

기후변화 협약 관련 국가보고서(1)

- 통상산업부 · 에너지 경제연구원 -

이 자료는 1992년 6월 리우에서 개최된 유엔환경개발회의에서 기후변화협약이 채택됨에 따라 1997년 3월까지 기후변화 협약 당사국 총회에 제출할 국가보고서를 준비하기 위해 최근에 작성된 최종보고서로 앞으로 수회에 걸쳐 주요부분을 발췌 요약하여 전제한다. <편집자註>

제 1장 국가보고서 연구종합

제 1절 기후협상 전망 및 IPCC 정책평가

1. 기후협상과 대응방향

1980년대 이후 인간의 경제활동으로 인한 지구기후의 급격한 변화 가능성, 특히 지구온난화의 우려에 대한 국제적 대응이 가시화되어, 세계 기상기구와 유엔 환경계획이 공동으로 1988년 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)를 설치하였다. IPCC는 1990년 1차 종합보고서, 1995년 12월 2차 종합보고서를 제출하였다. 1차보고서의 권고에 따라 1990년 12월 기후변화협약 제정을 위한 정부간 협상 위원회(INC/FCCL)가 설

립되어 협상이 진행되었으며, 1992년 6월 리우의 유엔 환경개발회의(UNCED)에서 기후변화협약이 채택되었다. 기후변화협약은 1994년 3월 공식발효되었으며 1995년 3월 1차 당사국총회가 개최되기에 이르렀다. 1차 당사국총회는 후속조치로서 의정서 협상을 위한 협상위원회를 설치하였다.

현재 기후변화협약에 따르면, 선진국들은 2000년까지 CO₂ 배출량을 1990년 수준으로 동결해야 한다. 그러나, 1997년 완결될 부속의정서 협상에서는 선진국의무를 보다 강화하는 것을 목표로 하고 있다. 2005년, 2010년, 그리고 2020년에 대한 감축목표를 설정하는 문제와 에너지탄소세 도입 및 효율규제 문제를 논의할 예정이다. 일단 개도국의 의무는 현행대로 유지하기로 합의한 바 있으나, 미국, 캐나다, 일본 등의 선진국들이 2005년부터는 개도국, 특히 선발개도국도 규제를 강화해야 한다고 주장하고 있기 때문에 우리나라는 협상진행에 대한 철저한 대응이 필요하다고 하겠다.

우리나라는 1996년 OECD에 가입할 예정으로 있다. OECD 가입이 기후변화협약상의 선진국의무 부담국가로 자동적으로 분류되는 것을 의미하는 것은 아니나, 유·무형의 국제적 압력이 심화될 것은 분명하다. 특히, 1998년 기후변화협약의 선진국 명단 개정을 위한 협상이 예정되어 있음을 유의해야 한다. 대외적으로는 유사한 입장에 있는 국가와 협상차원에서

의 연대를 강화하고 형평성에 입각한 협상결과 도출을 위해 노력해야 한다. 우리나라가 더 이상 개도국의 연대에 의지할 수 없게 될 것이다.

국내적으로는 에너지정책 및 환경정책적 차원에서 에너지소비와 온실가스 배출의 최소화를 위해 노력해야 한다. 심화되고 있는 에너지공급시설의 입지문제와 재원조달 문제, 그리고 국내 대기오염문제를 해결하기 위해 에너지 저소비형 성장을 추진해야 한다. 수요관리정책의 강화, 에너지효율기술 개발 및 보급확대, 산업구조의 고도화를 통해 에너지소비의 적정화를 추구해야 한다.

2. IPCC의 정책 평가

지구온난화는 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, CFCs 등)가 지표로부터 재방출되는 복사열을 잡아 가둠에 따라 발생하는 기온의 상승현상이다. 기온을 관측하기 시작(1854)한 이후 가장 더웠던 11번의 해가 1980~1993년까지의 14년동안에 집중되어 있다.(가장 더운해부터 차례로 1990, 1991, 1988, 1987, 1983, 1981, 1989, 1993, 1980, 1992, 1986년) 기후변화문제는 불가역성과 비선형성이 가장 우려되는 사항이다. 불가역성이란 기후가 한번 변하면 복원이 거의 불가능하다는 것이며, 비선형성이란 기후가 일정한 수준을(critical load) 지나치면 견잡을 수 없이 변하게 된다는 것이다. 따라서, 비록 기후변화에 대한 과학적 증명이 완결되지 않았더라도 예방적 차원의 조치가 필요하게 된다. 아직까지 기후변화의 지역적 양태, 속도, 크기에 대해서는 과학자들간에 이견을 보이고 있다.

기후변화는 유·무형의 비용을 초래할 것이다. 선진국에서는 그 영향이 농업등 기후에 민감한 일부에 국한될 것으로 예상되지만 개도국에서는 기후변화의 영향이 광범위할 것이다. 기후변화는 해수면 상승, 농업, 임업, 수자원, 냉난방 수요에 대한 유형적 비용을 초래하며, 생태계, 생물종, 건강등에 대한 무형적 비용을 초래할 것이다. 해수면 상승에 따른 해안 저지대의 침수 및 침식, 해일 및 태풍의 증가, 담수의 해수화 등은 기후변화 피해의 극히 일부분에 불과하다.

경제학적 관점에서 볼 때, 대기 안정화에 대한 가치는 시장에서 거래되지 않는 국제 공공재의 특성을 가지기 때문에 각국은 무임승차의 유인을 갖게 된다. 무임승차를 최소화하기 위해 협약이나 의정서와 같은 공동대응체제가 필요하다. 기후변화 문제는 세대간의 형평성 문제를 야기시킨다. 각국은 온실가스 배출을 최소화시키는 저감정책을 추진할 수도 있고, 기후변화를 예상하여 적응정책을 추진할 수도 있다. 경제의 효율성을

제고하기 위한 정책은 온실가스 저감에 기여한다. 에너지부문의 보조금 감축, 산림에 대한 재산권의 명확한 설정, 에너지 가격의 경쟁가격화, 사회적 환경비용의 반영등을 통해 온실가스를 저감시킨다. 그러나, 기후변화에 대한 정책적 의사결정은 새로운 과학적 정보가 규명될 때마다 이를 반영할 수 있는 순차적이며 점진적인 정책결정이 바람직하다. 이는 장단기 정책을 동시에 추구함을 의미한다.

제 2절 한국의 온실가스 배출통계

1. 온실가스 배출/흡수 종합

기후변화협약에 따라 모든 나라는 온실가스 배출 및 흡수에

〈표-1〉 온실가스별, 배출/흡수원별 온실가스 배출현황(1990)

	CO ₂ (천TC)	CH ₄ (천톤)	N ₂ O (천톤)	CO (천톤)	NOx (천톤)	NMVOcs (천톤)
에너지	65,179	264	11	1,0556	851	152
산업	23,804	1	2	25	135	N/A
가정상업	17,616	7	3	364	105	N/A
공공기타	1,905	0.53	4	39	16	N/A
수송	11,508	6	2	600	401	152
전환	10,346	0.31	0.51	7	193	N/A
바이오매스	0	2	0.02	20	0.64	N/A
에너지산업	N/A	246	-	-	-	-
산업공정	4,048	5	-	-	-	-
시멘트	4,048	-	-	-	-	-
화학	-	5	-	-	-	-
농업	-	555	-973	-	-	-
버는	-	439	-	-	-	-
가축소화	-	106	-	-	-	-
가축분뇨	-	11	-	-	-	-
질소비료	-	-	0.973	-	-	-
폐기물	52	528	-	-	-	-
쓰레기소각	52	-	-	-	-	-
쓰레기매립	-	233	-	-	-	-
생활폐수	-	21	-	-	-	-
산업폐수	-	274	-	-	-	-
총배출량	69,278	1,352	12	1,056	851	152
흡수량	-7,155	-	-	-	-	-
순배출량	62,123	1,352	12	1,056	851	152
국제병커링	1,947	-	-	-	-	-

<표-2> 온실가스 기여도 분석(1990)-

	배출량 (천톤)	GWP (20년)	GWP (100년)	GWP (500년)	기여도 100년기준(%)
CO ₂	62,123	227,786	227,786	227,786	86.0
에너지부문	65,179	238,990	238,990	238,990	90.2
산업공정	4,048	14,841	14,841	14,841	5.6
폐기물	52	190	190	190	0.1
산림부문	-7,155	-26,235	-26,235	-26,235	-9.9
CH ₄	1,352	83,809	33,118	10,138	12.5
에너지부문	264	16,343	6,458	1,977	2.4
산업공정	5	329	130	40	0.1
농업	555	34,431	13,606	4,165	5.1
폐기물	528	32,706	12,924	3,956	4.9
N ₂ O	12	3,580	3,950	2,222	1.5
에너지부문	11	3,298	3,639	2,047	1.4
농업	0.973	282	311	175	0.1
합계		315,175	264,854	240,146	100.0

대한 통계현황을 작성·보고해야 한다.

우리나라의 온실가스별 주요 배출원 및 흡수원별 배출/흡수 현황은 <표-1>과 같다. 온실가스별 총 배출량은 1990년을 기준으로 이산화탄소 69,278천탄소톤, 메탄 1,352천톤, 이산화질소 12천톤이다.

이산화탄소 배출구조를 살펴보면, 화석 에너지 연소에서 비롯되는 부분이 65,179천톤으로 전체 이산화탄소 배출량 69,278천톤의 94.1%를 차지하고 있다. 화석에너지 연소로부터 발생하는 이산화탄소의 부문별 비중은 산업부문, 가정상업부문, 수송부문 순으로 각각 36.5%, 27.0%, 17.7%이다. 산림부문에서의 이산화탄소 흡수량은 7,155천탄소톤으로 전체의 10.3%에 이른다. 그리고, 국제 병커링부문의 이산화탄소 배출량은 1,947천 탄소톤이다.

메탄의 주요 배출원은 벼논, 산업폐기물, 폐기물 매립, 에너지부문이다. 우리나라의 메탄 발생량은 1,352천톤이며, 농업부문과 폐기물 부문에서 각각 555천톤, 528천톤, 에너지부문에서 264톤을 배출하였다.

이산화질소 배출량은 12천톤으로 미미한 배출수준을 보이고 있으며, 주요 배출원은 연료연소부문이다. 간접온실가스인 일산화탄소, 질소화합물의 배출량은 각각 1,056천톤과 851천톤으로 추정되었으며, 연료 연소과정에서 배출되고 있다. 적산기간 100년의 지구온난화지수(Global Warming Potential)를 기준으로 한 이산화탄소, 메탄 이산화질소의 온실가스 배출량

기여도는 <표-2>와 같다. 이산화탄소의 기여도는 86.0%이고 메탄의 기여도는 12.5%이다.

2. 에너지부문의 이산화탄소 배출현황

온실가스중 화석에너지 소비에서 배출되는 이산화탄소는 가장 주목을 받고 있는 온실가스이다. 우리나라의 에너지소비는 2차 석유위기와 경기침체로 80년대 중반까지의 에너지소비 증가율은 연평균 5.3%인 반면, 경기회황과 저유가로 80년대 후반은 10.6%로 전반기의 2배 수준의 증가세를 기록하였다. 1981년-1993년간 연평균 8.9%로 높은 증가율을 보였다. <표-3>에서 보는 바와 같이, 에너지소비 증가에 따른 이산화탄소 배출은 1981년-1993년간 연평균 7.2%로 증가하여 1981년 37백만 탄소톤에서 1993년에 86백만 탄소톤으로 2배 이상 증가하였다.

1984년부터 1988년까지 국내 이산화탄소 최대 배출연료는 석탄이었으나, 그후 석유가 최대 이산화탄소 배출연료가 되었다. 1990년의 연료별 이산화탄소 배출구조를 살펴보면, 석유류에서 배출된 이산화탄소량이 37,403천탄소톤으로 57.4%를 차지하고 있고, 석탄이 39.7%를 차지하여 대부분을 차지하고 있다. 1986년부터 소비되기 시작한 천연가스에서 배출되는 이산화탄소량은 1,927천탄소톤으로 전체의 3.0%에 머무르고 있으나, 매우 빠르게 증가하고 있다. 일본의 경우, 석유, 석탄, 천연가스로 부더의 배출량은 각기 63.2%, 27.1%, 9.6%이다.

일관제철부문 확장에 따른 원료용 유연탄소비 증가, 유연탄 발전소의 연료탄소비증가, 가정부문의 난방연료로서의 무연탄 소비 감소, 산업용 중유의 경유로의 대체, 수송부문의 휘발유 및 경유 증가가 주목할 만한 현상이다.

1987년까지만 해도 가정·상업부문이 최대 이산화탄소 배출부문이었으나, 그후 산업부문이 최대 배출부문이 되었다. 산업부문 1981-1993년간 연평균 8.7%로 매우 빠르게 증가하였다. 수송부문의 이산화탄소 배출량은 동기간 연평균 15.5%로 매우 빠르게 증가하여 동기간 가정·상업부문의 증가율 26%의 무려 6배에 달하는 속도로 증가하였다. 1981년 가정·상업부문은 수송부문보다 4배가 넘는 많은 이산화탄소를 배출하고 있었으나, 1993년에는 두 부문의 배출수준이 거의 비슷한 수준에 이르렀다. 가정·상업부문은 난방시설 교체로 인한 무연탄 소비감소로 이산화탄소 배출이 가장 낮은 속도로 증가하였다. 에너지전환부문은 1980년대 중반부터 시작된 발전설비 확충으로 1985년부터 1993년사이 연평균 8.9%씩 증가하였다.

제조업의 경우 1980년대 후반들어 에너지 소비원단위가 약

〈표-3〉 연료별 이산화탄소 배출량(1차에너지기준)

(단위 : 천톤소톤)

	1981	1985	1990	1992	1993	연평균 증가율(%)		
						81-85	85-90	81-93
석탄	16,375	23,599	25,852	24,809	27,104	9.6	1.8	4.3
무연탄	11,368	13,550	10,938	6,944	5,562	4.5	-4.1	-5.8
국내탄	9,070	11,487	9,799	6,081	4,824	6.1	-3.1	-5.1
수입탄	2,297	2,062	1,140	862	738	-2.7	-11.2	-9.0
유연탄	5,007	10,050	14,914	17,865	21,542	19.0	8.2	12.9
원료탄	3,964	4,643	7,831	9,591	10,657	4.0	11.0	8.6
연료탄	1,043	5,406	7,083	8,274	10,885	50.9	5.6	21.6
석유	20,743	20,369	37,403	50,280	54,970	-0.5	12.9	8.4
에너지유	19,813	18,601	33,533	44,232	48,219	-1.6	12.5	7.7
휘발유	621	716	2,450	3,644	4,394	3.6	27.9	17.7
등유	882	891	2,803	3,849	4,861	0.3	25.8	15.3
경유	4,774	6,391	11,934	15,606	16,903	7.6	13.3	11.1
B-A유	290	241	312	343	358	-4.5	5.3	1.8
B-B유	178	136	235	237	235	-6.5	11.6	2.4
B-C유	12,511	9,497	14,391	19,286	20,035	-6.7	8.7	4.0
JA-1	300	364	688	949	1,137	4.9	13.6	11.7
JP-4	257	366	721	319	296	9.3	14.5	1.2
AVI-G	0	0	1	0	1	3.2	22.6	10.0
LPG	364	1,046	2,568	3,449	3,845	30.2	19.7	20.2
프로판	163	468	1,630	2,337	2,636	30.3	28.3	23.7
부탄	202	578	939	1,112	1,209	30.1	10.2	16.2
비에너지유	565	722	1,303	2,599	2,906	6.3	12.5	14.7
유	546	694	1,253	2,561	2,862	6.2	12.5	14.9
나프타								
LNG	0.00	0.00	1,927	2,920	3,648	-	-	-
합계	37,118	43,968	65,182	78,009	85,721	4.3	8.2	7.2

〈주〉 CO₂ 총량은 1차에너지기준과 부문별 기준에 따라 오차가 발생하는 바, 수치 인용시에는 다음 페이지에 있는 〈표-4〉의 수치를 인용할 것

화되고 있으며, 가격이 상대적으로 싼 석탄소비의 지속적 증가와 저유가에 따른 석유소비 증가가 제조업 부문의 이산화탄소 배출증가의 주요인이 되고 있다. 석유위기를 지나면서 시멘트업, 섬유업, 음식료품업 등에서 연료를 석유류에서 석탄으로 대체하였으며, 제1차 철강업의 생산능력 확대로 인한 원료탄 소비증가가 주목되는 현상이다. 제조업에서 소비하는 에너지중에서 제1차금속 및 비금속광물 업종을 제외하면 대부분의 업종에서 석유를 에너지원으로 하고 있다.

1993년의 경우 제1차금속(40.1%), 화학(22.2%), 비금속광물(16.3%)업종이 제조업 이산화탄소 배출량의 78.6%를 배출하여 이산화탄소 배출을 주도하고 있다. 비금속광물업종은 시멘트업에서 주로 배출된다. 제1차금속업종은 제1차 철강업의 생산설비 확충 및 철강소재 소비증가에 따른 생산호조로 계속된 높은 증가세를 나타냈다.

〈표-4〉 부문별 이산화탄소배출량

(단위 : 천톤소톤, %)

	1981	1985	1990	1991	1992	1993
산업	12,187 (32.8)	13,320 (30.3)	23,804 (36.5)	27,632 (38.6)	30,242 (38.8)	33,269 (38.9)
수송	3,042 (8.2)	5,440 (12.4)	11,508 (17.7)	13,130 (18.3)	15,056 (19.3)	17,163 (20.0)
가정산업	12,966 (34.9)	15,488 (35.2)	17,616 (27.0)	16,856 (23.5)	16,992 (21.8)	17,561 (20.5)
공공기타	1,407 (3.8)	1,480 (3.4)	1,905 (2.9)	1,866 (2.6)	1,391 (1.8)	1,361 (1.6)
전환	7,519 (20.3)	8,258 (18.8)	10,346 (15.9)	12,124 (16.9)	14,262 (18.3)	16,279 (19.0)
총배출량	37,121	43,986	65,179	71,607	77,944	85,633

〈표-5〉 제조업 업종별 이산화탄소 배출량

(단위 : 천탄소톤)

	1981	1985	1990	1991	1992	1993	연평균 증가율(%)		
							81-85	85-90	90-93
음식료품	571	641	943	965	1,059	1,078	2.9	8.0	4.6
섬유의복	1,036	943	1,534	1,458	1,378	1,403	-2.3	10.2	-2.9
나무목재	49	23	63	69	68	67	-17.1	22.0	2.1
종이인쇄	328	418	814	854	955	1,037	6.3	14.2	8.4
화학	1,890	1,846	3,767	5,199	6,511	6,832	-0.6	17.1	18.8
비금속광물	2,127	2,366	3,567	4,148	4,415	5,006	2.7	8.6	12.0
제1차금속	4,636	5,190	8,840	10,417	10,910	12,328	2.9	11.2	11.7
조립금속기계	297	407	801	913	978	1,115	8.2	14.5	11.7
기타제조업	254	359	928	1,201	1,256	1,206	9.0	20.9	9.1
열병합	0	0	268	302	462	676	-	-	36.1
계	11,188	12,193	21,828	25,526	27,992	30,747	2.2	12.4	12.1

〈표-6〉 부가가치당 이산화탄소 배출량

(단위 : 탄소톤/백만원, 90)

	1981	1985	1990	1991	1992	1993	연평균 증가율(%)		
							81-85	85-90	90-93
음식료품	0.1536	0.1267	0.1376	0.13	0.1381	0.1362	-4.7	1.7	-0.3
섬유의복	0.2543	0.1928	0.2521	0.2553	0.2583	0.3022	-6.7	5.5	6.2
나무목재	0.2479	0.0744	0.1466	0.1463	0.1473	0.1769	-26.0	14.5	6.5
종이인쇄	0.4413	0.325	0.3624	0.3714	0.3836	0.4035	-7.4	2.2	3.6
화학	0.7334	0.4748	0.5341	0.5823	0.63	0.6127	-10.3	2.4	4.7
비금속광물	2.4683	1.5702	1.281	1.2986	1.3142	1.4836	-10.7	-4.0	5.0
제1차금속	3.2617	2.1148	1.8891	2.006	2.0071	2.013	-10.3	-2.2	2.1
조립금속기계	0.0706	0.0506	0.0397	0.0408	0.0416	0.0436	-8.0	-4.7	3.2
기타제조업	0.4818	0.4959	0.6334	0.7774	0.9019	0.9463	0.7	5.0	14.3
제조업	0.6105	0.4328	0.417	0.447	0.4665	0.4881	-8.2	-0.7	5.4

제조업부문의 이산화탄소 집약도(부가가치당 이산화탄소 배출량)는 1985년-1990년 기간중 0.7% 감소에 그쳤으며, 90년대 이후 연평균 5.4%의 증가세를 나타냈다. 업종별로는 1985년-1990년 기간중 비금속광물, 제1차금속, 조립금속기계업만이 이산화탄소 집약도가 감소하였으나 나머지 업종은 증가세를 보였다. 90년대 이후 음식료품을 제외한 모든 업종에서 이산화탄소 집약도가 악화되고 있다.

1990년 이후 시멘트 산업에서 배출된 이산화탄소는 연평균 15.3%의 증가세를 나타내고 있다. 포틀랜드 클링커 1톤당 이산화탄소 배출량은 1990년 228탄소Kg이다. 연료원단위의 지속적 개선으로 클링커 Kg당 이산화탄소 배출량은 일본보다 낮은 수준이다.

제철업의 경우, 에너지의 94% 정도(일관제철소의 경우 99% 이상)가 화석연료에 의존하고 있다. 제철업 이산화탄소 배출량

은 1985년 조강 톤당 416탄소Kg에서 1990년 372탄소Kg, 1993년 413탄소Kg을 기록해 1990년-1993년 기간 동안 연평균 3.6%의 배출증가율을 보였다.

제 3절 에너지부문의 중장기 이산화탄소 배출전망

1. 전망모형과 기본 가정

본 연구는 중장기 에너지수요와 이산화탄소 배출전망을 수행하기 위해, 스톡홀름 환경연구소에서 개발되어 미국의 에너지성, 유엔환경계획, 30여개 국가에서 활용하고 있는 LEAP 모형을 분석도구로 활용하였다. 본 연구에서는 1992년을 기준년도로 하였으며, 2030년까지의 중장기를 분석기간으로 채택하였다.

〈표-7〉 이산화탄소 배출요인 추세

	인구 1,000명	GDP 10억원, '90	에너지소비 (백만TOE)	CO ₂ (백만톤 (소톤))	탄소 집약도 (톤/TOE)	에너지원단위 (TOE/백만원)	CO ₂ 원단위 (TC/백만원 , '90)	인당CO ₂ (TC/인)
1981	38,723	80,150	45.72	37,118	0.812	0.570	0.463	0.96
1982	39,326	86,231	45.62	37,079	0.813	0.529	0.430	0.94
1983	39,910	96,148	49.42	38,991	0.789	0.514	0.406	0.98
1984	40,406	104,489	53.38	42,256	0.792	0.511	0.404	1.05
1985	40,806	111,330	56.30	43,968	0.781	0.506	0.395	1.08
1986	41,214	124,194	61.46	46,203	0.752	0.495	0.372	1.12
1987	41,622	138,499	67.88	48,516	0.715	0.490	0.350	1.17
1988	42,031	154,111	75.35	55,016	0.730	0.489	0.357	1.31
1989	42,449	136,950	81.66	58,363	0.715	0.498	0.356	1.37
1990	42,869	179,539	93.19	65,179	0.699	0.519	0.363	1.52
1991	43,268	195,936	103.62	71,607	0.692	0.529	0.366	1.66
1992	43,663	205,860	116.01	77,944	0.672	0.564	0.379	1.79
1993	44,056	217,699	126.88	85,633	0.676	0.583	0.394	1.95
연평균증가율(%)								
81-85	1.32	8.56	5.34	4.33	-0.96	-2.97	-3.90	2.97
85-90	0.99	10.03	10.61	8.19	-2.18	0.52	-1.67	7.13
90-93	0.91	6.63	10.83	9.56	-1.15	3.94	2.74	8.57
85-93	0.96	8.74	10.69	8.70	-1.80	1.79	-0.04	7.67
81-93	1.08	8.68	8.88	7.22	-1.52	0.18	-1.34	6.08

이산화탄소 저감정책을 평가하기 위해서 시나리오 분석방법을 채택하였다. 에너지수요의 주요결정 요소가 완만한 변화 추세를 따르며, 에너지 정책여건이 급격히 변화하지 않는다는 전제하에 우리나라의 에너지수요 및 이산화탄소 배출에 대하여 분석하는 기준안 전망(Business-As-Usual)과 효율개선이 강화되는 경우의 효율개선안 전망, 연료대체가 강화되는 경우의 연료대체안 전망, 경제성장이 제약을 받는 저성장안 전망의 4가지 경우에 대하여 분석하였다.

시나리오 전망의 가장 중요한 요인인 경제성장률과 인구전망에 대한 전제는 다음표와 같다. 부가가치당 에너지 원단위는 2000년까지 다소 악화되고 2000년 이후에는 점진적으로 개선되는 것으로 가정하였다.

산업부문은 업종별 부가가치와 에너지원단위 전망이 가장 중요하다. 산업부문업종별 중장기 부가가치 전망은 최근 정부가 추진하고 있는 「신경제 장기구상」의 전망치를 원용하였으며 업종별 에너지원단위 변화추이는 에너지경제연구원의 「장기 에너지수요 2030」에서 원용하였다. 제조업은 1992년에 산업부문중(제조업, 농림어업, 광업, 건설업 포괄) 부가가치의 60%,

〈표-8〉 경제성장과 인구증가 전망

	1992-1997	1997-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030
경제성장률(%)	7.14	7.14	5.50	4.04	4.0
인구증가율(%)	0.9	0.8	0.6	0.2	0.0

〈표-9〉 제조업 업종별 부가가치 증가추이 전망

(단위 : %)

	-2000	-2010	-2020	-2030
음식료품	5.11	3.13	1.94	1.29
섬유의복	2.95	3.85	2.21	1.46
나무목재	5.30	4.28	0.81	0.52
종이인쇄	5.86	4.08	1.72	1.05
화학석유	9.00	4.94	2.47	2.04
비금속광물	8.13	5.58	3.83	2.79
제1차금속	8.05	6.01	4.92	4.14
조립기계	9.60	7.54	5.99	5.05
기타제조업	7.72	5.36	2.54	1.26

〈표-10〉 제조업 업종별 부가가치 구조 전망

(단위 : %)

	1992	2000	2010	2020	2030
음식료품	12.78	10.27	7.77	6.01	4.62
섬유의복	8.89	6.05	4.91	3.90	3.04
나무목재	0.77	0.62	0.53	0.37	0.26
종이인쇄	4.15	3.53	2.93	2.22	1.66
화학석유	7.22	18.51	16.67	13.58	11.23
비금속광물	5.60	5.64	5.40	5.02	4.47
제1차금속	9.06	9.08	9.05	9.34	9.46
조립기계	9.20	44.02	50.63	57.83	63.93
기타제조업	2.32	2.27	2.13	1.75	1.34

〈표-11〉 수송부문 분석의 구조

대분류	중분류	소분류	세분류	수송원단위
승 객	육로	운수업	버스 택시	인-km 인-km
		자가용	승용차 지프 버스	인-km 인-km 인-km
	철도	운수업	철도 전기동차 지하철	인-km 인-km 인-km
	해운	운수업	선박	인-km
	항공	운수업	항공기	인-km
	화 물	육로	운수업	트럭
자가용			트럭	톤-km
철도		운수업	철도 전기동차	톤-km 톤-km
해운		운수업	선박	톤-km
항공		운수업	항공기	톤-km

에너지 소비의 91%를 차지하는 중요한 부문이다.

제조업 업종별 부가가치 증가추이를 살펴보면 기계·조립 금속업종이 가장 높게 증가하고, 제1차금속업도 비교적 높은 증가가 전망되고 있다. 전체적으로 기계·조립금속업종을 제외하고는 에너지다소비업종의 부가가치 증가세가 상대적으로 높게 나타나고 있다.

제조업 업종별 부가가치 구조는 조립기계금속업종의 비중이 크게 확장되고 제1차금속업종의 비중이 약간 증가한다. 에

〈표-12〉 가구수 전망

	1992	2000	2010	2020	2030
가구수(천호)	12,047	13,967	16,561	18,733	20,231
연평균증가율		1.9%	1.7%	1.2%	0.8%

〈자료〉 장기에너지 수요 2030, 에너지 경제연구원, 1994. 11

〈표-13〉 각국의 지역난방 현황 비교

	한국	핀란드	덴마크	스웨덴
인구	4,470만	500만	510만	850만
사업자수	2	250	365	145
수용자수(호)	30만	87.5만	80.3만	121.8만

〈자료〉 국가별 지역난방 현황 및 에너지 정책, 한국지역난방공사, 1993. 12

〈표-14〉 가정부문 지역난방 보급전망

	1992	2000	2010	2020	2030
공급호수(천호)	214	880	1,490	2,117	2,853
보급율(%)	1.8	6.3	9.0	11.3	14.1

〈표-15〉 에너지원별 전원 증설계획

(단위 : 천 kw)

	원자력	유연탄	무연탄	석유	LNG	수력	합계
증설계획 (’93-2006)	12,800 (14기)	13,170 (25기)	400 (2기)	452 (4기)	6,326 (12기)	2,980 (19기)	36,128 (76기)

〈자료〉 상공자원부, 장기전력 수급계획

너지집약도가 낮은 조립기계금속업종의 비중이 크게 높아짐에 따라 제조업 전체의 부가가치당 에너지원단위가 개선되나, 제1차금속, 비금속광물, 화학석유, 기타제조업 등의 에너지다소비업종의 비중감소가 타업종에 비해 상대적으로 적기 때문에 그 효과는 상당부분 상쇄될 것이다.

수송부문은 다음 표에서와 같이 4단계로 세분하여 분석하였다. 수송부문의 주요 결정요인인 자가용 승용차 대수에 대하여 우리나라의 소득증대의 추세와 선진국의 수요행태를 고려하여, 승용차 소유의 포화시점을 2010년으로 가정하고 그 이후부터는 정체되는 것으로 가정하였다. 이에 따라 2010년에 가구당 보급대수는 1.5대가 될 전망이다. 그리고 승용차 대당 인구수는 '92년에 13인에서 '97년에 7인, 2000년에 4인 그리고

2010년에 2인으로 급격히 감소할 것으로 전망된다. 연간주행 거리는 점진적으로 감소하여 선진국의 수준과 유사하게 될 것이다.

가정부문의 에너지소비는 1992년의 경우, 난방용이 82%로 절대 큰 비중을 차지하며 다음으로 취사용이 8%이다. 따라서, 난방부문의 세부적 분석이 중요하다. 난방용 에너지수요는 가구수, 가구당 소득, 주난방기기 믹스, 난방기기 효율, 단열상황의 변화에 의해 복합적으로 결정된다. 우리나라의 가구수는 2000년에 14.0백만 가구, 2030년에 20.2백만 가구에 이를 때 따라, 2030년의 가구수는 1992년의 1.7배가 될 전망이다.

난방수요의 중요한 수단인 지역난방의 가구수는 2000년경에 전체 가구의 9.0%, 2030년에 14.1%로 보급율이 신장될 것으로 전망된다.

〈표-16〉 원별 에너지 수요 전망: 1차에너지
(단위 : 백만TOE)

	1992	2000	2010	2020	2030
LNG	4.8	17.0	31.8	48.3	68.5
석유	70.9	121.6	164.2	188.4	212.7
유연탄	17.2	39.5	67.7	100.4	135.5
무연탄	6.5	2.3	1.8	1.2	1.4
수력	1.2	2.0	3.5	5.3	7.7
원자력	14.1	25.8	56.1	87.1	129.7
기타손실	2.0	2.3	3.0	3.6	4.3
1차에너지 계	116.6	210.4	328.1	434.3	559.9
('92년=1.0)	(1.0)	(1.8)	(2.8)	(3.7)	(4.8)
증가율	'92-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	'92-2010
LNG	17.3%	6.5%	4.3%	3.6%	11.1%
석유	7.0%	3.1%	1.4%	1.2%	4.8%
유연탄	10.9%	5.5%	4.0%	3.0%	7.9%
무연탄	-12.0%	-2.7%	-4.0%	2.1%	-7.0%
수력	6.6%	5.8%	4.2%	3.9%	6.1%
원자력	7.8%	8.1%	4.5%	4.1%	8.0%
기타손실	1.6%	3.0%	1.7%	2.0%	2.4%
1차에너지 계	7.7%	4.5%	2.8%	2.6%	5.9%
비중	1992	2000	2010	2020	2030
LNG	4.1%	8.1%	9.7%	11.1%	12.2%
석유	60.8%	57.8%	50.1%	43.4%	38.0%
유연탄	14.8%	18.8%	20.6%	23.1%	24.2%
무연탄	5.5%	1.1%	0.5%	0.3%	0.3%
수력	1.0%	1.0%	1.1%	1.2%	1.4%
원자력	12.1%	12.3%	17.1%	20.1%	23.2%
기타손실	1.7%	1.1%	0.9%	0.8%	0.8%
1차에너지 계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

상업부문의 에너지소비는 최종에너지의 5% 미만으로 미미한 수준이다. 전력부문은 정부의 장기 전력수급 계획을 반영하였다.

2. 중장기 에너지수요 전망: 1차에너지 및 최종에너지

〈표-17〉 전력 부문 발전량 구성 전망

(단위 : %)

	1992	2000	2010	2020	2030
석유	27.0%	14.6%	4.0%	2.5%	1.3%
LNG	9.3%	13.5%	14.4%	14.7%	15.0%
무연탄	2.2%	1.6%	0.8%	0.0%	0.0%
유연탄	14.6%	28.5%	31.6%	33.1%	32.9%
수력	3.7%	3.1%	2.9%	2.9%	2.9%
원자력	43.2%	38.7%	46.3%	46.8%	47.9%
계	129.7	264.3	480.4	737.6	1073.9
(천GWH)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)

〈표-18〉 부문별 에너지 수요전망: 최종에너지

(단위 : 백만TOE)

	1992	2000	2010	2020	2030
제조업	45.7	87.0	134.7	177.4	220.8
농·림어업	2.9	3.19	3.4	3.2	3.0
광·건설업	2.3	3.15	4.5	5.9	7.1
수송	18.5	39.6	57.7	61.7	66.6
가정	18.4	23.6	31.5	39.7	48.3
상업	6.9	11.4	19.3	28.8	43.2
최종에너지 계	94.6	167.9	251.2	316.8	389.0
증가율	'92-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	'92-2010
제조업	8.4%	4.5%	2.8%	2.2%	6.2%
농·림어업	1.2%	0.6%	-0.6%	-0.6%	0.9%
광·건설업	4.2%	3.7%	2.7%	2.0%	3.9%
수송	10.0%	3.9%	0.7%	0.8%	6.5%
가정	3.1%	3.0%	2.3%	2.0%	3.0%
상업	6.6%	5.4%	4.1%	4.1%	5.9%
최종에너지 계	7.4%	4.1%	2.4%	2.1%	5.6%
비중	1992	2000	2010	2020	2030
제조업	48.3%	51.8%	53.6%	56.0%	56.7%
농·림어업	3.1%	1.9%	1.4%	1.0%	0.8%
광·건설업	2.4%	1.9%	1.8%	1.9%	1.8%
수송	19.6%	23.6%	23.0%	19.5%	17.1%
가정	19.5%	14.0%	12.6%	12.6%	12.4%
상업	7.3%	6.8%	7.7%	9.1%	11.1%
최종에너지 계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

우리나라의 1차 에너지수요는 지속적인 경제성장과 소득증가에 따라 급속한 증가가 예상된다.

기준안의 전망결과에 따르면 1차에너지기 수요는 1992년 116백만 TOE에서 급속도로 증가하여 2000년 210백만 TOE(1.8배), 2010년 328백만 TOE(2.8배), 2030년 560백만 TOE(4.8배)로 증가될 전망이다. '92-2010년간 연평균 5.9%의 높은 증가율이 예상된다. 1차에너지 수요의 원별 구조적 특징은 석유가 여전히 주종 에너지의 역할을 담당하고, 석탄의 비중이 감소하며 상대적으로 원자력과 천연가스의 비중이 높아진다는 점이다. 석유는 에너지수요 증가분의 33%를 차지하는 최대 에너지원이다.

전력수요는 1992년 129.7 천GWH에서 2030년 1074 천GWH로 8.3배 증가할 것으로 전망된다. 석유발전의 경제성 악화로 석유의 전환믹스 비중이 급격히 감소하여 2030년에는 1%내외로 위축될 전망이다. 국내 무연탄은 채탄여건의 악화로 인한 경쟁력 상실로 에너지원의 역할을 상실할 것으로 전망된다. 그리고, 수력 자원의 고갈로 수력발전 확대를 기대하기 힘든 여건이다. 따라서, 현재 원자력, 유연탄 LNG, 석유, 무연탄 수력 등으로 구성된 전원 믹스가 미래에는 원자력, 유연탄 LNG로 대부분이 대체될 전망이다.

최종에너지 기준으로 부문별 수요를 보면 다음과 같다. 2010년까지 수송부문의 에너지수요가 연평균 6.5%로 가장 빨리 증가하고, 산업부문은 5.9%, 가정부문은 3.0%씩 증가하여, 전체적으로 연 5.9%의 증가세를 보일 전망이다. 이러한 증가세는 2010년 이후 반감되나 총량은 2.7% 내외로 계속 증가하게 된다. 산업생산의 증가로 산업부문의 비중이 현재의 54%에서 59%까지 지속적으로 높아지며, 수송부문은 자가용 승용차의 증가로 2010년까지 23%까지 높아진 후 점차 감소하는 반면 가정부문은 현재의 19%에서 계속 낮아져 2010년 이후 12%를 유지할 것으로 보인다. 제조업부문의 에너지 수요는 '92-2030년간 4.8배 증가하며, 비중은 1992년 48.3%에서 2030년 56.7%로 증가할 전망이다.

상업부문의 에너지수요는 2000년이후의 서비스산업의 확대에 따라 타부문 보다 빠르게 증가함에 따라, 에너지수요 비중도 2030년에 11.1%로 증가할 것이다.

3. 중장기 이산화탄소 배출전망

에너지소비의 지속적이며 급속한 증가로 이산화탄소 배출량이 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 특히, 발전부문과 수송부문이 가장 빠르게 증가할 전망이다. 이러한 급증은 국내외적

〈표-19〉 부문별 이산화탄소(CO₂) 배출전망

(단위 : 백만TC)

	1992	2000	2010	2020	2030
제조업	31.51	56.72	84.10	111.18	136.37
농·림어업	2.24	2.39	2.51	2.35	2.22
광·건설업	1.62	2.15	2.98	3.89	4.73
수송	15.47	32.85	47.63	50.98	55.02
가정	14.54	15.19	18.04	20.66	22.36
상업	4.18	5.93	8.63	11.42	15.24
발전	14.54	33.24	53.11	80.88	115.05
계	84.09	148.47	216.99	281.38	350.99
연증가율	'92-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	'92-2010
제조업	7.63%	4.02%	2.83%	2.06%	5.6%
농·림어업	0.82%	0.50%	-0.64%	-0.57%	0.6%
광·건설업	3.56%	3.35%	2.69%	1.96%	3.4%
수송	9.87%	3.78%	0.68%	0.76%	6.4%
가정	0.55%	1.73%	1.37%	0.79%	1.2%
상업	4.48%	3.82%	2.85%	2.92%	4.1%
발전	10.89%	4.80%	4.30%	3.59%	7.5%
계	7.36%	3.87%	2.63%	2.24%	5.4%
비중	1992	2000	2010	2020	2030
제조업	37.47%	38.20%	38.76%	39.51%	38.85%
농·림어업	2.66%	1.61%	1.16%	0.84%	0.63%
광·건설업	1.93%	1.45%	1.38%	1.38%	1.35%
수송	18.40%	22.13%	21.95%	18.12%	15.68%
가정	17.29%	10.23%	8.31%	7.34%	6.37%
상업	4.97%	4.00%	3.98%	4.06%	4.34%
발전	17.29%	22.39%	24.47%	28.75%	32.78%
계	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

으로 상당한 부담이 될 것이다.

이를 부문별로 보면 발전부문은 전기간동안, 수송부문은 2010년까지 이산화탄소 배출이 빠르게 증가할 전망이다. 1992-2010년간 발전부문에서의 이산화탄소배출은 연평균 7.5%로 가장 높은 증가율을 보이며, 원자력발전의 확대에도 불구하고 2030년까지 전기간을 통해 이산화탄소 배출량이 가장 빠르게 증가한다. 그 다음으로 수송부문이 6.4%의 연평균 증가율을 보일 전망이다. 이에 반해 가정부문의 이산화탄소 배출량은 낮은 증가세를 보일 전망이다.

이와 같은 부문별 증가세에 따라, 장기적으로 산업부문과 발전부문의 이산화탄소 배출 비중이 높아지는 데 반해 가정부문과 상업부문의 비중은 크게 낮아지며, 수송부문은 2010년까지 높아진 후 점차 그 비중이 낮아질 전망이다. 전기간을 통해 산업부문(제조업, 농림어업, 광·건설업)의 이산화탄소 배출비중

〈표-20〉 이산화탄소 관련 지표

	1973	1990	2000	2010	2020	2030
CO ₂ (백만 TC)	18.9	65.2	148.5	217.0	281.2	351.0
1인당 CO ₂ (TC)	0.56	1.52	3.17	4.37	5.56	6.94
1차에너지(백만TOE)	25.0	93.2	210.4	328.1	434.3	559.9
인구(백만명)	34.1	42.9	46.8	49.7	50.6	50.6
GDP('90조원)	46.6	179.5	361.3	617.0	917.2	1357.7
에너지원단위 (TOE/'90백만원)	0.54	0.52	0.58	0.53	0.47	0.41
TOE/'90천불	0.38	0.37	0.42	0.38	0.34	0.30
탄소집약도(TC/TOE)	0.76	0.70	0.71	0.66	0.65	0.63
연증가율(%)	'73-'90	'90-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	1990-2010
CO ₂	7.5%	8.6%	3.9%	2.6%	2.2%	6.2%
1차에너지	8.0%	8.5%	4.5%	2.8%	2.6%	6.5%
인구	1.4%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.7%
GDP	8.2%	7.2%	5.5%	4.0%	4.0%	6.4%
에너지탄성치	0.98	1.17	0.83	0.70	0.64	1.02
탄소탄성치	0.92	1.18	0.70	0.65	0.56	0.97
에너지효율 변화율	-0.2%	1.2%	-0.9%	-1.2%	-1.4%	0.1%
탄소집약도 변화율	-0.5%	0.1%	-0.6%	-0.2%	-0.3%	-0.3%

〈표-21〉 에너지원단위 국제비교

(단위 : TOE/'90천불)

	1973	1990		2000	연증가율(%)	
					73-90	90-2000
미국	0.56	0.42	0.41	0.40	-1.68	-0.49
일본	0.37	0.25	0.26	0.21	-2.28	-1.73
영국	0.57	0.40	0.40	0.36	-2.06	-1.05
독일	0.52	0.39	0.47	0.34	-1.68	-1.36
한국	0.38	0.37	0.62	0.42	-0.20	+1.20

〈주〉 1990년의 오른쪽행은 '85년 대비이며, 환율과 GDP 환가지수가 반영됨.

이 가장 높아 41~42%를 유지할 것으로 보인다. 수송부문의 비중은 승용차 소유의 포화점을 이루는 2010에 22%까지 높아진 후 점차 비중이 낮아진다. 가정부문의 비중은 연탄수요의 급감과 연료대체로 현저하게 낮아질 것이다. 1992년 현재의 비중이 17%인데 비해 2010년에 10%까지 낮아진다. 발전부문의 비중은 급증하는 전력수요를 충당하기 위한 발전소 건설의 증가로 현재의 17.3%에서 2010년 22%로 높아지며, 2030년 33%에 달할 전망이다.

〈표-22〉 1인당 CO₂ 배출량(1990년)

	1인당CO ₂	세계대비		1인당CO ₂	세계대비
	탄소톤	비중(%)		탄소톤	비중(%)
룩셈부르크	7.4	0.0	스웨덴	1.8	0.3
한국(2030)	6.9	-	노르웨이	1.7	0.1
미국	5.4	23.3	스페인	1.6	1.1
한국(2020)	5.6		한국(1990)	1.5	1.1
캐나다	4.5	2.0	포르투갈	1.2	0.2
호주	4.4	1.3	터키	0.6	0.6
한국(2010)	4.4	-	OECD 평균	3.3	48.2
독일	3.6	4.8	러시아	4.4	11.1
벨기에	3.4	0.6	카자흐스탄	3.8	1.1
네델란드	3.3	0.8	체코	3.7	1.0
핀란드	3.2	0.3	사우디아라비아	3.7	0.9
한국(2000)	3.2	-	우크라이나	3.5	3.1
덴마크	3.0	0.3	폴란드	2.6	1.7
영국	2.8	2.7	루마니아	2.0	0.8
아일랜드	2.6	0.2	한국(1990)	1.5	1.1
뉴질랜드	2.6	0.1	멕시코	1.0	1.5
아이슬란드	2.6	0.0	중국	0.6	11.1
일본	2.3	4.9	브라질	0.4	1.0
그리스	2.2	0.4	인도	0.2	2.8
오스트리아	2.0	0.3	스위스	1.8	0.2
프랑스	1.9	1.8	세계평균	1.1	-
이탈리아	1.9	1.9			

4. 이산화탄소 증가요인 분석

이산화탄소 배출은 인구증가, 경제성장(GDP), 에너지효율성, 탄소집약도가 4대 주요 증가요인이다. 우리나라의 이산화탄소 급증은 GDP 성장의 불가피한 결과이나, 선진국에 비해 에너지효율성이 상당히 낮은 결함이 있다.

GDP 증가율 대비 에너지수요의 증가율을 나타내는 에너지탄성치는 1990-2000년간 1.2를 기록하여('90-2000년: 1.0) 에너지소비 증가율이 GDP 증가율보다 높은 에너지 과다소비 단계가 계속될 것으로 우려된다.

GDP 증가율 대비 이산화탄소 증가율을 나타내는 탄소탄성치는 1990-2000년간 1.2를 나타내어 GDP 증가율보다 빠른

속도로 이산화탄소 배출량이 증가할 것으로 전망된다. 2000년 이후 탄소탄성치는 0.70으로 낮아지나 선진국에 비해 상당히 높은 수준이다.

부가가치 대비 에너지소비를 나타내는 에너지원단위를 살펴보면, 1990년 이전의 17년간 연 -0.2%로 미미하게나마 개선된 반면, 1990-2000간 연평균 1.2%씩 크게 악화될 전망이다. 이후 에너지효율 개선율은 연평균 1.0%를 유지할 전망이다. 반면 선진국들은 1차 석유위기 이후 에너지원단위가 크게 개선된 바 있다. 1973-1990년간 일본은 연평균 2.3%로 가장 크게 개선되었으며, 영국은 연평균 2.1%, 미국은 연평균 1.7% 개선을 보였다. 이들 선진국들은 1990-2000간에도 1%내외의

〈표-23〉 CO₂ 배출총량 순위(1990년 기준)

	CO ₂		세계중 비중(%)	OECD중 비중(%)		CO ₂		세계중 비중(%)
	백만TC	1인당CO ₂ TC				백만TC	1인당CO ₂ TC	
OECD	2836.4	3.3	48.2	100.0	미국	1369.1	5.4	23.3
미국	1369.1	5.4	23.3	48.3	러시아	654.5	4.4	11.1
한국(2030)	351.0	6.9		12.4	중국	654.5	0.6	11.1
일본	289.1	2.3	4.9	10.2	한국(2030)	351.0	6.9	
독일	283.4	3.6	4.8	10.0	한국(2020)	281.2	5.6	
한국(2020)	281.2	5.6		9.9	한국(2010)	217.0	4.4	
한국(2010)	217.0	4.4		7.7	우크라이나	179.7	3.5	3.1
영국	160.6	2.8	2.7	5.7	인도	162.0	0.2	2.8
한국(2000)	148.5	3.2		5.2	한국(2000)	148.5	3.2	
캐나다	118.6	4.5	2.0	4.2	폴란드	97.6	2.6	1.7
이태리	112.1	1.9	1.9	4.0	남아프리카	91.6	2.6	1.6
프랑스	104.7	1.9	1.8	3.7	멕시코	87.5	1.0	1.5
호주	74.7	4.4	1.3	2.6	한국(1990)	65.2	1.5	1.1
한국(1990)	65.2	1.5	1.1	2.3	카자흐스탄	63.3	3.8	1.1
스페인	61.9	1.6	1.1	2.2	브라질	60.8	0.4	1.0
네델란드	49.9	3.3	0.8	1.8	체코	58.4	3.7	1.0
터키	36.3	0.6	0.6	1.3	사우디	55.1	3.7	0.9
벨기에	33.8	3.4	0.6	1.2				
그리스	22.1	2.2	0.4	0.8				
핀란드	16.0	3.2	0.3	0.6				
오스트리아	15.6	2.0	0.3	0.5				
덴마크	15.3	3.0	0.3	0.5				
스웨덴	15.1	1.8	0.3	0.5				
아이슬란드	0.7	2.6	0.0	0.0				
스위스	12.1	1.8	0.2	0.4				
포르투갈	11.7	1.2	0.2	0.4				
아일랜드	9.0	2.6	0.2	0.3				
노르웨이	8.7	1.7	0.1	0.3				
뉴질랜드	7.3	2.6	0.1	0.3				
룩셈부르크	2.8	7.4	0.0	0.1				

〈자료〉 Climate Change Policy Initiatives, OECD/IEA, 1992.

〈표-24〉 주요 선진국의 CO₂ 증가량(1990-2000년간 총증가율)

미국	일본	영국	독일	캐나다	호주	스페인	스위스	네덜란드	덴마크	스웨덴	한국
3.0%	2.3%	0%	-25%	10.6%	16.3%	24.1%	-3.5%	-3.7%	-7.9%	4.1%	128%

연평균 원단위 향상이 예상된다.

에너지시스템의 탄소 함유 정도를 나타내는 탄소집약도(이산화탄소/에너지소비량)는 1990년부터 2000년까지 0.70(탄소톤/TOE)을 보이며, 2010년에 0.66에 이를 전망이다에 따라 타 선진국보다 유리한 상황이다.

5. 이산화탄소 배출 국제비교

이산화탄소 배출에 대해 주요국가와 비교함으로써 우리나라의 위치를 평가하고자 한다. 선진국의 2000년의 배출전망은 이들 국가의 국가보고서에 근거하고 있다. 1990년 대비 2000년의 이산화탄소 배출은 덴마크, 네덜란드, 스위스 등 유럽의 소국가는 이산화탄소 배출총량이 감소한다. 그러나, 미국(3.0%), 일본(2.3%), 스웨덴(4.1%)의 이산화탄소는 포화점에 달하여 한자리의 총량증가를 보일 전망이다. 그리고 스페인(24.1%), 호주(16.3%), 캐나다(10.6%)는 두자리의 총량증가를 보인다. 반면 우리나라는 2000년까지 1990년 대비 128%의 총량증가를 보일 전망이다.

이산화탄소 배출총량을 비교하기 위해 선진국들은 기후변화 협약에 따라 1990년 수준으로 안정화되거나 다소의 증감이 있을 것으로 가정하였다. 이 경우, 우리나라는 1990년 16위에서 2000년에 9위에 진입한 후, 2010년 6위, 2030년엔 미국 다음으로 2위를 기록할 것으로 예상된다. 2010년 우리나라는 배출총량에서 미국, 러시아, 중국, 일본, 독일 다음으로 전세계 6위에 위치하게 된다.

1인당 이산화탄소 배출량을 보면, 1992년 현재 1.79 탄소톤에서 2000년에 3.2톤으로 유럽국가 수준을 넘어서며 2010년에 4.4톤에 이른다. 그리고, 2030년에는 6.9톤으로 현재의 북미국가 수준에 이를 것으로 전망된다. 이에 따라 현재 추세대로 에너지수요 여건이 진행되는 기준안(BAU)의 경우, 1인당 배출량 기준으로 우리나라는 1992년 27위에서, 2000년 13위, 2010년 5위, 2020년 이후엔 가장 높은 수준인 미국과 같아지게 될 것이다.

1. 에너지·탄소세 분석의 배경

에너지·탄소세는 1992년부터 EU를 중심으로 도입이 시도되고 있으며, 부속의정서 협상시 주의제가 될 전망이다. 에너지·탄소세는 제도의 경제적 효율성은 높으나 경제에 대한 파급효과가 다양하기 때문에 다각적인 검토와 면밀한 분석이 요구되며, 향후 보다 많은 연구가 필요한 분야이다.

에너지·탄소세는 재화생산에서 중요한 중간재의 가격을 변화시킴으로써 에너지수급에 직접적인 영향을 줄 뿐 아니라 경제의 산업생산구조를 변화시키며 재화의 국제경쟁력에 영향을 주는 등 그 효과가 광범위하다. 본 연구에서는 우리나라 에너지가격 및 에너지세제 변화를 거시적으로 평가할 수 있는 모형을 개발·활용중이며, 향후 지속적으로 심층분석이 이루어질 것이다.

2. 에너지·탄소세의 거시경제적 영향 및 효과 : 2000년의 경우

〈표-25〉 탄소세의 영향 및 효과(2000년)

이산화탄소 감축목표	10% 감축	20% 감축	30% 감축	40% 감축
배출 톤당 탄소세	88.62 US\$ (65,578원)	363.03 US\$ (268,640원)	1,091.86 US\$ (807,970원)	2,766.79 US\$ (2,047,400원)
국내물가상승율	1.7%	4.7%	14.7%	38.9%
GDP 감소율	-1.8%(6.5조원)	-6.9%	-19.5%	-46.1%
석탄 (원/톤)	세액 상승율 32,000 79%	130,000 320%	359,000 970%	
휘발유 (원/리터)	세액 상승율 42 7%	169 27%	514 83%	
등유 (원/리터)	세액 상승율 49 23%	201 95%	609 287%	
B-C유 (원/리터)	세액 상승율 56 68%	226 275%	684 834%	

2000년에 BAU 대비 10%를 감축시키려면 탄소 1톤당 66,500원의 탄소세(배럴당 약 12불에 해당됨) 부과되어야

제 4절 에너지·탄소세의 거시경제적 영향

하는 것으로 분석되었다. 이 경우 국내총생산은 90년 불변가격으로 6.5조원인 1.8% 감소를 초래하며 물가는 1.7% 상승하게 된다. 여기서 GDP의 감소는 매년 누적적이다. 이경우 에너지 가격은 1994년 가격과 대비할 때, 석탄이 79%로 가장 크게 상승하고, 가솔린은 리터당 42원 상승하여 7% 인상되며, 등유는 리터당 49원으로 23% 상승, B-C유는 리터당 56원으로 현재보다 68% 상승하게 된다.

3. 에너지·탄소세의 거시경제적 영향 및 효과 : 2010년의 경우

〈표-26〉 2010년의 CO₂ 배출감축을 위한 탄소세와 경제적 효과

CO2 감축 목표	10% 감소	20% 감소	30% 감소	
이산화탄소배출 톤당 탄소세	145.48 US\$ (107,650원) (20.4\$/배럴)	589.27 US\$ (436,060원) (84.0\$/배럴)	1583.4 US\$ (11,711,700원) (222\$/배럴)	
국내물가상승률	1.1%	4.8%	13.3%	
GDP감소율	-1.8%	-6.9%	-17.5%	
탄소세				
석탄 (원/톤)	세액(원) 상승률	53,000 129%	213,000 523%	573,000 1406%
휘발유 (원/리터)	세액(원) 상승률	68 11%	277 45%	745 120%
등유 (원/리터)	세액(원) 상승률	81 38%	328 155%	882 416%
B-C유 (원/리터)	세액(원) 상승률	91 111%	369 450%	992 1210%
도시가스 (원/부배)	세액(원) 상승률	70 31%	284 127%	763 341%

2010년에 2000년도 수준으로 배출량을 동결하기 위해서는 BAU 대비 31% 감축이 필요하나, 탄소톤당 1,580달러의 탄소세가(배럴당 220불) 부과되어야 하며, 이는 17.5%의 GDP 감소(108조원, 90년불변)를 초래한다. 이는 현실적으로 불가능한 수준이다. 2010년에 10% 감축을 위해서는 탄소톤당 146불의 탄소세가(배럴당 20불에 해당) 필요하며 이는 GDP를 1.8%(11.1조원) 감소시킬 것이다. 이러한 에너지·탄소세로 인한 에너지가격의 상승을 보면, 탄소함유량이 많은 석탄이 129%로 가장 많이 상승한다. 2010년에 20% 감축을 위해서는

〈표-27〉 2010년에 2000년 수준 동결시의 산업별 영향 (단위 : %)

산업명	산출변화율	수입변화율	수출변화율
농림수산업	-10.0	-4.1	61.2
석탄광업	-31.3	-35.4	-
원유	-	-40.4	-
천연가스	-	-28.3	-
금속광업	-13.7	-15.9	-9.3
음식료품	5.3	-2.2	23.7
섬유 및 가죽	29.7	7.5	38.7
종이 및 목재	1.5	1.8	1.2
화학 및 화학관련제품	-21.9	35.5	-52.6
석유제품	-40.4	17.8	-99.8
석탄제품	-44.0	-74.3	-99.9
요업 및 토석	-8.2	38.5	-52.9
1차금속	-23.6	17.2	-61.2
금속제품	-8.0	19.9	-21.5
일반기계	2.2	-3.3	5.9
전기 및 전자	7.5	-0.7	12.1
정밀기기	17.1	-4.4	28.8
수송기계	-0.5	-6.5	3.3
기타제조업	10.3	-6.7	24.6
전력	-13.6	201.6	-85.8
가스	-28.3	291.3	-99.7
수도	-2.9	13.2	-22.4
건설	-0.8	-	-0.6
도소매	4.8	-16.1	11.8
운송 및 보관	-29.6	68.0	-43.9
통신	9.5	-27.3	24.5

탄소톤당 589 불의 탄소세가(배럴당 82불) 필요하며, 이는 6.9%의 GDP 감소(42.6조원) 초래한다.

이러한 분석결과를 타 연구결과와 비교해 보면, 우리나라는 경제성장의 역동성 때문에, 이산화탄소 감축에 요구되는 탄소세의 크기가 다른 국가에 비해 훨씬 클 것으로 보인다. 2010년의 경우 BAU대비 10% 감축을 위해 톤당 146달러의 탄소세가(배럴당 20달러) 부과되어야 하며, 이는 2010년에 1.8%의 GDP 손실을 초래하게 된다. 2010년에 31% 감축(2000년 수준 동결)을 달성하기 위해서는 톤당 1,583달러의 탄소세가(배럴당 221불) 필요하며 GDP 손실은 17.5%에 달하게 되나, 현실적으로 불가능하다. 반면 미국의 경우 2025년에 BAU에 대비 31% 감축을 위해 톤당 43불의 탄소세가 필요하며, 이는 1.1% GDP 손실을 초래하는 것으로 분석하고 있다.

〈표-28〉 에너지·탄소세 영향분석 비교

연구자	BAU대비 CO ₂ 감축율(%)	필요 탄소세 (S/TC)	배럴당 달러로 환산	GDP 손실(%)	연도	지역
Jorgenson	-27	37	5.2	1.0	2000	미국
	-31	43	6.0	1.1	2025	미국
OECD	-17	21	2.9	0.1	2000	세계
	-43	215	30.1	2.2	2020	세계
M-M	-52	375	52.5	3.2	2025	미국
국가보고서	-10	146	20.4	1.8	2010	한국
	-20	589	82.5	6.9	2010	한국
	-30	1583	221.6	17.5	2020	한국
국가보고서	-10	210	29.4	1.8	2020	한국
	-20	840	117.6	6.7	2020	한국
	-30	1115	156.1	8.8	2020	한국

4. 에너지·탄소세의 소득분배, 세수 및 산업구조적 영향분석(1990년 기준)

에너지·탄소세가 소득분배, 세수 및 산업구조에 미치는 영향을 분석하는 데 있어서, 우리나라의 조세구조와 세부적 산업구조에 대한 장기전망이 불확실하기 때문에 자료가 충분한 1990년에 대한 가상적 영향을 분석함으로써 미래의 영향을 가늠해 볼 수 있다.

1990년의 에너지소비량에 원유 1배럴당 10달러의 에너지세를 부과하였다면 정부의 조세수입은 석유에서 2조 6000억원, 석탄에서 1조 6700억원, 천연가스에서 1135억원의 세수입이 발생하여, 총세수의 16.3%에 이르는 4조 4천억원의 세입이 추가적으로 발생했을 것이다. 따라서, 향후 에너지·탄소세가 도입되는 경우 총세수의 15-20% 정도의 세입을 예상할 수 있겠다.

소득분배효과는 탄소집약적 제품에 대한 소비 점유율에 따라 달라진다. 그런데 이들 제품에 대한 소비점유율은 소득수준에 따라 달라진다. 그 결과 에너지·탄소세의 소득재분배효과는 소득계층별 점유율로 볼 때 그 효과가 불분명하다.

그러나, 총체적 불평등지수로 볼 때 소득분배는 미미하게나마 악화되는 것으로 분석된다. 지금까지의 환경 정책 수단은 환경수요의 소득탄력도 같은 개인적 특성을 반영치 못하고 있는 측면이 강하다. 환경개선을 위한 지불용의비용(willingness-to-pay)은 소득 수준과 정의 관계를 유지하고 있기 때문에, 에너지·탄소세도 개인별 소득수준에 따른 누진적 구조를 갖는 것이 조세형평상 바람직할 것이다.

에너지·탄소세의 본래의 목표, 즉 이산화탄소 감축목표를 최소의 비용으로 달성하려면 탄소原單位가 높은 시멘트, 철강, 화학 등 에너지다소비형 산업이 일차적 대상이 될 수 밖에 없다. 그러나, 이들 산업이 국가의 주요 기간산업이기 때문에 현재 에너지·탄소세를 도입하고 있는 일부 유럽국가에서도 특별한 유예조치가 부여되고 있다는 점을 유념해야 한다.

5. 에너지 절약 캠페인의 개선방향

에너지 절약 캠페인은 캠페인의 목적, 대상, 메시지, 매체 등의 유무에 따라 적절한 대응책이 강구되어야 한다. 현재의 캠페인은 캠페인의 목적의 추상성, 목적과 목표의 혼재, 측정 불가능성, 계획 달성 여부의 모호성 등의 문제가 있다. 따라서, 목적 설정의 구체성의 확보가 필요하다. 기본적 원칙은 구체성을 띠어야 한다는 것이다. 사전조사를 통해서 정확한 대상자 파악이 선행되어야 하고, 그들의 욕구와 캠페인 메시지가 추구하는 목적과의 오차를 최소한으로 줄여나갈 수 있도록 목적이 설정되어야 한다. 계획이 장기적인지 단기적인지 기간도 명확하게 밝혀야 한다. 그리고, 목적과 목표를 정확히 차별화하여야 한다. 목적이 추상적인 수준으로 설정되는 경우, 목표와 혼재되어 있으므로 해서 실질적인 실천계획을 수립하기가 어렵기 때문이다.

캠페인의 대상자 선정에 있어서 일반적 수용자로 파악하고 있는 면이 있다. 따라서, 구체적이고 실질적인 대상자 파악이 이루어져야 한다. 에너지절약에 관해 적극적이고 전문적인 성향을 지닌 집단에서부터 소극적이고 방관적인 집단에 이르기

까지 세밀한 대상자 집단의 분류를 통하여 각 집단에 맞는 구체적인 목적 설정과 메시지 작성이 이루어져야 한다.

제 5절 기후변화가 한반도에 미치는 영향분석

1. 한반도 기후변화 예측 시나리오

주요 대기대순환 모델 결과를 토대로 우리나라 부근에 이산화탄소 농도가 2배로 되는 경우를 분석한 결과 대체로 2070년 경에 한반도 주위의 이산화탄소 농도가 2배가 될 것으로 분석되었다.

이산화탄소 농도 2배 증가시 한반도 기온은 1.0~4.0°C의 범위 내에서 상승할 것으로 예상되며 최적값은 2.0~2.5°C 일 것으로 예상된다. 지역별, 계절별 분포로 보면 대체로 북한 지방과 동해안의 기온 변화가 중부 서해안 지방보다 크며, 동계가 하계보다 큰 것으로 나타났다.

이산화탄소 농도 2배시의 연평균 강수량은 20% 증가하는 경우, 15% 증가하는 경우, 강수량 변화가 거의 없는 경우의 3가지 시나리오가 예상된다. 이 가운데 가장 유력한 시나리오는 두번째인 15% 증가 시나리오이다. 이 경우, 여름철변화율의 폭은 연평균 보다 다소 클 것(35% 증가로부터 25% 감소)으로 예상된다.

2. 기후변화가 대기질에 미치는 영향

기후변화 및 오존층 감소가 대기질에 직접 영향을 미치는 요소로서 1)에너지 사용 변화에 따른 대기오염 물질 배출량의 변화 2) 성층권의 오존 농도 변화로 인한 광분해 계수 변화, 3) 평균, 최고, 최저 온도 변화, 습도 변화, 4) 구름의 분포 및 발생 빈도 변화, 5) 행성경계층의 높이 변화, 6) 대기오염 물질의 농도 변화, 7) 온도의 영향에 따른 탄화수소의 배출량 변화, 8) 대기층 정체 기간의 변화, 9) SO₄ 등 에어로졸의 변화를 들 수 있다. 이들은 대기오염 물질의 농도를 상승 또는 하강시키는 요소이다. 인간의 활동에 의한 지구환경 변화는 성층권 오존의 감소와 대류권 오존의 증가라는 두 가지 다른 악영향을 미치고 있다.

분석결과에 의하면 광화학 오존 상승에 특히 민감한 인자들은 최고 혼합고(maximum mixing height), 혼합고 상부(aloft)의 오존 농도, 미메탄계 탄화수소(NMHC)의 배출속(emission flux), 식물로부터의 탄화수소의 배출속, 당일의 기온 등이며

CO의 배출속, NO₂/NO_x 비, 상대습도 등은 광화학 오존 생성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 온도 변화와 오존 전량 변화에 따라 대류권 오존 농도는 온도 4°C 상승시 약 15%, 오존 전량 20% 감소시에도 약 15% 증가하며, 온도 상승과 오존 전량감소가 동시에 일어나면 약 30% 증가한다. 이는 대류권의 오존의 경우 대기환경 기준을 지키지 못할 경우가 크게 늘어난다.

제 6절 에너지부문의 CO₂ 저감시나리오 분석과 에너지부문의 대응방향

1. 시나리오의 주요 전제

가. 효율개선 시나리오 주요 가정

산업부문의 경우, 제조업의 전력이용 효율은 기준안 대비 2000년에 3.7%, 2010년에 12.4%, 2020년에 19.9%, 2030년에 31.9% 개선되는 것으로 전망된다. 전 업종의 열효율 개선을 보면 수송부문의 경우, 공로부문은 2010년까지 1992년 대비 20% 향상, 2030년까지 2010년 대비 10% 개선되며, 비공로부문 중 철도와 항공은 1992-2010년 사이 15% 개선, 2010-2030년 사이 7.5% 개선, 해운은 1992-2000년 사이 10% 개선, 2010-2030년 사이 5% 개선되는 것으로 가정하였다. 가정부문의 경우, 현재의 기술수준이 발전의 포화점에 있다고 평가되고 있어 절약 잠재량이 적은 난방과 취사는 제외하고 냉방, 조명, 및 가전기기의 효율개선 가능성만 분석하였다. 상업·공공부문의 경우, 1992-2010년 사이 냉방 42%, 난방 17%, 조명 40%, 동력 24%, 취사에 대해 21%의 효율 개선이 이루어지며, 2010-2030년 사이 냉방 25%, 난방 10%, 조명 24%, 동력 14%, 취사 13%의 효율 개선이 이루어지는 것으로 가정하였다.

나. 연료대체 시나리오의 주요 가정

산업부문의 경우, 산업구조의 변화에 기인하는 연료대체를 분석하였다. 즉 에너지 다소비업종의 부가가치 비중 감소하는 경우를 분석하였다. 수송부문의 경우, 휘발유 자동차의 전기자동차로의 대체율이 2000년 1%, 2010년 5%, 2020년 10%, 2030년 20% 되는 것으로 가정하였으며, 경유자동차의 CNG 자동차로의 대체율은 2000년 1%, 2010년 10%, 2020년 20%, 2030년 40%로 가정하였다. 가정부문의 경우, 난방부문

에 국한하여 분석하였으며, 석유난방의 비중은 감소하고 도시가스, 지역난방 및 전력난방의 비중이 확대되는 것으로 가정하였다. 상업공공부분의 경우, 난방의 경우는 도시가스 및 지역난방의 확대, 냉방 및 취사의 경우는 도시가스의 사용확대를 가정하였다.

그리고 저성장 시나리오는 기준안과 동일하게 구성되어 있으며, 기준안에 반영된 경제 성장률만 연율 1%씩 하향 조정하였다.

2. 시나리오 전망 결과

각 시나리오의 1차에너지 수요 전망 결과를 요약하면 아래 표와 같다. 효율개선 시나리오에 따르면 1차 에너지 수요는 기준안 대비 2000년에 7.1%, 2010년에 12.0%, 2020년에 18.5%, 2030년에 27.0%의 에너지 절약 잠재량이 있으며, 장기로 갈수록 절약잠재량이 누적적으로 커진다. 이는 2000년 이후 연평균 1%씩 경제성장률이 낮아지는 저성장 시나리오와

〈표-29〉 시나리오별 1차 에너지수요

(단위 : 백만 TOE)

	1992	2000	2010	2020	2030
기준안	116.6	210.4	328.1	434.3	559.9
효율개선안	116.6	195.5	288.9	353.9	408.7
연료대체안	116.6	196.5	308.9	409.7	535.1
저성장안	116.6	195.5	278.9	342.1	407.0
기준안 대비 절약잠재량(%)					
기준안		0.0	0.0	0.0	0.0
효율개선안		-7.1	-12.0	-18.5	-27.0
연료대체안		-6.6	-5.8	-5.7	-4.4
저성장안		-7.1	-15.0	-21.2	-27.3

〈표-30〉 시나리오별 이산화탄소 배출량

(단위 : 백만 TC)

	1992	2000	2010	2020	2030
기준안	84.1	148.5	217	281.2	351
효율개선안	84.1	139.0	193.7	232.8	262.8
연료대체안	84.1	137.9	200.2	256.8	319.5
저성장안	84.1	137.8	184.2	221.6	255.6
기준안 대비 절약잠재량(%)					
기준안		0.0	0.0	0.0	0.0
효율개선안		-6.4	-10.7	-17.2	-25.1
연료대체안		-7.1	-7.8	-8.7	-9.0
저성장안		-7.2	-15.1	-21.2	-27.2

같은 규모의 에너지절감을 달성할 수 있다는 면에서 우리나라의 효율개선의 중요성을 극명하게 알 수 있다. 저성장 시나리오 오는 BAU 대비 2010년에 15%, 2030년에 27.3%의 에너지 절감을 초래한다. 연료대체 시나리오는 에너지총량이 BAU와 크게 다르지 않아야 하나, 제조업이 에너지저소비형 구조로 변환하는 데 따라 5% 내외의 에너지절감이 유도될 수 있는 것으로 분석되었다.

이와같은 에너지 절약에 따른 이산화탄소의 절감 가능량은 다음과 같다. 효율개선 시나리오의 경우 에너지수요 절감보다 다소 낮은 수준의 이산화탄소 절감율을 보인다. 기준안 대비 2000년에 6.4%, 2010년에 10.7%, 2020년에 17.2%, 2030년에 25.1%의 이산화탄소 절감이 예상된다. 에너지수요 절감보다 이산화탄소 절감율이 낮은 이유는 이는 사회시스템의 전력 사용비중이 높아지기 때문이다. 저성장 시나리오의 경우 에너지수요 절감율과 같은 수준으로 이산화탄소가 절감된다. 연료대체 시나리오 경우, 에너지총량은 BAU 대비 5% 내외로 절감되는 데 비해 이산화탄소 절감율은 훨씬 높은 절감율을 보인다. 기준안 대비 2000년에 7.1%, 2010년에 7.8%, 2030년에 9.0%의 이산화탄소 절감이 가능한 것으로 분석되었다.

3. 기후변화협약 후속협상 전망

1995년 8월부터 개시된 기후변화협약 후속의정서 협상은 개도국에 대해 새로운 의무부과를 논의하지 않는다는 전제하에 진행되고 있다. 선진국을 대상으로 2005, 2010, 2020년별 감축목표를 설정하기 위한 협상이 진행되고 있다. 이와 관련하여 41개 도서국가 연합은 이산화탄소 배출량을 2005년까지 '90년 수준의 20% 삭감을 요구하고 있다. 독일등 EU국가들은 에너지·탄소세 도입을 강력하게 주장하고 있으며, 에너지 효율의 국제기준 설정을 요구하고 있다. 더 나아가 개도국을 세분화할 것을 요구하고 있다. 의정서 협상이 어떠한 결과를 도출할 지 현재로서는 예측하기 어렵다.

그러나, 선발개도국에 대한 규제강화 문제는 의정서 협상의 공식의제가 아님에도 불구하고 지속적으로 대두되는 문제가 될 것이다. 선진국들이 이산화탄소 규제강화에 대한 자국내의 산업계를 설득하기 위한 수단으로 선발개도국에 대한 규제강화를 활용할 가능성이 높기 때문이다.

현재 우리나라는 개도국으로 분류되어 있기 때문에 기후변화협약의 일반의무, 즉 온실가스 통계량의 제출과 국가기본정책 수립 등의 의무만을 지고 있다. 그러나 본 연구의 결과가 보여주듯이, 우리나라는 세계에서 가장 높은 수준의 이산화탄소

〈표-31〉

	1970	1973	1990	1992	1994	2000	2010	2020	2030
1인당 CO ₂	0.43	0.56	1.52	1.79	2.10	3.17	4.37	5.56	6.94

〈표-32〉 규제시나리오별 BAU 대비 CO₂ 감축율

(단위 : %)

	1990	2000	2010	2020	2030
CO ₂ 배출(BAU, 천TC)	65.2	148.5	217.0	281.2	351.0
1인당CO ₂ 기준(EU)	0%	-24%	-45%	-57%	-65%
1인당CO ₂ 기준(OECD)	0%	0%	-24%	-41%	-52%
2000년수준 동결안	0%	0%	-32%	-47%	-58%
2010년수준 동결안	0%	0%	0%	-23%	-38%
탄성치목표설정	0%	-11%	-17%	-23%	-27%

〈표-33〉 규제시나리오별 1인당 CO₂

(단위 : 탄소톤)

	1990	2000	2010	2020	2030
BAU	1.5	3.2	4.4	5.6	6.9
1인당CO ₂ 기준(EU)	1.5	2.4	2.4	2.4	2.4
1인당CO ₂ 기준(OECD)	1.5	3.3	3.3	3.3	3.3
2000년수준 동결안	1.5	3.2	3.0	2.9	2.9
2010년수준 동결안	1.5	3.2	4.4	4.3	4.3
탄성치목표설정	1.5	2.8	3.6	4.3	5.0

배출증가를 보이고 있는 국가이다.

현재의 에너지정책 및 에너지수요 여건에 큰 변화가 없는 한 이산화탄소 배출은 1990-2000년간 연 8.6%, 2000-2010년간 3.9%, 2010-2020년간 2.6%, 2020-2030년간 2.2%로 증가할 것으로 전망되었다. 이러한 이산화탄소 배출의 지속적 증가는 물론 경제성장에 따른 불가피한 결과이다. 즉, GDP에 대한 에너지 수요의 탄성치가 1990-2010년간 1을 상회하고, 그후 2010년대에 0.70, 2020년대에 0.64라는 높은 탄성치의 결과이다.

그 결과 1인당 CO₂ 배출량은 2000년 이전에 일본수준, 2000년대 중반에 독일수준, 2010년대 중반에 캐나다 수준, 2020년 미국수준에 도달하게 되며, 2000년대 중반에 OECD의 평균수준인 3.3톤에 달하게 될 전망이다. 2010년에 1인당 기준으로 전세계 5위, 배출총량 수준으로 전세계 6위에 달하게 될 것이다.

향후 규제의 방향은 다양한 각도에서 평가해야 한다. 규제의

기준은 아직 설정되어 있지 않지만 대표적으로 총량규제와 1인당 규제에 대하여 시산이 가능하다. 현재 선진국들은 1990년 수준의 총량규제를 시행하고 있다고 할 수 있다.

1인당 이산화탄소 배출량으로 규제하는 경우, EU 평균수준과 OECD 평균수준을 상정해 볼 수 있다. EU 평균수준인 1인당 2.4톤으로 규제시, 우리나라는 2000년에 BAU 대비 24%, 2010년에 45%, 2030년에 65% 감축해야 한다. OECD 평균수준의인 1인당 3.3톤으로 규제시, BAU 대비 2010년에 24%, 2030년에 52%를 감축해야 한다. 배출총량으로 규제하는 경우, 현재의 선진국들의무인 2000년까지 1990년 수준 동결은 달성이 불가능하다. 기준년도와 목표년도를 10년씩 유예시키는 경우, 즉 2010년부터 2000년 수준으로 동결하는 경우, 2010년에 BAU 대비 32%의 이산화탄소 감축(69 백만톤)이 요구되며 2030년에 58%의 감축이 요구된다. 기준년도와 목표년도를 20년씩 유예시키는 경우, 즉 2020년부터 2010년 수준으로 동결하는 경우, 2020년에 BAU 대비 23%, 2030년에 38%의 감축이 요구된다.

결론적으로 볼 때, 1인당 기준과 총량기준 모두 상당한 규모의 이산화탄소 감축이 요구되는 기준이며, 가능한 한 이를 피해야 한다. 그러나, 지구온난화에 대한 국제적 우려에 전혀 무관심할 수는 없을 것이다. 모든 경제사회적인 지표상 세계 10위권에 진입하고 조만간 G7 국가에 진입할 것을 목표로 하고 있는 우리나라로서는 이에 상응하는 국제적 역할을 감당해야 할 것이다. 해수면 상승을 우려하는 소도서국가 주장과 IPCC를 포함한 과학자들의 경고를 고려해야 한다.

우리나라의 여건에 부합하는 온실가스 감축노력이 선행되어야 하며, 동시에 예지적 관점에서 우리나라의 사회·경제적 시스템을 저탄소·저에너지형으로 유도하는 정책적 노력이 필요하다. 이러한 관점에서 우리나라는 1인당이나 총량으로의 확정된 기준의 설정은 피해야 하되, 에너지 소비 및 이산화탄소 배출의 증가율을 조정하는 방향으로 협상을 유도해야 할 것으로 보인다. 경제성장으로 인한 불가피한 이산화탄소 배출이라는 점을 인정받기 위해, 에너지탄성치라는 지표를 기준으로 하는 목표설정을 염두에 두어야 할 것이다.

4. 국가 에너지효율 목표의 도출과 정책적 추진방향

OECD 가입 및 의정서 협상동향을 감안할 때, 우리나라는 2005-2010년 사이에 상당한 수준의 온실가스 감축성과가 있어야 할 것으로 판단된다. 우리나라의 이산화탄소 증가에 대해 선진국만이 주시하는 것이 아니라, 현재는 같은 울타리에 있는 개도국들도 우리나라의 이산화탄소 증가를 주시하게 될 것이다.

기후변화문제는 장기적인 차원의 이슈이나 이에 대응하는 사회경제적 대응시스템의 구축도 장기기간이 소요되는 문제이다. 그리고, 협상추이는 항상 가변적이다. 따라서, 장기에 대한 시나리오 분석을 통해 우리나라의 대응수준을 평가하여 목표를 설정해야 할 것이다.

다양한 분석결과를 토대로 최소한의 조치로서 다음과 같은 수준의 에너지탄성치 목표 설정을 제안코자 한다. GDP 대비 에너지수요 탄성치를 기준으로 하여, 단기적으로 2000년까지 탄성치를 1.17에서 1.0으로 낮추고, 2000-2010년간 0.83을 0.7로 낮추며, 2010년 이후는 0.5까지 낮추는 것을 목표로 삼는 것을 제안코자 한다.

이러한 목표가 달성되는 경우, 2010년에 BAU 대비 17%, 2030년 27%의 이산화탄소 감축이 이루어진다. 1인당 이산화탄소 배출량은 2010년에 OECD 평균을 다소 초과하는 3.6톤, 2030년에 5.0톤이 될 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 우리나라 사회·경제시스템의 에너지효율성이 대폭 향상되어야 한다. 부가가치 대비 에너지소비량을 나타내는 에너지원단위는 2000년 0.58에서 0.52로, 2010년 0.53에서 0.44로, 2020년 0.47에서 0.36으로, 2030년 0.41에서 0.30이 되어야만 상기 목표를 달성할 수 있다.

시나리오 분석 결과, 효율개선 정책노력이 가시화되는 경우 2010년에 BAU 대비 10.7%, 2030년 25%의 이산화탄소 감축이 가능할 것으로 분석되었으며, 연료대체 노력이 강화되는 경우 2010년에 BAU 대비 7.8%, 2030년 9%의 이산화탄소

감축이 가능할 것으로 분석되었다. 따라서, 상기목표의 달성은 정책여하에 따라 가능하리라고 판단된다. 이러한 이산화탄소 감축노력이 조기에 가시화되지 않을 경우, 이산화탄소 감축은 곧 경제성장율의 하락으로 이어질 수도 있는 상황이 초래될 우려가 높다고 하겠다.

본 연구에서는 에너지 효율화와 이산화탄소 저감을 위한 다양한 수단과 범위를 분석하였다. 향후 보다 세분화되고 정밀한 분석이 이루어져야 하겠지만 본 연구결과 다음의 분야의 기술적 잠재력을 적극 활용할 수 있는 정책적 노력이 필요한 것으로 평가되었다.

산업부문에서는 공정효율의 개선이 중요하며, 업종별로 보면 화학섬유, 1차금속, 기계금속의 에너지저감 잠재력이 높은 것으로 나타났다. 특히, 1차금속은 이산화탄소 저감면에서 가장 큰 잠재력을 보였다. 소송부문에서는 승객부문의 효율개선 잠재력이 높은 것으로 평가되었다. 소형차 확산, 대중교통 이용을 확대, 기업평균연료효율제 등도 중요한 수단이다. 가정부문은 에어컨, 냉장고, TV의 기술적 효율개선의 역할이 중요하며, 조명효율 개선으로 인한 잠재력이 높은 것으로 평가되었다. 가정부문은 난방의 효율개선, 특히 단열의 역할이 중요하다. 그리고, 지역난방을 통한 난방효율 개선이 중요한 역할을 한다. 상업부문은 난방과 조명부문이 중요하다.

산업구조적 차원에서 화학석유와 1차금속의 역할이 향후 이산화탄소 배출의 결정적인 요인이 되는 것으로 분석되었다. 수송부문에서 CNG 자동차 보급의 역할이 중요하다. 전기차 보급은 SO₂ 등 국지적 대기오염 저감에는 중요한 수단이나, 발전효율이 35%내외이기 때문에 이산화탄소는 오히려 증가시키는 요인으로 작용한다.

향후, 경제적 수단으로서의 에너지·탄소세, 행정적 수단으로서의 효율기준 제도, 재정적 수단으로서의 각종 유인제도에 대한 면밀한 분석을 토대로 온실가스 저감을 위한 실천계획의 수립이 요망된다. ㉠

〈표-34〉 에너지 탄성치의 목표설정

(단위 : 탄소톤/백만원, 90)

	'73-1990	'90-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	'90-2010
BAU 탄성치	0.97	1.17	0.83	0.70	0.64	1.02
에너지탄성치 목표		1.0	0.7	0.5	0.5	-
		1990년	2000년	2010년	2020년	2030년
CO ₂ 감축비율		-	-11%	-17%	-23%	-27%
결과원단위		-	0.52	0.44	0.36	0.30
결과 1인당 CO ₂		1.52	2.8	3.6	4.3	5.0