

기후변화협약과 대전시 전력부문의 기초연구

A fundamental study on Energy in Daejeon and
United Nations Framework Convention on Climate
Change

정 환 도

연구진

연구책임

- 정환도 / 자치정책연구부 책임연구원

서 문

기후변화 문제는 특정 국가 혹은 지역에만 국한되는 문제가 아닙니다. 이것은 정부의 지속적 노력과 국가 간 협의가 이루어져야 해결할 수 있는 문제입니다. 우리나라는 온실가스 삭감에 대한 국제적인 압박이 점차 거세어지고 있는 가운데, 2013년부터는 감축 대상국에 포함될 가능성이 매우 높습니다. 그렇게 될 경우, 지방자치단체에 미치는 영향은 매우 클 것으로 판단됩니다. 결국 우리나라에 부과되는 온실가스 삭감량은 대전시 등 지방자치단체에서 해결해야 할 확률이 높아만 가고 있기 때문입니다. 향후 정부에서 지자체로의 의무 할당량을 규정할 가능성이 있는바, 지자체에서는 자발적 대책 마련이 필요한 시점에 도달하여 있습니다.

본 연구에서는 대전시 전력부문에 대한 이산화탄소 배출량 등에 대한 기초연구를 수행하여, 향후 기후변화대응 정책 결정에 도움이 되고자 합니다. 특히 2013년 대비 대전시 전력부문 삭감 목표량 설정의 기초 자료를 제공하고자 합니다.

한편, 대전발전연구원에서는 2004년부터 지방자치단체로서는 비교적 빠르게 기후변화문제에 대응하는 각종 보고서를 시리즈 형식으로 작성하고 있습니다. 이에 본 보고서는 올해 4번째 보고서로써, 전력부문에 대한 배출계수 및 이산화탄소 배출량 기초연구에 대한 결과물로 구성되었습니다. 또한 본 연구방법 및 결과는 이산화탄소 배출량 부문의 기초연구이자 시험론적 연구입니다. 더불어 본 연구결과는 향후 대전시의 온실가스 대응부문에 미약하게나마 도움이 될 것으로 생각합니다.

따라서 본 연구결과는 향후 대전시 온실가스대응 기본계획 작성에 있어 도움이 되길 바라며, 본 연구를 수행한 정환도 책임연구원의 노력에 격려를 보냅니다.

2008. 11.

대전발전연구원장 육 동 일

요약 및 정책건의

I. 서론

기후변화 문제는 특정한 국가 혹은 지역에 국한되는 문제가 아니라, 전 지구적으로 대두되고 있는 심각한 문제이다. 따라서 지속적인 정부의 노력과 국가 간 협의가 이루어져야 해결할 수 있는 사안이다. 우리나라는 2005년 기준 온실가스 배출량 세계 10위로, 온실가스 삭감에 대한 국제적인 압박이 점차 거세어지고 있다. 이러한 이유로 2013년부터는 감축 대상국에 포함될 가능성이 매우 높다. 이에 따라 2013년부터 우리나라가 삭감대상국이 될 경우, 지방자치단체에 미치는 영향은 클 것으로 판단된다. 더욱이 우리나라에 부과된 목표 삭감량을 대전시 등 지방자치단체에서 해결해야 할 확률이 높아만 가고 있다. 향후 중앙정부에서 자치단체에 의무 할당량을 규정할 가능성이 있는 바, 지방자치단체에서는 자발적 대책 마련이 필요한 시점에 도달하여 있다.

본 연구에서는 대전시 전력부문에 대한 이산화탄소 배출량 등에 대한 기초연구를 수행하여, 향후 기후변화대응 정책 결정에 도움이 되고자 한다. 특히 2013년 대비 대전시 전력부문 삭감 목표량 설정의 기초자료를 제공하고자 한다. 구체적으로 전력부문의 배출 원단위를 도출하고, 이에 의해 대전시 소비 전력량에 의한 이산화탄소 배출량을 산정하고, 삭감방안에 따른 이산화탄소 삭감량을 시뮬레이션하는 것에 중점을 두었다.

II. 기후변화대응에 대한 논의 및 선행연구 분석

먼저, 기후변화대응에 대한 논의에서는 IPCC는 2007년 제 4차 종합보고서에서 추가적인 삭감 조치가 마련되지 않을 경우 금세기 말까지 지구평균온도는 최대 6.4°C, 해수면은 59cm 상승할 것으로 전망하였다. 한편 2012년에 종료되는 교토의정서 체제 이후의 기후변화대책 마련을 위하여 발리 로드맵(2007.12)이 채택되었다.

또한 우리나라의 경우 온실가스 배출량 세계 10위의 국가(2005)로써, 제 4차 종합

대책을 수립하여 5개년 계획(2008~2012)을 마련하고, 에너지 분야에서 제 1차 국가 에너지기본계획을 수립하여 20년 단위의 장기적 비전을 제시하는 등 발 빠른 대응을 하고 있다.

한편, 이러한 기후변화에 대한 대응 이외에 본 연구에서 다루고자 하는 전력부문에 대한 선행 연구와 사례 분석은 다음과 같다.

전력부문에 대한 선행 연구를 크게 대기전력 분야, 화력발전 배출계수 분야, 그리고 정책개발 분야로 나누어 살펴보았다. 구체적으로 대기전력 분야에서는 김남균(2006)은 실측 결과 가구별 소비전력의 10.6%가 대기전력으로 소비됨을 나타내었다. 또한 조관열과 목형수(2006)는 국가 전체적으로 볼 때 약 5천억에 달하는 연간 4천 600 GWh의 전기가 대기전력으로 낭비되고 있는 것을 밝혔다.

다음으로 화력발전의 배출계수 분야에서 조영탁과 김창섭(2008)은 IPCC 방식을 고려하여 순발열량(저위발열량)을 병행할 것을 언급하였고, 전의찬 등(2006)은 유연탄 화력발전소의 탄소 및 이산화탄소 배출계수를 개발하였다.

마지막으로 정책개발 분야에서 우리나라는 전력부문이 지구 온난화의 주범이므로 전력구조 개편이 필수적이고, 신·재생에너지 이용을 촉진한다면 2050년 독일 전체 에너지의 75%를 충당할 수 있다고 예시하였다.(임성진(2004), 임성진(2000), 윤순진(2003))

한편, 각국에서는 온실가스 배출량을 감축할 수 있는 제도적 장치 마련에 힘쓰고 있다. EU는 에코디자인 지침과 에너지 효율 등급 표시 지침을 시행하고 있으며, 호주는 2009~2010년경 백열등 사용 불가 운동을, 미국은 Energy star 프로그램의 지속적인 추진과 더불어 에너지정책법 개선을 도모하는 등 전 지구적으로 이산화탄소 감축에 힘쓰고 있다.

III. 연구방법

본 연구에서는 전력부문 원단위 배출계수를 크게 두 종류로 구분하여 배출량 산정에 적용하였다. 첫째는 기존에 보고된 바 있는 배출계수(에너지경제연구원/일본환경성)이고, 둘째는 IPCC 온실가스 추계방법론에 의거하여 발전 연료 사용에 따른

배출계수이다. 이처럼 각각의 특성이 다른 배출계수에 의한 배출량 산정 결과를 비교·검토하고자 하였다.

1. 기존의 원단위 배출계수에 의한 전력부문 CO₂ 배출량 산정

에너지경제연구원에서는 전력부문에 대하여 2003년 기준으로 전력 1 MWh 당 0.424 tCO₂가 배출된다고 보고하였다. 이 배출계수는 전력부문의 온실가스 배출량 산정에 관한 국내의 다양한 연구에 사용되어 왔다(시나리오 1). 일본 환경성에서도 각 부문별 사용량을 CO₂ 배출량으로 계산할 수 있는 배출계수를 제공하고 있는데, 이 중 전력부문의 경우 0.555 kg CO₂/kWh의 원단위를 사용하고 있다(시나리오 2).

2. 발전방식에 대한 시험론적 원단위 배출계수에 의한 전력부문 CO₂ 배출량 산정

전력부문의 원단위 배출계수는 연료 연소에 의한 CO₂ 배출량을 발전 전력량으로 나누어 계산한다. 따라서 본 연구에서는 IPCC의 온실가스 추계방법론에 의거하여 CO₂ 배출량을 구함으로써 전력부문 원단위 배출계수를 자체적으로 추정하였다.

우선 총 발전 전력량에 대한 원단위 배출계수를 구하였다(시나리오 3). 그리고 발전에 사용되는 연료의 대부분은 화력발전에서 쓰인다는 점을 감안하여, 모든 연료가 화력발전에서 사용됨을 가정하고 화력발전 전력량만을 고려한 원단위 배출계수(시나리오 4)를 구하여 이를 비교하였다.

<표 1> 발전 연료 사용에 의한 CO₂ 배출량 계산 (2005)

연료 구분	CO ₂ 배출량
무연탄	무연탄2,359,492톤×석유환산계수(0.460)×탄소배출계수(1.100)×44/12
유연탄	유연탄47,937,342톤×석유환산계수(0.595)×탄소배출계수(1.059)×44/12
중유	중유116,558kl×석유환산계수(0.935)×탄소배출계수(0.875)×44/12
경유	경유302,270kl×석유환산계수(0.845)×탄소배출계수(0.837)×44/12
LNG	LNG8,537,926톤×석유환산계수(1.175)×탄소배출계수(0.637)×44/12
합계	151,017,411 tCO ₂

<표 2> 전력부문의 원단위 배출계수 추정 (2005)

구 분		계산식	배출계수
시나리오 1	에너지경제연구원		0.424 tCO ₂ /MWh
시나리오 2	일본 환경성		0.555 kgCO ₂ /kWh
시나리오 3	총 발전량에 대한 원단위 배출계수 추정	$\frac{CO_2 \text{배출량}}{\text{총 발전량}} = \frac{151,017,411 \text{ tCO}_2}{364,369,990 \text{ MWh}}$	0.414 tCO ₂ /MWh
시나리오 4	화력발전만의 원단위 배출계수 추정	$\frac{CO_2 \text{배출량}}{\text{화력 발전량}} = \frac{151,017,411 \text{ tCO}_2}{209,239,432 \text{ MWh}}$	0.722 tCO ₂ /MWh

IV. 결과 및 고찰

1. 대전시 전력부문 CO₂ 배출량 산정

2005년 대전시에서 소비된 부문별 전력량은 서비스업, 산업용, 가정용, 그리고 공공용 순으로 나타났으며, 4가지의 원단위 배출계수를 이용하여 대전시 전력 소비량에 의한 CO₂ 배출량은 아래와 같다.

<표 3> 시나리오 설정에 의한 대전시 전력부문의 CO₂ 배출량 (2005)
(단위 : tCO₂)

시나리오 1 : 에너지경제연구원						시나리오 2 : 일본 환경성				
연도	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
2003	2,757,196	545,195	293,327	1,095,286	823,389	3,609,066	713,640	383,953	1,433,688	1,077,785
2004	2,923,094	606,134	314,591	1,144,041	859,327	3,827,528	793,407	411,788	1,497,507	1,124,827
2005	3,075,246	637,935	332,422	1,222,032	882,857	4,025,381	835,033	435,127	1,599,593	1,155,627
2006	3,182,400	657,374	341,574	1,277,867	905,585	4,165,642	860,478	447,107	1,672,680	1,185,377
2007	3,317,015	679,474	300,573	1,404,757	932,211	4,341,848	889,406	393,439	1,838,774	1,220,229

시나리오 3 : 총 발전량에 대한 원단위 배출계수 추정						시나리오 4 : 화력발전만의 원단위 배출계수 추정				
연도	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
2003	2,718,515	537,546	289,211	1,079,920	811,837	4,769,386	943,076	507,395	1,894,621	1,424,295
2004	2,929,629	607,282	315,187	1,146,207	860,954	4,974,873	1,031,240	535,226	1,946,401	1,462,006
2005	3,006,065	623,584	324,943	1,194,541	862,997	5,234,768	1,085,911	565,857	2,080,176	1,502,824
2006	3,109,283	642,271	333,726	1,248,508	884,779	5,292,270	1,093,201	568,030	2,125,068	1,505,970
2007	3,411,469	698,822	309,132	1,444,758	958,756	5,480,916	1,122,738	496,656	2,321,170	1,540,352

2. 대전시 전력부문 CO₂ 배출량 삭감을 위한 시뮬레이션

본 연구에서는 가정·상업용 전력소비 부문에서 CO₂ 저감을 위한 몇 가지 모의 실험을 시도하여 보았다.

구체적으로 먼저, 가정·상업용 전력소비의 10%에 달하는 대기전력 저감을 도모한 결과, 대전시 전력부문 CO₂ 배출량의 5.6%에 달하는 172,066 tCO₂를 삭감 가능한 것으로 나타났다. 다음으로 현재의 백열등을 전구형 형광등으로 1가구당 2개씩 교체할 경우, 대전시 연간 CO₂ 배출량의 1.2%인 37,954 tCO₂를 삭감 가능하였다. 마지막으로, 1가구당 1개의 형광등 사용을 줄일 경우, 대전시 전력부문 연간 CO₂ 배출량의 0.9%에 해당하는 27,885 tCO₂를 삭감 가능한 것으로 나타났다.

<표 4> 대전시 전력부문의 CO₂ 배출량 삭감 효과 시뮬레이션 (2005)

구 분	저감 전력량(MWh)	삭감량(tCO ₂)	삭감효율(%)
대기전력 저감	405,817	172,066	5.6
1가구당 2개의 형광등 교체	89,515	37,954	1.2
1가구당 1개 형광등 절약	65,766	27,885	0.9

V. 결론 및 정책건의

본 연구는 대전시 전력부문의 CO₂ 배출량을 산정하는 기초연구이다. 그 결과 대전시(2005년)에서는 에너지경제연구원에서 발표한 배출계수(0.424 tCO₂/MWh)를 적용하였을 때 3,075,246 tCO₂를 배출한 것으로 나타났다. 또한 발전방식에 관계없이 생산된 모든 전력량에 대한 배출계수(0.414 tCO₂/MWh)를 적용하였을 때 3,006,065 tCO₂를 배출한 것으로 나타났다.

한편, 본 연구에서 제시된 결과 등을 기초로 하여 대전시가 효과적으로 기후변화에 대응하기 위해 필요한 사안으로써 현실적인 전담기구의 재정비, 지역형 기후변화대응 계획마련, 온실가스 저감 우선순위 결정 등에 대한 정책건의도 하였다.

- 목 차 -

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 필요성 및 목적	3
제2절 연구의 방법 및 수행체계	5
제2장 기후변화에 대한 논의 및 분석	11
제1절 기후변화대응 현황 및 논의	11
1. 전 세계의 기후변화 대책	11
2. 우리나라의 기후변화 대책	18
3. 온실가스 배출 현황	31
제2절 전력부문에 대한 선행연구 및 감축사례 분석	36
1. 선행연구 분석	36
2. 감축사례 분석	41
제3장 전력부문의 이산화탄소 배출량 산정	55
제1절 이산화탄소 배출량 산정방법	55
1. IPCC의 배출량 산정방법	55
2. 전력부문 원단위 배출계수	61
3. 원단위 배출계수 추정 시나리오	62
제2절 전력부문의 이산화탄소 배출량	69
1. 전력부문의 소비 실태	69
2. 전력부문의 이산화탄소 배출량	73
제3절 전력부문의 이산화탄소 삭감량	77
1. 삭감방안의 필요성	77
2. 삭감방안에 의한 시뮬레이션	78

제4장 결론 및 정책건의	87
제1절 결론	87
제2절 정책건의	89
참고문헌	92

- 표 목 차 -

<표 2-1> 환경적인 효과가 입증된 부문별 정책 및 조치	13
<표 2-2> 국가별, 국제기구, 국제회의 시 온실가스 감축목표	16
<표 2-3> 온실가스 총 배출량 관련 주요 지표	33
<표 2-4> 국가 온실가스 배출통계 추이	34
<표 2-5> 부문별 온실가스 배출량 전망	35
<표 2-6> 단위 발전량 당 이산화탄소 배출량 비교	38
<표 2-7> 다양한 연구에서의 화력발전 탄소 및 이산화탄소 배출계수	39
<표 2-8> 가정용 전기 전자제품 및 사무기기 대기/오프모드 소비전력기준(안)	42
<표 2-9> 가전제품 에너지 효율 등급 품목과 이행 지침	43
<표 3-1> IPCC 연료별 평균 연소율	57
<표 3-2> 연료별 환산계수 표	60
<표 3-3> 원단위 배출계수 추정방법 개요	61
<표 3-4> IPCC가 제시하는 제품별 탄소 몰입율	64
<표 3-5> 전력 생산을 위한 연료 사용량	64
<표 3-6> 총 발전량에 대한 전력부문 원단위 배출계수	65
<표 3-7> 화력발전만의 전력부문 원단위 배출계수	66
<표 3-8> 시나리오 설정에 따른 이산화탄소 배출계수	68
<표 3-9> 대전시의 용도별 전력량	72
<표 3-10> 에너지경제연구원의 원단위 배출계수에 의한 대전시 용도별 이산화탄소 배출량	73
<표 3-11> 일본 환경성의 원단위 배출계수에 의한 대전시 용도별 이산화탄소 배출량	74

<표 3-12> 총 발전량에 대한 원단위 배출계수에 의한 대전시 용도별 이산화탄소 배출량	74
<표 3-13> 화력발전만의 원단위 배출계수에 의한 대전시 용도별 이산화탄소 배출량	75
<표 3-14> 시나리오 설정에 의한 2005년 대전시 이산화탄소 배출량	76
<표 3-15> 대전시 전자제품 보급대수	79
<표 3-16> 대기전력 저감을 통한 대전시의 이산화탄소 삭감효과	80
<표 3-17> 대전시 조명기기 보유 현황	81
<표 3-18> 백열등과 전구형 형광등의 사양 비교	82
<표 3-19> 형광등 교체에 의한 대전시의 이산화탄소 삭감효과	82
<표 3-20> 1개 형광등을 꺼서 얻는 대전시의 이산화탄소 삭감효과	83
<표 3-21> 2005년 대전시의 이산화탄소 삭감효과 시뮬레이션	84

- 그림 목 차 -

[그림 1-1] 연구의 수행체계	7
[그림 2-1] 우리나라 제 4차 종합대책의 개요도	21
[그림 2-2] 지구 전체 및 대륙의 온도 변화	32
[그림 2-3] 연료 연소에 의한 이산화탄소 배출량 (2005)	33
[그림 2-4] 에너지 효율 마크 예시	48
[그림 2-5] 스페인의 카스티야 라 만차	49
[그림 3-1] 배출원 경계 및 영역 설정	56
[그림 3-2] 전력구매 부문 배출량 산정 절차	58
[그림 3-3] 고정연소 부문 배출량 산정 절차	59
[그림 3-4] 우리나라의 발전 전력량 추이	65

[그림 3-5]	우리나라 전력계통도	67
[그림 3-6]	우리나라의 연도별 전력소비량 추이	69
[그림 3-7]	우리나라의 용도별 전력량 (2005)	70
[그림 3-8]	대전시의 용도별 월간 전력소비량 추이	72
[그림 3-9]	대기전력 경고표시제 마크	78

제 1 장

연구의 개요

.....
제1절 연구의 필요성 및 목적

제2절 연구의 방법 및 수행체계
.....

제 1 장 연구의 개요

제1절 연구의 필요성 및 목적

IPCC(International Panel on Climate Change) 배출 시나리오에 관한 특별보고서¹⁾에 따르면 2000년에서 2030년까지 전 세계의 온실가스는 25~90% 증가할 것이며, 화석연료는 2030년 이후에도 전 세계 에너지원에서 주도적 위치를 고수할 것이라고 전망하였다.

또한 기후변화에 대응하기 위한 기존의 정책들이 온실가스 배출을 저감하는 데에 효과적이었음에도 불구하고, 이러한 조치들의 규모가 전 세계의 배출량 성장에 대처할 수 있을 만큼 큰 것은 아니었음을 지적하였다. 그리하여 현재의 기후변화 완화 정책과 관련된 지속가능한 발전 사례에서도 전 세계 온실가스 배출량은 당분간 계속 증가할 것이라고 전망하였다. 또한 향후 추가적인 삭감 조치가 마련되지 않은 채, 현재와 같이 온실가스가 배출될 경우 금세기 말까지 지구평균온도는 최대 6.4℃, 해수면은 59 cm 상승할 것으로 전망하였다.²⁾ 더불어 온실가스 농도를 약 550 ppm으로 유지하기 위해서는 2030년까지 전 세계 GDP 중 0.6%에 해당하는 막대한 비용이 소요될 것이라고 예상하였다.³⁾ 이러한듯 기후변화 문제 해결을 위한 대책마련이 시급한 실정이다.

한편, 이러한 가운데 전 지구적으로는 2007년 12월 발리회의를 통하여 2012년 이후 포스트 교토체제에 대한 협상이 이루어졌다. 발리회의에서는 에너지 공급, 교통, 건축, 산업, 농업, 산림, 폐기물 관리 분야에서 다양한 온실가스 감축 정책 및 조치를 제안하는 발리 로드맵을 채택하였다. 그러나 미국과 일본, EU 등의 선진국과 중국과 인도 등의 선진개도국의 입장 차이가 미묘한 상황이다. 대량 배출국인 미국을

1) IPCC(2000) Special Report on Emissions Scenarios (SRES)

2) IPCC(2007), 기후변화 제4차보고서

3) 매일경제, 2007.5.5

비롯한 선진국은 제 1차 공약기간(2008~2012년) 이후에는 선진개도국에 대하여 구속적인 감축 목표를 부여하기를 희망하지만, 선진개도국에 해당되는 중국과 인도, 한국 등은 선진국의 역사적 책임을 강조하며 선진국의 재원 및 기술이전을 희망하고 있다.⁴⁾

한편, 기후변화문제는 특정한 국가 혹은 지역에 국한되는 문제가 아니고, 전 지구적으로 대두되고 있는 심각한 문제이다. 따라서 지속적인 정부의 노력과 국가 간 협의가 이루어져야 해결할 수 있는 사안이다.

우리나라는 2005년 기준 온실가스 배출량 세계 10위로, 온실가스 삭감에 대한 국제적인 압력이 점차 거세어지고 있다. 이러한 이유로 2013년부터는 감축 대상국에 포함될 가능성이 매우 높다.

이에 따라 2013년부터 우리나라가 삭감대상국이 될 경우, 지방자치단체에 미치는 영향은 클 것으로 판단된다. 더욱이 우리나라에 부과된 목표 삭감량을 대전시 등 지방자치단체에서 해결해야 할 확률이 높아만 가고 있다. 따라서 지방자치단체에서는 스스로(향후 자치단체 할당량 의무규정 가능) 대책마련이 필요한 시점에 도달하여 있다.

따라서 본 연구에서는 대전시 전력부문에 대한 이산화탄소 배출량 등에 대한 기초연구를 수행하여, 향후 기후변화대응 정책결정에 도움이 되고자 한다. 특히 2013년 대비 대전시 전력부문 삭감목표량 설정의 기초자료를 제공하고자 한다. 구체적으로는 전력부문의 배출 원단위를 도출하고, 이에 의해 대전시 소비전력량에 의한 이산화탄소 배출량을 산정하고, 삭감방안에 따른 이산화탄소 삭감량을 시뮬레이션 하는 것에 중점을 두었다.

4) 국무총리실, 기후변화대응 종합기본계획(안) 공청회, 2008. 6. 25

제2절 연구의 방법 및 수행체계

본 연구는 전력 사용에 의한 대전시의 이산화탄소 배출량 산정에 관한 기초연구이다. 따라서 전력 사용에 대한 이산화탄소 배출량 산정이라는 연구의 내용을 고려한 가운데 공간적 범위는 대전시라는 한정적인 범위에서 이루어졌으며, 시간적 범위는 2003~2007년으로 하였다. 특히 본 연구의 주요 목적인 이산화탄소 배출량 산정 등은 향후 우리나라 국가 온실가스 삭감목표의 기준연도가 2005년이 될 가능성이 매우 높기 때문에 2005년 전후 년도와 함께 비교·설정하였다.

한편 본 연구는 다음과 같은 방법에 의하여 수행하였다.

우선, 기후변화에 관한 국제적인 동향을 파악하여 이에 걸맞은 대응방안을 모색하기 위하여 2007년에 발간된 IPCC 제 4차 보고서를 분석하였다. 그리고 2007년 12월에 채택된 발리 로드맵의 전반적인 사항을 검토하였다. 또한 우리나라의 기후변화 제 4차 종합대책을 살펴보고, 국가에너지기본계획의 세부사항을 고찰함으로써 대전시의 향후 정책 수립에 도움이 되고자 하였다. 덧붙여, 전력부문에 대한 선행연구 및 감축사례를 분석하였다.

다음으로 대전시의 전력부문 원단위 배출계수를 추정하였다. 전력부문의 원단위 배출계수는 4가지의 시나리오를 설정하였다. 우선 기존에 발표되어 선행 연구에서 활용된 바 있는 에너지경제연구원의 배출계수와 일본 환경성의 배출계수를 각각 시나리오 1과 시나리오 2로 하였다. 이 외에도 IPCC의 이산화탄소 배출량 산정방법론에 의거하여 총 발전량에 대한 배출계수와 화력발전만의 배출계수를 자체적으로 구하였다.

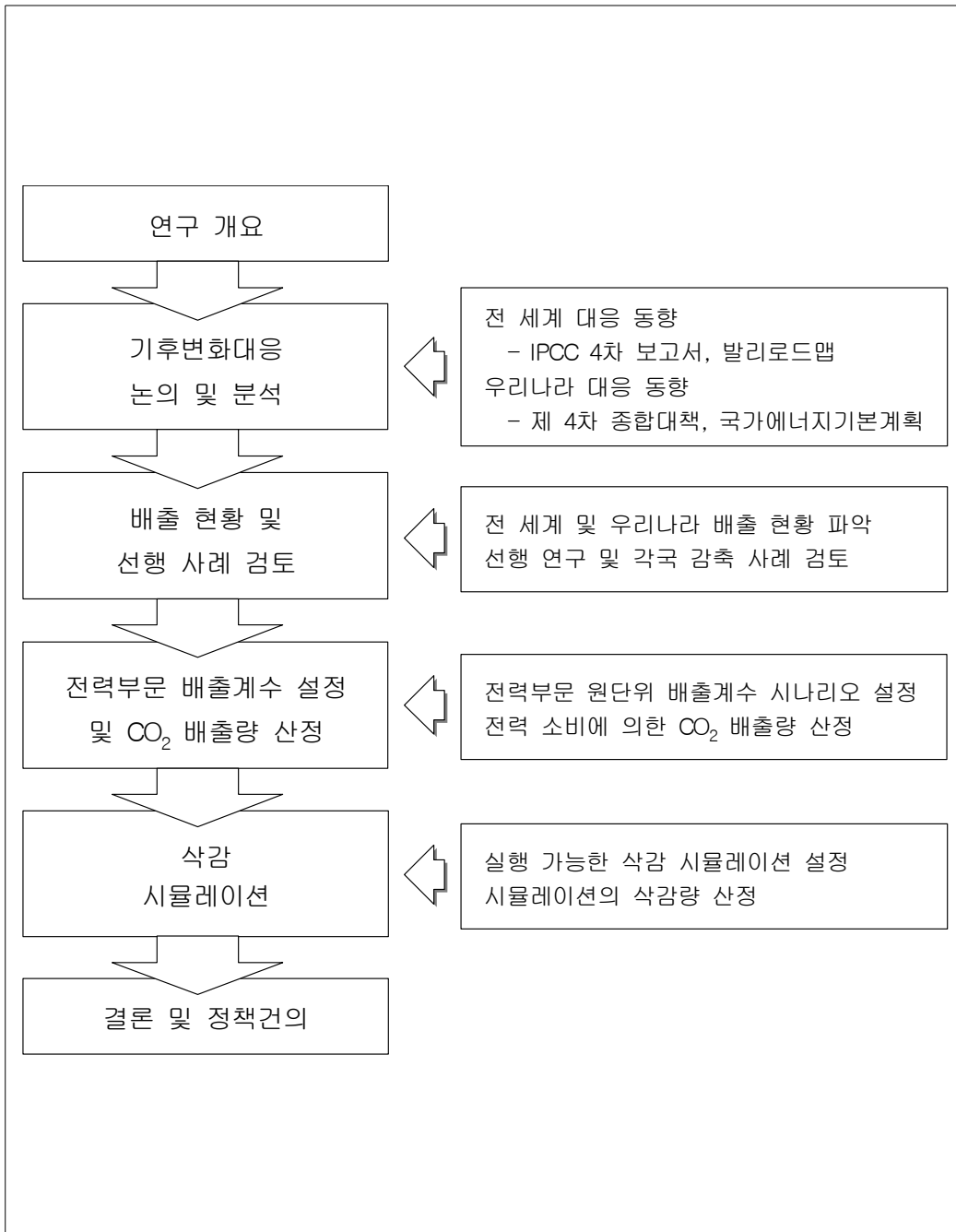
대전시의 전력소비량 자료는 한국전력공사 자료를 사용하였다. 먼저 한국전력공사의 연보인 한국전력통계에서 용도별 연간 전력량을 이용하였고, 월별 전력량은 전력통계속보에서 발췌하였다.

그리고 배출계수 추정의 기본 자료로써 발전연료 사용량과 발전 전력량을 전력통계연보에서 사용하였다.

마지막으로 전력 사용량에 대한 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있는 방안을 검토하기 위해 3가지 시뮬레이션을 설정하였다. 시뮬레이션 1, 2, 3은 각각 대기전력 저감, 백열등을 전구형 형광등으로 교체, 그리고 형광등 끄기로, 일상에서 실천할 수 있는 방법이다. 이 방법들에 의한 이산화탄소 삭감량을 도출하고, 삭감효과를 비교하여 제시하였다.

마지막으로 본 연구는 2004년부터 수행되어 온 기후변화 관련 시리즈 형태의 후속 연구로써, 대전시 부문별 온실가스 배출 현황을 파악하는 데에 일조할 것이다. 이러한 기초연구는 결국 지역적 관점에서 보면 특색에 적합한 삭감 방안을 마련하는 기초 자료로 활용될 수 있다. 따라서 본 연구의 결과가 차후 대전시의 기후변화 대응 기본계획의 방향을 설정하는 것에 활용될 수 있을 것이다. 또한 우리나라에서 전력부문의 온실가스 배출량 산정에 대한 통일된 지침이 존재하지 않는 바, 본 연구에서 사용한 수행 방법이 차후 관련 분야에 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

[그림 1-1] 연구의 수행체계



제 2 장

기후변화에 대한 논의 및 분석

제1절 기후변화대응 현황 및 논의

제2절 전력부문에 대한 선행연구 및 감축사례 분석

제 2 장 기후변화에 대한 논의 및 분석

제1절 기후변화대응 현황 및 논의

1. 전 세계의 기후변화 대책

1) IPCC 제 4차 종합보고서 분석

IPCC WG3⁵⁾ 보고서는 IPCC 3차 평가보고서 발간 이후에 이산화탄소 포집 및 저장 특별보고서와 오존층 및 지구기후시스템 특별보고서를 비롯한 기후변화가 지니는 과학·기술·환경·경제·사회적 영향에 중점을 두고 있다.

또한 보고서에서는 온실가스 배출경향, 부문별로 중·단기 완화(2030년까지)와 장기 완화(2030년 이후), 정책 및 조치, 지속가능 개발, 그리고 기후변화 완화로 구성 되어 있다.⁶⁾

(1) 온실가스 배출경향

온실가스 배출량은 산업화 이전부터 전 세계적으로 증가하여, 1970~2004년 사이 70%가 증가하였다. 같은 시기에 이산화탄소는 약 80% 증가(1990~2004년 사이 28% 증가)하였으며, 2004년 온실가스 총 배출량의 77%를 차지하였다. 이 기간 동안 온실가스 배출량 증가는 에너지 공급부문(145%)이 가장 크고, 수송부문(120%), 산업부문(65%), 토지이용부문(40%)의 순서이다.

기후변화, 에너지공급 안보, 지속가능 발전을 포함한 일련의 정책들이 온실가스

5) WG3 : Working Group III (제 3 실무그룹), 기후변화 완화 분야

6) IPCC(2007), 제4차 평가보고서 중 WG3의 정책결정자를 위한 요약보고서 (Summary for Policy-makers : SPM).

한편, 본 연구에서 논의되고 있는 이하의 기후변화대응에 관한 내용 가운데 지구 규모의 기후변화 대책은 IPCC 제 4차 평가보고서에서 정리/보완하였고, 우리나라의 기후변화 대책은 우리나라 제 4차 종합대책에서 정리/보완하였으며, 마지막으로 온실가스 배출현황은 IPCC(2007) 제4차 종합보고서와 에너지경제연구원 자료를 인용하여 정리/보완하였다.

배출 저감에 효과적이었음에도, 이러한 조치들의 규모가 아직 전 세계 배출의 성장을 압도할 만큼 큰 것은 아니었다. 따라서 전 세계 온실가스 배출량은 수십 년간 지속적으로 증가할 것으로 예상하였다.

한편, SRES⁷⁾ 시나리오에서는 2000~2030년 동안 베이스라인 배출량의 25~90% 증가를 전망하였다. 이 시나리오에 따르면 화석연료는 2030년 이후에도 전 세계 에너지 비중에서 우위를 유지할 것이며, 같은 기간 동안 에너지 이용에서 기인하는 이산화탄소 배출량이 45~110% 증가할 것으로 전망하였다.⁸⁾

(2) 정책 및 조치

UNFCCC와 교토의정서의 주목할 만한 성과는 기후변화 문제에 대한 전 세계의 대응을 구축하였고, 연관된 일련의 국가 정책을 고무하였으며, 국제 탄소 시장을 창출함으로써 완화 노력의 토대를 제공하였다는 것이다.

한편, 국가 단위의 완화 활동에 대한 인센티브를 창출하기 위하여 정부는 다양한 국가 정책 및 조치를 이용할 수 있다. 예를 들어, 정책 및 수단을 평가할 때 환경적 효과성, 비용 효과성, 형평성을 포함한 분배 효과, 제도적 실현가능성을 중요한 기준으로 적용할 수 있다. 또한 기후 정책을 광범위한 발전 정책에 통합하여, 규제와 표준, 세제 및 부담금, 배출권거래, 재정 인센티브, 자발적 협약(VA)⁹⁾ 등을 추진함으로써 부수적 편익을 동시에 꾀할 수 있다.

2) 발리 로드맵 분석

(1) 발리회의 개요

2008년부터 가동되는 교토의정서 체제는 미국, 중국, 인도 등 대량배출국이 불참하였고 2012년에 종료되기 때문에 보다 포괄적인 기후변화대책이 필요하다.

7) IPCC(2000) Special Report on Emissions Scenarios (SRES)

8) SRES 이후 발표된 베이스라인 배출량 시나리오는 현재의 기후 정책이외의 추가적인 조치를 포함하지 않으며, 최근의 연구는 기후변화협약과 교토의정서에 포함된 내용과 차이가 있다.

9) 자발적 협약(Voluntary Agreement)은 정부, 지자체와의 파트너십을 바탕으로 협약에 참여하는 기업들이 자율적으로 환경관리목표를 설정하고 이를 이행하는 제도이다.

<표 2-1> 환경적인 효과가 입증된 부문별 정책 및 조치

부문	정책 및 조치	주요 제약요소 또는 기회
에너지 공급	· 화석연료 보조금 감소	· 기득권층의 저항으로 이행에 어려움
	· 화석연료에 대한 세제 또는 탄소부담금	
	· 재생에너지기술에 대한 매입요금 (Feed-in tariff)	· 저배출 기술의 시장 창출에 적합할 것으로 예상
	· 재생에너지 이용 의무	
· 생산자 보조금		
수송	· 의무적인 연비, 바이오연료 혼합, 도로 수송에 대한 CO ₂ 표준	· 차량의 부분적인 적용은 효율성을 저해할 수 있음
	· 차량 구입세, 등록세, 사용세 및 연료세, 도로 및 주차요금	· 소득수준이 높을수록 효율성 하락 가능
	· 토지 이용 규제를 통하여 이동 필요에 영향을 미침. 인프라 계획	· 수송체계를 건설 중인 국가들에 특히 적합
	· 경제적 이점이 있는 대중교통시설과 비모터 형태의 수송	
건물	· 기기 표준 및 라벨링	· 표준의 정기적인 개정이 필요
	· 건축 코드 및 인가	· 신규 건물에 유리. 시행은 어려울 수 있음
	· 수요측 관리 프로그램	· Utility가 이익을 얻도록 규제가 필요
	· 조달을 포함한 공공부문 리더십 프로그램	· 정부 구매는 에너지 효율 제품에 대한 수요를 확대할 수 있음
	· 에너지절약 전문기업(ESCO)을 위한 인센티브	· 성공 인자 : 제3자 financing
산업	· 벤치마크 정보제공	· 기술이용 촉진에 적합. 국제 경쟁력 측면에서 국가 정책의 안정성이 중요
	· 성능 표준	
	· 보조금 및 세액 공제	

<표 2-1> 환경적인 효과가 입증된 부문별 정책 및 조치(계속)

부문	정책 및 조치	주요 제약요소 또는 기회
산업	· 배출권 거래	· 예측 가능한 할당 메커니즘과 가격 신호의 안정성이 중요
	· 자발적 협약	· 성공 인자 : 분명한 목표, 베이스라인 시나리오, 설계/검토/ 모니터링의 공식 규정 시 제3자 참여, 정부와 산업간 긴밀한 협력
농업	· 토지관리 향상을 위한 재정인센티브 및 규제, 토양의 탄소함량 관리, 비료 및 관개의 효율적 이용	· 지속가능 발전 및 기후변화 취약성 감소의 시너지 촉진. 이로 인한 시행 장애요인의 극복
산림	· 산림 지역을 증가하고, 산림황폐를 저감하고, 산림의 유지·관리를 위한 재정 인센티브(국가 및 국제)	· 투자 자본 및 토지 소유권 이슈에 대한 부족 등이 장애요인. 가난 구제에 도움이 됨
	· 토지사용규제 및 시행	
폐기물 관리	· 폐기물 및 폐수 관리 개선을 위한 재정 인센티브	· 기술 보급을 촉진할 수 있음
	· 재생에너지 인센티브 또는 의무	· 저비용연료의 국지적 이용
	· 폐기물 관리 규제	· 시행 전략을 가진 국가 수준에서 가장 효과적으로 적용됨

자료 : IPCC(2007) 제 4차 종합보고서

따라서 2007년 12월 발리 회의를 개최하였으며, 미국 및 개발도상국이 모두 참여하는 새로운 협상의 장을 열었다는 측면에서 의의가 크다. 그러나 수치목표 설정, 개발도상국 지원방식 등에 대한 의견차를 좁히지 못하여 향후 협상에 어려움이 예상된다.

이번 회의에서는 발리 로드맵을 채택하여, 교토의정서 이후 온실가스 감축에 대한 국제적인 규칙을 결정하는 새로운 협상을 모든 기후변화협약 당사국이 참여하는 가운데 2009년 말까지 완료하기로 합의하였다.

(2) 합의내용

① 수치목표

‘선진국은 2020년까지 1990년 대비 25~40%를 삭감한다’는 목표를 수정하여 ‘IPCC의 제4차 보고서가 제시하는 목표를 삭감목표로 한다’라는 간접적 표현을 사용하였다. 이는 수치목표 설정에 반대하는 미국 및 일본과, 적극 추진한 EU가 타협한 결과로서, 포스트 교토체제에 대한 협상을 더 이상 미룰 수 없다는 양측의 위기감이 그 배경에 있다.

② 온실가스 삭감

개발도상국의 지속적 발전을 인정하는 동시에 선진국에 의한 기술지원, 금융, 능력개발 등을 고려하면서 적절하고도 보고·검증 가능한 방법으로 온실가스 삭감을 실시한다고 합의하였다. 한편, 선진국은 온실가스의 양적 제한·삭감을 포함하여 적절하면서도 보고·검증 가능한 방법으로 온실가스 삭감을 실시한다고 합의하였다.

③ 협상 참가범위 및 시한

개도국을 포함한 모든 당사국의 포스트 교토체제 협상이 2008년 이후 본격화될 것이다. 이 작업반에서 수치목표, 국별 삭감의무, 개발도상국 지원방법 등이 구체적으로 논의될 것이며, 협상은 2009년 말 덴마크에서 개최되는 제15차 기후변화협약 당사국 회의에서 완결할 것을 목표로 하고 있다.

(3) 평가와 전망

① 긍정적인 측면

발리회의는 교토의정서에 참여하지 않았던 대량배출국인 미국과, 배출삭감의무를 지지 않고 있던 중국, 인도의 참여를 이끌어내었다. 그리고 포스트 교토체제에 대한 국제협상의 기본 틀을 구축하였다. 아울러 향후 과학적 예측을 기초로 하면서 IPCC 제4차 보고서에 제시된 수치를 목표로 설정할 것을 합의함으로써 온실가스 삭감 논의를 추진할 수 있는 기반을 형성하였다는 점에서 높이 평가된다.

<표 2-2> 국가별, 국제기구, 국제회의 시 온실가스 감축목표

구 분		감 축 목 표
EU	영국	2050년까지 1990년 대비 80% 감축 (2007. 10, 고든 브라운 수상)
	독일	2020년까지 1990년 대비 40% 감축
	노르웨이	2050년까지 배출량을 zero로 추진
미국		2050년까지 2005년 대비 70% 감축 (Cap & Trade)
		캘리포니아 주 : 2020년까지 1990년 수준으로 감축하는 법률안 도입 (2006. 9)
일본		전 지구적으로 2050년까지 현재수준 대비 50% 감축목표 선언 (2007. 5, Cool Earth 50 이니셔티브)
중국		GDP당 에너지소비량을 2010년까지 2005년 대비 20%, 2020년까지 30% 감축 및 신·재생에너지 비중 10%로 확대 (2007. 6)
멕시코		주요 업종의 2007~2014년까지 약 1억 CO ₂ 톤 감축 잠재량 제시 (2007. 5)
G8 정상회의 (독일)		G8 주요 선진국이 주도해 2050년까지 세계 온실가스 배출량을 1990년 대비 절반수준으로 감축 (EU, 일본, 캐나다 제안)
APEC 정상회담		기후변화 시드니 APEC 정상선언 채택 * APEC 회원국 간 2050년까지 에너지 집약도를 2005년 대비 25% 감축, 2020년까지 산림 2천만 ha 추가조성, 아·태 에너지기술 네트워크 설립
IPCC 보고서 (2007. 11)		2050년까지 온실가스 배출량을 2000년 대비 50~85%로 감축, 2015년부터 온실가스 배출량 감소세로 전환 필요, 기온상승 2℃ 이하 및 온실가스 농도 445ppm 이하로 억제
UNDP(2007. 11)		2050년까지 1990년 기준 20% 감축 (개도국), 선진국은 80% 감축

자료 : IPCC(2007) 제 4차 종합보고서

② 부정적인 측면

선진국에 대한 수치목표 설정에 실패하여 향후 이를 둘러싼 선진국 간 및 선진국과 개발도상국 간의 갈등이 예상된다. 또한 개발도상국의 참여를 촉진하기 위한 선진국의 지원 메커니즘에 대하여 논의가 충분히 이루어지지 못하였기에 향후 대립이 발생할 것으로 전망된다.

③ 전망

발리회의에서 개발도상국이 모두 참여하는 가운데 포스트 교토체제에 대한 협상이 본격적으로 추진되었다. 그러므로 향후 각국의 자국의 이익의 최대화하려는 전략을 가지고 협상에 임할 것으로 예상된다. 포스트 교토체제 협상 결과가 EU 주도의 배출총량 수치목표 체제로 갈 것인지, 미국과 일본 주도의 섹터별 접근법이나 기술 중시 체제로 갈 것인지는 알 수 없다. 다만 중국이나 인도 등 대량배출 개발도상국의 동향이 포스트 교토체제의 성격을 결정지을 것으로 전망된다.

○ 미국의 향후 전망

미국은 수치목표 설정은 반대하면서 새로운 지표를 활용한 감축목표를 주장하고 있다. 특히 2008년 11월 대통령 선거이후 기후변화에 대해 적극적인 정책을 구사할 것으로 예상되어, 2009년 이후의 협상이 중요한 고비가 될 것으로 전망된다.

○ EU의 향후 전망

EU는 기후변화에 적극적으로 대응하는 것이 정치적으로도 유리하며, 배출권 거래 제도를 이미 도입하였기 때문에 포스트 교토 체제를 성립하는 것이 EU 경제의 국제 경쟁력을 향상시키는 효과를 야기한다. 따라서 향후 협상에서 대단히 적극적으로 포스트 교토 체제 확립을 주장할 것으로 전망된다.

○ 일본의 향후 전망

일본은 산업계, 그리고 경제 산업성을 중심으로 추가적인 삭감 의무에 대해 매우 부정적인 태도를 가진 반면, 개발도상국에 대한 삭감 의무 부과에 대해서는 적극적

이다. 기본적으로 일본이 보유한 에너지 절약 기술을 활용하여 포스트 교토 체제하에서 새로운 환경 비즈니스 기회를 포착하기 위해 노력할 것으로 전망된다.

○ 개발도상국의 향후 전망

중국, 인도 등의 개발도상국은 기후변화대책을 강구해야 한다는 기본 원칙에는 동의하지만, 개발도상국에 삭감 의무가 부과되는 것에는 강하게 반발하고 있다. 이들 국가는 경제 성장을 우선시하고 있고, 배출 삭감을 위해 선진국으로부터 자금과 기술을 최대한 확보하려는 전략을 구사할 것이다.

(4) 발리 회의 이후의 일정

기후변화협약과 관련된 일정으로는 G8 정상회의가 2008년 7월 일본 홋카이도에서 개최되었고, 제14차 당사국 회의(COP14, 2008. 12, 폴란드)가 예정되어 있어 포스트 교토체제에 관한 본격적인 논의가 시작될 것이다.

2. 우리나라의 기후변화 대책

우리나라의 기후변화 대책에서는 우리나라 기후변화 제 4차 종합대책과 제1차 국가에너지기본계획 등을 중심으로 분석하였다.

1) 기후변화 제 4차 종합대책

(1) 수립 배경

지구 온난화로 전 세계 기온이 지난 100년간 0.74℃ 상승하고 해수면은 1961~2003년 동안 매년 1.8mm씩 상승하였다. 이러한 추세는 더욱 가속화될 전망이며, 특히 한반도의 기후변화 진행 속도는 세계 평균을 상회하고 있다.

기후변화 문제는 워싱턴 회의(2007. 9. 27), 기후변화 공헌자로서 앨 고어의 노벨 평화상 수상(2007. 10. 12) 등을 계기로 최우선 글로벌 아젠다로 급부상하였으며, 우리나라도 급변하는 국제상황에 맞추어 기후변화 전반에 걸친 적극적 대응으로의 정책 전환이 필요한 시점이다.

EU 등 선진국들은 공정경쟁·환경보호를 명분으로 수입제품에 대해서도 자국과 동일한 환경지침을 적용하는 등 환경과 무역정책의 연계성을 강화하고 있다. 이에 대비하여 우리나라 역시 기업 차원의 '환경친화적 공급망 구축'을 지원하고, 국제 환경규제 대응 기술개발에 대한 자금 지원을 확대하고, 대·중소기업간 친환경 상생협력을 강화할 필요가 있다.

우리나라는 OECD 회원국이면서 2005년 기준 온실가스 배출량 세계 10위 국가이므로 범세계적 온실가스 의무부담에 참여해야 한다는 국제적인 압력이 점차 커지고 있다. 따라서 어떠한 형태로라도 국제적인 온실가스 감축 노력에 동참하는 것이 불가피하며, 빠른 시일 안에 국제사회가 납득할 만한 감축목표를 제시할 필요가 있다.

(2) 비전과 목표

기후변화 제 4차 종합대책은 '국제적 위상에 부합하는 온실가스 감축 및 기술개발을 통한 기후변화 영향 최소화'를 비전으로 제시하고 있으며, 세부적인 목표는 다음과 같다.

- 온실가스 감축을 위해 부문별 단기 목표 및 중장기 국가 목표 설정
- 기후변화 적응대책의 수립·시행으로 사회·경제·환경적 피해 최소화
- 선진국 수준의 온실가스 감축 기술 확보

기후변화 제 4차 종합대책은 UNFCCC 및 IPCC 등의 추진체계와 연계하여 감축, 적응, 그리고 연구개발의 3가지 핵심 분야로 나뉘어 중점 추진된다.

(3) 특징

4차 종합대책은 3년 단위였던 기존의 단기 실행계획 틀에서 탈피하여, 2008~2012년까지를 대상으로 하는 5개년 계획으로 수립되었다. 비전과 목표를 정립하고 선택과 집중의 원리에 의거하여 감축, 적응, 연구개발 등 3대 중점 분야를 설정하여 대책을 강구하였다.

또한 온실가스 감축대책과 조화된 적응대책에 본격적으로 착수하여 피해를 최소화할 방안을 강구하였다. 그리고 R&D 투자를 대폭 강화하여 선진국수준의 기후변화 대응기술을 확보하고자 노력하였다.

마지막으로 현재의 산업계 자발적 협약제도를 개선, 지금보다 강화된 정부협약제도로의 단계적 이행을 추진하고자 기후변화대책법(가칭) 제정하고자 하였다. 이는 원자력의 비중 확대, 배출권 거래제 도입 등 온실가스의 효율적 감축을 위한 법적 근거를 마련하고, 가능한 모든 정책수단을 도입, 시행하기 위함이다.

(4) 기대효과

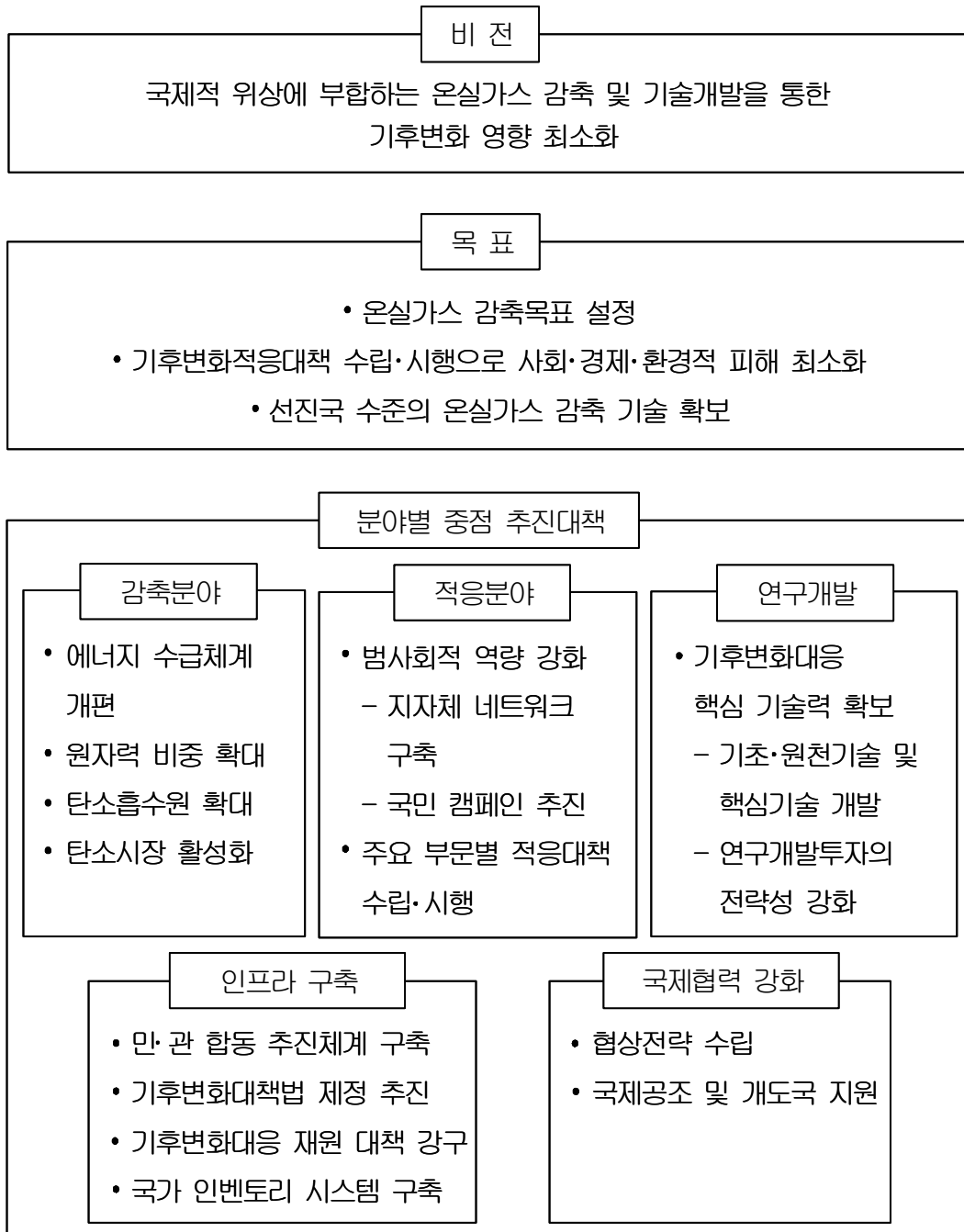
온실가스 배출량을 지속적으로 감축하여 포스트 교토체제하의 감축에 대비함으로써 온실가스 배출 중장기 국가순위 개선을 위한 토대를 마련할 수 있다.

새로운 국제 온실가스 규제에 대한 사전준비를 통해 국내산업의 대외 경쟁력을 제고하고, 친환경산업을 국제수준으로 육성하여 10만개 이상의 신규 일자리를 창출하는 등 친환경적 녹색 성장(Green Growth) 기반을 마련할 수 있다.

한편, 기후변화 시나리오 산출 및 예측·감시 체계를 구축, 기후변화로 인한 각종 재난대책을 통해 국가적 손실 저감 등 국가차원의 적응대책을 본격적으로 추진하여 사회·경제적 피해를 최소화할 수 있다. 기후변화대응 핵심 분야 기술경쟁력 강화를 통한 신 성장동력을 확충하여 기후변화 대응기술 선진국에 진입할 수 있다.

온실가스 관련 세계경제포럼과 환경성과지수 등 각종 평가지표를 개선하는 등 국제사회에서의 위상에 부합하는 온실가스 감축노력에 적극적으로 동참함으로써 글로벌 파트너십을 강화할 수 있다.

[그림 2-1] 우리나라 제 4차 종합대책의 개요도



(5) 추진분야

① 온실가스 감축분야

- 신·재생에너지의 비중 확대, 바이오 디젤의 혼합비율 확대, 천연가스 보급 확대 등 저탄소 에너지 공급 시스템을 구축한다.

- 원자력은 온실가스 배출이 거의 없는 에너지원으로, 기후변화대응 측면에서 효과적이므로, 국가 전략 차원에서 원자력 비중의 확대를 검토한다. 그리고 원전 건설 및 운영을 추가적인 온실가스 감축 분으로 인정받는 방안을 추진한다.

- 각 부문별로, 즉 산업계, 공공기관, 대규모 주거 및 산업단지, 교통, 물류, 가정, 산업용 기기, 건물 분야에서의 에너지 수요를 중점 관리하고, 효율을 극대화한다.

- 숲 가꾸기, 유휴 토지 조림, 도시숲 및 학교숲 조성 등 산림의 조성 및 관리를 통하여 탄소 흡수량을 증대한다. 친환경 유기질 비료 공급의 확대, 친환경 농업 생산 기반 조성 등을 통해 아산화질소 배출을 감축하는 한편, 폐기물 매립장에서 배출되는 메탄가스를 자원화한다.

- 기후친화형, 저탄소형, 에너지 자원 및 생산성 혁신형 산업구조로의 전환 및 기후변화를 활용하여 기존 사업영역의 경쟁 우위를 확보한다. 동시에 환경 문제 해결의 새로운 사업 영역이 창출되는 선순환구조와 같은 환경 친화형 신산업구조로의 전환을 유도한다.

- 자발적 배출원 거래시장 출범, 배출권 거래제 도입 및 배출권 거래 전문회사 설립 지원, CDM 등 온실가스 감축 사업에 투자하는 탄소 펀드를 추가로 조성한다. 또한 배출권에 직접 투자하는 탄소 펀드를 조성 및 운영하는 등 탄소 시장 활성화를 추진한다.

② 기후변화 적응분야

- 한반도 기후변화 예측·감시체계를 구축하고, 기후변화 예측 핵심기술 확보를 위한 전 지구 시스템 모델 및 기후·대기환경 통합 예측 모델을 개발하여 기후변화 예측 능력을 제고한다.

- 2008년에 기후변화 적응 마스터플랜을 수립하고, 2011년에는 국가 차원의 종합적 영향평가 및 적응대책을 수립할 것으로 목표로 한다. 이로써 2008년 이후 생태계, 대기, 보건, 농업, 산림, 해양, 산업, 물 관리, 도시 방재부문별 적응대책의 본격 시행을 통해 기후변화에 대한 영향을 평가하고 대응책을 마련한다.

- 기후변화 정책 협의회를 발족·운영하여 산발적으로 추진되고 있는 정책 협의를 종합적·계획적으로 추진한다. 기업 및 사업장 단위의 탄소 중립 프로그램을 시행하고, 국민 캠페인 등으로 기후변화에 대한 범국민적 참여를 확보함으로써 범사회적 역량을 강화한다.

③ 연구개발 분야

- 「기후변화 대응 중장기 과학기술 추진전략」을 수립 및 「기후변화대응 연구개발 추진 협의회」를 국가과학기술위원회 산하에 구성하여 연구개발 투자의 전략성 강화 및 종합 조정 기능을 보강한다.

- 기후변화 대응 연구개발비 중 기초연구의 비중을 2012년 20% 수준으로 확대(2006년 8.8%)하고, 온실가스 포집 및 저장기술을 확보하며, 적응분야 등 R&D 예산을 대폭 확대하여 원천기술을 확보한다.

- 태양광, 풍력, 수소 연료전지, 바이오 에너지의 핵심기술을 개발한다. 그리고 7대 에너지 다소비 기기의 효율 향상에 투자하여 2012년까지 국내 에너지 소비량의 4%를 감축할 수 있는 기술을 개발한다.

- 단기적으로는 원전 기기의 성능개선, 독자 시스템 개발 등을 추진하고, 장기적으로는 핵 연료주기, 신 원전 등의 기술 자립화를 추진하여 원자력 기술 개발을 확대한다.

2) 제 1차 국가에너지기본계획

제 1차 국가에너지기본계획은 건국 이래 최초로 수립된 20년 단위의 장기 에너지 계획으로써, 에너지 관련 다른 계획들¹⁰⁾에 대해 원칙과 방향을 제시하는 에너지 분야의 최상위 계획이다. 이번 기본계획에서는 ‘저탄소 녹색성장’을 에너지 부문에서 뒷받침하고, ‘석유 이후의 시대’에 대한 전략적 대응을 위하여 장기 에너지 정책의 비전을 제시하였다. 또한, 기존의 정책이 안정적인 에너지 공급 중심인 것과는 달리, 제 1차 국가에너지기본계획은 에너지 수요 전망과 함께 강력한 절감 목표를 제시하였다. 그리고 환경, 효율, 안보 등의 정책 목표를 고려한 최적의 장기 에너지 공급 믹스를 도출하였다.

(1) 주요 내용

① 장기 에너지 정책 비전 제시

- 에너지를 덜 쓰면서 견실한 성장을 구현하는 사회
- 에너지를 쓰더라도 환경오염을 최소화하는 사회
- 그린 에너지 산업이 일자리와 성장 동력을 창출하는 사회
- 에너지 위기에도 강건한 에너지 자립 및 복지 사회를 구현

② 실행 전략

에너지 원단위¹¹⁾를 현재의 0.341 TOE/GDP에서 2030년에는 0.185 TOE/GDP 수준으로 46% 개선함으로써 에너지 저소비 사회를 구현한다. 1차 에너지를 기준으로

10) 예컨대, 에너지이용합리화계획, 전력수급기본계획, 천연가스장기수급계획, 신·재생에너지기본계획, 해외자원개발 기본계획 등이 있다.

11) GDP 1천불을 생산하기 위해 소비된 에너지량(TOE)

석유를 포함한 화석에너지 비중을 현재의 83%에서 2030년 61%로 축소한다. 신·재생에너지 비중은 현재의 2.4%에서 2030년 11%로 현재 대비 4.6배 확대하여 에너지 공급의 탈 화석화를 실현한다. 녹색기술 등 에너지 기술 수준을 현재의 60%에서 2030년 세계 최고 수준으로 끌어올려 에너지 산업을 신 성장동력으로 육성한다. 석유·가스 자주 개발율은 현재의 4.2%에서 2030년에 40% 수준으로 확대하고, 현재 7.8% 수준인 에너지 빈곤층¹²⁾을 모두 해소하는 등 에너지 자립 및 복지사회를 구현한다.

(2) 세부 내용

① 에너지 저소비·저탄소 사회로의 이행

제 1차 국가에너지기본계획의 골자는 에너지 저소비·저탄소 사회로의 이행을 위해 국가 에너지 효율을 46% 개선하고, 에너지 사용을 대폭 절감하는 것이다.

먼저, 에너지 수요 관리 및 위기 대응 능력을 강화하기 위해 미국의 에너지 정보청(EIA)¹³⁾의 유가 전망 시나리오 중 초고유가 시나리오¹⁴⁾를 채택하여 기준 에너지 수요 전망(BAU)¹⁵⁾을 낮춰 잡았다. 즉, 총 에너지 수요가 연평균 1.6% 증가하여 2030년의 수요를 343백만 TOE로 전망하였다. 여기에 추가적인 에너지 사용 절감 정책 노력을 더해 추가적으로 42백만 TOE를 절감함으로써, 총 에너지 수요의 연평균 증가율을 1.1%¹⁶⁾로, 2030년의 수요를 300백만 TOE 수준으로 절감하기로 하였다. 이는 현재의 수송 분야 에너지 소비량인 36백만 TOE를 능가하는 수준이다.

에너지 사용 절감 및 효율 향상 목표를 달성하기 위한 추진전략은 다음과 같다.

첫째, 원가주의 요금체계, 소비자 선택 요금제 등을 통해 에너지 가격의 신호기능 강화를 도모하여 소비합리화를 유도한다. 둘째, 지식 서비스를 집중적으로 육성하고, 미래 첨단산업을 신 성장동력화하여 에너지 저소비형 산업구조로 이행한다.

12) 광열비 등 에너지 비용이 가구 소득의 10% 이상인 가구로, 현재 전체 가구의 7.8%인 약 120만 가구가 에너지 빈곤층에 해당한다.

13) Energy Information Administration, (www.eia.doe.gov)

14) 초고유가 전망 : 2030년 실질유가 119\$/b, 명목가격 186\$/b

저유가 전망 : 42.4\$/b, 기준유가 전망 : 70.5\$/b

15) 현재 수준의 정책이 유지된다고 가정하였을 때의 에너지 수요 전망

16) 우리나라의 에너지 소비 증가율은 1981~2006년 중 연평균 6.7%, 1998~2006년 사이에 4.4%이다.

셋째, 모든 제품의 표준 및 규격 등을 에너지 절약형으로 설정하여 저에너지·저탄소 생활양식을 정착시킨다.

○ 산업부문 추진전략

산업부문은 에너지 다소비 업종의 신소재, 신공정 개발 등을 지원하여 석유 의존도를 축소한다. 보일러, 냉방기 등의 에너지 다소비 기기 고효율화 R&D 지원을 지속적으로 확대하고, 에너지 감축 실적 인증 및 거래제도 등을 활성화¹⁷⁾한다. 아울러, 대기업과 중소기업 간의 에너지 절약 협력 사업을 확대한다.

○ 수송부문 추진전략

수송부문에서는 자동차 기준 연비를 지속적으로 강화하고, 그린카 4대 강국 계획¹⁸⁾을 수립 및 추진하는 한편, 운수업체 에너지 사용량 신고제 등을 통해 저탄소·고효율 수송 시스템으로 전환한다.

○ 가정·상업부문 추진전략

가정·상업부문에서는 건물 에너지 효율 등급제를 단계적으로 모든 건물로 확대하고, 에너지 제로·탄소중립 건물의 개발 및 보급을 확대한다.

○ 공공부문 추진전략

공공부문은 정부 행사를 가능한 한 탄소중립으로 추진하고, 공공건물 에너지 총량제 등을 통해 정부가 탄소저감의 모범을 보이도록 한다.

② 최적의 에너지 공급 믹스 도출

제 1차 국가에너지기본계획을 통하여 환경성, 경제성의 측면에서 최적의 에너지 공급 믹스를 도출하여 화석연료의 비중을 대폭 줄이고 저탄소·청정에너지의 비중

17) 예컨대, 에너지 공기업에 구매의무 부과, 정부 구매 등을 추진한다.

18) 친환경, 고효율 그린카 기술의 적기 개발 및 조기 양산화, 연료전지 차 등의 미상용 그린카의 독자적 기술력 확보 등이 있다.

을 확대할 계획이다. 화석에너지의 비중은 현재 83% 수준에서 2030년에 61% 수준까지 축소하는 반면, 저탄소 에너지의 비중을 확대할 방침이다¹⁹⁾.

○ 신·재생에너지 보급

신·재생에너지는 제한된 국토 여건, 부족한 기술, 낮은 경제성으로 보급 확대에 애로사항이 있다. 그러나 지속적인 보급 확대 및 기술 개발 지원을 통하여 2030년에는 선진국 수준의 공급 규모를 달성할 계획이다.

공급 규모는 태양광을 현재 대비 44배 (80→3,504 MW), 풍력은 37배(199→7,301 MW), 바이오 19배(1,874→36,487천 Gcal), 지열을 51배(110→5,606 Gcal)로 확대할 계획이다.

100만kW의 전기를 만들기 위해 필요한 면적은

- 원자력 : 서울 월드컵경기장 1개 = 0.6 km²
- 풍력 : 서울 월드컵경기장 51개 = 여의도의 3.5배 = 30 km²
- 태양광 : 서울 월드컵경기장 151개 = 여의도의 9배 = 75 km²

○ 신·재생에너지 보급 추진전략

풍력, 조력 및 조류, 바이오 등 국내 국토 여건이 좋은 분야는 에너지 사업자의 신·재생에너지 의무 할당제를 도입하고, 공공건물의 신·재생에너지 사용 의무를 강화한다. 또한 Green House 100만호 공급 사업 등을 통해 신·재생에너지에 대한 수요를 창출한다.

태양광, 풍력, 수소연료전지 등은 차세대 박막 태양전지, 대형 풍력발전기(3~5MW 급) 국산화 등의 핵심 원천기술 개발을 지원하는 한편, 신·재생에너지 보급 사업과 연계하여 국산 개발 제품의 초기 시장을 창출한다.

19) 2030년까지 신·재생에너지는 현재의 2.4%에서 11%로, 원자력에너지는 현재 14.9%인 것을 27.8%까지 확대할 계획이다.

○ 원자력 에너지 비중 확대

원자력 에너지는 그간 우리 경제의 석유 의존도 및 에너지 수입 부담을 완화하고 값싼 전기를 안정적으로 공급하는데 크게 기여해 왔다.²⁰⁾ 고유가와 온실가스 감축 등에 대응하기 위해 원자력의 역할 강화는 피할 수 없는 선택이다.

정부는 점진적으로 원전의 활용을 확대하여 2030년에는 전체 발전 설비 중 원전의 비중을 41%까지 제고할 계획이다.²¹⁾ 또 원자력을 수출산업으로 육성하기 위해 전략적인 제휴 및 당초 2015년 개발을 목표로 해온 차세대 원전(APR+) 개발을 2012년까지 완료하는 등의 노력을 기울일 것이다.

원전 확대를 위한 정책과제로서 국제기구의 안전 점검 및 안전성 평가 등을 통해 세계 최고의 원전 안정성을 확보해 나간다. 원전의 사회적 수용성을 제고하기 위해 원전 건설의 혜택이 주변 지역에 직접적으로 확산되는 “지역공존형 원전 건설”을 추진한다. 한편 신규 원전 부지 확보와 사용 후 핵연료 관리 문제는 민주적이고 투명한 공론화 절차를 거쳐 최종 방향을 마련할 계획이다.

③ 그린 에너지 산업 육성

IEA는 2030년 전 세계 온실가스 배출을 620억 tCO₂로 예상하고 있으나, 기술 혁신에 의해 140억 톤까지 절감할 수 있으리라 전망하고 있다. 이에 따라 정부는 이러한 그린 에너지 산업을 미래 성장동력과 일자리를 창출하고 여타 산업의 청정화와 에너지 이용 효율 향상을 촉진하는 핵심동력으로 육성할 방침이다.

온실가스를 저감하는 그린 에너지 산업 (IEA)

- 온실가스를 배출하지 않는 에너지원 (신·재생에너지, 원자력 에너지 등)
- 화석연료의 청정화 (고효율 석탄화력, 탄소 포집 및 저장 등)
- 에너지 효율 향상 (LED 조명 사용, 건물 효율 등)

20) 지난 25년간 소비자 물가는 186% 상승했으나 전기요금은 11.4%의 상승에 그쳤다.

21) 1차 에너지 비중 : 2007년 15% → 2030년 28%

설비 비중 : 2007년 26% → 2030년 41%

발전량 비중 : 2007년 36% → 2030년 59%

○ 그린 에너지 산업 육성 추진전략

녹색기술 R&D 예산을 확대하여 핵심기술의 선정, 개발, 도입을 촉진하고, ETRI 등 출연연구기관의 에너지 기술 지원 기능을 대폭 강화한다. 대규모 통합 실증단지 (Test-bed) 구축²²⁾을 통해 녹색기술의 시험·인증 및 일정 규모의 구매를 지원한다. 에너지 공기업에 대한 정부의 R&D 투자 권고 제도를 신기술 제품 구매 권고로 확대하여 녹색기술 구매를 유도하고, Green House 100만호 보급 사업 등 공공사업에 녹색기술을 활용한다.

④ 에너지 자립 및 에너지 복지사회 구현

○ 자주개발율의 획기적 제고

석유 및 가스 자주개발율은 2007년 현재 4.2%(46백만B)에 불과하나, 2012년에 18.1%(208백만B), 2030년에는 40%(470백만B)까지 획기적으로 제고한다. 이를 위해 전략 지역을 중심으로 산업협력과 에너지 및 자원 협력을 연계하여 유망프로젝트를 확보하고, 석유공사 대형화 등 자원개발 기업의 국제 경쟁력을 강화한다. 아울러 투자 재원, 전문 인력, 핵심 기술 등 자원 개발 인프라도 지속적으로 확충한다.

○ 에너지 복지 지원

에너지 빈곤층에 대해서는 광열비 등 에너지 구입비용이 가구 소득의 10% 이하가 되도록 지속적인 지원을 요한다. 이를 위해 기초 에너지 사용을 보장하고, 천연가스 보급을 현재의 70% 수준에서 2030년까지 85% 이상으로 확대한다. 또한 냉난방 설비 등 저소득층의 에너지 시설 효율을 개선한다.

(3) 기대효과

① 무역수지 효과

무역수지에 대해 총 344억불의 에너지 수입액을 절감하는 효과가 전망된다. 2003년에 현재 수준의 정책적 노력과 현재의 에너지 믹스를 유지한다면 에너지 수입액

22) 전력IT를 플랫폼으로 하여 신·재생에너지 등 녹색기술을 통합적으로 실증·시험하고, 실제 인근 거주 지역에 전력 및 열 등을 공급한다.

은 2007년 가격 기준으로 1,139억불에 달한다. 이에 반해 국가에너지기본계획의 목표 안에 의하면 에너지 수요관리를 통해 141억불을, 에너지 믹스 전환에 의해 203억불을 절감하여 수입액을 795억불로 줄이고자 한다. 2007년에 비해 2030년은 총 에너지 소비가 25% 증가함에도 에너지 수입액은 불변 가격 기준으로 감소될 전망이다.

② 에너지 자립과 고용 창출

에너지 자립의 측면에서는 우리가 통제 가능한 에너지²³⁾의 비중이 2007년 현재 27.5%에서 2030년에는 65% 수준으로 대폭 상승될 것이다. 또한 신재생 분야에서 2030년까지 약 95만 명의 신규 고용을 창출하고, 신·재생에너지 세계 시장 점유율도 현재의 0.7% 수준에서 2030년에 15% 이상으로 확대될 전망이다.

(4) 향후 전망

① 국가에너지위원회 제 3차 회의

2008년 8월 27일 청와대에서 대통령 주재로 개최된 국가에너지위원회에서 국가에너지기본계획을 심의·확정하였다. 이명박 대통령은 이날 에너지 정책의 패러다임 전환이 녹색성장의 핵심임을 강조하였다. 특히 신·재생에너지를 중심으로 한 신 에너지원의 확대와 그린 에너지 기술을 기반으로 한 신 산업의 성장으로, 종전에 없었던 새로운 산업이 등장하고 이로 인해 많은 일자리가 창출되리라 전망하였다. 또한 에너지 산업은 타 산업의 기반산업으로서 에너지 산업의 그린화는 타 산업들의 그린화를 가능케 하여 지속가능한 녹색 성장을 이끌어갈 것이라고 언급하였다.

② 정부의 입장

정부는 경제계와 공동으로 녹색 성장을 우리 경제의 새로운 성장 패러다임으로 설정하고, 신·재생에너지에 대한 설비 및 R&D 투자 등 녹색 기술, 그린 에너지

23) 통제가능에너지 = 자주개발 석유·가스·석탄 + 신재생 + 원자력 에너지

산업에 대한 투자를 대폭 확대할 계획이다.

2030년까지 신·재생에너지 비중 11%의 목표 달성을 위해 설비투자는 총 100조 원(민간 72조원, 정부 28조원), R&D 투자는 총 11.5조원(민간 4.3조원, 정부 7.2조원)의 비용을 예상하였다. 지식경제부와 경제단체가 공동으로 “녹색에너지산업추진위원회”(가칭)를 구성하여 민간의 투자 확대 및 환경 경영 등을 촉진할 계획이다.

한편 상술한 우리나라 제 4차 종합대책 보고서 이외에도, 기후변화대응종합계획(2008.9), 에너지융합리화계획(2008.11), 신·재생에너지기본계획(2008.9), 전력수급 기본계획(2008.12), 그린에너지산업육성전략(2008.10) 등 국가에너지기본계획의 후속 대책으로 많은 보고서와 정책들이 있으며, 이들 정책은 향후 우리나라 기후변화와 관련한 지침이 될 것이다.

3. 온실가스 배출 현황

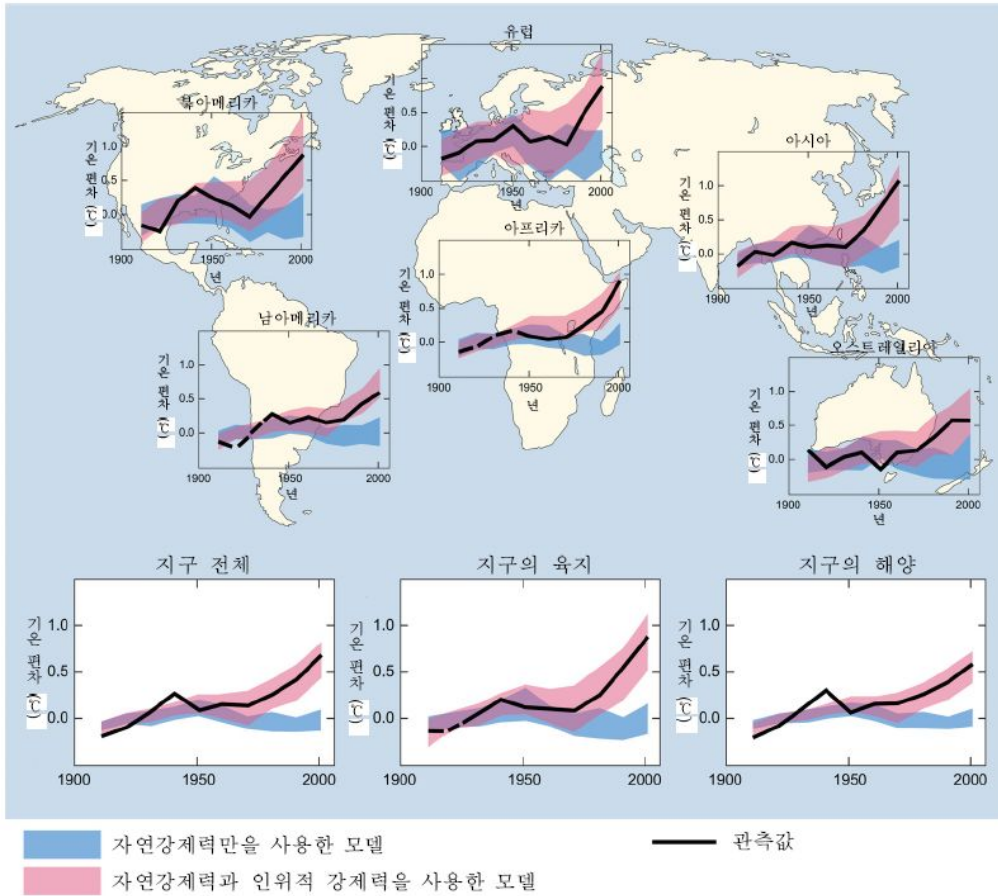
1) 전 세계의 온실가스 배출 현황

(1) 지구의 기온 변화

지난 12년(1995~2006) 중 11번이 1850년 이래 전 지구 표면기온의 측기 기록에서 가장 더웠던 해에 속한다. 1906~2005년 지구 평균 기온의 선형 추세는 100년간 0.74 (0.56~0.92)°C로, 제 3차 평가보고서의 해당 추세인 0.6°C(0.4~0.8°C)(1901~2000년)보다 높았다. 기온 상승은 지구 전체에 광범위하게 나타나고 있으며 북반구 고위도로 갈수록 더 크게 나타난다. 이러한 현상은 육지가 해양보다 더 빠르게 온난화된 것으로 나타난다.

이산화탄소는 인위적으로 발생하는 가장 중요한 온실가스로, 전 세계 이산화탄소의 연간 배출량은 1970~2004년 동안 80% 증가하였다. 뿐만 아니라, 메탄, 아산화질소의 지구 평균 대기 중 농도는 1750년 이후 인간 활동의 결과 현저하게 증가하여 왔으며, 빙핵을 통해 알아낸 산업화 이전의 값들을 크게 상회한다.²⁴⁾

[그림 2-2] 지구 전체 및 대륙의 온도 변화



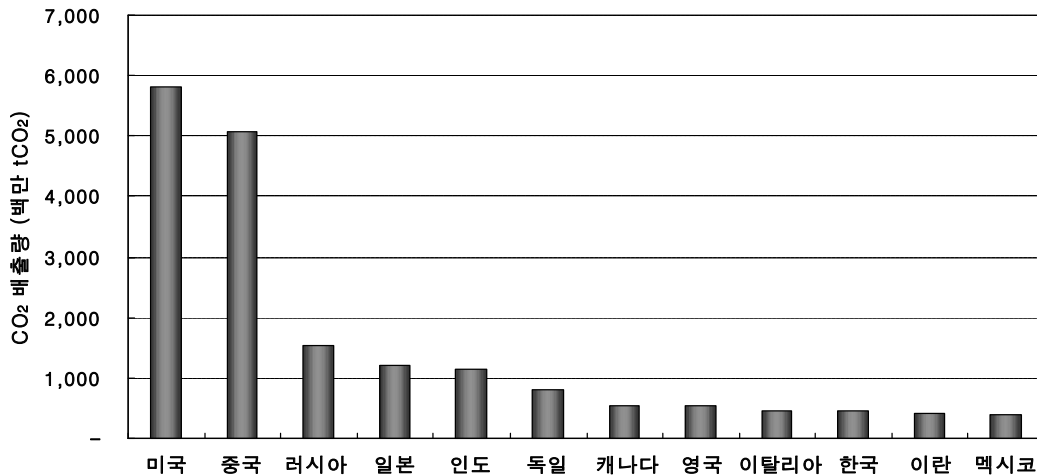
(2) 국가별 온실가스 배출량

연료 연소에 의한 이산화탄소 배출량 순서로 전 세계 중 상위 12 개 주요 국가의 2005년 현황은 아래 그림과 같다.²⁵⁾ 여기서 교토의정서에 불참한 미국은 물론, 배출삭감 의무를 지지 않는 중국, 인도 등이 대량 배출국임을 알 수 있다. 특히, 중국과 인도는 급속히 성장하고 있는 개발도상국으로서, 1990~2005년 사이 이산화탄소 배출량 증가율이 중국은 124.3%, 인도가 90.0%로 월등하였다.

24) IPCC(2007) 제 4차 종합보고서

25) IEA(2005), CO₂ Emissions from fuel combustion

[그림 2-3] 연료 연소에 의한 이산화탄소 배출량 (2005)



2) 우리나라의 온실가스 배출 현황

2005년 우리나라의 온실가스 총 배출량은 591.1백만 tCO₂를 기록하여 2004년 대비 0.7%(3.9 백만 tCO₂) 증가하였는데, 이는 주로 에너지 소비 증가에 기인한다. 배출원별 비중은 에너지 부문이 84.3%, 산업공정이 11.0%, 농업이 2.5%, 폐기물이 2.2%를 기록하였다. 1990~2005년 동안 총 배출량 추이를 보면 연평균 4.7%의 증가세를 보였으며, 1인당 온실가스 배출량은 1990년 이후 연평균 3.9%씩 증가하여 2005년에는 12.24 tCO₂이었다.²⁶⁾

<표 2-3> 온실가스 총 배출량 관련 주요 지표

구 분	1990	1995	2000	2002	2004	2005	'90~'05 연평균 증가율 (%)
온실가스 총 배출량 (백만 tCO ₂)	297.5	451.8	528.5	569.0	587.3	591.1	4.7
1인당 배출량 (tCO ₂ /인)	6.94	10.02	11.24	11.95	12.21	12.24	3.9
온실가스/GDP (tCO ₂ /백만원)	0.93	0.97	0.91	0.89	0.85	0.82	-0.8

자료 : 임재규, 기후변화협약에 의거한 제3차 대한민국 국가보고서 작성 연구, 2007

26) 임재규, 기후변화협약에 의거한 제3차 대한민국 국가보고서 작성 연구, 에너지경제연구원, 2007

<표 2-4> 국가 온실가스 배출통계 추이

구 분		1990	1995	2000	2002	2004	2005	
총배출량 (배출원)		297.5	451.8	527.5	568	587.3	591.1	
순배출량 (배출원과 흡수원)		273.7	430.6	490.3	534.5	555.8	558.3	
에너지 부문	소계	247.7	372.1	438.5	473	489	498.6	
	연료연소 (부문별)	소계	242.3	368.9	434.1	468.2	483.3	492.7
		에너지산업	38	83.2	125.9	146.8	165.3	171.1
		제조업 및 건설업	82	124.2	141.8	148.3	148.5	148.2
		수송	42.4	77.2	87.1	94.9	97.1	98.2
		광업, 농림어업, 가정상업, 공공기타	79.9	84.3	79.3	78.2	72.5	75.2
	기타	-	-	-	-	-	-	
	탈루성 배출	소계	5.4	3.2	4.4	4.8	5.7	5.9
		석탄생산	4.8	1.6	1.2	0.9	0.9	0.8
		석유 및 천연가스	0.6	1.6	3.2	3.9	4.8	5.1
산업 공정	소계	19.9	47.1	58.3	64.5	68.5	64.8	
	광물산업	17.8	30.9	27.9	30.5	29.8	27.2	
	화학산업	1	4.6	7.9	7.5	13.3	11.4	
	금속산업	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	
	기타산업	-	-	-	-	-	-	
	HFCs, PFCs, SF6 생산	1	2.6	3.2	2	0	0	
	HFCs, PFCs, SF6 소비	0	8.8	19.1	24.4	25.2	26.1	
	기타	-	-	-	-	-	-	
	솔벤트 및 기타제품 소비	-	-	-	-	-	-	
농업	소계	13.2	16.6	15.3	14.7	14.9	14.7	
	장내발효	2.6	3.8	2.8	2.7	2.8	3	
	분뇨분해	2	2.8	2.6	2.6	2.7	2.7	
	벼논경작	8.6	7.2	7.3	7.2	6.9	6.8	
	농업용 토양	-	2.9	2.6	2.2	2.4	2.2	
토지이용 변경 및 임업 (흡수원)	소계	-23.7	-21.2	-37.2	-33.4	-31.5	-32.9	
	산림 및 기타 목질계 바이오매스 저장량 변화	-26.2	-25.2	-41.4	-37.7	-35.8	-37.3	
	산림 및 초지 전용	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	
	경영토지의 방지	-	-	-	-	-	-	
	토양의 CO ₂ 배출 및 흡수	2.3	3.7	3.9	4	4	4.1	
	기타	-	-	-	-	-	-	
폐기물	소계	16.6	16.1	15.5	15.7	14.9	13	
	고형폐기물 매립	15.5	13.1	10.2	9.8	8.4	6.1	
	생활하수 처리	1	1	1.1	1	1.1	1.1	
	산업폐수 처리	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	폐기물 소각	0.1	1.9	4.1	4.8	5.3	5.8	
	기타	-	-	-	-	-	-	

자료 : 에너지경제연구원(www.keei.re.kr/)

향후 우리나라의 에너지 부문 온실가스 배출량은 2005~2030년 동안 연평균 2.06% 증가하여, 2030년에는 2005년의 591.1 백만 tCO₂보다 66.5% 증가한 990.9 백만 tCO₂에 이를 것으로 예측되었다.²⁷⁾

<표 2-5> 부문별 온실가스 배출량 전망
(단위 : 백만 tCO₂)

	2005	2010	2020	2030	연평균 증가율 (%)		
					'05~'10	'10~'20	'20~'30
최종에너지 전체	440.3 (74.0)	522.5 (73.9)	637.5 (72.5)	698.5 (70.2)	3.48	2.01	0.88
가정	59.6 (10.0)	62.2 (8.8)	65.1 (7.4)	63.4 (6.4)	0.88	0.45	-0.27
산업	264.7 (44.5)	311.0 (44.0)	383.7 (43.7)	418.4 (42.2)	3.28	2.12	0.87
상업	13.1 (2.2)	17.4 (2.5)	28.8 (3.3)	45.9 (4.6)	5.88	5.16	4.75
공공	0.5 (0.1)	0.6 (0.1)	0.9 (0.1)	1.3 (0.1)	4.70	4.00	3.50
수송	102.5 (17.2)	131.3 (18.6)	158.9 (18.1)	166.9 (16.8)	5.07	1.93	0.49
전환부문 전체	154.8 (26.0)	184.9 (26.1)	241.5 (27.5)	295.1 (29.8)	3.61	2.71	2.03
발전	134.8 (22.6)	160.8 (22.7)	209.9 (23.9)	258.1 (26.0)	3.60	2.70	2.09
지역난방	20.0 (3.4)	24.0 (3.4)	31.6 (3.6)	37.0 (3.7)	3.73	2.77	1.61
전체 합계	595.1 (100.0)	707.4 (100.0)	878.9 (100.0)	990.9 (100.0)	3.52	2.19	1.21

자료 : 임재규, 기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축 연구 (3차년도), 2006

그에 반하여 우리나라의 온실가스 감축노력에 대한 국제사회의 평가는 매우 낮은 수준으로 유럽 CAN(Climate Action Network)에서는 한국의 기후변화 대응수준을 평가대상 56개 국가 중 48위로 평가(2007)하였으며, 독일의 민간기후 연구소(저먼위치)는 56개국 중 51위로 평가 (2007. 12)하였다.

27) 임재규, 기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축 연구 (3차년도), 에너지경제연구원, 2006

제2절 전력부문에 대한 선행연구 및 감축사례 분석

1. 선행연구 분석

본 연구에서는 전력부문에 대하여 온실가스 감축을 위한 선행 연구를 검토하였다. 특히 대기전력 분야, 화력발전의 이산화탄소 배출계수 추정, 그리고 제도적 분야에 대하여 살펴보았다²⁸⁾.

1) 대기전력 분야

김남균(2006)은 2003년에 실시한 가전기기의 대기전력 실측 조사 결과, 총 825개 조사대상 기기의 평균 대기전력이 3.66W로 나타났고, 가구별 대기전력 총량은 평균 57.0W임을 보고한 바 있다. 한편 가구당 연평균 306 kWh의 대기전력을 소모하며, 이는 대상 가구 소비전력의 10.6%에 해당함을 밝혔다. 이러한 조사결과를 바탕으로 국내 연간 소비전력량의 1.67%에 해당되는 4.6 TWh의 전력이 국내 가정용 대기전력으로 소모되고 있음을 예측하였다. 아울러 이것이 화력발전소 1기의 발전용량에 준하는 양으로써, 역설적으로 국내 화력발전소 1기가 가정용 대기전력을 공급하기 위하여 가동된다고 설명하였다. 또한, 홈 네트워크화에 따라 대기전력의 지속적인 증가 가능성을 전망하면서 관련 기술개발이 긴요함을 피력하였다.²⁹⁾

조관열과 목형수(2006)도 국가 전체적으로 볼 때 약 5,000억 원에 달하는 연간 4,600 GWh의 전기가 대기전력으로 낭비된다고 하였다. 대기전력은 현재 수준의 75%까지 줄일 수 있으며, 대기전력 절감에 따른 에너지 절약 효과가 매우 큰 것으로 보고됨을 밝히고 있다.³⁰⁾

중국의 대기전력에 대한 연구는 Meier *et al.*(2004)에 의해 수행되었다. 이들은 중

28) 한편, 대전발전연구원에서는 2004년부터 시리즈형태로 기후변화에 대한 과제를 진행하고 있으며, 본 연구보고서를 포함하여 4권의 과제보고서와 각종 세미나 등을 통하여 온실가스 저감에 대한 대전시의 대응정도 및 방향에 대한 논문을 발표하고 있다.

29) 김남균(2006), 국내 가전기기의 대기전력 현황과 전망, 전력전자학회지, pp.22-25

30) 조관열·목형수(2006), 국내 정보기기의 e-standby 기기 및 대기전력 현황, 전력전자학회지, pp.26-31

국의 가정 28개소에 대하여 대기전력을 측정한 결과 가구당 연평균 100 kWh의 대기전력이 소모된다고 하면서, 이를 전국 규모로 환산하면 연간 13 TWh에 달하고, 16 백만 톤의 CO₂ 이상에 해당한다고 보고하였다. 따라서 가정용 대기전력으로 낭비되는 전력을 충당하기 위하여 적어도 500 MW급 6기의 발전용량이 필요하다고 하였다. 중국은 선진국에 비하여 대기전력 소비량이 상대적으로 적은 편이나, 전기전자 기기별 대기전력 소모가 많기 때문에 현재의 기술을 활용하면 적은 비용으로 높은 대기전력 절감 효과를 얻을 수 있다고 하였다.³¹⁾

미국 캘리포니아 주의 경우 Ross and Meier(2002)가 캘리포니아의 가정에서 소비되는 대기전력을 실측하였는데, 14~169 W 범위에 분포하였고, 평균 대기전력은 67W라고 보고하였다. 기기의 대기전력을 1W로 개선함으로써 약 68%의 대기전력 소비를 줄일 수 있으며, 이러한 노력이 신속하고 확실한 효과를 가져온다고 하였다.³²⁾

캐나다에서는 Alan *et al.*(2003)이 총 72 가구를 대상으로 대기전력을 조사하였고, 그 결과 49W, 즉 가구당 연평균 427 kWh에 달하는 값을 얻었다. 이것은 기존의 전기전자 기기를 대기전력 1W 이하의 기기로 교체하여 사용하는 것만으로도 59%인 177 kWh까지 절감할 수 있다고 하였다.³³⁾

2) 화력발전의 이산화탄소 배출계수 추정분야

조영탁과 김창섭(2008)은 난방 목적의 심야전기 이용이 급증에 따른 문제점 분석과 심야전기난방으로 인한 환경적 부담을 고찰하는 수단으로 이산화탄소 배출량을 산정하여 비교하였다. 이들은 제 3차 전력수급계획을 참고하여 2006년 평균 원단위 배출계수인 0.4246 kgCO₂/kWh를 적용하여 전력 사용에 따른 이산화탄소 배출량을

31) Alan Meier, Jiang Lin, Jiang Liu, Tienan Li(2004), Standby power use in Chinese homes, Energy and Buildings, 36, pp.1211-1216

32) J.P. Ross, A. Meier(2002), Measurements of whole-house standby power consumption in California homes, Energy, 27, pp.861-868

33) Alan S. Fung, Adam Aulenback, Alex Ferguson, V. Ismet Ugursal(2003), Standby power requirements of household appliances in Canada, Energy and Buildings, 35, pp.217-228

계산하였다. 이와 관련하여 제3차 전력수급계획은 발전부문의 열량계수에 기초하여 배출량을 계산하고 있으며, 2006년 에너지기본법에 의해 열량표(총발열량 및 순발열량)가 정립되었고, IPCC 기준이 순발열량(저위발열량)이기 때문에 제4차 전력수급 계획에서는 IPCC 방식을 병행할 필요가 있다고 언급하였다.³⁴⁾

조용성 등(2006)은 발전부문의 온실가스 배출요인 분석의 일환으로 에너지 및 이산화탄소 집약도를 고찰하였다. 여기에서 한국전력공사의 자료를 이용하여 2004년 발전부문 실적 기준 1 kWh당 온실가스 배출량 배수를 연료별로 분류하여 제시하였다.³⁵⁾

<표 2-6> 단위 발전량 당 이산화탄소 배출량 비교

구분	역청탄*	국내탄	중유	경유	LNG (복합포함)
CO ₂ 배출량 (gCO ₂ /kWh)	842	852	733	724	466
배수	1.00	1.12	0.86	0.85	0.55

자료: 조용성, 조영대, 박순애(2006), 발전부문의 온실가스 배출요인 분석

* 유연탄(이탄, 아탄, 갈탄, 역청탄 등 포함)의 일종으로, 발열량이 높아서 발전용으로 사용됨.

전의찬 등(2006)은 온실가스 배출량을 산정할 때, IPCC에서 국가의 고유값이 있는 경우에는 IPCC의 기본값에 앞서 국가고유배출계수를 적용하도록 권고하고 있음을 지적하였다. 우리나라 주요 온실가스 배출원인 에너지 부문 중 전력부문의 유연탄 화력발전소의 이산화탄소 배출계수를 개발하고자 5개의 화력발전소를 대상으로 IPCC의 연료분석 방법과 배기가스 농도 측정을 통한 방법을 적용하였다. 그 결과 연료분석 방법의 배출계수는 0.791 MgCO₂/MWh, 배기가스 농도에 의한 배출계수는 0.771 MgCO₂/MWh임을 보고하였다.³⁶⁾

34) 조영탁, 김창섭(2008), 심야전력제도의 문제점과 개선 방향 : 경제성·환경성·형평성 및 에너지 안보, 자원·환경경제연구, 17(2), pp.419-455

35) 조용성, 조영대, 박순애(2006), 발전부문의 온실가스 배출요인 분석, 환경정책, pp.215-236

36) 전의찬, 사재환, 이성호, 정재학, 김기현, 배위섭(2006), 에너지사용시설의 온실가스 배출 특성 연구, 한국대기환경학회지, 22(1), pp.107-116

<표 2-7> 다양한 연구에서의 화력발전 탄소 및 이산화탄소 배출계수

구 분		탄소 배출계수 (tC/TJ)		배출계수 (MgCO ₂ /MWh)	
		연료 분석	이산화탄소 측정	연료 분석	이산화탄소 측정
전의찬 등 (2006)	인수식a)	24.6	23.8	0.791	0.771
	기건식b)	24.1	21.6		
	건식c)	23.9	20.3		
IPCC(1996)		26.2	-	-	-
CCL(2003)d)		-	-	0.826	-
AGO(2001)e)		-	-	0.748	-
US EPA(2002)		-	-	0.975	-

a) 무역거래 시 계약의 근거가 되는 기준으로, 우리나라 석탄 물동량 통계의 기준으로 사용됨

b) 인수식 시료에서 부착 수분을 제외시켜 산정함. 발열량 및 공업분석의 기준으로 사용됨

c) 기건식에서 고유 수분을 제외시켜 산정함. 발전소 효율의 기준으로 사용됨

d) Climate Change Levy (U.K)

e) Australian Greenhouse Office (Australia)

자료 : 이상중, 임정균(2007), 화력발전소 입출력 특성계수를 이용한 순시 발전출력 대비 CO₂ 대기배출량 계산

이상중과 임정균(2007)은 발전소의 성능시험 결과와 IPCC 온실가스 추계방법론을 이용하여 화력발전소의 이산화탄소 대기배출량을 계산하는 방법을 제시한 바 있다. 이들은 발전소의 성능시험을 통하여 입출력 특성계수를 도출하고, IPCC 연료별 탄소배출계수, 연소율, 질량비 등으로부터, IPCC 온실가스 추계방법론을 적용하여 순시 발전출력에 상응하는 시간당 이산화탄소 대기배출량 계산공식을 제시하였다.³⁷⁾

발전출력(MW)과 열입력(Gcal/hr)의 관계식

$$y(P) = aP^2 + bP + c$$

$$\text{열입력} = \text{연료소모량} \times \text{발열량} \times \text{연소율}$$

$$\text{CO}_2 \text{ 배출량} = \text{연료소모량} \times \text{발열량} \times \text{IPCC 탄소배출계수} \times \text{연소율} \times 44/12$$

$$= \text{열입력} \times \text{IPCC 탄소배출계수} \times 44/12$$

$$= (aP^2 + bP + c) \times \text{IPCC 탄소배출계수} \times 44/12$$

37) 이상중, 임정균(2007), 화력발전소 입출력 특성계수를 이용한 순시 발전출력 대비 CO₂ 대기배출량 계산, 조명·전기설비학회논문지, 21(5), pp.120-125

3) 정책개발 분야

임성진(2004)은 에너지 자립도가 3% 수준에 불과한 우리나라에서 전력부문은 가장 자본집약적인 에너지 산업부문이며 지구 온난화의 주범이라고 하였다. 전력의 독점체제가 대규모 에너지 소비구조와 연계되면서 발전량의 60% 이상을 화력발전으로 충당하고 있기 때문에 이산화탄소나 대기오염물질의 방출이 심각한 수준임을 피력하였다. 전력 공급규모의 거대화는 원자력 발전 확대의 중요한 원인이 되었으며, 이들 대형 발전사업은 환경친화적인 소규모 분산형 발전으로의 이행을 방해하여 에너지 전환을 가로막는 주 요인으로 작용한다고 하였다.³⁸⁾

또한 임성진(2000)은 각국의 에너지 산업 구조 개편이 공통적으로 소규모 분산형 발전사업자에 대한 시장진출 기회의 확대와, 전 시장기능의 분리, 그리고 경쟁 도입을 중심 내용으로 하고 있다고 밝혔다.³⁹⁾ 따라서 지속가능한 개발 원칙을 기본으로 삼고, 가격 기준의 시장기능에 의존하지 않으며, 전력시장을 에너지 생산과 절약 간의 대체 경쟁의 장이 되도록 유도할 것을 제안하였다. 아울러, 신·재생에너지는 장기적으로 가장 효율적이고 환경친화적인 에너지원이며, 신·재생에너지에 대한 기술개발과 지원을 적극 추진한다면 2050년에 독일 전체 에너지공급량의 75%를 충당할 수 있다는 Nitsch and Luther(1990)⁴⁰⁾의 문헌을 인용하였다.

김은동 등(2003)은 대기전력 절감을 위한 정책 수단의 방향을 에너지 효율 표준제도와, 합의에 의한 자발적 접근, 세금 등의 경제·제도적 수단, 그리고 정보와 교육의 네 가지로 정리하였다. 그리고 실제 각국에서 시행되고 있는 대기전력 절감을 위한 제도 및 프로그램을 조사하였다. 우선 규제 제도로써 제품의 에너지 효율 목표를 설정하는 일본의 Top runner 프로그램과, 자발적 협약이 실패할 경우를 대비한 스위스의 규제 프로그램을 소개하였다. 두 번째는 자발적 참여 제도로, 가장 대표적인 에너지 효율 등급제인 미국의 Energy star 프로그램과, 8개 유럽 국가의 에

38) 임성진(2004), 에너지전환 측면에서 본 정부의 전력부문 공기업 개혁정책, 한국행정학보, 38(3), pp.69-89

39) 임성진(2000), 에너지패러다임의 녹색전환, 한국정치학회보, 34(1), pp.275-299

40) Nitsch, J., Luther, J.(1990), Energieversorgung der Zukunft. Rationelle Energienutzung und erneuerbare Quellen

너지 부처와 제조업체들의 포럼인 GEA⁴¹⁾ 등급제를 소개하였다. 그 외의 에너지 등급 제도로 EU의 Eco-label, 독일의 Blue angel을 소개하였다. 이와 더불어 대기전력 손실을 최소화하기 위하여 기술적, 제도적, 행태 개선 노력을 효과적으로 결합할 것을 제안하였다.⁴²⁾

윤순진(2003)도 우리나라 전력구조 개편의 문제점과 개선 방향에 대한 연구에서 전력부문의 생활수준 향상으로 소비가 급증하여 이산화탄소 배출 증가가 가장 빠르다고 하였다. 뿐만 아니라, 신·재생에너지 외에 원자력을 화석연료의 대안으로 활용할 수 있다는 환상을 심어줄 수 있어 신중한 정책 접근이 필요하다고 경고하였다. 그러면서 정책 수립 방향으로 에너지정책기본법의 제정과 에너지행정관련 조직 개편, 신·재생에너지에 대한 법적·제도적 지원의 강화, 지속가능한 에너지 체제를 위한 전력구조 개편, 그리고 시민사회 참여의 제도화 및 활성화를 들었다.⁴³⁾

2. 감축사례 분석

지구 온난화와 관련하여 온실가스 감축은 전 세계의 화두로, 국가 발전을 저해하지 않으면서도 온실가스 배출량을 감축할 수 있는 제도적 장치 마련에 고심하고 있다. 본 연구에서는 환경 규제에 앞장서고 있는 EU와, 호주, 미국, 스페인 그리고 중국의 사례를 검토하였다.

1) EU의 감축 노력

(1) EU의 에코디자인 지침(EuP)의 대기전력 기준 단계적 강화⁴⁴⁾

EU의 EuP(EuP; Eco-design Requirements for Energy-using Products, 에너지 사용제품 에코디자인 지침안)에서는 가전제품과 사무기기에 대한 대기 및 오프모드

41) GEA : Group for Efficient Appliances

42) 김은동, 서길수, 김남균(2003), 전기전자 기기의 대기전력 절감을 위한 주요국들의 정책, 한국에너지공학회 춘계학술대회 논문집, pp.457-460

43) 윤순진(2003), 지속가능한 에너지체제로의 전환을 위한 에너지정책 개선방향, 한국사회와 행정연구, 14(1), pp.269-300

44) <http://www.eiitrack.org>

소비전력 요건을 단계적으로 강화할 것을 제한하였다. EuP는 에너지 사용제품에 친환경적인 제품 설계를 하도록 요구하는 기본 방침을 규정하는 법규로, 제조업체에 대하여 전력 사용, 온실가스 배출, 지속가능성, 환경성 등을 제품 설계에 고려하도록 하고 있다. 세부 에코디자인 요건은 품목별 지침 이행수단에서 규정되며, EuP는 이행수단 마련 작업에 이해관계자 및 전문가 참여를 위하여 자문그룹 구성을 규정하고 있다.

규제 내용을 구체적으로 살펴보면 컴퓨터, TV, 프린터 등 유사기기에 대하여 2010년까지는 대기모드 상태의 전력 소모가 1~2W를 초과하지 못하고, 2013년부터는 최대 1W를 넘지 못하도록 규정하고 있다. 단, 정보 전달이나 안내 기능을 가지고 있는 전자제품들은 대기모드 전력소비 1W 규정에서 예외로 하였다.

지난 2007년 10월 19일에 개최된 자문그룹 회의에서 가정용 전기전자제품 및 사무기기의 대기전력과 오프모드 에너지 효율 기준 설정에 대한 실무검토 작업이 진행되었다. 이 문건에 따르면 해당 제품 에너지 효율 요건으로 아래의 표와 같이 품목별 이행수단 시행 1년 이후 1단계 기준을, 3년 이후부터는 좀 더 강화된 2단계 기준 적용 안을 제시하였다.

<표 2-8> 가정용 전기전자제품 및 사무기기 대기/오프모드 소비전력기준 (안)

구분	이행수단 발효 1년 후 (1단계 기준)	이행수단 발효 3년 후 (2단계 기준)
Off-mode	1.0W	0.5W
Stand-by	1.0W	0.5W
Information display	2.0W	1.0W

자료 : <http://www.eiatrack.org>

(2) EU 가전제품 에너지 효율 등급 표시 지침⁴⁵⁾

EU는 1992년부터 냉장고·냉동고, 세탁기, 식기세척기, 전기 오븐, 가정용 램프, 에어컨 등 주요 가전제품에 대하여 에너지 효율 라벨을 부착하도록 의무화하였다.

45) 무역환경정보네트워크 (<http://www.ten-info.com/>)

- 근거법률 : Directive 92/75/EEC on the indication by labeling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances
[OJ L 297, 1992]
- 대상지역 : EU
- 대상업종 : 전기전자
- 발효시점 : 1992. 10. 13.
- 주무기관 : EU 집행위원회

에너지 효율 등급 라벨은 제품의 에너지 효율 등급을 7단계(A~G)로 나누어 표시하도록 하고, 이와 함께 에너지 및 용수 소비량, 소음 수준, 제품 성능 등급 등도 표시하도록 하였다. 품목별 세부 라벨링 방법은 품목별 이행지침에서 규정하였다.

<표 2-9> 가전제품 에너지 효율 등급 품목과 이행지침

품목	이행지침	품목	이행지침
냉장고·냉동고	94/2/EC (2003/66/EC, 개정)	식기세척기	97/17/EC (1999/9/EC, 개정)
전기오븐	2002/40/EC	세탁건조기	96/60/EC
에어컨	2002/31/EC	건조기	95/13/EC
가정용 램프	98/11/EC	세탁기	95/12/EC (96/89/EC, 개정)

자료 : 무역환경정보네트워크 (<http://www.ten-info.com/>)

특히 냉장고의 경우 상시 전원을 켜둠으로 인하여 가정용 전력 소비의 주요 원인으로, 개정지침(2003/66/EC)에 따라 기존의 최고 에너지 효율 등급인 A등급보다 효율이 높은 A+와 A++ 등급을 추가하여 총 9등급으로 표시하도록 하였다.

가전제품에 대한 최저 에너지 효율 기준 규정은 다른 제품으로도 꾸준히 확산되고 있으며, 이는 자발적 형태로 진행되는 경향이다.

2) 호주의 감축 노력^{46) 47)}

호주는 2007년부터 향후 3년 내에 백열등 사용을 점차적으로 중단하여 2009년 또는 2010년경에는 사용을 전면 금지하는 백열등 시장 퇴출 계획을 세계 최초로 발표하였다. 호주 정부 측은 백열등을 에너지 효율이 더 좋은 콤팩트형 형광램프로 대체함으로써 2012년까지 호주의 온실가스 배출량을 약 4백만톤 정도 감축할 것으로 기대하고 있다.

2007년 2월 20일 이와 같은 계획을 발표하면서 가장 효과적이고 직접적인 온실가스 감축 방법은 에너지의 효율적인 사용임을 밝히면서, 우리 일상생활에 필수적인 전기 조명 분야에서 배출되는 전 세계 온실가스량은 승용차 부문 배출량의 70%에 해당한다고 하여 조명 분야의 효율적 에너지 이용의 중요성을 강조하였다.

조명 분야에서의 온실가스 감축 방안으로 호주는 조명 제품의 최소 에너지 효율 기준을 강화하여 궁극적으로 백열등의 시장 판매를 불가능하게 할 계획이다. 다만, 의료용 및 오븐용 전구 등과 같은 특별 용도에 대해서는 적용을 제외할 방침이다. 이외에도 호주는 고압 샤프헤드와 같은 수도기기에 대해서도 최소 에너지 효율 기준 강화를 통하여 에너지 효율이 낮은 제품의 퇴출을 실시한 바 있다.

백열등은 사용 에너지의 5% 가량을 빛 에너지로 전환하고 나머지 95%를 열로 발산하여 에너지 소비가 많고 효율이 저조하다. 따라서 백열등 사용 중단 노력은 비단 호주뿐만 아니라, 전 세계 도처로 확산되고 있다. 쿠바 및 베네수엘라에서 유사한 방침을 추진하고 있고, 미국 캘리포니아 주 의회 역시 2007년 초에 2012년 이후부터 백열등 판매를 금지하는 법안을 상정하였다. 뉴질랜드도 2009년 10월에 백열등 사용을 전면 금비할 방침이다.

캐나다 온타리오 주 정부 역시 에너지 사용 감축 정책의 일환으로 2012년까지 백열등 판매를 금지하겠다는 계획을 발표함으로써 백열등 퇴출 대열에 동참하였다. 온타리오 주 정부 측은 일반 가정에서 사용되고 있는 8천 7백만 개에 달하는 백열

46) 호주 환경부, Australian Government Department of Environment, Water, Heritage and the Arts (<http://www.environment.gov.au/>)

47) 무역환경정보네트워크 (<http://www.ten-info.com/>)

등을 콤팩트형 형광램프와 같이 에너지 효율이 높은 제품으로 대체하였을 경우 연간 6백만 MW 정도의 전력 수요를 감축할 수 있으리라 전망하고 있다. 백열등의 점진적인 판매금지 조치와 더불어 온타리오 주는 정부 빌딩에 에너지 효율이 높은 램프를 구입하도록 하는 방침을 의무화하였다.

EU 역시 백열등 사용 금지 법안을 추진 중에 있다. 이산화탄소 배출 감축 및 에너지 효율성 제고를 위하여 EU 이사회 의장국의 제안에 따라 EU 역내에서는 2010년부터 국내용 백열등 등의 고 에너지 사용 제품의 판매가 금지될 예정이다.

EU는 2년 내에 40W 이상의 백열등 사용을, 5년 내에는 할로겐 전구 사용을 금지한 세부 규정을 마련할 방침이다. 특히 동 법안에 대하여 ‘통합 에너지·기후변화 패키지’를 의결한 독일에서 강하게 지지하고 있다.

이과 관련하여 세계 최대 유통업체인 월마트는 2008년까지 콤팩트형 형광램프 1억 개 판매를 목표로 해당 제품 보급 촉진 캠페인을 벌이고 있으며, 세계적인 램프 제조업체 필립스는 2016년까지 백열등 생산 중단을 선언하였다.

3) 미국의 감축 노력

(1) Energy star 프로그램⁴⁸⁾

1992년 도입 이래 가장 인지도 높은 환경 마크 제도로 자리 잡은 미국의 Energy star 프로그램은 소비자의 큰 호응을 받고 있는 대표적인 에너지 효율 마크 제도이다.

미국 에너지부(DOE)⁴⁹⁾와 환경청(EPA)⁵⁰⁾가 공동으로 도입하여 운영하고 있는 자발적 라벨링 프로그램으로, 현재 약 9천개 이상의 기업 및 기관이 제품 및 주택 등에 대하여 인증을 받았고, 40개 이상의 소비자 제품을 대상으로 운영되고 있다.

전기 전자업체가 미국에 수출할 경우 Energy star 인증 획득을 어느 마케팅 기법보다 우선하는 것으로 인식하고 있다. 단순히 미국 시장 진출뿐만 아니라 제품의

48) <http://www.energystar.gov/>

49) DOE : Department of Energy

50) EPA : Environmental Protection Agency

에너지 효율성 측면에서 Energy star 요건은 사실상 국제 표준 역할을 담당하고 있다고 볼 수 있다.

1995년에는 일본 경제산업성의 협약으로 International Energy star 프로그램을 운영하고 있으며, 이후 EU, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 대만이 협약에 참여하여 다국적 프로그램으로 운영되고 있다. 각국은 미국의 Energy star 제품별 에너지 효율 기준을 채택하되, 자국에 필요한 일부 품목을 선별하여 운영하고 있다.

한편, 2007년에 Energy star 프로그램 최초의 운영 품목인 컴퓨터와 냉장고에 대한 요건이 강화되었고, 새롭게 상업용 식기세척기 및 제빙기가 대상 품목에 포함되었다.

○ 강화된 컴퓨터 에너지 효율 기준

2006년 10월 공표된 컴퓨터 품목 개정 요건이 2007년 7월 20일부터 적용되기 시작하였다. 개정된 Energy star 요건은 총 2단계로 나뉘고, 1단계 기준은 2007년 7월 20일부터, 2단계 기준은 2009년 1월부터 적용된다.

1단계 개정 요건은 컴퓨터 사용 과정과 절전 및 대기 모드에서의 에너지 효율 기준 및 내·외부 전원 사용 기준을 강화하였다. 또한 마지막 동작 후 절전모드로 전환되는 시간을 모니터링는 15분, 본체는 30분 이내로 설정하여 제품을 출고해야 한다. 이러한 요건을 만족하는 컴퓨터는 2007년을 기준으로 총 118대로, 대부분 배터리 수명 연장을 위하여 에너지 효율 설계에 노력을 집중하는 노트북 컴퓨터이고, 데스크톱 컴퓨터는 8개 모델만이 인증을 획득한 상태이다.

○ 냉장고 에너지 효율 기준 강화

2007년 미국 에너지부는 냉장고 품목의 에너지 효율 기준을 강화한 새로운 요건을 발표하였고 개정 요건은 2008년 4월 28일부터 적용된다. 연방의 가전제품 에너지 절약법에서는 냉장고 등 주요 가전제품에 대하여 최소 에너지 효율 기준을 설정하여 이를 만족하지 못하는 제품의 시장 판매를 금지하고 있다. 개정된 요건에

따라 Energy star 라벨을 부착할 수 있는 냉장고 에너지 효율 기준은 연방의 기준보다 20% 높은 수준을 만족해야 한다. 단, 개정 기준 적용 대상에서 냉동고와 초소형 냉장고는 제외되었다.

○ 상업용 식기세척기 및 제빙기 추가

Energy star 프로그램 적용 품목으로 상업용 식기세척기 및 제빙기가 새롭게 추가되었다. 2007년 7월에 이 두 가지 품목에 대한 Energy star 요건을 제정 및 공표하였는데, 제정된 기준에는 에너지 및 물 절약 요건이 포함되어 있으며, 동년 10월 11일부터 적용되었다.

(2) 에너지정책법 개선⁵¹⁾

2005년 10월 18일에 가정용 및 상업용을 포함하는 15개 전기 전자제품에 대하여 새로운 에너지 효율 기준을 발표하였다.

에너지정책법은 에너지 효율과 관련하여 연방 차원의 에너지 정책을 포괄적으로 개정된 법으로, 2005년 8월 8일 부시 대통령이 최종 승인함으로써 발효되었다. 에너지 효율 개선은 부시 행정부 에너지 정책의 핵심 목표이며, 새로운 에너지 효율 기준 제정이 미국 전체의 에너지 소비를 절감하는데 중요한 역할을 담당할 것이라고 밝히고 있다. 이 법은 제품 및 공공기관 건물의 에너지 효율, 신·재생에너지, 자동차, 전력 생산 등 자원 및 에너지 효율 관련 분야의 에너지 소비 절감을 위한 기준을 마련하도록 요구하고 있다.

이번에 새로운 에너지 효율 기준이 마련된 15개 품목은 가정용 전기 전자제품 5개와 상업용 및 산업용 전기 전자제품 10개가 포함되었다.⁵²⁾ 에너지 정책 및 보존법에 따라 최소 에너지 효율 기준을 제시하여 이에 미달된 제품은 판매를 제한하

51) 무역환경정보네트워크 (<http://www.ten-info.com/>)

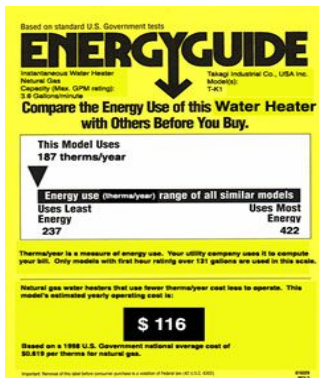
52) 가정용 전기 전자제품 : 형광램프용 안정기, 환기팬 및 조명 기구 부착 환기팬, 플로어 램프, 일반 형광램프, 제습기

상업용 및 산업용 전기 전자제품 : 비상구 표시등, 건식 배전용 변압기, 교통신호등, 상업용 냉동·냉장고, 세탁기, 수은가스용 안정기 등

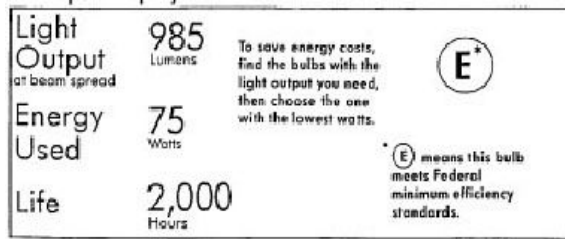
었다. 냉장고·냉동고, 식기세척기, 에어컨 등 9개 가전용 전기 전자품목에 대하여 연간 에너지 소비량 및 에너지 사용 비용, 에너지 효율 수준 등의 정보를 표시한 Energy guide 라벨을 부착하도록 하였다. 조명기기 품목은 광출력, 에너지 소비량, 제품 수명, 최저 에너지 효율 기준을 만족한다는 의미의 “E*”마크를 표시하고, 수도기기에 대하여는 물 소비기준을 만족하는지 여부를 표시하도록 하였다.

[그림 2-4] 에너지 효율 마크 예시

(a) Energy Guide label



(b) 조명기기 품목 표시 예



4) 스페인의 감축 노력⁵³⁾

스페인 산업에너지환경위원회는 2012년까지 카스티야 라 만차(Castilla la Mancha) 주의 전력 수요를 신·재생에너지로 100% 충당하기 위하여 전력 공급 및 효율성 개선 계획을 가지고 있다. 세부적으로 전력 공급의 질을 향상하기 위하여 2010년까지 기간산업에 1억€를 투자하고, 에너지 효율성 개선을 위하여 8천만€를 투자예정이다.

카스티야 라 만차 주는 현재의 53% 수준인 신·재생에너지 전력의 비중을 늘려 차후 100%로 공급하게 될 것이며, 최종 목표는 전력의 품질 보장 및 현재 경제 위기의 원인이 되고 있는 석유 또는 가스와 같은 화석 에너지원에 대한 의존에서 탈

53) 한국 신·재생에너지협회(2008), 2008년 9월의 세계 신·재생에너지 동향

피하는 것이라고 밝혔다. 이는 정부의 이산화탄소 배출 감축을 위한 기후변화대응에도 긍정적으로 작용할 것이라고 기대하고 있다. 또한 에너지 소비보다 생산이 더 많은 순 자급 지역이므로 신·재생에너지 소비 및 생산의 최적 조건을 지닌 곳으로써, 국가 에너지의 11.37%를 생산하는 반면, 4.68%를 소비하여 국가에 가장 많은 에너지를 공급하는 지역이다.

[그림 2-5] 스페인의 카스티야 라 만차



이곳의 푸에르톨라노(Puertollano) 지역에는 유럽의 기준이 되고 있는 태양전지 시스템 연구소가 설립되어 이를 중심으로 다수의 태양광발전 프로젝트가 진행되고 있다. 상기 연구소는 또한 수소에너지를 미래 에너지원으로 간주하고 연구를 진행하였으며, 수소에너지 전문연구소도 조만간 설립될 예정이다. 수소전지에 대한 연구가 이미 실용화되었으며, 이에 대한 상용화는 용이할 것으로 전망되어 에너지 절약 측면에서도 수소전지가 효율성이 있을 것으로 기대되고 있다.

5) 중국의 감축 노력

(1) 국가 기후변화 대응 계획 발표⁵⁴⁾

중국은 2007년 6월 4일 국가 기후변화 대응계획을 최초로 발표하였다. 본 대응 계획은 중국 국무원과 국가발전개혁위원회(이하 NDRC)⁵⁵⁾ 및 17개 부처가 2년여의 준비과정을 거쳐 공표한 것이다. NDRC 측은 이것이 중국이 최초로 발표하는 기후 변화에 대응한 종합적이고 포괄적인 정책문건이며, 또한 개발도상국으로서는 최초 사례임을 강조하였다.

중국 정부는 직접적인 온실가스 감축 목표를 설정하는 대신에, 수력발전 활성화와 같은 대체에너지 사용률 10% 증대 등을 통하여 2010년까지 국내총생산(GDP; Gross Domestic Product)당 에너지 소비를 20% 저감하는 것을 목표로 설정하고 있다. 그리고 초원복원, 관개효율 개선, 숲 및 야생동물 보존, 홍수조절 및 해안안보에 초점을 맞춘 기후변화 적응력 강화 계획도 포함하고 있다.

이 계획에서 저탄소 경제로의 전환에 있어 기술이전과 국제협력의 중요성을 강조하였다. 기술 및 비용이 중국 에너지효율 개선의 주요 장애물이며, 단기적으로는 석탄에 의존한 에너지 자원 및 소비구조를 변화시키기가 어렵다고 밝힌 바 있다.

미국과 중국은 세계 최대 이산화탄소 배출국으로, 제 2차 경제협력 회담을 통하여 청정석탄기술 촉진을 위해 협력할 것을 합의하였다. 여기에는 탄소 포집 및 저장기술을 촉진하게 될 중국 내 대규모 석탄층 메탄포집(coal-bed methane capture) 사업 개발 및 중국의 저황 연료 정책 수립이 포함되어 있다.

(2) 신 녹색법 통과⁵⁶⁾

중국 정부가 기후변화 전략에 근거한 녹색법안을 중국 상임위원회에서 통과시킴에 따라 2009년부터 중국 내 모든 기업들은 동법의 영향을 받을 전망이다. 지난 몇 년 동안 중국은 세계 최고의 오염국가라는 오명을 씻기 위하여 몇 가지 목표를 제

54) 무역환경정보네트워크 (<http://www.ten-info.com/>), www.greenbiz.com

55) NDRC : National Development and Reform Commission

56) 무역환경정보네트워크 (<http://www.ten-info.com/>), www.businessgreen.com

시한 바 있는데, 제시된 목표에는 GDP당 에너지 소비량 20% 감축, 재생에너지 용량 2배 증가, 2010년까지 오염수준을 2005년 기준 대비 10% 감축안이 포함되어 있다. 이러한 목표 달성을 위해 제 11차 중국 전국 인민 대표 대회 상임위원회에서는 탄소 발생 억제와 청정기술 채택 등에 대한 관련 법률이 승인되었다.

이번에 통과된 신 녹색법에서는 정부가 단계적으로 철강, 전력, 석유 정제, 건설 및 인쇄 등의 탄소 집약 산업에 대한 환경 모니터링 등을 실시하도록 하고 산업계가 수자원 절감 기술의 도입과 천연가스 또는 재생에너지 같은 청정에너지 사용 증대와 전환을 의무화하고 있다.

기업과 정부 부처들은 빌딩 신축 시 신·재생에너지 기술을 적용해야 하며, 광범위한 폐기물의 재활용을 확대해야 한다. 이와 더불어, 에너지 효율화 및 청정기술 도입 시 세금 감면 등의 혜택을 부여하지만 비효율적인 에너지 제품을 사용하는 기업 및 정부 관계부처의 경우 5~20만 위안의 벌금을 부과할 예정이다. 또한 정부 관계부처의 경우, 자체적으로 에너지 효율, 재활용, 청정 기술 투자 촉진에 대한 계획을 중앙정부에 제출해야한다. 이번 법안 통과로 인해 지금까지 중국에서 제품을 제조해왔던 서구 기업들이 제일 큰 타격을 받을 것으로 예상된다. 최근의 연구 결과에 따르면, 중국 탄소 배출의 1/3 이상이 서구 시장에 수출하기 위해 제조 시 배출된 제품 및 서비스의 직접적인 결과물이다.

제 3 장

전력부문의 이산화탄소 배출량 산정

제1절 이산화탄소 배출량 산정방법

제2절 전력부문의 이산화탄소 배출량

제3절 전력부문의 이산화탄소 삭감량

제 3 장 전력부문의 이산화탄소 배출량 산정

제1절 이산화탄소 배출량 산정방법

1. IPCC의 배출량 산정방법

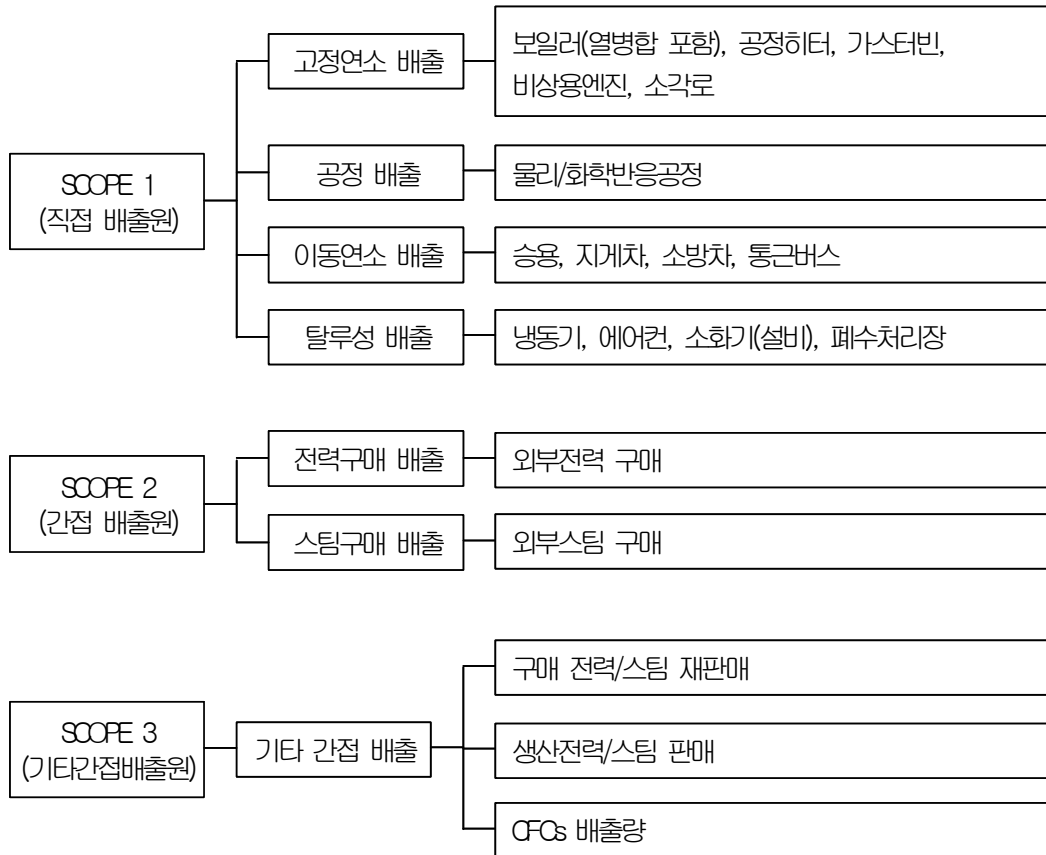
IPCC의 2006 가이드라인에서는 화석연료 사용, 냉매와 세척제 및 스프레이 사용, 삼림 파괴, 질소비료 사용, 폐기물 소각 등 다양한 인간 활동에 의하여 배출되는 온실가스의 양을 산정하는 방법론을 제시하였다. 크게 에너지 부문, 산업공정 부문, 농림 및 토지 이용 부문, 폐기물 부문의 4가지로 분류하였으며, 각 부문에 대하여 세부적인 조건에 적합한 산정방법을 제시하였다.

온실가스 배출량 산정 절차는 경계 및 영역의 설정, 배출원 파악, 산정방법 선택, 활동자료 수집, 그리고 배출량 계산의 순서이다.

배출원 경계는 대상 지역범위를 설정하는 지역경계와, 산정 대상에 대한 조직경계, 그리고 직접(scope 1), 간접(scope 2) 및 기타 간접 배출원(scope 3)을 분류하는 운영경계로 분류된다(그림 3-1 참조). 경계를 설정하고 배출원을 파악하였다면 그에 맞는 산정방법을 선택하게 된다.

한편, 전력은 석탄, 석유, 천연가스와 같은 1차 에너지를 연소과정을 통해 변환 가공하여 얻는 2차 에너지이다. 그러므로 크게 두 가지 관점에서 배출량 산정방법에 접근할 수 있는데, 하나는 간접 배출원의 영역에서 구매전력에 대한 배출계수를 이용하여 배출량을 산정하는 방법이고(그림 3-2), 나머지 하나는 직접 배출원의 영역에서 발전부문의 연료 연소에 따른 배출계수를 이용하여 배출량을 산정하는 방법이다(그림 3-3).

[그림 3-1] 배출원 경계 및 영역 설정



고정연소에 따른 이산화탄소 산정방법은 다음의 과정과 같다.

첫째, 화석연료 형태별로 고유단위의 연료 소비량 추계 자료를 확보한다.

둘째, 연료별 계량단위를 발열량에 기초한 하나의 공통된 단위(GJ 또는 TJ)로 통일시킨다. 이때 IPCC에서 제시하는 연료별 석유환산계수⁵⁷⁾를 적용하면 석유환산톤(TOE, tonnage of oil equivalent)으로 환산할 수 있다.

57) 석유환산계수라 함은 에너지원별 열량을 석유환산톤(TOE)으로 환산하기 위한 계수이며, TOE는 원유 1톤에 해당하는 열량으로, 약 10^7 kcal를 말한다. 즉 1 kg = 10,000 kcal

셋째, 탄소함유량이 상이한 각 연료별로 탄소배출계수를 결정한다.

넷째, 불완전 연소되는 탄소는 이산화탄소로 전환되지 않으므로 연소율을 고려하여 배출량에서 제외되도록 한다. 여기서 탄소배출계수와 연소율은 해당 국가에서 실사된 수치를 우선적으로 사용하되, 그렇지 않은 경우 IPCC에서 제시하는 연료별 탄소배출계수와 평균 연소율을 사용할 수 있다.

<표 3-1> IPCC 연료별 평균 연소율

연료 구분	연소율
석탄a)	0.98
원유 및 석유제품	0.99
가스	0.995
발전용 peat	0.99

a) 석탄의 0.98은 세계 평균치이며 석탄의 형태가 현저한 차이를 나타낼 때는 가장 낮은 수치인 0.91 이용 가능

자료 : 에너지관리공단

마지막으로 이상과 같은 절차를 통하여 도출한 배출량은 탄소의 양(C, carbon)이므로 이산화탄소 배출량으로 전환한다. 탄소는 완전 연소되면 산소 분자(O₂)와 결합하여 이산화탄소(CO₂)로 전환되므로 질량이 증가하여 이산화탄소(44)와 탄소(12) 간의 질량비를 탄소량에 곱함으로써 이산화탄소 배출량을 산정한다.

$$\text{배출량} = \Sigma(\text{EF}_{abc} \times \text{Activity}_{abc})$$

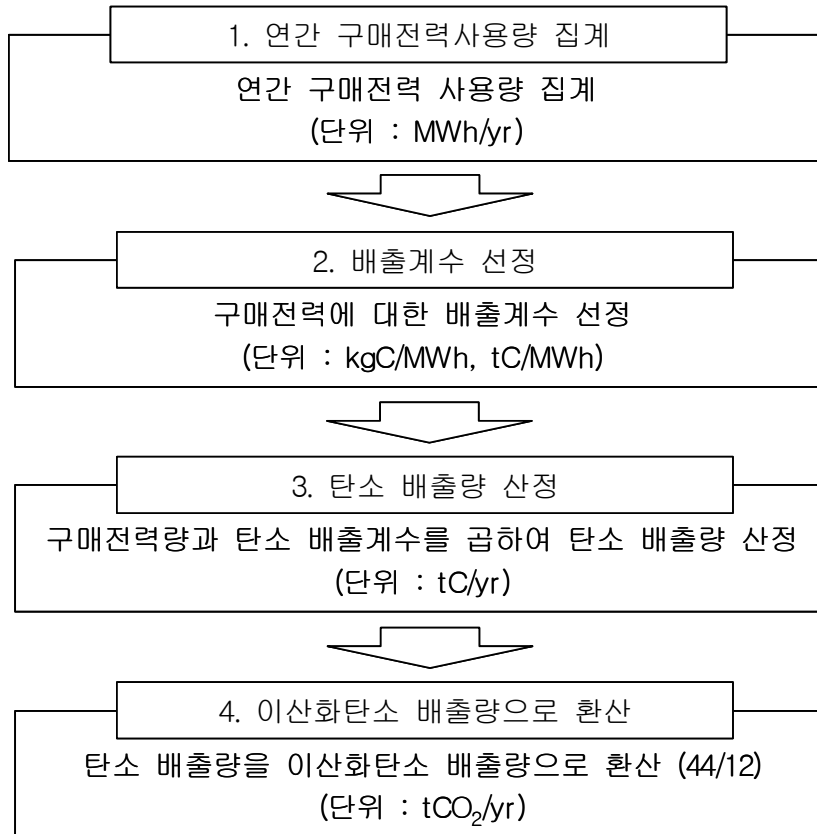
EF = 배출계수 [kg/TJ], Activity = 투입에너지 또는 주행거리

a = 연료 형태, b = 부문별 activity 또는 수송수단종류,

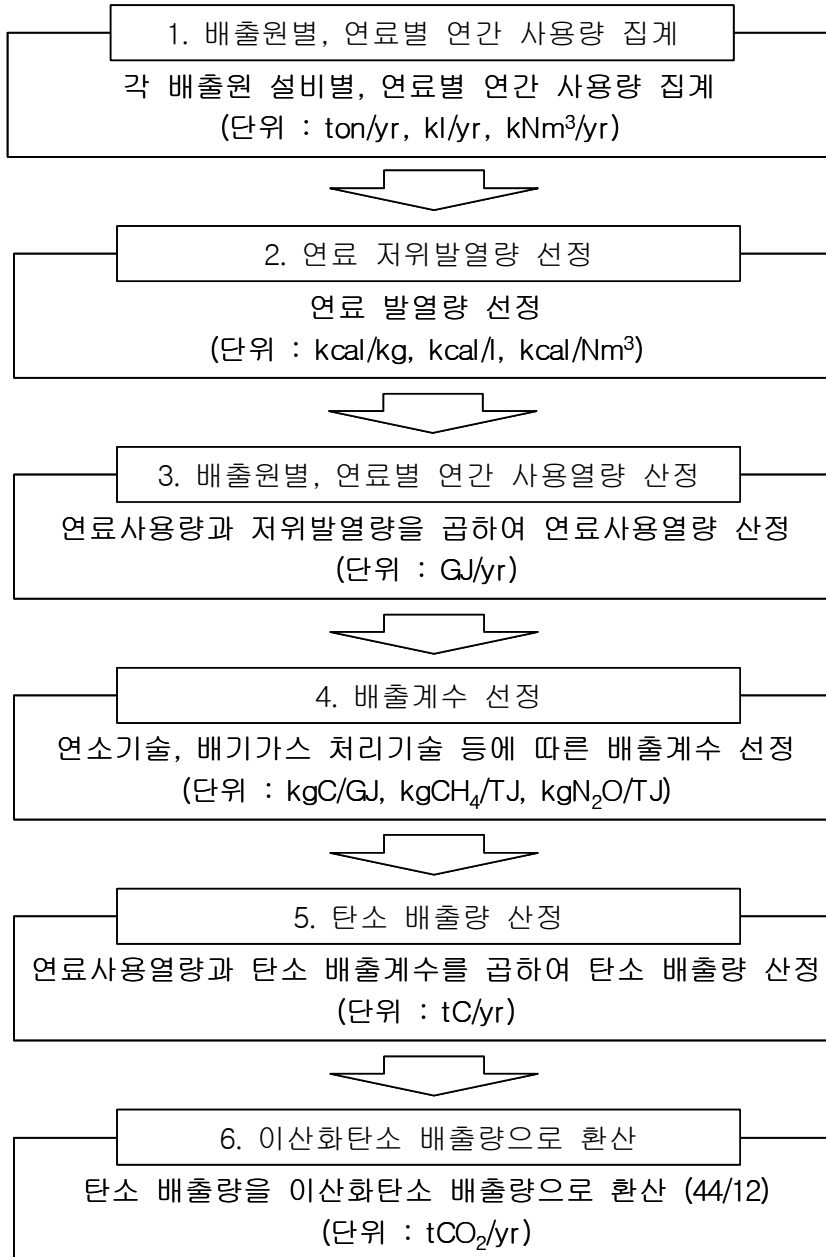
c = 기술 유형 또는 배출저감기술

한편, 배출량선정에 있어 특정 국가 혹은 기업 등에 있어 연료 타입, 기술 및 운용조건에 대한 상세한 정보가 있다면 기술에 따른 연료 소비를 구분하여 배출량을 산정할 수 있다. 그러나 총 연료소비량 자료만 보유하고 있는 경우 연소기술을 고려하지 않고 연료 소비량만을 기초로 배출량을 산정하는 것이 가장 용이하다.

[그림 3-2] 전력구매 부문 배출량 산정 절차



[그림 3-3] 고정연소 부문 배출량 산정 절차



<표 3-2> 연료별 환산계수 표

(단위 : tC/TOE)

연료구분	단위	석유환산계수a)	탄소배출계수b) (tC/TOE)
원유	kg	1.010	0.829
휘발유	L	0.740	0.783
실내등유	L	0.820	0.812
보일러등유	L	0.835	0.812
경유	L	0.845	0.837
B - C유	L	0.935	0.875
아스팔트	kg	0.835	0.912
윤활유	L	0.865	0.829
석유코크	kg	0.785	1.140
천연가스(LNG)	kg	1.175	0.637
도시가스(LNG)	Nm ³	0.955	0.637
도시가스(LPG)	Nm ³	1.380	0.713
국내무연탄	kg	0.460	1.100
수입무연탄	kg	0.640	1.100
유연탄(연료용)	kg	0.595	1.059
유연탄(원료용)	kg	0.675	1.059
전력	kWh	0.215	-

a) 서로 다른 단위의 에너지 량에 곱하여 석유환산톤(TOE)으로 환산함

b) IPCC에서 제공하는 연료별 탄소배출계수(CEF, carbon emission factor)는 연료별 평균 연소율이 이미 계상된 수치임

자료 : 에너지관리공단

예컨대, 연료용 유연탄 1 kg을 연소시킬 때 배출되는 이산화탄소의 양은

$$\text{유연탄 } 1 \text{ kg} \times \text{석유환산계수}^{58)} \times \text{탄소배출계수} \times 3.666$$

$$= 1 \text{ kg} \times 0.595 \times 1.059 \times 3.666 = 2.31 \text{ tCO}_2 \text{ 이다.}$$

58) 온실가스 배출량 산정에 있어 석유환산계수를 사용하여 단위를 통일하는데, 에너지관리공단에서는 이산화탄소 배출량을 계산할 경우 총발열량이 아닌 순발열량의 석유환산계수를 사용할 것을 권하고 있다. 따라서 본 연구에서는 에너지열량 환산기준에 따라 순발열량의 석유환산계수를 사용하였다.

2. 전력부문 원단위 배출계수

전력부문의 온실가스 배출량을 산정하는 가장 편리하고 보편적인 방법은 전력부문 원단위 배출계수와, 연구 목적에 적합하게 추출한 행정구역별, 혹은 용도별 전력량을 곱하는 것이다. 여기에서 원단위 배출계수는 IPCC 방법론에 의거하여 도출하면 된다. 우선, 전력 생산에 투입된 발전연료 사용량을 알면 연료 연소에 따른 이산화탄소 배출량을 구할 수 있고, 이를 발전 전력량으로 나누면 전력 1 MWh 당 배출되는 이산화탄소의 양을 알 수 있다.⁵⁹⁾

이러한 이유로 원단위 배출계수는 각 지방자치단체 및 관련 연구에 있어 널리 사용되고 있다. 그러나 현재 우리나라 전력부문의 원단위 배출계수에 대한 통일된 지침이 존재하지 않기 때문에 연구 주체마다 사용하는 배출계수에 차이가 있다.

전력은 미래 수요를 예측하여 탄력적으로 생산 및 공급하기 때문에 국가마다, 그리고 연도별로 달라진다. 또한 모든 발전 방식을 통 털어 발전 과정 중에 화석연료를 사용하는 경우에만 이산화탄소를 배출하기 때문에 분석 관점에 따라 배출계수가 달라질 수 있다.

<표 3-3> 원단위 배출계수 추정방법 개요

구 분	개 요	방 법
시나리오 1	에너지경제연구원의 원단위 배출계수	0.424 (정책보고서, 2006) ⁶⁰⁾
시나리오 2	일본 환경성의 원단위 배출계수	0.555 (ECCJ) ⁶¹⁾
시나리오 3	총 발전량에 대한 연도별 원단위 배출계수 추정	CO ₂ 배출량 / 총 발전 전력량
시나리오 4	화력발전만의 원단위 배출계수 추정	CO ₂ 배출량 / 화력발전 전력량

59) 본 연구에서는 원단위 배출계수의 개념에 기초하여 다음과 같은 계산식으로 구하였다.

$$\text{원단위배출계수} \left(\frac{\text{ton CO}_2}{\text{MWh}} \right) = \frac{(\text{발전연료사용량} \times \text{석유환산계수} \times \text{IPCC 탄소배출계수} \times 44/12)}{\text{발전 전력량}}$$

60) 에너지경제연구원(2006), 기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구-온실가스 인벤토리 및 통계 작성체제 개선방안

61) Energy Conversion Center, Japan (www.eccj.or.jp)

따라서 본 연구에서는 상술한 다양성을 검토하고자 기존에 사용되고 있는 원단위 배출계수는 물론, 국가 통계 자료를 토대로 하여 자체적으로 원단위 배출계수를 추정하였다. 또한 이하와 같은 시나리오 1에서 4가지의 방법으로 배출량 산정에 적용하였다.

3. 원단위 배출계수 추정 시나리오

1) 시나리오 1 : 에너지경제연구원의 원단위 배출계수

에너지경제연구원은 2006년에 발간한 정책보고서에서 전력부문에 대하여 2003년 기준 1 MWh 당 0.424 tCO₂를 배출한다고 보고하였다. 이 원단위 배출계수는 전력부문의 온실가스 배출량 산정에 관한 국내의 다양한 연구에 사용되어 왔다. 경기도에서도 석탄, 석유, 도시가스에 대해서는 세부 배출원별로 IPCC가 제공하고 있는 배출계수를 적용하는 한편, 전력의 경우 에너지경제연구원의 자료를 토대로 이산화탄소 배출량을 산정한 바 있다.⁶²⁾

따라서 본 연구에서는 선행 연구를 통하여 타당성이 입증된 에너지경제연구원의 원단위 배출계수인 0.424 tCO₂/MWh를 시나리오 1로 설정하였다. 그리고 이를 대전시 용도별 및 월별 전력량에 도입하여 전력부문의 이산화탄소 배출량을 산정하였다.

2) 시나리오 2 : 일본 환경성의 원단위 배출계수

일본 환경성에서 제시하는 전력부문의 원단위 배출계수는 0.555 kg CO₂/kWh이다. 이는 IPCC에서 제시한 온실가스 배출량 산정 방식에 의한 수치 보정이 진행된 환산계수라는 점에서 경쟁력을 갖는다.⁶³⁾

따라서 본 연구에서는 일본 환경성의 환산계수인 0.555 kg CO₂/kWh 를 시나리오 2로 설정하고, 이를 토대로 전력부문의 배출량을 산정하였다.

62) 경기개발연구원(2006), 기후변화협약에 대한 경기도의 대응방안

63) 정환도(2007), 기후변화협약과 대전시 자동차 부문의 기초연구, 대전발전연구원

3) 시나리오 3 : 총 발전량에 대한 연도별 원단위 배출계수 추정

앞서 언급한 것과 같이 전력부문의 원단위 배출계수를 계산하기 위해서는 크게 두 가지 통계 자료가 필요하다. 하나는 연간 전력 생산에 투입된 발전연료의 사용량이고, 다른 하나는 같은 기간 동안의 발전 전력량이다.

우리나라의 전력은 화력, 수력, 원자력, 풍력, 조력 등 다양한 발전 방식으로 생산된다. 그리고 크게 사업자(public utility)와 상용 자가발전(non-public generation in common use)으로 나눌 수 있다. 여기서 한국전력공사의 자회사 및 타사의 전력 발전을 사업자라고 한다면, 자가 소비를 주요 목적으로 하는 산업체 및 지역 내 소규모 발전 시설의 전력을 상용 자가발전이라고 할 수 있다.

$$\text{총 발전량에 의한 연도별 원단위 배출계수} = \frac{CO_2 \text{배출량}}{\text{총 발전량}}$$

그러므로 시나리오 3에서는 발전 방식에 관계없이 생산된 모든 전력량 중에서 소규모 상용 자가발전량을 제외하였다. 전국의 전력 수급을 담당하는 사업자 전력량만을 사용하여 연도별로 원단위 배출계수를 추정하였다. 그리고 이들 값을 표 3-6에 제시하였다.

CO₂ 배출량

$$\begin{aligned} &= (\text{공통단위 연료소비량} \times \text{탄소배출계수} \times \text{연소율} - \text{탄소 몰입량}^{64}) \\ &\quad \times \text{이산화탄소 전환계수}^1) \\ &= \text{연료별 소비량} \times \text{석유환산계수}^2) \times \text{IPCC 탄소배출계수}^3) \times 3.666 \end{aligned}$$

64) 납사, LPG, 천연가스, 경유가 석유화학용 원료로서 사용되는 경우, 몰입율이 각각 75%, 80%, 33%, 50%로 제시되어있다(표 3-4 참조). 그러나 상기 에너지가 전력 발전용의 연료로서 사용되는 경우에는 몰입율이 제시되지 않았다. 따라서 본 연구의 배출량 계산식에서 제외하였다.

<표 3-4> IPCC가 제시하는 제품별 탄소 몰입율

제 품	제품 몰입율 (fraction of carbon stored)
아스팔트 (Bitumen)	100 %
윤 활 유	50 %
원 료 탄	6 %
납 사 a)	75 %
L P G a)	80 %
천연가스 a)	33 %
경 유 a)	50 %

a) 석유화학용 원료(feedstocks)로 사용되는 경우의 탄소 몰입율
 자료 : 에너지관리공단, IPCC

<표 3-5> 전력 생산을 위한 연료 사용량

(단위 : ton, kl)

연 도	무연탄a) (ton)	유연탄 (ton)	중유b) (kl)	경유 (kl)	LNG (ton)
2003	2,879,676	41,577,715	4,416,484	638,305	5,995,742
2004	2,411,721	45,514,971	4,200,449	139,836	8,220,852
2005	2,359,492	47,937,342	4,051,023	116,558	8,537,926
2006	2,345,136	50,258,470	3,633,402	156,075	9,466,086
2007	2,392,411	55,949,781	3,899,079	119,848	10,828,751

a) 연료수급 내역을 참고하여 국내무연탄의 계수를 적용하였음
 b) 사용량이 월등한 B-C유의 계수를 적용하였음
 자료 : 한국전력통계(2008)

<표 3-6> 총 발전량에 대한 전력부문 원단위 배출계수
(단위 : tCO₂/년, MWh, tCO₂/MWh)

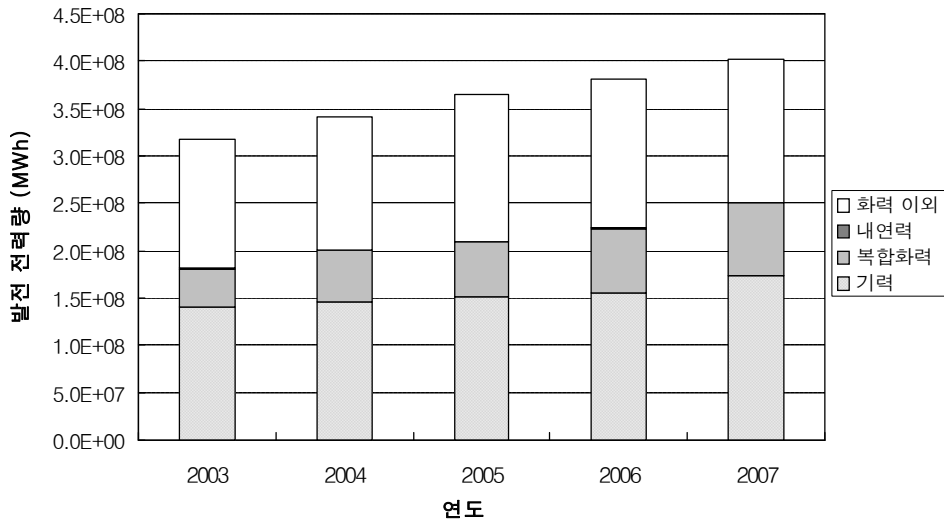
연 도	CO ₂ 배출량 (tCO ₂)	발전량a) (MWh)	원단위 배출계수b) (tCO ₂ /MWh)
2003	132,761,904	317,572,991	0.418
2004	145,156,137	341,702,514	0.425
2005	151,017,411	364,369,990	0.414
2006	157,750,429	380,802,016	0.414
2007	175,429,996	402,294,438	0.436

a) 발전량 = 총 발전량 - 상용 자가발전량
 b) 원단위 배출계수 = CO₂ 배출량 ÷ 발전량
 자료 : 한국전력통계(2008)

4) 시나리오 4 : 화력발전만의 원단위 배출계수 추정

우리나라는 화력, 수력, 원자력, 풍력, 조력 등의 다양한 발전 방식을 사용하지만, 그 중에서도 화력의 비중이 특히 높다.

[그림 3-4] 우리나라의 발전 전력량 추이



지난 5년간의 발전 전력량 통계를 보면 기력과 복합화력과 내연력 발전량이 전체 발전 전력량의 50% 이상을 차지한다.⁶⁵⁾(그림 3-4 참조)

한편, 에너지 부문에서 이산화탄소는 화석연료의 연소 과정에서 배출되므로, 수력이나 원자력, 풍력 등에서의 배출량은 화력발전에 비하여 상대적으로 적다.

따라서 본 연구에서는 발전연료 사용에 따른 이산화탄소 배출이 화력발전에서만 이루어진다고 가정하고 시나리오 4를 설정하였다.

<표 3-7> 화력발전만의 전력부문 원단위 배출계수⁶⁶⁾
(단위 : tCO₂/년, MWh, tCO₂/MWh)

연 도	CO ₂ 배출량 (tCO ₂)	발전량a) (MWh)	원단위 배출계수b) (tCO ₂ /MWh)
2003	132,761,904	181,014,246	0.733
2004	145,156,137	201,223,546	0.721
2005	151,017,411	209,239,432	0.722
2006	157,750,429	223,726,553	0.705
2007	175,429,996	250,398,848	0.701

a) 발전량 = 기력 + 내연력 + 복합화력 발전량

b) 원단위 배출계수 = CO₂ 배출량 ÷ 전력량

자료 : 한국전력통계(2008)

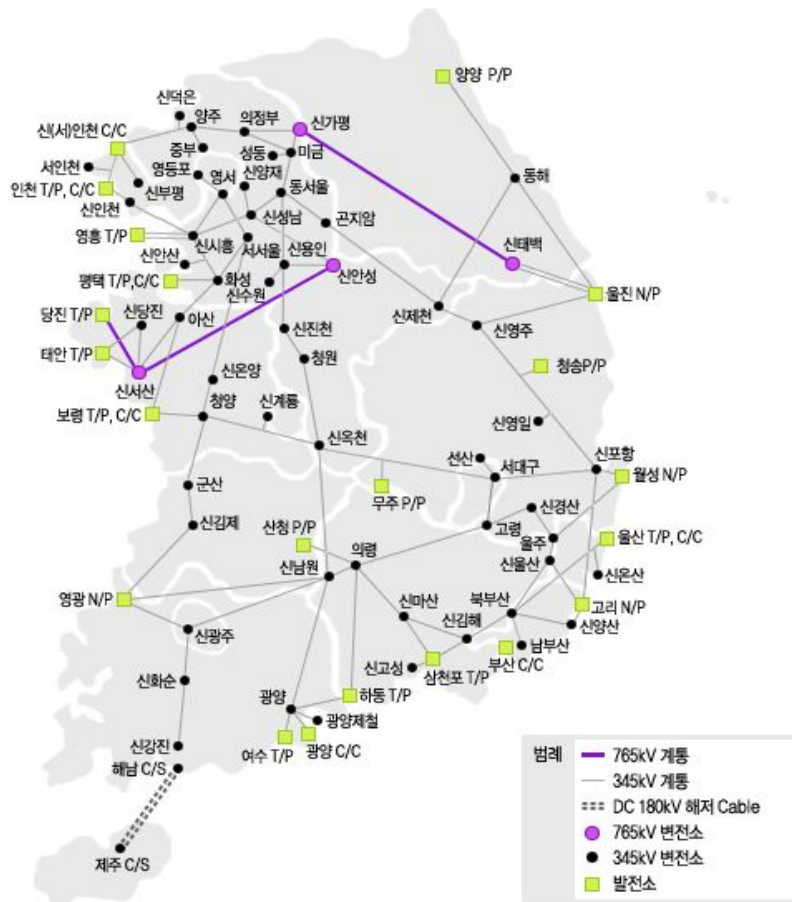
만약, 대전시에서 소비되는 전력이 지리적으로 인접한 화력발전소(당진, 태안, 보령 등)에서 생산된 것이라면 대전시의 전력부문 이산화탄소 배출량 산정에 화력발

65) 한국전력공사(2008), 한국전력통계

66) 여기에서 CO₂ 배출량은, 시나리오 3의 배출량과 같다. 그것은 발전연료 사용량과 배출계수에 의한 계산 방식 때문이다. 특히, 본 연구에서는 후술(제3장 2절)하는 대전시 전력사용량에 따른 CO₂ 배출량을 구하기 위하여 두 가지로 CO₂ 배출계수를 추정하여 비교하였다. 이것은 같은 CO₂ 배출량에 대하여 첫째로 총 발전량에 대한 CO₂ 배출계수이고, 둘째로 (모든 발전 연료가 화력 발전에서 사용된다는 가정 하에) 화력 발전량에 대한 CO₂ 배출계수이다. 한편, CO₂ 배출량 산정 방법은 본 연구와 같이 IPCC의 방법과 LCA 기법 등이 있다.

전의 원단위 배출계수를 사용해야 할 것이다. 그러나 그림 3-5의 우리나라 전력계통도(2007년 현재)와 같이, 하나의 도시에서 소비되는 전력이 단일한 발전소에서 송전된 것이라고 판단하기 어렵다. 따라서 전체 전력부문 원단위 배출계수를 적용한 것보다 약 1.7배 이상 과대평가될 우려가 있는 화력발전 기반의 배출계수를 사용하면 보다 신중한 판단이 필요하다.

[그림 3-5] 우리나라 전력계통도⁶⁷⁾



67) 한국전력거래소 (<http://www.kpx.or.kr>)

5) 소결(小結) : 전력부문 원단위 배출계수 정리

이상과 같이 시나리오 별로 이산화탄소의 원단위 배출계수를 추정하여 표 3-8에 정리하였다.

<표 3-8> 시나리오 설정에 따른 이산화탄소 배출계수
(단위 : tCO₂/MWh)

연 도	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4
2003	0.424	0.555	0.418	0.733
2004			0.425	0.721
2005			0.414	0.722
2006			0.414	0.705
2007			0.436	0.701

즉, 2005년을 기준으로 시나리오 1의 배출계수는 1 MWh의 전력 당 0.424 tCO₂, 시나리오 2에서는 0.555, 시나리오 3에서는 0.414, 그리고 시나리오 4에서는 0.722 tCO₂의 결론을 얻어 각각을 배출량 산정에 적용하였다.

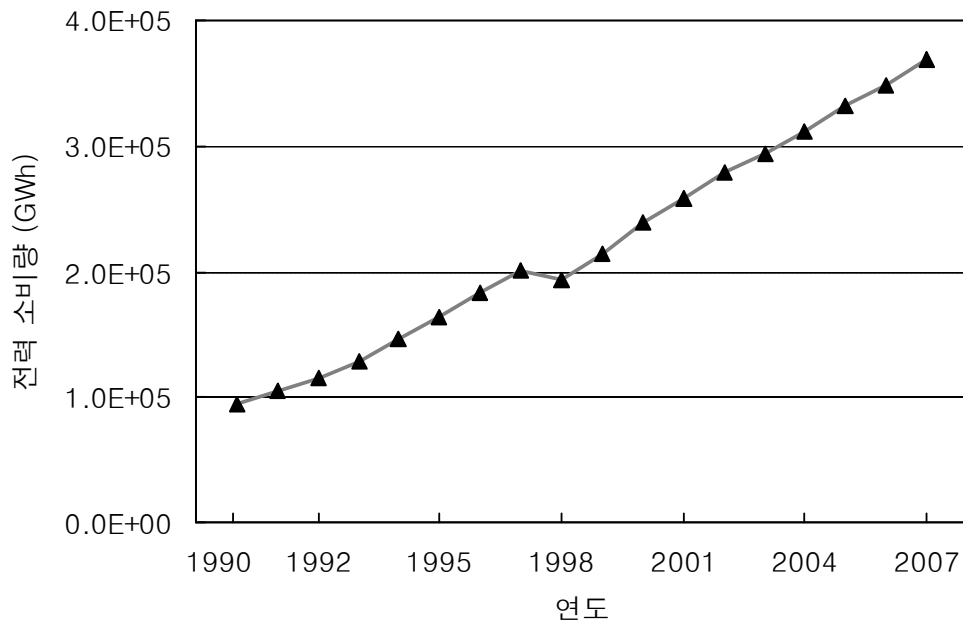
제2절 전력부문의 이산화탄소 배출량

1. 전력부문의 소비 실태

1) 우리나라의 전력소비 실태

우리나라의 전력소비량은 1998년을 제외하면 꾸준히 상승하는 추세로, 적게는 4.7%(2006)에서 최고 12.8%(1994)의 상승률을 기록하였다. 2001년 이후 4~7% 대의 다소 둔화된 상승률을 보이고 있으나, 2007년의 전국 전력 소비량은 1990년 대비 3.9배나 증가하였다. 인구 1인당 전력소비량⁶⁸⁾ 역시 1990년 2,202 kWh이었던 것에 반하여 2007년의 경우 3배 이상 증가하여 7,607 kWh에 달하였다.

[그림 3-6] 우리나라의 연도별 전력소비량 추이



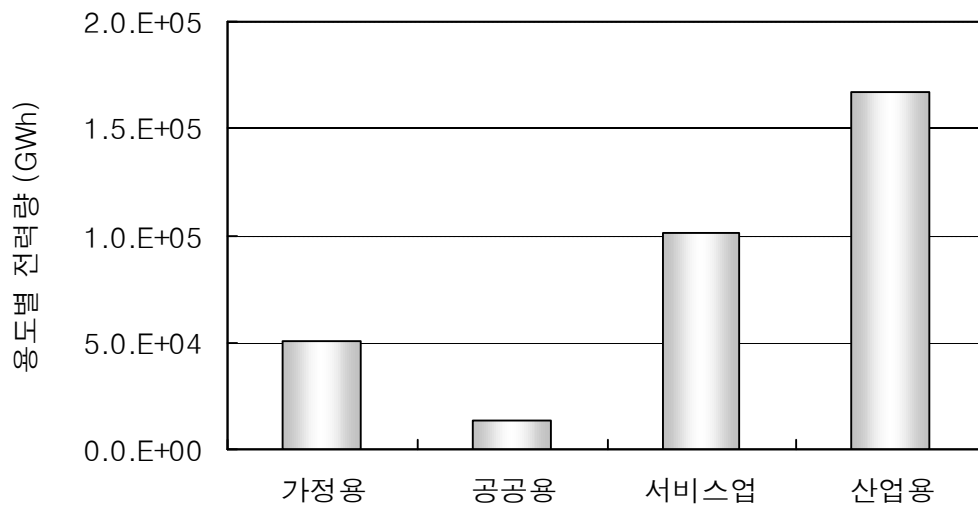
68) 한국전력통계(2008), 한국전력공사

2005년 기준 용도별 전력소비는 가정용, 공공용, 서비스업, 그리고 산업용으로 나눌 수 있는데, 가정용이 약 15%, 공공용으로 약 4%, 서비스업이 30%, 산업용으로 50% 가량의 전력을 소비하고 있다.(그림 3-7 참조) 각 용도별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 가정용 전력소비

가정용으로 소비되는 전력은 사용량은 꾸준히 증가하고 있으나, 전체 전력량에서 차지하는 점유율은 1990년 이래 감소 추세를 보이고 있다. 2005년의 가정용 전력량은 50,873,036 MWh로써, 가구당 연간 사용량이 2.94 MWh를 기록하였다. 2006년은 전년 대비 1,648,861 MWh 증가한 52,521,897 MWh(2.98MWh/가구)를 소비하였고, 2007년 역시 유사한 증가량(△1,652,090MWh, 3.0MWh/가구)으로, 3%의 증가율을 나타내었다.

[그림 3-7] 우리나라의 용도별 전력량 (2005)



(2) 공공용 전력소비

공공용 전력소비는 전체 사용 중 점유율이 가장 낮으나, 절전이 가장 용이하다는 점에서 주목된다. 공공용 전력소비의 경우 2005년에 13,740,622 MWh를 소비하였고 2006년은 전년 대비 847,935 MWh 증가한 14,588,557 MWh($\Delta 5.8\%$)를 소비하였다. 2007년은 이보다 큰 폭($\Delta 990,023$ MWh)으로 증가한 15,578,580 MWh를 소비하여 전년 대비 6.4%의 증가율로, 용도 중 가장 높은 증가율을 기록하였다.

(3) 서비스업 전력소비

서비스업 전력소비는 전체 전력량의 30% 가량을 차지하는 주요한 부문으로써, 2005년에 100,986,561 MWh를 소비하였다. 2006년은 전년 대비 5.6% 증가한 106,947,764 MWh($\Delta 5,961,203$ MWh)를 소비하였다. 그리고 2007년에는 다소 둔화된 5.0%의 증가율($\Delta 5,653,460$ MWh)을 보이며 112,601,224 MWh의 소비량을 기록하였다.

(4) 산업용 전력소비

산업용 전력소비의 경우 이를 제외한 3가지 용도를 모두 합한 전력량을 상회할 정도로 많은 양의 전력을 소비하는 부문이다. 하지만 에너지 다소비 산업구조를 가진 우리나라의 특성상 삭감이 어려워 전력소비로 인한 이산화탄소 배출의 가장 중요한 부문이라고 할 수 있다. 2005년의 산업용 전력량은 166,812,610 MWh이었고, 2006년은 전년 대비 7,848,543 MWh 증가한 174,661,153 MWh로 4.5%의 증가율을 보인 반면, 2007년에는 6.2%의 높은 증가율($\Delta 11,590,490$ MWh)을 기록하여 절전 대책의 마련이 시급하다.

2) 대전시의 전력소비 실태

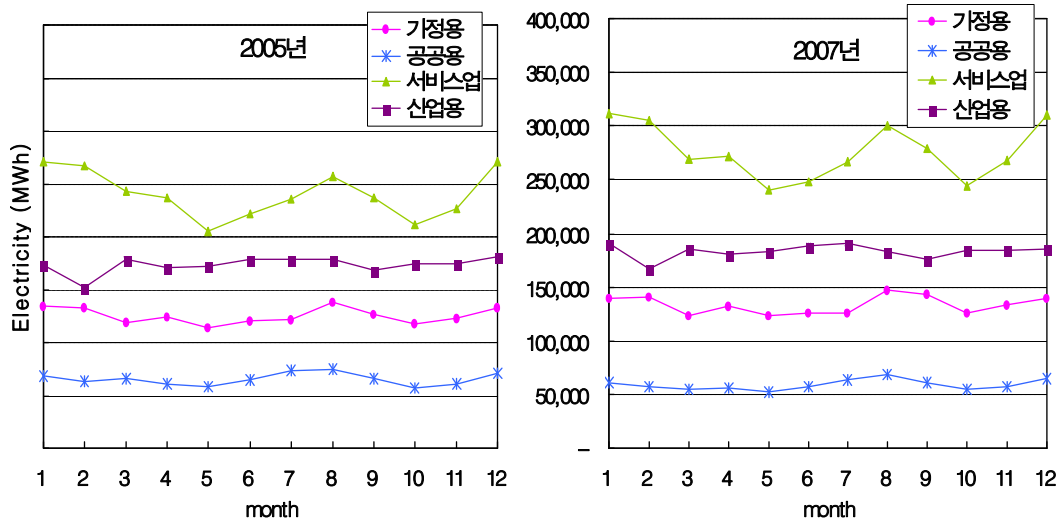
<표 3-9> 대전시의 용도별 전력량

(단위 : MWh)

연 도	합 계	가정용	공공용	서비스업	산업용 ^{a)}
2003	6,502,821	1,285,837	691,808	2,583,221	1,941,955
2004	6,896,447	1,429,562	741,960	2,698,210	2,026,715
2005	7,252,938	1,504,564	784,013	2,882,150	2,082,211
2006	7,505,661	1,550,411	805,598	3,013,838	2,135,814
2007	7,823,149	1,602,533	708,899	3,313,106	2,198,611

a) 산업용 = 농림수산업 + 광업 + 제조업
 자료 : 한국전력통계(2008)

[그림 3-8] 대전시의 용도별 월간 전력소비량 추이⁶⁹⁾



69) 전력통계속보, 한국전력공사 (<http://www.kepco.co.kr>)

2. 전력부문의 이산화탄소 배출량

1) 시나리오 1 : 에너지경제연구원의 원단위 배출계수

제 2장 1절에서 서술하였듯이, 에너지경제연구원에서는 2003년의 자료를 근간으로 하여 전력소비량을 이산화탄소 배출량으로 간편하게 환산할 수 있는 전력부문 배출계수를 0.424 tCO₂/MWh라고 보고하였다. 현재 국가 차원의 전력부문 온실가스 배출량 산정 지침이 존재하지 않는다. 그러므로 여러 용도의 연구에서 사용된 바 있는 에너지경제연구원의 배출계수를 적용하여 이산화탄소 배출량을 산정하였다. 아래의 표 3-10에서 알 수 있듯이 2005년 1년간 전력사용에 의해 발생하는 이산화탄소의 배출량은 3,075,246 tCO₂로 2003~2007년 동안 연평균 5% 가량의 증가율을 보이고 있다.

**<표 3-10> 에너지경제연구원의 원단위 배출계수에 의한
대전시 용도별 이산화탄소 배출량**

(단위 : tCO₂/년)

연 도	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
2003	2,757,196	545,195	293,327	1,095,286	823,389
2004	2,923,094	606,134	314,591	1,144,041	859,327
2005	3,075,246	637,935	332,422	1,222,032	882,857
2006	3,182,400	657,374	341,574	1,277,867	905,585
2007	3,317,015	679,474	300,573	1,404,757	932,211

2) 시나리오 2 : 일본 환경성의 원단위 배출계수

일본 환경성에서 제시하는 원단위 배출계수의 값은 0.555 kg CO₂/kWh로써, 상술하였듯이 이것은 IPCC에서 제시한 온실가스 배출량 산정 방식에 의한 수치 보정이 진행된 환산계수라는 점에서 경쟁력을 갖는다. 이를 이용하여 이산화탄소 배출량을 산정하면 2005년 기준 1년간 4,025,381 tCO₂의 배출량을 얻을 수 있다. 대전시의

경우 서비스업, 산업, 가정, 공공의 순서로 40%, 30%, 20%, 10%의 점유율을 보인다. 이것은 대전의 산업단지가 비교적 적어 산업용의 배출량보다도 도시 경제의 특성이 서비스업 중심이기 때문에 서비스업에 의한 이산화탄소 배출량이 크게 나타났다.

<표 3-11> 일본 환경성의 원단위 배출계수에 의한 대전시 용도별 이산화탄소 배출량

(단위 : tCO₂/년)

연 도	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
2003	3,609,066	713,640	383,953	1,433,688	1,077,785
2004	3,827,528	793,407	411,788	1,497,507	1,124,827
2005	4,025,381	835,033	435,127	1,599,593	1,155,627
2006	4,165,642	860,478	447,107	1,672,680	1,185,377
2007	4,341,848	889,406	393,439	1,838,774	1,220,229

3) 시나리오 3 : 총 발전량에 대한 연도별 원단위 배출계수 추정

연간 전력 생산에 투입된 발전연료 사용량으로 얻은 이산화탄소 배출량과 발전 전력량 자료를 이용하면 전력부문의 연도별 원단위 배출계수를 구할 수 있다.

<표 3-12> 총 발전량에 대한 연도별 원단위 배출계수에 의한 대전시 용도별 이산화탄소 배출량

(단위 : tCO₂/년)

연 도	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
2003	2,718,515	537,546	289,211	1,079,920	811,837
2004	2,929,629	607,282	315,187	1,146,207	860,954
2005	3,006,065	623,584	324,943	1,194,541	862,997
2006	3,109,283	642,271	333,726	1,248,508	884,779
2007	3,411,469	698,822	309,132	1,444,758	958,756

한국전력통계의 자료를 바탕으로 자체적으로 계산한 연도별 원단위 배출계수를 적용하여 이산화탄소 배출량을 산정한 결과는 상단의 표 3-12와 같다. 매년 배출계수가 달라지기 때문에 에너지경제연구원의 단일 배출계수를 적용한 배출량과 완전히 일치하지는 않는다. 그러나 2005년에 약 3,006,065 tCO₂가 배출되는 등 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

4) 시나리오 4 : 화력발전만의 원단위 배출계수 추정

발전 설비의 운용에 필요한 에너지 사용을 제외하면 실질적으로 화석연료 연소의 대부분은 화력발전 방식을 통하여 이루어진다. 따라서 화력발전의 배출계수를 별도로 추정하여 전력사용량에 곱한 결과를 하단의 표 3-13에 나타내었다.

**<표 3-13> 화력발전만의 원단위 배출계수에 의한
대전시 용도별 이산화탄소 배출량**

(단위 : tCO₂/년)

연 도	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
2003	4,769,386	943,076	507,395	1,894,621	1,424,295
2004	4,974,873	1,031,240	535,226	1,946,401	1,462,006
2005	5,234,768	1,085,911	565,857	2,080,176	1,502,824
2006	5,292,270	1,093,201	568,030	2,125,068	1,505,970
2007	5,480,916	1,122,738	496,656	2,321,170	1,540,352

화력발전 배출계수를 사용하면 2005년을 기준으로 5,234,768 tCO₂의 배출량을 보인다. 이것을 에너지경제연구원 및 연도별 배출계수를 적용한 값에 비하면 약 1.7배, 일본 환경성 배출계수를 적용한 결과에 비하면 약 1.3배 과대평가된 것을 알 수 있다.

5) 소결(小結) : 시나리오 설정에 의한 이산화탄소 배출량의 정리

이상에서 4가지 시나리오 설정에 의한 이산화탄소 배출량을 각각 산정하여 2005년의 부문별 이산화탄소 배출량을 아래의 표 3-14에 정리하였다.

<표 3-14> 시나리오 설정에 의한 2005년 대전시 이산화탄소 배출량
(단위 : tCO₂/년)

구 분	합계	가정용	공공용	서비스업	산업용
시나리오 1	3,075,246	637,935	332,422	1,222,032	882,857
시나리오 2	4,025,381	835,033	435,127	1,599,593	1,155,627
시나리오 3	3,006,065	623,584	324,943	1,194,541	862,997
시나리오 4	5,234,768	1,085,911	565,857	2,080,176	1,502,824
평 균	3,835,365	795,616	414,587	1,524,085	1,101,076

그 결과, 2005년을 기준으로 시나리오 1은 3,075,246 tCO₂를, 시나리오 2에서는 4,025,381 tCO₂를, 시나리오 3에서는 3,006,065 tCO₂를, 그리고 시나리오 4에서는 5,234,768 tCO₂를 배출한 것으로 나타났다.

제3절 전력부문의 이산화탄소 삭감량

1. 삭감방안의 필요성

전기는 석유, 석탄, 천연가스 등의 1차 에너지를 변형·가공하여 생산하는 2차 에너지이다. 또한 전력은 사용상의 편의성을 제공하지만, 1차 에너지 전량을 수거할 수 없다는 점과 더불어, 원자재 가격에 따라 생산단가의 변동이 크다는 점이 문제가 될 소지가 있다. 실제로 근래의 국제 유가 급상승으로 인하여 상대적으로 저렴한 전력 소비가 증가하는 추세이다. 그러나 발전 연료의 대부분을 수입에 의존하는 우리나라로서는 전력 요금 인상이 불가피한 반면, 물가 안정과 국가 에너지 수급의 향상성을 동시에 유지해야 한다는 딜레마를 안고 있다.

한편, 한국이 교토의정서에 동참할 경우 1990년 대비 5%의 온실가스를 감축해야 한다. 이는 2010년 이산화탄소 배출예상량을 기준으로 약 3억 6,600만 톤에 해당한다. 목표 감축량을 달성하지 못한 경우 다른 나라에서 배출권 잉여분을 구입해야 한다.

우리나라 온실가스 배출량은 대부분 에너지 부문(83%)에서 기인하기 때문에 이 부문의 온실가스 배출량을 어떻게 저감할 것인가가 관건이다. 만약 온실가스 저감 대책을 마련하지 못한다면 온실가스 저감 기술 및 배출권 수입이 불가피하다. 이는 전기 요금 인상으로 이어지고, 전력 분야는 물론 국내 산업의 경쟁력을 약화시키는 요인으로 작용할 것이다.

전력 산업의 예상 피해 규모는 이산화탄소 배출량을 1995년 수준으로 감축할 때, 2022년에 2조 9,000억 원, 2030년에는 7조 3,000억 원으로 예상된다.⁷⁰⁾ 그러므로 에너지 저소비형 산업구조로의 전환과 각 분야별 에너지 효율 향상, 에너지 절약 실천이 시급한 과제이다.

따라서 본 연구에서는 가정 및 상업 부문의 전력 소비가 많은 대전시의 특성을 고려하여 이들 부문에서 수행할 수 있는 시뮬레이션 방안을 검토하였다. 이를 통해

70) 매일경제신문, 2005. 2. 22

전력 사용과 기후변화의 상관성에 대한 경각심을 일깨우고, 개개인의 작은 실천으로 삭감 가능한 이산화탄소 배출량을 제시하였다. 차후 전력부문의 저감대책 마련에 있어 시민 참여를 유도하는 근거 자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 삭감방안에 의한 시뮬레이션

1) 시뮬레이션 1 : 대기전력 저감하기

대기전력(standby power)⁷¹⁾이란 실제로 사용하지 않는 시간대에 소비되는 전력으로써, 전원을 꺼도 플러그를 통해 소모되는 전력이다. OECD 회원국의 경우 가구당 전력 소비량의 10%인 60W가 대기전력일 것으로 추정된다.⁷²⁾ 우리나라 역시 대기 시간에 버려지는 에너지 비용이 가정·상업부문 전력 사용량의 10%를 넘고 있다.⁷³⁾ ⁷⁴⁾

[그림 3-9] 대기전력 경고 표시제 마크



71) 기기의 동작과 관계없이 사용자가 의식하지 않는 사이에 소모되는 전기에너지를 말하며, 전기를 잡아먹는다는 의미에서 전기흡혈귀라고도 한다.

72) International Energy Agency (<http://www.iea.org>)

73) 대기전력저감프로그램 (e-standby program), 에너지관리공단 (<http://www.kemco.or.kr>)

74) 따라서 본 연구에서도 시뮬레이션 1의 대기전력은 가정 상업부문에 한정하여 이산화탄소 삭감효과를 나타내었다.

복사기나 비디오의 대기전력은 전체 전력 소비의 80%를 차지하는 것으로 추정되고, 텔레비전 역시 전원을 꺼도 플러그가 연결되어 있으면 일정 부분 전력이 소모된다. 리모콘으로 작동되고 작동 상태를 알려주는 디스플레이 장치가 장착된 전자제품이 보급되면서 대기전력 소비도 함께 늘어나는 추세이다.

<표 3-15> 대전시 전자제품 보급대수

대상품목	2002	2004	2006
TV	1.42	1.47	1.3
냉장고	1.03	1.03	0.99
김치냉장고	0.29	0.44	0.62
세탁기	0.99	0.95	1
비디오	0.74	0.78	0.75
컴퓨터	0.83	0.87	0.88
전자레인지	0.78	0.65	0.97
오디오	0.51	0.59	0.46
프린터	0.43	0	0.42
팩스	0.03	0	0
복합기	0.02	0.04	0.02
이동전화기	-	2.32	2.75
무선전화기	-	0.61	0.55
합계	7.07	9.75	10.71
평균	9.18 ⁷⁵⁾		

자료 : 통계청(2006)

대기전력을 저감하는 방법은 크게 두 가지로 나뉜다. 하나는 사용하지 않는 전자제품의 플러그를 뽑거나 멀티탭(multi-tap)을 사용하면서 스위치를 끄는 것이다. 다른 하나는 자동으로 최소 전력모드로 전환되어 대기전력을 최소화하는 절전형 제품을 구입하는 것이다. 정부와 에너지관리공단은 대기전력 1W 이하 달성 국가로

75) 본 연구의 시뮬레이션 1에서는 이산화탄소 삭감량을 산정하기 위하여 대전시에 보급된 전자제품의 수가 필요하다. 여기에서 전자제품 수를 9대로 계산하였는데, 이것은 통계청에서 제공하는 2002년, 2004년, 2006년의 보급대수 합계를 평균한 9.18대에 근거한다.

드맵인 'Standby Korea 2010'에 따라 대기전력 의무화 전환 계획을 세우고 일부 품목에 대해 경고 표시제를 적용할 예정이다.35)

대전시의 경우 가정 및 서비스업 용도로 사용되는 전력소비가 전체 사용량의 약 60%를 차지하므로 대기전력을 절감함으로써 얻을 수 있는 이산화탄소 삭감 효과가 매우 클 것으로 기대된다.

- 현재의 대기전력을 가정 및 서비스업 전력량의 10%로 봄.
- 목표 대기전력을 전자제품 당 1W로 봄.
- 대기전력저감프로그램 대상 품목 중 대전시의 1가구 당 전자제품 보유 대수는 9대로 가정함(표 3-15 참고).
- 목표 대기전력량 = 1W × 9대/가구 × 가구 수 × 24시간 × 365일
- 저감 대기전력량 = (현재 대기전력량 - 목표 대기전력량)

가정 및 서비스업 전력소비의 10%가 대기전력이라고 보고, 대전시에 보급된 모든 전자제품이 목표 대기전력인 1W를 달성하였다고 가정한다면, 대전시에서 전력 사용을 통하여 1년간 배출되는 이산화탄소의 약 5.6%를 삭감할 수 있다.

<표 3-16> 대기전력 저감을 통한 대전시의 이산화탄소 삭감효과
(단위 : MWh, 호, tCO₂, %)

연 도	현재 대기전력량 (MWh)a	가구수 (호)b	목표 대기전력량 (MWh)c	저감 전력량 (MWh)d	삭감량 (tCO ₂)e	삭감효율 (%)f
2004	412,800	410,397	32,356	380,444	161,308	5.5
2005	438,700	417,087	32,883	405,817	172,066	5.6
2006	456,400	422,353	33,298	423,102	179,395	5.6

a) 현재 대기전력량 = 가정 상업부문 전력소비량의 10%
 b) 전력판매호수, 한국전력통계, 2007
 c) 목표 대기전력량 = 1W × 9대/가구¹⁸⁾ × 가구 수 × 24시간 × 365일
 d) 저감 전력량 = a)-b)
 e) 삭감량 = 저감 전력량 × 원단위 배출계수(0.424)
 f) 삭감효율 = (삭감량 ÷ 연간 CO₂ 배출량) × 100

2) 시뮬레이션 2 : 1가구 2개의 백열등을 전구형 형광등으로 바꾸기

전구형 형광등은 백열등에 비하여 65~70%의 절전효과와 약 8배의 수명 연장 효과가 있다.⁷⁶⁾ 표 3-17에 제시한 대전시의 조명기기 보유 현황 통계를 살펴보면 2004년보다 2006년에 전력 효율과 수명이 짧은 백열등 보급대수가 1.8배가량 증가한 반면, 형광등은 60만개 가량 감소하였다. 즉, 1가구당 약 3.9대의 백열등을 사용한다고 볼 수 있으므로, 이들 백열등을 전구형 형광등으로 교체할 경우 이산화탄소 삭감 효과가 클 것이다.

- 총 가구수는 전력판매호수를 사용함.
- 대전시의 모든 가구에서 현재 사용하고 있는 2개의 백열등을 전구형 형광등으로 교체한다고 가정함.
- 1일 전등 사용시간은 6시간으로 가정함.⁷⁷⁾
- 저감 전력량 = (백열등의 소비전력-전구형의 형광등 소비전력) × 교체 대수
× 6시간/일 × 365일

<표 3-17> 대전시 조명기기 보유 현황

(단위 : 호, 대)

연 도	가구수a) (호)	총 보급대수b)	
		백열등 (대)	형광등 (대)
2004	410,397	1,108,000	2,690,000
2005 c)	417,087	1,569,500	2,378,000
2006	422,353	2,031,000	2,066,000

a) 전력판매호수

b) 가전기기보급률 및 가정용 전력소비행태조사

c) 2005년 보급대수의 통계자료가 2005년은 제공되지 않으므로 2004년과 2006년의 평균을 임의로 사용하였다.

자료 : 한국전력통계, 통계청

76) 에너지관리공단 (<http://www.kemco.or.kr>)

77) 이것은 전등 사용시간을 해가 지는 저녁 6시부터 심야 12시까지로 설정하였기 때문이다.

시중에 판매되는 제품을 참고하여 백열등과 전구형 형광등의 사양을 다음의 표 3-18과 같이 가정하고,

<표 3-18> 백열등과 전구형 형광등의 사양 비교
(단위 : V, W, Lm, hr)

구 분	전압 (V)	와트 (W)	조도 (Lm)	평균수명 (hr)
백열등	220	60	630	1,000
전구형 형광등	220	11	630	8,000

또, 1가구의 일평균 전등 사용시간을 6시간이라고 본다면,

$$1\text{년간 저감 전력량} = (60\text{W} - 11\text{W}) \times \text{교체 대수} \times 6\text{시간/일} \times 365\text{일}$$

즉, 1가구당 2개의 백열등을 전구형 형광등으로 교체하면, 전등 사용시간을 줄이지 않더라도 1년에 약 9만 MWh 이상의 전력을 저감할 수 있다. 이를 이산화탄소 배출량으로 계산하면 3만 7천 톤 이상으로, 대전시 연간 이산화탄소 배출량의 1.2% 가량에 해당하는 삭감효율을 얻을 수 있다.

<표 3-19> 형광등 교체에 의한 대전시의 이산화탄소 삭감효과
(단위 : 대, MWh, tCO₂, %)

연 도	형광등 교체 대수a) (대)	저감 전력량b) (MWh)	삭감량c) (tCO ₂)	삭감효율d) (%)
2004	820,794	88,079	37,346	1.3
2005	834,174	89,515	37,954	1.2
2006	844,706	90,645	38,434	1.2

- a) 형광등 교체 대수 = 가구수 × 형광등 2 대
- b) 저감 전력량 = (60W-11W) × 형광등 교체 대수 × 6시간 × 365일
- c) 삭감량 = 저감 전력량 × 원단위 배출계수(0.424)
- d) 삭감효율 = (삭감량 ÷ 연간 CO₂ 배출량) × 100

3) 시뮬레이션 3 : 1가구당 1개 형광등 끄기

대전시의 조명기기 보유 현황을 보면 1가구당 약 6대 정도의 형광등을 사용하고 있다. 만약 대전시의 모든 가구에서 형광등 1개의 사용을 줄일 경우 삭감할 수 있는 이산화탄소 배출량은 다음과 같이 산정하였다.

- 총 가구수는 전력판매호수를 사용함.
- 가정에서 사용하는 일반적인 형광등 1 세트에는 소비전력 36W인 전구 2개를 사용한다고 가정함.
- 1일 전등 사용시간은 6시간으로 가정함.
- 저감 전력량 = (형광등 소비전력) × 가구수 × 6시간/일 × 365일

대전시의 모든 가구에서 사용하는 형광등 중에서 1개를 모두 끄을 경우 1년에 6만 MWh의 전력을 저감하여 총 2만 7천 톤 이상의 이산화탄소를 삭감할 수 있다. 이는 대전시 연간 이산화탄소 배출량의 약 1%에 해당하는 양이다.

<표 3-20> 1개 형광등을 꺼서 얻는 대전시의 이산화탄소 삭감효과
(단위 : 호, MWh, tCO₂, %)

연 도	가구수a) (호)	저감 전력량b) (MWh)	삭감량c) (tCO ₂)	삭감효율d) (%)
2004	410,397	64,711	27,438	0.9
2005	417,087	65,766	27,885	0.9
2006	422,353	66,597	28,237	0.9

a) 전력판매호수

b) 저감 전력량 = 형광등 1개의 소비전력(72W) × 가구수 × 6시간 × 365일

c) 삭감량 = 저감 전력량 × 원단위 배출계수(0.424)

d) 삭감효율 = (삭감량 ÷ 연간 CO₂ 배출량) × 100

자료 : 한국전력통계

4) 소결 : 시뮬레이션 설정에 의한 삭감효과의 정리

이상과 같이 3가지 방안의 시뮬레이션 설정에 의한 삭감효과를 산정하였으며, 이를 표 3-21에 정리하였다.

<표 3-21> 2005년 대전시의 이산화탄소 배출량 삭감효과 시뮬레이션
(단위 : MWh, tCO₂, %)

구 분	저감 전력량 (MWh)	삭감량 (tCO ₂)	삭감효율 (%)
시뮬레이션 1	405,817	172,066	5.6
시뮬레이션 2	89,515	37,954	1.2
시뮬레이션 3	65,766	27,885	0.9

그 결과, 2005년을 기준으로 시뮬레이션 1에 의한 이산화탄소 삭감량은 172,066 tCO₂/년이었고, 시뮬레이션 2는 37,954 tCO₂/년, 시뮬레이션 3은 28,237 tCO₂/년으로 나타났다.

제 4 장

결론 및 정책건의

제1절 결론

제2절 정책건의

제 4 장 결론 및 정책 건의

제1절 결론

1차 에너지의 연소로 배출되는 이산화탄소는 대기 중으로 배출량이 가장 많은 대표적인 온실가스이다. IPCC에서는 2007년 제 4차 종합보고서를 발간하면서 이산화탄소의 연간 배출량이 1970~2004년 기간 동안 80% 증가하였다고 보고하였다.

또한, 현재와 같이 온실가스가 배출될 경우 금세기 말까지 지구평균온도는 최대 6.4°C, 해수면은 59 cm 상승할 것으로 전망하였다. 아울러, 온실가스 농도를 약 550 ppm으로 유지하기 위해서는 2030년까지 전 세계 GDP 중 0.6%에 해당하는 막대한 비용이 소요할 것이라고 예상하였다.

2007년 12월의 발리 회의를 계기로 국제 사회는 포스트 교토 체제에 대한 본격적인 협상을 가동하였다. 우리나라는 기후변화에 보다 적극적인 대응 체제를 구축하면서, 대외적으로는 국익을 극대화할 수 있는 협상 전략을 마련해야 한다.

이러한 필요성에 의거하여 본 연구는 대전시의 전력부문에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 산정하는 기초연구로써 수행되었다.

일반적으로 전력부문의 이산화탄소 배출량은 원단위 배출계수와 전력 소비량으로 환산할 수 있다. 하지만 원단위 배출계수 사용에 대한 국가 지침이 존재하지 않기 때문에 우리나라의 전력부문 이산화탄소 배출량 산정에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 시나리오를 설정하여 4가지 배출계수를 추정하여 배출량 산정에 적용하였다. 또한, 전력부문에서 실행할 수 있는 삭감 방안 3가지를 제시하고 시뮬레이션하여 삭감효과를 비교하였다.

구체적으로 배출량산정을 위해 시나리오설정에 의한 4가지 배출계수와 이를 이용한 대전시(2005년) 전력부문 이산화탄소 배출량을 정리하면 다음과 같다.

먼저, 시나리오 1은 에너지경제연구원에서 발표한 전력 1 MWh에 대한 배출계수를 사용하였고, 시나리오 2에서는 일본 환경성에서 제시하는 배출계수를 사용하였으며, 시나리오 3에서는 발전방식에 관계없이 생산된 모든 전력량(소규모 상업 자가발전 제외)에 대한 원단위 배출계수를 추정하여 사용하였으며, 시나리오 4에서는 시나리오 3에서 화력발전부문(원자력, 풍력 등을 제외)에서 생산된 전력생산에 대한 것만을 추정하여 사용하였다. 결국, 본 연구에서는 2005년을 기준으로 시나리오 1의 배출계수는 0.424 tCO₂/MWh, 시나리오 2에서는 0.555 kgCO₂/kWh, , 시나리오 3에서는 0.414 tCO₂/MWh, 그리고 시나리오 4에서는 0.722 tCO₂/MWh의 결론을 도출하여 각각을 배출량 산정에 적용하였다.

또한, 상술한 4가지 시나리오 설정에 의한 대전시(2005년) 이산화탄소 배출량을 산정하면 다음과 같다. 시나리오 1은 3,075,246 tCO₂를, 시나리오 2에서는 4,025,381 tCO₂를, 시나리오 3에서는 3,006,065 tCO₂를, 그리고 시나리오 4에서는 5,234,768 tCO₂를 배출한 것으로 나타났다.

한편, 본 연구에서는 대기전력과 백열등을 형광등으로 교체, 1가구당 1개의 형광등 끄기 등에 의하여 어느 정도 삭감가능한가(에너지경제연구원 0.424 tCO₂/MWh 적용)에 대한 모의를 시도하였다.

그 결과, 가정 및 서비스업부문에서 대기전력 소비량을 10%(조건 : 목표 대기전력은 1W)로 보았을 경우, 대전시(2005) 이산화탄소 배출량의 5.6%(405,817 tCO₂)를 삭감 가능한 것으로 나타났다.

또한 1가구당 2개의 백열등을 전구형 형광등으로 교체할 경우, 대전시(2005) 이산화탄소 배출량의 1.2%(89,515 tCO₂)를 삭감 가능한 것으로 나타났다.

또한 1가구당 1개의 형광등 사용을 줄일 경우, 대전시(2005) 이산화탄소 배출량의 0.9%(66,597 tCO₂)를 삭감 가능한 것으로 나타났으며, 이상에서와 같이 본 연구의 시뮬레이션에서는 대기전력을 저감하는 경우가 가장 삭감효과가 높은 것으로 분석되었다.

제2절 정책 건의

○ 기후변화대응을 위한 현실적인 전담 기구의 재정비

대전시에서는 기후변화대응을 위한 전담 기구와 전문 인력의 자리매김에 대한 확인 작업이 요구된다.

예컨대, 국가 차원에서는 국무총리실에서 기후변화 전문 조직을 설치하듯이, 우리 시에서도 시장 직속기구 혹은 기획관리실 등의 기후변화 관련 조직을 설치하는 것도 하나의 방법이 될 것이다. 기후변화 문제는 단일한 조직(환경녹지국 등) 차원에서는 문제 해결이 어렵고, 적재적소에서 원활하게 대응하기 어렵기 때문이다.

다음으로 현재 환경녹지국 환경정책과 기후변화팀으로 구성되어 있는 대전시 기후변화팀을 타 지방자치단체의 사례와 같이 과(果) 조직으로 승격하여, 현재 대기 관련 업무, 기후변화대응 업무, 그린에너지 업무, 폐기물 매립장(소각장 포함)의 CDM사업⁷⁸⁾, LFG발전⁷⁹⁾, MBT시설⁸⁰⁾ 등을 통합하여 기후변화대응과로서 현실적인 기구 운영이 필요하다. 예컨대, 서울특별시는 맑은환경본부 내 4개의 기후변화 관련 과(果)를 운영하고 있고, 안산시는 지구환경과, 광주광역시도 기후변화대응과로 개편하여 기후변화에 적극적으로 도시 마케팅을 시도하고 있는 상황이다. 뿐만 아니라, 이러한 전담 기구 개편은 2009년 IPCC의 COP15 총회에서 우리나라 온실가스 감축 목표량 등의 확정이 유력시됨에 따라 그 이전 시점에서 현재의 기후변화대응 팀 조직에서 상술한 조직으로의 정비·개편이 필요할 것이다.

한편, 전담 기구의 움직임에 따라 기후변화대응 업무에 능통하고 과거에서부터 기후변화 관련 업무를 담당한 전문 인력을 장기적인 관점에서 당분간의 보직 이동 없이 한 자리에서 업무를 전담토록 해야 할 것이다. 이는 기후변화 관련 업무는 지금까지의 행정 업무와는 달리 기후변화에 대한 전문성, 국제적 감각, 풍부한 경험을 바탕으로 하는 업무 추진력을 요하기 때문이다.

78) CDM : Clean Development Mechanism, 청정개발체제

79) LFG : Land Fill Gas, 매립가스 발전

80) MBT : Mechanical Biological Treatment, 전처리 시설

○ 지역형 기후변화대응 계획

대전시에서는 지역 실정에 적합한 대전형 저감계획이 필요하다. 대전시 특성상 1차 에너지 소비는 매우 적다. 이는 다른 자치단체와는 달리 국가산업단지 및 지방산업단지가 거의 없기 때문이다. 이에 온실가스 배출량은 해당 도시의 1차 에너지 소비량과 직결한다는 것을 고려할 때, 우리 지역 실정에 적합한 온실가스 저감방안 마련이 필요하다.

예컨대, 대전시는 1차 에너지 소비가 비교적 적다면 본 과제 보고서에서 제시하는 바와 같이, 시민 부문 저감방안 혹은 전력부문 저감방안에서 전력 소비량의 저감, 절전 기능 강화형 전기제품 개발, 시민 참여형 전력 저감 프로그램 개발(탄소포인트제 운영 등)이다.

○ 온실가스 저감 우선순위 결정

대전시에서는 이미 온실가스 저감을 위해 단발적으로는 여러 사업을 수행하고 있다. 예컨대, CNG 시내버스 도입과 금고동 매립장의 LFG 발전시설 등은 에너지 분야에서 주목할 만한 사업이다. 또한 3천만 그루 나무심기 사업과 병행하여 수목원 조성 및 월평공원과 같은 도심 속의 숲 가꾸기 사업은 산림부문 흡수원 대책으로 주목할 만하다. 특히 대전시와 같이 인구가 밀집하고 있는 대도시에서는 온실가스 저감을 위해 주요 삭감 정책의 일환으로서 비용 대비 효율성이 큰 나무심기 사업은 그다지 힘들이지 않고도 성공할 수 있는 대도시의 탄소 흡수원 정책이기도 하다.

이러한 노력에도 불구하고 대전시는 로컬(Local) 수준에서 종합적이고 체계적으로 기후변화에 대한 대응정도는 조금 미비한 듯하다. 특히 기후변화 문제는 어느 특정한 지역 차원의 환경 문제가 아닌 만큼 지구 규모의 기후변화에 대한 문제 해결을 위해 대전시는 환경부와 함께 보조를 맞추면서 나름대로의 몇 가지 전문적이고 기술적인 테크닉이 필요하다. 예컨대, 먼저 온실가스 배출량 조사 및 마스터플랜 작성 등이 있다.

따라서 이러한 마스터플랜에서 대전시는 온실가스 배출량 조사를 실시하여 지역에 적합한 온실가스 저감 우선순위를 결정해야 한다. 특히 대전시에서는 온실가스 배출량 조사 결과를 활용하여 우리 지역 실정에 적합한 온실가스 우선순위를 결정하여야 할 것이다. 이러한 우선순위는 지역의 온실가스 저감에 대한 계획적이고 효과적인 결과를 기대할 수 있다.

○ 시민참여에 의한 온실가스 저감방법 필요

온실가스 저감은 본 연구의 결과에서도 알 수 있듯이, 시민의 자발적인 실천에 의해 비교적 적은 양이지만 온실가스 저감이 가능한 것으로 나타났다.

따라서 시민이 직간접적으로 온실가스 저감을 위한 프로그램 개발이 필요하다. 예컨대 탄소포인트제와 같이 전기, 수도, 가스 등의 부문에서 시민이 일상생활에서 실천가능한 프로그램 개발이다.

한편, 환경부에서는 2009년 11월부터 탄소포인트제의 본격적인 시행에 앞서서, 2008년 11월부터 2009년 6월까지 전국 지방자치단체 14개를 중심으로 시민에 의한 온실가스 저감의 일환으로 탄소포인트제를 시범운영을 검토하고 있다. 시범사업 대상은 가정과 상업부문의 전기와 수도를 대상으로 실시한다. 이와 더불어, 대전시에서도 환경부가 시범운영을 검토하고 있는 탄소포인트제를 자체적으로 실시하는 것을 검토하고 있다.

참고문헌

- 고재경 외 2인(2006), 기후변화협약에 대한 경기도의 대응방안, 경기개발연구원
- 기후변화대응 종합기본계획(안) 공청회(2008. 6), 중소기업중앙회 국제회의장
- 기상청(2008), 기후변화 2007 - 종합보고서
- 기상청(2007), IPCC 제 4차 평가보고서 중 WG3의 정책결정자를 위한 요약보고서(Summary for Policymakers : SPM) 주요 내용
- 김남균(2006), 국내 가전기기의 대기전력 현황과 전망, 전력전자학회지, 11(4).
- 김은동, 서길수, 김남균(2003), 전기전자 기기의 대기전력 절감을 위한 주요국들의 정책, 한국에너지공학회 춘계학술대회 논문집, 457-460.
- 대전시(2007), 대전시 제3차 지역에너지계획
- 산업자원부 에너지경제연구원(2006), 지역에너지통계연보
- 에너지경제연구원(2006), 기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구-온실가스 인벤토리 및 통계 작성체제 개선방안
- 온실가스 저감을 위한 대전시 대응방향 세미나(2008. 5. 13), 대전발전연구원
- 윤순진(2003), 지속가능한 에너지체제로의 전환을 위한 에너지정책 개선방향 : 재생가능에너지 관련 법·제도에 대한 비판적 검토를 바탕으로, 한국사회와 행정연구, 14(1).
- 이상중, 임정균(2007), 화력발전소 입출력 특성계수를 이용한 순시 발전출력 대비 CO2 대기 배출량 계산, 조명·전기설비학회논문지, 21(5).
- 임성진(2004), 에너지전환 측면에서 본 정부의 전력부문 공기업 개혁정책 : 정부구조 개혁안의 분석과 지속가능한 방향의 제시, 한국행정학보, 38(3).
- 임성진(2000), 에너지패러다임의 녹색전환 : 전력부문을 중심으로 한 사례분석, 한국정치학회보, 34(1).
- 전의찬, 사재환, 이성호, 정재학, 김기현, 배위섭(2006), 에너지사용시설의 온실가스 배출 특성 연구, 한국대기환경학회지, 22(1).
- 정성춘(2007), 발리로드맵의 주요내용과 향후 전망(오늘의 세계경제 제 07-52호), 대외경제정책연구원
- 정종관·엄태인(2006), 기후변화협약 대응을 위한 대기오염물질 배출특성분석, 충남발전연구원
- 정환도(2004), 온실가스 저감을 위한 대전시의 대응방향, 대전발전연구원
- 정환도(2006), 지역온실가스 저감을 위한 시민실천방안연구, 대전발전연구원

정환도(2007), 기후변화협약과 대전시 자동차 부문의 기초연구, 대전발전연구원

조관열, 목형수(2006), 국내 정보기기의 e-standby 기기 및 대기전력 현황, 전력전자학회지, 11(4).

조영탁, 김창섭(2008), 심야전력제도의 문제점과 개선 방향 : 경제성·환경성·형평성 및 에너지 안보, 자원·환경경제연구, 17(2).

조용성, 조영대, 박순애(2006), 발전부문의 온실가스 배출요인 분석, 환경정책, 14(1), 215-236

한국전력(2008), 한국전력통계

Alan Meier, Jiang Lin, Jiang Liu, Tienan Li(2004), Standby power use in Chinese homes, Energy and Buildings, 36, 1211-1216

Alan S. Fung, Adam Aulenback, Alex Ferguson, V. Ismet Ugursal(2003), Standby power requirements of household appliances in Canada, Energy and Buildings, 35, 217-228

J.P. Ross, A. Meier(2002), Measurements of whole-house standby power consumption in California homes, Energy, 27, 861-868

Nitsch, J., Luther, J.(1990), Energieversorgung der Zukunft. Rationelle Energienutzung und erneuerbare Quellen, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag

IEA(2005), CO2 Emissions from fuel combustion

IPCC(2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

IPCC(2000), Special Report on Emissions Scenarios (SRES)

UNFCCC(2005), Key GHG Data

<http://co2.kemco.or.kr>

<http://www.eccj.jp>

<http://www.energystar.gov>

<http://www.environment.gov.au>

<http://www.gihoo.or.kr>

<http://www.keei.re.kr>

<http://www.kepco.co.kr>

<http://www.kosis.kr>

기본과제 연구보고서 2008-05

기후변화협약과 대전시 전력부문의 기초연구

발행인 육 동 일

발행일 2008년 11월

발행처 대전발전연구원

302-280 대전광역시 서구 월평본 1길39(월평동160-20)

전화: 042-530-3515 팩스: 042-530-3556

홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

인쇄: ○○○○○ TEL 042-○-○ FAX 042-○-○

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.
출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.