



2009

서울시 기후변화대응 성과분석 및 비전수립

A Preliminary Study on Seoul' s Vision for Climate Protection
Initiative in 2030

김 운 수 · 신 성 일 · 김 원 주

서울시 기후변화대응 성과분석 및 비전수립

A Preliminary Study on Seoul's Vision for Climate Protection
Initiative in 2030

2009

■ 연구진 ■

연구책임	김 운 수 • 도시기반연구본부 선임연구위원
연구원	신 성 일 • 도시기반연구본부 연구위원
	김 원 주 • 도시기반연구본부 연구위원
	김 정 아 • 도시기반연구본부 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

- 세계는 지금 기후변화 시대를 맞아 탄소배출 최소화를 국가경쟁력의 원천으로 삼기 위한 그린레이스(Green Race)에 모든 노력을 경주
 - 현재와 같은 탄소배출이 지속될 경우 기후변화로 인한 경제적 손실은 매년 세계 GDP의 5%~20%에 달할 전망(Stern Review, 2006)
 - 미국, 영국, 일본 등 선진국들은 기후변화 대응을 위한 녹색산업, 녹색기술을 새로운 국가성장엔진으로 인식하고 Green Race에 집중
- 최근 선진도시들은 Green Race에서 보다 앞서기 위해 생태환경도시를 거쳐 저탄소 도시로의 전환 움직임을 가시화하고 있는 추세
 - 유엔(UN) 통계에 의하면 2008년 전 세계 인구의 절반 이상(33억명)이 도시에 거주하고, 2030년에는 약 50억명에 이를 것으로 예상됨에 따라 향후 도시가 실질적으로 선도하는 기후변화 대응이 절실
 - 서울시는 저탄소 배출도시에 대한 다각적인 분석으로 도입이 용이하고 기술적으로 완성도가 높은 방안을 마련하고, 향후 원용 가능한 저탄소 배출도시에 대한 추진전략을 마련하는 것이 시급
- 21세기 저탄소 사회(LCS; Low Carbon Society) 실현이 지구촌의 최우선 과제로 등장함에 따라, 기후변화의 대응 주체는 국가이지만, 자치단체가 저탄소 사회 실현의 실질 추진주체로서 능동적인 역할을 수행하고 있음.
 - 주요 선진도시들은 기후변화에 대응하기 위한 국가정책에 부응하여 실질적인 탄소배출 감축노력을 선도하고 있음.

- 저탄소 배출도시는 에너지 절약과 효율적 이용, 청정에너지 이용 확대 등의 최적 조합을 통해 지역 대기환경 개선은 물론 새로운 신성장 동력 창출의 기회요인으로 인식되고 있음.
- 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2), 「C40 기후리더십 그룹」 제3차 정상회의 서울 유치, 「서울 친환경 건축 기준」발표(2007.8.16), 기후변화기금 조성계획(2007.8.23) 등 기후변화 대응을 위한 서울시의 노력이 더욱 강화되고 있는 가운데, 향후 서울을 저탄소 배출도시로 실현하려고 하는 정책목표에 맞추어 추진할 수 있는 기본전략을 마련하는 것이 필요
- 이 연구는 맑고 매력있는 세계도시로서 향후 서울의 미래경쟁력 강화의 일환으로 저탄소 사회 실현을 위한 방향설정과 추진전략을 도출하기 위해 성과분석과 비전수립을 검토하여
 - 저탄소 사회 실현을 위한 추진전략을 모색하기 위해 서울시 탄소배출 요인과 전망, 그리고 추진방향 진단의 기초 자료로 활용
 - 저탄소 배출도시 조성을 위한 추진전략의 준거 및 정책수단으로 활용

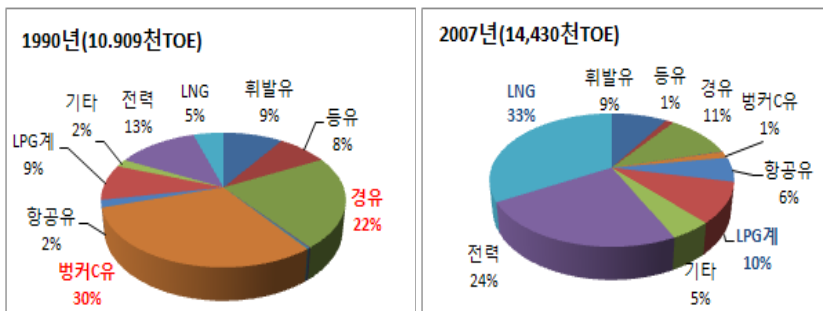
2. 연구 내용

- 서울시 에너지 소비특성 진단
- 서울시 기후변화 대응 추진현황 및 성과분석
- 해외 사례분석
- 서울시 기후변화 대응 비전수립 및 정책방향

Ⅱ. 연구의 주요결과

1. 에너지 소비특성 진단

- 대기정책정보시스템(CAPSS)과 온실가스정보시스템(GHG-CAPSS)의 상호 연계를 바탕으로 서울시 에너지 소비특성을 진단
 - 향후 서울시 대기환경 및 온실가스 감축사업의 통합관리 가능성을 감안하여, 에너지 소비변화 DB체계를 구축
 - 에너지 소비패턴을 비산업, 제조업, 에너지산업, 도로·비도로 오염원 등으로 분류
- 에너지 소비총량 및 이용비율의 변화
 - 1998년 외환위기는 서울 경제의 위축과 함께 에너지 소비총량의 지속적인 감소요인으로 작용하였으며, 감소한 에너지 소비총량은 2003년부터 현재까지 다소 증가하고 있으나, 1997년 수준을 회복하지 못함.
 - 에너지원별 소비 점유비율의 시기적 특성으로, 국내경기의 위축과 고유가, 환경규제 강화 등에 따른 영향으로 인하여 연료 총량에서 높은 비중을 차지하던 경유와 등유의 소비량이 2000년 이후 꾸준히 감소하고, 친환경 연료인 LNG와 LPG의 사용은 지속적으로 증가 추세를 보임 (2007년 전체 연료 소비량의 42.9% 수준).



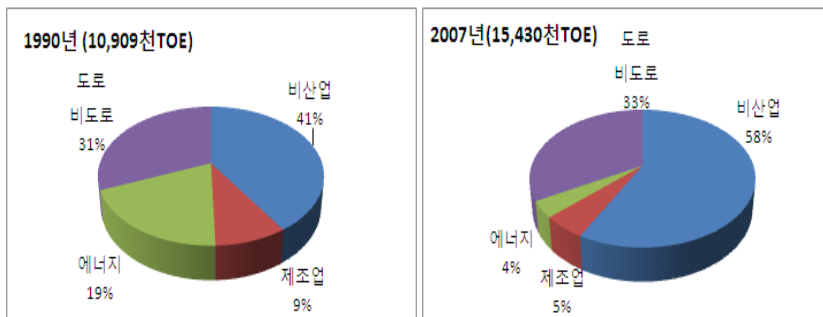
〈그림 1〉 서울시 에너지원별 소비량

—전체 신재생에너지의 90% 이상을 폐기물과 바이오에너지로 구성한 에너지 믹스(Energy mix)에서 벗어나, 향후에는 수소연료발전, 지열 등 더욱 다양한 신재생에너지의 보급 확대가 필요함.

—1인당 최종에너지 소비량은 최근의 경제침체에도 불구하고 다소 완만한 증가 추세를 보이는 가운데, 1인당 전력소비량은 1990년 0.33TOE/인에서 2007년 0.89TOE/인으로 172.2% 정도 급증하여, 향후 최종에너지 관리에서 가장 주목하여야 할 것으로 판단됨.

○부문별 에너지 소비현황

—제조업보다 도로 및 비산업 부문 가운데 가정·상업 부문의 에너지 소비량이 주종을 이루며, 향후 제조업 부문의 비중 감소와 가정·상업부문의 지속적인 증가가 예측됨.

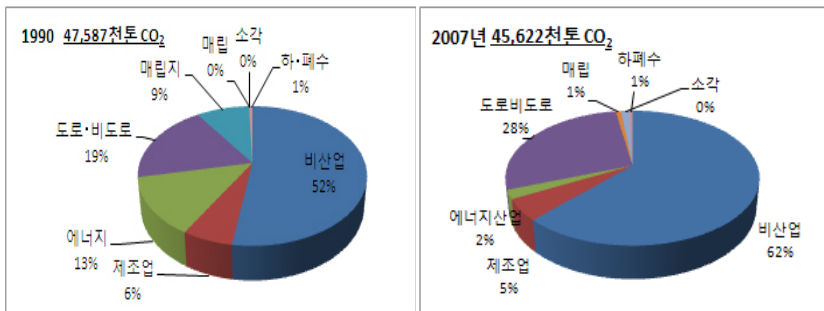


〈그림 2〉 서울시 부문별 에너지 소비량

—향후 바이오디젤, 연료전지 등 신재생에너지의 기술개발을 통한 상용화가 이루어진다면 에너지 수급문제와 환경문제를 동시에 해결할 수 있을 것으로 전망되어 그 중요성이 점차 커지고 있음.

2. 온실가스 배출현황

- 서울시 온실가스 배출 총량은 1990년 47,587천톤에서 2007년 45,622천톤으로 1,964천톤(약 4.1%) 정도 감소한 것으로 분석됨.
- 이는 1990년 주로 사용된 석탄계 에너지의 연료전환, 환경규제 강화에 따른 경유와 등유, 벙커C유의 소비량 감소, 매립지에서 발생하는 메탄의 감축 및 서울시의 에너지 절약 노력 등의 효과로 판단되며 향후 서울시 정책에 따라 감소의 폭이 더욱 증가할 것으로 예측됨.
- 서울시의 온실가스 대부분은 에너지 부문에서 배출되고 있음. 2007년 부문별 온실가스 배출 비중을 살펴보면 1990년 대비 비산업과 도로·비도로 이동오염원의 비중이 증가한 반면, 에너지산업, 제조업 부문의 비중은 감소한 것으로 나타남.
- 1990년 비산업 52.4%, 도로·비도로 이동오염원 18.8%, 에너지산업 13.3%, 매립지 8.9%, 제조업 6.1% 순으로 나타남.
- 2007년에는 비산업 62.2%, 도로·비도로 이동오염원 28.1%, 제조업 5.1%, 에너지산업 2.2% 순으로 구성됨.



〈그림 3〉 서울시 부문별 온실가스 배출비율

3. 기후변화 대응 주요사례 성과분석

- 서울 친환경 에너지 선언에서 공표한 1990년 대비 2020년 온실가스 25% 감축을 위해서는 자연증가분과 삭감량을 제외한 2020년 CO₂ 배출총량(52,750천톤)의 32%에 해당되는 17,060천톤을 삭감하여야 함. 이를 확대하여 1990년 대비 2030년 35% 온실가스 감축을 위해서는 2030년 서울시의 CO₂ 배출량으로 예측된 59,275천톤의 48%에 해당되는 28,344천톤을 삭감하여야 함.
- 서울시의 온실가스 저감 목표를 달성하기 위한 기후변화 대책들을 통해 2020년 11,767천톤, 2030년 20,376천톤 정도를 삭감할 수 있는 것으로 분석되었으며, 이는 목표 삭감량 대비 각각 69%, 71.9%에 해당되는 수치임.

〈표 1〉 서울시 기후변화대응에 따른 저감대책 분류별 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤)

구분	2007	2010	2020	2030
에너지 부문	629,037	875,547	4,347,314	8,776,870
건물 및 도시관리 부문		19,900	1,129,000	3,421,000
자원·폐기물 관리 부문		1,012,056	999,066	998,408
교통부문	402,341	693,402	1,764,348	3,537,114
공원·녹지부문	1,298,342	1,298,685	1,300,256	1,301,334
시민참여 부문	1,941,149	2,029,250	2,227,436	2,341,339
합계(톤)	4,270,869	5,928,839	11,767,420	20,376,065

- 부문별 삭감 효과를 살펴보면 2020년에는 에너지 부문 25.5%, 교통 부문 10.3%, 시민참여 부문 13.1%로 시민참여 부문의 효과가 크게 나타난 반면, 2030년에는 에너지 부문 31.0%, 건축물 부문 12.0%, 교통 부문 12.5%로 시민참여 부문보다는 서울시의 기후변화 대책들의 효과가 더 클 것으로 분석됨.

4. 해외 사례분석

- 지구온난화 및 기후변화에 능동적으로 대처하기 위해 도시의 특성과 여건을 고려하여 국가의 정책목표에 비해 한층 강화된 온실가스 감축목표 수립이 필요함.
- 저탄소 사회를 실현하기 위해 교통, 가정, 상업 등 에너지 소비 부문에 대한 선택과 집중으로 기후변화 대응 효율성을 제고하는 것이 바람직함.
- 기후변화 대응을 효과적으로 추진하기 위해서는 인프라 구축과 함께 세부 정책을 추진하는데 기본이 되는 법적 근거와 재정을 확보하고 이를 수행하는 전담 조직 체계를 구성하여야 함.
- 공공기관이 온실가스 감축을 위한 기반을 선도적으로 구축하여 기업, 시민단체들의 자발적 참여를 유도함으로써 온실가스 저감뿐 아니라 지역발전 위한 거버넌스의 중요한 토대로 활용해 나가야 함.
- 기후변화 대응을 위한 정책추진의 여건을 정착하기 위해서는 시민 홍보와 교육·체험이 필요함. 이에 지방정부는 광고나 라벨 프로그램, 전화안내 서비스, 가정방문, 다양한 점포나 상가 정문 안내소 등을 통해 폐기물의 감량과 재활용, 에너지의 효율적 사용 및 절약 등 생활양식의 변화를 촉구하는 정보를 다양한 방법으로 제공하는 것이 바람직함.

Ⅲ. 정책건의

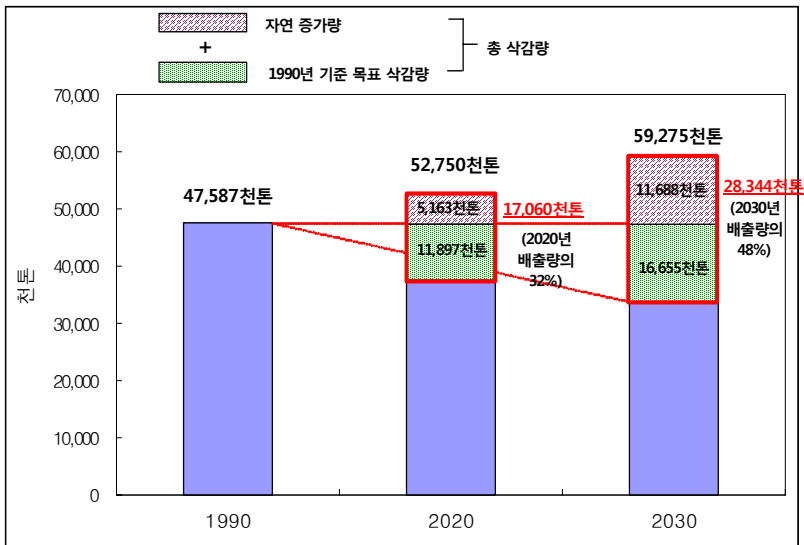
1. 기후변화 대응 비전수립

○온실가스 배출량 감축 목표수립

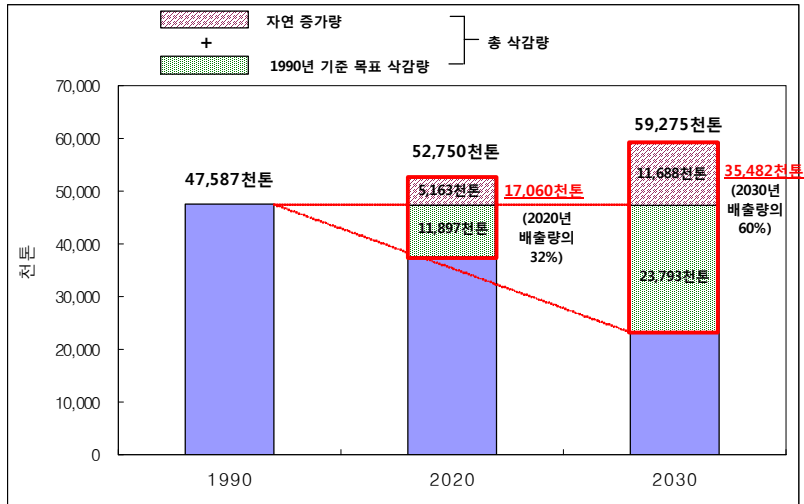
—맑고 매력있는 환경도시로서의 서울시 역할과 참여를 제고하고 한편으로 도시지역 온실효과의 하나인 도시열섬 현상을 완화시키며, 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2)의 계획목표를 수용하는 것을 원칙으로 하여 기간 연장을 검토하되, 2020년~2030년 계획기간의 목표수준을 한층 강화하는 온실가스 배출량 저감 시나리오를 수립함.

—시나리오 1 : 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 35% 및 자연증가분 감축

—시나리오 2 : 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 50% 및 자연증가분 감축



〈그림 4〉 서울시 온실가스 배출량 감축 시나리오 1 : 1990년 기준 35% 삭감



〈그림 5〉 서울시 온실가스 배출량 감축 시나리오 2 : 1990년 기준 50% 삭감

○ 목표달성을 위한 추가대책

- 2030년 온실가스 배출량을 1990년 기준 35% 감축 목표 설정 시 기후변화 대응 주요 사례의 성과를 분석한 결과, 20,376천톤CO₂ 정도를 삭감해 목표치의 71.9% 정도가 달성 가능한 것으로 판단되며, 목표를 달성하기 위해서는 7,968천톤CO₂ 정도의 추가 삭감이 필요함.
- 2030년까지 건물 및 도시관리 부문과 교통부문의 기후변화 대책을 추가적으로 시행할 경우 8,222천톤CO₂ 정도의 추가 삭감이 예상되므로 1990년 기준 35% 삭감 목표를 달성할 수 있을 것으로 분석됨.
- 2030년 온실가스 배출량을 1990년 기준 50% 감축 목표를 달성하기 위해서는 15,106천톤CO₂ 정도를 추가로 삭감해야 함. 35% 감축 목표를 달성하기 위한 대책들이 보다 확대 추진될 경우 15,113천톤CO₂ 정도가 추가로 삭감되어 50% 삭감 목표를 수치적으로는 달성할 수 있음.
- 다만 신재생에너지 추가 보급에 많은 사업비가 필요하고, 지원회수 시설의 추가 건설을 위한 입지 확보의 어려움이 있음. 또한 시민 참여에

의한 삭감량 비중이 전체 추가 삭감량의 17% 정도를 차지하게 되어 민간부문의 과도한 부담요인으로 작용하게 될 것으로 보임.

—신재생에너지 보급을 확대하기 위한 국가와 서울시의 비용지원 또는 민간 자본 유치, 기타 인센티브 제공 등과 같은 경제적·제도적 차원의 지원과 적극적인 시민참여 없이는 온실가스 50% 삭감 목표의 설정은 실행계획의 타당성을 현저하게 떨어뜨릴 것으로 판단됨.

—서울시 2030년 온실가스 감축목표는 [시나리오 1]의 달성가능 수준과 [시나리오 2]의 한계수준을 감안하면, 향후 35%~40% 수준의 다소 공격적인 목표설정도 가능할 것으로 판단됨.

〈표 2〉 1990년 기준 2030년 온실가스 배출량 삭감 시나리오 달성계획

부문	정책	시나리오 1 삭감량 (천톤CO ₂)	시나리오 2 삭감량 (천톤CO ₂)
에너지 부문	공공기관, 기업, 가정 실내 조명 LED 교체 시나리오 2 : 옥외광고판 정비, 가로등 보행등 격등 추가	327	663
	신재생에너지 추가 보급	-	568
건물 및 도시관리	스마트계량기 보급 확대	1,022	1,022
	대기전력차단기 보급 확대	463	463
	고효율 전기기기 보급 - 시나리오 1 : 5% 에너지 절감 확대 - 시나리오 2 : 6% 에너지 절감	1,887	2,264
자원대책	자원회수시설 확충 - 시나리오 2 : 900톤/일	-	117
	자원회수시설 이용률 증대 - 시나리오 1 : 90% - 시나리오 2 : 95%	372	392
교통대책	교통수요대책으로 통행량 감축	1,561	1,561
	수소전기차 - 시나리오 1 : 15만대 - 시나리오 2 : 20만대	213	4,428
	전기차 - 시나리오 2 : 승용차, 버스, 택시		
	자전거 활성화 : 공영자전거 보급 - 시나리오 1 : 12만대 - 시나리오 2 : 17만대	749	1,061
시민참여	생활 실천으로 에너지 절약	1,628	2,574
합계		8,222	15,113

2. 기후변화 대응 정책방향

- 저탄소 녹색성장 목표관리제(BSC with Low Carbon Green Growth) 도입
 - 서울시 성과목표 관리제에 ‘저탄소 녹색성장’ 계획관리 요소를 추가하여, 서울시정 전반의 사업 추진효과를 저탄소 녹색성장과 연계하는 것이 필요함. 저탄소 녹색성장 관련 요소를 예산사업에 반영하고 평가하는 예산운영의 변화를 통해 서울시정을 ‘Carbon Diet System’으로 전환하는 효과를 기대할 수 있음.
- 저탄소 녹색성장 기반사업 육성·지원재단(일명 : 인큐베이터)의 설치·운영
 - 서울시는 녹색산업을 유치 또는 창출할 수 있는 녹색재단을 설치·운영하여 녹색산업 관련 벤처산업의 창업과 운영을 지원하는 것이 필요함.
- 탄소중립형 도시 및 성장관리
 - 이산화탄소(CO₂) 배출을 최소화하는 ‘탄소중립형 도시’로 개발하기 위해, 서울시에서 시행되는 택지개발, 뉴타운, 재정비 사업 등 도시개발 사업을 대상으로 태양광이나 풍력, 지열 등 신재생에너지 공급을 확대하고, 에너지절약형 생태주거단지를 조성하도록 유도함.
- 저탄소 녹색건물 건축기술 육성
 - 현행 BRP(건물에너지 합리화사업)의 효율적 추진과 관련하여 기후변화 대응뿐만 아니라, 저탄소형 도시개발에 필요한 핵심기술을 종합적으로 연계 시행하는 패키지(package) 방식의 도입을 검토함.
- 저탄소 녹색교통 기술 및 시스템 구축
 - 대중교통 서비스 개선과 인프라 확충(지하철, 광역 신교통수단, 환승시설 등), 강력한 교통수요 관리정책(승용차 요일제, 혼잡통행료 제도)으로 대중교통이용 확대 유도, 배출가스 제로의 무공해차(전기차, 연료전지차) 보급, 자전거 등 녹색교통수단 활성화, LED 교통신호등·도로조명과 같은 친환경 저탄소배출 교통시설물 확대 등을 통해 서울시 대기

질을 개선하고 지속가능한 저탄소 녹색교통체계 구축을 도모함.

○에너지 센서스 실시로 기초자료 확보

—지방자치단체의 에너지 대책 시행에 있어 에너지 이용과정에서의 절약과 효율적 이용을 유인할 수 있는 실질적 내용을 파악할 수 있도록 자치단체별 에너지 소비 자료구축이 필요함.

○기후변화 적응 및 예방을 위한 건강도시 증진 프로그램 운영

—기후변화에 초기 대응할 수 있도록 분야별 행동지침서(매뉴얼) 작성·보급, 인터넷 홈페이지 및 온라인상의 기후변화 적응 도우미 운영, 시민을 대상으로 한 합리적 대처요령 교육 등 시민·지역 맞춤형 프로그램의 개발을 적극 검토함.

○기후변화 대응 교육, 학습체험, 문화프로그램 기획

—시민인식을 제고하고 동참을 유도하기 위해 기후변화 대응 및 에너지 이용 등과 관련된 체험 프로그램을 마련하며, 기후변화 대응 자가진단 프로그램 개발 및 이용을 유도하기 위해 탄소배출 자가진단 프로그램(Carbon Calculator)을 개발·보급함.

○폐기물 자원화 사업

—도시광산화 프로젝트의 확대 시행을 위해 재활용 관련 시설과 연계하여 희귀금속 회수시설의 설치·운영을 적극 검토함.

○배출권 거래 및 탄소금융시장 유치

—동북아 탄소금융시장의 허브로 성장하기 위한 차원에서 SCER(Seoul Certified Emission Reduction) 제도를 도입하여 서울시에서 발생하는 온실가스 감축분을 서울시가 구매하는 것을 검토하고, 각종 금융지원과의 연계를 위해 국내 최대의 금융 중심가인 여의도에 동북아 탄소배출 권거래소를 유치하는 방안도 적극 검토함.

목 차

제1장 연구개요	3
제1절 연구배경 및 목적	3
1. 연구배경	3
2. 연구목적	5
제2절 연구내용 및 방법	6
1. 연구내용	6
2. 연구방법	9
제2장 서울시 에너지 소비특성 진단	13
제1절 연료소비 부문별 소비특성	13
1. 에너지원 분류체계	13
2. 부문별 에너지 소비량	15
제2절 연료유형별 소비특성	25
1. 석탄	27
2. 석유	28
3. 도시가스	30
4. 전력	32
5. 신재생에너지	33
제3절 종합정리	35
1. 에너지 소비총량의 변화	35
2. 에너지 소비지수의 변화	36

제3장 기후변화 대응 추진현황 및 성과분석	41
제1절 서울시 온실가스 배출현황	41
1. 이산화탄소 배출량	43
2. 메탄 배출량	44
3. 아산화질소 배출량	46
4. 온실가스 배출량 변화	47
제2절 기후변화 대응 분야별 추진현황	50
1. 분야별 기후변화 대응 대책	50
2. C40 서울선언문과 향후 기후변화 대응계획	55
제3절 기후변화 대응 주요 사례의 성과분석	58
1. 에너지 부문 대책	58
2. 건물 및 도시관리 부문 대책	63
3. 자원·폐기물 대책	66
4. 교통부문 대책	68
5. 공원·녹지 부문 대책	74
6. 시민참여	76
제4절 종합정리	78
제4장 해외사례 분석	83
제1절 주요 도시별 기후변화 대응 전략분석	83
1. 뉴욕(New York) : PlaNYC 2030 이니셔티브	83
2. 로스앤젤레스(Los Angeles) : 그린 LA 기후액션플랜	93
3. 시애틀(Seattle) : 기후보호이니셔티브(Climate Protection Initiative)	100
4. 도쿄(Tokyo) : 기후변동 대책 방침 - 「카본 마이너스 도쿄 10년 프로젝트」	109
5. 런던(London) : 기후변화 실천계획	118
제2절 시사점 도출	123

제5장 서울시 기후변화 대응 비전수립 및 정책방향	129
제1절 기후변화 대응 SWOT 분석	129
1. 장점요인(Strength)	129
2. 약점요인(Weakness)	130
3. 기회요인(Opportunity)	130
4. 위협요인(Threats)	131
제2절 기후변화 대응 비전수립 및 달성전략	134
I. 비전수립 기본방향	134
2. 해외도시의 지표설정 동향	135
3. 지표설정 고려사항	136
4. 서울시 온실가스 저감 목표수립	138
제3절 기후변화 대응 정책과제	145
1. 저탄소 녹색성장 목표관리제(BSC with Low Carbon Green Growth) 도입	145
2. 저탄소 녹색성장 기반사업 육성·지원재단(일명 : 인큐베이터)의 설치 운영	145
3. 탄소중립형 도시 및 성장관리	146
4. 저탄소 녹색건물 건축기술 육성	147
5. 저탄소 녹색교통 기술 및 시스템 구축	147
6. 에너지 센서스 실시로 기초자료 확보	148
7. 기후변화 적응 및 예방 건강도시 증진 프로그램 운영	148
8. 기후변화 대응 교육, 학습체험, 문화프로그램 기획	149
9. 폐기물 자원화 사업	150
10. 배출권 거래 및 탄소금융시장 유치	150

제6장 결론 및 정책건의	153
제1절 결론	153
제2절 정책건의	160
참고문헌	167
부 록	173
영문요약	219

표 목 차

〈표 2-1〉 CAPSS 분류 체계 연계와 이 연구의 에너지원 분류체계	14
〈표 2-2〉 서울시 비산업 부문 연도별 에너지 소비량	17
〈표 2-3〉 서울시 제조업 사업체수, 종사자수	19
〈표 2-4〉 서울시 제조업 부문 연도별 에너지 소비량	19
〈표 2-5〉 서울시 에너지산업 부문 연도별 에너지 소비량	21
〈표 2-6〉 서울시 도로·비도로 부문 연도별 에너지 소비량	23
〈표 2-7〉 서울시 도로·비도로 부문 중분류별 연도별 에너지 소비량	24
〈표 2-8〉 서울시 연도별 에너지원별 소비현황	26
〈표 2-9〉 서울시 석탄 소비 현황	27
〈표 2-10〉 서울시 연도별 석유류 소비현황	29
〈표 2-11〉 서울시 부문별 도시가스 소비현황	31
〈표 2-12〉 서울시 부문별 전력 소비현황	33
〈표 2-13〉 서울시 신재생에너지원별 생산량	34
〈표 2-14〉 서울시 주요 에너지 지표	37
〈표 3-1〉 서울시 연도별 온실가스 배출현황	42
〈표 3-2〉 서울시 배출원별 온실가스 배출량 변화	47
〈표 3-3〉 서울시 연도별 온실가스 배출량 현황	48
〈표 3-4〉 서울시 온실가스 배출량 주요 지표	49
〈표 3-5〉 서울시 도시가스 보급 확대에 따른 온실가스 저감효과	59
〈표 3-6〉 서울시 집단에너지 확대 보급에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	60
〈표 3-7〉 서울시 지역냉방 보급 활성화에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	61
〈표 3-8〉 서울시 LED 광원 교체에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	62
〈표 3-9〉 서울시 신재생에너지 보급 확대에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	63
〈표 3-10〉 친환경건축기준 에너지 성능 지표	64

〈표 3-11〉 친환경건축기준(건물효율 1등급) 적용에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	65
〈표 3-12〉 건물에너지합리화사업(BRP)에 따른 CO ₂ 배출량저감효과(2008년)	65
〈표 3-13〉 건물에너지 합리화 사업(BRP)에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	66
〈표 3-14〉 생활폐기물 10% 원천 감량에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	67
〈표 3-15〉 천연가스 시내버스 보급에 따른 CO ₂ 배출량 저감 효과	69
〈표 3-16〉 하이브리드 자동차 보급 확대에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	70
〈표 3-17〉 CNG하이브리드 운행방식별 특성 비교	71
〈표 3-18〉 CNG하이브리드 보급에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	72
〈표 3-18〉 중앙버스전용차로제 설치 확대에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	73
〈표 3-19〉 승용차 요일제 운영 및 확산에 따른 CO ₂ 배출량 저감효과	74
〈표 3-20〉 생활권 녹지 조성 실적(2002~2007년)	75
〈표 3-21〉 공원녹지부문 보급 계획과 CO ₂ 배출량 저감효과	76
〈표 3-22〉 시민참여 대책에 따른 CO ₂ 저감효과	78
〈표 3-23〉 서울시 기후변화대응에 따른 저감대책 분류별 CO ₂ 저감효과	79
〈표 3-24〉 2020년, 2030년 부문별 삭감량과 삭감효과	79
〈표 4-1〉 도쿄도 온실효과 가스 배출량 상황(2005년 잠정값)	111
〈표 4-2〉 도쿄도 에너지 소비량 상황(2005년 잠정값)	111
〈표 4-3〉 외국 중앙정부와 자치단체의 온실가스 감축 목표 비교	125
〈표 5-1〉 2030년 저탄소 사회 실현을 위한 서울시 정책지표 설정 관련 정책변수 검토	137
〈표 5-2〉 서울시 온실가스 배출 현황 및 전망	138
〈표 5-3〉 1990년 기준 2030년 온실가스 배출량 35% 삭감 시나리오 달성계획	141
〈표 5-4〉 1990년 기준 2030년 온실가스 배출량 50% 삭감 시나리오 달성계획	144

그림 목 차

〈그림 1-1〉 연구의 체계	8
〈그림 2-1〉 서울시 연도별 에너지 소비량	15
〈그림 2-2〉 서울시 연도별 비산업 부문 에너지 소비량	16
〈그림 2-3〉 서울시 연도별 제조업 부문 에너지 소비량	18
〈그림 2-4〉 서울시 연도별 에너지산업 부문 에너지 소비량	20
〈그림 2-5〉 서울시 연도별 도로·비도로 부문 에너지 소비량	23
〈그림 2-6〉 서울시 에너지원별 소비현황	26
〈그림 2-7〉 서울시 연도별 석탄 소비현황	27
〈그림 2-8〉 서울시 석유제품별 소비 현황	28
〈그림 2-9〉 서울시 부문별 석유류 소비 현황	29
〈그림 2-10〉 서울시 도시가스 소비현황	31
〈그림 2-11〉 서울시 전력 소비현황	32
〈그림 2-12〉 서울시 신재생에너지원별 생산량	34
〈그림 2-13〉 서울시 부문별 에너지 소비 비중(1990년 대비 2007년)	35
〈그림 2-14〉 서울시 에너지원별 소비 비중(1990년 대비 2007년)	36
〈그림 3-1〉 서울시 연도별 온실가스 배출현황	42
〈그림 3-2〉 서울시 부문별 온실가스 배출비율	43
〈그림 3-3〉 서울시 부문별 이산화탄소 배출량 현황	44
〈그림 3-4〉 서울시 부문별 메탄 배출량 현황	45
〈그림 3-5〉 서울시 부문별 아산화질소 배출량 현황	46
〈그림 3-6〉 서울시 연도별 온실가스 배출총량 변화	49
〈그림 3-7〉 제2차 뉴욕 C40 Summit(2007년 5월) 이후 서울의 변화	51
〈그림 3-8〉 서울시 온실가스 저감대책 목록	53
〈그림 3-9〉 C40 서울선언문과 향후 기후변화 대응계획	57

〈그림 3-10〉 2020년 부문별 CO ₂ 삭감비율	80
〈그림 3-11〉 2030년 부문별 CO ₂ 삭감비율	80
〈그림 4-1〉 뉴욕 부문별 온실가스 배출량(MtCO ₂)	84
〈그림 4-2〉 뉴욕 온실가스 배출량 변화요인	85
〈그림 4-3〉 뉴욕 온실가스 배출 감축전략	86
〈그림 4-4〉 뉴욕 대중교통 인프라 확장 계획	87
〈그림 4-5〉 뉴욕 맨해튼 9번가 자전거도로	90
〈그림 4-6〉 뉴욕의 기후변화대응 추진전략	91
〈그림 4-7〉 LA 이산화탄소 배출량(MtCO ₂)	94
〈그림 4-8〉 로스앤젤레스의 기후변화대응 추진전략	99
〈그림 4-9〉 시애틀 부문별 온실가스 배출량	101
〈그림 4-10〉 시애틀 부문별 온실가스 배출량(세부)	101
〈그림 4-11〉 시애틀 대중교통 및 자전거 통행 변화	106
〈그림 4-12〉 시애틀 기후변화 관련 지표의 변화	108
〈그림 4-13〉 시애틀의 기후변화대응 추진전략	108
〈그림 4-14〉 도쿄도 부문별 CO ₂ 배출량 구성비	110
〈그림 4-15〉 EU와 일본의 태양열 시장	114
〈그림 4-16〉 기후변동대책방침 체계도	117
〈그림 4-17〉 도쿄도 기후변화대응 추진전략	118
〈그림 4-18〉 런던의 이산화탄소 배출량(2006년)	119
〈그림 4-19〉 런던의 2025년 온실가스 배출 감축 목표	119
〈그림 4-20〉 런던의 기후변화대응 추진 전략	120
〈그림 5-1〉 주요 외국 도시의 온실가스 감축 목표	136
〈그림 5-2〉 서울시 온실가스 배출량 감축 시나리오 1 : 1990년 기준 35% 삭감	139
〈그림 5-3〉 서울시 온실가스 배출량 감축 시나리오 2 : 1990년 기준 50% 삭감	142

제1장 연구개요

제1절 연구배경 및 목적

제2절 연구내용 및 방법

제1장

연구의 개요

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구배경

세계는 지금 기후변화 시대를 맞아 탄소배출 최소화를 국가경쟁력의 원천으로 삼기 위한 Green Race에 모든 노력을 경주하고 있다. 현재와 같은 탄소배출이 지속될 경우 기후변화로 인한 경제적 손실은 매년 세계 GDP의 5%~20%에 달할 전망이 이를 뒷받침하고 있다(Stern Review, 2006). 이에 미국, 영국, 일본 등 선진국들은 기후변화 대응을 위한 녹색산업, 녹색기술을 새로운 국가성장엔진으로 인식하고 Green Race에 버금가는 Low Carbon Economy(Society), Low Carbon Growth, Carbon-Free Prosperity¹⁾ 개념을 보편적인 화두로 언급하고 있다.

1) Carbon-free Prosperity by U.S. Senator Maria Cantwell of Washington : Repowering our economy with cleaner and more diverse energy sources is one of the most urgent challenges and opportunities of our age. *Carbon Free Prosperity* demonstrates conclusively that prosperity and reducing our dangerous and debilitating reliance on fossil fuels are mutually reinforcing goals. …(중략)…The *Carbon Free Prosperity* action plan will help spur and leverage our ongoing efforts to create the policies and federal incentives needed to accelerate the clean tech revolution and help build a 21st Century clean, smart, affordable and job rich energy system.

나아가 세계 선진도시들은 Green Race에 보다 앞서가기 위해 생태환경도시를 거쳐 저탄소 도시로의 전환 움직임을 더욱 가시화하고 있는 추세이다. 도시는 세계에너지 이용과 온실가스 배출의 주된 주체이며(Janet Sawin, World Watch Institute), 도시성장에 따라 지구온난화물질의 80%를 배출하여 기후변화에 더 큰 영향을 줄 것으로 지적되고 있기 때문이다. 최근의 UN 통계자료에 의하면 2008년 전세계 인구의 절반 이상(33억명)이 도시에 거주하며, 2030년에는 약 50억명이 도시에 거주할 것으로 예상되어, 향후 도시가 기후변화 대응을 실질적으로 선도하는 역할이 절실한 실정이다.

이를 반영하듯 기후변화 대응은 국가 차원뿐만 아니라, 자치단체도 온실가스 감축주체로서 심혈을 기울이고 있으며, 이는 저탄소 사회(Low Carbon Society) 실현 또는 저탄소 배출도시 조성 운동으로 정착되고 있다. 자치단체의 적극적인 기후변화 대응을 위한 정책개발과 추진은 지역 대기환경 개선, 에너지 이용 효율화를 통한 재정 절감, 효율적인 에너지 시스템으로 새로운 일자리 창출과 지역경제 발전 기여 등 환경 개선과 경제적 편익 등을 가져오기 때문이다.

한편 정부는 「저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)」 국가비전의 수립(2008.8.15), 기후변화대응종합기본계획 및 국가 기후변화 적응 종합계획 발표(2008.12), 「저탄소녹색성장기본법(안)」 입법예고(2009.1.15) 등 저탄소 녹색성장 정책을 본격적으로 추진하고 있다. 정부의 「저탄소 녹색성장」 정책을 실질 선도하고, 기후변화 대응을 위한 국제적 노력에 동참하기 위해서는 서울의 특성을 감안한 저탄소 사회실현 기반이 구축되어야 한다.

이와 같이 서울시는 저탄소 배출도시 조성을 위한 다각적 분석을 통하여 도입이 용이하고 기술적으로 완성도가 높은 계획을 마련하며, 이를 바탕으로 향후 저탄소 배출도시 실현을 위해 원용 가능한 추진전략과 실행방안을 마련하는 것이 시급하다.

2. 연구목적

21세기 저탄소 사회 실현이 지구촌의 최우선 과제로 등장하고 있으며, 기후변화의 대응 주체는 국가이지만, 자치단체가 저탄소 사회 실현의 실질 추진 주체로서 능동적인 역할을 수행하고 있다. 이미 주요 선진도시들은 기후변화 대응을 위한 국가정책에 부응하여 실질적인 탄소배출 감축노력을 선도하고 있음은 물론이다.

이러한 배경에서 서울 친환경 에너지 선언(2007.4.2), 「C40 기후리더십 그룹」 제3차 정상회의의 서울 유치, 「서울 친환경 건축 기준」 발표(2007.8.16), 기후변화기금 조성계획(2007.8.23) 등 기후변화 대응을 위한 서울시의 노력이 더욱 강화되고 있다. 2030년 저탄소 사회 실현이라는 도시 브랜드를 선점하기 위해 향후 서울을 저탄소 배출도시로 실현하려고 하는 정책목표에 맞추어 추진할 수 있는 기본전략과 실행방안을 마련하는 것이 필요하다.²⁾

기후변화에 능동적으로 대응하기 위해 서울시 저탄소 배출도시 추진전략을 마련하는 데는 기본적으로 도시의 탄소배출요인을 파악하는 과정이 전제되어야 한다. 뿐만 아니라 전통적 에너지 자원의 절약과 효율적 이용, 그리고 신재생에너지와의 대체 이용 등을 포함한 선택과 집중전략이 요구된다.³⁾ 이를 정량적으로 진단하기 위해서는 기후변화 대응 사업의 성과분석 및 비전수립에 대한 전략적 검토가 바람직하다.

한편으로는 선진도시의 기후변화 대응능력의 원용이 필요하다. 선진도시의 탄소배출 감축 추진전략은 크게 두 가지로 나뉜다. 첫째, 탄소 배출원 관리

2) 제3차 서울 C40 세계도시 기후 정상회의의 「서울선언문」에서는 각 도시의 단계별 온실가스 감축목표 또는 정책, 구체적인 실행계획, 시간표가 포함된 기후변화 행동계획(Climatic Change Action Plan; CCAP)의 추진성과를 차기회의에서 검토보고할 것을 명문화하고 있음.

3) 이 연구는 ① 서울시의 기후변화 대응 역량과 주요 시책의 추진성과 진단, ② 저탄소 사회 진입을 위한 비전과 전략, ③ 에너지 저소비 도시 조성 관련 SWOT 분석에 따른 기후변화 대응 정책방향 설정, ④ 저탄소 사회 실현에 필요한 거버넌스와 바람직한 시민참여 방안마련 등에 관심을 두면서 진행함.

정보시스템의 구축 및 활용, 온실가스 감축목표의 단계별 설정 등 체계적이고 전략적인 환경정책을 추진하는 것이다. 둘째, 저탄소 사회를 실현하기 위해 환경부하를 줄이는 에너지 정책-에너지 소비저감 및 효율 증대, 에너지 대체, 에너지 재생 등 탄소배출을 최소화하는 것이다.

이에 이 연구는 맑고 매력있는 세계도시로서 향후 서울의 미래경쟁력 강화의 일환으로 저탄소 사회 실현목표의 방향설정과 추진전략을 도출하기 위해 탄소배출 요인분석과 전망을 바탕으로 행동계획의 성과분석 및 비전수립을 검토하고자 한다. 이는 현행 기후변화 대응 추진계획의 진단 및 타당성 확보를 위한 기초 자료로 활용하며, 또한 저탄소 배출도시 실현의 준거 및 정책수단으로 활용이 가능하기 때문이다.

제2절 연구내용 및 방법

1. 연구내용

1) 시간적 범위

기후변화의 효율적 대응으로 저탄소 사회로의 진입을 도모하기 위해서는 기본적으로 서울시 에너지 이용패턴의 특성을 살펴보는 것이 필요하다. 이는 서울시 탄소 배출 요인과 현황 파악을 바탕으로, 향후 서울시에서 중장기적으로 추진하여야 하는 맞춤형 저탄소 배출도시 추진방향을 살펴보기 위한 기초정보에 해당되기 때문이다.

이에 1990년~2007년 기간을 대상으로 서울시 에너지 소비패턴을 이용주체와 도시기능으로 유형을 분리하여 자료체계를 구축하고자 한다.

그리고 기후변화 대응 성과분석 및 비전수립은 에너지 소비절약, 이용효율 증진, 신재생에너지 이용 잠재력 평가 등 온실가스 배출량 감축 가능성을 전제

로 검토되어야 한다. 특히 성과분석은 현재 서울시에서 추진하고 있는 온실가스 감축 세부사업 및 에너지 관련대책의 효과평가와 연계하고, 이를 바탕으로 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2)에서 제시된 2020년 기후변화 비전을 2030년 저탄소 사회로의 진입을 위한 비전으로 확장하여 설정하고자 한다.

2) 내용적 범위

○서울시 에너지 소비특성 진단

중앙정부는 대기환경 개선 및 온실가스 감축의 공편익(Co-benefit) 효과를 위해 현행 대기정책지원정보시스템(CAPSS)과 온실가스정보시스템(GHG-CAPSS)의 상호 연계를 시도하고 있다. 이 연구는 서울시 에너지 소비특성을 CAPSS 분류체계에 따라 진단하여, 향후 기후변화 대응과 대기환경 개선의 공편익 증진을 위한 분류체계를 적용한다.

○서울시 기후변화 대응 추진현황 및 성과분석

저탄소 사회를 실현하기 위한 예비 검토단계로서 기후변화 대응, 에너지 정책, 지속가능한 도시개발 관점에서 추진현황과 관련 계획을 살펴보고, 이를 바탕으로 서울의 기후변화 대응 잠재력을 분석한다.

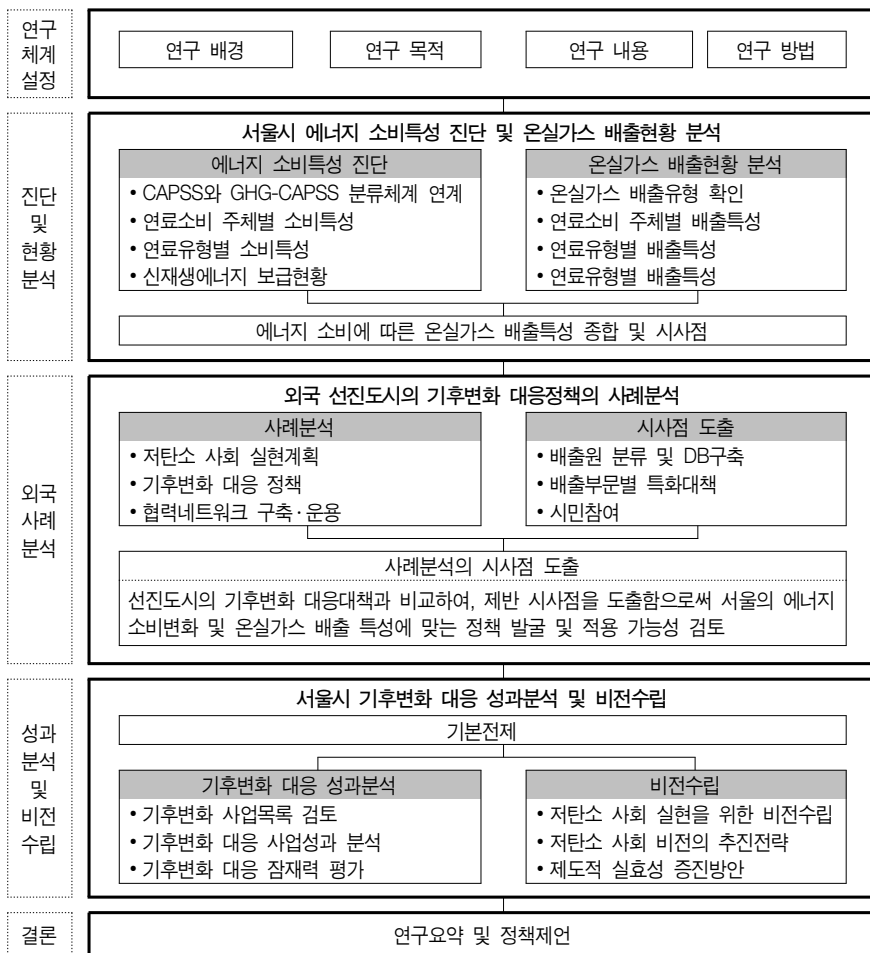
○해외 사례분석

선진도시에서 현재 추진 중인 기후변화 대응사례의 수집 및 비교분석을 바탕으로 제반 시사점을 도출하여, 향후 서울시 기후변화 대응에의 원용 가능성을 모색한다.

○서울시 기후변화 대응 비전수립 및 정책방향

기후변화 대응능력을 배양하기 위해 저탄소 사회 실현을 위한 SWOT 분석을 바탕으로 향후 서울시가 지향하여야 할 기본구상 및 비전을 제시한다. 특히

서울 친환경에너지 선언(2007.4.2)의 연장선에서 2030년 저탄소 사회에 진입하려는 정책목표를 추진하기 위한 기본원칙과 정책지표, 추진전략, 그리고 추진과제를 도출하는 논거로 제시하고자 한다. 이에 보다 구체적이고 효율적으로 서울시를 저탄소 사회로 실현하기 위한 정책적 검토사항으로 저탄소 녹색성장 목표관리제도 도입, 저탄소 녹색성장 기반사업 육성·지원, 탄소중립형 도시 및 성장관리, 저탄소 녹색건물 건축기술 육성 등을 검토한다.



〈그림 1-1〉 연구의 체계

3) 대상적 범위

기후변화 대응의 관리분석은 교토의정서에서 제시된 6개 온실가스를 대상으로 하되, 도시에서 주로 발생하는 이산화탄소(CO₂), 아산화질소(N₂O), 메탄(CH₄)을 주된 대상으로 선정하여 검토한다.

기후변화 성과분석과 비전 달성을 위한 정책분석은 서울시에서 분야별로 추진하고 있는 대책들을 대상으로 한다. 분석의 공간 범위는 서울시 행정구역을 대상으로 설정하나, 기후변화 대응을 위한 온실가스 총량관리 및 배출권 거래, 신재생에너지 대책, 지속가능한 광역 도시 관리 등과 연계된 경우에는 예외로 적용하도록 한다.

2. 연구방법

1) 기초자료 조사

○ 서울시 에너지 소비변화 조사

서울시 기후변화 대응 성과분석과 비전 수립을 위한 기초자료를 구축하기 위해 1990년~2007년 기간의 에너지 소비변화 관련 기초통계 자료를 조사한다.

○ 국내외 문헌 연구

저탄소 배출도시 조성을 위한 자치단체의 역할 정립 및 국내·국외 여건 등을 비교분석하여, 저탄소 사회 실현을 위한 기초정보를 확보한다.

2) 해외 선진사례 조사

서울시 기후변화 대응 성과분석 및 비전 수립을 위해 선진 외국도시에서 시행하고 있는 기후변화 대응방안과 추진전략을 분석한다. 도시 중심의 온실가

스 감축에 따른 미시적·거시적 효과를 고려하고, 선진 외국도시에서 새롭게 인식되고 있는 자치단체 중심의 기후변화 대응 전략 사례 등을 검토하여, 제반 시사점을 도출하도록 한다. 이는 향후 서울시 기후변화 대응을 위한 특화정책 마련, 중·장기 계획 및 비전 수립, 전략 도출과정에서의 원용 가능성을 모색하기 위함이다.

3) 탄소배출 자가진단 프로그램(Carbon Calculator) 활용 가능성 검토

기후변화 대응 자가진단 프로그램 개발 및 이용을 유도하기 위해 탄소배출 자가진단 프로그램을 개발 활용하고자 한다.

기후변화 실무 담당자와 일반 시민들에게 기후변화 유발요인을 파악하고 효과적으로 대응하는데 필요한 기초정보(에너지 소비, 온실가스 배출원과 배출량 산정, 효과 평가 등 전반적인 정보)를 제공하도록 한다. 서울시 기후변화 관련정보의 검색, 자료입력, 온실가스 배출량 산정, 사업의 효과산정, 기후변화 적응을 위한 시민의 자가진단 등으로 활용하기 위한 기후변화 대응 자가진단 프로그램의 개발과 보급이 이에 해당된다.

제2장 서울시 에너지 소비특성 진단

제1절 연료소비 부문별 소비특성

제2절 연료유형별 소비특성

제3절 종합정리

제2장

서울시 에너지 소비특성 진단

제1절 연료소비 부문별 소비특성

1. 에너지원 분류체계

현재 환경부는 「수도권 대기환경 개선 특별법」 시행과 「수도권 대기환경개선 기본계획」의 수립과정에서 대기 배출원의 효율적 관리 및 정책 성과 평가를 위해 대기관리 기초DB인 대기정책지원시스템(Clean Air Policy Support System; CAPSS)을 구축·운영하고 있다. 최근에는 CAPSS 시스템과 별개로 운영하고 있던 온실가스 배출시스템을 GHG-CAPSS 시스템으로 확장하여 대기환경 개선과 온실가스 감축을 통합관리하기 위한 DB 연계 프로젝트를 수행하고 있다.

이러한 배경을 바탕으로, 이 연구에서는 서울시 온실가스 배출원에서의 에너지 소비패턴을 비산업, 제조업, 에너지산업, 도로·비도로 오염원 등으로 분류하여 CAPSS 배출원 분류 체계와 연계하였다. 이는 향후 서울시 대기환경 및 온실가스 감축사업의 통합관리 가능성을 감안하여, 기후변화 대응 관련 에너지 소비변화 자료를 대기환경관리 DB체계와 연계하여 살펴보기 위한 것이다. 결과적으로 서울시 온실가스 배출원별 에너지 소비패턴을 일반 대기오염

물질 배출원 분류체계와 상호 연계시켜 배출원의 통합관리에 따른 공편익 (Co-benefit)을 최대화할 수 있다. 즉 에너지원 분류 체계를 통합 조정할 경우 탄소 배출요인 파악과 함께 일반 대기오염물질 배출량을 저감할 수 있는 기회를 동시에 확보할 수 있는 장점을 갖게 된다.

〈표 2-1〉 CAPSS 분류 체계 연계와 이 연구의 에너지원 분류 체계

기준분류 체계	대기정책지원시스템(CAPSS) 오염원 분류체계		이 연구의 에너지원 분류체계	
	대분류	중분류	대분류	중분류
난방	비산업 연소	• 상업 및 공공기관 시설 • 주거용 시설 • 농업 · 축산 · 수산업 시설	비산업 연소	• 주거용 시설 • 상업용 시설 • 공공 시설 • 농축산 시설
산업	제조업 연소	• 연소 시설 • 공정로 • 기타	제조업 연소	
발전	에너지산업 연소	• 공공발전 시설 • 지역난방 시설 • 석유정제 시설 • 고체연료전환 시설 • 민간발전 시설	에너지산업 연소	• 발전 시설 • 지역난방 시설 • 석유정제 시설 • 고체연료전환 시설
수송	도로 이동오염원	• 승용차 • 택시 • 승합차 • 버스 • 화물차 • 특수차 • 이륜차	도로 이동오염원	
	비도로 이동오염원	• 군사용 장비 • 철도 • 선박 • 항공 • 농업기계 • 건설장비	비도로 이동오염원	• 철도 • 선박 • 항공 • 건설장비

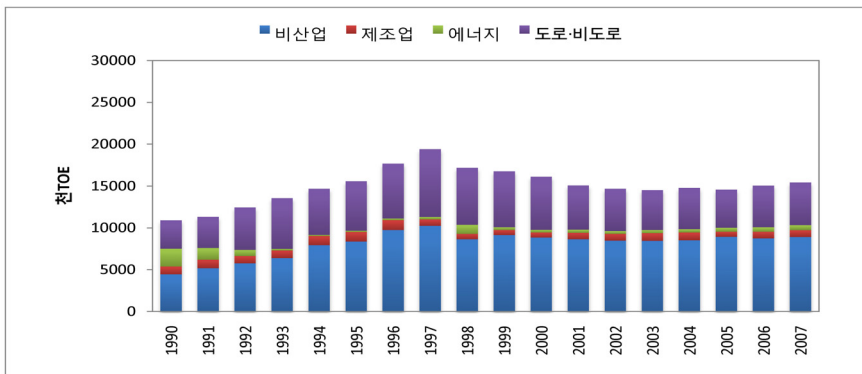
주 : 온실가스 배출원 분류체계에서 환경기초시설, 녹지 및 산림, 토지이용 등과 관련된 사항은 기후변화 대응 사업의 성과분석에서 제외함.

2. 부문별 에너지 소비량

서울시의 부문별 에너지 소비현황을 살펴보면 제조업보다 도로 및 비산업 부문 가운데 가정·상업 부문의 에너지 소비량이 주종을 이루고 있다. 향후에도 제조업 부문의 에너지 소비량은 점차적으로 감소되고, 가정·상업부문에서는 꾸준히 증가될 것으로 예측된다. 증가추세를 보여 왔던 도로 부문의 에너지 소비량은 지하철 및 대중교통체제의 완비 등으로 2002년을 기점으로 감소추세를 나타내고 있으나, 주 5일 근무제 등 생활패턴의 변화로 낮은 증가세를 유지할 것으로 전망된다. 다만, 자동차 등록대수는 2007년 2,933,286대로 전년대비 2.68% 증가하였다.

비산업 부문 가운데 가정·상업부문의 에너지 소비량은 2004년의 경우 전년대비 0.8% 하락하였으나 2005년에는 2.5% 상승한 53.9%, 2006년 50.5%, 2007년 49.3%로 약간 감소하였다. 그럼에도 전체 에너지 소비에서 차지하는 비중은 가장 높게 나타나고 있다.

향후 바이오디젤, 연료전지 등 신재생에너지의 기술개발을 통한 상용화가 이루어진다면 석유 등 에너지 수입 의존도를 낮추고 대기오염물질 배출을 경



자료 : 한국석유공사, 「석유류수급통계」, 1990~2008.
 대한도시가스협회, <http://www.citygas.or.kr/>

광해방지사업단, 「광해통계연보」, 2006.
 서울시, 「서울통계연보」, 1990~2008.

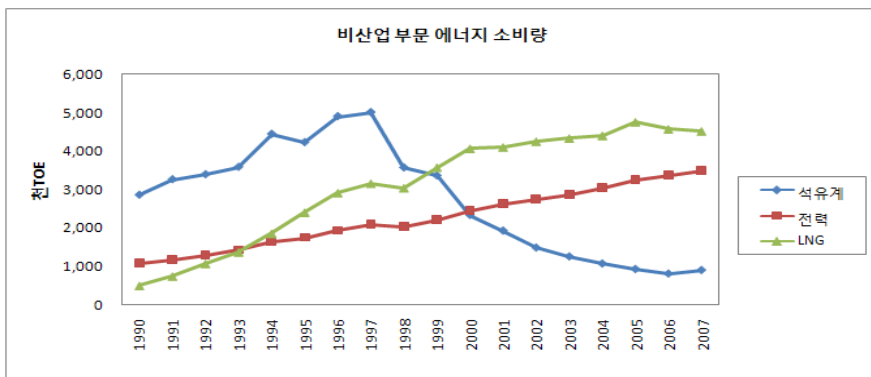
〈그림 2-1〉 서울시 연도별 에너지 소비량

감시케 에너지 수급문제와 환경문제를 동시에 해결할 수 있을 것으로 전망되어 그 중요성이 점차 커지고 있다.

1) 비산업 부문

서울시 비산업 부문의 에너지 소비량은 1990년에 4,446천TOE에서 2007년 약 8,815천TOE로 늘어났으며, 연료별로는 등유·경유의 석유류(64.4%)와 전력(24.3%)이 전체 에너지 소비량의 70.5%를 차지하였다. 석유류 소비량은 지속적으로 증가하다 1997년 이후 급격히 감소 경향을 보여 2007년에는 전체 소비량의 10.2% 수준인 905천TOE를 나타내었다. 반면 전력 소비량은 꾸준히 증가하여 2007년 3,494천TOE로 전체의 39.2%를 차지하고 있다. 그리고 청정 연료이며 사용이 편리한 LNG 소비량은 1990년에 불과 497천TOE(11.2%) 수준이었으나 2007년에는 4,513천TOE(50.6%)로 크게 증가하였다.

이를 부문별로 살펴보면, 농축수산업 시설 부문의 에너지 소비량은 전체적으로 급격히 감소하여 2003년 이후 거의 없는 것으로 나타나고 있다. 1990년 상업·가정 부문의 에너지 소비량은 비산업 부문 에너지 소비량의 70.5% 수준인 3,793천TOE 수준이었는데, 2007년에는 7,614천TOE로 늘어나 비산업 에너지 부문 가운데 85.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다.



〈그림 2-2〉 서울시 연도별 비산업 부문 에너지 소비량

〈표 2-2〉 서울시 비산업 부문 연도별 에너지 소비량

(단위 : 천TOE)

연도	구분	석유	전력	LNG	무연탄	합계
1990	상업	2,546	553	35	3	3,136
	가정		446	211	0	657
	공공(기타)	143	81	251	0	475
	농축산	177	2	0	0	179
	합계	2,865	1,081	497	3	4,446
1995	상업	3,404	1,014	86	0	4,504
	가정		628	1,777	0	2,405
	공공(기타)	490	107	538	0	1,135
	농축산	340	2	0	0	342
	합계	4,233	1,751	2,401	0	8,386
2000	상업	963	1,487	357	0	2,806
	가정	797	791	3,083	0	4,670
	공공(기타)	287	169	622	0	1,078
	농축산	293	2	0	0	294
	합계	2,340	2,448	4,061	0	8,849
2005	상업	246	2,027	663	0	2,935
	가정	654	998	3,270	0	4,921
	공공(기타)	26	230	815	0	1,071
	농축산	4	2	0	0	6
	합계	930	3,256	4,747	0	8,934
2006	상업	406	2,114	689	0	3,209
	가정	267	1,017	3,100	0	4,383
	공공(기타)	93	241	778	0	1,112
	농축산	48	2	0	0	50
	합계	814	3,374	4,567	0	8,754
2007	상업	456	2,199	712	0	3,368
	가정	187	1,036	3,024	0	4,247
	공공(기타)	151	257	778	0	1,186
	농축산	110	2	0	0	112
	합계	905	3,494	4,513	0	8,913

주 1 : 1990~1996년 상업, 가정 석유 소비량은 석유수급통계에서 통합 처리하고 있으므로 이 연구에서도 1990~1996년 기간 동안 상업·가정 부문의 소비량은 통합하여 제시함.

2 : 본문에 제시되지 않는 기간 동안의 에너지 소비량은 〈부록 1〉 참조

자료 : 한국석유공사, 「석유류수급통계」, 1990~2008.

광해방지사업단, 「광해통계연보」, 2006.

대한도시가스협회, <http://www.citygas.or.kr/>

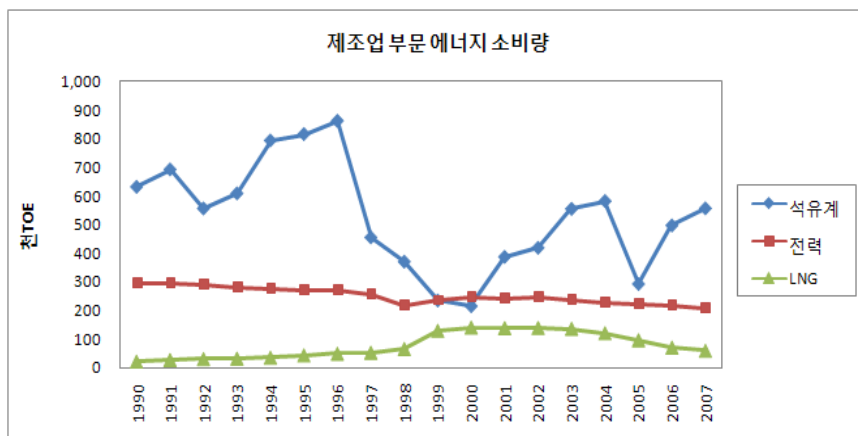
서울시, 「서울통계연보」, 1990~2008.

2) 제조업 부문

제조업 부문의 에너지 소비량은 1990년 1,392천TOE에서 2007년 1,136천TOE 정도로 18.6% 줄었다. 석유계와 LNG 및 전력 소비량이 대부분을 차지하며 석탄은 사용되지 않는 것으로 조사되었다.

석유계 소비량은 IMF 영향으로 1997년을 기점으로 급격히 감소하기 시작해 2000년까지 지속적으로 감소 추세를 보이다가, 최근 증가 추이를 보이고 있다. 전력 소비량은 지속적으로 감소 추세이다. 반면 LNG 소비량은 1999년에 크게 증가하여 1990년대보다 제조업 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중이 증가하였으나, 최근까지 완만한 감소추이를 보이고 있다(<그림 2-3> 참조).

이러한 에너지 소비량의 변화는 서울시내 사업 여건이 다른 지역보다 악화되어 타 지역으로 사업체가 이전한 영향으로 추정된다.⁴⁾ 서울시 제조업 시설은 1995년 81,835개, 2000년 72,754개, 2005년 67,484개로 감소하고 있으며, 종사자수 역시 감소하여 에너지 소비량의 감소로 이어진 것으로 판단된다(<표 2-3> 참조).



〈그림 2-3〉 서울시 연도별 제조업 부문 에너지 소비량

4) 서울시, 『사업체기초통계조사보고서』, 2006.

〈표 2-3〉 서울시 제조업 사업체수, 종사자수

구분	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
사업체 수(개)	81,835	79,419	75,287	66,197	68,346	72,754	76,017	74,043	71,023	68,866	69,982	67,484
종사자 수(명)	732,691	808,516	648,077	575,849	572,114	568,421	631,741	571,651	529,493	464,256	473,643	445,157

자료 : 서울시, 「서울통계연보」, 각호

〈표 2-4〉 서울시 제조업 부문 연도별 에너지 소비량

(단위 : 천TOE)

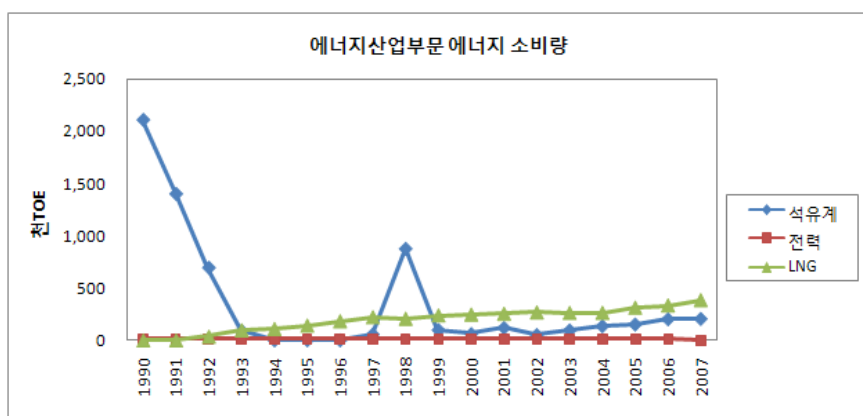
구분	석유계	전력	LNG	무연탄	합계
1990	632	295	22	0	949
1991	692	294	27	0	1,014
1992	557	291	31	0	879
1993	609	280	32	0	921
1994	793	276	35	0	1,104
1995	815	272	44	0	1,131
1996	861	270	49	0	1,181
1997	456	256	53	0	764
1998	372	216	66	0	654
1999	237	235	129	0	600
2000	217	247	140	0	604
2001	388	241	138	0	768
2002	420	248	138	0	807
2003	555	237	136	0	928
2004	582	227	120	0	930
2005	294	222	96	0	612
2006	498	217	71	0	785
2007	557	208	59	0	824

자료 : 한국석유공사, 「석유류수급통계」, 1990~2008.
 광해방지사업단, 「광해통계연보」, 2006.
 대한도시가스협회, <http://www.citygas.or.kr/>
 서울시, 「서울통계연보」, 1990~2008.

3) 에너지산업 부문

에너지산업 부문에서 주로 소비되는 에너지원은 1990년대의 경우 벙커C유가 주로 사용되었으며, 전력과 경유의 비중은 낮은 편이었다. 이후 환경규제의 강화에 따른 영향으로 석유계 연료가 LNG와 전력으로 대체됨에 따라, 2007년에는 LNG의 비중은 65.2% 수준으로 크게 높아졌다. 이는 서울시에 위치한 발전시설인 ‘서울화력발전소’가 1993년 연료전환공사를 완공하여 벙커C유를 LNG로 전환했기 때문인 것으로 분석된다.

이를 부문별로 세분화하여 살펴보면, 발전과 지역난방이 서울시 에너지 산업 부문의 대부분을 차지하고 있다. 발전 부문은 LNG가 주요 에너지원으로 사용되고 있다. 지역난방과 관련하여서는 서울시의 보급 확대 정책으로 1998년을 제외하고는 지속적으로 상승하고 있으며, LNG 소비비중이 가장 높게 나타나고 있다. 한편 석유정제시설에서 소비되는 연료는 경유와 LPG가 대부분을 차지하고 있으나, 1천~2천TOE 미만으로 나타났다. 그리고 고체연료전환시설은 윤활기유가 주된 에너지원으로 사용되고 있으며, 2007년에 118천TOE가 소비되었다.



〈그림 2-4〉 서울시 연도별 에너지산업 부문 에너지 소비량

〈표 2-5〉 서울시 에너지산업 부문 연도별 에너지 소비량

(단위 : 천TOE)

연도	구분	석유계	전력	LNG	무연탄	합계
1990	고체연료전환	1	0	0	0	1
	발전	2,104	7	0	0	2,110
	석유정제	1	0	0	0	1
	지역난방	2	2	0	0	3
	합계	2,108	8	0	0	2,116
1995	고체연료전환	0	0	0	0	0
	발전	1	6	41	0	47
	석유정제	0	0	0	0	0
	지역난방	0	4	101	0	105
	합계	1	10	142	0	153
2000	고체연료전환	58	0	0	0	58
	발전	0	4	39	0	44
	석유정제	1	0	0	0	1
	지역난방	2	5	208	0	216
	합계	61	9	248	0	319
2005	고체연료전환	147	0	0	0	133
	발전	0	2	270	0	48
	석유정제	2	0	0	0	0
	지역난방	2	6	43	0	227
	합계	152	9	313	0	408
2006	고체연료전환	202	0	0	0	202
	발전	0	5	26	0	31
	석유정제	0	0	0	0	0
	지역난방	0	6	309	0	915
	합계	203	11	335	0	548
2007	고체연료전환	118	0	0	0	118
	발전	87	0	36	0	124
	석유정제	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	348	0	348
	합계	206	0	385	0	591

주 1 : 석유수급통계에서 "기타에너지" 부문을 고체연료전환시설 에너지 소비량으로 분류함.

2 : 1990년~2006년 기간 동안의 에너지산업 부문의 전력 사용량은 「서울시 온실가스 저감 기반구축」(서울시, 2008)의 자료를 활용하여 발전과 지역난방 전력량을 구분하여 제시하였으나, 2007년 「한국전력통계」자료를 활용하였음. 이 연구에서는 「한국전력통계」의 분류체계에 "서비스업" 부문의 소비량에 에너지산업 관련 전력 사용량이 포함되어 있는 것으로 판단하여, 비산업 부문의 "상업"으로 분류하여 제시하였음(표에서 제시되지 않는 기간 동안의 에너지 소비량 자료는 〈부록〉 참조).

자료 : 한국석유공사, 「석유수급통계」, 1990~2008,
 대한도시가스협회, <http://www.citygas.or.kr/>

광해방지사업단, 「광해통계연보」, 2006,
 서울시, 「서울통계연보」, 1990~2008.

4) 도로·비도로 이동오염원 부문

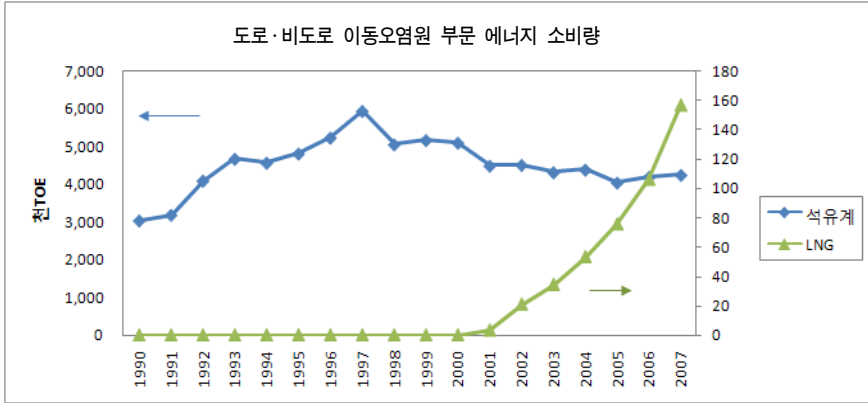
도시의 온실가스 배출원 분류에서 에너지 소비 비중이 높은 부문은 도로 이동오염원 부문이며, 이는 국내외 대도시 지역에서 나타나는 공통된 현상으로 인식되고 있다.

1990년~2007년 기간 동안 도로·비도로 이동오염원 부문의 연료 소비 추세는 석유류와 LNG가 주종을 이루며, 특히 석유류 중에서는 휘발유와 경유, LPG가 소비량의 대부분을 차지하고 있다. 휘발유의 비중은 점진적으로 낮아져 1990년 도로·비도로 이동오염원 에너지 소비량의 33.4%에서 2007년 30.4% 정도로 감소하였다. 이와 반대로 LNG는 2001년부터 서울시에서 추진 중인 천연가스 시내버스 보급 정책에 따라 보급되기 시작한 이래로 급속한 상승폭을 보이며, 2007년에는 157천TOE가 소비된 것으로 보고되고 있다. 또한 LPG의 비중도 1990년 13.6%에서 2007년 21.0% 정도로 큰 폭으로 증가하였다.

비도로 이동오염원에 해당하는 철도의 경우 주로 경유가 소비되고, 해운 부문은 병커C유, 항공 부문에서는 항공유, 건설장비 부문은 경유, 병커C유, 아스팔트가 주로 소비되는 것으로 나타났다.

서울시에서 선박이 운행되는 한강의 경우 “한강저수로 준설사업”이 이루어진 1991년~1993년, 1997년~1998년에 다른 해와 비교해 2배~수십배 이상의 에너지 소비량이 증가된 것을 알 수 있다.⁵⁾ 항공 부문과 관련해서는 김포공항의 경우 에너지 소비량은 2001년에 인천국제공항이 개항된 이후 급격히 감소하였다. 이는 김포공항의 국제선이 인천국제공항으로 이전되어 국내선만 취항하고 있었기 때문으로 분석된다. 2006년 이후 아시아지역의 국제선이 다시 취항함에 따라 김포공항의 에너지 소비량은 다소 증가한 것으로 나타나고 있다. 건설장비의 경우, 경제여건과 직접적인 관련이 있어 외환위기로 인한 건설부문의 침체에 따라 에너지 소비량도 함께 감소한 것으로 분석되었다.

5) 서울시, 『서울시 온실가스 인벤토리 구축』, 2008.



〈그림 2-5〉 서울시 연도별 도로·비도로 부문 에너지 소비량

〈표 2-6〉 서울시 도로·비도로 부문 연도별 에너지 소비량

(단위 : 천TOE)

연도	석유계	전력	LNG	무연탄	합계
1990	3,022	0	0	0	3,022
1991	3,173	0	0	0	3,173
1992	4,084	0	0	0	4,084
1993	4,666	0	0	0	4,666
1994	4,562	0	0	0	4,562
1995	4,807	0	0	0	4,807
1996	5,229	0	0	0	5,229
1997	5,940	0	0	0	5,940
1998	5,049	0	0	0	5,049
1999	5,165	0	0	0	5,165
2000	5,096	0	0	0	5,096
2001	4,482	0	3	0	4,485
2002	4,503	0	21	0	4,524
2003	4,308	0	34	0	4,342
2004	4,377	0	53	0	4,431
2005	4,030	0	76	0	4,106
2006	4,183	0	106	0	4,289
2007	4,238	0	157	0	4,394

〈표 2-7〉 서울시 도로·비도로 부문 중분류별 연도별 에너지 소비량

(단위 : 천TOE)

연도	구분		석유계					LNG	합계
			휘발유	경유	LPG	벙커C유	기타 석유		
1990	도로		1,010	1,221	412	1	4	0	2,647
	비도로	건설장비	1	90	1	19	162	0	273
		철도	0	12	0	0	0	0	12
		해운	0	70	0	166	32	0	268
		항공	0	2	2	0	193	0	197
1995	도로		1,734	1,447	513	14	4	0	3,712
	비도로	건설장비	1	66	0	4	726	0	797
		철도	1	172	0	2	1	0	176
		해운	1	11	0	48	0	0	61
		항공	1	1	1	0	1,156	0	1,159
2000	도로		1,654	1,362	822	0	1	0	3,839
	비도로	건설장비	0	18	0	40	793	0	852
		철도	0	82	0	0	0	0	82
		해운	0	2	0	0	0	0	2
		항공	0	1	0	0	1,577	0	1,578
2005	도로		1,315	1,389	870	0	1	76	3,650
	비도로	건설장비	0	36	0	58	428	0	523
		철도	0	55	0	0	0	0	55
		해운	0	9	0	23	6	0	38
		항공	0	3	1	0	291	0	295
2006	도로		1,322	1,286	905	3	2	106	3,623
	비도로	건설장비	0	47	1	43	434	0	524
		철도	0	50	0	0	0	0	50
		해운	0	20	0	42	12	0	74
		항공	0	4	0	0	679	0	684
2007	도로		1,337	1,266	921	4	1	157	3,686
	비도로	건설장비	0	49	0	6	351	0	407
		철도	0	62	0	0	0	0	63
		해운	0	26	0	58	11	0	95
		항공	0	4	0	0	848	0	852

주 1 : 기타 석유는 등유, 경질중유, 중유, 납사, 용제, 항공유, 아스팔트, 윤활기유, 기타, 부생연료유의 사용량을 포함

2 : 본문에 제시되지 않는 기간 동안의 에너지 소비량은 〈부록〉 참조

자료 : 한국석유공사, 「석유류수급통계」, 1990~2008,

광해방지사업단, 「광해통계연보」, 2006,

대한도시가스협회, <http://www.citygas.or.kr/>

서울시, 「서울통계연보」, 1990~2008,

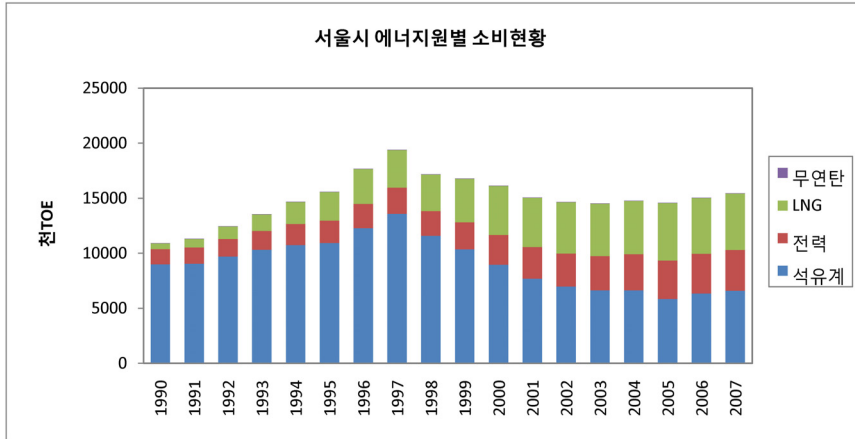
제2절 연료유형별 소비특성⁶⁾

1970년~1997년 기간 동안 평균 7.9%의 높은 경제성장률을 반영하듯, 서울시 에너지 소비량도 함께 증가하여 왔다. 그러나 IMF 사태 직후인 1998년에 경제성장률 6.9% 감소와 함께 에너지 소비량도 전년대비 11.5%의 감소율을 보였으며, 이후 경제 회복과 침체의 영향으로 에너지 소비량은 증감을 반복하고 있다.

연료 유형별로 살펴보면 1960년대는 석탄과 신탄이 주요 에너지원으로 이용되었으나 1970년대 들어서는 중화학공업 육성 등으로 석유 비중이 급격히 상승하면서 석유가 주요 에너지로 등장하였다. 그러나 1990년대 후반에 들어서면서 사용이 편리한 LNG 및 전기 소비의 증가로 석유의 소비 비중이 축소되었다. 반면 도시가스용 LNG는 2002년 이후 안정적인 성장추세를 보이고 있다. 이러한 에너지원별 소비형태의 변화에 따라 우리나라의 에너지 자급률도 크게 낮아져 에너지 수입 의존도는 2007년 기준 96.6%를 기록하고 있다.

서울시 석유류 소비 현황을 살펴보면 1990년 9,002천TOE로 전체 에너지 소비량의 82.5% 정도를 차지하였던 석유류 소비량은 점차 감소하여 2007년에는 6,614천TOE로 42.9% 수준으로 떨어졌다. 이와 달리 전력 소비량은 1990년 1,385천TOE로 12.7% 수준이었으나 지속적으로 증가하여 2007년에는 24.0%로 증가하였다. 한편 1990년의 도시가스 보급률은 19.4% 수준으로 519천TOE를 소비하였으나 2002년 도시가스 보급률이 90% 이상 수준에 이르면서 안정적인 보급수준을 보이고 소비량도 4,675천TOE로 늘었다. 이러한 수치는 서울시 전체 에너지 소비량 가운데 약 33% 정도에 해당되는 것으로 분석되었다.

6) 서울시 연료는 석탄, 석유, 도시가스, 전력, 신재생에너지로 분류하여 분석하였으며, 서울시의 열에너지 부문은 지역난방에 해당되는 소비량으로 주요 연료소비 형태가 LNG, LSWR, LPG, 한전수열이고 이는 석유수급통계, 한국전력통계, 도시가스협회 도시가스 통계자료에 포함되므로 이 연구에서는 열에너지를 구분하여 제시하지 않음.



〈그림 2-6〉 서울시 에너지원별 소비현황

〈표 2-8〉 서울시 연도별 에너지원별 소비현황

(단위 : 천TOE)

구분	석유계	전력	도시가스	무연탄	합계
1990	9,002	1,385	519	2.88	10,909
1991	9,069	1,475	770	2.23	11,317
1992	9,723	1,587	1,138	1.60	12,450
1993	10,332	1,715	1,499	1.09	13,548
1994	10,763	1,920	1,998	0.62	14,682
1995	10,950	2,033	2,587	0.36	15,571
1996	12,299	2,215	3,141	0.21	17,655
1997	13,611	2,355	3,427	0.14	19,393
1998	11,594	2,253	3,311	0.12	17,158
1999	10,382	2,449	3,937	0.10	16,768
2000	8,971	2,704	4,449	0.11	16,124
2001	7,710	2,870	4,491	0.10	15,071
2002	6,989	3,003	4,675	0.09	14,667
2003	6,649	3,113	4,759	0.08	14,521
2004	6,652	3,289	4,834	0.10	14,775
2005	5,861	3,488	5,232	0.14	14,581
2006	6,363	3,602	5,078	0.15	15,043
2007	6,614	3,702	5,114	0.14	15,430

1. 석탄

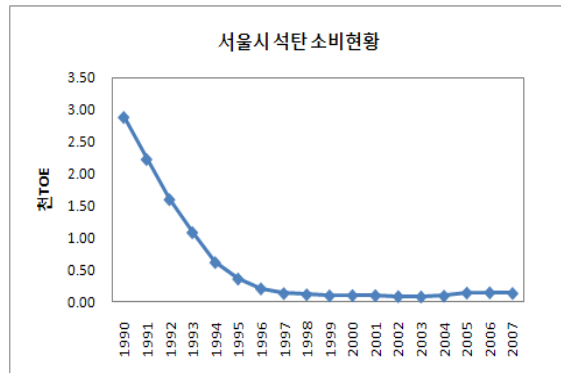
서울시의 석탄은 전량 무연탄으로 소비되며 그 소비량은 1990년 2.9천TOE (6,202천톤)에서 꾸준히 감소하여 2007년에는 0.14천TOE(298천톤) 정도인 것으로 나타났다.

2000년대 후반기(2005년~2007년)에는 무연탄 소비량이 약간 증가하고 있으며, 이는 고유가에 따른 난방용 등유의 가격 인상 영향으로 인해 상대적으로 가격이 저렴한 난방용 연탄이 에너지원으로 많이 사용됐기 때문인 것으로 판단된다.

부문별로는 비산업 부문 가운데 가정·상업 부문에서 전량 소비하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 2-9〉 서울시 석탄 소비 현황
(단위 : 천TOE)

연도	소비량	평균 소비량
1990	2.88	1.46
1991	2.23	
1992	1.60	
1993	1.09	
1994	0.62	
1995	0.36	0.17
1996	0.21	
1997	0.14	
1998	0.12	
1999	0.10	
2000	0.11	0.10
2001	0.10	
2002	0.09	
2003	0.08	
2004	0.10	0.14
2005	0.14	
2006	0.15	
2007	0.14	



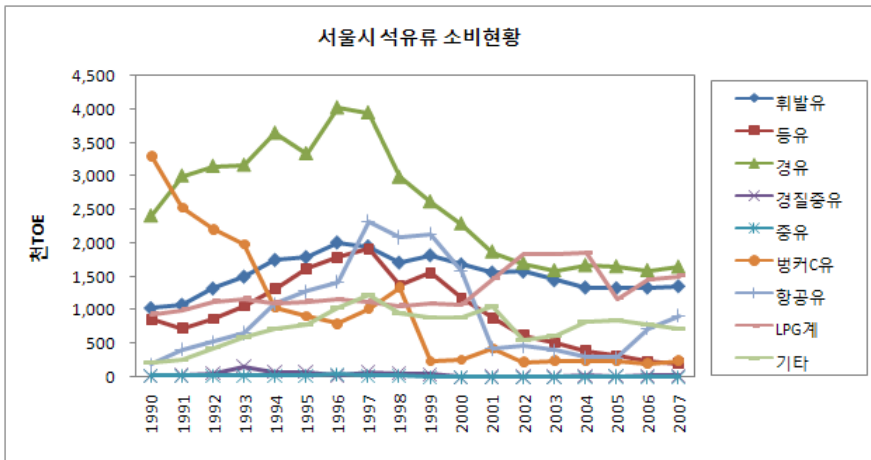
자료 : 지식경제부-에너지경제연구원, 지역에너지통계연보, 2008.
한국광해관리공단, 광해통계연보, 2007.

〈그림 2-7〉 서울시 연도별 석탄 소비현황

2. 석유

1990년~2007년 기간 동안 서울시 석유류 소비량은 전체적으로 감소 추세를 나타내고 있다. 1990년부터 1997년까지 석유류 소비량은 지속적으로 증가하였으나, IMF 사태 직후인 1998년을 기점으로 2007년까지 감소하고 있는 것으로 나타났다.

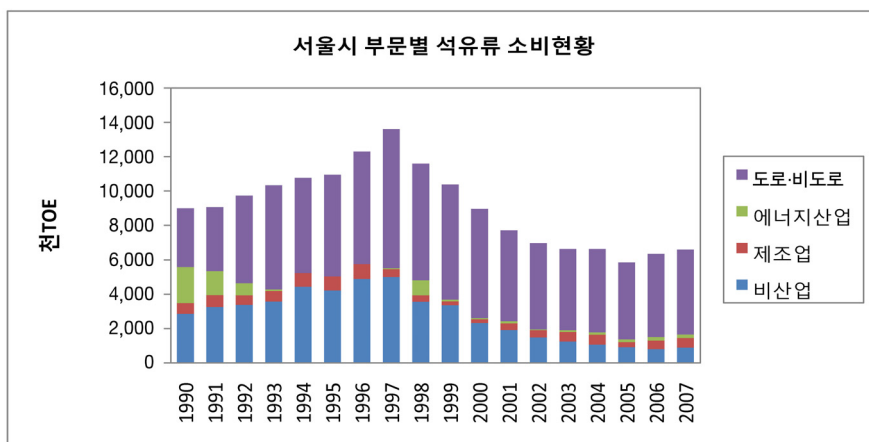
석유 제품별로 살펴보면 LPG, 용제, 윤활유를 제외한 거의 모든 제품의 소비가 감소하는 추세를 보이고 있다. 특히 경유와 BC유가 주된 에너지원으로 이용되었던 1990년대(1990년~1999년)와 비교할 경우 2000년대(2000년~2007년)에는 청정연료의 보급과 오염물질 배출 규제 등으로 인해 등유, 경유, 병커 C유의 소비량이 각각 58.7%, 45.8%, 82.8% 정도 크게 감소하였다. 항공유의 경우도 환경규제의 강화와 김포공항의 국제노선이 다른 지자체로 이전됨에 따라 소비량이 약 47.3% 감소한 것으로 나타났다. 반면 친환경 연료인 LPG 소비량은 다른 석유제품의 감소 추세에도 불구하고 2000년대에 1990년대(1990년~1999년) 대비 39.5%의 증가율을 보이고 있다.



자료 : 한국석유공사, 석유류수급통계연보, 1990~2007.

〈그림 2-8〉 서울시 석유제품별 소비 현황

부문별로 살펴보면 1990년에는 비산업 부문의 석유 소비량이 2,865천TOE, 도로·비도로 이동오염원 부문의 석유 소비량이 3,398천TOE로 각각 31.8%, 37.7%의 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이후 비산업 부문의 석유 소비량은 지속적으로 감소한 반면 이동·비도로 이동오염원 부문은 증가하여 2007년에는 각각 905천TOE(13.7%), 4,946천TOE(74.8%)가 소비되었다.



자료 : 한국석유공사, 석유류수급통계연보, 1990~2007.

〈그림 2-9〉 서울시 부문별 석유류 소비 현황

〈표 2-10〉 서울시 연도별 석유류 소비현황

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	벙커C유	항공유	LPG계	기타	합계
1990	1,030	863	2,410	22	27	3,311	193	941	206	9,002
1991	1,079	729	3,009	27	22	2,537	415	1,013	240	9,069
1992	1,320	864	3,154	59	23	2,216	532	1,127	428	9,723
1993	1,495	1,068	3,169	162	26	1,987	660	1,178	587	10,332
1994	1,743	1,319	3,649	81	13	1,039	1,098	1,106	715	10,763
1995	1,785	1,623	3,341	81	18	911	1,287	1,128	775	10,950
1996	2,001	1,781	4,027	22	42	802	1,422	1,166	1,037	12,299
1997	1,944	1,917	3,953	76	14	1,026	2,327	1,132	1,224	13,611

〈표 계속〉 서울시 연도별 석유류 소비현황

(단위 : 천TOE)

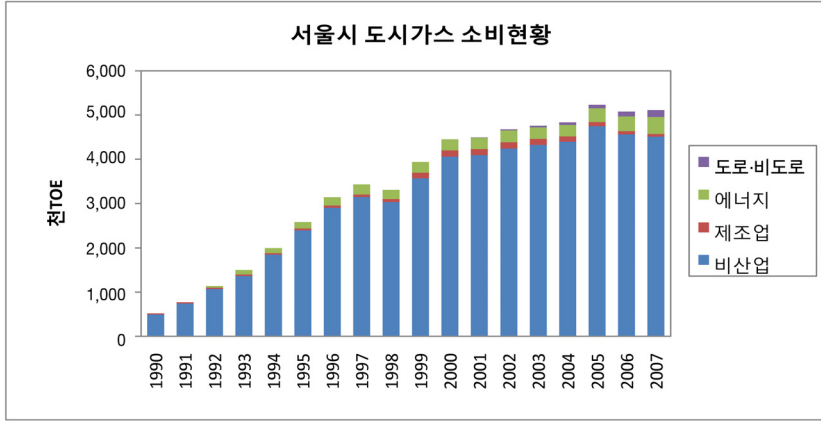
구분	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	벙커C유	항공유	LPG계	기타	합계
1998	1,704	1,378	2,991	55	13	1,344	2,087	1,066	956	11,594
1999	1,811	1,551	2,621	37	6	237	2,136	1,102	879	10,382
2000	1,677	1,178	2,292	1	5	262	1,590	1,082	883	8,971
2001	1,558	880	1,874	7	7	426	431	1,472	1,056	7,710
2002	1,572	626	1,704	5	6	234	465	1,832	547	6,989
2003	1,442	510	1,592	5	4	249	398	1,842	606	6,649
2004	1,335	387	1,671	16	5	252	300	1,858	828	6,652
2005	1,325	316	1,652	12	10	251	292	1,167	837	5,861
2006	1,335	232	1,594	22	4	203	732	1,461	781	6,363
2007	1,354	199	1,647	15	1	249	919	1,511	720	6,614

자료 : 한국석유공사, 「석유류수급통계」, 1990~2008.

3. 도시가스

서울시 도시가스 소비량은 1990년 519천TOE 수준에서 꾸준히 증가 추세를 보이다가 1998년 외환위기 시기에 약간 감소하였으나 1999년 다시 크게 증가한 후 경제 회복과 침체의 영향으로 증감을 반복하고 있다. 도시가스 총 소비량을 살펴보면 2007년 5,114천TOE로 1990년 기준 대비 885.4% 정도 크게 증가하였으며, 2000년 기준으로는 15% 정도 증가한 것으로 나타났다.

부문별로 살펴보면 비산업 부문과 제조업 부문의 소비 비중이 꾸준한 감소 추세를 보이고 있는 반면, 에너지산업 부문(발전과 지역난방)에서 도시가스의 연료전환과 천연가스 시내버스의 보급 영향으로 에너지 산업 부문과 도로·비도로 이동오염원 부문의 도시가스 소비 비중은 증가하였다. 2007년 에너지산업 부문의 도시가스 소비량은 385천TOE, 도로·비도로 이동오염원 부문의 도시가스 소비량은 157천TOE 수준으로 각각 7.5%, 3.1%의 비중을 차지하고 있다.



자료 : 한국도시가스협회 홈페이지 통계자료 <http://www.citygas.or.kr/>
 서울시, 서울시 온실가스 저감기반 구축, 2008.

〈그림 2-10〉 서울시 도시가스 소비현황

〈표 2-11〉 서울시 부문별 도시가스 소비현황

(단위 : 천TOE)

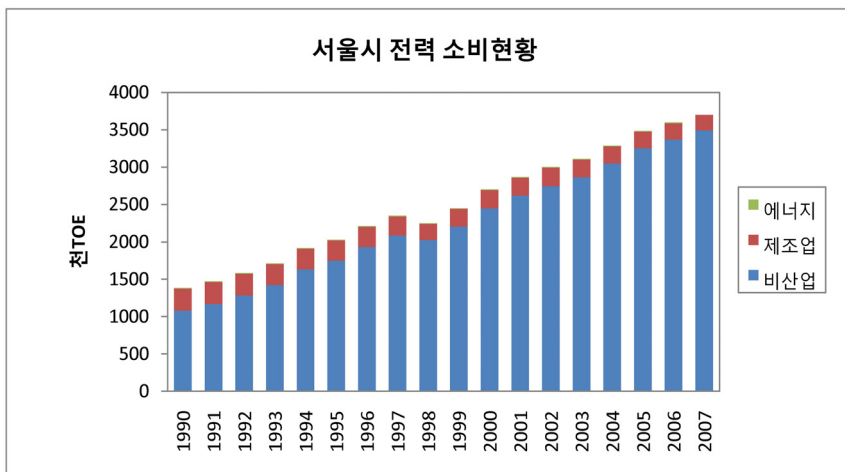
연도	비산업	제조업	에너지산업	도로·비도로	합계
1990	497	22	0	0	519
1991	743	27	0	0	770
1992	1,071	31	36	0	1,138
1993	1,370	32	97	0	1,499
1994	1,852	35	111	0	1,998
1995	2,401	44	142	0	2,587
1996	2,908	49	184	0	3,141
1997	3,152	53	222	0	3,427
1998	3,037	66	208	0	3,311
1999	3,569	129	239	0	3,937
2000	4,061	140	248	0	4,449
2001	4,096	138	254	3	4,491
2002	4,247	138	269	21	4,675
2003	4,326	136	263	34	4,759
2004	4,397	120	263	53	4,834
2005	4,747	96	313	76	5,232
2006	4,567	71	335	106	5,078
2007	4,513	59	385	157	5,114

자료 : 한국도시가스협회 홈페이지 통계자료 <http://www.citygas.or.kr/>
 서울시, 서울시 온실가스 저감기반 구축, 2008.

4. 전력

서울시 전력 소비량은 1990년 1,385천TOE에서 2000년 2,704천TOE으로 약 95.2% 증가하였으며, 2007년에는 3,702천TOE로 1990년 대비 167.3% 정도 급증하였다.

부문별로는 서울시 전력 소비량의 대부분을 비산업 부문에서 소비하고 있으며, 1990년 비산업 부문의 소비 비중이 78.1% 정도였으나 점차 증가하여 2007년에는 94.4% 정도에 달한 것으로 나타났다. 1990년대(1990~1999)와 2000년대(2000~2007) 기간 동안 제조업 부문에서 7.3% 정도 감소한 반면, 에너지산업 부문에서는 0.2% 정도 감소한 것으로 나타났다.



자료 : 서울시, 서울통계연보, 각호

〈그림 2-11〉 서울시 전력 소비현황

〈표 2-12〉 서울시 부문별 전력 소비현황

구분	비산업	제조업	에너지	도로·비도로	합계
1990	1,081	295	8	0	1,385
1991	1,172	294	9	0	1,475
1992	1,286	291	9	0	1,587
1993	1,426	280	9	0	1,715
1994	1,635	276	10	0	1,920
1995	1,751	272	10	0	2,033
1996	1,935	270	10	0	2,215
1997	2,088	256	12	0	2,355
1998	2,029	216	7	0	2,253
1999	2,207	235	7	0	2,449
2000	2,448	247	9	0	2,704
2001	2,619	241	9	0	2,870
2002	2,746	248	9	0	3,003
2003	2,867	237	9	0	3,113
2004	3,053	227	9	0	3,289
2005	3,256	222	9	0	3,488
2006	3,374	217	11	0	3,602
2007	3,494	208	0	0	3,702

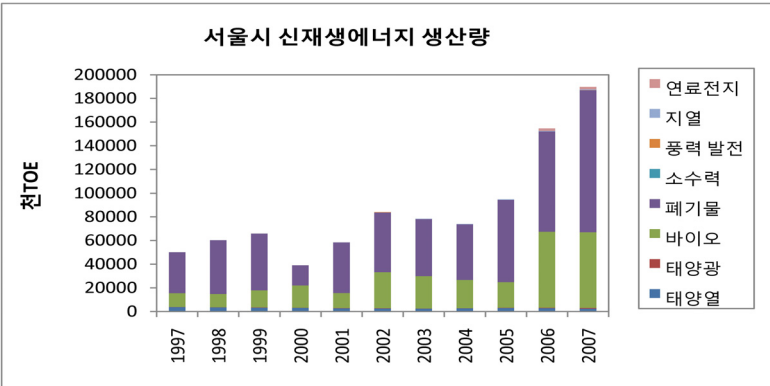
자료 : 서울시, 서울통계연보, 각호

5. 신재생에너지

신재생에너지 생산량은 1997년 50,203TOE에서 2007년 189,867TOE로 연평균 18.3%씩 증가하였으며 2004년까지 신재생에너지 생산량이 증감을 반복하다 2005년부터 다시 증가하기 시작하였다.

신재생에너지원별 생산 현황을 살펴보면 대부분 폐기물과 바이오에너지로 전체의 90% 이상의 비중을 차지하고 있다. 신재생에너지원 가운데 가장 연평균 증가율이 높은 에너지원은 바이오에너지로 32.6%이며, 태양광에너지 31.3%, 폐기물 에너지가 24.7% 정도로 나타났다. 풍력 생산량은 2003년 42TOE로 2002년에 비해 7배로 증가하였으나, 2004년에 2TOE로 감소하여 2005년~2007년 기간 동안 평균 42TOE 정도를 생산한 것으로 나타났다.

한편 지열 생산량은 2003년 15TOE에서 2007년에는 653TOE 정도로 약 44배 증가하였다. 그리고 탄천 물재생센터에서 250kW 연료전지가 시범가동 중으로 2006년 2,805천TOE, 2007년 2,122TOE의 에너지를 생산한 것으로 나타났다.



자료 : 지식경제부·에너지경제연구원, 지역에너지통계연보, 각호

〈그림 2-12〉 서울시 신재생에너지원별 생산량

〈표 2-13〉 서울시 신재생에너지원별 생산량

연도	태양열	태양광	바이오	폐기물	수력	풍력발전	지열열	연료전지	신재생에너지
1997	3,805	143	11,627	34,628	-	-	-	-	50,203
1998	3,503	167	11,231	45,426	-	-	-	-	60,327
1999	3,296	184	14,522	47,905	-	-	-	-	65,908
2000	3,134	186	18,843	16,896	-	-	-	-	39,059
2001	2,790	225	12,701	42,690	-	-	-	-	58,404
2002	2,665	255	30,447	50,468	-	6	-	-	83,841
2003	2,477	71	27,369	48,288	-	42	15	-	78,261
2004	2,738	80	23,958	47,036	-	2	183	-	73,996
2005	3,043	188	21,713	69,511	-	44	333	-	94,832
2006	2,886	392	64,268	84,567	-	44	471	2,085	153,150
2007	2,467	653	63,986	119,948	-	38	653	2,122	189,867

주 : 1999년과 2001년 자료는 에너지 경제연구원 문의 결과 인용
 자료 : 지식경제부·에너지경제연구원, 지역에너지통계연보, 각호

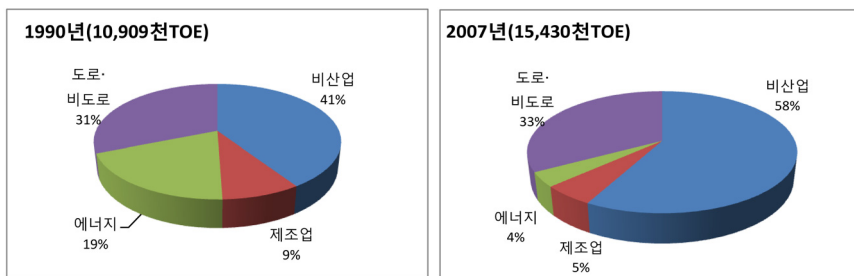
제3절 종합정리

1. 에너지 소비총량의 변화

서울시 에너지 소비패턴의 변화는 몇 가지 특징으로 요약된다.

첫째, 1998년 외환위기는 서울 경제의 위축과 함께 에너지 소비총량의 지속적인 감소요인으로 작용하였으며, 2003년부터 에너지 소비총량이 현재까지 다소 증가하고 있으나, 아직까지 1997년 수준을 회복하지 못하고 있다. 에너지 소비총량의 감소는 에너지 절약, 신재생에너지 이용 등으로 인한 일부 감소요인이 있으나, 소비총량의 절대적 감소는 경제위기에 의한 소비감소 영향인 것으로 판단된다.

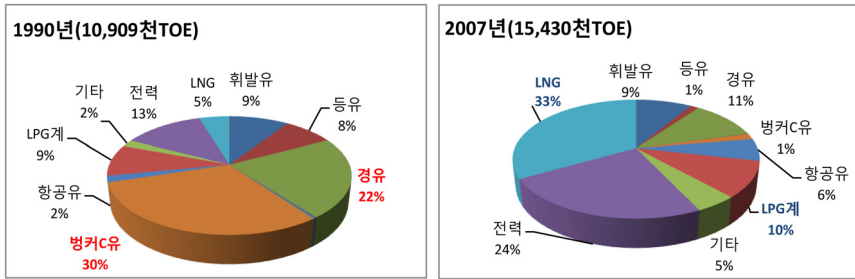
부문별 소비비중을 살펴보면 1990년 에너지 소비총량은 10,909천TOE로 그 비중은 비산업이 41%, 도로·비도로 이동오염원 부문이 31%를 차지하고 있다. 2007년에는 에너지 소비총량이 1990년 기준 대비 41.4% 정도 증가된 15,430천TOE에 달하였으며, 그 비중은 비산업 부문 58%, 도로·비도로 이동오염원 부문 33%로 전체의 약 91% 수준을 보이고 있다.



〈그림 2-13〉 서울시 부문별 에너지 소비 비중(1990년 대비 2007년)

둘째, 에너지원별 소비 점유비율의 시기적 특성이 나타나고 있다. 국내경기의 위축과 고유가, 환경규제의 강화에 따른 영향으로 인하여 1990년~2007년 기간 동안 총괄 연료 총량에서 높은 비중을 차지하던 경유와 등유의 소비량이

2000년 이후 꾸준히 감소하고 있는 추세이다. 이와는 달리 친환경 연료로 인식되는 LNG와 LPG의 사용이 지속적인 증가 추세를 보이며 2007년 전체 연료 소비량 가운데 42.9% 정도를 차지하고 있다.



〈그림 2-14〉 서울시 에너지원별 소비 비중(1990년 대비 2007년)

셋째, 신재생에너지 생산량은 1997년 50,203TOE에서 2007년 189,867TOE로 연평균 18.3%씩 증가하여, 향후 생산량의 급속한 증가가 예상된다. 다만, 전체 신재생에너지의 90% 이상 비중을 폐기물과 바이오에너지로 구성한 Energy mix에서 벗어나, 향후에는 수소연료발전, 지열 등 더욱 다양한 신재생에너지 보급 확대가 요구되고 있다.

2. 에너지 소비지수의 변화

1) 최종에너지 소비

서울시 에너지 소비 현황을 주요 에너지 지표로 살펴보면, 1인당 최종에너지 소비량은 1990년 1.03TOE/인으로 1997년 1.87TOE/인 수준으로 증가하였다. 그러나 이는 IMF 사태 이후 감소하였다가 이후 경제회복과 침체의 영향으로 증감을 반복하고 있다. 2007년 현재 서울시민 1인당 최종에너지 소비량은 1.48TOE/인 수준으로, 최근의 경제침체에도 불구하고, 다소 완만한 증가경향

을 보이고 있다. 이는 에너지 소비수준의 감소를 위한 대책이 여전히 필요함을 시사하고 있다.

2) 에너지원별 소비

에너지원별 소비 점유비율의 변화에서 나타난 바와 같이, 1인당 에너지원별 소비 현황을 살펴보면 1인당 석유소비량은 1990년 0.85TOE에서 2007년 0.63TOE로 25.2% 감소하고 있다. 반면 도시가스 소비량은 1990년 0.05TOE에서 2007년 0.49TOE 수준으로 괄목할만한 증가세를 보이고 있다. 한편 1인당 전력소비량은 1990년 0.13TOE/인에서 2007년 0.36TOE/인으로 172.2% 정도 크게 증가하여, 향후 최종에너지 관리에서 가장 주목하여야 할 것으로 판단된다.

〈표 2-14〉 서울시 주요 에너지 지표

구분	최종에너지		전력		석유		도시가스	
	1인당 소비량 (TOE/인)	GRDP당 소비량 (TOE/백만원)	1인당 소비량 (TOE/인)	GRDP당 소비량 (TOE/백만원)	1인당 소비량 (TOE/인)	GRDP당 소비량 (TOE/백만원)	1인당 소비량 (TOE/인)	GRDP당 소비량 (TOE/백만원)
1990	1.03	0.22	0.13	0.03	0.85	0.05	0.05	0.01
1991	1.04	0.19	0.14	0.02	0.83	0.07	0.07	0.01
1992	1.13	0.18	0.14	0.02	0.89	0.10	0.10	0.02
1993	1.24	0.17	0.16	0.02	0.95	0.14	0.14	0.02
1994	1.36	0.17	0.18	0.02	1.00	0.19	0.19	0.02
1995	1.52	0.15	0.20	0.02	1.07	0.25	0.25	0.03
1996	1.69	0.16	0.21	0.02	1.17	0.30	0.30	0.03
1997	1.87	0.16	0.23	0.02	1.31	0.33	0.33	0.03
1998	1.66	0.15	0.22	0.02	1.12	0.32	0.32	0.03
1999	1.62	0.13	0.24	0.02	1.01	0.38	0.38	0.03
2000	1.63	0.12	0.27	0.02	0.91	0.45	0.45	0.03
2001	1.46	0.10	0.28	0.02	0.75	0.43	0.43	0.03
2002	1.43	0.09	0.29	0.02	0.68	0.45	0.45	0.03
2003	1.41	0.08	0.30	0.02	0.65	0.46	0.46	0.03
2004	1.44	0.08	0.32	0.02	0.65	0.47	0.47	0.03
2005	1.42	0.08	0.34	0.02	0.57	0.51	0.51	0.03
2006	1.45	0.08	0.35	0.02	0.61	0.49	0.49	0.03
2007	1.48	0.07	0.36	0.02	0.63	0.49	0.49	0.02

제3장 기후변화 대응 추진현황 및 성과분석

제1절 서울시 온실가스 배출 현황

제2절 기후변화 대응 분야별 추진현황

제3절 기후변화 대응 주요 사례의 성과분석

제4절 종합정리

제3장

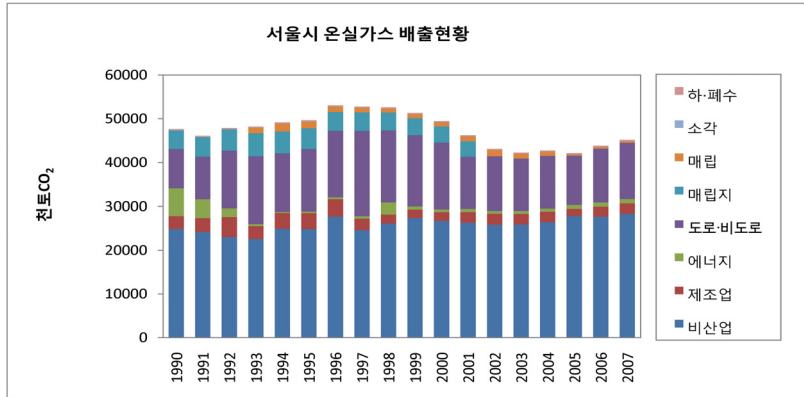
기후변화 대응 추진현황 및 성과분석

제1절 서울시 온실가스 배출현황⁷⁾

서울시 온실가스 배출량은 1990년 47,587천톤, 2007년 45,622천톤으로 1990년 대비 1,964천톤(약 4.1%) 정도 감소한 것으로 분석되었다. 이는 1990년 주로 사용된 석탄계 에너지의 연료전환, 환경규제 강화에 따른 경유와 등유, 병커C유의 소비량 감소, 매립지에서의 메탄 발생량 감축, 그리고 서울시의 에너지 절약 노력 등에 기인한 종합효과인 것으로 판단된다. 향후 서울시 에너지 정책에 따라 온실가스 감소의 폭이 증가할 것으로 예측된다.

<표 3-1>과 같이 서울시 온실가스 대부분은 에너지 부문에서 배출되고 있다. 이를 부문별 온실가스 배출비중으로 살펴보면 1990년 비산업 52.4%, 도로·비도로 이동오염원 18.8%, 에너지산업 13.3%, 매립지 8.9%, 제조업 6.1% 순으로 나타났다. 2007년에는 그 비중이 비산업 62.2%, 도로·비도로 이동오염원 28.1%, 제조업 5.1%, 에너지산업 2.2% 순으로 조사되었다. 1990년 대비 비산업과 도로·비도로 이동오염원의 온실가스 배출 비중이 증가한 반면, 에너지산업과 제조업 부문의 비중은 감소한 것으로 나타났다.

7) 부문별 온실가스 산정방법은 [부록 2] 참조.



〈그림 3-1〉 서울시 연도별 온실가스 배출현황

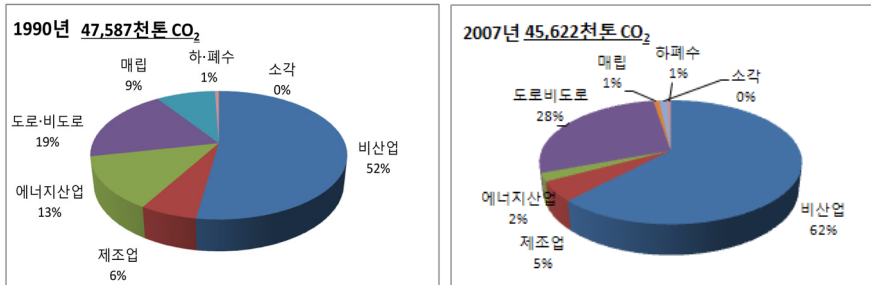
〈표 3-1〉 서울시 연도별 온실가스 배출현황

(단위 : 천톤CO₂)

연도	비산업	제조업	에너지	도로·비도로	매립지	매립	소각	하·폐수	흡수량	합계
1990	24,944	2,889	6,346	8,946	4,242	0	32	245	57	47,587
1991	24,241	3,157	4,272	9,709	4,473	0	20	233	64	46,042
1992	23,071	4,573	1,993	13,109	4,872	0	17	238	2	47,872
1993	22,612	2,953	464	15,445	5,250	1,248	14	232	(5)	48,223
1994	24,981	3,602	244	13,322	4,998	1,799	1	228	(9)	49,184
1995	24,880	3,660	350	14,243	4,746	1,543	7	227	82	49,574
1996	27,750	3,894	440	15,221	4,305	1,200	22	229	85	52,976
1997	24,623	2,635	576	19,432	4,242	1,050	72	225	87	52,769
1998	26,124	2,090	2,719	16,452	4,095	898	57	225	65	52,594
1999	27,444	1,916	628	16,292	3,885	914	79	223	70	51,311
2000	26,755	2,025	600	15,192	3,696	972	196	224	74	49,586
2001	26,333	2,457	729	11,824	3,528	1,123	223	213	82	46,348
2002	25,889	2,530	604	12,452	0	1,398	242	212	87	43,240
2003	25,931	2,440	647	11,901	0	1,097	271	211	177	42,320
2004	26,451	2,389	758	11,961	0	953	374	212	176	42,922
2005	27,889	1,616	851	11,225	0	315	297	223	176	42,241
2006	27,731	2,222	971	12,268	0	390	455	225	94	44,169
2007	28,386	2,330	988	12,842	0	378	574	226	101	45,622

주 1 : IPCC 1996 연료별 탄소배출계수 적용

2 : CH₄, N₂O는 GWP 수치인 21과 310을 각각 적용하여 CO₂ 기준으로 환산하여 산출



〈그림 3-2〉 서울시 부문별 온실가스 배출비율

1. 이산화탄소 배출량

서울시 지역 내 이산화탄소 배출총량을 살펴보면 1990년 42,590천톤/년에서 2007년 44,949천톤/년으로 2,359천톤/년(5.5%) 정도 증가하였다.

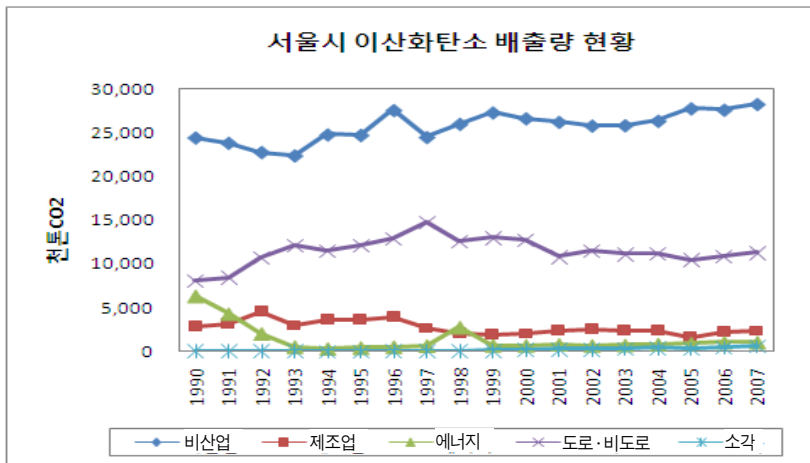
비산업 부문의 경우 1990년 24,457천톤/년, 2007년 28,329천톤/년으로 배출총량의 57.4%와 57.7%를 각각 차지하는 것으로 나타나 이산화탄소(CO₂)를 가장 많이 배출하고 있음을 알 수 있다.

에너지산업 부문의 경우 2007년 이산화탄소 배출량은 986천톤/년으로 1990년 6,325천톤/년 수준보다 84.4% 정도 감소하였으며, 전체 CO₂ 배출총량대비 1990년 14.9%, 2007년 2.2% 수준으로 비중이 급격하게 감소하였다. 이는 에너지산업 부문의 주 원료원이었던 벙커C유, 경유 등이 청정연료인 LNG로 전환에 따른 영향으로 분석되었다. 그리고 제조업 부문에서는 이산화탄소 배출계수가 높은 석유류의 연료 소비가 감소하고 배출계수가 적은 LNG로의 연료 전환으로 1990년에 6.8% 수준을 차지하던 배출 비중이 2007년에는 5.2% 수준으로 감소하였다.

반면 도로·비도로 이동오염원 부문의 이산화탄소 배출량은 1990년 약 8,895천톤/년에서 2007년 12,756천톤/년으로 총량대비 1990년 20.9%에서 2007년 28.4%로 증가하였다. 이처럼 도로·비도로 이동오염원 부문의 경우

비산업 부문과 마찬가지로 이산화탄소 배출량과 전체 배출총량 대비 비중이 모두 증가하여 이산화탄소 배출 기여율이 비산업 부문 다음으로 높게 나타났다.

한편 폐기물처리 시설 소각 부문의 이산화탄소 배출량은 1990년 30천톤/년에서 2007년 553천톤/년으로 배출총량 대비 1990년 0.1%, 2007년 1.2%를 기록해 부문별 비교에서 가장 낮은 비중을 차지하고 있다. 그러나 경제성장과 생활수준 향상에 따른 폐기물 배출량 증가로 소각처리에 의한 이산화탄소 배출 비중은 증가할 것으로 예측된다.



〈그림 3-3〉 서울시 부문별 이산화탄소 배출량 현황

2. 메탄 배출량

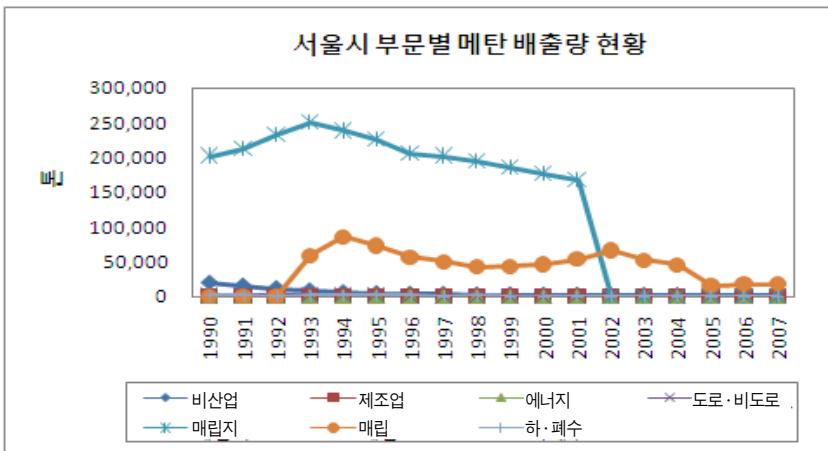
서울시 지역 내 메탄 배출총량은 1990년 223,463톤/년에서 2007년 22,005톤/년으로 전체적으로 약 90.2% 정도 감소하였다. 메탄의 배출 기여도를 부문별로 살펴보면 1990년 매립지 90.4%, 비산업 8.8%, 도로·비도로 이동오염원 0.5%로 나타났다. 2007년의 메탄발생량 구성은 매립 81.8%, 비산업 9.5%, 도

로·비도로 이동오염원 8.2% 수준으로 도로·비도로 이동오염원 비중이 크게 증가하였다.

비산업의 경우 1990년 19,716톤/년에서 2007년 2,080톤/년 수준으로 89.5% 정도 급감하고, 제조업 부문은 1990년 54톤/년에서 2007년 50톤/년으로, 에너지산업 부문은 1990년 250톤/년에서 2007년 29톤/년 수준으로 각각 감소하였다. 반면 도로·비도로 이동오염원 부문의 경우 1990년 1,157톤/년에서 2007년 1,806톤/년으로 약 56.1% 정도 증가한 것이 특징이다.

메탄의 주배출원인 난지도 매립지에서는 2002년 안정화 공사를 통해 매립가스를 회수하여 이를 지역난방에 이용하고 있는 것과 현재 수도권매립지에서도 발생하는 메탄의 75%를 회수하여 에너지원으로 이용하고 있는 것이 메탄감소의 주요 요인으로 분석되었다.

이러한 메탄 발생량 감소는 서울시의 매립지 관리가 과거 자연방치 상태에서 벗어나 에너지자원으로 이용하기 위한 정책으로 전환한 효과 때문인 것으로 평가된다.

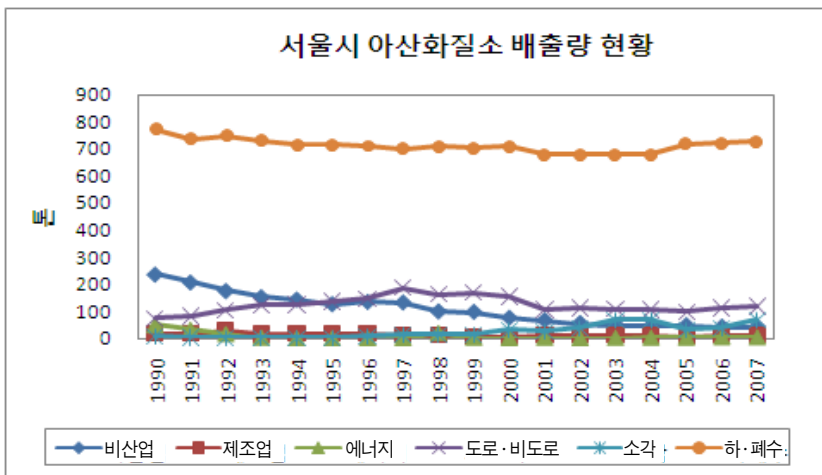


〈그림 3-4〉 서울시 부문별 메탄 배출량 현황

3. 아산화질소 배출량

서울시 지역 내 아산화질소의 배출총량은 1990년 1,166톤/년에서 2007년 1,009톤으로 1990년 대비 약 13.5% 감소하였다. 비산업의 경우 1990년 236톤/년에서 2007년 44톤/년으로 총량대비 20.3%에서 4.3% 수준으로 급감하였다. 에너지산업의 경우 1999년 이후 1~2톤 수준으로 거의 배출되지 않고 있다. 제조업 부문의 경우 1990년 15톤/년에서 12톤/년으로 약 3톤 정도 감소한 것으로 나타났다. 반면 도로·비도로 이동오염원 부문의 경우 1990년 7.4%에서 2007년 15.3%로 수송부문에서 약 7.9% 증가하였다.

한편 폐기물 처리 시설을 부문별로 살펴보면 소각의 경우 폐기물 배출량의 증가와 함께 아산화질소 배출량도 1990년 6톤/년에서 2007년 68톤/년으로 111배 이상 증가하였다. 그러나 하·폐수의 경우 1990년 772톤/년에서 2007년 726톤/년으로 감소하였으나, 여전히 전체 아산화질소 배출총량의 73% 정도를 차지하고 있다.



〈그림 3-5〉 서울시 부문별 아산화질소 배출량 현황

〈표 3-2〉 서울시 배출원별 온실가스 배출량 변화

(단위 : 톤/년)

구분		1990	1995	2000	2005	2006	2007
비산업	CO ₂	24,456,851	24,747,902	26,682,062	27,827,965	27,673,015	28,329,233
	CH ₄	19,716	4,417	2,357	2,182	2,120	2,080
	N ₂ O	236	126	76	48	43	44
제조업	CO ₂	2,883,397	3,652,015	2,022,232	1,613,425	2,218,269	2,325,240
	CH ₄	54	72	42	36	47	50
	N ₂ O	15	19	5	6	10	12
에너지 산업	CO ₂	6,324,997	349,521	599,517	849,619	968,944	985,689
	CH ₄	250	6	12	23	30	29
	N ₂ O	50	1	1	3	5	4
도로 비도로	CO ₂	8,894,844	14,147,922	15,087,887	11,156,412	12,188,991	12,756,201
	CH ₄	1,157	1,800	1,757	1,632	1,693	1,806
	N ₂ O	86	184	217	111	141	155
매립지	CH ₄	202,000	226,000	176,000	0	0	0
매립	CH ₄	0	73,463	46,265	15,023	18,581	17,991
소각	CO ₂	29,875	6,877	186,908	287,354	443,816	552,810
	N ₂ O	6	2	30	32	37	68
폐수	CH ₄	287	270	0	60	64	50
	N ₂ O	4	2	0	1	1	1
하수	CH ₄	0	0	0	0	0	0
	N ₂ O	768	713	706	716	720	725
합계	CO ₂	42,589,962	42,904,238	44,578,606	41,734,776	43,493,034	44,949,174
	CH ₄	223,463	306,028	226,433	18,957	22,534	22,005
	N ₂ O	1,166	1,047	1,036	917	957	1,009

4. 온실가스 배출량 변화

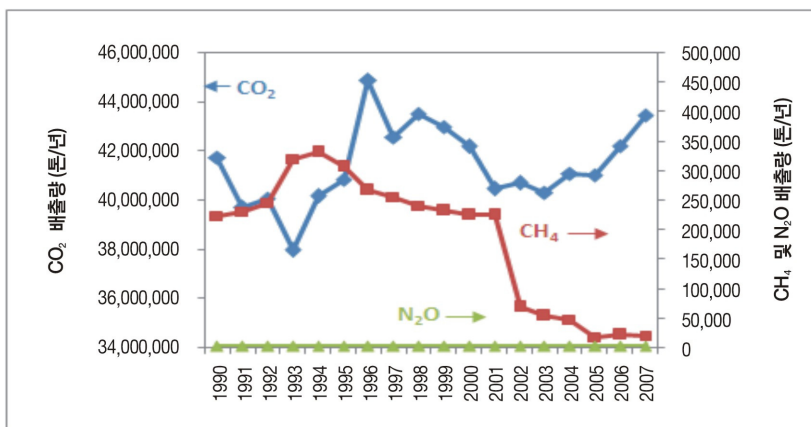
온실가스 배출량을 오염물질별로 살펴보면 이산화탄소와 아산화질소의 배출량은 경기침체와 회복에 따라 증감하고 있는 경향이 있으며, 메탄의 배출량은 지속적인 감소추세를 보이고 있다. 2007년 CO₂ 배출량은 44,949천톤/년 수준으로 42,590천톤이었던 1990년에 비해 약 5.5% 증가하였다. CH₄의 경우

1990년에 비해 90.2% 정도 크게 감소하여 2007년에는 22,005톤 수준을 나타내고 있다. 온난화 계수가 310인 N₂O의 경우도 1990년 대비 13.5% 정도 감소하여 2007년에는 1,009톤을 배출한 것으로 나타났다.

〈표 3-3〉 서울시 연도별 온실가스 배출량 현황

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1990	42,589,962	223,463	1,166
1991	40,928,412	230,353	1,284
1992	42,368,919	245,489	1,108
1993	41,164,870	320,134	1,067
1994	41,883,716	332,304	1,046
1995	42,904,238	306,028	1,047
1996	57,728,727	269,045	1,074
1997	58,032,303	258,906	1,141
1998	47,223,859	242,640	1,097
1999	46,147,872	233,037	1,078
2000	44,578,606	226,433	1,036
2001	41,412,507	225,494	912
2002	41,564,724	70,425	915
2003	41,033,655	55,920	934
2004	41,779,967	49,098	928
2005	41,734,776	18,957	917
2006	43,493,034	22,534	957
2007	44,949,174	22,005	1,009



〈그림 3-6〉 서울시 연도별 온실가스 배출총량 변화

〈표 3-4〉 서울시 온실가스 배출량 주요 지표

구분	환산 CO ₂ 주요 지표			환산 C 주요 지표		
	환산 CO ₂ (톤CO ₂)	1인당 환산 CO ₂ (톤CO ₂ /인)	GRDP당 환산 CO ₂ (톤CO ₂ /백만원)	환산 C (톤C)	1인당 환산 C (톤C/인)	GRDP당 환산 C (톤C/백만원)
1990	47,586,617	4.484	0.965	12,978,168	1.223	0.263
1991	46,041,619	4.222	0.772	12,556,805	1.152	0.211
1992	47,871,599	4.364	0.708	13,055,891	1.190	0.193
1993	48,223,027	4.414	0.623	13,151,735	1.204	0.170
1994	49,184,394	4.555	0.553	13,413,926	1.242	0.151
1995	49,574,016	4.845	0.485	13,520,186	1.321	0.132
1996	52,975,529	5.060	0.476	14,447,872	1.380	0.130
1997	52,768,740	5.079	0.440	14,391,474	1.385	0.120
1998	52,594,409	5.096	0.459	14,343,930	1.390	0.125
1999	51,310,827	4.971	0.410	13,993,862	1.356	0.112
2000	49,585,581	5.011	0.358	13,523,340	1.367	0.098
2001	46,347,800	4.486	0.309	12,640,309	1.224	0.084
2002	43,239,830	4.206	0.257	11,792,681	1.147	0.070
2003	42,319,870	4.118	0.241	11,541,783	1.123	0.066
2004	42,922,426	4.172	0.239	11,706,116	1.138	0.065
2005	42,240,957	4.102	0.228	11,520,261	1.119	0.062
2006	44,168,976	4.265	0.229	12,046,084	1.163	0.062
2007	45,622,432	4.378	0.220	12,442,481	1.194	0.060

제2절 기후변화 대응 분야별 추진현황

1. 분야별 기후변화 대응 대책

2005년 2월 교토의정서 발효 이후, 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축논의와 협의과정은 국가 단위 중심으로 진행되어 왔다. 그러나 한편으로는 도시가 주도적으로 온실가스 감축을 자발적으로 선도하려는 움직임이 활발하게 나타나고 있다. 기본적으로 에너지 다소비 지향적인 도시에서의 기후변화 대응은 온실가스 대책을 통해 대기환경과 도시열섬 등의 문제를 병행하여 개선할 수 있는 공편익을 얻을 수 있기 때문이다.

서울시의 기후변화 대응 흐름도 크게 다르지는 않으며, 『서울친환경 에너지 선언』(2007.4.2)이 본격적인 계기라고 할 수 있다. 그 이전의 기후변화 대응 대책은 기본적으로 대기환경 개선대책 및 에너지 이용 절감 및 이용효율 증진대책과 맥락을 같이하고 있다. 최근에는 기후변화 대응과 관련하여 도시·에너지·교통·제도·사회 전반의 탄소다이어트(Carbon Diet)기반을 마련하기 위해 보다 세부적인 대책들이 수립되어 활발하게 추진되고 있다.

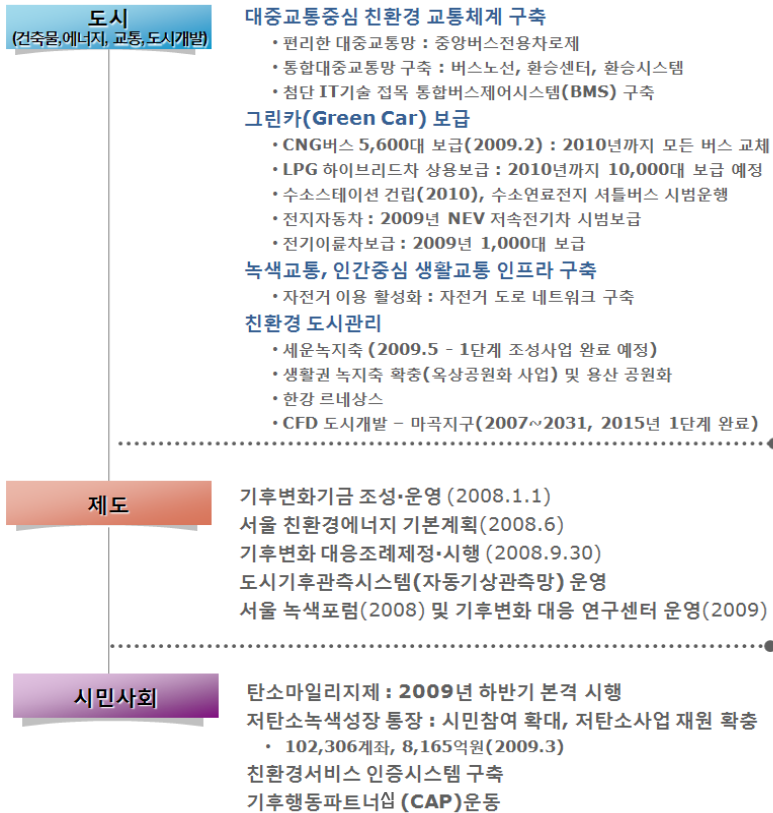
도시 (건축물, 에너지, 교통, 도시개발)

에너지이용 합리화

- 친환경건축물인증기준(2007.8)
- 건물에너지합리화사업(BRP)
 - 공공건물 20개 기관 32개동 : 1,187TOE(2,631톤CO₂) 에너지 절약
 - 민간건물 47개 : 7,053TOE(14,085톤CO₂) 에너지 절약
- 에너지 절약형 공공건물의 패러다임 제시 : 신청사 건립(2008.5 착공)
- 대기업 건설회사와의 MOU 체결(서울시-삼성물산)(2009.4)

친환경에너지 이용

- 프라운호퍼 태양에너지연구소와 양해각서 체결(2008.9)
- 가정용 연료전지 공급
 - 공공건물 30기 설치운영(2008), 40기 추가설치(2009)
- 노원열병합발전소 2.4MW 연료전지 설치(2009)
- 신재생 에너지 랜드마크 조성(2008~2010) : 에너지제로하우스
- 수소스테이션 건립(2009)
- 마곡지구 10MW(최대 20MW) 규모 수소연료전지 설치 계획



〈그림 3-7〉 제2차 뉴욕 C40 Summit(2007년 5월) 이후 서울의 변화

1) 에너지

집단에너지 공급 확대로 에너지 이용효율을 향상시키며, 연료 다원화에 의한 석유 의존도를 낮추기 위한 사업 등을 추진하고 있다. 신재생에너지는 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나(신에너지), 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하는 재생가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지(재생에너지)로 정의되며 태양광·풍력·바이오 등 11개 분야로 구분하고 있다.⁸⁾

8) 『신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법』 제2조, 재생에너지-태양광, 태양열, 바이

2) 건물 및 도시관리

친환경 에너지선언(2007.4)을 구체화하여 건물부문의 온실가스를 획기적으로 줄이기 위한 제도적 장치로 「서울 친환경건축기준」(2007.8)을 제정하였다. 이를 바탕으로 기존건물의 에너지 손실 요인을 찾아내 난방, 단열, 조명, 지붕과 창문 등의 개조를 통해 건물의 에너지절약과 이용효율화를 최대화하고 온실가스 배출을 줄이는 건물에너지합리화사업(Building Retrofit Project : BRP)을 공공부문과 민간부문에서 실시하고 있다.

3) 자원·폐기물

과거 서울시 폐기물 관리정책은 매립 위주(1992년 매립비율 90% 수준)였으나, 현재는 폐기물 발생을 줄이고 자원화하며 안전하게 처리하는 방향으로 변환되었다. 특히 종량제, 소각(자원회수) 용량확대, 음식물쓰레기 분리배출, 재활용 촉진 등의 정책을 중점적으로 실시하고 있다.

4) 교통

‘사람중심의 교통체제 개선’을 기본 목표로 교통체계를 승용차 위주에서 보행문화를 바탕으로 한 인간중심체제로 전환함으로써 도심 진입 교통 수요를 줄이고 쾌적한 도심환경을 조성하며 에너지 이용을 저감한다.

이를 위해 승용차 이용 억제정책과 함께 대중교통의 편리성과 효율성 확대 정책을 추진하고 있다. 더불어 온실가스 감축을 위해 친환경 교통수단 도입과 활성화, 친환경 연료 사용 및 저공해화 정책, 도로시설 효율 개선 등과 같은 대책도 시행하고 있다.

오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열(8개), 신에너지-연료전지, 석탄액화·가스화 및 중질잔사유
순화, 수소(3개)

5) 공원·녹지

녹지 100만평 늘리기(서울숲 조성, 옥상녹화, 도시생태림, 학교녹화 등) 사업을 지속 추진하여 시민의 녹지공간 면적 확대는 물론 온실가스 흡수원 확대로 온실가스 순 배출량 저감효과를 도모하고 있다.

6) 시민참여

탄소 마일리지제 추진 및 가정용 에너지 절약 매뉴얼 배포, 에너지 학습관·탄소저감 견본주택 체험 등 에너지 절약을 위한 주민참여형 프로그램을 개발 보급하여 온실가스 감축의 기반을 확대하고 있다.

분야	부문별	추진사업
1. 에너지 부문	1-1 환경친화적 에너지공급	1. 청정연료 보급 확대
	1-2 집단에너지 공급확대 및 에너지 절약	2. 집단에너지 공급확대 3. 지역냉방 보급 활성화 4. LED 광원 교체
	1-3 신재생에너지 보급	5. 신재생에너지 이용보급 활성화 추진
2. 건물 및 도시관리 부문	2-1 신축건물 관리	6. 친환경건축기준 제정운영
	2-2 기존건물 관리	7. 에너지 합리화 사업(BRP)
3. 자원·폐기물 관리 부문	3-1 폐기물 발생 최소화	8. 음식물류 및 일반폐기물 발생 원천감량 추진
	3-2 폐기물 재활용 극대화	9. 도시광산화(Urban Mining) 프로젝트 추진

주 : 「2006 환경백서 서울의 환경」, 서울시(2007)의 서울시 온실가스 저감대책과 고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책, 서울시(2008.6)의 대책들을 6개 분야로 재분류함.

〈그림 3-8〉서울시 온실가스 저감대책 목록

분야	부문별	추진사업
4. 교통부문	4-1 저공해 자동차 보급	10. CNG 자동차 보급 확대 11. 하이브리드자동차 보급 확대 12. 친환경 시내버스(CNG 하이브리드) 개발 보급
	4-2 중양버스전용차로 설치	13. 중양버스 전용차로 설치 확대·개선
	4-3 승용차요일제 시행	14. 승용차 자율요일제 확산정착
	4-4 교통수요관리	15. 교통수요관리 활성화 추진
	4-5 환승센터 확충	16. 시계유입 환승센터 건설 17. 환승주차장 지정 확대
	4-6 정체개선 및 도심 교통체계 개편	18. 상습교통정체지점 개선 19. 도심교통체계 개편
	4-7 보행환경 개선	20. 자전거이용시설 설치 및 정비사업
5. 공원·녹지부문	5-1 자연환경 복원 및 도시생태림 조성	21. 녹지축 연결 조성 22. 생태보전지역 지정 관리 23. 도시생태림 조성 24. 숲가꾸기 사업
	5-2 공원녹지 확충 및 수목원 조성	25. 생활권 공원녹지 조성 26. 푸른수목원 조성 27. 산림지역 나들이 공원 조성 28. 역사생태공원 조성
	5-3 학교공원화 및 담장개발 녹화사업	29. 학교공원화 및 녹지거점화 30. 대학교 담장개방 녹화
	5-4 서울 그린트러스트 운동 전개 및 녹지량 확충	31. 서울그린트러스트운동 전개 32. 건축물 옥상 녹화사업 33. 시설녹지 녹화 및 정비 34. 가로변 녹지량 확충 35. 걷고 싶은 녹화거리 조성 36. 마을공원 조성 37. 하천변 녹화사업 38. 도시구조물 벽면녹화 39. 철도연변 수림대 조성
6. 시민참여 부문	6-1 에너지 절약 실천	40. 에너지 절약 홍보교육 강화

주 : 「2006 환경백서 서울의 환경」, 서울시(2007)의 서울시 온실가스 저감대책과 고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책, 서울시(2008.6)의 대책들을 6개 분야로 재분류함.

〈그림 계속〉 서울시 온실가스 저감대책 목록

2. C40 서울선언문과 향후 기후변화 대응계획

2005년 제1차 C40 세계도시 기후정상회의에서 채택된 「런던 선언」은 도시들 상호 간 모범사례(Best Practice)의 공유와 협력이라는 기본 원칙을 정립한 바 있다. 그리고 2007년 제2차 C40 세계도시 기후정상회의에서 채택된 「뉴욕 선언」은 UNFCCC 제13차 당사국회의(발리)에서의 구체적 합의를 촉구하고, 기후변화 대응에 도시의 역할과 중요성을 강조하였다.

금년 5월 서울에서 개최된 제3차 C40 세계도시 기후정상회의에서 채택된 「서울선언」은 「저탄소 도시」라는 공통의 목표를 설정하고, 도시별 기후변화 행동계획 수립 등 실행체계를 구축하였다. 뿐만 아니라, 선언문의 이행성과를 차기 회의에서 보고하게 하는 등 실행을 담보할 수 있는 방안을 마련해 구체적이고 실질적인 협력방안에 대한 합의를 도출한 점에 큰 의의가 있다.

서울선언문에서는 도시의 기후변화 대응을 위한 정책수단은 각각의 도시 여건에 따라 최적의 방안을 모색하여야 한다고 제시하고 있다. 이를 위해 회원도시들이 세계 모든 도시들과 협력하고 우수한 사례의 경험과 기술을 공유하는 것이 매우 중요함을 강조하고 있다. 이와 함께 클린턴기후구상(Clinton Climate Initiative : CCI)은 C40 참여도시가 각자 현재 배출량 조사의 기준을 계산할 수 있는 측정도구를 개발·보급하고, 도시들은 측정도구를 활용하여 기후변화 대응 목표에 대한 추진상황을 자체적으로 파악할 수 있도록 지원하고 있다.

특히 C40 참여도시들은 각각의 기후변화 대응 실행계획(Climate Control Action Plan : CCAP)을 수립할 때, 이미 많은 도시에서 효과적인 수단으로 평가된 다음의 정책수단들을 우선적으로 고려할 것을 제안하고 있다.

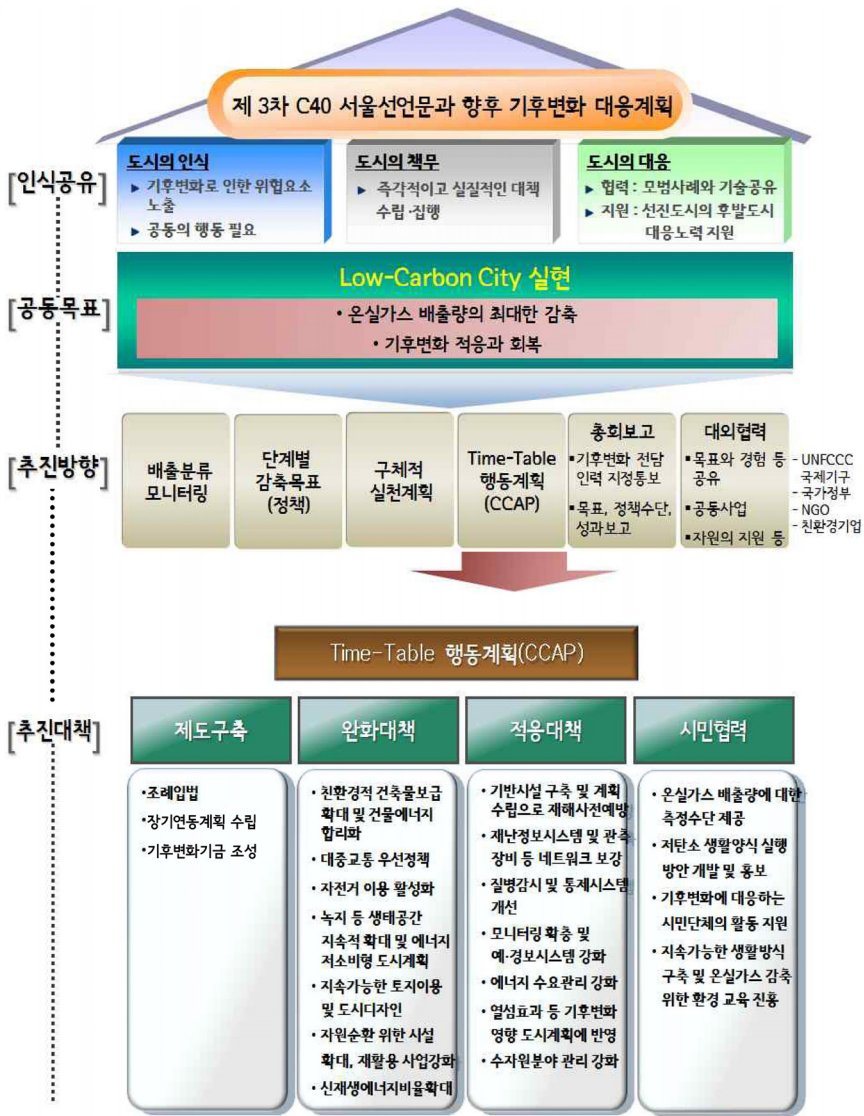
첫째, 체계적이고 안정적인 기후변화 대응 정책을 추진하기 위해 기술적 연구를 바탕으로 하는 기후변화 대응 조례 입법, 장기 연동계획 수립, 기후변화 기금 조성 등의 제도를 구축한다.

둘째, 온실가스 배출량을 감축하여 기후변화로 인한 영향들을 피하거나, 약화 또는 지연시키는 대안이 모색되어야 한다. 이를 위해 ① 친환경적 건축물

보급 확대와 건물 에너지합리화 사업 추진(구조, 조명, 단열재 등 친환경건축 설계 가이드라인 적용, 신재생에너지 인증제도 도입, 신·증축 시 신재생에너지 비율 적용, 에너지 고효율 설계 건물에 대한 인센티브(Incentive) 제공 등), ② 버스전용차로 등 대중교통 중심 정책과 자전거 이용 활성화 대책, ③ 녹지 등 생태공간의 지속적 확대와 에너지 저소비형 도시계획을 통한 자연 환경을 보호하는 지속가능한 토지 이용 및 도시디자인, ④ 자원 순환을 위한 시설 확대 및 재활용 사업 강화, ⑤ 신재생에너지 비율 확대 등을 적극 검토하도록 한다.

셋째, 기후변화의 영향을 사전에 분석하여 그로 인한 피해를 최소화함으로써, 시민의 생활 안정과 삶의 질을 확보하는 것이 필요하다. 이를 위해 ① 극한 기상 현상에 대비한 기반시설 구축과 계획 수립으로 재해 사전 예방, ② 재난 정보시스템 및 관측 장비 등 관련 네트워크 보강, ③ 혹서 대비 취약계층 대책, 전염병 등 질병감시 및 통제시스템 개선, ④ 도시생태 변화 예측 강화와 대기 오염 등 모니터링 확충 및 예·경보시스템 강화, ⑤ 계절적 에너지 수요변화 예측 및 대응 등 에너지 수요관리 강화, ⑥ 열섬효과 등 기후변화영향을 도시 계획에 반영, ⑦ 자원분야 관리 강화 등과 같은 대안을 제시하고 있다.

넷째, 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해 특히 중요한 시민의 실천 활동을 활성화하기 위해 탄소발자국과 일상생활에서 발생하는 온실가스 배출량에 대한 측정수단을 제공하여야 한다. 또한 저탄소 생활방식을 실행하기 위한 구체적인 방안 개발 및 홍보, 기후변화에 대응하는 시민단체의 활동 지원, 다음 세대가 기후변화를 준비하고 시민들이 지속가능한 생활 방식을 구축하고 온실가스 감축을 위한 방안을 생각할 수 있도록 환경 교육을 진흥하도록 한다.



〈그림 3-9〉 C40 서울선언문과 향후 기후변화 대응계획

제3절 기후변화 대응 주요 사례의 성과분석

1. 에너지 부문 대책

1) 도시가스 확대 보급

서울시는 1988년 9월 1일부터 대기오염물질 배출저감을 위해 연료사용규제 고시에 의해 보일러 용량의 합이 2톤 이상인 업무용(영업용 및 공공용 포함) 시설에 대하여 청정연료인 LNG 사용을 의무화하였다. 이후 이를 확대하여 1990년에는 1톤 이상, 1991년에는 0.5톤 이상, 1994년에는 0.2톤 이상 보일러 사용 건물에까지 청정연료 또는 경유 사용을 의무화하였다.

2007년 서울시의 가정용 도시가스 보급가구는 3,560천 가구로 보급률은 96.7% 수준이며, 도시가스 보급 취약지역에 도시가스 배관 공사를 우선 배정하거나 공급계획 수립 시 취약지역 배관공사 우선순위를 반영할 계획이다.

도시가스 보급 확대에 따른 이산화탄소 저감효과⁹⁾를 살펴보면 경유에서 LNG로 전환할 경우 1가구당 연간 0.43톤/년, 보일러 등유에서 LNG로 전환할 경우에는 1가구당 0.47톤/년 정도를 각각 절감할 수 있다.

2007년 서울시의 높은 도시가스 보급 실적에 의해 16,861톤의 이산화탄소를 삭감한 것으로 분석되었으며, 2000년~2007년 기간 동안 누적 삭감량은 362천톤 정도에 달한다. 그리고 2030년까지 약 724천톤의 이산화탄소 배출량 삭감이 가능할 것으로 추정된다(<표 3-5> 참조).

9) 「서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가」, 서울시정개발연구원(2006)의 도시가스 확대 보급의 CO₂ 저감효과 단위를 적용함. 단, 온실가스 산정은 Ton C/TOE로 환산하여 산정하지 않고 에너지 기본법 시행규칙 제6조에서 제시하는 발열량 자료 중 순발열량 자료를 활용하여 재산정함.

〈표 3-5〉 서울시 도시가스 보급 확대에 따른 온실가스 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분		도시가스 보급				온실가스 저감량 (톤/년)	누적 삭감량 (천톤/년)
		보급대상 가구	총보급 가구	신규보급 가구	보급률		
실적	2000	3,271,316	2,931,099	177,945	89.6%	80,075	80
	2001	3,328,378	3,081,127	150,028	92.6%	67,513	148
	2002	3,418,027	3,230,000	148,873	94.5%	66,993	215
	2003	3,504,656	3,349,144	119,144	95.5%	53,615	268
	2004	3,560,343	3,423,590	74,446	96.2%	33,501	302
	2005	3,604,402	3,476,156	52,566	96.4%	23,655	325
	2006	3,644,476	3,519,558	43,402	96.6%	19,531	345
	2007	3,704,269	3,556,000	37,468	97.7%	16,861	362
계획	2008	3,760,800	3,640,453	58,427	96.8%	26,292	388
	2009	3,812,000	3,693,899	53,446	96.9%	24,051	390
	2010	3,872,400	3,756,220	62,321	97.0%	28,044	418
	2015	4,104,870	4,002,248	35,836	97.5%	16,126	535
	2020	4,250,566	4,165,555	33,177	98.0%	14,930	608
	2025	4,357,898	4,292,530	25,692	98.5%	11,561	665
	2030	4,467,941	4,423,261	26,452	99.0%	11,903	724

주1 : 경유, 보일러 등유의 전환 시의 이산화탄소 평균 삭감량을 적용하여 산정함.

주2 : 2011년까지 서울 환경백서 보급계획 적용, 보급대상 가구와 총보급가구수는 건설상품별 중장기시장전망(2004)의 가구원수별 연평균 증가율을 적용함(2011~2015 : 0.8% 증가율, 2016~2020 : 0.7% 증가율, 2020~2030 : 0.5% 증가율 적용).

주3 : 도시가스 보급률은 2030년까지 매년 0.1%씩 증가하는 것으로 가정하여 2030년에는 99.0%로 가정함.

자료 : 2007 환경백서, 서울의 환경, 서울특별시, 2008.

2) 집단에너지(지역난방) 확대보급

집단에너지는 열병합발전배열, 자원회수시설 소각폐열 등을 활용하여 집중된 열원시설에서 열 또는 열과 전기를 생산하여 다수의 수요자에게 공급하는 에너지 공급시스템이다. 서울시는 1985년 11월 목동아파트 1단지 1,882세대를 대상으로 지역난방방식에 의해 열공급을 개시한 이후, 2008년말 9개 지역 468천세대의 공동주택(서울시 총 주택 4,006천세대의 11.7%, 공동주택기준 36%)과 531개소의 건물에 지역 냉·난방열을 공급하고 있다. 중장기적으로는 뉴타

운 지역이나 신규택지개발지역을 위주로 경제성이 있는 지역에 구역형 집단에너지(CES)를 보급하는 사업이 검토되고 있다.

집단에너지 확대 보급 계획에 따른 저감 효과¹⁰⁾는 430,921세대에 공급하는 2007년까지 215천톤의 CO₂를 삭감하고, 2030년까지 1,610천톤 정도를 삭감할 것으로 분석되었다.

〈표 3-6〉 서울시 집단에너지 확대 보급에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분	2007 이전	2008	2010	2015	2020	2030
공급세대(호)	430,921	468,000	540,290	1,210,000	1,879,710	3,219,130
누적삭감(천톤)	215	234	270	605	940	1,610

주1 : 2010년까지 보급물량은 “서울시 온실가스 저감 기반구축” 물량, 2015년 물량은 ‘고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합계획’에서 공동주택의 60%인 121만호에 지역난방 공급 확대 계획 수치를 적용하였음.
2016~2030년까지 보급 물량은 2010년~2015년 평균 보급물량을 적용하여 산정함.

3) 지역난방 보급 활성화

지역난방은 집단에너지 공급이 지역난방에 편중되어 난방 비수기인 여름철 발전배열 및 소각열 등의 이용률 저하로 에너지가 낭비되는 것을 방지하고자 하는 사업이다. 특히 전기 대체 난방 보급에 따라 여름철 전력 피크부하를 감소시키고 열병합발전 배열 및 소각열 등을 활용하여 에너지를 절감시키는 효과와 물을 냉매로 사용하는 친환경적 난방 및 전기 에어컨 대비 저렴한 가격으로 난방을 이용할 수 있는 효과가 있다.

10) 『서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가』, 서울시정개발연구원(2006)에서 제시된 난방방식별 연간 난방소요열량으로 지역난방 공급 세대당 약 0.5톤/호의 CO₂ 저감효과를 산출함.

〈표 3-7〉 서울시 지역냉방 보급 활성화에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분	2009	2010	2020	2030
공급세대	170	2,576	13,730	13,730
온실가스 저감량(톤/년)	21.6	327.7	1,744.5	1,744.5
누적량(톤)	22	349	2,094	3,838

주1 : “고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합계획, 서울시(2008)”에서 지역냉방 추진계획을 살펴보면 노원구 상계동에 170세대, 강서구 화곡동에 2,576세대에 지역냉방 보급을 추진 중임. 2020년~2030년 보급 물량은 2009년~2010년 기간 동안의 평균 보급물량을 적용하였음.

주2 : 지역냉방 보급에 따른 온실가스 저감효과는 “서울시 온실가스 저감 기반구축, 서울시(2008)”에서 산정한 0.13톤/세대를 적용하였음.

4) 교통신호등, 가로등의 LED 교체¹¹⁾

서울시는 2010년까지 교통신호등 15만 4천개를 100% 절전형 LED로 교체할 계획이며, 향후 도로 조명등 17만 2천여개를 고효율램프로 교체하고 에너지 기본조례를 개정해 공공기관의 경우 조명등은 전구형 형광등 또는 LED등 사용을 의무화할 방침이다.

이러한 도로 광원(신호등, 가로등)의 LED 교체로 인해 2030년에는 67,451톤의 온실가스 감축이 가능한 것으로 분석된다. 향후 민간건물과 공공건물의 백열등을 전구형 형광등 또는 LED등으로 교체할 경우 온실가스의 감축 효과는 더 클 것으로 예측된다.

11) 미국 시카고는 LED 신호등을 이용해 도심에너지 사용량의 85%를 감소시켰고, 노르웨이 오슬로는 1만 개의 지능형 가로등을 설치해 이산화탄소 1440톤을 저감하고 에너지 소비를 70%나 감축시킴(뉴스한국, 2009-05-19).

〈표 3-8〉 서울시 LED 광원 교체에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분		2007	2008	2009	2010	2015	2020	2030
공급 계획 (개)	신호등	69,390			84,610			
	가로등		5,520	5,320	5,320	52,920	52,920	50,000
온실 가스 삭감량 (톤)	신호등	23,196			28,284			
	가로등		513	494	494	4,914	4,914	4,643
	누적량	23,196	23,708	24,202	52,980	57,894	62,808	67,451

주1 : 전구식 신호등 전력소비량 100W, LED 신호등 전력소비량 10W, 나트륨가로등 400W, 고효율램프 가로등 350W, 가동 시간은 신호등은 1일 24시간, 가로등은 평균 12시간으로 가정하여 산정함.

주2 : 2010년까지 보급 물량은 “서울친환경기본계획, 서울시(2008)”의 수치를 적용하였으며 교통신호등은 2010년 100% 교체되는 것으로 가정하였으며, 가로등은 2030년까지 172,000개 보급 목표를 연차별로 적용함.

5) 신재생에너지 이용·보급

『서울 친환경 에너지 선언』¹²⁾의 신재생에너지 보급률을 달성하기 위한 선도 및 협력사업이 활발하게 추진되고 있다. 먼저 신재생에너지 보급 활성화를 위한 선도사업의 일환으로 월드컵 공원에 신재생에너지 랜드마크로 에너지제로하우스를 건설하고, 서울시 신청사에 신재생에너지 시설을 적용하여 에너지자립도를 제고하는 계기를 마련하고 있다.

또한 민간부문과의 협력사업 발굴을 위해, 물재생센터의 재생과정에서 발생하는 하수열을 이용하여 에너지원으로 사용하는 정책을 수립하고 있다. 특히 민간부문의 신재생에너지 투자를 촉진하기 위해 물재생센터, 정수장, 지하철차량기지 등 여유 부지를 활용하여 태양광 발전소를 민간자본으로 유치하여 설치하고 민간 건축물에 신재생에너지 시설 투자 시 용적률 인센티브를 제공하고 있다.

2007년까지 신재생에너지 보급으로 28,638톤 정도의 CO₂를 저감할 수 있었

12) 2007년 4월 2일 에너지 이용량을 2000년 대비 2010년 12% 절감, 2020년 15%를 절감하는 것을 포함하여 온실가스 배출량을 1990년 대비 2010년 20% 저감, 2020년 25% 저감하며, 신재생에너지 보급률을 2004년 0.6%에서 2010년 2%, 2020년 10%로 확대하는 것을 발표함.

으며, 2030년까지 정부의 지원과 서울시 차원의 적극적인 시설 설치에 힘입어 약 6,372천톤의 온실가스 배출량을 저감할 것으로 예측된다.

〈표 3-9〉 서울시 신재생에너지 보급 확대에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분		~2007	2010	2020	2030
공급 실적 및 총설비용량 계획	태양광(kW)	2,940	33,529	254,000	1,400,000
	태양열(m ²)	118,327	38,990	55,000	160,000
	지열(RT)	1,401	36,654	738,286	1,566,857
	연료전지(MW)	0.25	25	300	600
	하천수열 및 하수열(kW)	-	66	700,000	1,545,000
온실가스 누적 삭감량(톤)	태양광	1,693	19,307	146,259	806,154
	태양열	24,067	7,930	11,187	32,543
	지열	2,752	71,989	1,449,997	3,077,313
	연료전지	126	12,625	151,500	303,000
	하천수열 및 하수		92	975,380	2,152,803
	합계	28,638	111,943	2,734,323	6,371,813

주1 : 서울시 친환경에너지기본계획에 제시된 태양광 kW당 0.929toe/년, TOE당 1.972tonCO₂/년, 태양열 m²당 0.064toe/년, TOE당 3.178tonCO₂/년, 지열 1RT당 0.618toe/년, TOE당 3.178tonCO₂/년을 적용함.

주2 : 2020년까지 보급 물량과 온실가스 저감효과와 관련해서 “서울친환경기본계획, 서울시(2008)”의 수치, 2030년의 보급 물량은 “서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜” 내부 자료 수치를 활용함.

자료 : 서울시, 서울시 친환경에너지기본계획, 2008.

서울시 내부자료, 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜, 2009.

2. 건물 및 도시관리 부문 대책

1) 친환경건축기준 제정

서울시는 2007년 8월 건물의 신축, 유지·관리 및 도시개발 등 설계단계에 서부터 에너지 절약 등 친환경 설계요소가 반영되도록 ‘친환경건축기준’을 제정하였다. 친환경건축기준은 공공·민간, 신축·기존 건축물별로 기준을 나눠 제시하였으며 공공건물에 대해서는 이를 의무사항으로, 민간건물에 대하여는 권장사항으로 하되 기준 이행 시 다양한 인센티브를 부여하고 있다.

신축건물의 경우 친환경건축기준(친환경건축물 인증 의무화)과 에너지 기준 (에너지성능 지표 74점 이상)을 달성하도록 하고, 달성정도에 따라 4등급으로 분류하고 있다. 신축 민간 건물에 대하여서는 취득세·등록세 등 지방세를 2008년 7월부터 등급에 따라 5%~20%를 감면해 주고 있으며 친환경건축물 인증비용을 지원하고 있다.

‘친환경건축기준’ 시행 이후 서울시에서 건축 허가된 60개 대형 건축물은 모두 서울시 기준을 적용하여 건축되고 있으며, 서울시 친환경 건축물로 인정 받은 것은 4개소이다.

〈표 3-10〉 친환경건축기준 에너지 성능 지표

에너지 기준 \ 친환경 기준	85점 이상	75점 이상~85점 미만	65점 이상~75점 미만
EPI 85점 이상 또는 건물에너지 효율 1등급	I (Platinum)	II (Gold)	III (Silver)
EPI 74점 이상 81점 미만 또는 건물에너지 효율 2등급	II (Gold)	III (Silver)	IV (Bronze)

주 : EPI(Energy Performance Index) - 건설교통부의 '건축물의 설비기준 등에 관한 규칙'에 의한 건물 에너지 절약 계획서에 포함되는 에너지 성능지표로서 건축, 기계설비, 전기설비 등 에너지 절약 관련 설계 요소를 점수화한 것임.

자료 : 서울시, 2007 서울의 환경, 2008.

한편 서울시 건축물의 총 연면적은 현재 551km²(가정부문 320km² + 상업부문 231km²)이며 2010년에 23.966km², 2020년 185.4km²가 신규 연면적으로 추가될 것으로 예상된다. 2010년까지 전체 신규건물의 10%를 1등급으로 건축하고, 2020년에는 모든 신축건물을 1등급으로 건축할 경우 연료연소에 따른 온실가스 배출량은 2010년 16천톤, 2020년 935천톤 정도 감축이 가능한 것으로 분석된다. 그리고 2030년에는 에너지 효율등급 1등급 건축면적이 386km² 정도 예상되므로 이에 따른 온실가스 저감효과는 2,360천톤 수준에 이를 전망이다.

〈표 3-11〉 친환경건축기준(건물효율 1등급) 적용에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위: 톤/년)

구분	건물효율 1등급 연면적(km ²)	온실가스 삭감량(톤)
2010	2,40	16,000
2020	185,4	935,000
2030	386	2,360,000

주 : 서울시 친환경에너지기본계획에 제시된 가정부문, 상업부문의 건물 연면적과 전망, 온실가스 삭감량 활용
 자료 : 서울시, 서울시 친환경에너지기본계획, 2008.
 서울시 내부자료, 저탄소 녹색성장 마스터플랜

2) 건물에너지 합리화 사업(BRP)

기존 건물에서의 에너지 절약과 이용효율 향상을 위해 건물에너지 합리화 사업(BRP : Building Retrofit Project)을 추진하고 있다. BRP는 에너지 진단을 통해 건물에서의 열, 전기 등 에너지 손실 및 비효율적이고 낭비적인 부분을 파악하여, 건물의 단열, 냉난방, 조명, 공조시스템 개선으로 에너지 절약과 이용 효율을 최대화하는 사업이다.

공공건물은 서울시 청사 등 20개 기관 32개동에 대하여 BRP를 선도적으로 진행 완료하여 매년 온실가스 2,631톤 정도를 삭감하고 있다.

민간건물의 참여확대를 위해 서울시 기후변화기금을 조성하여 사업 참여시 건물별 최대 10억원을 융자해 주고 있으며 사업 추진 이후 2008년까지 업무용 빌딩, 쇼핑센터, 대학, 호텔 등 47개 건물이 참여하여 30개소가 완료되고 17개 소가 추진 중으로 14,085톤의 온실가스 배출량 저감효과가 기대되고 있다.

〈표 3-12〉 건물에너지합리화사업(BRP)에 따른 CO₂ 배출량 저감효과(2008년)

(단위: 톤/년)

구분	대상	온실가스 삭감량(톤)
공공건물	20개 기관 32개동	2,631
민간건물	47개 건물	14,085

자료 : 서울시 내부자료, C40총회 우리시 모범사례 발표 목록(안), 2009.

연면적 5,000㎡ 이상의 주거용과 상업용 건물¹³⁾에 대하여 2010년에는 0.33 ㎤, 2020년 12.4㎤ 정도를 효율 1등급 건물로 개선한다고 가정할 경우, 2010년에는 3,900톤, 2020년 194,000톤 정도의 CO₂ 배출량 삭감이 예측된다. 그리고 2030년에 연면적 67.9㎤에 해당되는 건물들을 효율 1등급으로 개선할 경우에는 CO₂ 1,061천톤 정도를 감축할 수 있을 것으로 분석된다.

〈표 3-13〉 건물에너지 합리화 사업(BRP)에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위: 톤/년)

구분	건물효율 1등급 연면적(㎤)	온실가스 삭감량(톤)
2010	0.33	3,900
2020	12.4	194,000
2030	67.9	1,061,000

주 : 2010년부터 2020년까지 서울시 친환경에너지기본계획에 제시된 기존 건물의 단열 강화와 관련하여 주거, 상업 기존 건물을 에너지 효율 1등급으로 개선할 경우의 온실가스 삭감량을 활용함. 2030년의 경우 연면적 5,000㎡ 이상인 건물 총면적 342㎤의 33% 정도인 113㎤ 정도를 에너지 효율 1등급으로 개선하는 것으로 가정하여 산정함.

자료 : 서울시, 서울시 친환경에너지기본계획, 2008.

서울시 내부자료, 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜, 2009.

3. 자원·폐기물 대책

1) 폐기물 원천 감량

경제성장과 생활수준 향상으로 폐기물 발생량이 증가하게 됨에 따라, 이의 처리방법의 하나인 폐기물 소각에 의한 CO₂ 배출량이 증가하는 경향을 보이고 있다. 쓰레기 발생의 원천 감량이 가장 근본적인 삭감 방법이므로 서울시는 폐기물 중장기 관리목표로 생활폐기물을 2011년에 1일 11,093톤으로 감소시키는 목표를 수립한 바 있다.

13) 서울시 건물의 연면적이 5,000㎡ 이상인 공동주택 건물은 15,055동이며 면적은 209㎤이고, 상업건물은 7,362동, 면적은 133㎤임(자료: 서울시, 『서울시친환경에너지 기본계획』, 2008).

장래 예측된 생활폐기물 발생량 지표를 살펴보면 1인당 2007년 397.4kg/년에서 2030년 409.5kg/년 수준으로 증가가 예측되고 있다. 향후 생활폐기물 발생량은 1인당 10% 정도를 원천 감량할 경우 2030년에 약 328,408톤의 온실가스 배출량 삭감이 가능할 것으로 분석되었다.¹⁴⁾

〈표 3-14〉 생활폐기물 10% 원천 감량에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위: 톤/년)

구분	생활계 폐기물(톤/일)	인구수(명)	삭감량(톤)
2010	11,154	10,038,916	342,056
2020	10,730	9,895,548	329,066
2030	10,709	9,536,292	328,408

주1 : 생활폐기물 발생량 예측은 서울시 폐기물관리 기본계획에서 추정된 발생량을 활용하여 서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가에서 2020년까지 예측된 발생량을 수정함. 2030년 생활폐기물은 서울시의 폐기물 감소 관리목표가 지속되는 것으로 가정하여 2020년 대비 0.3% 정도 감소된 것으로 추정함.

주2 : 2008년 서울시 통계연보의 실측치 자료와 2020년까지 인구수는 '서울시 온실가스 저감 기반구축' 연구에서 예측된 자료를 활용함. 2030년까지의 인구 예측은 1990~2020년 기간 동안의 인구 자료를 회귀분석한 결과를 적용함(상관계수 0.84).

자료 : 서울시, 2007 서울의 환경, 2008.

서울시, 서울시 온실가스 저감 기반구축, 2008.

서울시정개발연구원, 서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가, 2006.

2) 도시광산화(Urban Mining) 프로젝트 추진¹⁵⁾

이 프로젝트는 「Zero Waste 도시 서울」 달성을 위한 사업의 일환으로 폐휴대폰, 폐PC, 폐가전제품에서 금, 은, 동, 팔라듐 등 고가 희귀금속을 회수·자원화하여 자원재활용을 극대화하는 사업이다.

소형가전제품은 처리수수료 납부, 배출방법이 불편하고 번거로움 등으로 집안에 방치 또는 일반 재활용품과 혼합하여 배출하거나 무단 투기하는 사례가 빈번하므로 편리하게 배출할 수 있는 배출·수거 시스템을 구축하는 것이 필

14) 1인당 1일 60g(계란 1개분)을 줄일 경우 연간 18.4kg의 CO₂를 삭감시킬 수 있으므로 연간 1톤을 삭감하면 0.84톤의 CO₂ 정도를 삭감할 수 있음(자료 : 영등포구, 지구온난화 온실가스 감축방안, 제1회 영등포 환경포럼, 2006).

15) 서울시 내부자료, C40총회 우리시 모범사례 발표 목록(안), 2009.

요하다. 한편 폰기부(Phon Give) 시스템 구축 및 폐전자제품 자원순환센터를 설치·운영할 경우 2010년 이후 연간 670천톤의 CO₂ 배출량 감축이 가능할 것으로 예측된다.

4. 교통부문 대책

도로이동·비도로 이동오염원 부문의 CO₂ 배출량은 2004년 전체 배출총량의 43.9%를 차지하고 있으며, 특히 이 가운데 도로 이동오염원이 98.6% 수준으로 CO₂ 배출 기여율이 높게 나타나고 있다. 도로 이동오염원 부문의 CO₂ 배출량 삭감을 위해 서울시는 저공해 자동차 보급, 배출가스 저감장치 부착, 천연가스 시내버스 확대 보급 등의 사업을 추진하고 있다.

1) 저공해 자동차 보급

(1) CNG 자동차 보급 확대

대기오염 등 환경에 대한 관심이 높아지면서 전 세계적으로 천연가스버스의 운행이 늘고 있다. 천연가스 자동차는 기존 경유자동차에 비해 매연, 질소산화물 등 오염물질 배출이 1/3 수준이고, CO₂ 배출량도 기존 차량보다 20% 적어 지구 온난화방지도 기여할 수 있으며, 세계기후변화협약에 따른 규제 대응에도 용이하다.

우리나라에서는 1991년부터 1997년까지 천연가스를 연료로 사용하는 자동차 개발을 완료하고, 1998년 7월부터 인천과 안산 지역에서 총 4대의 천연가스버스를 시범 운행한 바 있다. 2000년 6월부터 서울 지역에서 15대의 천연가스버스를 운행하기 시작해 2008년에는 7,748대 시내버스 중 4,850대(62.5%)의 CNG 버스가 운행 중이며, 2010년까지 시내버스 전량을 교체할 계획이다. 또한 서울시는 CNG 보급 차종을 마을버스 등으로 점차 확대하여 2007년에

CNG 마을버스 226대를 보급하였으며 도심지역 운행 빈도가 높아 주민들의 민원이 많은 청소차량도 천연가스차로 교체하여 2007년 12월 기준 132대가 운행 중이다. 2010년까지 CNG 마을버스 1,073대, CNG 청소차 612대를 보급할 계획이다.

〈표 3-15〉 천연가스 시내버스 보급에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위: 톤/년)

구분	보급대수	삭감량(톤)	누적 삭감량(톤)
2007	4,492	85,395	85,395
2008	900	17,110	102,505
2009	1,242	23,611	126,116
2010	1,114	21,178	147,294

자료 : 국립환경과학원, 「수도권 대기질 개선대책 추진에 따른 CO₂ 감축효과 분석」, 2006.
서울시, 맑은서울 2010 특별대책(2008 연동계획), 2008.

1대의 CNG 버스를 도입하였을 경우 CO₂ 배출량은 19.01톤/년 정도를 삭감할 수 있는 것으로 분석되어¹⁶⁾, 2010년까지 서울시내 전체 7,748대의 시내버스를 CNG 버스로 교체할 경우 147,294톤 정도의 CO₂ 배출량 삭감이 가능할 것으로 추정된다.

(2) 하이브리드 자동차 보급 확대

자동차 증가에 따른 오염물질 발생량 증가로 인한 시민건강 및 대기질 악화에 대응하기 위해서는 청정연료를 사용하는 천연가스 차량 보급 확대와 함께 전기자동차와 같은 무·저공해 자동차의 보급이 필요하다. 서울시에서는 7대

16) ‘수도권 대기질 개선대책 추진에 따른 CO₂ 감축효과 분석’에서 저공해 자동차 보급에 따른 CO₂ 저감 효과를 살펴보면 천연가스 시내버스 CO₂ 삭감량은 경유시내버스 배출계수(g/km)×저공해 천연가스 시내버스 배출가스 저감률×일주행거리(km/일)×365일/년×10년×10⁻³ 공식을 사용하여 산정하고 있음. 이 연구에서는 경유시내버스 배출계수(1,106kg/km)와 2007년 서울시 시내버스 일주행거리(235.46km/일) 자료를 사용하고, 배출가스 저감률 20%를 적용하여 1대의 천연가스 시내버스 보급에 따른 CO₂ 삭감효과를 추정함.

를 시범운행한 후 2006년에 공공기관에 229대를 보급·운행하였고 2007년에 254대를 새로 보급해 총 474대로 확대하였다.

1대의 하이브리드 자동차로 교체했을 경우(연비향상 8km, 연간 2만km 주행 승용차 휘발유 기준 연비를 기준) 연간 약 1.70톤의 CO₂를 삭감할 수 있다.¹⁷⁾ 2030년까지 100만대 보급을 달성할 경우 약 1,700천톤의 CO₂ 배출량 삭감이 가능한 것으로 분석된다.¹⁸⁾

〈표 3-16〉 하이브리드 자동차 보급 확대에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분	보급 계획(대)	삭감량(톤)
2007	474	806
2010	646	1,099
2020	180,000	306,087
2030	1,000,000	1,700,483

주1 : 2010년 보급 물량은 '고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책'에 제시된 수치 적용

주2 : 서울시 연간 운행대수 150만대 중 매년 10% 신규 등록되며 이들 차량 중 연도별 10% 정도가 하이브리드 차량으로 보급되는 것을 전제로 하여 2020년까지 180,000대로 가정

주3 : 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜(서울시 내부자료)에서 그린카 100만대 보급 물량 적용

자료 : 서울시, 고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책, 2008.

서울시, 서울시 온실가스 저감 기반구축, 2008.

서울시 내부자료, 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜

(3) 친환경 시내버스(CNG 하이브리드) 개발 보급

서울시는 2009년~2018년 동안 시내버스 제작사와 공동연구개발을 통해 운행 중인 CNG 버스를 단계적으로 세미-하이브리드¹⁹⁾, 풀-하이브리드, 배터리

17) 1대의 하이브리드 차량 연료 절감량은 1,869ℓ(연비 10.7km) - 1,069ℓ(연비 18.7km 기준) = 휘발유 800ℓ 임. 휘발유 절감량에 따른 CO₂ 삭감량 = 18.9kgC/GJ × 7400kcal/ℓ × 10⁶Gcal/kcal × 4.1861GJ/Gcal × 18.9kgC/GJ × 0.99 × (44/12)CO₂/C × 10⁻³kgCO₂/tonCO₂ = 1.7tonCO₂/yr(자료 : 서울시, 서울시 온실가스 저감 기반구축, 2008)

18) 이 연구에서 산정한 삭감량은 그린카 중 하이브리드 차량 100만대 보급을 전제로 한 삭감량으로 하이브리드 차량보다 온실가스를 더 적게 배출하는 전기차와 수소연료전지차와 같은 그린카를 함께 보급할 경우 CO₂ 삭감량은 더 증가될 수 있음.

19) 제동 시 발생하는 감속 에너지를 다시 전기로 회수, 차량시스템 유지와 모터 재시동에 사용

교환버스로 교체할 계획이다. 차량 운행방식별 특성을 살펴보면 연비향상, 연료비 절감과 함께 CO₂ 감축에도 큰 효과가 있는 것을 알 수 있다(<표 3-17> 참조).

세미-하이브리드는 2008년 시범 도입하여 2009년 도입 의무화, 풀-하이브리드는 2013년 시범 도입하여 2015년 도입 의무화, 배터리교환버스는 2015년 시범 도입하여 2018년 도입 의무화 단계로 추진할 예정이다.

〈표 3-17〉 CNG하이브리드 운행방식별 특성 비교

구분	세미-하이브리드	풀-하이브리드	배터리교환형
추가비용(예상)	500만원~1,000만원	1억원 이하	1억 4천만원
연비향상	약 15%	40~50%	75%(CNG 환산)
CO ₂ 감축	17%	45%	100%
연간 연료비 절감	약 450만원/대	약 1,350만원/대	약 2,200만원/대
투자비 회수	2년 3개월	7년 5개월	6년 3개월

자료 : 서울시, 고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책, 2008.

2007년 시내버스 부문의 온실가스 배출량을 기준으로 하여 전량 CNG 버스라는 가정하에 CO₂ 배출량을 산정하면, 571,227톤 정도인 것으로 분석되었다.²⁰⁾ 이를 2013년 세미-하이브리드 차량으로 전량 교체, 2018년 풀-하이브리드 차량으로 80% 교체, 2020년 배터리교환버스로 전체차량의 20% 전환, 2030년에는 배터리교환버스로 100% 전환할 경우 CO₂ 배출량은²¹⁾ 2020년 319,887톤, 2030년 571,227톤 정도를 삭감할 수 있을 것으로 추정되었다.

하는 방식의 천연가스 버스임.

20) 2007년 기준 4,492대의 CNG 시내버스 운행에 따른 CO₂ 배출량은 331,176톤(도로 이동오염원 부분의 LNG 사용량에 따른 온실가스 배출량)으로 CNG 시내버스 1대당 약 73.7톤/대·년의 CO₂를 배출하므로 경유 시내버스 3,256대 모두 CNG 시내버스로 전환할 경우 총배출량은 약 571,227톤 정도임.

21) 2007년 시내버스 부문 온실가스 배출량(톤CO₂) × 종류별 하이브리드 보급률 × 저감배출비율(%) 공식을 이용하여 산정함.

〈표 3-18〉 CNG하이브리드 보급에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위: 톤/년)

구분	보급계획	삭감량(톤)
2013	세미-하이브리드로 100% 교체	97,109
2018	세미-하이브리드로 20% 풀-하이브리드로 80% 교체	225,064
2020	풀-하이브리드로 80% 배터리교환형으로 20% 교체	319,887
2030	배터리교환형으로 100% 교체	571,227

자료 : 서울시, 「서울시 온실가스 저감 기반구축」, 2008.

2) 중앙버스전용차로 설치 확대

중앙버스전용차로 설치 확대는 빠르고, 편리하며 안전한 버스이용 환경을 조성하여 자가용 이용 수요를 억제하고, 매연감소 등 대기질 개선을 위한 통합 관리 사업에 해당된다. 현재 시행 중인 중앙버스 전용차로와 가로변 버스전용차로 제도를 향후 더욱 확대하여 대중교통 수단의 통행을 편리하게 하는 정책이 바람직하다.

서울시에서 2010년까지 5개 도로축에 49.7km의 중앙버스 전용차로를 추가로 설치하고, 2020년까지 수도권 BRT 노선망과 연계하여 217km 확장 계획에 따른 온실가스 배출량 저감효과를 산출한 결과,²²⁾ 2030년 732,522톤 정도를 삭감할 수 있을 것으로 기대된다.

22) 서울시 온실가스 저감 기반구축 보고서의 중앙버스전용차로 확대에 따른 온실가스 저감량 분석 결과를 살펴보면 이 차로를 73.5km 구간에 설치 시 248,106톤CO₂/년, 117.6km 구간에 설치 시 396,990톤CO₂/년 정도를 삭감할 수 있음. 중앙버스전용차로 1km 구간당 약 3,376톤 CO₂/년 삭감 효과를 2020년까지 추가 계획에 적용하여 산정함.

〈표 3-18〉 중앙버스전용차로제 설치 확대에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분	2007 이전	2008	2009	2010	2020	2030
중앙차로 설치(km) (누계)	67.9 (67.9)	22.4 (90.3)	16.7 (107)	10.6 (117.6)	99.4 (217)	- (217)
온실가스 삭감량(톤CO ₂ /년)	229,209	304,824	361,198	396,980	732,522	732,522

자료 : 서울시, 서울시 온실가스 저감 기반구축, 2008.
 서울시, 고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책, 2008.
 서울시 내부자료, 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜, 2009.

3) 승용차 자율요일제 운영 및 확산

승용차 자율요일제는 시민의 자발적인 선택으로 이루어지는 교통수요관리 정책으로 2007년 12월말 서울차량 749천대가 참여하여 대상차량의 32%가 참여하였으며, 경기·인천 차량도 18천대가 동참하고 있어 총 767천대가 승용차 요일제에 참가하고 있다.²³⁾

자동차 보유 억제보다는 자동차 운행 수요 억제에 중점을 둔 승용차 요일제 시행에 따른 효과는 크게 교통량 감소에 따른 주행속도 개선, 대기오염물질 배출량 감소 및 연료비 절감효과 등으로 나누어 볼 수 있다.

차량 1대가 승용차 요일제에 참여하고 기준일을 100% 준수한다고 가정하였을 경우, CO₂ 배출량 저감효과는 0.243185톤/년 수준으로 추정된다.²⁴⁾

연차별로 승용차 요일제 참여도와 준수율이 점차 높아져 2030년에는 서울시 승용차의 60%가 참여하고, 이 가운데 80%의 준수율을 가정하면 385,587톤 정도를 삭감할 수 있을 것으로 분석되었다.

23) 서울시, 『2007 서울의 환경』, 2008.

24) 서울시정개발연구원, 『서울시 승용차요일제 시행효과분석 및 발전방안 연구』, 2007.

〈표 3-19〉 승용차 요일제 운영 및 확산에 따른 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분		2007	2008	2010	2020	2030
참여 대상 차량	승용차(대)	2,205,417	2,225,408	2,364,684	2,902,341	3,152,408
	승합차(대)	177,713	173,085	171,613	135,414	150,867
	합계	2,383,130	2,398,493	2,536,297	3,037,755	3,303,276
참여율(%)		30%	30%	40%	50%	60%
참여대수(대)		714,939	719,548	1,014,519	1,518,878	1,981,965
준수율(%)		50%	50%	60%	70%	80%
저감량(톤CO ₂)		86,931	87,492	148,029	258,558	385,587

주1 : '서울시 승용차요일제 시행효과분석 및 발전방안 연구'에서 제시된 0.243185톤CO₂/년을 차량 1대당 승용차요일제 참여 효과로 적용함.

주2 : 2007년, 2008년 자동차 등록 현황 자료를 바탕으로 산정하였으며, 2010년과 2020년의 저감량은 '서울시 온실가스 저감 기반구축'에서 예측된 승용차 자료를 활용함. 2030년 승용차 등록대수는 2020년 대비 40만대의 증가를 가정한 후 2020년 승용차 등록 비율(승용차 및 승합차 등록 비율)을 적용함.

자료 : 서울시정개발연구원, 서울시 승용차요일제 시행효과분석 및 발전방안 연구, 2007.
서울시, 서울시 온실가스 저감 기반구축, 2008.

5. 공원·녹지 부문 대책

서울은 대도시로서 기후변화를 초래하는 온실가스 배출에 대해 제약요인을 많이 가지고 있다. 또한 기후변화로 인한 홍수, 가뭄, 도시열섬 등으로 인명피해와 경제적 손실이 계속 발생할 것으로 예상된다. 따라서 도시차원에서 기후변화를 일으키는 온실가스 배출량을 저감하기 위해서는 에너지, 교통분야의 노력뿐만 아니라, 시민의 안전과 사회경제적 손실을 예방하기 위한 도시생태계의 보전 및 복원사업 추진과 공원녹지의 확충사업을 적극 추진하는 것이 바람직하다.

서울의 공원은 현재 총 2,097개소로 면적은 164.91km²이고, 1인당 공원면적은 15.92m²이며, 이 가운데 시설화된 면적은 144.66km²로 1인당 시설화된 공원면적은 13.97m² 수준이다.

생활권 주변에 시민들이 쉽게 이용할 수 있는 여가공간을 확대하고 지역 공

원화 및 녹지거점화를 도모하기 위해 학교 공원화, 대학교 담장개발 녹화 등 여러 사업을 통해 도시 모든 공간에 녹지를 만들어 민선3기 4년간 총 45만평의 생활권 녹지를 조성하였다.

〈표 3-20〉 생활권 녹지 조성 실적(2002~2007년)

구분	합계	학교 공원화 (대학담장 포함)	담장 및 벽면 녹화	가로변 녹지확충	하천변 녹화	시설녹지 확충	수경시설 확충	기타
면적 (㎡)	1,497,061	422,711	46,498	109,431	479,458	50,695	51,511	78,897

자료 : 서울시, 「2007 서울의 환경」, 2008.

서울시는 신규공원 확충, 도시계획시설의 용도변경으로 적극적인 공원화 사업 추진, 도시개발 및 정비사업 시 공원 확보, 옥상공원화 사업 확대, 가로 녹지 확충 등 도심 속 숲 조성에 역점을 두고 있다.

특히 옥상녹화는 도시 내 부족한 녹지면적을 확충하고 도시미관을 향상시키며, 대기질 개선에 기여하고 도시열섬화 현상 완화 등의 효과를 낼 수 있다. 이에 도시의 생태적 문제 해결과 에너지 절약을 동시에 만족시킬 수 있는 좋은 대안으로 추진될 필요가 있다. 서울도심은 콘크리트 건물 위주로 녹지공간이 부족하고, 대부분의 옥상에 폐자재나 쓰레기 등이 쌓인 채 방치되고 있다. 도시열섬현상 완화, 주택밀집지역 사막화 방지, 홍수예방, 생태네트워크 구축 등을 위한 옥상녹화 사업을 적극 추진하여야 할 것이다.

또한 그린웨이는 인간의 보행활동을 자동차 및 기타 위해요소들로부터 보장해 주는 공간이자, 공간에서 공간으로의 이동을 원활히 해주고, 쾌적한 환경을 제공해 주는 역할을 하고 있다. 나아가 주요한 공원녹지 등을 연결해 주는 네트워크의 기능도 가지고 있다. 이러한 배경하에서 세계 선진도시들은 도시계획 시 그린웨이를 중요한 계획요소로 수립하고 있음은 물론이다. 서울시의 그린웨이 사업은 1997년에 조성된 ‘덕수궁길 걷고싶은거리’ 시범사업이 그 시초라고 할 수 있다. 걷고싶은거리는 그린웨이로 명칭이 변경되어 1999년부터

2007년까지 매해 꾸준히 사업을 추진하였다.

〈표 3-21〉 공원·녹지부문 보급 계획과 CO₂ 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분		2010	2020	2030
보급 계획	신규공원 확충(만㎡)	25	93	100
	도시계획 시설 및 이전적지 공원화(만㎡)	36	350	100
	도시개발 사업 시 공원확보(만㎡)	10	11만	120
	그린웨이 조성(km)	4.5	350	200
	옥상공원화(만㎡)	13.5	30	2
	학교공원화(만㎡)	22.2	35	40
	공공기관 담장개방 녹화(만㎡)	8	20	20
	아파트 열린녹지 조성(만㎡)	8	22	30
삭감량(톤)		1,298,685	1,300,256	1,301,334

공원·녹지부문 대책과 관련한 온실가스 저감 효과를 살펴보면,²⁵⁾ 2007년까지 조성된 공원과 생활권 녹지로 인해 CO₂ 1,298천톤 정도를 삭감한 것으로 나타났으며, 연차별 보급 계획에 따라 2030년에 CO₂ 1,301천톤 정도가 녹지를 통해 흡수될 것으로 분석되었다.

6. 시민참여

시민참여에 의한 온실가스 배출량 삭감은 에너지 절약이나 환경오염을 적게 발생시키는 친환경 제품의 사용 등의 시민들의 적극적인 참여를 전제로 한 생활 속의 온실가스 감축 실천방안이다.

25) 도심지 사례를 중심으로 토지이용별 단위면적당 평균 CO₂ 흡수량을 연구한 조사결과 가운데 공원에서 연간 12.3톤, 공공용지 2.8톤, 교통 1.6톤 정도를 흡수하는 것으로 분석된 결과를 적용함(자료 : 서울시 위성영향을 이용한 도시녹지의 환경보전효과 측정과 수요예측 및 합리적 배치방안 연구 I, 2002).

우선 자동차 엔진의 불필요한 공회전을 10분 중지하면 승용차 1대당 250cc, 경유차 1대당 284cc의 연료절감 효과가 있다.²⁶⁾ 서울시 모든 차량이 1일 10분씩 공회전을 하지 않게 되면, 2007년에는 554톤의 CO₂, 2030년에는 670톤의 CO₂ 배출량 삭감이 가능하다.

그리고 여름철 냉방온도를 1℃를 높이면 7%의 전기소비가 절감되므로 26℃~28℃를 유지할 경우 가구당 월평균 20kWh의 전기가 절감되어, 2007년 26078톤, 2030년 31,454톤의 CO₂ 배출량을 줄일 수 있다.²⁷⁾

사용하지 않으면서 쏘아놓은 플러그를 통해 낭비되는 전력은 1가구당 연간 306kWh 정도로 금액으로는 30,600원에 상당한다.²⁸⁾ 이러한 대기전력을 절감하면 2030년에 2,129,560톤의 CO₂ 배출량 삭감이 가능한 것으로 추정된다. 또한 생활 속 실천 항목으로서 고효율 조명기기로 교체에 따른 온실가스 배출 저감효과를 살펴보면 1개의 40W 형광등을 32W 고효율 형광등으로 교체하거나 60W의 백열전구를 12W 전구형 형광등으로 교체할 경우에 7.44kgCO₂/년 정도의 삭감이 가능하다²⁹⁾.

이 외에도 에너지 효율 등급이 높은 전기 제품 사용, 컴퓨터 절전모드 설정, 수도물 절약 등 실천할 수 있는 항목이 다양하다. 그러나 시민들의 참여 정도와 참여회수, 시간 등에 따라 온실가스 삭감 효과가 달라지므로 배출량 삭감효과를 제고하기 위해서는 시민참여의 기회 제공, 홍보 및 실천교육이 중요한 의미를 갖게 된다.

26) 서울시, 「서울시 온실가스 저감 기반구축」, 2008.

27) 에어컨 1대당 월간 20kWh의 전력을 절감할 수 있으므로, 현재 에어컨 보급률 40%, 에어컨 가동 기간 2개월(7, 8월)을 전제로 온실가스 삭감량을 산출함.

28) 에너지관리공단, 「생활속의 에너지절약 실천사항 절약효과 분석」, 2006.

29) 고효율 형광등 교체의 경우 평균 점등시간을 6시간/일, 백열전구 교체의 경우는 주로 백열전구가 사용되는 화장실 또는 베란다 등에서 사용하는 것으로 가정하여 1시간/일의 점등시간을 전제로 온실가스 삭감량을 산출함. 전기 탄소배출량은 2005년 배출계수 0.424805kgCO₂/kwh를 적용함.

〈표 3-22〉 시민참여 대책에 따른 CO₂ 저감효과

(단위: 톤)

구분	2007	2010	2020	2030
공회전 안하기 ¹⁾	554	573	647	670
냉난방 온도 유지	92,317	96,508	105,932	111,350
대기전력 삭감	1,765,570	1,845,707	2,025,952	2,129,560
고효율 형광등 교체 ²⁾	27,569	28,821	31,635	33,253
백열등 교체 ³⁾	55,139	57,641	63,270	66,506
합계	1,941,149	2,029,250	2,227,436	2,341,339

주 1) 자동차 1대가 1일 10분씩 공회전을 하지 않는 것을 전제로 산정함.

2) 고효율 형광등 교체는 1가구당 1개의 형광등 교체를 전제로 1일 6시간 점등 시간으로 산정함.

3) 백열등 교체는 1가구당 2개의 백열등 교체(주로 화장실, 베란다를 전제로 1일 1시간 점등 시간으로 산정함.

제4절 종합정리

서울시가 마련하고 추진 중인 주요 기후변화 대책들과 시민들의 적극적인 참여를 반영하여 연도별로 CO₂ 배출량 삭감효과를 추정하였다. 서울 친환경 에너지 선언에서 공표한 바와 같이, 1990년 대비 2020년 온실가스 25%를 감축하기 위해서는 자연증가분과 기준배출 삭감량을 제외한 2020년 배출총량(52,750천톤)의 32%에 해당되는 17,060천톤 수준의 CO₂를 삭감하는 것이 필요하다. 그리고 1990년 대비 2030년 온실가스 35% 감축목표를 설정할 경우에는 2030년 서울시의 CO₂ 배출량으로 예측된 59,275천톤의 48%에 해당되는 28,344천톤 정도를 삭감하여야 함을 알 수 있다.³⁰⁾

서울시의 온실가스 저감 목표 달성을 위한 기후변화 대책들을 통해 2020년에는 11,767천톤, 2030년 20,376천톤 정도를 삭감할 수 있으며 2020년에는 목

30) 2030년 저탄소 사회 실현을 위한 서울시 정책목표(비전) 설정은 제5장에서 제시할 예정이며, 2030년 목표 수준은 제1차 서울친환경에너지 선언 내용을 시기적으로 확장하고, 해외 선진 도시들의 목표설정 수준을 검토하여 제시함.

표 삭감량 대비 약 69%, 2030년에는 71.9% 정도의 달성이 가능한 것으로 분석되었다.

〈표 3-23〉 서울시 기후변화대응에 따른 저감대책 분류별 CO₂ 저감효과

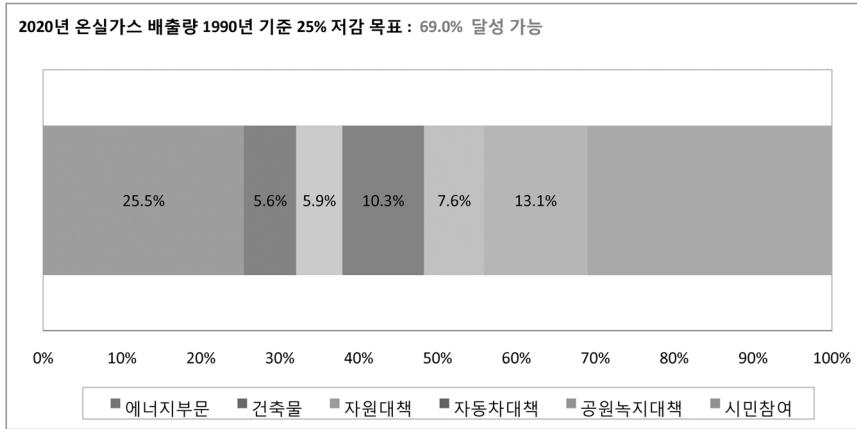
(단위 : 톤)

구분	2007	2010	2020	2030
에너지 대책	629,037	875,547	4,347,314	8,776,870
건물 및 도시관리		19,900	1,129,000	3,421,000
자원·폐기물 관리		1,012,056	999,066	998,408
교통관리	402,341	693,402	1,764,348	3,537,114
공원·녹지	1,298,342	1,298,685	1,300,256	1,301,334
시민참여	1,941,149	2,029,250	2,227,436	2,341,339
합계(톤)	4,270,869	5,928,839	11,767,420	20,376,065

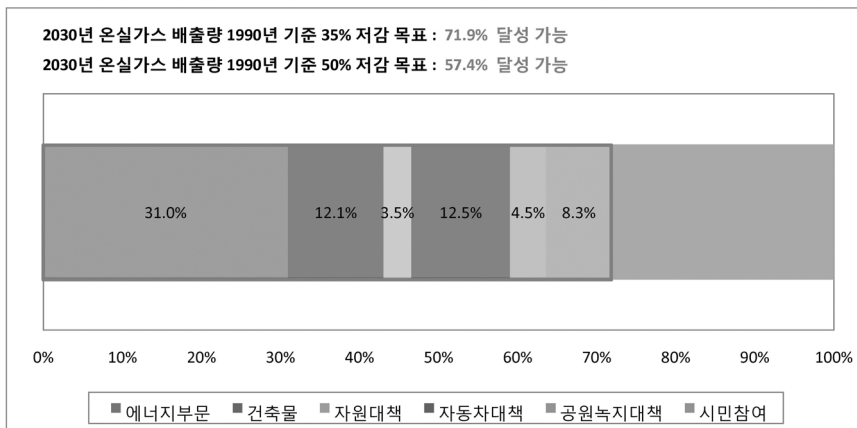
부문별 삭감 효과를 살펴보면 2020년에는 에너지 부문 25.5%, 교통 부문 10.3%, 시민참여 부문 13.1% 정도로 시민참여 부문이 크게 나타난 반면 2030년에는 에너지 부문 31.0%, 건축물 부문 12.1%, 교통 부문 12.5%로 시민참여 부문보다는 서울시의 기후변화 대책들의 효과가 더 크게 나타나고 있음을 볼 수 있다.

〈표 3-24〉 2020년, 2030년 부문별 온실가스 배출량 삭감량과 삭감효과

구분	2020		2030	
	삭감 배출량(천톤)	삭감 비율(%)	삭감 배출량(천톤)	삭감 비율(%)
에너지 부문	4,347	25.5%	8,777	31.0%
건물 및 도시관리 부문	1,129	6.6%	3,421	12.1%
자원·폐기물 관리 부문	999	5.9%	998	3.5%
교통부문	1,764	10.3%	3,537	12.5%
공원·녹지부문	1,300	7.6%	1,301	4.6%
시민참여 부문	2,227	13.1%	2,341	8.3%
삭감량	11,767	69.0%	20,376	71.9%
목표 삭감량	17,060	100.0%	28,344	100.0%



〈그림 3-10〉 2020년 부문별 CO₂ 삭감비율



〈그림 3-11〉 2030년 부문별 CO₂ 삭감비율

제4장 해외 사례분석

제1절 주요 도시별 기후변화 대응 전략분석

제2절 시사점 도출

제 4 장

해외 사례분석

제1절 주요 도시별 기후변화 대응 전략분석

1. 뉴욕(New York) : PlaNYC 2030³¹⁾ 이니셔티브

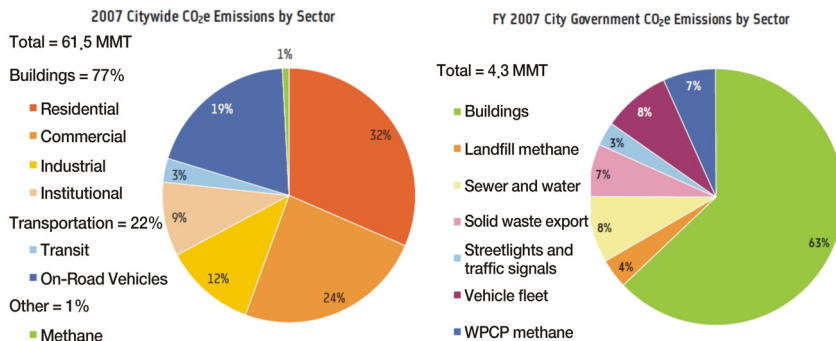
1) 기후변화정책 추진경과

- 기후변화액션플랜인 PlaNYC 2030 수립(2006. 12)
 - －2030년까지 온실가스 배출량을 2005년 대비 30% 감축하는 목표 제시
 - －온실가스 배출량 감축을 위한 127개의 이니셔티브 수록
- 시 정부의 온실가스 배출량 감축을 의무화하는 행정명령(Executive Order 109) 발표(2007. 10)
- 시의회에서 PlaNYC 목표를 명문화하는 법안(Local Law 55) 제정(2007. 12)
 - －매년 온실가스 배출 인벤토리 작성 의무화

31) plaNYC는 plan과 NYC(뉴욕시의 영문 약자)의 합성어로 성장 이슈를 해결하기 위한 ‘개방(openNYC)’, 노후화된 인프라를 개선하기 위한 ‘유지(maintaiNYC)’, 환경오염을 해소하기 위한 ‘친환경(GreeNYC)’의 테마를 선정하고 땅, 공기, 물, 에너지, 운송 등 5개 분야에서 실천 계획을 구체적으로 제시하고 있음(조선일보, “기후 변화 방치하면 더 큰 대가 치른다” 런던·뉴욕시 ‘그린 프로젝트’ 앞장, 2008. 12. 13).

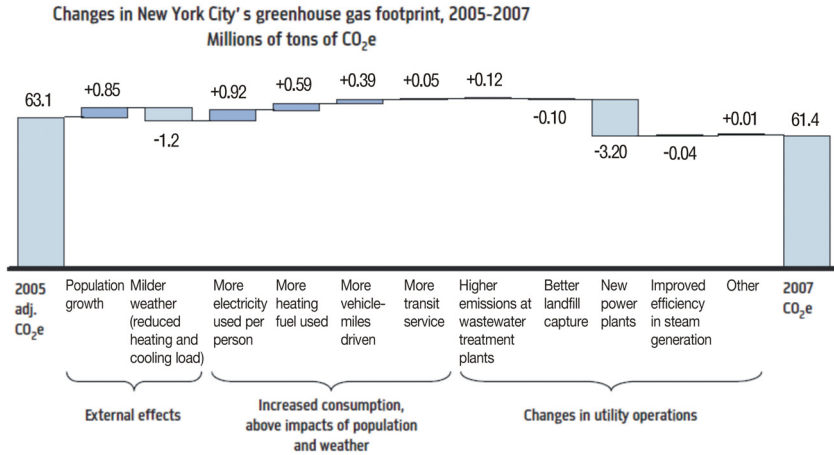
2) 이산화탄소 배출 현황

- 2007년 현재 온실가스 약 6,150만톤 배출
 - 미국 온실가스 배출량의 1%이며, 스위스 배출량과 동일
 - 부문별로는 가정 상업 등 건물부문이 77%로 가장 큰 비중을 차지하며, 수송 부문은 22%임.
 - 공공부문(시정부) 배출량은 430만톤이며 대부분(63%) 건물에서 배출
- 2005년 대비 2.5% 감축
 - 도로 수송부문을 제외한 모든 부문에서 배출량이 감축(도로 수송 부문 3.6% 증가)된 반면, 시정부 운영 부문에서는 2006년에 비해 5.6% 증가
 - 고효율 발전소 신설과 온화한 날씨가 원인
- 1인당 배출량은 7.4톤으로 미국 평균보다 71% 적음.



자료 : City of New York, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions

〈그림 4-1〉 뉴욕 부문별 온실가스 배출량(MtCO₂)



자료 : City of New York, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions

〈그림 4-2〉 뉴욕 온실가스 배출량 변화요인

3) 감축 목표 및 추진전략

(1) 감축 목표

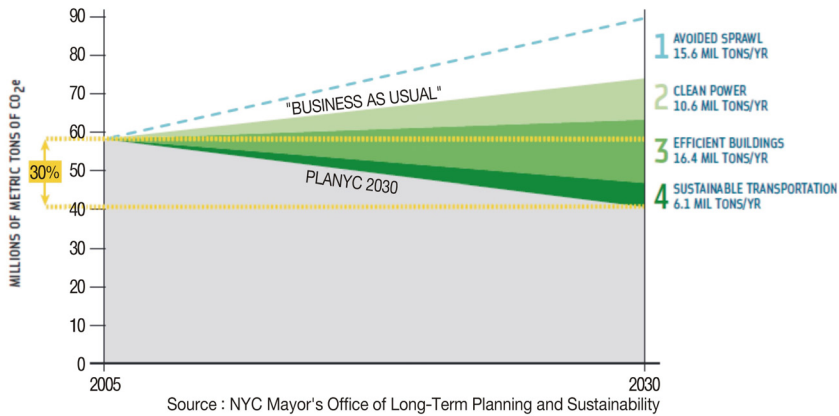
- 온실가스 배출량 감축 목표 : 2005년 대비 2030년까지 30% 감축
- 시정부 공공부문 배출량 : 2005년 대비 2017년까지 30% 감축

(2) 비전 : 지속가능한 도시의 모델, 뉴욕

(3) 추진 전략

- 스프롤 현상 방지 : 2030년까지 90만명의 주민을 유치하여 1,560만톤 감축
- 발전 부문 녹색화 : 효율 개선 및 녹색화로 1,060만톤 감축
- 건물 효율화 : 건물에너지소비 절감으로 1,640만톤 감축
- 지속가능한 교통 : 도시교통시스템 개선으로 610만톤 감축

Projected Impacts of Our Greenhouse Gas Reduction Strategies



자료 : City of New York, PlaNYC

〈그림 4-3〉 뉴욕 온실가스 배출 감축전략

4) 세부 사업

(1) 도시계획

- 대중교통중심 도시개발(TOD) : 용도구역제 개정, 시유지 효율성 극대화 등을 통해 대중교통 중심 도시 구현
- 공원 및 유원지 조성으로 모든 시민들이 10분 안에 공원에 도착할 수 있도록 접근성 향상

(2) 수송 부문

- 대중교통 인프라 확장 및 신규건설
 - 주요 혼잡구간에 노선 확장
 - 맨해튼까지 도달하는 신규 통근철도 노선 건설
 - 대중교통 미근접 지역의 대중교통 접근성 개선
 - 재정운용을 위해 SMART Financing Authority 설립

○대중교통 서비스 개선

—버스 및 지역 통근기차 서비스 개선 및 확장

○페리서비스 확장

○자전거 매스터 플랜 완성

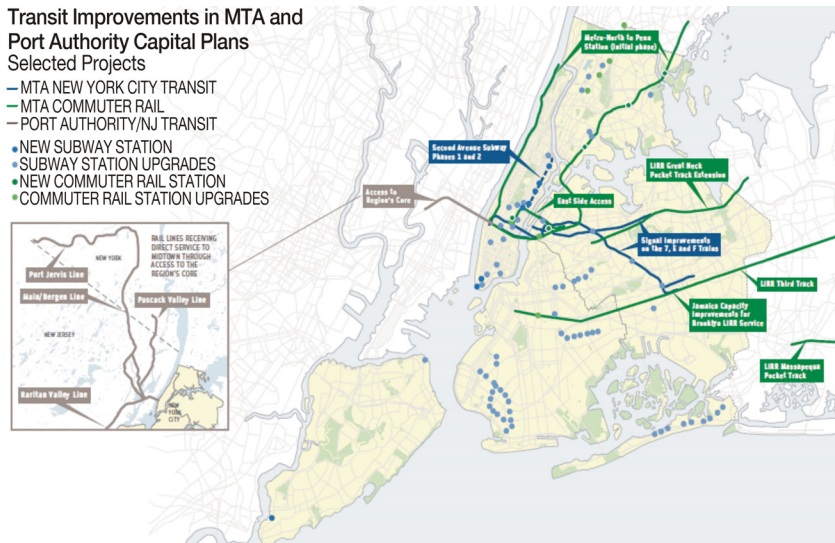
○도심 혼잡완화로 교통흐름 개선

—혼잡통행료 제도 시범 시행, 효율적인 도로관리, 교통혼잡완화위원회 설치(2007)

○그린카, 대체연료, 공회전 방지 시스템 설치

—하이브리드차 구매 시 시의 판매세 면제 조치 계획

—택시와 기업차량 연비기준 강화(택시는 2009년, 기업차량은 2010년부터 30mile/gallon 의무)



자료 : City of New York, PlaNYC Progress Report 2008

〈그림 4-4〉 뉴욕 대중교통 인프라 확장 계획

(2) 발전 부문

- 신규 고효율 발전소 건설
- 태양에너지 및 클린 지역발전 투자, 재생가능에너지 시장 형성
 - 시 소유 공공건물에 2MW 태양전지판 설치계획
 - 클린 지역발전 800MW 용량으로 증가
 - 태양전지판 설치 시 재산세 감면
 - 탄소중립 건물 건축
 - 배전망 유지 보수 강화

(3) 건물 부문

- 뉴욕시 에너지 계획부서(Energy Planing Board) 설치
 - 인센티브와 규제 등으로 적극적인 에너지 수요관리
 - 첨두부하관리 강화
- 건축 기준 강화
 - 그린디자인에 대한 인센티브 제공
 - 뉴욕 주 에너지 기준 이행서 제출 의무화
 - 반사판 지붕 설치와 조명효율 30% 향상 의무화 등
- 에너지효율 조정위원회 설치
 - 시장정부의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 계획수립
 - 2008년 에너지 효율 개선사업에 8,000만 달러 할당
- 시장정부 건물에서 사용하는 보일러 난방유에 BD5 혼합
- 2억 8,500만 달러를 투자하여 100개 학교의 보일러 교체

(4) 적응(Adaptation)

- 주요 도시 인프라를 보호하기 위한 정부 내 태스크포스 설치
 - 기후변화영향에 취약한 고위험 인프라 시설 리스트 작성

- 상하수도 시설, 공항, 대중교통 시설, 발전소 등 중요 인프라에 대한 기후변화 적응 전략을 수립하고 인프라 설치 가이드라인 설계
- 지역사회 특징에 맞는 적응전략을 수립하기 위해 취약지구 지역주민과 협동
 - 지역사회 계획 툴킷(toolkit) 완성과 기후변화 적응계획 수립
- 기후변화에 적응하기 위한 도시 전략계획 수립
 - 비정부기구와 전문가들로 구성된 뉴욕시 기후변화자문위원회 발족
 - 100년 범람원 지도 업데이트
 - 기후변화 영향을 고려한 건축기준 개정

(5) 기타

- GreeNYC 캠페인 : 에너지효율 개선에 대한 교육 및 홍보 캠페인
- 하수처리장의 메탄 발생 제로화
- 백만그루 나무 캠페인 : 도심 내 나무 1백만 그루 심기 캠페인으로 2017년까지 도심 숲 20% 증가

5) 주요 성과

(1) 수송부문

- 대중교통 탑승객수 증가
 - 지하철 탑승객수 : 2006년 대비 2007년 4% 증가, 주중 일평균 500만명 탑승
 - 롱아일랜드 철도 탑승객수 : 2006년 대비 2007년 4.4% 증가, 일평균 29만명 탑승
 - 버스 탑승객수 : 11% 증가
- 자전거 통행을 위한 인프라 구축
 - 2007년 자전거 도로 60마일, 자전거 주차장 800개 신설

- 미국 내 최초로 자전거 전용 도로(자동차 주행노선과 분리, 전용신호등) 설치
- 그린카 및 대체연료자동차 보급
 - BD20 충전소 10곳 설치, 관용화물차 800대 BD20 주입 운행
 - 수소충전소 2곳 설치



자료 : City of New York, PlaNYC Progress Report 2008

〈그림 4-5〉 뉴욕 맨해튼 9번가 자전거도로

(2) 발전부문

- 고효율 발전소 2기 신설로 온실가스 배출량 320만톤 감축

(3) 건물 부문

- 뉴욕시 10개 대학이 시정부의 감축 목표에 동참(2007. 7)
 - 2017년까지 온실가스 배출량 2005년 대비 30% 감축 목표
 - 온실가스 배출 인벤토리와 감축전략 제출
- 스마트미터기 시범 보급 등으로 첨두부하관리 성과 입증

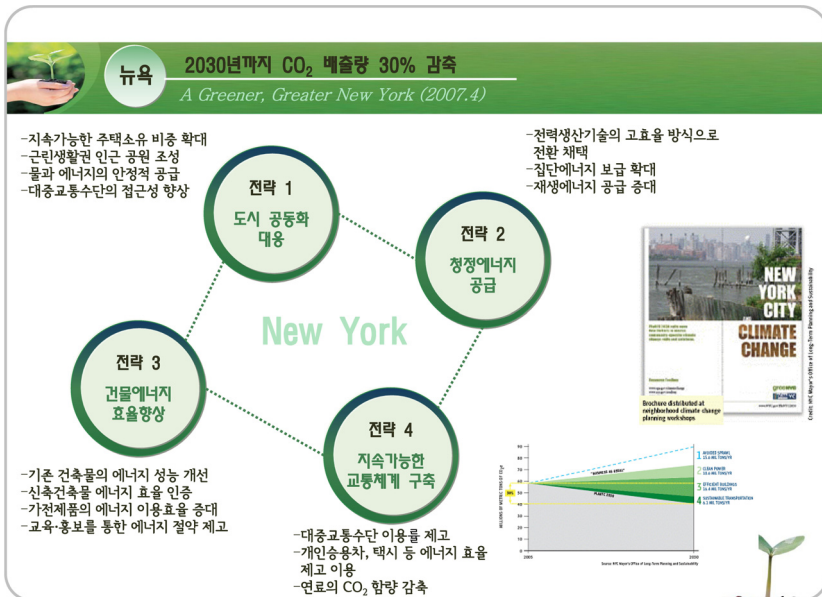
(4) 도시계획

○지난 5년 동안 녹지 공간 400에이커 확보

—2007년 3만 4,000그루 나무 심기, 녹색거리 52개 조성, 69개 학교 운동장 개방, 공원 2,000에이커 재조림

○자메이카 용도구역 개정

—대중교통 허브를 중심으로 한 도시개발로 300만 ft^2 상업지구, 5,200개 거주지, 9,500개 일자리 창출



〈그림 4-6〉 뉴욕의 기후변화대응 추진전략

건물 벤치마킹에 관한 수정 법률
(Proposed Amended Legislation Regarding Benchmarking Buildings)

※ 뉴욕시, 제안된 INT.(의회에 제출됐으나 아직 미결정인 법안) NO. 476-A(2009년 4월 2일)

■ 배경

뉴욕시 온실가스 배출의 77%는 건물의 에너지 소비에 의한 것으로, 시의 온실가스 감축목표(30% 감축)를 달성하기 위해서는 건물의 에너지 효율을 평가하는 것이 중요함. Int. 476-A는 건물의 연간 에너지와 물 소비량을 점검하기 위해 환경보호국(EPA)의 벤치마킹 툴인 Portfolio Manager를 사용하도록 요구함.

에너지와 물 소비량을 벤치마킹하는 것은 건물소유주와 운영자가 그들의 건물이 얼마나 잘 작동하고 있는지를 비교기준에 따라 평가할 수 있도록 하는 하나의 과정임. 또한 그것은 잠재적인 구매자와 세입자가 다양한 건물들의 상대적인 효율성을 더 잘 이해할 수 있도록 할 수 있음. 이러한 형식의 분석과 투명성은 에너지와 물 효율성이 비용편익에 포함될 수 있도록 시장을 변화시킬 수 있음. 최근에는 잠재적인 구매자와 세입자들이 이미 부동산의 가치를 이해하기 위해 재정부(Department of Finance)의 데이터베이스를 사용하고 있음. 이 법안은 벤치마킹 데이터가 재정부의 평가명부(Assessment Roll)상에서 이용 가능하도록 요구하고 있음. 결과적으로 에너지와 물의 효율성이 부동산의 가치를 평가하는데 또 다른 지표로 활용되고 있음.

■ 적용 대상 : 총 건물 면적이 5만 ft³ 이상인 모든 민간 건물과 1만 ft³ 이상인 공공 건물

■ 벤치마킹 이행

1. 해당 건물들은 매년 1월 1일과 31일 사이 벤치마크해야 하며, 건물 소유주는 비거주임차인(non-residential tenants)에게 에너지 사용 기록을 요구해야 함.
- 임차인들은 이러한 정보를 매년 2월 15일 이전에 임대인에게 보고해야 함.
2. 해당 건물들은 2010년까지는 7월 1일 이전에, 그 이후로는 5월 1일 이전에 시에서 운영하는 온라인 벤치마킹 포털에 모든 요구되는 정보를 입력할 의무가 있음.
- 요구되는 정보에는 에너지 소비량과 건물 면적 및 사용 시간과 같은 자료가 포함됨.
3. 건물소유주는 에너지 고지서와 세입자로부터 받은 보고서 등을 포함한 벤치마킹 절차에 관련된 모든 문서를 보관하여야 함.

■ 공표

재정부는 매년 일반에게 공개되는 평가 명부에 벤치마킹 정보를 게시할 것임. 대상 건물에 따라 게시 시작일자는 다음과 같음

- 시소유 건물 : 2011년 9월 1일
- 민간 비거주 건물 : 2012년 9월 1일
- 다가구 거주 건물 : 2013년 9월 1일

게시되는 정보는 다음의 것들을 포함

- 건물 에너지 사용 지표(EUI : 단위면적당 에너지 사용)
- 단위면적당 이산화탄소 배출량
- 단위면적당 물 사용량, 건물이 벤치마크된 연도들에 대한 매년 비교
- (권고) 가능하다면, 유사한 건물들의 에너지 소비와 비교할 수 있는 등급 표

■ 위반 : 위반 시 건물부(Department of Building)의 벌금이 부과됨.

■ 업로드 방안

전력회사들과 협력해 전력회사의 데이터베이스로부터 에너지 데이터를 직접 업로드하는 방법을 고려하고 있음. 정보가 직접적으로 업로드되게 되면, 소유주들이 직접 데이터를 입력할 의무는 없어짐. 환경보호부는 물관리국(Water Board)에 의해 기록되는 건물들에 대해서는 물 사용 자료를 직접 벤치마킹 툴에 업로드할 예정임.

■ 기술적 지원

뉴욕시의 특징을 고려할 수 있는 온라인 벤치마킹 포털을 만들기 위해 뉴욕주의 에너지 연구 및 개발 당국(NYSERDA) 및 환경보호국과 협력, 주정부와 협력하여 건물 소유주들에 대한 기술적인 지원을 제공할 것이며, 벤치마킹 절차에 대한 품질관리를 해나갈 계획임.

2. Los Angeles : 그린 LA 기후액션플랜

1) 기후변화정책 추진경과

○캘리포니아 주 AB32법안(Global Warming Solutions Act) 제정(2006)

- 미국 내 최초로 온실가스 배출량 감축목표를 입법화 : 2020년까지 1990년 수준으로 유지하고, 2050년까지 80% 감축 목표

○기후액션플랜인 Green LA 수립(2007. 5)

—2030년까지 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 35% 감축 목표 제시

○기후액션플랜의 구체적인 실행프로그램인 Climate LA 수립(2008)

2) 이산화탄소 배출 현황

○2007년 이산화탄소 약 5,100만톤 배출

—지구 전체의 에너지 사용에 따른 이산화탄소 배출량의 0.2%를 배출하여 스웨덴의 배출량과 동일

—수송부문이 50%로 가장 큰 비중을 차지하며, 발전과 산업, 가정, 산업 부문 순서

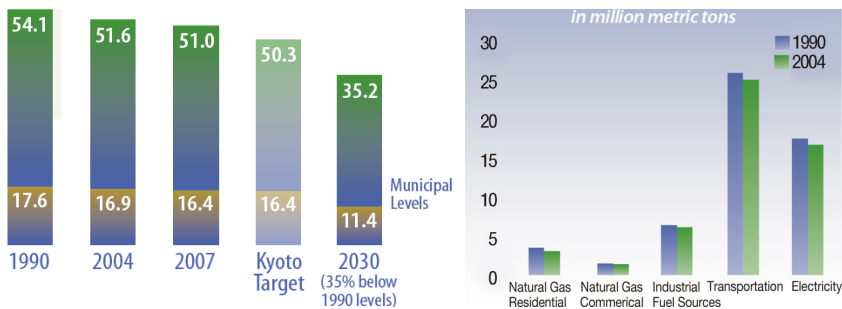
—공공부문(시정부) 배출량은 1,640만톤으로 대부분 발전 과정에서 배출

○1990년 대비 5.7% 감축

—수송부문을 포함한 모든 부문에서 배출량 감축

—시 정부 운영 부문에서 7% 감축

○1인당 배출량 13.5톤(2004년 기준) : 1990년 대비 13% 감소



자료 : City of LA, 2008 Climate LA; City of LA, Green LA

〈그림 4-7〉 LA 이산화탄소 배출량(MtCO₂)

3) 감축 목표 및 추진전략

(1) 감축 목표

- 이산화탄소 배출량 : 2030년까지 1990년 대비 35% 감축
- 시정부 공공부문 배출량 : 2010년까지 1990년 대비 17.5% 감축

(2) 비전 : 미국 내에서 가장 깨끗하고 친환경적인 대도시(Greenest and Cleanest Big City) 구현

- 환경 보호를 통한 공공 보건 향상
- 녹지 공간을 확보해 천국의 모습을 복원(unpave paradise)
- 시정부와 시민들 사이에서 환경 청지기 의식 고양

(3) 추진 전략

- 발전 부문 녹색화
 - 재생가능에너지 이니셔티브를 가지고 총에너지 사용량에서 재생가능 에너지 비율을 2010년 20%, 2020년 35%까지 높임.
- 녹색건물프로그램으로 LA를 그린빌딩의 전 세계 리더로 도약시킴.
 - 시 소유 공공건물의 에너지 소비 20% 이상 줄이기
- 그린카, 대체에너지 보급 통해 수송부문의 환경 영향과 탄소집약도 저감
- 살고 싶은 도시 만들기
 - 나무 백만 그루(Million Trees LA)를 심어 도심 내 녹지공간 확보
 - 대중교통중심도시개발(TOD) 추진으로 불필요한 자동차 사용 감소
- 녹색사업 영역의 수요 창출과 성장 촉진
- 기타
 - 절약, 재활용으로 1인당 물 사용량 20% 줄이기(물처리에 사용되는 전



기 사용량은 캘리포니아 총 전기사용량의 19% 차지)

—2015년까지 쓰레기 재활용률 70% 달성

—기후변화 교육 프로그램 실시

4) 세부 사업

(1) 도시계획

- Signature 프로젝트 : 도시 내 수목이 가장 적은 지역을 파악하여 포장 공간을 녹지공간으로 전환
- 2010년까지 공원 35개 추가 신설
- 복개천 및 LA 강 복원 : 대중교통중심 도시개발(TOD) 계획을 수립하기 위해 7개 역에 대한 타당성 조사

(2) 발전 부문

- 파인트리(Pine Tree) 풍력단지를 조성하여 총 전기 사용량의 1.4% 보급 (2008. 1)
- PPM Energy와의 계약으로 풍력을 이용해 생산된 전기를 3만 9,000 가구에 공급
- TIRE(Terminal Island Renewable Energy) 프로젝트 : 바이오솔리드(bio-solid)를 이용한 발전
- Renew LA 플랜 : 폐수처리장의 쓰레기를 전기로 전환하는 장치 공급 (Hyperion 처리장의 경우 전력 수요량의 80%를 스스로 공급)
- 태양 지붕(rooftop solar) 인센티브 프로그램
 - 가정 및 건물에 태양전지 설치비용 보조, 여유 전력은 다시 사들
 - 2007년까지 5,000만 달러 지급

(3) 건물 부문

- 지속가능성 기준(Standards of substantiality) 달성 의무화
 - 50천 ft^2 이상 민간건물은 지속가능성 기준 충족
- 그린빌딩 기준 제정
 - 7.5천 ft^2 이상 공공건물은 LEED 인증 수준의 지속가능성 충족
 - 신축되는 모든 공공건물은 그린빌딩 기준 충족
- 2010년까지 매년 신규/리모델 공공건물에 쿨 루프(Cool Roof) 50개 설치
 - 지붕에 설치하는 장치로 태양에너지를 반사/재방출함으로써 건물로 전달되는 열에너지 양을 줄여주어 냉방용 에너지 사용을 7~15% 저감시키는 효과 발생
- 그린빌딩 인센티브 프로그램
 - LEED 기준을 만족하는 신축·재건축 건물에 대해 인센티브 제공
 - LEED 포인트에 따라 인센티브 차등 부여(1포인트 : ft^2 당 0.3달러, 2포인트 : ft^2 당 0.4달러)

(4) 수송 부문

- 2013년까지 관용차량의 85%를 대체연료자동차로 교체
- 2010년까지 쓰레기 수거차의 100%를 대체연료자동차로 교체
- 2010년까지 도시교통국 버스 100%를 대체연료자동차로 교체
- 자동 교통감시 및 제어시스템(ATSAC)을 통한 자동차 통행량과 공회전 감축
- 산페드로베이(San Pedro Bay) 항구 맑은 공기 액션플랜 수립(2007)
 - 2012년까지 대기오염 배출량 45% 감축 목표
- LA 공항버스를 확장하고 대체연료자동차로 교체
- 시 공무원 대상 차량공유 프로그램 확대
- 철도 노선 확대
- 공항 대상 지속가능성 성능개선 관리시스템 적용

(5) 적응(Adaptation)

- 기후변화에 대한 적응계획 작성
- 기후변화영향을 최소화하기 위한 용도구역제 및 건축기준 검토

5) 주요 성과

(1) 수송부문

- 2000년 이후 관용차량 중 대체연료자동차수 연평균 20% 이상씩 증가
- 교통신호등 900개를 LED로 교체하여 오염물질 배출 10% 감축, 이산화탄소 배출량 6,200톤 감축
- 43개 교차로에 ATSAC를 설치하여 이산화탄소 배출량 9,800톤 감축
- 대체연료자동차 보급으로 이산화탄소 배출량 2,500톤 감축 : 쓰레기차의 47%, 모든 DASH 버스(188대), 관용 승용차의 64%를 대체연료자동차로 전환하여 연료 1,000만갤런 절약, 전 세계 두 번째로(미국 내 첫 번째) 연료전지차를 관용차로 보급하여 7대 운영 중
- 버스대수 1/3 이상 증가, 버스 서비스 시간 25% 증가, 기차 노선 증가(73 마일)

(2) 발전부문

- 재생가능 에너지원 비율 증가(2005년 3%→2007년 8%), 이산화탄소 배출량 52만 4,000톤 감축
- 태양전지판 설치에 5,000만 달러를 인센티브로 제공하여 10MWh 전력 생산

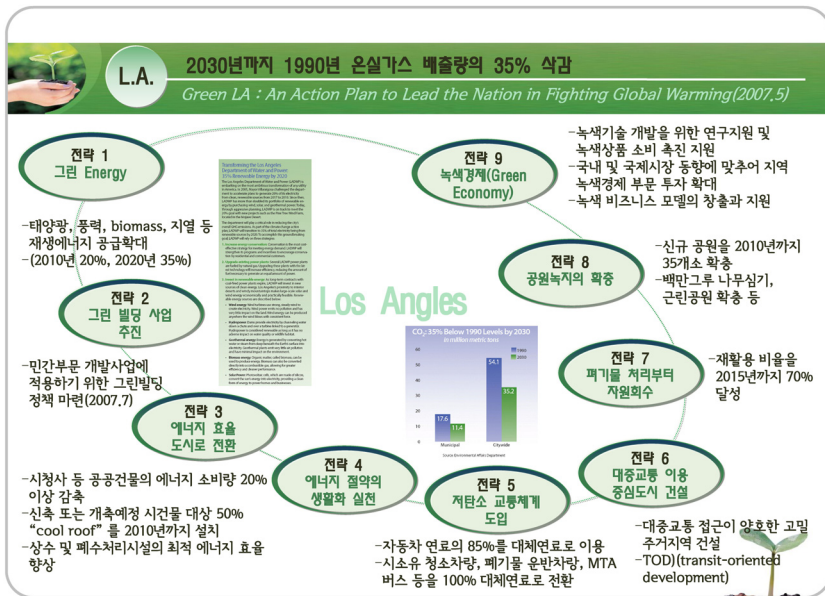
(3) 건물부문

- 고효율전구(CFL)를 140만 가구에 공급(한 가구당 2개씩)하여 이산화탄소 매년 9만 1,000톤 감축

- 500개의 공공건물 에너지효율 합리화(retrofit) 사업
- 20개 이상의 건물이 그린빌딩 인센티브 프로그램에 참여(LEED 인증 건물 47개)

(4) 기타

- 가정용 물절약 기기 130만개, 고효율세탁기 3만 9,000개 보급
- 지난 25년간 인구는 100만명 증가했지만 물 사용량은 동일
- 2007년에 공원 14개 신설



〈그림 4-8〉 로스앤젤레스의 기후변화대응 추진전략

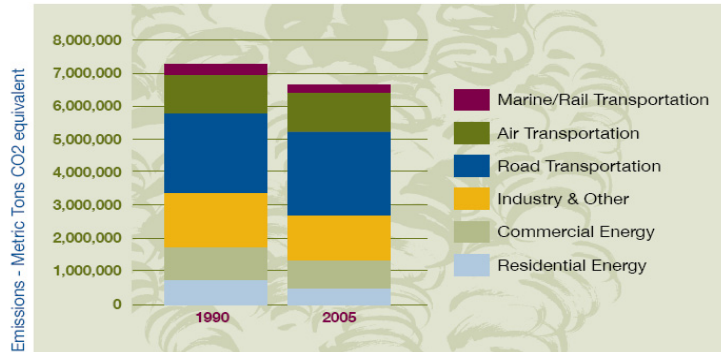
3. 시애틀(Seattle) : 기후보호이니셔티브(Climate Protection Initiative)

1) 기후변화정책 추진경과

- 기후보호이니셔티브(Climate Protection Initiative) 발표(2005. 2)
 - 온실가스 배출량을 2012년까지 1990년 대비 7% 감축하는 목표 제시
 - 미국 내 다른 도시들에게 동일한 노력 촉구 및 기후보호협정(Mayor's Climate Protection Agreement)에 가입 제안
 - 미국 내 910개 도시가 참여하여, 미국 총 인구의 27%가 동참함.
- 기후보호이니셔티브를 위한 액션플랜(Climate Action Plan) 수립(2006. 9)
- 미국 시장단 회의(US Conference of Mayors)에서 2050년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 80% 감축을 제안하고 결의안을 채택함(2008. 6).

2) 온실가스 배출 현황

- 2005년 약 660만톤 배출
 - 부문별로 수송부문이 60%로 가장 많은 비중을 차지하며, 산업과 가정
 - 상업 부문은 각각 20%를 차지
 - 수송부문 중 도로 수송부문은 시애틀 전체 배출량의 40%를 차지
- 1990년에 비해 8% 감축
 - 수송부문(3% 증가)을 제외하고 모든 부문에서 배출량 감축
 - 산업부문 16%, 건물(가정과 상업)부문 23% 감소
- 시애틀의 1인당 배출량은 11.5톤으로 1990년 대비 11% 감소
 - 미국의 1인당 평균 배출량(24톤)의 절반 이하



자료 : City of Seattle, 2007-2008 Seattle Climate Action Plan Progress Report

〈그림 4-9〉 시애틀 부문별 온실가스 배출량

GHG Emissions by Sector		1990	2005
Residential		735,000	612,000
Electricity*		133,000	74,000
Direct Fuel Use*			
Natural Gas		259,000	370,000
Oil		323,000	152,000
Diesel		50	60
Gasoline		20,000	16,000
LPG		4	4
Commercial		875,000	816,000
Electricity*		169,000	113,000
Direct Fuel Use (other than Steam)*			
Natural Gas		281,000	350,000
Oil		139,000	56,000
Diesel		29,000	35,000
Gasoline		90,000	84,000
LPG		3,000	4,000
CNG		12,000	13,000
Steam plants*		152,000	161,000
Industrial		1,541,000	1,319,000
Electricity*		62,000	29,000
Direct Fuel Use*			
Natural Gas		265,000	245,000
Oil		48,000	20,000
Diesel		112,000	129,000
Gasoline		6,000	4,000
LPG		20,000	26,000
CNG		11,000	13,000
Process emissions*		10,000	8,000
Cement**		1,007,000	845,000
Transportation		3,889,000	4,010,000
Road Transportation*			
Diesel			
Truck		1,063,000	1,079,000
Bus		47,000	53,000
Gasoline			
Car & Light Duty Truck		1,329,000	1,433,000
Van		500	500
Marine Transportation*			
Pleasure Craft, diesel		800	1,000
Pleasure Craft, gasoline		5,000	5,000
Washington State Ferries		41,000	41,000
Other Ship & Boat Traffic		125,000	137,000
Cruise Ships		46,000	51,000
Rail Transportation*		34,000	37,000
SeaTac Air Travel*		1,046,000	1,067,000
King Co. Airport*		152,000	106,000
Other		147,000	73,000
Wastewater Treatment*		3,000	3,000
Closed Landfills*		144,000	70,000
Subtotal (rounded)		7,187,000	6,830,000
Reductions from Seattle City Light Offsets*			-216,000
Total Emissions after Actions/Offsets		7,187,000	6,614,000

자료 : City of Seattle, Seattle's Community Carbon Footprint

〈그림 4-10〉 시애틀 부문별 온실가스 배출량(세부)

3) 감축 목표 및 추진전략

(1) 감축 목표

- 온실가스 배출량을 1990년 대비 2012년까지 7%, 2024년까지 30%, 2050년까지 80% 감축

(2) 추진 전략

- 수송부문
 - 대중교통과 그린모드 통행을 위한 투자를 통해 승용차 의존도 낮춤.
 - 자전거 통행과 도보 통행을 유도하기 위한 정책수단 수립
 - 그린카 보급과 대체연료 사용을 통한 수송용 연료 사용 감축
- 건물(가정 및 상업) 및 발전 부문 : 에너지 절약, 효율 향상, 재생가능 에너지 등을 통해 2020년까지 에너지 효율 20% 향상
- 지역사회 참여 : Climate Action Now와 기후 파트너십 등을 통해 시민과 사업체들의 참여 유도
- 다른 도시와 협력 : 기후보호협정과 C40 등을 통해 미국 내외의 도시 상호 간 공조 및 정보 공유

4) 세부 사업

(1) 수송부문

- 기차, 도시전차(Streetcar), 버스 등의 대중교통 네트워크 확보를 위해 3억 6,500만 달러 투자
 - 버스 서비스시간을 2010년까지 4.5만 시간 추가 계획
 - 연간 33만명을 수송할 수 있는 도시전차 노선 확충
 - 1일 4만명을 수송할 수 있는 경전철 노선 완공
- “Complete Street” 조례 제정으로 자전거 도로와 보행로를 확충하고 이를 위한 도로환경을 정비하는 등의 기준 마련

- 보행로 건설 시 슬래그(slag) 시멘트를 사용함으로써 시멘트 생성 시 배출되는 온실가스를 절반으로 감축(전 세계 온실가스 총배출량에서 시멘트 사용 시 배출되는 양은 약 4%)
- 자전거 마스터플랜(Bicycle Master Plan)을 통해 자전거도로 확충
- 그린카 구매 계획(Green Fleet Plan)
 - 시정부 차량 구매 시 가장 연비가 좋은 차량 구매 의무화(하이브리드차 및 전기차가 표준)
 - 경찰부서(Police Department)의 경우, 2012년까지 모든 차량(60대)을 하이브리드차로 대체
 - 공원관리용 장비(mower 등)를 전기 또는 하이브리드 모델로 교체
 - 시정부의 수송용 연료 사용량을 40% 이상 절감 목표 설정
- 그린택시 규제(Green Taxi Regulation)
 - 2012년까지 그린택시를 30% 늘리고, 온실가스 배출량은 10% 이상 감축
 - 신규 택시 면허 지급 시 연비 및 배출량 기준 반영
 - 가스-하이브리드차량 구입 시 인센티브 제공
- 플러그인하이브리드차 시범사업
 - 연방정부의 기금을 받아 4대 운영 중(하이브리드차 개조)

(2) 건물(가정 및 상업) 부문

- 그린빌딩 전문 위원회 설치(2008)
 - 시애틀을 미국의 그린빌딩 수도로 만들려는 비전을 설정하고 이를 위한 전담기구로 신설
 - 건물 에너지 진단, 에너지 기준 개정, 재정 지원 등 기능 수행



○그린빌딩 프로그램

—LEED 인증 프로젝트 31개 수행(미국 내에서 두 번째로 높음), 131개 프로젝트 진행 중

—그린빌딩 펀드 조성(건물 에너지 효율개선 사업 지원을 위해 500만 달러 투자)

○Twist and Save 프로그램 : 고효율전구(CFL) 보급 사업(개당 99센트 판매)

○에너지절약형 샤워헤드 무료보급

시애틀 그린빌딩 이니셔티브(Green Building Initiative)

- 가정·상업 부문에서의 에너지 절약 -

시애틀의 그렉 니켈 시장은 2009년 지구의 날(4월 22일) 건물과 가정에서 에너지 소비를 절약하고 기후 오염물질 배출량을 줄이기 위한 다단계의(multitier) 전략을 발표함.

■ 주요내용

- 5천 가구대상 에너지 감사(audit) 실시
 - 최신의 진단법을 활용해 가구의 냉난방 시스템 분석
 - PSE(Puget Sound Energy), Seattle City Light와 함께 파트너십을 구성해 자금조성, 에너지 감사 비용은 600달러에서 큰 폭으로 할인된 95달러임(전화예약 가능).
- 에너지 절약 홈으로의 개선을 돕기 위해 대출 프로그램 개발
 - 연방정부로부터 120만 달러의 보조금(Federal Energy Efficiency and Conservation Block Grant)을 받아 공공-민간 파트너십을 구성
- 2010년 이후 일정 규모 이상의 건물에 대한 에너지 소비량 측정 및 공개 의무화
 - 대상 : 50천 ft³ 이상 상업건물과 20가구 이상 다가구 주택, 2012년부터는 더 작은 규모의 건물에도 적용할 예정
 - 에너지 소비 자료는 건물 소유주가 에너지 절약 수단을 결정하는데 사용할 수 있음.
- 신축건물에 대한 에너지효율 기준을 30% 이상 높이고, 에너지 성과 기준을 충족하는 혁신적인 프로젝트에 대해서는 건축 허가를 빨리해 주는 새로운 절차를 마련

- 에너지 감사 및 에너지 효율 관련 기술자들에 대한 교육 프로그램을 강화하고, 이를 통해 230개의 새로운 일자리가 생길 것으로 기대
- Seattle City Light가 5개년 보전 계획(Five Year Conservation Plan)을 통해 150만 달러를 투자하고, 시애틀시가 최근 연방정부로부터 받은 할당금(610만 달러) 중 일부를 이니셔티브에 사용할 것임. 또한 연방정부에 추가의 보조금을 요청할 계획
- 니켈시장은 2008년 연설에서 시애틀의 에너지 효율을 20% 이상 향상시킬 것을 선언하면서, 그린빌딩 태스크포스를 설치해 단독가구와 다가구 주택, 상업건물에 대한 대책을 마련하기로 하였음. 이번에 발표된 전략은 연방정부로부터 에너지 효율 프로그램 촉진 자금을 받은 도시들 간에 공유될 수 있음.
- PSE(Puget Sound Energy)의 홈프린트(HomePrint) 에너지 평가 프로그램과 시애틀시의 파트너십은 시애틀 경제뿐 아니라, 가구들에게도 도움이 될 것임.
- 시애틀의 행동들은 뉴욕의 블룸버그 시장이 발표한 에너지 효율 이니셔티브와 일치함.

(3) 발전 부문

- City Light 전력공급 회사는 에너지 절약과 재생가능 에너지를 통해 무배출 전기 보급
- City Light의 보전행동계획(Conservation Action Plan)
 - 에너지 절약을 위한 투자 확대로 5년 동안 시민들의 에너지 비용 3억 1,000만 달러 절약, 온실가스 배출량 100만톤 감축, 그린 일자리 1,000개 창출 전망
- 미국 에너지부의 Solar America City 사업 참여
- Emerald City Solar Initiative : 건물과 지역사회 관련 프로젝트에 태양 전지 기술 도입 시도

(4) 기타

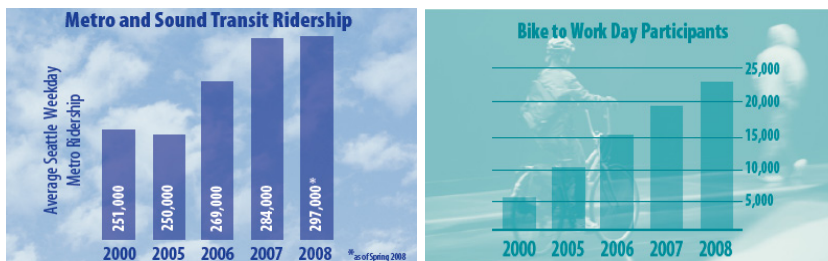
- Center City Strategy : 에너지 다소비를 유발하는 스프롤 현상을 막기 위해 도심을 고밀도로 개발(도시 내 거주자는 교외 거주자보다 30% 이상 온실가스를 적게 배출)

- 도시재생사업과 연계하기 위해 토지이용에 관한 규정 개정
- Climate Action Now 캠페인
 - 지역사회 운동으로 홈페이지 운영, 가정 에너지효율 키트 1만개 제공
 - 시민들의 자발적인 지역사회 운동을 지원하기 위해 기후보호 펀드에서 프로젝트당 1만 5,000달러 지급
- 기후파트너십 : 회원업체들 사이에 기후행동과 관련한 기술적인 조언을 제공하는 네트워크 구축
- Uptown in Motion 프로그램 : 주당 나홀로 통행을 2회 이하로 줄이자는 캠페인으로 시행 후 두 달 동안 6,700 통행 절감
- One less Car Challenge : 차량이용을 줄이자는 캠페인으로 2006년 이후 주행거리가 31만 8,000마일 감소

5) 주요 성과

(1) 수송부문

- 대중교통 이용 승객 증가
 - 도시전차 네트워크 확충 이후 승객 30% 증가
 - 2008년 버스 서비스시간 2만 시간 추가(추가분의 45% 이상은 전기 버스)



자료 : City of Seattle, Seattle Climate Action Plan 2008 Progress Report

〈그림 4-11〉 시애틀 대중교통 및 자전거 통행 변화

○자전거 통행 증가

- 지난 10년 동안 자전거 통근자 75% 증가
- 주중 자전거 통근자 2000년 이후 4배 이상 증가
- 2008년 자전거도로 50마일 확충

○그린카 보급 확대

- 시정부 신규 구입차량의 80%는 하이브리드차 또는 바이오디젤 차량

(2) 건물부문

○도심거주 비율 증가(1995년 35% → 2004년 38%)

(3) 기타

- 시정부의 에너지 소비 40% 감축
- 1인당 가정용 전기, 물, 천연가스 사용량 감소
- 에너지 절약으로 발전시스템 부하 11% 감소(신규 11만 5,000 가구 전력 공급 가능량)
- 고효율전구 140만개 보급을 통해 전기사용량 8,850만 kWh 절약, 온실가스 3,200톤 감축
- 에너지절약형 샤워헤드 3만 1,000개 보급을 통해 전기사용량 530만 kWh 절약, 온실가스 3,200톤 감축
- 태양전지 발전을 통해 독일의 태양전지 발전량만큼의 전력 생산
- Uptown in Motion 프로그램 시행 후 두 달 동안 나홀로 통행 6,700 통행 감소
- One less Car Challenge 캠페인으로 2006년 이후 주행거리가 31만 8,000 마일 감소
- 기후파트너십 참여업체 122개로 확대

Indicator	1990	1995	2000	2005
<i>Transportation Choices, Smart Growth</i>				
Per Capita Vehicle Miles Traveled ¹	6,707	N/A	6,932	6,845
Average Weekday Metro Ridership ²	N/A	210,000 (1997)	251,000	252,000
Annual Sound Transit Express Ridership – Seattle Routes ³	N/A	N/A	3,818,169	7,243,490
Annual Sounder Ridership ⁴	N/A	N/A	562,740 (2001)	1,268,291
Downtown Bicycle Commuters – One Day Count ⁵	1,104 (1992)	1,406	1,737	2,273 (2007)
Percentage of Seattle Residents Living in Urban Centers/Villages ⁶		35%		38% (2004)
<i>Clean Energy, Efficient Buildings</i>				
Residential Per Capita Electricity Use – kWh/year ⁷	11,250	10,257	10,316	9,011
Non-Residential Per Capita Electricity Use – kWh/year ⁸	159,422	177,848	191,738	157,106
Residential Per Capita Natural Gas Use – therms/year ⁹	N/A	N/A	973	821
Non-Residential Per Capita Natural Gas Use – therms/year ¹⁰	N/A	N/A	7,668	6,113
Per Capita Water Consumption – gallons/day ¹¹	152	125	120	102
Per Capita Non-Recycled Waste – pounds/day ¹²	1.5	1.5	1.4	1.3
% of Waste Recycled ¹³	N/A	44%	40%	44% (2006)
<i>Clean Fuel, Clean Vehicles</i>				
# of Biodiesel Stations in Seattle ¹⁴	N/A	N/A	N/A	13 (2007)

자료 : City of Seattle, 2005 Inventory Seattle Greenhouse Gas Emission : Community & Corporate, 2007.

〈그림 4-12〉 시애틀 기후변화 관련 지표의 변화



〈그림 4-13〉 시애틀의 기후변화대응 추진전략

4. 도쿄(Tokyo) : 기후변동 대책 방침 - 「카본 마이너스 도쿄 10년 프로젝트」

1) 기후변화정책 추진경과

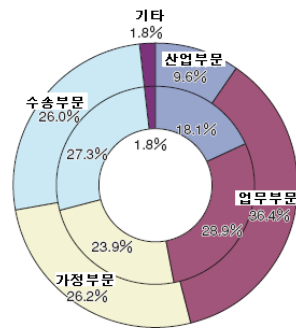
- 「지구온난화 방지! 도쿄작전」 개시(2002.2)
 - 2개의 온난화(지구 온난화와 도시 온난화)를 방지하고, 도시의 지속가능성을 확보하기 위해 3개의 목표³²⁾, 5개의 정책³³⁾, 7개의 실행계획³⁴⁾ 포함
- 「도시와 지구의 온난화 방지에 관한 기본방침」 발표(2002.11)
 - 도시와 지구의 온난화 방지에 관한 6개³⁵⁾의 전략 제시
- 환경확보조례 개정(2005. 3)
 - 지구온난화대책계획서 제도 강화, 에너지 환경계획서 제도 창설, 건축물 환경계획서 제도 강화, 에너지 라벨링 제도 창설
- 지구온난화대책 도청 계획 책정(2005. 8)
 - 도청 전체의 CO₂ 배출량을 2009년까지 2004년 대비 10% 삭감
- 도쿄도 재생에너지 전략 책정(2006. 3)

-
- 32) ① 일본의 지구온난화대책 강화 실현, ② 선구적인 사업자나 NGO와의 제휴를 통해 실효성 있는 시책을 개시하고 도쿄를 선진 에너지 절약형 도시로 변화, ③ 자연에너지, 에너지 절약 제품, 기술 개발 보급 등 환경 산업 확대
- 33) 대책 강화가 필요한 업무, 자동차, 가정 부문에서의 CO₂ 배출량 삭감을 위한 5개의 정책 제안임. ① 오피스 등 대규모 사업소에 CO₂ 배출량 삭감 의무제를 도입, ② 「CO₂ 삭감증서」 시장 창설로 풍력발전이나 삼림재생을 추진, ③ 신축건축물에 태양광 발전 등 자연에너지 이용 의무화, ④ 자동차의 연비 기준을 강화·확대, ⑤ 전력 다소비형 제품은 팔지 않고 사지 않고 만들기 않기
- 34) 토론의 장과 소재 제공 : ① 인터넷 토론회 실시, ② 오픈 토론회 개최, ③ 「토론 페이지」 연속 발행, 사업자, 도민, 도의 행동 : ④ 「지구온난화대책계획서」제도·「건축물환경계획서」제도의 본격 실시, ⑤ 「CO₂ 삭감증서」 시장 창설 프로젝트 실시, ⑥ 에너지 절약, 신에너지 상품 시장 확대 캠페인 실시, ⑦ 풍력발전·수소공급스테이션 사업 실시
- 35) ① 오피스 등 대규모 사업소에 CO₂ 배출량 삭감 의무화, ② 신축건물에 대해 보다 높은 에너지 절감 성능 달성 의무화, ③ 소비자에게 에너지 절감 정보가 전달되는 체계 구축 추진, ④ 자동차에 기인하는 CO₂ 배출량 삭감 대책 강화, ⑤ 재생가능 에너지로의 이용전환 추진, ⑥ 도시개발과 일체가 된 열섬 대책 추진

- 2020년까지 도쿄 에너지 소비에서 차지하는 재생에너지 비율을 20% 정도 향상
- 도쿄도 기후변동 대책 방침 책정(2007. 6)
 - 「카본마이너스 도쿄 10년 프로젝트」의 기본방침으로 이후 10년간 도의 기후변동 대책의 기본방침과 다양한 주체들의 제휴와 조례화 등에 대한 실현 목표 제시
- 새로운 도쿄도 환경 기본 계획 책정(2008. 3)
 - 2020년까지 온실효과가스 배출량의 부문별 삭감 목표 설정(2000년 대비)
 - 산업·업무부문에서 10% 정도 삭감(업무 부문에서 7% 삭감), 가정부문에서 20% 삭감, 수송부문에서 40% 삭감

2) 온실가스 배출 현황

- 2005년도 온실가스 배출량은 1990년 대비 3.3% 증가, CO₂ 배출량은 2000년 대비 2.4% 감소
 - 업무부문 : 1990년 대비 33% 증가
(2005년 업무부문 전체 배출량 2,093만톤 가운데 오피스 건물의 배출은 58% 수준)
 - 가정부문 : 1990년 대비 16% 증가
(전력 소비에 의한 배출량이 약 60% 수준)
 - 산업부문 : 1990년 대비 44% 감소
- 2005년도 에너지 소비량은 1990년 대비 13.3% 증가, 200년 대비 1.5% 감소



안의 원 : 1990년(합계 5,439만톤 CO₂)
 밖의 원 : 2005년(합계 5,747만톤 CO₂)

〈그림 4-14〉 도쿄도 부문별 CO₂ 배출량 구성비

〈표 4-1〉 도쿄도 온실효과 가스 배출량 상황(2005년 잠정값)
(전력 CO₂ 배출계수를 2001년(0.318t-CO₂/Mwh)으로 고정한 경우)

구분		배출량(Mt-CO ₂ 환산)			기준년도 대비 증가		전년도 대비 증가	
		기준년도	2004년	2005년	증가율 (%)	증가량 (Mt-CO ₂)	증가율 (%)	증가량 (Mt-CO ₂)
CO ₂	산업부문	9.9	5.4	5.6	-43.4%	-4.3	3.2%	0.2
	업무부문	15.8	20.2	21.0	33.0%	5.2	3.9%	0.8
	가정부문	13.0	14.2	15.0	15.3%	2.0	6.2%	0.9
	운전부문	17.9	20.1	19.3	7.7%	1.4	-4.0%	0.8
	기타	1.0	1.0	1.0	-0.9%	-0.0	1.3%	0.0
	CO ₂ 계	57.6	60.8	61.8	7.4%	4.3	1.7%	1.0
CO ₂ 이외 온난화 가스 계		3.4	2.3	2.2	-36.4%	-1.3	-5.6%	-0.1
합계		61.0	63.1	64.0	5.0%	3.0	1.5%	0.9

주 : 이산화탄소, 메탄, 이산화이질소 기준년도는 1990년도, HFC 등 3개 가스(HFCs, PFCs, SF6)에 대해서는 1995년을 기준년도로 하고 있음.

자료 : 도쿄도, 도쿄도 환경기본계획, 2008.

〈표 4-2〉 도쿄도 에너지 소비량 상황(2005년 잠정값)
(전력 CO₂ 배출계수를 2001년(0.318t-CO₂/Mwh)으로 고정한 경우)

구분		소비량(PJ환산)			기준년도 대비 증가		전년도 대비 증가	
		기준년도	2004년	2005년	증가율 (%)	증가량 (Mt-CO ₂)	증가율 (%)	증가량 (Mt-CO ₂)
에너지 소비량 (PJ)	산업부문	129.1	77.6	81.4	-36.9%	-47.6	5.0%	3.9
	업무부문	182.5	265.3	273.9	50.1%	91.4	3.2%	8.6
	가정부문	171.8	202.4	216.9	26.3%	45.1	7.1%	14.4
	운전부문	258.5	295.0	282.8	9.4%	24.3	-4.1%	-12.2
	계	741.9	840.3	855.0	15.3%	113.2	1.7%	14.7

자료 : 도쿄도, 도쿄도 환경기본계획, 2008.

3) 감축 목표 및 추진전략

(1) 목표

○2020년까지 온실효과 가스 배출량을 2000년 대비 25% 삭감

(2) 추진전략

- 일본의 환경기술을 CO₂를 최대한 삭감시키는 구조로 조성
 - －민간 보유 기술을 충분히 활용하고 「저에너지·저CO₂형 사회」로의 전환 촉진
- 대기업, 중소기업, 가정의 역할과 책임에 걸맞는 CO₂ 삭감 구조 조성
 - －대기업은 보다 적극적인 CO₂ 삭감에 솔선, 저에너지·저CO₂형 제품 개발과 보급에 노력
 - －중소기업에 에너지 절약 대책에 관한 적절한 기술이나 정보 제공, 필요한 초기비용 조달 지원
 - －가정에 초기 비용이 높은 에너지 절약기기 도입이 이루어지도록 지원
- 당초 3~4년을 「저CO₂형 사회로 전환 시동기」로 설정하고 전략적·집중적으로 대책 실행
 - －에너지 절약 설비나 재생가능 에너지의 집중 도입, 여론 환기를 위해 대규모 캠페인 등 추진
- 저CO₂형 사회로 전환하기 위해 민간자금, 기금, 세제 등을 활용해 투자 실행
 - －금융기관과의 제휴, 지구온난화 대책 추진기금 활용, 세제 활용 등 다양한 대안으로 필요한 초기 비용을 조달하고 필요한 투자가 이루어지도록 체계 구축 실시

4) 주요 방침

(1) 기업부문

- 대규모 CO₂ 배출 사업소에 대한 삭감 의무화와 배출량 거래제도 도입
 - －「지구 온난화 대책 계획서 제도」(환경확보조례) 개시(2005. 4) : 대규모 사업소를 대상으로 5개년 삭감 계획 제출·공표 요구
 - －대규모 CO₂ 배출 사업소에 대한 총량 삭감 의무화와 배출량 거래제도

도입 목표

- 「환경 CBO(사채담보증권)」 도입으로 중소기업의 에너지 절약 대책 추진
 - －기후변동 대책과 관련한 중소기업 CO₂ 삭감 대책을 계획하는 「환경 CBO」 창설
 - －금융 기관과 제휴한 공민제휴 펀드 설치
- 금융기관에게 환경 투융자 확대와 투자 실적 공개 요청
 - －금융기관에게 중소기업의 에너지 절약 투자나 재생가능 에너지 이용 확대, 건축물의 환경대책을 촉진시키는 자금 지원 등 환경 투융자 확대 요청
 - －민간자금과 제휴한 지구 온난화 대책 추진 기금 활용 방법에 대한 제안 모집
 - －대기업 금융기관의 환경투자 실적 공개 요청
- 「그린 전력 구입」추진에 의한 재생가능 에너지 이용 확대
 - －기부금으로 다루어지고 있는 그린 전력 구입 대금을 세법상 경비로 할 수 있도록 국가에 제안
 - －전국 자치단체와 제휴해 「전기의 그린 구입·전국 네트워크」를 구축하여 자치단체 시설에 그린 전력 구입 추진
- 매연 등 대기오염 대책과 제휴한 대책
 - －보일러 등의 연소 설비를 대상으로 하는 매연 대책 등과 제휴

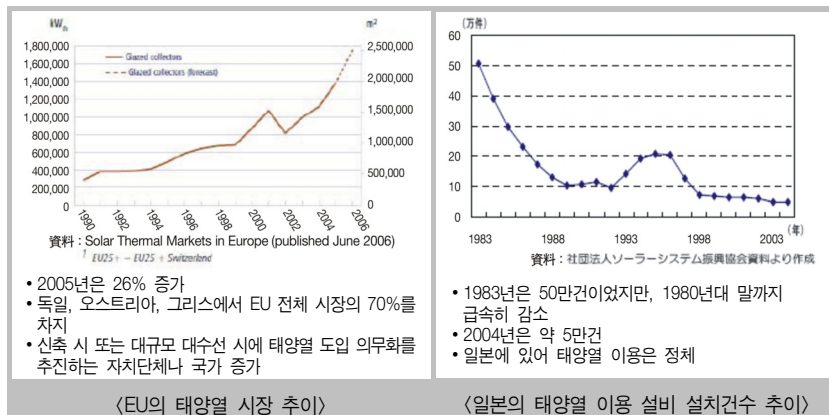
(2) 가정부문

- 가정에서 「백열등 일소 작전」 전개
 - －전기 제작자나 업체단체, 소비자 단체 등과 제휴해 백열등을 일소하기 위한 대규모 교환 추진 캠페인 실시
- 자연광 또는 열, 바람을 사용하는 쾌적한 거주지 만들기 : 태양열 이용 확대 추진

○주택의 에너지 절약 성능 향상

- 주택의 저에너지화를 도모하기 위해 에너지 절약 기준 적합 비율을 2015년까지 65% 정도 달성 목표
- 기존 주택의 리모델링 경우 창 등의 개구부나 외벽의 단열성 향상 등 에너지 절약 개선을 병행해 추진하도록 리폼 업자와 제휴

○태양광 발전기나 고효율 급탕기 등 거주지에 재생가능 에너지나 에너지 절약 설비 보급 촉진



〈그림 4-15〉 EU와 일본의 태양열 시장

(3) 도시개발 부문

- 최고의 건물 에너지 절감 사양을 책정하고, 도 시설에 전면 적용
 - 도 시설에는 2008년부터 『에너지절약 도교사양 2007』 전면 적용
 - 예 : 바닥 단열재의 두께 약 50% 증가(50mm→75mm), 외벽 단열재 두께 2배 증가 등
 - 청사 모델 3000m² 경우 CO₂ 배출량을 약 30% 삭감(2000년 대비)
- 도 시설에서 『에너지 절감·재생에너지 도입 지침(가칭)』 책정
 - 자연광이나 열의 직접 이용을 포함하는 재생가능 에너지 이용 확대

- 대규모 신축 건축물에 대한 에너지 절약 성능 의무화
 - 「건축물 환경계획서 제도」의 대상이 되는 건축물 확대, 건축물의 에너지 절감 성능 향상을 도모하기 위해 일정 수준 이상의 에너지 절감 성능 의무화
- 대규모 신축 건물에 대한 「에너지 절감 성능 증서(가칭)」 도입
 - 판매나 임대 등 신축건물의 유통단계에서 에너지 절감 성능의 표시 의무화
- 지역의 에너지 유효 이용이나 재생가능 에너지 이용 추진
 - 기존 에너지 공급 시스템의 성능 향상 도모, 개개 건축계획을 구체화하는 단계부터 지역 전체의 에너지 유효이용 계획을 책정하는 구조 조성
 - 바이오매스 자원의 재생가능 에너지나 하수처리 시설, 폐기물 처리 시설 등의 배열, 다양한 형태의 대량 도시형 에너지의 유효 활용 방식 검토

(4) 자동차 부문

- 「저연비차 이용 규정」 책정
 - 자동차 생산, 판매, 구입, 이용의 모든 단계에서 저연비차가 우선적으로 취급되는 「저연비차 이용 규정」을 책정하여 하이브리드차를 목표로 하는 저연비차의 대량보급 추진
- 환경 자동차 연료 도입 촉진 프로젝트 전개
 - 제1세대, 제2세대 바이오디젤 연료(BDF)의 출현 도입 프로젝트 개시
 - 도의 「그린 구입 가이드라인」 중에서 바이오에탄올에 대해서도 출현 도입을 도모하는 제품으로 책정하여 보급 추진
 - 바이오매스를 원료로 하는 BTL이나 천연가스를 원료로 하는 GTL 활용 추진
- 「에코드라이브 운동」 등 자주적 대치를 지원하는 구조 구축

- 대중교통기관을 활용한 교통량 대책 실시
 - 휴일 · 시간대 교통상황에 따른 Park & Ride 제도를 도입하는 등 승용차 이용 억제
 - 대중교통기관 이동의 편리성 확보
 - 승용차 함께 타기(Car Sharing)

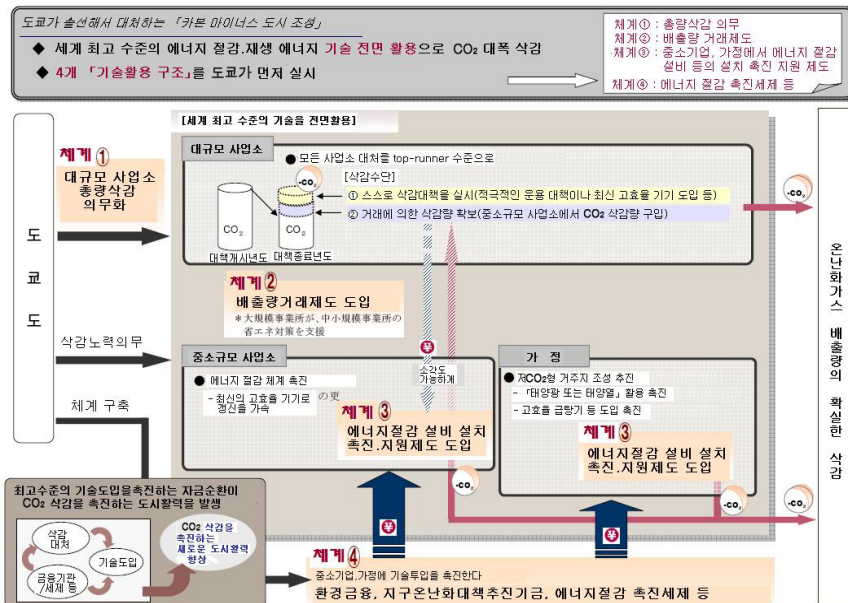
(5) 각 부문의 대책을 유지하고, 도쿄도 독자의 구조를 구축

- CO₂ 배출량 거래 제도의 도입
 - 대규모 사업소가 삭감 의무 이행수단의 하나로 중소규모 사업소에서 실시하는 에너지 절감 대책에 의한 삭감량을 구입함으로써 중소규모 사업소의 에너지 절감 대책 촉진 · 지원
- 중소기업, 가정의 에너지 절감을 촉진 · 지원하는 제도 구축
 - 중소기업이나 가정의 CO₂ 삭감을 촉진 · 지원하는 금융상품 개발이나 새로운 펀드 설치를 금융기관에 요청
 - 「지구온난화 대책 추진 기금」 활용
 - 가정 부문에서 큰 폭의 배출량 삭감을 가능하게 하는 환경기술 보급 지원책 구축
- 도쿄도 「에너지 절감 촉진세제」 도입
 - 세금 감면에 의한 에너지 절감 투자나 설비 도입 촉진과 과세에 의한 에너지 절감 촉진, 인센티브 효과, 안정적인 재원확보에 의한 중소기업 부문, 가정부문 지원책 강화

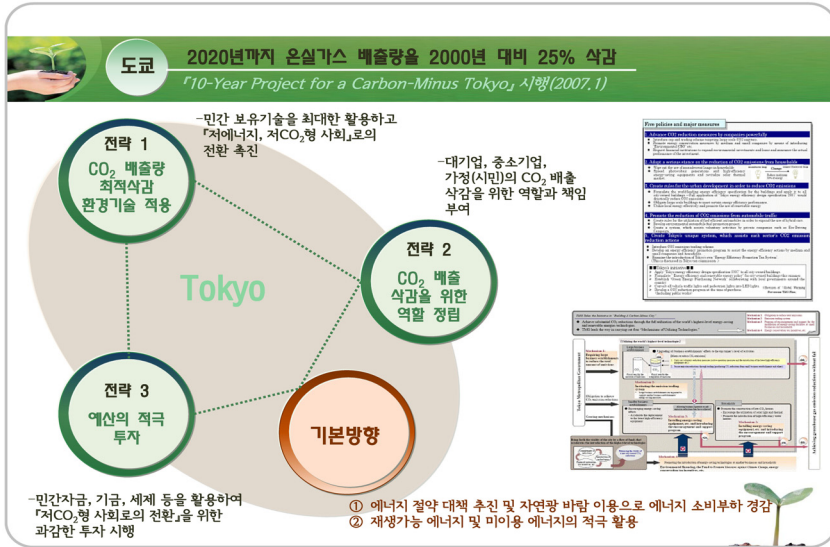
(6) 기타

- 도쿄도청의 솔선행동
 - 도 건축물에 「에너지 저감 도쿄 사양 2007」 전면 적용
 - 도 소유 시설에 「에너지 절감 · 재생 에너지 도입 지침(가칭)」 책정
 - 전국 자치단체와 제휴한 「전기 그린 구입 · 전국 네트워크」 구축

- 도내 모든 차량용 신호기와 보행자용 신호기를 LED 조명으로 전환
- 물품(공공 공사를 포함) 조달에 CO₂ 삭감 대책 구축
- 「지구 온난화 대책 도청 플랜」 개정 : 온실가스 배출량을 2009년도까지 2004년도 대비 10% 삭감하는 목표
- 수도권·전국 자치단체와의 제휴
- 카본 마이너스 운동 전개
 - 일상생활이나 일 스타일에 「카본 마이너스」 마음가짐을 가지기
 - 저CO₂형 사회를 담당하는 인재육성을 위해 기후 위기에 관한 환경학습을 강화해 나가는 동시에 시민이나 지역 참가형 재생가능 에너지 도입 프로젝트 추진
 - 세계 대도시와의 제휴
 - 아시아 도시와 협력



〈그림 4-16〉 기후변동대책방침 체계도



〈그림 4-17〉 도쿄도 기후변화대응 추진전략

5. 런던(London) : 기후변화 실천계획

1) 기후변화정책 추진경과

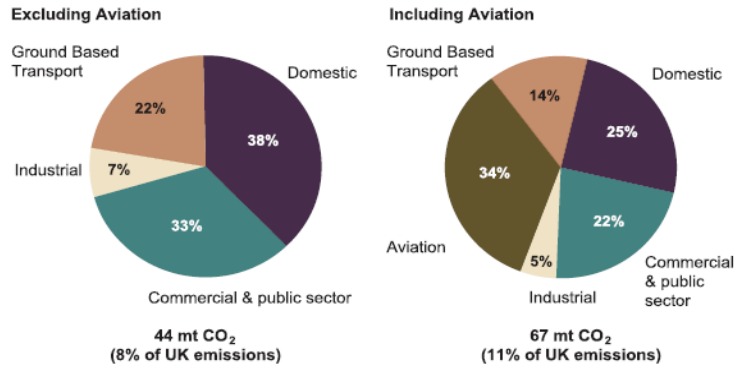
- 「세계 대도시 기후 선도그룹」 C40 설립(2005)
- 「런던 기후변화청(LCCA · London Climate Change Agency)」 설립(2006)
 - 효율적이면서 탄소를 적게 배출하는 에너지 공급체계의 기반 마련
- 기후변화 실천 계획(Climature Change Action Plan) 수립(2007. 2)
 - 「Action Today to Protect Tomorrow」를 통해 CO₂ 저감을 위한 종합 대책 제시

2) 온실가스 배출 현황

- 영국은 세계 8위의 CO₂ 배출국이며, 런던은 영국 CO₂ 배출량의 8%인 4,400만톤을 매년 배출

○전체 배출량 : 44.3 Mt-CO₂(항공부문 제외)

—가정부문 38%, 상업부문 33%, 공업부문 7%, 육상교통 22%



자료 : DEFRA, London Energy and CO₂ Emissions Inventory

〈그림 4-18〉 런던의 이산화탄소 배출량(2006년)

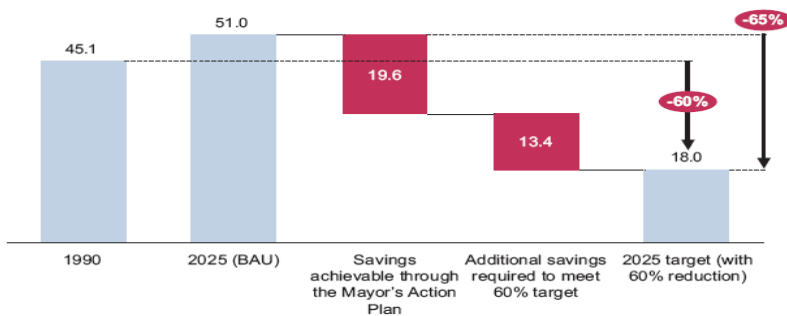
3) 목표와 추진전략

(1) 감축 목표

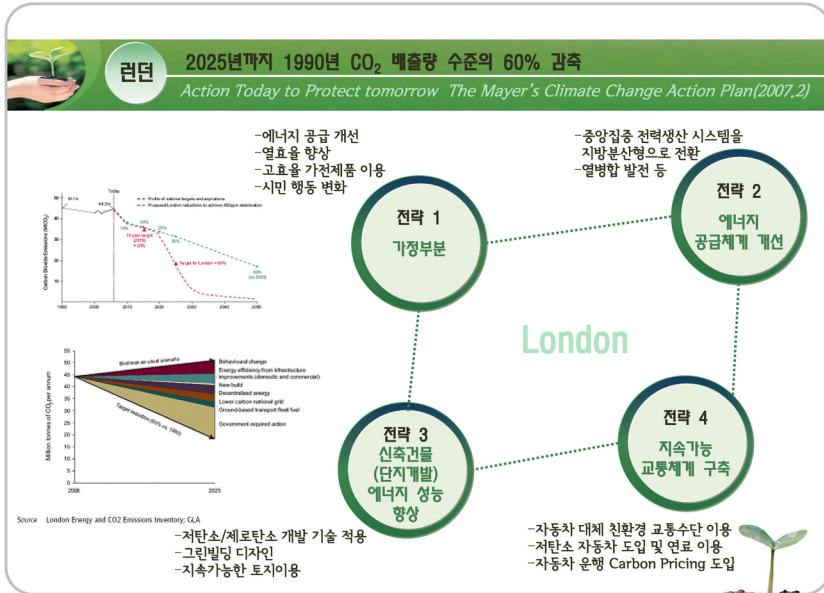
○2025년까지 1990년 대비 CO₂ 배출량을 60% 이상 삭감

(2) 추진전략

○주택·건축, 기관, 교통 등 3개 분야 CO₂ 저감 방식 도입



〈그림 4-19〉 런던의 2025년 온실가스 배출 감축 목표



〈그림 4-20〉 런던의 기후변화대응 추진 전략

4) 세부사업

(1) 기존 주택 : 녹색주택(Green Homes) 프로그램

- 런던와이드(London-wide)는 주택 소유자에게 지붕 및 벽 단열재 구매에 대한 보조
- 이산화탄소 배출을 줄이고 에너지 요금을 줄일 수 있는 행동양식을 홍보하는 캠페인 전개
- 원스톱숍(one-stop-shop) 안내 및 추천서비스 구축
 - 인터넷과 전화로 에너지 절약 방법 및 실천과 소규모 재생에너지 설비 설치에 관한 정보 제공
- 시범 녹색주택 지원 서비스를 통해 맞춤형 에너지 진단, 에너지 효율 개선설비 및 소규모 재생에너지 설비의 프로젝트 관리와 물 절약 방법 등 정보 제공

- 공공임대주택 단지의 에너지 효율향상 프로그램
 - 에너지 절약 및 소규모 재생에너지 제품 및 시스템 설치기술을 향상시키기 위한 훈련을 개발(관련 산업체와 공동추진)

(2) 기존 상업 및 공공부문 : 녹색기관(Green Organizations) 프로그램

- 더 좋은 건물을 위한 파트너십(Better Building Partnership) 구축
 - 건물주들이 일상 개량사업 기간에 건물의 에너지 효율을 업그레이드시킬 수 있도록 인센티브 제공
- 녹색기관 인증제(Green Organization Badging Scheme)
 - 직원 행동변화 및 빌딩운영 개선을 통한 배출량 감축

(3) 신축 및 신규 개발 부문

- London Plan 수정
 - 열병합발전 네트워크 연결로 에너지 공급원의 분산화에 우선순위를 두는 신규 개발이 이루어질 수 있도록 런던계획 수정
- 자치구 차원에서 에너지 효율성을 강조
 - 종합적인 아웃리치(Outreach) 프로그램을 통해 자치구와 주요 이해당사자들의 지속가능한 에너지 및 계획 기술 역량 강화
 - 런던개발청이 관여하는 모든 개발 및 affordable homes³⁶⁾에 대해 모범적인 에너지 효율 모델 제시

(4) 에너지 부문 : 런던에 지속가능한 에너지 공급을 위한 에너지 분산화

- 열병합발전소를 통한 에너지 공급 증가
 - 신규 개발 지역의 에너지 공급은 열병합발전소를 통해 이루어질 수 있

36) affordable homes : 주택가격이 천정부지로 솟으면서 중저소득층의 주택구입이 어려워지자 정부가 중저소득층 첫 주택구입자들을 대상으로 저렴하게 제공하는 주택

도록 기준 마련

- 폐기물로부터 에너지를 생산하는 시스템의 조속한 개발과 보급
 - 혐기성소화, 생물학적 처리, 열분해, 가스화와 같은 새로운 비소각 기술을 이용해 폐기물로부터 에너지 생산
- 재생에너지 도입 장려
 - 런던계획 기준 수정, 녹색주택, 녹색조직 프로그램을 통해 중소기업의 재생에너지 발전 시설 추진
- 대규모 재생에너지 발전소 추진
 - 런던 어레이(London Array-테임즈강어귀에 건설계획이 제안된 세계에서 규모가 가장 큰 해안풍력발전소)와 같은 프로젝트 추진
 - 테임즈강의 조력과 파력 이용 가능성 조사
- 탄소 격리(carbon sequestration) 지원

(5) 육상 교통 부문

- 교통수단 변화
 - 대중교통 이용, 걷기 및 자전거타기에 대한 지속적인 투자 프로그램 : 매년 100만톤 가량의 CO₂ 저감 가능
 - 출퇴근 수단을 승용차에서 버스 등 대중교통으로 바꿀 경우 런던 시민 1인당 연평균 0.6톤, 자전거를 이용할 경우 1.1톤 정도의 CO₂ 삭감 가능
- 효율적인 자동차 운행 : eco-driving 장려
 - 올바른 운전습관(예를 들면 급가속 및 급제동 안하기, 적절한 차량관리) : 5~10% 연료 저감 효과
- 저탄소 차량 및 저탄소 연료 이용 장려
- 탄소 배출 통행료(Carbon Pricing) 부과
 - 저탄소 차량 및 연료에 대한 수요를 늘리고 관련기술 개발을 촉진하기 위해서는 보다 광범위한 탄소세 필요

- 도심으로 진입하는 차량에 대해 탄소배출 수준을 근거로 요금 부과
- 탄소배출 통행료를 실시할 경우 가장 많은 오염을 유발하는 차량에 대해서는 1일 25파운드씩 부과
- 대중교통 에너지절약 프로그램
 - 지하철이 제동할 때 발생하는 에너지를 전동차 구동에 재사용하는 회생제동(regenerative braking) 시스템 구축
 - 런던에서 운행되는 총 8,000대의 버스를 하이브리드(전기-경유)차로 교체

(6) 기관장 그룹(The Mayoral group)

- 건물 에너지 효율 향상 : 에너지효율 조명 및 장치 설치와 신축건물의 경우 탄소배출 저감 디자인을 최우선으로 적용
- 열병합발전소, 소규모 풍력발전기, 태양광발전기, 태양열 시설을 설치하여 에너지 분산을 최대화
- 직원들이 가정과 직장에서 에너지 절약 습관을 가질 수 있도록 캠페인 전개
- 차량운행이나 차량 지원에 있어 가능한 한 탄소를 가장 적게 배출하는 방법을 선택, 항공기 이용 여행을 줄여서 교통으로부터의 배출 최소화
- 재화와 용역의 계약에 있어 높은 녹색구매 기준을 적용하여 탄소 제로 및 저탄소 기술, 저탄소제품, 저탄소 용역 장려

제2절 시사점 도출

- 기후변화협약에 따른 국가의 의무감축 부담과 별개로 선진 도시들은 자발적으로 온실가스 감축 목표를 설정하고 대책을 수립·시행하는 등 활발한 노력을 전개하고 있음.

- 기후변화 대응을 위해 도시가 주도하는 화석연료 및 에너지 소비의 감소 대책은 지역의 교통혼잡과 대기질 개선에 도움을 주며 대기오염물질로 인한 건강 피해 등 사회적 비용도 줄일 수 있음.
 - 온실가스 흡수원인 산림 및 녹지의 보존으로 삶의 질이 향상되며, 에너지 이용 효율 향상과 에너지 절약 인센티브 제공으로 연료 및 시설 운영비용의 절감 등 경제적 이득을 얻을 수 있음.
 - 태양열, 풍력, 바이오매스와 같은 지역 특성에 맞게 특화된 새로운 지역 에너지 시스템 구축은 일자리를 창출하여 환경, 복지, 고용 문제를 동시에 해결할 수 있는 중요한 역할을 수행할 수 있음.
- 지역 차원의 긍정적인 편익들을 가져다주기 때문에 외국 선진 도시들은 온실가스 감축 규제가 시행될 때까지 기다리는 수동적인 정책수용자의 입장에서 벗어나 지방정부 차원의 자발적이고 선도적인 온실가스 감축방안을 마련하고 있음.
- 현재 선진 해외 도시들의 기후변화 대책을 종합하여 분석하면 다음과 같이 5가지 측면으로 요약할 수 있음. 이에 비추어 향후 서울시는 첫째, 탄소 배출원 관리를 위한 정보시스템을 구축하고, 둘째, 온실가스 감축목표의 단계별 설정 등 체계적이고 전략적인 환경정책을 추진하며, 셋째, 저탄소 사회를 실현하기 위해서는 환경부하를 줄이는 에너지 정책—에너지 소비저감 및 효율 증대, 에너지 대체, 에너지 재생 등의 탄소배출을 최소화하는 ‘선택과 집중’ 전략을 추진하는 것이 필요함.
 - 정책목표 수립 : 경제와 사회, 환경을 포괄하는 통합적인 이슈로서 지역의 지속가능한 발전을 실현하는데 중요한 과제인 지구온난화 및 기후변화예의 능동적 대처를 위해서는 도시의 특성과 여건을 고려하여 국가의 정책목표에 비해 한층 강화된 온실가스 감축목표 수립이 필요함.

〈표 4-3〉 외국 중앙정부와 자치단체의 온실가스 감축 목표 비교

중앙정부	감축목표	자치단체	감축목표
미국	수치화된 감축 목표 설정 반대 산업별 감축 목표 검토 가능	뉴욕	2005년 대비 2030년 30% 감축
		LA	1990년 기준 2030년 35% 감축
		시애틀	1990년 기준 2012년 7% 감축 2024년 30% 감축 2050년 80% 감축
일본	2005년 기준 2020년 14% 감축	도쿄	2000년 기준 2020년 25% 감축
영국	1990년 기준 2020년 26~32% 감축 2050년 60% 감축	런던	1990년 기준 2025년 60% 감축

—실행계획 추진 : 저탄소 사회를 실현하기 위해서는 교통, 가정, 상업 등 에너지 소비 부문에 대한 선택과 집중으로 기후변화 대응 효율성을 제고하는 것이 바람직함. 이에 서울시는 신재생에너지 비율 확대, 에너지 고효율화, 버스전용차로 등 대중교통 중심 정책, 자전거 이용 활성화, 그린카 보급 및 대체연료 보급, 친환경건축 설계 가이드라인 적용, 에너지고효율 설계 건물에 대한 인센티브 제공 등 친환경적 건축물 보급 확대와 건물 에너지합리화 사업에 대한 선택과 집중으로 실행계획들을 추진하는 것이 필요함.

—기후변화 대응 추진체계 : 기후변화 대응을 효과적으로 추진하기 위해서는 인프라 구축과 함께 세부 정책을 추진하는데 기본이 되는 법적 근거와 재정을 확보하고 이를 수행하는 전담 조직 체계를 구성하여야 함.

- 법적 근거 : Executive Order 109, Local Law 55—뉴욕, Global Warming Solutions Act—LA, Complete Street 조례 제정—시애틀, 환경확보조례 개정, 도쿄도 환경기본계획 책정—도쿄
- 재정 확보 : SMART Financing Authority 설립—뉴욕, 환경 CBO, 지구온난화 대책 추진 기금 활용, 에너지 절감 촉진세제—도쿄, 탄소 배출 통행료(Carbon Pricing)—런던
- 전담 조직 : 교통혼잡완화위원회, Energy Planing Board, 에너지효율

조정위원회-뉴욕, 그린빌딩 전문위원회-시애틀, 런던 기후변화청-런던

-시민참여 : 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해 특히 중요한 시민의 실천 활동을 활성화하기 위해서는 공공기관이 온실가스 감축을 위한 기반을 선도적으로 구축하여 기업, 시민단체들의 자발적 참여를 유도함으로써 온실가스 저감뿐 아니라 지역발전을 위한 거버넌스의 중요한 토대로 활용해 나가야 함.

- 시민참여 : GreeNYC 캠페인-뉴욕, Climate Action Now-LA, One less Car Challenge 캠페인-시애틀, 에코드라이브 운동-도쿄

- 기업참여 : PPM Energy사-LA City Light 전력공급회사-시애틀

-정보 공유 : 기후변화 대응을 위한 정책추진의 여건을 정착하기 위해서는 시민 홍보와 교육·체험이 필요함. 이에 지방정부는 광고나 라벨 프로그램, 전화안내 서비스, 가정방문, 다양한 점포나 상가 정문 안내소 등을 통해 폐기물의 감량과 재활용, 에너지의 효율적 사용 및 에너지 절약 등 생활양식의 변화를 촉구하는 정보를 다양한 방법으로 제공하는 것이 바람직함.

제5장 서울시 기후변화 대응 비전수립 및 정책방향

제1절 기후변화 대응 SWOT 분석

제2절 기후변화 대응 비전수립 및 달성전략

제3절 기후변화 대응 정책과제

제 5 장

서울시 기후변화 대응 비전수립 및 정책방향

제1절 기후변화 대응 SWOT 분석

2030년 저탄소 사회라는 도시 브랜드를 선점하기 위해서는 우선 서울시의 탄소배출량 감축 잠재력을 살펴보고, 이를 바탕으로 비전수립과 추진전략을 선택과 집중을 통해 상호 연계하는 과정이 필요하다. 이에 따라 앞서 분석한 서울시 기후변화 대응 잠재력 평가 자료를 활용하고, 해외 선진도시들의 저탄소 사회 실현계획 등을 참조하여, 서울시 2030년 기후변화 대응 비전을 검토하고자 한다. 연후에 선택 가능한 정책믹스를 통해 비전의 달성 가능성에 대해 분석하려고 한다.

서울시 기후변화 대응 잠재력을 조명하기 위해 탄소 다이어트 요소를 에너지, 건물 및 도시관리, 교통관리, 시민참여, 공원·녹지관리 등으로 구분하고, 요소별 SWOT 분석을 하였다. 이는 향후 서울시 기후변화 대응 잠재력을 제고하기 위한 것이다.

1. 장점요인(Strength)

서울시의 기후변화 대응 능력은 「서울 친환경에너지 선언」(2007.4.2)으로

이미 기본적인 체계가 갖추어진 상태이다. 더욱이 정부가 수용한 저탄소 녹색 성장 패러다임을 바탕으로 에너지·기후문제를 성장관리에 효율적으로 통합 연계할 수 있는 여건과 공감대가 형성되어 있다. 그리고 21세기 에너지자원 확보 경쟁, 지구환경 보전을 위한 각종 국제협약에의 대응, 쾌적한 환경 조성 등에 필요한 인적자본이 우수하여, 도시가 선도하는 저탄소 사회 실현 움직임에 신속한 적응이 가능하다.

2. 약점요인(Weakness)

기후변화 대응에의 약점요인은 저탄소 녹색성장을 위한 통합 특화관리체계가 다소 미흡한 점을 들 수 있다. 이에 따라 기후변화 대응, 에너지 대책, 지속가능 도시관리 등 개별 대책 중심의 접근방식을 지양하고, 진단과 처방을 상호 연계한 통합 특화관리가 필요하다. 그리고 미래 청정에너지 보급 확대를 통해 기후변화 대응, 에너지 문제를 통합 해결하기 위한 효과적 접근이 바람직하므로, 기술적·경제적 문제 해결능력의 확보 및 관련 청정에너지 산업여건이 조성되어야 한다. 특히 자체 청정에너지 생산 능력을 제고하기 위한 미래 청정에너지에 대한 R&D 투자규모의 대폭 확대가 필요하다.

이러한 청정에너지 생산기반의 조성 및 보급 확대에 못지않게 중요한 사항은 에너지 소비절약 및 효율적 이용, 환경 및 기후변화에 대응하기 위한 생활양식 변화와 실천 등인데, 이들은 기대의식과 격차가 있다.

3. 기회요인(Opportunity)

국내 에너지 공급 및 이용에 대한 근본적인 개혁이 요구되는 세계적 기후변화 프로그램이 적용되는 시점에 앞서, 에너지 소비절약 및 이용 효율화, 그리고 신재생에너지 생산 및 이용에 대응하기 위한 동력요인이 발생하고 있는 점

은 기회요인으로 볼 수 있다.

특히 에너지 문제는 국가경제 및 산업·경제 활동의 핵심이슈로 대두되고 있을 뿐만 아니라, 국가 기후환경 경쟁력을 한층 제고할 수 있는 동인을 제공한다. 이에 서울의 에너지 관리전략을 국가 에너지 관리전략 수립과 연계하면 기후변화 대응, 에너지 대책을 도시의 성장관리와 상호 연계 통합할 수 있는 기회로 활용할 수 있다.

그리고 산업화, 도시화의 진행과정에서 그동안 경제적 가치증대를 위한 제반 생산 및 소비활동에 역점을 두어 왔으나, 환경의 중요성, 에너지 소비패턴의 변화, 지구환경 보호를 위한 역할 인식 등 전반적으로 깨끗한 에너지, 맑은 하늘에 대한 시민의 기대의식이 점차 제고되고 있다.

4. 위협요인(Threats)

에너지, 기후변화와 관련된 정책결정과 집행기능의 분산 및 정책추진의 일관성 확보가 미흡하여, 기후변화 대응 통합관리를 위한 정책목표 설정 및 실현 수단에 대한 합의를 형성하지 못하고 정책추진의 실효성이 다소 반감되고 있는 실정이다.

또한 에너지, 기후변화 대응정책을 둘러싼 상의하달/하의상달식 의사결정의 접점을 도출하기 위한 노력이 미흡하여 중앙정부와 지방정부 상호 간 의사결정 및 추진 시스템의 부조화로 정책추진에 있어 갈등이 발생할 수 있다. 따라서 지구온난화, 대기오염의 월경 및 광역화 등의 지구환경 변화를 완화하기 위한 국제사회의 움직임에 맞추어 지구적으로 생각하고 지역적으로 행동(Think Globally, Act Locally)하는 역할이 필요하다.

서울시 기후변화 대응 탄소 다이어트 요소를 에너지, 건물 및 도시관리, 교통관리, 시민참여, 공원·녹지관리 등으로 구분한 요소별 SWOT 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

에너지 부문	• 대규모 빌딩 및 공동주택 비율이 높아 건물에너지합리화 사업 추진 시 에너지 절약효과가 높음. • 대규모 건물 밀집으로 열병합발전 등 고효율 지역에너지 공급여건 양호, 특히 도시가스를 이용한 수소연료전지 공급여건 매우 양호 • 하수, 하천수 등 미활용에너지 회수 및 이용조건 양호	• 건물의 고층화에 따른 단위면적당 에너지 소비량 증가 • 신재생에너지 자원 빈약 • 남비현상으로 인한 폐기물 에너지 회수시설 확충 곤란				
	<table><tr><td>S</td><td>W</td></tr><tr><td>O</td><td>T</td></tr></table>	S	W	O	T	
	S	W				
O	T					
• 정부의 저탄소녹색성장 정책과 연계사업 추진 가능 • 뉴타운 등 대규모 도시개발사업 추진 시 저탄소 도시설계 • 유가상승 잠재성으로 인한 에너지 효율향상과 신재생에너지에 대한 관심 고조 • 국제경기 침체로 시민의 소비절약 실천의지 향상	• 건물의 증가에 따른 에너지 수요 증가 • 가전제품 및 정보화기기의 대형화 및 사용증가로 에너지 소비 증가 • 경기침체로 민간부문의 건물에너지 합리화 사업에 관한 투자 불투명 • 정부의 서울지역 지원 외면					
건물 및 도시관리 부문	• 건물은 기성시가지 서울의 재고물량 및 에너지소비량 측면에서 가장 큰 비중을 차지하기 때문에 중요성과 가시성에서 핵심적인 부문 • 저탄소 도시의 실현은 물론 건설경기 활성화를 통한 경기부양, 그린빌딩기술개발 촉진 등의 큰 경제적 파급효과 유발 • 내후성(耐候性)·내수성(耐水性) 건축 및 단지 개발을 통해 국제성 집중호우에 의한 저지대 주택가 침수, 이상고온 등 기상이변에 대응	• 기존 건축재고, 특히 민간건축물에 대한 적극적이고 대폭적인 에너지 효율화 추진에 한계 • 기성시가지 토지이용 및 공간구조를 자원절약적으로 유도·개편하는데 장기간 소요 • 저탄소 친환경 관련규제·요건으로 인해 민간부문에 추가 비용부담 가능성 • 별도 이윤동기와 인센티브 없이 민간부문의 자발적이고 적극적인 참여에 한계 • 기상이변 등 예상되는 변화에 대한 불확실성(uncertainty)으로 인해 과소·과다 적응대책의 가능성이 있고 과소·과다 투자의 가능성도 있음.				
	<table><tr><td>S</td><td>W</td></tr><tr><td>O</td><td>T</td></tr></table>	S	W	O	T	
	S	W				
O	T					
• 도시공간의 질과 환경에 대한 압박 및 시민요구 증대 • 이미 다양한 녹색정책을 추진하고 있는 서울시가 이를 선도하고 전파하며, 중앙정부로부터의 지원에도 유리 • 기술발전으로 비용절감 및 시장성 확보 가능성 점점 높아짐. • 서울은 첨단기술과 지식집약적인 그린빌딩기술에 있어 입지적 우위 • 기상이변에 따른 침수피해의 경우, 저지대 노후주택가가 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 뉴타운, 재개발/재건축 등과 연계 가능	• 서울을 포함한 수도권의 광역화로 서울시 노력만으로는 한계 • 석유수급 등 에너지시장동향이 저탄소 정책 노력을 압도하고 희석화 • 부동산 시장동향에 크게 영향을 받기 때문에 시장여건에 따라 건설시장의 위축과 경제성 악화 가능성 • 건물 및 단지 차원의 대책으로는 극한기상에 대응하는데 한계					

교통 부문	• 교통수요관리로 교통량 감축 효과 • CNG 시내버스 보급 • 대중교통 인프라 확충 추진 • 경전철 등 신교통수단 도입 • 버스개혁과 성공적인 대중교통체계 개편 • 맑은서울 2010대책과 저공해화사업으로 유해배출가스(PM₁₀/NOx) 감축	• 대기오염물질 저감 위주로 저탄소정책 미흡 • 도로중심 인프라투자로 탄소배출 비교우위 교통수단(지하철/자전거) 부족 • 민간부문 그린카 확대 유인전략 부족 • 낮은 대중교통 분담률(62.3%) • 승용차와 석유 중심의 고에너지 소비 교통체계 • 자동차의 에너지 소비 및 온실가스 배출에 기여하는 비중이 매우 높은 실정이나, 서울시의 교통환경 정책은 대기오염물질 관리대책 중심으로 이루어져 탄소저감을 위한 대응은 미흡함. • 대중교통 중심 교통정책 추진에도 불구하고 자동차 위주의 교통체계로 인해 자전거와 같은 환경친화적인 녹색교통수단의 활성화가 어려운 실정임.			
	<table><tr><td>S</td><td>W</td></tr><tr><td>O</td><td>T</td></tr></table>	S	W	O	T
S	W				
O	T				
	• 탄소배출 제로의 대중교통 확대 전망 • 그린카 중심으로 자동차산업의 패러다임 전환 • 그린카 산업 성장과 기술개발(GT) 활발 • 친환경 시내버스(Hybrid/Battery Exchange) 보급 추진 • 도로·교통시설물 LED 전환 추진 중 • 지속적인 대중교통 우선 정책으로 교통서비스와 대기질 향상	• 교통부분은 에너지 소비량의 30% 차지 • 온실가스 배출량은 매년 2%씩 증가해 2020년 총배출량의 50%에 달할 전망 • 오일위기와 신고유가시대 도래 • 자동차 증가(경유차/중대형차 비중 증가)			

공원 녹지 부문	• 도시의 대규모 개발 및 변화에 따른 유연성 확보 • 도시계획시설의 일부를 복합화하여 녹지조성이 가능한 곳은 약 2km 정도이며 약 340여 개소 산재 • 정책의 파급 속도가 빠르고 시민 참여로 빠른 효과 기대 • 녹지공간 확보, 생태축 형성 및 도심지의 열섬화 억제, 바람길 형성 등의 친환경을 지향	• 신규공원 확충을 위한 공공용지의 한계와 사유지 녹화 부진 • 사유지가 전체대상지의 14km(80%)를 차지 • 도시개발사업 시 전체 사업면적 중 공원녹지면적비율은 평균 8.54%로 매우 열악 • 서울시내 법정하천 24개소 중 대부분 복개된 하천 13개소, 부분 복개된 하천 11개소(서울시의 하천연장 241km 중 31%인 75.4km 복개)			
	<table><tr><td>S</td><td>W</td></tr><tr><td>O</td><td>T</td></tr></table>	S	W	O	T
S	W				
O	T				
	• 청계천 복원사업을 계기로 도심 하천 복원 및 건천 제로에 대한 기대의식 증대 • 도시 열섬 완화 및 녹지 공간 확대를 위한 그린웨이 조성 움직임 • 기후온난화 적응을 위한 식재공간 확대로 쾌적성 증대 가능 • 도시개발 시 바람길 및 녹지 확보	• 녹지공간이 부족해 탄소흡수원으로서의 토지확보에 어려움 • 도시 개발로 따른 생태계 파괴와 녹지축 단절 • 도심 내 녹지 부족 및 식재 가능한 공유지 부족 • 기후변화 및 열섬효과로 인한 열대야, 황사현상 악화 • 수목병충해 발생 및 주기적 산불예상 • 집중호우와 건기 물부족 현상 심화			

시민 참여 부문	- IT 기반시설의 우수성 서울의 초고속 인터넷 가입 가구대비 보급률 107.8% (2005년 기준) - 높은 고등교육 취학률과 교육기관의 밀집도	- 서울시 생활폐기물재활용률 64.6%에 불과 (2007년 기준) - 편리함에 우선한 에너지소비 지향적 생활문화 - 가정, 상업, 교통 등 개별적 분산형 에너지 소비가 대부분 - 빠른 고령화 속도 : 노인인구 증감률(2006년 기준) : 서울(6.9%), 뉴욕(0.4%), 런던(-0.4%), 파리(1.3%), 도쿄(2.9%), 유년인구 증감률(2006년 기준) : 서울(-3.3%), 뉴욕(-0.7%), 런던(0.4%), 파리(0.83%), 도쿄(0.6%) - 서울의 의료수준을 세계 대도시와 비교 시 상대적으로 열악 : 10만명당 의사수(2005년 기준) : 서울(293명), 파리(532명), 도쿄(399명), 베이징(389명), 천명당 병상수(2004~2005년 기준) : 서울(6.1), 도쿄(10.4), 베이징(6.7) - 기후변화에 대한 보건/재난 대응책 미비
	S	W
	O	T
	에너지, 기후변화 등에 대한 시민의 기대의식 증대 : 깨끗한 에너지, 맑은 하늘에 대한 기대의식의 제고	- 지구환경 변화 완화를 위한 국제적 동향에의 동참 요구 압력 증대 : 지구 온난화, 대기오염의 월경 및 광역화 등에 대비하기 위한 국제사회의 움직임이 가속화되면서 동참 요구 증가 - 기후변화로 인한 인체, 생태 전반에 걸친 위약성과 피해가 본격 가시화되고 확산 : 황사 강도 및 빈도 증가, 도시열섬 강화 등으로 대기질 악화가 예상되며, 이에 따른 시민의 건강문제 야기, 새로운 전염병의 출현 및 홍수/침수 빈도의 증가로 피해 급증 - 에너지접근성(공급제한 상황, 가격 급등) 악화로 인한 삶의 질 저하

제2절 기후변화 대응 비전수립 및 달성전략

1. 비전수립 기본방향

서울시 기후변화 대응을 위한 2030년 장래 비전을 「저탄소 사회」 실낙 장두고, 이를 달성하기 위한 기본방향은 미래지향적 정책지표를 설정하는 것이다. 다만, 2030년 비전을 구체화하는 정책지표를 설정할 경우 기후변화 대응 및

적응, 에너지 정책 관련 최상위 서울시 전략으로서 관련 분야의 중점 추진대책을 선정·추진하고, 관련 계획과의 체계적 연계·조정이 필요하다.

또한 정책지표는 설정단계부터 서울시 관련부서, 시민단체 및 이해관계자 등의 참여 및 공론화를 거쳐 다양한 의견을 수렴하여 거버넌스를 유도하는 실천적 지표로서 역할을 부여하여야 한다. 이와 함께 중앙정부의 기본계획과 연계하여 차별화된 서울 맞춤형 지표로서 저탄소 녹색성장의 정책목표에 따르되, 서울시의 특성을 반영한 맞춤형 지표로 활용하는 것이 바람직하다.³⁷⁾

2. 해외도시의 지표설정 동향

세계 온실가스의 80% 이상이 전체 면적의 2%에 불과한 도시지역에서 배출되고 있다. 이 점이 UNFCCC(유엔기후변화협약) 등 국제적, 국가적 노력과는 별도로 도시 차원의 기후변화 대응노력이 필요함을 대변하고 있다.

이러한 배경에서 2005년 10월 3일 개발도상국에서 선진국에 이르기까지 세계의 18개 도시 대표들이 영국 런던시청에 모여 기후변화로 인한 불가피한 영향에 대한 적응과 미래의 CO₂ 배출량 삭감 방법론을 논의하기 위한 세계도시 기후정상회의를 개최하였다. 이후 2006년 8월 클린턴기후구상(CCI)³⁸⁾과 Large Cities Climate Leadership Group 상호 간 파트너십 이후 C40로 개명하였다. 전 세계 기후변화에 공동 대응하며, 온실가스 감축에 대한 행동과 협조를 위해 구체적 실천방안 마련에 목적을 둔 C40는 기후변화 대응을 위한 또

37) 2030년 저탄소 사회의 실현과 관련하여 비전(정책지표)은 서울친환경에너지 선언(2007.4.2)과 해외 선진도시들의 저탄소 사회 브랜드 선점동향 등을 참조하여 설정하고, 서울의 탄소 다이어트 잠재력을 평가하여, 달성 가능한 수준의 검토 및 향후 정책지표 설정의 잠재적 대안으로 제시하는 것이 연구의도임.

38) 클린턴재단(CCI, Clinton Climate Initiative) : 경제적, 환경적으로 지속가능한 현지 맞춤형 해결책을 찾고자 전 세계 정부, 기업들과 협력하면서 도시의 에너지 효율 증가, 청정에너지 대규모 공급 촉진, 숲이 흡수하는 탄소의 가치 및 측정 등 3가지 전략 프로그램 분야에 집중하고 있음.

다른 차원의 국제협력의 본보기가 되고 있다. C40 회의를 기점으로 세계 주요 도시들이 2020년~2050년 기간에 설정한 기후변화 대응 정책지표를 정리하면 다음과 같다.

구분	온실가스						신·재생에너지
	1990	2000	2010	2020	2030	2050	
EU	온실가스 배출량 20% 감축 → 60-80%						2020년 20%
런던	온실가스 배출량 15% 감축 → 20% → 25% → 60%						2010년 10% (전기에너지) 2020년 20% (전기에너지)
도쿄	온실가스 배출량 25% 감축 →						2020년 20%
베를린	1992	CO ₂ 배출량 25% 감축 →					2030년 30% 2050년 50%
로스앤젤레스	CO ₂ 배출량 35% 감축 →						2020년 35% (발전에너지)
뉴욕		2005	CO ₂ 배출량 30% 감축 →				
캘리포니아	1990년 수준 →						
파리		2004	CO ₂ 배출량 75% 감축 →				
뉴캐슬	→ 45%						열병합발전, 에너지 효율 향상, 폐기물 에너지 회수
교토	→ 10%						시민, 기업, 행정 파트너십 추진
프라이부르크	→ 25%						대중교통수단 개선 신재생에너지 보급
자브뤼겐	→ 25%						에너지 절약, 열병합발전 통한 지역난방
오를랜드							연간 도시전체 석유소비량 30% 감축

〈그림 5-1〉 주요 외국 도시의 온실가스 감축 목표

3. 지표설정 고려사항

서울시 기후변화 대응 비전은 실현하고자 하는 미래상을 보다 구체화하고, 이를 달성하고자 하는 목표·수단의 연쇄관계를 제시하는 의미도 가지고 있다. 기후변화에 대응하기 위해서는 어떠한 정책수단을 중시하고, 또한 우선적

으로 선택하여야 하는지에 대한 논의가 중요하다. 정책수단의 선택은 ① 시간 변수(단기 및 장기), ② 제도변수(현행법과 장기적 제도개선 사항), ③ 외생변수(외부여건의 변화에 따른 실행가능성 판단 등), ④ 의사결정변수(기후변화 대응, 신재생에너지 보급을 위한 정책의지 정도) 등에 따라 달라질 수 있다.

기본적으로 기후변화 대응 지표 설정은 확인(시간변수), 순응(제도변수), 선택(외생변수) 과정을 거쳐 실현 가능한 지표를 선택하는 것이 바람직하나 이 과정에 앞서 저탄소 사회 실현의 선도적 의미를 제고하고, 또한 집약적 추진을 위해 정책판단(의사결정변수) 과정에 상대적으로 높은 가중치를 부여할 수 있다.

〈표 5-1〉 2030년 저탄소 사회 실현을 위한 서울시 정책지표설정 관련 정책변수 검토

구분	변수내용	검토
시간변수	2030년 목표연도 설정 - 저탄소 녹색성장 기본법 취지와 연계 20년을 계획기간으로 국가에너지기본계획을 5년마다 수립·시행 2050년 정책선언 목표설정 - 국제적 동향과 연계하는 것이 필요하나¹⁾, 국내 저탄소 사회 실현과 관련 법규와는 맞지 않음.	- 서울시 저탄소 사회 실현의 목표연도를 2030년으로 설정하고, 1990년을 기준년도로 설정하여 기준 대비 2030년 목표연도 달성수준을 결정 2050년 선언적 정책목표 설정은 제외(기본계획의 범위를 선택과 집중방식으로 설정)
제도변수	- 신재생에너지 보급 2030년 신재생에너지 보급률 11% 달성(제3차 신재생에너지 국가기본계획) - 기후변화 대응 기본계획 수립2) - 저탄소 녹색성장 기본법2)	서울시 2030년 저탄소 사회 실현전략을 서울형 저탄소 녹색성장 기본계획의 필요조건으로 연계
외생변수	- 그린카 4대강국 전략 - 청정 에너지 기술의 적극 도입	국내외 신기술 개발동향과 적용 가능성을 검토하여, 추가 삭감계획에 반영
의사결정 변수	- 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2) - 저탄소 사회의 조기 실현 및 정착 수요 증대	저탄소 사회 실현목표는 서울 친환경에너지 선언을 수용하되, 저탄소 사회의 조기 실현을 위해 2030년 목표수준을 강화하여 설정

주 : 2050년 의미 : ① 2008년 대비 CO₂ 배출 130% 증가(자료 : 국제에너지기구(IEA), 에너지기술전망보고서), ② CO₂ 배출에 따라 증가한 6℃를 2~2.4℃ 수준으로 제어하기 위해서는 50% 감축(기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC) 보고서), ③ 독일 하일리겐담 G8 정상회의에서 CO₂ 배출량의 50% 감축 검토 등과 같이 최근에는 2050년 장기목표 설정에 대한 관심이 증대하고 있음.

4. 서울시 온실가스 저감 목표수립

서울시 온실가스 배출량 삭감 목표를 설정하기 위해 일차적으로 CAPSS 분류체계에 따라 산정한 서울시 온실가스 배출현황을 살펴보면 1990년 총배출량은 47,587천톤 수준이며, 부문별로는 비산업 부문 52.4%, 제조업 6.1%, 에너지산업 13.3%, 도로·비도로 이동오염원 18.8%로 나타나 비산업 부문과 도로·비도로 이동오염원 부문에서 배출량이 많았다(<표 5-2> 참조).

〈표 5-2〉 서울시 온실가스 배출 현황 및 전망

구분	비산업	제조업	에너지산업	도로비도로	폐기물 시설	합계
1990	24,944	2,889	346	8,946	4,516	47,644
2000	26,755	2,025	600	15,192	4,923	49,495
2010	28,487	1,962	1,507	13,611	1,677	47,245
2020	31,911	1,874	1,630	15,157	2,179	52,750
2030	36,911	1,804	1,898	16,384	2,880	59,275

주 : 1990년, 2000년 온실가스 배출량은 흡수원의 배출량을 제외한 양이며, 2010년~2030년 전망된 배출량은 '서울시 온실가스 저감 기반구축'의 예측량을 활용함.
 자료 : 서울시, 서울시 온실가스 저감기반 구축, 2008.

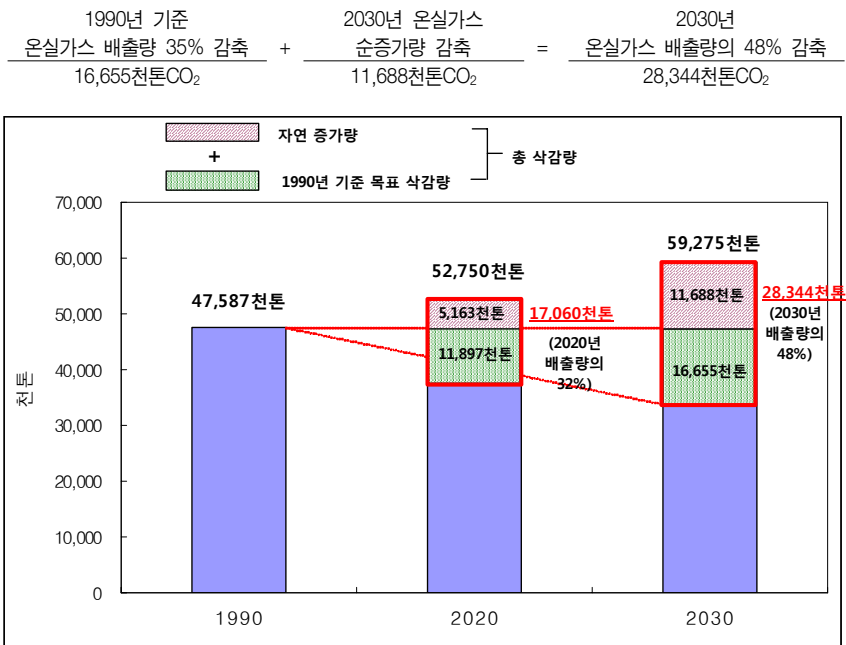
이에 서울시의 일차적인 온실가스 배출저감 대책은 기본적으로 비산업 부문의 에너지 소비 감소대책과 도로·비도로 이동오염원 부문의 교통관리 대책에 우선순위를 두어야 할 것으로 분석되고 있다.

지구환경 보호를 위한 국가 상호 간 온실가스 배출량 삭감협의 논의와 더불어, 지방자치단체 중심의 온실가스 배출량 감축노력이 활발하게 전개되고 있음은 선진도시의 사례분석을 통하여 이미 파악되었다. 이에 맑고 매력있는 환경도시로서의 서울시 역할과 참여를 제고하고 한편으로 도시지역 온실효과와 하나인 도시열섬 현상을 완화시키며, 서울 친환경에너지 선언의 계획목표를 수용하는 것을 원칙으로 하여 감축추세를 반영하되, 2030년 계획기간의 목표수준을 한층 강화하는 온실가스 배출량 저감 시나리오를 다음과 같이 설정하였다.

1) 시나리오 1

(1) 목표 : 온실가스 배출 1990년 기준 35% 감축

시나리오 1은 해외 선진도시들의 지표설정 동향과 서울 친환경에너지 선언의 정책지표 연장 등을 감안하여 2030년 저탄소 사회 실현과 관련된 필요조건으로 35% 정책지표를 설정한 것이다. 이를 온실가스 배출량 저감수준으로 살펴보면, 2030년의 CO₂ 배출량을 1990년과 비교하여 35% 저감을 고려할 경우 1990년 배출량의 35% 수준인 16,655천톤CO₂와 1990~2030년 기간 동안의 순배출 증가분인 11,688천톤CO₂를 합산한 59,275천톤CO₂을 감축해야 하며, 이는 2030년 CO₂ 배출총량의 48% 수준에 해당된다.



〈그림 5-2〉 서울시 온실가스 배출량 감축 시나리오 1 : 1990년 기준 35% 삭감

(2) 달성계획³⁹⁾

2030년 배출량을 1990년 기준 35% 감축하는 목표를 설정할 경우 기후변화 대응 주요 사례의 성과 분석 결과, 목표의 71.9%인 20,376천톤CO₂ 정도를 삭감할 수 있는 것으로 분석되었으며, 35% 감축 목표를 달성하기 위해서는 7,968천톤CO₂ 정도를 추가로 삭감하여야 한다.

서울시의 온실가스 배출은 주로 비산업 부문의 에너지 소비와 도로·비도로 이동오염원 부문에서 이루어지므로 에너지 부문과 교통부문에서 추가 정책들을 시행하는 것이 필요하다.

우선적으로 공공기관과 상업건물의 실내 조명을 LED 조명으로 교체할 경우 약 327천톤CO₂를 추가로 삭감할 수 있다.

그리고 전기, 가스, 수도, 난방열 등의 사용량을 실시간으로 확인할 수 있는 ‘스마트 계량기(Smart meter)’, 대기전력 차단기와 고효율 전기기기를 보급 확대할 경우 약 3,373천톤CO₂의 삭감이 가능하다.⁴⁰⁾

교통부문 관리대책으로는 현재 시행되고 있는 혼잡통행료 징수제도와 기업체의 교통수요관리를 확대하여 승용차 일평균 통행량의 10% 정도를 감소할 경우 약 1,561천톤CO₂의 삭감이 예상된다.⁴¹⁾ 그리고 2030년 승용차의 약 3.5%에 해당되는 15만대 정도의 수소연료 전지차를 보급할 경우 213천톤CO₂ 정도를 삭감할 수 있다.⁴²⁾ 근거리 보조교통 수단인 자전거 이용의 활성화 사

39) 『서울 친환경에너지 기본계획』의 온실가스 감축계획에 제시된 보급물량과 삭감효과를 반영함.

40) 스마트계량기를 설치할 경우 연간 3~10% 가량의 에너지가 절감되는 것으로 알려짐(<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4754109.stm>). 2030년 391만 가구에 대해 스마트계량기를 보급할 경우 312천TOE 에너지 절감과 온실가스 1,022천톤CO₂ 정도를 삭감할 수 있음. 대기전력 차단기 보급의 경우 오락 및 정보 전자제품의 대기전력만을 차단한다고 가정하여 전체 대기전력의 77%를 차단하면 463천톤CO₂를 삭감할 수 있는 것으로 예상됨(자료: 서울시, 서울 친환경 에너지 기본계획 2030, 2009)

41) 도심과 강남 및 여의도 지역에 혼잡통행료 징수제를 확대하고, 전차테크 발급을 통한 승용차 요일제 참여차량을 100만대로 확대, 상업지역의 70%까지 주차상한제 확대, 기업체의 교통수요관리를 확대, 개선할 경우 2030년 승용차 통행량을 10% 감소할 수 있음. 이러한 승용차 통행량 감축 계획에 따른 온실가스 배출량을 휘발유 차량 기준으로 산정할 경우 1,561천톤 정도를 삭감할 수 있음(자료: 서울시, 서울 친환경 에너지 기본계획 2030, 2009)

업의 하나로 공영자전거를 도입해 대중교통과의 환승시스템(Park&Rdie)을 구축할 경우 약 749천톤CO₂의 삭감이 예상된다.⁴³⁾

현재 자원회수시설의 가동률은 76% 정도이나 연간 이용율은 58%이므로,⁴⁴⁾ 이용율을 90%로 향상시킬 경우 372천톤CO₂ 정도를 추가로 삭감할 수 있다.

시민참여 부문으로 탄소마일리지제, 에너지 절약, 녹색구매 등에 관한 교육과 홍보를 통한 시민들의 실천으로 약 1,628천톤CO₂의 삭감이 가능한 것으로 분석되었다.

상기와 같이 2030년까지 건물 및 도시관리 부문과 교통부문의 기후변화 대응 정책을 추가적으로 시행할 경우 9,559천톤CO₂ 정도가 추가로 삭감되어 1990년 대비 35% 삭감 목표를 달성할 수 있는 것으로 나타났다(<표 5-3> 참조).

〈표 5-3〉 1990년 기준 2030년 온실가스 배출량 35% 삭감 시나리오 달성계획

부문	정책	삭감량(천톤CO ₂)
에너지부문	공공기관, 기업, 실내 조명 LED 교체	327
건물 및 도시관리	스마트계량기 보급 확대	1,022
	대기전력차단기 보급 확대	463
	고효율 전기기기 보급 확대 : 5% 에너지 절감	1,887
자원대책	자원회수시설 이용률 증대 : 90%	372
교통대책	교통수요대책 : 혼잡통행료, 기업체 교통수요관리	1,561
	수소전기차 15만대 보급	213
	자전거 활성화 : 공영자전거 12만대 도입	749
시민참여	생활 실천으로 에너지 절약	1,628
합계		8,222

42) 휘발류차 1km 주행거리당 온실가스 배출량을 196CO₂-g/km, 연료전지의 온실가스 배출량은 15.6CO₂-g/km이므로, 수소연료전지차 1대를 보급할 경우 180.4CO₂-g/km 정도를 삭감할 수 있음(www.jhfc.jp 자료 참조).

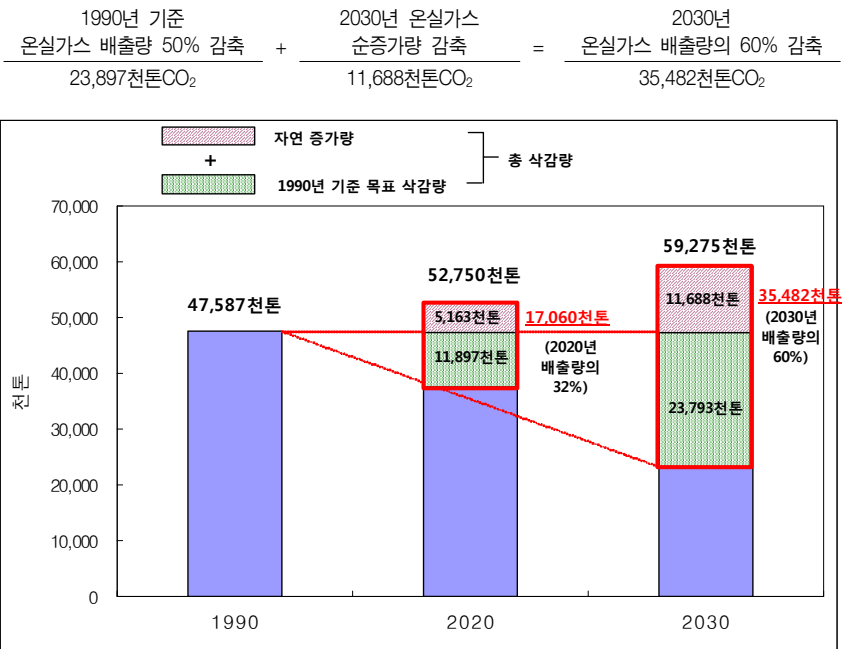
43) 공영자전거 12만대를 도입할 경우 승용차 통행량대비 201천TOE의 에너지 절감이 예상되며 이에 따른 온실가스는 749천톤 정도 삭감될 수 있음.

44) 각 자원회수시설의 가동률은 2008년 말 기준으로 강남(89%), 양천(76%), 마포(74%), 노원자원회수시설(65%) 순이며, 자원회수시설의 이용률은 강남 290일(79%), 마포 267일(73%), 양천 318일(87%), 노원자원회수시설 250일(68%)임(자료 : 서울형 저탄소 녹색성장 마스터플랜 내부자료).

2) 시나리오 2

(1) 목표 : 온실가스 배출 1990년 기준 50% 감축

시나리오 2는 해외 선진도시들의 지표설정 동향과 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2)에서 제시된 정책지표 연장 등을 감안하여 2030년 저탄소 사회 실현과 관련된 충분조건으로 50% 정책지표를 설정하는 것이다. 이를 온실가스 배출량 저감수준으로 살펴보면, 2030년에 1990년의 배출량과 비교하여 50%의 배출량 저감을 고려할 경우 1990년 배출량의 50% 수준인 23,897천톤CO₂와 1990~2030년 기간 동안의 순배출 증가분인 23,793천톤CO₂를 합산한 59,275천톤CO₂로, 이는 2030년 CO₂ 배출총량의 60%에 해당한다.



〈그림 5-3〉 서울시 온실가스 배출량 감축 시나리오 2 : 1990년 기준 50% 삭감

(2) 달성계획

2030년 배출량을 1990년 기준 50% 감축하는 목표를 달성하기 위해서는 15,106천톤CO₂ 정도를 추가로 삭감해야 한다. 이러한 추가 삭감량은 35% 감축 목표 달성을 위한 대응 정책들과 신재생에너지 보급 확대를 최대한 함께 추진할 경우 달성이 가능할 것이다.

우선적으로 공공기관과 상업건물 조명의 LED 교체를 가정 부문으로 확대하고, 옥외광고판 정비, 가로등과 보행등의 격등제 실시를 통해 약 663천톤 CO₂의 삭감이 가능하다. 그리고 발전용 연료전지, 지열, 태양광발전을 추가적으로 설치할 경우 568천톤CO₂를 삭감할 수 있다.

건물 및 도시관리 대책 가운데 하나로 연면적 5,000m² 이상인 공동주택과 상업 건축물을 대상으로 에너지 진단을 실시하여 시설을 개선할 경우 약 721천톤CO₂의 추가 감축이 예상된다.⁴⁵⁾

교통대책으로는 시나리오 1보다 수소연료 전지차와 공영자전거를 각각 5만 대 정도 추가 보급하고, 승용차, 택시, 버스 등이 전기차로 대체하여 보급할 경우 4,516천CO₂ 정도를 추가 삭감할 수 있다.

또 자원회수시설용량 900톤/일을 확충하고,⁴⁶⁾ 이용율을 95% 수준으로 향상시킬 경우 509천톤CO₂ 정도를 삭감할 수 있는 것으로 분석되었다.

그리고 시민들의 적극적인 에너지 절약 참여, 에코드라이브 정착, 계절형 복장 착용, 인센티브 전력수요 관리 등을 통해 2,574천톤CO₂ 정도를 삭감할 수 있다.

이와 같이 기후변화 대응 정책들을 보다 확대 추진할 경우 총 15,113천톤 CO₂ 정도가 추가로 삭감될 경우 50% 삭감 목표 달성이 수치적으로는 가능한 것으로 분석되었다.

45) 에너지 진단결과에 따라 설비를 개선할 경우 공동주택의 경우 전력에너지의 8%, 상업 건축물의 경우 10% 정도를 절감할 수 있음(자료 : 서울시, 서울 친환경에너지 기본계획 2030, 2009).

46) 현재 1일 2,850톤의 가연성폐기물 소각능력을 900톤/일 정도를 확충하여 3,750톤/일로 확대함(자료 : 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜).

다만, 상기와 같은 계획에 의해 50% 삭감 목표는 달성할 수 있으나, 신재생 에너지를 추가 보급하는 데에는 많은 사업비가 필요하고, 자원회수시설 추가 건설을 위한 입지를 확보하는데 어려움이 있다. 또한 시민 참여에 의한 삭감량 비중이 전체 추가 삭감량의 17% 정도를 차지하게 되어 민간부문의 과도한 부담요인으로 작용하게 될 것으로 보인다. 즉 신재생에너지 보급을 확대하기 위해 국가와 서울시의 비용 지원 또는 민간 자본 유치, 기타 인센티브 제공 등과 같은 경제적·제도적 차원의 지원과 적극적인 시민참여 없이는 온실가스 50% 삭감 목표의 설정은 실행계획의 타당성을 현저하게 떨어뜨릴 것으로 판단된다.⁴⁷⁾

〈표 5-4〉 1990년 기준 2030년 온실가스 배출량 50% 삭감 시나리오 달성계획

부문	정책	삭감량(천톤CO ₂)
에너지부문	공공기관, 기업, 가정 실내 조명 LED 교체 옥외광고판 정비 가로등 및 보행등 고효율	663
	신재생에너지 보급 확대 : 연료전지=발전용 300MW 추가 지열(공공+민간)=16+600천kw 추가 태양광(공공+민간)=100+100천kw 추가 바이오가스, 매립가스, 성형탄, 풍력 보급	568
건물 및 도시관리	스마트계량기 보급 확대	1,022
	대기전력차단기 보급 확대	463
	고효율 전기기기 보급 확대 : 6% 에너지 절감	2,264
	에너지 진단 및 설비개선	721
자원대책	자원회수시설 확충 : 900톤/일	117
	자원회수이용률 증대 : 95%	392
교통대책	교통수요대책 : 혼잡통행료, 기업체 교통수요관리	1,561
	수소전기차(200,000대) 보급	295
	전기차(승용차) 622,000대 보급	2,034
	전기차(버스 11,000대, 택시 39,000대) 보급	2,099
	자전거 활성화 : 공영자전거 17만대 도입	1,061
시민참여	생활 실천으로 에너지 절약 / 계절형 복장 / 인센티브 전력수요관리	2,574
합계		15,113

47) 서울시 2030년 온실가스 감축목표는 [시나리오 1]의 달성가능 수준과 [시나리오 2]의 한계수준을 감안하면, 향후 35%~40% 수준의 다소 공격적인 목표설정도 가능할 것으로 판단됨.

제3절 기후변화 대응 정책과제

1. 저탄소 녹색성장 목표관리제(BSC with Low Carbon Green Growth) 도입

서울시 성과목표 관리제에 ‘저탄소 녹색성장’ 계획관리 요소를 추가하여, 서울시정 전반의 사업 추진효과를 저탄소 녹색성장과 연계하는 것을 의미한다. 이는 저탄소 녹색성장 관련 요소를 예산사업에 반영하고 평가하는 예산운영의 변화를 통해 서울시정을 Carbon Diet System으로 전환하는 효과를 기대할 수 있다. 이에 서울시는 단기적으로는 저탄소 녹색성장 목표관리제의 도입기반을 구축하고, 장기적으로는 저탄소 녹색성장 목표관리제도를 도입 및 운영(2~3년 후)하는 것이 필요하다.

2. 저탄소 녹색성장 기반사업 육성·지원재단(일명 : 인큐베이터)의 설치 운영

서울시는 에너지 소비와 온실가스 발생을 줄이는 녹색기술(GT)을 검증하기 위한 테스트베드로서 최적의 조건을 갖추고 있는 도시이다.⁴⁸⁾ 그린카, LED, 고효율 에너지절약 건물 등의 GT 사업들을 시범 실시함으로써 국가 신성장 동력산업을 선도하고 국가경쟁력을 강화시킬 뿐만 아니라 전 세계 녹색기술 전시장으로의 전환까지 가능하다.

이러한 저탄소 녹색성장을 견인하기 위한 기반을 구축하기 위해 서울시는 녹색산업을 유치 또는 창출할 수 있는 녹색재단을 설치·운영하여 관련 벤처

48) 2008년 서울시 총인구는 10,200,827명으로 전국 대비 20.59%, 인구밀도는 16,211명/km²로 전국 평균인 474.5명/km²의 40배 수준, GRDP는 2007년 170조원으로 전국 대비 21.18%, 건물은 667,715동으로 전국 대비 10.33%, 운수업 종사자수는 368,959명으로 전국 대비 35.13% 수준임.

업체의 창업과 운영을 지원하는 것이 필요하다. 다만, 재단의 설치 및 운영에 필요한 녹색기금은 저탄소 녹색성장 특별회계나 기금으로 운영하거나, 현재 운용되고 있는 기후변화기금⁴⁹⁾ 조례 개정을 통해 녹색성장 산업에 대한 융자·지원 항목을 추가하여 활용할 수 있다. 이에 서울형 녹색산업의 확인·분류, 인큐베이터 설립을 위한 재원 마련과 관련 제도의 정비, 그리고 녹색재단의 운영 등의 절차에 대한 검토가 필요하다.

3. 탄소중립형 도시 및 성장관리

일정규모 이상의 단지·획지개발에 대해서는 영국 런던에서 시행하고 있는 “zero carbon, low carbon development” 개념 적용이 필요하다.⁵⁰⁾ 이를 바탕으로 도시 전체를 장기적으로 저탄소 도시로 재생하여, 성장관리를 유도하는 것이 필요하다. 특히 이산화탄소 배출을 최소화하는 ‘탄소중립형 도시’로 개발하기 위해, 택지개발, 뉴타운, 재정비 사업 등 서울시의 도시개발 사업을 대상으로 태양광이나 풍력, 지열 등 신재생에너지 공급을 확대하고, 에너지절약형 생태주거단지를 조성하도록 한다.

이와 같은 탄소중립형 도시를 개발하기 위해서는 제로탄소, 저탄소 단지개발 가이드라인과 온실가스 감축 및 신재생에너지 사용 촉진을 위한 시공 가이드라인 작성이 필요하다.

49) 온실가스 저감, 신재생에너지 개발 보급 및 도시가스 보급촉진을 통한 시민생활 편익증대와 대기질 개선을 위하여 1992년 10월 14일 「서울특별시 기후변화 기금의 설치 및 운용에 관한 조례」(제2865호)를 제정하였고, 몇 차례의 개정을 거쳐 2007년 10월 1일에 전면 개편하였음. 도시가스 보급을 위한 지원사업을 계속 수행하면서 온실가스 배출량을 줄이기 위한 연구, 기술개발 및 관련사업지원, 신재생에너지 개발 이용보급을 장려하기 위한 사업지원, 고효율 에너지 기자재 교체사업, 빈곤층에 대한 에너지 지원 사업을 확대하는 것이 기금운용의 기본 방침임.

50) “Towards Zero Carbon Developments : Supportive Information for Boroughs(2006.6)”, “Financing London’s Low Carbon Future : options for a low carbon leasing company(2008. 12)”

4. 저탄소 녹색건물 건축기술 육성

현행 BRP(건물에너지합리화사업)의 효율적 추진과 관련하여 기후변화 대응 뿐만 아니라, 저탄소형 도시개발에 필요한 핵심기술을 종합적으로 연계 시행하는 패키지 방식을 도입하도록 한다. 이는 현재 시행되고 있는 BRP의 진단 및 평가, 효율성 제고 측면에서 장점을 가질 수 있기 때문이다. 관련 항목으로는 옥상녹화, 벽면녹화, 태양광 등 신재생에너지 보급, 친환경건축자재 사용, 친환경건물구조 및 배치, 건물에너지 이용총량제 도입 등이 있다.

특히 개별·산발적으로 시행되고 있는 사업내용을 면밀히 검토·종합하여 저탄소 녹색건물 건축의 표준모델을 단기간(2년 내)에 개발한 연후에 이 모델에 따른 건물신축·관리 시 인센티브를 부여하는 방안과 함께 관련 법규 정비도 검토하여야 할 것이다.

5. 저탄소 녹색교통 기술 및 시스템 구축

2007년 전체 에너지 소비량의 33.1%, 온실가스 배출량의 28.5% 정도를 차지하고 있는 교통(도로·비도로 이동오염원) 부문은 저탄소 녹색성장을 위한 잠재력이 가장 높다. 특히 그동안 서울시가 시행하여 왔던 대중교통 중심 도시 정책에서 도약하여 그린카와 대중교통을 중심으로 가장 청정한 교통수단, 가장 편리한 대중교통을 갖춘 녹색교통 시스템을 구축하도록 한다.

대중교통 서비스 개선과 인프라 확충(지하철, 광역 신교통수단, 환승시설 등), 강력한 교통수요 관리정책(승용차 요일제, 혼잡통행료 제도)으로 서울시 내 자동차 운행을 대중교통으로 전환시키는 것과 함께 전기차와 연료전지 등 배출가스 제로의 무공해차 보급, 자전거 등 녹색교통수단 활성화, LED 교통신호등·도로조명과 같은 친환경 저탄소배출 교통시설물 확대를 통해 서울시 대기질을 개선하고 지속가능한 저탄소 녹색교통체계를 구현하는 것이 필요하다.

6. 에너지 센서스 실시로 기초자료 확보

국가 및 지방자치단체의 에너지 대책 시행에 있어 에너지 이용과정에서 절약과 효율적 이용을 유인할 수 있는 실질 내용을 파악할 수 있도록 가장 기본적인 자료구축이 필요하다. 현행 국가 및 지방자치단체 통계에 연계하여 추진할 수 있으나, 실제 이용할 수 있는 에너지 통계자료의 확보 측면에서는 별개의 상세한 기초자료가 확보되어야 한다.

이러한 기초자료 확보를 위하여 서울시 에너지 표준통계모델을 만들어 정기적(3년 단위)으로 에너지 기초자료 조사를 시행하는 방안을 검토하는 것이 필요하다.

7. 기후변화 적응 및 예방 건강도시 증진 프로그램 운영

이 프로그램은 기후변화 적응을 위한 제반대책의 시행효과를 건강도시에 비유한 것으로, 관련 적응계획을 마련하여 대비할 수 있는 프로그램 개발 운영이 필요하다. 실질적 적응대책에 앞서 일차적으로 기후변화 취약 부분의 평가부터 효율적 적응 및 관리대책, 대책의 효과성 평가까지 총괄하는 기후변화 적응 관리 시스템이 구축되어야 한다.

서울시는 중앙정부, 학계·의료계 등 분야별 전문집단과의 공동협력 체계를 구축하여 포럼을 구성하고 정기적으로 운영함으로써 기후변화 전반에 관한 정책 방향의 점검·보완 및 적응 사업 발굴 등의 역할을 공동으로 수행하고 긴급 상황 발생시 신속한 대처가 이루어질 수 있는 시스템을 구축·운영하여야 할 것이다.

이와 함께 기후변화에 초기 대응할 수 있도록 분야별 행동지침서(매뉴얼) 작성·보급, 인터넷 홈페이지 및 온라인상의 기후변화 적응 도우미 운영, 시민들을 대상으로 한 합리적 대처요령 교육 등 시민·지역 맞춤형 프로그램의 개발을 적극 검토하여야 한다.

8. 기후변화 대응 교육, 학습체험, 문화프로그램 기획

환경부의 2007년 기후변화 인지도에 대한 조사 결과에 의하면, 조사대상 97%는 기후변화에 대한 인식은 하고 있으나 인지도는 낮은 것으로 나타났다.⁵¹⁾ 비산업부문과 도로 이동오염원 부문에서 발생하는 온실가스 비중이 높게 나타나고 있는 서울시의 경우 주요 배출원인 동시에 문제 해결자로서 시민 역할이 중요하므로 에너지 소비 주체 개개인이 에너지 절약을 실천할 수 있도록 유도하여야 한다.

또한 저탄소 하우스 등 해외의 체험관 사례를 벤치마킹하여 기후변화·에너지 체험 및 교육관 건립·운영, 난지 에너지랜드마크·마곡그린에코 시티·신축 예정인 에너지자립도가 높은 서울신청사를 연계한 Green Tour 개발, 교육부처와 공조하여 기후변화 및 녹색소비 관련 교육 프로그램을 포함한 환경 과목의 교육, 찾아가는 기후변화 교육센터 운영과 같은 직장 및 단체 교육 프로그램이 마련되어야 한다.

이와 함께 기후변화 대응 자가진단 프로그램 개발 및 이용을 유도하기 위해 탄소배출 자가진단 프로그램(Carbon Calculator)을 개발하여 기후변화 실무 담당자와 일반 시민들에게 기후변화 유발요인의 파악과 효과적 대응에 필요한 기초정보(에너지 소비, 온실가스 배출원과 배출량 산정, 효과 평가 등 전반적인 정보)를 제공하도록 한다.

51) 환경부가 전국의 13세 이상 1천 명을 대상으로 ‘기후변화 국민의식’을 조사한 결과에 따르면 조사대상의 97%가 기후변화에 대해 알고 있었고, 92.6%는 기후변화 정도가 심각하다고 응답하였음. 또 기후변화의 주요 영향으로 ‘해수면 상승(92.6%)’, ‘태풍·집중호우(94.6%)’, ‘봄꽃 개화시기 변화(90.7%)’ 등을 들었지만, 기후변화의 주요 원인에 대해서는 ‘화석연료 사용(85.7%)’, ‘산림황폐화(90.6%)’ 등을 꼽아 낮은 인지도를 보였음(자료 : 배철민, 기후변화 대책마련 서둘러야, 위터저널, 2007. 5).

9. 폐기물 자원화 사업

금은 금광석 1톤에서 추출할 수 있는 양이 5g인데 반하여 PC 1톤에서는 52g, 휴대전화 1톤에서는 금광석의 80배에 해당되는 400g을 추출할 수 있어 폐가전 제품은 「도시 속의 광산」이라고 불린다. 현재 서울시의 폐가전제품 발생량은 약 1,288만대로서 이 가운데 81만대(5% 수준)가 재활용되고 나머지는 소각 처리되고 있다. 서울시는 이처럼 쓸모없이 폐기되는 폐가전제품에서 금, 은과 같은 금속과 필라뮴, 인듐, 탄탈륨 등 희귀금속을 추출해 자원화하는 「도시광산화 프로젝트」를 추진하고 있다. 이 프로젝트를 확대 시행하기 위해서는 재활용 관련 시설과 연계하여 희귀금속 회수시설의 설치·운영을 적극 검토해야 한다.

이러한 도시광산화 프로젝트의 확대 시행은 서울시에서 차별성을 갖고 시행할 수 있는 선도 사업으로서 자원절감 및 일자리 창출 등의 경제 활성화와 함께 폐기물 매립 및 소각으로 발생하는 온실가스 감축도 가능한 것으로 판단된다.

10. 배출권 거래 및 탄소금융시장 유치

동북아 탄소금융시장의 허브로서 성장하기 위한 차원에서 SCER(Seoul Certified Emission Reduction) 제도를 도입하여 서울시에서 발생하는 온실가스 감축분을 서울시가 구매하는 것을 검토해야 한다. 또한 이를 위해서는 각종 금융지원과의 연계가 필요하므로 국내 최대의 금융 중심가인 여의도에 동북아 탄소배출권거래소를 유치하는 방안을 적극 검토하여야 할 것이다.

※ 보고서의 서울시 온실가스 배출량 부문 관련 일부 표기 오류를 수정함(p.v, p.41~49, p.156, p.198~200, p.207, p.221).

제6장 결론 및 정책건의의

제1절 결론

제2절 정책건의의

제 6 장

결론 및 정책건의

제1절 결론

1. 연구배경과 목적

도시는 세계에너지 이용과 온실가스 배출의 주된 주체로 지적되고 있다 (Janet Sawin, World Watch Institute). 또한 도시성장에 따라 지구온난화물질의 80%를 배출하여 기후변화 영향을 더욱 증대시킬 것으로 예상된다. 최근의 유엔 통계자료에 의하면 2008년 전세계 인구의 절반 이상(33억명)이 도시에 거주하고, 2030년에는 약 50억명에 이를 것으로 예상됨에 따라 향후 도시가 실질적으로 선도하는 기후변화 대응이 절실한 실정이다.

한편 정부는 「저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)」 국가비전의 수립(2008.8.15), 기후변화대응 종합기본계획 및 국가 기후변화 적응 종합계획 발표(2008.12), 「저탄소녹색성장기본법(안)」 입법예고(2009.1.15) 등 저탄소 녹색성장 정책을 본격적으로 추진하고 있다. 정부의 「저탄소 녹색성장」 정책을 실질적으로 선도하고, 기후변화 대응을 위한 국제적 노력에 동참하기 위해서는 서울의 특성을 감안한 저탄소 사회실현 기반이 구축되어야 한다.

그리고 서울시 탄소 배출량 저감을 위한 중·장기 배출원 관리계획을 수립

하고, 이를 효과적으로 달성하기 위한 중장기적 추진전략을 마련하는 것이 필요하다. 또한 저탄소 사회 실현의 비교 경쟁력을 확보하기 위한 방안도출의 일환으로 선진 외국도시에서 현재 추진 중인 사례수집과 분석 수행도 요구되고 있다.

서울 친환경 에너지 선언(2007.4.2), 「C40 기후리더십 그룹」 제3차 정상회의 서울 유치, 「서울 친환경 건축 기준」 발표(2007.8.16), 기후변화기금 조성계획(2007.8.23) 등 기후변화 대응을 위한 서울시의 노력이 더욱 강화되고 있다. 이런 가운데, 향후 서울을 저탄소 배출도시로 실현하려고 하는 정책목표에 맞추어 추진할 수 있는 기본전략과 실행방안을 마련하는 것이 필요하다.

기후변화에 능동적으로 대응하기 위한 저탄소 배출도시 추진전략의 마련은 기본적으로 도시의 탄소배출요인을 파악하는 것을 전제로 할 뿐만 아니라, 전통적 에너지 자원의 절약과 효율적 이용, 그리고 신재생에너지와의 대체 이용 등을 포함하기 때문에, 이를 정량적으로 진단하기 위해서는 사업의 성과분석 및 비전에 대한 전략적 검토가 요구된다.

한편으로는 선진도시의 기후변화 대응능력의 원용이 필요하다. 선진도시의 탄소배출 감축 추진전략은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫째, 탄소 배출원의 관리 정보시스템 구축, 온실가스 감축목표의 단계별 설정 등 체계적이고 전략적인 환경정책을 추진하고 있다. 둘째, 저탄소 사회를 실현하기 위해 환경부하를 줄이는 에너지 정책—에너지 소비저감 및 효율 증대, 에너지 대체, 에너지 재생 등의 탄소배출을 최소화하는 선택과 집중이란 전략을 추진하고 있다.

이 연구는 맑고 매력있는 세계도시로서 향후 서울의 미래경쟁력 강화의 일환으로 저탄소 사회 실현을 위한 방향설정과 추진전략을 도출하기 위해 탄소 배출 요인분석과 전망을 바탕으로 행동계획의 성과분석 및 비전수립을 검토하고자 한다. 이는 현행 기후변화 대응 추진계획의 진단 및 타당성 확보를 위한 기초 자료로 활용하며, 또한 저탄소 배출도시 실현을 위한 준거 및 정책수단으로도 활용할 수 있기 때문이다.

2. 주요연구 성과

1) 서울시 에너지 소비총량의 변화

1998년 외환위기는 서울 경제의 위축과 함께 에너지 소비총량의 지속적인 감소요인으로 작용하였으며, 감소한 에너지 소비총량은 2003년부터 현재까지 다소 증가하고 있으나, 아직까지 1997년 수준을 회복하지 못하고 있다. 에너지 소비총량의 감소는 에너지 절약, 신재생에너지 이용 등으로 인한 일부 감소요인이 있으나, 소비총량의 절대적 감소는 경제위기에 의한 소비감소 때문인 것으로 판단된다.

에너지원별 소비 점유비율의 시기적 특성이 나타나고 있다. 국내경기의 위축과 고유가, 환경규제 강화 등에 따른 영향으로 인하여 1990년~2007년 기간 동안 총괄 연료 총량에서 높은 비중을 차지하던 경유와 등유의 소비량이 2000년 이후 꾸준히 감소하고 있는 추세이다. 이와는 달리 친환경 연료로 인식되는 LNG와 LPG의 사용은 지속적으로 증가 추세를 보이고 있으며 2007년 전체 연료 소비량의 42.9% 정도를 차지하고 있다.

신재생에너지 생산량은 1997년 50,203TOE에서 2007년 189,867TOE로 연평균 18.3%씩 증가하여, 향후 생산량의 급속한 증가가 예상된다. 다만, 전체 신재생에너지의 90% 이상을 폐기물과 바이오에너지로 구성한 Energy mix에서 벗어나, 향후에는 수소연료발전, 지열 등 더욱 다양한 신재생에너지의 보급 확대가 필요하다.

2) 서울시 에너지 소비지수의 변화

서울시 에너지 소비 현황을 주요 에너지 지표로 살펴보면 1인당 최종에너지 소비량은 1997년까지 증가하다 IMF 사태 이후 감소한 이후 경제회복과 침체의 영향으로 소비량 증감을 반복하고 있다. 다만, 1인당 최종에너지 소비량은 최근의 경제침체에도 불구하고 다소 완만한 증가 추세를 보이고 있어, 에너지

소비수준의 감소를 위한 대책이 필요함을 시사하고 있다.

한편 에너지원별 소비 점유비율의 변화에서 나타난 바와 같이, 1인당 에너지원별 소비를 살펴보면 1인당 석유소비량은 1990년 0.85TOE에서 2007년 0.63TOE로 25.2% 감소한 반면, 도시가스 소비량은 1990년 0.05TOE에서 2007년 0.49TOE 수준으로 괄목할만한 증가세를 보이고 있다. 1인당 전력소비량은 1990년 0.13TOE/인에서 2007년 0.36TOE/인으로 172.2% 정도 급증하여, 향후 최종에너지 관리에서 가장 주목하여야 할 것으로 판단된다.

3) 서울시 온실가스 배출현황

서울시 온실가스 배출량은 1990년 47,587천톤에서 2007년 45,622천톤으로 1,964천톤(약 4.1%) 정도 감소한 것으로 분석되었다. 이는 1990년 주로 사용된 석탄계 에너지의 연료전환, 환경규제 강화에 따른 경유와 등유, 병커C유의 소비량 감소, 매립지에서 발생하는 메탄의 감축 및 서울시의 에너지 절약 노력 등의 효과로 판단되며 향후 서울시 정책에 따라 감소의 폭이 더욱 증가할 것으로 예측된다.

서울시의 온실가스 대부분은 에너지 부문에서 배출되고 있다. 이를 부문별 온실가스 배출비중으로 살펴보면 1990년 비산업 52.4%, 도로·비도로 이동오염원 18.8%, 에너지산업 13.3%, 매립지 8.9%, 제조업 6.1% 순으로 나타났다. 2007년에는 온실가스 배출비중이 비산업 62.2%, 도로·비도로 이동오염원 28.1%, 제조업 5.1%, 에너지산업 2.2%로 1990년 대비 비산업과 도로·비도로 이동오염원의 비중이 증가한 반면 에너지산업, 제조업 부문의 비중은 감소한 것으로 나타났다.

4) 서울시 기후변화 대응 주요사례 성과분석

서울시의 기후변화 대책들과 시민 참여를 반영하여 연도별로 CO₂ 삭감량을 산출하였다. 서울 친환경 에너지 선언에서 공표한 1990년 대비 2020년 온실가

스 25% 감축을 위해서는 자연증가분과 삭감량을 제외한 2020년 CO₂ 배출총량(52,750천톤)의 32%에 해당되는 17,060천톤을 삭감해야 한다. 그리고 이를 한 하여 1990년 대비 2030년 온실가스 35% 감축을 위해서는 2030년 서울시의 CO₂ 배출량으로 예측된 59,275천톤의 48%에 해당되는 28,344천톤을 삭감하여야 한다.

서울시의 온실가스 저감 목표를 달성하기 위한 기후변화 대책들을 통해 2020년 11,767천톤, 2030년 20,376천톤 정도를 삭감할 수 있는 것으로 분석되었으며, 이는 목표 삭감량 대비 각각 69%, 71.9%에 해당되는 수치이다.

부문별 삭감 효과를 살펴보면 2020년에는 에너지 부문 25.5%, 교통 부문 10.3%, 시민참여 부문 13.1%로 시민참여 부문의 효과가 크게 나타난 반면 2030년에는 에너지 부문 31.0%, 건축물 부문 12.0%, 교통 부문 12.5%로 시민참여 부문보다는 서울시의 기후변화 대책들의 효과가 더 크게 나타나고 있다.

5) 해외 사례분석

현재 선진 해외 도시들의 기후변화 대책을 종합하여 분석하면 다음과 같이 5가지 측면으로 요약할 수 있다. 이에 비추어, 향후 서울시는 탄소 배출원의 관리 정보시스템을 구축하고, 온실가스 감축목표의 단계별 설정 등 체계적이고 전략적인 환경정책을 추진하며, 저탄소 사회를 실현하기 위해 환경부하를 줄이는 에너지 정책—에너지 소비저감 및 효율 증대, 에너지 대체, 에너지 재생 등의 탄소배출을 최소화하는 선택과 집중이란 전략을 추진하는 것이 필요하다.

첫째, 경제와 사회, 환경을 포괄하는 통합적인 이슈로서 지역의 지속가능한 발전을 실현하는데 중요한 과제인 지구온난화 및 기후변화에 능동적으로 대처하기 위해 도시의 특성과 여건을 고려하여 국가의 정책목표와 비교하여 한층 강화된 온실가스 감축목표 수립이 필요하다.

둘째, 저탄소 사회를 실현하기 위해 교통, 가정, 상업 등 에너지 소비 부문에

대한 선택과 집중으로 기후변화 대응 효율성을 제고하는 것이 바람직하다. 이에 서울시는 신재생에너지 비율 확대, 에너지 고효율화, 버스전용차로 등 대중교통 우선의 정책, 자전거 이용 활성화, 그린카 보급 및 대체연료 보급, 친환경 건축 설계 가이드라인 적용, 에너지고효율 설계 건물에 대한 인센티브 제공 등 친환경적 건축물 보급 확대와 건물 에너지합리화 사업 등의 선택과 집중으로 실행계획들을 추진하는 것이 필요하다.

셋째, 기후변화 대응을 효과적으로 추진하기 위해서는 인프라 구축과 함께 세부 정책을 추진하는데 기본이 되는 법적 근거와 재정을 확보하고 이를 수행하는 전담 조직 체계를 구성하여야 한다.

넷째, 시민의 실천 활동을 활성화하기 위해서는 공공기관이 온실가스 감축을 위한 기반을 선도적으로 구축하여 기업, 시민단체들의 자발적 참여를 유도함으로써 온실가스 저감뿐 아니라 지역발전을 위한 거버넌스의 중요한 토대로 활용해 나가야 한다.

마지막으로 기후변화 대응을 위한 정책추진의 여건을 정착하기 위해서는 시민 홍보와 교육·체험이 필요하다. 이에 지방정부는 광고나 라벨 프로그램, 전화안내 서비스, 가정방문, 다양한 점포나 상가 정문 안내소 등을 통해 폐기물의 감량과 재활용, 에너지의 효율적 사용 및 절약 등 생활양식의 변화를 촉구하는 정보를 다양한 방법으로 제공하는 것이 바람직하다.

6) 기후변화 대응 비전수립 및 추진

서울시의 일차적인 온실가스 배출저감 대책은 기본적으로 비산업 부문의 에너지 소비 감소대책과 도로·비도로 이동오염원 부문의 교통관리 대책에 우선순위를 두어야 할 것으로 분석되고 있다.

지구환경 보호를 위한 국가 간 온실가스 배출량 삭감협약과 더불어, 지방자치단체 중심의 온실가스 배출량 감축노력이 활발하게 전개되고 있음은 이미 선진도시의 사례분석을 통하여 파악하였다. 이에 맑고 매력있는 환경도시로서

의 서울시 역할과 참여를 제고하고 한편으로 도시지역 온실효과의 하나인 도시열섬 현상을 완화시키며, 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2)의 계획목표를 수용하는 것을 원칙으로 하여 기간 연장을 검토하되, 2020년~2030년 계획기간의 목표수준을 한층 강화하는 온실가스 배출량 저감 시나리오를 다음과 같이 설정하였다.

시나리오 1은 해외 선진도시들의 지표설정 동향과 서울 친환경에너지 선언(2007.4.2)의 정책지표의 연장 등을 감안하여 2030년 저탄소 사회 실현과 관련된 필요조건으로 ‘온실가스 35% 감축’ 정책지표를 설정하는 시나리오이며, 시나리오 2는 충분조건으로 ‘온실가스 50% 감축’ 정책지표를 설정하였다.

○시나리오 1 : 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 35% 및 자연증가분 감축

○시나리오 2 : 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 50% 및 자연증가분 감축

2030년 배출량을 1990년 기준 35% 감축 목표 설정 시 기후변화 대응 주요 사례의 성과 분석 결과, 20,376천톤CO₂ 정도를 삭감해 목표치의 71.9% 정도가 달성 가능한 것으로 판단되며, 목표를 달성하기 위해서는 7,968천톤CO₂ 정도를 추가로 삭감하여야 한다.

2030년까지 건물 및 도시관리 부문과 교통부문의 기후변화 대책을 추가적으로 시행할 경우, 8,222천톤CO₂ 정도가 추가로 삭감되어 1990년 기준 35% 삭감 목표를 달성할 수 있을 것으로 나타났다.

기후변화 대책들이 보다 확대 추진될 경우 총 15,113천톤CO₂ 정도가 추가로 삭감되어 50% 삭감 목표 달성이 수치적으로는 가능할 것으로 분석되었다.

다만, 상기와 같은 계획에 의해 50% 삭감 목표는 달성할 수 있으나, 신재생 에너지를 추가 보급하는 데에는 많은 사업비가 필요하고, 자원회수시설 추가 건설을 위한 입지를 확보하는데 어려움이 있다. 또한 시민 참여에 의한 삭감량 비중이 전체 추가 삭감량의 17% 정도를 차지하게 되어 민간부문의 과도한 부담요인으로 작용하게 될 것으로 보인다. 즉 신재생에너지 보급을 확대하기 위

해 국가와 서울시의 비용 지원 또는 민간 자본 유치, 기타 인센티브 제공 등과 같은 경제적·제도적 차원의 지원과 적극적인 시민참여 없이는 온실가스 50% 삭감 목표의 설정은 실행계획의 타당성을 현저하게 떨어뜨릴 것으로 판단된다.

이에 향후 서울시 2030년 온실가스 감축목표는 [시나리오 1]의 달성가능 수준과 [시나리오 2]의 한계수준을 감안하면, 향후 35%~40% 수준의 다소 공격적인 목표설정을 검토할 수 있다.

제2절 정책건의

1) 저탄소 녹색성장 목표관리제(BSC with Low Carbon Green Growth) 도입

서울시 성과목표 관리제에 ‘저탄소 녹색성장’ 계획관리 요소를 추가하여, 서울시정 전반의 사업 추진효과를 저탄소 녹색성장과 연계하는 것을 의미한다. 이는 저탄소 녹색성장 관련 요소를 예산사업에 반영하고 평가하는 예산운영의 변화를 통해 서울시정을 ‘Carbon Diet System’으로 전환하는 효과를 기대할 수 있다. 이에 서울시는 단기적으로는 저탄소 녹색성장 목표관리제 도입기반을 구축하고, 장기적으로는 저탄소 녹색성장 목표관리제도를 도입 및 운영(2~3년 후)하는 것이 필요하다.

2) 저탄소 녹색성장 기반사업 육성·지원재단(일명 : 인큐베이터)의 설치 운영

서울시는 녹색산업을 유치 또는 창출할 수 있는 녹색재단을 설치·운영하여 관련 벤처산업의 창업과 운영을 지원하는 것이 필요하다. 다만, 재단의 설치 및 운영에 필요한 녹색기금은 저탄소 녹색성장 특별회계나 기금으로 운영하거나, 현재 운용되고 있는 기후변화기금 조례 개정을 통해 녹색성장 산업에 대한 융자·지원 항목을 추가하여 활용할 수 있다. 이에 서울형 녹색산업의 확인·분류, 인큐베이터 설립을 위한 재원 마련과 관련 제도의 정비, 그리고 녹색재단의 운영 등의 절차에 대한 검토가 필요하다.

3) 탄소중립형 도시 및 성장관리

이산화탄소 배출을 최소화하는 ‘탄소중립형 도시’로 개발하기 위해, 서울에서 시행되는 택지개발, 뉴타운, 재정비 사업 등 도시개발 사업을 대상으로 태양광이나 풍력, 지열 등 신재생에너지 공급을 확대하고, 에너지절약형 생태 주거단지를 조성하도록 한다.

이와 같은 탄소중립형 도시를 개발하기 위해서는 제로탄소, 저탄소 단지개발 가이드라인과 온실가스 감축 및 신재생에너지 사용 촉진을 위한 시공 가이드라인 작성이 필요하다.

4) 저탄소 녹색건물 건축기술 육성

현행 BRP의 효율적 추진과 관련하여 기후변화 대응뿐만 아니라, 저탄소형 도시개발에 필요한 핵심기술을 종합적으로 연계 시행하는 패키지 방식을 도입하도록 한다. 이는 현재 시행되고 있는 BRP의 진단 및 평가, 효율성 제고 측면에서 장점을 가질 수 있기 때문이다. 관련 항목으로는 옥상녹화, 벽면녹화, 태양광 등 신재생보급, 친환경건축자재 사용, 친환경건물구조 및 배치, 건물에너지 이용총량제 도입 등이 있다.

5) 저탄소 녹색교통 기술 및 시스템 구축

2007년 전체 에너지 소비량의 33.1%, 온실가스 배출량의 28.5% 정도를 차지하고 있는 교통(도로·비도로 이동오염원) 부문은 저탄소 녹색성장을 위한 잠재력이 가장 높다. 특히 그동안 서울시가 시행하여 왔던 대중교통 중심 도시 정책에서 도약하여 그린카와 대중교통을 중심으로 가장 청정한 교통수단, 가장 편리한 대중교통을 갖춘 녹색교통 시스템을 구축하도록 한다.

6) 에너지 센서스 실시로 기초자료 확보

국가 및 지방자치단체의 에너지 대책 시행에 있어 에너지 이용과정에서의 절약과 효율적 이용을 유인할 수 있는 실질적 내용을 파악할 수 있도록 가장 기초적인 자료구축이 필요하다. 현행 국가 및 지방자치단체 통계와 연계하여 추진할 수 있으나, 실제 이용할 수 있는 에너지 통계자료의 확보 측면에서 별개의 상세한 기초자료가 확보되어야 한다.

7) 기후변화 적응 및 예방 건강도시 증진 프로그램 운영

실질적인 대책에 앞서 기후변화 취약 부분의 평가부터 효율적 적응 및 관리 대책, 대책의 효과성 평가까지 총괄하는 기후변화 적응 관리 시스템이 구축되어야 한다.

서울시는 중앙정부, 학계·의료계 등 분야별 전문집단과의 공동협력 체계를 구축하여 포럼을 구성하고 정기적으로 운영함으로써 기후변화 전반에 관한 정책 방향의 점검·보완 및 적응 사업 발굴 등의 역할을 공동으로 수행하고 긴급 상황 발생시 신속한 대처가 이루어질 수 있는 시스템을 구축·운영하여야 할 것이다.

이와 함께 기후변화에 초기 대응할 수 있도록 분야별 행동지침서(매뉴얼) 작성·보급, 인터넷 홈페이지 및 온라인상의 기후변화 적응 도우미 운영, 시민들을 대상으로 한 합리적 대처요령 교육 등 시민·지역 맞춤형 프로그램의 개발을 적극 검토하여야 한다.

8) 기후변화 대응 교육, 학습체험, 문화프로그램 기획

저탄소 하우스 등 해외의 체험관 사례를 벤치마킹하여 기후변화·에너지 체험 및 교육관 건립·운영, 난지 에너지랜드마크·마곡그린에코 시티·신축 예정인 에너지자립도가 높은 서울신청사를 연계한 Green Tour 개발, 교육부처

와 공조하여 기후변화 및 녹색소비 관련 교육 프로그램을 포함한 환경과목의 교육, 찾아가는 기후변화 교육센터 운영과 같은 직장 및 단체 교육 프로그램이 마련되어야 한다.

이와 함께 기후변화 대응 자가진단 프로그램 개발 및 이용을 유도하기 위해 탄소배출 자가진단 프로그램(Carbon Calculator)을 개발하여 기후변화 실무 담당자와 일반 시민들에게 기후변화 유발요인의 파악과 효과적 대응에 필요한 기초정보(에너지 소비, 온실가스 배출원과 배출량 산정, 효과 평가 등 전반적인 정보)를 제공하도록 한다.

9) 폐기물 자원화 사업

기존 도시광산화 프로젝트를 확대 시행하기 위해 재활용 관련 시설과 연계하여 회귀금속 회수시설의 설치·운영을 적극 검토할 수 있다.

이러한 도시광산화 프로젝트의 확대 시행은 서울시에서 차별성을 갖고 시행할 수 있는 선도 사업으로서 자원절감 및 일자리 창출 등의 경제 활성화와 함께 폐기물 매립 및 소각으로 발생하는 온실가스 감축도 가능한 것으로 판단된다.

10) 배출권 거래 및 탄소금융시장 유치

동북아 탄소금융시장의 허브로 성장하기 위한 차원에서 SCER(Seoul Certified Emission Reduction) 제도를 도입하여 서울시에서 발생하는 온실가스 감축분을 서울시가 구매하는 것을 검토하고, 각종 금융지원과의 연계를 위해 국내 최대의 금융 중심지인 여의도에 동북아 탄소배출권거래소를 유치하는 방안을 적극 검토하여야 할 것이다.

참 고 문 헌



참 고 문 헌

- 고재경, 2006, 「기후변화협약에 대한 경기도의 대응방안」, 경기개발연구원.
- 김운수, 2006, 「서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가」, 서울시정개발연구원.
- _____, 2001, 「기후변화협약 이행에 따른 서울시 대응방안 연구」, 서울시정개발연구원.
- 배철민, 2007. 5, 기후변화 대책마련 서둘러야, 위터저널.
- 장영기·서영배, 1998, 「LEAEEM에 의한 전국 매립가스 발생량 추정에 대한 연구」, 한국대기보전학회지, 제14권 제5호.
- 광해방지사업단, 2006, 「광해통계연보」
- 국립환경과학원, 2006, 「수도권 대기질 개선대책 추진에 따른 CO₂ 감축효과 분석」, _____, 2005, 「자동차 온실가스 저감대책 연구」
- 경기개발연구원, 2007, 「경기도 시군 지자체의 온실가스 배출특성 연구」
- 서울시 내부자료, 2009, 「서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜」
- _____, 2009, 「C40총회 우리시 모범사례 발표 목록(안)」
- 서울시, 2009, 「서울시 기후변화대응종합계획」
- _____, 2009, 「서울서언문」
- _____, 2008, 「서울시 온실가스 저감 인벤토리 구축」
- _____, 1990~2008, 「서울통계연보」
- _____, 2008, 「2007 서울의 환경」
- _____, 2007, 「2006 서울의 환경」
- _____, 2008, 「서울시 친환경에너지기본계획」
- _____, 2008, 「맑은서울 2010 특별대책(2008 연동계획)」

- _____, 2008, 「고유가 및 기후변화 대응 에너지 종합대책」
- _____, 2006, 「서울시 승용차요일제 시행효과분석 및 발전방안 연구」
- _____, 2002, 「서울시 위성영향을 이용한 도시녹지의 환경보전효과 측정과 수요 예측 및 합리적 배치방안 연구 I」
- 영등포구, 2006, “지구온난화 온실가스 감축방안”, 제1회 영등포 환경포럼
- 에너지관리공단, 2006, 「생활속의 에너지절약 실천사항 절약효과 분석」
- 에너지경제연구원, 2006, 「기후변화 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구(제3차년도)-온실가스 인벤토리 및 통계 작성체제 개선방안」
- 조선일보, 2008. 12. 13, “기후 변화 방치하면 더 큰 대가 치른다” 런던·뉴욕시 ‘그린 프로젝트’ 앞장
- 지식경제부·에너지경제연구원, 2008, 「지역에너지통계연보」
- 한국석유공사, 1990~2008, 「석유류수급통계」
- 환경부, 2009, 기후변화대응 시범도시 평가보고회 개최, 보도자료
- _____, 2005, 「지방자치단체 기후변화 대응 활성화 방안」
- _____, 2002. 8, 「환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축」
- _____, 2001, 「자동차의 온실가스 배출량 조사」
- _____, 2000, 「환경기초시설에서의 온실가스 배출량 조사」
- _____, 2001~2008, 「공장폐수의 발생과 처리」
- _____, 1996~2008, 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」
- City of LA, 2008 Climate LA; City of LA, Green LA
- City of New York, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions
_____, PlaNYC
_____, PlaNYC Progress Report 2008

City of Seattle, 2007-2008 Seattle Climate Action Plan Progress Report Seattle
Climate Action Plan 2008 Progress Report

_____, Seattle's Community Carbon Footprint

_____, 2005 Inventory Seattle Greenhouse Gas Emission : Community &
Corporate, 2007.

東京都, 2007, 「東京都 環境基本計画」

_____, 2008, 「東京都気候変動対策方針」-「カーボンマイナス10年プロジェクト」

DEFRA, London Energy and CO₂ Emissions Inventory

<http://www.london.gov.uk/>(런던시청)

<http://www.london.gov.uk/thelondonplan/>(런던플랜)

<http://www.lda.gov.uk/>(런던개발국)

<http://www.seattle.gov/climate>

<http://www.citygas.or.kr/>(대한도시가스협회)

<http://www.keei.re.kr/>(에너지경제연구원)

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/>(도쿄도환경국)

<http://www.c40cities.org/>(C40 cities)

<http://www.forest.go.kr/>(산림청)

<http://www.mltm.go.kr/>(국토해양부 자동차 통계)

부
록

- 【부록 1】 서울시 에너지 사용량(TOE)
- 【부록 2】 온실가스 배출량 산정방법
- 【부록 3】 서울시 부문별 온실가스 배출량
- 【부록 4】 Carbon Calculator 프로그램 매뉴얼

부록 1 서울시 에너지 사용량(TOE)¹⁾

〈표 1〉 연료 및 열의 석유 환산기준

1. 총발열량 기준

2. 순발열량 기준

에너지원	단위	총발열량		석유환산계수	순발열량		석유환산계수
		kcal	MJ환산		kcal	MJ환산	
원유	kg	10,750	45.0	1,075	10,100	42.3	1,010
휘발유	l	8,000	33.5	0,800	7,400	31.0	0,740
실내등유	l	8,800	36.8	0,880	8,200	34.3	0,820
보일러등유	l	8,950	37.5	0,895	8,350	35.0	0,835
경유	l	9,050	37.9	0,905	8,450	35.4	0,845
B-A유	l	9,300	38.9	0,930	8,750	36.6	0,875
B-B유	l	9,650	40.4	0,965	9,100	38.1	0,910
B-C유	l	9,900	41.4	0,990	9,350	39.1	0,935
프로판	kg	12,050	50.4	1,205	11,050	46.3	1,105
부탄	kg	11,850	49.6	1,185	10,900	45.7	1,090
나프탄	l	8,050	33.7	0,805	7,450	31.2	0,745
용제	l	7,950	33.3	0,795	7,350	30.8	0,735
항공유	l	8,750	36.6	0,875	8,200	34.3	0,820
아스팔트	kg	9,900	41.4	0,990	8,350	39.1	0,835
윤활유	l	9,250	38.7	0,925	8,650	36.2	0,865
석유코크	kg	8,100	33.9	0,810	7,850	32.9	0,785
부생연료1호	l	8,850	37.0	0,885	8,350	35.0	0,835
부생연료2호	l	9,700	40.6	0,970	9,200	38.5	0,920
천연가스(LNG)	kg	13,000	54.5	1,300	11,750	49.2	1,175
도시가스(LNG)	Nm ³	10,550	44.2	1,055	9,550	40.0	0,955
도시가스(LPG)	Nm ³	15,000	62.8	1,500	13,800	57.8	1,380
국내무연탄	kg	4,650	19.5	0,465	4,600	19.3	0,460
수입무연탄	kg	6,550	27.4	0,655	6,400	26.8	0,640
유연탄(연료용)	kg	6,200	26.0	0,620	5,950	24.9	0,595
유연탄(원료용)	kg	7,000	29.3	0,700	6,750	28.3	0,675
아역청탄	kg	5,350	22.4	0,535	5,000	20.9	0,500
코크스	kg	7,050	29.5	0,705	7,000	29.3	0,700
전력	KWh	2,150	9.0	0,215	2,150	9.0	0,215
신탄	kg	4,500	18.8	0,450	-	-	-

주 1 : “총발열량”이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말함.

“순발열량”이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 말함.

2 : “석유환산계수”라 함은 에너지원별 발열량은 1kg=10,000kcal로 환산한 값을 말함.

3 : 최종에너지원 사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1KWh=860kcal를 적용함.

4 : 에너지원별 실측결과를 50kcal에서 반올림함.

5 : 석탄의 발열량은 인수(收受)식 기준을 적용하여 측정함.

6 : 1cal=4,1868J로 함.

7 : MJ=106J로 함.

8 : Nm³는 0℃ 1기압 상태의 체적을 말함.

자료 : 에너지기본법 시행규칙 제5조제1항 발표 연료 및 열의 석유환산기준

1) TOE(Ton of Oil Equivalent)는 국제에너지기구(IEA)에서 정한 석유 환산톤으로 107Kcal로 정의되며 TOE 환산 시에 「에너지 열량환산기준」의 총발열량을 이용하여 환산함.

1) 비산업 부문 에너지 사용량

(단위 : 천TOE)

구분	취발유	등유	경유	경질 중유	중유	버커C유	납사	용제	항공유	LPG계	이스 플트	유황유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1990	합계	17	823	855	3	2	658	0	0	507	0	0	0	0	1,081	497	3	4,446
	상업	4	752	670	0	2	612	0	0	507	0	0	0	0	553	35	3	3,136
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	446	211	0	657
	공공(기타)	8	60	45	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	81	251	0	475
	농축산	6	12	140	2	0	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	179
1991	합계	38	695	1,343	3	1	533	0	60	596	0	0	0	0	1,172	743	2	5,185
	상업	3	606	732	0	1	504	0	0	596	0	0	0	0	617	45	2	3,107
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	473	389	0	862
	공공(기타)	27	76	357	0	0	26	0	60	0	0	0	0	0	80	309	0	935
	농축산	7	14	254	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	282
1992	합계	51	836	1,356	4	1	435	0	57	658	0	0	0	0	1,286	1,071	2	5,757
	상업	3	798	806	0	1	402	0	0	658	0	0	0	0	694	54	2	3,418
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514	644	0	1,158
	공공(기타)	32	11	279	0	0	30	0	57	0	0	0	0	0	76	373	0	859
	농축산	16	26	272	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	322
1993	합계	44	1,025	1,379	74	4	380	0	0	685	0	0	0	0	1,426	1,370	1	6,389
	상업	8	991	869	72	3	339	0	0	685	0	0	0	0	787	67	1	3,822
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	555	909	0	1,463
	공공(기타)	28	13	265	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	83	395	0	821
	농축산	8	21	245	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	282

(단위 : 천TOE)

구분	취발유	등유	경유	경질 중유	중유	방커C유	납사	용제	항공유	LPG계	이스 팔트	유황유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1994	합계	49	1,279	1,828	76	10	453	0	152	602	0	0	0	0	1,635	1,852	1	7,937
	산업	3	1,234	937	1	1	420	0	0	602	0	0	0	0	918	74	1	4,191
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	612	1,319	0	1,931
	공공(기타)	23	12	258	0	1	29	0	152	0	0	0	0	0	102	460	0	1,037
	농축산	23	33	633	75	8	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	778
1995	합계	48	1,527	1,542	78	16	331	0	131	560	0	0	0	0	1,751	2,401	0	8,386
	산업	7	1,513	1,023	0	0	299	0	0	560	0	0	0	0	1,014	86	0	4,504
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	628	1,777	0	2,405
	공공(기타)	17	14	302	0	0	25	0	131	0	0	0	0	0	107	538	0	1,135
	농축산	23	0	216	78	15	7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	342
1996	합계	76	1,748	2,065	19	40	263	0	143	556	0	0	0	0	1,935	2,908	0	9,753
	산업	3	1,571	874	11	23	177	0	0	552	0	0	0	0	1,136	106	0	4,454
	가정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	661	2,169	0	2,830
	공공(기타)	44	105	324	0	0	83	0	143	4	0	0	0	0	136	634	0	1,472
	농축산	29	72	866	9	16	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	997
1997	합계	63	1,888	2,182	52	11	100	0	168	540	0	0	12	0	2,088	3,152	0	10,255
	산업	1	1,056	750	0	0	6	0	0	0	0	0	12	0	1,232	112	0	3,169
	가정	0	688	322	0	0	68	0	0	528	0	0	0	0	694	2,410	0	4,710
	공공(기타)	11	10	276	0	0	19	0	168	11	0	0	0	0	160	630	0	1,287
	농축산	51	134	834	51	10	7	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1,089
1998	합계	66	1,329	1,516	38	11	51	0	107	450	0	0	8	0	2,029	3,037	0	8,642
	산업	11	743	586	0	0	6	0	0	65	0	0	8	0	1,182	144	0	2,746
	가정	1	463	93	0	0	15	0	0	360	0	0	0	0	691	2,347	0	3,971
	공공(기타)	15	21	239	0	0	13	0	107	25	0	0	0	0	154	546	0	1,121
	농축산	39	102	598	38	10	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	805

(단위 : 천TOE)

구분	회별유	등유	경유	경질 중유	중유	범커C유	납사	용제	항공유	LPG계	아스 펠트	윤활유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1999	합계	24	1,503	1,207	36	6	149	0	27	415	0	0	0	0	2,207	3,569	0	9,143
	상업	1	866	533	0	0	3	0	0	34	0	0	0	0	1,310	210	0	2,957
	가정	1	560	30	0	0	121	0	0	374	0	0	0	0	733	2,736	0	4,554
	공공(기타)	8	22	218	0	0	7	0	27	7	0	0	0	0	163	623	0	1,075
	농축산	15	55	428	36	5	18	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	557
2000	합계	22	1,116	782	0	5	170	0	13	230	0	0	0	0	2,448	4,061	0	8,849
	상업	2	601	312	0	0	2	0	1	45	0	0	0	0	1,487	357	0	2,806
	가정	0	446	13	0	0	159	0	0	179	0	0	0	0	791	3,083	0	4,670
	공공(기타)	6	15	241	0	0	7	0	12	7	0	0	0	0	169	622	0	1,078
	농축산	14	55	218	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	294
2001	합계	50	863	501	2	6	152	0	2	333	0	0	19	0	2,619	4,096	0	8,644
	상업	0	364	172	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1,620	411	0	2,570
	가정	1	407	5	0	0	139	0	0	325	0	0	19	0	820	3,032	0	4,748
	공공(기타)	21	8	9	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	178	652	0	879
	농축산	29	83	315	2	6	10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	446
2002	합계	34	609	259	1	2	124	0	1	421	0	0	0	38	2,746	4,247	0	8,483
	상업	0	283	153	0	0	3	0	1	34	0	0	0	0	1,687	490	0	2,652
	가정	1	312	3	0	0	120	0	0	379	0	0	0	37	868	3,123	0	4,843
	공공(기타)	15	5	10	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	189	634	0	862
	농축산	19	9	93	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	126
2003	합계	7	491	205	0	0	116	0	0	392	0	0	0	47	2,867	4,326	0	8,452
	상업	0	269	149	0	0	2	0	0	33	0	0	0	1	1,767	539	0	2,761
	가정	0	217	44	0	0	114	0	0	354	0	0	0	45	902	3,148	0	4,824
	공공(기타)	7	5	11	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	197	639	0	864
	농축산	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질 중유	중유	버커C유	납사	용제	항공유	LPG계	이스플리트	완충유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
2004	합계	8	379	151	0	0	130	0	0	349	0	0	14	44	3,053	4,397	0	8,525
	산업	0	214	14	0	0	1	0	0	30	0	0	14	1	1,876	594	0	2,745
	기정	0	155	122	0	0	128	0	0	317	0	0	0	42	965	3,124	0	4,852
	공공(기타)	7	5	11	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	211	679	0	916
2005	농축산	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	11
	합계	10	305	140	0	0	134	0	0	240	0	0	17	84	3,256	4,747	0	8,934
	산업	1	175	15	0	0	1	0	0	37	0	0	17	0	2,027	663	0	2,935
	기정	0	126	112	0	0	133	0	0	199	0	0	0	83	998	3,270	0	4,921
2006	공공(기타)	8	4	10	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	230	815	0	1,071
	농축산	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
	합계	13	212	168	0	0	71	0	4	243	0	0	45	7	3,374	4,567	0	8,754
	산업	2	134	16	0	0	0	0	2	202	0	0	45	4	2,114	689	0	3,209
2007	기정	0	74	80	0	0	70	0	2	38	0	0	0	3	1,017	3,100	0	4,383
	공공(기타)	7	4	28	0	0	0	0	1	51	2	0	0	1	241	778	0	1,112
	농축산	3	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	50
	합계	16	175	210	0	0	119	0	4	71	257	0	46	8	3,494	4,513	0	8,913
2007	산업	3	117	15	0	0	58	0	2	0	213	0	46	4	2,199	712	0	3,368
	기정	0	55	76	0	0	10	0	1	0	43	0	0	2	1,036	3,024	0	4,247
	공공(기타)	10	3	11	0	0	51	0	1	71	0	0	0	3	257	778	0	1,186
	농축산	3	0	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	112

2) 제조업 부문

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질 중유	중유	버커C유	납사	용제	항공유	LPG계	아스 팔트	운활유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1990	1	35	131	3	9	391	0	45	0	16	0	0	0	0	295	22	0	949
1991	1	28	223	3	2	382	0	34	0	18	0	0	0	0	294	27	0	1,014
1992	1	26	73	2	1	389	0	32	0	33	0	0	0	0	291	31	0	879
1993	2	29	117	81	1	307	0	32	0	40	0	0	0	0	280	32	0	921
1994	1	29	115	1	2	569	0	38	3	35	0	0	0	0	276	35	0	1,104
1995	2	90	102	2	2	512	15	37	0	54	0	0	0	0	272	44	0	1,131
1996	2	25	247	2	1	478	16	33	0	58	0	0	0	0	270	49	0	1,181
1997	2	22	59	0	1	292	10	32	0	16	0	0	23	0	256	53	0	764
1998	4	26	42	0	1	214	8	16	0	35	0	0	26	0	216	66	0	654
1999	1	44	27	1	0	6	12	18	0	41	0	0	16	0	235	129	0	600
2000	0	57	45	1	0	2	0	18	0	27	0	0	17	0	247	140	0	604
2001	4	14	18	0	1	135	1	19	0	181	0	0	16	0	241	138	0	768
2002	2	13	11	1	3	47	0	22	2	314	0	2	4	2	248	138	0	807
2003	0	15	15	1	2	47	0	120	2	307	0	0	44	3	237	136	0	928
2004	0	6	15	0	2	40	0	124	2	325	0	0	60	7	227	120	0	930
2005	0	7	19	1	0	36	0	116	2	51	0	0	63	0	222	96	0	612
2006	0	15	21	1	0	44	0	22	2	312	0	0	65	15	217	71	0	785
2007	0	22	29	1	0	59	17	20	0	333	0	0	63	14	208	59	0	824

3) 에너지산업 부문

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질 중유	중유	벙커C유	납사	응제	항공유	LPG계	아스팔트	연화유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1990	합계	0	0	29	0	0	2,076	0	0	3	0	0	0	0	8	0	0	2,116
	고체연료전환	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	발전	0	0	28	0	0	2,076	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2,110
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	3
	합계	0	0	5	0	0	1,395	0	0	1	0	0	0	0	9	0	0	1,410
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	발전	0	0	4	0	0	1,394	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1,406
1991	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	3
	합계	0	0	76	0	0	616	0	0	3	0	0	0	0	9	36	0	740
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	발전	0	0	75	0	0	616	0	0	0	0	0	0	0	7	19	0	717
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	지역난방	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	17	0	22
	합계	0	0	19	0	0	71	0	0	1	0	0	0	0	9	97	0	197
1993	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	발전	0	0	18	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	6	36	0	130
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	지역난방	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	61	0	66

(단위 : 천TOE)

구분	화발유	등유	경유	경질 중유	중유	범커C유	납사	유제	항공유	LPG계	아스 플트	원활유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1994	합계	0	0	11	0	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	10	111	0	120
	고체연료전환	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	발전	0	0	10	0	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	7	40	0	45
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	71	0	74
1995	합계	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	142	0	153
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	발전	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	41	0	47
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	101	0	105
1996	합계	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	184	0	194
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	44	0	51
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	139	0	143
1997	합계	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	26	0	12	222	0	291
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	26	0	0	0	0	58
	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	57	0	63
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	165	0	170
1998	합계	0	4	78	0	714	0	0	0	0	0	47	33	0	7	208	0	1,091
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	33	0	0	0	0	81
	발전	0	3	78	0	714	0	0	0	0	0	0	0	0	3	43	0	841
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	164	0	169

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	유류	경유	경질 중유	중유	버커유	보사	응제	항공유	LPG계	아스팔트	유황유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1999	합계	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	59	36	0	7	239	0	345
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	36	0	0	0	0	95
	발전	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	45	0	51
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	193	0	199
	합계	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	16	41	0	9	248	0	319
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	41	0	0	0	0	58
	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	39	0	44
2001	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	208	0	216
	합계	0	0	0	0	0	24	0	0	1	0	48	46	0	9	254	0	383
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	48	46	0	0	0	0	95
2002	발전	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	4	31	0	59
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	224	0	229
	합계	0	0	8	0	0	-7	0	0	1	0	6	44	0	9	269	0	330
2003	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	44	0	0	0	0	51
	발전	0	0	7	0	0	-7	0	0	0	0	0	0	0	3	42	0	46
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	226	0	233
2003	합계	0	0	34	0	0	13	0	0	1	0	3	45	0	9	263	0	368
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	45	0	0	0	0	48
	발전	0	0	34	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	3	43	0	92
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	220	0	227

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경유 중유	중유	버커C유	납사	용제	항공유	LPG계	이스 플트	유탄유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
2004	합계	18	0	0	0	0	0	0	0	3	0	75	39	0	9	263	0	408
	고체연료전환	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	39	0	0	0	0	133
	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	45	0	48
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6	219	0	227
	합계	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	92	54	0	9	313	0	474
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	54	0	0	0	0	147
	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	270	0	274
2006	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	43	0	52
	합계	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	56	0	11	335	0	548
	고체연료전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	56	0	0	0	0	202
2007	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26	0	31
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	309	0	315
	합계	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	115	87	0	0	385	0	591
2007	고체연료전환	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	115	0	0	0	0	0	118
	발전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	36	0	124
	석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	지역난방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	348	0	348

4) 도로 이동오염원

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질 중유	중유	벼커C유	납사	용제	항공유	LPG계	아스 팔트	연료유 원유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1990	1,010	4	1,221	0	0	1	0	0	0	412	0	0	0	0	0	0	0	2,647
1991	1,038	3	1,201	0	0	0	0	0	0	396	0	0	0	0	0	0	0	2,638
1992	1,266	1	1,393	0	0	2	0	0	0	432	0	0	0	0	0	0	0	3,094
1993	1,449	9	1,380	0	0	3	0	0	0	451	0	0	0	0	0	0	0	3,292
1994	1,691	5	1,424	2	0	11	0	0	0	469	0	0	0	0	0	0	0	3,603
1995	1,734	4	1,447	0	0	14	0	0	0	513	0	0	0	0	0	0	0	3,712
1996	1,922	3	1,453	0	0	3	0	0	0	550	0	0	0	0	0	0	0	3,931
1997	1,879	5	1,325	0	1	13	0	0	0	575	0	0	0	0	0	0	0	3,798
1998	1,635	16	1,096	0	0	2	0	0	0	579	0	0	0	0	0	0	0	3,328
1999	1,786	1	1,219	0	0	0	0	0	0	644	0	0	0	0	0	0	0	3,650
2000	1,654	1	1,362	0	0	0	0	0	0	822	0	0	0	0	0	0	0	3,839
2001	1,503	2	1,229	0	0	0	0	0	0	956	0	0	0	0	0	3	0	3,694
2002	1,535	2	1,345	0	0	0	0	0	0	1,096	0	0	0	0	0	21	0	3,999
2003	1,435	3	1,296	0	0	0	0	0	0	1,142	0	0	0	0	0	34	0	3,911
2004	1,309	1	1,404	0	0	0	0	0	0	1,181	0	0	0	0	0	53	0	3,949
2005	1,315	1	1,389	0	0	0	0	0	0	870	0	0	0	0	0	76	0	3,650
2006	1,322	1	1,286	1	0	3	0	0	0	905	0	0	0	0	0	106	0	3,623
2007	1,337	1	1,266	0	0	4	0	0	0	921	0	0	0	0	0	157	0	3,686

5) 비도로 이동오염원

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질 중유	중유	버커C유	납사	용제	항공유	LPG계	아스 팔트	윤활유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1990	합계	1	1	174	16	185	0	0	193	3	161	0	0	0	0	0	0	750
	건설장비	1	1	90	0	19	0	0	0	1	161	0	0	0	0	0	0	273
	철도	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	해운	0	0	70	16	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268
	항공	0	0	2	0	0	0	0	193	2	0	0	0	0	0	0	0	197
1991	합계	2	2	237	21	227	0	0	355	2	206	0	0	0	0	0	0	1,070
	건설장비	2	2	147	0	15	0	0	0	2	206	0	0	0	0	0	0	373
	철도	0	0	27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	해운	0	0	61	21	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311
	항공	0	0	2	0	0	0	0	355	0	0	0	0	0	0	0	0	358
1992	합계	2	1	255	53	774	0	0	475	1	396	0	0	0	0	0	0	1,978
	건설장비	2	1	111	0	13	0	0	0	0	396	0	0	0	0	0	0	524
	철도	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	해운	0	0	129	53	761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	964
	항공	0	0	1	0	0	0	0	475	0	0	0	0	0	0	0	0	477
1993	합계	1	5	274	6	1,226	0	0	660	1	555	0	0	0	0	0	0	2,749
	건설장비	1	5	105	0	7	0	0	0	0	555	0	0	0	0	0	0	674
	철도	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	해운	0	0	153	6	1,219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,399
	항공	0	0	1	0	0	0	0	660	0	0	0	0	0	0	0	0	661

(단위 : 천TOE)

구분	화발유	등유	경유	경질 중유	중유	방커C유	납사	용제	항공유	LPG계	이스 펠트	유황유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1994	합계	2	5	270	0	1	19	0	942	1	678	0	0	0	0	0	0	1,918
	건설장비	2	5	104	0	0	5	0	0	0	678	0	0	0	0	0	0	795
	철도	0	0	156	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158
	해운	0	0	10	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
	항공	0	0	0	0	0	0	0	942	0	0	0	0	0	0	0	0	943
1995	합계	1	2	250	0	1	53	0	1,156	1	724	0	0	0	0	0	0	2,189
	건설장비	1	2	66	0	0	4	0	0	0	724	0	0	0	0	0	0	797
	철도	0	0	172	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
	해운	0	0	11	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
	항공	0	0	1	0	0	0	0	1,156	1	0	0	0	0	0	0	0	1,158
1996	합계	1	5	262	1	0	59	0	1,279	1	989	0	0	0	0	0	0	2,597
	건설장비	1	4	80	0	0	5	0	0	1	989	0	0	0	0	0	0	1,080
	철도	0	1	168	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170
	해운	0	0	13	1	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
	항공	0	0	1	0	0	0	0	1,279	0	0	0	0	0	0	0	0	1,280
1997	합계	0	2	386	24	1	621	0	2,159	1	1,089	0	0	0	0	0	0	4,284
	건설장비	0	1	18	0	0	5	0	0	0	1,089	0	0	0	0	0	0	1,113
	철도	0	0	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228
	해운	0	1	140	24	1	616	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	783
	항공	0	0	1	0	0	0	0	2,159	1	0	0	0	0	0	0	0	2,160
1998	합계	0	3	259	17	1	364	0	1,980	1	819	0	0	0	0	0	0	3,443
	건설장비	0	3	30	0	0	2	0	0	1	819	0	0	0	0	0	0	854
	철도	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
	해운	0	0	79	17	1	362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	459
	항공	0	0	0	0	0	0	0	1,980	0	0	0	0	0	0	0	0	1,981

(단위 : 천TOE)

구분	취득유 량	경유	경질 중유	중유	방커유	납사	용제	항공유	LPG계	아스 팔트	유황유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
1999	합계	0	3	168	1	0	0	2,109	1	738	0	0	0	0	0	0	3,030
	건설장비	0	2	17	0	0	0	0	0	738	0	0	0	0	0	0	758
	철도	0	0	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131
	해운	0	0	20	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	항공	0	0	1	0	0	0	2,109	0	0	0	0	0	0	0	0	2,111
2000	합계	0	4	103	0	0	40	1,577	0	790	0	0	0	0	0	0	2,514
	건설장비	0	3	18	0	0	40	0	0	790	0	0	0	0	0	0	862
	철도	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
	해운	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	항공	0	0	1	0	0	0	1,577	0	0	0	0	0	0	0	0	1,578
2001	합계	0	1	125	4	0	116	429	0	907	0	0	0	0	0	0	1,582
	건설장비	0	1	15	0	0	59	0	0	907	0	0	0	0	0	0	982
	철도	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
	해운	0	0	16	4	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
	항공	0	0	2	0	0	0	429	0	0	0	0	0	0	0	0	431
2002	합계	1	1	82	3	0	70	462	0	430	0	0	0	0	0	0	1,050
	건설장비	1	1	21	0	0	57	0	0	430	0	0	0	0	0	0	510
	철도	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
	해운	0	0	5	3	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	항공	0	0	1	0	0	0	462	0	0	0	0	0	0	0	0	464
2003	합계	0	1	42	4	1	74	396	0	343	0	1	0	0	0	0	863
	건설장비	0	1	30	1	0	49	0	0	343	0	0	0	0	0	0	424
	철도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	해운	0	0	12	3	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	항공	0	0	0	0	0	0	396	0	0	0	1	0	0	0	0	397

(단위 : 천TOE)

구분	휘발유	등유	경유	경질 중유	중유	범커C유	납사	용제	항공유	LPG계	아스팔트	유황유	기타 제품	부생 연료유	전력	LNG	무연탄	합계
2004	합계	0	2	100	15	3	81	0	297	1	464	0	0	0	0	0	0	963
	건설장비	0	1	36	8	2	44	0	0	0	464	0	0	0	0	0	0	555
	철도	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
	해운	0	0	17	7	1	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
	항공	0	0	4	0	0	0	0	297	0	0	0	0	0	0	0	0	302
2005	합계	0	3	103	11	10	81	0	290	1	411	0	0	0	0	0	0	911
	건설장비	0	3	36	8	8	58	0	0	0	411	0	0	0	0	0	0	523
	철도	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
	해운	0	0	9	4	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
	항공	0	0	3	0	0	0	0	290	1	0	0	0	0	0	0	0	295
2006	합계	0	3	120	19	4	85	0	679	1	420	0	0	1	0	0	0	1,332
	건설장비	0	3	47	9	2	43	0	0	1	420	0	0	0	0	0	0	524
	철도	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	해운	0	0	20	10	2	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
	항공	0	0	4	0	0	0	0	679	0	0	0	0	0	0	0	0	684
2007	합계	0	2	141	14	1	64	0	848	0	346	0	0	0	0	0	0	1,416
	건설장비	0	1	49	4	0	6	0	0	0	346	0	0	0	0	0	0	407
	철도	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
	해운	0	0	26	10	1	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
	항공	0	0	4	0	0	0	0	848	0	0	0	0	0	0	0	0	852

1) 에너지 부문

(1) 이산화탄소(CO₂)

연료연소에 의한 온실가스 배출량은 부문별 국가통계에서 나온 기초자료를 이용하여 에너지원별 소비량이 적용되었다. 탄소배출계수, 산화율, 몰입탄소율은 IPCC 가이드라인에서 제시한 배출계수를 적용하여 산출하였다. 단, 몰입탄소율의 경우 Bitumen 윤활유, 원료탄을 제외한 나머지 부문은 제조업부문에서만 고려하였으며, 각각의 연료 가운데 50%만 원료로 사용되는 것으로 가정하였다.

국내 에너지통계는 TOE로 환산할 때 총발열량을 적용하는 반면 IEA에 제출하는 에너지 통계 및 온실가스 배출량 산정 시 순발열량을 적용하므로 이 연구에서는 배출계수 적용 시 Ton C/TOE 배출계수 대신 Ckg/GJ 배출계수를 적용하였다.

그리고 전력에너지는 서울시 총에너지 소비전력량으로 산정하였으며 열에너지의 경우 지역난방공사의 수급체계 변동이 수시로 발생하며 지역난방시설에서 사용되는 에너지량은 이미 고려되었기 때문에 열에너지 중 비중이 낮은 부문은 온실가스 배출량에서 제외되었다.

발열량의 경우 『에너지 기본법 시행규칙 제6조에서 제시하는 발열량』 자료 중 순발열량 자료를 사용하였다.

$$\text{CO}_2 \text{ 배출량} = (\text{연료소비량}) \ell / \text{yr} \times (\text{발열량}) \text{kcal} / \ell \times (\text{환산계수 } 10^{-6}) \text{Gcal} / \text{kcal} \times (\text{환산계수 } 4,1861) \text{GJ} / \text{Gcal} \times (\text{탄소배출계수}) \text{kg} / \text{GJ} \times (\text{산화율}) \times (\text{환산계수 } 10^{-3}) \text{tonC} / \text{kgC} \times (44/12) \text{CO}_2 / \text{C} - (\text{몰입탄소량})$$

$$\text{탄소몰입량} = (\text{연료소비량}) \ell / \text{yr} \times (\text{발열량}) \text{kcal} / \ell \times (\text{환산계수 } 10^{-6}) \text{Gcal} / \text{kcal} \times (\text{환산계수 } 4,1861) \text{GJ} / \text{Gcal} \times (\text{탄소배출계수}) \text{kg} / \text{GJ} \times (\text{탄소몰입률})$$

〈표 2〉 IPCC 연료별 평균연소율

연료구분	연소율
석유계	0.99
석탄계	0.98
가스계	0.995
발전용 Peat	0.99

주 : 석탄 연소율 0.98은 세계 평균치이며, 석탄의 형태가 현저한 차이를 나타낼 때에는 가장 낮은 수치인 0.91을 이용하는 것이 가능함. peat를 가정용으로 이용할 경우 상기 값보다 낮음.

자료 : IPCC(1996), 에너지경제연구원(<http://www.keei.re.kr>)

〈표 3〉 IPCC 탄소 배출계수

연료 구분			탄소배출계수	
			C _{kg} /GJ	C Ton/TOE ¹⁾
액체화석연료	1차연료	원유	20,00	0.829
		천연액화가스	17,20	0.630
	2차연료	휘발유	18,90	0.783
		Avi-Gas	18,90	0.783
		등유	19,60	0.812
		항공유	19,50	0.808
		경유	20,20	0.837
		중유	21,10	0.875
		LPG	17,20	0.713
		납사	20,00	0.829
		Bitumen	22,00	0.912
		윤활유	20,00	0.829
		Petroleum Coke	27,50	1.140
		Refinery Feedstock	20,00	0.829
고체화석연료	1차연료	무연탄	26,80	1.100
		원료탄	25,80	1.059
		연료탄	25,80	1.059
		갈탄	27,60	1.132
		토탄	28,90	1.186
	2차연료	BKB & Patent Fuel Coke	25,80	1.056
		29,50	1.210	
기체화석연료		LNG	15,30	0.637
바이오매스 ²⁾		고체 바이오매스	29,90	1.252
		액체 바이오매스	20,00	0.837
		기체 바이오매스	30,60	1.281

주 1 : 에너지원별 IPCC Guideline에서 제시하고 있는 용도별 연소율 적용

2 : 임산연료 및 기타(바이오매스) 에너지원의 연소로 인한 CO₂ 배출량은 국가 CO₂ 배출통계에서 제외

자료 : IPCC(2006), 에너지경제연구원(<http://www.keei.re.kr>)

〈표 4〉 IPCC 제품별 탄소물입율

제품	탄소물입률(fraction of carbon stored)
아스팔트(Bitumen)	1
윤활유	0.5
원료탄에서 생산된 Coal oils 및 tar(원료탄 기준) ²⁾	0.75(0.045)
납사 ¹⁾	0.75
LPG ¹⁾	0.8
천연가스 ¹⁾	0.33
경유 ¹⁾	0.5

주 1 : 연료로 소비되지 않고 화학산업 원료로 이용되는 경우 최종 제품에 물입되는 탄소의 비율임.

2 : 원료탄에서 생성되는 Coal oil 및 tar의 양은 원료탄 소비량의 6%로 가정함. Coal oil 및 tar의 탄소물입률이 0.75이므로 원료탄 기준으로는 4.5%, 즉 0.045가 됨.

자료 : IPCC(1996), 경기개발연구원, 경기도 시군 지자체의 온실가스 배출특성 연구, 2007.

(2) 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O)

IPCC에서 제시하는 Tier 1 방법에 의한 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O)의 배출량 산정방법은 사용연료의 종류와 해당 온실가스의 배출계수를 고려하여 배출량을 산정한다. 사용되는 배출계수 역시 IPCC에서 제시하고 있으며, 연료사용량을 에너지량으로 환산한 값과의 곱으로 계산된다.

$$\text{배출량} = \sum (EF_{ab} \times Activity_{ab})$$

Activity = 투입에너지(TJ)

a = 연료종류

b = 부문별 Activity

〈표 5〉 Tier 1 방법에 의한 CH₄ 배출계수

(단위 : kg/TJ)

구분	석탄 ¹⁾	천연가스	석유	목재/목재폐기물	목탄	기타, 바이오매스, 폐기물 ³⁾
에너지산업	1	1	3	30 ²⁾	200 ²⁾	30
제조업 및 건설	10	5	2	30	200	30
도로·비도로 오염원	항공 ⁴⁾	-	-	0.5	-	-
	육상	-	50	휘발유 20 ⁵⁾	경유 5	-
	철도	10	-	5	-	-
	해운	10	-	5	-	-
	상업/기관	10	5	10	300	200
기타 부문	가정	300	5	10	300	200
	농림	고정	300	5	10	300
	어업	이동	-	5	-	-

주 : 상기계수는 현재까지 획득 가능한 최선의 세계적인 고정값임.

1) 갈탄(brown coal)의 배출계수는 무연탄(hard coal)에 비하여 7배가 높음.

2) 이 계수는 에너지산업의 연료연소의 경우임. 목탄 생산은 목탄생산용 Non-CO₂ 값을 참조함.

3) 분뇨, 농업, 도시 및 산업폐기물을 포함함.

4) 크루즈모드의 경우, CH₄은 무시되는 것으로 가정함(Wisen et al, 1994). LTO 사이클의 경우, 배출계수는 5kg/TJ(VOC 배출량의 10%)임. 세계적인 총 연료의 10%는 LTO 사이클에서 소비되기 때문에 이에 따른 평균배출계수는 0.5kg/TJ임. (Oliver, 1995)

5) 2행정 엔진의 배출계수는 4행정에 비하여 3배가 높음.

자료 : 국립환경연구원, 「자동차 온실가스 저감대책 연구」, 2005.

〈표 6〉 Tier 1 방법에 의한 N₂O 배출계수

(단위 : kg/TJ)

구분	석탄 ¹⁾	천연가스	석유	목재/목재폐기물	목탄	기타, 바이오매스, 폐기물 ³⁾
에너지산업	1.4	0.1	0.6	4 ²⁾	4 ²⁾	4
제조업 및 건설	1.4	0.1	0.6	4		4
도로·비도로 오염원	항공 ⁴⁾	-	-	2	-	-
	육상	-	0.1	휘발유 0.6 ⁵⁾	경유 0.6	-
	철도	1.4	-	0.6	-	-
	해운	1.4	-	0.6	-	-
	상업/기관	1.4	0.1	0.6	4	1
비산업 부문	가정	1.4	0.1	0.6	4	1
	농림	고정	1.4	0.1	0.6	4
	어업	이동		0.1	0.6	-

주 : 상기계수는 현재까지 획득 가능한 최선의 세계적인 고정값임.

1) 갈탄(brown coal)의 N₂O 배출은 유연탄(Bituminous coal)보다 적음. 발전소에서의 실제 측정에 따르면, 무연탄 연소에 의한 N₂O 배출량은 무시됨. 일반적으로 FBC에서의 N₂O 배출은 보일러에 비하여 10배 정도 됨.

2) 이 계수는 에너지산업의 연료연소의 경우임. 목탄 생산은 목탄생산용 Non-CO₂ 값을 참조함.

3) 분뇨, 농업, 도시 및 산업폐기물을 포함함.

4) 특정국가에서 상당수의 차량이 삼원촉매장치(Three-Way Catalyst)를 장착하고 있기 때문에 육상수송 배출계수는 비례적으로 증가시켜야 함.

5) 2행정 엔진의 배출계수는 4행정에 비하여 3배가 높음.

자료 : 국립환경연구원(2005).

(3) 전력 사용으로 인한 온실가스 산정

전력 사용으로 인한 온실가스 산정방법은 에너지경제연구원에서 제시하는 전력배출계수를 사용하여 산출하였다.

$$\text{배출량(ton CO}_2\text{/yr)} = \sum \text{전력사용량(MWh/yr)} \times \text{전력부문 배출계수(ton CO}_2\text{/MWh)}$$

〈표 7〉 전력생산에 따른 온실가스 전력 배출계수

(단위 : 톤 CO₂/MWh)

구분	배출계수
1990	0.320536
1991	0.337465
1992	0.355486
1993	0.364199
1994	0.399217
1995	0.404334
1996	0.432729
1997	0.448521
1998	0.391612
1999	0.391471
2000	0.422628
2001	0.430517
2002	0.431585
2003	0.423308
2004	0.436544
2005	0.424805

자료 : 에너지경제연구원, 기후변화 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구(제3차년도)—온실가스 인벤토리 및 통계 작성체제 개선방안, 2006.

2) 환경기초시설

(1) 매립

매립지에서의 메탄 배출량은 미국 환경청(EPA)에서 추천한 LAEEM모형을 적용하며, 특히 이 모델은 매립지의 매립가스 배출량을 산정하기 위해 개발된 것으로서 AP-42계산법을 적용한 것이다. 매립지의 메탄가스 배출량 산정식은

메탄생성 1차 반응속도 모델에 근거하고 있는 바, 이는 다음과 같다²⁾.

$$Q_{CH_4} = L_0 R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

Q_{CH_4} : 시간 t에서의 메탄 생성률, m³/년
 L_0 : 메탄생성잠재력, m³ CH₄/Mg 쓰레기
 R : 연간 쓰레기 매립률, Mg/년
 k : 메탄발생속도지수, 년⁻¹
 c : 매립종료 후 경과시간, 년(c=0는 매립진행 중)
 t : 매립시작 후 경과시간, 년

매립지의 연도별 매립량 자료를 바탕으로 LANDGEM모델을 적용하면³⁾ 매립지의 연도별 매립량에 의하여 메탄의 연도별 발생량을 매립 시작 연도부터 매립종료 후 지정된 연도까지 산출할 수 있다(Robert and Ruth(1996)).

이 연구에서 적용하고 있는 LANDGEM 모델의 입력 자료는 기존 장영기(1998) 연구에서 제시한 난지도 매립지의 폐기물 매립량 산출자료를 이용하였다.

〈표 8〉 난지도 매립지의 폐기물 매립량

(단위 : 톤(w/w))

연도	계	생활쓰레기	사토 및 건설폐재	산업폐기물	슬러지
1978~1990년말	86,022,042	49,109,942	35,155,200	896,700	860,200
1991	13,712,544	4,651,244	8,569,200	114,800	373,300
1992.1~1992.9	11,959,992	4,964,592	6,669,600	65,100	260,700
총계	111,694,578	58,725,778	50,394,000	1,076,600	1,498,200

자료 : 장영기(1998).

- 2) 매립지 정보인 변수 R, c 및 t는 대상 매립지의 매립처리현황자료에서 구할 수 있음. 쓰레기 매립률 정보가 부족하거나 알 수 없을 때 연간 쓰레기 매립률(R)은 총 매립된 쓰레기의 양을 매립시작 연도부터 매립종료 연도까지로 나눔으로써 결정될 수 있음. 변수 k는 쓰레기의 수분 함량, pH, 온도, 기질영양 등의 함수이며 변수 L₀는 쓰레기의 수분과 유기물 함량의 함수임. 이 연구에서는 LAEEM에 내장되어 있는 k=0.05l/yr 및 Lo=170m³/Mg 쓰레기를 적용하였음(장영기, 1998). LAEEM 모델에 대한 상세한 이해는 미국 EPA의 「User's Manual : Landfill Gas Emissions Model」(v=2.0), 1998.2를 참조하기 바람.
- 3) 미국 환경청의 유해물질 제어기술센터(U.S. EPA Control Technology Center)에서는 쓰레기 매립지에서 발생하는 매립가스량을 예측하기 위해 1991년 LAEEM(Landfill Air Emissions Estimation Model)을 개발하였으며, 1997년에는 LAEEM의 윈도우 버전인 LANDGEM 모델로 발전되었음.

서울시는 1992년까지 난지도매립장에 폐기물을 매립하였고, 이미 위에서 난지도매립지에서 배출되는 메탄발생량을 고려하였기 때문에 이 보고서는 1993년을 기점으로 폐기물에서 배출되는 메탄을 고려하였다. 폐기물 매립으로 인한 메탄발생량의 산정방법은 IPCC에서 제시한 Tier 1 방법을 이용하여 산정하였다.

$$\text{CH}_4 \text{ 배출량 (Gg/yr)} = (\text{MSW}_T \times \text{MSW}_F \times \text{DOC} \times \text{DOC}_F \times F \times 16/12 - R) \times (1 - \text{OX})$$

MSW_T = 폐기물 연간 총발생량(Gg/yr)

MSW_F = 발생하는 폐기물의 총량 중에서 매립되는 비율

DOC = 분해가 가능한 유기탄소 비율(Gg/Gg waste)

DOC_F = DOC 중에서 미생물에 의해 동화될 수 있는 비율

F = 매립가스 중에서 메탄이 차지하는 부피 비율

R = 발생하는 매립가스 중에서 포집회수된 메탄가스의 양(Gg/yr)

OX = 포집·회수되지 않은 메탄가스가 매립층을 통과하면서 산화되는 비율

(2) 소각

$$\text{CO}_2 \text{ 배출량 (톤/yr)} = \sum_1^3 (EF_i \times IW_i \times \eta_i)$$

단, EF = 소각처리에 의한 비생물성 CO_2 배출계수(톤/톤)

IW = 폐기물 연간 소각량(톤/년)

η = 소각효율

i = 폐기물 종류(생활폐기물, 사업장폐기물, 건설폐기물)

〈표 9〉 소각처리에 의한 비생물계 소각폐기물의 배출계수

(단위 : 톤- CO_2 /톤)

폐기물	폐합성수지(EFp)	고무·피혁	폐합성섬유	폐합성고무	폐피혁	기타 가연분
배출계수	2,347	2,094	1,408	2,299	1,870	1,045

주 : 비생물계 소각 폐기물에 대해 습량기준한 각각의 탄소함량(64.0, 57.1, 38.4, 62.7, 51.0, 28.5%)을 이용하여 배출계수를 산정함.

예) 폐합성수지 : $0.640 \times 44/12 = 2,347$ 톤 CO_2 /톤

자료 : 환경부, 「환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축」, 2002. 8.

$$\text{소각효율}(\eta: \%) = \left(1 - \frac{\text{바닥재의 미연분량}}{\text{폐기물의 가연성분량}}\right) \times 100(\%)$$

이 연구에서는 환경부에서 강열감량을 10%로 동일하게 유지한 상태에서 미연분량 1.417%, 소각 폐기물의 평균 삼성분 수치의 평균값 50.91%를 적용하여 구한 소각효율 97% 수치를 적용하였다.

소각과정에서 생성되는 아산화질소는 환경부에서 2000년과 2002년에 측정한 배출가스 가운데 아산화질소 배출농도와 소각량으로 산출한 소각형태별 아산화질소 배출계수의 평균값을 적용하였다.

$$\text{N}_2\text{O 배출량 (톤/yr)} = \sum_1^3 (EF_i \times IW_i)$$

단, EF = 소각처리에 의한 비생물성 N₂O 배출계수(톤/톤)

IW = 폐기물 연간 소각량(톤/년)

i = 폐기물 종류(생활폐기물, 사업장폐기물+건설폐기물, 슬러지)

〈표 10〉 소각에 의한 N₂O 배출계수

(단위 : g/톤)

구분	2000년	2002년	평균값
슬러지	323	408.42	365.71
생활폐기물	90	39.80	64.9
사업장폐기물	149	109.57	129.24

자료 : 서울시정개발연구원, 서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가, 2006

(3) 하·폐수

IPCC에서 제시하는 생활하수 처리설비에서 발생하는 메탄가스량 산정식은 아래와 같다. 서울시 소재 하수처리장은 중랑, 탄천, 서남, 난지물재생센터 총 4곳으로 현재 호기성 처리공법으로 처리하므로 하수처리에서 발생하는 메탄은 없고, 하수슬러지 소화조에서 혐기 분해조건이 형성되면서 메탄이 배출되는 것으로 가정하였다.

MCF(메탄전환계수), WS(하·폐수 처리비율)의 경우 서울시정개발연구원 (2006)의 자료 평균값을 적용하였다.

최대 메탄 가능량(Bo)의 모델 물질인 글루코스가 양론반응에 의한 메탄과 이산화탄소로 전환된다고 할 때 생성될 수 있는 최대 메탄량으로 0.25kgCH₄/kg BOD로 하였다. 또 각 물재생센터에서 슬러지를 밀폐된 공간에서 처리하고, 발생되는 메탄을 회수한다고 가정하여 메탄의 회수처리율은 100%로 가정하였다.

$$TM = \sum (TOW_i \times EF_i \times -MR_i) + \sum (TOS_j \times EF_j - MR_j)$$

단, TOW_i = 하·폐수의 총 유기물질량(kgDC/yr, 하수-BOD, 폐수-BOD)
 EF_i = 하·폐수의 메탄배출계수(kgCH₄/kgDC)
 TOS_j = 슬러지별 총 유기물질량(kgDC/yr, 하수-BOD, 폐수-BOD)
 EF_j = 슬러지별 메탄배출계수(kgCH₄/kgDC)
 MR_i = 하·폐수에서 재이용되는 총메탄량(kgCH₄/yr)
 MR_j = 슬러지에서 재이용되는 총메탄량(kgCH₄/yr)

$$EF_i = Bo_i \times \sum (WS_{ix} \times MCF_x)$$

Bo_i = 하·폐수 슬러지에서 i의 메탄 최대발생량(kgCH₄/kgBOD)
 WS_{ix} = 하·폐수 i를 혐기성 처리공법 x로 처리하는 비율
 MCF_x = 하·폐수를 혐기성 처리공법 x에 의한 메탄전환 계수

$$EF_j = Bo_j \times \sum (WS_{jy} \times MCF_y)$$

Bo_j = 하·폐수 슬러지에서 j의 메탄 최대발생량(kgCH₄/kgBOD)
 WS_{jy} = 하·폐수 j를 혐기성 처리공법 y로 처리하는 비율
 MCF_y = 하·폐수를 혐기성 처리공법 y에 의한 메탄전환 계수

〈표 11〉 서울시 하수처리장별 MCF 및 WS

구분	MCF				WS			
	종량	탄천	서남	난지	종량	탄천	서남	난지
1999	0.641	0.549	-	0.924	0.035	0.052	-	0.025
2000	0.709	0.483	0.903	0.774	0.044	0.070	0.042	0.034
2001	0.624	0.430	0.846	0.970	0.057	0.079	0.055	0.033
2002	0.616	0.491	0.698	0.877	0.052	0.063	0.054	0.040
2003	0.658	0.466	0.752	0.836	0.043	0.059	0.053	0.044
2004	0.820	0.546	0.861	0.767	0.057	0.057	0.053	0.044
평균	0.678	0.494	0.812	0.858	0.048	0.064	0.051	0.037

자료 : 서울시정개발연구원, 서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획, 2006.

하수처리설에서 발생하는 아산화질소 배출량은 연간 전 국민의 단백질 섭취량과 단백질 중 질소비율, 아산화질소 배출계수를 곱하여 산출한다.

$$N_2O = \text{Protein} \times \text{FracNPR} \times \text{NRPEOPLE} \times \text{EF}_6$$

단, N_2O = 하수의 N_2O 배출량 (kg N_2O -N/yr)
 Protein = 연간 단백질 섭취량(kg/인·yr)
 FracNPR = 단백질 중 질소비율(기본값 : 0.16 kg N/kg protein)
 NRPEOPLE = 총인구수
 EF6 = 배출계수(기본값 : 0.01kg N_2O -N/kg sewage-N)

산업폐수처리에 의한 메탄 배출량도 IPCC 지침에 따라 산업별 오염물질 배출량 및 유량, 환경부의 측정조사에서 획득한 산업별 MCF로 산출하였다. 이 연구에서는 산업폐수에서는 메탄발생량은 없는 것으로 가정하고, 산업폐수의 슬러지에 의해 발생하는 메탄발생량만 산정하였다.

$$CH_4 \text{ 발생량 (톤/yr)} = \sum(\text{산업별 폐수발생량} \times \text{유기물질농도} \times \text{슬러지로 제거되는 비율} \times \text{MCF} \times \text{메탄최대성성량} - \text{메탄회수량})$$

산업폐수에서 발생하는 N_2O 배출량은 선행 연구보고서(환경부, 2000) 자료를 활용하여, 업종별 폐수발생량에 폐수의 원단위와 배출계수를 곱하여 산출하였다.

$$N_2O(\text{톤/yr}) = \text{폐수량}(\text{m}^3/\text{일}) \times 365 \times \text{원단위} \text{ EF}_6 \times 44/28 \times \text{단위환산}(\text{kg/g}) \times \text{EF}_6(\text{kgN}_2\text{O-N/kg폐수-N}) \times 44/28 \times 0.001(\text{ton/kg})$$

〈표 12〉 산업폐수에서 N_2O 산정을 위한 업종별 변수값

구분	원단위(gN/m ³ -폐수)	EF6(N_2O -N/kg 폐수-N)
산업화학	51.99	1.37829×10^{-5}
전기전자	51.99	3.66464×10^{-6}
피혁신발	450.74	6.43981×10^{-8}
음식품	13.37	6.25794×10^{-7}
섬유업	103.42	2.78679×10^{-7}
제지담배	7.13	7.80230×10^{-6}

자료 : 환경부, 환경기초시설에서의 온실가스 배출량 조사, 2000.

부록 3 서울시 부문별 온실가스 배출량

1) 비산업 부문

[비산업 부문 이산화탄소(CO₂) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	상업	가정	공공	농축산	합계
1990	22,841,216		1,150,198	465,436	24,456,851
1991	20,623,510		2,423,610	800,367	23,847,487
1992	19,710,285		2,148,458	910,992	22,769,735
1993	19,573,472		2,014,564	796,089	22,384,125
1994	19,972,634		2,612,713	2,224,843	24,810,190
1995	20,924,397		2,852,721	970,784	24,747,902
1996	31,835,998		3,584,691	2,844,593	38,265,282
1997	29,105,713		3,261,883	3,088,807	35,456,402
1998	9,873,894	10,820,265	3,037,871	2,303,688	26,035,718
1999	10,640,135	12,236,222	2,880,888	1,600,844	27,358,089
2000	10,420,259	12,518,348	2,903,031	840,425	26,682,062
2001	9,965,248	12,707,982	2,321,961	1,271,764	26,266,955
2002	10,218,756	12,947,942	2,304,894	358,545	25,830,138
2003	10,617,457	12,925,668	2,323,965	9,236	25,876,326
2004	10,707,594	13,188,804	2,467,581	33,433	26,397,411
2005	11,540,298	13,424,286	2,842,910	20,471	27,827,965
2006	12,301,628	12,228,092	2,998,649	144,646	27,673,015
2007	12,865,756	11,895,887	3,244,199	323,391	28,329,233

[비산업 부문 메탄(CH₄) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	상업	가정	공공	농축산	합계
1990	19,552		100	63	19,716
1991	15,338		232	114	15,683
1992	11,452		214	109	11,775
1993	8,323		193	98	8,614
1994	5,996		259	282	6,538
1995	4,012		281	124	4,417
1996	3,783		337	350	4,470
1997	4,077		314	425	4,816
1998	959	1,187	268	314	2,728
1999	926	1,266	231	217	2,640
2000	781	1,232	230	114	2,357
2001	621	1,249	143	174	2,186
2002	567	1,211	135	48	1,961
2003	548	1,167	132	0	1,848
2004	526	1,202	139	4	1,871
2005	677	1,339	165	2	2,182
2006	748	1,169	184	19	2,120
2007	739	1,091	207	43	2,080

[비산업 부문 아산화질소(N₂O) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	상업	가정	공공	농축산	합계
1990	228		4	4	236
1991	376		13	7	395
1992	158		10	8	175
1993	136		10	7	152
1994	116		9	18	144
1995	108		10	8	126
1996	96		16	23	135
1997	97		10	25	133
1998	37	34	9	19	99
1999	37	39	8	13	98
2000	27	33	9	7	76
2001	17	35	4	10	66
2002	16	34	3	3	56
2003	15	32	3	0	51
2004	11	33	3	0	47
2005	12	32	4	0	48
2006	15	22	4	1	43
2007	16	20	5	3	44

[비산업 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	24,456,851	19,716	236	24,944,115	6,802,941
1991	23,847,487	15,683	395	24,299,324	6,627,088
1992	22,769,735	11,775	175	23,071,282	6,292,168
1993	22,384,125	8,614	152	22,612,236	6,166,973
1994	24,810,190	6,538	144	24,991,986	6,815,996
1995	24,747,902	4,417	126	24,879,784	6,785,396
1996	38,265,282	4,470	135	38,400,956	10,472,988
1997	35,456,402	4,816	133	35,598,751	9,708,750
1998	26,035,718	2,728	99	26,123,807	7,124,675
1999	27,358,089	2,640	98	27,443,786	7,484,669
2000	26,682,062	2,357	76	26,755,122	7,296,851
2001	26,266,955	2,186	66	26,333,381	7,181,831
2002	25,830,138	1,961	56	25,888,723	7,060,561
2003	25,876,326	1,848	51	25,930,848	7,072,049
2004	26,397,411	1,871	47	26,451,301	7,213,991
2005	27,827,965	2,182	48	27,888,614	7,605,986
2006	27,673,015	2,120	43	27,730,766	7,562,936
2007	28,329,233	2,080	44	28,386,412	7,741,749

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

2) 제조업 부문

[제조업 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	2,883,397	54	15	2,889,174	787,957
1991	3,150,599	60	16	3,156,944	860,985
1992	4,561,567	105	30	4,573,047	1,247,195
1993	2,947,321	54	14	2,952,943	805,348
1994	3,595,015	69	19	3,602,313	982,449
1995	3,652,015	72	19	3,659,545	998,058
1996	3,886,081	77	20	3,894,048	1,062,013
1997	2,631,186	44	10	2,635,339	718,729
1998	2,086,803	40	8	2,090,240	570,066
1999	1,913,431	42	6	1,916,062	522,562
2000	2,022,232	42	5	2,024,734	552,200
2001	2,453,402	55	9	2,457,419	670,205
2002	2,526,033	58	10	2,530,417	690,114
2003	2,434,314	65	12	2,439,526	665,325
2004	2,384,059	63	13	2,389,285	651,623
2005	1,613,425	36	6	1,615,966	440,718
2006	2,218,269	47	10	2,222,459	606,125
2007	2,325,240	50	12	2,329,917	635,432

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

3) 에너지산업 부문

[에너지산업 부문 이산화탄소(CO₂) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	고체연료전환	석유정제	발전	지역난방	합계
1990	1,026	0	6,311,223	12,748	6,324,997
1991	953	0	4,251,261	6,492	4,258,706
1992	334	0	1,934,314	51,723	1,986,371
1993	524	0	315,855	146,313	462,692
1994	572	0	77,991	165,237	243,800
1995	477	0	116,383	232,662	349,521
1996	429	0	125,431	314,107	439,966
1997	44,562	0	153,311	377,246	575,120
1998	66,633	791	2,276,105	367,071	2,710,600
1999	83,029	0	116,246	427,411	626,685
2000	23,122	0	103,153	473,243	599,517
2001	70,689	0	157,400	499,337	727,426
2002	9,394	0	85,561	508,650	603,605
2003	4,624	0	142,827	498,543	645,994
2004	154,047	0	108,074	494,518	756,639
2005	130,113	0	586,060	133,446	849,619
2006	206,317	0	79,830	682,797	968,944
2007	170,698	0	77,985	737,005	985,689

[에너지산업 부문 메탄(CH₄) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	고체연료전환	석유정제	발전	지역난방	합계
1990	0	0	249	0	250
1991	0	0	166	0	166
1992	0	0	83	1	84
1993	0	0	12	3	14
1994	0	0	1	3	4
1995	0	0	2	4	6
1996	0	0	2	5	7
1997	4	0	2	6	12
1998	6	0	96	6	108
1999	7	0	2	7	16
2000	2	0	2	8	12
2001	6	0	4	9	18
2002	1	0	2	9	11
2003	0	0	7	8	16
2004	11	0	2	8	21
2005	11	0	10	2	23
2006	17	0	1	12	30
2007	14	0	1	13	29

[에너지산업 부문 아산화질소(N₂O) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	고체연료전환	석유정제	발전	지역난방	합계
1990	0	0	50	0	50
1991	0	0	33	0	33
1992	0	0	16	0	17
1993	0	0	2	0	3
1994	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	1
1996	0	0	0	1	1
1997	1	0	0	1	2
1998	1	0	19	1	21
1999	1	0	0	1	2
2000	0	0	0	1	1
2001	1	0	1	1	3
2002	0	0	0	1	1
2003	0	0	1	1	2
2004	2	0	0	1	3
2005	2	0	1	0	3
2006	3	0	0	1	5
2007	3	0	0	1	4

[에너지산업 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	6,324,997	250	50	6,345,744	1,730,657
1991	4,258,706	166	33	4,272,479	1,165,222
1992	1,986,371	84	17	1,993,268	543,619
1993	462,692	14	3	463,774	126,484
1994	243,800	4	0	244,010	66,548
1995	349,521	6	1	349,811	95,403
1996	439,966	7	1	440,331	120,090
1997	575,120	12	2	575,865	157,054
1998	2,710,600	108	21	2,719,290	741,625
1999	626,685	16	2	627,754	171,206
2000	599,517	12	1	600,193	163,689
2001	727,426	18	3	728,645	198,721
2002	603,605	11	1	604,207	164,784
2003	645,994	16	2	647,003	176,455
2004	756,639	21	3	758,074	206,747
2005	849,619	23	3	851,187	232,142
2006	968,944	30	5	971,030	264,826
2007	985,689	29	4	987,604	269,346

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

4) 도로 이동오염원

[도로 이동오염원 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	7,188,287	1,101	62	7,230,533	1,971,963
1991	7,163,748	1,115	61	7,206,228	1,965,335
1992	8,407,405	1,337	72	8,457,830	2,306,681
1993	8,925,843	1,481	77	8,980,715	2,449,286
1994	9,761,245	1,682	84	9,822,591	2,678,888
1995	10,045,502	1,728	86	10,108,601	2,756,891
1996	10,613,192	1,879	92	10,681,032	2,913,009
1997	10,234,034	1,829	88	10,299,856	2,809,052
1998	8,930,905	1,595	77	8,988,412	2,451,385
1999	9,794,954	1,745	85	9,857,945	2,688,530
2000	10,282,051	1,705	89	10,345,559	2,821,516
2001	9,836,260	1,595	86	9,896,372	2,699,011
2002	10,626,408	1,702	93	10,690,867	2,915,691
2003	10,363,890	1,650	90	10,426,523	2,843,597
2004	10,468,905	1,617	91	10,531,014	2,872,095
2005	9,735,189	1,600	83	9,794,679	2,671,276
2006	9,618,249	1,651	82	9,678,413	2,639,567
2007	9,749,765	1,758	83	9,812,323	2,676,088

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

5) 비도로 이동오염원

[비도로 이동오염원 부문 이산화탄소(CO₂) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	건설장비	철도	해운	항공	합계
1990	328,076	35,295	800,605	542,582	1,706,557
1991	483,602	79,065	932,537	993,696	2,488,900
1992	367,330	37,896	2,898,703	1,323,669	4,627,598
1993	341,488	42,719	4,212,512	1,834,607	6,431,326
1994	335,038	451,775	68,118	2,618,313	3,473,243
1995	210,923	501,562	177,382	3,212,553	4,102,420
1996	262,493	488,262	200,137	3,553,651	4,504,543
1997	70,398	654,520	2,346,620	5,996,162	9,067,700
1998	102,233	428,822	1,377,298	5,498,975	7,407,327
1999	58,099	374,819	86,664	5,860,600	6,380,183
2000	181,853	235,854	7,010	4,381,119	4,805,836
2001	224,663	266,351	227,073	1,196,315	1,914,401
2002	239,277	156,268	65,028	1,287,367	1,747,940
2003	240,826	395	122,548	1,099,428	1,463,198
2004	271,735	125,324	184,491	838,689	1,420,240
2005	334,424	158,742	112,367	815,689	1,421,223
2006	310,474	143,485	219,709	1,897,075	2,570,742
2007	178,438	179,343	282,646	2,366,010	3,006,436

[비도로 이동오염원 부문 메탄(CH₄) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	건설장비	철도	해운	항공	합계
1990	9	2	41	4	56
1991	13	5	51	7	76
1992	10	3	168	9	189
1993	9	3	249	13	274
1994	9	31	3	18	61
1995	6	34	10	23	72
1996	7	33	11	25	76
1997	2	45	130	42	219
1998	3	29	77	39	148
1999	2	26	2	41	71
2000	5	16	0	31	52
2001	6	18	12	8	45
2002	6	11	3	9	29
2003	6	0	6	8	20
2004	7	9	9	6	31
2005	9	11	6	6	31
2006	8	10	11	13	43
2007	5	12	14	17	48

[비도로 이동오염원 부문 아산화질소(N₂O) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	건설장비	철도	해운	항공	합계
1990	3	0	6	15	25
1991	4	1	7	28	40
1992	3	0	23	37	64
1993	3	0	33	52	88
1994	3	4	1	74	81
1995	2	4	1	91	98
1996	2	4	2	100	108
1997	1	5	19	169	194
1998	1	4	11	155	171
1999	0	3	1	166	170
2000	1	2	0	124	127
2001	2	2	2	34	40
2002	2	1	1	36	40
2003	2	0	1	31	34
2004	2	1	1	24	28
2005	3	1	1	23	28
2006	2	1	2	54	59
2007	1	1	2	67	72

[비도로 이동오염원 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	1,706,557	56	25	1,715,362	467,826
1991	2,488,900	76	40	2,502,913	682,613
1992	4,627,598	189	64	4,651,274	1,268,529
1993	6,431,326	274	88	6,464,411	1,763,021
1994	3,473,243	61	81	3,499,627	954,444
1995	4,102,420	72	98	4,134,319	1,127,541
1996	4,504,543	76	108	4,539,668	1,238,091
1997	9,067,700	219	194	9,132,392	2,490,652
1998	7,407,327	148	171	7,463,309	2,035,448
1999	6,380,183	71	170	6,434,319	1,754,814
2000	4,805,836	52	127	4,846,365	1,321,736
2001	1,914,401	45	40	1,927,599	525,709
2002	1,747,940	29	40	1,760,978	480,267
2003	1,463,198	20	34	1,474,148	402,040
2004	1,420,240	31	28	1,429,675	389,911
2005	1,421,223	31	28	1,430,527	390,144
2006	2,570,742	43	59	2,589,924	706,343
2007	3,006,436	48	72	3,029,761	826,299

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

6) 환경기초시설

(1) 매립지·매립

[매립지·매립 부문의 메탄(CH₄) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	매립지 발생량			매립 발생량	환산CO ₂ (매립지+매립)	환산C
	메탄발생량	메탄포집량	실제 메탄발생량			
1990	2,02E+05	-	2,02E+05	-	4,242,000	1,156,909
1991	2,13E+05	-	2,13E+05	-	4,473,000	1,219,909
1992	2,32E+05	-	2,32E+05	-	4,872,000	1,328,727
1993	2,50E+05	-	2,50E+05	59,447	6,498,396	1,772,290
1994	2,38E+05	-	2,38E+05	85,666	6,796,990	1,853,725
1995	2,26E+05	-	2,26E+05	73,463	6,288,729	1,715,108
1996	2,05E+05	-	2,05E+05	57,124	5,504,596	1,501,253
1997	2,02E+05	-	2,02E+05	49,987	5,291,727	1,443,198
1998	1,95E+05	-	1,95E+05	42,758	4,992,922	1,361,706
1999	1,85E+05	-	1,85E+05	43,523	4,798,974	1,308,811
2000	1,76E+05	-	1,76E+05	46,265	4,667,566	1,272,973
2001	1,68E+05	-	1,68E+05	53,480	4,651,072	1,268,474
2002	1,60E+05	160,000.0	0	66,558	1,397,716	381,195
2003	1,52E+05	152,000.0	0	52,221	1,096,631	299,081
2004	1,44E+05	144,000.0	0	45,395	953,296	259,990
2005	1,37E+05	137,000.0	0	15,023	315,483	86,041
2006	1,31E+05	131,000.0	0	18,581	390,191	106,416
2007	-	-	0	17,991	377,810	103,039

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

(2) 소각

[소각 부문 이산화탄소(CO₂) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	가정 생활폐기물	사업장 생활폐기물	사업장 배출시설계폐기물	건설 폐기물	합계
1990	29,875	0	0	0	29,875
1991	18,972	0	0	0	18,972
1992	16,244	0	0	0	16,244
1993	13,563	0	0	0	13,563
1994	222	0	0	0	222
1995	6,877	0	0	0	6,877
1996	16,305	3,358	0	0	19,663
1997	62,295	4,721	366	480	67,861
1998	41,071	4,395	5,866	1,173	52,505
1999	53,179	4,042	12,361	4,947	74,529
2000	84,143	11,139	11,517	80,109	186,908
2001	143,399	14,198	13,457	43,010	214,064
2002	137,536	21,505	14,437	57,121	230,599
2003	119,350	9,887	10,878	109,818	249,934
2004	138,363	18,525	9,468	186,358	352,714
2005	227,518	18,542	19,819	21,476	287,354
2006	288,447	27,857	3,138	124,374	443,816
2007	367,562	16,397	17,365	151,486	552,810

[소각 부문 오염원 아산화질소(N₂O) 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	가정 생활계폐기물	사업장 생활계폐기물	사업장배출시설계 폐기물		건설폐기물	합계
			일반	슬러지		
1990	6	0	0	0	0	6
1991	4	0	0	0	0	4
1992	4	0	0	0	0	4
1993	2	0	0	0	0	2
1994	3	0	0	0	0	3
1995	2	0	0	0	0	2
1996	6	2	0	0	0	8
1997	12	2	0	0	0	14
1998	12	1	1	0	0	14
1999	12	1	1	0	1	14
2000	14	1	1	1	13	30
2001	17	2	1	1	7	28
2002	16	2	1	5	13	37
2003	17	1	1	19	29	67
2004	16	2	1	20	30	68
2005	24	3	2	0	2	32
2006	26	3	0	0	7	37
2007	38	2	1	18	9	68

[소각 부문 오염원 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	29,875	6	31,747	8,658
1991	18,972	4	20,147	5,495
1992	16,244	4	17,346	4,731
1993	13,563	2	14,290	3,897
1994	222	3	1,213	331
1995	6,877	2	7,406	2,020
1996	19,663	8	22,013	6,004
1997	67,861	14	72,335	19,728
1998	52,505	14	56,814	15,495
1999	74,529	14	78,978	21,540
2000	186,908	30	196,242	53,521
2001	214,064	28	222,825	60,771
2002	230,599	37	242,129	66,035
2003	249,934	67	270,695	73,826
2004	352,714	68	373,807	101,947
2005	287,354	32	297,143	81,039
2006	443,816	37	455,349	124,186
2007	552,810	68	573,971	156,538

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

(3) 하·폐수

[하·폐수 부문 온실가스 배출량]

(단위 : 톤/년)

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	환산CO ₂	환산C
1990	0	287	772	245,326	66,907
1991	0	253	734	232,855	63,506
1992	0	250	747	236,826	64,589
1993	0	248	730	231,661	63,180
1994	0	284	715	227,735	62,110
1995	0	270	715	227,328	61,998
1996	0	412	710	228,821	62,406
1997	0	338	699	223,740	61,020
1998	0	264	707	224,568	61,246
1999	0	189	703	221,856	60,506
2000	0	189	706	222,949	60,804
2001	0	115	679	212,863	58,054
2002	0	104	676	211,595	57,708
2003	0	100	675	211,442	57,666
2004	0	100	676	211,664	57,726
2005	0	60	716	223,311	60,903
2006	0	64	720	224,662	61,271
2007	0	50	725	225,798	61,581

주 : 환산CO₂는 온난화지수(CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310)를 적용하여 산출하고, 환산C는 환산CO₂에 탄소전환계수 12/44를 곱하여 산출함.

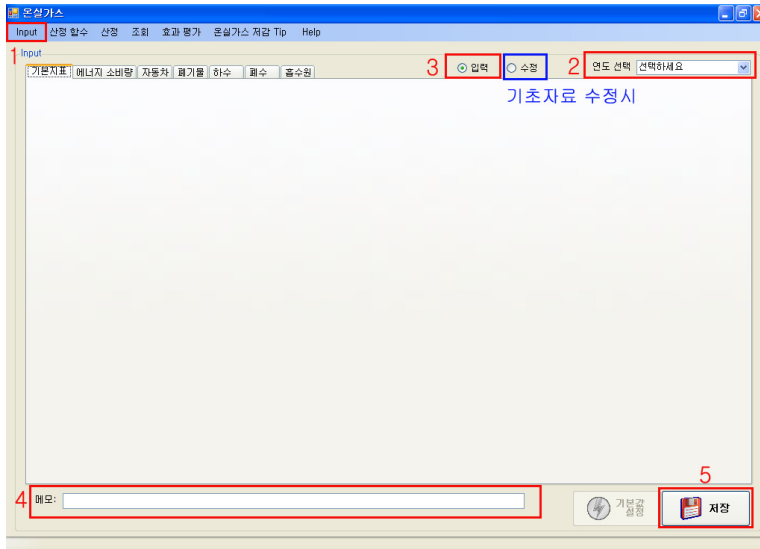
3) 흡수원

[흡수원 부문의 온실가스 흡수량]

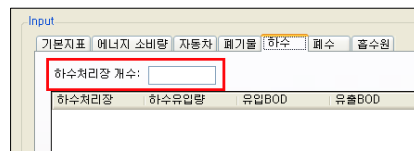
(단위 : 톤/년)

구분	연간 CO ₂ 흡수량	연간 C 흡수량
1990	57,385	15,650
1991	63,991	17,452
1992	2,211	603
1993	-4,601	-1,255
1994	-8,621	-2,351
1995	81,506	22,229
1996	84,575	23,066
1997	87,403	23,837
1998	64,954	17,715
1999	69,569	18,973
2000	73,872	20,147
2001	82,377	22,467
2002	86,802	23,673
2003	176,947	48,258
2004	175,690	47,916
2005	175,953	47,987
2006	94,085	25,660
2007	101,164	27,590

1) Input : 온실가스 산정에 필요한 기초데이터 입력



- ① “연도 선택”에서 산정하고자 하는 연도를 먼저 선택(2)하고, “입력”(3)이 선택된 상태에서 기본지표 항목(인구수, GRDP, 1인당 단백질량)과 에너지 소비량, 자동차 등록대수 및 주행거리, 폐기물량, 하·폐수량, 흡수원 등 온실가스 산정에 필요한 기초데이터를 입력한다.
- ② 에너지 사용량에서 석유류는 1,000bbl, 전력은 Mwh, LNG(도시가스)는 1,000m³, 무연탄은 1,000톤 단위로 입력한다.
- ③ 하수처리장 입력 시 처리장 개수를 먼저 입력한 후 해당 자료를 입력한다.



④ “메모”(4)란에 사용자가 기입하고자 하는 내용을 입력하여, 다음 단계 작업 시에 참조한다.

⑤ 입력이 완료되면 “저장” 버튼(5)으로 저장한다.

⑥ 기초자료 수정 시

- “수정”을 클릭한 후 수정하고자 하는 연도를 선택하여 수정한 후 저장한다.
- 수정한 자료는 연도-01, 02... 형식으로 저장된다.

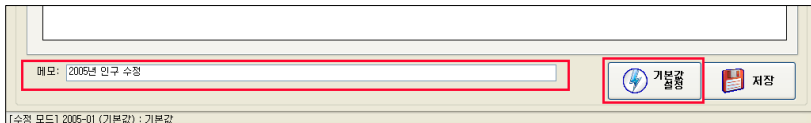
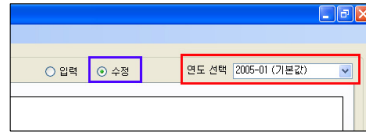
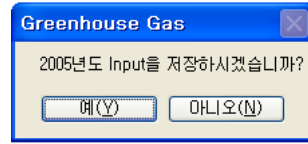
예) 2005-01

- 수정한 후 자료에 대한 정보를 “메모”에 기입한다.

예) “2005년 인구 수정”

⑦ “기본값 설정” : 기본연도와 수정 자료 가운데 기본값으로 할 연도를 선택하여 저장한다.

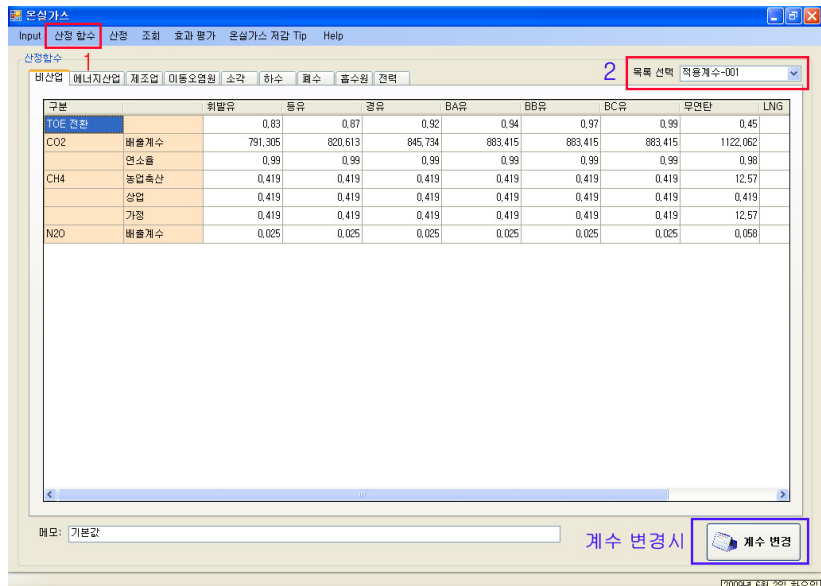
예) “2005”, “2005-01”, “2005-02” ... 중 기본값으로 할 데이터 선택



2) 산정함수 : 발열량 기준, 탄소배출계수와 연소효율 및 기타 계수

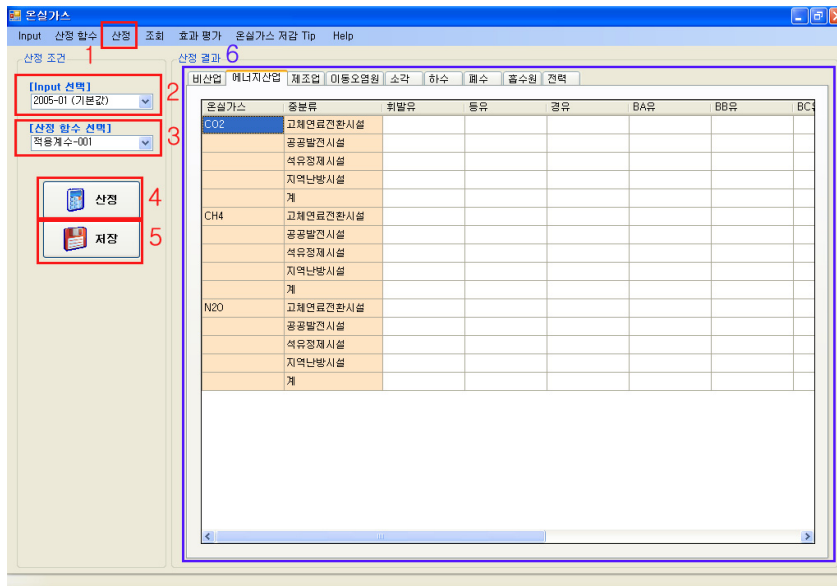
① 온실가스 산정에 필요한 발열량, 탄소배출계수, 연소효율 및 기타계수를 입력하는 창으로 기본값은 “적용계수-001”(2)이다.

② 적용계수를 변경할 경우에는 “계수변경” 버튼을 눌러 변경하고자 하는 부문의 계수를 변경한 후 “저장”을 누르면 자동으로 “적용계수-002”로 저장된다(뒤의 숫자는 자동으로 입력되어 저장됨). 이때 “메모”창에 변경한 계수에 대한 정보를 기입해 둔다.



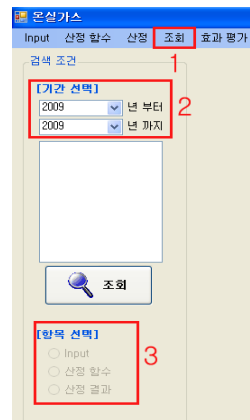
3) 산정 : 온실가스 산정

- ① 온실가스 산정 시 “산정”을 클릭
- ② “Input 선택”(2) : 온실가스 산정 시 필요한 해당연도 기초데이터를 선택
(예 : 2000-01)
- ③ “산정함수 선택”(3) : 적용할 계수를 선택(예 : 적용계수-001)
- ④ “산정”(4) : “Input” 자료와 “산정함수”로 온실가스를 자동 산정(자동 저장
되지 않음)
- ⑤ 산정된 결과는 “산정결과”창에 부문별로 온실가스가 산정되어 나타남.
- ⑥ “저장”(5) : 산정된 온실가스 배출량을 저장



4) 조회 : 데이터 조회(기초자료, 배출계수, 온실가스 등)

- ① “기간선택” : 조회할 기간을 선택
- ② “항목선택” : Input, 산정함수, 산정결과(온실가스) 중 선택
- ③ “조회” : 기간선택과 항목선택이 완료된 후 “조회”를 누르면 데이터 조회
- ④ Input과 산정결과(온실가스)는 다년도 조회 가능하지만, 산정함수는 단년도 조회 가능



5) 효과평가 : 에너지 절감, 폐기물 절감 등에 관련한 효과평가

- ① 에너지 절감, 폐기물 저감, 자동차 대책 등과 관련해 변경된 물량에 대해 온실가스배출량을 산정

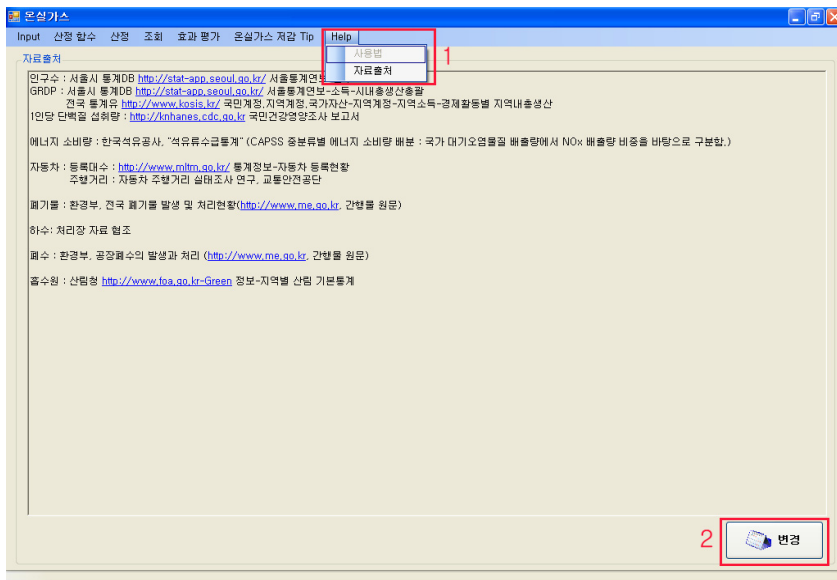
- ② 효과 평가할 물량에 대해 Input에서 입력한 후 저장(메모에 해당관련 정보 기입)
- ③ 산정에서와 마찬가지로 Input과 산정함수를 선택하여 온실가스 배출량을 산정

6) 온실가스 저감 Tip : 생활속 온실가스 저감 Tip 제공

- ① 생활 속에서 다양한 온실가스 저감 정보를 제공
- ② 지속적으로 온실가스 저감 관련 정보들을 사용자가 업데이트 가능

7) Help : 프로그램 사용법과 자료 목록

- ① Carbon Calculator 프로그램 “사용법” 수록
- ② 온실가스 배출량 산정 및 관련 자료 출처 등을 사용자가 작성
- ③ “변경”(2) : 추가 자료 등록 시 “변경” 버튼을 눌러 작성한 후 “저장”



영문 요약 (Abstract)



A Preliminary Study on Seoul's Vision for Climate Protection Initiative in 2030

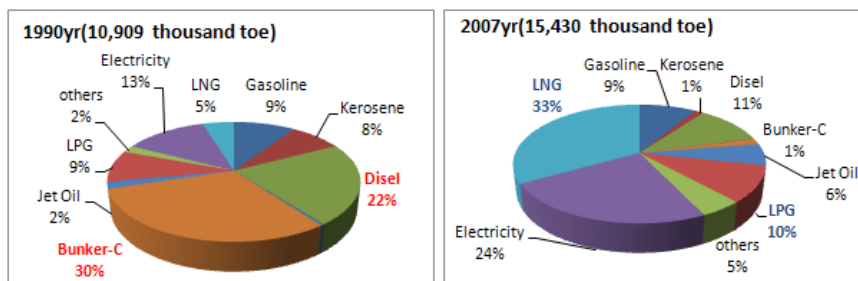
Woonsoo Kin · Seongil Shin · Wonjoo Kim · Jeongah Kim

It is no surprise that all developed countries and many developing ones around the world are in a fiercer green race for responding climate change issues and achieving promised low-carbon societies. Each country's bid for green leadership is just related with drawing his competitive power in the low-carbon age. In parallel, in light of the urgent need to take climate protection initiative, meet housing demand with low carbon communities, minimize threats to the environment and fulfill public's aspiration for higher quality of life, designing cities to attain such high expectation standards should be targeted to deal successfully with all these challenges.

The purpose of this study is to provide basis of Seoul city's vision for climate protection initiative in 2030, thereby figuring out what kinds of strategies be adopted to meet pacesetting goal in such an optimized systematic way. In particular, as reborn to be a clean and charming world-leading city, Seoul city needs to act today more for better tomorrow based upon goal-oriented climate protecting guidelines. Thus the Seoul city's vision for climate protection initiatives in 2030 can serve Seoul in implementing effective and practical greenhouse abatement actions in order to achieve its emission reduction goals by 2030. This study might be used as a 'living guideline' to assist Seoul prepare actions and obtain the greatest benefits from climate protection activities. The findings of this study is summarized as follows:

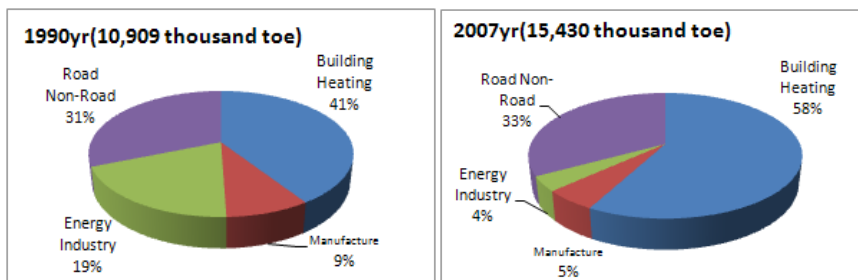
1. Characteristics of Energy Consumption

Due to the recent economic downturn, higher oil price, environmental regulation, etc, consumption pattern of both diesel and paraffin oil has been declined sharply since 2000 year.



〈Fig. 1〉 Energy Consumption by Source in Seoul

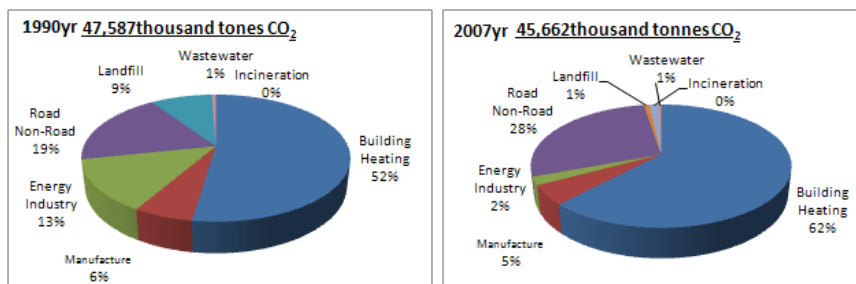
In return, the consumption of environment-friendly energy such as LNG and LPG shows rapid increasing trend, as 42.9% of the total fuel consumption in 2007(see Fig. 1). In case of energy consumption by sector, both building and transportation sector are the major sources(see Fig. 2). With technological progress in the future, commercialized use of new and/or renewable energy such as bio-diesel and fuel cell can contribute to adjust energy crisis and to mitigate environmental problem.



〈Fig. 2〉 Energy Consumption by Sector in Seoul

2. Inventories of Greenhouse Gas Emissions

Greenhouse gas emissions resulting from the activities of the Seoul in 1990 and 2007 produced around 47,587 and 45,662 thousand tonnes of CO₂ emissions respectively. It is predicted that if business is carried out as usual, these figures would increase to about 59,275 thousand tonnes in 2030. In 2007, building heating and transport sector show the most ratio of CO₂ emissions by 62% and 28% respectively.



〈Fig. 3〉 Greenhouse Gas Emissions by Sector in Seoul

3. Analysis of Seoul's Action Plans

Reducing greenhouse gas emissions makes good economic, environmental and social sense, and there is considerable opportunity to reduce energy usage through promoting energy efficiency, adopting energy efficient devices, and providing renewable energy. Seoul city now has implemented various effective and practical greenhouse abatement actions in order to achieve its emission reduction. The reduction measures outlined within this study are evaluated in terms of their emissions reduction effectiveness. The evaluation process is as followed:

- ① Conduct a baseline emissions inventory and forecast

The CO₂ emissions are calculated for a base year(e.g., 1990) and for

forecast years(e.g., 2020 and 2030). This inventory and forecast provide a benchmark for planning and monitoring acting plans.

② Adopt an emissions reduction target for the forecast year.

Seoul city has already established an emission reduction target for 2020, and now considering a new target for the 2030 year. Such target might create a framework that guides the planning and implementation of CO₂ emission reducing measures.

③ Develop Seoul's Action Plan.

Under CO₂ emission reducing action plan, Seoul city will achieve its emissions reduction target. In addition to direct greenhouse gas reduction measures, public awareness and education efforts are also included in action plan.

④ Implement and monitor policies and measures.

It is assumed that Seoul city implements the policies and measures contained in the action plan. Monitoring begins once measures are implemented and continues for the life of the measures, providing important feedback that can be use to reinforce the measures over time.

4. Vision for Climate Protection Initiative

In order to enlarge the co-benefit effects by reducing both urban air pollutants and CO₂ emissions in Seoul, the preliminary goal has been set up in this research. According to the recent dual target approach in formulating the CO₂ emissions reducing goal-setting and deriving affordable target level, two scenarios are set up: Scenario1 and Scenario2.

- Scenario1: CO₂ emissions level in 2030 are equivalent to 65% level of 1990 base year
- Scenario2: CO₂ emissions level in 2030 are equivalent to 50% level of

1990 base year

Finally It is analyzed that if Seoul city intends to reduce per capita emissions like other major city by 2030 with current proposed action plan, scenario 1 can be feasible. However adopting scenario 2, Seoul city might face a significant challenge to adjust emissions of 2030 compared with that of 1990 base year(see Table 1). By comparing these two scenarios, the possible way of goal-setting between scenario1 and scenario2 can be adopted for Seoul's vision for climate protection initiative as a more progressive option.

〈Table 1〉 The forecast of CO₂ Reductions by Climate Action Plans

(unit: thousand tonne)

Sector ₩ year	2007	2010	2020	2030
Energy	629	876	4,347	8,777
Building & Urban Magt.		20	1,129	3,421
Resource-Waste		1,012	1000	998
Transportation	402	693	1,764	3,537
Green Space-Forest	1,298	1,299	1,300	1,3014
Public Participation	1,941	2,030	2,227	2,341
Total	4,271	5,929	11,767	20,376

Note : The total CO₂ emissions in 1990 and 2030 is about 47,587, 59,275 thousand tonnes, respectively.

5. Policy Directions

Considering that many local governments around the world have made it a policy priority to reduce CO₂ emissions, it's more or less imperative for Seoul city to follow such streams. There are various actions that promote energy conservation and efficiency, sustainable transportation (such as expanded mass transit, alternative fuel vehicles, and bike and pedestrian's safety, etc.) and sustainable solid waste management. In addition, those actions also can reduce CO₂ and urban air pollutants emissions, thereby bringing a host of benefits to our communities. Thus, Switching to cleaner energy

sources, practicing conservation and maximizing energy efficiency will relieve Seoul's dependence on fossil fuel-based energy, and at the same time improve urban air quality and public health. Moreover, It is recommended that for Seoul's climate protection initiative, such ideas as carbon-neutral community development plan, BSC(balanced score card) system with low carbon green growth, green building code, and green car operating system be introduced in the action plan.

Table of Contents

Chapter 1 Introduction

1. Theoretical Background
2. Analysis Framework

Chapter 2 Characteristics of Energy Consumption in Seoul

1. Energy Consumption Pattern by Sector
2. Energy Consumption Pattern by Source
3. Summary

Chapter 3 Greenhouse Action Plans and Performances

1. Inventory of Greenhouse Gas Emissions
2. Greenhouse Action Plans
3. Performance Analysis of Action Plans
4. General Remarks

Chapter 4 Case Study of Foreign Cities' Action Plans

1. Basic Principles of Foreign' Cities' Greenhouse Action Strategies
2. Implications

Chapter 5 Vision for Climate Protection Initiatives and Strategical Direction

1. SWOT Analysis
2. Vision for Climate Protection Initiatives and Goal-achiving Strategy
4. Challenges to Climate Change Issues

Chapter 6 Conclusions

1. Summary
2. Policy Directions

References

Appendices

시정연 2009-PR-01

서울시 기후변화대응 성과분석 및 비전수립

발 행 인 정 문 건

발 행 일 2009년 5월 27일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울특별시 서초구 서초동 391

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

값 5,000원 ISBN 978-89-8052-668-0 93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.