



건축 공간 내 실내정원 요소 확대를 위한 제도적인 개선방안 연구 - 친환경 건축물 인증제도의 VOSviewer 기반 키워드 네트워크 분석을 중심으로 -

Expanding Indoor Garden Elements in Architectural Spaces through Institutional Improvement - A VOSviewer-Based Keyword Network Analysis of Green Building Certification Systems -

김미주* · 이재영** · 백정희*** · 김태한****

Mi-Ju Kim* · Jae-young Lee** · Jeong-Hee Back*** · Tae-Han Kim****

* Main author, Doctoral course, Dept. of Green Smart, Sangmyung Univ., South Korea (rlaalwn0408@naver.com)

** Coauthor, Doctoral course, Dept. of Green Smart, Sangmyung Univ., South Korea (smb202@naver.com)

*** Coauthor, Doctoral course, Dept. of Green Smart, Sangmyung Univ., South Korea (landzzang@gmail.com)

**** Corresponding author, Professor, Dept. of Green Smart City, Sangmyung Univ., South Korea (taehankim@smu.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: While international green building certification systems increasingly incorporate indoor garden-related criteria, the domestic G-SEED system remains limited to a single item. This study redefines the scope of building-integrated garden elements through keyword network analysis and derives improvement strategies for G-SEED by comparing indoor garden-related evaluation criteria across domestic and international certification systems. **Method:** A keyword network analysis using VOSviewer was performed on 506 papers published between 2014 and 2024, collected from Web of Science. For four certification systems—G-SEED, BREEAM, LEED, and WELL—indoor garden-related criteria were derived through a three-step text matching analysis involving surface matching with regular expressions, co-occurrence analysis, and qualitative review, and the weighting of scores was compared across systems. **Result:** Five building-integrated garden elements were identified: Urban Agriculture, Green Wall, Indoor Plants, Green Roof, and Window View. The proportion of indoor garden-related items relative to the total score was 0.74% for G-SEED, 1.68% for BREEAM, 2.73% for WELL, and 3.64% for LEED, with G-SEED showing the lowest proportion. The analysis also revealed that elements more frequently addressed in research trends were less likely to be reflected in certification criteria, indicating that these systems do not sufficiently reflect academic research. Based on this, five improvement measures for G-SEED—two revisions and three new additions—were proposed across existing-item revision and standard-based establishment.

KEYWORD

녹색건축 인증제도
동시출현 분석
바이오필릭 디자인

G-SEED
Co-Occurrence Analysis
Biophilic Design

ACCEPTANCE INFO

Received Jun. 11, 2026

Final revision received Jul. 15, 2026

Accepted Jul. 21, 2026

© 2026. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

현대인의 실내 체류 시간이 증가함에 따라 건축물 내부 환경이 사용자 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 크게 높아지고 있다[1]. 특히, 건축 자재에서 배출되는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)과 같은 유해 물질과 미세먼지 등으로 인한 실내 공기질 저하, 재실자의 스트레스에 따른 정신 건강 및 업무효율 저하 등은 근본적인 개선이 요구된다[2~4].

실내 대기질 및 공간 사용자의 신체적, 정신적 건강 문제는 다양한 요인에서 기인된다. 기존 단일 정화 방법으로는 이와 같은 다면적 문제해결에 제한적이므로, 생태적 요소를 활용한 개선방안이 논의되고 있다. 특히 건축물에 적용되는 정원은 생태적 요소를 실내·외 공간에 도입함으로써 공기질을 개선하고, 외피 및 실내 열 환경을 조절하여 건물의 공조 에너지 부하를 줄일 수 있다[5]. 또한, 건축물 연

계 정원은 재실자의 심리적, 시각적 안정감을 제공한다[6]. 이러한 다면적 효과를 지닌 정원은 상대적으로 시공 및 관리상의 문제로 인하여, 실제 적용이 제한적인 상황이다[7]. 최근 국외 친환경 건축물 인증제도는 건축물 연계 정원요소를 적극적으로 인증항목에 포함하고 있다. 특히, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)[8], LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)[9], WELL (WELL Building Standard)[10]은 실내 식물 도입, 옥상 및 벽면 녹화 등과 같이 건축물에 연계할 수 있는 실내·외 정원 요소를 인증체계에서 다수 확인할 수 있다. 반면, 국내 친환경 건축물 인증제도인 녹색건축 인증제도(G-SEED, Green Standard for Energy & Environmental Design)는 건축물 연계 정원 요소와 관련된 인증항목이 단일 항목에 머무르고 있다[11]. 더불어, 건축물에 적용되는 정원 요소의 개념과 범위가 연구자마다 상이하야[12~14], 친환경 건축물 인증제도 내 반영과 제도화에도 한계가 존재한다.

따라서, 본 연구는 선행연구를 고찰하여 건축물 연계 정원 요소의 범위를 검토하고, 이 중 적용 범위와 효과를 특정하기 용이한 실내정원을 키워드 분석하여 도출된 핵심어로 국내외 친환경 건축물 인증

제도의 현황을 분석하고자 한다. 이를 통해, 국내 인증제도 내 실내 정원 요소의 확대 필요성을 검토하고, 이에 대한 의사결정 지원 자료를 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구의 범위 및 설계

국내외 친환경 건축물 인증제도는 실내정원 관련 평가항목 간 분석을 위해, 비주거 건축물로 특정하여 국내 G-SEED[11], 국외 BREEAM[8], LEED[9], WELL[10]로 설정하였다. 평가항목 분석을 위해 선행연구에서 제시된 옥상 온실(Greenhouse Rooftop), 소규모 실내 식재(Small indoor plantings in different functions of spaces), 수직 정원(Vertical gardens), 그린월(Green walls) 등을 실내·외 정원 요소 범위로 우선 검토하였다[12~14]. 후속적으로 Web of Science에서 관련 논문을 수집하고 VOSviewer 기반의 키워드 네트워크 분석(Keyword Network Analysis)으로 실내·외 정원 요소 범위를 재정의하여, 각 인증제도의 평가항목 간 매칭·비교 분석을 수행하였다.

2.2. Keyword Network Analysis

실내·외 정원 요소에 대한 논문 분석은 ‘Web of Science’ 플랫폼을 통해 2014~2024년 동안 발표된 국외 논문을 대상으로 하였다. 검색 결과, 총 506건의 논문이 확인되어, 이를 분석 대상으로 선정하였다. 키워드 네트워크 분석은 네덜란드 Leiden University Centre for Science and Technology Studies (CWTS)에서 개발한 오픈소스 소프트웨어인 VOSviewer를 사용하였다[15]. 이를 통해 서지 정보 기반의 동시 출현 단어(Co-occurrence)를 분석하고, 이를 기준으로 군집화(Clustering)하여 네트워크 맵(Network Map)으로 시각화하였다[16].

2.3. 실내정원 관련 인증제도 현황

1) 국내, G-SEED

G-SEED는 2013년 녹색건축물 조성 지원법에 따라 ‘친환경건축물 인증제’와 ‘주택 성능 등급 인증제’를 통합하여 도입되었다. G-SEED는 국토교통부와 기후에너지환경부가 공동으로 운영하며, 설계, 시공, 유지 관리 등을 전 과정에 걸쳐 에너지 절감 및 환경오염 저감 성과를 평가하여 건축물의 친환경성을 인증한다. 평가체계는 토지이용 및 교통(Land Use and Transportation), 에너지 및 환경오염(Energy and Environmental Pollution), 재료 및 자원(Materials and Resources), 물순환 관리(Water Cycle Management), 유지 관리(Maintenance), 생태환경(Ecological Environment), 실내 환경(Indoor Environment), 혁신적인 설계(Innovative Design) 등 총 8개 부문이며, 평가항목은 54개로 분류되어 있다. 인증은 최우수(80점 이상), 우수(70점 이상), 우량(60점 이상), 일반(50점 이상), 4개의 등급으로 구분된다. 해당 제도의 대상 건축물은 용도별로 신축과 기존, 주거용과 비주거용으로 구분하며, 복합 용도의 경우, 주거와 비주거 건축물로 분류하고 있다.

2) 국외, BREEAM

BREEAM은 1990년 영국의 BRE (Building Research Establishment)에서 개발된 친환경 건축 인증제도이다. BREEAM은 건축물 및 인프라의 지속가능성을 평가하며 ESG, 건강, 탄소중립을 목표로 한다. 평가체계는 건강 및 웰빙(Health and Wellbeing), 에너지(Energy), 교통(Transport), 물(Water), 자원(Resource), 회복탄력성(Resilience), 토지이용 및 생태(Land Use and Ecology), 오염(Pollution), 유지 관리(Management) 등 총 10개 부문이며, 평가항목은 86개로 구성되어 있다. 인증은 최우수(Outstanding, 85점 이상), 우수(Excellent, 70점 이상), 매우 좋음(Very Good, 55점 이상), 좋음(Good, 45점 이상), 보통(Pass, 30점 이상), 미분류(Unclassified, 30점 이하) 등 총 6개의 등급으로 구분된다. 해당 제도의 대상 건축물은 신축 건축(New Construction), 리모델링 및 실내 설비(Refurbishment and fit-out), 기존 건축(In-use), 커뮤니티(Communities) 등 4가지 유형으로 분류하고 있다.

3) 국외, LEED

LEED는 1993년 USGBC (U.S. Green Building Council)에서 개발되어 전 세계에서 널리 사용되는 친환경 건축 인증제도이다. 해당 인증제도는 에너지 효율, 물 절약, 부지 선정, 자재 선택, 자연 채광 및 폐기물 감소 등 ESG 기반 친환경 기준을 제시한다. 평가 체계는 통합 과정(Integrative Process), 위치 및 교통(Location and Transportation), 지속 가능한 토지(Sustainable Sites), 수자원 효율(Water Efficiency), 에너지 및 대기(Energy and Atmosphere), 재료 및 자원(Materials and Resources), 실내 환경질(Indoor Environment Quality), 혁신(Innovation), 프로젝트 우선순위(Project Priorities) 등 총 9개 부문이며, 평가 항목은 66개로 구성되어 있다. 인증은 플래티넘(Platinum, 80점 이상), 골드(Gold, 60~79점), 실버(Silver, 50~59점), 인증(Certified, 40~49점) 등 4개의 등급으로 구분된다. 해당 제도의 대상 건축물은 건물 설계 및 건설(Building Design and Construction, BD+C), 인테리어 디자인 및 건설(Interior Design and Construction, ID+C), 건물 운영 및 유지 관리(Building Operations and Maintenance, O+M), 지역 개발(Neighborhood Development, ND), 주거(Homes), 도시(Cities) 등 총 6가지 유형으로 분류하고 있다.

4) 국외, WELL

WELL은 2014년 미국의 IWBI (International WELL Building Institute)에서 개발된 친환경 건축 인증제도이다. 사용자 건강과 웰빙을 중심으로 재실자들의 건강, 편안함, 인식, 환경 등에 미치는 영향을 평가한다. 평가 체계는 공기(Air), 물(Water), 영양(Nourishment), 조명(Light), 움직임(Movement), 열 쾌적성(Thermal Comfort), 소리(Sound), 재료(Materials), 정신(Mind), 공동체(Community), 혁신(Innovation) 등 총 11개 부문이며, 평가 항목은 126개로 구성되어 있다. 인증은 플래티넘(WELL Platinum, 80점 이상), 골드(WELL Gold, 60점 이상), 실버(WELL Silver, 50점 이상), 브론즈(WELL Bronze, 40점 이상) 등 4개의 등급으로 구분된다. 해당 제도의 대상 건축물은 신축 및 기존 건축(New and Existing Buildings),

Table 1. Comparison table of domestic and international green building certification systems

Category	G-SEED	BREEAM	LEED	WELL
Developing Agency	Ministry of Land, Infrastructure and Transport; Ministry of Climate, Energy and Environment	BRE	USGBC	IWBI
Year Introduced	2013	1990	1993	2014
Number of Evaluation Categories	8	10	9	11
Number of Evaluation Items	54	86	66	126
Certification Grade	4 Grades	6 Grades	4 Grades	4 Grades
Types of Buildings Covered	New construction, Existing buildings/Residential, Non-residential	New Construction, Refurbishment and fit-out, In-use, Communities	BD+C, ID+C, O+M, ND, Homes, Cities	New and Existing Buildings, New and Existing Interiors, Core and Shell

신축 및 기존 내부 공간(New and Existing Interiors), 코어셸(Core and Shell) 등 총 3가지 유형으로 분류하고 있다.

5) 실내정원 관련 인증항목 분석

국내외 인증제도 해설서에서 실내정원과 관련된 평가 항목을 식별하기 위해 3단계 분석을 진행하였다[17]. 첫 번째 단계는 VOSviewer를 통해 도출된 핵심 키워드로 키워드 목록을 구성하여 표면 매칭(surface matching)을 수행하였다[18]. 두 번째 단계는 Co-occurrence 분석을 적용하여 동일 문장 내 키워드 동시 출현을 기준으로 관련 항목을 선별하였다[19]. 세 번째 단계는 두 번째 단계에서 선별된 항목을 대상으로, 연구자가 문장 흐름과 평가항목의 의도를 정성적으로 검토하여 실내정원 관련 최종 항목을 확정하였다[20]. 이 중 첫 번째와 두 번째 단계는 Python 기반 텍스트 매칭 스크립트를 활용하여 자동화하였다[21]. 키워드 매칭은 정규 표현식(regular expression)을 사용하였으며, 이는 특정 패턴을 가진 문자열 집합을 기술하는 형식 언어이다[22]. 본 연구에서는 독립된 단어로 사용된 경우에만 매칭하여 관련성이 없는 단어의 추출을 방지하였으며(예: “plant” 검색 시 “replant”, “transplant” 제외), 단·복수 및 대소문자 등 동일 개념의 다양한 표기 변형을 조건으로 설정하였다[23].

우선, 첫 번째 단계는 각 평가 항목의 배점 및 산출 기준 본문을 대상으로, VOSviewer로 도출된 5가지 키워드에 대해 surface matching을 수행하였다. 매칭은 복합명사(예: green wall, 벽면녹화)와 핵심 명사(예: wall, 벽면)를 regular expression 기반으로 적용하였다. 핵심 명사를 포함한 것은 동일 개념이 다양한 수식어와 결합되어 표현(예: living wall)되는 것을 포착하기 위함이며, 이는 복합명사구 전체뿐 아니라 하위 구성요소도 매칭 키워드에 포함시키면 관련 표현의 누락을 줄일 수 있다는 선행연구[24]에 준한다.

두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 선별된 평가 항목의 전체 본문을 대상으로, 문장을 분석 단위로 설정하여 Co-occurrence 분석을 진행하였다. 두 키워드 집합은 실내와 정원 키워드로 설정하였으며, 실내 키워드는 각 인증제도에서 실내 공간을 지칭하는 공식 용어를 통합하여 ‘실내’, ‘indoor’, ‘interior’, ‘inside’, ‘internal’, ‘occupied space’로 설정하였다[8~11]. 정원 키워드는 첫 번째 단계와 동일하게 VOSviewer 도출 키워드의 복합명사 및 핵심 명사를 사용하였으며, 실내 키워드 집합과 정원 키워드 집합에서 각각 하나 이상의 키워드가 동일 문장 내에 등장하는 경우, 해당 문장을 실내정원 관련 후보로

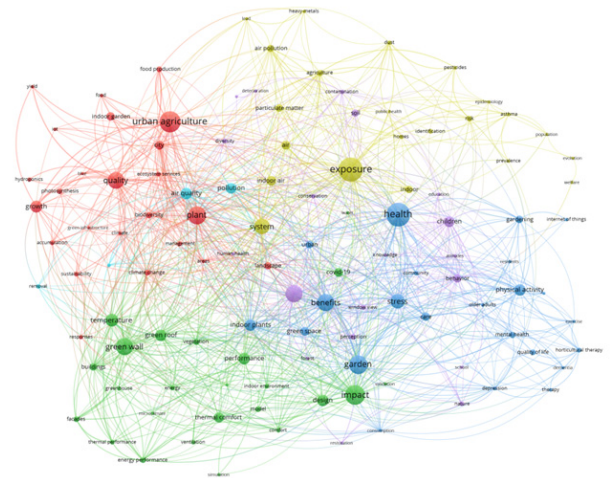


Fig. 1. Network map visualization

선별하였다. 이는 함께 등장하는 단어 사이에 의미적 관계가 존재한다는 코퍼스 언어학(corpus linguistics)의 분포가설(distributional hypothesis)에 근거하며[25], 두 키워드가 동일 문장 내에 공존하는 평가항목으로 분석 대상을 좁히는 역할을 한다.

세 번째 단계는 두 번째 단계에서 도출된 항목에 대해 연구자가 문장 흐름과 평가항목의 의도를 검토하여 실내정원 개념과의 직접적 연관성을 판단하였다. 이는 Python으로 자동화된 키워드 매칭 스크립트를 기반으로 검토된 1차 결과물의 한계를 연구자의 정성적 검토를 통해 보완하는 방식이 적용되었다[20].

3. 결과 및 고찰

3.1. Keyword Network Analysis

국외 506건의 논문에서 추출된 총 3,175개의 키워드 중 최소 출현 빈도는 기본 설정값인 5회로 설정하여 총 116개의 단어가 확인되었다[26,27]. 이 과정에서 의미는 동일하나 단·복수 형태가 다를 경우(예: ‘Garden’과 ‘Gardens’), 단수로 통일하였다. 하이픈(-)의 유무(예: ‘Climate-change’와 ‘Climate change’)의 경우, 하이픈이 없는 용어로 수정하였으며, 유의어(예: ‘green wall’와 ‘living wall’)도 하나의 단어로 통일하여 키워드 분석(Fig. 1.)을 진행하였다[28].

Table 2. Key keywords derived using VOSviewer

No.	Keyword	Occurrences	Cumulative Frequency
.	.	.	.
.	.	.	.
3	Urban Agriculture	33	8.538
.	.	.	.
.	.	.	.
8	Green Wall	27	19.763
.	.	.	.
.	.	.	.
15	Indoor Plants	18	32.174
.	.	.	.
.	.	.	.
17	Green Roof	18	35.020
.	.	.	.
.	.	.	.
56	Window View	8	71.304
.	.	.	.
.	.	.	.

이러한 전처리 과정은 동일 개념에 대해 상이한 표현을 사용함으로써 발생할 수 있는 키워드 분산 문제를 방지하여 네트워크 분석의 신뢰도를 높이는데 기여한다[29]. 핵심 키워드 선별 기준은 연구자마다 상이하며, 최소 출현 빈도 임계값 설정[30] 또는 상위 키워드 N 개를 직접 선별하는 방식[31]이 주로 사용되나 표준화된 기준이 존재하지 않는다. 본 연구에서는 분석 범위의 객관성과 일관성을 확보하기 위해, 전체 출현량 대비 누적 비율이라는 기준을 적용하였다. 구체적으로 전체 출현량(1,265회)의 누적 80%(1,012회)에 도달하는 키워드를 핵심 키워드로 선별하였으며, 분석에 실질적으로 기여하는 키워드를 포괄하면서 극저빈도 키워드로 인한 네트워크 노이즈를 제거하였다. 도출된 건축물 연계 가능 정원 요소 키워드는 Table 2와 같으며, 이 중 green wall, indoor plants, green roof는 선행연구의 건축물 연계 정원 요소 범위와 일치한다[12~14].

한편, urban agriculture와 window view는 기존 분류에서 명시되지 않았으나, 키워드 네트워크 분석에서 건축물 연계 정원 요소와의 연결성과 Co-occurrence가 높게 나타났다. 실내정원 요소 측면에서 urban agriculture는 실내 수직정원 형태로 연계 가능하고[32], window view는 건축 개구부를 통해 재실자에게 시각적으로 자연정원을 제공하는데, 이는 직접적인 접촉 수준과 동일한 심리·생리적 회복 효과를 제공하는 것으로 보고되고 있다[33].

이와 같이 선행연구를 통해 정리한 기존 실내정원 유형과 더불어, 분석 결과를 기반으로 연계 가능한 범위를 확장하여 국내외 친환경 건축물 인증제도의 평가항목을 비교·분석하였다.

3.2. 실내정원 항목 비교·분석

1단계 분석 결과, 정원 요소 키워드가 포함된 항목은 총 80개로 나타났다. 이를 기반으로 실내 키워드와 정원 요소 키워드가 동일 문장 내 동시 등장하는 평가항목을 추출한 결과 25개로 좁혀졌으며, WELL (10개)과 LEED (8개)가 다수를 차지하였다.

2단계에서 추출된 항목을 대상으로 문장 흐름과 평가 항목의 의도를 검토한 결과, 실내정원 개념과 직접적으로 관련된 평가 항목은 총 6개로 확인되었다(Table 3.).

Table 3. Results of the extraction of evaluation criteria by stage

Certification system	Phase 1	Phase 2	Phase 3
G-SEED	7	3	1
BREEAM	16	4	1
LEED	17	8	1
WELL	40	10	3
Total	80	25	6

Table 4. Final selection criteria

Certification system	Evaluation criteria	VOSviewer keyword
G-SEED	Creation of a dedicated rest area	Indoor plants
BREEAM	View out	Window view
LEED	Places of respite	Window view
WELL	Food production	Urban agriculture
WELL	Nature and place	Indoor plants
WELL	Enhanced access to nature	Indoor plants

Table 5. A Comparative analysis of indoor garden scoring within green building certification systems

Certification system VOSviewer keyword	G-SEED	BREEAM	LEED	WELL
Urban agriculture	0	0	0	2
Green wall	0	0	0	0
Indoor plants	1	0	0	1
Green roof	0	0	0	0
Window view	0	4	4	0
Total	136	238	110	110
Indoor garden Features	1(0.74%)	4(1.68%)	4(3.64%)	3(2.73%)

3단계 분석 결과, 6개 평가항목은 Urban Agriculture (1건), Indoor Plants (3건), Window View (2건)로 분포하였다. Green Roof와 Green Wall은 1, 2단계에서 다수 등장하였으나, 3단계 검토 결과 실내정원과 직접 연관된 평가항목으로는 분류되지 않았다.

WELL은 4개 인증제도 중에서 실내정원과 직접 관련된 평가항목을 가장 많이 보유하고 있다. ‘Nature and Place’는 실내 자연 요소 적용 및 연결성 제공 여부를 평가하고, ‘Enhanced Access to Nature’는 실내 식물 배치 거리를 평가하여 각각 ‘Indoor Plants’로 분류된다. 또한, ‘Food Production’ 항목은 식물 재배가 가능한 온실 및 농업 시스템 구축을 평가하며, ‘Urban Agriculture’에 해당한다[10].

G-SEED, BREEAM, LEED는 각각 1개의 평가항목만 실내정원과 직접 연관되어 있다. G-SEED의 ‘전용 휴게공간 조성’은 휴게, 실내 식재, 수 공간 조성을 평가하므로 ‘Indoor Plants’에 해당된다[11]. BREEAM의 ‘View out’은 자연경관 조망이 가능한 공간 및 바닥 면적 비율을 평가하고[8], LEED의 ‘Places of Respite’는 실내·외 휴식 공간 조성 및 외부 조망 시야 확보 비율을 평가하여 각각 ‘Window View’에 포함되는 것으로 확인된다[9].

1, 2단계 분석을 통해 도출된 평가항목의 키워드별 배점을 다음과 같이 정리하였다(Table 5.). 여기서 ‘Total’은 각 인증제도의 모든 평가항목에서 획득 가능한 최대 점수의 합계이며, ‘Indoor Garden Features’는 Total 점수 대비 실내정원 관련 항목 점수의 비율을 의

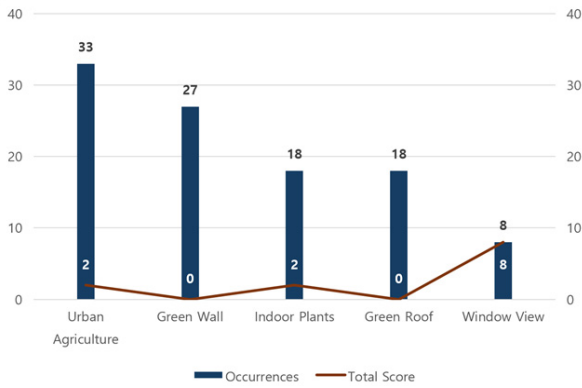


Fig. 2. Comparison of academic research trends and accreditation system reflection

미한다.

각 인증제도의 전체 배점 대비 실내정원 관련 항목 배점의 비율을 산출한 결과, G-SEED 1점(0.74%), BREEAM 4점(1.68%), LEED 4점(3.64%), WELL 3점(2.73%)으로 나타났다(Table 4). 여기서, 인증제도별 절대 배점은 BREEAM과 LEED가 4점으로 가장 높아 개별 항목 단위에서 실내정원 요소를 가장 중요하게 평가하고 있는 것으로 해석되었다. 다만, 인증제도 전체 배점 대비 비율로는 LEED가 3.64%로 가장 높아 평가 체계 분석 대상 인증제도 중, 실내정원 요소가 차지하는 비중이 가장 큰 것으로 집계되었다. 반면, G-SEED는 0.74%로 4개 인증제도 중 실내정원 관련 평가 비중이 가장 낮은 것으로 나타났다.

이러한 인증제도 간 비교와 더불어, 앞서 연구 동향 분석과 인증제도 내 실내정원 관련 항목의 평가 비중을 함께 평가하였다(Fig. 2.).

연구 동향에서 출현 빈도가 가장 높은 Urban Agriculture (33회)는 WELL을 제외한 인증제도에서 반영되어 있지 않았으며, Green Wall (27회), Green Roof (18회)는 4개 인증제도 전반에서 실내정원 관련 평가항목이 부재하여 연구 동향과 인증제도 평가 비중이 불일치하는 것을 확인할 수 있었다. 반면, Indoor Plants (18회)는 G-SEED와 WELL에서 각 1점이 반영되었으며, 출현 빈도가 낮은 Window View (8회)는 BREEAM과 LEED에서 최대 배점인 4점으로 반영된 것으로 분석되었다.

해당 결과는 친환경 건축물 인증제도의 변화 패턴과 비교할 때, 보다 명확하게 해석된다. 친환경 건축물 인증제도는 동시대 친환경 건축기술 수준을 고려하여 대상 건축물을 평가하는 도구이며, BREEAM, LEED, WELL은 각각 학술 연구를 반영하여 진화해 온 것으로 보고되고 있다[34]. 그러나 본 연구의 분석 결과, 실내정원 관련 연구 동향에서 많이 다뤄지는 키워드일수록 인증제도의 평가 항목에 포함된 비율이 상대적으로 적거나 부재한 것으로 확인되어, 친환경 건축물 인증제도가 이를 충분히 반영하지 못하고 있음을 시사한다. 해당 경향은 G-SEED만의 한계가 아닌 분석 대상 인증제도 전반의 공통적인 한계로 해석된다.

특히, 국외 친환경 건축물 인증제도 대비 절대적인 열위에 해당하는 G-SEED 평가체계는 해당 평가항목에 대한 개선이 시급한 것으로 해석할 수 있다. 이에 본 연구는 키워드 네트워크 분석으로 도출된 연구 동향을 기반으로 G-SEED의 실내정원 관련 평가체계에 대

한 개선방안을 제안하고자 한다.

3.3. G-SEED 평가체계 개선안 제안

G-SEED 평가항목의 개선안은 국외 인증제도와 국내 기준을 참고하여 실내정원을 포함한 정원 관련 평가항목의 확장을 제안한다. 이는 3.2절에서 확인된 연구 동향과 인증제도 반영 간의 격차를 완화하기 위한 것으로, 각 항목은 확정된 기준이 아닌 제도 개정 시 검토 가능한 개선안으로 제시한다. 이에 따라 개선안은 1) 기존 항목 개정, 2) 국외 기준 기반 신설, 3) 국내 기준 기반 신설의 세 유형으로 구분하였다. 제안 항목이 기존 평가체계에서 대응하는 부문을 확인하기 위해 G-SEED 인증기준 해설서[11]에 규정된 평가체계 및 항목을 다음과 같이 정리하였다(Table 6.).

1) 기존 항목 개정

① [실내환경 분야] ‘전용 휴게공간 조성’ 항목 개정

Indoor Plants는 키워드 네트워크 분석에서 도출된 핵심 정원 요소로 G-SEED의 ‘전용 휴게공간 조성’ 항목에 적용되어 있으나, 해당 항목은 휴게공간과 식재 및 수 공간의 조성 여부만을 평가하여 자연요소와의 연계 수준을 충분히 반영하지 못하고 있다. 따라서 WELL의 ‘Enhanced Access to Nature’ 항목을 참고하여 휴게공간과 자연요소의 시각적 연계, 공간적 접근성, 체류 지점에서의 자연요소 노출 정도를 평가기준에 포함하도록 개정을 고려할 수 있다. 이를 통해 휴게공간의 양적 조성 여부에서 나아가, 자연요소와의 질적 연계 수준까지 평가할 수 있는 기반을 마련한다.

② [생태환경 분야] ‘건축물 통합형 옥상 녹화’ 항목 개정

Green Roof는 연구 동향에서 출현 빈도가 높은 요소이나 외부 공간에 조성되어 실내정원과 직접 연관된 평가항목으로 분류되지 않았다. 다만 국외에서는 옥상 녹화를 건물 내부 용도와 연계된 이용공간으로 규정하고 있어[37], 실내 동선 및 이용을 통한 연계 측면에서 검토의 여지가 있다. G-SEED에서 옥상 녹화는 생태면적률 항목으로 평가되고 있으나, 유효 토심에 따른 계수 및 녹화 면적 비율에 집중되어, 이용 및 연계 측면은 반영되지 않고 있다. 이에 옥상 녹화의 적용 범위, 사용자 접근 가능 여부, 실내 동선과의 연계성, 휴게 및 체류 기능을 평가기준에 추가하는 개정을 고려할 수 있다.

2) 국외 기준 기반 신설

① [실내환경 분야] ‘자연 조망 확보 비율’ 항목 신설

Window View는 연구 동향에서의 출현 빈도는 낮으나 창을 통한 자연경관 조망이 직접적 접촉과 유사한 심리·생리적 회복 효과를 제공하는 것으로 보고되어[33] BREEAM과 LEED에서 최대 배점(4점)으로 반영되어 있다. 반면 G-SEED는 이를 충족하는 평가항목이 부재하다. 따라서 BREEAM의 ‘View Out’과 LEED의 ‘Places of Respite’ 항목을 참고하여 자연 조망 확보 비율 항목의 신설을 제안한다. ‘View Out’은 자연경관 조망이 가능한 관련 공간 및 바닥면적의 비율에 따라 평가하는 항목이며, ‘Places of Respite’는 자연 조망과 결합된 실내·외 휴게공간의 조성을 평가하는 항목이다. 이를 바탕으로 G-SEED에서는 자연 조망이 확보되는 공간의 비율, 조망 대

Table 6. G-SEED Evaluation Categories and Items

Assessment criteria	Point
Land use and transportation	
Ecological Value of Existing Site	2
Avoid Excessive Underground Development	3
Minimizing Cut Soil Volume in Earthwork	2
Feasibility of Measures to Prevent Interference with Right to Sunlight	2
Lay out Plan for Securing Adequate Sunlight Rights	1
Proximity to Public Transportation	2
Installation of Bicycle Parking Facilities	2
Energy and environmental pollution	
Energy Performance	12
Test, Adjustment, and Balancing (TAB) and Commissioning Implementation	2
Energy Monitoring and Management Support Device	2
Lighting Energy Savings	4
Use of New and Renewable Energy	3
Application of Low-Carbon Energy Source Technologies	1
Ozone Layer Protection and Global Warming Mitigation	3
Development of Solar Control Plan for Cooling Energy Savings	2
Materials and resources	
Use of Environmental Product Declarations (EPD)	4
Use of Low-Carbon Materials	2
Use of Resource-Recycled Materials	2
Use of Materials Reducing Hazardous Substances	2
Application Ratio of Green Building Materials	4
Installation of Storage Facilities for Recyclable Resources	1
Water cycle management	
Rainwater Management	5
Utilization of Rainwater and Groundwater Runoff	4
Use Water-Saving Appliances	3
Water Usage Monitoring	2
Maintenance	
Environmental Management Plan for Construction Sites	2
Provision of Operation and Maintenance Documentation and Manuals	2
Suppression of Dust Generation on Playgrounds	1
Provision of Green Building Certification Information	3
Ecological environment	
Creation of Connected Green Corridors	2
Natural Ground Green Space Ratio	4
Ecological Area Ratio	6
Biotope Creation	4
Creation of an Ecological Learning Center	1
Indoor environment	
Application of Low-Emission Products for Indoor Air Pollutants	3
Ensuring Natural Ventilation Performance	2
Design of Outdoor Air Intake and Exhaust Vents	2
CO ₂ Monitoring System Operation and Ventilation Rate Evaluation	2
Installation Level of Automatic Temperature Control Devices	2
Adoption of a Comfortable Indoor Environment Control System	2
Sound Insulation Performance of Partition Walls Between Rooms	2
Indoor and Outdoor Noise Levels for Traffic Noise (Road, Rail)	2
Installation of Shading Devices for Direct Sunlight Control and Glare Reduction	2
Creation of Dedicated Rest Areas	1

Table 6. G-SEED Evaluation Categories and Items (continued)

Assessment criteria	Point
Innovative design	
Land use and transportation	
Installation of Alternative Transportation Facilities	1
Energy and environmental pollution	
Zero Energy Building	3
Materials and resources	
Conducting Life Cycle Assessment of Buildings	2
Reuse of major structural components of existing buildings	5
Water cycle management	
Reuse of Reclaimed Water and Treated Wastewater	1
Maintenance	
Green Construction Site Environmental Management Implementation	1
Ecological environment	
Top soil Recycling Rate	1
Indoor environment	
Ensuring Natural Daylighting Performance	1
Green Building certification specialist	
Design Participation by Green Building Certification Experts	1
Innovative green building planning and design	
Green Building Planning and Design Review through evaluation	3
Subtotal	136

상의 질, 휴게공간과의 연계성을 평가 요소로 구성한다. 이를 통해 단순 개구부 설치 여부를 넘어, 자연 조망이 이용자의 시각적·심리적 회복에 기여할 수 있는 조건을 갖추었는지를 평가할 수 있다.

② [생태환경 분야] ‘도시농업 공간 조성’ 항목 신설

Urban Agriculture는 연구 동향에서 출현 빈도가 가장 높은(33회) 요소임에도, 분석 대상 인증제도 중 WELL을 제외하고는 관련 평가항목이 확인되지 않았다. 따라서 WELL의 ‘Food Production’ 항목을 참고하여 ‘도시농업 공간 조성’ 항목의 도입을 제안한다. ‘Food Production’은 작물 재배가 가능한 정원, 온실, 수경재배 시스템 등 농업 공간의 접근성과 확보 면적을 평가하는 항목이다. 이를 바탕으로 G-SEED에서는 옥상, 중정, 테라스, 실내 스마트팜 등 재배 가능한 공간의 확보 여부, 사용자 접근성, 재배 활동의 지속 가능성을 지원하는 급배수·채광·관리 체계를 평가요소로 설정한다. 이를 통해 정원 공간을 심미적 기능을 넘어, 생산적 녹지공간으로서 실내 정원이 갖는 활용 가치를 제고할 수 있는 기반을 마련한다.

3) 국내 기준 기반 신설

① [실내환경 분야] ‘실내 벽면녹화’ 항목 신설

Green Wall은 연구 동향에서 출현 빈도가 높게 나타났고 실내 공기질 개선 및 열환경 조절 효과가 보고된 요소[5,6]이나, 분석 대상 4개 인증제도 내 실내정원 관련 평가항목으로 반영되지 않았다. 따라서 국내 「건축물 녹화 설계기준」[35]과 「입체녹화 설계기준」[36]을 참고하여 실내 벽면녹화 항목의 신설을 검토할 수 있다. 평가기준은 벽면 전체 면적 대비 녹화 적용 범위, 구조적 안정성, 식재 기반 및 토심 확보 여부, 자동 관수 및 유지관리 체계를 중심으로 구성한다. 이를 통해 실내 식재를 평면적 요소로만 평가하던 기존 방식에서 나아가, 입체적 요소로 확장하여 단위 실내면적당 녹지 확충 방안과 총량

적 녹지확보에 따른 실내공간의 지속가능한 생태적 기능성을 제고할 수 있는 기반을 마련한다.

4. 결론

본 연구는 VOSviewer 기반 키워드 네트워크 분석을 통해 건축물 연계 정원 요소의 범위를 Urban Agriculture, Green Wall, Indoor Plants, Green Roof, Window View 등 5가지로 정의하고, 이를 기반으로 G-SEED, BREEAM, LEED, WELL 4개 인증제도의 실내 정원 관련 평가항목을 분석하였다.

분석 결과, 인증제도 전체 배점 대비 실내정원 관련 항목 배점의 비율은 G-SEED 0.74%, BREEAM 1.68%, WELL 2.73%, LEED 3.64%로 나타나, G-SEED는 분석 대상 인증제도 중 실내정원 관련 평가 비중이 가장 낮은 것으로 확인되었다. 또한 연구 동향에서 출현 빈도가 높은 키워드(Urban Agriculture, Green Wall, Green Roof) 일수록 인증제도 평가항목에 반영되는 비율이 오히려 낮게 나타나, 인증제도가 학술적 연구경향을 충분히 반영하지 못하는 한계도 도출되었다.

이를 바탕으로 본 연구는 G-SEED 평가체계 개선안을 기존 항목 개정과 국내외 기준 기반 신설로 구분하여 기존 항목 2건의 개정과 3건의 신설을 포함한 총 5개 항목을 제안하였다. 이는 G-SEED와 국외 인증제도 간 실내정원 평가항목의 격차를 완화하고, 실내정원 요소를 통해 재실자 건강 및 웰빙을 증진시킬 수 있는 제도적 기반이 마련될 수 있을 것으로 사료된다.

다만, 본 연구는 사전에 정의된 키워드와 정확히 일치하는 표현만을 추출하는 방식으로 진행되어, 의미는 유사하나 다른 어휘로 표현된 평가항목에 대한 검토는 제한적이었다. 또한, 제안된 개선안은 평가 관점의 확장에 중점을 두어, 항목별 구체적 정량 기준과 항목 자체의 타당성 검증에 한계를 지닌다. 따라서 향후 임베딩 기반 의미 분석을 통한 항목 도출의 정밀화와 더불어 타당성 분석, 사례를 통한 실효성 평가 등의 후속 연구가 요구된다.

Acknowledgement

본 연구는 정부(기후에너지환경부)의 재원으로 한국환경산업기술원의 녹색복원 특성화대학원 사업과 농촌진흥청연구사업(제부과 제번호: PJ0170712022)의 지원으로 수행되었습니다.

References

[1] 유용현, 국내 웰빙 중심 건축물 인증제도의 도입을 위한 기초 연구 - WELL 인증과 Fitwel 인증의 비교 분석을 중심으로, 한국실내디자인학회논문집, 제32권 제3호, 2023.06, pp.39-50. // (Y.H. Yu, A fundamental study for the implementation of well-being-centric building certification scheme in Korea - Focused on a comparative analysis of WELL and fitwel certifications, Journal of the Korean Institute of Interior Design, 32(3), 2023.06, pp.39-50.)

[2] 장미, 김신도, 윤중섭, 건축자재에서 발생하는 VOCs와 HCHO의 방출특성에 관한 연구, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 2003.05, pp.261-262. // (M. Jang, S.D. Kim, J.S. Yoon, The study on characteristics of VOCs and formaldehyde emissions rate from building

materials, Proceedings of the 36th Meeting of KOSAE, 2003.05, pp.261-262.)

[3] D.P. Wyon, The effects of indoor air quality on performance and productivity, Indoor Air, 14(Suppl 7), 2004, pp.92-101.

[4] K. Bhui et al., Air quality and mental health: Evidence, challenges and future directions, BJPsych Open, 9(4), 2023, e120.

[5] F. Liu et al., A review on indoor green plants employed to improve indoor environment, Journal of Building Engineering, 53, 2022, 104542.

[6] 최윤정, 김정민, 아파트 실내정원의 겨울철 실내환경 조절효과, 대한건축학회논문집 계획계, 제21권 제12호, 2005.12, pp.313-320. // (Y.J. Choi, J.M. Kim, Indoor environmental effects of indoor garden in apartment house during winter, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 21(12), 2005.12, pp.313-320.)

[7] 정나라 외 4인, 초등학교의 그린학교 조성 방향 설정 탐색 - 학교 실내식물 도입현황 및 관리특성 분석, 한국교육녹색환경연구원학술지, 제23권 제3호, 2024.09, pp.14-26. // (N.R. Jeong et al., Exploring the direction for establishing green schools in elementary education - Current status and management characteristics of indoor plants in schools, The Journal of Sustainable Design and Educational Environment Research, 23(3), 2024.09, pp.14-26.)

[8] BRE Global Ltd., BREEAM in-use international technical manual: commercial, 2020.

[9] U.S. Green Building Council(USGBC), LEED v4.1 building design and construction, 2024.

[10] International WELL Building Institute(IWBI), WELL building standard version 2, 2020.

[11] 한국건설기술연구원, 녹색건축 인증기준 해설서, 2024. // (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(KICT), G-SEED reference manual, 2024)

[12] W. Zhong, T. Schröder, J. Bekkering, Biophilic design towards sustainability in architecture: An evaluation framework and design guidelines for three-dimensional green spaces, Building and Environment, 287, 2026, 113868.

[13] G. Koca, Different garden types and material use for interior organizations, Turkey: Işık University, 2015.

[14] A. Ahmed Mohamed, L. Elgizawi, N. abd elhamid elsayyad, Interior Landscape techniques and its contribution to the interior places environmentally, Mansoura Engineering Journal, 47(5), 2022, pp.93-102.

[15] N.J. Van Eck, L. Waltman, Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping, Scientometrics, 84(2), 2010, pp.523-538.

[16] 임영협 외 4인, 동시출현단어 분석을 이용한 토양침식 연구동향 비교 분석, 한국환경생태학회지, 제34권 제5호, 2020.10, pp.413-424. // (Y.H. Lim et al., A comparison of current trends in soil erosion research using keyword co-occurrence analysis, Korean Journal of Environment and Ecology, 34(5), 2020.10, pp.413-424.)

[17] G. Wiedemann, A. Niekler, Document retrieval for large scale content analysis using contextualized dictionaries, arXiv:1707.03217, 2017.

[18] M. Dastani et al., Topic analysis and mapping of tuberculosis research using text mining and co-word analysis, Iran: Gonabad University of Medical Sciences, 2022.

[19] S. Radhakrishnan et al., Novel keyword co-occurrence network-based methods to foster systematic reviews of scientific literature, PLoS One, 12(3), 2017, e0172778.

[20] A. Niekler, G. Wiedemann, G. Heyer, Leipzig corpus miner - A text mining infrastructure for qualitative data analysis, Germany: University of Leipzig, 2017.

[21] J. Sevenans et al., The automated coding of policy agendas: A dictionary based approach(v.2.0.), Konstanz: CAP Conference, 2014.

[22] A. Backurs, P. Indyk, Which regular expression patterns are hard to match?, arXiv:1511.07070, 2016.

[23] A.A. Jalal, A.A. Jasim, A.A. Mahawish, A web content mining application for detecting relevant pages using Jaccard similarity, International Journal of Electrical and Computer Engineering, 12(6), 2022.12, pp.6461-6471.

[24] D.A. Evans, C. Zhai, Noun-phrase analysis in unrestricted text for information retrieval, USA: Carnegie Mellon University, 1996.

[25] C.D. Manning, H. Schütze, Foundations of statistical natural language processing, USA: MIT Press, 1999.

[26] Griffith University Library, VOSviewer workbook, Australia: Griffith

- University Library, 2023.
- [27] 최훈원, 최윤정, 키워드 네트워크 분석을 활용한 과정중심평가의 연구동향 분석, 교육과정평가연구, 제27권 제2호, 2024, pp.251-277. // (H.W. Choi, Y.J. Choi, A study on the research trends of process-fortified assessment using keyword network analysis, The Journal of Curriculum and Evaluation, 27(2), 2024, pp.251-277.)
 - [28] N.J. Van Eck, L. Waltman, VOSviewer manual (version 1.6.19), The Netherlands: Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, 2023.
 - [29] M. Nowakowska, A comprehensive approach to preprocessing data for bibliometric analysis, Scientometrics, 130, 2025, pp.5191-5225.
 - [30] J. Gulbis, The 80/20 rule: How to calculate the pareto principle?, eazyBI Blog, <https://eazybi.com/blog/the-80-20-rule>, 2016.08.25.
 - [31] X. Zhou et al., A probabilistic model for co-occurrence analysis in bibliometrics, Journal of Biomedical Informatics, 128, 2022, 104047.
 - [32] M. Faizal, Vertical farming: The future of urban agriculture, Rise Gardens Blog, <https://risegardens.com/blogs/communitygarden/vertical-farming-s25>, 2024.12.17.
 - [33] H. Li et al., Can viewing nature through windows improve isolated living? A pathway analysis on Chinese male prisoners during the COVID-19 epidemic, Frontiers in Psychiatry, 12, 2021.11, 720722.
 - [34] E. Tsirovasilis, M. Katafygiotou, C. Psathiti, Comparative assessment of LEED, BREEAM, and WELL: Advancing sustainable built environments, Energies, 18(16), 2025, 4322.
 - [35] 국토교통부, 건축물 녹화 설계기준, 2012. // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Design Standards for Green Buildings, 2012.)
 - [36] 국가건설기준센터, 입체녹화, KDS 34 70 45, 2019. // (National Construction Standards Center, Vertical Greening, KDS 34 70 45, 2019.)
 - [37] New York City Department of Buildings, Buildings Bulletin 2018-002, 2018.