

현대건축에 나타난 바이오미미크리의 생태적 공간 특성 연구**

Study on Features of Ecological Space of Biomimicry

Author 최지혜 Choi, Ji-Hye / 정회원, 국민대학교 테크노디자인 전문대학원 실내디자인학과 석사과정
김개천 Kim, Kai-Chun / 정회원, 국민대학교 조형대학 실내디자인학과 부교수*

Abstract How to see nature and how to define the relation between nature and the human certainly influence fundamental attitude toward nature and any results derived from the attitude. Therefore, in order to figure out a way for how the humans and nature should coexist, the thesis has began a philosophical analysis on the origin of the biomimetics. Based on findings from the analysis, the thesis would work on the features of biomimicry space, presenting related possibilities. For the philosophical characteristic of the thesis which was an ecological world view, introduced at the end of mechanical world view era, the ideas of Spinoza, Nietzsche, Bergson and Deleuze about nature were quoted. Based on what the philosophers have said, the thesis looks into successful ideas, designs and ways of living that nature has shown by itself. After all, the purpose of the thesis is to investigate the constantly changing space of the biomimetics by organic forms, autonomous systems and dividing programs. Based on this, nine cases were analyzed to derive the characteristics. As a result, organic forms, autonomous systems and dividing programs characteristics of ecological appear simultaneously in harmony. Biomimicry space can coexist with nature and the human is an effective way.

Keywords 생태적사고, 생체모방, 공간, 생태계
Ecological of Thought, Biomimicry, Space, Ecological System

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

지식경제부와 디자인진흥원이 2011년 5대 디자인 트렌드를 발표하여 친환경·지속가능 디자인의 대표적인 예로 생체모방에 대해 언급하였다. 생체모방은 이미 ‘디자인 라이프 나우’(Design Life Now)의 National Design Triennial 2006에서 동시대의 디자인으로 대두 되었으며¹⁾, 뉴욕 배터리파크에서 개최된 2009년 PSFK컨퍼런스에서는 그램 힐(Graham Hill)의 “훌륭한 창조물을 낳는 아이디어(WHEN IDEA CREATES GOOD)”라는 제목의 강연은 생체모방의 중요성을 강조하는 계기가 되었다. 또한 2009년 10월 Harvard Magazine에서는 ‘Architecture that imitates life’의 기사를 통해 지난 500년간 건축은

자연을 도구로써 이용하였는데, 이와 같은 생각이 바뀌고 있음을 언급하였다.²⁾

이처럼 생체모방이 대두되는 것은 환경오염을 야기시킨 데카르트와 뉴턴의 기계론적 세계관을 바탕으로 한 자연에 대한 접근방식을 반성하고, 인간과 자연을 상호보완적이고 조화를 이루는 하나의 체계로 인식하는 ‘생태학적 세계관’이라는 패러다임의 영향으로 볼 수 있으며 이는 모든 존재를 긍정하고 끝없는 지향점을 향한 생성과 변화를 의미한다.³⁾

이에 본 연구는 빌 매키븐(Bill McKibben)이 ‘우리의 도구는 언제나 어떤 철학이나 이데올로기에 맞추어 전개된다’고 주장했던 것처럼, 생체모방의 근원과 맥락을 철학적 사고에서 찾아 그것을 토대로 특성을 분석하고 생체모방 공간의 생태적 가능성을 제안하는데 그 목적이 있다.

* 교신저자(Corresponding Author); kck@kookmin.ac.kr

** 이 논문은 2011년도 국민대학교 교내연구비를 지원받아 수행된 연구 논문이며, 또한 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRF-2008-411-J05001)

1) <http://triennial.cooperhewitt.org/designers/joseph-ayers>

2) <http://harvardmagazine.com/2009/09/architecture-imitates-life>

3) 김성하, 베르그손의 지속과 생명의 관점에서 본 생태학적 예술관, 홍익대 석론, 2004, 개인용

1.2. 연구 방법 및 범위

자연을 어떤 것으로 파악하고 이에 근거하여 자연과 인간사이의 관계를 어떤 것으로 규정하는가에 따라 자연을 대하는 기본적인 태도와 그것으로부터 파생되는 결과는 완전히 달라진다. 그렇기 때문에 현대건축공간에 나타나는 생태모방의 특징과 생태모방의 방향 제안의 가능성에 대해 논하기 전에 자연관에 대한 논의를 먼저 하는 것은 중요성을 갖는다.

이에 본 연구는 기계적 세계관에서 생태적 세계관이라는 패러다임의 전환을 기점으로 나타난 철학적 담론들의 연구를 위해 국내외 학술 자료 및 학위 논문, 단행본을 통한 기초 문헌 조사를 통하여 공간개념과 연결되는 특성을 도출하고 이를 도식화를 통해 디자인 코드로 전환하여 현대 건축 공간에 나타난 생체모방 특성을 분석하고 생태적 가능성에 대해 연구하고자 한다. 사례는 확립된 건축에서 탈피하여 다양화가 시도되는 20세기 후반 이후의 현대건축에서 자연의 원리를 모방하고, 그 의미의 개념으로 디자인 되었다고 여겨지는 공공시설이나 상업건축, 문화시설 등을 중심으로 범위를 정하였다.

2. 생태적 사유의 이론적 고찰

린 화이트(Lynn White)가 ‘현대의 생태적위기의 역사적 기원(The Historical Roots of Our Ecologic Crisis)’ 기사에서 인간의 자연관이 심각한 환경문제를 야기시켰다는 주장을 시작으로 자연에 대한 지배와 공격을 감소하고 차단하는 데에 점차 관심들이 증가하게 되면서, 황폐화된 인간성의 회복에 대한 문제가 표면화되었다. 이에 해결책으로 다양성과 해체적 특성을 보이는 새로운 철학적 담론들이 거론되었다.⁴⁾

이러한 이유로 본 장에서는 근본적 돌파구를 찾기 위한 노력으로 스피노자, 니체, 베르그손, 들뢰즈의 철학적 담론을 고찰하고자 한다. 이는 인간을 자연의 일부로 보고 자연의 질서에 부응할 것을 역설한 스피노자를 니체가 본인의 철학의 선구자임을 고백하고⁵⁾ 들뢰즈의 ‘차이’와 ‘반복’은 니체의 ‘힘의 의지’와 ‘영원회귀’에 대한 연구에서 많은 영향을 받았으며 니체의 ‘힘의 의지’는 베르그손의 ‘엘랑비탈’의 개념과 유사하고 영원회귀 사상은 창조적 진화와 같은 맥락⁶⁾에 있기 때문이다.

2.1. 스피노자의 일원론적 자연관

근대 합리론의 철학자인 스피노자(Baruch Spinoza)는 목적론적 자연관의 데카르트와 전혀 다른 주장을 펴면서 근대 계몽주의로 이어지는 일반적인 흐름에 대한 반동의 역할을 하였으며⁷⁾ 일원론적 세계관을 정립하였다. 스피노자에게 자연은 무로부터 창조된 것이 아닌 스스로 변화하고 생성하여 창조하는, 인간을 포함한 모든 개체를 포함하는 총체로서, 완전히 실재하는 모든 것이었다. 그렇기 때문에 자연의 일부인 인간은 자연과 동일한 질서에 속하며 자연과 동일한 원리의 지배를 받아야 하며 가능한 한 자연에 순응하고 자연에 따라야만 하는 존재라고 주장하였다.⁸⁾ 이러한 점에서 스피노자의 자연관은 현대의 생태 철학적 논의에 있어 형이상학적인 근거를 제공한다고 할 수 있다. 스피노자의 자연관은 아래와 같다. 첫째, 인간을 포함한 자연은 총체성을 갖는다. 둘째, 현실세계이외에 다른 초월적 세계를 인정하지 않는다. 셋째, 지향하는 목적이나 의도 없이 무한히 생성하고 변화한다. 넷째, 인간과 자연은 서로를 반영하는 관계이다.

2.2. 니체의 디오니소스적 자연관

니체(Friedrich Wilhelm Nietzsche)는 서양 철학사에서 전통으로 내려오는 초월과 현실존재, 생성의 이분법적 사고를 정면으로 반박하고, 세계의 본질 또는 생명의 본질은 힘에의 의지(Wille zur Macht)이고, 운동의 장소는 대지이며, 형식으로서의 시간은 영원회귀라고 주장하였다. 이는 자연이 즉 생명이 생성되어 존재하기 위해서는 온 우주를 지탱하고 순환하는 힘(Macht)에 의해 끊임없이 반복되어 저야한다. 이러한 인간과 자연의 관계에 대한 니체의 관점은 자연으로 회귀하려는 입장⁹⁾과 자연의 완성에 참여를 호소하면서 인간에 책임을 요구하는 입장¹⁰⁾을 가지고 있다. 자신의 삶과 이 세계를 긍정의 태도로 보고 유기체적인 관계를 형성하여 인위적인 것에서 벗어나 스스로 창조하며 생성과 긍정적 사고를 형성한 니체의 디오니소스적 자연관을 정리하면 아래와 같다.

첫째, 끊임없이 변화하는 자연 환경 속에서 유기적인 관계와 새로움을 생성한다. 둘째, 파괴, 해체를 통한 새로운 창조의 과정을 수용해야 한다. 셋째, 반복과 순환은 긴장감과 생명력을 동시에 가능하게 하는 유기적인 연속성을 지닌다. 넷째, 상황의 변화에 따르는 감성 속에서 자연이 보여주는 능동적인 유희를 통해 새로운 삶의 의지를 만들어 낸다.

4) 이윤희, 생태중심사고에 의한 현대건축 표현 특성에 관한 연구, 홍익대 박론, 2005, p.28 재인용
5) Friedrich Wilhelm. Nietzsche, Selected Letters of Friedrich Nietzsche, trans. and ed. Christopher Middleton(University of Chicago) Press, 1969, p.177
6) Ansell-Pearson, Keith, *Germinal life : The difference and repetition of Deleuze*, London: Routledge, 1999, p.71

7) 박삼열, 니체와 스피노자의 생태학적 자연관에 관한 연구, 근대철학, 서양근대철학회 제6권, 2011, p.99
8) 이현복, 생태철학의 선구자, 스피노자, 근대철학, 서양근대철학회 제6권, 2011, p.21
9) F. Nietzsche, *Za. Zarathustra's Vorrede 3*; KGW VI/1, p.9
10) F. Nietzsche, *UB III, 5*; KGW III/1, p.378

2.3. 베르그손의 생명론

장켈레비치가 베르그손(Henri Louis Bergson)의 ‘인식론과 생명에 대한 이론은 불가분의 관계’라고 말했던 것처럼 베르그손의 철학은 구체적인 실재로서의 생명에 대한 철학이다. 그는 생명에 대한 입장을 ‘지속’의 개념을 통해서 보았다. 지성에 대한 직관의 우월성을 강조했다며 시간과 변화를 그의 철학의 중심개념으로 삼았다. 진정한 생명들은 개체들이 갖고 있는 내적 생명력에 의해서 진화, 발전 할 수 있으며 타자와 관계 맺음에 있어서 능동적으로 자기 동일성을 확보한다고 주장하였다. 그렇기에 똑같은 상태를 두번 다시 거치는 일 없이 끊임없이 새로운 상태를 낳는다. 이것은 창조적 진화가 되고 여기서 창조는 무로부터의 생성이 아니라 잠재적인 것으로부터 현실적인 것으로 나아가는 것이며 잠재성은 생명의 에너지를 의미한다. 위의 내용을 정리하면 아래와 같다.

첫째, 자신의 내적 전개과정을 통해 모든 것을 창조하려는, 즉 ‘변화하려는 경향성’을 지닌 유기체적 생명이다. 둘째, 진화를 위해서는 자발적, 능동적이어야 하며 연합의 방식이 아니라 분화의 방식이다. 셋째, 잠재적 총체성을 전제로 차이화 운동이 지속적으로 나타난다. 넷째, 무수한 생성의 흐름 속에 역동적 상호관계성을 지닌다.

2.4. 들뢰즈의 생성

들뢰즈(Gilles Deleuze)는 자신의 모든 저작물은 ‘생명론’이며 닫힌 길을 열어 생명에 출구를 제시하는 작품이며, 자연과 인위, 인공의 차이가 희미해지는 시대에 새롭게 된 ‘자연철학’이라고 썼다.¹¹⁾ ‘앙티 오이디푸스’에서는 인간과 자연을 더 이상 이분법적 논리에 의해 규정된 개체 또는 기관으로 인식하지 않고 욕망의 추상기계 속에서 무한히 생성하는 생산자와 생산물의 비위계적인 상호관계로 설명한다. 즉 들뢰즈에게 있어 생명은 물성의 속성을 가지는 것으로 내재적 평면에서 상호 접속되는 것이다. 이는 시작도 끝도 없는 탈영토화된 선들이 비위계적 체계를 지니며 항상 새로운 것이 생성되는 카오스이며 잠재태(Virtual)로서 생산적인 삶의 의미만을 창출해내는 ‘대지 위의 인간’의 존재방식이다. 또한 자신의 차원을 바꿀 때마다 본성이 변하고 자신의 어떤 지점에서든 다른 지점과 연결 접속한다.¹²⁾ 들뢰즈의 생태성을 정리하면 아래와 같다.

첫째, 내재적 평면에서 어떤 지점에서든 다른 지점과 연결 접속한다. 둘째, 시공간적으로 불명확한 경계를 가지며 무한한 변화를 통해 연속적인 차이를 갖는다. 셋째, 수평적 동일성과 차이가 있는 개별성을 가지며 개별적 객체들은 독자성을 가지고 중심 없이 복잡하게 얽혀있

다. 넷째, 중첩적이고 상호관계 속에 끝없는 흐름으로 열린 생성의 구조를 갖는다.

2.5. 소결

앞의 스피노자, 니체, 베르그손, 들뢰즈의 자연에 대한 철학적 사고의 이론적 고찰을 주요 내용들을 정리하면 다음의 <표 1>과 같다. 이를 통해 자연과 인간이 하나라는 일원론적 세계관을 토대로 끝없이 생성하고 변화하며, 내재적 관점의 자연관을 정립했음을 알 수 있다.

<표 1> 철학적 사고를 통한 생태적 특징

철학적	특징
스피노자의 일원론적 자연관	-인간을 포함한 자연은 총체성을 가짐 -내재적 관점을 가짐 -목적이나 의도가 없이 무한히 생성, 변화 -인간과 자연은 서로를 반영하는 관계
니체의 디오니소스적 자연관	-끊임없는 변화를 통해 무한히 생성 -파괴, 해체를 통한 창조의 과정을 수용 -반복과 순환에 의한 유기적인 연속성 -변화에 따른 감성을 통한 다양한 체험
베르그손의 생명론	-지속적으로 변화하려는 경향성을 지님 -자발적, 능동적인 분화의 방식으로 자기동일성 확보 -잠재적 총체성을 전제로 차이화 운동 -역동적인 상호관계성을 지님
들뢰즈의 생성	-어떤 지점에서든 다른 지점과 연결 접속 -시공간적으로 불명확한 경계를 가짐 -무한한 변화를 통한 연속적인 차이 -개별적 개체들은 독자성을 가지고 얽힘 -상호관계 속에 열린 생성의 구조를 가짐

3. 생체모방에 대한 이론 고찰

꿀벌이 안전과 안락, 꿀 저장고로 벌집을 짓고 흰개미목의 매크로티스가 환경 변화에 적응하는 서식지를 구축하여 종의 생존을 보장한 것은 수천 년에 걸쳐 다양한 기술을 완벽하게 개발해냈기 때문이다. 생물학자이자 마라톤 선수인 베른트 하인리히는 ‘동물들을 관찰하면 여러 문제에 대한 해법을 발견할 수 있다. 이 해법은 진화의 산물이며, 편견과 선입관이 없는 동물들이 수백만 년에 몸소 수행한 실험의 결과이기도 하다.’라고 말한 것처럼 우리는 다른 생물종을 지켜보면서 많은 것을 배울 수 있다.

3.1. 생체모방의 개념

바이오미미크리(Biomimicry)는 생명을 뜻하는 생체(Bio)와 모방(Mimesis)이란 이 두개의 그리스어 단어의 합성어이다. 인류사회의 근본적인 문제해결을 위해 인본주의적 사고를 중심에 둔 제닌 M 베니어스가 정의한 학문으로 자연에서 영감을 받은 혁신을 의미한다.¹³⁾ 38억 년의 역사를 통해 자연은 인간이 풀지 못한 많은 문제들에 대해 최상의 해법을 발견해 왔으며 자연이 보여준 성공적인 아이디어와 디자인 그리고 삶의 방식은 현대의

11) Gilles Deleuze, Pourparlers, Minuit, 2003, p.51

12) Gilles Deleuze & Felix Guattari, 천개의 고원, 김계인 역, 서울세물결, 2001, pp.47~54

13) 제닌 M. 베니어스, 생체모방, 시스템아, 2010, p.15

환경오염 해결과 에너지의 효율적 사용 및 미래 준비를 위한 영감을 제공하는 원천이 될 수 있다고 역설한다. 현재 나노테크놀러지부터 도시계획까지 다양한 분야에서 연구되고 있으며 건축분야에서도 생체모방 디자인이 증가하고 있다.



3.2. 생체모방의 영역 및 디자인 유형

(1) 생체모방의 영역

제닌 베니어스(Janine Benyus)는 자연으로부터 배울 수 있는 세 가지 틀을 제안하였다.¹⁴⁾


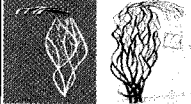
1) Model으로서의 자연 : 자연의 모델을 연구하여 자연의 형식과 과정을 모방함으로써 설계영감을 얻는다.

<표 2> Model으로서의 자연

내 용	이미지
벨크로 : 산우염 가시가 새알을 퍼뜨리기 위해 동물의 털에 달라붙는 형식을 응용	
접착제 : 홍합류의 자연적인 접착성을 응용하여 폼 알데히드 성분이 포함되지 않은 공 성분 기반의 기술을 목재합판 제품을 제작하는데 사용하여 위험성 줄이고 합판의 견고함을 높임	


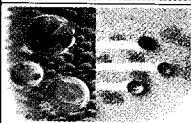
2) Measure으로서의 자연 : 생태학적 기준으로 혁신의 타당성을 판단하는 것이다. 자연에 대한 우리의 기존 자세를 반성하고 자연과 인간과의 관계가 순환하고 있음을 인식하여 자연을 기준으로 생각한다.

<표 3> Measure으로서의 자연

내 용	이미지
칼탄보르생태공원 : 4개의 회사가 자원과 폐기물간의 상호활용 시스템을 만들어 사용.	
피에조 샤워 : 전력 없이 에너지를 자체 생산하여 물을 덥히는 샤워기로 인체의 혈액 순환 시스템에서 착안하여 만들어짐.	

3) Mentor으로서의 자연 : 자연과 인간은 대등한 관계로서 자연으로부터 무엇을 배울 수 있는가와 무엇을 채취할 수 있는가를 비교하여 효용성을 가리는 것이다.

<표 4> Mentor으로서의 자연









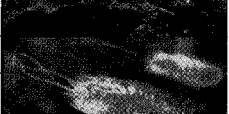



내 용	이미지
거미섬유 : 최첨단 신소재로 무당거미가 거미줄을 치는 방법에서 영감을 얻음. 신축성이 뛰어나며 충격을 받아도 손상 없이 원래 상태를 유지	
나노코팅페인트 : 자연의 연잎 구조(나노구조의 초수성)를 응용하여 자정 및 방수기능을 갖는 친환경 페인트 개발	

14) 제이슨 F. 맥레넌, 지속가능한 설계 철학, 비즈앤비즈, 2009, p.78

(2) 생체모방의 지속가능한 디자인 유형

제닌 베니어스(Janine Benyus)는 '12가지 지속가능한 디자인 생각 유형'을 연구 및 제안하였으며 <표 5>의 내용과 같이 분류하고 있다.¹⁵⁾

<표 5> 12가지의 자연으로부터 지속가능한 디자인 생각 유형

12가지 디자인 유형	이미지
self-assembly 유기체의 능력으로 스스로의 프로세스를 직접 개발 : 조개껍질은 바닷물로 인해 미네랄에서 폴리머로 바뀌며 단단하게 바뀜	
CO2 as feedstock CO2를 완전한 상태에서 이용하여 회합을 생산 : 식물들은 CO2를 이용하여 녹말과 글루코스를 만들	
solar transformation 에너지 흡수를 최대화하기 위한 미생물들의 태양열 변화 : 보라색 박테리아의 에너지 수집 장치	
power of shape 효율적이고 경제적인 자연의 형태 구조 : 고래의 지느러미의 작은 돌기	
quenching thirst 갈증 해결을 위한 유기체의 물 흡수 방식 : 나미비아 벌레는 안개로부터 수분을 흡수	
metals without mining 미생물로부터 분리 기술 : 미생물은 물에서 금속성분을 얻을	
green chemistry 유기물매체의 화학법으로 무독성원소만 사용 : 거미그물에서 실크가 나올 때 무독성 원소만 이용	
timed degradation 일시적 퇴화로 일정한 시간이 지나면 자연 소멸 : 홍합의 실은 2년 정도의 기한을 갖는다.	
resilience and healing 스스로 재생 가능 : 곰범레의 세포 재생	
sensing and responding 유기체 내에서 외부 환경 요인을 감지하고 적절한 방식으로 대응 : 메뚜기의 큰 뉴런	
growing fertility 번식력 성장 : 그늘막식 다작 농업	
life creates conditions conducive to life 생명은 생명을 위한 환경을 만들	

15) www.ted.com, Janine Benyus shares nature's design, 2005

3.3. 생체모방의 공간 적용

앞의 고찰을 통해 자연의 다양한 형태 변화와 구조의 질서를 이루는 생태계의 과정을 관찰하는 것은 중요한 의미를 지님을 알 수 있다. 이를 근거하여 생체모방을 공간에 적용 가능한 3가지 타입으로 분류하였다.

(1) 형태

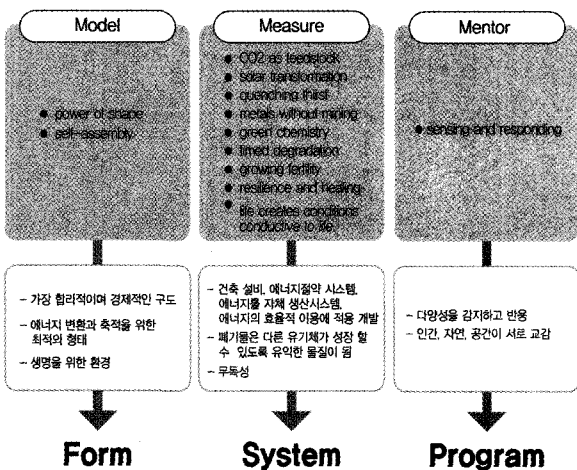
자연은 불필요한 것을 제거하고 스스로 목적에 적합하지만 구조적으로는 안전한, 효율적인 에너지 변환과 축적을 이룬다. 뿐만 아니라 끊임없이 다양한 형태로 변화하는 심미적인 형태도 가지고 있다.¹⁶⁾ 이를 적용하여 경제적이고 안정되지만 심미적으로 완성도가 높은 형태 모방이 가능하다.

(2) 시스템

물질의 순환과 에너지의 흐름은 생태계를 작동하는 기본적인 기능으로 자연계의 물질은 무독성 상태에서 한 가지 형태에서 여러 가지 형태로 전환되어 필요한 부분으로 이동되며 최대한 생산되는 것이 아닌 적절한 양만 생산한다. 또한 성장과 생계의 과정에서 나오는 폐기물은 다른 유기체가 성장 할 수 있도록 유익한 물질이 되는 특성을 지닌다. 이를 공간 설계 및 유지를 위한 에너지 시스템에 적용한다.

(3) 프로그램

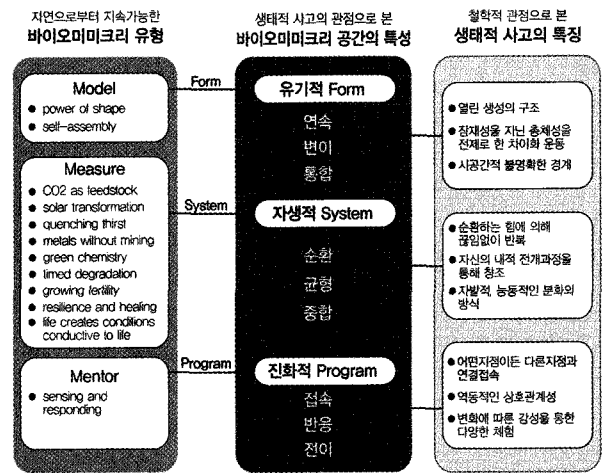
생태계는 구성하는 요소들 사이의 관계를 기반으로 서로 상호작용하면서 적절한 방식으로 반응하고 환경을 변화시킨다. 이를 프로그램에 적용하여 다양한 공간체함을 유발하고 자연과 인간관계에 대한 재인식의 장을 마련한다.



<그림 1> 생체모방의 공간적 특성

4. 생체모방 건축 공간의 생태적 특성과 사례 분석

이론적 고찰을 통하여 자연과 인간이 하나이며 끝없이 생성하고 변화하는, 내재적 관점의 생태적 사고의 특징과 공간에 적용 가능한 생체모방을 형태, 시스템, 프로그램으로 도출하였다. 이를 수렴하여 생태적 사고의 관점으로 본 생체모방 건축 공간의 특성은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 생체모방 공간의 생태적 특성 도출

4.1. 생체 모방 건축의 특성

(1) 유기적 Form의 특성

생물의 발생과정에는 근원적으로 자연을 둘러싼 환경에 최적화되기 위해 오랜 기간의 진화과정을 통해 만들어진 자신의 고유정보와 외부 환경의 정보, 그리고 이러한 정보들 간의 상호작용으로 인하여 개체 고유의 특수한 형태를 형성하게 되며 이러한 형태는 환경에 적합한 형태를 갖추게 된다.¹⁷⁾ 그렇기 때문에 단순히 자연의 형태를 모방하는 것이 아니라 자연 속에 스스로 존재하는, 근원적 원리와 주변 환경적 요인에 의해 자기 조직화되고 끊임없이 생성하는 유기적 과정을 기반으로 한정되었던 공간의 의미를 확장시켜야 한다.

1) 유기적 연속

생명은 곧 지속이고 멈출 때 더 이상 지속은 없고 그것은 생명이 아닌 것이다. 때문에 생명은 지속과 더불어 끊임 없이 더해 가며, 연속적이다. 이에 자연의 원리를 모방하는 생체모방 공간은 유기적으로 연결되어 하나의 연속적 공간으로, 위계적 질서와 경계를 해체하고 다양한 해석과 표현이 가능하며 역동적인 내재된 힘을 느낄 수 있다.

16) 최창배, 자연의 형태에서 도출된 유기적 디자인의 특성 분석, 홍익대 석론, 2010, 제인용

17) 권영걸 외 40인, 공간디자인의 언어, 도서출판 날마다, 2011, p.353

2) 유기적 변이

지속적인 진행을 하고 있는 공간은 생물체의 자기재생산적 또는 자기조직화의 특성처럼 환경자극에 반응하여 탄력적으로 변화하며 계속해서 새로운 공간을 형성한다. 고정적인 공간체계를 거부하고 상황에 맞게 지속적으로 변화 가능한 형태와 구성으로 공간은 유연하게 증식시킨다. 또한 이질적 요소를 통합하여 생성적 잠재성을 지닌다. 그리하여 다양한 형태 발생을 가능하게 하는데 이는 고정된 실체로서의 아닌 과정으로서의 가치를 지니며 무한한 변이 공간이 된다.

3) 유기적 통합

모든 생명체는 주위환경으로부터 항상 열린 상태를 유지하며 환경요소에 대해 반응, 확장, 성장, 순환한다. 생태계는 개체들의 각 요소들이 유기적으로 관계하여 전체로 존재하듯이 부분적인 접근이 아닌 전체적 접근으로 이루어질 때 즉 내외부의 환경조건들을 수용하여 주변 환경과의 연계적 구성을 이룬 통합적인 공간을 추구할 때 공간은 끊임없이 생성되어 진다.

(2) 자생적 System의 특성

건물은 온실가스 배출의 48% 정도를 차지한다고 추정된다.¹⁸⁾ 이에 에드워드 마즈리아(Edward Mazria)는 2003년에 화석 연료를 줄이거나 없앨 수 있는 환경디자인을 하도록 역설하며 화석연료 온실가스 소비를 2010년까지 50%줄이고 2030년까지 탄소중립하게 만드는 것을 목표로 삼고 건축가들과 디자이너들에게 경고를 시작했다.¹⁹⁾ 이에 자연의 피드백 시스템을 적용하여 에너지를 생성하고 재활용하여 균형, 조절하여 주변과 항상적 환경 수준을 유지한다.

1) 자생적 순환

생태계의 모든 생물은 스스로 수십억 년 동안 광물, 물, 공기의 분자들을 이용하여 에너지를 자체 생산하고 활용하며 이로 인한 폐기물은 다른 종에게 유익하게 이용된다. 이는 순환하는 힘에 의해 끊임없이 반복되어져 왔다. 일조량, 태양열, 자연환기 같은 자연 현상을 에너지 생산, 절약 시스템, 폐기물 재활용 등에 적극 이용한다.

2) 자생적 균형

생태계는 일정한 질서를 가지고 전체와 부분의 조화를 이루며 자발적이고 능동적으로 환경변화에 대처하고 있다. 건축 공간 역시 쾌적하고 일정한 환경 수준 유지를 위해 외부환경 요인의 변화에도 탄력적으로 반응할 수 있어야 한다.

3) 자생적 종합

기존 건축물을 짓는 공정과정은 많은 폐자재와 먼지 등 환경오염을 일으킨다. 그러나 거미가 무독성 유기 용매들을 가지고 거미그물을 만들듯이 생물은 자신의 내적 전개과정과 외부의 요소를 안전한 과정으로 통합하여 물질을 만들어낸다. 이처럼 건축 공간 역시 설계 과정의 맨 처음부터 생체모방 원리를 염두에 두어야 한다.

(3) 진화적 Program의 특성

생태계 내에서는 구성원 사이에 복잡한 관계가 맺어져, 예상하지 못했던 창발성이 발생한다. 상황에 따라 구성요소가 서로 역동적인 관계를 가지고 공생하는 생태계의 특성을 프로그램으로 적용하여 우리를 둘러싼 공간에 생명력을 부여한다. 이로 인하여 인간, 자연 그리고 공간이 서로 교감할 수 있는 다양한 경험을 제공하고 인간과 자연은 하나의 생태계로 공존해야 함을 인지시킨다.

1) 진화적 접속

헤라클레이토스는 '누구도 똑같은 강을 두 번 건너지 못한다.'고 했던 것처럼 연결 접속은 다양한 이질성이 결합하여 새로운 것을 창출하듯이 인간 개개인의 자기 동일성과 자연이 접속하여 다양한 체험을 유발한다. 이는 감성을 자극하게 하고 자연과 소통하며 통합된 공간이 된다.

2) 진화적 반응

들뢰즈가 인간과 우주를 포함하는 모든 유기체는 관계들에 의하여 규정 된다고 하였던 것처럼 관계가 없다면, 우리는 존재한다고 말할 수 없을 것이다. 관계한다는 것은 서로에게 반응한다는 것이다. 환경, 장소의 정보에 유연하게 반응하고 진화하는 생체모방은 주변 환경을 적극 수용하여 공간을 확장 시키고 자연에 대한 인식의 변화를 갖게 한다.

3) 진화적 전이

생체모방의 프로그램은 분화적으로 전이되어 인간과 자연, 자연과 공간, 공간과 인간은 함께 공존하기 위한 창조적 진화를 멈추지 않는다.

4.2. 사례 분석

사례 분석은 앞 장에서 알아본 생체모방 공간의 특성들이 어떠한 방법으로 현대 건축에서 나타나고 있는지를 알아보기 위해 진행하며 앞장에서 추출해 낸 9가지의 디자인 키워드를 적용하여 사례를 분석한다.

사례의 분석 범위는 획일화된 건축에서 탈피하여 다양화가 시도되는 20세기 후반 이후의 현대건축에서 자연의 원리를 모방하고, 그 의미의 개념으로 디자인 되었다고 여겨지는 공공시설이나 상업건축, 문화시설 등을 중심으로 범위를 한정한다.

18) www.usgbc.org/Docs/Resources/ca_report_GBbenefits.pdf

19) Edward Mazria, 'Architecture 2010'

www.architecture2030.org/2010_imperative/index.html

<표 6> 사례분석표 (■: 특성이 나타남, □: 특성이 나타나지 않음)

Project 1		이미지		생태모방 공간 특성								
				유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
				연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
PTW Architects CSCEC International Design 2008				■	■		■	■			■	
비눗방울의 형태원리를 응용하여 강철 스페이스 프레임으로 구성. ETFE로 둘러싼 내부 공간은 자연 채광이 가능하다. 에너지 비용이 30% 절감.				분 석	Form	외부의 힘이 평형을 이룰 때 구조형태를 결정하는 자기 조직화 법칙을 이용해 경량의 안정적 상태를 이루는 형태로 기둥이 없음.						
					System	태양열을 에너지의 90%를 활용하여 실내 환경은 외부환경으로부터 항상성을 유지할 수 있도록 설계. 빗물을 수집해 수명장용 물로 사용 후 80%를 재활용.						
					Program	날씨(환경)를 내부 공간으로 수용하여 자연의 변화에 대한 인식을 갖게 함.						
Project 2		이미지		생태모방 공간 특성								
				유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
				연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
David Fisher				■	■	■	■		■	■		
약420M의 80층 규모로 각 층이 독립적으로 회전하면서 건물의 형태는 시시각각 바뀌어 완전 자가 발전 되도록 설계된 첫 건물.				분 석	Form	연속적으로 회전하여 고정되지 않은 유동적인 형태.						
					System	풍력 터빈을 가진 완전 자가 발전 시스템으로 지붕의 광전지로 태양열 에너지를 생산. 90% 공장제작 후 현장조립 공정으로 건설시 환경오염을 줄이고 기존 시공 공정의 23% 비용절감.						
					Program	360도 각 층의 회전으로 끊임없이 변화하는 바다와 자연 환경을 적극적으로 내부 공간에 유입시켜 자연과 교감 가능하도록 도움.						
Project 3		이미지		생태모방 공간 특성								
				유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
				연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
Nicholas Grimshaw				■			■		■		■	
바다와 인접한 자연환경을 최대한 활용해 바닷물을 담수로 바꾸고 환경 친화적 시스템을 도입함으로써 화석연료 소비를 줄이는 것이 목표.				분 석	Form	신체가 바깥 공기보다 차가운 상태인 딱정벌레의 등위에 바람에 실려온 수분이 물방울로 변하게 되는 원리를 이용한 구조.						
					System	기존 1㎡의 물을 생산하기 위해 6~12kW의 전력이 필요하지만 수분 증발 장치를 거치면서 소금을 걸러내는 방식은 같은 양의 물을 생산하기 위해 1.6kW의 전력 필요.						
					Program	건축물 입지의 환경요소를 활용하여 신재생 에너지와 물의 자급자족을 향한 해결의 가능성을 보여줌.						
Project 4		이미지		생태모방 공간 특성								
				유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
				연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
Mike Pearce 1996						■	■	■				■
해발 1500m위의 짐바브웨의 수도 하라레에 세워진 최초의 자연 냉난방 건물로 두 개의 건물이 나란히 구성된 복합 사무공간이자 쇼핑몰.				분 석	Form	유리로 덮인 곳과 지역 미풍으로 개방된 공간으로 나뉜 두 개의 건물로 나란히 구성.						
					System	흰 개미의 집과 닮은 작동 원리의 환기 시스템. 실내온도 24도를 유지할 위한 에너지는 비슷한 규모 건물의 소비량의 10%미만.						
					Program	자연과 건축을 잇는 시도로 생태모방의 중요성을 전 세계적으로 확대 시킴.						
Project 5		이미지		생태모방 공간 특성								
				유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
				연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
Thomas Heatherwick 2010				■		■	■		■	■	■	■
높이가 20M이고 6만개의 7.5M 투명 아크릴 막대로 이루어진 2010상하이엑스포의 영국관으로 자연과 도시 사이의 관계를 탐험하는 것이 컨셉.				분 석	Form	실재 식물의 씨앗을 설치하여 '씨앗성당(Seed Cathedral)'을 표현. 광섬유 필라멘트가 바람에 반응하여 텍스처와 감도가 변화하도록 설계한 유동적인 형태.						
					System	낮에 태양의 빛을 에너지로 충전하고 밤에는 충전한 에너지를 내부의 광원으로 전환하여 건물을 밝히고 전시 후 자재는 대부분 재활용.						
					Program	엑스포 종료 후 전시관 내부의 씨앗들은 중국 각지의 교육기관으로 보내져 교육 및 연구의 목적으로 활용.						
Project 6		이미지		생태모방 공간 특성								
				유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
				연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
Nicholas Grimshaw 2001				■			■	■		■	■	■
영국 잉글랜드 콘월에 있는 에덴 프로젝트는 세계에서 가장 큰 온실로 콘월에서 생산된 제철, 콘월 사람들을 90% 채용하여 지역경제 성장에 큰 영향.				분 석	Form	투명한 플라스틱으로 만든 벌집 형태의 각각 크기가 다른 돔이 유기적으로 연결되어 지어졌으며, 돔 안에 열대, 온대, 지중해, 사막 등의 자연환경이 조성.						
					System	환경개념을 적용하여 빗물사용, 폐기물 이용하여 시공. 모든 제품을 재활용하여 실제적인 쓰레기가 안 나옴.						
					Program	공원의 개념을 넘어 실제로 체험하고 자연과 하나 되는 살아있는 교육 및 실습의 장으로 어린이들을 대상으로 교육. 환경제품을 만들어 판매.						

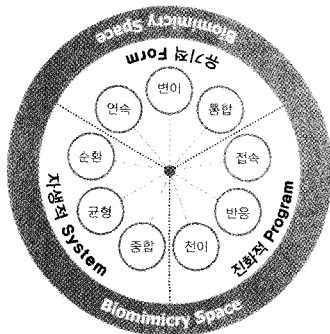
4.3. 소결

위의 사례를 생태적 특성으로 분석해 본 결과 <표 7> 처럼 유기적 형태, 자생적 시스템, 진화적 프로그램이 고르게 나타남을 알 수 있다.

<표 7> 사례의 종합 분석

구분	유기적 Form			자생적 System			진화적 Program		
	연속	변이	통합	순환	균형	중합	접속	반응	전이
1									
2									
3									
4									
5									
6									

위의 분석표를 도식화하면 <그림 3>과 같다. 이처럼 생태적 특성들이 고르게 나타날 때 인간과 자연이 함께 공존 할 수 있는 생체모방 공간이라 할 수 있다.



<그림 3> 생체모방 공간에 나타난 생태적 특성의 관계

5. 결론

자연은 모든 형상의 기초이며 조화와 균형의 척도이자 창조적 스승이다. 뿐만 아니라 스스로 생성, 발생하고 지속적으로 환경에 진화하는 복잡하고 연속적인 구조를 통해 항상성을 유지하고 환경에 적응하는 속성을 가지고 있다. 이는 오늘날 디자인에 있어 생태학적 접근이 중요시 되고 있는 이유이기도 하다. 이에 자연과 인간이 하나이며 끊임없이 생성하고 변화하는, 내제적 관점의 생태적 사고와 생체모방의 디자인 코드를 도출하여 이를 토대로 현대건축에 나타난 생체모방 공간의 생태적 특성을 분석한 결과는 아래와 같다.

첫째, 생체모방 건축의 형태적 특성은 유기적 연속, 유기적 변이, 유기적 통합으로 나타나며 자연 속에 스스로 존재하는 원리와 주변 환경적 요인에 의해 자기 조직화되고 끊임없이 생성하는 유기적 과정을 기반으로 한정되었던 공간은 확장된다.

둘째, 생체모방 건축의 시스템적 특성은 자생적 순환, 자생적 균형, 자생적 중합으로 나타나며 자연의 피드백

시스템을 적용하여 에너지를 생성하고 재활용하여 건축 자체적으로 균형을 이루며 주변과 항상적 환경 수준을 유지한다.

셋째, 생체모방 건축의 프로그램적 특성은 진화적 접속, 진화적 반응, 진화적 전이로 나타나며 생태계가 복잡한 관계가 맺어져, 예상하지 못했던 창발성이 발생하는 것처럼 건축 공간에 생명력을 부여하고 이로 인하여 인간, 자연 그리고 공간이 서로 교감할 수 있는 다양한 경험을 제공하여 인간과 자연은 하나의 생태계로 공존해야 함을 인지시킨다.

데이비드 스텝키가 ‘우리는 모든 종과 함께 하나의 광대한 그물망을 형성하고 있다. 모든 존재는 서로 연결되어 있다. 지구상의 모든 물리적 요소와도 마찬가지로 이다.’라고 말한 것처럼 인간은 지구 생태망의 한 구성원으로 생명체의 형상을 외형적으로 모방하는 차원이 아닌 생명의 원리를 적용하여 유기적이고 자기 생성적이며 진화적인 자연과 인간이 공존 할 수 있는 형성의 장을 마련해야 한다.

참고문헌

1. F. Nietzsche, 니체전집, 정동호 외 역, 책세상, 2005
2. Gilles Deleuze & Felix Guattari, 천개의 고원, 김재인 역, 서울 새물결, 2001
3. Michael Fox and Miles Kemp, 인터랙티브 건축 공간, 남수현 역, 시공문화사, 2010
4. 권영걸 외 40인, 공간디자인의 언어, 도서출판 날마다, 2011
5. 제이슨 F. 맥레넌, 지속가능한 설계 철학, 비즈앤비즈, 2009
6. 제닌 M. 베니어스, 생체모방, 시스템아, 2010
7. 제닌 M. 베니어스, Biomimicry : Innovation Inspired by Nature, Perennial, 2002
8. 김덕재, 들뢰즈와 가타리의 생태성 개념에 의한 현대 건축 연구, 홍익대 석사논문, 2010
9. 김성하, 베그르손의 지속과 생명의 관점에서 본 생태학적 예술관, 홍익대 석사논문, 2004
10. 이윤희, 생태중심사고에 의한 현대건축 표현 특성에 관한 연구, 홍익대 박론, 2005
11. 허경아, 생체모방을 적용한 종합병원 로비 공간 계획안 : 세종병원 로비계획을 중심으로, 홍익대 석론, 2010
12. 김은희·이찬, 니체의 디오니소스적 자연관에 의한 공간 특성 연구, 한국실내디자인학회논문집 제20권 3호 통권86호, 2011
13. 박삼열, 니체와 스피노자의 생태학적 자연관에 관한 연구, 근대철학 제6권, 서양근대철학회, 2011
14. 이현복, 생태철학의 선구자, 스피노자, 근대철학, 서양근대철학회 제6권, 2011

[논문접수 : 2011. 10. 31]
 [1차 심사 : 2011. 11. 16]
 [게재확정 : 2011. 12. 09]