

한국의 환경과학기술현황과 과제

박 원 훈

한국과학기술연구원

The Status of Environment Science and Technology in Korea and its Development Strategies.

Won Hoon Park

Korea Institute of Science and Technology

1. 환경과학기술의 정의와 분류

1-1. 환경이라는 말

환경(Environment)이라는 단어는 인간을 중심으로한 유형, 무형의 주위 사방을 총체적으로 포괄하는 뜻을 지닌다. 만물의 주인은 인간이라는 인간중심주의적(anthropocentric) 의미를 내재하고 있기 때문에 진정한 환경운동가들은 환경이라는 단어의 사용을 배척하고 있으며 생태중심주의적(ecocentric) 단어인 생태(ecology)를 선호한다.

우리나라 환경정책기본법에는 환경은 자연환경(Natural Environment)과 대기, 물, 폐기물, 소음 등 일상 생활과 관련된 생활환경(Living Environment)으로 구분하고 있다. 그러나 국제환경운동의 중추역할을 하고 있는 유엔환경계획기구(UNEP)는 환경의 범위를 Fig. 1 과 같이 정의하고 있음에 유의할 필요가 있다.

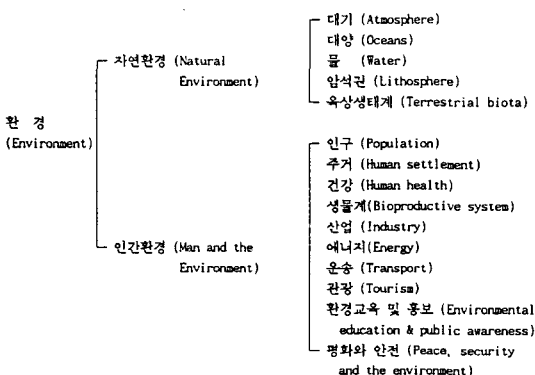


Fig. 1. Components of the Environment(UNEP Definition).

1-2. 환경과학기술의 정의

따라서 광의의 환경과학기술(Environmental Science & Technology)은 그 대상 영역이 자연생태계 및 인간 사회를 포괄하게 되어 자연과학, 사회과학 등 모든 학문분야가 관련되는 종합과학적인 성격을 띠고 있다. 그러나, 최근의 사회적 이슈로서의 당면 현안과제인 환경오염방지 대책을 논하게 될 때는 각종 공학과, 물리학, 화학, 생물학, 지학, 기상학 등으로 환경과학의 범위가 축소된다.

한편 환경기술은 인간이 살고 있는 자연생태계의 기본 질서 연구의 바탕위에서, 수질, 대기, 토양 등 환경 오염 방지 및 관리, 폐기물처리 등의 기술을 의미하게 된다. 그러나 이상과 같은 학문적인 취급보다는 환경 기술은 다음과 같이 분류하는 것이 더 실용적이라고 생각한다.

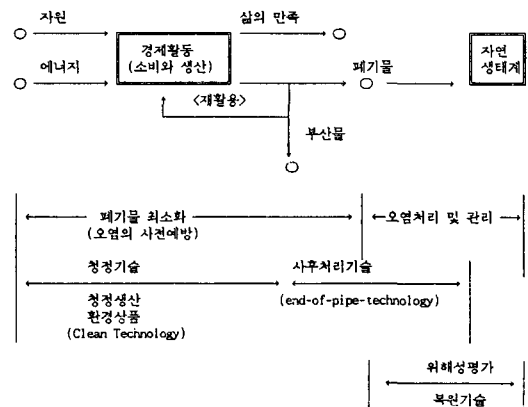


Fig. 2. Conceptual Classification of Environmental Technology.

1-3. 환경기술의 분류

환경기술은 환경오염을 처리할 뿐만 아니라 예방하고 또 오염된 환경을 복원시키는 등 환경보전을 위한 기술을 총칭한다. 이같이 광범한 환경기술을 세분하는 것은 환경오염이 왜 발생하는가를 분석하고 그 대응책을 강구하는 방법론에서 찾는 것이 합리적이라고 본다.

인류가 삶을 영위하기 위해 벌이는 경제활동은 필연적으로 부산물이나 폐기물을 발생시키는데 이것이 오염의 원인이다(Fig. 2). 경제활동 중 소비생활로부터는 생활폐기물, 생산활동으로부터는 산업폐기물이 발생되어 자연생태계로 되돌려진다. 이때 자연생태계가 이들 폐기물을 스스로 정화시킬 수 없으면 균형이 깨지고 환경은 오염되는 것이다. 그러므로 환경보전의 첫걸음은 폐기물을 최소화하여 오염을 사전에 예방하는 것이다.

인류의 경제규모가 적었을 때는 상대적으로 자연의 자정능력이 커서 폐기물은 그리 문제가 되지 않았으며 다만 국지적으로 다량 배출되는 오염물만을 처리, 저장, 처분하는 사후처리기술이 환경기술의 전부였다. 그러나 인구의 증가와 도시화가 급속도로 진전되고 대량소비, 대량생산의 악순환이 계속되면서 자연의 자정능력 한계를 넘어서게 되었고, 이제는 폐기물의 발생량을 사전에 줄이는 것이 환경기술의 본체가 되고 있다. 이를 청정기술(clean technology) 또는 청정생산, 폐기물최소화 기술이라 하고 환경상품도 이 범주에 속한다. 오염의 사후처리(pollution control)보다는 오염의 사전예방(pollution prevention)기술이 진정한 환경기술로서 선진국은 이미 개발에 주력하고 있다. 청정기술은 (1) 폐기물의 회수, 재사용기술, (2) 청정공정과 자원의 효율적 이용기술, (3) 환경상품과 청정에너지기술로 구분할 수 있다.

2. 환경과학기술의 회고와 문제점

2-1. 기반의 취약

1962년부터 경제개발 5개년 계획이 시작되어 경제발전이 가속화되면서 성장에 도취한 나머지 경제성장의 부산물인 환경오염은 정책결정의 우선순위에서 밀려나기 마련이었다. 1980년에야 환경청이 발족되었으며 환경문제의 심각성에 비교하여 청으로서는 행정업무 처

리에 한계를 인정하고 환경처로 승격된 것은 1990년이다. 1990년을 흔히 “환경의 원년” 이라고 한다. 따라서 우리나라 환경사는 일천하여 모든 기반이 취약한 후진국의 상태를 벗어나고 있는 상태라고 할 수 있다.

1989년까지의 환경관련 연구논문을 국립환경연구원이 분석한 결과를 보면 Table 1과 같은데 80년대에 들어서면서 논문수는 증가추세에 있으나, 연구논문의 성격과 질에서는 인식적인 연구가 61%로 주종을 이루고 있고 다음은 처방적 연구 24%, 규범적연구 8%, 사회과학적 연구 6%로 되어 있다.

환경과학기술의 연구기관은 다음의 4개 그룹으로 나눌 수 있는데 90년 환경처 조사에 의하면 대학, 출연기관을 포함한 총 1,598 기관에 설문조사한 결과 158 기관이 응답하였는바, 기관당 연구건수 3건이내, 과제당 평균 2억원, 연구기간 2년 7개월로 나타났다. 그러나 2년도 안되어 중단하는 경우가 58%이었으며 오염물질 제거에 관한 대응기술 개발이 주로서 고도기술 개발은 활발하지 못했다. 이것은 환경과학기술의 본격적 연구는 90년대에 들어와서야 시작되었음을 반증하는 자료이다.

- 국공립연구소 : 조사, 규제, 관리의 지원연구
- 출연연구기관 : 공익성 환경기술개발
- 대 학 : 환경과학 기초연구, 생태계조사(지역성 강조)
- 기업연구소 : 기업성 환경산업 기술개발

가장 오래된 국립환경연구소가 보사부 소속기관으로 78년 7월 설립되면서 환경전문연구소가 탄생되고 그 후 거듭 조직발전이 있었으나 아직도 환경과학기술 전반에 걸쳐 연구집근을 하기에는 미흡한 실정이다. 정부출연 연구기관 중에는 유일하게 한국과학기술연구원이 1968년 설립 초기부터 환경관련 연구실을 계속 유지해오다가 1990년 10월에는 환경연구센터로 확대개편하였다. 최근에는 에너지기술연구소, 화학연구소에 환경담당 부서가 조직되었으며 92년말 환경처 산하에 환경기술개발원이 출범하였다. 그러나 환경과학기술은 종합과학기술이라 다분야 전문가가 필요함으로 인력면에서는 국내에 충분한 것이 다행이다.

2-2. 환경투자의 미흡

환경처가 발행한 1991년 환경백서에 의하면 처음으로

Table 1. Environmental Research Papers Published.

년 도	계	-66	67-70	71-74	75-78	79	80-84	85-89
논문수	5,117	28	159	315	439	213	1,800	2,063
시기별 논문수(년간)		28	474 (약 60편)		752 (약 150편)		1,800 (약 360편)	2,063 (약 423편)

Table 2. Federal Governments investment on Environment (A Comparison).

국 가	한 국'(91)	일 본	미 국	영 국	스위스	스웨덴
대 GNP 비중(%)	0.24	0.34	0.57	0.74	1.03	1.69

자료 : 환경처, 환경백서 1991
 OECD, Environmental policy and Technical Change, paris, 1985

중앙 정부 각 부처의 환경 투자액이 환경의 측면에서 집계되었는데 1991년 4,963억원으로서 정부예산의 1.58%, GNP 대비 0.24%를 투자하였다. 이중 환경처의 비중은 49%이다. 이를 국제 비교하면 Table 2와 같은데 환경투자에 소홀하고 있음이 분명히 들어나고 있다.

3. 국책환경연구개발사업의 변천

3-1. 과거처 특정연구개발사업

국가적 환경연구개발사업은 1985년부터 과학기술처 특정연구개발사업중 “공공복지기술개발”의 일환으로 시작되었고 1989년 물파동 때 음용수 수질평가 및 수질오염 정화의 당면문제 해결을 위해 7개 과제에 14.3억원의 연구비가 긴급지원 한것이 우리나라 환경연구개발사업의 확대, 도약의 계기가 되었다.

이중 한국과학기술연구원(KIST)이 과거의 실험실적 연구결과를 실용화 시범시설을 준공하여 모델 케이스로 기업화한 아래 3개 과제를 소개한다. 충분한 연구비의 뒷받침이 있으면 환경기술의 독자개발이 용이함을 보여주는 대표적 사례이기 때문에 자세히 설명하는 것이다.

- 3-1-1. 축산폐기물 및 분뇨의 안정화처리, 재이용 기술
 - 축산폐기물 처리율을 30%에서 50% 이상으로 재고
 - 경기도 남양주군 축산농가 20가구, 5,000두의 돼지 돈분 10톤/일 처리하고 유기질 비료 3톤/일 생산 (연구비 3억원)

- 3-1-2. 아파트 및 공공건물용 오수정화시설 개선
 - 생물반응기를 설치하여 처리효율을 60%에서 90%로 개선
 - 경기도 양평군 리버사이드호텔에 설치하여 상수원으로 유입되는 오수의 BOD를 10 ppm 이하로 처리 (연구비 2억원)

- 3-1-3. 단독주택용 분뇨정화조의 개선
 - 처리효율 80% 이상의 고효율 분뇨정화조의 개발. 보급(우리나라 기존 정화조의 처리효율: 49%)
 - 경기도 미금시 단독주택 12채(호기성 6개, 혐기성 6개)에 시범운영(연구비 2억원)

위와같은 연구성공과 함께 환경연구 수요의 폭발로 과학기술처는 1990년에 KIST 환경연구센터를 “환경기

술국책연구개발사업단”으로 지정하여 환경기술 국책과제를 총괄하게 하고, 고도정수기술개발 등 수질관련 7개과제, 배기가스정화기술개발 등 대기관련 8개과제, 총 15개 과제에 8억원의 연구비를 투입하였다.

1991년에는 국책연구 프로그램을 더욱 체계화시켜 (1) 환경오염방지기술분야의 상수원관리 및 고도정수기술, 산성비 및 스모그, 쓰레기 및 토양오염, 연안해양오염 (2) 청정기술분야, (3) 환경보전 및 생태계분야, (4) 지구환경분야로 구분하고 총 19개과제(총 연구비: 10억원)를 지원하였다. 이를 토대로 1992년대에는 소위 G7 프로젝트인 범부처적 선도기술개발사업으로 발전하였고 주관부처도 환경처로 변경되어 3년 동안에 놀라운 발전을 하였다.

3-2. 국가환경과학기술 10개년 계획

1992년 6월 UNCED 회의를 계기로 환경처는 환경과학기술개발 10개년 계획을 발표하였다. 정부 각 부처가 추진코져 하는 것을 종합한 것으로 이것이 금후 환경과학기술발전의 기본 골격이 됨으로 요약하여 설명하면 다음과 같다.

3-2-1. 투자계획

3-2-2. 기초. 기반기술연구사업

기초기반기술연구사업은 종래 환경처가 수행해오던 국립환경연구원 중심의 기초공공기술연구와 환경정책연구 등 단기, 소형과제 중심 사업과 상공부의 환경산업기술개발 6개년 계획(92-97)으로 되어 있다.

상공부 사업의 구체내용은 다음과 같은 바 환경기술을 공업기반 기술개발 사업의 주요한 항목으로 책정하고 120개 핵심기술을 정부 600억, 민간이 400억을 부담하여 적극 개발키로 하였다.

- 지구환경보전기술 : 53개 과제(정부 175억 : 민간 100억)
- 청정기술 : 21개 과제(정부 200억 : 민간 115억)
- 대기오염방지기술 : 13개 과제(정부 75억 : 민간 90억)
- 수질오염방지기술 : 24개 과제(정부 100억 : 민간 55억)
- 폐기물처리기술 : 9개 과제(정부 50억 : 민간 40억)

3-2-3. 여건조성 및 민간연구 지원사업

Table 3. Environmental Technology R & D Investment Plan of Korea.

(단위 : 억원)

구 분	계	년 도 별					
		'92	'93	'94	'95	'96	'97-2001
계	8,155 (1,320)	270 (85)	691 (175)	859 (179)	1,073 (192)	1,231 (206)	4,031 (483)
G7 프로젝트	2,625 (670)	75 (21)	295 (82)	331 (86)	394 (99)	433 (105)	1,097 (277)
기초 기반기술연구	2,440 (650)	177 (64)	294 (93)	304 (93)	311 (93)	329 (101)	1,025 (206)
기술개발여건조성사업	1,689	18	42	149	274	352	854
순수 민간 투자	1,401	-	60	75	94	117	1,055

기술개발 여건조성 사업은 환경기술개발을 효과적으로 지원하기 위한 종합연구단지조성, 환경기술개발원, 환경기술정보센터 등 전문조직의 설립을 환경개선 중기계획의 일환으로 추진하는 것이다.

한편 순수민간연구의 활성화 사업은 구체적으로는 1,401억원을 환경개선비용부담법에 근거한 환경오염방지 기술에서 년리 7%로 장기처리 용자를 실시하여 민간 연구를 지원하는 내용이다.

다음에는 G7 프로젝트도 10개년 계획의 일환으로 추진되나 그 중요성을 감안하여 별도로 소개한다.

3-3. 환경공학기술개발 G7 프로젝트(92~01)

3-3-1. 사업추진개요

(1) 최종목표

2000년대 선진복지사회 건설을 위한 쾌적한 환경 조성으로 삶의 질 향상 : 환경오염방지 요소기술, 지구환경 보전기술, 청정기술 개발의 선진국 수준기술 역량 배양 및 관련사업의 국제 경쟁력 제고

(2) 단계별 목표

1 단계			2 단계			3 단계			
1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
기초(원천) 기술확보			핵심기술개발 및 실용화기술 기반구축			실용화 및 상품화 종합환경관리 기술개발			

(3) 추진방향

- 중점개발 과제를 선정 집중연구실시
- 대형과제 위주로 하고 연구기관별 특정과제를 전담 수행토록 하며

- 민간연구부문을 중심으로 하고 해외공동연구 적극 추진
- 관계부처별로 업무를 분담하여 추진
- 환경처 : 업무총괄 및 수질 · 대기 등 환경기술개발 총괄
- 과기처 : CFC 대체품 기술개발, 해양보전기술개발 분야
- 상공부 : 청정기술개발분야
- 동자부 : 연료탈황, 탈질 등 에너지관련 기술개발
- 건설부 : 하수처리관련 기술개발

3-3-2. 중점개발 과제(Table 4)

환경처가 주관하고 국립환경연구원을 총괄연구기관으로 지정하여 연구기획된 연구과제는 7개 대과제, 21개 중과제인바, 92년에는 총 40억(환경처 10억, 과기처 30억)의 예산규모 때문에 15개 과제만 착수하였다.

4. 환경산업의 연구개발 현황

우리나라 환경기술의 현 수준은 국내 연구개발이 필요하여 G7 프로젝트 반영된 연구개발과제 리스트에서도 찾아낼 수 있다.

우리나라는 발전소나 제철소에 탈황시설은 없으나 전기집진기는 해외에 수출하고 있으며, 정수처리에 있어 우리나라는 고형물과 유기물제거의 2단계에 그치나 선진국은 질소 및 인제거와, 최종 잔류물제거 단계를 추가하여 4단계로 처리하고 있는데다 최근에는 생물학적 공법과 분리막 이용기술을 복합한 최신공정을 응용하고 있다. 우리는 폐기물소각기술은 현재 거의 기술도입에 의존하고 있다. 우리의 기술이 낙후된 이유는 독일과 일본 같은 환경기술 선도국은 오래전부터 환경규제를 강화함에 따라 필요한 기술개발과 시설에 막대한 투자를 해온 반면 우리나라는 70년대 후반에야 환경산업이 관

Table 4. major R & D Plan of HAN Project.

분 류		과 제 명	주관연구기관*
오 염 방 지 기 술	대 기	1) 배연탈화 및 탈질기술 2) 연료탈화, 탈질기술 3) 고효율 집진기술 4) 대기오염측정장비기술 5) 육상교통 소음제어기술	한국기술연구원 - 한국중공업 - -
	수 질	6) 고도정수 처리기술 7) 오폐수 탈질, 탈인기술 8) 난분해성 산업폐수처리기술 9) 고효율 슬러지처리기술 10) 수질정보 종합관리기술	건설기술연구원 - KIST - 국립환경연구원
	폐기물	11) 폐기물자원화 기술 12) 유해폐기물처리기술 13) 저공해 소각기술	KIST - 삼성중공업
	해 양	14) 해양환경 관리기술 15) 해양오염방지기술	해양연구소 해양연구소
청 정 기 술		16) 저오염/저공해 공정기술 17) 자동차 배출가스 저감기술	서울대 환경안전(연) 국립환경연구원
환경상태 및 관련기술		18) 환경위해성평가 및 관리기술 19) 생태계 복원기술	국립환경연구원 국립환경연구원
지구환경		20) 지구환경감시 및 기후변화예측기술 21) 온실기체제어 및 이용기술 22) **CFC 대체물질개발	연 세 대 화학연구소 KIST

주 * 주관기관이 명시된 과제만 92년부터 연구착수

** 22) 과제는 독립과제로 이미 추진중에 있음

제법령에 근거하여 전문업종으로 출발하였고 80년 후반에야 국민의 환경의식의 고조와 함께 성장하였기 때문이다. 그러나 다행스러운 것은 국내 환경시장 규모의 팽창(91년 1조원 상회)과 함께 국내 환경산업이 엔지니어링 회사와 중공업사를 중심으로 급속도로 성장하고 있다는 사실이다.

특히 환경기술의 특징은 기존의 핵심기술을 잘 조합하여 환경에 응용하는 종합기술이라 연구개발 투자만 따르다면 우리나라도 쉽게 21세기에는 환경기술 수출국이 될 것으로 믿는다. 인구가 어느 나라보다 조밀하고 산업이 발달하여 오염이 극심한 한국의 여건을 해결하는 기술은 바로 지구 어디에서나 오염을 해결할 수 있는 세계기술이 될 수 있기 때문이다.

한국산업은행에서 대기업을 중심으로 조사한 「투자설비 계획조사」에 의하면 우리나라 산업의 총 설비투자 중 환경오염방지시설 투자가 차지하는 비중이 제조업 전체에서 1.1% 수준이라고 한다. 이는 선진국의 3% 이상 수준에 비해 상당히 낮다. 이같은 영향으로 우리의 환경기술 수준은 낙후되어 선진국의 기술을 100으로 할

때 대기, 수질분야는 60~80, 폐기물 소각기술은 20~30, CO₂ 제거기술 같은 지구환경기술은 20~30 수준으로 평가되고 있다.

환경기술의 해외 의존도도 높으며 80년대 후반부터 91년까지 외자도입법에 의한 기술도입 신고건수는 총 26건으로 대기 3건, 수질 14건, 폐기물 8건, 기타 1건으로 나라별로는 일본이 17건, 미국 2건, 스위스 2건, 덴마크 2건으로 특히 대일의존도가 높은 것을 알 수 있다. 최근에는 기술제휴가 급증하고 있는 실정이다.

신문지상에 보도된 기사를 중심으로 환경기술 국내 개발의 대표적 사례를 무순으로 열거하여 기업연구의 활성화를 촉구해 본다.

- (1) 효성산업-자연발효식 무공해 화장실
- (2) 동성실업-축산폐수정화조
- (3) 새화환경-D.S.P 시스템(슬러지 농축기술)
- (4) 현대엔지니어링-혐기성여상(Anaerobic Filter) 공정
- (5) 풍한엔지니어링-식품공장폐수처리 설비(수출)
- (6) 화랑환경-섬모상 생물막공법(질소·인 제거)

- (7) 코오롱엔지니어링-R/O를 이용한 폐수 무방류 시스템
- (8) 한국건류환경-자연성 폐기물 건류 가스기
- (9) 한국비료-다단 유동상 소각시스템
- (10) 진도종합건설-유동층 소각로
- (11) 대진미화-RDF 생산시설 "월드크리나"
- (12) 한국코트렐-고효율 집진기(대만수출)
- (13) 샤프엔지니어링-습식전기집진기

5. 환경과학기술발전의 당면과제

5-1. 문제해결의 우선순위

첫째로 과거에 미진한 환경기술개발의 기반조성을 우선 조기에 완성시키는 것이 급선무이다. 이에는

- 환경측정망의 구축과 환경실태 조사 연구
- 환경종합관리 체제 구축
- 국가 환경연구체제 확립이

주요과제이다.

둘째로 국내외에서 개발된 환경기술의 철저한 조사 및 경제성 분석 연구로

- 환경시설 투자의 효율성 지원 연구
- 환경기술의 국내 적용 및 개선 연구로

심각한 환경오염의 개선에 주력해야 한다.

- 세째로는 선진 환경기술 대열에 참여하기 위하여
- 한국여건에 최적화 독자적 환경기술개발
 - 첨단기술과 환경기술의 접목 연구로

환경산업을 21세기에 수출유망산업으로 육성하는데 필요한 연구개발력을 다변화, 증대시킴과 동시에 인력양성에 유의해야 한다.

첫째, 둘째 과제는 필수적인 현안과제이나 거둬 강조하는 것은 환경기반 구축에 대한 투자를 촉구하기 위함이다. 셋째 과제는 미래 과제임으로 이를 중심으로 한국의 환경과학기술발전을 위한 추진전략을 모색해 본다.

5-2. 효율적 추진전략

국가환경과학기술 10개년 계획을 성공적으로 추진시키기 위한 전략을 수립하기 위하여 계획에 내포된 문제점의 암시적 지적과 함께 그 개선방안에 대하여 제

언코저 한다.

5-2-1. "환경과학기술 육성법"의 제정

국가환경과학기술개발 계획을 추진하기 위하여는 이에 필요한 재정이 제도적으로 지원되어야 함으로 환경처가 계획중인 "환경기술개발 및 환경산업 육성법(가칭)"은 조기에 입법되도록 우리모두가 노력해야 될 것으로 안다. 이에는 환경업무를 기획, 평가, 조정하는 기구인 "환경기술개발원"의 출연기관화도 포함되어 있다.

5-2-2. 기업주도 청정기술의 개발

환경보전이라는 지구적인 명제와 환경오염은 온 국민의 건강에 영향을 미친다는 속성 때문에 환경기술은 흔히 전적으로 국가의 책임으로 오해하는 경우가 많다. 그러나 환경기술은 엄연히 공공영역에 속한 기술과 산업기술에 속한 기술로 구분되며 이번 리우회의에서 기술이전이 가장 쟁점이 되었던 것은 고도의 환경기술은 산업의 지적 소유권에 속하기 때문이다. 따라서 공공영역으로 배출된 오염의 사후처리기술은 주로 국가 주도로, 오염의 사전예방적 기술인 청정기술은 기업 주도로 추진하고 이의 효율적 추진을 위한 지원제도 및 방안수립은 국가가 책임져야 한다. 산업계와 가장 밀접한 관계에 있는 상공부가 청정기술의 개발을 책임지도록 분담시키는 것이 효율적이라고 보며 환경기술은 실용기술이어야 한다는 전제조건에도 부합된다.

그러나 중소기업의 경우는 영세성 때문에 대책수립에 부담을 받게 되므로 업종별(예, 염색업체, 도금업체 등) 환경산업기술연구조합을 결성하여 기반기술을 공통으로 해결하고 기술정보를 공유하는 것을 정책적으로 지원해야 한다.

5-2-3. 국제공동연구망에의 적극 참여

환경문제, 특히 지구환경문제는 범세계적으로 UN을 중심으로 하는 등 국제공동연구가 필수적이다. 한국도 국제사회의 일원으로서 이에 적극 참여하여 공헌하는 것이 연구투자면에서도 효율적이며 또한 최신 정보에 접할 수 있게 된다. 특히 한국이 위치하고 있는 동북아 지역은 지구환경문제에 있어 매우 중요한 지역이므로 동북아지역 협력의 선도적 역할을 하는것은 한국의 책무이기도 하다.