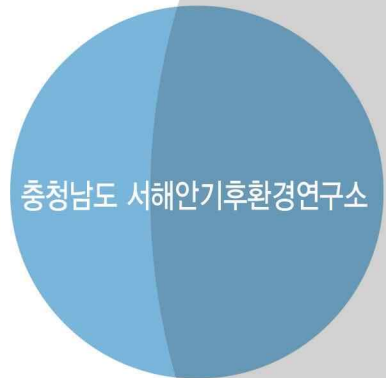


충청남도 2016년도 온실가스 감축 이행평가 및 2017년도 감축계획 수립

기후변화대응연구센터



충청남도 서해안기후환경연구소



2017. 05

충청남도 온실가스 감축
2016년도 이행평가 및
2017년도 감축계획 수립연구

2017. 5



충남연구원
ChungNam Institute



충청남도
서해안 기후환경연구소
Seohaean Research Institute

Contents

1장 충청남도 온실가스 감축사업 계획 분석	1
1. 국가 온실가스 감축계획 분석	3
2. 충청남도 중장기 온실가스 감축계획 분석	6
3. 국내·외 온실가스 감축사업 사례조사	9
4. 충청남도 온실가스 감축사업 현황 및 분석	32
2장 2016년 온실가스 감축사업 감축량 정량화	35
1. 2016년 충청남도 온실가스 감축사업 정량 평가 개요	37
2. 2016년 충청남도 온실가스 감축량 산정 방법	40
3. 2016년 충청남도 온실가스 감축량 산정 결과	42
3장 2016년 온실가스 감축사업 이행평가	71
1. 2016년 충청남도 온실가스 감축사업 이행평가 개요	73
2. 이행평가 결과 분석	75
3. 이행평가 결과에 따른 시사점	80
4장 2017년 온실가스 감축사업 계획 평가	83
1. 2017년 충청남도 온실가스 감축사업 계획	85
2. 2017년 충청남도 온실가스 감축사업 계획 평가	87
5장 Post-2020 대비 충청남도 온실가스 감축사업 제안	89
1. 국가 온실가스 감축계획에 따른 충청남도 온실가스 감축사업 추진 방안	91
2. 부문별 신규 온실가스 감축사업 발굴	95

표목차

[표 1] 국가 기후변화 대응 기본계획 주요과제 및 내용	5
[표 2] 연도별 온실가스 배출량	6
[표 3] 충청남도 온실가스 배출 현황	7
[표 4] 온실가스 감축목표	7
[표 5] 국내 주요 온실가스 감축사업 목록	9
[표 6] 제주도 공중화장실 고효율 LED 교체 사례	10
[표 7] 전라북도 고효율 LED 교체 사례	11
[표 8] 전라북도 공공임대주택 온실가스 감축량	11
[표 9] 청주시 낚은 가로등 교체 사업	12
[표 10] 서남 물재생센터 태양광발전소 설치	14
[표 11] 강동구 공공건물 태양광발전소 설치	14
[표 12] 녹색생활 상제 방안(일부)	15
[표 13] 금천구, 지구촌 불끄기(Earth Hour)	16
[표 14] 대구시, ‘온맵시 캠페인’	17
[표 15] 서울시, 지하철 지열냉난방시스템 도입	20
[표 16] NIER-06 주행거리(km) 당 오염물질 배출 평균값 비교	21
[표 17] 대구시 천연가스자동차 보급사업 목표	21
[표 18] 대구시, 천연가스버스 보급 및 충전소 확충	22
[표 19] 서울시 천연가스자동차 보급실적(단위 : 대)	22
[표 20] 유럽의 지자체 온실가스 감축정책	27
[표 21] 도쿄의 온실가스 감축정책	28
[표 22] 미국 주별 온실가스 감축정책	29
[표 23] 캐나다 주별 온실가스 감축정책	31
[표 24] 2016년도 온실가스 감축사업	33
[표 25] 충청남도 온실가스 감축 부문별 분류	38
[표 26] 충청남도 온실가스 감축량 산정대상 사업	38
[표 27] 충청남도 온실가스 감축사업 정량평가 대상항목	73

[표 28] 부문별 온실가스 감축량	75
[표 29] 2016년도 온실가스 감축사업별 예산 및 감축량	75
[표 30] 부문별 온실가스 감축량 및 목표 달성률	77
[표 31] 2016년도 온실가스 감축사업별 비용효과성 분석결과	78
[표 32] 충청남도 온실가스 감축사업 리스트 및 예산현황	85
[표 33] 2017년도 충청남도 온실가스 감축예상량	87
[표 34] 국가 기후변화 대응 주요과제	92
[표 35] 부문별 온실가스 감축목표	92

그림목차

[그림 1] 국제 기후변화 주요 현황	3
[그림 2] 국내 기후변화 주요 동향	4
[그림 3] 국가 온실가스 감축목표	5
[그림 4] 2015년 충청남도 온실가스 감축계획	8
[그림 5] 서남 태양광발전소	13
[그림 6] 서울시 ‘지구촌 불끄기’ 행사 전(좌) · 후(우)	16
[그림 7] 경유버스와 천연가스버스의 대기오염물질배출	20
[그림 8] 온실가스 감축량 산정 프로세스	40
[그림 9] 충청남도 온실가스 감축사업 이행평가 개요	74
[그림 10] 부문별 온실가스 감축량 및 감축비율	77
[그림 11] 2030년 부문별 감축 목표량	91

제 1 장

충청남도 온실가스 감축사업 계획 분석

1. 국가 온실가스 감축계획 분석
2. 충청남도 중장기 온실가스 감축계획 분석
3. 국내·외 온실가스 감축사업 사례조사
4. 충청남도 온실가스 감축사업 현황 및 분석

충청남도 온실가스 감축사업 계획 분석



1. 국가 온실가스 감축계획 분석

지구온난화로 인한 기후변화 현상으로 전세계는 다양한 물적·인적 피해가 보고되고 있으며 IPCC 제5차 보고서에 의하며 현재와 같은 온실가스 배출추세가 지속될 경우 금세기(21세기)말 지구 평균기온은 3.7℃ 상승이, 해수면은 63cm 상승이 예상되고 있다. 국제사회는 기후변화대응을 위하여 유엔기후변화협약 채택(1992년), 교토의정서 채택(1997년)을 통한 전지구적 온실가스 감축을 위한 지속적인 노력을 추진 중에 있으며, 2015년 프랑스 파리에서 개최된 당사국 총회(COP21)에서 신기후체제의 기반이 되는 파리협정을 체결하는 등 포스트 교토 체제구축 및 실현을 위한 지속적이며 다양한 노력을 경주하고 있다.

1992년	유엔 기후변화협약 채택(1994년 발효)
1997년	(COP3) 교토의정서 채택 (2005년 발효)
2007년	(COP13) 발리 행동계획 채택
2011년	(COP17) 더반플랫폼 채택(Post 2020)
2012년	(COP18) 도하결정문(신기후체제 논의)
2012년	(COP21) 파리협약체결(신기후체제)

[그림 1] 국제 기후변화 주요 현황

우리나라는 2008년 저탄소 녹색성장을 국가 비전으로 선언하였으며, 2010년 ‘저탄소 녹색성장 기본법’을 시행하여 저탄소 국가의 실현을 위한 다양한 노력을 추진 중에 있으며, 2013년 시행된 ‘온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률’에 의거하여 2015년부터 ‘배출권거래제’를 추진하여 비용효과적인 온실가스 감축을 추진 중에 있다.

1993년	기후변화협약 가입
1998년	교토의정서 국회 비준
2008년	기후변화대응 종합계획 수립
2010년	저탄소 녹색성장 기본법 시행
2011년	온실가스 에너지 목표관리제 시행
2013년	온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 시행
2015년	배출권거래제 시행
2016년	제1차 국가 기후변화대응 기본계획

[그림 2] 국내 기후변화 주요 동향

우리나라의 2014년 국가 온실가스 총배출량은 총 6.9억tCO₂이며, 1990년 대비 135.6% 증가하는 추세를 나타내고 있다(2016년 국가 온실가스 인벤토리 보고서, 온실가스종합정보센터). 우리나라는 2009년 국가 온실가스 배출량을 BAU(배출량 전망치) 대비 30% 감축을 목표로 설정하였으나, 파리협정 이후 국가결정기여(NDC) 제출과 관련하여 국가 온실가스 감축목표를 2030년까지 BAU(배출량 전망치)인 8.5억tCO₂ 대비 37%(3.14억tCO₂)를 감축하는 것으로 국가 감축목표로 변경(저탄소 녹색성장 기본법 시행령 개정, 2016.5.24.) 하였다. 2016년 개정된 국가 온실가스 감축목표의 25.7(2.19억tCO₂)%는 국내에서 감축을, 11.3%(0.96억tCO₂)는 해외배출권으로 감축함을 목적으로 한다.



[그림 3] 국가 온실가스 감축목표

국가 온실가스 감축목표의 세부사항에 대한 검토결과 전환(발전)부문이 가장 많은 감축량을 목표로 설정하였으며, 산업, 건물 에너지신산업, 수송 순으로 감축목표가 설정되었다. 충청남도는 도내 화력발전소를 5개소를 보유하고 있으며, 국가 감축목표 설정에 따라 지속적인 온실가스 감축을 요구 받을 것으로 판단된다.

국외 온실가스 감축은 총 0.96억tCO₂를 감축하는 것을 목표로 하였으며, 국제 시장 메커니즘(IMM) 및 추가 감축을 통한 감축을 계획하였으며 이를 위하여 감축관련 국제 합의, 재원조달 방안 마련을 위하여 2020년까지 국외 감축 세부 추진계획을 마련하여 추진 예정이다.

[표 1] 국가 기후변화 대응 기본계획 주요과제 및 내용

No.	과 제 명	주요 내용
1	저탄소 에너지정책으로의 전환	청정에너지 대체 및 효율적 에너지 사용
2	탄소시장 활용을 통한 비용효과적 감축	배출권거래제의 효율적 활용
3	기후변화대응 산업 육성 및 신기술 연구투자 확대	기후기술 확보 및 청정에너지 기술 상용화
4	이상기후에 안전한 사회 구현	기후변화 위험 관리 및 재난관리
5	탄소 흡수 및 자원 순환 기능 증진	탄소흡수원 증진 및 자원순환 인프라 구축
6	신기후체제 대응을 위한 국제협력 강화	국제 협상과정의 전략 수립 및 대응
7	범정부적 실천기반 마련	저탄소 생활실천 및 기후변화대응 참여 활성화



2. 충청남도 중장기 온실가스 감축계획 분석

2016년 개편된 국가 온실가스 감축목표는 2030년까지 온실가스 감축량을 BAU(배출전망치) 대비 37% 감축을 목표로 수정되었으며 충청남도는 도내 여건을 반영한 온실가스 감축 및 실행계획을 마련하여 국가적 온실가스 감축목표 부합하고 지속가능한 도내 발전을 목적으로 다양한 온실가스 감축사업을 추진 중에 있다.

[표 2] 연도별 온실가스 배출량

(단위 : 백만tCO₂/년)

연도 항목	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전국배출량	515.7	524.1	532.2	569.6	629.2	654.7	637.4
충남배출량	83.3	94.2	104.2	117.0	135.0	146.9	144.7
국가대비 비율	16.2%	18.0%	19.6%	20.6%	21.5%	22.4%	22.7%
충남 화력발전소 배출량	64.4	74.7	84.4	91.5	101.4	103.7	103.0
충남배출량 중 화력발전소 비율	77.3%	79.3%	81.0%	78.2%	75.1%	70.6%	71.2%

※자료 : 2014 국가온실가스 인벤토리 보고서, 한국환경공단 통계자료를 추출하여 환경정책과에서 자체분석(2015.12.10.)

충청남도 온실가스 총배출량은 2012년 기준 1.44억tCO₂로, 전국 배출량 6.37억tCO₂의 22.7%를 차지하였다. 이는 충청남도에서 화력발전에 의해 배출되는 온실가스 배출량 2012년 기준 1.3억tCO₂(충청남도 전체의 71.2%)에 의한 것으로 이 때 생산된 발전량의 61%는 수도권으로 송전되기 때문에 충청남도의 온실가스 감축목표는 화력발전소 배출량을 제외하고 도내 전기사용량 기준으로 배출량을 산정하여 설정하였다.

충청남도 2012년 온실가스 배출량은 2006년 배출량 0.83억tCO₂ 보다 1.74배 증가하여 전국 배출량 2006년 배출량 증가율 1.24배 보다 높은 증가율을 보인 것으로 나타났다. 따라서 온실가스 배출 현황을 산업부문별로 파악하여 전체 감축 목표를 달성할 수 있도록 감축 계획을 구체적으로 수립하는 것이 필요하다.

[표 3] 충청남도 온실가스 배출 현황

(단위 : 천tCO₂/년)

연도 항목	2008	2009	2010	2011	2012
에너지	99,069	110,872	121,259	124,241	125,012
산업공정	7,060	7,990	15,589	24,352	21,755
AFOLU*	-2,430	-2,403	-2,474	-2,365	-2,970
폐기물	487	580	597	667	1,397
합계	104,186	117,039	134,971	146,895	145,194

*Agriculture, Forestry and Other Land Use : 농업, 산림 그밖의 토지이용으로 인한 탄소 감소량

충청남도의 기후변화대응계획 수립은 「기후변화대응 종합기본계획 및 세부 이행계획('08.9 국무총리실)」에 의해 정부의 정책과제로 확정됨에 따라, 상위 계획인 「기후변화 대응 종합계획(2008~2012)」 및 「녹색성장 국가전략 및 5개년계획(2009-2013)」과 연계하여 종합계획을 수립하였다. 산업부문은 국가 온실가스 감축 로드맵에 따라 18.5% 감축을 적용하였으며, 비산업부문은 지자체 권한으로 BAU 대비 30% 감축을 목표로 하였다.

[표 4] 온실가스 감축목표

(단위 : 만tCO₂/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2020년
총계 (누적량)	45	172	298	444	659	1,750
산업 부분 (국가)	연도별	-	73	81	101	152
	누적량	-	73	154	225	407
비산업 부분 (지자체)	연도별	45	54	45	45	54
	누적량	45	99	144	189	243

충청남도 기후변화 대응 종합계획은 2011년부터 2020년까지 10년간 계획을 온실가스 배출현황 조사, 부문별 감축목표 설정, 온실가스감축 실행계획 마련 부분으로 구분하여 수립하였다. 감축목표 달성을 위한 대상사업을 종합계획에 제시된 과제 93개 사업을 중심으로 실국 담당자와 협의를 거쳐 최종 7개 부문, 45개 사업으로 선정하였다.



[그림 4] 2015년 충청남도 온실가스 감축계획



3. 국내·외 온실가스 감축사업 사례조사

1) 국내 온실가스 감축 사례

국내에서는 ‘저탄소 녹색성장 기본법’ 제11조에 근거하여 지방자치단체별 저탄소 녹색성장 추진을 위한 계획의 수립 및 시행하도록 규정되어 있다. 이에 국내 광역 지자체에서는 2009년부터 온실가스 인벤토리를 구축하고 기후변화 대응 종합계획을 수립하고 있다. 이는 지자체별 녹색성장 5개년 계획·기후변화 대응 계획의 수립을 통하여 지자체별 감축목표 및 주요사업에 대한 계획을 수립하였다.

2014년 한국환경공단에서 발간한 ‘지자체 온실가스 감축 사례집’에 따르면 국내 27개 지자체의 기후변화대응계획에서 제시하고 있는 감축수단은 총 1,311개로 구분되었다. 감축수단은 에너지 분야, 비에너지 분야, 기타로 구분하였으며, 부문별 감축수단을 살펴보면 에너지부문이 64%, 비에너지부문이 19%, 기타가 17%로 나타났다. 하지만 일부 감축수단의 경우 지자체 현황을 고려하지 못하여 사업추진 및 온실가스 감축이 불가하여 감축목표 달성이 어려운 사업이 발생하였으며, 이에 본 보고서에서는 국내에서 시행되고 있는 대표적인 온실가스 감축사업에 대한 사례조사를 실시하였다.

[표 5] 국내 주요 온실가스 감축사업 목록

주요 온실가스 감축사업	
고효율 LED 교체사업	지열 보급사업
태양광 보급사업	천연가스버스 보급사업
녹색생활 실천	폐열 활용사업
도시가스(LNG) 확대 보급사업	탄소흡수원 유지 및 증진사업
발전소 미활용 온배수 이용사업	산림바이오매스 에너지 이용사업

(1) 고효율 LED 교체사업

LED 조명은 빛을 내는 반도체의 일종으로 기존 조명에 비해 에너지 소비가 적다. 따라서 기존 높은 소비전력의 조명을 고효율 또는 LED 조명을 대체하여 전력 소비를 낮춰 에너지 사용량 절감 및 온실가스 감축이 가능하다.

문헌¹⁾에 따르면 50W 할로겐 등을 LED 6W조명으로 교체하면 88%의 소비전력이 개선되고 연간 약 22,800원의 비용 및 0.1톤의 온실가스 감축이 가능한 것으로 나타났다.

① 제주시 ‘공중화장실 LED 센서조명 교체사업’

제주시는 2015년 공공부문의 에너지절약을 실천하기 위해 ‘공중화장실 LED 센서등 교체 사업’을 실시한다고 밝혔으며, 이번에 실시되는 사업을 통해 2000만원을 투입하여 우도 검멀레 등 주요 관광지 공중 화장실 20개소의 노후된 전등 183개를 고효율 LED 센서로 교체할 예정이다. 제주시는 수세식 공중 화장실은 총 182개소로, 이미 2013년부터 연차적으로 사업을 추진하여 51개소의 LED 센서등 430개 교체를 통해 에너지 절약 및 온실가스 감축을 실천한 바가 있다.

기존에는 20W 이상의 형광등·백열등을 사용하였으나, 8W LED 센서등으로 교체함으로써 상시 사용전력을 줄이고, 미소등으로 인한 전력낭비요인을 차단하여 에너지 절약 및 온실가스 감축에 기여할 예정이다.

[표 6] 제주도 공중화장실 고효율 LED 교체 사례

구 분	내 용
사업개요	제주시 공중화장실 노후전등-고효율 LED 센서등 교체
사업목표	공공부문의 에너지 절약
주요내용	제주시 관광지 공중화장실의 기존 20w이상의 형광등·백열등을 8w LED 센서등으로 교체
사업효과	전력감소 및 전력낭비 요인 차단을 한 에너지 절약 및 온실가스 감축

1) 비산업분야 온실가스 감축 사례집, 한국환경산업기술원

② 전라북도 ‘임대주택 LED등 교체사업’

전라북도는 2013년 시범사업 ‘공공임대주택 온실가스 감축 시설개선 사업’을 통해 온실가스 감축의지와 시설개선 이행능력이 높은 8개 단지(전주반월주공, 군산나운세경, 군산나운주공, 익산부송, 익산세경, 익산고려온천, 남원노암주공, 부안서외주공)를 대상으로 하여 4월부터 맞춤형 온실가스 감축 컨설팅 및 LED 시설개선비를 지원하였다. 이를 통해 대상 공동주택은 주차장, 보안등, 가로등 총 3,722개를 고효율 및 LED 등으로 교체하였으며, 그린터치(컴퓨터절전프로그램)를 설치하였다.

이 결과, 8개 공공임대주택은 연간 전력사용량으로 환산했을 때 약 500Mkw가 절약되어 연간 관리비 약 39백만원(전력요금 일반사용 전력(갑) I 기준 적용), 온실가스 212 tCO₂(기존발생량 74%) 절감효과를 보였다.

[표 7] 전라북도 고효율 LED 교체 사례

구 분	내 용
사업개요	전라북도 공공임대 주택의 전열등을 LED등으로 교체
사업목표	비산업분야의 온실가스 감축
주요내용	제주시 관광지 공중화장실의 기존 20w이상의 형광등·백열등을 8w LED 센서등으로 교체
사업효과	전력감소 및 전력낭비 요인 차단을 한 에너지 절약 및 온실가스 감축

[표 8] 전라북도 공공임대주택 온실가스 감축량

구 분	시설개선 LED 교체	전력사용량감축량 (kw)	온실가스 감축량 (kg CO ₂)	전기료절감 (원/년)
전주반월주공	330	16,002	6,785	1,260,950
군산나운세경	290	142,884	60,583	11,259,250
군산나운주공	454	91,140	38,643	7,181,830
익산부송	464	24,451	10,367	1,926,730
익산세경	358	54,359	23,048	4,283,480
익산고려온천	1,000	124,100	52,618	9,779,080
남원노암주공	333	2,520	1,068	198,570
부안서외주공	493	44,929	19,050	3,540,400
합 계	3,722	500,385	212,162	39,430,290

③ 청주시 에너지 절감형 가로등 설치

청주시는 에너지 효율 증대 및 온실가스 감축을 위해 주요 도로변 낡은 가로등 설비를 에너지 절약형 가로등으로 교체하였다.

향군로(우암초등학교 건너편 입구~내덕동 시형아파트 입구), 직지대로(청주 대학교 입구~흥덕대교 교차로), 사북로에서 교서로에 설치된 나트륨등 250W를 세라믹메탈 150W로 교체해 연간 300만원의 전기요금절감 및 18.76 tCO₂의 온실가스 감축 효과를 기대하였다.

[표 9] 청주시 낡은 가로등 교체 사업

구 분	내 용
사업개요	청주시 고효율 가로등 교체
사업목표	에너지 효율 증대 및 온실가스 감축
주요내용	청주시 도로변에 위치한 가로등의 250W 나트륨등을 150W 세라믹메탈 등으로 교체
사업효과	연간 온실가스 19 tCO ₂ 감축

(2) 태양광 보급사업

태양광 발전은 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생시키는 태양전지를 이용하여 태양빛을 직접 전기에너지로 변화시켜 전력을 생산하는 발전기술이다. 태양광 발전시스템은 태양전지(Solar cell)로 구성된 모듈(Module)과 축전기 및 전력 변화장치로 구성된다.

태양광 발전은 태양빛을 에너지원으로 하기 때문에 원료가 무한하며, 유지보수가 용이하며 비교적 긴 수명(20년 이상)을 가지고 있는 장점 때문에 주택 및 공공 시설에서 에너지 절감 및 온실가스 감축을 위한 방안으로 많이 이용되고 있다. 태양광 발전을 통한 에너지 생산 시, 1kW당 0.63 tCO₂의 온실가스 감축이 가능하다.

① 금천구, 종합청사 태양광 발전시설 설치

서울시 금천구는 2014년 종합청사에 태양광 발전설비 15kW(청사 서측 옥상 12kW, 3층 경사로 벽면 3kW)를 추가증설 하여 기존 종합청사 ‘금천바람·빛누리’ 등을 포함 총 36.8kW로 늘렸다. 금천구는 이를 통해 연간 47,000kWh의 에너지 생산을 통해, 450 만원의 비용 절감 및 약 21 tCO₂의 온실가스를 감축할 수 있게 되었다.

② 서울 서남물재생센터, 태양광발전소 설치

서울시 서남물재생센터는 2014년 총 46,296m²규모의 부지에 12,000장의 태양광 모듈을 설치하여 연간 910 가구에서 사용할 수 있는 전기생산이 가능한 태양광 발전소의 가동을 시작하였다. 서울시는 태양광 발전시설을 통해 온실가스 감축, 석유 수입의 대체, 유희공간 임대수익 등 경제적, 환경적 효과가 발생하였다.

태양광발전소는 (주)한화규셀코리아에서 총 88 억원의 민간자본을 투입하여 유희부지인 물정화시설의 상부공간에 9개월간(2013.4~2014.1) 태양광모듈 설치를 통해 건설되었다. 태양광 발전소에서는 최대 910가구에서 연간 사용할 수 있는 전기를 공급할 수 있는 수준으로 연간 약 3,500MWh의 전력이 생산되며, 이를 통해 연간 약 1,580tCO₂ 감축이 가능하다. 생산된 전기는 한국전력 공사에 판매되어 한전의 송전 시설을 거쳐 서남태양광발전소 주변의 서남물재생센터 및 인근지역에 공급된다.



[그림 5] 서남 태양광발전소

[표 10] 서남 물재생센터 태양광발전소 설치

구 분	내 용
사업개요	서남물재생센터 유희부지 태양광발전시설 설치
사업목표	온실가스 감축 및 지자체 수익 창출
주요내용	서울 서남물재생센터의 유희부지 46,296m ² 에 12,000개의 태양광모듈 설치
사업효과	- 연간 3,504MWh 전력 생산을 통한 온실가스 1,580 tCO ₂ 감축 - 서울시 연간 임대수입 7,500만원 발생

③ 강동구, 공공건물 태양광 발전시설 설치

서울 강동구는 구청사 등 공공건물 7곳에 태양광 발전시설을 설치하였다. 설치용량은 총 61kW 규모로, 강동구청이 20kW로 가장 크고, 곡교어린이집(10kW), 암사1동 주민센터(10kW), 고덕1동 주민센터(8kW), 고덕2동 주민센터(5kW), 강일동 공영주차장(5kW), 직장운동경기부 숙소(3kW) 순이다. 강동구는 태양광 발전시설을 통해 연간 71,250kW의 전력 생산 및 32 tCO₂의 온실가스 감축이 가능하다.

또한 강동구는 2013년 강동구에 위치한 학교 7개(대명초, 명덕초, 성내초, 신명초, 한산초, 묘곡초, 성내중학교) 및 (사)에너지나눔과평화와 ‘강동구 학교 태양광 발전소 발전소 건립추진을 위한 태양광 발전사업 투자 및 장소임대 양해각서’를 체결하여 사업 진행중에 있다. 협약은 학교는 옥상부지를 임대하고 (사)에너지나눔과평화에서 태양광 발전설비 타당성 조사 및 설치 운영한다는 내용을 담고 있으며, 이를 통해 에너지 생산 및 온실가스 감축 효과가 발생할 것으로 기대되고 있다.

[표 11] 강동구 공공건물 태양광발전소 설치

구 분	내 용
사업개요	강동구 공공건물 태양광 발전시설 설치
사업목표	강동구의 에너지 절약 및 온실가스 감축, 기후변화대응에 관한 교육·홍보의 장으로 활용
주요내용	옥상과 같이 사용이 적은 부지에 태양광 발전시설 설치
사업효과	연간 전력 71,250kW 생산 및 온실가스 32 tCO ₂ 감축

(3) 녹색생활 실천

녹색생활 실천운동이란 가정, 상업, 교통 등 비산업분야에서 국민의 자발적 참여와 실천으로 온실가스를 줄이기 위한 생활 속의 실천운동으로 일명 그린 스타트 운동이라고도 칭한다.

녹색생활 실천을 위한 세부 방안으로는 녹색직장 만들기, 녹색가정·소비운동, 녹색교통 운동 등으로 구분되며, 상세 내용은 아래 표와 같다.

[표 12] 녹색생활 상세 방안(일부)

구 분	내 용	
녹색직장 만들기	적정온도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 유지	- 냉난방 사용 시 적정온도에서 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 유지 <하절기 27~29 $^{\circ}\text{C}$ 이상, 동절기 19 $^{\circ}\text{C}$ 이하>
	기후 적응형 복장 착용	- 노타이 정장 등 간소하고 편안한 복장 착용 - 동절기 내복 착용을 통해 에너지 소비량 절감
	친환경·고효율 제품 사용	- 환경마크 인증제품 및 에너지 고효율 제품 구매 - 관용차량 연비 높은 하이브리드카 또는 경차 우선 구매 - 에너지 효율성이 높은 LED 등으로 교체
	에너지 절약의 날 운영	- 현행 가정의 날을 에너지 절약의 날로 병행 운영→ 정시 퇴근으로 에너지 소비 절감
	1회용 종이컵 사용자제	- 개인 다회용 컵(머그컵 등) 사용 - 회의 및 행사 다회용 컵 사용 적극 권장
	에너지 등 자원 절약운동	- 장시간 이석 시 사무실 소등 및 전열기구와 컴퓨터 등의 전원 끄기 - 양변기는 절수형 설치 - 내부 보고 시 양면인쇄 설정 및 이면지 활용, 폐지 세절 후 분리 반출
녹색가정·소비운동	장바구니 사용	- 1회용 비닐봉투 사용을 자제
	쓰레기 줄이기	- 가정 및 구내식당 적당량 음식만을 이용하여 음식물 쓰레기 발생 방지 - 쓰레기 분리수거 철저한 이행
	자원 재활용 운동	- 나눔장터 및 바자회 등을 통하여 사용하지 않는 의류, 도서 등 물품 재사용 유도 - 1회용컵 및 우유팩은 분리수거 후 수집업자 등에 매각
녹색교통 운동	에코드라이브 실천	에코드라이브(친환경 경제운전) : ①엔진 예열은 30초 이내로 ②출발은 부드럽게 ③7초이상 정차시 시동 끄기 ④급가속 안하면 연료 10% 절약 ⑤시속 10% 감속시 연료 10% 절감 ⑥내리막길에서 가속 페달 떼기 ⑦평지에서 가속 후 오르막길 오르기 ⑧트렁크만 비워도 연비 2% 절약 ⑨타이어 공기압 자주 검사하기 ⑩에어컨 끄면 연료 20% 절약
	대중교통 이용	- 근거리 대중교통 수단 이용 - 선택요일제 준수 및 카풀제 이용

① 금천구, 지구촌 불끄기(Earth Hour)행사 실시

서울 금천구는 2013년 온실가스 감축과 에너지 절약을 통해 기후변화에 선도적으로 대응한다는 의미로 금천구 전역에서 ‘지구촌 불끄기(Earth Hour) 행사’를 오후 8시 30분부터 9시 30분까지 1시간동안 진행하였다. 지구촌 불끄기(Earth Hour)행사는 세계자연보호기금(WWF)에서 환경오염 및 지구 온난화에 대한 경각심을 높이고자 2007년 호주 시드에서 1시간 동안 불을 끄면서 시작된 지구촌 행사로 매년 3월 마지막 토요일에 뉴질랜드-서울-미국 라스베이가스까지 수행하여 지구 한바퀴에 걸쳐 실시되었다.

금천구는 공공청사 12개소, 공공시설 3개소를 필수 참여대상으로, 시범아파트 독산한신아파트와 가산동 LG전자 외 대형건물 32개소를 참여유도 대상으로 선정하였다. 그 외 기타 아파트 및 단독주택의 경우 자율적으로 참석하도록 하였다. 지구촌 불끄기(Earth Hour)행사는 2012년 전세계 152개국 5000개의 도시에서 참석하였으며, 금천구도 참석하여 5,695kWh의 전력 절감을 통해 2,533kg의 온실가스를 감축한 바가 있다.



[그림 6] 서울시 ‘지구촌 불끄기’ 행사 전(좌)·후(우)

[표 13] 금천구, 지구촌 불끄기(Earth Hour)

구 분	내 용
사업개요	금천구, ‘지구촌 불끄기(Earth Hour)’행사 실시
사업목표	온실가스 감축 및 에너지 절약
주요내용	전세계적 참여하는 환경운동 캠페인으로 금천에서 오후 8시 30분~9시30분까지 1시간동안 실내 조명등, 옥외 조명등을 소등
사업효과	5,695kWh의 전력 절감 및 온실가스 2.5 tCO2 감축

② 대구시, 온(溫)맵시 캠페인 실시

대구시는 2015년 12월 기후변화의 심각성 홍보 및 겨울철 생활 속 에너지를 줄이고 따뜻한 겨울을 보낼 수 있는 '온맵시' 문화의 확산을 위해 대구기후·환경네트워크와 (주)쌍방울 등과 함께 '온맵시 캠페인 : 온맵시로 체온은 높이고 온실가스는 줄이고'을 전개하였다.

온맵시란 겨울을 따뜻하게 보내자는 의미의 '온(溫)' 과 옷 모양새를 의미하는 순 우리말 '맵시'의 복합어로 따뜻하게 옷을 착용함으로써 실내 난방온도를 낮춰 지구온난화의 주범인 온실가스 발생량을 줄이는 녹색생활 실천방안으로, 쉽게 말해 내복입기와 목도리 착용 등으로 사무실과 실내 난방온도를 낮춰 에너지를 절약함으로써 지구온난화의 주범인 온실가스 발생량을 줄이는 운동이다.

대구시는 2013년에도 온맵시 캠페인을 실시한 사례가 있으며, 당시 동대구역과 동대구 고속버스 터미널에 80여 명의 시, 구·군, 대구지방환경청, 그린스타트 대구네트워크, 에너지 시민연대, 에너지관리공단, 한국철도공사 대구본부 직원 및 그린리더들이 참여한 가운데 대구시민을 대상으로 캠페인을 개최하였다.

국립환경과학원에 따르면, 내복 착용만으로도 난방온도를 2.4℃ 높이는 것과 동일한 효과가 발생하는 것으로 나타났으며, 이를 바탕으로 내복 착용에 따른 온실가스 저감효과를 산정한 결과, 난방 온도를 1℃ 낮추면 7%의 에너지를 절약할 수 있어 2.4℃ 낮출 시 대구시 가정부문에서 연간 1,268,364MWh의 전력을 절감해 총 590,170 tCO₂의 온실가스 감축이 가능한 것으로 나타났다.

[표 14] 대구시, '온맵시 캠페인'

구 분	내 용
사업개요	대구 '온맵시 캠페인' 실시
사업목표	대구시 난방 에너지 절감으로 인한 온실가스 감축
주요내용	방한용품(내복, 가디건, 스웨터, 양말 등) 착용을 통해 실내 난방 온도를 낮추어 에너지 절약 실천
사업효과	난방 온도 1℃ 당 7%의 에너지 절약 가능

(4) 도시가스(LNG) 확대 보급사업

LNG(액화천연가스)는 친환경 화석에너지로 분류되고 있으며, 국제원자력기구(IAEA)에 따르면 발전소에 석탄(유연탄)을 LNG로 대체할 경우, 채광부터 발전소의 건설·운영까지 1kWh의 전기를 생산하는데 기존에 991g의 온실가스가 배출되었으나 LNG는 이의 절반인 549g을 배출하는 것으로 나타났다. 또한 LNG는 가솔린이나 디젤보다 온실가스 및 환경오염물질 배출이 적게 배출되며, 상대적으로 가격이 저렴하여 지자체에서 도시가스(LNG)의 공급을 확대·추진 중에 있다.

① 충주시, 단독주택 도시가스 공급

충주시는 2013년 시민의 연료비 절감 및 주거환경개선을 위해 친환경 에너지인 도시가스의 공급을 확대한다고 밝혔다. 충주시는 이미 2012년 대가미공원 주변에서 연수동 중앙초등학교 일원과 문화동 문화우체국 주변까지 총 12.2km의 본관 매설공사가 완료되었고, 11억원의 수요가 부담 시설분담금을 지원해 총 1,260세대가 가스공급 혜택을 받았다. 또한 용산동 충주여고와 충주공고 일원, 교현2동 시립도서관 주변과 교현 안림동 동아아파트 일원은 상반기 4월경부터 공사를 시작해 8월말까지 마무리돼 9월 초와 10월 중순에 가스 통입이 되어 1,726세대가 혜택을 보았으며 추가사업을 추진하여 총 2,433 세대에 추가적으로 도시가스를 공급할 예정이다.

도시가스 공급확대 사업을 통해 충주시는 도시가스 보급률 2013년 69.7% 대비 2014년 84.1%로 확대되며, 이를 통해 미세먼지 및 온실가스 감축에 기여할 것으로 전망하였다.

(5) 지열 보급사업

지열에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 이용하여 냉·난방에 활용된다. 태양열의 약 47%는 지표면을 통해 지하에 저장되어, 태양열을 흡수한 땅속의 온도는 지표면 가까운 곳의 경우 약 10℃~20℃ 정도를 유지하게 되는데, 열펌프를 이용하여 냉난방시스템에 이용된다. 지열에너지를 사용하여 연료 소비가 감소되며, 이로 인해 온실가스 감축이 가능하다.

① 서울시, 지열 냉난방시스템 도입

서울시는 2013년 5월 지하철 9호선 일부(종합운동장~보훈병원)와 앞으로 건설 예정인 경전철에 지열을 이용한 냉난방시스템을 도입한다고 밝혔다. 100% 전기만을 사용하는 지하철에서 벗어나 친환경에너지를 활용하는 지열시스템 도입은 에너지를 활용하는 능력이 국가 경쟁력인 시대에 큰 의미가 있다는 것이 서울시의 설명이다.

지열 냉열을 배관을 통해 얻어 하절기에는 실내의 뜨거운 공기를 차가운 지열 에너지로 바꾸고 동절기에는 땅속의 난방시스템은 땅속 온도가 지상 온도와 관계없이 항상 15℃ 내외로 유지되는 땅속 180m 깊이의 따뜻한 열을 실내로 전달해 에너지 효율을 높이는 시스템이다. 지열시스템은 심도가 깊을수록 균일한 지열을 얻을 수 있어 일반건물보다 더 깊은 곳에 건설되는 지하철에 도입하기에 적합하다. 지열시스템은 태양광·풍력 등 타 신재생에너지와 달리 외부 기상조건의 영향을 받지 않고 하루 24시간 에너지를 공급할 수 있으며, 냉난방을 위하여 별도의 냉동기나 가열장치가 필요하지 않으므로 공간의 효율적 활용과 유지관리비 절약 등의 이점이 있다.

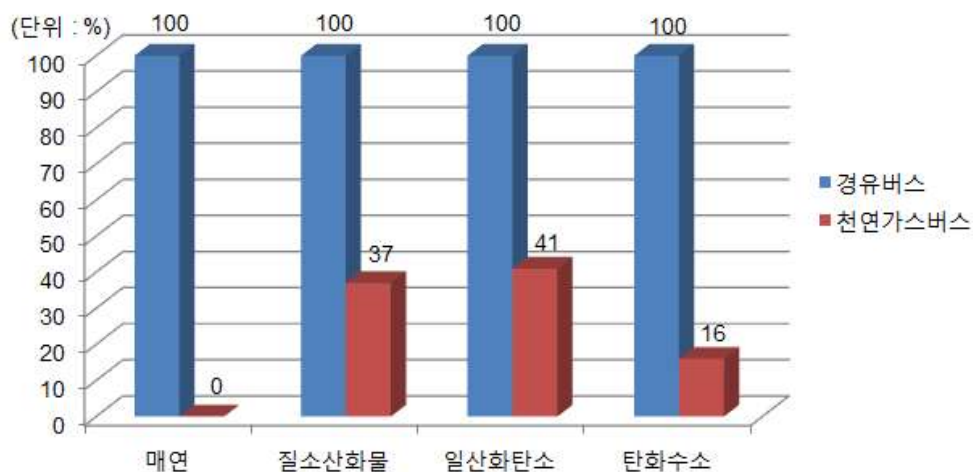
지하철 9호선 7개 역사(종합운동장~보훈병원)에 건설되는 지열 냉난방시스템의 용량은 총 580kW 로 전체 역사를 냉난방하기 위한 용량의 약 9%에 해당되며 지열에너지를 통해 연간 134MWh의 전기사용량이 절감되며 . 이는 일반가정 37가구가 1년 간 사용할 수 있는 양으로 금액으로 환산할 경우 약 1,600만 원에 해당된다. 또한 전력감소로 인해 57tCO₂의 온실가스 감축이 가능하며, 이는 중형 승용차 400대가 서울과 부산(왕복 800km)간을 1회 왕복할 경우 배출되는 온실가스의 양이며, 소나무 1만1천4백 그루가 1년 동안 흡수하는 양이다.

[표 15] 서울시, 지하철 지열냉난방시스템 도입

구 분	내 용
사업개요	서울시 지하철 9호선에 지열 냉난방시스템 도입
사업목표	지열시스템 도입을 통한 친환경에너지 사용 및 유지관리비 절약
주요내용	서울 지하철 9호선 노선일부에 지열 시스템을 도입하여 냉난방에너지를 자체 생산
사업효과	연간 134kWh 전력감소 및 57 tCO ₂ 의 온실가스 감축

(6) 천연가스 버스

천연가스를 원료로 하는 버스로 기체상태의 천연가스를 압축시켜 저장용기에 충전하여 연료로 사용하여 CNG버스(Compressed Natural Gas Bus)라고도 불린다. 기체 상태인 압축천연가스를 원료로 하기 때문에, 기존의 경유 차량과 비교했을 때 매연이나 미세먼지가 전혀 없고 소음도 절반 수준이다. 또한, 오존을 만드는 물질인 질소산화물은 경유 차량의 37%이며, 일산화탄소와 탄화수소는 41%와 16% 배출하여, 일반 경유버스에 비해 대기오염 발생량이 10분의 1 수준밖에 되지 않아 친환경적이다.



[그림 7] 경유버스와 천연가스버스의 대기오염물질배출

환경부에 따르면, 천연가스 자동차는 대기오염물질인 미세먼지(PM) 배출이 없고, 질소산화물(NOx)이 경유자동차 보다 약 3배 적게 배출하는 장점은 물론 경유버스에 비해 경제성도 높은 것으로 나타났다.

[표 16] NIER-06 주행거리(km) 당 오염물질 배출 평균값 비교

구분	CO (g/km)	CO ₂ (g/km)	탄화수소(g/km)		NOx (g/km)	PM (g/km)	입자개수 (개/km)
			NMHC	CH ₄			
천연가스버스	0.0587	721	0.8223	7.4005	3.6246		2.36E+11
경유버스	1.8195	723	0.2508	-	10.2775	0.0404	3.09E+13
증감률	△30.0	△0.3	69.5	100	△183.5		△99.2

* 경유버스 및 CNG버스 환경·경제성 분석을 통한 CNG버스 보급정책타당성 조사연구용역 결과(환경부)

또한, 내구연한 10년 기준 천연가스버스는 경유버스에 비해 대당 약 8천 6백만원의 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

① 대구시, 천연가스버스 투입

대구시는 2010년부터 천연가스자동차 보급사업을 실시하고 있으며, 2001년부터 2014년 까지 4단계에 걸쳐 천연가스버스 보급 및 천연가스 충전소를 확충하였다.

[표 17] 대구시 천연가스자동차 보급사업 목표

구분	계	1단계 2001~2004년	2단계 2005~2007년	3단계 2008~2010년	4단계 2011~2014년
천연가스 시내 버스 보급(대)	1,658	571	403	577	107
천연가스 충전소 확충(개소)	14	7	1	3	3

* 대구광역시, 저공해천연가스 시내버스 운행(<http://www.daegu.go.kr/Contents>)

2014년에는 온실가스 감축과 배기가스로 인한 대기오염물질 저감을 위해 국비 50%, 시비 50%로 모두 26억원을 투입하여, 천연가스 버스 127대, 천연가스 청소차 7대, 전기자동차와 충전기 각각 5대를 보급하였다.

천연가스 자동차 보급사업은 경유 시내버스 및 청소차를 천연가스 자동차로

교체하는 사업으로 2013년까지 천연가스 버스 2210대, 천연가스 청소차 90대 전환을 지원하였다. 천연가스 버스는 청정연료인 압축천연가스(CNG)를 사용해 미세먼지 배출이 없고, 질소산화물 등 오존 유발물질도 경유 자동차에 비해 70% 이상 줄일 수 있다. 대구시는 천연가스 버스 구입에 1대당 1850만 원을 지원하고 청소차는 2700만 원을 지원해 2014년 운행 중인 버스 1658대를 모두 천연가스 버스로 교체하였다.

[표 18] 대구시, 천연가스버스 보급 및 충전소 확충

구 분	내 용
사업개요	대구시 경유버스의 천연가스버스로의 교체 및 충전소 확충
사업목표	대기오염물질 저감 및 온실가스 감축
주요내용	2014년 국비·시비 26억원을 투자하여 천연가스버스 127대 보급
사업효과	매연(미세먼지) 배출 제로 및 질소산화물 등 대기오염물질 경유버스 대비 70% 절감

② 서울시, 시내버스 천연가스버스로 교체

서울시는 2014년 13대의 경유버스를 천연가스버스로 교체되는 것을 마지막으로 총 8,750대의 시내버스를 천연가스버스로 교체하였다. 대기오염물질 배출이 많은 경유버스를 천연가스 버스로 교체하는 사업은 지난 2002년부터 시작하여 시내버스, 마을버스, 청소차와 관광버스 등 총 10,376대가 천연가스 자동차로 교체되었다.

[표 19] 서울시 천연가스자동차 보급실적(단위 : 대)

구 분	계	연도별 내용					
		~2008	2009	2010	2011	2012	2013
계	10,376	6,147	1,757	1,173	590	467	242
시내버스	8,750	5,414	1,396	1,044	396	332	168
마을버스	1,049	487	214	85	100	100	63
청소차	523	246	147	44	48	27	11
관광버스 등	53	-	-	-	45	8	-

* 출처 : 서울시청 서울의 환경(<http://env.seoul.go.kr/environment>)

또한 서울시는 CNG버스보다 연비 및 환경성이 우수한 CNG하이브리드버스를 확대 보급하기위해 보조금 지원 등 추가 인센티브를 적용할 예정이다. 환경부에 따르면, CNG하이브리드 버스는 연료비를 CNG대비 34.5% 줄일 수 있고 운행 기간(9년) 동안 연료비 108백만원 절감효과가 있으며, 대기오염물질은 천연가스버스 보다 약 30%의 감소 효과가 있는 것으로 나타났다.

이러한 효과가 서울시에서 운행중인 CNG저상버스(2,235대)를 CNG하이브리드 버스로 교체시 내구연한(9년) 동안 연료비 절감액은 약 2,400억원 이를 것으로 분석되었다.

(7) 폐열 활용사업

폐열이란 열발생 및 사용설비에서 이용되지 못하고 버려지는 에너지를 말하며 각종 산업공정에서의 다양한 종류와 형태로 배출된다. 폐열을 회수 이용하는 시스템은 크게 나누어 공정자체에 이용하는 경우와 타공정 보조 열원 또는 난방 등에 이용하는 경우로 구분된다.

① 울산시, 공단 폐열 활용

울산시는 사업장에서 발생하는 폐기물, 폐에너지, 부산물 등을 다른 사업장의 원료나 연료로 재자원화는 자원 순환형 산업단지를 조성하는 생태산업단지 구축산업을 추진하고 있다. 이 사업은 산업통상자원부 및 울산시 지원, 한국산업단지공단(울산EIP사업단) 주관으로 2005년 11월부터 2010년 5월까지 1단계 사업에 이어 올해 12월까지 2단계 사업으로 나눠 추진 중에 있다.

이 사업의 일환으로 SK케미칼 및 용연지역 입주기업에서 발생하는 잉여스팀을 배관망(연장 6.2km)을 통해 SK에너지에 공급하고 있으며, 이로 인해 자체보일러 가동 대비 연간 180억원 절감 및 10만 tCO₂의 온실가스를 감축하였다. 고려아연의 경우, 고려아연에서 발생하는 잉여스팀과 배기가스에서 발생하는 CO₂가스를 한국제지로공급하고 있다. 한국제지는 이를 종이 제조에 필요한 원료로 사용하여 연간 66억원 절감 및 온실가스 6만 tCO₂을 감축하였다.

(8) 발전소 미활용 온배수 이용사업

발전소 미활용 온배수 이용사업은 화력, 원자력 등 전력을 생산하는 과정에서 발생하는 고열의 미활용 온배수를 활용하여 농어업부문의 열 에너지로 이용하는 사업을 의미한다. 일반적으로 발전소 온배수는 발전기의 냉각을 위하여 냉각수로 활용되는 물을 의미하며 발전소에서 배출되는 온배수는 자연수에 비하여 연평균 7~10℃ 높은 수준임에 따라 이를 활용하여 농어업부문의 에너지원으로 활용하는 사업이다. 이에 미활용 온배수를 활용하여 농어업 사업 추진간 열생산을 위하여 사용하던 화석연료 사용의 저감을 통하여 온실가스 감축이 가능한 사업유형이다.

① 제주특별자치도 서귀포시 행000영농조합

국내 활용사례를 보면 남제주의 한 영농조합이 남제주화력발전소에서 배출되는 온배수를 활용, 애플망고, 감귤 등 고부가가치 작물재배를 최초 성공했다.

이 농장에서는 애플망고를 키우기 좋은 25~26℃의 온도를 유지하기 위해서다. 특이한 건 이렇게 하루 종일 난방을 해도 3,300㎡ 기준으로 연간 1,000만원 정도 밖에 들지 않는다는 점이다. 통상적으로 같은 면적이라면 연간 6,000만원이 드는 것을 감안하면 이 농장은 비용의 80% 가량을 절감하고 있다.

이 농장에서 불과 150m 떨어져 있는 남제주화력발전소에서 나오는 20~25℃의 온배수를 농장으로 끌어와 하우스 내에 있는 히트펌프에서 45~50℃도로 데우면, 농장 바닥에 깔린 송풍 파이프를 통해 따뜻한 바람이 들어가는 구조다.

발전소에서 버려지던 온배수가 농가의 신재생에너지로 주목 받고 있다. 12일 농식품부에 따르면 농가에서 온배수를 활용할 경우 난방비는 최대 70~80% 절감되고, 온실가스는 재배면적 1만㎡당 약 2,000톤이 감축된다. 행복나눔영농조합법인도 온배수를 활용해 2011년 12월부터 작년 9월까지 5,308톤의 온실가스를 감축했다. 정부 정책에 따라 톤당 1만원씩 총 5,308만원의 온실가스 감축 인센티브도 받았다. 난방비가 크게 절감되니 순이익도 대폭 늘었다. 지난 달 수확이 끝난 애플망고의 올해 매출 5억원 중 난방비, 인건비 등을 제외한 순이익은 약 3억5,400만원. 유류난방을 이용했을 때보다 2배 이상 많은 수준이라고 했다.

(9) 탄소흡수원 유지 및 증진사업

산림은 지구상 유일한 탄소흡수원으로 국제적으로 그 중요성이 강조되고 있으며, 산림의 광합성작용을 통해 대기중의 이산화탄소를 흡수 및 저장하며 산소를 방출하는 역할을 수행하고 있다. 우리나라는 탄소흡수기능을 유지하고 증진을 목적으로 `12년 ‘탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률’을 제정하여 시행 중에 있다. 탄소흡수원의 유지 및 증진을 위하여 조림, 숲가꾸기, 목제품이용 활성화 등 다양한 시책을 시행 중에 있다. 국내에서는 산림청에서 ‘산림탄소상쇄제도’를 운영중에 있으며, `17년 현재 약 110여건의 산림탄소상쇄사업이 등록되었으며, 강원도 고성 AR-CDM사업이 1건 등록되어 있다.

① 강원도 춘천시 강원도유림 재조림 사업

강원 춘천시 신북읍 지내리에 있는 도유림이 전국 최초로 산림청 산림탄소상쇄제도의 제1호 사업인 ‘사회공헌형 산림탄소상쇄 사업’에 최종 등록됐다.

산림탄소 상쇄제도는 우리나라의 산림탄소 흡수량 증진을 위해 금년 6월부터 시행한 제도로 기업이나 산림 조성 등 산림 활동을 통해 달성한 이산화탄소 흡수량을 객관적이고 투명한 검증,인증 절차를 거쳐 탄소 흡수원(산림, 목제품, 산림바이오매스에너지)을 이용하여 자발적으로 탄소를 감축하고 감축된 탄소 흡수량을 거래도 할수 있는 제도다.

이에 강원도는 초지로 방치된 도유림 지역으로 1년생 상수리나무 1만 5천 그루를 심을 계획이며 이 나무 들이 연간 56톤씩 30년동안 1,683톤의 이산화탄소를 흡수할 것으로 예상하고 있다.

이번에 등록된 강원도 산림탄소상쇄 사업의 이산화 탄소 감축량은 약 1683톤으로(30년간), 이는 차량 1대가 서울과 부산을 1만 2600번 왕복할 때 배출되는 이산화 탄소량과 같다.

강원도는 이번사업을 통해 발생하는 감축 실적을 판매할 경우 조림 비용이상의 수익을 창출함으로 지역 경제에도 기여를 할수 있다고 기대된다고 밝혔다.

② 서울시·이브자리 탄소상쇄숲 조성

이브자리가 온실가스 감축을 위한 탄소 상쇄숲 조성에 참여한다.

이브자리는 서울시와 산림탄소상쇄사업 추진을 위한 업무협약(MOU)을 체결

했다고 20일 밝혔다. 이번 협약에 따라 이브자리는 올해 조성한 1개소를 포함, 오는 2017년까지 총 4년간 서울시와 함께 탄소상쇄숲 4개소를 조성할 계획이다. 탄소상쇄숲 조성에 필요한 사업비는 이브자리가 지원한다.

이브자리는 산림탄소상쇄사업을 통한 숲 조성을 통해 기후변화에 대응하고 저탄소사회를 구현하는 선도적 역할을 수행해 시민들에게 휴식 공간을 제공한다는 계획이다.

산림탄소상쇄사업 1호 기업으로 등록된 이브자리는 지난 3월 '서울시와 이브자리가 함께하는 탄소상쇄숲 조성행사'를 추진해 서울시 암사역사생태공원에 시민들과 함께 4900그루의 묘목을 심은 바 있다. 이 숲은 산림지역이 아닌 도시숲에 조성한 최초 사례로 연간 4.5t/CO₂의 이산화탄소를 흡수하는 효과가 있으며, 향후 30년간 식수 행사에 참여한 서울 시민의 이름으로 관리된다.

(10) 산림바이오매스 에너지 이용사업

산림바이오매스 에너지 이용사업은 기존에 사용하던 화석연료의 일부 또는 전부를 산림바이오매스 에너지(목재펠릿, 목재칩 등)로 대체함으로써 온실가스 배출량을 줄이는 사업을 의미한다. 숲가꾸기 산물 및 부산물을 활용하여 바이오매스 에너지를 생산하며 유엔기후변화협약에서는 산림바이오매스 에너지의 사용과정에서는 온실가스 배출이 없는 것으로 인정한다. 우리나라는 산림바이오매스 에너지 이용의 활성화를 위하여 산림청 및 지자체에서 목재펠릿 보일러 보급사업을 추진 중에 있으며, 다양한 지원사업을 추진 중에 있다.

① 목재펠릿 보일러 보급사업

산림청은 신재생에너지 이용 활성화를 위해 올해 주택용 목재펠릿 보일러 3000대를 보급한다고 지난 17일 밝혔다. 목재펠릿은 목재나 제재소에서 나온 부산물을 톱밥으로 분쇄한 뒤 높은 온도와 압력으로 압축해 만든 바이오 연료다.

산림청은 올해 보급 물량을 지난해에 비해 1000대나 더 확보했고 신청자격도 지역제한 없이 ‘화석연료를 목재펠릿으로 대체하려는 사람’으로 완화했다. 또 의무사용기간도 기존 7년에서 5년으로 단축해 신청자의 부담을 낮췄다.

화석연료를 사용하는 가정이 목재펠릿 보일러로 바꾸면 1대 당 약 4~7톤(목재펠릿 3~5톤 기준)의 이산화탄소 감축 효과를 볼 수 있다.

2) 해외 온실가스 감축 사례

국외 주요 선진국에서는 지자체별 온실가스 감축을 위한 수단을 마련하고 실시하고 있다. 따라서 주요 지자체별 해외 온실가스 감축 사례 검토를 통하여 감축계획 개정 및 신규 수립 시에 효율성 있는 감축계획 수립에 활용하고자 한다.

런던, 독일, 스웨덴 등 유럽 국가에서는 에너지 절감형 도시가 될 수 있도록 도시계획부터 자연친화적으로 구성하도록 하고 있으며, 시민 및 기업에게 웹 또는 센터를 통해 관련 정보를 제공하여 자발적 온실가스 감축이 가능하도록 하고 있다.

[표 20] 유럽의 지자체 온실가스 감축정책

구분		세부내용
영국	Energy Action Area 지정	<ul style="list-style-type: none"> 특정지역을 대상으로 에너지 유효이용기술 적용 <ul style="list-style-type: none"> 공공, 상업, 주택 시설에 대하여 신규뿐만 아니라 기존 건물 개보수를 진행하여 CO₂ 배출량이 적은 지역사회 창출
	뉴캐슬시	<ul style="list-style-type: none"> 각 세대의 CO₂ 배출량을 계산하여 감축방법 제시 <ul style="list-style-type: none"> 웹을 기반으로 감축방법을 제시하여 기업 및 시민이 자발적으로 CO₂ 감축 하도록 함
	커클리즈 디스트릭트	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 관련 정보·중계 센터 체제 구축 <ul style="list-style-type: none"> ‘에너지 절약 실행 프로젝트’를 통해 창구를 하나로 만들어 간단하게 상담 받고 정보를 얻을 수 있게 하고 신뢰할 수 있는 업체와 관련제도를 소개
독일	프라이부르크	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전, 소수력, 열병합발전 장려 <ul style="list-style-type: none"> 태양에너지 정보센터 설치 및 건물에너지 절약에 대한 강제 기준 적용 교통정책 <ul style="list-style-type: none"> 노면전차 노선 확충, 시내버스 노선 정비, 자동차 도로망 확충, 보행자 전용구역설치, 주택가 최고시속 30km 제한 등의 자동차 억제 정책 도입
	림	<ul style="list-style-type: none"> 컴팩트 시티 계획 <ul style="list-style-type: none"> 에너지 절약을 위한 토지이용과 녹색산업 도입 녹지지역과 건축부지 내 30-65m의 녹지를 연계하는 오픈페이스를 계획하고 오픈페이스에는 바람이 멈추지 않도록 바람길 네트워크 구축 바이오가스 생산 퇴비시설 구축 및 대규모 자원 재활용
스웨덴	하마비	<ul style="list-style-type: none"> 지속가능한 자원 재생 <ul style="list-style-type: none"> 지속가능한 도시를 만들기 위해 프로젝트 계획단계 뿐만 아니라 시행단계에서도 환경적 문제를 우선적으로 반영하도록 하는 모델을 개발하여 친환경적 자체 순환 모델 구축

일본 도쿄시는 2002년 도시 온난화를 방지하고 지속가능성을 확보하기 위해 3개의 목표, 5개 정책, 7개 실행계획을 포함하는 ‘지구온난화 방지 도쿄작전’을 발표를 시작으로 2008년에는 도쿄시 온실가스 배출량을 2000년 대비 2020년 25% 감축하겠다는 새로운 ‘도쿄도 환경 기본 계획’을 수립하여 실행 중에 있다.

[표 21] 도쿄의 온실가스 감축정책

구분	세부내용
가정	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 백열등 교체·제거 사업 <ul style="list-style-type: none"> - 전기 제작자, 업체, 소비자 단체 등과 제휴하여 대규모 교환 추진 캠페인 실시
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주택 에너지 절약 성능 향상 <ul style="list-style-type: none"> - 주택의 저에너지화 도모를 위한 에너지 절약 기준 적합 비율을 65%로 목표 수립 - 기존 주택 리모델링의 경우 개구부, 외벽의 단열성 향상 등 에너지 절약 개선을 병행하여 추진하도록 리모델링 업체와 제휴
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 재생에너지 및 에너지절약 설비 보급 촉진 <ul style="list-style-type: none"> - 주택의 태양열 에너지를 이용한 소규모 발전설비 설치 유도 - 재생에너지를 활용한 에너지 절약 설비 보급 지원
도시 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 건물에너지 절감 수준 책정 및 도 시설 전면 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 2008년부터 ‘에너지 절약 도쿄 사양 2007’ 전면 적용 - 도쿄청사 2000년 대비 CO₂ 배출량 20% 삭감 - 자연광, 열 직접 이용을 포함하는 재생가능 에너지 이용 확대
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대규모 신축 건축물 에너지 절약 성능 의무화 <ul style="list-style-type: none"> - ‘건축물 환경계획서 제도’의 대상 건축물 확대 - 건축물 에너지 절감 성능 향상을 도모하기 위해 에너지 절감 성능 의무화 - 판매나 임대 등 신축 건물의 유통단계에서 에너지 절감 성능 표시 의무화
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지역 에너지 유효 이용 및 재생에너지 이용 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 에너지 공급 시스템의 성능 향상 도모, 건축계획을 구체화하는 단계부터 지역 전체의 에너지 유효이용 계획을 책정하는 구조 조성 - 바이오매스 및 폐기물 유효 이용 기술을 이용한 도시형 에너지 활용 방안 검토
수송	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고연비차 이용 규정 <ul style="list-style-type: none"> - 자동차 생산, 판매, 구입, 이용의 모든 단계에서 고연비차가 우선으로 취급되는 ‘고연비차 이용 규정’을 수립하여 하이브리드차 등 고연비차의 대량보급 추진
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 환경 자동차 연료 도입 촉진 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> - ‘그린에너지 구입 가이드라인’ 내 바이오 에탄올을 우선적으로 도입 적용하는 제품을 구입하도록 하는 정책을 포함하여 보급 추진
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대중교통의 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - 휴일 및 시간대 교통상황에 따른 Park & Ride 제도 도입 증 승용차 이용 억제

미국은 온실가스 대량 배출국으로 각 주별로 기후변대 대응을 위한 계획을 수립하여 추진하고 있으며, 29개 주(미국 인구의 65%)에서 온실가스 감축 목표를 수립하여 정책 및 조치를 시행하였다.

[표 22] 미국 주별 온실가스 감축정책

구분	세부내용
새크라멘토 (Sacramento)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 재생가능 에너지 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 저감을 위해 란초세코 원전을 폐쇄하고 재생가능 에너지 사용을 촉진 - 원전 주변 3MW 태양광발전소 및 50만 kW 가스발전소 건설 - 전력을 제외한 재생가능에너지 발전 비중 확대(2011년 20%) ◦ 열섬효과 감소프로젝트를 통한 전력 소비 절감 <ul style="list-style-type: none"> - 프로그램의 실행수단으로 나무심기와 지붕 및 도로포장을 밝은색으로 바꿈 → 나무 심기는 나무그늘 효과와 증발산 작용, 온도 저감효과를 불러오고 밝은 색 칠하기는 태양복사열의 반사율을 높여 열 흡수를 줄이는 효과가 있음.
캘리포니아 (California)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 에너지 효율 등급제 <ul style="list-style-type: none"> - 새로운 건물 효율기준을 이행하기 위하여 제정 - 다양한 에너지 효율에 관한 정보 제공 및 비용 측면에서의 효율적인 건물 에너지 절약과 투자를 위한 지침을 제공 ◦ 교통신호 관리 프로그램 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 각 가정의 에너지 효율을 위해 San Jose의 교통신호관리 프로그램을 도입 - 중앙통제형 모니터링 시스템에 의해 작동되는 이 신호 체계는 완전히 정착되면 320만 갤런의 휘발유를 절감 가능
오레곤 (Oregon)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 에너지 조세환급제도 <ul style="list-style-type: none"> - CO₂ 배출량 저감을 위해 ‘사업자 에너지 조세환급제(Oregon Business Energy Tax Credits)’ 시행 중 - 표준 설비보다 비싼 에너지절약형 기기 투자에 대한 비용 중 35%를 5년에 걸쳐 법인세에서 환급 - 임대용 건물의 단열 시공, 자동차 연료 대체 및 주유 시설, 상용 태양열 프로젝트의 경우는 “pass-through” 프로그램에 의하여 28%를 현금으로 지급
휴스턴 (Huston)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주택개선 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> - 창문과 문에 문풍지를 대고, 다락 및 온수관 절연 등의 활동을

구분	세부내용
	<p>통해 빈곤지역 에너지 효율 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> - 오래된 주택의 에너지효율 증대를 통해 에너지 및 비용 절감이 가능
샌프란시스코 (San Francisco)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 샌프란시스코 기후행동 계획 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 도시 전 지역의 온실가스 배출량을 2012년까지 1990년도 수준 20% 절감을 목표로 함 - 700대 이상의 공기청정 차량(압축 천연 가스, 하이브리드, 전기, 바이오 연료 및 프로판 가스) 확대 사업에 주력 ◦ 태양열 사용 보조금 <ul style="list-style-type: none"> - 가정과 기업의 태양열 권장 정책을 마련하고 태양열 집열판을 설치하는 가정과 기업에 보조금을 지원
앤아버 (Ann Arbor)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 에너지 기금 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 초기 배당받은 기금과 절약 비용의 80%을 통해 건물과 도시 전체의 에너지 효율개선 사업 시행 - LED 교통신호등·가로등 설치 등의 도시 에너지 효율개선 사업, 태양에너지 및 전기자동차 사업에 투자 - 기금을 이용한 시설은 5년간 에너지 절약 비용을 일부를 상환
샌디에이고 (San Diego)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기후변화 교육 및 신재생에너지 보급 <ul style="list-style-type: none"> - 시민들의 인식개선 및 에너지 절감의 자발적인 참여를 유도하기 위해 교육을 실시 - 사용되는 에너지의 50MW를 태양광 발전을 통해 생산 ◦ 운송부문 온실가스 감축사업 <ul style="list-style-type: none"> - 매립지의 메탄가스를 LNG 연료로 변환시켜 100대 이상의 폐기 대상 트럭을 수집·개조하여 연료로 사용하도록 하는 혁신적인 프로그램 시행 - 트럭들의 경로를 안내하는 GPS 시스템의 행선지 안내 기술을 최적화 ◦ 매립가스 재생 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> - 시 전역의 재생가능 폐기물을 수집하여 퇴비로 재사용하며, 이때 발생하는 매립가스는 전력으로 이용

캐나다의 정부는 2020년까지 온실가스 배출량을 2005년 수준의 17%를 절감하기로 공포하였으며, 연방정부 및 주정부에선 이를 위해 온실가스 감축 수단을 마련하여 실시 중에 있다.

[표 23] 캐나다 주별 온실가스 감축정책

구분	세부내용
퀘벡 (Quebec)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 녹색기금 및 탄화수소세 제도 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 2012년까지 1990년 수준보다 1.5%이하의 배출량인 CO₂ 1천만 톤을 감축 전략 실행 중 - 온실가스 배출 감소를 위하여 CO₂를 배출하는 화석연료 대리점에 탄화수소 세금을 징수 ◦ 교통부문 저감 대책 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 이용률이 가장높은 대중교통 프로젝트에 약 3억 5천만 캐나다 달러를 투자하여, 철도운송 시스템의 타당성 조사 및 몬트리올 대규모 신규 운송시스템(지하철 및 철도)개발에 투자 - 자동차 배출가스 신규 배출기준 설정 및 에탄올 사용 권장
토론토 (Toronto)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 토론토 대기기금을 통한 지속가능성 사업 재원 조달 <ul style="list-style-type: none"> - 기금을 사용하여 지역 열, 전기, 냉방 공동 생산(삼중발전) 시스템, 태양열발전소, 신규 아파트 에너지 효율개선, 외부 LED조명 시범 평가를 수행 <p><토론토 대기기금 활용 사업></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ▷ 캐나다 최초의 지자체 삼중발전 시스템 ▷ 시의 신호등을 LED 램프로 교체(진행중) ▷ 캐나다에서 가장 큰 그리드와 태양광전지 시스템 연결 ▷ 시의 자동차를 하이브리드로 교체 ▷ 여름 최대 열파를 대비하기 위한 열감시 경보 시스템 개발 ▷ 주거 에너지 효율 개선 인센티브 프로그램 수행 ▷ 북아메리카 최초의 도시 풍력 터빈 ▷ 대규모 대학의 에너지 및 기후 대응 계획 개발 ▷ 온타리오 지방의 석탄 발전 퇴출 지원 정책 개발 ▷ 토론토의 가장 큰 개발업자 트라이델(Tridel)과 새 아파트 건설을 위한 녹색 차관 프로그램 ▷ 토론토 최초의 자동차 공유 기업, 오토쉐어(AutoShare) 개업 ▷ 예술가 주택 및 작업공간의 에너지 효율 개선, 아트스케이프(Artscape) </div>

본 보고서는 충청남도 실과별 평가 결과와 관련 내용을 포함하고 있어 비공개를 원칙으로 합니다. 해당 보고서와 관련 내용에 대한 자세한 사항은 충청남도 기후환경정책과 또는 연구책임자에게 문의하시기 바랍니다.

연구책임		이상신 기후변화대응연구센터 책임연구원
		윤수향 기후변화대응연구센터 연구원
연구참여		장창원 (주)한국수환경관리연구소 이사
		김상수 (주)한국수환경관리연구소 선임연구원

정책지원과제 2017-08
충청남도 2016년도 온실가스 감축
이행평가 및 2017년도 감축계획 수립

발행일 : 2017년 5월

발행인 : 충남연구원장

발행처 : 충남연구원 서해안기후환경연구소

(350-831) 충청남도 홍성군 홍북면 신경리 43-1

홈페이지 <http://www.shari.re.kr>

발간등록번호 : -