

온실가스 저감을 위한 대전시 전기설비부문의 기초연구

정 환 도

연구진

연구책임

- 정환도 / 도시기반연구실 책임연구위원

목 차

제1장 연구의 개요	3
1. 연구의 필요성 및 목적	3
2. 연구의 방향 및 수행체계	4
제2장 기후변화와 전력부문 논의 및 사례분석	9
1. 기후변화와 전력부문의 온실가스 배출	9
1) 우리나라 에너지원별 최종에너지 소비량	9
2) 대전광역시의 온실가스 배출현황	14
3) 가정 및 상업부문의 온실가스 배출현황	17
2. 전력부문(조명)의 온실가스 감축사례	22
1) 국외사례	22
2) 국내사례	25
제3장 전기설비교체로 인한 온실가스 감축평가	31
1. 온실가스 감축 시뮬레이션 개요	31
1) 방법론	31
2) 활동도 자료 및 배출계수	32
2. 가정 및 상업 부문의 전력소비에 의한 온실가스 배출량 및 전망	34
1) 배출량	34
2) 배출량 전망 방법론	35
3) 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량 전망 결과	40

3. LED 전등 교체 시나리오의 적용 및 결과	42
1) 백열전구	42
2) 형광등	54
제4장 결론 및 정책제언	69
1. 결론	69
2. 정책제언	70
참고문헌	75

표 목 차

<표 2-1> 최종에너지 소비(석유환산) 9
 <표 2-2> 부문별 최종에너지 소비(석유환산) 12
 <표 2-3> 2008년도 대전광역시 부분별, 온실가스별 배출량 14
 <표 2-4> 2008년도 대전광역시 에너지 세부부문별 온실가스 배출량 15
 <표 2-5> 2008년도 대전광역시 에너지부문의 에너지원별 온실가스 배출량 16
 <표 2-6> 가정 및 상업 부문의 에너지원별 온실가스 배출량 18
 <표 2-7> 가정 부문의 에너지원별 온실가스 배출량 19
 <표 2-8> 상업 부문의 에너지원별 온실가스 배출량 20
 <표 3-1> 대전광역시 가정부문 및 전체 전력소비량 32
 <표 3-2> 전력 간접 배출계수 33
 <표 3-3> 대전광역시 전기에너지 소비(가정 및 상업)에 의한 온실가스 배출량 34
 <표 3-4> 대전광역시 전기에너지 소비(가정 및 상업)에 의한 온실가스 배출전망 40
 <표 3-5> 백열전구와 LED 램프의 특성 비교 42
 <표 3-6> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 전체) 46
 <표 3-7> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(동구) 47
 <표 3-8> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(중구) 48
 <표 3-9> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(서구) 49
 <표 3-10> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(유성구) 50
 <표 3-11> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(대덕구) 51
 <표 3-12> 백열전구를 LED 전구로 교체시 연도별 전기 에너지 절감량 52
 <표 3-13> 백열전구를 LED 전구로 교체시 연도별 온실가스 감축잠재량 53
 <표 3-14> 형광등과 LED 램프의 특성 비교 55
 <표 3-15> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 전체) 58
 <표 3-16> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 동구) 59
 <표 3-17> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 중구) 60

<표 3-18> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 서구) 61
 <표 3-19> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 유성구) 62
 <표 3-20> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 대덕구) 63
 <표 3-21> 형광등을 LED 전구로 교체시 연도별 전기 에너지 절감량 64
 <표 3-22> 형광등을 LED 전구로 교체시 연도별 온실가스 감축잠재량 65
 <표 4-1> LED/고효율 가로등 교체에 의한 온실가스 삭감량 71

그림 목 차

<그림 1-1> 연구의 수행체계	6
<그림 2-1> 우리나라의 최종에너지 소비(2008)	10
<그림 2-2> 우리나라의 부문별 최종에너지 소비(2008)	13
<그림 2-3> 우리나라 가정 및 상업난방 부문 최종에너지 소비(2008)	13
<그림 2-4> 대전광역시 부문별 온실가스 배출기여도	15
<그림 2-5> 에너지 세부부문별 온실가스 배출기여도	16
<그림 2-6> 에너지부문의 에너지원별 배출기여도	17
<그림 2-7> 가정 및 상업난방 부문의 온실가스 배출기여도	18
<그림 2-8> 가정 부문의 에너지원별 배출기여도	19
<그림 2-9> 상업 부문의 에너지원별 배출기여도	20
<그림 2-10> 코브라형 가로등(좌측, 중간), 원형 가로등(우측)	22
<그림 2-11> LED 교통신호등	23
<그림 2-12> 지능형 조명 시스템의 개념	24
<그림 3-1> 대전광역시 전기에너지 소비에 의한 온실가스 배출추이	35
<그림 3-2> 온실가스 배출량 예측치 제시방법	36
<그림 3-3> 전기에너지 소비(가정 및 상업)에 의한 온실가스 배출량 전망	41
<그림 3-4> 백열전구와 LED램프의 누적 금액 비교	43
<그림 3-5> 백열전구와 LED램프의 누적 금액 비교	56

제 1 장

연구의 개요

제1장 연구의 개요

1. 연구의 필요성 및 목적

지구 온난화 문제를 해결하기 위한 국제적 노력은 1992년 리우 회의에서 채택한 ‘기후변화협약’으로 구체화되고 매우 희망적 결실을 맺었다. 기후변화협약은 증가 추세에 있는 대기 중 온실가스 농도를 안정화시켜서 인위적으로 발생하는 기후변화를 방지하는 것에 있다.

기후변화 방지의 실천을 위해 유엔기후변화협약 당사국총회(1997년, 일본 교토 개최)에서는 2008년에서 2012년까지 1990년 대비 미국 8%, 일본 6%, EU 8% 등 산업혁명이후 온실가스를 많이 배출했던 선진국들에 대해 평균 5.2% 감축 목표를 부여한 바 있다¹⁾.

우리나라는 1993년 기후변화협약에 가입할 당시만 해도 개발도상국으로 분류되어 있었기 때문에 온실가스 감축의무가 없지만, 2009년 12월 제15차 당사국총회에서 “2020년 BAU 대비 30% 감축”이라는 자발적 감축목표를 천명한 바 있다.

정부는 국제사회에서 우리나라의 자발적 감축목표를 달성하기 위해, 2009년 12월 “저탄소 녹색성장 기본법”을 제정하였고, 배출권 거래제도의 시행, 공공기관 자발적 감축 유도, 에너지 다소비 업체에 대해서는 감축의무를 부여하는 등 전방위적인 노력 중에 있다.

한편, 2010년 전 세계 이산화탄소 배출량은 약 330억톤으로 1990년 대비 45% 가량 증가했다. 2009년 글로벌 경제위기로 1%가량 감소했던 이산화탄소 배출량은, 2010년 들어 18억 톤이 증가해 약 5% 증가했다. 2008년부터 2010년까지 3년간 전 세계 이산화탄소 배출량은 평균 1.7%의 증가율을 보였다.

우리나라의 경우 전세계 7위의 온실가스 배출량국가로써 지난 20년간 136% 증가하여 증가속도가 중국(256%)과 인도(179%)에 이어 세계에서 세 번째로 빠른

1) 환경부, 지자체 기후변화대응 가이드라인, 2008

것으로 나타났다²⁾.

이러한 가운데 대전광역시 2010년 온실가스 배출량은 약 1,033만톤CO₂,eq³⁾에 이르고 있는 것으로 추정되었으며, 이들 중 에너지 부문은 94.6%를 차지하고 있다. 한편 이 가운데 대전광역시의 가정 및 상업난방부문은 에너지부문가운데 약 49% 이상을 차지하고 있기 때문에, 가정 및 상업난방부문에서의 에너지 절감을 통한 온실가스 감축정책이 절실한 상황이다.

따라서, 본 연구에서는 에너지 절약을 통한 온실가스 감축의 효율성을 높이고, 실현적이고 현실적인 감축을 도모하기 위해 가정 및 상업 부문에서 사용하는 전기에너지의 절감에 따른 온실가스 감축을 시뮬레이션하여 보았다.

특히 전기에너지의 효율적 감축을 위해, 우선적으로 가정에서 사용하고 있는 백열전구와 형광등을 LED 램프로 교체하는 경우에 대한 온실가스 감축량을 산정하여 전기에너지 절감에 따른 온실가스 감축방안의 기초로 삼고자 하였다.

2. 연구의 방향 및 수행체계

본 연구는 대전광역시의 시민들이 소비하는 전기에너지를 절감함으로써 온실가스 감축량 산정에 관한 기초연구이다.

본 연구의 공간적 범위는 대전광역시를 대상으로 하였으며, 시간적 해상도는 2000년도부터 2008년도까지 대전광역시 온실가스 배출량 산정결과 중에서 가정 및 상업난방 부문의 전기에너지 소비에 의한 온실가스 배출량 산정 결과를 이용하였다.

본 연구는 학문적 접근보다는 가급적 실천적 방안을 강구하고, 계량화가 가능하

2) 기후변화행동연구소(<http://climateaction.re.kr/20674#0>), 쟁점과 이슈

3) 대전광역시, 대전시 기후변화대응을 위한 온실가스 감축계획. 2010.4의 배출전망자료 이용 = 한편, 2011년 10월말 현재, 환경부 등의 정부공식자료(홈페이지 등)에 의하면 2007년 배출량을 제시하고 있다. 2007년 온실가스 배출량현황은 본 연구과제가 진행중인 2011년과 비교할 때 시간적 차이가 있어, 부득이하게 대전광역시 기후변화대응을 위한 온실가스 감축계획의 장래전망지 자료를 인용하였다.

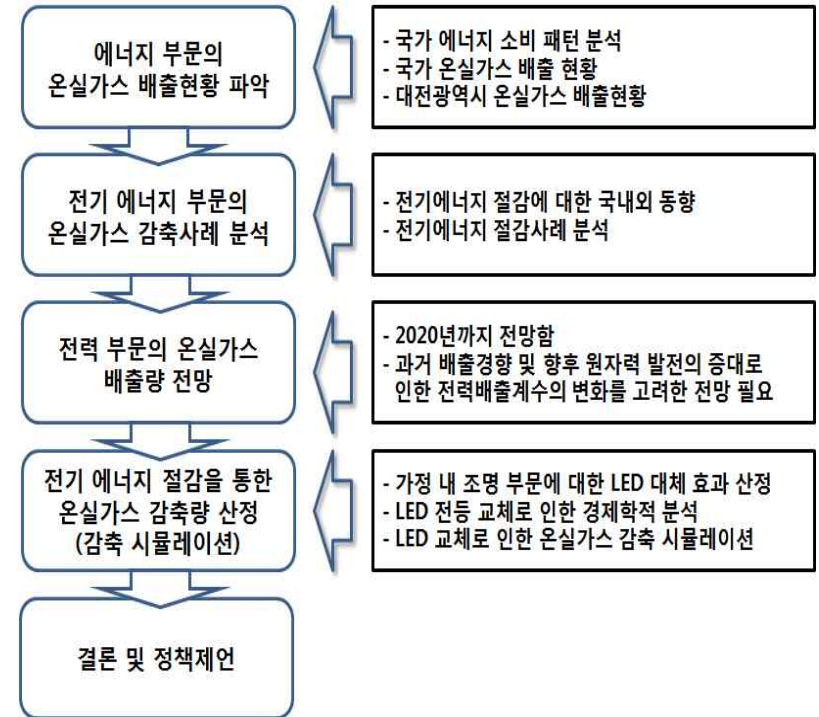
면 구체적인 수치를 제시하여 현 시정여건을 바탕으로 미래 변화전망을 감안하였다.

본 연구의 수행체계는 <그림 1-1>로 설명은 다음과 같다. 우선 에너지원별 소비패턴을 파악하기 위해 우리나라의 에너지 소비경향을 분석하였으며, 우리나라의 온실가스 배출 현황 및 대전광역시의 온실가스 배출현황을 분석하여 에너지 소비로 인한 온실가스 배출량 중에서 전기에너지의 배출기여도를 검토하였다.

다음으로 전기에너지 절약으로 인한 온실가스 감축 사례를 조사하였고, 전기에너지 절약에 관한 선행연구사례 등을 검토하였다.

전기에너지 절감을 통한 온실가스 감축량 산정을 위해, 가정 및 상업 난방 부문에서의 전기소비에 의한 온실가스 배출량을 2020년까지 전망하고, 이를 근거로 하여 온실가스 감축량을 산정하였다.

궁극적으로 전기에너지 절감 방법 중에서 가장 현실적이며, 정량적 평가가 용이한 백열전구와 형광등을 LED로 교체할 경우에 대한 비용평가 및 감축량을 평가하여, 향후 대전광역시의 기후변화 적응계획 중에서 에너지 부문에 대한 기초자료로 활용하고자 하였다.



<그림 1-1> 연구의 수행체계

제2장 기후변화와 전력부문 논의 및 사례분석

제 2 장

기후변화와 전력부문 논의 및 사례분석

1. 기후변화와 전력부문의 온실가스 배출

연구의 필요성에서도 밝힌바와 같이, 우리나라의 경우 온실가스 배출총량의 84% 정도가 에너지 소비로 인해 배출한다.

따라서, 우리나라의 최종에너지 소비에서 전력부문의 에너지 소비가 어느 정도 수준인지를 우선 파악하고, 특히 본 연구에서 초점을 맞추고 있는 가정 및 상업난방 부문의 전력소비량의 현황을 파악하였다.

다음으로 대전광역시에서 산정한 바 있는 대전광역시 부문별 온실가스 배출량 결과를 인용하여, 에너지 부문의 온실가스 배출량 및 가정 및 상업난방 부문에서 전력부문의 온실가스 배출량의 배출기여도를 제시하였다.

1) 우리나라 에너지원별 최종에너지 소비량

<표 2-1> 최종에너지 소비(석유환산)

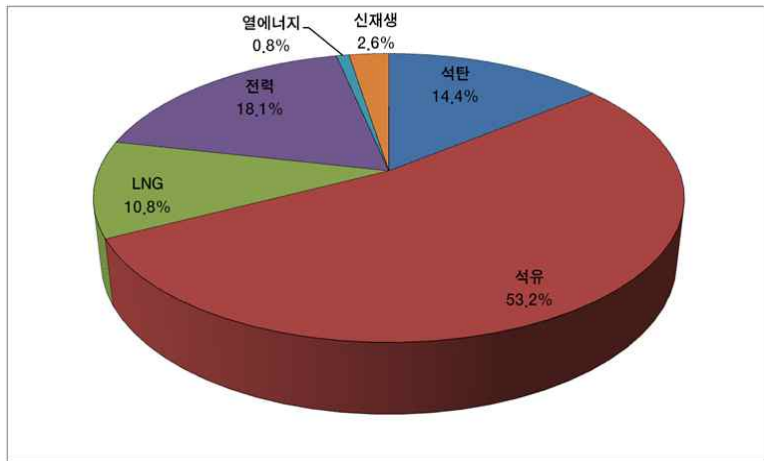
(단위 : 1000 TOE)

연 도	석탄	석유	LNG	전력	열에너지	신재생
2000	19,847	93,596	12,561	20,600	1,119	2,130
2001	20,532	93,356	13,290	22,165	1,150	2,456
2002	21,629	96,159	14,567	23,947	1,223	2,925
2003	22,609	96,155	15,470	25,250	1,300	3,210
2004	22,195	95,513	16,191	26,840	1,343	3,928
2005	22,312	96,718	17,811	28,588	1,530	3,896
2006	22,660	97,037	18,379	29,990	1,425	4,092
2007	24,249	100,622	18,955	31,700	1,438	4,491
2008	26,219	97,217	19,765	33,116	1,512	4,747

자료 : 통계청 홈페이지

2000년도부터 2008년도까지의 우리나라 에너지원별 최종 에너지 소비량을 <표 2-1>에 제시하였다.

에너지원별 최종에너지 소비량은 2008년의 경우 석유가 97,217천TOE로 총 에너지소비량의 53.2%를 차지하였으며, 다음으로 전력(18.1%) > 석탄(14.4%) > LNG(10.8%) 등의 순으로 나타났다<그림2-1>.



<그림 2-1> 우리나라의 최종에너지 소비(2008)

우리나라의 최종에너지 소비량을 부문별로 파악하기 위해, 2000년도부터 2008년도까지의 부문별 우리나라 에너지원별 최종 에너지 소비량을 <표 2-2>에 제시하였다.

우리나라의 부문별 최종에너지 소비량은 2008년의 경우 산업 부문이 106,458천TOE로 총 에너지소비량의 58.3%를 차지하였으며, 다음으로 가정 및 상업난방 부문(19.8%) > 수송 부문(19.6%) > 공공 및 기타 부문(2.2%) 등의 순으로 나타났다.

이중에서 전력 에너지 절감가능성이 가장 높은 부문은 가정 및 상업난방 부문이

므로, <그림 2-3>에 가정 및 상업난방 부문의 에너지원별 소비량을 도시하였다.

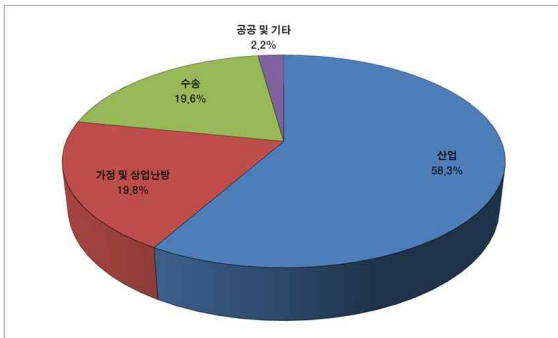
가정 및 상업난방 부문의 에너지원별 최종에너지 소비량은 2008년의 경우 전력 소비가 석유가 14,143 천TOE로 가정 및 상업난방 부문 에너지소비량의 39.0%를 차지하였으며, 다음으로 LNG(35.2%) > 석유제품(18.4%) > 열에너지(4.1%) 등의 순으로 나타났다.

<표 2-2> 부문별 최종에너지 소비(석유환산)

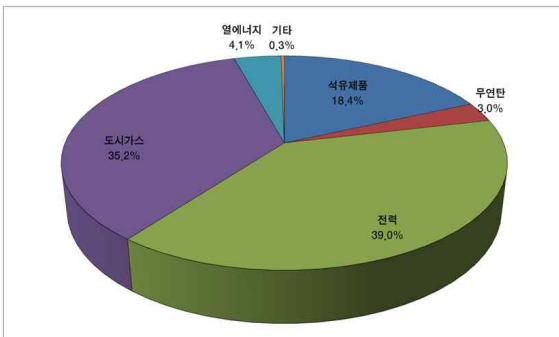
(단위 : 1000 TOE)

구분	에너지원	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
산업	소계	83,912	85,158	89,197	90,805	92,992	94,366	97,235	104,327	106,458
	석유제품	48,193	47,848	49,499	49,304	50,236	50,905	52,474	56,150	54,745
	무연탄	1,293	1,929	2,372	2,808	2,632	2,800	3,086	3,569	3,906
	유연탄	17,836	17,876	18,560	19,079	18,788	18,438	18,347	19,666	21,225
	전력	11,374	11,678	12,423	12,933	13,617	14,346	15,021	16,018	16,738
	도시가스	3,308	3,612	3,984	4,177	4,382	4,656	4,847	5,225	5,933
	기타	1,908	2,215	2,359	2,503	3,337	3,222	3,459	3,699	3,912
가정 및 상업난방	소계	32,370	32,893	34,299	34,964	34,807	36,861	35,986	35,916	36,225
	석유제품	13,492	12,474	11,955	11,156	9,773	9,437	7,513	7,049	6,654
	무연탄	718	727	697	722	775	1,074	1,226	1,014	1,088
	전력	7,891	9,005	9,859	10,585	11,352	12,233	12,883	13,513	14,143
	도시가스	9,024	9,412	10,241	10,889	11,293	12,503	12,858	12,831	12,763
	열에너지	1,096	1,125	1,196	1,269	1,312	1,491	1,391	1,401	1,476
	기타	148	151	351	344	302	123	115	108	101
수송	소계	30,945	31,909	33,763	34,632	34,615	35,559	36,527	37,068	35,793
	석유제품	30,770	31,708	33,488	34,286	34,160	34,982	35,780	36,149	34,642
	전력	-	7	80	146	237	339	475	615	777
	도시가스	175	194	195	200	213	224	218	209	196
공장 및 기타	소계	2,625	2,989	3,191	3,593	3,595	4,068	3,836	4,143	4,099
	석유제품	1,140	1,327	1,217	1,408	1,343	1,393	1,270	1,274	1,175
	전력	1,160	1,288	1,470	1,531	1,658	1,785	1,868	1,960	2,039
	도시가스	229	259	262	259	279	313	199	285	292
	열에너지	22	25	27	32	31	39	34	37	36
	기타	74	90	215	364	283	538	464	588	557
합계		149,852	152,950	160,451	163,995	166,009	170,854	173,584	181,455	182,576

자료 : 통계청 홈페이지



<그림 2-2> 우리나라의 부문별 최종에너지 소비(2008)



<그림 2-3> 우리나라 가정 및 상업난방 부문 최종에너지 소비(2008)

2) 대전광역시의 온실가스 배출현황

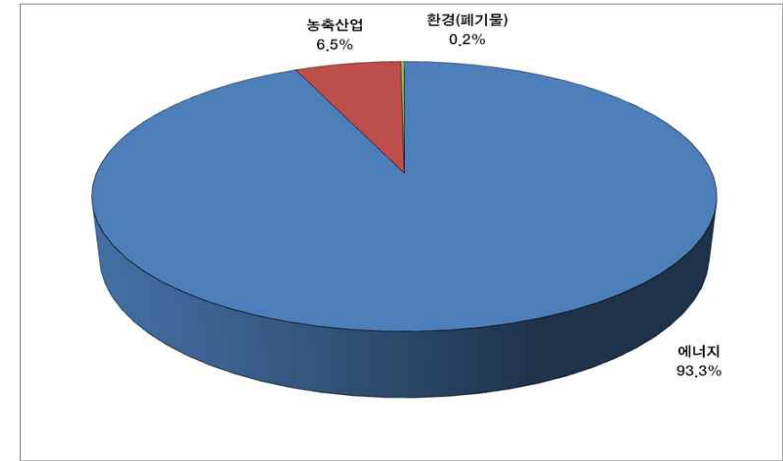
대전광역시 2008년 부문별온실가스 배출량은 <표 2-3>에 제시하였다. <표 2-3>에 의하면, 대전광역시의 2008년도 온실가스 총량은 9,221,544 톤CO_{2,eq}으로 산정되었으며, 에너지 부문이 8,603,748 톤CO_{2,eq}으로 93.3%의 배출기여를 보였으며, 다음으로 환경(6.5%) > 농업(0.2%) 순으로 나타났다<그림 2-4>.

<표 2-3> 2008년도 대전광역시 부문별, 온실가스별 배출량
(단위 : 톤CO_{2,eq})

대분류	중분류	계	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
에너지	소계	8,603,748 (93.30)	8,473,299 (96.58)	6,091 (2.17)	124,359 (73.84)
	산업	1,568,563 (17.01)	1,567,062 (17.86)	381 (0.14)	1,120 (0.67)
	수송	2,483,380 (26.93)	2,372,491 (27.04)	3,572 (1.28)	107,317 (63.72)
	가정 및 상업	4,058,458 (44.01)	4,050,905 (46.17)	1,727 (0.62)	5,826 (3.46)
	공공	493,348 (5.35)	492,962 (5.62)	98 (0.04)	289 (0.17)
환경		597,678 (6.48)	299,706 (3.42)	254,172 (90.74)	43,802 (26.01)
농축산업		20,118 (0.22)		19,858 (7.09)	260 (0.15)
총배출량		9,221,544 (100)	8,773,005 (100)	280,121 (100)	168,421 (100)

() 안은 총 배출량에 대한 기여도.

대전광역시의 경우 <그림 2-4>에서 보듯이 에너지 부분의 배출기여가 93.3%로 상당히 높은 기여도를 나타내고 있다. 이는 다른 도시와는 달리 산업체가 거의 없고, 대전광역시의 도시화가 완성되어져 가고 있는 추세이며, 농축산 부문이 상대적으로 적기 때문으로 판단되었다.



<그림 2-4> 대전광역시 부문별 온실가스 배출기여도

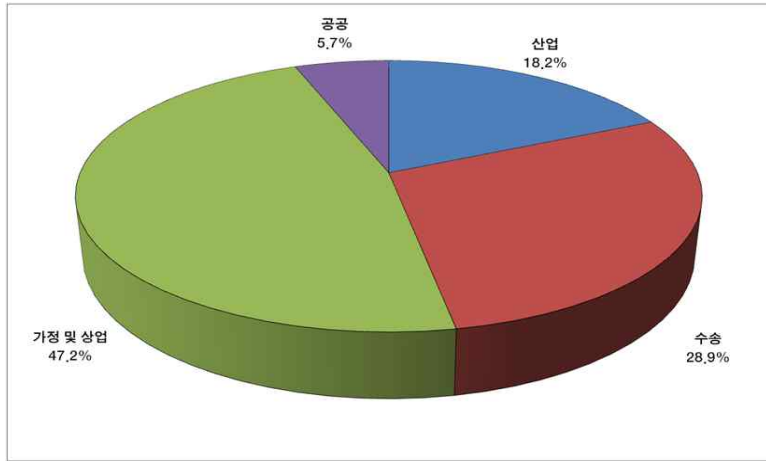
특히 대전광역시의 에너지 부문 중에서 가정 및 상업부문의 경우 에너지 부문의 약 50% 정도의 온실가스 배출량을 보이고 있는 특징을 보이는 것으로 나타났다.

대전광역시 에너지 부문의 온실가스 배출특성을 부문별로 <표 2-4>에 제시하였다.

<표 2-4> 2008년도 대전광역시 에너지 세부부문별 온실가스 배출량

구분	산업	수송	가정 및 상업	공공	계
배출량 (tCO _{2,eq})	1,568,563	2,483,380	4,058,458	493,348	8,603,748

가정 및 상업 부문에서의 온실가스 배출량이 4,058,458 톤CO_{2,eq}으로 에너지 부문에서 47.2%의 배출기여를 보였으며, 다음으로 수송 부문(28.9%) > 산업 부문(18.2%) > 공공 부문(5.7%)의 순으로 나타났다<그림 2-5>.



<그림 2-5> 에너지 세부부문별 온실가스 배출기여도

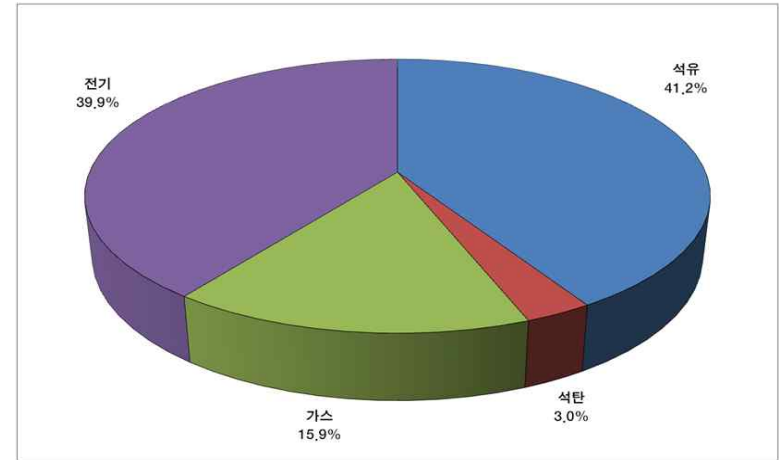
대전광역시 에너지 부문의 에너지원별 온실가스 배출량은 <표 2-5>에 제시하였다. 석유소비에 의한 온실가스 배출량이 3,545,536 톤CO₂,eq으로 에너지 부문에서 41.2%의 배출기여를 보였으며, 다음으로 전기 소비(39.9%) > 가스 소비(15.9%) > 석탄 소비(3.0%)의 순으로 나타났다<그림 2-6>.

<표 2-5> 2008년도 대전광역시 에너지부문의 에너지원별 온실가스 배출량

구분	직접			간접	계
	석유	석탄	가스	전기	
배출량 (tCO ₂ ,eq)	3,545,536	258,213	1,370,845	3,429,153	8,603,748

전력을 사용하는 동안에는 온실가스가 배출되지 않으며, 전력을 생산할 때 온실가스가 배출되기 때문에 전기를 소비한다는 것은 소비되는 전력만큼 발전을 해야

한다는 의미이며, 소비되는 전력만큼을 생산할 때의 온실가스가 배출된다고 볼 수 있으므로 간접배출량으로 표시하였다.



<그림 2-6> 에너지부문의 에너지원별 배출기여도

3) 가정 및 상업부문의 온실가스 배출현황

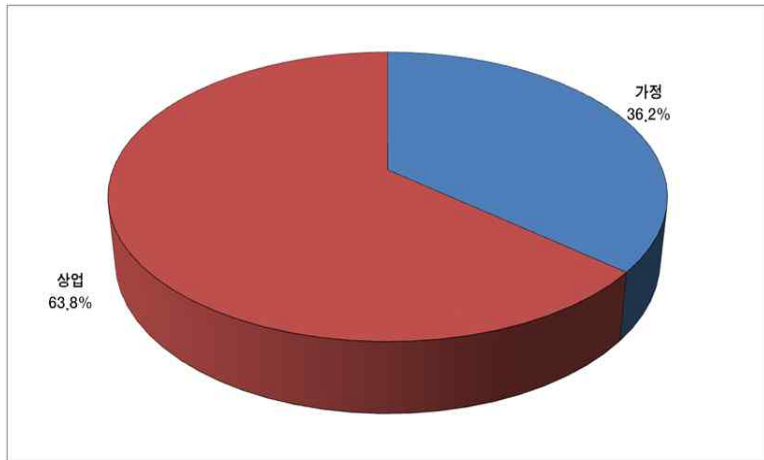
대전광역시의 온실가스 배출특성을 살펴본 결과 가정 및 상업 부문의 온실가스 배출기여도가 높은 것으로 분석되어, 가정 및 상업 부문을 가정 부문과 상업 부문으로 구분하여 <표 2-6>에 제시하였다.

가정 및 상업 부문의 온실가스 배출량을 구분하여 살펴본 결과, 상업 부문의 온실가스 배출량이 2,590,330 톤CO₂,eq으로, 가정 및 상업 부문 온실가스 배출량의 63.8%를 보였으며, 가정 부문의 온실가스 배출량이 1,468,128 톤CO₂,eq(36.2%)으로 산정되었다<그림 2-7>.

<표 2-6> 가정 및 상업 부문의 에너지원별 온실가스 배출량

구분	가정	상업	계
배출량 (tCO ₂ ,eq)	1,468,128	2,590,330	4,058,458

또한 가정 및 상업 부문의 경우, 점차 석유와 무연탄의 비율이 낮아지고 전기와 가스의 비율이 높아질 것으로 예상됨에 따라 에너지를 전기, 가스 및 기타로 구분하여 분석하였다.



<그림 2-7> 가정 및 상업난방 부문의 온실가스 배출기여도

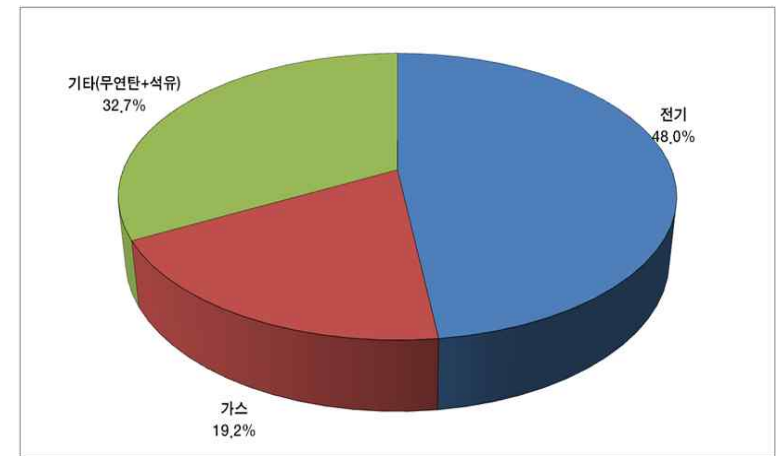
(1) 가정 부문의 에너지원별 온실가스 배출량

가정 부문의 온실가스 배출량을 에너지원별로 구분하여 <표 2-7>에 제시하였다.

전기 소비에 의한 온실가스 배출량이 705,395 톤CO₂,eq으로, 가정 부문 온실가스 배출량의 48.0%를 보였으며, 다음으로 기타(무연탄 및 석유, 32.7%) > 도시가스(19.2%)의 순으로 나타났다<그림 2-8>.

<표 2-7> 가정 부문의 에너지원별 온실가스 배출량

구분	전기	가스	기타(무연탄+석유)	계
배출량 (tCO ₂ ,eq)	705,395	281,990	480,743	1,468,128



<그림 2-8> 가정 부문의 에너지원별 배출기여도

(2) 상업난방 부문의 에너지원별 온실가스 배출량

상업난방 부문의 온실가스 배출량을 에너지원별로 구분하여 <표 2-8>에 제시

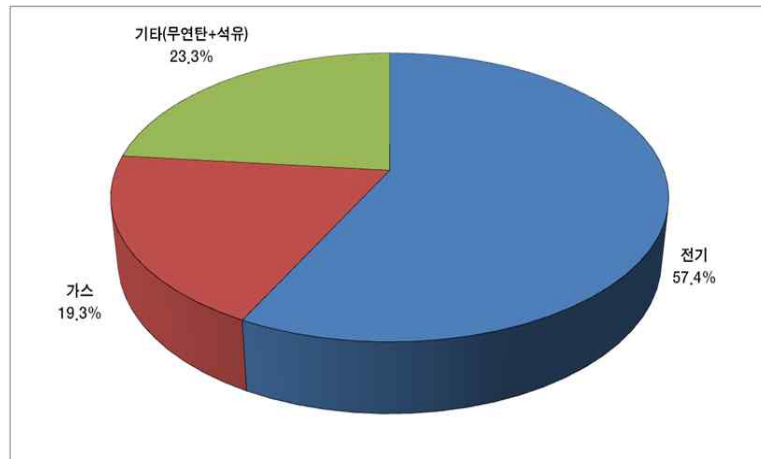
하였다.

전기 소비에 의한 온실가스 배출량이 1,486,438 톤CO_{2,eq}으로, 상업 부문 온실가스 배출량의 57.4%를 보였으며, 다음으로 기타(무연탄 및 석유, 23.3%) > 가스 소비(19.3%)의 순으로 나타났다<그림 2-9>.

상업 부문의 경우 누진제도가 적용되지 않기 때문에, 상업 시설의 조명, 난방 등에도 전기 제품을 많이 사용하고 있어, 전기 소비에 의한 온실가스 배출기여도가 가장 큰 것으로 나타났다.

<표 2-8> 상업 부문의 에너지원별 온실가스 배출량

구분	전기	가스	기타(무연탄+석유)	계
배출량 (tCO _{2,eq})	1,486,438	499,975	603,917	2,590,330



<그림 2-9> 상업 부문의 에너지원별 배출기여도

상업 부문의 경우도 과거 등유나 경유를 사용하던 시설에서 가스 또는 전기시설로 대체되고 있으므로, 상업 부문은 향후 전기 및 가스 소비에 의한 온실가스 배출기여도가 점차 높아질 것으로 판단되었다.

이상의 결과에서 대전광역시의 온실가스 배출은 주로 에너지 소비 부문이며, 이 중에서도 가정 및 상업난방 부문이 가장 높은 기여도를 보였다.

가정 및 상업 난방 부문을 에너지원별로 구분하면 전기소비로 인한 온실가스 배출기여가 52.2%로 나타나 대전광역시의 경우 가정 및 상업 부문의 온실가스 저감을 위해서는 전력 소비를 줄이는 것이 가장 효과적인 저감 대책으로 판단되었다.

2. 전력부문(조명)의 온실가스 감축사례

1) 국외사례

□ LED 거리조명^{4) 5)}

미국 Ann Arbor시는 도심지의 가로등 및 보안등의 전력 절감을 목적으로 도심지내 가로등 및 보안등을 LED로 교체하고, LED 등의 조도, 열 관리, 시민들의 의견 등에 대한 테스트를 실시하였다.

가로등은 전력 절감율이 50%인 원형가로등과, 전력 절감율이 80%인 코브라형 가로등을 적용하였다<그림 2-10>.

초기 투자비용은 330만불이 소요(가로등 개당 472불)되었고, 온실가스 삭감량은 연간 2,200톤, 전기 절약 비용은 연간 70만불(개당 100불)로 분석되었다.



<그림 2-10> 코브라형 가로등(좌측, 중간), 원형 가로등(우측)

4) http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/annarbor_led.jsp
5) http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/vaxjo_streetlight.jsp

스웨덴의 Växjö 지방자치정부는 기존 수은등을 사용하는 거리조명을 에너지 효율이 높은 전구들로 교체(21,900개의 조명등)하였으며, 연간 6,000톤의 온실가스를 줄이고, 연간 49만유로의 비용을 절감하였다.

□ LED 교통신호등^{6) 7)}

미국 Chicago에서는 교통신호등을 LED로 교체하여<그림 2-11>, 신호등이 더 밝아졌고 전구의 사용시간이 기존 8,000시간에서 100,000시간으로 증가하였으며, 운전자의 가독성을 좋게 하여 교통사고를 줄이는 이점이 있다고 한다.

Chicago시는 LED 교통신호등의 교체로 연간 7,969톤의 온실가스를 줄이고, 연간 265만불의 비용을 절감하였다.



<그림 2-11> LED 교통신호등

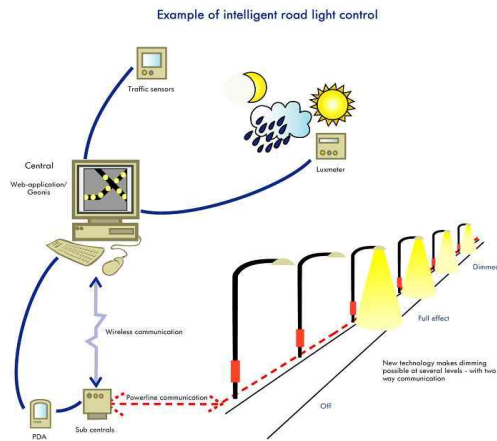
6) http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/chicago_led.jsp
7) <http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=111737>

미국 Portland에서도 기존 백열전구 교통신호등 13,383개를 전부 LED 교통신호등으로 교체하였으며, 매년 4,750 Mwh의 전력이 절감되고 있으며, 연간 2,880톤의 온실가스를 줄이고, 연간 38만불의 비용을 절감하였다.

최근 북한에서도 구형 텅스텐 신호등을 LED 신호등으로 교체하는 작업을 진행 중이며, 오전부터 밤 11시까지 가동되고 있다. 8)

□ 지능형 조명 시스템9)

‘지능형 조명(intelligent lighting)’시스템이란, 교통상황 및 기후 조건에 따라 램프 밝기를 자동으로 조절해 램프와 장치의 수명을 증가시키고 경제적 이득과 에너지 절약을 기대할 수 있는 시스템<그림 2-12>이다.



<그림 2-12> 지능형 조명 시스템의 개념

8) http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2010/09/28/2010092800779.html

9) http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/oslo_streetlight.jsp

노르웨이의 Oslo시는 “지능형 조명” 시스템으로 1만 개의 나트륨 조명을 이용해 에너지 소비량을 70%까지 줄였으며, 모든 조명은 중앙 데이터베이스에 의해 관리되어 정확한 전력소비량 측정 및 과세가 가능하였다.

Oslo시는 지능형 조명시스템의 보급으로 연간 1,440톤의 온실가스를 줄이고, 연간 45만유로의 운영비용을 절감하였으며, 70%의 전기 에너지를 절감하였다.

2) 국내사례

□ LED 교통신호등

우리나라는 교통신호등의 경우 기존 백열신호등에서 LED 신호등으로 교체 중에 있으며, 대전광역시, 제주특별자치도, 충북 청주시 등 모든 신호등을 LED로 100% 교체한 지자체도 많은 것으로 조사되었다.

대전광역시는 관내 전 지역 신호등 및 보행신호등을 LED로 교체하여, 신호등의 시인성을 향상 시켜 교통사고 예방과 에너지 절감을 하는 1석 2조의 효과를 보고 있으며, 전력소비량도 85% 이상 절약되어 연간 6백만 kWh가 감소되어 전기요금을 5억원 절감하는 효과가 있을 것으로 분석된바 있다.

제주특별자치도는 2009년 6월 총사업비 30억2300만원을 들여 제주 전역에 있는 일반 교통신호등(17,098 개)을 LED 교통신호등으로 전면 교체하였으며, 이로 인해 연간 5억 500만원의 비용이 절감될 것으로 예상된다.10)

서울시는 2010년까지 기존 백열전구형(100W) 교통신호등(15만 4천여개)을 LED 신호등(10W)으로 교체하기로 하였으며, 이는 연간 18억원이상의 전기요금을 절약할 수 있다. 또 LED형 신호등의 수명이 전구형에 비해 7배 이상이고, 고장이 적어 유지관리비가 연간 6억원 정도 절감되어 총 매년 24억원의 예산절감효과

10) <http://www.mediajeju.com/news/articleView.html?idxno=67134>

가 있을 것으로 분석한 바 있다. 11)

구리시는 기존 조명이 설치된 16개소 버스승강장의 조명을 소등하고, 지역 내 백열전구 교통신호등을 LED 신호등으로 교체(69곳 533조)함으로써 에너지 절감효과를 거두고 있다. 12)

□ LED 거리조명

대전광역시시는 국비 6억6천만원, 시비 4억1천만원 등 총사업비 10억7천만원을 들여 3천607개의 등기구 조명을 LED로 교체하고 태양광 발전장치와 단열필름 장비를 설치 계획을 가지고 있다.

- 한밭야구장에 LED 등기구 706개
- 월드컵경기장 지하주차장에 LED 등기구 2천832개를 설치, 가로등 69개를 교체
- 한밭종합운동장 정구장 스탠드 상부에 태양광발전설비를 설치

제주시는 어린이보호구역 내 버스승차대에 대해 태양광을 이용한 친환경 LED조명시설을 확대 설치할 계획 중에 있다.

제주시는 2009년부터 시범적으로 어린이보호구역내 버스승차대에 친환경 LED조명시설을 설치 운영한 결과, 어린이 및 교통약자에 대한 안전확보와 야간 대중교통 이용의 불편해소 등의 효과와 함께 지역주민들의 반응도 좋은 것으로 분석되어, 총 11개 학교 20곳에 사업비 9700만원을 투자해 태양광 조명시스템을 설치할 계획이다.

서울시는 에너지 절약 및 온실가스 저감을 위해 친환경 가로등인 '솔라LED 조명

등' 상용화 연구개발을 추진하고 있다.

솔라LED 조명등은 전력은 태양전지로 공급하고 조명등은 저전력 소비 LED로 구성돼 온실가스 배출이 전혀 없으며, 기존 태양광 가로등의 단점을 보완개선한 조명등을 시범 제작하여 솔라LED 조명등의 상용화와 2020년 서울광원의 공공부문을 전량 LED로 교체할 계획이다. 시범 사업은 2010년 8월에 시작하여 총 3호기(10기)가 설치되어 실증 작업이 진행되며, 1호기(2기)와 2호기(2기)는 KIST내에 설치하여 소비전력, 조명등의 높이, 원격제어방식 등 기능 측면을 집중 실증하고, 결정된 기능 규격과 디자인은 최종 3호기(6기)에 적용하여 11월 2010 서울 G20 정상회의가 개최되는 코엑스 주변에 설치해 외국 국민 및 시민에게 선보임으로써 저탄소 그린에너지 도시를 선도하는 서울의 녹색도시 이미지를 널리 알릴 계획이다.

서울시는 이번 솔라LED 조명등 실증사업을 통해 기술개발이 이루어지면 본격적으로 보급할 예정이며, 우선 서울시내 공원 등을 솔라 LED조명등으로 교체할 경우 온실가스를 연간 3만톤의 CO2를 감축시킬 것으로 기대하고 있다.

11) <http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2007042358291&sid=0106&nid=006<y pe=1>

12) <http://www.nyjtoday.com/news/articleView.html?idno=6017>

제 3 장

전기설비교체로 인한 온실가스 감축평가

제3장 전기설비교체로 인한 온실가스 감축평가

1. 온실가스 감축 시뮬레이션 개요

1) 방법론

전기소비에 의한 온실가스 배출량은 지자체의 온실가스 배출량에서 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다.

국가 온실가스 배출통계 작성 시에는 전기 소비에 의한 온실가스 배출량을 산정하기보다는 발전소를 개별 배출원으로 두고 발전을 위한 에너지 소비에서 배출되는 온실가스 배출량을 산정한다. 그러나 지자체의 경우 발전소가 공공시설이기 때문에 발전소에 대한 온실가스 저감정책을 수립하기도 어려운 실정이며, 관내에 발전소가 있을 경우 이로 인한 온실가스 배출량이 상당히 높아지기 때문에, 온실가스 저감정책의 수립과 이행에 많은 애로가 뒤따르고 있다.

따라서 지자체에서 온실가스 배출량을 산정할 경우에는 전기 생산을 위한 발전소의 온실가스 배출량을 직접적으로 산정하지 않고, 최종 소비자의 전기소비량에 따른 온실가스 간접배출량을 해당 지자체의 온실가스 배출량에 포함시키고 있다.

다만, 간접 배출량으로 최종 소비된 전기 에너지의 소비량 자료를 이용하여 온실가스 배출량을 산정했을 경우, 이중계산을 피하기 위해 전기의 생산에 따른 온실가스 배출량은 온실가스 배출량에서 제외해야 한다.

최종 소비자가 전기 에너지 절감을 통해 전기필요량을 낮추게 되면, 발전소에서도 전력 생산을 적게 하여야 하기 때문에, 결과적으로 온실가스가 줄어들게 되는 효과를 볼 수 있으며, 전기 에너지 절감정책은 지자체에서 온실가스 저감정책으로 수립하기가 용이하고, 대시민 홍보에 따른 에너지절약에 가장 쉽게 접근이 가능한 부분임.

본 연구에서는 전기에너지 소비 중에서도 가정 및 상업 부문의 조명으로 소비되는 전기 에너지를 LED 전등 보급을 통해 전기 에너지를 어느 정도 절약 가능하며, 이로 인한 온실가스 감축량은 얼마인가에 대한 시뮬레이션을 수행하였다.

가정 내 사용 중인 백열전구 및 형광등을 LED로 교체할 경우, 전기소비량, 전기요금, 조도 등에 대한 일반적 비교와 함께, 경제적인 부분에 대한 평가를 수행하였으며, 전기 소비량의 절감으로 인한 온실가스 감축량을 산정하였다.

2) 활동도 자료 및 배출계수

지자체의 전기소비량 활동도 자료는 “에너지통계연보” 및 “지역에너지통계연보”, 각 지자체의 통계연보 등에 제시되어 있긴 하지만, 본 연구에서 요구되는 산업, 수송, 가정 및 상업난방, 공공 및 기타 부문으로 구분되어 매년 제시되는 전기 소비량 자료의 획득이 쉽지 않다.

특히 기초자치단체별 전기사용량을 부문별로 구분하고자 할 때는 한국전력공사의 통계자료를 활용하는 방안이 가장 합리적인 것으로 판단되었다.

한국전력공사에서는 e-영업통계시스템이라는 자체 통계 DB를 이용하고 있으므로, 해당 지자체의 산업, 수송, 가정 및 상업난방, 공공 및 기타 부문에 소비된 전력소비량을 기초자치단체까지 확보 가능하였다.

<표 3-1> 대전광역시 가정부문 및 전체 전력소비량

(단위 : MWh)

연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
가정용	1,107	1,188	1,277	1,286	1,430	1,505	1,550	1,603	1,656
대전시 전체	5,289	5,772	6,211	6,503	6,896	7,253	7,506	7,823	8,088

자료 : 한국전력공사, 한국전력통계, 2001~2009

한국전력공사에서 매년 발간하는 한국전력통계 자료에서 대전광역시 가정 부문 및 대전광역시 전체 전력 소비량을 정리하여 <표 3-1>에 제시하였다.

<표 3-1>의 전력 소비량 자료에 의하면, 대전광역시의 가정 부문 전력소비량은 2000년 1,107 MWh에서 2008년도 1,656 MWh로 지속적인 증가추세를 보이고 있으며, 대전광역시 가정 부문의 전력 소비량은 대전광역시 전체 전력 소비량의 약 20% 수준을 보이고 있는 것으로 나타났다.

우리나라의 전력 부문 간접 배출계수는 정해지지 않은 상태이며, 우리나라에서 최근 자주 사용되고 있는 전력 부문 간접 배출계수를 <표 3-2>에 제시하였다.

일반적으로 <표 3-1>에 제시된 배출계수 B가 널리 알려져 있으며, 배출계수 A는 2009년말 환경관리공단에서 지자체 온실가스 배출량 산정을 위한 새로운 지침 중에서 발췌한 것이다.

<표 3-2> 전력 간접 배출계수

(단위 : kgCO₂,eq/kWh)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
배출계수 A	0.447	0.477	0.454	0.449	0.475	0.460	0.464	0.464	0.464
배출계수 B	0.424								

자료 : 배출계수 A - 우리나라 전력 배출계수(2007년 및 2008년은 2006년도 배출계수 적용)
배출계수 B - 에너지경제연구원 정책보고서, 2005. 8

본 연구에서도 “대전광역시 기후변화대응을 위한 온실가스 감축 종합계획” 등에서 적용되었던 배출계수 B를 적용하여, 대전시 가정 및 상업난방 부문의 전기 소비에 의한 온실가스 배출량을 산정하였다.

2. 가정 및 상업 부문의 전력소비에 의한 온실가스 배출량 및 전망

1) 배출량

대전광역시의 가정 및 상업 부문 전기소비에 의한 온실가스 배출추이를 <표 3-3>에 제시하였다.

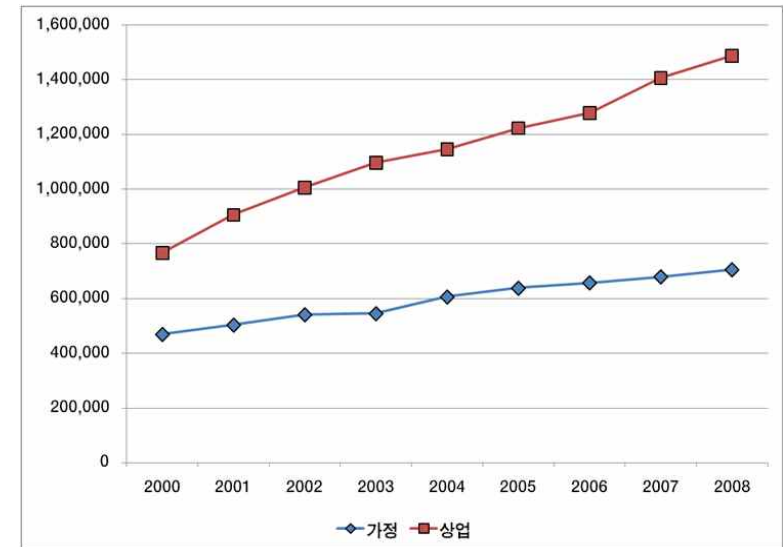
<표 3-3> 및 <그림 3-1>을 살펴보면, 대전광역시 가정 및 상업 부문중 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량은 매년 꾸준한 증가추세에 있는 것으로 나타났으며, 가정 부문 보다 상업부문의 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량 증가가 더 큰 것으로 나타났다.

<표 3-3> 대전광역시 전기에너지 소비(가정 및 상업)에 의한 온실가스 배출량

(단위 : 톤CO₂,eq)

연 도	가정	상업	계
2000	469,579	766,474	1,236,053
2001	503,541	905,616	1,409,157
2002	541,350	1,005,722	1,547,072
2003	545,195	1,095,286	1,640,481
2004	606,134	1,144,041	1,750,175
2005	637,935	1,222,032	1,859,967
2006	657,374	1,277,867	1,935,242
2007	679,474	1,404,757	2,084,231
2008	705,395	1,486,438	2,191,833

본 연구에서 주안점을 두고 있는 가정 부문의 전기 에너지 소비에 따른 온실가스 배출량은 2000년도 469,579 톤CO₂,eq에서 2008년 705,395 톤CO₂,eq로 2000년대비 50.2%의 온실가스 배출이 증가하였으며, 매년 약 26,000 톤CO₂,eq의 온실가스 배출량이 증가한 것으로 산정되었다.



<그림 3-1> 대전광역시 전기에너지 소비에 의한 온실가스 배출추이

2) 배출량 전망 방법론

온실가스 감축잠재량을 산정하고, 온실가스 감축 목표를 수립하기 위해서는 우선적으로 온실가스 배출량을 전망해야 하는데, 석유 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량의 경우 국제유가의 변동에 따라 온실가스 배출량의 변화폭이 상당히 큰 편이기 때문에, 온실가스 배출전망을 합리적으로 추정해야, 현실적인 온실가스 감축 잠

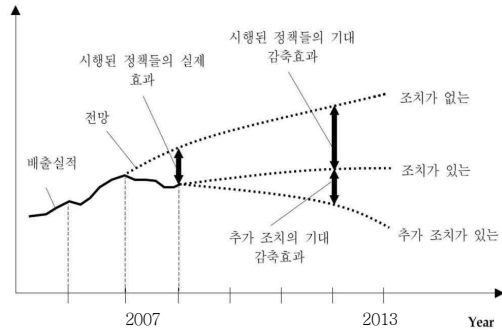
재량을 산정할 수 있다.

먼저 온실가스 배출량의 장래 전망을 위해서는 국가의 온실가스 배출량 예측 주기, 국가 및 지방자치단체의 온실가스 감축 목표연도 및 감축량 등을 고려하여 추정해야 한다.

또한 온실가스 배출량 예측은 경제성장율, 에너지 사용량 증감율, 산업구조의 변화, 인구의 증감, 자동차 증감율, 임야율, 녹지율 등 온실가스 배출량 변화에 영향을 주는 다양한 인자를 고려해야 한다.

한국에너지경제연구원에서 유엔기후변화협약을 토대로 우리나라 국가보고서 작성을 위한 기반구축연구¹³⁾에 의하면, 국가의 예측치 제시방법은 다음과 같다.

- 조치가 없는 경우 : Baseline 또는 참고를 위해 기후변화대응 정책이나 기타 조치들이 시행되지 않은 경우의 예측
- 조치가 있는 경우 : 현재 수행중이거나 시행계획이 수립되어 있는 정책과 조치들의 감축량을 반영한 예측
- 추가 조치가 있는 경우 : 기존 정책에 부가적으로 추가하고자 하는 정책의 감축량까지 반영한 예측



<그림 3-2> 온실가스 배출량 예측치 제시방법

13) 에너지경제연구원, 기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축연구(3차년도), 2006

특히 에너지 부문의 경우 에너지 제품의 다양성, 에너지 전환기술, 소비목적이 매우 복잡한 구조를 가지고 있어 장기적인 평가를 필요로 하므로 모형을 활용한 예측이 필요하다. 또한 일반적으로 에너지 분석모형은 배출량 분석뿐 아니라 특정 기술이나 정책이 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하여 감축잠재량을 산정하는데 활용되었다.

유럽국가를 중심으로 에너지 계획을 평가하기 위해 공급모형으로 MARKAL¹⁴⁾, EFOM¹⁵⁾, MESSAGE¹⁶⁾ 등이 활용되고 있으며, 특정목적용을 위한 수요모형으로 MEDEE¹⁷⁾ 등이 활용되고 있다.

이들 모형은 모형에서 설정한 지역, 분석시간, 기술 등에서 최소비용의 에너지, 기술의 공급전략 구축을 목표로 하며, 대부분 에너지 분석모형이 중심이지만, 이를 기후변화모형으로 확대적용이 가능하다.

본 연구에서는 가정 및 상업 부문의 전기 에너지 소비에 따른 온실가스 배출 전망치를 가능한 체계적이고 정확하게 추정하기 위해 다양한 배출량 산정방법론을 고려하였으며, 고려된 방법론은 다음과 같다.

□ 1인당 GRDP 증가율을 이용한 배출량 예측

한국에너지기술연구원(2009)의 대전광역시 온실가스 배출량 산정조사 및 저감방안 연구 보고서에 의하면, 대전광역시 과거 1인당 GRDP 증가율을 산출한 뒤, 추정된 인구수를 곱하여 GRDP를 추정하고, 다음으로 추정된 GRDP(2000~2007)와 에너지 소비량(2000~2007)을 회귀분석하여 GRDP에 대한 에너지 수요전망을 예측한바 있다.

이는 GRDP와 인구를 대비시켜, 인구의 증감과 경제성장율을 모두 고려한 것과 같은 효과가 있으나 대전광역시의 경우 인구의 증가가 완만한 반면, GRDP의 증가

14) MARKet ALlocation of Technical Model

15) Energy Flow Optimization Model

16) Model for Energy Supply System Alternative and their General Environmental Impact

17) Modele d'Evaluation de la Demande En Energie

가 상대적으로 높기 때문에 1인당 GRDP의 증가율을 이용하여 온실가스 배출량을 예측할 경우 실제보다 과대산정될 우려가 높다는 단점이 있다.

□ 국가 에너지 수요전망을 활용한 배출량 예측

국가에너지 수요전망을 이용하여 장래의 온실가스 배출량을 예측하는 방법으로 국가는 2030년까지 부문별, 에너지원별로 에너지 수요 전망결과가 제시되어 있으므로, 부문별 온실가스 배출량을 국가에너지 수요전망의 증감비율에 맞춰 전망하였다.

이 방법의 경우, 기존 국가 에너지 수요전망 결과를 준용하기 때문에 장래 배출 전망의 산정이 상대적으로 쉬운 반면, 국가 에너지 수요전망과 대전광역시 실제 에너지 수요와는 차이가 있으므로 정확도가 떨어진다는 단점이 있다.

□ 단순 증감율을 이용하는 방법

온실가스 배출량 산정의 개시연도와 최종연도의 배출량 차이를 이용하여 연평균 증감율을 산출한 뒤, 계획연도까지 해당 부분의 연평균 증감율을 더하거나 빼주어 온실가스 배출량을 예측하는 방법으로, 장래예측에 대한 복잡한 가정이나 분석을 할 필요없이 산정과정의 간단한 장점이 있다.

반면, 현지 시점의 제한된 기간내의 증가율이 장래까지 지속된다고 가정하고 예측하는 것이므로 장기예측의 경우 불확도가 상당히 높은 방법이다.

□ 인구비례에 의한 방법

온실가스 배출량의 예측시 인구의 증감율을 고려한 장래인구 추정치와 부문별 온실가스 배출량을 1차 선형회귀분석을 통해 장래 배출량을 추정하는 방법으로, 인구의 증감을 고려하면서 연도별 배출량의 추이를 동시에 고려하게 되는 산정방법

이지만 산업 부문이나 산업공정, 폐기물, 농축산업 부문 등이 지배적인 지역에 있어서는 상당한 오차를 야기할 수 있다.

□ 배출량의 추이를 회귀분석하여 이용하는 방법

온실가스 배출량은 이미 활동도 자료와 배출계수 등의 값이 모두 포함된 최종 결과값으로, 부문별 온실가스 배출량은 이미 각 해당연도의 사회, 경제적인 부문이 모두 포함된 배출량으로 산정된 것으로 볼 수 있다.

과거 연도의 온실가스 배출량의 연도별 추이를 회귀분석하여 장래 온실가스 배출량예측을 할 경우, 합리적인 수준에서 온실가스 배출량을 예측할 수 있다는 장점이 있다.

그렇지만 회귀분석을 이용할 경우에는 과거의 자료에 경향성이 있지 않은 경우 회귀분석 자체가 무의미하며, 경향성이 뚜렷한 경우 일정기간 이후에 둔화되거나 급격한 증감을 보일지도 모르는 변곡점에서의 불확도가 높다는 단점이 있다.

□ 본 연구에서의 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 장래전망 설정 및 방향

가정 부문의 경우에는 인구에 의한 영향이 지배적이므로 1인당 에너지 소비량을 산정하여, 1인당 에너지 소비량에 대해 에너지 소비 전망을 적용한 뒤, 대전광역시 추계인구수를 곱하여 가정 부문의 에너지 소비량을 산정하였다.

산업 부문의 경우에는 국가 GDP와 대전광역시 GRDP의 비율을 이용하여, 국가 최종에너지 소비전망결과를 대전광역시의 최종에너지 소비결과로 변환하였다.

또한 향후에는 신재생에너지의 확대 및 원자력 발전 비율이 확대되어 현재 사용한 전력부문의 간접배출량 배출계수 값에 대한 보정을 해주어야 현실적인 온실가스 배출전망이 가능하다.

본 연구에서는 원자력 발전 및 신재생에너지 비율을 고려하여 전력 배출계수를 보정하였으며, 보정된 배출계수를 적용하여 가정 및 상업 부문의 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량을 전망하였다.

3) 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량 전망 결과

가정 및 상업 부문의 전기 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량을 2050년도까지 전망하여 <표 3-4> 및 <그림 3-2>에 제시하였다.

전기 에너지 소비량은 2050년까지 증가추세를 보이는 것으로 추정되었지만, 향후 원자력 발전 및 신재생에너지 비율이 높아질수록 전력 부문의 온실가스 배출계수는 낮아지게 된다.

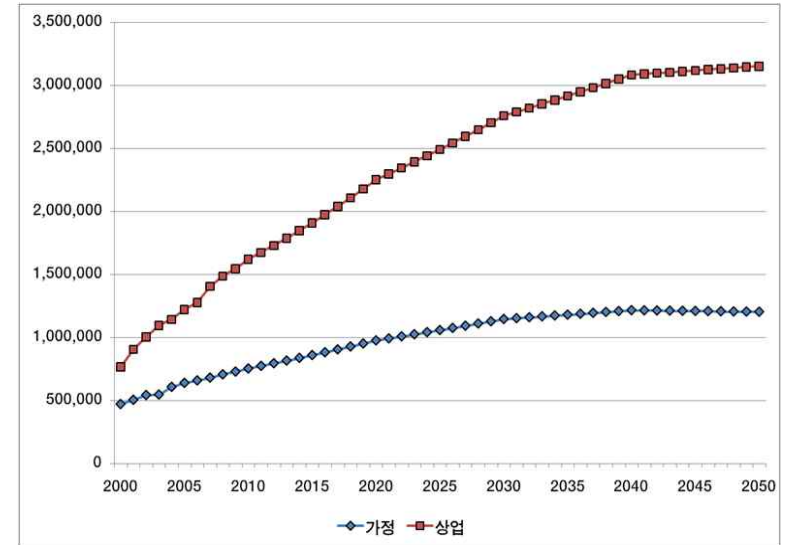
<표 3-4> 대전광역시 전기에너지 소비(가정 및 상업)에 의한 온실가스 배출전망

(단위 : 톤CO₂,eq)

연도	가정	상업	계
2000	469,579	766,474	1,236,053
2005	637,935	1,222,032	1,859,967
2010	752,054	1,619,118	2,371,171
2015	858,350	1,908,728	2,767,078
2020	974,787	2,250,141	3,224,928
2025	1,057,263	2,490,455	3,547,718
2030	1,144,669	2,756,434	3,901,104
2035	1,179,707	2,914,199	4,093,906
2040	1,214,712	3,080,993	4,295,705
2045	1,208,763	3,115,147	4,323,910
2050	1,202,183	3,149,681	4,351,863

따라서 가정 부문의 경우 2040년부터 2050년까지는 전기 에너지 소비로 인한 온실가스 배출량이 감소 추세를 보이는 것으로 추정되었다.

상업 부문의 전기 에너지 소비에 따른 온실가스 배출 전망은 2050년까지 증가추세를 보일 예정이지만, 2020년 이후 조금씩 완만한 증가추세를 나타내었다.



<그림 3-3> 전기에너지 소비(가정 및 상업)에 의한 온실가스 배출량 전망

3. LED 전등 교체 시나리오의 적용 및 결과

본 연구에서는 가정의 전등 중 백열전구와 형광등을 전기 에너지 소비량이 적은 LED 램프로 교체하는 시나리오에 따른 온실가스 감축잠재량, 전등 교체에 따른 평가 등을 수행하였다.

1) 백열전구

(1) 백열전구와 LED램프의 특성 비교

백열전구를 LED가 대체한다고 할 때, 백열전구는 60W를 가정하며, 하루 8시간 사용한다고 가정하였다.

<표 3-5> 백열전구와 LED 램프의 특성 비교

구분	일반 백열전구	에너지절약형 전구(LED)
업체명	(주)일광	(주)삼성
모델명	A55	삼성 LED램프*
가격(원/개)	770	29,920 ¹⁾
수명(hour)	1,000	50,000
소비전력(W)	60	7.1
광속(Lm)	730	420
전력소비량(kWh/년·세대) ²⁾	175	21
전기세(원/년·세대) ³⁾	17,096	2033
연간 온실가스배출량(kg CO ₂ /년·세대) ⁴⁾	74	9

- 1) LED 전구의 가격은 부과세를 포함한 가격임.
- 2) 하루 한 가정 당 백열전구 사용량을 8 시간으로 가정함.
- 3) 판매단가 추이에 따른 1kWh 당 전기세 = 98.07 원/kWh (자료 : 제 79호 한국전력통계, 한국전력공사, 2010. 5.)
- 4) 1 kWh 당 온실가스의 배출량 = 0.424 kg CO₂/kWh

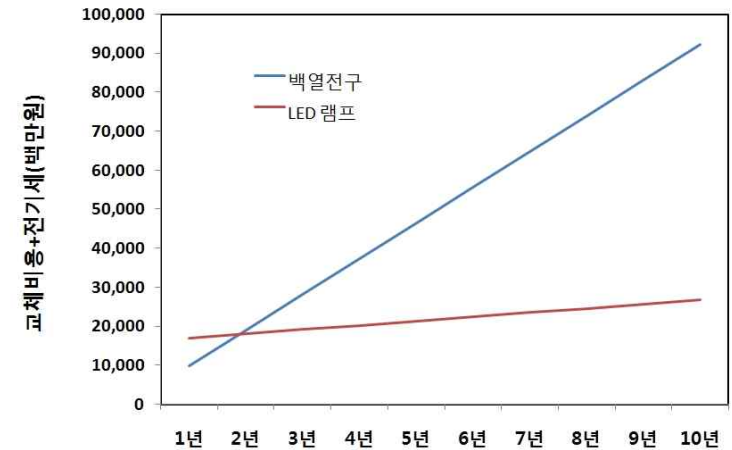
60W 백열전구 대체용으로 LED 램프 7.1W가 일반적으로 사용되며, 수명은 백열전구보다 약 50배 정도이다. 광속은 광원으로부터 나오는 빛의 양으로 이 둘의 광속은 각각 730lm, 420lm였다.

백열전구와 LED 램프의 세부 항목에 대하여 비교하여 <표 3-5>에 제시하였다.

(2) 백열전구와 LED 램프의 누적 금액 비교

다음과 같은 가정하에 백열전구와 LED 램프의 사용에 따른 비용의 비교를 수행하였다.

- 사용시간 : 하루 8시간
- 판매단가 : 1kWh 당 전기요금은 98.07 원 (한국전력공사, 2010. 5. 기준)
- 교체주기 : 연 2회로 가정.
- 1가구당 1개만 교체하는 것으로 가정하고 대전시 전체 가구수를 곱하여 대전시 전체 가구에 대한 비용을 산정함.



<그림 3-4> 백열전구와 LED램프의 누적 금액 비교

상기의 가정 조건을 일반 백열전구와 LED 램프에 적용시켜 누적 금액을 비교한 결과를 <그림 3-4>에 제시하였다.

<그림 3-4>에 의하면, LED 램프는 백열전구에 비해 소비하는 전력량이 약 88%정도 적으며, LED 램프가 백열전구에 비해 다소 고가이긴 하지만, 램프를 교체한 후, 1년 반이 지나면 LED 램프의 초기 교체비용을 상쇄시킬 수 있는 것으로 분석되었다.

(3) 대전광역시의 LED 램프 교체 효과

대전광역시 전체에 대한 LED 램프의 교체 효과를 비교하기 위해 가구당 백열전구의 교체 개수를 각각 3개, 4개, 5개, 교체비율을 30%, 50%, 80%로 두고 LED 램프로 교체할 경우의 기대효과를 분석하였다.

한편, 본 연구에서 기대효과 산정에 필요한 가정은 다음과 같다.

- 60W 백열전구를 7.1W LED 램프로 교체
- LED 램프 가격 : 29,920원/개
- 사용시간 : 하루 8시간
- 전력 판매단가 : 1kWh 당 전기요금은 98.07 원 (한국전력공사, 2010. 5. 기준)
- 교체주기 : 연 0.2회로 가정.
- 1가구당 1개만 교체하는 것으로 가정하고 대전시 전체 가구수를 곱하여 대전시 전체 가구에 대한 비용을 산정함.
- 1kWh 당 온실가스의 배출량 = 0.424 kg CO₂/kWh
- 소나무 한 그루당 연간 온실가스 흡수량 = 5 kg CO₂/그루·년
- 대전시 자동차 1대당 1일 평균주행거리 = 45.63 km/일
- 자동차 한대가 1km를 주행할 때 배출하는 CO₂의 양 = 236 g CO₂/km·대

대전시 및 5개 자치구별 가구수를 적용하여 각 자치구별로 기대효과를 분석하였으며, 각각의 경우에 따른 전기에너지 절감량, 전기사용요금, 전기 에너지 절감량에 따른 온실가스 감축잠재량, 온실가스 감축잠재량에 해당하는 산림의 흡수량 및 자동차의 온실가스 배출량과 비교하여 <표 3-6>~<표 3-11>에 각각 제시하였다.

또한 2050년도까지 대전광역시 추계가구수를 적용하여, 2000년~2050년까지의 대전시 전체 가구에 대한 전기 에너지 절감량 및 온실가스 감축잠재량을 산정하여 <표 3-12> 및 <표 3-13>에 제시하였다.

<표 3-6> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 전체)

구분	가구수 (세대) (2009년)	적용 비율(%)	가구당 교체 개수 (개/세대)	사용 전구수 (천개)	LED 최초 교체비용 (백만원)	절감 전력 소비량 (kWh/년)	절감 전기세 (백만원/년)	연간 절감 온실가스 배출량 (kg CO2/년)	상쇄효과 (소나무 천그루)	상쇄효과 (자동차 대수)
대전시	538,100	30	3	484	15,546	73,534,594	7,176	31,178,668	6,236	6,852
			4	646	20,728	98,046,125	9,567	41,571,557	8,314	9,136
			5	807	25,910	122,557,656	11,959	51,964,446	10,393	11,419
		50	3	807	25,910	122,557,656	11,959	51,964,446	10,393	11,419
			4	1,076	34,546	163,410,208	15,946	69,285,928	13,857	15,226
			5	1,345	43,183	204,262,760	19,932	86,607,410	17,321	19,032
		80	3	1,291	41,455	196,092,250	19,135	83,143,114	16,629	18,271
			4	1,722	55,274	261,456,333	25,513	110,857,485	22,171	24,362
			5	2,152	69,092	326,820,416	31,891	138,571,856	27,714	30,452

<표 3-7> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(동구)

구분	가구수 (세대) (2009년)	적용 비율(%)	가구당 교체 개수 (개/세대)	사용 전구수 (천개)	LED 최초 교체비용 (백만원)	절감 전력 소비량 (kWh/년)	절감 전기세 (백만원/년)	연간 절감 온실가스 배출량 (kg CO2/년)	상쇄효과 (소나무 천그루)	상쇄효과 (자동차 대수)
동구	95,415	30	3	86	2,757	13,039,032	1,272	5,528,550	1,106	1,215
			4	114	3,675	17,385,376	1,696	7,371,400	1,474	1,620
			5	143	4,594	21,731,720	2,121	9,214,249	1,843	2,025
		50	3	143	4,594	21,731,720	2,121	9,214,249	1,843	2,025
			4	191	6,126	28,975,627	2,827	12,285,666	2,457	2,700
			5	239	7,657	36,219,534	3,534	15,357,082	3,071	3,375
		80	3	229	7,351	34,770,753	3,393	14,742,799	2,949	3,240
			4	305	9,801	46,361,004	4,524	19,657,065	3,931	4,320
			5	382	12,251	57,951,254	5,655	24,571,332	4,914	5,400

<표 3-8> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(중구)

구분	가구수 (세대) (2009년)	적용 비율(%)	가구당 교체 개수 (개/세대)	사용 전구수 (천개)	LED 최초 교체비용 (백만원)	절감 전력 소비량 (kWh/년)	절감 전기세 (백만원/년)	연간 절감 온실가스 배출량 (kg CO2/년)	상쇄효과 (소나무 천그루)	상쇄효과 (자동차 대수)
중 구	98,373	30	3	89	2,842	13,443,261	1,312	5,699,943	1,140	1,253
			4	118	3,789	17,924,348	1,749	7,599,923	1,520	1,670
			5	148	4,737	22,405,434	2,186	9,499,904	1,900	2,088
		50	3	148	4,737	22,405,434	2,186	9,499,904	1,900	2,088
			4	197	6,316	29,873,913	2,915	12,666,539	2,533	2,784
			5	246	7,894	37,342,391	3,644	15,833,174	3,167	3,479
		80	3	236	7,579	35,848,695	3,498	15,199,847	3,040	3,340
			4	315	10,105	47,798,260	4,664	20,266,462	4,053	4,454
			5	393	12,631	59,747,825	5,830	25,333,078	5,067	5,567

<표 3-9> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(서구)

구분	가구수 (세대) (2009년)	적용 비율(%)	가구당 교체 개수 (개/세대)	사용 전구수 (천개)	LED 최초 교체비용 (백만원)	절감 전력 소비량 (kWh/년)	절감 전기세 (백만원/년)	연간 절감 온실가스 배출량 (kg CO2/년)	상쇄효과 (소나무 천그루)	상쇄효과 (자동차 대수)
서 구	176,293	30	3	159	5,093	24,091,496	2,351	10,214,794	2,043	2,245
			4	212	6,791	32,121,995	3,134	13,619,726	2,724	2,993
			5	264	8,489	40,152,494	3,918	17,024,657	3,405	3,741
		50	3	264	8,489	40,152,494	3,918	17,024,657	3,405	3,741
			4	353	11,318	53,536,658	5,224	22,699,543	4,540	4,988
			5	441	14,148	66,920,823	6,530	28,374,429	5,675	6,235
		80	3	423	13,582	64,243,990	6,269	27,239,452	5,448	5,986
			4	564	18,109	85,658,653	8,359	36,319,269	7,264	7,981
			5	705	22,636	107,073,316	10,448	45,399,086	9,080	9,977

<표 3-10> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(유성구)

구분	가구수 (세대) (2009년)	적용 비율(%)	가구당 교체 개수 (개/세대)	사용 전구수 (천개)	LED 최초 교체비용 (백만원)	절감 전력 소비량 (kWh/년)	절감 전기세 (백만원/년)	연간 절감 온실가스 배출량 (kg CO2/년)	상쇄효과 (소나무 천그루)	상쇄효과 (자동차 대수)
유성구	93,906	30	3	85	2,713	12,832,818	1,252	5,441,115	1,088	1,196
			4	113	3,617	17,110,424	1,670	7,254,820	1,451	1,594
			5	141	4,522	21,388,031	2,087	9,068,525	1,814	1,993
		50	3	141	4,522	21,388,031	2,087	9,068,525	1,814	1,993
			4	188	6,029	28,517,374	2,783	12,091,367	2,418	2,657
			5	235	7,536	35,646,718	3,478	15,114,208	3,023	3,321
		80	3	225	7,235	34,220,849	3,339	14,509,640	2,902	3,189
			4	300	9,646	45,627,799	4,452	19,346,187	3,869	4,251
			5	376	12,058	57,034,748	5,565	24,182,733	4,837	5,314

<표 3-11> 백열전구를 LED 전구로 교체시 기대효과(대덕구)

구분	가구수 (세대) (2009년)	적용 비율(%)	가구당 교체 개수 (개/세대)	사용 전구수 (천개)	LED 최초 교체비용 (백만원)	절감 전력 소비량 (kWh/년)	절감 전기세 (백만원/년)	연간 절감 온실가스 배출량 (kg CO2/년)	상쇄효과 (소나무 천그루)	상쇄효과 (자동차 대수)
대덕구	74,113	30	3	67	2,141	10,127,986	988	4,294,266	859	944
			4	89	2,855	13,503,982	1,318	5,725,688	1,145	1,258
			5	111	3,569	16,879,977	1,647	7,157,110	1,431	1,573
		50	3	111	3,569	16,879,977	1,647	7,157,110	1,431	1,573
			4	148	4,758	22,506,636	2,196	9,542,814	1,909	2,097
			5	185	5,948	28,133,295	2,745	11,928,517	2,386	2,621
		80	3	178	5,710	27,007,963	2,635	11,451,376	2,290	2,517
			4	237	7,613	36,010,617	3,514	15,268,502	3,054	3,355
			5	296	9,516	45,013,272	4,392	19,085,627	3,817	4,194

<표 3-12> 백열전구를 LED 전구로 교체시 연도별 전기 에너지 절감량

(단위 : MWh)

연도	가구수 (세대)	교체가구비율 (30%)			교체가구비율 (50%)			교체가구비율 (80%)		
		백열전구 교체개수			백열전구 교체개수(개)			백열전구 교체개수(개)		
		3개	4개	5개	3개	4개	5개	3개	4개	5개
2000	418,123	58,128	77,504	96,880	96,880	129,173	161,467	155,008	206,677	258,346
2005	482,440	67,069	89,426	111,782	111,782	149,043	186,304	178,852	238,469	298,086
2010	527,151	73,285	97,714	122,142	122,142	162,856	203,570	195,427	260,569	325,712
2015	568,793	79,074	105,432	131,790	131,790	175,721	219,651	210,865	281,153	351,441
2020	605,353	84,157	112,209	140,262	140,262	187,015	233,769	224,418	299,225	374,031
2025	633,866	88,121	117,494	146,868	146,868	195,824	244,780	234,989	313,318	391,648
2030	653,570	90,860	121,147	151,433	151,433	201,911	252,389	242,294	323,058	403,823
2035	689,654	95,877	127,835	159,794	159,794	213,059	266,324	255,671	340,894	426,118
2040	727,731	101,170	134,893	168,617	168,617	224,822	281,028	269,787	359,715	449,644
2045	767,909	106,756	142,341	177,926	177,926	237,235	296,544	284,682	379,576	474,470
2050	810,306	112,650	150,200	187,750	187,750	250,333	312,916	300,399	400,532	500,666

<표 3-13> 백열전구를 LED 전구로 교체시 연도별 온실가스 감축잠재량

(단위 : 톤CO₂,eq)

연도	가구수 (세대)	교체가구비율 (30%)			교체가구비율 (50%)			교체가구비율 (80%)		
		백열전구 교체개수			백열전구 교체개수(개)			백열전구 교체개수(개)		
		3개	4개	5개	3개	4개	5개	3개	4개	5개
2000	418,123	24,646	32,862	41,077	41,077	54,769	68,462	65,723	87,631	109,539
2005	482,440	28,437	37,917	47,396	47,396	63,194	78,993	75,833	101,111	126,389
2010	527,151	31,513	42,017	52,521	52,521	70,028	87,535	84,034	112,045	140,056
2015	568,793	33,011	44,014	55,018	55,018	73,357	91,696	88,028	117,371	146,713
2020	605,353	34,108	45,477	56,847	56,847	75,795	94,744	90,955	121,273	151,591
2025	633,866	34,673	46,231	57,789	57,789	77,051	96,314	92,462	123,282	154,103
2030	653,570	34,709	46,278	57,848	57,848	77,130	96,413	92,556	123,408	154,260
2035	689,654	36,452	48,602	60,753	60,753	81,004	101,255	97,205	129,607	162,008
2040	727,731	38,283	51,044	63,805	63,805	85,073	106,341	102,087	136,116	170,145
2045	767,909	39,702	52,936	66,170	66,170	88,226	110,283	105,871	141,162	176,452
2050	810,306	41,173	54,898	68,622	68,622	91,497	114,371	109,796	146,395	182,993

<표 3-6>에 의하면, 대전광역시 가구의 전체 30%를 세대 당 3개의 백열전구를 교체한다면 연간 73,534,594kWh의 전력량의 저감효과가 기대되며, 이는 31,178톤CO2의 온실가스를 저감하는 것과 동일한 효과를 보였다.

또한 이 경우 연간 약 72억원을 절약할 수 있고, 이는 소나무 약 624만그루의 온실가스 흡수량, 6,852대의 자동차가 1년간 운행시 배출한 온실가스량과 동일한 수치이다.

최대의 효과를 위해 교체비율이 80%라고 가정하고, 가구당 5개의 전구를 교체한 경우에는 약 319억원이 절약되며, 소나무 2,771만그루의 흡수량, 30,452대의 자동차가 1년간 운행시 배출한 온실가스량과 같다.

<표 3-13>에 의하면, 2020년 대전광역시 가구의 전체 30%를 세대 당 3개의 백열전구를 교체한다면 연간 34,108톤CO2의 온실가스를 감축 가능하며, 교체비율이 80%라고 가정하고, 가구당 5개의 전구를 교체한 경우에는 151,591톤CO2의 온실가스를 감축 가능하였다.

이는 2020년도 가정 부문 전기 소비에 의한 온실가스 배출량인 974,787톤CO2의 3.5%에서 15.6%까지 감축 가능하다는 것을 의미한다.

<표 3-14> 형광등과 LED 램프의 특성 비교

구 분	형광등	에너지절약형 전구(LED)
업체명	OSRAM	㈜삼성
모델명	FL32w	삼성 LED램프*
가격(원/개)	1,500	29,920 ¹⁾
수명(hour)	10,000	50,000
소비전력(W)	32	7.1
광속(Lm)	2,800	540
전력소비량(kWh/년·세대) ²⁾	93	21
전기세(원/년·세대) ³⁾	9,118	2,033
연간 온실가스배출량(kg CO ₂ /년·세대) ⁴⁾	40	9

- 1) LED 전구의 가격은 부과세를 포함한 가격임.
- 2) 하루 한 가정 당 백열전구 사용량을 8 시간으로 가정함.
- 3) 판매단가 추이에 따른 kWh 당 전기세 = 98.07 원/kWh (자료 : 제 79호 한국전력통계, 한국전력공사, 2010. 5.)
- 4) 1 kWh 당 온실가스의 배출량 = 0.424 kg CO₂/kWh

2) 형광등

(1) 형광등과 LED 램프의 특성 비교

형광등을 LED가 대체한다고 할 때, 형광등은 32W를 가정하며, 하루 8시간 사용한다고 가정하였다.

32W 형광등 대체용으로 LED 램프 7.1W가 일반적으로 사용되며, 수명은 형광등보다 약 5배 정도이며, 광속은 광원으로부터 나오는 빛의 양으로 이 둘의 광속은 각각 2800lm, 540lm이다.

형광등과 LED 램프의 세부 항목에 대하여 비교하여 <표 3-14>에 제시하였다.

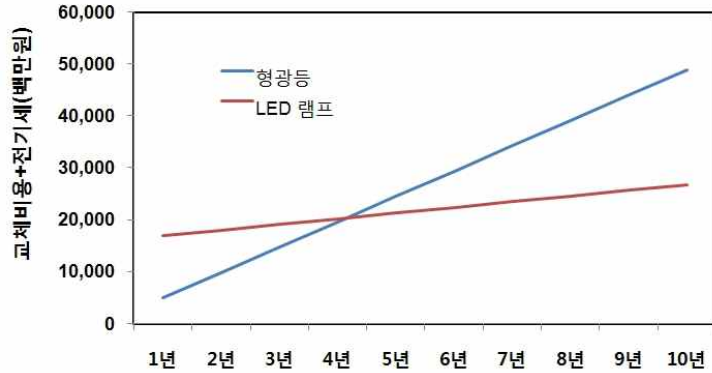
(2) 형광등과 LED 램프의 누적 금액 비교

다음과 같은 가정하에 형광등과 LED 램프의 사용에 따른 비용의 비교를 수행하였다.

- 사용시간 : 하루 8시간
- 판매단가 : 1kWh 당 전기요금은 98.07원 (한국전력공사, 2010. 5. 기준)
- 교체주기 : 연 0.2회로 가정.
- 1가구당 1개만 교체하는 것으로 가정하고 대전시 전체 가구수를 곱하여 대전시 전체 가구에 대한 비용을 산정함.

상기의 가정 조건을 일반 형광등과 LED 램프에 적용시켜 누적 금액을 비교한 결과를 <그림 3-5>에 제시하였다.

<그림 3-5>에 의하면, LED 램프는 형광등에 비해 소비하는 전력량이 약 78% 정도 적으며, LED 램프가 백열전구에 비해 다소 고가이긴 하지만, 램프를 교체한 후, 4년 반이 지나면 LED 램프의 초기 교체비용을 상쇄시킬 수 있는 것으로 분석되었다.



<그림 3-5> 백열전구와 LED램프의 누적 금액 비교

(3) 대전광역시의 LED 램프 교체 효과

대전광역시 전체에 대한 LED 램프의 교체 효과를 비교하기 위해 가구당 형광등의 교체 개수를 각각 3개, 4개, 5개, 교체비율을 30%, 50%, 80%로 두고 LED 램프로 교체할 경우의 기대효과를 분석하였다.

한편, 본 연구에서 기대효과 산정에 필요한 가정은 다음과 같다.

- 32W 형광등을 7.1W LED 램프로 교체
- LED 램프 가격 : 29,920원/개
- 사용시간 : 하루 8시간
- 전력 판매단가 : 1kWh 당 전기요금은 98.07 원 (한국전력공사, 2010. 5. 기준)
- 교체주기 : 연 0.2회로 가정.
- 1가구당 1개만 교체하는 것으로 가정하고 대전시 전체 가구수를 곱하여 대전시 전체 구에 대한 비용을 산정함.
- 1kWh 당 온실가스의 배출량 = 0.424 kg CO₂/kWh
- 소나무 한 그루당 연간 온실가스 흡수량 = 5 kg CO₂/그루·년
- 대전시 자동차 1대당 1일 평균주행거리 = 45.63 km/일
- 자동차 한대가 1km를 주행할 때 배출하는 CO₂의 양 = 236 g CO₂/km·대

대전시 및 5개 자치구별 가구수를 적용하여 각 자치구별로 기대효과를 분석하였으며, 각각의 경우에 따른 전기에너지 절감량, 전기사용요금, 전기 에너지 절감량에 따른 온실가스 감축잠재량, 온실가스 감축잠재량에 해당하는 산림의 흡수량 및 자동차의 온실가스 배출량과 비교하여 <표 3-15>~<표 3-20>에 각각 제시하였다.

또한 2050년도까지 대전광역시 추계가구수를 적용하여, 2000년~2050년까지의 대전시 전체 가구에 대한 전기 에너지 절감량 및 온실가스 감축잠재량을 산정하여 <표 3-21> 및 <표 3-22>에 제시하였다.

<표 3-15> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 전체)

구분	가구수 (2009년 통계)	적용 비율	가구당 교체 개수	사용 전구수	LED 최초 교체비용	절감 전력 소비량	절감 전기요금	연간 절감 온실가스 배출량	연간 상쇄효과 (소나무)	연간 상쇄효과 (자동차)
단위	(세대)	(%)	(개/세대)	(천개)	(백만원)	(kWh/년)	(백만원/년)	(kg CO ₂ /년)	(천그루)	(대)
대전시	538,100	30	3	479	14,317	3,412,029,999	3,412	14,751,715	2,950	3,753
			4	638	19,090	4,549,373,332	4,549	19,668,954	3,934	5,004
			5	798	23,862	5,686,716,665	5,687	24,586,192	4,917	6,255
		50	3	798	23,862	5,686,716,665	5,687	24,586,192	4,917	6,255
			4	1,063	31,816	7,582,288,887	7,582	32,781,590	6,556	8,340
			5	1,329	39,770	9,477,861,108	9,478	40,976,987	8,195	10,425
		80	3	1,276	38,179	9,098,746,664	9,099	39,337,907	7,868	10,008
			4	1,701	50,905	12,131,662,219	12,132	52,450,543	10,490	13,344
			5	2,127	63,632	15,164,577,773	15,165	65,563,179	13,113	16,680

<표 3-16> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 동구)

구분	가구수 (2009년 통계)	적용 비율	가구당 교체 개수	사용 전구수	LED 최초 교체비용	절감 전력 소비량	절감 전기요금	연간 절감 온실가스 배출량	연간 상쇄효과 (소나무)	연간 상쇄효과 (자동차)
단위	(세대)	(%)	(개/세대)	(천개)	(백만원)	(kWh/년)	(백만원/년)	(kg CO ₂ /년)	(천그루)	(대)
동구	95,415	30	3	85	2,542	605,817,869	606	2,619,219	524	666
			4	113	3,389	807,757,158	808	3,492,292	698	888
			5	142	4,237	1,009,696,448	1,010	4,365,364	873	1,111
		50	3	142	4,237	1,009,696,448	1,010	4,365,364	873	1,111
			4	189	5,649	1,346,261,930	1,346	5,820,486	1,164	1,481
			5	236	7,061	1,682,827,413	1,683	7,275,607	1,455	1,851
		80	3	227	6,779	1,615,514,316	1,616	6,984,583	1,397	1,777
			4	302	9,038	2,154,019,088	2,154	9,312,778	1,863	2,369
			5	378	11,298	2,692,523,860	2,693	11,640,972	2,328	2,962

<표 3-17> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 중구)

구분	가구수 (2009년 통계)	적용 비율	가구당 교체 개수	사용 전구수	LED 최초 교체비용	절감 전력 소비량	절감 전기요금	연간 절감 온실가스 배출량	연간 상쇄효과 (소나무)	연간 상쇄효과 (자동차)
단위	(세대)	(%)	(개/세대)	(천개)	(백만원)	(kWh/년)	(백만원/년)	(kg CO ₂ /년)	(천그루)	(대)
중 구	98,373	30	3	88	2,631	627,104,471	627	2,711,250	542	690
			4	117	3,509	836,139,295	836	3,615,000	723	920
			5	147	4,386	1,045,174,119	1,045	4,518,750	904	1,150
		50	3	147	4,386	1,045,174,119	1,045	4,518,750	904	1,150
			4	195	5,848	1,393,565,492	1,394	6,025,000	1,205	1,533
			5	244	7,309	1,741,956,865	1,742	7,531,250	1,506	1,916
		80	3	235	7,017	1,672,278,590	1,672	7,230,000	1,446	1,839
			4	313	9,356	2,229,704,787	2,230	9,640,000	1,928	2,453
			5	391	11,695	2,787,130,983	2,787	12,050,000	2,410	3,066

<표 3-18> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 서구)

구분	가구수 (2009년 통계)	적용 비율	가구당 교체 개수	사용 전구수	LED 최초 교체비용	절감 전력 소비량	절감 전기요금	연간 절감 온실가스 배출량	연간 상쇄효과 (소나무)	연간 상쇄효과 (자동차)
단위	(세대)	(%)	(개/세대)	(천개)	(백만원)	(kWh/년)	(백만원/년)	(kg CO ₂ /년)	(천그루)	(대)
서 구	176,293	30	3	157	4,693	1,118,332,777	1,118	4,835,047	967	1,230
			4	209	6,257	1,491,110,370	1,491	6,446,730	1,289	1,640
			5	261	7,821	1,863,887,962	1,864	8,058,412	1,612	2,050
		50	3	261	7,821	1,863,887,962	1,864	8,058,412	1,612	2,050
			4	349	10,428	2,485,183,950	2,485	10,744,550	2,149	2,734
			5	436	13,035	3,106,479,937	3,106	13,430,687	2,686	3,417
		80	3	418	12,514	2,982,220,740	2,982	12,893,460	2,579	3,280
			4	558	16,685	3,976,294,320	3,976	17,191,280	3,438	4,374
			5	697	20,856	4,970,367,900	4,970	21,489,100	4,298	5,467

<표 3-19> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 유성구)

구분	가구수 (2009년 통계)	적용 비율	가구당 교체 개수	사용 전구수	LED 최초 교체비용	절감 전력 소비량	절감 전기요금	연간 절감 온실가스 배출량	연간 상쇄효과 (소나무)	연간 상쇄효과 (자동차)
단위	(세대)	(%)	(개/세대)	(천개)	(백만원)	(kWh/년)	(백만원/년)	(kg CO ₂ /년)	(천그루)	(대)
유 성 구	93,906	30	3	82	2,455	584,967,651	585	2,529,074	506	643
			4	109	3,273	779,956,868	780	3,372,099	674	858
			5	137	4,091	974,946,085	975	4,215,123	843	1,072
		50	3	137	4,091	974,946,085	975	4,215,123	843	1,072
			4	182	5,455	1,299,928,113	1,300	5,620,164	1,124	1,430
			5	228	6,818	1,624,910,141	1,625	7,025,205	1,405	1,787
		80	3	219	6,546	1,559,913,735	1,560	6,744,197	1,349	1,716
			4	292	8,727	2,079,884,981	2,080	8,992,263	1,798	2,288
			5	365	10,909	2,599,856,226	2,600	11,240,329	2,248	2,860

<표 3-20> 형광등을 LED 전구로 교체시 기대효과(대전시 대덕구)

구분	가구수 (2009년 통계)	적용 비율	가구당 교체 개수	사용 전구수	LED 최초 교체비용	절감 전력 소비량	절감 전기요금	연간 절감 온실가스 배출량	연간 상쇄효과 (소나무)	연간 상쇄효과 (자동차)
단위	(세대)	(%)	(개/세대)	(천개)	(백만원)	(kWh/년)	(백만원/년)	(kg CO ₂ /년)	(천그루)	(대)
대 덕 구	74,113	30	3	67	1,997	475,807,231	476	2,057,125	411	523
			4	89	2,662	634,409,641	634	2,742,834	549	698
			5	111	3,328	793,012,052	793	3,428,542	686	872
		50	3	111	3,328	793,012,052	793	3,428,542	686	872
			4	148	4,437	1,057,349,402	1,057	4,571,389	914	1,163
			5	185	5,546	1,321,686,753	1,322	5,714,237	1,143	1,454
		80	3	178	5,324	1,268,819,283	1,269	5,485,667	1,097	1,396
			4	237	7,099	1,691,759,044	1,692	7,314,223	1,463	1,861
			5	297	8,873	2,114,698,805	2,115	9,142,779	1,829	2,326

<표 3-21> 형광등을 LED 전구로 교체시 연도별 전기 에너지 절감량

(단위 : MWh)

연도	가구수 (세대)	교체가구비율 (30%)			교체가구비율 (50%)			교체가구비율 (80%)		
		백열전구 교체개수			백열전구 교체개수(개)			백열전구 교체개수(개)		
		3개	4개	5개	3개	4개	5개	3개	4개	5개
2000	418,123	27,361	36,481	45,601	45,601	60,802	76,002	72,962	97,283	121,604
2005	482,440	31,570	42,093	52,616	52,616	70,154	87,693	84,185	112,247	140,309
2010	527,151	34,495	45,994	57,492	57,492	76,656	95,820	91,987	122,650	153,312
2015	568,793	37,220	49,627	62,034	62,034	82,712	103,390	99,254	132,339	165,423
2020	605,353	39,613	52,817	66,021	66,021	88,028	110,035	105,634	140,845	176,056
2025	633,866	41,478	55,305	69,131	69,131	92,174	115,218	110,609	147,479	184,349
2030	653,570	42,768	57,024	71,280	71,280	95,040	118,799	114,047	152,063	190,079
2035	689,654	45,129	60,172	75,215	75,215	100,287	125,358	120,344	160,459	200,574
2040	727,731	47,621	63,494	79,368	79,368	105,824	132,280	126,988	169,318	211,647
2045	767,909	50,250	67,000	83,750	83,750	111,666	139,583	134,000	178,666	223,333
2050	810,306	53,024	70,699	88,374	88,374	117,831	147,289	141,398	188,530	235,663

<표 3-22> 형광등을 LED 전구로 교체시 연도별 온실가스 감축잠재량

(단위 : 톤CO₂,eq)

연도	가구수 (세대)	교체가구비율 (30%)			교체가구비율 (50%)			교체가구비율 (80%)		
		백열전구 교체개수			백열전구 교체개수(개)			백열전구 교체개수(개)		
		3개	4개	5개	3개	4개	5개	3개	4개	5개
2000	418,123	11,601	15,468	19,335	19,335	25,780	32,225	30,936	41,248	51,560
2005	482,440	13,385	17,847	22,309	22,309	29,746	37,182	35,695	47,593	59,491
2010	527,151	14,833	19,777	24,722	24,722	32,962	41,203	39,555	52,739	65,924
2015	568,793	15,538	20,717	25,897	25,897	34,529	43,161	41,435	55,246	69,058
2020	605,353	16,055	21,406	26,758	26,758	35,677	44,596	42,812	57,083	71,354
2025	633,866	16,321	21,761	27,201	27,201	36,268	45,335	43,522	58,029	72,536
2030	653,570	16,337	21,783	27,229	27,229	36,305	45,381	43,566	58,088	72,610
2035	689,654	17,158	22,877	28,596	28,596	38,129	47,661	45,754	61,006	76,257
2040	727,731	18,020	24,026	30,033	30,033	40,044	50,055	48,052	64,070	80,087
2045	767,909	18,688	24,917	31,146	31,146	41,528	51,910	49,834	66,445	83,056
2050	810,306	19,380	25,840	32,301	32,301	43,067	53,834	51,681	68,908	86,135

<표 3-15>에 의하면, 대전광역시 가구의 전체 30%를 세대 당 3개의 형광등을 교체한다면 연간 34,791,781kWh의 전력량의 저감효과가 기대되며, 이는 약 14,751톤CO2의 온실가스를 저감하는 것과 동일한 효과를 보인다.

또한, 이 경우 연간 34억1,200만원을 절약할 수 있고, 이는 소나무 약 295만그루의 온실가스 흡수량, 3,753대의 자동차가 1년간 운행시 배출한 온실가스량, 수도 44,433kl 생산시 배출한 온실가스량, 생활쓰레기 15,727ton 매립시 배출한 온실가스량과 동일한 수치이다.

최대의 효과를 위해 교체비율이 80%라고 가정하고, 가구당 5개의 전구를 교체한 경우에는 151억6,450만원이 절약되며, 소나무 1,311만그루의 흡수량과 동일하며, 16,680대의 자동차가 1년간 운행시 배출한 온실가스량, 수도 197,479 kl 생산시 배출한 온실가스량, 생활쓰레기 69,897ton 매립시 배출한 온실가스량과 같다.

<표 3-22>에 의하면, 2020년 대전광역시 가구의 전체 30%를 세대 당 3개의 백열전구를 교체한다면 연간 16,055톤CO2의 온실가스를 감축 가능하며, 교체비율이 80%라고 가정하고, 가구당 5개의 전구를 교체한 경우에는 71,354톤CO2의 온실가스를 감축 가능하다.

이는 2020년도 가정 부문 전기 소비에 의한 온실가스 배출량인 974,787톤CO2의 1.6%에서 7.5%까지 감축 가능하다는 것을 의미한다.

이상의 결과에서 가정내의 백열전구와 형광등을 LED 램프로 교체할 경우에는 다음과 같은 기대효과를 예상할 수 있다.

- ① 백열전구와 형광등을 LED 램프로 교체하여 온실가스 배출량을 저감시킬 수 있으며, 향후 CDM 사업화 추진을 고려할 수 있음.
- ② 2020년까지 BAU 대비 30% 감축인 국가의 목표 감축량 달성을 위해, 대전시의 경우 에너지의 비율이 대부분이므로, 대전시의 온실가스 배출특성을 고려한 지자체의 여건에 부합되는 전략적인 감축을 실시할 수 있음.
- ③ 대전시의 녹색성장과 더불어 지역경제의 활성화 가능

제 4 장

결론 및 정책제언

제4장 결론 및 정책제언

1. 결론

대전광역시 전체에 대한 LED 램프의 교체 효과를 비교하기 위해 가구당 백열전구와 형광등의 교체 개수를 각각 3개, 4개, 5개, 교체비율을 30%, 50%, 80%로 두고 LED 램프로 교체할 경우의 기대효과를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

대전시 가구의 전체 30%를 세대 당 3개의 백열전구와 형광등을 교체한다면 연간 각각 73,534,594kWh, 34,791,781kWh의 전력량의 저감효과가 기대되며, 이는 각각 31,179톤CO₂, 14,751톤CO₂ 온실가스를 저감하는 것과 동일한 효과를 보였

다. 또한 이 경우 연간 각각 약 72억원과 약 34억원을 절약할 수 있고, 이는 소나무를 각각 약 624만그루, 295만그루의 온실가스 흡수량, 6,852대, 3,753대의 자동차가 1년간 운행시 배출한 온실가스량과 동일한 수치이다.

최대의 효과를 위해 교체비율이 80%라고 가정하고, 가구당 5개의 전구를 교체한 경우에 백열전구와 형광등은 각각 약 327억원과 약 152억원이 절약되며, 소나무는 각각 2,771만그루, 1,311만그루의 흡수량과 동일하며, 자동차는 각각 30,452대, 13,887대 1년간 운행시 배출한 온실가스량과 같다.

이상의 결과에서 가구내의 백열전구와 형광등을 LED 조명으로 교체할 경우, 사용되는 전기에너지의 절감으로 인한 온실가스 배출량을 저감시킬 수 있으며, 향후 CDM 사업화 추진을 고려할 수 있다.

대전광역시는 에너지 소비로 인한 온실가스 배출량이 약 90%를 초과하는 특징을 갖고 있으므로, 백열전구를 LED로 교체하는 정책은 대전시의 온실가스 배출특성을 고려한 지자체의 여건에 부합되는 전략적인 감축정책이라 할 수 있다.

2. 정책제언

본 연구는 일반 가정에서 흔히 사용되는 백열전구와 형광등을 LED 램프로 교체한 기대효과를 분석한 것으로, 본 연구의 기대효과를 근거로 다음과 같은 정책 수립이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구의 결과를 기반으로 하여, 다음에 제안하는 다양한 방향에 대해 적극적으로 대전광역시 추진할 경우 다른 자치단체보다 능동적인 기후변화 대응을 위한 노력이 앞서나가는 대전광역시가 될 것으로 판단된다.

□ 가정의 형광등을 LED 램프로 교체

각 가정에서 사용되는 전등은 백열전구보다 형광등이 더 많으며, 일반 형광등은 40W이고, 고효율 형광등은 32W이므로, 이를 8W LED 램프로 교체할 경우, 개당 기대효과는 백열전구보다 낮지만, 백열전구 보다 형광등이 개수가 더 많으므로 가구당 전기 절감량은 백열전구의 경우보다 더 높을 것으로 판단된다.

현재 LED 형광등이 LED 업체에서 개발되고 있지만, 정부의 표준규격이 없어 회사별로 LED 형광등의 형태가 제각각이라는 문제점이 있다.

- 안정기는 기존 형광등의 안정기를 사용하고, 등만 LED 형광등으로 교체하는 모델

- 안정기와 형광등을 동시에 교체해야 하는 모델 등

□ 가로등 및 보안등을 LED 또는 고효율 등으로 교체

일반 나트륨 가로등의 소비전력은 250W이며, 보안등의 경우는 100W의 나트륨등이 널리 사용되고 있으며, 가로등 및 보안등을 대체할 수 있는 150W(가로등용) 및 70W(보안등용)의 LED 또는 고효율 메탈전등이 출시되어 있다.

대전광역시(2010)의 “대전광역시 기후변화대응을 위한 온실가스 감축 종합계획”에 따르면, 2010년 LED 가로등/보안등 보급률을 5%에서 2011년 10% 이후 매년 10%씩 보급을 확대하여 2020년도에는 모든 가로등 및 보안등을 LED 혹은 고효율 메탈전등으로 교체하는 것을 가정하여 감축잠재량을 산정한 바 있다. 이 보고서에 의하면, 가로등의 경우 250Watt의 전력소비를 하며, LED 가로등 및 고효율 가로등은 150Watt의 전력소비를 하기 때문에, 가로등이 1일 10시간 가동된다고 할 때, 가로등 1개를 LED 및 고효율 가로등으로 교체하였을 경우 1년에 0.424톤CO₂의 온실가스 삭감이 가능하다.

보안등의 경우 100Watt의 전력소비를 하며, LED 가로등 및 고효율 가로등은 70W의 전력소비를 하기 때문에, 보안등이 1일 10시간 가동된다고 할 때, 보안등 1개를 LED 및 고효율 보안등으로 교체하였을 경우 1년에 0.127 톤CO₂의 온실가스 삭감이 가능하다.

2008년 기준 대전시의 가로등이 46,471개, 보안등이 28,477개 이므로, LED 혹은 고효율 메탈 가로등 보급률을 2010년 5%에서 2020년 100% 보급하는 것으로 가정하고, 온실가스 삭감량을 산정하였다.

<표 4-1> LED/고효율 가로등 교체에 의한 온실가스 삭감량

감축수단	2015	2020	2050
LED/고효율 가로등 점유율(%)	10	100	100
온실가스 삭감량(톤CO ₂)	851	8,514	8,514

자료 : 대전광역시, 대전시 기후변화대응을 위한 온실가스 감축종합계획, 2010

□ 대형상업 건물의 조명을 LED로 교체

대형상업 건물(백화점, 할인마트 등)은 영업시간 내내 조명이 켜져 있으며, 환한 실내를 위해 상당히 많은 조명이 집적되어 있다.

일반적으로 형광등 및 할로겐 등이 대부분이며, 형광등은 40W 또는 32W(고효율), 할로겐 전구는 50~60W짜리 소형에서부터 150W 이상의 고휘도 할로겐 등이 있으며, 이를 유사한 조도를 나타낼 수 있는 LED로 교체할 경우 큰 기대효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

대형상업 건물의 경우 LED 램프 교체의무가 없으므로, 시차원에서 정책적으로 인센티브를 지원하거나 자발적 협약을 추진하여, 대형상업 건물의 자발적인 교체가 이루어질 수 있도록 유도한다.

□ 상업 시설의 조명을 LED로 교체

대시민 홍보 및 교육 사업의 일환으로 소상공인의 기후변화 교육을 실시하여, 대전시에서 교체비용의 일부를 지원하는 등의 인센티브를 제공하고 조명을 교체하는 사업을 실시한다.

상업 시설에서의 전기소비량은 대전광역시 상업 부문의 전기소비로 인한 온실가스 배출 전망 결과에서 나타난 바와 같이, 2050년까지 전기사용량이 증가추세이므로, 가정에서 백열전구를 교체하는 경우보다 몇 배나 큰 기대효과가 예상된다.

□ 지하시설(주차장 등) 조명을 LED로 교체

아파트 단지내 지하주차장, 24시간 영업하는 대형 마트 등의 주차장은 24시간 1년 365일 형광등이 켜져 있다.

본 연구는 1일 8시간 가정당 형광등 3개 내지는 5개까지 교체하는 것을 가정하였으나, 지하주차장 또는 24시간 영업하는 대형 상가의 주차장은 사용시간이 길고, 형광등의 개수가 많으므로, 시범사업 등을 통해 아파트 단지나 대형 상가를 지정하여 조명 교체 전/후를 비교하여 홍보자료로 활용할 수 있고, 온실가스 저감에도 도움이 될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

참고문헌

- 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사, 2001~2009
- 국립환경과학원(2005), "자동차온실가스저감대책연구"
- 대전광역시(2010), 대전시 기후변화대응을 위한 온실가스 감축종합계획
- 대전광역시(2009), 대전광역시 기후변화대응 로드맵 구축
- 에너지경제연구원(2006), 기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축 연구(3차년도)
- 정환도(2004), 온실가스 저감을 위한 대전광역시의 대응방향, 대전발전연구원
- 정환도(2006), 지역온실가스 저감을 위한 시민실천방안 연구, 대전발전연구원
- 정환도(2007), 기후변화협약과 자동차부문의 기초연구, 대전발전연구원
- 정환도(2008), 기후변화협약과 전력부문의 기초연구, 대전발전연구원
- 정환도(2009), 대전시 공공기관에 대한 온실가스 저감방안, 대전발전연구원
- 정환도(2009), 기후변화협약과 대전시 산림부문의 기초연구, 대전발전연구원
- 정환도(2009), 기후변화대응 실행계획작성을 위한 기초연구, 대전발전연구원
- 정환도(2009), 녹색도시대전 프로젝트 구체화방안, 대전발전연구원
- 정환도(2009), 나무심기와 저탄소도시 실현방안, 대전발전연구원
- 정환도(2009), 기후변화대응 종합계획 중간보고서, 대전발전연구원
- 정환도(2010), 지방자치단체 온실가스 배출량 및 감축방향, 대전발전연구원
- 한국전력공사, 한국전력통계, 2001~2009
- 환경부(2008), 지자체 기후변화대응 가이드라인, 2008
- 국가교통DB센터 (<http://www.ktdb.go.kr>)
- 통계청 홈페이지(<http://kostat.go.kr>)
- 에너지경제연구원 홈페이지(<http://www.keei.re.kr>)

http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2010/09/28/2010092800779.html
http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/annarbor_led.jsp
http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/chicago_led.jsp
http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/vaxjo_streetlight.jsp
<http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2007042358291&sid=0106&nid=006<ype=1>
<http://www.mediajeju.com/news/articleView.html?idxno=67134>
<http://www.nytoday.com/news/articleView.html?idxno=6017>
<http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=111737>
http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/annarbor_led.jsp
http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/chicago_led.jsp
http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/oslo_streetlight.jsp
http://www.osram.co.kr/osram_kr/KO/

기본연구보고서 2011-01

온실가스 저감을 위한

대전시 전기설비부문의 기초연구

발행인 이 창 기
발행일 2011년 11월
발행처 대전발전연구원
302-846 대전광역시 서구 월평본1길 39(월평동160-20)
전화: 042-530-3515 팩스: 042-530-3575
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.