



기준학

현대환경연구소 수석연구원
이학박사

기후변화협약 대응 방안

요 약

(1) 기후변화협약 대응 필요성

- 우리 나라는 1998년 현재 세계 제 11위의 이산화탄소 배출국으로서 OECD 가입 후 감축의무를 지우려는 선진국들의 압력을 거세게 받고 있음
- 우리 나라 환경전문가 중 73.5%가 향후 5년 이내에 이산화탄소 의무 감축 부담을 지게 될 것으로 전망하고 있는 것으로 조사됨
- 외환위기로 인해 산업활동이 위축되었던 1998년에 이산화탄소 배출량은 11.3% 감소하였으나 1999년에는 전년 대비 9.4% 증가하였고 금년에는 8% 정도 늘어나 1억2,061만 탄소톤에 이를 것으로 전망되는 등 꾸준히 증가하는 추세를 보임

(2) 기술적인 대안 마련의 시의성

- 의무 부담을 결국 지게 될 것이므로 환경 전문가들은 이산화탄소 저감기술의 개발이 아주 시급하거나 (52.4%) 시급하다(47.6%)고 생각하고 있음
- 교토의정서에 따라 의무감축 국가들이 2008~2012년 동안 이산화탄소를 저감해야 하는 양은 약 8억 탄소톤에 이를 것으로 보여 새로운 환경시장이 형성될 전망이다

(3) 기술적인 대안 개발 방향

- 배출구로부터 이산화탄소를 분리하는 기술 중에서 우리나라의 상황에 가장 유효한 기술로 전문가들은 34.0%가 흡수기술을, 30.0%가 흡착기술을 선정함
- 우리 전문가들은 실용성과 현실성을 기초로, 분리된 이산화탄소를 처리하는 방안으로서 36.8%가 산업원료 활용을 우선적인 것으로 지목하였으며 다음은 25.8%가 深海 투기라고 답변함

(4) 시사점

- 전문가 설문조사 자료를 분석할 때 향후 5년 이내에 기후변화협약 의무감축국에 가입하게 되겠지만 이산화탄소 분리 및 처리기술과 같은 기술적인 대안이 향후 10년 이내에 실현되어 협약에 대처할 수 있을 것으로 전망됨
- 따라서 정부는 이산화탄소 분리 및 처리기술의 상용화를 위한 기술개발 지원에 적극 나서야 하며 이를 적극 활용, 협약에 보다 전향적이고 능동적으로 대처해야 함
- 기업은 에너지 절감 및 효율 극대화를 통해 규제에 대비하는 규제준수 전략뿐만 아니라 연간 180억~800억 달러 규모에 이를 것으로 예상되는 환경 新시장인 이산화탄소 처리시장을 선점할 수 있도록 적극적인 기술개발에 나서는 시장창출 전략도 고려해야 함

1. 연구 목적 및 방법

○ 교토메카니즘에 대한 이행기준을 마련하기 위해 지난 13~24일까지 네덜란드 헤이그에서 개최되는 기후변화 협약 제6차 당사국총회를 맞아 기술적인 대안을 통한 대응 가능성을 모색하였음

- 이를 위해 환경 및 에너지 관련 전문가 83명을 대상으로 현대경제연구원 코스모리서치 센터에 조사를 의뢰하여 10월 13~18일까지 6일간 팩스 조사를 진행함
 자료는 학계에서 26명, 각종 민·관 연구소 47명, 관료 및 기업인 10명 등 총 83명이 응답한 것을 기초로 분석함

2. 기후변화협약 대응 필요성

○ 우리나라는 1998년 현재 세계 제 11위¹⁾의 이산화탄소 배출국으로서 OECD²⁾가입 후 감축의무를 지우려는 선진국들의 압력을 거세게 받고 있음

- 외환위기로 인해 산업활동이 위축되었던 1998년에 이산화탄소 배출량은 11.3% 감소하였으나 1999년에는 전년 대비 9.4% 증가하였고 금년에는 8% 정도 늘어나 1억 2,061만 톤에 이를 것으로 전망되는 등 꾸준히 증가하는 추세를 보임(표 1)

〈표1〉 우리나라 에너지 소비 및 이산화탄소 발생 추이

연도 항목	1997	1998	1999	2000	연평균증가율 (1998-2000)
	에너지소비량 (만TOE)	18,064	16,593	18,156	
이산화탄소 배출량 (만톤소톤)	11,509	10,208	11,169	12,061	8.7%

자료 : OECD, 1999 : 산업자원부, 2000, 통계청, 2000
 1) 1998년도에는 국제금융위기를 영향으로 전년에 비해 에너지 소비량이 8.1%감소하였기 때문에 순위가 1999년에 비해두단계 낮아짐
 2) OECD 국가중 우리나라와 멕시코만이 의무감축 부담을 지지 않고 있음

앞으로도 2010년까지는 연평균 약 3.78%씩 증가하고 이후 2020년까지는 약 1.7%씩 증가할 것으로 예상되고 있음

- 의무 감축 부담을 지게 되면 철강, 석유화학 등 에너지 <표2> 이산화탄소 감축의무를 질 경우의 우리나라 GDP성장을 변화

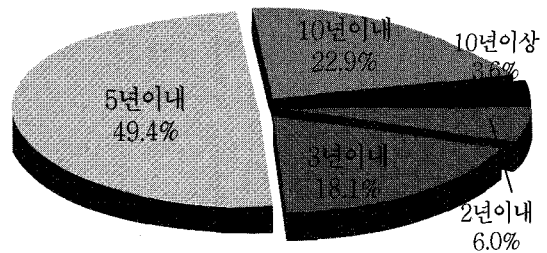
연도	조건 1995년 배출량기준 으로 감축해야 할때	2000년배출량기준으로 감축해야할때(1998-2000)
2010	-2.4%	-0.9%
2020	-4.4%	-2.3%
2030	-5.9%	-4.4%

다소비형 부문을 중심으로 타격을 받아 2020년 기준으로 GDP 성장률이 2.3%~4.4% 포인트까지 감소할 것으로 전망됨(표 2)

○ 우리나라 환경전문가 중 73.5%가 향후 5년 이내에 이산화탄소 의무 감축 부담을 지게 될 것으로 전망하고 있는 것으로 조사됨(그림 1)

- 따라서 기후변화협약이 더 이상 남의 나라 얘기가 아니라 전망 하에 강력한 대응방안이 마련되어야 할 것임 실제로 조사 대상 전문가 모두는 언젠가 의무부담을 지게 될 것이라고 답변하였으며 그 시기가 10년 이내일 것이라고 하는 비율도 96.4%나 되었음

〈그림 1〉 우리나라가 이산화탄소 의무 감축 국가에 속하게 될 시기에 대한 전문가들의 전망



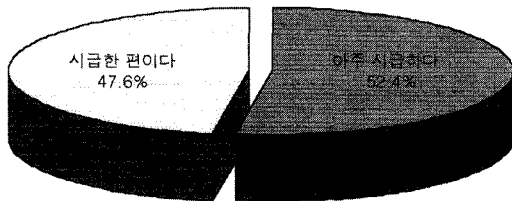
3. 기술적인 대안 마련의 시의성

○ 의무 부담을 결국 지게 될 것이므로 환경 전문가들은 이산화탄소 저감기술의 개발이 아주 시급하거나(52.4%) 시급하다(47.6%)고 생각하고 있음(그림 2)

- 우리 나라가 감축의무를 지게 될 때를 대비해서 이산화탄소 저감기술 개발이 필요하다는 질문에 대해 전문가 100%가 필요성을 강조해 기후변화협약에 대해 매우 심각한 위기의식을 나타냄

하지만 이는 역으로 기술적인 대안의 마련을 통해 기후 변화협약이라는 21세기 초반의 거대한 파고를 이겨낼 수 있을 것이라는 의식을 반영함

< 그림 2 > 감축의무를 지게될 때를 대비해 기술개발이 필요한가에 대한 전문가들의 인식



4. 기술적인 대안 개발 방향

○ 연소과정에서 최종 배출되는 이산화탄소를 처리하기 위해서는 이를 배출구에서 분리하는 기술과 분리된 이산화탄소를 저장 혹은 처리하는 기술로 나뉨

- 주요 분리기술로는 흡수기술, 흡착기술, 막분리기술, 극저온냉동분리기술 등이 현재 개발 중에 있음 이들 기술의 특성은 표 3과 같음

< 표 3 > 이산화탄소 분리기술 개요

분리 기술	개 요
극저온냉동 분리기술	배출가스를 액체질소로 급냉한 뒤 가스들간의 어는점 차이를 이용해 이산화탄소를 분리하는 기술
막 분리기술	이산화탄소가 셀룰로스 아세테이트나 폴리스ulfon 등의 고분막에서 다른 가스에 비해 용해확산속도가 큰 것을 이용해
흡수 기술	이산화탄소를 알칼리 아민 용액에 화학적으로 흡수시키거나 메탄올이나 폴리에틸렌 글리콜 흡수액에 물리적으로 용해시킨 뒤 하거나 가열하여 이산화탄소를 분리하는 기술
흡착 기술	제올라이트나 활성탄의 미세구멍에 이산화탄소를 물리화학적으로 흡착한 뒤 온도 및 압력을 조절해 이산화탄소를 분리하는 기술

- 분리된 이산화탄소를 처리하는 방안으로는 크게 저장하는 기술과 산업원료로 이용하는 기술로 나뉨

저장기술에는 기존의 가스전이나 유전에 저장하거나 해양에 투기하는 기술, 지반 대수층이나 동굴과 같은 암반에 저장하는 방법이 있고 대규모 조림을 통해 나무가 이산화탄소를 흡수하게 하는 방법 등이 있으나 가스전이나 유전이 없는 우리로서는 대수층 저장, 대규모 녹화, 심해 투기, 암반 저장 등이 적용 가능한 기술임

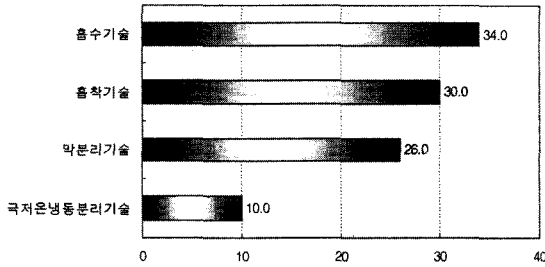
산업원료 활용은 드라이아이스나 음료 및 제품 원료로 이산화탄소를 이용하거나 메탄 등의 연료로 전환하는 방안임

○ 배출구로부터 이산화탄소를 분리하는 기술 중에서 우리나라 상황에 가장 유효한 기술로 전문가들은 34.0%가 흡수기술을, 30.0%가 흡착기술을 선정함

- 이밖에 막분리기술(26.0%), 극저온냉동분리기술(10.0%) 순으로 응답함(그림 3)

흡수기술의 경우 운영비용이 적게 드는 장점이 크게 부각된 반면 극저온냉동분리기술의 경우 운영비용이 많이 들어 실용성이 낮다고 판단한 것으로 보임

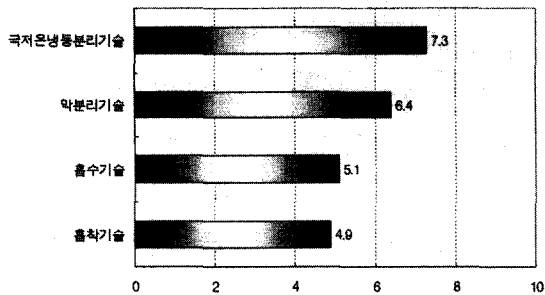
< 그림 3 > 이산화탄소 분리기술 중 우리 나라에서 적합한 기술에 대한 전문가 응답비율(%)



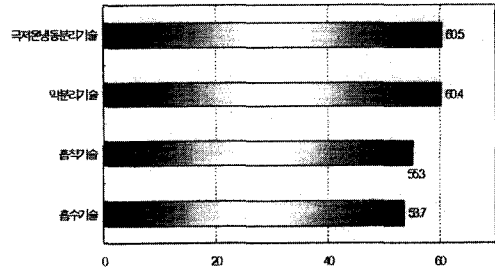
- 우리 나라에서 상용화까지 소요되는 기간 역시 흡착기술(4.9년), 흡수기술(5.1년)이 막분리기술(6.4년), 극저온냉동기술(7.3년)에 비해 짧게 소요될 것이라고 답함(그림 4)

- 반면에 우리 나라에서 상용화하기까지 필요한 연구투자비에 대해 전문가들은 극저온냉동분리기술이 60억5천만 원으로 가장 많이 소요될 것으로 응답하였으며 흡수기술 상용화에는 가장 적은 53억7천만 원이 소요될 것이라고 답변함(그림 5)

< 그림 4 > 우리 나라에서 분리기술 상용화에 소요될 것으로 예상되는 시간(년)



< 그림 5 > 우리 나라에서 분리기술을 상용화하는데 필요한 연구투자비(억원)



○ 우리 전문가들은 실용성과 현실성을 기초로, 분리된 이산화탄소를 처리하는 방안으로서 36.8%가 산업원료 활용을 우선적인 것으로 지목하였으며 다음은 25.8%가 深海 투기라고 답변함

- 이밖에 대규모 녹화 22.6%, 암반 저장 7.7%, 대수층 저장 7.1% 순으로 답변하였음

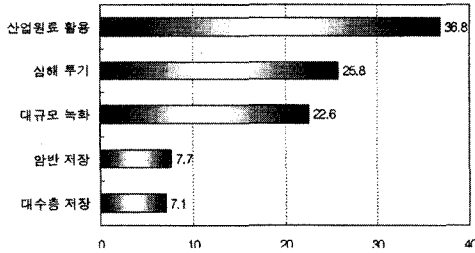
그렇지만 정부의 연구투자가 에너지절약 쪽으로만 주로 맞추어져 있어 해양 투기를 비롯한 대부분의 분야에 대한 연구투자가 미흡해 이 분야에 대한 투자 증대가 필요한 것으로 나타남(그림 6)

- 저장기술을 상용화하는 데는 대수층 저장기술이 10년, 대규모 녹화가 9.7년, 심해투기 7.1년, 산업원료 활용이 7.0년, 암반저장이 6.8년씩 소요될 것이라고 전문가들은 답함(그림 7)

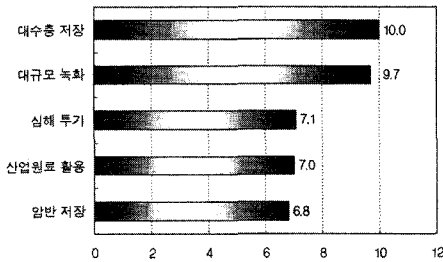
분리기술에 비해 상대적으로 열악했던 연구개발 환경으로 인해 상용화 소요기간이 조금 길게 나타난 것으로 조사됨

- 그리고 상용화까지 필요한 연구투자비는 대규모 녹화가 230억7천만 원, 대수층 저장이 205억5천만 원, 산업원료 활용에 175억3천만 원, 암반저장 163억 원, 심해투기 기술은 157억1천만 원이 각각 소요될 것으로 전문가들은 전망함(그림 8)

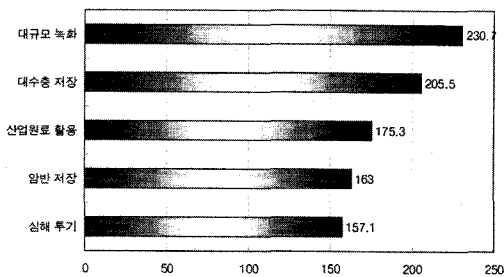
〈그림 6〉 이산화탄소 저감기술 중 우리나라에서 적합한 기술에 대한 전문가 응답비율(%)



〈그림 7〉 우리나라에서 저장기술 상용화에 소요될 것으로 예상되는 시간(년)



〈그림 8〉 우리나라에서 적정기술을 상용화하는 데 필요한 연구투자비(억 원)



상대적으로 보다 큰 규모에서 시행해야 하기 때문에 분리 기술에 비해 많은 연구비가 소요됨
분리기술과 마찬가지로 연구방향을 잘 잡아 추진할 경우 필요한 기간 내에 실용화가 가능한 것으로 판단됨

5. 전향적인 방향으로의 자세 전환 필요

○ 기술적인 대안만으로 기후변화협약에 관한 모든 문제를 해결할 수는 없지만 보다 효율적인 대처가 가능하므로 이산화탄소 처리기술 개발을 보다 적극적으로 추진해야 할 필요가 있음

- 전문가들의 진단에 따르면 10년 이내에 약 100억~1,000억 원대의 연구투자비로 기술적인 대안의 마련이 가능할 것으로 전망됨

따라서 교토의정서 실행기간에 맞추어 기술 적용이 가능할 수 있도록 정부는 이산화탄소 분리 및 처리기술의 상용화를 위한 기술개발 지원을 강화하여야 함

에너지 절감기술 및 대체에너지 개발과 이산화탄소 처리 기술 개발을 조화롭게 추진할 때, 협약에 대해 보다 전향적이고 능동적인 입장을 확보할 수 있을 것임

○ 기업은 에너지 절감 및 효율 극대화를 통해 규제에 대비하는 규제준수 전략뿐만 아니라 기술 개발을 통해 시장 개척에 적극 나서는 시장창출 전략도 고려해야 함

- 향후 5년 이내에 온실가스 감축의무를 지게 될 것에 대비해 이산화탄소 배출량의 83%가 집중된 에너지 부문에서의 배출량 저감을 위한 노력을 지금부터라도 강화해야 할 것임

에너지 효율 향상과 불필요한 에너지 소모를 최소화하는 규제준수 전략의 실행이 요구됨

- 교토의정서에 따라 의무감축 국가들이 2008~2012년 동안 이산화탄소를 저감해야 하는 양은 약 8억 탄소톤에

이를 전망임(표 4)

배출권거래제나 공동이행제 등 교토메카니즘에 의한 감축량이 아직 확정되지 않았지만 대략 이 비율은 전체 감축량의 25%를 넘지 않을 전망이다

이산화탄소 1톤을 저감하는데 소요되는 처리비용은 30~130 달러로 추산되므로 연간 180억~800억 달러 규모의 이산화탄소 처리시장이라는 환경 新시장이 창출될 것으로 전망됨

따라서 시장 선점 전략 차원에서 적극적인 대응이 필요함

기존학(02-3669-4097, hiemjhki@shinbiro.com) ◀

< 표 4 > 교토의정서 부속서 I 국가군의 이산화탄소 배출 의무감축량

(단위 : 천탄소톤)

지역	항목	기준년도 및 배출제한율	기준년도 탄소 배출량	2010년도 탄소배출추정량	2008-2012년 연평균탄소감축량
구소련	러시아	1990 (0%)	647,000	666,000	-197,522
	우크라이나	1990 (0%)	190,900		
	리투아니아	1990 (-8%)	10,780		
	에스토니아	1990 (-8%)	10,310		
	라트비아	1990 (-8%)	6,760		
동유럽	폴란드	1988 (-6%)	130,200	270,000	-8,223
	루마니아	1989 (-6%)	53,330		
	체코공화국	1990 (-8%)	45,130		
	불가리아	1988 (-8%)	26,420		
	헝가리	1985~87 (-6%)	22,820		
	슬로바키아	1990 (-8%)	16,370		
	슬로베니아	1986 (-8%)	3,660		
	크로아티아	1990 (-5%)	-		
북미	미국	1990 (-7%)	1,352,800	1,790,000	531,896
	캐나다	1990 (-6%)	126,500	162,000	43,090
서유럽		1990 (-8%)	927,286	1,020,000	166,897
일본		1990 (-6%)	306,700	322,000	33,702
호주		1990 (+8%)	74,490	113,000	25,600
뉴질랜드		1990 (0%)	6,950		
계					801,185¹⁾

1) 동유럽과 구소련 등 경제전환국가 배출감소량 제외
 자료 : UNFCCC, 1998; OECD, 1999; DOE, 1999