

제주개발과 환경의 원-원전략

제주대학교 환경연구소

소장 공학박사 현 영진

I. 서언

1786년 산업혁명이후 자연은 인류의 욕구를 충족시켜주는 거대한 자원으로 기여하였다. 자원이용과정에서 재생이 불가능한 화석에너지, 분해가 극히 힘든 합성물질 등이 대량으로 사용되었다. 이것들이 자연의 자정능력을 초과하여 배출되었고, 우리의 대기, 물, 그리고 토양에 축적되면서 환경문제가 발생하였다. 더욱이 제2단계 산업혁명이라고 일컬어지는 제2차 세계대전 이후 대부분의 군수산업체가 민간산업으로 전환되고 우수한 군사기술들이 민수용으로 응용·개발되면서 소비가 미덕인 물질 풍요시대로 접어들었고, 따라서 「대량생산 대량소비」라는 물질위주의 문화는 우리의 환경을 더욱 악화시키는 계기가 되었다.

우리는 그간 민족과 지역간 분쟁도 불사하면서 자연으로 부터 산업화의 경쟁에만 매진하였다. 20세기 중반 이후 산업화와 더불어 오염이란 역기능이 노출되어 새로운 분쟁의 시대에 접어들었다. 따라서 폴 케네디는 21세기는 「환경의 세기」라고 명명하였다. 21세기에는 한 나라의 환경수준이 국가경쟁력을 가늠하는 척도가 될 전망이다. 환경문제는 삶의 질 향상뿐만 아니라 지속적인 경제발전을 위한 필수적인 조건이다.

미래학자들은 21세기에 우리들이 도전 받게 될 3대 주요과제로서 인구문제, 자원(식량)문제, 환경문제를 한다. 현재 약 58억의 세계인구는 2015년 70억~80억, 2050년 94억~100억으로 증가 될 전망이며, 재생불능자원의 급속한 고갈은 물론 인구증가에 따른 식량부족으로 2010년 기아인구는 약 6억에 달하며, 특히 식량부족으로 인하여 인류는 생물학적 멸망의 가능성에 직면할 것이라 한다. 인간의 화석연료 남용으로 인한 지구 온난화문제는 인류의 생존자체를 위협하고, 급격한 수자원의 부족으로 세계인구 40%가 사는 80여개 국가가 물부족에 직면하여 향후 지역간 분쟁의 씨앗이 될것으로 예견된다.

II. 지속가능한개발

미래학자 Alvin Toffler는 인간에 의한 환경파괴 심각성을 개탄하면서, “우리는 자연이 낳아준 이자만으로 사는 것이 아니라, 자연이 이제까지 저축해 놓은 자본마저 까먹는 지경에 이르고 있다.”고 지적하고 있다.

세계 처음으로 1972년 개최된 환경관련 국제회의인 유엔인간환경회의에서 「인간환경선언」이 채택된 이후, 1987년 유엔산하 Brundtland 위원회에서 「환경적으로 건전하고 지속가능한 개발(Environmentally Sound and Sustainable Development: ESSD)」을 최초로 제의하였다. 「미래세대의 욕구를 충족시킬 수 있는 능력과 여건을 손상시키지 않는 범위내에서 현재세대의 욕구를 충족시키는 개발(ESSD)」만이 개발과 보전의 조화를 이룬다. 이런 개발방향이 미래의 지속적인 성장을 계속 할 수 있는 정책수단임을 강조 하였다. 따라서 1992년 브라질 리우데자네이로에서 개최되었던 유엔환경개발회의(UNCED)의 중앙·지방 정부가 실천해야 할 의제 21에서는 지속가능한 개발의 개념을 규정하였다.

모든 나라가 이 개념을 향후 개발사업의 기본방향으로 적용하도록 하였다. 국가간 오염규제를 강화하기위한 협약들이 체결되었다. 1987년 유해폐기물의 방출을 규제하는 바젤협약을 필두로 리우회담에서는 온실가스저감을 위한 기후변화협약과 생물종 다양성 협약들이 체결되었다.

1995년 표1.에서 보듯이 유엔환경개발위원회(UNCED)가 환경파괴를 경제비용으로 추산하였다. 그 비용은 국민총생산의 5 ~ 15%로 추정하였다.

표1. 환경피해의 경제적 비용

국 가	GNP 대비 환경피해(%)	GNP손실(억달러)
일 본	2	667
필리핀	4	18
미 국	4	2.274
구 서독	4	468
헝 가 리	5	14
코스타리카	8	5
브라질	10	447
멕시코	12	303
인도네시아	17	189
나이지리아	17	58

이와같은 녹색 국민총생산(Green GNP)만이 지속가능한 개발의 산물이다. 개인 기업 국가는 단기적 이윤보다 장기적 이윤(Long-Run Profit)과 사회적 후생(Social Benifit)을 극대화 시키는 개발이 지속가능하여 녹색 국민총생산을 증가시킨다.

1999년에는 시급하게 요구되는 실천전략인 몬트리올 의정서가 채택되었다. 오존층이 파괴되어 지구온난화를 가져오게 하는 프레온 가스(CFC) 냉매의 생산과 사용을 엄격히 규제하는 내용을 담고 있다.

이런 추세에 발맞추어 선진국의 기업들은 생태파괴를 기업의 비용으로 간주하는 자발적 환경책임 (Coalition of Environtally Responsible Economics)원칙을 발표하였다.

이들의 환경대응자세도 4가지 단계로 변화하였다. 첫째로 생태철학의 빈곤으로 단기적 이윤만 추구하고 환경규제에 소극적 대응단계, 둘째로 규제준수를 위한 실천방법을 인식하고 환경관리 체제를 구성하는 개선협력단계, 셋째로 환경성을 추구하고 새로운 법·제도를 도입하여 총체적 환경경영(TQEM)을 추진하는 진취적 단계, 넷째로 청정제품과 공정개발을 사업의 기회로 인식하는 오염의 사전 예방단계인 자발적 책임이 인식되고 있다.

Ⅲ. 우리의 환경실태

우리나라도 90년 중반이후 선진국대열에 들어선 것으로 착각할 정도였다. 경제협력개발기구에 가입하였고, 본격적인 자치시대가 열리면서 소비가 미덕인 사회풍조가 만연하였다.

선부른 선진국 모방이 전 국토를 마구 파헤쳤으며, 그 결과 각종 오염만 축적되었다. 한편, 주민들의 오염피해 사례에 접하면서 환경시민운동이 활기를 띠었다. 국가의 환경책임 의식도 한층 강화되었다. 그럼에도 불구하고 소비가 약화되기 보다는 커녕 증가추세가 지속되었고,국내 대기질은 화석에너지 사용의 급증으로 계속 악화일로에 있다. OECD 국가보다 1.6배의 많은 양을 사용하여 무역규제 대상의 경고국으로 전락하였다.

쓰레기 재활용율도 선진국(50-61%)에 비해 10-15%수준이다. 대부분의 폐기물들이 노천 투척되거나 불법매립되어 하천과 토양이 병들고 있다.

국내 수질도 4대 하천주변의 난개발에 따른 오염물의 무단 방류로 2 ~ 3급 수 수준이다.

각종 개발용수를 확보코저 지하수의 난개발도 여전하다. 우리 수자원도 용수 확보분쟁에서 헤어날 수 없을 것이다.

멀지않아 물도 공공자원에서 사유재산권으로 바뀔 것으로 예측된다. 1997년 말에 불어닥친 외환위기로 불어난 부채를 상환코저 무절제한 개발이 기승을 부리고 있다.

환경정책도 외환위기 전보다 후퇴한 느낌이다. 새만금호 매립사업도 사전 환경성을 검토하지 않고 추진하는 사례로서 지역경제 활성화는 물론 연안생태 계보전도 어렵다는 전망이다.

6.15 공동선언으로 경의선 복원공사와 남·북간 경제협력사업이 추진될 계획이다. 개성산업단지 조성사업도 생태계조사와 환경성을 사전에 검토한 후 수행되어야 지속가능한 개발이 된다.

제주지역의 환경수준은 타 지역보다는 청정하지만 과거에 비해서는 점점 파괴되고 있다.

중산간 지역에 들어선 축산단지에서 무단방류되는 폐수, 곳곳에 불법투척 매립된 생활 및 산업폐기물, 해변에 위치한 전분공장과 양식장에서 방류되는 폐수, 도심 또는 외곽에 위치한 세차장 또는 자동차 정비업소에서 방류되는 폐유, 정박중인 선박에서 배출되는 각종 폐기물, 어선에서 배출되는 각종 폐기물 등이 주요 오염원이다.

특히 연안오염으로 암반에 서식하는 해초들은 폐사되고, 석회해조류만 남아서 해저가 사막화되는 갯녹음(백화현상)이 확산되고 있다. 구체적인 이유는 알려져 있지 않지만, 공기중 이산화 탄소가 수온상승에 따라 용해되어 수중 칼슘이온과 반응하여 탄산칼슘이 생성되었기 때문이라는 설도 있다.

그리고 초여름 서쪽해역에 해수의 저염분 현상도 주기적으로 나타나고 있다. 이들을 규제하는 제도는 거의 완비하였는 데도, 집행상의 한계와 주민의 비협조로 그 효과는 미미하다

현재 지역의 환경질은 사후처리로 청정을 유지할 수 있다. 앞으로 국제자유도시가 건설되어 상주인구 150만 정도이면, 사후처리로는 지금의 질을 유지할 수 없고 사전 예방적인 대책으로 전환해야 할 것이다.

지역의 현안문제인 송악산 개발과 한라산 케이블카 건설은 개발과 보존의 조화라는 관점에서 문제의 해법을 찾아야 할 것이다.

IV. 각 주체 및 분야별 환경전략

IV-1. 주체별 환경전략

새천년 환경의 세기에 생태적 국제자유도시로 태어나 국제적 경쟁력을 갖는 도시건설을 위한 환경전략을 고찰한다.

첫째로, 환경과 경제의 대통합 원칙이 설정되어야 한다. 가정·기업·자치단체 및 국가의 모든 조직은 환경경영체계(ISO 14,001)를 구축해야 한다.

가정은 가계경제를 실천적 환경수칙에 맞추어 운영한다. 아울러 실천적 환경수칙의 보급에 앞장선다.

기업은 제품의 생산·운반·판매·사용·폐기 등 전 과정의 환경영향을 평가(Life Cycle Assessment)한다. 그래서 오염부하를 저감시키는 그린 마케팅(Green Marketing)으로 수출경쟁력을 제고한다.

유·무형의 환경비용과 환경편익을 비교하여 원가절감, 제품 및 공정의 개선 방향을 제시한다. 이에 따라 환경의 효과적인 의사결정을 수행할 수 있도록 환경회계를 도입한다.

에코레벨(Eco-Level)을 도입하여 국제환경인증이 없거나 열악한 상품의 수입을 금지한다.

ISO 14,001이나 EMAS를 취득하지 못한 기업의 수출금지 규정을 제정한다. 환경경영시스템(Life Cycle Environment Management System)을 도입하여 생산과 경영의 녹색화를 추진한다.

국제환경협약보다 엄격한 자체 규제기준을 설정하여 적용한다.

에너지와 원료 과다 사용공정에서 에너지와 원료를 최적화시켜 오염의 부하를 최소화 하는 청정생산체제로 개선하여 생산공정과 생산방식(PPMs)에 의한 무역규제에 대비한다.

오염자 부담원칙(Polluter Pay Principle)에 따라 배출부과금, 환경개선금부담금, 폐기물 예치 부담금 등 직접규제와 경제적 유인제를 시행하고 있으나 이것 역시 수동적 조치로서 효과의 한계성을 갖는다. 따라서 OECD에서 권장하는 자발적 협약인 환경세와 배출권거래제를 도입하여 기업 스스로 능동적 조치를 취한다.

자차단체와 국가는 사후관리 대책에서 벗어나 사전 예방적 대책을 적극 추진해야 한다.

개발계획의 수립단계나 개발사업의 입지선정에서 환경에 미치는 영향을 충분히 고려하여 친환경 개발의 타당성을 결정하는 사전 환경성 검토제를 엄격히 적용한다.

1999년 12. 13일에 시행당시에는 자연환경보전지역, 상수원보호구역 등 보존 목적의 용도지역내의 공공사업에만 적용하여 민간개발사업은 그 대상에서 제외되었다. 다른 법령에 의해 환경부와 미리 협의하는 행정계획이나 개발사업도 제외되었다. 2000년 8. 17 이 제도의 보완으로 본래의 기능을 되찾았다. 민간부문이 수행하는 자연환경보전지역, 개발제한구역, 농림지역, 준농림지역, 산림 등 보존용도지역에서 일정규모 이상의 개발사업도 적용대상에 포함시켰다. 사업계획의 내용, 대상지역의 토지이용 및 오염도·원현황, 생태자료, 개발시 환경에 미치는 영향예측과 저감방안 등이 구체적으로 의무화시켰다. 협의기관과 수행기관을 특정화시켰다. 환경영향이 정성·량적 관점에서 부실하면 계획의 취소와 사업의 축소조정을 강제화시켰다. 검토결과의 객관성, 중립성 및 전문성을 제고하기 위해 각 분야 전문가로 구성된 전문위원회의 심의를 받도록 하였다. 주민 환경단체들을 공동참여시켜 심의내용의 신뢰성을 보장하였다. 1999년 12. 31부터 재해·교통·인구·경관·지하수 등의 평가를 환경영향평가제에 통합시켜 시행하도록 개선하였다. 통합평가의 대상사업이 아니라도 자치단체가 판단하여 필요하다고 인정되는 소규모 사업도 통합평가를 받도록 조례에 위임하였다.

제주의 경우 1999년, 5. 26, 제주도 특별법개정으로 경관을 환경영향평가에 통합시켰다. 지하수·교통·재해평가는 살려 통합평가의 졸속을 방지하였다. 2000년, 1. 28, 제주도 개발특별법 29조의 특례규정에 사전 환경성 검토제를 도입하였다.

민간개발사업중에서도 환경영향평가대상사업, 다른 법령에 의해 환경부 장관이나 지방환경관리청장과 사전 협의하는 행정계획 또는 개발사업은 사전 환경성 검토제의 적용을 배제시켜 개발과 보전을 조화시켰다.

이해관계자들을 참여시켜 협의내용불이행시 공사를 중지하도록 하는 협의행위의 기속력을 강화시켰다.

협의·재협의 절차가 완료되기전에 공사시 5년이하의 징역 또는 5,000만원이하의 벌금에 처하도록 예방적 기능도 강화시켰다.

이런 두 제도가 실효성을 갖기 위해서는 지리정보시스템(GIS)자료를 적극 활용해야 한다.

이 자료에 의해 판정된 개발이 허용된 지역에 대해서는 환경성 검토만을 적용한다. 보전등급이 낮은 지역에 대해서는 환경성 검토와 통합영향평가를 동시에 적용하는 것도 고려할 만 하다.

사전환경성 검토제, 통합영향평가와 아울러 국립공원, 상수원보호구역, 습지, 갯벌, 백두대간, DMZ지역 등 국토전체의 환경정보를 구축하여 국토종합개발계획을 조정·제어하는 국토환경종합계획을 수립하여야 한다.

기존에 작성하여 따로 놓고 있는 제주도 자연환경보전 기본방침, 중산간 지역 종합조사, 환경지표를 골격으로 하여 제주환경종합계획을 수립하여, 이 계획이 제주개발계획을 조정·제어해야 한다.

둘째로 기존 산업구조의 개편이다.

저렴한 노동력·원료·에너지에 의존하는 산업체제로 오염을 사후에 저감시키는 기능은 이미 한계에 이르렀다. 에너지와 자원의 효율을 극대화시키는 방향으로 개편해야 한다. 오염방출이 거의 제로에 근접하여 생태에 무해한 제품을 공급하는 청정생산구조로 시급히 가야 한다.

초기에는 청정기술에 의한 오염저감비용이 많이 소요되나, 일정시간이 지나면 오히려 비용이 감소된다.

셋째로 녹색소비자운동의 생활화이다.

1994년 영국의 녹색제품 구매계획(Green Procurement Program)에서 시작된 운동이 1995년 미국의 청정제품 구매계획, 1996년 일본의 녹색제품 추천리스트제와 구매망 구성으로 확산되었다. 1998년 드디어 녹색상품 구매네트워크(GPN)가 발족하였다. 국내에서만 활동하고 있는 녹색소비자운동도 국가간 유대를 강화시키는 방향으로 전개해야 한다. 따라서 녹색제품의 생산·유통을 유인·감시하고, 이에 따르지 않는 기업에 대해서는 강력한 불매운동을 벌인다.

자율적인 환경관리의 일환인 환경안전 검진제, 자가측정제, 환경신문고, 민간에 의한 환경분쟁조정제 등을 도입한다.

각 주체별 환경전략을 보았듯이, 우리의 환경실상은 경제적 수단에 중점을 둔 정부의 사전 관리정책하에 기업이 관심을 갖는 3단계수준이다.

이 주체별 전략을 통합시킬 체계가 구축되지 않으면 환경·기업 모두 생존 하기가 어렵다.

따라서 환경과 기업이 공존할 수 있는 윈-윈 전략은 생태경영을 중시하는 기업과 지역주민이 오염저감에 대한 실천적 노력을 경주해야하고, 이들을 선도해나가는 일관성 있는 정책의 조화가 시급하다.

IV-2. 각 분야별 환경전략

첫째로 수자원 분야이다.

하천이 없는 제주의 수자원은 지하수이다. 따라서 지하수는 생명수이다. 화산회토와 현무암층인 투수성 지질구조를 거쳐 부존되는 지하수는 세계에서 가장 물맛이 좋고, 각종 미네랄 성분이 함유된 건강수로도 알려져 있다. 최근 무절제한 지하수 개발로 해변의 지하수 수질이 불량한 곳도 있다.

1998년 12월 기준, 도내 총 지하수 관정수는 5,076공이다. 담지하수 공이 4,406곳, 염지하수 공이 610곳이다. 담지하수 관정은 공관정 984곳과 사관정 3,482곳이다. 사용되지 않는 폐관정은 제주시 20곳, 서귀포시 13소곳, 남제주군 12곳, 북제주군 12곳이다.

표 2. 지하수관정 현황

구분	계	담지하수			염지하수	
		소 계	공 공	사 설		
계	5,076 (54)	4,466 (47)	984 (7)	3,482 (40)	610 (7)	
집계	소계	4,719	4,118	638	3,482	601
	사용	4,467	3,906	627	3,279	561
	미사용	252	212	9	203	40
제외	소계	357	348	348		9
	이용허가중	347	344	344		3
	부속도서	10	4	4		6
	원상복구	(54)	(47)	(7)	(40)	(7)

폐공의 원인은 표 3.에서 보듯이 주로 토지형질변경에 의한 미사용이다. 그 외 염소이온의 과다, 수질불량, 수량부족 등이 있다. 이에 대한 대책이 마련되지 않으면 지하수 수질은 악화될 것이다.

표 3. 폐관정 발생원인

구 분 지 역	계	폐공 원인					
		수질불량	수량부족	용도상실	과다염이 온	토지형질 변경	기타
계	47	5	2	8	6	122	4
제주시	20	5	2	5		6	2
서귀포시	13				1	12	
북제주군	2					1	1
남제주군	12			3	5	3	1

지역별 지하수 이용량은 표 4.과 같다

1일 총이용량은 209,785m³/d이다. 공관정이 140,706m³/d, 사관정이 69,079m³/d이다. 공관정 공당 평균이용량은 221m³/d로서 사관정 20m³/d보다 11배 많다. 지역별로는 남제주군이 70,223m³/d로 가장 많고, 서귀포시가 25,739m³/d로 가장 적다.

표 4. 지역별 지하수 이용량

구 분 지 역	계		공 공		사 설	
	공수(개)	이용량	공수(개)	이용량	공수(개)	이용량
계	4,118	209,785	636	140,706	3,428	69,079
제주시	844	60,800	112	39,662	732	21,138
서귀포시	998	25,739	54	8,804	944	16,935
북제주군	651	53,023	223	42,953	428	10,070
남제주군	1,625	70,223	247	49,287	1,378	20,936

표 5.에 용도별 지하수 이용량이 나와 있다.

생활용수가 126,885m³/d, 농축 수산용수가 72,302m³/d, 공업용수가 9,048 m³/d, 기타용수가 1,550 m³/d이다.

표 5. 용도별 지하수 이용량

구 표 3. 폐관정 발생원인 분	양수능력	이 용 량			일평균 이 용 율 (%)	일 최 대 이 용 륜 (%)
		년 간 이 용 량(m/y)	일 평 균 이 용 량(m/d)	일 최 대 이 용 량(m/d)		
계	900,603	76,571,525	209,785	523,210	23.3	58.1
생활용수	318,752	46,313,925	126,885	211,143	39.8	66.2
농수축 수	536,841	26,390,230	72,302	285,691	13.5	53.2
공업용수	38,114	3,302,520	9,048	23,538	23.7	61.8
기 타	6,896	565,750	1,550	2,838	22.5	41.2

점오염원으로 표 6.에서 보듯이 폐수배출시설이 538 개소, 오수정화시설이 879 개소, 지하저장탱크시설이 575개소, 축산폐수시설이 646 개소, 지정폐기물 관련시설이 580 개소 등, 10종 3,486개소가 있다.

주로 제주도 지역에 1,506 개소(43%)가 집중 분포된다.

해발 200m 이하 지역에 3,099개소(89%)가 분포되고, 200m이상 주로 서부지역에 축산폐수배출시설 191개소(30%)가 분산 위치한다.

오염원별 폐수발생량은 생활하수가 148,142.84m³/d, 산업폐수가 322,524.93 m³/d, 축산폐수가 3,218.78 m³/d 이다. 총 오염부하량은 생물학적 산소요구량 (BOD)이 125,233.79 kg/d,

화학적 산소요구량 (COD)이 48.76kg/d, 부유고형물 (SS)이 265,230.95kg/d, 총 질소(T-N)가 14,345.15kg/d, 총 인(T-P)이 2,618.45kg/d이다. 총 질소와 인은 화학비료를 사용하는 농가인 비점오염원에서 나타났다.

표 6. 지하수 점오염원 현황

구분	계	제주시	서귀포시	북제주군	남제주군
소 계	3, 486	1,506	534	851	595
폐수 배출 시설	538	289	52	116	81
오수 정화 시설	879	566	126	130	57
지하저장 탱크시설	535	207	170	75	123
토양오염 유발시설	236	96	49	50	41
축산폐수 배출시설	646	20	38	390	198
지정폐기물시설	580	326	95	79	80
쓰레기매립장	32	2	4	11	15
골프장	11	3	2	2	4

인위적 오염원에 의해 오염되지 않은 지하수의 수질은 표 7.과 같다. 해발 50m이상의 관정에 대해, 염소이온 농도는 동부지역에서 59.34 mg/ℓ 로 가장 높고, 북부지역에서 13.2mg/ℓ 로 가장 낮다.

표 7. 지역별 지하수 수질

구분 지역	Na	Ca	K	Mg	HCO	SO	Cl	질산성 질소	암모니아성 질소
동 부	18.73	3.34	4.87	2.87	29.67	8.46	59.34	2.352	0.00
서 부	11.28	8.11	6.49	4.56	36.75	3.46	17.78	1.454	0.02
남 부	8.30	2.26	2.14	2.47	29.13	4.13	16.14	2.190	0.00
기 타	7.58	2.12	2.26	2.61	32.46	3.11	13.28	0.945	0.00

구좌 · 성산이 67.42 mg/ℓ로 가장 높고, 안덕이 11.85mg/ℓ로 가장 낮다. 질산성 질소의 농도는 오히려 동부지역에서 2.352mg/ℓ로 가장 높고, 북부지역에서 0.945mg/ℓ로 가장 낮다.

수역별 지하수 성분의 농도가 표 8.에 나와 있다.

해발 150m이상의 관정에 대해 수역별로 보면, 축산단지가 많은 환경이 7.99mg/ℓ로 가장 높고, 구좌가 2.71mg/ℓ로 가장 낮다.

현재의 지하수 수질은 국부적으로 불량한 데도 있으나, 대체적으로 청정한 수준이다.

역시 축산단지가 많은 서부지역이 가장 높고, 축산단지가 없는 동부지역이 낮다.

표 8. 수역별 지하수 수질

성분 수역	질산성 질소	암모니아성 질소	염소이온	황산이온	경도	철
도 전체	53.38	0.01	23.03	4.26	49.98	0.02
구 좌	2.71	0.00	67.42	8.11	54.54	0.00
동제주	4.59	0.01	29.52	3.50	40.00	0.00
서제주	4.11	0.00	14.35	3.01	41.81	0.00
한 경	7.99	0.00	24.97	5.96	63.53	0.03
대 정	6.56	0.05	23.19	4.84	50.89	0.00
서 서귀	5.47	0.00	15.26	5.41	70.64	0.00
동 서귀	6.90	0.01	15.72	3.31	46.81	0.00
남 원	5.50	0.01	29.08	1.31	36.25	0.00
성 산	2.84	0.00	54.55	6.21	56.73	0.01

이용가능한 지하수량도 55만 도민이 생활하는 데 충분하다고 알려져 있다. 국제자유도시가 개발되면서 155만 - 200만 인구가 상주하게 될 때 청정수의 안정적인 용수공급과 생태도시 건설의 방안을 모색하지 않을 수 없다.

첫째로 투수성이 매우 높은 지질구조로 비 포화대가 두꺼워 지하수면까지 깊이가 깊고, 습도가 높은 도서지역임을 고려할 때, 하천유출량 자료가 불충분하고, 비합리적인 증·발산량 등으로 지하수 함양량추산이 신뢰성을 결여하고 있다. 투수성 지질의 형태로 용암동굴, 습굴, 꽃자왈, 오름, 스코리아류 퇴적층들은 동·서로 분포되고, 하천은 남·북으로 분포되어 있다.

따라서 축척 1/5만 지질도를 비롯하여 수위, 수질, 하천유출량, 용천수 현황 조사, 습굴, 용암동굴, 꽃자왈의 투수성 지질구조 조사, 지하수의 개발 이용 실태조사 등 지하수관리의 기반을 구축하는 지하수환경기초조사를 통해 이용가능한 지하수량을 추산하여야 한다.

아울러 지하수의 부존특성의 과학적 조사를 통해 개발가능한 지하수량을 추산해야 한다.

둘째로 GIS시스템에 의한 지하수보전지구의 토지이용을 엄격히 제한한다. 지하수의 공개념관 차원에서 공수적 관리체제로 전환하여 광역용수공급체계를 구축한다. 지하수 이용량이 적정 이용가능량의 58%로 제한되고 있기에 지하수 관정의 독점·배타적 이용권 규제(허가량 감소, 기간연장 불허)와 공동이용제의 활성화(원수대금 감액, 수질검사 대행 등)를 도모한다.

지표수와 용천수를 활용하는 수자원이용의 다원화를 모색한다. 폐공과 점오염원의 관리를 강화한다.

셋째로 지하수 개발량은 적정이용가능량의 53.3%수준이나, 구제주와 대정지역의 지하수 개발량은 해당수역의 적정이용가능량을 초과하였다.

특히 가뭄시에는 함양량 부족에 따라 지하수 장해가 발생할 수도 있다.

지하수영향평가 기준도 대수층의 능력에 따라 차등적용해야 한다.

아울러 지역개발세, 수질개선부담금, 지하수원수대금을 지하수이용부담금제로 일원화시켜 수자원 관리기금을 확보한다.

넷째로 심도별 지하수의 염소이온 농도를 측정하여 담·염수 경계면의 분포를 예측함으로써 개발한계심도를 추산해야 한다.

다섯째로 생태도시분야이다.

생태의 기본 서식지는 생태 숲이다. 환경이 훼손됨에 따라 생태 숲인 산림의 보전논쟁이 지속되고 있다. 산림에는 경제적 기능과 공익적 기능이 있다. 그럼에도 우리는 이의 경제적 기능에만 치우쳐 왔다. 홍수방지, 수원함양, 수질정화, 광합성을 통한 대기정화, 토사유출과 산사태에 의한 토양침식을 막아주는 국토보전, 쾌적한 휴식공간제공, 휴양, 야생동물보호, 소음 진동경감, 방풍 등 공익적 기능들이 무시되어 왔다.

특히 대기정화기능을 정량적으로 고찰한 사례도 있다.

1ha의 생태 숲은 250명이 배출하는 일산화 탄소(CO)를 정화시킨다. 1만 ha 숲은 250만명이 배출하는 일산화 탄소(CO)를 정화시킨다.

8만대자동차에서 배출하는 일산화 탄소(CO)의 양은 3백만명이 배출하는 일산화 탄소의 양과 같다.

표 9.에서 보는바와 같이 산림의 공익적 기능을 경제적 기능으로 환산하면, 수원함양이 99,300억원(29%), 대기정화가 72,280억원(21%), 휴양이 44,880억원(13%)이다.

표9. 산림의 공익적 기능의 평가

기능별	평가액	비율(%)
계	364,110	100
수원함양	99,300	29
대기정화	72,280	27
토사유출방지	64,000	28
산림휴양	44,880	13
산림정수	41,230	12
토사분리방지	16,630	5
야생동물보호	7,790	2

지역의 생태도시 자원으로 숲에 못지 않게 주요한 자원이 오름이다. 오름은 지하 심부에 있는 마그마가 화산활동의 일환으로 분출하면서 나온 용암이나 화산쇄설물들이 냉각 퇴적된 것이다. 이런 오름은 전이를 통해 식생이 정착된다. 풍화, 침식과 같은 자연적 교란이 지속되어 토양화된 새로운 오름표면으로 식물이 들어와 식생이 정착되는 1차 전이와 산불, 벌채, 경작 등 인위적 교란으로 식생이 파괴된 자리에 다른 식물이 정착하는 2차 전이에 의해 오름식생이 변한다. 이렇게 풍화작용과 같은 자연적 요인, 생태적 요인과 인위적 요인에 의해 오름식생이 훼손된다. 태풍, 폭우와 같은 자연적 요인이 답압, 식물의 도채, 인공시설물, 역사자원의 훼손 망실, 조림의 부정적 기능, 조망권의 질적저하 등과 같은 인위적 요인에 합쳐져 나타나는 복합적 요인들에 의해 훼손이 증가하고 있다. 이런 요인들에 의해 훼손된 오름현황은 표10.과 같다. 도내 오름의 수는 368개이다. 제주시에 59개, 서귀포시에 37개, 북제주군에 151개, 남제주군에 121개가 있다. 특히 북제주군 동부지역에 오름이 몰려 있다. 절대보전지역으로 지정된 총 오름수는 77개로서, 제주시가 11개, 서귀포시가 12개, 북제주군이 76개, 남제주군이 85개이다. 아울러 상대보전지역으로 지정된 오름수는 184개로서, 제주시가 11개, 서귀포시가 12개, 북제주군이 76개, 남제주군이 85개이다.

표10. 오름훼손 현황

훼손유형	오름명	훼손현상
식물자원 훼손	돌오름	삼나무, 편백, 리키테다 소나무, 비자나무
	다랑쉬	삼나무, 편백, 왕벚나무
	물영아리	삼나무, 편백, 해송
	노리손이	삼나무, 해송, 편백
	산방산	분재용 도채
경관자원 훼손	도두봉	시멘트 도로, 경작지
	금오름	정상진입용 시멘트 도로, 방송탑, 통신탑
	다랑쉬	답압, 건축물, 조림에 의한 경관장해
	누운오름	절개지, 도로, 송이채취, 화구륜 붕괴
	아부오름	답압피해, 경계림과 부조화
지형지질자원 훼손	주채오름	송이채취
	누운오름	송이채취, 도로시설
	논오름	건축물 시설 및 농경지 조성
	업계오름	오름관통로 및 경작지 조성
	하 논	감귤과수원, 논의 경작지 조성

훼손된 오름의 식생을 보전관리하기 위해서는 법·제도적 접근이 이루어져야 한다. 인문·식물·생태·지형·지질·경관·생태관광·환경자원적 가치가 있는 오름의 보전·관리의 기본계획을 수립하여 집행한다.

구체적으로는 오름의 학술조사 및 이의 모니터링을 지속적으로 이행하고, 오름을 도·국립공원으로 지정하여 관리한다. 각종 시설·건축물의 유치를 최소화한다. 연구목적 이외의 송이채취를 원칙적으로 불허한다.

아울러 오름탐방교실을 운영하여 이의 생태적 가치를 홍보하여, 오름을 도민 마을의 공동소유로 인식케 하는 National Trust 운동을 전개한다.

예약탐방제를 도입하여 오름출입을 금지시킨다.

여섯째로 대기분야이다.

자동차보유율이 전국 최고로 대기질이 악화될 것으로 기대되지만, 지형·기상조건이 타지와 특이하여 대기오염에 의한 피해는 나타나고 있지 않다. 그러나 계절에 따라 일부지역에서는 지역환경기준치에 육박하는 곳도 있다. 따라서 계절에 무관하게 대기의 청정질을 유지하기 위해서는 제주시와 북제주군 2곳에 설치한 상시측정망을 확대 운영하고, 현재 측정하고 있는 SO₂, NO₂, TSP, O₃, CO, CH의 5개 항목을 늘려야 한다. 오염물을 흡수할 수 있는 녹지공간을 도심내에 확충한다. 사업장별로 자가측정제를 도입하여 오염물을 저감시키며, 이에 상응하는 인센티브를 부여한다.

화석연료에 의존하는 교통수단을 천연가스로 대체하고, 대중교통이용과 자전거타기를 실천하는 운동을 장려한다.

일곱째로, 폐기물분야이다.

종량제 실시 이후 쓰레기 방출량은 현저히 감소하였으나 아직도 쓰레기의 불법 투기가 이루어지고 있다. 2차 산업이 빈약하여 유해폐기물의 방출은 타지역에 비해 대단히 적으나, 불법 투기되는 대부분의 폐기물은 생활쓰레기이고 일부가 공사장·양식장·전분공장 폐기물이다. 이의 처리는 기초자치단체가 수행하고 있어 환경기초시설을 건설하는데 지역간 갈등이 증폭되고 있다. 폐기물의 방출을 억제하려면 사후처리가 한계를 보여, 사전 예방적 차원에서 주민들의 적극적 협조하에 폐기물방출의 낮은 지역별처리 시스템이 아닌 광역폐기물 종합처리시스템으로 전환하여야 한다. 따라서 소각을 최소화하고 재활용을 극대화시켜야 한다.

여덟째로 토양오염분야이다

제주토양은 63개통으로 분류된다. 토양군으로는 동귀-귀엄-용흥토양군, 중문-오라-구좌토양군, 평대-구엄-용흥토양군, 흑악-노로-적악토양군의 4개군으로 분류된다.

중문통, 오라통, 구좌통, 제주통, 흑악통의 면적은 각각 141.5km², 139.6km², 136.8km², 122.4km², 116.5km² 이다. 이들의 평균토심은 60cm 이며, 유효토심이 50 ~ 75cm인 지역이 도 전체면적의 33.4%이다.

유효토심이 100cm 이상인 지역의 면적은 272.9km²로서 전체면적의 14.9%이고, 25cm 이하인 지역은 371.4km²로서 전체면적의 33.4%를 차지한다.

대체적으로 제주토양의 토심은 외지토양의 토심보다 낮다.

대부분 화산회토로 구성된 제주 토양의 물리·화학적 성질이 외지 토양과 현저히 다르다.

토양의 밀도가 낮아 공극율이 높고, 풍식에 대한 저항성이 낮아 강수의 침투 속도가 빠르다. 이에 따라 오염물의 탈착이 쉬우며, 특히 질소 보다 인산을 흡착시켜 고정시키는 능력이 크다.

도내 감귤원, 농경지에 화학비료 사용량은 116.129톤, 골프장 감귤원에 농약 사용량은 5.515톤이다.

표 11. 국가별 화학비료 사용량(kg/ha)

구 분		계	전	답	과수원	대 지	도 로	임 야	기 타
1998	계	1,845.88	349.48	8.41	182.45	43.00	65.76	932.99	263.79
	제주시	255.33	32.33	0.63	28.48	11.78	10.47	131.11	40.53
	서귀포시	254.57	34.69	3.59	30.11	7.39	7.46	152.24	20.09
	북제주군	721.02	170.08	2.71	44.77	12.62	26.63	343.64	120.57
	남제주군	614.96	113.38	1.48	79.09	11.21	21.20	306.00	82.67

경작면적당 비료사용량은 미국보다 12.4배, 일본보다 2.8배로서 전국평균보다 2.9배 높다. 표 11.을 보면 제주도의 단위면적당 비료사용지수가 292kg/ha로서 다른 나라의 거의 3배에 육박한다. 따라서 질소비료의 과용으로 일부 지역이 질산성 질소로 오염되고 있다.

농약의 용도는 수도·원예용 살균 살충제와 제초제이다. 4개골프장이 사용하는 농약의 양은 21.19톤으로 면적당으로는 36.8kg/ha이다.

비료와 농약을 주로 사용하는 토지이용현황을 표 12.에서 보면 도 전체 면적의 50.5%인 933km² 가 임야이다.

전이 18.9%로서 349.5km²이고, 과수원이 9.9%로서 182.4km²를 차지한다.

1995년 이후 전 담과 임야의 면적은 매년 감소하고, 과수원 도로와 대지 면적은 매년 증가하는 추세이다.

과수원의 면적은 남제주군이 가장 높아 농약과 비료에 의한 오염가능성이 높다.

표 12. 토지이용현황 (km²)

국 가	질 소	인 산	칼 립	계	지 수
미 국	50.8	19.7	23.1	93.6	23
독 일	206.3	86.2	118.8	411.3	103
일 본	136.7	155.1	123.3	415.1	104
뉴질랜드	72.8	511.8	147.6	732.3	183
한 국	205.3	90.7	103.8	399.9	100
제 주	503.4	310.4	353.4	1,167.2	292

아홉째로 청정기술기반의 조성이다.

우리 산업구조는 철강, 비철금속, 석유화학, 시멘트, 제지 등 오염부하와 에너지 소비가 큰 업종이 대부분이다. 이에 의한 외형은 성장하였다. 그러나 개발과 환경이 부조화로 환경의 각 분야가 오염되고 있다. 범 지구적인 이슈인 지구 온난화, 오존층 파괴, 산성비, 수자원 고갈 등이 21세기 현안과제가 되었다.

정부도 GNP대비 환경기술 투자비율은 0.2%내외이다. 선진국의 0.5~1%에 비해 크게 낮은 실정이다. 그 기술은 발생한 오염물을 사후에 처리하는 EOP(End of Pipe) 수준이다. 민간부문의 투자도 생산비용을 증가시킨다는 인식하에 아주 열악하다.

환경설비투자도 원가상승을 가져온다는 인식하에 전체 설비의 2%로서 선진국의 4~5%에 비해 크게 낮다.

이들을 해결하기에는 현재의 환경 기술과 행정으로는 대처하기에 이미 한계에 이르렀다. 따라서 오염을 근원적으로 해결하기 위해 해결하기 위해 1970년대 중반부터 미국 등 선진국들이 청정기술을 개발하기 시작하였다.

1980년 중반부터 오염물의 원천적 감량(Source Reduction), 폐기물의 회수(Waste Recovery)와 재사용(Reuse), 3 R을 최상의 개념으로 오염물유출을 우선적으로 억제하고, 불가피한 오염물만 적절히 처리 폐기하자는 개념이 자리잡게 되었다. 표 13과 같이 오염예방순위(Pollution Prevention Hierachy)을 도입하여 산업체 스스로가 청정기술의 개발에 관심을 갖게 되었다. 이런 취지로 개발되는 청정기술은 단순히 오염물의 발생을 저감시키거나 억제하기 위한 재활용이나 공정개선과 같은 단순기술이 아니다. 오염물을 근원적으로 제거하는 공정기술로서 태양전지와 수소같은 청정연료, 생분해성 플라스틱과 계면활성제 프레온 대체물과 같은 친환경적 제품을 생산하는 기술이다.

표 13. 오염예방순위(Pollution Protection Hierachy)

우선순위	방 법	수 단
1	원천감량	공정개선,제품개량,서비스수명연장,발생원차단
2	회수 재사용	재사용,복원,용매회수,유용물질회수
3	처리	안정화,중화,침전,소각,열분해
4	폐기	위생매립

청정기술은 일정단계에 이르르면 총비용 측면에서 새로운 수요를 창출하고, 재활용에 의해 원가절감효과의 상승으로 경제성이 보장된다. 사전예방 기술이기에 위험성이 현저히 낮은 안정한 기술이다. 화학공학의 새로운 분야인 청정단위조작 및 공정기술이 핵심기술이다. 아울러 국제환경기준에 원천적으로 대처하여 WTO체제하의 국제수출시장에서 경쟁력을 확보할 수 있는 분야이다.

미국은 환경기술에 대한 연구개발(R&D)지원중 청정기술이 55%를 차지하고, 2020년까지 폐기물 발생, 화석에너지 사용과 자원을 각각 국내총생산(GDP)에 기준하여 40-50%/GDP, 30-40%/GDP, 20-25%/GDP로 감소시키는 목표로 많은 투자와 노력을 기울이고 있다.

일본은 1974년 산업과 생태주의의 조화라는 취지로 신에너지 기술개발을 위한 연구계획(Sunshine Project)으로 청정기술을 개발하기 시작하였다.

1992년에 Aquo Renaissance(물재활용기술)에 5억 7천억원을 지원하였다.

영국은 1988년 환경부에 환경청정기술지원금제도를 신설하여 청정기술개발(Environmental Innovation Technology S 초든) 프로젝트에 150억원을 지원하였다.

프랑스는 문화중심의 국가이여 환경에 대한 시각이 앞섰다. 따라서 청정기술이란 개념도 가장 먼저 도입하였고, 청정제품의 사용과 자원 재활용을 적극 추진하고 있다.

1998년 11월, 몬트리올 의정서의 오존층 파괴물질(CFCs)의 규제와 이의 대체물질 개발이 주요 이슈로 부각하면서 국내에서도 청정생산기술의 개발에 착수하였다. 기업들도 환경경영을 위해 동참하고 있다. 중소기업의 단위사업장 수준에서 청정기술이 개발되고 있다.

국내 청정기술의 수준과 동향이 표 14에 나와 있다. 현재 수준은 기초기술 습득단계이다.

정부는 이미 1995년 12월에 환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률을 제정하면서 청정기술의 기반을 구축하였다.

표 14. 국내청정기술의 수준

분 야	선진국대비수준	기술개발현황	주요추진사업	담당부서
청정요소기술	13 ~ 30%	기술습득단계	G-7프로젝트	산자부
청정공정단계	20 ~ 30%	기술적용단계	G-7과청정생산기술	환경·산자부
청정제품단계	20 ~ 30%	기술습득단계	G-7과청정생산기술	환경·산자부
청정미래기술	10 ~ 20%	기술습득단계	청정생산기술	산자부

산업자원부 산하에 한국생산기술원을 설치하여 청정기술개발에 많은 노력과 지원을 기울이고 있다. 1994년에 공업기반기술 (G-7 프로젝트 포함)의 R&D에 1,068억을 지원하였다. G-7 기술개발사업에도 정부와 민간이 총 4,315억원을 투자하였고, 특히 저오염 무공해 공정기술에 9억원, 청정제품에 6,2억원, 청정기법개발에 6.3억원을 지원하였다.

표 15.를 보면 향후 10년간 단위 청정기술의 개발목표 분야별 중점과제와 추진사업이 나와 있다.

표 15.기술개발 목표와 분야별 중점과제

단 계	1단계(1998-2007)	2단계(2008-2017)	3단계(2018-2027)
기술개발목표	청정기술국산화율 40%	청정기술국산화율 60%	청정기술국산화율 80%
	부산물 폐에너지 회수 60%	자원 에너지 이용의 최적화	자원 에너지 이용효율 감시 및 관리
	청정요소기술개발	청정제품 기술개발	산업체 오염물배출 중 합관리
	LCA기법의 정착 및 실용화	저공해 에너지 기술개 발	
단 계	1단계(")	2단계 (")	3단계(")
청정요 소기술	LCA적용기술	초임계유 활용기술	수처리 전문기술
	청정작업법개발	미량성분제거기술	시스템 이용기술 개발
	막분리기술		
청정공 정기술	유가금속회수기술	저오염공정기술	에너지최적화기술
	원료회수기술	공정수회수기술	폐열이용기술
청정제 품기술	오염저감용 첨가제	용출조절물질	
	저오염 용매개발	생분해고분자·유화제	
청정미 래기술	대체에너지 개발		태양 및 풍력에너지

우리지역도 2010년을 목표로 복합기능의 국제자유도시를 건설하고 있다. 국제자유도시로서 경쟁력을 배가시키기 위해서는 청정기술의 기반을 조성해야 한다.

1차산업의 특화와 오염의 사전 예방을 위한 생명공학을 중심으로 한 청정기술의 인프라 구축에 매진해야 한다.

V. 결론

환경주체와 분야별 전략을 고찰하였다. 지역내에서도 개발과 환경에 대한 논쟁이 지속중이다. 이것 역시 통합의 자세가 결여되면 제로 섬의 결과밖에 도출할 수가 없다. 남·북간 경협이 활성화되면서 왕래가 자유로워질 때 제주를 찾는 투자자와 관광객수가 지역경제에 미치는 효과도 고려하는 통합의 자세에서 포지티브 섬의 결과를 도출하는 방향으로 나아가지 않을 수 없다. 따라서 환경과 기업·지역이 공존할 수 있는 윈-윈 전략은 생태경영·행정을 중시하는 기업과 지역주민이 오염저감에 대한 실천적 노력을 경주해야 하고, 이들을 선도해 나가는 중앙·지방 정부의 일관성있는 정책의 조화가 시급하다.

VI. 참고문헌

1. 에코비전 21, 10권 (2000)
2. 에코비전 21, 11권 (2000)
3. 제주시, 인간과 자연이 함께하는 제주시의 환경, (2000)
4. 제주발전연구원, 제주오름의 보전·관리방안 (2000)
5. 농업기반공사, 제주도 지하수 관리계획 수립 (2000)
6. 제주도, 환경백서 (1999)