

기본연구
2009-05

저탄소 에너지 절약형 도시계획의 정책과제 및 추진전략

오용준 · 이승일 · 변병설 · 이재준 · 홍경구



CDI 충남발전연구원
Chungnam Development Institute

www.cdi.re.kr

기본연구
2009-05

저탄소 에너지 절약형 도시계획의 정책과제 및 추진전략

2009 · 12

충남발전연구원

ISBN : 978-89-6124-093-2 03350



기본연구 2009-05

저탄소 에너지 절약형 도시계획의 정책과제 및 추진전략

오용준 · 이승일 · 변병설 · 이재준 · 홍경구

기본연구 2009-06

충청남도 중소도시 쇠퇴특성 분석방법 적용에 관한 연구

윤정미 · 서경천

발 간 사

저탄소 에너지 절약형 도시를 조성하는 목적은 도시개발 시 기후변화에 따른 자원·환경위기를 극복하고, 저탄소 녹색성장 도시공간으로 조성하기 위해서이다. 저탄소 에너지 절약형 도시계획은 무엇보다 정부의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표에 부합되어야 한다. 정부는 산업분야에서 온실가스 감축보다는 도시단위에서의 에너지 절약을 통한 온실가스 저감을 위해 역량을 집중할 것으로 판단된다. 도시부문(수송부문, 가정·상업, 공공기타)에서 전체에너지 소비의 44.0%(2006년 현재)가 발생하고 있기 때문에 건축물과 교통부문에서 획기적으로 에너지를 저감해야 하는 어려운 과제를 안고 있다고 할 수 있다.

도시부문에서 에너지를 저감하기 위해서는 교통수요를 줄여야 하는데, 자가용을 적게 타게 하는 도시공간구조가 형성되어야 비로소 가능하다. 이를 위해 기존의 기능분리형 토지이용체계에서 기능을 통합하는 체계로 개편하고, 자가용 대신에 자전거나 보행으로 접근이 가능하도록 도시시설이용 서비스 수준을 제고하며, 불가피한 교통수요는 대중교통수단으로 대체하도록 해야 한다.

결국 기존 도시에서 저탄소 에너지 절약형 도시조성을 위해서는 대중교통시스템을 구축하고 토지이용을 복합화하도록 하는 제도개선이 불가피하다. 대중교통 수송분담률을 최대한 높이고 역세권 중심의 입체고밀 복합개발을 추진할 수 있도록 토지이용과 대중교통체계를 통합적으로 계획할 필요가 있다.

이와 같은 잠재성을 고려할 때 에너지 절약적인 도시계획에 대한 체계적인 연구는 매우 시급하다. 에너지 절약적인 도시 조성을 위해서는 지금까지 생태도시계획, 친환경도시계획 등에서 제시하였던 포괄적 계획기준과는 달리 기후변화에 대응한 구체적인 계획기준이 마련되어야 하기 때문이다.

본 연구는 저탄소 에너지 절약형 계획수립기준을 도출하고, 이를 적용하여 에너지 절약형 도시의 실현을 위한 에너지계획과 공간계획의 통합모델을 제시하고 있다.

다행히 본 연구의 시사점과 제시된 방안들이 중앙부처가 저탄소 녹색성장을 위해 모든 분야에서 추진방안을 모색하고 있는 시점에 제공되어 실질적인 정책결정에 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 그리고 이 연구는 도시계획업무에 구현될 수 있도록 실용성에 초점을 맞추고 있기 때문에 일선 시·군에서 저탄소 도시계획 제도를 운영하는데 가이드라인으로 활용할 수 있을 것이다.

이 연구는 기후변화에 대응한 도시계획체계의 전반적인 틀을 다시 설정한 기초연구로서 기존의 논의를 총망라하고 있다는 점에서 그 시의성과 가치가 있는 연구이다. 그 동안 이 연구를 맡아 성실하게 추진해 온 오용준 책임연구원, 이승일 교수, 변병설 교수, 이재준 교수, 홍경구 교수의 노고를 치하하며, 국토해양부 및 충청남도, 시·군 관계자, 자문위원에게 감사의 뜻을 전하는 바이다.

2009년 12월 31일

충남발전연구원장 김 용 응

연구요약

저탄소 에너지 절약형 도시란 지구온난화에 따른 기후변화에 성공적으로 대응하기 위하여 필요한 도시개념으로서 '에너지 투입(input)·폐기물 배출(output) 최소화', '탄소흡수 최대화', 신·재생에너지 활용 극대화' 등의 계획목표를 포괄하고 있다.

우선, 에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하는 계획목표는 도시계획적으로 볼 때 에너지 소비의 주원인이 다양한 도시활동을 수행하면서 발생하는 교통에너지와 건물 내에서 소비하는 건물에너지로 보고, 에너지 효율적인 집약적 토지이용·교통계획과 건축계획을 대상으로 하고 있다.

둘째, 탄소흡수를 최대화하는 계획목표는 도시활동을 통하여 불가피하게 발생하는 이산화탄소를 생태계의 흡수(absorption)능력으로 상쇄하기 위하여 도시내부에 물질대사, 물순환, 에너지 순환 등 자연순환체계를 구축하고자 하는 것이다.

마지막으로, 신·재생에너지 활용 극대화하는 계획목표는 자연에너지에 해당하는 태양력, 풍력, 지열, 집단에너지 등 신·재생에너지를 적극적으로 도입하여 탄소의 배출을 줄이고, 환경오염의 발생을 줄이고자 하는 것이다.

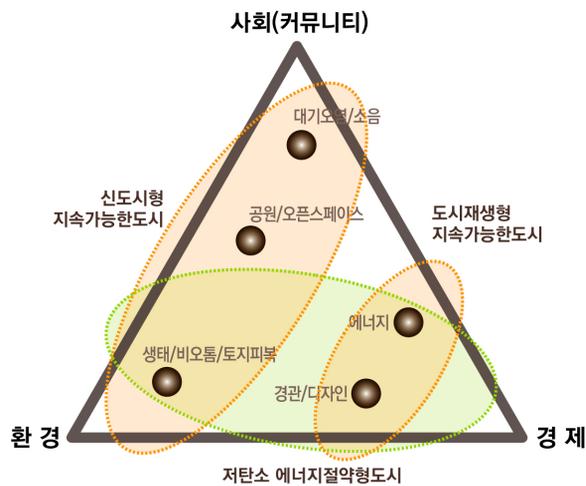
저탄소 에너지 절약형 도시의 개념은 고려해야 할 환경요소와 관련된 계획요소의 내용적 범위에 있어서 기존 지속가능한 도시개념과 매우 유사하나 환경과 경제에 치우쳐 있다. 즉, 에너지 또는 탄소라는 환경요소와 미래 성장동력산업 등 안정적이고 지속적으로 경제성장을 견인하는 역할로 인식되어 빠르고 폭넓게 수용되고 있다. 저탄소 에너지 절약형 도시개념은 추구하는 목표에 있어서는 기존 친환경도시개념과 차이가 있으나, 관련된 환경요소 및 계획요소에 있어서는 친환경도시 개념과 같다고 할 수 있다.

에너지 절약도시의 시작은 친환경도시에서와 같이 교통에너지의 저감을 위한 고밀토지이용패턴을 구축하는데서 비롯되었다. 에너지 절약도시는 도시활동 간의 거리를 단축하여 승용차 통행거리와 승용차이용 감소를 유도하는 압축도시(Compact city)를 지향한다. 그러나 조밀한 고밀개발로 인하여 도시내부(또는 사업지구내부)의 녹지 및 오픈스페이스가 감소함에 따라 열섬열대야

와 도시경관의 악화가 우려된다. 이는 건물의 냉방에너지 소비증가에 영향을 미치고, 주말여가를 도시외부에서 보내려는 주말교통의 증가로 이어져 에너지 절약효과를 반감하는 결과를 초래한다.

이에 비하여 분산집중도시(Polycentric city)는 압축도시의 핵심개념인 '거리의 단축'을 위한 고밀개발을 대중교통의 역세권만 집중시키고, 나머지 토지를 생태녹지축과 저밀주거로 유지한다. 역세권을 대중교통지향형 개발(TOD, Transit Oriented Development)로 개발함으로써 대중교통의 이용률을 제고하는 것이다.

<지속가능한 도시 틀에서 본 저탄소 에너지 절약형 도시의 위상>



이 연구는 저탄소 에너지 절약적 도시계획요소를 도시개발의 특성에 따라 계획수립단계, 면적, 도시입지특성과 같은 요인으로 구분함으로써 공간계획과 에너지계획의 통합적인 모델을 구축하고자 하였다.

저탄소 에너지 절약형 도시개념을 도시개발사업에 구현하기 위해서는 도시개발 계획요소를 계획단계, 면적 및 규모, 도시입지특성 등에 따라 차별화하여 적용해야 한다.

계획단계를 '기본구상 및 개발계획'과 '실시계획 및 설계' 단계로 구분할 경우, 전자는 거시적 공간위계에 맞는 계획요소를 적용해야 하고, 후자의 경우에는 미시적인 공간위계에 맞는 계획요소를 적용해야 한다. 도시개발의 면적 및 규모에 따라서는 '신도시 규모'와 '신도시 미만의 규모'로 구분하여 계획요소를 적용할 수 있다. 이 경우 공간위계에 따른 계획요소에 대한 차이는 없지만, 대중교통지향형 개발신교통수단·중수활용·집단에너지 등 대규모 도시개발의 경우에 적용이

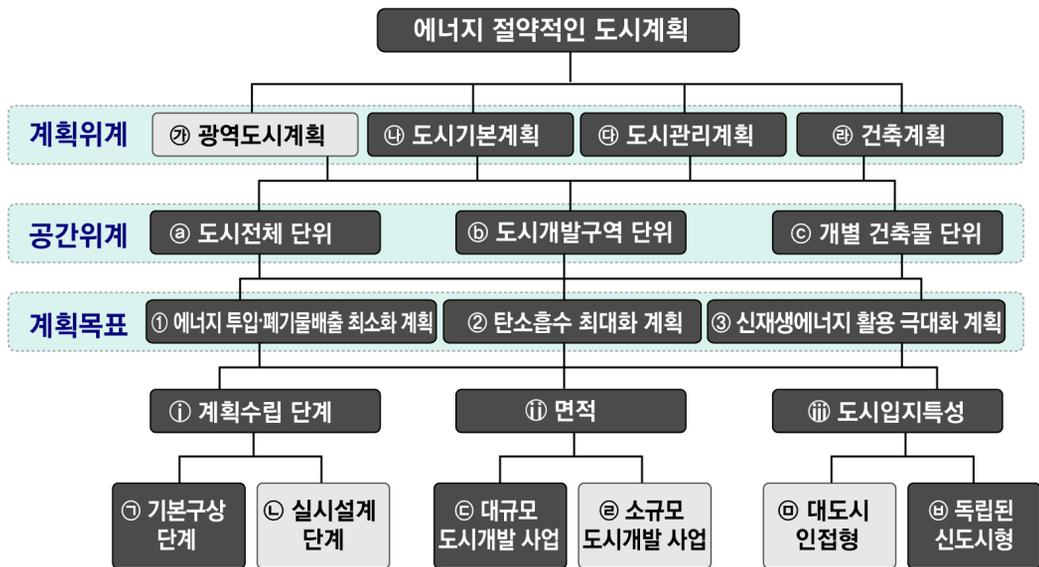
가능한 계획요소는 규모가 작은 도시개발에는 적용할 수가 없다.

도시의 입지특성에 따라 '대도시 인접형'과 '독립된 택지개발형'으로 구분하여 계획요소를 적용할 수도 있다. 이 경우에도 공간위계에 따른 계획요소에 대한 차이는 없는 것으로 보이지만, 도시의 축 개념의 계획요소는 인접 대도시와의 연계를 고려해야 하고 생태축 형태의 계획요소에 대해서는 인접 생태축과의 연계를 고려해야 한다.

계획요소의 적용 효율성을 제고하기 위하여 저탄소 에너지 절약형 도시의 세부목표에 부합하도록 계획요소를 선정하였다. 우선, 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위해 토지이용·교통체계, 건축, 자원재활용 관련 계획요소를 선정하였고, 탄소흡수 최대화를 위해서는 공원 및 녹지, 수순환 체계 관련 계획요소를 구상하였다. 마지막으로 신·재생에너지 활용 극대화를 위해 신·재생에너지 관련 계획요소를 선별하였다.

계획목표별 계획요소에 대하여 해당 공간위계(직접적 관련) 뿐 아니라 상·하위 공간위계에 대한 관계성(위계적 관련)을 명시함으로써 계획위계간 정합성을 도모하도록 한다.

<저탄소 에너지 절약형 도시계획요소의 마인드맵>



계획요소의 적용 효율성을 제고하기 위하여 저탄소 에너지 절약형 도시의 세부목표에 부합하도록 계획요소를 선정하였다. 우선, 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위해 토지이용·교통체계

계, 건축, 자원재활용 관련 계획요소를 선정하였고, 탄소흡수 최대화를 위해서는 공원 및 녹지, 수순환 체계 관련 계획요소를 구상하였다.

마지막으로 신·재생에너지 활용 극대화를 위해 신·재생에너지 관련 계획요소를 선별하였다. 계획목표별 계획요소에 대하여 해당 공간위계(직접적 관련) 뿐 아니라 상·하위 공간위계에 대한 관계성(위계적 관련)을 명시함으로써 계획위계간 정합성을 도모하도록 하였다.

저탄소 에너지 절약형 도시를 조성하는 목적은 첫째, 도시개발 시 기후변화에 따른 자원·환경 위기를 극복하고 저탄소 녹색성장 도시공간으로 조성하기 위해서이다.

둘째, 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 신·재생에너지의 사용 및 보급을 확대하며, 녹색기술의 적용 및 탄소흡수원 확충 등을 통하여 온실가스를 적정수준 이하로 줄이기 위함이다.

마지막으로, 도시개발에 녹색기술 및 신·재생에너지 활용을 적극적으로 도입함으로써 신성장 동력을 확보하고 일자리를 창출해 경제와 환경의 조화로운 성장을 도모하기 위해서이다.

본 연구는 기후변화에 대응한 저탄소 에너지 절약적인 도시계획체계의 전반적인 틀을 재설정 한 기초연구이다. 이 연구에서 제시한 저탄소 에너지 절약형 도시의 개념과 공간위계별 계획요소, 공간계획과 에너지계획의 통합모델은 도시계획 측면에서 보면 기존의 논의를 망라하였다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 앞으로는 보다 다양한 계층의 의견 수렴을 통하여 사회적 공감대와 합의를 형성해 나가야 하고, 이를 통해 국토계획체계 법령이나 각종 지침 등을 전반적으로 개편 하는 작업이 수반되어야 할 것이다.

차 례

제1장 서론

1. 연구 배경 및 목적	1
2. 연구 범위 및 방법	10
3. 연구과정	16

제2장 관련연구·계획 검토 및 분석들의 설정

1. 관련연구	17
1) 에너지 절약적인 도시구조 연구	17
2) 탄소저감도시 조성 연구	19
3) 계획요소 발굴	22
2. 관련정책 및 제도동향	31
1) 기후변화 대응 도시계획제도 동향	31
2) 에너지정책 및 관련계획	37
3. 선진 에너지 절약형 도시계획의 내용과 특징	43
1) 저탄소 자연에너지 도시: 독일 프라이부르크	43
2) 탄소 흡수도시: 일본 고히쿠 뉴타운	51
3) 저탄소 마을: 핀란드 Viikki	56
4) 탄소저감을 위한 자원순환도시: 스웨덴 Hammarby	61
5) 시사점	68
4. 분석의 틀: 도출과 적용을 위한 접근체계	71
1) 에너지 절약 계획요소의 도출	71
2) 에너지 절약 계획요소의 적용	76

제3장 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 체계

1. 공간계획과 에너지계획의 통합모델	78
1) 저탄소 에너지 절약형 도시의 개념	78
2) 저탄소 에너지 절약형 도시와 공간계획의 관계	82
3) 저탄소 에너지 절약형 도시계획을 위한 공간위계 구분	84
4) 저탄소 에너지 절약형 도시의 공간위계별 계획요소	88
2. 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 기본방향	94
1) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 원칙	94
2) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립방향	97

제4장 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 수립방안

1. 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 정책기준	108
1) 저탄소 에너지 절약적 도시계획의 개념과 필요성	108
2) 저탄소 에너지 절약적 도시계획의 부문별 계획기준	109
2. 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 추진전략	164
1) 기본원칙	164
2) 시설 개발 및 계획 유도전략	164
3) 제도적 및 행정적 지원전략	168

제5장 결론 및 정책제언

1. 요약 및 정책제언	170
2. 향후 연구과제	178

참고문헌

※ 부록1. 전문가 설문조사지	185
※ 부록2. 전문가 설문조사 분석결과	194
※ 부록3. 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획 수립지침(2009.7.15)	208

표 차례

<표 1-1> 부문별 에너지소비	5
<표 1-2> 국내 녹색도시 계획사례	9
<표 1-3> 설문지 조사설계 내용	13
<표 1-4> 연구협의회	14
<표 1-5> 외부 전문가 원고 위탁	15
<표 2-1> 에너지 절약적인 도시구조와 관련한 선행연구	18
<표 2-2> 저탄소사회 실현을 위한 국내·외 주요도시의 사례에 대한 연구	20
<표 2-3> 탄소저감도시 계획기법 적용에 관한 연구	20
<표 2-4> 탄소저감 도시계획요소 발굴에 관한 연구	21
<표 2-5> 토지이용 및 교통계획 부문 계획요소 도출결과	24
<표 2-6> 건축 부문 계획요소 도출결과	25
<표 2-7> 자원재활용 부문 계획요소 도출결과	26
<표 2-8> 공원 및 녹지 부문 계획요소 도출결과	28
<표 2-9> 수순환체계 부문 계획요소 도출결과	29
<표 2-10> 에너지 부문 계획요소 도출결과	30
<표 2-11> 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침의 주요내용	34
<표 2-12> 제1종, 제2종 지구단위계획의 비교	36
<표 2-13> 지구단위계획의 계획요소	37
<표 2-14> 제1차 국가에너지기본계획의 전략과 이행과제	39
<표 2-15> 에너지사용계획 수립대상과 계획 제출시기	42
<표 2-16> 에너지사용계획의 내용과 검토기준	42
<표 2-17> 계획면적과 계획인구	52
<표 2-18> Hammarby Model	65
<표 2-19> 해외도시의 저탄소 에너지절약 계획요소 및 기법	70
<표 2-20> 저탄소 에너지 절약형 도시계획요소 목록	71
<표 2-21> 저탄소 에너지 절약형 도시의 중요 계획요소(종합)	76
<표 3-1> 친환경도시를 위한 도시기본계획의 수립지침	80
<표 3-2> 공간위계별 환경성 진단·평가를 위한 지표	86
<표 3-3> 기존 도시계획의 계획요소와 본 연구의 계획요소와 비교	89

<표 3-4> 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위한 계획요소	91
<표 3-5> 탄소흡수의 최대화를 위한 계획요소	92
<표 3-6> 신·재생에너지의 활용의 극대화를 위한 계획요소	93
<표 3-7> 저탄소 에너지 절약적인 도시개발 계획요소 적용방식 유형과 공간위계	94
<표 3-8> 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문 계획요소의 공간위계별 계획수립방안	102
<표 3-9> 탄소 흡수 최대화 부문 계획요소의 공간위계별 계획수립방안	106
<표 3-10> 신·재생에너지 활용 극대화 부문 계획요소의 공간위계별 계획수립방안	107
<표 4-1> 에너지투입·폐기물 배출 최소화를 위한 계획요소	110
<표 4-2> 토지이용 및 교통부문 계획요소의 도시계획 반영형태	111
<표 4-3> 토지이용 및 교통부문 도시계획 계획요소별 정책과제	122
<표 4-4> 건축부문 계획요소의 도시계획 반영형태	123
<표 4-5> 건축부문 도시계획 계획요소별 정책과제	127
<표 4-6> 자원재활용 부문 계획요소의 도시계획 반영형태	128
<표 4-7> 자원재활용 부문 도시계획 계획요소별 정책과제	134
<표 4-8> 탄소흡수를 최대화하는 계획요소	135
<표 4-9> 공원 및 녹지부문 계획요소의 도시계획 반영형태	136
<표 4-10> 시설녹지, 완충녹지, 경관녹지 지정예시	138
<표 4-11> 생태면적률 공간유형 구분 및 가중치	140
<표 4-12> 공원 및 녹지 부문 도시계획 계획요소별 정책과제	149
<표 4-13> 수순환체계부문 계획요소의 도시계획 반영형태	150
<표 4-14> 수순환체계 부문 도시계획 계획요소별 정책과제	154
<표 4-15> 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소	154
<표 4-16> 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소의 도시계획 반영형태	155
<표 4-17> 신·재생에너지 부문 도시계획 계획요소별 정책과제	163
<표 5-1> 저탄소 에너지절약형 계획요소의 도시계획 반영형태	173
<표 5-2> 기존 계획기준과 본 연구에서 제시한 계획기준과의 종합비교	174

부록:

<표 1> 설문지 조사설계 내용	195
<표 2> 조사표 배포 및 회수현황	196
<표 3> 응답자의 직업	196
<표 4> 응답자의 도시계획분야 종사기간	197
<표 5> 충남지역 정책결정 참여여부	197
<표 6> 정책결정 참여유형	198
<표 7> 에너지 절약적인 도시개발이 필요한 이유	198

<표 8> 공간위계별 검토의 필요성	199
<표 9> 지방자치단체의 가이드라인 필요성	200
<표 10> 계획요소별 도시개발기준의 차별화의 필요성	200
<표 11> 계획요소별 도시개발기준의 차별화의 필요성	201
<표 12> 에너지 투입최소화 부문 계획요소별 중요도	202
<표 13> 탄소흡수 최대화 부문 계획요소 중요도	202
<표 14> 신·재생에너지 활용극대화 부문 계획요소 중요도	203
<표 15> 에너지투입을 최소화하는 계획요소의 지구단위계획 반영형태	204
<표 16> 탄소흡수를 최대화하는 계획요소의 지구단위계획 반영형태	205
<표 17> 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소의 지구단위계획 반영형태	206
<표 18> 계획요소별 인센티브에 대한 필요성	207
<표 19> 인센티브 적용대상	207

그림차례

<그림 1-1> 지구의 평균온도변화 추이	2
<그림 1-2> 우리나라 및 충청남도의 온실가스 배출 비중(2007)	6
<그림 1-3> 사례분석대상	11
<그림 1-4> 응답자 직업	14
<그림 1-5> 정책결정 참여유형	14
<그림 1-6> 연구흐름도	16
<그림 2-1> 에너지 절약적인 계획지표 도출과정	22
<그림 2-2> 국토계획법의 도시계획체계	32
<그림 2-3> 프라이부르크 중앙역의 환승체계	44
<그림 2-4> 프라이부르크 태양에너지 시설 지도	46
<그림 2-5> 드라이잠 축구경기장 태양광발전장치	47
<그림 2-6> 헬리오트롭	47
<그림 2-7> 솔리어베르크의 태양광주택	48
<그림 2-8> 솔라하우스	48
<그림 2-9> 즐라파브릭 본사·공장건물	49
<그림 2-10> 고흐쿠뉴타운 지리적 위치	51
<그림 2-11> 그린메트릭스 시스템의 구조	53
<그림 2-12> 그린메트릭스 계획도	54
<그림 2-13> 주택단지내 녹지	55
<그림 2-14> 녹도와 시냇물 계획	56
<그림 2-15> Viikki의 지리적 위치	57
<그림 2-16> Viikki의 종합계획도	58
<그림 2-17> Viikki 내의 과학단지(토지이용과 건물)	59
<그림 2-18> 손가락모양의 녹지체계	59
<그림 2-19> 바람과 일조량 등의 기준을 고려한 건물구조	61
<그림 2-20> 함마르비 전경	62
<그림 2-21> Hammarby 수변 공간	62
<그림 2-22> Hammarby 수변 공간	63
<그림 2-23> Hammarby Model 도식도	64

<그림 2-24> Hammarby 쓰레기 진공흡입처리 시스템	66
<그림 2-25> 건물의 태양집열판	66
<그림 2-26> Hammarby의 하수처리	67
<그림 2-27> 옥상녹화	68
<그림 2-28> 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문 계획요소별 중요도	73
<그림 2-29> 탄소흡수 최대화 계획 부문 계획요소별 중요도	74
<그림 2-30> 신·재생에너지 활용 극대화 부문 계획요소별 중요도	75
<그림 2-31> 분석의 틀	77
<그림 3-1> 지속가능한 도시 틀에서 본 에너지절약도시의 위상	81
<그림 3-2> 공간계획과 에너지계획의 관계상관도	83
<그림 3-3> 저탄소 에너지 절약형 도시계획과	85
<그림 3-4> 저탄소 에너지 절약형 도시계획요소의 마인드맵	88
<그림 3-5> 온실가스 배출 장래추계 방법 예시도	96
<그림 4-1> 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 체계	109
<그림 4-2> 역세권 토지이용 및 교통체계	112
<그림 4-3> TOD 전문가조사	112
<그림 4-4> 기존 근린주구와 역 중심생활권 형성 모델(Duany Plater-Zyberk, 1999)	113
<그림 4-5> 자전거 도로(암스테르담)	114
<그림 4-6> 자전거도로 전문가조사	114
<그림 4-7> Barrier-free 보행로	116
<그림 4-8> 보행자도로 전문가조사	116
<그림 4-9> 근린주구와 압축도시체계	118
<그림 4-10> 집약적 토지이용밀도 전문가조사	118
<그림 4-11> 동탄신도시 초등학교 통학 최단거리	120
<그림 4-12> 보행통학권 전문가조사	120
<그림 4-13> 근린생활권 전문가조사	120
<그림 4-14> 오스트레일리아 모노레일	122
<그림 4-15> 신교통수단 전문가조사	122
<그림 4-16> 고단열 창호	124
<그림 4-17> 고단열, 고기밀 자재 전문가조사	124
<그림 4-18> New Lenox Library (미국)	126
<그림 4-19> 자연채광 및 환기 전문가조사	126
<그림 4-20> 음식쓰레기 자원화시설	129
<그림 4-21> 음식쓰레기 퇴비화 전문가조사	129
<그림 4-22> 중수활용시스템 예시	130
<그림 4-23> 중수활용 전문가조사	130

<그림 4-24> 우수활용을 위한 건축구조 및 설비시스템 모식도	132
<그림 4-25> 우수활용 기반시설 체계	132
<그림 4-26> 생태습지와 녹지의 모습(덴마크 Ballerup)	132
<그림 4-27> 우수시설 전문가조사	132
<그림 4-28> 빗물 이용 개념도	133
<그림 4-29> 주거지 연계형 완충녹지 배수로	137
<그림 4-30> 시설·완충·경관녹지 전문가조사	137
<그림 4-31> 보행녹도 예시	141
<그림 4-32> 보행녹도 전문가조사	141
<그림 4-33> 옥상녹화 조성	143
<그림 4-34> 입체녹화 전문가조사	143
<그림 4-35> 생태연못 조성예시	144
<그림 4-36> 생태연못 전문가조사	144
<그림 4-37> 바람길 도입	146
<그림 4-38> 바람길 조성 전문가조사	146
<그림 4-39> 토지이용계획을 통한 열섬현상 완화	146
<그림 4-40> 생태이동통로	148
<그림 4-41> 생태이동통로 전문가조사	148
<그림 4-42> 주차공간의 녹화(일본 산형시)	151
<그림 4-43> 공용주차장 조성예시도	151
<그림 4-44> 투수성포장 예시	151
<그림 4-45> 투수성포장 전문가조사	151
<그림 4-46> 단지내 실개천 조성 예시	152
<그림 4-47> 친수하천 조성 전문가조사	152
<그림 4-48> 주거지 주변의 수변공간 조성(일본 산형시)	153
<그림 4-49> 주거지역의 놀이형 실개울	153
<그림 4-50> 공동주택벽면 태양열 집광(열)판 설치 예시도	156
<그림 4-51> 태양광 화장실	157
<그림 4-52> 태양광발전 전문가조사	157
<그림 4-53> 프라이부르크 태양열시스템	158
<그림 4-54> 액티브솔라 전문가조사	158
<그림 4-55> 1층의 태양열 패시브시스템을 이용한 사면주택단면	159
<그림 4-56> 패시브솔라 전문가조사	159
<그림 4-57> 지열에너지시스템	160
<그림 4-58> 지열에너지 전문가조사	160
<그림 4-59> 미국의 소형풍력발전기	161

<그림 4-60> 풍력에너지 전문가조사	161
<그림 4-61> 연료전지 발전소 예시	162
<그림 4-62> 열병합발전 전문가조사	162
<그림 4-63> 계획요소별 인센티브에 대한 필요성	165
<그림 4-64> 입찰시 가산점부여 및 공공택지 우선분양권부여	165
<그림 4-65> 지방세 감면 및 용적률 완화	167
<그림 4-66> 설치비용 전액·일부 보조금 지원 및 분양가 추가 보전	168

제1장 서론

1. 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경과 필요성

(1) 기후변화 협약과 관련된 온실가스배출 감축 노력

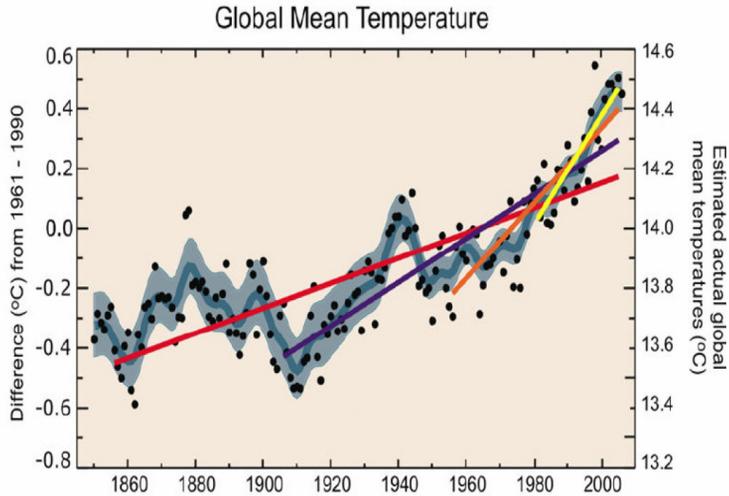
기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)¹⁾에 의하면, 전 지구적인 기후변화는 명백하게 진행되고 있다. IPCC의 제4차 평가보고서(2007년)는 지구의 평균기온이 1900년 이후 약 0.74℃ 상승하였고²⁾, 전지구 평균 해수면(1961~2003년)은 1.8mm/yr 상승, 북극해빙면적(1978년 이후)은 2.7%/10yr(여름 7.4%/10yr) 감소하는 등 기후변화가 진행되고 있다고 지적하고 있다. 대기·극지방 및 해양관측 결과에서도 지구온난화가 일어나고 있는 것은 명백하며 그 원인은 온실가스 때문인 것으로 나타났다(IPCC, 2007).

우리나라의 기후변화는 세계 변화경향과 비슷하거나 다소 높게 나타나고 있다. 우리나라 전국 평균기온은 지난 90년(1904~2000년) 동안에 약 1.5℃가 상승하였는데 세계 평균기온 상승보다 높게 나타났다. 지역별로 보면 서울의 기온상승이 1.5℃로 가장 크고, 그 다음이 대구로 1.2℃의 상승을 보였으며, 다른 지역도 0.7℃~1.0℃의 기온상승을 보였다.

1) 세계기상기구(WMO)와 UN환경프로그램(UNEP)에 의해 1988년 설립되었으며, 2009년까지 4차례 기후변화에 관한 보고서를 UN기후변화협약(UNFCCC)에 제출하였음. IPCC보고서는 UNFCCC(기후변화협약)의 결정에 객관적인 근거자료를 제공함으로써 막대한 영향을 미치고 있음.

2) 최근 25년간 0.45℃ 증가함에 따라 지난 100년에 비해 상승속도가 2.4배가 증가하였음.

〈그림 1-1〉 지구의 평균온도변화 추이



자료: IPCC, IPCC 제4차 평가보고서-기후변화 완화 분야, 2007.

우리나라는 온실가스 의무감축 국가가 아니나, 2005년 기준 온실가스 배출량이 5억 9,000만톤으로 세계 9위³⁾이며, OECD 국가 중 온실가스 배출 증가율은 1위(2004년) 국가이다. CO₂ 배출 농도는 2005년 기준으로 전지구 평균이 379ppm인데 비하여, 우리나라는 387ppm으로 상대적으로 높은 수준이다.

최근 국제적으로 관심이 높은 분야는 기후변화협약과 관련된 온실가스 배출 감축 노력이라고 할 수 있는데 점차 국제협약으로 발전되고 있다. 우리나라는 그동안 기후변화협약 발효('93.12)⁴⁾, 교토의정서의 교토메카니즘('97.12)⁵⁾ 채택, 교토의정서 발표('05. 2

3) 1위인 미국의 온실가스 배출량은 70억 6,700만t임.

4) 지구온난화에 따른 기후변화에 적극 대처하기 위하여 국제사회는 1988년 UN총회 결의에 따라 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 “기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)”을 설치하였고, 1992년 6월 유엔환경개발회의(UNCED)에서 기후변화협약(UNFCCC)을 채택하였음. 우리나라는 1993년 12월에 세계 47번째로 가입(2008년 7월 현재 192개국 가입).

5) 교토의정서의 구속력이 2005년 2월부터 선진국가들을 대상으로 발효되기 시작하였음. 교토의정서에서 규정하고 있는 온실가스 감축의무는 각 국가를 대상으로 기준년 대비 온실가스 배출을 몇 % 감축하여야 된다는 형태로 주어짐. 교토의정서에서 규정하고 있는 감축의무 이행을 실천할 수 있는 방법은 두 가지임. 하나는 각종 규제나 세금 등을 활용하는 방식임. 독일에서 적용되고 있는 환경세가 이에 해당하는 방식인데, 에너지를 많이 사용하는 기업은 더 많은 환경세를 납부하게 되어 에너지를 적게 사용하는 방식을 개발하게 됨으로써 결과적으로 에너지 소비가 줄어들게 됨. 또 다른 하나는 시장원리를 적용한 교토메카니즘을 활용하는 방안임. 교토메카니즘은 "유연성

6), 교토협약 이후의 Post-2012 체제 논의를 위한 발리로드맵 채택('07.12)⁷⁾ 등 탄소저감을 위한 국제적 흐름에 부합하기 위하여 기후변화대응 체계를 구축해 왔다. 2008년 G-8 정상회의에서는 2009년까지 이산화탄소 감축목표량을 설정하기로 결정하였다. 2009년 12월에는 기후변화협약 당사국 총회(COP15)가 덴마크 코펜하겐에서 개최되었는데, 우리나라는 이산화탄소 의무감축국에 포함되지는 않았지만, 자율적이고 선도적으로 온실가스 중기 감축목표를 제시한 바 있어 발 빠른 변화를 시도하여야 하는 상황에 직면하고 있다.

(2) 화석에너지 위기와 도시의 에너지소비 비중 확대

도시에 대해서는 여러가지 의미로 정의내릴 수 있지만, 기본적으로 많은 인구와 산업이 좁은 지역에 집적한 곳이며, 이를 유지하기 위하여 자원 소모와 폐기물의 배출이 집중적으로 이루어지는 곳이라 할 수 있다. 산업사회에서의 도시화 과정은 경제발전이라는 대의명분 아래 전체적이고 총량적인 경제성장과 중앙집권적 정치체계에 부합하는 과정으로 진행되었다. 이렇게 일순간에 이루어진 한정된 공간으로의 집중은 상·하수도 처리망, 전기공급망 등을 비롯한 공급시스템이 비대화되고 집중화를 초래되어 한정된 화석 에너지에 의존하는 도시를 형성하게 만들었다.

세계 에너지 공급의 86%는 화석연료에 기반해 있으며(EIA, 2007), 화석연료 소비의 75%는 도시에서 일어나고 있다(Droege, 2006; Swin and Hughes, 2007). 우리나라는 2006년 최종에너지 소비의 약 44.0%를 도시 부문에서 사용하고 있다⁸⁾. 그러나 선진국으로 갈수록 도시 부문

체제"라고도 부르며, 배출권 거래(ET: Emissions Trading), 공동이행 제도(JI: Joint Implementation), 그리고 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism)의 세 가지 방안이 해당됨.

- 6) 기후변화협약에 의한 온실가스 감축은 구속력이 없기 때문에 온실가스의 실질적인 감축을 위하여 과거 산업혁명을 통해 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국(38개국)을 대상으로 제1차 공약기간(2008~2012)동안 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축을 규정하는 교토의정서를 발표하였음. 이 교토의정서는 제3차 당사국총회(1997년, 일본 교토)에서 채택하여 2005년 2월 16일 공식 발효되었음. 우리나라에서는 2002년에 비준하였고(2008년 5월 기준 총 184개국 서명, 76개국 비준), 2005년 11월 캐나다 몬트리올에서 제1차 교토의정서 당사국총회(COP/MOP1)를 개최하였으며, 제3차 교토의정서 당사국총회(COP/MOP3)에서 발리로드맵을 채택하였음.
- 7) 온실가스 감축에 대한 정량적 목표를 설정하지는 않았지만, 개발도상국의 산림벌채를 억제하는 유인책을 제시하도록 강조하고 있으나, 선진국에 대한 명확한 정의는 없는 실정(미국을 포함하기 위한 조치)이고, 우리나라는 2013년부터 온실가스 감축국에 포함될 전망이다.

의 에너지 소비 비중이 커지는 경향이 나타나며, 도시화가 진행되고 소득이 증가할수록 도시 에너지 소비 비중은 증가한다고 볼 수 있다. 전국적으로도 2020년에 이르면 도시내 건물에너지 사용이 현재의 약 1.5배 수준으로 상승할 것으로 예측하고 있다(이승복, 2008).

이렇게 주택 및 건설설비 분야가 국가에너지 소비량에서 차지하는 비중이 매우 큼에도 불구하고, 관련분야의 중요성에 대한 인식이 미흡하였고 선진국에 비해 기술개발 수준도 상당히 낮은 실정이다.

환경문제 해결은 물론 기후변화에 대응한 국제사회의 노력에 선도적인 역할을 담당하고, Post-2012에 보다 적극적으로 대비하기 위해서는 절약과 재활용을 통한 화석에너지 소비를 감소시켜 온실가스를 감축해야 한다. 지금은 에너지절약에 대한 전 국민적인 공감대 형성과 실천 확산이 어느 때보다 중요한 시점이라고 할 수 있다.

그 동안 정부의 온실가스 저감 대책은 주로 에너지를 다량 소비하는 산업 부문에 초점을 맞추어 왔으나 최근 들어 도시단위에서의 에너지 절약이 주목을 받고 있다. 이러한 경향은 국가 온실가스 배출량 저감 대책의 실행주체로서 지방자치단체의 역할이 강조되면서 더욱 두드러진다.

8) 도시부문의 에너지 소비비중은 2006년 기준 최종에너지 소비량 대비 가정·상업부문(전체 에너지소비의 20.7%), 수송부문(21.0%), 공공·기타 부문(2.2%)의 비율로 산정함.

〈표 1-1〉 부문별 에너지소비

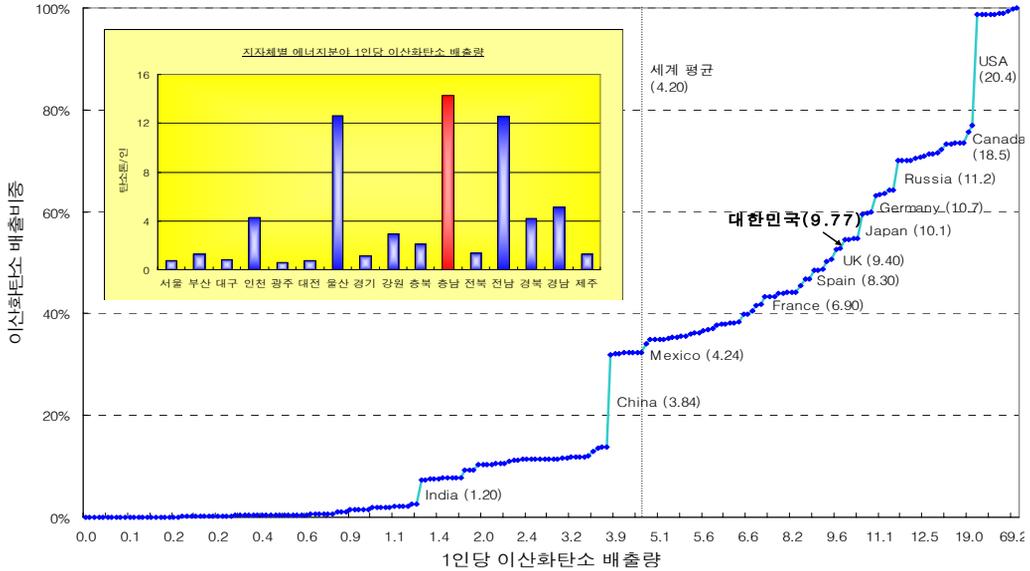
(단위 : 1,000toe)

구분	합계	산업부문	수송부문	가정상업	공공기타
2006	173,584 (100.0)	97,235 (100.0)	36,527 (100.0)	35,986 (100.0)	3,836 (100.0)
서울	15,586 (9.0)	1,512 (1.6)	4,674 (12.8)	8,847 (24.6)	552 (14.4)
부산	6,914 (4.0)	1,576 (1.6)	2,983 (8.2)	2,154 (6.0)	206 (5.4)
대구	4,313 (2.5)	1,221 (1.3)	1,245 (3.4)	1,702 (4.7)	144 (3.8)
인천	10,068 (5.8)	3,642 (3.7)	4,470 (12.2)	1,793 (5.0)	164 (4.3)
광주	2,076 (1.2)	385 (0.4)	699 (1.9)	906 (2.5)	86 (2.2)
대전	2,545 (1.5)	374 (0.4)	792 (2.2)	1,252 (3.5)	127 (3.3)
울산	21,968 (12.7)	18,489 (19.0)	2,339 (6.4)	817 (2.3)	323 (8.4)
경기	23,026 (13.3)	6,838 (7.0)	7,203 (19.7)	8,100 (22.5)	885 (23.1)
강원	5,852 (3.4)	3,192 (3.3)	1,168 (3.2)	1,275 (3.5)	217 (5.7)
충북	5,552 (3.2)	2,862 (2.9)	1,342 (3.7)	1,245 (3.5)	103 (2.7)
충남	15,986 (9.2)	12,448 (12.8)	1,902 (5.2)	1,462 (4.1)	174 (4.5)
전북	5,075 (2.9)	2,398 (2.5)	1,311 (3.6)	1,231 (3.4)	136 (3.5)
전남	30,953 (17.8)	28,134 (28.9)	1,659 (4.5)	1,014 (2.8)	147 (3.8)
경북	15,397 (8.9)	11,046 (11.4)	2,147 (5.9)	1,954 (5.4)	251 (6.5)
경남	7,346 (4.2)	2,908 (3.0)	2,234 (6.1)	1,935 (5.4)	270 (7.0)
제주	924 (0.5)	209 (0.2)	359 (1.0)	302 (0.8)	54 (1.4)

(3) 기후변화 대응을 위한 지자체의 역할 부각

충청남도의 1인당 온실가스 배출량은 우리나라의 평균량을 크게 초과하고 있어 심각한 에너지 위기를 맞고 있다. 전력산업 및 중화학공업 중심의 산업체제를 갖춘 충남은 1인당 온실가스 배출량이 다음 그림에서 보는 바와 같이 전국평균의 4.6배로 전국 최고 수준인 바, 타 지자체보다도 에너지시스템 개선이 시급한 실정이다.

〈그림 1-2〉 우리나라 및 충청남도의 온실가스 배출 비중(2007)



자료: 충남발전연구원, 2008, 지속가능한 충청남도 에너지 정책방향에 관한 연구

기후변화 대응이 본격화되면서 지자체의 역할이 강조되고 있다. 지자체의 역할은 우선 에너지 소비의 주체이자 온실가스의 주요 배출원(지자체 보유 매립지등)이며, 에너지를 생산하고 배분하는 주체라고도 할 수 있다. 또한 규제자이면서 개발의 주체이기도 해 시민의 소비 양식을 변화시킬 수 있는 촉진자로서 역할도 중요하다. 따라서 지자체는 온실가스를 직접 감축하기 위한 노력은 물론이고 감축을 촉진할 수 있는 정책을 개발하는데 힘써야 한다.

기후변화 완화를 위한 온실가스 저감과 함께 변화하는 기후변화에 적응하는 것 또한 중요한 기후변화 대응 수단이다. 특히 기후변화 적응은 지자체의 특성에 맞추어 진행이 되어야 하므로 지자체의 역할이 중요하다고 하겠다.

충청남도 차원에서 기후변화에 대응하는 지역사회를 구축하기 위해 해야 할 일은 많으나 수단은 그리 많지 않다. 특히, 온실가스 저감은 사회적 동기가 전제되어야 하고 관련제도와 적용기술·기법이 동시에 발전해야 가능하다. 충청남도는 온실가스 저감을 위해 에너지 생산과 배분의 주체로서 그 역할뿐 아니라 규제자와 개발주체로서 역할도

중요하다. 특히, 지자체의 주요업무인 토지이용계획을 수립하면서 각종 개발사업 시행 과정상에 친기후적인 요소를 고려할 수 있도록 관리할 필요가 있는데, 이 과정에서 도시계획(도시기본계획 및 도시관리계획)이 중요한 촉진자 역할을 할 수 있다.

(4) 기후변화에 대응하는 도시계획 기준 마련 필요

정부는 2008년 8월 저탄소 녹색성장을 21세기의 새로운 국가발전 비전으로 제시하였다. 이에 따라 「제4차 국토종합계획 재수정계획(안)(2010~2020)」에는 기후변화에 대응하여 온실가스 배출을 저감하는 국토개발을 유도하고, 국토자원에 대한 기후변화의 영향조사와 대응방안을 모색토록 하고 있으나, 도시계획 등 공간계획에 구체적으로 반영되지는 못하였다. 다행히 국토해양부가 2009년 7월 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침(2009.7.15)」을 제정·고시하였는데, 광역도시계획·도시기본계획·도시관리계획별로 저탄소 녹색성장 수립기준을 개략적으로 제시하고 있다.

이와 함께 탄소중립도시(Carbon Neutral City)라는 개념이 도입되면서 도시계획의 패러다임이 변화하고 있고, 탄소중립도시에 대한 연구도 활발히 진행 중에 있다. 탄소중립도시란 지구온난화의 주범인 이산화탄소 발생을 원천적으로 줄이는 한편, 발생한 탄소를 숲 등의 흡수체로 빨아들여 궁극적으로 발생량을 '0(zero)'으로 만드는 무배출도시(ZEC: Zero Emission City)라 할 수 있다. 그러나 탄소중립도시라는 개념보다는 저탄소도시(Low Carbon City)나 탄소저감도시가 현실적합성이 높다고 할 수 있다. 저탄소 도시는 과거 공해로부터 벗어나기 위해 전원 속에 도시를 개발하는 전원도시(Garden city)에서 출발하여 기존 자연환경 보존을 통해 환경파괴를 억제하는 생태도시(Eco-city)를 거친 개념이라고 할 수 있다.

현재 우리나라는 일부 신도시(행정중심복합도시⁹⁾, 평택 소사벌 택지개발지구¹⁰⁾, 검단

9) 2010년 첫마을 입주를 목표로 건설되어지고 있는 행정중심복합도시는 2030년까지 탄소배출량의 25%를 감축한다는 내용의 탄소중립도시로의 개발을 선언하였음. 독일 프라이부르크시와 2007년 12월 친환경도시 조성의 협력사업에 대한 양해각서를 체결하기도 함. 행복도시에서는 CO₂ 저감을 위한 5대 분야별 계획과 CO₂ 상쇄(흡수)를 위한 2대 분야별 계획을 통해 'CO₂ Neutral Sejong'을 추진하고 있음. 도시계획, 도시건설, 건축, 에너지, 교통 등 5대 분야에서 전체 발생량 대비 19%의 탄소를 저감할 계획이며, 수목계획 및 습지·하천계획을 통해 총발생량 대비 6%의 탄소를 상쇄할 계획으로 총 25%의 탄소감축을 목표로 하고 있음.

10) 한국토지공사가 세계 최초로 택지개발사업을 CDM 사업(태양광 및 태양열설비로 탄소배출 감축)으로 등록하였

신도시¹¹⁾, 충청남도청신도시¹²⁾ 등)의 경우, 도시건설 과정에 신·재생에너지 기법을 시범적으로 도입할 계획을 가지고 있다¹³⁾.

충청남도의 경우, 도시개발구역 및 산업단지 지정단계에서 주변 모도시와 연계하여 순환형 자전거도로망을 설치하도록 적극 권장하고 있고, 에너지 절약형 토지이용계획 및 주택건설계획 등 에너지 사용이 협의된 경우에는 그 계획에 대하여 지구단위계획에 반영하는 것을 검토하도록 하고 있다¹⁴⁾. 2009년 6월에는 국토해양부가 저탄소 에너지 절약형 신도시의 시범도시로 아산신도시를 조성하겠다고 밝힌 바 있고, 아산 탕정지구 신도시 신·재생에너지 적용 방안¹⁵⁾을 마련하여 지구단위계획 지침에 반영한다는 방침이다.

따라서 현실화 되어가고 있는 기후변화 현상에 대응하여 기후변화를 유발하는 이산화탄소의 배출을 최소화하는 에너지 절약적인 도시관리전략에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 특히, 에너지 절약적인 도시는 기존의 생태도시계획, 친환경도시계획의 개념에서 진화하여 기후변화에 대응한 총체적인 개념으로서 계획기준 마련이 요구된다.

음. 이에 대해 한국토지공사는 탄소배출권을 독점 소유하겠다고 주장하고 있는 반면, 평택시는 탄소배출권을 공동소유해야 한다고 주장하고 있어 공방이 가열되고 있음. 한국토지공사가 UN승인을 받게 되면 평택 소사별지구에 신·재생에너지 시설을 도입함으로써 줄인 온실가스 감축실적을 탄소배출권으로 확보케 되며, 앞으로 증권거래시장과 같은 ‘탄소배출권거래소’에서 탄소배출권을 판매, 상당한 이윤을 거둘 수 있을 것으로 전망되고 있음.

- 11) 검단신도시를 도보나 자전거를 이용, 10분 이내 대중교통센터(지하철역)에 도착할 수 있는 대중교통중심의 도시구조, 열섬저감을 위한 하천과 실개천 중·우수 활용 범용, 신·재생에너지를 도입한 ‘친환경에너지타운’을 시범사업으로 조성할 예정임.
- 12) 개발 기본 컨셉트는 자연이 살아 숨쉬고, 자연이 에너지가 되는 ‘저탄소 녹색도시’이며, 녹지율을 50% 이상으로 높이고 인구밀도를 ha당 100명을 유지하는 ‘그린시티’와 자연이 에너지가 되는 ‘탄소 중립도시’로 만든다는 구상임. 특히 담장·쓰레기·전봇대·육교·입식 광고판이 없는 ‘5무(無) 도시’를 목표로 하수처리시설, 쓰레기소각장, 폐기물처리장을 한곳에 모으거나 지하에 두기로 했다. 세련된 도심 경관을 위해 가로등·간판·교량·가로시설물에 공공디자인을 적용하게 됨.
- 13) 부문적으로는 에너지 절약적인 설비를 이미 갖추고 있는 사례도 있는데, 용인수지2지구와 성남 판교지구의 쓰레기자동집하시설(자동크린넷)이 대표적인. 자동크린넷은 불에 타는 쓰레기와 음식물쓰레기 등 생활폐기물을 아파트 단지내 투입구에 넣으면 지하에 매설된 수송관로를 통해 고속의 공기(이동속도 시속 70km)와 함께 중앙집하장으로 자동 운반돼 처리되는 수거시설임.
- 14) 에너지 절약계획서 제출, 고효율 에너지기기 사용 의무화, 건물에너지 효율등급 인증, 친환경 건축물 인증, 공공 건물 신·재생에너지 시설 설치 의무화, 에너지 진단 등 건물에너지 관리를 위한 다양한 정책과 제도가 시행되고 있음.
- 15) 탕정지구내 공공청사 및 일반 주거단지의 전기, 가스, 냉난방 시설에 대해 태양광, 태양열, 지열, 풍력 등 환경친화적인 신·재생에너지 의무 사용 비율을 정할 계획임.

〈표 1-2〉 국내 녹색도시 계획사례

구분	면적/ 인구 (가구수)	기간 (비용)	효과	계획요소
평택 소사벌	3021천㎡ 466,000인 (16,250호)	2006~2011년 비용 : (14,752억)	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지가 전체에너지의 5% 이상 공급 태양광발전 <ul style="list-style-type: none"> - 단독주택 : 3,796MWh - 공동주택 : 3,415MWh - 공공시설 : 32,510MWh 	<ul style="list-style-type: none"> 그린빌리지 DM 사업등록 신·재생에너지 시스템 태양열, 태양광, 지열 연료전지 탄소흡수를 위한 녹지 보행·자전거도로
위례 (송파)	6,788천㎡ 115,000인 (46,000호)	개발계획승인 ~2014년 비용 : (85,000억)	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 이용효과 : 16,982 TOE/년 CO₂ 배출 저감효과 41,927TOE/년 	<ul style="list-style-type: none"> 신교통 중심 및 녹색교통체계 구축 신·재생에너지 도입 태양광, 지열, 쓰레기 소각열 및 폐열회수 무장애설계
화성 동탄2	2,180천㎡ 260,000인 (105,000호)	2008~2012년	<ul style="list-style-type: none"> 녹색교통분담 20% 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 노면전자 등 녹색교통 체계 구축 TS형 임대자전거 도입 신·재생에너지 시스템 태양열, 태양광, 지열 분산형 빗물관리시스템 바람길 확보
인천 검단	18,100천㎡ 230,000인 (92,000호)	2006~2011년 비용 : (150,000억)	<ul style="list-style-type: none"> 수송분담률 대중교통 : 자전거=40 : 20 태양광 -단독주택 : 2~3kWp(세대당) -공동주택 : 0.4kWp(세대당) 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절감형 도시 신·재생에너지 에너지 절감 건축, 자원순환 30km 자전거도로 등 녹색교통활성화계획 교육, 홍보를 위한 에너지 존 조성계획
아산	17,600천㎡ 173,000인 (57,800호)	2009~2015년 비용 : (77,200억)	<ul style="list-style-type: none"> 에너지소비량의 35% 이상 절감목표 	<ul style="list-style-type: none"> '그린 홈', 건물에너지관리시스템 구축 신·재생에너지 태양광, 지열, 연료전지, 바이오에너지 생산
서울 마곡	3,363천㎡ 33,200인 (11,855호)	2007~2012년	<ul style="list-style-type: none"> 에너지저소비, 에너지자립, 에너지순환도시 에너지자립률 60% 이상 신재생에너지 사용량 40% 이상 에너지사용량감축 50% 이상 온실가스배출량 감축 65% 이상 화석연료사용량 15% 이상 (46천 TOE) 절감 	<ul style="list-style-type: none"> 한강과 연계된 친환경 계획 친환경적 교통시스템구축 폐기물처리시스템 구축 교통 정온성 확보 신·재생에너지 특화 공공청사 에너지제로 하우스 '개념 도입
행정중심 복합도시	72,908천㎡ 500,000인 (260,000호)	2005~2030년 비용 : (217,000억)	<ul style="list-style-type: none"> 탄소배출량 25% 감축으로 연간 209,245TC/년 절감 	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립도시 조성 첨단정보도시 신·재생에너지 시스템 태양열, 태양광발전, 지열냉난방, 고체연료, 열기성소화방식을 이용한 소화가스(메탄)

자료: 한국토지공사, 2009.6, "녹색도시 흐름과 이슈", 「국토도시브리프」 제16호.

본 연구는 도시개발의 구체적인 실현수단인 도시계획 차원에서의 탄소저감이 필요한데, 도시계획 수립부터 교통·에너지 등 분야별 저감방안을 마련하고 철저한 관리를 통해 CO₂ 배출량을 저감할 필요가 있다는 판단 하에 진행하게 되었다.

2) 연구 목적

이 연구는 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 개념을 정립하고 계획수립기준을 마련하며 실현방안을 모색하는데 목적이 있다. 이를 위한 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 개념을 정립하고, 선행연구와 관련 국내·외 사례 조사를 통해 에너지 절약적인 계획요소를 공간적·내용적 위계별로 분류하여 에너지계획과 공간계획의 통합모델을 제시한다.

둘째, 저탄소 에너지 절약형 도시 실현을 위한 정책방향과 도시계획 수립기준을 제시하고 실현방안을 모색하는데 목적이 있다.

2. 연구범위 및 방법

1) 연구범위

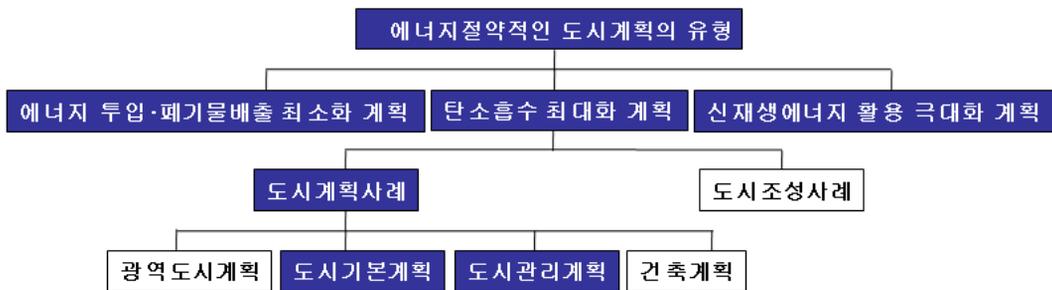
본 연구의 내용적 범위는 크게 에너지 절약적인 계획요소 발굴과 도시계획 차원에서 에너지 절약적인 계획기준을 마련하는 것으로 구분된다.

첫째, 에너지 절약적인 계획요소를 발굴하기 위한 사례분석은 국내 탄소저감도시 계획사례 8개소와 해외도시 조성사례 4개소를 대상으로 한다. 이 연구에서는 유럽국가를 대표하는 환경도시인 독일 프라이부르크·핀란드의 비키·스웨덴의 함마르비, 우리나라와 유사한 환경조건으로 국내에 주는 시사점이 큰 일본의 고히쿠 뉴타운 조성 사례를 분석하여 연구방향을 정립하는데 시사점을 얻고자 한다.

둘째, 에너지 절약적인 도시관리전략은 공간위계별로 『국토의계획및이용에관한법률(이하 국토계획법이라 한다)』 상의 광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획(지구단위계획 등), 건

축계획으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 도시계획 수립시 필요한 저탄소 에너지 절약적인 계획수립기준을 작성하는데 초점을 두고자 한다. 도시계획은 『국토기본법』 상의 도시계획으로 정하고, 도시계획은 다시 『국토계획법』 상 도시기본계획과 도시관리계획으로 구분한다. 이 중에서 도시관리계획은 지역·지구·구역계획, 사업계획, 지구단위계획, 시설계획으로 구분하는데, 본 연구에서는 도시개발계획인 사업계획과 지구단위계획을 의미한다. 본 연구에서 지구단위계획에 중점을 두는 이유는 우리나라의 국토이용 관리방식이 용도지역제 중심에서 지구단위계획 중심으로 전환되고 있는 추세를 반영하였고, 일정규모 이상의 도시개발사업을 수행시 대부분 지구단위계획을 수립해야 하는 범용성을 인정하였기 때문이다¹⁶⁾.

〈그림 1-3〉 사례분석대상



셋째, 에너지 절약적인 도시계획은 도시지역과 비도시지역을 차등화하여 적용하지 않는다. 다만, 본 연구에서는 주거지 조성을 우선하지 않는 산업단지나 물류단지 등의 개발영역은 에너지 절약기술이나 기법에서 차이가 있기 때문에 제외한다. 즉, 저탄소 에너지 절약형 도시는 대지를 조성·정비하거나 택지를 개발하는 도시개발사업에 한정하여 적용한다.

2) 연구방법

이 연구에서는 ①제도분석 및 문헌고찰, ②계획요소 발굴 및 실태조사, ③전문가 조사, ④

16) 지구단위계획은 도시계획체계상 광역도시계획이나 도시기본계획의 하위계획으로 이들 상위계획에서 나타난 도시정책 방향을 특정지역의 국지적 여건에 맞춰 구체화하여 하위의 집행계획이나 건축계획 등에 지침을 제시하는 계획임. 중·단기적으로 지역실정에 맞는 에너지 절약적인 지구단위계획수립지침의 개선방안을 마련하게 되면, 충청남도 지구단위계획통합지침에 반영할 수 있고 지방차원에서 조정할 수 없는 부분은 국토해양부에 지침개정을 건의할 수 있을 것임.

연구협의회, ⑤외부 전문가에 대한 원고위탁 등의 방법을 활용하였다.

(1) 제도분석 및 문헌고찰

도시에서의 에너지 절약은 에너지를 이용하는 기자재나 설비 등의 에너지 효율화를 통하여 가능하지만, 정부의 에너지 절약에 대한 법적·제도적·행정적 측면에서의 정책시행을 통해서도 가능하다. 무엇보다 에너지를 절약하는 효과적인 방법은 도시를 계획하는 단계에서부터 에너지를 절약하고 탄소를 저감하는 기법을 도입하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 관점에서 에너지 절약 관련제도의 현황을 분석하고 향후 정책방향을 검토하기 위하여 관련 법 제도와 해외사례를 분석하였다. 아울러 국내·외 저탄소 도시계획 관련논문과 문헌고찰을 통하여 그동안 논의되어 온 에너지 절약의 문제점과 개선사항 등을 공간계획 차원에서 검토하였다.

(2) 계획요소 발굴 및 실태조사

에너지 및 탄소저감 계획요소를 도출하기 위하여 선행연구 결과물을 세분화하고 계획요소의 발굴실태를 조사하였다. 에너지 절약적인 계획요소는 선행연구 검토를 바탕으로 하여 크게 토지 이용 및 교통, 건축, 자원 재활용, 공원 및 녹지, 수순환체계, 에너지부문 등으로 구분하여 조사한다.

이 지표들을 다시 에너지 투입·폐기물 배출 최소화계획, 탄소흡수 최대화계획, 신·재생에너지 활용 극대화계획의 3가지로 나누어 유형화하고 계획요소별로 적용사례를 조사하며, 분석결과를 토대로 연구방향과 분석의 틀을 구축한다.

(3) 전문가 조사

① 조사목적 및 내용

본 설문조사는 저탄소 에너지 절약적인 계획요소를 도출하고 계획수립기준에 대한 전문가의 의견을 수렴하기 위한 목적으로 설계되었다. 설문조사는 2009년 7월 17일부터 7월 24일까지 우

편 및 팩스, 이메일을 통해 시행되었다.

조사의 내용은 ①응답자의 일반현황(근무지역, 도시계획 분야 종사경력, 충청남도 정책실행 관련 참여여부, 참여유형), ②에너지 절약적인 도시개발의 필요성에 관한 사항(에너지 절약적인 도시개발이 필요한 이유, 에너지 절약적인 도시계획의 공간위계별 중요도), ③에너지 절약적인 도시개발 유형에 관한 사항(계획특성별 계획요소 차별화의 필요성, 계획수립단계·개발규모·도시입지특성별 중요도), ④계획요소별 중요도에 관한 사항(에너지 투입 최소화, 탄소흡수 최대화, 신·재생에너지 활용 극대화), ⑤, 계획요소의 지구단위계획수립지침 반영에 관한 사항(토지이용 및 교통, 건축, 자원 재활용, 공원 및 녹지, 수순환 체계, 에너지 부문), ⑥계획요소별 인센티브의 필요성과 인센티브 적용대상 등 크게 여섯 부분으로 구성된다.

〈표 1-3〉 설문지 조사설계 내용

구 분	조사설계 내용
조사목적	• 에너지 절약적인 도시관리전략 및 정책과제에 대한 전문가 의견수렴
조사대상	• 중앙정부 및 지자체 공무원, 전문가(대학교수, 연구원, 엔지니어 등)
조사규모	• 사전조사 이후 조사규모 확정
조사방법	• 이메일 및 팩스조사방법, 기관배포 및 일괄수거방법 등
주요 조사내용	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 절약 관련 계획요소 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지 투입을 최소화하는 계획요소 - 탄소흡수를 최대화하는 계획요소 - 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소 • 에너지 절약적인 지구단위계획 수립기준 <ul style="list-style-type: none"> - 지구단위계획수립지침 반영형태, 인센티브 등
조사일정	• 조사표 초안 작성 및 면담·사전조사(6월) → 조사표 보완 및 본조사(7월) → 자료입력 및 통계분석(7월)

② 조사대상 및 응답자 일반현황

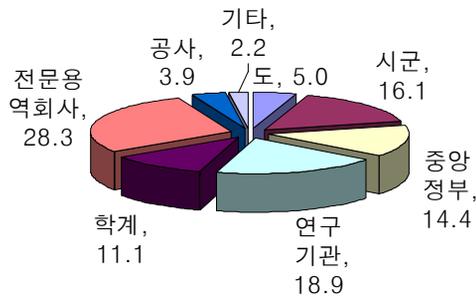
주요 조사대상은 도시계획 관련 전문가집단으로서 대학 교수, 연구원, 중앙부처 및 지자체 공무원, 도시계획 엔지니어링업체 실무자 등 330명이다. 이들 조사대상에게 설문조사표를 발송하였으며, 최종 회수된 180명(회수율 54.5%)의 조사표를 통계분석하였다.

본 조사에는 국토해양부 담당 공무원 26명(14.4%), 충청남도 관련공무원 9명(5.0%), 시·군 담

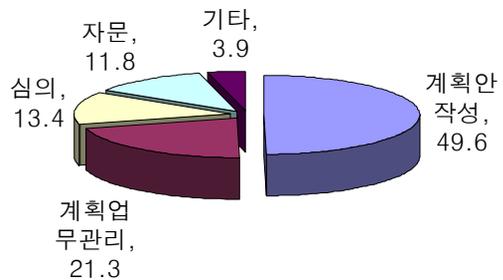
당공무원 29명(16.1%), 대학교수 20명(11.1%), 연구기관 34명(18.9%), 전문기술인 51명(28.3%), 공사등 기타 11명(6.1%)이 답변을 주었다.

전체 응답자 중 도시계획분야 종사경력이 5년 이하가 40.0%, 5~20년이 45.6%, 20년 이상 14.4%로 조사되었으며, 전체의 70.6%가 충청남도 시·군의 각종 정책결정과 관련하여 어떠한 형태로든 참여한 경력이 있다고 응답하였다. 정책결정 참여유형은 계획안 작성이 전체의 49.6%, 계획업무 관리가 21.3%, 심의 13.4%, 자문이 11.8%로 분류되었다.

〈그림 1-4〉 응답자 직업



〈그림 1-5〉 정책결정 참여유형



(4) 연구협의회

저탄소 에너지 절약적인 도시관리전략을 도출하기 위하여 도시계획 전문가들과 세 차례의 연구협의회를 거쳤다.

〈표 1-4〉 연구협의회

구분	일시	참석자	주요내용
1차 연구협의회	2009년 6월 5일	• 이승일 교수(서울시립대) • 변병설 교수(인하대) • 홍경구 교수(대구대)	• 에너지 절약적 도시관리의 방향 • 에너지 절약관련 도시계획, 건축에의 차별화된 적용방안
2차 연구협의회	2009년 9월12일	• 황희연 교수(충북대) • 이상호 교수(한밭대)	• 에너지 절약적인 도시개발계획 수립방안
3차 연구협의회	2009년10월22일	• 도·시·군 도시계획 담당 40명	• 저탄소 에너지절약형 도시계획 수립기준에 대한 적용가능성 검토

1차 연구협의회에서는 에너지 절약적인 도시계획 수립방안에 중점을 두고 공간위계별 도시관리의 새로운 패러다임과 시사점을 도출하고자 하였다. 2차 연구협의회는 개선방향인 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립방안의 타당성에 대하여 토의하였으며, 3차 연구협의회에서는 도·시·군 도시계획 담당자 워크숍을 통해 저탄소 에너지 절약형 도시계획 수립기준이 어느 정도 적용가능지에 대해 논의하였다.

(5) 외부전문가 원고 위탁

그 동안의 에너지 절약 관련 논의는 도시계획의 기능이나 지구단위 차원에서 깊이 있는 검토가 없이 진행되어온 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 저탄소 도시 해외사례 분석, 저탄소 에너지 절약형 도시조성의 기본방향, 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립기준에 대한 원고를 위탁하였다.

“저탄소 도시 해외사례 분석”에서는 탄소저감 관련 외국동향을 파악하기 위하여 저탄소 자연 에너지 도시, 탄소흡수도시, 자연순환도시, 저탄소마을 등을 검토하였다. “저탄소 에너지 절약형 도시조성의 방향”에서는 에너지 투입·폐기물 배출 최소화, 탄소흡수 최대화, 신·재생에너지 활용 극대화 부문으로 구분하여 계획수립원칙을 모색하였다. 마지막으로 저탄소 에너지 절약적인 지구단위계획수립지침을 작성하는데 필요한 각종 계획수립기준을 검토하는 원고를 위탁하여 정책반영의 가능성을 제고하였다.

〈표 1-5〉 외부 전문가 원고 위탁

구 분	일시	참석자	연구기간
해외사례분석	변병설 교수 (인하대)	• 저탄소 도시 해외사례 분석	2009. 6~ 9
저탄소 에너지 절약형 도시조성방향	이승일 교수 (서울시립대)	• 저탄소 에너지 절약적인 도시개발계획의 수립원칙과 수립방안	2009. 6~10
저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립기준	이재준 교수 (협성대)	• 저탄소 에너지 절약적인 지구단위계획 수립지침(안) 작성	2009. 6~10
	홍경구 교수 (대구대)	• 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립기준 마련	2009. 6~10

3. 연구과정

본 연구는 모두 5장으로 구성되고 각 장별 주요내용은 다음과 같다.

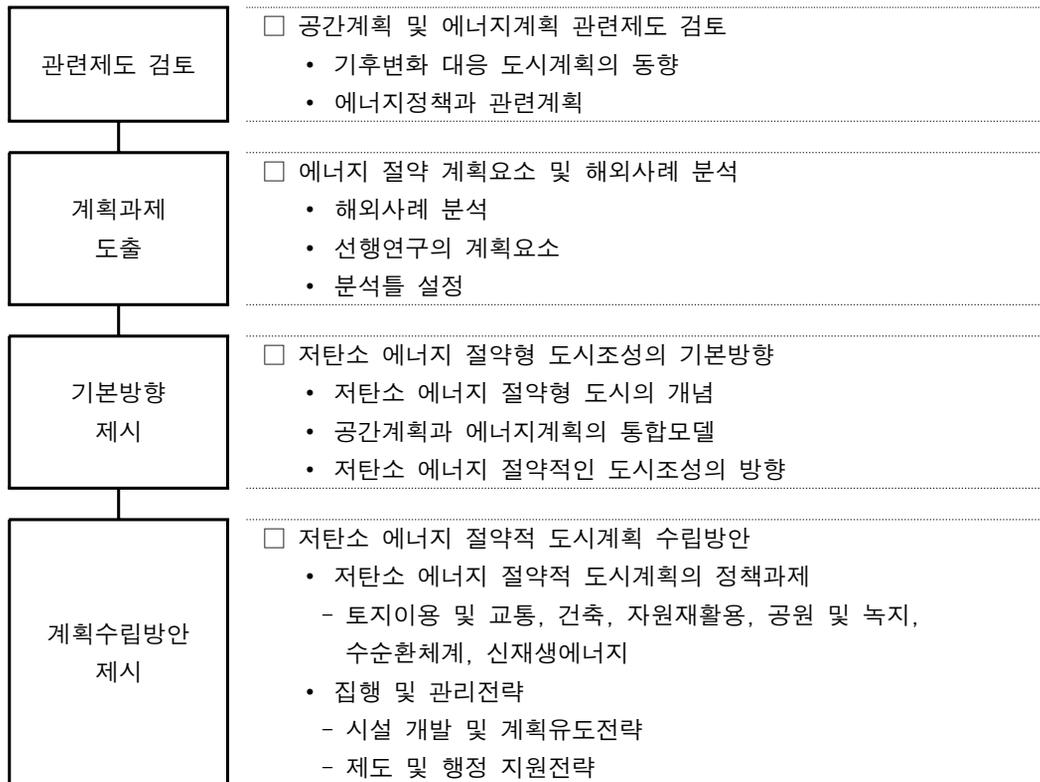
서론에서는 연구의 배경 및 필요성, 목적, 범위 및 방법을 제시한다. 제2장에서는 이론고찰 부문으로 에너지 절약과 관련된 관련제도 및 정책동향을 검토하고, 에너지 절약도시 계획요소 도출을 위한 전문가 의식조사 결과를 종합하며 분석의 틀을 구축한다.

제3장에서는 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 개념을 정립하고 에너지 절약적인 도시조성의 기본방향을 제시한다. 이를 토대로 공간계획과 에너지계획의 통합모델을 구축한다.

제4장에서는 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 정책과제와 추진전략을 부문별로 제시하고자 한다.

제5장에서는 앞의 각장에서 도출된 연구결과를 요약하고 필요한 정책개선사항을 제시한다.

〈그림 1-6〉 연구흐름도



제2장 에너지 절약 계획요소 및 해외사례 분석

1. 관련연구

에너지 절약형 도시계획의 선행연구는 에너지 절약적인 도시구조와 관련된 연구와 탄소저감 관련 도시조성에 관한 연구로 구분하여 검토하였다.

1) 에너지 절약적인 도시구조 연구

에너지 절약적인 도시구조와 관련된 연구는 도시구조 및 도시공간배치와 교통에너지 소비에 관한 지표간 상관관계를 다루고 있고, 궁극적으로 에너지 절약을 위한 압축도시(Compact city)와 압축도시의 문제를 보완하는 분산집중도시(Polycentric city)를 지향하고 있다. 그러나 이 연구는 대체지표 설정의 적정성이나 범용성 문제를 가지고 있고 공간계획과 교통계획간에 관계를 설정하는 원론적인 연구로서 현장에 적용하기에는 한계가 있다. 본 연구는 에너지 절약적인 도시시책에 대한 계획적인 적용방안을 다룬다는 점에서 연구내용상 차별성을 가지고 있다.

〈표 2-1〉 에너지 절약적인 도시구조와 관련한 선행연구

연구자	연구목적	설정지표	연구결과
김선희 (2003)	자원절약적 국토발전방안 연구-국토·도시공간 구조와 교통에너지소비와의 관계를 중심으로	<ul style="list-style-type: none"> - 국토·도시공간구조 변화와 교통에너지 소비 특성과 요인 분석 - 국토·도시공간구조 개편에 따른 교통에너지 절감효과 분석 - 에너지 절약적 국토발전을 위한 전략방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 자원절약을 통한 국토발전을 위해서는 교통에너지 절약을 도모할 수 있는 공간계획과 교통시스템이 연계적·정책적 대책 강구가 필요함을 강조
김선희 (2002)	도시배치와 교통수송부문 에너지소비와의 관계분석	<ul style="list-style-type: none"> - 인구밀도, 인구배치 - 혼합토지이용, 공공교통수단 - 도로시설정비, 도시규모 - 도시형태, 도시배치 - 주민특성, 도시화율 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시분산이 이루어질수록 교통량이 많이 발생함
황금희 (2001)	교통에너지 절약적인 도시공간 패턴이 광역적 차원에서 수도권 도시경관체계에 기여하는 정책방향 제시	<ul style="list-style-type: none"> - 인구, 인구밀도, 고용밀도 - 토지지목별현황, 통근통학인구 - 총종사자수, 거주고용자수 - 역내외통근율, 도시성장패턴 - 교통수단별통행량, 통근통행량 - 승용차보유대수 	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고밀화가 에너지 절약적임 • 집중적 성장패턴보다는 분산적 성장패턴이 에너지 절약적임
김학용 (2001)	우리나라 도시형태 특성이 에너지소비에 미치는 영향분석	<ul style="list-style-type: none"> - 인구, 인구밀도, 시가지밀도 - 도심사업체밀도 - 사업체밀도경사도 - 평균편차거리(인구/사업) - 1인당도로연장, 1인당 도로면적 - 1인당차량대수, 1인당 지방세 	<ul style="list-style-type: none"> • 밀도의 집중도가 교통에너지 소비를 감소시키는 변수이며, 도심밀도를 높이고 도심집중적인 사업체 분포패턴을 갖는 도시가 에너지 절약적임
안건혁 (2000)	도시의 형태적 특성에 따른 교통부문의 에너지 소비량 변화분석	<ul style="list-style-type: none"> - 인구, 총면적, 시가화면적 - 총밀도, 순밀도, 도로율 - 노선밀도, 총도로밀도 - 지니계수, 평균편차거리 	<ul style="list-style-type: none"> • 밀도가 증가함에 따라 교통에너지 소비가 감소함 • 분산집중개발 형태가 효율적인 토지이용 형태임

2) 탄소저감도시 조성 연구

이에 비해 최근에 진행 중인 탄소저감 관련 도시조성에 관한 연구는 ①저탄소사회 실현을 위한 국내·외 주요도시의 사례에 대한 연구와 ②탄소저감도시 계획기법 적용에 관한 연구, ③탄소저감 계획요소 발굴에 관한 연구로 세분할 수가 있다.

①저탄소사회 실현을 위한 국내·외 주요도시의 사례에 대한 연구는 기후변화 대응을 위한 국내사례(광역지자체·기초지자체 사례, 도시개발사업 및 마을단위 기후변화 대응사례 등), 세계의 지자체의 기후변화 방지 추진시책(자치단체국제환경협의회의 기후변화방지도시 캠페인, 저탄소사회 구현을 위한 일본정부의 도시정책, 영국 뉴캐슬시의 탄소중립 캠페인, 기타 기후변화에 대응한 유럽 및 북미 도시사례 등)을 다루고 있다.

②탄소저감도시 계획기법 적용에 관한 연구는 그동안 진행되어 왔던 생태도시 관련 연구를 기반으로 저탄소 녹색도시를 위한 도시계획요소 및 탄소저감도시의 사업대상, 사업 추진을 위한 제도 등을 포괄적으로 다루고 있다. 현재 연구진행 수준은 외국의 개념이나 개발사례를 소개하거나 계획이론적 차원에서 부분적인 계획기법을 제시하는 개념적 수준에 머물러 있다. 그러나 행정중심복합도시의 경우, 탄소중립도시 조성을 위한 구체적인 액션플랜까지 다루고 있어 본 연구와 직접적인 관련을 가지고 있다고 할 수 있다.

이에 비하여 ③탄소저감 도시계획요소 발굴에 관한 연구는 1996년부터 꾸준히 진행되어 왔으며 본 연구와 밀접히 관련되어 있다¹⁷⁾. 이 연구에서는 환경친화 주거단지계획 수립을 위하여 토지이용 및 교통, 생태 및 녹지, 물 및 바람, 에너지, 환경 및 폐기물, 어메니티 등 부문별로 국내 적용사례 분석을 토대로 계획요소를 제시하고 있다.

본 연구는 에너지 절약 도시계획 적용방안을 도시기본계획과 도시관리계획(지구단위계획, 도시개발계획)에 초점을 두고 계획수립기준을 제시한다는 점에서 연구대상과 연구방법상에 차이가 있다. 다만, 에너지 절약적인 계획요소는 선행연구 검토를 통해 발굴하고자 하며, 선행연구에서 제시한 계획요소에 대한 심층검토는 이하에서 다루기로 한다.

17) 우리나라에서는 1990년 이후 대한주택공사의 주택연구소, 에너지 기술연구소의 그린빌딩기술 연구회, 한국토지공사 그리고 건설기술연구원 등에서 환경친화 주거단지라는 이름으로 연구가 진행되어 왔음.

〈표 2-2〉 저탄소사회 실현을 위한 국내·외 주요도시의 사례에 대한 연구

연구자(년도)	연구명	연구 주요내용	연구대상 및 방법
국토연구원 (2008)	저탄소사회 실현을 위한 국내·외 주요도시의 사례	<ul style="list-style-type: none"> 전세계 자치단체국제환경협회의 기후변화방지도시 캠페인 사례, 기후변화에 대응한 유럽 및 북미도시 사례들, 기후변화 대응을 위한 국내사례 소개 	<ul style="list-style-type: none"> Post-2012 체제하에서의 신국토관리전략으로 저탄소사회 실현을 위한 국내·외 주요도시의 사례 소개와 시사점 도출
기획재정부 (2008)	외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점	<ul style="list-style-type: none"> 세계 기후변화 대응 추이, 우리나라 온실가스 배출현황 및 전망, 외국의 인프라 구축 사례와 정책적 시사점 	<ul style="list-style-type: none"> 세계 주요도시(프랑스, 독일, 영국, 미국, 일본 등)의 기후변화 대응현황 사례조사를 통해 시사점 도출

〈표 2-3〉 탄소저감도시 계획기법 적용에 관한 연구

연구자(년도)	연구명	연구 주요내용	연구대상 및 방법
기후변화협약대책위원회 (2008)	기후변화대응 종합기본계획	<ul style="list-style-type: none"> 기후친화산업을 신성장동력으로 활용, 기후변화 대처를 위한 국제사회 노력을 선도하는 방안 등을 추진과제로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화대응 종합대책(5개년, '08~'15)으로 수립, 2012년 우리 사회의 변화된 모습도 제시
이재준 (2008)	저탄소 녹색도시 성장을 위한 전략	<ul style="list-style-type: none"> 생태도시 관련 연구를 기반으로 저탄소 녹색도시와 관련된 계획요소 제시, 탄소저감을 위한 대상사업의 유형, 녹색도시 추진체계 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 관련연구를 통해 에너지 절약, 자원절약을 통한 탄소저감사업, 슬로우시티와 녹색성장사업 측면으로 추진 가능한 사업을 구분·제시
대한주택공사 (2008)	미래주택 및 도시에서의 에너지 자원 적용방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> 에너지를 주택자체에서 생산하는 체제(태양광발전, 음식물쓰레기를 이용한 바이오에너지와 연료전지로 구성되는 시스템)를 제안 	<ul style="list-style-type: none"> 주택과 도시를 대상으로 에너지소비와 절약에 대한 기술적 점검을 통해 미래 주택 및 도시의 에너지 모델을 제시
반영운외 (2008)	기후변화에 대응한 국토 및 도시 개발전략	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립도시의 국내·외 동향과 도시계획에의 적용방향을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 관련연구를 통해 탄소중립도시의 구성 및 평가요소를 발굴하고 평가모형을 제시
이재준 (2005)	한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 의식조사를 통한 중요 생태도시 계획지표 및 중요도 도출, 한국형 생태도시 계획 원리 제안 	<ul style="list-style-type: none"> 문헌 및 사례분석 및 전문가 의식조사, 다자간 의사소통 체계에 의한 환류적·오류수정식 접근 등의 다양한 연구방법 적용

〈표 2-4〉 탄소저감 도시계획요소 발굴에 관한 연구

연구자(년도)	연구명	계획요소	연구대상 및 방법
대한주택공사 주택도시 연구원 (2008)	지속가능한 에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 국내·외 연구 및 사례에서 도출된 계획요소를 지속가능성을 평가하여 설정 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 생태주거단지계획요소 도출 • 첫마을 시범계획안 작성
국토해양부 (2007)	지속가능한 신도시 계획기준	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 이용 및 자원순환 부분, 자연순형 개발부분, 물순환시스템 구축 부분, 교통시설의 분류 및 설치기준 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 택지개발촉진법에 의한 신도시개발계획 수립시 가이드라인 제시
국토연구원 (2006)	환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안	<ul style="list-style-type: none"> • 행정중심복합도시 개발계획 수립 연구의 전략연구과제로서 생태도시기술을 수환경, 자원순환환경, 녹지환경, 토지환경, 교통환경, 사회환경으로 분류 	<ul style="list-style-type: none"> • 선행연구의 검토를 통해 다양한 생태도시 계획요소를 수집·재분류
한국토지공사 (2004)	신행정수도 생태도시 조성방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 생태도시 계획지표를 토지이용 및 교통·정보통신, 생태 및 녹지, 물·바람, 에너지, 환경 및 폐기물, 어메니티 분야로 구분하여 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 계획지표 도출은 전문가 의식조사와 브레인스토밍을 통해 도출
건설교통부 (2000)	지속가능한 정주지 개발을 위한 정책 및 제도연구(III)	<ul style="list-style-type: none"> • 주거단지계획을 지속가능한 개발로 유도하기 위한 지표를 토지이용 및 교통, 에너지 및 자원, 생태환경, 실내환경, 사회경제지속성 등으로 구분하여 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가자문을 통해 예비평가지표를 선정후 지속가능한 정주지 계획목표에 따라 속성 평가지표를 설정
서울시정 개발연구원 (2000)	환경친화적 건축 및 단지개발요소 적용방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 토지이용, 물순환 및 이용, 에너지 유효이용, 녹지조성 및 생물공생, 폐기물 저감, 교통체계 정비 등 6개 분야 관리요소 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경친화적 건축 및 단지개발요소의 도출 및 계획으로서의 단계적 운용방안 제시
한국건설 기술연구원 (1998)	Greentown 개발사업 II(건축분야)	<ul style="list-style-type: none"> • Green Town 개발사업의 1차년도에서 사례분석을 통해 설정된 친환경 계획·설계기법 중 3개의 시스템 및 19개의 계획기법을 추출 	<ul style="list-style-type: none"> • 건축분야 고층고밀 환경친화형 주거단지 유형개발
대한주택공사 주택연구소 (1996)	환경친화형 주거단지 모델개발에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 환경친화적 주거단지에 대하여 국내·외 선진사례를 분석하여 환경친화형 계획요소를 총 13개 시스템 및 90개 계획기법을 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 이론적 고찰 및 주거단지에 적용가능한 연구

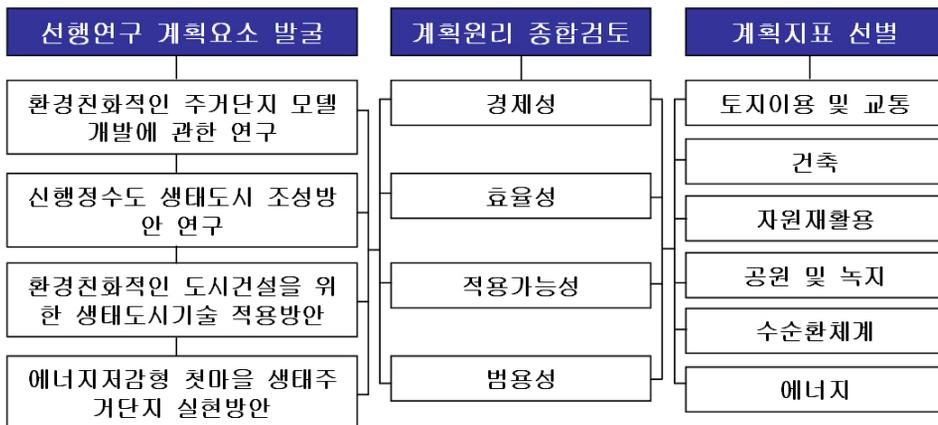
3) 계획요소 발굴

에너지 절약적인 계획지표는 비교실행척도(Comparative Performance Criteria)를 활용하여 일반적인 계획요소를 도출하고, 이를 기초로 도시계획에 반영할 수 있는 지표를 선별하는 과정을 거치게 된다. 이러한 계획지표 도출과정은 명확한 인과관계를 바탕으로 실증적인 자료에 근거하여 계량화하는 것이 필요하지만, 본 연구에서는 전문가적 판단에 의한 방법을 이용하고자 한다.

에너지 절약적인 계획요소는 선행연구인 ① '환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)'에서부터 ② '신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)', ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 '환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)'과 ④ '지속가능한 에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)'에 이르기까지 폭넓게 검토가 가능하다.

본 연구에서 에너지 절약적인 계획지표는 선행연구에서 제시된 계획요소를 경제성, 효율성, 적용가능성, 범용성 등의 기준을 가지고 연구진간 브레인스토밍을 통해 1차적으로 선별하고 유형화하였다. 선별된 계획요소는 전문가 의식조사를 거쳐 중요도를 판별하는 2단계 과정을 거치게 된다. 이제까지 연구된 에너지 절약적인 계획요소는 크게 ㉠ 토지이용 및 교통, ㉡ 건축, ㉢ 자원재활용, ㉣ 공원 및 녹지, ㉤ 수순환체계, ㉥ 에너지 등 6개 부문으로 유형화할 수 있다.

〈그림 2-1〉 에너지 절약적인 계획지표 도출과정



(1) 토지이용 및 교통 부문

토지이용 부문에서 에너지 절약적인 계획요소는 크게 ① 기능집약형 토지이용계획 요소, ② 환경친화적 공간계획 요소, ③ 자원순환형 토지이용계획 요소, ④ 탄소저감형 교통계획요소, ⑤ 기타요소 등 5가지로 세분할 수 있다.

기능집약형 토지이용계획은 도시의 평면적 확산을 억제하며, 직주근접형 토지이용과 공간계획을 수립함으로써 교통유발 수요의 최소화를 유도하여 탄소배출을 억제하는 성격을 지니고 있다. 기능집약형 토지이용계획 요소로는 적정규모의 밀도계획, 지역용량을 감안한 개발지역 선정 등 2개가 도출되었고, 연구진간 브레인스토밍을 거쳐 집약적인 밀도계획, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보권 적정성 등 3개 지표를 추가하였다.

환경친화적 공간계획은 주변의 자연환경과 친숙하게 조화되어 그 속에서 주민이 건강하고 쾌적하게 생활할 수 있도록 계획된 것을 말한다. 환경친화적 공간계획 요소는 오픈스페이스 확보를 위한 건물배치, 자연지형 활용, 생태자연도 등 고려, 생태적 배후지 보존으로 자정능력의 확보, 우수한 자연경관의 보전, 도로·하천·용도지역간 완충녹지 설치 등 6개가 도출되었다.

자원순환형 토지이용계획은 도시의 열섬현상을 방지하는 등 환경부하가 적은 순환을 기조로 하는 시스템을 말한다. 자원순환형 토지이용계획의 계획요소는 향을 고려한 단지 배치, 바람길 확보, 친환경포장 등 3개가 발굴되었다.

탄소저감형 교통계획은 교통에너지 절약적인 도시공간구조 구축을 위해 대중교통 중심의 교통 네트워크 통합도를 강화하고 교통체계를 정비하여 도보 및 자전거 이용을 촉진하여 온실가스를 저감하는 것을 말한다. 탄소저감형 교통계획 요소는 자전거도로 설치, 보행자 전용도로 설치, 보행자 공간 네트워크화, 대중교통지향형 개발, 교통정온화기법 등 5개가 도출되었고, 연구진간 브레인스토밍을 거쳐 신교통수단(모노레일, 노면전차 등) 요소를 추가하였다.

그밖에 도출된 계획요소는 공동체의식을 함양하기 위한 기법(문화여가시설 조성, 커뮤니티 공간 조성)과 U-city 관리를 통한 도시관리 운영의 효율성 항목이 조사되었다.

연구진은 브레인스토밍을 통하여 토지이용 및 교통계획 부문의 계획요소를 1차적으로 선별하였는데, 집약적인 토지이용밀도, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보권 적정성, 대중교통지향형 개발(TOD), 신교통수단(모노레일, 노면전차 등), 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자 도로, 교통정온화기법 등 8개가 도출되었다. 계획요소의 도출은 현실적인 측면에서 어느 경우이나 공통적으로 적용 또는 변경이 가능한 지표를 대상으로 하였다.

〈표 2-5〉 토지이용 및 교통계획 부문 계획요소 도출결과

구 분	계 획 요 소	① 1996 년	② 2004 년	③ 2006 년	④ 2008 년	본 연구
기능집약형 토지이용 계획	적정규모의 밀도계획		○		○	
	집약적인 밀도계획					○
	지역용량을 감안한 개발지역 선정		○			
	보행통학권의 적정성					○
환경친화적 공간계획	근린생활권 도보권 적정성					○
	오픈스페이스 확보를 위한 건물배치	○	○		○	
	자연지형 활용	○	○	○	○	
	생태자연도 등 고려		○			
	생태적 배후지 보존으로 자정능력의 확보		○			
	우수한 자연경관의 보전		○			
자원순환형 토지이용 계획	도로, 하천, 용도지역간 완충녹지 설치		○	○	○	○
	방향을 고려한 단지 배치				○	
	바람길 확보	○	○	○	○	○
탄소저감형 교통계획	친환경포장(자연재포장, 저소음포장)			○	○	
	자전거도로 설치		○	○		○
	보행자 전용도로 설치		○	○		○
	보행자 공간 네트워크화		○			
	대중교통지향형 개발(TOD)		○	○	○	○
	교통정온화기법			○	○	○
기타	신교통수단(모노레일, 노면전차 등)					○
	문화여가시설 조성		○			
	커뮤니티 공간 조성		○			
	유비쿼터스 환경 및 도시관리		○			

주: ① '환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)'에서부터 ② '신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)', ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 '환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)'과 ④ '에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)'

(2) 건축 부문

토지이용 부문에서 에너지 절약적인 계획요소는 크게 ㉠ 생태주호시스템 요소, ㉡ 자원절약 및 재활용시스템 요소, ㉢ 일조·일사 요소 등 3가지로 세분할 수 있다.

생태주호시스템은 자연환경과의 친화성이 높고, 지구환경에의 부하가 적은 주호로서 건강하고 쾌적성이 높은 거주환경을 갖추어야 하는 것이 기본적인 조건이 된다. 생태주호시스템의 계획요소로는 준접지성 확보¹⁸⁾, 태양에너지 이용(온실, 선룸 등), 실내녹화(실내분수, 실내정원, 발코니녹화 등), 자원절약형 설비(절약형 수전 및 변기) 등 4개가 도출되었다.

자원절약 및 재활용시스템은 한정적인 자원의 절약과 자원의 사용에 따른 에너지 발생을 최소화하는 방안이라고 할 수 있다. 자원절약 및 재활용시스템 계획요소는 고단열, 고기밀 자재, 백년주택구법, 환경보전형 건설시스템(건축재료 리사이클 등) 등 4개가 발굴되었다.

일조 및 일사 요소로는 방위에 따른 입면 및 창호계획, 태양열획득이 가능한 지붕계획, 자연채광 및 자연환기 등 3개가 도출되었다.

〈표 2-6〉 건축 부문 계획요소 도출결과

구 분	계 획 요 소	① 1996 년	② 2004 년	③ 2006 년	④ 2008 년	본 연구
생태주호 시스템	준접지성 확보	○				
	태양에너지 이용(온실 등)	○			○	
	실내녹화	○				
	자원절약형 설비	○				
자원절약 및 재활용 시스템	고단열, 고기밀 자재	○			○	○
	백년주택구법	○				
	환경보전형 건설시스템(건축재료 리사이클등)	○				
일조/일사	방위에 따른 입면 및 창호계획				○	
	태양열획득이 가능한 지붕계획				○	
	자연채광 및 자연환기				○	○

주: ① ‘환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)’에서부터 ② ‘신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)’, ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 ‘환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)’과 ④ ‘에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)’

18) 대표적인 사례로 주택의 내부공간과 연결되는 대형발코니를 설정하여 주택내 정원으로 활용되는 Haus 9, 주택의 전면 마당을 계획하여 발코니를 설치하여 주택내 정원으로 활용하고 내부공간과의 단차를 두어 관리의 편의를 도모한 Haus B등이 있으며, 국내에서도 단위주택내 소규모 마당공간을 도입한 아파트 등도 있음.

연구진은 브레인스토밍을 통하여 건축계획 부문의 계획요소를 1차적으로 선별하였는데, 고단열·고기밀 자재, 자연채광 및 자연환기 등 2개가 도출되었다. 계획요소의 도출은 현실적인 측면에서 어느 경우이나 공통적으로 적용 또는 변경이 가능한 지표를 대상으로 하였다.

(3) 자원재활용 부문

자원재활용 부문에서 에너지 절약적인 계획요소는 크게 ㉠ 쓰레기 재활용 요소, ㉡ 수자원 재활용 요소 등 2가지로 구분할 수 있다. 한정적인 자원의 절약과 자원의 사용에 따른 폐기물 발생을 최소화하기 위해 수자원 재활용, 쓰레기 재활용방안이 수립되어야 한다는 연구가 다수를 차지하고 있다.

쓰레기 재활용의 계획요소는 음식쓰레기 퇴비화, 쓰레기 재활용, 자연친화적 쓰레기 처리 등 3개가 발굴되었고, 수자원 재활용 계획요소는 중수 활용, 우수집수시설 등 2개가 도출되었다.

연구진은 브레인스토밍을 통하여 자원재활용 부문의 계획요소를 1차적으로 선별하였는데, 음식쓰레기 퇴비화, 중수활용, 우수집수시설 등 3개가 도출되었다. 계획요소의 도출은 현실적인 측면에서 어느 경우이나 공통적으로 적용 또는 변경이 가능한 지표를 대상으로 하였다.

〈표 2-7〉 자원재활용 부문 계획요소 도출결과

구분	계 획 요 소	① 1996 년	② 2004 년	③ 2006 년	④ 2008 년	본 연구
자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화	○		○		○
	쓰레기 재활용	○				
	자연친화적 쓰레기 처리		○			
	중수 활용	○				○
	우수집수시설	○	○	○	○	○

주: ① '환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)'에서부터 ② '신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)', ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 '환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)'과 ④ '에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)'

(4) 공원 및 녹지 부문

공원 및 녹지 부문에서 에너지 절약적인 계획요소는 크게 ㉠ 그린네트워크 및 생태녹화시스템 요소, ㉡ 인공지반 및 건물녹화 요소, ㉢ 생물과의 공생요소 등 3가지로 세분할 수 있다.

그린네트워크 시스템은 단지내 기존 구릉지나 녹지를 보전하는 것에서 출발하여 기존 수목재 식재, 종다양화 식재, 다층구조 식재, 동물유인수 식재, 대기정화수 식재, 미기후조절 식재 등의 생태녹화 방법으로 자연학습원, 생물소공간, 녹도, 공원 등을 집적화하고 거점을 형성하여 연결하는 것이다. 그린네트워크 시스템 계획요소로는 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 녹화공간 확충, 실용녹화(유실수녹화 등), 생태녹화(미기후조절식재 등), 생태학습원, 보행녹도, 생태면적률 등 8개가 도출되었다.

인공지반 및 건물녹화 요소는 인공구조물 가운데서 자연성을 유지하고 회복하는 기능 외에도 주거공동체를 형성하기 위한 공간이라고도 할 수 있다. 인공지반 및 건물녹화 요소는 입체녹화(지붕녹화·입면녹화), 지하주차장 상부녹화, 절성토 사면 생태녹화, 친환경 방음벽 등 4개가 도출되었다.

생물과의 공생은 지역내 오픈스페이스를 생물다양성의 증대를 위해 비오톱의 서식처 단편화를 방지하고 생물이 자유로이 이동하며 서식할 수 있도록 중심녹지를 거점으로 생물이동통로를 연결하며, 종다양성이 높은 식재방법으로 생태계 질서를 유지하는 것이라고 할 수 있다. 생물과의 공생요소는 생태이동통로 조성, 생태연못, 비오톱 조성 등 3개가 도출되었다.

연구진은 브레인스토밍을 통하여 공원 및 녹지 부문의 계획요소를 1차적으로 선별하였는데, 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 보행녹도, 입체녹화(지붕녹화·벽면녹화), 생태연못 조성, 바람길 조성, 생태이동통로, 생태면적률 등 8개가 도출되었다. 계획요소의 도출은 현실적인 측면에서 어느 경우에도 공통적으로 적용 또는 변경이 가능한 지표를 대상으로 하였다.

〈표 2-8〉 공원 및 녹지 부문 계획요소 도출결과

구분	계획요소	① 1996 년	② 2004 년	③ 2006 년	④ 2008 년	본 연구
그린 네트워크 시스템	그린네트워크(그린웨이)		○	○	○	○
	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지		○			
	녹화공간 확충	○			○	
	실용녹화(유실수녹화 등)	○				
	생태녹화(미기후조절식재 등)	○				
	생태학습원	○				
	보행녹도					○
	생태면적률					○
인공지반 및 건물녹화	입체녹화(지붕녹화/입면녹화)	○			○	○
	지하주차장 상부녹화				○	
	절성토 사면 생태녹화				○	
	친환경 방음벽					
생물과의 공생	생태이동통로 조성		○		○	○
	생태연못	○				○
	비오톱 조성		○	○	○	

주: ① '환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)'에서부터 ② '신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)', ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 '환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)'과 ④ '에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)'

(5) 수순환체계 부문

수순환체계 부문에서 에너지 절약적인 계획요소는 크게 ① 친수환경 조성 요소, ② 수질환경 개선 요소, ③ 우수활용 요소 등 3가지로 구분할 수 있다.

친수환경은 자연정화를 도모하고 계절감이나 청량감, 정서적으로 자연적인 분위기의 환경으로서 단지내 생태계의 기능적·상징적 효과를 지닌다고 할 수 있다. 친수환경 조성 요소로서 친수하천(실개천) 조성이 도출되었다.

수질환경 개선 요소로는 수질정화시설, 환경친화적 하수처리, 자연형 하천 공법 등 3개가 도

출되었고, 우수활용 요소로는 침전조, 잔디 및 자갈수로, 투수성 포장재 등 3개가 발굴되었다.

연구진은 브레인스토밍을 통하여 수순환체계 부문의 계획요소를 1차적으로 선별하였는데, 투수성 포장, 친수하천 조성 등 2개가 도출되었다. 계획요소의 도출은 현실적인 측면에서 어느 경우이나 공통적으로 적용 또는 변경이 가능한 지표를 대상으로 하였다.

〈표 2-9〉 수순환체계 부문 계획요소 도출결과

구분	계획요소	① 1996 년	② 2004 년	③ 2006 년	④ 2008 년	본 연구
친수환경 조성	친수하천 조성	○	○			○
수질환경 개선	수질정화시설	○		○		
	환경친화적 하수처리		○			
	자연형 하천 공법			○		
우수활용	침전조				○	
	잔디 및 자갈수로				○	
	투수성 포장재				○	○

주: ① ‘환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)’에서부터 ② ‘신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)’, ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 ‘환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)’과 ④ ‘에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)’

(6) 에너지 부문

에너지 부문에서 에너지 절약적인 계획요소는 ㉠ 재생에너지 이용 요소, ㉡ 자연에너지 이용 요소, ㉢ 집단에너지 이용 요소로 세분할 수 있다.

재생에너지이용 요소는 태양에너지활용시스템(액티브솔라, 패시브솔라), 태양광시스템, 풍력 에너지 이용, 지열활용 시스템 등 5개가 도출되었다. 자연에너지이용 요소는 청정에너지 활용(LPG, LNG)가 도출되었고, 집단에너지이용 요소는 열병합발전기, 흡습식 냉난방기 등 2개가 도출되었다¹⁹⁾.

19) 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에서 신·재생에너지설비의 정의는 다음과 같음.

1. 태양에너지설비

가. 태양열설비 : 태양의 열에너지를 변환시켜 에너지원으로 이용하는 설비

연구진은 브레인스토밍을 통하여 에너지 부문의 계획요소를 1차적으로 선별하였는데, 태양열 이용(액티브솔라 시스템, 패시브솔라 시스템), 태양광 발전, 지열에너지, 풍력에너지, 집단에너지 사업(열병합발전) 등 6개가 도출되었다. 계획요소의 도출은 현실적인 측면에서 어느 경우에도 공통적으로 적용 또는 변경이 가능한 지표를 대상으로 하였다.

〈표 2-10〉 에너지 부문 계획요소 도출결과

구분	계획요소	① 1996년	② 2004년	③ 2006년	④ 2008년	본 연구
재생에너지이용	태양에너지활용시스템(액티브솔라)	○		○		○
	태양에너지활용시스템(패시브솔라)	○		○	○	○
	태양광시스템				○	○
	풍력에너지 이용	○				○
	지열활용 시스템	○	○	○	○	○
자연에너지이용	청정에너지 활용(LPG, LNG)		○			
집단에너지이용	열병합발전기				○	○
	흡습식 냉난방기				○	

주: ① ‘환경친화적인 주거단지 모델 개발에 관한 연구(1996년, 대한주택공사 주택연구소)’에서부터 ② ‘신행정수도 생태도시 조성방안 연구(2004년, 한국토지공사)’, ③ 행정중심복합도시를 대상으로 연구한 ‘환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안(2006년, 국토연구원)’과 ④ ‘에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안(2008년, 대한주택공사 주택도시연구원)’

- 나. 태양광설비 : 태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하거나 채광에 이용하는 설비
2. 바이오에너지설비 : 생물유기체(유기성폐기물을 포함한다)를 변환시켜 바이오디젤·바이오에탄올·바이오가스·바이오액화유·합성가스·펠릿·우드칩·펠릿·목탄 및 바이오매스 등의 에너지원을 생산하는 설비
3. 풍력설비 : 바람의 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비
4. 수력설비 : 물의 유동에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비
5. 연료전지설비 : 수소와 산소의 전기화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 생산하는 설비
6. 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유를 가스화한 에너지 설비 : 석탄·중질잔사유의 저급연료를 액화 또는 가스화시켜 전기 또는 열을 생산하는 설비
7. 해양에너지설비 : 해양의 조수·파도·해류·온도차 등을 변환시켜 전기 또는 열을 생산하는 설비
8. 폐기물에너지설비 : 폐기물을 변환시켜 연료 및 에너지를 생산하는 설비
9. 지열에너지설비 : 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 변환시켜 에너지를 생산하는 설비
10. 수소에너지설비 : 물이나 그 밖에 연료를 변환시켜 수소를 생산하거나 이용하는 설비

2. 관련정책 및 제도동향

1) 기후변화 대응 도시계획제도 동향

(1) 국토계획법상의 도시계획체계

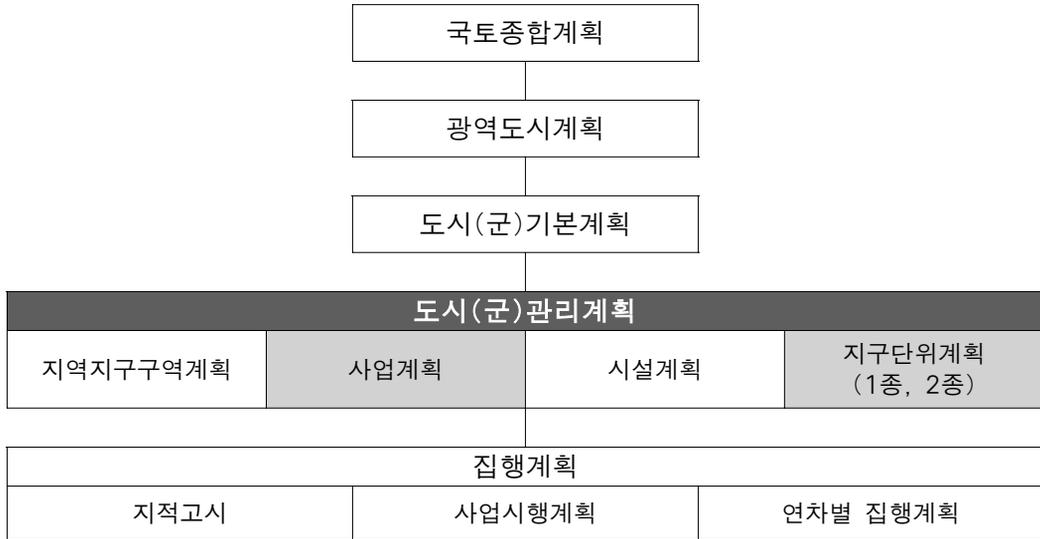
『국토계획법』에 의한 계획체계는 공간수준에 따라 광역도시계획-도시계획-지구단위계획이라는 3층제로 구성된다. 『국토계획법』에서 도시계획은 도시(군)기본계획과 도시(군)관리계획을 포괄하는 의미로 사용된다. 이러한 맥락에서 국토이용계획과 도시계획은 도시관리계획 차원에서 통합되고 일원화되었다.

도시관리계획은 용도지역·용도지구·용도구역의 지정·변경에 관한 계획, 기반시설의 설치·정비 및 개량에 관한 계획, 도시개발사업 또는 정비사업에 관한 계획, 지구단위계획으로 구분한다. 이 연구에서 저탄소 에너지 절약적 도시계획은 도시기본계획과 도시관리계획(용도지역·용도지구·용도구역의 지정·변경에 관한 계획과 기반시설의 설치·정비 및 개량에 관한 계획을 제외한 도시개발사업 또는 정비사업에 관한 계획, 지구단위계획)을 대상으로 한다.

지구단위계획은 도시(군)관리계획의 하나로서, 도시계획체계상 광역도시계획이나 도시(군)기본계획의 하위계획으로 이들 상위계획에서 나타난 도시정책 방향을 특정지역의 국지적 여건에 맞게 구체화하여 하위의 집행계획이나 건축계획 등에 지침을 제시하는 계획이라고 할 수 있다.

도시관리계획은 그 범위가 특별시, 광역시, 시 또는 군 전체에 미치고 용도지역·용도지구 등 토지이용계획과 기반시설의 정비 등에 중점을 두며, 건축계획은 그 범위가 특정필지에 미치고 건축물 등 입체적 시설계획에 주안점을 두고 있다. 이에 비하여, 지구단위계획은 관할 행정구역내의 일부지역을 대상으로 토지이용계획과 건축물계획이 서로 환류되도록 함으로써 평면적인 토지이용계획과 입체적인 시설계획이 서로 조화를 이루도록 하는데 있다. 이를 통하여 개별 건축이 이를 수 없는 바람직한 지구전체의 수준 높은 환경을 조성하고 도시 전체에 대한 개략적인 도시계획을 지구특성에 맞게 구체화가 가능하다.

〈그림 2-2〉 국토계획법의 도시계획체계



(2) 기후변화 대응 도시계획의 동향

국토해양부는 2009년 7월 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침(2009.7.15)」을 제정·고시하였다. 기후변화에 대비하여 도시계획 차원에서 온실가스 감축을 통한 종합적인 기후변화 완화 및 적응계획을 수립하여 대응할 필요성이 제시되었기 때문이다. 이 지침은 기후변화에 따른 자원·환경위기를 극복하고, 도시공간 측면에서 ‘저탄소 녹색성장’을 위한 도시공간 조성 기준을 제시하고 있다.

이 지침은 권고적 지침으로 기존 도시계획지침의 보완적 지침으로 적용토록 하여 기존 도시계획지침과의 관계를 명확하게 하고, 지자체의 지역적 여건을 고려하여 지침의 적용범위(공간적·시간적)를 탄력적으로 운용하도록 규정하고 있다.

「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침」은 광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획별로 저탄소 녹색성장 수립기준을 제시하고 있다. 계획수립시에 온실가스 배출현황과의 상관성을 파악하여 온실가스 감축을 위한 주요 요인을 분석하고, 부문별(토지이용, 녹지, 환경보존, 교통물류, 광역시설, 신·재생 에너지 등) 계획 수립시에 온실가스 감축을 위한 전략

을 제시하도록 하였다.

특히, 도시기본계획 및 도시관리계획의 온실가스 감축전략으로는 토지이용계획 수립시에 에너지 절감, 신·재생 에너지 보급 활성화 및 온실가스 배출을 저감할 수 있도록 계획을 수립하도록 하고 있다.

앞으로 도시계획(광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획)을 수립할 때 온실가스 배출의 장래 예측을 통하여 온실가스 감축을 중심으로 기후변화 대응계획을 수립하는 것은 시대적 여건을 반영하는 것이다. 다만, 충청남도와 같이 기존에 온실가스 배출량이 높은 지역(충남의 온실가스 배출량은 전국 최고 수준으로 2006년 현재 1.51백만톤)의 도시계획적 가이드라인은 차별화되어야 할 것이다.

정부는 기후변화에 대응하여 앞으로 조성되는 신도시는 신·재생에너지 활용, 분산형 빗물 관리시스템 도입 등 저탄소 에너지 절약형 신도시로 조성하기로 하였다. 이를 위해 『지속가능한 신도시계획기준』, 『도시계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙』 등을 개정하여 신도시 건설시에 적용하기로 했다. 『지속가능한 신도시계획기준』 중 에너지 이용 및 자원순환 부분, 자연순응형 개발부분, 물순환시스템 구축 부분, 교통시설의 분류 및 설치기준 등 보완이 필요하다는 이유에서이다.

〈표 2-11〉 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침의 주요내용

구 분		광역도시계획	도시기본계획	도시관리계획
적용기준		<ul style="list-style-type: none"> 광역계획권의 미래상과 부합하는 저탄소 녹색성장 전략을 목표로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 지방자치단체의 미래상 및 장기 발전방향과 부합하는 저탄소 녹색성장 전략을 목표로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 상위계획의 녹색성장 전략목표에 부합하는 전략을 제시, 구체적인 실천전략으로 수립
온실가스 배출현황조사		<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출현황과의 상관성을 파악하여 온실가스 감축을 위한 주요 요인을 분석·제시 	<ul style="list-style-type: none"> 지역별 여건을 고려하여 과거 5년 이상의 자료를 에너지부문을 기본으로 조사하고, 다만 필요할 경우 IPCC 기준의 부문별 온실가스 배출현황도 조사 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 도시기본계획수립시 조사한 온실가스 배출현황 조사자료를 활용하여 온실가스 배출 장래 예측을 제시
온실가스 감축 전략	공간 구조	<ul style="list-style-type: none"> 저탄소 녹색성장을 위한 집약적인 공간구조 개편 및 공간 분석을 통한 온실가스 감축계획을 포함하는 목표 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출을 감축할 수 있는 도시공간구조의 개편방향 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 생활권 단위의 공간구조 계획에서 생활·편익 시설과 교통계획이 연계되어 보행자, 녹색·대중교통 중심의 에너지 효율적인 공간구조가 되도록 계획
	토지 이용		<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절감, 신·재생 에너지 보급 활성화 및 온실가스 배출을 저감할 수 있도록 계획을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 용도지역·용도지구·용도구역계획 수립시 해당 용도의 토지이용에 부합하는 온실가스 감축방안을 고려하여 수립
	교통 체계	<ul style="list-style-type: none"> 부문별 계획 수립시 온실가스 감축을 위한 전략을 제시토록 적용 기준 반영 	<ul style="list-style-type: none"> 버스(BRT등)·지하철·경전철 등의 대중교통 수단을 확대하고 자전거 및 보행 등 비동력 교통수단을 활성화하는 등 녹색교통 체계로 전환하는 계획을 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 도시기본계획의 내용을 구체화하여 기반시설의 현황분석, 수요추정, 입지판단 및 사업시행 가능성 등을 검토할 때 온실가스 배출 감축도 함께 감안하여 제시
	기반 시설		<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 시설을 확대하고, 체계적인 물관리의 일환으로 빗물처리에 대한 대응계획을 수립 	

주: 국토해양부, 2009, 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침」을 요약

(3) 지구단위계획의 계획요소

지구단위계획은 2000년 『도시계획법』 개정 당시 상세계획과 도시설계를 통합하면서 신설된 제도로써, 이 때 지구단위계획은 하나의 계획체계로서 자리를 잡으면서 그 위상이 강화되었다. 즉, 종전의 상세계획과 도시설계는 상세계획구역과 도시설계지구에 한해 적용될 수 있었기 때문에 사실상 용도지역·지구·구역제에 종속된 하위의 개념이었으나, 『도시계획법』 개정을 통해 용도지역제상의 지구나 구역과 상관없이 지구단위계획을 수립할 수 있게 됨으로써 용도지역제의 틀에서 벗어나게 되었다. 그리고 『국토계획법』에 의해 지구단위계획은 비도시지역까지 확대되게 되었는데, 이는 우리나라의 국토이용 관리방식이 용도지역제 중심에서 지구단위계획 중심으로 전환되고 있는 추세를 반영하고 있는 것으로 볼 수 있다²⁰⁾.

지구단위계획은 공간적 범위가 비도시지역으로 확장되면서 제2종 지구단위계획이 도입됨으로써, 지구단위계획은 제1종과 제2종 지구단위계획으로 구분되었다. 제2종 지구단위계획은 『국토계획법』상 계획관리지역을 비롯하여 개발진흥지구에 대해 적용하도록 되어 있으며, 용도지역·지구제를 보완하여 특정지역을 보다 상세하게 계획하고 체계적으로 관리하기 위한 제도로 새로이 자리 잡게 되었다.

제1종 지구단위계획은 토지이용의 합리화·구체화 및 기능·미관의 증진이 주요 목적인데 비하여, 제2종 지구단위계획은 도시화가 예상되는 지역을 체계적으로 개발·관리하기 위한 것이다. 또한, 종별 지구단위계획은 계획의 수립대상지역이 다르다는 특징을 가지고 있다. 제1종 지구단위계획은 수립 대상지역이 특정 용도지역지구에 한정되어 있지 않지만, 제2종 지구단위계획은 계획관리지역과 개발진흥지구라는 비도시지역의 특정 용도지역지구에 한정되어 있다.

그리고 제1종 지구단위계획이 계획구역내의 법규상 허용된 개발밀도나 행위제한 기준을 강화하여 계획수립의 목적을 달성하고자 하는 반면, 제2종 지구단위계획은 계획구역 밖의 개발행위를 계획구역 안으로 유도하기 위하여 법규상 허용된 개발밀도나 행위제한 기준을 넘어서까지 완화할 수 있도록 하고 있다. 이밖에 종별 지구단위계획의 차이점은 <표 2-12>에서와 같이 지정면적, 계획내용, 대상지역 여건, 인센티브, 실현성 등에서 크게 나타난다.

20) 건설교통부·국토연구원, 2002. 「국토이용체계 개편에 따른 세부운영방안에 관한 연구」.

〈표 2-12〉 제1종, 제2종 지구단위계획의 비교

구 분	제1종 지구단위계획	제2종 지구단위계획
수립목적	• 토지이용의 합리화·구체화 및 기능·미관의 증진	• 도시화가 예상되는 지역을 체계적으로 개발관리
대상지역	• 기성시가지나 대규모 신개발사업지구, 용도지역 해제지구 등 집약적 토지이용이 발생하는 곳	• 계획관리지역 • 개발진흥지구
지정면적	• 구역지정 면적기준 없음*	• 최소면적기준 제시
계획내용	• 의무적 수립 항목에 관한 규정 없음	• 도로 등 기반시설과 건축물 용도제한, 건폐율, 용적률, 높이, 교통처리 계획 등 계획 필수
대상지역 여건	• 기반시설의 골격은 조성되거나 계획되어 있으나 세부적인 내용은 미흡	• 소규모 저밀개발지역 또는 미개발지역으로 기반시설의 설치 또는 설치방향 등이 정하여져 있지 않음
개발규모, 행위제한	• 용도지역내의 허용개발규모 및 행위제한 범위내에서 완화	• 용도지역내 허용개발 규모 및 행위제한 범위를 넘어 완화
인센티브	• 법에서 정한 용도지역 허용용도중 조례로 정하지 아니한 용도까지 허용가능 • up-zoning이 아닌 경우에 한하여 도로, 공원 등 공공시설을 제공한 비율에 따라 건폐율, 용적률 및 건축물의 높이 완화	• 특정용도외의 건축물 모두 허용가능 • 용도지역 허용범위를 넘어 건폐율, 용적률 완화 • 용도지역에서 적용하는 건폐율(40%)과 용적률(100%)의 1.5배에서 완화
기반시설 설치주체	• 공공	• 공공 또는 민간(사업과 연계)
실현성	• 관리차원의 계획	• 직접 개발사업과 연계

주: 제1종지구단위계획의 경우, 기본적으로 지정면적에 대한 기준은 없으나 예외적으로 시가화조정구역, 공원해제지역, 용도지역변경지역 등으로서 30만㎡ 이상인 지역에 대해서는 의무적으로 지정하도록 하고 있음

자료: 1. 한국도시계획학회, 2004, 「지구단위계획의 이해와 활용」.

2. 안정근외, 2002, “제2종지구단위계획제도의 의의와 성격”, 대한국토도시계획학회.

지구단위계획에 포함되는 계획요소는 지구단위계획의 종류에 따라 다르게 적용된다. 제1종 지구단위계획의 경우 <표 2-13>에서처럼 기존 시가지의 정비, 기존 시가지의 관리, 기존 시가지 보전, 신시가지 개발, 복합구역 등 공간형태별로 계획요소가 달라진다. 이에 비하여 제2종 지구단위계획의 경우에는 유형별로 계획요소가 다르게 적용된다.

〈표 2-13〉 지구단위계획의 계획요소

구역의 종류		계획요소
1종	기존 시가지 정비	• 기반시설, 교통처리, 건축물의 용도, 건폐율·용적률·높이 등 건축물의 규모, 공동개발 및 맞벽건축, 건축물의 배치와 건축선
	기존 시가지 관리	• 용도지역·용도지구, 기반시설, 교통처리, 건축물의 용도, 건폐율·용적률·높이 등 건축물의 규모, 공동개발 및 맞벽건축, 건축물의 배치와 건축선, 경관
	기존 시가지 보전	• 건축물의 용도, 건폐율·용적률·높이 등 건축물의 규모, 건축물의 배치와 건축선, 건축물의 형태와 색채
	신시가지 개발	• 용도지역·용도지구, 환경관리, 기반시설, 교통처리, 가구 및 획지, 건축물의 용도, 건폐율·용적률·높이 등 건축물의 규모, 건축물의 배치와 건축선, 건축물의 형태와 색채, 경관
	복합구역	• 목적별로 해당하는 계획사항을 포함하되, 나머지 사항은 지역특성에 맞게 필요한 사항을 선택
2종	주거형	• 의무포함사항: 기반시설, 교통처리, 가구 및 획지, 건폐율·용적률·높이 등 건축물의 규모
	산업형	• 의무포함사항: 기반시설의 배치 및 규모, 건축물의 용도·용적률·건폐율·높이

자료: 한국도시설계학회, 2008, 지구단위계획의 실제

2) 에너지정책 및 관련계획

(1) 중앙정부의 에너지정책 방향

① 제1차 국가에너지기본계획

정부는 유가 폭등, 기후변화 등 국내·외적 위기에 직면하고 있는 에너지 분야에 대한 미래 지향적인 정책을 추진하기 위해 국가에너지기본계획을 수립하였다. 중·장기 에너지정책의 기본방향을 설정하고 국가경제 발전에 필요한 에너지자원을 확보하며, 국내수급 안정 및 안정적 공급 등을 추진하기 위해서이다. 즉, 국가에너지기본계획은 에너지 안보, 효율, 환경 등 국가에너지 정책목표를 효과적으로 달성하기 위해 마련한 최상위 국가에너지 전략이다.

2008년 발표된 「제1차 국가에너지 기본계획(2008~2030)」은 국정비전인 저탄소 녹색성장을 에너지 부문에서 뒷받침하며, 석유 이후의 시대를 고려한 장기 에너지 비전을 담고 있다.

이 계획에서는 지구 온난화와 화석에너지의 고갈이라는 에너지 위기를 극복할 수 있는 대안은 에너지 수요의 감축과 대체에너지의 보급·확대뿐이라는 점을 강조하고 있다. 대체에너지가 탈석유의 대안으로 자리잡기에는 상당한 시간이 소요되기 때문에 최대한 에너지를 절약하고 에너지의 효율을 높이는데 목표를 두고 있다. 특히, 분야별 대책에 에너지 사용효율의 개선방안을 제시하고, 지속가능한 효율시스템을 구축하여 2030년까지 에너지원단위를 47% 개선(연평균 2.6%)하는 목표를 설정하였다.

동 계획은 에너지 위기에 대응하기 위한 국가차원의 종합 에너지 관리대책이나, 화석연료와 공급중심의 정책적인 한계를 가지고 있다. 다만, 충남과 같은 화석연료 다소비체제를 개선하는데 시사하는 바가 크다.²¹⁾

가정·상업부문은 서비스업의 상대적인 높은 성장으로 가장 빠른 수요 증가가 예상되어(연평균 2.1%) 증가율을 1.1%로 낮추고, 공공기타 부문은 예상 증가율인 1.9%에서 0.3%로 낮추도록 하였다. 가정상업부문은 에너지 절약, 친환경 건축 및 에너지 절감 역량 강화를 목표로, ① 건물설계·건축단계에서 에너지 효율 관리 강화, ② 건축물 에너지 효율 정보제공 활용시스템 확대 및 기존 건물에 대한 에너지 절약형 리모델링 활성화, ③ 에너지 효율기준의 단계별 상향 표준화로 신기술 R&D 육성, ④ 집단에너지 공급확대 및 소형 열병합발전으로 대규모 주택단지 중심 난방에너지 효율향상 및 가스난방 보급의 확대 등 정책 로드맵을 제시하였다. 세부적으로는 에너지사용계획 협의제도 활용, 건축물 에너지 절약 설계기준 상향조정, 초 에너지 절약형 건물 개발 및 보급, 건축물 에너지효율 표시제도 확대 등이 포함되어 있다.

공공인프라 부문은 사회전체적인 절약 분위기를 선도하는 목표로, ① 공공부문의 에너지 절약 선도 역할 강화, ② 에너지공급자의 효율향상 목표설정으로 에너지 효율 투자지원 확대, ③ 소비부문별 에너지 효율 지표관리 및 효율정책 평가관리 강화, ④ 에너지 절약 사회분위기 조성에 의한 탄소저감형 생활문화 정착을 정책 로드맵으로 제시하였다. 공공건물 에너지소비 총량제 및 신·재생에너지 활용강화, 탄소중립 정부행사, 국민실천 행동요령 등이 세부과제로 포함되었다.

21) 충남발전연구원, 2008, 지속가능한 충청남도 에너지 정책방향에 관한 연구

〈표 2-14〉 제1차 국가에너지기본계획의 전략과 이행과제

4대 전략과 이행과제	지 표	2006년	2030년
에너지 저소비 저탄소사회 구현 ① 에너지사용 효율의 개선 ② 에너지 시장의 효율화 및 합리적 가격체계 구축 ③ 기후변화 대응능력 향상	에너지원단위	0.341	0.185
脫 화석에너지화 ④ 신·재생에너지 개발·보급 확대 ⑤ 원전의 공급능력 및 국민이해 기반 확충	석유의존도 신·재생에너지 비중	43.4 2.4	33 11
에너지자립· 에너지복지 실현 ⑥ 해외자원개발 역량 확충 ⑦ 에너지의 안정적 공급 ⑧ 에너지 복지 강화	에너지 빈곤층 비율 자주개발률	7.8 4.2	0 40
그린에너지산업의 성장 동력화 ⑨ 그린에너지산업 기반 구축 ⑩ 에너지산업 해외 진출 확대	에너지 기술 수준	60	세계최고 수준

주: 에너지기술 수준은 선진국=100 기준

② 기후변화대응 종합기본계획

기후변화협약대책위원회는 1999년부터 4차례에 걸쳐 기후변화 종합대책을 수립하였으며, 2008년 6월 「기후변화대응 종합기본계획」을 발표하였다. 1~3차 대책은 의무부담에 따른 Action Plan보다는 의무부담에 대비한 대응기반 구축 등에 중점을 두고 3년 주기로 수립·추진되었다.

2007년 12월 4차 종합대책을 수립하였으나, 국제사회 대응노력에 대한 동참이 부족하고 저탄소 경제구조로 체질을 전환하기 위한 종합대책이 미흡하여 2008년 6월 「기후변화대응 종합기본계획」을 새롭게 수립하였다.

이번 계획은 기존의 개발 성장 위주의 발전전략을 새로운 국가발전 패러다임으로 대체하기 위하여 기후변화대응 비전을 “범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소사회 구현”으로 설정하였다.

저탄소사회 구현을 위해서 경제 각 부문별 탄소집약도(CI : Carbon Intensity)²²⁾를 개선하

22) 탄소집약도(CI)는 ‘저탄소사회’의 척도로서 청정성(=온실가스 배출량/에너지 사용량)과 효율성(=온실가스 배출량/GDP)을 의미함.

고, 녹색성장을 위해서는 생태효율성(EE : Eco Efficiency)²³⁾을 제고할 계획이다. 또한 목표별로 핵심적인 실천과제를 장·단기 과제로 구분하여 추진하고, 저탄소 녹색 성장의 비전을 대외 원조(ODA)의 기조로 반영하여 개도국에 대한 국제 리더십을 제고함과 동시에, 국민과의 소통을 통해 이해와 참여를 높일 계획이다.

이와 함께 정부는 저탄소 녹색성장을 달성하기 위해 다양한 정책 수단을 제시하였다. 첫째, 법적·제도적 기반을 강화하기 위해 저탄소 녹색성장을 위한 법적기반 마련, 국가 배출통계 시스템 구축, 신·재생에너지 입지규제 완화, 배출권 거래제의 중장기적 도입도 검토할 계획이다.

둘째, 교통혼잡비용을 줄이기 위해 철도·경전철 등 친환경교통수단을 확대하고, 공항·대공원 등 다중이용시설의 대중교통접근성을 높이며, 오염자부담원칙에 따라 자동차 CO₂ 배출규제도 강화해 나갈 계획이다.

마지막으로, 기후 친화적인 방향으로 세제를 개편하거나 중·장기적으로 (가칭) 탄소세의 도입을 검토하되 국민의 세부담이 늘지 않도록 조세 중립적으로 운영할 계획이다.

이 계획에서는 국토·도시의 설계 단계부터 건물·교통정책에 이르기까지 사회 전 분야에 걸쳐 온실가스 감축과 적응을 추진하여 국민의 삶의 질이 한층 높아질 것으로 전망하고 있다. 이를 위해 철도, 경전철 및 도시간의 종합적인 대중교통망을 대폭 확충하는 계획과 경차, 친환경·고효율 그린카 보급 확대, 건물의 에너지 소비감소 및 CO₂ 발생량을 감축할 수 있도록 그린홈, 그린빌딩 확대 등 녹색생활 환경을 창출할 계획을 수립하고 있다.

특히, 신·재생에너지 보급률을 제고하기 위해 초기 시장 창출 및 보급 프로그램에 2030년까지 약 111조원을 투입할 예정이다. 프로그램에는 그린홈 100만호 조성 사업 외에 태양에너지 마을 조성, 전국 4대 권역별 폐기물 에너지타운 건설 등이 포함되어 있다. 또한 2012년 신·재생에너지 의무할당제(RPS)를 도입하여 시장 기반을 조성하고, 신·재생에너지 설치 의무 대상을 현재의 3,000m² 이상의 공공기관 신축 건물에서 증개축 건물 및 학교시설까지 확대하도록 하는 등 보급지원 제도를 강화하도록 하였다. 태양광과 풍력은 수출산업화를 추진하여 차세대 신성장 동력으로 육성할 계획이다.

23) 생태효율성(EE)은 '녹색성장'의 척도로서 에너지를 포함한 물, 공기, 토지 등 모든 생태자원 사용의 효율과 청정성을 제고함으로써 새로운 기술개발과 투자 확대를 통해 경제성장을 촉진하는 것을 의미[환경비용(Environmental Cost)/경제적 산출물(Economic Output)]함.

(2) 개발사업에 대한 에너지 사용계획

현재 에너지 절약과 관련된 업무를 수행하고 있는 정부 부처는 국토해양부와 지식경제부이다. 국토해양부는 『건축법』 제66조 “건축물의 에너지 이용과 폐자재 활용”에 근거한 건축물의 열손실 방지 규정(단열 기준)을 시행하고 있으며, 일정 규모 이상의 건축물에 대한 에너지 절약설계기준을 시행하고 있다. 지식경제부는 『에너지이용합리화법』에 근거하여 에너지효율등급표시제와 효율관리 제도를 실시하고 있으며, 기타 에너지관리공단을 통한 주택단열개수사업, 에너지 관리진단 실시, 에너지 다소비업체 관리제도, 에너지 절약전문기업(ESCO) 사업 등을 지원하며, 지역난방 등 에너지공급 부문을 관리하고 있다.

특히, 『에너지이용합리화법』에 의해 일정규모 이상의 에너지를 사용하는 사업을 실시하거나 시설을 설치할 때에는 에너지 사용계획에 대하여 지식경제부장관과 사전에 협의하여야 한다.

에너지 사용계획서는 사업의 실시와 시설의 설치로 에너지수급에 미칠 영향과 에너지소비로 인한 온실가스의 배출에 미칠 영향을 분석하고, 소요에너지의 공급계획 및 에너지의 합리적 사용과 그 평가에 관한 계획을 수립하여, 그 사업의 실시 또는 시설의 설치 전에 지식경제부장관에게 제출하여야 한다.

협의대상 사업은 도시개발사업, 산업단지개발사업, 에너지개발사업, 항만건설사업, 철도건설사업, 공항건설사업, 관광단지개발사업, 개발촉진지구개발사업 또는 지역종합개발사업 등이다. 의무적으로 에너지사용계획 사전협의를 실행해야하는 공공사업 주관자는 연간 2,500TOE 이상의 연료 및 열을 사용하는 시설, 혹은 연간 1,000만kWh 이상의 전력을 사용하는 시설을 설치하는 자이며, 민간사업 주관자는 연간 5,000TOE 이상의 연료 및 열을 사용하는 시설, 연간 2,000만kWh 이상의 전력을 사용하는 시설을 설치하려는 자이다.

에너지사용계획의 협의대상사업 등의 구체적인 범위 및 계획제출시기, 계획의 내용과 검토 기준 및 방법 등은 다음 표와 같다.

에너지사용계획의 사전검토를 위해 심의회의를 운영하는데, 에너지사용계획서 종합평가 점수가 90점 이상이거나 에너지절감률, 신·재생에너지 비율, 에너지절감설비 투자율 등의 항목이 모두 양호한 경우에는 심의회의를 생략할 수 있다. 에너지절감률이나 신·재생에너지 비율에서 공공사업 주관자의 의무설치사항은 제외된다. 반면 종합평가 점수가 70점 미만이거나 항목이 모두 부실한 경우 재심의를 의해 보완이 이루어진다.

〈표 2-15〉 에너지사용계획 수립대상과 계획 제출시기

구분		대상		제출시기
근거법	개발사업 ¹⁾	공영개발	민간개발	
도시개발법	도시개발사업	30만㎡ 이상	60만㎡ 이상	실시계획 인가신청 전
	공업지역조성사업	30만㎡ 이상		실시계획 인가신청 전
도시 및 주거환경정비사업법	주거환경정비사업	30만㎡ 이상	60만㎡ 이상	지자체시행(사업시행 계획 확정 전), 그 밖의 경우(사업시행 인가신청 전)
주택법	주택건설사업 및 대지조성사업	30만㎡ 이상	60만㎡ 이상	사업계획 승인신청 전
택지개발촉진법	택지개발사업	30만㎡ 이상	60만㎡ 이상	실시계획 승인신청 전
물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률	물류단지 개발사업	30만㎡ 이상	40만㎡ 이상	실시계획 승인신청 전
산업입지 및 개발에 관한 법률	산업단지 개발사업	15만㎡ 이상	30만㎡ 이상	실시계획 승인신청 전
관광진흥법	관광단지 개발사업	30만㎡ 이상	50만㎡ 이상	조성계획 승인신청 전
지군법 ²⁾	개발촉진지구 개발사업· 지역종합개발사업	모두	모두	실시계획 승인신청 전

주: 1. 에너지개발사업, 철도건설사업, 공항건설사업은 『에너지사용 합리화법』 시행령 별표1을 참조
 2. 『지역균형개발 및 지방중소기업 육성에 관한 법률』

〈표 2-16〉 에너지사용계획의 내용과 검토기준

구분	세 부 항 목
내용	1. 사업의 개요 2. 에너지 수요 예측 및 공급계획 3. 에너지 수급에 미치는 영향 분석 4. 에너지 소비가 온실가스(이산화탄소만 해당)의 배출에 미치는 영향 분석 5. 에너지이용 효율 향상 방안 6. 에너지이용의 합리화를 통한 온실가스(이산화탄소만 해당)의 배출감소 방안 7. 사후관리계획 8. 그 밖에 에너지이용 효율 향상을 위하여 필요하다고 지식경제부장관이 정하는 사항
검토기준 및 방법	1. 에너지의 수급 및 이용 합리화 측면에서 해당 사업의 실시 또는 시설 설치의 타당성 2. 부문별·용도별 에너지 수요의 적절성 3. 연료·열 및 전기의 공급 체계, 공급원 선택 및 관련 시설 건설계획의 적절성 4. 해당 사업에 있어서 용지의 이용 및 시설의 배치에 관한 효율화 방안의 적절성 5. 고효율에너지이용 시스템 및 설비 설치의 적절성 6. 에너지이용의 합리화를 통한 온실가스(이산화탄소만 해당) 배출감소 방안의 적절성 7. 폐열의 회수·활용 및 폐기물 에너지이용계획의 적절성 8. 신·재생에너지이용계획의 적절성 9. 사후 에너지관리계획의 적절성

자료 : 『에너지이용 합리화법』 [(타)일부개정 2008.2.29 법률 제8852호] 참고

2009년에 충청도청신도시 에너지사용계획을 지식경제부와 협의한 결과, 태양광·태양열·지열을 도입하는 것이 어느 정도 타당한 것으로 나타났다. 신·재생에너지 시설을 건축공사비의 5% 정도로 설치하여 예상되는 에너지 절감은 전체 에너지소비량과 비교 하였을 경우 약 12%의 절감 효과가 예상된다고 한다. 주된 건축물 에너지 절감분야는 ① 건물외장재 및 적정 층고 산정 등, ② 자연광 최대 유입방안(채광 시뮬레이션), ③ 대체에너지 사용방안 분석(태양광, 지열 등), ④ 에너지 절약형 특수 자재사용(차양시설, 복층유리 등), ⑤ 중수도, 절수, 우수 활용방안 등, ⑥ 건물관리 통합시스템 적용(인텔리전트 빌딩) 등이다.

그러나 택지개발사업이나 산업단지의 에너지사용계획의 경우, 대부분 에너지공급계획 검토가 미흡하고, 건물에너지 효율인증이나 고효율 에너지이용설비 도입, 그리고 자연채광시스템 구축 의지가 여전히 부족한 실정이다.

3. 선진 에너지 절약형 도시계획의 내용과 특징

유럽국가 및 일본 등 환경 선진국은 높은 환경의식을 바탕으로 일찍이 저탄소 도시와 관련된 연구 및 건설을 활발하게 진행하고 있다. 이 연구에서는 유럽국가를 대표하는 환경도시인 독일 프라이부르크·핀란드의 비키·스웨덴의 함마르비, 우리나라와 유사한 환경조건으로 국내에 주는 시사점이 큰 일본의 고힌쿠 뉴타운 조성 사례를 분석하여 연구방향을 정립하는데 시사점을 얻고자 한다.

1) 저탄소 자연에너지 도시: 독일 프라이부르크

(1) 태양에너지 도시의 모태, 원전반대운동

프라이부르크는 독일 남서부에 있는 인구 20만의 대학도시로서 문화·관광산업이 발달해 있다. 500년 이상된 프라이부르크 대학을 중심으로 약 3만명의 대학생이 있고, 인근에는 흑림(Schwarzwald)이라는 유럽최대의 산림이 있다.

이러한 프라이부르크가 독일의 환경수도로 불리게 된 것은 1974년 프라이부르크 인근지역인

빌(Wyhl)이라는 곳에 국책사업으로 원자력발전소를 건설하려는 계획이 추진되자 프라이부르크 시민들은 원전건설을 반대하는 강력한 시민운동에서 출발하였다. 이 시민운동은 시정부와 시의회의 동조를 얻었고 결국 원전건설계획을 철회시키는 성과를 거두었다. 프라이부르크 원전반대운동은 핵발전소 건설 반대의 구호에만 그친 것이 아니라, 에너지줄이기운동, 재생가능한 에너지보급, 에너지자립으로 이어졌다.

(2) 프라이부르크 태양에너지정책

프라이부르크는 1992년 독일연방의 환경수도로 선정되었다. 프라이부르크는 행정조직·교통·에너지·폐기물 등에서 매우 우수한 환경정책을 시행하고 있다. 1986년 환경보호국을 설치하고, 1990년에는 환경부시장제를 도입하여 환경을 최우선시하는 행정을 펼치고 있다.

프라이부르크의 교통정책은 보행자 및 자전거 우선, 편리한 대중교통체계 확립, 자가용 억제 등으로 요약될 수 있다. 이 도시에서는 160km가 넘는 자전거도로, 도심자동차 제한 속도 30km, 레기오카르테(Regiokarte)라는 버스와 열차간 환승티켓, 파크 앤 라이드(Park & Ride)라는 환승체계(시외에서 시내로 출근·쇼핑하는 경우 시외곽의 역 주변에 있는 무료주차장에 차를 두고 전차로 갈아타고 시내로 들어오는 시스템), 차량진입 금지지역의 지정 등의 교통정책이 펼쳐지고 있다.

〈그림 2-3〉 프라이부르크 중앙역의 환승체계



자료: 김해창, 2003, 환경수도 프라이부르크에서 배운다, 이후

그러나 무엇보다도 프라이부르크의 환경정책의 핵심은 에너지정책에 있다. 에너지자립도시를 지향하고 있는 프라이부르크의 에너지정책은 에너지절약, 대기오염물질 절감, 대체에너지의 개발, 환경친화적 에너지의 공급을 목표로 하고 있다.

프라이부르크는 에너지절약을 위하여 공공건물이나 시(市)와 관련된 건물 모두에 대해 저 에너지 건축만을 허가하는 조례를 제정·시행하고 있다. 이를 통하여 태양에너지를 최대한 이용하도록 유도하고 있다. 또한 에너지절약형 절전형 전구 보급, 태양광발전, 열병합발전, 천연가스발전, 소수력발전 등을 추진하고 있다.

프라이부르크의 에너지자립정책 중에서 가장 중요한 것이 태양에너지이고, 태양에너지 활용 확대를 시정의 우선 목표로 삼고 있다. 프라이부르크는 태양에너지 보급 확대를 위하여 태양광발전 시설을 설치하는 기업이나 가정에 대해 보조금이나 저리융자를 제공하고 있다. 생산된 태양에너지 가운데 자체수요를 충당하고 남은 에너지는 시(市)전력회사인 FEW(Freiburger Energie-und Wasserversorgungs)에서 생산비를 보장하는 수준의 높은 가격으로 사들이고 있다.

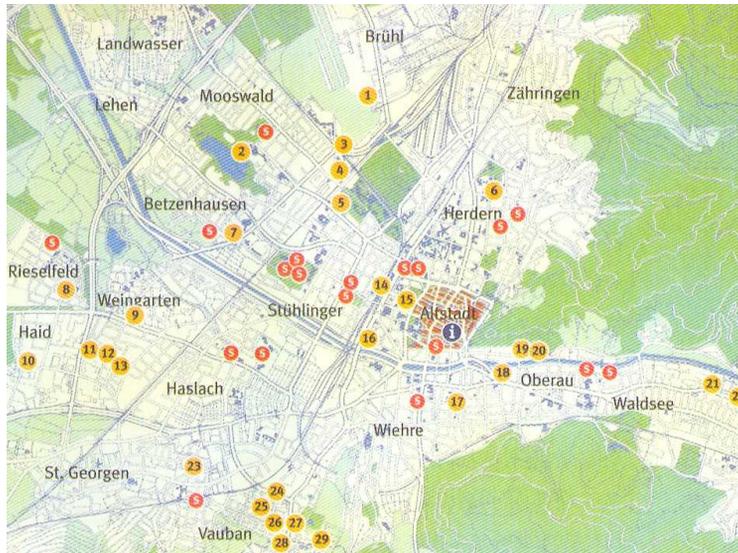
한편 지붕이 있는 자가(自家)를 소유하지 못한 사람들을 위하여 태양광발전회사에 소액주주로 참여할 수 있는 방법도 마련해 놓고 있다. 더불어 태양광발전시설 설치에 광범위한 시민참여를 유도하고 있다. 프라이부르크에서는 매년 유럽에서 가장 중요한 국제 태양에너지전시회가 개최되어 태양에너지 보급에 기여하고 있다.

프라이부르크가 태양에너지를 비롯하여 재생가능 에너지를 보급·확대하려는 의도는 기후보호와 환경보호, 에너지수급의 지속가능한 발전을 이루기 위해서이다. 앞으로 재생가능 에너지가 화석연료 및 원자력을 대체할 전망이기 때문에 프라이부르크는 태양에너지를 비롯한 재생가능 에너지 기술개발 보급과 태양에너지 설비의 설치를 확대하고 있는 것이다. 프라이부르크의 이러한 태양에너지 정책은 교토의정서 기후변화협약에 대처하기 위한 일환이기도 하다.

(3) 태양에너지를 활용하는 시설들

프라이부르크는 독일 내에서 햇빛이 가장 많은 지역이다. 태양에너지에 관한 지식과 기술의 통합에 있어서 프라이부르크는 독일은 물론, 유럽의 다른 어떤 도시보다 앞서 있다. 프라이부르크에서 태양광발전시설은 쉽게 볼 수 있다.

〈그림 2-4〉 프라이부르크 태양에너지 시설 지도



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 노이에 메세(신 박람회장/태양광 발전) 2. 외코스타치온(생태학습과/태양광 교육센터) 3. 솔라정보센터(태양광 기업 및 태양광 서비스업체) 4. 프라운호프 ISE(솔라에너지 연구소) 5. 대학병원 구내식당(태양광 시설) 6. 대학병원(태양광 냉방) 7. 파밀리엔하임 빌머스도르퍼가(街)(태양광 패널) 8. 리젤펠트(솔라 건축) 9. 외코인스티튜트(응용생태학연구소) 10. 즐라 파브릭(솔라공장 주식회사) 11. 린텐(솔라 건축) 12. 프라이부르크 태양광센터(태양광 패널) 13. 프라이부르크 솔라하우스(솔라 건축 및 태양광 연구) 14. 중앙역 솔라타워(태양광 패널) 15. 빅토리아 호텔(오염물질 무배출 호텔) | <ol style="list-style-type: none"> 16. 상공회의소(솔라에어컨) 17. 쉘펜가(街) 빌라(태양광 재개발 고급주택) 18. 브라우에라이 군터(태양광 발전) 19. 카톨릭 학생기숙사(태양광 패널) 20. 프라이부르크 SWR 스튜디오(태양광 발전) 21. 드라이잠 축구경기장(태양광 발전) 22. 슈트란트바트(해수욕장/태양광 시설) 23. 성 페터 운트 파울(태양광 전기시설) 24. 국제솔라에너지협회 ISES(솔라에너지 세계본부) 25. 보봉 학생기숙사(태양광 시설) 26. 보봉 파시브하우스(솔라 건축) 27. 솔리어베르크 솔라주택단지(솔라 건축 및 통합지붕 태양광 발전) 28. 보봉 솔라주차장(태양광 발전) 29. 헬리오트롭(솔라 건축) <p>① 즐라레기온 포럼 ⑤ 학교의 태양광 시설</p> |
|--|--|

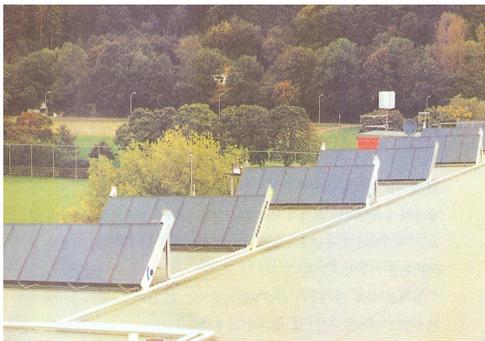
자료: 김해창, 2003, 환경수도 프라이부르크에서 배우다, 이후

1995년 드라이잠 축구경기장 서쪽 스탠드 지붕에 대형 태양광발전장치가 설치되었다. 태양광 발전장치는 시민참여형으로 이루어졌다. 태양에너지 모듈(Module) 설치를 시민들에게 공개모집하는 방식으로 추진되었다. 생산된 전기는 FEW에 되팔고 그 이익을 출자자에게 배당하는 방식을 취했다. 경기장의 태양광발전장치는 연간 2만5천kW의 전기를 생산하며 이는 경기장 전체

전력사용량의 60%에 해당된다.

프라이프루크 시내에는 헬리오트롭(Heliotrop)이라는 유명한 태양주택이 있다. 이 주택은 태양건축가인 롤프 디슈(Rolf Disch)가 설계하여 지은 집이다. 그리스어로 헬리오트롭은 태양의 움직임에 따라 회전한다라는 뜻으로 이 집은 태양의 움직임에 맞춰 회전한다. 헬리오트롭은 외부지름 11m의 3층짜리 원통형의 집으로 건축재료는 나무를 사용하였다. 외벽의 절반은 단열유리로, 또 다른 절반은 단열재로 되어 있어서 난방이 필요한 겨울철에는 유리면이 태양을 향하고 여름에는 단열효과가 뛰어난 단열재가 태양을 바라보며 돌아가게 되어 있다. 옥상 위에는 태양광발전용 패널이 있는 데 이 패널은 집의 방향과는 무관하게 태양의 움직임에 맞춰 방향을 바꾼다. 이 장치로 전력을 생산하며 사용하고 남은 전력은 FEW에 판매하고 있다.

〈그림 2-5〉 드라이잠 축구경기장
태양광발전장치



〈그림 2-6〉 헬리오트롭



태양에너지와 자동차 억제 그리고 시민참여가 조화되어 있는 곳이 생태주거단지인 보봉(Vauban)이다. 보봉지역은 도심에서 남쪽으로 3km정도 떨어진 곳에 위치하고 있다. 1992년까지 주둔했던 프랑스군이 떠나자 시의회는 이 지역을 재개발하기로 결정하였다. 재개발방안으로 생태마을 조성필요성이 제기되었고, 이를 실현하기 위하여 시민들의 자치모임인 포럼 보봉이 형성되었다. 이 포럼은 생태마을 조성원칙으로 태양열을 주에너지원으로 채택하고 자연재료로 건축

물을 지으며 주거지역에서 차량통행을 최대한 막고자 하였다. 주차장을 주택단지에서 멀리 떨어진 곳에 배치하고 단지에 주차대수를 엄격히 제한하였고 편리한 대중교통시스템을 도입하였다. 또한 40여세대의 패시브주택은 필요한 에너지전체를 태양열로 충당하고 에너지절약이 최대화 되도록 설계되었다.

보봉마을 건너편 슈리어베르크(Schlierberg)에는 태양광 주택단지가 세워져 있다. 이 주택단지는 약 150여가구로 이루어져 있는데 소비하는 것보다 더 많은 에너지를 생산하기 때문에 잉여 에너지 주택이라는 이름이 붙여져 있다. 주택은 태양으로부터 가능한 한 많은 에너지를 얻기 위하여 남쪽을 향해 있고 지붕에는 태양광전지가 설치되어 있으며 벽은 에너지손실을 최소화하기 위하여 두께 30cm의 무기질섬유로 뒤덮여 있다. 창문과 환기장치도 열손실이 최소화되도록 설계되어 있다. 잉여에너지의 주택단지 온수는 단지 한쪽에 설치된 태양열 집열판에 의하여 만들어지고 전기는 지붕에 설치된 총면적 500m²의 태양광전지판이 담당한다. 여기서 생산되는 전기는 연간 6만kWh에 달한다. 단지내에는 열병합시설을 설치하여 난방열뿐만 아니라 전기도 공급한다. 남은 전기는 전선망을 통하여 판매된다.

프라이부르크는 태양에너지로만 자급자족하는 솔라하우스 시험제작 및 보급에도 힘쓰고 있다. 프라운호프 태양에너지연구소에서 세운 이 솔라하우스는 제로에너지하우스라고도 불린다. 이 건축물은 2층짜리 주택으로 최신에너지 절약기술을 이용하여 에너지소비를 최대한 줄이고 태양열과 태양광을 이용하여 난방·온수에 필요한 열과 전기를 만들어냄으로써 가스나 기름도 일체 공급받지 않고 에너지를 완전히 자급자족하도록 되어 있다. 이 에너지제로 하우스는 아직까지 가격이 비싸 보급에 다소 어려움을 겪고 있지만 점차 새로운 산업으로 자리잡아가고 있다.

〈그림 2-7〉 슈리어베르크의 태양광주택



〈그림 2-8〉 솔라하우스



솔라산업의 성공가능성은 솔라공장(Solar Fabrik)과 솔라전력주식회사(SAG)를 통하여 가능해 볼 수 있다. 솔라공장(Solar Fabrik)은 1996년 태양전지패널을 가능한 저렴하게 생산하고 지역고용 창출을 목적으로 시작되었다. 초기 8명으로 시작하여 2002년에는 70여명으로 늘어나는 등 급속히 성장하고 있다. 솔라공장은 독일전역에서 생산되는 태양광모듈의 1/4을 생산하고 있다. 한편 솔라공장을 설립한 게오르크 잘바모저(Georg Salvmoser)는 1998년 태양광발전에 시민의 투자를 이끌어내기 위하여 솔라전력주식회사(SAG)를 설립하였고, SAG는 필요한 자금을 솔라주식으로 충당하였다. FEW는 SAG가 생산한 연간 6만5천kWh의 태양광전력을 매입하였고, 1999년 SAG가 상장되어 빠르게 성장하고 있다. 2000년 4월 『재생가능에너지법』이 시행되어 솔라전력을 1kWh당 99페니히로 살 수 있도록 함으로써 태양광발전의 시장성이 더욱 높아졌다. 프라이부르크는 솔라산업의 육성을 통하여 지역내 고용창출은 물론 지역소득 향상과 지역발전을 꾀하고 미래유망산업으로의 준비를 철저히 하고 있는 것이다.

〈그림 2-9〉 줄라파브릭 본사 · 공장건물



(4) 10만 태양광지붕 프로그램과 『재생가능에너지법』

프라이부르크 태양에너지는 독일의 재생에너지 정책과 시민들의 높은 환경의식에 의하여 뒷받침되고 있다. 독일의 에너지전환정책은 재생가능 에너지자원의 확대와 에너지의 효율적 이용에 초점이 맞추어져 있다. 독일의 에너지전환정책은 1990년 1,000개의 태양광지붕 프로그램과

1991년 재생가능전기 의무구매를 규정한 『전기매입법』의 제정으로 일차적인 결실을 맺었다. 이 당시 태양광프로그램은 단순한 설비지원을 내용으로 했고 예산이 많이 책정되지 않았기 때문에 태양광발전 설비의 증가에 크게 기여하지 못했다. 또한 『전기매입법』도 재생가능전기를 전력공급회사가 소매가격의 90%로 구매할 수 있게 했는데 이는 채산성이 있는 풍력이나 소수력은 크게 팽창할 수 있었으나 가격경쟁력이 떨어지는 태양에너지는 크게 증가하지 못하였다. 오히려 지역의 특성에 따라 태양에너지 이용활성화를 위하여 특례조례를 만들고 태양전기를 비싼 가격으로 사들이도록 하여 태양광전지 설치를 장려한 일부 선도적인 지자체에 의하여 발전하였다.

독일에서 태양에너지가 성장할 수 있게 된 또 하나의 계기는 1998년 말 사민당·녹색당 연합정권이 집권한 후에 바로 시행된 10만 태양광지붕 프로그램과 2000년 4월 1일에 발효된 『재생가능에너지법』이다. 10만 태양광지붕 프로그램은 가정집이나 공공건물의 태양광발전설비설치비용은 정부에서 전액 무이자로 대여해주고 그 90%에 가까운 액수만을 7년동안 상환하도록 하는 것이다. 『재생가능에너지법』은 기후변화억제와 환경보호를 위해 재생가능 에너지원으로 생산한 전기를 전기회사가 생산비를 보장해 주는 정도의 적절한 가격에 의무적으로 구입하도록 한 것이다. 특히 태양광발전설비로부터 생산된 전기는 1kWh당 20년간 99페니히로 구입하도록 하였다. 태양전기를 99페니히로 사들이도록 한 것은 독일의 일반전기 소매가격이 23페니히 정도밖에 되지 않는다는 사실을 고려해보면 획기적인 정책임을 알 수 있다. 10만 태양광지붕 프로그램, 『재생가능에너지법』 도입으로 독일의 태양에너지는 크게 발전하였고 세계 최고 수준의 태양에너지 지원제도를 가지게 되었다.

태양에너지는 프라이부르크 시민들의 높은 환경의식에서 큰 힘을 얻고 있다. 프라이부르크가 1997년 조사한 바에 따르면 프라이부르크 시민 70%가 다소 비싸더라도 솔라전기를 구매할 용의가 있다고 대답하였다. 실제 친환경전기는 34.73페니히이고 일반전기는 31.30페니히로 친환경전기가 3.43페니히 더 비싸지만 FEW에 친환경전기를 사용하고자 하는 신청자는 꾸준히 증가하고 있다.

독일의 프라이부르크는 우연히 이루어진 것이 아니다. 시민의 힘이 없었더라면 불가능하였을 것이다. 1974년 빌원전 반대운동으로부터 보봉생태마을 건설에 이르기까지 시민들의 비판과 대안 제시 및 실천에 이르는 과정에서 프라이부르크의 선진적인 환경정책이 성공을 거둘 수 있었다. 환경을 최우선시하고 미래의 비전을 제시하는 시장과 시 행정, 대안을 제시하는 많은 환경단체 및 연구기관, 높은 환경의식을 가지고 참여하는 시민, 선구적인 기업가정신을 가지고 환경산

업을 이끌어가는 기업 그리고 중앙정부의 적극적인 태양에너지 보급 확대정책 및 시장형성정책 등 중앙정부-지방정부-일반시민-시민·환경단체-기업의 건전한 파트너쉽 형성이 오늘날 독일에서도 가장 선진적인 환경정책을 수립하여 환경수도를 만든 힘일 것이다.

2) 탄소 흡수도시: 일본 고호쿠 뉴타운

고호쿠 뉴타운은 아래 그림에서 보듯이 일본 요코하마 중심부에서 북서 방향으로 약 12km, 도쿄 중심부에서 남서 방향으로 약 25km 떨어진 거리에 위치하고 있다. 고호쿠 뉴타운의 서쪽에는 다마구릉이 자리잡고 있고, 동쪽으로는 표고 10~80m의 작은 언덕들이 늘어서 있다. 그리고 몇 개의 계곡이 동서방향으로 지역을 가로지르고 있다. 중앙에는 하야후치 천이 흐르고 있고, 남쪽에는 오쿠마천과 에가와 천이 흐르고 있다. 고호쿠 뉴타운이 개발되기 이전에는 대부분의 토지가 농지 또는 산림이었고 취락지대는 대부분 계곡에 입지해 있었다.

〈그림 2-10〉 고호쿠뉴타운 지리적 위치



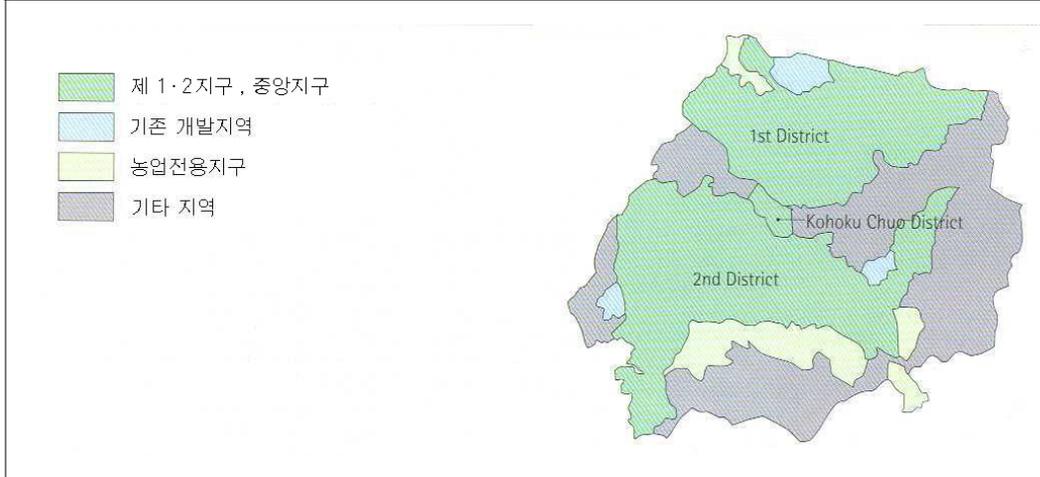
(1) 뉴타운계획의 배경과 기본정책

고호쿠 뉴타운 개발 계획이 수립된 것은 1960~70년대 일본의 경제가 급속히 성장하면서 도쿄 외곽으로 무질서한 개발이 확산되면서이다. 그나마 개발의 영향을 덜 받고 있었던 고호쿠 지역까지 무질서한 개발이 확산될 위기에 처해지자 요코하마시에서는 도시의 확산현상(urban sprawl)을 막으면서 지역주민의 정착을 유도할 수 있는, 그리고 도시와 농촌기능이 공존할 수 있는 고호쿠 뉴타운 개발계획을 수립하였다. 계획면적은 총 2,530ha에 해당하며, 총 300,000명의 인구를 계획하였다. 우리나라의 대표적인 신도시인 분당의 계획면적이 635ha에 계획인구가 390,000명인 것을 감안한다면, 고호쿠 뉴타운 계획이 얼마나 환경적인 요소를 고려하고 있는 지 짐작할 수 있다.

〈표 2-17〉 계획면적과 계획인구

(단위: ha, 명)

구분	사업유형	관리 주체	계획면적	계획인구
제1지구, 제2지구	토지 재정비	도시 개발 공단	1,371	220,000
고호쿠 중앙지구	토지 재정비	도시 개발 공단	24	80,000
기존 개발지역	공공시설 설치	요코하마 시청, 민간기업	67	
농업전용지구	토지 재개발	토지 재개발 조합	230	
기타 지역	-	-	892	
합계	-	-	2,530	300,000



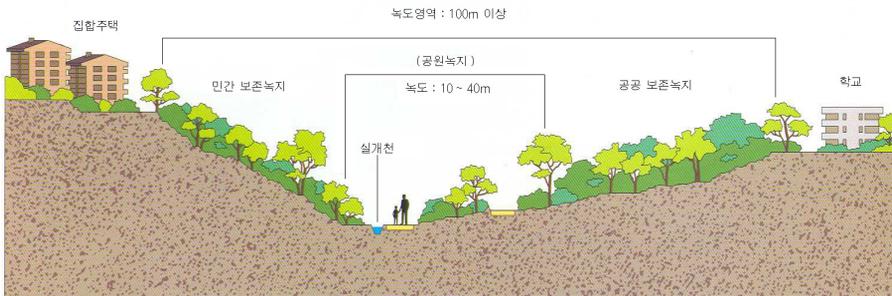
고호쿠 뉴타운 개발계획은 세 가지의 기본이념을 토대로 하고 있다. 무질서한 개발의 방지, 도시농업의 확립, 시민이 참여하는 마을 만들기가 그것이다. 이후 한 가지 새로운 이념을 추가하였다. 업무도시 형성을 위한 복합 다기능성을 추구하는 것이다. 이는 고호쿠 뉴타운의 성장과 함께 지역사회를 발전시키고자 하는 것이었다. 여기서 도시농업의 확립은 뉴타운 개발계획의 독특한 특징 중의 하나로 보인다. 도시화의 확산을 억제하고 생산녹지의 형태로 도시의 경관을 보호하면서 도시농업을 확립하기 위하여 농업전용지구를 지정하였다. 요코하마시는 뉴타운에 도시기능과 농업기능이 유기적으로 연결되도록 하기 위하여 제도적 실천수단을 마련한 것이다.

또한 요코하마시는 21세기를 지향하여 뉴타운 개발계획과 관련된 4개의 기본정책을 채택하였다. 4개의 기본정책은 녹지를 최대한으로 보존하는 도시, 고향분위기를 느낄 수 있는 도시, 안전한 도시, 높은 수준의 서비스가 기대되는 도시를 만들자는 것이다. 구체적인 수단 중의 하나는 경사면 녹지와 사찰 및 민간 소유의 산림을 공원화 및 보행자 전용도로와 같은 녹도 등으로 연결한 그린메트릭스 시스템의 구축이다.

(2) 그린메트릭스 시스템

코호쿠 뉴타운 개발계획에서는 지역의 다양한 오프스페이스를 연계하여 한정된 공간을 활용하도록 함으로써 레크레이션의 즐거움을 최대한 제공하고자 하였다. 이를 위하여 그린메트릭스 시스템이라는 개념을 도입하였다.

〈그림 2-11〉 그린메트릭스 시스템의 구조



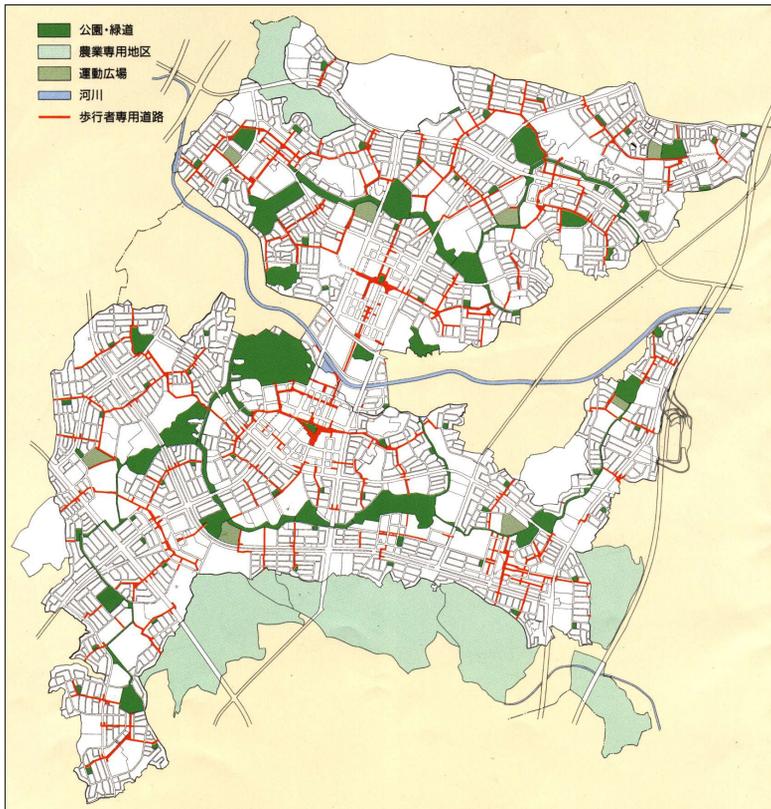
그린메트릭스 시스템은 지구내의 녹도를 주골격으로 하여 집합주택·학교·기업용지 등의

사면 수림과 개인소유의 녹지를 공공 녹지와 연결시키고 역사적 유산, 수계 등도 결합시켜 구축한 것으로서 지구 전체 공간구성의 핵심시스템이다. 이는 오픈스페이스의 합리적·효율적 이용을 도모함과 동시에 도시의 방재 대책으로 활용되고 있다.

중심축이 되는 녹도는 지구전체에 5개 루트가 있고 폭은 10~40m로 사면녹지를 합하면 폭 100m이상의 녹지벨트를 형성하는 구역도 있다. 보존녹지, 광장·학교, 시냇물·연못, 그리고 보행자전용도로가 네트워크화 되어 인간 우선의 보행공간을 제공하고 있다.

구체적으로는 공원을 비롯하여 운동광장·학교교정·계획건설용지 내의 녹지 등 오픈 스페이스, 문화재·보존녹지·신사·가옥림·수림지 등 지역의 역사를 유지하는 귀중한 녹지 자원을 보행자 전용도로 및 녹도로 연결시키며 체계화하였다. <그림 2-12>은 고힌쿠 뉴타운의 그린메트릭스 계획도로 공원과 녹도가 끊임없이 지역전체를 잇고 있는 것을 확인할 수 있다.

<그림 2-12> 그린메트릭스 계획도



<그림 2-13>는 고희쿠 뉴타운 내의 녹지를 어떠한 방식으로 활용하고 있는지를 보여주는 사례다. 단지 내에 도로의 완충녹지를 만들거나 폭 100m 이상의 녹지벨트를 조성하는 등 도시 곳곳에 녹지를 보존 또는 조성해 놓았다.

<그림 2-13> 주택단지내 녹지



단지내 도로의 완충녹지



폭 100m 이상의 녹지벨트

코호쿠 뉴타운의 개발 목표의 하나는 최대한 녹색 환경을 보존하자는 것으로 원래의 지형과 초목이 뉴타운의 전체 공원면적에서 많은 부분을 차지할 수 있도록 원형 그대로 남겨두자는 것이다. 개발용지에는 각 지역의 요구에 맞게끔 다양한 형태의 공원을 만들었다. 현재 고희쿠 뉴타운에는 자연공원 성격의 종합공원 1개소, 자연지형과 식생으로 구성된 지구공원 4개소, 근린공원 15개소, 어린이 놀이공간인 가구공원 65개소 등 4가지 유형의 공원 및 도시녹지 2개소가 있다.

공원의 특색은 공원면적의 약 50%가 기존의 수림과 원래의 지형을 활용하여 설계하였다는 것이다. 물과 녹지를 조화시켜 다양한 레크리에이션 공간을 창조함과 동시에 생물환경의 보전을 추구하였다. 이처럼 공원이 원래의 지형을 살려 조성했기 때문에 이곳이 도시 한복판에 있는 공원인지, 깊은 산골의 공원인지 분간하기 어려울 정도로 녹음이 우거져 있다. 여름에는 산에서 자연적으로 흘러 내려오는 시냇물 소리와 풀벌레 소리들이 어우러져 아름답고 정겨운 소리를 만들어 낸다.

공원을 유기적으로 연결하고 있는 녹도의 전체 길이는 총 15km 정도에 이른다. 녹도 중간, 중간에는 소광장과 휴식처 등이 설치되어 있고 녹도 주변은 나무와 실개천 등으로 정감있게 만들어 놓았다. 그리고 밝게 트인 산책로, 숲 속 산책로, 역사문화 산책로 등 녹도 경관을 다양하게

조성하였다.

주변의 경관을 살려 계획된 녹도에는 경사면 보존녹지와 함께 가장 낮은 부분에 물을 흐르게 하여 물과 녹지가 일체가 된 환경 보존이 시도되었다. 이 「시냇물계획」에는 뉴타운 내에 시냇물로 길이 약 8km의 6개 수계가 설치되었고, 공원에는 연못을 배치하였다. 계획의 최대 특징은 자연용수, 자연유하 방식을 채택하여 자연의 물순환에 보다 가까운 시스템으로 만들었다는 것이다. 어린이의 물놀이장, 물학습의 장소, 새나 곤충, 수변식생의 장소로서 다른 지역에서는 찾아보기 힘든 「물」의 계획이 실현되고 있다.

〈그림 2-14〉 녹도와 시냇물 계획



풍요로운 자연속의 녹도



시냇물 계획에 의한 수로와 녹도의 조화

이 외에도 고호쿠 뉴타운에는 8개의 스포츠단지가 계획되었다. 이는 레크레이션 스포츠의 기회를 지역주민들에게 제공하고 그린스페이스와 공원을 보완하기 위한 것이다.

3) 저탄소 마을: 핀란드 Viikki

지구환경문제와 미래에너지원의 안정적 확보를 위하여 환경친화적인 청정에너지원의 다원화 필요성이 국제사회의 이슈로 등장함에 따라 제로에너지타운과 같은 신 개념의 차세대형 에너지 공급시스템의 개발이 요구되고 있다. 제로에너지 타운은 특정지역에서 소비되는 에너지를 지역 특성에 적합한 환경 친화적인 대체에너지를 활용하여 공급함과 동시에 대체에너지의 태생적인

한계를 극복하기 위하여 기존의 에너지 공급체제와 지역간 네트워크간의 상호협력 체제를 구축, 에너지자급률 100%가 가능한 분산된 블록단위의 타운을 의미한다.

제로에너지 타운과 관련된 최근의 국제적 움직임은 도시 규모의 태양에너지 보급사업인 Solar City 프로그램을 만들어냈다. 각 국가별로 할당된 이산화탄소 저감 목표액을 보다 근본적이고 효과적으로 달성하기 위해 도시계획 차원에서 태양에너지 등의 대체에너지기술을 이용한 대규모 에너지 생산, 각종 에너지 절약기술의 적용, 자연자원의 절감 등을 통해 도시환경의 질을 개선시키는 것이 이 프로그램의 목적이다. 핀란드의 Viikki 생태주거단지는 이러한 Solar City 프로그램을 통해 계획된 도시로서 제로에너지 타운의 대표적인 예로 유명하다.

(1) Viikki의 일반적 현황

핀란드에서는 건설의 질과 환경의 특성을 향상시키기 위해 최근 몇 년 동안 많은 작업들을 해왔다. 1994년 핀란드의 National Technology Agency에서는 건설산업들이 지속가능한 개발이라는 원칙을 수용할 수 있게 하기 위해서 건설부문에서의 환경기술(Environmental Technology in Construction)이라는 이름으로 5개년 계획을 시작하였다. 이러한 계획의 일환으로 생태주거단지 계획(Eco-Community Project)이 시작되었는데, 가장 큰 목표는 핀란드내에서 종합적이면서 지속가능한 도시 주거환경을 구현하고자 하는 것이다. 여기서 새로운 생태적 건축의 대상지역으로 선정된 지역이 헬싱키의 Viikki이다. Viikki는 헬싱키 중심부로부터 약 7km 떨어진 곳에 위치해 있어 도시지역에서 가까운 편이다. 원래 이 지역은 Vanhankaupunginlahti 자연보전지역과 문화적으로 중요하고 역사적인 농경지 경관을 가지고 있다.

〈그림 2-15〉 Viikki의 지리적 위치



(2) Viikki 단지의 조성과정

Viikki 지역의 계획 및 개발은 두 개의 설계 공모전에 기반을 두고 있다. 이중 하나는 이 지역에 대한 생태적 계획을 마련하기 위한 공모전이고 다른 하나는 이 지역에 실제로 건축될 건물에 대한 공모전이다.

이 지역에 대한 종합계획도(master plan)는 헬싱키 시와 함께 Eco-Community Project에서 개최한 공모를 통해 선정된 설계안을 토대로 하여 작성되었다. 이 공모계획에서는 생태적 목표와 도시구조, 밀도, 기능 등에 관한 목적을 함께 정의했다. 생태적 목표는 재활용이 불가능한 에너지원과 소모성 원재료의 사용을 피하고 생태계를 보호하며 쓰레기, 배출물 및 소음공해 등을 방지하는 것에 초점을 두고 있다. 또한 여기에는 주민들의 활동을 지원하는 것도 함께 고려되었다. 공모에서는 총 94개의 작품이 출품되었으며 그 중에서 Petri Laaksonen의 안이 당선되었다. 이 안의 기본 구조는 건물과 오픈 스페이스가 교차하면서 만들어지는 손가락같이 생긴 구조에 바탕을 두고 있다. 이 설계는 여러 기능들이 자연스럽게 연결되고 영양분과 물이 재활용되게 하였으며 태양에너지를 활용하게 하였다. 지역별 세부계획은 당선 안을 바탕으로 작성되었으며, 1998년 8월 6일에 환경부장관의 비준을 받았다.

〈그림 2-16〉 Viikki의 종합계획도



Viikki는 크게 과학단지과 주거단지로 구분될 수 있다. Viikki의 중심부인 헬싱키 대학 주변에는 주로 생물학 및 생명공학 관련 과학단지가 조성된다. 과학단지 내에는 주거와 상업시설 등도 함께 유치된다.

〈그림 2-17〉 Viikki 내의 과학단지(토지이용과 건물)



주거단지는 1999년 봄부터 주택건설이 시작되어 약 1,700명을 수용하고 있다. 주거단지내 대부분의 건물들 한쪽 편은 조그만 규모의 시골길로 연결되고 다른 편은 손가락모양의 녹지체계 (green finger)로 이어지는 공원과 연결되어 있다. 그러므로 주거단지의 환경은 건물과 자연의 조화가 특징이라고 할 수 있다. 주거단지에는 주택이외에도 스포츠와 야외활동을 위한 공원, 학교, 보육센터, 소규모 점포들이 들어서게 될 계획이다. 이러한 과학단지과 주거단지가 조성될 경우 6,000여개의 일자리를 제공하고 6,000명의 학생 및 13,000명의 인구를 수용할 수 있다.

〈그림 2-18〉 손가락모양의 녹지체계



(3) Viikki 단지의 특징

이 지역에서는 건강하고 지속적이며 수용 가능한 환경을 창조하고자 하였고, 자연자원을 절약하고 유독한 쓰레기와 배출물 제거를 추구하였다. 이러한 목적에 부합하기 위해 이 지역에서 건축되는 건물들은 앞에서 기술한 것처럼 공모를 통해 선정되었다. 공모에서는 참가자들에게 건축물에 대한 설계뿐만 아니라 사용하는 재료가 환경에 주는 영향과 건물의 에너지 사용량까지 계산해서 제시할 것을 요구하였다.

실제 건축 단계에서는 다양한 전공분야로 이루어진 실무진에 의해서 세워진 생태기준을 적용하여 건설사업을 허용하였다. 생태기준의 목표는 시범 건물에 대한 기술적인 평가와 환경부하 감소에 초점을 두고 있다. 개별 사업에 대한 생태기준은 오염(pollution), 자연자원(natural resources), 건강(health), 생물다양성(natural diversity), 식량 생산력(food production) 이라는 다섯 가지 항목으로 구성되어 있다.

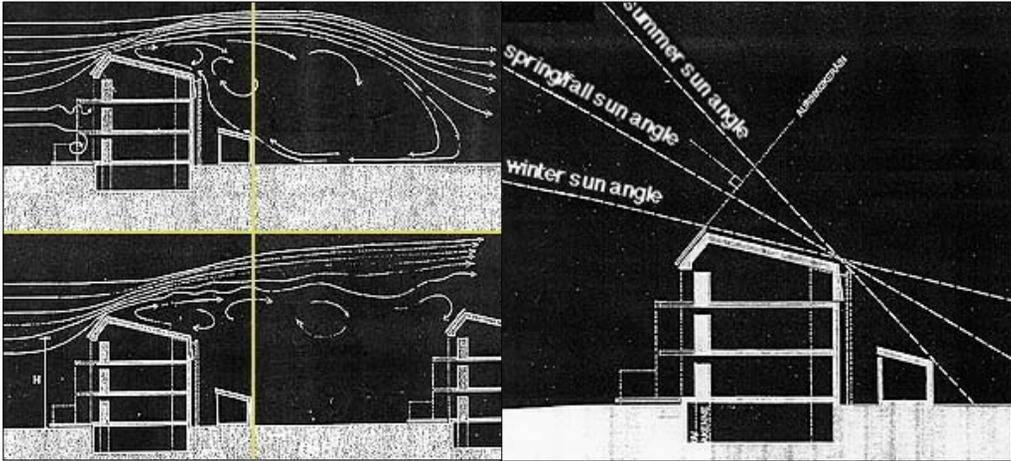
각각의 기준별 내용과 세부 평가 기준은 다음과 같다. 오염은 건물을 건설하는 과정과 건물을 유지하는 과정에서 발생하는 오염물질의 양을 평가하기 위한 기준이다. 이러한 오염기준에는 CO₂, 폐수, 건설폐기물, 생활폐기물, 에코라벨의 다섯 가지 세부 기준이 설정되었다. 자연자원은 건축과정과 유지과정에 이용되는 자연자원의 양을 평가하기 위한 기준이다. 자연자원의 이용은 효율적인 공간활용과 재활용 가능한 자원을 활용함으로써 줄여질 수 있다. 이런 측면에서 자연 자원 기준에서는 난방 에너지, 전기 에너지, 일반 에너지, 공용 공간의 활용 정도의 네 가지 세부 기준을 설정하였다.

건강은 건물이 인간의 신체적인 건강에 미치는 영향을 평가하기 위한 기준이다. 일반적으로 건강은 아름답고 쾌적한 주거환경 이외에도 독성이 없고 인체에 해가 되지 않는 재료의 사용, 양호한 미세기후 조성, 실내장식 등을 통해서도 향상되어질 수 있다. 이런 측면에서 건강을 평가하기 위해 실내 기후, 습도, 소음, 바람과 일조량의 정도, 다양한 공간 계획(alternative floor plan) 등의 다섯 가지 세부 기준을 설정하였다.

생물 다양성은 각각의 건설사업이 이 지역의 생물 다양성에 미치는 영향을 평가하기 위한 기준이다. 생물 다양성은 주위의 자연 서식지에 적합한 식물을 이용함으로써 증진될 수 있다. 그러므로 생물 다양성 기준에는 식재 선택과 식생의 유형, 우수 두 가지 기준이 설정되었다. 마지막으로 건설에 따른 식량 생산력에 미치는 영향을 평가하기 위한 기준을 마련하였다. 여기에는 식

물과 표토 두 가지 세부 기준이 설정되었다.

〈그림 2-19〉 바람과 일조량 등의 기준을 고려한 건물구조



Viikki 지역에서 건축되는 건물들은 위의 최소 기준을 달성해야 허가를 받을 수 있다. 여기서 최소 기준은 1997년 당시 일반적인 건물에 요구되어 지는 기준보다 엄격하게 설정되었으나, 합리적인 투자를 통해 달성 가능하도록 계획되었다. 실제로 최소 기준에 부응하기 위해서는 일반 건물보다 약 5%의 투자비용이 추가적으로 필요한 것으로 평가되었다.

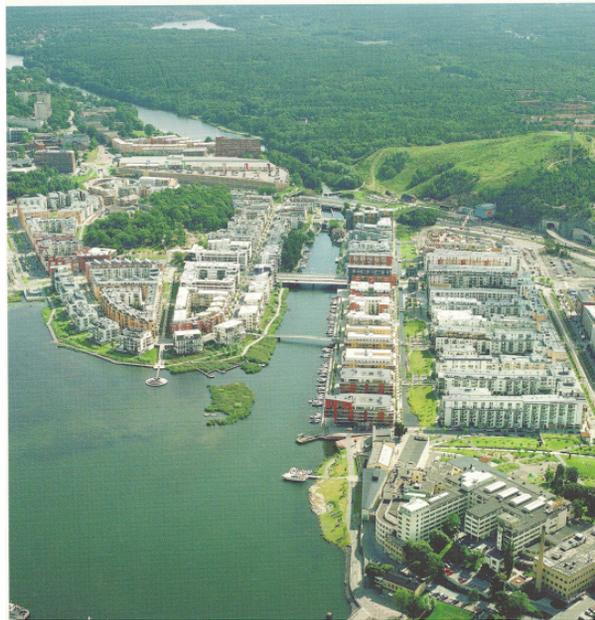
머지않아 우리나라에도 화석에너지가 아닌 태양열, 태양광, 풍력 등 순수한 대체에너지만으로 100% 에너지 자립을 할 수 있는 주거단지가 건설될 전망이다. 최근 한국에너지기술연구원은 제로에너지 타운 개발에 본격적으로 나섰다. 제로에너지 타운은 환경친화적 에너지 공급과 기존 에너지 체계와의 연계를 통해 100% 에너지 자립이 가능한 블록 단위의 타운을 의미한다. 이상에서 살펴본 Viikki 지역의 생태주거단지 사례가 우리나라 주거단지를 생태적으로 조성하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

4) 탄소저감을 위한 자원순환도시: 스웨덴 Hammarby

Hammarby 신도시 계획에서 물은 전체 프로젝트의 핵심 테마이다. 호수가의 마을

Hammarby의 처음 구상은 1990년대 후반에 시작되었다. 그 구상은 매우 독특하다. 오래된 상업지구나 항구지구를 현대적인 지구로 바꾸면서 물에 초점을 맞춰 그 개념을 도시내로 확장시켰다. 도시가 전체적으로 형성되었을 때에, Hammarby는 2만 5천명 이상의 사람이 살 수 있는 만 개의 주택 지역이 생기고 이 지역에 총 3만명 정도가 살고 일할 수 있는 곳이 된다. Hammarby는 2015년에서 2017년 사이에 전체적으로 완성이 될 것이다.

〈그림 2-20〉 함마르비 전경



〈그림 2-21〉 Hammarby 수변 공간



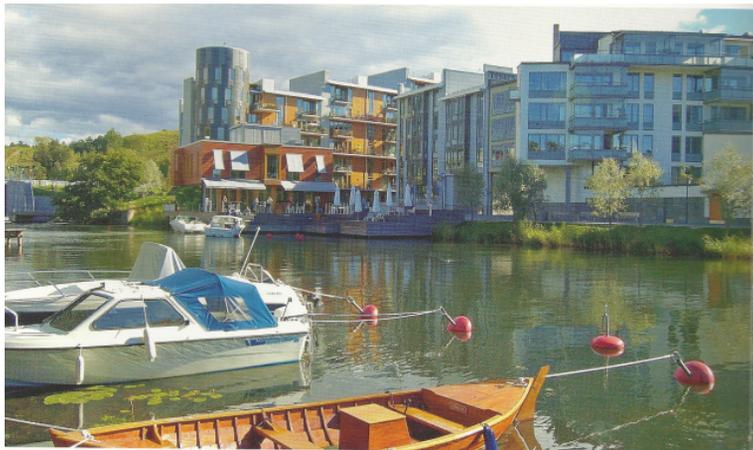
(1) 건축

Hammarby는 몇 년간 스톡홀름의 가장 큰 도시계획 프로젝트이다. 스톡홀름(Stockholm)의 도시 안의 자연스런 공간으로서 이 지역의 위치는 도시기반의 형태와 건물의 계획에 많은 영향을 주었다. 이러한 계획은 교통 장벽을 제거하고 오래된 상업 터미널 지역을 철거하고 집중시키거나 새로운 목적을 부여하는 등 도시 하부구조의 넓은 범위의 재개발을 포함하는 것이다. 스톡홀름과 Nacka 지자체는 지역의 경계가 상호 작용할 수 있도록 개발하는데 의견을 같이 했다. Hammarby는 폐쇄적이고 전통적인 도시 내의 지역을 더욱 오픈시키면서, 현대적이고 부분 개방적이고 블록에 기반을 둔 것이다.

제한된 건물의 폭, 오목한 펜트하우스, 복층 아파트, 넓은 발코니와 테라스, 큰 창, 평평한 지붕과 물을 마주하는 정면을 밝은 색으로 표현한 것들은 유리, 나무, 철, 돌과 같은 견고한 재료를 강조한 현대적인 건축 프로그램의 색다른 적용을 구체적으로 표현하고 있다.

교통 서비스는 Mårtensdal에서 Danvikstull까지 Hammarby와 연결된 3km의 대로를 따라 집중되어 있다. 색다른 스타일의 공원, 부두, 가로는 Hammarby 둘레에 놓여있다. 마을 중심부의 수변 지역은 집중된 도시 지구의 blue eye인 visual park로 이루어져 있다.

〈그림 2-22〉 Hammarby 수변 공간



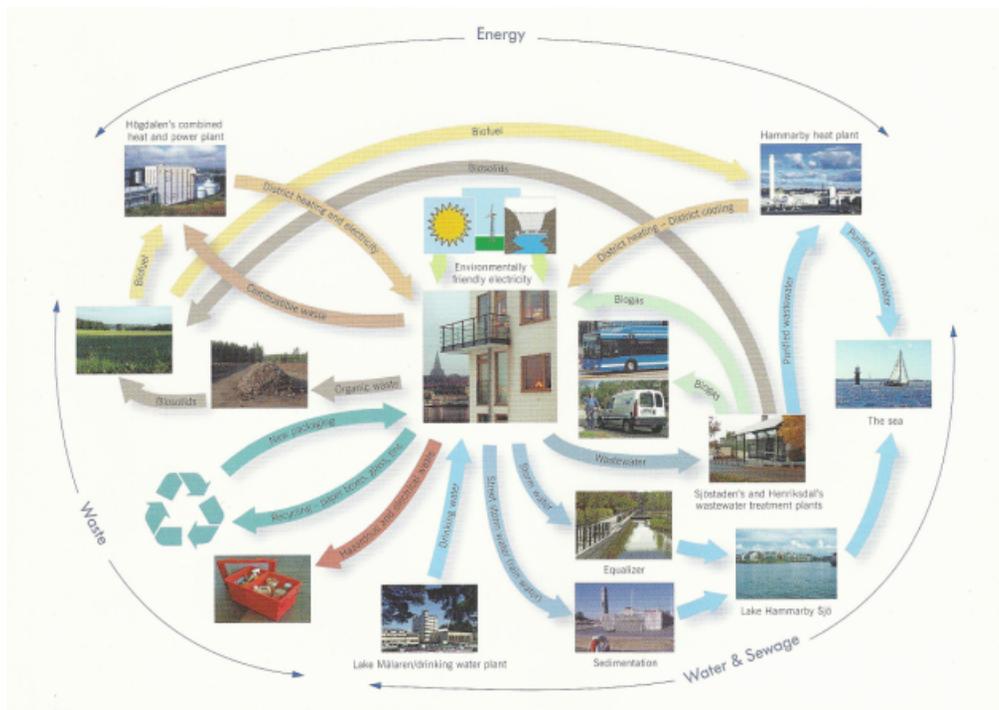
(2) 통합된 환경처리 프로그램

스톡홀름의 도시는 건축과 기술적인 설비 그리고 교통 환경에 엄격한 환경 조건을 요구하였다. 1990년대 초 지구 건설과 비교해 전체적인 환경에 미치는 영향을 반감하는 것을 목표로 하여 Hammarby에 대한 구체적인 환경 프로그램을 마련했다.

엄격한 환경 조건은 완전히 새로운 환경문제의 해결을 요구했다. Hammarby 프로젝트는 같은 구역 내에 다른 행정 구역으로부터 불러들인 직원을 함께 일하게 하는 새로운 방법을 사용했다. 일은 네트워크에 바탕을 두어 수행되었고 그것에 의하여 의사결정 과정이 빨라지고 프로젝트가 매끄럽게 진행되도록 하였다. 계획 과정은 독특하여 새롭고 통합된 환경 문제 해결을 할 수 있게 하였고 그것에 따라 한 사람에 의해 제공된 자원은 다른 사람에 의해 사용될 수 있다.

Hammarby는 폐기물, 에너지, 물과 하수를 위한 환경 문제의 윤곽을 가진 Hammarby 모델이라는 자체 에코 사이클을 가진다.

〈그림 2-23〉 Hammarby Model 도식도



〈표 2-18〉 Hammarby Model

구분	관리시책
에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 가연성 폐기물은 지역 난방과 전기로 전환 • 자연의 바이오연료는 지역 난방과 전기로 전환 • 정화처리된 폐수에 의해 나오는 열은 지역난방과 냉방으로 전환 • 태양 에너지는 전기 에너지나 물을 가열하는 데 사용 • 전기는 'good environment choice'로 분류
물과 하수	<ul style="list-style-type: none"> • 하수 처리 공장 시설은 새로운 하수처리 기술을 반영 • 바이오가스는 하수 처리 찌꺼기를 분해해서 생성 • 찌꺼기 추출 후 바이오고형물(하수 오물을 재활용 처리한 유기물)은 비료로 사용 • 안마당과 지붕의 우수는 폐수처리장으로 배수되지 않고 Hammarby로 배수 • 도로의 우수는 폐수 처리 시설로 배수되지 않고 지역적으로 처리된 후 Hammarby로 배수
쓰레기	<ul style="list-style-type: none"> • 별도의 쓰레기 투하 장치와 블록단위의 재활용 공간, 지역 단위의 쓰레기 수집장치가 있는 자동화된 쓰레기 배출 시스템은 주민들이 원점에서(거주지에서) 자신들의 쓰레기를 분리 • 가연성 쓰레기는 지역 난방이나 전기로 전환 • 유기 폐기물은 바이오 고형물과 비료로 사용할 수 있도록 전환 • 모든 신문, 유리, 판지, 금속 등은 모두 재활용 • 유해 폐기물은 소각되거나 재활용

(3) 쓰레기 처리 시스템

Hammarby의 쓰레기 처리는 더 이상 쓰레기가 아니고 이용가능한 자원이 된다는 생각으로 다음과 같은 5가지 원칙을 가지고 추진되고 있다.

첫째, 쓰레기는 건물단위, 블록단위, 지역단위의 세 번의 다른 수준으로 관리된다(Three-level waste management).

둘째, 가연성 폐기물, 음식 쓰레기와 신문, 카달로그, 종이 등 무겁고 부피가 큰 쓰레기는 다른 투하장이나 건물의 인근에 분리되고 모아진다(Building-based separating at source).

셋째, 건물단위 투하장에 속하지 않는 쓰레기 유형은 블록단위의 재활용 공간에 모아진다. 이러한 쓰레기는 상자·포장지, 부피가 큰 폐전자제품, 직물 등을 포함한다(Block-based recycling rooms).

넷째, 광택제, 접착제 찌꺼기, 매니큐어액, 용매제, 배터리, 화학물질 등과 같은 유해 폐기물은

분리되어야 하고 지역 환경 정보 센터인 GlashusEtt에 있는 유해폐기물을 모으는 지점에서 관리되어야 한다(Area-based hazardous waste collection point).

마지막으로, 많은 쓰레기 투하장은 땅밑의 파이프에 의해 중앙 집합 장소에 연결되어 있다. 쓰레기는 진공 흡입에 의해 운반된다. 진보된 통제 시스템은 폐기물을 큰 컨테이너에 보낸다. 폐기물 수집 운반장치는 지역으로 모이지 않고 컨테이너에 모을 수 있고 쓰레기를 수집하는 노동자는 무거운 것을 들 필요가 없게 된다(Automated waste disposal system).

〈그림 2-24〉 Harmmarby 쓰레기 진공흡입처리 시스템



(4) 에너지

Hammarby의 건설이 완공되었을 때, 거주자들은 필요한 에너지의 50%를 생산할 수 있을 것이다. 폐수처리와 가정의 쓰레기를 처리하면서 냉난방과 전기로 전환시킬 수 있다. 연료 전지, 태양전지, 태양전지판과 같은 새로운 기술 또한 지역에서 테스트되고 있다.

〈그림 2-25〉 건물의 태양집열관



(5) 물과 하수

Hammarby의 환경 목표의 하나는 물 소비를 50%까지 줄이는 것이다. 스톡홀름에서 1일/1명 평균 180리터의 물을 사용한다. 그러나 Hammarby의 목표는 100리터까지 수치를 줄이는 것이다. 친환경 설비 덕에 소비 수준은 현재 대략 1일/1명당 평균 150리터까지 되었다.

또 다른 목표는 더욱 깨끗한 하수이다. 하수처리를 거쳐 오염 물질은 거의 스톡홀름 다도해에 버려지지 않는다. 더욱 깨끗한 잔여물인 바이오고형물(biosolids)은 농지에 재사용될 수 있다. 유해 물질의 수준은 50%까지 줄어들고 인(화학물질)의 95%는 분해되고 농업에 재사용된다.

〈그림 2-26〉 Hammarby의 하수처리



(6) 옥상녹화

많은 건물들에서 볼 수 있는 세덤 옥상녹화는 우수를 모으고 빗물이 흘러 내려가는 것을 지연시키고 증발될 수 있도록 설계되었다. 또한 옥상녹화는 도시공간에서 그린 생활권을 형성하는 중요한 역할을 수행한다.

〈그림 2-27〉 옥상녹화



5) 시사점

도시내에서 지구온난화의 주범인 탄소배출을 원천적으로 차단하고 배출된 탄소를 흡수하여 대기 중의 탄소가스농도를 저감하는 탄소중립도시에 대한 관심이 고조되고 있다. 해외의 대표적인 저탄소 에너지 도시들을 요약하면 다음과 같다.

프라이부르크는 에너지절약, 대기오염물질 절감, 대체에너지의 개발, 환경친화적 에너지의 공급을 내용으로 하는 에너지 자립을 위한 에너지정책을 펴고 있다. 태양에너지 활용 확대를 시정의 우선 목표로 삼고 보조금을 지급하는 등 태양광발전시설 설치에 광범위한 시민참여를 유도하고 있다. 중앙정부-지방정부-일반시민-시민·환경단체-기업의 건전한 파트너십 형성이 프라이부르크를 환경수도로 만들었다.

고호쿠 뉴타운 개발 계획은 도시의 확산현상을 억제하고 지역주민의 정착을 유도하기 위해 수립되었고 이러한 계획에 의해 현재 도시와 농촌기능이 공존하는 지금의 모습이 되었다. 그린 매트릭스 시스템이라는 개념을 도입하여 지구내의 녹도를 중심으로 집합주택·학교·기업용지 등의 사면 수립과 개인소유의 녹지를 공공녹지와 연결시키는 공간구성을 계획했다. 최대한의 녹색 환경을 보존하기 위해 원래의 지형을 그대로 유지하여 다양한 형태의 공원을 만들었다.

핀란드의 Viikki 생태주거단지는 이러한 Solar City 프로그램을 통해 계획된 도시로서 제로에너지 타운의 대표적인 예이다. 제로에너지 타운은 특정지역에서 소비되는 에너지를 지역특성에 적합한 환경 친화적인 대체에너지를 활용하여 공급함과 동시에 대체에너지의 한계를 극복하기 위하여 기존의 에너지 공급체계와 지역간 네트워크간의 상호협력 체계를 구축, 에너지자급률 100%가 가능한 분산된 블록단위의 타운을 의미한다. Viikki 단지는 설계공모에 의해 조성된 것으로 공모에서는 참가자들에게 건축물에 대한 설계뿐만 아니라 사용하는 재료가 환경에 주는 영향과 건물의 에너지 사용량까지 계산해서 제시할 것을 요구하였다. 그리고 오염, 자연자원, 건강, 생물다양성, 식량 생산력의 5가지 생태기준을 세워 환경부하를 감소시키고자 하였다.

Hammarby는 과거 항만시설과 화학폐기물 매립장이 밀집해 있던 도시였으나 1990년대 초부터 생태계획도시로 재개발하였다. 에너지와 전체적인 환경에 미치는 영향을 다른 지역의 절반으로 낮추는 것을 목표로 하여 구체적인 환경 프로그램을 마련했다. Hammarby는 에너지 공급, 상하수도, 폐기물 처리 등을 통합적이고 친환경적으로 관리한다. 폐수와 쓰레기도 에너지, 자원으로 보고 최대한 활용도를 높이고 있다. 하수 처리 부산물인 바이오가스로 버스를 움직이고, 쓰레기를 처리할 때 나오는 메탄가스는 난방·발전 연료로 쓴다. 녹색도시, 에너지 절약도시를 만들기 위해서는 친환경 에너지를 적극 사용하는 것도 중요하지만 Hammarby와 같이 에너지를 절약하고 재사용하는 방안도 함께 마련되어야 할 것이다. 또한 Hammarby는 진공흡입 방식에 의한 쓰레기 처리방식을 사용하고 있다. 이러한 쓰레기 처리방식은 별도의 수거과정을 필요로 하지 않고 이로 인해 도시내 쓰레기 악취를 방지해준다.

저탄소 에너지 도시를 위해서는 에너지를 절약하고 효율적으로 사용할 수 있는 방안을 마련하고 자연에너지를 활용해야 한다. 선진국의 성공 사례를 통한 저탄소 에너지 도시의 시사점을 살펴보면, 우선 성공적인 도시들은 시민들의 자발적인 참여와 협력을 기반으로 지역의 특성에 맞는 저탄소 에너지 도시 정책을 추진하고 있다. 우선, 시민의 참여를 유도할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다. 둘째, 도시의 기존의 환경을 최대한 보존·활용하고 태양에너지, 바이오매스 에너지 등 에너지원을 다양화해야 하고, 자연에너지를 도시내에 적극적으로 도입하는 것이 필요하다. 셋째, 자동차 이용을 억제하고 자전거 이용을 증가시키거나 대중교통 이용을 촉진하기 위한 다양한 정책을 추진해야 한다. 넷째, 쓰레기도 자원이라는 개념을 가지고 입체적으로 재활용하는 계획을 적극적으로 추진하는 것이 필요하다. 다섯째, 공원과 녹지의 네트워크화 등 생활권에 어떻게 가까이 공원 녹지를 배치하느냐가 중요하다. 옥상녹화와 벽면녹화 등 인공지반

의 녹화도 매우 중요한 것으로 이해된다.

〈표 2-19〉 해외도시의 저탄소 에너지절약 계획요소 및 기법

도시	중분류	계획요소	계획기법 및 추진방안
독일 프라이부르크	에너지	태양에너지	• 태양광 활용 인센티브(금융지원)
			• 태양광 발전전기 보상
			• 태양광발전회사에 소액 주주로 참여
			• 매년 국제태양에너지전시회 개최
			• 시민참여형 태양 태양광발전장치 설치, 축구경기장 전력으로 활용
			• 태양주택(헬리오트롭)
			• 생태주거단지 보봉지역의 시책(주거지내 차량통제, 주차장을 주거지와 이격 배치 등)
			• 제로에너지하우스(솔라하우스)
			• 10만 태양광지붕 프로그램
			• 재생가능에너지법 제정
일본 고호쿠뉴타운	토지이용	저밀 토지이용	• 친환경적 저밀 토지이용계획
	녹지	그린메트릭스	• 사면수림, 민간보존녹지를 공공녹지와 연결
			• 원지형 활용 다양한 공원 조성
			• 시냇물 계획에 의한 수로와 녹도의 조화
핀란드 비키	생태녹지	그린네트워크	• 손가락모양의 녹지체계
	건축 최소기준	오염	• 건축과정에 발생하는 오염물질 양을 평가
		건강	• 친환경재료 사용, 미세기후 조성, 쾌적한 실내장식
		생물다양성	• 자연서식지에 적합한 식물 활용
	식량 생산력	• 식물과 표토	
스웨덴 함마르비	환경처리	함마르비 모델	• 에너지(폐기물, 바이오연료, 폐수, 태양에너지 활용)
			• 물과 하수(바이오가스, 바이오고형물, 우수처리기법)
			• 쓰레기(자동화 쓰레기 배출시스템)
	자원 재활용	쓰레기처리 시스템	• 공간위계별 관리(건물, 블록, 지역단위)
			• 쓰레기 규모별 분리방법 차별화
			• 블록단위 재활용공간 마련
			• 지역환경정보센터에서 유해폐기물 관리
		물과 하수	• 쓰레기 진공흡입처리시스템
에너지	에너지	• 연료전지, 태양전지, 태양전지판	
녹지	옥상녹화	• 세덤류에 의한 경량형 옥상녹화	

3. 분석의 틀: 도출과 적용을 위한 접근체계

1) 에너지 절약 계획요소의 도출

에너지 절약적인 도시 실현을 위해 가장 역점을 두어야 할 계획적 요소를 크게 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문, 탄소흡수 최대화 부문, 신·재생에너지 활용 극대화 부문 등 3개 유형으로 구분하였다. 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문은 토지이용 및 교통, 건축, 자원재활용 등으로 재분류하였고, 탄소흡수 최대화 부문은 공원 및 녹지, 수순환체계로, 신·재생에너지활용 극대화 부문은 에너지로 구분하였다.

에너지 부문의 계획요소는 연구기간 브레인스토밍을 거쳐 1차적으로 다음 표와 같이 선별하였으며, 동 계획요소의 중요도에 대하여 전문가 의식조사를 실시하였다.

〈표 2-20〉 저탄소 에너지 절약형 도시계획요소 목록

대분류	에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문			탄소흡수 최대화 부문		신·재생에너지 활용 극대화 부문
소분류	토지이용 및 교통	건축	자원재활용	공원 및 녹지	수순환체계	에너지
계획요소	• 집약적인 토지이용 밀도	• 고단열, 고기밀 자재	• 음식쓰레기 퇴비화	• 그린네트워크 (그린웨이)	• 투수성 포장	• 액티브솔라 시스템
	• 보행통학권의 적정성	• 자연채광 및 자연환기	• 중수활용	• 시설 녹지, 완충 녹지, 경관 녹지	• 친수하천 조성	• 패시브솔라 시스템
	• 근린생활권 도보권 적정성		• 우수 집수 시설	• 보행녹도		• 태양광 발전
	• 대중교통 지향형 개발(TOD)			• 입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)		• 지열에너지
	• 신교통수단 (모노레일, 노면전차 등)			• 생태연못 조성		• 풍력에너지

• 자전거 도로, 전용주차장			• 바람길 조성		• 집단에너지 사업(열병합발전)
• 친환경적인 보행자 도로			• 생태이동통로		
• 교통정온 화기법			• 생태면적률		

(1) 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문 계획지표별 중요도

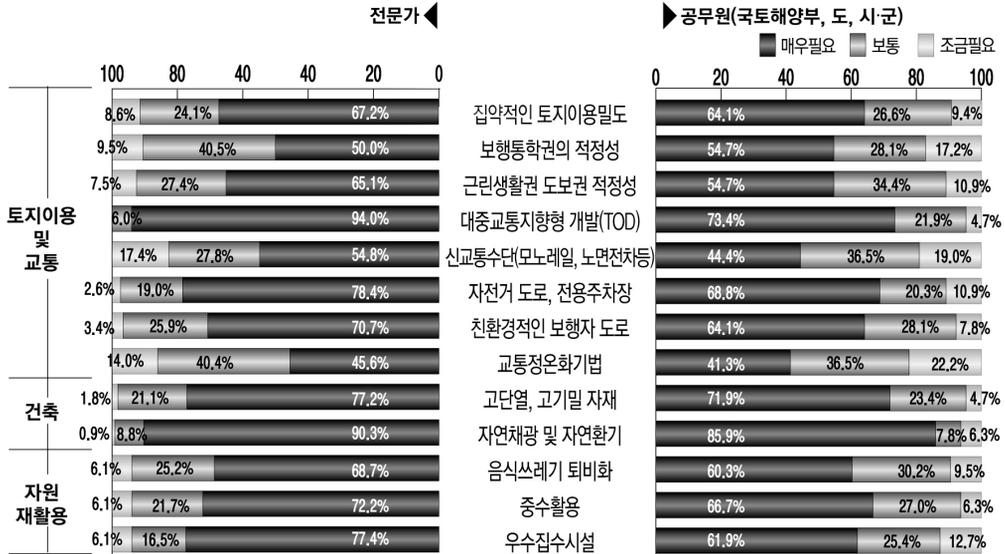
저탄소 에너지 절약형 도시 구현을 위한 토지이용 및 교통계획 분야의 계획요소별로 중요도를 조사한 결과, 가장 높게 나타난 계획요소는 전문가와 공무원 모두 대중교통지향형 개발(전문가 94.0%, 공무원 73.4%)이었고, 그 다음이 자전거도로 및 전용주차장(전문가 78.4%, 공무원 68.8%)으로 나타났다. 전문가그룹은 대중교통지향형 개발에 가장 높은 점수를 부여하고 다음이 자전거도로 및 전용주차장, 근린생활권 도보권 적정성, 친환경적인 토지이용밀도, 신교통수단 순으로 강조하였다.

이에 비하여 공무원 그룹은 대중교통지향형 개발, 자전거도로 및 전용주차장, 보행자 도로, 집약적인 토지이용밀도, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보권 적정성 순으로 중요하다고 판단하고 있었다. 이를 종합적으로 고려한다면 에너지절약적인 도시계획을 위해서는 토지이용 및 교통계획 분야에서 대중교통과 자전거도로, 보행자도로 조성이 중요함을 알 수 있다.

건축 분야에서 역점을 두어야 할 계획요소를 고단열·고기밀 자재, 자연채광 및 자연환기로 구분하여 중요도를 조사하였다. 중요도 결과, 가장 높게 나타난 계획요소는 전문가 및 공무원 그룹 모두 자연채광 및 자연환기(전문가 90.3%, 공무원 85.9%)였다.

자원재활용 분야에서는 역점을 두어야 할 계획요소를 음식쓰레기 퇴비화, 중수활용, 우수집수 시설로 구분하여 중요도를 조사하였다. 자원재활용 분야의 계획요소별 중요도 결과, 가장 높게 나타난 계획요소는 전문가의 경우 우수집수시설(77.4%), 공무원 그룹의 경우 음식쓰레기 퇴비화(61.9%)였다.

〈그림 2-28〉 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문 계획요소별 중요도



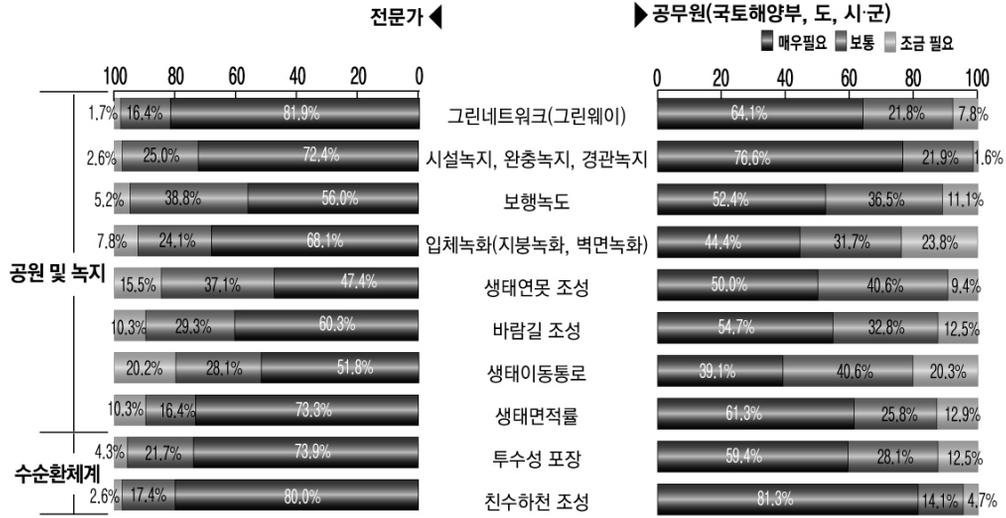
(2) 탄소흡수 최대화 부문 계획지표별 중요도

공원 및 녹지 분야에서 역점을 두어야 할 계획요소를 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 보행녹지, 입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화), 생태연못 조성, 바람길 조성, 생태이동통로, 생태면적률로 구분하여 중요도를 조사하였다.

공원 및 녹지 분야의 계획요소별로 중요도를 분석한 결과, 그린네트워크(전체의 75.6%)와 시설녹지·완충녹지·경관녹지(전체의 73.9%)가 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 생태면적률(69.1%), 입체녹화(59.8%), 바람길 조성(58.3%), 보행녹지(54.7%) 등의 순이었다. 설문집단별로는 전문가그룹에서 그린네트워크와 생태면적률을 중요하게 판단하고 있었고, 공무원 그룹에서는 시설녹지·완충녹지·경관녹지를 중요하게 평가하였다.

수순환체계 분야에서 역점을 두어야 할 계획요소를 투수성 포장, 친수하천 조성으로 구분하여 중요도를 조사하였다. 중요도 결과, 가장 높게 나타난 계획요소는 전문가 및 공무원 그룹 모두 친수하천 조성(전문가 80.0%, 공무원 81.3%)였다.

〈그림 2-29〉 탄소흡수 최대화 계획 부문 계획요소별 중요도



(3) 신·재생에너지 활용 극대화 부문 계획지표별 중요도

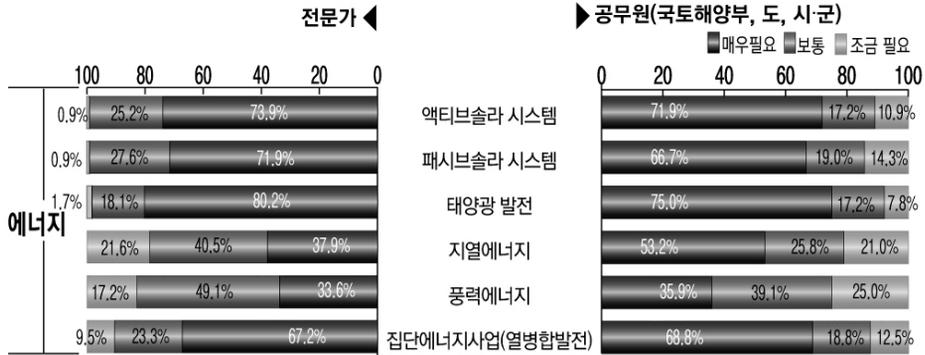
에너지 분야에서 역점을 두어야 할 계획요소를 액티브솔라 시스템, 패시브솔라 시스템, 태양광 발전, 지열에너지, 풍력에너지, 집단에너지사업(열병합발전)으로 구분하여 중요도를 조사하였다.

에너지절약도시 구현을 위한 에너지 분야의 계획요소별로 중요도를 조사한 결과, 가장 높게 나타난 계획요소는 전문가의 경우 태양광 발전(80.2%)과 액티브솔라 시스템(73.9%), 공무원 그룹의 경우도 태양광 발전(75.0%)과 액티브솔라 시스템(71.9%)이었다.

전문가 그룹은 태양열이용 시스템에 가장 높은 점수를 부여하고 다음이 집단에너지사업, 태양광발전 순으로 강조하였다. 이에 비하여 공무원 그룹은 집단에너지사업, 태양광발전, 태양열이용 시스템, 지열에너지 순으로 중요하다고 판단하고 있었다.

이를 종합적으로 고려한다면 전문가들은 에너지 분야에서 태양열이용시스템과 태양광발전, 집단에너지사업을 중요하게 생각하는 것으로 확인되었다.

〈그림 2-30〉 신·재생에너지 활용 극대화 부문 계획요소별 중요도



(4) 저탄소 에너지 절약형 도시계획요소 중요도 평가결과 종합

저탄소 에너지 절약형 도시계획요소의 중요도를 평가한 결과 전체 종합평균값(중요도 1~5점)은 3.83점으로 산정되었다. 동일분야의 지표간에 중요도 차이를 응답하게 되는 성향을 감안하면, 중분류(토지이용 및 교통계획, 건축, 자원재활용, 공원 및 녹지, 수순환체계, 에너지)의 평균치를 기준으로 동일 분야에서 상대적으로 중요한 계획요소를 선별할 필요가 있다.

중분류 평균치(3.73~4.31)를 기준으로 할 때 전체 계획요소 29개 중에서 16개의 중요 계획요소를 도출할 수 있다.

토지이용 및 교통계획 분야에서 중요한 계획요소는 대중교통지형형 개발, 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자도로, 집약적인 토지이용밀도 항목들로 나타났다. 건축분야에서는 자연채광 및 자연환기 항목이 중요한 계획요소로 분석되었고, 자원재활용 분야에서는 우수집수 시설과 중수활용이 중요한 요소로 평가되었다.

공원 및 녹지 분야에서 중요 계획요소는 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 생태면적률, 바람길 조성 항목이 도출되었고, 수순환체계에서는 친수하천 조성이 중요한 것으로 분석되었다.

에너지 분야에서 중요 계획요소는 태양광 발전, 액티브솔라 시스템, 패시브솔라 시스템, 집단에너지사업(열병합발전) 항목들이 중요한 것으로 나타났다.

〈표 2-21〉 저탄소 에너지 절약형 도시의 중요 계획요소(종합)

대분류	중분류	계획요소	측정치 평균
에너지 투입을 최소화 (4.01)	토지이용 및 교통 (3.80)	집약적인 토지이용밀도	3.91
		보행통학권의 적정성	3.53
		근린생활권 도보권 적정성	3.74
		대중교통지향형 개발(TOD)	4.37
		신교통수단(모노레일, 노면전차 등)	3.54
		자전거 도로, 전용주차장	4.07
		친환경적인 보행자 도로	3.91
		교통정온화기법	3.35
	건축 (4.31)	고단열, 고기밀 자재	4.19
		자연채광 및 자연환기	4.44
	자원재활용 (3.93)	음식쓰레기 퇴비화	3.84
		중수활용	3.95
우수집수시설		4.01	
탄소 흡수 최대화 (3.88)	공원 및 녹지 (3.74)	그린네트워크(그린웨이)	4.16
		시설녹지, 완충녹지, 경관녹지	3.98
		보행녹도	3.66
		입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)	3.66
		생태연못 조성	3.46
		바람길 조성	3.71
		생태이동통로	3.39
		생태면적률	3.89
	수순환체계 (4.02)	투수성 포장	3.88
		친수하천 조성	4.16
신·재생 에너지 활용 극대화 (3.73)	에너지 (3.73)	액티브솔라 시스템	3.99
		패시브솔라 시스템	3.94
		태양광 발전	4.06
		지열에너지	3.34
		풍력에너지	3.18
		집단에너지사업(열병합발전)	3.84
전 체 평 균			3.83

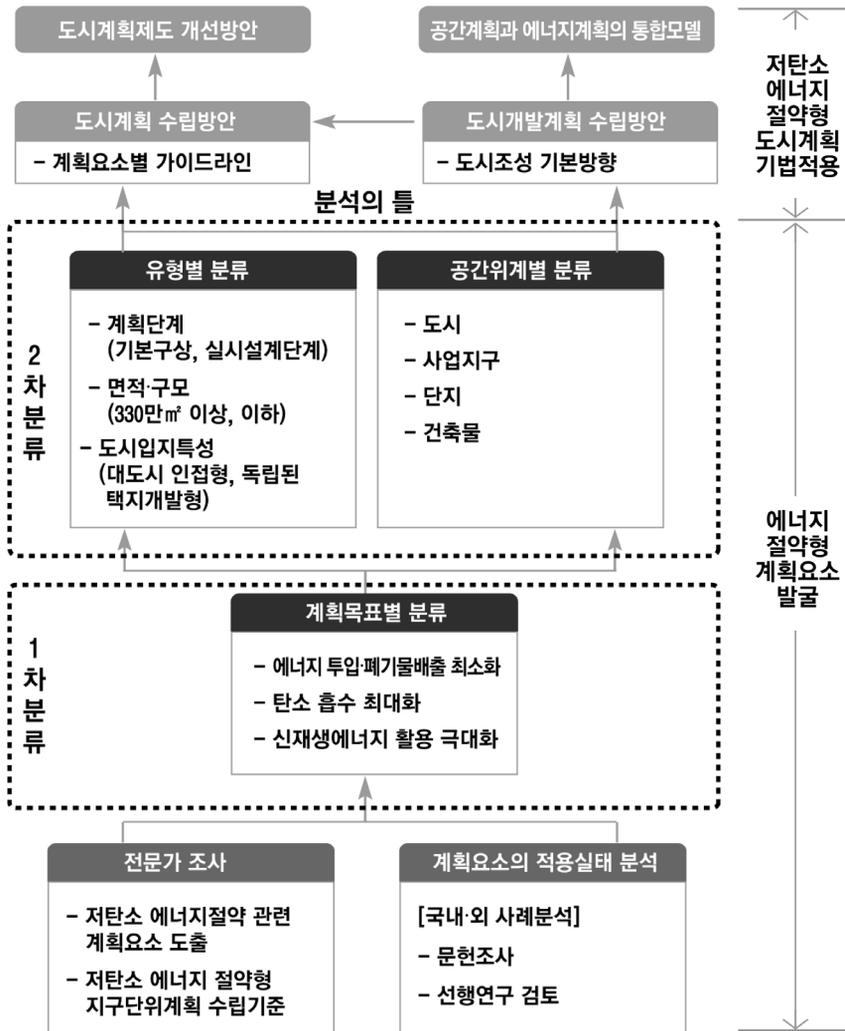
2) 에너지 절약 계획요소의 적용

이 연구의 내용적 범위는 에너지 절약형 계획요소를 도출하는 과정과 저탄소 에너지 절약형 도시계획기법을 적용하는 내용으로 구분한다.

우선, 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 요소를 도출하기 위하여 선행연구로부터 발굴된 계획요소를 전문가 설문조사, 사례조사를 통한 적용실태 분석, 연구진 브레인스토밍 등을 거쳤다.

전문가 설문조사를 거쳐 선별된 계획지표는 다시 유형별(계획단계, 면적·규모, 도시입지특성), 공간별(도시, 사업지구, 단지, 건축물), 계획목표별(에너지 투입·폐기물 배출 최소화, 탄소흡수 최대화, 신·재생에너지 활용 극대화)로 분류하여 공간계획과 에너지계획의 통합모델을 구축한다.

〈그림 2-31〉 분석의 틀



제3장 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 체계

1. 공간계획과 에너지계획의 통합모델

1) 저탄소 에너지 절약적 도시의 개념

(1) 에너지 절약적 도시개념의 발생배경

1992년 리우환경회의 이후 우리나라의 도시발전 및 개발의 추진방향은 경제, 사회, 환경의 조화를 모색하는 지속가능한 도시개념이었다. 지금까지 빠른 경제성장을 통하여 도시개발의 과정에서 도외시하였던 환경, 특히 자연환경을 적극적으로 보전하고자 계획적 개발을 통하여 생태적 역할이 큰 산림, 녹지, 수자원을 보전하고자 노력하였다. 동시에 사회부문에 있어서도 도시개발로 인하여 훼손되었던 역사 및 문화자원의 중요성을 재인식하고 적극적인 보전과 함께 활용방안을 모색하게 되었다.

그러나 최근 IPCC 보고서등을 통하여 지구온난화의 심각성이 널리 알려지고, 기후변화로 인한 자연재해현상이 가시화되면서 지구온난화의 직접적인 원인이 되는 에너지 소비를 줄일 수 있는 도시개발에 눈을 돌리고 있다.

나아가 석유가격이 폭등하면서 에너지 절약의 필요성이 대두되었고, 세계적 경제위기의 도래와 함께 신성장동력으로서 녹색산업의 기대가 커짐에 따라 저탄소 에너지 절약형 도시개념이 새로운 도시발전 및 개발의 개념으로 자리 잡게 되었다.

(2) 에너지 절약적 도시개념 정립의 필요성

지금까지 환경보전의 중요성을 바탕으로 지속가능한 도시, 친환경도시, 생태도시, 친환경생태도시, 환경도시, 생태환경도시 등의 도시개념을 기반으로 삼아 도시개발계획을 수립하고 사업을

추진하였다.

최근에는 에너지 및 지구온난화 문제의 해소에 기여하며 국가경제의 신성장동력의 개발에 대한 기대를 바탕으로 녹색도시, 저탄소녹색도시, 탄소제로도시, 탄소저감도시, 탄소중립도시, 무탄소도시, 신·재생에너지도시, 에너지 절약도시 등의 도시개념이 대두되고 있다.

공간계획 및 도시개발 담당자로서 도시개념의 변화에 적응하고 이를 각종 도시개발사업에 효과적으로 적용하기 위해서는 기존의 친환경적 도시개념과 저탄소 에너지 절약형 도시개념의 차이를 명확하게 구분하는 것이 필요하다.

(3) 저탄소 에너지 절약형 도시의 개념

저탄소 에너지 절약형 도시란 지구온난화에 따른 기후변화에 성공적으로 대응하기 위하여 필요한 도시개념으로서 ‘에너지 투입(input)·폐기물 배출(output) 최소화’, ‘탄소흡수 최대화’, 신·재생에너지 활용 극대화’ 등의 계획목표를 포괄하고 있다.

우선, 에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하는 계획목표는 도시계획적으로 볼 때 에너지 소비의 주원인은 다양한 도시활동을 수행하면서 발생하는 교통에너지와 건물내에서 소비하는 건물에너지로 보고, 에너지 효율적인 집약적 토지이용·교통계획과 건축계획을 대상으로 하고 있다.

둘째, 탄소흡수를 최대화하는 계획목표는 도시활동을 통하여 불가피하게 발생하는 이산화탄소를 생태계의 흡수(absorption)능력으로 상쇄하기 위하여 도시내부에 물질대사, 물순환, 에너지순환 등 자연순환체계를 구축하고자 하는 것이다.

마지막으로, 신·재생에너지 활용 극대화하는 계획목표는 자연에너지에 해당하는 태양력, 풍력, 지열, 집단에너지 등 신·재생에너지를 적극적으로 도입하여 탄소의 배출을 줄이고, 환경오염의 발생을 줄이고자 하는 것이다.

따라서 에너지 절약도시는 공간계획과 연계하여 기존 도시개발을 위한 토지이용계획, 교통계획, 건축계획, 공원녹지계획, 공급시설계획 등에 대하여 에너지 절약을 도모하기 위한 공간구조 및 토지이용 형태, 교통체계, 생태녹지네트워크, 단지 및 건축설계, 에너지공급 및 폐기물처리 등의 계획요소를 도입하는 도시개념을 의미한다.

(4) 친환경도시개념과 에너지 절약형 도시개념의 차이점과 공통점

기존의 친환경적 도시개념에서는 쾌적하고 효율적인 도시정주 및 활동의 환경조성을 목적으로 에너지 절약 외에도 자연환경과 생활환경에 속하는 다양한 환경요소의 양적·질적 개선을 도모하고자 공간 및 시설계획의 계획요소에 이를 반영하고 있다.

〈표 3-1〉 친환경도시를 위한 도시기본계획의 수립지침

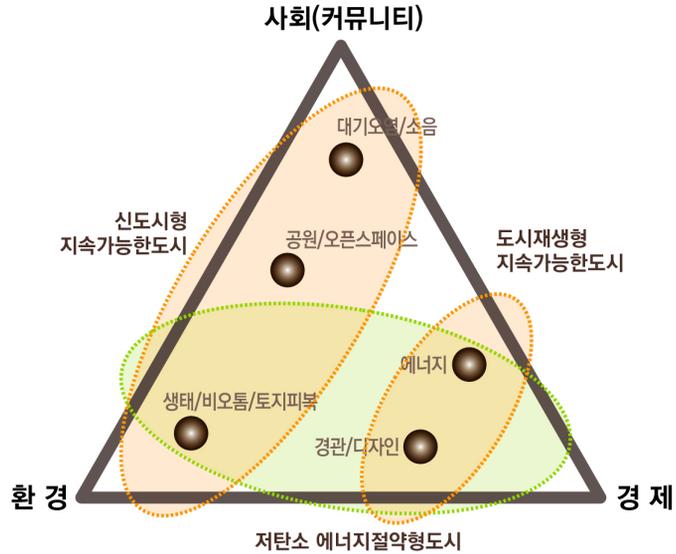
「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의한 도시기본계획 수립지침

- 정주공간으로서 환경적으로 건전하고 지속가능한 도시개발이 이루어질 수 있도록 자연환경·경관·생태계·녹지공간 등의 정비·개량·보호 및 확충과 도시간의 연담화 방지 및 환경오염 예방에 주력하여 계획
- 자원절약형 개발 및 관리를 위하여 국민소득의 향상, 산업의 발달, 인구의 증가로 각종 자원의 수요가 점차 증대되므로 한계 자원인 토지·물·에너지의 소비를 최소화하거나 효율적으로 이용될 수 있도록 계획
- 개발제한구역이 해제되는 지역은 녹지가 단절되지 않고 벨트형태를 유지하고 주변의 자연환경과 조화를 이루어 친환경적 개발과 관리가 되도록 계획
- 녹지축·생태계·우량농지, 임상이 양호한 임야, 양호한 자연환경과 수변지역 등 환경적으로 보전가치가 높고 경관이 뛰어난 지역은 보전하도록 계획
- 공유수면에 대하여는 항만·어항 등의 개발과 공유수면의 매립 및 보전에 대한 방향과 기준을 제시하여야 함

에너지 절약형적 도시개념을 에너지와 자원의 환경요소에 국한시킬 경우, 친환경적 도시개념의 '자원절약적 개발과 관리'의 계획요소에 해당하는 제한적인 친환경적 도시개념이라고 할 수 있다.

그러나 에너지 절약적 도시개념을 저탄소녹색도시 개념으로 이해한다면, 자연생태 및 녹지공간은 탄소흡수(absorption)의 주체로서 에너지의 소비저감과 함께 배출된 탄소의 흡수를 위하여 중요한 역할을 수행한다. 또한, 수자원과 폐기물의 처리도 물질과 자원의 자연적 순환체계를 필요로 하는 대상이 된다.

〈그림 3-1〉 지속가능한 도시 틀에서 본 에너지절약도시의 위상¹⁾



저탄소 에너지 절약형 도시의 개념은 고려해야 할 환경요소와 관련된 계획요소의 내용적 범위에 있어서 기존 친환경도시개념과 매우 유사하나, 에너지 또는 탄소라는 위기요소와 미래 성장동력산업 등 안정적이고 지속적으로 경제성장을 견인하는 역할로 인식되어 빠르고 폭넓게 수용되고 있다.²⁴⁾

저탄소 에너지 절약형 도시 개념은 추구하는 목표에 있어서는 기존 친환경도시개념과 차이가 있으나 관련된 환경요소 및 계획요소에 있어서는 친환경도시개념과 같다고 할 수 있다.

24) 본 과제를 위한 설문조사에 따르면 에너지 절약적인 도시개발이 필요한 중요한 이유로 신성장 동력의 개발과 고유가 시대의 대비보다는 여전히 지속가능한 도시구현과 지구온난화 문제해결이 더 중요하다고 응답하였음.

2) 저탄소 에너지 절약형 도시와 공간계획의 관계

(1) 에너지 절약도시를 위한 압축도시(Compact city)

에너지 절약도시의 시작은 친환경도시에서와 같이 교통에너지의 저감을 위한 고밀(compact) 토지이용패턴을 구축하는데서 비롯되었다. 교통에너지의 저감은 교통발생량의 감소를 의미하고, 교통발생량 감소는 총 승용차통행거리(VKT, Vehicle Km Traveled)가 줄어들면서 얻을 수 있다.

승용차통행거리를 줄일 수 있는 방안으로는 고밀공간구조의 정책을 통하여 토지이용과 토지이용간의 거리를 최소화하고, 토지이용을 복합화 함으로써 개별 승용차통행의 통행거리를 줄이는 것이 효과적이다(Breheny, 1992; Newman and Kennworthy, 1989).

따라서, 에너지 절약도시는 도시활동간의 거리를 단축시킴으로써 승용차통행거리와 승용차이용 감소를 유도하는 압축도시(Breheny, 1992; Newman and Kennworthy, 1989; 이승일, 2000)를 지향한다.

아울러 압축도시를 통하여 주변지역의 자연생태계 훼손을 막음으로써 탄소흡수량을 제고하는 효과를 거둘 수 있다.

(2) 압축도시의 문제를 보완하는 분산집중도시(Polycentric city)

도시의 수평적 확산보다는 수직적인 밀도상향을 추구하는 압축도시에서는 기존의 도심이나 생활중심과 같은 특정지역을 주거, 상업, 업무기능이 고밀·복합화되도록 개발하여 주민들의 경제·사회활동의 활성화에 기여한다.

그러나 조밀한 고밀개발로 인하여 도시내부(또는 사업지구내부)의 녹지 및 오픈스페이스가 감소함에 따라 열섬·열대야와 도시경관의 악화가 우려된다. 이는 건물의 냉방에너지 소비증가에 영향을 미치고, 주말여가를 도시외부에서 보내려는 주말교통의 증가로 이어져 에너지 절약 효과를 반감하는 결과를 초래한다(이승일, 2001).

분산집중도시(Polycentric city)는 압축도시의 핵심개념인 '거리의 단축'을 위한 고밀개발을 대중교통의 역세권만 집중시키고, 나머지 토지를 생태녹지축과 저밀주거로 유지한다. 역세권

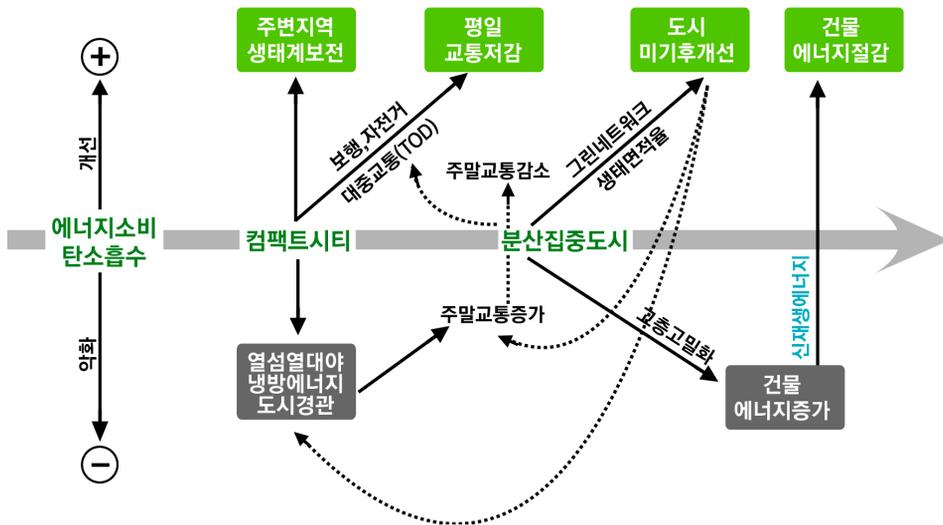
을 대중교통중심의 개발(TOD, Transit Oriented Development)²⁵⁾로 개발함으로써 대중교통의 이용률을 제고하는 것이다(이승일, 2000; Wegener, 1996; Echenique, 2001).

역세권을 제외한 지역에 오픈스페이스와 녹지 및 수변공간을 조성하고, 역사 및 문화적 도시자원을 보전·활용함으로써 문화, 여가, 관광, 휴식, 스포츠 등의 주말 도시활동의 수요를 외부의 자연지역이 아닌 해당 도시지역에서 공급하여 주말교통의 발생을 줄이고(이승일, 2001), 고밀개발로 인한 도시미기후를 개선한다.

고밀·복합의 역세권 개발에 있어서 보행과 자전거를 교통수단으로 삼는 녹색교통은 대중교통 이용자로 하여금 편리하게 대중교통을 이용하는데 중요한 역할을 한다(김성희 외, 2001; 김재홍 외, 2007; O'Sullivan et al., 1996; Krygsmann et al., 1997).

전반적으로 도시개발의 밀도가 이미 높은 수준에 도달한 우리나라에서 역세권을 고밀·복합으로 개발하기 위해서는 (초)고층 주상복합의 건축방식²⁶⁾의 도입이 불가피한 경우가 많다(최막중, 2007). (초)고층 건물의 경우, 건물에너지의 이용이 높아지는 만큼 신·재생에너지의 적극적인 도입이 요구된다.

〈그림 3-2〉 공간계획과 에너지계획의 관계상관도



25) 역세권을 고밀복합으로 개발함에 따라 대중교통수단으로의 진입거리를 단축할 뿐 아니라 전용 보행로를 조성함으로써 대중교통 이용편의를 도모하고, 다양한 도시기능을 역세권에 입지하여 여러 통행목적을 대중교통으로 동시달성(Trip chaining)하여 대중교통의 이용을 근본적으로 제고함.
 26) 저층주거선호로 인하여 유럽의 경우 초고층 개발을 통하여 압축도시를 건설하는 것이 사실상 불가능하지만(Grund, 1997; Maat, 1998), 우리나라와 일본의 경우 초고층 주거건물에 대해 높은 선호도를 보이고 있음.

위의 그림에 따르면 에너지 절약도시를 실현하기 위해서는 공간계획요소와 에너지계획요소가 공간위계 별로 차별화 하되, 서로 밀접하게 연관²⁷⁾되어야 함을 알 수 있다. 상위공간위계에서는 공간구조의 개편을 통하여 도시활동으로 인한 에너지 소비저감을 모색하고, 중위공간위계에서는 토지이용형태와 교통수단의 전환, 그린네트워크 및 바람길 도입 등을 통하여 에너지 소비저감과 탄소흡수증대를 도모하며, 하위위계에서는 보행로, 생태면적율, 건물에 신·재생 에너지의 도입 등을 모색해야 한다.

3) 저탄소 에너지 절약형 도시계획을 위한 공간위계 구분

(1) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획을 위한 공간위계

저탄소 에너지 절약형 도시개념을 도시개발사업에 구현하기 위해서는 사업지구가 속한 공간을 대상으로 공간위계에 따라 차별적으로 계획요소를 도입해야 한다. 공간위계는 도시전체 또는 사업지구 주변, 사업지구, 사업지구 내 개별 단지, 단지에 속한 건축물로 구분할 수 있다.²⁸⁾

도시전체²⁹⁾ 또는 사업지구 주변은 거시적 계획요소(공간구조, 토지이용패턴, 교통체계, 도시기반시설 등)를 중심으로 사업지구의 에너지 절약적 계획을 수립하는 중요한 전제 조건이 된다. 특히, 도로·대중교통축, 자전거·보행축, 녹지, 비오톱, 생태축 등 축 또는 면적 계획요소는 사업지구의 계획요소와 긴밀하게 연계된다.

사업지구의 에너지 절약적 개발계획에서는 사업지구의 에너지 절약 및 탄소배출 저감 효과를 제고하기 위하여 계획요소에 대한 종합적인 저감방안을 마련하며, 사업지구 외부의 축 또는 면적 계획요소를 사업지구 내부의 계획요소와의 연계하여 계획을 수립한다.

27) 영국 PPS22를 보면 신·재생에너지 계획적 적용에 있어서 국가/광역자치단체와 지방자치단체의 역할의 구분과 상호 연관성을 강조하고 있는데 본 연구의 공간위계별 연관성과 관련이 깊음.

28) 본 과제를 위한 설문조사에 따르면 에너지 절약계획을 수립하기 위한 공간위계로서 사업지구>단지<도시및사업지구 주변>건축물 순으로 중요하다고 응답했음.

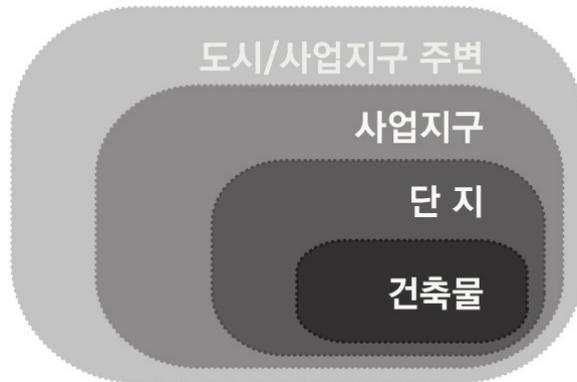
29) 2009년11월5일 대통령 직속 녹색성장위원회가 제시한 온실가스 감축 계획안에 따르면 모든 대도시에 혼잡통행료 확대 적용(2010년 상반기), 자동차 통행총량제(2011년), 신축건물 에너지 기준 강화(2025년), 에너지 목표 관리제(단계적 시행) 등 본 연구와 관련성이 높음. 대부분 도시차원에서 고려해야 할 중요한 계획안이 발표되었는데 시행시점에 맞추어 도시차원에서의 온실가스 감축을 위한 목표치를 정하고 사업지구별로 구분하여 적용할 경우 사업지구의 온실가스 감축을 위한 구체적인 목표치로서 삼을 수 있음.

사업지구 내 개별 단지의 실시계획에서는 에너지 절약을 목적으로 사업지구의 종합적 개발 계획에 따라 단지별로 부여된 용도, 밀도, 건물배치 등 개발조건과 부합하도록 계획을 수립한다. 또한 축의 계획요소에 대한 단지간의 연계성을 확보하도록 단지설계를 계획한다.

단지에 속한 건축물에 대한 건축계획에서는 단지별 실시계획에서 주어진 건물배치에 부합하도록 계획하되 건물별 에너지 절약 및 신·재생에너지 활용효과를 극대화 할 수 있도록 설계한다. 또한 단지별로 부여된 생태축과 보행동선축에 적합한 건축계획을 수립할 필요가 있다.

에너지 절약적 도시계획은 해당 위계에서의 적합도와 적용효과를 고려하여 계획요소를 선정하고, 계획요소별로 상위 또는 하위 공간위계에서의 정합성을 고려해야 한다.

〈그림 3-3〉 저탄소 에너지 절약형 도시계획과 공간위계



(2) 공간위계별 에너지 절약도시의 계획요소 적용방안

에너지 절약도시의 계획요소는 계획의 공간범위와 계획특성에 따른 적용 적합성을 고려하여 공간위계별로 차별화되어야 한다.

공간구조, 토지이용패턴, 용도 및 시설 배분, 교통축, 보행축, 생태축, 처리시설 등 공간적 계획요소는 도시 또는 사업지구 주변 및 사업지구의 거시적 공간위계에 적합한 반면, 채광 및 통풍의 건물배치, 생태면적율, 입체녹화, 중수·우수시설, 신·재생에너지, 건물단열 등 시설적 계획요소는 단지 및 건축물 등 미시적 공간위계에 적합하다.

우선, 환경부(2008)의 도시환경개선사업 환경성 진단 및 평가지표 연구³⁰⁾의 사례를 살펴보

면, 계획요소는 공간위계별로 구별될 뿐 아니라 동일한 계획요소에 대해서도 공간위계에 따라 차별적으로 적용됨을 알 수 있다.

대부분 계획요소는 여러 공간위계에 동일하게 적용하나, 계획적 상세함(degree of detail)에 따라 차별적으로 적용하며, 공간위계 간에 체계적으로 긴밀하게 연계하여 공간위계별 효과뿐 아니라 전체적인 적용효과를 제고하도록 해야 한다.

〈표 3-2〉 공간위계별 환경성 진단·평가를 위한 지표

평가지표	도시	사업지구	개별 단지	개별 건축물
생태축과 생물 다양성	<ul style="list-style-type: none"> 도시생태네트워크 보전·조성 	<ul style="list-style-type: none"> 사업지구 내·외 생태축 연계 기존 녹지 및 바이오톱의 보전 	<ul style="list-style-type: none"> 오픈스페이스 연계 및 조성 녹도(하천포함) 구성 바이오톱 보전·조성 	<ul style="list-style-type: none"> 건물 바이오톱녹화 건물-보행로 연계
수자원	<ul style="list-style-type: none"> 수자원 통합 관리(하천-상하수-중수 통합관리) 	<ul style="list-style-type: none"> 우수분리 집수체계 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 저류지 등 우수 집수시설 설치 우수 및 중수 활용 투수성 포장 	<ul style="list-style-type: none"> 건축단위 우수집수시설 중수 수집·활용 우수활용
에너지 및 미기후	<ul style="list-style-type: none"> 도시지역냉난방 체계 도입 기후변화 및 환경오염을 고려한 녹지 확충 	<ul style="list-style-type: none"> 지역냉난방 도입 신·재생에너지 시설 설치 및 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 시설 설치 및 활용 남향 건물배치 바람통로 고려 복사열 저감 	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 시설 설치 및 활용 에너지 절약형 시설 설치 건축물 단열(외피 단열, 단열창문 등) 자연환기계획
폐기물	<ul style="list-style-type: none"> 순환자원(폐기물) 활용 사업 계획·추진 	<ul style="list-style-type: none"> 폐열활용시설 등 Recycling 관련 시설 설치 쓰레기이송관로¹⁾ 도입 	<ul style="list-style-type: none"> 폐열 활용 시설 등 Recycling 관련 시설 설치 쓰레기 분리배출 시설 	<ul style="list-style-type: none"> 디스포저 등 음식물쓰레기 처리시설 설치 재활용을 고려한 자연건축재료 사용

30) 도시정비사업의 환경성 진단 및 평가를 위한 지표의 선정 및 적용방안을 모색한 환경부(2008)의 연구결과는 에너지 절약도시의 계획요소의 적용방안을 살피는 본 과제와는 차이가 있으나 친환경도시의 계획요소가 대부분 에너지 절약 도시의 계획요소와 유사하므로 공간위계별 환경성 진단 및 평가지표를 본 연구에서도 참고하도록 함.

경관·미관	<ul style="list-style-type: none"> 주변지역과의 경관 조화 	<ul style="list-style-type: none"> 통경축 확보 스카이라인 계획 옥외광고물 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 통경축 확보와 연계 스카이라인 계획 	<ul style="list-style-type: none"> 옥상·담장녹화 건물디자인(타워형 등)
공원	<ul style="list-style-type: none"> 공원 네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 공원체계²⁾ 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 공원접근로 조성 	-
기존 도시자원 활용	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상업시설 보전 역사문화전통의 보전 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상업시설 활성화 기존 문화유산 활성화 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상업시설과 (보행)연결체계 기존 문화유산과 (보행)연결체계 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상업건물 리노베이션³⁾ 기존 문화유산 리노베이션³⁾
통행발생 저감	<ul style="list-style-type: none"> 통행발생을 줄이는 공간구조계획(도심-부도심-역세권) 	<ul style="list-style-type: none"> 집약적 토지이용 복합적 토지이용 	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통체계와의 연결체계 구축 	-
대중교통 이용제고	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통이용 활성화를 위한 공간구조계획(도심-부도심-역세권) 	<ul style="list-style-type: none"> 지구외 역과 연계 지구내 역중심 개발 최단 보행연결축 조성 보차분리 환승체계마련 	<ul style="list-style-type: none"> 역진입 보행로 조성 자전거보관소 설치 	<ul style="list-style-type: none"> (상업·업무)건축물내부 보행연결체계조성 자전거 보관대 설치
녹색교통 이용제고	<ul style="list-style-type: none"> 교통이동을 위한 보행 및 자전거 네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 보행 및 자전거 연결축 구축 보차분리 지구외 상업·공공시설 연결체계 지구외 역사·문화시설 연결체계 	<ul style="list-style-type: none"> 보행 및 자전거 도로 조성 상업·공공시설 접근성 제고 보차분리 자전거보관소 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 보행 및 자전거도로 설치 상업·공공건물 접근성 제고 보차분리

주1 : 쓰레기이송관로는 차없는 단지 등 보행중심의 단지설계의 쓰레기 수거차량 진입을 대신한 보완조치로 적용

주2 : 공원체계는 공원과 보행로 및 접근로를 일체로 하여 조성하는 것을 의미

주3 : 새로운 시설 및 기능으로 교체하는 것이 아니라 기존의 건물을 이용편리의 목적으로 개보수

자료 : 환경부, 2008, 도시환경개선사업 환경성 진단·평가 연구

4) 저탄소 에너지 절약형 도시의 공간위계별 계획요소

(1) 공간계획과 에너지계획의 통합모델 구상

① 모델 개요

저탄소 에너지 절약적 도시계획요소를 계획위계와 공간위계별로 구분하여 세부적으로 유형화하였다. 저탄소 에너지 절약형 도시개발의 특성에 따라 계획요소는 계획목표에 따라 계획수립단계, 면적, 도시입지특성과 같은 요인으로 구분하여 공간계획과 에너지계획의 통합적인 모델을 구축하였다.

〈그림 3-4〉 저탄소 에너지 절약형 도시계획요소의 마인드맵



이러한 통합모델을 기반으로 계획위계에 따른 계획요소의 적용방식을 분석해 보면 다음 표와 같다. 이 결과는 『국토계획법』 상의 도시기본계획, 도시관리계획, 지구단위계획에서 제시하고 있는 계획요소와 선행연구에서 발굴한 계획요소를 토대로 전문가 설문조사와 연구진 브레인스토밍을 거쳐 선별한 저탄소 에너지 절약적인 도시계획요소를 제시한 것이다.

〈표 3-3〉 기존 도시계획의 계획요소와 본 연구의 계획요소와 비교

구분	계획요소
도시기본계획	<ul style="list-style-type: none"> 공간구조 설정, 생활권 설정, 인구배분계획, 토지이용계획, 기반시설(교통계획, 물류계획, 정보·통신계획)계획, 도심 및 주변환경계획, 환경친화개발유도계획, 대기환경 및 수환경 보전계획, 상·하수도계획, 에너지계획, 경관계획, 공원·녹지계획(공원계획, 시설녹지계획, 유원지계획), 방재 및 안전계획, 경제·산업·사회·문화의 개발 및 진흥계획
도시관리계획	<ul style="list-style-type: none"> 용도지역·용도지구·용도구역, 교통시설계획, 공간시설계획, 유통·공급시설계획, 공공·문화체육시설계획, 보건위생시설계획, 환경기초시설계획, 도시개발계획, 경관 및 안전계획, 환경성 검토, 교통성 검토, 가로망계획
지구단위계획	<ul style="list-style-type: none"> 용도지역·용도지구, 기반시설, 교통처리, 가구 및 획지, 건축물의 용도, 건폐율·용적률·높이 등 건축물의 규모, 공동개발 및 맞벌건축, 건축물의 배치와 건축선, 건축물의 형태와 색채, 경관, 환경관리
에너지절약 관련계획	<ul style="list-style-type: none"> 적정규모의 밀도계획, 집약적인 밀도계획, 지역용량을 감안한 개발지역 선정, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보권 적정성, 오픈스페이스 확보를 위한 건물배치, 자연지형 활용, 생태자연도 등 고려, 생태적 배후지 보존으로 자정능력의 확보, 우수한 자연경관의 보전, 도로·하천·용도지역간 완충녹지 설치, 향을 고려한 단지 배치, 바람길 확보, 친환경포장(자연재포장, 저소음포장), 자전거도로 설치, 보행자 전용도로 설치, 보행자 공간네트워크화, 대중교통지향형 개발(TOD), 교통정온화기법, 신교통수단(모노레일, 노면전차 등), 문화여가시설 조성, 커뮤니티 공간 조성, 유비쿼터스 환경 및 도시관리, 준점지성 확보, 태양에너지 이용(온실 등), 실내녹화, 자원절약형 설비, 고단열·고기밀 자재, 백년주택구법, 환경보전형 건설시스템(건축지료 리사이클등), 방위에 따른 입면 및 창호계획, 태양열획득이 가능한 지붕계획, 자연채광 및 자연환기, 음식쓰레기 퇴비화, 쓰레기 재활용, 자연친화적 쓰레기 처리, 중수 활용, 우수집수시설 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 녹화공간 확충, 실용녹화(유실수녹화 등), 생태녹화(미기후조절식재 등), 생태학습원, 보행녹도, 생태면적률, 입체녹화(지붕녹화/입면녹화), 지하주차장 상부녹화, 절성토 사면 생태녹화, 친환경 방음벽, 생태이동통로 조성, 생태연못, 비오톱 조성, 친수하천 조성, 수질정화시설, 환경친화적 하수처리, 자연형 하천 공법, 침전조, 잔디 및 자갈수로, 투수성 포장재 태양에너지활용시스템(액티브솔라, 패시브솔라), 태양광시스템, 풍력에너지 이용, 지열활용 시스템, 청정에너지 활용(LPG, LNG), 열병합발전기, 흡습식 냉난방기
저탄소 에너지 절약형 도시계획	<ul style="list-style-type: none"> 집약적인 토지이용밀도, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보권 적정성, 대중교통지향형 개발(TOD), 신교통수단(모노레일, 노면전차 등), 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자 도로, 교통정온화기법, 고단열 및 고기밀 자재, 자연채광 및 자연환기, 음식쓰레기 퇴비화, 중수활용, 우수집수시설 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 보행녹도, 입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화), 생태연못 조성, 바람길 조성, 생태이동통로, 생태면적률, 투수성 포장, 친수하천 조성 태양열이용, 태양광 발전, 지열에너지, 풍력에너지, 집단에너지사업(열병합발전)

② 저탄소 에너지 절약적인 도시계획요소의 계획목표별 적용 공간위계 구분

계획요소의 적용 효율성을 제고하기 위하여 저탄소 에너지 절약형 도시의 세부목표에 부합하도록 계획요소를 선정한다. 우선, 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위해 토지이용·교통 체계, 건축, 자원재활용 관련 계획요소를 선정하였고, 탄소흡수 최대화를 위해서는 공원 및 녹지, 수순환 체계 관련 계획요소를 구상하였다. 마지막으로 신·재생에너지 활용 극대화를 위해 신·재생에너지 관련 계획요소를 선별하였다.

계획목표별 계획요소에 대하여 해당 공간위계(직접적 관련) 뿐 아니라 상·하위 공간위계에 대한 관계성(위계적 관련)을 명시함으로써 계획위계간 정합성³¹⁾을 도모하도록 한다.

(2) 계획목표 1: 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위한 계획요소

에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하기 위해서는 교통발생을 최소화하는 공간구조 및 토지이용패턴을 구축하고, 에너지 절약적 건축계획 및 기법을 도입하며 쓰레기와 우수·하수 등 자원의 재활용 체계 및 기법의 조성 등이 요구된다.

우선, 토지이용 및 교통 관련 계획요소는 거시적 공간위계의 공간계획을 통하여 구현이 가능하다. 사업지구에 대한 공간계획에 있어서 사업지구 주변의 토지이용, 통학권, 근린생활권, 대중교통역세권 등과 조화가 필요하며, 신교통수단축, 자전거 및 보행로의 연계가 필요하다. 특히, 사업지구가 기성시가지와 인접한 경우 각별한 고려가 요구된다.

이에 비하여 에너지 절약적 건축 관련 계획요소는 미시적 공간위계의 건축계획을 통하여 구현 가능하다. 건축물의 자연채광과 자연환기를 위해서는 건축계획 뿐 아니라 단지설계에 의해 자연채광과 자연환기에 유리하도록 건축물을 배치하는 것이 필요하다.

사업지구에서 음식쓰레기와 중수·우수의 재활용 시스템은 건축물과 단지를 대상으로 설치되지만, 원만한 운영 및 관리를 위해서는 사업지구와 단지간 연계시스템이 필요하다.

31) 도시기본계획 및 도시관리계획과 개발사업의 개발계획, 개발계획과 실시계획, 실시계획과 지구단위계획, 지구단위계획과 건축계획 등 계획간 조화를 통하여 계획위계별 계획요소간의 정합성을 도모하는 것을 의미함.

〈표 3-4〉 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위한 계획요소

대분류	계획요소	공간위계			
		도시	사업지구	단지	건축물
토지이용 및 교통	집약적인 토지이용밀도	△	○	○	△
	보행통학권의 적정성	△	○	△	
	근린생활권 도보권 적정성	△	○	○	△
	대중교통지향형 개발(TOD)	△	○	○	△
	신교통수단(모노레일, 노면전차 등)	○	○	○	△
	자전거 도로, 전용주차장	△	○	○	△
	친환경적인 보행자 도로	△	○	○	△
	교통정온화기법		△	○	△
건축	고단열, 고기밀 자재				○
	자연채광 및 자연환기			○	○
자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화		△	○	△
	중수활용		○	○	○
	우수집수시설		○	○	○

주: ○: 직접적 관련, △: 위계적 관련

(3) 계획목표 2: 탄소흡수의 최대화를 위한 계획요소

탄소흡수의 최대화를 위해서는 탄소를 흡수하는 생태계의 면적을 가능한 최대화해야 하는데, 개발에 따른 제약으로 다양한 토지이용에 따라 공원과 녹지를 체계적으로 조성하고 수순환체계를 적극적으로 도입하는 것이 바람직하다.

토지이용의 유형에 따라 다양한 형태로 도입하는 그린네트워크, 녹지대, 보행녹도, 바람길, 생태이동통로, 친수하천 등은 축의 형태를 지니므로 사업지구의 주변에 존재하는 기존 생태계와의 연계와 함께 사업지구 내부의 단지와 단지 사이에도 연결될 수 있도록 한다.

입체녹화, 생태연못, 생태면적율 등 계획요소는 단지 및 건축물과 관련하여 점적인 특성을 지니지만 생태축과 연계시킬 경우 생태네트워크를 조성하게 되어 생태적 기능 및 탄소흡수능력을 제고시킬 수 있다.

점적·면적·선적인 형태의 생태 계획요소가 유기적으로 연계하여 제한적인 토지면적에서도 생태적 기능을 최대화하고, 이를 통하여 탄소흡수 능력을 최대화 하도록 한다.

〈표 3-5〉 탄소흡수의 최대화를 위한 계획요소

대분류	계획요소	공간위계			
		도시	사업지구	단지	건축물
공원 및 녹지	그린네트워크(그린웨이)	△	○	△	
	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지		△	○	△
	보행녹도	△	○	△	
	입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)			△	○
	생태연못 조성		△	○	△
	바람길 조성	△	○	△	
	생태이동통로	△	○	△	
	생태면적율			△	○
수순환 체계	투수성 포장			○	
	친수하천 조성		△	○	△

주: ○: 직접적 관련, △: 위계적 관련

(4) 계획목표 3: 신·재생에너지의 활용의 극대화를 위한 계획요소

신·재생에너지³²⁾의 활용의 극대화를 위해서는 태양열·태양광, 지열, 풍력, 집단에너지 등 대안 에너지의 공급 및 이용체계를 구축하는 것이 필요하다.

신·재생에너지의 활용은 주로 건축물과 관련되어 점적인 특성을 지니지만 단지 차원으로 규모를 확대하여 신·재생에너지로 특화된 단지를 조성할 경우 신·재생에너지의 대체 효과가 크고, 운영 및 관리에 유리하다.

태양열과 태양광을 이용하는 경우, 태양에너지 활용을 위한 건물의 설계뿐 아니라 단지 내 모든 건물에 고르게 채광이 가능하도록 건물의 높이와 배치에 대해 설계하는 것이 요구된다.

32) 영국의 PPS22의 수반지침(A Companion Guide to PPS22)에서는 도입가능한 신·재생에너지로서 solar water heating, active solar (photovoltaics), biomass, energy from waste (biological and thermal processes), passive solar design 등을 제시하였고, 부록을 통하여 해당 유형별로 적용기술을 상세하게 명시하고 있음.

지열, 풍력에너지, 집단에너지 등은 활용 여건이 갖추어진 사업지구에서만 도입이 가능하다. 화산대에 인접하여 비교적 열을 얻기 쉬운 곳에서 지열의 이용이 가능하고, 연중 바람이 풍부한 해안 및 산간지역에서 풍력발전이 가능하며, 지역 및 도시차원에서 지역냉난방에너지의 공급체계가 마련된 곳에서 집단에너지의 이용이 가능하다.

〈표 3-6〉 신·재생에너지의 활용의 극대화를 위한 계획요소

대분류	계획요소		공간위계			
			도시	사업지구	단지	건축물
에너지	태양열 이용	액티브 솔라시스템		△	○	○
		패시브 솔라시스템		△	○	○
	태양광 발전			△	○	○
	지열에너지		△	○	△	
	풍력에너지		○	○	△	
	집단에너지사업(열병합발전)		△	○	△	

주: ○: 직접적 관련, △: 위계적 관련

(5) 저탄소 에너지 절약적인 도시개발 특성과 공간위계의 구분

저탄소 에너지 절약적인 도시개발 계획요소를 적용할 때 계획단계, 면적 및 규모, 도시입지 특성 등에 따라 적용하고 공간위계를 차별화한다.

계획단계를 '기본구상 및 개발계획'과 '실시계획 및 설계' 단계로 구분할 경우 전자의 경우에는 거시적 공간위계에 적용가능한 계획요소를 적용해야 하고, 후자의 경우에는 미시적 공간위계에 적용가능한 계획요소를 적용해야 한다.

도시개발의 면적 및 규모에 따라 '신도시 규모'와 '신도시 미만의 규모'로 구분하여 계획요소를 적용할 경우 공간위계에 따른 계획요소에 대한 차이는 없는 것으로 보인다. 다만, 대중교통지향형 개발, 신교통수단, 중수활용, 집단에너지 등 대규모 도시개발의 경우 적용 가능한 계획요소는 규모가 작은 도시개발에 적용할 수 없다.

도시입지특성에 따라 '대도시 인접형'과 '독립된 택지개발형'으로 구분하여 계획요소를 적

용할 경우에도 공간위계에 따른 계획요소에 대한 차이는 없는 것으로 보인다. 다만, 도시적 축 형태의 계획요소에 대해서는 인접 대도시와의 연계를 고려해야 하고, 생태적 축 형태의 계획요소에 대해서는 인접 생태축과의 연계를 고려해야 한다. 특히, 대도시에 인접하여 개발되는 사업의 경우 교통으로 인한 에너지 소비를 줄이는 계획요소에 대하여 각별한 고려가 요구된다.

〈표 3-7〉 저탄소 에너지 절약적인 도시개발 계획요소 적용방식 유형과 공간위계

구 분	세부적 유형	공간위계			
		도시	사업지구	단지	건축물
계획단계	기본구상 및 개발계획 단계	△	○	△	
	실시계획 및 설계 단계		△	○	△
면적·규모	신도시 규모(330만㎡ 이상)	△	○	○	○
	신도시 미만 규모(330만㎡ 미만)	△	○	○	○
도시입지특성	대도시 인접형	△	○	○	○
	독립된 택지개발형	△	○	○	○

주: ○: 직접적 관련, △: 위계적 관련

2. 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 기본방향

1) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 원칙³³⁾

(1) 저탄소 에너지 절약형 도시³⁴⁾ 조성의 목적

저탄소 에너지 절약형 도시를 조성하는 목적은 우선 도시개발 시 기후변화에 따른 자원·환경 위기를 극복하고, 저탄소 녹색성장 도시공간으로 조성하기 위해서이다.

33) 기본적으로 국토해양부에서 2009년 7월 15일 제정한 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침」에 의거하여 제안함.

34) 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침」에서는 에너지 절약적 도시를 녹색도시로 정의하였음.

둘째, 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 신·재생에너지의 사용 및 보급을 확대하며, 녹색기술의 적용 및 탄소흡수원 확충 등을 통하여 온실가스를 적정수준 이하로 줄이기 위함이다.

마지막으로, 도시개발에 녹색기술 및 신·재생에너지 활용을 적극적으로 도입함으로써 신성장 동력을 확보하고 일자리를 창출해 경제와 환경의 조화로운 성장을 도모하기 위해서이다.

(2) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 수립 원칙

저탄소 에너지 절약적인 도시개발계획은 우선, 정부의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표에 부합되도록 하며, 기후변화대응 종합기본계획 및 국가에너지기본계획 등 관련 국가계획과 연계 되도록 한다.

둘째, 저탄소 에너지 절약적인 도시개발계획 수립시 온실가스 저감 등 기후변화에 대응하기 위하여 공간구조, 교통체계, 환경의 보전과 관리, 에너지 및 공원·녹지 등 도시계획 각 부문을 체계적이고 포괄적으로 접근하여 수립한다.

셋째, 온실가스 감축과 자원절약형 개발 및 관리를 위하여 한계자원인 토지, 화석연료 등의 소비를 최소화하고 이들을 효율적으로 이용할 수 있는 방안을 계획한다.

넷째, 태양력·지열·풍력 등 신·재생에너지원을 확보할 수 있는 잠재력을 분석·반영하고, 에너지 절감을 위한 신·재생에너지 등 환경친화적 에너지의 공급 및 사용을 위한 대책을 수립하여야 한다.

마지막으로 저탄소 에너지 절약적인 도시개발계획 수립시 기후변화 완화 및 적응을 위하여 지역의 지리적, 사회·경제여건 등 지역의 특성을 반영하여 수립하며, 지역의 특성에 따라 계획의 수립 여부 및 계획의 상세정도를 달리하여 수립한다.

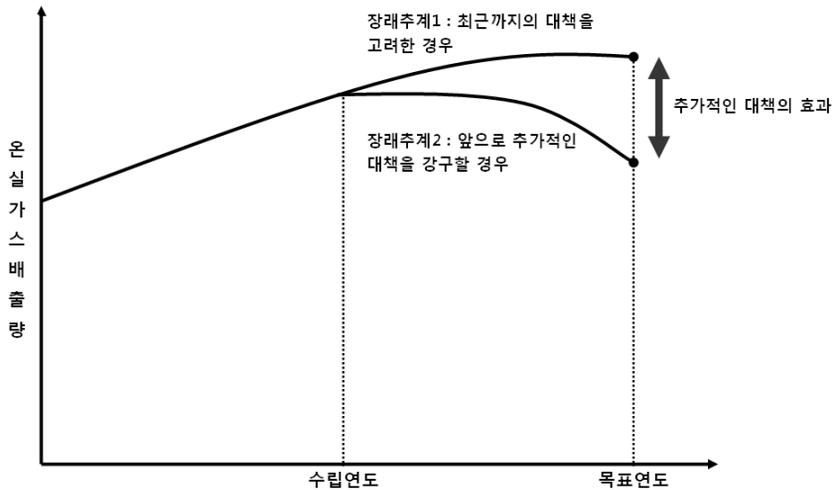
(3) 저탄소 에너지 절약을 위한 계획목표 설정

① 온실가스 배출 장래예측

온실가스 배출 장래예측은 공간구조계획, 토지이용계획, 토지용도별 수요, 교통계획 및 주택 공급계획 등에 따른 에너지 장래수요 예측 및 배출 원단위 개선 등을 고려하여 계획의 목표연도

지표로 제시한다. 목표연도를 기준으로 계획수립 연도의 상황을 반영한 장래추계(추계 1)와 에너지 절약적 도시개발계획을 적용할 경우의 장래추계(추계 2)를 기준으로 온실가스 감축 목표를 설정하게 된다. 추계 1은 목표 연도를 기준으로 계획수립 시점의 (일반적인) 대책만을 고려하여 추계한 목표연도의 온실가스 배출량을 의미하고, 추계 2는 목표 연도를 기준으로 온실가스 감축을 위해 수립한 각종 에너지 절약 계획(추가적인 대책)을 반영한 온실가스 장래추계를 뜻한다.

〈그림 3-5〉 온실가스 배출 장래추계 방법 예시도



충남의 온실가스 배출량은 2007년 현재 전국 최고수준(15.1백만 탄소톤)인데, 이는 대형 석탄화력발전(보령·태안·당진·서천화력) 중심의 전력생산구조(충청남도 전체 온실가스 배출량의 70% 이상 차지)에 기인하고 있다.

만약 충청남도에서 현재의 온실가스 총량이라는 개념을 타 지역과 동일하게 적용하여 감축을 요구하는 경우, 충남지역은 용도별 토지이용이 소극적으로 이루어질 가능성이 높다고 할 수 있다.

동시에 지구단위계획 차원의 탄소저감방안은 현재 다양한 연구가 진행 중이어서 다양한 대안이 마련되겠지만, 도시기본계획 차원에서 토지이용과 직결된 온실가스 감축방안을 마련한다는 것은 또 다른 기업규제로 작용할 가능성이 높아 관련 가이드라인 작성은 면밀하게 검토되어야 할 것으로 판단된다.

② 온실가스 감축 계획기간과 목표의 설정

저탄소 에너지 절약적 도시개발계획의 온실가스 감축 계획기간은 장래 국가 수준의 감축계획 기간 설정을 감안하고, 해당 도시의 도시기본계획 목표연도에 맞춰 정하도록 한다. 온실가스 감축목표는 지역적 여건 및 특성을 감안하여 감축량과 감축비율 등의 정량적인 방법³⁵⁾과 함께 장래의 바람직한 에너지 절약 도시비전을 나타내는 정성적인 방법으로 제시할 수 있다.

정부는 2009년 11월 2020년 국가 온실가스 감축목표를 배출전망치(BAU)³⁶⁾ 대비 30% 감축(2005년 배출량 대비 4% 감축)으로 최종 결정하였다³⁷⁾. 정부는 이를 위해 2010년부터 경제부문 별 세부 목표를 정해 관리하는 온실가스 및 에너지 목표관리제³⁸⁾를 시행하기로 하였다³⁹⁾. 이에 따라 충남도내 산업계(자동차, 철강, 석유화학 등)는 물론 대형건물 등 에너지 다소비 관련 업계에 막대한 영향이 미칠 것으로 판단된다.

2) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 수립방향

(1) 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화를 위한 계획수립방향

① [토지이용 및 교통] 집약적인 토지이용밀도, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보권의 적정성

도시차원의 저탄소 에너지 절약적인 도시계획을 통하여 하위 위계에서의 총통행거리(대·km)

35) 도시개발시 에너지 절약적 계획요소를 도입을 통한 이산화탄소 배출 저감량을 정량적으로 제시하기 위해서는 계획요소별로 이산화탄소 배출지표를 개발하여 배출량을 산출하도록 해야 함.

36) BAU(Business As Usual)란 특별한 조치(저탄소녹색성장 등)를 취하지 않을 경우 배출될 것으로 예상되는 미래 전망치를 의미함. 즉, 국민경제의 통상적 성장관행을 전제로 유가변동, 인구변동, 경제성장률 등에 따라 영향을 받을 미래의 온실가스 배출 추계치임.

37) 정부가 발표한 감축안은 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)이 개발도상국에 권고한 감축범위(BAU 대비 15~30%)의 최고 수준임.

38) 에너지 목표관리제는 에너지 다소비 사업과 대형건물 등의 경우, 향후 정부와 협의해 에너지 사용량에 대한 목표를 설정해야 하고, 목표 달성 여부에 따라 인센티브나 페널티가 부과되는 제도임.

39) 연간 소비량이 50만TOE(석유 1t을 연소할 때 발생하는 에너지양 단위) 이상 사업장은 2010년부터, 5만TOE 이상은 2011년부터, 2만TOE 이상은 2012년부터 에너지 목표관리제를 적용받게 됨.

를 저감하기 위한 목적으로 사업지구의 토지이용을 집약할 수 있도록 공간구조의 개편 계획을 수립한다. 도시 전체의 생활권별로 보행통학권과 근린생활시설 도보권의 조성이 가능하도록 압축적인 생활권을 체계적으로 구성한다.

사업지구차원에서는 사업계획을 통하여 통행발생저감을 위한 고밀·복합 토지이용체계를 조성하고, 보행통학권과 근린생활권을 도보범위로 구분하여 구성한다. 도시차원의 공간구조개편 계획은 사업지구 외부의 압축형 토지이용체계와 연계성을 확보하는데 중요한 역할을 한다.

단지차원에서는 단지계획을 통하여 단지내 토지의 전부(사업지구의 중심) 또는 일부(단지의 중심)를 고밀·복합 토지이용으로 조성하고, 고밀·복합의 토지이용은 중심생활권 또는 근린생활권의 중심 역할을 하도록 한다.

사업지구차원의 집약적 토지이용계획은 단지와 단지 주변의 토지이용패턴의 연계성을 확보하는데 중요한 역할을 한다.

건물차원에서는 단지차원의 집약적 토지이용계획을 바탕으로 건축계획을 통하여 건물의 규모와 복합용도 여부(상업·업무용도의 근린시설을 위한 건물만 해당)를 결정하고, 대규모 복합용도의 건물을 중심으로 주변 건물을 연계하여 통행발생저감효과를 높인다.

② [토지이용 및 교통] 대중교통지향형 개발(TOD)

도시차원에서는 하위 위계에서의 대중교통 중심의 토지이용 및 교통체계 구축을 위한 목적으로 지자체 공간구조를 도로에서 대중교통 중심으로 개편하고, 대중교통 역세권을 중심으로 집약적인 고밀·복합 토지이용의 체계를 유도한다.

사업지구차원에서는 사업계획을 통하여 사업지구의 대중교통 역 중심의 개발패턴, 보행진입축, 환승체계 등과 주변지역의 역과의 연속성을 구상한다. 도시차원의 대중교통 지향형 공간구조 개편 구상을 고려하여 사업지구 내부와 외부의 대중교통체계 연속성을 구축하도록 한다.

단지차원에서는 사업지구의 대중교통체계와 대중교통지향형 토지이용체계를 기반으로 대중교통의 역세권에 대하여 단지계획을 통하여 중심생활권 또는 근린시설생활권의 고밀·복합 역세권 토지이용을 구상하고, 역세권으로의 자전거 및 보행진입로를 확보하는 진입동선계획을 마련한다.

건물차원에서는 역세권 단지계획을 바탕으로 대중교통의 편리한 이용을 목적으로 건축계획

을 통하여 (상업·업무건물의 경우) 역으로 진입하는 건물의 내부 보행연결체계를 마련하고, 보행로에 근린시설이 면하도록 구상한다.

③ [토지이용 및 교통] 신교통수단(모노레일, 노면전차 등)

도시차원에서는 신교통수단의 도입 적정성을 진단하여 도입여부와 종류를 결정하고, 신교통수단의 활용성과 이용률을 제고하고자 기존 대중교통체계와 연계시킬 수 있도록 교통체계를 개편하는 계획을 수립한다.

사업지구차원에서 신교통수단은 이를 통해 승용차 교통을 현격하게 줄일 경우 도입하도록 하고, 신교통수단의 역세권을 중심으로 집약적인 토지이용체계를 구성함으로써 다양한 통행목적에 위하여 신교통수단을 이용할 수 있도록 한다. 신교통수단과 여타 교통수단이 서로 연계되는 경우 환승역과 주변의 토지이용을 집약시키고, 신교통수단이 사업지구의 경계를 넘어 주변지역으로 연장될 경우에는 도시차원의 토지이용계획 및 교통계획에 이를 반영하도록 한다.

단지차원에서는 신교통수단 역의 인접한 단지에 대하여 역을 중심으로 집약적으로 복합용도의 건물을 배치하도록 단지를 구상하고, 자전거 및 보행도로의 진입동선을 확보하도록 한다.

건물차원에서는 신교통수단의 이용을 위한 단지계획을 바탕으로 건물내부 또는 외부로 통한 역으로의 진입을 고려하여 건축계획을 수립하여 계절 및 기후적 조건과 관계없이 신교통수단을 편리하게 이용할 수 있는 여건을 마련하도록 한다.

④ [토지이용 및 교통] 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자 도로

도시차원에서는 하위 위계에서의 보행·자전거 도로축의 연결체계 확보를 목적으로 지자체 공간계획 또는 환경계획에 대하여 거시적인 보행·자전거 네트워크 구축계획을 마련한다.

사업지구차원에서는 도시차원의 보행·자전거 네트워크 구축계획을 고려하여 사업계획을 통해 사업지구의 보행·자전거축, 보차분리, 상업공공시설 및 역사문화시설과 접근성 등과 함께 사업지구 내외의 연계체계를 구축한다. 특히, 생활목적과 여가목적의 자전거 네트워크의 구분을 통하여 승용차 통행을 실질적으로 대체할 수 있는 녹색교통체계를 마련한다.

단지차원에서는 사업지구의 보행·자전거 네트워크 및 생활시설과의 연계체계를 고려하여 단

지계획을 통해 단지별 보행·자전거축, 상업공공시설 접근성, 건물간 연계, 자전거 전용주차장 등 연계체계 구축 및 지원시설 설치를 계획한다. 여가목적의 보행·자전거 도로는 녹지 및 하천 축과 함께 조성하도록 하여 이용률을 제고하도록 한다.

건물차원에서는 단지차원의 보행·자전거 도로 및 주차장 계획을 바탕으로 건축계획에 대하여 상업·공공건물에 한해 건물과 보행·자전거로의 연계성과 자전거보관대 설치를 추진한다.

⑤ [토지이용 및 교통] 교통정온화기법

사업지구차원에서 토지이용 및 교통계획을 통하여 주거지역, 학교시설, 통학로, 보행·자전거 전용도로 계획된 지역에 면적 또는 선적으로 적용할 수 있는 교통정온화기법을 도입한다. 교통정온화기법이 도입된 지역이나 도로는 차량보다는 사람이 중심이 되도록 단지설계를 유도하고, 교통정온화기법의 적용을 통하여 승용차의 이용을 억제할 수 있도록 계획을 구상한다.

단지차원에서는 사업지구의 토지이용 및 교통계획을 바탕으로 교통정온화 단지에 대하여 차에 대한 우선권을 낮출 목적으로 승용차의 주행속도를 현저하게 줄일 수 있는 기법을 도입한다. 도로 공간은 보행자와 자전거 이용자가 함께 차와 동등한 이용권을 가지며 이용할 수 있도록 조성한다.

건물차원에서는 단지계획을 통하여 교통정온화기법이 적용되는 지역이나 도로에 대하여 보행자 중심으로 통학, 쇼핑, 여가, 친교 등의 활동을 수용할 수 있는 용도를 건물 저층에 마련할 수 있도록 계획하여 지역 및 가로의 경제·사회적 활력을 제고한다.

⑥ [건축] 고단열·고기밀 자재, 자연채광 및 자연환기

단지차원에서는 단지계획을 통하여 단지내 건축물별로 태양력과 통풍을 활용하는 건축기법을 도입할 수 있도록 자연채광과 자연환기에 유리한 건물배치를 구상한다. 자연채광을 위해서는 모든 건물이 남향에 면하도록 하고, 자연환기를 위하여 건물과 건물의 빈 공간을 확보하도록 한다.

건물차원에서는 다양한 건물용도 및 규모별로 고단열·고기밀 건축자재를 적극적으로 사용하도록 건축계획을 수립한다. 또한 모든 건물에 대하여 자연채광과 자연환기가 이루어질 수 있도록 건축기법을 도입하여 설계함으로써 전등에너지와 냉방에너지를 저감하도록 한다.

⑦ [자원재활용] 음식쓰레기 퇴비화

사업지구차원에서는 사업계획을 통하여 사업지구의 폐기물(음식물쓰레기 포함) 재활용체계와 쓰레기이송관로체계(사업지구 규모에 따른 선택사항)를 구축한다.

단지차원에서는 사업계획을 바탕으로 단지계획을 통하여 폐기물 재활용체계와 쓰레기이송관로 설치 등을 평가하고, 단지설계에서는 폐기물 재활용시설의 입지와 동선체계를 구체적으로 제시한다.

건물차원에서는 단지계획을 바탕으로 건축계획을 통하여 건물별 폐기물 재활용시설, 쓰레기이송관로 시설 등 편리한 쓰레기 폐기시설의 위치를 설계한다.

⑧ [자원재활용] 중수활용, 우수집수시설

사업지구차원에서는 사업계획을 통하여 사업지구의 우수분리 및 집수체계를 조성하고, 사업지구 외부 우수집수체계와의 연속성을 마련하고, 우수분리체계를 통하여 우수활용을 도모하여 상수의 이용을 저감하도록 한다.

단지차원에서는 사업지구의 우수분리 및 집수체계 조성계획을 기반으로 단지별 우수집수체계, 우수활용체계, 중수활용체계 등의 구축과 함께 사업지구 우수분리체계와의 연속성을 마련한다.

건물차원에서는 단지계획을 기반으로 단지의 우수집수 및 활용체계와 중수활용체계에 연결하여 건물별 우수집수시설, 우수활용시설, 중수 수집 및 활용시설 등의 설치계획을 수립한다.

〈표 3-8〉 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문 계획요소의 공간위계별 계획수립방안

중분류	계획요소	도시차원	사업지구차원	단지차원	건물차원
토지이용 및 교통	집약적 토지이용 밀도	<ul style="list-style-type: none"> • 압축적 토지이용 체계와 연계성 확보 위한 공간구조 설정 • 압축적 생활권 구상 	<ul style="list-style-type: none"> • 고밀·복합 토지이용 체계 구축 • 생활권을 도범위로 구상 	<ul style="list-style-type: none"> • 단지 내 일부를 고밀·복합 토지용으로 구상 • 근린생활권의 중심 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 규모와 복합용도 여부 결정 • 대규모 복합용도 건물을 중심으로 통행발전저감효과 제고
	보행통학권의 적정성				
	근린생활권 도보권의 적정성				
	대중교통지향형 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차에서 대중교통 중심으로 개편 • 대중교통역세권 중심의 고밀·복합토지이용 체계 유도 	<ul style="list-style-type: none"> • 대중교통역 중심의 개발 패턴, 보행진입축, 환승체계 등 역과의 연속성 구상 • 사업지구 내·외의 대중교통체계 연속성 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 생활권의 고밀·복합역세권 토지이용 구상 • 역세권으로의 자전거 및 진입동선계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 역으로 진입하는 내부보행연결체계 마련 • 보행로에 근린시설을 면하여 배치
	신교통수단	<ul style="list-style-type: none"> • 신교통수단 도입 적정성 검토 • 기존 대중교통체계와 연계체계 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 신교통수단의 역세권 중심의 집약적 토지이용 체계 구축 • 환승역과 주변 토지이용을 집약 	<ul style="list-style-type: none"> • 역 중심 복합용도 건물 배치 구상 • 자전거 및 보행로 진입동선 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 내·외부 진입을 고려한 계획
자전거 및 보행자도로	<ul style="list-style-type: none"> • 보행·자전거 네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색교통체계 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 보행·자전거축, 보차분리, 주요시설과의 접근성 개선 • 자전거 전용 주차장 	<ul style="list-style-type: none"> • 보행·자전거로의 연계성 확보, 자전거 보관대 설치 	
교통정온화기법	-	<ul style="list-style-type: none"> • 일정요건 구비지역에 정온화기법 도입 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차 속도저감 기법 도입 • 도로공간의 친자전거·보행화 	<ul style="list-style-type: none"> • 보행활동 유발도를 건물저층에 비치 	

건축	고단열·고기밀자재, 자연채광 및 자연환기	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • 자연채광과 자연환기에 유리한 건물 배치 	<ul style="list-style-type: none"> • 고단열·고기밀 건축자재 사용유도 • 자연채광 및 환기 건축기법 도입
자원재활용	음식쓰레기 퇴비화	-	<ul style="list-style-type: none"> • 사업지구 폐기물 재활용 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 쓰레기이송관로 설치 • 폐기물 재활용시설의 입지, 동선체계 구상 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물별 폐기물 재활용시설, 쓰레기이송관로 시설 위치 설계
	중수활용, 우수집수시설	-	<ul style="list-style-type: none"> • 우수분리 및 집수체계 마련 • 우수분리체계 통해 상수이용 저감 	<ul style="list-style-type: none"> • 단지별 우수 집수체계 구축, 우수분리체계와의 연속성 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수집수시설, 우수활용시설, 중수수집 및 활용시설 설치

(2) 탄소흡수의 최대화를 위한 계획수립방향

- ① [공원 및 녹지] 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 보행녹도, 입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화), 생태연못 조성, 생태면적율

도시차원에서는 하위 위계에서의 공원, 녹지, 녹도 등과 함께 생태축과 생물서식지의 연속성 확보를 위한 목적으로 지자체 공간 및 환경계획에 대하여 도시생태네트워크와 공원네트워크의 보전과 조성 계획과 방안을 마련한다.

사업지구차원에서는 도시차원의 도시생태네트워크와 공원네트워크 보전 및 조성 계획을 바탕으로 사업지구의 생태축 보전·조성과 사업지구 외부 생태축과의 연속성 확보를 위한 계획을 수립한다. 시설녹지, 완충녹지, 경관녹지는 사업지구의 토지이용계획과 연동하여 조성하고, 생태네트워크를 활용한 보행녹도는 공원 및 녹지시설로의 접근로로서 역할을 수행하도록 한다.

단지차원에서는 사업지구차원의 그린네트워크, 녹지축, 보행녹도 등에 대한 보전 및 조성계획

획을 바탕으로 단지 외부와 연결된 단지 내부의 녹지와 보행녹도를 계획하고, 생태연못 등 비오톱을 조성하여 생태기능 제고와 미기후의 개선에 기여하도록 한다. 단지별로 건축물의 특성을 고려하여 지붕 및 벽면녹화의 특화방안을 마련하고, 포장 및 인공시설물에 대한 녹화방안을 마련하여 생태면적율을 제고하도록 한다.

건물차원에서는 단지계획을 통하여 단지별로 정한 입체녹화 방식, 생태면적율 도입기법, 생태연못 조성기법 등을 바탕으로 건축계획을 통하여 이를 개별 건축물에 적용시키는 방안을 설계한다.

② [공원 및 녹지] 바람길 조성

도시차원에서는 하위 위계에서의 바람길 조성을 위하여 생태네트워크와 생물서식지의 보전과 조성 계획을 마련하고, 주풍향과 공간구조 및 지형을 고려한 바람길 확보 방안을 모색한다.

사업지구차원에서는 도시차원의 바람길 조성 구상을 바탕으로 사업지구 내의 녹지와 공원, 오픈스페이스의 네트워크를 통해 신선한 공기가 유입될 수 있도록 바람길 조성계획을 수립하고, 지역 내의 토지이용과 지형의 특성에 따라 단지별로 적용할 수 있는 사업지구 전체의 바람길 확보 방안을 제시한다.

단지차원에서는 사업계획에 따른 단지별 바람길 확보 방안을 바탕으로 단지 내 바람길 주변의 건물이 바람길에 평행하도록 건물배치 지침을 마련하고, 바람길 확보를 통한 단지의 자연환기가 가능하도록 건물간 충분한 간격을 가지도록 건축계획을 유도한다.

③ [공원 및 녹지] 생태이동통로

도시차원에서는 생태축과 생물서식지의 연속성 확보를 통하여 생물이동을 통한 생태계의 안정성 도모를 모색한다. 도시차원의 생태축과 생물서식지의 네트워크를 제시함으로써 사업지구 내 생태네트워크의 단절 지점에 생태이동통로를 조성하도록 유도한다.

사업지구차원에서는 도시차원의 생물이동을 위한 생태네트워크 보전계획을 기반으로 사업지구의 생태네트워크에 대하여 단절이 예상되는 지점에 생태이동통로 조성계획을 수립하고, 사업지구의 지역적 특성을 고려하여 적절한 생태이동통로 설치방안을 제시한다.

단지차원에서 사업계획에 따른 생태이동통로 조성계획을 기반으로 단지별로 제시된 생태이동통로 설치방안에 대하여 단지내 토지이용 및 보행녹도 등을 고려하고, 생태녹지 및 생태연못 등과 조화로운 생태이동통로 조성계획을 수립한다.

④ [수순환체계] 투수성 포장, 친수하천 조성

사업지구차원에서는 사업지구를 통과하는 기존 자연하천과 도시실개천을 생태적 기법으로 조성한 실개천과 연결하여 친수공간을 조성하도록 친수하천 조성계획을 수립한다. 친수하천은 도시홍수 및 가뭄 예방, 용수 활용, 지하침투를 통한 물순환 회복, 도시미기후 개선 등 수순환체계의 일환으로 대응계획을 수립한다.

단지차원에서는 사업계획을 통하여 구상된 친수하천의 조성계획에 따라 단지 내 또는 단지와 인접하여 친수하천이 조성될 경우 단지의 토지이용, 건물배치, 보행녹도 등을 고려하고, 생태녹지 및 생태연못 등과 조화로운 친수공간의 조성계획을 마련한다. 단지의 우수집수체계, 우수활용체계, 중수활용체계 등과 연계하여 에너지 저감형 수순환체계가 구축되도록 한다. 인공적인 단지내 통로가 조성되는 경우 지역적 특성에 적합한 투수성 포장계획을 마련하여 우수의 유출을 막도록 한다.

건물차원에서는 단지계획을 통하여 제시된 친수하천 조성계획을 바탕으로 개별 건물에 대하여 친수공간을 조성하며, 친수공간과 조화를 이루는 건축계획을 수립한다. 건물별 우수집수시설, 우수활용시설, 중수 수집 및 활용시설 등과 친수하천을 연계하여 에너지 절약적 하천수의 공급방안을 모색한다.

〈표 3-9〉 탄소 흡수 최대화 부문 계획요소의 공간위계별 계획수립방안

중분류	계획요소	도시차원	사업지구차원	단지차원	건물차원
공원 및 녹지	그린네트워크, 시설·완충·경관녹지, 보행녹도, 입체녹화, 생태연못, 생태면적률	<ul style="list-style-type: none"> 도시생태 및 공원 네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 생태축 보전과 사업지구 외부 생태축과의 연속성 확보 녹지는 사업지구의 토지이용계획과 연동하여 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 녹지 및 보행녹도 계획 비오톱 조성 단지 특성을 살린 입체녹화 생태면적률 제고 	<ul style="list-style-type: none"> 단지별 녹화 기법에 따라 개별 건축물에 적용
	바람길 조성	<ul style="list-style-type: none"> 주풍향과 공간구조, 지형을 고려한 바람길 확보방안 모색 	<ul style="list-style-type: none"> 사업지구의 녹지네트워크를 통해 바람길 조성계획 수립 사업지구 전체의 바람길 확보계획 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 바람길을 고려한 건물배치 바람길 확보 통한 단지의 자연환기 유도 충분한 인동간격 유지 	-
	생태이동통로	<ul style="list-style-type: none"> 생태축과 생물서식지의 네트워크 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 생태단절지점에 대한 생태복원계획 수립 사업지구 특성에 맞는 생태이동통로 설치방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 단지내 토지이용 및 보행녹도 등을 고려, 생태이동통로 조성계획 수립 	-
수순환 체계	투수성 포장, 친수하천 조성	-	<ul style="list-style-type: none"> 기존 하천과 연계한 친수공간계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 단지의 토지이용, 건물배치, 보행녹도 등을 고려한 친수하천 조성 지역 특성에 맞는 투수성 포장계획 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 건물별 우수 집수시설, 우수 활용 시설 등과 친수하천을 연계하여 에너지 절약적 하천수 공급방안 모색

(3) 신·재생에너지의 활용의 극대화를 위한 계획수립방향

에너지 절약적 도시개발계획 수립시 우선, 신·재생에너지 도입이 가능한 입지 등에 대한 분석

을 통해 토지이용계획에 신·재생에너지 유형별 특성에 따른 입지 가능한 토지이용계획기준을 제시한다. 둘째, 신·재생에너지 시설의 도입을 위하여 최적의 입지를 검토하고 주변 지역의 시민생활에 피해가 가지 않은 범위 내에서 신·재생에너지 도입계획을 수립한다. 셋째, 신·재생에너지 등 대체에너지의 공급시설계획을 수립하고 전체 에너지공급량 중 신·재생에너지가 차지할 비중을 반영하여 계획을 수립한다. 마지막으로 공공시설, 공동편의시설 및 기타 입지우수지역 등에 대하여 태양력, 지열, 풍력, 집단에너지 등 신·재생에너지의 도입을 활성화 할 수 있도록 유도한다.

① [에너지] 태양력, 지열에너지, 풍력에너지, 집단에너지

도시차원에서는 신·재생에너지의 유형별 특성과 입지 여건을 고려하여 신·재생에너지의 도입계획을 수립한다.

사업지구차원에서는 도시차원의 신·재생에너지 도입계획을 고려하여 사업지구의 신·재생에너지 및 집단에너지 공급체계와 시설 입지를 계획한다.

단지차원에서는 사업지구의 공급체계 및 시설입지계획에 따라 단지별 신·재생에너지의 입지 방안을 모색하고, 태양력을 이용하는 경우 적합한 건물배치를 단지설계를 통해 제시한다.

건물차원에서는 건물별로 신·재생에너지를 공급할 수 있는 기술적 요구사항⁴⁰⁾을 마련하여 건축계획에 반영하도록 한다.

〈표 3-10〉 신·재생에너지 활용 극대화 부문 계획요소의 공간위계별 계획수립방안

중분류	계획요소	도시차원	사업지구차원	단지차원	건물차원
에너지	태양열, 태양광, 지열, 풍력, 집단에너지	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지의 유형별 특성과 입지 여건 고려, 도입계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 사업지구내 에너지공급체계와 시설 입지 계획 	<ul style="list-style-type: none"> 단지별 신·재생에너지 설치방안 모색 태양열·태양광에 적합한 건물배치 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 공급할 수 있는 기술적 요구사항 마련

40) 영국의 PPS22의 수반지침(A Companion Guide to PPS22)의 부록에는 biomass, energy from waste (biological processes), energy from waste (thermal processes), small scale hydro power, passive solar design, solar electric (photovoltaics), solar water heating (solar thermal), wind (onshore) 등 8개의 신·재생에너지에 대하여 적용기술, 계획요소, 환경영향평가 등 실무적인 사항을 제공하고 있음.

제4장 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립방안

1. 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 정책기준

1) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 개념과 필요성

저탄소 에너지 절약적인 도시계획은 공간위계별로 『국토계획법』 상의 광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획(지구단위계획 등), 건축계획으로 구분할 수 있다. 도시계획은 『국토기본법』 상의 도시계획으로 정하고, 도시계획은 다시 『국토계획법』 상 도시기본계획과 도시관리계획으로 구분한다. 이 중에서 도시관리계획은 용도지역·용도지구·용도구역의 지정·변경에 관한 계획, 기반시설의 설치·정비 및 개량에 관한 계획, 도시개발사업 또는 정비사업에 관한 계획, 지구단위계획을 포함하는 계획이다.

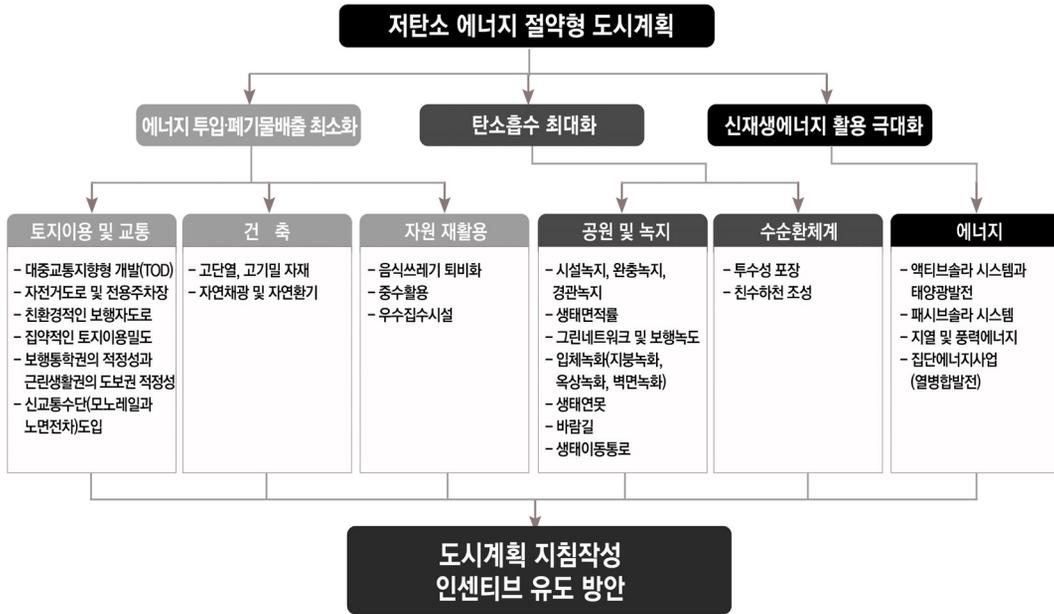
이 연구에서 저탄소 에너지 절약적인 도시계획은 도시기본계획과 도시관리계획을 의미하고, 도시관리계획은 용도지역·용도지구·용도구역의 지정·변경에 관한 계획과 기반시설의 설치·정비 및 개량에 관한 계획을 제외하고 도시개발사업 또는 정비사업에 관한 계획, 지구단위계획을 대상으로 한다.

한편, 저탄소 에너지 절약적인 도시계획은 에너지를 절감하고 신·재생에너지 도입 등 지속적인 에너지 저감을 할 수 있도록 유도함으로써 에너지 절감 도시조성에 기여함을 목적으로 한다. 이는 기후변화에 대응할 수 있는 에너지 절약적 도시개발 및 종합적인 공간계획 수립을 유도할 수 있으며, ‘에너지 투입·폐기물 배출을 최소화 하는 계획요소’, ‘탄소흡수를 최대화하는 계획요소’, ‘신·재생에너지를 극대화하는 계획요소’ 등 3개 부문과 토지이용과 교통, 건축, 자원재활용, 공원 및 녹지, 수순환 체계, 에너지 등 각 6개의 세부사항에 대한 지침을 제시하는데 의의가 있다.

따라서 본 연구에서는 저탄소 에너지 절약적인 도시계획 수립을 위한 정책과제와 추진전략을 도출하기 위해 ‘에너지 투입·폐기물 배출을 최소화 하는 계획요소’, ‘탄소흡수를 최대화하는 계획요소’, ‘신·재생에너지를 극대화하는 계획요소’ 등 3개 부문에서 에너지 저감을 위한 계획요소

에 대한 세부적인 사항과 이를 도시계획에 반영하기 위한 방안을 '저탄소 에너지 절약적인 도시 계획'으로 한다.

〈그림 4-1〉 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 체계



2) 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 부문별 계획기준

(1) 에너지 투입·폐기물 배출 최소화를 위한 계획기준

에너지 투입·폐기물 배출 최소화를 위한 계획의 목적은 교통발생을 최소화하는 공간구조 및 토지이용패턴을 구축하고 에너지 절약적 건축계획 및 기법을 도입하며, 쓰레기와 우수하수 등 자원의 재활용 체계를 구축하는 것이다.

에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하기 위한 계획기법은 앞서 검토한 바와 같이 크게 3가지 부문(토지이용 및 교통, 건축, 자원 재활용)으로 세분화한다. 토지이용 및 교통부문에서는 에너지 집약적인 토지이용밀도, 보행통학권의 적정성, 근린생활권 도보의 적정성, 대중교통지향형

개발, 신교통수단의 도입(모노레일, 노면전차), 자전거 도로 및 전용주차장의 설치, 친환경적 보행자도로의 계획, 교통정온화기법 등 8가지의 세부사항에 관해서 과제를 도출하였다. 건축부문에서는 고단열 및 고기밀 자재의 사용, 자연채광 및 자연환기를 위한 계획 등 2가지 세부사항에 관해서 제시하였고, 자원재활용 계획요소는 음식물쓰레기 퇴비화, 중수활용, 우수집수시설의 설치 등을 선정하였다.

<표 4-1> 에너지투입·폐기물 배출 최소화를 위한 계획요소

구분	중분류	계획요소
에너지 투입·폐기물 배출 최소화	토지이용 및 교통부문	대중교통지향형 개발(TOD)
		자전거 도로, 전용주차장
		친환경적인 보행자 도로
		집약적인 토지이용밀도
		보행통학권의 적정성과 근린생활권 도보권 적정성
		신교통수단(모노레일, 노면전차 등)
		교통정온화기법
	건축	고단열, 고기밀 자재
		자연채광 및 자연환기
	토지이용 및 교통부문	음식쓰레기 퇴비화
		중수활용
		우수집수시설

추진전략으로는 부문별로 계획개념, 관련사례, 적용대상, 적용방법, 적용내용으로 구분하고, 세부 계획요소별로 계획수립기준을 제시하고자 한다.

① 토지이용 및 교통

토지이용 및 교통부문에서 전문가 조사결과를 보면, 대중교통지향형 개발(TOD), 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자도로의 계획 등에 관해서는 계획의 의무기준으로 반영하기를 원하였고, 집약적인 토지이용밀도, 보행통학권의 적정성, 근린생활권의 보도권의 적정성, 신교통수단(모노레일과 노면전차) 등은 권장기준의 비율이 높았다.

<표 4-2> 토지이용 및 교통부문 계획요소의 도시계획 반영형태

(단위: 빈도수, (%))

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
토지이용 및 교통	대중교통지향형 개발(TOD)	66(48.2)	63(45.0)	8(5.8)	137(100)
	자전거 도로, 전용주차장	94(68.6)	38(27.7)	5(3.6)	137(100)
	친환경적인 보행자 도로	79(57.7)	50(36.5)	8(5.8)	137(100)
	집약적인 토지이용밀도	47(34.3)	76(55.5)	14(10.2)	137(100)
	보행통학권의 적정성	48(35.0)	79(57.7)	10(7.3)	137(100)
	근린생활권 도보권 적정성	53(38.7)	73(53.3)	11(8.0)	137(100)
	신교통수단(모노레일, 노면전차등)	17(12.4)	82(59.9)	38(27.7)	137(100)

㉠ 대중교통지향형 개발(TOD)

먼저 대중교통 지향형 개발의 **계획개념**은 먼저 토지이용계획과의 상관관계를 고려하여 기존의 교통 결절점과 연계된 대중교통중심의 교통체계를 구축함으로써 불필요한 자가용의 사용등 개별 교통량 발생을 최소화하고 전체적인 이산화탄소 등 온실가스 배출을 줄일 수 있도록 계획하는 것을 말한다.

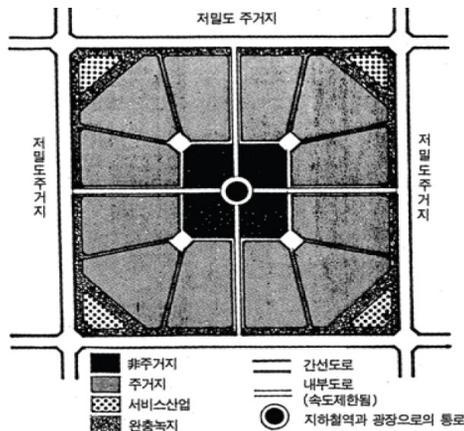
대중교통지향형 개발의 대표적인 국내 **적용사례**로는 인천 검단지구와 행정중심복합도시를 들 수 있고, 외국사례는 마스다르(Masdar)가 대표적이다. 인천 검단지구는 에너지 저감도시 조성을 위하여 지하철역을 중심으로 10분내 대중교통센터를 설치할 계획이고, 행정중심복합도시의 경우에는 대중교통수단 분담률 70% 달성계획을 가지고 건설 중이다. 아랍에미리트의 수도인 아부다비 인근 사막에 위치한 마스다르(Masdar)는 대중교통 주변의 고밀개발을 지향함으로써 호텔, 대학, 컨벤션 센터 등이 대중교통 주변에 밀집하여 접근성을 제고하였으며, 외곽부에는 저밀 주거단지를 배치하고 있다.

이 항목의 **적용대상**은 기성시가지 뿐만 아니라 신도시 및 신시가지를 계획할 때 매우 적용가능성이 높은 계획개념이다. 이를 위해서는 에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하는 에너지 절약적 공간구조로 변화시켜야 하고, 거시적인 관점에서 토지이용 및 교통체계의 통합적 구축을 통해 대중교통 위주의 대 시민 이용을 활성화하고 대중교통과 보행로 및 자전거 도로가 연계된

대중교통 체계를 구축한다. 대중교통체계는 기존 시가지와 연계된 지선버스, 마을버스를 체계적으로 연계될 수 있도록 구축한다.

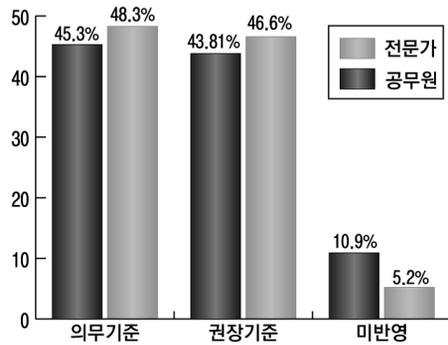
먼저 신도시 계획시 **적용방법**은 신도시의 기본구상이나 개발계획 차원에서 토지이용과 교통계획의 통합적 모델로서 다루어져야 하고, 이를 위해서는 신도시 및 신시가지 개발을 위한 택지개발을 위한 지침이나 도시개발사업 계획지침에 교통계획과 토지이용, 동선계획의 통합적 모델을 통해 대중교통지향형 도시개발 지침 등이 적용되어야 할 것이다. 또한, 기성시가지에서 적용하는 방법은 역세권 중심으로 토지이용을 재편하고 그에 따른 지구단위계획의 수립을 통해 보행과 자전거로 및 지선버스와의 통합적인 연계체계를 구축할 수 있도록 한다.

<그림 4-2> 역세권 토지이용 및 교통체계



자료: 강병기, 1993, 삶의 문화와 도시계획

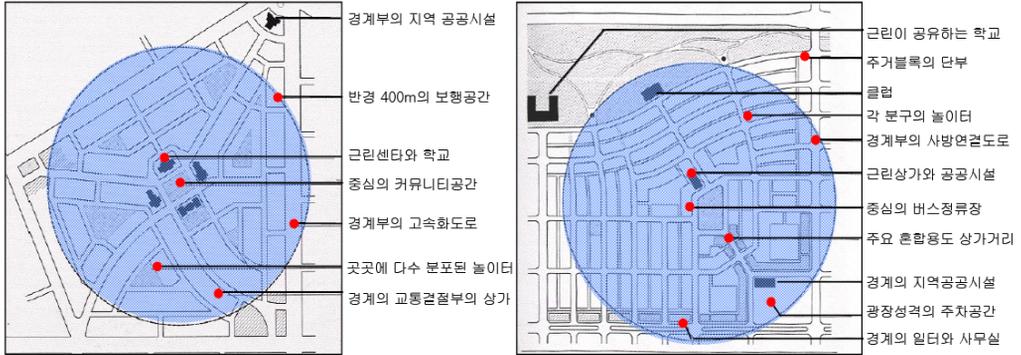
<그림 4-3> TOD 전문가조사



대중교통 지향형 개발의 **적용내용**은 다음과 같다. 이 개발은 대중교통의 이용률을 높일 수 있도록 인구 및 수송규모, 건설비 등을 고려하여 환승센터와 연계할 수 있는 효율적인 교통시스템(버스, BRT, 모노레일 등)을 구축하고 대중교통 수단에 대한 우선권을 부여하며, 보조교통수단으로 대중교통 이용에 대한 접근성을 확보한다. 또한, 외부와의 대중교통체계를 구축하고, 대중교통시설을 중심으로 주거·상업·업무 기능이 혼합된 고밀도 토지이용계획을 수립한다. 특히, 이러한 개념에 의해서 개발된 대중교통지향형 개발은 일반버스, 신교통수단, 철도 등 각 대중교통수단들이 상호 보완적으로 연결되는 대중교통중심의 교통체계를 구축하고, 이를 위한 주차장형 환승센터, 복합환승센터 등을 설치하며 대중교통 수단에 대한 전용차로 및 우선 교통신호 등

우선권을 부여하여 운영할 수 있도록 한다.

〈그림 4-4〉 기존 근린주구와 역 중심생활권 형성 모델(Duany Plater-Zyberk, 1999)



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 1-1-1. 대중교통은 토지이용계획과의 상관관계를 고려하여 기존의 교통 결절점과 연계된 대중교통중심의 교통체계를 구축함으로써 불필요한 교통량 발생을 최소화하여 온실가스 배출을 줄일 수 있도록 계획되어야 한다.
- 1-1-2. 대중교통의 이용률을 높일 수 있도록 인구 및 수송규모, 건설비 등을 고려하여 환승센터와 연계할 수 있는 효율적인 BRT 시스템을 구축하며, 대중교통 수단에 대한 우선권을 부여하고, 보조교통수단으로 대중교통 이용에 대한 접근성을 확보한다.
- 1-1-3. 외부와의 대중교통체계를 구축하며, 대중교통시설을 중심으로 주거·상업·업무 기능이 혼합된 고밀도 토지이용계획을 구축한다.
- 1-1-4. 일반버스, 신교통수단, 철도 등 각 대중교통수단들이 상호 보완적으로 연결되는 대중교통중심의 교통체계 구축과 이를 위한 주차장형 환승센터, 복합환승센터 등을 설치한다.
- 1-1-5. 대중교통 수단에 대한 전용차로 및 우선 교통신호 등 우선권을 부여하여 운영할 수 있도록 한다.

㉠ 자전거 도로 및 전용주차장

자전거도로와 자전거 전용주차장의 **계획개념**은 일반인들이 자전거를 이용하여 생활권 내의

주요시설(BRT 역사, 상업시설, 문화시설, 의료시설, 교육시설 등) 이용 및 통근, 통학에 교통수단으로 이용이 가능하도록 자전거 도로 연계망 체계를 구성하며, 자전거 이용자의 안전과 대중교통과의 연계성, 동선체계의 연속성을 고려하여 대중교통이용의 결절지역에 자전거 전용주차장함으로써 친환경적 녹색교통의 체계를 갖도록 하는 것이다.

자전거 도로계획의 **적용사례**로 화성 동탄2지구는 총연장 250km 자전거도로를 설치할 계획이고 녹색교통 분담 목표지표를 20% 이상으로 설정하고 건설 중에 있다.

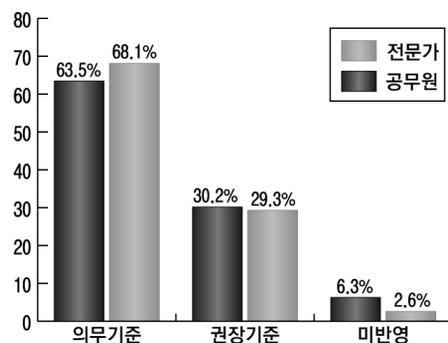
이 개념의 **적용대상**은 신시가지 조성시나 기성시가지 조성시에 모두 적용가능한 방법으로서 신시가지 조성시(택지개발사업 등) 기본구상과 개발계획에서는 계획의 대한 전체적인 연계망과 노선 설정 및 주요 거점지에 대한 자전거 전용주차장의 위치를 결정하고, 실시단계에서 이에 대한 세부적인 설계지침과 규정을 제시한다. 기성시가지에서는 역세권이나 대중교통 결절점을 중심으로 자전거 전용주차장을 도시계획시설로 지정하여 설치하며, 주요 자전거 도로는 교통기본계획에서 가로망 연계체계구상을 통한 도시계획시설사업으로 확보가 가능하다.

특히 신도시 및 신시가지 조성시 **적용방법**은 기본구상차원에서 자전거 도로네트워크를 구축하고 자전거 친화적인 교통계획구상이 제시되어야 하며, 개발계획차원에서는 자전거도로 네트워크의 구축과 노선의 확정, 주요 교통결절점에서의 주차장 확보 등과 같은 계획개념이 계획수립지침으로 적용되어야 할 것이다. 또한, 지구단위계획차원에서는 자전거 주차장의 제반설치기준과 세부도로계획기준 등이 「자전거이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙」에 보완되고 지구단위계획에서 교통처리부문에서 제시되어야 할 것이다.

〈그림 4-5〉 자전거 도로(암스테르담)



〈그림 4-6〉 자전거도로 전문가조사



적용내용으로는 주로 자전거도로의 노선계획을 합리성이고 실효성이 있도록 수립하고, 자전거 도로의 포장은 주변 환경과 조화가 되는 색을 사용하며, 자전거 도로 노면 표지는 명확한 색상을 사용하여 차량 및 보행 동선과 분리하도록 한다. 또한, 지하철역, 버스정류소, 공원, 하천, 공공청사, 대형유통·판매시설, 공동주택단지 등 대중교통의 결절지역이나 주요 공공편익시설, 자전거의 이용이 많을 것으로 예상되는 장소에서는 자전거 전용 보관소를 설치하여 자전거의 이용을 활성화하기 위해 도시계획차원에서 시설로 규정하도록 한다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 1-2-1. 자전거를 이용하여 생활권 내의 주요시설(BRT 역사, 상업시설, 문화시설, 의료시설, 교육시설 등) 이용 및 통근, 통학에 교통수단으로 이용 가능하도록 자전거 도로 가로망 체계를 구성하며, 자전거 이용자의 안전과 대중교통과의 연계성, 동선체계의 연속성을 고려하여 조성한다.
- 1-2-2. 자전거 도로의 설치는 「자전거이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙」을 준용하여 결정한다.
- 1-2-3. 자전거 도로의 포장은 주변 환경과 조화가 되는 색을 사용하며, 자전거 도로 노면 표지는 명확한 색상을 사용하여 차량 및 보행 동선과 분리하도록 한다.
- 1-2-4. 지하철역, 버스정류소, 공원, 하천, 공공청사, 대형유통·판매시설, 공동주택단지 등 자전거의 이용이 많을 것으로 예상되는 장소에 자전거 전용 보관소를 설치하여 자전거의 이용을 활성화한다.

㉔ 친환경적인 보행자도로

친환경적인 보행자도로 **계획개념**은 저탄소 에너지 절약형 도시조성을 위해 도심지역이나 상업중심지역, 학교통학권의 지역이나 주거중심지역에서 보행의 쾌적성을 높이고 걷고 싶은 거리를 조성하여 다른 교통수단으로의 이용을 최소화하는 것이다. 이 항목은 특히 보행통학권의 적정성과 근린생활권 도보의 적정성과 밀접한 상관관계를 가지고 있다.

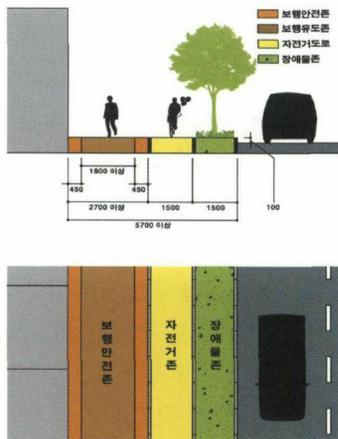
지역특성에 맞는 보행자도로계획의 **적용사례**로 일본 꾸리쓰바의 꽃의 길(Flower Street)을 들 수 있다. 스트리트 몰(Street Mall)이라고 명명한 보행자도로는 도심을 관통하여 왕복6차선의 주

간선도로에 조성됨으로써 도시문화의 중심지로 도시 전체에 활력을 불어 넣고 있다.

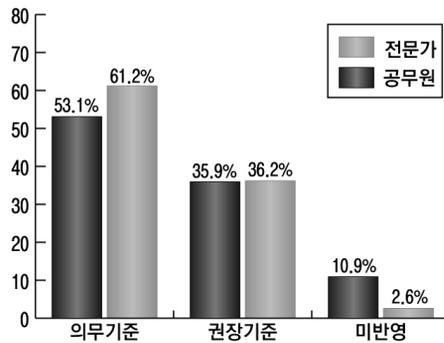
이 도로의 **적용대상**은 주로 신시가지나 신도시를 조성하는 택지개발사업이나 도시개발사업 등에 적용이 용이하며, 도심활성화와 연계해서는 중심시가지에 주요 보행자 전용구역을 설정한 후 지구단위계획을 통해서 친환경적인 보행자도로로 구축이 가능하다. 특히, 신도시에서의 **적용방법**은 기본구상과 개발계획단계에서 보행자도로가 도심형 보행자전용도로, 주거지형 보행자전용도로, 녹도형 보행자전용도로가 일정비율이 이상이 되도록 의무화하거나 권장하도록 한다.

보행자도로의 **적용내용**은 대중교통 시설이나 녹지축과 연계하거나 일반도로와의 교차를 최소화하고, 생활권 내 주요시설과 연계를 고려하여 조성한다. 보행자 도로의 중심보행축은 5m 이상이 되도록 조성하되 녹도 위주의 공간으로 계획하고, 간선가로변 보행로는 1.5~3m 이내의 보행로를 조성하며 가로수 및 보도 시설물 등의 통일성을 유도한다. 또한 차도와 만나는 결절부에는 보행자도로와 동일한 포장, 보행자도로 내 녹지 공간, 휴게공간 조성 및 초화류, 가로수 식재를 통해 기능적이고 안전한 보행공간이 되도록 조성한다.

〈그림 4-7〉 Barrier-free 보행로



〈그림 4-8〉 보행자도로 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 1-3-1. 보행자 도로는 대중교통 시설과 연계, 녹지축과의 연계, 일반도로와의 교차 최소화, 생활권 내 주요시설과 연계를 고려하여 조성하도록 한다.
- 1-3-2. 보행자 도로의 중심보행축은 5m 이상이 되도록 조성하고 녹도 위주의 공간으로 계획하며, 간선가로변 보행로는 1.5~3m 이내의 보행로를 조성하고 가로수 및 보도 시설물 등의 통일성을 유도한다.
- 1-3-3. 차도와 만나는 결절부에는 보행자도로와 동일한 포장, 보행자도로 내 녹지 공간, 휴게공간 조성 및 초화류, 가로수 식재를 통해 기능적이고 안전한 보행공간이 되도록 조성한다.

㉔ 집약적인 토지이용밀도

집약적인 토지이용밀도의 **계획개념**은 다양한 용도의 토지수요를 예측하고 용도간 상호관계를 고려한 합리적인 토지이용계획을 토대로 에너지 사용 저감을 위한 효율적인 토지이용과 공간구조를 만드는 것이다. 이러한 도시는 집약적인 도시공간구조를 통해 조성이 가능하다. 집약적인 토지이용은 자동차의 이동수요를 감소시키고 보행 활성화를 유도하여 대기오염을 줄이고 에너지 효율성을 높일 수 있기 때문에, 국내의 도시보다 저밀로 개발되는 서구의 도시개발의 반성적 차원에서 대중교통 중심적인 개발이나 압축적인 도시개념으로 제시되었다고 볼 수 있다. 따라서, 현재 국내의 도시개발 여건을 볼 때에는 다소 적용상 어려움이 있을 수도 있다. 특히, 일부 전문가들은 아직도 국내의 신도시 개발이 밀도가 높다고 보는 학자들이 있기 때문에, 시설 이용의 집약도를 높여 주민들의 이용동선을 줄일 수 있는 복합개발유도를 도모하는 것이 보다 바람직하다고 판단하고 있으나, 그 개발밀도의 적정선에 관해서는 아직도 많은 연구가 필요하다.

다양한 용도 및 유형의 복합 개발계획의 **적용사례**로는 행정중심복합도시와 남양주 별내 택지 개발사업지구를 들 수 있고, 외국사례는 일본 교토역 개발이 대표적이다. 일본 교토역은 환승시스템을 구축하여 역사설과 상업시설, 공공시설을 포함한 것으로 잘 알려져 있는데, 건물 내 공공시설 부문이 많고 공공시설로서의 역할이나 상징성이 뚜렷하다는 특징을 가지고 있다. 이에 비하여 행정중심복합도시는 국내 최초로 동사무소, 학교, 도서관 등 공공시설과 문화복지시설이 연계된 복합커뮤니티센터 건설을 추진 중에 있다. 이와 함께 남양주 별내 택지개발사업지구는

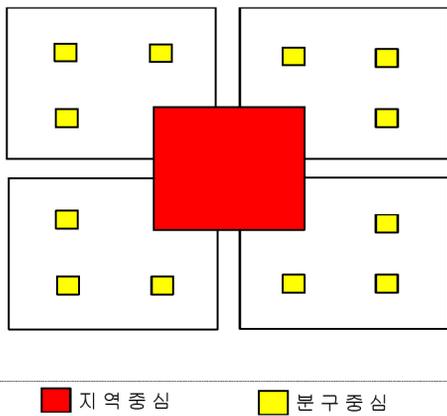
중심지에 공원, 공공시설, 관공서, 학교, 근린시설을 개발유형에 따라 단지화 혹은 1개 건물에 통합하여 배치하고 있다.

이 개념의 **적용대상**은 주로 신도시 및 신시가지개발에서 적용이 가능하다. 그 중에서 상업중심지나 대중교통 중심지에 집약적 개발을 통한 이용자의 이동동선을 최소화하며, 기성시가지에서는 역세권을 중심으로 고밀개발을 통해 대중교통의 이용을 활성화하고 개별 교통량을 감소할 수 있다.

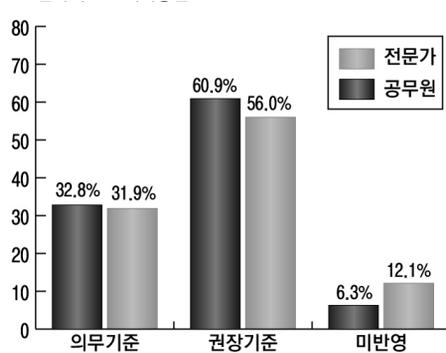
신도시계획시 **적용방법**은 개발기본구상단계에서 집약적 도시개발의 개념을 제시하도록 하고 특별지역에 대해서는 지구단위계획에서 특별계획구역으로 지정하여 관리하도록 한다.

주요 **적용내용**은 집약적인 토지이용을 위해 개발규모, 용도별 토지이용 비율 및 입지조건 등을 종합적으로 감안하여 대상지의 적절한 밀도계획을 수립하고 공간을 배분하며, 집약적 토지이용이 될 수 있도록 한다. 집약적인 토지이용은 주변지역의 토지이용체계와 연계성을 확보할 수 있도록 계획하며, 단지 내 토지의 전부 또는 일부를 고밀·복합 토지이용으로 조성하여 중심역할을 할 수 있도록 한다.

〈그림 4-9〉 근린주구와 압축도시체계



〈그림 4-10〉 집약적 토지이용밀도 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 1-4-1. 집약적인 토지이용을 위해 개발규모, 용도별 토지이용 비율 및 입지조건 등을 종합적으로 감안하여 대상지의 적절한 밀도계획을 수립하여 공간을 배분하며, 집약적 토지이용이 될 수 있도록 계획한다.
- 1-4-2. 집약적인 토지이용은 주변지역의 토지이용체계와 연계성을 확보할 수 있도록 계획하며, 단지 내 토지의 전부 또는 일부를 고밀·복합 토지이용으로 조성하여 중심역할을 할 수 있도록 계획한다.

㉔ 보행통학권의 적정성과 근린생활권의 도보권 적정성

보행통학권의 적정성과 근린생활권의 도보권 적정성의 **계획개념**은 도보를 이용하여 생활편익시설이나 공공시설에 대한 접근성을 개선시켜 에너지 저감적인 도시형태를 구축하는 것이다.

도시기반시설의 위계별 적정한 접근거리를 설정한 **관련사례**로는 지속가능한 기업도시 계획 기준을 들 수 있다. 근린생활권은 초등학교나 소규모상가를 중심으로 150~500m 이내에 효율적으로 접근이나 이용이 가능하도록 계획하고 있다.

적용대상은 신시가지나 신도시를 개발하는 곳에 적용이 용이하다고 판단된다. 기성시가지에서 적용할 때에는 보행통학권과 근린생활권의 기준을 도시기본계획에서 제시하고 도시관리계획수립에서는 공공시설의 합리적인 배치나 용도지역의 조정을 통해 실현이 가능하다.

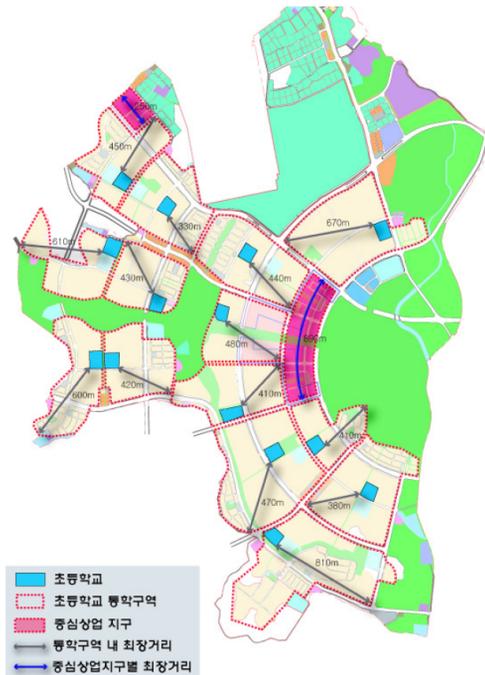
신도시에서의 **적용방법**은 주로 기본구상이나 개발계획단계에서 도보권(1/4마일 또는 반경 500M)내에 초등학교와 생활편익시설이 배치되도록 지침으로 제시한다. 실시설계 단계시에는 도보권의 설정이 내실화 될 수 있도록 보행자전용도로나 보행친화도로의 중심시설과 연계체계를 구성하도록 유도한다.

주요 **적용내용**으로는 보행통학권 및 근린생활권 조성을 위해 고밀·복합 토지이용체계를 구축하고 주거단지에서 근린공원, 하천, 녹지대와 연결하는 보행자전용도로 네트워크를 구성한다. 또한, 대중교통이용을 원활하게 하기 위해 주거단지에서 버스정류장과 초등학교 및 근린상업지역을 연결하는 보행자 전용도로를 조성한다. 중심상업지역을 지나는 보행자 전용도로 축을 구성하여 보행자전용지구(Pedestrian Mall)와 연결시키고, 보행자를 위한 쇼핑·오락·문화·관광·만남의 중심거리를 조성하여 활성화시킨다.

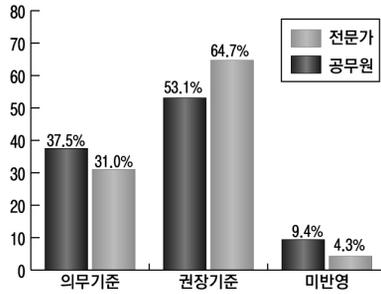
에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 1-5-1. 보행통학권 및 근린생활권 조성을 위해 고밀·복합 토지이용체계를 구축한다.
- 1-5-2. 주거단지에서 근린공원, 하천, 녹지대와 연결하는 보행자전용도로 네트워크를 구성한다.
- 1-5-3. 대중교통이용을 원활하게 하기 위해 주거단지에서 버스정류장과 초등학교 및 근린상업지역을 연결하는 보행자 전용도로를 구성한다.
- 1-5-4. 중심상업지역을 지나는 보행자 전용도로 축을 구성하여 보행자전용지구 (Pedestrian Mall)와 연결시키고 보행자를 위한 쇼핑, 오락, 문화, 관광, 만남의 중심거리를 조성하여 활성화 시킨다.

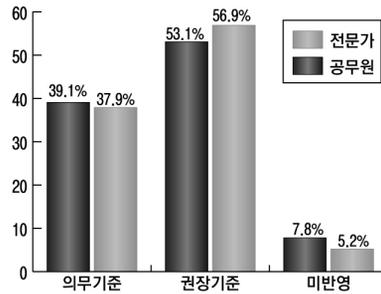
〈그림 4-11〉 동탄신도시 초등학교 통학 최단거리



〈그림 4-12〉 보행통학권 전문가조사



〈그림 4-13〉 근린생활권 전문가조사



㉔ 신교통수단(모노레일과 노면전차) 도입

신교통수단의 도입은 화석연료를 사용하는 교통수단에 대한 의존도를 낮추고 탄소배출을 저감시키기 위해서 전기에너지를 이용한 모노레일이나 노면전차 등과 같은 교통수단을 이용하여 에너지 절약적인 교통수단을 말하는 **계획개념**이다.

이 계획의 **적용대상**은 적어도 신도시급 이상의 도시로서 경제적인 측면에서 효율적이고 대중교통지향적인 도시개발을 할 수 있는 규모에 적용하는 것을 권장한다.

마스다르(Masdar)는 친환경 대중교통을 기반으로 도시공간구조를 설정하고 무공해 이동수단을 채택한 **관련사례**로 잘 알려져 있다. 마스다르는 자동차의 도시내 운행이 불가능하고 도시 외곽부에 주차하도록 계획되어 있다. 친환경적인 대중교통 설계를 통해 도입한 무공해 이동수단인 PRT(Personal Rapid Transit)는 4~6인용 경량철도로서 지하전용도로에 3,000여대가 운행할 수 있도록 계획되어 전 지역을 10분 이내로 이동이 가능한 교통수단이다.

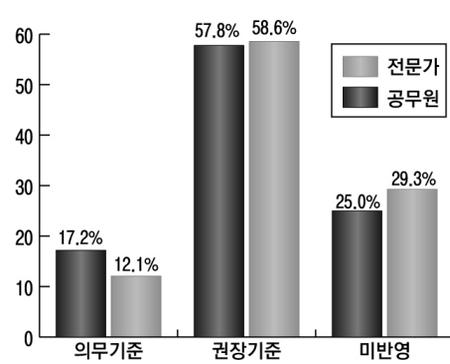
적용방법은 특히, 330만㎡이상의 도시에서를 계획할 때, 개발의 기본구상과 개발계획차원에서 신교통수단의 도입을 권장하도록 하며, 신교통수단의 도입시에는 주요노선의 대중교통의 결절점이 복합적 토지이용을 도모할 수 있도록 토지이용과 교통계획의 통합적 구축을 유도하도록 지침으로 권장한다.

주요 **적용내용**으로는 주요 교통수단으로서 에너지 효율이 높은 모노레일, BRT 및 경전철 도입, 노면전차, 하이브리드 버스 및 택시(자동차) 도입 등 신교통수단 도입을 적극 권장한다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 1-6-1. 교통수단 중 화석연료의 소비를 줄이고 에너지 효율이 높은 교통수단 도입을 권장한다.
- 1-6-2. 에너지 효율이 높은 하이브리드 자동차 도입, BRT 및 경전철 도입, 모노레일, 노면전차 등 신교통수단 도입을 적극 권장한다.

〈그림 4-14〉 오스트레일리아 모노레일 〈그림 4-15〉 신교통수단 전문가조사



〈표 4-3〉 토지이용 및 교통부문 도시계획 계획요소별 정책과제

구분	계획개념	적용대상	적용방법	적용내용
대중교통지향형 개발(TOD)	• 기존 교통 결절점과 연계된 대중교통 중심의 교통체계 구축	• 기성시가지+신도시(신시가지) 전체	• 택지개발을 위한 지침이나 도시개발사업 계획지침	• 효율적 BRT 시스템 구축 • 기능혼합형 고밀도 토지이용계획 • 대중교통수단에 대한 우선권 부여
자전거 도로 및 전용주차장	• 자전거 도로 가로망 체계 구성	• 신시가지 조성 (택지개발사업, 도시개발사업)	• 기본구상차원, 개발계획차원, 지구단위계획차원 등으로 차별화	• 보차분리 • 자전거전용 보관소 설치
친환경적인 보행자도로	• 걷고 싶은 거리 조성	• 신시가지 조성 (택지개발사업, 도시개발사업)	• 기본구상차원, 개발계획차원에서 차별화	• 대중교통시설 및 주요시설과의 연계성 확보 • 일정폭원 유지 • 기능적이고 안전한 보행공간 조성
집약적인 토지이용밀도	• 용도간 상호관계를 고려한 합리적 토지이용계획	• 신도시(신시가지) 중 상업 및 대중교통 중심지	• 기본구상차원, 지구단위계획차원에서 차별화	• 적정 밀도계획 수립 • 주변 토지이용과 연계 • 고밀·복합토지이용 조성
보행통학권의 적정성과 근린생활권의 도보권 적정성	• 생활편익시설 및 공공시설에 대한 접근성 개선	• 신도시(신시가지) 전체	• 기본구상차원, 개발계획차원에서 차별화	• 고밀·복합토지이용체계 구축 • 보행전용도로, 보행자전용지구 조성
신교통수단(모노레일과 노면전차) 도입	• 전기에너지를 이용한 모노레일이나 노면전차 이용	• 신도시급 이상	• 330만㎡ 이상 도시계획시 기본구상과 개발계획차원	• 하이브리드 자동차 도입, BRT 및 경전철 도입, 모노레일, 노면전차 등 신교통수단 도입

② 건축

에너지 투입 최소화를 위해 건축부문에서는 고단열 및 고기밀자재 사용을 통해 에너지 손실을 최소화하고 자연채광 및 자연환기가 되도록 건축물의 평면과 입면계획, 배치계획을 유도하는 방안이 제시되었다. 전문가들은 고단열 및 고기밀자재의 사용은 권장보다는 의무기준으로 설정하여 에너지 효율적인 건축물의 건설을 원하고 있었고, 자연채광 및 자연환기는 의무로 하기보다는 권장기준으로 하는 것이 바람직하다고 응답하였다.

<표 4-4> 건축부문 계획요소의 도시계획 반영형태

(단위: 빈도수, %)

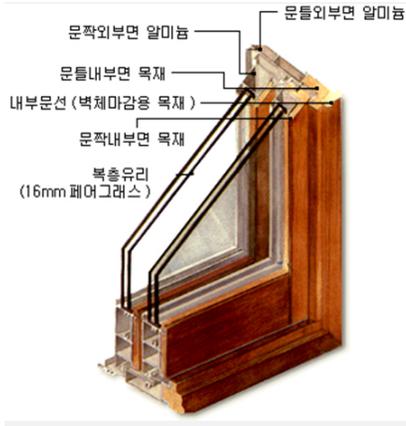
대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
건축	고단열, 고기밀 자재	65(47.4)	63(46.0)	8(5.8)	137(100)
	자연채광 및 자연환기	55(40.1)	78(56.9)	3(2.2)	137(100)

㉠ 고단열, 고기밀 자재

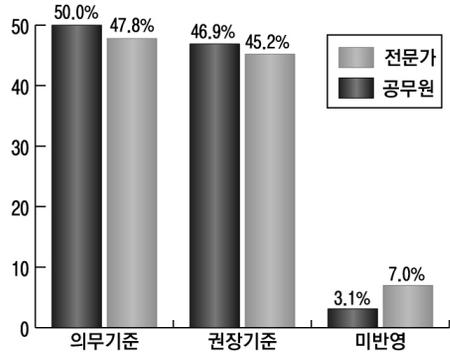
에너지 저감형 건축물의 **계획개념**은 기존 건물의 에너지 손실이 가장 많은 천정, 바닥, 벽개구부 등의 단열 및 기밀성을 향상시켜 에너지 사용량을 줄이는 방안이라고 할 수 있다. 이는 미시적 공간위계인 건축계획을 통하여 구현이 가능한데, 이를 위해 단열 및 기밀성을 향상하고 단열재의 성능을 개선함으로써 건물의 에너지 효율을 증가시키고 에너지 저감형 건축이 가능하도록 한다.

이에 대한 **적용대상**은 지역에 상관없이 모든 건축물이 대상이 되어야 하고, 건축재료 및 창호의 단열성을 평가할 수 있는 지표를 설정하여 권장치를 제공하도록 한다. 특히, 고단열, 고기밀 자재의 **적용방법**은 앞서 전문가의 조사에서 의무기준으로 제시하도록 분석되었지만, 건축재료 성능의 발전속도가 빨라 재료를 지정하기보다는 성능적인 기준을 마련하여 건축심의시에 지침으로 제시하고 평가하도록 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

〈그림 4-16〉 고단열 창호



〈그림 4-17〉 고단열, 고기밀 자재 전문가조사



에너지 효율성(Energy Efficient)을 제고하는 건축기법 **관련사례**로는 영국 런던 남서부 서튼(Sutton)에 위치한 BedZED(BEDdington Zero Energy Development)를 들 수 있다. 이 마을은 건축가 Bill Dunster의 제3세대 디자인 개념 아래 설계에만 3년을 매달린 영국 최초의 탄소제로 주거단지이다. 주거단지내 가정집은 천장이 막히지 않는 3층 구조의 로프트스타일(오피스텔과 비슷한 개념)로 별도의 난방시설이 없는 것이 특징이다. 미세한 바람을 이용할 수 있도록 특수 제작한 굴뚝을 설치하고, 실내 환기와 건물내부온도를 조절하며 건물 외벽에 300mm 슈퍼단열재를 사용하여 열손실을 최소화하고 있다. 이와 함께 모든 주거용 공간은 남향배치하고, 3중 유리를 설치하여 태양에너지 이용을 극대화하고 있다.

주요 **적용내용**으로는 에너지 저감형 건축을 유도하기 위해 국내·외 연구와 사례를 분석하여 계획요소별 기준을 마련하고, 계획기준은 성능기준으로 제시할 필요가 있다. 또한, 앞으로 조성되는 건축의 에너지 효율 증대와 이를 통한 경제적인 효과를 분석할 수 있는 방안을 마련하고 개별적인 건축계획 뿐 아니라 단지차원에서 건축물 배치에 대한 기준설정도 필요하다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 2-1-1. 에너지 효율 향상을 위해서는 고단열 벽체 및 고기밀 창호가 사용을 권장한다.
- 2-1-2. 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택, 상업시설, 공공시설 등 전체 모든 건물에 열관류율이 $0.15\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 이하가 되는 벽체를 사용을 권장하며, 평균 열관류율이 $0.8\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 이하인 창호를 설치하도록 권장한다.

㉠ 자연채광 및 자연환기

자연채광 도입은 자연광을 적극적으로 활용하여 조명부하를 줄여 개구부와 발(渤)의 형상 및 조명제어 등을 통해 조명부하를 저감하는 것을 말한다. 자연환기는 바람 및 공기의 대류에 의한 자연적 환기가 가능하도록 하여 공조시설의 부하를 최소화하고 에너지를 저감시키는 **계획개념**이다. **적용대상**은 지역에 상관없이 모든 건축물을 대상으로 하되, 아파트와 단독주택의 경우에는 일조성의 확보될 수 있도록⁴¹⁾ 적정밀도 및 남향배치를 권장해야 한다. 자연채광 및 자연환기의 **적용방법**은 일정규모 이상의 개별건축물이나 주거단지를 개발할 때에는 건축심이나 공동심의를 통해서 유도하고, 그 밖의 소규모 건축물에 관해서는 설계지침으로 권장한다.

관련사례로는 핀란드의 비키(Viikki)를 들 수 있는데, 건축물 설계단계에서 주거인의 건강을 고려한 기법으로 실내기후, 습도, 소음, 바람과 일조량의 정도, 다양한 공간계획 등의 세부기준을 적용하고 있다. 이러한 기준은 비키지역에서 건축되는 모든 건물에 적용되고, 일반 건축물보다 약 5%의 비용이 추가로 필요한 것으로 평가되었다.

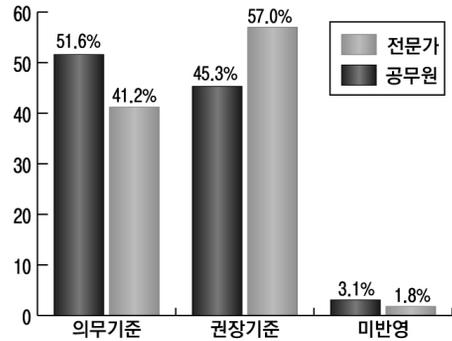
주요 **적용내용**으로 지하계단, 무창계단 등에서는 집광장치와 광파이버에 의한 주과이용시스템 활용을 권장한다. 자연채광을 위한 창호는 루버와 지향성 유리벽돌 이용을 권장하고, 고층화된 건물에서는 채광을 위해 아트리움(atrium) 설치를 권장한다. 또한, 건물의 풍압이 발생하는 위치 중 풍압이 큰 곳은 바람의 유입구에 설치하고, 적은 위치에서는 유출구에 설치하도록 권장한다. 건물의 입지에 의한 풍향과 풍속을 고려하여 건물형상, 배치와 개구부의 위치·크기 등을 검토하고, 건물 내부에서는 개구부의 개폐정도를 조정하여 환기경로를 변경하고 풍량조정이 가능하도록 계획한다.

41) 특히, 1층 주호의 영구음영이 이루어지지 않도록 적정개발밀도로 개발되어야 할 것임. 이를 위해서는 건축시뮬레이션을 통해 영구음영을 방지할 수 있도록 배치계획의 조절과 개발밀도의 통제가 필요함.

〈그림 4-18〉 New Lenox Library (미국)



〈그림 4-19〉 자연채광 및 환기 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 2-2-1. 자연광을 적극적으로 활용하여 조명부하를 줄이도록 계획하며, 개구부와 발(渤)의 형상 및 조명제어 등을 통해 조명부하를 저감한다.
- 2-2-2. 지하계단, 무창계단 등에서는 집광장치와 광파이버에 의한 주과이용시스템 활용을 권장한다.
- 2-2-3. 자연채광을 위한 창호는 루버와 지향성 유리벽돌의 이용을 권장하며, 고층화된 건물에서 채광을 위한 아트리움(atrium)의 설치를 권장한다.
- 2-2-4. 건물의 풍압이 발생하는 위치 중 풍압이 큰 위치는 바람의 유입구, 적은 위치에서는 유출구의 설치를 권장한다.
- 2-2-5. 건물의 입지에 의한 풍향과 풍속을 고려하여 건물형상, 배치와 개구부의 위치·크기 등을 검토하여 계획하며, 건물 내부에서는 개구부의 개폐정도조정에 의해 환기경로 변경과 풍량조정이 가능하도록 계획한다.

〈표 4-5〉 건축부문 도시계획 계획요소별 정책과제

구분	계획개념	적용대상	적용방법	적용내용
고단열, 고기밀 자재	<ul style="list-style-type: none"> • 천정, 바닥, 벽 개구부 등의 단열 및 기밀성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 건축물 대상 	<ul style="list-style-type: none"> • 성능적 기준을 마련, 건축심의시 지침으로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 고단열 벽체 및 고기밀 창호 사용 권장
자연채광 및 자연환기	<ul style="list-style-type: none"> • 자연광 활용하여 조명부하 저감, 자연환기로 공조시설 부하 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 건축물 대상 	<ul style="list-style-type: none"> • 건축심의시 지침으로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 주과이용시스템 활용 • 유리벽돌, 아트리움 설치 권장 • 풍압별 유입, 유출구 차별화 • 건물입지에 의한 풍향·풍속 고려

③ 자원재활용

에너지 절약을 위해서는 생산된 에너지를 절약하는 것도 중요하지만 기존에 사용되고 남은 자원의 활용도 매우 중요하다. 우리나라는 폐기물(생활폐기물 및 사업장폐기물)을 매립, 소각, 재활용 등의 방법을 통해 처리하고 있으나, 꾸준히 재활용 비율이 높아지고 있다. 이러한 폐자원을 효율적으로 활용하는 방법은 음식물을 퇴비화하거나 가연폐기물의 고형연료와 유기성폐기물의 바이오가스를 활용하여 에너지화하는 방법이 있다.

또한, 효율적인 자원의 순환을 위해서는 기존의 폐자원을 활용할 뿐 아니라 자연자원의 순환 체계 구축도 필요하다. 중수 및 우수를 활용하여 주택, 공공시설, 상업시설에 조경용수, 화장실용수, 살수 용수 등으로 사용이 가능하고, 중수 및 우수 활용을 위한 시설 설치를 통해 용수를 생산할 때 필요한 에너지를 저감할 수 있다. 자원재활용 부문의 전문가조사에서는 음식물쓰레기 퇴비화, 중수활용, 우수집수시설 등의 계획요소 모두를 권장기준으로 설정하는 것이 바람직하다고 분석되었다.

<표 4-6> 자원재활용 부문 계획요소의 도시계획 반영형태

(단위: 빈도수, (%))

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화	43(31.4)	78(56.9)	15(10.9)	137(100)
	중수활용	48(35.0)	82(59.9)	6(4.4)	137(100)
	우수집수시설	63(46.0)	66(48.2)	7(5.1)	137(100)

㉠ 음식쓰레기 퇴비화

음식쓰레기의 퇴비화는 기존 음식물의 처리를 자원재생적인 관점에서 다시 활용하는 **계획개념**으로서 재사용을 위한 퇴비화나 열량자원으로 활용하여 에너지화를 유도하는 것을 말한다.

관련사례로 독일의 보봉(Vauban)에서는 쓰레기 매립장에서 발생하는 연간 1천m³ 이상의 부패가스를 에너지로 이용함으로써 자원 재활용율을 1991년 25%에서 2000년 57%까지 끌어올린 바 있다. 스웨덴 하마비(Hammarby)는 쓰레기 진공흡입처리시스템을 운영하여 음식물 쓰레기를 재활용하는 정책적인 노력을 기울이고 있다. 쓰레기 진공흡입처리시스템은 아파트 단지에서 부패성 쓰레기들을 모아 바이오 가스(biogas)로 재활용하는 장치인데, 부패성 쓰레기를 따로 차로 이동시키지 않고 쓰레기통에 직접 연결된 파이프를 통해 자동 흡입·집하하고 있다.

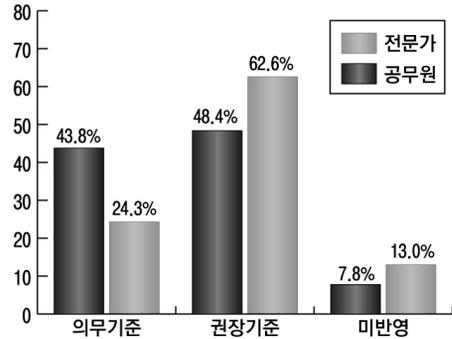
이와 같은 개념의 **적용대상(지역)**은 개발지역내 자원을 재활용할 수 있는 특정시설만 마련된다면 도시내 모든 지역은 가능할 것으로 판단된다. **적용방법**은 자원재활용시설을 도시계획시설로 결정하여 일정규모 이상의 도시지역이나 신시가지 조성지역에서는 시설개발을 권장하도록 개발계획에서 제시한다.

주요 **적용내용**으로는 음식쓰레기 사료·퇴비화 등으로 자원화하거나 감량하는 시설을 적극 권장한다. 음식쓰레기 퇴비화를 위해 음식물쓰레기 공동보관시설 또는 전용수거용기를 설치하고, 수거용기에 대한 수집·운반의 효율성을 감안하여 규격을 정하여 설치하도록 한다.

〈그림 4-20〉 음식쓰레기 자원화시설



〈그림 4-21〉 음식쓰레기 퇴비화전문기조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 3-1-1. 음식쓰레기 사료·퇴비화 등으로 자원화하는 시설 또는 감량화하는 시설을 적극 권장한다.
- 3-1-2. 음식쓰레기 퇴비화를 위해 음식물쓰레기 공동보관시설 또는 전용수거용기를 설치하며, 수거용기에 대한 수집·운반의 효율성을 감안하여 규격을 정하여 설치하도록 한다.

㉠ 중수활용

중수는 기존의 상수도과 하수도 이외에 또 하나의 생활용도에 필요한 수도의 **계획개념**으로서 화장실 용수 및 조경수 등 일상생활에서 상수도와 같이 깨끗한 물 없이도 활용이 가능한 시설이다. 상수도와 같이 많은 비용 없이 위의 용도처럼 활용이 가능하다.

관련사례로 핀란드의 비키(Viikki)는 생태적으로 지속가능한 도시건설을 목적으로 공원을 따라 흐르는 물줄기와 연못을 이용하여 자연정화를 하고 중수를 재사용하고 있다. 생태주거지역 계획은 핀란드의 환경친화평가기준에 적합한 설계로 녹지와 놀이터, 수공간, 빨래터 등 생활공간과 녹지공간의 통합계획을 시도하고 있다. 광역녹지체계를 주거동까지 연결시키는 핑거시스템(Finger System)을 구축하고, 그린핑거체계는 비오톱과 광역자연녹지와 체계적으로 연결되도록 하고 있다. 주거지로 관입한 녹지는 우수활용과 연계하여 종합경작지 및 커뮤니티 가든 역할

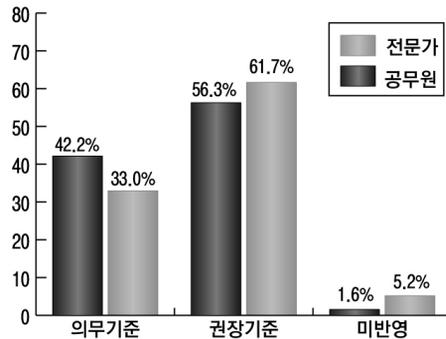
을 하고 있으며, 주거지의 외곽을 흐르는 실개천은 공원과의 경계 및 생태친수공간의 역할을 하고 있다.

중수도의 **적용대상(지역)**은 새로이 개발되는 신도시나 신시가지지역에 적용을 권장한다. **적용방법**은 개발계획차원에서 상하수도 이외에 중수도의 네트워크 노선을 만들고 실시설계단계에서 활용이 가능하도록 구체적인 시설계획을 마련하도록 권장한다.

〈그림 4-22〉 중수활용시스템 예시



〈그림 4-23〉 중수활용 전문가조사



중수도 시설기준의 **적용내용**은 「수도법 시행규칙」 제3조(중수도 시설기준)를 따르도록 하되, 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택의 중수활용시스템은 공공의 중수시설과 연계하여 단지 내 총사용수량의 일정비율 이상을 재사용하도록 권장한다. 중수도시설을 거친 중수는 화장실 용수, 살수용수, 조경용수 실개천의 유지용수 등으로 활용하도록 한다. 이에 비하여, 상업시설의 중수활용은 『수도법』상 중수도 설치기준의 최소용량 이상으로 설치하도록 하고, 중수를 화장실 용수, 살수, 조경 용수 등으로 활용할 수 있는 설비를 갖추도록 권장한다. 학교 및 관공서, 공원 등 주요 공공시설에서는 중수도 활용시설을 공동 설치하도록 하고, 중수를 화장실 용수, 살수용수, 조경용수 등으로 활용할 수 있는 시설의 설비를 갖추도록 권장한다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 3-2-1. 중수도 시설기준은 「수도법 시행규칙」 제3조(중수도 시설기준)를 따른다.
- 3-2-2. 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택의 중수활용시스템은 공공의 중수 시설과 연계하여 단지 내 총사용수량의 10% 이상을 재사용하도록 권장한다. 중수도시설을 거친 중수는 화장실 용수, 살수용수, 조경용수 실개천의 유지용수 등으로 활용하도록 한다.
- 3-2-3. 상업시설의 중수활용은 수도법상 중수도 설치기준에 따라 중수도 시설은 최소용량(연면적 100㎡ 당 0.1톤)이상으로 설치할 것을 권장하고, 중수를 화장실 용수, 살수, 조경 용수 등으로 활용할 수 있는 설비를 갖추도록 권장한다.
- 3-2-4. 학교 및 관공서, 공원 등 주요 공공시설에 중수도활용시설을 공동 설치하도록 권장하며, 중수를 화장실 용수, 살수용수, 조경용수 등으로 활용할 수 있는 시설의 설비를 갖추도록 권장한다.

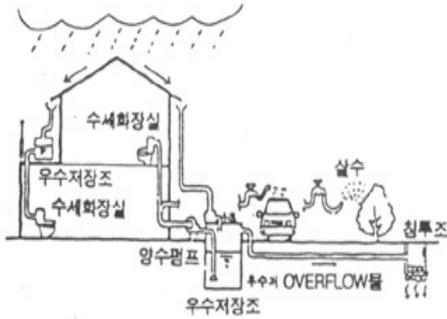
㉔ 우수집수시설

우수집수시설은 자원의 효율적인 순환 관점에서 우수를 활용하여 주택, 공공시설, 상업시설에 조경용수, 화장실 용수, 살수 용수 등으로 사용을 하기 위한 시설이다. 이것은 우수 활용을 위한 시설 설치를 통해 용수를 생산할 때 필요한 에너지를 저감하는 **계획개념**이다.

관련사례로 영국 런던 남서부 서튼(Sutton)에 위치한 베드제드(BedZED)의 에너지계획 특징은 절수(Water Efficient) 및 재활용성 증진(Low-impact Materials)이라고 할 수 있다. 화장실에서 사용하는 물은 지하탱크에 저장해 둔 빗물을 이용하고, 세탁과 샤워에 사용되는 물은 정화장치(바이오리액터)를 통해 미생물을 제거하는 방식으로 빗물을 이용하고 있다. 이를 통해 전기와 물을 동시에 아껴 일반주택에 비해 60%의 에너지를 절약하고 있다.

우수의 **적용대상(지역)**은 건축물이 신축되는 모든 지역이 대상이 될 수 있다. 신도시 및 신시가지 차원에서는 사업지구의 우수분리 및 집수체계 조성계획을 기반으로 단지별 우수집수체계, 우수활용체계, 중수활용체계 등을 구축하고 사업지구의 우수분리체계와 연속성을 마련하도록 한다. 개별 건축물 차원에서는 우수분리 및 집수체계를 조성하고, 건축물 외부의 우수집수체계와 연속성을 갖도록 하며, 우수분리체계를 통하여 우수활용을 도모하도록 한다. 특히, 이와 같은 내용은 신시가지 조성할 때 지구단위계획 차원에서 개별 건축물 에너지 저감계획으로 권장하도록 한다.

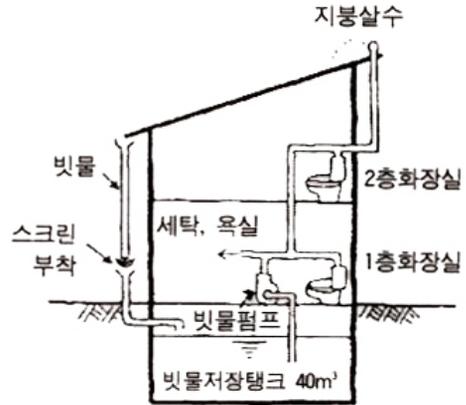
〈그림 4-24〉 우수활용을 위한 건축구조 및 설비시스템 모식도



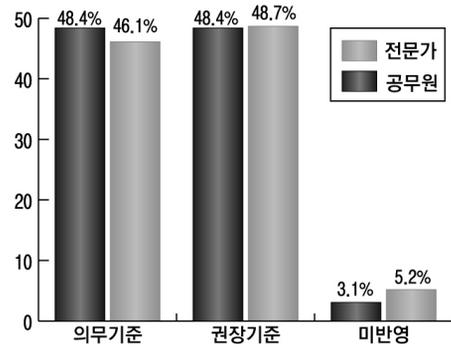
〈그림 4-26〉 생태습지와 녹지의 모습 (덴마크 Ballerup)



〈그림 4-25〉 우수활용 기반시설 체계



〈그림 4-27〉 우수시설 전문가조사



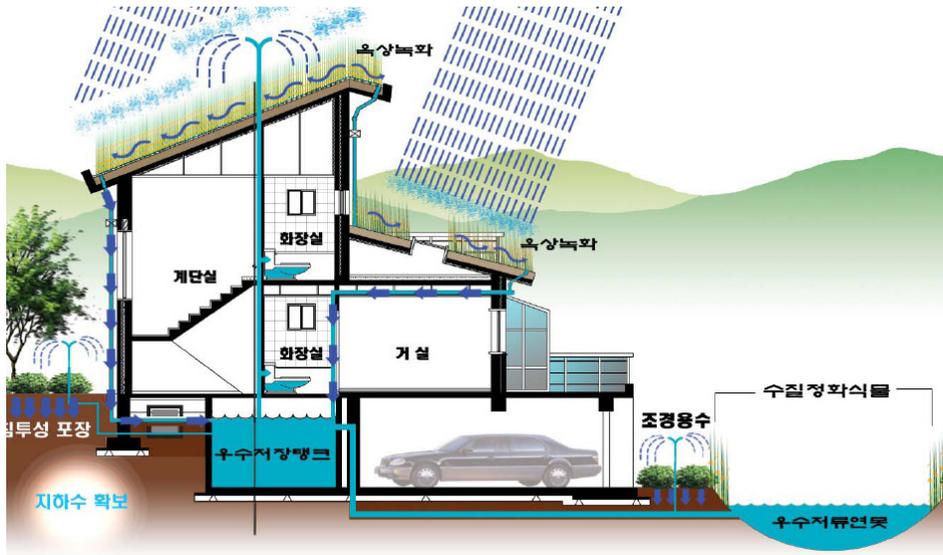
주요 적용내용으로는 빗물을 집수하여 화장실 용수, 살수용수, 조경용수 등으로 활용할 수 있는 빗물이용시설의 설치를 권장한다. 건물 지붕면을 통해서 집수된 빗물은 지하 저류조에 저장되어 화장실용수 및 조경용수 등으로 이용하고, 생태연못 및 저류지에 공급되도록 연계 구조를 마련하도록 권장한다.

또한, 빗물이용시설은 집수시설, 여과처리시설, 빗물저류조 및 송수배수시설을 갖추어야 한다. 빗물이용시설의 빗물저류조는 우리나라 가정용수의 용도별 사용량의 일정비율에 해당하는 용량 이상을 확보해야 하는데, 빗물저류조 용량 산출은 다음 산식에 의거한다.

$$\text{빗물저류조 용량 (m}^3\text{)} = \text{총 세대수} \times 2.5(\text{인/세대}) \times 0.178(\text{m}^3/\text{인} \cdot \text{일}) \times 0.5$$

1인당 우리나라 가정용수의 용도별 사용량(2006년) : 178.2ℓ/인·일
세대 당 인구수 2.5인

〈그림 4-28〉 빗물 이용 개념도



공공시설에는 빗물을 집수하여 화장실 용수, 살수 용수, 조경용수 등으로 활용할 수 있는 우수 저장시설을 설치하도록 권장하며, 건물지붕면을 통한 집수를 권장한다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 3-3-1. 빗물을 집수하여 화장실 용수, 살수용수, 조경용수 등으로 활용할 수 있는 빗물 이용시설의 설치를 권장한다.
- 3-3-2. 건물지붕면을 통해서 집수된 빗물은 지하 저류조에 저장되어 화장실용수 및 조경용수 등으로 이용하거나 생태연못 및 저류지에 공급되도록 연계 구조를 계획하도록 권장한다.
- 3-3-3. 빗물이용시설은 집수시설, 여과처리시설, 빗물저류조 및 송수배수시설을 갖추어야 한다.
- 3-3-4. 빗물이용시설의 빗물저류조는 우리나라 가정용수의 용도별 사용량(이하 '생활용수량'이라 한다)의 50%에 해당하는 용량 이상을 확보하여야 한다. 빗물저류조 용량 산출은 다음 산식에 의거한다.
- 3-3-5. 공공시설에는 빗물을 집수하여 화장실 용수, 살수 용수, 조경용수 등으로 활용할 수 있는 우수저장시설을 설치하도록 권장하며, 건물지붕면을 통해 집수를 권장한다.

〈표 4-7〉 자원재활용 부문 도시계획 계획요소별 정책과제

구분	계획개념	적용대상	적용방법	적용내용
음식쓰레기 퇴비화	<ul style="list-style-type: none"> • 음식물을 퇴비화, 열량자원으로 활용하여 에너지화 유도 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시내 모든 지역에서 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 자원재활용시설을 도시계획시 설화하여 개발 계획 차원에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 음식물 자원화시설 권장 • 음식물쓰레기 전용수거용기 설치
중수활용	<ul style="list-style-type: none"> • 상수도외 하수도 이외에 또 하나의 생활용도에 필요한 수도 	<ul style="list-style-type: none"> • 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> • 건축심의시 지침으로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 단독주택, 공동주택, 상업시설, 공공시설별 차별화된 중수활용시스템 구축
우수집수시설	<ul style="list-style-type: none"> • 우수 활용 위한 시설 설치 통해 우수생산시 필요한 에너지 저감 	<ul style="list-style-type: none"> • 신시가지 차원 • 개별 신축 건축물 차원 	<ul style="list-style-type: none"> • 신시가지 조성시 지구단위계획 차원에서 권장 	<ul style="list-style-type: none"> • 빗물이용시설 설치 • 빗물을 생태연못 및 저류지에 공급토록 연계 구조 계획 • 공공시설은 우수저장시설 설치를 권장

(2) 탄소흡수를 최대화하는 계획요소별 계획기준

탄소흡수를 최대화하는 계획의 목적은 탄소를 흡수하는 생태계 면적을 가능한 넓히고 다양한 토지이용에 따라 공원과 녹지를 체계적으로 조성하며, 수순환체계를 적극적으로 도입하는 것이다.

탄소흡수를 최대화하는 계획기법은 2가지 부문(공원 및 녹지, 수순환체계)으로 세분화한다. 공원 및 녹지부문에서는 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 생태면적률, 그린네트워크 및 보행녹도, 입체녹화, 생태연못, 바람길, 생태이동통로 등 7가지의 세부사항에 관해서 과제를 도출하였고, 수순환체계부문에서는 투수성 포장과 친수하천을 선정하였다.

추진전략으로는 부문별로 계획개념, 관련사례, 적용대상, 적용방법, 적용내용으로 구분하고, 세부 계획요소별로 계획수립기준을 제시하고자 한다.

<표 4-8> 탄소흡수를 최대화하는 계획요소

구분	중분류	계획요소
탄소흡수 최대화	공원 및 녹지부문	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지
		생태면적률
		그린네트워크 및 보행녹도
		입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)
		생태연못
		바람길
		생태이동통로
	수순환 체계부문	투수성 포장
		친수하천

① 공원 및 녹지

발생한 탄소를 최대한 흡수하기 위해서는 많은 면적의 녹지가 필요하다. 특히, 도시개발차원에서 보다 많은 탄소를 흡수하기 위해서는 인공 구조물이나 건축물이 들어서는 개발면적 대비 녹지면적의 비율을 설정하고 녹지체계를 구축하여야 한다. 공원 및 도심 내 녹지를 그린 네트워크를 통해 체계적으로 조성하고, 도심 내 부족한 녹지공간은 벽면녹화·지붕녹화·옥상녹화 등 건

축물을 통한 녹화로 탄소흡수를 위한 녹지체계 구축이 필요하다. 또한, 입체녹화, 공원, 녹지 등은 기존에 발생하는 탄소를 흡수하는 역할과 함께 바람을 유도하고 건물의 온도를 낮춰주는 역할을 한다. 즉, 건물에서 사용하는 에너지 중 냉·난방에너지가 많은 부분을 차지하고 있는데, 녹지조성 및 입체녹화를 통해 도심의 열섬현상을 완화하고 건물의 온도를 낮춰 에너지 사용을 줄일 수 있다.

이와 같이 탄소흡수를 최대화하기 위한 계획요소 중에서 전문가들은 ‘시설녹지, 완충녹지, 경관녹지’의 수립과 ‘생태면적률’을 의무기준으로 설정하도록 답하였으며, 그린네트워크와 보행녹도, 입체녹화, 생태연못의 조성, 바람길 조성, 생태이동통로는 지역적 특성에 맞도록 유연한 적용을 위해서 권장사항으로 제시하였다.

<표 4-9> 공원 및 녹지부문 계획요소의 도시계획 반영형태

(단위: 빈도수, (%))

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
공원 및 녹지	그린네트워크(그린웨이)	59(43.1)	70(51.1)	8(5.8)	137(100)
	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지	89(65.0)	43(31.4)	5(3.6)	137(100)
	보행녹도	62(45.3)	68(49.6)	7(5.1)	137(100)
	입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)	30(21.9)	91(66.4)	15(10.9)	137(100)
	생태연못 조성	21(15.3)	99(72.3)	17(12.4)	137(100)
	바람길 조성	48(35.0)	75(54.7)	14(10.2)	137(100)
	생태이동통로	39(28.5)	80(58.4)	18(13.1)	137(100)
	생태면적률	72(52.6)	59(43.1)	6(4.4)	137(100)

㉠ 시설녹지, 완충녹지, 경관녹지

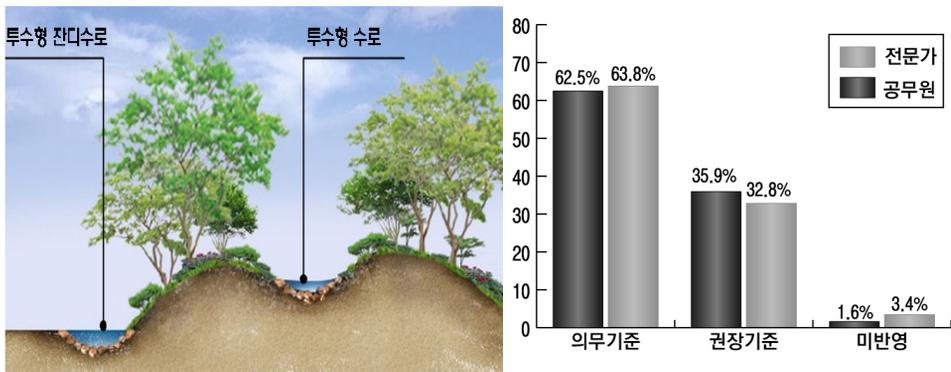
시설녹지, 완충녹지, 경관녹지는 도시의 자연환경을 보전하거나 개선하고 공해나 재해를 방지하여 도시경관 향상의 도모 및 탄소흡수를 최대화 시키는 **계획개념**으로 볼 수 있다.

관련사례로 일본 고호쿠 뉴타운의 그린메트릭스시스템(Green Matrix System)은 뉴타운 내의 녹지를 어떠한 방식으로 활용하는지를 보여주는 좋은 사례이다. 단지내에 도로의 완충녹지를 만들거나 폭 100m 이상의 녹지벨트를 조성하는 등 도시 곳곳에 녹지를 조성하여 최대한 녹색환경

을 보전하고자 하였다.

이 계획요소의 **적용방법**은 주로 신시가지 등 도시개발이 이루어지는 지역에 가능하며, 특히 신시가지 조성할 때에는 현재의 시스템과 같이 개발계획과 실시설계단계인 지구단위계획 차원에서 다루어지는 것이 타당하다. 반면, 기성시가지내 도시개발사업에서는 20m 이상의 도로와 인접할 때 기존 녹지공간이나 수목현황을 고려하여 새로운 시설녹지 및 완충녹지 등의 조성이 가능하다.

〈그림 4-29〉 주거지 연계형 완충녹지 배수로 〈그림 4-30〉 시설·완충·경관녹지 전문가조사



시설녹지, 완충녹지, 경관녹지의 **적용방법**은 저수지 및 하천 주변의 생태계를 보전하고 재해를 방지하기 위해서 녹지를 조성하고, 20m 이상의 도시계획도로에서는 주거환경을 보호하기 위해 일정폭 이상의 완충녹지를 조성하는 것이다. 특히, 산지나 구릉지 등으로 형성된 스카이라인의 보전을 위해 능선을 고려한 계획이 이루어지도록 한다. 기타 간선도로 및 고속국도변의 경우에는 소음방지 및 탄소흡수를 위한 완충녹지를 조성하고, 완충녹지·경관녹지·녹도는 주변생태계와 탄소흡수를 최대화 할 수 있는 방안이 고려되어야 한다.

〈표 4-10〉 시설녹지, 완충녹지, 경관녹지 지정예시

대분류	위치	최소사항	권장사항
수변공간	• 저수지 및 습지의 경계부 보전	10m	30m
	• 하천변(지방하천 이상) 녹지 보전	상류방향 10km이내 20m	상류방향 10km이내 60m
	• 하천변(소하천) 녹지 보전	상류방향 10km이내 3m	상류방향 10km이내 15m
자연경관	• 산지, 구릉지로 형성된 스카이라인(공체선)의 조망권 침해 여부 (경관통제구역)	능선 좌우 30m (4부 이상 능선)	능선 좌우 50m (3부 이상 능선)
사회생태	• 간선도로변 완충녹지 보전 • 고속국도변 완충녹지 보전	경계부 30m 경계부 50m	경계부 50m 경계부 80m

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 4-1-1. 저수지 및 하천 주변의 생태계 보전 및 재해방지를 위해서 일정 부분 이상 완충녹지를 조성하도록 한다.
- 4-1-2. 산지, 구릉지 등으로 형성된 스카이라인의 보전을 위해 능선을 고려한 계획이 이루어지도록 한다.
- 4-1-3. 기타 간선도로 및 고속국도변의 경우 소음방지 및 탄소흡수를 위한 완충녹지를 조성하도록 한다.
- 4-1-4. 완충녹지, 경관녹지, 녹도의 경우 주변생태계와 탄소흡수를 최대화 할 수 있는 방안이 고려되어야 한다.

㉠ 생태면적률

생태면적률은 공간계획 대상지 면적 중에서 자연의 순환기능을 가진 토양 면적의 백분율을 의미하며, 주로 신도시 및 신시가지 개발에서 적용이 가능하다. **적용방법**은 「생태면적률 적용 지침(환경부)」을 준용하고, 생태면적률 적용지침에 의한 자연지반 녹지, 인공지반 녹지, 옥상녹화, 벽면녹화, 투수형 바닥포장 등 가중치를 곱해서 계산하는 것을 원칙으로 하되, 개발계획 차원에서 생태면적률을 일정비율 이상 확보하도록 한다.

주요 **적용내용**으로서 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 생태면적률은 50% 이상으로 조성하

고 이 중에서 자연지반녹지율이 30% 이상 조성되도록 한다. 공동주택의 경우에는 생태면적률을 50% 이상으로 유지하고, 이 중 자연지반녹지율은 30% 이상으로 한다. 상업시설은 생태면적률을 20% 이상으로 하고, 공공시설의 생태면적률은 50% 이상 되도록 한다. 다만, 생태면적률 기준은 지역특성에 따라 유연하게 적용될 수 있도록 성능적인 기준으로 제시되는 것이 바람직하고, 생태면적률은 공원녹지율로 인정받기 위한 관계 설정도 필요하다.

$$\text{생태면적률} = \frac{\text{자연순환 기능 면적}}{\text{전체 대상지 면적}} = \frac{\sum(\text{공간유형별 면적} \times \text{가중치})}{\text{전체 대상지 면적}} \times 100(\%)$$

생태면적률은 공간의 생태적 가치를 기준으로 생태적 기능이 온전한 ‘자연지반녹지(가중치 1)’와 생태적 기능이 전무한 ‘포장면(가중치 0)’을 기준으로 공간유형을 구분하고, 그에 따른 가중치는 다음 표와 같다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 4-2-1. 「생태면적률 적용지침(환경부)」을 준용하고 생태면적률 적용지침에 의한 자연지반 녹지, 인공지반 녹지, 옥상녹화, 벽면녹화, 투수형 바닥포장 등 가중치를 곱해서 계산하는 것을 원칙으로 한다.
- 4-2-2. 생태면적률은 공간계획 대상지 면적 중에서 자연의 순환기능을 가진 토양 면적의 백분율을 말한다.
- 4-2-3. 공간의 생태적 가치를 기준으로 생태적 기능이 온전한 ‘자연지반녹지(가중치 1)’와 생태적 기능이 전무한 ‘포장면(가중치 0)’을 기준으로한 생태면적률의 공간유형을 구분하고, 그에 따른 가중치는 다음과 같다.
- 4-2-4. 대상지의 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 생태면적률은 50% 이상으로 조성하고 이 중 자연지반녹지율이 30%이상 조성되도록 한다.
- 4-2-5. 공동주택의 생태면적률은 50% 이상으로 조성하고, 이 중 자연지반녹지율이 30% 이상 조성되도록 한다.
- 4-2-6. 상업시설 생태면적률은 20% 이상 조성하고, 공공시설의 생태면적률은 50% 이상 되도록 조성한다.

〈표 4-11〉 생태면적을 공간유형 구분 및 가중치

공간유형	가중치	설 명	사 례
 자연지반 녹지	1.0	- 자연지반이 손상되지 않은 녹지 - 식물상과 동물상의 발생 잠재력 내재 온전한 토양 및 지하수 함양 기능	- 자연지반에 자생한 녹지 - 자연지반과 연속성을 가지는 절성토 지반에 조성된 녹지
 수공간 (투수기능)	1.0	- 자연지반과 연속성을 가지며 지하수 함양 기능을 가지는 수공간	- 하천, 연못, 호수 등 자연상태의 수공간 - 지하수 함양 기능을 가지는 인공연못
 수공간 (차수)	0.7	- 지하수 함양 기능이 없는 수공간	- 자연지반 위 차수 처리된 수공간 - 인공지반 위 차수 처리된 수공간
 인공지반 녹지 ≥ 90 cm	0.7	- 토심이 90cm 이상인 인공지반 상부 녹지	- 지하주차장 상부 녹지, - 지하구조물 상부 녹지
 옥상녹화 ≥ 20cm	0.6	- 토심이 20cm 이상인 녹화옥상시스템이 적용된 공간	- 혼합형 녹화옥상시스템 - 중앙형 녹화옥상시스템
 인공지반 녹지 < 90 cm	0.5	- 토심이 90cm 미만인 인공지반 상부 녹지	- 지하주차장 상부 녹지, - 지하구조물 상부 녹지
 옥상녹화 < 20cm	0.5	- 토심이 20cm 미만인 녹화옥상시스템이 적용된 공간	- 저관리 경량형 녹화옥상시스템
 부분포장	0.5	- 자연지반과 연속성을 가지며 공기와 물이 투과되는 포장면, 50% 이상 식재면적	- 잔디블록, 식생블록 등 - 녹지 위에 목판 또는 판석으로 표면 일부만 포장한 경우
 벽면녹화	0.4	- 벽면이나 옹벽(담장)의 녹화, 등 반형의 경우 최대 10m 높이가 지만 산정	- 벽면이나 옹벽녹화 공간 - 녹화벽면시스템을 적용한 공간
 전면 투수포장	0.3	- 공기와 물이 투과되는 전면투수 포장면, 식물생장 불가능	- 자연지반위에 시공된 마사토, 자갈, 모래포장 등
 틈새 투수포장	0.2	- 포장재의 틈새를 통해 공기와 물이 투과되는 포장면	- 틈새를 시공한 바닥 포장 - 사교석 틈새포장 등
 저류·침투 시설 연계면	0.2	- 지하수 함양을 위한 우수침투시설 또는 저류시설과 연계된 포장면	- 침투, 저류시설과 연계된 옥상면 - 침투, 저류시설과 연계된 도로면
 포장면	0.0	- 공기와 물이 투과되지 않는 포장, 식물생장이 없음	- 인터락킹 블록, 콘크리트 아스팔트 포장, - 불투수 기반에 시공된 투수 포장

㉔ 그린네트워크 및 보행녹도

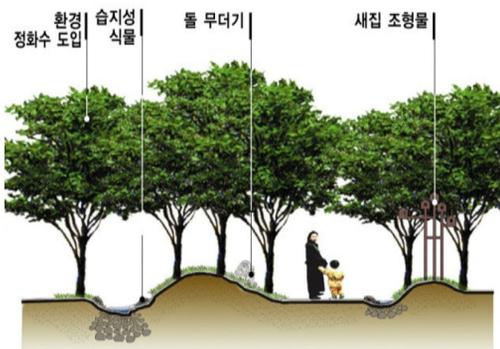
그린네트워크 및 보행녹도는 수변공간이나 녹지 등 친환경적인 지역들이 연계되어 하나의 이어진 공간으로 조성되고 이 중에서 보행과 관련되는 지역은 녹화를 통해 탄소흡수를 최대화시키는 **계획개념**을 의미한다. 이것은 기성시가지내에서도 조성이 가능하나, 주로 신도시 및 신시가지에서 적용이 용이하다.

공원녹지의 접근성을 제고하는 **관련사례**로 핀란드의 비키(Viikki)를 들 수 있는데, 이 생태주거단지는 단지내 대부분의 건물들 한편 쪽은 조그만 규모의 시골길로 연결되고 다른 편은 손가락 모양의 녹지체계(Green Finger)로 이어지는 공원과 연결되어 있는 것이 특징이다.

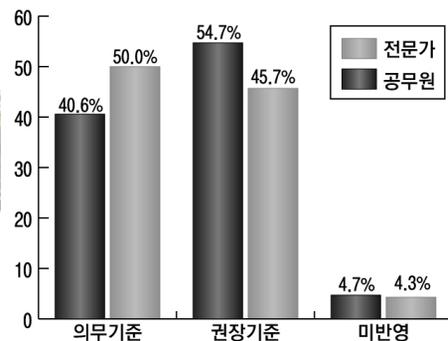
적용방법으로는 기본구상이나 개발계획 차원에서 그린네트워크의 개념과 형태를 결정한다. 세부적인 계획내용은 실시설계단계인 지구단위계획 차원에서 그린네트워크의 광역결절점, 지역결절점, 네트워크, 녹도의 폭과 계획적 특성 등을 지역적 특성에 적합하도록 계획하는 것이 타당하다.

주요 **적용내용**으로 그린웨이는 하천 등 수변공간과 주변 공원, 녹지의 연결성 확보 및 문화시설, 공공시설 등 커뮤니티 관련 시설과의 연계성을 확보하여 조성한다. 동시에 주변 상업시설 및 공공시설, 교육시설 및 단지를 연결하는 그린웨이를 조성하여 보행자가 이용하도록 계획한다. 그리고 쾌적한 보행환경 조성을 위한 보행녹도를 단지내 휴게 및 커뮤니티 공간과 연계되도록 조성할 것을 권장한다.

〈그림 4-31〉 보행녹도 예시



〈그림 4-32〉 보행녹도 전문가조사



4-3-1. 쾌적한 보행환경 조성을 위한 보행녹도를 단지내 휴게 및 커뮤니티 공간과 연계 되도록 조성할 것을 권장한다.

㉔ 입체녹화(지붕녹화, 옥상녹화, 벽면녹화)

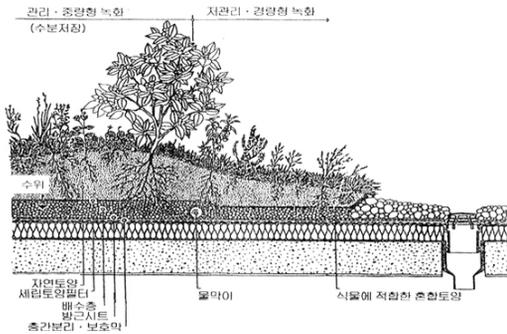
입체녹화(지붕녹화, 옥상녹화, 벽면녹화)는 건물의 외벽 및 지붕녹화를 통해 녹지공간을 확보하고 열섬현상을 완화하며 에너지 저감의 효과가 있는 **계획개념**으로서 기성시가지 및 신시가지 모두 적용이 가능하다.

입체녹화는 독일을 포함한 유럽에서는 이미 오래전부터 경관적인 조경기법으로 보급되어 왔다. 최근 일본과 미국에서는 도시 열섬화 완화와 에너지 보존 기능, 나아가 도시의 생태계를 복원하려는 목적으로 적극적인 녹화기법을 도입하고 있다. **관련사례**로 일본 도쿄시는 2001년부터 부지면적이 250㎡ 이상인 공공시설과 1,000㎡ 이상인 민간시설을 대상으로 옥상공간의 20%를 의무적으로 나무나 이끼, 잔디로 채우도록 하였다. 옥상정원은 식물의 증산작용으로 수증기를 내뿜으며 주변 기온을 떨어뜨리고, 식물 주변의 온도가 낮아지면 공기의 대류도 활발해져 저절로 바람이 불게 된다는 것이다. 일본은 최근 옥상녹화뿐만 아니라 벽면녹화나 실내녹화 등을 합친 입체녹화를 추진하고 있다. 이에 비하여 스웨덴의 함마르비(Hammarby)의 옥상녹화는 우수를 모으고 빗물이 흘러 내려가는 것을 지연시키고 증발될 수 있도록 설계되었다는 특징이 있다.

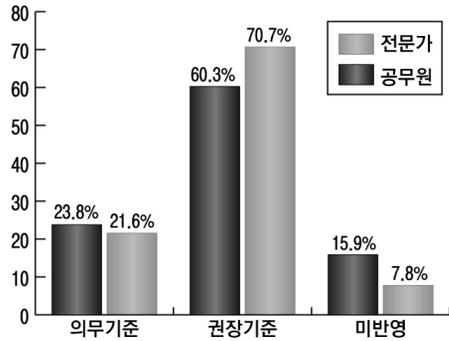
주로 이 계획기법은 지구단위계획 차원에서 일정비율 이상을 권장하도록 하고, 건축 인·허가 과정에서 위의 계획내용을 검토할 필요가 있는데, 계획적인 인센티브를 부여해서 유도하는 것이 타당하다.

이 기법의 주요 **적용내용**은 옥상녹화를 위한 식재는 건조한 기후 및 바람에 강한 수종과 관목류, 교목류 위주로 식재한다. 옥상녹화는 건축물이나 구조물의 하부시설에 영향을 주지 않도록 조성하고, 관수 및 배수시설의 설치를 통해 건물에 영향을 주지 않도록 계획한다. 또한, 공공청사, 도서관, 문화시설, 교육시설(유치원 제외) 등 공공건축물의 경우에는 특별한 사유가 없는 한 전체 벽면길이의 일정비율 이상의 구역에 벽면녹화를 권장하도록 한다.

〈그림 4-33〉 옥상녹화 조성



〈그림 4-34〉 입체녹화 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 4-4-1. 입체녹화는 건물의 외벽 및 지붕녹화를 통해 녹지공간 확보와 열섬현상 완화, 에너지 저감 등의 효과가 있다.
- 4-4-2. 옥상녹화를 위한 식재는 건조한 기후 및 바람에 강한 수종과 관목류, 교목류 위주의 식재를 한다.
- 4-4-3. 옥상녹화 조성으로 건축물이나 구조물의 하부시설에 영향을 주지 않도록 조성하며, 관수 및 배수시설의 설치를 통해 건물에 영향을 주지 않도록 계획한다.
- 4-4-4. 공공청사, 도서관, 문화시설, 교육시설(유치원 제외) 등 공공건축물의 경우 특별한 사유가 없는 한 전체 벽면길이의 20% 이상의 구역에 벽면녹화를 권장한다.

㉓ 생태연못

생태연못은 생물의 서식환경인 비오톱을 보전할 수 있도록 조성하는 연못으로서 탄소흡수를 최대화하는 **계획개념** 중 하나이다. 생태연못은 수환경 부문의 주요 생태도시기술로서 정화·정수식물을 이용한 습지의 보전·복원·조성을 통하여 생물의 다양성을 보전하고, 홍수방지·수질정화 등에 기여하며 생태통로 및 비오톱 조성의 핵이 된다.

관련사례로 독일 하노버 교외지역인 크론스베르그(Kronsberg)는 원형지 보존형 물순환시스템을 구축한 지역으로 잘 알려져 있다. 크론스베르그는 건물에서 집수된 우수와 도로변 우수 등을 저류연못(Retention pond)에 집수하고 이것이 다시 큰 저류지로 모일 수 있도록 도시의 물순

환 체계를 구축하고 있다. 크론스베르그의 물순환체계는 자연에 가까운 우수시스템(우수저류지 등)을 구축하고 물순환 개념을 환경적 커뮤니케이션의 소재로 활용하며, 주택내 물절약시스템 및 설비시설을 도입하여 음용수로 활용하고 있다는 특징을 가지고 있다.

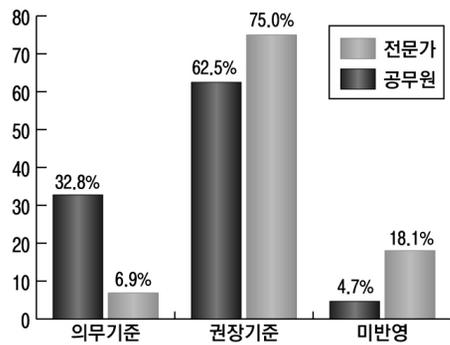
생태연못은 주로 공동주택이나 공공시설물에 권장사항으로 제시가 가능하며, 특히 일정규모 이상의 토지에서 건축물의 인·허가시 건축계획의 대지내 공지 지침으로 권장하는 것이 타당하다.

주요 **적용내용**으로는 대상지의 공원 및 완충녹지에 투수기능을 갖춘 생태연못을 조성하여 빗물의 침투와 저류 및 친수공간으로 활용하도록 권장한다. 생태연못을 조성할 경우에는 수질정화를 위해 수변에 수생식물을 식재하고, 다공질의 재료로 조성된 자연형 배수로를 설치한다.

〈그림 4-35〉 생태연못 조성예시



〈그림 4-36〉 생태연못 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 4-5-1. 대상지의 공원 및 완충녹지에 투수기능을 갖춘 생태연못을 조성하여, 빗물의 침투와 저류 및 친수공간으로 활용하도록 권장한다.
- 4-5-2. 생태연못을 조성할 경우에는 수질정화를 위해 수변에 수생식물을 식재하며, 다공질의 재료로 조성된 자연형 배수로를 설치한다.

㉞ 바람길

바람길은 산, 바다, 하천 등지에서 발생하는 신선하고 차가운 바람이 이동하는 통로로서 바람길을 찾아내 통로를 조성하면 산이나 하천 등에서 발생하는 신선하고 차가운 공기를 도시내로 유입시킬 수 있어 시가지의 기온을 낮추고 대기순환도 촉진시키는 **계획개념**이다.

도시의 기후를 개선하기 위해 이용할 수 있는 냉기류는 크게 두 가지 정도가 있다. 하나는 도시열섬화로 인해 여름철 밤에 주로 발생하는 열대야 현상을 완화시킬 수 있는 방법으로서 산에서 생성되는 바람을 이용하는 것이고, 다른 하나는 도시 인근의 산지에서 생성되는 청정한 냉기류를 저지대인 시가지로 유입시켜 도심의 밤 기온을 낮추는 것이다. 산바람이 도시내로 유입되면 환기, 통풍 조건도 좋아져 도심에 적체된 대기오염물질을 교외로 유출시키는 효과와 함께 탄소흡수도 최대화시킬 수 있다.

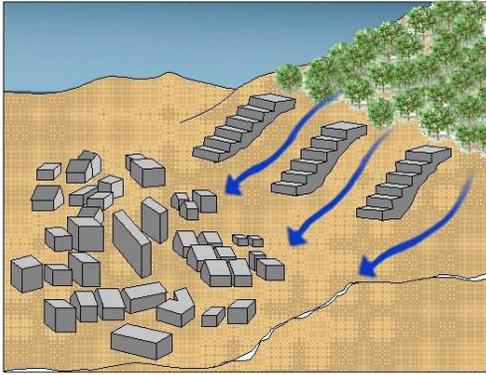
바람길을 활용한 도시계획의 **성공사례**로 독일의 슈투트가르트(Stuttgart)⁴²⁾를 꼽는다. 슈투트가르트는 신선한 공기가 생성·축적·이동되는 지역을 구분하여 각 지역별 특성에 맞는 관리체계를 구축하고, 신선한 공기가 생성되는 지역에서의 개발을 엄격히 금지하고 있다. 개발이 불가피할 경우에는 최소한의 개발밀도 수준으로 평행하게 건축물을 배치하고 있다. 기상특성을 고려한 도시계획을 위하여 기후분석지도가 작성되고 있으며, 경관계획과 토지이용계획 시 기초자료로서 중요한 의미를 지닌다.

이와 함께 독일 프라이부르크의 보봉(Vauban)에서는 단지 내에 신선한 공기유입지역인 단지 남쪽에 위치한 농지와 하천을 중심으로 단지의 남북을 연결하는 3개의 녹지축을 조성하여 바람통로의 역할을 하게 하였다.

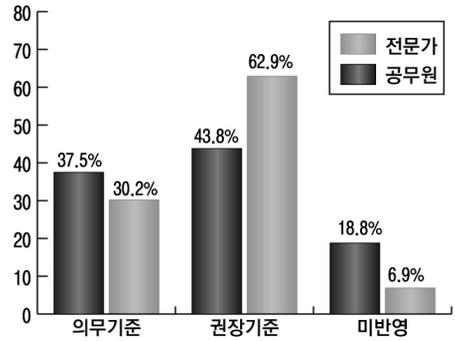
이처럼 바람길의 조성은 기성시가지 보다는 신규 건축물의 배치와 층수 조정이 용이한 신시가지 개발 차원에서 이루어지는 것이 타당하다. 주로 개발계획 단계에서 바람길 통로 조성원칙과 통행로를 제시하고, 지구단위계획 차원에서는 건축물의 높이와 폭을 조정하며 개발밀도 조정과 건축물 배치를 통해 보다 용이하게 적용할 수 있다.

42) 슈투트가르트는 북동쪽을 제외하고 3면이 높은 산으로 둘러싸인 분지형 도시이어서 평균 풍속이 초당 0.8~3.1m로 다른 지역에 비해 바람흐름이 느림. 이 도시는 도시외곽 산지에서 발생해 도심으로 불어오는 찬공기 흐름을 자연스럽게 도시 반대방향으로 불어갈 수 있도록 바람길을 열어 놓아 과밀 개발지역인 도심을 시원하게 하고 대기환경이 악화된 지역의 공기를 청정하게 만들고 있음.

〈그림 4-37〉 바람길 도입

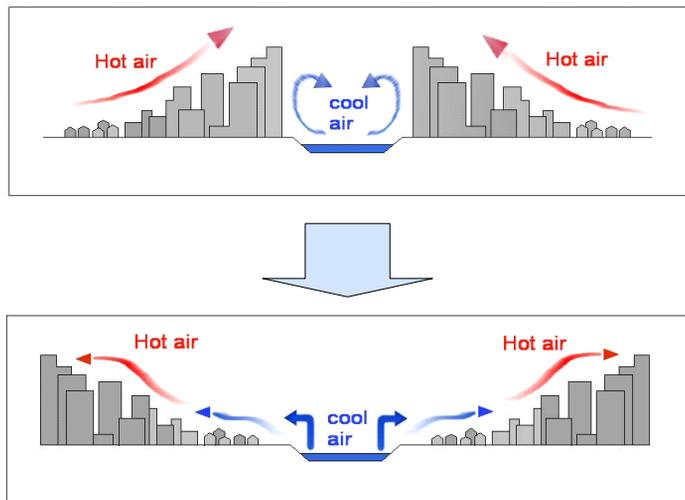


〈그림 4-38〉 바람길 조성 전문가조사



주요 **적용내용**은 연구가 좀 더 진행되어야 하나, 일반적으로 바람길 조성은 도심열섬현상 완화를 위하여 바람통로를 조성할 수 있도록 토지이용계획과 연계하여 계획을 수립한다. 토지이용계획은 대상지의 미기후와 지형조건을 고려하여 주변산림과 대상지 내의 녹지 및 수변공간을 연속적으로 연결시켜 계획한다. 하천을 포함한 중심 녹지축의 폭원을 확보하여 선형녹지 및 공원으로서 기능을 수행하고 미기후를 조절할 수 있도록 계획한다. 도로 가로수 수목식재를 통해 여름철 공기 흐름을 유도하고, 식생공간을 확보하여 열섬현상을 완화하는 계획을 권장한다.

〈그림 4-39〉 토지이용계획을 통한 열섬현상 완화



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 4-6-1. 도심열섬현상 완화를 위하여 바람통로를 조성할 수 있도록 토지이용계획과 연계하여 수립하며, 대상지의 미기후와 지형조건을 고려하여 주변산림과 대상지 내의 녹지 및 수변공간을 연속적으로 연결시켜 계획한다.
- 4-6-2. 하천을 포함한 중심 녹지축 폭원을 확보하여 선형녹지 및 공원으로서 기능수행 및 미기후를 조절할 수 있도록 계획한다.
- 4-6-3. 도로 가로수 수목식재를 통해 여름철 공기 흐름을 유도하며, 식생공간을 확보하여 열섬현상을 완화하도록 계획한다.

㉔ 생태이동통로

생태이동통로 조성은 동물이나 식물들이 도로횡단사고를 예방하기 위하여 Eco-Bridge 등 도로상에 나타나는 대형구조물 설치 뿐만 아니라, 기존에 설치되어 있는 배수 구조물(암거, 흡관 등)이 생태통로로 적극 활용될 수 있도록 도로주변시설을 개량하는 **계획개념**으로서 탄소흡수를 최대화시킬 수 있다.

관련사례로는 유럽전역의 모델이 된 스위스의 창의적 생태통로를 많이 소개하고 있다. 스위스식 생태통로 그룬 브루케(Grun Bruke)는 출현동물을 적외선 센서로 감지해 전광판에 감속표시를 하는 사전경보시스템으로 사슴류의 로드킬을 80% 이상 줄이기도 하였다. 이에 비하여 우리나라에서는 청주시 산남택지개발지구내 원흥이 방죽이 생태연못과 습지와 함께 생태통로를 조성하여 두꺼비의 서식환경을 보전하는 도심속의 생태공원으로 자리매김한 바 있다.

이 계획개념은 기성시가지나 신도시에 관계없이 지역적 특성에 따라 적용이 가능하기 때문에, 즉지적 관점에서 적용이 필요하다. 주로 기성시가지에서는 도시계획시설사업으로 적용이 가능하고, 신시가지에서는 실시설계 단계에서 적용이 가능하다., 생태이동통로는 비록 전문가 조사에서 권장사항으로 정하도록 분석되었으나, 생태이동통로가 필요한 지역에서는 가급적 권장사항보다는 의무사항으로 규제하는 것이 바람직하다고 판단된다.

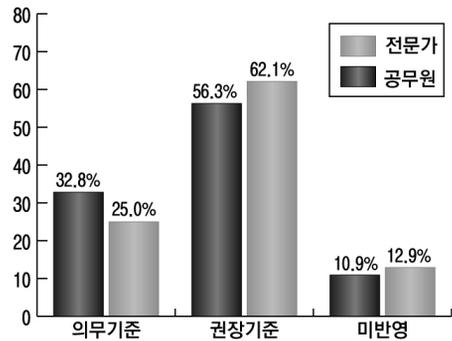
생태이동통로의 주요 **적용내용**은 환경영향평가에서 정한 생태통로의 위치와 조성방법을 준용한다. 생태통로 상단면에 녹화되는 식재는 도로건설 전의 기존 수목을 활용하는 것을 권장하고, 기존 수목의 활용이 어려울 경우에는 가급적 주변의 식생을 사용하도록 권장한다. 또한, 지

방하천급 이상의 하천변에는 선형형태의 생태통로를 조성하도록 권장하고, 지방하천의 수변과 접한 공지에는 수변 관찰대를 갖춘 생태학습장, 보행가로, 자전거 도로(인라인 도로) 등을 조성한다.

〈그림 4-40〉 생태이동통로



〈그림 4-41〉 생태이동통로 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 4-7-1. 생태통로 조성에 관한 사항은 환경영향평가에 정한 생태통로의 위치와 조성방법을 준용하여 설치하며, 환경상세계획 수립 등을 통해 설치가 인정될 경우 추가적인 설치와 조성방법 변경이 가능하다.
- 4-7-2. 생태통로 상단면에 녹화되는 식재는 도로건설 전의 기존수목을 활용하는 것을 권장하며, 기존수목의 활용이 어려울 경우 가급적 주변의 식생을 사용하도록 권장한다.
- 4-7-3. 지방하천급 이상의 하천변에 선형형태의 생태통로를 조성하도록 권장한다.
- 4-7-4. 지방하천의 수변과 접한 공지인 경우 수변 관찰대를 갖춘 생태학습장, 보행가로, 자전거 도로(인라인 도로) 등을 조성한다.

〈표 4-12〉 공원 및 녹지 부문 도시계획 계획요소별 정책과제

구분	계획개념	적용대상	적용방법	적용내용
시설녹지, 완충녹지, 경관녹지	<ul style="list-style-type: none"> 도시자연환경 보전, 도시경관 향상, 탄소흡수 최대화 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 개발계획과 실시 설계단계인 지구단위계획 차원에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 일정규모 완충녹지 조성 능선을 고려한 계획 주변생태계와 탄소흡수 최대화방안 제시
생태면적률	<ul style="list-style-type: none"> 대상지 면적 중에서 자연의 순환기능을 가진 토양 면적의 백분율 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 환경부의 생태면적률 적용지침 준용 	<ul style="list-style-type: none"> 단독주택, 공동주택, 상업시설, 공공시설별 차별화된 생태면적률 제시
그린네트워크 및 보행녹도	<ul style="list-style-type: none"> 친환경적인 지역들이 연계되어 하나의 이어진 공간으로 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 개발계획 및 실시 설계 차원에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 주변시설과의 연계성 확보 쾌적한 보행환경 조성
입체녹화(지붕녹화, 옥상녹화, 벽면녹화)	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 외벽 및 지붕녹화를 통해 녹지공간 확보와 열섬현상 완화, 에너지 저감 	<ul style="list-style-type: none"> 기성시가지+신시가지 	<ul style="list-style-type: none"> 지구단위계획과 건축물 인·허가 과정에서 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 옥상녹화 식재 권장 공공건축물은 벽면녹화 권장
생태연못	<ul style="list-style-type: none"> 생활의 서식 환경의 비오톱의 보전이 될 수 있는 연못 	<ul style="list-style-type: none"> 공동주택이나 공공시설물에 권장사항으로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 인·허가 과정에서 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 공원 및 완충녹지에 투수기능을 갖춘 생태연못을 조성 생태연못에 수생식물 식재, 자연형 배수로 설치
바람길	<ul style="list-style-type: none"> 산, 하천 등의 신선하고 차가운 공기를 도시로 유입 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 개발계획 단계와 지구단위계획 차원에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 대상지 미기후를 고려한 녹지 및 수변공간 계획 중심 녹지축 폭원 확보 식생공간 확보로 열섬현상 완화
생물이동통로	<ul style="list-style-type: none"> 동물 도로횡단사고 예방 	<ul style="list-style-type: none"> 기성시가지+신시가지 	<ul style="list-style-type: none"> 개발계획 단계와 지구단위계획 차원에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 환경영향평가에 정한 생태통로의 위치와 조성 방법을 준용

② 수순환체계

탄소를 최대한 흡수하기 위해서는 많은 면적의 수공간이 필요하나 수순환체계 구축을 통해서도 가능하다. 주로 도심내 생태연못, 친수하천, 단지내 실개천 조성 등을 통해 탄소흡수를 최대화 할 수 있도록 수순환체계 구축이 필요하다. 특히, 친수공간은 생물서식공간이자 생활·문화·놀이를 위한 오픈스페이스로 하천을 활용한 수변공간을 기본으로 네트워크화된 친수환경 조성을 통해서 탄소흡수 또한 최대화시킬 수 있다. 이와 관련된 전문가 조사에서는 투수성 포장 을 의무기준으로 설정하고 친수하천의 조성을 권장기준으로 설정하도록 도출되었다.

<표 4-13> 수순환체계부문 계획요소의 도시계획 반영형태

(단위: 빈도수, %)

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
수순환 체계	투수성 포장	73(53.7)	51(37.5)	12(8.8)	137(100)
	친수하천 조성	56(41.2)	73(53.7)	7(5.1)	137(100)

㉠ 투수성 포장

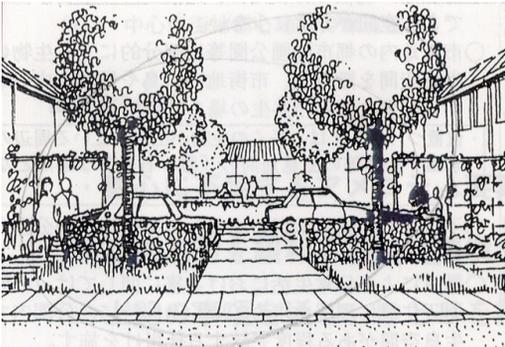
투수성 포장은 포장체를 통해서 빗물을 노상으로 침투시켜 흡속으로 환원시키는 **계획개념**이다. 투수성 포장은 지역에 상관없이 적용이 가능하고 특히 신도시나 신시가지 개발의 실시설계 단계에서 일정지역에 일정비율 이상을 의무화하는 것이 타당하다고 판단된다.

투수성 포장재를 도입한 **관련사례**로 독일의 비스마르크솔라(Bismarck Solar) 주거단지는 단지 옥외 주차장에 투수성이 뛰어나고 시공이 간편한 친환경적 잔디 블록 포장을 실시하고, 빗물 침투와 토양오염 방지를 위해 여과시설을 바다에 설치하며 지상에는 녹지공간으로 활용하기도 하였다.

주요 **적용내용**으로 차도는 투수성 아스팔트, 보도는 블록, 자전거도로 및 광장, 휴게공간은 투수성 포장을 설치하여 지하수 함양 및 우수의 집수가 용이하도록 하고, 아스콘 주차장 설치시에는 생태주차장을 권장한다. 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 투수성 포장은 비건폐 공간 중 40% 이상을 전면 투수포장으로 하고, 공동주택의 보도·광장 및 주차장 등 교통하중을 크게 고

러하지 않는 곳에는 투수성 포장을 포장 면적의 40% 이상으로 계획한다. 복지시설, 문화시설, 의료시설, 체육시설, 공공청사, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 및 교육시설은 비건폐 공간 중 30% 이상을 전면 투수포장으로 계획한다.

〈그림 4-42〉 주차공간의 녹화(일본 산형시)



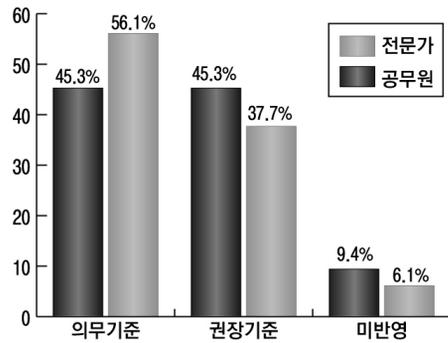
〈그림 4-43〉 공용주차장 조성예시도



〈그림 4-44〉 투수성포장 예시



〈그림 4-45〉 투수성포장 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 5-1-1. 차도는 투수성 아스팔트, 보도는 블록, 자전거도로 및 광장, 휴게공간은 투수성 포장을 설치하여 지하수 함양 및 우수의 집수가 용이하도록 조성하며, 지상 주차장 설치시 생태주차장을 권장한다.
- 5-1-2. 대상지의 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 투수성 포장은 비건폐 공간 중 40% 이상을 전면 투수포장으로 계획한다.
- 5-1-3. 공동주택의 보도, 광장 및 주차장 등 교통하중을 크게 고려하지 않는 곳에 투수성 포장을 포장 면적 40% 이상으로 계획한다.
- 5-1-4. 복지시설, 문화시설, 의료시설, 체육시설, 공공청사, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 및 교육시설의 비건폐 공간 중 30% 이상을 전면 투수포장으로 계획한다.
- 5-1-5. 공원의 비건폐 공간 중 70% 이상을 전면 투수포장으로 계획한다.

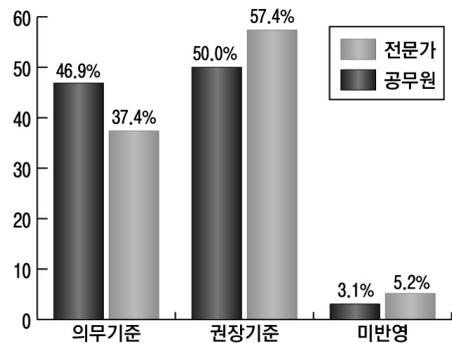
㉠ 친수하천 조성

친수하천 조성은 도시나 마을에 인접해 있는 개방적인 수변공간을 조성하여 주민이나 방문객에 대하여 휴식장소를 제공하고 탄소를 저감시키는 **계획개념**으로서 하천이 있는 지역이면 적용이 가능하다. 특히, 신시가지 조성의 경우에는 개발계획단계에서 친수하천 조성에 대한 개념설정과 공간의 경계설정이 필요하다. 실시설계 단계에서는 보다 구체적인 친수하천 조성에 대한 지침을 적용하는 것이 타당하다고 판단된다.

〈그림 4-46〉 단지내 실개천 조성 예시



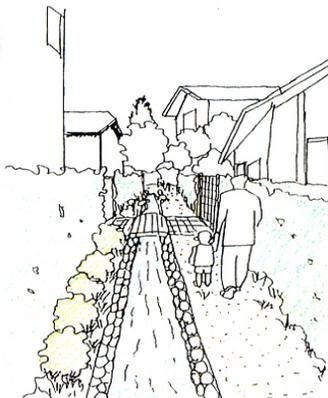
〈그림 4-47〉 친수하천 조성 전문가조사



관련사례로 스웨덴의 함마르비(Hammarby)는 오래된 상업지구나 항구지구를 현대적으로 바꾸면서 물에 초점을 맞추어 설계하였는데, 생활권내에서 녹지와 친수공간을 곳곳에 배치하여 도시의 귀중한 자산으로 보전하고 있다.

친수하천을 조성하는 주요 **적용내용**으로 깊이와 폭, 단면형태, 배수경사 등은 우수의 유출량과 내침식성, 침전가능성 등을 고려하여 설치하되, 생태연못 및 저류지와 연계구조를 갖출 것을 권장한다. 친수하천은 일정량 이상의 상시 수량을 확보하고, 건천의 경우에는 갈수기와 우기에 수량이 자동 조절되어 녹지와 실개천의 역할을 할 수 있도록 계획한다. 동시에 친수하천은 녹지와 유기적으로 연계되도록 하고, 보행이 용이하도록 하여 공원으로서 역할을 할 수 있는 계획을 수립하도록 권장한다.

〈그림 4-48〉 주거지 주변의 수변공간 조성(일본 산형시)



〈그림 4-49〉 주거지역의 놀이형 실개울



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 5-2-1. 친수하천은 깊이와 폭, 단면형태, 배수경사 등은 우수의 유출량과 내침식성, 침전가능성 등을 고려하여 설치한다.
- 5-2-2. 친수하천은 생태연못 및 저류지와 연계구조를 갖출 것을 권장한다.
- 5-2-3. 일정량 이상의 상시 수량을 확보하며, 건천의 경우 갈수기와 우기에 수량이 자동 조절되어 녹지와 실개천에 역할을 할 수 있도록 계획한다.
- 5-2-4. 녹지와 유기적으로 연계되도록 하며, 보행이 용이하도록 계획하여 공원으로서 역할을 할 수 있도록 계획한다.

〈표 4-14〉 수순환체계 부문 도시계획 계획요소별 정책과제

구분	계획개념	적용대상	적용방법	적용내용
투수성 포장	<ul style="list-style-type: none"> 포장체를 통해서 빗물을 침투시켜 흡수으로 환원시키는 포장체 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 실시설계단계에서 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 차도, 보도, 자전거도로, 휴게공간의 투수성포장 생태주자창 권장
친수하천 조성	<ul style="list-style-type: none"> 도시나 마을에 인접해 있는 개방적인 수변공간 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 실시설계단계에서 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 생태연못 및 저류지와 연계구조 구축 일정량 이상 상시수량 확보 녹지와 연계, 공원으로 역할 수행

(3) 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소별 계획기준

신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획의 목적은 태양열·태양광, 지열, 풍력, 집단에너지 등 대안 에너지의 공급 및 이용체계를 구축하는 것이다. 계획기법은 신재생에너지원별로 계획개념, 관련사례, 적용대상, 적용방법, 적용내용으로 구분하고 세부 계획요소별로 제시하였다.

〈표 4-15〉 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소

구분	중분류	계획요소
신·재생에너지 활용을 극대화	신·재생에너지 부문	액티브솔라 시스템
		패시브솔라 시스템
		태양광 발전
		지열에너지
		풍력에너지
		집단에너지사업(열병합발전)

저탄소 에너지 절약형 도시를 구현하기 위해서는 신·재생에너지에 대한 의존도가 높은 도시를 구현해야 한다. 신·재생에너지 활용의 극대화를 위해서는 태양열·태양광, 지열, 풍력, 집단에너지 등 대안 에너지의 공급 및 이용체계를 구축하고 도시차원, 단지차원, 건축차원에서 도입

이 가능한 신·재생에너지를 파악하며 이를 위한 도입 기준⁴³⁾ 마련이 필요하다.

신·재생에너지 도입을 위해서는 무엇보다 경제적인 지원방안이 필요하다. 이를 위해 현재 정부에서 추진중인 신·재생에너지 설치에 관한 지원, 신·재생에너지를 통해 생산된 에너지를 구매하는 발전차액지원제도, 대규모 개발사업에 신·재생에너지 도입을 위한 민간펀드 조성 등을 통해 도입방안을 마련해야 한다.

한편, 전문가는 신·재생에너지를 계획요소로 반영하는 사안 자체에 대해서 신중한 의견을 피력하였다. 특히, 전문가 조사에서는 액티브 솔라시스템과 패시브솔라시스템, 태양광 발전, 지열 및 풍력에너지, 집단에너지 사업에 관해서 지구단위계획의 의무사항보다는 권장기준으로 반영하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

〈표 4-16〉 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소의 도시계획 반영형태

(단위: 빈도수, (%))

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
에너지	액티브솔라 시스템	26(19.0)	99(72.3)	12(8.8)	137(100)
	패시브솔라 시스템	26(19.0)	99(72.3)	11(8.0)	137(100)
	태양광 발전	28(20.4)	93(67.9)	16(11.7)	137(100)
	지열에너지	19(13.9)	80(58.4)	38(27.7)	137(100)
	풍력에너지	10(7.3)	94(68.6)	33(24.1)	137(100)
	집단에너지사업(열병합발전)	50(36.5)	72(52.6)	15(10.9)	137(100)

㉠ 액티브솔라 시스템과 태양광발전

액티브솔라 시스템(태양열)과 태양광발전은 태양열을 이용하는 태양전지판 및 태양광 모듈을 활용하여 에너지원으로 사용하는 **계획개념**으로서 지역에 상관없이 적용이 가능하다. 이 방법은 기성시가지의 경우 건축심의과정에서 권장사항으로 제시가 가능하고, 신시가지 조성시에는 지구단위계획에서 일정비율 이상 적용하도록 권장할 수 있다. 특히, 아파트단지와 같은 주거건축물은 지붕이나 벽면을 통해서 발전이 가능하고, 단독주택지역은 지붕에 설치하며 기타 근린생활

43) 도입 기준은 도시차원, 단지차원, 건축차원에서 필요한 에너지의 일부분을 신·재생에너지를 통해 도입하며, 활용여건·설치면적·설치규모의 산정을 통해 기준을 마련하도록 한다.

시설지역은 지붕과 벽면을 통해 설치권장이 가능하다.

관련사례로 독일 프라이부르크의 보봉(Vauban)마을은 태양열 주택과 공기조화 시스템을 도입하였다. 이를 통해 단지 전체에 필요한 전기는 열병합 발전소와 지붕의 태양광을 통해 65%를 해결하고 있으며 태양열 집열판에 의한 에너지를 확보하고 있다. 또한, 햇빛의 충분한 흡수와 충실한 단열로 자연형 주택을 건축하고 자연환기를 위한 공기조화 시스템을 적용하고 있다.

태양전지판 및 태양광 모듈의 주요 **적용내용**은 「신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준」 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하게 한다. 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 태양광 발전 시스템은 주택의 규모를 고려하여 세대당 일정전력(2kWp) 이상을 설치하고 공동주택은 공용공간(주차장, 외부공간 등) 및 부대시설의 전력사용을 태양광 발전 시스템을 통해 공급하도록 계획하며, 공동주택 한 세대당 설치 규모를 고려하여 세대당 일정전력이상을 설치한다.

〈그림 4-50〉 공동주택벽면 태양열 집광(열)판설치 예시도

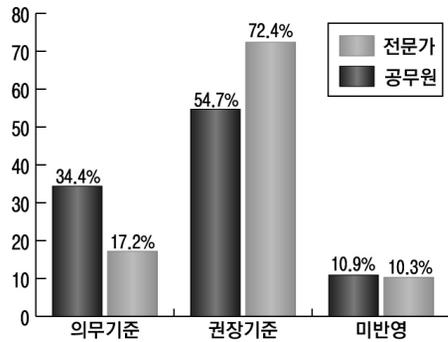


공공시설은 공공청사, 도서관, 문화시설, 커뮤니티 센터, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 총 전력 사용량의 10% 이상을 태양광 발전 시스템을 통해 공급하도록 의무화한다. 이와 함께 공원내 설치하는 조명시설은 태양광을 이용한 시설로 설치할 것을 의무화하고, 태양에너지를 이용한 교육·홍보용 시설 및 공공시설물의 경우에는 태양광을 이용한 시설로 설치하도록 권장한다.

〈그림 4-51〉 태양광 화장실



〈그림 4-52〉 태양광발전 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

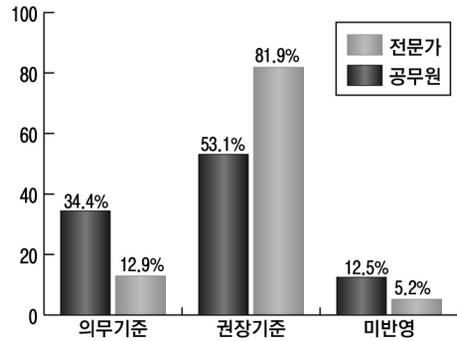
- 6-1-1. 태양전지판 및 태양광 모듈은 “신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준” 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하게 설치하도록 한다.
- 6-1-2. 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 태양광 발전 시스템은 주택의 규모를 고려하여 세대당 2kWp 이상을 설치한다.
- 6-1-3. 공동주택은 공용공간(주차장, 외부공간 등) 및 부대시설의 전력사용을 태양광 발전 시스템을 통해 공급하도록 계획하며, 공동주택 한 세대당 설치 규모를 고려하여 세대당 0.2kWp 이상을 설치한다.
- 6-1-4. 공공시설은 공공청사, 도서관, 문화시설, 커뮤니티 센터, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 총 전력 사용량의 10% 이상을 태양광 발전 시스템을 통해 공급을 의무화한다.
- 6-1-5. 공원내 설치하는 조명시설은 태양광을 이용한 시설로 설치할 것을 의무화하고, 태양에너지를 이용한 교육·홍보용 시설 및 공공시설물의 경우 태양광을 이용한 시설로 설치하도록 권장한다.

또한, 태양열 발전 시스템을 위한 태양열 집열기는 「신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준」 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하게 설치하도록 한다. 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 태양열 발전 시스템은 주택의 규모를 고려하여 세대당 일정면적 이상을 설치하도록 하며, 공공시설은 공공청사, 도서관, 문화시설, 커뮤니티 센터, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 총 급탕에너지의 50% 이상을 태양열 발전 시스템을 통해 공급하도록 의무화한다.

〈그림 4-53〉 프라이부르크 태양열시스템



〈그림 4-54〉 액티브솔라 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 6-2-1. 태양열 발전 시스템을 위한 태양열 집열기의 설치는“신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준” 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하게 설치하도록 한다.
- 6-2-2. 단독주택(블록형 단독주택 포함)의 태양열 발전 시스템은 주택의 규모를 고려하여 세대당 6㎡~12㎡를 설치하도록 한다.
- 6-2-3. 공공시설은 공공청사, 도서관, 문화시설, 커뮤니티 센터, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 총 급탕에너지의 50% 이상을 태양열 발전 시스템을 통해 공급하도록 의무화 한다.

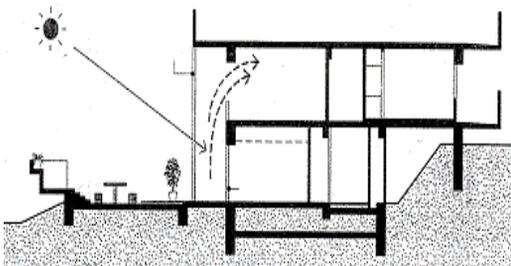
㉠ 패시브솔라 시스템

패시브솔라 시스템은 계절별로 에너지소비 및 낭비를 최소화하기 위한 방법으로서 차양장치 및 자연환기, 건축물 배치차원에서 에너지 소비를 최소화하는 **계획개념**이다. 패시브솔라 시스템은 지역에 상관없이 적용이 가능하다. 신시가지를 조성할 경우에는 에너지 효율적인 배치가 될 수 있도록 지구단위계획 차원에서 시설 배치기준을 권장하고 건축물 인·허가 차원에서 시설 설치를 권장하도록 하는 것이 타당하다.

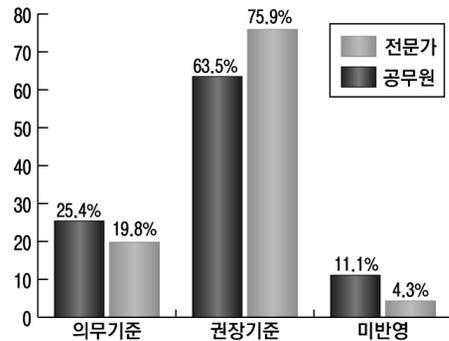
관련사례로 일본 다마시(多摩市)의 이나기(稲城)지구는 지형을 적극적으로 활용한 복층 주거동 계획으로 알려져 있다. 지형활용형 복층 주거동 계획이란 간선도로에 면하여 부지남측에 배치된 주거동은 사면을 활용하여 1층에 패시브 솔라시스템을 활용한 복층형 주호를 배치함으로써 사면의 유효공간을 활용하는 것을 말한다.

주요 적용내용으로 자연형 태양열 에너지의 경우에는 여름철에 과열을 방지하고 냉방효과를 도모하기 위해 차양장치 및 자연환기, 폐열회수 시스템과 함께 고려하여 설치하는 것을 권장한다. 차양시설은 외부차양의 여러 가지 형태 중 가동성차양을 설치하여 일사량에 따른 차양조절이 용이하도록 설치하고, 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택은 패시브솔라시스템 활용을 위해 태양에너지 활용을 극대화할 수 있도록 정남향 건물배치를 계획한다. 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택의 개구부 및 창은 남측을 확대하여 일조량이 풍부하도록 조성하고, 북측 개구부 및 창의 면적을 최소한으로 하여 난방에너지 저감효과가 있도록 한다.

〈그림 4-55〉 1층의 태양열 패시브시스템을 이용한 사면주택단면



〈그림 4-56〉 패시브솔라 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

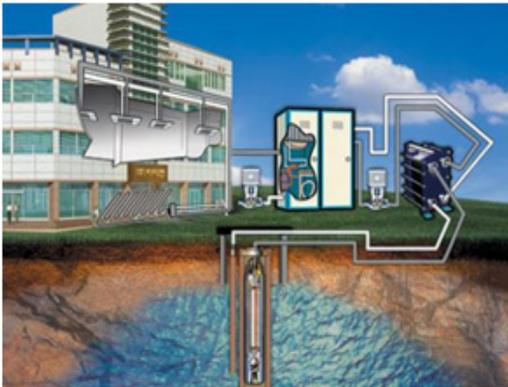
- 6-3-1. 자연형 태양열 에너지의 경우 여름철에 과열을 방지하고 냉방효과를 도모하기 위해 차양장치 및 자연환기, 폐열회수 시스템과 함께 고려하여 설치하는 것을 권장한다.
- 6-3-2. 차양시설은 외부차양의 여러 가지 형태 중 가동성차양을 설치하여 일사량에 따른 차양조절이 용이하도록 설치하며, 일사량을 고려한 수평차양 기준은 동·서향은 60cm 이내, 남쪽 수평차양은 45cm 이내로 설치하는 것을 권장한다.
- 6-3-3. 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택은 패시브 솔라 시스템 활용을 위해 일조량 및 일조시간, 복사량 등 태양에너지 활용 여건과 관련 있으므로 태양에너지 활용을 극대화하기 위해 정남향으로 배치될 수 있도록 건물배치를 계획한다.
- 6-3-4. 단독주택(블록형 단독주택 포함) 및 공동주택의 개구부 및 창은 남측을 확대하여 일조량이 풍부하도록 조성하며, 북측 개구부 및 창의 면적을 최소한으로 하여 난방에너지 저감효과가 있도록 조성한다.

㉔ 지열 및 풍력에너지

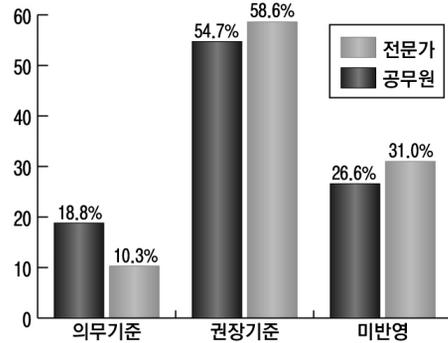
지열에너지 및 풍력에너지 발전은 지열과 풍력을 이용하여 에너지를 생산하는 **계획개념**으로서 지열은 보편적으로 적용이 가능하나 풍력은 지역에 따라 적용여부를 달리한다. 따라서 지열 및 풍력에너지는 지역적 특성을 반영하여 제시하는 것이 바람직하다. 주로 개발계획단계에서 지열 및 풍력에너지 이용이 가능한 지역의 경우에는 도시계획시설로 지정하고, 실시설계단계인 지구단위계획단계에서 일정규모 이상 이용하도록 권장하는 것이 바람직하다.

관련사례로 아이슬란드는 지질환경으로 인해 지열에너지를 적극적으로 활용하는 것으로 잘 알려져 있다. 지열발전에 이용되고 남은 온수는 인근 수영장에서 이용하고 지열파이프를 묻어 농사에도 활용하기도 한다. 지열발전소 인근에는 해조류를 바이오연료로 전환하는 연구소가 위치하고 있으며 지열에너지를 활용하여 양어장과 온실농원(Green House)도 운영하고 있다.

〈그림 4-57〉 지열에너지시스템



〈그림 4-58〉 지열에너지 전문가조사



지열에너지 도입을 위한 지열에너지 관련 시설의 설치의 주요 **적용내용**은 「신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준」 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하도록 한다. 특히, 공공청사, 도서관, 문화시설, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설은 총 냉·난방에너지의 50% 이상을 지열에너지를 통해 공급하되, 지열에너지의 효율성을 고려하여 설치하도록 한다.

에너지절약적 도시계획 지침 예시

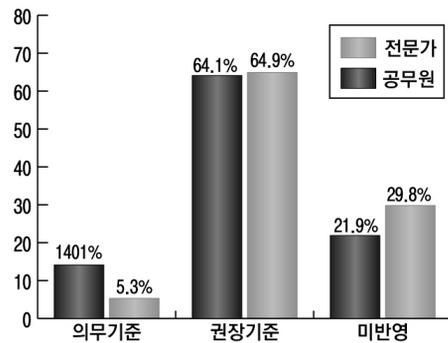
- 6-4-1. 지열에너지 도입을 위한 지열에너지 관련 시설의 설치는 “신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준” 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하게 설치하도록 한다.
- 6-4-2. 공공시설은 공공청사, 도서관, 문화시설, 교육시설(유치원 제외) 등 공공시설 총 냉·난방에너지의 50% 이상을 지열에너지를 통해 공급하도록 한다. 단, 지열에너지의 효율성을 고려하여 설치하도록 한다.

풍력에너지 도입을 위한 시설은 주변시설에 소음·진동·바람에 의한 피해가 없는 개방된 장소에 설치하는 것을 원칙으로 하고, 기상여건에 맞춰 풍력에너지 효율을 감안하여 설치를 권장한다.

〈그림 4-59〉 미국의 소형풍력발전기



〈그림 4-60〉 풍력에너지 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 6-5-1. 풍력에너지 도입을 위한 풍력에너지 관련 시설의 설치는 “신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준” 제15조 제1항에 제시된 설치기준에 적합하게 설치하도록 한다.
- 6-5-2. 풍력에너지 도입을 위한 시설은 주변시설에 소음·진동·바람에 의한 피해가 없는 개방된 장소에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 기상여건에 맞춰 풍력에너지 효율을 감안하여 설치를 권장한다.

㉔ 집단에너지사업(열병합발전)

집단에너지사업(열병합발전)은 전기생산과 열의 공급 즉, 난방을 동시에 진행하여 종합적인 에너지 이용률을 높이는 **계획개념**으로서 신도시급 규모의 도시에서 이미 적용되어 있고 대규모 아파트단지에서도 적용이 용이하다. 이는 도시계획시설사업으로서 주로 신시가지 개발계획 차원에서 다루어지는 것이 타당하고 현재와 같이 도시계획시설사업으로 추진되어야 한다.

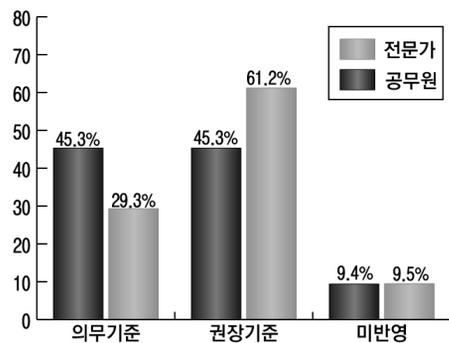
열병합발전의 **관련사례**로 영국 서튼의 베드제드(BedZED)는 제로에너지(Zero Energy)에 도전하고 있다. 베드제드에서는 모든 주택 지붕에 태양광패널을 설치하여 내부전력으로 이용하고, 단지내 열병합발전소에서 산업폐기물(목재)을 소각하여 마을 전체의 에너지를 생산하고 있다. 최근에는 우리나라에서도 공동주택에서도 도시가스 등의 연료로 발전기를 돌려 전기를 생산하고 이때 발생하는 배기가스의 폐열을 이용해 주민공동시설의 온수로 활용하는 소형 열병합발전 시스템을 도입하고 있다.

주요 **적용내용**으로는 바이오매스를 활용한 열병합발전소를 조성을 권장하며, 바이오매스를 생산하기 위해서 축산분뇨·음식쓰레기·벼짚·왕겨·산림부산물 등을 이용할 수 있도록 계획한다. 열병합 발전소 조성을 위해서는 주변 환경부하 및 바이오매스를 생산할 수 있는 부산물들을 고려하여 조성용량을 결정하고, 에너지 생산은 지역난방과 연계하여 주변지역 주거시설의 난방 및 전기를 공급하도록 한다.

〈그림 4-61〉 연료전지 발전소 예시



〈그림 4-62〉 열병합발전 전문가조사



에너지절약적 도시계획 지침 예시

- 6-6-1. 바이오매스를 활용한 열병합발전소를 조성을 권장하며, 바이오매스를 이용하기 위해서 축산분뇨·음식쓰레기·뽕짚·왕겨·산림부산물 등이 이용 가능하도록 계획한다.
- 6-6-2. 열병합 발전소 조성을 위해서는 주변 환경부하 및 바이오매스를 생산할 수 있는 부산물들을 고려하여 조성용량을 결정하며, 에너지생산은 지역난방과 연계하여 주변지역 주거시설의 난방 및 전기를 공급하도록 한다.

〈표 4-17〉 신·재생에너지 부문 도시계획 계획요소별 정책과제

구분	계획개념	적용대상	적용방법	적용내용
액티브솔라 시스템과 태양광발전	<ul style="list-style-type: none"> 태양열을 이용하는 태양전지판 및 태양광모듈을 활용하여 에너지원으로 사용하는 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 지역에 상관없이 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 기성시가지(건축심의)와 신시가지(지구단위계획)에서 차별화 	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준
패시브솔라 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 차양장치 및 자연환기, 건축물 배치차원에서 에너지 소비를 최소화 	<ul style="list-style-type: none"> 지역에 상관없이 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 기성시가지(건축심의)와 신시가지(지구단위계획)에서 차별화 	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준
지열 및 풍력에너지	<ul style="list-style-type: none"> 지열과 풍력을 이용하여 에너지를 생산 	<ul style="list-style-type: none"> 지역의 지열 및 풍력에 따라 적용여부 결정 	<ul style="list-style-type: none"> 실시설계 단계인 지구단위계획단계에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준
집단에너지 사업 (열병합발전)	<ul style="list-style-type: none"> 전기와 난방을 동시에 진행하여 종합적인 에너지 이용률을 높이는 발전시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 신도시(신시가지) 전체 	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획시설사업으로 개발계획차원에서 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 바이오매스를 활용한 열병합발전소를 조성 지역난방과 연계하여 주변지역 주거시설의 난방 및 전기를 공급

2. 저탄소 에너지 절약적인 도시계획의 추진전략

1) 기본원칙

저탄소 에너지 절약적인 도시계획을 유도하기 위해서는 다음과 같은 적용원칙이 필요하다.

첫째, 계획요소의 실현은 에너지 절약적인 조성목표와 일치되어야 한다. 저탄소 에너지 절약적인 계획요소와 가이드라인의 원칙은 저탄소 에너지 절약형 도시를 만드는 목표와 일치되어야 하고, 각 지침은 지역적인 특성을 감안하고 조성목적에 따라 탄력적으로 적용하도록 한다.

둘째, 에너지 저감적인 요소의 통합적인 적용이 필요하다. 각 계획요소를 결합하여 나타낼 수 있는 실현가능한 상황을 제시하는 시나리오를 만들어 활용방안을 제시할 필요가 있다. 개별 계획요소의 실현과 함께 도시공간적인 관점에서 토지이용과 결합하여 통합적인 적용이 도모되어야 한다.

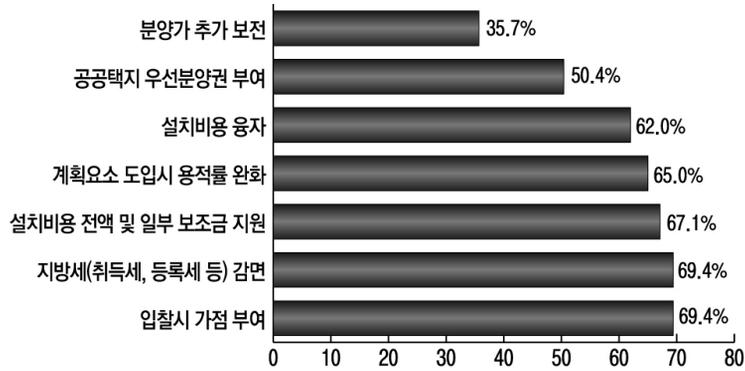
셋째, 지역적인 특성을 감안한 유연한 적용이 필요하다. 각 계획요소들을 모두 적용하는 것이 아니라 선택과 집중을 통해 지역의 특화전략으로 설정하고, 가이드라인은 법적인 강제조항의 성격을 갖는 지침이 아닌, 에너지 절약적인 방향으로 나아가고 기술변화에 대응할 수 있도록 유연한 적용이 필요하다.

2) 시설 개발 및 계획유도 전략

저탄소 에너지 절약적인 시설을 설치하고 도시를 조성하기 위해서는 계획적인 인센티브가 필요한데, 전문가 조사를 통해 다음과 같이 5가지 시설 개발 및 계획유도 전략을 도출하였다.

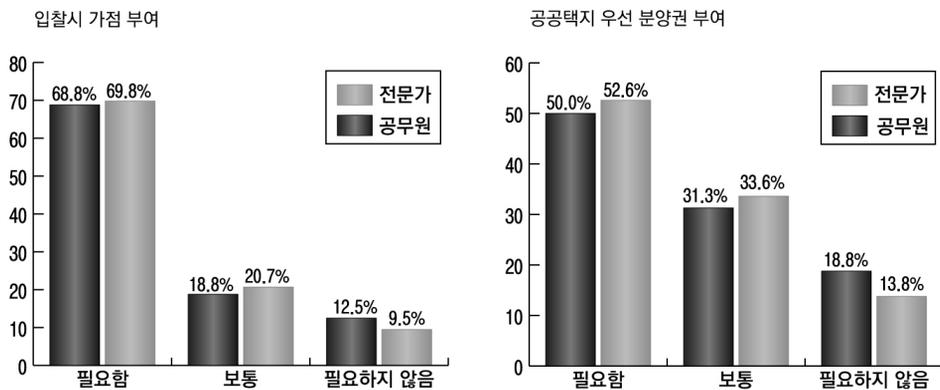
에너지 저감을 위한 계획요소별 인센티브에 대한 필요성을 묻는 질문에 전문가들은 입찰시 가점 부여가 가장 필요하다고 응답하였고, 그 다음으로 지방세(취득세, 등록세 등) 감면, 설치비용 전액 및 일부 보조금 지원, 계획요소 도입시 용적률 완화, 설치비용 용자, 공공택지 우선분양권 부여, 분양가 추가 보전 순으로 답하였다.

〈그림 4-63〉 계획요소별 인센티브에 대한 필요성



우선, 민간개발사업자에 대한 입찰시에 가점을 부여하거나 공공택지 우선분양권을 부여하는 경우이다. 민간개발사업자가 건축 인·허가시에 앞서 언급한 에너지 절약적인 계획요소를 도입한다고 확정할 때에는 입찰시에 가점부여를 통해서 유리하도록 하며, 이는 민간사업자로 하여금 에너지 절약적인 도시개발의 중요성 홍보에도 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

〈그림 4-64〉 입찰시 가점부여 및 공공택지 우선분양권부여



둘째, 지방세(취득세 및 등록세)의 감면이다. 외국은 에너지 절약시설의 설치비용에 대한 보조나 세금 감면 프로그램이 많은데, 뉴욕의 그린빌딩 세제지원 프로그램(New York's Green Building Tax Credit Program)은 에너지절약시설이나 고효율기기를 설치시에 건축주에게 지방세

를 감면해 주고 있다.

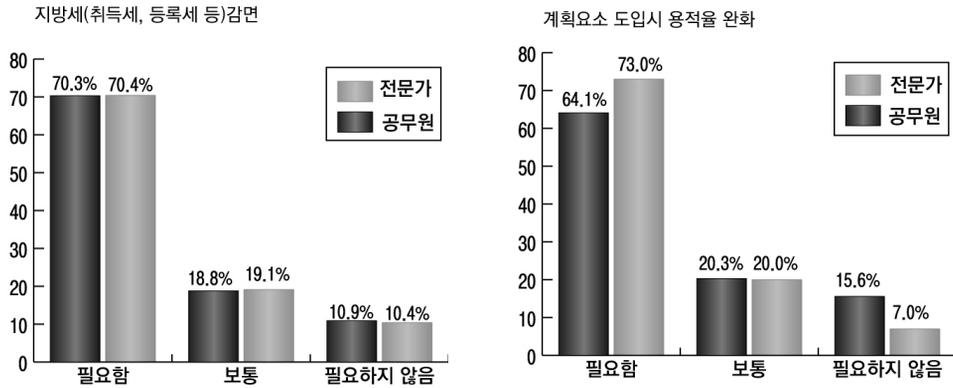
충청남도는 2009년 10월 도내 20개 기업과 고유가 극복과 온실가스 감축을 위해 자발적 협약(Voluntary Agreement)을 체결하였다⁴⁴⁾. 자발적협약(VA)은 연간 2,000TOE 이상의 에너지를 생산·공급·소비하는 기업 또는 사업자단체가 정부와 협약을 체결하고, 온실가스 감축 노력을 공동으로 추진하는 제도다. 각 업체에는 사업장당 250억원 이내에서 연리 2.75%의 에너지절약 시설자금을 지원해 준다.

셋째, 에너지 저감적인 계획요소의 도입시에 용적률 적용기준을 완화해주는 인센티브이다. 이 기준은 택지개발사업 단계보다는 민간자본이 투여되는 단계에서 지원하는 것이 바람직하다고 판단된다⁴⁵⁾. 특히, 신·재생에너지의 활용은 기존 건설물의 개발보다는 많은 비용과 시설투자가 필요하기 때문에, 이 시설설치를 통한 감가상각 및 경제적 이득을 계상하였음에도 불구하고 경제적 효율성이 떨어진다면 민간사업자에게 시설비 보전차원에서 용적률 완화를 적용할 수 있다. 이때 용적률 완화는 지구단위계획 인센티브 내용으로 미리 설정하여 계획적용의 일관성을 도모하여야 한다.

44) 이들 기업은 이 협약에 따라 2009년부터 2013년까지 5년간 에너지 절약을 위해 공정 개선에 나서는 한편 에너지 재활용 설비 및 고효율기기 등을 설치해야 함. 이 방안이 추진되면 5년 간 전체 에너지 사용량의 6.6%인 9만 4000TOE(석유환산톤)를 절약하고 282억원의 에너지 비용과 22만CO₂ t의 온실가스를 감축할 수 있을 것으로 기대됨.

45) 건축기준 완화 인센티브 도입 방안은 두 가지 유형이 있는데 서울시와 같이 에너지 기준과 친환경 기준으로 나누어 각각에 대해 최대한 5%의 용적률 인센티브를 제공하는 것임. 서울시는 에너지 기준을 다시 건물에너지 성능표시, 건물 단열성능 강화 설계, 신·재생에너지 설계 등으로 나누어 각각에 대해 용적률 상한을 정하고 있음. 친환경분야는 친환경건축물 최우수등급은 5%, 우수등급은 3% 이내에서 용적률 인센티브가 주어짐. 다른 한편으로 대전시는 그린빌딩 점수에 따라 용적률 인센티브를 차등화하고 있고, 「건축물의 에너지절약설계 기준」 역시 건물에너지효율과 에너지성능지표 점수, 지능형 건축물 인증 등급을 기준으로 조경설치 면적, 건축물의 용적률 및 높이제한 기준 완화 인센티브를 제공함.

〈그림 4-65〉 지방세 감면 및 용적률 완화

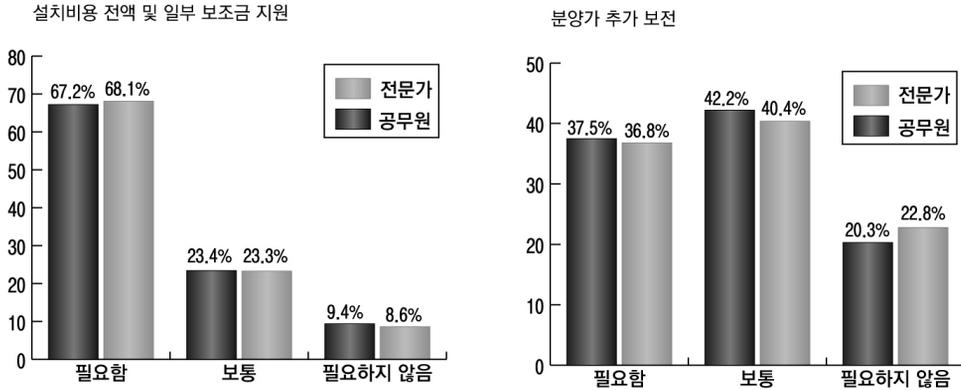


넷째, 시설설치비의 지원이다. 에너지 투입·폐기물 배출 최소화를 위한 건축적인 시설 투자나 탄소흡수를 최대화하는 계획요소를 반영하고 신·재생에너지 활용을 위해서는 일정비용의 시설 투자가 필요하다. 이 과정에서 건축적 처리는 자체 홍보 및 수익차원에서 처리가 가능하고 생태 연못이나 투수성 포장 등 탄소흡수를 최대화하는 계획도 시설설치비의 지원은 필요없다고 판단 된다. 단지 신·재생에너지의 활용에서는 초기에 많은 투자비가 들어가고 경제성이 부족한 항목에 대해서만 시설설치비를 지원하기 위해 비용지원이나 용자를 통해 적용하는 것이 바람직하다. 이 과정에서는 용적률 완화조항과 중복적으로 적용되지 않도록 하는 것이 필요하다.

충청남도에서는 2009년 10월부터 도내 기업과의 자발적협약(VA)으로 에너지 절약시설 투자 금액의 10%에 해당하는 법인세를 감면해 주는 정책을 추진한다.

마지막으로 공영개발사업자에 대한 분양가의 보전이다. 특히, 공영개발사업자의 경우에는 에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하는 토지이용 및 교통계획, 공원 및 녹지계획 등은 전적인 투자가 필요하다. 이러한 경우에는 공영개발사업의 사업성을 보전하기 위해서 민간사업자에게 분양시에 분양가를 보전해 주는 등 대안 마련이 필요하다.

〈그림 4-66〉 설치비용 전액·일부 보조금 지원 및 분양가 추가 보전



3) 제도적 및 행정적 지원전략

저탄소 에너지 절약적인 도시계획을 수립하기 위해서는 관련제도와 기준이 마련되어야 한다. 관련법령으로는 『국토계획법』, 『도시개발법』, 『신에너지 및 재생에너지의 기술개발·이용·보급 촉진법』, 『폐기물관리법』, 『자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률』, 『수도법』, 『에너지이용합리화법』 등이 있고, 관련제도는 「도시계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙」과 「지속가능한 신도시 계획기준」 등을 들 수 있다.

우선, 토지이용 부문의 계획요소를 적용하기 위해서는 『국토계획법』, 「도시계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙」, 「지속가능한 신도시 계획기준」 등의 개정이 필요하다. 『국토계획법』은 2009년 상반기에 도시기본계획의 내용에 기후변화 대응 및 에너지절약을 위한 공간구조에 관한 사항을 추가하는 내용으로 일부 개정되었는데, 추가로 『국토계획법』상의 용도지역제 부분에 복합용도 개발기준이 명확하게 적시되어야 하며⁴⁶⁾, 「지속가능한 신도시 계획기준」

46) 『국토계획법』 일부개정에서는 도시지역내 주거·상업·업무·산업기능의 결합 등 복합적인 토지이용을 증진시키기 위해 체계적·계획적인 관리 또는 개발이 필요한 지역을 지구단위계획 수립대상으로 명문화하였는데, 2008년 11월 발표한 정부의 방안대로 도심의 복합적 토지이용 촉진을 위해 준주거·준공업·근린상업지역 등의 신축적 개발을 유도하기 위한 사전조치로 이해됨. 그러나, 지구단위계획을 수립하는 경우 주택·근린생활·판매시설 등 다양한 용도의 건축물이 입지 가능하도록 복합용도지역화하는 정책이라면, 현재도 준주거·준공업·근린상업지역은 다양한 용도의 건축물이 입지가능하므로 개정이유에 대한 설득력이 부족하므로 명확한 기준마련이 필요함.

에 복합용도 및 밀도 부문에 대한 계획기준을 반영되어야 한다.

둘째, 녹색교통 부문의 계획요소를 적용하기 위해서는 「도시계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙」, 「지속가능한 신도시 계획기준」 등의 개정이 필요하다. 보행자 및 자전거 전용도로의 기준을 마련하고 대중교통시설과의 연계를 강화하기 위해 「도시계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙」 중 도로의 구분 및 전용도로의 결정·설치기준을 마련하고, 「지속가능한 신도시 계획기준」에 보행자전용지구 도입을 검토할 필요가 있다.

셋째, 신·재생에너지 도입을 위한 제도적 개선방안으로서 『신에너지 및 재생에너지의 기술개발·이용·보급 촉진법』에 따라 「지속가능한 신도시 계획기준」이 일부 변경되어야 한다. 신·재생에너지 설치를 표준건축공사비의 일정비율 이상 투자하여 설치하도록 하고, 태양광 발전시스템과 열병합발전시스템 도입하도록 변경할 필요가 있다. 다만, 지구단위계획 차원에서 태양열, 태양광, 풍력, 지열 등은 어느 정도로 적용해야 한다고 규정하기 매우 어렵기 때문에 면밀한 검토를 거쳐 반영여부를 판단해야 한다.

넷째, 자원재활용체계를 구축하기 위해 『폐기물관리법』과 『자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률』에 따라 「지속가능한 신도시 계획기준」을 보완해야 한다. 고품연료화, 매립가스발전사업, 음식물폐기물 가스화 등 폐기물 에너지화 사업을 적극 추진하고, 폐기물 처리시설 또는 재활용시설에 대한 사후관리 기준을 차등적으로 완화하여 적용하는 방안을 검토할 필요가 있다.

다섯째, 물순환시스템 구축을 위해서는 『수도법』상의 빗물이용시설의 설치기준에 맞추어 「지속가능한 신도시 계획기준」을 보완해야 한다. 우수집수시설을 적극 설치하여 단지내 수공간 유지관리에 활용하고, 생활하수의 재활용방안을 검토하게 하는 등 적절한 보완이 필요하다.

마지막으로, 에너지절약형 건축물 조성을 위해서 『에너지이용합리화법』상의 에너지절약기업의 지원조항을 「지속가능한 신도시 계획기준」에 반영해야 한다. 건축물 에너지 효율등급 제도를 도입하거나 바람통로와 연계된 자연환기 공간을 조성하고 자연채광을 활용하게 하는 등 저탄소 에너지 절약형 건축물을 조성하도록 하는 지원방안이 마련되어야 한다.

제5장 요약 및 정책제언

1. 요약 및 정책제언

저탄소 에너지 절약형 도시란 기후변화에 성공적으로 대응하기 위하여 필요한 도시개념으로서 '에너지 투입(input)·폐기물 배출(output)의 최소화', '탄소흡수 최대화', 신·재생에너지 활용 극대화' 등의 계획목표를 포괄하고 있다. 따라서 저탄소 에너지 절약형 도시의 개념은 공간계획과 연계하여 기존 도시개발을 위한 토지이용계획, 교통계획, 건축계획, 공원녹지계획, 공급시설 계획 등에 대하여 에너지 절약을 도모하기 위한 공간구조 및 토지이용 형태, 교통체계, 생태녹지 네트워크, 단지 및 건축설계, 에너지공급 및 폐기물처리 등의 계획요소를 도입하는 것을 의미한다. 이 도시개념을 도시개발사업에 구현하기 위해서는 다음과 같은 몇가지 전제가 필요하다.

우선, 저탄소 에너지 절약적인 도시계획은 공간위계에 따라 차별적으로 계획요소를 도입해야 한다. 공간위계는 도시전체 또는 사업지구 주변, 사업지구, 사업지구 내 개별 단지, 단지에 속한 건축물로 구분할 수 있다. 공간구조, 토지이용패턴, 교통축, 생태축 등의 공간적인 계획요소는 도시 또는 사업지구 주변 및 사업지구의 거시적인 공간위계에 적합한데 비해, 채광 및 통풍의 건물배치, 건물단열, 입체녹화, 중수·우수시설, 신·재생에너지 등의 시설적인 계획요소는 단지 및 건축물과 같은 미시적인 공간위계에 적합하다.

둘째, 저탄소 에너지 절약적인 도시개발 계획요소를 적용할 때는 계획단계, 면적 및 규모, 도시입지특성 등에 따라 차별화해야 한다. 계획단계를 '기본구상 및 개발계획'과 '실시계획 및 설계' 단계로 구분할 경우, 전자는 거시적 공간위계에 맞는 계획요소를 적용해야 하고, 후자의 경우에는 미시적인 공간위계에 맞는 계획요소를 적용해야 한다. 도시개발의 면적 및 규모에 따라서는 '신도시 규모'와 '신도시 미만의 규모'로 구분하여 계획요소를 적용할 필요가 있다. 이 경우 공간위계에 따라 계획요소를 적용하는데 큰 차이는 없지만, 대중교통지향형 개발·신교통수단·중수활용·집단에너지 등 대규모 도시개발의 경우에 적용이 가능한 계획요소는 규모가 작은 도시개발에 적용할 수가 없다. 도시의 입지특성에 따라 '대도시 인접형'과 '독립된

택지개발형'으로 구분하여 계획요소를 적용할 수 있다. 이 경우에도 공간위계별로 계획요소를 적용하는게 큰 차이는 없는 것으로 보이지만, 도시의 축 개념의 계획요소는 인접 대도시와의 연계를 고려해야 하고 생태축 형태의 계획요소에 대해서는 인접 생태축과의 연계를 고려해야 한다.

이러한 전제를 토대로 저탄소 에너지 절약적인 도시계획요소를 에너지 투입·폐기물 배출의 최소화부문, 탄소흡수 최대화부문, 신·재생에너지 활용 극대화부문에 나누어 선정하였다.

우선, 에너지 투입·폐기물 배출을 최소화하기 위해서는 교통발생을 최소화하는 공간구조 및 토지이용패턴을 구축하고, 에너지 절약적인 건축계획 및 기법을 도입하며 쓰레기와 우수·하수 등 자원의 재활용체계를 구축해야 한다. 이 중 토지이용 및 교통 관련 계획요소는 거시적 공간위계의 공간계획을 통해 구현이 가능하다. 사업지구의 공간계획은 사업지구 주변의 토지 이용, 통학권, 근린생활권, 대중교통역세권 등과 조화가 필요하며, 사업지구가 기성시가지와 인접한 경우에는 각별히 고려해야 한다. 이에 비하여 에너지 절약적인 건축 관련 계획요소는 미시적 공간위계의 건축계획을 통해서 구현이 가능하다. 건축물의 자연채광과 자연환기를 위해서는 건축계획 뿐 아니라 단지설계에 의해 자연채광과 자연환기에 유리하도록 건축물을 배치하는 것이 필요하다. 사업지구에서 음식쓰레기와 중수·우수의 재활용 시스템은 건축물과 단지를 대상으로 설치되지만, 원만한 운영 및 관리를 위해서는 사업지구와 단지간에 연계시스템을 구축하여야 한다.

둘째, 탄소흡수를 최대화하기 위해서는 탄소를 흡수하는 생태계의 면적을 가능한 최대화해야 하는데, 다양한 토지이용방안을 강구하여 공원과 녹지를 체계적으로 조성하고 수순환체계를 적극적으로 도입하는 것이 바람직하다. 토지이용의 유형에 따라 다양한 형태로 도입할 수 있는 그린네트워크, 녹지대, 보행녹도, 바람길, 생태이동통로, 친수하천 등은 축의 형태를 지니므로 사업지구의 주변에 존재하는 기존 생태계와 연계하고 사업지구 내부에서도 유기적으로 연결될 수 있도록 한다. 입체녹화, 생태연못, 생태면적율 등의 계획요소는 단지 및 건축물과 관련하여 점적인 특성을 지니지만 생태축과 연계시킬 경우, 생태네트워크를 조성하게 되어 생태적인 기능이나 탄소흡수능력을 제고시킬 수 있다.

셋째, 신·재생에너지의 활용의 극대화를 위해서는 태양열·태양광, 지열, 풍력, 집단에너지 등 대안 에너지의 공급 및 이용체계를 구축하는 것이 필요하다. 신·재생에너지의 활용은 주로 건축물과 관련되어 점적인 특성을 지니지만, 단지 차원으로 규모를 확대하여 신·재생에너지로

특화된 단지를 조성할 수 있다. 이 경우 신·재생에너지의 대체효과가 크고, 운영 및 관리에도 유리하다. 태양열과 태양광을 이용하는 경우, 태양에너지의 활용을 위한 건축물 설계뿐 아니라 단지 내 모든 건축물에 고르게 채광이 가능하도록 건물의 높이와 배치에 대한 고려가 필요하다. 다만, 지열 및 풍력에너지, 집단에너지 등은 활용 여건이 갖추어진 사업지구에서만 도입이 가능하다.

이러한 저탄소 에너지 절약적인 계획요소를 실제 도시개발단계에서 지구단위계획 제어요소로서 어느 수준까지 적용할지에 대하여 전문가 조사를 실시하였다. 전문가들은 에너지 투입·폐기물 배출 최소화 부문에서 '대중교통지향형 개발', '친환경적인 보행로 조성', '고단열고기밀 자재'에 대하여는 계획의 의무기준으로 반영하기를 원하였고, 나머지 집약적인 '토지이용밀도', '자전거도로', '자연채광 및 자연환기', '우수집수시설' 등의 계획요소는 권장기준으로 해야 한다는 의견이 다수였다. 그럼에도 불구하고 고단열고기밀 자재는 건축재료 성능의 발전속도가 빨라 재료를 지정하기보다는 성능적 기준을 마련하여 건축심의시에 지침으로 제시하여 평가하도록 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

탄소흡수를 최대화하기 위한 계획요소 중에서는 '시설녹지, 완충녹지, 경관녹지'의 수립과 '생태면적률'을 적용하여 도시조성의 의무적인 사항으로 해야 한다는 의견이 많았으며, 그린네트워크와 보행녹도, 입체녹화, 생태연못의 조성, 바람길 조성, 생태이동통로는 지역적인 특성에 맞는 권장사항으로 제시되었다. 다만, 생태이동통로는 전문가 조사에서 권장사항으로 다루는 것이 적절하다는 평가가 많았으나, 생태이동통로가 필요한 지역에서는 가급적 의무사항으로 규제하는 것이 바람직하다고 판단된다.

신·재생에너지에 대한 전문가조사에서는 계획요소를 의무기준보다는 권장기준으로 설정해야 한다는 응답이 높았는데, 이는 지역적 특성에 따라 에너지 공급 가능형태가 다르기 때문일 것이다.

본 연구에서 제시한 저탄소 에너지 절약형 계획수립기준과 기존 계획수립지침과의 차이를 종합적으로 비교하면 다음 <표 5-2>와 같다. 기존 계획수립지침은 국토해양부의 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립지침」, 「도시기본계획수립지침」, 「도시관리계획수립지침」, 「제1종지구단위계획수립지침」, 「제2종지구단위계획수립지침」을 검토하고 「지속가능한 신도시 계획기준」을 분석하였고, 도 차원에서는 「충청남도 공동주택건설에 관한 위원회 검토심의 통합지침」을 대상으로 본 연구에서 제시한 저탄소 에너지 절약적인 도시계획수립기준과 비

교하였다. 기존의 계획수립지침은 에너지 절약적인 계획기준 일부만을 발췌하여 개념적으로 제시하는 경우가 대부분이어서, 이 연구에서 종합적으로 제시한 계획수립기준은 향후 관련지침 개정에 유용한 정책건의자료로 활용할 수 있을 것이다.

〈표 5-1〉 저탄소 에너지절약형 계획요소의 도시계획 반영형태

구분	대분류	계획요소	반영형태	
			의무기준	권장기준
에너지 투입· 폐기물 배출 최소화	토지이용 및 교통	집약적인 토지이용밀도		○
		보행통학권의 적정성		○
		근린생활권 도보권 적정성		○
		대중교통지향형 개발	○	
		신교통수단(모노레일, 노면전차 등)		○
		자전거 도로, 전용주차장		○
		친환경적인 보행자 도로	○	
	건축	교통정온화기법		○
		고단열, 고기밀 자재	○	
	자원 재활용	자연채광 및 자연환기		○
		음식쓰레기 퇴비화		○
		중수활용		○
		우수집수시설		○
탄소흡수 최대화	공원 및 녹지	그린네트워크(그린웨이)		○
		시설녹지, 완충녹지, 경관녹지	○	
		보행녹도		○
		입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)		○
		생태연못 조성		○
		바람길 조성		○
		생태이동통로	○	○
		생태면적률	○	
	수순환 체계	투수성 포장	○	
		친수하천 조성		○
신재생 에너지 활용 극대화	공원 및 녹지	액티브솔라 시스템		○
		패시브솔라 시스템		○
		태양광 발전		○
		지열에너지		○
		풍력에너지		○
		집단에너지사업(열병합발전)		○

〈표 5-2〉 기존 계획기준과 본 연구에서 제시한 계획기준과의 종합비교

구분	대분류	계획요소	반영형태	
			기존 도시계획 관련지침	본 연구
에너지 투입·폐기물 배출 최소화	토지 이용 및 교통	집약적인 토지이용밀도	<ul style="list-style-type: none"> ·(탄)집약적 공간구조 개편방안 제시 ·(관)인구규모, 도시성장추이 고려 밀도 설정 ·(신)고밀주거지는 상업용지·역세권에 배치 ·(충)고밀개발시 기반시설 확보·계획 	<ul style="list-style-type: none"> ·압축적 토지이용체계와 연계성 확보 위한 공간구조 설정 ·고밀·복합 토지이용체계 구축 ·건물 규모와 복합용도 여부 결정
		보행통학권의 적정성	<ul style="list-style-type: none"> ·(관)주거지역과 교통유발시설간 보행자도로 확보 ·(2중, 신)통학이 편리한 지역에 학교시설 배치 	<ul style="list-style-type: none"> ·보행통학권 및 근린생활권 조성을 위해 고밀·복합 토지이용체계 구축 ·보행자전용도로 네트워크 구축 ·보행자전용지구 조성
		근린생활권 도보권 적정성	<ul style="list-style-type: none"> ·(탄)근린활동 공공공간 창출 ·(관, 신)공공시설은 도보거리 내 배치 ·(관)근린주구 계획(100명/ha) 	
		대중교통지향형 개발	<ul style="list-style-type: none"> ·(탄)대중교통 중심의 에너지 효율적 공간구조 계획 ·(신)대중교통체계중심의 도시설계 ·(신)대중교통사용 촉진형 토지이용계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ·효율적 BRT시스템 구축 ·기능혼합형 고밀도 토지이용계획 수립 ·생활권의 고밀·복합 역세권 토지이용구상 ·대중교통수단에 대한 우선권 부여
		신교통수단(모노레일, 노면전차 등)	<ul style="list-style-type: none"> ·(신)도시규모에 맞는 신교통수단(모노레일, 자동궤도차, BRT) 도입 	<ul style="list-style-type: none"> ·신교통수단 도입 적정성 검토 ·기존 대중교통체계와 연계체계 확보 ·역 중심 복합용도 건물 배치 구상
		자전거 도로, 전용주차장	<ul style="list-style-type: none"> ·(탄)자전거 활성화 녹색교통체계 구축 ·(도)자전거도로는 녹지체계와 연계하여 계획 ·(관, 1중, 2중, 신)자전거전용도로 동선체계 계획 ·(신)자전거도로 설치기준 제시 ·(충)단지경계에 설치되는 자전거도로는 공공용으로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> ·자전거 도로가로망 체계 구축 ·자전거도로 설치기준 제시 ·도로포장, 보차분리, 자전거전용 주차장 설치
		친환경적인 보행자 도로	<ul style="list-style-type: none"> ·(탄)보행자친화적 교통시설계획 ·(관, 신)보행자 전용도로계획 및 시설기준에 관한 지침 제시 ·(1중, 2중, 신, 충)보행환경 조성 위해 보행자전용 또는 보차분리 설치 	<ul style="list-style-type: none"> ·보행자도로 설치기준 제시 ·대중교통시설 및 주요시설과의 연계성 확보 ·중심보행축 5m 확보, 녹도공간으로 조성

주: (탄)저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립지침, (도)도시기본계획수립지침, (관)도시관리계획수립지침, (1중)제1종지구단위계획수립지침, (2중)제2종지구단위계획수립지침, (신)지속가능한 신도시 계획기준, (충)충청남도 공동주택 건설에 관한 위원회 검토·심의 통합지침

구분	대분류	계획요소	반영형태	
			기존 도시계획 관련지침	본 연구
에너지 투입·폐기물 배출 최소화	토지 이용 및 교통	교통 정온 화 기법	<ul style="list-style-type: none"> • (신)자동차 속도 저감기법 도입 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차 속도 저감기법 도입 • 도로공간의 친자전거·보행화 • 보행활동 유발용도를 저층에 배치
	건축	고단열, 고기밀 자재	<ul style="list-style-type: none"> • 제시하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 고단열 벽체 및 고기밀 창호 사용 권장
		자연채광 및 자연환기	<ul style="list-style-type: none"> • (총)지하주차장 채광기준 제시 • (신)건물 내부는 통풍대를 계획하여 자연채광과 통풍을 유도 	<ul style="list-style-type: none"> • 주과이용시스템 활용 • 유리벽돌, 아트리움 설치 권장 • 풍압별 유입·유출구 차별화 • 건물입지에 의한 풍향·풍속 고려
	자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화	<ul style="list-style-type: none"> • (신)쓰레기 자동집하시설 검토·설치 	<ul style="list-style-type: none"> • 음식쓰레기 자원화시설 권장 • 음식물쓰레기 전용수거용기 설치
		중수활용	<ul style="list-style-type: none"> • (신)중수활용원칙 제시 • (총)주상복합건축물의 중수도 도입시 용적률 상향조정 	<ul style="list-style-type: none"> • 용도별 차별화된 중수활용시스템 구축기준 제시
		우수 집수 시설	<ul style="list-style-type: none"> • (도)방재차원에서 우수 저류지 확보 • (신)우수저장 및 활용시스템 도입 	<ul style="list-style-type: none"> • 빗물이용시설 설치 권장 • 빗물이용시설의 저류조 설치기준 제시 • 공공시설 우수저장시설 설치 권장
탄소 흡수 최대화	공원 및 녹지	그린네트워크 및 보행녹도	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 도)녹지축을 고려한 도시공간구조 설정 • (관)그린 네트워크 개념이 적용된 연계녹지체계의 구축 • (1종)단지내 녹지축 연계 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시생태 및 녹지네트워크체계 구축 • 보행녹도를 단지내 휴게 및 커뮤니티 공간과 연계·조성
		시설녹지, 완충녹지, 경관 녹지	<ul style="list-style-type: none"> • (도)시설녹지계획기준 제시 • (관, 2종, 신, 총)완충녹지 설치·확보기준 제시 • (총)통경축 확보 위한 경관·완충녹지 설치 	<ul style="list-style-type: none"> • 일정규모 완충녹지 조성 • 능선 고려한 녹지계획 • 주변생태계와 탄소흡수를 최대화할 수 있는 방안 고려
		입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 도)도심녹지 확충방안 마련 • (신)건물옥상 및 벽면녹화를 통하여 열손실을 최소화, • (신)특수공간 녹화계획, 방음벽 녹화 • (총)옹벽과 방음벽에 대한 입면차폐 녹화계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 단지특성 살린 외벽 및 지붕녹화 설치 • 옥상녹화 식재수종 제시 • 공공건축물 벽면녹화 권장
		생태연못 조성	<ul style="list-style-type: none"> • (1종, 2종)수순환체계 고려한 생태연못 도입 • (신)조성공원의 생태성 확보 위한 생태연못 조성 	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 및 완충녹지에 투수기능 갖춘 생태연못 조성 • 수생식물 식재, 자연형 배수로 설치

주: (탄)저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립지침, (도)도시기본계획수립지침, (관)도시관리계획수립지침, (1종)제1종지구단위계획수립지침, (2종)제2종지구단위계획수립지침, (신)지속가능한 신도시 계획기준, (총)충청남도 공동주택 건설에 관한 위원회 검토·심의 통합지침

구분	대분류	계획요소	반영형태	
			기존 도시계획 관련지침	본 연구
탄소 흡수 최대화	공원 및 녹지	바람길 조성	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 신)바람길과 저온냉대지역을 확보하여 도심열섬현상 방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 미기후 고려한 녹지 및 수변공간 계획 • 중심 녹지축 폭원 확보 • 식생공간 확보로 열섬현상 완화
		생태이동통로	<ul style="list-style-type: none"> • (관)생태통로 등의 연결통로 설치 원칙 제시 • (신)생태연결로 조성 원칙, 사면절개지에 대한 생태복원 녹화 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경영향평가에 정한 생태통로의 위치와 조성방법 준용 • 생태통로 상단면 녹화식재 기준 제시 • 하천변 선형 생태통로 조성 권장
		생태면적률	<ul style="list-style-type: none"> • (신)생태면적률 적용원칙 (20% 이상) 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 용도별 차별화된 생태면적률 제시
탄소 흡수 최대화	수순환 체계	투수성 포장	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 도, 1종, 2종, 신, 총)우수침투 용이하도록 투수성 포장재 설치·검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 차도, 보도, 자전거도로, 휴게공간의 투수성포장 기준 제시 • 생태주차장 설치 권장
		친수하천 조성	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 신)하천의 친수성 제고 방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 생태연못 및 저류지와 연계구조 구축 • 일정량 이상 상시수량 확보 • 녹지와 연계, 공원역할을 수행하도록 계획
신재생 에너지 활용 극대화	공원 및 녹지	액티브솔라 시스템과 태양광 발전	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 신)공공시설의 태양열 집열판 설치, 태양광 발전 설치 권장 • (총)태양광발전 설비시 용적률 상향조정(0.2% 이내) 	<ul style="list-style-type: none"> • 공공시설의 태양광·태양열 발전시스템 구축 의무화 • 용도별·규모별 태양광발전시스템 구축 규모
		패시브솔라 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 제시하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 차양시설 설치방안 제시 • 일조량 극대화 위한 건축물 배치, 개구부 및 창 면적 최소화 방안 제시
		지열에너지	<ul style="list-style-type: none"> • (탄, 신)지열, 수소발전 등 신재생에너지 활용도 제고 	<ul style="list-style-type: none"> • 공공시설 냉·난방에너지 일정 비율을 지열에너지를 통해 공급
		풍력에너지	<ul style="list-style-type: none"> • (신)바람에너지 부존량 많은 지역에 풍력발전시스템 설치 권장 	<ul style="list-style-type: none"> • 풍력에너지 도입시설 입지기준 제시
		집단에너지 사업(열병합발전)	<ul style="list-style-type: none"> • 제시하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오매스 활용 열병합발전소 조성 권장 • 열병합발전 에너지는 지역난방과 연계하여 주변 주거지역 난방 및 전기 공급

주: (탄)저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립지침, (도)도시기본계획수립지침, (관)도시관리계획수립지침, (1종)제1종지구단위계획수립지침, (2종)제2종지구단위계획수립지침, (신)지속가능한 신도시 계획기준, (총)충청남도 공동주택 건설에 관한 위원회 검토·심의 통합지침

저탄소 에너지 절약형 도시계획은 무엇보다 정부의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표에 부합되어야 한다. 정부는 산업분야에서 온실가스 감축보다는 도시단위에서의 에너지 절약을 통한 온실가스 저감을 위해 역량을 집중할 것으로 판단된다.

건물에너지 저감은 신·재생에너지 활용을 극대화하기 위하여 민간부문의 참여를 이끌어내도록 하는 유인책 마련이 중요하다. 전문가들은 에너지 저감을 유도하기 위한 계획유도 전략으로 입찰시에 가점을 부여하는 제도가 가장 필요하다고 응답하였고, 그 다음으로 지방세(취득세, 등록세 등) 감면, 설치비용 전액 및 일부 보조금 지원, 계획요소 도입시 용적률 완화, 설치비용 용자, 공공택지 우선분양권 부여, 분양가 추가 보전 순으로 중요하다고 답하였다. 충청남도는 2009년 10월 도내 20개 기업과 고유가 극복과 온실가스 감축을 위해 자발적 협약(Voluntary Agreement)을 체결하여, 일정조건을 구비한 사업장에 대하여 250억원 이내에서 연리 2.75%의 에너지절약 시설자금을 지원해 주고, 에너지 절약시설 투자금액의 10%에 해당하는 법인세를 감면해 주는 정책을 추진하고 있다.

둘째, 에너지 저감적인 요소의 통합적인 적용이 필요하다. 즉, 개별 계획요소의 실현과 함께 도시공간적인 관점에서 토지이용과 결합하여 통합적인 적용이 도모되어야 한다. 도시부문에서 에너지를 저감하기 위해서는 교통수요를 줄여야 하는데, 자가용을 적게 타게 하는 도시공간구조가 형성되어야 비로소 가능하다. 이를 위해 기존의 기능분리형 토지이용체계에서 기능을 통합하는 체계로 개편하고, 자가용 대신에 자전거나 보행으로 접근이 가능하도록 도시시설이용 서비스 수준을 제고하며, 불가피한 교통수요는 대중교통수단으로 대체하도록 해야 한다.

결국 기존 도시에서 저탄소 에너지 절약형 도시조성을 위해서는 대중교통시스템을 구축하고 토지이용을 복합화하도록 하는 제도개선이 불가피하다. 대중교통 수송분담률을 최대한 높이고 역세권 중심의 입체고밀 복합개발을 추진할 수 있도록 토지이용과 대중교통체계를 통합적으로 계획할 필요가 있다.

셋째, 지역적인 특성을 감안한 유연한 적용이 필요하다. 각 계획요소들을 모두 적용하는 것이 아니라 선택과 집중을 통해 지역의 특화전략으로 설정하고, 가이드라인은 법적인 강제조항의 성격을 갖는 지침이 아닌 에너지 절약적인 방향으로 나아가고 기술변화에 대응할 수 있도록 유연한 적용이 필요하다.

제도적인 차원에서는 저탄소 에너지 절약적인 도시계획을 수립하기 위해 관련법령을 정비하고 현재 기준을 수정할 필요가 있다. 관련법령으로 『국토계획법』이나 『도시개발법』은 『신

에너지 및 재생에너지의 기술개발·이용·보급 촉진법』, 『폐기물관리법』, 『자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률』, 『수도법』, 『에너지이용합리화법』 등과 법률간에 정합성을 확보해야 하고, 「도시계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙」과 「지속가능한 신도시 계획기준」에는 저탄소 에너지절약형 도시조성 가이드라인이 포함되어야 한다.

2. 향후 연구과제

1) 연구의 특징

이 연구는 기후변화에 대응한 저탄소 에너지 절약적인 도시계획체계의 전반적인 틀을 재설정 한 기초연구이다. 본 연구에서 제시한 저탄소 에너지 절약형 도시의 개념과 공간위계별 계획요소, 공간계획과 에너지계획의 통합모델은 도시계획 측면에서 보면 기존의 논의를 총망라하였다고 할 수 있다. 따라서, 이 연구결과는 국토해양부의 관련지침인 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획지침」과 「지속가능한 신도시 계획기준」 개정 건의자료로 활용할 수 있고, 충청남도 차원에서는 「충청남도 공동주택 건설에 관한 위원회 검토·심의 통합지침」에 저탄소 에너지 절약적인 계획수립기준을 반영할 수 있다.

이 연구에서는 국토해양부와 행정중심복합도시건설청의 의견을 설문조사하고, 충청남도·시·군 도시계획담당 공무원과는 별도의 워크숍을 통해 정책적이고 실무적인 관점에서 의견을 수렴하였다. 그럼에도 불구하고 앞으로는 보다 다양한 계층의 의견 수렴을 통하여 사회적 공감대와 합의를 형성해 나가야 하고, 이를 통해 국토계획체계 법령이나 각종 지침 등을 전반적으로 개편하는 작업이 수반되어야 한다. 향후에는 지구단위계획 차원에서 개발 및 보전 관련 전문가들에 의해 다양한 시뮬레이션을 거쳐서 보다 구체화되어야 할 것이다.

2) 연구의 한계와 향후 연구과제

본 연구는 다음과 같이 다섯 가지 측면에서 연구의 한계를 지니고 있다. 우선, 이 연구는 범위

를 도시지역과 비도시지역을 구분하지는 않았다. 그러나, 이 연구는 신도시 개발이나 택지개발 사업과 같은 도시개발계획에 한정되어 있어 산업단지 개발계획을 수립할 때 필요한 계획수립기준에 대한 검토는 이루어지지 않았다. 다만, 산업단지는 『산업단지 인·허가 절차 간소화를 위한 특례법』에 의해 개발계획과 실시계획이 동시에 이루어지고, 일반적인 택지개발사업과는 동일한 계획요소일지라도 적용방법에 있어 차이가 있기 때문에 추가적인 연구가 필요하다.

둘째, 이 연구는 외국의 최근 도시계획제도를 충분히 검토하지 못하였다. 영국의 계획정책 지침인 PPS(Planning Policy Statements)는 자료가 방대하여 신·재생에너지 관련 조문(Planning Policy Statement 22: Renewable Energy)만을 검토하였으나, 앞으로는 다양한 국가의 저탄소 에너지 절약적인 도시계획지침에 대한 분석이 필요할 것이다.

셋째, 본 연구는 저탄소 에너지 절약적인 도시계획을 수립하게 되면 종전의 기법으로 계획할 때와 어떠한 차이가 있는지를 전체적으로 보여주지 못하고 개별 계획요소별로 예시도만을 제시하였다. 향후에는 별도의 연구과제 형태를 통해서 개별 계획요소를 실현하는데 시각적으로 이해하기 쉬운 시나리오나 계획요소별 탄소저감 수치를 정량적인 작성하여 활용방안을 제시할 필요가 있다.

넷째, 본 연구에서는 충청남도만의 지역적 특성을 살린 도시계획 가이드라인을 제시하지는 못하였다. 향후에는 충남이 에너지 부문 1인당 이산화탄소 배출량이 전국에서 가장 높은 것에 대해 도시계획 차원의 큰 틀에서 대응방안을 제시하고, 충청남도도 같이 기존에 온실가스 배출량이 높은 지역의 도시계획 가이드라인은 차별화되어야 한다는 점에서 추가적인 연구가 필요하다. 동시에 이 가이드라인은 탄소저감 목표치를 정하고 있는 신도시에 적용하는데 있어 어떻게 정량화시킬 것인지에 대한 방안 마련도 필요할 것이다.

마지막으로 이 연구는 도시, 사업지구, 단지, 건축물로 공간위계를 분류하여 저탄소 에너지 절약방안을 제시하였으나, 도시에 사업지구, 그리고 단지 건물이 있어서 계획 차원에서는 겹치고 차별화시키기 어려운 부분이 많았다. 따라서, 향후 연구에서는 이를 조정하기 위해 기반시설 관련 에너지 절약방안을 단지 이상의 공간(도시나 사업지구) 차원에서, 설비와 재료 등의 에너지 절약방안은 건물차원에서 추가적으로 다루어야 차별화가 가능할 것으로 생각된다. 또한, 계획기준 못지않게 운영의 묘미를 살린 저탄소 에너지절약형 관리방안도 향후 연구 과제로 모색할 필요가 있다.

참고문헌

- 강병기, 1993, 「삶의 문화와 도시계획」, 나남출판사
- 건설교통부, 2000, 「지속가능한 정주지 개발을 위한 정책 및 제도연구(III)」
- 건설교통부, 2006, 「자원절약형 도시환경을 위한 환경순환시스템 구축방안」
- 건설교통부, 2006, 「전략환경평가 시행지침」
- 경향신문 인터넷판, 2003, 핵폐기장 후보지 백지화 관련기사, 3월 27일, 28일자.
- 고재경, 2008, 「경기도 온실가스 저감을 위한 건물에너지 관리방안 연구」, 경기개발연구원
- 구자훈, 2009, “뉴어바니즘과 친환경도시의 도시계획적 실천방안”, 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 세미나 자료집」
- 국무총리실, 2008, 「기후변화대응 종합기본계획 세부이행계획」
- 국토연구원, 2006, 「환경친화적인 도시건설을 위한 생태도시기술 적용방안」
- 국토해양부, 2007, 「지속가능한 신도시 계획기준」
- 국토해양부, 2008, 「기후변화 대응 국토공간계획 평가 및 과제」
- 국토해양부, 2009, 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침」
- 기획재정부, 2008, 「외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점」
- 김선희 외, 2002, 「에너지 절약적 국토공간구조 분석 연구: 인구 분산에 의한 수송에너지 절감효과 분석을 중심으로」, 국토연구원
- 김선희 외, 2003, 「자원절약적 국토발전방안 연구」, 국토연구원
- 김학용, 2001, 「도시공간구조의 형태와 에너지소비의 연구」, 한양대학교 석사학위논문
- 김해창, 2003, 환경수도 프라이부르크에서 배운다, 이후.
- 남상엽·박래만, 2009, 「신·재생과 IT기반의 유비쿼터스 에너지」
- 대한주택공사 주택도시연구원, 2008, 「미래주택 및 도시에서의 에너지자원 적용방안 연구」
- 대한주택공사 주택도시연구원, 2008, 「지속가능한 에너지저감형 첫마을 생태주거단지 실현방안 연구」
- 대한주택공사 주택연구소, 1996, 「환경친화형 주거단지 모델개발에 관한 연구」

- 대한주택공사, 2006, 「논산내동2지구 국민임대주택단지조성사업 에너지사용계획서」
- 대한주택공사, 2007, 「공주월송지구 국민임대주택단지조성사업 에너지사용계획서」
- 반영운외, 2008, 「기후변화에 대응한 국토 및 도시개발전략」, 「도시정보」 제42권 제2호, 대한국토·도시계획학회
- 백기영·박종광, 2009, 「행정중심복합도시에 적용한 탄소중립도시 추진전략」, 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 세미나 자료집」
- 변영설, 2009, 「기후변화에 대비한 탄소중립도시 조성 기본방향」, 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 세미나 자료집」
- 서울시정개발연구원, 2000, 「환경친화적 건축 및 단지개발요소 적용방안 연구」
- 안건혁, 2000, 「도시형태와 에너지 활용과의 관계 연구」, 「국토계획」 제35권 제2호, 대한국토·도시계획학회
- 안정근외, 2002, 「제2종지구단위계획제도의 의의와 성격」, 「도시정보」 6월호, 대한국토도시계획학회
- 양이원영, 2003, 핵 중심 발전정책이 문제다, 경향신문 3월 3일자 기고문.
- 오니시 마사노리, 박헌주 번역, 2007, 「환경건축·환경도시」
- 오용준외, 2007, 「제2종지구단위계획의 운용실태 및 개선방안」, 충남발전연구원
- 왕광익, 「Post-2012체제하에서의 신국토관리전략 : 저탄소사회 실현을 위한 국내외 주요도시의 사례」, 「국토」 통권 318호, 국토연구원
- 이순자, 「탄소제로도시 건설을 위한 영국 베드제드의 혁신사례와 시사점」, 「국토정책Brief」 제200호, 국토연구원
- 이승복, 2008, 「저에너지 친환경 도시로의 접근」, 「에너지 저소비형 도시로의 접근」 정책토론회 자료집
- 이승일, 2000, 「교통발생저감을 위한 환경친화적 도시공간구조 연구」, 「국토계획」 제35권 제6호, 대한국토·도시계획학회
- 이재준, 2005, 「한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구」, 「국토계획」 제40권 제4호, 대한국토·도시계획학회
- 이재준, 2008, 저탄소 녹색도시 성장을 위한 전략」, 「도시문제」 제43권 제479호, 대한지방행정공

제회

- 이창우, 2004, “생태도시란 무엇인가?”, 2004년 생태도시만들기 캠페인 2차 워크숍 발표자료, 환경운동연합·한겨레신문사
- 이필렬, 2001, 에너지 전환의 현장을 찾아서, 궁리.
- 조진상, 2001, 유럽의 환경친화적 도시개발, 월산.
- 주택도시연구원, 2007, 「미래주택 및 도시에서의 에너지자원 적용방안 연구」
- 지식경제부, 2007, 「지역에너지통계연보」
- 차미숙, 2002, 프라이부르크 독일의 환경수도, 「세계의 도시」, 한울.
- 최막중, 2007, “도시공간구조 차원에서의 초고층 건축의 의미”, 초고층 빌딩과 도시계획 대응방안에 관한 정책토론회자료, 대한국토·도시계획학회
- 한겨레신문, 2000, 지붕마다 유리판 ‘해와 접속’, 6월 20자.
- 한국건설기술연구원, 1998, 「Greentown 개발사업 II(건축분야)」
- 한국도시설계학회, 2008, 「지구단위계획의 실제」
- 한국토지공사, 2004, 「신행정수도 생태도시 조성방안 연구」
- 한국토지공사, 2004, 「신행정수도 생태도시 조성방안」
- 한국토지공사, 2007, 행정중심복합도시건설사업 에너지사용계획서
- 환경부, 1996, 「생태도시조성 기본계획수립을 위한 용역사업」
- 환경부, 2006, 「사전환경성검토업무 매뉴얼」
- 환경부, 2008, 「도시환경개선사업 환경성 진단·평가 연구」
- 환경부, 2008, 「지자체 기후변화대응 업무안내서」
- 황금희, 2001, 「교통에너지 절약형 도시성장패턴 구축을 위한 토지이용전략」, 경기개발연구원
- IPCC, 2007, 「IPCC 제4차 평가보고서-기후변화 완화 분야」
- KBS, 2001, 베를린은 녹색혁명중, 환경스페셜, 3월 21일 방영.
- Duany, Andres, 1999, The Lexicon of The New Urbanism, Duany Plater-Zyberk & Company.
- Echenique, M., 2001, Mobility and Space in Metropolitan Areas, in Echenique, M. and Saint, A. (eds.) Cities for the New Millennium, London: Spon Press.

Ecological Building Criteria For Viikki, 1997, Helsinki city planning department publications.

Ecological Urban Living: Viikki, Helsinki city planning department publications.

IPCC, 2007, Climate Change 2007: Synthesis Report.

Krygsmann, S., Dijst, M., Arentze, T., 2004, "Multimodal public transport: an analysis of travel time elements and the interconnectivity ratio", Transport Policy 11.

Newman, P. & Kenworthy, J., 1989, Cities and Automobile Dependence: an International Sourcebook. Avebury technical, Great London.

O'Sullivan, S., Morrall, J. 1996, "Walking distance to and from light-rail transit stations", Transportation Research Record 1538.

Shore, W.B., 2006, Land-use, transportation and sustainability, pp.27-43, Technology in Society.

Towards A Sustainable City: The Viikki Eco Neighbourhood Blocks 2000, 2000, The Finnish Association of Architects.

Wegener, M., 1996, Reduction of CO₂ emissions of transport by reorganisation of urban activities, in Y. Hayashi and J. Roy (eds.), Transport, Land-ues and the Environment. London: Kluwer.

C40 Cities - Climate Leadership Group (<http://www.c40cities.org>)

Masdar City - <http://masdar.ae/en/home>

World Mayors Council on Climate Change

(<http://www.iclei.org/index.php?id=7192>)

에너지대안센터 홈페이지, <http://www.energyvision.org/>

프라이부르크 홈페이지, <http://www.freiburg.de/>

부 록

1. 전문가 설문조사지
2. 전문가 설문조사 분석내용
3. 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획 수립지침

「에너지 절약적인 도시관리전략 및 정책과제」 전문가 의식조사

안녕하십니까?

바쁘신 시간 중에 귀한 시간을 내어 설문조사에 응해 주신 도시계획 관련 전문가 및 기업인들께 진심으로 감사드립니다.

충남발전연구원은 지방자치단체의 중장기 정책개발과 도민의 삶의 질을 향상시키기 위한 연구를 수행하기 위하여 충청남도과 16개 시·군이 출연하여 설립한 공익연구기관입니다.

본원에서는 “에너지 절약적인 도시관리전략 및 정책과제-지구단위계획을 중심으로-”에 관한 기본연구과제를 수행하고 있으며, 보다 많은 전문가의 의견을 반영하고자 전문가의식 조사를 실시하고 있습니다.

본 연구는 택지개발사업, 산업단지 등의 도시개발계획(지구단위계획) 수립시 필요한 에너지 절약적인 계획요소를 도출하고 에너지 절약기술 계획수립지침을 마련하며, 인센티브 적용방안 등 실현방안을 모색하는데 목적이 있습니다.

바쁘시더라도 본 조사의 취지를 이해하시어 응답을 부탁드립니다. 본 조사의 결과는 연구목적 이외에는 사용되지 않음을 알려드립니다. **조사지는 7월 24일까지 메일(yjuno@cdi.re.kr) 또는 팩스(041-840-1159)로 전송하여 주시면 고맙겠습니다.**

2009년 7월

충남발전연구원장

본 조사와 관련하여 문의사항이 있으면 아래로 연락하여 주십시오.

- 충남발전연구원 지역정책연구부 오 용 준 / 전화 041-840-1132
/ 팩스 041-840-1159
/ 이메일 yjuno@cdi.re.kr

5. 다음은 선행연구에서 도출된 ①에너지투입을 최소화하는 하는 계획요소입니다.
 계획요소별 중요도에 대하여 평가(√)해 주시기 바랍니다.

대분류	계획요소	매우필요함				
		1점	2점	3점	4점	5점
토지이용 및 교통	집약적인 토지이용밀도					
	보행통학권의 적정성					
	근린생활권 도보권 적정성					
	대중교통지향형 개발(TOD)					
	신교통수단(모노레일, 노면전차 등)					
	자전거 도로, 전용주차장					
	친환경적인 보행자 도로					
	교통정온화기법					
건축	고단열, 고기밀 자재					
	자연채광 및 자연환기					
자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화					
	중수활용					
	우수집수시설					

※ 기타 추가해야할 계획요소: _____

6. 다음은 선행연구에서 도출된 ②탄소흡수를 최대화하는 하는 계획요소입니다.
 계획요소별 중요도에 대하여 평가(√)해 주시기 바랍니다.

대분류	계획요소	매우필요함				
		1점	2점	3점	4점	5점
공원 및 녹지	그린네트워크(그린웨이)					
	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지					
	보행녹지					
	입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)					
	생태연못 조성					
	바람길 조성					
	생태이동통로					
	생태면적률					
수순환 체계	투수성 포장					
	친수하천 조성					

※ 기타 추가해야할 계획요소: _____

7. 다음은 선행연구에서 도출된 ③신·재생에너지 활용 극대화하는 하는 계획요소입니다. 계획요소별 중요도에 대하여 평가(√)해 주시기 바랍니다.

대분류	계획요소		매우필요함				
			1점	2점	3점	4점	5점
에너지	태양열 이용	액티브솔라 시스템					
		패시브솔라 시스템					
	태양광 발전						
	지열에너지						
	풍력에너지						
	집단에너지사업(열병합발전)						

※ 기타 추가해야할 계획요소: _____

III -2. 계획요소의 지구단위계획수립지침 반영에 관한 사항

8. 앞서 평가하신 ①에너지투입을 최소화하는 하는 계획요소입니다. 계획요소별로 어떤 형태로 지구단위계획수립지침에 반영되는 것이 적합한지 평가(√)해 주시기 바랍니다.

대분류	계획요소	지구단위계획수립지침 반영형태		
		의무기준	권장기준	미반영
토지이용 및 교통	집약적인 토지이용밀도			
	보행통학권의 적정성			
	근린생활권 도보권 적정성			
	대중교통지향형 개발(TOD)			
	신교통수단(모노레일, 노면전차 등)			
	자전거 도로, 전용주차장			
	친환경적인 보행자 도로			
	교통정온화기법			
건축	고단열, 고기밀 자재			
	자연채광 및 자연환기			
자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화			
	중수활용			
	우수집수시설			

9. 앞서 평가하신 ②**탄소흡수를 최대화하는** 하는 계획요소입니다. 계획요소별로 어떤 형태로 지구단위계획수립지침에 반영되는 것이 적합한지 평가(√)해 주시기 바랍니다.

대분류	계획요소		지구단위계획수립지침 반영형태		
			의무기준	권장기준	미반영
공원 및 녹지	그린네트워크(그린웨이)				
	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지				
	보행녹도				
	입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)				
	생태연못 조성				
	바람길 조성				
	생태이동통로				
수순환 체계	생태면적률				
	투수성 포장				
수순환 체계	친수하천 조성				

10. 앞서 평가하신 ③**신·재생에너지 활용 극대화하는** 하는 계획요소입니다. 계획요소별로 어떤 형태로 지구단위계획수립지침에 반영되는 것이 적합한지 평가(√)해 주시기 바랍니다.

대분류	계획요소		지구단위계획수립지침 반영형태		
			의무기준	권장기준	미반영
에너지	태양열 이용	액티브솔라 시스템			
		패시브솔라 시스템			
	태양광 발전				
	지열에너지				
	풍력에너지				
	집단에너지사업(열병합발전)				

11. 에너지 저감을 위한 ①계획요소별 인센티브에 대한 필요성과 ②인센티브 적용 대상에 대해 각각 체크(√)해 주십시오.

구 분	매우필요함					적용대상		
	1점	2점	3점	4점	5점	공영 개발 주체	민간 개발 주체	모두
계획요소 도입시 용적을 완화								
설치비용 전액 및 일부 보조금 지원								
분양가 추가 보전								
설치비용 용자								
입찰시 가점 부여								
지방세(취득세, 등록세 등) 감면								
공공택지 우선분양권 부여								
기타()								

VI. 귀하에 대한 일반사항

1. 귀하의 근무분야는?	① 도 ③ 중앙정부 ⑤ 학계 ⑦ 공사	② 시·군 ④ 연구기관 ⑥ 전문용역회사 ⑧ 기타
2. 귀하의 도시계획분야 종사년수는?	① 5년 미만 ③ 11~20년	② 5~10년 ④ 21년 이상
3. 귀하는 충청남도 시·군의 각종 정책결정과 관련하여 어떠한 형태로든 참여하신 적이 있으십니까?	① 있다	② 없다
4. 참여하셨다면, 대표적인 참여유형을 선택하여 주십시오.	① 계획안 작성 ③ 심의 ⑤ 기타 _____	② 계획업무 관리 ④ 자문

♣ 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사합니다 ♣

※ 부록2. 전문가 설문조사 분석결과

1. 조사 개요

1) 조사목적

- 본 설문조사는 에너지 절약적인 계획요소를 도출하고 에너지 절약기술 계획수립기준에 대한 전문가의 의견을 수렴하기 위한 목적으로 설계

2) 조사방법 및 기간

- 조사방법: 우편 및 이메일, 팩스조사
- 조사기간: 2009년 7월 17일 ~ 7월 24일

3) 조사대상 및 절차

- 조사대상: 전국 도시계획 관련 도시계획 관련 전문가집단(대학 교수, 연구원, 도시계획 엔지니어링업체 실무자)과 공무원 그룹(중앙부처 및 지자체 공무원)
- 조사절차: 조사대상목록 작성 → 조사표 작성 및 보완 → 조사표 발송 → 통계분석(SPSS 11.0) 및 정리

4) 조사주요내용

- 응답자의 일반현황: 근무지역, 도시계획 분야 종사경력, 충청남도 정책실행 관련 참여 여부, 참여유형
- 에너지 절약적인 도시개발의 필요성에 관한 사항: 에너지 절약적인 도시개발이 필요한 이유, 에너지 절약적인 도시계획의 공간위계별 중요도

- 에너지 절약적인 도시개발 유형에 관한 사항: 계획특성별 계획요소 차별화의 필요성, 계획수립단계·개발규모·도시입지형별 중요도
- 계획요소별 중요도에 관한 사항: 에너지 투입 최소화, 탄소흡수를 최대화, 신·재생에너지 활용 극대화
- 계획요소의 지구단위계획수립지침 반영에 관한 사항: 토지이용 및 교통, 건축, 자원 재활용, 공원 및 녹지, 수순환 체계, 에너지 부문
- 계획요소별 인센티브의 필요성과 인센티브 적용대상

〈표 1〉 설문지 조사설계 내용

구 분	조사설계 내용
조사목적	• 에너지 절약적인 도시관리전략 및 정책과제에 대한 전문가 의견수렴
조사대상	• 중앙 및 지방 공무원, 전문가(대학교수, 연구원, 엔지니어 등)
조사규모	• 사전조사 이후 조사규모 확정
조사방법	• 이메일 및 팩스조사방법, 기관배포 및 일괄수거방법 등
주요 조사내용	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 절약 관련 계획요소 도출 <ul style="list-style-type: none"> -에너지 투입 최소화하는 계획요소 -탄소흡수를 최대화하는 계획요소 -신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소 • 에너지 절약적인 지구단위계획 수립기준 <ul style="list-style-type: none"> -지구단위계획수립지침 반영형태, 인센티브 등
조사일정	• 조사표 초안 작성 및 면담·사전조사(6월)→ 조사표 보완 및 본조사(7월)→ 자료 입력 및 통계분석(7월)

2. 조사 분석내용

1) 조사대상의 일반적 사항

(1) 조사표 배포·회수현황

- 주요 조사대상은 전국 도시계획 관련 대학 교수, 연구원, 국토해양부·충청남도청·도내 16개 시·군 공무원, 도시계획 엔지니어링업체 실무자 등 330명임
- 이들 조사대상에게 설문조사표를 발송하였으며, 최종 회수된 180명(회수율 54.5%)의 조사표를 통계분석 처리하였음

〈표 2〉 조사표 배포 및 회수현황

구분	배포부수(부)	회수부수(부)	회수율(%)
계	330	180	54.5

(2) 조사대상의 직업분포현황

- 조사에 응답한 전문가의 직업별 분포는 국토해양부 담당 공무원 26명, 충청남도 도시계획 관련공무원 9명, 시·군 담당공무원 29명, 대학교수 20명, 연구기관 34명, 전문기술인 51명, 공사 7명, 기타 4명으로 나타났음

〈표 3〉 응답자의 직업

도		시·군		중앙정부		연구기관		학계		전문 용역회사		공사		기타		계	
수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)
9	5.0	29	16.1	26	14.4	34	18.9	20	11.1	51	28.3	7	3.9	4	2.2	180	100.0

(3) 조사대상의 도시계획분야 종사기간

- 전체 응답자 중 도시계획분야 종사경력은 5년 이하가 40.0%, 5~20년이 45.6%, 20년 이상 14.4%로 조사되었음

〈표 4〉 응답자의 도시계획분야 종사기간

소속 항목	도		시·군		중앙 정부		연구 기관		학계		전문 용역회사		공사		기타		계	
	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)
5년 미만	2	22.2	15	51.7	17	65.4	14	41.2	6	30.0	16	31.4	1	14.3	1	25.0	72	40.0
5~ 10년	4	44.4	8	27.6	5	19.2	10	29.4	1	5.0	11	21.6	1	14.3	2	50.0	42	23.3
11~ 20년	0	0.0	5	17.2	2	7.7	6	17.6	6	30.0	16	31.4	4	57.1	1	25.0	40	22.3
20년 이상	3	33.3	1	3.4	2	7.7	4	11.8	7	35.0	8	15.7	1	14.3	0	0.0	26	14.4
계	9	100	29	100	26	100	34	100	20	100	51	100	7	100	4	100	180	100

(4) 조사대상의 충청남도 시·군의 각종 정책결정에 참여여부

- 전체 응답자의 70.6%가 충청남도 시·군의 각종 정책결정과 관련하여 어떠한 형태로든 참여한 경력이 있다고 응답하였음

〈표 5〉 충청지역 정책결정 참여여부

소속 항목*	도		시·군		중앙 정부		연구 기관		학계		전문 용역회사		공사		기타		계	
	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)
있다	9	100	25	86.2	15	57.7	23	67.6	13	65.0	36	70.6	4	57.1	2	50.0	127	70.6
없다	0	0.0	4	13.8	11	42.3	11	32.4	7	35.0	15	29.4	3	42.9	2	50.0	53	29.4
계	9	100	29	100	26	100	34	100	20	100	51	100	7	100	4	100	180	100

(5) 조사대상의 정책결정 참여유형

- 조사대상자가 충청남도 시·군의 정책결정에 참여한 유형으로는 계획안 작성이 전체의 49.6%, 계획업무 관리가 21.3%, 심의 13.4%, 자문이 11.8%로 분류되었음

〈표 6〉 정책결정 참여유형

항목	소속		도		시·군		중앙 정부		연구 기관		학계		전문 용역회사		공사		기타		계	
	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)
계획안 작성	3	33.3	8	32.0	4	26.7	13	56.5	4	30.8	27	75.0	3	75.0	1	50.0	63	49.6		
계획업 무관리	4	44.4	14	56.0	3	20.0	1	4.3	0	0.0	4	11.1	1	25.0	0	0.0	27	21.3		
심의	2	22.2	1	4.0	3	20.0	4	17.4	5	38.5	2	5.6	0	0.0	0	0.0	17	13.4		
자문	0	0.0	1	4.0	2	13.3	4	17.4	4	30.8	3	8.3	0	0.0	1	50.0	15	11.8		
기타	0	0.0	1	4.0	3	20.0	1	4.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	3.9		
계	9	100	25	100	15	100	23	100	13	100	36	100	4	100	2	100	127	100		

2) 에너지 절약적인 도시개발의 필요성에 관한 사항

(1) 에너지 절약적인 도시개발이 필요한 이유

- 에너지 절약적인 도시개발이 필요한 이유를 묻는 질문에는 지구온난화 문제해결을 1·2 순위로 지목한 응답자가 전체의 55.3%로 가장 많았고, 그 다음이 지속가능한 도시구현 (54.2), 환경보전 기여(43.6%), 고유가시대 대비(28.5%), 신성장동력 개발(18.4%) 순이었음

〈표 7〉 에너지 절약적인 도시개발이 필요한 이유

(단위: 빈도수, %)

구 분	1순위(%)	2순위(%)	3순위(%)	4순위(%)	5순위(%)
지구온난화 문제해결에 기여	55(30.7)	44(24.6)	31(17.3)	22(12.3)	28(15.6)
고유가시대에 대비	14(7.8)	37(20.7)	31(17.3)	45(25.1)	53(29.6)
국가경제의 신성장동력 개발에 기여	14(7.8)	19(10.6)	32(17.9)	55(30.7)	58(32.4)
환경보전에 기여	28(15.6)	50(27.9)	50(27.9)	35(19.6)	14(7.8)
지속가능한 도시구현을 위해서	68(38.0)	29(16.2)	35(19.6)	22(12.3)	26(14.5)
계	179(100)	179(100)	179(100)	179(100)	179(100)

(2) 공간위계별 검토의 필요성

- 에너지 절약적인 도시계획을 수립하는 경우에 공간위계별로 검토하도록 요구하는 것이 어느 정도 필요하겠느냐는 질문에는 사업지구를 대상으로 하여야 한다는 전체의 76.1%를 차지하였고, 그 다음이 개별단지(62.8%), 도시전체 또는 사업지구 주변(61.7%), 개별 건축물(56.7%) 순이었음

〈표 8〉 공간위계별 검토의 필요성

(단위: 빈도수, (%))

구분	전혀필요 하지않음	필요하지 않음	보통	필요함	매우 필요함	계
도시전체 또는 사업지구주변	2(1.1)	22(12.2)	45(25.0)	31(17.2)	80(44.4)	180(100)
사업지구	0(0.0)	3(1.7)	40(22.2)	85(47.2)	52(28.9)	180(100)
사업지구 내 개별 단지	1(0.6)	14(7.8)	52(28.9)	66(36.7)	47(26.1)	180(100)
사업지구 내 단지에 속한 개별 건축물	4(2.2)	30(16.7)	44(24.4)	28(15.6)	74(41.1)	180(100)

(3) 지방자치단체의 가이드라인 필요성

- 에너지 절약적인 도시개발계획을 수립하는 경우에 지방자치단체별로 별도의 가이드라인을 마련하여 승인과정에서 고려할 필요가 있느냐는 질문에는 전체의 92.2%가 필요하다고 응답하였음
- 기타의견으로는 에너지 절약적인 도시개발계획 수립을 위한 별도의 가이드라인은 필요하나 강제성을 주어서는 안된다는 의견, 광역자치단체 수준까지는 가이드라인 마련이 필요할 것으로 판단되나 지자체는 광역자치단체의 가이드라인을 준용하도록 해도 문제가 없다는 의견, 지자체의 의지와 인센티브 부여가 필요하다는 의견, 의무사항이 아닌 자치단체별 도입이 필요하다는 의견, 사업자의 부담을 최소화 하는 수준에서의 가이드라인을 순차적으로 작성해야 한다는 의견 등이 제시되었음

〈표 9〉 지방자치단체의 가이드라인 필요성

(단위: 빈도수, (%))

구분	도	시·군	중앙 정부	연구 기관	학계	전문 용역회사	공사	기타	전체
필요	9	26	25	33	20	43	7	3	166
	100.0	89.7	96.2	97.1	100.0	84.3	100.0	75.0	92.2
불필요	0	0	1	1	0	6	0	1	9
	0.0	0.0	3.8	2.9	0.0	11.8	0.0	25.0	5.0
기타	0	3	0	0	0	2	0	0	5
	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	2.8
계	9	29	26	34	20	51	7	4	180
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3) 에너지 절약적인 도시개발유형에 관한 사항

- 에너지 절약적인 도시개발기준을 마련할 때, 계획특성(계획수립단계, 개발규모, 도시입지형태 등)에 따라 계획요소가 달라야 한다고 생각하느냐에 대한 질문에는 전체응답자의 95.0%가 차별화되어야 한다고 응답하였음

〈표 10〉 계획요소별 도시개발기준의 차별화의 필요성

(단위: 빈도수, (%))

구분	도	시·군	중앙 정부	연구 기관	학계	전문 용역회사	공사	기타	전체
차별	8	27	26	33	19	49	6	3	171
	88.9	93.1	100.0	97.1	95.0	96.1	85.7	75.0	95.0
불필요	1	2	0	1	1	2	1	1	9
	11.1	6.9%	0.0%	2.9%	5.0%	3.9%	14.3	25.0	5.0
계	9	29	26	34	20	51	7	4	180
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

- 기타의견으로는 계획특성을 구분하는 기준으로 도시적 보유 현황(지형, 지세 등)과 도시개발 유형에 따른 구분(공업형, 산업형일수록 에너지 소비가 많으므로 산업형도시, 주거

형도시, 기업형도시, 관광형도시 등으로 구분)하자는 의견이 제시되었음

- 에너지 절약적인 도시개발을 위하여 계획요소를 차별화하여 적용할 경우, 계획단계(기본 구상단계, 실시설계단계)에 따른 구분, 면적(100만평 이하, 이상 혹은 신도시 유무)에 따른 구분, 도시입지특성(대도시인접형, 독립된 신도시형)에 따른 구분이 어느 정도 필요하느냐는 질문에는 계획단계에 따른 구분이 가장 중요하다는 의견이 전체의 73.2%를 차지 하였음. 도시입지특성에 따른 구분(65.3%)과 면적에 따른 구분(55.5%)이 그 뒤를 이었음

〈표 11〉 계획요소별 도시개발기준의 차별화의 필요성

(단위: 빈도수, (%))

구분	전혀필요 하지않음	필요하지 않음	보통	필요함	매우 필요함	계
계획단계에 따른 구분	4(2.3)	8(4.6)	34(19.7)	54(31.2)	73(42.2)	173(100)
면적에 따른 구분	4(2.3)	25(14.5)	48(27.7)	66(38.2)	30(17.3)	173(100)
도시입지특성에 따른 구분	4(2.3)	12(6.9)	44(25.4)	59(34.1)	54(31.2)	173(100)

4) 계획요소별 중요도에 관한 사항

(1) 에너지투입을 최소화하는 계획요소별 중요도

- 선행연구에서 도출된 토지이용 및 교통계획분야의 계획요소별 중요도를 묻는 질문에 전문가들은 대중교통지형형 개발, 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자도로, 집약적인 토지이용밀도 순으로 중요하다고 응답하였음
- 건축분야에서는 자연채광 및 자연환기 항목이 중요한 계획요소로 분석되었고, 자원재활용 분야에서는 우수집수시설이 중요한 요소로 나타났음
- 기타 추가해야할 계획요소로는 산악이 많은 지형을 고려하여 산림재생 활용방안(목질계 에너지자원화)을 고려할 필요가 있다고 응답하였고, 재활용품 회수나 소각에너지(폐기물) 회수, 고효율 에너지 기자재 사용, 하수처리용수의 재활용 등의 항목들도 제시되었음

〈표 12〉 에너지 투입최소화 부문 계획요소별 중요도

대분류	중분류	계획요소	측정치 평균
에너지 투입을 최소화 (4.01)	토지이용 및 교통 (3.80)	집약적인 토지이용밀도	3.91
		보행통학권의 적정성	3.53
		근린생활권 도보권 적정성	3.74
		대중교통지향형 개발(TOD)	4.37
		신교통수단(모노레일, 노면전차 등)	3.54
		자전거 도로, 전용주차장	4.07
		친환경적인 보행자 도로	3.91
	교통정온화기법	3.35	
	건축 (4.31)	고단열, 고기밀 자재	4.19
		자연채광 및 자연환기	4.44
	자원재활용 (3.93)	음식쓰레기 퇴비화	3.84
중수활용		3.95	
우수집수시설		4.01	

(2) 탄소흡수를 최대화하는 계획요소별 중요도

- 공원 및 녹지 분야에서 중요 계획요소는 그린네트워크(그린웨이), 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 생태면적률, 바람길 조성 항목이 도출되었고, 수순환체계에서는 친수하천 조성이 중요한 것으로 분석되었음

〈표 13〉 탄소흡수 최대화 부문 계획요소 중요도

대분류	중분류	계획요소	측정치 평균
탄소 흡수 최대화 (3.88)	공원 및 녹지 (3.74)	그린네트워크(그린웨이)	4.16
		시설녹지, 완충녹지, 경관녹지	3.98
		보행녹도	3.66
		입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)	3.66
		생태연못 조성	3.46
		바람길 조성	3.71
		생태이동통로	3.39
		생태면적률	3.89
	수순환체계 (4.02)	투수성 포장	3.88
		친수하천 조성	4.16

○ 기타의견으로는 단지 내 실개천 등 물순환 시스템을 추가하자고 제시되었음

(3) 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소별 중요도

○ 에너지 분야에서 중요 계획요소는 태양광 발전, 액티브솔라 시스템, 패시브솔라 시스템, 집단에너지사업(열병합발전) 항목들이 중요한 것으로 나타났음

○ 기타 추가해야할 계획요소로는 자연형 에너지 재생(음식물 퇴비화 가스추출시스템 등), 연료전지 등의 항목이 제시되었음. 기타의견으로는 신·재생에너지 판로등을 확보 및 지원할 수 있도록 법체계 개편이 필요하다는 의견과 신·재생에너지 계획요소는 B/C분석과 더불어 기술발전 추이까지 고려해야 한다는 의견도 제시되었음

〈표 14〉 신·재생에너지 활용극대화 부문 계획요소 중요도

대분류	중분류	계획요소	측정치 평균
신·재생 에너지 활용 극대화 (3.73)	에너지 (3.73)	액티브솔라 시스템	3.99
		패시브솔라 시스템	3.94
		태양광 발전	4.06
		지열에너지	3.34
		풍력에너지	3.18
		집단에너지사업(열병합발전)	3.84

5) 계획요소의 지구단위계획수립지침 반영에 관한 사항

(1) 에너지투입을 최소화하는 계획요소 반영형태

○ 에너지투입을 최소화하는 계획요소 중에서 지구단위계획수립지침에 의무기준으로 포함되는 것이 바람직하다는 항목은 토지이용 및 교통계획 분야에서 자전거 도로 및 전용주차장, 친환경적인 보행자 도로, 대중교통지향형 개발(TOD) 항목이었고, 건축 분야에서는 고단열, 고기밀 자재 항목인 것으로 나타났음

○ 이에 비하여 권장기준으로 포함되는 것이 바람직하다는 항목은 토지이용 및 교통계획

분야에서 신교통수단(모노레일, 노면전차 등), 교통정온화기법, 보행통학권의 적정성, 집약적인 토지이용밀도, 근린생활권 도보권 적정성이 도출되었음. 이에 비하여 전문가들은 건축계획 분야에서 지구단위계획 권장기준으로 자연채광 및 자연환기 항목을, 자원재활용 분야에서는 음식쓰레기 퇴비화, 중수활용, 우수집수시설 항목을 선정하였음

<표 15> 에너지투입을 최소화하는 계획요소의 지구단위계획 반영형태

(단위: 빈도수, %)

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
토지이용 및 교통	집약적인 토지이용밀도	58(32.2)	104(57.8)	18(10.0)	180(100)
	보행통학권의 적정성	60(33.3)	109(60.6)	11(6.1)	180(100)
	근린생활권 도보권 적정성	69(38.3)	100(55.6)	11(6.1)	180(100)
	대중교통지향형 개발(TOD)	85(47.2)	82(45.6)	13(7.2)	180(100)
	신교통수단(모노레일, 노면전차등)	25(13.9)	105(58.3)	50(27.8)	180(100)
	자전거 도로, 전용주차장	119(66.5)	53(29.6)	7(3.9)	179(100)
	친환경적인 보행자 도로	105(58.3)	65(36.1)	10(5.6)	180(100)
	교통정온화기법	48(26.7)	106(58.9)	26(14.4)	180(100)
건축	고단열, 고기밀 자재	87(48.6)	82(45.8)	10(5.6)	179(100)
	자연채광 및 자연환기	80(44.9)	94(52.8)	4(2.2)	178(100)
자원 재활용	음식쓰레기 퇴비화	56(31.3)	103(57.5)	20(11.2)	179(100)
	중수활용	65(36.3)	107(59.8)	7(3.9)	179(100)
	우수집수시설	84(46.9)	87(48.6)	8(4.5)	179(100)

- 기타의견으로는 TOD, 집약적인 토지이용, 신교통수단의 도입 등은 도시개발의 큰 틀에서 개발계획을 통해 잡아주어야 할 사항이지 지구단위계획과 같은 미시적인 계획에서 다루어야 할 부분은 아니므로 지구단위계획에 반영하는 것은 바람직하지 못하다는 의견이 제시되었음
- 또한, 이 연구에서 다루고 있는 계획요소들을 지구단위계획으로 포괄할 수 있는지, 또는 제어할 수 있는지 의구심이 든다는 의견도 있었음. 예를 들어 고단열, 고기밀 부분을 어느 정도로 규정해야 하는지(매우 테크니컬한 건축사항), 관련 법령의 근거 없이 규제할 수 있는지가 정리되어야 한다는 것임. 신·재생에너지 부분(중앙정부가 매우 혁신적으로 검토하고 있으나 현실적으로 매우 어려운 부분)을 관련법령의 근거 없이 민간부분을 규

제할 수 있는지, 규제한다 하더라도 그 기준을 어떻게 구체적으로 지구단위계획에 담을 수 있는지 연구가 필요하다는 의견이 제시되었음

- 이와 함께 지구단위계획은 권장사항이라 하더라도 특별한 사유가 없는 한 지켜야 하므로 명확한 기준이 작성되어야 하는데, 태양열, 태양광, 풍력, 지열 등은 어느 정도로 적용해야 한다고 규정하기 매우 어렵다는 의견이 제시되었음. 그 밖에 중수 및 빗물활용시설은 도시 차원의 활용방안(특히, 공공부문)을 우선 도출하고, 민간차원에 적용하기 위해서 법령 검토 및 세심한 기준 제시가 필요하다는 의견이 제시되었음

(2) 탄소흡수를 최대화하는 계획요소 반영형태

- 탄소흡수를 최대화하는 계획요소 중에서 지구단위계획수립지침에 의무기준으로 포함되는 것이 바람직하다는 항목은 공원 및 녹지 분야에서 시설녹지·완충녹지·경관녹지, 생태면적률 항목이었고, 수순환체계 분야에서는 투수성 포장 항목인 것으로 나타났음

<표 16> 탄소흡수를 · 최대화하는 계획요소의 지구단위계획 반영형태

(단위: 빈도수, %)

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
공원 및 녹지	그린네트워크(그린웨이)	77(42.8)	95(52.8)	8(4.4)	180(100)
	시설녹지, 완충녹지, 경관녹지	114(63.3)	61(33.9)	5(2.8)	180(100)
	보행녹도	84(46.7)	88(48.9)	8(4.4)	180(100)
	입체녹화(지붕녹화, 벽면녹화)	40(22.3)	120(67.0)	19(10.6)	179(100)
	생태연못 조성	29(16.1)	127(70.6)	24(13.3)	180(100)
	바람길 조성	59(32.8)	101(56.1)	20(11.1)	180(100)
	생태이동통로	50(27.8)	108(60.0)	22(12.2)	180(100)
	생태면적률	89(49.4)	81(45.0)	10(5.6)	180(100)
수순환 체계	투수성 포장	93(52.2)	72(40.4)	13(7.3)	178(100)
	친수하천 조성	73(40.8)	98(54.7)	8(4.5)	179(100)

- 이에 비하여 권장기준으로 포함되는 것이 바람직하다는 항목은 공원 및 녹지분야에서 생태연못 조성, 입체녹화, 생태이동통로, 바람길 조성, 그린네트워크, 보행녹도 항목이 도출되었음. 이에 비하여 전문가들은 수순환체계 분야에서 지구단위계획 권장기준으로 친

수하천 조성 항목을 선정하였음

(3) 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소 반영형태

- 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소는 지구단위계획수립지침에 권장기준으로 포함되는 것이 바람직하다는 항목이 대부분이었음

<표 17> 신·재생에너지 활용을 극대화하는 계획요소의 지구단위계획 반영형태

(단위: 빈도수, %)

대분류	중분류	의무기준	권장기준	미반영	계
에너지	액티브솔라 시스템	37(20.6)	129(71.7)	14(7.8)	180(100)
	패시브솔라 시스템	39(21.8)	128(71.5)	12(6.7)	179(100)
	태양광 발전	42(23.3)	119(66.1)	19(10.6)	180(100)
	지열에너지	24(13.3)	103(57.2)	53(29.4)	180(100)
	풍력에너지	15(8.4)	115(64.6)	48(27.0)	178(100)
	집단에너지사업(열병합발전)	63(35.0)	100(55.6)	17(9.4)	180(100)

6) 계획요소별 인센티브의 필요성과 적용대상에 관한 사항

(1) 계획요소별 인센티브에 대한 필요성

- 에너지저감을 위한 계획요소별 인센티브에 대한 필요성을 묻는 질문에 전문가들은 입찰 시 가점 부여(69.4%)가 가장 필요하다고 응답하였고, 그 다음으로 지방세(취득세, 등록세 등) 감면(69.4%), 설치비용 전액 및 일부 보조금 지원(67.1%), 계획요소 도입시 용적률 완화(65.0%), 설치비용 용자(62.0%), 공공택지 우선분양권 부여(50.4%), 분양가 추가 보전(35.7%) 순으로 답하였음
- 전문가들은 인센티브 적용대상에 대하여 공공개발이나 민간개발에 별도의 차별을 두는 것은 바람직하지 않다는 의견이 다수를 차지하였음

〈표 18〉 계획요소별 인센티브에 대한 필요성

(단위: 빈도수, %)

구 분	전혀필요 하지않음	필요하지 않음	보통	필요함	매우 필요함	계
계획요소 도입시 용적율 완화	4(2.2)	14(7.8)	36(20.1)	63(35.2)	62(34.6)	179(100)
설치비용 전액 및 일부 보조금 지원	4(2.2)	12(6.7)	42(23.3)	63(35.0)	59(32.8)	180(100)
분양가 추가 보전	10(5.6)	29(16.3)	73(41.0)	48(27.0)	18(10.1)	178(100)
설치비용 용자	9(5.0)	17(9.5)	40(22.3)	67(37.4)	46(25.7)	179(100)
입찰시 가점 부여	4(2.2)	15(8.3)	36(20.0)	80(44.4)	45(25.0)	180(100)
지방세(취득세, 등록세 등) 감면	6(3.4)	13(7.3)	34(19.0)	72(40.2)	54(30.2)	179(100)
공공택지 우선분양권 부여	9(5.0)	19(10.6)	59(32.8)	59(32.8)	34(18.9)	180(100)

〈표 19〉 인센티브 적용대상

(단위: 빈도수, %)

구분	공영	민간	모두	계
계획요소 도입시 용적율 완화	8(4.5)	29(16.5)	139(79.0)	176(100)
설치비용 전액 및 일부 보조금 지원	16(9.0)	45(25.4)	116(65.5)	177(100)
분양가 추가 보전	11(6.3)	69(39.4)	95(54.3)	175(100)
설치비용 용자	12(6.9)	54(31.0)	108(62.1)	174(100)
입찰시 가점 부여	10(5.8)	63(36.4)	100(57.8)	173(100)
지방세(취득세, 등록세 등) 감면	4(2.3)	47(27.0)	123(70.7)	174(100)
공공택지 우선분양권 부여	22(12.6)	52(29.9)	100(57.5)	174(100)

※ 부록3. 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획 수립지침(2009.7.15)

1. 제정이유

기후변화에 대비하여 도시계획 차원에서 온실가스 감축을 통한 종합적인 기후변화 완화 및 적응계획을 수립하여 대응할 필요성이 제시됨에 따라 본 지침은 기후변화에 대응한 도시공간적 적응 역량을 강화하고 저탄소 녹색도시 조성을 위한 제도적 기반을 마련하고자 함

2. 주요내용

(1) (목적) 기후변화에 따른 자원·환경위기를 극복하고, 도시공간 측면에서 '저탄소 녹색성장'을 위한 도시공간 조성 기준을 마련하기 위함(지침 1-1-1)

(2) (도시계획 수립 원칙) 도시계획은 정부의 저탄소 녹색성장을 위한 정책에 공헌할 수 있어야 하며, 국가기후변화종합기본계획, 국가에너지기본계획 등 관련 국가 계획과 연계하여 계획(지침 1-4-1)

도시계획은 온실가스 저감 등 기후변화에 대응하기 위하여 공간구조, 교통체계, 환경의 보전과 관리, 에너지, 공원·녹지 등 각 부문을 포괄할 수 있도록 체계적으로 수립(지침 1-4-2)

온실가스 감축과 자원절약형 개발 및 관리를 위하여 한계자원인 토지, 화석연료 등의 소비를 최소화하고 효율적으로 이용할 수 있는 저탄소 녹색도시 조성을 유도할 수 있도록 계획(지침 1-4-3)

도시계획은 태양력·풍력·조력 등 신·재생에너지원을 확보할 수 있는 잠재력을 분석하여 반영하고 에너지 절감을 위한 신·재생 에너지 등 환경친화적 에너지의 공급 및 사용을 위한 대책을 반영하여 수립(지침 1-4-4)

(3) (기존 도시계획지침과의 관계) 본 지침은 권고적 지침으로 기존 도시계획지침의 보완적 지침으로 적용토록 하여 기존 도시계획지침과의 관계를 명확하게 하고, 지자체의 지역적 여건을 고려하여 본 지침의 적용범위(공간적·시간적)를 탄력적으로 운용토록 규정 (지침 1-5-3)

(4) (광역도시계획에의 적용기준) 광역도시계획 수립시 광역계획권의 미래상과 부합하는 저탄소 녹색성장 전략을 목표로 제시 (지침 2-1-1)

(5) (광역도시계획의 온실가스 감축전략) 온실가스 배출현황과의 상관성을 파악하여 온실가스 감축을 위한 주요 요인을 분석·제시 (지침 2-2-1)

저탄소 녹색성장을 위한 집약적인 공간구조 개편 및 공간 분석을 통한 온실가스 감축계획을 포함하는 목표 제시 (지침 2-2-2)

부문별(토지이용·녹지·환경보존·교통물류·광역시설·신·재생 에너지 등) 계획 수립시 온실가스 감축을 위한 전략을 제시토록 적용 기준 반영 (지침 2-2-3~지침 2-2-8)

개발제한구역 해제시 온실가스 등 기후변화 대응효과를 분석하고 이에 대한 대책을 제시토록 수립 (지침 2-2-9)

(6) (도시기본계획에의 적용기준) 지방자치단체의 미래상 및 장기 발전방향과 부합하는 저탄소 녹색성장 전략을 목표로 제시 (지침 3-1-1)

(7) (도시기본계획 온실가스 배출현황 기초조사) 온실가스 배출현황을 조사하여 장래 예측 및 목표설정 기초자료로 활용 (지침 3-2-1)

지역별 여건을 고려하여 과거 5년 이상의 자료를 에너지부문을 기본으로 조사하고, 다만 필요할 경우 IPCC 기준의 부문별 온실가스 배출현황도 조사 가능 (지침 3-2-2)

(8) (도시기본계획 온실가스 감축기간 및 목표 제시) 온실가스 감축계획 기간 및 감축량을 목표로 제시하되, 온실가스 감축계획 기간은 국가수준의 계획기간을 감안하여 도시기본계획 목표연도에 맞춰 설정하고, 온실가스 감축목표 설정방법은 감축량과 감축비율 등의 정량적인 방법으로 제시하거나, 장래의 바람직한 저탄소 도시비전을 나타내는 정성적인 방법으로도 제시 가능 (지침 3-4-1)

(9) (도시기본계획 온실가스 감축전략)

- (공간구조) 온실가스 배출과 연계한 기존 공간구조의 문제점을 종합적으로 분석하고, 온실가스 배출을 감축할 수 있는 도시공간 구조의 개편방향 제시 (지침 3-4-2)
- (토지이용) 에너지 절감, 신·재생 에너지 보급 활성화 및 온실가스 배출을 저감할 수 있도록 계획을 제시 (지침 3-4-3)
- (교통체계) 버스(BRT등)·지하철·경전철 등의 대중교통 수단을 확대하고 자전거 및 보행 등 비동력 교통수단을 활성화하는 등 녹색교통 체계로 전환하는 계획을 수립 (지침 3-4-4)
- (기반시설) 신·재생에너지 시설을 확대하고, 체계적인 물관리의 일환으로 빗물 처리에 대한 대응계획을 수립 (지침 3-4-5)

(10) (도시관리계획에의 적용기준) 광역도시계획 및 도시기본계획에서 제시하는 녹색성장 전략목표에 부합하는 저탄소 녹색성장 전략을 제시하고, 이를 실현하기 위한 구체적인 실천 전략으로 수립 (지침 4-1-1)

(11) (도시관리계획 온실가스 배출 현황 및 장래 예측) 도시기본계획수립시 조사한 온실가스 배출현황 조사자료를 활용하여 온실가스 배출 장래예측을 제시 (지침 4-2-1)

(12) (도시관리계획 온실가스 감축전략)

- (공간구조) 생활권 단위의 공간구조계획에서 생활·편익 시설과 교통계획이 연계되어 보행자, 녹색·대중교통 중심의 에너지 효율적인 공간구조가 되도록 계획 (지침 4-3-1)
- (토지이용) 용도지역·용도지구·용도구역계획 수립시 해당 용도의 토지이용에 부합하는 온실가스 감축방안을 고려하여 수립 (지침 4-3-4)
- (기반시설계획) 도시기본계획의 내용을 구체화하여 기반시설의 현황분석, 수요추정, 입지판단 및 사업시행 가능성 등을 검토할 때 온실가스 배출 감축도 함께 감안하여 제시 (지침 4-3-5)
- (도시개발계획) 시가화용지 개발할 때에는 에너지를 효율적으로 공급할 수 있는 방안을 검토하여 에너지 이용의 효율성을 높여 온실가스 감축에 기여토록 계획 (지침 4-3-6)
- (환경성 및 교통성 검토) 지형, 기후 등을 고려하여 향분석, 바람장, 바람통로 및 열 환경 시뮬레이션 등을 분석하여 제시하고, 물순환, 녹지, 바이오 및 동·식물의 환경성 검토도 기후변화에 대응한 측면을 검토하여 계획안에 반영 (지침 4-3-7, 지침 4-3-8)

저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침

제정 국토해양부 - 28 (2009. 7. 15)

제1장 총 칙

제1절 목 적

1-1-1. 이 지침은 기후변화에 따른 자원·환경위기를 극복하고, 저탄소 녹색성장 도시공간을 조성하기 위하여 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제12조제2항 및 동법 시행령 제10조에 따른 광역도시계획, 동법 제19조제3항 및 동법 시행령 제16조에 따른 도시기본계획, 동법 제25조 부터 제28조 및 제30조에 따른 도시관리계획 수립기준을 정하는데 그 목적이 있다.

제2절 용어 정의

1-2-1. “저탄소”란 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 청정에너지의 사용 및 보급을 확대하며 녹색기술의 적용 및 탄소흡수원 확충 등을 통하여 온실가스를 적정수준 이하로 줄이는 것을 말한다

1-2-2. “녹색성장”이란 에너지·자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 기후변화 문제와 환경훼손을 줄이면서 청정에너지와 녹색기술의 연구개발을 통하여 신성장 동력을 확보하고 새로운 일자리를 창출해 나가는 경제와 환경의 조화로운 성장방식을 말한다.

1-2-3. “기후변화”란 사람의 활동으로 인하여 지구 대기조성이 변화됨으로써 상당기간 관찰되어 온 자연적인 기후변동에 추가적으로 일어나는 기후체계의 변화를 말한다.

1-2-4. “녹색도시”란 압축형 도시공간구조, 복합토지이용, 대중교통 중심의 교통체계, 신·재생에너지 활용 및 물·자원순환구조 등의 환경오염과 온실가스 배출을 최소화한 녹색성장의 요소들을 갖춘 도시를 말한다.

1-2-5. “온실가스”란 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소 불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs) 및 육불화황(SF₆) 등 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질을 말한다.

1-2-6. “온실가스의 배출”이란 사람 또는 가축의 활동에 수반하여 발생하는 온실가스를 대기 중에 배출·방출 또는 누출시키거나 타인으로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것에 한한다)을 사용하는 것을 말한다.

1-2-7. “신·재생에너지”란 『신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법』 제2조 제1호의 신에너지 및 재생에너지를 말한다.

1-2-8. “그린홈”이라 함은 『주택건설기준 등에 관한 규정』 제64조의 에너지 절약형 친환경 주택을 말한다.

1-2-9. “빗물관리시설”이란 빗물을 지표면 아래로 침투시키기 위하여 설치하는 빗물침투시설, 빗물을 모아두기 위하여 설치하는 빗물저류시설 및 빗물을 일정한 용도에 사용하기 위하여 설치하는 빗물이용시설 등 빗물과 관련된 모든 시설을 총칭하여 말한다.

제3절 적용 범위

1-3-1. 본 지침은 광역도시계획, 도시기본계획 및 도시관리계획 수립시 온실 가스 배출 감축 등 기후변화에 대비하고, 저탄소 녹색도시 조성을 위한 종합적인 공간계획 수립을 유도하기 위한 지침으로서 도시계획 수립권자(이하 ‘수립권자’라 한다)가 지역의 특성 및 여건 등을 고려하여 적용할 수 있다.

제4절 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획 수립의 원칙

1-4-1. 수립권자는 도시계획이 정부의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표에 부합되도록 하며, 국가기후변화종합기본계획 및 국가에너지기본계획 등 관련 국가계획과 연계되도록 한다.

1-4-2. 수립권자는 도시계획 수립시 온실가스 저감 등 기후변화에 대응하기 위하여 공간구조, 교통체계, 환경의 보전과 관리, 에너지 및 공원·녹지 등 도시계획 각 부문을 체계적이고 포괄적으로 접근하여 수립한다

1-4-3. 수립권자는 도시계획 수립시 온실가스 감축과 자원절약형 개발 및 관리를 위하여 한계자원인 토지, 화석연료 등의 소비를 최소화하고 이들을 효율적으로 이용할 수 있는 방안을 계획한다.

1-4-4. 수립권자는 도시계획 수립시 태양력·풍력·조력 등 신·재생에너지원을 확보할 수 있는 잠재력을 분석·반영하고, 에너지 절감을 위한 신·재생에너지 등 환경친화적 에너지의 공급 및 사용을 위한 대책을 수립한다.

1-4-5. 수립권자는 도시계획 수립시 기후변화 완화 및 적응을 위하여 지역의 지리적, 사회·경제여건 등 지역의 특성을 반영하여 수립하며, 지역의 특성에 따라 계획의 수립 여부 및 계획의 상세 정도를 달리하여 수립할 수 있다.

제5절 지침의 지위와 성격

1-5-1. 본 지침은 국가가 수립한 국가기후변화종합기본계획 등과 연계하여 온실가스 배출 감축과 흡수를 유도할 수 있는 도시계획을 수립하는데 지침이 된다.

1-5-2. 본 지침을 토대로 수립된 광역도시계획, 도시기본계획 및 도시관리계획은 앞서 수립된 계획을 기준으로 상·하위 도시계획과 상호 연계하여 적용될 수 있도록 한다.

1-5-3. 본 지침은 기후변화에 대한 정책계획의 실행에 관한 권고적 지침으로 기존의 광역 도시계획수립지침, 도시기본계획수립지침 및 도시관리계획수립지침에 대한 보완적인 지침으로서, 지자체의 지역여건 등을 고려하여 수립권자가 적용범위를 달리 정할 수 있다.

제6절 지침의 적용을 위한 도시계획의 체계 및 역할

1-6-1. 광역도시계획에는 도시기본계획, 도시관리계획 및 지구단위계획의 상위 계획으로서 광역계획권역을 대상으로 기후변화에 대응하기 위한 요소들이 반영되어야 한다.

(1) 광역도시계획에는 기후변화에 효과적으로 대응하기 위한 광역도시계획권역의 공간구조를 설정하여야 하며, 광역권역의 성장관리와 연계하여 효율적인 기후변화 대응요소가 반영되어야 한다.

(2) 광역도시계획에는 광역도시계획권역의 온실가스 감축을 위한 광역차원의 토지이용계획, 교통·물류 등 광역시설 설치, 업무용 건물 및 사업자의 대책 촉진 등이 반영되어야 하며, 하위 도시계획의 수립을 비롯한 관련 시·군의 정책 실현의 기준 및 지침으로 적용된다.

1-6-2. 도시기본계획에는 온실가스 배출현황 및 장래예측을 토대로 온실가스 배출을 최소화할 수 있도록 토지이용계획, 교통체계, 기반시설, 도심 및 주거환경, 환경보전과 관리,

환경친화적·에너지효율적 개발, 대기환경 및 수환경의 보전, 폐기물, 에너지, 공원·녹지, 방재 및 안전, 경제·산업·사회·문화의 개발 및 진흥 등의 각 부문별 계획이 포함되어야 한다.

(1) 도시기본계획에는 기후변화 문제에 효과적으로 대응할 수 있는 도시공간을 조성하기 위하여 지역의 자연적·사회적 여건을 분석하고 지역 자원을 활용한 신·재생에너지 도입 등 포괄적인 정책방향이 반영되어야 한다.

(2) 수립권자는 국가와 광역자치단체 등의 기후변화 정책과 연계하여 지역적 특성을 살린 가장 효과적인 정책을 계획으로 수립하여야 한다.

1-6-3. 도시관리계획은 광역도시계획과 도시기본계획 등 상위계획에서 제시한 기후변화 대응계획이 실현될 수 있는 실행계획으로 수립되어야 한다.

(1) 도시관리계획에는 탄소배출 저감 및 에너지 절감형 토지이용계획이 포함되어야 하며, 건축물의 온실가스 감축, 에너지 절감 및 신·재생에너지 보급 확대를 통한 에너지 효율성 제고 등 친환경적이며 에너지 절약적인 계획으로 수립되어야 한다.

제2장 광역도시계획에의 적용

제1절 광역도시계획 적용 기준

2-1-1. 광역도시계획에서는 국가의 녹색성장 전략에 부합하고 광역계획권의 미래상과 부합하는 저탄소 녹색성장 전략이 목표로 제시되어야 한다.

2-1-2 광역도시계획의 기본구상 및 부문별 계획은 광역권역내의 특성과 전략적 방향성이 포함된 녹색성장 전략목표와 연계하여 수립되어야 한다.

제2절 기후변화 대응계획 수립

2-2-1. 수립권자는 목표연도의 인구, 경제, 생활, 생산활동 및 녹지·환경 등의 주요지표와 온실가스 배출현황과의 상관성을 파악하여 광역권역의 온실가스 감축을 위한 주요 요인을 분석하여 제시한다.

2-2-2. 수립권자는 교통에너지 수요를 줄여 자원 절약적인 공간배치에 따른 온실가스 배출을 감축할 수 있도록 광역공간구조 개편방안을 제시한다.

(1) 개발축, 교통축, 녹지축은 광역 공간구조가 에너지 효율적이고 절약적으로 개편될 수 있도록 하고, 기존 도심과 교통 결절점을 중심으로 집약적인 공간구조 개편방안이 제시되도록 한다.

(2) 수립권자는 광역권역의 공간분석을 통하여 온실가스 감축계획을 포함하는 목표를 제시하되, 권역내 해당 지역의 여건 등을 고려하여 정성적인 분석을 통한 감축 전략의 제시도 가능하다.

2-2-3. 광역토지이용계획에서는 에너지 절감, 신·재생 에너지 보급 활성화 및 온실가스 배

출을 절감할 수 있는 계획이 제시되어야 한다.

(1) 수립권자는 광역토지이용계획에서 도시용지, 도시화예정용지, 보전용지, 기타용지에 대한 용도별 배출량을 분석하여 제시하되, 권역내 해당 지역의 여건 등을 고려하여 정성적인 분석을 통한 감축전략의 제시도 가능하다.

(2) 수립권자는 도시용지(주거·상업·공업지역) 및 도시화예정용지에 대한 온실가스 배출 현황 및 장래예측을 제시하도록 하되, 권역내 해당 지역의 여건 등을 고려하여 정성적인 분석을 통한 감축전략의 제시도 가능하다.

(3) 수립권자는 광역토지이용계획에서 신·재생에너지의 도입과 개선된 기술 등을 반영하여 감축가능한 온실가스 배출량을 제시하도록 하되, 지역여건 등을 감안하여 정성적으로 제시하는 것도 가능하다.

2-2-4. 대규모 개발사업이 계획으로 수립될 경우에는 개략적인 위치 및 개발방향과 연계하여 해당 개발사업별로 온실가스 배출현황을 분석하고, 이에 대한 감축 전략이 제시되어야 한다.

2-2-5. 광역계획권의 녹지계획은 산림·녹지·공원 등의 보전 및 관리방안을 제시하여, 광역적인 온실가스 흡수원의 확보와 유지를 도모할 수 있도록 수립되어야 한다.

2-2-6. 환경보전계획에서는 수질개선계획, 대기질 개선계획 및 자연환경보전계획 등이 온실가스 감축방안, 기후변화 대응계획 등과 연계하여 종합적으로 제시되어야 한다.

2-2-7. 교통 및 물류유통체계에서는 운송(도로, 철도, 해운 등)부문의 온실가스 배출 감축과 연계하여 에너지 효율적인 체계가 제시되어야 한다.

(1) 수립권자는 녹색교통체계가 도시 내·외부간에 유기적으로 잘 연계될 수 있도록 검토·반영하여야 하며, 특히, 자전거 이용을 활성화 할 수 있도록 광역권역내의 자전거 교통체

계를 적극 검토한다.

2-2-8. 광역시설계획은 도시광역적 차원에서 온실가스를 저감하고, 에너지 효율을 제고할 수 있도록 수립되어야 한다

(1) 광역시설계획에서는 양질의 녹지공간 확보, 강·하천·수로 등을 통한 수공간 확보, 열섬효과를 감소시키기 위한 방안 등이 제시되어야 한다.

(2) 광역시설계획에서는 신·재생에너지를 적극적으로 도입하고 미활용에너지 등 새로운 기술을 적극적으로 반영하여 화석연료 에너지소비를 최대한 줄일 수 있는 방안이 제시되어야 한다.

(3) 광역시설계획에서는 물의 순환적 이용을 촉진하고 도심 열섬현상 완화 및 이상 기후에 대비한 수해·가뭄 등에 효과적으로 대응하기 위하여 빗물 등의 이용·처리에 대한 종합적인 대응방안이 제시되어야 한다.

2-2-9. 수립권자가 개발제한구역을 조정할 때에는 개발제한구역 해제에 따른 온실가스 등 기후변화 대응효과를 분석하고 이에 대한 대책을 제시 한다.

(1) 개발제한구역 해제에 따른 온실가스 배출현황을 분석하고 개발제한 구역을 해제하여 개발할 경우 온실가스 저감을 위한 대책을 제시하여야 한다.

(2) 특히, 개발제한구역 해제지역의 우량림의 훼손에 따른 수립대책을 별도로 제시하여 온실가스 흡수원 확보와 보전에 기여할 수 있도록 하여야 한다.

예) 온실가스를 많이 흡수하는 수종을 분석하여 이를 보전하거나 복구 지역 등 다른 지역으로 옮겨서 심도록 계획을 수립

제3장 도시기본계획에의 적용

제1절 도시기본계획의 적용 기준

3-1-1. 도시기본계획에서는 지방자치단체의 미래상 및 장기 발전방향과 부합하는 저탄소 녹색성장 전략이 목표로 제시되어야 한다.

3-1-2 도시기본계획에서 제시하는 저탄소 녹색성장 전략목표는 국가의 녹색성장 전략과 연계 되어야 하며, 지역적 특성과 공간발전 전략에 부합하는 추진전략 등이 반영되어야 한다.

제2절 온실가스 배출 현황파악

3-2-1. 수립권자는 도시기본계획 수립시 온실가스 배출현황을 조사하여 장래 예측 및 목표 설정의 기초자료로 활용한다.

3-2-2. 온실가스 배출현황 조사는 지역별 여건을 고려하여 과거 5년 이상의 에너지부문 자료를 기본으로 조사한다. 다만, 수립권자가 지역적 여건 등을 고려하여 필요하다고 판단 하는 경우 IPCC의 '교토의정서 부속서 가'에서 제시된 기초조사 부문(산업공정, 농업, 폐기물, 에너지 등)의 온실가스 배출현황도 조사할 수 있다.

<온실가스 배출 현황파악을 위한 기초조사항목>

대항목	세부항목	연료별	자료	출처
에너지부문	산업	석유	유종별 소비량	석유공사
		석탄	유연탄/무연탄/기타 소비량	
		가스	도시가스 소비량	가스공사
		전기	전기 소비량	한국전력

	수송(도로)	석유	유종별 소비량	석유공사
		CNG	CNG 소비량	
		전체	차종별 차량등록대수	통계연보
		전체	차종별 차량평균주행거리	-
	가정	석유	유종별 소비량	석유공사
		가스	도시가스 소비량	가스공사
		전기	전기 소비량	한국전력
	상업	석유	유종별 소비량	석유공사
		가스	도시가스 소비량	가스공사
		전기	전기 소비량	한국전력
	공공	석유	유종별 소비량	석유공사
		가스	도시가스 소비량	가스공사
전기		전기 소비량	한국전력	

3-2-3. 수립권자는 부문별 배출 구조를 분석하고 배출 현황의 증감에 관한 요인분석을 통해 당해지역의 여건을 고려한 온실가스 감축 가능 잠재력을 분석하여 제시한다.

제3절 온실가스 배출 장래예측

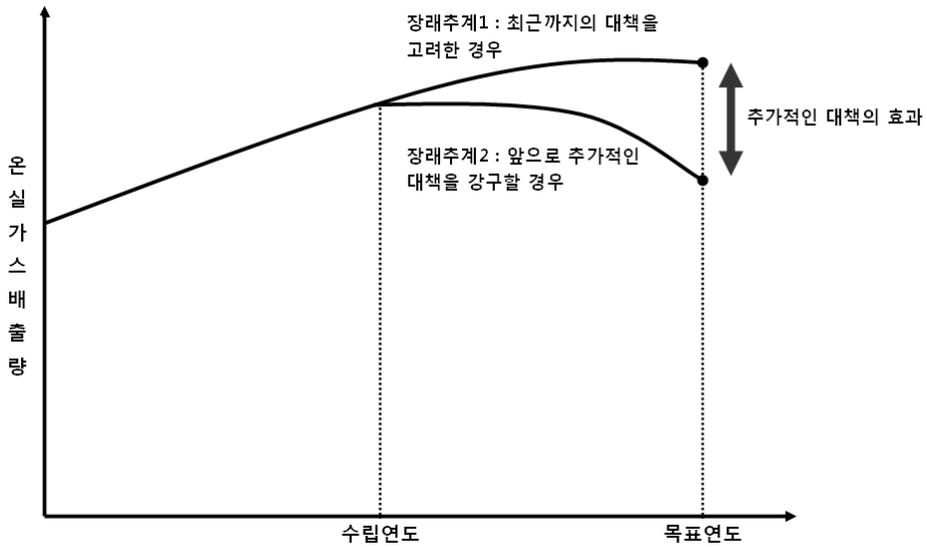
3-3-1. 온실가스 배출 장래예측은 제4절의 기후변화 대응계획과 연계하여 수립하는 것을 원칙으로 한다.

3-3-2. 온실가스 배출 장래예측은 공간구조개편, 토지이용계획, 토지용도별 수요, 교통계획 및 주택공급계획 등에 따른 에너지 장래수요 예측 및 배출 원단위 개선 등을 고려하여 계획의 목표연도 지표로 제시한다.

(1) 목표 연도를 기준으로 계획수립 연도의 상황을 반영한 장래추계(추계 1)와, 기후변화 대응계획을 적용할 경우의 장래추계(추계 2)를 기준으로 온실가스 감축 목표를 설정

(추계 1) 목표 연도를 기준으로 계획수립 시점의 대책만을 고려하여 추계한 목표연도의 온실가스 배출량

(추계 2) 목표 연도를 기준으로 온실가스 감축을 위해 수립한 각종 계획(추가적인 대책)을 반영한 온실가스 장래추계



<온실가스 배출 장래추계 방법 예시도>

(2) 장래추계1과 장래추계2의 감축량을 최대목표치로 제시하고, 본 지침을 적용하여 제3절의 계획의 반영여부, 부문별 계획의 우선순위 및 시군의 현실적인 여건 등을 감안하여 다양한 시나리오별 장래 추계치를 수립하여 제시한다.

제4절 기후변화 대응계획 수립

3-4-1. 온실가스 감축 계획기간과 목표의 설정

- (1) 도시기본계획의 온실가스 감축 계획기간은 장래 국가 수준의 감축계획기간 설정을 감안하고 도시기본계획 목표연도에 맞춰 정하도록 한다.
- (2) 도시기본계획에서의 온실가스 감축계획 목표는 부문별 계획과 연계하여 지역의 자연적·사회적인 특성을 충분히 고려해서 설정한다.
- (3) 온실가스 감축목표를 설정하는 방법은 지역적 여건 및 특성을 감안하여 감축량과 감축비율 등의 정량적인 방법으로 제시하거나, 장래의 바람직한 저탄소 도시비전을 나타내는 정성적인 방법으로 제시할 수 있다.

예시) “00시는 온실가스 배출량을 0000년도 대비 00%로 감축한다”

“00시는 1가구당 온실가스 배출 원단위를 00%로 감축한다” 등

3-4-2. 저탄소 도시 공간구조 설정

- (1) 수립권자는 온실가스 배출과 연계한 도시 공간구조 진단을 위하여 산업 및 기능, 토지 이용 분포와 에너지수요 등을 고려하여 기존 공간구조의 문제점을 종합적으로 분석한다.
- (2) 수립권자는 도시 공간구조가 교통체계와의 연계를 강화하고, 신·재생에너지의 도입이 가능한 공간구조로의 개편을 유도하여, 화석연료 소비의 최소화 등을 통해 온실가스 배출을 감축할 수 있는 방향을 제시한다.
- (3) 도시 공간구조는 기존 개발지를 최대한 활용하고, 신규개발지는 기존의 녹지축·보전축을 최대한 훼손하지 않도록 하며, 가능한 기존교통축과 연계되도록 한다.

(4) 도시 공간구조는 도심 바람통로의 확보와 수공간 및 녹지의 확충 등을 통해 쾌적한 도심 미기후를 조성하고 도심 열섬효과를 줄일 수 있도록 제시되어야 한다.

(5) 수립권자는 온실가스 흡수원 역할을 하는 산림·녹지를 최대한 보전하도록 제시한다.

3-4-3. 토지이용계획

(1) 수립권자는 입지 분석을 통해 에너지 소비를 절감하고, 온실가스 배출을 줄일 수 있는 최적의 토지이용계획을 제시한다.

(2) 수립권자는 신·재생에너지 도입이 가능한 입지 등에 대한 분석을 통해 토지이용계획에 신·재생에너지 유형별 특성에 따른 입지가능한 토지이용계획을 제시한다.

(3) 수립권자는 토지용도별(주거·상업·공업지역) 온실가스 배출량을 토지이용원단위(m^2)로 산정하고, 장래 토지용도별 수요에 따른 추계를 제시한다.

(4) 시가화예정용지는 토지용도별 수요량과 연계하여 온실가스 배출예측이 계획에 따라 단계적으로 제시될 수 있어야 한다.

(5) 수립권자는 바람길 통로 조성 등 도심 열섬현상 완화를 위한 토지이용계획이 도시관리계획 등 하위계획의 지침이 될 수 있도록 한다.

3-4-4. 교통체계

(1) 수립권자는 목표년도 및 단계별 최종년도의 교통량을 추정하고 교통부문 에너지 소비량과 온실가스 배출량을 줄이기 위하여 교통수단별·지역별 배분계획을 수립하여 기능별 도로의 배치 및 규모에 대한 원칙을 제시하여 도시관리계획 수립시 이에 대한 지침이 될 수 있도록 한다.

(2) 도시교통은 토지이용계획과의 상관관계를 고려하여 기존의 교통결절점과 연계된 대중교통중심의 교통체계를 구축함으로써 불필요한 교통량 발생을 최소화하여 온실가스 배출을 줄일 수 있도록 계획되어야 한다.

(3) 교통계획은 각종 차량 및 교통시설에 의한 에너지 대량소비, 대기오염, 소음, 진동, 경관 저해 및 자연생태계 단절 등의 문제가 없도록 한다.

또한, 버스(BRT등)·지하철·경전철 등의 대중교통 수단을 확대하고 자전거 및 보행 등 비동력 교통수단을 활성화하며, 대중교통전용지구 조성 등을 적극 검토하여 대중교통·자전거·보행 중심의 녹색교통 체계로 전환하는 계획으로 수립되어야 한다.

(4) 철도(지하철 포함), 경전철, 공항, 주차장, 환승시설 및 자동차정류장 등은 교통 및 기반시설과 연계시켜 교통에너지 소비 감소를 유도하도록 계획되어야 한다.

(5) 교통시설은 이용자의 편의와 에너지 소비량 감소를 통한 온실가스 배출을 줄일 수 있도록 여러 기능이 입체·복합된 시설로 조성될 수 있다.

(6) 기타 동 지침에서 정하지 않은 사항은 「지속가능교통물류발전법」에서 정하는 바에 따른다.

3-4-5. 기타 기반시설계획

(1) 수립권자는 신·재생에너지 시설의 확대를 위하여 최적의 입지를 검토하고 주변 지역의 시민생활에 피해가 가지 않은 범위 내에서 신·재생에너지 도입계획을 수립한다.

(2) 수립권자는 기반시설 중 시설별 온실가스 배출량 산정이 가능한 경우에는 향후 추가 시설계획시 온실가스 배출량 추계를 제시한다.

(3) 수립권자는 지역 여건을 고려하여 지진, 홍수 등 기상이상에 대비한 기후변화 적응계획을 수립한다.

(4) 수립권자는 도시홍수 및 가뭄 예방, 용수 활용, 지하침투를 통한 물순환 회복 등 체계적인 물관리의 일환으로 빗물 관리에 대한 대응계획을 수립한다.

① 도시별로 지역적 특성을 감안하되, 빗물을 최대한 침투·저류하여 빗물 유출량을 저감시키고 활용할 수 있도록 “분산형 빗물관리시스템”의 도입을 적극 검토한다.

② 빗물관리에 대한 대응계획은 도시관리계획, 지구단위계획 등 하위계획에서 실현할 수 있도록 그 기준을 제시하는 계획으로 수립되어야 한다.

3-4-6. 도심 및 주거환경

(1) 도심 및 시가지 정비 계획에서는 지역적 특성 및 에너지 소비에 따른 온실가스 배출을 고려한 목표와 전략이 제시되어야 한다.

(2) 수립권자는 주거환경계획 수립시, 주택의 규모·밀도·형태는 지역의 특성, 주변경관, 에너지 효율성 등을 고려하여 녹색 건축물과 그린홈 도입을 적극 검토하고, 건축물 주변부 식재 등 미기후 향상 등을 통하여 온실가스를 감축할 수 있는 방안을 제시한다.

(3) 수립권자는 주택공급계획 수립시, 기존 주변지역의 주택유형별 온실가스 배출 원단위를 조사하고, 주택수요에 그린홈 등 온실가스 감축을 유도할 수 있는 주택계획을 수립한다.

3-4-7. 환경의 보전과 관리

- (1) 수립권자는 지속가능한 발전을 위하여 온실가스 배출 감축계획을 포함한 환경보전계획의 목표와 전략을 수립한다.
- (2) 수립권자는 토지이용계획, 산업입지 및 교통계획 수립시 쾌적한 환경조성과 온실가스 배출을 고려하고, 산업입지 조건을 검토할 경우에는 자연·인공·문화적 경관보전·관리대책을 충분히 검토하여야 한다.
- (3) 산업개발계획에는 에너지수요관리계획, 대기오염 등 환경오염방지에 따른 대책이 포함되어야 한다.

3-4-8. 환경친화적·에너지 효율적 개발의 유도

- (1) 각종 개발사업은 환경친화적으로 계획되어야 하며, 에너지소비를 줄여 온실가스 배출 감축을 유도할 수 있도록 에너지 수요관리 방안 등이 제시되어야 한다.
- (2) 비시가지 지역에는 환경림의 조성 등을 통하여 산림자원을 증진하고, 시가지 지역에서는 도시 녹화사업과 공원녹지 확대사업 등을 추진하여 녹화량 제고 및 온실가스 흡수원을 확보하며, 기존 도심의 업무지역에는 옥상조경과 벽면녹화 등 도심녹지를 확충하여 열섬현상을 예방하는 방안이 마련되어야 한다.

3-4-9. 대기환경 및 수환경의 보전

- (1) 수립권자는 청정연료 및 저유황유 보급 확대, 저공해 자동차 보급, 집단 에너지공급시설과 신·재생에너지시설 설치 등 오염물질 및 온실가스 배출을 절감하기 위한 전략을 강구한다.

(2) 수립권자는 하천·호소·연안 등 수변공간을 활용한 친수공간 조성을 통해 도심 열섬현상 완화 전략을 강구한다.

3-4-10. 폐기물

(1) 수립권자는 시·군에서 발생하는 생활폐기물과 사업장폐기물의 배출량을 예측하여 처리계획을 수립하되, 폐기물소각처리장의 경우 발생하는 열원을 활용할 수 있는 방안을 적극 검토하여 에너지 소비 및 온실가스 배출을 줄일 수 있도록 계획한다.

(2) 수립권자는 온실가스 배출을 최소화하기 위하여 폐기물의 감량화, 재이용 및 재활용 방안을 강구한다.

3-4-11. 에너지

(1) 수립권자는 전기·도시가스·석유·석탄 기타 화석에너지 소비 현황을 산업, 수송(도로), 주거, 상업, 공공 등 부문별로 구분·조사하고 지역에너지계획을 반영한 에너지수요관리방안을 통하여 온실가스 감축전략을 수립한다.

(2) 수립권자는 신·재생에너지 등 대체에너지의 공급시설계획을 수립하고 전체 에너지공급량 중 신·재생에너지가 차지할 비중을 반영하여 계획을 수립한다.

(3) 수립권자는 산업용 에너지 공급계획을 별도 수립하되, 온실가스 감축계획을 반영하도록 한다.

(4) 수립권자는 열병합발전소 건설시 폐열의 활용방안을 강구하여 온실가스 배출 감축계획을 수립한다.

(5) 수립권자는 에너지 공급계획 중 전력·석탄 기타 대체에너지의 부문별 공급시설계획을 수립하고 인구, 산업 및 토지이용 수요와 연계하여 에너지수요관리 계획을 수립한다.

3-4-12. 공원·녹지

- (1) 수립권자는 온실가스 감축을 극대화 할 수 있도록 지역여건에 맞는 수목의 종류를 선정하여 온실가스 흡수원 확보 계획을 수립한다.
- (2) 수립권자는 목표연도의 공원·녹지지표(공원·녹지비율 등)와 연계하여 온실가스 흡수원 확보 지표를 제시한다.
- (3) 수립권자는 열섬현상을 완화할 수 있도록 도심 바람통로계획과 연계하여 공원·녹지체계와 수변공간계획 등을 수립한다.
- (4) 수립권자는 공원·녹지에서 나오는 전지·전정 후 나오는 산물을 펠릿(pellet ; 부산물을 톱밥으로 제조 압축하여 만든 난방용 연료)과 같은 바이오매스로 활용할 수 있는 공원·녹지 관리전략을 수립한다.

3-4-13. 방재 및 안전계획에서는 기후변화로 인해 발생가능한 집중호우, 열파, 한파, 해수면 상승 및 하천 범람 등에 대한 영향평가 및 취약성 분석을 통한 적응계획이 제시되어야 한다.

3-4-14. 경제·산업·사회·문화의 개발 및 진흥계획 중 경제·산업 요소는 온실가스 배출과 밀접한 연관이 있으므로 온실가스 배출을 줄일 수 있는 전략과 방안이 제시되어야 한다.

3-4-15. 수립권자는 계획의 실행을 위하여 온실가스 배출 감축 계획을 집행하기 위한 재정 확충 및 재원조달 방안과 단계별 추진전략을 수립한다.

제4장 도시관리계획에의 적용

제1절 도시관리계획의 적용 기준

4-1-1. 도시관리계획에서는 광역도시계획 및 도시기본계획에서 제시하는 녹색성장 전략목표에 부합하는 저탄소 녹색성장 전략이 제시되고 이를 실현하기 위한 구체적인 실천전략이 포함되어야 한다.

(1) 기본목표 및 전략을 수립할 때에는 시·군의 현황과 특성, 관련 계획의 내용, 주민들의 의견 등을 종합적으로 검토·분석한 결과를 근거로 온실가스 감축 목표와 전략이 함께 제시되어야 한다.

(2) 주요지표를 설정할 때에는 인구구조, 경제구조 및 생활환경 등과 관련된 지표들이 온실가스 배출과의 상관성을 파악하여 온실가스 장래배출 예측치와 연계하여 제시되어야 한다.

(3) 공간구조 전략을 수립할 때에는 도시민의 삶의 질과 함께 기후변화 문제의 심각성을 인식하고, 에너지 절약이 중요한 가치임을 감안하여 평가되도록 한다.

(4) 생활권 설정에 따른 단계별 개발구상은 온실가스 배출 시나리오와 연계하여 단계적 개발방향에 따른 정성적인 온실가스 배출량에 대한 예측이 제시되도록 한다.

제2절 온실가스 배출 현황파악 및 장래예측

4-2-1. 용도지역·용도지구·용도구역계획, 기반시설계획, 도시개발계획 및 지구단위계획에 따른 온실가스 장래예측을 조사할 경우에는 도시기본계획 수립시 조사한 온실가스 배출 현황 조사자료를 최대한 활용한다.

제3절 기후변화 대응계획 수립

4-3-1. 수립권자는 생활권 단위의 공간구조계획에서 생활·편익시설과 교통계획이 연계되어 보행자, 녹색·대중교통 중심의 에너지 효율적인 공간구조가 되도록 계획한다.

4-3-2. 수립권자가 토지이용계획을 수립 할 때에는 인구와 성장축이 적합한 개발 밀도로 계획하되, 가능하면 에너지수요관리 측면도 인구지표와 함께 고려하여 계획한다.

4-3-3. 기초조사는 도시기본계획에서 조사된 자료를 기본으로 하되, 지역별 여건을 고려하여 수립권자가 달리 조사할 수 있다.

4-3-4. 용도지역·용도지구·용도구역계획

(1) 수립권자가 용도지역계획 수립시 온실가스 감축계획도 고려하여 수립한다.

(2) 수립권자가 주거·상업·공업 지역을 세분하여 계획을 수립할 때에는 용적율·건폐율과 함께 건물의 에너지효율성을 충분히 고려하여 해당 시·군의 온실가스 감축이 실천될 수 있도록 제시한다.

(3) 수립권자는 보전녹지지역, 생산녹지지역, 보전관리지역, 생산관리지역, 농림지역 및 자연환경보전지역 등에서 조립사업 등 기후변화 관련 산업 육성이 가능한 방향으로 계획을 수립한다.

(4) 용도지구계획에서는 수변경관지구 지정시에 바람통로 확보를 고려할 수 있도록 계획이 수립되어야 한다.

(5) 방화지구 및 방재지구는 기후변화 적응 계획을 고려하여 계획되어야 한다.

(6) 수립권자는 기타 다양한 지구 및 용도구역에 대한 계획을 수립할 때 온실가스 감축을 고려하여야 한다.

4-3-5. 기반시설계획

(1) 수립권자는 도시기본계획의 내용을 구체화하여 기반시설의 현황분석, 수요추정, 입지 판단 및 사업시행 가능성 등을 검토할 때에는 온실가스 배출 감축도 함께 감안하여 제시한다.

(2) 교통시설계획에서는 온실가스 배출감축 계획을 충분히 고려하여 녹색·대중교통 중심의 보행자 친화적인 교통시설계획이 제시되어야 한다.

(3) 수립권자는 신·재생에너지의 보급 확대의 필요성을 인식하고, 주민에게 피해가 가지 않는 범위내에서 적극적으로 계획을 제시한다.

① 공공시설, 공동편의시설 및 기타 입지우수지역 등에서는 태양광, 태양열, 지열, 풍력 등 신·재생에너지의 도입을 활성화 할 수 있도록 유도하여야 한다.

(4) 수립권자는 체계적인 빗물 관리를 위하여 광역도시계획 및 도시기본계획에서 수립한 빗물 대응계획을 구체화하여 실현할 수 있는 실천방안을 제시한다.

① 주차장, 도시공원, 종합운동장 및 공공청사 등 국·공유시설을 신축·개축하는 경우에 빗물관리시설을 설치·운영토록 유도하여야 한다.

② 각종 도시개발사업을 추진할 경우에는 개발계획단계에서 체계적인 물관리를 위한 빗물관리시설 설치계획을 반영토록 유도하고, 특히, 대형건축물의 신축 또는 개축시(중축 등을 포함) 빗물관리시설의 설치를 적극 유도하여야 한다.

4-3-6. 도시개발계획

- (1) 시가화용지를 개발할 경우에는 에너지를 효율적으로 공급할 수 있는 방안을 검토하여 에너지 이용의 효율성을 높여 온실가스 감축에 기여할 수 있도록 한다.
- (2) 신규 시가화용지의 개발에서는 주변 기존시가지보다 낮은 온실가스 배출이 가능하도록 계획이 수립되어야 한다.

4-3-7. 환경성검토

- (1) 수립권자는 지형, 기후 등을 고려하여 향분석, 바람장, 바람통로 및 열환경 시뮬레이션 등을 분석하여 계획에 제시한다.
- (2) 수립권자는 물순환, 녹지, 비오름 및 동·식물의 환경성 검토를 기후변화에 대응한 측면을 검토하여 계획에 제시한다.

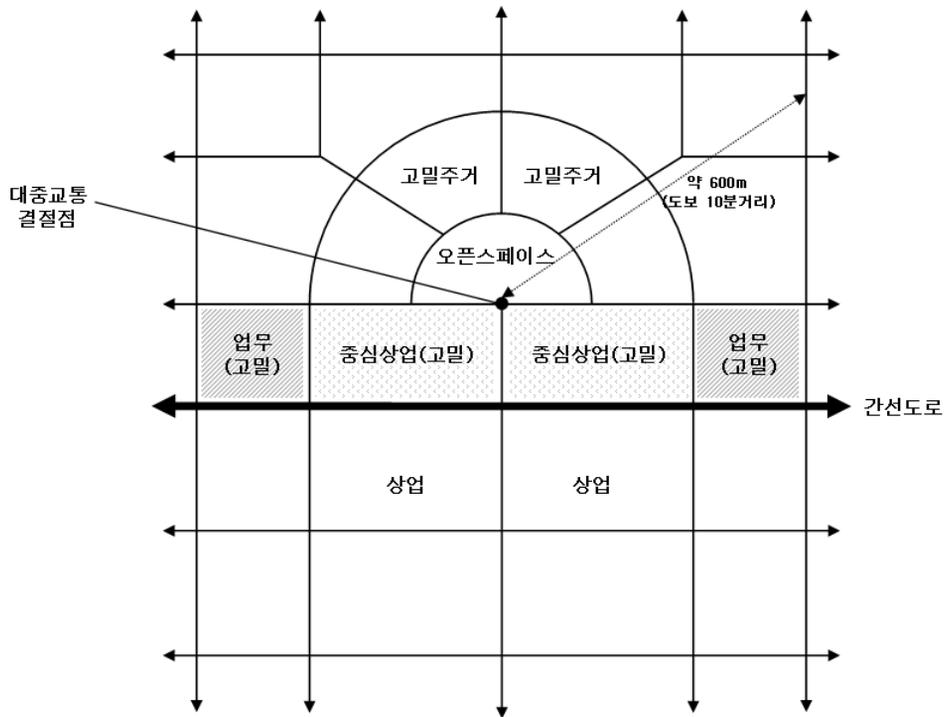
4-3-8. 교통성 검토서

- (1) 수립권자는 온실가스 배출현황 및 장래예측에 따른 감축계획을 충분히 반영할 수 있도록 보완하도록 한다.

4-3-9. 가로망계획

- (1) 온실가스 배출을 최소화하여 지속가능한 도시형태를 유지하기 위해서는 도시 공간구조가 압축적, 대중교통 지향적으로 조성되어야 한다.
- (2) 대중교통중심적인 도시공간구조 유도를 위해서는 대중교통 결절점을 중심으로 고밀도의 복합적 토지이용과 보행친화적 가로망 및 설계가 이루어져야 한다.
- (3) 이를 위해서 다음과 같은 원리를 바탕으로 토지이용과 가로망 설계를 실시한다.
 - ① 상업, 주거, 업무 및 공원 등의 기능을 보행권 내에 배치한다.
 - ② 지역의 각종 기능과 직접 연계되는 보행친화적인 거리를 조성한다.

- ③ 다양한 주거의 형태, 밀도 등을 혼합하여 계획한다.
- ④ 환경적으로 민감한 지역과 양질의 오픈 스페이스를 보전한다.
- ⑤ 근린활동에 초점을 둔 공공공간을 창출하도록 한다.
- ⑥ 기존 근린지구의 대중교통과 연계하여 개발을 추진한다.



<예시도>

4-3-10. 도심밀집지역 등 도심열섬현상 관리가 집중적으로 필요한 지역에는 바람통로 및 열섬저감 대책이 수립되어야 한다.

(1) 도심 열섬현상 관리가 집중적으로 필요한 지역에서는 정밀 바람장 및 열환경 시뮬레이션을 실시하여 열섬 및 바람의 정체현상을 완화하는 등 미기후관리계획이 수립되어야 한다.

(2) 열섬현상 저감을 위하여 건축물녹화, 주차장녹화, 투수포장, 우수공간, 실개천조성 및 밀집식재 등 다양한 열섬저감 계획이 수립되어야 한다.

(3) 수립권자는 계획구역에 인접한 산림, 하천, 호소 및 연안 등의 차고 신선한 공기가 유입되도록 정밀 바람장 시뮬레이션을 시행하여 대기정체지역이 발생하지 않도록 기준을 제시하여야 한다

(4) 바람통로 계획을 수립하는 경우에는 향후 지역별로 도시내 풍력에너지 도입가능성도 병행하여 검토되어야 한다.

부 칙

① (시행일) 이 지침은 2009년 7월 15일부터 시행한다.

② (적용범위) 이 지침은 시행일 이후 최초로 변경 또는 수립하는 광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획에 적용되며, 이 지침 시행당시 변경 또는 수립중인 광역도시계획, 도시기본계획 및 도시관리계획에는 적용하지 않을 수 있다.

■ 집 필 자 ■

연구책임 : 충남발전연구원 지역정책연구부 오용준 책임연구원

공동연구 : 서울시립대학교 도시공학과 이승일 교수

인하대학교 행정학과 변병설 교수

협성대학교 도시공학과 이재준 교수

대구대학교 도시지역계획학과 홍경구 교수

기본연구 2009-05 · 저탄소 에너지 절약형 도시계획의 정책과제 및 추진전략

글쓴이 · 오용준, 이승일, 변병설, 이재준, 홍경구 / 발행자 · 김용웅 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2009년 12월 31일 / 발행·2009년 12월 31일

주소 · 충청남도 공주시 금홍동 101 충남발전연구원 (314-140)

전화 · 041-840-1132(직통) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1159

ISBN · 978-89-6124-093-2 03350

<http://www.cdi.re.kr>

©2009. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.