

도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용에 관한 연구

*A Study on the Application of Low Carbon Planning Elements
in Urban Environment Improvement Projects*

유광흠 Yu, Kwang Heum
서선영 Seo, Sun Young

(a u r i

AURI-기본-2012-4
도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용에 관한 연구
A Study on the Application of Low Carbon Planning Elements
in Urban Environment Improvement Projects

지은이: 유광흠, 서선영
펴낸곳: 건축도시공간연구소
출판등록: 제385-3850000251002008000005호
인쇄: 2012년 10월 26일, 발행: 2012년 10월 31일
주소: 경기도 안양시 동안구 관양동 1591 아크로타워 B동 301호
전화: 031-478-9600, 팩스: 031-478-9609
<http://www.auri.re.kr>
가격: 13,000원, ISBN: 978-89-97468-25-6

* 이 연구보고서의 내용은 건축도시공간연구소의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

연구진

Ⅰ 연구책임	유광흠 연구위원
Ⅰ 연구진	서선영 연구원
Ⅰ 연구지원	김의현 연구인턴, 권인석, 이상현
Ⅰ 외부연구진	박인수 (주)파크이즈건축사사무소 소장 김승남 서울대학교 공학연구소 선임연구원 임정민 토지주택연구원 도시연구실 수석연구원 유선철 국토연구원 도시연구본부 책임연구원

Ⅰ 외부연구심의위원	정의섭 국토해양부 녹색도시과 사무관 왕광익 국토연구원 책임연구원 이상문 협성대학교 교수 김민수 경성대학교 교수 김우영 성균관대학교 교수
------------	---

Ⅰ 연구자문위원	김진욱 에이앤유건축사사무소 이원식 GGLO 건축설계사무소
----------	------------------------------------

연구요약

제1장 서론

우리나라는 그동안 급격한 경제성장을 통한 산업화로 인해 에너지 고소비형 사회로 발전해 왔고, 그 결과 우리나라의 2006년 국가 온실가스 배출량은 선진국의 의무감축 기준년도인 1990년 배출량 대비 약 2배로 에너지 소비 세계 10위, CO₂배출량 세계 9위이며, 증가속도는 세계 1위를 차지하고 있다. 온실가스의 부문별 배출량을 보면 산업, 건물, 교통 등 도시민의 생활과 관련되어 있어, 건축도시분야에서의 온실가스 감축이 탄소절감에 대한 국제적 협력에 대응하는 실질적이며 가장 빠른 길이라 할 수 있다.

정부는 2008년 저탄소 녹색성장을 새로운 국가비전으로 선언한 이후 이를 제도적으로 뒷받침하기 위해 2009년에 2020년 국가온실가스 감축목표를 배출전망치(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축하기로 발표하고, 2010년에는 「저탄소 녹색성장 기본법」을 제정하였다. 또한 중앙부처에서는 생생도시, 기후변화대응 시범도시, 저탄소 녹색마을 등의 시범사업을 발굴하거나 각종 도시 평가제도와 연계하여 녹색도시 조성을 유도하는 등 다양한 정책방향이 제시되고 있으나 구체적인 전략의 부재로 인하여 실질적인 효과 측면에서는 여전히 미흡한 실정이다.

기존 도시의 녹지체계, 교통체계, 건축물배치 등은 에너지를 많이 사용할 수밖에 없는 구조이기 때문에 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 재구성하기 위한 체계적인 방안이 마련되고 추진되도록 하는 것이 시급하지만 아직까지 이에 대한 실질적인 검토는 부족한 상태이다.

전국의 도시개발사업지구는 2011년 기준으로 살펴보면 서울시 면적의 약 88%에 해당하는 막대한 면적으로, 대부분 기존 도시를 전면철거한 후 새롭게 개발하는 방식으로 추진되기 때문에 비교적 빠른 시간 안에 도시공간구조를 전환할 수 있다. 이 사업들은 ‘기

존 도시공간에서의 저탄소 녹색도시 구현'의 적절한 계기이자 수단으로 볼 수 있으며 이를 통해 저탄소 녹색도시공간을 구현한다면 온실가스 감축에 크게 기여할 수 있을 것이다.

이러한 배경에서 본 연구는 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하기 위하여 기존 도시공간 개선사업에서의 저탄소 계획요소 도입 활성화를 위한 정책방향과 구체적인 정책과제를 제안하고자 하였다. 이를 위해 저탄소 녹색도시에 대한 개념 설정을 통해 기존 도시공간에 적용 가능한 저탄소 계획요소 인벤토리를 구축하였고, 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시공간으로 전환한 해외 도시공간개선사업의 특징과 저탄소 계획요소의 적용 과정을 파악하여 시사점을 도출하였다. 또한 국내 도시공간개선사업의 추진과정, 저탄소 계획요소의 적용 현황, 추가적인 계획요소의 적용가능성 검증, 저탄소 계획요소 적용 단지의 탄소저감 효과 분석을 통해 도시공간개선사업의 가능성과 한계를 분석하였다.

제2장 도시공간개선사업을 통한 저탄소 녹색도시 조성

도시공간개선사업은 '낙후된 기존 도시공간의 물리적 환경을 정비·개선하는 사업'이라는 의미로, 단순한 도시재생의 개념에 한정된다기 보다는 다양한 저탄소 계획요소를 여러 층위에서 적용함으로써 달성될 수 있다. 이러한 사업은 대상과 목적에 따라 다양하지만 본 연구에서는 「도시 및 주거환경정비법」에 의한 주거환경개선사업, 주택재개발사업, 주택재건축사업, 도시환경정비사업 위주로 살펴보았다.

그렇다면 과연 저탄소 계획요소는 무엇이며 어떤 요소들이 있는가. 이를 위해 먼저 기존 연구에서 언급된 저탄소 계획요소를 조사하고 '저탄소 계획요소 인벤토리'를 구축하였다. 우선 저탄소 녹색도시란 도시인프라와 생활양식을 저탄소형으로 개편하여 온실가스 및 환경오염을 줄이고 신성장동력과 일자리를 창출하여 녹색성장을 견인하는 도시이며 이를 구현하기 위한 계획요소를 '저탄소 계획요소'라고 할 수 있다. 그리고 저탄소 계획요소는 공간계획, 교통, 에너지, 녹지/생태, 녹색건축, 녹색생활/경제의 여섯 부문으로 구분하여 인벤토리를 구축할 수 있었다.

공간계획부문에서는 도시중심부를 중심으로 이동거리를 최소화하거나 적정밀도를 유지하며 생태녹지망을 근간으로 도시공간구조를 구상하고 바람길, 자전거도로, 녹도 등 토

지이용계획을 세부적으로 구상하는 등의 계획요소를 적용하는 것이 가능하다.

교통계획에 있어서는 근린지역 중심에 대중교통 정류장이 입지하고 도로, 자전거 등이 친환경 교통수단을 이용하여 직장과 주거 간을 통행하도록 하여 자동차로부터 발생하는 탄소배출을 최소화하는 녹색교통체계 구축 등의 계획요소가 정리되었다.

에너지 부문에서는 도시계획에 있어서 태양열 설비, 태양광 설비, 풍력설비 등 신·재생에너지의 활용과 효율적인 폐기물 관리 기반 조성, 고도화된 재활용 시스템 구축 등의 계획요소가 검토되었다.

녹지/생태 부문에서는 공원 및 녹지공간을 적절히 확충하고 도시 생태계를 유지하기 위하여 녹지 및 수공간을 연결하여 생태연결로가 단절되지 않도록 하는 것이 중요하다. 전체 에너지소비량의 약 1/5를 차지하는 건축물 부문의 경우 녹색건축기법을 적극 활용하고 관련 인증제도나 기준 등을 활용하는 방안 등의 계획요소가 취합되었다.

한편, 녹색생활 부문은 의식주와 소비, 교통에 이르기까지 생활의 전 부문에서 탄소저감을 위한 생활습관에 대한 것으로 개인의 의지, 녹색생활에 대한 인식이 형성되어야 하며 녹색경제는 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 녹색기술과 녹색산업을 육성함으로써 지속가능발전을 추구하는 경제를 말한다.

제3장 도시공간개선사업을 통한 저탄소도시 조성 해외사례

본 장에서는 도시공간개선사업에서 저탄소 계획요소를 적용하여 친환경 단지를 조성한 프랑스의 본느 협동정비구역과 끌리쉬-바미뇰 협동정비구역, 네덜란드의 GWL지구와 ‘태양의 도시’, 미국 예술러 테라스의 사업추진과정과 저탄소 계획요소 적용 현황을 살펴 보았다.

해외사례에서는 유럽연합, 중앙정부, 지방정부 등 공공에서 저탄소 녹색도시공간을 구현하기 위하여 친환경단지 조성을 위한 재정지원 프로그램 운영, 친환경재료 보조금 지원 등 다양한 정책적 노력을 하고 있었고 관련 주체 간 긴밀한 협의가 이루어지고 있었다. 주민들은 친환경, 저탄소 녹색도시에 대한 의식수준이 높은 편이었고 쉽게 계획 및 시행과정에 참여할 수 있도록 ‘친환경, 녹색’에 대하여 정기적인 교육을 실시하는 등의 보다 실질적인 참여기회가 열려 있었다. 이러한 주민과 공공 그리고 건축, 도시, 조경, 환경

등의 전문가를 비롯하여 다양한 관련주체들이 기본계획 수립 및 사업시행 과정동안 서로 긴밀하게 협업하면서 소통이 원활하게 이루어져 사업계획에 대한 이해도가 높았다. 또한, 대부분의 사업에서 친환경 관련 인증제도를 기본계획 수립단계부터 적용·활용하고 있었는데, 이는 ‘인증’을 위한 것이라기보다 ‘친환경 도시계획’을 위해 인증제의 계획요소들을 참고, 검토하는 정도로 사용하고 있었다. 사업 완료 후, 주민들이 중심이 되는 환경 모니터링이 이루어지거나, 주민 스스로 저탄소 환경을 위해 생활습관을 바꾸는 등 물리적 환경 조성 뿐 아니라 ‘녹색생활’차원에서의 노력도 이루어지고 있었다.

저탄소 계획요소 적용 현황을 파악해본 결과, 본 연구의 계획요소 인벤토리 91가지 중 각 사례마다 약 17개 정도를 적용하고 있다. 주로 적용하고 있는 것은 복합토지이용계획, 자연지형, 일조량, 풍향 등을 고려한 단지 배치, 보행과 자전거 활성화, 대중교통 활성화, 녹지 네트워크와 같이 도시계획을 통해 달성 가능한 것들이었다. 친환경 요소기술과 관련된 계획요소로는 태양광·태양열 발전 시스템과 같은 대체에너지 활용, 우수 재활용 시스템 적용, 고단열 고기밀 자재 활용이 있었다. 한편, 물리적 차원의 저탄소 방안과 함께 ‘커뮤니티의 연속성’과 같은 비물리적 요소도 적용되고 있었다.

제4장 저탄소 계획요소 적용가능성 검토

국내 도시공간개선사업의 저탄소 녹색도시조성 가능성을 파악하기 위하여 ‘길음뉴타운 8구역 주택재개발사업’의 사업추진 과정과 저탄소 계획요소의 적용 현황을 조사하였다. 대상지는 서울시 길음뉴타운사업지구 내에 속하는 구역으로 2005년에 정비구역으로 지정되어 2009년에 완공된 단지이다. 뉴타운개발계획에서 총괄건축가를 중심으로 전문가, 공무원, 주민의 협업을 목표로 하였고 녹색타운을 만들기 위하여 친환경적 요소를 담은 계획을 수립하였다. 하지만 친환경관련 계획에 대한 주민 참여는 미흡했으며 이와 관련한 공공지원도 특별히 없었고 다만 인증제도를 통한 인센티브를 받은 정도였다. 또한 처음부터 ‘탄소저감’을 목표로 설정하진 않았었고 길음 8구역의 정비계획 수립이나 사업시행 과정에서 특별히 고려된 단계가 없었다.

‘2020서울시도시기본계획(2010)’과 ‘2010 서울특별시 도시 및 주거환경 정비기본계획(2004)’, ‘길음뉴타운개발기본계획(2004)’의 상위계획과 사업계획인 정비계획에서의 저탄소 계획요소 적용 현황을 파악한 결과, 각 상위계획에서는 저탄소 관련 계획요소가 30

여 가지 정도로 많았지만, 정비계획에서는 적용된 계획요소가 다소 적었다. 항목들을 분석한 결과 저탄소 관련 계획요소가 사업시행단계까지 일관되게 이어지지 못하고 선언적인 내용에 그치는 항목이 많으며, 실제 정비계획단계에 까지 적용되었다고 보기에는 어려운 점이 있는 것으로 파악되었다.

한편, 최근에는 국내 정비사업에서 친환경 관련 인증을 받은 경우 신재생에너지를 도입하기도 하는 등 저탄소 계획의 움직임이 보이고 있다. 저탄소 단지로 조성한 사례들은 저탄소 계획요소를 적용하긴 했으나 아직 초기수준으로 보다 적극적인 적용이 필요한 실정이다. 따라서, 기존에 친환경단지로 건설된 정비사업구역을 대상으로 이미 적용된 요소 외에 충분히 적용될 수 있었을 요소를 적용해 봄으로써 향후 정비사업 시행에 있어서 더욱 다양한 저탄소 계획요소의 적용가능성을 검증해보았다. 분석결과, 상당부분의 계획요소가 보다 나은 대안으로 개선 가능함을 파악할 수 있었다. 이 요소들은 건축계획시 좀 더 적극적으로 실현의지를 가지고 있었다면 충분히 구현가능했을 것으로 판단되었다. 저탄소 계획을 달성하기 위해서는 보다 적극적인 정책 추진이 필요할 것으로 판단되며, 최소기준을 법적으로 규제하고 이를 단계적으로 상향시키도록 하며, 이를 위한 다양한 인센티브와 제반정책이 추진될 필요가 있다.

제5장 인증제를 통한 탄소저감효과 분석

현재 국내에서 저탄소 계획요소가 지표화되어 적용되고 있는 예는 ‘친환경건축물인증제’라 할 수 있다. 이번 장에서는 저탄소 계획요소의 적용에 따른 효과를 간접적으로 검증하기 위해 기존 도시공간 사업 중 친환경건축물인증을 받은 아파트 단지와 비인증 단지의 탄소저감효과를 분석하였다. 또한, 친환경건축물인증제와 다르게 개별 계획요소 적용여부와 상관없이 총 에너지 저감량만으로 인증여부를 결정하는 건축물에너지효율등급인증제에 대해서도 분석하였다.

탄소저감효과는 자료수집의 한계로 인해 에너지부문에 한정하여 분석을 실시하였다. 기후차를 최소화 하기 위하여 인증단지가 가장 집중되어 있는 지역인 서울시로 범위를 한정하였으며, 분석자료의 기준 시점을 고려하여 2011년을 기준으로 하였다. 친환경건축물인증과 건축물에너지인증의 본인증을 받은 단지들과 그 효과를 비교할 수 있는 대조군 단지를 선정하여 비교분석을 하였고, 인증 유형 및 등급, 인증 시기에 따라 분석하였다. 분

석 결과, 친환경건축물인증제는 지역난방 단지의 도시가스부문에서, 건축물에너지효율인증제는 전기에너지와 지역난방에너지부문에서 에너지절감 및 탄소배출 저감 효과가 있었다. 두 인증제를 모두 받은 단지도 상당수 있었는데, 복수인증을 받았다고 해서 저감효과가 두드러지게 나타나지는 않았다. 인증 등급별로 보면 최우수 인증의 효과가 우수 인증에 비해 더 좋았으며 인증시기별로는 2009년 이전 인증단지에 비해 그 이후 인증단지의 효과가 더 좋은 것으로 나타났다.

이번 분석은 인증제도가 활성화되기 시작하는 현 시점에서 그 효과를 실증적으로 증명했다는 점에서 의의가 있다. 하지만 입수 가능한 데이터의 제약으로 인해 연구과정에 투입된 관측치가 너무 적고 에너지 부문에 대해서만 분석을 실시하여 공간계획, 교통, 녹지/생태 등 다양한 부문의 계획요소에 대한 효과를 파악하지 못했다는 점에서 한계를 가진다.

제6장 도시공간개선사업의 저탄소 녹색도시화 추진방안

우리나라는 약 40년여 년 간 도시공간개선사업을 통해 기존 도시공간을 전면철거하여 노후불량주거지를 아파트단지로 개발해왔으며 공공의 지원없이 민간이 수익성 위주로 사업을 주도함으로써 고층고밀의 아파트단지를 개발하여 충분한 도시기반시설의 확보, 원주민 대책 마련, 주민 복지, 지역 역사 및 문화, 자연환경 등에 대한 고려가 미흡한 실정이다. 또한 사업경험이 없는 조합이 사업주체를 맡게 되면서 전문성과 자금조달 능력 등이 부족하여 사업의 불투명성을 증대시키고, 계획수립이나 사업추진과정에서 주민의 자연스러운 참여 기회가 실질적으로 이루어지고 있지 않는 등 많은 사회·경제적 갈등이 표출되고 있다.

이러한 상황에서 저탄소 계획요소의 도입은 상당한 거리감이 존재하는 것으로 보인다. 그러나 기존 도시공간을 녹색으로 전환하기 위해서는 도시공간개선사업이 기존 도시공간내에서 물리적인 개선이 가능한 계기로서 적극 활용되어 실질적인 개선방안을 마련하여 강력하게 추진될 필요가 있으며, 향후 보다 지속적인 노력이 경주되어야 할 것으로 판단된다.

이러한 관점에서 본 연구를 통해 도시공간개선사업에서의 저탄소 계획요소 적용 활

성화를 위해 제시하는 추진방안은 다음과 같다.

첫째는 공공의 역할을 보다 증대할 필요가 있다. 도시공간개선사업에 있어서 저탄소 계획요소의 적용은 필연적으로 비용의 증가를 가져오게 되는데 이는 수익성을 위주로 하는 국내 실정에서 저탄소 계획요소의 적용을 어렵게 하는 가장 큰 제약요인이다. 뿐만 아니라 조합과 건설회사의 유착, 은폐 등으로 인해 투명한 사업운영이 되지 않아 주민참여가 원활히 이루어지지 못하고 있다.

둘째는 사업진행 전체 단계에 대하여 지속적인 고려가 가능하도록 제도를 보완하여야 한다는 점이다. 저탄소 녹색도시 설계요소는 계획단계에 따라 검토되어야 하는 시점에 차이가 있으며, 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하기 위해서는 보다 많은 저탄소 계획요소가 적용될 필요가 있다.

셋째는 단기적으로 친환경건축물인증제와 같은 실효성이 있는 제도를 보완하여 시행하는 방법이 가능할 것이다. 실제로 친환경 건축물 인증제도와 건축물 에너지 효율등급제도는 에너지 절감효과가 있는 것으로 파악되었으며 다양한 주체들이 서로 의사소통하는 도구로서 또는 항목별 성취도를 비교하기 위한 도구로서 인증제는 상당한 의미가 있을 것으로 판단된다.

넷째, 근린단위의 친환경 인증제를 개발하여 적용할 필요가 있다. 기존의 친환경 건축물 인증은 공간적 범위로 보면 가장 넓은 범위가 공동주택 단지에 머물고 있는 실정이다. 하지만 국내 도시공간개선사업에는 근린단위의 고려가 요청되는 사업이 존재하고 있으며, 개별 공동주택 단지만이 아닌 여러 단지의 계획에 대한 고려 또는 도로, 공원 등을 고려한 도시공간의 개선에 대한 고려도 필요한 실정이다.

다섯째, 실제 대상지를 탄소저감형으로 조성해놓았다 할지라도 사용자의 생활습관, 이용방식에 따라 탄소저감효과는 크게 달라지므로 저탄소 녹색도시를 구현하기 위해서는 녹색생활과 녹색경제가 필수적이다.

제7장 결론

현재 추진되고 있는 각종 도시계획사업들은 기존의 도시구조 및 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하는 데 있어 좋은 계기이자 기회가 될 수 있을 것으로 생각된다. 이를

위해 본 연구에서는 선행연구와 기존 조성사례들을 통해 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계획요소에 대한 인벤토리를 구축하고, 해외 녹색도시 조성사례를 고찰하여 사업추진과정, 관련 주체, 계획요소의 적용현황 등을 조사하였다. 그리고 국내에서 추진되고 있는 도시공간개선사업에 대한 관련 제도, 추진과정, 추진주체 등에 대한 검토와 더불어 개별 사례 조사를 통하여 저탄소 계획요소가 계획단계에 따라 어떻게 적용되고 있는가를 분석하였다. 더불어 도시공간개선사업에 저탄소 계획요소가 보다 많이 적용되었을 경우에 대한 실질적인 효과를 분석하기 위해 친환경 건축물 인증 공동주택단지와 에너지 효율등급 인증 공동주택단지를 비인증 공동주택과 비교하여 효과를 검증하였다.

본 연구는 보다 많은 저탄소 계획요소가 적용된다면 녹색도시 조성에 보다 가까워질 것이라는 전제하여 계획요소를 중심으로 이들 계획요소들이 적용되는 과정과 계획단계별로 어떠한 항목이 적용되는 지를 살펴보았다. 이를 통해 저탄소 녹색도시 조성을 위해 요구되는 사항이 무엇인지를 분석하고, 보다 많은 저탄소 계획요소가 적용되었을 것으로 예상되는 친환경 건축물 인증 및 에너지 등급인증을 받은 도시공간개선사업과 그렇지 않은 사업을 비교하여 분석을 실시하였다. 그러나 입수 가능한 자료의 한계로 인해 저탄소 계획요소의 도입에 따른 비용과 효과에 대해 충분한 검토가 부족하였고, 녹색생활 및 경제 등에 대한 계획요소에 대한 고려도 부족하였다. 후속 과제를 통해 보다 구체적인 저탄소 녹색도시 조성을 위한 정책이 제안되기를 바라며, 개략적인 방향을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 계획체계적 측면에서 기존 도시계획 외 별도의 “저탄소 녹색도시계획”의 필요성을 검토하고 기 수립된 저탄소 녹색 관련 계획(「저탄소 녹색성장 기본법」에 의한 계획들)과 연계하여 강화를 검토할 필요가 있다. 또한 기존도시공간개선사업에서의 저탄소 녹색도시조성관련 지침을 수립하고 친환경건축물인증과 같은 제도가 보다 실질적인 효과를 거둘 수 있도록 인센티브를 강화하고, 인증단지의 계획요소와 에너지효율 등에 대한 정보가 충분히 제공되도록 할 필요가 있다.

둘째, 사업추진의 측면에서 공공에서는 지역여건을 반영한 계획을 수립하기 위하여 기존 도시공간의 현황조사와 주민교육 및 정보제공 등을 위한 운영조직과 비용에 대한 대책이 강구되어야 한다. 또한 비용부담이 가장 큰 신·재생에너지관련 설치·관리 비용지원 프로그램 마련, 폐기물관리 시스템 구축에 대한 재정지원 등 구체적인 자금지원 방안을

마련하여 저탄소 계획에 관한 민간의 투자활동을 유도할 필요가 있다. 사업 추진에 있어서 기존 사례에서와 같이 행정적인 역할만 하는 것이 아니라 사업을 주도적으로 이끌어 공공성을 확보할 수 있도록 역할 증대를 위한 제도적 기반을 마련할 필요가 있다.

셋째, 계획내용적 측면에서 물리적 구성에만 치우치지 말고 녹색생활, 녹색경제와 같은 사회적, 경제적 차원의 계획요소를 도입하여 이를 고려한 도시공간구조로 계획되도록 하여야 한다. 또한 계획수립에 있어서 효율적으로 저탄소 계획요소를 적용할 수 있도록 대상지의 지역현황, 사업규모 등을 감안한 계획이 가능하도록 계획요소에 대한 적정 비용과 탄소저감효과에 대한 정보 제공 체계를 마련해야 한다.

넷째, 실제 대상지를 탄소저감형으로 조성해놓았다 할지라도 사용자의 생활습관, 이용방식에 따라 탄소저감효과는 크게 달라지므로 저탄소 녹색도시를 지속시키기 위해서는 녹색생활과 녹색경제가 필수적이다. 저탄소 녹색도시공간의 지속적인 관리를 위하여 시민들의 녹색생활을 '운동'으로 전개하고 사업추진과정 및 생활에 '녹색생활' 및 '녹색경제' 프로그램을 의무적으로 도입하는 방안을 검토할 필요가 있다. 또한 주민 참여 활성화를 통하여 유지관리 활성화를 도모할 필요가 있다.

주제어 : 저탄소, 녹색도시, 저탄소 계획요소, 도시공간개선사업, 탄소배출량

차 례

제1장 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
1) 연구의 필요성	1
2) 연구 목적	4
2. 연구의 방법	5
3. 선행연구 현황 및 본 연구와의 차별성	6
1) 선행연구 고찰	6
2) 선행연구와 본 연구의 차별성	7
제2장 도시공간개선사업을 통한 저탄소 녹색도시 조성	9
1. 도시공간개선사업에 대한 검토	9
1) 도시공간개선사업의 유형	9
2) 관련 제도의 검토	11
2. 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계획요소의 고찰	15
1) ‘저탄소 녹색도시’의 개념	15
2) 저탄소 녹색도시 조성을 위한 저탄소 계획요소	24
3. 저탄소 계획요소의 종합	33
1) 저탄소 계획요소의 종합	33
2) 저탄소 계획요소의 적용 방향	39

제3장 도시공간개선사업을 통한 저탄소도시 조성 해외 사례49

1. 프랑스 본느 협동정비구역 (ZAC de Bonnes)	50
1) 개요	50
2) 사업 추진과정	52
3) 저탄소 도시계획 현황	55
2. 프랑스 끌리쉬-바피놀 협동정비구역 (Clichy-Batinoles)	61
1) 개요	61
2) 사업 추진과정	62
3) 저탄소 도시계획 현황	66
3. 네덜란드 GWL 지구	73
1) 개요	73
2) 사업 추진과정	74
3) 저탄소 도시계획 현황	77
4. 네덜란드 태양의 도시 (Stad van de Zon)	82
1) 개요	82
2) 사업 추진과정	84
3) 저탄소 도시계획 현황	86
5. 미국 예슬러 테라스 (Yesler Terrace)	91
1) 개요	91
2) 사업 추진과정	93
3) 저탄소 도시계획 현황	95
6. 소결	99

제4장 저탄소 계획요소 적용가능성 검토105

1. 사업의 계획과정 분석	105
1) 기본개요	105
2) 사업의 기본방향	107
3) 사업추진 과정	108
4) 관련계획의 저탄소 계획요소 적용 현황	112

5) 정비사업의 저탄소 계획요소 적용 특성	132
2. 저탄소 계획요소 적용가능성 검토	136
1) 사례 대상지 개요	136
2) 적용가능한 저탄소 계획요소 검토	139
3) 소결	149

제5장 인증제를 통한 탄소저감효과 분석151

1. 분석의 개요	152
1) 분석의 범위 및 대상	152
2) 분석방법	155
3) 변수의 구축	155
2. 에너지 소비량 분석	162
1) 전기 에너지 소비량	162
2) 개별난방 단지의 도시가스(LNG) 소비량	168
3) 지역난방 단지의 도시가스(LNG) 소비량	174
4) 지역난방 에너지 소비량	181
3. 탄소 배출량 분석	187
1) 개별난방 단지의 이산화탄소 배출량	187
2) 지역난방 단지의 이산화탄소 배출량	189
4. 소결	193

제6장 도시공간개선사업의 녹색도시화 추진방안199

1. 도시공간개선사업 추진과정에서의 문제점	199
2. 저탄소 계획요소 적용 활성화를 위한 정책방향	201
1) 공공의 참여 확대	201
2) 사업 진행 전체 단계에 대한 지속적인 적용 고려	204
3) 인증제도의 활용 강화	206
4) 근린단위의 친환경 인증제의 개발 및 적용	207
5) 녹색생활의 강화	209

제7장 결론	211
1. 연구 요약	211
2. 연구의 한계 및 향후 과제	214
참고문헌	217
Summary	221

표차례

[표 1-1] 온실가스 배출 관련 주요지표	2
[표 1-2] 전국도시계획사업 현황	4
[표 1-3] 관련 선행연구	7
[표 2-1] 도시재생관련 법제도와 사업	10
[표 2-2] 정비사업의 사업방식과 시행절차	12
[표 2-3] 재정비촉진사업의 개요	14
[표 2-4] 세계 CO ₂ 배출량 국가순위와 변화추이(2011년 기준)	15
[표 2-5] 한국의 온실가스 배출 및 에너지 소비현황	16
[표 2-6] 주요 에너지원의 가채연수(2008년 기준)	17
[표 2-7] 고탄소 사회와 저탄소 사회의 패러다임 비교	19
[표 2-8] 지속가능성의 세부 분류 항목	21
[표 2-9] 녹색도시의 개념 변천사	22
[표 2-10] 저탄소 녹색도시 관련 개념 정의 비교	23
[표 2-11] 저탄소녹색도시 평가지표	24
[표 2-12] 녹색도시 조성을 위한 평가 및 적용기준	27
[표 2-13] 저탄소 효과 및 적용범위에 따른 계획요소	29
[표 2-14] 친환경 근린개발 평가인증체계	31
[표 2-15] 선행연구의 저탄소 녹색도시 평가지표	33
[표 2-16] 저탄소 계획요소 종합	36
[표 2-17] 저탄소 녹색도시 관련 이론	40
[표 2-18] 신·재생에너지 인증대상설비	42
[표 2-19] 「지속가능한 신도시 계획기준」 녹지축 조성 기준	44

[표 2-20] 친환경 건축물 적응범위 및 점수	45
[표 2-21] EPI점수에 따른 에너지소비비율	45
[표 3-1] 본느 협동정비사업 관련주체	52
[표 3-2] 친환경 건축(HQE)목록을 이용하여 Concerto 기준	53
[표 3-3] 본느 협동정비지구 사업 추진과정	54
[표 3-4] 사업지구내 각 시설별 및 건축동 별 에너지 저감 목표 설정	57
[표 3-5] 본느 구역의 저탄소 계획요소 적용 현황	60
[표 3-6] 끌리쉬 바띠놀 협동정비사업의 관련 주체	64
[표 3-7] 끌리쉬-바띠놀 사업 추진과정	65
[표 3-8] 끌리쉬-바띠놀 구역의 저탄소 계획요소 적용 현황	71
[표 3-9] GWL지구의 사업 관련주체	75
[표 3-10] GWL지구 사업 추진과정	76
[표 3-11] GWL지구의 저탄소 계획요소 적용 현황	81
[표 3-12] 태양의도시 사업관련주체	85
[표 3-13] 태양의도시 사업 추진과정	85
[표 3-14] 태양의 도시 지역의 저탄소 계획요소 적용 현황	89
[표 3-15] 예슬러 테라스 사업 관련주체	94
[표 3-16] 예슬러 테라스의 사업 추진과정	94
[표 3-17] 저탄소 계획요소 분석 종합	97
[표 3-18] 기존도시공간에서 저탄소 녹색도시를 구현한 해외사례의 특징	99
[표 3-19] 해외사례 저탄소 계획요소 분석 종합	101
[표 4-1] 길음뉴타운사업 개발사업 현황	106
[표 4-2] 길음뉴타운사업 관련주체 및 역할 개요	109
[표 4-3] 계획수립과 사업 추진 경위	110
[표 4-4] ‘2020서울특별시도시기본계획’의 저탄소 계획요소 적용 현황	117
[표 4-5] ‘2010서울특별시 도시·주거환경정비기본계획’의 저탄소 계획요소 적용 현황	122
[표 4-6] ‘길음뉴타운개발기본계획’의 저탄소 계획요소 적용 현황	127
[표 4-7] 길음 제8구역 정비계획의 저탄소 계획요소 적용 현황	131
[표 4-8] 정비사업 관련계획의 저탄소 계획요소 현황	132

[표 4-9] 저탄소 계획요소 적용가능성 검토 사례대상지 개요	137
[표 4-10] 친환경건축물인증제 평가항목과 사례대상지 적용항목	139
[표 4-11] 사례 대상지에 적용된 저탄소 계획요소 및 개선가능 요소	141
[표 4-12] 공간계획관련 계획요소 적용가능성 검증	144
[표 4-13] 교통 관련 계획요소 적용가능성 검증	146
[표 4-14] 녹지/생태 관련 계획요소 적용가능성 검증	147
[표 4-15] 건축계획 : 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)	149
[표 5-1] 인증받은 서울시 공동주택 및 대조군 현황	153
[표 5-2] 분석 대상 아파트 단지의 인증 현황	154
[표 5-3] 이산화탄소 배출계수	156
[표 5-4] 종속변수의 유형 및 정의	157
[표 5-5] 독립변수의 유형 및 정의	159
[표 5-6] 연간 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과1	162
[표 5-7] 연간 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2	164
[표 5-8] 하절기 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과1	166
[표 5-9] 하절기 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2	167
[표 5-10] 개별난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과1	168
[표 5-11] 개별난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2	170
[표 5-12] 개별난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과1	172
[표 5-13] 개별난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2	173
[표 5-14] 지역난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과1	175
[표 5-15] 지역난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2	177
[표 5-16] 지역난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과1	178
[표 5-17] 지역난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2	180
[표 5-18] 연간 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과1	181
[표 5-19] 연간 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2	183
[표 5-20] 동절기 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과1	184
[표 5-21] 동절기 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2	186
[표 5-22] 개별난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과1	187

n[표 5-23] 개별난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과2	188
[표 5-24] 지역난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과1	190
[표 5-25] 지역난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과2	191
[표 5-26] 주요 검증 변수의 인증여부 및 종류에 따른 한계효과	194
[표 5-27] 주요 검증 변수의 인증등급 및 시기에 따른 한계효과	194
[표 5-28] 주요 검증 변수의 인증여부 및 종류에 따른 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)	195
[표 5-29] 주요 검증 변수의 인증등급 및 시기에 따른 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)	195
[표 6-1] 해외 사례의 특징	203
[표 6-2] 대안 검토 가능 요소	204
[표 6-3] 각국별 친환경 근린단위 평가제도의 개요	208

그림차례

[그림 2-1] 세계 주요국별 1차 에너지 수요 전망	16
[그림 2-2] 우리나라 GDP 및 에너지소비량 추이(GDP는 2000년 불변기준)	17
[그림 2-3] 독일 림의 바람길 고려 단지배치(좌)와 바람길 계획도(우)	40
[그림 2-4] 인천 검단신도시 공원·녹지 계획도	43
[그림 3-1] 본느 협동정비구역의 배치도	51
[그림 3-2] 공원과 연계된 공동주택	55
[그림 3-3] 본느 협동정비구역 공간구상도	56
[그림 3-4] 끌리쉬-바띠놀 구역 전경과 구역구성	62
[그림 3-5] 파리시의 토지 매입 전(좌)과 매입 후(우)	63
[그림 3-6] 끌리쉬-바띠놀 구역의 경관계획	66
[그림 3-7] 끌리쉬-바띠놀 구역 용도별 공간 배치구상	67
[그림 3-8] 끌리쉬-바띠놀 구역 가로체계 및 교통 계획	68
[그림 3-9] 순환 시스템에 의한 우수집정 장치	70
[그림 3-10] 끌리쉬-바띠놀 구역 신재생에너지 이용	71
[그림 3-11] GWL 지구 전경	73
[그림 3-12] 마스터 플랜	73
[그림 3-13] 개인정원, 오픈스페이스 확보를 통한 쾌적한 주거환경 창출	77
[그림 3-14] GWL 카-프리 지역의 자전거, 대중교통 이용 여건	78
[그림 3-15] 채광에 유리하도록 설계한 주거동	79
[그림 3-16] 폐열회수시스템	79
[그림 3-17] 빗물 저장소의 역할을 하는 중앙 개울	80
[그림 3-18] 생울타리를 이용한 외부 공간 디자인	80

[그림 3-19] 태양의 도시 전경	82
[그림 3-20] 태양의 도시 개발계획	83
[그림 3-21] 태양광 발전시설	87
[그림 3-22] 레크리에이션 공간 전경	88
[그림 3-23] 태양의도시 주변 녹지 및 수 체계	88
[그림 3-24] 물 순환을 위한 습지대	89
[그림 3-25] 예술러 테라스 개발전 전경 사진	91
[그림 3-26] 예술러 테라스 마스터플랜	92
[그림 3-27] 시민심의위원회의 디자인 토론	93
[그림 3-28] 예술러 테라스 시가지 조감도	93
[그림 3-29] 녹지 네트워크	96
[그림 3-30] 녹색 빗물 인프라 시스템	96
[그림 3-31] 가로변 습지대 계획	96
[그림 3-32] 계단식 지역정원	96
[그림 4-1] 길음뉴타운 계획도	108
[그림 4-2] 신교통수단 도입 검토 지역	115
[그림 4-3] 길음뉴타운 조감도	124
[그림 4-4] 단지 조감도	136
[그림 4-5] 대상지 현황	136
[그림 4-6] 전체단지 종합 계획도	137
[그림 4-7] 대상 단지 배치도	137
[그림 4-8] 커뮤니티 시설 배치계획의 개념	138
[그림 5-1] 분석 대상 단지의 공간적 분포	154
[그림 5-2] 2006년 서울시 기상관측점 및 Kriging 기법을 활용한 기온 추정결과	161

제1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적
2. 연구의 방법
3. 선행연구 현황 및 본 연구와의 차별성

1. 연구의 필요성 및 목적

1) 연구의 필요성

□ 온실가스 감축을 위한 건축·도시의 역할 중요

우리나라는 그동안 급격한 경제성장을 통한 산업화로 인해 에너지 고소비형 사회로 발전해 왔고, 그 결과 2009년 2월 지식경제부가 발표한 국가 온실가스 배출통계에 의하면, 2006년 우리나라의 배출량은 이산화탄소 환산 기준으로 약 6억 톤(CO_2 599.5 백만 톤)에 이르며 인구 1인당 연간 온실가스 배출량은 12.41톤($12.41\text{tCO}_2 \text{ eq/인}$)이다. 이는 선진국의 의무감축 기준년도인 1990년 배출량 대비 약 2배인 셈으로 에너지 소비 세계 10위, CO_2 배출량 세계 9위이며, 증가속도는 세계 1위를 차지하고 있다.

이에 정부는 2008년 8월 18일 경축사에서 ‘저탄소 녹색성장’을 새로운 국가비전으로 선언한 이후 2009년 7월 이를 제도적으로 뒷받침하기 위해 2020년 국가온실가스 감축목표를 배출전망치(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축하기로 발표하고¹⁾, 2010년 4월에는 「저탄소 녹색성장 기본법」을 제정하여 추진하고 있다.

1) 녹색성장위원회(2009), 「제6차 녹색성장위원회 보고자료-국가 온실가스 중기(2020년) 감축목표의 설정방안」, 녹색성장위원회, p13.

[표 1-1] 온실가스 배출 관련 주요지표

	1990	1995	2000	2005	2006	'90-'06 증가율(%)
온실가스 총배출량 (A) (백만 tCO ₂ eq)	298.1	453.2	531.0	594.4	599.5	4.5
인구 (B) (천명)	42.9	45.1	47.0	48.1	48.3	0.7
GDP (C) (10억, 2000 PPP 기준)	320,696	467,099	578,665	723,127	760,251	5.5
1인당 온실가스 (A/B) (tCO ₂ eq/인)	6.95	10.05	11.30	12.35	12.41	3.7
온실가스/GDP (A/C) (tCO ₂ eq/백만원, 2000)	0.93	0.97	0.92	0.82	0.79	-1.0

※ 출처 : 지식경제부 보도자료(2009.2.3), p.3.

한편, 우리나라는 인구의 90%가 도시에 거주하고 있는 가운데, 온실가스 부문별 배출량 비율을 살펴보면 산업(52.0%), 건물(25.6%), 교통(16.7%), 기타(5.7%) 순으로 도시민의 생활과 관련된 부문이 대부분을 차지하고 있는 상황이다. 따라서 건축·도시 차원의 온실가스 감축을 위한 논의 및 실천은 탄소절감에 대한 국제적 협력에 대응하는 가장 빠르고 실질적인 길일 것이다.²⁾

□ 저탄소 녹색도시 관련 사업 및 제도의 실질적 효과 미흡

건축도시분야에서의 탄소절감을 위하여 중앙정부에서는 저탄소 녹색도시 조성을 위한 생생도시, 기후변화대응 시범도시, 저탄소 녹색마을 등의 사업을 추진하고 있다. 녹색성장위원회에서 주관하는 생생도시는 환경과 경제가 상생하는 한국형 저탄소 녹색 성장 모델도시 발굴 및 확산을 목적으로 2009년부터 시행해 오고 있다. 환경부에서는 2004년부터 2년마다 자치단체의 환경관리역량과 친환경지방행정 활성화를 취지로 ‘환경관리 우수자치단체(Green City) 지정제도’를 운영해오고 있으며 2007년 기후변화 대응 시범도시를 선정하여 탄소배출량 감축을 위한 사업을 지원했었다. 또한 마을 주민들의 자발적인 녹색생활을 유도를 목표로 수개 부처가 공동으로 추진하는 ‘저탄소녹색마을 사업’ 등이 있다. 이들 사업들은 지자체를 대상으로 온실가스 감축목표나 환경관리 역량 등을 평가하여 지자체를 선정하고 지원하는 형태로 사업을 추진하고 있다.

2) IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) : 기후변화와 관련된 전 지구적 위험을 평가하고 국제적 대책을 마련하기 위해 세계기상기구(WTO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 설립한 유엔산하 국제협의체, 제2회 세계솔라시티 총회 개막식 IPCC 의장 연설

국토해양부에서는 2009년 7월 “저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획 수립지침”을 마련하여 도시계획 분야의 기후변화 대응을 위한 제도적 기반과 온실가스 배출현황 구축을 위한 감축기반을 마련하고, 공간구조, 토지이용계획에서 토지이용 원단위 차원의 에너지 효율성을 검토하는 방안을 추진하고 있다.

그러나 이러한 중앙정부 차원의 사업들이 구체적인 효과를 거두고 있는지에 대해서는 아직 명확한 정량적인 수치가 제공되고 있지는 못한 실정이다. 각종 도시 평가제도와 연계하여 평가하고, 시범사업을 발굴하는 등 다양한 정책방향이 제시되고는 있으나 세부적인 실행방안을 제시하고 이를 추진하는 계획의 실행을 평가하는 구체적인 전략의 부재로 인하여 실질적인 효과 측면에서는 여전히 미흡한 것으로 판단된다.

□ 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하기 위한 효과적 방안 필요

저탄소 녹색도시와 관련하여 많은 논의가 있어 왔지만, 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시공간으로 전환하는 방안에 관하여는 실질적인 검토가 부족한 상태이다. 온실가스의 주요한 배출원임에도 불구하고 건축도시분야의 대응을 살펴보면 기초적인 데이터라 할 수 있는 온실가스 배출량의 통계구축을 위한 방법, 지표, 계수, 분야 등에 대한 표준화된 지침도 없으며, 기초적인 에너지 소비량 등 기초통계의 도시별 집계조차 미흡한 상황이다. 또한 실천계획을 수립한다고 하여도 예산과 전문인력의 부족으로 이를 실행하고 관리하는데 어려움을 겪고 있다.³⁾

기존의 도시구조는 에너지를 많이 사용할 수밖에 없는 녹지체계, 교통체계, 건축물 배치 등으로 이루어져 있기 때문에 이를 저탄소 녹색도시로 재구성하기 위한 체계적인 방안이 마련되고 추진되도록 하는 것이 시급한 실정이다.

이러한 관점에서 현재 추진되고 있는 각종 도시계획사업들은 기존의 도시구조 및 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하는 데 있어 좋은 계기이자 기회가 될 수 있을 것으로 생각된다. 2011년 기준으로 살펴보면 전국의 도시개발사업지구는 650개의 365.19km², 도시정비사업지구는 3,063개의 167.8km²로, 총 도시계획사업은 3,713개 532.99km²이며, 이는 서울시 면적 605.4km²의 약 88%에 해당하는 막대한 면적이다.

3) 왕광익(2008), “저탄소사회 실현을 위한 국내외 주요도시의 사례”, 「월간국토」 318호, p.46.

[표 1-2] 전국도시계획사업 현황

구분	계		도시개발사업		정비사업	
	개소	면적	개소	면적	개소	면적
총계	3,713	532.99	650	365.19	3,063	167.8
서울	1,074	39.33	16	8.11	1,058	31.22
부산	160	31.45	9	0.32	151	31.13
대구	255	9.99	8	0.33	247	9.66
인천	406	84.09	85	66.02	321	18.07
광주	99	20.09	21	15.58	78	4.52
대전	171	22.69	17	10.68	154	12.01
울산	39	9.85	12	7.57	27	2.28
경기	541	89.07	106	61.25	435	27.83
강원	76	43.33	34	41.32	42	2.01
충북	48	5.57	10	2.7	38	2.87
충남	181	29.95	43	24.61	138	5.34
전북	111	22.36	31	17.1	80	5.26
전남	153	34.17	44	27.68	109	6.49
경북	120	22.03	57	19.14	63	2.89
경남	216	53.21	133	48.61	83	4.61
제주	63	15.79	24	14.19	39	1.59

※ 출처 : 국토해양부 홈페이지 정보마당>통계정보>주요통계(2011년말기준)

2) 연구 목적

국내에서 진행되고 있는 도시계획사업들은 대부분 기존 도시공간을 전면철거한 후 새롭게 개발하는 방식으로 이루어지고 있다. 이러한 도시공간개선사업은 비교적 빠른 시간 안에 추진되어 물리적인 개선으로 결과가 제시될 수 있기 때문에 탄소배출량이 높은 기존 도시공간구조를 저탄소 도시공간구조로 전환하기 위한 적절한 계기이자 수단으로 볼 수 있다. 이러한 관점에서 본 연구는 가능한 기존의 추상적인 논의 수준에서의 접근이 아닌 기존 도시공간을 개선하기 위해 추진되는 사업과정을 살펴보고 이들이 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계기로 활용될 수 있는 정책방향을 제안하고자 한다.

본 연구의 목적은 첫째, 저탄소 녹색도시 구현을 위한 도시계획 방향을 설정하고 기존 도시공간에 적용 가능한 저탄소 계획요소 인벤토리를 구축하는 것이다. 둘째, 기존 도시공간에서 도시공간개선사업을 통해 저탄소 녹색도시를 구현한 해외사례의 사업과정을 살펴보고 적용된 저탄소 계획요소를 파악하여 국내 도시공간개선사업에 대한 시사점을 고찰하는 것

4 도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용에 관한 연구

이다. 셋째, 국내 도시공간개선사업의 추진 과정, 저탄소 계획요소 적용 현황과 적용 가능성을 검증하고 탄소저감 효과를 분석하여 도시공간개선사업을 통해 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 구현할 수 있는지 그 가능성과 한계를 파악하는 것이다. 넷째, 이를 통해 도시공간 개선사업에서의 저탄소 계획요소 도입 활성화를 위한 정책방향과 구체적인 정책과제를 제언하고자 한다.

2. 연구의 방법

본 연구는 도시공간개선사업에서의 저탄소 계획요소 적용 활성화를 위한 실천적인 방안 도출을 목적으로 하고 있으며, 도시공간개선사업의 추진과정, 저탄소 계획요소 적용 현황 분석, 계획요소 적용 시뮬레이션, 계획요소 적용에 따른 탄소저감효과 분석 등 다양한 차원에서 도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용 가능성을 살펴보았다.

① 문헌조사

- 저탄소 녹색도시에 대한 기존 연구 및 계획에 대한 고찰
- 저탄소 녹색도시계획 방향에 대한 이해 확립
- 저탄소 녹색도시 구성에 대한 이론적 토대 구축
- 저탄소 녹색도시 구성을 위한 계획요소의 인벤토리 구축

② 해외 사례 조사

- 개별 사례별로 관련 계획 및 정책 자료를 검토
- 개별 사례별로 사업추진과정, 관련주체 등 검토, 저탄소 계획요소의 적용 현황 분석

③ 국내 도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용 현황 조사 및 가능성 분석

- 국내 도시공간개선사업의 관련 제도, 추진과정, 관련주체 등에 대한 검토
- 사업계획 및 관련 상위계획에서의 저탄소 계획요소 적용 현황 분석
- 저탄소 계획요소의 적용가능성 검토를 위한 시뮬레이션 실시

④ 국내 도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용의 효과 분석

- 저탄소 계획요소 적용에 따른 에너지 소비량 및 탄소저감효과 분석

3. 선행연구 현황 및 본 연구와의 차별성

1) 선행연구 고찰

세계 기후변화에 대한 대응의 필요성과 우리나라 온실가스 배출량의 심각성, 탄소감축에 대한 공감대가 형성되고 정부가 국가비전으로 ‘저탄소 녹색성장’을 선언함에 따라 ‘저탄소 녹색도시’에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있는 상황이다. 그 중에서 본 연구와 관련이 있는 선행연구로는 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계획기법 및 평가지표 개발 연구, 실제 저탄소 녹색도시 조성사업을 위한 연구, 그 외 관련 인증제나 녹색성장 프로그램 등 구체적인 실천방안에 관한 연구들이 있다고 할 수 있다.

가장 많이 다루어져 온 저탄소 녹색도시 계획기법 및 평가지표에 관한 연구 중 김정곤(2010)은 저탄소 녹색도시 계획기법에 대한 연구를 수행하였는데 저탄소 녹색도시의 개념 및 이론을 정리하고 해외사례를 조사하여 저탄소 녹색도시계획의 방향을 설정하고 모델을 개발하였다. 평가지표와 관련된 연구로 이관규(2010)는 저탄소 녹색도시 조성 가이드라인과 평가지표를 개발하고 활용방법과 확산 전략을 제안하였으며 염인섭(2011)은 기후변화 대응을 위하여 저탄소 녹색도시 평가모형을 입지유형별로 개발하고 실제 사업에 이 모형을 적용하여 시사점을 도출하였다. 저탄소 녹색도시 구현을 위한 보다 실질적인 연구로는 국내 도시계획체계의 차원, 인증제 도입 관련, 녹색성장 프로그램에 관한 연구가 이루어졌는데 그 중 왕광익(2010)은 녹색성장과 도시계획의 관계를 파악하고 우리나라의 현 법령을 검토, 국내 도시에 대해 저탄소 녹색성장지향형 도시기본계획을 시범수립하여 가이드라인과 개선방안을 제시하였다. 유광흠(2011)은 근린단위의 친환경 인증제 평가항목과 평가기준을 개발하여 시범 적용하고 실질적인 활용방안을 제시하였다. 강병수(2009)는 저탄소 녹색성장의 선진사례인 오스틴시의 발전과정을 살펴보고 녹색성장관리 프로그램을 분석하여 녹색성장 개발프로젝트 평가방법을 개발하였다.

한편, 저탄소 녹색도시 조성을 위한 중앙정부의 정책추진에 따라 실제 사업을 위한 연구도 진행되었다. 이상문(2009)은 동탄(2)신도시의 생태환경시범도시 추진을 위하여 생태환경도시계획을 수립하고 개발단계 별로 적용가능한 생태기술을 제시하였다. 김세용(2010)은 검단신도시를 에너지 절감형으로 개발하고 제로에너지타운을 조성하기 위한 개발계획을 수립하고 자원조달 및 운영방안 등 실현화 방안을 제시하였다.

2) 선행연구와 본 연구의 차별성

이제까지는 주로 저탄소 녹색도시의 개념과 이론을 정립하고 계획기법과 평가기준을 제시하는 연구가 이루어져 왔으며 실제 정책사업과 관련하여 신도시의 저탄소 녹색도시 조성을 위한 연구가 일부 진행되어왔다. 또는 도시기본계획체계를 통한 저탄소 녹색도시 구현, 인증제 개발, 기존 도시공간에서의 저탄소 녹색도시 구현에 관한 기존 연구들은 해외사례를 분석하여 시사점을 도출하거나 도시기본계획의 수준에서 저탄소 계획요소 적용 방안을 제시하고 있다.

하지만, 기존 도시공간구조의 물리적 변화를 직접적으로 일으키는 기존 도시공간개선사업에서의 저탄소 녹색도시화에 관한 연구는 아직까지 미흡한 상황으로 이러한 차원에서 본 연구는 기존 도시공간에서의 저탄소 녹색도시 구현방안을 사업 차원에서 제시함으로써 선행연구와 차별성을 가지며 신도시조성에 집중되어 있는 저탄소 녹색도시 구현 연구방향에 새로운 전기를 마련하고자 한다.

[표 1-3] 관련 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요연구내용
1	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상 • 연구자(년도): 김정곤(2010, 토지주택연구원) • 연구목적: 저탄소 녹색도시 모델 개발과 도시계획적 차원에서 구현할 수 있는 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 조사 • 해외 사례 조사 • 외부전문가 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 저탄소 녹색도시 개념 및 이론 정리 • 저탄소 녹색도시 모델구상, Master plan 수립 • 해외사례 현지조사 • 저탄소 녹색도시 모델 개발
2	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 저탄소 녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표 연구 • 연구자(년도): 이관규(2010, 환경부) • 연구목적: 저탄소 녹색도시 조성을 위해 세부적인 핵심요소별 가이드라인과 평가지표를 개발하고 전국확산을 위한 전략 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 국내외 사례조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 저탄소 녹색도시 지표 관련 국내외 사례 및 현황 조사 • 저탄소 녹색도시 가이드라인 및 평가지표 개발 • 저탄소 녹색도시 평가사례 연구, 평가체계 및 방법 제안 • 완성된 평가지표의 활용방법 및 확산 전략 제안
3	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 기후변화 대응 저탄소 녹색도시 계획체계 평가모형 개발 및 적용 • 연구자(년도): 염인섭(2011) • 연구목적: 저탄소 녹색도시 계획체계를 정립하고 입지유형별 평가모형 개발, 도시계획적 대응방안 모색 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 조사 • 국내외 사례조사 • 시범적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 저탄소 녹색도시 개념 고찰 • 저탄소 녹색도시 평가모형 개발 • 저탄소 녹색도시 평가모형 적용: 대전 학학지구 도시개발사업 • 시사점 도출

구분	연구목적	연구방법	주요연구내용
4	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 저탄소 녹색성장지향형 도시계획 수립방안 공동연구 • 연구자(년도): 왕광익(2010, 국토해양부) • 연구목적: 저탄소 녹색성장 달성을 위한 지자체의 도시계획적 대응 실효성 확보, 도시계획 수립시 적용 가능한 통합 가이드라인 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌, 현장 및 인터넷 조사 • 자문회의 및 외부전문가 활용 • 워크숍 개최를 통한 의견 수렴 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색성장과 도시계획과의 관계, 우리나라 도시계획 현황의 문제점 및 관련법령 검토 • 저탄소 녹색도시 관련 국내외 동향 • 저탄소 녹색성장지향형 도시계획의 시범수립(서울시, 인천시, 춘천시, 남양주시) • 저탄소 녹색성장지향형 도시계획 수립 가이드라인 및 개선방안 제시
5	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 친환경 근린개발 평가인증체계의 개발 및 적용방안 연구(II) • 연구자(년도): 유광홍(2011, 건축도시공간연구소) • 연구목적: 친환경 근린개발 인증체계의 시범적용과 고도화 작업, 활용방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 전문가 설문 및 면담조사 • 국내외 친환경 관련 인증체계, 사례 조사 • 시범적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경과 근린의 개념, 친환경근린개발 관련 제도 분석 • 친환경 근린단위 인증제의 평가항목 및 평가 기준 개발, 시범적용 • 친환경 근린개발 평가인증체계 및 운영방안 제시 • 평가인증제 활용방안
6	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 저탄소 녹색도시의 녹색성장 프로그램에 관한 연구-오스틴을 중심으로 • 연구자(년도): 강병수(2009, 국토연구원) • 연구목적: 오스틴의 저탄소 녹색성장 프로그램을 분석하여 우리나라에 부합하는 녹색성장 프로그램과 기법의 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌·인터넷 조사 • 해외 사례조사 • 외부전문가 자문 	<ul style="list-style-type: none"> • 저탄소 녹색성장 선진사례인 오스틴시의 발전과정 • 오스틴 녹색성장관리 프로그램 분석 • 녹색성장 개발프로젝트 평가방법(난개발 완화 매트릭스 기법) 개발 • 녹색교통프로그램, 녹색건축 개발
7	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 동탄(2)신도시 생태환경계획 생태서비스 시범도시 조성계획 • 연구자(년도): 이상문(2009, 한국토지주택공사) • 연구목적: 동탄(2)신도시의 개발계획을 위한 환경영향 저감대책의 보완대책 및 생태환경계획의 구상 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 조사 • 연구진 개방포럼, 전문가/담당관 조사 • 정책담당자 세미나 	<ul style="list-style-type: none"> • 생태환경도시의 개념과 요건 정립 • 개발단계에 따른 적용가능 생태기술 제시 • 동탄(2)신도시에 생태적인 도시공간계획 수립, 물리적 계획과 연동된 환경계획 수립, 생태환경시범도시 추진방안
8	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 에너지 절감형 검단신도시 개발 및 제로에너지타운 조성 방안 • 연구자(년도): 김세용(2010, 한국토지주택공사) • 연구목적: 인천 검단신도시를 대상으로 에너지 절감 및 신·재생에너지 도입 방안 모색, '제로에너지타운 시범단지' 선정하여 자원조달 및 운용방안 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 및 현장 조사 • 워크숍 및 세미나 개최 • 자문회의 및 외부전문가 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 절감관련 정책 및 제도분석, 사례 분석을 통한 에너지 절감요소 추출 • 전체 검단신도시의 개발방향 설정(에너지 절감기법 적용계획 수립) • 시범단지 '제로에너지 타운'의 개발계획 수립 • 에너지 절감형 검단신도시 실현화 방안
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용에 관한 연구 • 연구자(년도): 유광홍(2012) • 연구목적: 도시공간개선사업의 저탄소 녹색도시 계획요소 분석 및 탄소저감효과 분석, 국내외 저탄소 녹색도시 사례 분석, 기존 도시공간의 저탄소 녹색도시구현 정책방향 제언 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 조사 • 국내외 사례조사 • 외부전문가 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 저탄소 녹색도시 계획기법 검토를 통한 계획요소 도출 • 도시재생사업관련 계획에서의 저탄소 녹색도시 계획요소 분석 및 탄소저감 효과 분석 • 국내외 저탄소 녹색도시 사례 조사 및 분석 • 저탄소 녹색도시 차원의 도시재생정책 방향 제언

8 도시공간개선사업의 저탄소 계획요소 적용에 관한 연구

제2장 도시공간개선사업을 통한 저탄소 녹색도시 조성

1. 도시공간개선사업에 대한 검토
2. 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계획요소의 고찰
3. 저탄소 계획요소의 종합

1. 도시공간개선사업에 대한 검토

1) 도시공간개선사업의 유형

기존 도시공간을 개선하기 위한 사업은 ‘낙후된 기존 도시공간의 물리적 환경을 정비·개선하는 사업’이라는 의미로, 일반적으로 이러한 사업들을 ‘도시재생사업’으로 볼 수 있을 것이다. 도시재생(urban regeneration)은 쇠퇴한 도시공간을 개선하여 도시에 활력을 불어넣는 일련의 과정으로 물리적 차원과 비물리적 차원(사회·경제적 차원)의 노력을 모두 포함하는 개념이지만 국내에서 도시재생사업이라고 일컬어지는 활동들은 주로 기존 도시공간을 전면철거하여 새롭게 개발하는 방식으로 물리적 차원에 치우쳐 있는 실정이다.

그러나 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하는 과정은 단순한 도시재생의 개념에 한정되기 보다는 다양한 저탄소 녹색도시계획요소를 여러 층위에서 적용함으로써 달성될 수 있는 것으로 현실적으로 살펴보면 여러 가지의 기존 도시공간을 재조직하는 사업들을 통해 직접적으로 달성된다고 볼 수 있을 것이다.

기존 도시공간을 개선하는 사업으로는 「도시 및 주거환경정비법」에 의한 주거환경개선사업, 주택재개발사업, 주택재건축사업, 도시환경정비사업, 주거환경관리사업, 가로주택정비사업⁴⁾, 「도시재정비촉진을 위한 특별법」에 의한 도시재정비촉진사업, 「국토의

효율적 이용 및 계획을 위한 법률」에 의한 도시계획시설사업, 「전통시장 및 상점가 육성을 위한 특별법」에 의한 시장정비사업, 「도시개발법」에 의한 도시개발사업이 있다.

[표 2-1] 도시재생관련 법제도와 사업

근거법	사업	내용
도시 및 주거환경 정비법	주거환경개선사업	도시저소득주민이 집단으로 거주하는 지역으로서 정비기반 시설이 극히 열악하고 노후·불량건축물이 과도하게 밀집한 지역에서 주거환경을 개선하기 위하여 시행하는 사업
	주택재개발사업	정비기반시설이 열악하고 노후·불량건축물이 밀집한 지역에서 주거환경을 개선하기 위하여 시행하는 사업
	주택재건축사업	정비기반시설은 양호하나 노후·불량건축물이 밀집한 지역에서 주거환경을 개선하기 위하여 시행하는 사업
	도시환경정비사업	상업지역·공업지역 등으로서 토지의 효율적 이용과 도심 또는 부도심 등 도시기능의 회복이나 상권활성화 등이 필요한 지역에서 도시환경을 개선하기 위하여 시행하는 사업
	주거환경관리사업 (2012. 4. 15~)	단독주택 및 다세대주택 등이 밀집한 지역에서 정비기반 시설과 공동이용시설의 확충을 통하여 주거환경을 보전·정비·개량하기 위하여 시행하는 사업
	가로주택정비사업 (2012. 4. 15~)	노후·불량건축물이 밀집한 가로구역에서 종전의 가로를 유지하면서 소규모로 주거환경을 개선하기 위하여 시행하는 사업
도시재정비 촉진에 관한 특별법	도시재정비촉진사업	재정비촉진지구에서 시행되는 사업으로 주거환경개선사업, 주택재개발사업, 주택재건축사업 및 도시환경정비사업(「도시 및 주거환경정비법」), 도시개발사업(도시개발법), 시장정비사업(「전통시장 및 상점가 육성을 위한 특별법」), 도시계획시설사업(「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」)을 포함함
국토의 효율적 이용 및 계획을 위한 법률	도시계획시설사업	도시지역에서 도시계획으로 결정된 도로, 공원 등을 설치하기 위하여 시행하는 사업
전통시장 및 상점가 육성을 위한 특별법	시장정비사업	시장의 현대화를 촉진하기 위하여 상업기반시설과 정비기반시설을 정비하고, 유통산업발전법상 대규모 점포가 포함된 건축물을 건설하기 위하여 시장을 정비하는 사업
도시개발법	도시개발사업	도시개발구역에서 주거, 상업, 산업, 유통, 정보통신, 생태, 문화, 보건 및 복지 등의 기능이 있는 단지 또는 시가지 조성하기 위하여 시행하는 사업

※ 출처 : 국토해양부(2010), 「도시 및 주거환경정비사업 여행」, p.9.

4) 주거환경관리사업과 가로주택정비사업은 2012년 「도시 및 주거환경정비법」이 개정되면서 신설된 사업임

이 사업들은 그 대상과 목적에 따라 근거 법률과 추진과정에서 차이가 있지만 개념적으로 살펴보면 넓은 의미에서 기존 도시공간에 대한 개선을 목적으로 하는 사업으로 이해할 수 있다. 본 연구에서는 범위를 한정하여 「도시 및 주거환경정비법」의 대상이 되는 사업을 위주로 살펴보고자 한다.

2) 관련 제도의 검토

본 연구에서 살펴보고자 하는 사업들은 주거환경개선사업, 주택재건축사업, 주택재개발사업, 도시환경정비사업으로 그 법적 근거는 「도시 및 주거환경정비법」이며 사업구역이 재정비촉진지구에 포함될 경우 「도시재정비촉진을 위한 특별법」에 따라 ‘재정비촉진계획’에 부합하도록 추진되어야 한다.

□ 「도시 및 주거환경정비법」 (2002)

1970년대 이후 산업화 및 도시화 과정에서 대량 공급된 주택들이 노후화됨에 따라 이들을 체계적이고 효율적으로 정비할 필요성이 커졌으나 재개발사업, 재건축사업 및 주거환경개선사업이 각각 개별법으로 규정되어 이에 관한 제도적 뒷받침이 미흡하였고 소규모 재건축, 재개발사업들이 대량으로 나타나면서 도시관리에 문제점이 발생하게 되었다. 이러한 문제점을 인식하고 2002년 관련법들을 통·폐합하여 선계획, 후개발 사업을 목표로 「도시 및 주거환경정비법」 (이하 도정법)을 제정하게 되었다.

「도시 및 주거환경정비법」은 인구 50만 이상 시·도를 대상으로 하고 있으며, ‘도시·주거환경정비기본계획’ 및 ‘정비계획’의 수립과 주거환경개선사업, 주택재개발사업, 주택재건축사업, 도시환경정비사업 등 사업을 추진하는데 있어 필요한 통합·관리, 추진에 관한 사항을 규정하고 있다.

‘도시·주거환경정비기본계획’은 정비사업의 기본방향과 목표 등을 규정하는 지침의 성격을 지니며, 광역도시계획 및 도시기본계획의 하위계획, 정비계획의 상위계획으로서의 위계를 가지고 도시관리계획과의 정합성을 유지해야 한다. 도시 내 정비예정구역 지정에 관한 내용과 이 구역에 대한 도시적 차원의 전반적인 정비방향에 대한 내용을 포함한다.

‘정비계획’은 정비구역이 지정됨과 동시에 수반되어 구역 내 정비사업을 위한 지표와

규제로서 작동하게 되는 구체적인 시행계획으로, ‘정비기본계획’에 부합하는 범위 안에서 수립되어야 한다. 건축물과 도시기반시설 등에 관한 계획과 사업추진 관련 내용으로 이루어져 있으며 주요 내용은 ‘정비사업의 명칭, 정비구역 및 그 면적, 도시계획시설 설치 계획, 공동이용시설 설치계획, 건축물 계획, 환경보전 및 재난방지 계획, 정비사업 시행 예정시기 등’이다.

정비사업은 주거환경개선사업에서 현지개량방식인 경우를 제외한 나머지 사업에서는 모두 ‘전면철거방식’을 기본으로 하고 있다. 주거환경개선사업의 공동주택개발방식에서는 LH(토지주택공사)나 지자체 등 공공이 사업시행을 맡으며, 재개발사업, 재건축사업, 도시환경정비사업은 기본적으로 토지 및 소유자 등으로 구성된 조합이 단독으로 사업시행주체가 되지만 LH(토지주택공사), 지자체, 건설업자 등과 공동으로 할 수도 있다. 사업추진자금에 대한 공적인 지원은 없으며 사업을 통해 발생하는 부동산수익에 의지하고 있는 실정이다.

[표 2-2] 정비사업의 사업방식과 시행절차

		주거환경개선사업	재개발사업	재건축사업	도시환경정비사업
대상		• 저소득자 집단 거주지역 : 기반시설 극히 열악, 노후불량 건축물이 과도하게 밀집한 주거지역	• 단독주택밀집지역 : 기반시설 열악, 노후불량 건축물 밀집한 주거지역	• 공동주택단지 : 기반시설 양호, 노후불량 건축물 밀집한 주거지역	• 상업공업지역 등
사업방식		• 현지개량방식 또는 수용방식	• 수용방식	• 수용방식	• 수용방식
시행자		• 현지개량:시장·군수, LH등 * 공공: 정비기반 시설정비 * 주민: 주택개량 • 수용방식: 지자체 장·LH등	• 조합(단독) • LH등(단독) • 조합+지자체, LH등, 건설업자 또는 등록사업자(공동)	• 조합(단독) • LH등(단독) • 조합+지자체 또는 LH등(공동)	• 조합 또는 토지등 소유자(단독) • LH등(단독) • 조합+지자체, LH등, 또는 건설업자(공동)
개발형태		• 도시기반시설 확충	• 주택개발 위주	• 주택개발 위주	• 주택·상업·업무 등 복합
정비사업	기본계획 수립	○	○	○	○
	안전진단* 실시			○	

시 행 단 계	정비계획수 립 및 구역 지정	○	○	○	○
	추진위원회 승인	○	○	○	○
	조합설립		○	○	○
	시공사선정		○	○	○
	환경영향 평가**		○	○	○
	사업시행 인가	○	○	○	○
	관리처분 계획인가		○	○	○
	분양	○	○	○	○
	공사	○	○	○	○
	준공 및 이전	○	○	○	○

* 안전진단: 구조안전성, 노후도, 주거환경 평가를 통해 유지보수, 조건부재건축, 재건축 중에서 결정

** 지방자치단체 외의 자가 시행하는 경우: 「도시 및 주거환경정비법」 제28조제1항에 따른 사업시행인가 전

※ 출처 : 국토해양부(2010), 「도시 및 주거환경정비사업 여행」, pp.5~6, pp23~24.

□ 「도시재정비 촉진을 위한 특별법」(2005)

2002년 서울시는 강남·북의 지역균형발전을 위해 ‘뉴타운사업’을 도입하여, 공공부문에서 먼저 종합개발계획을 수립한 후 구역 내 개별지구는 민간이 중심이 되어 재개발이나 재건축사업 등을 적용하도록 하는 개발방식으로 추진하였다. 당초 뉴타운사업은 초기에는 「도시 및 주거환경정비법」과 「서울특별시 지역균형발전지원에 관한 조례」를 법적 근거로 하였으나, 법률적 근거가 미약하여 특별법 제정에 대한 소요가 제기되었고, 이를 실질적으로 지원할 수 있는 법적제도로서 「도시재정비 촉진을 위한 특별법」이 2005년 12월 제정되었다.

「도시재정비 촉진을 위한 특별법」에서는 ‘재정비촉진계획’의 수립과 ‘재정비촉진사업’의 추진에 대해 명시하고 있다. ‘재정비촉진계획’은 재정비촉진지구에 대한 광역적·종합적 개발계획으로서, 재정비촉진사업을 계획적이고 체계적으로 추진하기 위한 토지이용, 교통, 기반시설의 설치 등에 관한 계획, 각 사업별 용도계획, 건축계획 등으로 이루어진

다. 재정비촉진사업은 재정비촉진계획을 수립하는 사업을 말하며, 실질적으로 실행력을 갖는 사업은 아니다. 재정비촉진사업은 재개발, 재건축 등의 정비사업과 도시개발사업, 시장정비사업 등의 사업을 하나의 광역사업으로 연계하여 개발하는 방식으로 개별 사업의 시행에 관하여는 「도시재정비 촉진에 관한 특별법」을 다른 법률보다 우선하여 적용하고 이 법에서 규정하지 않은 사항에 대해서는 해당사업의 관계 법률에 따르도록 되어 있다.

생활권 단위의 광역적·종합적 계획을 수립하기 위하여 지구 전체를 총괄하는 ‘총괄계획가’를 지정하여 사업을 이끌어 나가도록 하고, LH나 지방공사가 사업을 관리하는 방식을 갖는다. 사업을 활성화하기 위하여 지방세감면, 기반시설 설치비용의 국고 지원과 같은 비용지원, 건축규제 완화, 주택의 규모별 비율 완화와 같은 특례사항을 두고 있다. 재정비촉진지구 내 여러 사업구역이 포함되기 때문에 각 구역에 시행되는 사업의 유형에 따라 사업방식이 결정되며, 지구 내에 「도시 및 주거환경정비법」에서 규정한 건물노후도 등 내구연한이 도래하지 않은 단독주택지역 등은 ‘존치구역’으로 지정하여 관리하는 방식을 적용하고 있다.

[표 2-3] 재정비촉진사업의 개요

구분	재정비촉진사업
대상	- 정비사업이 요구되는 생활권 단위
사업방식	- 광역단위(생활권)별 선계획, 후개발 (수용방식, 현지개발방식)
시행자	- 지자체가 촉진계획수립 - 민간(조합)은 촉진계획 고시 후 사업시행
계획 및 사업 총괄	- 총괄계획가(전문가) - 총괄사업관리자(LH, 지방공사 등)
개발형태	다양한 사업방식 혼용(주거, 상업, 업무 등 복합 자족도시)
사업유형	- 정비사업, 도시개발사업, 시장정비사업, 도시계획시설사업 ※ 촉진지구 내 수개의 개별구역이 존재
재촉사업 비용지원	- 지방세감면(문화시설, 종합병원 학원시설 등) - 기반시설 설치비용의 국고 지원
정비사업시행 단계	재정비촉진지구 지정 및 고시 → 재정비촉진계획 수립 → 주민공람 및 의견청취 → 시·도 도시계획위원회 심의 → 재정비촉진계획 결정 및 고시 → 기반시설 설치 → 개별법에 의한 사업추진

※ 출처 : 국토해양부(2010), 「도시 및 주거환경정비사업 여행」, pp.7~8, p.310.

2. 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계획요소의 고찰

1) ‘저탄소 녹색도시’의 개념

① ‘저탄소’의 개념 고찰

□ 기후변화의 심화로 온실가스 축적에 대한 문제인식 형성

자연적 요인과 인위적 요인에 의하여 지구의 기후 시스템이 점차 변화하는 것을 기후변화라고 한다. 기후변화는 지구탄생 이후 끊임없이 이루어져 왔으나, 산업혁명 초기인 18세기 중엽부터 최근 100년간 인위적 요인, 즉 인간활동에 의해 지구 평균기온이 약 0.74℃ 상승하면서 지구온난화가 급격하게 일어났다. 1985년 세계기상기구(WMO)와 국제연합환경계획(UNEP)에서 CO₂를 지구온난화의 주범임으로 공식 선언함에 따라⁵⁾ ‘온실가스 축적’이 중요한 문제로 인식되기 시작하였다.

2012년 현재 세계 온실가스 배출량은 1990년 대비 약 50% 증가하였고 1위는 중국으로 1990년 대비 무려 287%나 증가하였으며 한국은 1990년 대비 144% 증가하여 7위에 올랐다. 한편, 유럽연합 27개국, 독일, 영국 등은 일찍부터 온실가스 축적 문제를 인식하고 저감노력을 하여 총 배출량은 높지만 꾸준히 온실가스 배출량이 줄어드는 추세이다.

[표 2-4] 세계 CO₂ 배출량 국가순위와 변화추이(2011년 기준)

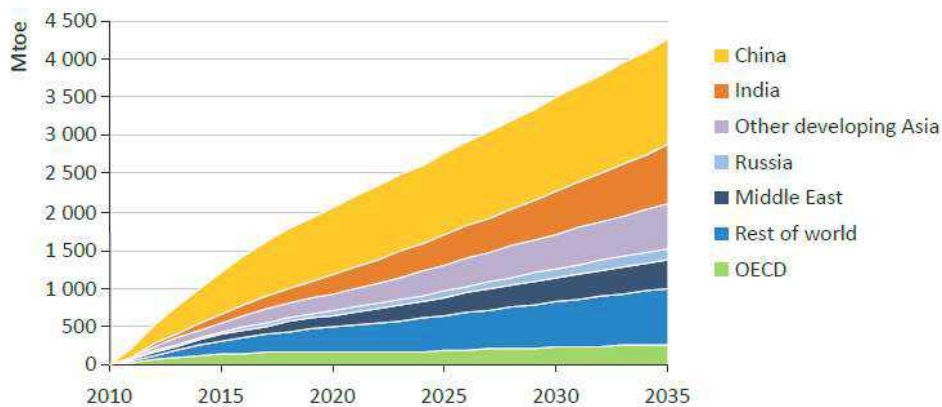
국가	1990년 (10억t)	2008년 (10억t)	2009년 (10억t)	2010년 (10억t)	2011년 (10억t)	2011년 순위	1990년 대비(%)
중국	2.51	7.79	8.27	8.90	9.70	1	287
미국	4.99	5.74	5.33	5.53	5.42	2	9
EU-27	4.32	4.09	3.79	3.91	3.79	-	-12
인도	0.66	1.56	1.75	1.86	1.97	3	198
러시아	2.44	1.80	1.74	1.78	1.83	4	-25
일본	1.16	1.25	1.18	1.26	1.24	5	7
독일	1.02	0.86	0.80	0.84	0.81	6	-21
한국	0.25	0.54	0.54	0.59	0.61	7	144
캐나다	0.45	0.57	0.53	0.54	0.56	8	24
인도네시아	0.16	0.41	0.44	0.49	0.49	9	210
영국	0.59	0.53	0.49	0.50	0.47	10	-20
세계	22.70	31.70	31.30	33.00	33.90	-	49

※ 출처 : European commission's Joint Research Centre & PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2012

5) 황희연(2011), 「저탄소 녹색신도시 평가모형 개발 연구」, 국토해양부, p.1.

□ 에너지수요 증가, 글로벌 에너지·자원 고갈로 온실가스 저감에 대한 인식 확산

국제에너지기구(IEA)의 2011년 보고에 따르면, 세계 1차 에너지 수요는 2009년 12,132 Mtoe였다.⁶⁾ 그러나 중국 등 비 OECD 국가의 수요 급증으로 인해 연평균 1.3% 증가하여 2035년에는 16,961 Mtoe에 달할 것으로 전망되고 있는데, 이는 2009년 대비 40% 증가한 수치이다.⁷⁾ 또한, 세계적인 경제성장과 인구증가로 인해 전력수요는 2035년까지 연평균 2.4%로 증가할 것으로 전망되고 있다.



[그림 2-1] 세계 주요국별 1차 에너지 수요 전망
출처 : IEA(2011) World Energy Outlook

[표 2-5] 한국의 온실가스 배출 및 에너지 소비현황

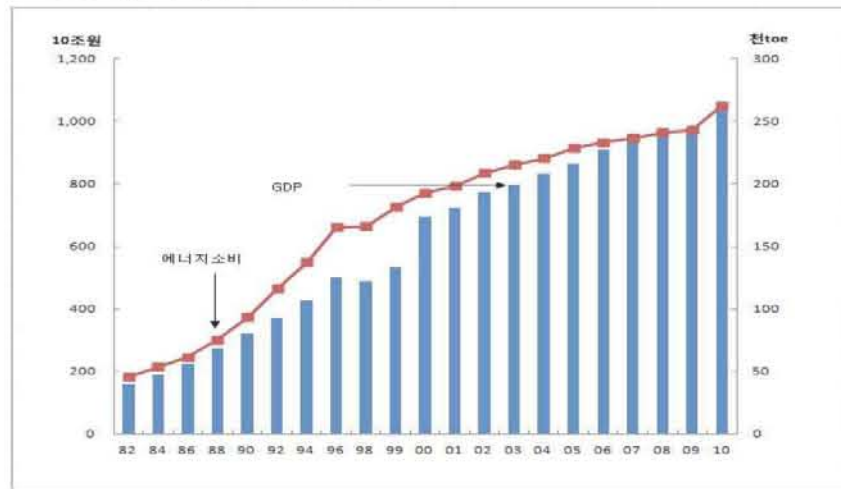
구 분		현 황	비 고
온실가스(2006)	배출량	6억톤	1990년의 2배
	1인당 배출량	12.4톤	연평균증가율('90~'06): 3.7%
에너지(2007)	총 소비량	2.3억톤	세계 9위
	1인당 소비('06)	4.48톤	일본 4.41톤
	대외의존도	96.6%	원유수입 세계 4위

※ 출처 : 이안재(2009), “탄소제로 도시의 확산”, 「SERI 경영노트」 24호, p.3. 재인용 (자료 : 에너지경제연구원(2009), 「2008에너지통계연보」. ; 에너지경제연구원(2008), 「주요국의 에너지소비 비교」. ; 지식경제부(2009.2.3), “국가 온실가스 배출량 증가율, 소폭 증가세로 반전”, 보도자료.)

6) TOE(Tonnage of Oil Equivalent)는 원유 1톤에서 얻을 수 있는 열량으로 Mtoe는 1백만toe를 의미함

7) 김정욱(2012), “미국의 신재생에너지 산업 및 정책 동향”, 「산업기술정책브리프」, 한국산업기술진흥원, p.6.

우리나라의 경우 2006년 기준 온실가스 배출량은 1990년의 2배인 6억톤에 이르며, 에너지 총 소비량은 2007년 기준 2.3억톤으로 세계 9위에 올라있어 온실가스 배출량과 에너지 소비량이 세계적으로 높은 수준이다. 에너지 소비량은 GDP가 높아짐에 따라 증가해 왔고, 지식경제부에 따르면 앞으로도 에너지 수요가 2030년까지 연평균 13.6%로 급증할 것으로 전망되고 있다.



[그림 2-2] 우리나라 GDP 및 에너지소비량 추이(GDP는 2000년 불변기준)
출처 : 에너지관리공단(2012), 「2012 에너지통계」

뿐만 아니라, 주요 에너지원의 가채연수 전망에 따르면 에너지가 고갈될 시기가 그리 멀지 않으며 원유의 경우는 2047년으로 예상되고 있어 에너지 고갈 우려가 현실에 가까워지고 있다.

이처럼 에너지 수요의 증가가 예상되고 주요 에너지원의 고갈이 우려되는 상황 속에서 세계적으로 현재의 주요 에너지원을 대체할 수 있는 신재생에너지의 개발, 온실가스 저감에 대한 인식이 확산되고 있다.

[표 2-6] 주요 에너지원의 가채연수(2008년 기준)

에너지원	원유	천연가스	석탄
가채연수	39년	59년	114년

※ 출처 : Daniel Howden(2007), "World Oil Supplies Are Set to Run Out Faster than Expected", 「The Independent」, <http://www.independent.co.uk>

□ 탄소감축을 위한 움직임 확대

기후변화와 에너지 고갈위기가 진행되면서 세계적으로 탄소저감에 대한 인식이 확대되었고, 탄소배출권시장, 신재생에너지시장 등 녹색시장도 빠른 속도로 성장하고 있다. 영국, 노르웨이, 스웨덴 등 EU 30여개국에서 도입한 탄소배출권 시장은 EU(EU-ETS, 의무), 미국(CCX, 자발)등이 있으며 그 규모가 2007년 640억 달러에서 2010년 1,500억달러로 성장하였고, 풍력, 태양광, 바이오매스, 수소연료전지 등 신재생에너지 시장규모도 2017년 2,545억달러로 2007년(773억달러) 대비 3배 이상으로 확대될 전망이다.⁸⁾

한편, 우리나라는 기후변화에 대응하기 위하여 2008년 ‘저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Korea)’을 국가 비전으로 수립하여 기후변화 대응 전략과 분야별 추진과제를 설정하였다. 2009년 11월 17일 국무회의에서 2020년 국가 온실가스 중기 감축목표를 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축하기로 결정하였다. 2011년에는 「저탄소 녹색성장 기본법」을 제정하였다.

‘저탄소’에 대한 개념은 이렇게 세계 기후변화에 대한 인식을 시작으로 탄소저감의 움직임으로 확대되어 오면서 정리되어 왔다. 「저탄소 녹색성장 기본법」에서는 ‘저탄소’ 개념을 화석연료(化石燃料)에 대한 의존도를 낮추고 청정에너지의 사용 및 보급을 확대하며 녹색기술 연구개발, 탄소흡수원 확충 등을 통하여 온실가스를 적정수준 이하로 줄이는 것으로 정의하고 있다. 이미홍(2009)은 현재의 사회를 온실가스 배출량이 많은 고탄소 사회로 보고, 미래의 저탄소 사회는 경제성장이 환경부하를 동반하지 않으며, 지속가능성과 미래세대를 고려하고 에너지·IT 등 지식기반과 융합된 산업을 발전시켜 지구적 이슈에 대해 다자간 협력이 구현되는 사회⁹⁾라고 정의하고 있다.

결국 ‘저탄소’란 기후변화에 대응하기 위한 실천적인 방안으로, 탄소배출량과의 관계를 의미하며 기술개발, 청정에너지 사용 및 보급 등을 통하여 탄소 배출량을 줄이는 것이라고 할 수 있다.

8) 이지훈(2008), “녹색성장시대의 도래”, 「CEO 인포메이션」, 제675호, 삼성경제연구소, p.4. (자료: The World Bank(2008), 「State and Trends of the Carbon Market 2008」; Makower, J., Pernick, R., & Wilder, C. (2008), 「Clean Energy Trends 2008」, Cleanedge.)

9) 이미홍(2009), 「녹색성장으로가는길: 저탄소 녹색국토 녹색도시 조성방안」, 한국토지주택공사, p.18.

[표 2-7] 고탄소 사회와 저탄소 사회의 패러다임 비교

구분	고탄소 사회(High-Carbon Society)	저탄소 사회(Low-Carbon Society)
경제·환경 관계	• 연동(Coupling): 경제성장이 환경부하 증가를 동반	• 탈연동(Decoupling): 경제성장이 환경부하 증가를 동반하지 않음
환경관리 목표	• Environmental Performance • 환경기준 충족	• Environmental Sustainability • 미래세대 고려
게임 틀	• 경쟁 • Zero-Sum	• 상생 • Win-Win
발전 지표	• GDP	• 녹색 GDP • 사회·생태·경제 지표
기술·프로세스 · 제품 경쟁력	• 가격 및 품질	• 가격 및 품질 • 녹색도
에너지 기반	• 화석 에너지	• 재생가능 에너지
물질 기반	• 석유화학 기반물질	• 바이오 기반 물질
주력 Tech Level	• High-Tech	• High-Tech • Low-Tech
주력 산업	• 석유화학기반 산업 • 제조업 • IT산업 • 금융업	• 에너지·환경산업 • 에너지·환경산업+IT산업 • 지식기반 서비스업
시장 기회 (Boom Market)	• 제조업 시장 • IT, 일부 신기술 시장	• 탄소시장 • 에너지·환경 시장(물 포함) • 신기술의 에너지·환경 산업과 의 연계시장(IT 등)
국제관계	• 남북문제 상존 • 선진국 위주 국제관계	• 지구적 이슈에 대한 선진국과 개도국의 협력 • 다자협력

※ 출처 : 이미홍(2009), 「녹색성장으로가는길: 저탄소 녹색국토 녹색도시 조성방안」, 한국토지주택공사, p.20.

② ‘녹색성장’에 대한 개념 고찰

‘녹색’에 대한 개념은 지속가능한 발전과 녹색성장의 개념을 살펴봄으로써 가장 명확하게 검토될 수 있다.¹⁰⁾ 지속가능한 개발(Environmentally Sound and Sustainable Development, ESSD)은 1987년 브룬트란트 위원회 「Our Common Future」 보고서에서 ‘장래 세대의 요구를 충족시키는 능력을 손상하는 일 없이 현세대의 요구(needs)도 만족시키는 것’¹¹⁾으로 최초로 정의되었다. 1992년 브라질 리우환경회의에서는 지속가능한 개

10) 김명수(2009), 「녹색성장 개념정립과 국토분야 정책과제」, 국토연구원, pp.39~53.

11) WCED(World Commission on Environment and Development, 1987)의 ‘지속가능한 개발’: 미래세대의 필요를 충족할 능력에 손상을 주지 않으면서 현세대의 필요를 충족시키는 개발(Sustainable development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own

발(sustainable development)¹²⁾ 을 ‘현 세대의 자원이용과 환경의 개발이 과도하게 이루어져서 후세대에 필요한 복지를 위협하지 않도록 진행되는 개발’로 정의하고 ‘의제 21(Agenda 21)’을 채택하였으며 1996년 터키 이스탄불에서 개최된 제2차 유엔인간정주회의(UN Conference on Human Settlements, Habitat II)에서 ‘Habitat Agenda’를 채택하여 전 지구적인 목표수립과 행동강령을 선정하여 지속가능한 개발이 추진되도록 제안하였다.

‘녹색성장’이라는 용어가 처음 등장한 것은 공식적으로는 2005년 제 5차 환경과 개발에 관한 아·태지역 장관회의(The Fifth Ministerial Conference on Environment and Development in Asia and Pacific)이며, ‘지속가능한 개발’에 기초를 두고 경제성장을 추구하면서도 환경을 훼손하지 않는 상생방안을 모색하는 것을 목표로 제시되었다.¹³⁾

녹색성장은 기존의 지속가능한 발전의 특징을 가지고 있으나 개념 간의 위계에 대해서는 아직도 명확하게 정리되고 있지는 않다.¹⁴⁾ 이미홍(2009)은 녹색성장을 ‘경제성장과 환경보전의 균형적 조화’를 원칙으로, 인식의 전환부터 생산소비패턴의 변화, 환경제 도입과 같은 제도적 변화까지 아우르는 넓은 의미로 보았고.¹⁵⁾ 이지훈(2008)은 저탄소화 및 녹색산업화에 기반을 두고 경제성장력을 배가시키는 신성장 개념으로 경제활동 과정에서 발생하는 CO₂배출량을 감축시킴으로써 지구의 기후변화에 대응하는 것으로 정의하고 있다.¹⁶⁾ 「저탄소 녹색성장 기본법」에서는 “녹색성장”이란 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 기후변화와 환경훼손을 줄이고 청정에너지와 녹색기술의 연구개발을 통하여 새로운 성장동력을 확보하며, 새로운 일자리를 창출해 나가는 등 경제와 환경이 조화를 이루는 성장이라고 정의하였으며 녹색성장위원회(2008)는 환경과 경제의 선순환, 삶의 질 개선 및 생활의 녹색혁명, 국제 기대에 부합하는 국가 위상 정립으로 녹색성장의 개념을 정리하고 있다. ‘녹색성장’에 대한 개념은 계속 정교화 과정을 거치고 있는 중으로 지속가능한 발전이라는 철학을 계승하여 구체성과 실천성을 담보한 정책적 비전이라고 보는 것이 타당할 것이다.

needs)

12) 리우선언에서의 ‘Environmentally Sound and Sustainable Development’를 ‘지속가능한 발전, 지속가능한 성장’ 등의 용어 대신 우리나라에선 ‘지속가능한 개발’로 해석하여 동일 의미로 사용함

13) 지식경제부(2008), 「지식·혁신 주도형 녹색성장을 위한 산업발전전략」, p.1.

14) 김명수(2009), 「녹색성장 개념정립과 국토분야 정책과제」, 국토연구원, pp.39-53.

15) 이미홍(2009), 「녹색성장으로 가는길: 저탄소 녹색국토 녹색도시 조성방안」, 한국토지주택공사, p.13.

16) 이지훈(2008), “녹색성장시대의 도래”, 「CEO 인포메이션」, 제675호, 삼성경제연구소, p.1.

[표 2-8] 지속가능성의 세부 분류 항목

경제적 지속가능성	<ul style="list-style-type: none"> 지역의 지속가능한 발전 	지역산업의 밸런스, 주택수급의 밸런스, 시대의 유연한 대응가능성, 지구의 비교우위성, 지역의 매력 만들기
환경적 지속가능성	<ul style="list-style-type: none"> 환경오염방지 	대기오염, 수질오염, 토양오염 방지
	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물삭감·자원의 재이용·장기 내 용성 	폐기물분리, 폐기물삭감·재이용·재활용이 가능한 자재의 개발, 물순환, 빗물이용, 건축구조의 장기내용성, 유지관리
	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 소비절감과 유효이용 	건물과 에너지소비, 패시브시스템, 일조의 계획적인 작성, 통풍성능을 배려한 주거동 배치, 컬렉션 시스템, 자가에너지주택, 교통과 에너지소비, 효율적 도시구조, 주행보행권내의 활동량을 의식한 콤팩트한 지구의 계획, 자전거 등 비동력계 교통기관 이용의 촉진 및 콤팩트한 도시구조
	<ul style="list-style-type: none"> 생태계의 다양성 	비오톱(다양한 생물의 안정된 생식환경)
	<ul style="list-style-type: none"> 도시기후의 완화 	도시열섬문제, 도시캐노피층, 알베드, 옥상녹화, 표상보전
	<ul style="list-style-type: none"> 지구온난화방지 	이산화탄소배출량, 라이프 사이클 평가
사회적 지속가능성	<ul style="list-style-type: none"> 도시활동의 밸런스 	적정한 인구 밸런스, 주택수급의 밸런스, 다양한 유형의 주택구조
	<ul style="list-style-type: none"> 도심가의 매력유지 	도심의 품위·브랜드의 유지, 특색있는 역사·문화·연계성의 계승, 건물의 지역성
	<ul style="list-style-type: none"> 주택지의 개선·변신의 용이성 	관리·관계 조정의 가능성, 건립의 적정밸런스
	<ul style="list-style-type: none"> 사회의 안전성 	양호한 커뮤니티의 유지, 지속가능 커뮤니티

※ 출처 : 정종대(2006), 「친환경 주거단지의 계획과 평가」, KSI한국학술정보(주).

③ ‘저탄소 녹색도시’의 개념

‘저탄소 녹색도시’는 1980년대 생태도시에서 시작되었다고 볼 수 있으며 지속가능한 도시를 계승하여 ‘저탄소’개념인 탄소중립도시와 녹색성장의 개념이 결합·발전된 형태라고 할 수 있다.¹⁷⁾ 탄소중립도시는 지구 온난화의 주범인 온실가스의 방출을 원천적으로 줄이며, 방출된 온실가스에 대해서는 최대한 흡수하여 대기 중의 탄소 농도를 궁극적으로 제로(Zero)화 시키는 도시로 정의되고 있다.

17) 환경부(2010), 「저탄소 녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표 연구」, 환경부, p.5.

[표 2-9] 녹색도시의 개념 변천사

구분	1980년대	1990년대	2000년대	2010년대
도시명	생태도시	지속가능도시	탄소중립도시	저탄소녹색도시
근거	생물다양성협약	UN리우환경회의	기후변화협약	국가정책비전
계획방법	생태환경계획 (생태망 구축)	지속가능계획 (지속성평가지표)	저탄소계획 (탄소시뮬레이션)	저탄소도시계획 (종합적 접근)
주요내용	생태복원 비오톱조성 생태녹화 자원재활용 등	생태도시 + 일자리창출	생태도시 + 일자리창출 + 저탄소화	탄소중립도시 + 경제성장
강조사항	생물서식기반	지속성 평가	탄소감축량 에너지자립화	삶의 질 제고 경제성장

※ 출처 : 이상문(2010), 「저탄소 녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표 연구」, 환경부, p.5.

한편, 저탄소 녹색도시에 대한 다양한 개념정의가 이루어지고 있는데, 이관규(2010)는 저탄소 녹색도시를 저탄소형 녹색자립도시로써 환경, 사회, 경제 분야에서 녹색성장을 추구하는 도시형태로 정의하고 있으며¹⁸⁾ 국토해양부(2011)는 녹색도시를 압축형 도시공간 구조, 복합토지이용, 대중교통 중심의 교통체계, 신·재생에너지 활용 및 물·자원순환구조, 탄소흡수원의 확충 등을 통해 환경오염과 탄소배출을 최소화한 녹색성장 요소들을 갖춘 도시라고 정의하고 있다.¹⁹⁾ 또한, 왕광익(2011)은 도시의 모든 구조를 저탄소형 시스템으로 개편하여 환경보전과 기후변화에 대응하면서, 일자리 창출 및 신성장동력 창출 등 경제성장을 도모하는 ‘환경과 경제가 상생’하는 도시로 정의하고 있다.²⁰⁾

따라서, ‘저탄소 녹색도시’란 도시인프라와 생활양식을 저탄소형으로 개편하여 온실가스와 환경오염을 줄이고 신성장동력과 일자리를 창출하여 녹색성장을 견인하는 도시라고 할 수 있다. 기후변화와 에너지문제를 도시차원에서 해결하기 위한 저탄소 녹색都市는 결코 새로운 도시계획의 패러다임이 아니라 기후변화와 에너지 문제가 등장하면서 이슈화된 개념으로 이해하는 것이 바람직할 수 있다.²¹⁾

18) 이관규(2010), 「저탄소 녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표 연구」, 환경부, p.6.

19) 국토해양부(2011), 「도시개발업무지침」

20) 왕광익(2011), 「녹색도시건축의 활성화 방안 연구」, 녹색성장위원회, p.11.

21) 김정곤(2010), 「저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상」, 토지주택연구원, p.26.

[표 2-10] 저탄소 녹색도시 관련 개념 정의 비교

구분	용어	개념정의
김정곤(2010)	저탄소 녹색도시	국제적으로 통용된 개념은 없으며, 다만 탄소중립원칙을 준수하여 기후변화와 에너지 문제를 동시에 해결하는 도시
이관규(2010)	저탄소 녹색도시	저탄소형 녹색자립도시로써 환경, 사회, 경제 분야에서 녹색성장을 추구하는 도시형태
국토해양부(2011)	녹색도시	압축형 도시공간구조, 복합토지이용, 대중교통 중심의 교통체계, 신·재생에너지 활용 및 물·자원순환구조, 탄소흡수원의 확충 등을 통해 환경오염과 탄소배출을 최소화한 녹색성장 요소들을 갖춘 도시
왕광익(2011)	저탄소 녹색도시	도시의 모든 구조를 저탄소형 시스템으로 개편하여 환경보전과 기후변화에 대응하면서, 일자리 창출 및 신성장동력 창출 등 경제성장을 도모하는 ‘환경과 경제가 상생’ 하는 도시

2) 저탄소 녹색도시 조성을 위한 저탄소 계획요소

중앙정부 및 지방자치단체는 기후변화에 대응하고 저탄소녹색성장을 실현하기 위한 여러 시범사업들을 추진 중에 있다. 이를 위해 정부부처 및 연구기관에서는 저탄소녹색도시를 조성하기 위한 방안을 다양하게 모색해 왔다.

본 연구에서는 저탄소 계획요소를 살펴보기 위해서 기존 연구 중에서 저탄소 녹색도시 평가지표에 관한 연구에서 논의된 항목을 고려항목으로 살펴보았다.

□ 저탄소녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표, 환경부(2010)

환경부는 2010년 지방자치단체가 저탄소녹색도시 조성을 위한 사업계획 작성 및 관련 절차 추진시 참조할 수 있는 가이드라인과 평가지표를 개발하였다.

평가지표는 “저탄소분야”와 “녹색도시분야”로 구분하여 총 15개를 선정하였으며, 저탄소녹색도시를 조성하는 데 있어 정량적 평가지표로 활용하도록 하였다. 저탄소분야에서는 신재생에너지 활용, 녹색교통, 녹색산업공정, 저탄소순환자원, 녹색건축, 탄소흡수원제고, 탄소중립 등 7개 지표 제시하였고 녹색도시분야에서는 환경보전, 자연환경용량, 녹지네트워크, 녹지·대기정화능, 물순환, 지역자원의 현명한 이용가치, 녹색커뮤니티, 녹색고용 등 8개 지표를 제시하였다.

[표 2-11] 저탄소녹색도시 평가지표

평가지표			목표	평가내용
대분류	중분류	평가지표		
저탄소 (50)	저감	신재생 에너지활용	신재생에너지 사용확대	신재생에너지활용 비율 수준 평가 - 전체에너지사용량 중 신재생에너지사용 량 비율을 산정하여 5단계 등급화
		녹색교통	수송구조개선, 녹색교통도 입	녹색교통도입에 의한 탄소저감수준 평가 - 화석연료를 필요로 하는 기존 차량의 동선거리 축소 및 녹색교통 도입에 따른 탄소저감량을 산정하여 5단계 등급화

		녹색산업 공정	산업공정개선에 의한 저탄 소 실현에 일조	산업공정개선에 의한 탄소저감 수준 평가 -탄소가 배출되는 산업공정의 개선에 따 른 탄소저감량을 산정하여 5단계 등급화
		저탄소 순환자원	폐기물, 순환자원 처리 및 재활용 등을 통한 저탄소 실현에 일조	폐기물 등의 처리에 의한 탄소저감 수준 평가 -폐기물 재활용, 소각량 감축 등에 의한 탄소저감량을 산정하여 5단계 등급화
		녹색건축	저에너지형 건축, 건축물 녹화 등으로 저탄소 실현	녹색건축에 의한 탄소저감 수준을 평가 -녹색건축에 의한 탄소저감 수준을 5단 계 등급화
	완화	탄소흡수원 제고	탄소흡수원 확충으로 배출 탄소량 흡수 및 저장	대상지의 탄소배출량을 흡수 및 저장할 수 있는 탄소흡수원의 양적 수준 -대상지의 탄소배출량과 탄소흡수 및 저 장량을 비교하여 5단계 등급화
	탄소중립		배출탄소를 저감하여 탄소 중립화 수준을 제고	탄소배출량 대비 탄소저감량 수준을 평 가 -탄소배출량과 탄소저감량 산정결과를 비교하여 5단계 등급화
	기타 추가배점 (10)		지표 이외의 방법으로 저탄소 실현	대상지 특성에 맞는 저탄소 달성 수준을 평가
	녹색 도시 (50)	녹색 환경 (20)	환경보전	보전필요지역에 대한 보전수준을 평가 -도시생태계에서 보전이 필요한 지역과 실제 보전면적의 비율을 산정하여 5단계 등급화
		자연환경 용량	도시의 자연환경이 가지는 용량을 고려하여 녹색도시	생태발자국 지수를 활용하여 도시환경용 량 수준 평가

		조성	-도시의 생태발자국 지수를 활용하여 도시의 자연환경용량을 토지의 소비면적으로 단순화 산정하여 5단계 등급화
	녹지 네트워크	도시녹지 네트워크화로 녹색도시 실현에 일조	도시녹지 네트워크 수준을 평가 -네트워크 필요면적 중 최대 네트워크 면적의 비율을 산정하여 5단계 등급화
	녹지·대기정화능	도시녹지 확충 등에 의한 대기질 개선	도시내 녹지의 대기정화능 수준을 평가 -대기오염물질 배출량 대비 녹지에 의한 정화량(흡수량)의 비율을 산정하여 5단계 등급화
	물순환	투수지반면적률(생태면적률) 제고로 녹색도시 실현에 기여	도시내 투수지반면적 확보 수준을 평가 -평가대상지역 전체면적 중 투수성 지표면의 면적비율로써 측정된 결과를 5단계 등급화
녹색 사회 (20)	지역자원의 현명한 이용가치	현명한 이용이 가능한 자연자원을 보전하고 가치 재창출	지역자원자원의 현명한 이용 수준 평가 -지역별 자연자원 이용가치 등급별 현명한 이용 수준을 평가
	녹색 커뮤니티	지역 커뮤니티에 의한 녹색도시 운영	지역커뮤니티에 의한 녹색도시 주도 수준 평가 -지역커뮤니티의 활용도를 평가
	녹색 경제 (10)	녹색도시에 의한 지역적 고용효과 증진	지역고용잠재성 혹은 실적 수준 평가 -녹색도시 지역참여 활동 등에 의한 고용효과 수준 평가
	기타 추가배점 (10)	지표 이외의 방법으로 녹색도시 실현	대상지 특성에 맞는 녹색도시 달성 수준을 평가

※ 출처 : 이관규(2010), 「저탄소녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표 연구」, 환경부, pp.37~38.

□ 녹색도시개발 계획수립 및 평가기준, 국토해양부(2011)

국토해양부는 녹색성장에 부합하는 도시기반을 조성하기 위하여 「도시개발법」 및 「도시개발업무지침」에 근거하여 2011년 ‘녹색도시개발 계획수립 및 평가기준’을 마련하여 ‘녹색도시개발계획’을 수립하도록 하였고 녹색도시 조성을 위한 평가 및 적용 기준을 마련하였다.

평가는 정량평가와 정성평가로 구분되며 두 점수를 종합하여 최종 평점을 산정하도록 하고 있다. 정량평가는 탄소흡수부문과 탄소저감부문으로 구분되는데 탄소흡수부문에서는 공원녹지 확보비, 생태면적률, 자연지반면적률을 평가한다. 탄소저감부문에서는 직주근접, 대중교통활성화, 자전거활성화, 녹색대중교통, 친환경건축물 비율, 신·재생에너지 이용, 빗물이용, 중수이용을 평가한다. 정성평가는 녹지축 연결 계획, 하천보전, 습지보전 지역, 생태경관보전지역 등의 보호, 바람길, 친환경 주차장 등, 보행자로, 폐기물 재활용, 집단에너지 공급시설, 건축물 에너지관리, 기타 항목을 평가한다.

[표 2-12] 녹색도시 조성을 위한 평가 및 적용기준

부문	평가항목	평가내용
탄소흡수	공원녹지확보비(比)	「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」 제5조 별표2의 공원녹지율 기준
	생태면적률	개발구역의 자연지반녹지, 토양 내 빗물침투, 생물서식 조건을 종합적으로 검토
	자연지반면적률	도시개발구역이 자연지반면적률은 최소 10% 이상
	탄소흡수 부문 평가점수 합계(만점: 50점)	
탄소저감	직주근접	개발구역의 중심지에서 종역도시 중심지까지 대중교통을 이용한 편도 통근시간 또는 통근거리로 평가
	대중교통활성화	개발밀도를 중심으로 집중도와 복합도의 평가결과를 합산하여 산정
	자전거 활성화	간선도로, 보조간선도로, 집산도로의 총 길이대비 설치되는 자전거도로길이를 기준으로 산정
	녹색대중교통	간선급행버스(BRT) 시스템, 자동궤도차(AGT) 등 경전철, 전철 또는 국철의 역사, 전기자동차 또는 바이오연료 충전소, 버스전용차로, 복합환승센터 등의 도입여부

	친환경건축물 비율	친환경 건축물 인증을 획득한 건축물의 범위
	신·재생에너지 이용	개발구역내 건축물 총에너지 사용량 대비 신재생에너지 이용비율
	빗물이용	개발구역 총 대지면적 대비 이용시설의 총 계획용량(저류용량) 기준
	중수이용	개발구역 전체의 물 사용량을 기준으로 재이용되는 물의 용량을 산정하여 평가
	탄소저감 부문 평가점수 합계(만점: 50점)	
정량평가 합계(탄소흡수 + 탄소저감, 만점: 100점)		
정성평가	녹지축 연결 계획	광역녹지축, 도시녹지축, 지구단위녹지축을 모두 고려
	하천보전	홍수조절, 지하수 함양, 미기후 조절, 환경과 생태계의 보전, 경관유지, 친수공간을 활용한 여가기능 회복 등
	습지보전지역, 생태경관보전지역 등의 보호	도시의 미기후 조절, 홍수조절, 지하수 함양과 탄소저장고 기능을 담당할 수 있도록 늪, 갯벌, 저수지, 논, 연못 등 습지 보전 계획
	바람길	바람길 조성을 위해 바람통로 시뮬레이션 후 단지 및 건축물 배치계획 수립 등
	친환경 주차장 등	공공청사, 공동주택 등의 주차장 설계시 투수포장, 식재를 통한 그늘 조성, 태양광 발전 시설 설치 등의 계획 등
	보행자로	보행자의 안전하고 쾌적한 보행환경을 위한 쇼핑, 오락, 문화, 관광, 만남의 중심거리 및 역세권 등에 보행자전용지구 계획 수립 등
	폐기물 재활용	개발과정에서 발생하는 건설폐기물 활용 계획 수립, 개발구역 폐기물 재활용센터 설치 계획 수립 등
	집단에너지 공급시설	지역 냉난방사업 가능한 집단에너지 공급시설 도입계획 수립 등
	건축물 에너지관리	에너지효율등급 인증계획 수립 등
	기타	그 밖에 관련법령에서 권장하거나 지정권자가 추천하는 방법으로 저탄소·녹색도시 개발계획을 수립하여 사업에 반영하는 사항 등
정성평가 합계(항목 당 0.01로 산정하고 최고 0.05를 초과할 수 없다)		
최종 평점(정량평가 합계 × [1+정성평가 합계])		

※ 출처 : 국토해양부(2011), '녹색도시개발 계획수립 및 평가기준', 「도시개발업무지침」, 별표1의2.

□ 저탄소 녹색도시 탄소저감·흡수 계획요소, 김정곤(2010)

이 연구에서는 저탄소 녹색도시모델을 구현하기 위한 탄소 저감·흡수 계획요소 60개를 도출하였고 요소간 상호위상, 연관성 등을 고려하여 6개 분야, 45개 요소로 선별하였다. 계획요소는 저탄소효과에 있어서 저감/흡수로 구분되며, 적용범위도 건축/단지/도시로 구분하였다. 탄소 저감, 흡수의 요소들을 계획의 관점에서 도출하여 토지이용, 녹색교통, 패시브건축 및 신재생에너지, 자원순환, 녹지, 수자원 및 물순환 부문으로 구성하였다.

[표 2-13] 저탄소 효과 및 적용범위에 따른 계획요소

적용조건	계획요소	저탄소효과		적용범위		
		저감	흡수	건축	단지	도시
토지이용 (4)	분산적 집중형 도시공간 구조	○				○
	일조량, 풍향 등을 고려한 단지 배치	○			○	○
	자연지형을 고려한 배치	○			○	○
	복합토지이용 계획	○				○
녹색교통 (7)	보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크	○			○	○
	속도제한구역	○			○	○
	Car(Bike) Sharing	○			○	○
	Solar Bike & Solar station	○			○	○
	에너지 절약형 신교통수단 도입	○			○	○
	교통수단별 접근성 고려	○			○	○
	대중교통전용지구 및 환경지역(Green Area)	○				○
패시브 건축 및 신재생에너지 (15)	일조 및 바람길을 고려한 건축계획	○		○	○	○
	자연 채광	○		○	○	○
	고효율 환기 시스템	○		○	○	○
	고단열 고기밀 자재	○		○	○	○
	고성능 창호	○		○	○	○
	고효율 설비(LED 등)	○		○	○	○

	고효율 열원 시스템	○		○	○	○
	건물에너지관리시스템(BEMS)	○		○	○	○
	스마트그리드 시스템	○			○	○
	태양광 발전 시스템	○		○	○	
	태양열 온수 시스템	○		○		
	지열 냉난방 시스템	○		○	○	
	풍력발전 시스템	○		○	○	
	바이오에너지	○		○	○	
	연료전지	○		○	○	
자원순환 (4)	생활폐기물 자동집하시스템(압송관로)	○			○	○
	음식물쓰레기의 바이오가스화 시스템	○			○	○
	가연성쓰레기의 바이오연료화 시스템	○			○	○
녹지 (7)	바람길 확보	○			○	○
	녹지축 연계		○		○	○
	탄소 정화 수목 식재		○		○	○
	종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성		○		○	○
	자연지반 녹지율	○		○	○	○
	클라인 가르텐(퍼머 컬처)		○		○	○
	옥상녹화, 벽면녹화	○	○	○		
수자원 및 물순환 (8)	중수, 하수처리수 재이용	○			○	○
	지하수 이용	○		○	○	○
	빗물 이용 등 분산형 빗물관리시설	○			○	○
	인공습지, 바이오리텐션(Bio-retention)등 자연 정화시설	○	○		○	○
	투수성 포장	○		○	○	○
	실개천 생태연못 조성	○	○		○	○
	소수력	○				○
	바이오가스 및 수열원, 하수열원 활용	○				○

※ 출처 : 김정곤(2010), 「저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상」, 토지주택연구원, p.53.

□ 친환경 근린개발 평가인증체계, 유광흠(2011)

이 연구에서는 단일건물의 범위를 넘어 근린 규모의 지속가능성에 대한 평가 및 인증을 통해 보다 효율적인 환경전략을 구상하고 수립하기 위하여 근린개발 인증체계를 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 친환경 근린 개발을 평가하기 위한 평가항목을 제시하고 있다.

평가항목은 정량적 평가와 정성적 평가항목으로 구성되며, 국내 개발사업을 시행하는 단계에서 시행되는 업무 절차가 크게 입지선정, 공간설계, 개별 요소 기술적용의 절차로 구체화 된다는 점을 고려하여 대분류를 구성하였고, 해외 인증체계와의 연계성을 고려하여 해외인증체계 가운데 시장인지도가 높은 LEED-ND의 분류체계를 활용하되, LEED-ND에서 고려하지 않고 있는 사회적 지속가능성에 대한 고려를 위해 커뮤니티 항목을 추가하여 구성하였다. 1차적으로 입지선정, 근린공간 설계, 녹색기술 및 건물, 커뮤니티의 4개 대분류 체계에 따라 58개 평가항목을 도출하였으며, 전문가 자문과 시범도시 적용을 통하여 최종적으로 45개 항목으로 정리하였다.

[표 2-14] 친환경 근린개발 평가인증체계

대분류 (총100점)	중분류	점수	소분류	점수
입지선정	보존지역 배제	6점	1 생태자연도, 녹지자연도의 주요 지역 배제	2점
			2 습지·수역 배제 및 관리	2점
			3 침수구역 회피 및 관리	1점
			4 특이지형배제 (생태·경관적)	1점
	보존관리 계획	6점	1 생물서식지 및 습지와 수역 보존을 위한 부지계획	2점
			2 생물서식지 및 습지의 장기보존관리 계획	2점
			3 생물서식지 및 습지와 수역의 복원	2점
	주변지역과의 연계	8점	1 기존 개발지와의 연계	2점
			2 이전적지 재개발	1점
			3 대중교통 지원 입지(불필요한 교통발생 최소화)	2점
			4 주변지역의 자전거 네트워크	2점
			5 악취 영향 배제	1점
근린	토지이용	6점	1 절성토량 최소화	2점

공간 설계					2 적정밀도 개발	2점	
					3 주택유형의 다양화	2점	
		녹지·생태		20점	1 녹지 및 수공간 네트워크	4점	
					2 생태통로 조성	4점	
					3 생태면적률 확보	5점	
					4 공원녹지 비율	4점	
					교통·보행		교통
		2 대중교통 정류장 편리성	1점				
		3 환경친화적 주차계획	1점				
		보행	3점	4 보행에 적합한 거리			1점
			5 공공공간(광장, 공원)의 접근성	1점			
			6 근린내 학교시설 위치	1점			
		어메니티		6점	1 조망권 확보	2점	
					2 경관 형성	2점	
					3 소음 저감 설계	2점	
녹색 기술	25점	자원순환		7점	1 우수·중수 관리	2점	
					2 기존건축물의재사용	2점	
					3 폐기물관리 기반 조성	2점	
					4 건설과정에서의 재활용 계획	1점	
		신재생에너지		8점	1 재생에너지 사용	5점	
					2 지역냉난방 시스템 적용	1점	
					3 기반시설 에너지 효율화	1점	
					4 폐수처리 효율화	1점	
		에너지 저감 건축		3점	1 친환경건축물인증 건축물	1점	
					2 건물의 에너지 효율	2점	
		환경오염방지		3점	1 건설과정의 환경오염예방	2점	
					2 광(光)공해 저감	1점	
커뮤 니티	10점	커뮤니티공간 확보		4점	1 지역커뮤니티를 위한 공간 확보	2점	
					2 지역 내 식료품 공급체계	2점	
		주민 참여		6점	1 커뮤니티의 영속성	2점	
					2 커뮤니티의 계획 참여	2점	
					3 친환경 정보 제공	2점	

※ 출처 : 유광흠(2011), 「친환경 근린개발 평가인증체계의 개발 및 적용방안 연구」, 건축도시공간연구소, p99.

3. 저탄소 계획요소의 종합

1) 저탄소 계획요소의 종합

지금까지 살펴본 저탄소 녹색도시 관련 연구에서의 계획요소들은 각 연구의 목적에 따라 다르게 구분되어 있었다. 탄소를 중심으로 하거나, 계획요소의 적용조건을 중심으로 분류할 수 있으며, 계획요소를 적용한 개발을 평가하는 관점에서 절차에 따라 분류할 수도 있었다.

본 연구에서는 기존 도시공간 개선을 목적으로 하고 있기에 저탄소 계획요소를 분류하는데 있어 그 내용에 따라 공간계획, 교통, 에너지, 녹지/생태, 녹색건축, 녹색생활, 녹색경제로 구분하여 다음과 같이 정리하였다.

[표 2-15] 선행연구의 저탄소 녹색도시 평가지표

구분	환경부 (2010)	국토해양부 (2011)	김정곤 (2010)	유광흠 (2011)
공간 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보전 	<ul style="list-style-type: none"> • 직주근접 • 바람길 • 보행자로 	<ul style="list-style-type: none"> • 분산적 집중형 도시공간구조 • 일조량, 풍향 등을 고려한 단지 배치 • 자연지형을 고려한 배치 • 복합토지이용 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 생태자연도, 녹지 자연도 주요지역 배제 • 습지·수역 배제 및 관리 • 침수구역 회피 및 관리 • 특이지형 배제 • 조망권 확보 • 경관형성 • 소음저감설계 • 적정밀도 개발 • 질성토량 최소화 • 주택유형의 다양화 • 악취영향 배제 • 이전적지 재개발
교통	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색교통 	<ul style="list-style-type: none"> • 대중교통활성화 • 자전거활성화 • 녹색대중교통 • 친환경 주차장 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크 • 속도제한구역 • Car(bike) Sharing • Solar Bike&Solar station • 에너지 절약형 신 	<ul style="list-style-type: none"> • 거리체계의 연결성 • 대중교통 정류장 편리성 • 대중교통 지원입지 • 환경친화적 주차계획 • 보행에 적합한 거리 • 공공공간의 접근성

			<ul style="list-style-type: none"> 교통수단 도입 • 교통수단별 접근성 고려 • 대중교통전용지구 및 환경지역 	<ul style="list-style-type: none"> • 근린내 학교 위치 • 주변지역의 자전거 네트워크 • 기존개발지와의 연계
에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생에너지활용 • 저탄소순환자원 	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생에너지 이용 • 빗물이용 • 중수이용 • 폐기물 재활용 • 집단에너지 공급시설 • 건축물 에너지관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트그리드 시스템 • 태양광 발전 시스템 • 태양열 온수 시스템 • 지열 냉난방 시스템 • 풍력발전 시스템 • 바이오에너지 • 연료전지 • 중수, 하수처리수 재이용 • 지하수 이용 • 빗물이용 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수, 중수관리 • 폐기물관리 기반조성 • 재생에너지 사용 • 지역냉난방 시스템 • 기반시설 에너지 효율화 • 폐수처리 효율화
녹지/생태	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소흡수원제고 • 자연환경용량 • 녹지네트워크 • 녹지·대기정화능 • 물순환 	<ul style="list-style-type: none"> • 공원녹지확보비 • 생태면적률 • 자연지반면적률 • 녹지축 연결 • 하천보전 • 습지보전지역, 생태경관보전지역 등 보호 	<ul style="list-style-type: none"> • 바람길확보 • 녹지축연계 • 탄소정화수목 식재 • 종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성 • 자연지반 녹지율 • 클라인 가르텐(퍼머컬처) • 옥상녹화, 벽면녹화 • 인공습지 • 투수성포장 • 실개천 생태연못 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹지 및 수공간 네트워크 • 생태통로 조성 • 생태면적률 확보 • 공원녹지 비율 • 생물서식지 및 습지와 수역보존을 위한 부지계획 • 생물서식지 및 습지의 장기보존관리 계획 • 생물서식지 및 습지와 수역의 복원
녹색건축	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축 	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경건축물 비율 	<ul style="list-style-type: none"> • 일조 및 바람길을 고려한 건축계획 • 자연채광 • 고효율 환기 시스템 • 고단열 고기밀 자재 • 고성능 창호 • 고효율설비(LED 등) • 고효율 열원 시스템 • 건물에너지관리시스템(BEMS) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존건축물 재사용 • 건설과정의 재활용 • 친환경건축물 인증 • 건축물 에너지효율 • 건설과정의 환경오염예방 • 광(光)공해 저감

녹색 생활	• 녹색커뮤니티			<ul style="list-style-type: none"> • 지역커뮤니티를 위한 공간확보 • 커뮤니티의 영속성 • 커뮤니티의 계획참여 • 친환경 정보제공
녹색 경제	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색산업공정 • 지역자원의 현명한 이용가치 • 녹색고용 			<ul style="list-style-type: none"> • 지역 내 식료품 공급체계

이렇게 정리된 계획요소들은 다음 표와 같이 그 내용과 성격에 따라 구분하여 종합적으로 정리할 수 있다. 그러나 이러한 지표들은 각 항목이 매우 중요한 의미를 가진다고 보다는 후속하는 연구과정에서 계획의 단계별로 각 요소들이 적용되는 과정을 분석하기 위한 분석틀의 개념을 가지는 것으로 제한적으로 이해할 필요가 있다.

한편, 각 연구에서 설정한 평가지표들 중 서로 중복되거나 광범위한 개념을 갖는 지표들은 이와 유사한 개념의 보다 구체적인 항목들로 대체되었다. 환경부(2010)의 지표인 ‘환경보전’은 ‘보전지역을 최대한 보전’하는 포괄적인 내용을 가지며 건축도시공간연구소(2011)의 생태자연도, 녹지자연도, 주요지역 배제, 습지·수역 배제 및 관리, 침수구역 회피 및 관리, 특이지형 배제 등과 같은 구체적인 지표들로 대체되었다.

또한 ‘녹색교통’은 ‘수송구조개선, 녹색교통도입’을 평가하는 내용으로 타 연구의 항목인 녹색대중교통, 친환경 주차장, 에너지 절약형 신교통수단 도입, 거리체계 연결성, 환경친화적 주차계획, 보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크 등의 여러 지표들을 포괄하는 개념으로 이 지표들로 대체될 수 있다고 보았다.

‘저탄소순환자원’은 ‘폐기물 재활용, 소각량 감축’의 내용으로 국토해양부(2010)의 폐기물 재활용, 건축도시공간연구소(2011)의 폐기물 관리기반 조성 등의 지표로 대체될 수 있으며, ‘탄소흡수원제고’는 ‘공원녹지량 확충’의 의미로 국토해양부(2010)의 공원녹지확비, 생태면적률 등의 지표로 대체되었다.

[표 2-16] 저탄소 계획요소 종합

계획부문	목표	세부계획요소	
		항목	내용
공간 계획	도시개발에 의한 환경적 부작용과 개발압력을 감소 시키며 도시 기반 시설의 조성과 유 지를 위한 자원 및 재원을 저감하 기 위함	토지이용	-직주근접
			-분산적 집중형 도시공간구조
			-복합토지이용 계획
			-근린내 학교시설 위치
			-적정밀도 개발
			-이전적지 재개발
		생태 고려	-절성토량 최소화
			-생태자연도, 녹지자연도 주요지역 배제
			- 습지·수역 배제 및 관리
			-침수구역 회피 및 관리
			-특이지형 배제
			-소음저감설계
			-악취영향 배제
		건축물 배치	-자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치
			-주택유형의 다양화
		경관	-조망권 확보
			-경관형성
교통	녹 색 교 통 체 계 를 구축하여 저탄소 사회 실현	교통 체계	-교통수단별 접근성 고려
			-대중교통전용지구 및 환경지역
			-거리체계의 연결성
			-대중교통 정류장 편리성
			-대중교통 지원 입지
			-환경친화적 주차계획
			-보행에 적합한 거리
			-공공공간의 접근성
			-기존개발지와의 연계
		보행·자전거	-자전거활성화
			-보행·자전거 전용도로 및 네트워크
			-Solar Bike&Solar station

		대중 교통	-주변지역의 자전거 네트워크
			-대중교통활성화
			-녹색대중교통
			-에너지 절약형 신교통수단 도입
		자동차이용	-친환경 주차장
			-속도제한구역
			-Car(bike) Sharing
에너지	신재생에너지 사용확대와 폐기물 순환자원 처리 및 재활용 등을 통한 탄소배출 저감	신·재생 에너지시스템 구축	-신재생에너지, 바이오에너지 이용
			-건축물 에너지관리
			-집단에너지 공급시설
			-지역냉난방 시스템
			-스마트그리드 시스템
			-기반시설 에너지 효율화
			-태양광 발전 시스템
			-태양열 온수 시스템
			-지열 냉난방 시스템
			-풍력발전 시스템
			-연료전지
		자원순환· 폐기물활용	-우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리
			-폐수처리 효율화
			-폐기물 재활용
			-폐기물관리 기반조성
녹지/ 생태	생태보전 및 도시 녹지 확충에 의한 탄소흡수원 확충 및 배출탄소량 흡수 및 저장, 대기 질 개선	녹지·생태 환경조성	-하천보전
			-습지보전지역, 생태경관보전지역 등 보호
			-생태통로 조성
			-생물서식지 및 습지와 수역의 복원
			-탄소정화수목 식재
			-종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성
			-클라인 가르텐(퍼머 컬처)
			-옥상녹화, 벽면녹화
			-인공습지
			-투수성포장

		녹지 · 생태 환경 계획	-실개천 생태연못
			-공원녹지확보비
			-생태면적률
			-자연지반면적률
			-녹지축 형성, 연결
			-생물서식지 및 습지와 수역보존을 위한 부지계획
			-생물서식지 및 습지의 장기보존관리 계획
			- 녹지 네트워크
			- 수공간 네트워크
녹색 건축	저에너지형 친환경 건축물로 저탄 소 실현	건축계획	-일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)
			-건물에너지관리시스템(BEMS)
			-기존건축물의 재사용
			-건설과정의 재활용
			-건설과정의 환경오염예방
			-광(光)공해 저감
		저에너지 건축설비	-고효율 환기 시스템
			-고단열 고기밀 자재
			-고성능 창호
			-고효율설비(LED 등)
			-고효율 열원 시스템
		인증제도	-친환경건축물 인증
			-건축물 에너지효율
녹색생활/ 녹색경제	지역 커뮤니티에 의한 녹색도시 운 영, 지속적인 녹색 도시 운영 및 지 역자원 활용	녹색생활	-지역 내 식료품 공급체계
			-지역커뮤니티를 위한 공간확보
			-커뮤니티의 영속성
			-커뮤니티의 계획참여
			-친환경 정보제공
		녹색산업	-녹색산업공정
			-지역자원의 현명한 이용가치
			-녹색고용

2) 저탄소 계획요소의 적용 방향²²⁾

저탄소 녹색도시 계획은 지구온난화의 주범인 탄소배출과 관련된 계획기법과 기술을 의미하며, 저탄소 녹색도시로의 전환은 앞에서 살펴본 다양한 저탄소 계획요소를 적용하여 저탄소 녹색도시로 조성하는 것을 말한다.

여기에서는 실제로 저탄소 녹색도시 조성을 목표로 하고 있는 사업들에 대해 저탄소 계획요소가 도입되기 위한 방향을 보다 구체적으로 공간계획, 교통, 에너지, 녹지/생태, 녹색건축, 녹색생활, 녹색경제로 구분하여 살펴보고자 한다.

□ 공간계획

에너지나 산업, 자동차 못지않게 도시형태, 토지이용, 공간구조, 배치, 토폴로지(topology) 등도 탄소배출의 원인으로 작용한다.²³⁾ 도시계획의 가장 중요한 부분을 차지하는 토지이용과 교통은 서로 다른 패러다임을 가지고 있지만 이론적으로는 상호의존적·순환적으로 밀접한 관계를 가지고 있으며, 최근 저탄소 녹색성장을 지향한 에너지 저소비형 도시를 만들어 가는데 가장 큰 영향을 미치는 분야는 토지이용과 교통 부문이다.²⁴⁾

토지이용 부문의 탄소저감 계획기법으로는 에너지 절감형 도시공간 구조의 새로운 패러다임인 스마트성장, 뉴어바니즘, 압축도시 등의 개념을 적용하여 도시중심부를 중심으로 이동거리를 최소화하는 방안이 있다.²⁵⁾ 경제성과 에너지 효율을 위해서는 일정 밀도 이상의 고밀개발이 요구되지만 고밀을 넘어선 과밀로 인한 교통체증은 환경 문제뿐만 아니라 경제적으로 손실을 가져오게 되므로 적당한 밀도를 유지하는 것이 중요하다.²⁶⁾

한편, 토지이용 배치에 있어 생태녹지망을 근간으로 도시공간구조를 구상하고, 바람길, 자전거도로, 녹도 등 토지이용계획을 세부적으로 구상해야 한다. 연간 풍향, 풍량을 분석하여 바람길을 조성하고 바람길 주변 건축물은 저층으로 계획한다. 저밀 수목식재, 필로티 조성 등 건축과 식재를 통하여 바람길을 이용한 도시 기후조절을 보다 원활히 할 수 있도록 유도할 필요가 있다.

22) 국토연구원 도시연구본부 유선철 책임연구원의 원고와 여타 문헌을 종합하여 재정리하였음

23) 김정곤(2010), 「저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상」, 토지주택연구원, p.36.

24) 왕광익(2010), 「저탄소 녹색도시계획 표준모델 정립방안 정책연구」, 국토해양부, p.123.

25) 이재준(2009), “저탄소 녹색도시를 위한 도시재생”, 「국토」, 334호, 국토연구원, p.33.

26) 김정곤(2010), 「저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상」, 토지주택연구원, p.37.

[표 2-17] 저탄소 녹색도시 관련 이론

구분	내용
스마트성장 (Smart Growth)	-환경보전을 부분적으로 희생하거나 환경보전을 위해 인구유입을 막거나 경제성장의 속도를 늦추고자 했던 과거 계획패러다임의 한계를 극복할 수 있는 새로운 패러다임
뉴어바니즘 (New Urbanism)	-도시의 물리적 환경개선에 초점을 두고, 자동차에 점령당하기 전으로 돌아가야 한다고 1980년대 후반에 정립한 도시계획 및 설계원리
압축도시 (Compact City)	-기존의 도심이나 역세권과 같은 특정지역을 주거, 상업, 업무기능 등이 복합된 시설물로 고밀 개발하여 주민들의 사회·경제적 활동을 집중시켜 활성화

※ 출처 : 이재준(2009), “저탄소 녹색도시를 위한 도시재생”, 「국토」, 334호, 국토연구원, p.33.



[그림 2-3] 독일 림의 바람길 고려 단지배치(좌)와 바람길 계획도(우)

출처 : 이상문(2008), 「부천시 에코시티 시범사업 기본계획」, p.67.

□ 교통

교통계획에 있어서는 근린지역 중심에 대중교통 정류장이 배치하고 보행자도로, 자전거 등 친환경 교통수단을 이용하여 직장 and 주거 간을 통행하도록 하여 자동차로부터 발생하는 탄소배출을 최소화하는 녹색교통체계를 구축해야 한다.²⁷⁾ 독일의 림(Messestadt Rim), UAE 마스다르의 개인신속수송체계(Personal Rapid Transport: PRT), 경전철운송체계(Light Rail Transit: LRT)등이 녹색교통체계를 구현한 대표적인 사례이다. 또한, 대

27) 이재준(2009), “저탄소 녹색도시를 위한 도시재생”, 「국토」, 334호, 국토연구원, p.33.

중교통 중심의 교통개발(Transit-Oriented Development: TOD)을 통하여 도시의 에너지 효율을 추구해야 한다.

□ 에너지

에너지의 효율적인 사용, 화석연료의 생산과 사용에 의한 환경 및 경제적부정적인 영향 감소, 폐기물 관리 등을 위하여 도시계획에 있어서 신·재생에너지의 활용, 폐기물 관리는 매우 중요하다.

건축물의 신·재생에너지 활용을 유도하기 위해서 관련 인증제도를 운영하거나 공공 시설물에 적용하는 방안이 있다. 우리나라에서는 일정 규모 이상의 건축물은 총에너지사용량의 일정 비율 이상을 신·재생에너지로 사용하면 ‘신·재생 에너지이용 건축물인증’을 받을 수 있도록 규정하고 있다. 또한 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급·촉진법」(지식경제부, 2012)에서 신·재생에너지 설치의무 대상기관의 총 사용에너지의 10%를 신·재생 에너지를 통해 공급하도록 하고, 공원 내 교육·홍보용 시설 및 공공시설물(야외 화장실, 관리사무소 등)의 경우 신·재생에너지를 이용한 시설로 조성할 것을 권장하고 있다.

한편, 도시의 생활폐기물은 음식물폐기물과 가연성폐기물로 구분되며, 생활폐기물은 저장, 수거, 운반 과정에서 심미적 악영향으로 주거단지 내에서 쾌적성 저해요인으로 분류되어 왔으나 최근에는 도시의 바이오매스로 부각되고 있다. 녹색도시에서는 주거지의 쾌적하고 편리함을 유지하면서 온실가스저감을 위한 효율적 바이오 처리기술 접목을 통해 집적화된 자원순환 시스템 개발이 요구되고 있다.²⁸⁾ 한편, 폐기물관리 기반을 조성하기 위하여 쓰레기 매립지에 쌓이는 쓰레기의 양을 감소시키고 유해 쓰레기를 적절하게 처리하기 위한 계획을 수립해야 하며 기존의 쓰레기분리, 소각열 이용 등 초보적 수준의 폐기물 재활용에서 탈피하여 폐기자원은 물론 수자원, 생태자원 등 전 영역에 걸쳐 고도화된 재활용시스템을 구축하여 에너지절감 효과를 달성해야 한다.²⁹⁾

28) 김정곤(2010), 「저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상」, 토지주택연구위, p.95.

29) 이상문(2009), 「에코타운 조성사업 업무지침 개발」, 환경부, p.65.

[표 2-18] 신·재생에너지 인증대상설비

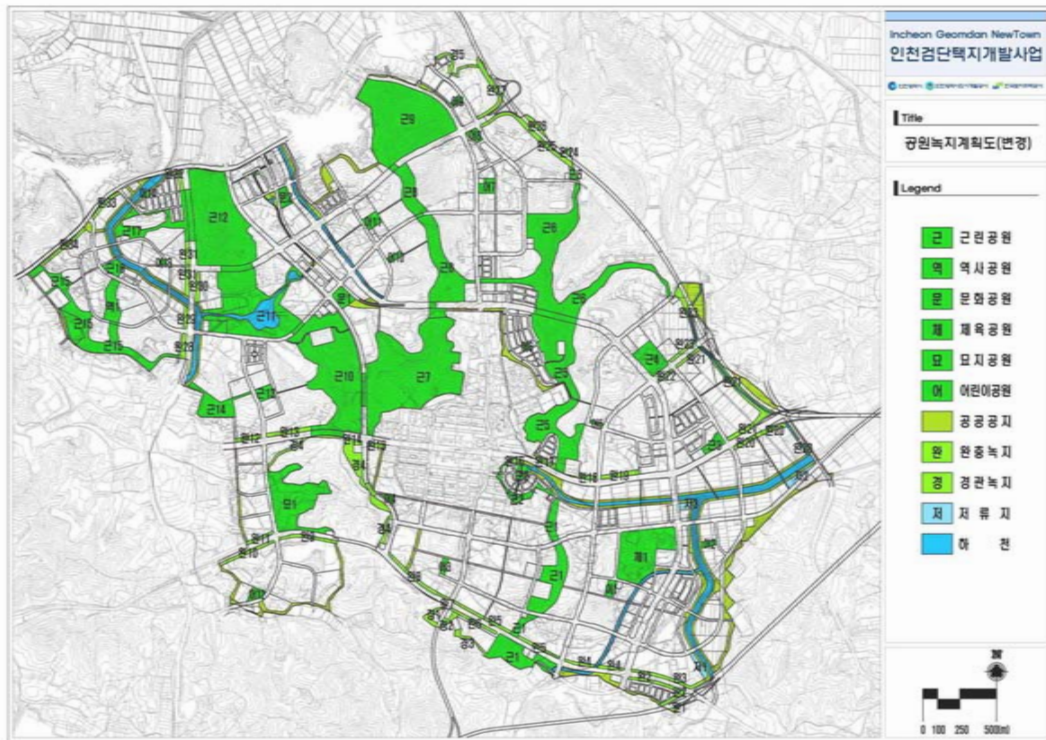
신·재생 에너지설비	인증대상설비
1. 태양열설비	1) 평판형 태양열집열기 2) 고정집광형 태양열집열기 3) 진공관형 태양열집열기 4) 자연순환식 태양열온수기(저탕용량 600리터 이하) 5) 강제순환식 태양열온수기(저탕용량 600리터 이하) 6) 진공관 일체형 태양열온수기(저탕용량 600리터 이하)
2. 태양광설비	1) 태양광발전용 계통연계형 인버터(정격출력 10kW 이하) 2) 태양광발전용 계통연계형 인버터(정격출력 10kW초과 250kW이하) 3) 태양광발전용 독립형 인버터(정격출력 10kW초과 250kW이하) 4) 태양광발전용 독립형 인버터(정격출력 10kW 이하) 5) 결정질 태양전지 모듈 6) 박막 태양전지 모듈 7) 태양전지 셀 8) 태양광 집광채광기 9) 태양광발전용 접속함
3. 풍력설비	1) 소형 풍력발전시스템(용량 30kW 미만) 2) 소형 풍력발전용 인버터(정격출력 10kW 이하) 3) 중대형 풍력발전시스템(용량 30kW 이상)
4. 지열설비	1) 물-물 지열 열펌프 유니트(280kW 이하) 2) 물-공기 지열 열펌프 유니트(105kW 이하) 3) 물-공기 지열 멀티형 열펌프 유니트(105kW 이하)
5. 연료전지설비	1) 고분자연료전지시스템(5kW 이하)
6. 기타설비	1) 축전지(4,000A이하) 2) 모니터링설비 3) 충전제어시스템(5kW 이하)

※ 출처 : 지식경제부(2012), 「신·재생에너지설비 인증에 관한 규정」 별표1

□ 녹지 및 생태

녹지공간은 주거환경의 향상뿐만 아니라 생태환경의 조성에도 중요한 역할을 수행하므로 저탄소 녹색도시를 조성하기 위해서는 공원·녹지 공간의 적절히 확충하는 방안이 필요하다. 그리고 도시 생태계를 건강하게 유지하고 생물다양성을 확보하기 위해 녹지 및 수공간을 연결하여 생태연결로가 단절되지 않도록 하는 것이 중요하다.

신도시 계획에 있어서는 도시 내외부의 핵심생태계와 주변의 완충지역 그리고 핵심 생태계를 연결하는 생태녹지축을 설정하여 공원녹지체계 형성의 근간이 되도록 하되, 환경계획에 따라 일부구간의 폭을 조정할 수 있도록 해야 한다.³⁰⁾ 또한, 생태녹지축은 그린 네트워크를 형성할 수 있도록 계획하며, 소규모 녹지는 중·대규모의 공원녹지와 녹도 (Green way)로 연결하는 기법으로 계획하고 신도시 주변지역의 산림이나 오픈스페이스가 지구 중심부와 연결되도록 하는 것이 바람직하다.³¹⁾ 녹지공간은 그 양이 중요하기도 하지만, 하나의 축으로 연계되었을 때 보다 큰 효과를 발휘하게 되므로, 녹지로 조성된 녹지 축의 형성 여부와 축의 길이 등 녹지공간의 연계여부가 중요하다.³²⁾



[그림 2-4] 인천 검단신도시 공원·녹지 계획도

30) 국토해양부(2010), 「지속가능한 신도시 계획기준」

31) ibid.

32) 이규인(2000), 「지속가능한 정주지개발을 위한 정책 및 제도 연구」, 국토해양부, p43.

[표 2-19] 「지속가능한 신도시 계획기준」 녹지축 조성 기준

	광역 녹지축		도시 녹지축		지구(단지)녹지축	
	주녹지축	부녹지축	주녹지축	부녹지축	주녹지축	부녹지축
하한(최소)	700m	300m	100m	30m	15m	5m
기본(적정)	1500m	700m	200m	80m	30m	20m

※ 출처 : 국토해양부(2010), 「지속가능한 신도시 계획기준」

녹지 및 수공간의 조성 및 네트워크를 형성하기 위해서 기존 저수지 등을 활용한 생태공원 조성, 호수공원, 습지 등 수공간을 창출하고 기존의 수공간은 자연형 하천으로 정비할 수 있다. 녹지 및 공원과 자전거 도로, 보행자 전용도로, 시설녹지, 연결녹지 조성을 통하여 녹지가 단절되지 않고 단지내에서 연결 될 수 있도록 네트워크를 구성해야 한다. 또한, 휴식공간 제공, 비오톱 조성, 도시경관형성 등의 기능을 위한 완충녹지를 확보하고 수변공간의 접근성 방안, 개방적 녹지 및 수변 경관을 조성해야 하며 하천의 친수성을 확보하기 위하여 수질개선, 수량확보, 생태계 회복 및 자연성을 확보해야 한다.

□ 녹색건축

우리나라 건축물 부문 에너지소비량은 국가 전체 에너지소비량의 22.2%를 차지하며, 이 가운데 가정에서 소비하는 비중이 53%로 가장 높다.(2008년 기준) 건축물의 에너지소비는 화석 연료 사용에 의한 온실가스 배출과 밀접한 관계가 있으므로 건축물에서 에너지절감이 바로 온실가스 배출을 억제한다는 취지하에 건축물의 라이프사이클에서 가장 많은 에너지를 소비하는 운영단계에서의 에너지소비량을 사전에 평가함으로써 건축물의 에너지를 절감하고 나아가 온실가스의 배출을 저감해야 한다.³³⁾ 이런 차원에서 건축물 부문의 에너지소비량 및 탄소배출량을 절감은 전체 도시의 탄소배출량 절감에 있어서 매우 중요하고, 녹색건축관련 기법이 다양하게 개발되어 왔고 앞으로도 더욱 기술이 발달할 전망이다.

33) 국토해양부(2012), 「친환경 건축물 인증 기준」 공동주택 부문, 3.1.1. 에너지 소비량 의 평가목적 인용

저탄소 녹색도시 계획에 있어서 건축물 부문 에너지소비량과 탄소배출량의 절감을 유도하기 위해서는 건축물의 녹색건축기법을 직접적으로 규제할 수도 있고 관련 인증제도나 기준 등을 활용할 수도 있다. 국내의 경우 「녹색도시개발 계획수립 및 평가기준」에 따라 도시개발사업에서 녹색건축을 유도하기 위해 친환경건축물 인증제도를 평가기준으로 활용하고 있다. 또한, 건축물의 에너지절약 설계기준(건설교통부고시 2004-459, 2004.12.31)에 따른 ‘에너지성능지표(EPI, Energy Performance Index) 검토서’에서 취득한 점수를 근거로 평가하도록 하고 있다.

[표 2-20] 친환경 건축물 적용범위 및 점수

점 수	구 분	1	2	3	4	5
친환경 건축물 적용범위	공공 건축물	모두 인증	모두 3등급 이상 인증	모두 2등급 이상 인증	모두 1등급 이상 인증	모두 1등급 이상 인증
	공동 주택등	-	-	모두 인증	모두 3등급 이상 인증	모두 2등급 이상 인증
	기타 건축물	-	-	-	-	모두 인증

* 공공건축물 : 업무시설·학교시설·판매시설·숙박시설로서 건축연면적 합이 1만㎡이상인 건축물 및 공공청사로서 건축연면적 3천㎡이상인 건축물

* 공동주택 등 : 세대수가 20호이상인 공동주택 또는 이와 복합하여 건축되는 건축물

* 기타건축물 : 공공건축물 및 공동주택 등 이외의 건축물 중 연면적 1,000㎡이상 건축물

※ 출처: 국토해양부(2011), 「녹색도시개발 계획수립 및 평가기준」

[표 2-21] EPI점수에 따른 에너지소비비율

EPI점수	60점	70점	80점	90점	100점
에너지소비량 비율(%)	100	88.8	77.5	66.3	55

* 취사, 가전제품에 의한 에너지소비량 제외

□ 녹색생활

녹색기술·녹색산업과 더불어 녹색생활이 녹색성장을 이끄는 축으로서 의식주와 소비·교통에 이르기까지 생활의 전 부문에서 녹색생활이 뿌리를 내려야 녹색성장이 성공할 수 있다. 저탄소 녹색성장의 성공적 추진을 위해서는 무엇보다 국민 개개인의 녹색생활 습관의 조기 정착이 매우 중요하지만(녹색성장위원회·환경부, 2009) 현재의 녹색성장 전략은 정부 주도적으로 시민사회나 기업은 정부시책을 실천하는 수동적인 협력자일 뿐이며 국민은 정책결정과정에 참여하는 시민이기보다 소비자로 규정되고 있는 실정이다.

국민 개개인의 녹색생활 습관이 형성되기 위해서는 개인의 의지가 필요하고, 녹색생활에 대한 인식이 형성되어야 한다. 정부는 2009년 녹색생활 범국민운동을 목표로 ‘그린스타트운동’을 시작하였고 녹색생활실천을 위한 대표적인 추진체로 ‘녹색생활협의회’를 출범하였다.³⁴⁾ ‘그린스타트운동’은 정부, 기업, 시민단체가 함께 참여하여 저탄소 사회의 구현을 위해 국민 개개인이 온실가스 줄이기를 생활 속에서 실천하도록 하는 운동으로 지금까지는 민간이나 시민단체가 주도해왔으며 정부에서는 처음으로 시도하는 운동이다. ‘녹색생활협의회’는 그 동안 녹색생활을 실천하는 운동을 부처 및 기관별로 독자적으로 운영해왔기에 체계적이고 종합적인 녹색생활 실천 확산을 위한 유기적인 협조가 부족하여 시너지 발휘에 한계가 있다는 판단에서 협의체를 구성하였다.

녹색생활을 하고자 하는 개인의 의지가 충만할지라도, 도시공간구조의 여건이 뒷받침되지 않는다면 녹색생활을 실천하기가 어려워진다. 「저탄소 녹색성장 기본법」 제49조에서는 녹색생활과 및 지속가능발전의 기본원칙을 제시하여 국토·도시공간구조와 건축·교통체계가 저탄소 녹색성장 구조로 개편되어야 하며 생산자와 소비자가 녹색제품을 자발적·적극적으로 생산·구매할 수 있는 여건을 조성해야 함을 명시하고 있다. 또한 국민의 일상생활 속에서 녹색생활이 내재화되고 녹색문화가 사회전반에 정착될 수 있도록 해야 함을 밝히고 있다.

녹색생활을 실천하기 위해서는 개인의 의지, 녹색생활에 대한 의식도 중요하지만, 녹색생활이 가능한 물리적 환경의 조성도 중요하다. 따라서 저탄소 녹색도시 계획에서는 지역민들이 자연스럽게 녹색생활에 대해 인식하고, 실천할 수 있는 환경을 조성해야 한다.

34) 윤순진(2009), ‘녹색성장의 현재와 녹색 사회 실현을 위한 민주적 거버넌스의 모색’, 「경영경제연구」 제32권 제3호, 충남대학교 경영경제연구소, p.23.

□ 녹색경제

녹색경제란 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 녹색기술과 녹색산업을 육성함으로써 국가경쟁력을 강화하고 지속가능발전을 추구하는 경제를 말하며³⁵⁾ 녹색성장을 달성하기 위해서는 이러한 녹색경제가 구축되어야 한다.

「저탄소 녹색성장 기본법」에서는 녹색경제·녹색산업의 육성·지원 시책을 마련토록 하고 있으며 국내외 경제여건 및 전망에 관한 사항, 기존 산업의 녹색산업 구조로의 단계적 전환에 관한 사항, 녹색산업을 촉진하기 위한 중장기·단계별 목표, 추진전략에 관한 사항, 녹색산업의 신성장동력으로의 육성·지원에 관한 사항 등을 담도록 규정하고 있다.

따라서 저탄소 녹색도시를 구현하기 위해서는 녹색경제체계가 구축될 필요가 있으며, 녹색산업을 도시의 신성장동력으로 추진하고 육성·지원하는 방안을 활용할 수 있다.

35) 국무총리실(2011), 「저탄소 녹색성장 기본법」

제3장 도시공간개선사업을 통한 저탄소도시 조성 해외 사례

1. 프랑스 본느 협동정비구역
2. 프랑스 끌리쉬-바띠놀 협동정비구역
3. 네덜란드 GWL지구
4. 네덜란드 태양의 도시
5. 미국 예술러 테라스
6. 소결

본 장에서는 도시공간개선사업을 통해 기존 도시공간을 ‘저탄소 녹색도시’로 개선한 해외사례에 대하여 사업추진과정과 저탄소 계획요소의 적용 현황을 파악하여 시사점을 도출하였다. 기존 주요 선행연구들에서 다루고 있는 대표적인 해외사례들은 해당 연구 결과에 이미 충분히 반영되었다고 판단하여, 선행연구에서 비교적 다루어지지 않았던 사례를 살펴보았다. 사례분석은 탄소저감 분야에서 유럽과 미국을 중심으로, 기존 도시공간을 재정비하는 사업을 통해 조성이 완료된 사례를 중심으로 선정하였다. 이전적지 또는 도시내 용도전환지역 개발, 신개발, 재개발 등의 다양한 유형을 포함하고 있으며, 프랑스 2개 사례, 네덜란드 2개 사례, 미국 1개 사례 등 전체적으로 5개의 사례를 살펴보았다.

사례분석은 문헌고찰, 전문가 인터뷰 등을 통해 계획 및 사업과정 전반에 대해 실시하였다. 사례분석 과정은 첫째, 사례분석 대상 사업의 추진배경, 기본개요, 기본 방향 등 전반적인 사업개요에 대하여 살펴보고, 둘째, 사업 추진과정을 살펴보면서 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 구현하는 일련의 과정을 파악하였으며 셋째, 저탄소 계획요소의 적용현황을 분석하고 본 연구의 계획요소 인벤토리와의 비교·검토를 통해, 계획요소의 적용가능성을 파악하였다.

1. 프랑스 본느 협동정비구역 (ZAC de Bonnes)³⁶⁾

1) 개요³⁷⁾

① 저탄소 주거단지조성의 배경

1994년 프랑스 국방부의 군사시설이 이전하면서 그르노블(Grenoble) 도심 내 유휴지 발생, 도심 단절 문제를 초래하자 그르노블시는 국방부 소유의 8.5ha 유휴지를 협동정비구역(ZAC)으로 지정하여 활력있는 도심으로 만들고자 하였다.

계획수립 과정 중, 재정지원을 받기 위하여 유럽연합 기후대응형 프로그램인 CONCERTO의 SESAC(Sustainable Energy Systems for Advanced Cities)³⁸⁾에 신청하게 되면서, 개발계획수립 및 사업추진의 방향에 ‘에너지 저 소비 측면’을 강화하게 되었다.³⁹⁾

② 사업 기본개요

사업대상지는 약 8.5 ha에 850세대 규모의 저탄소 주거지로 개발되었다. 프랑스의 도시정비사업 방식인 ‘협동정비구역 사업(ZAC, 프랑스의 도시정비사업)’구역으로 지정되어 사업이 추진되었고 파리수도권기본계획, 파리지 기본계획 - 지속가능형 도시개발정책(PADD), 유럽연합의 기후대응형 프로그램 SESAC의 계획지침(2004)과 부합되도록 계획되었다. 사업주체는 그르노블 시 남부지역 도시계획 대행 공기관(SEM-SAGES), 그르노블 시, Terre.Eco Enertech(환경부문 사업주 대행)였고 공공지원, 유럽연합의 재정지원(Concerto SESAC), 토지세와 토지판매로 사업자금을 충당하였다.

2002년 정비사업 계획이 완료되어 2005년 착공하였으며 2012년 완공될 예정으로

36) 한국토지주택공사 토지주택연구원 도시연구실 임정민 수석연구원의 원고를 바탕으로 재정리하였음

37) 본느 협동정비구역 홈페이지, 사업설명서 “Vers un EcoQuartier de centre-ville” 내용 참조
(<http://www.debonne-grenoble.fr/var/fr/storage/original/application/e75bbde2669d2c9534e51dd0b9449eee.pdf>)

38) CONCERTO는 유럽연합(EU) 에너지·교통부가 주관, 18개국 45개 지자체에 걸쳐 미래의 도시환경 구축 및 관리를 목적으로 추진되고 있는 자원 보조 프로그램을 집행하는 기구임. 재정 지원을 받기 위해서는 CONCERTO에서 정한 기준치에 맞게 건축물을 건설해야 하며, 10년 경과 후 에너지효율 검사를 받아야 함
(<http://www.debonne-grenoble.fr/var/fr/storage/original/application/ab58d2b2fb0f399a78617f50ea5995bc.pdf>)

39) 프랑스 정부 홈페이지(Portail du Gouvernement), “본느 협동정비구역 소개(Ecoquartier de la ZAC de Bonne à Grenoble)” (<http://www.gouvernement.fr/gouvernement/ecoquartier-de-la-zac-de-bonne-a-grenoble>)

2009년에는 프랑스 환경부장관으로부터 ‘모범적 친환경 도시지구 상’을 수상하는 등 대표적인 기후변화대응형 생태단지의 모범적 사례라고 할 수 있다.

③ 사업의 기본방향

그르노블시는 정비사업을 통해 도심 내 군부지였던 지역의 재정비사업을 통해 단절되었던 도심에 질 높은 환경조성과 공공시설 및 주거, 녹지 등을 공급하고 이로 인한 활력있는 도심을 만들고자 하였다. 부지의 군사적, 역사적이며 고유한 토지의 성격을 보존하였고 ‘도심의 확장’이라는 개념아래, 녹지축, 선형의 상업·여가·산업축, 정적인 주거축을 설정하여 단절되었던 도심을 연계하였다. 한편, 신재생에너지와 자연에너지를 최대한 사용하여 사업지구 내부에너지를 자체적으로 생산, 소비를 최소화하고자 하였다.



[그림 3-1] 본느 협동정비구역의 배치도

출처 : 본느 협동정비구역 홈페이지 (<http://www.debonne-grenoble.fr/index.php?/fr/Le-logement/Situation>)

2) 사업 추진과정⁴⁰⁾

사업대상지를 소유하고 있던 국방부가 토지를 제공하게 되면서 그르노블시는 본느 협동정비구역 사업을 시작하게 되었다. 사업계획수립에 앞서, 각 분야 전문가로 이루어진 ‘사전연구팀’을 구성하여 해당관청 및 관련기관과의 협의를 통해 효과적인 토지사용을 위한 사업의 계획방향과 목표를 구상하였다.

2000년, 사업의 기본구상안을 바탕으로 대상지의 미래상에 대한 설계공모를 실시하였다. 당선된 건축가를 ‘총괄건축가’로 선정하고 당선안을 바탕으로 관련 부서, 에너지청 등 관련 공공기관, 주민과 지역 시민단체, 관련 협력업체 등과의 협의를 통하여 마스터플랜을 수립하였다. 관련 주체들의 협의는 지속적으로 이루어졌으며, 시민과의 협의는 공청회나 설명회를 통해 이루어졌는데 이러한 과정은 사업방향 및 지구범위 설정에 중요한 역할을 하였다.

[표 3-1] 본느 협동정비사업 관련주체

구분		주체
공공	사업주체	그르노블 시 남부지역 도시계획 대행 공기관(SEM-SAGES)
		그르노블 시 (Ville de Grenoble)
		국방부(Ministère de la Défense)
		환경부문 사업주 대행: Terre.Eco, Enertech
	협력관청	건축기술 과학센터(Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, CSTB)
		지역의 에너지 관리청 (l'Agence Locale de l'Energie, ALE)
		혼-알프스 지역의 문화사업 부(la Direction Régionale des Affaires Culturelles Rhône-Alpes, DRAC)
		에너지관리 환경청(l'Agence De l'Environnement et de Maîtrise de l'Energie, ADEME)
		건축, 도시환경 지침 위원회(Le Conseil Architecture Urbanisme Environnement, CAUE)
전문가	총괄건축가	Christian Devillers et Associés (현상설계 당선자)
		Loizos SAVVA(Aktis Architecture) (지역건축가)
	조경사	Jacqueline Osty, ICC, Concepto
시민단체		그르노블 재생에너지 연구 시민단체(l'Association Grenobloise Etude Développement Energies Nouvelles, AGEDEN)

※ 출처 : 본느 협동정비구역 홈페이지, "Zac De Bonne"

(<http://www.debonne-grenoble.fr/var/fr/storage/original/application/0d0265355b3ba8d4d5f10f6bf8b08c96.pdf>)

40) 본느 협동정비구역 홈페이지, "Zac De Bonne" (<http://www.debonne-grenoble.fr/var/fr/storage/original/application/0d0265355b3ba8d4d5f10f6bf8b08c96.pdf>)

한편, 사업자금조달을 위하여 유럽연합의 SESAC 현상공모를 준비하였는데 유럽연합의 Concerto기준이 현상공모 평가의 기준이 됨에 따라 이에 대비하기 위하여 본느의 사업계획은 친환경 건축(HQE)⁴¹⁾목록을 바탕으로 수립되었다. 2003년 42개 도시가 응모한 유럽연합의 프로그램 SESAC 현상공모에서 다른 8개의 사업과 함께 선정되어 유럽연합으로부터 SESAC 컨소시엄 전체에 대하여 10백만유로를 5년간 지원받게 되었다.

[표 3-2] 친환경 건축(HQE)목록을 이용하여 Concerto 기준

	우선목표	심화목표	일반목표
목표1: 주변환경에의 즉각적인 프로젝트의 조화적 도입	O		
목표2: 건설 재료와 과정/ 위생적 자재사용	O(concerto)		
목표3: 불편함이 적은 건설현장		O	
목표4: 에너지 관리	O(concerto)		
목표5: 물관리		O	
목표6: 폐기물 관리			O
목표7: 유지 관리			O
목표8: 지열의 편안함			
목표9: 청각적 편안함			O
목표10: 시각적 편안함		O	
목표11: 후각적 편안함			O
목표12: 공간의 위생적 환경		O	
목표13: 공기의 질			O
목표14: 물의 위생적 질			O

※ 출처 : 프랑스 PUCA (Plan Urbanisme Construction Architecture) (<http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca/>)

사업계획수립이 마무리됨에 따라 그르노블시는 2004년 본느 협동정비지구지정을 결정하였고, 이후의 사업시행단계부터는 SEM SAGES가 사업주체로서 토지 매입, 양도, 매각 등 모든 권한을 대행하게 되었다. 또한, 원활한 사업진행을 위하여 실질적으로 지역의 상황을 더 잘 아는 그르노블 시의 지역건축사무소인 AKTIS Architecture를 총괄 건축가

41) HQE는 유럽연합차원의 지속가능성 지표인 HQE2R과는 차별화되는, 프랑스 자체의 지속가능성에 관련된 평가지표로써 건축부분에 대한 친환경 정책임

로 교체하였다. 관련 주체의 변동이 있었지만 초기부터 있어왔던 주민과의 협의는 지속되었고, 이 단계에서 토지이용, 친환경 건축 부문의 내용이 더욱 구체화되었다.

2006년부터 노후건축물이 철거되기 시작하였고 2008년 1차적으로 주거 및 공원 부지가 완공되었으며 2012년 전체적인 사업이 완료될 예정으로 사업구상에서 준공까지 약 15년이 소요되었다.

[표 3-3] 본느 협동정비지구 사업 추진과정

연도	사업추진 과정
1994	시에서 ‘사전연구팀’ 구성하여 사업의 기본방향, 자금조달계획 등을 수립
2000	사업 기본계획에 대한 설계공모 실시, 건축가 Christian DEVILLERS가 당선되어 계획 수립과정 중 총괄건축가로 활동
2002	MASTER PLAN 완성
2003	사업관련 모든 주체들이 정기적으로 모여서 사업진행과정을 보고받고, 계획 발전시키며 MASTER PLAN 수정
2004	협동정비구역 지정·공포
2004	토지 매입, 사업시행을 위해 공공사업대행사인 SEM- SAGES 지정 지역건축가Loizos SAVVA (Aktis Architecture) 를 총괄 건축사 지정
2005	공사 시작
2006	건물 일부 철거
2008	건축물 준공 시작
2010	업무용 지구 건물 완공

※ 출처 : 본느 협동정비구역 홈페이지, "Zac De Bonne"

(<http://www.debonne-grenoble.fr/var/fr/storage/original/application/0d0265355b3ba8d4d5f10f6bf8b08c96.pdf>)

3) 저탄소 도시계획 현황

본느 협동정비구역은 ‘탄소저감’과 관련이 깊은 ‘에너지 저소비 측면’을 강화한 계획을 수립하였다. 단지차원과 건축물차원으로 구분하여 에너지 저감방안을 모색하였고, 단지 차원에서는 에너지 생산, 소모량 저감 방안으로 세분화하였으며 유럽연합의 Concerto 프로그램 목표를 바탕으로 주거, 신축 사무소, 신축 호텔, 신축 상업시설, 기존 상업시설, 신축 학교에 대하여 에너지 저감을 위한 정량적인 설정하였다.

① 저탄소 도시계획⁴²⁾

□ 공간계획

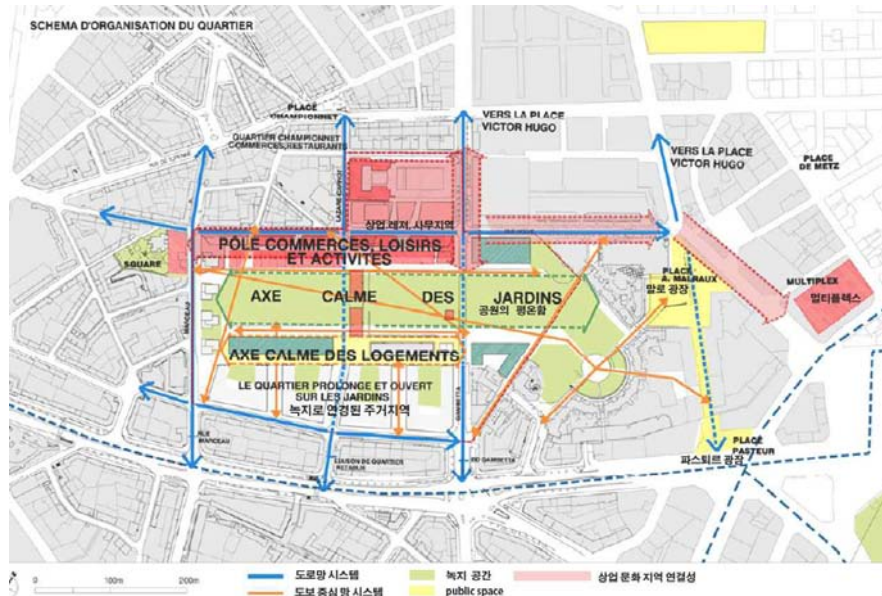
본느 협동정비구역의 복합용도 개발이 특징으로 도심에 위치하여 주거, 업무, 상업, 교육, 문화, 여가 용도의 시설을 포괄하고 있다. 단지 내 다양한 용도의 시설들을 수용하여 타 시설 이용을 위한 이동의 필요성을 줄임으로써, 교통부문의 에너지 사용을 낮추고자 하였다. 5ha 규모의 녹지가 중앙에 위치하여 단지의 전체적인 밀도는 높지 않으나, 주거지역은 중정형의 중층 고밀도의 형태로 계획하였고 건축물 배치는 특히 주거부분에서 에너지 활용성을 높이기 위한 남향을 고려한 배치하였다.



[그림 3-2] 공원과 연계된 공동주택

출처: 본느협동정비구역 홈페이지 (<http://www.debonne-grenoble.fr>)

42) 본느협동정비구역 홈페이지 (<http://www.debonne-grenoble.fr>)



[그림 3-3] 본느 협동정비구역 공간구상도
출처: 본느협동정비구역 홈페이지 (<http://www.debonne-grenoble.fr>)

□ 교통

단지 외부와의 교통계획에 있어서는 우선적으로 에너지 소비를 줄이기 위한 대중교통 활성화를 목표로 하였다. 이를 위해 신규 노면전차라인을 계획하고, 각 정류장에 도착하는 가로 체계 및 가로를 단순화 하였다.

단지 내부는 보행자 및 자전거 동선에 우선을 두어 계획하여 주변과의 연계, 단지내부를 종, 횡으로 가로지르는 다양한 동선을 계획하였는데 이는 녹지공간과 어우러져 외부공간의 활성화를 이끌어 내고 있다. 자전거 활성화를 위하여 자전거 주차장을 공공 및 사유공간(주택1호당 1㎡ 또는 면적 100㎡ 당 1㎡ 의 자전거 주차장 확보)에 조성하였고 도로 폭을 줄이고 단지 내 자동차 최대속도는 30km로 제한하여 자동차이용을 지양하고 이에 따라 주차공간도 적게 계획하였다.

□ 녹색건축

프랑스는 건축물 단위의 에너지 소비량 저감부분에 대하여 현재 RT 2005⁴³⁾에 의한 신축 건물의 열성능 기준을 적용하고 있다. 본느 협동정비구역에는 RT 2005 기준 대비

약 40% 정도의 추가절감 효과를 계획하였다. 주택분야의 경우 1년간 50 kW/m²의 에너지를 소비하도록 계획하였으며 목표달성을 위해 건축물의 단열효과를 높이고, 열흡수를 통하여 다시 남은 열을 흡수하는 시스템을 채택하였다. 주택에서 사용되는 온수의 50%를 지붕에 설치된 집광판을 통해 공급할 계획이다.

건축물의 형태는 집약적이며 여름에는 태양광의 유입을 줄이고 겨울에는 태양열을 충분히 활용할 수 있는 형태로 건축하는 것을 원칙으로 하였다. 이중창 활용, 벽면의 단열 성능 강화, 가스 열병합발전기 설치(집합주택), 이중환기시스템을 이용한 내부열 회수 사용, 소규모 열병합발전기 설치(공동주택) 등이 적용되었으며 소규모 열병합발전기를 통해 본느 협동정비구역 내의 1,250 MWh 전기공급을 하며 난방부문에서는 연간 2,060 MWh의 에너지를 공급할 계획이다. 이를 통해 본느 협동정비구역은 연간 228톤의 CO₂ 배출량 절감효과를 달성할 수 있다고 한다.

□ 에너지

본느 협동정비구역은 단지차원과 건축물 차원으로 나누어 에너지 저감 방안을 모색하였다. 단지차원에서는 에너지를 생산하는 방법과 소모량을 줄이는 방법으로 세분화하여 에너지 저감방안을 모색하였는데 사업구역 전반에 걸쳐 건축물 지붕을 활용한 태양광 발전과 열병합발전(폐열발전)을 활용하였다.⁴⁴⁾ 자체발전기를 통한 에너지 공급을 통하여 단지 내 에너지 자급자족을 지원하며 에너지 부족분은 바이오매스를 통해 생산된 그르노블시의 에너지를 공급받고자 하였다. 한편, 건축물 차원에서는 각 시설별 및 건축물 별로 에너지 저감목표를 설정하였다.

[표 3-4] 사업지구내 각 시설별 및 건축동 별 에너지 저감 목표 설정

구분	내용
Concerto 프로그램 목표	<ul style="list-style-type: none"> 난방: 일차에너지 소비량 50 kWh/m/년 - 목표 도달 방안:(50cm 단열재, d' argon 복층유리, 아트리움을 통한 미리 가열된 공기를 이용한 이중환기 시스템, nappe phreatique 이용 냉방, 저소비가전제품, 파사드 녹화)

43) 프랑스 열관련 규범인 RT(Reglement thermique)는 신축건물에만 적용이 되며, 건축물의 리노베이션의 경우에는 해당되지 않는다. 1996년 12월 에너지의 합리적소비에 관한 법률 (loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l' air et l' utilisation rationnelle de l' énergie)에 의해 제정하였음

44) Enertech, "concerto 프로그램에 입각한 에너지 효율에 대한 최종 평가서" (GRENOBLE - ZAC de Bonne Evaluation par mesure des performances énergétiques des 8 bâtiments construits dans le cadre du programme européen Concerto Rapport de synthèse) (http://www.alec-grenoble.org/uploads/Document/e3/WEB_CHEMIN_15408_1328285541.pdf)

	<ul style="list-style-type: none"> • 온수: 20 a kWh/m²/년 (태양광 집열판 및 고성능 기구 이용) • 사적 공간: 400 kWh/m²/인/년, (또는 6 kWh/ m² /년 - 66 m²/ha 거실, 침실2 타입 주거) • 공용부분: 360 kWh/호/년 (조명, 환기, 엘리베이터 부분의 에너지절약기구 사용) • 하절기 냉방시스템 (지하수면을 이용한 냉방시스템-지열펌프를 이용한 고난위 시스템 미사용)
주거부문 예시	<p>〈Concerto〉 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> • 난방 : 일차연료 60 kWh/m² /년 (내부단열, 내열유리, 이중환기창호 등 사용) • 온수 : 일차연료 25 kWh/m² /년 (남측지붕면의 태양광집열판에 의해) • 사유부분 전기 : 400 kWh/per/an, 또는 ~ 10 kWh/m/년 (신축주거와 동일 40 m/ha) • 공용부분 전기: 240 kWh/호/년 (신축주거와 동일) <p>〈Concerto〉 이외의 최소목표 (NRT 2000 대비 15% 감축)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 온수: 태양에너지 이용 • 지하수 이용 냉방 및 이중 환기시설 비 의무화 • 남측 블록 공동주택 3블럭 연간 337 톤 CO2 저감 (9개 사업시행자에 의한 435 공동주택, 연간 2118 mwh 저감 및 34 mwh 생산)
신축 사무소	<ul style="list-style-type: none"> • 난방: 연간 일차에너지 소비목표 - kWh/ m² /년 (단열, 이중창호, 열회수 처리 시스템을 통하여) • 온수: 5 kWh/ m² /년 (물절약 기구사용) • 냉방 : 전기에너지 15 kWh/ m² /년 • 전기: 사용목표 32 kWh/ m² /년 (2.5 W/ m² /100 lux T5 튜브 전구사용) • 사무기기: 에너지 절약 화면 모니터 • 서비스 관련: 속도조절 환풍기, 다양한 속도의 엘리베이터, 조절가능 조명
신축 호텔	<ul style="list-style-type: none"> • 난방: 일차에너지 6 kWh/ m² /년 (단열, 이중창호, 열 회수 처리시스템) • 온수: 목표-연간 일차에너지 소모량 : 6 kWh/ m² /년 (물 절약 기구사용) • 냉방: 전기에너지 15 6 kWh/ m² /년 • 전기: 연간 사용 목표 32 6 kWh/ m² /년 (조명, 냉동시설 에너지 절감)
기존 건축물 내의 사무소	<ul style="list-style-type: none"> • 난방: 연간 일차에너지 소모량 60 kWh/ m² /년 (신축사무소와 동일) • 온수: 연간 일차에너지 소모량 5 kWh/ m² /년 • 냉방: 전기에너지 15 kWh/ m² /년 • 전기: 32 kWh/ m² /년
신축상업시 설	<ul style="list-style-type: none"> • 난방: 연간일차에너지 소모량 40 kWh/ m² /년 • 온수: 연간 일차에너지 소모량 5 kWh/ m² /년 • 냉방: 전기에너지 15 kWh/ m² /년 • 전기: 32 kWh/ m² /년 • 상업시설 지붕에 약 1000 m² 의 태양광 발전기 설치 • 연간 에너지 생산량 110 mwh 전기생산 (CO2 11톤 감축효과)
기존 건축물 내 상업시설	<ul style="list-style-type: none"> • 난방: 일차화석연료 사용량 60 kWh/ m² /an (창호 및 환기시설 단열) • 온수: 일차화석연료 사용량5 kWh/ m² /년 • 냉방: 전기에너지 15 kWh/ m² /년 • 전기: 60 kWh/ m² /년
신축학교	<ul style="list-style-type: none"> • 난방: 일차화석연료 30 kWh/ m² /년

	<ul style="list-style-type: none"> • 온수: 일차화석연료 2 kWh/ m² /년 • 냉방: 전기에너지 0 kWh/ m² /년 • 전기: 35 kWh/ m² /년, 고성능 조명 (LFC, tube T5, ballast electronique, programmation, 2,5 W/ m² /100 lux installe) <p>위와 같은 방안을 통해 연간 84 mwh 에너지 저감 = CO2 14톤 저감</p>
--	---

□ 녹지 및 생태

사업대상지에 기존 공원 3.5 ha가 포함됨에 따라 전체적으로 5 ha의 녹지공간을 정비하게 되었다. 우수의 지표 침투 및 수자원 이용 절약을 위하여 지표면의 포장을 최소화하기 위하여 공원 내 연못, 흐르는 물과 같은 다양한 성격의 수공간을 조성하여 하절기에 이용객에게 쾌적함을 제공하도록 설계하였다. 식재계획에 있어서는 각 계절별 특색이 있고 생태학적 다양함을 포괄할 수 있도록 계획하였는데 전반적으로 접근성과 환경적 질 향상에 주안점을 두었으며, 여름을 위한 그늘 정원을 계획하여 미기후를 활용한 냉방 요소로서 활용하고자 하였다.

□ 녹색생활/녹색경제

그르노블시에서는 지속가능성을 지향하기 위하여 지자체 차원에서 물물교환과 지역 생산물 소비촉진을 위한 시장을 개설하여 시장의 활성화 및 분리수거를 위한 시민캠페인을 병행하고 있다. 이러한 활동을 향후 대상지에서도 적극적으로 이루어질 계획이다.

□ HQE(High Quality Environment) 적용

HQE는 유럽연합차원의 지속가능성 지표인 HQE2R과는 차별화되는 프랑스 자체의 지속가능성에 관련된 평가지표로 본느 협동정비구역에서는 HQE를 적용하여 주변과의 조화, 재료, 에너지관리, 지열 등의 부문에서 우선목표가 설정되었고, 그 중 특히 건설재료와 과정, 에너지 관리, 지열이용의 항목에 대해서는 Concereto 프로그램의 기준을 충족시키는 목표 설정에 따라 계획기준을 설정하였다.

② 저탄소 계획요소 적용 현황

본느 협동정비구역에서 적용한 저탄소 계획요소를 본 연구의 계획요소에 대조해 본 결과, 총 17가지로 파악되었다. 교통부문에서 가장 많은 요소를 적용하고 있으며 에너지와 녹색건축부문, 그리고 녹색생활 부문의 계획요소가 많이 적용되고 있다.

[표 3-5] 본느 구역의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석 방향	세부계획요소		계획현황
	항목	내용	
공간 계획	토지이용	- 복합토지이용 계획	- 다양한 복합용도
		- 적정밀도 개발	- 단지 전체밀도는 높지 않음. 주거분야 중층 고밀도 계획
교통	교통체계	- 보행에 적합한 거리	- 다양한 시설에 보행으로 접근 용이, 이동필요 성 저감
		- 기존개발지와의 연계	- 주변과의 연계
	보행 · 자전거	- 자전거활성화	- 자전거 주차장 충분히 확보 (공공 및 사유공 간에 조성)
		- 보행·자전거 전용 도로 및 네트워크	- 보행 및 자전거 동선을 우선하여 계획
		- 주변지역의 자전거 네트워크	- 주변과의 연계
	대중교통	- 대중교통활성화	- 신규 노면전차라인 계획, 각 정류장으로 도착 하는 가로체계 단순화
	자동차이용	- 속도제한구역	- 도로 폭 줄이고 주차공간을 줄여 자동차이용 지양, 단지내 자동차 최대속도 30km제한
에너지	신·재생에 너지시스템 구축	- 태양광 발전 시스템	- 주택에서 사용되는 온수 50%를 집관판 통해 공급
		- 태양열 발전 시스템	- 태양열을 충분히 활용할 수 있는 형태로 건축
	자원순환· 폐기물활용	- 폐기물관리 기반조성	- 폐열발전(열병합발전) 활용
녹지/ 생태	녹지·생태 환경조성	- 투수성포장	- 우수의 지표 침투 위해 지표면 포장 최소화
녹색 건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자 연채광)	- 남향을 고려한 건축물 배치
	저에너지 건축설비	- 고단열 고기밀 자재	- 벽면 단열성능 강화
	인증제도	- 건축물 에너지효율	- RT 2005 ⁴⁵⁾ 에 의한 신축 건물의 열성능 기준을 적용
녹색 생활/ 녹색 경제	녹색생활	- 지역커뮤니티를 위 한 공간 확보	- 물물교환과 지역생산물 소비촉진을 위한 시장 개설, 시장 활성화 및 분리수거위한 시민캠페 인 벌임
		- 커뮤니티의 계획참여	- 계획수립 및 사업시행과정에서 주민의 지속적 인 참여

45) 프랑스 열관련 규범인 RT(Reglement thermique)는 신축건물에만 적용이 되며, 건축물의 리노베이션의 경

2. 프랑스 끌리쉬-바띠뇰 협동정비구역 (Clichy-Batignolles)⁴⁶⁾

1) 개요⁴⁷⁾

① 저탄소 주거단지 조성의 배경

끌리쉬-바띠뇰 지역은 대규모 도시계획시설인 철도 차량기지에 의해 도시가 단절되어 있으며 파리시 외곽에 위치하여 주거환경이 낙후되어 정비가 요구되는 상황으로 한편으로는 파리시 내 남아있는 대규모 유희지로서 큰 잠재력을 지니고 있는 지역으로 당초 2012년 올림픽을 위한 올림픽촌 건설지로 계획되었으나, 파리시의 올림픽개최가 무산됨에 따라 파리시 기본계획사업에 편입되었다. 파리시는 당시 시책으로 추진하던 ‘친환경 지구(Eco-Quartier)’로 이 지역을 지정하여 탄소제로단지를 목표로 정비하게 되었다.

② 사업 기본개요

사업대상지는 파리시의 북쪽 17구, 파리시와 주변 꼬뮌인 끌리쉬와 드르발루와 뻬레와의 경계 지역에 위치한 약 50ha의 규모의 지역이다. 프랑스 도시정비사업방식인 협동정비구역 사업(ZAC, 프랑스의 도시정비사업)으로 추진되었으며, 파리수도권기본계획, 파리시 기본계획 - 지속가능형 도시개발정책(PADD), 유럽연합의 기후대응형 프로그램 SESAC 의 계획지침(2004)에 부합하도록 계획을 수립하였다. 사업주체는 파리시, SEMAVIP(공공사업 사업자 대행업무 기관-사·민간 공동투자로 이루어진 기관)으로 사업 자금은 공공지원, 시행사에 의한 건축 관련 토지세와 토지판매로 충당하였다. 2012년 현재 1단계 사업이 완공되었고 2015년 최종완료를 목표로 하고 있다.

③ 사업의 기본방향⁴⁸⁾

파리시 도시계획에 의하여 ‘친환경 지구(Eco-Quartier)’지정됨에 따라 탄소제로단지를 목표로 건축물에너지소비 절감, 신·재생에너지 이용 등을 통해 탄소저감계획을 수립하

우에는 해당되지 않는다. 1996년 12월 에너지의 합리적소비에 관한 법률 (loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie)에 의해 제정

46) 한국토지주택공사 토지주택연구원 도시연구실 임정민 수석연구원의 원고를 바탕으로 재정리하였음

47) 파리시정연구소 APUR(2000), 「파리 메트로폴의 중심지, 클리쉬 섹터의 발전(La Couronne de Paris au coeur de la métropole, Evolution du secteur de la porte de Clichy)」 내용 참조하여 정리

48) SEMAVIP(2009), 「사업 시작 계획서(CANDIDATURE À L'APPEL À PROJET NOUVEAUX QUARTIERS URBAINS)」, P.9.

였다. 한편, 철도기지로 인한 주변지역과의 단절을 극복하기 위하여 사회적 혼합, 녹지 연계, 도시 간 연결을 주요 내용으로 하고 있다. 철도 주변을 정비하여 물리적 단절을 없애고, 사업지구 중앙부에 대규모 공원을 배치하여 주변도시와 연계하였다. 전체 대상지를 하나의 사업으로 계획한 뒤, 사업완료 시기나 사업용지의 이용에 따라 크게 3개의 협동정비구역으로 나누어 단계적으로 시행하였다. 까르디네-샬라브르 협동정비구역(ZAC Cardinet -Chalabre)(7.3ha)은 Martin Luther King 공원계획으로 2005년에 사업이 시작되었고, 끌리쉬-바띠놀 협동정비구역(ZAC Clichy-Batignolles)(43.2ha)은 전체 협동정비 사업의 두 번째 단계로써 계획된 협동정비구역이며, 소쉬르 협동정비구역(Secteur Saussure)(3ha)은 구역의 모든 토지가 물자운송사업에 관련하여 SNEF(프랑스 철도청 부설기관)와의 협약으로 인하여 사업이 독단적으로 진행하였다.



〈끌리쉬-바띠놀 구역 전경〉
출처 : 끌리쉬-바띠놀 공식 홈페이지
(<http://clichy-batignolles.fr>)



< 끌리쉬-바띠놀 정비구역 구성 >
출처 : Eric Lapiere(2012),
「aménager Paris 2005」, p.102.

[그림 3-4] 끌리쉬-바띠놀 구역 전경과 구역구성

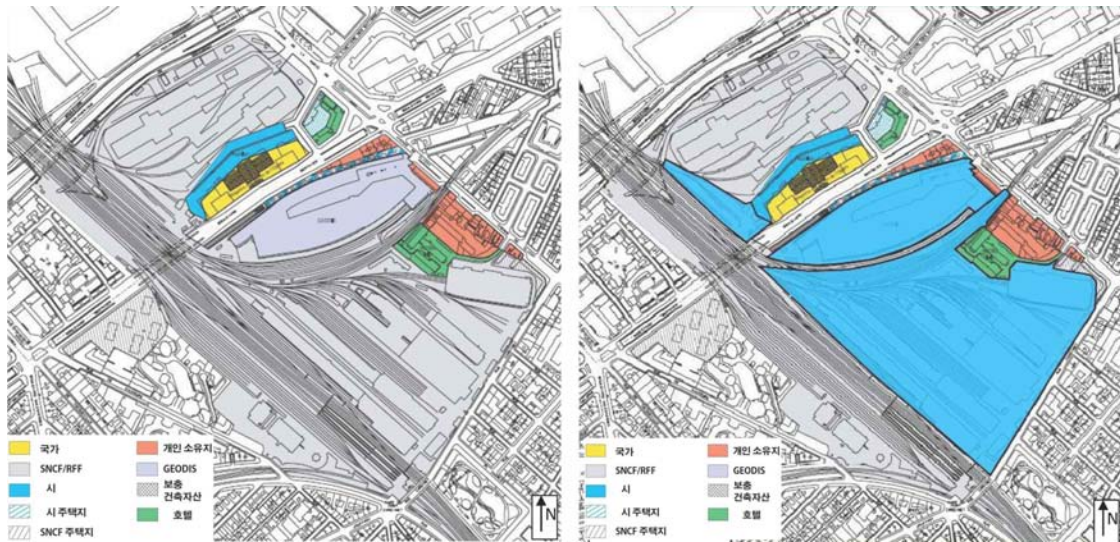
2) 사업 추진과정⁴⁹⁾

파리시는 끌리쉬-바띠놀 협동정비구역 사업의 운영을 위하여 대상지 사전조사(파리 시정연구원 담당)를 2000년부터 실시하였다. 사업계획단계에서 프랑스 철도청과 철도공사와의 긴밀한 협조를 통하여 사업을 진행하였으며, 프랑스 철도 산업과 도시 발전을 동시

49) 주민 공청회에 대한 과정은 끌리쉬-바띠놀 협동정비구역 공식 홈페이지 concertation 부분 (<http://clichy-batignolles.fr/la-concertation/concertation-mode-demploi>) (2012.07 접속) 내용 참조하여 정리

에 할 수 있는 기반을 조성하였다. 정비구역에 대한 설계공모를 실시하였으며 공모 이후, 파리시는 GEODIS, SNCF, RFF로부터 토지를 매입함으로써 사업기반을 조성하였는데 사업시행자들에게 토지의 일부를 매각하여 공공건축 사업비용을 마련하고 사업추진의 안정성을 도모한 것이다.

사업추진과정에서 주민참여가 활발했는데 2004년부터 30번 이상의 주민 공청회와 사업 설명회를 통하여 주민들이 협동정비사업에 적극적으로 참여해 왔다. 사업 단계별로 공청회가 열려 지역주민들이 지속적으로 참여하였으며 특히 2009년에는 인근 중학교와 고등학교에 ‘주민 아틀리에’를 정기적으로 개최하여 주민들에게 사업단계, 계획내용에 대해 알려주고, 탄소저감단지에 대한 정보를 전달하였다. 이를 통해 사업관련자들은 주민들이 바라는 도시의 미래상을 구체적으로 알게 되고, 주민들의 의견이 계획에 반영되기도 하여 공감대가 형성되면서 사업이 활기를 띠게 되었다.



[그림 3-5] 파리시의 토지 매입 전(좌)과 매입 후(우)

출처 : Ivan Pineiro Valdivia(2009), 「La friche de Clichy-Batignolles : d' une emprise ferroviaire sous-utilisée à un quartier exemplaire ?」, INSTITUT D' URBANISME DE PARIS, UNIVERSITE PARIS XII VAL DE MARNE

환경시민 단체인 바띠놀 에코작의 친구들(Les amis de l'Eco ZAC des Batignolles)

은 2008년부터 여러 활동(시민들에게 지속 가능형 도시에 대한 교육과 홍보 그리고 진단)을 통하여 환경부문에서 다양한 활동으로 인하여 주민을 대변하여 친환경 정책과 더불어 기후 변화에 적응 방안을 위한 지속가능 형 도시 만들기를 제안하기도 하였다.⁵⁰⁾

끌리쉬-바띠놀 협동정비지구는 3구역으로 나누어 구역별로 사업을 추진하고 있는데 먼저 까르디네-샬라브르 협동정비구역부터 2007년부터 마틴루터 공원 완공, 주거건축물 완공 등 단계별로 진행 중이며 2015년 전체 사업의 완공을 목표로 하고 있다.

[표 3-6] 끌리쉬 바띠놀 협동정비사업의 관련 주체

구분		주체
공공	사업 주체	파리시 공공사업 대행 공기관(SEMAVIP) ⁵¹⁾
		파리시(La Ville de Paris)
		프랑스 철도청 부설기관(SNEF) ⁵²⁾
		SPLA(공공사업대행 전문기관)
	협력 관청	프랑스 철도청(SNCF)
		프랑스 철도공사(RFF)
		중앙정부
전문가	총괄건축가	François Grether
	조경사	Jacqueline Osty
	구조	le BET OGI
주민		바띠놀 에코작의 친구들(Les amis de l' Eco ZAC des Batignolles)

※ 출처

－ Eric Lapierre(2005), 「aménager Paris」

－ 파리시 SEMAVIP(2009), 「사업 시작 계획서(CANDIDATURE À L' APPEL À PROJET NOUVEAUX QUARTIERS URBAINS)」

50) Pierre Perbos(2010), '바띠놀 에코작 친구들과 파리17구청장의 합의 내역보고서(CONCERTATION : MAIRIE DE PARIS (MME HIDALGO) ET ECOZAC DES BATIGNOLLES)' 내용 참조하여 정리

51) SEMAVIP (Sociétés Economie Mixte Aménagement de la Ville de Paris) : 2004년부터 2010까지 끌리쉬 바띠놀 협동정비구역 사업의 사업주 대행을 해오던 공공사업의 사업자 대행업무 기관(시 민간 공동 투자로 이루어진 기관)임. 끌리쉬 바띠놀 과 까르디네 샬라브르의 협동정비구역의 사업주 업무를 2010년부터 대행하고 있음

52) SNEF(Société nationale Espaces Ferroviaires) : 프랑스 철도청의 부설기관으로써 철도청의 토지관련 및 정비 업무를 담당하는 기관임. l'ilot Saussure 협동지구의 토지는 프랑스 철도청과 프랑스 철도공사의 소유 지로써 SNEF가 업무를 담당함

[표 3-7] 끌리쉬-바띠놀 사업 추진과정

연도	사업추진 과정
2000	파리시정개발원에서 토지조사 실시, 사전계획 설정
2002	설계공모
2003	2012년 올림픽 개최 대비 올림픽 선수촌으로 지정
2004	총괄건축가 및 팀 선정(도시.건축가 François Grether, 조경가 Jacqueline Osty, 구조 le BET OGI)
2004	까르디네-살라브르 협동정비구역 주민 회의 및 사업전시회, 시청에서 개최
2006	협동정비구역 구성 협의 : 프로젝트 성격 재검토, 프랑스 철도공사(RFF) 및 프랑스 철도청 (SNCF), 정부와 협의
2007	주민공람회 개최(끌리쉬-바띠놀 지역 3개의 협동정비구역 사업 설명)
2007	까르디네-살라브르 협동정비구역 내의 마틴루터 공원의 완공(4.3ha)
2008	끌리쉬 바띠놀 협동정비구역 지정 - 정부, 파리 시, 프랑스 철도공사(RFF) 및 프랑스 철도청 (SNCF)의 사업 협약
2009	l'ilot saussure 협동정비구역을 위한 공청회의 -파리 시, 총괄계획 사, SEMAVIP, SNEF 의 주체로 주민, 시민, 구위원회 시민단체를 대상
	공공 아틀리에를 통한 주민 참여 - 파리시장의 제안으로 주변 중고등학교 공간에서 정기적으로 아틀리에 개최, 사업설명 및 스터디, 주민의견 수렴
	까르디네-살라브르 협동정비구역내의 첫 건축물 시공
2010	SEMAVIP 와의 사업대행에 대한 계약 완료로 인해 전문적으로 사업을 담당할 기관이 필요함에 따라 SPLA "Paris Batignolles Aménagement" 설립, 사업대행 임무
2011	SEMAVIP이 재생에너지 담당 기관인 Solarvip 창설 - 끌리쉬 바띠놀 협동정비구역의 친환경 부분 참여
	마틴루터 공원의 2차 사업 착공 및 주거.업무 공공시설 착공
향후	- 마틴루터 공원3차 사업 진행, - 업무시설, 주거 건설, 철도청 (SNCF) 시설과 물류시설 설치 예정

※ 출처

- Eric Lapierre(2005), 「aménager Paris」

- SEMAVIP(2009), 「사업 시작 계획서(CANDIDATURE À L' APPEL À PROJET NOUVEAUX QUARTIERS URBAINS)」

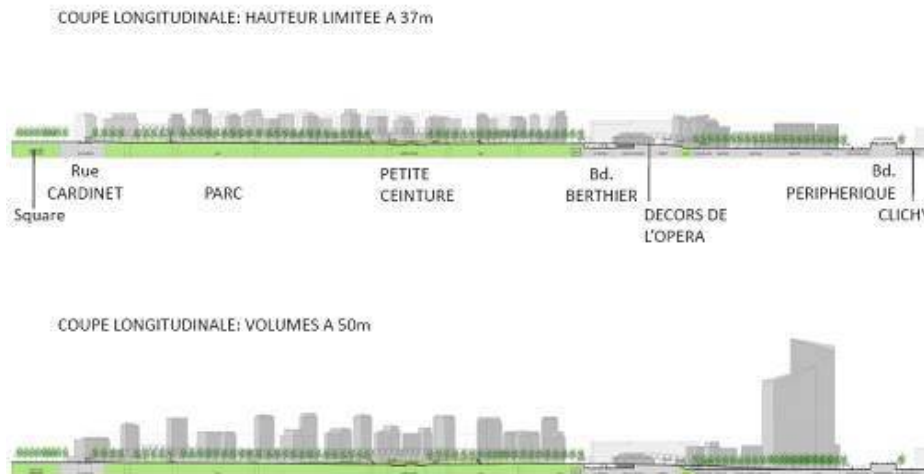
3) 저탄소 도시계획 현황

끌리쉬-바띠뇰 협동정비구역은 처음부터 ‘탄소제로단지’를 목표로 시작하였으며 저탄소 도시계획의 핵심은 대상지 중심부의 10ha의 대규모 공원이라고 할 수 있다. 이 공원을 통해 녹지 네트워크가 형성되고 비오톱 연못을 조성하는 등 녹지, 생태 관련 저탄소 계획요소를 적용하고 있다.

① 저탄소 도시계획⁵³⁾

□ 공간계획

사업지구 중앙부분에 10ha에 달하는 대규모 공원이 1단계로 형성이 되고 공원을 중심으로 주변에 주거 및 상업, 공공시설을 계획하였으며 공원을 남북으로 가로지르는 주요 가로 주변으로 중요한 프로그램을 배치하였다. 전체 부지 50ha중 42ha이 건축면적으로 그 중 257,000m²는 주거(약 3500세대, 그 중 사회임대주거 50%), 약 39,000m²는 편의시설, 133,000m²는 업무시설, 13,000m²는 서비스시설 및 상업시설로 계획되었다.

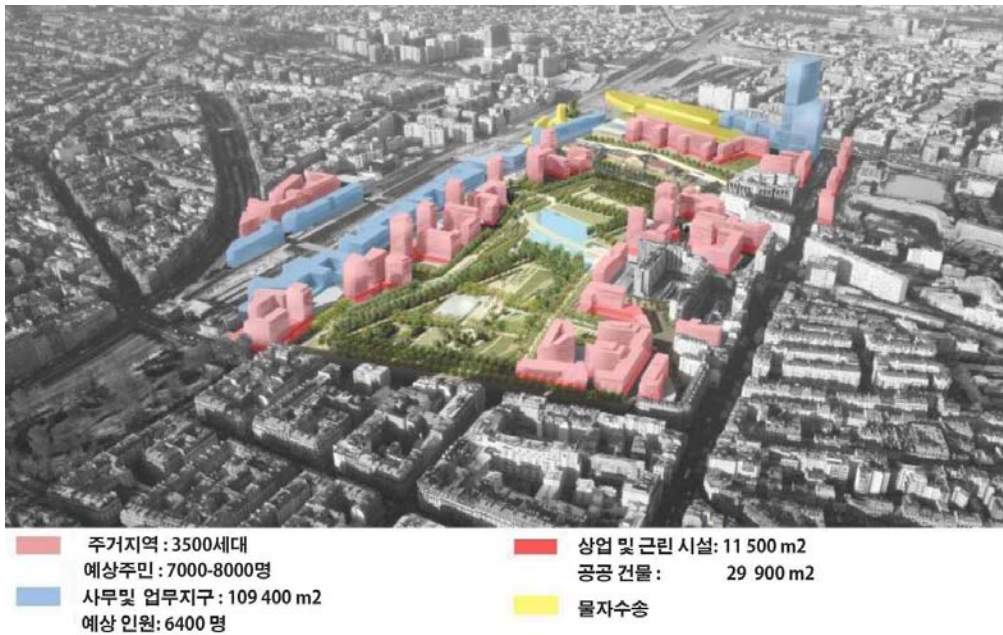


[그림 3-6] 끌리쉬-바띠뇰 구역의 경관계획
출처: Eric Lapierre(2005), 「Aménager PARIS」, p.106.

주거시설은 공원을 중심으로 배치하였고 공원으로 접근이 용이하도록 주택의 입구를

53) 끌리쉬-바띠뇰 홈페이지 (<http://clichy-batignolles.fr/espace-docs/espace-doc>) 내용 참조하여 정리

공원과 연계하였으며 공원의 조망권을 최대한 보장하기 위해 건축물을 일렬로 배치하였다. 한편, 주거 밀도를 높이기 위한 중정형의 형태를 취하였으며 이를 서비스하기 위한 상업시설 및 공공시설 등은 주거의 하부에 복합적으로 배치하였다. 1층과 2층의 높이를 자유롭게 구성하여 업종에 따른 높이 제한을 받지 않도록 설계하였고 모든 서비스 시설은 각 블록의 사업 진행 여부에 따라 업무시설을 중심으로 건설하여 단계적으로 진행하였다. 특히 ‘법원지구’를 설정하여 도시적기능을 더욱 강화하였고 파리지 높이 제한보다 50m높은 건축물을 도입하여 끌리쉬-바티놀 지역을 통한 파리지의 새로운 경관을 창출하고자 하였다. 한편, 바람통로 조성과 녹지네트워크 연결을 고려하여 건축물을 배치하였다.



[그림 3-7] 끌리쉬-바티놀 구역 용도별 공간 배치구상

출처 : Ivan Pineiro Valdivia(2009), 「La friche de Clichy-Batignolles: d' une emprise ferroviaire sous-utilisée à un quartier exemplaire ?」, UNIVERSITE PARIS XII VAL DE MARNE, p38.

□ 교통

끌리쉬-바티놀 구역의 주요가로는 공원을 남북으로 가로지르는 직선가로로 속도제한을 두어 주민들이 안전하게 보행할 수 있는 보행중심가로로 설정하였다. 이를 중심으로 철도에 의해 단절되는 양쪽 지구를 연결하는 가로, 여러 개의 다리와 보행교를 설정하여 주변 지역과의 연계를 도모하였고, 단지 내·외부의 연계 차원에서 버스, 지하철, 노면전차(트램웨이) 등 대중교통, 보행, 자전거 체계를 계획하였으며 녹색교통수단 활성화를 목표로 하며 기존 파리지 외곽을 순환하는 노면전차와도 연결하도록 계획하였다.⁵⁴⁾ 자전거 활성화를 위하여 바티놀 가로에 54개의 자전거 주차장과 26대의 오토바이용 주차장, 로슈슈와르 가로에 56개의 자전거 주차장을 마련하였으며 교통량을 줄이기 위한 도로 폭 감축 등의 계획을 녹지계획과 함께 진행하여 차도 폭을 줄여 가로변에 녹지공간을 확충하도록 하였다.⁵⁵⁾



[그림 3-8] 끌리쉬-바티놀 구역 가로체계 및 교통 계획

출처 : 끌리쉬-바티놀 홈페이지 (http://clichy-batignolles.fr/sites/default/files/pdf/2012_09-Memo_Mobilite_BAT.pdf)

□ 녹색건축

54) Paris Batignolles Aménagement(2012), 「끌리쉬 바티놀 사업설명서(Extrait du règlement de consultation des opérateurs)」, pp.16-32.

(http://www.pavillon-arsenal.com/evenements/57/extrait_reglement_consultation_operateurs.pdf) (2012.07 접속)

55) 파리지 홈페이지-끌리쉬 바티놀 협동정비구역 부분 내용 참조

(http://www.paris.fr/accueil/urbanisme/clichy-batignolles-la-grande-reconquete/rub_9650_actu_96821_port_23751) (2012.07 접속)

클리쉬-바티뇰 구역의 건축물은 RT2005에 따라 현재의 일반 건축물 에너지 소비기준의 75% 이상 절감해야 한다. 이를 위하여 건축물의 밀집성, 단열성능의 고성능 (외부와 창호), 건축물 내부에 들어오는 태양열의 보관, 유리로 된 표면과 불투명한 외피의 비율, 여름철의 태양열의 회피, 개구부의 방수, 이중환기와 높은 열환수 등을 고려하도록 하고 있으며 이를 통해 도달할 수 있는 에너지 소비량은 연간 18.28 kWh/m²/an 정도로 예상하고 있다.

□ 에너지⁵⁶⁾

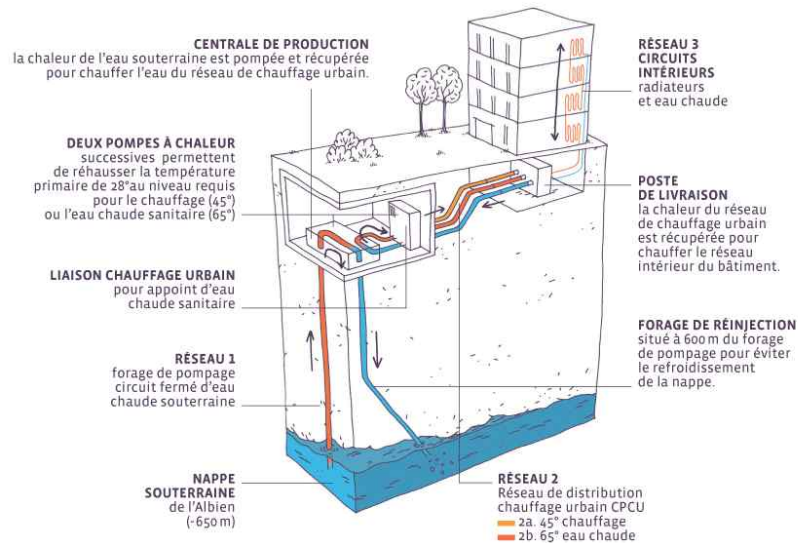
에너지 절감 계획은 각 부문에서 에너지소비절약 부분과 에너지 생산부문으로 나누어 계획하였다. 건축물 난방부문에서의 CO₂ 배출량 제로를 목표로 자연재생에너지를 85% 활용하도록 하였다. 목재를 활용한 난방기관에 지열을 접목하여 지하 1,000~2,000m에서 직접 천공되는 60℃의 온수를 활용하여 난방에 활용하고자 하였으며 태양광을 사용하여 외부조명, 건축물 내부조명, 난방기구 동력의 조력, 온수 등에 이용하도록 하였다. 건축물 냉방부문에서는 ‘캐나다식 우물’이라 불리는 지열을 이용한 냉방을 활용하여 에너지를 절감하고자 하였다. 또한 화장실 지붕에서의 태양광 발전을 통하여 생산된 전력으로 화장실 및 공공시설에 필요한 에너지를 충당하도록 하고 철도변에는 20,000m²의 태양열 집광판을 설치하여 단지에서 소모되는 에너지를 생산하도록 하였다.

클리쉬 바티뇰 구역에서 사용된 물은 재활용을 원칙으로 하고 있어 우수집정 장치를 사용하고 있다. 지붕과 철도에 떨어진 비교적 가장 깨끗한 우수는 필터링을 통하여 화장실에서 사용되거나, 세탁, 청소 등에 사용되고 세면대나 욕조에서 사용된 중간수준의 오염된 물은 가정 내에서는 필터링과 수생식물을 이용하여 정화된 후 재사용되도록 하였다. 가장 오염이 심한 화장실에서 사용된 물은 구역 내에서 처리된 후 바이오가스를 생산하도록 하였다. 이를 통해 프랑스의 일반가정에서 사용하는 물의 양 대비 50% 정도를 절감하는 효과를 얻을 수 있다. 가정 뿐 아니라 구역 내 공원에서 필요한 에너지는 풍력발전으로 충당하고 정원수는 우수를 집수하여 활용하도록 하였다.

한편, 구역 내 폐기물처리에 있어서는 ‘진공폐기물처리방식’으로 특화된 에너지 절감

56) SEMAVIP(2009), 「le dossier de réponse au concours Ecoquartier du MEEDDAT – mars 2009」, pp.22-26. (<http://clichy-batignolles.fr/espace-docs/espace-doc>)

방식을 채택하고 있다. 각 가정의 쓰레기는 진공 집하관을 통해 중앙으로 모아지고, 모아진 쓰레기는 압축된 후 컨테이너에 저장되어 근거리에서 위치한 철도를 통하여 이동된다. 이는 쓰레기 수거 트럭 운행에서 발생하는 온실가스 배출량을 없앨 수 있으며, 재활용을 활성화 시키게 하는 효과를 동시에 지닌다.



[그림 3-9] 순환 시스템에 의한 우수집정 장치

출처: 파리지 에코지구 기본계획 2012 (http://clichy-batignolles.fr/sites/default/files/pdf/2012_09-MEMO_EcoQuartier-BAT.pdf)

□ 녹지 및 생태

클리쉬-바피놀 구역은 사업지구 중앙의 10ha에 달하는 마틴루터킹공원을 중심으로 단지 내·외부를 연결하는 녹색네트워크를 구축하였다. 마틴루터킹공원은 분수, 습지 등 다양한 수공간을 통해 물순환시스템의 공간으로 계획되었는데 여러 운하들로부터 우수를 모아 비오톱 연못으로 흘러보낸 뒤, 풍력을 이용한 기계식 펌프를 활용하여 공원용수로 재이용하도록 하였다.



PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES INTEGRES

< 옥상을 이용한 태양광 발전 >



BASSIN BIOTOPE DANS LE PARC

< 옥상을 이용한 태양광 발전 바이오톱 연못 >

[그림 3-10] 끌리쉬-바띠놀 구역 신재생에너지 이용

출처 : 끌리쉬-바띠놀 홈페이지-에코지구 부문

(http://clichy-batignolles.fr/sites/default/files/pdf/2012_09-MEMO_EcoQuartier-BAT.pdf)

② 저탄소 계획요소 적용 현황

끌리쉬-바띠놀 구역은 다양한 저탄소 계획요소를 적용하고 있다. 에너지부문 계획 요소의 적용이 가장 두드러지게 나타나고 있는데, 이는 ‘탄소제로단지’를 목표로 하고 있기에 탄소배출량을 저감하기 위해 에너지소요를 줄이거나 대체하기 위한 다양한 계획들이 적용된 결과라고 할 수 있다.

[표 3-8] 끌리쉬-바띠놀 구역의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석방향	세부계획요소		계획현황
	항목	내용	
공간계획	토지이용	- 복합토지이용 계획	- 주거, 상업, 업무, 서비스시설 등을 복합적으로 계획
		- 이전적지 재개발	- 철도부지 이전으로 도시 내 대규모 유휴지를 복합주거단지로 재개발
	경관	- 조망권 확보	- 공원의 조망권을 최대한 보장하도록 건축물을 배치
		- 경관형성	- 초고층건축물 도입하여 랜드마크 형성
교통	교통체계	- 거리체계 연결성	- 주변 도시가로와 구역 내 가로가 연결되도록 가로망을 계획함
		- 공공공간의 접근성	- 공원으로서의 접근용이하도록 계획
	보행·자전거	- 자전거활성화	- 곳곳에 자전거주차장 마련
	대중교통	- 대중교통활성화	- 대중교통 편의성 증진
		- 녹색대중교통	- 기존 파리지 외곽순환 노면전차선 연장
			- 단지 내 녹색교통수단 도입

에너지	신·재생 에너지시 스템구축	- 태양광 발전 시스템	- 태양광 사용하여 외부조명, 건축물 내부조 명, 난방기구 동력, 온수 등에 이용
		- 태양열 발전 시스템	- 태양열발전으로 온수 공급
		- 지열 발전 시스템	- 지열 이용한 냉방 활용
		- 풍력발전 시스템	- 공원에서 풍력활용하여 우수집수
	자원순환 · 폐기물 활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리	- 공원에서 집수한 우수를 공원용수로 재활 용
		- 폐기물관리 기반조성	- 폐기물처리방식에서 특화된 에너지 절감방 식을 채택(각 가정 쓰레기 진공 집하관통해 중앙에 모아진 후, 압축저장, 근거리 위치 한 철도로 이동)
녹지/ 생태	녹지·생 태환경 계획	- 녹지 네트워크	- 사업지구 중앙공원과 주변이 연속되는 녹 색네트워크 구성
녹색건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고 려한 건축계획(자연채 광)	- 일조 고려한 건축계획
	저에너지 건축설비	- 고효율 환기 시스템	- 이중환기
		- 고단열 고기밀 자재	- 고단열 자재
		- 고성능 창호	- 고성능 창호
녹색생활/ 녹색경제	녹색생활	- 커뮤니티의 연속성	- 전체 50%를 사회임대주택으로, 학생과 젊 은 직장인을 위한 스튜디오 800호 포함

3. 네덜란드 GWL 지구⁵⁷⁾

1) 개요⁵⁸⁾

① 저탄소 주거단지 조성의 배경

GWL지역은 1851년부터 암스테르담의 급수시설이 있던 곳으로 1900년대 초부터 인구가 증가함에 따라 식수 공급시설이 건설되기도 하였으나 1980년대부터 시설이 낙후되어 현대화가 요구되면서 급수시설이전이 결정되었다. 급수시설 이전으로 인해 유휴지로 전락하면서 재개발이 요구되었고 지역 주민들이 보행전용의 친환경 주거단지로 건설할 것을 요구함에 따라 환경 친화적 카-프리(car-free) 주거 지구로 재개발되게 되었다. 지방정부 웨스트파크(Westerpark)는 보행위주 친환경 주거단지를 위한 도시계획일정이 수립되기 전부터 주민들과 함께 친환경단지 건설을 위한 선도적인 역할을 하였다. 계획단계에서 주로 참여한 뒤, 사업시행 단계에서는 Ecoplan Foundation⁵⁹⁾이 주도적으로 사업을 시행하였다.



[그림 3-11] GWL 지구 전경
출처 : GWL 홈페이지 (<http://www.gwl-terrein.nl>)



[그림 3-12] GWL 마스터플랜
출처 : GWL 홈페이지

57) 한국토지주택공사 토지주택연구원 도시연구실 임정민 수석연구원의 원고를 바탕으로 재정리하였음

58) GWL 공식 홈페이지 'Factsheet 1:History of the area' (<http://www.gwl-terrein.nl>) (2012.08 접속)와 관련 문헌 「Europe's Vibrant New Low Car(bon) Communities」 (N. Foletta., S. Field., 2011), 「Situation KCAP」 (F. Borries et al., 2005), 「Urban Ecology. Innovations in housing policy and the future of cities」 (J. Scheurer., 2011), 「Demonstration Projects for Sustainable Building」 (P. FEMENÍAS, 2004) 내용 참조

59) 5개의 지역 주택 조합(Protestant Housing Association (PWV) 과 Rochdale Housing Association, Zomers Buiten Housing Association, De Key Housing Foundation, Algemene Woningbouwvereniging (AWV Housing Association))으로 이루어진 합작 투자사

② 사업 기본개요

GWL지구는 암스테르담 중앙역에서 3킬로미터 떨어진 곳에 위치한 면적 약 6ha의 지역으로 625가구의 주거지로 개발되었다. 도시 내 유희지 재개발방식으로 시정부소속 주택조합들의 합작 투자사인 Ecoplan Foundation이 주체가 되어 사업을 추진하였다. 사업 자금은 중앙정부의 펀딩(VROM(주택, 공간계획, 환경관리를 관장하는 정부부처)의 Green loan⁶⁰⁾)과 지방정부 암스테르담시의 친환경재료비용 보조로 충당하였다. 1994년 도시설계안을 완성하여 1995년 착공하였고 1998년 완공된 단지이다. 대중교통을 기반으로 한 고밀 주거단지의 성공적인 사례로 평가 받고 있으며 개발 이후 부동산가치가 4배 상승할 정도로 인기 많은 주거단지로 자리잡았다.

③ 사업의 기본방향

GWL지구는 카-프리 방식을 비롯하여, 우수 재활용, 쓰레기 분리수거, 친환경적이 지 못한 재료 사용 금지 등 생태적인 개발 방식으로 추진되었다. 기존의 대상지 특성과 연계하여 여러 단계의 방법들을 고안하여 발전시켰는데 우선, 대상지가 서 측의 산업시설들과 동 측의 19세기 건물들의 경계라는 위치적 특성을 반영하여 서 측에 벽 형식의 판상형 주거를 배치함으로써 소음과 혼잡함을 차단하고 아늑한 주거환경을 조성하였다. ‘지속 가능한 집적화 건물’이라는 기본설계 방향에 따라 기존 건물의 재활용, 단지내 차량 통행 금지, 차별화된 외부공간 조성 등 채택하였다.

2) 사업 추진과정⁶¹⁾

1991년 스타츠리든버트(Staatsliedenbuurt) 주민들이 친환경적 카-프리 개발을 위한 제안서를 지방의회에 제출하면서 GWL의 친환경 주거단지로의 개발이 시작되었다. 대상지의 친환경 주거단지 가능성을 파악하기 위하여, 국제 도시 환경 연구소(the International Institute for Urban Environment)⁶²⁾가 물, 에너지, 폐기물, 식생 등의

60) 중앙정부에서 지속가능한 건축에 대한 비용을 지원하는 ‘그린 론(Green loan)’ 프로그램을 통해 GWL지구에 비용지원

61) GWL 공식 홈페이지 ‘Factsheet 2:Origins’, ‘Factsheet 5:Maintenance’ (<http://www.gwl-terrein.nl>) (2012.08 접속) 및 Cornie Marseille (Umbrella Association for the Water-Company Site소속)과의 이메일 인터뷰(2012.08) 내용 참조

네 가지 환경요소를 중심으로 실현 가능한지 조사하였고, 암스테르담시 내부적으로는 ‘워킹그룹2000’을 결성하여 교통을 배제한 보행 위주의 지역으로서의 가능성을 테스트하였다. 면밀한 현황분석 및 사전조사과정을 거쳐 1992년 시에서는 지역 재개발주체와 주민 대표들과 함께 친환경 주거단지의 개념에 대한 규약을 체결하였고, 1993년 이러한 기본원칙들은 도시계획일정 (SPvE: Urban Planning Schedule of Requirements)에 공식적으로 문서화되었다.

1993년 도시설계회사 KCAP와 조경회사 WEST8이 설계를 맡아 거주민 대표와 사업 투자자들이 포함된 자문단과 협의하여 도시계획안을 완성하였다. 이 과정에서 환경자문회사인 BOOM은 지역사회를 대표하여 계획안의 환경적인 측면에 대해 조언, 지속적으로 체크하였다. 또한, 친환경 요소들을 준수하여 개발하기 위해 초기단계부터 미래의 거주민들을 계획과 설계단계에 참여시켰고 워킹그룹2000은 주민설문조사를 통해 지역주민의 관심을 높이고 의견을 수렴하였다. 한편, 당시 민간 사업자들은 환경 친화적인 개발에 큰 관심이 없었기 때문에, 시정부의 주택 조합(housing corporation)들이 사업을 주도하였다. KCAP와 Ecoplan Foundation은 1994년 개별건축물의 설계를 위한 건축가를 선정하였고 각 건축회사는 건축가와 거주민들로 구성된 5개의 디자인팀을 구성하여 지역주민센터에서 정기적으로 모임을 가지며 건축계획을 함께 진행하였다. BOOM은 지속적으로 디자인팀에 환경친화적 차원에서 조언을 하였다.

1995년부터는 3단계에 걸쳐 시공이 이루어 졌고, 1998년 완공되었다. 준공된 후 GWL 주거 단지 자체적으로 환경 상태를 모니터하기 위해 ‘GWL 엀브렐라 어소시에이션(Umbrella Association)’을 설립하여 친환경 주거단지의 유지관리를 담당하고 있다. 이 지역 사업에 관심 있는 일반인들에게도 멤버십을 개방하여 참여를 유도하고 있다.

[표 3-9] GWL지구의 사업 관련주체

구분		주체
공공	사업주체	Ecoplan Foundation(시 소속 주택조합들의 합작 투자사)
		지방정부 Westerpark
	협력기관	중앙정부 VROM(주택, 공간 계획, 환경 관리를 관장 하는 정부부처)

62) the International Institute for Urban Environment, 줄여서 IIUE라고도 한다. 도시발전의 주요 고려 요인인 도시의 지속가능성을 증진시키기 위하여 1989년 네덜란드 델프트에 건설된 연구소임

		암스테르담 시
		암스테르담시 수공급 회사 (토지소유주)
		암스테르담시 워킹그룹2000 (2000Working Party)
		지방정부 Staatsliedenbuurt 지자체
		국제 도시 환경 연구소(IIUE:International institute for urban environment), 델프트시
전문가	도시설계	KCAP
	조경설계	WEST8
	건축	10명의 건축가 선정
	환경자문	BOOM
주민		지역주민

※ 출처 : GWL 공식 웹사이트 ' Factsheet 5:Maintenance' (<http://www.gwl-terrein.nl>) 내용 및 Cornie Marseille (Umbrella Association for the Water-Company Site소속)과의 인터뷰(2012.08) 내용 참조

[표 3-10] GWL지구 사업 추진과정

연도	사업추진 과정
1989	급수시설이었던 대상지의 용도를 주거용도로 변경
1991	주민들이 보행전용 친환경 주거단지 건설 요구, 의견을 모아 지방의회에 제출
	대상지의 친환경 주거단지로의 가능성 여부 조사 - 국제 도시환경연구소, 2000 Working Party에서 가능성 조사
1993	도시계획일정(SPvE: Urban Planning Schedule of Requirements)에 공지 - 구의회, 지역주민
	도시계획안 작성 (도시설계 KCAP, 조경설계 WEST8)
1994	개별건축설계를 위한 건축가 선정 - KCAP와 Ecoplan Foundation이 선정
	건축가와 여러 명의 거주민들로 구성된 디자인팀 구성하여 주민 교육, 의견 수렴, 건축계획안 작성, 완료
1995	착공, 3단계에 걸친 단계적 건설
1998	1998년 2월 완료

※ 출처 : GWL 공식 홈페이지 'Factsheet 2:Origins' (<http://www.gwl-terrein.nl>) 내용 참조

3) 저탄소 도시계획 현황

① 저탄소 도시계획⁶³⁾

□ 공간계획

GWL지구는 친환경적 녹색 고밀도 주거 지구로 차별화를 두었다. 주거용도와 함께 지역 사회 센터 및 여러 상업·업무 시설이 위치해 있고, 카페, 사무실 및 체육관 등의 시설들이 단지 내에 배치되어 복합적으로 토지를 이용하고 있다. 또한 19세기의 폐쇄형 블록(closed block) 도시 디자인 접근 방식과 자연 채광, 녹색의 쾌적한 환경을 중시하는 20세기의 방식을 결합하여 새로운 주거지구로 계획하였다. 구역 외곽으로 선형의 주거동을 배치하여 외부 소음을 막아주고 내부는 대각선과 직교체계를 혼합하여 건축물을 자유롭게 배치함으로써 오픈스페이스를 확보하였다. 이로 인해 대각선 방향으로의 바람길을 형성하여 대기 순환이 이루어지고 시야가 확보되어 쾌적하고 안전한 주거 환경 창출하고 있다. 한편, 개별정원을 가지는 단독주택부터 탑상형 주거, 중정형 주거 등 한 단지 내에서 다양한 주거유형을 배치하였다.



<대각선과 직교체계를 혼합한 블록 배치>



<녹지가 풍부한 쾌적한 가로공간>

[그림 3-13] 개인정원, 오픈스페이스 확보를 통한 쾌적한 주거환경 창출
출처 : alfa-aurora 공식홈페이지 (http://www.alfa-aurora.net/uploads/media/GWL_terrein_Amsterdam.pdf)

63) GWL 공식 홈페이지 'Factsheet 4:Environment' 와 'Examples of sustainable practice in the urban environment' (<http://www.gwl-terrein.nl>) 내용 참조

□ 교통

GWL지구 전체는 토지이용계획 상 ‘보행전용지역’으로 지정되어, 자동차 진입이 불가능하며 긴급 차량만 진입이 가능하다. 이러한 환경으로 인하여 거주민들은 자연스럽게 차를 소유하지 않거나 사용하지 않게 되었고, 보행이나 자전거, 대중교통수단을 이용하게 되었다. 한편, GWL 지구의 카-프리(car-free) 규정은 어린이들을 위한 안전한 놀이공간과 어른들을 위한 과일나무 등의 녹지 공간이 새로이 형성되는 계기가 되었다. 카-프리 정책으로 인해 대중교통 접근성은 GWL 주거 지구에 있어서 가장 중요한 요건이 되어, 버스와 트램, 자전거 이용 시 접근성 측면에서 최적의 위치를 확보하였다.



< 암스테르담 도심과 연계된 대중교통 체계 >
출처 : ITDP(2010), "GWL Terrein"(http://www.itdp.org/documents/092211_ITDP_NED_GWL.pdf)



< 안전한 자전거이용 환경 >
출처 : GWL 공식홈페이지(<http://www.gwl-terrein.nl/files/artikelen/carfree%20housing.pdf>)

[그림 3-14] GWL 카-프리 지역의 자전거, 대중교통 이용 여건

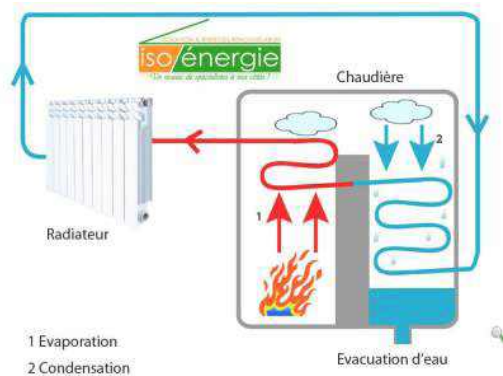
□ 녹색건축

GWL 지구의 건축물은 채광(자연형 태양 에너지)에 유리하도록 건물의 향을 남향으로 구성하였고 주요 생활공간을 남쪽에 두어 일조에 유리한 쾌적한 실내 공간 창출하였으며 기존 물공급회사의 건물을 보존하여 재활용하였다. 친환경 재료 사용, 가변형 평면 계획, 일조에 유리한 건물 배치, 인동간격을 고려한 설계, 각 가구의 주출입구 개별화 등 환경 친화적인 원리를 적용하였으며 옥상녹화, 이중 유리(단열) 사용, 폐열회수 시스템, 태양열 집열기 등을 도입하여 친환경 녹색건축물로 설계하였다. 이와 함께, 암스테르담시의

친환경 기준 리스트를 건설재료의 선택 기준으로 차용하고 네덜란드 에너지 성능 표준 (EPN)을 건축물의 에너지 성능 기준으로 설정하였다.



[그림 3-15] 채광에 유리하도록 설계한 주거동
출처: GWL공식홈페이지 (<http://www.gwl-terrein.nl>)



[그림 3-16] 폐열회수시스템
출처: GWL공식홈페이지(<http://www.gwl-terrein.nl/files/artikelen/TPE%20eco-quartiers.pdf>)

□ 에너지

GWL지구 내 중앙연못을 중심으로 수공간 네트워크를 형성하여 우수를 집수하여 재 활용하도록 하였다. 이를 위해 중앙연못은 우수저장소 역할을 하도록 조성하였으며 분류식 하수도 방식을 채택하였다. 한편, 옥상에서도 우수를 재활용하는 방안을 채택하였는데, 저층 건물의 경우, 플라스틱 혹은 콘크리트 우수 저장 탱크를 건물 지하에 설치하여 관리, 화장실용수의 절반을 공급하고 있다. 우수를 활용한 화장실은 단 4리터로 그 사용량(보통 9리터)을 절감할 수 있다. 고층 건물의 경우, 옥상녹화를 통해 빗물을 흡수 및 저장, 관리하여 일시적으로 중앙 연못으로 유출시키기도 하며, 남은 우수는 정원에 활용하고 있다.

한편, 남향건축물에 한하여 태양열 에너지를 이용하여 효율을 높이고 기존 물공급 시설에 있었던 열병합 발전소를 이용하여 주거단지에 온수와 전기를 공급하도록 하였다. 또한 암스테르담 시 최초로 쓰레기 지하 집하장을 설치하여 폐기물관리 기반을 조성하였다.

□ 녹지 및 생태

녹지는 주거동과 함께 녹지 클러스터를 형성하며 일련의 ‘섬’ 형식으로 구획되었다. 개인 정원과 공용 정원이 주거 유닛과 함께 건설되어 있으며, 직선형태의 건물과 곡선형태의 조경이 혼합 배치되어 있다.

또한, 기존에 존재하던 60미터 규모의 생울타리(hedge)를 재사용하고, 새로이 조성되는 녹지를 개인, 공공, 반공적 녹지로 분류하여 주민 스스로가 가꿀 수 있도록 하였다. 또한 다양한 수종을 식재하여 빠른 성장, 다수의 묘종 생산, 계절에 따른 변화 뿐 아니라 교육적 효과를 갖도록 하였다.



[그림 3-17] 빗물 저장소의 역할을 하는 중앙 개울
출처: GWL 홈페이지(<http://www.gwl-terrein.nl/?english>)



[그림 3-18] 생울타리를 이용한 외부 공간 디자인
출처: GWL 홈페이지(<http://www.gwl-terrein.nl/?english>)

□ 기타

GWL지구는 자체적으로 환경 체크리스트 만들어 설계 및 건설에 있어 가이드라인처럼 사용하였다. 한편, GWL지구 계획 및 건설을 위한 환경 자문 업체인 BOOM이 건설재료, 에너지 절약, 순환 시스템 등에 대한 DCBA라는 점수리스트를 만들어 관리하였다.

② 저탄소 계획요소 적용 현황

GWL지구는 ‘카-프리 단지’로 계획되어 ‘저탄소’를 달성하기 위해 계획된 것은 아니지만, 결국은 탄소저감을 유도하는 방향으로 조성되었다. 18가지의 요소가 적용되었으며 교통체계와 에너지, 녹지/생태 부문에서 주로 적용되고 있다.

[표 3-11] GWL지구의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석방향	세부계획요소		계획현황
	항목	내용	
공간계획	건축물 배치	- 자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치	- 탁트인 시야 확보와 바람길 형성을 위한 단지 배치
		- 주택유형의 다양화	- 가변성있는 평면으로 다양한 주거유닛 계획
	경관	- 경관형성	- 단지 내 녹지구성의 체계화를 통해 통일성있는 경관조성
		- 거리체계의 연결성	- 직교 그리드형 보도 계획
교통	교통체계	- 대중교통 지원 입지	- 버스, 트램, 자전거 연계, 접근성최적 위치 확보
		- 자전거활성화	- 지구내 카프리(car-free) 규정 - 버스, 트램, 자전거 연계, 접근성최적 위치 확보
	보행·자전거	-보행·자전거 전용도로 및 네트워크	- 지구내 카프리(car-free) 규정
에너지	신·재생 에너지시스템 구축	- 태양열 발전 시스템	- 태양열 집열기 도입
	자원순환·폐기물 활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리	- 우수 집수 및 재활용 - 우수 또는 자연배수를 통해 중앙연못에 집수, 우수저장공간 역할 - 옥상 우수 재활용 방안 채택(화장실 용수, 정원용수에 활용) - 분류식 하수도 방식 채택
		- 폐기물 재활용	- 폐열회수 시스템 도입 - 계간 재활용
녹지/생태	녹지·생태환경 조성	- 생태통로 조성	- 60m규모의 생물타리 재사용(동물들의 생태통로, 친환경적 기능 수행)
		- 옥상녹화, 벽면녹화	- 옥상녹화
	녹지·생태환경 계획	- 녹지 네트워크	- 녹지 클러스터(green cluster) 연계
녹색건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고려한 건축계획	- 일조에 유리한 건물배치(남향배치), 인동간격을 고려한 설계
	저에너지 건축설비	- 고단열 고기밀 자재	- 이중 유리단열 사용
녹색생활/녹색경제	녹색생활	- 커뮤니티의 계획참여	- 새롭게 조성되는 반공적 녹지를 주민들이 가꿀수 있게 함

4. 네덜란드 태양의 도시 (Stad van de Zon)⁶⁴⁾

1) 개요⁶⁵⁾

① 저탄소 주거단지 조성의 배경

1990년대 초, 네덜란드정부의 VROM(주택, 공간 계획, 환경 관리를 관장 하는 정부 부처)은 주택난 해소를 위해 전 지역에 걸쳐 비넥스(VINEX(Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra))프로그램의 일환으로 교외주거지를 건설하였다. 한편, 1989년 주정부가 태양열 주거 확산을 위하여 네덜란드 최초로 카스트리쿰(Castricum)시에 독립형(off-grid) 태양열 주거를 건설하였고, 이를 계기로 ‘태양열 도시’에 대한 관심이 커지기 시작했다. 동시에, 시정부 주택국의 목표는 세입자들의 주거 생활비 저감이었었는데, 이를 위해 에너지 소비를 줄이면서 환경적으로 도움이 되는 방향을 고려하고 있었다.



< 역 매립 이전에 농지였던 대상부지 >



<태양의도시로 개발된 현재모습>

[그림 3-19] 태양의 도시 전경

출처 : 히어휴고발드시 공식 웹사이트(<http://www.heerhugowaard.nl/>)

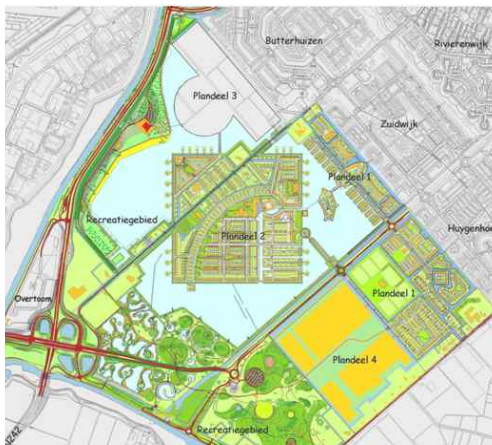
64) 한국토지주택공사 토지주택연구원 도시연구실 임정민 수석연구원의 원고를 바탕으로 재정리하였음

65) 히어휴고발드시 공식 웹사이트 2012년 현재 추진 현황 (<http://www.heerhugowaard.nl/>) (2012.08 접속), Joost Bruijn(히어휴고발드 시의 도시개발 프로젝트 매니저)과의 메일 인터뷰(2012.08), 관련 문헌 「Stad van de Zon reflecties」 (L. Verhoef, 2009), 히어휴고발드 시의 계획 자료 (Bestemmingsplan Heerhugowaard-Zuid: Plantoelichting), 「A duet practice of low carbon city from Holland to China」 (H. Wei외 1인, 2009), 「Presentation at Workshop Riskmanagement in grootschalige zonnestroomprojecten in de gebouwde omgeving, Heerhugowaard」 (Verberne,C, 2006) 내용 참조

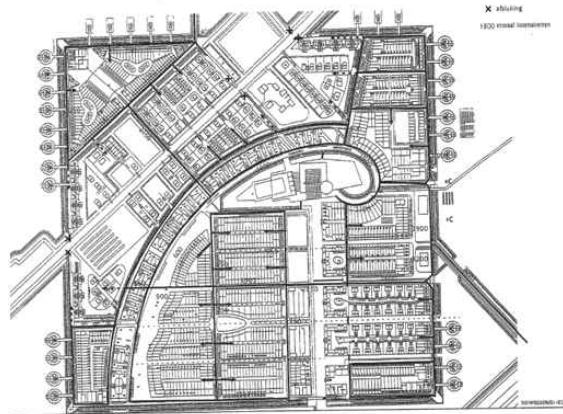
이런 배경에서, 1991년 시정부, 주정부, 민간 개발업자는 비넥스 프로그램에 의한 태양열 주거지 건설을 계획하게 되었고 1992년, 북홀란드주 지방정부는 알크마(Alkmaar), 랑게다익(Langedijk), 히어휴고발드(Heerhugowaard)의 중간 위치에 새로운 비넥스 타운을 개발하기로 합의하였다.

② 사업 기본개요

‘태양의 도시’는 네덜란드 북부 히어휴고발드 시의 교외지역으로 지리적으로 북해와 아이미어(IJmeer)호수의 중간에 위치한 간척지이다. 히어휴고발드시 ‘남부지역 개발계획’의 일 부분으로 약 300ha의 면적에 3,000세대를 위한 새로운 주거지로 계획되었다. 네덜란드 정부와 히어휴고발드 시가 사업주체로 비넥스 프로그램의 일환으로 진행된 사업으로 사업자금은 유럽연합 보조금, North Holland 주정부, Noun 전력회사, 지방정부(히어휴고발드 시), 민간투자자에 의해 충당되었다. 1992년 선정되어 사업이 시작되었고 2012년 완공 예정에 있다.



〈 남부지역 개발계획 〉



〈 태양의 도시 부분 계획 〉

[그림 3-20] 태양의 도시 개발계획

출처 : 히어휴고발드시 공식 웹사이트(<http://www.heerhugowaard.nl/>)

③ 사업의 기본방향

‘태양의 도시’는 단독사업지가 아니라 ‘히어휴고발드 남부 지역’의 4개의 개발구역 중의 하나에 해당된다. ‘히어휴고발드 남부 지역’은 4개의 구역과 주변 녹지 및 수공간으로 구분하여 단계적 개발하고 있는 지역으로 일부 구역만이 건설을 완료하였고 제2구역인 태양의도시는 진행 중에 있다. 사업의 목표는 2030년까지 이산화탄소 배출중립을 완전히 이루어내는 것으로 에너지소비 감소와 이산화탄소 배출 억제를 위한 탄소중립주거의 조성을 목표로 하며 교통, 오픈스페이스, 수공간의 유기적인 균형이 가장 중요한 개념이다.

2) 사업 추진과정⁶⁶⁾

정부의 VROM의 비넥스 프로그램 주거지 건설이 공고된 후, 1992년 주정부의 요청으로 히어휴고발드 시와 알크마 시, 그리고 랑게다익 시(HAL지역)⁶⁷⁾가 새로운 도시개발을 위해 협력을 하기 시작하였다. 이 시기에 시정부가 계속 시도해 왔던 태양열 에너지를 위한 주거를 도시 전체에 적용하려는 아이디어가 나왔고, 이를 ECN, TNO등의 연구소에 연구 용역을 주어 그 가능성을 확인하였다. 1993년 초기 회의에서는 히어휴고발드 시가 초대 한 유명 계획가인 Ashok Bhalotra(Kuiper Compagnons 설계회사)에 의해 ‘태양의 도시(Stad van de Zon)’ 계획이 시작하였다.

태양열에 기반한 도시 아이디어는 1997년 좀더 구체화 되어 ‘태양의 도시’ 지역을 위한 도시계획일정 (SPvE: Urban Planning Schedule of Requirements)이 완성되었다. 이 문서는 환경친화 분야가 우선순위로 작성되었으며 이를 위해 델프트 공대의 환경 설계 교수인 Cees Duijvestein의 도움을 받아 이지역의 환경 계획이 만들어졌다. 정치인들의 적극적인 후원, 주민과 시민단체들의 참여로, 정치적 의사 결정과정에서 거의 반대가 없이 진행되었다.

1999년 HAL지역에 5MW 태양열 집열판의 설치 자금 마련을 위한 성명'에 서명하면서 북부홀랜드(North Holland)주정부와 Nuon(전력 회사)가 이를 위한 자금 지원하였다. 2000년에는 이를 위해 유럽정부 차원의 보조금 지급이 결정되었고 2002년, 네덜란드 정

66) PVUpscale 홈페이지(<http://www.pvupscale.org/>) 및 「Stad van de Zon reflecties,」 (L. Verhoef, 2009) 내용 참조

67) Heerhugowaard시, Alkmaar시, Langedijk시등 세 지역을 HAL-locatie(HAL지역)이라함

부의 보조금 중단으로 북부홀랜드 주정부, Nuon(전력 회사)과 히어휴고발드 시에서 부족액을 채우기로 결정하였다. 2004년 태양의도시 지역의 공사가 시작되어 2012년 완공될 예정이다.

[표 3-12] 태양의도시 사업관련주체

구분		주체
공공	사업주체	지방정부 히어휴고발드 시
	협력기관	European Commision(유럽정부)
		북부홀랜드(North Holland) 주정부
		Nuon(전력 회사)
		VROM(주택, 공간 계획, 환경 관리를 관장 하는 정부 부처)
		HAL 사업 본부(Alkmaar시, Heerhugowaard시, Langedijk시)
		ECN (네덜란드 에너지 연구 센터)
		TNO
전문가	도시설계	Kuiper Compagnons
	건축·조경설계	Hosper 등 여러 건축 및 조경회사
	환경	델프트 공대의 환경 설계 교수인 Cees Duijvestein
민간업체		VBM Ontwikkeling
		Vos Alkmaar B.V, Bouwfonds, Bouw Combinatie Heerhugowaard, Henselmans Building Enterprise, Bink Bouw B.V. 등
주민		지역주민

※ 출처 : PVUpscale 홈페이지(<http://www.pvupscale.org/>) 및 「Stad van de Zon reflecties,」 (L. Verhoef, 2009) 내용 참조

[표 3-13] 태양의도시 사업 추진과정

연도	사업추진 과정
1991	VINEX 프로그램 결정
1992	태양열 에너지 주거단지 아이디어 도출 - 히어휴고발드 시와 알크마시, 그리고 랑게다익 시(HAL지역)가 새로운 도시개발을 위해 협력
	아이디어의 가능성 평가 및 확인 - 히어휴고발드 시에서 ECN과 TNO에 연구 용역
1995	도시비전 승인 - 히어휴고발드 시와 알크마 시, 그리고 랑게다익 시 등 서로 다른 세개의 도시는 서

	로 합의하에 전체 도시의 비전 승인
1997	‘태양의 도시’ 도시계획일정 완성 - 친환경분야 중점적으로 계획 - 시민, 전문가 등 관련 주체들의 적극적인 참여
1999	주정부와 전력회사의 태양열 에너지 프로젝트 보조금 지급 - 보조금 지원을 받기 위해 서명운동 실시
2000	유럽정부 차원의 보조금 지급 결정
2004	‘태양의 도시’ 지역 건설 시작
2012	이번해 완공 예상 - 1,600호 계획 중 1,500호 건설 완료

※ 출처 : PVupscale 홈페이지(<http://www.pvupscale.org/>) 및 「Stad van de Zon reflecties」 (L. Verhoef, 2009) 내용 참조

3) 저탄소 도시계획 현황

‘태양의 도시’는 ‘탄소 저감’과 관련이 깊은 ‘태양열 도시’로 계획되어 태양열, 태양광 에너지를 이용하며, 매립지라는 특성을 토대로 수질 정화 및 재사용을 위한 ‘물순환 시스템’을 구축하였다.

① 저탄소 도시계획⁶⁸⁾

□ 공간계획 및 교통

‘태양의 도시’ 프로젝트는 환경적인 지속가능성의 개념뿐 아니라, 사회적, 문화적 그리고 경제적인 지속가능성의 개념도 중요하게 다루어졌다. 3,000 세대의 주거는 사회임대 개념의 주거에서부터, 시장원리에 충실하게 공급된 주택까지 다양한 종류와 가격의 주거를 공급하였다. ‘태양의 도시’는 700mx700m의 섬은 보행거리에서 모든 곳을 갈 수 있는 형태로 계획되었고 지역의 80%정도는 남향의 도시 구조를 기본으로 계획되었다. 한편, 공공시설 및 공공공간을 주거단지와 조화를 이루며 모든 시설들은 주거로부터 걸어 다닐 수 있는 거리에 배치되었다.

68) PVupscale 홈페이지(<http://www.pvupscale.org/>) 및 「Stad van de Zon reflecties」 (L. Verhoef, 2009) 내용 참조

□ 에너지

히어휴고발데시의 목표는 2030년까지 이산화탄소 배출중립을 완전히 이루어내는 것으로 단지 내 쓰이는 에너지는 재생가능에너지로 공급하도록 계획되었다. 태양광전지의 설치와 에너지 절감 주택 그리고 레크리에이션 지역에 들어선 3대의 2.3MW 용량의 풍력 발전기에 의해 공급하도록 하였다. 프로젝트에 투입된 태양광 전지의 총 면적은 50,000m²로 이는 비슷한 개념으로 실현된 네덜란드 아머스펠트(Amersfoort) 근교의 신도시인 뉴랜드(Nieuland)의 5배의 규모이다.⁶⁹⁾ 현재, 각 가정의 지붕에 올려진 태양광 발전기들의 총 에너지 생산량은 3.75 MW으로 접경지역인 알크마시와 랑게다익시의 1.25 MW의 태양광 발전량을 합치면 전세계 주거지역 중 가장 많은 5MW를 생산해내는 셈으로 에너지 생산 측면에서 매우 우수하다. 한편, 대상지 전체에 걸친 물순환시스템을 통해 우수를 재활용하도록 하였다.



〈태양광 발전시설을 이용한 가로시설물〉



〈공동주택에서의 태양광 발전시설〉

[그림 3-21] 태양광 발전시설

출처 : 히어휴고발드시 공식 웹사이트(<http://www.heerhugowaard.nl/inwoners/projecten/nieuwbouwprojecten/stad-van-de-zon/projectbeschrijving/>)

69) Nieuland 주거단지 : Amersfoort시 교외지역에 VINEX 정책에 의해 조성된 생태주거단지로서, 총 1.35MW의 태양광전력을 생산해내고 있고, '태양의 도시'가 지어지기 전에는 세계 최대의 태양광 주거단지였음

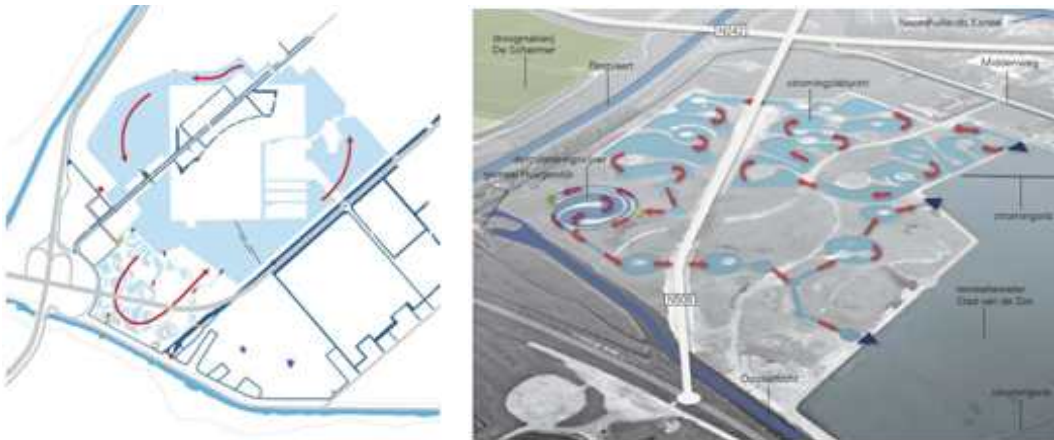
□ 녹지 및 생태

달의 공원(Park of Moon, Park van Luna)은 177ha 규모의 생태공원으로 태양의 도시에서 가장 중요한 레크리에이션 공간이다. 40 ha의 숲은 하이킹, 자전거와 스케이트를 위한 코스, 다양한 이벤트를 담아낼 수 있는 야외공간으로 구성되어 있고 75 ha 규모의 수공간은 수영과 선댄이 가능한 인공모래 수변을 포함, 이 인공모래 수변은 대규모의 음악 행사에 활용할 수 있도록 계획하였다.



[그림 3-22] 레크리에이션 공간 전경

출처 : Landezine 홈페이지 (<http://www.landezine.com>)



[그림 3-23] 태양의도시 주변 녹지 및 수 체계

출처 : Landezine 홈페이지 (<http://www.landezine.com>)

또한 이 공원은 생태적으로 중요한 가치를 지니는데, 독특한 물 순환시스템 덕택에 독특한 생물 군들이 서식하고 있다. 태양의 도시는 순환되는 물로 둘러싸여 있고, 이들은 서로 연결되고 교환되지만, 각각 다른 수질로 관리되는 독특한 물순환시스템을 갖고 있

다. 주거단지에서 나온 하수는 '달의 공원'이라는 남쪽에 위치한 인공습지에서 자연 정화 되는데, 정화 후 수영이 가능한 수질까지 향상되며, 이 물의 순환을 위해 시간당 1,200m³의 물을 순환시키는 펌프를 작동시키고 있다. 이 시스템 덕분에 달의 공원에는 독특한 생물군들이 서식하고 있어 생태적으로 중요한 가치를 지니고 있다.



[그림 3-24] 물 순환을 위한 습지대
출처 : Landezine 홈페이지 (<http://www.landezine.com>)

② 저탄소 계획요소 적용 현황

‘태양의 도시’ 사업은 계획의 목표를 사업명에서도 보이는 것처럼 ‘태양열’의 활용을 주요 저탄소 계획목표로 설정하고 있다. 에너지의 활용에 대한 항목이 매우 적극적으로 활용되고 있으며, 더불어 개발지역의 특성에 따라 녹지생태 부문에 있어서도 계획요소 적용이 두드러진다.

[표 3-14] 태양의 도시 지역의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석방향	세부계획요소		계획현황
	항목	내용	
공간계획	생태고려	- 침수구역 회피 및 관리	- 물순환시스템 - 생태공원조성

	건축물 배치	-자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치	- 남향의 도시구조를 기본으로 계획
		- 주택유형 다양화	- 단독, 공동주택(연립, 아파트 등 다양) 다양하게 건설
교통	교통체계	-보행에 적합한 거리	- 모든 공공시설, 공공공간은 주거에서 걸어 다닐 수 있는 거리에 배치
에너지	신·재생 에너지시스템 구축	-태양광 발전 시스템	- 공동주택에 태양광전지의 설치
		-풍력발전 시스템	- 레크리에이션 지역에 풍력발전기 설치
	자원순환·폐기물 활용	-우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 관리	- 물의 순환(하수-인공습지-자연정화)을 통한 하수처리
녹지/생태	녹지·생태환경 조성	-생태통로 조성	- 177ha규모의 생태공원 조성: 독특한 생물군 서식
		- 생물서식지 및 습지와 수역의 복원	
		- 종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성	
		- 인공습지 조성	- 달의공원 남쪽에 인공습지 조성하여 물 자연정화
	녹지·생태환경 계획	- 녹지 네트워크	- 물순환시스템
		- 수공간 네트워크	- 생태공원조성
녹색생활/녹색경제	녹색생활	- 커뮤니티의 연속성	- 사회적·문화적·경제적 지속가능성: 사회임대 개념 주거, 다양한 종류와 가격의 주거 공급

5. 미국 예슬러 테라스 (Yesler Terrace)⁷⁰⁾

1) 개요

① 저탄소 주거단지 조성의 배경

예슬러 테라스는 1940년대 시애틀 주택국(Seattle Housing Authority)에 의해 개발된 공공보조주택단지로 다양한 이민인구로 구성되어 있는 저소득층 주거지역이다. 주변지역이 활성화됨에도 불구하고 이 지역은 쇠퇴되어 갔으며 상하수도를 비롯 도시기반시설이 노후되어 주거환경의 개선이 시급한 상황이었다. 시애틀 주택국은 예슬러 테라스 재개발을 위하여 주택도시계획부(HUD-Department of Housing and Urban Development)에 지원금을 신청하여 2006년 사업자금이 확보됨과 동시에 재개발을 추진하게 되었다. 도시기반시설의 교체가 가장 시급했던 예슬러 테라스에 대해 시애틀 주택국은 전면철거 후 새로운 주거지로 재개발하는 방식을 채택하고, 지속가능한 친환경 주거지 건설을 목표로 설정하였다.



[그림 3-25] 예슬러 테라스 개발전 전경 사진

출처: GGLO

70) 예슬러 테라스 마스터플랜 수립을 담당한 이원식(GGLO Architect)의 원고를 바탕으로 재정리하였음

② 사업 기본개요

예슬러 테라스 사업은 미국 시애틀시 퍼스트힐(First Hill) 남쪽 구릉지에 위치한 약 12ha(121,406㎡)의 주거지역으로 단계별로 전면철거하여, 5,000세대 규모의 새로운 주거 단지로 개발이 진행되고 있다. 사업주체는 시애틀 주택국이며, 사업자금은 주택도시계획부(HUD-Department of Housing and Urban Development)의 연방정부 ‘초이스 네이버 프로그램’과 대상지 일부를 민간에 매각하여 충당할 계획이다. 2006년 시민심의위원회(CRC)를 구성하면서 사업이 시작되었고 2012년 현재 개발계획안이 수립된 상황이며, 2015년 완공을 목표로 하고 있다.



[그림 3-26] 예슬러 테라스 마스터플랜
출처: GGLO

③ 사업의 기본방향

예슬러 테라스 사업은 쇠퇴한 공동주택을 장기적 전략에 의해 물리적, 재정적으로 지속가능하고 에너지효율이 높은 주택으로 전환하고 지역 서비스, 교육환경, 대중교통 등의 공공시설을 개선하여 저소득층 지역을 지속가능한 소득지역으로 전환하는 것을 목표로 하고 있다. 또한, 주변지역과의 연계를 고려하여 주거, 상업 및 업무, 지역서비스(커뮤니티 센터 등의 공간), 공원 및 녹지, 주차 등을 복합적으로 개발하고 경사지에 위치한 대상지의 특성상 지형을 살리는 주거지를 조성하는 것을 목적으로 하고 있다.

2) 사업 추진과정

2006년 시애틀 주택국은 낙후된 공공임대주택단지의 재개발을 위해 지역관계자들, 거주민들, 개발관련 투자자들로 구성된 시민심의위원회를 구성하였다. 사업의 주체인 시애틀 주택국은 위원회 구성원들과 협력하여 사업을 진행하였고, 시애틀 대학, 킹 카운티(군), 시애틀 공립학교, 인력개발부 이사회 등의 기관들은 지역 평생교육 지원, 진료소 설치 등의 프로그램을 지원하는 방식으로 사업에 참여하였다.

시민심의위원회는 1년간 지역간담회를 가지면서 개발의 기본계획안 및 비전을 수립하였고, 2007년 재개발 기본 원칙안을 작성하였다. 2009년부터 건축가 Collins Woerman이 전체 도시계획과 환경영향연구를, 건축전문 GGLO와 친환경개발 전문가 Jonathan Rose가 단계적 개발계획, 구체적인 프로그램 계획을 수행하였다.

2011년 1월 최종적으로 개발계획안이 채택되었는데 이는 용도, 밀도, 교통, 공원녹지, 주변지역과의 연계 등의 내용을 담고 있으며 향후 20년간 개발의 가이드라인으로 사용될 것이다. 2011년 4월에는 시민심의위원회가 개발한 기본 원칙안을 토대로 시이사회 의원들에 의해 ‘환경심의안 EIS (Environmental Impact Statement)’가 발행되었다.

한편 시애틀 주택국은 재개발사업 자금으로 연방정부 보조금인 HUD의 초이스 네이버 프로그램⁷¹⁾에 29.3백만달러를 신청하였고 2011년 두 차례에 걸쳐 3.1백만달러, 10.3백만달러를 지원받았다.⁷²⁾



[그림 3-27] 시민심의위원회의 디자인 토론
출처: GGLO



[그림 3-28] 예슬러 테라스 시가지 조감도
출처: GGLO

71) 저소득층 지역의 지속가능한 주거지 재개발 사업을 지원하기 위해 연방정부에서 운영하는 프로그램

72) 시애틀 주택국(SHA) 홈페이지(<http://www.seattlehousing.org/redevelopment/yesler-terrace/index.html>)

2012년 재개발사업의 민간 시행사 공고를 냈고 현재 선정이 진행 중이며 도심개발을 위한 도시계획변경안이 통과되면서 본격적으로 개발에 착수하게 되었다. 2013년부터 개발을 시작하여 2025년 완공을 목표로 하고 있으며 앞으로 사업을 진행하면서 HUD 신청금 중 나머지를 받고, 민간에 일부 대지를 매각하여 사업비용을 충당할 계획이다.

[표 3-15] 예슬러 테라스 사업 관련주체

구분		주체
공공	사업주체	시애틀 주택기관(Seattel Housing Authority)
	협력기관	연방정부
		킹 카운티(군) (King County)
		시애틀 대학(Seattle University)
		시애틀 공립학교(Seattle Pubilc Schools)
		인력개발부 이사회(Workforce Development Council)
		역사 시애틀(Historic Seattle)
		지역 건강 관리(Neighborhood Health)
		지역 주택 관리(Neighborhood House)
전문가	도시설계	GGLO Architect
	건축·조경설계	
	환경	Collins Woerman
		Jonathan Rose
	부동산개발	YT개발관계 투자자
주민		현재 거주민

[표 3-16] 예슬러 테라스의 사업 추진과정

연도	사업추진 과정
2006	- 시민심의위원회(CRC) ⁷³⁾ 구성, 1년간 지역간담회 실시
2007	- 시민심의위원회(CRC)에서 기본 계획안 및 비전 수립 - 재개발 기본 원칙안 작성
2010	- 2009년부터 도시, 건축, 환경 전문가들에 의한 마스터플랜, 단계적 개발 전략과 프로그램 구상, 2010년 3가지 계획안 완성 (도시 Collins Woerman, 건축 GGLO, 친 환경 Jonathan Rose)
2011	- 최종적으로 1개의 계획안을 채택하여 환경심의안 EIS(Environmental Impact Statement) 발행 - HUD로부터 자금 확보
2012	- 민간 재개발 시행사 선택 - 2013년 착공, 2025년 완공 목표

73) 시애틀 전 시장을 회장으로 지역관계자, 현 주민, 개발관련 투자자들로 구성

3) 저탄소 도시계획 현황

예슬러 테라스는 탄소저감과 관련이 있는 ‘지속가능한 주거지’를 목표로 개발을 진행하고 있으며 물리적 환경개선 뿐 아니라 사회적·경제적으로 지속가능한 주거지로 개발, 관리하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 계획단계에서의 주민참여부터 개발 이후, 주민 평생 교육, 일자리 지원 등을 위한 프로그램 운영에 대해서도 계획을 마련하고 있다.

① 저탄소 도시계획

□ 공간계획

건축물은 일조, 통풍, 경사면이라는 지형을 고려하여 설계하고 주변 공원의 충분한 일조를 고려하여 그늘을 최소화할 수 있는 방향으로 건축물 높이, 배치를 조정하였다. 또한 저층, 중층, 그리고 고층건물 등 다양한 주거유형을 개발하고, 상업·업무시설을 포함 복합도시주거를 목표로 하였다. 중층, 고층 건축물의 상층부는 전체적인 도시경관을 고려하여 디자인하도록 하였다.

□ 교통

단지내부와 주변지역을 보행, 자전거, 버스, 전차, 자동차 등 다양한 교통수단을 통해 연계하고 각 수단을 편리하고 안전하게 이용할 수 있도록 하였다. 보행안전 및 활성화를 위하여 주변 횡단보도를 확충하고 보행전용도로를 설치하는 등 보행 연계를 강화하였다. 또한, 자전거 활성화를 위하여 자전거 도로 설치, 자전거 주차장 및 자전거 이용자를 위한 표지판 설치 등을 강화하였다. 대중교통 정류장을 이용하는 시민들의 안전·편의를 위해 바람막이, 벤치 등 시설을 마련하였다. 한편, 주차장설치에 있어서 경사지형을 활용하도록 계획하였다.

□ 에너지, 녹지 및 생태

예슬러 테라스에서는 공원, 광장 등을 주민 및 방문객들이 쉬거나 여러 가지 활동을 할 수 있는 공간으로 디자인하고 이 공간들을 연결하는 녹지 네트워크를 계획하였다. 녹색 빗물 인프라(Green Stormwater Infrastructure-GSI) 시스템을 도입하여 우수, 하수

를 분리·관리하여 우수를 조정수로 재활용하도록 하였고 도시경관 형성, 냉방·우수관리 효과를 위하여 건축물 옥상에 정원을 계획하였다.



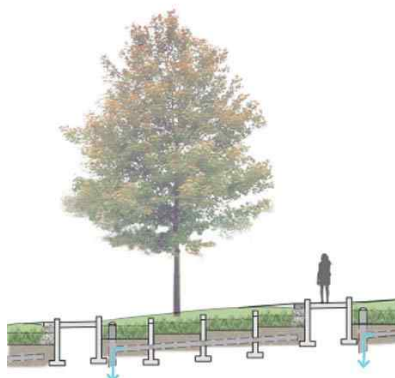
[그림 3-29] 녹지 네트워크
출처: GGLO



[그림 3-30] 녹색 빗물 인프라 시스템
출처: GGLO

□ 녹색생활/녹색경제

지속적인 커뮤니티를 위하여 경사지형을 활용하여 주민들이 직접 가꾸는 ‘지역정원’을 제공하고자 하며 주변 학교 및 기관들과의 긴밀한 협조 속에서 지역주민들에게 평생교육환경을 제공하고, 일자리 관련 교육 및 정보 제공 등 주민들이 경제적으로 지속가능할 수 있도록 지원할 계획이다.



[그림 3-31] 가로변 습지대 계획
출처: GGLO



[그림 3-32] 계단식 지역정원
출처: GGLO

또한, 단계적 개발을 통해 공사 중인 지구의 기존 주민들이 공사기간동안 머무를 수 있는 임시거처를 마련, 지속적으로 생활이 가능하도록 하여 원주민 정착율을 높이고 기존 커뮤니티를 보존하고자 하였다.

② 저탄소 계획요소 적용 현황

예술리 테라스는 저소득층주거지를 재개발하는 사업으로 기존 주민들이 재정착율을 제고하여 물리적으로나 경제·사회적으로 지속가능한 주거지를 조성하고자 하였다.

[표 3-17] 저탄소 계획요소 분석 종합

분석 방향	세부계획요소		계획현황
	항목	내용	
공간 계획	토지이용	- 복합토지이용 계획	- 주거, 상업, 업무, 서비스 등 복합적으로 계획
	건축물 배치	- 자연지형, 일조량, 풍향, 바람 길 등을 고려한 단지 배치	- 지형에 순응, 건축물 및 주변지역 일조 고 려한 배치
		- 주택유형의 다양화	- 다양한 규모의 주거 배치
	경관	- 경관형성	- 경관을 고려하여 건물 상층부·옥상 디자 인, 높이 및 배치 계획
교통	교통체계	- 교통수단별 접근성 고려	- 보행, 자전거, 버스, 전차, 자동차 등 다양한 교통 수단을 편리하게 이용할 수 있도록 계획
		- 거리체계의 연결성	- 주변지역과 보행, 자전거, 대중교통 등 연계
		- 대중교통 정류장 편리성	- 정류장에 시애틀 디자인 지침 적용, 벤 치·바람막이 등 시설 배치
		- 공공공간의 접근성	- 공원, 광장 등 어디서든 접근이 쉽도록 계획
		- 기존개발지와의 연계	- 주변지역과 가로공간, 녹지, 교통수단 등 연계
	보행· 자전거	- 자전거활성화	- 자전거 주차장 설치
		- 보행·자전거 전용도로 및 네트워크	- 자전거전용도로, 보행전용도로 설치·네트워크
		- 주변지역의 자전거 네트워크	- 주변지역과의 네트워크 연계
	대중교통	- 대중교통활성화	- 편리한 대중교통이용 환경 조성
에너지	자원순환· 폐기물 활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수 처리수 재이용 및 관리	- 우수 관리 시스템 구축하여 조경수로 재활용

녹지/ 생태	녹지· 생태환경 조성	- 옥상녹화, 벽면녹화	- 옥상에 정원을 설치
	녹지· 생태환경 계획	- 녹지 네트워크	- 다양한 규모의 공원을 연계
녹색 건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)	- 일조를 고려하여 건축물 계획
녹색 생활/ 녹색 경제	녹색생활	- 커뮤니티의 연속성	- 지역주민을 위한 평생교육 및 일자리 지원, 저소득층 임대주택 확보
		- 지역커뮤니티를 위한 공간 확보	- 경자지형 활용 도시농장 제공, 주민 커뮤니티 형성에 기여

6. 소결

해외에서 저탄소 녹색도시 공간을 조성하는 사례를 살펴본 결과, 개략의 특징을 요약하면 다음 표와 같다.

[표 3-18] 기존도시공간에서 저탄소 녹색도시를 구현한 해외사례의 특징

	본느 협동정비구역	폴리쉬 바피놀 협동정비구역	GWL지구	태양의 도시	예슬러 테라스
저탄소 단지 조성 배경	자금확보 위해 EU 기후대응형 프로그램에 신청	파리시 시책 '친환경지구'	주민 및 지자체 요구	태양열에 대한 사회적 관심 증대로 중앙정부와 지방정부에서 추진	지방정부에서 지속가능한 단지로 재개발 추진
규모	8.5ha (단지)	50ha (단지)	6ha (단지)	300ha (근린)	12ha (단지)
위치	도심	도시 외곽	도심	교외	도심
사업 기간 (계획 기간)	17년(10년) 1994~2012 (예정)	15년(10년) 2000~2015 (예정)	9년(5년) 1989~1998	21년(6년) 1991~2012 (예정)	9년(6년) 2006~2015 (예정)
사업 방식	정비사업	정비사업	도시내 유휴지 재개발	신도시개발	정비사업
사업 주체	파리시 국방부 SEM-SAGES 환경부문사업주	파리시 SEMAVIP	Westerpark 시 Ecoplan -Foundation	네덜란드 정부, 히어휴고발데 시	시애틀 주택기관
공공 지원	유럽연합 SESAC프로그 램, 중앙정부, 지방정부, 사업 분양금	파리시 (에코지구 지원) 중앙정부, 지방정부, 사업 분양금	중앙정부 펀딩 (Green loan), 지방정부 친환경재료 보조금	EU보조금, 주정부·지방정 부 보조금, 민간투자	연방정부의 초이스 네이버 프로그램(저소 득층 지역 재개발 지원)
주민 참여	총괄건축가의 지도아래, 관련 주체들이 모두 모여 공청회, 사업에 대한 스터디	인근 학교를 아틀리에로 만들어, 전문가, 공공, 주민간의 정기적인 스터디, 공청회 개최	- 친환경개발 주민이 제안, 전 과정에 참여 - 완공 후, 주민으로 이루어진 환경 모니터링 협회 구성	주민과 시민단체 의사결정과정 에서 참여	시민심의 위원회 구성, 기본계획안 및 비전 수립

	본느 협동정비구역	폴리쉬 바띠놀 협동정비구역	GWL지구	태양의 도시	예술러 테라스
친환 경 인증 제도	<ul style="list-style-type: none"> - 유럽연합 Concerto - 파리의 HQI 	파리시 '시범 친환경지구 사업'으로서 에너지지표 설정	<ul style="list-style-type: none"> - 암스테르담시 친환경 기준 리스트 - 네덜란드 에너지 성능 표준(EPN) - 자체적으로 환경체크리스트 작성·운영 (BOOM) 	-	-
특징	<ul style="list-style-type: none"> - EU 지원 - 에너지 저소비 측면 특화 	<ul style="list-style-type: none"> - 도시건축 전문가가 주도하는 주민교육 아틀리에 조직 	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경자문회사 (BOOM)의 전 과정에 걸친 자문, 참여 - 환경모니터링 협회(주민으로 구성) 	태양열 중심의 계획	<ul style="list-style-type: none"> - 저소득층 임대주택단지 전면철거 후 재개발

그리고 본 연구에서 종합하여 살펴본 저탄소 계획요소 인벤토리 항목 중 국외사례들은 각 사례를 살펴보면 다음 표와 같다. 물론 이러한 계획요소들은 면밀한 계획안 검토 및 현장조사를 수행하지 않은 상태로, 문헌이나 인터뷰를 위주로 사례조사를 실시하였기에 언급되지 않았거나 다른 계획요소와의 영향 등에 따라 파악하기 어려운 경우도 다수 존재할 것으로 예상되기에 커다란 의미를 가진다고 볼 수는 없을 것이다.

주로 적용하고 있는 것은 복합토지이용계획, 자연지형, 일조량, 풍향 등을 고려한 단지 배치, 보행과 자전거 활성화, 대중교통 활성화, 녹지 네트워크와 같이 도시계획을 통해 달성 가능한 것들이 많았다. 요소기술과 관련된 계획요소로는 태양광·태양열 발전 시스템과 같은 대체에너지 활용, 우수 재활용 시스템 적용, 고단열·고기밀 자재 활용이 있었다. 한편, 물리적 차원의 저탄소 방안과 함께 '커뮤니티의 영속성'과 같은 비물리적 요소도 각 사례마다 거의 적용되고 있었다.

[표 3-19] 해외사례 저탄소 계획요소 분석 종합

분석 방향	세부계획요소		프랑스		네덜란드		미국
	항목	내용	본느	플리쉬 바띠볼	GWL 지구	태양의 도시	예슬러 테라스
공간 계획	토지이용	-직주근접					
		-분산적 집중형 도시공간구조					
		-복합토지이용 계획	○				○
		-근린내 학교시설 위치					
		-적정밀도 개발	○				
		-이전적지 재개발		○			
	생태고려	-절성토량 최소화					
		-생태자연도, 녹지자연도 주요지 역 배제					
		-습지·수역 배제 및 관리					
		-침수구역 회피 및 관리				○	
		-특이지형 배제					
		-소음저감설계					
		-악취영향 배제					
	건축물 배치	-자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치			○	○	○
		-주택유형의 다양화			○	○	○
	경관	-조망권 확보		○			
		-경관형성		○	○		○
교통	교통체계	-교통수단별 접근성 고려					○
		-대중교통전용지구 및 환경지역					
		-거리체계의 연결성			○		○
		-대중교통 정류장 편리성					○
		-대중교통 지원 입지			○		
		-환경친화적 주차계획					
		-보행에 적합한 거리	○			○	
		-공공공간의 접근성				○	○
		-기존개발지와의 연계	○				
	보행·자 전거	-자전거활성화	○	○	○		○
		-보행·자전거 전용도로 및 네트워크	○		○		○

에너지	대중교통	-Solar Bike&Solar station					
		-주변지역의 자전거 네트워크	○				○
		-대중교통활성화	○	○			○
	자동차이용	-녹색대중교통		○			
		-에너지 절약형 신교통수단 도입					
		-친환경 주차장					
	신·재생 에너지시스템구축	-속도제한구역	○				
		-Car(bike) Sharing					
		-신재생에너지, 바이오에너지 이용					
에너지	신·재생 에너지시스템구축	-건축물 에너지관리					
		-집단에너지 공급시설					
		-지역냉난방 시스템					
		-스마트그리드 시스템					
		-기반시설 에너지 효율화					
		-태양광 발전 시스템	○	○		○	
		-태양열 온수 시스템		○	○		
		-지열 냉난방 시스템		○			
		-풍력발전 시스템		○		○	
		-연료전지					
	자원순환·폐기물 활용	-우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리		○	○	○	○
		-폐수처리 효율화					
		-폐기물 재활용			○		
		-폐기물관리 기반조성	○	○			
녹지/생태	녹지·생태환경조성	-하천보전					
		-습지보전지역, 생태경관보전지역 등 보호					
		-생태통로 조성			○	○	
		-생물서식지 및 습지와 수역의 복원				○	
		-탄소정화수목 식재					
		-종다양성 고려한 녹지와 비오톱 조성				○	
		-클라인 가르텐(퍼머 컬처)					
		-옥상녹화, 벽면녹화			○		○
		-인공습지				○	

		-투수성포장	○				
		-실개천 생태연못					
	녹지·생태환경 계획	-공원녹지확보비					
		-생태면적률					
		-자연지반면적률					
		-녹지축 형성, 연결					
		-생물서식지 및 습지와 수역보존을 위한 부지계획					
		-생물서식지 및 습지의 장기보존 관리 계획					
		-녹지 네트워크		○	○	○	○
		-수공간 네트워크				○	
녹색 건축	건축계획	-일조 및 바람길을 고려한 건축 계획(자연채광)	○	○	○		○
		-건물에너지관리시스템(BEMS)					
		-기존건축물의 재사용					
		-건설과정의 재활용					
		-건설과정의 환경오염예방					
		-광(光)공해 저감					
	저에너지 건축설비	-고효율 환기 시스템		○			
		-고단열 고기밀 자재	○	○	○		
		-고성능 창호		○			
		-고효율설비(LED 등)					
		-고효율 열원 시스템					
	인증제도	-친환경건축물 인증					
		-건축물 에너지효율	○				
녹색생 활/녹 색경제	녹색생활	-지역 내 식료품 공급체계					
		-지역커뮤니티를 위한 공간확보	○				○
		-커뮤니티의 영속성		○		○	○
		-커뮤니티의 계획참여	○		○		
	녹색산업	-녹색산업공정					
		-지역자원의 현명한 이용가치					
		-녹색고용					
계			17	19	18	13	16

제4장 저탄소 계획요소 적용가능성 검토

1. 사업의 계획과정 분석
2. 저탄소 계획요소 적용가능성 검토

1. 사업의 계획과정 분석

본 연구에서는 저탄소 계획요소가 구체적으로 개별사업의 계획 및 사업추진 과정에 따라 어떠한 항목의 계획요소들이 적용되는지에 대한 분석을 위해 특정 프로젝트를 대상으로 하여 분석을 실시하였다. 대상사업은 현재 국내에서 기존 도시공간 개선을 위해 추진되는 주요한 개발방식인 정비사업을 선정하여 분석을 실시하였으며, 2005년 정비구역으로 지정되어 2009년 완공되어 입주한 ‘길음뉴타운 8구역 주택재개발사업’을 사례로 살펴 보았다. 길음뉴타운과 길음뉴타운 8구역은 「길음뉴타운개발기본계획」(서울특별시(2004))을 토대로 정리하였으며 관련계획의 저탄소 계획요소 적용 현황 분석에 있어서는 각 계획의 본보고서를 바탕으로 분석하였다.

1) 기본개요

서울시는 기존 재개발방식의 한계를 보완하고자 강남북 지역불균형 해소, 도시기반 시설의 확충과 생활권체계의 정상화, 실제적인 주민참여가 보장되는 민·관 협력형, 주민참여형으로 도시를 개발하는 생활권 단위의 종합개발사업인 ‘뉴타운시범사업’을 도입하였다. 시범사업지역을 선정하기 위하여 강북지역의 지정되어 있던 재개발구역들 중 생활권으로 묶어 기반시설을 확보하고 주민동의를 유도하여 광역적으로 사업을 진행할 수 있는 지역을 검토하였고, 한창 재개발 사업들이 이루어지고 있던 길음뉴타운을 시범지역으로

선정하게 되었다. 길음뉴타운은 서울특별시 성북구 길음동 624번지와 정릉 170번지 일대에 위치한 약 950,000㎡ 면적의 지역으로 주거중심형 뉴타운으로 선정되어 2015년까지 14,100세대의 주거단지조성을 목표로 계획되었다.

[표 4-1] 길음뉴타운사업 개발사업 현황

뉴타운지구 지정당시	해당 구역	사업 유형	규모(㎡)	구역 지정	비고
사업완료	길음 1구역	주택재개발사업	48,406	1994	-
공사 중	길음 2구역	주택재개발사업	125,100	1995	2005년 준공
사업완료	길음 3구역	주택재개발사업	65,566	1995	-
공사 중	길음 4구역	주택재개발사업	91,728	1997	2005년 준공
공사중	길음 5구역	주택재개발사업	29,016	1997	2006년 준공
사업시행신청	길음 6구역	주택재개발사업	54,535	2001	2006년 준공
신규 재개발구역	길음 7구역	주택재개발사업	34,480	2005	2010년 준공
	길음 8구역	주택재개발사업	103,036	2005	2010년 준공
	길음 9구역	주택재개발사업	69,899	2005	2010년 준공
-	길음 1 재정비촉진구역	주택재개발사업	107,534	2009	2006 뉴타운 확장고시
-	길음 2 재정비촉진구역	주택재개발사업	105,629	2009	
-	길음 3 재정비촉진구역	주택재건축사업	19,483	2009	2008 뉴타운 계획 편입
-	길음 4 재정비촉진구역	주택재개발사업	12,142	2009	
-	길음 5 재정비촉진구역	주택재개발사업	35,388	2010	2010 뉴타운 계획 편입
신규 재개발구역	길음역세권	주택재개발사업	13,310	2008	계획변경
공사중	정릉1동제일	주택재건축사업	7,936	1993	2009년 준공
환경개선 사업중	길음시장	시장정비사업	9,241	2006	-

뉴타운지구로 지정되기 전부터 여러 재개발사업구역들이 지정되어 진행되고 있었는데, 지구지정당시, 1구역은 이미 완료된 상태였고, 2, 4구역은 공사 중이었다. 5구역은 착공을 앞두고 있었으며 6구역은 사업승인을 신청해 놓은 상태였다. 이렇게 진행단계가 구역마다 달랐기 때문에 중간에 지구로 지정이 되면서 기존 계획에 변동이 발생하기도 하였다. 뉴타운지구로 지정된 후에는 개발기본계획을 바탕으로 새롭게 재개발사업구역을 지정하면서 2005년 길음 7, 9 구역과 함께 길음8구역이 주택재개발사업구역으로 지정되어 기존 개발구역까지 포함, 총 17개 구역으로 구분되어 사업이 추진되었다.

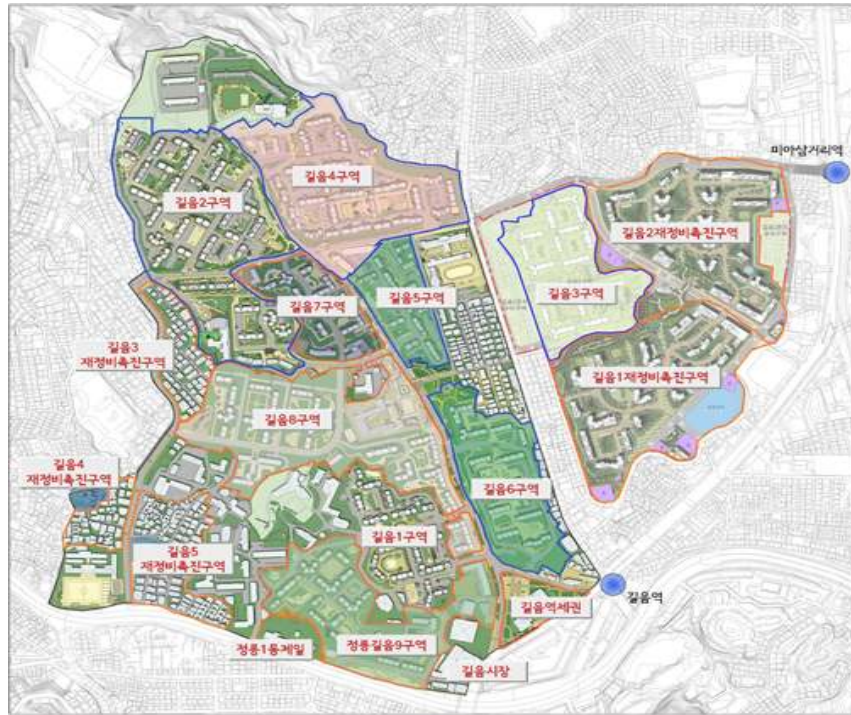
길음8구역은 서울특별시 성북구 길음동 602-1 일대 약 25,914 m²의 면적으로 850세대 주거단지로 개발되었다. 뉴타운개발기본계획을 바탕으로 2007년 착공하여 2009년 준공, 입주가 완료되었고 친환경건축물인증과 건축물에너지효율등급인증을 받은 이력이 있다.

2) 사업의 기본방향

길음뉴타운사업은 노후 · 불량주택 밀집지역을 중심으로 인근 생활권을 포함한 전체 도시기반구조를 개선하여 주변지역의 현황과 미래 여건변화에 대비하는 ‘보행중심 녹색타운’으로 계획되었다.

이런 목표아래 수립된 ‘뉴타운개발기본계획’은 도로정비 및 대중교통체계개선, 풍부한 공원 · 녹지조성, 여유있는 공공시설확보(개방화 · 복합화), 개발 및 건축지침 수립 및 관리, 옥외공간디자인지침 수립 및 관리 등의 내용을 중심으로 하고 있다. 또한, 뉴타운지구를 관통하는 ‘인수로’는 주거와 저층의 상가가 복합된 연도형 상가를 배치하여 생활권 중심으로 계획되었고 구역별로 부대복리시설, 근린생활시설을 집중 배치하는 한편, 대형 가로공원을 계획하여 ‘보행중심 녹색타운’을 조성하고자 노력하였다.⁷⁴⁾ 그러나 여기서 제시되는 ‘녹색’은 공원, 녹지가 풍부하다는 의미로 ‘저탄소 녹색도시’에서의 녹색과는 다른 의미이며 계획내용도 이와는 차이가 있다.

74) 서울특별시 주택 · 도시계획 · 부동산 [시범뉴타운]길음뉴타운 (<http://citybuild.seoul.go.kr/archives/313>)



[그림 4-1] 길음뉴타운 계획도

출처: 서울특별시 주택본부(<http://citybuild.seoul.go.kr/archives/313>)

한편, 길음8구역은 이러한 뉴타운지구의 계획개념 아래 보행중심 주거지역과 강북제일의 에듀파크 조성을 목표로 하였다. 지구 중심에 위치하여 뉴타운 사업의 핵심이 되는 구역이기도 하면서 ‘인수로’에 가장 많이 접해있어 큰 영향을 미치는 곳으로 4차선의 인수로로 2차선을 축소하고 가로변 건축물은 후퇴시켜 대형 가로공원 조성, 녹색타운으로 계획하였다.

3) 사업추진 과정

길음8구역의 정비사업은 ‘길음뉴타운 후보지 선정’부터 시작하여 길음뉴타운기본계획 확정, 정비기본계획의 변경 결정, 8구역 지정 및 정비계획 수립의 과정을 거쳐 추진되었다.

길음뉴타운에 대한 대부분의 개발기본계획이 수립된 기간은 후보지가 발표된 2002

년 10월 23일부터 착공식이 거행된 2004년 3월 25일까지로 볼 수 있다. 길음뉴타운 개발 기본계획은 약 15개월간 MA팀을 중심으로 도시, 건축, 조경, 색채 등 기본계획팀(용역업체)에서 작성된 기본 계획안을 MA회의 및 관련전문가 자문회의 등을 통하여 계획내용을 구체화 시켰으며, 지역주민들의 참여 도모를 위해 건축협의회(서울시, 성북구, 지역주민대표)를 구성하여 정기적인 협의를 통해 의견을 조율하였다.

길음 지역의 주민은 개발기본계획에서 정한 계획내용을 실질적으로 추진하여야 할 추진주체로서 주민설명회 및 재개발 구역별 전문협의체 등을 통하여 계획초기 단계에서부터 실질적으로 참여하였다. 주민참여의 내용적 범위는 도시계획단계부터 건축물의 형태 및 주거지 내부의 평면에 이르기까지 매우 다양하지만 주민들이 제기한 문제나 의견들은 계획 자체의 내용에 관한 사항들 보다는 대부분 경제적 측면에 관한 사항들이 주를 이루었다.

한편, 지자체에서는 주택국의 주거정비과는 재개발 계획의 결정, 도시계획국의 시설 계획과는 도시관리계획의 결정을 주도하는 역할을 함으로써 뉴타운사업본부와 함께 뉴타운사업을 총괄하였다.

[표 4-2] 길음뉴타운사업 관련주체 및 역할 개요

구분		주체	역할
공공	사업주체	서울특별시	사업주체
	협력기관	성북구 / 성북균형발전추진반	재개발시행관리
		SH공사 / 뉴타운건설추진단	뉴타운개발기본계획수립 및 공공시설 시행
		재개발조합 / 건축협의체(건설지역)	기정 재개발계획의 조정
		재개발조합 / 구역별조합(추진지역)	재개발 시행
전문가 (MA)	도시계획	이병담(현종종합건축사무소 대표)	총괄MA, 마스터플랜수립
	건축설계	문홍길((주)하우드엔지니어링 대표)	건축설계
	조경	한선아(서인조경 대표)	조경설계
민간업체		만영	용역총괄수행
		하우드, 퓨조, 브이아이랜드	건축, 조경, 색채

[표 4-3] 계획수립과 사업 추진 경위

일 시	내 용
2003.01.05	MA 위원회 구성
2003.02 ~ 2003.09	MA 회의 및 관계전문가 자문회의 개최
2003.04.16	개발구상(안) 발표
2003.05 ~ 2003.08	개발계획(안) 수립
2003.08.26	개발계획(안)에 대한 주민설명회 개최
2003.10.21	개발기본계획 확정 · 발표
2003.12.05	도시계획시설(도로, 공원) 변경 결정
2004.01.05	도시계획시설(도로, 공원) 실시계획 인가
2004.02.05	길음뉴타운 재개발기본계획 고시
2005.05.12	길음 제8구역 구역지정 및 정비계획수립
2006.11.10	길음 제8구역 친환경건축물 예비인증 획득
2007.07.31	길음 제8구역 착공
2009.04.06	길음 제8구역 태양광 사업추진을 위한 협약 체결
2010.02.26	길음 제8구역 태양광집열판 설치 완료
2010.06.30	길음 제8구역 준공
2010.07.09	길음 제8구역 친환경건축물 본인증 획득
2010.08.31	길음 제8구역 건축물에너지효율등급 본인증 획득

위와 같은 과정을 거쳐 확립된 길음뉴타운 개발기본계획은 길음 제8구역의 계획내용을 포함하고 있으며, 계획목표에서 ‘디자인이 살아있는 건강한 녹색뉴타운’, ‘쾌적한 보행·대중교통 중심 뉴타운’이라는 친환경 요소를 언급하였다. 즉, 길음뉴타운은 기존도시공간을 정비하는 과정에서 녹지공간비율을 높이고, 보행자위주의 동선체계를 우선 고려한 가로망 형성과 자가용 이용을 최대한 억제하는 대신 대중교통시설을 구축하는 등의 친환경 계획을 목표로 설정하였다.

2004년 수립된 뉴타운개발기본계획에 따라 기존 정비사업구역을 고려하여 길음 제8구역이 주택재개발사업 구역으로 지정되었다.

길음8구역의 사업시행은 공공부문사업과 민간부문사업으로 구분되었다. 공공부문사업은 서경로의 확장과 어린이공원, 학교시설, 공공시설 건립 등이 포함되며, 별도로 책정된 공고예산으로 시행하되 인접한 주택정비사업과 연계하여 시행시기를 조절토록 하였다. 민간부문사업은 주로 주택재개발사업으로, 아파트와 연도형 상가 건립, 부지 내 공공시설 조성 등이 포함되며, 해당조합 및 이해주민 자력으로 시행하되 기본적인 건축가이드라인인 ‘서울특별시 도시·주거환경정비기본계획’과 ‘길음뉴타운개발기본계획’의 내용을 적용토록 하였다.

한편, 길음8구역은 2007년 7월 착공 이후, 서울시가 시행하는 ‘신·재생에너지 개발 이용을 촉진하기 위한 시범아파트단지’로 선정되었다. 당시 연면적 3000㎡이상의 공공건축물에는 신·재생에너지 이용이 의무화 되어 있었지만, 민간 건축물에는 의무규정이 없었기 때문에, 민간아파트단지로는 최초의 시도였다. 일부 아파트 옥상에 태양광 집열판을 설치하여 관리사무실, 주차장 등에서 사용되는 전기를 생산할 125.5kW규모의 태양광주택을 계획했다. 사업비는 총 9억5300만원으로 국비 지원이 80%, 서울시 지원과 조합 부담이 20%으로 각각 분담하였다.⁷⁵⁾ 이러한 계획 변경에 따라 에너지관리공단에서 시행하는 건물 에너지 효율등급 인증을 신청하여 예비인증의 과정 없이 2010년 본인증을 획득하였다. 또한, 이와는 별도로 2010년 친환경건축물인증의 본인증을 받기도 하였다.

75) "서울시 뉴타운 내에 태양광주택 건축(종합)"(연합뉴스, 2008.09.01), 와 "서울 길음뉴타운에 태양광 아파트 건립" (연합뉴스, 2009.12.16)를 정리

4) 관련계획의 저탄소 계획요소 적용 현황

□ 정비사업 관련 계획

도시공간개선사업은 기본적으로 사업관련 법령에 근거하고 있으며, 기존 도시지역에서 일어나는 활동이므로 도시계획에 부합되도록 계획되어야 한다. 「도시 및 주거환경정비법」과 「도시재정비 촉진을 위한 특별법」에 따라 사업계획 수립 및 추진을 하게 되고, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 상위계획의 영향을 받는다.

- 「국토의계획및이용에관한법률」의 도시·군기본계획, 도시·군관리계획

도시공간개선사업의 상위계획으로는 ‘도시·군기본계획’과 ‘도시·군관리계획’이 있다. 도시·군기본계획은 관할지역의 도시공간구조에 대한 목표 및 비전, 기본방향 등을 설정하는 것으로 5년마다 재검토·정비되어야 한다. 광역도시계획이나 국가계획의 내용을 반영하여 지역적 특성 및 계획의 방향·목표, 공간구조·생활권의 설정 및 인구의 배분, 토지의 이용 및 개발, 기반시설, 공원·녹지, 경관 등에 대한 계획을 수립하며 2012년 「국토의계획및이용에관한법률」이 일부 개정되어 경관에 관한 사항에서 ‘기후변화 대응 및 에너지절약에 관한 사항’을 포함하게 되었다.

도시·군관리계획은 관할지역에 대하여 광역도시계획과 도시·군기본계획에 부합되도록 수립하는 계획으로서 용도지구·지역·구역의 지정에, 도시·군계획시설의 설치·정비 또는 개량, 지구단위계획구역의 지정 및 변경에 관한 사항 등을 포함하고 있다.

- 「도시 및 주거환경정비법」의 도시 및 주거환경정비기본계획, 정비계획

도시 및 주거환경정비기본계획은 특별시장·광역시장 또는 시장은 도시·주거환경정비기본계획(이하 기본계획)을 10년 단위로 수립하여야 하며, 광역도시계획 및 도시·군기본계획에 부합되도록 정비사업의 기본방향, 계획기간, 주거지 관리계획, 토지이용, 교통계획과 같은 부문별 계획을 수립해야 한다. 정비계획은 정비구역 및 면적, 도시·군계획시설 설치에 관한 계획, 용도·밀도에 관한 계획, 환경보전 및 재난방지에 관한 계획 등을 포함해야 한다.

- 「도시재정비 촉진법」의 도시재정비촉진계획

도시재정비촉진계획은 재정비촉진지구에 대한 토지이용계획, 인구·주택 수용계획, 기반시설 설치계획, 공원·녹지 및 환경보전 계획, 교통계획, 경관계획, 지구지정에 관한 계획 등의 내용을 담고 있다. 광역도시계획과 도시·군기본계획에 부합되도록 계획되어야 하며, 지구 내 정비사업의 상위계획으로 작용한다.

① 2020서울특별시 도시기본계획(서울특별시, 2010)

‘2020서울특별시 도시기본계획’(이하 ‘2020서울도시기본계획’)은 제도적·사회적 여건 변화에 따른 기본계획의 재검토 필요성에 따라 2020년을 목표로 수립되었다. ‘2020서울도시기본계획’은 질적인 성장관리를 이끌어가는 정책 유도형 계획, 다양한 주체가 참여하는 과정지향적인 계획, 명확한 정책목표 제시 및 사후 평가지표 개발을 골자로 하고 있다. 주요 계획 과제로는 크게 환경(생태)도시, 복지도시, 문화도시, 세계도시의 4가지로 설정하고 있다.

□ 공간계획 : 집약적 토지이용, 생태고려, 경관고려

‘2020서울도시기본계획’에서는 서울시의 공간구조계획에 전략 육성중심지 개념을 도입하여 향후 공간구조상 전략중심지를 계획적으로 관리·육성하고 생활권역별로 “균형발전 촉진지구”를 지정·육성하여 중심성을 강화하였다. 각종 정비계획 수립 시 주거지역 세분의 취지를 살려 지역특성과 주택유형 등을 반영하고 이와 함께 주택재개발 및 재건축사업과 관련된 정비기본계획 수립 시 세대밀도 기준도 도입하여 과밀개발이 일어나지 않도록 하고 있다. 한편, 공장, 학교, 용산 미군기지 등 이전적지를 공원녹지로 조성하여 도시의 질을 개선하도록 하였다.

생태를 고려한 공간계획으로는 도시계획 시 생태계 보전지역의 지정을 확대하여 생태적으로 주요한 지역을 배제할 수 있으며, 습지를 발굴하여 개발로부터 보호하고, 체계적인 조사와 연구를 통해 보존방안을 마련한다. 침수구역 회피 및 관리를 위하여 침수피해지역과 공공사업지구부터 우선적으로 투수면적확대를 도입하여 적용해 나가고, 각종 민간개발사업에 대해서도 이에 대한 유도책을 강구한다.

경관을 고려한 공간계획은 조망권 확보와 경관 형성이라는 측면으로 구분할 수 있다. 신규 사업과 관련하여 주변지역에 대한 일조권 및 조망권, 프라이버시 문제를 사전 검토한 후에 사업을 허가하도록 의무화하고 있으며 사업단위로 경관관리계획을 수립하여 주변지역과 조화로운 개발이 유도되도록 한다. 이때 주변지역에 거주하는 주민의 의견이 사업계획에 제대로 반영되었는지의 여부를 명시토록 한다.

□ 교통계획 : 교통체계, 보행·자전거 활성화, 대중교통 및 자동차 이용

교통계획에서의 주요 내용은 대중교통 활성화로 우선, 교통체계의 측면에서 도시철도가 중추적 수송수단으로써의 기능을 정립할 수 있도록 기존선을 개량하고 장래 도시공간구조 개편방향에 부합하는 도시철도 노선망을 구현하여 주거밀집지역 대중교통난 해소 및 도시철도 서비스 취약지역을 해소시킨다. 지하철과 연계된 버스노선 조정을 통해 대중교통의 주축을 담당토록 하고, 시민이 필요로 하는 지역에 버스노선을 적절히 배치하여 교통서비스 사각지대를 최소화시킬 수 있도록 한다.

또한, 대중교통 환승, 시설과 관련하여 대중교통을 통해서만 이용이 가능한 대중교통 전용몰(Transit Mall)을 조성하고 서울시 주요지역에 도시철도 역사와 버스정류장을 연계하여 다양한 교통수단의 환승이 편리한 대중교통 환승센터를 건설하여 대중교통 간의 결절점을 구축한다. 대중교통 시스템과 시설의 고급화를 유도하여 이용활성화를 도모하며 이외에 저공해나 무공해차량에 대한 강력한 인센티브를 제공하여 대중교통을 환경 친화적 교통수단으로 전환토록 한다.

한편, 보행자 우선 가로공간을 조성하여 보행 활성화를 선도한다. 자전거이용 활성화를 위해서는 자전거 관련 기반시설을 확충, 안전한 자전거이용을 위한 도로나 각종 시설의 정비를 통해, 단거리 교통수단으로써의 자전거를 유효하게 활용할 수 있도록 계획한다. 또한 자전거보유현황 및 이용실태를 파악함으로써 자전거 관련시설 투자의 효율성을 제고하고, 자전거 대여제도를 도입하여 자전거 이용의 편리함을 추구한다. 자치구 단위에서는 무공해 교통수단으로써 자전거 이용을 활성화하며 효과적인 운영을 도모할 수 있도록 자전거 노선계획을 수립하고, 자전거 간선도로망을 구축한다. 이외에, 녹색 주차공간을 조성하여 시민의 녹지 체감도를 증진시키는 방안 등 교통 계획과 관련하여 저탄소 도시계획의 다양한 노력들이 나타났다.

신교통수단검토지역



[그림 4-2] 신교통수단 도입 검토 지역

□ 에너지 : 신·재생에너지 시스템 구축, 자원순환·폐기물활용

서울시는 과도한 에너지 사용으로 인한 생산의 효율 저하와 대기오염 증가를 방지하기 위하여 도시 내 주거 및 산업에서 에너지 사용을 감소할 수 있도록 하기 위하여 집단 에너지 공급지역을 확대하고 집단에너지 시설의 안정성을 증대시키는 목표를 설정하였다.

한편, 용수공급체계가 지표수의 오염이나 가뭄에 취약한 구조로 형성되어 있는 상황에서 도시의 물 자립도를 높이고 물 부족문제를 해결하기 위하여 중수도 및 빗물과 같은 수자원을 효율적으로 이용하는 시스템을 다각적으로 도입한다는 방침이다. 그리고 폐기물의 양을 줄이기 위해서는 적극적인 재활용 및 자원화가 필요하므로, 대규모 재개발지역에 건설폐기물을 활용하며, 처리시설 잔재물의 재자원화를 유도한다.

□ 녹지/생태 : 녹지·생태환경 조성, 녹지·생태환경 계획

녹지·생태환경을 조성하기 위하여 복개되거나 콘크리트로 획일적으로 정비되어 시민의 관심 밖으로 밀려나 있는 인공하천(복개하천 포함)을 자연하천으로 정비하여 생태적 기능을 재생하고 자연습지를 발굴하여 개발로부터 보호하기 위해 생태계보전지역의 지정

을 확대한다. 도시공원녹지를 생태축으로 설정하고, 일부 끊어진 구간을 재생시키거나 생태통로로 연결하여 생태축 기능을 회복한다. 한편, 하천의 생태계를 조사, 평가와 보호 대책을 마련하고, 수변의 지형 및 식생 복원을 통해 하천생물 서식처를 마련한다. 또한, 공원 조성 시 적정규모의 인공 습지 등 생물서식지를 조성하고 훼손된 생물서식처를 복원, 고립된 생물서식처를 연결시킨다. 이외에도 옥상, 베란다, 벽면의 녹화 등 시가지 인공건조물 녹화하여 야생생물의 서식 잠재성을 높인다.

녹지·생태환경을 위한 도시계획적 내용으로는 투수성 포장, 자연지반면적률 규정, 녹지 및 수공간 네트워크 등 도시계획의 요소들이 있다. 공원 녹지의 자연성 증진과 토양의 생물 부양능력 제고를 위해 공원녹지 내 건폐율을 낮추고 불투수포장재를 투수성 재료로 교체하여 투수성포장면적비율을 증진시킨다. 자연지반면적률 규정에 대해서는 도시공간의 용도, 규모, 위치 등을 결정하는 도시계획의 제반과정에서 기후 특성을 고려하여 토지이용 용도별 토지피복도 상한을 규정하는 조례를 제정하고 이를 통해 에너지 소비 절약 등의 효과를 도모한다. 도시 내 부족한 녹지공간은 규모를 확충하기 위해 주요 녹지축 및 이를 연계한 녹지 네트워크를 형성하며 녹지경관 특성을 강화하고 녹지 네트워크 형성계획을 수립한다. 훼손된 구릉지는 그 경관특성을 점진적으로 회복하기 위한 장기 전략으로 그린네트워크 설정 및 능선잇기 사업 전략을 수립한다. 또한 하천변 녹지공간은 규모를 확충하기 위해 하천변 녹화로 녹지 네트워크를 형성한다.

□ 녹색건축 : 건축계획

‘2020서울도시기본계획’에서는 신규사업과 관련하여 주변지역에 대한 일조권 및 조망권, 프라이버시 문제를 사전 검토한 후에 사업을 허가하도록 의무화하고 주요 하천변과 주요 산 주변지역에 대해 바람길 확보 차원에서 토지이용을 규제한다. 또한 바람길을 확보하기 위해 건물의 높이규제와 녹지공간 및 오픈스페이스의 확보 등이 추진되며, 특히 서울숲 조성과 청계천 복원사업 등을 통해 바람길을 확보하여 도심지역의 열섬현상을 완화시키고자 한다. 건축물의 재생과 관련해서, 전면철거에 의존한 정비가 아닌 수복형 및 개선형 정비, 기존 주택의 리모델링 사업의 활성화를 유도한다. 더불어 신규 아파트 설계시 리모델링을 고려하도록 기준을 마련하고, 대규모 재개발지역은 건설폐기물을 활용하여 시공함으로써 폐기물의 양을 감소하도록 유도한다.

□ 녹색생활/경제

서울시는 지역커뮤니티를 위해 공부방, 보육시설, 주민자치회 시설 등 주거공동체 수요를 기반으로 하는 시설을 확대한다는 계획이다. 한편, 도시계획 시 주민의 참여를 활성화시키는 방안으로는, 계획수립과 사업추진 시 주민참여의 지원 확대방안으로 주민설명회 및 공청회비용과 같은 행정지원계획을 수립하고 있다. 또한 시유지에 주민참여형 정원 가꾸기 등의 프로그램을 통해 시유지 녹화를 활성화하고 주민참여형 마을만들기 사업을 시행하여 주민이 도시계획의 주체로써 참여를 유도한다.

[표 4-4] ‘2020서울특별시도시기본계획’의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석 방향	세부계획요소		계획 현황
	항목	내용	
공간 계획	집약적 토지이용	- 직주근접	- 직주근접형 도시구조 구현
		- 분산적 집중형 도시 공간구조	- 중심지의 성격부여와 지역여건별 공간수용가능 성을 고려하여 조정
		- 적정밀도 개발	- 일반주거지역 세분화의 정착과 보완 - 지역 특성별로 계획밀도 차등 적용 - 세대밀도 도입 검토
		- 이전적지 재개발	- 미군기지, 공장, 학교 등 이전적지의 공원확보 율 제고 - 공공시설 이전적지내 공원확보율 제고
	생태고려	- 생태자연도, 녹지자 연도 주요지역 배제	- 생태계보전지역 지정 확대 - 도시계획에서 자연환경 보전의무의 강화
		- 습지·수역 배제 및 관리	- 자연습지의 생태보전지역 지정 및 보호
		- 침수구역 회피 및 관리	- 각종 사업 시 투수면적의 확대 - 공공시설과 유휴공간을 활용해 투수면적 확대 - 침수지역의 재개발 및 신규건축물 규제
	경관	- 조망권 확보	- 주변지역에 대한 일조권 및 조망권, 프라이버 시 문제를 사전 검토 후 사업 허가토록 의무화
		- 경관형성	- 사업단위로 경관관리계획 수립 의무화

교통	교통체계	- 대중교통 전용지구 및 환경지역	- 대중교통 전용몰의 조성
		- 대중교통 정류장 편리성	- 대중교통 결절점 체계 구축
	보행·자전거	- 자전거활성화	- 기반시설 확충 및 정비를 통해 자전거 이용활성화 유도
		- 보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크	- 자전거노선계획 수립
		- 주변지역의 자전거트위크	- 자전거간선도로망 구축
	대중교통	- 대중교통활성화	- 대중교통 안내체계 강화, 운행질서 확립으로 대중교통 서비스 환경의 획기적인 개선
		- 녹색대중교통	- 친환경 공공교통수단 정착을 위한 강력한 인센티브 제공
	자동차이용	- 친환경 주차장 등	- 녹지주차공간 조성
		- Car(bike) Sharing	- 자전거 대여제 도입
에너지	신·재생에너지시스템 구축	- 집단에너지 공급시설	- 집단에너지 공급지역 확대 - 집단에너지 시설의 안정성 증대
	자원순환·폐기물활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리	- 중수도의 처리·유지관리기술 개발촉진 및 보급 확대 - 하수처리수 재이용·공급체계 구축
		- 폐기물 재활용	- 대규모 재개발지역의 건설폐기물 활용 - 처리시설 잔재물의 재자원화 유도
녹지/생태	녹지·생태환경조성	- 하천보전	- 종량천, 탄천, 안양천, 홍제천 등 인공화된 하천의 자연형 하천 정비로 하천의 생태적 기능 재생
		- 습지보전지역, 생태경관보전지역 등 보호	- 자연습지의 생태보전지역 지정 및 보호 - 생태계보전지역 지정 확대
		- 생태통로 조성	- 생태축 설정 및 끊어진 생태축을 생태통로로 연결

		- 생물서식지 및 습지와 수역의 복원	- 수변의 지형 및 식생 복원으로 하천생물 서식처 마련 - 훼손된 생물서식처 복원
		- 종다양성을 고려한 녹지와 바이오툼 조성	- 인간이용보다 생물다양성 증진을 우선하는 공원 관리 - 모든 적절한 수단을 동원한 생물다양성 증진
		- 옥상녹화, 벽면녹화	- 옥상, 베란다, 벽면의 녹화 등 시가지 인공건조물 녹화
		- 인공습지	- 공원 조성시 적정 규모의 인공습지 등 생물서식지 복원
		- 투수성포장	- 공원녹지 내 투수포장면적비율 증진
	녹지·생태환경 계획	- 자연지반면적률	- 토지이용 용도별 토지피복도 상한규정의 조례 제정
		- 녹지축 연결	- 주요 녹지축 지정 및 경관관리
		- 녹지 네트워크	- 그린네트워크 및 능선잇기사업 전략수립 - 하천변 녹화로 녹지 네트워크 형성 - 녹지 네트워크 형성계획 수립
녹색건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)	- 신규개발 시 주변지역의 피해 최소화 유도 - 바람의 길 확보
		- 기존건축물의 재사용	- 리모델링 활성화를 유도 - 리모델링을 고려한 신규 아파트 설계기준 마련
		- 건설과정의 재활용	- 대규모 재개발지역의 건설폐기물 활용
녹색생활/녹색경제	녹색생활	- 지역커뮤니티를 위한 공간확보	- 주거공동체 수요를 기반으로 하는 시설 확대 : 공부방, 보육시설, 주민자치회 시설 등
		- 커뮤니티의 계획참여	- 주민설명회 및 공청회비용 행정지원 - 시유지에 주민참여형 정원가꾸기 등 시유지 녹화 활성화 - 주민참여형 마을만들기 사업시행

② 2010서울특별시 도시·주거환경정비기본계획: 주택재개발사업부문(서울특별시, 2004)

‘2010서울특별시 도시·주거환경정비기본계획: 주택재개발사업부문’(이하 ‘2010서울 도시·주거환경정비기본계획’)은 서울시 도시계획구역 내의 전체 주거지역을 대상으로 주거지 관리 및 정비방향을 제시하고 정비예정구역을 선정하는 계획이다. 본 계획은 지역여건 및 주변지역 현황을 고려한 쾌적한 주거환경 조성, 개발 정비구역 단위의 정비사업을 지양하고 주변 지역과 연계 강화, 생활권 및 커뮤니티 기반의 주거환경정비 유도를 목표로 하고 있으며 서울시 주거지역 전체에 대한 분석을 바탕으로 주거지 특성별 합리적 관리방안을 제시하고 있다.

계획의 주요 내용은 정비예정구역의 선정 및 근린생활권 구분, 부분별 계획으로 정비예정구역의 선정을 위한 기준을 설정하고 현황분석 및 현장조사를 통하여 객관적인 자료를 구축한 뒤 선정하였다. 그 후 정비예정구역별로 주거지관리, 정비기반시설 설치, 임대주택 확보의 기본단위인 근린생활권을 구분하고 있다.

□ 공간계획 : 집약적 토지이용, 생태고려, 건축물배치와 경관

본 계획에서는 집약적 토지이용을 위하여 근린생활권을 기준으로 학교시설 위치, 학교확보필요권역을 설정하고 근린내 학교의 설치를 유도하고 있다. 이 때, 도시계획시설의 결정·구조및설치기준에관한규칙을 준용하여 계획 세대수가 2,000 ~ 3,000세대 이상인 근린생활권 중 100,000㎡이상인 곳을 중심으로 통학권(반경 500m) 및 주변학교의 과밀여부를 고려하여 학교시설의 위치를 선정하도록 한다. 또한, 일반주거지역 종세분화를 반영, 정비예정구역별로 계획용적률 기준을 마련하여 서울시 밀도계획의 큰 틀을 유지하고 적정 밀도로 개발되도록 건축물밀도계획을 수립한다.

한편, 최근 3년 이내 화재·침수 등 재해가 발생한 주택의 비율이 50% 이상인 구역을 정비예정구역으로 지정하여 침수구역을 관리하고 구릉지 등에 속하는 정비예정구역에서 정비계획을 수립하는 경우에는 기존 지형의 입·단면을 검토하여 경사지를 고려한 단지 배치 및 스카이라인 조성 등의 내용을 포함하는 자연순응형 경관계획을 수립하도록 한다.

또한, 경관을 형성하기 위하여 시각 통로, 주변 건축물의 스카이라인과 주변 주거지의 일조 및 조망 등을 고려하여 계획을 수립하고 특별히 도시경관 및 자연환경의 보호가

필요한 구역을 특별관리구역으로 지정하여 세심한 주거환경정비를 유도하고 있다.

□ 교통계획 : 교통체계와 자동차 이용, 보행·자전거

보행자 및 자전거 중심의 가로환경 조성하기 위해 정비계획 수립 시 공원·학교·전철역·정류장 등에 대한 연결도로를 중심으로 보행 및 자전거도로체계를 갖추도록 하여 보행자 및 자전거 통행에 불편이 없도록 하고, 정비구역과 주변 주거지를 연계할 수 있는 보행 및 자전거 도로망을 구축한다.

한편, 정비구역 및 인접 주거지의 주차환경을 개선하기 위해 주차장 지하화 및 녹지화, 공원시설 지하를 이용한 공공주차시설의 확충 등을 위한 교통계획을 수립하며 이에 대한 공공의 투자를 강화한다.

□ 에너지 : 자원순환·폐기물활용

자원의 낭비와 증가하는 폐기물처리 부담을 저감하기 위해 정비사업 시행 시 토목공사 등에 의해 폐기 처리되는 기존 수목을 보존하고 활용하는 방안을 고려한다. 또한 중수도 및 우수유출저장시설(빗물저수조)의 설치를 권장하여 방재기능과 수자원의 재활용 기능을 향상시킨다.

□ 녹지/생태 : 녹지·생태환경 조성 및 계획

친환경 정비사업을 유도하기 위하여 정비계획 수립 시 개발밀도 증가에 따른 환경계획을 수립하도록 하며, 정비사업 시행 시 생태면적률을 반영하여 토양의 자연순환기능을 유지·개선하도록 한다.

□ 녹색생활/경제

지역 커뮤니티 공간을 확보하기 위하여 도공원, 녹지, 탁아소, 마을도서관, 커뮤니티 센터, 노인정 등 다양한 시설에 대한 가이드라인을 제시하였다. 도서관 및 커뮤니티 센터는 구역 당 1개소 이상의 설치를 원칙으로 하며 구역의 규모, 형상 등을 고려하여 도보권

(약 500m)을 기준으로 1개소씩 추가 확보할 수 있다. 한편, 주거지의 적극적인 관리를 위해 관리협정제도를 권장한다. 주민이 참여하는 주거지관리를 유도하여 공유 공간 및 공공 공간의 유지 및 생활관리를 보다 효율적이고 지속적으로 이루어지도록 한다.

[표 4-5] '2010서울특별시 도시·주거환경정비기본계획'의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석 방향	세부 계획요소		계획 현황
	항목	내용	
공간 계획	집약적 토지이용	- 근린내 학교시설 위치	- 근린 생활권 기준의 학교시설 위치 계획수립
		- 적정밀도 개발	- 일반주거지역 중 세분화를 반영한 밀도계획
	생태고려	- 침수구역 회피 및 관리	- 상습침수지역의 정비예정구역 지정
	건축물 배치	- 자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치	- 지형여건과 일조 및 조망을 고려한 자연순응형 단지배치
	경관	- 조망권 확보	- 양호한 조망경관의 보호를 위해 시각통로 고려
		- 경관형성	- 경관 관리의 가이드라인 제시
교통	교통체계	- 거리체계의 연결성	- 공원·학교·전철역·정류장 등에 대한 연결도로 중심의 보행 및 자전거도로체계 구축
		- 보행에 적합한 거리	
	보행· 자전거	- 보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크	- 공원·학교·전철역·정류장 등에 대한 연결도로 중심의 보행 및 자전거도로체계 구축
		- 주변지역의 자전거 네트워크	- 정비구역과 주변 주거지의 연계를 고려한 보행 및 자전거 도로망 구축
	자동차 이용	- 친환경 주차장 등	- 주차장의 지하화 및 녹지화
에너지	자원순환· 폐기물 활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리	- 중수도 및 우수유출저장시설(빗물저수조)의 설치를 권장하여 수자원의 재활용 기능을 향상
녹지/	녹지·생태	- 옥상녹화, 벽면녹화	- 생태면적률을 높이는 요소로 토심 10cm 이상

생태	환경 조성		인 옥상녹화, 창이 없는 벽면이나 옹벽(담장)의 녹화를 유도
		- 투수성포장	- 생태면적률을 높이는 공간유형 중 투수가 가능한 수공간, 부분포장, 전면투수포장, 틈새투수포장을 구분하여 가중치에 차이를 반영
		- 실개천 생태연못	- 생태면적률을 높이는 공간유형 중 자연지반위에 조성된 수공간, 생태연못의 높은 가중치 설정을 통한 권장
	녹지·생태 환경 계획	- 생태면적률	- 정비계획 시행시 생태면적률을 반영, 건축유형에 따라 기준치를 다르게 설정
녹색 생활/ 녹색 경제	녹색생활	- 지역커뮤니티를 위한 공간확보	- 도로, 공원, 녹지, 탁아소, 마을도서관, 커뮤니티 센터, 노인정 등의 시설에 대한 가이드라인을 제시
		- 커뮤니티의 계획참여	- 주거지의 적극적인 관리를 위해 관리협정제도를 권장

③ 길음뉴타운개발기본계획(성북구, 2004)

길음뉴타운개발기본계획은 2002년 주거중심형뉴타운으로 선정된 길음뉴타운을 개발하기 위한 종합계획으로서 여유있는 기반시설과 지역특성을 살린 맞춤형 주거단지, 다양한 세대와 계층이 더불어 사는 커뮤니티, 자연친화적인 고품격의 주거환경 조성을 기본방향으로 하고 있다.

계획의 주요내용은 도로정비 및 대중교통체계 개선, 풍부한 공원·녹지 조성, 여유있는 공공시설 확보이다. 도로정비 및 대중교통체계 개선을 위하여 서경로를 확폭 및 연장하고 단지 전체를 연결하는 대중교통노선을 확보하고 보행자위주의 동선계획을 수립한다. 한편, 풍부한 공원·녹지를 조성하기 위해서 인수로를 인접 정비구역의 공원·녹지 및 학교 등과 연계하여 가로공원으로 조성하고 재개발 구역을 연계하는 보행자전용녹도와 소공원을 연계하여 네트워크를 형성한다. 마지막으로 여유 있는 공공시설을 확보하기 위하여 보건센터, 행정센터, 체육관, 공공도서관, 수영장, 커뮤니티센터와 같은 주민공공시설을 각 기능별로 복합화하고, 생활권별 학교운동장을 공원화하여 개방한다.



[그림 4-3] 길음뉴타운 조감도

□ 공간계획 : 집약적 토지이용, 생태고려, 건축물 배치, 경관

길음 뉴타운은 역세권을 중심으로 한 새로운 개발을 유도하여 주거, 상업 등의 복합 토지이용을 달성하고 권역 내 균형발전을 도모하기 위하여 공공부문 투자계획을 통하여 각 생활권 단위로 생활권 중심시설을 균등 배분하여 지역 내 활동의 균형을 이루도록 계획하였다.

한편, 대상지의 생태를 고려하여 집중호우 시 일부 침수되는 역세권 구역은 재개발 사업 시 현 지반고를 상향조정토록 하여 정릉천 수위상승에 따른 침수 현상을 방지토록 한다. 부득이하게 옹벽구조물을 설치할 경우, 경관옹벽(산벽, 다단옹벽 등)이나 환경부하 저감을 위한 다공질 콘크리트로 조성하여 흡음 및 소음저감을 유도한다.

건축물 배치에 있어서는 경사지에 입지한 지형적 특성을 고려, 구릉지 지형에 적합한 건축물 높이계획을 수립하여 스카이라인이 체계적으로 형성될 수 있도록 한다. 단지 내부는 건축물의 층수를 적절히 높이고, 인수로 변은 중층을 유도함으로써 구릉지 지형에 적합한 주거단지가 되도록 계획한다.

또한, 보행자중심의 경관을 형성하기 위하여 인수로는 가로공원으로 조성하고 인수로변에 연도형 상가를 조성하여 볼거리가 제공될 수 있는 경관특성가로로 조성한다. 또한 뉴타운 전체를 순환하는 보행녹도의 포장재료, 주요 보행결절공간 주변 건축물의 외관 및 외부공간을 차별화하여 보행자가 이동하면서 느낄 수 있는 경관계획을 수립한다. 인수로 가로공원, 보행녹도 및 오픈스페이스에서 인지될 수 있는 시각축을 형성하고 인수로 가로공원으로부터 시각적 개방감 및 연속성을 확보하기 위해 인수로변은 중층의 건축물을 배치한다.

□ 교통계획 : 교통체계 및 대중교통계획, 자동차 이용

길음뉴타운의 교통체계는 역세권을 중심으로한 대중교통체계라고 할 수 있다. 뉴타운 입구에 위치한 길음역·간선버스 정류장과 길음뉴타운을 관통하는 서틀버스노선·인수로 자전거도로를 연계하여 역세권을 중심으로 한 대중교통체계로 계획하는 것이다. 또한 친환경단지 조성을 위해 장기적으로 천연가스버스 도입을 원칙으로 한다.

보행활성화를 위하여 편익시설 및 공공시설의 입지선정에 있어서도 주민의 동선에

대한 고려와 함께 생활권단위별로 고르게 배치하여 주민 모두가 쉽게 이용할 수 있도록 계획하고 생활가로에 녹지대 조성, 순환형 보행자 전용도로, 오픈스페이스간 보행동선 연계 등을 달성하도록 하며 인수로변 연도형 상가 조성, 인수로 경사도 조정 등을 통해 생활가로의 무장애공간(Barrier Free)의 개념을 적용한다. 이외에, 자전거 활성화를 위해 인수로변 보행로를 따라 폭 2m의 자전거도로를 설치한다.

차량이용에 있어서 2차선의 직선형 차도를 2차선의 곡선형 차도로 계획, 차도장치물(과속방지턱, 안내판, 신호등 등)을 설치하여 차량속도 시속 30km/hr 이하로 유지되도록 설계하고 임시 주·정차 서비스를 위한 포켓베이를 설치하되, 잔디 줄눈이 있는 화강석 박석 포장으로 계획하여 환경친화적 계획하였다. 또한 옥외주차를 지형을 이용하여 데크주차장으로 조성하고, 지상주차는 장애인주차나 비상주차 등만 10% 미만으로 계획한다.

□ 에너지 : 자원순환 · 폐기물활용

길음뉴타운구역은 지형의 특성상 침수피해에 취약하다. 따라서 모든 공공시설은 친환경계획에서 정한 내용에 따라 집중호우에 대비하기 위한 우수저류시설을 계획초기부터 검토하여 설치하고 청소 및 조경용수로 재활용한다.

□ 녹지/생태 : 녹지 · 생태환경 조성 및 계획

본 계획은 생태녹화기법을 이용한 자연친화적 식재계획을 도입하는 내용을 담고 있다. 기존 생물서식지에서는 생태이동통로 등 동선을 계획하여 생물네트워크를 조성하고 다층구조의 도입 및 하층부 수림대조성 등 자연생태 식재기법을 도입하여 야생동물의 서식처를 조성, 자생/향토 수종 및 야생조류의 먹이식물을 도입한다.

건축물에서는 옥상녹화를 통해 녹지·생태환경을 조성하도록 하였는데, 저층 아파트의 옥상 녹화로 확보된 공간에 “서울시 보급형 옥상녹화 시스템”을 적용한 지피 초화류를 식재하여 야생조류의 활동 유도 및 아파트 주민의 자연체험 공간으로 활용한다. 옥상뿐 아니라 뉴타운 구역 내 존재하는 옹벽을 녹화용 콘크리트 옹벽, 다단옹벽, 덩굴류 식재 설치 등의 방법을 통해 녹화한다.

한편, 우수침투가 가능한 투수성 포장재의 사용을 원칙으로 하며, 인공포장 구간을

최소화하도록 한다. 어린이공원 3호·4호와 8, 9구역 기부채납 공원은 포장공간을 10% 미만으로 하여 우수의 지하침투율을 높이고 최소한의 시설물을 설치한다. 일부 학교시설은 공원화하여 개방하고, 환경친화적 자연형 연못, 관찰테크, 자연안내판을 설치한다.

이외에, 서울시의 “생태면적률 도시계획 활용”방침에 따라 가로공원은 생태면적률 20% 이상이 되도록 계획하고, 중앙공원과 각 어린이공원의 경우 생태면적률 50% 이상이 되도록 계획한다.

□ 녹색건축 : 건축계획

건축물의 일조, 채광을 확보하기 위하여 상층부 측벽에 채광창을 설치하도록 하고 건축물의 창넓이, 건축물간 거리 등을 고려하여 일조확보를 위한 이격거리를 규정하였다.

□ 녹색생활/경제

지역커뮤니티를 위한 공간으로서 주민커뮤니티센터를 설치하고 다양한 세대가 함께 이용할 수 있는 프로그램을 계획한다. 특히 Guest Room 등과 같이 주민이 자율적으로 사용이 가능한 공간을 마련하여 주민 커뮤니티 형성의 장으로 역할을 한다.(집안행사 등에 이용할 수 있도록 직접 취사가 가능한 주방기능을 추가하여 설치함) 이외에 정보화도서관, 전문공연장, 연회장 등의 기능을 수반한다. 한편, 뉴타운개발계획 수립 과정에서 MA를 중심으로 하는 주민설명회 등을 통해 지역 주민이 계획과정에 참여할 수 있는 기회 제공하였다.

[표 4-6] ‘길음뉴타운개발기본계획’의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석 방향	세부계획요소		계획 현황
	항목	내용	
공간 계획	집약적 토지이용	- 분산적 집중형 도시 공간구조	- 인수로 중심의 계획, 공공시설을 분산하여 배치
		- 복합토지이용 계획	- 기존 재개발계획과의 통일성을 고려
	생태고려	- 절성토량 최소화	- 원지형 보전의 개념이 현황상 어려우므로 현재의 지형을 보존하기 위해 단차형으로 부지를 조성
		- 침수구역 회피 및 관리	- 집중호우시 침수되는 역세권 구역의 지반고 상

			향조정
		- 소음저감설계	- 옹벽의 소음저감기능 도입
	건축물 배치	- 자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치	- 구릉지에 적절한 건축물의 높이계획을 수립. 건축물의 층수를 높이고 그를 통한 녹지의 확보 - Tower & Garden과 Low & Court를 도모하는 등 구릉지 지형에 적합한 주거단지가 되도록 계획 수립
	경관	- 경관형성	- 보행위주의 경관을 형성하기 위해 연도형 상가를 계획하여 볼거리가 제공될 수 있는 경관특성가도로 조성 - 아파트의 층고를 규제하여 경관 형성
	교통	- 거리체계의 연결성	- 다양한 보행동선을 계획하고 상호연결이 가능하도록 조성
		- 대중교통 정류장 편리성	- 길음역을 중심의 대중교통 및 자전거 간 결절점 계획
		- 환경친화적 주차계획	- 임시 주·정차 서비스를 위한 포켓베이를 설치하되, 잔디 줄눈이 있는 화강석 박석 포장으로 계획
		- 보행에 적합한 거리	- 도보권 내에 편의 및 공공시설 입지
		- 공공공간의 접근성	- 다양한 보행동선 계획을 통한 공공공간 접근성 향상
	보행·자전거	- 보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크	- 인수로변에 자전거 전용도로로 계획 - 순환형 보행자네트워크 조성
	대중교통	- 녹색대중교통	- 천연가스버스의 도입
	자동차 이용	- 친환경 주차장 등 - 속도제한구역	- 주차장의 지하화 및 지상공간의 녹화 - 곡선형 차도선형계획과 30km/hr의 속도제한
에너지	자원순환·폐기물 활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리	- 공공시설에 저류시설 설치를 의무화하고, 청소 및 조경용수로 재활용
녹지/생태	녹지·생태환경 조성	- 생태통로 조성	- 생태이동통로 등의 생물네트워크를 조성
		- 종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성	- 자연생태 식재기법을 도입
		- 옥상녹화, 벽면녹화	- 연도형상가 상층부의 옥상녹화 - 옹벽의 녹화
		- 투수성포장	- 우수침투가 가능한 투수성 포장재의 사용을 원칙으로 하며, 인공포장 구간을 최소화
	녹지·생태환경 계획	- 실개천 생태연못	- 공원화된 학교 내 자연형 연못 조성
		- 생태면적률	- 가로공원은 20%이상, 중앙공원은 50%이상의 생태면적률 확보
녹색건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)	- 상층부 축벽의 채광창 설치
녹색생활/녹색경제	녹색생활	- 지역커뮤니티를 위한 공간확보	- 지역의 중심 커뮤니티 공간인 커뮤니티센터 조성
		- 커뮤니티의 계획참여	- 뉴타운 계획과정의 주민 참여

④ 길음 제8구역 정비계획

길음 제8구역의 정비계획은 상위계획인 길음뉴타운개발계획과 맥락을 같이하고 있다. 2004년 수립된 길음뉴타운개발기본계획에는 뉴타운지구 전체에 대한 계획과 구역별 계획을 담고 있으며 이 중 8구역에 대한 내용을 바탕으로 2005년 구역이 지정되고 정비계획이 수립⁷⁶⁾되었다. 고시된 정비계획에서는 건축물 개발 규모, 밀도, 도로변경, 기반시설 등에 관한 정량적 내용만 언급하고 있고 실질적인 길음 제8구역의 사업내용은 길음뉴타운개발기본계획에서 찾아볼 수 있었다.

길음 제8구역의 사업은 아파트 25개동과 부대복시시설로 전형적인 아파트단지로 동측의 인수로 변 연도형 상가를 배치한 것과 지형의 경우 구역 내 고도차가 40m 가량 차이가 있어 다양한 방안으로 자연지형의 훼손을 최대한 억제한 것이 특징이다.

□ 공간계획

길음 제8구역은 구역 내부는 건축물의 층수를 적절히 높이고 녹지를 확보하며, 인수로 변은 중층 배치를 유도함으로써 구릉지 지형에 적합한 주거단지가 되도록 계획하였다. 또한, 생활동선의 휴먼스케일에 의한 생활환경 경관을 형성하기 위하여 저층부의 매스분절, 연도형 상가, 주거동의 디자인과 일체화된 가로시설물 및 옥외 광고물 등을 계획하고, 개방적 주거동 디자인 및 생활환경으로서 저층부 필로티, 계단실이나 주거동의 연결부 계획을 수립하였다. 한편 인수로 가로공원 및 순환 보행로 주변의 공원·녹지계획과 연계하여 경관을 조성하도록 하였다.

□ 교통

길음뉴타운계획과 동일하게 마을버스 정차나 상가이용 임시 주·정차 서비스를 위한 포켓베이를 설치하되, 잔디 줄눈이 있는 화강석 박석 포장으로 계획하여 환경친화적으로 조성한다. 단지 내부는 녹음이 풍부한 아파트를 조성하기 위하여 지상에 많은 면적을 차지하던 옥외주차를 지형을 이용하여 데크 주차장으로 조성하고, 지상주차는 장애인주차나 비상주차 등만 10% 미만으로 계획한다. 한편, 뉴타운 전체의 보행동선에 접근이 용이하도록

76) 길음8구역 구역지정 및 정비계획수립 고시, 서울특별시고시 제2005-133호(2005.05.12)

록 인수로 가로공원과 연결되는 열린 계단을 2개소 이상 설치한다.

□ 에너지

길음 8구역 내 아파트에 태양광 집열판을 설치하여 생산된 전기는 주차장, 가로등, 경로당, 관리사무실 등 공공용 전원으로 활용하도록 계획하여 친환경 태양광 아파트를 구현하였다. 또한 길음뉴타운계획에 따라 신설학교에 우수저류시설을 계획하고 공원에는 우수 임시저류기능을 부여하였다.

□ 녹지/생태

녹지/생태 관련 계획에서는 야생동물의 서식처를 조성하고 자생/향토 수종 및 야생조류의 먹이식물을 도입하였다. 또한, 저층 아파트의 옥상 녹화로 확보된 공간에 “서울시 보급형 옥상녹화 시스템”을 적용한 지피 초화류를 식재하여 야생조류의 활동 유도 및 아파트 주민의 자연체험 공간으로 활용하였다.

공원은 생태군집형 녹지대로 조성하고, 휴게벤치 및 산책로 등 편의시설을 설치하였다. 또한 신설학교를 공원화하고, 자연형 학습시설의 일환으로 환경친화적 자연형 연못, 관찰데크, 자연안내판을 설치하였다. 어린이공원 3호·4호와 8구역 기부채납 공원은 포장공간을 10% 미만으로 하여 우수의 지하침투율을 높이고 시설물 설치는 최소한으로 하였다. 서울시의 생태면적률은 도시계획 활용방침에 따라 길음 8구역 내 가로공원 생태면적률 20% 이상이 되도록 계획하고, 중앙공원과 각 어린이공원의 경우 생태면적률 50% 이상이 되도록 계획하였다.

□ 녹색건축

길음뉴타운계획에 따라 건축물의 일조, 채광을 확보하기 위하여 상층부 측벽에 채광창을 설치하도록 하고 건축물의 창넓이, 건축물간 거리 등을 고려하여 일조확보를 위한 이격거리를 규정하였다.

□ 녹색생활/녹색경제

길음 제8구역 주민들은 1,309인 규모의 조합을 설립하고 조합을 기반으로 주민들의 참여를 돕는 등 뉴타운계획에 적극적으로 참여하였다.

[표 4-7] 길음 제8구역 정비계획의 저탄소 계획요소 적용 현황

분석 방향	세부계획요소		계획 현황
	항목	내용	
공간 계획	건축물 배치	- 자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치	- 구릉지 지형의 반영
	경관	- 경관형성	- 주요 생활동선축상에서 느끼는 경관
교통	교통체계	- 거리체계의 연결성	- 인수로 가로공원과 연결되는 열린계단을 2개소 이상 설치
		- 환경친화적 주차계획	- 임시 주·정차 서비스를 위한 포켓베이를 설치하되, 잔디 줄눈이 있는 화강석 박석 포장으로 계획
	자동차 이용	- 친환경 주차장 등	- 주차장의 지하화 및 지상공간의 녹화
에너지	신·재생 에너지 시스템 구축	- 태양광 발전 시스템	- 아파트에 태양광 집열판 설치
	자원순환 · 폐기물 활용	- 우수, 지하수, 중수, 하수처리수 재이용 및 관리	- 학교 지하에 저류시설을 설치하고, 청소 및 조경용수로 재활용
녹지/ 생태	녹지· 생태환경 조성	- 종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성	- 자연생태 식재기법을 도입
		- 옥상녹화, 벽면녹화	- 기부채납공원의 생태군집형 녹지대 조성
		- 투수성포장	- 연도형상가 상층부의 옥상녹화
		- 실개천 생태연못	- 우수침투가 가능한 투수성 포장재의 사용을 원칙으로 하며, 인공포장 구간을 최소화
	녹지· 생태환경 계획	- 생태면적률	- 공원화된 학교 내 자연형 연못 조성
녹색 건축	건축계획	- 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)	- 상층부 측벽의 채광창 설치
	인증제도	- 친환경건축물인증	- 본인증 우수등급 획득
		- 건축물에너지효율	- 태양광판 설치로 본인증 획득
녹색 생활/ 녹색 경제	녹색생활	- 커뮤니티의 계획참여	- 뉴타운 계획과정의 주민 참여 - 조합의 설립으로 주민의견 적극 개진

5) 정비사업의 저탄소 계획요소 적용 특성

‘길음 8구역’ 사업의 추진과정을 살펴본 결과, 특별히 친환경을 고려한 단계는 없었다. 친환경건축물인증제와 같은 인증제도에 신청하여 인센티브를 받기 위하여 친환경단지로 조성하거나 뉴타운 개발기본계획과 같이 생활권 단위의 주거지 개발을 위한 계획안에서 주변과의 연계를 고려하여 친환경단지 조성이 가능했다. 사업에 대한 계획을 수립하고 시행하는 과정에서 친환경단지 조성에 관한 논의는 주로 전문가들 사이에서 이루어졌으며 주민들에게 친환경관련 계획에 대한 정보나 교육 제공, 친환경 계획에 대한 주민의견 반영 등은 매우 미흡했다. 주민들의 의견이 반영된 부분은 수익성에 대한 것이 대부분으로 친환경단지, 저탄소 계획 등과 같은 내용에 대한 공감대 형성이 이루어졌다고 보기 어려웠다.

한편, 정비사업과 관련된 계획에서 저탄소 계획요소가 적용된 현황을 분석한 결과 각 계획에서 저탄소와 관련된 표현이 빈번하게 보이고 있으나, 실제 사업추진과 가장 밀접한 단계인 정비계획에서는 상위계획에 비해 적게 언급되고 있는 것으로 나타나고 있다. 이는 상위계획일수록, 계획내용이 포괄적이기에 더욱 많은 내용들을 포함하는 원칙적인 표현으로 언급되기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

여러 한계에도 불구하고 대략의 경향을 살펴보면 정비사업과 관련된 상위계획에서 ‘저탄소’에 관한 내용을 언급하고는 있으나 이런 내용들이 사업시행단계까지 일관되게 이어지지 못하는 선언적인 내용에 그치는 항목이 많으며, 실제 정비계획단계에 까지 적용되었다고 보기에는 어려운 점이 있는 것으로 보인다.

[표 4-8] 정비사업 관련계획의 저탄소 계획요소 현황

분석방향	세부계획요소		도시기본계획	정비기본계획	뉴타운개발계획	정비계획
	항목	내용				
공간계획	집약적 토지 이용	-직주근접	○			
		-분산적 집중형 도시공간구조	○		○	
		-복합토지이용 계획			○	
		-근린내 학교시설 위치		○		
		-적정밀도 개발	○	○		
		-이전적지 재개발	○			
	생태 고려	-절성토량 최소화				
		-생태자연도, 녹지자연도 주요지	○			

		역 배제				
		-습지·수역 배제 및 관리	○			
		-침수구역 회피 및 관리	○	○	○	
		-특이지형 배제				
		-소음저감설계			○	
		-악취영향 배제				
	건축물 배치	-자연지형, 일조량, 풍향, 바람 길 등을 고려한 단지 배치		○	○	○
		-주택유형의 다양화				
	경관	-조망권 확보	○	○		
		-경관형성	○	○	○	○
교통	교통 체계	-교통수단별 접근성 고려				
		-대중교통전용지구 및 환경지역	○			
		-거리체계의 연결성		○	○	○
		-대중교통 정류장 편리성			○	
		-대중교통 지원 입지				
		-환경친화적 주차계획			○	○
		-보행에 적합한 거리		○	○	○
		-공공공간의 접근성			○	
		-기존개발지와의 연계				
	보행·자전거	-자전거활성화	○			
		-보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크	○	○	○	
		-Solar Bike&Solar station				
		-주변지역의 자전거 네트워크	○	○		
	대중교통	-대중교통활성화	○			
		-녹색대중교통	○		○	
		-에너지 절약형 신교통수단 도입				
	자동차 이용	-친환경 주차장 등	○	○	○	○
		-속도제한구역			○	
		-Car(bike) Sharing	○			
에너지	신·재생에너지시스템 구축	-신재생에너지, 바이오에너지 이용				
		-건축물 에너지관리				
		-집단에너지 공급시설	○			
		-지역냉난방 시스템				
		-스마트그리드 시스템				

녹지/ 생태		-기반시설 에너지 효율화				
		-태양광 발전 시스템				○
		-태양열 온수 시스템				
		-지열 냉난방 시스템				
		-풍력발전 시스템				
		-연료전지				
	자원 순환· 폐기물 활용	-우수, 지하수, 중수, 하수처리 수 재이용 및 관리	○	○	○	○
		-폐수처리 효율화				
		-폐기물 재활용	○			
		-폐기물관리 기반조성				
	녹지· 생태 환경 조성	-하천보전	○			
		-습지보전지역, 생태경관보전지 역 등 보호	○			
		-생태통로 조성	○		○	
		-생물서식지 및 습지와 수역의 복원	○			
		-탄소정화수목 식재				
		-종다양성을 고려한 녹지와 비 오탁 조성	○		○	○
		-클라인 가르텐(퍼머 컬처)				
		-옥상녹화, 벽면녹화	○	○	○	○
		-인공습지	○			
		-투수성포장	○	○	○	○
		-실개천 생태연못		○	○	○
녹색건축	녹지· 생태 환경 계획	-공원녹지확보비				
		-생태면적률		○	○	○
		-자연지반면적률	○			
		-녹지축 연결	○			
		-생물서식지 및 습지와 수역보 존을 위한 부지계획				
		-생물서식지 및 습지의 장기보 존관리 계획				
		-녹지 네트워크	○			
		-수공간 네트워크				
	건축 계획	-일조 및 바람길을 고려한 건축 계획(자연채광)	○		○	○

녹색생활/ 녹색경제		-건물에너지관리시스템(BEMS)				
		-기존건축물의 재사용	○			
		-건설과정의 재활용	○			
		-건설과정의 환경오염예방				
		-광(光)공해 저감				
	저 에너지 건축 설비	-고효율 환기 시스템				
		-고단열 고기밀 자재				
		-고성능 창호				
		-고효율설비(LED 등)				
		-고효율 열원 시스템				
	인증 제도	-친환경건축물 인증				
		-건축물 에너지효율				
	녹색 생활	-지역 내 식료품 공급체계				
		-지역커뮤니티를 위한 공간확보	○	○	○	
		-커뮤니티의 연속성				
		-커뮤니티의 계획참여	○	○	○	○
		-친환경 정보제공				
	녹색 산업	-녹색산업공정				
		-지역자원의 현명한 이용가치				
		-녹색고용				

2. 저탄소 계획요소 적용가능성 검토⁷⁷⁾

최근 들어, 국내 정비사업에 친환경개념이 도입됨에 따라 단지의 공원녹지율이 높아지고 친환경건축물인증을 받은 단지의 경우는 신재생에너지를 도입하기도 하는 등 저탄소 계획의 움직임이 보이고 있다. 하지만 아직 국내의 저탄소 단지 조성은 초기수준으로 저탄소 계획요소가 적극적으로 적용되고 있지는 않다.

따라서 이번 절에서는 기존에 친환경단지로 건설된 정비사업구역을 대상으로 이미 적용된 요소 외에 충분히 적용될 수 있었을 저탄소 계획요소를 적용해 봄으로써, 향후 정비사업 시행에 있어서 더욱 다양한 저탄소 계획요소의 적용가능성을 검증해보았다.⁷⁸⁾

1) 사례 대상지 개요

① 기본 개요

사례대상지는 2009년 친환경건축물인증 본인증을 우수등급으로 받은 서울특별시 은평구 진관동 94번지에 위치한 ‘은평뉴타운 제각말 아파트 (522동 ~ 528동)’이다. 인근에 진관근린공원과 북한산국립공원의 녹지축이 위치하여, 대상지 북측으로는 산록변이 형성되어 있으며, 양호한 수림 및 근린공원 환경을 조성하고 있다. 한편, 인근 구파발, 연신내 역세권 등 기존 도시공간과의 연계를 고려하여 계획되었다. 제각말 아파트는 주변 환경과 조화를 이루며 친환경단지로 조성되었다.



[그림 4-4] 단지 조감도



[그림 4-5] 대상지 현황

77) 적용가능성 검토는 친환경건축물인증 단지의 설계 경력이 있는 박인수 건축사((주)파크이즈건축사사무소)의 원고를 바탕으로 정리하였음

78) 검증과정에 활용된 ‘은평뉴타운 제각말 아파트’ 관련 도판과 도면은 단우건축사사무소의 협조를 받은 것으로 연구내용에 맞게 재편집하였음

[표 4-9] 저탄소 계획요소 적용가능성 검토 사례대상지 개요

구분	대상지	
위치	서울 은평구 진관동 94번지	
용도지역	제2종전용주거지역	
대지면적	18583.9m ²	
연면적	35246.35m ²	
건폐율	22.75%	
용적률	128.11%	
세대수	189세대	
층수	8층(2동), 9층(2동), 11층(3동)	
주차대수	274대	



[그림 4-6] 전체단지 종합 계획도



[그림 4-7] 대상 단지 배치도

② 단지계획

사례대상지는 점, 선형으로 프로그램 네트워크를 구축하는 개념으로 계획되었다. 자연지형 및 건축적 특성을 고려한 공간과 다양한 계층이 이용할 수 있는 다기능 활동공간 및 시설, 진관근린공원과 북한산 기존 산책로를 연계한 공간 프로그램과 산책로, 단지별 생태적 건강함과 리조트적 활용 프로그램을 도입하였다. 공간기능별로 녹지, 수공간, 체험공간, 놀이공간으로 구분되는 프로그램을 단지내 점적으로 배치하였고 이와 연계하여 문화의 거리, 소풍가는 길, 학교가는길, 청솔길의 4가지 보행동선체계를 설정하였다.

대상지의 공간구조는 기존 지형의 경사지 활용, 블록 내 오픈스페이스 연계, 전체 단지 보행축 연계를 전제로 계획되었다. 경사지를 활용하여 건물의 테크하부를 부대복리시설로 사용하고, 블록 내 오픈 스페이스와 연계하여 커뮤니티시설을 배치하였다. 또한 전체 단지 보행축과 커뮤니티 시설 연계를 고려하여 중심광장의 주변을 둘러싼 근린생활시설과 단지 곳곳에 관리사무소, 경로당, 주민공동시설, 보육시설, 문고, 놀이터, 테마별 마당 등을 배치하였다.



[그림 4-8] 커뮤니티 시설 배치계획의 개념

녹지공간에 대해서는 녹지 기반층을 자연스럽게 건축상부로 연결하고, 건물상부가 정원이 되어 유기적인 공간을 계획하였다. 상가상부녹지공간과 주민복리시설상부의 잔디마당 등에 녹지공간을 조성하였고, 이외에 지면, 벽면, 옥상, 지붕/세대내의 녹화 시스템을 갖추었으며, 경사지의 특성을 살려 테크구성과 주거유형을 배치한 지형순응 디자인 방식을 도입하였다. 또한, 녹지, 수공간, 산림을 연계하는 녹지네트워크 계획을 수립하여 테라스형의 녹체계를 구성하고, 근린공원 산림을 연장한 녹색길, 단지를 묶는 환형의 녹색

림을 조성하였다. 또한 우·배수를 활용하여 친수공간을 조성하고, 생태환경을 고려하여 자연형 배수로와 주변 수체계를 고려한 물순환체계를 확립한 수공간 네트워크를 조성하였다. 산림 네트워크는 단지 내 소나무림을 보전하고, 주요 녹지 부분과 연계한 산림영역을 확장하며, 산림형의 다층적 구조로 식재하는 방식으로 설정하였다.

2) 적용가능한 저탄소 계획요소 검토

① 인증제도의 평가항목 현황

사례 대상지는 친환경건축물인증제의 본인증에서 우수등급을 받은 단지이다. 인증제에서 평가하는 항목은 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경의 9가지 부문의 총 44가지이며 이 중 34가지를 적용하여 인증을 받았다.

[표 4-10] 친환경건축물인증제 평가항목과 사례대상지 적용항목

부문	범 주	친환경건축물인증제의 평가항목		적용 항목
		통 합 기 준	배점	
토지 이용	생태적가치	기존대지의 생태학적 가치	2	X
		기존 자연자원 보존율	3	X
	토지이용	용적률	6	○
		체계적 상위계획 수립 여부	2	○
	인접대지 영향	일조권 간섭방지 대책의 타당성	2	○
	거주환경의 조성	커뮤니티 센터 및 시설계획 여부	3	○
		단지 내 보행자 전용도로 조성여부	3	X
		외부보행자 전용도로 네트워크 연계여부	1	X
교통	교통부하 저감	대중교통에의 근접성	2	○
		단지 내 자전거 보관소 및 자전거도로 설치여부	2	○
		초고속정보통신설비의 수준	2	○
		도시중심 및 지역중심과 단지중심 간의 거리	2	○
에너지	에너지소비	에너지 소비량	12	○
	에너지절약	신·재생에너지 이용	3	○
재료 및자 원	자원 절약	라이프사이클 변화를 고려한 평면개발	3	○
		환경친화적(공업화) 공법 및 신기술 적용	3	X
	폐기물 최소화	생활용 가구재 사용억제 대책의 타당성	1	○

친환경건축물인증제의 평가항목				적용 항목
부문	범 주	통 합 기 준	배점	
	생활 폐기물 분리수거	재활용 생활폐기물 분리수거	2	○
		음식물 쓰레기 저감	2	○
	자원 재활용	유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용여부	3	○
		기존 건축물의 재사용(주요구조부)으로 재료 및 자원의 절약	7	X
		기존 건축물을 재사용(비내력벽)하여 재료 및 자원의 낭비 절약	2	X
수자 원	수순환체계 구축	우수부하 절감대책의 타당성	3	○
		생활용 상수 절감 대책의 타당성	4	○
	수자원 절약	우수이용	2	○
		중수도 설치	4	X
환경 오염	지구온난화방지	이산화탄소 배출 저감, 열병합시설, 지역난방방식 도입	3	○
유지 관리	체계적인 현장관리	환경을 고려한 현장관리계획의 합리성	1	○
	효율적인 건물관리	운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성	3	○
	효율적인 세대관리	사용자 매뉴얼 제공	3	○
생태 환경	대지내 녹지 공간조성	연계된 녹지축 조성	2	○
		녹지공간률	5	○
		생태환경을 고려한 인공환경녹화기법 적용여부	4	○
	생물서식공간 조성	수생비오톱 조성	3	X
		육생비오톱 조성	3	○
	자연자원의 활용	표토재활용율	1	X
실내 환경	공기환경	각종 유해물질 저함유자재의 사용	6	○
		환기 설계의 정도	3	○
	온열환경	각 실별 자동 온도 조절 장치 채택 여부	2	○
	음환경	층간 경계 바닥 충격음 차단성능 수준	4	○
		세대간 경계벽 차음성능 수준	3	○
		단지 내 음환경	3	○
	빛환경	세대 내 일조 확보율	4	○
	노약자에 대한 배려	노약자, 장애인 배려의 타당성	2	○

② 개선 가능한 저탄소 계획요소의 검토

사례 대상지는 약 10ha 규모로 풍부한 녹지에 둘러싸인 경사지형에 입지하였으며 남쪽과 서쪽으로 아파트단지가 인접해 있고 동북측으로는 자연녹지공간과 접해있다. 이미 친환경건축물인증을 받은 단지로서 저탄소 계획요소가 적용되어 있기는 하지만 본 연구의 저탄소 계획요소 분석틀을 토대로 추가적으로 적용 가능한 요소 또는 탄소저감효과를 더욱 높일 수 있는 요소들을 검토해본 결과, 15가지가 선정되었고, 적용가능성을 검토하기 위하여 시뮬레이션을 실시하였다.

개선 가능항목은 엄밀한 것은 아니며, 대상지역의 여건에 따라 건축기본계획단계에서 적용가능하며, 개선안을 시각적으로 비교해 제시할 수 있는 항목으로 개략적으로 검토한 것들이다. 이러한 개선 가능 항목에 대한 검토는 실제로 친환경 건축물인증을 취득하였기에 저탄소 계획요소가 상대적으로 많이 적용되었을 것으로 생각되는 단지에 대해서도 얼마든지 추가적인 고려가 가능하지 않았을까 하는 가정을 검토해 보고자 하는 것으로서 계획과정에 있어서 계획요소에 대한 지속적인 고려가 필요함을 보이고자 하는 의도였다.

[표 4-11] 사례 대상지에 적용된 저탄소 계획요소 및 개선가능 요소(음영: 시뮬레이션 적용 요소)

분석 방향	세부계획요소		친환경건축물인증	
	항목	내용	점수항목	대상지적용
공간 계획	집약적 토지이용	직주근접		
		분산적 집중형 도시공간구조	○	○
		복합토지이용 계획		
		근린내 학교시설 위치		
		적정밀도 개발	○	○
		이전적지 재개발		
	생태고려	절성토량 최소화	○	
		생태자연도, 녹지자연도 주요지역 배제	○	
		습지·수역 배제 및 관리	○	
		침수구역 회피 및 관리		
		특이지형 배제		
		소음저감설계	○	
		악취영향 배제		
	건축물 배치	자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치	○	○
		주택유형의 다양화	○	
	경관	조망권 확보		
		경관형성		

교통	교통체계	교통수단별 접근성 고려		
		대중교통전용지구 및 환경지역		
		거리체계의 연결성		
		대중교통 정류장 편리성	○	○
		대중교통 지원 입지		
		환경친화적 주차계획		
		보행에 적합한 거리		
		공공공간의 접근성		
		기존개발지와의 연계		
	보행·자전거	자전거활성화	○	○
		보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크	○	○
		Solar Bike&Solar station		
		주변지역의 자전거 네트워크		
	대중교통	대중교통활성화		
		녹색대중교통		
		에너지 절약형 신교통수단 도입		
	자동차이용	친환경 주차장 등		
		속도제한구역		
		Car(bike) Sharing		
에너지	신·재생에너지시스템구축	신재생에너지, 바이오에너지 이용	○	○
		건축물 에너지관리	○	○
		집단에너지 공급시설		
		지역냉난방 시스템	○	○
		스마트그리드 시스템		
		기반시설 에너지 효율화		
		태양광 발전 시스템		
		태양열 온수 시스템		
		지열 냉난방 시스템		
		풍력발전 시스템		
		연료전지		
	자원순환·폐기물활용	우수, 지하수, 하수처리수 재이용 및 관리	○	○
		중수 이용		
		폐수처리 효율화		
		폐기물 재활용	○	○
		폐기물관리 기반조성	○	○
녹지/생태	녹지·생태환경조성	하천보전	○	

녹색 건축	녹지 · 생태환경 계획	습지보전지역, 생태경관보전지역 등 보호	○	
		생태통로 조성		
		생물서식지 및 습지와 수역의 복원		
		탄소정화수목 식재		
		종다양성을 고려한 녹지와 비오톱 조성	○	
		클라인 가르텐(퍼머 컬처)		
		옥상녹화, 벽면녹화	○	○
		인공습지		
		투수성포장	○	○
		실개천 생태연못		
	녹지 · 생태환경 계획	공원녹지확보비	○	○
		생태면적률		
		자연지반면적률		
		녹지축 연결	○	○
		생물서식지 및 습지와 수역보존을 위한 부지계획		
		생물서식지 및 습지의 장기보존관리 계획		
		녹지 네트워크		
	녹색 건축	수공간 네트워크		
	건축계획	일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)		
		건물에너지관리시스템(BEMS)		
		기존건축물의 재사용	○	
		건설과정의 재활용	○	○
		건설과정의 환경오염예방	○	○
	저에너지 건축설비	광(光)공해 저감		
		고효율 환기 시스템		
		고단열 고기밀 자재		
		고성능 창호		
		고효율설비(LED 등)		
		고효율 열원 시스템		
	인증제도	친환경건축물 인증	○	○
		건축물 에너지효율		
녹색 생활/녹색 경제	녹색생활	지역 내 식료품 공급체계		
		지역커뮤니티를 위한 공간확보	○	○
		커뮤니티의 연속성	○	○
		커뮤니티의 계획참여		
		친환경 정보제공	○	○
	녹색산업	녹색산업공정		
		지역자원의 현명한 이용가치		
		녹색고용		

③ 저탄소 계획요소의 적용가능성 검증

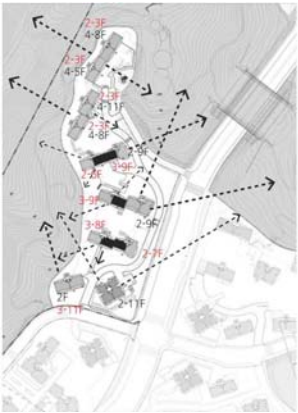



□ 공간계획

- 소음저감설계, 자연지형, 일조량 등 고려한 단지배치, 조망권 확보, 경관 형성

생태를 고려한 소음저감설계요소의 적용은 주차장구간에서 발생하는 소음에 대응하기 위해 건축물의 배치를 주차장구간에서 이격시키고, 완충녹지의 식재밀도 향상과 수종의 변경을 통해 가능하다. 기존 건축물의 배치의 경우 북측 아파트 등은 바람길과 일조, 채광 등을 고려하였을 때 바람직하지 못하므로, 블록의 형태를 달리하여 이에 대비할 수 있다. 한편, 제각말 아파트의 경관은 조망권 확보와 경관형성 측면에서 배치의 조정과 도로에 인접한 아파트동의 고층화를 통해 시각적 접근로를 마련하여 계획할 수 있다.

[표 4-12] 공간계획관련 계획요소 적용가능성 검증

구분	적용 전	적용 후
생태 고려 : 소음저감설계	 <p>충간소음저감설계 - 바닥차음재 20mm 시공 - 바닥 슬래브 두께강화 (T=210)</p> <p>주차장구간 조형소음 감소 - 개질아스팔트 포장</p> <p>완충녹지 기능 부족 - 관목위주의 식재로 인한 소음 저감 기능의 한계</p> <p>■ 주차장 구간 ■ 완충녹지 □ 소음발생구역</p>	 <p>완충녹지 확장 - 식재밀도 상황조정 - 수종 변경 (차폐수로 적합한 수종 EX. 산벚나무, 단풍나무)</p> <p>배치 변화</p> <p>■ 주차장 구간 ■ 완충녹지 □ 소음발생구역</p>
건축물 배치 : 자연지형, 일조량, 풍향 등을 고려한 단지 배치	 <p>천바람 발생지역 (강동천 방향)</p> <p>➔ 바람길 ➔ 일조 및 채광방향</p>	 <p>천바람 발생지역 (강동천 방향)</p> <p>➔ 바람길 ➔ 일조 및 채광방향</p> <p>여름철 남풍</p>

구분	적용 전	적용 후
경관 : 조망권 확보	 <p>◀ 조망권 유리 ◀◀ 조망권 불리</p>	 <p>시각적 접근 가능성 확보 평면 타입 변경 - 측면 발코니 설치 가능타입 - 101A → 101C - 84A → 84C 배치 조정</p>
경관 : 경관 형성		 <p>북서쪽 녹지경관을 위한 시각적 접근로 마련 층수 변화 - 도로에 인접한 주거지 고층</p>







□ 교통



- 교통수단별 접근성 고려, 환경친화적 주차계획, 보행에 적합한 거리, 보행자 및 자전거 전용도로 및 네트워크, 친환경 주차장

대상지는 전면의 도로를 따라 버스노선이 계획되었으나 단지내부로의 접근성이 부족하므로, 별도의 자전거전용도로를 계획하여 교통수단의 접근성을 높일 수 있다. 또한 주차장 상부의 녹지 지반층 확충을 통해 친환경 주차계획이 가능하다.

단지 내 보행자와 자전거 전용도로의 계획은 기존 현황에서 더욱 강화하여 진입도로 폭의 확장을 통해 보도를 추가하여 보행로를 구성하고, 동선체계를 다각화 하여 네트워크를 구성한다. 또한 자전거 전용도로, 보도, 도로를 구분하는 계획을 통해 안전성을 확보할 수 있다.

[표 4-13] 교통 관련 계획요소 적용가능성 검증

구분	적용 전	적용 후
<p>교통</p> <p>체계 : 교통수단별 접근성 고려</p>	 <p>자전거 자가용 대중교통 (버스) 대중교통 (버스)</p>	<p>자전거 전용도로</p>  <p>자전거 자가용 대중교통 (버스) 대중교통 (버스)</p>
<p>교통</p> <p>체계 : 환경친화적 주차계획</p>	 <p>녹지반충 하부 주차장 경사지 하부(지하) 주차장</p>	<p>주차장 상부의 녹지 반충 확충</p>  <p>녹지반충 하부 주차장 경사지 하부(지하) 주차장</p>
<p>교통</p> <p>체계 : 보행에 적합한 거리</p>	<p>보행자 전용도로 없음</p>  <p>도로 폭 : 6m 보도 및 자전거도로 폭 : 7.5m</p> <p>--- 보행로 — 도로 지하주차장</p>	<p>진입도로의 확장 - 보도 추가</p>  <p>지하주차장 진입 도로 폭 : 8m 보행로 조성</p> <p>--- 보행로 — 보도 — 도로 지하주차장</p>

구분	적용 전	적용 후
보행, 자전거 : 보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크		




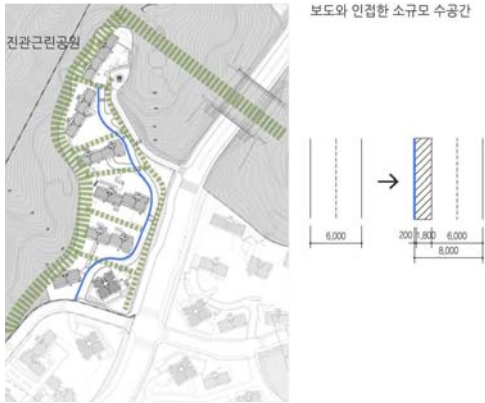


□ 녹지 / 생태

- 생태통로 조성, 옥상·벽면녹화, 공원녹지 확보비, 녹지축 연결, 녹지·수 네트워크

단지 내 녹지·생태환경의 조성 및 계획은 다양한 방법을 통해 실현 가능하며, 벽면녹화 가능 구역을 설정하고, 일조를 고려한 벽면녹화 가능 구역을 계획할 수 있다. 또한 단지 서북측의 경사로를 공원녹지로 계획하여 공원녹지 확보비를 21.3% 향상시켜 친환경적 계획요소를 충족시킬 수 있다. 수공간 계획은 보도와 인접한 곳에 계획하여 별도의 오픈스페이스를 계획하지 않고서도 친수공간을 조성할 수 있으며, 단지내부의 생태길을 조성하고 기존의 생태통로와 연결하여 생태계에 대해 고려할 수 있다.

[표 4-14] 녹지/생태 관련 계획요소 적용가능성 검증

구분	적용 전	적용 후
녹지·생태환경 조성 : 옥상녹화, 벽면녹화		

구분	적용 전	적용 후
녹지 · 생태 환경 계획 : 공원 녹지 확보비	 <p>기존의 공원녹지 확보비 : 0%</p>	 <p>공원녹지 확보비 (계획) : 21.3%</p>
녹지 · 생태 환경 계획 : 녹지 및 수공간 네트워크	 <p>기존의 수공간 네트워크 없음</p> <p>진관근린공원</p> <p>..... 녹지네트워크 (기존)</p>	 <p>보도와 인접한 소규모 수공간</p> <p>진관근린공원</p> <p>6,000 200 800 6,000 8,000</p>
녹지 · 생태 환경 계획 : 생태 통로 조성	 <p>단지내부의 생태길</p> <p>기존의 생태통로와의 연결</p>	 <p>단지내부의 생태길</p> <p>기존의 생태통로와의 연결</p>

□ 녹색건축

일조 및 바람길을 고려하여 장릉천 방향의 겨울 북서풍에 취약한 단지 평면을 코어 형태 병화를 통하여 남향이 가능한 단지로 구성이 가능하다고 판단된다.

[표 4-15] 건축계획 : 일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)

구분	적용 전	적용 후
건축 계획 : 일조 및 바람길 고려 건축 계획 (자연 채광)	<p>전바람 발생지역 (장릉천 방향)</p> <p>바람길 → 일조 및 채광방향</p>	<p>전바람 발생지역 (장릉천 방향)</p> <p>바람길 → 일조 및 채광방향</p> <p>장릉천 방향의 겨울 북서풍에 취약한 단지 평면 - 코어 형태의 병화로 남향이 가능한 단지 구성</p>

3) 소결

사례 대상지에 저탄소 계획요소를 적용하여 개략적인 검토를 통해서 타당성을 검증한 결과 상당부분의 계획요소가 보다 나은 대안으로 개선 가능함을 파악할 수 있었다. 이 요소들은 건축계획 시 좀 더 적극적으로 실현의지를 가지고 있었다면 개선가능했거나 충분히 구현될 수 있는 요소들로 판단된다. 한편, 이 요소들은 이번 사례 대상지에 적용 가능한 것들로, 만약 다른 아파트단지를 사례 대상으로 설정하고 검증하였다면 다른 요소들로 도출되었을 것이다.

저탄소 계획을 달성하기 위해서는 지역의 상황에 따라 다양한 계획요소들이 적용될 수 있고 기존 친환경 건축물 인증을 받은 사업에 대해서도 충분한 개선의 여지가 있음을 알 수 있었다. 따라서 보다 적극적인 정책의 추진이 필요할 것으로 판단되며, 최소기준을 법적으로 규제하고 이를 단계적으로 상향시키도록 하며, 이를 위한 다양한 인센티브와 제반 정책이 추진될 필요가 있을 것으로 생각된다.

제5장 인증제를 통한 탄소저감효과 분석

1. 분석의 개요
2. 에너지 소비량 분석
3. 탄소 배출량 분석
4. 소결

현재 제도적인 측면에서 살펴보면 저탄소 계획요소가 지표화되어 적용되고 있는 예는 ‘친환경건축물인증제’라 할 수 있다. 친환경 건축물 인증은 강제력이 없는 인증이라 할 수 있지만 비인증 사업에 비해 저탄소 계획요소의 적용이 보다 많은 사업이라 할 수 있다.

본 장에서는 저탄소 계획요소의 적용에 따른 효과를 간접적으로 검증하기 위해 기존 도시공간 사업 중에서 친환경건축물인증을 받은 공동주택 단지와 비인증 공동주택 단지를 대상으로 탄소저감효과 비교분석을 실시하였다. 그리고 각 계획요소의 적용여부를 평가하여 점수를 매기는 방식인 ‘친환경건축물인증제’와는 다르게 개별 계획요소 적용여부와 관계없이 총 에너지 저감량만으로 인증여부를 결정하는 ‘건축물에너지효율등급인증제’에 대해서도 탄소저감효과를 분석하였다. 공동주택 친환경 건축물 인증제도가 저탄소 계획요소 전반을 포괄하고 있다고 보기는 힘들지만 저탄소 계획요소가 상대적으로 많이 적용되어 있는 친환경건축물 인증 공동주택 단지와 비인증 공동주택 단지에 대한 검증은 현재로서는 비교적 유효한 방법으로 판단된다. 또한 전체적인 에너지 저감량을 기준으로 하는 건축물에너지효율등급인증 공동주택 단지의 경우에도 에너지 효율 등급 인증을 취득하기 위해 여러 저탄소 계획요소를 적용하였을 것으로 예상되며, 에너지 절감이 실질적으로는 탄소배출량을 저감하는 것을 의미하기에 별도로 분석을 진행하였다.

이러한 일련의 분석은 서울대학교 공학연구소 김승남 선임연구원의 공동연구를 통해 수행하였다.

1. 분석의 개요

1) 분석의 범위 및 대상

□ 분석 범위

공간적 범위는 친환경 인증 아파트 단지가 가장 집중되어 있고, 지리·지형적 차이와 기후의 차이를 최소화함으로써 분석 모형에서 친환경 인증 아파트의 효과가 최대한 명확하게 드러나게 하기 위하여 서울시로 한정하였다. 또한, 서울시는 타 도시에 비해 아파트 단지가 밀집되어 있어, 친환경 인증 아파트 단지와 멀지 않은 거리 내에서 대조군 아파트 단지를 선정할 수 있다는 장점이 있다.

시간적 범위는 에너지 소비량 자료의 기준 시점인 2011년으로 하였다. 모든 자료는 2011년을 기준으로 구축하나, 2011년 자료를 구축하지 못한 경우에는 최근접 연도의 자료를 활용하였다.

□ 분석 대상

분석 대상은 서울시 내 친환경건축물인증제와 건축물에너지효율등급인증제의 본인증을 받은 아파트단지이며 이와 비교분석해보기 위해 서울시 내 대조군 아파트단지를 선별하였다.

- 친환경건축물인증제에서 본인증을 받은 아파트 단지

2011년 에너지 자료를 활용하기 때문에 2012년 이전에 완공된 아파트 단지만을 분석대상으로 하며 2012년 이전에 완공이 되었더라도 입주가 완전히 이루어지지 않아 에너지 소비량 자료가 불완전하게 존재하는 단지는 분석대상에서 제외하였다. 또한, 완공 시점이 정확히 명시되어 있지 않은 단지, 단지 식별 정보(지번 또는 PK)가 불명확하거나 중복되는 단지의 경우 다른 정보 구축 및 취합이 불가능하므로 분석대상에서 제외하였다. 이러한 기준에 의해 2012년 8월 현재 본인증을 받은 97여개 단지 중 63개 단지를 분석대상으로 선정하였다.

- 건축물에너지효율등급인증제에서 본인증을 받은 아파트 단지

‘친환경건축물인증제’의 경우와 같이 2011년 에너지 자료를 활용하기 때문에 위와 동일한 기준으로 서울시 내 본인증 단지 97개 중에서 82개를 선정하였다.

- 친환경건축물인증제와 건축물에너지효율등급인증제 복수인증 받은 단지

분석대상 중 총 42개의 아파트 단지는 ‘친환경건축물인증제도’와 ‘건축물에너지효율등급인증제도’를 중복으로 인증받고 있었다. 이를 감안하여 친환경 및 에너지효율등급 인증 단지 총 103개에 대하여 분석을 실시하였다. 이렇게 많은 단지가 중복으로 인증을 받은 이유는 각 인증제도가 부여하는 인센티브의 종류가 다르기 때문으로 볼 수 있다.

- 대조군 아파트 단지

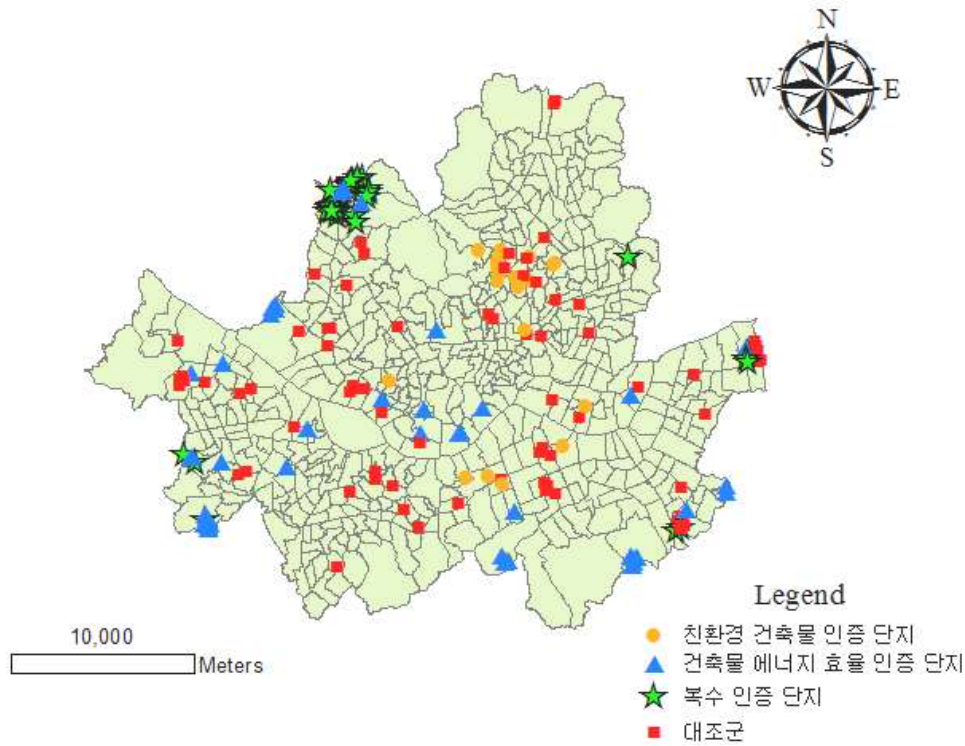
대조군 아파트 단지는 서울시에 입지하는 단지 중 인증 단지와 인접하고, 단지규모 및 완공 시점 등이 인증 단지의 평균 값에서 크게 벗어나지 않는 약 100여개의 단지로 추출하였다. 그 후, 앞서 인증 아파트 단지를 선정한 기준을 동일하게 적용해 최종적으로 81개의 단지를 선정하였다.

- 분석대상 공동주택 단지 개요

184개 분석 대상 단지를 인증 여부, 인증 유형, 등급, 시기별로 구분하면 아래의 표와 같다. 서울시 공동주택의 친환경 인증이 의무화됨에 따라 뉴타운 지역에 친환경 인증 단지가 집중되어 있음을 확인할 수 있다. 또한, 대조군 아파트 단지가 공간적으로 비교적 균등하게 분포되어 있음을 알 수 있다.

[표 5-1] 인증받은 서울시 공동주택 및 대조군 현황

구분			친환경건축물인증제	건축물에너지효율등급제	대조군 단지
인증현황	본인증	최우수/1등급	97	2	31
		우수 /2등급		95	
		-/3등급이하		-	
	예비인증		125	121	81
	예비인증~본인증 취득기간		32개월	33개월	
물리적 현황	대지면적(m ²)		3,278	2,938	3,104
	연면적(m ²)		9,481	8,277	10,276
	건축면적(m ²)		6,860	6,751	6,063
	건폐율(%)		21.8	25.8	21.2
	용적률(%)		196.7	232.7	225.3
	세대수		614	501	653



[그림 5-1] 분석 대상 단지의 공간적 분포

[표 5-2] 분석 대상 아파트 단지의 인증 현황

유형		단지 수
대조군 단지		81
인증 단지		103
인증 유형 및 등급별 구분	친환경건축물인증	63
	최우수	2
	우수	61
	건축물에너지효율 인증	82
	1등급	26
	2등급	56
	복수 인증 (친환경건축물인증 및 건축물에너지효율 인증)	42
인증 시기별 구분	2004-2006년	25
	2007-2009년	42
	2010-2012년	35
총계		184

*인증 시기별 구분에서, 2008년에 친환경 건축물 인증을 받고 2009년에 건축물 에너지 효율등급 인증은 받은 1개 단지의 경우는 위 구분에 포함시키지 않았다.

2) 분석방법

아파트 단지 연상면적 1m^2 당 에너지 소비량 및 탄소 배출량에 대한 회귀분석을 통해 인증 단지의 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과를 분석하였다.

인증제의 효과를 분석하기 위해서는 에너지 소비량 및 탄소배출량에 영향을 미칠 수 있는 다른 다양한 요인들을 통제할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 다중회귀분석을 활용해 에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량을 설명하는 다른 변수들이 통제된 상태에서 인증 여부의 효과를 분석하였다. 분석에는 에너지 유형, 난방방식 등에 따라서 총 10개의 종속변수가 활용되며, 검증변수의 구성방식에 따라서 각 종속변수에 대해 4개의 모형이 구성되었다. 따라서 분석 모형의 수는 총 40개로 모든 모형에 대해 모형의 정교화(model specification) 과정을 거치는 데에는 한계가 있었다.

이러한 이유로 본 연구에서는 일정 정도의 정교화 과정을 거친 후 최종 모형(독립변수)의 구성은 단계 선택(Stepwise Selection) 방식을 활용해 결정했다. 이 방법을 활용할 경우 모형에 변수가 전혀 없는 경우에서부터 하나씩 변수를 추가해가며 반복적인 분석을 수행하는 프로그램에 의해 유의한 변수를 쉽게 도출할 수 있다. 본 연구에서 활용한 SAS 9.3 Version의 경우 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 변수만을 최종 모형에 포함시킨다.

3) 변수의 구축

□ 종속변수의 구축

종속변수가 되는 에너지원은 전기 에너지, 도시가스, 지역난방 에너지이며 이를 활용해 산정된 이산화탄소 배출량이 추가로 포함하였고, 모든 값은 단지 규모를 반영하기 위해 총 연상면적 1m^2 당 소비량 또는 배출량으로 환산되어 변수로 활용하였다.

전기 에너지 소비량의 경우 난방 방식과 직접적으로 관련이 없으므로 전체 샘플을 활용해 분석을 시행하였다. 그러나 도시가스, 지역난방 에너지, 이산화탄소의 경우는 난방 방식에 따라서 그 값을 구성하는 요소가 달라지기 때문에 개별난방과 지역난방 두 유형의

로 구분해 분석을 수행하였다. 개별난방 단지의 경우 난방 목적 에너지 소비가 도시가스로 포함되지만⁷⁹⁾, 지역난방 단지의 경우 난방 목적 에너지 소비가 지역난방 에너지로 별도로 산정되므로 개별난방 단지의 도시가스 소비량은 취사, 온수, 난방 목적 활용이 모두 포함된 값인 반면, 지역난방 단지의 도시가스 소비량은 취사 및 온수 목적 활용으로만 구성되어 있다.

이산화탄소 배출량은 에너지 소비량 자료와 연료별·사용단계별 배출계수를 활용해 산정하였고 전기의 경우 생산 시 발생하는 이산화탄소 배출량을 산정하며, 가정용 도시가스의 경우 생산 및 사용 시에 발생하는 이산화탄소 배출량을 산정하였다. 그러나 지역난방 에너지의 경우, 국가 LCI 데이터베이스 정보망에서 배출계수를 제공하지 않고 있으며, 또한 열병합 발전소 연료원(쓰레기, 무연탄, 중유, LNG등)의 종류가 매우 다양해 다른 배출계수를 활용해 추정하는 것 또한 어렵기 때문에 탄소 배출량 산정에 포함하지 않았다.

[표 5-3] 이산화탄소 배출계수

사용단계별 CO ₂ 배출계수	생산	사용	처리	단위	비고
전기	0.495	0	0	kg CO ₂ /kwh	
도시가스 (가정용)	0.595	2,780	0	kg CO ₂ /kg	
	0.515	2,231	0	kg CO ₂ /Nm ³	이 값을 적용

※ 출처: 국가 LCI 데이터베이스 정보망(<http://www.edp.or.kr/lcidb/co2db/co2db02.asp>)

결과적으로, 개별난방 단지의 이산화탄소 배출량은 전기와 취사·온수·난방 목적 도시가스 소비량을 토대로 산정했으며, 지역난방 단지의 이산화탄소 배출량은 전기와 취사·온수 목적 도시가스 소비량을 토대로 산정하였다. 따라서 지역난방 단지의 이산화탄소 배출량은 개별난방 단지에 비해 과소 측정될 수밖에 없기 때문에, 본 연구는 구분해 분석하였다.

에너지 소비량 자료는 크게 전기, 도시가스(LNG), 지역난방 에너지로 현재 구축중인 건축물 에너지정보 관리체계 구축 사업단의 협조를 통해 획득한 아파트 단지별 자료를 활용하였다. 이중 전기 및 지역난방 에너지는 아파트 일괄 공급에 따라 총괄표제부⁸⁰⁾ 단

79) 일부 개별난방 방식 중 난방 연료로 석유를 활용하는 경우도 있으나, 본 연구에서는 비교적 최근 건설된 아파트 단지만을 분석대상으로 하고 있어 해당 유형을 포함하고 있지 않음. 즉, 모든 개별난방 단지는 도시가스를 난방 원료로 하고 있다고 볼 수 있음

80) 국토해양부 「세움터」, “건축물대장”, (<http://www.eais.go.kr/>)

위의 매칭자료를 활용하며, 도시가스의 경우는 전유부 자료를 활용하여 아파트 단지별로 합산한 값을 활용하였다. 에너지 소비량에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인들을 통제하기 위해 건축물대장(단지 기본 정보), 부동산 114의 아파트 단지 정보(아파트 시세 및 단지 정보), 통계청 GIS(주변 환경) 자료, 기상청 기후 자료 등을 활용하고, 친환경건축물인증제도 정보시스템⁸¹⁾과 토지주택연구원에서 제공되는 친환경건축물 인증 및 건축물에너지효율등급 인증정보⁸²⁾를 활용하였다.

그러나 본 연구에서 사용하는 에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량은 단지별 에너지 소비량에 부대시설(관리사무소, 노인정, 주차장)에 의해 소비된 양을 포함하고 있기 때문에 다소 과대 측정되었을 가능성이 있다. 마찬가지로 총연상면적에 부대시설 면적이 포함되기 때문에 오차가 그리 크지 않을 수도 있으나, 주거용도 건축물과 기타용도 건축물에서의 소비 행태가 다르기 때문에 본 연구에서 산정된 에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량은 주거를 통해 소비되거나 배출된 양과는 정확하게 일치하지 않을 수 있으므로 분석 결과의 해석에 있어서 이러한 점을 고려할 필요가 있다.

[표 5-4] 종속변수의 유형 및 정의

에너지 유형 구분	난방 방식 구분 (분석 대상 샘플)	변수명	정의(총연상면적 1m ² 당)	단위
전기 에너지	모든 유형	전기	연간 전기 소비량	kWh/m ²
		전기_여름	6-8월 전기 소비량	kWh/m ²
도시가스 (LNG)	개별난방	도시가스	연간 도시가스 소비량	m ³ /m ²
		도시가스_겨울	11, 12, 1, 2월 도시가스 소비량	m ³ /m ²
	지역난방	도시가스	연간 도시가스 소비량	m ³ /m ²
		도시가스_겨울	11, 12, 1, 2월 도시가스 소비량	m ³ /m ²
지역난방 에너지	지역난방	지역난방	연간 지역난방 에너지 소비량	Gcal/m ²
		지역난방_겨울	11, 12, 1, 2월 지역난방 에너지 소비량	Gcal/m ²
이산화탄소	개별난방	이산화탄소	연간 이산화탄소 배출량(전기+도시가스)	kg CO ₂

81) 사단법인 한국그린빌딩협회 「친환경건축물인증제도 정보시스템」, “인증건물현황정보”, (<http://greenbuilding.re.kr/>)

82) 토지주택연구원 「건축물에너지효율등급인증」, (<http://greenlh.15440835.com/>)

(CO2)	지역난방	이산화탄소	연간 이산화탄소 배출량(전기+도시가스)	kg CO2
-------	------	-------	-----------------------	--------

주: 면적당 에너지 소비량 산정에 활용된 연상면적은 용적률 산정용 연상면적이 아니라 총연상면적임(용적률에 산정되는 구역 외에서도 에너지 소비가 발생할 수 있기 때문). 이산화탄소 배출량은 국가 LCI DB 정보망(한국환경산업기술원)의 탄소배출계수를 적용해 산정(참고: <http://www.edp.or.kr/lcidb/co2db/co2db02.asp>), 동절기 에너지 소비량을 일반적으로 활용되는 기간인 12~2월이 아닌 11~2월로 산정(일부 에너지원의 경우 그 값이 격월로 집계되는데 집계 월이 홀수 월인 경우도 짝수 월인 경우도 있기 때문)

□ 독립변수의 구축

검증변수인 친환경건축물인증 및 건축물에너지효율등급인증 관련 변수는 2012년 8월 현재 본인증을 획득한 단지를 기준으로 구축하였으며 인증여부 및 등급에 따라 4개 유형으로 구분하였다.

첫 번째 유형은 단순히 두 인증제도 중 어느 하나에서라도 등급에 상관없이 본인증을 받았는지 여부를 변수화한 것이다. 두 번째 유형은 인증제도의 종류에 따라서 구분하였고, 친환경건축물인증제도, 건축물에너지효율등급인증제도, 그 둘의 복수 인증 여부에 따라서 세 개의 변수로 구성했다. 세 번째 유형은 인증 등급에 따라서 두 개의 변수로 구성했다. 친환경건축물인증제도와 건축물에너지효율등급에 중복으로 인증을 받은 42개의 아파트 단지를 살펴보았을 때, 친환경건축물인증제도에서 우수 등급을 받은 단지의 대부분은 건축물에너지효율등급인증제도에서 2등급을 받았다. 친환경건축물인증제도에서 우수 등급을 받고 건축물에너지효율등급에서 1등급을 받은 단지는 8개에 불과했다. 그렇기 때문에 친환경건축물 인증제도의 최우수 등급과 건축물에너지효율 인증제도의 1등급을 최우수 인증으로 보고, 나머지 경우는 우수 인증으로 간주하여 변수를 구성하였다. 마지막으로 네 번째 유형은 인증시기에 따라서 세 시기로 나누어 세 개의 변수를 구성했다.

이들 변수군을 모형에 동시에 적용할 수 없기 때문에 이들 변수의 적용 방식에 따라서 분석 모형은 동일한 종속변수에 대해 크게 4개 모형으로 구분된다.

이 외에도 에너지 소비량 및 이산화탄소 배출량에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 최대한 통제하기 위해 아파트 단지 단위로 구축할 수 있는 다양한 연구자료를 검토했다. 우선 건축물대장에서 변수화 가능한 정보를 추출했으며, 부동산 114의 아파트 단지 정보 자료 및 아파트 실거래가 정보를 활용해 건축물대장의 한계를 보완했다. 또한, 통계청 GIS

자료와 기상청 기후 자료 등을 활용해 아파트 단지 주변의 기후 및 미기후 조절 변수를 구축했다. 이 과정을 통해 구축된 독립변수의 유형과 정의는 아래의 표와 같다. 이 외에도 평균층수, 최고층수, 층별 세대수 등 보다 다양한 변수가 구축되었으나 결측치가 많아 분석에서 제외되거나 다른 변수로 교체되었고, 최종적으로 분석에 활용된 변수는 다음과 같다.

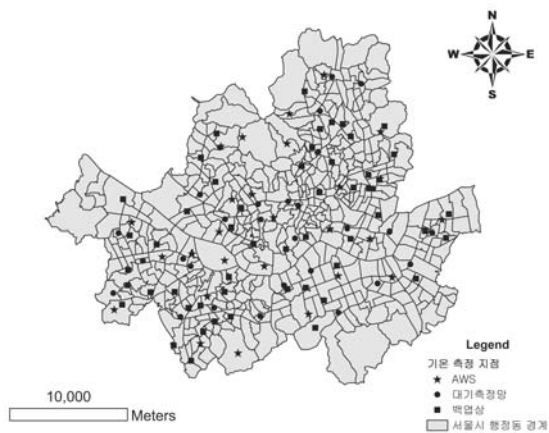
[표 5-5] 독립변수의 유형 및 정의

변수 유형	변수명	정의	단위	자료 출처 및 기준 시점
친환경건축물 인증 관련 변수	인증	친환경건축물 인증제 또는 건축물에너지효율 인증제 중 하나 이상 인증	dummy	친환경건축물 인증제도 정보시스템 및 토지주택연구원 (2012.08)
	친환경건축물 인증	친환경건축물 인증제도 인증	dummy	
	건축물에너지효율 인증	건축물에너지효율등급 인증제도 인증	dummy	
	복수 인증	친환경건축물 인증제와 건축물에너지효율 인증제를 동시에 인증	dummy	
	최우수 인증	친환경건축물 본인증 최우수 등급 또는 건축물에너지효율 1등급	dummy	
	우수 인증	친환경건축물 본인증 우수 등급 또는 건축물에너지효율 2등급	dummy	
	04-08 인증	인증시기: 2004~2008년	dummy	
	09-10 인증	인증시기: 2009~2010년	dummy	
	11-12 인증	인증시기: 2011~2012년	dummy	
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	건폐면적/부지면적	비율	건축물대장 (2012.08)
	용적률	용적률 산정용 연상면적/부지면적	비율	
	주동당 세대수	총 세대수/총 주동수	세대	
	지역난방 여부	지역난방=1, 개별난방=0	dummy	부동산 114 (2011)
단지 규모	총 세대수	총 세대수	세대	건축물대장 (2012.08)

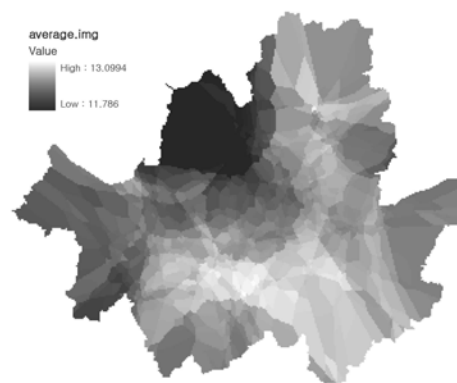
단지 노후도	사용 개월 수	2011년 12월 현재 사용승인일 이후 경과 개월 수	개월	부동산 114 (2011)
단지 소득수준	평당 가격	31~35평형 아파트 평당 실거래 가격 추정치(본문 참고)	만원	부동산 114 (2006)
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율	반경 500m 이내 하천, 녹지, 공원면적 비율	비율	통계청 제공 GIS 자료 (2010)
	건폐면적 비율	반경 500m 이내 건폐면적 비율	비율	
	도로면적 비율	반경 500m 이내 도로면적 비율	비율	
	옥외 주차면수	아파트 단지 내 옥외 자주식 주차면수	개	건축물대장 (2012.08)
기후 특성	평균 고도	아파트 단지 내 평균 고도	m	GIS united DEM 자료(2008)
	평균 기온	아파트 단지 내 연간 평균 기온 추정치	섭씨 도	기상청 (2006)
	하계 평균 기온	아파트 단지 내 6-8월 평균 기온 추정치	섭씨 도	
	동계 평균 기온	아파트 단지 내 12-2월 평균 기온 추정치	섭씨 도	

이중 GIS 분석을 통해 주요 변수를 구축하였는데 우선, 아파트 단지 거주자의 평균적인 소득 수준을 통제하기 위해 대리변수로서 평당 실거래가 자료를 구축하였다. 그러나 분석 대상이 되는 모든 아파트 단지의 가격 정보가 존재하는 것은 아니므로, 수도권 전체의 실거래가 자료를 활용해 공간적으로 추정한 실거래가 값을 변수로 활용하였다. 이를 위해 2006년 당시 31~35평형 아파트의 평당 실거래 가격(부동산 114 기준)을 Arc GIS의 Kriging 기법을 활용하여(500m×500m 크기의 셀 단위로 가격을 산정함⁸³⁾) 최종적으로 분석 대상 아파트 단지에 포함되는 모든 셀의 가격을 평균하여 확률적 가격을 산정하였다. Kriging 기법 적용 후 단지 내 값을 평균하는 동일한 방식을 적용해 아파트 단지의 연평균, 하절기, 동절기 평균 기온을 산정하였다. 이를 위해 서울시 전역에 고루 분포된 110개 관측점(AWS 27개소, 대기측정망 31개소, 백엽상 52개소)에서 측정된 월평균 기온을 활용하였으며 서울시의 기온 관측지점과 Kriging 기법을 활용해 추정된 기온 지도는 다음과 같다.

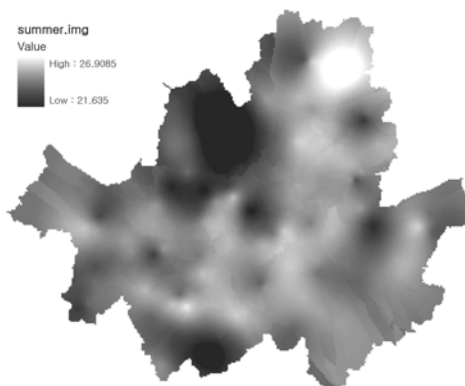
83) 이 분석은 수도권의 모든 아파트 중 가장 큰 비율을 차지하고 있는 평형대인 31~35평 아파트 중 실거래 가격 정보가 있는 모든 아파트를 대상으로 하였음. 전체 분석대상은 4446개 단지이며, 이 중 서울시에 포함된 단지는 총 2267개임



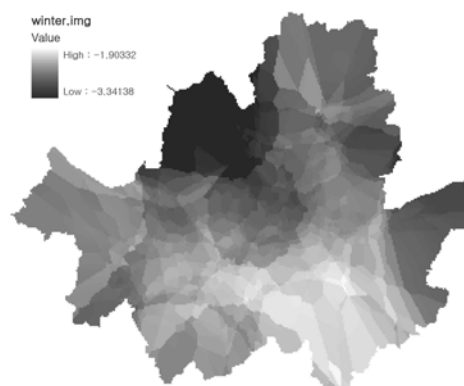
기상 관측 지점(110개소)



연평균 기온



하계(6-8월) 평균기온



동계(12-2월) 평균기온

[그림 5-2] 2006년 서울시 기상관측점 및 Kriging 기법을 활용한 기온 추정결과

2. 에너지 소비량 분석

1) 전기 에너지 소비량

□ 연간 전기 에너지 소비량

- 건축물에너지효율등급 인증 단지 약 11% 내외 전기에너지 소비량 절감 효과, 친환경 건축물 인증제 효과 미미

분석결과, 인증 단지에서 전기 에너지 소비에 대해 통계적으로 유의한 효과가 나타나지 않았다. 다만 인증 제도를 구분하여 분석한 결과에서는 그 효과를 확인할 수 있었다. 건축물에너지효율등급 인증을 받은 단지는 대조군 단지에 비해서 $1m^2$ 당 연간 전기 소비량이 약 3.82kwh 정도 작은 것으로 나타났다. 분석 대상 단지의 연간 평균 전기 에너지 소비량이 35.37kwh임⁸⁴⁾을 고려할 때, 건축물에너지효율등급 인증 단지의 연간 전기 에너지 소비량 절감 효과는 약 11% 내외라고 할 수 있다. 반면, 친환경 건축물 인증제도의 경우 그 효과를 확인할 수 없었다.

[표 5-6] 연간 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과¹

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 연간 전기 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증			-3.81818	0.0308
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부	1.97120	0.1348	3.05952	0.0286
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.09399	0.0041	0.08079	0.0132
단지 소득수준	평당 가격				
미기후	오픈스페이스 비율	4.75786	0.0730	5.88663	0.0275

84) 연간 전기에너지 소비량 정보가 존재하는 130개 단지에 대한 통계값으로 표준편차는 7.74kwh/m²임

조절 변수	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	82.93346	<.0001	75.03738	<.0001
	옥외 주차면수	0.01459	0.0917	0.01407	0.0979
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		15.29916	0.0001	16.95700	<.0001
수정된 R-square		0.2887		0.3131	
관측치 수		113		113	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

※회귀분석 결과표 설명(이와 관련된 사항은 아래의 모든 회귀분석 결과표에서 동일하게 적용되므로, 이하에서는 언급하지 않음.) : 연간 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과는 위의 표와 같다. 위 표에서 estimate는 연구 자료로부터 추정된 각 변수의 회귀계수 값을 의미하며 이는 종속변수에 대한 독립변수의 한계 효과(marginal effect)와도 동일한 의미를 갖는다. 즉 독립변수가 한 단위 변할 때, 종속변수에 얼마나 영향을 미치는지를 추정할 수 있다. p-value는 각 회귀계수 값의 유의확률을 의미하며, 위 표에는 앞서 언급한 바와 같이 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 것으로 나타난 결과만을 포함하고 있다. 즉 위 표에서 제시된 변수들은 유의수준 15% 이내에서 통계적으로 유의미한 영향을 종속변수에 끼치는 것으로 이해할 수 있다. 또한, 지면 관계상 위 표에 제시하지는 않았으나 독립변수들 간의 다중공선성 여부를 진단하는 지표인 VIF 값은 모든 모형에서 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않았다. 결국 분석결과에 큰 영향을 줄 정도로 독립변수들 간에 상관관계가 있지는 않다고 볼 수 있다. 모형의 결정계수는 0.29~0.32 수준으로 나타나, 위 모형에서 유의한 변수로 나타난 독립변수들이 종속변수인 '총연상면적 1당 연간 전기 소비량' 총 분산의 약 29~32% 정도를 설명하는 것으로 나타났다.

인증 등급별 변수를 적용한 경우에는 최우수 등급의 경우 약 5.10kwh가 적어 약 14%의 전기 에너지 절감효과를 보였다. 인증 시기별로는 2011~2012년에 인증을 받은 경우에 약 7.45kwh의 전기 절감효과를 보였다. 즉 비교적 최근에 인증을 받은 단지에서 전기 에너지 절약 효과가 컸던 것으로 생각할 수 있다.

다른 통제변수의 영향을 살펴보니 지역난방을 하는 단지일수록 전기 에너지 소비가 많았다. 지역난방의 여부는 난방 목적으로 활용되는 도시가스 소비량과 관계가 높기 때문에 전기에너지 소비와는 직접적인 연관이 있다고 보기 힘들다. 결국 지역난방을 도입한 아파트 단지의 입지적인 특성이 반영되어 나타난 결과로 생각할 수 있겠다. 다음으로 노

후 단지일수록 전기 에너지 소비가 증가하는 것으로 나타나 최근의 건설기술 발전이 전기 에너지 소비량 감소에 기여하고 있음을 알 수 있다. 주변 오픈스페이스 비율의 경우 비율이 높을수록 전기에너지 소비가 늘어나는 것으로 나타났다. 주변에 오픈스페이스가 많으면 냉방부하를 줄여주어 전기에너지 소비도 줄어들 것으로 기대할 수 있는데, 이러한 결과는 반대의 방향성을 보여주었다. 이는 지역난방 변수와 마찬가지로 주변에 녹지가 많이 존재하는 아파트단지의 입지적 혹은 사회경제적 특성이 반영된 결과로 생각해볼 수 있겠다. 또한, 많은 모형에서 아파트 단지 주변의 도로면적 비율이 높을수록 전기 에너지 소비가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 도로 복사열로 인해 아파트 단지내 기온이 상승(열섬현상)함으로써 하절기에 에어컨 등의 전기 소비량이 증가하는 것으로 해석할 수 있다. 옥외 주차면수에 대한 분석결과는 도로면적 비율의 효과와 일맥상통한 것으로 생각할 수 있겠다. 한편, 주변지역의 건폐면적 비율이 높을수록 전기 에너지 소비량이 감소하는 것으로 나타나는 모형도 있는데, 이는 통제변수로 활용된 건축물 노후도, 단지 옥외 주차면수가 동일할 경우 주변 지역에 건축물이 많을수록 전기 에너지 소비량이 감소함을 의미한다.

[표 5-7] 연간 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 전기 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급	-5.09555	0.0292		
	우수 / 2등급				
	04-08 인증				
	09-10 인증				
	11-12 인증			-7.44660	0.0033
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부	2.17865	0.0938		
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.08785	0.0064	0.06037	0.0666
단지 소득수준	평당 가격				

미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율	4.67676	0.0729		
	건폐면적 비율			-19.27290	0.0216
	도로면적 비율	77.90758	<.0001		
	옥외 주차면수	0.01239	0.147	65.34477	<.0001
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		16.70962	<.0001	27.50259	<.0001
수정된 R-square		0.3136		0.3195	
관측치 수		113		113	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

□ 하절기 전기 에너지 소비량

- 하절기, 건축물에너지효율등급 인증단지 약 15% 내외 하절기 전기에너지 소비량 절감 효과

전기 에너지 소비량이 특히 클 것으로 예상되는 하절기의 전기 에너지 소비량 회귀 분석을 실시하였다. 분석결과, 친환경 인증 여부는 하절기 전기 에너지 소비에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 다만 인증제도를 구분했을 경우, 연간 전기에너지 소비에서와 마찬가지로 건축물에너지효율등급 인증제도에서 그 효과를 확인할 수 있었다. 건축물 에너지효율등급 인증 단지의 경우 대조군 단지에 비해 $1m^2$ 당 하절기 전기 소비량이 약 1.32kwh 정도 작은 것으로 분석되었다. 분석 대상 단지의 평균 하절기 전기 에너지 소비량이 8.99kwh⁸⁵⁾을 고려할 때, 건축물에너지효율등급 인증단지의 경우 하절기 전기 에너지 소비량 절감 효과는 약 15% 내외인 것으로 판단된다. 앞서 설명한 연간 전기 에너지 소비 모형과 유사한 결과가 나온 것으로 보아, 건축물에너지효율등급 인증제도는 전기 에너지 소비에 대해서 그 영향이 큰 것으로 생각해 볼 수 있다.

85) 하절기 전기 에너지 소비량 정보가 존재하는 130개 단지의 통계값으로 표준편차는 $2.02kwh/m^2$ 임

[표 5-8] 하절기 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과¹

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 6-8월 전기 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증			-1.32226	0.0032
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부			0.90876	0.0151
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.02055	0.0136	0.01864	0.0209
단지 소득수준	평당 가격	0.00060	0.0406		
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율	-4.52878	0.0408	-4.59753	0.0536
	도로면적 비율	19.54111	<.0001	19.35509	<.0001
	옥외 주차면수	0.00439	0.0467	0.00401	0.0607
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		5.02453	<.0001	5.86236	<.0001
수정된 R-square		0.3347		0.3719	
관측치 수		113		113	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

인증 등급별과 시기별로 구분하여 분석한 결과 최우수 등급의 경우 대조군 단지에 비해 1m²당 하절기 전기 소비량이 약 1.24kwh 정도 작은 것으로 분석되었는데 이는 약 14% 정도의 에너지 절감효과이다. 시기별로는 가장 최근인 2011-2012년에 인증을 받은 경우에서 약 2.22kwh 적어, 25% 정도의 전기 에너지 절감 효과를 살펴볼 수 있었다.

한편, 앞선 결과와 마찬가지로 노후 단지일수록 전기 에너지 소비가 증가하는 것으

로 나타났다. 또한, 많은 모형에서 평당 가격이 높을수록 전기 에너지 소비량이 높은 것으로 나타나, 소득 수준이 에너지 소비 행태와 관련이 있음을 확인했다. 이는 소득이 높을수록 보다 에너지 소모가 큰 대형 가전제품을 사용할 가능성이 크며 또한 하절기 전기 소모가 큰 에어컨 등의 활용이 증가할 수 있다는 사실을 의미한다. 건폐면적 비율과 도로면적 비율, 옥외 주차면수에 대한 결과는 앞선 결과와 동일했다. 마찬가지로 지역난방에 대해서 유의한 결과가 나타난 모형이 있었는데, 이것도 연관 모형과 같은 이유로 설명할 수 있을 것이다.

[표 5-9] 하절기 전기 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 6-8월 전기 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급	-1.24797	0.0359		
	우수 / 2등급				
	04-08 인증				
	09-10 인증				
	11-12 인증			-2,22019	0.0002
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.01894	0.0211		
단지 소득수준	평당 가격	0.00062	0.0298	0.00079	0.0043
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율	-4.58424	0.0355	-4.12744	0.0502
	도로면적 비율	18.17404	<.0001	15.38587	0.0002
	옥외 주차면수	0.00383	0.0791	0.00429	0.0388
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		5.3852	<.0001	6.25713	<.0001

수정된 R-square	0.3558	0.3808
관측치 수	113	113

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

2) 개별난방 단지의 도시가스(LNG) 소비량

□ 개별난방 단지의 연간 도시가스 소비량

- 인증단지의 도시가스 소비량 절감효과 미미

개별난방 단지의 도시가스 소비량에는 온수·취사 목적 소비량과 함께 난방 목적 소비량이 포함된다. 분석결과, 앞서 설명했던 전기 에너지와는 달리 어떠한 인증제도에서도 통계적 유의함을 발견할 수 없었다. 따라서 친환경 인증이 개별난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대해서는 큰 효과를 보이지 않는 것으로 판단된다.

그러나 앞서 설명한 전기 에너지 모형에 비해 다른 통제변수의 영향이 더욱 유의한 것으로 나타났으며, 그에 따라 모형의 설명계수 또한 45% 이상으로 매우 큰 것으로 나타났다. 모형에 따라서 달리 적용한 인증 관련 변수가 인증여부, 인증 종류별 두 모형에서 유의확률이 15% 이하로 나타나 최종 모형에서 제외되었으므로 위 표에 제시된 두 모형의 분석결과는 완전히 동일하게 나타난다.

[표 5-10] 개별난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과1

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 도시가스 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	-5.37688	0.1129	-5.37688	0.1129
	용적률	-0.88996	0.0027	-0.88996	0.0027

	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.03143	<.0001	0.03143	<.0001
단지 소득수준	평당 가격	-0.00079	0.0406	-0.00079	0.0406
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율	1.48514	0.0014	1.48514	0.0014
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	9.13015	0.0061	9.13015	0.0061
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도	0.01025	0.1109	0.01025	0.1109
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		6.63	0.0001	6.63	0.0001
수정된 R-square		0.5087		0.5087	
관측치 수		56		56	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

인증 여부에 대해서는 인증 종류에 상관없이 도시가스 소비량과는 통계적 유의성이 발견되지 않았다. 하지만 인증 등급별 모형에서는 유의한 결과를 찾을 수 있었다. 어떤 인증 제도이던 간에 최우수(친환경 건축물 인증제도의 최우수 등급과 건축물에너지효율등급 인증제도의 1등급) 등급을 받은 개별난방 단지에서는 도시가스 사용량이 절약된다고 볼 수 있다. 최우수 등급 인증을 받은 단지에서는 대조군 단지에 비해 $1m^2$ 당 약 $0.98m^3$ 의 도시가스 사용이 절감되는 것으로 분석되었는데, 이는 약 16%의 절감율을 보여준다. 인증 시기별 변수에서는 2009-2010년에 인증을 받은 단지에서 연간 도시가스 사용량 절감 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 시기에 인증을 받은 단지에서는 대조군 단지에 비해 $1m^2$ 당 연간 약 $0.58m^3$ 의 도시가스 사용이 절감되며, 이는 전체 소비량의 약 9%에 해당된다.

통제 변수의 영향을 해석해보면 우선, 앞서 설명한 전기 에너지 모형과 마찬가지로 단지가 노후화되었을수록 도시가스 소비량이 큰 것으로 나타났다. 그러나 단지의 소득 수

준의 경우 전기 에너지 모형과는 상반되는 결과를 보였다. 이는 도시가스의 경우 소득 수준에 따른 생활행태 차이에 영향을 받기 보다는 아파트의 단열 성능 등에 의해 더 큰 영향을 받기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 이는 평당 실거래가격이 높은 아파트 단지일수록 보다 에너지 성능이 뛰어나게 설계되었을 가능성이 높기 때문에 도시가스 소비량이 더 적게 나타난 것이라고 볼 수 있다.

기후 특성 및 미기후 조절 변수에 대해서는, 오픈스페이스 면적 비율과 도로면적 비율이 높을수록, 옥외 주차면수가 많을수록, 평균 고도가 높을수록 도시가스 소비량이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 고도가 높고 주변 지역에 비 건폐 공간이 많을수록 난방 부하가 증가하기 때문인 것으로 판단된다.

기초적인 건축물 특성 변수에 대해서는, 건폐율과 용적률이 클수록 도시가스 소비가 작은 것으로 나타났다. 이 두 변수의 결과가 다소 상반된 것처럼 보일 수 있으나 이는 앞서 설명한 미기후 조절변수와 동일하게 해석될 수 있다. 즉, 용적률이 동일한 상태에서 건폐율이 크다는 것은 고층 아파트가 보다 큰 인동간격으로 배치되어있기 보다는 저층 아파트가 보다 작은 인동간격으로 배치되어 있다는 것을 의미하므로, 아파트 주변 공간에 비 건폐 공간이 많을수록 난방 부하가 증가해 도시가스 에너지 소비량이 증가할 수 있다는 해석과 일맥상통하는 결과이다. 또한, 건폐율이 동일한 상태에서 용적률이 크다는 것은 같은 면적에 보다 고층 아파트가 배치되어 있다는 것이므로, 이 또한 보다 밀집된 아파트 주동에 의해 강한 바람이 차단되는 등의 효과를 통해 난방 부하가 감소되었다고 해석될 수 있다.

평균기온에 대해서는, 기온이 높아질수록 도시가스 소비량이 적어지는 것으로 나타났다. 아파트 단지 주변의 기온이 높을수록 난방 부하는 줄어들 것으로 예상할 수 있으므로, 이는 당연한 결과라고 볼 수 있다.

[표 5-11] 개별난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 도시가스 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급	-0.97584	0.1185		
	우수 / 2등급				

	04-08 인증				
	09-10 인증			-0.58250	0.0964
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	-9.40206	0.0063	-10.25330	0.0027
	용적률	-1.23818	<.0001	-0.87600	0.0023
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.02365	0.0011	0.0158	0.0258
단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	3.60514	0.1369		
	옥외 주차면수	0.00321	0.0418	0.00292	0.0594
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온	-1.10110	0.0248	-0.67949	0.1289
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		23.27813	0.0003	18.28644	0.0024
수정된 R-square		0.4716		0.4611	
관측치 수		56		56	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

□ 개별난방 단지의 동절기 도시가스 소비량

- 인증단지의 동절기 도시가스 소비량 절감효과 미미

온수 및 난방 목적 도시가스 소비량이 증가할 것으로 예상되는 동절기에 대한 회귀 분석을 실시하였다. 연간 도시가스 소비량 분석과 유사하게 친환경 인증 여부는 인증제도 종류와 상관없이 도시가스 사용량에 영향이 없는 것으로 나타났다. 마찬가지로 인증여부 관련 독립변수가 모두 제외되었기 때문에, 위의 두 모형은 완전히 동일한 결과를 보여주고 있다.

[표 5-12] 개별난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과¹

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 11~2월 도시가스 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수	-0.00047	0.0229	-0.00047	0.0229
단지 노후도	사용 개월 수	0.01174	0.0095	0.01174	0.0095
단지 소득수준	평당 가격	-0.00090	0.0004	-0.00090	0.0004
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율				
	옥외 주차면수	0.00327	0.0085	0.00327	0.0085
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		4.32078	<.0001	4.32078	<.0001
수정된 R-square		0.3250		0.3250	
관측치 수		56		56	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

연간 도시가스 사용량 분석에서처럼 친환경 인증에서 인증 종류에 관계없이 최우수 등급을 받은 단지에서는 동절기 도시가스 사용량이 적은 것으로 나타났다. 대조군 단지에 비해서 $1m^2$ 당 도시가스 소비량이 $1.09m^3$ 정도 적으며 이는 분석대상 단지 평균에 비해 약 32%의 소비량이 절감된다는 것을 의미한다. 2009~2010년 동안에 인증된 단지의 $1m^2$ 당 도시가스 소비량이 대조군에 비해 다소 작은 것으로 나타났다(약 $0.59 m^3/m^2$). 이는

분석 대상 단지의 평균 동절기 도시가스 소비량(개별난방 단지)인 $3.37 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 의 약 18%에 해당하는 효과이다. 앞서 연간 도시가스 소비량의 경우와 비교해볼 때, 도시가스 사용 절감율이 크게 나타난 것으로 보아, 도시가스 소비량이 증가하는 동절기에 그 효과가 더 인정된다고 볼 수 있다. 일반적으로 동절기에 도시가스 소비 절감의 필요성이 더욱 증가하며, 연간 도시가스 소비량의 절반 이상이 이 시기에 소비되므로 이 결과는 충분히 의미 있는 결과라 할 수 있다(1m^2 당 연평균 도시가스 소비량은 $6.1512\text{m}^3/\text{m}^2$ 이며 이 중 $3.3721\text{m}^3/\text{m}^2$ 가 동절기에 소비).

다른 통제변수들의 효과를 살펴보면 우선, 단지 노후도와 소득수준에 대한 결과는 앞서 설명한 연간 도시가스 소비량 모형과 동일하게 나타났다. 도로면적 비율, 옥외 주차 면수, 평균고도 변수의 영향 또한 앞서 설명한 것과 동일하게 해석될 수 있다. 반면, 앞서 설명한 모형에서 유의한 것으로 나타난 건폐율 및 용적률 변수는 본 모형에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

동절기 평균 기온 변수는 동절기 도시가스 소비량과 음의 관계를 보였다. 동절기 평균 기온에 대한 결과는 온도가 높을수록 난방 부하가 감소하므로 도시가스 소비량이 감소하는 것은 당연한 결과라 할 수 있다.

한편, 총 세대수(단지 규모) 변수와 주동당 세대수의 경우, 동절기 도시가스 소비량과 음의 관계를 보였다. 설계적 특성을 반영하는 변수라기보다는 단순히 단지 규모를 통제하는 변수로 적용된 것이므로, 다른 조건이 동일할 경우 단지 규모가 더 클수록 동절기 에너지 도시가스 소비량이 감소할 수 있다고 단순하게 해석할 수 있다.

[표 5-13] 개별난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m^2 당 11-2월 도시가스 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급	-1.09075	0.004		
	우수 / 2등급				
	04-08 인증				
	09-10 인증			-0.59373	0.0072
	11-12 인증				

단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수	-0.00397	0.1238		
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수	-0.00042	0.0585		
단지 노후도	사용 개월 수	0.01483	0.0008		
단지 소득수준	평당 가격			-0.00060	0.0075
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	4.95720	0.0030		
	옥외 주차면수	0.00339	0.0085	0.00278	0.003
기후 특성	평균 고도	0.01120	0.0155		
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온	-1.00201	0.0045		
상수		-0.62383	0.5305	4.13862	<.0001
수정된 R-square		0.4591		0.3134	
관측치 수		56		56	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

3) 지역난방 단지의 도시가스(LNG) 소비량

□ 지역난방 단지의 연간 도시가스 소비량

- 인증 단지에서 약 13%의 에너지 절감 효과, 친환경건축물인증단지는 약 25%의 효과

지역난방 단지의 도시가스 소비량에는 난방 목적 소비량이 포함되어 있지 않으며(난방 목적 소비량은 지역난방 에너지로 별도로 집계), 취사 및 온수 소비량만이 포함된다. 따라서 지역난방 단지의 $1m^2$ 당 연평균 도시가스 소비량($0.48m^3/m^2$)은 개별난방 단지의 그것($6.15m^3/m^2$)에 비해 매우 작게 나타난다.

그러나 인증 단지에 도시가스 절감효과는 앞서 설명한 개별난방 단지에 비해 더욱 두드러지게 나타났다⁸⁶⁾. 우선, 인증제도의 종류와는 무관하게 대조군 단지에 비해 1m²당 연간 도시가스 소비량이 약 0.06m³/m² 정도 작은 것으로 나타났다. 분석 대상 단지의 평균 연간 도시가스 소비량이 0.48m³/m²⁸⁷⁾이므로 이는 약 13%의 에너지 절감 효과로 해석될 수 있다. 다음으로 인증 종류별 변수를 적용한 모형에서는 친환경 건축물 인증을 받았을 시에 도시가스 절감효과가 있는 것으로 나타났다. 앞에서 인증 여부 변수가 유의하게 분석된 것은 친환경 건축물 인증 변수의 영향이 크게 작용한 것으로 생각해 볼 수 있다. 친환경 건축물 인증을 받은 단지의 경우 대조군 단지에 비해 1m²당 연간 도시가스 소비량이 약 0.12m³/m² 적은 것으로 나타났고 이는 약 25%의 절감율을 보여준다.

[표 5-14] 지역난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과¹

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 도시가스 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증	-0.05741	0.1148		
	친환경 건축물 인증			-0.11715	<.0001
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	1.28602	0.0002	0.99943	0.0007
	용적률	-0.18294	<.0001	-0.14534	0.0002
	주동당 세대수	0.00184	0.0282	0.00224	0.0063
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.00305	0.0002	0.00299	0.0003
단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율				
	옥외 주차면수	0.00036	0.0514	0.00033	0.0725

86) 애초에 도시가스 소비량 자체가 개별난방 단지에 비해 훨씬 작기 때문에 도시가스 절감 총량은 개별난방 단지에 비해 크지 않으나, 변수의 유의성은 더욱 확연하게 나타났다

87) 지역난방단지 연간 도시가스 소비량 정보가 존재하는 74개 단지의 통계값으로 표준편차는 0.13m³/m²임

기후 특성	평균 고도				
	평균 기온	0.13134	0.0364		
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		-1.25646	0.1051	0.35480	0.0004
수정된 R-square		0.4123		0.4224	
관측치 수		67		67	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

인증 등급별 분석에서는 최우수 인증 변수가 유의한 것으로 나타났으며, 같은 방식으로 그 효과를 환산한 결과 42% 정도의 도시가스 소비량 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다. 앞서 인증 여부 변수만을 포함한 모형에서 나타난 효과(13%)에 비해 최우수 단지의 효과가 매우 큰 것으로 나타났다. 한편 인증 시기별 모형에서는 2009-2010년에 인증을 받은 단지에서 도시가스 사용 저감효과가 있는 것으로 나타났다. 같은 방식으로 효과를 환산해보면 약 15%의 절감효과가 있는 것으로 볼 수 있다.

통제변수들의 영향을 살펴보자. 우선 단지 노후도 변수와 용적률, 옥외 주차면수 변수에 의한 영향은 앞선 결과들과 동일하게 나타났다. 그러나 건폐율에 의한 영향은 앞서 살펴본 개별난방 단지의 도시가스 소비 모형과는 상반되는 결과를 보였다. 이는 지역난방 단지의 경우 개별난방 단지에서 도시가스 소비량의 대부분을 차지하는 난방 목적 소비량이 도시가스로 집계되지 않고 지역난방 에너지로 별도로 집계되기 때문일 것이라고 판단된다. 즉, 지역난방 단지의 도시가스 소비량에는 취사 및 온수 목적 소비량만이 포함되므로, 난방부하와 관련된 건축물 및 단지 특성 변수의 효과가 전혀 다르게 나타날 수 있다.

또한 기온과 관련하여 평균 고도와 평균 기온이 유의한 것으로 분석되었다. 고도가 낮거나 온도가 높을수록 지역난방 단지의 도시가스 소비량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 난방부하와 연관하여 생각해보면 반대의 결과라고 할 수 있지만, 지역난방 단지의 도시가스 소비량에는 난방용도가 포함되지 않기 때문에 크게 의미를 두지 않고 있는 그대로 해석하면 될 것이다.

[표 5-15] 지역난방 단지의 연간 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 연간 도시가스 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급	-0.19582	0.0106		
	우수 / 2등급				
	04-08 인증				
	09-10 인증			-0.06648	0.0603
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	1.24523	0.0002	0.98045	0.0023
	용적률	-0.21215	<.0001		
	주동당 세대수	0.00191	0.0178		
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.00348	<.0001		
단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율				
	옥외 주차면수	0.00028	0.1221	0.00059	0.0037
기후 특성	평균 고도			-0.00132	0.1228
	평균 기온	0.21072	<.0001		
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		-2.21163	0.0003	0.31547	<.0001
수정된 R-square		0.4515		0.2402	
관측치 수		67		67	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

□ 지역난방 단지의 동절기 도시가스 소비량

- 인증 단지에서 약 18%의 에너지 절감 효과, 친환경건축물인증단지는 약 24%의 효과

다음으로 온수 목적 도시가스 소비량이 증가할 것으로 예상되는 동절기에 대한 회귀 분석 결과를 살펴보았다. 앞선 모형과 마찬가지로 이 모형에서 적용한 도시가스 소비량은 난방 목적 소비량이 포함되어 있지 않으며(난방 목적 소비량은 지역난방 에너지로 별도로 집계), 취사 및 온수 소비량만이 포함된다. 분석결과, 앞서 확인된 친환경 인증 단지의 도시가스 절감 효과가 동절기 모형에서도 유사하게 확인되었다. 우선, 연간 모형에서와 마찬가지로 친환경 인증 단지의 경우 인증제도의 종류와 무관하게 대조군 단지에 비해 $1m^2$ 당 동절기 도시가스 소비량이 약 $0.03m^3/m^2$ 정도 작은 것으로 나타났다. 분석 대상 단지의 평균 연간 도시가스 소비량이 $0.17m^3/m^2$ ⁸⁸⁾이므로 이는 약 18%의 에너지 절감 효과로 해석될 수 있다. 인증 종류별로 구분한 경우에는 친환경 건축물 인증제도에서만 유의한 효과가 분석되었다. 동절기 모형에서도, 인증 여부 변수가 유의하게 잡히는 데에 친환경 건축물 인증제도 변수가 큰 영향을 준 것으로 볼 수 있다. 절감효과를 동일한 방식으로 계산해보면 약 24%가 나온다.

[표 5-16] 지역난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과¹

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 11-2월 도시가스 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증	-0.02743	0.0193		
	친환경 건축물 인증			-0.03975	0.0002
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	0.43792	0.0001	0.38258	0.0004
	용적률	-0.07616	0.0001	-0.04880	0.0006
	주동당 세대수	0.00069	0.0202	0.000736	0.0128
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.00120	<.0001	0.00120	<.0001
단지 소득수준	평당 가격				

88) 지역난방단지 동절기 도시가스 소비량 정보가 존재하는 74개 단지의 통계값으로 표준편차는 $0.05m^3/m^2$ 임

미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율				
	옥외 주차면수	0.00015	0.023	0.00013	0.0503
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온	0.04632	0.0498		
상수		0.27839	0.0026	0.10968	0.0024
수정된 R-square		0.4332		0.4277	
관측치 수		67		67	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 50이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

다음으로 인증 등급별 변수를 적용한 모형에서는 최우수 인증 변수와 우수 인증 변수가 모두 유의한 것으로 나타났다. 같은 방식으로 그 효과를 환산한 결과 각각 47%와 12% 정도의 도시가스 소비량 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 우수인증 단지에 비해 최우수 인증 단지의 에너지 절감 효과가 더욱 클 것으로 판단된다. 인증 시기별 모형에서는 2004-2008년 인증 변수와 2009-2010년 인증 변수가 유의하며, 그 효과는 각각 19%와 15% 정도의 절감율로 분석되었다. 제일 최근 변수인 2011-2012년 인증 변수는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 결국 지역난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 친환경 인증이 미치는 영향은 그 시기에 따라 크게 다르지 않으며, 최근으로 올수록 좋아지는 것은 아니라고 생각할 수 있다.

통제변수들의 영향은 앞서 설명한 연간 도시가스 소비량 모형과 거의 동일하게 나타났다. 건폐율, 용적률, 주동당 세대수, 사용 개월 수, 옥외 주차면수와 같은 변수들의 영향은 앞선 모형에서와 같은 해석을 적용할 수 있을 것이다. 추가적으로 유의하게 분석된 도로면적 비율 변수는 옥외 주차면수 변수와, 동계 평균 기온 변수의 경우는 평균 기온 변수와 같은 맥락으로 생각해 볼 수 있을 것이다.

[표 5-17] 지역난방 단지의 동절기 도시가스 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 11-2월 도시가스 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급	-0.08106	0.0036		
	우수 / 2등급	-0.01922	0.1033		
	04-08 인증			-0.03185	0.0279
	09-10 인증			-0.02537	0.0477
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	0.39433	0.0004	0.46697	<.0001
	용적률	-0.09820	<.0001	-0.07776	0.0001
	주동당 세대수	0.00079	0.0066	0.00071	0.0173
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.00134	<.0001	0.00128	0.0005
단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	0.21670	0.1461		
	옥외 주차면수	0.00014	0.0293	0.00015	0.0226
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온	0.05226	0.0335	0.04803	0.0377
상수		0.30539	0.0018	0.27573	0.0028
수정된 R-square		0.4734		0.4325	
관측치 수		67		67	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

4) 지역난방 에너지 소비량

□ 연간 지역난방 에너지 소비량

- 인증 단지의 에너지 소비량 절감효과 미미

지역난방을 하는 단지의 난방에너지 소비량(지역난방 에너지 소비량)에 대한 분석결과는 앞서 설명한 개별난방 단지의 도시가스 소비량(도시가스 소비량의 대부분이 난방 목적 소비량이므로)에 대한 분석결과와 다소 유사할 것으로 기대할 수 있었다.

분석결과, 예상한 것처럼 개별난방 단지의 도시가스 소비량에 대한 분석결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 지역난방 단지의 연간 지역난방 에너지 소비량은 친환경 인증 여부에 대해서 유의한 영향을 받지 않았으며, 두 가지 인증제도 종류에 대해서도 모두 유의한 영향을 받지 않았다. 결국 인증여부 모형과, 인증 종류별 모형 모두에서 관련 변수가 제외됨으로써 두 모형은 동일한 결과를 보였다.

[표 5-18] 연간 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과1

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 연간 지역난방 에너지 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률	-0.06051	0.0001	-0.06051	0.0001
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수				
단지 소득수준	평당 가격	0.00004	<.0001	0.00004	<.0001
미기후	오픈스페이스 비율	0.03843	0.1026	0.03843	0.1026

조절 변수	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	0.33333	0.0098	0.33333	0.0098
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		0.05884	0.1378	0.05884	0.1378
수정된 R-square		0.2865		0.2865	
관측치 수		81		81	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 50이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

인증 등급별 분석결과, 우수 인증 변수가 유의한 것으로 나타났다. 우수 인증 단지의 경우 대조군 단지에 비해 $1m^2$ 당 연간 지역난방 에너지 소비량이 약 $0.03Gcal/m^2$ 정도 작은 것으로 분석되었다. 분석 대상 단지의 평균 연간 지역난방 에너지 소비량이 $0.07m^3/m^2$ ⁸⁹⁾이므로 우수 인증 단지의 경우 평균적인 수준에 비해 약 40% 가량의 지역난방 에너지 절감효과를 보이고 있다고 해석할 수 있다. 친환경인증 단지의 효과를 인증시기별로 구분해 분석한 결과, 2009-2010년 변수가 유의한 것으로 나타났으며 그 효과는 19% 정도의 지역난방 에너지 절감으로 나타났다.

통제변수들의 영향을 해석해보자. 우선, 단지 노후도, 오픈스페이스 면적 비율, 용적률 변수의 영향은 앞서 설명한 유사용도 에너지 소비량 모형(도시가스 모형)과 동일한 것으로 나타났다. 추가적으로 평균가격과 도로면적 비율이 영향을 미치는 것으로 분석되었는데, 가격은 높을수록 에너지 소비량이 늘어나는 것으로 나타났다. 소득효과로 생각해볼 수 있을 것이다. 도로면적 비율의 경우도 단지 주변에 도로비율이 높을수록 난방부하가 늘어날 것으로 예상할 수 있기 때문에, 당연한 결과로 받아들일 수 있다.

89) 지역난방 에너지 소비량 정보가 존재하는 87개 단지의 통계값으로 표준편차는 $0.04Gcal/m^2$ 임

[표 5-19] 연간 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 연간 지역난방 에너지 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급				
	우수 / 2등급	-0.02640	0.0059		
	04-08 인증				
	09-10 인증			-0.01357	0.1439
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률	-0.06479	<.0001	-0.06264	<.0001
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.00046	0.0537		
단지 소득수준	평당 가격	0.00003	0.0005	0.00003	<.0001
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율			0.04053	0.0837
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율			0.36126	0.0055
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		0.14405	<.0001	0.06595	0.0969
수정된 R-square		0.3179		0.2974	
관측치 수		81		81	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

□ 동절기 지역난방 에너지 소비량

- 건축물에너지효율등급 인증 단지는 약 37% 지역난방 에너지 절감 효과, 친환경건축물 인증단지는 효과 미미

동절기 지역난방 에너지 소비량의 경우, 친환경 인증 여부 변수와는 유의한 관계가 없었지만, 인증 종류별 모형에서 건축물에너지효율등급 인증제도 변수가 유의한 결과를 보여주었다. 지역난방 에너지의 경우 에너지 소비가 동절기에 집중되기 때문에, 동절기 모형의 결과가 인증 제도의 효과를 더 잘 반영해주는 것으로 볼 수도 있다. 건축물에너지 효율등급 인증을 받은 단지의 경우 대조군 단지에 비해서 $1m^2$ 당 동절기 지역난방 에너지 소비량이 약 $0.015Gcal/m^2$ 정도 작은 것으로 분석되었다. 분석 대상 단지의 평균 동절기 지역난방 에너지 소비량이 $0.04Gcal/m^2$ ⁹⁰⁾ 이므로 건축물에너지효율등급 인증 단지의 경우 평균적인 수준에 비해 약 37% 가량의 지역난방 에너지 절감효과를 보이고 있다고 해석할 수 있다.

[표 5-20] 동절기 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과1

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 11-2월 지역난방 에너지 소비량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증			-0.01478	0.0592
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율			0.09261	0.1287
	용적률	-0.03821	0.0001	-0.03928	<.0001
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수				
단지 소득수준	평당 가격	0.00002	<.0001	0.00002	<.0001
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율	0.02542	0.0833	0.02604	0.0715
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	0.21096	0.0087	0.17821	0.0304

90) 동절기 지역난방 에너지 소비량 정보가 존재하는 87개 단지의 통계값으로 표준편차는 $0.03Gcal/m^2$ 임

	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		0.03487	0.1577	0.03320	0.2767
수정된 R-square		0.2987		0.3228	
관측치 수		81		81	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

인증 등급별 분석결과, 연간 소비량 모형과 마찬가지로 우수 인증 변수가 유의한 것으로 나타났다. 우수 인증 단지의 경우 대조군 단지에 비해 $1m^2$ 당 동절기 지역난방 에너지 소비량이 약 $0.017Gcal/m^2$ 정도 작은 것으로 분석되었다. 분석 대상 단지의 평균 동절기 지역난방 에너지 소비량이 $0.04Gcal/m^2$ 이므로 우수 인증 단지의 경우 평균적인 수준에 비해 약 43% 가량의 지역난방 에너지를 절감하고 있다고 볼 수 있다. 인증 시기별 분석에서는 시기별로 유의한 영향이 나타나지 않았다.

통제 변수의 영향은 다음과 같다. 건폐율은 지역난방 에너지 소비량과 양의 관계를 보여줬으며, 용적률은 음의 관계를 보여줬다. 즉 지역난방의 경우 낮은 건폐율, 높은 용적률일수록 에너지 소비가 절감된다는 것이다. 이는 여러 방향으로 해석해볼 수 있는데, 우선 같은 용적률에서 건폐율이 낮으려면 적은 수의 높은 건물로 단지가 이루어져야 하는데, 이렇게 되면 분산에 의한 난방에너지 소모가 줄어들 것으로 생각해볼 수 있다. 또한 그런 방식의 단지 설계가 최근에 많이 이루어지고 있기 때문에, 기술적 측면의 진보가 반영된 결과일 수도 있다. 건물의 사용 개월 수 변수는 노후한 건물에서 더 많은 에너지가 소비된다는 것을 보여주고 있으며, 평당 가격 변수는 소득효과로 생각해 볼 수 있다. 오픈스페이스 면적 비율과 도로면적 비율 변수는 같은 방식으로 해석이 가능하다. 단지 주변에 오픈스페이스와 도로의 면적비율이 높으면 난방부하가 증가할 것으로 생각할 수 있다.

[표 5-21] 동절기 지역난방 에너지 소비량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 11-2월 지역난방 에너지 소비량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급				
	우수 / 2등급	-0.01715	0.0041		
	04-08 인증				
	09-10 인증				
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률	-0.04125	<.0001	-0.03821	0.0001
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.00028	0.0573		
단지 소득수준	평당 가격	0.00002	0.0004	0.00002	<.0001
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율			0.02542	0.0833
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율			0.21096	0.0087
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		0.09104	<.0001	0.03487	0.1577
수정된 R-square		0.3315		0.2987	
관측치 수		81		81	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

3. 탄소 배출량 분석

1) 개별난방 단지의 이산화탄소 배출량

□ 이산화탄소 배출량 저감효과 미미

분석모형에 적용된 이산화탄소 배출량에는 전기와 도시가스(취사·온수·난방)를 생산하는 과정과 소비하는 과정에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 포함하고 있다. 분석결과, 개별난방 단지의 경우 인증 단지의 이산화탄소 배출량 저감 효과가 없는 것으로 나타났다. 이는 탄소배출량 구성에 큰 비중을 차지하는 도시가스 소비량 모형(개별난방 단지)에서 인증 변수가 유의하지 않게 나타난 것과 동일한 결과라 할 수 있다. 결과적으로 네 가지 모형(인증 여부, 인증 종류별, 인증 등급별, 인증 시기별)에서 인증관련 모든 변수가 분석에서 제외되면서, 모두 같은 결과를 보여주고 있다.

반면, 앞서 설명했던 모든 모형에서 유의한 결과를 보였던 단지 노후도 변수는 이산화탄소 배출량의 증가를 설명하는 유일한 변수로 나타났다.

[표 5-22] 개별난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과1

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 이산화탄소 배출량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.07369	0.0111	0.07369	0.0111

단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율				
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		32.74349	<.0001	32.74349	<.0001
수정된 R-square		0.1183		0.1183	
관측치 수		46		46	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

[표 5-23] 개별난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 이산화탄소 배출량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급				
	우수 / 2등급				
	04-08 인증				
	09-10 인증				
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율				
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수	0.07369	0.0111	0.07369	0.0111
단지 소득수준	평당 가격				

미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율				
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율				
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온				
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		32.74349	<.0001	32.74349	<.0001
수정된 R-square		0.1183		0.1183	
관측치 수		46		46	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

2) 지역난방 단지의 이산화탄소 배출량

□ 이산화탄소 배출량 저감효과 미미

모형에 적용된 이산화탄소 배출량에는 전기와 도시가스(취사·온수 포함; 난방 제외)를 생산하는 과정과 소비하는 과정에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 포함하고 있다. 따라서 지역난방 단지의 $1m^2$ 당 연평균 이산화탄소 배출량($19.37kg\ CO_2$)⁹¹⁾은 개별난방 단지의 그것($35.53kg\ CO_2$)⁹²⁾에 비해 상대적으로 작게 나타난다.

분석결과, 인증 여부는 지역난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량과 관계가 없었으며, 인증 종류별 분석에서 복수 인증 변수가 유의한 관계를 보여주었다. 하지만 지금까지의 모든 모형에서 복수 인증 변수가 유의한 결과를 보여주지 못했다는 점에서, 복수 인증

91) 지역난방 단지 이산화탄소 배출량 정보가 존재하는 58개 단지의 평균은 $19.37\ kg\ CO_2/m^2$ 이고, 표준편차는 $3.53\ kg\ CO_2/m^2$ 임

92) 개별난방 단지 이산화탄소 배출량 정보가 존재하는 51개 단지의 평균은 $35.53\ kg\ CO_2/m^2$ 이고, 표준편차는 $4.14\ kg\ CO_2/m^2$ 임

이 친환경적 성능이 더 뛰어남을 보여주는 것이 아님을 확인할 수 있었다. 오히려 다양한 종류의 인센티브를 받기 위해 여러 개의 인증을 받은 것으로 생각할 수 있다. 그렇기 때문에 개별 인증제도의 변수가 유의하지 않은 상태에서 복수 인증 변수가 유의하게 나왔다는 것은 크게 의미 있는 결과로 보기에 무리가 있다.

[표 5-24] 지역난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과¹

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 1m ² 당 연간 이산화탄소 배출량			
		인증 여부 변수만 적용		인증 종류별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	인증				
	친환경 건축물 인증				
	건축물에너지효율 인증				
	복수 인증			-2.29144	0.0362
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	23.74514	0.0587		
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				
단지 노후도	사용 개월 수				
단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율	6.71800	0.0015	5.39929	0.0080
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	49.90483	0.0012	45.40584	0.0034
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온	4.42552	0.0093		
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		-50.87960	0.0244	11.02503	0.0009
수정된 R-square		0.3138		0.2896	
관측치 수		53		53	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

인증 등급별, 인증 시기별 분석에서도 인증관련 변수는 지역난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 영향을 주지 않는 것으로 분석되었다. 결국 인증 여부 변수가 제외된 첫 번째 모형과 같은 결과를 보여주게 되었다.

통제 변수의 영향을 살펴보기에 앞서서, 지역난방 단지에 대한 분석에서 활용된 이산화탄소 배출량의 성격을 파악할 필요가 있다. 즉 난방 목적 사용을 제외하고 온수와 취사용도의 도시가스 사용에서 발생하는 이산화탄소와 전기 사용에서 발생하는 이산화탄소를 합친 수치이기 때문에, 개별난방 단지의 수치와 비교하면 난방을 목적으로 발생한 이산화탄소가 제외되었다는 점이다. 결국 지역난방 단지의 이산화탄소 배출량은 전기 에너지 사용이 주로 반영되어 있다고 볼 수 있다. 결국 전기 에너지 소비량 분석 모형과 유사한 특성을 보일 것으로 예상할 수 있다. 그런 의미에서 평균기온, 도로면적 비율, 건폐율 변수에 대해서는 일관된 해석이 가능하다. 도로면적 비율과 건폐율이 높으면 단지의 기온이 높아져서 난방부하를 증가시키고 결국 이산화탄소 발생량을 증가시킬 수 있다. 오픈스페이스 면적 비율의 경우는 연간 전기 에너지 소비량 분석에서와 같은 방식으로 해석이 가능할 것이다.

[표 5-25] 지역난방 단지의 연간 이산화탄소 배출량에 대한 회귀분석 결과2

변수 유형	변수명	종속변수: 총연상면적 $1m^2$ 당 연간 이산화탄소 배출량			
		인증 등급별 변수 적용		인증 시기별 변수 적용	
		estimate	p-value	estimate	p-value
친환경건축물 인증 관련 변수	최우수 / 1등급				
	우수 / 2등급				
	04-08 인증				
	09-10 인증				
	11-12 인증				
단지배치 및 건축물 특성	건폐율	23.74514	0.0587	23.74514	0.0587
	용적률				
	주동당 세대수				
	지역난방 여부				
단지 규모	총 세대수				

단지 노후도	사용 개월 수				
단지 소득수준	평당 가격				
미기후 조절 변수	오픈스페이스 비율	6.71800	0.0015	6.71800	0.0015
	건폐면적 비율				
	도로면적 비율	49.90483	0.0012	49.90483	0.0012
	옥외 주차면수				
기후 특성	평균 고도				
	평균 기온	4.42552	0.0093	4.42552	0.0093
	하계 평균 기온				
	동계 평균 기온				
상수		-50.87960	0.0244	-50.87960	0.0244
수정된 R-square		0.3138		0.3138	
관측치 수		53		53	

주: 음영은 모형에 적용되지 않은 변수를 의미함. 음영이 없는 빈칸은 모형에 적용했지만 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의하지 않아 최종모형에 채택되지 않은 변수를 의미함. 모든 모형의 모든 변수에 대해 VIF 값이 5이하로 나타나 독립변수 간의 다중공선성 문제는 발견되지 않음.

4. 소결

□ 분석결과 종합

- 인증제도의 에너지 절감효과 및 이산화탄소 배출저감 효과 입증
: ‘친환경 건축물 인증제도’는 도시가스 소비량 절감 측면에서, ‘건축물에너지효율 등급 인증제도’는 전기 에너지와 지역난방 에너지 소비량 절감 측면에서 효과 입증

지금까지 살펴본 40개 회귀분석 모형의 분석결과를 토대로 종속변수에 대한 검증변수(친환경건축물인증제도와 건축물에너지효율등급인증제)의 한계효과를 정리하였다. 이는 SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 것으로 나타난 변수만을 포함한 것이다. 또한 에너지 절감효과를 보다 쉽게 확인할 수 있도록 각 종속변수에 대한 독립변수의 한계효과를 종속변수의 평균에 대한 비율로 나타내어 ‘주요 검증 변수의 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)’를 요약하였다. 예를 들어, 연간 전기 에너지 모형의 분석결과를 해석해보면, 우선, [표 5-27]을 통해서 ‘건축물에너지효율등급 인증’ 단지의 경우(인증 유형 및 시기와 무관하게) 대조군 단지에 비해 1당 연간 전기 소비량이 약 3.8182kwh 정도 작은 것을 알 수 있다. 또한, [표 5-29]를 통해 이 효과가 분석 대상 단지의 연간 평균 전기 에너지 소비량인 35.37kwh의 약 10.80% 내외임을 확인할 수 있다.

이와 같이 요약된 분석결과를 살펴보면, 정도의 차이는 있으나 인증제도의 효과가 모든 유형의 에너지원 절감에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 물론 인증여부만을 고려한 모형에서는 지역난방 단지의 도시가스 사용량에서만 유효한 결과가 나왔지만, 인증제도를 인증의 종류, 인증 등급, 인증 시기에 따라 구분하여 모형을 구성한 결과, 모든 에너지원에서 에너지 절감에 대한 유효한 결과를 얻어낼 수 있었다. 특히 인증 종류 및 시기와 상관없이 인증 등급만을 고려했을 때 그 효과가 잘 나타났다. 그럼에도 불구하고 인증여부만을 고려한 모형에서 유효한 결과가 많이 나오지 않은 이유는 다음과 같이 추측해볼 수 있다. 전기에너지 사용량을 예를 들어 설명해보면, 최우수 등급에서는 유효하고 우수 등급에서는 그렇지 않았다. 이런 상황에서 상대적으로 관측치 수가 많은 우수 등급의 영향이 많이 반영되어, 단순히 인증여부만을 고려한 모형에서는 유의한 결과가 많이 나타나지 않게 된 것이다. 이러한 사항을 종합적으로 고려해 볼 때 인증제도가 해당

건축물의 에너지 절감에 긍정적인 영향을 준다고 결론지을 수 있었다. 따라서 최근 서울시의 친환경건축물 인증 의무화 정책 또한 향후 에너지 절감 및 온실가스 배출 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

[표 5-26] 주요 검증 변수의 인증여부 및 종류에 따른 한계효과

종속 변수명	종속 변수에 대한 검증변수의 한계효과				단위
	인증여부	인증 종류			
	인증	친환경 건축물	건축물에너지 효율	복수인증	
전기			-3,8182		kWh/m ²
전기_여름			-1,3223		kWh/m ²
도시가스(개별난방)					m ³ /m ²
도시가스_겨울(개별난방)					m ³ /m ²
도시가스(지역난방)	-0.0574	-0.1172			m ³ /m ²
도시가스_겨울(지역난방)	-0.0274	-0.0398			m ³ /m ²
지역난방에너지					Gcal/m ²
지역난방에너지_겨울			-0.0148		Gcal/m ²
이산화탄소(개별난방)					kg CO2
이산화탄소(지역난방)				-2,2914	kg CO2

주: SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 것으로 나타난 변수만을 대상으로 함

[표 5-27] 주요 검증 변수의 인증등급 및 시기에 따른 한계효과

종속 변수명	종속 변수에 대한 검증변수의 한계효과					단위
	인증 등급		인증 시기			
	최우수	우수	04-08	09-10	11-12	
전기	-5.0956				-7.4466	kWh/m ²
전기_여름	-1.2480				-2.2202	kWh/m ²
도시가스(개별난방)	-0.9758			-0.5825		m ³ /m ²
도시가스_겨울(개별난방)	-1.0908			-0.5937		m ³ /m ²
도시가스(지역난방)	-0.1958			-0.0665		m ³ /m ²
도시가스_겨울(지역난방)	-0.0811	-0.0192	-0.0319	-0.0254		m ³ /m ²
지역난방에너지		-0.0264		-0.0136		Gcal/m ²
지역난방에너지_겨울		-0.0172				Gcal/m ²
이산화탄소(개별난방)						kg CO2
이산화탄소(지역난방)						kg CO2

주: SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 것으로 나타난 변수만을 대상으로 함

[표 5-28] 주요 검증 변수의 인증여부 및 종류에 따른 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)

종속 변수명	종속변수 평균	단위	주요 검증 변수의 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)			
			인증여부	인증 종류		
			인증	친환경건축물	건축물에너지 효율	복수인증
전기	35.37	kWh/m ²			-10.80	
전기_여름	8.99	kWh/m ²			-14.71	
도시가스(개별난방)	6.15	m ³ /m ²				
도시가스_겨울(개별난방)	3.37	m ³ /m ²				
도시가스(지역난방)	0.48	m ³ /m ²	-11.96	-24.42		
도시가스_겨울(지역난방)	0.17	m ³ /m ²	-16.12	-23.41		
지역난방에너지	0.07	Gcal/m ²				
지역난방에너지_겨울	0.04	Gcal/m ²			-37.00	
이산화탄소(개별난방)	35.53	kg CO2				
이산화탄소(지역난방)	19.37	kg CO2				-11.83

주: SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 것으로 나타난 변수만을 대상으로 함

[표 5-29] 주요 검증 변수의 인증등급 및 시기에 따른 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)

종속 변수명	종속변수 평균	단위	주요 검증 변수의 평균 대비 에너지 절감 및 탄소배출 저감 효과(%)				
			인증 등급		인증 시기		
			최우수	우수	04-08	09-10	11-12
전기	35.37	kWh/m ²	-14.41				-21.05
전기_여름	8.99	kWh/m ²	-13.88				-24.70
도시가스(개별난방)	6.15	m ³ /m ²	-15.87			-9.47	
도시가스_겨울(개별난방)	3.37	m ³ /m ²	-29.94			-17.62	
도시가스(지역난방)	0.48	m ³ /m ²	-40.79			-13.85	
도시가스_겨울(지역난방)	0.17	m ³ /m ²	-47.71	-11.29	-18.76	-14.94	
지역난방에너지	0.07	Gcal/m ²		-37.71		-19.43	
지역난방에너지_겨울	0.04	Gcal/m ²		-43.00			
이산화탄소(개별난방)	35.53	kg CO2					
이산화탄소(지역난방)	19.37	kg CO2					

주: SAS의 Stepwise 변수선택 방식에 의해 유의확률 15% 이내에서 유의한 것으로 나타난 변수만을 대상으로 함

종속변수 유형별로 결과를 비교한 결과, 건축물 친환경 관련 인증여부의 효과는 도시가스 사용량에서 유의한 결과를 보여줬는데, 개별난방 단지 보다는 특히 지역난방 단지에서 분명한 효과가 나타났다. 이는 개별난방 단지의 경우 도시가스 소비량에 다양한 목적의 에너지 소비가 동시에 포함돼 에너지 소비량을 설명하는 독립변수의 영향이 분명하게 드러나지 않는 반면, 지역난방 단지의 경우 에너지 소비량이 도시가스(취사·온수)와 지역난방에너지(난방)로 명확하게 구분됨에 따라 에너지 유형별로 유의미한 영향을 미치는 변수가 보다 명확하게 드러난 것이라 해석할 수 있다. 한편, 나머지 에너지원의 경우에는 통계적으로 유의한 절감효과가 나타나지 않았다. 이와 관련해서는 앞에서도 설명했듯이, 인증 제도를 여러 측면으로 구분하여 분석해봄으로써 더 정확한 결과를 도출할 수 있었다. 정리하자면 관측치의 한계 등의 이유로 인해, 단순히 인증여부만을 고려한 모형에서의 결과만을 가지고 인증제도의 효과를 선불리 판단할 수 없으며, 인증여부를 세부적으로 구분하여 분석해 볼 필요가 있다는 것이다. 이를 위해 인증 종류, 등급, 시기를 구분하여 추가적인 분석을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같이 정리해볼 수 있다.

인증제도 종류별로 분석해본 결과는 다음과 같다. 건축물 친환경 관련 인증제도 중에서 대표적인 두 사례인 ‘친환경 건축물 인증제도’와 ‘건축물에너지효율등급 인증제도’를 비교분석하여 그 둘의 차이점을 파악해보았다. 우선 ‘친환경 건축물 인증제도’는 지역난방 단지의 도시가스 소비량 절감 측면에서 큰 효과를 보였다. 비록 다른 에너지원에서는 통계적으로 유의한 결과가 도출되지 않았지만, 지역난방 단지의 도시가스 소비량은 ‘친환경 건축물 인증’을 받은 단지에서 대조군 단지에 비해 약 24% 가량(동절기는 약 23% 가량) 절감되는 것으로 나타났다. ‘친환경 건축물 인증제도’는 지역난방 아파트 단지의 도시가스 사용량 저감효과를 잘 반영해주고 있다고 볼 수 있다. 반면 ‘건축물에너지효율등급 인증제도’는 전기 에너지와 지역난방 에너지 소비량 절감 측면에서 각각 그 효과를 잘 반영한 것으로 나타났다. 특히 하절기의 전기에너지 소비량과 동절기의 지역난방에너지 소비량이 각각 약 15%와 약 37% 정도 저감되는 것으로 분석되었다. 이렇게 인증 종류별로 결과에 차이가 나는 이유는 기술요소별로 평가하는 ‘친환경 건축물 인증제도’의 평가방식과 에너지 소비 절감 비율 자체를 평가하는 ‘건축물에너지효율등급 인증제도’의 평가방식의 차이에서 기인된 것으로 예상할 수 있지만, 본 연구의 분석결과만으로는 정확한 이유를 파악

하는 것은 불가능하다. 향후 더 정교한 비교연구를 통해 여러 인증제도 간의 차이점을 파악하여, 그들의 장점들을 잘 조합함으로써 친환경 인증제도를 개선해 나갈 필요가 있다.

한편 ‘친환경 건축물 인증제도’와 ‘건축물에너지효율등급 인증제도’를 동시에 받은 단지도 다수 존재하였다. 두 인증제도에서 모두 인증을 받았기 때문에, 에너지 절감효과가 더 뛰어날 것으로 예상해 볼 수도 있겠지만, 분석결과에서는 그런 현상을 발견해낼 수 없었다. 어떤 에너지원에서도 통계적으로 유의한 에너지 절감 효과가 발견되지 않았다. 결국 복수인증을 받았다고 해서 친환경적 성능이 더 뛰어나다고 볼 수 없으며, 단지 서로 다른 종류의 인센티브를 획득하기 위해 복수인증을 시도한 것으로 생각해 볼 수 있다.

인증 등급별 결과를 살펴보면 최우수 인증의 효과가 우수 인증에 비해 더 큰 효과를 보이고 있다는 사실을 확인할 수 있다. 대부분의 경우 동일한 모형에서 두 변수(최우수, 우수)가 동시에 유의함을 보이지 않았기 때문에 이에 대한 명확한 해석을 위해서는 보다 많은 관측치를 활용해 추가적인 분석을 수행할 필요가 있으나, 최우수 등급의 단지는 확실히 에너지 절감 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 다만 지역난방 에너지의 경우 최우수 등급이 아닌 우수 등급만이 유의한 절감효과를 보여주었다. 이는 최우수 등급이면서 지역난방인 단지의 수가 매우 적어서 나타난 결과로 이해할 수 있으므로, 향후 관측치를 늘려서 분석을 하게 된다면 더 정확한 결과를 얻어낼 수 있을 것이다.

인증 시기별 별과를 살펴보면 과거(2009년 이전) 인증 단지에 비해서 최근(2009년 이후) 인증 단지에서의 에너지 절감효과가 더욱 큰 것으로 나타나, 친환경건축물 인증 단지의 기술수준이 점차 발전되고 있음을 확인할 수 있었다.

마지막으로 이산화탄소 배출량 분석에 대해서 살펴보면 다음과 같다. 결과적으로 이산화탄소 배출량에 대해서는 통계적으로 유의한 결과가 나오지 않았다. 사실 이산화탄소 배출량은 각 에너지원의 소비량에 에너지원별 탄소배출계수를 곱해서 산정한 것이므로 에너지원별로 이산화탄소 배출량을 구분하여 분석한다면, 에너지 소비량을 기준으로 분석했을 때와 동일한 결과가 나와야 한다. 하지만 그렇게 한다면 특별히 다른 의미가 없기 때문에, 본 연구에서는 에너지원별 탄소배출량을 모두 더해서 아파트 단지의 전체 이산화탄소 배출량을 기준으로 하여 분석을 실시하였다. 그 결과 어떤 모형에서도 친환경 건축물 인증과 관련해서 유의한 결과가 나오지 않았다. 이유는 에너지 소비량 중 비중이 큰 도시가스 사용량과 친환경 인증 관련 변수가 유의한 관계를 보이지 않았던 결과가 반영된 것

으로 생각할 수 있다. 복수인증 변수에서 유의한 결과가 나왔지만, 이는 본문에서 설명했듯이 큰 의미를 둘 수 없는 결과로 볼 수 있다.

본 연구는 정부와 지자체의 에너지 절감 및 이산화탄소 배출 저감 노력에 발맞춰 친환경건축물 인증 제도가 활성화(의무화)되고 있는 현 시점에서, 건축물 친환경 관련 인증 제도의 효과를 실증적으로 증명했다는 점에서 의의가 있다.

그러나 이번 분석에서는 에너지 부문에 관해서만 분석했다는 한계가 있다. 친환경건축물인증제는 에너지 부문뿐만 아니라 공간계획, 교통, 녹지/생태 등의 다양한 부문의 계획요소를 포함하고 있기 때문에 정확한 탄소저감효과를 파악하기 위해서는 다양한 부문의 계획요소별 효과분석이 이루어져야 한다. 하지만 이에 대한 관련정보의 수집 등의 어려움으로 이번 분석에서 포함하지 못했다는 한계가 있다.

또한 분석의 결과는 에너지소비량 및 탄소배출량 분석에 있어서 매우 작은 수의 관측치만을 활용해 도출되었다는 한계를 지니고 있다. 이에 따라 본 연구에서 설정한 통제 변수들의 영향은 유사한 종속변수에 대해서도 분석 샘플에 따라 다소 차이를 보였다. 또한 본 연구에서는 자료 구득의 한계로 인해 독립변수의 시점이 종속변수와 다소 차이가 나는 경우가 있었다. 따라서 본 연구의 분석결과는 이를 보완할 필요가 있으며 보다 많은 관측치를 활용해 재검증될 필요가 있다.

분석결과 해석에 있어서도 한계점이 있다. 본 연구에서는 SAS 프로그램의 Stepwise 변수선택 방식의 변수 선택 기준에 따라 유의수준을 15%로 하여 분석결과를 해석하였고 이는 사회과학 연구에서 일반적으로 활용하는 기준에 비해 다소 엄격하지 않은 기준이라 할 수 있다는 한계가 있다. 그러나 본 연구에서 중점적으로 고려한 검증변수의 경우 대체로 유의수준 10% 이내에서 유의성을 보였고, 본 연구의 분석 샘플수가 매우 적다는 측면을 고려하면 이로 인한 문제는 크지 않을 것이라 판단된다.

마지막으로 가구의 에너지 소비행태는 에너지 유형별로 완전히 독립적일 수 없기 때문에 향후 연구에서는 Seemingly Unrelated Regression 모형 등과 같이 종속변수들 간의 종속성을 고려한 연구모형이 적용될 필요가 있다.

제6장 도시공간개선사업의 녹색도시화 추진방안

1. 도시공간개선사업의 추진과정에서의 문제점
2. 저탄소 계획요소 적용 활성화를 위한 정책방향

1. 도시공간개선사업 추진과정에서의 문제점

① 도시공간개선사업의 최근 동향

국토해양부의 2010년 통계자료에 따르면, 구역지정이 되어있는 도시정비사업지구는 3,118개의 96,475,914㎡이고 전국적으로 약 2500여건이 시행 중이다. 이 중 70%이상이 서울·경기지역에 집중되어 있는데⁹³⁾ 특히, 서울시의 경우 2012년 1월 현재 총 1,300개소의 뉴타운·재개발·재건축구역 중 434구역이 이미 준공되었고, 866구역이 정비예정구역과 정비(촉진)구역으로 지정돼 사업을 준비 또는 시행중에 있다.⁹⁴⁾

지난 10년간 부동산경기 호황에 힘입어 전국적으로 도시재정비사업이 진행되어 왔으나, 금융위기 이후 부동산경기 하락과 주택경기 퇴조, 정부와 지자체의 관리·감독 소홀, 토지 등 소유자와 세입자간 갈등으로 인한 사회적 문제 등으로 정비사업 추진이 지체되면서 그 피해가 심각한 수준에 이르고 있다. 정부는 이에 대한 해결책으로 사업을 중도에 중지 및 포기할 수 있는 일몰제 등을 포함한 「도시 및 주거환경정비법」 개정안을 2012년 공포하였다.

93) 국토해양통계누리, “도시정비사업통계”, (<http://stat.mltm.go.kr/portal/main/portalMain.do>) (2012.08 접속)

94) 서울시 보도자료(2012. 1. 30), “서울시, 뉴타운·재개발 ‘사회적 약자 보호형’ 전환”

② 기존 도시공간개선사업의 문제점⁹⁵⁾

국내 도시공간개선사업은 지금까지 약 30~40여 년간 대규모전면철거방식에 의해 노후불량주거지를 아파트단지로 개발해오면서 물리적 개발 및 사업성 위주의 난개발, 주택 공급 중심의 정비, 원주민 재정착률 저하, 커뮤니티 파괴 등의 한계를 나타내고 있다.

□ 지역특성이나 환경에 대한 고려 미흡

현재 정비사업은 민간이 수익성 위주로 사업을 주도함으로써 고층고밀의 아파트단지를 개발하여 기반시설 과부하를 초래하고 있다. 지역특성을 무시한 아파트 위주의 획일적인 개발로 기존 도시 및 자연경관이 훼손되는 등 지역의 역사나 문화, 주변지역과의 연계, 자연환경에 대한 고려가 미흡하여 지속가능한 주거지 개발로 이어지지 못하고 있다.

□ 사업주체의 경험, 전문성 부족 및 자금조달능력의 부족

정비사업의 사업주체는 기본적으로 토지 등 소유자로 이루어진 조합이 맡게 되는데 이들은 사업에 대한 전문성과 자금조달능력이 부족한 경우가 대부분으로 사업의 불투명성, 이해관계자간의 갈등을 양산하고 있다. 이를 보완하기 위하여, 사업경험과 전문성이 부족한 조합을 지원하기 위하여 ‘정비사업전문관리업자’를 고용하여 사업추진 전반에 대한 법적·행정적 자문 및 업무대행을 지원토록 하고 있으나, 사업규모에 비해 빈약한 정비사업 전문관리업자 등록기준으로 정비업자들의 난립 및 부실한 운영을 초래하고 있는 실정이다. 또한, 자금조달을 원활히 하기 위하여 조합들은 대부분 민간 건설업체와 공동시행의 형태로 사업을 진행하게 되는데, 이 과정에서 시행사 선정과 관리처분계획 등에 대한 미공개 등 불투명한 운영과 은폐적 태도로 사업추진에 대한 불신과 갈등을 양산하며 사회적으로 많은 문제를 야기하고 있다.

95) 도시정비사업문제에 대한 관련 연구를 토대로 정리 (자료 : 조성배(2012), “서울시 도시재정비사업에 대한 갈등분석 연구”, 공공사회연구 제2권 1호, p132. ; 송기백 2010, “도시재생을 위한 도시정비사업의 문제점 분석 및 제도개선 방향 연구”, 2010 대한건축학회논문집 제26권 제1호, pp.11~312. ; 안정민(2011), “재건축·재개발 사업주체의 체계적·효율적 사업관리를 위한 매뉴얼 개발”, 대한건축학회논문집 제27권 제3호, pp.75~76.)

□ 공공지원이 없는 수익성 위주의 민간주도 개발

대부분의 정비사업이 공적인 지원없이 민간주도로 개발되다 보니 수익성 위주로 사업을 진행하게 되면서 도시기반시설 충분한 확보, 원주민 대책 마련, 주민 복지 및 지역 역사·문화 보호 등에 대한 고려가 미흡한 실정이다. 이로 인해 기존 도시공간의 소형·저가 주택지를 전면철거 하여 고밀, 중대형의 고가아파트를 양산함으로써 도시 내 저렴 주택재고를 소멸시키고 주변 주택가격을 상승시켜 원주민 재정착을 어렵게 하고 기존 공동체가 파괴되는 결과를 초래하고 있으며 기반시설 과부하를 유발하는 등 많은 문제점이 발생하고 있다.

□ 형식적 절차로서의 주민참여

국내 정비사업의 관련법 상에는 주민공람, 공청회 등 주민이 계획, 사업추진에 참여할 수 있는 절차가 명시되어 있으나, 형식적인 절차로 이루어질 뿐, 실질적인 계획수립, 사업추진에 주민의 의견은 거의 배제되어 있으며 다양한 계층으로 구성되어 있는 원주민들을 배려하지 못한 계획으로 인하여 계층 간 갈등이 표출되고 있다. 재정비촉진사업에서도 지구지정에서 주민의 의지와 무관하게 지구가 지정되고 있으며 주민참여가 가능한 방법은 주민공람, 공청회인데 이마저도 형식적인 절차로 이루어지고 있다.

2. 저탄소 계획요소 적용 활성화를 위한 정책방향

1) 공공의 참여 확대

저탄소 계획요소의 적용은 기존의 사업유형에 비해 필연적으로 비용의 증가를 가져오게 된다. 이러한 비용측면에서의 불리한 점은 사업성을 위주로 하는 개발사업에서 저탄소 계획요소들이 적용되는데 있어 제약을 가져오게 된다.

국내에서 진행되는 도시공간개선사업의 경우 상위계획은 공공이 역할을 할 수 있으나, 정비사업의 사업주체는 기본적으로 토지 등의 소유자로 이루어진 조합이 맡게 되어 사업에 대한 전문성이 부족하고 자금조달능력 또한 미흡한 경우가 대부분으로 사업의 불

투명성, 이해관계자간의 갈등을 양산하며, 사업성이 사업추진의 가장 우선적인 핵심사항으로 고려되고 있는 것이 현실이다. 이러한 민간 주도의 개발은 공동주택 위주의 획일적인 개발과 기존 도시공간에 대한 고려가 부족하여 지역의 역사나 문화, 자연환경 등에 대한 고려가 부족하여 지속가능한 개발에 적합하지 않다.

반면에 해외 도시공간 개선 사업의 경우 공공이 주도하는 형태로 진행되어 저탄소 녹색도시로의 전환이 성공적으로 추진되고 있다. 네덜란드의 태양의 도시의 경우에는 탄소중립주거를 목표로까지 설정하여 사업을 추진하고 있는 실정이다. 이것은 국내에서 추진되고 있는 정비사업의 탄소절감효과와 비교할 때 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다.

이러한 해외사례의 성공요인은 가장 큰 요인은 공공이 사업의 주체가 되었기에 가능한 것으로 판단된다. 사례를 통해 살펴 본 5개의 사업의 경우 모두 개발 주체가 공공이거나 공공이 투자한 기업이었으며, 계획수립 단계뿐만 아니라 사업 진행과정 전체 단계에 걸쳐 주도적으로 사업을 이끌고 나갔기에 가능한 것으로 생각된다.

따라서 국내의 경우 공공이 실질적인 사업추진과정에 역할을 설정하여 지속적으로 참여를 확대하는 방향으로 정책이 추진되어야 할 것이다. 이러한 참여의 유형은 큰 틀에서 제도적 기반을 통해 규제정책을 도입하는 것에서부터 상위계획을 통해 개별계획에 반영될 수 있도록 하는 방법 등 간접적인 방법과 직접 사업의 주체로 역할을 하는 것 등 다양한 방법이 가능할 것으로 판단되지만, 결과적으로는 현재의 공공의 참여 내지는 기여 수준으로는 기존 도시공간의 개선 효과는 미미할 것으로 판단된다.

[표 6-1] 해외 사례의 특징

	본느 협동정비구역	폴리쉬 바띠놀 협동정비구역	GWL지구	태양의 도시	예슬러 테라스
저탄소 단지 조성 배경	자금확보 위해 EU 기후대응형 프로그램에 신청	파리시 시책 '친환경지구'	주민 및 지자체 요구	태양열에 대한 사회적 관심 증대로 중앙정부와 지방정부에서 추진	지방정부에서 지속가능한 단지로 재개발 추진
규모	8.5ha (단지)	50ha (단지)	6ha (단지)	300ha (근린)	12ha (단지)
위치	도심	도시 외곽	도심	교외	도심
사업 기간 (계획 기간)	17년(10년)	15년(10년)	9년(5년)	21년(6년)	9년(6년)
	1994~2012예정	2000~2015예정	1989~1998	1991~2012예정	2006~2015예정
사업 방식	정비사업	정비사업	도시내 유휴지 재개발	신도시개발	정비사업
사업 주체	파리시 국방부 SEM-SAGES 환경부문사업주	파리시 SEMAVIP	Westerpark 시 Ecoplan -Foundation	네덜란드 정부, 히어휴고발데 시	시애틀 주택기관

2) 사업 진행 전체 단계에 대한 지속적인 적용 고려

현재 가장 널리 활용되고 있는 기존 도시공간개선사업인 정비사업의 경우 사례를 통해 살펴본 바와 같이 저탄소 계획요소는 위계에 따라 도시기본계획, 도시·주거정비계획, 뉴타운개발기본계획, 정비계획 등의 계획에 따라 구체화되며, 최종적으로는 해당 사업에 대한 계획안이 작성됨에 따라 물리적으로 구현되어진다.

이러한 과정에서 저탄소 계획요소의 각 항목들은 계획에 따라 일부에서 고려되거나 또는 전혀 언급되지 않은 상태로 나타난다. 물론 상위계획에서 언급되지 않았다고 해서 실제 물리적으로 구현되지 않은 것으로 단정하기는 어렵고, 항목 중에서는 물리적인 구현 단계에서만 적용될 수 있는 항목도 존재한다.

[표 6-2] 대안 검토 가능 요소

계획 방향	세부계획요소	
	항목	내용
공간 계획	생태고려	-소음저감설계
	건축물 배치	-자연지형, 일조량, 풍향, 바람길 등을 고려한 단지 배치
	경관	-조망권 확보
		-경관형성
교통	교통체계	-교통수단별 접근성 고려
		-환경친화적 주차계획
		-보행에 적합한 거리
	보행·자전거	-보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크
	자동차이용	-친환경 주차장 등
녹지/생태	녹지·생태환경조성	-생태통로 조성
		-옥상녹화, 벽면녹화
	녹지·생태환경 계획	-공원녹지확보비
		-녹지축 연결
		-녹지 네트워크
		-수공간 네트워크
녹색 건축	건축계획	-일조 및 바람길을 고려한 건축계획(자연채광)

사례로 살펴본 은평 뉴타운 아파트의 경우 친환경 건축물 인증 우수등급을 받은 공동주택 단지임에도 불구하고, 건축 기본계획 단계에서 개선 가능한 항목을 검토한 결과 저탄소 녹색도시 조성을 위한 세부계획요소 중에서 상당한 항목에 대해서 개선 가능한 대안을 고려해 볼 수 있었다.

이처럼 각각의 계획요소들을 구체적으로 살펴보면 항목에 따라 적용이 고려되어야 하는 단계에 차이가 있음을 알 수 있다. 몇 가지 항목을 예를 들어 살펴보면, 자전거도로 및 보행자 도로의 설치의 경우 물리적으로 고려할 수 있는 단계는 정비사업의 경우 단지 계획 단계에서 고려가능하며, 이후 건축계획단계의 고려사항이 아니다. 그러나 도시 전반의 녹색도시로의 전환을 고려한다면 보다 넓게는 도시기본계획에서부터 도시·주거정비계획, 뉴타운개발기본계획, 정비계획 등 상위계획 전체에서 고려되어야 하는 사항으로 볼 수 있다. 그리고 이들 저탄소 녹색교통의 활용도를 생각한다면 더욱 상위계획 단계에서부터 지속적인 적용이 검토되어야 할 것이다. 지붕녹화 또는 벽면녹화 등은 물리적으로 구현되는 단계는 건축물 조성단계이다. 그러나 지붕녹화 또는 벽면녹화의 비율이나 의무화의 정도는 상위의 계획을 통해 지정되어질 수 있으며, 경우에 따라서는 조례나 법률에 근거해서 규정할 수 있는 항목으로 볼 수 있다.

또한 저탄소 계획요소를 개별 정비사업에 대한 계획을 통해 살펴보면, 단지 측면에서 적용을 검토하여야 하는 항목과 건축계획단계에서 적용하기 위한 계획요소로 구분하여 살펴볼 수 있으며, 이들은 적용 가능한 요소에 대해 지구단위계획을 통해 지정할 수도 있고, 개별 사업 단위에서 선택적으로 적용되어질 수도 있을 것이다.

기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하기 위해서는 보다 많은 저탄소 계획요소가 적용될 필요가 있다. 따라서 이러한 항목들이 보다 많이 적용되기 위해서는 최상위 계획단계에서부터 가장 하위의 건축계획단계에까지 지속적으로 적용가능한 대안을 검토하고 반영하기 위한 노력이 필요할 것이다.

3) 인증제도의 활용 강화

2000년대부터 '친환경' 및 '저탄소녹색'이 하나의 트렌드가 되어 상당수의 도시계획 사업 및 뉴타운사업에서 표방해 오고 있으나 적극적인 의미의 저탄소, 녹색 단지로 정비하는 것이 아니라 기존 정비사업방식에 친환경 요소를 부분적으로 적용하는 것에 그치고 있다. 2002년부터 친환경건축물인증제도가 시행되었고, 서울시에서는 정비사업에서 인증을 받을 경우 용적율 등에 대한 인센티브를 부여하고 있으며, 최근에는 건축심의를 통해 의무적으로 적용하도록 추진하고 있는 상태이다. 하지만 서울시 통계자료에 따르면 2001년 이후 준공된 아파트단지는 1,513단지이며⁹⁶⁾, 본인증을 받은 단지는 97곳에 불과하여 인증실적이 매우 저조하며 기존에는 인증을 통한 실질적인 탄소저감의 효과도 제대로 파악되고 있지 않은 실정이다.

현재 정부에서는 건축물 단열기준을 30% 상향하여 건축물의 에너지 관리기준을 강화하도록 하고, 에너지절약 계획서 제출대상을 확대하는 등 기준을 강화하고, 창호설계 가이드라인을 마련하는 등 다양한 정책을 추진하고 있다. 그러나 도시 또는 건축물의 최종적인 에너지 절감에 대한 대안은 사업의 성격, 주변 여건, 비용, 관련 기술 기반 등 다양한 여건에 의해 결정되는 점을 감안하면 물리적인 구현단계에서 다양한 대안을 검토하여 요구수준에 적합하도록 결정되게 된다. 이러한 관점에서 개별 기술에 대한 접근 보다는 전체적인 목표 또는 결과치 중심으로 관리하는 정책이 더욱 유용할 것으로 생각되며, 계획 추진 과정에서 다양한 주체들이 서로 의사소통하는 도구로서 또는 항목별 성취도를 비교하기 위한 도구로서 인증제는 상당한 의미가 있을 것으로 판단된다. 본 연구와 관련하여 살펴본 해외사례에서 초기 계획단계부터 계획을 점검하고 검토하기 위해 인증평가도구를 활용하고 있는 예는 시사점이 크다고 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서 분석한 결과를 살펴보면 정도의 차이는 있으나 친환경건축물 인증의 효과가 모든 유형에 에너지원 절감과 이산화탄소 배출 저감에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그리고 국내에서 친환경 건축물 인증 사례가 미약하다는 점을 고려하면 지자체별로 선택적으로라도 인증을 의무화 할 수 있도록 하는 것은 의미가 있을 것으로 판단된다.

96) 서울특별시 「서울통계」, “통계DB : 주택건설” (http://stat.seoul.go.kr/jsp/WWS8/WWSDS8111.jsp?cot=017&srl_dtl=10326)

4) 근린단위의 친환경 인증제의 개발 및 적용

현재 공동주택으로의 개발사업인 경우 공동주택 단지에 대한 친환경 건축물 인증을 통해 저탄소 계획요소의 적용을 검토할 수 있지만, 공동주택에 국한되고 건축계획단계에 이르러야 검토가 가능한 측면이 있다. 그리고 기존 도시공간을 개선하기 위한 사업 유형을 살펴보면 대부분 공동주택으로 개발되고 있기는 하지만, 주거환경개선사업, 가로환경 개선사업 등의 다양한 근린단위의 고려가 요청되는 사업도 존재하고 있으며, 개별 공동주택 단지만이 아닌 여러 단지의 계획에 대한 고려 또는 도로, 공원 등을 고려한 도시공간의 개선에 대한 고려도 필요한 실정이다. 이러한 사업들은 '친환경' 및 '저탄소·녹색'을 표방하고 있으나, 친환경성의 확보여부, 확보정도, 확보효과 등에 대한 평가 및 검증도구가 없어 실질적인 정책적 지원이 어려운 상황에 놓여 있다.

미국, 캐나다, 영국, 일본 등의 경우, 개별 사업단위가 아닌 근린단위의 개발 및 평가를 지원하기 위한 인증시스템이 마련되어 운용되고 있다. 국내에서는 해외 자본투자 프로젝트⁹⁷⁾의 경우에 해외인증체계를 도입하여 시범적용하고 있는 상태이다. 이러한 인증체계는 크게 미국, 캐나다 등의 LEED-ND(Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development), 영국의 BREEAM-Communities(Building Research Establishment Environmental Assessment Method-Communities), 일본의 CASBEE-UD(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency for Urban Development) 등을 살펴볼 수 있다. LEED-ND의 경우 2007년 최초로 개발되어 약 240개 프로젝트에 시험 적용되었고, 3년간의 공론화 및 수정 과정을 거쳐 2009년 말에 확정판이 발표되어 사용되고 있으며, BREEAM-Communities는 2008년 개발되어 시행중에 있으며, CASBEE-UD(Urban Development)는 국토교통성 주관으로 2006년에 개발하여 보급, 사용 중에 있다.⁹⁸⁾

현재 해외에서 적용되고 있는 친환경 근린개발 인증제도는 공간적 범위에서 건축물과 건축물 외부 및 근린환경 전반에 대하여 지표를 설정하여 적용하는 등 공간의 위계에 따라 적절한 지표의 역할분담이 이루어진다. 단위 건축물에 대한 지표를 이용하여 단지 내부의 개별 건축물을 평가하고, 보다 확장된 근린단위에 대하여는 단지규모 이상의 개발

97) 개발회사인 게일인터내셔널 코리아에서 시행하는 인천 경제자유구역의 송도국제업무단지 사업

98) 유광흥(2011), 「친환경 근린개발을 위한 평가인증체계의 개발 및 적용에 관한 연구」, 건축도시공간연구소, p4.

에 대해 포괄적으로 적용되며, 건축물 지표와 단지측면의 평가 지표를 종합하여 평가를 진행하는 인증시스템을 가지고 있다. 또한 해외 인증지표는 블록 내부의 사적영역과 외부의 공공영역까지 모두 포함하고 있어 그 범위가 보다 포괄적인 공간적 성격을 가진다.

인증제를 계획을 평가하기 위한 도구의 개념으로 생각하면, 저탄소 계획요소의 적용에 대한 가능성을 고려할 수 있는 항목들을 제시하는 것에 의미를 둘 수 있고, 국내에서 적용되고 있는 사업의 위계에 따라 살펴보면 정비계획의 수립단계에서부터 적극적으로 고려가 가능할 것으로 판단된다. 이러한 근린 인증체계는 개발 사업자가 개발행위를 하는데 있어 기존 친환경 건축물 인증의 적용보다 빠른 시기에 지침이 되는 지표체계로서 활용이 가능한 이점을 제공할 수 있을 것이다.

[표 6-3] 각국별 친환경 근린단위 평가제도의 개요

구 분	LEED-ND	BREEAM-Communities	CASBEE-UD
국 가	미국	영국	일본
개발기관	USGBC	BRE	국토교통성
개발년도	2007년 (시행중)	2008년 (시행중)	2006년 (시행중)
주요평가 항 목	1. 대지의 선택과 연결성 2. 근린의 형태와 디자인 3. 그린 인프라시설과 건축물 4. 혁신적 디자인과 절차	1. 기후와 에너지 2. 장소생성 3. 커뮤니티 4. 생태와 종 다양성 5. 교통과 이동 6. 자원 7. 경제 8. 건축물	Q1. 자연환경 Q2. 대지 내 서비스기능 Q3. 지역커뮤니티에 대한 기여 L1. 미기후에 대한 환경적 영향 L2. 사회 인프라시설 L3. 지역 환경관리
인증등급	4등급 (Certified, Silver, Gold, Platinum)	5등급 (PASS, GOOD, VERY GOOD, EXCELLENT, OUTSTANDING)	5등급 (S등급, A등급, B+등급, B-등급, C등급)
유효기간	5년	5년	5년

※ 출처 : 유광흠(2010), 「친환경 근린개발 평가인증체계의 개발 및 적용에 관한 연구」, 건축도시공간연구소, p.53.

5) 녹색생활의 강화

실제 대상지를 탄소저감형으로 조성해놓았다 할지라도 사용자의 생활습관, 이용방식에 따라 탄소저감효과는 크게 달라지므로 저탄소 녹색도시를 구현하기 위해서는 녹색생활과 녹색경제가 필수적이다.

본 연구에서 진행한 친환경 인증단지에 대한 분석과정에서 단편적으로 살펴본 바와 같이 예를 들면 평당 가격이 높을수록 전기 에너지 사용량이 높은 것으로 나타났다. 이것은 소득수준에 따른 에너지 소비 방식과 관련이 있다고 추론할 수 있다. 즉 소득 수준이 높을수록 에너지 소비가 큰 대형 가전제품을 사용할 가능성이 크며, 하절기에도 에어컨 등 냉방기기의 활용 또한 증가할 수 있다는 것을 생각할 수 있다.

우리나라 아파트의 전체 생애주기의 온실가스 배출량은 세대당 약 148tco₂ 인 것으로 추정된다. 공동주택의 수명을 30년으로 가정했을 때, 85m²를 기준으로 1세대의 건설-이용-폐기에 이르기까지의 전체 생애주기 과정에서 배출되는 온실가스를 합산한 것으로, 이 중에서 약 25%는 건설과정에서 배출되며, 나머지 75%는 거주기간 동안의 에너지 이용과 유지관리에 투입되는 에너지와 자원 소비에 의한 것이다.⁹⁹⁾ 따라서 사용단계에서의 에너지 절감에 따른 효과는 장기간에 걸쳐 지속적으로 효과를 가지게 될 것으로 생각된다. 또한 이러한 방향에서 최근 제정된 「녹색건축물 조성 지원법」에서 에너지·온실가스 정보체계를 구축하여 부동산 거래시에 건축물 에너지효율등급 평가서를 첨부¹⁰⁰⁾하도록 하여 에너지 사용에 대한 정보를 제공하도록 하는 것은 긍정적인 정책방향이라고 판단된다.

이러한 관점에서 저탄소 녹색도시공간의 지속적인 관리를 위하여 시민들의 녹색생활을 '운동'으로 전개하고 사업추진과정 및 생활에 '녹색생활' 및 '녹색경제'프로그램을 의무적으로 도입하는 방안을 검토할 필요가 있다. 또한 주민 참여 활성화를 통하여 유지관리 단계에서의 에너지 사용 절감을 도모할 필요가 있다.

99) 조상규(2010), 「저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구」, 건축도시공간연구소, p.33.

100) 국토해양부(2012), 「녹색건축물 조성 지원법」 제18조(건축물 에너지 소비증명)

제7장 결론

1. 연구 요약
2. 연구의 한계 및 향후 과제

1. 연구 요약

기후변화의 심각성이 전 지구적 과제로 대두됨에 따라 이에 대응하기 위한 국제사회의 노력이 더욱 더 확대되고 있고, 우리나라도 교토의정서가 2012년 만료되고 발리로드맵이 채택됨에 따라 온실가스 감축 대상국에 포함될 가능성이 증대하는 등 온실가스에 대한 적극적인 정책추진이 절실한 실정이다. 우리나라의 온실가스 부문별 배출량을 살펴보면 산업(52.0%), 건물(25.6%), 교통(16.7%), 기타(5.7%)로서 산업, 건물 등 도시민의 생활과 관련된 온실가스 배출량이 대부분을 차지하고 있는 상황이며, 인구의 90%가 도시에 거주하고 있다. 따라서 건축·도시분야에서의 온실가스 감축에 대한 논의 및 실천을 통해 저탄소 녹색도시 구조로 전환하는 것은 절대적인 것이라 할 수 있다.

그러나 기존의 도시구조에서는 에너지를 많이 사용할 수밖에 없는 녹지체계, 교통체계, 건축물배치 등으로 이루어져 있기 때문에 에너지 사용량을 줄이는데 한계가 있다. 따라서 저탄소 녹색도시와 관련하여 많은 논의가 있어 왔지만, 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시공간으로 전환하는 방안에 관하여 실질적인 검토는 부족한 상태이다.

현재 추진되고 있는 각종 도시계획사업들은 기존의 도시구조 및 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하는 데 있어 좋은 계기이자 기회가 될 수 있을 것으로 생각된다. 2011년 기준으로 살펴보면 전국의 도시개발사업지구는 650개의 365.19km², 도시정비사업지구는

3,063개의 167.8km²로, 총 도시계획사업은 3,713개 532.99km²이며, 이는 서울시 면적 605.4km²의 약 88%에 해당하는 막대한 면적이다. 이러한 도시공간개선사업은 비교적 빠른 시간 안에 추진되며, 물리적인 개선으로 결과가 제시될 수 있기 때문에 탄소배출량이 높은 기존 도시공간구조를 저탄소 도시공간구조로 전환하기 위한 ‘기존 도시공간에서의 저탄소 녹색도시’ 구현을 위한 적절한 계기이자 수단으로 볼 수 있다. 이러한 관점에서 본 연구는 가능한 기존의 추상적인 논의 수준에서의 접근이 아닌 물리적인 기존 도시공간을 개선하기 위해 추진되는 사업을 살펴보고, 이들을 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계기로 활용될 수 있는 정책방향을 제안하고자 하였다. 그리고 저탄소 녹색도시 조성에 요구되는 도시설계요소를 중심으로 이들이 계획단계에서 구체화되는 과정을 살펴봄으로서 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하는데 있어 필요한 사항을 검토하고자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 선행연구와 기존 조성사례들을 통해 저탄소 녹색도시 조성을 위한 계획요소에 대한 인벤토리를 구축하고, 해외 녹색도시 조성사례를 고찰하여 사업 추진과정, 관련 주체, 계획요소의 적용현황 등을 조사하였다. 그리고 국내에서 추진되고 있는 도시공간개선사업에 대한 관련 제도, 추진과정, 추진주체 등에 대한 검토와 더불어 개별 사례조사를 통하여 저탄소 계획요소가 계획단계에 따라 어떻게 적용되고 있는가를 분석하였다. 더불어 도시공간개선사업에 저탄소 계획요소가 적용되었을 경우에 대한 실질적인 효과를 분석하기 위해 친환경 건축물 인증 공동주택단지와 에너지 효율등급 인증 공동주택단지를 비인증 공동주택과 비교하여 효과를 검증하였다.

본 연구를 통해 주요하게 제시하는 정책방향은 다음과 같다.

첫째는 공공의 역할을 보다 증대할 필요가 있다는 점이다. 해외사례를 살펴보면 기존 도시공간을 저탄소도시로 성공적으로 조성한 사례들은 중앙정부 또는 지방정부가 주도적인 역할을 수행하고 있었으며, 주민들의 자발적인 의지가 크고, 중앙정부 및 지방정부의 비용지원이 다양하게 제공되고 있어 저탄소 녹색도시 조성에 대한 동기부여가 명확하게 주어지고 있었다. 현재 국내 도시공간개선사업은 공공지원없이 민간 주도로 사업을 진행하면서 수익성위주로 사업이 전개된다는 점과 조합과 건설회사의 유착, 은폐 등으로 인해 투명한 사업운영이 되지 않아 주민참여가 원활히 이루어지지 못하고 있다는 점을 감안하면 향후 보다 적극적으로 보다 넓은 범위에서 공공이 참여하도록 추진될 필요가 있을

것이다.

둘째는 사업진행 전체 단계에 대하여 지속적인 고려가 가능하도록 제도를 보완하여야 한다는 점이다. 저탄소 녹색도시 설계요소는 계획단계에 따라 검토되어야 하는 시점에 차이가 있으며, 기존 도시공간을 저탄소 녹색도시로 전환하기 위해서는 보다 많은 저탄소 계획요소가 적용될 필요가 있다. 따라서 이러한 항목들이 보다 많이 적용되기 위해서는 최상위 계획단계에서부터 가장 하위의 건축계획단계에까지 지속적으로 적용가능한 대안을 검토하고 반영하도록 하기 위한 제도적 기반이 필요할 것이다.

셋째는 단기적으로 친환경건축물인증제와 같은 현재 운용중인 제도를 보완하여 시행하는 방법이 있을 수 있을 것이다. 실제로 본 연구에서 분석한 결과 친환경 건축물 인증제도와 건축물 에너지 효율등급제도는 에너지 절감효과가 있으며, 이산화탄소 배출량을 저감하는데 일정부분 기여를 하는 것으로 파악되었다.

넷째는 기존의 친환경 건축물 인증이 공간적 범위로 보면 가장 넓은 범위가 공동주택 단지에 머물고 있는 실정이다. 따라서 보다 넓은 공간적 범위에서 건축물과 건축물 외부 및 근린환경 전반에 대하여 지표를 설정하여 적용하는 등 공간의 위계에 따라 적절한 지표의 역할분담이 이루어질 수 있도록 근린단위에서의 친환경 인증체계의 개발을 모색할 필요가 있으며, 장기적으로는 공간적 범위를 보다 확장하여 각각의 계획단계를 평가하고 검토하기 위한 도시단위 또는 광역단위의 평가인증체계의 개발을 통해 각 단계에서 적용가능한 저탄소 계획요소의 도입을 유도할 필요가 있다.

2. 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구는 저탄소 계획요소가 보다 많이 적용되도록 하는 것이 저탄소 녹색도시로의 전환에 기여하게 될 것이라는 전제를 가지고 수행되었다. 그러나 ‘저탄소’의 개념이 탄소 배출량에 대한 정량적인 논의에까지 이르고 있는 점을 감안하면 계획요소별 탄소배출량과의 관계에 대해서도 검토가 수행되었어야 하는 점은 연구의 한계로 생각된다. 입수 가능한 자료의 한계로 인해 친환경 인증과 에너지 인증에 대한 여부만을 고려하여 분석을 실시하였으나 향후 보다 많은 자료를 토대로 저탄소 계획요소의 적용에 대한 효과가 분석될 필요가 있을 것이다.

후속 과제를 통해 구체적인 분석에 따라 저탄소 녹색도시 조성을 위한 정책이 제안되기를 바라며, 개략적인 방향을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 계획체계적 측면에서 기존 도시계획 외 별도의 “저탄소 녹색도시계획”의 필요성을 검토하고 기 수립된 저탄소 녹색 관련 계획(「저탄소 녹색성장 기본법」에 의한 계획들)과 연계하여 강화를 검토할 필요가 있다. 또한 기존도시공간개선사업에서의 저탄소 녹색도시조성관련 지침을 수립하고 친환경건축물인증과 같은 제도가 보다 실질적인 효과를 거둘 수 있도록 인센티브를 강화하고, 인증단지의 계획요소와 에너지효율 등에 대한 정보가 충분히 제공되도록 할 필요가 있다.

둘째, 사업추진의 측면에서 공공에서는 지역여건을 반영한 계획을 수립하기 위하여 기존 도시공간의 현황조사와 주민교육 및 정보제공 등을 위한 운영조직과 비용에 대한 대책이 강구되어야 한다. 또한 비용부담이 가장 큰 신·재생에너지관련 설치·관리 비용지원 프로그램 마련, 폐기물관리 시스템 구축에 대한 재정지원 등 구체적인 자금지원 방안을 마련하여 저탄소 계획에 관한 민간의 투자활동을 유도할 필요가 있다. 사업 추진에 있어서 기존 사례에서와 같이 행정적인 역할만 하는 것이 아니라 사업을 주도적으로 이끌어 공공성을 확보할 수 있도록 역할 증대를 위한 제도적 기반을 마련할 필요가 있다.

셋째, 계획내용적 측면에서 물리적 구성에만 치우치지 말고 녹색생활, 녹색경제와 같은 사회적, 경제적 차원의 계획요소를 도입하여 이를 고려한 도시공간구조로 계획되도록 하여야 한다. 또한 계획수립에 있어서 효율적으로 저탄소 계획요소를 적용할 수 있도록

록 대상지의 지역현황, 사업규모 등을 감안한 계획이 가능하도록 계획요소에 대한 적정 비용과 탄소저감효과에 대한 정보 제공 체계를 마련해야 한다.

넷째, 실제 대상지를 탄소저감형으로 조성해놓았다 할지라도 사용자의 생활습관, 이용방식에 따라 탄소저감효과는 크게 달라지므로 저탄소 녹색도시를 지속시키기 위해서는 녹색생활과 녹색경제가 필수적이다. 저탄소 녹색도시공간의 지속적인 관리를 위하여 시민들의 녹색생활을 '운동'으로 전개하고 사업추진과정 및 생활에 '녹색생활' 및 '녹색경제'프로그램을 의무적으로 도입하는 방안을 검토할 필요가 있다. 또한 주민 참여 활성화를 통하여 유지관리 활성화를 도모할 필요가 있다.

참고문헌

- 국무총리실(2011), 「저탄소 녹색성장 기본법」, 과천: 국무총리실.
- 국토해양부(2010), 「도시 및 주거환경정비사업 여행」, 과천: 국토해양부.
- 국토해양부(2010), 「지속가능한 신도시 계획기준」, 과천: 국토해양부.
- 국토해양부(2011), 「녹색도시개발 계획수립 및 평가기준」, 과천: 국토해양부.
- 국토해양부(2011), 「도시개발업무지침」, 과천: 국토해양부.
- 국토해양부(2012), “건축물대장”, 「세움터」, <http://www.eais.go.kr/>.
- 국토해양부(2012), 「녹색건축물 조성 지원법」, 과천: 국토해양부.
- 국토해양부(2012), “도시정비사업통계”, 「국토해양통계누리」, <http://stat.mltm.go.kr/>.
- 김명수(2009), 「녹색성장 개념정립과 국토분야 정책과제」, 안양: 국토연구원.
- 김정곤(2010), 「저탄소 녹색도시 모델개발 및 시범도시 구상」, 대전: 토지주택연구원.
- 김정욱(2012), “미국의 신재생에너지 산업 및 정책 동향”, 「산업기술정책브리프」, 서울: 한국산업기술진흥원.
- 녹색성장위원회(2009), 「제6차 녹색성장위원회 보고자료-국가 온실가스 중기(2020년) 감축목표의 설정방안」, 서울: 녹색성장위원회.
- 사단법인 한국그린빌딩협회의회(2012), “인증건물현황정보”, 「친환경건축물인증제도 정보시스템」, <http://greenbuilding.re.kr/>.
- 서울특별시(2004), 「길음뉴타운개발기본계획」, 서울: 서울특별시.
- 서울특별시(2004), 「2010서울특별시 도시및주거환경정비기본계획: 주택재개발사업부문」, 서울: 서울특별시.
- 서울특별시(2010), 「2020서울특별시 도시기본계획」, 서울: 서울특별시.
- 서울특별시 균형발전본부(2009), 「뉴타운지구내 민간 최초, 친환경 태양광아파트 시범설치」, 서울: 서울특별시 보도자료.

- 서울특별시(2012), 서울특별시고시 제2005-133호 길음8구역 구역지정 및 정비계획수립, 서울 : 서울특별시
- 서울특별시 주택국(2012), 「서울시, 뉴타운·재개발 ‘사회적 약자 보호형’ 전환」, 서울: 서울특별시 보도자료.
- 서울특별시(2012), “통계DB : 주택건설”, 「서울통계」, <http://stat.seoul.go.kr/>.
- 서울특별시(2012), “[시범뉴타운] 길음뉴타운”, 「서울특별시 주택·도시계획·부동산」, <http://citybuild.seoul.go.kr/>.
- 송기백(2010), “도시재생을 위한 도시정비사업의 문제점 분석 및 제도개선 방향 연구”, 「대한건축학회논문집」, v26(1), pp. 307~314.
- 안정민(2011), “재건축·재개발 사업주체의 체계적·효율적 사업관리를 위한 매뉴얼 개발”, 대한건축학회논문집, 제27권 제3호, pp.75~76.
- 에너지경제연구원(2008), 「주요국의 에너지소비 비교」, 의왕: 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원(2009), 「2008에너지통계연보」, 의왕: 에너지경제연구원.
- 유광흠(2010), 「친환경 근린개발을 위한 도시설계 기법연구」, 안양: 건축도시공간연구소.
- 유광흠(2010), 「친환경 근린개발 평가인증체계의 개발 및 적용방안 연구」, 안양: 건축도시공간연구소.
- 유광흠(2011), 「친환경 근린개발 평가인증체계의 개발 및 적용방안 연구」, 안양: 건축도시공간연구소.
- 윤순진(2009), “녹색성장의 현재와 녹색 사회 실현을 위한 민주적 거버넌스의 모색”, 「경영경제연구」, v32(3), pp. 7~34.
- 이규인(2000), 「지속가능한 정주지개발을 위한 정책 및 제도 연구」, 과천: 국토해양부.
- 이관규(2010), 「저탄소녹색도시 조성 가이드라인 및 평가지표 연구」, 과천: 환경부.
- 이미홍(2009), 「녹색성장으로가는길: 저탄소 녹색국토 녹색도시 조성방안」, 성남: 한국토지주택공사.
- 이상문(2008), 「부천시 에코시티 시범사업 기본계획」, 과천: 환경부.
- 이상문(2009), 「에코타운 조성사업 업무지침 개발」, 과천: 환경부.
- 이안재(2009), 「탄소제로 도시의 확산」, 서울: 삼성경제연구소.
- 이지훈(2008), “녹색성장시대의 도래”, 「CEO 인포메이션」, 제675호, p.4
- 이재준(2009), “저탄소 녹색도시를 위한 도시재생”, 「국토」, v.332, pp. 26~37.
- 왕광익(2008), “저탄소사회 실현을 위한 국내외 주요도시의 사례”, 「국토」 318호, p.46.
- 왕광익(2010), 「저탄소 녹색도시계획 표준모델 정립방안 정책연구」, 과천: 국토해양부.
- 왕광익(2010), 「저탄소 녹색성장지향형 도시계획 수립방안 공동연구」, 과천: 국토해양부.
- 왕광익(2012), 「녹색도시건축의 활성화 방안 연구」, 서울 : 녹색성장위원회.
- 정종대(2006), 「친환경 주거단지의 계획과 평가」, 파주: KSi한국학술정보.

- 조상규(2010), 「저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구」, 안양: 건축도시공간 연구소.
- 조성배(2012), “서울시 도시재정비사업에 대한 갈등분석 연구”, 「공공사회연구」, 제2권 1호, p132.
- 지식경제부(2008), 「지식·혁신 주도형 녹색성장을 위한 산업발전전략」, 과천: 지식경제부.
- 지식경제부(2012), 「신·재생에너지설비 인증에 관한 규정」, 과천: 지식경제부.
- 토지주택연구원(2012), 「건축물에너지효율등급인증」, <http://greenlh.15440835.com/>.
- 한국환경산업기술원(2012), “탄소배출계수-연료원별 사용”, 「국가 LCI 데이터베이스 정보망」, <http://www.edp.or.kr/>.
- 황희연(2011), 「저탄소 녹색신도시 평가모형 개발 연구」, 과천: 국토해양부.
- ALEC - Agence(2012), 「Agence Locale de l'Energie et du Climat de l'agglomeration grenobloise」, <http://www.alec-grenoble.org/>.
- APUR(2000), 「La Couronne de Paris au coeur de la métropole. Evolution du secteur de la porte de Clichy」, Paris, France: APUR.
- Grenoble(2012), 「Zac de Bonne」, <http://www.debonne-grenoble.fr/>.
- Daniel Howden(2007), "World Oil Supplies Are Set to Run Out Faster than Expected, Warn Scientists", 「The Independent」, <http://www.independent.co.uk>.
- European commission's Joint Research Centre & PBL Netherlands Environmental Assessment Agency(2011), 「Long Term Trend in Global CO2 Emissions」, The Hague: European commission's Joint Research Centre & PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Eric Lapierre(2012), 「aménager Paris 2005」, Paris: Pavillon de l'Arsenal, p.102.
- F. Borries et al.(2005), 「Situation KCAP」, Rotterdam: Nai publisher.
- GWL-terrein(2012), 「GWL-terrein」, <http://www.gwl-terrein.nl>.
- H. Wei, W. Jun(2009), 「A duet practice of low carbon city from Holland to China」, Porto: 45th ISOCARP Congress 2009.
- Heerhugowaard(2012), 「Heerhugowaard Stad van Kansen」, <http://www.heerhugowaard.nl/>
- IEA(2012), 「World Energy Outlook」, Paris: IEA.
- Ivan Pineiro Valdivia(2009), 「La friche de Clichy-Batignolles : d'une emprise ferroviaire sous-utilisée à un quartier exemplaire ?」, INSTITUT D'URBANISME DE PARIS, UNIVERSITE PARIS XII VAL DE MARNE.
- ITDP Europe(2010), "GWL Terrein", http://www.itdp.org/documents/092211_ITDP_NED_GWL.pdf.
- J. Makower, R. Pernick, C. Wilder(2008), 「Clean Energy Trends 2008」, Hamburg: Clean

Edge.

- J. Scheurer.(2011), 「Perth Western Australia, Urban Ecology, Innovations in housing policy and the future of cities. Towards sustainability in neighbourhood communities」, Perth: Murdoch University.
- L. Verhoef(2009), 「Stad van de Zon reflecties」, Boxtel: Aeneas.
- Landezine(2011), "Park of luna", <http://www.landezine.com>.
- N. Foletta, S. Field(2011), 「Europe's Vibrant New Low Car(bon) Communities」, New York: ITDP.
- P. FEMENIAS.(2004), 「Demonstration Projects for Sustainable Building: Towards a Strategy for Sustainable Development in the Building Sector based on Swedish and Dutch Experience」, Goteborg: Chalmers University of Technology.
- Paris(2012), 「Chichy Batignolles」, <http://clichy-batignolles.fr>.
- Paris(2012), "Chichy Batignolles", http://www.paris.fr/accueil/urbanisme/clichy-batignolles-la-grande-reconquete/rub_9650_actu_96821_port_23751.
- Paris Batignolle Aménagement(2012), 「Extrait du règlement de consultation des opérateurs」, Paris pp.16-32.
- Pierre Perbos(2010), 「CONCERTATION : MAIRIE DE PARIS (MME HIDALGO) ET ECOZAC DES BATIGNOLLES」, Paris.
- Portail du Gouvernement(2012), "Ecoquartier de la ZAC de Bonne à Grenoble", <http://www.gouvernement.fr/gouvernement/ecoquartier-de-la-zac-de-bonne-a-grenoble>.
- PUCA(Plan Urbanisme Construction Architecture)(2012), "HQE", <http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca/>.
- PVupscale(2012), "Urban planning", 「PVupscale」, <http://www.pvupscale.org/>.
- SEMAVIP(2009), 「CANDIDATURE À L'APPEL À PROJET NOUVEAUX QUARTIERS URbAINS」, Paris: ile de France.
- SHA(2012), "Yesler Terrace Redevelopment", 「Seattle Housing Authority」, <http://www.seattlehousing.org/redevelopment/yesler-terrace/index.html>.
- The World Bank(2008) 「State and Trends of the Carbon Market 2008」, Washington: The World Bank.
- Verberne,C(2006), 「Sun Cities. Presentation at Workshop Risicomanagement in grootschalige zonnestroomprojecten in de gebouwde omgeving」, Heerhugowaard: Heerhugowaard.

A Study on the Application of Low Carbon Planning Elements in Urban Environment Improvement Projects

Yu, Kwang Heum
Seo, Sun Young

Korea has been evolving into a high energy-consuming society through its industrialization under rapid economic advancement. The energy consumption of the nation is currently ranked at 10th in the world while carbon emissions and its increasing rate are at 9th and 1st, respectively.

Because the green-house gas emission is especially significant in the field of industry, buildings and transportation, the quickest way for carbon reduction may be achieved by reducing green-house gases in the constructions and urban sector. For this very purpose, the government named the low carbon green growth to be the new national vision in 2008; subsequently, institutional grounds were developed based on the vision, and governmental agencies have been experimenting various policies for the green city development. However, its practical effects have yet to be proved.

Meanwhile, massive size of land in Korea is designated as urban development districts, the total area of which is equivalent to 88% of the entire area of Seoul.

These urban development projects are conducted mainly by means of overall demolition. This may provide a great opportunity to accomplish the goal of low carbon green cities within the existing urban spaces. Such projects are capable of overturning the urban spatial structure in a relatively short period of time.

Based on the background described above, this study is to propose specific assignments for the applicable policies in order to promote the application of low carbon planning elements into the existing urban environment improvement projects.

First of all, low carbon green city represents the city that leads green growth by creating new growth engines and jobs while reducing greenhouse gas and environmental pollution as urban infrastructure and lifestyle is being converted into low carbon types.

And those planning elements are classified into the elements of spatial planning, transportation, energy, green space/ecology, green architecture, green life and economy.

While these low carbon planning elements are aggressively applied to residential development in urban environment improvement projects overseas, this study examined the project procedures and the application of planning elements from Bonne Redevelopment District, Clichy-Batignolles Redevelopment District in France, GWL District and 'City of the Sun' in Netherlands and Yesler Terrace in the U.S.

At the same time, all involved parties were engaged in up-close discussions including the active involvement of the residents. Upon the application of low carbon planning elements, all applications were likely to be achieved through the urban planning such as mixed land use plan, arrangement of the complex considering natural topography, sunshine and direction of wind, pedestrians, bikers, revitalized public transportation and green space network. For planning elements regarding to sustainable technology, there were the utilization of alternative energy from photovoltaic system and solar power system, application of superb recycling system and the utilization of high insulation and airtight materials; and non-physical elements like 'substantiality of community' were also applied. Moreover, business plans of most projects were developed after giving consideration to environment-friendly certification system.

In order to study the possibility for low carbon green city to be completed in the urban environment improvement projects in Korea, the study investigated the project procedures and the application of low carbon planning elements at 'Gileum Newtown 8th District Redevelopment Project'. Green town plan for this Newtown Redevelopment Project was established and it aimed for cooperation amongst experts, government officials and residents under the leadership of executive architect; however, involvement of the residents was limited and supports from the public sector were not particularly

available. Furthermore, such factors were not even considered during the process of adopting or executing redevelopment plan for Gileum 8th District. Low carbon planning elements were quite different between the relevant upper-level plan and redevelopment plan, where the upper-level plan contained more elements. The application of planning elements were not consistently implemented during the process of project execution while it remained as if most of the elements were merely a part of public announcement. Eventually, it was difficult to accept that the elements were being implemented during the actual process of the redevelopment plan.

On the other hand, there were some districts which obtained certification for environment-friendliness amongst urban environment improvement projects in Korea. After running a simulation upon the certified 'environment-friendly districts,' however, it was discovered that most planning elements still had a room for an improvement with better alternative measures.

As evidenced above, certification system for environment-friendliness does make contributions to the application of low carbon planning elements into the urban environment improvement projects; nonetheless, it still needs to reaffirm whether such application of planning elements actually incurs carbon reduction effects. This study analyzed the carbon reduction effects of 'Green Building Rating System' and 'Building Energy Efficiency Rating System' in order to indirectly verify the effects by the application of low carbon planning elements. Due to the difficulty of collecting relevant data, the analysis was limited to the category of energy.

The analysis upon the carbon reduction was performed upon the certified apartment complexes and the uncertified apartment complexes by these two rating systems amongst the existing urban spatial projects in the city of Seoul. Verified complexes are heavily concentrated in Seoul to minimize the temperature differentials.

Based on the analysis, the effects of energy saving and carbon emission reduction were evident for Green Building Rating System upon the urban gas system at local heating complexes as well as for Building Energy Efficiency Rating System upon the electric energy and local heating energy. Although there were a substantial number of complexes that were certified by both systems, it did not necessarily mean that

multiple certification guaranteed better conservation effect.

Comparing each class of the rating system, the best class of the verification exhibited better effect than the good class, and the effects seemed to be better at the complexes certified since 2009 comparing to the complexes certified prior to 2009.

urban environment improvement projects pose a possibility where providing an opportunity as well as means to convert existing urban spatial structure into a green city.

And it needs to be strongly pursued as a low carbon green project by developing its practical improvement measures where further efforts should be persistently invested in the future.

Based on the findings above, the role of the public sector in the projects should be further enhanced to vitalize the application of low carbon planning elements within the urban environment improvement projects, and the institutional system needs to be strengthened in order for low carbon planning elements to be constantly considered throughout the entire process of the projects. For short term purposes, practical systems like 'Green Building Rating System' may be strengthened and implemented.

In addition, considering the urban environment improvement projects in Korea, the environment-friendly certification system in neighborhood unit may also be developed and implemented.

Lastly, even though actual reserved site is developed to be a low carbon model, green life and green economy must be concurrently accompanied in order to accomplish the low carbon city since carbon reduction effects are dependent on the lifestyle of the users and their usage practices.

Based on the outcome of the study described above, policy agendas can be proposed for the application of low carbon planning elements to urban environment improvement projects.

First, it is to review the necessity of the independent "plan for low carbon green city" other than existing urban plans from the perspective of planning system;

subsequently, it needs to examine the enhancement of the plan in connection with the existing plans relevant to low carbon green growth(i.e. plans in accordance with 'Low Carbon Green Growth Act').

And it is to establish a guideline for the development of the low carbon green city within the existing urban environment improvement projects and to enhance the incentives for the systems like Green Building Rating System to promote actual results, where it also needs to provide plenty of information upon planning elements and energy efficiency of the verified complexes.

Second, from the perspective of project implementation, the public sector should procure measures upon operating agency and the expenses for the investigation of existing urban spaces, education for the residents and the information availability in order to develop plans reflecting local conditions.

It also needs to promote private investment for low carbon plans by developing specific financial assistance measures. The low carbon plans include financial assistance programs for the development of waste management systems and the installation and management of the new and renewable energy which demands the biggest burden of expenses.

During the execution of the projects, it is required to establish systematic infrastructure in order to expand the role of the public sector where it can secure the publicness by taking the lead of the project rather than merely serving administrative functions.

Third, upon the details of the projects, the urban spatial structure should be designed by implementing planning elements such as green life and green economy. And information system upon proper costs and carbon reduction effects for planning elements must be established to consider local condition of the reserved site and project scale for the purpose of efficiently applying low carbon planning elements to the development of projects.

Fourth, it is to promote the green life of the residents to be a 'public movement' for the sake of continuous management of low-carbon green urban space. And the measure should be considered for the programs of 'green life' and 'green

economy' to be mandatory during the process of the project implementation and throughout everyday life.

Keyword : Low Carbon, Green City, Low Carbon Planning Elements, urban environment improvement Projects, Carbon emissions