

# 공간구성에 있어서 유기적 형태의 응용 가능성에 관한 연구

## A Study on Applied possibility of Organic Form In Architectural space-Design

김성혜\* / Kim, Sung-Hye

### Abstract

This study aims to make clear visual quality of organic form and structural order that is immanent in nature about a form as formative principles of architectural space design, the significance of this study is to prove the application possibility into functional form, architectural space design.

All organic forms in nature has a unique shape and pattern in structure to be self-controlled and good in order. Such an order in nature comes from regular construction and ratio principles which has aesthetical order by mathematics. The specialty of beauty in nature can be revealed not only visual form but also the ratio, balance and rhythm of structural principles.

As we examine the aesthetic source, embodied some object can be developed into basic principles. Furthermore, through this study we can find out that the form construction theory in nature forms share the quality attribute with geometrical form to be shown in architectural space design.

Natural forms are ultimate visual expression of power that effects on the architectural space design. The rule of power in nature as nature formal characteristics have a direct influence and can be also applied to architectural construction. Therefore, I expect that this study will be linked and continued to another structural view.

**키워드** : 유기적형태, 공간조형

## 1. 서론

자연은 무한한 형태의 보고이며 긴 시간동안 가장 합리적인 형태를 취하여 왔다. 옛부터 인간은 자연과 더불어 경험을 쌓고 지식을 축적하며 친화관계 속에서 문명을 이루어왔다. 이와같이 자연형태는 주위환경과 격리되고 독립되어있는 것이 아니라, 항상 환경과 관련하여 조화로운 형태를 이루고 있다.

바우하우스(Bauhaus)시대 이후 엘버스(J.Albers)와 모홀리 나기는 자연의 질서란 가장 경제적이므로 그 원리에 순응하는 것이야말로 합리적인 디자인이라는 생각을 하게 되었고<sup>1)</sup>, 기초 조형과정의 한 방향으로써 자연물이 지니는 합리적 기초 원리를 통

해 디자인을 전개시키려는 노력이 부분적으로 시도되어졌다.

자연은 사실 가장 건강하고, 기능적인 형태, 즉 경제적인 형태로 되어 있다. 자연은 인간이 생존하기 위해 만드는 모든 창조행위의 원리를 제공하고 있는 사전이며, 인간이 순응해야할 제반원리를 암시하고 있기 때문에 자연을 더 깊이 관찰할 필요가 있는 것이다. 따라서 형상의 원천을 구하려는 노력을 끊임없이 해야하는 조형분야에 종사하는 디자이너는 자연형태의 조형적 조직화와 법칙(formal conception & formalization)을 통한 디자인 전개가 필요하다. 이는 자연계에서 유추를 통해 얻어지는 방법론적 접근과 디자인의 전개과정을 통해 그 개념이 유추되며, 생존방식에 내재되어 있는 최소한의 근간이 되는 형태, 구조, 힘과 연관되어 있는 기본 원리와 시스템을 인위적인 환경에 적용시킴으로써 '의미

\* 정희원, 협성대학교 실내건축학과 전임강사

1)민경우, 디자인의 이해, 미진사, 서울, 1995, p.392

있는 유기적인 질서를 부여하는 과정이 되는 것이다.

내재된 질서에 의해서 창조된 독창적이며 아름다운 자연형태는 무한한 형태연구의 근원이며, 어떻게 본질적인 질서를 창의적으로 추출하여 디자인의 형태로 활용하느냐가 형태연구의 핵심이 된다고 할수 있다.

즉, 자연을 있는 그대로 바라보는 것이 아니라, 인간의 확대된 시각으로서 자연을 관찰하고 연구하는 것은 매우 의미있는 일이다. 그러므로 본 연구는 건축공간구성의 조형원리가 되는 형태(Form)문제에 대하여 자연형태의 연구를 통한 구성을 본보기로 하고자 한다. 즉 자연에 내재하고 있는 유기적 형태(Organic Form)의 시각적 특성 및 구조적 질서를 발견하고 기능적 형태(Functional Form)로써 건축공간조형에 적용가능성을 고찰해 보는데 그 목적이 있다.

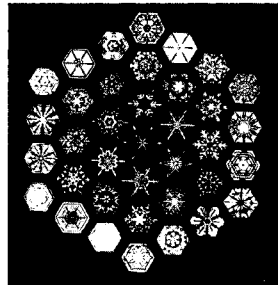
## 2. 유기적 형태의 본질 및 특성

### 2.1. 유기적 형태의 본질

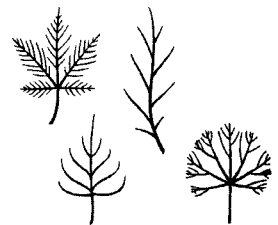
자연은 스스로의 본성에 따라서 있는 것, 혹은 생성되는 것을 가리키는 말로서 인간적인 시간에서는 엄청나게 긴 기간(45-47억년)을 통해서 가장 합리적인 모양을 만들어왔으며, 그러한 모양은 인간의 의지나 요구와 관계없이 자기형성에 의해서 성립하고 있다.<sup>2)</sup> 그러나 자연계의 모든 것에 적용되는 일반적 원칙은, 그것이 다른 것들과 동떨어져 고립된 것이 아니라, 항상 다른 것들과 상호연관되게 작용하는 전체로서의 유기성을 갖고 있다는 사실이다.<sup>3)</sup> 즉 자연계의 형태는 그것이 생물이었던지 무생물이었던지를 불구하고 그 존재의 성질에 결부해서 다른 것에 있을 수 없는 독특한 형태를 만듦과 동시에 전체를 통해서 긴밀한 상관관계에 있어 각양각색의 형태는 서로 전향해 가며 그 자신을 형성하고 있는 것이다.

자연은 일정불변의 상태에 머물지 않고 끊임없이 변화하고 운동하고 있다. 그것은 생물뿐만 아니라 자연계의 모든 것에 통하는 원칙이다. 아무런 변화도 없는 것처럼 보이는 암석일지라도 매우 오랜 시간을 경과하면 변화가 생긴다는 것을 알 수가 있다. 무생물일지라도 생성과 사멸이란 경과를 취하는 점에서는 생물과 같다. 따라서 자연의 형태는 항상 상대적이라고 말할 수 있다.<sup>4)</sup> 이와같은 자연계의 변화와 운동은 내적인 힘과 외적인 힘이라는 서로 대립하는 요소의 상호작용에 의해 발생한다. 예를들어 육각형

형태를 취하는 눈의 결정은 눈의 분자구조가 내부적 힘이 되고, 대기의 온도, 습도, 풍속, 대기압과 같은 환경이 외부적 힘이 되어 결코 똑같은 형태가 생기지 않는 다양한 형태를 만든다.<그림1> 이처럼 자연계의 모든 유기체들은 스스로 조절되고 질서를 갖는 형태와 구조의 패턴을 지닌 고유한 모습들을 지니고 있으며, 무한한 다양성(diversity)을 내포하고 있다.<sup>5)</sup> 그리고 자연은 하나의 특정한 사물에 대해서 한 종류의 패턴(pattern)만을 보유하지 않는다. 목적에 적합하면, 즉 어떤 패턴(pattern)이 매우 실용적일 때 여러번 자신을 복제하는 것을 주저하지 않는다.<sup>6)</sup>(그림2)



<그림 1> 눈 결정의 다양성



<그림 2> 식물잎의 다양성

이와같이 자연계의 형태는 존재의 성질에 결부해서 다른 것에 있을 수 없는 독특한 형태를 만듦과 동시에 전체를 통하여 그 자신의 공간을 형성하고 있는 것이다.

### 2.2. 자연형태의 시각적 특성

자연의 패턴과 형태들이 어떻게 생겨나게 되었는지에 관해서는 진화론에 의해 그 기본적인 개념이 쉽게 설명될 수 있다. 즉 패턴과 형태는 최적의 형태(form)로 진화된다는 개념, 그리고 최소의 에너지로 배열되려는 경향, 다시말하자면 최적의 모양, 최소의 높이, 극도의 운동을 의미한다. 자연에 존재하는 형태는 가능한 모든 것을 고려해서 가장 존재하기에 적절한 최적의 형태라는 이론으로 설명할 수 있다.<sup>7)</sup>

우리가 흔히 볼 수 있는 자연형태-구름, 은하수, 메뚜기, 미꾸라지, 나무-들과 피상적으로 보기에는 똑 같아 보이는 것들-눈송이, 똑 같은 나무에 달린 나뭇잎들-사이에서조차도 굉장한 다양성을 보게 될 때면 자연의 한계속에 살고 있다는 것이 이상하게

2)Ibid., pp.324-325.

3)Ibid., p.329.

4)Ibid., pp.343-344.

5)Edmund W.Sinnot, *The Problem of Organic Form*, London, Yale Univ.press, 1963, p.3.

6)Kurt Rowland, *Pattern and Shape*, Great Oxford Britain, Univ.Press, 1964, p.78.

7)Peter S.Stevens, *Patters in Nature*, Little Canada, Little Brown & Company Ltd., 1974. pp.37-38.

느껴질지도 모른다. 그러나 나무들의 가지가 혈관들의 가지(나뉘어지는 부분)와 강줄기와 닮았고, 또 수정조각들이 비누거품이나 거북이의 등판처럼 보이고, 고사리류의 소용돌이 치는 머리부분, 별의 은하계와 육조로부터 물이 빠지는 것이 똑 같은 방법으로 소용돌이 치는 것을 알게 되면 자연이 그렇게 많은 다른 내용들 속에 왜 단지 몇 가지 종류의 형태만을 사용하는지가 이상하지 않을 수 없다. 그러므로 자연형태속에 존재하는 기하학적 속성을 알아 보므로써 형태적 특성을 알 수 있다.<sup>8)</sup>

인간은 자연을 관찰하여 천연의 형태를 발견하고 이것을 합리화시켜, 기하학적 이상적인 형태로 만들었다. 우리는 시각적인 형태의 문제에 있어서 자연이 다양성을 즐긴다고 느끼지만 사실은 자연형태를 분석해 보면 외계는 단절과 연속의 개념으로 이분됨을 볼 수 있다. 심장이 뛰는 것은 단절성을 나타내며, 시간의 흐름은 가장 명쾌하게 연속성을 나타낸다.<sup>9)</sup>

자연형태는 생물이나 무생물이나 이러한 질서체계 안에서 성장하고, 구조를 이루고 있으며, 이는 다음과 같은 기하학적 모양으로 설명 할 수 있다.<sup>10)</sup>

### (1) 연속에 의한 자연형태

#### ①나선형(SPIRALS)

자연에는 끊임없는 움직임이 있다. 우리 주위에서 우리가 보는 형태들은 이러한 긴 변화의 과정의 산물이다. 앵무조개(nutilus)의 경우 그것의 성장에 있어서 하나의 방(영역)을 첨가할 때마다 먼저의 방보다 약간 커진다. 그리고 마지막에는 모든 방들이 패턴(Pattern)으로 연결된다.

나선형은 가끔 서로 대칭적인 한 쌍을 이루기도 하는데 그 예로는 노를 저을때 마다 반대편에서 일어나는 한 쌍의 소용돌이와, 사슴의 뿔 등에서 볼 수 있다.

투스(D'Arcy Thomson)은 내피와 외피의 성장 차이에 의해서 산양의 뿔이 나선형을 형성한다고 지적한다.<sup>11)</sup>

이러한 나선형의 기하학적 특성은 짧으나 우회적으로 점들을 연결한다. 매우 통일성이 있으며, 완벽한 규칙적인 방법으로 그 자신을 둘러 쌓는다. 이차원적인 공간을 모두 채울 수 있으며, 무한한 팽창이 가능하고 전체길이가 매우 짧다. 또한 중심까지의 평균길이를 보아 직접적이지 못하다.<sup>12)</sup>

#### ②우회형(MEANDERS)

우회형의 기하학적 성질은 다음과 같다. 이것은 굉장히 무질서

8)Ibid, p.3.

9)P.J.그릴로, 디자인이란 무엇인가?, 안 병의,김 광문(역), 세진사 서울, 1989, p.36.

10)P.S.Stevens, 1974, p.3.

11)P.J.그릴로, 1989, p.40.

12)P.S.Stevens, 1974, pp.40-41.

하고 혼란스럽다. 그러나 통일성을 제외한 나머지는 나선형과 매우 비슷하다. 나선형 처럼 이차원을 채울수 있으며, 전체길이가 짧고, 간접적이다.<sup>13)</sup>

### (2) 단절에 의한 자연형태

#### ①방사형(EXPLOSION)

방사형의 기하학적 성질은 중심에서 각각의 바깥 부분까지의 거리를 최소화 시키지만 모든 여행의 총길이는 어마어마하게 길다. 즉, 점들을 연결하는 선의 길이는 길지만, 상당히 직접적으로 연결한다.

방사형은 각 선들간에 일정한 각이 유지되는 각도를 가짐으로써 통일성이 있다. 그러나 나선형과 우회형 처럼 공간을 통일성 있게 채워나가지 못한다. 바깥보다는 중심부에 가까울수록 밀집되어 있고 구성되는 선들의 합이 매우 길다. 또한 직접연결성이 탁월하며, 각점을 가능한한 직접 중심으로 연결한다.<sup>14)</sup>

#### ②가지형(BRANCHING PATTERN)

가지형의 기하학적 특성은 나선형의 단일한 우회로와 방사형의 절충이다. 다소 직접적인 것을 완화시켜 총길이는 짧다. 또한 몇 개의 부분을 희생해서 전체 길이를 줄이는 효과를 갖는다. 그것은 나선형 보다 총길이가 그리 길지 않으며 방사형에서 가장 짧은 평균길이 보다 약간 길 뿐이므로 직접성과 최단성을 모두 만족시켜주는 적합한 절충형이다.

혈관배열, 지하철 선로, 전체길이와 직접성이라는 점에서 유리한 가지형은 지붕과 연결 되어야 하는 갈라지는 기둥을 디자인할 때에 적용된다.<sup>15)</sup>

#### ③삼각형과 육각형

눈의 결정과 벌집에서 흔히 볼 수 있는 기본도형인 육각형은 정삼각형의 모서리가 절단된 형태, 즉 제 2의 기하학적 형태라 할 수 있다. 이것은 정삼각형과 정방형에 비해 원에 가까우며 때로는 가장 유익한 도형으로 일컬어진다. 자연의 가장 독창적이고 정교한 경제적 구조의 하나로서 유충벌을 위한 완벽한 환경을 제공하는 공간충진의 대명사이기도 한 벌집은 이차원적으로 볼때 육각형의 동일한 세포가 반복되어 구성된다. 육각형은 입방체나 직방체가 압도적인 현대 건축군 속에서 직각 이외의 각도를 지니면서 커다란 위화감도 없이 인간의 생활에 파고들도록 허용된 도형 가운데 하나이다. 그렇기 때문에 정육각형적 다면체를 응용한 건축물의 예는 많으며 용도나 규모도 천차만별이다. 그리고 그것들은 아직 그다지 실현되기에 이르지 못한 다면체 건축의 계획법이라든가 완성 후의 주거환경 등을 아는데 귀중한 시금석이 된다.

13)Ibid, p.42.

14)Ibid, pp.41-42.

15)Ibid, pp.41-42.

### 2.3. 자연형태와 비례

Jay Hambidge는 “세상에서 만들어지는 모든 위대한 예술의 기초적인 원리는 자라나는 사람의 모습에 비례의 기초를 두고 있다.” 라고 하였다. 이는 자연계에 존재하는 모든 물상들이 우연히 형태를 이루고 있는 것이 아니며, 비례를 얻은 체구이기에 인간도, 동물도, 모두 활동할 수도, 정지할 수도 있는 것이다.과정의 한 방향으로써 자연물이 지니는 합리적 기초 원리를<sup>16)</sup> 그러므로 자연과 인간이 만든 창조물들을 자세히 관찰해 보면, 우리는 그들에게서 공통되는 조화와 질서를 발견할 수 있다. 인간은 아름다운 형태의 비밀을 인체, 동물 및 자연물 등에서 찾았고, 그 비례는 우리 생활에 필요한 조형물을 보다 아름답고 합리적으로 창조하기 위한 수단으로 많이 연구되어 왔으며 실제로 응용되었다.

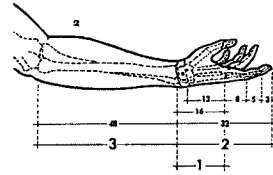
이와같은 비례(Proportion)란 물체의 크기나 길이에 대해서 그가 가진 양과 양의 관계를 가르키는 말이며, 조화의 근본이 되는 균형을 말하는 것으로, 우리를 둘러 싸고 있는 세계는ダイ나믹한 균제를 이루고 있다.<sup>17)</sup>

다음의 수치와 자연계에 존재하는 유기적인 질서와도 흥미있는 관계를 발견할 수 있다.

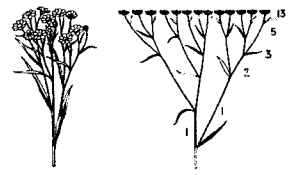
0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144.....

이 수치의 나열에서 각 숫자는 앞선 두 숫자의 합이된다. 이것은 이것을 처음 사용한 수학자인 피보나치(Fibonacci)의 이름을 따서 피보나치 수열(Fibonacci Series)이라 불리운다.<sup>18)</sup> 이 연속의 숫자의 비율은 1.618이 되고, 또한 다른 숫자로 이를 계속해보면 그 비율이  $\phi$ 의 황금비에 더욱 가까와 진다는 것을 알 수 있다.<sup>19)</sup>

한 예로써 인간의 손의 마디에서와 무질서하게 보이는 식물의 잎에서도 이러한 수치를 발견할 수 있으며, 솔방울(Pine Cone)은 5와 8, 다알리아(dahlia)는 8과 13의 와선을 가지고 있다. 또한 헤바라기의 변화에서는 34와 55, 55와 89, 또는 89와 144의 조화를 발견할 수 있으며, 노르웨이의 가문비나무는 5와 8의 정렬된 나선형을 지니고 있고, 데이지 식물은 13과 21, ranunculus같은 작은 꽃은 한 방향으로 향하는 두 나선과 다른 방향에서 세 나선을 가지고 있다. 이 모든 숫자는 피보나치 수열의 한 부분이며, 황금비(Golden Number)와 연결된다. 식물에 있어서 모든 변화는 90% 이상이 이 형태를 따른다. 이처럼 자연에 있는 많은 관계들은 수학적 용어로 표현될 수 있으며 논리적 구조를 갖는다.<sup>20)</sup>



<그림 3> 사람손의 황금비



<그림 4> 식물잎의 황금비

자연에서 나온 보이지 않는 형태구성의 질서원리는 비례의 개념으로 발전되어 점차적으로 시대적 흐름에 맞추어 발달되고 연구되어져 현재에는 디자인 방법론에 일환으로 진전되어 디자인에 있어서 통합시스템(Integral System)이라고 말할 수 있을 것이다. 따라서 자연의 기초원리에서 발전되어 나온 모티브의 기초 개념은 넓은 의미에서 디자인의 발전에 대해서 커다란 역할을 수행할 것이다.

## 3. 자연유기체의 구조 및 구성원리

### 3.1. 경량구조

일반적으로 자연계에서 나타나고 있는 모든 유기적 구조체의 가장 보편적인 구조원리는 크기의 증가로 인한 영향력을 극복하기 위해 조직에 구멍을 만들어 무게를 줄이는 경량구조의 성격을 갖고 있다.

각각의 재료는 크기에서의 상한계를 가지며 일정한도의 크기에 이르면 더 이상 자신을 지탱할 수 없으므로 재료를 변화시키는 것은 한계가 있다. 그러므로 보다 효과적인 형상으로 재료를 재배열하거나 필요없는 부분은 줄이고 필요한 부분은 늘려 크기로 인한 영향력을 최소화 할 수 있으며 자연형태에서 이러한 예들은 많이 볼 수 있다.

다음 사진에서 외벽은 고스란히 남아 있으나 내부는 공동으로 삼각 분할되어 있는 후추와, 엄청난 장력을 가진 꼬투리를 보여준다. 그리고 프레임은 인간경골의 확대된 부분이며, Otto가 연구한 조직사진이다.<sup>21)</sup> 이러한 예들은 힘을 증가시키기 위해 크기를 줄이는 방법에 대한 다양성을 보여주는 것이고, 이것은 디자인 전략으로 응용될 수 있다.

### 3.2. 주름구조

자연 유기체의 기본적인 구조적인 문제에 있어 형태의 연속

16)柳亮, 황금분할, 柳吉濬(譯), 기문당, 서울, 1982, p.75.

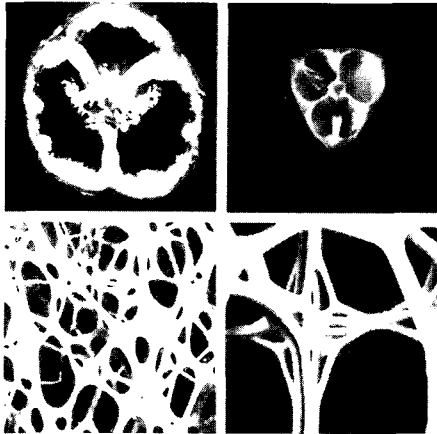
17)Ibid, p.12.

18)이우성, 디자인론, 태광서림, 서울, 1976, p.107.

19)Kurt Rowland. *The Shapes We Need*, Great Oxford Britain Univ.Press, 1964, p.8.

20)Ibid, pp.6. 9.

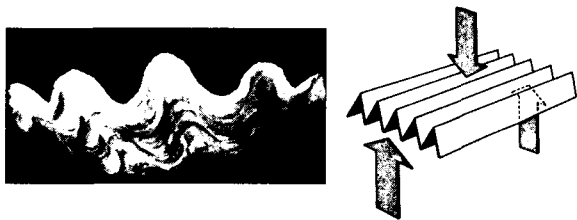
21)P.S.Stevens, 1974, p.30.



〈사진 1〉 자연형태에 나타난 경량구조

적인 존재 가능성과 변형의 원칙을 보다 잘 설명하자면, 자연물의 주름이 형성되는 과정(folding process)을 파악함으로써 가능해진다.

주름은 불균등한 성장의 관계에서 기인한다. 예를들어 조개, 거북의 갑각, 혹은 감각류 그리고 나뭇잎에 있는 주름잡힌 면과 매끈한 면은 둘레와 중심사이의 성장의 차이점에서부터 형성된다.



〈사진 2〉 구조적 형태의 기본 원리로서 주름의 예

자연의 어떤 것을 관찰한다 해도 공간의 필연적 법칙, 즉 물질의 힘과 지속 단위가 존재하는 곳 어디에서나 주름이 작용한다. 주름은 어떠한 기능과 끊임없이 관련을 갖고 있으며, 주름은 주위의 변화하는 조건에 적응하기 위한 형태를 반영한다.

이러한 주름이 우리에게 흥미로운 것은 그것의 탁월한 구조적인 힘 때문이다. 우리는 주름이 모든 종류의 구조에 관계한다는 사실을 볼 수 있다. 따라서 주름구조의 잠재력으로부터 건축은 많은 혜택을 받을 수 있으며, 감각적인 관점에서 원래의 주름이 지니는 상태만으로도 그 표면이 매우 풍부함을 보게 된다.<sup>22)</sup>

### 3.3. 밀집성의 원리

자연에 있어서 형태의 구조란 자연의 힘에 대한 반응으로서

그것은 항상 최소에너지 조건을 만족시키려는 경향에 의한다.

이러한 원리가 가장 근본적인 단계에서 본질적으로 표현된 것은 밀집성 원리(closest packing)<sup>23)</sup>에서 발견될 수 있다. 이는 가장 기본적인 형태 구성 원리로서 생물계와 무생물계 모두를 포함하고 있는 전형인 것이다.

현실에 있어서 아주 미시적인 수준을 살펴보면 모든 생물체는 세포라 불리는 체적 측정의 단위로 구성되어 있으며 세포는 기본적으로 자연적 구조내에 있는 것이다. 세포는 자연적 덩어리로 형태화하는 경향이 있으며 이러한 덩어리들은 전체 시스템이 된다.<sup>24)</sup> 이러한 개념에서 세포 시스템(Cellular System)<sup>25)</sup>은 인간형태의 반영에 중요한 부분으로서 기하학적 형태를 대표하는 가장 기본적인 시스템이다. 이는 디자인에 있어서 문제해결을 위한 '사고의 조합'임과 동시에 자연내에서 형(Form)과 구조(Structure)에 대한 기본개념을 의미하며 생물공학의 장(Field)으로부터 유추된다. 세포시스템은 균형과 역동성을 갖는다는 측면에서 디자인에 있어서의 생태학적 접근이 되며, 크기는 환경의 문제로서 파악되어진다. 세포의 형태는 공간의 확장(Extension)을 의미하며, 변형(Transformation)은 시간의 변화를 의미하게 된다.<sup>26)</sup>

세포는 자연과 기술 그리고 사람과 자연간의 상징적 균형의 새로운 형태에 대한 탐색이다. 즉 세포시스템의 이해는 자연의 조직(Organization)에 대한 이해이기 때문에 생태학적 입장을 기본 맥락으로 하게 된다.

세포시스템은 미래에 인간과 자연간의 보다 더 적절한 균형을 성취하기 위한 시스템이다. 이러한 세포시스템이 건축의 공간계획에서 다루어지는 것은 자연의 조직과 자연의 기하학적 형태에 대한 이해를 높이는 것이며 결국은 환경을 이해하는 맥이 되는 것이다. 사람들이 건축적공간 및 실내공간에서 요구하는 것은 각각의 단위공간이 모든 다른 단위공간과 연결되어지는 것이다.<sup>27)</sup>

23)밀집되게 채워진 원리(closest packing)란 생물 시스템 내의 다면체 세포(polyhedral cells)들의 3차원적 배열 또한 어떤 금속 구조내의 원자들의 배열에서 그 모습이 나타나는 고유한 기하학적 안정의 구조적 배열(arrangement)이다. P.S.Stevens, 1974, pp.201-206.

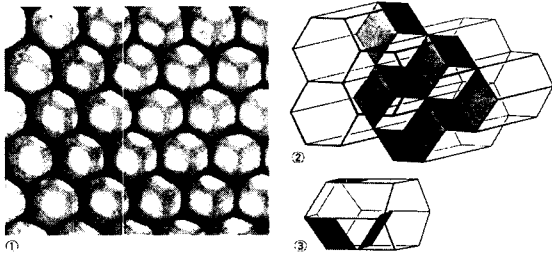
24)Clovis Heimsath,AIA, *Behavioral Architecture*, McGRAW-Hill BOOK Co., N.Y., 1977, p.72.

25)세포는 분자적 시스템(molecular system)이며 세포의 조직(morphology)은 형태와구조를 갖는다. 생활에 있어서 세포의 기능적 측면은 내부환경과 사회조직에서 찾을 수 있다. (Encyclopedia of Britanica pp.1044-1046.)

26)Richard k, Thomas, *Three-Dimensional Design -A Cellular Approach* V.N.R, N.Y, 1969, p.13.

27)Clovis Heimsath,AIA, 1977, p.72.

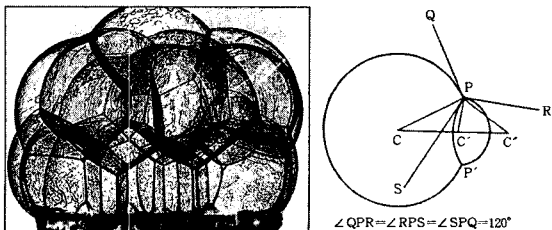
22)민경우, 1965, pp.353-355.



〈사진 3〉 벌의 봉방:최대한도의 경제성을 갖는 구조를 창조하기 위해서 내·외적인 힘을 결합하고 있는 자연의 예

### 3.4. 공기막구조

이 현상은 내적인 수축작용의 힘과 외적인 팽창의 힘 사이의 균형에 의해 특징지어진다. 이것은 물질의 경제성에 관한 문제 제시의 방법론을 반영하고, 3교차와 분리선 사이의 120° 각도에 의하여 특징지어진 최소한의 망상조직의 선에 따라 자연발생적으로 배치된 비누거품에서, 보다 순수한 표현을 볼 수 있다. 비누거품의 일정치 않은 배열은 자연의 최소 원리의 표현이다. 표면의 탄력성은 최소에너지의 조건을 만족시키는 안정된 상태를 유지시켜 주고 안쪽에서 볼 때는 부피와 관계한 표면이 최소가 되는 구조를 만든다. 각각의 거품에서 공기의 압력은 비누막을 향해 밖으로 압력을 가한다. 배열시에는 다양한 부피의 거품을 볼 수 있다. 모든 거품의 배열이 있어 모든 표면은 120°로 3면이 서로 이웃한다. 모퉁이의 모든 모서리는 109° 28'으로 네 개가 만난다.



〈사진 4〉 자연발생의 비누거품과 이에 상관되는 내용

최소의 표면을 갖는 부피일 때 이들 각도의 조건은 예외없이 항상 같다. 안정된 평형상태와 일치해서, 망상조직이 모든 방향에 있어 이웃하는 세포의 중심과 연결되어 있다면 3차원적 구조로 완전하게 삼각으로 나누어진다. 이것이 견고한 성분으로 구성될 경우 높은 강도와 최소의 무게를 갖는 구조가 된다.<sup>28)</sup>

## 4. 건축에 적용된 유기적형태의 공간조형 특성

자연은 모든 곳에 존재한다. 그것은 모든 것에 영향을 미치며, 창조성에 관한 모든 질문에서 발견할 수 있다. 인간은 자연을 모방해 왔다. 즉, 인간은 나무로부터 오두막을 짓는 방법을 배웠으며, 야생화로부터 기둥의 주두를 창조하였다.<sup>29)</sup>

그리고 바다의 세계, 파도 및 돌고래, 문어 및 바다조개 등은 크레타 궁전과 미케네 궁전의 장식에 기하학적 형태로 변용되었고 나선형 및 자연형의 비례와 생명체의 성장은 이오니아 주두의 이미지를 제공하였다.<sup>30)</sup>

건축가들은 매우 다양한 관점에서 자연을 바라보기 때문에 역동적 방식으로 자연을 바라보는 사람이라고 할 수 있다. 그들은 다양한 자연요소들의 구성방법과 법칙에 관심을 보여줄 뿐만 아니라, 자연현상의 변화와 역동성의 '이유'에 관해서도 같은 비중의 관심을 보여준다.<sup>31)</sup>

금세기의 가장 주요한 몇몇 건축가들의 자연을 대하는 태도와 우리 시대가 제공하는 유연성과 다양한 자연 환경 및 자연의 교환적 부분에 대한 건축가들의 노출 등이 디자인 전략에 어떤 식으로 영향을 미쳐왔는지를 살펴볼 때, 비로소 우리는 인간과 자연의 폭넓은 관계에 관한 감각을 가질 수 있을 것이다.<sup>32)</sup>

자연의 가장 폭넓은 은유적 렌즈를 통해 바라보는 건축가들과 직선적인 태도로서 건축적·구조적 기법을 적용하여 건물을 짓는 건축가들은 창조적 접근통로의 가장 훌륭한 족적을 남기고 있다.

### 4.1. 경량구조 건축

고대 로마인들은 판테온의 돔(dome) 형상에 가벼운 제조용 모래자갈과 내부가 텅 빈 용기를 사용할 때 힘을 증가시키기 위해 크기를 줄이는 디자인 전략을 사용하였다. 돔의 내부에 sunken panels와 coffers를 사용한 것은 구조의 무게를 훨씬 더 줄이기 위함이었다. 오늘날 리브구조(Ribbed construction), 스페이스 프레임(space frames), T보(beams), 접은 판넬(folded plates)과 형구(trusses) 또한 지탱력을 유지하기 위해 재료를 그대로 사용하면서도 무게를 줄이는 전략인 것이다.

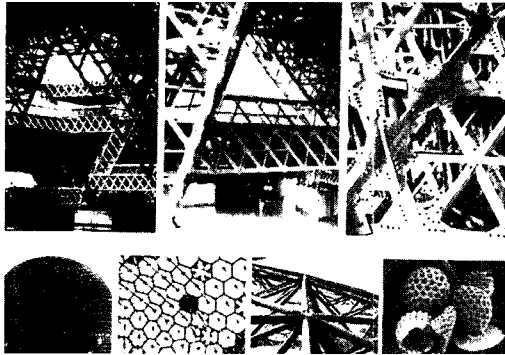
위의 사진의 예는 Affleck, Desbarats, Dimakopoulos, Lebensold와 Sise에 의해 디자인된 전시관(pavilion, a-c) 사진과 버크민스터 풀러(Buckminster Fuller)가 디자인한 '67 몬트리올 엑스포용

29)안토니C. 안토니아데스, 건축시학-창조성과 디자인이론, 김경준(역), 국제, 서울, 1994, p.233.

30)Ibid. p.235.

31)Ibid. p.242.

32)Ibid. p.245.



〈사진 5〉 건축에 나타난 경량구조

미국전시관(pavilion d-f)을 보여준다. 이들 구조물들은 강철의 삼각분할과 개방된 연결망을 만들기 위해 시도된 작품들이다. 이 개방성은 크기를 유지하기 위해 반드시 수반되어야 할 조건이다. 그리고 풀러(Fuller)가 디자인한 돔의 전체 기하학은 일종의 미생물인 바이러스와 Radiolaria의 구조와 비슷하다는 사실을 보여준다. 즉 현대의 경량구조의 선택을 통한 형태적화의 과정 및 형태발견의 법칙은, 생물학의 그것과 유사하다.

이와같이 건축에서도 절대적인 크기(규모)는 살아있는 유기체에서 처럼 건축의 형태를 결정짓는 요인이 된다.<sup>33)</sup>

## 4.2. 첨가적 건축

유기체의 성장 내지 변태에는 두 개의 타입이 있을 수 있다. 즉 뼈나 조개껍질과 같은 부분의 첨가적 성장, 그리고 원형질의 증식적 성장이다. 첨가적 성장을 특징짓는 것은 식물에 일어나는 것 같은 외형의 첨가적 변화이다. 건물의 증축은 이 정의에 해당된다.<sup>34)</sup>

자연을 통해 많은 것을 배우고자 했던 많은 다른 건축가들처럼 옷존과 사프디도 자연을 단서로 하고 있다. 그들에게 있어서 자연이란 건축의 궁극적 척도와 다름없다.<sup>35)</sup>

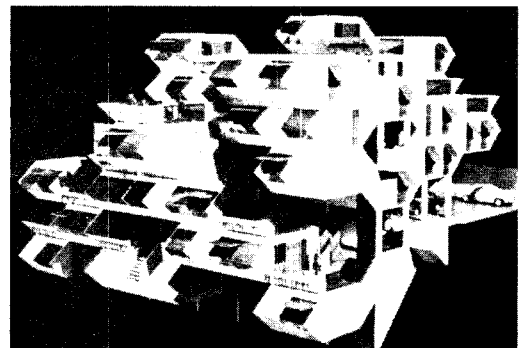
근대건축 당초의 단계에서는 억압되어 있었던 유기적 원리도 요른 옷존, 모세 사프디등 제3세대 건축가의 작품에 그 모습을 나타냈다.<sup>36)</sup>

요른 옷존은 미시적인 차원에서, 자연의 실질적 요구사항들에 부합하는 것에 민감하였고(자신의 형태와 공간적 결정도 이에 따랐다), 자연의 은유들에 영감을 받은 공동사회적이고 기념비적인

의미를 가진 건물들을 만들어 왔으며, 가장 최신의 건설기법과 완벽성이 어우러진 복합건물들을 선보였다.<sup>37)</sup>

표현의 또다른 기능은 의미를 발현하는 일이다. 그의 시드니 오페라 하우스의 디자인은 그다지 분명하지 않으나 근원이 되는 두 개의 반구로부터 셸의 기하학을 끌어낸 것이며, 실로 그 점에서 이것도 균형태의 정의를 충족시키고 있다. 1948년, 모로코 방문에서 옷존은 분자에 의한 형태생성 내지 <첨가적 건축>의 모델을 얻었다.<sup>38)</sup>

또한 모세 사프디는 균형태를 고밀집집합주택의 문제에 적용했다. 그의 환경철학은 인간의 만남과 풍부한 풍토경관과의 독특한 영역을 결합한 것이고, 공간세포(Space Cell)로서 건물을 이야기한다.<sup>39)</sup>



〈사진 6〉 모세 사프디의 프에리토 리코 아비타(계획), 1968-71년 8면체의 주거 유니트가 언덕에 증식한다.

메타볼리즘·그룹을 창시한 한 사람으로 구로가와 기쇼오를 들 수 있다.

메타볼리즘(신진대사)이란 유기체의 생명 시스템이다. 구로가와와는 신진대사의 의미 속에 변화와 성장의 개념을 포함시키고 있다.<sup>40)</sup> 이와같이 생물학적 프로세스와의 유추에 입각한 건축을 설정하려고 하는 메타볼리즘이 형성되었다.

균형태의 개념은 표준단위의 반복으로 전체구조가 성립되고 있다. 이 시스템의 이점은 각 단위를, 건축구성에 나쁜 영향을 주는 일 없이 임의로 가감할 수 있는 점이다. 균형태는 진정으로 자연스러운 구성인 것이다.

## 4.3. 텐션구조 건축

다양한 입체표현기법 즉, 프로젝트의 구조적 특질과 시각적 특

33)P.S.Stevens, 1974, pp16-33.

34)Philip Drew, 건축의 제3세대, 최 무혁(역), 기문당, 서울, 1997, p.118.

35)Ibid, p.22.

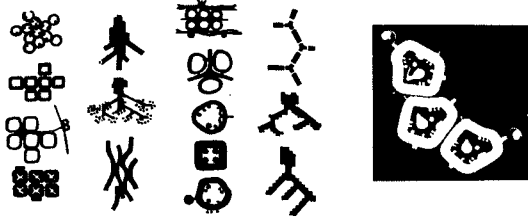
36)Ibid, p.67.

37)안토니C. 안토니아데스, 1994, p.249.

38)Philip Dre, 1997, pp.82-94.

39)Ibid, pp.102-106.

40)Ibid, pp.115-117.

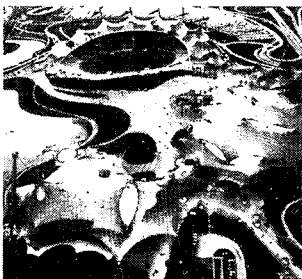


<그림 5> 증식적 성장과 첨가적 성장의 패턴을 나타낸 스케치 증식적 성장의 메타볼릭한 주기

질을 동시에 평가 할 수 있는 방법을 사용하여 자기의 디자인을 전개하고 있는 프라이 오토는 인간적 콘텍스트에 적합한 구조개념의 적용에 뛰어난 재능을 발휘하고 있으며<sup>41)</sup> 오직 인장의 건축에 열중해 있다. 그는 구조상의 경제성을 구하기 위해서 전통적 미학을 뿌리쳤다. 그러나 프라이 오토의 구조체의 대부분에 인정되는 지상의 아름다움은 그 복잡성과는 정반대이다. 아무튼 그는 인장이야말로 아름답다고 증명하고 있는 것 같다.<sup>42)</sup> 그리고 건축의 과제를 효율있게 풀기 위해선, 최소 재료의 최적조작이 필요하다고하고 '기능으로부터 전개되는 최소재료의 형태에 끌리고 있다...'고 말했을 정도이다. 프라이 오토의 물적 유연성의 구상은 텐션구조가 여러 가지 하중상태 아래 어떻게 작용하는가 하는 이해구조에 근거하고, 그의 관심을 이와같이 텐션구조에서 발견되는 본질적인 유연성을 논리적으로 확장한 것이다.

비누거품 모델의 의의란 최소 텐션의 표면이 생기므로, 프라이 오토에게 있어서는 단위면적마다 동일한 장력을 가진 피막의 분포상태를 성립시킬 수 있게 된다.

이러한 텐션구조의 연구(1959-53년)를 통해서, 프라이 오토는 뉴메틱구조라는 미개척의 가능성을 탐구하기에 이른다.<sup>43)</sup>



<사진 7> 오토의 뮌헨올림픽 스타디움(1972년)

41)Ibid., pp.22-26.  
42)Ibid., p.72.  
43)Ibid., pp.173-178.

## 5. 결론

자연속에는 아직도 파헤치지 못한 신비스러운 형태질서가 존재하고 있으며, 이러한 형태질서는 생물이 삶을 영위하기 위한 필연성으로써 감각적으로 생동감이 있고 기능적으로는 합목적적인 것들이다. 자연속에는 조형의 원리가 존재하는 경우가 많고 모범으로서 변환될 수 있는 구조도 많이 있다.

자연형태는 스스로 자존력을 지니며 반복되는 패턴(pattern)을 갖는다. 자연형태의 생성은 무작위로 생성된 것이 아니며 일정한 비례와 법칙을 가지고 서로 형태간의 균형을 이루고 있으며 자연의 진화도 명확하게 수학적으로 측정될 수 있다. 이러한 법칙에 따라 자연의 형태적 특성이 인간 환경에서도 상호작용을 하고 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 자연형태는 디자인의 원천이 되며, 그 구성원리는 최소에너지 체계로 최대의 다양한 체계를 구성하며 힘의 조화가운데 형태를 형성하며 크기의 증가로 인한 영향력을 극복하기 위해 경량구조를 지닌다.

또한 자연이 창출해 내는 굉장한 다양성 중에는 몇몇의 제한된 패턴(pattern)과 형태들을 볼 수 있는데, 이는 연속에 의한 형태인 나선형(spirals), 우회형(meanders)과 단절에 의한 형태인 방사형(explosion), 가지형(branching pattern)으로 특징지워진다. 이러한 자연은 그가 표명하는 명백한 다양성 하에서, 여기에 소모된 요소들의 구성원리의 조합에 기인된 통일성이 존재하며, 한치의 낭비도 허용하지 않는 완벽한 질서를 이루는 가장 경제적인 시스템이라고 할 수 있다. 이러한 시스템을 갖춘 자연형태는 크기의 증가로 인한 영향력을 극복하기 위해 조직에 구멍을 만들어 무게를 줄이는 경량구조 및 불균등한 성장의 관계로부터 발생하는 주름구조, 최소에너지의 요구에 일치하는 형태와 구조를 만들어 내리는 밀집성의 원리등의 구조적 특성을 지닌다.

공간구성에 있어서 이러한 자연형태의 질서성은 공간에 역동성을 부여하며 질서로서의 자유라는 관계를 표현할 수 있다. 이러한 자연의 다양한 변화와 구조의 질서성은 독특한 균형유지에서 이루어지며 전환과정, 변형과정, 성장과정에서 관찰하고 그 변화를 비교하는 것은 중요한 의미를 지니며 그것은 잠재적 조형태마가 된다.

유기체의 원리 및 합리적 기계원리 사이의 싸움은 말년 적인 제3세대의 작품을 통해 현저하게 나타나고 있다. 오토존과 모세 사프디, 프라이 오토 같은 건축가들이 발표한 연구자료를 보면 자연에서 볼 수 있는 형태가 아닌 건물이 떠오르지만, 논리적 측면이나 재료사용의 측면을 잘 보면 거기에는 자연의 형태에서 유추되고 자연과 관계가 있음을 발견하게 된다.



모세 사프디도 요른 웃존도 균형태에 입각하여 기하학의 엄격한 규율로 조립된 첨가적 건축을, 프라이 웃토는 자연의 힘의법칙을 직접적으로 건축의 구성에 적용한 텐션구조 건축을 창조함으로써 합리적 기하학 이념과 직관적 유기체 이념을 하나의 다이나믹한 종합으로 정리해 냈다.

생물학의 형태세계와 건축과의 관련은 잘 보여지는 형태를 시각적으로 답습하는 것이 아닌, 유사한 형태 및 동등의 형태의 형성과정을 그 기초로 하고 있으며, 기술적인 선택과정과 생물학적인 도태의 과정에는 중대한 관련이 있다. 이와같이 생물학자와 디자이너가 생물학적 및 기술적인 구조의 특수한 관련을 찾아내기 위하여 협력하여 일어서는 것은 당연한 일이다. 건축과 인류와의 상호적응의 문제에 관심을 가지고 동시에 형태의 발견이나 발전 과정에서 일하는 건축가는 오랫동안 걸쳐 요구되어온 답을 찾아내기 위한 도움이 될 것이다.

어떤 특정한 자연 형태의 창출과 관련한 법칙들에 대한 철저한 논의는 자연현상을 다루는 창조적 과정에서 중요한 가능성을 제시해 주고 있다.

- 중앙대학교 대학원 미간행, 1985
23. 서병기, 바이오닉스 소고, 꾸밈, 1981년 7월-8월
  24. 한석우, 디자이너를 위한 새로운 결정학, 디자인, 1984년 2월 - 5월
  25. Otto Frei, 생물학과 건축, 건축 한국, 제6호 1977년 10월- 11월, 제7호 1977년 12월-78년 1월

<접수 : 1997. 11. 7>

## 참고문헌

1. 강명구, 디자인 센스, 1983, 조형의장론, 문운당, 서울, 1981
2. 민경우, 디자인의 이해, 미진사, 서울, 1995
3. 신권희, 한 석우, 조형연습, 산업대학, 서울, 1986
4. 정시화, 현대 디자인 연구, 미진사, 서울, 1980
5. 조준영, 기초디자인, 미진사, 서울, 1981
6. 한석우, 입체조형, 미진사, 서울, 1991
7. G.Doczi, 황금분할의 미학, 이 건, 이 철원(역), 기문당, 서울, 1987
8. G.F.포나티, 건축의 기본 조형원리, 박 항섭(역), 세진사, 서울, 1982
9. H.Read, 디자인론, 정 시화(역), 미진사, 서울, 1984
10. William Backwell, 건축과 기하학, 정 의용(역), 기문당, 서울, 1990
11. 데이비드 라우어, 조형의 원리, 이 대일(역), 미진사, 서울, 1985
12. 빅터 파파빅, 인간을 위한 디자인, 현 용순, 이 은재(역), 미진사, 서울, 1986
13. 柳亮, 황금분할, 유 길준(역), 기문당, 서울, 1982
14. P.J.그릴로, 디자인이란 무엇인가?, 안 병의, 김 광문(역), 세진사, 서울, 1989
15. Edmund W.Simmott, *The Problem of Organic Form*, Yale Univ.press London, 1963
16. Grant W. Reid, *From Concept to Form in Landscape Design*, VNR New York, 1998
17. Kepes Gyorgy, *Module, Propotion, Aymmetry, Rhythm*,
18. Kurt Rowland, *The Development of Shape, The Shapes we need*, Oxford Univ.Press Great Britain, 1964
19. Peter S.Stevens, *Patterns in Nature*, Little Canada,Brown & Company Ltd, 1974
20. Thompson D'arcy W., *On Growth and Form*, Cambridge Cam, Univ. Press, 1942
21. 안정애, 미적 대상의 구성원리에 관한 연구, 서울대학교환경대학원, 미간행, 1982
22. 최인환, 건축형태 구성에 있어서 자연형태의 응용에 관한연구,