Journal of the Korean Institute of Interior Design
Vol.20 No.5 Serial No.88 _ 2011. 10

친환경 요소가 적용된 국내외 공동주택 사례의 친환경성 비교 분석 연구

Research on Comparative Analysis of Environment-friendly Features in the case of home and overseas Apartment house applied by Environment-friendly Factors

Author 우소연 Woo, So-Yeon / 정회원, 한양대학교 실내환경디자인학과 석사과정
남경숙 Nam, Kyoung-Sook / 정회원, 한양대학교 실내환경디자인학과 교수*

Abstract Recently, there has been increasing concern for green growth and environment-friendly construction work is being revitalized; hereupon this study is going to understand the present situation of environment-friendly features of the apartment house through the case study of environment-friendly apartment house in and outside the country, and to suggest the developmental direction of the domestic apartment house. First, this study is to look into respective environment-friendly factors by considering the theoretical background of environment-friendliness and certification of environment-friendly structures, and analyzing the cases of apartment house in and outside the country. This study selected as the survey target the apartment buildings located at 5 places which were completed after 2003 and obtained the domestic 'Green Building Certification Criteria'[hereinafter, GBCC] in metropolitan areas in domestic cases and the survey target to the apartment building at 5 places which were completed after 2003 and obtained the US 'Leadership in Energy and Environment Design' [hereinafter, LEED] in overseas cases. For comparative analysis of each case, this study evaluated each case twice using GBCC and LEED to be more objective in evaluation. As a result, it was found that domestic cases focused on nature-friendly landscaping and the use of the certified products while overseas cases focused on minimizing the environmental impact such as raising the energy reduction ratio and reducing water resources and consumption of resources. Accordingly, there seems to be a need for practical energy-reduction & resources-saving scheme in order for domestic environment-friendly apartment buildings to reach the level of the LEED certification.

Keywords 친환경, 공동주택, GBCC, LEED
Environment-friendly, Apartment house, GBCC, LEED

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

최근 국가적으로도 친환경 녹색성장이라는 새로운 경제 패러다임을 내세우며 친환경적 발전에 주력하고 있다. 세계적으로 오염된 환경에 대한 경각심이 대두대면서 90년대부터 '도쿄의정서'와 같은 본격적인 친환경적 노력들이 시작되었고 현재에는 실생활에도 친환경이 밀접하게 맞닿아 있다. 이처럼 친환경에 대한 관심이 증대되면서 건축물에도 친환경이 접목되어야 할 필요성 대두되고 있다. 그리하여 국외는 물론이고 국내에서도 친환경 인증제도가 개발되었으며 그 기준에 부합한 친환경 건설이 확대되고 있으나 용도와 형태면에서 한정되어 있다는 문제점이 있다. 그러나 국내 도심의 주택형태는 단독보다 공동주택의 형태가 대다수로써 친환경 건축물의 활성화와 실질적인 에너지 절감을 위해서는 공동주택의 친환경성이 필수적이라 할 수 있다. 그래서 본 연구에서는 국내외 친환경 공동주택 사례연구를 통해 공동주택의 친환경성 현황을 파악하고 비교분석하여 국내 친환경 공동주택의 발전 방향을 제시하고자 한다.

* 교신저자(Corresponding Author); ksnam@hanyang.ac.kr

1.2. 연구 방법 및 범위

본 연구는 먼저 친환경 건축의 배경과 친환경 건축물 인증제도에 관한 이론을 고찰한다. 녹색성장을 바탕으로

한 친환경 건축의 등장배경과 그 발전단계에 대해 알아보고 국내외 친환경 건축물 인증제도를 조사하여 그 중 국내 GBCC(Green Building Certification Criteria)와 미국 LEED(Leadership in Energy and Environmental Des-ign)의 평가항목을 비교하여 본다. 그 후 국내외 친환경 공동주택의 사례를 선별하고 각 사례의 친환경 요소를 6가지 부문으로 나누어 조사한다. 각각의 사례를 객관적으로 비교분석하기 위해 한국의 GBCC와 미국의 LEED의 평가항목을 대조하여 같은 유형의 평가항목을 정리하고 세부사항은 축약하여 각 사례를 두 개의 인증제도로 두 번 평가한다. 그 결과를 표로 작성하여 각 사례의 친환경성 정도를 비교하고 도표로 작성하여 항목별 국내와 국외의 사례를 대조·분석하고 차이점을 알아내어 국내 친환경 공동주택의 발전 방향을 제시할 수 있도록 한다.

본 연구의 국내사례는 수도권에 2003년 이후 완공된 GBCC인증을 획득한 친환경 공동주택 5곳으로 하였고 국외사례는 미국에 2003년 이후 완공된 LEED인증을 획득한 친환경 공동주택 5곳으로 한정하였다. 조사방법은 국내사례는 2011년 6월 20일부터 30일까지 현장방문을 하였고 국외사례는 온오프라인 상에서 제공되는 자료의 검색과 참고문헌을 중심으로 진행하였다.

1.3. 선행연구

친환경 공동주택에 관한 연구는 국내에 친환경 인증을 받은 공동주택 7개의 친환경 계획 요소를 선행연구를 통해 추출한 21가지 항목을 사용하여 분석하여 평가하거나(이송현 외 1인, 2006) 국외 선진 친환경 주거단지 사례를 보이고(김홍식, 2002) 국내 친환경 인증을 받은 건축물을 용도의 구분 없이 친환경 요소를 분석하고 부문별 평가점수를 그래프화한 것(정지나 외 2인, 2008)이 대부분 이었다. 기존의 연구들은 이처럼 친환경 건축물의 사례들이 국내로 한정되어 있거나 국외사례들 만으로 한정되어 국내와 국외의 비교는 이루어지지 못하고 있었다. 이에 본 연구에서는 국내외 사례를 GBCC와 LEED의 평가항목으로 비교분석하여 친환경 공동주택의 친환경성 정도를 객관적으로 파악하고 개선방안을 모색하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 친환경 공동주택의 배경

친환경 건축물은 생태건축, 그린 빌딩 등 다양한 단어로 표현되어지고 있다. 이러한 친환경 건축물의 등장배경에는 녹색성장이 있다. 녹색성장이란 온실가스와 환경오염을 줄이고 환경보전과 경제성장을 동시에 이루어가는 것으로 환경오염 극복을 위한 세계적인 추세이다. 우리나라도 정부가 국가 에너지 기본계획으로 녹색성장을 수립했으며 그 패러다임 안에서 특히 중요한 것이 바로 건물에너지이다. 지구온난화의 주범인 탄소배출을 최소화하기 위해서는 건물에서 배출되는 탄소에너지를 줄이는 것이 가장 직접적인 해결책이기 때문이다.

친환경 건축물의 발전에 따라 친환경 주거에 대한 관심도 높아지게 되었고 이에 최근 국토해양부는 '저에너지 친환경 공동주택'시대를 열겠다고 발표하였다. 이를 위해, 서울시 강동구에 저에너지 친환경 공동주택 가이드라인을 확정하고, 냉난방에너지 40%절감, 생태면적률 40% 확보 등 총에너지 25% 절감의 목표를 세웠다. 따라서 강동구는 앞으로 지어지는 재건축정비사업의 모든 공동주택에 가이드라인 내용을 반영하여 친환경 공동주택으로 건설할 예정이다. 가이드라인의 주요내용은 공동주택 재건축시 냉 난방에너지 총 소비량의 40% 이상을 절감하고, 관리동 등 공용시설의 제로에너지화, 지역특성에 맞는 생태면적률 40%이상 확보, 단지 내 인공생물 서식공간 조성의 의무화 등이 있다.

2.2. 친환경 인증제도 현황

친환경 건축물은 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획·설계되고 에너지, 자원절약 등을 통하여 환경 오염부하를 최소화함으로써 쾌적하고 건강한 거주환경을 실현하여 궁극적인 목표인 지속가능한 개발의 실현을 이끄는 건축물을 의미[1]한다. 친환경 건축물의 발전으로 국내외 여러 나라에서 친환경 인증제도가 개발되었으며 국내 친환경인증제도는 GBCC이며 국외 인증제도로는 미국의 LEED, 일본의 CASBEE, 영국의 BREEAM 등이 있고 이중 세계적으로 가장 인지도가 높은 인증제도는 미국의 LEED이다. 국내 친환경 건축물 인증제도인 GBCC는 크게 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경 등 9가지 부문으로 나누어 136점 만점으로 평가한다. 미국의 친환경 건축물 인증제도인 LEED는 크게 지속가능한 대지개발, 수자원 효율성, 에너지 및 대기환경, 자재 및 자원, 실내환경의 질, 기술혁신 및 디자인과정, 지역규제 우선 등 7가지 부문으로 나누어 110점 만점으로 평가한다. 두 인증제도의 항목들을 비교한 결과 전체적으로 일치되는 항목들이 많았으나 GBCC의 경우 부문별 배점이 고르고 가장 높은 배점의 실내환경 부문이 27점으로 전체의 19%의 비중을 차지하고 있었다. 반면 LEED의 경우 부문별 배점 차이가 커서 가장 높은 배점의 에너지 부문이 35점으로 31%의 비중을 차지하여 에너지 부문에 중점을 두고 평가되는 것을 알 수 있었다.

3. 친환경 공동주택 사례조사

1) 유광흠, 녹색건축 조성 활성화 방안, 한국법제연구원, 2010.12.21, p.26

국내외사례 모두 GBCC와 LEED인증을 받은 친환경 공동주택으로 현장방문과 온오프라인 상에서 제공되는 자료의 검색을 통해 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 실내환경의 6가지 부문으로 나누어 친환경요소를 분석하였다.

3.1. 국내사례조사

(1) 한숲 e편한세상

<그림 1> 한숲 e편한세상 전경

한숲 e편한세상은 최근 서울숲 주변에 위치한 주거건물 2동과 업무, 문화시설 1동의 주거복합단지로 2007년 10월 11일 GBCC 예비 최우수 인증을 받았다.

<표 1> 한숲 e편한세상의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 단지와 가까운 곳에 생태공원이 위치함 • 단지 내 비오톱과 조경 비율이 높음
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(단지 내 지하 2층 지하철 서울숲역 연결, 단지 주출입구 맞은편에 버스정류장 위치) • 초고속 정보통신 설비로 교통부하를 절감함
에너지	• 지열냉난방 시스템과 태양광 시스템이 적용됨 • 세대 현관과 주동 출입구에 방풍실 설치 • 자체 개발 3중 유리적용 - 에너지 손실 최소화 • 경질우레탄 폼 사용으로 외벽 단열효과 증대 • 대기전력 차단 콘센트로 에너지 절감 • 소형 열병합발전 시스템 적용
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 음식물 쓰레기 탈수기 및 재활용 보관시설 설치
수자원	• 포장면적 비율의 73.8% 투수성 포장 설치 • 생활용수 절감을 위해 샤워헤드, 양변기에 감압밸브 적용 • 우수저수조 설치하여 조경용수 등으로 활용
실내환경	• 열교환식 중앙환기 시스템으로 실내공기질 향상 • POW(Parallel Operated Window)적용- 자연환기 성능 개선 • 각 세대별 자동온도조절장치 설치 • 세대별 직배기 시스템으로 냄새역류와 소음발생 방지 • VOC방출 적은 재료 사용

(2) I' PARK 삼성동

<그림 2> 현대 I'PARK 전경

I' PARK 삼성동은 서울의 손꼽히는 고급형 공동주택으로 2004년 7월 13일 GBCC 최우수 인증을 받았다. I' PARK 삼성동은 도심접근성이 뛰어나고 가변형 평면계획으로 지속가능한 건축이라는 친환경건축에 부합하였다.

<표 2> I' PARK 삼성동의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 도시 중심(COEX블록)까지의 접근성이 양호함(약 800m) • 약 50%의 높은 녹지 비율 • 수생비오톱(실개천, 연못) 및 육생비오톱 조성 • 옹벽녹화, 벽면녹화, 담장녹화 등 다양한 녹지 환경 조성
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(단지 주출입구 150m거리 8개의 버스노선과 250m거리에 6개의 버스노선이 있고 600m거리에 7호선 청담역, 800m거리에 2호선 삼성역이 위치) • 자전거 도로 및 자전거 보관소 설치 • 보행자 전용도로 계획(길이 350m) • 초고속 정보통신 설비로 교통부하를 절감함
에너지	• 건설 신기술 및 공업화 공법 적용- 건설시 에너지 절감
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용(환경마크 획득제품) • 라이프사이클을 고려한 가변형 평면계획-자원낭비 최소화 • 음식물 쓰레기 탈수기 및 재활용 보관시설 설치
수자원	• 초절수형 양변기 설치로 생활용 상수 절감 • 투수성 포장 설치 • 중수도를 설치하여 실개천 용수로 활용
실내환경	• VOC방출 적은 재료 사용 • 각 세대별 자동온도조절장치 설치 • 중앙환기 시스템으로 실내공기질 향상

(3) 안산고잔7차 푸르지오

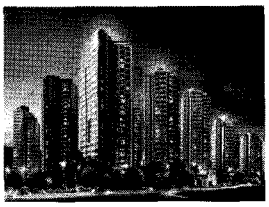
<그림 3> 안산고잔 푸르지오 전경

안산고잔7차 푸르지오는 2006년 5월 19일 GBCC 우수 인증을 받았다. 단지 내 녹지가 35%가 넘는 비율로 조성되어 친환경성을 부각하였다.

<표 3> 안산고잔7차 푸르지오의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 단지 내 철새놀이마당, 빛고을마당, 바람놀이마당, 수변놀이마당 등을 계획함 • 약 35%이상의 높은 녹지 비율 • 단지 외부 녹지와 연결되는 녹지축 형성
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(단지 주출입구 30m거리에 11개의 버스노선이 위치함) • 초고속 정보통신 설비로 교통부하를 절감함 • 최소폭 6m이상, 길이 1,100m의 보행자도로가 2곳의 장소에서 외부의 안산천 및 시화호 근린공원과 연결됨 • 단지 내 폭 2m이상의 자전거 도로와 총 21개소의 자전거 보관소가 설치되어 있음
에너지	• 대기전력 차단 콘센트로 에너지 절감 • 소형 열병합발전 시스템 적용
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 음식물 쓰레기 탈수기 및 재활용 보관시설 설치 • 블럭식 보강토 옹벽 공법과 친환경 걸로 보완용 도료의 적용으로 환경부하 저감
수자원	• 80% 이상의 투수성 포장으로 우수부하 절감 • 절수형 위생기구를 적용- 생활용 상수를 30%이상 절감함
실내환경	• 개폐가능 창으로 자연환기 유도 • 각 세대 발코니 녹지 조성 • 각 세대별 자동온도조절장치 설치 • 인동거리 확보로 세대내 일조율 확보 • VOC방출 적은 재료 사용

(4) 종암3차 래미안 라센트



<그림 4> 래미안 라센트 전경

종암3차 래미안 라센트는 2010년 11월 29일 GBCC 우수 인증을 받았다. 단지 내 원형의 보행자도로가 커뮤니티 시설과 테마공원을 연결한 건강단지를 형성하였다.

<표 4> 종암3차 래미안 라센트의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 단지 주변에 소공원과 연계한 산책로 계획 • 수생, 육생비오톱 조성 • '링커뮤니티'로 단지 내 원형의 보행동선을 중심으로 각종 커뮤니티와 테마공원이 유기적으로 연결
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(지하철 6호선 월곡역이 10분 거리, 버스정류장이 10분 거리에 위치함) • 초고속 정보통신 설비로 교통부하를 절감함 • 대형마트와 백화점 등 편의시설이 인접하고 아파트 정문 맞은편에 초등학교, 5분 거리에 중고등학교가 위치함

에너지	• 특별한 에너지 발생 및 저감 시스템이 적용되지는 않았음
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 음식물 쓰레기 탈수기 및 재활용 보관시설 설치
수자원	• 우수 침투를 위한 투수성 포장면 설치 • 절수형 기기 설치 • 우수 이용 시설 설치
실내환경	• 판상형구조로 통풍과 채광양호 • 각 실별 자동온도조절장치 설치 • VOC방출 적은 재료 사용

(5) 김포 수기마을 힐스테이트

<그림 5> 김포 힐스테이트 전경

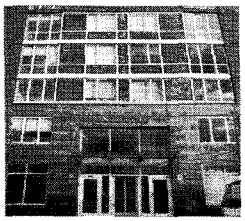
김포 수기마을 힐스테이트는 2008년 5월 GBCC 최우수 인증을 받았다. 이 단지는 산과 강을 생태통로로 연계하고 환경 친화적 조경으로 친환경 단지로 계획하였다.2)

<표 5> 김포 수기마을 힐스테이트의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 단지 내에 5만 3,000㎡ 규모의 고촌 근린공원과 단지 인근에 천등 근린공원까지 9만9,000㎡의 자연공원이 위치함 • 자연형 계류, 벽천, 유실수원, 숲림 등을 조경요소 도입
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(3개의 마을버스 노선이 단지를 둘러싼 10개의 정류소를 지나고 단지 후문 500m거리에 21개의 버스 노선이 위치함) • 초고속 정보통신 설비로 교통부하를 절감함 • 보행자도로와 산책로가 계획되어 주변 근린공원과 연계됨
에너지	• 태양광 가로등을 적용하여 조명에너지 저감 • 부대시설 옥상녹화로 단열성능 향상 • sunken garden과 sun room을 계획하여 자연 채광을 활용 • Low-e 복층시스템 창호 적용으로 열에너지 손실 최소화
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 음식물 쓰레기 탈수기 및 재활용 보관시설 설치
수자원	• 절수형 위생기구를 적용하여 생활용 상수를 절감함 • 투수성 포장으로 우수 재활용
실내환경	• 각 서대별 발코니 설치로 자연채광 극대화 • 총 가구 수 96% 이상 남향 배치, 25%는 삼면 조망 가능 • 각 세대별 자동온도조절장치 설치 • 2면 창호 설치로 환기효과 증대 • VOC방출 적은 재료 사용

3.2. 국외사례조사

(1) The Solaire



<그림 6> The Solaire 전경

The Solaire는 뉴욕에 위치한 미국 최초의 녹색 주거용 고층 건물로서 LEED Gold를 획득했다. 2004 AIA/COTE 상위 10개 녹색 프로젝트, 2004 최우수 디자인상 등을 수상하였다.

<표 6> The Solaire의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 인접한 위치에 허드슨 강과 피어드롭공원이 위치함 • 건설 전 주변 자연환경과 건물들을 건설 후에도 유지함 • 전체 지붕의 57%를 녹지화하여 열섬현상을 해소함
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(버스와 택시 승강장 인접, 2000m 이내에 지하철역이 위치함) • zipcar와 계약을 맺고 거주자에게 하이브리드 렌터카 제공 • 인접해안에 페리승강장이 위치함
에너지	• 태양광 패널 3,400 평방피트 설치-건물 에너지의 5% 생산 • 침투율 0.06cfm/ft 이하인 고성능 유리 설치-단열성능 향상 • 공공장소 조명은 센서 등을 적용하여 에너지 절감 유도
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 건축 재료의 66.79%가 건물의 500 마일 반경 이내 제조됨 • 19% 재활용자재를 사용하였고 속성 재발육 자재를 사용 • 태양광 전지는 100% 재활용 소재로 사용함 • 건설폐기물의 93%를 재활용함 • 에너지 스타 인증 기기 사용
수자원	• 상위 20% 에너지 효율등급의 절수형 위생기구를 적용 • 지하 탱크에 만 갤런의 우수를 저장하여 놓고 지붕의 녹지와 인접 공원에 재활용됨 • 중수도를 설치-폐수의 100%를 화장실과 인접공원 용수
실내환경	• 중앙 냉난방 환기 시스템 설치 • 외측 넓은 창과 높은 천정으로 채광 극대화 • 30~60% 사이의 상대 습도 수준을 유지함 • VOC방출 적은 재료 사용

(2) Blair Towns

<그림 7> Blair Towns 전경

Blair Towns는 실버스프링에 위치한 LEED Certified 등급을 받은 78세대의 아파트로 1개의 4층 건물과 2개의 3층 건물로 이루어져 있다. 잘 계획된 자전거도로와 대중교통 망으로 사이트에 미치는 영향을 최소화하였다.

<표 7> The Blair Towns의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 블레어파크 주차장 부지와 기존 아파트 단지에 건설됨 • 건설 전 주변 자연환경과 건물들을 건설 후에도 유지함 • 건설시 토양 침식을 최소화함
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(주요 지하철역과 버스노선이 인접하게 위치함) • 편리한 자전거 도로와 보관소가 구비되어 있음 • 카풀을 권장하기 위해 카풀 승강장이 계획됨 • "Flex car"- 단지 내 거주민들이 공유하며 이용
에너지	• Low-e 복층시스템 창호 적용으로 열에너지 손실 최소화 • 대기전력 차단 콘센트로 5% 에너지 절감 • 건물 전체 외벽 R-value 15이상 채택 • 건물 전체 지붕 R-value 35이상 채택 • 에너지 스타 기기 사용 • 기존 아파트 건물보다 20% 에너지 사용량 절감
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 40% 재활용자재를 사용하였고 60%이상 지역제조 자재, 10%이상 지역생산 자재를 사용함 • 생활폐기물 재활용 보관시설 설치
수자원	• 고효율 샤워헤드, 수전, 식기세척기, 세탁기 등으로 30% 생활용 상수를 절약함 • 가뭄에 강한 조경으로 관개시설이 불필요함 • 주민들에게 인센티브를 제공, 물 절약 교육을 실시 • 우수를 주차장 배수관의 오염 물질 필터링 시스템에 통합
실내환경	• 중앙 냉난방 환기 시스템 설치 • 외벽 중앙만 흰색으로 마감하여 반사율 증대 • 침실 천정 선풍기로 환기 유도 • 건설기간 동안 공기처리장치 임시필터를 이용함 • VOC방출 적은 재료 사용

(3) The Helena Apartment Tower

2) 조호규, 현대건설 힐스테이트 친환경 사례, 한국그린빌딩협의회 추계학술강연회논문집, 2008.11, p.55

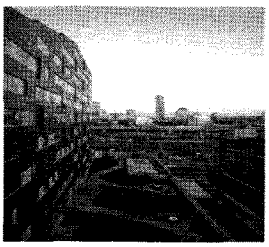
<그림 8> The Helena 전경

The Helena는 뉴욕에 위치한 초고층주거 빌딩으로 LEED Gold 등급을 받았다. 이 건축물은 하수 처리 관리 시스템, 초소형 터빈, 녹색지붕, 태양광장치 등 다양한 에너지 관리 시스템을 도입하였다.

<표 8> The Helena의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 이미 개발된 지역을 재개발한 계획임 • 전체 지붕면적의 54%를 녹지화하여 야생동물의 서식지를 제공하고 열섬현상을 해소하며 빗물을 수집함
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(버스와 5개 노선의 지하철역이 1마일 내에 위치함) • 자전거 보관소와 전기 자전거 충전소가 있음 • 러시아워 시간에는 페리로 셔틀 서비스를 제공함 • 카풀을 권장하기 위한 카풀승강장이 계획됨 • 자가용 이용자제에 따른 인센티브 제공
에너지	• 각 세대 현관에 마스터스위치를 설치-한 번에 소등 가능 • 지하에 위치한 두 개의 증기보일러는 이중연료 시스템으로 연료량 85~90%로 효율을 극대화함 • 폐열을 이용하여 건물 온수의 100%를 가열함 • 공공장소 조명은 센서 등을 적용하여 에너지 절감 • 지붕과 현관 캐노피에 태양광 패널을 설치함 • 종래의 건물과 비교하여 65% 에너지 절감이 가능함 • 에너지 스타 기기 사용
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 건물구조에 사용된 강재는 80% 재활용자재를 사용하였고 그밖에 자재들도 지역자재, 속성 재발육 자재를 선택함 • 각층에 재활용품 수거관이 있음 • 사용된 태양광 패널은 재활용 콘텐츠와 현지 생산 기반
수자원	• 고효율 샤워헤드, 수전, 식기세척기, 세탁기 등으로 온수 부하를 절감함 • 하루 5만 갤런의 물을 정화하여 관개, 화장실 등에 사용하여 매년 150만 갤런의 물을 절약함 • 우수를 집수하여 조경용수로 사용하고 필터링 된 우수는 냉각타워에 사용됨
실내환경	• 중앙 냉난방 환기 시스템 설치 • 건물 내로 유입되는 먼지와 미립자 양을 최소화하기 위해 입구에 매트를 설치함 • VOC방출 적은 재료 사용 • 각 세대별 온도/빛 조절장치 설치

(4) Macallen Building condominium



<그림 9> Macallen Building 전경

Macallen Building condominium는 보스턴에 위치한 LEED Gold 등급의 140 단위 콘도미니엄 건물이다. 공업지대에 위치하며 지붕녹화와 2만 평방미터의 테라스로 열섬현상 해결 및 생태계를 제공한다.

<표 9> Macallen Building의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 이전에 개발된 지역에 건설됨 • 지붕녹화와 2만 평방미터 녹지 테라스로 열섬현상 감소 • 토착 식물을 이용한 조경으로 조류와 곤충에 대한 야생동물 서식지를 형성함
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(맞은편에 지하철역 위치) • 자전거 보관소와 전기 자동차 충전기가 있고 거주자를 위한 하이브리드 자동차가 있음 • 하버워크, 캐슬 아일랜드, 포르 포인트 채널과 근접
에너지	• 에너지 효율성 및 습도관리를 위해 건물 외피 절연 • 기본 건물보다 20% 에너지 절감이 가능함 • 건물 외벽 유리 U-value와 남쪽 외벽 절연 값을 기준치보다 50% 초과하도록 설계함 • 폐열을 이용하여 건물 온수의 100%를 가열함 • 공공장소 조명은 센서 등을 적용하여 에너지 절감 • 대체에너지 사용(태양열 난방)
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용(나무 자재의 75%) • 43%의 재활용자재와 속성재발육 자재사용 • 건물 500 마일 반경 이내에서 제조된 자재가 20% 사용됨 • 건설 폐기물의 90%가 재활용됨 • 정열 트러스 구조로 공간의 가변성이 높음
수자원	• 종래의 건물과 비교하여 50% 조경용수 절감이 가능함 • 종래의 건물과 비교하여 20% 물 절약이 가능함 • 기존 아스팔트를 투수성 포장면으로 대체-우수부하 절감 • 듀얼 플러시 화장실의 사용과 혁신적인 관개시스템을 통해 매년 60만 갤런 이상의 물을 저장함 • 듀얼 플러시 화장실로 약 60% 물 사용 절감 • 집수된 우수와 냉각탑의 물을 관개용수로 사용함
실내환경	• 중앙 냉난방 환기 시스템 설치 • 흡기/배기 덕트에서 이산화탄소 수준을 측정-환기량 조절 • 각 세대별 온도조절장치 설치 • VOC방출 적은 재료 사용 • 충분한 채광과 조망창을 가짐-파사드 디자인/공간의 90%

(5) Eastern Village Cohousing Condominium

<그림 10> Eastern Village Cohousing 전경

Eastern Village Cohousing (EVC)는 실버스프링에 위치한 LEED Silver[3] 등급을 받은 56세대 규모의 아파트로 원래 1950년에 지어져 버려진 사무실 빌딩을 재사용한 것이다. 지금은 건물의 마당도 주차장에서 녹지로 바뀌었다.

<표 10> Eastern Village Cohousing의 친환경요소

구 분	내 용
토지이용	• 1950년에 지어져 버려진 사무실빌딩의 재사용 • 이미 개발되어 있는 지역의 인프라 활용이 가능함 • 이전에 포장주차장이었던 안뜰은 밝은 색 콘크리트와 조경, 주민편의시설로 변경됨 • 옥상녹화로 우수관리 • 난간에 화분을 설치하여 일조량 조절과 빗물 넘침 방지
교통	• 대중교통과 근접한 거리에 있음(실버스프링 매트로 역과 몇 개의 버스노선이 0.5 마일 이내에 위치함) • 자전거 보관소가 있음 • 시내중심 사회 서비스에 쉽게 접근할 수 있는 위치
에너지	• 에너지 효율성 및 습도관리를 위해 건물 외피 절연 • 상위 20% 에너지 효율 온수기 사용 • 기본 건물보다 44% 에너지 절감이 가능함 • 건물 전체 외벽 R-value 25이상 채택 • 건물 전체 지붕 R-value 12이상 채택 • 고성능 보온유리 사용 • 에너지 스타 기기 사용
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 재활용자재와 속성재발육 자재 6%사용, 지역자재도 사용 • 건설 폐기물의 52.93%와 모든 형광등이 재활용됨 • 기존건물의 구조를 96% 사용하고 외피를 82% 사용함
수자원	• 고효율 샤워헤드, 수전 등으로 20% 생활용 상수를 절감함 • 고효율 식시세척기와 세탁기로 35% 물 절약이 가능함 • 토착 식물과 가뭄에 강한 식물 종을 선택-관개시설 불필요 • 물 보존 설비가 계획됨
실내환경	• 중앙 냉난방 환기 시스템 설치 • VOC방출 적은 재료 사용 • 건설기간 동안 공기처리장치 임시필터를 이용함 • 외벽 중앙만 흰색으로 마감하여 반사율 증대 • 각 세대별 온도/빛 조절장치 설치

3) LEED v2 and v2.1 : 69만점에 Certified 26-32 points / Silver 33-38 points / Gold 39-51 points / Platinum 56-69 points

3.3. 국내외 친환경 공동주택 사례 분석 및 평가

(1) 국내외 사례 평가

국내외 사례를 한 가지 인증제도의 평가항목으로 평가할 경우 편향된 결과가 나올 수 있어서 GBCC와 LEED로 두 번 평가하여 객관성을 주고자 하였다. 두 평가항목의 만점이 다르므로 비교의 용이성을 위해 0,1,2점으로 평가를 하였으며 각 사례의 평가표를 수집하고 GBCC와 LEED의 평가항목 기준지표에 따라 가산점까지 만점을 받은 경우 2점, 가산점은 받지 못하고 항목만 충족시킨 경우는 1점으로 평가하였다. 다음 <표 11>은 GBCC와 LEED의 평가항목을 공통된 부문으로 정리하고 세부사항을 축약하여 국내외사례를 평가한 표이다.[4]

각 사례들을 분석한 결과 두개의 인증제도에서 중점을 두고 평가하는 항목들이 달랐기 때문에 GBCC에서는 국내사례들이 높은 점수를 받았고 LEED에서는 국외사례들이 높은 점수를 받았다. 그러나 LEED 평가항목에서는 국외사례들이 압도적으로 높은 점수를 받은 반면 GBCC에서는 우수 인증을 받은 사례들은 LEED Gold인증을 받은 국외사례보다 낮은 점수를 받았다.

GBCC와 LEED에서 평가된 점수의 평균으로 각 사례의 친환경성 정도를 평가했을 때 가장 높은 점수를 받은 사례는 Macallen Building condominium으로 평균이 41점이었다. Macallen Building은 신재생에너지 적용이 다방면에서 이루어졌고 고효율 교통시설을 제안하였으며

<표 11> GBCC와 LEED의 평가항목으로 평가한 국내외 사례

● : 매우 그러함(2점) ○: 그러함(1점) 단위 : 점

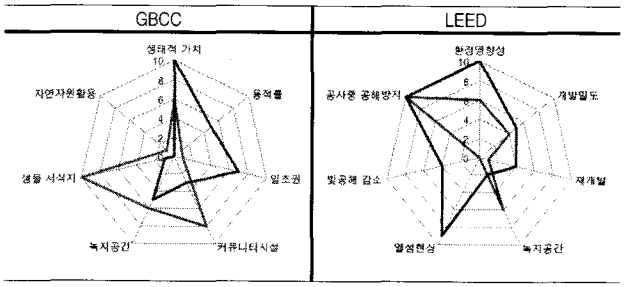
부문	GBCC	국내 A	B	C	D	E	계	계	국외 F	G	H	I	J	계	계	LEED	국내 A	B	C	D	E	계	계	국외 F	G	H	I	J	계	계
토지이용	기존대지의 생태학적 가치	●	●		●		6	33 47%	●	●	●	●	●	10	31 44%	환경영향이 적은 지역	●	●		●		6	27 38%	●	●	●	●	●	10	44 62%
	계획 용적률 평가					○	1			●		○	●	5		개발밀도가 적은 지역	○		○	○	○	4			●		○	●	5	
	일조권 간섭방지 대책의 타당성					○	1		●	●	○	○	○	7		손상되고 오염된 지역의 재개발				○		1		○		○	○	○	4	
	커뮤니티 시설과 보행자 전용도로 유무		●	●	●	●	8					○	●	3		토지개발-서식지재생/개발영향 최소화	●	●	○		○	6				○		○	2	
	단지 내 녹지 조성	●	●	○		○	6			○		●	●	5		열섬현상						0		●	○	●	●	●	9	
	단지 내 생태계공간 조성	●	●	●	●	●	10					○		1		빛공해 감소						0		●			●		4	
	자연자원의 활용					●	1							0		필수-건설 공사 중 공해방지/환경적인 부지평가	●	●	●	●	●	10		●	●	●	●	●	10	
교통	대중교통수단 근접성	●	●	●	●	○	9	25 83%	●	●	●	●	●	10	20 66%	대중교통수단 근접성	●	●	●	●	○	9	25 62%	●	●	●	●	●	10	30 75%
	자전거보관소 설치		●	●		●	6		●	●	●	●	●	10		자전거보관소 설치		●	●		●	6		●	●	●	●	●	10	
	초고속정보통신설비의 설치 수준	●	●	●	●	●	10							0		고효율 교통시설 제안						0				○	○		2	
																주차공간 확보	●	●	●	●	●	10		●	●	●	●		8	
에너지	에너지효율향상	●	○	●		●	7	13 43%	○	●	●	●	●	9	11 36%	효율적인 에너지 사용	●	○	○		○	5	6 15%		○	○	○	●	5	25 62%
	대체에너지 이용	○					1					○	○	2		현장에서의 에너지 재생(신재생에너지)	○					1			○		●	○	4	
																커미셔닝 강화 및 오존층 파괴 방지						0		●	○	○	●		6	
	이산화탄소 배출저감	●		●		○	5							0		필수-빌딩에너지 시스템의 기본의무/최소 에너지 성능/기본적인 냉매관리						0		●	●	●	●	●	10	
재료 및 자원	가변형 평면과 공업화 공법 및 신기술 적용	●	●	○	○	●	8	26 65%						0	16 40%	건설폐기물 관리						0	15 37%	●		●	●	○	7	28 70%
	생활폐기물 분리수거	●	●	●	●	●	10		●	●	●	●	●	10		자재 및 건축물 재사용						0						●	2	
	자원재활용(리모델링 건축물의 기존건물 재사용율/친환경인증제품)	○	○	○	○	○	5		○	○	○	○	●	6		친환경 자재사용(친환경인증자재, 재활용자재, 지역내 자재, 속성재발육자재)	○	○	○	○	○	5		●	○	●	●	●	9	
	방 면적 대비 수납공간 비율	○	○			○	3							0		필수-재활용 자원의 보관 및 수거	●	●	●	●	●	10		●	●	●	●	●	10	
수자원	우수부하 절감대책	●	●	●	●	●	10	27 67%	●	●	●	●	●	10	32 80%	물 호율 설계	●	●	○	●	●	9	27 67%	●	●	●	●	●	10	28 70%
	생활용 상수 절감대책	●	●	○	●	●	9		●	●	●	●	●	10		혁신적 폐수처리 기술		○				1		○		○			2	
	우수이용	●			●	●	6		●	●	●	●		8		우수량과 질 통제	●	○	○	●	●	8		●	○	○	○	○	6	
	중수도 설치		●				2		●		●			4		필수-물 사용량 절약	●	●	○	●	●	9		●	●	●	●	●	10	
실내환경	각종 유해물질 저함유 자재의 사용	●	●	○	●	●	9	46 76%	●	●	●	●	●	10	31 51%	유해물질 저배출자재	●	●	○	●	●	9	35 58%	●	●	●	●	●	10	44 73%
	환기 설계의 정도	○	●	○	●	○	7		●		○	●		5		건설 IAQ 관리						0		●		○	●		5	
	각 실별 자동온도조절 장치 채택 여부	●	●	●	●	●	10		●	○	●	●		7		자연채광 및 전망		○	●	●	●	7		●	●	○	○	○	7	
	단지 내 음환경	●	●	○		○	6					○	○	2		환기증가/외기전달상시/열쾌적성	○		○	●	○	5		●		○	●		5	
	세대 내 일조 확보율		●	●	●	●	8		●	●	○	○	○	7		개별 시스템의 제어성	●	●	●	●	●	10		●	○	●	●		7	
	노약자, 장애자 배려의 타당성	●		●		●	6							0		필수-최소한의 실내공기조절 수행/담배연기환경통제	○		○	○	○	4		●	●	●	●	●	10	
기타	체계적인 현장관리	●				●	4	12 40%						0	2 6%	기술혁신						0	0 0%	●	●	●	●	●	10	20 100%
	운영/유지관리 문서 및 지침제공 타당성	●				●	4					○		1		LEED AP의 프로젝트참여						0		●	●	●	●	●	10	
	사용자 매뉴얼 제공	●				●	4			○				1																
계		42	37	31	28	45			28	28	27	32	28				29	27	24	28	27			48	37	44	50	40		

오존층 파괴에 대한 대책이 마련되어있었다. 또한 실내 공기질을 우수하게 유지하는 등 실내 환경부분에서 고르게 높은 점수를 받았다. 반면 가장 낮은 평균을 보여준 사례는 안산고잔7차 푸르지오로 평균 27.5점이었다. 푸르지오는 소극적인 절수형기기의 설치와 우수이용으로 수자원 부문에서 낮은 점수를 받았고 환기 시설의 미흡 등으로 실내환경부문에서도 좋은 평가를 받지 못했다.

(2) 평가항목별 국내외 사례 비교분석

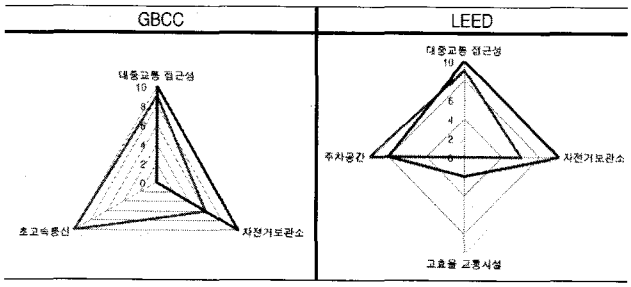
국내외 사례를 6개의 평가항목별로 분류하고 이를 다시 GBCC와 LEED로 나누어 평가하였다.

<표 12> 토지부문 국내외 점수비교 —국내사례 —국외사례



토지부문에서 국외사례들은 이미 개발된 지역을 선택하여 환경에 미치는 영향을 최소화하고 지역의 개발된 인프라를 이용할 수 있어 토지의 생태적 가치에서 높은 점수를 받았다. 또한 중·저층의 단독 건물형태로 용적률과 일조권 항목 점수가 높았다. 반면 커뮤니티시설, 녹지비율은 국내사례들이 높은 점수를 받아 공용공간의 비율과 자연친화적 단지에 중점을 두는 것을 알 수 있었다.

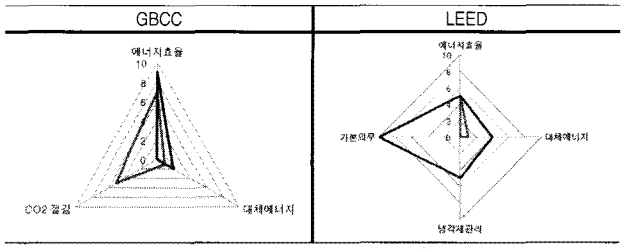
<표 13> 교통부문 국내외 점수비교 —국내사례 —국외사례



교통부문은 국내외 사례 모두 미비한 차이는 있었지만 대중교통 근접성과 자전거보관소의 설치에서 높은 점수를 받았다. GBCC의 초고속 통신설비 항목에서는 국내사례들이 발전된 초고속 통신망 설치로 높은 점수를 받았다. 반대로 LEED의 고효율 교통수단의 제안에 대한 항목에서는 국외사례가 카풀 승차장을 설치하고 단지 공용 자동차 이용 등 대체 교통수단을 제공하고 있었다.

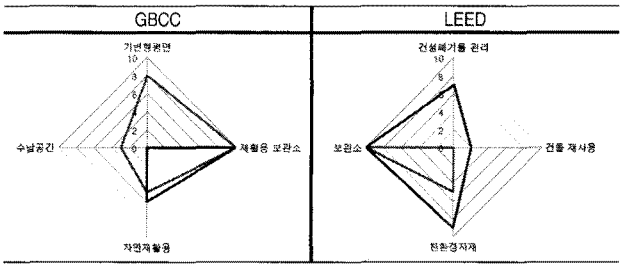
4) A: 한숲 e편한세상, B: I' PARK 삼성동, C: 안산고잔7차 푸르지오, D: 종암3차 래미안 라센트, E: 김포수기마을 힐스테이트, F: The Solaire, G: The Blair Towns, H: The Helena, I: Macallen Building condominium, J: Eastern Village Cohousing

<표 14> 에너지부문 국내외 점수비교 —국내사례 —국외사례



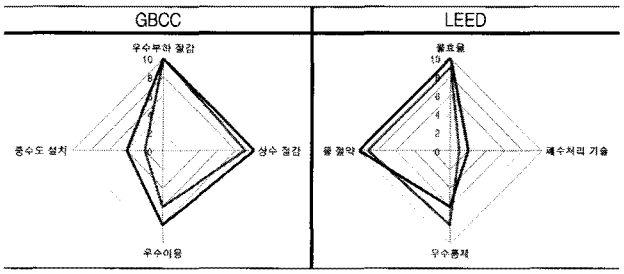
에너지부문에서는 국내외사례 모두 20%이상의 에너지 절감 비율을 나타내었고 국외사례 중 일부는 50%가 넘는 절감 비율을 보이기도 하였다. 반면 초기 투자비용이 높은 대체에너지 기술은 국내외 사례 모두 적극적으로 적용되지 못하고 있었는데 태양광 발전 시스템과 지열 시스템은 공용공간을 통해 적용되어가고 있는 추세이다.

<표 15> 재료 및 자원부문 국내외 점수비교 —국내사례 —국외사례



재료 및 자원부문에서는 국내외 사례 모두 친환경인증자재의 사용과 재활용 보관시설의 설치 항목이 높은 점수를 보였다. 하지만 LEED의 친환경자재 항목에는 재활용자재와 지역 내 생산 자재, 속성 재발육 자재까지 포함되어 있어 국내사례들은 높은 점수를 받지 못했다. 그 외 GBCC는 자원의 낭비 방지를 위해 가변형 평면과 공업화 공법에 대한 항목이 있었고 LEED는 건설 후 폐기물에 관한 항목이 있어 자원이 재활용 되도록 하였다.

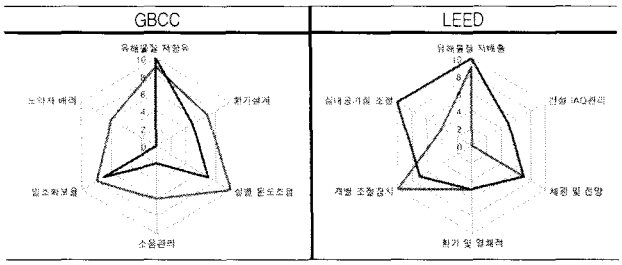
<표 16> 수자원부문 국내외 점수비교 —국내사례 —국외사례



수자원부문에서는 대부분의 사례들이 절수형기기들을 다양하게 도입하고 있었지만 대체에너지 기술과 마찬가지로 중수도 설치는 관련 설비를 건설하는 초기비용이 높기 때문에 국내외사례 모두 크게 적용하지는 못했다.

실내환경부문에서는 유해물질 저배출 자재 사용 항목에서 모든 사례들이 고르게 높은 점수를 받았다. 국내사례는 온도조절장치를 각 세대 내 실별로 설치하여

<표 17> 실내환경부문 국내외 점수비교 —국내사례 —국외사례



LEED 항목에서도 국외사례보다 높은 점수를 받았고 GBCC에 노약자 배려와 소음관리 항목이 포함되어 거주민의 쾌적성을 중심으로 평가하고 있음을 알 수 있었다.

(3) 소결

국내와 국외의 친환경 공동주택을 비교분석한 결과를 <표 18>로 정리하였다.

<표 18> 부문별 국내외사례 친환경요소 비교분석 결과

구분	국내사례	국외사례
토지이용	• 커뮤니티시설, 녹지와 생물 서식지 비율이 높음	• 이미 개발된 지역을 선택하여 자연환경에 미치는 영향 최소화하고 지역의 개발된 인프라 이용 • 용적률과 일조권 양호
교통	• 대중교통 근접성과 자전거보관소의 설치 양호 • 발전된 초고속 통신망 설치	• 대중교통 근접성과 자전거보관소의 설치 양호 • 대체운송수단 고려(카풀을 권장하는 승차장을 설치하고 단지 내 공용 자동차를 보유)
에너지	• 에너지 효율 양호 • 대체에너지 기술 적용 미비(점차 증가추세)	• 에너지 효율 양호 • 대체에너지 기술 적용 미비(점차 증가추세
재료 및 자원	• 친환경 인증제품 사용 • 재활용 보관시설 설치	• 친환경 인증제품 사용 • 재활용 보관시설 설치 • 재활용자재와 속성재발육 자재, 지역자재의 사용 • 건설 폐기물의 재활용
수자원	• 절수형기기 도입 • 중수도 설치 미비불필요 • 우수이용 양호	• 절수형기기 도입 • 중수도 설치 미비불필요 • 우수이용 양호
실내환경	• 유해물질 저배출 재료 사용 • 각 세대별 온도 조절장치 설치 • 노약자 배려 및 소음관리 양호	• 유해물질 저배출 재료 사용 • 각 세대별 온도 조절장치 부족

위의 표에 따라 국내 친환경 공동주택이 국제적인 LEED의 공동주택 수준에 도달하기 위해서는 첫째로 토지의 선택은 이미 개발된 지역으로 하여 환경에 미치는 영향을 최소화해야 하고 카풀과 같은 대체운송수단이 활성화될 수 있는 공간적 배려가 필요하다. 또한 건설폐기물 관리와 자재 선택에 유의하여 자원 낭비를 줄여 환경에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 노력이 요구된다.

4. 결론

이상의 연구를 통해서 국내외 친환경 공동주택 사례를 사례별, 항목별로 분석해본 결과 전체적으로 국내 친환경 공동주택 단지들은 가시적인 자연친화적 조경 조성과 친환경 인증제품 사용에 주력하는 반면 국외 친환경 공동주택 단지들은 실질적인 에너지 절감 비율을 높이고 수자원과 자원소비를 줄이는 등 건설로 인해 지역 내에 미칠 수 있는 영향을 최소화하고자 하는 노력을 중시한다는 차이점이 있었다.

이러한 결론을 통해 앞으로 국내 친환경 공동주택의 발전 방향을 다음 다섯 가지로 제안해보고자 한다.

첫째, 친환경 공동주택은 입주민이 자연을 가까이 느끼고 친환경에 대한 인식을 가질 수 있는 단지설계가 필요하다.

둘째, 친환경자재를 사용하여 환경보전에 일조하고 입주민의 건강에도 긍정적 효과를 주도록 해야 한다. 또한 친환경 자재뿐만 아니라 건설시 발생된 폐자재들을 재활용하고 지역자재의 사용을 우선으로 한다.

셋째, 대체에너지를 접목하여 공동주택 에너지 절감에 일조하도록 계획되어야 한다. 신재생·대체 에너지는 초기 설치비용이 많이 들지만 공동주택의 경우 하나의 설비 설치로 여러 세대가 사용 할 수 있어 효율적일 수 있다.

넷째, 국내 사례도 최근 설계된 단지의 경우 에너지절감을 40%이상 가능하게 하는 등 높은 친환경성을 보이고 있으나 아직까지는 국외 사례의 친환경성이 더 높다. 특히 건물의 건설로 인한 환경의 피해를 최소화하고자 하는 관리부문에서 외국 사례의 선진성이 보인다.

다섯째, 본 연구에서 국내외 공동주택의 친환경성 수준을 알아보았으니 앞으로는 국내에 적용 가능한 구체적인 친환경 기술과 설계에 관한 연구가 수반되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 데이코산업연구소, 친환경 건축, 그린홈 시장 실태와 주택업체 대응전략, 2010
2. 문화체육관광부, 녹색성장. 대한민국의 그린오션 전략, 2008
3. 유광흠, 친환경 근린개발을 위한 도시설계 기법연구, 건축도시공간연구소, 2009
4. 유광흠, 녹색건축 조성 활성화 방안, 한국법제연구원, 2010
5. 한국LEED연구소, LEED 미래의 건축, 2009
6. 김사라 · 남경숙, 재생공간을 위한 친환경 계획지침에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집 제13권 1호 통권24호, 2011.05
7. 김순분, 안산고잔 7차 푸르지오 친환경 사례, 한국그린빌딩협의회 추계학술강연회 논문집, 2006.11
8. 김자경 · 남경숙, 실내 환경오염 감소를 위한 건축마감 재료에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 v.16 n.2 통권61호, 2007.04
9. 김홍식, 친환경 주거단지의 계획방향 및 해외사례, 대한건축학회지 v.46 n.2, 2002.2
10. 이병석 · 윤석순, 한숲e편한세상 친환경건축물 사례소개, 한국그린빌딩협의회 추계학술강연회논문집, 2008.11
11. 이송현 · 황연숙, 친환경인증아파트 단위주거의 친환경적 계획요소 분석, 한국실내디자인학회논문집 제15권 6호 통권59호, 2006.12
12. 정지나 · 김용석 · 이승민, 국내 친환경 건축물 사례 분석, 한국그린빌딩협의회지 v.9 n.1, 2008.3
13. 조호규, 현대건설 힐스테이트 친환경 사례, 한국그린빌딩협의회 추계학술강연회 논문집, 2008.11
14. http://www.usgbc.org
15. http://huri.jugong.co.kr/ecohouse

[논문접수 : 2011. 08. 31]
[1차 심사 : 2011. 09. 15]
[게재확정 : 2011. 10. 07]