

第 114 回 碩士學位論文
指導教授 李 彦 求

거주후 평가를 통한 공동주택의 실내환경 성능
평가요인 분석에 관한 연구

An Analysis of Performance Assessment Factors
of Indoor Environmental Quality in Multi-Family Housing
Using Post Occupancy Evaluation

中央大學校 大學院
建築學科 建築環境 및 設備專攻
이 시 내
2011年 2月

거주후 평가를 통한 공동주택의 실내환경 성능
평가요인 분석에 관한 연구


An analysis of Performance Assessment Factors
of Indoor Environmental Quality in Multi-Family Housing
using Post Occupancy Evaluation

이 論文을 碩士學位論文으로 提出함.

2011年 2月

中央大學校 大學院
建築學科 建築環境 및 設備專攻
이 시 내

이시내의 碩士學位論文으로 認定함.

審査委員長	박	진	철	
審査委員	권	영	철	
審査委員	이	연	구	

中央大學校 大學院

2011年 2月

목 차

제 1 장 서 론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 범위 및 방법	3
1.3 용어의 정의	5
제 2 장 이론적 고찰	6
2.1 선행연구 고찰	6
2.1.1 실내환경의 중요성	6
2.1.2 실내환경의 기본적인 영향요인	7
2.2 거주후 평가	11
2.2.1 거주후 평가의 개념	11
2.2.2 거주후 평가의 대상 및 범위	12
2.3 친환경건축물 인증제도 - 공동주택	13
2.3.1 국·내외 친환경건축물 인증제도	13
2.3.2 친환경건축물 인증제도의 비교·분석	27
2.4 소결	33
제 3 장 실내환경 영향요소 도출	34
3.1 국내외 친환경건축물 인증제도의 영향요소 도출	34
3.2 실내환경 부문별 영향요소 조사 및 계층분석	36
3.2.1 온열환경	36
3.2.2 빛환경	37
3.2.3 공기환경	38
3.2.4 음환경	40
3.3 실내환경 영향요소의 계층 분석	41

제 4 장 실내환경 평가항목에 관한 만족도 조사.....	43
4.1 거주자에 의한 평가항목 중요도 및 만족도 조사.....	43
4.1.1 조사범위 및 방법.....	44
4.1.2 조사도구.....	47
4.1.3 설문조사지 작성.....	48
4.2 설문항목의 분석.....	49
4.2.1 조사 대상의 기초통계 분석.....	49
4.2.2 평가항목별 만족도 분석.....	51
4.2.3 평가항목별 상관관계 분석.....	56
4.2.4 평가항목별 다중 회귀분석.....	60
4.3 소결.....	69
제 5 장 실내환경 성능 개선방향 제안.....	71
5.1 공동주택의 거주후 평가 조사 결과.....	71
5.2 실내환경 평가요인 개선안.....	73
5.3 소결.....	78
제 6 장 결 론.....	79
참 고 문 헌	81
부 록	85
국 문 초 록	95
ABSTRACT	97

표 목 차

<표 2.1> GBCC(Green Building Certification Criteria) 개요.....	14
<표 2.2> GBCC 인증분야 대분류 및 배점.....	14
<표 2.3> GBCC 실내환경 평가항목 - 공동주택.....	15
<표 2.4> LEED for Homes 개요.....	16
<표 2.5> 대분류 및 배점.....	17
<표 2.6> ENERGY STAR Indoor Air Package Measures.....	17
<표 2.7> LEED for Homes 실내환경 평가항목.....	19
<표 2.8> CSH 개요	19
<표 2.9> 대분류 및 배점	20
<표 2.10> CSH 실내환경 평가항목.....	20
<표 2.11> CASBEE-NC 개요	21
<표 2.12> CASBEE-NC 대분류 및 배점.....	22
<표 2.13> CASBEE-NC 실내환경 평가항목.....	23
<표 2.14> SBTool 개요	24
<표 2.15> 대분류 및 배점	24
<표 2.16> SBTool 실내환경 평가항목.....	26
<표 2.17> 국내외 친환경건축물 인증제도의 특성 비교.....	27
<표 2.18> 친환경건축물 인증제도의 평가배점 비교.....	30
<표 2.19> 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문별 비교.....	32
<표 3.1> 국내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 평가항목.....	34
<표 3.2> 온열환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목 분석.....	36
<표 3.3> 빛환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목분석.....	37
<표 3.4> 공기환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목 분석.....	39
<표 3.5> 음환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목 분석.....	40
<표 3.6> 실내환경 영향요소의 계층분석.....	42
<표 4.1> 공동주택 단지 선정을 위한 범위 설정.....	44
<표 4.2> 조사대상 아파트 개요.....	45
<표 4.3> 조사의 내용.....	47
<표 4.4> 거주후 평가를 위한 상위지표 및 세부항목.....	48
<표 4.5> 조사대상자 일반 사항.....	50

<표 4.6> 조사대상자 일반 사항	51
<표 4.7> 실내환경의 만족도	52
<표 4.8> 실내환경 요소의 만족도	52
<표 4.9> 온열환경 만족도	53
<표 4.10> 빛환경 만족도	54
<표 4.11> 공기환경 만족도	54
<표 4.12> 음환경 만족도	55
<표 4.13> 온열환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계	56
<표 4.14> 빛환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계	57
<표 4.15> 공기환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계	57
<표 4.16> 음환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계	58
<표 4.17> 평가 항목과 사회·인구학적 특징과의 상관관계	59
<표 4.18> 모형 요약	60
<표 4.19> 분산분석	61
<표 4.20> 실내환경 요소의 다중 회귀분석 결과	61
<표 4.21> 모형 요약	62
<표 4.22> 분산분석	62
<표 4.23> 온열환경 다중 회귀분석 결과	63
<표 4.24> 모형 요약	64
<표 4.25> 분산분석	64
<표 4.26> 빛환경 다중 회귀분석 결과	64
<표 4.27> 모형 요약	65
<표 4.28> 분산분석	65
<표 4.29> 공기환경 다중 회귀분석 결과	66
<표 4.30> 모형 요약	66
<표 4.31> 분산분석	67
<표 4.32> 음환경 다중 회귀분석 결과	67
<표 4.33> 음환경 다중 회귀분석 결과	68
<표 4.34> 다중 회귀분석을 통한 영향도 평가 결과	70
<표 5.1> 평가항목별 영향도 및 상관관계	72

그림 목차

(그림 1.1) 연구의 흐름도.....	4
(그림 2.2) 거주후 평가의 프로세스.....	12
(그림 2.3) EQ Category 평가 경로.....	18
(그림 4.1) 조사대상 아파트 단지의 배치도.....	45
(그림 5.1) 실내환경 배점 및 영향도 분석.....	73
(그림 5.2) 온열환경 평가항목 비교 분석.....	74
(그림 5.3) 빛환경 평가항목 비교 분석.....	75
(그림 5.4) 공기환경 평가항목 비교 분석.....	76
(그림 5.5) 음환경 평가항목 비교 분석.....	77

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 사회환경 및 거주 환경의 질적 향상에 대한 관심이 증가하면서 사회 전반에 걸쳐 건강 및 쾌적에 대한 중요성이 증대되고 있는 실정이다. 특히, 일상생활의 90% 이상을 실내에서 보내는 현대인에게 있어 건강하고 쾌적한 실내환경은 건물이 기본적으로 갖추어야 할 조건으로 인식되고 있다. 다양한 건축물의 유형 중 특히 주거용 건물은 거주자가 일상생활 중 많은 시간을 보내는 장소로서, 그 성능이 거주자에게 직접적 또는 간접적으로 미치는 영향이 매우 크다고 할 수 있다.

이와 같은 실내환경의 성능은 최근 전 세계적으로 보급이 확산되고 있는 친환경건축물의 중요한 평가요소로도 포함되고 있다. LEED, CASBEE와 같은 대표적인 친환경건축물 평가 도구를 포함하여 대부분의 평가 시스템에서 실내환경의 성능이 주요 평가 범주로 구성되어 있으며, 우리나라의 친환경건축물 인증제도에서도 실내환경은 큰 비중을 차지하고 있다.

실내환경의 성능을 평가하는데 있어서 실내환경의 물리적 성능을 정량적으로 측정하고 평가하는 것과 함께 실내환경에 대한 거주자들의 만족도를 정성적으로 평가하는 것 또한 매우 중요하다고 할 수 있다. 이러한 환경평가는 “환경의 질”과 “인간의 태도” 사이의 관계에서 결정되는 환경에 대한 느낌이라고 정의할 수 있는데¹⁾, ASHRAE에서도 열환경에 대한 만족도를 나타내는 쾌적감을 “주변환경에 만족도를 나타내는 마음의 상태(the state of mind that expresses satisfaction with the surrounding environment)라고 정의하고 있다.²⁾

따라서 실내환경의 성능을 평가하기 위해서는 실내환경에 대한 거주자의 만족도를 파악하는 것이 매우 중요하다. 특히, 친환경건축물의 성능평가에 있어서 실내환경의 질에 대한 거주자의 만족도를 정확히 파악하여 객관적인 지표를 결정하는 것은 평가의 신뢰도를 높이기 위해서 반드시 필요한 일이다.

그러나 대부분의 친환경건축물 인증제도에서는 거주자의 만족도와 평가항

1) 김유일, 주거만족도에 관한 경험적 연구, 한양대학교 박사학위논문, 1998, p19.

2) ANSI/ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

목간의 연관관계를 명확하게 밝히지 않고 있으며, 이와 관련된 연구도 매우 미흡한 실정이다. 특히 본질적인 관점에서 거주자들을 만족시킬 수 있는 실내환경의 중요 영향인자에 대한 체계적인 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 친환경건축물의 평가에 있어서 실내환경의 성능을 합리적으로 평가하기 위해서는 거주자들의 만족도와 실내환경의 물리적 요소와의 관계에 대한 체계적 연구가 필요하다.

이를 위하여 본 연구에서는 현재 여러나라에서 시행되고 있는 친환경건축물 인증제도에서 평가대상으로 하고 있는 실내환경 요소를 파악하여 정리한 후, 거주자들을 대상으로 설문조사를 실시하여 거주자들이 중요하게 생각하고 있는 실내환경의 요소와 실내환경의 만족도에 대한 상관성을 분석하였다.

또한 그 결과를 토대로 현재 시행 중인 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문과 비교·분석함으로써, 새로운 평가도구의 개발 시 거주자의 주거환경 만족도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 현재 국·내외에서 시행중인 친환경건축물 인증제도를 살펴보고, 공동주택에서의 거주자 만족에 상대적으로 많은 영향을 미치는 실내환경 요소를 도출하고자 한다.

본 연구의 범위는 다음의 내용을 바탕으로 한다.

- (1) 새로운 평가도구의 개발 시 적용 가능한 기초자료의 제공을 위하여, 국내외 친환경 인증제도에 대한 연구와 분석을 바탕으로 한다.
- (2) 연구의 내용은 국내의 실정에 적용 가능한 항목을 바탕으로 한다.
- (3) 본 연구에서는 주거용 건물 중 공동주택만을 대상으로 하였으며, 그 중 실내환경의 물리적 요소인 온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경으로 그 요소를 제한하였다.

본 연구의 진행 방법을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 국·내외 친환경건축물 인증제도의 분석
공동주택 실내환경의 영향요소를 도출하기 위해, 미국의 LEED for Homes, 영국의 BREEAM-CSH, 일본의 CASBEE, iiSBE의 SBTTool과 국내 친환경 건축물 인증제도를 조사하였다.
- (2) 국·내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 영향요소 도출 및 계층분석
각 인증제도의 실내환경 관련 항목의 세부사항을 조사하여 거주자의 건강 및 쾌적에 영향을 미치는 요소를 도출하였으며, 도출된 실내환경 영향요소의 계층분석을 실시하였다.
- (3) 공동주택 실내환경의 평가항목에 관한 영향도 도출 및 분석
거주자의 건강 및 쾌적에 영향을 미치는 실내환경 평가항목의 영향도를 도출하기 위하여 공동주택 단지를 선정하여 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 또한 설문조사 결과를 토대로 분석하여 실내환경 평가항목과 그 영향도를 도출하였다.

(4) 국내 친환경인증제도-실내환경 부문의 문제점 및 개선방향 제시
 조사를 통해 도출된 실내환경의 평가항목 및 영향도와 국내 친환경건축물 인증제도의 비교분석을 통해, 새로운 평가도구의 개발 시 효과적으로 주거환경 만족도를 높일 수 있는 실내환경 부문의 개선방향을 제시하였다.

본 연구의 흐름은 다음 (그림 1.1)과 같다.

I. 서론
연구목적과 방법
II. 이론적 고찰
<ul style="list-style-type: none"> ① 실내환경의 중요성 ② 실내환경의 영향요인 ③ 거주후 평가
III. 친환경 건축물 인증제도
<ul style="list-style-type: none"> ① 국내외 친환경 인증제도 소개 ② 인증제도 비교·분석
IV. 실내환경 영향요소 도출
<ul style="list-style-type: none"> ① 실내환경 영향요소 조사 ② 영향요소의 계층분석
V. 실내환경 성능평가 항목의 영향도 설정
<ul style="list-style-type: none"> ① 평가항목의 영향도 설정 ② 평가항목의 상관관계 및 다중 회귀분석
VI. 종합토의
<ul style="list-style-type: none"> ① 거주후 평가 조사 결과 ② 기존 인증제도와 비교·분석 평가 ③ 실내환경 평가요인의 개선안 제시
VII. 결론
문제점 및 개선안 제시

(그림 1.1) 연구의 흐름도

1.3 용어의 정의

1) 친환경건축물 인증제도

친환경건축물 인증제도는 건축 관련 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질 배출감소, 쾌적성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 요소를 평가하여 연계산업에 대한 파급효과가 큰 건축물의 환경성능을 인증하는 제도이다.³⁾

2) 거주후 평가(POE)

건축물이 건축된 후 실제 사용 실태를 평가함으로써 사용자 입장에 기초하여 차기 설계를 위한 정보를 도출하고, 보다 개선된 계획 및 설계를 도모하기 위한 연구방법이다.⁴⁾

3) 평가항목

평가요소들을 구체적인 항목으로 구성한 것으로, 각각의 항목에 대한 평가를 종합하여 대상에 대한 전체적인 평가를 도출해낸다. 성능평가, 유지관리, 거주성, 환경성 등 다양한 대분류에 따라 구성되지만 주거를 대상으로 하는 경우, 물리적 환경요소에 대한 거주자의 주관적 판단을 묻는 경우가 많다.⁵⁾ 본 연구에서의 평가항목은 친환경 건축물의

4) 중요도

중요도는 각 평가항목이 친환경 공동주택 거주자의 총체적 만족도에서 차지하는 비중을 의미한다. 친환경 공동주택 전체에 대한 만족 수준은 친환경 공동주택을 구성하고 있는 개별 요소들에 대한 만족 수준이 모여서 이루어진다고 볼 수 있는데, 거주자들이 전체에 대해 평가할 때 각각의 요소가 친환경 주거환경 전체에 대한 만족도에 미치는 영향력의 정도를 중요도라 한다. 그러므로 중요도란 어느 요소에 대한 만족도가 한 단위 증가할 때 친환경 주거 환경에 대한 전체적인 만족도가 증가하는 정도를 의미하는 것이라고 할 수 있다.⁶⁾

3) 강상인(한국환경정책·평가연구원, 연구위원), 《환경백서》, 2006

4) 강인호, 거주후 평가연구 결과의 디자인 적용성 저하요인 분석, 대한건축학회논문집, 12권 7호, 1996

5) 한지나, 거주후평가의 평가 항목에 대한 연구자와 설계자의 인식 비교연구, 연세대 석사논문, 2003

6) 연세대학교 건축과학기술연구소, 스틸하우스 거주 후 평가 연구, 2001, pp 67-97

제 2 장 이론적 고찰

2.1 선행연구 고찰

2.1.1 실내환경의 중요성

건물 실내 환경수준의 향상은 재실자의 건강 및 생산성 증가로 이어질 수 있다. 실질적인 효과의 정도를 정확히 측정하는 것은 어려운 일이지만⁷⁾⁸⁾ 최근 관련 연구가 증가하면서 환경수준 향상에 따른 기대효과를 정량적으로 환산하는 연구가 진행되고 있는 실정이다. Fisk⁹⁾의 연구결과에 따르면, 실내환경의 질을 향상시켰을 때, 재실자의 건강과 생산성 증진에 따라 실질적인 경제적 효과가 있는 것으로 나타났다. Chen et al¹⁰⁾은 사람들이 90% 이상을 실내에서 보내므로 실내환경은 사람들의 건강과 쾌적을 위해 중요하다고 언급했다. 또한, 대부분의 관련연구에서 실내환경 향상 전후를 측정한 결과, 건강 및 생산성 증진의 정량적 효과를 증명하고 있다.¹¹⁾

주거환경에 있어 건강과 쾌적에 영향을 미치는 요인은 크게 실내환경과 실외환경의 질로 구분할 수 있다. 그 중 실내환경의 질이라는 것은 재실자에게 영향을 미치는 물리적·심리적 요인에 의해서 결정되며, 물리적 요인은 크게 온열환경, 공기환경, 빛환경, 음환경으로 나눌 수 있다. 또한, 심리적 요인에서는 재실자의 주변환경 제어여부와 같은 요인이 실내환경의 쾌적 및 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

7) Oseladn H. Productivity and the indoor environment. Forth international air quality conference; 1996 June. Mid-Career College

8) Lorsch HG, Adbou OA, Impact of the building indoor environment on occupant productivity-part 1: recent studies. ASHRAE Transactions 1994; 100(2) 741-749

9) Fisk WJ. Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. Annual Review of energy and Environment 2000, 25:537-66

10) Chen Q, Yuan XX, et al. Detailed experimental data of room airflow with displacement ventilation. Proceedings of Sixth International Conference on Air Distribution in Rooms, ROOMVENT '98, Stockholm, Sweden, vol. 1, 1998, p. 133-40.

11) Post Occupancy Evaluation of Indoor Environmental Quality in Commercial buildings: Do green buildings have more satisfied occupants?,

실내환경은 매우 복잡하며 여러 가지 요인들에 의해 구성된다. 사용자에게 의해 건물환경의 영향력이 관계될 경우에, 이러한 환경적인 요인들의 다양한 면을 반영하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

2.1.2 실내환경의 기본적인 영향요인

공동주택 실내환경의 건강성 및 쾌적성에 영향을 미치는 요소를 조사하기 위하여 문헌고찰을 실시하였다.

(1) 물리적 요인

공동주택 실내환경에 영향을 미치는 물리적 요소는 크게 온열환경, 공기환경, 빛환경, 음환경으로 나누어지며 세부적인 요소는 다음과 같다.

가) 온열환경

온열환경은 건구온도, 복사온도, 습도, 기류 및 개인의 착의량, 활동량에 의해 복합적¹²⁾으로 구성된다. 특히 온도는 재실자의 환경에 대한 불만족도에서 약 75%으로 나타날 만큼 비중이 크다.¹³⁾ 또한 새건물 증후군과도 밀접한 연관관계가 있는데, Mendell¹⁴⁾의 연구결과에 의하면 재실자의 건강에 영향을 미치는 32개의 변수가 높은 온도 및 낮은 습도와 매우 관련이 있으며, 새 집증후군에 해당하는 증상이 악화되는 것으로 나타났다. 온열환경의 개별제어 또한 온열쾌적에 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다.¹⁵⁾ Brager et al¹⁶⁾는 재실자가 주변환경을 개별제어 할 수 있게 되면, 열쾌적을 느끼는 온도범위가 증가하는 것에 대하여 발표하였다.

인체의 열 쾌적감에 영향을 주는 환경요소로는 공기온도, 복사온도, 기류,

12) McIntyre DA. Indoor climate. London: Applied Science Publishers; 1980

13) Federspiel CC. Statistical analysis of unsolicited thermal sensation complaints in commercial buildings. ASHRAE Transactions 1998, 104(1): 912-923

14) Mendell MJ Non-specific symptoms in office workers: a review and summary of the epidemiologic literature. Indoor Air 1993; 3:227-36

15) Fanger PO. Indoor air quality in the 21st century: search for excellence. Indoor Air 10(2): 68-73

16) Brager GS, Paliaga G, de Dear RJ. Operable windows, personal control and occupant comfort ASHRAE Transactions 2004, 110(2)

습도가 있으며 인체측 요소로는 착의량, 활동량, 성별, 나이 등이 있다. 인간은 이러한 열 환경 요소를 개별적으로 구별하여 춥거나 덥다고 느끼는 것이 아니라 위의 요소를 복합적으로 느낀다.¹⁷⁾ 그 중 측정이 가능한 물리적 요소는 기온, 평균복사온도, 기류, 습도를 들 수 있다.

나) 빛환경

빛환경 즉, 위도, 표면의 대비, 빛의 분포 등은 재실자의 건강과 만족도에 직접적인 영향을 미친다. 이러한 이유는 작업능률 및 생활의 쾌적이라는 것은 시각에 의해 결정되며, 주의집중 혹은 학습능력에도 영향을 미치기 때문이다.¹⁸⁾

실내에서 자연채광을 사용하는 비율이 높을수록 집중력이 올라가고, 단기 기억력이 향상되는 것으로 나타났다. 또한, 자연채광이 유입되는 곳에서는 창문을 통한 전망 또한 제공할 수 있는데, 조금 더 좋은 전망이 있는 장소일수록 지속적으로 작업능률이 좋아지는 것으로 나타났다.¹⁹⁾ 그러나 인공조명에 있어서는 인공조명의 질을 증가시키는 것과 건강 및 능률과의 상관관계는 크게 없는 것으로 나타났으며 대신 인공조명 환경을 개별제어 할 수 있을 때 만족도가 향상되는 것으로 나타났다.²⁰⁾

21세기 건축물에서 새로운 역할을 갖는 중요한 요소로서 자연채광의 적극적인 건축물 적용은 생태학적인 건축, 지속 가능한 건축 측면에서 그 중요성이 증가하고 있다. 실내에서는 인공 채광과 자연 채광이 함께 고려되어 사용되고 있으며, 이들은 여러 방법으로 공급, 조절될 수 있다.

실내 빛 환경에 영향을 미치는 요소는 크게 자연채광 및 인공조명의 양적 측면과 질적 측면으로 나누어 생각해 볼 수 있다.

17) 김세환 외, 온도 및 습도 변화에 따른 온열쾌적성에 관한 연구, 대한설비공학회 논문집, 2007

18) Boyce PR, Berman SM, Collins BL, Lewis AL, Rea MS Lighting and human performance: A review Washington(DC): National Electrical Manufacturers Association(NEMA) and Lighting Research Institute; 1989

19) Hescong L, Wright RL, Okur S. Daylighting impacts on human performance in school. Journal of the Illuminating Engineering Society 2002; 31(2): 101-104

20) Fisk WJ, Rosenfeld AH. Estimates of Improved productivity and health from Aetttttindoottenvironments. Indoor Air 1997; (7):158-172

다) 공기환경

실내공기오염이란 다양한 실내공간(주택, 학교, 사무실, 공공건물, 병원, 지하시설물, 교통수단 등)에서 공기가 오염된 상태를 말하는데, 그 원인은 내부와 외부로부터의 매우 복합적인 오염원에 의해 야기되며, 또한 그 영향은 실내 거주자들의 생명을 위협하는 정도는 아니더라도 분명히 건강에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.²¹⁾

현대인들은 하루중 90% 이상을 실내에서 생활하고 있으며, 실내에서 발생하는 오염물질은 인체에 많은 영향을 미치고 있어 실내오염 물질에 의한 피해정도는 실외에 비해 10배 이상으로 볼 수 있다. 실내오염으로는 실내에서 발생하는 오염물질에 의해 두통, 눈, 코 등의 점막 자극과 신체에 이상 증상을 보이는 SHS(Sick Home Syndrome)가 발생하였으며, 1980년 후반부터 국제적으로 주목되고 있다. 빌딩 증후군이란 일반적으로 '몸이 불편함을 느낀다고 말하는 사람이 보통보다 많은 건물에서 개개의 오염물질은 전부 허용농도 범위내에 있으면서도 재실자가 두통, 피로, 눈의 아픔 등의 증상으로 불쾌감을 나타내며 반드시 그 원인이 명확하지 않은 경우'를 말한다. 이 증상은 실내환경이 매우 복잡하고 다양한 변수로 구성되어 있고, 같은 건물 내의 많은 거주자에게 나쁜 실내공기질로 인하여 발생된다.

실내오염의 발생원으로는 연소과정, 흡연, 오염된 외부공기의 실내유입 등이 있으며, 최근에는 신축아파트의 경우 건축물의 밀폐화와 내장재, 카펫 등의 건축자재로부터 수많은 유해화학물질이 발생되고 있다.

실내공기환경은 외부요인, 건축물 및 인간 활동에 의해 발생하는 각종 오염물질들이 실내에 유입 또는 방출되어 실내 공기를 오염시켜 거주자에게 영향을 미친다. 공동주택에서 실내공기질에 영향을 미치는 요소는 다양한 범주로 구분될 수 있으나, 크게 계획단계에서의 오염원 제어 및 환기계획, 시공단계에서의 베이크아웃 및 강제환기, 운영단계에서의 모니터링 시스템 등으로 구분하여 생각해 볼 수 있다.

21) 사례분석을 통한 친환경건축물 인증제도의 실내환경 인자분석,

라) 음환경

환경성능에 있어서 소음의 효과는 연구실내에서 광범위하게 진행되고 있으며, 복합적인 결과를 가져오는 것으로 알려져 있다. 소음은 여러 가지 심리적 효과를 가져오게 되는데, 지속적인 큰소리에 대해서는 오히려 주의를 각성시키는 효과가 있을 수 있다. 그러나 사람의 대화소리나 작은 기계음에 대해서는 짜증과 생활방해를 일으킬 수 있다.

생활의 질 향상에 따라 정온한 음환경에 대한 거주민의 요구가 증가함에 따라 이에 대한 활발한 연구와 함께 규제 기준이 마련되어 있지만 아직 미비한 실정이다.

공동주택에서 실내음환경에 영향을 미치는 영향요소는 크게 교통, 층간, 세대, 설비, 외부 소음의 차단으로 나눌 수 있다.

(2) 심리적 요인

2000년도 초까지만 해도 실내환경에 대한 건강 및 쾌적에 대한 평가를 할 때, 단순히 물리적 영향요소만을 평가하며 공학적인 기계 설비 시스템이 거주자가 필요로 하는 쾌적감을 만족시킨다고 생각하였다.²²⁾ 하지만 최근 건축 과학 연구에서는 단순한 설비 시스템 뿐만 아니라 온열 쾌적감에 대한 거주자의 선호에 따라 실내 온열환경을 조절할 수 있도록 기회를 제공하여 심리적 요소를 평가의 도구 중 하나라고 인식하였다.

ASHRAE에서는 온열 쾌적감을 온열환경에 대한 만족을 나타내는 마음의 상태²³⁾라고 기술하여 온열환경에 있어서 거주자의 만족감을 중요 요소로 인식하고 있으며, 거주자를 위한 온열환경의 조건 중 하나를 공기조화장치를 부착한 건물에서 거주자를 위한 온열환경 조절 장치의 유무²⁴⁾라고 상술하고 있다. ASHRAE는 이러한 거주자 만족도에 관한 사항을 재조사하여 2004년에 Standard 55²⁵⁾ 최신판을 출간하였다. ASHRAE Standard 55-2004는 온열환경에 대한 거주자 80%의 만족감으로 정의된다.

22) Ackerman ME. Cool comfort: America's romance with air conditioning. Washington (DC): Smithsonian Institution Press; 2002.

23) ASHRAE Standard 55-2004

24) ASHRAE Standard 55-1992

25) ASHRAE Standard 55-2004

2.2 거주후 평가

영향요소의 중요도의 설정은 다양한 형태로 시도되고 있는데, 그 가운데 일반적으로 많이 알려진 이론으로서, 선호도 조사이론은 선호도 및 만족도를 이용하여 거주자의 물리적 환경에 대한 정서적, 주관적 반응특성을 평가하는 방식으로 대표적인 이론으로 확률선택이론과 거주후 평가이론이 있으며, 최근 많은 분야에서 사용되고 있는 전문가 의사결정 프로그램으로서 계층 분석적 의사결정 방법이 있다. 본 연구의 분석방법으로서 거주후 평가이론과 실내공기오염물질의 저감영향요소의 가중치 설정을 위한 이론을 살펴보고자 한다.

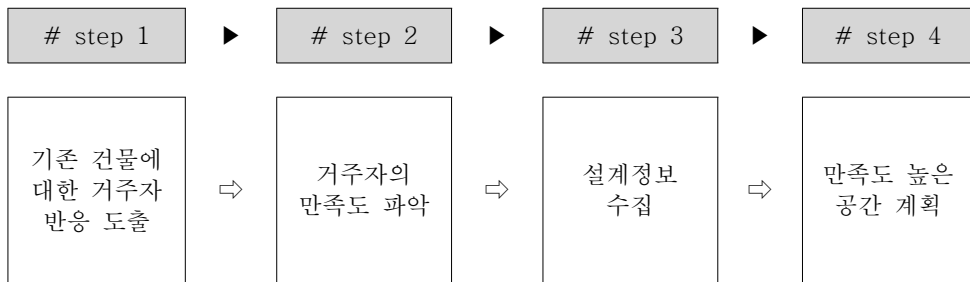
2.2.1 거주후 평가의 개념

거주후 평가(Post-occupancy evaluation)는 실제 디자인이 거주자의 만족에 영향을 미치는 여부를 파악하고 앞으로의 건축계획에 필요한 정보를 발전시키기 위한 평가이다. 이러한 진단적 평가단계에 의해 디자인 목표와 사용자의 요구간의 간격을 줄일 수 있으며, 이를 통하여 사용자의 만족에 영향을 미치는 환경요소를 찾아낼 수 있다. 또한 거주후 평가는 궁극적으로 다음 설계를 위한 정보를 산출하고, 이를 보다 합리적인 설계계획으로 도모하기 위한 수단이다. 따라서 거주후 평가는 건축물을 적절하게 설계하기 위하여 기존 건축물로부터 정보를 수집하여 설계에 반영하는 일반적인 계획 활동의 일환으로 이해되어야 할 것이다.

거주후 평가는 기존 건물을 평가하는 것이 중심 목표체계를 구성하는 것이 아니며, 기존건물에서 설계 정보를 수집하는 것이 중심 목표체계임을 이해해야 한다. 거주후 평가의 목적은 건물의 설계내용이 설계자가 의도한 대로 사용되고 있는가, 혹은 이에 대한 사용자의 만족정도는 어떠한가를 밝힘으로써 사용자의 사용방식과 보다 적합성이 높고 사용자의 만족도가 보다 높은 공간을 계획하기 위한 정보도출을 목적으로 하는 것으로, 결국 거주후 평가는 거주자의 반응을 지표로 하여 주거의 거주성에 대해 판단하고 이를 토대로 주거의 거주성에 대한 계획 기준을 도출하기 위해 행해진다고 할 수 있다.

2.2.2 거주후 평가의 대상 및 범위

거주후 평가(POE)의 주요 연구대상 및 범위는 거주 성능을 평가하는 것이며 거주자가 주변의 거주환경에 대하여 어떻게 반응하며 그것에 대한 질적인 만족도를 측정하고 분석하는 문제이다. 사용자는 주변 환경에 대하여 정서적 느낌으로 반응하고 여기에는 긍정적 또는 부정적 가치를 포함하기 때문에 평가적 반응이 되는 것이다. 또한 여러 가지 거주개념과 형태 가운데서 거주자의 만족도가 거주환경의 물리적, 구조적 특성보다도 거주환경의 질을 평가하는데 가장 적합한 기준이라 주장하였고, 이것은 거주환경 만족도와 관련한 연구의 출발점이 되기도 하였다.



(그림 2.2) 거주후 평가의 프로세스

2.3 친환경건축물 인증제도 - 공동주택

20세기 후반에 들어서면서 환경오염과 자원의 남용이 인류의 생존을 위협하고 있다는 사실을 인식하면서 UN환경개발위원회(UNCED)는 1992년 리우환경정상회의를 통해 지속가능한 개발, 환경 친화적 건물의 중요성을 강조하게 되었다. 이러한 활동으로 인해 환경부하를 줄이고 환경성능을 높이기 위해 미국과 영국, 일본 등과 같은 선진국에서는 그린빌딩, 생태건축 등에 관한 연구가 진행되었고, 그 결과물들을 토대로 1991년 영국의 BREEAM을 시작으로 캐나다의 'BEPAC', 미국의 'LEED', 일본의 'CASBEE' 등 건물의 환경 성능에 대한 평가 기준이 각 나라의 실정에 맞게 제정되었다.

친환경건축물 인증제도는 건물의 친환경성을 평가하는 통합적 평가도구로써 실내환경 항목을 포함하여 평가하고 있다. 본 연구에서는 국내외 친환경건축물 인증제도(공동주택)에 대해서 조사하여 각 인증제도 내에서 건물의 실내환경 부문에 대한 평가 항목을 분석하였다.

2.3.1 국·내외 친환경건축물 인증제도

(1) 친환경건축물 인증제도 - GBCC(Green Building Certification Criteria)

국내에서도 1997년 그린빌딩기술연구회의 그린빌딩인증기준(안)이 발표된 이후 대한주택공사 주택도시연구원, 크레비즈인증원(구 능률협회인증원), 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원에서 친환경건축물 인증제도가 연구되었으며, 그 후 국토해양부와 환경부의 친환경건축물 인증제도의 통합작업을 거쳐 2002년 1월 1일부터 공동주택(2006년 개정)에 대한 인증기준이 시행되었다. 이를 통해 지속가능한 건축의 기술 연구 및 개발과 보급을 촉진하기 시작하였으며 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등의 전 과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 환경에 대한 영향을 최소화하고자 하였다. 26)

26) 이종식, 공동주택 건축기술요소의 친환경 성능평가에 관한 연구, 중앙대 석사 논문, 2009

<표 2.1> GBCC(Green Building Certification Criteria) 개요

시행국	한국
시행일	2002년
개발처	국토해양부, 환경부
평가 부문	①토지이용 및 교통 ②에너지 자원 및 환경부하 ③생태환경 ④실내환경
총점	평가항목 100점 기준+ 가산항목 36점 = 136점
인증등급	65점 이상 : 우수등급(인증) 85점 이상 : 최우수등급

2004년 개정 이전의 공동주택 인증기준은 토지이용 및 교통, 에너지·자원 및 환경부하(관리), 생태환경, 실내환경의 4대 분류체제로 구성되어 있었으나, 2004년 개정 이후에는 BREEAM 98 및 GBTool의 분류체계를 참고하여 <표 2.2>와 같이 9개의 분류로 구분 되었다.

<표 2.2> GBCC 인증분야 대분류 및 배점

부문	평가항목	가산항목	Weighting factor (%points contribution)
토지이용	15	7	16.2%
교통	6	2	5.9%
에너지	12	3	11.0%
재료 및 자원	14	9	16.9%
수자원	9	4	9.6%
환경오염	3	-	2.2%
유지관리	6	1	5.1%
생태환경	17	1	13.2%
실내환경	18	9	19.9%
Total	100	36	100.0%

친환경건축물인증제도는 총점 136점으로 이루어져 있으며, 전체 평가점수에서 실내환경 부문은 19.9%로 가장 높은 점수를 차지하고 있다.

친환경건축물인증제도의 실내환경과 관련된 평가항목을 살펴보면 다음과 같다.

<표 2.3> GBCC 실내환경 평가항목 - 공동주택

부문	범주	평가항목	평가방법	구분	배점
실내 환경	공기 환경	각종 유해물질 저함유자재의 사용	각종 유해물질 저함유자재에 대해 평가	평가항목	6
		환기 설계의 정도	환기구 또는 장치 설치 유무 및 환기설계의 정도 평가	평가항목	3
	온열 환경	각 실별 자동 온도 조절 장치 채택 여부	각 실별 또는 난방 존별 자동 온도조절장치 적용 비율	평가항목	2
	음환경	층간 경계 바닥 충격음 차단성능 수준	쾌적한 주거공간 확보요소의 하나인 바닥구조체를 통하여 아래층 세대로 전달되는 충격음의 차단성능을 평가	평가항목	4
		세대간 경계벽 차음성능 수준	1) 경계벽의 구성재료가 콘크리트 옹벽인 경우: 벽체의 두께로 평가 2) 콘크리트 이외인 경우: '단일수치평가량+스펙트럼조정항' 을 이용하여 평가	평가항목	3
		단지 내 음환경	단지의 환경영향평가서(소음분야) 상의 소음도 평가결과 또는 별도의 소음도 (예측)평가서 제출물을 토대로 환경기준(환경정책기본법 시행령 제2조)과 비교하여 평가	가산항목	3
	빛환경	세대 내 일조 확보율	전체 세대수에 대한 동지일 기준으로 09:00~15:00 사이 6시간동안 최소 2시간의 연속일조를 받는 세대율(%)을 평가	가산항목	4
	기타	노약자, 장애자 배려의 타당성	노약자/장애자 배려한 설계 수준에 따라 평가	가산항목	2

공기환경 부문에서는 각종 유해물질 저함유자재의 사용에 관한 평가항목을 다루고 있는데, 이 항목은 실내의 주요 마감재료로부터 공기 중에 방출되는 유해물질로 인한 피해를 줄이고자 유해물질 함유량(VOCs)이 적은 자재의 사용을 유도하는데 그 목적이 있다. 또한 환기설계의 정도에 관한 항목은 재실자에게 신선한 외부공기를 제공하는 것을 목적으로 하며, 환기설계 정도 또는 장치설치 유무에 따라 평가한다.

온열환경 부문에서는 각 실별 자동온도조절 장치의 채택 여부를 평가하여 쾌적한 실내온열환경을 조성하고 에너지를 절감하는데 목적이 있으며, 평가는 실별 또는 존별 자동 온도조절장치 적용 비율에 따라 평가한다.

가장 배점 비율이 높은 음환경 부문에서는 층간·세대간 차음 성능 수준과 단지 내 음환경 수준에 대한 평가가 이루어지고 있다. 층간 차음 성능 수준 항목과 세대간 차음 성능 수준에 관한 항목은 층간·세대간 차단 성능을 확보하여 거주자에게 쾌적한 주거공간을 제공하는데 그 목적이 있으며, 구조체에 대한 충격음 차단성능 및 두께에 따라 평가가 이루어진다.

빛환경 부문에서는 일조를 실내로 유입하여 재실자가 쾌적한 생활을 할 수 있도록 하는데 그 목적이 있으며, 연속일조를 받는 세대율을 산정하여 평가한다.

(2) 미국의 LEED for Homes

LEED for Homes는 친환경 주거건물의 기술 연구 및 개발과 보급을 촉진하기 위해 USGBC(U.S Green Building Council)에 의해 2008년 1월 미국에서 만들어진 평가시스템으로서 에너지 사용의 저감과 효율적인 자원 사용, 비용이 적게 들며, 지속가능하고 거주자의 건강을 위해 디자인된 주택을 인증하는 도구이다. 이 평가시스템은 단독주택이나 다세대주택에 적용될 수 있으며, market-rate와 주택에 적용가능하다. LEED for Homes의 평가시스템은 <표 2.4>과 같이 8개 항목을 통해 평가를 실시하며, LEED for Homes을 통해 받을 수 있는 최대 점수는 136점이다.

<표 2.4> LEED for Homes 개요

시행국	미 국
시행일	2008년 1월
개발처	USGBC (U.S. Green Building Council)
평가 부문	① 혁신 및 설계과정 (ID) ② 위치 및 결합 (LL) ③ 지속가능한 부지 (SS) ④ 물의 효율적인 이용 (WE) ⑤ 에너지와 공기 (EA) ⑥ 자재 및 자원 (MR) ⑦ 실내 환경 질 (EQ) ⑧ 인식 및 교육 (AE)
총점	136점
인증등급	총점에 따라 4등급으로 분류

LEED for Homes는 8개의 카테고리 와 44개의 Checklist를 가지고 있다. 카테고리 내에서 평가경로의 선택에 따라 평가되는 Checklist의 수는 달라질 수 있으며, Checklist의 평가에 있어서도 하위 평가항목 또한 평가자의 선택에 따라 달라질 수 있다. 실내환경에 관한 평가 카테고리인 Indoor Environmental Quality(EQ)는 배출되는 오염물질을 감소시키고 오염된 공기로의 노출을 감소시킴으로서 실내 공기환경을 향상을 목표로 하고 있으며 (그림 2.2)와 같이 두 가지 경로로 평가할 수 있다.

<표 2.5> 대분류 및 배점

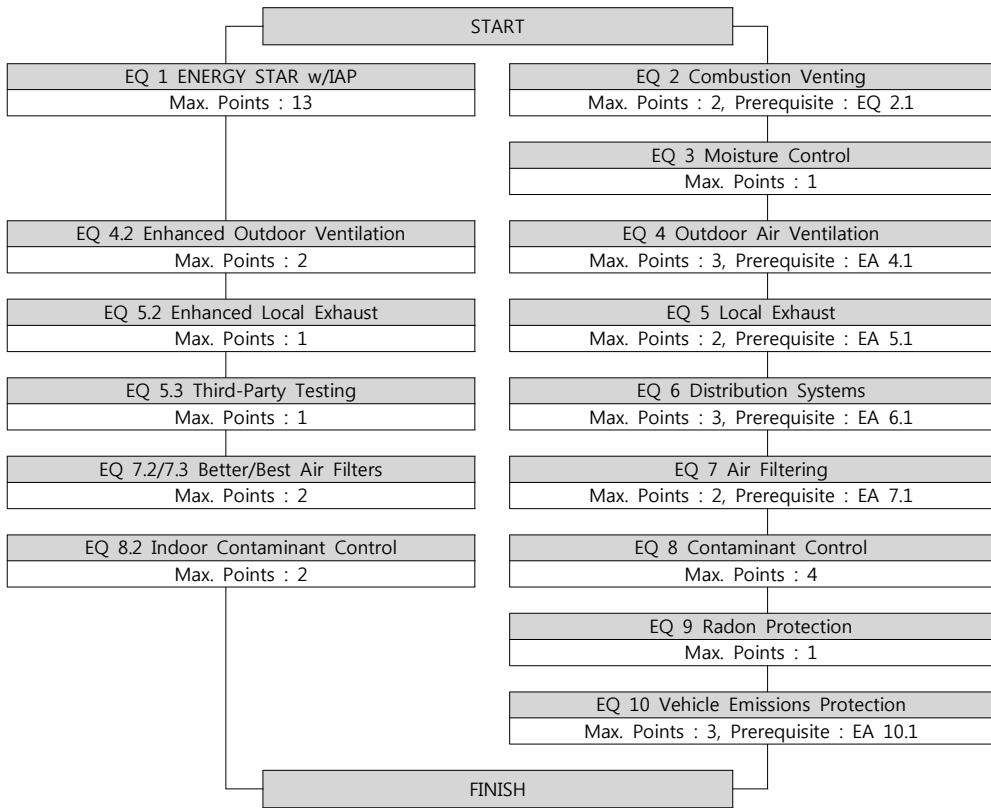
Credit category	Prerequisites (mandatory) measures	Minimum point requirement	Maximum points available
Innovation & Design Process(ID)	3	0	11
Location & Linkages(LL)	0	0	10
Sustainable Sites(SS)	2	5	22
Water Efficiency(WE)	0	3	15
Energy & Atmosphere(EA)	2	0	38
Material & Resources(MR)	3	2	16
Indoor Environmental Quality(EQ)	7	6	21
Awareness & Education(AE)	1	0	3
Total	18	16	136

1) 통합평가 방식 (EQ 1. ENERGY STAR w/IAP)

Indoor Air Package(IAP)와 U.S 환경 보호 에이전시의 ENERGY STAR의 모든 요구사항을 만족시켜 실내환경의 전체적인 질을 향상시키기 위한 평가항목이다. EQ 1. ENERGY STAR w/IAP에서 점수를 획득하였을 경우, 몇 항목에서의 필수조건 생략이 가능하며 LEED for Homes Rating System의 <표 2.6>과 같은 다른 범주에서 점수를 획득한 것으로 간주된다.

<표 2.6> ENERGY STAR Indoor Air Package Measures

필수항목/인증 구분	항목	적용내용
Innovation & Design Process 2.1, 2.2	Various	Indoor Air Package의 내용에 만족하는 것은, 내구성 점검 체크리스트 템플릿에 기재된 다양한 내구적인 문제를 다룰 것이다.
Sustainable Sites 5	3.1-3.4	프로젝트 장소에 의해 결정되는, Indoor Air Package의 명세에 대한 만족은 2점의 LEED 포인트를 획득 할 수 있을 것이다.
Energy & Atmosphere 6.1	4.1, 7.4	Indoor Air Package의 명세에 만족하는 것은 필수사항인 EA 6.1(a)와 6.1(c)를 달성할 수 있다.
Materials & Resources 2.2	6.3-6.9	프로젝트의 세부사항에 의해 결정되는, Indoor Air Package의 명세에 대한 만족은 2점의 LEED포인트를 획득 할 수 있을 것이다.



(그림 2.3) EQ Category 평가 경로

2) 개별평가 방식 (EQ 2 Combustion Venting)

LEED for Homes의 개별평가 방식에서는 온열환경과 공기환경만을 다루고 있는데, 그 중에서도 공기환경을 주로 다루고 있는 것으로 나타났다.

그 내용을 살펴보면, 시공 단계에서 오염물질이 실내에 반입되는 것을 막기 위해 모든 배출구를 밀봉하는 평가항목을 채택하고 있으며, 휘발성 유기화합물질(VOCs) 저 방출 자재 사용 유무를 주요한 평가기준으로 적용함으로써 휘발성 유기 화합물의 감소를 유도하고 있다.

온열환경과 관련된 평가항목을 살펴보면, 회수기류에 대한 평가항목을 채택하여 설계 단계에서부터 온열환경에 대한 고려를 유도하고 있는 것으로 나타났다.

또한 중요 항목마다 점수를 부여하지 않는 필수항목(Prerequisite)을 두어, 기본적인 실내환경의 건강성 및 쾌적성을 확보하도록 하였다.

<표 2.7> LEED for Homes 실내환경 평가항목

부문	범주	평가방법	구분	배점	
실내 환경	지역적인 배출	국부 배기 팬의 사용을 제어해야 하고 ASHRAE Standard 62.2-2007의 section 5의 요구조건에 따른 각각의 배기량의 제 3차 실험을 수행해 평가	필수 인증	2	
	난방과 냉방의 배급	A	알맞은 덕트를 설치하고 충분한 회수기류를 갖는지 전체 공급 기류량을 테스트해 평가	필수 인증	3
		B	각 공간에 맞는 HVAC 시스템을 설계 및 배치에 따라 평가	필수 인증	3
	공기정화	MERV의 값에 따라 평가	필수 인증	5	
	오염물질 제어	시공 중의 오염물질을 최소화시키기 위해 모든 영구적인 덕트와 배출구를 제시된 조건에 맞도록 충족시키는 여부에 따라 평가	인증	4	
	라돈으로부터 보호	EPA Radon Zone 1의 내부인지 외부인지에 따라 평가	필수	1	
	차고 오염물질로부터 보호	차고와 관련한 제시된 모든 사항의 만족여부에 따라 평가	필수	3	
			인증		

(3) 영국의 BREEAM-CSH(Code for Sustainable Homes)

환경문제가 대두됨에 따라 영국에서는 자발적인 친환경건축물인증제도가 아닌 의무적인 친환경건축물제도인 CSH(Code for Sustainable Homes)를 개발하였다. CSH는 1991년에 시행된 EcoHomes에 기초를 두고 있으며, 2007년 4월 EcoHomes를 대체하여 영국의 신축 주택을 평가하는데 사용되는 제도로서, 2008년 5월부터 모든 영국의 신축 주택에 대해 최소 level3(★★★)를 받도록 의무화되었다. 지속가능성 관점에서의 고성능 주택에 대한 가이드라인을 제공하고, 환경을 보호하기 위한 목적으로 개발되었다.

<표 2.8> CSH 개요

시행국	영국
시행일	2007년
개발처	BRE (Building Research Establish Ltd) & 민간기업
평가 부문	①에너지와 CO ₂ 배출 ②물 ③재료 ④지면의 우수 ⑤폐기물 ⑥오염 ⑦건강과 복지 ⑧관리 ⑨생태환경
총점	100점 (범주별 점수에 가중치를 곱하여 계산)
인증등급	총점에 따라 총 6개의 레벨로 구분된다.

CSH는 완전한 패키지로써 다음과 같은 9개의 항목을 환경평가가 이루어지고 있으며, 실내환경에 관한 평가항목인 Health and Wellbeing은 전체의 11.5%를 차지하고 있다.

<표 2.9> 대분류 및 배점

Categories of Environmental Impact	Total Credits in each Category	Weighting factor (%points contribution)	Approximate weighted value of each credit
Energy and CO ₂ Emissions	29	27.9%	1.26
Water	6	5.8%	1.50
Materials	24	23.1%	0.30
Surface Water Run-off	4	3.8%	0.55
Waste	7	6.7%	0.91
Pollution	4	3.8%	0.70
Health and Wellbeing	12	11.5%	1.17
Management	9	8.7%	1.11
Ecology	9	8.7%	1.33
Total	104	100.0%	-

CSH의 평가내용을 살펴보면, 실내환경의 물리적 요소에 관련한 항목은 빛 환경에서는 자연채광과 관련한 항목을 채택하여 평가하며, 음환경에서는 소음 차단성능에 관련한 평가가 이루어지고 있다. 또한 실내환경의 물리적 요소 외에 사적 공간 유무와 Lifetime Homes에 관한 항목을 채택하여 실내환경을 평가하고 있는 것으로 나타났다.

<표 2.10> CSH 실내환경 평가항목

부문	범주	평가방법	구분	배점
건강 과 웰빙	자연채광	부엌, 거실, 공부방등 실내 환경의 자연채광을 통해 삶의 질이 개선되었는지에 대한 평가	인증	3
	소음 차단	airborne/impact sound insulatio의 dB 평가를 통해 방음이 되었는지에 대한 평가	인증	4
	사적 공간	개인적인공간이 형성됨으로써 삶의 질을 향상시켰는가에 대한 평가	인증	1
	Lifetime Homes	건축을 모두에게 접근 가능하게, 그리고 그 곳의 배치가 미래에 쉽게 적용될 수 있는지에 대한 평가	인증	4

(4) 일본의 CASBEE

일본에서는 2001년 4월 ‘건축물의 종합적 환경평가위원회’가 국토교통성의 주택국 지원 아래 산학관 공동 프로젝트로서 발족하였다. 이 연구의 성과로서 ‘건축물 종합 환경성능 평가시스템’이 CASBEE(Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency)를 개발하였다. CASBEE 개발의 주요 목적은 건축물의 Life Cycle에 걸친 지속가능한 사회를 실현하기 위하여 정책 및 시장 쌍방의 수요를 지원하는 것이다.²⁷⁾

<표 2.11> CASBEE-NC 개요

시행국	일본
시행일	2004년
개발처	일본 국토교통성
평가항목의 분류체계	Q : 건축물의 환경품질, 성능 LR : 건축물의 외부환경 부하
평가 항목	Q-1 : 실내 환경 Q-2 : 서비스 성능 Q-3 : 실외 환경(부지 내) LR-1 : 에너지 LR-2 : 자원 및 재료 LR-3 : 부지 외 환경
총점	평가 항목별로 가중평균에 의해 BEE값 계산
인증등급	.0 < BEE값 < 0.5 : C급 - ★, Poor 0.5 < BEE값 < 1.0 : B급 - ★★, Fairy Poor 1.0 < BEE값 < 1.5 : B+급 - ★★★, Good 1.5 < BEE값 < 3.0 : A급 - ★★★★★ Very Good 3.0 < BEE값 : S급 - ★★★★★★ Excellent

CASBEE는 에너지소비, 자원순환, 지역환경, 실내환경의 4가지 주요 분야를 평가대상으로 하며 BEE 개념의 도입을 통해 Q(건축물의 환경품질, 성능)과 L(건축물의 외부환경 부하)의 2가지 주요 카테고리 정리하여 재구성하였다. <표 2.12>는 재구성을 통한 CASBEE의 평가항목 및 항목별 가중치이다. CASBEE에서의 실내환경 평가 카테고리는 Q-1 Indoor Environment 항목으로 Q의 0.4의 가중치를 갖는다.

27) 신인중, 일본의 친환경 건축물 평가시스템의 소개, 한국설비기술협회 특집원고, 2004.11

<표 2.12> CASBEE-NC 대분류 및 배점

Assessment Fields	Score	Weighting Coefficients	
		Non-factory	Factory
Q-1 : Indoor Environment	Level 1~5 (SQ1=평균값)	0.40	0.30
Q-2 : Quality of Service	Level 1~5 (SQ2=평균값)	0.30	0.30
Q-3 : Outdoor environment on site	Level 1~5 (SQ3=평균값)	0.30	0.40
LR-1 : Energy	Level 1~5 (SLR1=평균값)	0.40	
LR-2 : Resources & Materials	Level 1~5 (SLR2=평균값)	0.30	
LR-3 : Off-site Environment	Level 1~5 (SLR3=평균값)	0.30	

CASBEE-NC의 실내환경 평가항목과 평가방법은 <표 2.13>과 같다.

CASBEE에서는 온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경에 대한 평가가 모두 이루어지고 있으며, 각 항목의 평가 내용이 매우 다양한 것으로 나타났다.

음환경에 대한 내용을 살펴보면, 소음에 관한 내용만 평가하고 있는 것이 아니라, 소음과 흡음, 방음에 대한 내용을 모두 평가하며 음환경에 대한 다양한 평가가 이루어지고 있다. 또한 온열환경에서는 온도와 습도, 온도 모니터링 설치 여부에 관한 항목을 채택하여 평가하고 있다. 온도 모니터링 설치에 관한 항목은 재실자의 열적 쾌적성을 유지하는데 그 목적이 있다. 빛환경에서는 자연채광과 인공조명의 적절한 이용을 통해 재실자에게 빛을 통한 쾌적한 공간을 제공하는데 그 목적이 있으며, 자연채광과 인공조명에 관련한 항목을 모두 평가하고 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 공기환경에서는 계획단계, 시공단계, 운영단계에 따른 평가항목을 모두 채택하여 평가하고 있다. 계획단계에서의 평가항목은 공기환경을 나쁘게 만드는 근원을 사전에 통제함으로써 보다 효과적인 공기환경의 쾌적성을 확보하도록 평가항목을 채택하였다. 또한 유해한 물질을 방출하는 자재의 사용금지 시키고, 온실문제를 일으키는 온실가스등을 사용하는 평가항목을 채택하고 있는 것으로 나타났다. 또한 운영단계에서의 평가항목으로 모니터링 시스템과 관련한 항목을 채택하여 CO₂ 발생량에 대한 모니터링을 실시하고 있는 것으로 나타났다.

<표 2.13> CASBEE-NC 실내환경 평가항목

구 분	평가항목	세부평가항목	평가방법
Q-1 실내 환경	소음 & 음향 효과	소음	소음의 크기에 따라 평가
		방음	불쾌감의 정도에 따라 평가
		흡음	재료에 따른 흡음 능력 유무에 따라 평가
	온도 관리	실의 온도 제어	건물의 설정온도에 따라 평가
		습도 제어	건물의 적정 습도 유지에 따라 평가
		온도 모니터링	부하변동에 따른 컨트롤 시스템에 따라 평가
	조명 & 조도	주광조명	주광요소의 비율에 따라 평가
		눈부심 방지 측정	차양 장치의 주광 제어에 따라 평가
		조도의 수준	필요 조도에 따른 평가
		조명 제어	조명 제어 장치의 유무에 따라 평가
	공기의 질	원인 제어	건물 기준에 적용 여부에 따라 평가
		환기	중앙제어장치의 설치 유무와 장치의 성능에 따라 평가
			실내 환경을 고려한 공기 조화 설비의 설치여부에 따라 평가
		운영 계획	CO2 모니터링 시스템의 결과와 금연 건물 지정 유무에 따라 평가

(5) 캐나다의 SBTool

SBTool(Sustainable Building Tool)은 캐나다를 중심으로 한국을 포함한 19개국이 모여 만든 국제 민간 컨소시엄인 GBC(Green Building Challenge)에서 개발하여 1998년에 제시한 건축물 친환경 성능평가도구이다. SBTool은 공동주택, 사무소, 판매시설 등에서 사용될 수 있으며 리노베이션의 고려에 대한 내용을 포함하고 있다. SBTool은 특히 지역적 특징이 반영된 항목이 설정되어 있어 이를 위해서 전문가들로 구성된 지역위원회가 각 지역의 특징에 대한 평가기준을 설정하고 이를 평가에 반영하여야 한다. 평가는 P-Dsn(기획단계), Dsn(디자인 단계), C&C(시공단계), Ops(운영단계)의 단계별로 이루어진다. 28)

28) 임정아, 공동주택 리모델링 계획단계에서의 친환경 성능평가 제안, 충북대 박사 논문, 2008

<표 2.14> SBTool 개요

시행국	캐나다
시행일	1998년
개발처	SBC(Sustainable Building and Communities)
평가 부문	A 토지개발 B 에너지와 자원소비 C 환경부하 D 실내환경의 질 E 서비스 향상 F 사회성 G 문화
총점	각 분야에 대한 결과 값의 평균 점수를 통하여 등급이 결정
인증등급	0점-용인가능(Acceptable Practice), 3점-양호(Good Practice) 5점-매우 양호(Best Practice)

SBTool은 평가자가 평가에 필요한 데이터를 프로그램에 입력하면 SBTool의 알고리즘에 의해 기준 값(Benchmark)과 평가 건물 값이 결정되며, 그 값에 의해 점수간 간격 및 각 항목의 점수에 해당하는 평가 값이 자동 계산되어 그 항목의 점수가 평가된다. SBTool은 다음과 같은 7개의 항목을 통해 환경평가가 이루어진다.

<표 2.15> 대분류 및 배점

Issues		Suggested nominal default values	Nominal weights adjusted for number of active Categories	Weighted percent
A	Site Selection, Project Planning & Development	3	1.3	8.1
B	Energy and Resource Consumption	5	3.6	22.5
C	Environmental Loadings	5	4.3	27.0
D	Indoor Environmental Quality	4	2.9	18.0
E	Service Quality	3	2.6	16.2
F	Social and Economic aspects	3	0.9	5.4
G	Cultural and Perceptual Aspects	3	0.4	2.7

대분류 항목 중 환경부하 부문이 최대 가중치로 구성되어 있으며, 다음으로는 에너지와 자원소비, 실내환경의 질, 서비스 향상, 토지개발, 사회성, 문화의 순으로 구성되어 있으며 실내환경의 비율은 전체의 18.0%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

SBTool에서의 실내환경은 총 21개 항목으로 공기환경이 총 12개, 빛환경 3개, 온열환경 2개, 음환경 4개의 항목으로 평가가 이루어지고 있다.

특히 공기환경에 대한 평가가 12개 항목으로 전체 실내환경의 약 57%의 비율을 차지하고 있으며, 설비시설 및 시스템을 통해 평가하는 항목 이외에 디자인단계에서 우선적으로 공기환경에 대한 계획을 할 수 있도록 유도하는 항목을 채택하고 있는 것으로 나타났다. 디자인단계의 평가항목인 'D1.4 거주자 간의 오염물질 이동'에 대한 항목을 살펴보면, 화학적 오염물질이 발생하는 기계나 활동이 이루어지는 공간에 대해 주거공간으로의 오염물질 이동이 발생하지 않도록 하는 환기계획에 관한 내용을 평가항목으로 채택하고 있다. 이러한 디자인단계의 평가를 통해 설계 시 미리 공기환경에 대한 고려를 하도록 하고 있는 것으로 나타났다. 또한 공기환경에서는 오염물질의 제거 및 관리에 관한 항목이 많았는데, 오염물질 중 특히 휘발성 유해 화합물질(VOCs)을 중점적으로 다루고 있었다.

빛환경에서는 자연채광과 관련한 항목 2개와 인공조명에 관련한 항목을 모두 평가하고 있었다. 자연채광에 관한 항목은 재실자에게 충분하고 불쾌감 없는 빛을 제공하여 쾌적한 빛환경을 제공하는 것을 목적으로 하며, 실내에서의 주광률(Daylight Factor)과 현휘(Glare)를 통해 자연 빛의 양과 질을 모두 평가하고 있는 것으로 나타났다.

<표 2.16> SBTTool 실내환경 평가항목

구 분	평가항목	세부평가항목	평가방법
실내 환경	실내 공기 질 및 환기	건설기간 동안의 재료 보호	건설기간동안 재료를 건조한 상태를 유지하는 방법에 따라 평가
		거주 전 내부 마감재에서 방출되는 오염물질의 제거	건물의 flush-out 과정에 따라 평가
		실내마감재에서 방출된 오염물질의 대기방출	TVOC 방출량을 최소화 또는 zero로 하는 실내마감재의 선택에 따라 평가
		거주자 간의 오염물질 이동	설계 도면을 통해 평가
		시설유지에 의한 오염물질 발생	거주자의 불만족 여부에 따라 평가
		거주 활동에 의해 발생하는 오염물질.	거주자의 오염물질 노출 여부에 따라 평가
		실내 공기의 CO2 집중	CO2의 ppm 기준에 따라 평가
		프로젝트 수행기간 동안의 IAQ 모니터링	공공 공간 IAQ 모니터링 횟수에 따라 평가
		자연적으로 환기되는 주거에서 환기의 효율성	자연 환기를 제공하는 창문의 면적과 위치에 따라 평가
		기계환기를 통한 공기질과 환기	ASHRAE 또는 CIBSE 같은 인증된 적정 기준 만족 여부에 따라 평가
		기계환기를 통한 기류 속도	HVAC 시스템의 기류속도에 따라 평가
	기계환기의 환기 효율	환기효율(Eac)에 따라 평가	
	기온 및 상대습도	기계로 냉방되는 주거에서의 내부 온도와 상대 습도	기계 환기 시스템의 온도 변화량에 따라 평가
		자연적으로 환기되는 주거에서의 온도	자연환기시스템의 성능에 따라 평가
	주광 및 조명	주요 거주 공간의 채광	주광률에 따라 평가
		비주거 거주자의 현황	최대의 예측 조도 대비의 비율에 따라 평가
		조도레벨과 빛의 질	적합한 조도레벨과 빛의 질을 제공하는 환경 조명 시스템의 성능에 따라 평가
	소음과 음향	외벽을 통한 소음의 감쇠	외벽의 창문이 Sound Transmission Class 값에 따라 평가
		주요 거주자로의 설비장치 소음의 전달	기계장치와 기계실의 Noise Reduction Criteria 등급에 따라 평가
		주요 거주 공간사이의 소음 감쇠	주요 거주 공간 사이 구획의 Minimum Sound Transmission Class에 따라 평가
주요 거주 공간내의 방음성능		잔향시간에 따라 평가	

2.3.2 친환경건축물 인증제도의 비교·분석

(1) 친환경건축물 인증제도의 비교·분석

가) 부문별 특성 비교

<표 2.17> 국내외 친환경건축물 인증제도의 특성 비교

	GBCC - 공동주택	LEED for Homes	CSH	CASBEE-NC	SBTool
시행국	한국	미국	영국	일본	iiSBE
시행일	2002년 1월	2008년 1월	2007년	2004년	2006년
개발처	환경부, 건설교통부	USGBC(U.S. Green Building Council)	BRE (Building Research Establish Ltd) & 민간 기업	건축물의 종합적 환경 평가 연구위원회	iiSBE(International Initiative for a Sustainable Built Environment)
평가 부문	① 토지이용 ② 교통 ③ 에너지 ④ 재료 및 자원 ⑤ 수자원 ⑥ 환경오염 ⑦ 유지관리 ⑧ 생태환경 ⑨ 실내 환경	① 디자인 혁신성 (ID) ② 지역의 연계성 (LL) ③ 지속가능한 부지계획 (SS) ④ 수자원 효율 (WE) ⑤ 에너지 및 대기 (EA) ⑥ 자재 및 자원 (MR) ⑦ 실내 환경의 질 (EQ) ⑧ 인식 및 교육 (AE)	① 에너지 및 CO2 방출 ② 물 ③ 재료 ④ 지면의 우수 ⑤ 폐기물 ⑥ 오염 ⑦ 건강 및 복지 ⑧ 관리 ⑨ 생태환경	Q-1 : 실내 환경 Q-2 : 서비스 성능 Q-3 : 실외 환경(부지 내) LR-1 : 에너지 LR-2 : 자원 및 재료 LR-3 : 부지 외 환경	A 토지개발 B 에너지와 자원소비 C 환경부하 D 실내환경의 질 E 서비스 향상 F 사회성 G 문화

총점	평가점수100점 + 추가 점수36점 = 136점	136점	100점(범주별 점수 (104점)에 가중치를 곱하여 최종점수 100점)	평가 항목별로 가중평균에 의해 BEE값 계산	각 분야에 대한 결과값의 평균 점수를 통하여 등급이 결정
인증 등급	최우수: 85점 이상 우수: 65점 이상	Certified: 45~59점 Silver: 60~74점 Gold: 75~89점 Platinum: 90~136점	Level 1 (★) : 36점 Level 2 (★★) : 48점 Level 3 (★★★) : 57점 Level 4 (★★★★) : 68점 Level 5 (★★★★★) : 84점 Level 6 (★★★★★★) : 90점	0.0 < BEE값 < 0.5 :C급(★) Poor 0.5 < BEE값 < 1.0 : B급(★★) Fairy Poor 1.0 < BEE값 < 1.5 :B+급(★★★) Good 1.5 < BEE값 < 3.0 :A급(★★★★) Very Good 3.0 < BEE값 : S급(★★★★★) Excellent	0점-용인가능 (Acceptable Practice) 3점-양호 (Good Practice) 5점-매우 양호 (Best Practice)

GBCC의 평가항목은 9개의 부문으로 구성되어 있으며 인증등급은 100점 만점으로 환산한 값이 65점 이상 85점 미만이면 “우수”, 85점 이상인 경우에는 “최우수”의 등급을 부여하는 방식을 채택하고 있다. 본 연구에서는 2006년 4월 11일부터 개정 시행된 GBCC-공동주택의 부문 및 평가항목을 나타낸다.

CSH는 생태환경, 에너지, 재료, 수자원, 오염, 유지관리, 건강과 웰빙, 폐기물, 지표수의 9개 대항목과 34개의 문항으로 구성되었으며, 총점 100점으로 구성된다. 에너지, 재료, 수자원, 폐기물, 지표수 대항목의 세부 평가항목에 반드시 충족시켜야 하는 최소 의무 기준을 설정하고 있으며, 특히 에너지와 수자원에 있어 높은 최소 의무 기준을 제시하고 있다.

LEED for Homes는 주택에 관련된 평가 기준으로 2008년 1월에 완성된 기준이다. LEED for Homes는 총 8개의 카테고리로 구성되어 있으며 각 카테고리 안에는 친환경 요소를 평가하는 각 항목들이 나열되어 있고 각 항목마다 일정한 점수(Credit)를 부여한다. 인증등급은 총 획득점수에 따라 Platinum(90-136), Gold(75-89), Silver(60-74), Certified(45-59)로 나누어져 있다. 이 평가 시스템은 단독주택이나 다세대주택 적용될 수 있으며 market-rate와 주택에 적용 가능하다.

CASBEE-NC는 일본의 국토교통성에 의해 개발되어 사전디자인 단계, 실시설계와 시공완료단계에서 평가가 가능하고, 2개의 부문과 6개의 세부부문으로 이루어져 있다. 2개 부문의 점수를 이용하여 계산한 BEE(Building Environmental Efficiency)로 건물의 환경성능을 평가한다.

마지막으로 SBTool은 총 7개 부문으로 구성되어 있으며, 각 분야에 대한 결과 값의 평균 점수를 통하여 등급이 결정되고 그 인증등급은 0점-용인가능(Acceptable Practice), 3점-양호(Good Practice), 5점-매우 양호(Best Practice)로 나누어져 있다.

나) 부문별 배점 비교

<표 2.18>은 5개의 친환경건축물 인증제도의 평가배점을 비교·분석한 표이다.

<표 2.18> 친환경건축물 인증제도의 평가배점 비교

순위	GBCB-공동주택		LEED for Homes		CSH		CASBEE		SBTool	
	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)	평가항목	비율(%)
1	실내환경	19.9	에너지 및 대기	27.9	에너지 및 CO2 방출	36.4	실내환경	20.0	환경부하	27.0
2	에너지	11.0	지속 가능한 부지계획	16.2	건강 및 복지	14.0	서비스성능	15.0	에너지와 자원 소비	22.5
3	재료 및 자원	16.9	실내 환경의 질	15.4	생태환경	12.0	실외환경	15.0	실내환경의 질	18.0
4	생태환경	13.2	자재 및 자원	11.8	관리	10.0	에너지	20.0	서비스 향상	16.2
5	수자원	9.6	수자원효율	11.0	물	9.0	자원 및 재료	15.0	토지개발	8.1
6	유지관리	5.1	디자인혁신성	8.1	재료	7.2	부지 외 환경	15.0	사회성	5.4
7	토지이용	16.2	지역의연계성	7.4	폐기물	6.4			문화	2.7
8	환경오염	2.2	인식 및 교육	2.2	오염	2.8			-	-
9	교통	5.9	-	-	지면의 우수	2.2			-	-
합계	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100

각 인증제도의 실내환경 평가항목이 전체에서 차지하는 배점의 비율을 살펴보면, 국내 친환경건축물 인증제도의 경우 다른 인증제도와 비교할 때 19.9%로 높은 비율을 차지하고 있으며, 전체 항목 중에서도 가장 높은 점수를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 가장 높은 점수 20.0%를 나타낸 CABEE를 제외한 LEED for Homes, CSH, SBTool 모두 평균 약 15.1%로 세 평가도구 모두 비슷한 비율을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 5개의 인증제도 모두 실내환경 부문의 배점이 다른 부문에 비해 상대적으로 높은 비율을 차지하고 있어 실내환경이 모든 친환경 건축물 인증제도에서 중요하게 다루어지고 있음을 알 수 있다. 하지만 실내환경 부문의 높은 배점 비율에도 불구하고, 세부 평가항목의 수가 상대적으로 적어 비중이 큰 만큼의 자세한 평가가 이루어지지 못하고 있는 것으로 나타났다.

(2) 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문 비교·분석

가) 평가항목 특성 비교

국내외 인증제도의 실내환경 부문의 평가항목을 살펴본 결과, 국내 친환경 건축물 인증제도가 국외의 인증제도에 비해 전체 평가항목의 수가 상대적으로 매우 적게 나타났으며, 온열환경, 빛환경 및 공기환경에서의 평가항목의 수 또한 다른 국외의 인증제도 비해 그 수가 매우 적게 나타나 사실상 실내환경 부문에서의 자세한 평가가 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다.

국내외 인증제도마다 그 평가기준의 비중이 다르게 나타나는데, CASBEE와 SBTTool의 경우에는 온열, 빛, 공기, 음환경 모두 고른 평가 분포를 보이고 있는 것으로 나타났다. 하지만 LEED for Homes의 경우 실내환경의 평가가 거의 공기환경에 치우쳐 있으며, GBCC 또한 음환경에 많은 평가항목이 분포하고 있는 것으로 나타나 실내환경의 네 가지 물리적 요소가 고르게 평가되지 않고 있음을 알 수 있다. 특히 CSH의 경우에는 평가항목의 수가 매우 미약하여 실내환경에 대한 자세한 평가가 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

모든 평가도구에서 심도있게 다루고 있는 공기환경에 관한 항목을 살펴보면, 평가의 항목이 같다 하더라도 그 평가방법이나 기준이 평가도구마다 다양하게 나타났다. GBCC의 경우 유해물질 함유량이 적은 자재를 사용함으로써 실내의 오염을 예방하는 항목을 평가항목으로 채택하고 있으며, LEED for Homes의 경우에는 시공 단계에서 오염물질이 실내에 반입되는 것을 막기 위해 모든 배출구를 밀봉하는 평가항목을 채택하고 있는 것으로 나타났다. 또한 CASBEE의 경우 GBCC와 유사하게 환경호르몬 등을 방출하는 자재들을 사용금지 시키고 있으며, 온실문제를 일으키는 온실가스등을 사용하는 평가항목을 채택하고 있는 것으로 나타났다. LEED for Homes와 CASBEE의 경우 다른 세 가지의 평가도구보다 상세한 기준을 두어 평가를 강화하고 있는데, CASBEE의 경우 모니터링 시스템과 관련한 평가항목을 채택하여 CO₂ 발생량에 대한 모니터링을 실시하고 있는 것으로 나타났다.

온열환경과 관련된 평가항목을 살펴보면, GBCC에서는 자동 조절 장치 사용에 관한 평가항목을 채택하고 있으며 LEED for Homes의 경우 회수기류에 대한 평가항목을 채택하여 설계 단계에서부터 온열환경에 대한 고려를 유도 하였다. CASBEE의 경우 각 건물의 유형별, 계절별에 따라 온도와 습도를 제어할 수 있는 시스템 설비에 대한 평가항목을 채택하고 있는 것으로 나타났다.

나) 평가항목 배점 비교

<표 2.19>는 5개의 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문의 평가배점을 비교·분석한 것으로 각 인증제도 간의 평가항목별 차이점을 나타내고 있다.

<표 2.19> 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문별 비교

평가항목	GBCC - 공동주택 (%)	LEED for Homes (%)	CSH (%)	CASBEE (%)	SBTool (%)
온열환경	2(7)	4(19)	-	(35)	10(10)
빛환경	4(15)	-	3(25)	(25)	15(14)
공기환경	9(34)	17(81)	-	(15)	60(57)
음환경	10(37)	-	4(34)	(25)	20(19)
기타	2(7)	-	5(41)	-	-
총점	27(100)	21(100)	12(100)	(100)	105(100)

괄호 안은 실내환경에 대한 각 평가항목의 백분율(%)

그 내용을 살펴보면, 전반적으로 공기환경에 대한 비율이 다른 평가항목에 비교하여 상대적으로 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 반면 CSH에서는 공기환경에 대한 평가가 이루어지지 않았고, CASBEE에서는 평가는 이루어지고 있으나 상대적으로 낮은 비율을 나타냈다. CASBEE는 온열환경의 비중이 가장 크게 나타났으며, 그 비율은 실내환경을 100%로 가정하였을 때 35%로 나타났다.

GBCC에서는 실내환경의 물리적 요소 외에 노약자, 장애인 배려의 타당성 항목을 채택하고 있으며, CSH에서는 사적 공간의 제공 및 생애주택에 관련한 항목을 채택하고 있는 것으로 나타났다.

2.4 소결

국내외 친환경 공동주택 인증제도의 실내환경 부문의 평가항목을 조사한 결과 국내 친환경건축물 인증제도의 경우 전체 배점에서 실내환경 부문이 차지하는 비중이 19.9%의 비율을 차지하고 있으나, LEED for Homes는 15.4%, BREEAM-CSH 14.0%, SBTool은 18.0%로 국외 인증제도에 비해 큰 것으로 나타났다. 반면 실내환경 평가항목의 수는 SBTool이 21개, LEED for Homes와 CASBEE가 13개, CSH가 12개 항목으로 국내 친환경건축물 인증제도의 평가항목 수인 8개 보다 많은 것으로 나타나 국내 인증제도의 실내환경 비중에 비해 세분화된 평가가 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

또한 항목의 평가 비중을 살펴보면, LEED for Homes와 SBTool의 경우 공기환경이 81%와 57%의 비중을 두어 가장 중요한 항목으로 평가하는 반면, CSH의 경우 기타 항목에 37%의 비중을, 국내 인증제도는 37%의 비중을 차지하는 음환경을 가장 중요한 항목으로 평가하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 국내 인증제도의 실내환경 부문 중 가장 작은 비중을 차지하는 온열환경의 경우 전체의 7%를 차지하여 항목마다 편중된 평가비율을 보이고 있었다.

현재까지의 연구에 따르면 국내 친환경인증제도 중 실내환경 부문의 비율은 전체 19.9%로 상당히 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 국외의 친환경건축물 인증제도와 비교하여 상대적으로 평가항목이 매우 적어 실내환경에 대한 세밀한 평가가 부족한 것을 알 수 있었다. 또한 일부의 평가항목에 과도한 비중이 적용됨에 따라 비중이 높은 평가항목에서의 편중된 점수획득만으로도 높은 점수 획득이 가능하게 될 것이라 판단된다.

따라서 현재 시행 중인 친환경건축물 인증제도 보다 구체적이고 세분화된 평가를 실시하여 공동주택의 실내환경에 대한 거주자 만족도를 향상시켜야 한다. 거주자 만족도를 효과적으로 향상시키기 위해서는 공동주택에서 거주자 만족도에 상대적으로 많은 영향을 미치는 실내환경 요소를 우선적으로 고려하는 것이 필요하다. 하지만 현재의 친환경건축물 인증제도는 평가항목과 배점이 전문가의 판단에 의해 결정되어 거주자의 중요도나 만족도가 반영되지 않고 있는 실정이다.

따라서 3장에서는 국내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 영향요소를 도출하고 거주자에게 설문조사를 실시하여 국내 친환경인증제도 개선 시 거주자의 중요도와 만족도가 반영된 실내환경 평가항목을 제안하고자 한다.

제 3 장 실내환경 영향요소 도출

3.1 국내외 친환경건축물 인증제도의 영향요소 도출

국내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 영향요소를 모두 도출한 결과는 다음 <표 3.1>과 같이 나타났다.

<표 3.1> 국내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 평가항목

분류	평가항목
온도 목표 값 설정	CASBEE 2.1.1 Room Temperature Setting CASBEE 2.1.3 Perimeter Performance SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies SB-Tool D3.2 Air temperature in naturally ventilated occupancies
온도 제어 시스템	GBCC 9.2.1 각 실별 자동온도 조절장치 채택 여부 CASBEE 2.1.2 Variable Loads and Following-up control CASBEE 2.1.4 Zoned Control CASBEE 2.1.5 Temperature and Humidity control SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies
온도 모니터링 시스템	CASBEE 2.1.8 Monitoring Systems SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies
기류 제어 시스템	LEED EQ6.2 Return Air Flow LEED EQ6.3 Third-Party Performance Testing
열 침투 차단 계획	CASBEE 2.1.3 Perimeter Performance
습도 제어 시스템	CASBEE 2.1.5 Temperature and Humidity control CASBEE 2.2 Humidity control SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies
습도 목표 값 설정	CASBEE 2.2 Humidity control
재실자 제어 시스템	CASBEE 2.1.6 Individual control
채광계획	CASBEE 3.1.1 Daylight Factor CSH Hea 1 Daylighting SB-Tool D4.1 Daylighting in primary occupancy areas CASBEE 3.1.3 Daylight Devices
일조확보	GBCC 9.4.1 세대 내 일조 확보율
자연채광 눈부심 제어	CASBEE 3.1.2 Openings by Orientation CASBEE 3.2.2 Daylight control SB-Tool D4.2 Glare in non-residential occupancies
인공조명 눈부심 제어	CASBEE 3.2.1 Glare from Light fixtures
재실자 조명제어	CASBEE 3.4 Lighting controllability
건축 공간 계획	CASBEE 4.2.3 Consideration for outside air intake LEED EQ8.2 Indoor Contaminant Control SB-Tool D1.4 Pollutant migration between occupancies CASBEE 4.3.2 Control of smoking

유해물질	GBCC 9.1.1 각종 유해물질 저함유 자재의 사용 CASBEE 4.1.1 Chemical pollutants CASBEE 4.1.2 Asbestos LEED MR2.2 Environmentally Preferable Products SB-Tool D1.3 Off-gassing of pollutants from interior finish materials
억제재료의 사용	CASBEE 4.1.3 Mites, Mold etc
건설기간 중 자재의 보관	SB-Tool D1.1 Protection of materials during construction phase
자재 시공 기술	LEED EQ8.1 Indoor Contaminant control during construction LEED EQ9.1 Radon-Resistant Construction in High-Risk Areas LEED EQ9.2 Radon-Resistant Construction in Moderate-Risk Areas
건설기간 중 베이크아웃 및 환기	LEED EQ 8.3 Preoccupancy Flush SB-Tool D1.2 Removal, before occupancy, of pollutants emitted by new interior finish materials
자연환기	GBCC 9.1.2 환기 설계의 정도 CASBEE 4.2.2 Natural Ventilation Performance LEED EQ4.1 Basic Outdoor Air Ventilation SB-Tool D2.1 Effectiveness of ventilation in naturally ventilated occupancies
기계환기	GBCC 9.1.2 환기 설계의 정도 CASBEE 4.2.4 Air Supply Planning LEED EQ2.2 Enhanced combustion venting measures LEED EQ4.2 Enhanced Out door air ventilation LEED EQ4.3 Third-Party Performance testing LEED EQ7.1 Good Filters LEED EQ7.2 Better Filters SB-Tool D2.2 Air quality and ventilation in mechanically ventilated occupancies SB-Tool D2.3 Air movement in mechanically ventilated occupancies. SB-Tool D2.4 Effectiveness of ventilation in mechanically ventilated occupancies LEED EQ5.1 Basic Community Resources LEED EQ5.2 Extensive Community Resources
모니터링 시스템	SB-Tool D1.7 CO2 concentrations in indoor air CASBEE 4.3.1 CO2 Monitoring LEED EQ2.1 Basic combustion venting measures SB-Tool D1.8 IAQ monitoring during project operations
교통소음차단	GBCC 9.3.3 단지내 음환경 CASBEE 1.2.1 Sound Insulation of openings
단지 내 소음차단	GBCC 9.3.3 단지내 음환경
설비소음 차단	CASBEE 1.1.1 Background noise level; CASBEE 1.1.2 Equipment noise SB-Tool D5.2 Transmission of facility equipment noise to primary occupancies
세대간 소음 차단	GBCC 9.3.2 세대간 경계벽 차음성능 수준 CASBEE 1.2.2 Sound Insulation of Partition Walls CASBEE 1.3 Sound Absorption CSH Hea 2 Sound Insulation SB-Tool D5.1 Noise attenuation through the exterior envelope SB-Tool D5.3 Noise attenuation between primary occupancy areas
층간소음 차단	GBCC 9.3.1 층간 경계 바닥 충격음 차단성능 수준 CASBEE 1.2.3 sound insulation performance of floor slabs (light) CASBEE 1.2.4 sound insulation performance of floor slabs(heavy) CASBEE 1.3 Sound Absorption CSH Hea 2 Sound Insulation

3.2 실내환경 부문별 영향요소 조사 및 계층분석

거주자의 건강과 쾌적성을 추구하는 건물평가에는 일반적으로 친환경 건축물 성능평가 도구를 찾을 수 있다. 각국의 평가도구를 살펴보면, LEED for Homes(미국), BREEAM-CSH(영국), CASBEE(일본), SBTool(iiSBE) 등이 있으며 우리나라에는 친환경인증제도(GBCC)가 있다. 본 연구에서는 실내환경의 영향요소를 파악하기 위하여 5개의 평가도구를 분석하여 영향인자를 분류하였다.

3.2.1 온열환경

<표 3.2> 온열환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목 분석

분 류			평가항목
# 1	# 2	# 3	
온열 환경	실내온도	온도 목표 값 설정	CASBEE 2.1.1 Room Temperature Setting CASBEE 2.1.3 Perimeter Performance SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies SB-Tool D3.2 Air temperature in naturally ventilated occupancies
		온도 제어 시스템	GBCC 9.2.1 각 실별 자동온도 조절장치 채택 여부 CASBEE 2.1.2 Variable Loads and Following-up control CASBEE 2.1.4 Zoned Control CASBEE 2.1.5 Temperature and Humidity control SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies
		온도 모니터링 시스템	CASBEE 2.1.8 Monitoring Systems SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies
	기류속도	기류 제어 시스템	LEED EQ6.2 Return Air Flow LEED EQ6.3 Third-Party Performance Testing
	표면온도	열 침투 차단 계획	CASBEE 2.1.3 Perimeter Performance
	실내습도	습도 제어 시스템	CASBEE 2.1.5 Temperature and Humidity control CASBEE 2.2 Humidity control SB-Tool D3.1 Air temperature and relative humidity in mechanically cooled occupancies
		습도 목표 값 설정	CASBEE 2.2 Humidity control
	재실자제어	재실자 제어 시스템	CASBEE 2.1.6 Individual control

온열환경의 영향인자는 크게 실내온도, 기류속도, 표면온도, 실내습도 및 재실자 제어로 나누어지는 것을 알 수 있다. CASBEE는 기류와 관련된 항목만을 제외하고, 온도(온도 목표 값 설정, 온도 제어 시스템, 온도 모니터링 시스템)와 표면온도(열 침투 차단계획), 습도(습도 제어 시스템, 습도 목표 값 설정) 및 재실자 제어여부 관련 항목 모두를 다양하게 다루고 있는 것을 알 수 있다. 특히 실내 온도와 너무 차이가 나는 벽체의 표면온도에 따른 불쾌적감을 저감시키기 위하여 실내환경 부문에서도 열관류율에 관련한 항목을 채택하고 있다. 이에 비해, GBCC에서는 각 실별 자동온도 조절 장치의 채택 이외에 다른 온열환경 항목을 다루고 있지 않는 것으로 나타났다. 또한 LEED에서도 주거공간의 적당한 냉·난방 분배를 제공을 위한 기류제어와 관련한 항목만을 다루고 있으며 다른 온열환경과 관련된 항목은 없는 것으로 나타났다.

3.2.2 빛환경

빛환경의 영향인자는 크게 자연채광, 인공조명, 재실자 제어로 나누어지는 것으로 나타났다.

<표 3.3> 빛환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목분석

분 류			평가항목
# 1	# 2	# 3	
빛 환 경	자연채광	채광계획	CASBEE 3.1.1 Daylight Factor CSH Hea 1 Daylighting SB-Tool D4.1 Daylighting in primary occupancy areas CASBEE 3.1.3 Daylight Devices
		일조확보	GBCC 9.4.1 세대 내 일조 확보율
		눈부심 제어	CASBEE 3.1.2 Openings by Orientation CASBEE 3.2.2 Daylight control SB-Tool D4.2 Glare in non-residential occupancies
	인공조명	눈부심 제어	CASBEE 3.2.1 Glare from Light fixtures
	재실자제어	재실자 조명제어	CASBEE 3.4 Lighting controllability

CASBEE에서는 다른 평가도구에서 다루지 않는 눈부심 제어와 재실자 조명제어에 대한 항목에 대한 평가가 이루어지고 있어 자연채광의 양에 대한 평가와 동시에 자연채광과 인공조명의 질적 평가 또한 이루어지고 있음을 알

수 있다. GBCC에서는 세대 내 일조확보에 관련한 항목만을 평가하고 있는데, 이는 최근 한국의 전형적인 주거형태인 아파트에 의해 나타난 평가 항목이라 할 수 있다. CASBEE에서는 다른 평가도구에서 다루지 않는 눈부심 제어와 재실자 조명제어에 대한 항목에 대한 평가가 이루어지고 있어 자연채광의 양에 대한 평가와 동시에 자연채광과 인공조명의 질적 평가 또한 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

3.2.3 공기환경

공기환경의 영향인자는 크게 유해물질 사전 저감 및 유지관리로 나누어지며 온열환경, 빛환경, 음환경에 비해 많은 항목을 평가하고 있는 것으로 나타났다. 또한 유해물질 저감 재료의 사용, 자연환기, 기계환기와 관련된 항목은 CSH를 제외한 모든 평가도구에서 공통적으로 다루고 있는 것으로 나타났다.

LEED는 공기환경 중 기계환기의 성능에 가장 많은 평가 비중을 두고 있으며, 건축설계 단계, 시공 단계, 입주 전 단계 및 유지관리 단계 등 건축의 전 과정에서 공기환경의 쾌적성을 위한 평가가 이루어지고 있는 것을 알 수 있다. 이에 비해 CASBEE에서는 LEED와 같이 많은 건축의 많은 단계에서 공기환경을 위한 평가항목이 존재하지만, 시공단계에서는 그 평가가 이루어지지 않고 있는 것을 알 수 있다.

<표 3.4> 공기환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목 분석

분 류			평가항목	
# 1	# 2	# 3		
공기 환경	유해 물질 사전 저감	건축 공간 계획	CASBEE 4.2.3 Consideration for outside air intake LEED EQ8.2 Indoor Contaminant Control SB-Tool D1.4 Pollutant migration between occupancies CASBEE 4.3.2 Control of smoking	
		친환경 자재의 사용	유해물질	GBCC 9.1.1 각종 유해물질 저함유 자재의 사용 CASBEE 4.1.1 Chemical pollutants CASBEE 4.1.2 Asbestos LEED MR2.2 Environmentally Preferable Products SB-Tool D1.3 Off-gassing of pollutants from interior finish materials
			억제재료의 사용	CASBEE 4.1.3 Mites, Mold etc
			건설기간 중 자재의 보관	SB-Tool D1.1 Protection of materials during construction phase
		자재 시공 기술	LEED EQ8.1 Indoor Contaminant control during construction LEED EQ9.1 Radon-Resistant Construction in High-Risk Areas LEED EQ9.2 Radon-Resistant Construction in Moderate-Risk Areas	
	건설기간 중 베이크아웃 및 환기	LEED EQ 8.3 Preoccupancy Flush SB-Tool D1.2 Removal, before occupancy, of pollutants emitted by new interior finish materials		
	유지 관리	환기	자연환기	GBCC 9.1.2 환기 설계의 정도 CASBEE 4.2.2 Natural Ventilation Performance LEED EQ4.1 Basic Outdoor Air Ventilation SB-Tool D2.1 Effectiveness of ventilation in naturally ventilated occupancies
			기계환기	GBCC 9.1.2 환기 설계의 정도 CASBEE 4.2.4 Air Supply Planning LEED EQ2.2 Enhanced combustion venting measures LEED EQ4.2 Enhanced Out door air ventilation LEED EQ4.3 Third-Party Performance testing LEED EQ7.1 Good Filters LEED EQ7.2 Better Filters SB-Tool D2.2 Air quality and ventilation in mechanically ventilated occupancies SB-Tool D2.3 Air movement in mechanically ventilated occupancies. SB-Tool D2.4 Effectiveness of ventilation in mechanically ventilated occupancies LEED EQ5.1 Basic Community Resources LEED EQ5.2 Extensive Community Resources
		모니터링 시스템	SB-Tool D1.7 CO2 concentrations in indoor air CASBEE 4.3.1 CO2 Monitoring LEED EQ2.1 Basic combustion venting measures SB-Tool D1.8 IAQ monitoring during project operations	

3.2.4 음환경

음환경은 크게 외부소음과 내부소음으로 나누어지며, 외부소음에는 교통소음차단과 단지 내 소음차단, 내부소음에는 설비소음차단, 세대간 소음차단, 층간소음차단으로 나누어지는 것으로 나타났다.

<표 3.5> 음환경 영향인자의 분석 및 평가도구의 항목 분석

분 류			평가항목	
# 1	# 2	# 3		
음 환 경	외부 소음	교통소음차단	GBCC 9.3.3 단지내 음환경 CASBEE 1.2.1 Sound Insulation of openings	
		단지 내 소음차단	GBCC 9.3.3 단지내 음환경	
	내부 소음	소음	설비소음차단	CASBEE 1.1.1 Background noise level; CASBEE 1.1.2 Equipment noise SB-Tool D5.2 Transmission of facility equipment noise to primary occupancies
			세대간 소음차단	GBCC 9.3.2 세대간 경계벽 차음성능 수준 CASBEE 1.2.2 Sound Insulation of Partition Walls CASBEE 1.3 Sound Absorption CSH Hea 2 Sound Insulation SB-Tool D5.1 Noise attenuation through the exterior envelope SB-Tool D5.3 Noise attenuation between primary occupancy areas
		충격음	층간소음차단	GBCC 9.3.1 층간 경계 바닥 충격음 차단성능 수준 CASBEE 1.2.3 sound insulation performance of floor slabs (light) CASBEE 1.2.4 sound insulation performance of floor slabs (heavy) CASBEE 1.3 Sound Absorption CSH Hea 2 Sound Insulation

세부 평가항목을 살펴보면, LEED를 제외한 모든 평가도구에서 세대간 소음 차단과 층간소음 차단에 관한 평가항목을 다루고 있다. 또한 GBCC에서는 다른 평가도구에서 다루고 있지 않은 단지 내 소음차단에 관한 평가가 이루어지고 있으며, CASBEE와 SBTool에서는 설비소음 차단에 관한 평가가 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

3.3 실내환경 영향요소의 계층 분석

본 장에서는 설문조사에 사용될 요소를 도출하기 위해 국내외 공동주택 친환경건축물 인증제도의 실내환경 성능평가 항목과 실내환경 영향요소의 선행 연구를 조사·분석하였으며, 이를 통해 도출된 영향요소의 계층분석을 실시하였다. 영향요소의 계층분석은 제 2장의 선행연구고찰과 평가도구의 분석을 바탕으로 도출된 모든 영향요소를 바탕으로 계층분석을 실시하였다. 영향요소의 구체적인 계층분석 결과는 다음의 <표 3.6>과 같다.

(1) 카테고리 1

카테고리 1의 실내환경의 요소에는 크게 물리적 요소와 심리적 요소로 구분할 수 있는데, 심리적 요소는 주어진 환경에 대한 개인의 심리적 상태에 따라 그 결과가 매우 달라져 정량적 평가가 불가능하기 때문에 본 논문에서는 정량평가가 가능한 물리요소만을 다루었다.

(2) 카테고리 2

카테고리 2에서는 카테고리 1에 영향을 미치는 실내환경의 물리적 요소를 구체적으로 다루고 있으며, 크게 온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경으로 분류하였다.

(3) 카테고리 3

카테고리 3에서는 카테고리 2의 각 환경(온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경)의 질에 영향을 미치는 영향요소로 구분하였다. 그 세부적 내용을 살펴보면 온열환경은 크게 실내 온·습도, 기류 분포, 복사온도, 제어여부로 분류되며, 빛환경은 크게 자연채광, 인공조명, 조망환경, 제어여부로 분류할 수 있다. 또한 공기환경은 크게 유해물질저감 및 유지관리로, 음환경은 소음차단으로 분류할 수 있다.

(4) 카테고리 4

카테고리 4에서는 카테고리 3의 영향요소를 조절하는 제어 전략으로 구분하였다.

(5) 카테고리 5

카테고리 5에서는 카테고리 3의 영향요소를 조절하는 건축계획방법으로 구

분하였다.

<표 3.6> 실내환경 영향요소의 계층분석

#1	#2	#3	#4	#5
물리적 요소	온열 환경	실내온도	열환경 조절	외피의 열관류율
		실내습도		결로여부
		기류분포		일사차폐
		복사온도		바닥 및 벽 표면의 온도
				기밀성능
				환기성능
	기류분포			
	기계환기			
	빛환경	자연채광	채광계획	온도조절시스템
				자동온도조절 시스템
				실의 전체 일조시간
		인공조명	인공조명계획	태양입사의 방향(향)
				복도/계단실의 채광상태
				눈부심 제어(현휘)
	조망환경 제어여부	조망환경 제어여부	조망환경 제어여부	실내조도수준
				복도/계단실 조명상태
				실내조명기구의 질(눈부심, 깜빡임)
	공기 환경	유해 물질 저감	근원 제어	조망환경
				조광제어 및 개별제어 가능성
				조닝계획
		유지관리	환기	친환경자재의 사용
자재시공기술				
건설기간 중 베이크아웃 및 환기				
음환경	소음차단	외부소음차단	자연환기	
			기계환기	자연통풍 속도
				기류분포
모니터링 시스템(CO2량)	내부소음차단	외부소음차단	주방/욕실 환기설비	
			환기량	
			소음	
경량 중량 설비 세대간	소음차단	내부소음차단	교통소음차단	
			단지 내 소음차단	
			충격음	
경량 중량 설비 세대간	소음차단	내부소음차단	소음	
			경량	
			중량	
경량 중량 설비 세대간	소음차단	내부소음차단	소음	
			설비	
			세대간	

4장에서는 해당 공동주택의 거주자를 대상으로 본 장에서 도출된 요소를 토대로 중요도 설문조사를 실시하였다. 일반주민을 대상으로 설문조사를 실시하는 만큼 이해하기 쉽도록 <표 3.6>의 카테고리 4와 5의 내용을 재구성하여 설문조사를 실시하였다.

제 4 장 실내환경 평가항목에 관한 만족도 조사

4.1 거주자에 의한 평가항목 중요도 및 만족도 조사

거주자에 의한 평가항목의 중요도 및 만족도 조사는 공동주택 거주자를 대상으로 현재 거주하고 있는 공간의 실내환경에 대해 어느 정도 만족하며 얼마만큼의 중요성을 갖는지 알아보기 위한 조사이다. 또한 거주자의 특성에 따라 어떤 항목이 중요시 되며, 공동주택 계획 시 고려되어야 할 친환경 항목이 무엇인지 알아보기 위한 조사이다.

기존의 공동주택 친환경 건축물 인증제도에서 실내환경 부분의 평가항목은 총 8가지이며, 이 항목은 모두 전문가들에 의해 개발되었으며 그 중요도 또한 전문가의 판단에 의해 결정되었다.

이렇게 전문가 판단에 의해 개발된 평가항목은 각 항목을 직접 느끼고 판단하여 만들지 않기 때문에 평가항목을 만족시키더라도 성공적으로 거주자 만족도를 높이기 힘들다. 하지만 실제 공동주택 거주자를 대상으로 조사하여 실질적으로 거주자가 중요하게 생각하는 요소와 그에 대한 중요도 평가가 이루어진다면 더욱 효과적으로 거주자 만족도를 높일 수 있다.

이러한 거주자에 의한 평가방법은 많은 시간과 비용이 소요되며, 실제 공동주택 실내환경 부분의 질적 향상이 달성되기까지 많은 노력이 필요하다. 하지만, 이러한 방식을 통해 얻어진 결과는 효과적으로 거주자 만족도를 높일 수 있고, 추후 친환경 인증제도의 평가항목으로 활용될 경우 일반인이 쉽게 인지하여 거주하는 실내 공간의 쾌적 요소 및 특성을 파악할 수 있는 좋은 방법이 될 것으로 판단된다.

거주자 설문조사를 실시하기 위해 문헌조사를 통해 도출된 요소들을 바탕으로 일반 거주자가 쉽게 인지할 수 있도록 예비설문을 통해 문항을 재구성하여 거주자 설문을 진행하였다.

4.1.1 조사범위 및 방법

(1) 조사대상

본 연구를 위한 조사대상 공동주택 단지의 구체적 범위는 다음과 같다.

<표 4.1> 공동주택 단지 선정을 위한 범위 설정

범위	#1	#2
공간적 범위	서울시의 공동주택	판상형의 계단식 공동주택
시간적 범위	최근 10년 안에 지어진 공동주택	거주기간이 최소한 1년 이상 경과된 공동주택의 주민
내용적 범위	물리적 특징	거주자의 특성, 거주자의 반응

가) 공간적 범위

쾌적 및 건강성에 영향을 미칠 수 있는 사회심리학적 요인을 제어하기 위하여 서울시의 공동주택으로 제한하였다. 쾌적 및 건강에 영향을 미칠 수 있는 단지 내 주변환경을 제어하기 위하여 환경(녹지율, 주차공간, 안전관리 등)이 비슷한 공동주택으로 조사범위를 결정하였고, 건물의 형태 또한, 실내 환경에 영향을 미칠 수 있으므로 판상형의 계단식 공동주택으로 선정하였다.

나) 시간적 범위

조사대상은 최근 10년 안에 지어진 공동주택 중에, 입주 후 거주기간이 최소한 1년 이상 경과된 공동주택의 주민을 대상으로 설문조사를 실시한다.

다) 내용적 범위

공동주택의 거주후 평가에 관한 것으로 평가하고자 하는 공동주택의 물리적 특징, 그것에 대응하는 거주자의 특성, 거주자의 반응 등 3가지 기본항목 간의 관계를 조사하여 분석한다. 이를 중심으로 공동주택 실내환경의 쾌적성 및 건강성 증진을 위한 영향요소를 제시하고자 한다.

위의 구체적 범위를 통해 선택된 단지의 특징은 다음과 같다.



(그림 4.1) 조사대상 아파트 단지의 배치도

<표 4.2> 조사대상 아파트 개요

분류	세부사항		
위치	서울시 동작구 상도동		
아파트명	R아파트		
평형	23평형	32평형	42평형
향	북동향	동향	동향
세대수	총 1656 세대		
	167 세대	1019 세대	470 세대
입주일	2004.12		

조사대상 공동주택의 특성을 살펴보면, 서울시에 위치한 판상형의 계단식 공동주택으로 2004년 12월에 입주를 시작하였다. 입주 세대수는 총 1676세대로 큰 규모의 공동주택단지이며 평형 또한 23평, 32평, 42평으로 매우 다양하고, 향도 북동향, 동향으로 한 단지 내에서 매우 다양한 주거 특성을 갖고 있다. 해당 공동주택의 주변 여건으로 8차선의 큰 도로, 대학교, 공원, 주택단지와 접해있어 거주하는 동의 위치에 따라 주변환경에 대한 영향이 매우

다양할 것이라 판단된다. 단지 내부에는 운동시설, 놀이터, 노인정 등의 주민 이용시설 및 산책로가 조성되어 있다. 세대 내부의 실내환경에 영향을 미치는 실내환경 조건을 살펴보면, 일반 신축 공동주택과 마찬가지로 각 세대에는 존 별 온도조절장치가 설치되어 있고, 각 세대로의 빛 유입량 및 유입시간은 동별 향별 층별에 따라 매우 다양하며 발코니 확장은 각 세대의 선택에 따라 그 여부가 달라지며 대부분의 세대에서 확장을 실시했을 것으로 판단된다.

해당 공동주택 단지는 대규모의 공동주택 단지로서 각 동의 향과 위치, 해당 층에 따라 각 세대의 실내환경 조건이 매우 다양하며, 한 단지 내에서도 각 세대마다의 실내환경이 매우 다양하여 본 조사에 적합한 대상이라 판단된다.

(2) 표집방법

선정된 조사대상 1개의 단지의 거주자 1656명을 대상을 표집하였다. 설문 조사는 총 1656부를 배포하고, 일부 공동주택에 편중되어 조사가 실시될 때 발생할 수 있는 조사결과의 왜곡을 방지하고자, 이 중 활용이 불가능한 부수를 제외한 449부를 토대로 분석하였다.

(3) 조사진행

가) 현장조사

조사대상 공동주택의 실내환경 현황을 파악하기 위하여 현장조사서를 작성하였다. 현장조사서의 내용은 단지개요와 일반적 건축사항 및 도면검토를 통한 환경제어 요소(난방방식, 단열성능, 온도조절장치의 유무, 일조시간 등)이다.

나) 설문조사

공동주택에 거주하는 거주자의 만족도 및 중요도, 일반적인 거주특성 등을 분석하기 위하여 설문조사를 하였다. 예비조사를 통해 완성된 설문지를 도구로 하여 본 조사를 실시하였다. 면접설문방법과 설문지 배포회수방법을 병행하였다.

4.1.2 조사도구

(1) 조사내용

현장조사와 설문조사의 내용은 선행연구 및 조사대상 공동주택의 현장조사 결과를 바탕으로 하며, 크게 공동주택 실내환경의 만족도, 거주특성, 응답자 일반사항으로 분류하여 문항을 구성하였다. 본 연구에서 실시한 각각의 조사 내용은 <표 4.3>과 같이 구성되었다.

<표 4.3> 조사의 내용

단계	구분		내용
현장조사	단지일반사항		위치, 면적, 동수, 세대수
	건물의 일반사항		냉난방시스템의 종류, 건물의 일조시간, 단열성능,
설문조사	거주자 일반사항	가구특성	성별, 연령, 직업, 생활시간대
		주거특성	거주기간, 규모, 거주층수
	거주자 의식	실내환경의 만족도	전반적 만족도, 세부항목별 만족도
		중요도	세부항목 중 중요항목

(2) 조사도구

본 연구는 선행연구를 통해 평가항목의 세부사항을 도출한 위의 표를 바탕으로 총 4개로 그룹핑한 상위평가항목(1.온열환경, 2.빛환경, 3.공기환경, 4.음환경)과 거주자가 판단할 수 있으며 선행연구에서 그 중요도가 입증된 하위 평가항목을 총 27개를 선정하여 거주 평가항목을 재구성하였다.

따라서 본 연구는 아래와 같이 재구성된 평가지료를 바탕으로 선정 공동주택 단지에 거주하는 주민을 대상으로 설문을 실시하여 이에 따른 만족도와 중요도를 조사하는 도구로 사용하였다.

<표 4.4> 거주후 평가를 위한 상위지표 및 세부항목

#2	#3	#4	#5	환경 성능조사	환경 설문조 사	만족도 질문1	만족도 질문2
온열 환경	실내온도	열환경 조절	결로여부		0		열환경 만족도
	실내습도						
	기류분포		자연통풍의 정도	0	0	여름철 만족도	
	복사온도		기밀성능	0	0	난방시 만족도	
			벽의 단열성능	0	0		
			바닥 복사온도	0	0		
일사 유입량	0	0					
제어여부		온도조절시스템의 여부	0				
빛환경	자연채광	채광 계획	실의 전체 일조시간	0		채광량 만족도	빛환경 만족도
			태양입사의 방향(향)	0			
	조망환경	눈부심 제어	눈부심 정도		0	안락함 만족도	
			조망환경		0	조망 만족도	
제어여부		조광제어 및 개별제어 가능성	0				
공기 환경	유해 물질 저감	근원 제어	친환경자재의 사용	거주 전 법적 기준치 만족여부		유해 물질 감지 여부	공기질 만족도
			자재시공기술				
			건설기간 중 베이크아웃 및 환기				
	유지관리	환기	자연환기	환기횟수	0	실내공 기 만족도	
			통풍성능	0			
	기계환기	주방/욕실 환기설비	0	0			
		모니터링 시스템(CO2량)	0				
음환경	소음차단	외부 소음 차단	교통소음		0	소음 만족도	음환경 만족도
			단지 내 소음		0		
		내부 소음 차단	층간	0	0		
			설비		0		
			세대간		0		
		공간간		0			
프라이 버시		프라이버시		0	심리적 만족도		

4.1.3 설문조사지 작성

설문조사를 위한 설문지는 <표 4.4>를 토대로 작성하였으며, 각 설문항목의 이해도를 평가하기 위해 예비설문 후 본설문으로 진행하여 실시하였다.

4.2 설문항목의 분석

4.2.1 조사 대상의 기초통계 분석

조사대상자들의 일반적 사항에 대한 분석결과는 다음 <표 4.5>와 같이 나타났다.

성별에서는 여자가 317명에 70.6%를 나타내었으며, 남자가 124명에 27.6%를 나타내었다. 연령대별로는 50대 이상이 232명에 51.6%로 가장 많았으며, 40대가 21.8%, 30대가 20.0%, 20대가 4.4% 순으로 나타났으며 10대가 1명으로 가장 낮게 나타났다.

거주기간별로 살펴보면, 3-5년 사이에 거주한 설문대상자가 205명 45.6%로 가장 많았으며, 6-8년 사이에 거주한 설문대상자는 147명에 32.7%, 9-10년 사이에 거주한 설문대상자는 3명에 0.6%로 가장 적게 나타났다.

직업 및 근무형태별로는 전업주부가 221명에 49.2%로 가장 많았으며, 풀타임 근무자가 114명에 25.3%로 나타났고, 파트타임 근무자가 12명에 2.6%로 가장 적게 나타났다.

가정생활시간별로는 (복수응답) 저녁식사시간이 315명에 25.3%로 가장 많았으며, 9시 이후의 시간이 285명에 22.9%로 나타났다. 또한 출근(등교) 시간(7-9시)이 205명 16.4%이었으며, 오후(12-3시)가 122명에 9.8%로 가장 적게 나타났다.

거주인원별로는 4명이 거주한다가 186명에 41.4%로 가장 많았으며, 3명 거주가 29.6%, 2명 거주가 16.5% 순으로 나타났으며, 1명이 거주한다가 4명 0.9%으로 가장 적게 나타났다.

마지막으로 거주인원의 성비구성에서는 남자의 경우 최소0명에서 최대 4명이 거주하였으며, 여자의 경우 최소 1명에서 최대 5명이 거주하고 있는 것으로 나타났다. 또한 설문 조사 대상자의 평균 성비구성은 남자가 평균 1.67 ± 0.72 명이었으며, 여자가 평균 1.79 ± 0.79 명으로 나타났다.

<표 4.5> 조사대상자 일반 사항

구분		빈도		비율(%)
성별	남	124		27.6
	여	317		70.6
	시스템 결측 값	8		1.7
연령대	10대	1		0.2
	20대	20		4.4
	30대	90		20.0
	40대	98		21.8
	50대 이상	232		51.6
	시스템 결측 값	8		1.7
거주기간	1년 미만	28		6.2
	1-2년	56		12.4
	3-5년	205		45.6
	6-8년	147		32.7
	9-10년	3		0.6
	시스템 결측 값	10		2.2
직업 및 근무	전업주부	221		49.2
	재택근무자	15		3.3
	파트타임	12		2.6
	풀타임근무	114		25.3
	기타	77		17.1
	시스템 결측 값	10		2.2
가정생활 시간	출근(등교)시간(7시-9시)	205		16.4
	오전(9시-12시)	173		13.9
	오후(12시-3시)	122		9.8
	오후(3-6시)	143		11.5
	저녁식사시간(6-9시)	315		25.3
	9시 이후	285		22.9
	총합	1,243		100.0
거주인원	1명	4		0.9
	2명	74		16.5
	3명	133		29.6
	4명	186		41.4
	5명이상	42		9.4
	시스템 결측 값	10		2.2
성비구성	남자	최소0명	최대4명	평균 1.67±0.72명
	여자	최소1명	최대5명	평균 1.79±0.79명

또한 친환경 공동주택에서 반드시 갖추어야 할 점으로 2개씩 선택하는 질문에서 녹지환경이 282명에 32.2%로 가장 높게 나타났으며, 실내환경은 26.0%로 녹지환경을 이어 두 번째로 반드시 갖추어야 할 요소라고 응답했다. 그 뒤를 이어 경제성이 15.2%로 나타났으며, 에너지, 신재생 순으로 수자원이 9명에 1.0%로 가장 낮게 나타났다. 따라서 해당 공동주택의 거주자들은 친환경 공동주택에서 ‘녹지환경’ 과 ‘실내환경’ 을 중요하다고 생각하는 것으로 나타났다.

<표 4.6> 조사대상자 일반 사항

구분		빈도	비율(%)
필수요소 (2선택가능)	에너지	120	13.7
	신재생	105	12.0
	실내환경	228	26.0
	녹지환경	282	32.2
	수자원	9	1.0
	경제성	133	15.2
총합		877	100.0

4.2.2 평가항목별 만족도 분석

실내환경의 만족도 조사는 해당 공동주택 거주자의 경우 실내환경에 대해 어느정도 만족하며, 각각의 만족도가 전반적인 실내환경의 만족도에 어느 정도의 영향도를 갖는지 알아보기 위한 조사이다. 또한 그 영향도에 따라 어떤 항목이 중요시 되며, 공동주택 계획 시 고려되어야 할 친환경 항목이 무엇인지 알아보기 위한 조사이다.

이를 위해 우선적으로 실내환경의 각 요소에 대한 만족도 분석을 실시하였다. 실내환경의 만족도 분석은 앞서 작성된 평가항목을 토대로 온열환경, 공기환경, 빛환경, 음환경으로 크게 4개 부문 25개 문항으로 설문을 실시하였으며, Likert 5점 척도(1: 매우불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우만족)로 조사하였다.

(1) 실내환경 요소의 만족도 분석

현재 아파트에서 실내 거주환경의 쾌적성의 전반적 만족도에 대한 분석의 결과는 <표 4.7>과 같이 나타났으며, 만족한다라는 대답이 194명에 43.2%로 가장 높았으며, 매우불만족이 3명에 0.7%로 가장 낮게 나타나 해당 공동주택의 전반적인 실내환경 만족도는 높은 편으로 나타났다.

<표 4.7> 실내환경의 만족도

구분		빈도	비율 (%)
실내환경의 전반적 만족도	매우불만족	3	0.7
	불만족	57	12.7
	보통	172	38.3
	만족	194	43.2
	매우만족	23	5.1

또한 실내환경의 각 요소, 즉 온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경에 대한 만족도를 조사한 결과는 <표 4.8>과 같이 나타났다. 공기환경에 대한 만족도가 평균 4.30으로 가장 높게 나타났으며, 온열환경이 3.38, 빛환경이 3.37, 음환경이 2.90으로 음환경에 대한 만족도가 가장 낮게 나타났다.

<표 4.8> 실내환경 요소의 만족도

구분	최소값	최대값	평균	표준편차
온열환경	1.00	5.00	3.38	0.77
빛환경	1.00	5.00	3.37	0.78
공기환경	1.00	6.00	4.30	0.89
음환경	1.00	5.00	2.90	0.91
실내환경 평균	1.00	5.00	3.49	0.84

(2) 실내환경 하위 항목의 만족도 분석

가) 온열환경

온열환경에서는 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 3점을 보통으로 할 때, ‘온열환경의 전반적인 만족도 평균’ 이 3.38 ± 0.77 로 높게 나타난 것을 알 수 있다. ‘여름철 통풍량’ 이 평균 3.79 ± 0.92 로 가장 높은 값을 나타냈으며, ‘바닥온도의 균일성’ 이 평균 3.26 ± 0.86 으로 가장 낮게 나타났다.

<표 4.9> 온열환경 만족도

구분	최소값	최대값	평균	표준편차
창문의 기밀성	1.00	5.00	3.59	0.88
바닥온도의 균일성	1.00	5.00	3.26	0.86
단열성이 우수한 벽	1.00	5.00	3.32	0.85
겨울철 채광량	1.00	6.00	3.38	1.06
여름철 통풍량	1.00	5.00	3.78	0.92
여름철 일사차단	1.00	5.00	3.29	0.84
전체 온열환경 평균	1.00	5.00	3.44	0.90

나) 빛환경

빛환경에서는 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 3점을 보통으로 할 때, ‘빛환경의 전반적인 만족도 평균’ 이 3.37 ± 0.78 로 높게 나타난 것을 알 수 있다. 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 모든 항목에서 보통 이상의 만족도가 나타났으며, 대부분의 세대의 건물의 향이 동향임에도 불구하고, ‘건물의 향’ 에 대한 만족도 평균이 3.65 ± 0.92 로 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다. 또한 ‘전망’ 이 3.18 ± 1.10 으로 가장 낮게 나타났으며 이는 모든 세대가 15층 이상의 층수를 갖고 있어 전망으로 인한 만족도가 비교적 낮게 나타난 것으로 판단된다.

<표 4.10> 빛환경 만족도

구분	최소값	최대값	평균	표준편차
자연채광을 통한 실내밝기	1.00	5.00	3.48	0.97
건물의 향	1.00	5.00	3.65	0.92
실내조명의 성능	1.00	5.00	3.45	0.79
눈부심	1.00	5.00	3.38	0.76
전망	1.00	5.00	3.18	1.10
빛 유입시간	1.00	5.00	3.24	0.99
전체 빛환경 평균	1.00	5.00	3.40	0.92

다) 공기환경

공기환경에서는 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 3점을 보통으로 할 때, ‘공기환경의 전반적인 만족도 평균’ 이 4.30 ± 0.89 로 높게 나타난 것을 알 수 있다. 하지만 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 ‘기계환기’가 평균 2.875 ± 1.14 로 낮게 나타났으며, ‘자연환기’ 또한 2.15 ± 0.99 로 매우 낮게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 해당 공동주택의 ‘평균 환기횟수’가 평균 1.77회이며, 하위항목의 만족도가 모두 평균이하의 값을 보인 점을 바탕으로 생각해 볼 때, 거주자가 공기환경에 대한 절대적인 판단이 모호하여 공기환경의 전반적 만족도 평균이 높게 나타난 것이며, 실제 해당 공동주택의 실내 공기환경은 좋지 않을 것이라 판단된다.

<표 4.11> 공기환경 만족도

구분	최소값	최대값	평균	표준편차
친환경자재	1.00	5.00	4.35	0.86
자연환기	1.00	5.00	2.11	1.00
기계환기	1.00	5.00	2.87	1.15
전체 공기환경 평균	1.00	5.00	3.11	1.00

라) 음환경

음환경에서는 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 3점을 보통으로 할 때, ‘음환경의 전반적인 만족도 평균’ 이 2.90 ± 0.91 로 낮게 나타난 것을 알 수 있다. 하위항목의 만족정도에 대한 평균값에 대해서는 ‘세대간 소음’ 이 평균 3.43 ± 1.02 로 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다. 하지만 ‘층간소음’ 이 2.54 ± 1.04 로 가장 낮게 나타나 음환경에 있어 층간소음으로 인한 피해가 있을 것으로 예상된다.

<표 4.12> 음환경 만족도

구분	최소값	최대값	평균	표준편차
세대간 소음	1.00	5.00	3.43	1.02
층간 소음	1.00	5.00	2.54	1.04
공간간 소음	1.00	5.00	3.11	0.90
외부 소음	1.00	5.00	2.85	0.98
교통 소음	1.00	5.00	2.95	1.11
설비 소음	1.00	5.00	3.10	0.94
전체 음환경 평균	1.00	5.00	3.00	1.00

4.2.3 평가항목별 상관관계 분석

(1) 일반항목과 설문항목과의 상관관계 분석

위에서 실시한 거주자의 만족도에 따른 중요도를 도출하기 이전에, 무의미한 상관관계를 갖는 요소를 도출하고자 실내환경 하위요소의 만족도와 전반적인 실내환경의 만족도간의 상관관계 여부를 분석하였다.

가) 온열환경

온열환경 항목과 대상 공동주택의 실내환경 만족도의 상관관계 분석결과는 <표 4.13>과 같다.

<표 4.13> 온열환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계

구분		전반적 실내환경의 만족도
창문의 기밀성	Pearson 상관계수	0.336*
바닥온도의 균일성	Pearson 상관계수	0.275*
단열성능이 뛰어난 벽	Pearson 상관계수	0.354*
겨울철 채광량	Pearson 상관계수	0.245*
여름철 통풍량	Pearson 상관계수	0.336*
여름철 일사차단	Pearson 상관계수	0.299*

*, 상관계수는 유의수준 0.01보다 작게 나타났으므로 유의한 것으로 나타남

분석 결과, 모든 항목에서 유의한 양의 상관관계를 갖고 있는 것으로 나타났다. 특히 ‘단열성능이 뛰어난 벽’ 이 가장 많은 상관관계를 보였으며, ‘창문의 기밀성’, ‘여름철 통풍량’ 과 ‘창문의 기밀성’, ‘여름철 일사차단’, ‘바닥온도의 균일성’, ‘겨울철 채광량’ 순으로 이어 대상 공동주택의 실내환경 만족도에 영향을 미친 것으로 나타났다.

나) 빛환경

빛환경 항목과 대상 공동주택의 실내환경 만족도의 상관관계 분석결과는

아래의 <표 4.14>와 같다.

<표 4.14> 빛환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계

구분		전반적 실내환경의 만족도
자연채광을 통한 실내밝기	Pearson 상관계수	0.272*
건물의향	Pearson 상관계수	0.256*
실내조명의 성능	Pearson 상관계수	0.284*
눈부심	Pearson 상관계수	0.309*
전망	Pearson 상관계수	0.400*
빛 유입시간	Pearson 상관계수	0.298*

*, 상관계수는 유의수준 0.01보다 작게 나타났으므로 유의한 것으로 나타남

분석 결과, 모든 항목에서 유의한 상관관계를 갖고 있는 것으로 나타났다. 빛환경에서는 ‘전망’이 높은 양의 상관관계를 보였으며, ‘눈부심’과 ‘빛 유입 시간’ 또한 대상 공동주택의 실내환경 만족도에 많은 영향을 미친 것으로 나타났다.

다) 공기환경

공기환경 항목과 대상 공동주택의 실내환경 만족도의 상관관계 분석결과는 다음의 <표 4.15>와 같다.

<표 4.15> 공기환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계

구분		전반적 실내환경의 만족도
친환경자재의 사용	Pearson 상관계수	0.308*
자연환기의 성능	Pearson 상관계수	0.449*
기계환기의 성능	Pearson 상관계수	0.353*

*, 상관계수는 유의수준 0.01보다 작게 나타났으므로 유의한 것으로 나타남

분석 결과, 공기환경에서는 ‘자연환기의 성능’이 가장 높은 양의 상관관계를 보였으며, 전체 상관관계에서도 가장 큰 값을 나타냈다. ‘기계환기의 성능’과 ‘친환경자재의 사용’ 또한 높은 상관관계를 나타내며 대상 공동주

택의 실내환경 만족도에 영향을 미친 것으로 나타났다.

라) 음환경

음환경 항목과 대상 공동주택의 실내환경 만족도의 상관관계 분석결과는 <표 4.16>과 같이 나타났다.

<표 4.16> 음환경 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계

구분		전반적 실내환경의 만족도
세대간 소음	Pearson 상관계수	0.379 [*]
층간소음	Pearson 상관계수	0.400 [*]
공간간소음	Pearson 상관계수	0.435 [*]
외부소음	Pearson 상관계수	0.447 [*]
교통소음	Pearson 상관계수	0.439 [*]
설비소음	Pearson 상관계수	0.435 [*]

*, 상관계수는 유의수준 0.01보다 작게 나타났으므로 유의한 것으로 나타남

음환경 항목의 상관관계 분석 결과, 모든 항목에서 높은 상관계수를 보이며 전반적인 음환경 항목이 실내환경 만족도에 미치는 영향이 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 ‘외부소음’ 과 ‘교통소음’ 은 실내환경의 전체항목에서 2, 3번째로 높은 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

(2) 사회 인구학적 특성과 설문항목과의 상관관계 분석

실내환경 평가 항목과 조사대상자의 사회 인구학적 특성, 즉 성별, 연령, 거주인원의 정도가 상관관계가 있는지 여부 평가를 위해 상관관계를 분석한 결과 0.05수준에서 통계적으로 유의한 상관관계가 있는 항목은 다음의 <표 4.17>과 같다.

<표 4.17> 평가 항목과 사회·인구학적 특징과의 상관관계

구분		성별	연령	인원
창문의 기밀성	Pearson 상관계수	-0.057	0.084	-0.015
바닥온도의 균일성	Pearson 상관계수	-0.045	-0.033	-0.059
단열성능이 뛰어난 벽	Pearson 상관계수	-0.065	0.021	-0.002
겨울철 채광량	Pearson 상관계수	-0.003	-0.021	0.093*
여름철 통풍량	Pearson 상관계수	-0.074	0.076	0.013
여름철 일사차단	Pearson 상관계수	0.036	0.006	0.046
자연채광을 통한 실내밝기	Pearson 상관계수	-0.052	0.077	0.058
건물의향	Pearson 상관계수	-0.020	0.068	0.036
실내조명의 성능	Pearson 상관계수	-0.010	0.052	0.040
눈부심	Pearson 상관계수	0.068	0.007	0.056
전망	Pearson 상관계수	-0.071	0.082	-0.006
빛 유입시간	Pearson 상관계수	-0.028	0.057	0.081
친환경자재의 사용	Pearson 상관계수	-0.068	-0.003	-0.029*
자연환기의 성능	Pearson 상관계수	-0.066	-0.019	0.062
기계환기의 성능	Pearson 상관계수	-0.040	-0.017	-0.012
세대간 소음	Pearson 상관계수	-0.133*	-0.017	0.019
층간소음	Pearson 상관계수	-0.111*	-0.037	0.066
공간간 소음	Pearson 상관계수	-0.180	-0.097*	-0.016
외부소음	Pearson 상관계수	-0.027	0.048	-0.036
교통소음	Pearson 상관계수	0.009	-0.006	-0.039
설비소음	Pearson 상관계수	0.008*	-0.046	-0.008

*, 상관계수는 유의수준 0.05보다 작게 나타났으므로 유의한 것으로 나타남

‘성별’ 과 ‘세대간 소음’ , ‘층간소음’ 은 음의 상관관계를 가졌으며, ‘설비소음’ 은 양의 상관관계를 갖고 있었다. 또한 ‘연령’ 과 ‘공간간 소음’ 은 음의 상관관계를 갖고 있었다. ‘거주인원’ 과 양의 상관관계를 갖는 항목은 ‘겨울철 채광량’ 이었으며, ‘친환경자재의 사용’ 은 음의 상관관계를 갖고 있었다.

4.2.4 평가항목별 다중 회귀분석

회귀분석은 독립변수가 한 단위 증감함에 따라 종속변수가 어느 정도 변화하는지를 파악하여 독립변수와 종속변수의 인과관계를 파악하는 통계분석 기법으로 등간데이터와 비율데이터의 성향을 가지고 있는 변수를 사용한다.²⁹⁾

회귀분석에는 산포도, 단순 회귀분석, 다중 회귀분석 등이 있는데 본 연구에서는 4.2.2의 만족도 분석을 토대로 다중 회귀분석을 실시하여 하위항목이 상위항목에 미치는 영향도를 분석하였다.

(1) 실내환경 요소의 다중 회귀분석

실내환경에서 물리적 요소의 하위항목 즉, ‘온열환경 만족도, 빛환경 만족도, 공기환경 만족도, 음환경 만족도’가 실내환경 전체만족도에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다중회귀 분석을 실시하였다. 온열환경 만족도, 빛환경 만족도, 공기환경 만족도, 음환경 만족도’을 독립변수로 하고, ‘실내환경 전체만족도’를 종속변수로 하였다.

그 결과는 다음 <표 4.18>, <표 4.19>, <표 4.20>과 같다.

<표 4.18> 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	0.686	0.470	0.465	0.58391

<표 4.18>을 보면 R 제곱값이 0.470으로 나타나는데 이는 ‘실내환경 전반적 만족도’가 온열환경 만족도, 빛환경 만족도, 공기환경 만족도, 음환경 만족도’이라는 독립변수에 의해 47.0% 설명되고 있다는 것을 의미한다.

29) 윤기중, 통계학, 법문사, 1996

<표 4.19> 분산분석

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀 분석	134.027	4	33.507	98.274	0.000
	잔차	151.042	443	0.341		
	합계	285.069	447			

<표 4.19>을 보면 유의확률이 0.000으로 유의수준 0.05보다 작게 나타났으므로 다중회귀분석 식이 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

<표 4.20> 실내환경 요소의 다중 회귀분석 결과

구분	비표준화 계수		표준화 계수	t	p
	B	표준오차	β		
온열환경 만족도	0.129	0.043	0.124	2.987	0.003**
빛환경 만족도	0.228	0.043	0.222	5.357	0.000***
공기환경 만족도	0.257	0.049	0.223	5.271	0.000***
음환경 만족도	0.307	0.034	0.350	9.002	0.000***

각 항목의 상관계수는 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ 이므로 유의한 것으로 나타남

실내환경 요소의 다중 회귀분석 결과 하위항목 모두가 ‘실내환경 만족도’에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 실내환경의 물리적 요소 중 ‘음환경 만족도’가 표준화 계수 베타의 값 0.350을 나타내며 가장 큰 영향도를 나타냈으며, 이는 다른 요소에 비해 ‘음환경 만족도’의 만족도가 높아질수록 실내환경의 전반적 만족도에 많은 영향을 미친다고 할 수 있다. 또한 ‘공기환경 만족도’가 0.223의 영향도를, ‘빛환경 만족도’가 0.222의 영향도를 나타내며 실내환경의 만족도에 많은 영향을 미치는 요소로 나타났다.

(2) 실내환경 하위 항목의 다중 회귀분석

가) 온열환경

온열환경의 하위항목 즉, ‘창문의 기밀성, 바닥온도의 균일성, 단열성능이 뛰어난 벽, 겨울철 채광량, 여름철 통풍량, 여름철 일사차단’ 이 온열환경 전체만족도에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다중회귀 분석을 실시하였다. ‘창문의 기밀성, 바닥온도의 균일성, 단열성능이 뛰어난 벽, 겨울철 채광량, 여름철 통풍량, 여름철 일사차단’ 을 독립변수로 하고, ‘온열환경 만족도’ 를 종속변수로 하였다.

그 결과는 다음 <표 4.21>, <표 4.22>, <표 4.23>와 같다.

<표 4.21> 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	0.648	0.419	0.411	0.59130

<표 4.21>을 보면 R 제곱값이 0.419으로 나타나는데 이는 ‘온열환경 전반적 만족도’ 가 ‘창문의 기밀성, 바닥온도의 균일성, 단열성능이 뛰어난 벽, 겨울철 채광량, 여름철 통풍량, 여름철 일사차단’ 이라는 독립변수에 의해 41.9% 설명되고 있다는 것을 의미한다.

<표 4.22> 분산분석

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀 분석	111.571	6	18.595	53.184	0.000
	잔차	154.540	442	0.350		
	합계	266.111	448			

<표 4.22>을 보면 유의확률이 0.00으로 최소 유의수준 0.05보다 작게 나타났으므로 다중회귀분석식이 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

<표 4.23> 온열환경 다중 회귀분석 결과

구분	비표준화 계수		표준화 계수	t	p
	B	표준오차	β		
창문의 기밀성	0.188	0.037	0.215	5.129	0.000***
바닥온도의 균일성	0.094	0.036	0.105	2.630	0.009**
단열성능이 뛰어난 벽	0.086	0.038	0.094	2.276	0.023*
겨울철 채광량	0.159	0.028	0.219	5.666	0.000***
여름철 통풍량	0.209	0.034	0.249	6.184	0.000***
여름철 일사차단	0.128	0.038	0.139	3.391	0.001**

각 항목의 상관계수는 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ 이므로 유의한 것으로 나타남

분석결과 하위항목 모두가 ‘온열환경 만족도’에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 온열환경의 하위항목 중 ‘여름철 통풍량’이 표준화 계수 베타의 값 0.249을 나타내며 가장 큰 영향도를 나타냈으며, 이는 다른 요소에 비해 ‘여름철 통풍량’의 만족도가 높아질수록 온열환경의 만족도에 많은 영향을 미친다고 할 수 있다. 또한 ‘겨울철 채광량’이 0.219의 영향도를, ‘창문의 기밀성’이 0.215의 영향도를 나타내며 온열환경의 만족도에 많은 영향을 미치는 요소로 나타났다.

나) 빛환경

빛환경의 하위항목 즉, ‘자연채광을 통한 실내밝기, 건물의 향, 실내조명의 성능, 눈부심, 전망, 빛 유입시간’이 ‘빛환경 전체만족도’에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다중회귀 분석을 실시하였다. ‘자연채광을 통한 실내밝기, 건물의 향, 실내조명의 성능, 눈부심, 전망, 빛 유입시간’을 독립변수로 하고, ‘빛 환경 만족도’를 종속변수로 하였다.

빛환경의 분석 결과는 다음 <표 4.24>, <표 4.25>, <표 4.26>과 같다.

<표 4.24> 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	0.786	0.617	0.612	0.48430

<표 4.24>를 보면 R 제곱값이 0.786으로 나타나는데 이는 ‘빛환경 전반적 만족도’가 ‘자연채광을 통한 실내밝기, 건물의 향, 실내조명의 성능, 눈부심, 전망, 빛 유입시간’이라는 독립변수에 의해 78.6% 설명되고 있다는 것을 의미한다.

<표 4.25> 분산분석

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀 분석	167.216	6	27.869	118.822	0.000
	잔차	103.670	442	0.235		
	합계	270.886	448			

<표 4.25>를 보면 유의확률이 0.00으로 최소 유의수준 0.05보다 작게 나타났으므로 다중회귀분석식이 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

다음 <표 4.26>은 빛환경과 하위요소의 다중 회귀분석 결과이다.

<표 4.26> 빛환경 다중 회귀분석 결과

구분	비표준화 계수		표준화 계수	t	p
	B	표준오차	β		
자연채광을 통한 실내밝기	0.21	0.04	0.26	5.418	0.000***
건물의향	0.11	0.03	0.14	3.471	0.001**
실내조명의 성능	0.15	0.03	0.15	4.769	0.000***
눈부심	0.12	0.03	0.12	3.435	0.001**
전망	0.20	0.02	0.28	8.732	0.000***
빛 유입시간	0.19	0.04	0.24	5.082	0.000***

각 항목의 상관계수는 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 이므로 유의한 것으로 나타남

분석결과 하위항목 모두가 ‘빛 환경 만족도’에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 특히 ‘전망’이 표준화 계수 베타의 값 0.28을 나타내며 가장 큰 영향도를 나타내며 빛환경의 만족도에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 ‘자연채광을 통한 실내밝기’와 ‘빛 유입시간’ 또한 0.26과 0.24의 값을 나타내며 많은 영향도를 갖는 것으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 ‘실내조명의 성능’, ‘건물의 향’, ‘눈부심’ 순으로 빛 환경 만족도에 대한 영향도가 나타났다.

다) 공기환경

공기환경의 하위항목 즉, ‘친환경자재의 사용, 자연환기의 성능, 기계환기의 성능’의 값이 ‘공기환경 전체만족도’에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다중회귀 분석을 실시하였다. ‘친환경자재의 사용, 자연환기의 성능, 기계환기의 성능’ 값을 독립변수로 하고, ‘공기환경 만족도’를 종속변수로 하였다.

분석 결과는 다음 <표 4.27>, <표 4.28>, <표 4.29>과 같다.

<표 4.27> 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	0.570	0.324	0.320	0.57100

<표 4.27>을 보면 R 제곱값이 0.570으로 나타나는데 이는 ‘공기환경 전반적 만족도’가 ‘친환경자재의 사용, 자연환기의 성능, 기계환기의 성능’라는 독립변수에 의해 57% 설명되고 있다는 것을 의미한다.

<표 4.28> 분산분석

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀 분석	69.367	3	23.122	70.919	0.000
	잔차	144.436	443	0.326		
	합계	213.803	446			

<표 4.28>을 보면 유의확률이 0.00으로 최소 유의수준 0.05보다 작게 나

타났으므로 다중회귀분석식이 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

다음 <표 4.29>는 전반적인 공기환경과 그 하위항목의 다중 회귀분석 결과이다.

<표 4.29> 공기환경 다중 회귀분석 결과

구분	비표준화 계수		표준화 계수	t	p
	B	표준오차	β		
친환경자재의 사용	0.135	0.035	0.168	3.814	0.000***
자연환기의 성능	0.327	0.039	0.406	8.304	0.000***
기계환기의 성능	0.075	0.033	0.108	2.296	0.022*

각 항목의 상관계수는 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ 이므로 유의한 것으로 나타남

분석결과 하위요인 모두가 ‘공기환경 만족도’에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 ‘자연환기의 성능’이 표준화 계수 베타 값이 0.406을 나타내며 ‘친환경 자재의 사용’의 값 0.168과 ‘기계환기의 성능’ 값 0.108보다 매우 높은 영향도를 나타냈다.

라) 음환경

음환경의 하위항목 즉, ‘세대간 소음, 층간소음, 공간간 소음, 외부소음, 교통소음, 설비소음’이 ‘음환경 전체만족도’에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다중회귀 분석을 실시하였다. ‘세대간 소음, 층간소음, 공간간 소음, 외부소음, 교통소음, 설비소음’을 독립변수로 하고, ‘음환경 만족도’를 종속변수로 하였다.

음환경의 분석 결과는 다음과 같다.

<표 4.30> 모형 요약

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	0.789	0.623	0.619	0.56347

<표 4.30>을 보면 R 제곱값이 0.692으로 나타나는데 이는 ‘음환경 전반적 만족도’가 ‘세대간 소음, 층간소음, 공간간 소음, 외부소음, 교통소음, 설비소음’이라는 독립변수에 의해 69.2% 설명되고 있다는 것을 의미한다.

<표 4.31> 분산분석

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀 분석	232.637	5	46.527	146.545	0.000
	잔차	140.651	443	0.317		
	합계	373.287	448			

<표 4.31>을 보면 유의확률이 0.00으로 최소 유의수준 0.05보다 작게 나타났으므로 다중회귀분석식이 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

다음 <표 4.32>는 전반적인 음환경과 그 하위항목의 다중 회귀분석 결과를 나타낸다.

<표 4.32> 음환경 다중 회귀분석 결과

구분	비표준화 계수		표준화 계수	t	p
	B	표준오차	β		
세대간 소음	0.156	0.032	0.175	4.833	0.000***
층간 소음	0.298	0.033	0.339	9.180	0.000***
공간간 소음	0.053	0.039	0.052	1.338	0.182
외부 소음	0.175	0.040	0.189	4.408	0.000***
교통 소음	0.128	0.034	0.156	3.769	0.000***
설비 소음	0.180	0.036	0.185	4.941	0.000***

각 항목의 상관계수는 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 이므로 유의한 것으로 나타남

분석결과 하위항목 가운데 ‘공간간 소음’을 제외한 모두가 ‘음환경 만족도’에 영향을 미치는 것으로 나타났다. ‘공간간 소음’의 값으로 만족도에 영향을 미치는 통계적 유의성을 검정한 결과 유의확률이 0.182로 유의하지 못한 것으로 설명되어 평가항목에서 제외하였다. ‘공간간 소음’을 제

외한 5개의 요소만을 대상으로 재분석한 결과는 다음 <표 4.33>과 같다.

<표 4.33> 음환경 다중 회귀분석 결과

구분	비표준화 계수		표준화 계수	t	p
	B	표준오차	β		
세대간 소음	0.165	0.032	0.185	5.208	0.000***
층간 소음	0.313	0.031	0.356	10.234	0.000***
외부 소음	0.187	0.039	0.201	4.807	0.000***
교통 소음	0.126	0.034	0.154	3.712	0.000***
설비 소음	0.189	0.036	0.193	5.255	0.000***

각 항목의 상관계수는 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 이므로 유의한 것으로 나타남

분석결과 ‘공간간 소음’ 을 제외한 5개의 요소 중 ‘층간소음’ 이 표준화 계수 베타 값 0.339를 나타내며 가장 큰 영향도를 나타내 음환경 만족도에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, ‘외부소음’, ‘설비소음’, ‘세대간 소음’, ‘교통소음’ 순으로 그 영향도가 나타났다.

4.3 소결

본 연구는 실제 공동주택 거주자들이 실내환경에 영향을 미치는 요소들 중 어떤 요소를 중요하게 생각하는지 그 중요도를 평가하고, 설문조사 대상 공동주택 거주자들의 특성과 항목간의 상관관계를 살펴봄으로써 거주자들의 특성에 따라 항목별 중요도가 변화하는지 여부를 분석하여 향후 평가항목을 재구성 시 활용할 수 있는 기반을 마련하고자 시행하였다.

총 유효설문은 449부로 여성이 70.6%로 남성보다 약간 많은 비중을 차지하였고, 50세 이상이 51.6%, 40세 이상이 21.8%로 비교적 나이 많은 사람들이 조사 대상자였다. 또한 조사 대상자의 직업은 전업주부가 49.2%로 가장 많았으며, 풀타임 근무자가 25.3%로 나타났다. 설문 조사 대상자의 평균 성비구성은 남자가 평균 1.67 ± 0.72 명이었으며, 여자가 평균 1.79 ± 0.79 명으로 나타났다. 조사 대상자들은 친환경 아파트에서 반드시 갖추어야 할 점으로 실내환경을 26.0%로 32.2%인 녹지환경 다음으로 중요하게 생각하는 것으로 응답했다. 이는 해당 공동주택 거주자에게 있어 ‘친환경 공동주택’이라는 의미는 녹색, 즉 녹지의 이미지가 많은 영향을 미치고 있기 때문이라 판단된다.

설문 대상자들의 중요순위 평가 결과, 온열, 빛, 공기, 음환경의 네 가지 실내환경의 물리적 요소 중 ‘음환경’을 가장 중요한 요소라고 응답하였다. 실내환경 요소의 세부 항목 중, 온열환경에서는 ‘여름철 통풍량’이 가장 중요한 요소로 나타났으며, 빛환경에서는 ‘전망’이 가장 중요한 요소로 나타났다. 또한 공기환경에서는 ‘자연환기의 성능’이, 음환경에서는 ‘충간소음’이 가장 중요한 요소로 나타났다.

설문 대상자들의 만족도 평가 결과, 전반적인 실내환경에 대한 만족도는 ‘만족한다’라는 대답이 43.2%로 가장 높게 나타나 해당 공동주택의 실내환경에 대한 만족도가 높게 나타났다. 실내환경 요소의 만족도에서는 공기환경이 가장 높은 만족도를 나타냈으며, 음환경이 가장 낮은 만족도를 나타냈다. 음환경의 세부항목에 대한 만족도 평가에서도 전체 음환경 만족도에 대한 평균이 제일 낮게 나타나 음환경에 대한 환경 개선이 필요한 것으로 판단된다.

온열, 빛, 공기, 음환경의 각 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계를 분석한 결과, 모든 항목이 0.001 이하의 수준으로 나타나 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 전반적 실내환경의 만족도에 가장 큰 영향을 미친 항목은 공기환경의 ‘자연환기의 성능’으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 ‘외부소음’,

‘교통소음’, ‘공간간 소음’, ‘설비소음’ 으로 나타나 음환경이 해당 공동주택의 실내환경 만족도에 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 높은 상관관계에도 불구하고, 앞서 살펴본 바와 같이 전반적인 음환경 만족도가 매우 낮게 나타나는 것을 살펴볼 때, 음환경의 개선 시 실내환경의 전반적 만족도가 상승할 것이라 판단된다.

실내환경 평가 항목과 조사대상자의 사회 인구학적 특성의 상관관계를 분석한 결과, 성별과 세대간 소음, 층간소음은 음의 상관관계를 가지고 있으며, 이는 대상자가 남성일 때 두 항목의 중요도가 높아지며, 설비소음은 양의 상관관계를 가짐으로 대상자가 여성일 때 중요도가 높아졌다. 인원이 많아질수록 겨울철 채광량에 대한 중요도가 높아지며, 인원수가 적을수록 친환경자재에 대한 중요도가 높아지는 결과를 보였다.

마지막으로 위에서 살펴본 중요도 및 만족도의 결과를 토대로 다중회귀 분석을 실시하여 도출된 영향도 평가 결과는 <표 4.34>와 같다. 실내환경 물리적 요소를 전체 100%로 산정하였을 때, 음환경의 영향도는 38.10%로 실내환경 물리적 요소 중 가장 많은 영향을 미치는 요소라 응답하였으며, 공기환경이 24.21%, 빛환경이 24.15%, 온열환경이 13.54% 순으로 나타났다.

<표 4.34> 다중 회귀분석을 통한 영향도 평가 결과

#1	#2	영향도(%)	#3	영향도(%)
실내환경	온열환경	13.54	창문의 기밀성	21.06
			바닥온도의 균일성	10.28
			단열성능이 뛰어난 벽	9.21
			겨울철 채광량	21.45
			여름철 통풍량	24.39
			여름철 일사차단	13.61
	빛환경	24.15	자연채광을 통한 실내밝기	21.85
			건물의향	11.76
			실내조명의 성능	12.61
			눈부심	10.08
			전망	23.53
			빛 유입시간	20.17
	공기환경	24.21	친환경자재의 사용	24.63
			자연환기의 성능	59.53
			기계환기의 성능	15.84
	음환경	38.10	세대간 소음	16.99
층간소음			32.69	
외부소음			18.46	
교통소음			14.14	
			설비소음	17.72

제 5 장 실내환경 성능 개선방향 제안

본 연구는 서울시에 위치한 공동주택을 대상으로 거주자의 실내환경에 관한 중요도와 만족도 및 일반사항을 설문조사를 통해 거주후 평가를 실시하고 분석함으로써 그 실태를 파악하고, 이를 통해 향후 공동주택의 실내환경의 건강 및 쾌적성을 향상시키기 위한 방안을 모색하고 현재의 친환경건축물 인증제도의 보완 및 새로운 평가도구의 개발 시 활용 가능한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 현재까지의 연구 결과를 종합한 내용은 다음과 같다.

5.1 공동주택의 거주후 평가 조사 결과

<표 5.1>은 평가항목별 중요도 및 만족도 조사를 통한 영향도 및 상관관계를 나타낸다. 상위항목인 실내환경 만족도를 100%로 하였을 때 하위항목이 상위항목에 미치는 영향도를 살펴보면, 음환경이 38.10%로 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 공기환경이 24.21%, 빛환경이 24.15%, 온열환경이 13.54% 순으로 나타났다.

실내환경의 하위항목을 살펴보면, 온열환경 만족도를 100%로 하였을 때, 여름철 통풍량이 24.39%를 나타내며 가장 많은 영향을 미치는 요소로 나타났다. 빛환경에서는 전망이 23.53%를 나타내며 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 공기환경에서는 자연환기의 성능이 전체 공기환경 만족도의 59.56%를 나타내었다. 마지막으로 음환경에서는 층간소음이 32.69%를 나타내어 음환경 만족도에 가장 큰 영향을 미치는 요소로 나타났다.

평가항목과 실내환경의 만족도와의 상관계수를 살펴보면, 전반적으로 모든 항목에서 높은 상관계수를 나타내고 있지만, 특히 상위 항목에 대한 영향도가 높게 나타난 여름철 통풍량, 전망, 자연환기의 성능, 층간소음과 같은 요소들이 실내환경의 만족도와의 상관계수에서도 높은 값을 나타냈다.

또한 음환경 부분의 요소들이 실내환경의 만족도와 높은 상관계수가 나타남에 따라, 거주자의 실내환경 만족도에서 음환경의 요소들이 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다. 이에 따라 음환경 부분의 환경성능 개선 시 전반적인 실내환경의 만족도가 높아질 것으로 판단된다.

위에서 나타난 영향도는 조사 대상자들이 그만큼 설문항목에 대한 인식이 높다는 것을 의미하므로 영향도가 높은 항목의 경우 인지도가 높다는 것으로

간주하여도 무관하다 판단된다. 따라서 추후 차세대 평가지표의 개발 및 실내환경에 관련한 정책 개발 시 공동주택 거주자들의 요구도와 영향도를 반영하여야 한다고 판단된다.

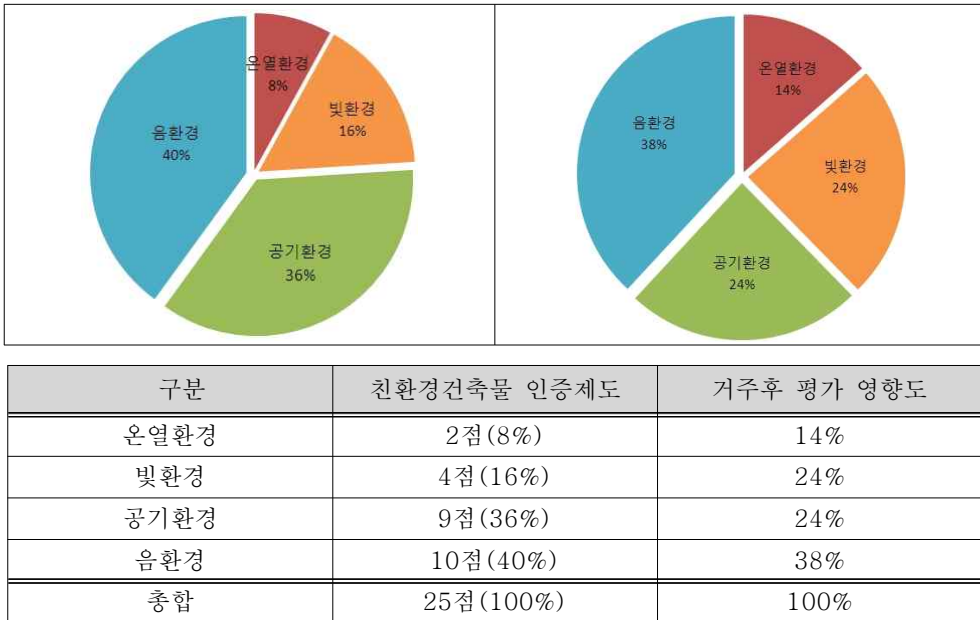
<표 5.1> 평가항목별 영향도 및 상관관계

평가항목	영향도(%)	구분		상관계수
		평가항목	영향도(%)	실내환경의 만족도
온열 환경	13.54	창문의 기밀성	21.06	0.336
		바닥온도의 균일성	10.28	0.275
		단열성능이 뛰어난 벽	9.21	0.354
		겨울철 채광량	21.45	0.245
		여름철 통풍량	24.39	0.336
		여름철 일사차단	13.61	0.299
빛환경	24.15	자연채광을 통한 실내밝기	21.85	0.272
		건물의 향	11.76	0.256
		실내조명의 성능	12.61	0.284
		눈부심	10.08	0.309
		전망	23.53	0.400
		빛 유입시간	20.17	0.298
공기 환경	24.21	친환경자재의 사용	24.63	0.308
		자연환기의 성능	59.53	0.449
		기계환기의 성능	15.84	0.353
음환경	38.10	세대간 소음	16.99	0.379
		층간소음	32.69	0.400
		외부소음	18.46	0.447
		교통소음	14.14	0.439
		설비소음	17.72	0.435

5.2 실내환경 평가요인 개선안

친환경건축물 인증제도에서 실내환경 부문의 평가항목과 설문조사를 실시하여 도출된 평가요소의 차이점을 도출하기 위해 모두 백분율로 환산하여 비교·분석하였다.

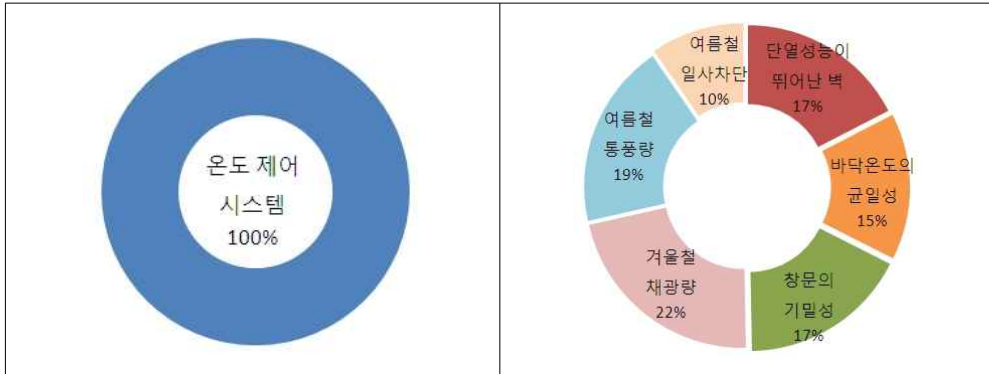
국내 친환경건축물 인증제도의 실내환경 물리적 요소의 배점현황과 이번 조사에서 도출된 결과의 중요도 비교·분석 결과는 (그림 5.1)과 같이 나타났다.



(그림 5.1) 실내환경 배점 및 영향도 분석

분석결과, 공기환경 및 음환경 부문에 대해서는 친환경건축물 인증제도에서 각각 9점(40%), 10점(36%)의 높은 배점 비중을 두었으나, 온열환경 및 빛환경 부문에 대해서는 2점(8%)과 4점(16%)의 배점을 두어 조사에서 도출된 온열환경 및 빛환경의 영향도 비중인 14%, 24%에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 특히, 조사에서 거주자들이 가장 중요하게 평가한 음환경의 경우, 친환경건축물 인증제도와 비슷한 중요도를 보이며 음환경에 관련한 거주자들의 요구가 높은 것으로 판단된다.

온열환경 부문의 비교 분석은 (그림 5.2)와 같은 결과가 도출되었다.

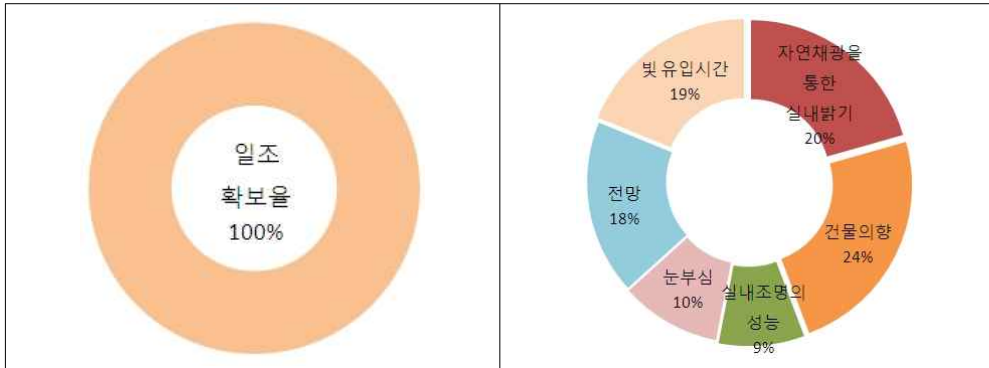


구분		친환경건축물 인증제도	거주후 평가 영향도
온열환경	창문의 기밀성	-	○
	바닥온도의 균일성	-	○
	단열성능이 뛰어난 벽	-	○
	겨울철 채광량	-	○
	여름철 통풍량	-	○
	여름철 일사차단	-	○
	온도 제어 시스템	○	-

(그림 5.2) 온열환경 평가항목 비교 분석

분석결과, 친환경건축물 인증제도에서는 온열환경에 대한 평가가 오직 온도 제어 시스템 여부에 따라 결정되고 있는 것으로 나타났다. 반면에 거주후 평가를 통한 온열환경 요소들의 영향도에서는 거주자들이 느낄 수 있는 온열환경의 요소를 전반적으로 다루고 있으며, 그 중 겨울철 채광량이 가장 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 온열환경 부문의 요소 중, 창문의 기밀성, 벽의 단열성능, 채광량, 일사차단에 관한 요소들은 친환경건축물 인증제도의 에너지 부문에서 평가가 이루어지고 있다. 하지만 위의 요소들은 해당 요소들의 성능 개선 시 에너지절감의 효과 뿐 아니라 거주자의 만족도에 영향을 미치는 요소이며 실내환경의 전반적인 만족도에 많은 영향을 미치고 있다. 따라서 위의 항목들이 에너지 부문에서의 에너지 절감효과 뿐만 아니라 실내환경의 만족도 향상에 많은 영향을 미치는 요소이므로 새로운 평가도구의 개발 시 위의 요소들이 실내환경의 요소로서 반영 되어야 할 것으로 판단된다.

빛환경 부문은 (그림 5.3)과 같은 결과가 도출되었으며 그 내용을 살펴보면, 온열환경과 마찬가지로 친환경건축물 인증제도에서는 빛 유입시간에 관련한 한 가지 요소만을 평가하고 있는 것으로 나타났다.

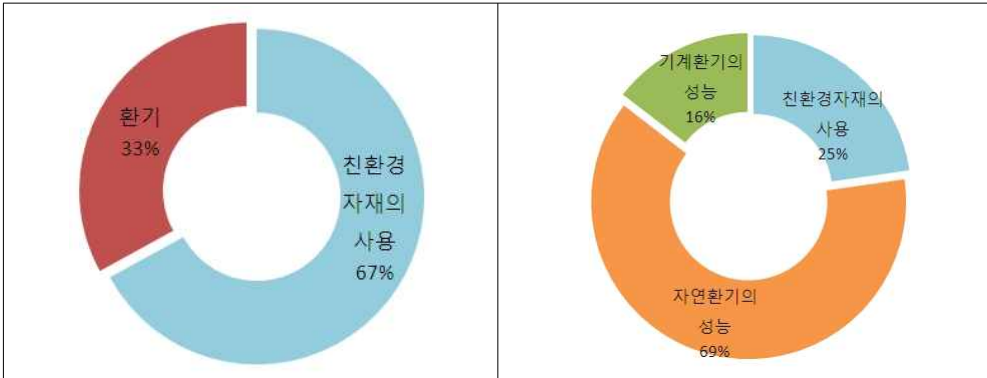


구분		친환경건축물 인증제도	거주후 평가 영향도
빛환경	자연채광을 통한 실내밝기	—	○
	건물의향	—	○
	실내조명의 성능	—	○
	눈부심	—	○
	전망	—	○
	빛 유입시간	○	○

(그림 5.3) 빛환경 평가항목 비교 분석

이에 비해 거주후 평가를 통한 빛환경 요소들의 영향도에서는 빛환경에 영향을 미치는 전반적인 요소들을 다루고 있으며, 특히 전망을 빛환경에서 가장 중요한 요소라고 응답했다. 전망은 전반적인 실내환경의 만족도와의 상관관계가 또한 매우 높게 나타났는데, 이는 국내의 높은 인구밀도로 인해 층고가 높은 공동주택이 많이 보급되면서 시야의 확보가 실내환경의 만족도에 많은 영향을 미치는 중요 요인이 되었을 것이라 판단된다.

공기환경 부문의 비교 분석은 (그림 5.4)와 같은 결과가 도출되었다.

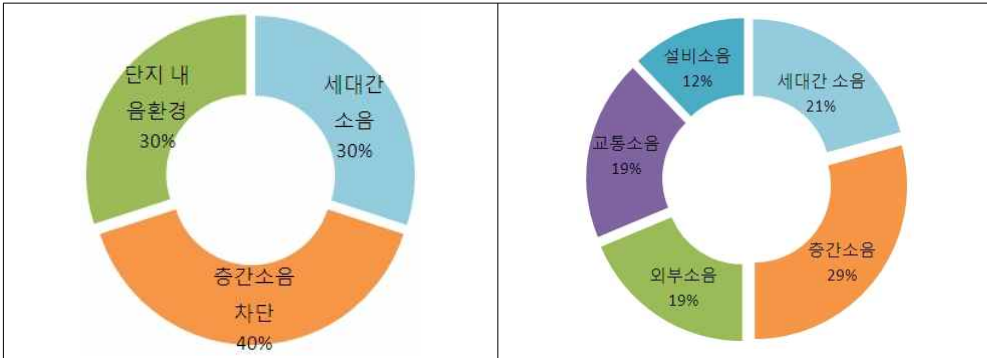


구분		친환경건축물 인증제도	거주후 평가 영향도
공기환경	친환경자재의 사용	○	○
	자연환기의 성능	○	○
	기계환기의 성능		○

(그림 5.4) 공기환경 평가항목 비교 분석

분석 결과, 공기환경 부문은 친환경건축물 인증제도와 마찬가지로 거주후 평가 조사 결과에서도 두 번째로 높은 중요도를 나타냈다. 친환경건축물 인증제도에서는 친환경자재의 사용에 대한 비중이 가장 높게 나타났는데 비해, 거주후 평가에서는 자연환기의 성능에 대한 영향도가 가장 높게 나타났다. 또한 친환경건축물 인증제도에서는 공기환경에 대한 평가 항목이 친환경자재의 사용과 환기설계의 정도에 따라 평가가 이루어지고 있다. 하지만 거주후 평가를 조사에서는 자연환기의 성능에 대한 영향도가 매우 높게 나타났다. 또한 자연환기의 성능은 건축설계에 따라 그 성능이 매우 달라지며, 기계환기의 성능은 자연환기만을 통해 달성되지 못한 공기환경을 위한 차선택이라고 할 수 있다. 그러므로 새로운 평가도구의 개발 시 공기환경에 대한 평가 시, 자연환기와 기계환기에 대한 평가가 분리되어 이루어져야 한다고 판단된다.

음환경 부문에서는 (그림 5.5)와 같은 결과가 도출되었다.



구분		친환경건축물 인증제도	거주후 평가 영향도
음환경	세대간 소음	○	○
	층간소음	○	○
	외부소음	○	○
	교통소음		○
	설비소음	-	○

(그림 5.5) 음환경 평가항목 비교 분석

음환경 부문은 현재 친환경건축물 인증제도의 실내환경 요소 중 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 거주후 평가 조사 결과에서도 가장 중요한 요소로 조사 되었다. 특히 친환경건축물 인증제도와 거주후 평가 모두 층간소음을 가장 중요한 요소로 평가하고 있는 것으로 나타났다.

또한 거주후 평가를 통한 조사에서 대부분의 음환경 요소가 전반적인 실내환경의 만족도와 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 특히 외부소음에서 가장 큰 상관관계가 나타나 음환경이 전반적인 실내환경의 만족도에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

5.3 소결

지금까지 서술한 바와 같이 실거주자가 공동주택에 있어 중요도와 만족도에 따른 평가항목과 국내의 친환경건축물 인증제도의 평가항목에는 다소 차이가 있음을 알 수 있다.

실내환경의 물리적 요소에 대한 조사 결과, 현재의 인증제도와 마찬가지로 음환경이 전체 배점에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는데 이는 음환경이 전체 실내환경의 만족도에 미치는 영향이 매우 크기 때문으로 판단된다. 하지만 음환경 부문에 대해서는 평가항목의 단순한 배점의 비율조정으로는 실질적인 거주자 만족도 향상을 유도하기 어려울 것으로 판단된다. 따라서 음환경에 대한 실질적인 성능을 개선하고 적용을 유도하여 만족도를 향상시키는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 일부 평가항목에 과도하게 집중되었던 배점을 적절히 분산시켜 일부 편중된 점수를 가진 항목만을 통해 전체적으로 높은 점수를 획득하지 못하도록 방지해야 할 것이다.

온열환경 부문에서는 건축계획단계에서 고려해야 할 항목인 겨울철 채광량, 여름철 통풍량 및 여름철 일사차단에 관한 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 특히 여름철 통풍량의 경우, 이 평가항목은 온열환경 뿐 아니라 공기환경에도 영향을 미치는 중요한 항목이므로 건축계획단계에서 우선적으로 고려하도록 유도해야 할 것이다. 빛환경에서는 자연채광과 인공조명을 모두 고려하여 평가하도록 하고, 자연채광 항목을 더욱 세분화하여 빛의 양과 질에 관한 평가항목을 채택하여 재실자에게 더욱 쾌적하고 건강한 빛환경을 제공해야 할 것이다. 또한 거주자 조사 결과, 전망에 관한 영향도가 가장 높게 평가되었는데, 전망은 객관적인 평가기준 및 평가등급 수립이 어렵고 현실적으로 친환경건축물 인증제도에 반영하기에는 어려움이 있을 것으로 판단된다. 하지만 거주자들이 느끼는 중요도가 크게 나타난 만큼, 제도적으로 추가 점수(가점)의 형태로 반영하는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

설문조사의 항목 중 음환경-충간소음에 대하여 거주자들의 중요도 인식이 매우 높게 나타났는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 점수를 상향조정하는 방안보다 성능의 개선과 개선된 기술적용을 유도하는 방안이 바람직한 것으로 사료된다. 또한 설비소음에 대한 중요도가 나타난 만큼 현재 인증제도에서 평가하지 않는 설비소음을 채택하여 평가하고, 현재 단지 내 음환경으로 통합하여 평가하고 있는 교통소음과 외부소음은 소음의 발생 원인이 다른 만큼 두 항목으로 더욱 세분화하여 평가할 때 음환경에 대한 거주자 만족도가 더욱 향상될 것으로 판단된다.

제 6 장 결 론

본 연구의 목적은 공동주택의 실내환경 성능 평가요인에 대해 알아보고, 새로운 성능평가 도구의 개발 시 거주자의 만족도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하는데 있다. 이를 위해, 현재 국내외에서 시행중인 친환경건축물 인증제도를 비교·분석하여 국내에서 시행되고 있는 공동주택의 실내환경 평가방법의 문제점을 파악하였다. 또한 국내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 영향요소를 도출하여, 이를 토대로 공동주택 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하고, 조사결과를 바탕으로 거주자 만족에 상대적으로 많은 영향을 미치는 실내환경 요소를 도출하였다. 도출된 결과를 토대로 현재 시행 중인 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문과 비교·분석함으로써, 새로운 평가도구의 개발 시 거주자의 주거환경 만족도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 공동주택 실내환경의 영향요소를 도출하기 위해, 미국의 LEED for Homes, 영국의 BREEAM-CSH, 일본의 CASBEE, iiSBE의 SBTool과 국내 친환경건축물 인증제도를 조사하였다. 조사결과, 국내 친환경인증제도에서 실내환경 부문의 배점이 높은 비중을 차지하고 있으나, 상대적으로 그 평가항목의 수가 매우 적어 실내환경에 대한 세밀한 평가가 부족한 것을 알 수 있었다. 또한 일부의 평가항목에 과도한 비중이 적용됨에 따라 편중된 점수 획득만으로도 높은 점수 획득이 가능하게 될 것이라 판단된다.

2) 각 인증제도의 실내환경 관련 항목의 세부사항을 조사하여 거주자의 건강 및 쾌적에 영향을 미치는 요소를 도출하였으며, 도출된 실내환경 영향요소의 계층분석을 실시하였다. 그 결과 실내환경의 요소는 크게 5가지의 카테고리 분류되었으며, 본 논문에서는 정량평가가 가능한 물리요소만을 대상으로 하였다.

3) 도출된 실내환경 요소를 토대로 중요도 설문조사를 실시한 결과, 물리적 요소를 전체 100%로 산정하였을 때, 음환경의 영향도는 38.10%로 실내환경의 물리적 요소 중 가장 많은 영향을 미치는 요소라 응답하였으며, 공기환경이 24.21%, 빛환경이 24.15%, 온열환경이 13.54% 순으로 나타났다.

또한 실내환경 요소를 각각 100%로 산정하였을 때, 온열환경에서는 여름철 통풍량이 24.39%로 나타났으며, 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 빛환경에서는 전망이 23.53%로 나타나 가장 큰 영향을 미쳤으며, 공기환경에서는 자연환기의 성능이 전체 공기환경 만족도의 59.56%인 것으로 나타났다. 마지막으로 음환경에서는 층간소음이 32.69%인 것으로 나타나 음환경 만족도에 가장 많은 영향을 미치는 요소로 평가되었다.

4) 실내환경의 각 항목과 실내환경 만족도와와의 상관관계를 분석한 결과, 가장 큰 영향을 미친 항목은 공기환경 부문의 자연환기 성능으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 외부소음, 교통소음, 공간간 소음, 설비소음 순으로 나타나 음환경이 해당 공동주택의 실내환경 만족도에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 높은 상관관계에도 불구하고, 앞서 살펴본 바와 같이 전반적인 음환경 만족도가 매우 낮게 나타나는 것을 살펴볼 때, 음환경의 개선 시 실내환경의 전반적 만족도가 상승할 것이라 판단된다.

5) 빛환경 부문에서는 전망에 관한 영향도가 가장 높게 평가되었는데, 전망은 현실적으로 친환경건축물 인증제도에 반영하기에는 어려움이 있을 것으로 판단되지만 거주자들이 느끼는 영향도가 크게 나타난 만큼, 제도적으로 추가점수(가점)의 형태로 반영하는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

6) 음환경 부문에서는 층간소음에 대하여 거주자들의 영향도 인식이 매우 높게 나타났는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 점수를 상향조정하는 방안보다 성능의 개선과 개선된 기술적용을 유도하는 방안이 바람직한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 친환경건축물 인증제도 개선 시, 거주자의 주거환경 만족도를 향상시킬 수 있는 기초자료를 제공하고자 공동주택 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하여 실내환경의 평가항목 및 영향도를 도출하였으며, 그 결과를 통해 거주자의 실내환경 만족도를 높이기 위한 개선방향을 제시하였다. 하지만 본 연구는 평가 대상지를 한 곳으로 선정하여 조사함에 따라, 해당 대상지의 주변 환경 및 조건에 따라 많은 영향을 받았으며, 설문지의 주관적 설명으로 인해 설문 응답자의 대답이 상이해질 수 있다는 제한점을 가지고 있다. 하지만, 향후 실내환경의 만족도 향상을 위한 정책 수립 및 평가 틀 개발에 있어 기초자료로서의 의미가 있을 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

[국내문헌]

1. 강상인 (한국환경정책·평가연구원, 연구위원), 《환경백서》, 2006
2. 강인호, 거주후 평가연구 결과의 디자인 적용성 저하요인 분석, 대한건축학회논문집, 12권 7호, 1996
3. 고동환, 친환경 건축물 인증을 위한 LEED 2009에 대한 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집 제 3권 4호, 2009
4. 권혁진, 공동주택 거주자 만족도 비교를 통한 인증제도 개선방향 연구, 아주대 석사학위논문, 2010
5. 김세환 외, 온도 및 습도 변화에 따른 온열쾌적성에 관한 연구, 대한설비공학회 논문집, 2007
6. 김유일, 주거만족도에 관한 경험적 연구, 한양대 박사학위논문, 1998, p19.
7. 김혜진 외, POE를 통한 친환경건축물 인증제도 개선방안 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집 Vol.1, No.2, 2007
8. 박명규, 친환경 공동주택 인증 평가항목 분석 및 중요도 조사에 관한 연구, 연세대 석사학위논문, 2008
9. 서혜수 외, 거주자 만족도 조사를 통한 친환경건축물 인증제도의 실내환경 인자 분석, 대한설비공학회 2005하계학술발표대회 논문집 pp. 138~143
10. 서혜수 외, 거주자 만족도 조사를 통한 친환경건축물 인증제도의 실내환경 인자 분석, 대한설비공학회 2005하계학술발표대회 논문집 pp. 138~143, 2005
11. 서혜수, 사례분석을 통한 친환경건축물 인증제도의 실내환경 인자분석, 연세대 석사학위논문, 2004
12. 신인중, 일본의 친환경 건축물 평가시스템의 소개, 한국설비기술협회 특집원고, 2004.11
13. 연세대학교 건축과학기술연구소, 스틸하우스 거주 후 평가 연구, 2001, pp 67-97
14. 원태연, SPSS 서베이 리서치, 흥릉과학 출판사, 2009
15. 유선용 외, 친환경 건축물 인증제도의 실내 환경 인자 평가분석과 아파

- 트 거주자의 인지도 조사를 통한 제도 개선안 연구, 대한건축학회논문집 22권 12호, 2006
16. 윤기중, 통계학, 법문사, 1996
 17. 이명준 외, 거주 후 평가를 통한 친환경 인증제도의 실내환경 개선 방향에 대한 연구, 대한설비공학회 2008하계학술발표대회 논문집 pp. 1055~1080
 18. 이은정, 지속가능한 초고층아파트 단위 주공간 디자인의 평가방법, 연세대 박사학위논문, 2006
 19. 이종식, 공동주택 건축기술요소의 친환경 성능평가에 관한 연구, 중앙대 석사학위논문, 2009
 20. 임정아, 공동주택 리모델링 계획단계에서의 친환경 성능평가 제안, 충북대 박사 논문, 2008
 21. 임정아, 공동주택 리모델링 계획단계에서의 친환경 성능평가 제안, 충북대 박사학위논문, 2008
 22. 장한두, 거주자 특성을 고려한 공동주택의 주거환경평가 연구, 아주대 박사학위논문, 2006
 23. 전상현, 국내·외 친환경건축물 인증제도의 비교분석에 관한 연구, 전남대 석사학위논문, 2007
 24. 최성필 외, 친환경 공동주택단지의 거주만족수준 향상을 위한 영향인자 분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 22권 3호, 2006
 25. 태성호 외, 실내 환경평가의 사례분석을 통한 국내외 친환경 건축물 인증제도의 비교 분석 연구, 대한건축학회논문집 23권 8호, 2007
 26. 한지나, 거주후평가의 평가 항목에 대한 연구자와 설계자의 인식 비교연구, 연세대 석사학위논문, 2003

[국외문헌]

1. A.M.M. Liu, Residential satisfaction in housing estates— a Hong Kong perspective, Automation in Construction Vol. 8, pp. 511-524, 1999
2. Ackerman ME. Cool comfort: America's romance with air conditioning. Washington (DC): Smithsonian Institution Press; 2002.
3. ANSI/ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for

Human Occupancy

4. ASHRAE Standard 55-1992
5. ASHRAE Standard 55-2004
6. Boyce PR, Berman SM, Collins BL, Lewis AL, Rea MS Lighting and human performance: A review Washington(DC): National Electrical Manufacturers Association(NEMA) and Lighting Research Institute; 1989
7. Brager GS, Paliaga G, de Dear RJ. Operable windows, personal control and occupant comfort ASHRAE Transactions 2004, 110(2)
8. Che-Ming Chiang, A study on the comprehensive indicator of indoor environment assessment for occupants' health in Taiwan, Building and Environment Vol. 37, pp. 387-392, 2002
9. Chen Q, Yuan XX, et al. Detailed experimental data of room airflow with displacement ventilation. Proceedings of Sixth International Conference on Air Distribution in Rooms, ROOMVENT '98, Stockholm, Sweden, vol. 1, 1998, p. 133-40.
10. Fanger PO. Indoor air quality in the 21st century: search for excellence. Indoor Air 10(2): 68-73
11. Federspiel CC. Statistical analysis of unsolicited thermal sensation complaints in commercial buildings. ASHRAE Transactions 1998, 104(1): 912-923
12. Fisk WJ, Rosenfeld AH. Estimates of Improved productivity and health from Aetttttindoottenvironments. Indoor Air 1997; (7):158-172
13. Fisk WJ. Health and productivity grains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. Annual Review of energy and Environment 2000, 25:537-66
14. Heschong L, Wright RL, Okur S. Daylighting impacts on human performance in school. Journal of the Illumjinating Engineering Society 2002; 31(2): 101-104
15. Hikmat H. Ali, Developing a green building assessment tool for developing countries - Case of Jordan, Building and Environment Vol. 44, pp. 1053-1064, 2009

16. Lorsch HG, Adbou OA, Impact of the building indoor environment on occupant productivity—part 1: recent studies. ASHRAE Transactions 1994; 100(2) 741–749
17. McIntyre DA. Indoor climate. London: Applied Science Publishers; 1980
18. Mendell MJ Non-specific symptoms in office workers: a review and summary of the epidemiologic literature. Indoor Air 1993; 3:227–36
19. Niklas Fransson, In search of the comfortable indoor environment, Building and Environment Vol. 42, pp. 1886–1890, 2007
20. Oseladn H. Productivity and the indoor environment. Forth international air quality conference; 1996 June. Mid-Career College
21. Post Occupancy Evaluation of Indoor Environmental Quality in Commercial buildings: Do green buildings have more satisfied occupants?

[Web Site]

1. Green Building Council Korea, <http://www.greenbuilding.or.kr>
2. US Green Building Council, <http://www.usgbc.org/LEED/>
3. BREEAM, EcoHomes, <http://www.breeam.org>
4. International Initiative for a Sustainable Built Environment, GBTool, <http://www.iisbe.org>
5. CASBEE, <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

[부 록]

● 예비설문

<실내환경 조사>

1. 현재 아파트(벽, 천장, 바닥 등)에 곰팡이가 생긴 곳이 있습니까?
① 벽 ② 천장 ③ 바닥 ④ 기타 ⑤ 없다
2. 발코니 확장공사를 하신 적이 있으시다면 어느 부위입니까?
① 거실 ② 방(거실방향) ③ 방(부엌방향) ④ 확장한 곳 없음.
3. 겨울철에 아파트의 외벽(바깥과 면한 벽)에서 찬기가 느껴지십니까?
① 느껴지지 않음 ② 느껴지나 불편하지 않음 ③ 심함
④ 매우 심함 ⑤ 기타
4. 겨울철에 외풍(창문/문을 닫고도 들어오는 찬바람)이 들어옵니까?
① 느껴지지 않음 ② 느껴지나 불편하지 않음 ③ 심함
④ 매우 심함 ⑤ 기타
5. 겨울철에 난방 후 바닥의 온도가 균일합니까?
① 균일함 ② 대체로 균일한 편 ③ 불균일함 ④ 매우 불균일함
⑤ 기타
6. 여름철에 에어컨을 틀지 않고 자연통풍만으로 시원함을 느끼십니까?
① 매우 시원함 ② 시원함 ③ 보통 ④ 더움 ⑤ 매우 더움

7. 커튼이나 블라인드 등 차양장치를 사용하신다면 이유가 무엇입니까?

- ① 햇빛을 가림 ② 외풍을 막음 ③ 프라이버시를 보호하기 위함.
- ④ 기타 ⑤ 사용하지 않음.

8. 환기 후에 각종 냄새(음식물 등)가 빨리 사라지는 편입니까?

- ① 빨리 사라짐 ② 어느 정도 시간이 지나면 사라짐
- ③ 잘 사라지지 않는 편 ④ 거의 사라지지 않음 ⑤ 기타

9. 공기환경이 좋지 않아서 생기는 증상(알러지로 인한 재채기 및 기침 /가래, 두통, 피부 각종질환_가려움/아토피)이 어느 정도 있으십니까?

- ① 증상없음 ② 가끔 발생 ③ 지속적으로 발생 ④ 심함
- ⑤ 매우 심함

<만족도 조사>

1. 겨울철 난방 후, 실내온도와 습도에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

2. 여름철 에어컨을 켜지 않았을 때, 실내온습도에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

3. 실내 온열환경(쾌적한 실내온도 및 습도)에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

4. 자연채광을 통한 실내 밝기에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

불만족스러우시다면 원인은 무엇입니까?

- ① 빛의 양 부족 ② 원하지 않는 시간대 ③ 눈부심 ④ 기타()

5. 실내 공기환경(건강하고 깨끗한 실내공기)에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

6. 음환경(시끄럽지 않고 조용한 환경)에 대한 전반적인 만족도

음환경에 대한 만족도		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
보기				○		
세대 간 소음	옆집에서 들려오는 소음차단에 대해 어느 정도 만족하십니까? (말소리, TV소리, 피아노소리 등)					
층간 소음	위/아랫집에서 들려오는 소음 차단에 대해 어느 정도 만족하십니까? (아이들 뛰는 소리, 걷는 소리)					
설비 소음	설비소음에 대하여 어느 정도 만족하십니까? (화장실 물 내리는 소리, 배관소리, 엘리베이터소리 등)					
외부 소음	외부의 소음에 대하여 어느 정도 만족하십니까? (자동차, 주변 시설물 공사 등)					

7. 실내 음환경(시끄럽지 않고 조용한 환경)에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

8. 현재 아파트의 실내환경에 대한 전반적인 만족도

- ① 매우 만족 ② 만족 ③ 보통 ④ 불만족 ⑤ 매우 불만족

9. 실내환경 요소 중 중요하다고 생각되는 순서대로 표기해 주십시오.
(가장 중요한 것을 1번으로 표기하고 다음을 2번으로 하여 4번까지 작성함)

온열환경 (쾌적한 실내온도와 습도)	빛환경 (자연채광을 통한 실내의 밝기)	공기환경 (건강하고 쾌적한 실내공기)	음환경 (시끄럽지 않고 조용한 환경)

● 본설문

<친환경 아파트에 대한 의견>

친환경 아파트는 크게 아래의 6가지 요소를 포함하는 공동주택을 일컫습니다.

- | | |
|-------------|-------------------------|
| 1. 에너지 절약 | 2. 풍력, 태양열 등 신재생에너지의 이용 |
| 3. 쾌적한 실내환경 | 4. 풍부한 녹지환경 |
| 5. 수자원절약 | 6. 경제성(적은 비용으로 효율을 극대화) |

본 설문에서는 위의 6가지 친환경 요소 중,
3. 쾌적한 실내환경, 4. 풍부한 녹지환경에 관한 문항
즉, 쾌적한 거주환경에 대한 문항으로 구성되어 있습니다.

쾌적한 거주환경이란, 거주자가 건강하고 쾌적한 생활을 할 수 있도록 하는 거주환경에 관한 내용입니다. (예를 들어, 깨끗한 실내공기환경을 만들고 소음이 없는 조용한 실내환경을 만들기 위한 요소입니다.)

현재의 아파트에서 거주하면서 느낀 점을 그대로 표기해주시면 됩니다.

1. 귀하께서는 친환경 아파트에서 반드시 갖추어야 할 점이 무엇이라고 생각하십니까? (2개까지 선택 가능)

- | | |
|------------|------------------------|
| ① 에너지 절약 | ② 풍력, 태양열 등 신재생에너지의 이용 |
| ③ 쾌적한 실내환경 | ④ 풍부한 녹지환경 |
| ⑤ 수자원절약 | ⑥ 경제성(적은 비용으로 효율을 극대화) |

<온열환경에 대한 의견>

1. 다음 요소 중 중요하다고 생각되는 순서대로 표기해 주십시오.
(가장 중요한 것을 1번으로 표기하고 다음을 2번으로 하여 6번까지 작성함)

겨울철 기밀성이 좋은 창문	균일하고 따뜻한 바닥온도	단열이 잘되는 벽면	겨울철 따뜻한 햇빛 유입	여름철 통풍	여름철 햇빛 차단
겨울철 찬바람이 들지 않는 창문	겨울철 난방 시 일정한 바닥온도	찬기가 느껴지지 않는 벽	실내로 유입되는 빛의 양	여름철 자연 통풍의 시원함	여름철 뜨거운 일사차단

2. 귀하께서 생각하는 해당 항목에 대한 만족 정도에 대해 표기해 주십시오.

항목	현재 아파트 입주 후 느끼는 만족도				
	매우 불만족	불만족	보통	만족	매우 만족
	①	②	③	④	⑤
예 시			√		
겨울철 기밀성이 좋은 창문 (겨울철 찬바람이 들지 않는 창문)					
균일한 바닥온도 (난방시 일정한 바닥온도)					
단열이 잘되는 벽면 (찬기가 느껴지지 않는 벽)					
겨울철 따뜻한 태양유입 (실내로 유입되는 빛의 양)					
여름철 통풍 (여름철 자연 통풍의 시원함)					
여름철 태양 차단 (여름철 뜨거운 일사차단)					

3. 겨울철/여름철의 쾌적한 실내온도 및 습도에 대한 만족도는?
(겨울에 따뜻하고, 여름이 시원한 실내온도 및 습도에 대한 만족도)
① 매우불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족

<빛 환경에 대한 의견>

1. 다음 요소 중 중요하다고 생각되는 순서대로 표기해 주십시오.
(가장 중요한 것을 1번으로 표기하고 다음을 2번으로 하여 6번까지 작성함)

햇빛을 통한 실내밝기	건물의 향	실내조명의 성능	햇빛으로 인한 눈부심	창을 통한 전망	빛 유입 시간	
충분한 빛이 유입되어 밝은 실내환경	남향, 동향 등	어둡거나 깜빡임 없는 실내조명	창을 통해 느껴지는 빛의 눈부심	주변의 전망	빛이 실내로 오랜시간 들어오는 환경	
예시	5	2	3	1	5	6

2. 귀하께서 생각하는 해당 항목에 대한 만족 정도에 대해 표기해 주십시오.

항목	현재 아파트 입주 후 느끼는 만족도				
	매우 불만족	불만족	보통	만족	매우 만족
	①	②	③	④	⑤
예시			√		
햇빛을 통한 실내밝기 (충분한 빛이 유입되어 밝은 실내환경) (남향,남동향 등의) 건물의 향					
실내조명의 성능 (어둡거나 깜빡임 없는 실내조명)					
햇빛으로 인한 눈부심 (창을 통해 느껴지는 빛의 눈부심)					
창을 통한 전망 (주변의 전망)					
햇빛이 들어오는 시간 (빛이 실내로 오랜시간 드는 환경)					

3. 실내 빛환경(자연채광 + 실내조명 +조망)의 전체 만족도는?

- ① 매우불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족

<공기환경에 대한 의견>

1. 다음 요소 중 중요하다고 생각되는 순서대로 표기해 주십시오.
(가장 중요한 것을 1번으로 표기하고 다음을 2번으로 하여 5번까지 작성함)

친환경자재 사용	입주 전 베이크 아웃	자연환기 성능	기계환기 성능	공기환경 모니터링 시스템 설치
친환경 벽지, 접착재를 사용	입주하기 전 환경호르몬 제거	자연환기가 잘 되도록 설계	기계환기의 성능	공기환경을 측정하는 시스템 설치 여부

2. 귀하께서 생각하는 해당 항목에 대한 만족 정도에 대해 표기해 주십시오.

항목	현재 아파트 입주 후 느끼는 만족도				
	매우 불만족	불만족	보통	만족	매우 만족
	①	②	③	④	⑤
예 시			√		
벽지나 접착재의 사용 등으로 알려지나 아토피, 가려움 등의 증상이 나타나는지?	증상이 매우 심함	증상이 심함	증상이 종종 발생	가끔 발생	증상 없음
자연환기 성능 (자연환기가 잘 되도록 설계)					
기계환기 성능 (기계환기의 성능)					

3. 쾌적한 실내 공기환경을 위해 평균적으로 하루에 환기를 몇 번 하는지?

- ① 하지 않음 ② 1회 ③ 2회 ④ 3회 ⑤ 4회 이상

4. 실내 공기환경의 전체 만족도는?

- ① 매우불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족

<음환경에 대한 의견>

1. 다음 요소 중 중요하다고 생각되는 순서대로 표기해 주십시오.
(가장 중요한 것을 1번으로 표기하고 다음을 2번으로 하여 5번까지 작성함)

세대간 소음	층간 소음	공간간 소음	외부 소음	교통소음	설비소음
옆집에서 들려오는 소음차단	윗집/ 아랫집에서 들려오는 소음차단	방과 방사이의 소음차단	주변 놀이터, 학교 등에서 유입되는 소음차단	자동차 엔진, 경적 등의 소음차단	엘리베이터, 화장실 소음차단

2. 귀하께서 생각하는 해당 항목에 대한 만족 정도에 대해 표기해 주십시오.

항목		매우 불만 족	불만 족	보통	만족	매우 만족
		①	②	③	④	⑤
세대 간 소음	옆집에서 들려오는 소음 차단 성능에 대해 어느 정도 만족하십니까? (말소리, TV소리 등)					
층 간 소음	윗집과 아랫집에서 들려오는 소음 차단 성능에 대해 어느 정도 만족하십니까? (걷는 소리, 말소리 등)					
공간 간 소음	현재 거주공간의 방과 방사이의 소음 차단 성능에 대해 어느 정도 만족하십니까? (말소리, TV소리, 전화통화 소음 등)					
외부 소 음	외부에서 유입되는 소음 차단 성능에 대해 어느 정도 만족하십니까? (사람들이 떠드는 소음, 주변 시설에서 발생하는 소음 등)					
교통 소 음	외부에서 유입되는 교통소음에 대해 어느 정도 만족하십니까? (시동·경적소음, 오토바이 소음 등)					
설비 소 음	설비소음에 대해 어느 정도 만족하십니까? (엘리베이터 소음, 화장실 사용 시 들리는 소음 등)					
소리로 인한 프라이버시에 대해 어느 정도 만족하십니까? (우리집 소리가 옆집 혹은 아랫집에 들릴까하는 프라이버시에 대한 만족도)						

3. 음환경의 전체 만족도는?

- ① 매우불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족

<전반적인 거주환경의 쾌적성에 대한 의견>

쾌적한 거주환경이란, 거주자가 건강하고 쾌적한 생활을 할 수 있도록 하는 거주환경에 관한 내용입니다. (예를 들어, 깨끗한 실내공기환경을 만들고 소음이 없는 조용한 실내환경을 만들기 위한 요소입니다.)

현재의 아파트에서 거주하면서 느낀 점을 그대로 표기해주시면 됩니다.

1. 현재 아파트에서 거주환경의 쾌적성의 전반적 만족도는 어느 정도입니까?

- ① 매우 불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족

위의 1번 질문에서 불만족이나 매우 불만족 시, 이유는 무엇입니까?

- ① 실내온도 및 습도 불만족 ② 실내로의 햇빛 유입량 부족
 ③ 불쾌적인 실내 공기질 ④ 층간 및 외부 소음이 심함
 ⑤ 풍부한 녹지 부족

2. 쾌적한 친환경 아파트를 만들기 위하여 다음 요소 중 중요하다고 생각되는 순서대로 표기해 주십시오.

(가장 중요한 것을 1번으로 표기하고 다음을 2번으로 하여 5번까지 작성함)

온열환경	빛환경	공기환경	음환경	녹지 환경
겨울철/여름철의 쾌적한 실내온도 및 습도	햇빛이 잘 들어 어둡지 않고 밝은 실내환경	건강하고 쾌적한 실내공기환경	시끄럽지 않고 조용한 환경	나무와 숲이 우거진 녹색환경

<일반 설문사항>

귀하의 성별은 무엇입니까?

- ① 남 ② 여

귀하의 연령대를 선택해주시요.

- ① 10대 ② 20대 ③ 30대 ④ 40대 ⑤ 50대 이상

귀하께서는 현재 아파트(상도래미안3차)에서 몇 년간 사셨습니까?

- ① 1년 미만 ② 1~2년 ③ 3~5년 ④ 6~8년 ⑤ 8~10년

현재 살고 계신 동과 층을 기입해 주십시오.

___동 ___층

귀하의 직업 및 근무형태를 선택해주시요.

- ① 전업주부 ② 재택근무자 ③ 학생
④ 직장인 ⑤ 기타 ()

귀하께서 (수면시간을 제외하고) 집에서 생활하는 시간대는 언제입니까?

해당하는 번호에 모두 표시해주시요.

- ① 출근(등교)시간(7시-9시). ② 오전(9시-12시) ③ 오후(12시-3시)
④ 오후(3-6시) ⑤ 저녁식사시간(6-9시) ⑥ 9시 이후

귀택의 거주 인원은 몇 명입니까?

- ① 1명 ② 2명 ③ 3명 ④ 4명 ⑤ 5명 이상

귀택의 거주 인원의 남녀 가족 구성은 어떻게 되십니까?

남성 : ___명

여성 : ___명

수고하셨습니다.

설문에 응해주셔서 감사합니다.

국 문 초 록

거주후 평가를 통한 공동주택의 실내환경 성능 평가요인 분석에 관한 연구

중앙대학교 대학원
건축학과 건축환경 및 설비전공
이 시 내

본 연구의 목적은 공동주택의 실내환경 성능 평가요인에 대해 알아보고, 새로운 성능평가 도구의 개발 시 거주자의 만족도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하는데 있다. 이를 위해, 현재 국내외에서 시행중인 친환경건축물 인증제도를 비교·분석하여 국내에서 시행되고 있는 공동주택의 실내환경 평가방법의 문제점을 파악하였다. 또한 국내외 친환경건축물 인증제도의 실내환경 영향요소를 도출하여, 이를 토대로 공동주택 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하고, 조사결과를 바탕으로 거주자 만족에 상대적으로 많은 영향을 미치는 실내환경 요소를 도출하였다. 도출된 결과를 토대로 현재 시행 중인 친환경건축물 인증제도의 실내환경 부문과 비교·분석함으로써, 새로운 평가도구의 개발 시 거주자의 주거환경 만족도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 공동주택 실내환경의 영향요소를 도출하기 위해, 미국의 LEED for Homes, 영국의 BREEAM-CSH, 일본의 CASBEE, iiSBE의 SBTTool과 국내 친환경건축물 인증제도를 조사하였다. 조사결과, 국내 친환경인증제도에서 실내환경 부문의 배점이 높은 비중을 차지하고 있으나, 상대적으로 그 평가항목의 수가 매우 적어 실내환경에 대한 세밀한 평가가 부족한 것을 알 수 있었다. 또한 일부의 평가항목에 과도한 비중이 적용됨에 따라 편중된 점수 획득만으로도 높은 점수 획득이 가능하게 될 것이라 판단된다.

2) 각 인증제도의 실내환경 관련 항목의 세부사항을 조사하여 거주자의 건강 및 쾌적에 영향을 미치는 요소를 도출하였으며 도출된 실내환경 요소를 토대로 중요도 설문조사를 실시하였다. 그 결과, 실내환경 만족도에 많은 영향을 미치는 요소는 음환경, 공기환경, 빛환경, 온열환경이 순으로 나타났다. 또한 온열환경에서는 여름철 통풍량이, 빛환경에서는 전망이, 공기환경에서는 자연환기의 성능이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 마지막으로 음환경에서는 층간소음이 음환경 만족도에 가장 많은 영향을 미치는 요소로 평가되었다.

3) 실내환경의 각 항목과 실내환경 만족도와의 상관관계를 분석한 결과, 음환경이 해당 공동주택의 실내환경 만족도에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 높은 상관관계에도 불구하고, 앞서 살펴본 바와 같이 전반적인 음환경 만족도가 매우 낮게 나타나는 것을 살펴볼 때, 음환경의 개선 시 실내환경의 전반적 만족도가 상승할 것이라 판단된다.

4) 빛환경 부문에서는 전망에 관한 중요도가 가장 높게 평가되었는데, 전망은 현실적으로 친환경건축물 인증제도에 반영하기에는 어려움이 있을 것으로 판단되지만 거주자들이 느끼는 중요도가 크게 나타난 만큼, 제도적으로 추가점수(가점)의 형태로 반영하는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

5) 음환경 부문에서는 층간소음에 대하여 거주자들의 중요도 인식이 매우 높게 나타났는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 점수를 상향조정하는 방안보다 성능의 개선과 개선된 기술적용을 유도하는 방안이 바람직한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 친환경건축물 인증제도 개선 시, 거주자의 주거환경 만족도를 향상시킬 수 있는 기초자료를 제공하고자 공동주택 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하여 실내환경의 평가항목 및 영향도를 도출하였으며, 그 결과를 통해 거주자의 실내환경 만족도를 높이기 위한 개선방향을 제시하였다. 하지만 본 연구는 평가 대상지를 한 곳으로 선정하여 조사함에 따라, 해당 대상지의 주변 환경 및 조건에 따라 많은 영향을 받았으며, 설문지의 주관적 설명으로 인해 설문 응답자의 대답이 상이해질 수 있다는 제한점을 가지고 있다. 하지만, 향후 실내환경의 만족도 향상을 위한 정책 수립 및 평가 틀 개발에 있어 기초자료로서의 의미가 있을 것이라 판단된다.

ABSTRACT

An Analysis of Performance Assessment Factors of Indoor Environmental Quality in Multi-Family Housing using Post Occupancy Evaluation

Lee, See Nae

Major in Architectural Environmental & Systems

Dept. of Architecture

The graduate school Chung-ang University

The object of this study is to review the performance assessment factors of indoor environmental quality in multi-family housing, and suggest plans to improve satisfaction of residents when developing new performance assessment tools. To this end, current green building qualifications in various countries were compared and analyzed, and issues of the performance assessment factors of indoor environmental quality in multi-family housing were recognized. In addition, by conducting the performance assessment factors of indoor environmental quality for the current green building qualifications, survey was conducted to residents living in multi-family housing. Based on the survey results, an indoor environmental factor was conducted which relatively had big impact on resident satisfaction. Based on the results, the current green building qualifications were compared and analyzed to suggest guidelines to improve satisfaction of residents when developing new performance assessment tools.

The followings are the results of this study.

1) To conduce the performance assessment factors of indoor environmental quality in multi-family housing, the current green building qualifications worldwide were compared and analyzed,

including the U.S. LEED for Homes, Britain's BREEAM-CSH, Japan's CASBEE, and iiSBE's SbTool. Based on the literature study, points for indoor environment accounted for large proportion in domestic green building qualifications, but yet its evaluation items were limited to reflect the indoor environment. In addition, as there were excessive proportion in some evaluation items, it is anticipated that high points can be awarded only by weighted points in certain criteria.

2) The impacting factors which influence the residents' health and satisfaction was conducted by surveying the detailed items related to indoor environment for each qualifications. Based on the indoor environmental factors, the status survey was conducted. As a result, the factors that mostly affect satisfaction on indoor environment were noise levels, air, light, and temperature. In addition, in the temperature environment, ventilation level during Summer and view for light environment, and natural ventilation for air environment were the most influential factors. Lastly, in the noise environment, noises between levels were greatly influenced.

3) When analyzing the correlation among each items of indoor environment and satisfaction on indoor environment, noise level greatly affected indoor environment satisfaction of multi-family housing. Despite this high correlation, the overall satisfaction of noise level were very low, and this can be predicted that the overall satisfaction of indoor environment will increase significantly once noise level is improved.

4) In terms of light environment, the status of view was rated as the highest factor. In reality, the view is considered as a difficult item to reflect in the qualification for green buildings, but since it is considered importantly, a plan to reflect the item as an additional point is needed systematically.

5) In terms of noise level, the status of noise between levels were very high among residents. However, rather than weight more on this item, inducement of upgrading function and technologies are priority.

This study provides basic data on improving the satisfaction of residents when improving qualification for green buildings by conducting survey to residents in multi-family housings. The evaluation item for indoor environment and its influence were conducted, and directions for improving satisfaction of residents were suggested. However, this study was conducted by selecting one residence for evaluation, so surrounding environment and conditions greatly affected the survey. In addition, due to subjective explanation of the survey, it has limits in that it can produce different answers from respondents. However, this study has meanings as providing basic data for establishing policies and developing evaluation tools for the improvement of indoor environment satisfaction in the nearest future.