

저탄소 도시관리를 위한 정량적 온실가스 평가 방안

2012. 1. 9 제106호

송인주 / 서울시정개발연구원 연구위원

최유진 / 서울시정개발연구원 연구위원

〈 목 차 〉

요약

- I. 저탄소 도시관리의 필요성
- II. 저탄소 도시관리 해외사례
- III. 서울시 온실가스 평가 방안

요 약

기후변화로 인한 환경문제의 심각성이 부각됨에 따라 정부에서는 온실가스에 대한 평가를 강화하고 있다. 환경부는 온실가스로 인한 환경부하를 최소화하기 위해 배출업소에 대한 온실가스 감축과 흡수원을 고려한 온실가스 환경평가대상을 확대하고 “온실가스항목 환경평가가이드라인”을 마련하여 시행하고 있다. 서울시 역시 도시관리계획의 환경성검토 시 온실가스 검토를 의무화하고 있다. 그러나 현재 온실가스에 대한 평가는 정량적인 평가기준이 없이 주로 정성적인 평가에 의존하고 있으며, 온실가스 감축노력에 대해서는 고려가 미흡한 실정이다.

온실가스 감축측면에 대한 고려 필요

2008년 현재 서울시 온실가스 배출량의 90%는 에너지 부문에서 발생하고 있으며, 이중 가정·상업부문의 에너지 소비량은 해마다 1.5% 정도씩 증가하고 있다. 도시개발사업의 지속적인 추진으로 향후 서울시 건물부문의 에너지 및 온실가스 배출량은 계속 증가할 전망이다. 서울의 조경녹지는 중요한 탄소흡수원으로 지난 10년간 꾸준히 증가해 왔다. 수목개체당 탄소저장량은 176kgC/tree로 온실가스 감축효과가 상당하나 온실가스에 대한 환경평가는 건물부문에 한정되어 있는 실정이다. 따라서 앞으로는 정량적인 평가기준을 마련하여 발생원 뿐만 아니라 감축측면까지 고려한 지역차원의 종합적인 평가를 시행할 필요가 있다.

개발의 계획 및 설계단계에서부터 온실가스를 관리하는 선진도시

저탄소 녹색도시의 구현을 위하여, 선진도시에서는 개발사업의 설계 및 계획단계에서부터 온실가스를 필수적인 계획요소로 관리하고 있다. 영국의 베드제드, 스웨덴의 하마비, Bo01단지 등은 온실가스를 최대한 흡수할 수 있는 탄소중립단지이다. 여기서는 녹색교통 체계, 에너지 절감형 건축 및 신재생에너지 도입과 더불어 오픈스페이스와 녹지공간에 대한 친환경적 토지이용계획을 통하여 온실가스 방출을 원천적으로 줄이기 위한 설계를 도입하였다. 또한, 도쿄도와 뉴욕에서는 개발사업 추진으로 인한 온실가스 감축을 위해 온실가스 평가 기술지침 및 가이드라인을 마련하여 시행하고 있다.

정량화된 온실가스 평가를 통한 저탄소 도시관리 전략 추진

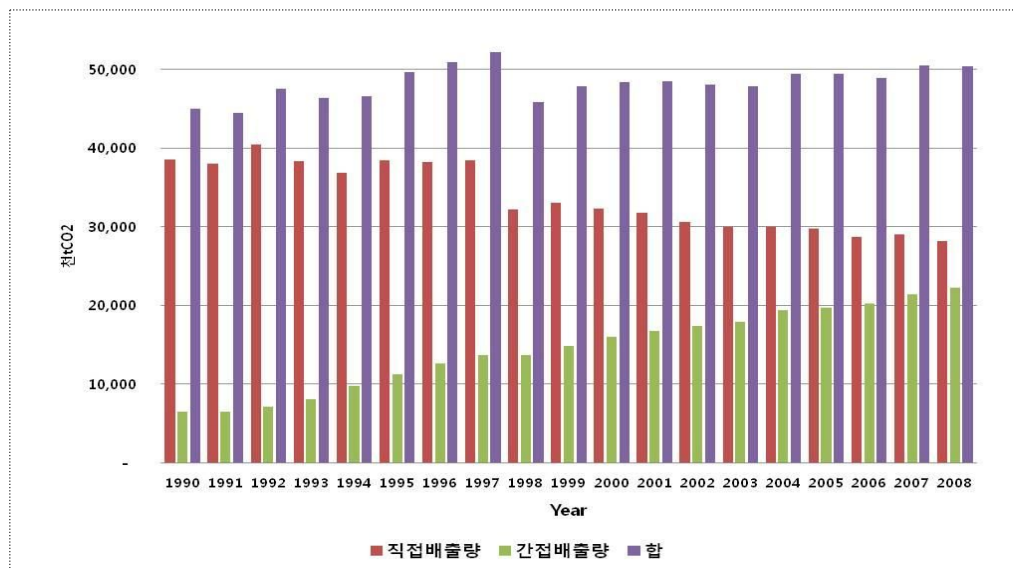
적극적인 저탄소 도시관리 기반을 구축하기 위하여 우선 서울시에서는 온실가스 발생에 대한 정량화된 목표치를 마련하여 기준으로 활용할 필요가 있다. 이를 위해서는 첫째, 온실가스 배출과 저감정도를 함께 평가지표로 활용하여 개발사업의 특성에 따라 탄소흡수원을 고려한 정량적인 목표치를 설정한다. 둘째 도시관리계획 환경성검토, 서울시 환경영향평가 등 관련법제를 정비하여 개발된 지표를 평가기준으로 활용하고 목표달성을 위한 가이드라인을 마련하여 활용한다. 아울러 건물부문에 대한 온실가스 배출량뿐만 아니라 흡수원에 대한 온실가스 저감효과를 함께 산정할 수 있도록 온실가스 산출시스템을 개선한다.

I. 저탄소 도시관리의 필요성

건물부문에서 가장 많은 온실가스 배출

□ 서울시 온실가스 배출량은 지속적으로 증가 추세

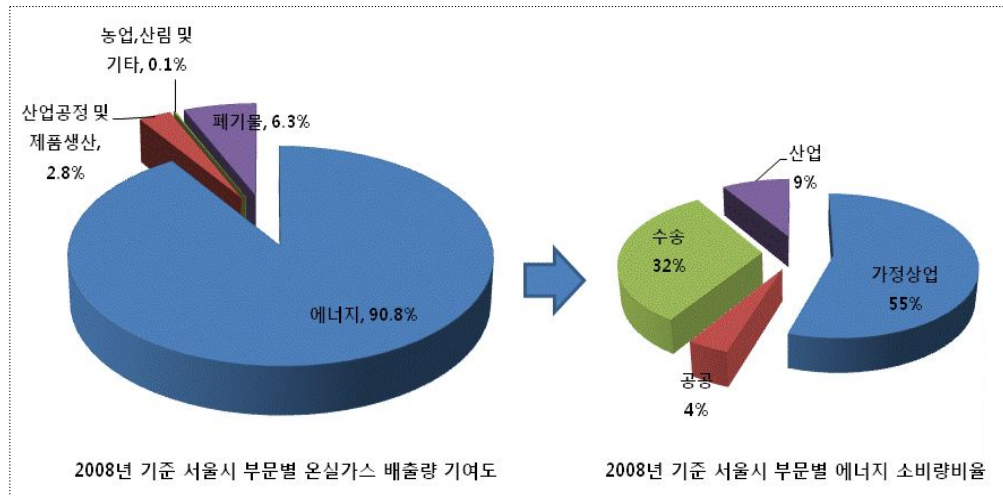
- 1990년 대비 2008년 서울시 온실가스 배출량은 약 12% 증가
- 2000년 이후 직접배출량은 감소하는 반면, 전력 및 열에너지 소비 등에 따른 간접배출량은 증가



자료: 김운수, 「서울시 온실가스 감축목표 성과관리 모니터링 방안 연구」, 2011

[그림 1] 서울시 온실가스 배출량 변화 추이

- 전체 에너지소비량 중 가정·상업부문이 55% 차지
- 온실가스 배출원은 에너지, 산업공정, 폐기물, 농업·산림·기타로 분류되며 이중 에너지부문은 연료를 생산·소비하는 모든 과정을 의미
- 2008년 기준 에너지 부문이 서울시 온실가스 배출량의 90%를 차지
- 에너지부문 중에서는 가정·상업부문의 소비량이 해마다 1.5%씩 증가 추세



자료: 김운수, 「서울시 온실가스 감축목표 성과관리 모니터링 방안 연구」, 2011; 조항문 외, 「저탄소사회를 향한 서울시 건물에너지 저감전략」, 2009

[그림 2] 서울시 부문별 온실가스 배출량 기여도 및 에너지 소비량 비율

- 도시개발사업은 향후 서울시 건물 부문의 에너지 및 온실가스 배출량 변화에 중요한 변수로 작용 예상
 - 서울에는 도시재정비사업, 뉴타운개발 등 다양한 사업유형의 도시개발이 진행 중
 - 주택재개발·재건축, 주건환경 및 도시환경개선사업 등 서울의 도시개발 계획면적은 서울시 전체 면적의 30% 이상을 차지
 - 고밀도 도시개발사업은 온실가스 배출을 증가시킬 것으로 예상
 - 개발사업의 계획단계에서부터 온실가스에 대한 관리 필요

탄소흡수원에 대한 고려 미흡

- 도시녹지는 중요한 탄소흡수원으로 온실가스 저감에 기여
 - 서울의 도시녹지는 크게 산림, 도시공원, 가로수로 구분

- 산림은 단위면적당 41.4tC/ha의 탄소저장량을 갖는 것으로 나타나 도시녹지 중 가장 큰 탄소흡수원

<표 1> 산림, 도시공원, 가로수의 단위면적당 탄소저장량

구분	산림	도시공원	가로수
탄소저장량	산림면적당 41.4tC/ha	공원전체면적당 17.3tC/ha 공원식재면적당 29.6tC/ha	수목개체당 176kgC/tree

주: tC/ha(면적당 탄소저장량), kgC/tree(수목개체당 탄소저장량)

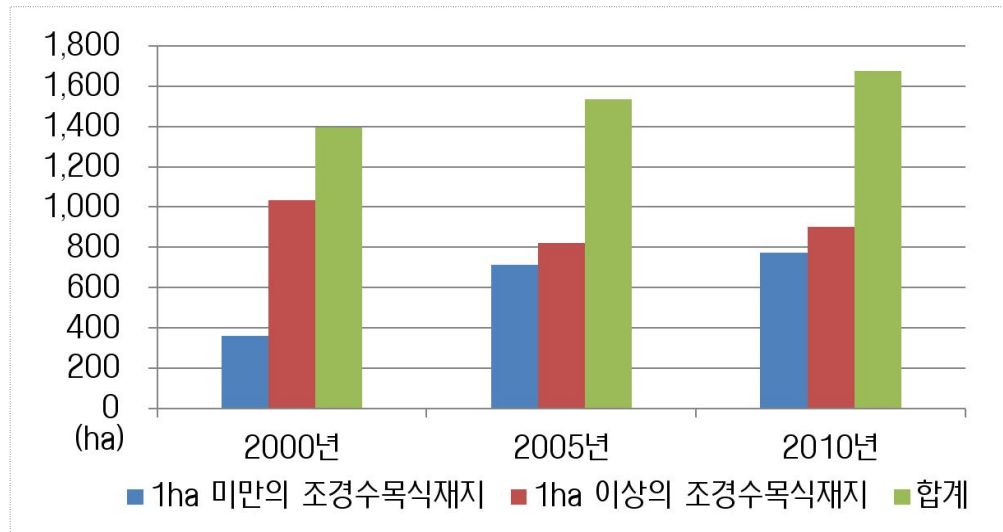
출처: 경기개발연구원, 「도시수목의 이산화탄소 흡수량 산정 및 흡수효과 증진방안」, 2009

□ 지난 10년간 서울의 조경녹지는 꾸준히 증가

- 각종 개발사업 등으로 경작지는 감소하고 있으나 다양한 녹지조성사업으로 조경녹지는 지속적으로 증가
 - 소규모 조경수목식재지인 1ha 미만의 조경녹지는 2000년 361.49ha에서 2005년 715.41ha, 2010년 772.10ha로 증가
 - 1ha 이상의 조경녹지는 2000년에 비해 2005년 0.35% 감소하였으나, 2010년에는 2005년에 비해 0.13% 증가

<표 2> 지난 10년간 서울의 조경수목식재지

조경수목식재지	2000		2005		2010		00-05		05-10	
	면적 (ha)	서울시 전체에 대한 면적비(%)	면적 (ha)	서울시 전체에 대한 면적비(%)	면적 (ha)	서울시 전체에 대한 면적비(%)	면적비 증감(%)			
1ha 미만의 조경수목식재지	361.49	0.59	715.41	1.18	772.10	1.27	0.59	▲	0.09	▲
1ha 이상의 조경수목식재지	1,033.38	1.70	820.14	1.35	902.49	1.48	-0.35	▽	0.13	▲
합계	1,394.87	2.29	1,535.55	2.52	1,674.59	2.75	0.23	▲	0.23	▲



[그림 3] 지난 10년간 서울의 조경수목식재지

□ 도시녹지의 탄소흡수 효과에 대한 평가 필요

- 현재 온실가스 배출과 관련한 사항은 에너지 측면에서만 검토
 - 도시관리계획에서는 에너지 수요에 미치는 영향만을 정성적으로 평가
 - 향후 온실가스 배출 평가 시 에너지 수요뿐만 아니라 도시녹지의 탄소흡수량에 대한 평가도 함께 고려함으로써 온실가스를 줄이기 위한 도시계획 유도

탄소흡수원을 고려한 정밀한 온실가스 평가 필요

□ 탄소흡수원을 고려한 정밀한 온실가스 환경평가 필요

- 개발사업에 대한 기존의 온실가스 평가는 건물부문에 한정
 - 신재생에너지, 친환경건축물 인증, 건축물 에너지 성능지표 등 건물부문의 개별요소에 대한 달성여부만 평가

- 탄소흡수원을 고려한 종합적인 온실가스 평가는 미흡
 - 2011년 환경부는 온실가스를 감축하고자 온실가스 환경평가를 확대하고 「온실가스 항목 환경평가 가이드라인」을 개정
 - 그러나 구체적이고 정량적인 기준은 아직까지 미흡한 실정
- 온실가스 배출 관리를 위한 정량적 온실가스 평가지표 개발 필요
- 2011년 서울시는 도시관리계획 환경성검토 항목인 온실가스를 선택항목에서 기본항목으로 변경하여 기후변화에 적극 대응
 - 온실가스 배출량의 효과적인 관리를 위해서는 구체적인 관리기준을 제시하는 정량적 지표 개발 필요

II. 저탄소 도시관리 해외사례

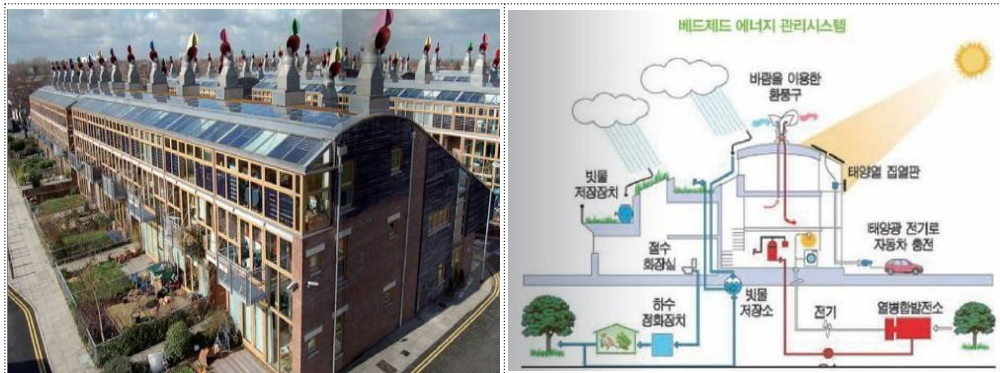
새로운 개념의 저탄소 녹색단지 조성

□ 영국 베드제드(BedZED) 복합개발 단지

- 베드제드는 영국 런던 남쪽 쉘튼(sutton) 자치구에 위치한 가동이 중단된
오수처리 부지에 조성된 영국 최초의 친환경, 탄소중립 복합개발단지
 - 일반 지역에 비하여 난방연료사용 81% 저감, 전기에너지 45% 저감, 물
사용 58% 저감, 자동차 주행거리 64% 저감
- 친환경적 토지이용, 녹색교통 체계 도입으로 에너지 소비 최소화
 - 모든 가구를 남향으로 배치하고, 각 건물은 채광과 태양복사열 활용을
극대화하기 위하여 일반 건물의 2배 높이로 건축
 - 직주근접 개념으로 거주와 사무공간을 단지내에 공유하여 차량 운행 최
소화
 - 단지 내 주차장은 세대당 1대꼴로 배정, Car Share 프로그램 운영 등
자동차 사용억제로 확보한 주차면적을 녹지화
- 에너지절감형 건축 및 신재생에너지 도입으로 에너지 소비 최소화
 - 모든 건물에 태양열 집열판 설치로 청정전기를 생산하고 전기자동차 충
전 등에 이용
 - 바이오연료를 사용하는 열병합 발전기를 설치하여 매일 100kW의 전력
생산
 - 지붕위에 닭벼슬 모양의 환풍기 설치로 자연환기 및 내부온도 조절
 - 고단열·고기밀의 패시브하우스를 이용한 건축물 도입 및 이중외피 도입

으로 효율적 냉난방시스템 운영

- 단지녹화 및 옥상녹화 등 녹지체계의 도입
 - 단지 내 친환경 공원 및 텃밭 조성과 더불어 전세대의 옥상정원 또는 지붕녹화를 추진



자료 : 수도권대기환경청 정책블로그

[그림 4] Bedzed 단지의 에너지관리 및 온실가스 저감

□ 스웨덴 말뒀 Bo01지구

- 중공업과 쓰레기 매립지로 사용되던 산업폐허지역을 친환경단지로 조성
 - 건축물의 피복도를 최소화하고 옥상녹화, 공원 등 녹지공간 조성
 - 도로차선 제한을 통한 차량사용 억제 및 보행자와 자전거 전용도로 구축



자료 : The city of Malmö Environmentla Dept., Guide Western Harbuor, 2009

[그림 5] 말뒀의 녹지공간 조성

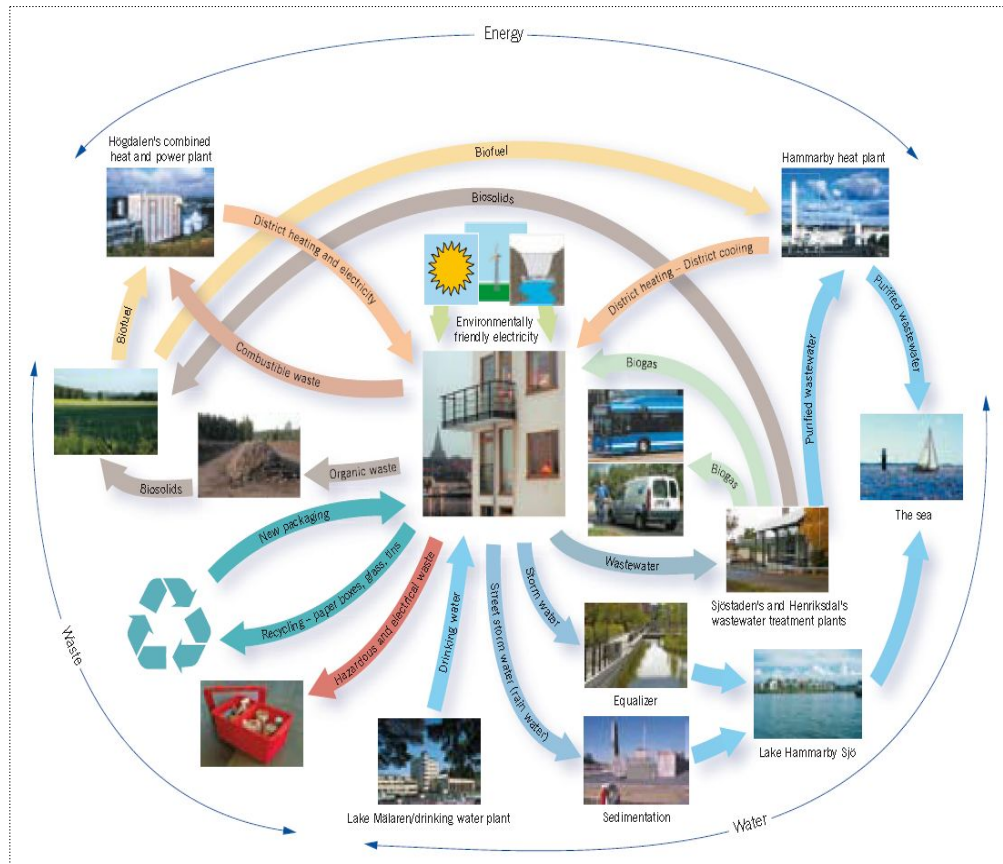
- Bo01단지의 가구들은 지역에서 생산된 신재생에너지를 100% 이용
 - 빌딩 옥상에 설치된 1400m²의 태양열판이 지역의 열공급을 위한 에너지 생산
 - 풍력발전 시스템과 120m²의 태양전지가 전기 공급 역할
- 건물성능 향상으로 일반 스웨덴 주택에 비해 25%~40% 에너지 저감



자료 : The city of Malmö Environmentla Dept., Guide Western Harbuor, 2009

[그림 6] 말뫼의 태양열판 및 풍력발전소

- 오염공장지역에서 친환경 녹색주거단지로 변모한 스웨덴 하마비 단지
 - 스톡홀름시와 스웨덴 교통부가 중심이 되어 오염된 토양 복원 등의 개발비용을 조달하여 친수, 자원순환형 환경도시로 재개발
 - 에너지, 폐기물, 물순환 과정 전반에 걸친 자원순환모델을 개발하여 적용



자료 : Hammarby Sjöstad - A unique environmental project in Stockholm, 2007

[그림 7] 하마비의 자원순환형 모델의 개념도

- 녹색교통 체계, 신재생에너지 도입으로 에너지 소비 최소화
 - 경전철, 수상택시, 버스 등의 대중교통 체계의 도입 및 카풀제도의 활성화로 자동차 이용의 최소화 유도
 - 바이오가스 등 신재생에너지를 통한 에너지순환시스템을 도입하고, 태양열을 이용하여 난방에너지 50% 절감



자료 : Hammarby Sjöstad - A unique environmental project in Stockholm, 2007

주 : 바이오가스를 자동차나 취사용 연료로 이용

[그림 8] 하마비의 신재생에너지 이용 사례

- 환경친화적 토지이용계획으로 오픈스페이스와 녹지공간 확보
 - 모든 아파트의 300m 내에 25~30m²의 안마당이나 공원면적 확보 유도
 - 미개발 녹지공간을 생물다양성을 증진할 수 있는 생물서식공간으로 개발
 - 기존의 식생은 보존하고 녹지축을 연계하여 녹지공간 확장



자료 : Hammarby Sjöstad - A unique environmental project in Stockholm, 2007

[그림 9] 하마비의 녹지공간 구성

환경평가 시 온실가스 저감정도를 평가

□ 도쿄도 : 온실가스 환경평가

- 도쿄도는 환경영향평가조례에 온실가스 항목을 포함하여 개발사업에 대한 온실가스 환경평가 시행
 - 평가항목은 사업별로 미리 설정하는 것이 아니라 스코핑 과정을 통하여 필요에 따라 평가항목을 선정
 - 대상사업의 실시예 수반하는 온실가스 배출량, 에너지 사용량, 온실가스 와 에너지 저감정도를 평가
- 온실가스 항목의 평가 기술지침을 마련하여 조사 및 예측 방법, 절차 제시
 - 온실가스 평가지표는 법령에 의한 기준, 각 지자체가 책정한 온실가스에 관한 목표 및 계획 또는 그 외 객관적 지표로 설정
 - 사업에 따른 온실가스 예측에서는 온실가스 배출량 저감을 위한 조치사항별 삭감정도를 평가지표와 비교하여 타당성을 검토

□ 뉴욕 : 환경영향평가 시 온실가스 배출완화를 위한 대안 제시

- 에너지 사용 및 온실가스 배출에 관한 환경영향평가 가이드라인 제시
 - 대규모 개발사업에 대한 에너지 이용 및 온실가스에 대한 환경영향평가서 검토를 위한 지침서로 활용
- 개발사업에 따른 온실가스 환경영향 평가 시 온실가스 배출완화를 위한 대안을 분석하여 제시
 - 사업 관련한 입지, 기술, 규모, 설계, 이용에 따른 온실가스 배출량의 대안별 차이 논의

- 적용 가능한 온실가스 완화 수단에 대한 검토 및 평가와 더불어 온실가스 완화 조치들에 대한 우선순위를 부여

Ⅲ. 서울시 온실가스 평가 방안

정량화된 온실가스 평가 필요

□ 지역특성을 고려한 저탄소 도시관리계획 수립

- 현재 도시관리계획에서는 건물부문의 온실가스 배출만을 검토
 - 탄소흡수원인 토양 및 식생에 대한 고려가 미흡
 - 앞으로 개발사업 평가 시에는 예상되는 온실가스 배출량뿐만 아니라 저감완화방안에 대해서도 평가 필요
 - 저탄소 도시관리가 이루어질 수 있도록 사업지구 건물부문의 온실가스 배출량 및 식생·토양 등 탄소흡수원에 의한 저감량 등을 분석
- 건물부문의 온실가스는 신재생에너지, 벽체 열관류율, 유리종류 등 저감요소별 기준을 제시하고 있으나 단지전체에 대한 종합평가는 미흡
 - 온실가스 관련 정량화된 목표치를 설정하고 온실가스 배출과 저감정도를 함께 평가하는 지역(구역 또는 단지)별 종합평가 필요

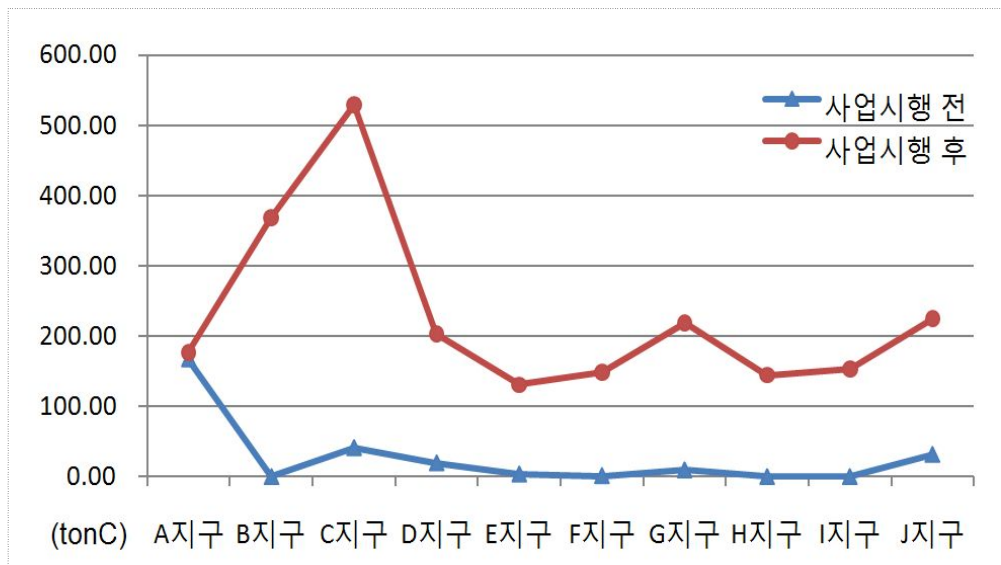
□ 주요 추진전략

주요 과제	추진전략
탄소흡수원을 고려한 온실가스 평가지표 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 정비사업의 식생 및 토양에 의한 온실가스 흡수량은 5~10% - 사업유형별 목표치 설정: 주거환경정비사업의 면적당 탄소변화율은 30%
온실가스 저감을 위한 평가 가이드라인 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 정량적인 온실가스 감축 목표치 제시 - 온실가스 저감효과를 포함하도록 온실가스 산정 시스템 개선

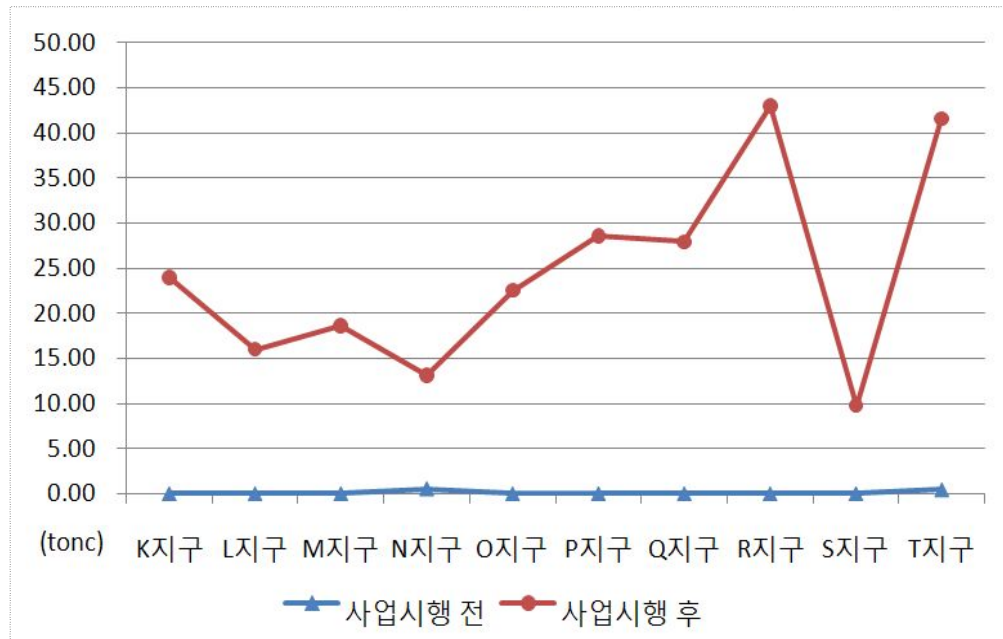
탄소흡수원을 고려한 온실가스 평가지표 개발

□ 정비사업의 식생 및 토양에 의한 온실가스 흡수량은 5~10% 정도

- 서울시 주거환경정비사업지역과 도시환경정비사업지역의 면적당 온실가스는 사업시행 전후 각각 26.65%, 499.45% 증가
- 주거환경정비사업의 사업시행 전후 건물부문 온실가스 배출량 증가율은 면적당 31.93%이며, 식생 및 토양에 의한 흡수량을 고려한 최종 증가율은 평균 26.65%
- 식생 및 토양에 의한 온실가스 흡수량이 건물부문에 의해 배출되는 온실가스 배출량을 5~10% 정도 감축
- 도시환경정비사업의 경우 건물부문 온실가스 배출량 변화율은 503.5%이며, 흡수량을 고려한 최종 배출량 변화율이 499.45%로 식생 및 토양에 의한 배출량 저감효과는 크지 않은 편

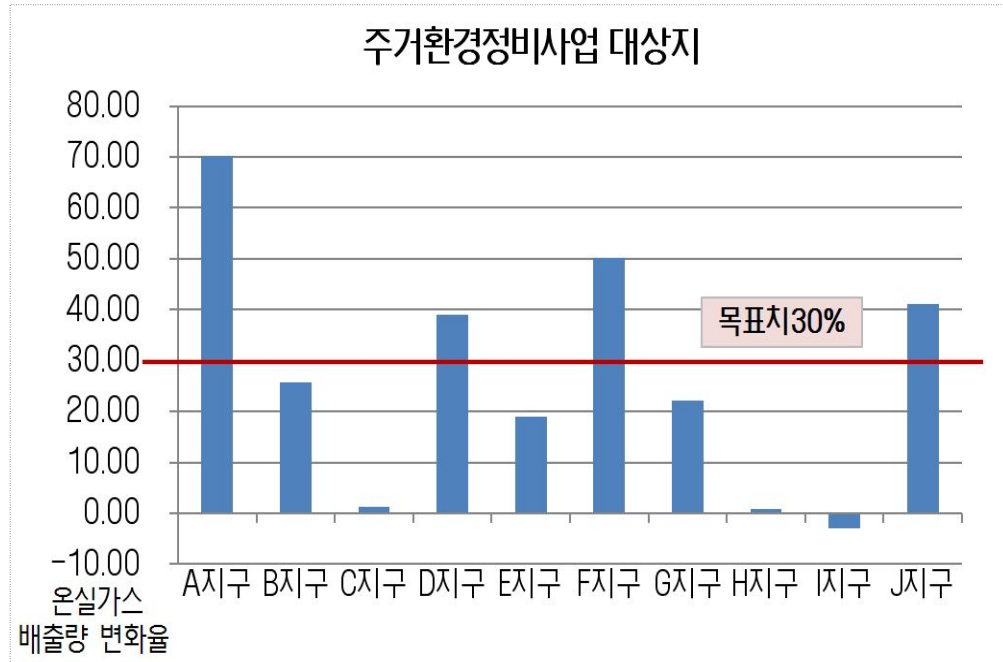


[그림 10] 주거환경정비사업 대상지 식생과 토양의 탄소저장량 및 흡수량

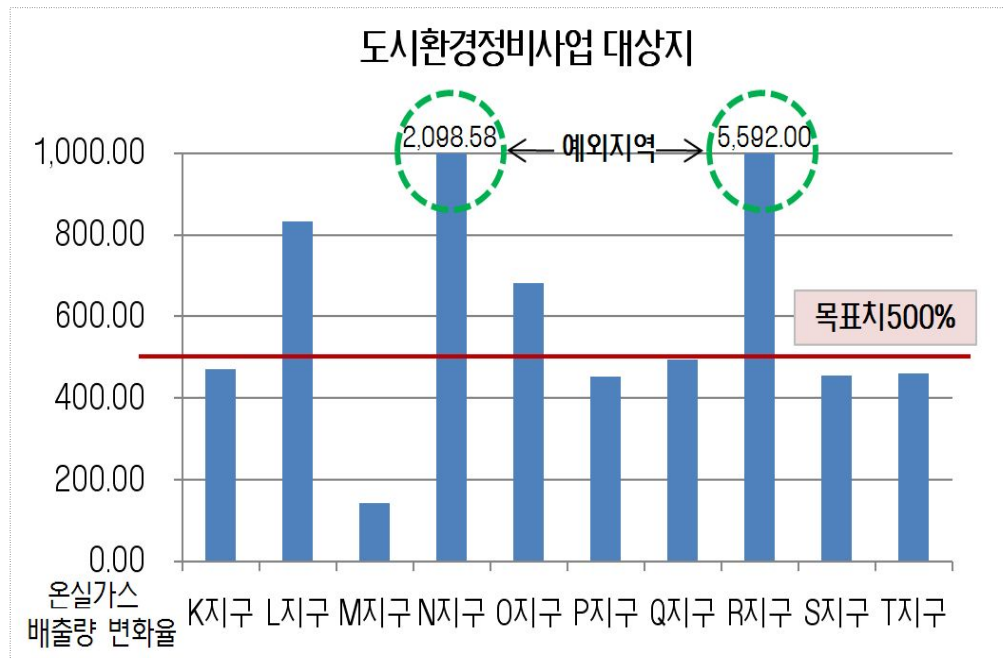


[그림 11] 도시환경정비사업 대상지 식생과 토양의 탄소저장량 및 흡수량

- 사업유형별 목표치 설정 : 주거환경정비사업의 면적당 탄소변화율은 30%
- 주거환경정비사업과 도시환경정비사업은 사업의 특성이 다르고 탄소배출량에서도 사업시행 전후 편차가 큰 편
 - 주거환경정비사업의 경우 탄소변화율은 평균 26.65%이나, 예외적으로 큰 폭으로 증가하는 경우 대상지를 감안하여 사업시행 전후의 단위면적당 탄소변화율 기준을 30%로 설정
 - 도시환경정비사업의 경우 면적당 탄소변화율 목표치는 500%를 기준으로 설정
 - 나대지 등 개발후 면적당 탄소변화율이 1,000% 이상 증가하는 경우 탄소배출량의 20%를 감축하는 계획을 수립하도록 의무화



[그림 12] 주거환경정비사업 대상지 온실가스 배출량 증가율



[그림 13] 도시환경정비사업 대상지 온실가스 배출량 증가율

<표 3> 도시관리계획 유형별 사업시행 전후 탄소변화율 기준치

유형	면적당 탄소변화율(%)
주거환경정비사업	30
도시환경정비사업	500*

* 단 사업시행 전후 면적당 탄소변화율이 1,000% 이상이고, 사업 시행전 총 탄소배출량이 100tonC/년 미만이면 면적당 탄소배출량 변화율(%)을 20% 이상 줄이는 기준을 적용함.

온실가스 저감을 위한 평가 가이드라인 마련

□ 정량적인 온실가스 감축 목표치 제시

- 도시개발사업 추진 시 환경성검토와 환경영향평가를 통해 온실가스 평가
 - 현재 정성적으로 평가되고 있는 서울시 환경영향평가 온실가스 항목을 정량적으로도 평가 필요
 - 건물부문에 한정되어 있던 온실가스 평가를 흡수원에까지 확대하여 정량적으로 평가할 수 있는 목표치 제시
- 관련법제를 정비하여 개발된 지표를 평가기준으로 활용하고 목표달성을 위한 가이드라인 마련 필요
 - 식생 및 토양의 온실가스 변화율의 정량화된 산정방법이나 기준 등을 마련하여 체계적인 조성 및 관리 필요
 - 현재 건물부문에서 추진 중인 친환경건축물 설계, 신재생에너지 도입 등 요소별 저감을 강화하고 탄소흡수원의 확보 등 다각적인 접근을 통해 목표치 달성

□ 온실가스 저감효과를 포함하도록 온실가스 산정 시스템 개선

- 서울시는 현재 온실가스 산출프로그램을 도시계획정보시스템(UPIS)에 구축 중
 - 구체적인 검토방법과 산정식을 통해 개발사업 전후의 탄소변화율 산정
 - 건물부문에 대한 온실가스 배출량뿐만 아니라 식생 및 토양에 대한 온실가스 저감효과도 함께 산정하도록 시스템 개선

송인주 | 서울시정개발연구원 연구위원

02-2149-1165

injusong@sdi.re.kr

최유진 | 서울시정개발연구원 연구위원

02-2149-1182

yjchoi@sdi.re.kr