

자연모방에 기반한 현대건축의 바이오미미크리 특성 연구

**A Study on the biomimicry characteristics of Contemporary architecture
based on Nature-Inspired Design**

주 저 자 : 문선희 (Moon, Sun hee)	국민대학교 테크노디자인전문대학원 공간·문화디자인학과 박사수료
교 신 저 자 : 윤재은 (Yoon, Jae Eun)	국민대학교 테크노디자인전문대학원 공간·문화디자인학과 교수 dreamask@hanmail.net

<https://doi.org/10.46248/kidsr.2025.1.484>

접수일 2025. 03. 10. / 심사완료일 2025. 03. 11. / 게재확정일 2025. 03. 17. / 게재일 2025. 3 30.

Abstract

In contemporary architecture, biomimicry has garnered significant attention as a pivotal approach to innovatively design architectural forms and functions based on ecological principles. This study focuses on the biomimetic characteristics of modern architecture rooted in natural inspiration, establishing three analytical categories—Formality in Organic, Spontaneous Functionality, and Cyclical Persistence—through the architectural reinterpretation of organic forms, functions, and systems observed in nature. By analyzing these case studies, the research comprehensively investigates how biomimicry enhances architectural value and sustainability. Building on the findings, it proposes developmental possibilities and practical implementation strategies for biomimetic approaches in modern architecture, ultimately aiming to contribute to the establishment of creative and eco-friendly design strategies for future architecture.

Keyword

Biomimicry(바이오미미크리), Janine Benyus(재닌 베니어스), Contemporary architecture(현대건축)

요약

현대건축에서 자연모방은 생태학적 원리를 기반으로 건축 형상과 기능을 혁신적으로 설계하기 위한 핵심적 접근법으로 주목받고 있다. 본 연구는 자연모방에 기반한 현대건축의 바이오미미크리 특성에 초점을 맞추어, 자연에서 나타나는 유기적 형태와 기능, 시스템을 건축적으로 재해석하여 유기적 조형성 (Formality in Organic), 자생적 기능성 (Spontaneous Functionality), 순환적 지속성(Cyclical Persistence) 등 세 가지 범주를 설정하고 사례를 분석하여, 바이오미미크리가 건축적 가치와 지속가능성 증진에 미치는 영향을 통합적으로 고찰한다. 분석 결과를 토대로 자연모방을 활용한 현대건축의 발전 가능성과 실무적 적용 방안을 제시하며, 궁극적으로 미래 건축의 창의적이고 지속가능한 설계 전략 수립에 기여하고자 한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구의 배경 및 목적
- 1-2. 연구 방법 및 범위

2. 자연모방과 바이오미미크리

- 2-1. 자연모방
- 2-2. 바이오미미크리(Biomimicry) 개념
- 2-3. 생태적 관점의 변화로서의 바이오미미크리

3. 바이오미미크리 디자인 영역 및 유형

- 3-1. 바이오미미크리 디자인 영역
- 3-2. 바이오미미크리 디자인 유형
- 3-3. 바이오미미크리 디자인 사례

4. 바이오미미크리의 건축적 특성

- 4-1. 바이오미미크리의 건축적 특성의 분석틀
- 4-2. 사례분석

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

인간은 오랫동안 산업화와 도시화를 거치면서 자연 환경과 상호작용하는 방식을 크게 변화시켜 왔다. 이러한 변화는 자원의 과도한 소비와 생태계 파괴, 그리고 도시 환경 속에서 나타나는 인간 소외 현상으로 이어져 왔다. 이와 같은 문제에 대해 미국의 환경연구가이자 건축가인 버크민스터 풀러(Fuller, B. 1895~1983)는 “우리가 현실과 싸워서 변화시킬 수 있는 것은 아무것도 없다. 무엇인가를 바꾸기 위해서는 이미 존재하는 과거의 모델을 근거로 새로운 모델을 세워야 한다.”¹⁾고 언급하며, 인간에 앞서 수십억 년 동안 시행착오와 진화를 거듭하며 지구에서 서식해 온 생물의 성공적인 모델을 따라야 한다고 주장하였다. 따라서 건축 분야에서도 지속 가능한 건축을 모색하고, 인간과 자연의 공존 가능성을 새롭게 탐색할 필요성이 제기된다. 이 가운데 자연모방건축(Biomimicry Architecture)은 자연이 오랜 진화 과정에서 축적해 온 효율적이고 유기적인 원리를 건축에 적용함으로써 보다 친환경적이고 지속 가능한 건축공간을 구현하려는 시도이다. 자연이 보여주는 구조적, 형태적, 그리고 생명 메커니즘은 건축 설계에 새로운 영감을 제공할 뿐 아니라, 생태계와 균형을 이루는 방식의 설계 가능성을 제시한다. 자연을 단순히 도입하는 수준에서 한발 더 나아가, 생물학적 구조와 진화 과정을 적극적으로 모방함으로써 창조적이고 독창적인 형태와 기능을 구현하게 된다. 이러한 과정에서 탄생하는 건축물은 생명체의 움직임이나 질서를 연상시키며, 그 자체가 하나의 상징적 오브제로 기능한다. 이는 단순히 미학적 효용을 제공하는 데 그치지 않고, 인간이 자연과 맺어야 할 바람직한 관계를 상기시키는 매개체 역할을 수행하는 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 자연모방 건축(Biomimicry Architecture)이 산업화 이후 심화된 환경적·사회적 문제에 대응할 수 있는 유의미한 대안임을 전제하고, 향후 바이오미미크리 활용을 위한 실질적인 관점으로서 어떠한 생물학적 메커니즘과 진화적 적응 원리가 적용되었으며, 건축이 자연의 원칙과 조화를 이룰 때 무엇을 이룰 수 있는지에 대한 다각적이고 구체적인 분석을 통하여 자연모방 건축의 잠재력과 가능성을 파악하고자 한다. 이로써 자연모방 건축이 지속 가능한 건축의 실천적 방향성 제시뿐 아니라 인간과 자연의 상생을 위한 건축적 해법을 제시하고, 이를 통해

지속 가능한 사회 구현에 기여할 수 있는 구체적 방향성을 모색하는 것이다.

1-2. 연구 방법 및 범위

본 연구는 자연의 섭리에 근거해 지속 가능한 건축 구현의 해법으로 최근 활발한 연구가 진행되고 있는 자연모방 건축(바이오미미크리) 특성과 적용 요소, 적용 효과 도출을 위한 연구로서 연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 자연모방의 근원인 자연에 대한 본질적 관점에 대한 고찰과 바이오미미크리를 지속 가능한 해법으로 제시한 제닌 베니어스의 강연, 관련 문헌들을 통하여 바이오미미크리의 개념을 고찰하고, 바이오미미크리의 생태적 관점의 변화를 살펴보고, 이를 통해 생체모방이기술적 해법을 넘어 생명과 환경에 대한 윤리적·철학적 성찰을 요구하는 ‘삶의 방식’으로 확장됨을 확인 하였다. 둘째, 제닌 베니어스가 제시한 지속 가능한 디자인을 위한 바이오미미크리 디자인 영역, 단계별 수준, 디자인 유형을 통합 분석하고 건축적 재해석을 통해 바이오미미크리의 건축적 특성을 도출한다. 셋째, 앞에서 도출한 특성인 유기적 형태의 조형성(Formality in Organic Forms), 자생적 기능성(Spontaneous Functionality), 순환적 지속성(Cyclical Persistence)의 세 범주를 중심으로 세부 요소를 분석하여 어떤 방식으로 작동하는지와 자연 원리의 건축적 적용이 공간에 미치는 영향의 잠재력과 가능성을 확인하고자 한다. 사례의 범위는 문헌과 웹을 통해 2000년부터 2020년까지 바이오미미크리 디자인을 건축에 적용하여 완공된 실제 사례를 대상으로 한다.

2. 자연모방과 바이오미미크리

2-1. 자연모방

아리스토텔레스에 따르면 자연은 그 자체 안에 운동 변화의 원리를 가진 것이다.²⁾ 자연은 경제, 효능, 적응 및 지속가능성의 원칙에 따라 5억 년 이상 진화한 결과이다.³⁾ 구체적으로, 환경 적응을 위한 진화 과정은

2) 허광, 이동희, 『인간과 자연 환경 그리고 생태』, 동일출판사, 2000, p.39

3) J. Llorens, ‘Zoomorphism and Bio-architecture: Between the Formal Analogy and the Application of Nature’s Principles’, International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, 2011, 10, p.1

1) Michael Pawlyn, 『Biomimicry in Architecture』, RIBA, 2011, P.1

생물체의 외형, 행동 양식, 생리 기능, 그리고 생화학적 메커니즘에 다양하게 반영된다.

자연의 생명체는 스스로 움직이는 힘을 갖추고 있고 그 에너지는 모든 생명 활동을 주관한다. 하이데거에 의하면 고대 그리스 철학자들의 가장 큰 특징은 자연 앞에서 느끼는 경이로움(놀라움)인데, 이는 자연을 생명으로 보았기 때문에 가능한 것이었다.⁴⁾

자연 속 각각의 생명체는 생태계와 완벽하게 조화되어 진화했으며, 현재 인간의 기술로는 해결할 수 없는 생태계 위기에 대한 많은 부분에 대한 해답을 가지고 있다. 현재 인간은 자연의 순리와 우리의 한계, 우리를 둘러싼 세계의 한계에 어떻게 조화를 이루어 나갈지 새로 배워야 한다.⁵⁾ 이러한 접근은 건축물과 자연환경 간의 조화로운 공존을 추구하며, 우리의 생활 공간을 보다 생태적이고 지속 가능한 방식으로 재구성하는 데 이바지할 수 있을 것이다.

2-2. 바이오미미크리(Biomimicry) 개념

바이오미미크리는 생체모방(Biomimicry)이란 뜻으로 '생체(Bio)'와 '모방(Mimetics)'이란 이 두 개의 그리스어 단어의 합성어로서 대표적으로 자연의 형태와 기능을 모방하는 것과 과정 차원으로 생산 및 진화 방식에서 볼 수 있는 자연의 모방, 그리고 자연의 시스템으로 생애주기 내에서 일어나는 폐기와 재생의 순환 같은 작동 방식을 탐구하는 작업으로 무궁무진한 혁신의 영역이다.⁶⁾ 재닌 베니어스(Jeanine Benyus, 1958-)는 1997년 그녀의 저서 '생체모방학(Biomimicry)'에서 자연 설계 및 프로세스를 모방하여 지속 가능한 해결책을 찾아내는 학문에 대해 언급하면서 이러한 연구 영역을 '생체모방'이라고 명명하였다. 끊임없이 스스로 검증해 온 자연에 내재한 원리를 이해하고, 이를 모방해 인간의 생존에 필요한 다양한 지식과 기술을 발전시키는 데 그 목적을 두고 있다.⁷⁾ 포괄적인 의미로 생체모방은 Biomimicry, Biomimetics, Bionics, Biomorphism 등으로 사용되며 유사한 의미로 칭해지

고 있으나, 그 의미는 차이가 있다. <표1>

[표 1] 바이오미미크리 유사어

용어	정의
Bionics (바이오닉스)	생물학적 시스템의 기능에 대한 데이터를 엔지니어링 문제 해결에 적용하는 것과 관련된 과학 ⁸⁾
Biomimetics (생체모방학)	자연의 생물체 및 생체물질의 기본구조, 원리 및 메커니즘을 모방 및 응용하여 공학적으로 활용하는 기술 ⁹⁾
Biomorphism (바이오모피즘)	자연의 패턴이나 형태로부터 디자인의 영감을 찾는 예술사조 ¹⁰⁾

Biomimicry는 생체모방보다 좀 더 광범위한 의미를 내포하는 생명모방, 자연모방이 더 적합한 개념이라 할 수 있다.¹¹⁾

재닌 베니어스는 바이오미미크리가 자연의 형태, 과정, 생태계를 모방하여 지속 가능한 설계를 창출하는 혁신적인 접근 방식이며, 이는 단순한 기술적 해결책을 넘어, 자연과의 관계를 회복하고 자연으로부터 배우는 문화적 전환을 의미하고 자연에 대한 깊은 존중과 경외심을 바탕으로 디자인 윤리를 변화시키는 생명 의식의 혁명이라 주장하였다.¹²⁾ 따라서 생물이 가지는 특성을 모방하는 방법인 바이오미미크리는 건축가들에게 환경변화에 적응할 수 있는 건물을 계획하기 위한 전략을 제공 해줄 수 있다.¹³⁾

최근, 미국, EU, 일본 등 선진국에서는 지속 가능한 사회를 실현하기 위해 자연모방 기술을 미래 기술계의 대안으로 제시하고 있다. 미국 컨설팅 전문기관인 FBEI(Fermanian Business & Economic Institute)에

8) merriam-webster, Bionics, (2025.02.25.), merriam-webster.com/dictionary/bionics

9) 조영삼, 'Biomimetisc', 한국과학기술정보연구원, 2005, 11, P.1

10) 홍규선, 조현의, 이성재, Op. cit, 2016, p.138

11) Victor Papanek, 현영순, 조재경 역, 『인간을 위한 디자인』, 미진사, 2009, p.241

12) Dayna Baumeister, PhD, Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, Biomimicry Resource Handbook Excerpt, Biomimicry 3.8 (Biomimicry.net, AskNature.org), 출판연도 미상, pp.13-22

13) Zari M.P, 'Biomimetic design for climate change adaptation and mitigation', Architectural Science Review, 2010, Vol.53, p.176

4) 최상욱, '하이데거의 자연론', 강남대학교 논문집, 1998, Vol.32, No.01, p.59

5) Jason F. McLennan, 정옥희 역, 『지속 가능한 설계철학』, 비즈앤비즈, 2009, P.83

6) 최창배, '자연의 형태에서 도출된 유기적 디자인의 특성 분석', 홍익대학교 석사학위논문, 2011, p.64

7) 홍규선, 조현의, 이성재, '바이오미미크리에 기반을 둔 건축디자인 사례연구', 2016, 05, Vol.54, No.-, p.138

따르면 기업 CEO 및 정책 입안자, 투자가 등은 자연 유기체를 통한 바이오미미크리의 중요성을 제고하고 다빈치 지수(DaVinci Index)¹⁴⁾를 발표한 바 있다.¹⁵⁾

2-3. 생태적 관점의 변화로서의 바이오미미크리

생체를 모방하는 것은 과학적 공학적 성격을 띠며 기술의 고안이나 개선을 위한 외적 발전의 측면을 고려하는 개념에서 시작되었으며, 이러한 개념은 인간중심의 사고와 발전적 측면만을 고려하는 사회 전반의 패러다임으로 초래된 환경문제로 인해 인식의 전환을 맞이한다. 기존에 자연을 인간의 삶에 도움을 줄 수 있는 도구로서 인식하던 자연관에서 교환과 삶의 방식을 배울 수 있는 스승으로서 자연을 인식하는 관점의 변화로 자연적 생태 시스템과 올바른 공존과 지속 방안을 모색하는 것을 목적으로 기존 개념으로부터 확장된 모습으로 변화하고 있다. 또한 문제를 인식하고 해결 방안의 모색 과정에서도 인간 사회나 생태계의 특정 문제를 인식하고 이를 해결하기 위해 자연으로부터 해결 방법을 기술적 공학적으로 찾은 과거와 달리 문제 인식과 해결 과정을 포함하여 자연을 이해함으로써 문제를 예방하고자 하는 것으로 생체모방이 추구하는 가치와 대상이 인간에서 환경으로 확장됨을 볼 수 있다. <표 2>¹⁶⁾

[표 2] 바이오미미크리 개념의 생태적 관점 변화

구분	과거 (Past)	현재 (Present)
고려 대상	인간 (Human)	자연 (Nature)
자연에 대한 관점	도구로서의 자연	멘토로서의 자연
연구 분야	과학, 공학	과학, 공학, 철학
고려 가치	문명의 발전, 인간 생활의 편리성	문명의 지속, 자연과 인간 사회의 공존
목적	자연의 매커니즘에서 인류가 직면한 문제 해결의 단서 탐색	자연으로부터 배우는 교환을 통해 자연과 인간의 올바른 공존과 지속가능성을 탐색

14) 기술, 의료, 건축 등 다양한 분야에서 생체모방의 확장을 측정하는 도구

15) 김혜정, '자연 유기체(Natural Organism) 관찰을 통한 바이오미미크리 (DMD : Dynamic movement of Design) 발상 연구', 이화여자대학교 대학원, 박사학위논문, 2015, p.2

16) 한왕모, '생태학적으로 지속 가능한 디자인을 위한 생체모방의 텍스타일 디자인 접근법에 관한 연구', 한국패션비즈니스학회, 2020, 11, Vol.24, No.05, p.7

3. 바이오미미크리 디자인 영역 및 유형

3-1. 바이오미미크리 디자인 영역

자연은 수십억 년에 걸쳐 진화하며 최적의 생존 방식과 효율적인 구조를 생성하며, 이러한 과정에서 생물들은 형태, 행동, 시스템 수준에서 환경에 적응하며 지속가능성을 유지한다. 재닌 베니어스는 이러한 자연의 원리를 인간의 기술과 디자인에 적용하는 과정으로 바이오미미크리를 3가지 디자인 영역과 모방 수준으로 분류하였다. 바이오미미크리의 3가지 디자인 영역은 Nature as a Model(자연을 모델로), Nature as a Measure(자연을 기준으로), Nature as a Mentor(자연을 스승으로)로 구분하였으며, 모방 수준은 Organism Level(유기체적 모방), Behavior Level(행태적 기능 모방), Ecosystem Level(생태 시스템 모방)로 분류¹⁷⁾하였다 <표 3>.

[표 3] 바이오미미크리 디자인 영역과 모방수준 단계

구분	내용
디자인 영역	Nature as a Model (자연을 모델로) 자연에서 발견되는 형상과 구조를 모방하여 디자인 접근. 동식물의 유기적인 형태뿐만 아니라 표면 패턴과 규칙성을 적용하여 조형성과 기능성, 효율성 향상
	Nature as a Measure (자연을 기준으로) 자연의 순환 시스템을 기준으로 삼아 에너지 생산과 재활용 원리를 적용, 자원의 낭비를 줄이고 환경 친화적인 디자인을 구현하여 지속 가능한 디자인 접근.
	Nature as a Mentor (자연을 스승으로) 자연을 단순한 모방의 대상이 아닌 배움의 대상으로 삼아 생물의 기능과 생성 원리를 디자인에 적용하는 접근 방식. 자연의 자율적 생산 및 조절 능력을 모방하여 지속 가능한 디자인 접근.
모방 수준 단계	Organism Level (자연 형태 모방) 자연과 생물 개체의 형태를 모방하여 디자인에 적용
	Behavior Level (자연 과정 모방) 자연 과정, 기능, 반응을 모방하여 디자인에 적용
	Ecosystem Level (자연 시스템 모방) 자연 생태계의 원리를 모방하여 지속가능성을 고려한 시스템을 디자인에 적용

3-2. 바이오미미크리 디자인 유형

재닌 베니어스는 바이오미미크리 개념을 디자인에 적용하기 위한 '12가지 지속가능한 디자인 유형'을 <표 4>와 같이 제안하였다.¹⁸⁾

17) OMEGA., 재닌 베니어스, (2025.02.10.)
eomega.org/article/a-biomimicry-primer

18) TED, Janine Benyus, Biomimicry's surprising lessons

[표 4] 12가지 지속가능한 디자인 유형

유형	특성	사례
Self-assembly (자가 조립)	자연의 유기체는 필요한 요소를 외부 개입 없이 스스로 만들어 낸다.	
CO2 as feedstock (이산화탄소 활용)	이산화탄소를 원료로 유용한 물질을 생성. (예시) 식물의 광합성으로 전분과 포도당 생산.	
Solar transformation (태양열 변환)	태양 에너지를 이용해 또 다른 에너지를 생산. (예시) 보라색 박테리아의 에너지 수집.	
Power of shape (형태의 힘)	동식물의 고유한 형태를 자연에 효율적으로 적용. (예시) 혹등고래 돌출지느러미.	
Quenching thirst (수분 확보)	유기체 스스로 자연으로부터 수분을 생산. (예시) 안개에서 수분을 흡수하는 나미비안 벌레.	
Metals without mining (미세한 금속 추출)	미생물을 이용하여 금속을 용출. (예시) 미생물이 물속의 금속을 녹인다.	
Green Chemistry (녹색 화학)	녹색 화학 무독성 원소를 사용하여 새로운 화합물을 생산. (예시) 거미줄.	
Timed degradation (시간 조절 분해)	일정 시간이 자연적으로 분해. (예시) 홍합 발자국 생분해.	
Resilience and healing (회복과 치유)	생물 스스로 재생과 회복하여 생존. (예시) 공벌레의 세포재생.	
Sensing and responding (감지와 반응)	외부 환경요인을 감지하고 대응하며 생존. (예시) 메뚜기의 뉴런 세포.	
Growing fertility (비옥함 증대)	생태계의 유기체들의 자연정화를 통해 생물 성장 환경을 조성한다. (예시) 습지의 자정작용.	
Life creates conditions conducive to life (생명 지속 환경 조성)	생명체는 다른 생명체에 도움이 되는 조건을 만들어 선순환 구조를 만든다.	

3-3. 바이오미미크리 디자인 사례

바이오미미크리의 건축적 재해석을 위해 생물체의 특성이 사례별로 어떻게 구현되었는지, 어떠한 원리가

from natures engineers, (2025.02.25.)
ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_s_surprising_lessons_from_nature_s_engineers

적용되었는지 재닌 베니어스 모방 단계별로 분류하여 디자인 경향을 살펴보고 내재한 의미를 파악고자 한다.

3-3-1 자연 형태를 모방한 바이오미미크리

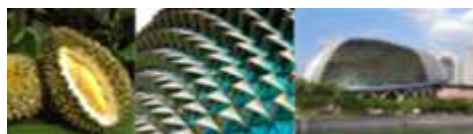
(1) Lotus temple (로터스 사원)



[그림 1] Lotus temple, 1986

Labrys Frisae는 종교건축으로 연꽃에서 영감을 받아 9개의 면으로 구성된 원형 구조이다. 사원의 9개 면에 각각 3개씩 그룹으로 구성된 27개의 잎으로 구성된 대리석으로 덮인 독립형 콘크리트 벽으로 구성되어 있다. "잎"은 공간 구성에 있어 입구 잎, 바깥쪽 잎, 안쪽 잎의 세 가지 범주로 분류되고 입구 앞은 단지의 9개 면 각각에서 입구가 구분된다. 바깥쪽 잎은 보조 공간의 지붕 역할을 하며, 안쪽 잎은 주요 예배 공간을 형성한다. 1mm 알루미늄 시트를 베이스로 가벼우면서도 자립할 수 있는 구조를 구현하며 상부의 극적인 채광창은 외피의 독특한 형태와 더불어 직접적인 태양열은 차단하며 실내에 독특한 빛의 효과를 가져온다. 또한 연꽃의 형상은 영성과 순수함의 상징을 나타낸다. 연꽃 형상은 직접적인 형태를 모방에서 나아가 건축의 구조적 효율과 상징적 의미를 내포한다.

(2) Esplanade Theatre (에스플레네이드 극장)



[그림 2] Esplanade Theatre, 2002

싱가포르 에스플레네이드 시어터는 문화 공연 공간이자 콘서트홀이다. 건축가 마이클 월포드는 내부를 사방에서 바라볼 수 있는 유리 돔을 설계해 달라는 요청 받았으나 싱가포르의 적도에 매우 가까이 고온 다습한 기후이기 때문에 유리 돔을 통째로 사용하면 건물이 과열될 수 있어, 월포드는 현지 두리안 과일 껍질의 특성에서 영감을 얻어 건물 내부의 과도한 태양열을 줄이는 데 도움이 될 수 있는 대체 이중 외피라는 새로운 디자인 개념을 적용한다. 두리안 열매(두리오지베티 누스)는 가장 바깥층인 '외피', 중간층인 '중피', 가장 안쪽 층인 '내피'의 세 층으로 이루어져 있다. 중간층의

스펀지 같은 재질은 두리안 열매가 고치 안에서 항상 신선하고 안전하게 유지되도록 돕는 보온성을 가지고 있고, 비갈층은 스파이크 같은 특성이 있어 태양 복사에 의한 과열로부터 열매를 보호하는 데 도움이 된다. 이러한 원리를 적용하여 높이가 다른 총 6,200개의 알루미늄 핀의 외피를 적용하여 연중 태양 경로 위치에 따라 달라지는 핀 끝의 각도는 모든 방향에서 최대한의 음영을 제공한다. 또한 이 싱가포르의 토종 과일과 시각적으로 연결하고, 상징적으로 건축물이 문화적, 지리적 맥락에 뿌리내리게 한다.¹⁹⁾

(3) Labrys Frisae (라브리스 프리세)



[그림 3] Labrys Frisae, 2011

Labrys Frisae는 마이애미 아트 바젤을 위해 제작된 프랑스 건축가 마크 포네즈(Marc Fornes)의 파빌리온 연작 중 하나로, 산호에서 영감을 받아 방문객들이 구조물을 통과하며 산호와 같은 몰입 경험을 체험하도록 디자인 되었다. 밤에는 표면의 복잡한 천공에서 나오는 그림자가 공간에 대한 인식을 변화시킨다. 1mm 미만 두께의 알루미늄 256장을 사용해 제작되었으며, 디자인의 이중 곡률 덕분에 세 사람이 동시에 걸어도 견딜 수 있는 자립 구조를 가진다.²⁰⁾ 최소 공간에서 최대 외피 면적을 구현하며, 공간의 경계를 허무는 형태적 실험을 담고 있으며, 면, 외피, 구조, 장식, 공간 경험을 통합한 시스템으로써 기존 건축의 효율성을 재해석 하였다.

세 건축 사례는 자연 영감에서 독창적인 유기적 조형성을 모방하여 건축물의 심미성을 넘어 빛 조절의 심리적 쾌적성, 구조적 효율성, 공간 경험, 지역과의 맥락성 등을 확보하며, 랜드마크로서의 상징적 의미를 내포한다.

3-3-2 생물체 성장 원리를 모방한 바이오미미크리

(1) Minister of Municipal Affairs & Agriculture Building (카타르 선인장 빌딩)

19) Natasha Chayaamor-Heil, 'From Bioinspiration to Biomimicry in Architecture: Opportunities and Challenges, Encyclopedia, 2023, 03, Vol.03, No.01, P.208

20) Architizer, Labrys Frisae, (2025.02.15.)
architizer.com/projects/labrys-frisae

선인장의 증산작용을 적용한 사례이다. 많은 선인장은 잎이 아닌 줄이 많은 줄기에서 광합성을 수행함으로써, 썩의 표면적이 매우 낮다. 선인장은 사막기후에서



[그림 4] Minister of Municipal Affairs & Agriculture Building

무더운 낮에는 물을 보유하다가 밤에는 증산작용을 위해 기공을 연다. 이를 건물의 창문에 적용하여 햇빛 가리개가 온도에 맞추어 열리거나 닫히게 한다.²¹⁾

(2) Gardens by the Bay (가든스 바이 더 베이)



[그림 5] Gardens by the Bay, 2012

가든스 바이 더 베이의 슈퍼트리 그로브의 우뚝 솟은 수직 정원은 나무의 모양과 구조의 효율성에서 영감을 얻어 생물체 성장 원리를 모방한 바이오미미크리의 사례로, 구조적 요소 및 환경 시스템의 측면까지 여러 요소에서 나타난다. 높이 25~50m에 이르는 18개의 수직 정원은 태양광 패널의 표면적을 극대화하여 에너지를 생산하고 나무가 습기를 제거하는 방식으로 빗물을 수집해 관개와 냉각에 활용한다. 수직 정원의 등반 식물과 착생식물로 조성하여 생물 다양성을 높이는 동시에 도시의 열섬효과를 줄이는 효과를 가져온다. 이처럼 슈퍼트리는 자연의 생태적 효율성을 구현하며 심미성과 환경적 기능을 동시에 실현한다.

(3) Waterloo International Terminal (워털루 국제 터미널)



[그림 6] 천신갑(좌), Waterloo International Terminal(우), 1993

천신갑에서 영감을 얻은 워털루 국제터미널은 기차

21) 김태영, '나무의 성장 원리를 응용한 건축디자인에 관한 연구', 국제문화기술진흥원, 2021, 02, Vol.07 No.01, p.54

의 출입 시 천산갑의 유연한 신체 구조를 생체모방하여 유리 패널 고정에 적용한 부분에 나타나 있다. 지붕의 외피는 다양한 크기의 유리를 여러 겹 연결하여 비바람과 눈의 무게 등 하중과 온도의 변화에 따른 공기 순환과 적절한 온도를 유지할 수 있는 개폐 방식으로 이루어져 있다. 마치 천산갑과 같은 생명체의 구조와 기능을 모방하여 실내 환경을 조절하는 것이다.²²⁾

3-3-3 생태계 통합시스템을 모방한 바이오미미크리

(1) Echoviren (에코비렌)



[그림 7] Echoviren, Smith|Allen, 2013

나무는 성장을 통해 햇빛, 물, 공기를 에너지로 변환하며 성장하고, 성장을 위한 주요 메커니즘은 광합성이지만, 중력과 빛에 대한 인식을 통해서도 이루어진다. 수직 방향의 가지는 빛을 향해 몸통을 형성하고, 수평 방향의 가지는 크라운을 형성한다. 뿌리는 바람과 중력으로 인해 발생하는 기계적 스트레스에 반응하여 줄기와 가지를 안정화한다. 이처럼 적응형 성장을 통해 줄기, 가지, 뿌리를 최적화하여 비바람을 견뎌낸다²³⁾. 이러한 나무의 생명 주기를 건축적으로 해석한 사례로, 2013년 멘도시노 컨트리 레드우드 숲에 설치된 Smith|Allen의 Echoviren은 3D 프린팅 파빌리온으로, 세라이어 나무껍질 형태를 모방하여 3x3x2.4m 크기의 숲과 대조되는 기하학적 형태와 식물 기반 PLA바이오 플라스틱 재료를 사용한 구조물로, 30~50년 후 자연 분해되어 풍화되면서 새로운 유기체의 성장을 위한 양분이 된다. 이는 건축과 생물학의 새로운 관계를 보여주는 것으로, 변화를 받아들이고 자연 순환에 통합되는 건축의 가능성을 제시하는 사례이다.

(2) Sahara Forest Project (사하라 숲 프로젝트)

나미비아 딱정벌레가 사막에서 물을 수집하는 행동을 모방하여 해수를 담수화하는 집수장치를 만들었다. 해수를 육지로 끌어오는 과정에서 해수 온도로 지표면 온도를 낮추는 역할을 한다. 또한, 온도를 흡수한 해수



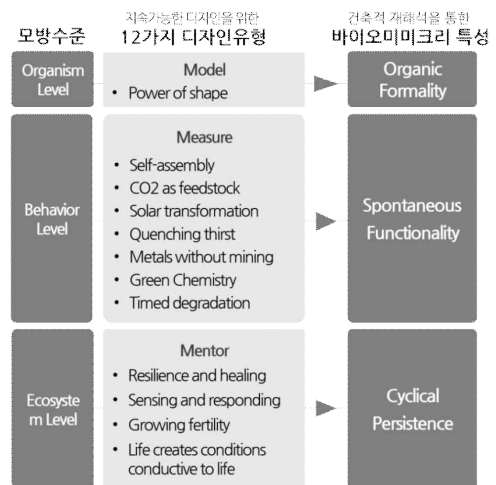
[그림 8] 나미비아딱정벌레 (좌), 'Sahara Forest Project' (우)

는 태양열로 담수화 과정에서 쉽게 민물을 얻을 수 있고 이를 통해 사하라 사막 녹지화하는 프로젝트이다. 사막 딱정벌레의 습성을 모방한 이 프로젝트는 지열을 낮추고 담수화에 쓰이는 에너지를 최소화하면서 숲 조성을 통해 지구 온난화를 방지하는 역할을 할 수 있게 되었다. 이처럼 다양한 과정들이 하나의 목적을 달성하기 위해 구현된 통합시스템의 사례이다.²⁴⁾

4. 바이오미미크리의 건축적 특성

4-1. 바이오미미크리의 건축적 특성의 분석

3장에서 제닌 베니어스의 바이오미미크리 디자인 적용을 위한 모방 수준, 디자인 영역, 디자인 유형의 체계를 살펴보았다. 특히 제닌 베니어스가 제시한 '12가지 지속가능한 디자인 유형'을 중심으로 바이오미미크리 디자인 적용 사례를 통해 자연모방이 단순한 형태적 차용을 넘어 건축적 기능과 통합시스템 차원으로 확장할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구는



[그림 9] 바이오미미크리의 건축적 특성 추출과정

22) 강연주, 김문덕, '국내 친환경 건축에 나타난 바이오미미크리 특성과 적용에 관한 연구', 기초조형학회, 2013, 10, Vol.14, No.05, P.7

23) 김태영, '나무의 성장 원리를 응용한 건축디자인에 관한 연구', 문화기술의 융합학회, 2021, 02, Vol.07, No.01, p.55

24) 임준빈, '생체영감 모방디자인 분류체계 연구', 연세대학교 대학원 박사학위논문, 2023, P.79

바이오미미크리의 개념을 건축적으로 분석하기 위한 개념으로 재해석하여 건축적 특성을 '유기적 조형성', '자생적 기능성', '순환적 지속성'의 세 범주로 도출하였다. <표 5> 이를 바탕으로 각 범주에 해당하는 자연 원리가 건축공간에서 어떤 방식으로 작동하는지, 어떠한 작용 효과가 나타나는지를 <표 5>의 기준으로 사례분석을 하고자 한다.

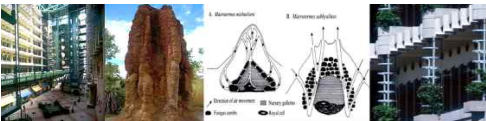
[표 5] 바이오미미크리 단계별 건축공간 특성

모방 단계	자연 형태 모방 (Organism Level)			
건축 특성	유기적 조형성 (Formality in Organic)			
의미	자연물의 본질적인 형태를 직접적으로 모방하거나, 상징적·추상적으로 변형·재해석하여 건축물의 외형 및 공간에 적용하는 디자인 유형을 의미한다. 자연이 지닌 구조적 안정성, 형태적 효율성을 반영함으로써 재료 사용을 최소화하고, 동시에 독창적이면서도 유기적인 조형미를 구현한다. 이는 건축물의 심미성, 랜드마크성, 브랜딩 효과를 높여줄 뿐 아니라, 자연과의 융화를 통해 사용자에게 정서적·심리적 쾌적성을 제공한다.			
키워드	공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지
모방 단계	자연 과정 모방 (Behavior Level)			
건축 특성	자생적 기능성(Spontaneous Functionality)			
의미	생물체가 외부 환경의 변화나 자극에 적응하고 대응하는 물리·화학적 메커니즘을 건축에 적용하여, 건축물이 스스로 환경(온도·습도·환기 등)을 조절하거나 에너지를 효율적으로 사용하는 개념으로 표면 반응성 재료나 자가 조립(self-assembly) 구조, 에너지 생성·저장·배출 시스템 등이 있다. 이러한 자생적 기능은 쾌적한 실내의 환경 조성, 유지·관리 비용 절감, 장기적 건물 성능 향상 등 지속가능성 전반에 기여한다.			
키워드	환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응
모방 단계	자연 시스템 모방 (Ecosystem Level)			
건축 특성	순환적 지속성(Cyclical Persistence)			
의미	자연계가 물질과 에너지를 순환시키며 스스로 유지·재생하는 원리를 건축 전 생애주기(설계·시공·운영·해체)에 적용하는 접근이다. 재료나 에너지를 순순환 구조로 활용하고, 재사용·재활용을 극대화하여 폐기물을 최소화한다. 태양광·바람 등 재생 가능한 자원을 적극 이용하거나, 생태계와 공존할 수 있는 환경을 조성함으로써 장기적이고 지속 가능한 건축 환경을 구축한다.			
키워드	자원 순환	폐기물 저감	장기 내구성	

4-2. 사례분석

<표 5>의 바이오미미크리 건축적 특성의 분석 틀을 바탕으로 현대건축의 바이오미미크리 특성과 적용 효과를 분석하여, 특성과 적용 효과가 나타남 ■, 나타나지 않음 □ 을 구분하여 평가하였다. 사례 범위는 바이오미미크리가 정의된 1997년 이후 2000년대부터 현재까지의 유럽·아시아·중동 등 다양한 지역적 맥락을 반영하고 '바이오미미크리', '바이오미메틱스', '바이오모피즘' 키워드 검색을 통해 수집된 사례 중 완공된 건축물을 대상으로 선정하였다.

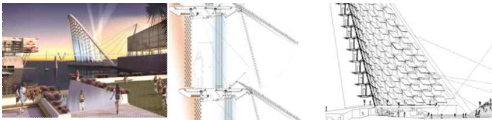
[표 6] 사례 1. Eastgate Centre

1996	Eastgate Centre			
짐바브웨, 하레레	1996년 완공된 9층 규모의 복합용도 흰개미 굴의 굴뚝 효과에서 영감을 받은 패시브 환기 시스템 적용			
				
유기적 조형성 (Formality in Organic)				
공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지	
■	■	■	■	
선인장은 많은 주름, 가시가 표면 온도를 높여준다. 이러한 표면 구조와 원리를 모방하여 외관에서 콘크리트 표면의 요철과 깊은 발코니로 계획하고 식물을 적용하여 밤에는 열을 방출, 낮에는 열을 흡수하여 단열 성능을 강화한다. 이러한 독특한 형태는 건물의 심미성을 높이는 동시에 에너지 효율성을 높이는 중요한 요소로 작용하며, 자연환기와 냉각을 최적화하여 내부 공간의 효율적 사용과 효율적인 동선을 제공한다. 이는 사용자들의 실내 환경을 개선하며, 심리적 쾌적성을 제공한다.				
자생적 기능성(Spontaneous Functionality)				
환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응	
■	■	□	■	
흰개미 집의 굴뚝 효과를 모방한 지붕의 독특한 벽돌 굴뚝을 통해 따뜻한 공기는 끌어올려지고, 아래쪽의 차가운 밤 공기를 끌어들인다. 차가운 공기는 지하 틈새에 포집되어 낮에는 파이프와 터널 네트워크를 통해 건물로 방출된다. 이러한 수동형 환기 시스템은 공조 에너지 사용량을 90% 절감하며, 야간 냉각 공기 저장을 통해 주간 온도를 유지한다. 이는 건물의 에너지 소비를 크게 줄이는 에너지 효율로 이어지며, 외부 환경변화에 반응하여 내부 온도를 자동으로 조절한다.				
순환적 지속성(Cyclical Persistence)				
자원 순환	폐기물 저감	장기 내구성		
■	■	■		
지역 기후와 환경에 잘 적응한 현지 재료의 사용으로 고밀도와 높은 열 질량으로 에너지 효율을 최적화하였으며, 폐기물 최소화 전략으로 건설 비용을 줄이고, 장기적으로 유지보수 비용을 매우 감소시켰다. 이는 건물의 운영 단계에서 지속 가능한 자원 관리가 가능해진다.				

[표 7] 사례 2. Eden Project

2001	Eden Project		
영국 콘월 주	2001년 개장한 15ha 규모의 생태 복합시설. 사막 열대 기후를 모사한 ETFE 기포 구조 바이옴 설치. 폐쇄된 채색장을 재생해 식물 13,000종 이상 보유.		
			
유기적 조형성 (Formality in Organic)			
공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지
□	■	■	■
꽃가루 알갱이, 방산충, 탄소 분자의 생체모방을 통해 구형 표면을 구조화하는 가장 효율적인 방법인 오각형이나 육각형의 형태를 사용. 지오데식 돔은 자연 채광을 극대화하여 식물 성장 환경과 방문객의 시각적 편안함을 동시에 충족시키며, 지구의 다양성을 상징하는 다양한 생태계를 재현하여 생태적 가치를 강조하는 상징적 건축물로 작용한다.			
자생적 기능성(Spontaneous Functionality)			
환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응
■	■	■	■
ETFE 막재는 자체 중량을 최소화하며 태양광 투과율을 자동 조절하는 반응형 시스템을 갖추고 건물의 에너지 효율성을 높인다. 내부 환경을 자동으로 조절하여 식물의 성장 조건을 최적화한다.			
순환적 지속성(Cyclical Persistence)			
자원 순환	폐기물 저감	장기 내구성	
■	■	■	
재활용 폐기물로 제작된 구조체와 빗물 재활용 시스템을 통해 자원 순환 모델을 제시하고 이는 건물 운영 단계에서의 지속 가능한 자원 관리를 실현한다.			

[표 8] 사례 3. Las Palmas Water Theatre

2005	Las Palmas Water Theatre		
스페인, 라스팔마스	Grimshaw와 Charlie Paton이 설계한 해수 담수화 시설 겸 공연장으로 나미브사막 안개 채집 딱정벌레에서 영감을 받은 증발-응축 시스템 적용		
			
유기적 조형성 (Formality in Organic)			
공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지
□	■	■	□
물의 유동성을 반영한 곡면 디자인은 공연장의 음향 성능을 향상하고, 유리 파사드는 주변 해양 환경과 시각적 조화를 이룬다. 물과 빛의 상호작용은 관람객에게 심리적 안정감과 감동을 제공한다.			
자생적 기능성(Spontaneous Functionality)			

환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응
■	■	□	□

나미비아 안개 짙는 딱정벌레에서 영감을 받아 시원한 표면이 있고, 습한 공기가 그 위를 지나가면서 응축이 형성되는 원리를 적용. 카나리아에 풍부한 햇빛, 꾸준한 바람 방향, 차가운 비닷물을 사용하여 그 효과를 극대화한다.

순환적 지속성(Cyclical Persistence)		
자원 순환	폐기물 저감	장기 내구성
■	□	■
해수 냉각 시스템을 활용해 에너지 소비를 줄이고, 수자원 순환 구조를 통합한다. 해양 환경과 조화를 이루며, 내부 온도를 자연적으로 조절하고, 재생이 가능한 강재와 지역 자재 사용으로 건설 단계에서의 탄소 배출을 최소화하는 지속 가능한 운영을 지원한다.		

[표 9] 사례 4. Elytra Filament Pavilion

2016	Elytra Filament Pavilion				
영국 런던	200m ² 규모의 실험적 구조물, 딱정벌레의 겹 날개 (elytra)에서 영감을 얻은 경량 구조로, 건축, 신소재, 공학, 생체모방 원리의 융합				
					
유기적 조형성 (Formality in Organic)					
공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지		
■	■	■	□		
딱정벌레의 겹 날개의 필라멘트 구조에서 영감을 받은 40개의 육각형 모듈로 구성된 캐노피는 유연한 공간 분할이 가능하며, 경량 구조(9kg/m ²)로 대형 지주 없이 넓은 면적을 커버한다. 로봇 권선 기술을 통해 탄소/유리 섬유를 최소한의 재료로 고강도 구조체로 변환하여 폐기물을 95% 감소시키며, 투명한 유리 섬유와 자연 채광은 개방감을 제공한다. 이러한 독특한 조형은 관람자들에게 새로운 공간적, 미적 경험을 제공한다.					
자생적 기능성 (Spontaneous Functionality)					
환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응		
■	■	■	■		

캐노피 아래 설치된 센서가 실시간 열 쾌적성 지수를 분석, 그늘 영역을 최적화하여 미기후를 조절. 로봇 제작 공정은 전통적 방법 대비 에너지 소비를 크게 줄였으며, 자가 청소 기능의 소재로 유지보수 비용을 절감한다. 또한 현장에서 KUKA 로봇이 모듈을 실시간 제작 추가하며, 사용자 데이터에 반응해 구조를 확장 또는 축소하며, 방문객 이동 패턴을 센서로 포착하여 캐노피 형태를 동적으로 변형시키는 적응형 시스템을 구현한다.

순환적 지속성(Cyclical Persistence)		
자원 순환	폐기물 저감	장기 내구성
■	■	■
탄소/유리 섬유는 100% 재활용 소재로 분해 후 모듈 재조합을 통해 재사용이 가능하다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통한		

정밀한 구조 계산으로 자재 낭비 없이 각 모듈을 맞춤 제작하고 복합 재료의 고강도 특성과 모듈러 설계로 유지보수와 외부 환경에 대한 내구성을 입증한다.

[표 10] 사례 5. Hangzhou Olympic Sports Centre

2018	Hangzhou Olympic Sports Centre
중 국, 항저우	NBBJ와 CCDI가 설계한 80,000석 규모의 주 경기장을 중심으로 테니스 경기장, 수영 센터, 소매 단지 등을 포함한 복합 스포츠 시설



유기적 조형성 (Formality in Organic)

공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지
■	■	■	■

연꽃잎을 모방한 28개의 대형 패널과 27개의 소형 패널로 구성된 강철 구조는 무지주 공간을 구현해 관객 동선을 직관적으로 유도한다. 파라메트릭 알고리즘을 활용해 베이징 올림픽 스타디움 대비 강철 사용량 67%를 감축하고, 알루미늄 패널을 적용해 경량화와 내구성을 동시에 확보하고, 반투명 ETFE 막재와 자연 채광 시스템이 내부에 부드러운 빛을 분산시켜 방문객의 시각적 피로도를 줄였으며, 연꽃 형태의 유선형 디자인이 심미적 안정감을 제공한다. 연꽃은 항저우의 서호를 상징하며, 실크 질감을 연상시키는 외관은 도시의 역사적 정체성과 현대기술의 융합을 표현한다.

자생적 기능성(Spontaneous Functionality)

환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응
■	■	□	■

경기장 북측 개방형 설계로 자연통풍을 유도해 냉방 에너지 소비를 30% 감소시키며, 연꽃잎 구조가 형성하는 그늘로 실외 열섬 현상을 완화하고, 지붕의 경사각을 태양 고도 각에 맞춰 설계해 태양열 흡수를 최소화한다. 또한 실시간 기상 데이터를 기반으로 한 지능형 에너지 관리 시스템이 냉난방 및 조명을 자동 조절한다.

순환적 지속성(Cyclical Persistence)

자원 순환	폐기물 저장	장기 내구성
■	■	■

건설 잔여물의 70%를 재활용했으며, 노벨리스 알루미늄 패널(100% 재활용 가능)과 ETFE 막재를 사용해 자원 순환 체계를 구축하고, 파라메트릭 설계로 자재 낭비 없이 6,000개의 독립적 강철 부재를 정밀 제작, 폐기물을 45% 감소시킨다.

[표 11] 사례 6. National Museum of Qatar

2019	National Museum of Qatar
카타르 도하	카타르의 전통과 현대성을 융합한 박물관. 사막 장미(desert rose)에서 영감을 받은 독특한 구조로, 약 40,000㎡의 면적. 카타르의 역사, 문화, 자연환경을 다룬 전시와 함께 방문객들에게 몰입형 경험을 제공



유기적 조형성 (Formality in Organic)

공간 효율성	재료 효율성	심리적 쾌적성	상징적 이미지
■	□	■	■

사막 장미의 결정 구조를 모방한 형태는 내부 공간을 유기적으로 연결하며, 방문객들을 자연스럽게 전시 동선으로 유도한다. 형태가 만드는 그늘과 내부의 곡선형 공간은 시각적 안정감을 제공하며, 방문객들에게 감각적이고 몰입적인 경험을 선사한다. 사막 장미는 카타르의 자연과 문화적 정체성을 상징하며, 국가의 과거와 미래를 연결하는 상징적인 아이콘의 역할을 한다.

자생적 기능성(Spontaneous Functionality)

환경조절	에너지 효율	자가 조립	반응
■	■	□	■

형태는 자연적으로 그늘을 형성하여 강렬한 사막 태양으로부터 보호하며, 내부 온도를 조절하고, 골드 인증과 글로벌 지속가능성 평가 시스템(GSAS)에서 4성 등급을 획득하며, 탄소 중립 인증을 받았다. 건물 외피는 사막 환경에 적응하여 열과 빛을 효과적으로 관리한다.

순환적 지속성(Cyclical Persistence)

자원 순환	폐기물 저장	장기 내구성
■	■	■

현지에서 조달한 재료와 지속 가능한 건축 기술을 활용하여 탄소 배출을 최소화하고, 복원된 셰이크 압둘라 궁전은 역사적 자원의 재활용을 하였다. 건설 과정에서 폐기물을 최소화하고, 지속 가능한 운영 방식을 통해 장기적인 환경 영향을 줄인다.

5. 결론

본 연구는 자연모방 건축이 보여주는 유기적 조형성, 자생적 기능성, 순환적 지속성의 특성을 다각적으로 분석하여 현대 건축에서 바이오미미크리의 잠재적 가치와 적용 방향을 도출하고자 하였다. 분석 결과, 생체모방 건축은 단순한 형태적 모방을 넘어 자연의 생태적 원리를 건축 시스템에 통합함으로써 환경-기술-문화의 유기적 융합을 실현하는 종합적 설계 패러다임으로 진화하고 있음을 확인하였다.

첫째, 유기적 조형성 측면에서 Qatar 국립박물관의 사막 장미 구조와 Hangzhou 올림픽 스포츠센터의 연꽃잎 형태는 지역의 자연환경 및 문화적 정체성을 상징적으로 구현하는 동시에 구조적 효율성을 확보하였다. 특히 파라메트릭 디자인 기술을 활용한 Hangzhou 스포츠센터의 경우, 자재 사용량을 67% 절감하며 형태적 아름다움과 기능적 효율성의 조화를 실현하였다.

둘째, 자생적 기능성 측면에서 Eastgate Centre의 흰개미 집을 모방한 환기 시스템과 Las Palmas Water Theatre의 딱정벌레를 모방한 담수화 시스템은 에너지 소비를 획기적으로 감소시키는 패시브 설계의 가능성을 입증하였다. 또한 Elytra Pavilion의 센서 기반 적응형 구조는 환경변화에 반응하는 동적 시스템의 선구적 사례로, 미래 건축의 방향성을 제시한다.

셋째, 순환적 지속성 측면에서 Eden Project의 ETFE 소재 활용과 Eastgate Centre의 현지 재료 사용은 자원 순환 체계를 구축하고 유지보수 비용을 절감하는 경제적 지속가능성을 확보하였다. 이러한 접근은 건축물이 단순한 공간이 아닌 자생적 생태계로 기능할 수 있는 가능성을 보여준다.

바이옴이미크리 건축의 핵심 가치는 기술적 정밀성, 생태적 윤리, 문화적 상징성의 유기적 통합에 있다. 향후 생체모방 건축은 실시간 환경 감지-적응 시스템 고도화, 재료, 생명 주기 평가 기반 순환 체계 표준화, 지역 생태계와의 공생 관계 구축을 통해 "살아있는 건축"으로 진화할 것이다. 이를 통해 산업화 이후 심화한 환경적·사회적 문제에 대응하고, 인간과 자연의 상생을 위한 건축적 해법을 제시할 수 있을 것이다.

궁극적으로 생체모방 건축은 지속가능성, 기술 융합, 문화 정체성을 아우르며 미래지향적 건축 패러다임을 제시한다.

참고문헌

1. 허광, 이동희, 『인간과 자연환경 그리고 생태』, 동일 출판사, 2000
2. Jason F. McLennan, 정옥희 역, 『지속가능한 설계철학』, 비즈앤비즈, 2009
3. Michael Pawlyn, 『Biomimicry in Architecture』, RIBA, 2011
4. Victor Papanek, 현영순, 조재경 역, 『인간을 위한 디자인』, 미진사, 2009
5. 강연주, 김문덕, '국내 친환경 건축에 나타난 바이옴이미크리 특성과 적용에 관한 연구',

기초조형학회, 2013

6. 김태영, '나무의 성장 원리를 응용한 건축디자인에 관한 연구', 문화기술의 융합학회, 2021
7. 최상욱, '하이데거의 자연론', 강남대학교 논문집, 1998
8. 한왕모, '생태학적으로 지속가능한 디자인을 위한 생체모방의 텍스타일 디자인 접근법에 관한 연구', 한국패션비즈니스학회, 2020
9. 홍규선, 조현의, 이성재, '바이옴이미크리에 기반을 둔 건축디자인 사례연구', 한국문화공간건축학회, 2016
10. J. Llorens, 'Zoomorphism and Bio-architecture: Between the Formal Analogy and the Application of Nature's Principles', International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, 2011
11. Natasha Chayaamor-Heil, 'From Bioinspiration to Biomimicry in Architecture: Opportunities and Challenges, Encyclopedia, 2023
12. Zari, M.P. 'Biomimetic design for climate change adaptation and mitigation', Architectural Science Review, 2010
13. 김혜정, '자연 유기체 (Natural Organism) 관찰을 통한 바이옴이미크리 (DMD : Dynamic movement of Design) 발상 연구', 이화여자대학교 대학원, 박사학위논문, 2015
14. 최창배, '자연의 형태에서 도출된 유기적 디자인의 특성 분석', 홍익대학교 대학원, 석사학위논문, 2010
15. 임준빈, '생체영감 모방디자인 분류체계 연구', 연세대학교 대학원, 박사학위논문, 2023
16. 조영삼, 'Biomimetisc', 한국과학기술정보연구원, 2005
17. Dayna Baumeister, PhD, Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, Biomimicry Resource Handbook Excerpt, Biomimicry 3.8 (Biomimicry.net, AskNature.org), 출판연도 미상

18. <https://www.architizer.com>

19. <https://www.eomega.org>

20. <https://www.merriam-webster.com>

21. <https://www.ted.com>