 있는 실정이다. 또한, 해양영토를 실효적으로 관리하고 보호하기 위한 EEZ(배타적 경제수역) 등 해양경계의 유리한 획정을 위한 세계 각국의 노력이 확산되고 있고, 해양영토에 대한 조사·관리 강화 등 해양영토의 주권강화를 지속 추진하고 있다.

최근 들어 해양과학기술이 친환경·안전, 초고속·거대, 무인·자동화 되어감에 따라 미국, 일본 등 선진국에서는 미래첨단기술 개발 경쟁이 심화되고 있을 뿐만 아니라 자국의 기술적 우위를 지속적으로 유지하고자 R&D 투자의 확대 및 기술보호주의 강화 등에 주력하고 있다. 현재와 같은 추세대로 기술개발이 진행된다면 향후 미국, 일본, 유럽 등 해양선진국의 대규모 R&D 투자를 통한 해양과학기술의 선행적 확보와 중국, 인도 등 후발 개도국의 풍부한 노동력과 저임금을 바탕으로 한 가격경쟁력 우위를 내세운 맹렬한 추격으로 국

\*대표저자 : 정희원, kanggm@kordi.re.kr 031)400-6457

\*wyoh@kordi.re.kr 031)400-6501

\*mskwon@kordi.re.kr 031)400-6500

\*shpark@kordi.re.kr 031)400-6506

내 해양산업<sup>1)</sup>의 국제경쟁력은 약화될 것으로 전망되고 있다.

이러한 시점에서 해양수산부가 주관하고 국내 산·학·연 전문가가 참여하여 추진한 「해양과학기술(MT) 개발 계획」이 2004년 7월 28일 대통령을 위원장으로 하는 제15회 국가과학기술위원회 심의에 전격 통과됨으로써 우리나라에서도 본격적으로 MT 개발을 추진할 기반을 마련하게 되었다.

동 계획에는 3대 기술 축, 71개 중점추진과제가 선정되었으며, 1단계(2004~2008년)에 1조 5,000억원, 2단계(2009~2013년)에 1조 6,000억원을 투입함으로써 향후 10년간 총 3조 1,000억원을 투자할 계획이다. 3대 기술 축의 투자액은 첨단 해양산업육성기술에 9,900억원, 해양자원 개발 및 이용기술에 1조 860억원, 해양환경 관리·보전기술에 1조 240억원 규모이다(해양수산부, 2004).

본 연구에서는 MT<sup>2)</sup>의 개략적인 국내외 기술개발동향과 현안문제 및 「MT 개발계획」을 효율적으로 추진하기 위하여 2005년 6월부터 작성을 시작한 해양과학기술 로드맵(MTRM) 수립결과를 고찰하고, MT R&D 전문기관 설치·운영 및 예산확보 등 MT 활성화 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 국내외 기술개발동향

### 2.1 국외 기술개발동향

최근 해양선진국에서 공통적으로 수행되고 있는 전략적 연구분야는 지구기후변화 예측과 대응방안 연구, 연안환경 및 생물 종다양성 보전, 해양광물자원 탐사·개발, 해양 신물질 개발, 자국 EEZ에 대한 조사·관리, 해양과 관련된 인간의 건강 문제 등을 포함한 미래지향적 연구를 중점적으로 수행하고 있다.

주요 국가별로 살펴보면, 미국은 개발위주의 정책이 자원의 남획 및 생태계 파괴 등의 문제점을 야기하자, 이러한 문제점을 극복하기 위한 새로운 정책으로 1999년 신 국가해양정책(Turning to the Sea : America's Ocean Future)을 수립하였다. 이 정책은 해양과학기술 분야와 관련하여 지구기후변화의 예측과 대응방안 연구, 해양산업의 지속적 우위 유지, 연안환경 보호와 위험요소 평가, 외래종 관련 연구는 물론 미지의 해양영역 선점에 필요한 심해잠수정, 해양연구선 건조 및 운영, 첨단 해양연구를 위한 장비개발에 초점을 맞추어 연구를 수행하도록 하고 있다(한국해양연구원, 2000). 또한 2004년에는 21세기를 위한 해양청사진(An Ocean Blueprint for the 21st Century)을 국가해양정책으로 채택하여 해양분야의 국제적 역

할 증대, 해양교육, 해양의 이해와 진보, 연안환경 개선, 수질 개선 및 오염방제 등 7대 중점과제를 선정하여 추진하고 있다(한국해양연구원, 2004).

일본은 지진·태풍 등 해양기인성 자연재해 방재 및 부족한 육상자원을 보전하기 위한 해양자원 개발에 정책적 우선순위를 부여한 가운데 2003년 10개년 해양정책 『장기적 전망의 일본 해양개발 기본구상 및 추진방안』을 수립하여 지구환경 문제, 지각이동, 해저지진·태풍 등에 따른 해양재해저감기술, 해양생태계 변화, 환경복원, 해양생명공학기술 등에 관한 연구와 심해시추선 및 AUV(자율무인잠수정) 개발, 태평양 도서국과의 국제적 협력 강화 등을 해양과학기술 분야의 중요 문제로 설정하고 적극 추진하고 있다(한국해양연구원, 2004).

EU는 2003년 지속가능한 생태계 및 관리중심의 유럽통합 해양 연구를 위하여 ESF(유럽연합과학재단)에서 「Navigating of the Future-II」를 수립하여 신재생에너지 및 해양광물 개발, 연안역 관리와 유럽연안의 대륙붕 연구, 해양생태계 모니터링, 종다양성, 심해생물권 및 열수광상 분출지역 등 미지의 해양연구, 기후변화가 유럽연안에 미치는 영향, 신물질 추출 및 신약개발, 지속가능한 어업 및 양식기술 개발, 센서·로봇 및 차세대 관측시스템 개발 등에 중점적으로 연구를 수행하고 있다(한국해양연구원, 2004).

중국은 지난 15년 간 기초 해양과학기술 분야의 연구능력 확대 및 해양석유자원 개발 기술 확보 등에 총력을 기울여 왔으며, 1999년에 제10차 5개년 계획을 수립하여 국가 해양과학기술 정책의 주요 연구분야로 5대 중점연구분야(EEZ내 해양환경·자원 조사, 기후변화가 중국에 미치는 영향, 갯벌변화 및 습지 복원·보전, 군사해양학 연구, 심해대양 및 남극해 에너지자원과 생물자원 연구)를 선정·수행하고 있다(한국해양연구원, 2003).

호주는 1999년 산업과학자원부(The Dept. of Industry, Science and Resources)의 주도하에 호주의 해양산업 발전전략 및 해양과학기술계획(The Marine Industry Development Strategy and the Marine Science and Technology Plan)을 수립하고, 해양환경의 이해, 해양의 이용과 관리, 해양활용을 위한 인프라 구축을 3대 프로그램으로 설정하여 육성하고 있다(한국해양연구원, 2005).

### 2.2 국내 기술개발동향

우리나라는 2000년도에 『해양한국(Ocean Korea) 21』 계획을 수립하여 해양을 합리적으로 개발·이용·보전함으로써 국민의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 미래 비전을 마련하여 추진 중에 있으며, 2004년에는 『해양수산발전기본법』 제17조에 의한 법정계획으로 「해양과학기술(MT) 개발 계획」이 수립되어 표면적으로는 선진국에서 추진되고 있는 대부분의 연구개발과제를 수행하고 있다. 그러나 현재 전반적인 우리나라 MT 수준은 해양선진국에 비하여 일부를 제외하고는 약 60%에 머무르고 있어 선진국과의 기술격차가 평균 약 7년 정도 뒤져 있는 것으로 평가되고 있으며, 연구비 투자도 해양선진국에 비해 절대적으로 부족한 수준이다(Table 1, 2).

1) 선진국에서 분류한 해양산업에는 석유·가스, 레저·레크리에이션, 해군활동, 선박산업, 해양 장비·구조물, 수산, 환경, 항만, 해상안전 분야 등을 포함한다. David push & Leonard skinner, 「An Analysis of Marine-Related Activities in the UK Economy and Supporting and Technology」, (IACMST Information document No.5, 1996)

2) 외국에서는 해양과학기술(Marine/Ocean Science and Technology)을 MT(Marine Technology) 또는 OT(Ocean Technology)라는 용어로 혼용하여 사용하고 있지만, 어감을 비교할 때 Marine이 Ocean에 비하여 좀 더 육지에 가깝고 인간 활동의 영향을 보다 직접적으로 받는 영역을 의미하므로 해양과학기술 용어를 MT로 통칭함.

Table 1. MT level and technological gap between developed nations and Korea

핵심기술	기술수준(%)	기술격차(년)
통합물류 수송시스템 구축기술	69.9	4.9
첨단 SOC 인프라 건설기술	72.8	10.3
고부가가치 선박기술	78.6	7.8
해양구조물 및 장비기술	66.6	10.0
청정해양에너지 개발기술	63.8	6.9
수질 및 수자원관리기술	64.4	6.5
친환경 수산 증양식 개발/응용기술	69.7	6.2
BT 활용 고부가 수산물 개발기술	57.5	5.0
위해성 관리를 통한 환경보전기술	44.0	9.4
해양오염 평가 및 저감기술	59.2	8.0
자연재해 예측 및 저감기술	59.3	9.4
평균	64.0%	7.5년

※ 선진국 기술수준 : 100  
 ※ 출처 : “2003년도 기술수준평가 결과보고”, 「한국과학기술 기획평가원」, 2003

Table 2. National MT R&D investment

(2004년 기준, 단위 : 억원)

국가	미국	일본	중국	한국
예산	31,068	9,773	4,057	1,500

세부기술 분야별로 살펴보면, 현재 우리나라는 세계 1위의 선박 건조량(12,438천톤), 세계 6위의 컨테이너 처리 용량(11,543천 TEU) 등 해양산업은 세계적 경쟁력을 보유하고 있으며, 첨단 물류·항만시스템은 차세대 성장동력기술의 핵심기술로 선정되어 집중 육성되고 있다. 그러나 조선산업의 세계적 경쟁력을 이어갈 첨단 구조물·장비 분야에 대한 연구 활동과 투자는 미흡한 상황으로써 향후 지속적인 경쟁력 유지를 위해서는 중국 등 후발 조선국들의 저임금을 바탕으로 한 추격을 뿌리칠 수 있도록 고부가가치 선박, 해양구조물 및 장비 등의 첨단기술 개발이 시급한 실정이다.

광물자원과 신에너지원 선점을 위한 망간단괴 및 메탄수화물 등의 개발이 추진되고 있으나, 해저열수광상 등 본격적인 해양광물자원 개발, 해양생명공학 및 신소재 기술, 해양에너지 실용화 연구개발은 투자부족으로 연구개발 초기단계인 실정이다. 단지, 바다목장화, 유용 신물질 추출, 태평양 심해저 광물자원 개발, 조류발전 시험(울돌목/1천kW급), 해양심층수 등 일부 분야만 응용단계에 진입하고 있어 본격적인 해양자원 개발 및 이용기술 개발을 위해서는 지속적인 관심과 투자가 요구되고 있다.

지구환경 변화에 따른 해양재해, 해양오염, 매립과 난개발로 인한 서식지 훼손, 생물다양성 감소 등이 진행되고 있지만, 과학적이고 체계적인 관리부족과 서식지 복원기술, 생물다양성 조사기술, 해양 사고·재해 예방 및 대응을 위한 기술개발이 부족한 실정이다. 육상폐기물의 해양배출량은 1990년

106만 톤에서 2003년 887만 톤으로 8.3배 증가하였으며, 무분별한 난개발로 최근 10년간 서울면적의 1.3배인 810km<sup>2</sup>의 갯벌이 상실되었다. 또한 과학적인 자연재해 대응 기술 디비로 2003년 태풍 ‘매미’ 내습 시 127명의 사망자와 산업시설물 파손, 주택 및 농경지 침수, 도로유실 등 약 4조 7천억원에 이르는 막대한 국가적 손실을 경험한 바 있어 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 자연재해 대응기술개발이 당면과제로 부각되고 있다.

### 3. MT 주요 현안문제

#### 3.1 해양신산업의 창출

##### 1) 해양산업의 경쟁력 약화

1960년대 본격적인 경제개발 이후 40년간 우리나라의 산업정책 핵심은 거대한 수요시장이 있는 특정 품목의 산업에 전력투구하는 것이었다. 이러한 점에서 우리나라의 산업정책은 도입기술의 개량과 대량생산방식에 의존하는 후방산업<sup>3)</sup>(downstream)에 편중되어 왔다. 최근 중국 등 후발개도국의 등장은 싼 노동력, 거대 시장 및 해외자본, 선진국으로부터의 생산기지가전 등으로 우리나라의 후방산업 경쟁력 약화는 이미 현실화되고 있다(과학기술정책연구원, 2005).

국제경쟁이 심한 후방산업은 상대적으로 부가가치를 창출해낼 영역이 좁아지고 있는 반면, 고유기술이나 특허를 갖고 있는 전방산업(upstream)은 세계적으로도 독과점화 되고 있어서 안정적인 부가가치획득이 가능하다. 해양산업 부문에서도 후방산업에서 전방산업으로 이행해야 할 시점에 와 있으며, 이러한 전환점과 원동력은 첨단 해양과학기술의 개발이 선행되어야만 가능할 것이다.

우리나라는 세계 5위의 수출입 해상물동량(715백만톤), 세계 6위(11,543천TEU)의 컨테이너 처리능력 등 조선산업, 해운산업 등 일부 해양산업은 세계적 경쟁력을 보유하고 있으나, 지속적인 해양산업 경쟁력 유지를 위한 고부가가치 해양구조물 및 장비 등의 첨단기술 개발은 미흡한 실정이다.

향후 동북아 물류국가 조기실현을 위해서는 해상 물류·항만에 관한 지식기반 첨단 장비·운영시스템 개발 및 친환경적 신항만 개발 등을 위한 기술개발이 요구되며, 물류의 초고속화 및 해양자원 개발의 효율 증대를 위한 차세대 운송시스템 개발, 해양산업 강국을 유지하기 위한 해양공간 이용과 해양자원 탐사 및 개발 등에 사용되는 거대 해양구조물의 설계·제작기술 및 유지보수기술 개발이 요구된다. 또한 수상·수중에서 해양환경 및 자원에 대한 탐사활동을 구현하기 위한 지능형 자율 운항체, 다목적 해저기지 등 첨단해양장비 개발이 요구되고 있으나, 첨단기술 분야에 대한 기술개발 투자는 미흡한 수준이다.

3) 후방산업과 전방산업은 Albert Hirschman이 제기하였는데, 다른 산업에 파장이 큰 산업을 육성해야 한다는 이론에서 비롯된 개념임.

2) 해양신산업 창출의 미흡

우리나라는 1995년 1인당 국민소득 1만불을 달성한 이래 현재까지 정체상태에 있으며, 1996년 OECD에 가입했으나 1998년 외환위기로 선진국 진입의 꿈이 좌절되어 국민소득 2만불 시대 달성이 불투명한 상태에 놓여 있다. 이러한 시기에 첨단 해양과학기술을 적극적으로 개발하여 해양신산업을 창출한다면 이러한 경제 활력 저하를 탈피하는데 기여하게 될 것이다.

해양신산업 창출을 위해서는 기능성 신물질 및 신약 개발 등 해양생명공학산업의 적극적 육성, 심해저 광물자원의 산업화, 조력·조류·파력·풍력 등 청정해양에너지 개발, 심층수 등 해양수자원의 산업화와 어업인의 삶의 질 향상을 위한 친환경 수산어업과 해운물류산업 등을 통한 신산업의 창출 및 기존 해양산업의 고부가가치화가 이루어져야 한다.

이와 더불어, 해양관련 기업도시, 지역특화발전특구 육성·지원, 해양중소벤처기업 육성·지원은 물론 마린나, 해중경관 지구 등 해양생태관광 인프라 구축으로 국민의 삶의 질 향상과 해양신산업 육성을 통한 전반적 산업의 확대재생선이 추진되어야 할 것이다. 그러나 투자가 진행되고 있는 해양생명공학 기술을 제외한 대부분의 연구분야에서의 연구인력 부족, 산업화 기술위주의 투자 등으로 장기간의 연구와 투자가 요구되는 신산업 창출은 상당한 시간이 소요될 것으로 전망되고 있다.

3.2 해양자원의 개발 및 이용

1) 육상자원의 고갈

석유, 금속자원 등의 육상채굴 여건악화에 따라 미래 신에너지원의 개발 및 금속 광물자원 확보의 중요성이 증대됨에 따라 해양선진국들은 해양광물자원 개발을 미래의 국가 전략산업 육성차원에서 중점 추진하고 있다.

우리나라의 금속자원 자급도는 1991년 9.91%에서 2002년 0.27%로 급격한 감소추세를 보인 반면, 광물자원 수입액은 1991년 19억불에서 2002년 45억불로 꾸준한 증가추세를 보이고 있다(Table 3). 또한, 국내 대륙붕 및 EEZ 부존자원의 친환경적 개발과 공해상의 망간단괴, 망간각, 해저열수광상에 대한 탐사활동은 초보적 단계 수준에서 수행하고 있으나, 본격적 개발은 미미한 상태이다.

Table 3. The degree of self-sufficiency in metallic mineral resources

구 분	1991	1995	1999	2002
금속광물 자급률(%)	9.91	3.40	0.67	0.27
금속광물 수입액(천만달러)	192	480	570	449
금속광물 수입액 비중(%)	2.35	3.55	4.76	2.95

오늘날 자원개발 경쟁에서의 성패는 정치, 경제, 사회, 국방 등과 연계되어 국가 운명까지 좌우할 정도로 중요해지고 있다. 우리나라는 특히 육상 부존자원 빈국으로 산업의 원동력인 광물자원의 장기·안정적인 공급기반 구축을 위하여 해

저광물자원의 친환경적인 탐사 및 상용화기술 개발이 절실한 실정이다. 자체 에너지 자원을 국내의 지역에서 시급히 확보하여 국가 산업발전에 필요한 원료물질을 안정적으로 공급하기 위해서는 태평양 심해저 부존 유용광물자원 탐사 및 개발(망간단괴, 망간각, 열수광물 등), 연안 및 EEZ 지역 고부가가치 광물자원(바다골재 등) 탐사 및 개발, 국내의 지층 에너지 자원(석유, 천연가스 등) 탐사 및 개발 등이 요구되고 있다. 그러나 태평양 심해저 망간단괴개발 사업을 제외하고는 기술수준의 낙후와 기수개발 투자비의 부족 등으로 기술개발 초기단계에 있어 2020년대에 이르러서야 실용화가 가능할 것으로 판단된다.

2) 해양자원을 둘러싼 영토분쟁의 심화

1994년 유엔해양법협약 발효 이후 새로운 국제해양질서 형성에 따라 광물자원, 생물자원, 에너지자원 등 해양자원 확보를 위한 해양영토 경계(EEZ, 대륙붕경계획정, 직선기선 설정 등)의 유리한 획정을 위한 세계 각국의 다각적 노력이 확산되고 있으며, 해양을 실효적으로 관리하고 보호하기 위한 해양영토에 대한 조사 등 해양영토에 대한 주권 강화가 가속화되고 있다.

한반도 주변국에서의 해양자원 확보를 위한 영토분쟁은 러·일간의 북방 4개 도서 분쟁, 중·일·대만간 조어도(센카쿠 열도) 분쟁 등이 “뜨거운 감자”로 표면화되고 있다(김, 1998). 특히, 동중국해에 위치한 조어도는 1968년 UN 극동아시아 경제위원회에 의한 보고서에서 석유매장 가능성이 발표되어 경제적 중요성이 부각되었고, 최근에는 구리, 아연, 납, 코발트, 망간, 철, 금, 은 등이 다량 매장되어 있는 것으로 판명됨에 따라 보다 심각한 영토분쟁의 가능성을 내포하고 있다.

우리나라도 11,542km에 달하는 긴 해안선, 3,153개의 도서 등을 포함한 해양영토의 실효적 관리역량 강화를 위하여 EEZ 및 대륙붕 경계획정, 직선기선 설정, 인접국 오염원 관리 문제 등 국제해양법상 야기되는 현안사항 대응시스템 구축을 추진하고 있다. 특히 일본의 독도 영유권 주장에 대비하기 위한 「독도의 지속가능 이용에 관한 법률」을 제정하여 독도 생태계조사, 독도자료실, 박물관 등 국가영토 문제해결을 위한 시스템 구축을 확대 추진하고 있으나 지속가능한 이용·개발을 위한 인공위성, 조사선, 잠수정을 이용한 3차원 입체 관측능력을 확보 등 광역 해양관리체계 구축과 EEZ 및 공해상을 포함하는 해양관할권 관련 법, 규정, 협약 등을 제정·정비가 매우 시급한 실정이다.

3.3 해양환경 보전 및 복원

1) 해양환경오염의 가중

과거의 성장위주의 경제개발 정책에서 개발과 환경의 조화된 패러다임을 거쳐 앞으로는 환경이 우선하는 패러다임으로 변화가 예상되고 있고, 신해양질서의 태동에 따른 범지구적 해양환경 보전의무가 점차 강화됨에 따라 국제협약에 효과적

으로 대응하고, 주변해역 환경보전을 위한 실천전략 수립의 요구가 점차 증대되고 있다.

그러나 최근 급속한 산업화와 생활형태의 변화로 인하여 오염물질의 총량이 증가하고 오염원의 종류도 다양해지고 있다. 특히, 육상기인 오염물질(해양오염원의 77% 차지)의 지속적인 증가로 인해 도시인근 연안 및 특별관리해역을 중심으로 중금속 및 유해화학물질 오염이 심각해지고 있으며, 대단위 간척사업과 임해공단의 증가 등 연안지역에 대한 개발압력으로 정화기능을 가진 갯벌면적이 급격히 감소(갯벌면적 : '87년/3,202km<sup>2</sup> → '04년/2,550km<sup>2</sup>)하여 해양오염은 더욱 가속화되고 있다.

특히 인구의 증가와 산업화의 영향으로 해양오염을 유발하는 생활하수, 농축산폐수, 부영양화와 적조, 산업폐수, 중금속 및 유기성독성물질 배출, 유류 유출, 폐기물 및 쓰레기, 매립 등에 의한 연안오염 등이 증가하여 많은 해역이 3등급 이하로 수질이 악화되는 등 해양오염이 더욱 심각해지고 있는 실정이다.

2) 해양생태계의 변화

1992년 환경과 개발에 관한 리우회의, 1993년 생물다양성 협약 및 1994년 유엔해양법협약 발효 등에 따른 국제규범을 실천하고, 생물자원의 지속가능한 이용을 위한 해양생태계 보전·관리·복원 기술개발과 생물다양성 보전 및 확보를 위한 국가적 대응책 수립이 요구되고 있다.

세계적으로도 해양생태계의 심각한 훼손과 수산자원의 고갈, 그리고 생명공학의 발달에 따른 생물 종다양성 보전의 필요성 증대 등에 대응하여 자국 생태계를 건강하게 보전하기 위한 노력이 확대되고 있다. 우리나라도 이러한 국제적 추세에 부응하여 해양보호구역(MPA) 관리계획 수립, 생명공학안정성의정서('03.9.발효) 및 유전자변형생물체의국가간이동등에관한법률('01.3)에 의한 LMOs 안전관리체제 구축, 해양생태계보전관리법 제정 등을 통해 해양생태계 보전을 위해 노력하고 있다. 그러나 연안습지 보전가치에 대한 인식부족 및 개발위주의 정책으로 해양생태계 보전의 기본이 되는 갯벌면적이 감소하고 습지가 훼손되거나 기능이 상실되고 있는 실정이다(Table 4).

Table 4. Changes in wetland coverage area (단위 : km<sup>2</sup>)

구 분	1987(A)	2003(B)	증감면적 및 비율	
			A - B	비율
면 적	3,203	2,393	810.5	25.3

해양생태계 보전을 위한 복원·평가·관리를 위해서는 해양생태계 모니터링 기술, 훼손된 해안·해양 서식지 보전 및 복원기술, 인공 생태계 조성기술, 외래종 유입에 따른 생물다양성 보전기술 등의 개발이 요구되고 있다. 그러나 훼손된 해양생태계를 복원하기 위한 인공갯벌 조성 기술, 대체습지 개발기술 등이 낙후되어 있을 뿐만 아니라 개발 우선정책으로 해양생태계의 훼손 및 파괴는 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

4. MT 활성화 방안

4.1 해양과학기술 로드맵(MTRM) 수립

1) 필요성 및 추진배경

기술로드맵이란 정부(기업)가 주력시장을 보다 잘 이해할 수 있게 함으로써 필요한 핵심기술에 대한 투자를 보다 합리적으로 결정할 수 있게 하는 종합적인 기술기획(Technology Planning) 방법의 하나이다. 즉, 미래시장에서 요구되는 제품 또는 서비스를 규명하고 그에 필요한 핵심기술과 필요기술을 도출해 최적의 기술대안을 선택할 수 있게 하는 시장지향적(Market-driven)<sup>4)</sup> 기술기획과정이라 할 수 있다(전략기술경영연구원, 2004).

현재 세계 각국은 신산업 시장을 선점하고 주도하기 위해 신기술 분야에 대한 연구개발투자를 정부가 적극적으로 주도하는 정책을 추진함으로써 정부연구개발 예산에서 차지하는 신기술 분야의 비중이 30~40% 수준으로 급속하게 높아지고 있는 추세이다. 이에 따라 효율적인 신기술 개발전략을 수립하기 위해 기술동향분석, 전략적 가치평가 등 현재를 정확히 진단하고, 미래 시장형성, 산업발전 전망 등을 예측하여 국가경쟁력의 원천이 되는 핵심기술들의 확보를 위해 미래에 대한 장기적 비전과 방향설정이 마련되어야 한다(과학기술정책연구원, 2004).

한편, 신기술 패러다임 및 산업구조의 변화와 함께 국제시장에 있어서도 첨단기술 제품의 무역성장률이 급속하게 증가하여 전체 무역에서 차지하는 비중이 비약적으로 높여지고 있으며, 이러한 경향은 더욱 강세를 보일 것으로 전망된다.

2004년 국가과학기술위원회에서 심의·통과된 「MT 개발 계획」이 체계적이고 효율적으로 추진되기 위해서는 미래 기술 수요 예측을 바탕으로 최선의 기술대안을 선택하여 단계별 기술개발 이정표 제시가 필요하며, 구체적인 분야별·인차별 추진계획 수립 등 기술개발 전략수립이 요구된다. 또한, 사업 우선순위 및 R&D 투자방법을 도출함으로써 장기적 연구개발 추진에 필요한 정보를 정책수요자에게 적시에 제공하는 것이 필요하다.

MTRM 수립은 2005년 6월부터 12월까지 수행되었으며, 시간적 범위는 2006~2015년(10년 계획), 내용적 범위는 「MT 개발 계획」 내용의 범주를 따르되, 최근 과학기술정책(미래유망과학기술 21 등)과 최대한 연계하여 작성함을 원칙으로 하였다.

2) 추진체계

MTRM 수립 추진체계는 최상위 의사결정기구로서 총괄지휘 및 주도를 하는 총괄위원회, 산·학·연 전문가로 구성된 3개(첨단 해양산업육성기술, 해양자원 개발 및 이용기술, 해양환경 관리·보전기술) 비전별위원회와 로드맵 작성 실무진으로 구성된 기획·조정팀으로 구성되었다(Fig 1). 또한, 정부부처 공무원과 전문가의 자문을 병행하여 국가과학기술정책 및 국가해양과학기술정책과의 연계성을 접목시키고자 노력하였다.

4) 시장지향적(Market-driven) 기술기획방법론에는 기술로드맵(Technology Roadmap), 품질기능개선(QFD : Quality Function Deployment), 가치곡선(Value Curve) 등이 있음.

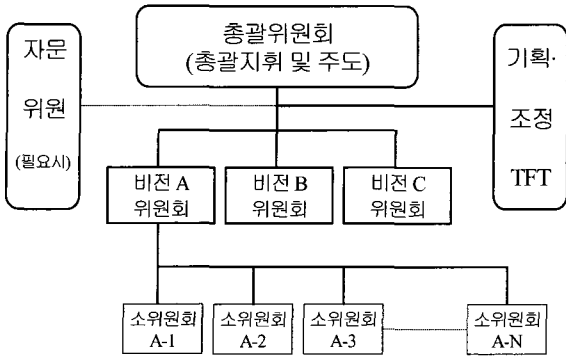


Fig. 1. Schematic representation of organization chart.

3) 추진현황

2005년 10월까지 「MT 개발 계획」에 포함된 총 71개의 중점추진과제를 재그룹핑하여 47개(블루스타5) 과제 7개, 우선추진중점과제 21개, 개발대상중점과제 19개의 과제를 도출하였으며, 2005년 12월까지 각 기술분야별로 재그룹핑한 47개 과제의 세부적인 매크로·마이크로 기술 로드맵을 작성하였다. 또한 기획·조정팀에서 다기준분석기법인 AHP(Analytic Hierarchy Proces) 분석방법을 활용하여 우선추진중점과제에 대한 우선순위를 도출하였다.

3개 기술분야별 대표과제인 “블루스타 과제”를 중심으로 살펴보면 첨단해양산업육성기술 분야에서는 동북아 물류허브 구축과 가까운 미래에 예상되는 해양 정보도시, 해양 관측기지 및 심해저 광물자원 개발을 위한 “U-기반 해양물류 스마트시스템 개발”과 초대형 부유식 구조물에 의한 공항, 항만, 국가전략자원 저장시설, 해양레저시설 등 친환경 해상공간을 창출함으로써 국토의 균형발전을 도모할 “천해역 해상산업기지 조성기술”이 선정되었다.

해양자원 개발 및 이용기술 분야에서는 기후변화협약 등 국제협약에 대응하고, 국가적 청정재생에너지원 확보를 위한 “해상풍력·파력에너지 복합이용 실용화 기술개발”과 해양신품종 개발 및 해양식량자원의 안전성 확보를 위하여 “해양생물자원을 이용한 신기능성 품종 개발”이 선정되었다.

해양환경 관리·보전기술 분야에서는 태풍, 해일 등 해양기인성 자연재해를 모니터링 및 사전예보를 통하여 국민의 인명과 재산보호를 위한 “해양기인 자연재해 예측 및 대응시스템기술”과 해양생태계 변동, 환경오염 등에 따른 생태계 영향을 최소화 및 복원을 위한 “해양생태계 U-기반 통합관리기술” 그리고 적조의 발생, 형성 메커니즘과 소멸기작의 규명을 통하여 생태친화 적조제어 발생 예측기술을 개발함으로써 수산피해 저감과 생태계 보호 및 관리를 위한 “생태친화 적조제어 및 발생예측기술”이 선정되었다.

3개 기술분야별 우선추진중점과제 목록은 Table 5와 같다.

Table 5. List of priority core projects

위원회명	순위	우선추진중점과제명
첨단해양 산업 육성기술	1	초대형 컨테이너선용 항만복합운송 연계기술
	2	신소재를 이용한 친환경 어업기술 개발
	3	환경친화형 고부가가치 청정선 기술 개발
	4	전천후 이동식 양식가두리 기술
	5	심해유전용 복합구조물의 시뮬레이션기반 설계기술
	6	지능형 수중자율운항체 및 수중탐사장비 개발
	7	어민 수익확대를 위한 다목적 어선개발
해양자원 개발 및 이용기술	1	마린바이오 21사업
	2	조류·조력에너지 실용화기술 개발
	3	국내 EEZ 해저광물자원 개발·이용기술
	4	심해저 광물자원개발기술
	5	친환경 첨단 수산양식기술 개발
	6	수산자원 조성 및 관리기술개발
	7	해양심층수 자원의 실용화기술 개발
해양환경 관리·보전 기술	1	연안환경 관리를 위한 종합탐사
	2	오염해역 청정화 기술
	3	GEOSS(지구관측시스템) 활용 해양탐사기술
	4	해양사고 피해 최소화 기술 개발
	5	연안 해상교통안전 관리기술 개발
	6	DNA barcode를 이용한 해양생물다양성 및 해양생태계 분석기술
	7	한국 연안해역 질소압력 저감기술

4.2 MT R&D 전문기관 설치·운영

1) 필요성 및 기능

MT R&D 관리 전문기관은 R&D 사업 기획·관리·평가 등 일련의 연구개발사업 시행에 있어 전문성 및 효율성을 제고하고, 과학기술혁신본부 설립에 따라 추진중인 R&D 사업 평가 및 성과관리 강화 정책에 부응하며, 국가과학기술위원회, 국회 예산처, 감사원 등 외부기관에서 지적하고 있는 MT 연구관리 전문기관 부재에 따른 문제를 해결 할 수 있다.

R&D 관리 전문기관에 대한 법령상의 정의는 대통령령으로 공포된 「국가연구개발사업의관리등에관한규정」에 명시되어 있는바 주기능은 첫째, R&D 수요조사, 국내외 기술동향 및 시장분석 둘째, 기획·조정·관리·평가 등 R&D 사업의 전반적인 관리 셋째, R&D 성과확산을 위한 기술이전·거래 등의 공통기능을 수행해야 할 것이다.

2) 운영방안

연구관리 전문기관의 지정은 연구개발사업의 기획·평가 및 관리 등의 업무를 위탁할 수 있는 해양수산발전기본법(시행령)에 근거하여 지정하며, 환경부·건설교통부의 사례를 벤치마킹하여 민법에 의한 재단법인으로 설립 후 전문기관으로 지정하는 것이 효율적일 것이다. 또한, 전반적인 해양수산부 연구개발 사업을 위탁 관리하며, 구체적으로는 국내외 기술

5) 향후 상용화가 유망하거나 시급히 추진되어야 할 과제로서 연간 100억원 이상을 집중투자할 과제를 “블루스타 과제”로 명명함.

6) 해양수산발전기본법(시행령 제24조) : 해양수산 연구개발사업의 기획·평가 및 관리 등의 업무를 위탁하기 위한 전문기관을 지정할 수 있도록 규정

동향 분석, 기술수요조사, 연구수행과제 도출 및 우선순위 결정, 과제공모 및 선정·관리·평가업무를 담당해야 할 것이다.

조직구성은 이사회를 구성하여 운영하며, 이사장, 원장, 감사 등 20~25명 이내의 임원 구성(원장을 제외한 임원은 비상임)하며, 4개의 부 또는 실 설치하여 연구기획, 연구관리·평가, 성과관리, 경영지원업무를 수행해야 한다. 운영인력은 예산수준이 비슷한 타 부처와 대등하게 각 부서 인원은 초기에 4~7명으로 운영하되 예산규모에 따라 탄력적으로 운영하되 연구관리·평가 부서는 행정인력 이외에 MT R&D 분야별(해양산업, 해양자원, 해양환경) 전문가로 구성되는 전문위원 체제로 운영하고 전문위원은 MT 관련 연구기관에서 파견 형태로 운영하는 형태로 조직을 구성하는 것이 효율적일 것이다.

4.3 MT 개발 활성화를 위한 자원확보 방안

1) 수산발전기금

수산발전기금의 조성 목적은 어업협정체결에따른어업인등의 지원및수산업발전특별법 제22조에 근거한 「어업경영자금의 지원, 수산물 유통구조 개선 및 가격안정, 경쟁력있는 수산업 육성」에 필요한 재원을 확보하는데 있으며, 기금의 조성은 첫째, 정부출연금, 정부외의 자의 출연금 또는 기부금 둘째, 어항법 제25조의2 제1항의 규정에 의한 토지매각대금 중 국가어항의 토지매각대금 셋째, 해양오염방지법 제46조의3 및 제46조의4의 규정에 의한 해양환경부담금 및 가산금 넷째, 기금운용 수익금 등이다.

수산발전기금의 용도는 기르는어업의 육성, 수산자원 보호를 위한 해양환경개선 등(어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 제25조, 자유무역협정체결에따른농어업인등의 지원에관한특별법)과 어장환경의 정화에 관한 사항, 수산업의 정보화에 관한 사항, 수산기술의 개발·보급에 관한 사항 등(어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 제18조)이다.

해양수산부의 수산발전기금 현황과 R&D 투자실태를 분석하면 2005년 수산발전기금은 농어촌가격안정기금(이하 “농안기금”) 중 수산부분의 이관(3,888억원/농수산물유통및가격안정에 관한법률 부칙<제7275호, 2004.12.31> 제3조 의거)으로 전년(2,098억원)대비 191.3%가 증가한 6,110억원 규모이다. 이중 2005년 R&D 투자실태는 「폐기물해양배출종합관리시스템구축(20억원)», 「해사채취행위의친환경적관리(10억원)», 「오염퇴적물정화복원체계구축(5억원)」 3건에 총 35억원을 투자하였다.

R&D 예산을 기금에서 조달한 각 부처 사례를 살펴보면, 과학기술부는 2005년 기금 총액 6,408억원 중 R&D 분야에 29%인 2,523억원(7)을 투자하였으며, 산업자원부는 2005년 기금 총액 1조 8,233억원 중 R&D 분야에 7.2%인 1,318억원(8) 투자하

였다. 또한, 정보통신부는 2005년 기금 총액 1조 5,688억원 중 R&D 분야에 40.4%인 6,337억원(9)을 투자하였다(Table 6).

Table 6. R&D Budget Status (year 2005)

(단위 : 억 원)

구 분	일반회계 + 특별회계	기 금	합 계
과 학 기 술 부	18,719 (88.1)	2,523 (11.9)	21,242 (100)
산 업 자 원 부	17,673 (93.1)	1,318 (6.9)	18,991 (100)
정 보 통 신 부	635 (9.1)	6,337 (90.9)	6,972 (100)
해 양 수 산 부	1,406 (97.6)	35 (2.4)	1,441 (100)

※ 주 : ( )는 연구개발 전체예산에서 각 부처가 차지하는 비중(%)

수산발전기금의 안정적 조성을 위해서는 바다모래 채취 행위, 공유수면 매립행위 및 점·사용행위, 위험물 취급행위, 리양시설 이용행위 등에 대한 부담금을 부과하는 등 해양환경 개선 및 해양생태계 영향 저감을 위한 해양환경개선부담금을 확대 추진하고, 영여자금 등 기존 정책자금의 통·폐합 추진 및 신규 재원 발굴을 통하여 안정적 운영기반을 구축해야 한다.

또한, 수산발전기금을 효율적으로 활용하기 위해서는 수산발전기금의 명칭을 가칭 『해양수산발전기금』으로 변경하여 해양관련 전 분야에 활용을 확대하고, 2005년 기금(6,110억원) 중 MT R&D 분야 투자 비중은 0.6%인 35억원에 불과함에 따라 향후 타 부처 투자규모인 10% 이상으로 확대가 요구된다. 이와 더불어 연구환경 조성, 연구성과 확산·홍보, 해양문화 발굴, 기획평가/정책연구, 인력양성 등 기반조성사업에 실질적 투자를 확대해야 할 것이다.

2) 교통시설특별회계(교특회계)

최근 항만개발보다는 항만효율성 향상 제고를 위한 지정투자가 강조됨에 따라 교특회계로부터 항만분야 R&D 예산이 더욱 증가할 것으로 예상된다. 항만분야에 집중된 해양수산부 교특회계는 2005년 1조 7,636억원 규모이나, 이중 R&D 예산은 약 0.5%인 89억원 수준으로 미미한 수준이다. 따라서, 항만분야 교특회계에서 R&D 재원을 국가 전체예산 중 R&D 예산이 차지하는 비중인 5% 수준의 예산조달 방안 강구가 필요하다.

5. 결 론

2004년 7월 「MT 개발계획」이 국가계획으로 확정됨에 따라 동 계획을 효율적으로 추진하기 위한 후속조치로 2005년 6월부터 12월까지 해양과학기술 로드맵(MTRM)을 수립하였다. 본 연구에서는 MT의 국내외 기술개발동향과 현재 직면한 현

7) 과학기술진흥기금 중 「과학기술연구개발지원사업(918억원)», 원자력 연구개발기금 중 「원자력연구개발중장기계획사업, 연구기획평가 및 정책연구 등(1,605억원)»  
8) 전력산업기반기금 중 「전력연구개발사업(1,288억원)», 특정물질사용합리화기금 중 「대체물질기술개발(30억원)»

9) 정보통신진흥기금 중 「IT 성장동력기술개발 등(6,337억원)»

안문제 및 MTRM 추진현황을 고찰하고, MT R&D 전문기관 설치·운영 및 예산확보 등 MT 활성화 방안을 제시하였다.

MTRM에는 「MT 개발계획」에 포함된 총 71개의 중점추진과제를 47개의 과제로 재그룹핑하여 블루스타과제, 우선추진중점과제, 개발대상중점과제로 분류한 가운데 2006~2015년까지 10년 계획으로 매크로·마이크로 로드맵을 작성하였다. MTRM 수립에 따른 기대효과는 수요지향적(Needs-driven) 기술혁신 관리로 R&D 결과물의 실용화 촉진 및 외부경쟁 환경과 내부능력의 변화에 능동적으로 대처가 가능할 것으로 예상되며, 3E(Efficacy/적합성, Efficiency/효율성, Effectiveness/효과성)를 최대한 반영한 MTRM 작성으로 국가연구개발 계획의 가이드라인 및 민간 연구개발의 참고자료로 활용이 가능할 것으로 예상된다. 무엇보다도 일반국민에게 해양과학기술의 발전방향과 이정표를 제시함으로써 MT의 대중화에 기여할 것으로 전망된다.

해양수산부에서는 MT R&D 전담기관 설치·운영을 2006년 초에 목표로 추진중에 있다. 2006년부터는 R&D 사업 기획·관리·평가 등 일련의 연구개발사업 시행에 있어 전문성 및 효율성이 제고될 것으로 예상된다.

무엇보다도 MT가 선진국 수준에 도달하기 위해서는 R&D 분야에 연간 3500~4,000억원 규모의 R&D 투자가 요구된다. 부족한 예산을 확보하기 위해서는 수산발전기금을 가칭 『해양수산발전기금』으로 확대·변경하여 해양관련 전 분야에 활용을 확대하고, 타 부처의 사례처럼 기금의 10% 정도를 R&D 예산으로 적극 투자하고, 항만분야 교특회계에서 R&D 재원을 국가 전체예산 중 R&D 예산이 차지하는 비중인 5% 수준의 예산조달 방안 강구가 필요하다.

향후 국가계획인 「MT 개발계획」이 활성화 된다면 2010년까지 선진국 대비 MT 수준을 80~90% 이상으로 끌어올려, 현재 7년 정도의 기술격차를 3년 이내로 단축이 가능하고, 2015년까지 선진국과 어깨를 나란히 할 수 있는 기술수준에 이르게 될 것이다. 또한, 현재 GDP 비중의 7%를 차지하는 해양산업이 2015년에는 대략 10%를 차지할 것으로 전망된다.

MT 개발의 목적은 첨단 해양산업육성을 통한 동북아 물류중심국가 건설을 위한 기술개발, 해양자원 개발 및 이용으로 국가 성장동력 확보에 필요한 자원 및 에너지원 개발, 해양환경 관리·보전에 따른 안전하고 쾌적한 바다환경 조성으로 집약될 수 있다.

2010년대에는 신해양산업의 경쟁력 확보 및 해양국토의 3차원 관리 강화, 나아가 21세기 인류 공동의 과제인 자원 고갈과 지구환경 변화 문제를 해결하기 위한 미래 과학기술로서 뿐만 아니라 미지의 현상과 미개척 프런티어 영역에의 도전 등 국민에게 꿈과 희망을 주는 미래지향적인 과학기술로서 자리매김 할 수 있을 것으로 전망된다. 이러한 노력을 계기로 해양에 대한 국민들의 적극적인 관심과 지원이 증대되어 자원의 고갈, 해양기인성 자연재해, 지구기후변화에 따른 생태계 변화, 해양산업의 경쟁력 약화 등의 산적한 문제점을 해결하여 선진 해양한국으로 발돋움할 수 있기를 기대한다.

## 사 사

본 연구는 해양수산부의 지원으로 수행된 ‘해양과학기술(MT) 개발 계획 수립’ 및 ‘해양과학기술 로드맵(MTRM) 작성’ 연구의 일환으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김종두(1998), 조어도 분쟁원인에 관한 연구, 한국해양전략연구소, Strategy 21 제2호, pp. 45-65.
- [2] 과학기술정책연구원(2004), 국가연구개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획 방법론 개발, pp. 43-45.
- [3] 과학기술정책연구원(2005), 혁신정책 brief(통권 제3호), pp. 29-30.
- [4] 전략기술경영연구원(2004), 로드맵 실무 매뉴얼, pp. 9-10.
- [5] 한국과학기술기획평가원(2003), 2003년도 기술수준평가 결과, pp. 18-28.
- [6] 한국해양연구원(2000), 미국 해양의 미래, pp. 1-3.
- [7] 한국해양연구원(2003), 중국의 해양과학, pp. 11-12.
- [8] 한국해양연구원(2004), 미국의 해양정책(21세기를 위한 해양청사진), pp. 26-44.
- [9] 한국해양연구원(2004), 장기적 전망의 일본 해양개발 기본구상 및 추진방안, pp. 12-72.
- [10] 한국해양연구원(2004), 선진해양연구기관 편람, pp. 221-355.
- [11] 한국해양연구원(2005), 선진해양연구기관 편람(부록), pp. 25-30.
- [12] 해양수산부(2004), 해양과학기술(MT) 개발계획, pp. 40-50.
- [13] David push & Leonard skinner(1996) An Analysis of Marine-Related Activities in the UK Economy and Supporting and Technology, IACMST Information document No.5, pp. 5-8.
- [14] 법률 제06700호(2002), 해양수산발전기본법
- [15] 법률 제07207호(1999), 어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법
- [16] 법률 제07311호(2004), 농수산물유통및가격안정에관한법률
- [17] 법률 제07497호(2005), 독도의지속가능이용에관한법률

원고접수일 : 2006년 1월 31일

원고채택일 : 2006년 3월 17일