

특별 강연

건축물의 친환경 성능평가 기술현황 및 개발방향

태 성 호

<한양대학교 친환경건축연구센터>

1. 친환경건축 기술개발 필요성

지구온난화, 자원고갈, 공해 등 심각한 지구환경문제의 대두에 따라 지구환경보전을 위한 국제적 협약이 체결되어, 우리나라에게도 이에 대한 강제적인 준수가 요구되고 있다. 이에 따라 개발 위주의 국내 산업 정책은 에너지와 자원절감, CO₂ 배출 저감과 같은 친환경적인 개발정책으로 시급히 전환되어야 하는 시점에 있다. 특히, 건축 산업은 국내 전체 재료소비의 40%, 에너지소비의 24%, CO₂ 배출량의 42%, 전 산업폐기물의 30% 그리고 불법폐기물의 60%를 발생하는 환경 저해 산업임에도 불구하고 친환경적인 연구개발은 타 산업분야에 비해 매우 낙후된 실정이다. 따라서 국내 건축생산 활동은 지금까지의 단편적이고 반환경적인 개발정책을 지양하고, 건축물의 설계, 시공, 운영, 해체 등 건축물 Life Cycle 전체에 걸쳐 환경부하 저감과 거주환경성능 향상을 목표로 한 지속가능한 개발 위주의

새로운 패러다임으로 전환하는 것이 절실히 요구된다.

한편, WTO 체제 하에서 UN, OECD, ISO 등을 중심으로 한 국제단체는 CO₂ 저감에 의한 지구온난화 방지, 지속가능한 개발 및 LCA(Life Cycle Assesment)를 주제로 건축생산기술에 관한 연구를 활발히 진행하고 있으며 환경부하 저감 목표 및 실천기간 등의 강제 규정을 설정하고 있다. 또한 1999년부터 OECD 선진국들은 Sustainable Building Project를 수행하여 건축측면에서의 환경대책을 연구하고 있으며 기후변화 협약 등 환경관련 국제협약에 적극적으로 대처하기 위하여 국가적 차원에서 “건축물 환경성능 평가 프로그램”을 연구 개발하여 이를 “인증제도”로 발전시켜 활용하고 있다¹⁾.

국내에서도 2000년부터 시범적으로 시행해 오던 “주거환경 우수주택 인증제도(건설교통부)”와 “그린빌딩 인증제도(환경부)” 양 제도의 통합을 추진하여 2001년 12월에 통합제도의 명칭

- 1970년대 : 오일쇼크 이후 에너지 절약
(환경과 개발 : 환경영향평가, Amenity대책)
- 1980년대 : Sick House, 폐기물 대책
(지속가능 한 발전 문제 제기)
- 1990년대 : 지구온난화방지대책
(환경공생주택, Sustainable 건축 도입)
 - 1992년 : UN 기후변화 협약 도입(UNCED)
 - 1997년 : 교토 의정서 (COP3) 체결 (선진국)
 - (2008-2012년 CO₂ 90년 배출량 5% 감축 의무)
 - 1997년 : ISO 14000s (환경 Management)
 - 1998년 : OECD Sustainable Building 과제
 - 2005년 : 러시아 비준으로 교토의정서 발효

Fig. 1 지구 환경관련 국제 동향

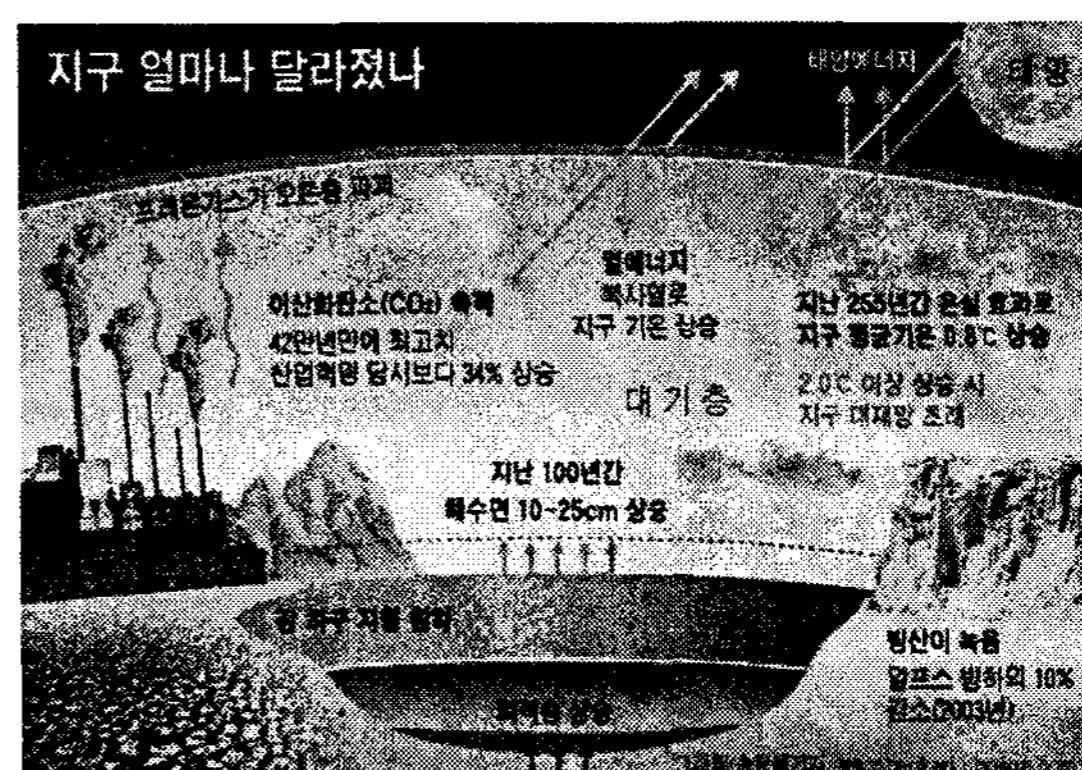


Fig. 2 지구온난화에 의한 환경변화

을 『친환경 건축물 인증제도(Green Building Certification Criteria, 이하 GBCC)』로 결정하고 친환경 건축물 인증평가 기준을 마련하였으나, 외국의 친환경건축 인증제도에 비교하여 다소 정성적으로서 선진화된 친환경건축물 성능 평가 시스템으로 발전하기 위한 국가차원의 지속적인 연구체계 구축이 필요하다고 판단된다.

2. 건축생산활동과 친환경건축

건설산업은 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 국내 GDP의 17%를 차지하는 국가 기간산업으로 전체 재료소비의 약 48%, 에너지소비의 40%를 차지하고 있는 대량소비 산업임과 동시에 CO₂ 배출량의 42%, 전 산업폐기물의 30%, 불법폐기물의 60%를 발생하는 환경저해산업으로서 CO₂ 저감을 목표한 친환경 건축 기술개발이 요구되고 있다. 또한, 도시 인구문제, 제한된 대지활용, 환경·공해문제를 해결하기 위하여 그동안 개발위주로 성장해 온 건설 산업은 환경보호를 위한 지속가능한 성장산업으로의 패러다임 변화가 요구되며 이를 위한 건축

적 해결방안이 필요하게 되었다. 또한, 건축공학기술에 의하여 친환경건축 생산시스템을 구현하기 위해서는 이미 진행되고 있는 고층 구조물에 Fig. 4와 같이 친환경기술을 융합하여 발전시키는 전략적 기술개발의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 건축을 친환경적으로 지속시키기 위해서는 Fig. 5와 같이 건축물의 설계, 시공, 운영, 해체 등 건축물의 Life cycle 전반에 걸친 건축 활동이 지구 환경에 미치는 영향을 명확히 평가하고, 대책을 수립하기 위한 친환경건축 생산기술 연구가 필요하다. 또한, 이는 순환형 건축생산시스템(Closed Loop) 속에서 구현될 수 있으며, 환경부하 저감 및 쾌적성 향상을 목표로 자원절감, 에너지절약, 장수명화, 재활용 등 첨단 친환경건축 기술을 사용하여 기존 개발 지상주의의 건설활동을 지속가능한 개발 위주의 새로운 패러다임으로 전환 할 필요가 있다. 한편, 지구환경보전을 위해서 건축부문에서의 자원절감, 에너지절약, 폐기물 절감, 내구성 향상 등의 친환경대책은 지구 환경부하를 저감시키면서 거주 환경성능을 향상시키는 방향으로 연구되고, 이를

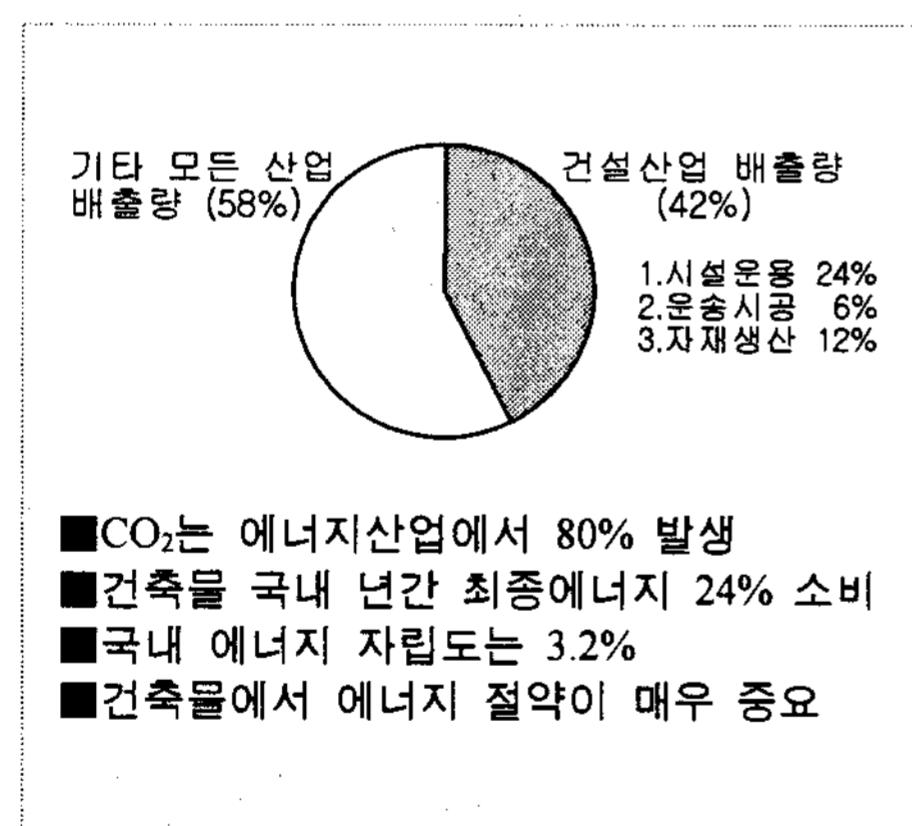


Fig. 3 건설산업의 CO₂ 배출 현황

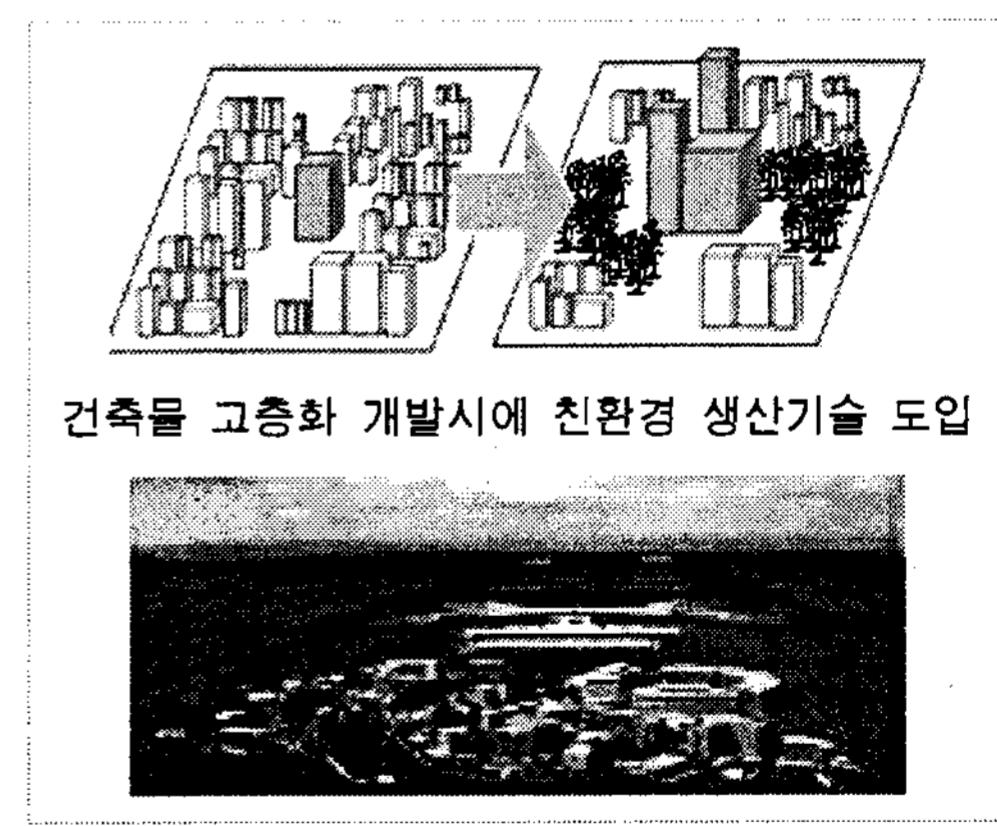


Fig. 4 건축공학기술과 환경기술 융합

Table 1 친환경건축 생산 활동 분야의 새로운 방향

건축 생산 활동 분야	기존 건축 생산 활동	→	친환경건축 생산 활동
건축 계획/구조 분야	과다설계, 자원 대량 투입	→	최적설계, 자원 절감, 삶의 질 향상
건축 환경/설비 분야	에너지 대량소비, 부하 발생	→	부하저감, 에너지 절약
건축 재료/시공 분야	공해 발생, 대량생산, 대량 폐기	→	공해저감, 최적생산, 공기단축, 재활용
건축 유지관리 분야	과다소비, 재건축	→	유지관리 비용 절감, 장수명화

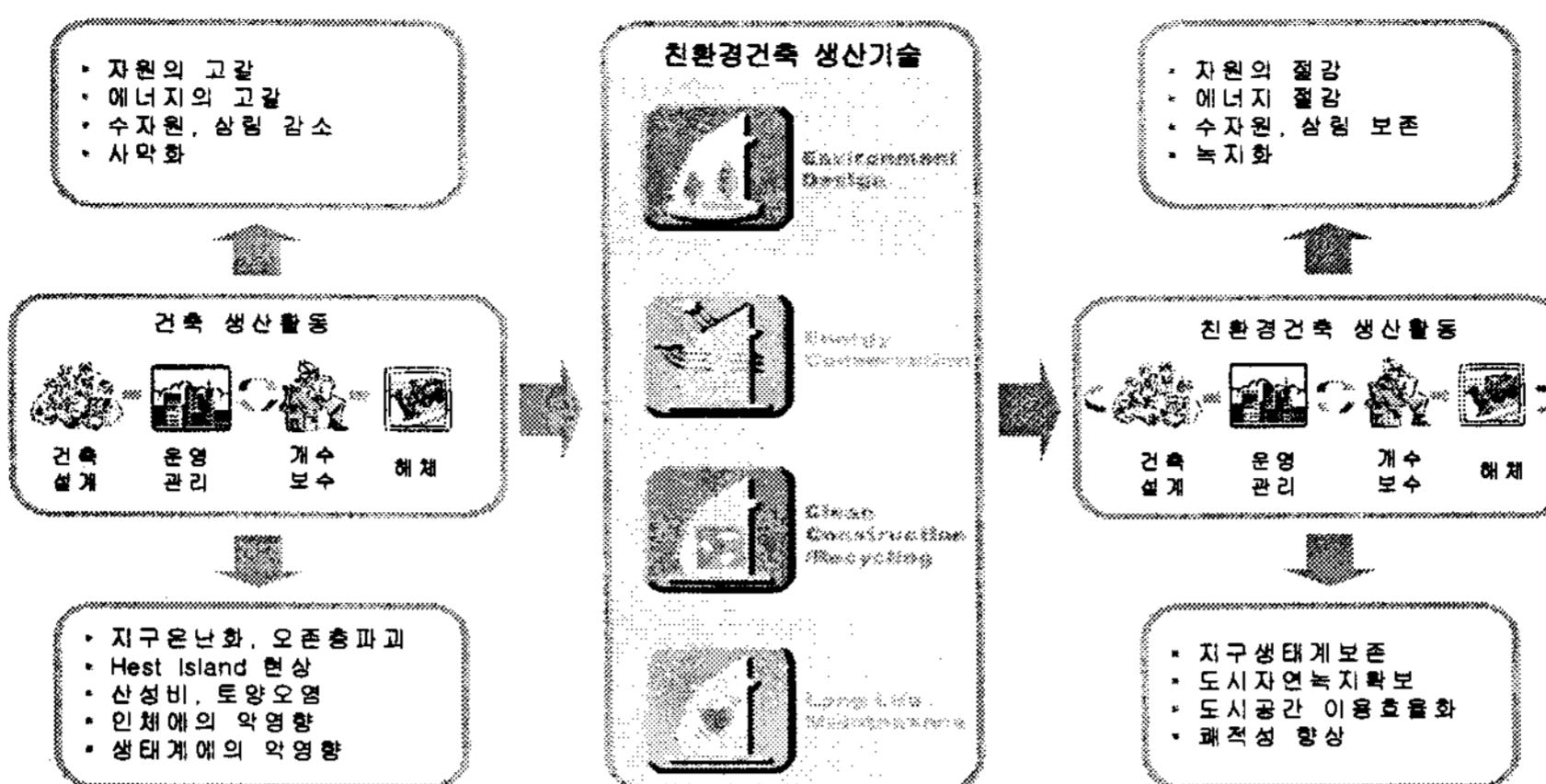


Fig. 5 친환경건축 생산 활동 개념

위해서는 건축물의 Life Cycle을 통하여 정량적인 평가방법 (LCCO₂ 평가 및 주거환경 성능 평가)의 정립이 요구되고 있다.

3. 국내외 친환경 건축물 성능평가

3.1 GBCC(Green Building Certification Criteria)²⁻⁴⁾

1997년 그린빌딩기술연구회의 그린빌딩인증기준(안)이 발표된 이후 대한주택공사 주택도시연구원, 크레비즈인증원(구, 능률협회인증원), 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원에서 친환경건축물 인증제도가 연구되었으며, 그 후 건설

교통부와 환경부의 친환경건축물 인증제도의 통합작업을 거쳐 2002년1월1일부터 공동주택(2006년 4월 11일 개정)에 대한 인증기준이 시행되었다. 현재는 주거복합 및 업무용 건축물(2003년1월1일), 학교시설(2005년3월1일), 판매시설 및 숙박시설(2006년9월1일)에 대한 인증기준이 시행되고 있다. GBCC의 평가항목은 건축물의 용도에 관계없이 4개 부문(①토지이용 및 교통, ②에너지·자원 및 환경부하, ③생태환경, ④실내환경), 9개 세부부문(①토지이용, ②교통, ③에너지, ④재료 및 자원, ⑤수자원, ⑥대기오염, ⑦유지관리, ⑧생태환경, ⑨실내환경)으로 구분되며 각각 서로 다른 평가항목 및 평가점수를 갖는다. 하지만 건축물의 용도에 관계없이 평가점수를 100점으로 환산한 값이 65점 이상 85점 미만이면

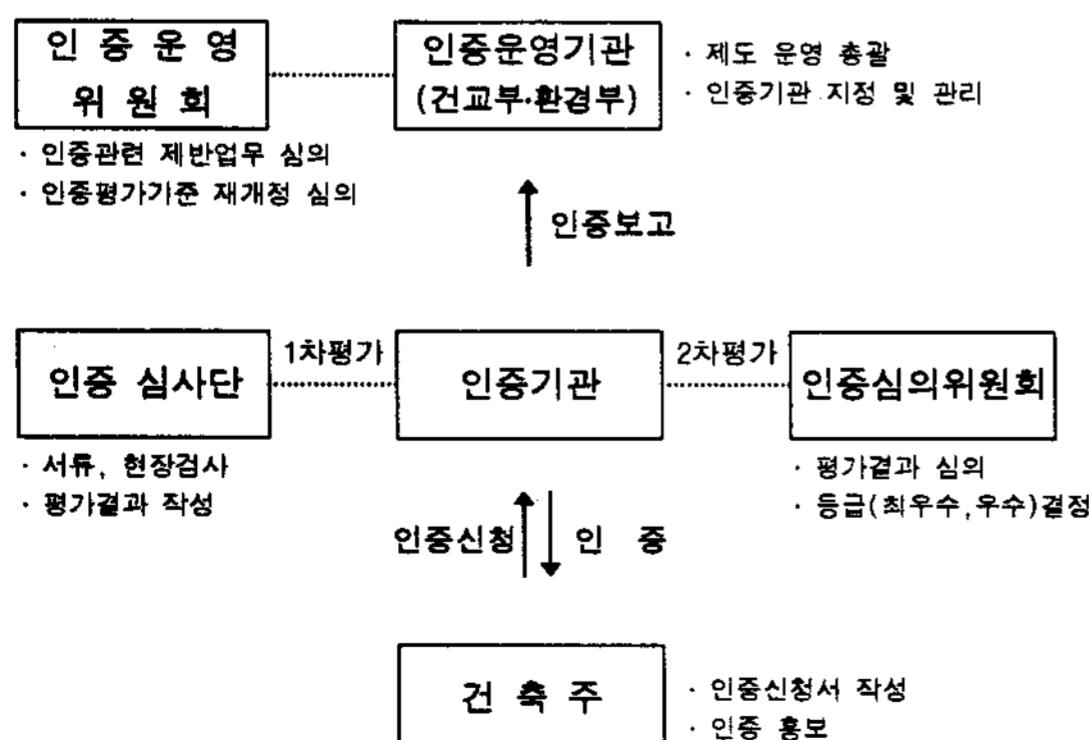


Fig. 6 친환경건축물 인증제도 운영체계

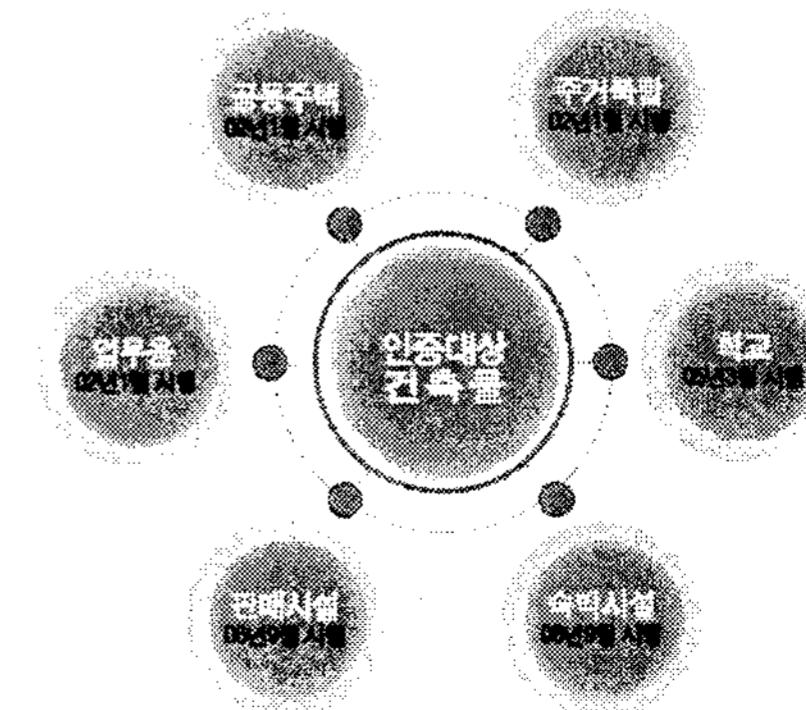


Fig. 7 친환경건축물 인증제도 대상 건축물

“우수”, 85점 이상의 경우는 “최우수”의 등급을 부여하는 방식을 채택하고 있다. GBCC는 Fig. 6과 같이 건설교통부와 환경부가 공동운영기관으로서 2년씩 교대로 제도를 운영하고 있다. 그리고 인증기관의 지정, 인증기준의 제·개정등 주요정책의 결정은 운영기관에서 운영하는 인증운영위원회에서 결정하게 된다.

GBCC에 의한 인증실적은 2006년3월31일 기준

으로 85건이었던 것이 2006년12월에는 204건으로 크게 증가하게 된다. 이러한 원인으로 2005년 11월8일의 건축법 제58조(친환경건축물의 인증)의 신설 및 2006년2월24일 주택공급에 관한규칙 13조(공동주택의 친환경건축물 인증에 대한 인센티브제도 추가)의 개정, 공포 등을 생각할 수 있다. 현재, 국내 친환경건축물 인증제도의 보급 및 정착을 위하여 친환경건축물 인증평가 전용

Table 2 GBCC의 인증등급

인증등급	심사점수	엠블렘	비고
최우수 친환경 건축물	85점 이상		100점 만점 (건축물별 추가점수)
우수 친환경 건축물	65점 이상		

Table 3 GBCC-공동주택의 부문 및 평가 항목

평가부문	세부부문	평가항목
토지이용 및 교통	토지이용	1. 생태적 가치 2. 토지 이용 3. 인접 대지 영향
	교통	1. 교통부하 저감
	에너지	1. 에너지 소자 2. 에너지 절약
에너지·자원 및 환경부하 (관리)	재료 및 자원	1. 자원 절약 2. 자원 재활용
	수자원	1. 수순환 체계 구축 2. 수자원 절약
	대기오염	1. 지구온난화 방지
	유지관리	1. 체계적인 현장관리 2. 효율적인 운영관리 3. 시스템 변경의 용이성
생태환경	생태환경	1. 대지 내 녹지 공간 조성 2. 생물 서식 공간 조성
실내환경	실내환경	1. 공기환경 2. 온열환경 3. 음환경 4. 쾌적한 실내 환경 조성 5. 노약자에 대한 배려

프로그램 개발과 더불어 제도적인 방안으로 공공시설의 친환경건축물 촉진방안 및 인센티브 부여방안이 제안되고 있다. Table 2와 Table 3에 각각 GBCC의 인증등급과 GBCC-공동주택의 부문 및 평가 항목을 나타낸다.

3.2 CASBEE(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)^{5,6)}

CASBEE는 2001년4월 일본의 국토교통성 지원하에 실시된 산학관(産學官) 공동 프로젝트의 성과물로 개발된 일본의 친환경 건축물 인증제도로서 건축물의 라이프 사이클에 걸친 지속 가능한 사회를 실현하기 위한 정책 및 시장 쌍방의 수요를 충족시키는 것을 목적으로 한다. Fig. 8은 부지에 건설되는 건물과 그 주위와의 관계를 가상폐공간의 개념을 이용하여 나타낸다. CASBEE는 부지환경 등에 의해 정의된 「가상 경계」에서 구분된 안과 밖 두 개의 공간에 각각 연관된 두 가지 요인, 즉 「가상폐공간을 넘어서 외부(공적환경)에 미치는 환경영향의 부(負)측면」과 「가상폐공간 내에서의 건물 사용자의 생활 패적도 향상」을 동시에 고려한 건축물의 통합적인 환경성능평가 시스템으로 이 두 가지 요인을 주요한 평가분야 Q와 L로 정의하고 각각을 구별하여 평가한다. 다음으로 건축물의 환경 품질·성능(Q)을 문자, 건축물의 환경

부하(L)를 분모로 하여 건축물의 환경성능효율(BEE : Building Environmental Efficiency)을 계산한다. 이러한 CASBEE는 CASBEE-0(기획), CASBEE-1(신축), CASBEE-2(기존), CASBEE-3(개수)으로 구성되며 이를 CASBEE-Family라 지칭하고 있다. 그 이외에도 CASBEE-HI(Heat Island)와 CASBEE-단기사용이 있으며 지역의 특성에 맞게 개발된 CASBEE-나고야, CASBEE-오사카 등이 있으나 모두 CASBEE-1(신축)을 모태로 개발되었으며 CASBEE-0(기획)은 현재 제작 중에 있다. 이러한 CASBEE의 친환경 성능평가는 4개의 주요 아이템(①에너지 효율, ②자원 효율, ③지역환경, ④실내환경)을 건축물의 환경품질·성능(Q, 건축물 가상의 내부공간)과 건축물의 환경부하 저감 성능(LR, 건축물 가상의 외부공간)으로 대별하여 평가하며 건축물의 친환경성을 5단계(S, A, B⁺, B⁻, C)로 평가한다. 현재, CASBEE는 건물의 용도 즉, 공동주택, 병원, 호텔, 사무소, 상점 등에 관계없이 하나의 통합전용 프로그램으로 개발되어 있으며 사용자가 건축물의 용도를 선정하면 각 건축물 용도별 평가 항목이 자동적으로 설정되며, 설정된 평가항목만을 평가하도록 되어 있다. Table 4에 CASBEE-신축의 평가부문 및 평가항목을 나타낸다.

- Q(Quality) : 건축물의 환경품질·성능
「가상폐공간 내에서의 건물 사용자의 생활 패적도 향상」을 평가

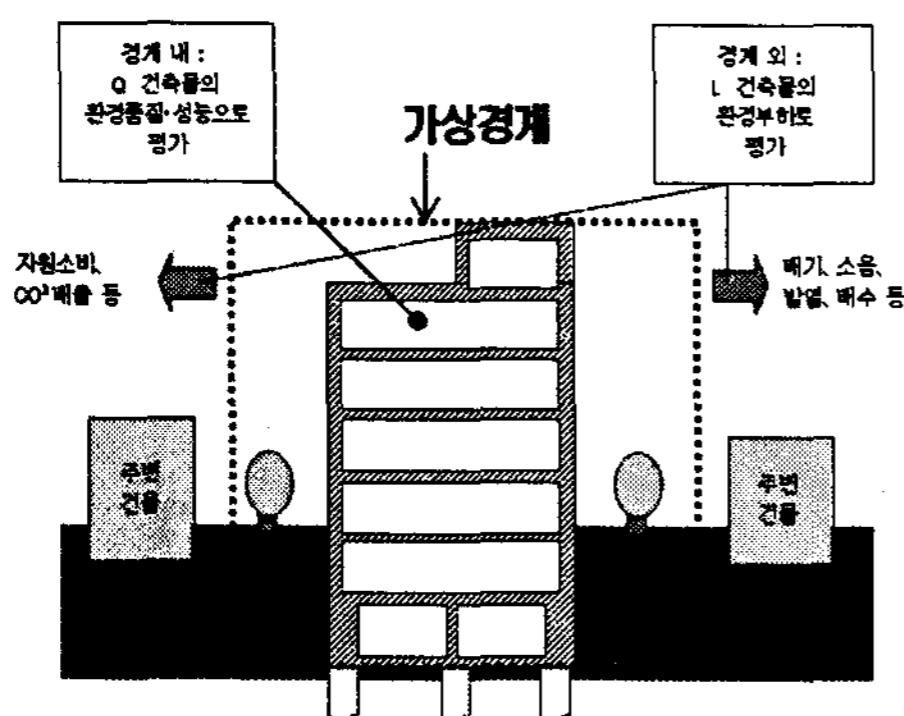


Fig. 8 환경품질·성능(Q)과 환경부하(L)를 이용한 건축물 평가 개념도

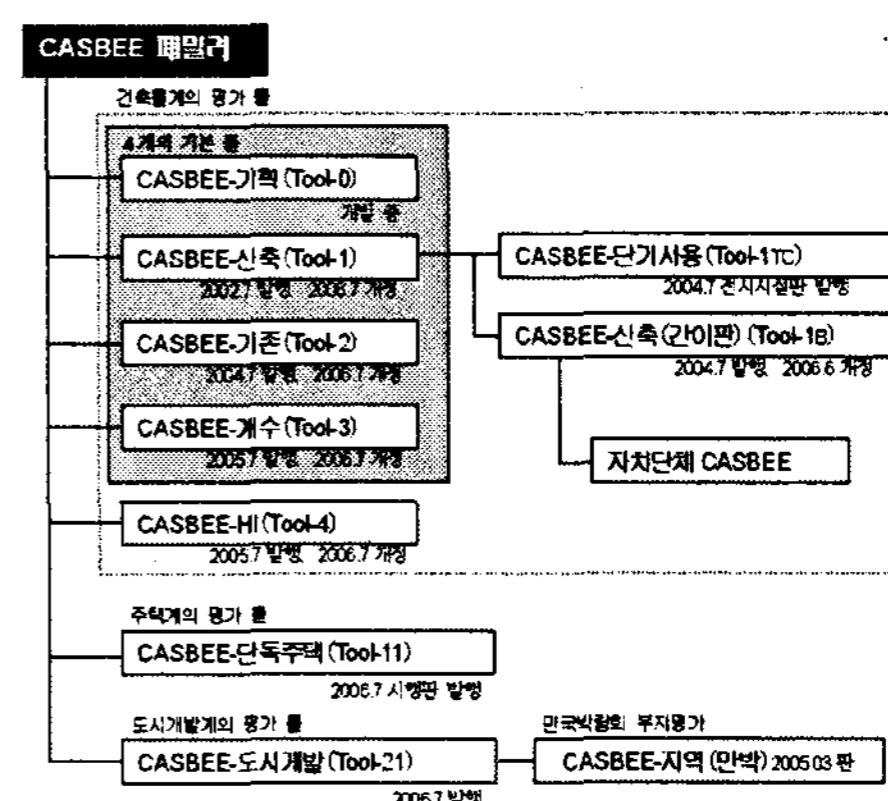


Fig. 9 CASBEE-패밀리의 구성

- L(Loadings) : 건축물의 외부환경부하
「가상폐공간을 넘어서 외부에 미치는 환경영향의 부 측면」을 평가

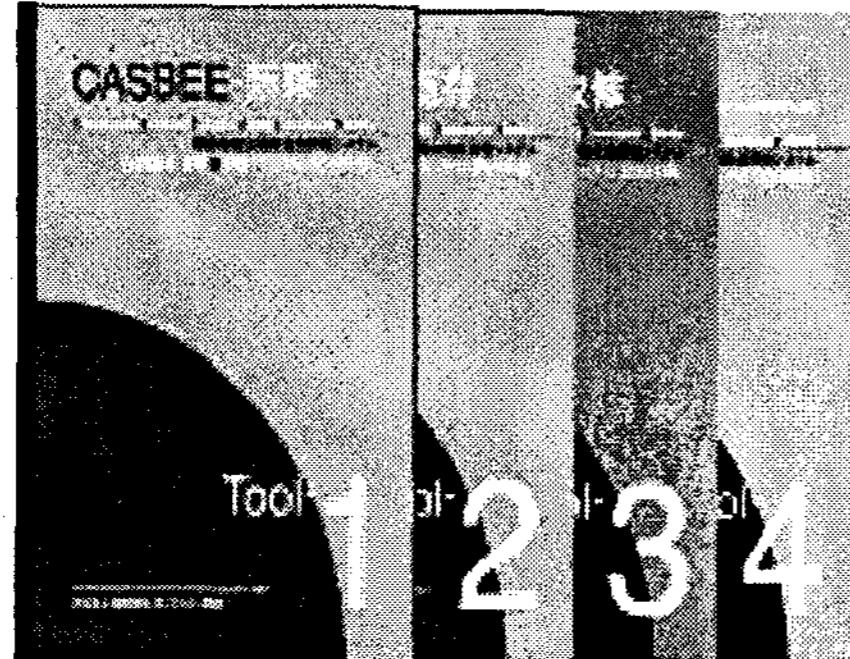


Fig. 10 CASBEE의 종류

- 환경성능효율(BEE) =
건축물의 환경품질·성능(Q)
건축물의 환경부하(L)

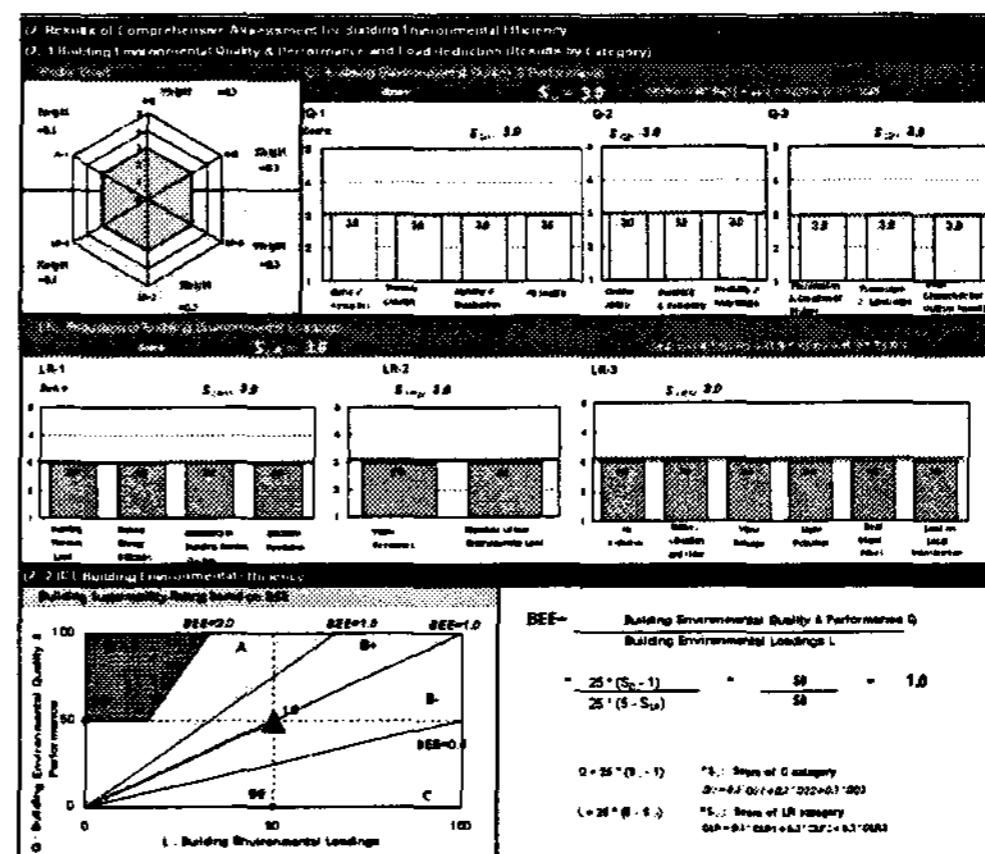


Fig. 11 CASBEE의 결과 시트

Table 4 CASBEE-신축의 평가부문 및 평가 항목

평가부문	세부부문	평가항목
Q 건축물의 환경품질·성능	Q-1 실내 환경	1. 음 환경
		2. 온열환경
		3. 광 환경
		4. 공기질
	Q-2 서비스성능	1. 기능성
		2. 내용성·신뢰성
		3. 대응성·갱신성
	Q-3 실외환경	1. 생물환경의 보전과 창출
		2. 경관의 배려
		3. 지역성·Amenity의 배려
LR 건축물의 환경 부하 저감성능	LR-1 에너지	1. 건물의 열 부하 억제
		2. 자연에너지의 이용
		3. 설비시스템의 고 효율화
		4. 효율적 운용
	LR-2 자원·재료	1. 수자원 보호
		2. 저 환경부하 재료의 사용
	LR-3 부지 외 환경	1. 대기·지하수·토양오염 방지
		2. 소음·악취방지
		3. 풍해·일조장해의 억제
		4. 광해의 억제
		5. 온열환경의 악화개선
		6. 지역 인프라 부하 억제

3.3 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)⁷⁾

LEED는 1993년 미국에서 조직된 USGBC(United States Green Building Council)에 의해 개발된 친환경건축물 인증제도로서 그린빌딩의 구성요소에 대한 명확한 분류와 표준을 제공하며 건물의 생애주기(life cycle)에 걸쳐 건물 전체적 관점에서 환경성능을 평가하고 있다. LEED 종류는 ① LEED-NC(신축, 리노베이션/증축), ② LEED-EB(기존), ③ LEED-CI(상업용 인테리어), ④ LEED-CS(코어와 건물외피), ⑤ LEED-H(저층주거), ⑥ LEED-ND(단지개발)로 구별되며 인증절차는 ① 프로젝트 등록단계, ② 기술적인 지원, ③ 건물 인증으로 분류된다. 한편, LEED는 조달청, 육해공군, 국무부, 에너지국 등의 미 정부 기관뿐만 아니라 캘리포니아, 뉴욕 등의 주정부기관, 시카고, LA 등 지방 자치 도시 내에서도 활발히 사용되고 있다. 또한 평가항목은 ①지속가능한 부지계획, ②수자원 효율, ③에너지 및 대기, ④자재 및 자원, ⑤실내환경의 질, ⑥디자인 혁신성으로 구별되며 총 69점(60개의 세부항목) 중 획득점수에 따라 Certified(26-32점), Silver(33-38점), Gold (39-51점), Platinum (52점 이상)의 4등급으로 분류된다. Table 6에 LEED 2.1의 부문 및 평가항목을 나타낸다.

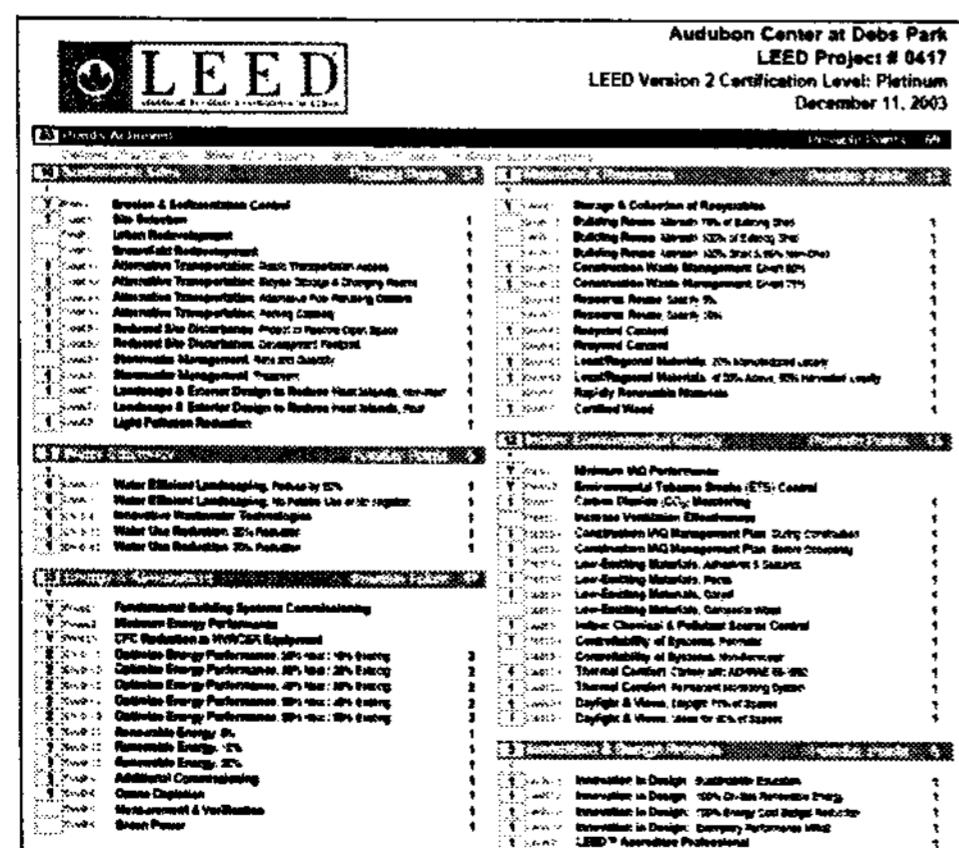


Fig. 12 LEED의 평가항목 결과 리스트

① 프로젝트 등록단계

- 실시 설계 전 등록을 권장

② 기술적인 지원

- Reference Package 지원
- Credit 관련 질의응답 등 의문사항에 대한 답변 고지

③ 건물 인증

- 인증서류 접수, USGBC에서 추가 자료 요청
- USGBC 검토 후 승인, 접수자의 재검토 요청

3.4 BREEAM(Building Research Establishment Environment Assessment Method)^{8,9)}

BREEAM은 BRE(Building Research Establishment Ltd.)와 민간기업이 공동으로 개발한 영국의 친환경건축물 인증제도로서 사무소, 주거, 학교, 공업시설, 상업시설의 5가지 용도에 대한 평가가 가능하다. 평가 부문으로는 ①관리, ②건강

Table 5 LEED의 인증등급

인증등급	심사점수
Platinum	52점 이상
Gold	39-51점
Silver	33-38점
Certified	26-32점

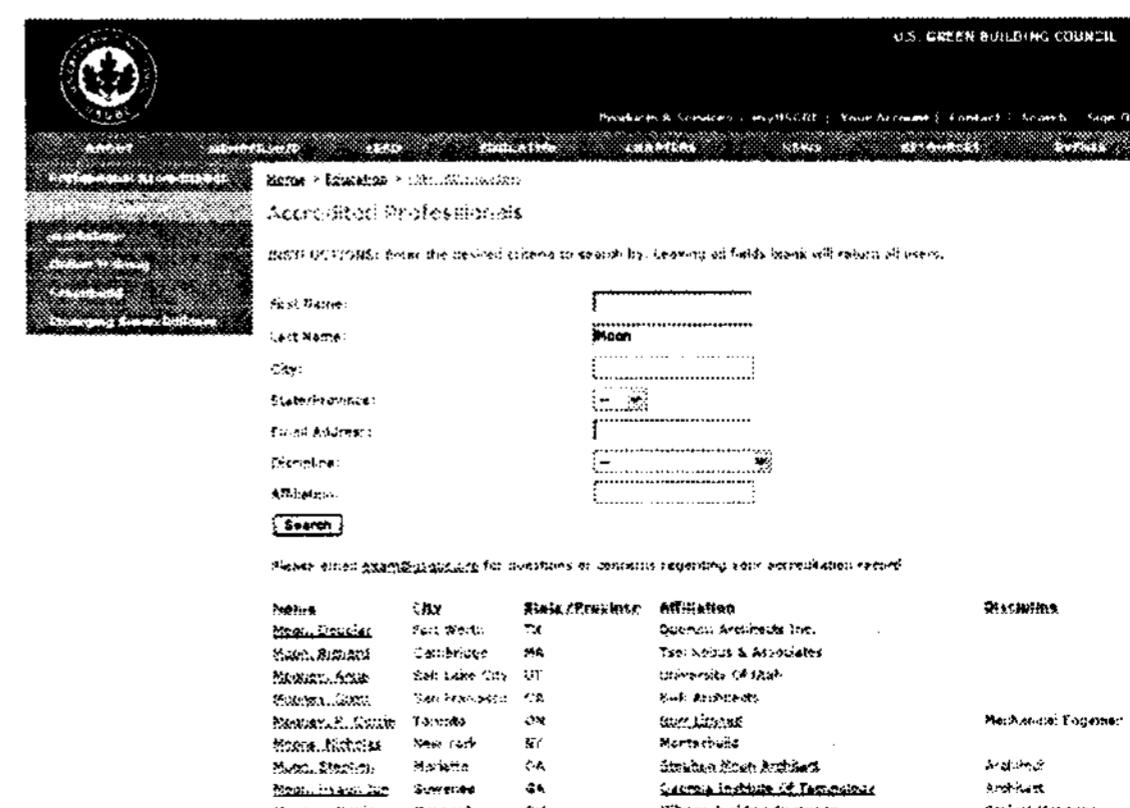


Fig. 13 LEED 평가 관리자 시스템

Table 7 BREEAM Office 2005의 부문 및 평가 항목

평가항목	사무소/주거건축물/공장
	관리
	건강 및 웰빙
	에너지
	생태
	오염
	교통
	자재
	수자원
	토지

및 웰빙(실내환경), ③에너지, ④생태, ⑤오염, ⑥교통, ⑦자재, ⑧수자원, ⑨토지로 구별되며 총 997점(65개 세부항목) 중 획득점수에 따라 PASS(235~405점), GOOD(385~550점) VERY GOOD(530~695점), EXCELLENT(675점 이상)의 4등급으로 분류된다. 이러한 BREEAM은 건물의 환경에 관한 질(Quality)을 측정하고 가시적으로 표현하며 건축주나 설계업자, 건설업자, 거주자, 유지관리업자를 대상으로 시장성과 평가도구로 활용되고 있다. Table 7에 BREEAM Office 2005(이하 BREEAM)의 부문 및 평가항목을 나타낸다.

상술한 국내외 친환경건축물 인증제도의 평가 항목 및 등급을 Table 8에 나타낸다. Table 8에 의하면 국내외 친환경건축물 인증제도는 개발국의 지역 및 환경적 특성의 영향으로 다소 상이한 평가항목도 있으나 크게 ①삶의 질에 대한 평

가그룹과 ②환경부하에 대한 평가그룹으로 구별할 수 있다. 이러한 ①삶의 질에 대한 평가그룹과 ②환경부하에 대한 평가그룹은 각각 ⑦실내환경에 대한 평가항목과 ⑤에너지에 대한 평가항목에 높은 배점을 부여하고 있으며 특히, 인간의 삶의 질을 평가하는 실내환경에 대한 항목은 건축물의 친환경 성능을 평가하는 중요한 지표로 사용되고 있음을 알 수 있다. 즉, GBCC와 CASBEE의 경우는 전체 평가항목 중 실내환경에 대한 평가비중이 가장 높으며 LEED와 BREEAM 역시 높은 평가비중을 차지하고 있다. 이것은 건축물의 친환경 성능에 대한 평가 자체가 실내환경의 평가결과에 의해 크게 좌우된다는 것을 의미하며, 실내환경의 정량적이고 효율적인 평가를 통하여 보다 현실적이고 효과적인 친환경건축물 인증제도로의 발전이 가능함을 의미한다고 생각된다.

Table 8 국내외 친환경 건축물 인증제도의 평가항목 및 등급

등급	GBCC-공동주택		CASBEE-신축		LEED 2.1		BREEAM-Office 2005	
	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)
1	실내환경	23	실내환경	20	에너지 및 대기	25	관리	16
2	에너지	17	에너지	20	실내환경의 질	22	건강 및 웰빙 (실내환경)	15
3	재료 및 자원	16	실외환경	15	지속 가능한 부지계획	20	에너지	14
4	생태환경	14	에너지	15	자원 및 자원	19	생태	13
5	수자원	10	자원 · 재료	15	수자원 효율	7	오염	12
6	유지/관리	7	부지 외 환경	15	디자인 혁신성	7	교통	10
7	토지이용	5					자재	10
8	대기오염	4					수자원	7
9	교통	4					토지	3
합계		100		100		100		100

Table 9 국내외 친환경 건축물 인증제도의 비교¹⁰⁾

구분	국 내			외 국			
명칭	친환경건축물 인증제도	주거환경 우수주택 인증제도	그린빌딩 인증제도	BREEAM	환경공생 주택	LEED	SBTool
국가	한국	한국	한국	영국	일본	미국	캐나다 등 19개국
개발 기관	대한주택공사, 한국에너지 기술연구원, 한국능률협회 인증원	대한 주택공사 주택도시 연구원	한국능률협회 인증원	BRE	주택건축성 에너지기구	USGBC	GBC
적용 대상	모든 건축물	주거단지	모든 건축물	사무소, 상점, 주택 , 공공건물 등	단독주택, 주택단지	사무소, 학교, 고층주택	사무소, 학교, 공동주택
주요 평가 항목	토지이용 및 교통, 에너지·자원 및 환경부하, 생태환경, 실내환경, (유지관리)	토지이용 및 교통, 에너지 및 자원, 생태환경, 실 내환경	자원소비, 환 경부하, 실내 환경, 장기내 구성, 공정관 리, 균린환경 적합성	건강과 쾌적성, 에너지, 교통, 수자원, 재 료, 대지의 이용, 대지의 생태, 오염, 운영관리	에너지절약 성능, 내구 성, Barrier free, 실내공기의 질	대지계획, 에너 지효율, 재료와 자원의 절약, 실내환경 의 질, 수자원보 호, 디자인 및 건설프로세스	자원소비, 환 경부하, 실내 환경, 장기내 구성, LCM프로세 스, 균린환경 의 적합성
평가 시점	사업승인·건 축허가후(예 비인증)/사용 승인·사용검 사후(본인증)	사업승인후 (예비), 준공 후(본인증)	실시설계 후(예비인증), 준공 후 (본인증)	실시설계 후	실시설계	실시설계	-
인증 등급	2등급 (최우수, 우수)	3등급 (1,2,3)	시범인증시 등급 없음	4등급 (excellent, ver y good, good, fair)	-	4등급(백금, 금, 은, 인증)	-
유효 기간	5년	-	3년	-	3년	5년	-
특징	건축물의 종류별 인증지표 개발 및 2단계 평가시스템 구축	국내 주거단지 평가에 적합한 고유 평가모델	GBTool을 바탕으로 국내여건에 맞게 수정	-	필수요건과 제안유형으 로 구분	-	컴퓨터프로그 램으로 개발

4. 친환경 건축물 인증제도 사례 및 활용

4.1 친환경 건축물 인증제도[GBCC] 적용 사례¹¹⁾

현재까지 GBCC에 의해 예비인증을 받은 건축물은 많으나, 본 인증을 받은 건축물은 그다지 많지 않은 실정이다. 본 원고에서는 GBCC에 의해 본 인증을 받은 삼성동에 위치한 I'PARK와 안산고잔 7차 푸르지오의 친환경건축물 인증사례를 소개한다.

■ I'PARK 삼성동

(1) 건물개요



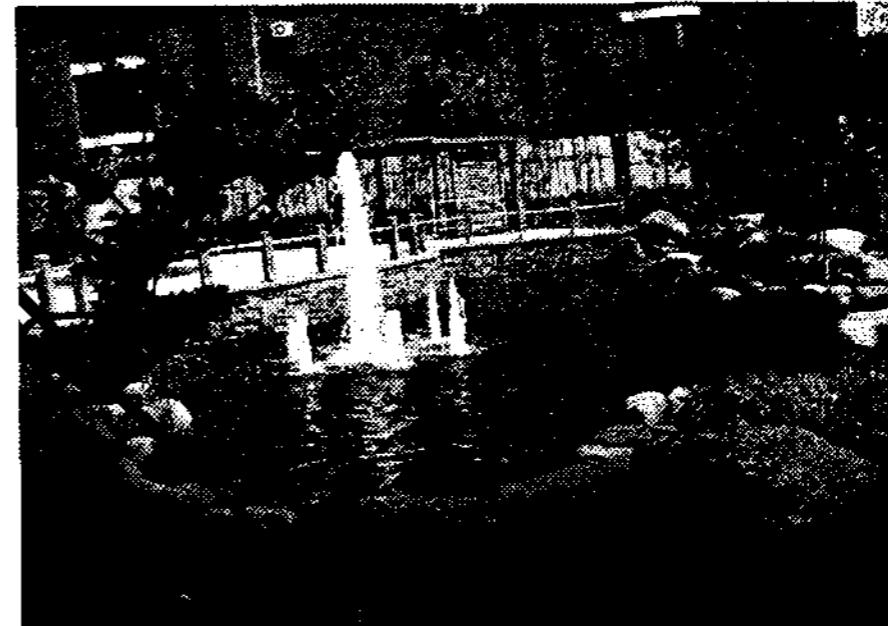
- 건축물명 : I'PARK 삼성동
- 용적률 : 296.32%
- 위치 : 서울강남구 삼성동 87
- 조경율 : 50.63%
- 시행자 : 현대산업개발(주)
- 세대수 : 449세대
- 대지면적 : 32,259m²
- 건축면적 : 2,960.50m²
- 연면적 : 146,482.92m²
- 건폐율 : 9.18%

(2) 평가항목별 친환경 건축 기술 적용 현황

내용	주요사항
토지 이용 및 교통	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 중심(COEX블록)까지의 접근성 양호(약 800m) • 자전거 도로 및 자전거 보관소 설치 • 보행자 전용도로 계획(길이 350m) • 지하철과 버스 등 대중교통으로의 접근성 양호 • 커뮤니티센터 설치
에너지자원 및 환경부하	<ul style="list-style-type: none"> • 라이프 사이클을 고려한 가변형 평면 계획 • 음식물 쓰레기 탈수기 및 생활폐기물보관시설 설치 • 초고속정보통신 1등급 및 인터넷 생활컨텐츠 제공 • 생활용 상수 절감(초절수형 양변기) 및 투수성 포장 • 친환경 자재의 사용(환경마크, GR마크획득 제품) • 건설신기술 및 공업화 공법 적용 • 중수도 설치(실개천 용수로 활용)
생태환경	<ul style="list-style-type: none"> • 수생비오톱(실개천, 연못) 및 육생 비오톱 조성 • 50%의 높은 녹지공간률 • 단지 내부의 연속된 녹지축 조성 • 생태환경을 고려한 인공녹화 : 옹벽, 벽면, 담장녹화
실내환경	<ul style="list-style-type: none"> • 휘발성 유기물질 저방출 자재의 사용 • 실별 온도 조절장치 전세대 설치 • 세대간 경계벽 차음성능 양호 • 세대내 일조확보율 양호



<중수를 실개천 용수로 활용>



<수생비오톱(연못)>



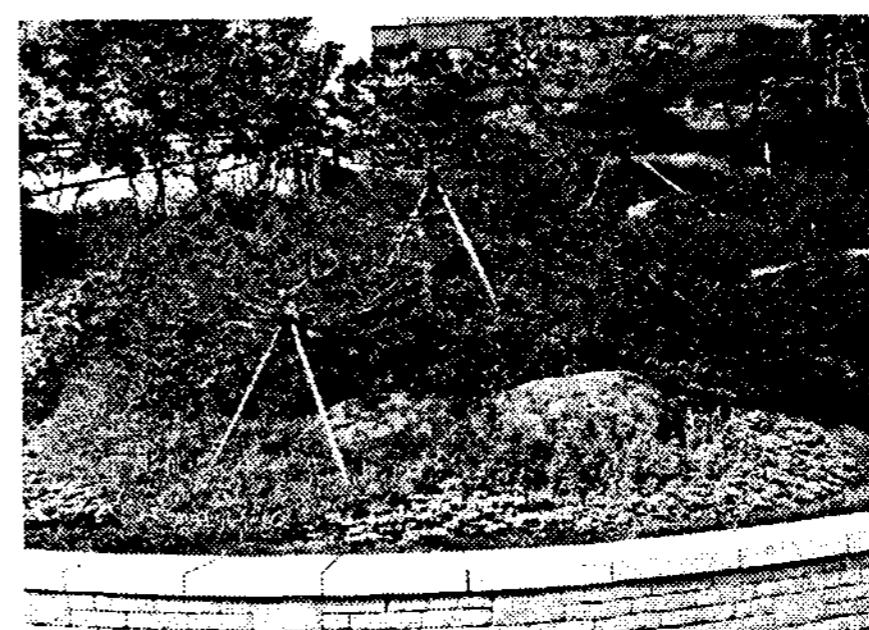
<수생비오톱과 실개천>



<정화식물>



<선큰광장 주변 육생비오톱>



<옹벽대체 사면녹화>



<보행자전용도로(잔디블럭+고무침포장)>

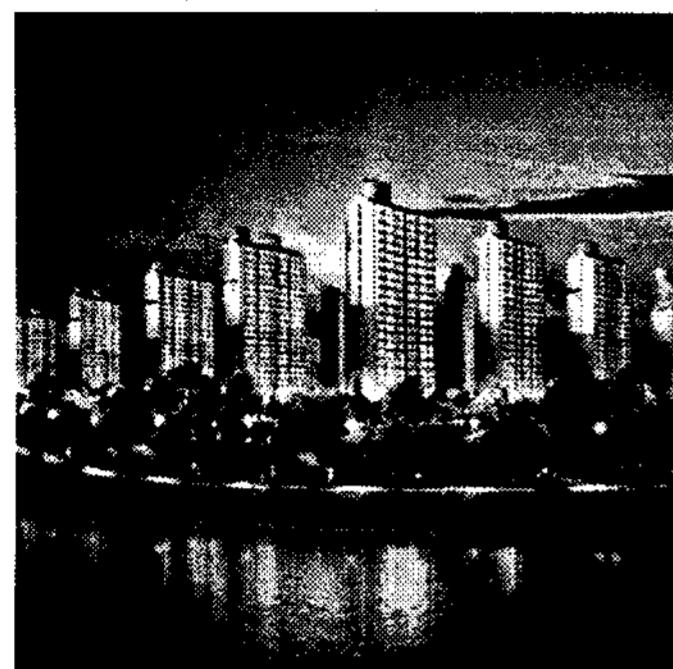


<가변형 벽체>

Fig. 14 I'PARK 삼성동의 친환경 요소 적용

■ 안산고잔 7차 푸르지오

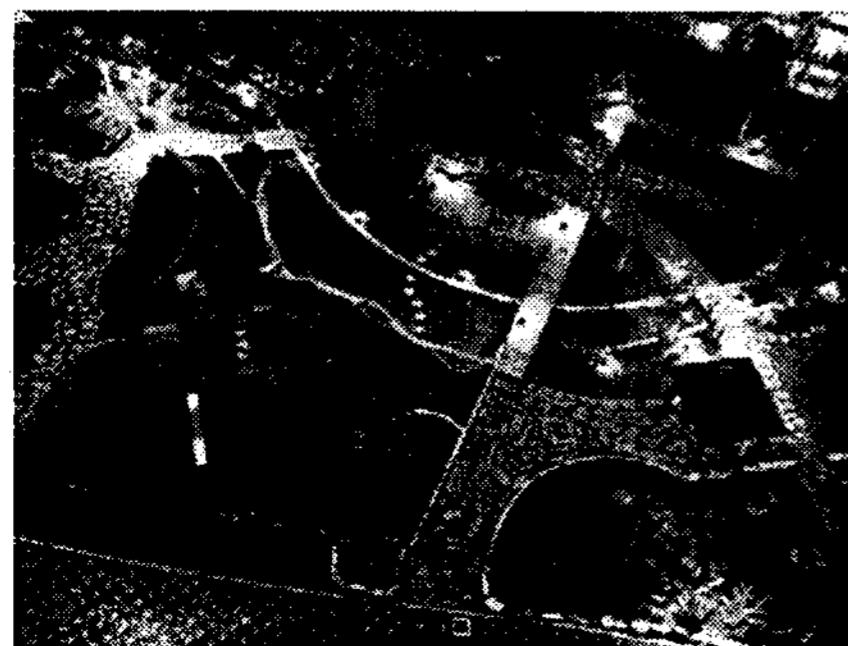
(1) 건물개요



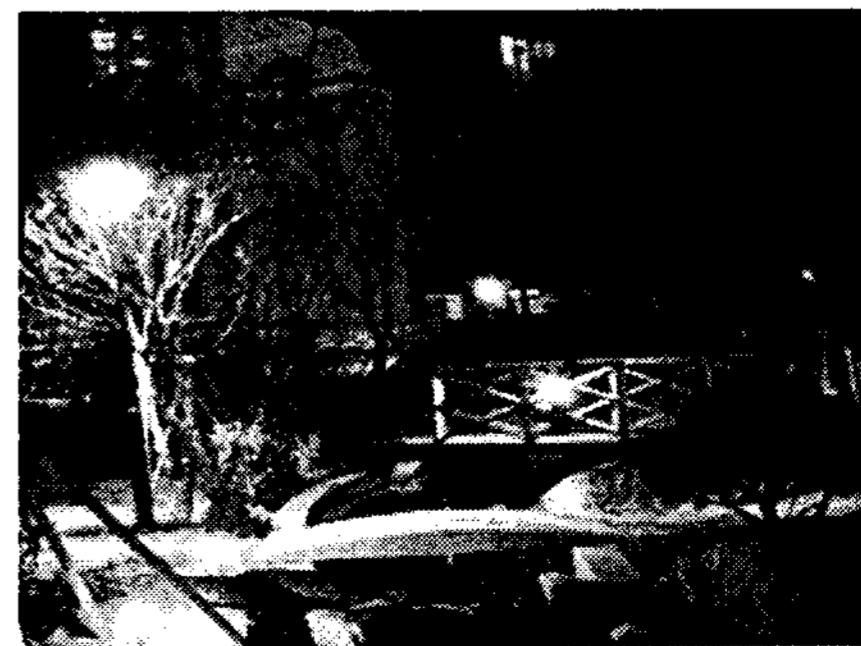
- 건축물명 : 안산고잔 7차 푸르지오
- 위치 : 경기도 안산시 상록구 사동 1510
- 시행자 : (주)대우건설
- 대지면적 : 90,736.00m²
- 건축면적 : 10,837.258m²
- 연면적 : 220,726.039m²
- 건폐율 : 11.94%
- 용적률 : 198.31%
- 조경율 : 35.10%
- 세대수 : 1,312 세대

(2) 평가항목별 친환경 건축 기술 적용 현황

구분	주요계획요소
토지 이용 및 교통	<ul style="list-style-type: none"> • 단지내 보행자 전용도로 설치 및 커뮤니티시설과 연계 • 단지가 근린공원과 근접하며, 연계를 고려한 보행자전용도로 계획 • 자전거도로 • 커뮤니티시설
에너지자원 및 환경부하	<ul style="list-style-type: none"> • 80% 이상의 투수성 포장으로 우수부하 절감 • 절수형 위생기구를 적용하여 생활용 상수절감율을 30% 이상 절감 • 세대내의 주거공간에 고속정보통신설비와 첨단생활 설비 채택
생태환경	<ul style="list-style-type: none"> • 인공환경을 입면녹화기법으로 벽면과 담장녹화 관리동 옥상녹화, 쓰레기시설물 옥상녹화 • 단지내부 연속된 녹지축 조성 및 단지외부녹지와 연계시킴 • 수생비오톱 및 육생비오톱을 조성하여 다양한 생물의 서식지를 조성
실내환경	<ul style="list-style-type: none"> • 각 실별 자동온도조절장치 적용 • 발코니 녹지공간 • 화장실 미끄럼 방지 바닥 등



<중앙공원>



<초화가든>

Fig. 15 안산고잔 7차 푸르지오 친환경 요소 적용

4.2 일본 정부의 친환경건축물 인증제도 (CASBEE) 활용방안

(1) 정부시설발주에 따른 CASBEE 활용

일본 국토교통성은 2004년 6월에 환경행동계획을 제정하여, CASBEE의 개발·보급, 제3자 인증제도의 창설, CASBEE 전문지도자의 육성, 지방공공단체에의 보급지원 등을 하고 있다. 또 동년 7월에 제정된 관청영선(官廳營繕)그린 프로그램에는 그린청사 계획지침(1998년 3월 제정)의 개정에 맞춘 CASBEE 활용이 포함되어 있다. 이 것에 근거하여 출판된 「그린청사기준 및 동해설」¹²⁾에는 CASBEE-신축(간이판)이, 「그린 진단·개수계획기준 및 동해설」¹³⁾에는 CASBEE-개수가 편성되었다. Fig. 16은 「그린청사기준 및 동해설」에 게재되어 있는 연면적 3,000m²의 모델청사의 각 설계사양마다의 CASBEE와 $\Delta LCCO_2$ (라이프사이클 이산화탄소 배출 삭감률), ΔIC (초기건설비 증가율)의 관계를 BEE (건축물의 환경효율) 일람표상에 나타낸 것이다. 1990년 당시의 표준설계사양의 모델청사 BEE값은 0.9(B 등급)로 현재의 평균적인 사무소 빌딩과 거의 동등한 수준으로 되어 있다. 이 모델청사를 현재의 표준설계사양으로 설계한 경우에는, BEE값이 1.4(B+등급)로 오르는 동시에 $\Delta LCCO_2$ 는, 1990년 당시의 표준설계사양의 경우에 비해 5% 삭감된다. 한편 그 때문에 ΔIC 로써 1%환경대책 예산이 필요하게 된다. 게다가 현장의 범용적인 환경기술을 포함한 그린청사 예의 BEE값은 2.1(A등급)로 오르는 동시에 $\Delta LCCO_2$ 는 15% 삭감되어 ΔIC 로 3% 환경대책예산이 필요하게 된다. 이처럼 지금까지 명시적이지 못했던 CASBEE 와 $LCCO_2$ 삭감률, 환경대책예산의 관계도 검사할 수 있게 되었다.

일본 국토교통성 대신 관방 관청 영선부가 2005년부터 발행하기 시작한 「국토교통성 관청 영선 환경 보고서」에는 Fig. 17과 같은 형식으로 정부가 발주한 전국의 주요청사의 CASBEE와 $LCCO_2$ 제언성능이 공표되어 있다. Fig. 18은 2개년 분의 환경보고서에 개시되어 있는 양자의 관계를, BEE값을 가로축으로, $LCCO_2$ 삭감률을 세로축으로 하여 그래프 위에 나타낸 것이다. 15건의 실청사의 BEE값은 1.2~2.1(B+~A등급), $LCCO_2$ 삭감률은 7~30%에 분포되어 있다. 실청사의 개시 데이터가 차후 늘어가면 BEE값과 $LCCO_2$ 삭감률의 관계성이 명확하게 될 것으로 기대된다.

한편, 2006년에 실시된 관사의 설계·시공사업자 공모에서는 설계요건으로서, CASBEE의 평가항목마다의 레벨이 제시되어 담당 예정기술자의 자격으로서 CASBEE 평가원 등록번호 등의 기입란이 추가되었다. 이후 정부뿐만 아니라 자치단체 및 민간의 설계공모, 제안에까지 확장되어 큰 시장변혁으로 확대될 것으로 기대된다.

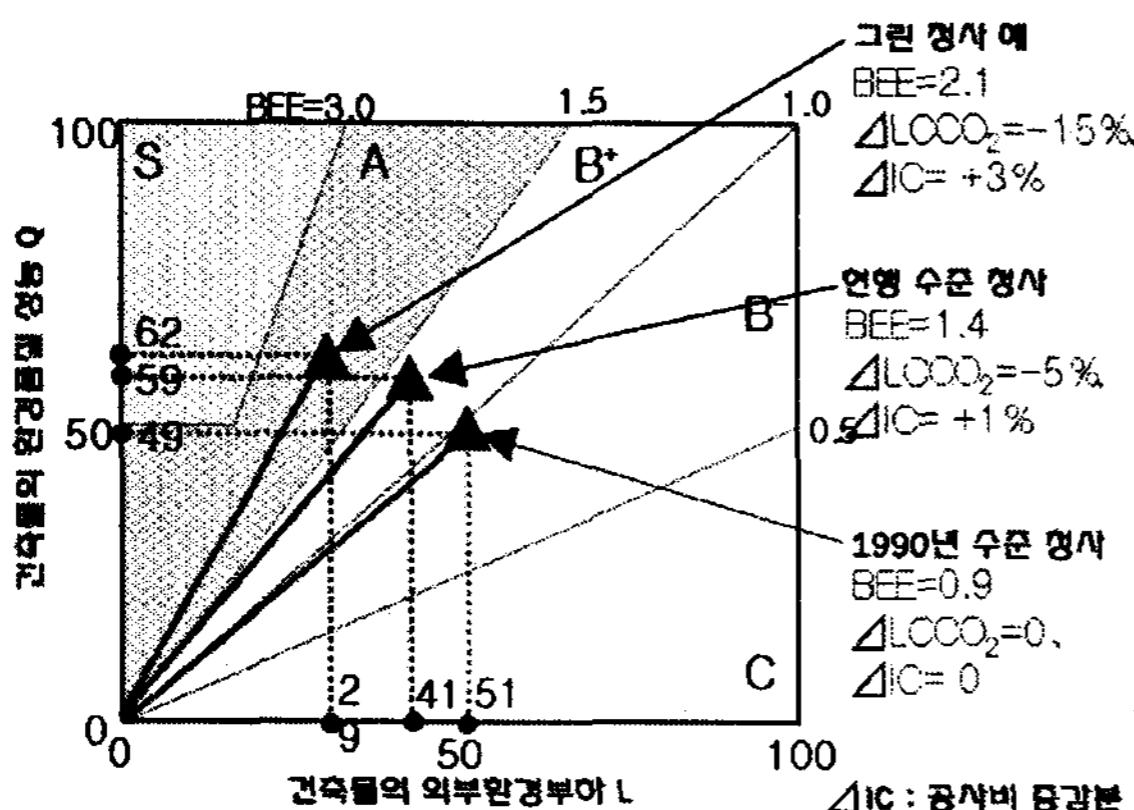


Fig. 16 청사에서의 CASBEE, $LCCO_2$ 삭감률, 공사비 증감분의 관계의 검토 예

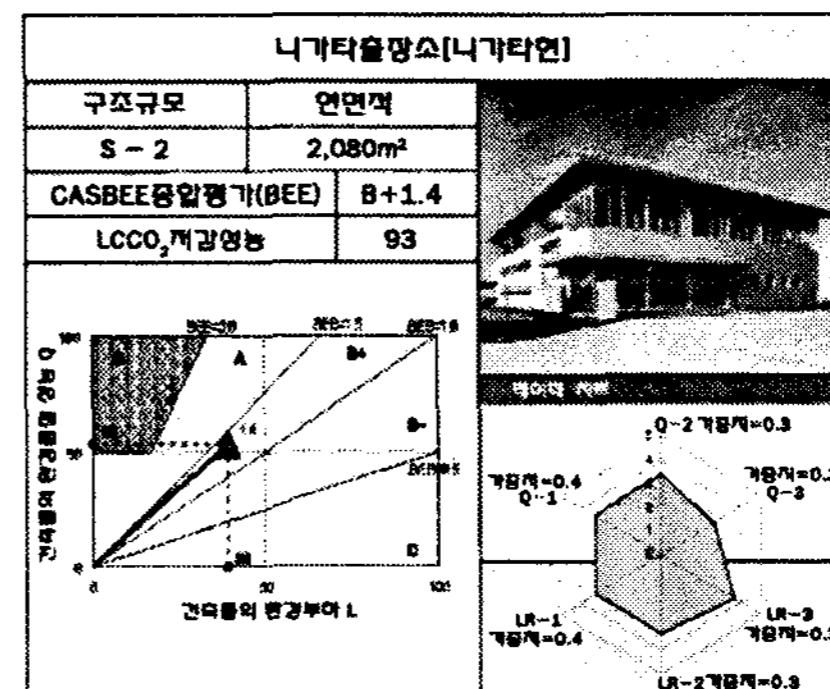


Fig. 17 청사의 CASBEE, $LCCO_2$ 저감성능 정보 표시 예

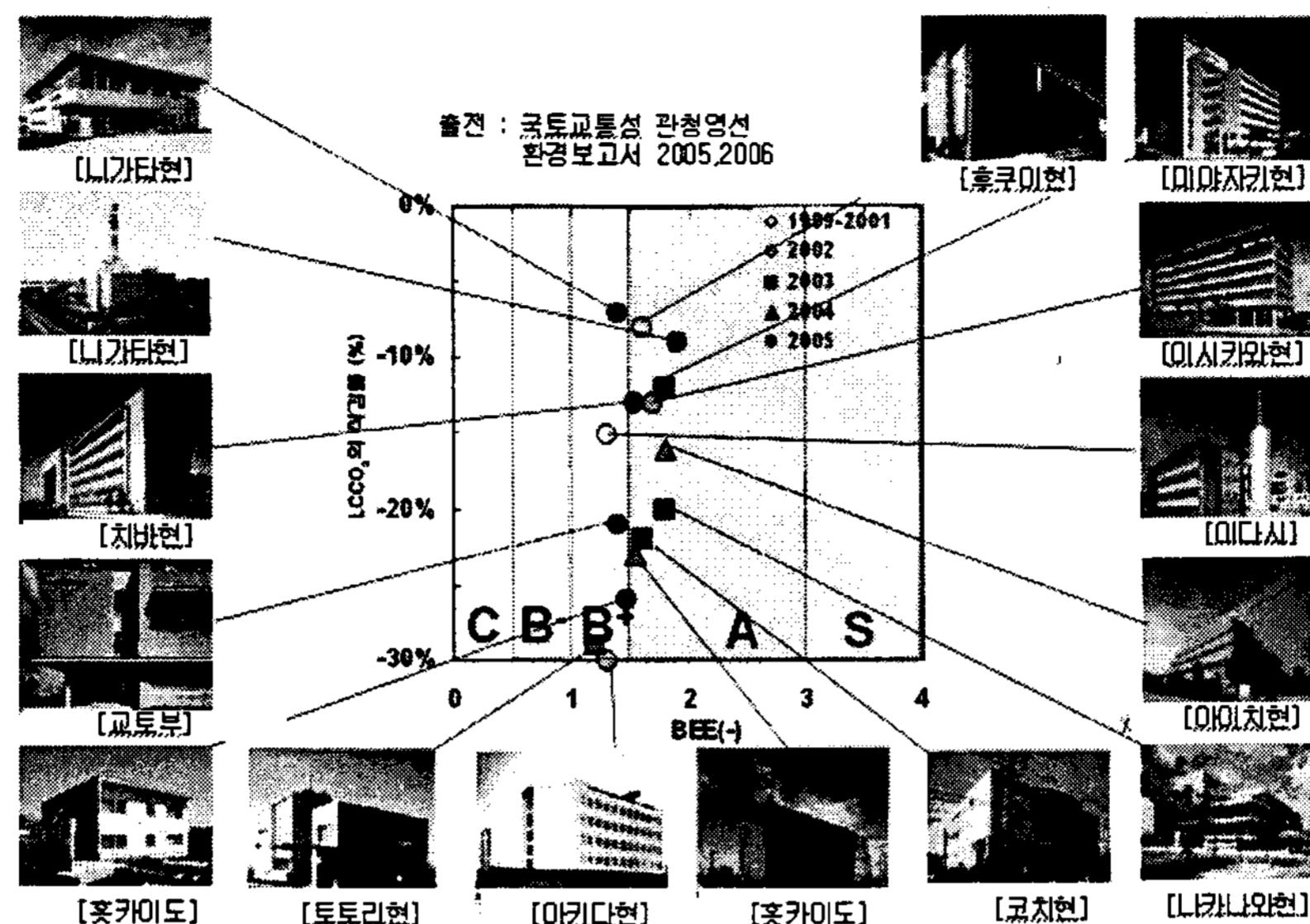


Fig. 18 국토교통성 환경보고서에 소개된 전국 청사의 LCCO₂ 삭감률

(2) 자치단체의 시설발주에 따른 CASBEE 활용

지방 자치단체에서는 나고야시가 2004년 4월에 환경보전조례에 기준하여 건축확인 신청 전 CASBEE 평가의 의무를 시행한 것을 시작으로 오사카시(2004년 10월), 요코하마시(2005년 4월), 교토시(2005년 10월), 교토부(2006년 4월), 오사카부(2006년 4월), 고베시(2006년 8월), 나가사키시(2006년 10월), 효고현(2006년 10월) 등 많은 자치단체에서 활용되어 점차 전국의 자치단체로 확산되어 가고 있다. 한편, 자치단체의 공공시설의 신축·개수사업에 최초로 활용한 것이 도쿄도 재무국 건축보전부이다. 지구온난화 방지를 위해 도유시설 환경배려 정비지침에 의거하여 CASBEE를 이용한 도청사, 도립고교, 도립병원을 중심으로 한 도유 시설환경·원가평가 시스템을 개발·활용하고 있다.¹⁴⁾ Fig. 19는 정부의 청사와 도쿄도의 청사, 병원, 고등학교의 모델 시설을 대상으로 하여 각 시설사양마다의 CASBEE의 BEE 값과 LCCO₂ 삭감률의 관계를 나타낸 것이다. ○표시가 청사의 검사 결과로, 회귀직선을 보면 BEE 값이 0 부근(B⁻등급과 B⁺등급의 사이)을 기준으로 하여 BEE 값이 1.5 부근(B⁺등급과 A등급의 사이)에서 LCCO₂ 삭감률이 10%, BEE 값이 3 부근(A등급에서도 최상위)에서 LCCO₂ 삭감률이 30% 정도라는 관계를

알 수 있었다. 또, 병원과 고등학교에서는 건물의 용도나 표준적인 설계사양의 차이를 반영하여 약간 다르지만, BEE 값이 큰 만큼(CASBEE의 등급이 향상하는 만큼) LCCO₂의 큰 삭감이 예상되는 것을 나타내고 있다.

한편, Fig. 20은 같은 검사 케이스에 대해서 세로축을 에너지 절약, 장수명화, 친환경 재료 채용 등의 환경대책 도입에 의한 초기 공사비 증가율로 나타낸 것이다. ○표시의 청사를 예로 해설하면, BEE값이 0 부근(B⁻등급과 B⁺등급의 사이)을 기준으로 하여, BEE 값이 1.5부근(B⁺등급과 A 등급의 사이)에서 환경대책 도입을 위한 초기 공사비 증가율이 3%정도, BEE값이 3부근(A등급에서도 최상위)에서 15%정도라는 관계를 알 수 있었다. 또, 병원과 고등학교에서는 건물의 용도나 표준적인 설계사양의 차이를 반영하여 약간 다르지만, BEE값을 크게 하기(CASBEE의 등급이 향상한다) 위해서는 환경대책도입을 위한 예산확보가 필요하게 된다는 것을 나타내고 있다.

후쿠시마현도 2006년 11월에 환경공생건축계획·설계지침¹⁵⁾을 정하여 CASBEE를 활용하기 시작했다. 차후 많은 자치단체에서 같은 수법이 채용된다면 갖가지 기상조건에 따른 많은 모델 시설에서의 검사 예가 축적됨과 더불어 CASBEE가 공공시설발주에도 큰 변혁을 가져올 것으로 기대된다.

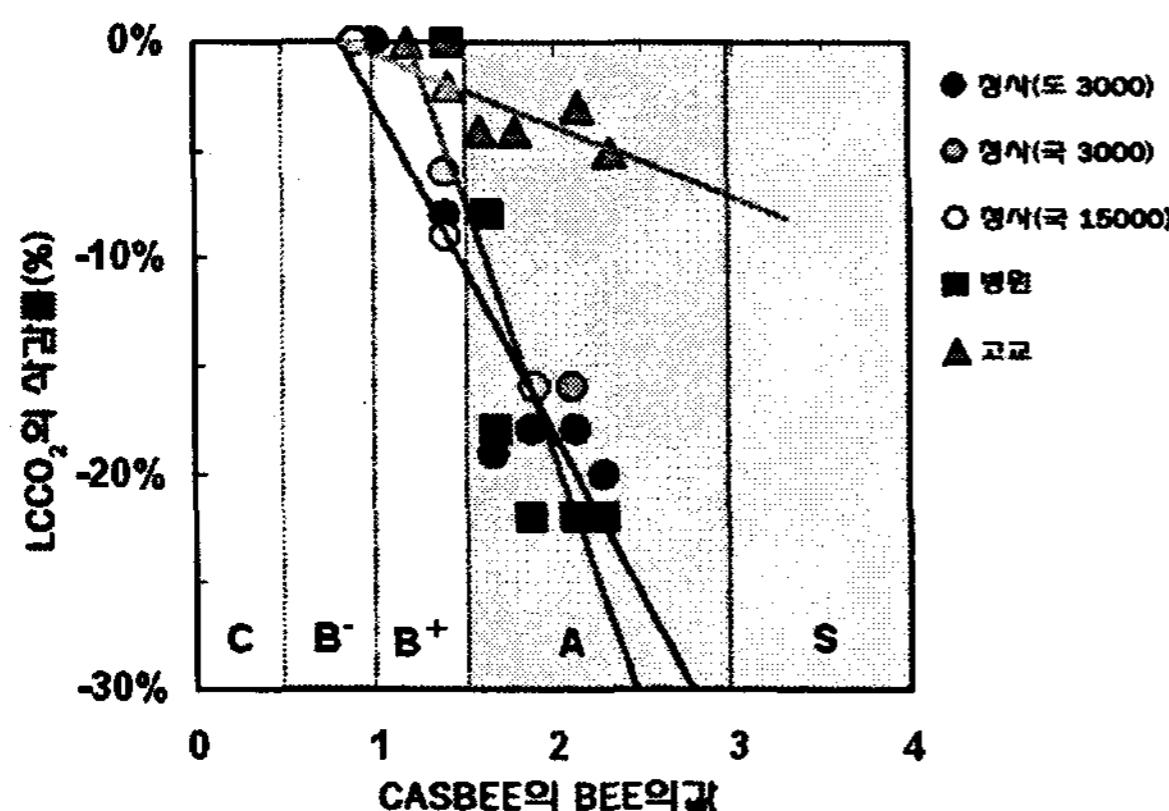


Fig. 19 청사, 병원, 고교에서의 BEE값과 LCCO₂ 삭감률의 관계

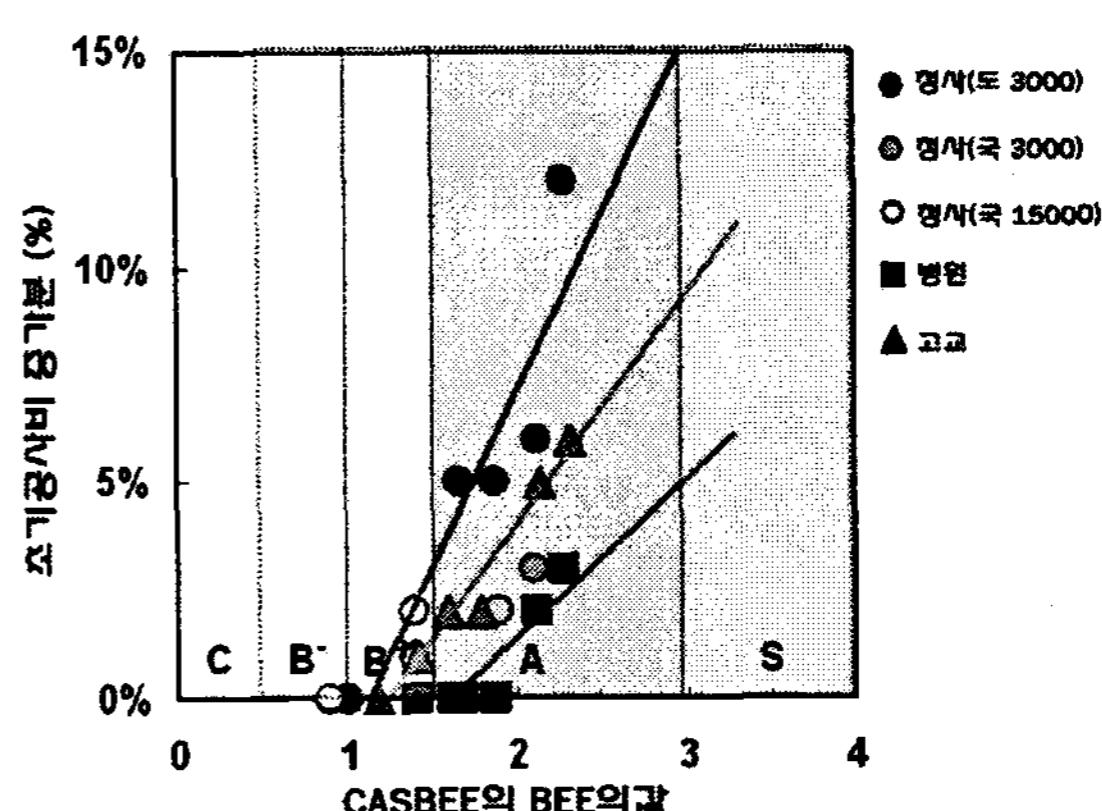


Fig. 20 청사, 병원, 고교에서의 BEE값과 공사비 증가율의 관계

(3) 민간의 시설발주에 따른 CASBEE 활용

민간이 실시하는 설계공모나 제안에서도 설계안과 함께 CASBEE의 평가결과가 자주적으로 제출되거나 실시요강에 포함되어 필수 제출물로 되도록 하는 사용방법이 확산되고 있다. 건축계의 잡지 등에도 게재되어 화제가 된 사례로써, CASBEE의 BEE값이 4이상 되는 제안을 요구한 낫산자동차의 신 본사 빌딩의 설계공모(2005년 가을 실시) 등이 유명하다.

또, CASBEE 평가결과를 제3자 기관의 심사를 받아 인증받는 기업의 본사 빌딩이나 분양マンション 등도 점차 증가되었다. 2006년 말까지 제3자 인증을 받은 16건 중 14건이 민간시설이다.¹⁶⁾ 또한 이 중에는 근년, 잇달아 완성되는 새로운 대규모 재개발 시설에 뒤지지 않는 매력을 어필하기 위해 CASBEE-기준에 의한 평가인증을 받은 기준시설도 포함되어 있다.

요코하마시에서는 건축물 환경배려 평가인증 제도¹⁷⁾가 2006년 4월에 창설되는 등 제3자 인증이 받기 쉽도록 되어 민간의 시설발주에 따른 시장변혁도 진전될 것으로 기대된다.

(4) 각종 우대 조치로의 CASBEE 활용

용적률 완화의 조건으로서 CASBEE를 활용한 것은 오사카시가 최초로, 오사카시 건축물 종합 환경 평가제도(CASBEE 오사카)의 지도요강

(2004년 5월 제정, 동년 10월 시행) 중에서 B⁺ 등급 이상인 것을 용적률 완화 등을 행하는 종합 설계제도의 적용조건으로 하였다. 그 후, 요코하마시, 나고야시 등은 A등급, S등급 등으로 용적률 완화를 실시하고 있다.

또, 보조금 적용에의 CASBEE 활용사례로는 A등급 이상에서 채택순위가 상위가 되는 오사카시 우량환경 주택정비사업(2005년 7월)이나 나고야시 도심공공 주택공급사업(2005년 11월) 등이 있다. 또한 민간은행이 CASBEE의 제3자 인증을 조건으로 하여 건축주에 대해서 저리융자를 시행하는 제도(2005년 4월)나, 가와사키시 건축물환경 배려제도(2006년 10월 시행)와 연대하여 분양マンション 구입자의 주택융자 금리를 CASBEE 평가 등급에 따라 점수표시금리 보다 0.8%~1.2% 우대하는 사례 등, 여러 가지 CASBEE의 활용에 의한 시장변혁이 진전되고 있다.

5 결 론

현재, 국외의 친환경 건축물 인증제도는 보다 1)정량적인 평가 시스템의 개발 및 사용상의 편의성을 고려한 2)전용 소프트웨어의 개발에 역점을 두고 있으며 이와 더불어 자국의 환경성능평가 시스템의 3)보급 및 확산에 노력하고 있다.

이러한 각국의 친환경 건축물 인증제도는 크게 삶의 질 평가와 환경부하 평가로 대별되며 상기의 두 큰 갈래를 자국의 실정에 맞게 세분화한 평가 시스템을 구축하고 있는 실정이다. 특히 삶의 질 평가항목은 그 평가의 특성상 정성적인 평가항목의 비중이 크며 이것 이 친환경건축물 성능평가의 신뢰도를 낮추는 원인으로 작용하고 있다고 해도 과언이 아니다.

따라서 삶에 질에 대한 정량적 절대지표를 개발·적용함으로써 보다 정량적이고 객관적인 평가 시스템으로서의 자리매김이 시급하다고 판단된다. 또한 현재 국내의 친환경 건축물 인증제도인 「GBCC」는 용도(공동주택, 주거 복합 건축물, 업무용 건축물, 학교)에 따른 서로 다른 인증기준이 시행되고 있으나 효율적인 환경성능평가를 위하여 통합된 전용 소프트웨어의 개발이 필수불가결 하다는 학자들의 주장^{2,3,18)}에 필자도 의견을 같이한다. 한편, 친환경건축물 성능평가 시스템의 보급 및 확산을 위해서는 다양한 세제혜택 등에 대한 배려가 필요하며 일정규모 이상의 건축물은 의무적으로 친환경 건축물 인증제도에 의해 인정 레벨 이상의 친환경 성능을 확보하도록 하는 적극적인 정부정책도 병행되어야 할 것으로 생각된다. 상기의 내용을 요약하여 국내 친환경 건축물 인증제도의 정착·보급 및 국제적 인지도를 높이기 위한 방안을 기술적 개선방안과 제도적 보급방안으로 구분하여 다음과 같이 제안한다.

(1) 기술적 개선방안

- 1) 삶의 질에 대한 정량적 절대지표의 개발 및 적용
- 2) 환경부하(CO₂)의 정량적 평가 소프트웨어 개발 및 적용
- 3) 통합형 전용 소프트웨어 개발

(2) 제도적 보급방안

- 1) 친환경건축물에 대한 인센티브
- 2) 건축물의 환경배려 평가 인증제도의 보급 및 정착

< 참 고 문 헌 >

1. 신성우, "국내 친환경건축 방향", 2007년도 제1차 친환경건축물 성능평가와 설계기술, 2006년, pp.3~25.
2. 박상동, 신기식, 조 수, 이승민, "친환경건축 [Green Building]기술의 현황과 보급촉진", Journal of the KGBC 1012, Vol. 5, No. 4, 2004, pp.63~86.
3. 박상동, 최동호, 이상홍, 신기식, 조 수, 이승민, "국내외 친환경건축물 인증제도의 비교·분석을 통한 국내 친환경건축물인증제도의 발전방안 제시", Journal of the KGBC 0406, Vol. 7, No. 2 2006, pp.85~94.
4. 건설교통부·환경부, "친환경건축물 인증제도 세부시행지침", 건축시대, 2005, pp.65~95.
5. 신인중, "일본의 친환경 건축물 평가시스템의 소개", 설비/공조·냉도·위생, 11월호, 2004, pp.58~64.
6. CASBEE for New Construction, Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, 2006. <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/index.htm>
7. LEED-NC v2.1 Reference Guide, United States Green Building Council(USGBC), 2005, <http://www.usgbc.org/>
8. BREEAM office 2005, Building Research Establishment Ltd, 2005, <http://www.breeam.org/>
9. 최지희, "주택의 실내환경 성능평가항목에 대한 거주자의 요구내용", 대한건축학회논문집(계획계), 제22권, 3호, 2006, pp.13~22.

10. 신성우외 9인, "친환경건축물 성능평가와 설계기술", 한양대학교 친환경건축 연구센터, 기문당, 2007, p.61.
11. 주택도시연구원 친환경건축물인증센터, "인증사례" (http://huri.jugong.co.kr/ecohouse/03_01_01.html)
12. 村上周三：實例に學ぶCASBEE，環境性能の高いサステナブル建築はこうしてつくる，日経BP社, 2005, 9.
13. 國土交通省大臣官房官廳繕部監修：グリーン廳舎基準及び同解説、公共建築協會, 2006, 1.
14. 國土交通省大臣官房官廳繕部監修：グリーン診斷・改修計畫基準及び同解説、建築保全センター, 2006, 5.
15. 林立也, 藤原孝行, 伊岳, 時田繁, 伊香賀俊治, 遠藤純子：東京都都有施設における環境配慮型建築の環境・コスト評価システムの開発, 日本建築學會技術報告集, 第23吳, 2006, 6.
16. 福島縣土木部建築領域：福島縣環境共生建築計畫・設計指針, 2006, 11. (<http://www.pref.fukushima.jp/kenchiku/eizen/top.htm>)
17. 建築環境・省エネルギー機構：建築物總合環境性能評価認証制度 (<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/accredit.htm>)
18. 이승민, 박상동, 신기식, 최무혁, "국내외 친환경건축물 인증기준을 이용한 사례건물의 평가결과 비교분석", 대한건축학회논문집(계획), 제21권, 10호, 2005, pp.299~306.