creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

**저작자표시**. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

**비영리**. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

**변경금지**. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

**저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.**

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

조경학석사학위논문

# 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황 및 문제점 연구

## - 재인증 평가개선방향 모색을 중심으로 -

# A Study on the Current Status and Issue of Green Wall in GBCS-Certified Apartments

## - Focusing on Improvement Direction of Re-certification -

**2013년 2월**

서울대학교 대학원

생태조경 · 지역시스템공학부 생태조경학전공

김 보 람

# 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황 및 문제점 연구

## - 재인증 평가개선방향 모색을 중심으로 -

지도교수 안 동 만

이 논문을 조경학석사학위논문으로 제출함

**2012년 10월**


서울대학교 대학원

생태조경·지역시스템공학부 생태조경학전공

김 보 람


김보람의 석사학위논문을 인준함

**2012년 12월**

위 원 장 _____ **(인)**

부 위 원 장 _____ **(인)**

위 원 _____ **(인)**

# 국 문 초 록

2002년 1월부터 국토해양부(前, 건설교통부)와 환경부가 공동주관으로 실시하고 있는 친환경건축물 인증제도(GBCS, Green Building Certification System)는 자재선정, 설계, 시공, 유지관리 등 건축물 건설 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 친환경건축물 인증을 부여하는 제도이다. 인증을 받은 건축물에는 인센티브를 부여함으로써 친환경건축물 건설을 유도하고 있으며, 주택 분양시장에도 친환경 아파트 공급비율이 늘고 있다. 그러나 현재 11년째 시행되고 있는 친환경건축물 인증제도는 사후관리 부진 등으로 인하여 인증제도의 실효성에 의문이 제기되고 있다. 2012년 7월 1일 친환경건축물 재인증 평가가 실시되어 인증 후 5년이 경과하면 재인증 심사를 실시하도록 권고하고 있으나, 벽면녹화 평가의 경우 재인증 심사기준은 본인증 심사기준과 동일하며 식생피복율과 관계없이 식생기반 설치면적만을 평가한다. 따라서 현행 재인증 심사기준은 인증 이후 5년간 관리현황을 평가할 수 없으며, 벽면녹화 조성구역의 관리부실 및 생육불량으로 인하여 피복율이 저조한 문제가 발생하고 있다. 이에 본 연구는 2002년 1월부터 2008년 6월 사이에 한국토지주택공사 토지주택연구원에서 친환경건축물 본인증을 획득한 공동주택 단지 중 벽면녹화 평가항목에서 점수를 획득한 서울·경기지역 공동주택 7곳을 대상으로 벽면녹화 현황조사와 거주후 평가(POE, Post Occupancy Evaluation)를 수행하였다. 현황조사와 거주후 평가결과를 바탕으로 도출한 벽면녹화 현황 문제점과 재인증 평가개선방향은 다음과 같다.

첫째, 친환경건축물 재인증 평가를 앞둔 공동주택 벽면녹화 현황조사 결과, 벽면녹화 구역의 사후관리가 제대로 이루어지지 않고 있었다. 고사식물 및 훼손된 등반보조재가 방치되어 있었고 전지·전정이 알맞은 시기에 이루어지지 않아 등반보조재의 하중한계 초과 문제 등이 발생하고 있었다. 불량한 생육환경과 관리 소홀은 식생의 생장저하로 이어지며, 이는 피복율 저하와 직결된다. 조사 결과, 식생피복율이 50%미만인 단지가 전체 조사 대상단지의 71.43%로 나타나 피복율 저조가 매우 심각한 수준임을 알 수 있었다. 따라서 전지·전정, 관수, 병충해, 고사식물 보수, 등반보조재 관리와 같은 사후관리가 지속적으로 이루어진다면 식생 생육에 적합한 환경이 조성되어 식생피복율이 증가할 것으로 사료된다.

둘째, 벽면녹화 구역의 실효성을 위하여 재인증 평가의 벽면녹화 유효면적 산정기

준 개선이 필요하다. 벽면녹화 항목 재인증 평가는 본인증 심사기준과 동일한 기준을 적용하기 때문에 식생피복 상태를 고려하지 않고 벽면녹화 식생기반 설치면적만을 합산하여 평가한다. 때문에 벽면녹화 재인증 평가는 실질적인 사후평가 기능을 수행하지 못하고 있으며, 사후관리에 대한 제도적 규제방안이 전무하여 벽면녹화 구역의 식생피복율이 기대에 미치지 못하거나 유지관리상의 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 벽면녹화는 식물의 피복이 이루어져야만 벽면녹화 구역의 성능을 만족할 수 있으며, 거주후 평가 결과 식생기반 설치면적이 넓어도 실제 식생 피복면적이 저조하다면 거주자들의 만족도 또한 낮아지는 것을 알 수 있었다. 따라서 구역조성 후 5년이 경과하고 실시하는 재인증 평가는 실제 식생피복면적을 반영하여 평가하여야 할 것으로 사료된다. 이를 통하여 벽면녹화 공간 조성목적에 부합하고 기대효과를 달성하기 위한 식생피복율을 확보하여 전체적인 벽면녹화 구역의 질적 수준을 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다.

셋째, 등반형 녹화의 획일적 적용에 따른 문제 해결과 벽면녹화 공간 조성 확대를 위하여 벽면녹화 공간유형의 추가 개선이 필요하다. 조사 결과, 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 유형은 등반형을 획일적으로 적용하고 있는 것으로 나타났다. 인증심사원과 벽면녹화 시공업체 면담 결과 이는 친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있는 세 가지 벽면녹화 공간유형 중 등반형 녹화가 설치면적 대비 비용이 가장 저렴하기 때문인 것으로 나타났다. 그러나 등반형 녹화는 초기 피복율이 낮고, 식재면적과 관계없이 시설물 설치만으로도 점수를 받을 수 있기 때문에 실제 식재면적보다 많은 면적을 평가에 반영할 수 있어 면적 확보 수단으로 이용하게 된다. 따라서 충분한 피복이 이루어지지 않는 경우가 많기 때문에 각 공간유형에 따른 면적 인정기준 보완과 함께 벽면녹화 공간유형을 확대하여야 할 것으로 사료된다.

본 연구는 벽면녹화 조성지침과 기준, 벽면녹화 평가에 관한 관련연구를 바탕으로 벽면녹화 현황점검을 위한 현황 점검항목과 세부점검사항을 마련하여 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 구역의 현황을 객관적 근거에 의하여 파악하였다. 또한 현황에 기초한 문제점을 토대로 현재까지 나타난 문제를 종합적으로 검토하여 재인증 평가개선방향을 모색하였다는데 의의가 있다.

---

■ 주요어: 친환경건축물 인증제도, 벽면녹화, 유지관리, 거주후 평가, 공동주택

■ 학 번: 2011-21254

# ▌목 차▐


**Ⅰ. 서론 ····· 1**

1. 연구 배경 ····· 1
2. 연구 목적 ····· 3
3. 연구 흐름 ····· 4

**Ⅱ. 이론적 고찰 ····· 5**

1. 친환경건축물 인증제도의 이론적 고찰 ····· 5
   1.1. 친환경건축물 인증제도의 배경 ····· 5
   1.2. 친환경건축물 인증제도 ····· 6
   1.3. 친환경건축물 인증유형과 평가내용 ····· 12
   1.4. 친환경건축물 인증제도 관련 선행연구 ····· 15

2. 벽면녹화의 이론적 고찰 ····· 19
   2.1. 벽면녹화의 개념 및 역사 ····· 19
   2.2. 벽면녹화 ····· 20
   2.3. 국내외 벽면녹화 면적 인정기준 ····· 25
   2.4. 벽면녹화 관련 선행연구 ····· 33

**Ⅲ. 연구 범위 및 방법 ····· 35**

1. 연구 범위 ····· 35
   1.1. 공간적 범위 ····· 35
   1.2. 내용적 범위 ····· 36

2. 연구 방법 ····· 37
   2.1. 문헌조사 ····· 37

2.2. 현장조사 ····· 37
2.3. 거주후 평가(POE) ····· 38
2.4. 면담조사 ····· 40

Ⅳ. 연구 결과 ····· 41

1. 벽면녹화 현황 점검항목 및 세부점검사항 도출 ····· 41
1.1. 벽면녹화 현황 점검항목 도출 ····· 41
1.2. 벽면녹화 현황 세부점검사항 도출 ····· 46

2. 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황조사 ····· 57
2.1. 대상지 개요 ····· 57
2.2. 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황 ····· 58

3. 거주후 평가(POE) 결과 ····· 68
3.1. 설문응답자 특성 ····· 68
3.2. 벽면녹화 평가요인별 만족도 분석 ····· 69
3.3. 벽면녹화 평가요인과 만족도의 관계 ····· 72

4. 문제점 분석 및 재인증 평가개선방향 ····· 73
4.1. 현황조사를 통한 문제점 분석 및 재인증 평가개선방향 ····· 73
4.2. 거주후 평가를 통한 문제점 분석 및 재인증 평가개선방향 ····· 77

Ⅴ. 결론 ····· 78

▌ 인용문헌 ····· 81

▌ 부록 ····· 88

# ▌표 목 차▐


표 Ⅱ-1. 친환경건축물 인증제도 개요 ····· 7
표 Ⅱ-2. 친환경건축물 인증현황 ····· 7
표 Ⅱ-3. 친환경건축물 인증등급 기준 변화 ····· 9
표 Ⅱ-4. 국내외 친환경건축물 인증제도 비교 ····· 11
표 Ⅱ-5. 친환경건축물 인증평가 구분 ····· 12
표 Ⅱ-6. 친환경건축물 인증제도 평가항목 및 배점 ····· 13
표 Ⅱ-7. 친환경건축물 인증 생태환경 평가기준 ····· 14
표 Ⅱ-8. 국외 친환경건축물 인증 생태환경 평가 비교 ····· 15
표 Ⅱ-9. 벽면녹화 유형 ····· 21
표 Ⅱ-10. 벽면녹화 효과 ····· 22
표 Ⅱ-11. 덩굴식물 유형별 수종 ····· 23
표 Ⅱ-12. 벽면녹화 식재 대표 수종과 특성 ····· 24
표 Ⅱ-13. 친환경건축물 인증제도와 주택성능등급 표시제도의 생태면적률 세부 평가기준 ····· 26
표 Ⅱ-14. BAF 공간유형별 가중치 및 공간유형 인정기준 ····· 29
표 Ⅱ-15. GSF 공간유형별 가중치 및 공간유형 인정기준 ····· 30
표 Ⅱ-16. SGF 공간유형별 가중치 및 공간유형 인정기준 ····· 31
표 Ⅱ-17. 일본 녹화조례 벽면녹화 면적 인정기준 ····· 32
표 Ⅱ-18. 국내외 벽면녹화 면적 인정기준 비교 ····· 33
표 Ⅲ-1. 대상지 위치 ····· 36
표 Ⅲ-2. 거주후 평가 설문항목 ····· 40
표 Ⅳ-1. 벽면녹화 조성지침 및 기준 검토 ····· 41
표 Ⅳ-2. 벽면녹화 사후평가에 관한 연구 ····· 44
표 Ⅳ-3. 벽면녹화 현황 점검항목 ····· 45
표 Ⅳ-4. 덩굴식물 시장 유통 규격 ····· 47

표 Ⅳ-5. 초기 식생규격에 관한 관련업체 면담결과 ····· 48
표 Ⅳ-6. 식생생장량 검토 결과 비교 ····· 51
표 Ⅳ-7. 수종별 주요 병충해와 방제방법 ····· 52
표 Ⅳ-8. 토양견밀도 판정기준 ····· 55
표 Ⅳ-9. 벽면녹화 현황 세부점검사항 ····· 56
표 Ⅳ-10. 대상지 개요 ····· 57
표 Ⅳ-11. 단지별 식재수종 현황 ····· 59
표 Ⅳ-12. 단지별 벽면녹화 피복율 ····· 61
표 Ⅳ-13. 단지별 덩굴식물 식재간격 ····· 66
표 Ⅳ-14. 단지별 토양 견밀도 ····· 67
표 Ⅳ-15. 설문 응답자 특성 ····· 68
표 Ⅳ-16. 벽면녹화 만족요인에 대한 분산분석(ANOVA) 결과 ····· 69
표 Ⅳ-17. 벽면녹화 만족요인에 대한 상관관계분석 결과 ····· 71
표 Ⅳ-18. 벽면녹화 만족요인에 대한 회귀분석 결과 ····· 71

# ▌그 림 목 차▐

그림 Ⅰ-1. 친환경건축물 인증현황 ····· 3
그림 Ⅰ-2. 연구흐름도 ····· 4
그림 Ⅱ-1. 친환경건축물 인증 운영체계 ····· 8
그림 Ⅱ-2. 벽면녹화시스템 구성 사례(내단열) ····· 20
그림 Ⅲ-1. 토양경도계(ELE International G-128-29-3729) ····· 38
그림 Ⅳ-1. 등반형 벽면녹화(F단지) ····· 58
그림 Ⅳ-2. 입면 향(向)에 따른 피복율 차이(A단지) ····· 60
그림 Ⅳ-3. 병충해 발생 단지(B단지, C단지, G단지) ····· 62
그림 Ⅳ-4. 고사식물 발생 단지(A단지, B단지, C단지, D단지, E단지) … 63
그림 Ⅳ-5. 전지・전정 상태 불량 단지(A단지, E단지, F단지, G단지) … 64
그림 Ⅳ-6. 등반보조재 상태 불량 단지(A단지, B단지) ····· 65
그림 Ⅳ-7. 등반보조재 하중한계 불량 단지(A단지) ····· 66

# Ⅰ. 서론

## 1. 연구 배경

지구환경과 관련한 여러 산업분야 중에서도 건축물 건설은 전세계 에너지 소비 25～40%, 원자재 소비 30%, 온실가스 배출량 30～40%를 차지하는 등 인간의 다른 산업·경제활동과 비교할 때, 환경에 대한 파급효과가 상대적으로 크다(OECD, 2003; UNEP, 2006). 때문에 건축물로 인한 환경문제와 에너지 문제를 동시에 해결하기 위하여 1991년 영국 'BREEAM'을 필두로 1993년 캐나다의 'BEPAC', 1998년 미국의 'LEED', 2002년 호주의 'Green Star' 등과 같이 세계 각국에서 건축물 환경성능에 대한 평가기준을 마련하여 시행 중에 있다. 2002년 1월부터 환경부와 국토해양부가 공동주관으로 실시하고 있는 친환경건축물 인증제도는 자재선정, 설계, 시공, 유지관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대해 친환경건축물 인증을 부여하는 제도이다. 인증을 받은 건축물에 대해서는 환경개선부담금, 취득세, 등록세 경감과 같은 인센티브를 부여함으로써[1] 친환경건축물 건설을 유도 및 촉진하고 있다. 이러한 유인책에 힘입어 인증제도 시행 이후부터 2005년까지 33건에 불과했던 인증실적이 2012년 3분기까지 총 3,010건으로 해마다 급증하였다(그림 Ⅰ-1).

그러나 현재 11년째 시행되고 있는 친환경건축물 인증제도는 제도성과분석 및 개선방안 등의 노력이 부족한 실정이며, 인증단지에 대한 거주후 평가(POE, Post Occupancy Evaluation)나 사후관리 부진 등으로 인하여 인증제도의 실효성에 의문이 제기되고 있다(토지주택연구원, 2011). 때문에 국토해양부와 환경부는 2011년 12월 30일, 친환경건축물 인증 획득 후 유효기간 5년이 경과하면 유효기간 만료 60일 이전에 재인증을 신청하여 인증항목들을 재평가 받도록 권고하는 「친환경건축물

---

1) 친환경건축물 본인증을 받은 건물에 대하여 인센티브를 부여하는데, 인증등급에 따라 경감률을 달리하는 환경개선비용부담금 경감(환경개선비용 부담법 제9조 제3항 5호, 시행령 제7조 제4항, 시행규칙 제3조 별표1) 및 용적률이나 건축물 최대높이 제한 같은 건축기준을 완화(건축법 제66조 제3항)해주고 있다. 또한 친환경건축물 인증 최우수와 우수 등급에 대하여는 취·등록세를 5-15% 감면(지방세특례제한법 제47조 제2항)해주고 있으며 2012년 7월 1일부터 5년간 재산세를 3~15% 감면(지방세특례제한법 제47조 제6항)한다.

인증기준」개정안을 고시하였다.

2012년 7월 1일부터 시행중인 친환경건축물 재인증 평가 중 벽면녹화 부문 평가는 본인증과 같은 평가기준을 적용하고 있으며, 생태면적률 평가틀 안에서 벽면녹화 조성면적을 중심으로 평가하고 있다. 평가방법은 식생이 초기 식재 이후 시간이 경과함에 따라 생장할 것으로 기대하고 식생피복면적이 아닌 벽면녹화를 위한 식생기반과 식생이 설치된 면적을 합산하여 가중치를 곱하는 방식으로 점수를 산정한다. 그러나 재인증 평가와 본인증 평가의 평가기준이 동일하기 때문에 식생이 일정 수준 이상의 피복율을 유지하지 않고 벽면녹화 구역에 식생이 없어도 등반보조재가 설치되어 있으면 본인증 때와 동일한 점수를 획득할 수 있다. 현행 친환경건축물 인증제도에서 사후관리를 평가할 수 있는 제도적 장치는 재인증 평가가 유일하지만 평가기준이 본인증 평가와 동일하여 사후관리 평가기능을 제대로 수행하지 못하여 실질적으로 사후관리에 따른 규제가 전무한 실정이다. 따라서 인증단지 벽면녹화 구역의 식생피복율이 기대에 미치지 못하거나 식생 없이 등반보조재만 남아있는 경우가 발생하고 있다.

벽면녹화는 식생피복율을 유지하는 것이 매우 중요하며, 지속적인 유지관리가 수반되어야 기대 피복효과를 거둘 수 있다(Cheng et al., 2010). 따라서 친환경건축물 인증 후 벽면녹화 구역을 어떻게 유지하고 관리하는지 여부를 점검해야 할 필요성이 있으나, 현재 친환경건축물 재인증 평가는 유지관리 상태 평가를 위한 별도의 기준이 마련되어 있지 않고 본인증과 같은 평가기준을 적용하기 때문에 이를 보완할 수 있는 제도적 장치가 필요할 것으로 사료된다. 현재까지의 벽면녹화 관련 연구는 벽면녹화의 효과 검증에 관한 연구, 즉 벽면녹화를 통한 기온저감 및 도시열섬완화 효과에 관한 연구(Alexandri and Jones, 2008; Sheweka and Mohamed, 2012), 소음저감 효과에 관한 연구(Wong et al, 2010), 건축물 에너지 절감 효과에 관한 연구(Pérez et al, 2011; Yoshimi and Altan, 2011)나 벽면녹화 식재수종에 관한 연구(Chiang and Tan, 2009; Cheng et al., 2010), 생육에 적합한 벽면녹화 조성환경에 관한 연구(Hopkins and Goodwin, 2011)가 주로 이루어졌으며, 벽면녹화 조성구역의 현황 점검에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다.

이러한 배경에서 본 연구는 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항을 마련하여 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 구역의 실효성을 위한 방향을 제시하고자 한다. 또한 이를 바탕으로 재인증을 앞둔 친환경건축물 인증 공동주택의 벽면녹화 현

황을 점검하여 관리 및 제도 상 문제점을 도출하고 재인증 평가개선방향을 모색하고자 한다. 이를 통하여 벽면녹화의 효과적인 사후관리를 유도할 수 있는 제도적 장치를 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

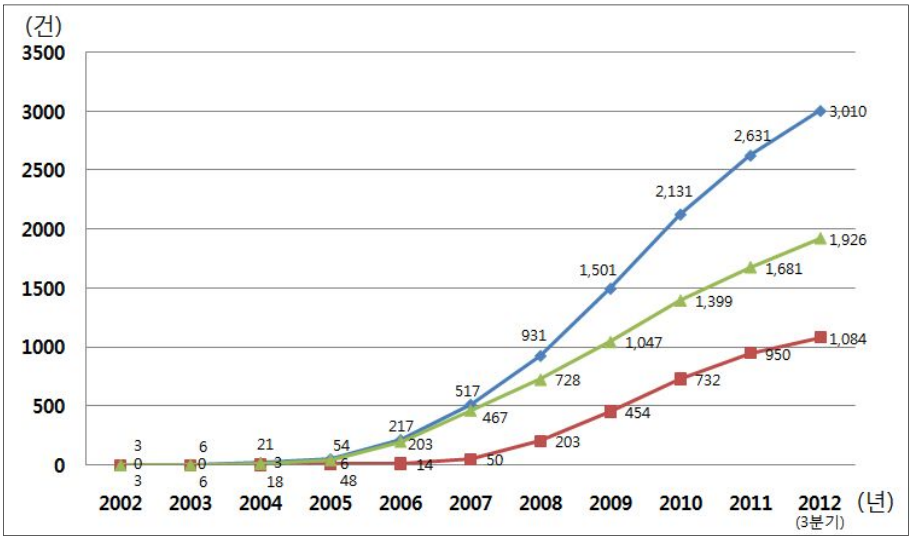



그림 Ⅰ-1. 친환경건축물 인증 현황

범례: 합계, 본인증, 예비인증

자료: 국토해양부(2012), 도표로 작성

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항을 도출하여 벽면녹화 구역 조성 이후 관리 현황을 점검할 수 있는 기준을 마련한다.

둘째, 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항을 토대로 친환경건축물 인증 공동주택에 조성된 벽면녹화 구역의 관리 현황을 파악하고, 인증 이후부터 현재까지 나타난 문제를 종합적으로 파악하고자 한다.

셋째, 인증단지 입주민을 대상으로 거주후 평가를 실시하여 벽면녹화 구역에 대한 설계 효용성과 만족요인을 분석하고, 이를 바탕으로 이용자의 만족도가 보다 높은 공간 조성 및 관리 방향을 제시하고자 한다.

넷째, 현황조사 결과 파악한 문제점과 거주후 평가 결과를 토대로 벽면녹화 공간관리 및 친환경건축물 인증제도상 문제점을 분석하고, 이를 통하여 향후 재인증 평가개선방향을 모색하고자 한다.

## 3. 연구 흐름

본 연구는 크게 1)벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항 도출, 2)친환경건축물 인증 공동주택에 조성된 벽면녹화 구역의 관리 현황 파악, 3)거주후 평가 4)문제점 분석을 통한 재인증 평가개선방향 모색의 4가지 부문으로 구성된다. 연구 흐름은 <그림 Ⅰ-2>와 같다.

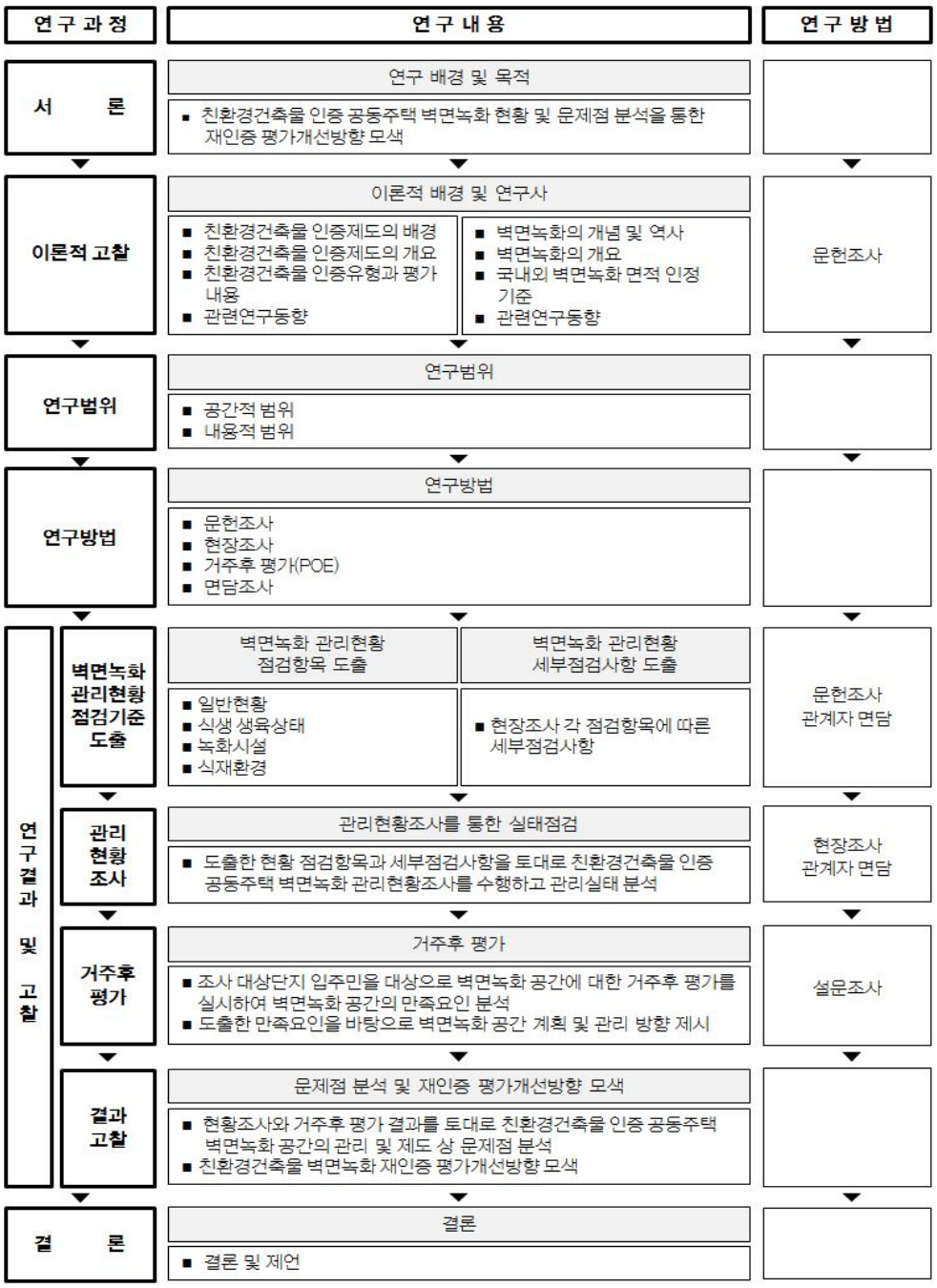



그림 Ⅰ-2. 연구흐름도

# Ⅱ. 이론적 고찰

## 1. 친환경건축물 인증제도의 이론적 고찰

### 1.1 친환경건축물 인증제도의 배경

친환경건축물은 자원의 효율적 이용을 통한 생태적인 원칙을 바탕으로 자연친화적 기술을 사용하여 건축한 건물을 지칭하며, 생태적이고 지속가능한 디자인과 연계된다(Kibert, 2008). 친환경건축물 인증제도 세부시행지침(2006) 제2조 1항에 따르면 "친환경건축물"이란 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획·설계되고 에너지와 자원절약 등을 통하여 환경오염부하를 최소화함으로써 쾌적하고 건강한 거주환경을 실현한 건축물로 정의하고 있다.

산업혁명 이후 급속한 성장을 이룩한 현대사회는 대량생산 및 대량소비 산업사회가 정착됨에 따라 지구온난화, 기후변화, 오존층 파괴, 자원고갈, 생물다양성 감소 등 심각한 "환경 위기"에 직면하였다. 이러한 위기 속에서 전 세계적으로 환경에 대한 관심이 고조됨에 따라 국제 사회에서는 환경보호의 중요성을 인식하였고, 1972년 로마클럽의 '성장의 한계'에 관한 보고서에서 지속가능한 개발(Sustainable Development)이라는 용어를 처음 사용하였다. 이후, 1987년 세계환경개발위원회(WCED, World Committee on Environment and Development) 위원장인 전 스웨덴 수상 브룬트란트(Gro Harlem Brundtland) 외 연구진이 작성한 보고서 '우리공동의 미래(Our Common Future)'에서는 지속가능한 개발을 "현재 세대의 개발욕구를 충족시키면서도 미래세대의 개발능력을 저해하지 않는 발전"이라고 정의하였다(Brundtland, 1987).

지구환경과 관련된 여러 산업분야 중에서도 건축물 건설은 전 세계 에너지소비 25~40%, 원자재소비 30%, 온실가스 배출량 30~40%, 고형폐기물 배출량 30~40%를 차지하는 등 다른 산업·경제활동과 비교할 때, 환경에 대한 파급효과가 상대적으로 크다고 할 수 있다(OECD, 2003; UNEP, 2006). 때문에 건축물로 인한 환경문제와 에너지 문제를 동시에 해결하기 위한 노력이 범지구적으로 촉구되고 있으며 이미 미국과 영국, 캐나다, 호주 등 여러 나라에서는 환경부하를 줄이기 위한 친환경건축물에 관한 연구가 상당 수준 진행되어왔다. 이러한 연구 기반을 토대로 1991년

영국 'BREEAM'을 필두로 하여 1993년 캐나다의 'BEPAC', 1998년 미국의 'LEED', 2002년 호주의 'Green Star' 등 건물 환경성능에 대한 평가 기준이 마련되어 각국 실정에 맞게 시행하고 있다(김보람과 안동만, 2012). 국내에서도 이러한 국제적 흐름에 따라 건축물의 에너지 효율성을 도모하기 위하여 '친환경건축물 인증제도', '건축물 에너지효율등급 인증제도', '주택성능등급표시제도'와 같은 제도를 시행 중에 있다. 또한 친환경건축물 관련 인증제도가 중복적으로 운영되어 발생하는 문제를 해결하기 위하여 2013년 2월 22일부터 관련 인증제도를 통합하는 '녹색건축 인증제'가 시행될 예정이다.

## 1.2. 친환경건축물 인증제도

### 1) 친환경건축물 인증제도의 발달과정 및 개요

초기 친환경 인증제도는 1996년 건설교통부(現, 국토해양부) 주관으로 대한주택공사에서 개발한 주거환경 우수주택 인증제도를 시행하여 시범인증운영을 하였으며, 1998년 한국건설기술연구원에서 개발한 그린빌딩 평가기준안이 있었다. 이후 환경부 주관으로 그린빌딩 시범인증을 실시하였고, 대한건축학회 주관으로 친환경 건축설계 인증제도를 시행하였다. 그러나 유사한 제도가 중복 시행되고 환경부와 건설교통부에서 각각 인증제도를 시행할 경우 발생되는 행정적 낭비요소를 줄이고자 2000년 5월 두 제도가 통합되어 "친환경건축물 인증제도"가 등장하였다. 이후 여러 차례에 걸친 실무협의와 학계 및 업계의 의견 수렴과정을 거쳐 2001년 12월에 공동주택, 업무용 건축물, 주거복합건축물에 대하여 친환경건축물 인증평가기준을 마련하였다. 또한 2002년 1월, 환경부와 건설교통부가 공동으로 인증기관으로 지정되어 인증위원회를 발족함에 따라 2002년부터 공동주택에 대한 인증을 시작으로 친환경 건축물 인증제도를 시행하였다. 친환경건축물 인증제도의 개요는 <표 Ⅱ-1>과 같다.

### 2) 친환경건축물 인증현황

우리나라의 건물 용도별 인증현황을 살펴보면 2012년 3분기까지 공동주택 인증건수는 총 1,052건으로 전체 인증건수의 35.0%를 차지하고 있다(표 Ⅱ-2). 또한 2005년까지 51건 이었던 전체 인증실적이 2012년 3분기까지 총 3,010건으로 해마다 급속

표 Ⅱ-1. 친환경건축물 인증제도 개요

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 시 행 일 자 | 2002년 1월 1일 |
| 주 관 부 서 | 국토해양부 · 환경부 |
| 평 가 기 관 | 한국에너지기술연구원, 한국 토지주택공사 토지주택연구원, 한국교육환경연구원, (주)크레비즈큐엠, 한국시설안전공단, 한국환경건축연구원, 한국생산성본부인증원, 한국그린빌딩협의회, 한국환경공단, 한국감정원, 한국환경산업기술원(11개 기관) |
| 인 증 대 상 | 공동주택, 복합건축물(주거), 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그밖의 건축물 |
| 인 증 단 계 | 예비인증(건축허가단계) / 본인증(사용승인단계) |
| 인 증 등 급 | 최우수(그린 1등급), 우수(그린 2등급), 우량(그린 3등급), 일반(그린 4등급) |
| 평 가 항 목 | 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경(9개 분야) |
| 제 도 성 격 | 10,000㎡의 공공기관 발주 건축물(의무), 자발적 인증 |
| 인 센 티 브 | 지방세·재산세 감면, 환경개선부담금 경감, 건축기준완화, 서울시 인증비용 지원 |
| 관 련 규 정 | • 건축법 「제 65조」(친환경 건축물의 인증)<br>• 친환경건축물의 인증에 관한 규칙(환경부, 국토해양부 공동부령)<br>• 친환경건축물 인증기준(환경부, 국토해양부 공동고시) |

자료 : 친환경건축물의 인증에 관한 규칙[일부개정 2010.5.17 국토해양부령 제 244호], 필자 재구성.

표 Ⅱ-2. 친환경 건축물 인증현황

| 구 분 | | | 합 계 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 공동주택 | 업무용 | 주거복합 | 학교시설 | 판매시설 | 숙박시설 | 그밖의 건축물 | 계 |
| 합 계 | 계 | 소계 | 1,052 | 452 | 99 | 1,230 | 27 | 27 | 123 | 3,010 |
| | | 최우수 | 57 | 114 | 14 | 5 | 3 | 4 | 25 | 222 |
| | | 우수 | 931 | 298 | 66 | 1,027 | 24 | 20 | 27 | 2,393 |
| | | 우량 | 11 | 18 | 6 | 109 | - | 1 | 26 | 171 |
| | | 일반 | 53 | 22 | 13 | 89 | - | 2 | 42 | 224 |
| | 본인증 | 소계 | 359 | 137 | 18 | 537 | 11 | 9 | 13 | 1,084 |
| | | 최우수 | 23 | 35 | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 63 |
| | | 우수 | 336 | 99 | 17 | 491 | 10 | 8 | - | 961 |
| | | 우량 | - | - | 1 | 24 | - | - | 3 | 28 |
| | | 일반 | - | 3 | - | 21 | - | - | 8 | 32 |
| | 예비인증 | 소계 | 693 | 315 | 81 | 693 | 16 | 18 | 110 | 1,926 |
| | | 최우수 | 34 | 79 | 14 | 4 | 2 | 3 | 23 | 159 |
| | | 우수 | 595 | 199 | 49 | 536 | 14 | 12 | 27 | 1,432 |
| | | 우량 | 11 | 18 | 5 | 85 | - | 1 | 23 | 143 |
| | | 일반 | 53 | 19 | 3 | 68 | - | 2 | 37 | 192 |

자료: 국토해양부(2012)

히 증가하는 추세를 보이고 있는데, 이는 친환경인증에 따른 환경개선비용 부담금 경감이나 취득세 및 등록세 경감, 건축기준 완화, 재산세 감면 등 인센티브 제공과 인증 후 분양시 홍보효과(오수호, 2006; 김명신 외, 2008)와 같은 이득이 있기 때문인 것으로 사료된다.

### 3) 친환경건축물 인증 절차

친환경건축물 인증을 받기 위해서는 건축주(건물소유자) 또는 건축주의 동의를 받은 시공자가 인증기관에 인증신청을 하여야 하며, 이후 인증기준에 따라 인증기관에서 서류심사 및 현장실사를 실시한다. 예비인증은 건축허가 또는 사업계획승인 내용을 확인하고, 이 시기에는 설계변경 권유가 가능하다. 사용승인을 취득한 건축물의 경우는 항상 인증신청이 가능하고 예비인증신청은 설계단계에서 실시해야 한다. 인증기관의 장은 인증신청을 받으면 인증심사단을 구성하여 인증기준에 따라 서류심사와 현장실사를 실시하고 심사내용, 심사점수, 인증여부 및 인증등급을 포함한 인증심사 결과서를 작성하여야한다. 인증심사 결과서를 작성한 후 인증심의 위원회의 심의를 거쳐 인증여부 및 인증등급을 결정하는데, 인증심의위원회는 심사분야 중 4개 분야 이상의 전문가 각 1명을 포함하여 구성한다. 인증여부는 위원들의 만장일치로 확정하게 되며, 인증 운영체계는 <그림 Ⅱ-1>과 같다.

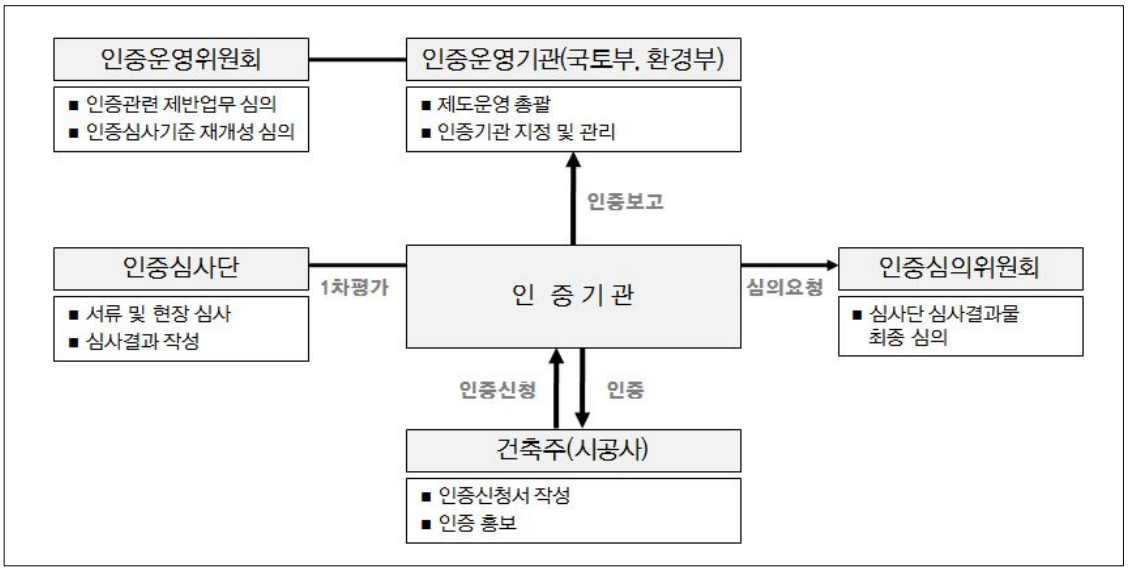



그림 Ⅱ-1. 친환경건축물 인증 운영체계

자료: 국토해양부・환경부(2010)[a], 친환경건축물 인증 평가 4개 기관 홈페이지 자료, 필자 재구성.

### 4) 친환경건축물 인증등급 기준

기존 친환경건축물 인증등급은 최우수와 우수 2개 등급으로 나누어 평가하였으나, 2010년 5월 17일 친환경건축물 인증에 관한 규칙 일부개정기준을 통해 평가등급을 4등급으로 세분화하여 2010년 7월 1일부터 개정 시행하였다(표 Ⅱ-3). 점수는 100점 만점으로 각 평가항목 점수를 합산하여 산정한다.

표 Ⅱ-3. 친환경건축물 인증등급 기준변화

| 기 간 | 등 급 | 점 수(100점 만점) | |
|---|---|---|---|
| | | 공동주택 | 공동주택 이외 평가대상 건물군 |
| 기 존 (2002년~2010년 6월 30일 까지) | 최우수 | 85점 이상 | 85점 이상 |
| | 우수 | 65점 이상 | 65점 이상 |
| 변 경 (2010년 7월 1일 이후) | 그린 1등급(최우수) | 74점 | 80점 |
| | 그린 2등급(우수) | 66점 | 70점 |
| | 그린 3등급(우량) | 58점 | 60점 |
| | 그린 4등급(일반) | 50점 | 50점 |

자료: 국토해양부・환경부(2011), 친환경건축물 인증기준; 친환경건축물 4개 인증기관 홈페이지, 필자 재구성.

### 4) 국외 친환경건축물 인증제도

#### (1) 미국 LEED

LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)는 1993년에 설립한 비영리 단체인 USGBC(U.S. Green Building Council)에서 그린빌딩의 성능을 평가하기 위한 도구로 개발한 그린빌딩 인증시스템이다. LEED는 신축건물, 기존건물, 상업용 건물, 주거단지, 단독주택, 학교, 의료용건물 등과 같은 건축물의 친환경성을 평가하여 등급을 부여하는 시스템이다. LEED는 다양한 건물군과 건물 주변지역, 건물의 전 생애주기(Life Cycle) 등에 따라 다양한 평가 프로그램을 시행하고 있다. LEED

평가는 시공단계에서 설계내용의 이행여부를 중점적으로 평가하며, 시공이후 커미셔닝을 통하여 친환경요소들을 유지 관리한다. LEED는 취득한 점수에 따라 4개 등급을 부여하며, 인증을 받은 기업은 회사 홍보 및 금융, 세제상의 혜택을 받게 된다 (Kubba, 2010).

### (2) 캐나다 SBTool

SBTool(Sustainable Building Assessment Tool)은 iiSBE(international initiative for Sustainable Built Environment)가 개발한 친환경성 평가기준으로서 iiSBE는 1996년 GBC(Green Building Challenge)라는 이름으로 설립하였다. 초기 GBC는 환경친화적 건물을 장려, 보급하기 위하여 건물 환경성능 평가 시스템인 GBTool(Green Building Assessment Tool)을 개발하였으며, 이는 환경성능 평가의 직접적 평가기준들과는 차별화되어 기술적, 지역적 특성을 평가변수로 고려하는 소프트웨어 평가시스템으로 만들어졌다(박상동, 2009). 2006년 8월, GBTool이 SBTool로 개정되었는데, SBTool은 기본적으로 GBTool과 같이 건축물을 생애주기로 구분하여 평가하지만, 건축물의 종류나 규모뿐 아니라 포괄적 지역에서의 평가가 가능하도록 평가기준을 보완하였다. SBTool은 건물의 전생애주기에 걸쳐 평가가 평가결과는 3개 등급으로 나뉘며, 총 139개의 정량적인 세부 평가항목이 있다.

### (3) 영국 BREEAM

1990년 BRE(Building Research Establishment)에서 개발한 BREEAM(Building Reserch Established Environmental Assessment Method)은 주택, 업무용건물, 상업용건물, 학교, 산업용건물, 단독주택을 제외한 기타 주거형태, 기타용도건물 혹은 복합건물을 대상으로 총 8개 부문에 대하여 평가한다. 평가부문은 다양한 건물군에 동일하게 적용하며, 건물 종류에 따라 평가항목이 달라진다. 인증등급은 획득점수에 따라 4개 등급으로 나누어진다. BREEAM은 건축물 건설로 인한 환경문제를 해결할 수 있는 디자인을 개발함으로써 환경부하를 낮추고 이를 통하여 건물 환경을 개선하기 위한 평가제도이다. 따라서 각 평가 항목들은 정량화된 목표치를 제시하고 이를 위한 가이드라인을 제시한다.

표 Ⅱ-4. 국내외 친환경건축물 인증제도 비교

| 구분 | 국 내 | 외 국 | | |
|---|---|---|---|---|
| 명칭 | 친환경건축물 인증제도(KGBS) | LEED | SBTool | BREEAM |
| 국가 | 한국 | 미국 | 캐나다 외 19개국 | 영국 |
| 인증 기관 | 한국토지주택공사 토지주택연구원 외 10개 기관 | USGBC | iiSBE | BRE |
| 적용 대상 | 공동주택, 복합 건축물(주거), 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물, 기타 모든 건축물 | 신축상업건물(NC), 기존건물(EB), 상업용 인테리어(CD), 코어 및 쉘(CS), 주택(H), 학교(S), 근린단지(ND) | 주거용건축물(단독주택, 아파트, 호텔/모텔, 병원), 비주거용 건축물(오피스, 영화관, 상업용건축물, 학교, 옥외공간 등) | 주택, 업무용건물, 상업용건물, 산업용건물, 학교, 기타 주거형태, 기타용도건물 |
| 주요 평가 항목 | • 토지이용<br>• 교통<br>• 에너지<br>• 재료 및 자원<br>• 수자원<br>• 대기오염<br>• 유지관리<br>• 생태환경<br>• 실내환경 | • 지속가능한 부지계획<br>• 효율적인 물 이용<br>• 에너지 및 대기<br>• 재료 및 자원<br>• 실내환경의 질<br>• 지역과의 인프라<br>• 교육과 인식<br>• 창의적 설계<br>• 지역특성 | • 부지선택, 계획 및 개발<br>• 에너지 소비<br>• 환경부하<br>• 실내환경의 질<br>• 서비스 질<br>• 사회적 경제적 영향<br>• 문화적 지각적 영향 | • 에너지<br>• 교통<br>• 오염<br>• 건축재료<br>• 수자원 효율<br>• 토지이용과 생태<br>• 건강과 복지<br>• 유지관리 |
| 평가 시점 | • 예비인증 - 사업승인 및 건축허가 후<br>• 본인증 - 사용승인 및 사용검사 후 | 실시설계 | — | — |
| 인증 등급 | 4등급 | 4등급 | 3등급 | 4등급 |
| 유효 기간 | 5년 | 5년 | — | — |

자료: www.breeam.org(BREEAM), www.usgbc.org(LEED), www.iisbe.org(SBTool), 국토해양부·환경부(2011), 필자 재구성.

## 1.3 친환경건축물 인증유형과 평가내용

### 1) 친환경건축물 인증유형

친환경건축물 인증은 예비인증과 본인증, 재인증 3가지로 구분한다(표 Ⅱ-5). 예비인증은 설계단계에서 설계도서를 통하여 평가하고, 본인증은 시공 후 건물입주단계에서 심사기준을 기반으로 설계도서 및 현장실사를 통해 평가한다. 재인증은 본인증 획득 이후 5년이 경과하면 인증이 만료되므로 인증이 만료되는 날부터 60일 이전에 재인증을 신청하면 심사기준에 따라 평가하여 재인증을 수여한다.

표 Ⅱ-5. 친환경건축물 인증평가 구분

| 구 분 | 허 가 단 계 | 사 용 승 인 | 유 지 관 리 |
|---|---|---|---|
| 예 비 인 증 | 예비인증신청<br>▼<br>인증심사<br>▼<br>예비인증수여 | 인증전환신청<br>▼<br>인증심사<br>▼<br>인증수여 | — |
| 본 인 증 | — | 인증신청<br>▼<br>인증심사<br>▼<br>인증수여 | — |
| 재 인 증 | — | — | 재인증신청<br>▼<br>인증심사<br>▼<br>재인증수여 |
| 비 고 | • 예비인증서 발급<br>: 분양광고 활용<br>• 유효기간<br>: 사용승인 까지 | • 인증서 및 인증관리 발급<br>: 건축물에 부착, 취/등록세 감면 신청시 활용<br>• 유효기간: 인증 후 5년 | • 인증유효기간 이후 신청하여 인증 연장 |

자료: 친환경건축물 인증 평가 4개 기관 홈페이지 자료, 필자 재구성.

### 2) 친환경건축물 재인증평가

재인증제도는 2011년 12월 30일 친환경건축물 인증기준 개정을 통하여 신설되었으며, 2012년 7월 1일부터 시행되었다. '친환경건축물 인증제도'는 국내에서 시행하고 있는 유사 제도 중 유일하게 재인증제도를 시행하고 있어 인증유효기간 만료 후에 인증항목의 유지 및 관리현황을 재평가 할 수 있다. 그러나 재인증평가는 아직 시행 초기단계이므로 공동주택과 업무용 건축물 두 가지 건물군만 재인증 심사기준으로 심사하고, 생태환경 평가의 경우 재인증과 본인증을 동일한 심사기준으로 평가한다.

### 3) 친환경건축물 인증 평가분야

친환경건축물 인증평가는 공동주택, 복합건축물(주거), 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물을 포함한 기타 모든 건축물을 대상으로 인증평가를 실시하고 있다. 인증평가는 모든 건물군에 대하여 4개 부문 9개 분야를 심사하고 있으며 배점과 세부분야는 <표 Ⅱ-6>과 같다.

표 Ⅱ-6. 친환경건축물 인증제도 평가항목 및 배점

| 부 문(4) | 분 야(9) | 배 점 | 해당 세부분야 |
|---|---|---|---|
| 토지이용 및 교통 | 토지이용 | 12 | 단지계획, 교통계획, 건축계획, 도시계획 |
| | 교통 | 6 | 교통공학, 교통계획, 도시계획 |
| 에너지 자원관리 및 환경부하 | 에너지 | 15 | 에너지, 건축설비(기계/전기), 전기공학 |
| | 재료 및 자원 | 17 | 건축시공 및 재료, 재료공학, 자원공학, 폐기물처리 |
| | 수자원 | 15 | 수질환경, 수환경, 수공학, 건축환경 |
| | 환경오염 | 6 | 대기환경, 건축환경, 건축설비 |
| | 유지관리 | 28 | 건축계획, 건설관리, 건축시공 및 재료, 건축물 운영관리 |
| 생태환경 | 생태환경 | 18 | 생태건축, 조경계획, 토양·토질, 단지계획, 건축계획 |
| 실내환경 | 실내환경 | 28 | 온열환경, 소음·진동, 빛환경, 실내공기환경, 건축설계 |

자료: 국토해양부·환경부(2011)

### 4) 친환경건축물 인증 생태환경 평가

#### (1) 국내 친환경건축물 인증 생태환경 평가

생태환경 인증 평가 항목은 3개 범주, 4개 세부평가항목으로 이루어져있다. 점수 배점은 총 18점으로 실내환경과 유지관리 부문에 이어 전체 9개 평가부문 중 두 번째로 높은 배점 분포를 이루고 있다. 생태환경 평가부문은 면적조성률을 중심으로 한 양의 관점에서 생태환경을 평가하고 있으며 단지외부·내부 녹지 축 연계와 건축법 제32조 제2항 규정과 국토해양부고시 제2000-159호 기준에 따른 식재면적을 평가한다(친환경건축물 인증기관 협의회, 2011). 이러한 면적조성에 초점을 둔 평가기준은 생태환경의 질을 정량적으로 정립하기 어렵기 때문으로 사료된다(Ryn and

Cowan, 2007). 친환경건축물 초기 인증시 생태환경 평가항목은 대상구역 생태환경이 식재와 비오톱 조성을 통하여 시간이 경과함에 따라 생태적 기능을 잘 발휘할 수 있도록 녹지면적의 양을 증가시키고자 하는데 목적이 있다(친환경건축물 인증기관협의회, 2011). 그러나 인증 후 5년이 경과하여 재인증 평가를 시행할 때에는 생태환경이 충분히 대상지에 적응하고 생장이 진행 중이므로 면적조성 중심의 양적 평가만 이루어지기보다는 생태적 기능 수준을 평가하는 질적 평가가 함께 이루어져야 한다고 사료된다.

친환경건축물 공동주택 생태환경 평가기준과 배점은 본인증과 재인증 기준이 동일하다. 생태환경 평가항목 및 세부평가기준은 <표 Ⅱ-7>과 같다.

표 Ⅱ-7. 친환경건축물 인증 생태환경 평가기준

| 범주 | 평가항목 | 세부평가기준 | 점수 |
|---|---|---|---|
| 대지 내<br>녹지공간 조성 | 연계된 녹지축 조성 | 대지내 조성된 녹지축의 길이와 대지의 외곽길이의 합과의 비율에 대한 가중치를 산정하여 평가된 점수 및 조성된 대지 내 녹지축이 대지 외부의 녹지와 연계되어 생태축으로서의 기능성 유무를 평가한 점수를 합산하여 평가 | 2 |
| | 자연지반녹지율 | 전체 대지 내에 분포하는 자연지반녹지(인공지반 및 건축물 상부의 녹지 제외)의 비율로 평가 | 2 |
| 외부공간 및<br>건물외피의<br>생태적 기능확보 | 생태면적률 | 생태적 가치를 달리하는 공간유형을 구분하고, 각 공간유형에 해당하는 가중치를 곱하여 구한 환산면적의 합과 전체 대지 면적의 비율로 평가 | 10 |
| 생물서식<br>공간 조성 | 비오톱 조성 | 비오톱 조성을 위해 채용된 기법을 대상으로 정성적, 정량적으로 평가 | 4 |

### (2) 국외 친환경건축물 인증 생태환경 평가

국내 친환경건축물 인증제도는 생태환경 평가를 단일 평가부문으로써 생태환경 조성에 중점을 두고 있으나 국외 친환경건축물 인증제도에서는 각 평가 부문에 외부환경을 평가하는 기준이 유기적으로 연결되어 넓은 범위에서 대지가 가지는 가치 및 환경관리 측면을 평가하고 있다. 각국에서 실시하고 있는 친환경건축물 인증제도의 생태환경 평가항목은 <표 Ⅱ-8>과 같다.

표 II-8. 국외 친환경건축물 인증 생태환경 평가 비교

| 제도 | 평가부문 | | 평가항목 |
|---|---|---|---|
| LEED (미국) | 지속가능한 대지 (Sustainable Sites) | | • 부지 선택<br>• 서식지 보호 및 복원<br>• 오픈스페이스 확충<br>• 우수활용<br>• 열섬 효과 |
| | 물 효율성(Water Efficiency) | | • 효율적인 수자원 활용을 통한 조경 |
| BREEAM (영국) | 토지이용 및 생태환경 (Land use and Ecology) | | • 대지의 생태학적 가치<br>• 생태학적 가치 증대<br>• 기존생태요소 보존<br>• 대지의 생태학적 가치 변화<br>• 건폐율 |
| CASBEE (일본) | 외부 환경 (Outdoor environment on Site) | | • 비오톱 조성 및 보존<br>• 주변 특성 고려한 계획 및 조경<br>• 지역성 및 외부공간 쾌적성 |
| | 부지 외 환경 (Off site environment) | | • 공기오염 방지<br>• 소음, 진동, 악취<br>• 바람피해 및 일조권<br>• 열섬 효과<br>• 지역성에 기반한 환경조성 |
| SBTool (캐나다) | pre-design phase | 부지 위치와 부지 특성 (Site Location, Available Services and Site Characteristics) | • 부지위치<br>• 부지 외부 특성<br>• 부지 특성 |
| | Categories A | 환경부하 (Environmental Loadings) | • 온실가스 배출<br>• 대기오염물질 배출<br>• 대지에 미치는 영향 |
| Green Star (호주) | 토지이용 및 생태 (Land use & Ecology) | | • 토지 이용(시공 전 후 면적 비교)<br>• 오염된 토지 복원<br>• 생태적 가치의 변화<br>• 단지 외부시설 |

자료: www.breeam.org(BREEAM), www.usgbc.org(LEED), www.iisbe.org(SBTool), http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english(CASBEE), http://www.gbca.org.au(Green Star), 필자 재구성

## 1.4. 친환경건축물 인증제도 관련 선행연구

친환경건축물 인증제도 시행 이후 인증제도의 개선방안을 제시하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 친환경건축물 인증제도 개선방안을 위한 연구는 크게 친환경건축물 인증 평가항목 분석을 통한 개선방안 연구, 만족도평가를 통한 개선방안 연구, 유지관리 실태조사를 통한 개선방안 연구로 나눌 수 있다. 관련 연구동향은 다음과 같다.

### 1) 친환경건축물 인증 평가항목 분석을 통한 개선방안 연구

친환경건축물 인증 평가항목 분석을 통한 개선방안 연구는 친환경건축물 관련 외국 인증제도 비교분석 연구와 친환경건축물 인증제도 평가항목 분석 연구로 나눌 수 있다.

친환경건축물 관련 외국 인증제도 비교분석 연구 초기에는 인증제도 시행 전 평가항목 및 기준을 확립하기 위한 외국 인증사례 고찰에 대한 연구가 수행되었다. 인증제도 시행 후에는 외국 인증제도와 국내 인증제도 비교를 통하여 평가항목 추가 및 보완사항을 제시하는 연구가 주를 이루었다. 대한주택공사(1996)는 30개 선진 사례 연구를 통해 환경친화형 주거단지 모델을 개발하고 평가지표로써 현존식생 보존 및 재활용, 구조물 녹화, 향토수종 식재, 다층식재, 수생·육생 소생물권 조성, 표토보존 및 재활용을 고려하였다. 한국건설기술연구원(1996)은 독일 생태주거단지와 일본 환경공생 주택단지 분석을 통해 자연조건 최적 활용, 토지의 효율적 활용, 자연 및 에너지 수요를 최소화하기 위한 건물형태, 녹지 및 비오톱 조성, 쾌적한 실내환경 조성을 제안하였다. 강기홍(2008)은 친환경건출물 인증제도가 운영방식과 친환경건축물의 경제성, 주택법과 인증제도 인증시기가 상충하는 것과 같이 제도 실행에 있어 여러 가지 문제점이 드러나고 있음을 지적하면서 세계 주요 국가에서 시행하고 있는 유사제도 고찰을 통해 개선방안을 제시하였다. 한정훈(2009)은 친환경건축물인증제도 중 공동주택 평가부문을 중심으로 LEED와 BREEAM 평가항목들을 국내 기준으로 재분류하여 평가항목들의 특징을 비교하고 국내 평가항목의 장단점을 파악하였다. 이를 통해 에너지·환경오염·유지관리 항목의 차이를 통한 개선방안을 제안하였다. 김창성 외(2008)는 국내외 친환경 인증 건축물의 사후관리 및 재인증 제도를 비교분석하고 전문가 설문을 통해 평가항목에 대한 객관성을 검증한 후 국내에 적용 가능한 사후관리 및 재인증 평가항목을 제안하였다.

친환경건축물 인증제도 평가항목 분석 연구는 국내외 관련연구 고찰을 통하여 평가항목 및 기준을 보완 설정하고 대상지에 적용하여 적합성을 평가하는 연구가 주를 이루었다. 서민옥(2007)은 친환경건축물 인증평가 중 공동주택 환경생태분야 평가기준을 재설정하고 자연부문, 종다양성 항목을 추가하여 새로운 평가기준을 제시하였다. 또한 개선 평가기준을 친환경건축 예비인증 단지 3개소에 적용하여 평가기준을 비교하였다. 김영종(2010)은 친환경건축물 인증 생태환경부문 평가항목이 세부

기준이 미흡하고 주관적 평가에 의한 객관성 부족 문제가 발생하고 있기 때문에 평가기준을 보완하였다. 항목별 적용률과 득점에서 발생하는 차이 개선을 위해 높은 적용률·득점 항목은 평가기준을 상향하고 낮은 적용률·득점 항목은 적용확대를 유도하였다. 이태문(2010)은 부산광역시 교육청에서 발주한 BTL시설 중 친환경건축물 인증을 받은 학교시설을 대상으로 예비인증에서 본인증에 이르기까지 항목별 득점비율 및 적용기술 분석을 실시하였다. 이를 통해 예비인증에서 계획한 내용들이 본인증까지 지속적으로 관리될 수 있는 방안을 연구하였다.

### 2) 친환경건축물 만족도평가를 통한 개선방안 연구

친환경건축물 만족도 평가를 통한 개선방안 연구는 친환경건축물 인증제도 시행 이후 친환경건축물 인증 건물의 거주자 및 이용자를 대상으로 만족하는 요인에 대한 만족도 평가가 주를 이루었다. 김혜진과 김병선(2007)은 친환경인증 공동주택 거주자를 대상으로 POE(Post Occupancy Evaluation, 거주 후 만족도 평가)를 실시하여 친환경계획요소를 도출하고 친환경건축물 기준에 적합한 아파트의 지속적 공급방안을 제시하였다. 박재홍(2008)은 김해시에 위치한 학교시설을 대상으로 친환경인증을 받은 학교시설과 비인증 학교시설을 친환경인증 심사항목에 따라 현장조사하고 학교구성원들의 시설 만족도를 조사한 후, 두 그룹 인증지표상의 차이와 학생들의 만족도 차이를 비교·분석하였다. 이를 통해 인증지표와 만족도의 상관성을 검증하여 향후 친환경인증지표의 개선방안을 제안하였다. 김부희(2011)는 친환경 건축물 본인증을 획득한 공동주택단지 세 곳을 대상으로 친환경 인증에 대한 거주자 인식 조사와 인증 평가지표 항목에 대한 만족도 및 불만족 원인을 조사하고, 인증득점과 비교·분석을 통해 친환경 건축물 인증기준의 개선방향을 제시하였다. 한재춘(2011)은 친환경건축물 본인증을 받은 서울과 수도권 지역의 22개 아파트 단지와 추천아파트 단지 4개소를 연구대상지로 선정하여 생태환경부분과 녹지대 조성에 대한 주민 만족도 조사를 실시한 후 주민의식 차이점을 분석하였다. 분석결과를 토대로 각 단지의 조경식물 활용실태와 식재구성 특성을 파악하여 생태환경요소들과 녹지대가 도시생태계 보전을 위해 식생이 수행하는 역할에 대하여 고찰하였다. 토지주택연구원(2011)은 친환경 공동주택 인증단지에 대한 인증 평가 득점과 실제 성능데이터, POE 평가를 통한 인증효과와 제도의 실효성을 파악하고 친환경 공동주택 인

증제도 지표 및 설계 개선사항을 도출하였다. 김보람과 안동만(2012)은 친환경건축물 인증 공동주택 인공녹화 환경에 대하여 거주자를 대상으로 한 POE 연구를 통해 인공녹화 환경에 대한 만족요인을 도출하고 향후 제도개선 방안을 제시하였다.

### 3) 친환경건축물 유지관리 실태 조사를 통한 개선방안 연구

친환경건축물 관련 연구는 대부분 평가항목 적용이나 거주자 만족도에 초점이 맞추어져 있고 유지관리에 관한 연구는 비교적 미흡한 실정이다(박정란, 2012). 따라서 인증 받은 건축물을 대상으로 인증후 이용 및 유지관리 실태를 파악하여 인증항목의 사후관리에 대한 연구가 지속적으로 이뤄져야 할 것으로 사료된다. 오수호(2006)는 토지주택연구원에서 가장 처음 본인증을 획득했던 서울특별시 삼성동 I'PARK 아파트를 대상으로 친환경건축물 인증제도의 시행과정상 문제점을 파악하고 인증컨설팅 강화를 통한 인증 건축물의 질적 업그레이드와 인센티브 제도의 확대시행, 인증 평가 방식 개선, 인증 평가지표 개선과 같은 개선방안을 제안하였다. 정지나 외(2006)는 친환경건축물 인증 학교시설 중 1년 이상 경과한 지난 학교시설에 대하여 친환경 기술의 유지관리 실태를 조사하고 문제점을 파악을 통해 효율적인 유지관리를 위한 인증제도의 개선방안을 제시하였다. 김치교(2011)는 친환경인증을 획득한 충북지역 학교시설을 대상으로 인증실태와 평가항목, 운영현황을 현장조사와 사용자 설문조사를 통해 분석하였다. 이를 통해  인증건물의 내부와 외부공간 사이에 상호보완적 역할 미흡과 외부공간에 대한 토지이용 중 생태적 가치와 수자원절약, 자원 재활용 부문의 친환경 기술 적용이 부족한 문제점을 도출하였다. 석희진과 홍형옥(2011)은 서울시 내 친환경인증아파트를 대상으로 친환경계획요소에 대한 거주민의 인식과 실무자의 인식을 조사하고, 이를 통해 거주자의 사용과 관리지속성을 위해 어떠한 친환경계획요소를 고려해야하는가를 분석하였다. 오예슬과 최윤정(2011)은 친환경건축물 인증 공동주택 10곳을 선정하여 친환경건축물인증 세부평가기준을 바탕으로 현장조사를 실시하여 친환경요소 유지관리 실태를 조사하였다. 이를 통해 친환경 요소의 적용률을 도출하여 적용실태를 파악하였다. 김소정(2011)은 친환경건축물 인증 학교시설을 10곳을 대상으로 유지관리 실태 파악이 유리한 항목을 이용하여 현장관찰조사와 관리자 면접조사를 실시하였다. 이를 통해 유지관리상 문제점을 도출하고 재인증에 관한 세부기준 강화를 제안하였다.

# 2. 벽면녹화의 이론적 고찰

## 2.1. 벽면녹화의 개념 및 역사

벽면녹화는 현대도시사회에서 건축물의 효율성을 증진시키는 주요수단이며, 생태적이고 환경적인 이익을 수반한다. 보통 건축물 벽면 하단에 덩굴식물을 식재하거나 식생패널을 설치하여 건축물 입면을 피복한다(Perini et al., 2011). 국토해양부고시 제 2009-905호「조경기준」에서 명시하고 있는 벽면녹화의 정의는 "건축물이나 구조물의 벽면을 식물을 이용해 전면 혹은 부분적으로 피복 녹화하는 것"이다.

벽면녹화의 기원은 고대 바빌론의 Hanging Garden에서 찾아볼 수 있으며, B.C. 3세기부터 A.D. 17세기까지 여러 유럽국가에서 건물의 벽면을 포도덩굴이나 장미와 같은 덩굴식물로 녹화하였다(GRHC, 2008). 또한 벽면녹화 유형 중 에스페리어(espalier)는 최소한의 토지에서 최대 수확을 얻기 위한 과수재배기술로써, 고대 로마 시대부터 이용하였다(Yang L., 1999). 에스페리어는 벽면이나 펜스의 경관조성과 더불어 과일도 수확할 수 있기 때문에 최근 수백년 사이 유럽에서 가정원예에 필수적인 요소가 되었다. 이러한 벽면녹화 양식은 유럽 문명의 영향을 받은 각 나라들에서 흔히 볼 수 있는데, 메이지(明治) 초기 일본에도 이러한 양식이 전해졌다. 이후 근대 정원의 진수라 할 수 있는 영국의 Hidcote manor와 Sissinghurst castle 정원에서는 높은 벽돌담에 저목(低木)이나 덩굴식물을 식재하여 아름다운 경관을 연출하였다. 같은 시기 일본에서도 나무, 흙, 종이로 만든 주거지 주변 판벽에 흡착한 담쟁이덩굴이 아름답게 단풍드는 모습이나 대나무를 성글게 엮은 네모난 울타리에 남오미자가 휘감긴 경치 등이 전통적 녹지의 연출로 인식되어 왔다(한설그린, 2006).

불과 반세기를 거슬러 올라 20세기 중반 이후, 도시는 인구 과밀화로 인하여 집합주택과 고층 빌딩, 고가도로와 같은 구조물을 만들어냈으며, 도로와 대지 표면을 포장재로 피복함으로써 녹(綠)이 부족한 환경으로 변화하였다. 현대 도시는 지구온난화와 더불어 열섬현상이 심각한 문제로 대두되었고, 벽면녹화는 이를 위한 대안 중 하나로 도시 내 구조물 표면에 '녹색의 겉옷'을 입혀 환경을 개선하기 위한 방안 중 하나로 주목받고 있다(한설그린, 2006).

## 2.2. 벽면녹화

### 1) 벽면녹화 구성요소

벽면녹화는 유형에 따라 차이가 크지만 일반적으로 다음 그림과 같이 크게 구조부, 녹화보조재, 녹화부, 식생층으로 구성 된다. 벽면녹화에서 가장 중요한 구성요소는 녹화보조재로 녹화부를 지탱하거나 성장하는 식물의 등반보조재 기능을 한다. 녹화보조재는 건축물과 녹화부를 일체화하는데 필수적인 구성요소이며 시스템의 구성에 따라 통기, 배수, 관수 경로의 기능을 겸하기도 한다. 녹화부는 식물 생장의 기반 역할을 하며 식생층이 일체화되기도 한다(국토해양부, 2012).

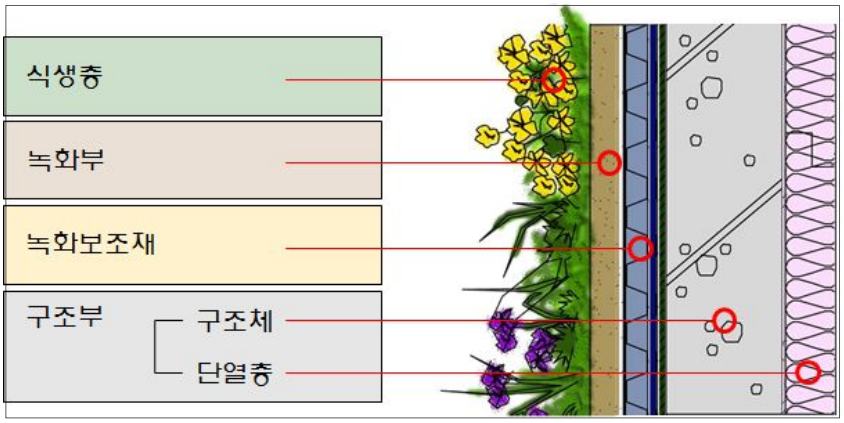



그림 Ⅱ-2. 벽면녹화시스템 구성 사례(내단열)
자료: 국토해양부(2012)

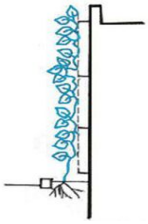
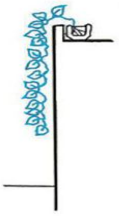
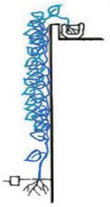
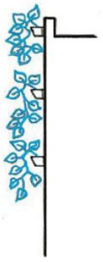
### 2) 벽면녹화 유형

벽면녹화는 적용식물, 식재기반의 위치, 조성방식에 따라 녹화 유형을 구분하며, 이에 따라 식물 선정 및 피복형태가 결정된다(국토해양부, 2012).

도시 건축물 입면(立面)녹화 지침(환경부, 1998)에서는 벽면녹화 유형을 등반부착형, 등반감기형, 하수형, 등반·하수 병용형, 면적형, 에스팰리어형으로 구분하였다. 건축물 녹화 설계기준(국토해양부, 2012)에서는 벽면녹화 유형을 등반부착형, 등반감기형, 하수형, 등반하수 병용형, 탈부착형으로 구분하고 있다(표 Ⅱ-9).

친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있는 벽면녹화 유형은 등반형, 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형, 패널형 세 가지이다(친환경건축물 인증기관협의회, 2011).

표 II-9. 벽면녹화 유형

| 유형 | 개념 및 특징 | 사진 |
|---|---|---|
| 등반부착형 | • 식물이 벽면을 따라 등반하면서 자생적으로 부착 생장하는 유형<br>• 원칙적으로 벽면에 직접 부착하기 때문에 별도의 보조재가 필요치 않으나, 녹화 효과를 높이기 위하여 벽체 표면을 식물의 부착이 용이하게 처리하기도 함<br>• 벽면녹화 유형 중 가장 저렴하고 일반적인 형태로 장기간의 건축물 녹화 피복 시간이 요구되나, 식물 하자가 적고 자연스러운 형상 연출 | |
| 등반감기형 | • 네트 또는 지주 등의 등반보조재를 설치하여 식물이 이를 감아가면서 벽면을 피복하는 유형<br>• 원칙적으로 식물이 벽면에 직접 부착되지 않고, 등반보조재의 설치를 통해 피복면을 조절하여 경관성을 강조하거나 랜드마크적 효과를 기대할 수 있음 |  |
| 하수형 | • 벽면의 상부 또는 옥상부에 플랜트 등을 설치하고 여기에 식물을 식재하여 지상방향으로 생육시켜 벽면을 피복하는 유형<br>• 원칙적으로 벽면에 직접 부착시키지 않음. 적용 가능한 식물이 다양하지 않고, 옥상부에 설치 시 구조안전진단을 수행하여야 함 |  |
| 등반・하수 병용형 | • 등반형과 하수형을 복합적으로 사용하여 빠른 피복율 확보와 다양한 디자인의 연출이 가능한 유형<br>• 벽면의 넓이가 넓거나 급속히 녹화를 시켜야 하는 경우, 입면의 하부와 상부에 덩굴식물을 동시에 식재하여 녹화 |  |
| 에스팰리어형 | • 입면 앞에 나무를 식재하여 나무의 줄기나 덩굴을 여러 형태로 유인하여 얇게 벽면에 붙여서 녹화하는 유형<br>• 입면에 유인장치(격자망, 울타리 등)를 설치하고 나뭇가지, 덩굴을 감기게 하거나 붙잡아 매는 방법 사용<br>• 경관적 측면에서 녹화가 요구되는 공간에 적합한 방법이지만 지속적인 유지관리 필요 | |
| 탈부착형/ 면적형 | • 벽면에 식재기반을 설치하고 식물을 식재하여 생육시키는 방식과 식물이 식재된 식재기반을 벽면에 부착하는 방식 등 다양한 방식으로 제품화되고 있음<br>• 입면면적이 넓고 식재공간 설치가 가능한 경우 이용<br>• 플랜트형은 중력 방향의 식재기반을 가지며, 다른 유형은 중력방향 또는 중력과 직각 방형의 식재기반을 가짐<br>• 탈부착형은 일반적으로 구조적 안정성을 확보하기 위해 시스템에 적합한 보조자재를 설치하여 부착 |  |

자료: 국토해양부(2012), 환경부(1998), 엄태술(2009), 필자 재구성.

### 3) 벽면녹화 효과

벽면녹화 조성시 미적, 경제적, 사회적, 생태적, 환경적 효과가 있으며 구체적으로 온실가스 감축 효과, 기후변화 적응, 공기 질 개선, 서식처 제공, 경관 향상 등의 효과를 기대할 수 있다(Ottelé et al., 2011; Sheweka and Magdy, 2011).

한국건설기술연구원(2006)은 벽면녹화 조성효과를 경관개선 측면, 생태적 측면, 경제적 측면, 삶의 질 측면으로 구분하였다(표 Ⅱ-10).

표 Ⅱ-10. 벽면녹화 효과

| 구 분 | 효 과 | 내 용 |
|---|---|---|
| 경관 개선 측면 | 경관개선 | • 삭막한 콘크리트 벽, 회백색의 벽면을 녹음으로 차폐함으로써 도시 경관 향상 효과<br>• 건축물이나 고가도로 및 방음벽과 같은 도시시설을 녹화하여 도시 경관을 저해하는 요소 차단<br>• 가로수 등 도시녹(都市綠)과 일체되어 주변 환경과 조화 |
| | 벽면으로부터의 반사광 방지 | • 회백색 벽면 및 금속재 방음벽에 반사되는 반사광은 시각적 쾌적성과 도로의 안전운행을 저해하기 때문에 녹음으로 이를 피복 |
| 생태적 측면 | 열섬현상 완화 | • 에너지 과소비에 의한 $CO_2$ 발생량 증가, 도로·건축물의 복사열, 증발산 작용 감소, 대기층의 열 이동 차단으로 인한 도시열섬화 현상 완화 |
| | 생태계 향상 | • 소동물, 곤충 등에게 서식처 및 피난처를 제공하며, 인근 정원이나 생태공원, 하천 등과 연결됨으로써 지역전체의 생태계 향상 |
| | 공기정화효과에 따른 대기오염감소 | • 대기오염물질(SOx, NOx 등)을 흡수·흡착하여 대기오염농도를 감소시키고, 특히 $CO_2$, $NO_2$, $SO_2$, $O_3$, 중금속 흡수나 분진 흡착 |
| 경제적 측면 | 에너지 절감 효과 | • 벽면 녹화 시 피복 유무에 따른 온도차이로 인한 냉난방 에너지 절감 |
| | 건축물 내구성 강도 증가 | • 산성비 및 자외선 차단으로 벽 표면온도의 일교차, 계절교차, 습도변화가 적게 되어 콘크리트 표면 균열이 방지되고, 침식, 도료탈색등이 방지-되는 등 건축물 내구성 향상 |
| | 건축물 강도 증가 | • 흡착력 있는 덩굴식물로 녹화하면 지진 시 붕괴방지를 위한 보강재로써 효과가 있음. 식물 종류에 따라 효과가 다르나, 굵기가 5~20mm 정도인 덩굴을 떼어내기 위해서 담쟁이덩굴은 4kg이상, 송악은 1.5~2kg 내외의 힘을 필요로 할 정도의 부착력을 가지고 있음 |
| | 방화·방열 효과 | • 옥상식재나 벽면식재를 연소차단대나 방재공원 등 도시방재시설과 연관시켜 계획적으로 전개하면 매우 효과적<br>• 녹화벽면은 식물에 의하여 발화를 억제하고 화재 시 복사열을 대폭적으로 저감시킬 수 있음 |
| 삶의 질 측면 | 소음 저감 효과 | • 건축물 주변 및 아파트 단지에서 발생하는 소음의 울림 현상을 줄일 수 있음 |
| | 심리적 효과 | • 일반적인 스트레스 해소효과 및 눈의 피로를 감소시키고, 정신안정, 육체피로 회복촉진, 정신피로·긴장감 저감<br>• 녹(綠)을 사용한 원예요법(Horticultural Therapy)을 통하여 정신피로 저감효과, 쾌적감 향상효과, 수면안정, 호흡기관 활성 |

자료: 한국건설기술연구원(2006), 환경부(1999), 필자 재구성.

### 4) 벽면녹화 식재 수종

#### (1) 벽면녹화 식재 수종 선정

벽면녹화 식재 수종 선정은 녹화목적 부합성, 환경내성, 생육성, 관리성, 시장성 및 경제성, 경관성을 고려하여 선정하여야 한다(Perkins and Joyce, 2012). 녹화 대상 공간은 일조부족, 건조, 토양불량 등 식물 생존에 있어 장해가 되는 요인을 많이 가지고 있으므로 이러한 요인은 식재시 가능한 없애는 것이 바람직하나, 불가능할 경우 환경내성이 강한 식물을 선정하여야 한다. 입면녹화시 고려해야 할 식물의 환경내성에는 내건성, 내음성, 내공해성, 내한성 등이 있다(환경부, 1998).

#### (2) 벽면녹화 식재 수종 종류

벽면녹화 방법은 부착 등반형과 등반보조재를 이용한 녹화방법을 많이 이용하여 왔기 때문에 벽면녹화에 이용하는 식물들은 덩굴성 식물들이 대부분이었다(엄태술, 2009). 일반적으로 덩굴식물은 흡착형 식물과 감기형 식물, 그 외 가시를 가지고 있는 식물로 구분한다(환경부, 1998; 신상희, 2006). 덩굴식물 유형별 수종은 <표 Ⅱ-11>과 같으며, 벽면녹화에 주로 사용하는 수종과 그 특성은 <표 Ⅱ-12>와 같다.

표 Ⅱ-11. 덩굴식물 유형별 수종

| 유 형 | 구 분 | 도 입 수 종 | 내 용 |
|---|---|---|---|
| 흡착형 식물 | 부착반형 | 담쟁이덩굴, 미국담쟁이 | • 덩굴손 선단에 형성한 부착반 또는 줄기의 절로부터 발생하는 부정근의 일종인 부착근에 의하여 벽면에 부착하는 덩굴식물 |
| | 부착근형 | 줄사철, 송악, 능소화, 모람, 마삭줄 | |
| 감기형 식물 | 덩굴손형 | 다래, 포도, 개머루 | • 줄기, 잎 등의 변형기관인 덩굴손, 또는 엽병이 변형된 등반기관에 의해서 등반하는 유형으로 접촉자극에 의하여 감기운동을 행함<br>• 등반기관 없이 줄기자체의 나선형으로 감는 성질을 이용하여 타물체에 감아 올라가는 식물도 해당 |
| | 엽병형 | 으아리 | |
| | 줄기형 | 노박덩굴, 으름덩굴, 인동 | |
| 기타 | 가시형 | 덩굴장미 | • 줄기 혹은 잎에 발달하는 가시, 다른 물체에 걸치기 쉬운 수평지 등에 의해 등반하는 식물 |

자료: 환경부(1998), 신상희(2006). 필자 재구성.

표 II-12. 벽면녹화 식재 대표수종과 특성

| 수 종 | 생육형 | 식재가능 지역 | 음양 | 내건성 | 내한성 | 내공해성 | 녹화기법 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 담쟁이덩굴 | 낙엽, 흡착 | 전국 | ◐ | ○ | ◎ | ◎ | 등반부착형 |
| 으름덩굴 | 낙엽, 감기 | 전국 | ● | ◎ | ◎ | ○ | 등반감기형 |
| 모람 | 상록, 흡착 | 남부지방 | ● | ◎ | △ | ○ | 등반부착형 |
| 멀꿀 | 상록, 감기 | 남부지방 | ◐ | ○ | △ | ○ | 등반감기형 |
| 송악 | 상록, 흡착 | 남부지방 | ● | △ | ○ | ◎ | 등반부착형<br>하수형 |
| 다래 | 낙엽, 감기 | 중부이남 | ◐ | ◎ | ◎ | ◎ | 등반감기형 |
| 개다래 | 낙엽, 감기 | 전국 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | 등반감기형 |
| 개머루 | 낙엽, 감기 | 전국 | ◐ | ○ | ◎ | ◎ | 등반감기형 |
| 으아리, 큰꽃으아리 | 낙엽, 감기 | 전국 | ○ | ○ | ◎ | ○ | 등반감기형 |
| 노박덩굴 | 낙엽, 감기 | 전국 | ◐ | ◎ | ◎ | ◎ | 등반감기형 |
| 줄사철나무 | 상록, 흡착 | 전국 | ◐ | ◎ | ◎ | ◎ | 등반부착형 |
| 마삭줄, 백화등 | 상록, 흡착 | 남부지방 | ● | ◎ | ○ | ○ | 등반부착형<br>하수형 |
| 인동 | 반상록감기 | 남부지방 | ◐ | ◎ | ◎ | ◎ | 등반감기형 |
| 칡 | 낙엽, 감기 | 전국 | ○ | ◎ | ○ | ◎ | 등반감기형 |
| 등나무 | 낙엽, 감기 | 전국 | ○ | ◎ | ◎ | ○ | 등반감기형 |
| 등수국 | 낙엽, 흡착 | 남부지방 | ● | ○ | △ | △ | 등반감기형<br>등반부착형 |
| 바위수국 | 낙엽, 흡착 | 남부지방 | ● | ○ | △ | △ | 등반감기형<br>등반부착형 |

자료: 한국도로공사(1998), 환경부(1998), 국토해양부(2012). 필자 재구성.

●: 음지, ◐: 음지・양지, ○: 양지, ◎: 우수, ○: 보통, △: 나쁨.

## 2.3. 국내외 벽면녹화 면적 인정기준

현행 친환경건축물 인증평가시 벽면녹화 평가는 생태면적률 평가틀 내에서 이루어지며 벽면녹화 평가항목은 생태면적률 평가에서 구분하고 있는 13개 공간 유형 중 하나이다. 벽면녹화 평가항목은 단일항목으로 점수를 부여하지 않고 벽면녹화 식생기반 설치 면적에 가중치를 곱하여 전체 생태면적률 산출에 이용한다. 생태면적률 산출방식은 벽면녹화를 포함한 각 13개 공간유형 면적에 가중치를 곱하여 자연순환 가능 면적의 합을 산출하고, 산출한 자연순환 가능 면적의 합을 전체 대상지 면적으로 나누어 백분율을 구한다. 이 같은 생태면적률 평가기준은 생태기반지표의 도시계획 활용방안(서울특별시, 2004)을 기반으로 하며, 이는 독일 BAF(Biotope Area Factor)를 근간으로 한다. 이외에도 유럽국가 및 선진국을 중심으로 다양한 생태면적률 관련 평가지표들이 개발되어 시행중에 있다. 대표적인 생태면적률 관련 평가지표로는 2001년 스웨덴 말뫼(Malmő)에서 GSF(Green Space Factor)를 제시하였으며, 2007년 미국 시애틀(Seatlte)에서 SGF(Seattle Green Factor)을 제시하였다(Roehr et al., 2010).

생태면적률은 각 공간유형 면적 합산을 통하여 산출되기 때문에 각 공간유형의 면적산정기준이 매우 중요하다. 따라서 본 장에서는 친환경건축물 벽면녹화 재인증 평가를 위하여 국내외 관련 기준의 벽면녹화면적 산정기준을 검토하고자 한다.

### 1) 국내 벽면녹화 유효면적 산정기준 검토

국내 벽면녹화 평가 관련 기준 및 지침은 조경기준(국토해양부, 2009), 생태면적률 적용지침(환경부, 2011), 친환경건축물 인증기준(국토해양부・환경부, 2011), 주택성능등급 인정 및 관리기준(국토해양부, 2012)이 있다. 관련 기준 및 지침에 나타난 벽면녹화 유효면적 산정기준은 등반보조재 및 녹화시설 설치면적, 식생피복면적, 수목 1주당 면적을 벽면녹화 공간면적으로 인정하였다.

#### (1) 친환경건축물 인증제도 및 주택성능등급 표시제도

친환경건축물 인증제도와 주택성능등급 표시제도의 벽면녹화 평가는 생태면적률

평가 내에서 이루어지며, 생태면적률 세부 평가기준은 <표 Ⅱ-13>과 같다.

평가는 제출된 설계도면(배치도, 조경식재도, 포장상세단면, 지하구조물 배치도)을 확인하여 배치도 상에서 공간유형을 구분하고, 구분한 공간유형 면적에 가중치를 곱하여 자연순환가능 면적의 합을 산출한다. 전체 자연순환가능 면적의 합을 전체 대상지 면적으로 나눈 백분율을 구하여 생태면적률을 산출하고, 산정도면과 산정식을 포함한 도면으로 작성한다.

표 Ⅱ-13. 친환경건축물 인증제도와 주택성능등급 표시제도의 생태면적률 세부 평가기준

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>평가방법</td><td>생태적 가치를 달리하는 공간유형을 구분하고, 각 공간유형에 해당하는 가중치를 곱하여 구한 환산면적의 합과 전체 대지 면적의 비율로 평가</td></tr>
<tr><td>산출기준</td><td>
생태면적률 = 자연순환기능 면적 / 전체 대지면적 = Σ(공간유형별 면적×가중치) / 전체 대지면적 × 100 (%)
<br><br>
<table>
<tr><th>구분</th><th>생태면적률</th></tr>
<tr><td>1급</td><td>생태면적률 50% 이상</td></tr>
<tr><td>2급</td><td>생태면적률 40% 이상 ~ 50% 미만</td></tr>
<tr><td>3급</td><td>생태면적률 30% 이상 ~ 40% 미만</td></tr>
<tr><td>4급</td><td>생태면적률 25% 이상 ~ 30% 미만</td></tr>
</table>
<br>
<table>
<tr><th colspan="2">공간유형</th><th>가중치</th><th>공간유형 설명 및 시공사례</th></tr>
<tr><td>1</td><td>자연지반녹지</td><td>1.0</td><td>자연지반에 자생하거나 조성된 녹지</td></tr>
<tr><td>2</td><td>수공간 (투수기능)</td><td>1.0</td><td>지하수 함양 기능을 가지는 수공간</td></tr>
<tr><td>3</td><td>수공간 (차수)</td><td>0.7</td><td>지하수 함양 기능이 없는 수공간</td></tr>
<tr><td>4</td><td>인공지반녹지 ≥ 90㎝</td><td>0.7</td><td>토심이 90㎝ 이상인 인공지반 상부 녹지</td></tr>
<tr><td>5</td><td>옥상녹화 ≥ 20㎝</td><td>0.6</td><td>토심이 20㎝ 이상인 녹화옥상시스템이 적용된 공간</td></tr>
<tr><td>6</td><td>인공지반녹지 < 90㎝</td><td>0.5</td><td>토심이 90㎝ 미만인 인공지반 상부 녹지</td></tr>
<tr><td>7</td><td>옥상녹화 < 20㎝</td><td>0.5</td><td>토심이 20㎝ 미만인 녹화옥상시스템이 적용된 공간</td></tr>
<tr><td>8</td><td>부분포장</td><td>0.5</td><td>50% 이상의 식재면적을 가지는 포장면,</td></tr>
<tr><td>9</td><td>벽면녹화</td><td>0.4</td><td>벽면이나 옹벽(담장)의 녹화</td></tr>
<tr><td>10</td><td>전면투수포장</td><td>0.3</td><td>공기와 물이 투과되는 식물생장이 불가능한 포장면</td></tr>
<tr><td>11</td><td>틈새 투수포장</td><td>0.2</td><td>포장재의 틈새를 통해 공기와 물이 투과되는 포장면.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>저류・침투 시설 연계면</td><td>0.2</td><td>지하수 함양을 위한 시설과 연계된 포장면</td></tr>
<tr><td>13</td><td>포장면</td><td>0.0</td><td>공기와 물이 투과되지 않는 식물생장이 불가능한 포장면</td></tr>
</table>
※ 투수성포장의 경우 인공지반 상부 설치시 인공지반녹지의 가중치(0.7 또는 0.5)를 곱해 재산정
</td></tr>
</table>

친환경건축물 인증제도와 주택성능등급 표시제도에서 인정하는 벽면녹화 공간유형은 등반형, 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형, 패널형 세 가지이고, 벽면녹화 식생기반 설치 면적을 합산하여 평가한다(한국건설기술연구원, 2008; 친환경건축물 인증기관협의회, 2011).

#### (2) 조경기준

조경기준(국토해양부, 2009)에 나타난 벽면녹화 유효면적 산정 기준은 지표면에서 2m 이상 건축물이나 구조물 벽면을 식물로 피복한 경우, 피복면적의 2분의 1에 해당하는 면적을 녹화 면적으로 산정하며, 피복면적을 산정하기 곤란한 경우 근원경 4cm 이상 수목에 대해서만 식재수목 1주당 0.1제곱미터로 산정한다. 벽면녹화 면적은 식재 의무면적의 100분의 10을 초과하여 산정하지 않는다.

#### (3) 생태면적률 적용지침

생태면적률 적용지침(환경부, 2011)에서 인정하는 벽면녹화 공간유형은 등반형, 플랜트 설치형 또는 하수형, 전면녹화방식의 건물외피형이다. 유효면적 산정기준은 전면피복이 용이한 덩굴식물이 적용된 경우 녹화유도 시설이 설치된 공간을 벽면녹화 면적으로 인정하되 최고 높이 10m 까지만 산정한다. 플랜트 설치형의 경우 설치면 전체를 벽면녹화 면적으로 인정하며, 녹화용 식생소재로 이끼류나 세덤류를 적용한 경우 실제 녹화면적만을 인정한다.

### 2) 국외 벽면녹화 유효면적 산정기준 검토

생태면적률 평가기준은 생태기반지표의 도시계획 활용방안(서울특별시, 2004)을 기반으로 하며, 이는 독일 BAF(Biotope Area Factor)를 근간으로 한다. BAF는 1990년 독일의 Becker가 제시한 생태면적률 평가지표로서 도시화로 인한 환경문제를 해결하고 지속가능한 정주환경을 조성하기 위하여 도시 생태계와 경관 보전을 유도하는 환경계획지표이다(Becker, 1990). 이후 BAF를 기반으로 하여 유럽국가 및 선진국을 중심으로 다양한 생태면적률 관련 평가지표들이 개발되어 시행중에 있다. 대표적인 생태면적률 관련 평가지표로는 2001년 스웨덴 말뫼(Malmő)에서 GSF(Green Space Factor)를 제시하였으며, 2007년 미국 시애틀(Seatlte)에서 SGF(Seattle Green

Factor)을 제시하였다(Roehr et al., 2010). 생태면적률 관련 평가지표는 미기후조절 및 대기정화, 토양기능 증진 및 우수 저장기능, 생물 서식처 기능, 건물환경성능 증진을 목적으로 한다(Dizdaroglu et al., 2009). 현재 이러한 계획지표를 운용하고 있는 주체들은 생태면적률 관련 평가기법 운용에 있어 관련 평가기법 간의 면밀한 상호분석을 통해 각국의 환경, 기술수준 등과 연동하여 지속적인 개정과정을 거쳐 보다 현실성 있는 평가지표로 구축하려는 노력을 보이고 있다(장대희, 2012).

벽면녹화 유효면적 산정 관련 국외 기준은 국내 생태면적률 평가의 근간이 되는 독일 BAF(Biotope Area Factor)와 BAF에서 발전한 GSF(Green Space Factor), SGF (Seattle Green Factor) 및 일본의 녹화조례에서 고려하고 있는 벽면녹화 유효면적 산정기준을 검토하였다.

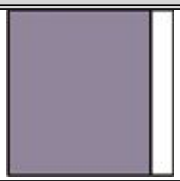
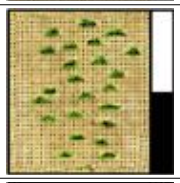
#### (1) BAF(Biotope Area Factor)

독일은 1990년 생태적인 도심 재개발을 목표로 BAF제도를 도입하였다(Becker, 1990). 독일의 환경생태계획은 대상도시의 기존 정체성을 유지함과 동시에 개발자에게 건전한 생태적 개발계획 안을 제공하는 것을 기본목표로 한다. 이를 통하여 계획부지 안에서 식생, 건축물, 오픈스페이스를 통합함으로써 고집적화된 도시의 지속가능효율을 증진시킨다. 이를 위한 정량적 평가시스템으로 개발된 BAF는 연면적, 용적률 등의 일반도시계획 지표와 같이 계획단계에 적용되었으며, 단순 녹화면 산정방법을 통하여 제공되는 생태면적률 산출을 통해 지속가능한 도시계획을 보다 정량적으로 수행할 수 있었다(장대희, 2012). 생태면적률 관련 지표의 이론적 토대를 제공한 BAF 산출식은 다음과 같다.

$$BAF = \frac{ecological ly - effective\ surface\ areas}{total\ land\ area} \cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 1)$$

BAF에서 인정하고 있는 벽면녹화 면적산정기준은 식생피복면적이며, 창문을 제외한 10m 이하의 전면피복면적을 합산하여 산출한다. BAF에서 활용하고 있는 각 공간유형별 가중치 및 공간유형별 인정기준은 <표 Ⅱ-14>와 같다.

표 II-14. BAF 공간유형별 가중치 및 공간유형 인정기준

| 공간유형 | | 가중치 | 공간유형 인정기준 |
|---|---|---|---|
| 불투수성 포장 |  | 0.0 | 콘크리트, 아스팔트, 석재포장지역<br>(침기 및 투수가 불가능한 식물생장이 불가한 지역) |
| 전면투수 포장 | | 0.3 | 자갈, 모래기반의 모자이크 포장 및 석재포장<br>(침기 및 투수가 가능하나 식물생장이 불가한 지역) |
| 부분 포장 |  | 0.5 | 자갈, 잔디, 목재 포장 및 잔디블럭 포장<br>(침기 및 투수가 가능하며 부분저인 식물생장이 가능한 지역) |
| 조경지역 토양층 | | 0.5 | 인공지반 토양(토심두께<80cm) |
| | | 0.7 | 인공지반 토양(토심두께>80cm) |
| | | 1.0 | 자연지반 토양 |
| 지붕면적(㎡) 당 우수침투 | | 0.2 | 지하수 확보를 위한 우수침투면적 |
| 벽면녹화 | | 0.5 | 창문을 제외한 10m 이하의 전면피복면적 |
| 옥상녹화 | | 0.7 | 경량형, 중량형 옥상녹화 |

자료: Becker(1990), http://www.stadtentwicklung.berlin.de

### (2) GSF(Green Space Factor)

스웨덴 말뫼(Malmő)시는 2001년 스웨덴 최초의 주거 박람회인 “Bo01"의 개회를 위해 160ha에 달하는 브라운필드(Brown field)인 Western harbor에 대규모 개발을 진행하였다. ”City of Tommorow"라는 주제로 토양 개간, 100% 지역 재생 에너지망 구축, 종다양성 확보, 생태건축과 같은 주제로 성공적인 지속가능한 도시개발 모델을 보여주었다. 그 중 친환경적 주거건축 모델 구축을 위해 제안된 Quality Programme은 Bo01지구 내에 건축친환경건축 기술 기반을 제공하는 주요개발 개념이었다. Quality Programme 중 생태부문에 대한 평가지표인 GSF(Green Space Factor)는 개발대상부지 내 최대 녹화면 증진을 목표로 말뫼시와 Western Harbor 부동산 개발자 간의 의견조율을 위하여 개발되었다. GSF는 독일 BAF에 대한 객관적 해석을 통해 스웨덴 현지에 부합하는 시스템으로 설계되었다. GSF는 BAF와 같이 단순히 건물에 속한 중정에 대한 녹화뿐 아니라 건물에 부속된 옥상, 벽면 등 모든 녹화가능 면에 대한 차등적 가중치를 적용하였다. 또한 수공간, 단일식재유형 부문을 신설하여 우수유출조절, 종다양성 증진 등을 설계에 반영할 수 있도록 하였다(Verchou A. K., 2005).

GSF에서 인정하고 있는 벽면녹화 면적산정기준은 5년 내 실현가능한 녹화피복면적이며, 최대산정 허용높이는 10m이다. 각 유형별 가중치와 공간유형 인정기준은 <표 Ⅱ-15>와 같다.

표 Ⅱ-15. GSF 공간유형별 가중치 및 공간유형 인정기준

| 공간유형 | 가중치 | 공간유형 인정기준 |
|---|---|---|
| 조경지역 | 1.0 | 자연지반녹화면적 |
| | 0.6 | 인공지반녹화면적(토심<80cm) |
| | 0.9 | 인공지반녹화면적(토심>80cm) |
| 옥상녹화 | 0.6 | 지표면에 투영된 지붕면적을 제외한 실제유효식재면적 |
| 수공간 | 1.0 | 연못 등 연간 6개월 이상 침수되는 지역 |
| 포장 | 0.0 | 불투수성 포장(건축면적도 포함) |
| | 0.2 | 부분 투수성 포장(유출수가 침투될 수 있는 식재포장지여) |
| | 0.4 | 반투수성 포장(모래, 자갈 등 침투성 포장지역) |
| 벽면녹화 | 0.7 | 5년 내 실현가능한 녹화피복면적 |
| 식재 | 0.4 | 수간 직경 35cm 이상 교목: 주당 25㎡ 환산면적 적용 |
| | 0.2 | 수고 3m 이상 관목: 주당 5㎡ 환산면적 적용 |

자료: Verchou A. K.(2005), http://sutton.searchimprove.com.

### (3) SGF(Seattle Green Factor)

시애틀은 미국 내 최초로 생태면적률 관련 평가기법을 도입한 시(市)로서, 독일 BAF, 스웨덴 GSF 등 선행 지표를 보완하여 SGF(Seattle Green Factor)를 구축하고 제도화하였다. 시애틀시 산하 DPD(Department of Planning and Development)관할로 2007년 1월에 시행된 SGF는 근린사업지구 내 4동 이상 신축주거, 4,000ft$^2$ 이상 비주거용 개발지역, 20대 이상 주차공간 개발 등에 의무적으로 적용하고 있다. SGF는 7개 경관요소와 추가항목으로 구성되어 있으며, 각 경관요소는 세분화된 가중치가 적용된다. 또한 개발부지의 용도에 따라 주거용도의 경우 최소 0.6, 상업용도의 경우 최소 0.3 이상을 득점하여야 사업이 허가된다(Hirst et al., 2008).

SGF는 타 생태면적률 관련 평가지표와 비교하였을 때, 벽면녹화를 중심으로 인공지반녹화에 높은 가중치를 부여함으로써 건축물 입체녹화에 대한 비중을 높였다. 또한 벽면녹화는 시애틀 시의 입체녹화 강화 정책과 연동하여 상대적으로 가장 높은 가중치를 적용하고 있는 GSF와 동일한 0.7을 적용하고 있다(장대희, 2012). 벽면녹화 면적산정기준은 초기식재 이후 5년 뒤 녹화피복율이며, 최대산정 허용높이는 30ft(9.14m)이다. 각 유형별 가중치와 공간유형 인정기준은 <표 Ⅱ-16>과 같다.

표 Ⅱ-16. SGF 공간유형별 가중치 및 공간유형 인정기준

| 공간유형 | 가중치 | 공간유형 인정기준 |
|---|---|---|
| 조경지역 | 0.1 | 토심 24ft 이하 |
| | 0.6 | 토심 24ft 이상 |
| | 1.0 | 우수정원시설 |
| 식재 (조경지역 내 식생) | 0.1 | 멀칭, 피복, 또는 최소 2ft 이상 식물 |
| | 0.3 | 관목 또는 2ft 이상 다년생 식물 |
| | 0.3 | GF 수목리스트 중 소교목 또는 이에 준하는 수목(캐노피 15ft) |
| | 0.3 | GF 수목리스트 중 중소교목 또는 이에 준하는 수목(캐노피 20ft) |
| | 0.4 | GF 수목리스트 중 중대소교목 또는 이에 준하는 수목(캐노피 25ft) |
| | 0.4 | GF 수목리스트 중 대교목 또는 이에 준하는 수목(캐노피 30ft) |
| | 0.8 | 흉고직경 6ft이상 노거수 |
| 옥상녹화 | 0.4 | 경량형 옥상녹화: 육성층 2~4ft |
| | 0.7 | 중경량형 옥상녹화: 육성층 4ft 이상 |
| 벽면녹화 | 07 | 초기식재 이후 5년 뒤 녹화피복율이며, 최대산정 허용높이는 30ft |
| 수경요소 | 0.7 | 우수저장 및 저류지역 |
| 포장 | 0.2 | 투수성 포장층: 6~24ft 토양 혹은 자갈 |
| | 05 | 투수성 포장층: 24ft 이상 토양 혹은 자갈 |
| 추가점수 | 01 | 내건성 혹은 자생식물 적용 |
| | 0.2 | 조경 조성구역 내 우수저류를 통한 연간 단위 관개 면적 50% 이상 지역 |
| | 0.1 | 공익성 또는 공공 오픈스페이스로서 조경경관요소 역할 담당 지역 |
| | 0.1 | 도시농업 기능 담당 지역 |

자료: Hirst et al.(2008), http://www.seattle.gov/dpd/permits/greenfactor/Overview/.

### (4) 일본 녹화조례

일본 각 자치구의 녹화조례 검토 결과 일본은 녹화피복면적을 중심으로 벽면녹화 공간면적을 인정하였다(표 Ⅱ-17).

표 Ⅱ-17. 일본 녹화조례 벽면녹화 면적 인정기준

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 키타구 녹화조례 | • 녹화피복면적을 녹화면적으로 인정<br>• 덩굴식물을 재배하는 토지 면적을 녹화면적으로 인정 |
| 세타가야구 녹화조례 | • 벽면녹화구역 조성면적의 1/2을 유효녹화면적으로 인정 |
| 미나토구 녹지조례 | • 벽면녹화구역 조성면적의 3/4을 녹화면적으로 인정(베란다 포함) |
| 무사시노시 녹화조례 | • 녹화피복면적의 3/5를 녹화면적으로 인정 |
| 미야자키시<br>초록 마을 만들기 조례 | • 녹화피복면적을 녹화면적으로 인정 |

자료: 신상희(2006)

### 3) 국내외 벽면녹화 면적 인정기준 비교

벽면녹화 유효면적 산정을 위하여 국내외 관련 기준과 조례에서 인정하고 있는 벽면녹화 면적 인정기준을 검토하였다(표 Ⅱ-18). 국내 기준에서는 등반보조재 및 녹화시설 설치 면적, 수목 1주당 면적, 피복면적을 벽면녹화 면적으로 인정하였다. 반면 국외의 경우 녹화피복면적을 중심으로 벽면녹화 면적을 인정하였다.

국내외 벽면녹화 면적 인정기준 비교 검토 결과 친환경건축물 벽면녹화 재인증 평가시 초기 계획목적 달성 및 성능을 평가하기 위해서는 벽면녹화 유효면적 산정 기준을 식생기반 설치 면적이 아닌 식생피복율을 반영하여야 할 것으로 사료된다. 본인증 평가시에는 초기피복율을 확보하기 어렵기 때문에 식생기반 설치 면적으로 평가하여도 무리가 없지만, 재인증 평가시에는 본인증 이후 5년간 식생이 생장하여 일정수준 이상의 피복율 확보가 가능하기 때문에 식생피복면적으로 평가하여도 무리가 없을 것으로 판단된다. 또한 일정 수준 이상의 피복율 확보를 위해서는 적절한 유지관리가 수반되어야 하므로 식생피복면적 평가를 통하여 복합적인 식생생육 환경까지 함께 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

표 Ⅱ-18. 국내외 벽면녹화 면적 인정기준 비교

| 구분 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 식생기반 설치면적 | ● | ● | — | ● | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| 식생피복면적 | — | — | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 9 |

①주택성능등급 표시제도(국토해양부, 2012), ②친환경건축물 인증제도(국토해양부·환경부, 2011), ③조경기준(국토해양부, 2009), ④생태면적률 적용지침(환경부, 2011), ⑤BAF(Biotope Area Factor), ⑥GSF(Green Space Factor), ⑦SGF(Seattle Green Factor), ⑧키타구 녹화조례, ⑨세타가야구 녹화조례, ⑩미나토구 녹지조례, ⑪무사시노시 녹화조례, ⑫미야자키시 초록 마을 만들기 조례

## 2.4. 벽면녹화 관련 선행연구

### 1) 벽면녹화 실태조사 및 효과에 관한 연구

이은희와 김용아(2000)는 서울시민을 대상으로 주거형태별 설문조사를 실시하여 벽면녹화에 대한 선호도, 벽면녹화를 하려는 의도와 기피 이유, 녹화시 예상되는 어려운 점, 선호하는 벽면녹화 식물 등을 분석하였다. 이화무(2001)는 입면조경 계획기법 개발을 위한 연구에서 사례분석과 설문조사를 통하여 입면에 도입가능한 조경기법과 입면의 미적 기능을 증진시키는 조경기법을 도출하였다. 또한 도시민들이 입면 경관이 무채색일 때 압박감과 답답함을 느낌을 밝혔으며, 입면녹화를 통하여 도시 경관 향상 및 생태계 복원 등과 같은 효과를 기대할 수 있다고 하였다. 박화수(2003)는 서울시내 건축물 벽면녹화 실태를 분석하여 개선방안을 도출하였으며, 현장실태조사 결과를 바탕으로 건축물 벽면녹화 조성 방법 제안과 서울시 벽면녹화사례 현황, 기존 건축물과 신축 건축물에 벽면녹화를 도입할 수 있는 방안을 제시하였다. 이성남(2005)은 벽면녹화 공간에 관한 주민 의식조사를 연구를 통하여 서울특별시 금천구 일원의 벽면녹화 이용만족도를 파악하였으며, 현장사례분석 및 이용자의 만족요인을 분석하였다. Alexandri and Jones(2008)와 Sheweka and Mohamed(2012)는 벽면녹화를 통한 기온저감 및 도시열섬완화 효과에 관하여 연구하였다. Wong et al.(2010)은 8개 벽면녹화 유형을 대상으로 어떠한 유형의 벽면녹화가 소음저감 효과가 높은가에 대하여 연구하였으며, 식생피복율에 따라 소음저감 효과가

달라짐을 밝혔다. Pérez et al.(2011)과 Yoshimi and Altan(2011)은 각각 실험과 시뮬레이션을 통하여 벽면녹화를 통한 건축물 에너지 절감 효과에 대하여 연구하였다.

### 2) 벽면녹화 식재 수종 및 에 관한 연구

이숙미와 심우경(1994)은 서울시에 위치한 22개 벽면녹화 조성구역을 대상으로 벽면식생조사를 실시한 결과 5종의 덩굴식물이 전체의 60.1%를 차지한다고 밝혔다. 박용진(1997)은 입면녹화용으로 유용한 덩굴식물의 분포특성을 알아보기 위하여 기존 식생자료를 토대로 덩굴식물의 수평 및 수직분포와 국내 자생 덩굴식물 종수 등에 관하여 조사하였다. 이를 통하여 지지체가 되는 식물 군락의 종류에 따라 출현하는 덩굴식물의 종류가 상이하며, 사면별로 덩굴식물의 종다양성에 차이가 있음을 밝혔다. 한국도로공사(1998)는 도로 주변 방음벽을 녹화하기 위하여 덩굴식물을 개발하는 실험을 통해 각 식물의 발아율과 생장률을 연구하였다. 노승무(2004)는 벽면녹화에 적합한 식물소재 선발을 비롯한 녹화기법, 관리방법 구명을 위하여 서울시내 벽면녹화 지역을 대상으로 식물들의 생육조사와 생육환경을 조사하였다. Chiang and Tan(2009)은 싱가포르에서 6개월간의 실험을 통하여 높은 온도와 강한 햇빛, 낮은 습도에 대한 저항이 강한 수종이 벽면녹화에 적합한 수종임을 밝혔다.

### 3) 벽면녹화 사후평가에 관한 연구

노승무 외(2003)는 서울시내에 조성된 벽면녹화지역 27개소를 대상으로 식생 생장상태를 조사하고 문제점을 파악하였다. 벽면녹화 식생 생장상태 평가는 2002년 7월부터 9월까지 3개월간 이루어졌으며 벽면녹화지의 벽면종류, 식물종류, 식재지반, 생장환경(토양의 화학성, 비료, 광, 물), 관리방법, 벽면의 구조와 재료, 길이와 높이를 실측하였다. 엄태술(2009)은 2002년부터 2008년까지 용산구에서 벽면녹화를 조성한 곳 중 16곳을 대상으로 실태조사를 실시하여 식물생육, 녹화기법, 환경여건, 유지관리 등을 평가하고 문제점과 현황을 파악하였다. Wong et al.(2010)은 594명의 전문가 및 일반인을 대상으로 벽면녹화에 관한 5가지 측면의 점검사항(기술적, 비용적, 관리정보적, 지원적, 위해적 측면)에 대한 의견을 5점 리커트로 선택하는 설문을 실시하였다. Sheweka(2012)는 벽면녹화의 에너지 절감 기능에 초점을 맞추어 온도저감, 그늘과 단열, 증발냉각, 바람의 영향에 대하여 평가요소를 제시하였다.

# Ⅲ. 연구 범위 및 방법

## 1. 연구 범위

### 1.1. 공간적 범위

본 연구는 친환경건축물 공동주택 벽면녹화 재인증 평가방안에 관한 연구로, 친환경건축물 인증제도가 시행된 2002년 1월부터 2008년 6월 사이에 한국토지주택공사 토지주택연구원에서 친환경건축물 본인증[2]을 획득한 공동주택 단지 중 벽면녹화 평가항목에서 점수를 획득한 7개 단지[3]를 대상지로 선정하였다(표 Ⅲ-1).

대상지 인증시기 범위를 2002년 1월부터 2008년 6월사이로 한정한 것은 생태 관련 지표들은 성장 기간이 필요하고 시간이 경과할수록 환경 기능을 더 잘 발휘하는 경향이 있기 때문에 인증 후 일정 시간이 경과한 곳을 대상지로 고려하였다. 또한 2011년 12월 30일 개정된 친환경건축물 인증기준에서 재인증은 인증 후 5년이 경과하면 신청하도록 권고하고 있기때문에 재인증을 앞둔 단지를 대상으로 시간적 범위를 고려하였다.

대상지를 11개 인증기관 중 한국토지주택공사 토지주택연구원에서 인증 받은 단지로 한정한 것은 동일한 평가기관에서 인증을 획득한 단지를 비교하기 위함이다. 친환경 건축물 인증기관 11개 중 2012년 3분기까지 가장 많은 공동주택 본인증 실적을 기록한 기관은 한국토지주택공사 토지주택연구원이며 총 본인증 건수는 792건(75%)으로 11개 인증기관 중 가장 높다.

---

2) 친환경건축물 인증 단계는 예비인증과 본인증으로 나뉘는데, 예비인증은 설계단계에서 설계도면 및 상세도면과 같은 자료를 심사하여 발급한다. 이후 예비인증 결과보고를 거쳐 준공 이후 현장실사를 통해 제출된 자료와 동일하게 시공되었는지 확인하여 본인증을 부여하며 세금감면 및 건축규제 완화 등 혜택을 받게 된다. 예비인증 이후 본인증을 의무적으로 실시하도록 명시하고 있지만 규제방안이 전무하여 본 연구 대상은 시공완료 확인을 거친 친환경건축물 본인증을 받은 건축물로 한정하였다.

3) 연구의 공간적 범위에 적합한 단지는 총 8개였으나 그 중 1개 단지(서울특별시 삼성동 아이파크)가 단지 내 외부인 출입제한으로 인하여 분석에서 제외하였다.

표 Ⅲ-1. 대상지 위치

| 구분 | 단지명 | 위치 |
|---|---|---|
| A | 푸르지오 7단지 | 경기도 안산시 고잔 택지개발지구 86BL |
| B | 서해그랑블 | 경기도 화성시 동탄신도시 3-5BL |
| C | 제일풍경채 | 경기도 김포시 장기택지개발지구 5블럭 |
| D | 푸르지오 5단지 | 서울특별시 은평구 진관동 5 |
| E | 푸르지오 6단지 | 서울특별시 은평구 진관동 1 |
| F | 푸르지오 7단지 | 서울특별시 은평구 진관동 2 |
| G | 푸르지오 8단지 | 서울특별시 은평구 진관동 3 |

## 1.2. 내용적 범위

친환경건축물 재인증 평가방안 연구에서 내용적 범위를 벽면녹화 항목으로 한정한 것은 본 항목이 생태환경 재인증 평가 항목 중 평가 방법에 가장 문제가 있다고 판단하였기 때문이다. 친환경건축물 인증 평가와 재인증 평가는 같은 평가기준을 적용하는데, 벽면녹화를 비롯한 생태환경은 시간이 지날수록 식생이 생장하고 환경이 변화하여 지속적인 관리가 필요하다. 그러나 벽면녹화 재인증 평가의 경우 조성 후 5년이 경과하고 평가함에도 불구하고 식생생장상태를 고려하지 않고 초기 인증 평가와 마찬가지로 식생기반 설치면적만을 평가에 반영한다.

따라서 본 연구는 친환경건축물 인증 이후 벽면녹화 현황을 파악하고 이를 토대로 문제점을 분석하여 재인증 평가개선방향을 모색하고자 한다. 벽면녹화 현황을 파악하기 위하여 벽면녹화 사후평가에 대한 기준이 필요하지만 선행 연구에서 살펴본 바와 같이 벽면녹화의 사후평가에 관한 연구는 미미한 실정이며, 벽면녹화 평가항목 및 기준이 모호하다. 따라서 본 연구에서는 벽면녹화 현황파악을 위한 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항을 도출하고, 이를 토대로 벽면녹화 현황조사를 실시하고자 한다. 또한 대상단지 입주민을 대상으로 거주후 평가를 실시하여 벽면녹화 구역에 대한 설계 효용성과 만족요인을 분석하고, 이를 바탕으로 이용자의 만족도가 보다 높은 공간조성 및 관리방향을 제시하고자 한다.

본 연구의 주요내용은 1)벽면녹화 현황 점검항목 및 세부점검사항 도출한다. 2)도출한 점검항목 및 세부점검사항을 토대로 친환경건축물 인증 이후 벽면녹화 현황 파악한다. 3)거주후 평가를 실시한다. 4)앞서 수행한 조사결과를 바탕으로 문제점을 분석하고 재인증 평가개선방향을 모색한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 문헌조사

연구의 기본방향 도출을 위하여 문헌조사를 실시하였다. 먼저 선행 연구 자료를 통하여 친환경건축물 인증제도와 벽면녹화에 대한 개념을 정립하고 벽면녹화의 유형 및 효과에 대하여 검토하였다. 또한 현장조사에 앞서 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항 도출 및 거주후 평가 항목 도출을 위하여 관련 기준 및 지침과 선행 연구를 검토하였다.

### 2.2. 현장조사

문헌조사를 통하여 도출한 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항을 바탕으로 친환경건축물 재인증 평가 대상 공동주택 중 벽면녹화가 조성된 단지 7곳에 대한 현장조사를 실시하였다. 현장조사를 위한 대상지 자료는 한국토지주택공사 친환경 인증센터 홈페이지를 통하여 수집하였다. 현장조사를 통하여 재인증 대상단지 벽면녹화 구역의 일반적 현황과 식생피복율을 조사하였다.

현장조사는 벽면녹화 현황 점검항목과 세부점검사항을 토대로 관찰조사를 실시하였으며, 관찰조사만으로 현황파악에 한계가 있다고 판단되는 경우 관계자 면담조사를 병행하여 실시하였다. 현장조사는 2011년 10~11월과 2012년 8~11월에 걸쳐 수행하였다.

조사에 활용한 도구는 현황 점검항목표, 디지털카메라(Cannon EOS-350D), 토양경도계(ELE International G-128-29-3729), 줄자, 쇠막대, 야장이다. 식생피복율은 입면으로부터 동일한 거리(10m)에서 벽면녹화구역을 디지털 카메라로 촬영한 후, Adobe photoshop CS5를 이용하여 분석하였다. 거리 확보 한계로 사진 촬영이 불가한 경우는 면적대비 격자면적으로 피복율을 유추하였다. 사진은 2012년 7월~10월 낮 10시~14시 사이에 촬영하였으며, 식재수종은 한국조경수목 핸드북(2004)과 우리나라 조경수이야기(2010)를 참조하여 구분하였다. 토양경도는 산중식(山中式) 토양경도계를 이용하여 원추부(4cm)를 압축하는데 필요한 힘(8kg)에 대한 지표경도의 눈금값을 측정하였다(그림 Ⅲ-1). 측정은 각 단지마다 10회씩 측정하여 산술평균하였다.

그림 III-1. 토양경도계(ELE International G-128-29-3729)

## 2.3. 거주후 평가(POE)

거주후 평가란 이용 중인 설계 환경에 대하여 이용자가 설계 효용성을 검토하는 것이다(Zimring, C.M. and Reizenstein. J.E., 1980). 일반적으로 시공후 일정 이용기간을 거친 뒤 설계 혹은 계획에 대한 평가를 함으로써 설계의도가 그대로 반영되고 있는지 등을 알아보고, 이 평가 결과를 토대로 하여 다음 설계에 기초 자료로 이용하고자 하는 평가기법이다(임승빈, 1995). 거주후 평가는 이용자들이 대상지를 설계 목적과 의도에 맞게 이용하고 있는가, 혹은 이에 대한 사용자의 만족정도는 어떠한가를 밝힘으로써 이용자의 만족도가 보다 높은 공간을 계획하기 위한 정보도출을 목적으로 한다(이시내, 2011). 본 연구에서는 벽면녹화 조성구역에 관한 거주자의 의견을 알아보기 위하여 입주민을 대상으로 벽면녹화 거주후 평가를 실시하였다.

### 1) 거주후 평가 방법

거주후 평가를 위한 설문조사는 관련 기준 및 지침과 선행연구를 통해 도출한 평가항목을 이용하여 예비설문을 실시한 후 본설문을 실시하였다.

예비설문은 입주자에 대한 표적집단면접(FGI, Focus Group Interview)을 실시하였다. 표적집단면접은 선행연구고찰을 통하여 작성한 예비설문지의 문제점을 개선

하고, 효과적인 질문방식을 모색하기 위하여 조사대상 단지 중 2개 단지를 임의추출하여 각 30명씩 60명을 대상으로 2012년 8월 진행하였다. 본 설문은 예비설문결과를 토대로 수정, 보완하여 총 11개 평가항목을 선정하여 수행하였다. 설문지는 본 연구목적을 반영하여 평가변수별 만족도와 인구통계학적 특성에 대하여 응답하도록 구성하였다. 만족도 평가항목은 모두 5점 리커트 척도로 구성하였다.

본 설문은 2012년 11월 10일부터 11월 24일까지 대상지 7곳에 방문하여 대상 단지 거주자에게 설문협조를 요청한 후, 동의한 거주자를 대상으로 설문을 얻는 편의추출방식으로 진행하였다. 설문조사 방법은 설문내용을 충분히 숙지한 설문요원이 설문 내용을 설명하고, 응답자가 직접 기입하도록 하였다. 설문응답지는 각 단지별로 30부씩 조사하여 총 210부를 분석 자료로 이용하였다.

설문조사 결과 자료 분석은 IBM SPSS Statistics 20.0(IBM Inc., 2011)을 이용하였으며 빈도분석, Chi-Square, 분산분석(ANOVA), 상관관계분석, 회귀분석 등을 실시하여 결과를 도출하였다. 거주후 평가의 전체적 응답경향과 분포를 살펴보기 위하여 빈도분석을 실시하였다. 각 단지의 인공환경 녹화 유형별 만족도 차이를 평가하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 수행하였으며, 만족도는 5점 Likert Type 척도(매우 불만족 1점, 보통 3점, 매우 만족 5점)로 평균치를 구하여 비교 고찰하였다. 설문문항 전체에 대한 신뢰도 분석을 실시하였고, 만족도 평가에 영향을 미치는 요인들을 파악하기 위하여 상관관계분석과 회귀분석을 실시하였다.

### 2) 거주후 평가 설문항목

거주 후 평가를 위한 평가항목은 선행연구 및 문헌고찰을 토대로 예비설문을 실시하여 최종 평가항목을 도출하였다. 본 연구의 주요 내용인 친환경건축물 벽면녹화 관리 현황에 대한 설문 평가항목들은 관련 기준 및 지침(환경부, 1998; 국토해양부・환경부, 2006; 국토해양부, 2009; 국토해양부, 2012)을 참고하여 공동주택 생태환경 만족도에 관한 선행연구(이원대, 2000; 박병준, 2005; 조화숙, 2007; 김재필, 2009; 김보람과 안동만, 2012)를 통해 신뢰성이 검증된 척도를 본 연구 목적에 맞게 변형하여 사용하였다(표 Ⅲ-2).

표 III-2. 거주후 평가 설문항목

| 구 분 | 세 부 항 목 | 도 출 근 거 | | | | | | | | | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | |
| 물리적 요소 | 조성규모 | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | 7 |
| | 식재된 수종의 다양성 | | | ● | | ● | ● | | ● | ● | 5 |
| | 식생 피복면적 | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | 6 |
| | 전체 식생의 양 | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | 5 |
| 유지관리 | 식생 관리상태 | | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | 6 |
| | 식재 유도시설 관리상태 | | | ● | | | | | | ● | 2 |
| 기능성 | 경관미 기능 | | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | 6 |
| | 생태적 기능 | ● | ● | ● | | | | ● | | | 4 |
| | 설계목적 부합여부 | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | 5 |
| | 주변 환경과의 조화성 | | | ● | ● | | | | ● | ● | 4 |
| 종합적 만족도 | 벽면녹화 전체 만족도 | | | | ● | ● | ● | ● | | | 4 |
| 일반사항 | 성별, 연령, 거주기간 | - | | | | | | | | | |

①국토해양부・환경부(2006), ②국토해양부(2009), ③국토해양부(2012), ④김보람과 안동만(2012), ⑤김재필(2009) ⑥이원대(2000), ⑦박병준(2005), ⑧조화숙(2007), ⑨환경부(1998)

## 2.4. 면담조사

벽면녹화 기대피복율 검토를 위하여 벽면녹화 시공업체와 벽면녹화 수종 판매업체를 대상으로 면담조사를 실시하였다. 벽면녹화 시공업체와 벽면녹화 수종 판매업체는 2012년 10월에 방문 면담 및 전화면담을 실시하였다.

현장조사시 관찰조사만으로 현황파악이 어려운 경우 관리자 면담을 통하여 관리현황을 파악하였다.

현장조사 이후 제도적 개선안에 대한 전문가의 의견을 추가하기 위하여 2012년 10월~11월에 한국토지주택공사 친환경건축물 인증 심사위원과 전화면담을 실시하였다.

# Ⅳ. 연구 결과

## 1. 벽면녹화 현황 점검항목 및 세부점검사항 도출

### 1.1. 벽면녹화 현황 점검항목 도출

친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황조사를 위한 점검항목 도출을 위하여 1)벽면녹화 조성지침 및 기준, 2)벽면녹화 평가에 관한 관련연구를 검토하였다.

#### 1) 벽면녹화 조성지침 및 기준 검토

벽면녹화 재인증 평가항목 도출을 위하여 벽면녹화 조성시 갖추어야 하는 기본요건을 파악하고자 벽면녹화 관련지침 및 기준을 검토하였다.

벽면녹화 조성과 관련한 국내지침 및 기준은 도시 건축물 입면녹화 지침(환경부, 1998), 조경기준(국토해양부, 2009), 조경설계기준(국토해양부, 2009), 생태면적률 적용지침 개정(안)(환경부, 2011), 건축물 녹화 설계기준(국토해양부, 2012)이 있다. 관련지침 및 기준에 나타난 벽면녹화 조성시 고려사항은 <표 Ⅳ-1>과 같다. 벽면녹화 조성시 고려사항은 식생피복율을 높이기 위하여 식생생육에 적합한 환경을 조성 하는데 그 목적이 있다.

표 Ⅳ-1. 벽면녹화 조성지침 및 기준 검토

| 구 분 | 내 용 | | 도출항목 | 근거조항 |
|---|---|---|---|---|
| 환경부(1998) 도시 건축물 입면녹화 지침 | 녹화대상 공간 | • 향에 따른 수종 고려: 남쪽벽면은 낙엽성 식물, 북쪽·서쪽·동쪽벽면은 상록성 식물 | 향에 따른 수종 고려 | Ⅳ. 입면 녹화방법 |
| | 건축물 표면상태 | • 금속류, 콘크리트 등을 재료로 하는 입면, 열흡수율이 높은 흑색계통의 입면은 식물생장 환경에 적합하지 않음<br>• 타일로 된 벽면이나 금속재 방음벽과 같이 표면이 매끄러운 경우 흡착형 덩굴식물은 적절하지 않으므로 등반보조재 활용<br>• 흡착형 덩굴식물 중 부착근형 식물의 경우 입면에 틈이 있고 습도가 충분해야 함 | 건축물 표면재료 및 상태 확인 | |
| | 식재기반 | • 입면 기부에 식물을 식재할 토양공간 필요<br>• 식재공간이 충분하지 않을 경우 식재용기를 설치하거나 인공 식재기반 조성 | 충분한 식재공간 확보상태 확인 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 토양상태 | • 건축폐자재 등 협잡물이 혼합되거나 과도하게 굳어져 있는 경우가 많으므로 토양상태 확인 | 토양상태 확인 | |
| | 관수·배수 | • 식재기반 여건에 따른 관수 빈도 및 배수 고려 | 식재기반 여건 확인 | |
| | 식재간격 | • 일반적으로 0.5m~2m<br>(담쟁이덩굴 1m, 줄사철나무 0.5m)<br>• 빠른 피복 원할 경우 간격조절 | 식재간격 기준 | |
| | 식재공간 넓이 | • 입면기부에 덩굴식물을 식재하는 경우<br>: 깊이 30~50cm, 폭 30cm<br>• 입면에서 15cm 정도의 간격을 띄고 심어 식물의 뿌리가 바깥쪽으로 뻗도록 유도 | 식재공간 기준 | |
| | 등반보조재 규격 | • 일반적인 격자간격: 30~40cm<br>• 작은 그물망(10cm×10cm): 으름덩굴, 사위질빵, 마삭줄, 헤데라류, 멀꿀 등<br>• 큰 그물망(40cm×40cm): 등나무류, 포도 등<br>• 노박덩굴은 그물망 크기에 관계 없음 | 등반보조재 규격에 따른 식재 | |
| | 관리여건 | • 전정 및 제초, 시비, 관수, 갱신 등 사후관리를 위해 일정기간 동안 관리인력을 확보하여야 함<br>• 사후관리 인력확보가 어려울 경우 비교적 관리가 쉬운 식물 및 기법을 선정하여 시공 | 사후관리 요소 | |
| 국토해양부 (2009)[a] 조경기준 | 인공지반 식재 | • 고열, 바람, 건조 및 일시적 과습 등 열악한 환경에서도 건강하게 자랄 수 있는 식물종 선정<br>• 해당 토심에 적합한 식물종 식재(전문가 자문) | 식재수종 고려사항 | 제4장 제13조 |
| | 구조적 안전 | • 지반은 수목 토양 및 배수시설 등이 건축물 구조에 지장이 없도록 설치 | 구조적 안전사항 | 제4장 제14조 |
| | 식재 토심 | • 식재 토심은 배수층 두께를 제외한 다음 30cm 이상, 인공토양 사용 시 20cm 이상 | 식재 토심 기준 | 제4장 제15조 |
| | 유지관리 | • 수목 생육을 위하여 필요한 가지치기, 비료 주기 및 물주기 등 유지관리 실시 | 유지관리 사항 | 제4장 제18조 |
| 국토해양부 (2009)[b] 조경설계기준 | 토양 | • 인공지반 건조현상을 방지하기 위하여 토성적으로 보수성이 좋은 토양재료 사용<br>• 배수성 좋고, 물리적으로 경량인 토양재 사용<br>• 원활한 식재생육을 위해 수목지지력과 수목뿌리의 활착력이 좋은 토양재료 사용 | 토양품질 | 제26장 26.2 재료 |
| | 식물 | 관상성 | • 수형, 빛깔, 질감, 기호에 합치한 식물 | 식재수종 고려사항 |
| | | 합목적성 | • 녹화 목적으로 합치한 식물 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 환경적성 | • 환경적 제약에 견디는 식물 | | |
| | | 생육특성 | • 수형, 이식, 생육정도 등 | | |
| | | 관리성 | • 병충해, 전정 등 유지관리 | | |
| | | 사회성 | • 건물 및 주변 환경과의 조화 | | |
| | | 기타 | • 기후, 토양 등 생물환경에 알맞은 종<br>• 교란 위험 있는 외래종 가급적 지양<br>• 식물재료의 계절적 특성, 수형 및 크기변화 등 하중 검토<br>• 각 식물재료의 특성 고려<br>• 건조, 공해, 병충해에 강하고, 유지관리 용이한 종 선정 | | |
| | | • 수목 형태, 생육상태 양호한 종<br>• 유효토양 깊이, 바람 및 태양광선에 대한 노출정도, 주위 인공구조물에 의한 그늘정도, 수목 종류, 규격 및 하중 고려 | | 식물품질 | |
| 환경부(2011) 생태면적률 적용지침 개정 | 등반 보조재 | • 등반형 벽면녹화의 경우 등반식물 식재공간 확보 및 등반보조재 시설 확보 필수 | | 시설물 확보여부 | Ⅲ. 공간 유형별 판단 기준 및 관련지침 |
| | 구조적 안정성 | • 줄기가 10cm이상으로 굵어지는 덩굴류는 벽면녹화 소재로 사용하면 안 됨 | | 줄기 굵기 규제 | |
| 국토해양부 (2012) 건축물 녹화 설계기준 | 구조체 안전성 | • 모르타르로 마감처리 된 구조체의 벽면이나 벽돌, 외장타일 등으로 마감되어진 외벽 등에 시공할 경우 외벽의 균열과 이음매의 연결 부분 등을 우선점검, 보완, 보수한 뒤 시공 | | 건축물 외벽 점검사항 | PART Ⅱ. 1. 기술적 고려사항 |
| | 배수 안정성 | • 토양에서 유출한 수분은 건물 벽체를 오염시키므로 충분한 배수 및 통기성 확보 | | 배수 및 통기성 확보 | |
| | 등반보조재 요구성능 | • 수직, 수평 하중 고려<br>• 겨울철 결빙현상으로 인한 식재기반 무게 상승 및 부피팽창, 식물의 고사 등에 관하여 반드시 고려<br>• 빗물로 인한 부식, 바람 등의 충격에 견딜 수 있는 일정 강도가 요구됨 | | 등반보조재 점검사항 | |
| | 유지관리 | • 배수설비, 방수/방근층, 관수시설, 토양상태, 구조체 균열 및 외장재 탈락 점검<br>• 녹화보조재 정기점검 | | 물리적 환경 점검사항 | PART Ⅲ. 2. 녹화 시설관리 |
| | | • 전지・전정을 통해 바람통로 확보<br>• 병충해 관리<br>• 고사 식물 보수 | | 수목관리 점검사항 | PART Ⅲ. 3. 식재 관 리 |

### 2) 벽면녹화 평가에 관한 관련연구 검토

벽면녹화 평가 항목은 벽면녹화구역 현황(식물종류, 벽면종류, 녹화유형), 식생 생장 환경(토양의 화학성, 비료, 광, 물), 식생 생장 및 생육 상태, 유지관리상태 평가 항목이 있다(노승무 외, 2003; 엄태술, 2009). 국내 연구에서는 주로 식생 생장 상태 조사를 통한 벽면녹화구역 현황과 문제점을 파악하였다. 국외의 경우 벽면녹화 효과에 관한 평가(Sheweka, 2012)와 기술, 비용, 관리정보제공, 조성지원, 위해적 측면까지 다루고 있다(Wong et al., 2010).

표 Ⅳ-2. 벽면녹화 사후평가에 관한 연구

| 연구 및 지침 | 평가항목 | 평가방법 및 고려사항 |
|---|---|---|
| 노승무 외 (2003) | 벽면종류 | • 벽면종류 구분 기재 |
| | 식물종류 | • 식물종류 구분 기재 |
| | 식재지반 | • 실제 흙이 채워진 넓이와 높이를 실측<br>• 각 지역별 평균 5개소 이상 토양을 채취하여 토양의 화학성을 분석하여 토양과 식물 생장관계 조사 |
| | 생장환경 | • 온도, 습도는 벽면녹화지역 주변과 벽면을 각각 3회 반복 측정하여 산술평균을 적용하고, 광은 각각 10회 측정하여 산술평균 |
| | 관리상태 | • 관수, 시비, 전정, 병해충방제 등을 관찰한 결과와 벽면녹화 지역 인근주민 면담을 통하여 조사 |
| | 식물생장상태 | • 벽면녹화 식물의 종류, 년생, 초장, 초폭, 지제부직경, 관수, 시비, 전정, 병충해 등 조사<br>• 초장과 초폭은 가장 큰 것 측정, 엽장과 엽폭은 중위엽을 기준으로 하여 3최 측정 후 산술평균값 적용<br>• 지제부직경은 0.05mm까지 측정 가능한 calliper 사용 |
| 엄태술(2009) | 식물생육, 녹화기법 환경여건, 유지관리 | • 현장조사, 실측, 만족도조사 |
| Wong et al. (2010) | 기술적 측면 | • 식생이 생장하면서 건물외벽에 해가 되지 않는가?<br>• 벽면녹화가 건물구조 및 하중에 영향을 주지 않는가? |
| | 비용적 측면 | • 벽면녹화 조성시 많은 비용이 들어가지 않는가?<br>• 벽면녹화 유지관리에 많은 비용이 소요되지 않은가? |
| | 관리정보적 측면 | • 벽면녹화에 관한 기술적 정보(비용, 디자인, 수명)가 충분한가?<br>• 벽면녹화 유지관리에 관한 정보가 부족하지 않은가?<br>• 벽면녹화의 기능과 효과에 대한 정보가 부족하지 않은가? |
| | 지원적 측면 | • 벽면녹화 조성을 위한 보조금이 부족하지 않은가? |
| | 위해적 측면 | • 벽면녹화가 병해충 및 원치 않은 동물을 유인하지 않는가?<br>• 벽면녹화가 물웅덩이나 모기를 발생시키지 않는가? |
| Sheweka (2012) | 온도저감 | • LAI, 잎의 특성(각도, 두께, 부피밀도, 수분함수량, 색상) |
| | 그늘과 단열 | • LAI |
| | 증발냉각 | • 수종, 기후, 풍향, 풍속, 습도 |
| | 바람의 변화 | • 풍향, 풍속 |

### 3) 벽면녹화 현황 점검항목 도출

친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황파악을 위한 점검항목 도출을 위하여 다음의 내용을 살펴보았다. 먼저, 벽면녹화 조성지침 및 기준을 중심으로 벽면녹화 식생생육에 필요한 기본 요건을 검토하였고, 벽면녹화 평가에 관한 관련연구 검토를 통하여 벽면녹화 구역 조성 후 현황파악을 위한 점검사항에 대하여 살펴보았다. 검토를 통하여 도출한 벽면녹화 현황 점검항목은 <표 Ⅳ-3>과 같다.

표 Ⅳ-3. 벽면녹화 현황 점검항목

| 구분 | 점검항목 | 도출근거 | | | | | | | | | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | |
| 일반현황 | 녹화유형 | | | ● | | ● | ● | ● | | | 4 |
| | 식물종류 | | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | 6 |
| | 벽면표면재료 및 상태 | | | ● | ● | | ● | ● | | | 4 |
| | 입면 향(向) | | | ● | | | ● | | | | 2 |
| 식생 생육상태 | 피복율 | | | ● | ● | ● | ● | | | | 4 |
| | 병충해 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | 7 |
| | 고사식물 | | | ● | | ● | | ● | | | 3 |
| | 전지・전정 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | 7 |
| 녹화시설 | 등반보조재 상태 | | | ● | | | ● | ● | ● | | 4 |
| | 등반보조재 하중한계 | | ● | ● | | | ● | ● | ● | | 5 |
| 식재환경 | 식재 간격 | | | ● | | | ● | | | | 2 |
| | 식재기반 확보 상태 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | 7 |
| | 토양상태 | | | ● | | ● | ● | ● | | | 4 |
| | 관수・배수 | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | 6 |

①국토해양부(2009)[a] 조경기준. 국토해양부 고시 제 2009-905호.

②국토해양부(2009)[b] 조경설계기준.

③국토해양부(2012) 건축물 녹화 설계기준. 국토해양부 공고 제 2012-544호.

④노승무 외(2003) 서울시내 벽면녹화지역 식물생장 및 환경분석 연구. 화훼연구 11(2): 159-165.

⑤엄태술(2009) 벽면녹화 실태조사를 통한 피복 개선방안 연구. 한경대학교 석사학위논문.

⑥환경부(1998) 도시 건축물 입면(立面)녹화 지침. 환경부 자연보전국.

⑦환경부(2011) 생태면적률 적용지침 개정안. 환경부 자연정책과.

⑧Wong, N. H. et al.(2010) Perception Studies of Vertical Greenery Systems in Singapore. Urban Planning and Development 136(4): 330-338.

⑨Sheweka, S. M. and Mohamed N. M.(2012) Green Facades as a New Sustainable Approach. Energy Procedia 18: 507-520.

## 1.2. 벽면녹화 현황 세부점검사항 도출

벽면녹화 현황 점검항목에 따른 세부점검사항은 다음과 같다. 각 점검항목별 세부점검사항은 관련기준 및 지침, 문헌고찰, 관련업체 면담을 통하여 그 근거를 마련하였다.

### 1) 벽면녹화 일반현황

#### (1) 녹화유형

벽면녹화 구역을 계획 및 설계함에 있어 녹화공간의 특성을 충분히 파악하여 적절한 녹화유형을 선택하는 것이 중요하며, 녹화유형을 파악하여 그에 맞는 적절한 관리를 수행하여야 한다(국토해양부, 2012). 따라서 현장조사시 어떠한 녹화유형이 적용되었는지 파악한다.

#### (2) 식재수종

벽면녹화 식재수종은 각 벽면녹화공법에 따라 적합한 식물을 식재하여야 하고, 각 수종별 특성을 고려하여 식재하여야 한다(국토해양부, 2012). 우선적으로 고려하여야 하는 수종은 환경적 제약에 잘 견디는 수종을 식재하여야 하며, 건물 및 주변 환경과 조화를 이룰 수 있는 수종을 식재하여야 한다. 또한 수종에 따른 생장속도에 차이가 있으므로 어떠한 수종이 식재되었는지 파악하여야 한다(환경부, 1998).

#### (3) 벽면표면재료 및 상태

식생이 벽면에 부착하여 생장하는 벽면녹화 유형의 경우 입면의 표면색상이나 재질과 같은 요소들을 고려하여 건물 입면이 덩굴식물이 생장하기에 적합한 환경인가에 대한 검토가 필요하다(환경부, 1998). 건물 외벽이 덩굴식물의 생육환경에 적합하지 않을 경우 벽면녹화 보조시설을 적용하고 적합한 고정방식을 고려하여 구조적 안정성을 확보하여야 한다(국토해양부, 2012).

#### (4) 입면 향(向)

벽면녹화는 건물 외벽에 설치하기 때문에 방위가 한정된다. 일정한 방향에서의 일사와 바람은 식물생육의 제한요인이 되며, 식물생육에 적합한 녹화공간조성이 곤란하므로 입면의 향(向)에 따른 설치방향 및 주변환경을 고려하여 식물을 선택하고 식재하여야 한다(국토해양부, 2012).

### 2) 식생 생육 상태

#### (1) 피복율

친환경건축물 재인증 평가는 본인증 후 5년 뒤에 실시하기 때문에 구역 조성 후 5년간의 기대피복율 검토를 위하여 벽면녹화 조성시 초기 식생 규격과 벽면녹화 대표 수종의 연간신장량을 살펴보았다.

#### 가. 벽면녹화 조성시 초기 식생 규격

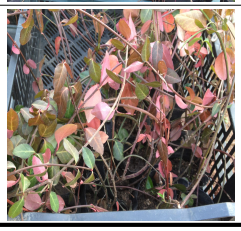
벽면녹화 조성시 초기 식생규격 조사를 위하여 한국조경수협회와 (사)한국물가정보 기준에 따른 덩굴식물 시장 유통 규격을 조사하고, 덩굴식물 판매 업체 면담을 실시하였다. 덩굴성 식물의 경우 시장 유통 규격품은 9cm 포트(pot), 초장 30cm, 맹아 3개가 일반적이다(한설그린, 2006). 덩굴식물 판매업체에서 취급하고 있는 덩굴식물 품목을 토대로 한국조경수협회와 (사)한국물가정보 기준에 따른 덩굴식물 시장 유통 규격을 조사하였다(표 Ⅳ-4). 덩굴식물 규격은 포트에 담겨진 원형 상태에서

표 Ⅳ-4. 덩굴식물 시장 유통 규격

| 품명 | 규격 | 단위 |
|---|---|---|
| 능소화 | L1.0 × R1 | 본 |
| | L1.0 × R2 | |
| | L1.0 × R4 | |
| | L1.0 × R6 | |
| 담쟁이 | 8cm(L=0.3m) | |
| 으름 | 10cm | |
| 송악 | 8cm(L=0.3m) | |
| 마삭줄 | 8cm(L=0.3m) | |
| 인동 | 8cm(L=0.3m) | |
| 줄사철 | 8cm(L=0.3m) | |
| | 8cm(L=0.6m) | |
| | 8cm(L=1.0m) | |

자료: 한국조경수협회(2011), (사)한국물가정보 홈페이지(http://www.kpi.or.kr).

표 Ⅳ-5. 초기 식생규격에 관한 관련업체 면담결과

| 품명 | 사진 | 초기 식생규격 | 면담 내용 | 면담 업체 |
|---|---|---|---|---|
| 담쟁이 | | 직경 8~9cm pot | 식재이후 활착하면 빠르게 생장하는 종. 생장 이후 부착근을 떼어내고 판매할 수 없으므로 생장에 유의. | 1), 2), 3), 4), 6), 7) |
| 능소화 | | 삽목 년생으로 구분하여 판매. | 3~7월 사이에 삽목, 1년생은 2m이상 자라지만 너무 높이 자라면 판매에 제약이 있음. | 1), 2), 3), 4), 5), 6), 7) |
| 으름 | | 직경 10cm Pot | 판매를 위하여 너무 많이 자라지 않도록 생육 지양. | 5), 6), 7) |
| 송악 | | 직경 8~9cm pot | 생장 이후 부착근을 떼어내고 판매할 수 없으므로 생장에 유의. | 2), 4), 6) |
| 마삭줄 | | 직경 8~9cm pot | 생장 이후 부착근을 떼어내고 판매할 수 없으므로 생장에 유의. | 4), 6) |
| 인동 | | 직경 8~9cm pot | 작은 화분 규격으로 판매. 벽면녹화 이외에도 관상용 화분으로도 생육 가능. | 2) |
| 줄사철 |  | 직경 8~9cm pot | 판매를 위하여 많이 생장하지 않도록 관리. | 1) |

1)K종묘사, 2)Y종묘사, 3)S농원, 4)B농원, 5)K농원, 6)G농원, 7)P농원
사진: 김보람(2012)

내경을 잰 ㎝로 표기하며, 식물이 포트에 담겨진 상태에서 뿌리 활착이 되고 병충해가 없는 재배품을 기준으로 한다.

판매용 덩굴식물 조사를 위하여 2012년 10월 서울특별시 양재화훼단지 내에 위치한 종묘사 2곳을 방문 면담하고, 덩굴식물 취급 농원 5곳을 전화 면담하였다. 각 판매업체별 취급 수종 및 면담내용은 <표 Ⅳ-5>와 같다.

벽면녹화 식재수종 판매업체 면담결과 판매업체에서 주로 취급하는 덩굴식물 수종은 담쟁이, 능소화, 으름, 송악, 마삭줄, 인동, 줄사철 7가지 종류였다. 담쟁이, 송악, 마삭줄, 줄사철은 흡착형 식물이므로 생장 후 부착근을 떼어 판매할 수 없기 때문에 많이 자라지 않도록 유의해야 하며, 직경 8~9cm규격 포트로 판매한다. 면담결과 인동, 으름은 감기형 식물로 등반기관 없이 식재 후 등반보조재 등을 나선형으로 감아 올라가는 식물이기 때문에 감기형 식물 또한 판매 전에 너무 많이 생장하지 않도록 유의해야 한다고 하였다. 인동은 작은 화분 규격으로도 판매하며 벽면녹화 이외에도 관상용 화분으로도 생육이 가능하다. 능소화는 년생으로 구분하여 판매하는데 이는 설계 및 시공자의 요구에 따라 다르다. 판매업체 면담 결과, 1년에 2m정도 생장하나 너무 높이 자라면 판매에 제약이 있으므로 과도한 생장에 유의해야 한다고 하였다.

### 나. 벽면녹화 대표 수종 연간신장량

벽면을 덩굴식물로 녹화하는 경우 그 규모에 따라 녹화 대상면이 몇 년 만에 피복 가능한가를 예측하기 위하여 식물의 연간신장량을 고려하여 식재수종을 선정하여야 한다(환경부, 1998). 식물은 자체 고유의 생장한계고도를 가지므로 벽면녹화 수종별 식생 기대피복율 예측을 위하여 초기 식생 규격과 벽면녹화 대표 수종별 식생 생장률을 조사하였다. 피복율 예측 기준이 되는 것은 덩굴식물의 연간신장량이다. 덩굴식물의 연간신장량은 생육조건, 환경조건에 따라서 다르지만, 주요 덩굴식물에 대해서는 각종 조사와 실험에서 대체적인 연간신장량이 밝혀졌다. 이들의 수치를 기초로 어느 정도 규모의 벽면에 어떤 종류의 식물을 사용하여 녹화를 하면 몇 년 정도에 전면피복이 가능한가를 대체로 예측할 수 있다(김광호, 2004).

녹화식물은 생육조건, 환경조건에 따라 생육성이 다르지만 담쟁이덩굴, 인동, 등나무류, 노박덩굴 등의 덩굴성식물은 일반적으로 연간신장량이 매우크며, 모람, 마삭줄, 줄사철나무 등은 연간신장량이 작다. 담쟁이덩굴, 인동, 등나무, 멀꿀, 으름덩굴

등은 5m정도의 벽면이면 2~3년 내에 전면피복이 가능하며, 모람, 마삭줄, 줄사철나무 등은 4~5년이 소요된다(환경부, 1998).

일반적으로 덩굴성 식물의 경우 토양의 양이 충분하며, 강풍이 부는 지역이 아니고 수분이 적당하다면 연간 생장량은 식재 첫 해에 1m정도, 2년째 이후에는 연간 1.5~2m정도의 신장률을 기대할 수 있다. 녹화용 식물의 볼륨이 작으면 빈약해 보이고, 너무 크면 안정적인 느낌을 주는 반면 보기 흉한 느낌을 초래한다. 볼륨의 과부족은 피복면적과 피복두께 모두를 생각할 필요가 있다. 양적인 균형과 함께 녹의 질에도 빈틈없는 배려가 바람직하다(한설그린, 2006).

한국도로공사(1998)는 벽면녹화용 덩굴식물에 대한 파종 번식 시험과 삽목 번식 시험, 생장시험을 실시하였다[4]. 파종 번식 시험 결과 60%이상의 우수한 발아율을 보인 수종은 등나무, 인동덩굴, 담쟁이덩굴, 계요등, 노박덩굴 등 5종이었고 40%이상의 비교적 좋은 발아율을 보인 수종은 국화으아리, 으아리 등 2종이었다. 등칡은 30%로 발아율이 약간 저조했고, 오미자와 으름덩굴은 발아하지 않았다. 삽목번식 시험결과 60%이상의 높은 발근율을 보인 수종은 마삭줄, 미국담쟁이, 민마삭줄, 남오미자, 송악, 줄사철, 털마삭줄, 노랑무의인동, 백화등, 금빛줄사철 등 10종으로 나타났다. 40%이상의 비교적 좋은 발근율을 보인 수종으로는 머루, 붉은인동, 능소화 등 3종이었다. 종덩굴, 보리장나무 등은 발근율이 너무 저조하였고 실거리나무와 백화미단은 발아하지 않아 파종으로 번식시키는 것이 효과적일 것으로 보인다.

노승무(2003)는 2002년 6월부터 9월까지 덩굴식물의 벽면등반 및 피복도 시험을 실시하였다. 실험결과 초기 생장량은 능소화가 총 207.4cm로 가장 많이 생장하였고, 담쟁이는 135.6cm 생장하였다. 줄사철(68.2cm)과 송악(47.5cm)은 생장량이 비교적 저조하였다. 피복율은 능소화가 가장 높았고 줄사철이 가장 낮았다.

김광호(2004)는 '송악류(*Hedera spp.*)를 활용한 벽면녹화공법에 관한 연구'에서 연간신장량이 큰 담쟁이, 인동덩굴, 등나무류, 노박덩굴, 키위, 능소화류, 미국담쟁이 등은 높이 5m정도의 벽면이면 묘목을 식재하고 만 2년 경과 시 전면피복이 가능하고, 높이 10m정도의 벽면도 3~4년만에 전면피복이 가능하다고 하였다. 헤데라류, 멀꿀, 으름덩굴 등은 높이 5m벽면은 3년이면 전면피복이 가능하고, 비교적 덩굴의 연간신장량이 적은 왕모람, 남오미자, 줄사철나무 등은 전면피복에 4년정도 소요된

4) 씨앗을 확보한 수종은 파종 번식 시험을 실시하고 씨앗을 확보하지 못한 종은 삽목 번식 시험을 실시하였다.

다고 하였다.

김세창과 박봉주(2011)는 2011년 5월 충북대학교 부속농장 옥상 벽면에 찔레(Rosa multiflora), 송악(Hedera japonica), 담쟁이덩굴(Parthenocissus tricuspidata), 붉은인동(Lonicera sempervirens L.), 으름덩굴(Akebia quinata), 댕댕이덩굴(Cocculus trilobus), 인동덩굴(Lonicera japonica) 등 총 7종의 식물을 3주씩 3반복으로 식재하여 각 수종의 생육반응을 실험하였다. 초장 생육변화량은 댕댕이덩굴(136.2㎜) > 담쟁이덩굴(105.6㎜) > 으름덩굴(99.8㎜) > 송악(96.8㎜) = 인동덩굴(96.8㎜) > 붉은인동(75.7㎜) > 찔레(69.8㎜)의 순으로 나타나 댕댕이덩굴과 담쟁이덩굴이 비교적 초장생장이 빠른 것으로 나타났다. 피복율은 댕댕이덩굴(4.4%) > 찔레(3.6%) = 송악(3.6%) > 붉은인동(3.2%) > 인동덩굴(2.4%) > 으름덩굴(1.6%) > 담쟁이덩굴(1.4%)로 각 공시식물 모두 낮은 값을 보였다.

수종별 식생 생장률을 검토한 결과 담쟁이덩굴, 인동, 등나무, 노박덩굴, 능소화와 같이 생장이 빠른 수종은 5년이면 10m 높이 벽면 전면피복이 가능하다. 줄사철, 마삭줄, 줄사철, 으름덩굴, 멀꿀, 모람, 오미자와 같이 생장량이 중간인 수종은 5년이면 5m 높이 벽면 전면피복이 가능하다. 그 외 덩굴 식물은 식재 첫해에 평균 1m 생장하고 2년 이후 평균 생장량이 연간 약 1.5~2m이다(표 Ⅳ-6).

표 Ⅳ-6. 식생생장량 검토 결과 비교

| 구분 | 수종 | 생장량 | 생장기간 |
|---|---|---|---|
| 생장량이 많은 수종 | 담쟁이덩굴, 인동, 등나무, 노박덩굴, 능소화, 송악류 | 10m 높이 벽면 전면피복 가능 | 5년 |
| 생장량이 중간인 수종 | 줄사철, 마삭줄, 으름덩굴, 멀꿀, 모람, 오미자 | 5m 높이 벽면 전면피복 가능 | |
| 기타 | 그 외 덩굴식물 | 약 1m<br>연간 약 1.5~2m | 식재첫해<br>2년이후 |

### (2) 병충해

병충해가 발생할 경우 방제가 곤란한 경우가 많기 때문에 조기에 발견하여 대처하는 것이 중요하다. 대부분의 병충해는 발병부위가 치료되는 것이 아니므로 대처는 피해의 최소화가 목적이 된다(한설그린, 2006). 병충해는 기온이 높고 강우가 계

속되는 장마철에 가장 유의하여야 한다. 병충해 발생 식물을 방치할 경우 병충해 종류와 발생 시기에 따라 경미한 피해로 끝나지 않는 경우가 많으며, 녹화 미관을 빠르게 해치거나 고사의 위험이 있다. 병충해 관리는 예방이 최우선이며, 병충해가 발생한 경우에는 즉시 발생한 병충해의 특징을 파악하고 그에 따른 적절한 살균소독 및 제거 작업이 필요하다(국토해양부, 2012). 이를 위하여 현황조사시 병충해 발생 유무를 확인한다. 각 수종별 주요 병충해와 방제방법은 <표 Ⅳ-7>과 같다.

표 Ⅳ-7. 수종별 주요 병충해와 방제방법

| 구분 | 병충해 | 방제법 |
|---|---|---|
| 능소화 | 흰가루병 | 톱신 1,000배액 살포 |
| | 흰불나방 | 디프수화제 1,000배액 살포 |
| 담쟁이 | 박각시나방 유충 | 마라톤유제나 디프테렉스유제 살포 |
| | 깍지벌레 | 통풍과 채광에 유의 |
| 으름 | 선녀벌레, 진딧물, 으름덩굴잎나방 | 약제 스미치온 1,000배액, 마라치온 1,000배액 살포 |
| 송악 | 그을음병 | 기계유유제 16~24배액 살포(겨울) |
| | 깍지벌레 | 메치온(수프라사이드), 메프(스미치온) 등 살포 |
| 마삭줄 | 진딧물 | 메타시스톡스 유제 살포 |
| | 깍지벌레 | 소량일 경우 손으로 없앰 |
| 인동 | 줄나비, 굵은 줄나비 | D.D.V.P 1,000배액 살포 |
| 줄사철 | 버드나무얼룩가지나방 | 카르호스유제 1,000~2,000배액 살포 |
| | 깍지벌레 | 메치온(수프라사이드)유제 1주 간격으로 2~3회 살포 |

자료: 이광만(2010), 한국조경수협회(2011)

### (3) 고사식물

건축물 녹화는 다양한 환경압으로 지상식재에 비하여 양호한 생육이 이루어지지

못해 식물이 고사하는 경우가 발생한다. 식물이 고사하였을 때에는 빨리 제거함과 동시에 원인을 규명하고, 해결책을 찾은 뒤 새로운 식물로 보식한다. 그 원인이 수종에 있을 경우에는 수종을 변경한다. 밀식되어 있는 국소지역에서 상대적으로 생육이 약한 식물이 고사하는 경우에는 공간을 넓혀 주거나 보식하지 않고 다른 식물이 생장할 수 있도록 토양을 다시 채워주는 것이 바람직하다(국토해양부, 2012). 적절한 생육환경 조성과 식생피복율을 높이기 위하여 고사식물 발생 유무를 확인한다.

#### (4) 전지・전정

식물이 지나치게 성장하여 하중이 증가하는 현상은 구조적으로 바람직하지 못하므로 전지・전정관리를 하여야한다. 식물의 밀식으로 풍압에 인한 문제 발생이 예상되는 경우 전지・전정을 통하여 바람통로를 확보해준다(국토해양부, 2012). 또한 식생이 과도하게 생장하였을 경우 창문을 통하여 건물내부로 벌레가 들어오거나 경관확보 등에 문제가 발생한다. 이를 위하여 창문에 식물이 부착되지 않도록 식물을 유도하고 전지・전정하여야 한다(환경부, 1998).

### 3) 녹화시설

#### (1) 등반보조재 상태

일반적인 등반보조재 소재는 스테인리스, 알루미늄 등 부식에 강한 소재나 비닐소재로 코팅된 금속계 소재가 사용된다. 등반보조재에 사용되는 소재는 빗물에 노출되기 때문에 그로 인하여 발생하는 부식, 바람 등의 충격에 견딜 수 있는 일정 강도가 요구된다(국토해양부, 2012). 등반보조재는 벽면녹화 조성시 수직면의 식물 피복을 용이하도록 도와주는 설비이므로 녹화 시공 이후 구조체의 균열 또는 외장재 탈락, 부식, 손상, 균열 유무를 확인하여 문제가 있는 경우 보수하여야 한다.

#### (2) 등반보조재 하중한계

등반보조재의 구조적 안정성은 지지구조와 계획한 식생에 맞추어 계획하여야 한다. 또한 식물이 지나치게 성장하여 하중이 증가하는 현상은 구조적으로 바람직하

지 못하므로 적절한 조치가 필요하다(국토해양부, 2012). 인공지반 조경에서 적용되는 설계하중으로는 고정하중, 적재하중, 적설하중, 풍하중 등이 있으며 각 하중에 따른 적절한 하중한계 검토가 필요하다. 식물재료의 중량은 식재후의 생장량을 고려하여 계산하여야 한다(국토해양부, 2009[b]). 따라서 현장조사 시 하중에 의한 등반 보조재 손상 유무를 확인한다.

### 4) 식재환경

#### (1) 식재간격

덩굴식물은 일반적으로 생육속도가 빠르고, 식물을 밀식하게 되면 영양분과 수분을 선점하기 위하여 경쟁하기 때문에 서로 생육이 나빠지게 된다. 한편, 너무 성기게 식재하면 횡방향으로 생장이 느린 덩굴식물은 충분한 피복율을 기대하기가 어려우므로 적절한 식재간격을 확보하여야 한다(국토해양부, 2012). 식물의 적절한 식재간격은 덩굴신장량에 따라 다르다. 일반적인 식재 간격은 0.5~2m가 적당하며 담쟁이덩굴은 1m 간격, 줄사철나무는 0.5m가 적당하다. 빠른 피복을 원할 경우 식재간격을 조절할 수 있다(환경부, 1998).

#### (2) 식재기반 확보 상태

벽면녹화는 입면이 위치하는 입지조건에 따라 입면의 기부에 식물을 식재할 토양공간이 존재하지 않거나 식재공간 확보가 어려운 경우가 있다. 이러한 공간에 녹화를 시도할 때에는 인공적으로 식재용기를 설치하거나 식재기반을 조성하여야 한다. 입면 기부에 덩굴식물을 식재하는 경우 깊이 30~50cm, 폭 30cm 정도의 식재기반을 확보하여야 한다(환경부, 1998).

#### (3) 토양상태

척박한 토양에서는 원활한 식생생장이 어려워 빠른 피복효과를 기대하기 힘들며, 토양이 과도하게 굳어있는 경우 배수가 더디고 생육에 부적합하다. 벽면녹화는 건물 입면의 기부 또는 상부에 식재공간을 만들기 때문에 자연지반 토양과 비교하였을 때 건조하기 쉬운 특징이 있다(환경부, 1998). 또한 토양 상태는 구조물 벽면의

기반이 되는 토양이기 때문에 협잡물이 혼합되거나 과도하게 굳어져 있는 경우가 많으므로 토양 상태의 확인이 필요하다(환경부, 1998).

토양경도는 토양경도계(Pentrometer)의 측정치를 기준으로 하며, 총 10곳의 위치에서 측정하여 산술평균한다(국토해양부, 2005). 토양경도는 견밀도로 판정하는데 견밀도 판정 기준은 <표 Ⅳ-8>과 같다. 토양 견밀도가 1.5㎏/㎠ 내외의 조건에서 식물생육이 지장을 받기 시작하고, 2.5㎏/㎠ 이상의 강한 견밀도를 보이는 지역의 식물은 식물생육에 부적합하여 일부 식물은 고사하기도 한다(이승우, 2007).

표 Ⅳ-8. 토양견밀도 판정 기준

| 구분 | 기준 | | |
|---|---|---|---|
| | 측정기 | 토립 결합력 | 단면 |
| 심송 | 0.5 미만 | 토립이 단독으로 분리되어 결합력이 없음 | 누르면 지두가 아주 잘 들어감 |
| 송 | 0.5~1.0 | 매우 연하여 약간의 외력에도 잘 부서짐 | 누르면 지두가 잘 들어감 |
| 연 | 1.0~1.5 | 비교적 단단하여 손으로 눌러서 부서짐 | 누르면 지흔이 생김 |
| 견 | 1.5~2.5 | 단단하여 힘을 가해야 부서짐 | 누르면 지흔이 겨우 생김 |
| 강견 | 2.5 이상 | 매우 단단하여 상당한 힘을 가해야 부서짐 | 눌러도 지흔이 생기지 않음 |

자료: 국립경주문화재연구소(2008)

### (4) 관수・배수

관수 및 배수는 식물생장에 중요한 요소가 되는데, 식재기반 여건에 따라 관수빈도 및 배수성이 달라진다. 우수를 이용할 수 있는 경우에는 관수설비를 별도로 설치할 필요가 없으나, 파이프 등을 활용하여 지속적으로 관수가 필요한 경우도 있다. 자연지반의 경우 특별한 배수설비가 필요하지 않으나, 인공지반의 경우에는 뿌리가 썩는 원인이 되므로 배수설비가 필요하다. 식재용기를 사용하는 경우 적당하게 구배를 두고 배수공을 설치하여야 한다(환경부, 1998).

### 5) 벽면녹화 현황 세부점검사항

벽면녹화 현황 점검항목에 대한 세부점검사항은 <표 Ⅳ-9>와 같다.

표 Ⅳ-9. 벽면녹화 현황 세부점검사항

| 구분 | 점검항목 | 세부점검사항 |
|---|---|---|
| 일반 현황 | 녹화유형 | 녹화유형 기재: 등반형, 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형, 패널형 |
| | 식물종류 | 식물종류 기재 |
| | 벽면표면재료 및 상태 | 벽면표면재료의 식생생장환경적합 여부: 표면색상, 표면재료종류, 외벽 균열 확인<br>(※식생이 벽면에 부착하여 생장하는 벽면녹화 유형의 경우만 해당) |
| | 입면 향(向) | 입면 향 및 향에 따른 수종식재 여부 확인 |
| 식생 생육 상태 | 피복율 | 식생피복율 확인 |
| | 병충해 | 병충해 발생 여부 확인 |
| | 고사식물 | 고사식물 발생 여부 확인 |
| | 전지·전정 | 전지·전정 여부 확인 |
| 녹화 시설 | 등반보조재 상태 | 등반보조재 부식, 탈착, 손상, 균열 여부 확인 |
| | 등반보조재 하중한계 | 하중에 따른 등반보조재 훼손 여부 확인 |
| 식재 환경 | 식재 간격 | 적정 식재간격 여부 확인: 50~200cm |
| | 식재기반 확보 상태 | 입면 기부에 식물을 식재할 토양공간 확보여부 확인: 깊이 30~50cm, 너비 30cm 이상 |
| | 토양상태 | 적정 토양경도 여부 확인: 1.5㎏/㎠ 미만(생육양호 기준) |
| | 관수·배수 | 관수·배수 방법 및 횟수 확인 |

## 2. 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황조사

### 2.1. 대상지 개요

현장조사 대상 단지는 총 7개 단지이며, 대상지 개요는 <표 Ⅳ-10>과 같다.

표 Ⅳ-10. 대상지 개요

| 대상단지 | | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 조사일시 | | 2012.10.14 | 2012.07.29 | 2012.08.12. | 2012.08.18. | 2012.08.18. | 2012.08.19. | 2012.08.19. |
| 위치 | | 경기도 안산시 | 경기도 화성시 | 경기도 김포시 | 서울특별시 은평구 | 서울특별시 은평구 | 서울특별시 은평구 | 서울특별시 은평구 |
| 본인증 | 인증일 | 2006.05.19 | 2008.02.25 | 2008.04.25 | 2008.06.12 | 2008.06.12 | 2008.06.12 | 2008.06.12 |
| | 유효기간 | 2006.05.19 ~2011.05.18 | 2008.02.25 ~2013.02.24 | 2008.04.25 ~2013.04.24 | 2008.06.12 ~2013.06.11 | 2008.06.12 ~2013.06.11 | 2008.06.12 ~2013.06.11 | 2008.06.12 ~2013.06.11 |
| 건축개요 | 대지면적 | 90,736.00㎡ | 56,476.00㎡ | 21,248.00㎡ | 27,242.80㎡ | 21,395.40㎡ | 27,322.20㎡ | 17,087.90㎡ |
| | 건축면적 | 10,837.26㎡ | 6,736.63㎡ | 3,056.54㎡ | 6,266.82㎡ | 4,646.66㎡ | 7,281.46㎡ | 4,113.71㎡ |
| | 연면적 | 220,726.04㎡ | 140,404.65㎡ | 52,885.45㎡ | 61,409.73㎡ | 54,153.36㎡ | 61,116.38㎡ | 32,345.29㎡ |
| | 건폐율 | 11.94% | 11.93% | 14.38% | 23.00% | 27.71% | 26.65% | 24.07% |
| | 용적율 | 198.31% | 179.93% | 192.45% | 149.51% | 177.47% | 166.15% | 139.27% |
| | 조경율 | 35.10% | 47.97% | 46.63% | 34.67% | 29.83% | 36.84% | 37.89% |
| | 세대수 | 1,312세대 | 727세대 | 360세대 | 318세대 | 379세대 | 335세대 | 208세대 |
| 벽면녹화 유형 | | 등반감기형 | 등반감기형 | 등반감기형 | 등반감기형 | 등반감기형 | 등반감기형 | 등반감기형 |
| 면담 대상자 | 직위 | 관리소장 | 관리소장 | 관리소장 | 관리소장 | 관리소장 | 관리소장 | 관리소장 |
| | 성별 | 남자 | 여자 | 여자 | 남자 | 남자 | 남자 | 남자 |
| 관리방식 | | 위탁관리 | 위탁관리 | 위탁관리 | 위탁관리 | 위탁관리 | 위탁관리 | 위탁관리 |

자료: 한국토지주택공사 토지주택연구원 홈페이지(http://huri.lh.or.kr/ecohouse/03_01_01.asp)

## 2.2. 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황

### 1) 벽면녹화 일반현황

#### (1) 녹화유형

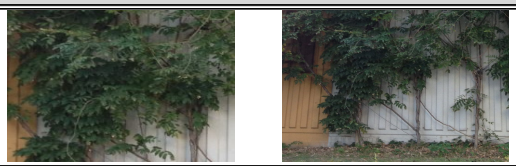
친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있는 벽면녹화 유형은 등반형, 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형, 패널형 세 가지이다(친환경건축물 인증기관협의회, 2011). 현장 조사 결과 7개 조사 대상지 모두 등반보조재를 활용한 등반형(등반감기형) 녹화를 실시하였다. 한국토지주택공사 친환경건축물 인증 심사위원 면담 결과 이는 등반형 녹화가 친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있는 벽면녹화 유형 중 가장 비용이 저렴하고 시공이 용이하기 때문인 것으로 나타났다.

그림 Ⅳ-1. 등반형 벽면녹화(F단지)

### (2) 식재수종

각 단지별 식재수종은 <표 Ⅳ-11>과 같다. 현장조사 결과, 벽면녹화 식재수종은 능소화, 담쟁이, 줄사철, 마삭줄, 인동 5가지 종이었다. 관련지침 및 기준에서는 단일수종 식재시 병충해가 생기기 쉬우므로 병충해 피해 최소화 및 경관미 향상 등을 고려하여 단일식재보다는 혼합식재를 권고하고 있다(환경부, 1998; 국토해양부, 2012). A단지를 제외한 나머지 6개 단지는 모두 혼합식재가 되어있었다. A단지 관계자 면담결과, 벽면녹화 구역 조성시 담쟁이와 능소화를 혼합식재하였으나 현재 담쟁이가 모두 고사하여 능소화만이 단일식재되어 있음을 확인할 수 있었다.

표 Ⅳ-11. 단지별 식재수종 현황

| 단지 | 식재수종 | 사진 |
|---|---|---|
| A단지 | 능소화 |  |
| B단지 | 담쟁이, 줄사철 | |
| C단지 | 담쟁이, 줄사철 | |
| D단지 | 능소화, 담쟁이, 줄사철, 마삭줄 | |
| E단지 | 능소화, 담쟁이, 줄사철, 마삭줄, 인동 | |
| F단지 | 능소화, 담쟁이, 줄사철, 마삭줄 | |
| G단지 | 능소화, 담쟁이, 줄사철, 마삭줄, 인동 | |

### (3) 벽면표면재료 및 상태

본 항목은 식생이 벽면에 부착하여 생장하는 부착형 벽면녹화 유형의 경우만 해당하나, 7개 단지 모두 벽면표면재료 및 상태와 관계없는 등반보조재를 이용한 등반형(등반감기형) 녹화유형을 적용하고 있었다.

### (4) 입면 향(向)

식생생육에 적합한 환경을 위하여 입면의 향에 따른 수종 식재에 대한 고려가 필요하지만, 7개 단지 모두 입면 향에 따른 수종의 고려 없이 모든 벽면녹화 구역에 일괄적인 수종을 식재하여 음지에 위치한 벽면은 양지에 위치한 벽면보다 저조한 피복율을 보이고 있었다.

피복율 조사 결과, A단지의 경우 단지 전체 벽면녹화 피복율은 23.21%였으나, 남동방향(SE) 입면의 평균 피복율은 33.33%로 단지 전체 평균보다 높게 나타났고 북서방향(NW) 입면의 피복율은 평균 13.78%로 단지 전체 평균보다 저조한 피복율을 보였다. 그러나 A단지 내 모든 벽면녹화 구역에 일괄적으로 능소화가 단일식재 되어 있었다. 나머지 6개 단지 또한 단지 내 모든 벽면녹화 구역에 같은 수종을 식재하여 7개 단지 모두 벽면녹화 구역 계획 시 입면 향에 따른 수종 식재에 대한 고려가 이루어지지 않았음을 알 수 있었다.

가. 남동방향(SE) 입면

나. 북서방향(NW) 입면

그림 Ⅳ-2. 입면 향(向)에 따른 피복율 차이(A단지)

### 2) 식생생육상태

#### (1) 피복율

각 단지별 평균 피복율은 <표 Ⅳ-12>와 같으며, 피복율은 단지 내 각 벽면의 피복율을 합산하여 산술평균하였다.

F단지 피복율은 82.62%로 7개 단지 중 가장 높았으며, A단지 피복율은 19.43%로 가장 낮은 피복율을 보였다. 각 단지별 피복율은 F단지(82.62%) > G단지(81.00%) > D단지(41.01) > B단지(35.76%) > E단지(33.93%) > A단지(23.21%) > C단지(19.43%) 순서로 나타났다. 각 단지에 식재된 수종의 연간신장량을 고려하면 모든 단지의 기대피복율은 50~100%이지만, F단지와 G단지를 제외하고 모두 50%이하의 피복율을 보였다.

표 Ⅳ-12. 각 단지별 벽면녹화 피복율

| 구분 | A단지 | B단지 | C단지 | D단지 | E단지 | F단지 | G단지 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 피복면적(㎡) | 146.30 | 124.27 | 121.68 | 34.47 | 93.28 | 71.38 | 38.88 |
| 조성구역면적(㎡) | 630.35 | 347.52 | 626.40 | 84.00 | 216.00 | 86.40 | 48.00 |
| 피복율(%) | 23.21 | 35.76 | 19.43 | 41.04 | 33.93 | 82.62 | 81.00 |

#### (2) 병충해

현장조사 결과, 7개 단지 중 3개 단지에서 병충해 피해를 확인하였다(그림 Ⅳ-3). B단지의 경우 담쟁이덩굴에 잎마름병과 깍지벌레에 의한 그을음병을 확인하였다. C단지와 G단지에서는 담쟁이덩굴에서 깍지벌레에 의한 그을음병이 발병한 것을 확인하였다. 병충해 발병 식물을 계속 방치할 경우 주변 식물에 전염 및 고사의 위험이 있으므로 적절한 초기 대응이 중요하다.

가. 잎마름병(담쟁이), B단지

나. 깍지벌레에 의한 그을음병(담쟁이), B단지

다. 깍지벌레에 의한 그을음병(담쟁이), C단지

라. 깍지벌레에 의한 그을음병(담쟁이), G단지

그림 Ⅳ-3. 병충해 발생 단지(B단지, C단지, G단지)

### (3) 고사식물

현장조사 결과 고사식물이 발생한 단지는 7개 단지 중 5개 단지였으며, 고사식물이 방치되어 보식되지 않고 있었다. 특히 A단지의 경우 단지 내 벽면녹화 구역에 식재된 담쟁이가 모두 고사하였으나 보식하지 않아 능소화만이 단일식재 되어있었다. 또한 고사식물을 보식하지 않아 전체 13개 벽면녹화 구역 중 9개 벽면의 식생이 전무하여 피복율이 0%였다.

| | |
|---|---|
| | |
| 가. 담쟁이 고사, A단지 | 나. 능소화 고사, A단지 |
| | |
| 다. 담쟁이 고사, B단지 | 라. 담쟁이 고사, C단지 |
| | |
| 마. 능소화 고사, D단지 | 바. 능소화 고사, E단지 |

그림 Ⅳ-4. 고사식물 발생 단지(A단지, B단지, C단지, D단지, E단지)

### (4) 전지・전정

현장조사 결과 전지・전정 상태가 불량한 단지는 4개 단지(A단지, E단지, F단지, G단지)로 A단지의 경우 식물이 밀식하여 하중에 문제가 발생하고 있음을 확인할 수 있었다. E단지, F단지, G단지의 경우 덩굴식물이 과도하게 생장하여 창문에 식물이 부착되어 전정과 유인 등의 관리가 필요한 것으로 나타났다.

가. A단지

나. E단지

다. F단지

라. G단지

그림 Ⅳ-5. 전지・전정 상태 불량 단지(A단지, E단지, F단지, G단지)

### 3) 녹화시설

#### (1) 등반보조재 상태

현장조사 결과 A단지와 B단지의 등반보조재 상태가 불량한 것으로 나타났다. A단지의 경우 13개 벽면녹화 조성 구역 모두 등반보조재 손상이 확인되었고, 그 중 3개 구역(23.08%)이 녹화유도용 와이어가 모두 탈락하여 식생이 생장할 수 있는 기반조차 조성되어 있지 않았다. B단지의 경우도 녹화유도용 와이어가 절단되어 있었는데, 관리자 면담결과 덩굴식물 전정과정에서 훼손되었으며 차후 보수할 예정임을 알 수 있었다.

가. A단지

나. B단지

그림 Ⅳ-6. 등반보조재 상태 불량 단지(A단지, B단지)

#### (2) 등반보조재 하중한계

현장조사 결과 7개 단지 중 1개 단지(A단지)에서 하중한계로 인한 등반보조재 손상을 확인하였다. A단지의 경우 능소화의 과도한 생장으로 인하여 녹화유도용 와이어가 끊어지고 모양이 변형되었음을 확인하였다. 식물의 과도한 생장 및 밀생은 식물의 자체하중 뿐 아니라 풍하중 또한 증가시키므로 전정작업을 통하여 하중을 경감시켜야 한다(국토해양부, 2012).

그림 Ⅳ-7. 등반보조재 하중한계 불량 단지(A단지)

### 4) 식재환경

#### (1) 식재간격

각 단지의 덩굴식물 식재간격은 <표 Ⅳ-13>과 같다. 관련지침(환경부, 1998)에서 권고하고 있는 적정 식재간격은 50~200cm로 현장조사 결과 모든 조사 대상 단지가 적정 식재간격을 확보하고 있는 것을 확인하였다.

표 Ⅳ-13. 단지별 덩굴식물 식재간격

| 구분 | 식재간격(cm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A단지 | B단지 | C단지 | D단지 | E단지 | F단지 | G단지 |
| 능소화 | 75 | – | – | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 담쟁이 | – | 80 | 70 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 줄사철 | – | 80 | 70 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 마삭줄 | – | – | – | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 인동 | – | – | – | – | 50 | – | 50 |

### (2) 식재기반 확보상태

식재기반 확보상태는 줄자와 50cm 쇠막대기를 이용하여 폭과 깊이를 실측하였다. 조사 결과 7개 대상지 모두 자연지반에 조성한 등반형 녹화유형으로, 환경부 지침(1998)에서 권고하고 있는 식재기반 공간 규격인 깊이 30cm, 폭 30cm를 확보하고 있는 것으로 나타났다.

### (3) 토양상태

토양상태는 토양의 견밀도를 측정하여 조사하였으며, 토양경도계(모델명: ELE International G-128-29-3729)를 이용하여 각 단지당 10곳의 측정결과를 산술평균하였다. 단지별 토양 견밀도 측정 결과는 <표 Ⅳ-14>와 같다.

측정 결과 토양 견밀도 수치는 A단지 > C단지 > B단지 > E단지 > D단지 > F단지 > G단지 순서로 나타났다. A단지의 토양 견밀도가 1.88kg/㎠로 가장 높았으며, G단지 토양 견밀도가 0.80kg/㎠로 가장 낮았다. 식물 생육이 지장을 받기 시작하는 토양 견밀도 수치는 1.50㎏/㎠ 내외로, 7개 단지 중 1개 단지(A단지)만이 생육에 부적합한 토양상태를 보였다.

표 Ⅳ-14. 단지별 토양 견밀도

| 구분 | A단지 | B단지 | C단지 | D단지 | E단지 | F단지 | G단지 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 토양 견밀도(kg/㎠) | 1.88 | 1.25 | 1.38 | 0.90 | 1.15 | 0.85 | 0.80 |

### (4) 관수・배수

7개 대상지 모두 자연지반에 조성한 등반형 녹화유형으로 별도의 관수・배수 설비가 필요하지 않았다. 관리자 면담조사 결과, 7개 대상지 모두 우수를 이용하는 관수를 실시하고 관리자의 판단에 의하여 비정기적으로 관수를 실시하고 있었다.

## 3. 거주후 평가(POE) 결과

### 3.1. 설문 응답자 특성

설문 응답자 특성은 <표 Ⅳ-15>와 같다. 조사 결과, 전체 210명 응답자 중 남성과 여성은 각각 91명(43.3%), 119명(56.7%)이었으며, 연령은 30대와 40대가 각각 62명(29.5%), 54명(25.7%)으로 가장 많은 비율을 차지하였다. 인증 단지 거주기간은 4년 이상 5년 미만 거주자가 총 71명(33.8%)으로 대상 단지에 장기간 거주한 응답자의 비율이 높았다. 응답자의 일반적 특성과 거주기간에 대한 각 단지별 Chi-square 검정 결과 차이가 없는 것으로 나타나 7개 단지 모두 같은 유형의 분석을 실시하였다.

표 Ⅳ-15. 설문 응답자 특성

| 범주 | 항목 | 응답자 빈도(%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 합계 | A단지 | B단지 | C단지 | D단지 | E단지 | F단지 | G단지 |
| 성별 | 남 | 91(43.3) | 14(46.7) | 12(40.0) | 13(43.3) | 14(46.7) | 12(40.0) | 13(43.3) | 13(43.3) |
| | 여 | 119(56.7) | 16(53.3) | 18(60.0) | 17(56.7) | 16(53.3) | 18(60.0) | 17(56.7) | 17(56.7) |
| | 합계 | 210(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) |
| 연령 | 10대 | 11(5.2) | 2(6.7) | 1(3.3) | 2(6.7) | 2(6.7) | 3(10.0) | 0(0.0) | 1(3.3) |
| | 20대 | 21(10.0) | 2(6.7) | 4(13.3) | 3(10.0) | 2(6.7) | 2(6.7) | 5(16.7) | 3(10.0) |
| | 30대 | 62(29.5) | 4(13.3) | 11(36.7) | 9(30.0) | 11(36.7) | 8(26.7) | 10(33.3) | 9(30.0) |
| | 40대 | 54(25.7) | 10(33.3) | 7(23.3) | 7(23.3) | 7(23.3) | 7(23.3) | 10(33.3) | 6(20.0) |
| | 50대 | 44(21.0) | 9(30.0) | 3(10.0) | 5(16.7) | 6(20.0) | 9(30.0) | 3(10.0) | 9(30.0) |
| | 60대 이상 | 18(8.6) | 3(10.0) | 4(13.3) | 4(13.3) | 2(6.7) | 1(3.3) | 2(6.7) | 2(6.7) |
| | 합계 | 210(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) |
| 거주 기간 | 1년 미만 | 5(2.4) | 2(6.7) | 0(0.0) | 1(3.3) | 1(3.3) | 0(0.0) | 1(3.3) | 0(0.0) |
| | 1년이상 ~2년미만 | 22(10.5) | 5(16.7) | 6(20.0) | 2(6.7) | 0(0.0) | 3(10.0) | 3(10.0) | 3(10.0) |
| | 2년이상 ~3년미만 | 31(14.8) | 1(3.3) | 6(20.0) | 4(13.3) | 7(23.3) | 8(26.7) | 3(10.0) | 2(6.7) |
| | 3년이상 ~4년미만 | 57(27.1) | 8(26.7) | 6(20.0) | 12(40.0) | 5(16.7) | 4(13.3) | 10(33.3) | 12(40.0) |
| | 4년이상 ~5년미만 | 71(33.8) | 9(30.0) | 12(40.0) | 9(30.0) | 13(43.3) | 11(36.7) | 9(30.0) | 8(26.7) |
| | 5년 이상 | 24(11.4) | 5(16.7) | 0(0.0) | 2(6.7) | 4(13.3) | 4(13.3) | 4(13.3) | 5(16.7) |
| | 합계 | 210(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) | 30(100.0) |

## 3.2. 벽면녹화 평가요인별 만족도 분석

분석 결과, 친환경건축물 인증 공동주택의 전체적인 벽면녹화 만족도 평균은 만족도 보통기준(3점) 미만인 2.97점으로 나타났다. 각 단지에 조성된 벽면녹화 평가요인에 대한 만족도 분석을 위하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 결과는 <표 Ⅳ-16>과 같다.

표 Ⅳ-16. 벽면녹화 만족요인에 대한 분산분석(ANOVA) 결과

| 단지 | 평가항목 별 만족도 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 전체적 만족도 | | 조성규모 | | 수종의 다양성 | | 피복면적 | | 전체 식생의 양 | | 식생 관리상태 | | 등반보조재 관리상태 | | 경관미 | | 생태적 기능 | | 설계목적 부합여부 | | 조화성 | | | |
| | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | | |
| A단지 | 2.03 | 0.93 | 2.97 | 0.85 | 2.40 | 0.77 | 2.07 | 0.91 | 2.07 | 0.64 | 2.13 | 0.90 | 2.00 | 0.74 | 2.20 | 0.66 | 1.90 | 0.92 | 2.20 | 0.85 | 2.30 | 0.79 | 5.184 | 0.00 |
| B단지 | 3.03 | 0.72 | 3.66 | 0.96 | 2.90 | 0.76 | 3.03 | 0.72 | 2.97 | 0.67 | 3.10 | 0.61 | 2.47 | 0.97 | 2.97 | 0.67 | 2.60 | 0.72 | 2.87 | 0.68 | 2.83 | 0.70 | 19.632 | 0.00 |
| C단지 | 2.20 | 0.61 | 3.63 | 0.93 | 3.17 | 0.95 | 2.13 | 0.68 | 2.17 | 0.65 | 2.33 | 0.61 | 1.83 | 0.75 | 2.33 | 0.61 | 2.37 | 0.56 | 2.13 | 0.57 | 2.33 | 0.61 | 24.387 | 0.00 |
| D단지 | 3.20 | 0.76 | 2.90 | 0.76 | 3.60 | 0.62 | 3.27 | 0.78 | 3.27 | 0.87 | 3.10 | 0.71 | 3.50 | 0.82 | 3.60 | 0.72 | 3.43 | 0.86 | 2.93 | 0.87 | 3.13 | 0.57 | 19.833 | 0.00 |
| E단지 | 2.60 | 0.72 | 3.63 | 0.56 | 3.83 | 0.53 | 2.60 | 0.62 | 2.60 | 0.62 | 2.87 | 0.63 | 2.97 | 0.76 | 2.90 | 0.61 | 2.50 | 0.68 | 2.60 | 0.73 | 3.00 | 0.59 | 16.816 | 0.00 |
| F단지 | 3.87 | 0.94 | 3.27 | 0.74 | 4.00 | 0.79 | 3.90 | 0.88 | 3.90 | 0.88 | 3.57 | 0.73 | 3.83 | 0.87 | 3.97 | 0.76 | 3.97 | 0.81 | 3.53 | 0.63 | 3.57 | 0.68 | 27.485 | 0.00 |
| G단지 | 3.90 | 0.84 | 3.10 | 0.76 | 3.97 | 0.76 | 3.67 | 0.93 | 3.67 | 0.92 | 3.53 | 0.90 | 3.73 | 1.05 | 3.83 | 0.95 | 3.77 | 0.78 | 3.73 | 0.83 | 3.70 | 0.84 | 28.804 | 0.00 |
| 합계 | 2.97 | 1.05 | 3.31 | 0.85 | 3.41 | 0.93 | 2.95 | 1.03 | 2.89 | 1.00 | 2.94 | 0.89 | 2.90 | 1.14 | 3.11 | 0.97 | 2.93 | 1.05 | 2.86 | 0.93 | 2.98 | 0.85 | 31.279 | 0.00 |

전체 평가요인에 대한 신뢰도 분석을 실시한 결과 Cronbach's Alpha 계수가 0.912로 높은 신뢰성을 나타내었다. 벽면녹화 평가요인별 만족도는 수종의 다양성($\overline{x}$=3.41), 조성규모($\overline{x}$=3.31), 경관미($\overline{x}$=3.11), 조화성($\overline{x}$=2.98), 피복면적($\overline{x}$=2.95), 식생관리상태($\overline{x}$=2.94), 생태적 기능($\overline{x}$=2.93), 전체 식생의 양($\overline{x}$=2.89), 설계목적 및 기대효과 부합여부($\overline{x}$=2.86)의 순서로 만족도가 높았다. 이러한 결과는 단지 내 벽면녹화 조성규모나 수종의 다양성과 같은 요소들은 적절하게 계획되었으나 벽면녹화 설계목적 및 기대효과 부합여부, 생태적 기능, 식생 관리상태와 같은 성능평가 및 관리측면에 대하여 개선이 필요함을 보여준다.

각 단지별 벽면녹화 평가요인에 대한 만족도 차이를 분석한 결과, 모든 평가요인에 대하여 P<0.05 수준에서 유의한 차이를 나타냈다. 조성규모의 경우 D단지와 A단지의 만족도가 낮았으며, 나머지 단지는 보통 이상의 만족도를 보였다. 그러나 실제 A단지는 7개 조사 대상지 중 조성구역 면적이 가장 넓기 때문에 조성규모가 단순히 조성면적에 대한 만족도로 나타나는 것이 아니며, 이는 실제 피복된 녹화면적에 대한 만족도가 반영된 것으로 사료된다. 수종의 다양성의 경우 A단지의 만족도가 가장 낮았는데, 현장조사 결과 A단지는 초기 조성시 담쟁이와 능소화 두 가지 수종을 식재하였으나 담쟁이가 모두 고사하여 능소화만이 단일식재 되어있어 이러한 현황이 만족도에 반영된 것으로 보인다. 또한 4가지 수종을 혼합식재한 D단지, E단지, F단지, G단지의 만족도가 높게 나타났다. 피복면적 또한 실제 피복율 현황과 만족도가 비슷하게 도출되어, 피복율이 낮은 A단지와 C단지의 만족도가 낮게 나타났고, 피복율이 높은 F단지, G단지의 만족도가 높게 나타났다. 전체 식생의 양에 대한 만족도 또한 A단지와 C단지의 만족도가 낮고 F단지, G단지가 높게 나타났는데, 단지 전체 식생면적의 합이 많더라도 조성면적 대비 식생면적이 작은 단지의 만족도가 낮게 나타났다. 이는 거주자들이 식생면적의 양적인 요인보다 실제 조성구역의 피복면적을 더 중요하게 생각하는 것으로 사료된다. 등반보조재 관리 만족도는 A단지와 B단지가 낮게 나타났는데, 현장조사 결과 두 단지의 녹화유도시설이 끊어지고 손상되어 식생생육기반조차 마련되어 있지 않음을 확인할 수 있었다. 경관미의 경우 식생피복율이 낮고 관리상태가 불량한 A단지와 C단지의 만족도가 가장 낮았고, 식생피복율이 높고 관리상태가 우수한 D단지, F단지, G단지는 비교적 높은 만족도를 보였다. 전체적으로 만족도 평가 결과는 현황조사 결과와 대부분 일치하였으며, A단지와 C단지가 관리 상태와 생육상태를 비롯한 모든 요인에서 다른 단

지보다 만족도가 낮게 나타났고, F단지와 G단지가 다른 단지에 비하여 전체적인 요인에 대한 만족도가 높게 나타났다.

표 Ⅳ-17. 벽면녹화 만족요인에 대한 상관관계분석 결과

| 평가항목 | | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | X11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X1 | 조성규모 | 1 | | | | | | | | | | |
| X2 | 수종의 다양성 | 0.266* | 1 | | | | | | | | | |
| X3 | 피복면적 | 0.088 | 0.199* | 1 | | | | | | | | |
| X4 | 전체 식생의 양 | 0.084 | 0.204* | 0.646** | 1 | | | | | | | |
| X5 | 식생 관리상태 | 0.027 | 0.189* | 0.560** | 0.451** | 1 | | | | | | |
| X6 | 등반보조재 관리상태 | -0.006 | 0.180* | 0.403** | 0.408** | 0.245** | 1 | | | | | |
| X7 | 경관미 | 0.068 | 0.272** | 0.563** | 0.534** | 0.376** | 0.416** | 1 | | | | |
| X8 | 생태적 기능 | 0.006 | 0.177* | 0.432** | 0.356** | 0.296** | 0.382** | 0.393** | 1 | | | |
| X9 | 설계목적 부합여부 | 0.021 | 0.223** | 0.611** | 0.450** | 0.478** | 0.335** | 0.473** | 0.380** | 1 | | |
| X10 | 주변환경과의 조화성 | 0.031 | 0.250** | 0.508** | 0.390** | 0.393** | 0.329** | 0.447** | 0.306** | 0.581** | 1 | |
| X11 | 전체 만족도 | 0.005 | 0.262** | 0.724** | 0.588** | 0.573** | 0.492** | 0.582** | 0.520** | 0.598** | 0.517** | 1 |

**: 상관계수는 p<0.01 수준(양쪽)에서 유의.

* : 상관계수는 p<0.05 수준(양쪽)에서 유의.

표 Ⅳ-18. 벽면녹화 만족요인에 대한 회귀분석 결과

| 모형 | | 비표준화 계수 | | 표준화 계수 | t | 유의확률 | $R^2$ | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | B | SE | Beta | | | | |
| X1 | 조성규모 | -0.053 | 0.044 | -.043 | -1.199 | 0.232 | 0.749 | 63.220** |
| X2 | 수종의 다양성 | 0.037 | 0.050 | 0.033 | 0.745 | 0.457 | | |
| X3 | 피복면적 | 0.304 | 0.065 | 0.299 | 4.651 | 0.000 | | |
| X4 | 전체 식생의 양 | 0.077 | 0.056 | 0.074 | 1.381 | 0.169 | | |
| X5 | 식생 관리상태 | 0.189 | 0.057 | 0.160 | 3.293 | 0.01 | | |
| X6 | 등반보조재 관리상태 | 0.113 | 0.045 | 0.123 | 2.531 | 0.012 | | |
| X7 | 경관미 | 0.112 | 0.060 | 0.103 | 1.866 | 0.064 | | |
| X8 | 생태적 기능 | 0.145 | 0.048 | 0.146 | 3.005 | 0.003 | | |
| X9 | 설계목적 부합여부 | 0.107 | 0.064 | 0.095 | 1.686 | 0.093 | | |
| X10 | 주변환경과의 조화성 | 0.064 | 0.065 | 0.052 | 0.981 | 0.328 | | |

*: p<0.000

### 3.3. 벽면녹화 평가요인과 만족도의 관계

각 평가요인에 대한 만족도와 전체적인 벽면녹화 만족도와의 관계성 파악을 위하여 상관관계분석을 실시하였다. 분석결과는 <표 Ⅳ-17>과 같다. 분석결과, 조성규모를 제외한 모든 항목이 벽면녹화 전체 만족도와 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p<0.01$, $p<0.05$). 전체적인 만족도에 가장 많은 영향을 끼치는 요인은 피복면적($r=0.724$)으로 매우 밀접한 상관관계를 보였다. 설계목적 부합여부($r=0.598$), 전체 식생의 양($r=0.588$), 경관미($r=0.582$), 식생 관리상태($r=0.573$), 생태적 기능($r=0.520$), 주변환경과의 조화성($r=0.517$) 또한 전체만족도에 밀접한 상관관계를 나타내었다. 벽면녹화 전체 만족도와 가장 강한 상관관계를 나타낸 피복면적에 대한 만족도에 영향을 주는 요인은 설계목적 부합여부($r=0.611$), 식생 관리상태($r=0.560$), 전체 식생의 양($r=0.646$), 경관미($r=0.563$)인 것으로 나타났다. 또한 식생 관리상태 만족도에 가장 큰 영향을 끼치는 요인이 피복면적($r=0.560$)으로 나타나 피복면적이 식생관리 상태 만족도와 매우 밀접한 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있었다.

벽면녹화 만족도 예측모델 추정을 위한 회귀분석 결과는 <표 Ⅳ-18>과 같다. 벽면 녹화 전반에 대한 만족도 회귀식은 $Y=-0.249-0.053(X1)+0.037(X2)+0.347(X3)+0.077(X4)+0.189(X5)+0.113(X6)+0.112(X7)+0.145(X8)+0.107(X9)+0.064(X10)$으로 추정되었다. 결정계수($R^2$)는 0.749로 각 평가요인들이 인공환경 녹화 전체 만족도에 74.9%의 설명력을 가지며, 회귀모형 적합성 평가 결과 $F=63.220$($p<0.000$)으로 매우 높은 유의성을 보였다. 피복면적($\beta=0.299$)은 전체적인 벽면녹화 만족도에서 다른 요인들보다 중요한 비중을 차지하는 것으로 나타났으나 만족도 평가 결과 보통미만인 2.95점을 나타내 피복면적에 대한 개선이 필요할 것으로 사료된다. 또한 회귀모형에서 식생관리상태($\beta=0.160$), 생태적 기능($\beta=0.146$), 등반보조재 관리상태($\beta=0.123$) 항목이 벽면녹화 전체 만족도 평가에 중요한 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 그러나 이 항목들 역시 만족도 평가에서 보통미만의 평가를 받아 만족도에 부정적인 영향을 미치고 있음을 파악할 수 있다. 따라서 이러한 항목에 대한 개선이 이루어졌을 때 전체적인 벽면녹화 공간 만족도가 향상될 수 있을 것이라고 판단된다.

# 4. 문제점 분석 및 재인증 평가개선방향

## 4.1. 현황조사를 통한 문제점 분석 및 재인증 평가개선방향

### 1) 벽면녹화 유효면적 산정기준 개선 제안

친환경건축물 재인증을 앞둔 공동주택 벽면녹화 현황조사 결과, 벽면녹화 구역의 사후관리가 제대로 이루어지지 않고 있었다. 특히 식생피복율이 50% 미만인 단지가 전체 조사 대상 단지의 71.43%로 나타나 피복율 저조가 매우 심각한 수준임을 알 수 있었다.

A단지의 벽면녹화 피복율은 23.21%였고, 조성 초기에는 담쟁이와 능소화를 혼합 식재하였으나 단지 내 모든 벽면녹화 공간에 담쟁이가 고사하여 전체 13개 조성 공간 중 9개 벽면의 식생이 전무하여 피복율이 0%였다. 하지만 일부구역에서는 능소화의 과도한 생장으로 인해 등반보조재의 하중한계를 초과하는 문제가 발생하고 있었으나 전정을 하지 않아 등반보조재가 탈락하고 녹화유도용 와이어가 끊어지는 문제가 발생하고 있었다. 13개 조성구역 모두 등반보조재가 훼손되어 있었는데, 그 중 3개 구역(23.08%)이 녹화유도용 와이어가 모두 탈락하여 식생이 생장할 수 있는 기반조차 조성되어 있지 않았다. B단지의 경우 22개 벽면에 녹화공간이 조성되어 있어 조성면적은 넓었지만 실제 피복율은 35.76%에 불과하였다. 일부 구역에서 담쟁이에 잎마름병과 깍지벌레에 의한 그을음병이 발병하였고 담쟁이가 고사하였음을 확인하였다. B단지 또한 벽면녹화 유도용 와이어가 끊어져 있었으나 이를 보수하지 않아 덩굴식물이 생장할 수 있는 환경이 조성되지 않고 있었다. C단지의 벽면녹화 피복율은 19.43%였으며, 7개 조사 대상지 중 가장 낮은 피복율을 보였다. 일부 구역에서 담쟁이덩굴에서 깍지벌레에 의한 그을음병이 발병하였고, 담쟁이가 고사한 것을 확인할 수 있었다. D단지의 벽면녹화 피복율은 41.4%였으며 능소화가 고사하였으나 대체적인 관리상태는 양호하였다. E단지의 벽면녹화 피복율은 33.93%였고, 능소화가 고사하였으나 보식이 이루어지지 않고 있었다. 또한 일부구역의 덩굴식물이 과도하게 생장하여 창문에 덩굴식물이 부착되어 전정과 같은 관리가 이루어지지 않고 있음을 확인할 수 있었다. F단지, G단지의 피복율은 각각 82.62%, 81.00%로 우수한 피복율을 보였으며 생육상태 또한 우수하였다. 그러나 전정과 같은 관리가 이

루어지지 않아 덩굴식물이 과도하게 생장하여 창문에 덩굴식물이 부착되어 있었다. 토양경도 측정 결과 A단지의 토양 경도가 1.88kg/㎠로 나타나 식물생육에 부적합한 토양상태를 보였으나, A단지를 제외한 나머지 단지의 토양 상태는 양호함을 확인하였다. 또한 7개 단지 모두 식재간격, 식재기반 확보, 관수·배수상태는 양호한 것으로 나타났다. 피복율이 저조한 A단지와 C단지의 경우 고사식물 보식이나 전정과 같은 식생관리가 제대로 이루어지지 않고 있었다. 이러한 관리 소홀을 비추어볼 때 친환경건축물 인증 이후 유지관리에 대한 점검이나 평가가 이루어 져야 할 필요성이 있으나, 현재 친환경건축물 재인증 평가는 유지관리 상태 평가를 위한 별도의 기준이 마련되어 있지 않고 본인증과 동일한 평가기준을 적용하기 때문에 실질적인 사후관리 평가가 어렵기 때문으로 사료된다.

현행 친환경건축물 인증 제도에서 인증 이후 현황을 평가할 수 있는 제도적 장치는 2012년 7월부터 시행하고 있는 재인증 평가만이 유일하다. 그러나 벽면녹화 항목 평가 시 본인증과 재인증을 동일한 심사기준을 적용하여 평가하기 때문에 재인증 평가는 본인증 후 5년이 경과하였음에도 불구하고 식생 피복 상태를 고려하지 않고 벽면녹화 식생기반 설치 면적을 합산하여 평가한다. 이로 인하여 벽면녹화 구역 조성 이후 녹화구역을 제대로 관리하지 않아 피복율이 저조하여도 녹화구역의 식생 피복여부와 관계없이 본인증 때와 같은 면적을 평가받을 수 있다. 실제로 현장조사 결과 C단지의 벽면녹화 피복율은 19.43%였으며, 7개 조사 대상지 중 가장 낮은 피복율을 보였다. 그러나 조성면적은 전체 조사 대상지 중 두 번째로 높은 626.40㎡로 현행 친환경건축물 인증 심사기준 적용시 실제 식생피복면적보다 많은 점수를 획득하게 된다. 또한 7개 조사 대상지 중 5개 단지의 식생피복율이 전체 조성면적의 50% 미만으로 나타났으나 재인증 심사시 현행 심사기준을 적용하면 조성면적 100%가 평가에 반영된다.

생태면적률 산정시 공간유형 기준은 완공 후 초기 설계 및 계획의 의도대로 현장이 완성되어야만 평가의 가치가 보전되며, 특히 벽면녹화 항목의 경우 식물의 피복이 이루어져야만 벽면녹화 구역의 성능을 만족할 수 있다. 이처럼 충분한 피복이 이루어지지 않아도 점수를 받을 수 있는 심사기준은 식생피복이 중요한 기준이 아니기 때문에 장기적인 피복율 저하로 이어지게 되고 이는 결국 실질적인 생태면적

률 저하의 원인이 된다. 현행 친환경건축물 인증제도에서 벽면녹화 평가는 생태면적률 평가에서 구분하고 있는 13개 공간 유형 중 하나로서, 단일항목으로 점수를 부여하지 않고 벽면녹화 식생기반 설치 면적에 가중치를 곱하여 전체 생태면적률 산출에 반영한다. 이처럼 벽면녹화 평가는 단일항목으로 평가하는 것이 아니라 생태면적률 평가 틀 안에서 면적을 중심으로 평가가 이루어지기 때문에 평가 기준에 병충해 여부나 전지·전정 상태와 같은 평가항목을 추가 할 수 없다. 그러나 식생관리현황에 따른 생육상태는 식생피복율에 영향을 미치기 때문에 식생피복율을 토대로 관리영향을 유추하여도 무방할 것으로 사료된다.

생태면적률 평가기준의 근간이 되는 독일 BAF(Biotope Area Factor)에서는 벽면녹화 면적 산정시 식생피복면적을 기준으로 하고 있으며, BAF에서 발전한 GSF(Green Space Factor)와 SGF(Seattle Green Factor)에서도 식생피복면적을 기준으로 벽면녹화 면적을 산정하고 있다. 특히 GSF의 경우 5년 이내 전면 피복 확보 예정지역에 한하여 10m를 최대 산정높이로 제한하여 초기 피복율 저하에 따른 공간유형 인정기준의 문제점을 사전에 보완하고 있다.

우리나라의 경우 친환경건축물 인증제도 뿐 아니라 그 외 벽면녹화 관련 제도 및 기준, 지침에서 벽면녹화 면적 인정 기준을 식생기반 면적으로 산정하고 있다. 이는 일반적인 덩굴식물의 특성상 생장하는데 시간이 필요하기 때문에 초기피복율이 저조하여 벽면녹화 공간 조성 초기에 식생피복율을 평가에 반영하기에는 무리가 있기 때문으로 사료된다. 그러나 친환경건축물 재인증 평가는 본인증 후 5년이 경과하고 심사하기 때문에 5년 동안 녹화 공간의 식생이 충분히 생장하여 일정 수준 이상의 피복율을 달성할 수 있을 것이라고 판단된다. 따라서 친환경건축물 재인증 평가 시 국외 생태면적율 평가 기준과 같이 식생피복율을 고려한다면 벽면녹화 공간 조성목적에 부합하고 기대효과를 달성하기 위한 피복율을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

### 2) 벽면녹화 공간유형 추가 개선 제안

현장조사 결과 친환경건축물 인증을 획득한 공동주택 벽면녹화 유형은 등반형을 획일적으로 적용하고 있는 것으로 나타났다. 인증심사원 면담 결과 이는 친환경건

축물 인증제도에서 인정하고 있는 벽면녹화 공간유형 중 등반형 녹화가 설치면적 대비 비용이 가장 저렴하기 때문인 것으로 나타났다. 또한 등반형 녹화는 식재면적과 관계없이 시설물 설치면적만으로도 점수를 받을 수 있기 때문에 실제 식재 면적보다 많은 면적을 평가에 반영할 수 있어 면적 확보 수단으로 이용하는 경우가 발생하고 있다. 현행 친환경건축물 인증제도에서 인정하는 벽면녹화 공간유형은 등반형, 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형, 패널형 세 가지이다. 등반형을 제외한 나머지 두 가지 공간 유형의 경우 비싼 비용과 모호한 면적 인정 기준으로 인해 실질적인 면적을 도출하기 곤란하여 등반형 녹화만이 획일적으로 적용되고 있는 실정이다. 그러나 등반형 벽면녹화는 세 가지 벽면녹화 유형 중 초기 피복율이 가장 낮고, 등반보조재 면적으로만 평가하기 때문에 충분한 피복이 이뤄지지 않는 경우가 많다. 따라서 벽면녹화 공간유형을 확대하고 각 공간유형에 따른 면적 인정기준 보완이 필요할 것으로 사료된다.

현행 친환경건축물 벽면녹화 면적 인정 기준에서 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형의 경우 부착되는 식생기반(토양 또는 화분 등 식물의 생장을 가능하게 하는 부위)의 길이당 1㎡/m의 공간유형 면적을 인정하며, 패널형 벽면녹화의 경우에는 설치된 식생패널 면적을 공간유형 면적으로 인정한다. 그러나 이 같은 면적 인정 기준을 적용하면 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형과 패널형의 경우 등반형 녹화와 비교하였을때 비용 대비 면적이 작게 산정되어 비용적 측면에서 불리한 결과를 초래한다. 따라서 재인증 평가시 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 기존 평가 기준에 식생피복면적을 추가하여 면적 산정 기준 확대가 필요할 것으로 사료된다.

또한 등반형 녹화의 획일적 적용에 따른 문제 해결과 벽면녹화 공간 조성 확대를 위하여 친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있는 공간유형 외에도 다양한 공간유형 확대 적용과 합리적인 면적산정 기준을 마련해야 할 것으로 보인다. 벽면녹화 관련 지침 및 기준(환경부, 1998; 국토해양부, 2012)에서 구분하고 있는 벽면녹화 유형은 등반부착형, 등반감기형, 하수형, 등반·하수 병용형, 면적형·탈부착형, 에스팰리어형이다. 친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있는 유형 외에도 다양한 벽면녹화 유형이 있으며 경관개선 및 생태적 기능을 효과적으로 수행한다. 따라서 각 공간유형에 따른 합리적인 면적 인정 기준을 마련하여 제도에 반영하여야 할 것으로 사료된다.

## 4.2. 거주후 평가를 통한 문제점 분석 및 재인증 평가개선방향

벽면녹화 각 평가요인별 만족도 평가 결과, 단지 내 벽면녹화 조성규모나 수종의 다양성과 같은 요소들은 적절하게 계획되었으나 벽면녹화 설계목적 및 기대효과 부합여부, 생태적 기능, 식생 관리상태와 같은 성능평가 및 관리측면에 대하여 개선이 필요함을 알 수 있었다. 벽면녹화 만족도 예측모델 추정을 위한 회귀분석 결과, 전체적인 만족도에 가장 많은 영향을 끼치는 요인은 피복면적(β=0.299)으로 나타났다. 각 단지별 만족도와 피복율 평가결과도 서로 유사하게 나타났는데, 조성면적과 관계없이 식생피복율이 높은 단지의 만족도가 높게 나타나고 식생피복율이 낮은 단지는 만족도 또한 낮게 나타났다. 현행 친환경건축물 인증 평가 기준인 조성규모 항목의 경우 10개 평가요인 중 유일하게 만족도와 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. A단지의 경우 전체 조사 대상 단지 중 조성규모가 가장 넓었으나 가장 낮은 만족도를 보였으며, 조성규모에 대한 만족도 평가에서도 비교적 낮은 만족도를 나타내었다. 이는 조성규모가 단순히 조성면적에 대한 만족도로 나타나는 것이 아니며 실제 피복된 녹화면적에 대한 만족도가 반영된 것으로 사료된다. 또한 거주자들이 조성면적보다 실제 식생 피복면적을 중요하게 여김을 알 수 있었고, A단지와 같이 조성면적이 넓어도 실제 식생 피복면적이 저조하다면 거주자들의 만족도가 저조해지는 것을 알 수 있었다. 피복면적은 조성규모와 수종의 다양성을 제외한 나머지 7개 평가요인과 밀접한 상관관계를 나타내었는데, 특히 설계목적 부합여부(r=0.611), 식생 관리상태(r=0.560), 전체 식생의 양(r=0.646), 경관미(r=0.563) 항목이 밀접한 상관관계를 나타내었다.

거주후 평가 결과, 피복면적은 전체적인 벽면녹화 만족도에서 다른 요인들보다 중요한 비중을 차지하는 것으로 나타났으나 만족도 평가 결과 보통미만인 2.95점을 나타내어 이에 대한 개선이 필요할 것으로 사료된다. 또한 친환경건축물 인증 공동주택의 벽면녹화 만족도를 높이기 위해서는 현행 재인증 평가기준인 조성면적보다는 실제 식생피복면적을 반영하여야 할 것으로 판단된다. 이를 통하여 식생 관리와 생육상태 개선을 통해 전체적인 벽면녹화 구역의 질적 수준을 향상시키고 나아가 친환경건축물 인증제도에 대한 만족과 실효성을 높일 수 있을 것으로 기대한다.

# Ⅴ. 결론

친환경건축물 인증제도는 건축물로 인한 환경문제와 에너지문제 해결을 위하여 건축물 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대해 인증을 부여하는 제도이다. 그러나 현재 11년째 시행되고 있는 친환경건축물 인증제도는 사후관리 부진 등으로 인하여 인증제도의 실효성에 의문이 제기되고 있다. 벽면녹화 평가의 경우 재인증 심사기준은 본인증 심사기준과 동일하며, 식생피복율과 관계없이 식생기반 설치면적만을 평가한다. 현행 친환경건축물 인증제도는 인증 이후 사후관리에 대한 규제방안이 전무하여 벽면녹화 조성구역의 관리부실 및 생육불량으로 인하여 피복율이 저조한 문제가 발생하고 있다. 따라서 본 연구는 이러한 문제 개선을 위하여 재인증을 앞둔 친환경건축물 인증 공동주택 7곳을 대상으로 벽면녹화 현황조사와 거주후 평가를 실시하였다. 현황조사 수행을 위하여 국내외 벽면녹화 면적 산정기준과 벽면녹화 조성지침 및 기준, 벽면녹화 평가에 관한 관련연구 검토를 통하여 벽면녹화 현황평가를 위한 점검항목 및 세부점검사항을 도출하였다. 또한 인증단지 입주민을 대상으로 거주후 평가를 실시하기 위하여 관련 지침 및 기준과 선행연구를 통하여 벽면녹화 만족도 평가항목을 도출하였다. 현장조사는 앞서 도출한 벽면녹화 현황점검항목 및 세부점검사항과 거주후 평가 평가항목을 토대로 수행하였으며, 이를 통하여 관리 및 제도 상 문제점을 도출하고 재인증 평가 개선방향을 모색하였다. 이상의 과정을 통하여 도출한 벽면녹화 현황 문제점과 재인증 평가개선방향은 다음과 같다.

첫째, 친환경건축물 재인증 평가를 앞둔 공동주택 벽면녹화 현황조사 결과, 벽면녹화 구역의 사후관리가 제대로 이루어지지 않고 있었다. 고사식물 및 훼손된 등반보조재가 방치되어 있었고 전지·전정이 알맞은 시기에 이루어지지 않아 등반보조재의 하중한계 초과 문제 등이 발생하고 있었다. 불량한 생육환경과 관리 소홀은 식생의 생장저하로 이어지며, 이는 피복율 저하와 직결된다. 조사 결과, 식생피복율이 50%미만인 단지가 전체 조사 대상 단지의 71.43%로 나타나 피복율 저조가 매우 심각한 수준임을 알 수 있었다. 따라서 전지·전정, 관수, 병충해, 고사식물 보수, 등반보조재 관리와 같은 사후관리가 지속적으로 이루어진다면 식생 생육에 적합한 환경이 조성되어 식생피복율이 증가할 것으로 생각된다. 지속적인 사후관리를 위해

서는 친환경건축물 인증 이후 유지관리에 대한 점검이나 평가가 이루어져야 할 필요성이 있으나, 현재 친환경건축물 재인증 평가는 유지관리 상태 평가를 위한 별도의 기준이 마련되어 있지 않고 본인증과 동일한 평가기준을 적용하기 때문에 실질적인 사후관리 평가가 어려운 실정이다. 따라서 이에 대한 제도적 개선이 필요할 것으로 사료된다.

둘째, 벽면녹화 구역의 실효성과 지속성을 위하여 재인증 평가의 벽면녹화 유효면적 산정기준 개선이 필요하다. 현행 친환경건축물 인증제도에서 인증 이후 관리현황을 평가할 수 있는 제도적 장치는 2012년 7월부터 시행하고 있는 재인증 평가만이 유일하다. 그러나 벽면녹화 항목 평가시 본인증과 재인증을 동일한 심사기준을 적용하여 평가하고 있으며, 재인증 평가는 본인증 후 5년이 경과하고 시행함에도 불구하고 식생 피복 상태를 고려하지 않고 벽면녹화 식생기반 설치 면적을 합산하여 평가한다. 때문에 벽면녹화 재인증 평가는 실질적인 사후평가 기능을 수행하지 못하고 있으며, 사후관리에 대한 제도적 규제방안이 없기 때문에 벽면녹화 구역의 식생피복율이 기대에 미치지 못하거나 식생 없이 등반보조재만 남아있는 경우가 계속해서 발생하고 있다. 이처럼 충분한 피복이 이루어지지 않아도 점수를 받을 수 있는 심사기준은 식생피복이 중요한 기준이 아니기 때문에 장기적인 피복율 저하로 이어지게 되고 이는 결국 실질적인 생태면적률 저하의 원인이 된다. 거주후 평가 결과, 조성면적이 넓어도 실제 식생 피복면적이 저조하다면 거주자들의 만족도가 저조해지는 것을 알 수 있었다. 친환경건축물 인증 공동주택의 벽면녹화 만족도를 높이기 위해서는 현행 재인증 평가기준인 조성면적보다는 실제 식생피복면적을 반영하여야 할 것으로 판단된다. 이를 통하여 벽면녹화 공간 조성목적에 부합하고 기대효과를 달성하기 위한 피복율을 확보하여 전체적인 벽면녹화 구역의 질적 수준을 향상시키고 나아가 친환경건축물 인증제도에 대한 만족과 실효성을 높일 수 있을 것으로 기대한다.

셋째, 등반형 녹화의 획일적 적용에 따른 문제 해결과 벽면녹화 공간 조성 확대를 위하여 벽면녹화 공간유형의 추가 개선이 필요하다. 현장조사 결과, 친환경건축물 인증을 획득한 공동주택 벽면녹화 유형은 등반형을 획일적으로 적용하고 있는 것으로 나타났다. 인증심사원 면담 결과 이는 친환경건축물 인증제도에서 인정하고 있

는 벽면녹화 공간유형 중 등반형 녹화가 설치면적 대비 비용이 가장 저렴하기 때문인 것으로 나타났다. 또한 등반형 녹화는 식재면적과 관계없이 시설물 설치만으로도 점수를 받을 수 있기 때문에 실제 식재 면적보다 많은 면적을 평가에 반영할 수 있어 면적 확보 수단으로 이용하는 경우가 발생하고 있다. 현행 친환경건축물 인증제도에서 인정하는 벽면녹화 공간유형은 등반형, 발코니 녹화 또는 플랜트 부착형, 패널형 세 가지이다. 등반형을 제외한 나머지 두 가지 공간 유형의 경우 비싼 비용과 모호한 면적 인정 기준으로 인해 실질적인 면적을 도출하기 곤란하여 등반형 녹화만이 획일적으로 적용되고 있는 실정이다. 그러나 등반형 벽면녹화는 세 가지 벽면녹화 유형 중 초기 피복율이 가장 낮고, 등반보조재 면적으로만 평가하기 때문에 충분한 피복이 이루어지지 않는 경우가 많다. 따라서 벽면녹화 공간유형을 확대하고 각 공간유형에 따른 면적 인정기준 보완이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 벽면녹화 조성지침과 기준, 벽면녹화 평가에 관한 관련연구를 바탕으로 벽면녹화 현황점검을 위한 현황 점검항목과 세부점검사항을 마련하여 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 구역의 현황을 객관적 근거에 의하여 파악하였다. 또한 현황에 기초한 문제점을 토대로 현재까지 나타난 문제를 종합적으로 검토하여 재인증 평가개선방향을 모색하였다는데 의의가 있다.

본 연구는 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 공간유형의 획일적 적용으로 인하여 현황평가 결과가 등반형 녹화에 치중되어 있다는 한계점이 있다. 또한 벽면녹화 항목으로 점수를 획득한 인증단지가 저조하여 7개 대상지를 토대로 연구를 수행하였기 때문에 향후 보다 다양한 녹화 유형과 사례대상지 분석을 통하여 친환경건축물 인증제도의 제도적 발전방향에 대한 후속연구가 뒷받침되어야 할 것으로 사료된다.

# ■ 인용문헌

## ○ 단행본 및 보고서


국립경주문화재연구소(2008) 신라고분 환경조사 분석보고서. p. 50.

대한주택공사(1996) 환경친화형 주거단지 모델개발에 관한 연구. p. 294.

박용진(1991) 입면녹화의 중요성과 그 방안(Ⅰ). 환경과 조경 41: 148-153.

박상동(2009) 그린빌딩 건축계획: 친환경건축물 설계・시공・평가 지침서. 기문당. pp. 374-391.

서울특별시(2004)[a] 건축물 옥상녹화 구조진단 및 모니터링에 따른 관리・조성방안.

서울특별시(2004)[b] 생태기반지표의 도시계획활용방안. p. 237.

임승빈(1995) 조경계획 설계론. 보성문화사. pp. 279-281.

이승우(2007) 도시숲의 토양장해 요인(1) 답압. 월간 「산림」. p. 67.

이광만(2010) 우리나라 조경수이야기. 도서출판 이비락. pp. 289-293.

토지주택연구원(2011) 친환경 공동주택 인증단지의 입주자 만족도 조사 및 개선방안 연구. pp. 163-170.

한국건설기술연구원(2008) 주택성능등급 표시제도의 발전방안연구(매뉴얼). 국토해양부 보고서

한국도로공사(1998) 방음벽 녹화용 덩굴식물 개발시험(Ⅲ).

한국조경수협회(2011) 2011년도 조경수목 가격표. (사)한국조경수협회.

한설그린(2006) 입체녹화에 의한 환경공생. 문운당.

Becker(1990) The Biotope Area Factor as an Ecological Parameter. Berlin.

Brundtland, G. H.(1987) Our Common Future: The Brundtland Report, WCED.

Chiang, K and A. Tan(2009) Vertical Greenery for he Tropics. Centre for Urban Greenery & Ecology.

GRHC(2008) Introduction to Green Walls Technology, Benefits & Design September 2008. Green Roofs for Healthy Cities. p. 3.

Hirst Jason, Jonathan Morley, Katie Bang(2008) Functional Landscapes: Assessing Elements of Seattle Green Factor. 2008 Internship Report.

Hopkins, G and C. Goodwin(2011) Living Architecture: green roofs and walls. CSIRO Publishing.

Kibert, Charles J.(2008) Sustainable construction: green building design and delivery. 2nd ed. Wiley. pp. 9-10.

OECD(2003) Environmentally Sustainable Buildings - Challenges and Policies, OECD Publications, Paris, 2003.

Perkins, M. and Joyce D.(2012) Living Wall and Green Roof Plant for Australia. Australian Goverment. pp. 5-10.

Ryn, S.V.D. and Cowan S.(2007) Ecological Design. Island Press. pp. 94-95.

Kubba Sam(2010) LEED Practices, Certification, and Accreditation Handbook. ELSEVIER. pp. 20-48.

Yang, L.(1999) Topiaries and espaliers. Houghton Mifflin. Boston. USA. p. 122.

### ○ 논문 및 학회지

강기홍(2008) 친환경 건축물 인증제도 발전방안. 환경법연구학회지 30(1): 57-80.

김광호(2004) 송악류(*Hedera spp.*)를 활용한 벽면녹화공법에 관한 연구. 경남과학기술대학교 석사학위논문.

김명신 외(2008) 공동주택 친환경건축물인증 사례를 통한 평가항목 개선안 연구. 대한설비공학회 하계학술발표회 논문집. pp. 563-578.

김보람과 안동만(2012) POE를 통한 친환경건축물 인증 공동주택 인공녹화 환경 관리 개선방안 연구. 한국조경학회지 40(6): 1-12.

김부희(2011) 친환경건축물 본인증 공동주택의 거주 후 평가에 관한 연구. 아주대학교 석사학위논문.

김세창과 박봉주(2011) 벽면녹화 적용 식물종의 생육 반응. 한국환경과학회 정기학술발표 논문집 20: 485-486.

김소정(2011) 친환경건축물 인증 학교시설의 유지관리에 관한 실태조사 및 개선방안 연구. 인천교육대학교 석사학위논문.

김영종(2010) 공동주택 친환경건축물 생태환경부문 인증기준 개선방안 연구. 서울시립대학교 석사학위논문.

김재필(2009) 아파트 조경요소의 주민만족도 분석: 서울시 조경상을 수상한 아파트를 대상으로. 한양대학교 석사학위논문.

김창성 외(2008) 국내 친환경 인증 건축물의 사후관리 및 재인증 평가에 관한 연구. 대한건축학회지 24(9): 77-84.

김치교(2011) 충북지역 학교시설의 친환경건축 인증 및 운영실태에 관한연구. 경희대학교 석사학위논문.

김혜진과 김병선(2007) POE를 통한 친환경건축물 인증제도 개선방안 연구. 한국건축친환경설비학회지 1(2): 50-56.

노승무(2004) 벽면녹화 기술개발과 덩굴식물의 생장에 관한 연구. 서울시립대학교 석사학위논문.

노승무 외(2003) 서울시내 벽면녹화지역 식물생장 및 환경분석 연구. 화훼연구 11(2): 159-165.

박병준(2005) 신규 공동주택 단지의 조경에 대한 만족도 분석을 통한 관리개선방안 연구: 경기 안양, 군포, 의왕 입주자에 대한 설문조사를 중심으로.

박용진(1997) 입면녹화용 덩굴식물의 분포 특성. 환경생태학회지 11(3): 270-276.

박재홍(2008) 교육시설의 친환경설계요소에 관한 거주 후 평가(POE) 연구-김해시 소재 학교건축을 중심으로-. 인제대학교 석사학위논문.

박정란(2012) 친환경 주거단지의 지속가능성 연구 - 친환경건축물인증 공동주택 재인증을 중심으로-. 인하대학교 박사학위논문.

박화수(2003) 서울시내 건축물의 벽면녹화 실태분석 및 개선방안. 서울여자대학교 석사학위논문.

석희진과 홍형옥(2011) 친환경건축물 인증 아파트의 친환경계획요소 관리 실태. 대한가정학회지 49(1): 41-53.

신상희(2006) 벽면녹화의 국내·외 기술현황 및 법·제도에 관한 연구. 서울여자대학교 석사학위논문.

심태섭(2002) 조경식물 유지관리 공종별 분류체계의 적정화에 관한 연구-공공건물의 수목/잔디 유지관리를 중심으로-. 한경대학교 박사학위논문.

엄태술(2009) 벽면녹화 실태조사를 통한 피복 개선방안 연구. 한경대학교 석사학위논문.

오수호(2006) 친환경건축물 인증제도의 개선방안. 대한건축학회지 50(3): 80-84.

오예슬과 최윤정(2011) 친환경건축물 인증 공동주택의 친환경요소 적용실태. 생활과학연구논총 15(1): 133-147.

오예슬(2011) 친환경건축물 인증 공동주택의 친환경요소 유지관리 실태. 충북대학교 석사학위논문.

윤수진(2009) 친환경건축물 공동주택단지 내 비오톱 조성의 문제점 및 개선방향에 관한 연구. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.

이성남(2005) 벽면녹화 공간에 관한 주민들의 의식조사 연구. 한경대학교 석사학위논문.

이숙미와 심우경(1994) 도시의 벽면녹화를 위한 벽면식생 조사연구 -서울시를 중심으로-. 한국조경학회지 22(1): 121-134.

이시내(2011) 거주후 평가를 통한 공동주택의 실내환경 성능평가요소 분석에 관한 연구. 한국태양에너지학회지 31(2): 128-134.

이원대(2000) 공동주택단지 내 옥외공간에 대한 만족도 분석: 단지 내 녹지시설을 대상으로. 연세대학교 석사학위논문.

이은희와 김용아(2000) 대도시 주거용 건물의 벽면녹화에 대한 인시도 및 실태 조사: 서울특별시를 중심으로. 한국조경학회지 27(5): 181-190.

이태문(2010) 학교시설 친환경건축물인증 평가항목 적용현황 분석-부산광역시 학교시설 BTL 사업을 중심으로-. 대한건축학회지회연합회논문집 12(2): 119-130.

이화무(2001) 입면조경 계획기법의 개발. 홍익대학교 석사학위논문.

장대희(2012) 공동주택 외부공간 분석을 통한 생태면적률 산정기법 개선에 관한 연구. 건국대학교 박사학위논문.

정지나 외(2010) 친환경학교시설의 유지관리 조사를 통한 친환경건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 26(5): 349-356.

조화숙(2007) 공동주택단지 조경의 이용 후 평가: 진주시 아파트단지를 중심으로. 진주산업대학교 석사학위논문.

한재춘(2011) 공동주택 단지 내 생태공간의 이용만족도 및 개선방안 연구. 단국대학교 박사학위논문.

한정훈(2009) 국내・외 친환경건축물 인증제도의 평가항목 비교 및 분석에 관한 연구-공동주택을 중심으로-. 창원대학교 석사학위논문.

Alexandri, Eleftheria and Phil Jones(2008) Temperature decreases in an urban canyon due to geen walls and green roofs in diverse climates. Building and Environment 43: 480-493.

Cheng, C. Y., Ken K. S. Cheung, L. M. Chu(2010), Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls. Building and Environment 45: 1779-1787.

Dizdaroglu, Diddem., Tan Yigicanlai, Lesile Dawes(2009) Sustainable Urban Futures: An Ecological Approach to Sustainable urban Development. Infrastructure Research Theme Postgraduate Sudent Conference 2009: 1-10.

Ottlelé, Marc., Katia Perini, A.L.A. Fraaij, E.M. Haas, R. Raiteri(2011) Comparative life cycle analysis fo green facades and living wall systems. Energy and Buildings 43: 3419-3429.

Pérez Gabriel, Lídia Rincón, Anna Vila, Josep M. González, Luisa F. Cabeza(2011) Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Applied Energy 88: 4854-4859.

Perini Katia, Marc Ottelé, A.L.A. Fraaij, E.M. Haas, Rossana Raiteri(2011) Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. Building and Environment 46: 2287-2294.

Roehr et al.(2010) 'Retro-Greening' Suburban Calgary: Application of the Green Factor to a Typical Calgary Residential Site. Landscape Journal 29: 124-143.

Sheweka, samer Mohamed and Nourhan Magdy Mohamed(2011) The Living walls as an Approach for a Healthy Urban Environment. Energy Procedia 6: 592-599.

Sheweka, S. M. and N. M. Mohamed(2012) Green Facades as a New Sustainable Approach. Energy Procedia 18: 507-520.

Verchou, A. K.(2005) Green roofs, storm water management, and biodiversity in Malmő, Sweden. Ecology and the Environment 81: 171-179.

Wong, N., Tan, A., Tan, P., Sia, A., and Wong, N.(2010) Perception Studies of Vertical Greenery Systems in Singapore. Urban Planning and Development 136(4): 330-338.

Wong N. H., Alex Y. K. Tan., P. Y. Tan., Kelly Chiang, N. C. Wong(2010) Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls.

Building and Environment 45: 411-420.

Yoshimi Juri and Hasim Altan(2011) Thermal simulations on the effects of vegetated walls on indoor building environments. Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performances Simulation Association, Sydney, 14-16 November.

Zimring, C.M. and J.E. Reizenstein(1980) Post Occupancy Evaluation. Environment and Behavior 12(4): 429-450.

## ○ 법률 등 기타자료

건축법 제66조 제3항.

국토해양부(2000) 조경기준. 국토해양부고시 제 2000-159호.

국토해양부(2005) 비탈면 녹화 설계 및 시공 잠정 지침.

국토해양부(2012) 친환경건축물 인증실적(12년 9월). 국토해양부 사전정보공개 자료.

국토해양부・환경부(2005) 친환경건축물인증제도 세부시행지침. 일부개정.

국토해양부・환경부(2006) 친환경건축물인증제도 세부시행지침. 일부개정.

국토해양부(2009)[a] 조경기준. 국토해양부고시 제 2009-905호.

국토해양부(2009)[b] 조경설계기준.

국토해양부・환경부(2010)[a] 친환경건축물 인증기준, 국토해양부고시 제 2010-301호・환경부고시 제 2010-52호.

국토해양부・환경부(2010)[b] 친환경건축물의 인증에 관한 규칙, 국토해양부령 제 244호・환경부령 제 370호.

국토해양부・환경부(2011) 친환경건축물 인증기준, 국토해양부 고시 제 2011-851호・환경부 고시 제 2011-181호.

국토해양부(2012) 건축물 녹화 설계기준. 국토해양부 공고 제 2012-544호.

지방세특례제한법 제47조 제2항.

지방세특례제한법 제47조 제6항.

친환경건축물 인증기관협의회(2011) 친환경건축물 인증기준 해설서.

환경부(1998) 도시 건축물 입면(立面)녹화 지침. 환경부 자연보전국.

환경부(2011) 생태면적률 적용지침 개정안. 환경부 자연정책과.

환경개선비용 부담법 제9조 3항 5호.

환경개선비용 부담법 시행령 제7조 제4항.

환경개선비용 부담법 시행규칙 제3조 별표1.

UNEP(2006) Sustainable Building & Construction Initiative – Information Note [online], Published by: United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics, Available at: <URL: http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID =469&ArticleID=5204&l=en>, [Accessed at: 10 March 2012] (UNEP)

http://www.mltm.go.kr (국토해양부)

http://www.greenbuilding.re.kr (친환경건축물 인증제도 정보시스템)

http://huri.lh.or.kr/ecohouse/03_01_01.asp (토지주택연구원 친환경건축물 인증센터)

http://www.breeam.org (BREEAM)

http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english (CASBEE)

http://www.iisbe.org (GBTool)

http://www.gbca.org.au (Green Star)

http://www.usgbc.org (LEED)

http://www.stadtentwicklung.berlin.de(BAF)

# ■ 부록 1. 친환경건축물 인증 인센티브

<table>
<tr><th>관 련 법</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>환경개선비용 부담법 제9조(환경개선부담금의 부과·징수) 제3항 5호</td><td>5. 「건축법」 제65조에 따라 인증받은 친환경건축물로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 건축물<br>가. 「건축법」 제66조 제2항에 따른 효율적인 에너지 관리에 관한 기준에 따라 평가한 에너지성능에 관한 지표가 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것<br>나. 「건축법」 제66조의 2에 따른 건축물의 에너지효율등급이 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것</td></tr>
<tr><td>환경개선비용 부담법 시행령 제7조(개선부담금의 경감) 제4항</td><td>④ 「건축법」 제65조에 따라 인증받은 친환경건축물로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물에 대해서는 개선부담금을 경감한다. 이 경우 구체적인 개선부담금 경감 기준은 「건축법」 제65조 제4항에 따라 고시된 인증 등급별로 차등화하여 환경부령으로 정한다. <신설 2010.11.19></td></tr>
<tr><td>환경개선비용 부담법 시행규칙 제3조(친환경건축물의 환경개선부담금 경감 기준) 별표1</td><td>[별표] <신설 2010.11.26><br>친환경건축물의 환경개선부담금 경감 기준(제3조 관련)<br><table><tr><th>친환경건축물 인증 등급</th><th>경감률(%)</th></tr><tr><td>최우수 (그린1등급)</td><td>50</td></tr><tr><td>우수 (그린2등급)</td><td>40</td></tr><tr><td>우량 (그린3등급)</td><td>30</td></tr><tr><td>일반 (그린4등급)</td><td>20</td></tr></table>비고<br>1. 친환경건축물 인증 등급은 「건축법」 제65조 제4항 제5호에 따른 인증 등급을 말한다.<br>2. 「건축법」 제65조에 따라 2010년 7월 1일 전에 최우수 인증 등급을 받은 건축물에 대해서는 경감률 30퍼센트를, 우수 인증 등급을 받은 건축물에 대해서는 경감률 20퍼센트를 각각 적용한다.<br>3. 친환경건축물의 개선부담금 경감률 적용기간은「건축법」제65조 제4항제 3호에 따른 인증 유효기간에 한정한다.</td></tr>
<tr><td>건축법 제66조(건축물에 관한 효율적인 에너지 이용과 친환경 건축물 건축의 활성화) 3항</td><td>③ 허가권자는 자원 절약적이고 환경 친화적인 건축물의 건축을 활성화하기 위하여 대통령령으로 정하는 기준에 적합한 건축물에 대하여 제42조에 따른 조경설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제56조 및 제60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위에서 완화하여 적용할 수 있다. <개정 2011.5.30></td></tr>
<tr><td>지방세특례제한법 제47조(한국환경공단 등에 대한 감면) 제2항</td><td>② 신축(증축 또는 개축을 포함한다)하는 건축물로서 다음 각 호의 요건에 해당하는 건축물에 대하여는 2015년 12월 31일까지 대통령령으로 정하는 바에 따라 취득세의 100분의 5부터 100분의 15까지의 범위에서 경감한다. <개정 2013.1.1></td></tr>
<tr><td>지방세특례제한법 제47조(한국환경공단 등에 대한 감면) 제6항</td><td>⑥ 「건축법」 제65조에 따라 친환경건축물 인증을 받거나 같은 법 제66조의2에 따라 에너지효율등급 인증을 받은 건축물 또는 주택(「건축법」 제2조 제1항 제2호에 따른 건축물 부분으로 한정한다)으로서 대통령령으로 정하는 기준 이상인 경우에는 1회에 한정하여 그 인증을 받은 날(건축물 또는 주택 준공일 이전에 인증을 받은 경우에는 준공일)부터 5년간 대통령령으로 정하는 바에 따라 재산세를 100분의 3부터 100분의 15까지의 범위에서 경감한다. 다만, 재산세 과세기준일 현재 친환경건축물 인증 또는 에너지효율등급 인증이 취소된 경우에는 제외한다. <신설 2011.12.31></td></tr>
</table>

## ■ 부록 2. 벽면녹화 현황 조사표

| 벽면녹화 현황 조사표 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 대 상 지 명: | | 대 상 지 위 치: | | |
| 조 사 날 짜: | | 조 사 자: | | |
| 대상지 내 벽면녹화 개소: | | | | |
| **구분** | **점검항목** | **세부점검사항** | **해당여부** | **비고** |
| 일반 현황 | 녹화유형 | 녹화유형 기재 | — | ex) 등반형, 플랜트 부착형, 패널형 등 |
| | 식물종류 | 식재수종 기재 | — | ex) 담쟁이, 능소화 등 |
| | 벽면표면재료 및 상태 | 벽면표면재료의 식생생장환경적합 여부 | ( O, X ) | 표면색상, 표면재료종류, 외벽 균열 확인 (※식생이 벽면에 부착하여 생장하는 벽면녹화 유형의 경우만 해당) |
| | 입면 향(向) | 입면 향 및 향에 따른 수종식재 여부 확인 | ( O, X ) | 상태기술 |
| 식생 생육 상태 | 피복율 | 식생피복율 확인 | — | 대상지 내 모든 벽면녹화 구역 기재 |
| | 병충해 | 병충해 발생 여부 확인 | ( O, X ) | 상태기술 |
| | 고사식물 | 고사식물 발생 여부 확인 | ( O, X ) | 상태기술 |
| | 전지 · 전정 | 전지 · 전정 여부 확인 | ( O, X ) | 상태기술 |
| 녹화 시설 | 등반보조재 상태 | 등반보조재 부식, 탈착, 손상, 균열 여부 확인 | ( O, X ) | 상태기술 |
| | 등반보조재 하중한계 | 하중에 따른 등반보조재 훼손 여부 확인 | ( O, X ) | 상태기술 |
| 식재 환경 | 식재 간격 | 적정 식재간격 여부 확인 | ( O, X ) | 적정 식재간격: 50~200cm |
| | 식재기반 확보 상태 | 입면 기부에 식물을 식재할 토양공간 확보여부 확인 | ( O, X ) | 적정 식재기반: 깊이 30~50cm, 너비 30cm 이상 |
| | 토양상태 | 적정 토양경도 여부 확인 | ( O, X ) | 생육양호 기준: 1.5㎏/㎠ 미만 |
| | 관수 · 배수 | 관수 · 배수 여부 확인 | ( O, X ) | 방법 및 횟수 확인 후 기재 |

# ■ 부록 3. 거주후 평가(POE) 설문지

## 친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 거주후 평가를 위한 설문조사

안녕하십니까. 귀중한 시간을 내어주셔서 진심으로 감사드립니다. 본 설문은 「친환경건축물 인증 공동주택 벽면녹화 현황 및 문제점 연구」를 위한 설문이며, 연구 결과 도출을 위하여 활용할 것입니다. 답변하신 내용은 오직 연구 목적을 위한 통계 자료로 이용할 것이며, 그 외의 어떠한 용도로도 사용하지 않을 것입니다. 설문조사는 약 5분 정도 소요되며, 귀하의 의견을 정확히 반영할 수 있도록 성의 있는 답변을 부탁드립니다. 감사합니다.

2012년 8월

서울대학교 생태조경학과 석사과정 **김보람**
전화: 02)880-4884, E-mail: qhfka822@snu.ac.kr

### Ⅰ. 거주후 평가

| 구분 | 평 가 기 준 | 매우 불만족 | 불만족 | 보통 | 만족 | 매우 만족 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 물리적 조건별 만족도 | 아파트 내 조성된 벽면녹화의 조성규모에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역에 식재된 수종의 다양성에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역에 식재된 식생의 피복면적에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역에 식재된 전체 식생의 양에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 유지관리 만족도 | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역에 식재된 식생의 관리상태에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역의 식재유도시설 관리상태에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 기능별 만족도 | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역의 경관미에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역의 생태적 기능에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역의 설계목적 및 기대효과 부합여부에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| | 아파트 내 조성된 벽면녹화 구역의 시설물 형태, 색채, 질감의 조화에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| 종합적 만족도 | 아파트 내 조성된 벽면녹화에 만족하십니까? | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |

### Ⅱ. 통계분석자료

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 성 별 | ① 남 ② 여 |
| 연 령 | ① 10대 ② 20대 ③ 30대 ④ 40대 ⑤ 50대 ⑥ 60대 이상 |
| 거 주 기 간 | ① 1년 미만 ② 1년 이상~2년 미만 ③ 2년 이상~3년 미만 ④ 3년 이상~4년 미만 ⑤ 4년 이상~ 5년 미만 ⑥ 5년 이상 |

**설문에 참여하여 주셔서 대단히 감사합니다.**

# Abstract

# A Study on the Current Status and Issue of Green Wall in GBCS-Certified Apartments

## - Focusing on Improvement Direction of Re-certification -

Advised by Prof. Ahn, Tong-Mahn
Dept. of Landscape Architecture and Rural System Engineering,
Graduate School, Seoul National University
Kim, Bo-Ram

Starting from January 2002, Green Building Certification System(GBCS) have been organized and conducted by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, together with Ministry of Environment. Green Building Certification System is used to issue the certificate to those building that contributed to energy saving as well as reduction of environmental pollution in the whole building process, including material selection, design, construction, maintenance, and etc. This system provides the guideline of eco-building through its incentive system meanwhile the environmental-friendly residential apartments are getting high proportion in the residential housing market. However, after 11 years of implementation, currently Green Building Certification System has been questioned on the effectiveness of the certification scheme due to the poor maintenance, even though Green Building Re-certification assessment has been conducted starting from July 1, 2012, which a re-certification audit is required after five years from the issued date of the certification. It is found that the

evaluation criteria of re-certification audit onto green wall is exactly same as the certificate assessment criteria, which only assess the vegetation installation area regardless of the vegetation coverage rate. Therefore, the re-certification audit has never considered about the management of the vegetation within the 5-years time, and thus lead to the mismanagement and poor growth of green. This study aims to suggest the ways to improve sustainability on housing complexes. This study would focus on the retention and maintenance of "Green walls" in seven housing projects, which were completed in January 2002 and June 2008 in Seoul and Gyeong Gi-Do of Korea respectively. These sites would be studied by using on-site investigations as well as Post Occupancy Evaluation. Major findings are summarized as follows.

First, green walls are not well maintained in most of the sites and this implies that Green Building Certification System did not meet its objectives well. The result of study showed that 71.43% of studied site's vegetation coverage is less than 50%. The vegetation coverage would be increase when the constructed environments suitable for vegetation growth as well as proper vegetation management like pruning, pest management, and etc.

Second, the calculation standard of valid surface area for green walls requires improvement in the re-certification evaluation in order to gain better and proper green walls effect. Although every building will be re-evaluated through Green Buildings Re-certification assessment after five years it received the certificate, it is an unnecessary move since the criteria had only evaluated the vegetation installation area without considering the vegetation coverage after 5-year-growth. This is because the re-certification assessment applied the same criteria with the certificate assessment and this explained why the re-certification assessment could not conducted maintenance management in well. The performance of a green wall will only be satisfied when it is fully covered by vegetation. In addition, the result of Post Occupancy Evaluation showed that even though the vegetation installation area is wider than the vegetation coverage area, the green walls performance would be lower. Therefore, the re-certification assessment of green

walls should also consider vegetation coverage area other than only focusing on vegetation installation area.

Third, for a solving problem which is uniform application of Modular Trellis Panel System, it needs improvement of additional space type on the re-certification criteria. The result of study showed that Modular Trellis Panel System applied uniformly on whole studied site. The reason of this situation is that the Modular Trellis Panel System is the lowest cost type among admitted green wall types on Green Building Certification System. However, Even though the Modular Trellis Panel System has low vegetation coverage in the early stage, it could acquire high score that its installation facility area is wide irrespective of vegetation cover. Therefore, it should expand space type of green walls and it needs criteria supplementation of area calculation in accordance with each space type which admitted Green Building Certification System.

Based on above study results, the present re-certification assessment of green walls on Green Building Certification System has inadequate assessment standards for maintenance, which lead to lower the entire satisfaction. Therefore, the re-certification assessment of green walls should be improved. This study has significance that it grasps present condition based on objective evidence using current state of affairs checklist. In addition, it is comprehensive study which investigates improvement of green wall assessment on Green Building Re-certification based on problems of current status and existing system.

■ **Keywords:** Green Building Certification System(GBCS), Green wall, Maintenance, Post Occupancy Evaluation(POE), Apartments

■ **Student Number:** 2011-21254