

자연유기체를 통한 산업제품 조형의 응용성에 대한 연구
- 제품디자인에 나타난 사례를 중심으로 -

A Study on the Application of Nature Organic Form for Industrial Products
-Mainly around Examples of Product Design-

주저자 : 곽희준(Kwak, Hee-Joon)
협성대학교 예술대학 디자인학부

1. 서론

- 1.1. 연구의 배경 및 목적
- 1.2. 연구의 범위 및 방법

2. 자연형태의 기본 원리

- 2.1. 자연형태의 규칙성
- 2.2. 자연의 성장법칙과 비례
- 2.3. 자연의 형태적 기하학
- 2.4. 자연형태의 경제성

3. 자연유기체에서의 응용사례 분석

- 3.1. 기능 및 구조적 원리의 응용 사례
- 3.2. 시각적 외형 이미지의 응용 사례
- 3.3. 생체공학적인 응용 사례

4. 결론

참고문헌

(要約)

자연은 끊임없이 신비한 산물들을 대량생산해내는 만물의 공장이며, 그 산물들은 끊임없이 변화하고 있다. 또한 자연은 인간이 살아가는 환경을 둘러싼 미적 아이디어를 끊임없이 제공한다. 그러므로 인간은 자연을 대상으로 시각적 관찰을 통해 표현하고자 하는 자연스런 충동에 따른 조형을 추구하게 된다. 자연에 대해 인간이 얻을 수 있는 미적 체험은 그 대상에 대하여 시각적으로 연구할 때, 연상에 따른 형상들을 의식적으로 떠올릴 수 있게 해주는 미학적 변형의 원천인 것이다. 수없이 변화된 자연물과 마찬가지로 의식적으로 경험되는 인공의 산업 생산물은 자연물과 구조적, 형태적 질을 공유하며 조형적 균형을 위한 의미를 갖게 된다. 자연을 관찰하여 질서나 원리를 통해 디자인에 적용시키고자한 시도는 바우하우스 이후 디자인의 한 방법으로서 부분적으로 실천되어 왔지만, 자연에 대한 연구과정이 서로 분산된 영역에서 진행되어왔다. 최근에 이르러서 이러한 연구는 관련 분야간에 복합되는 입장에서 매우 중요시되고 있다.

따라서 자연유기체의 다양한 범주들을 본 연구에서는 단지 부분적으로 제품디자인 측면에서 고찰하지만, 종합적으로 디자인학적 조형성과 자연유기체의 조형학적 접근은 기본적으로 중요한 것이라 생각하여 본 소고에서 고찰해 보고자 한다.

(Abstract)

Natural forms could be ultimate visual expression power that affects on the industrial design. The rule of power in nature as nature formal characteristics have a direct influence and can be also applied to productional and artificial form. All organic forms and structures in nature have unique form and shape to be self controlled and good in order. Such an order in nature comes from regular 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 theory in nature forms share the quality attribute with geometrical form to be shown in industrial product design. In this context, this study aims to make clear visual quality of organic form and structure that is immanent in nature about a form as formative principles of industrial product design, the signficancy of this study is to prove the application into functional and structural form of product design.

(Keyword)

Organic form and structure, Nature, Artificial product

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

오래 전부터 인간은 무한한 형태의 보고이며 합리적인 형태를 가진 자연 속에서 함께 살아왔고, 그 자연 속에는 인간이 아직도 파헤치지 못한 신비스러운 질서를 가지고 있다. 그런 질서는 생물이 삶을 영위하기 위한 필연성에서 나온 형태들이 대부분이다. 그렇기 때문에 이런 형태들은 감각적으로는 생동감이 있고, 기능적으로는 합리적인 것들이다. 자연은 가장 건강하고 기능적인 형태, 즉 경제적인 형태로 되어 있고 인간이 생존하기 위해 만드는 모든 창조행위의 원리를 제공하는 사전이며, 인간이 순응해야 할 제반원리를 암시하고 있기 때문에 자연의 법칙과 현상을 더 깊이 관찰할 필요가 있다.¹⁾

디자인의 대부분의 분야가 합리적인 연구가 선행되었다기보다는 디자이너의 감각에 의해 결정되는 경우가 대부분이라고 볼 수 있다. 그러므로 본 연구는 제품디자인에 있어 조형원리가 되는 형태에 대해 자연의 연구를 통한 구성을 본보기로 하고자 한다. 즉 자연에 내재하고 있는 유기적 특성 및 질서가 인위적으로 응용된 사례들을 조사하여 디자이너들의 창의적인 아이디어를 개발할 수 있는 계기를 마련하는데 목적이 있다.

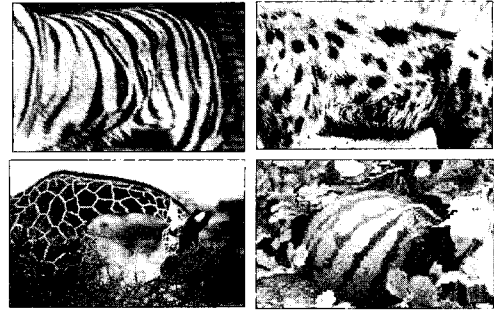
1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 자연의 생존방식에 내재되어 있는 최소한의 공간이 되는 자연물의 형태와 구조 등 연관되어 있는 기본 원리와 시스템을 제품디자인에 응용한다는 근원적 시각으로 고찰하는 의미를 부여해 보고자 한다. 자연중심에서부터 제품디자인의 이루어져 구조적, 외형적, 공학적으로 부합되는 사례를 들고, 자연유기체에서의 유추를 통해 얻어진 결과를 통해 그 조형의 개념을 고찰하고자 하며 이에 따르는 조형의 응용성과 새로운 디자인 패러다임의 가능성을 살펴보고자 한다.

2. 자연형태의 기본 원리

2.1. 자연형태의 규칙성

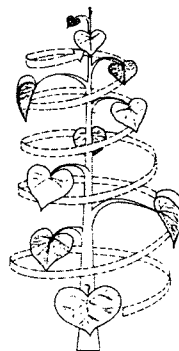
자연의 형태는 특정한 공간에 내재하는 조건하에서 발생해 그 형태의 종합이 새로운 사물을 만들어 낸다. 그것이 천연에서의 형태와 공간에 자연스럽게 순환의 논리를 일으킨다. 그러므로 자연계 전체가 넓은 의미의 디자인의 반복인 것이다. 자연계의 물상은 모두 형태를 갖는데 어떤 과정을 거쳐 하나하나 독특한 양상을 나타낸다. 그 형성에는 중력, 바람, 물, 온도 등 환경요인의 영향과 소재의 성질을 포함한 화학적 요소 등 많은 조건이 동시 혹은 순차적으로 관여하고 있다.²⁾ 우리는 패턴의 자연 속에 살고 있다. 인간문화는 이런 패턴을 인식, 응용하고 정형화된 사고체계를 발전시켜 왔다. 눈(雪)의 결정체 중에서 결코 똑같은 모양을 한 것은 단 하나도 없는 것처럼, 호랑이의 줄무늬와 기린이나 하이에나의 점박이 무늬, 수박의 표피에서 나타나는 무늬 등 생물학적 형태와 유기물의 성장에서 나타나는 규칙성을 입증하는 것이다. (그림2-1)



(그림2-1) 자연유기체에서 나타나는 다양한 무늬에 따른 규칙성

2.2. 자연의 성장법칙과 비례

다양한 성장의 결과로서 무수하고 복잡한 형상이 나타나는 것이다. 따라서 자연은 여러 가지 단계에서 기본규칙에 충실하다는 것이다. 주변에 있는 식물의 모습을 관찰해 보면 흥미로운 성장법칙을 발견할 수 있다. 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,... 즉, 다음수가 그 앞의 두수의 합계(1+1=2, 1+2=3, 2+3=5, 3+5=8, 5+8=13,)³⁾가 되는 일련의 수열을 피보나치 수열(Fibonacci Series)³⁾ 이라고 하는데, 모든 유기체는 이 수열이 배열되지 않으면 그 독특한 형태로는 되지 않는 것이다. 아래 그림은 나무줄기의 원주에 대해 1/2, 2/3, 3/5, 5/8,.....등의 나선형 비례로 잎도 가지도 나오는데, 각각 이웃한 잎과 잎의 원주 각은 대부분 137.5°의 각도를 항상 유지하고 있으며, 가운데 줄기를 중심으로 뻗어 나온 잎사귀의 나선배열은 자연의 형태에서 공통적으로 나타나는 수학적 비율을 그대로 따르고 있다. (그림2-2) 다음은 해바라기의 씨앗이 배열된 모습에서 나선형 곡선이 오른쪽과 왼쪽 방향으로 나타남을 볼 수 있는데, 그 수는 각 21, 34(21/34=0.618)이다. 씨앗이 55, 89,.. 또는 89, 144,..의 나선형 곡선으로 배열되어있어 많은 씨앗이 중앙과 가장자리까지 골고루 분포될 수 있는 것이다. (그림2-3)



(그림2-2) 식물 잎사귀의 나선 배열



(그림2-3) 해바라기 씨앗의 나선 배열

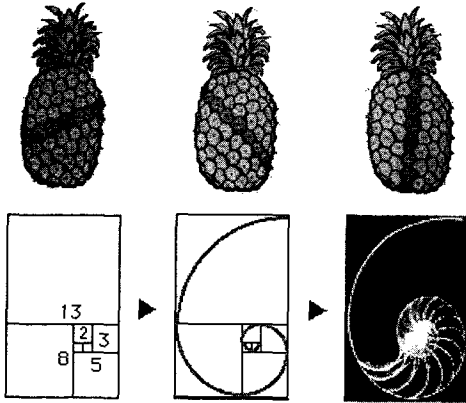


파인애플의 겉 표면은 6각형의 비늘로 덮혀 있는데 여기에는 3중 나선이 서로 얽혀 각 8, 13, 21의 배열을 이루고 있다. 비늘로 완전히 외피를 덮는 방법으로 고도한 수학적 계산을 통

1) 임연웅, 디자인, 그 쓰임새와 꾸밈새, 학문사, 1997, P.67
2) 津田大三郎, ザ・プロダクト, グラフィック社, 1993, P.18

3) 이우성, 디자인론, 태광서림, 서울, 1976, P.107

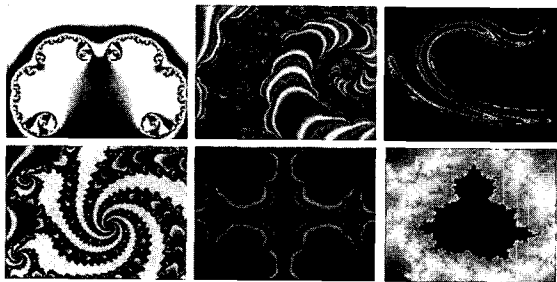
해 그 최적의 값을 얻어낼 수 있다.⁴⁾ (그림2-4)
 앵무조개도 한 변의 길이가 피보나치수 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13 인
 정사각형들이 만들어낸 나선 모양을 하고 있다. (그림2-5)



(그림2-4) 파인애플 비늘의 나선 배열
 (그림2-5) 앵무조개 나선의 비례

2.3. 자연의 형태적 기하학

자연의 형태는 각각 자연계의 규칙에 따르고 또한 독자적 개성을 갖추고 있다. 소라 껍질이나 꽃잎 등에서 수학의 기본구조인 황금분할을 이루는 황금비를 찾아내고 눈송이, 고사리 등에서는 프랙탈 기하학의 원형을 찾을 수 있다. 자연의 형태는 불규칙하고 복잡하므로 기존의 기하학으로는 설명하기 어려운 부분이 있다. 만델브르트(Mandelbrot)는 자연의 형태를 설명하기 위해 자연의 기하학을 고안하고 이를 형상이 확정되지 않은 기하학(Fractal Geometry)이라고 명명하였다. 그는 컴퓨터를 이용하여 각 자연형태의 결과물에 미치는 요인을 추적하였으며, 그 결과 복잡한 윤곽선을 가진 기묘한 형태를 찾아내었다. (그림2-6)



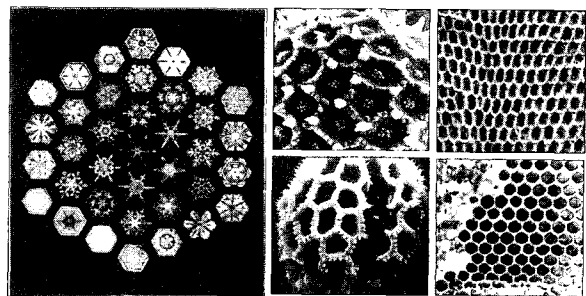
(그림2-6) 프랙탈 기하학의 다양한 형상

자연물은 평면이나 주사위처럼 단순한 2차원 또는 3차원이 아니라 그 중간 어느 곳이 분절된 부분들은 서로 닮았다는 것이다.⁵⁾ 즉 전체 구조는 서로 크기가 다른 부분과 유사하며 또한 그 반대로 성립된다. 예를 들자면, 해안선의 윤곽을 분석해 본 결과 위성으로 관측하거나 아주 가까운 곳에서 관측해도 해안선은 같은 모양을 하고 있다. 다시 말해 혼돈에서 질서가 창

조되는 것이다. 자연의 형태적 규칙이 이렇듯 생명체의 구조적 계획과 결부되어 있다는 사실은 디자인에서 다루는 인공적 형태의 대부분은 기하학에 의존할 수밖에 없으며, 자연적인 형태의 재현에 있어서도 어디까지나 인간의 사고에 의한 질서 추구의 한계를 벗어날 수 없음을 인식시켜 준다. 또한 '최소최대의 법칙'에 합치하는 기하학적인 현상으로서 최소표면적, 두 점 내지 다점 간의 최단거리, 양자 밀도의 최대화 등 물체의 최소화를 일으키는 법칙이 거대화 경향을 보이는 물질 속에 숨겨져 있다. 극소(Micro)의 결정구조로부터 거대(Macro)의 생물까지 공간을 차지하는 기하학적인 형상은 그들 자연 속에 있는 조화(調和)나 비례연구 등 디자인 개발에 응용되어질 수 있을 것이다.

2.4. 자연형태의 경제성

자연은 인간으로 하여금 관심의 대상이고 생활의 터전이며, 그 구조적 치밀함은 인간에게 그 광경을 표현하고자 하는 충동 유발의 대상이다. 아이디어의 원천으로서 자연을 살펴보는 일은 기초적인 일이며 또한 형태가 가지는 경제성의 발견과 아울러 여러 가지 형태를 인위적으로 조작하고 표현할 수 있는 능력을 키워 나가는 것이다. 자연은 모든 형상의 기초, 조화와 균형의 척도, 형태와 색채의 무한한 보고(寶庫)이며, 질서 정연한 원칙에 따라 움직이는 리듬을 창조함과 동시에 충분한 공간을 제공해 주고 있다는 것이다. 인간이 조형 표현을 하는 방법은 다양하지만 자연이 제시하는 조형적인 구조의 경제성을 알아지기가 어렵다. 자연이란 어떤 리듬이나 규칙적인 상호 관계 속에서 이루어져 있지 때문에 무한한 조형 활동의 소재가 되며, 자연에서 발견되는 형태는 구조적인 경제성에 의하여 새로운 의미를 가지기도 하고 형태로서 발전되며 그 유효성을 확대시키기도 한다. 한 예로, 꿀벌이 만드는 6각형의 방은 벽의 두께가 0.1mm 정도로 그 넓이와 그것을 만드는 재료를 놓고 볼 때, 가장 합리적이며 경제적인 구조라고 볼 수 있다. 꿀벌 집의 외벽은 놀랄 정도로 얇고 매끄럽다. 이 구조 안에 꿀을 저장하면 자체 중량의 30배 정도를 저장할 수 있고, 6각형의 방은 위로 9°~14°정도 치켜올려져 있어서 꿀이 바깥으로 전혀 흐르지 않게 되어있다. 이러한 구조는 제트기 및 인공위성의 벽에 응용돼 '허니콤(Honeycomb) 구조'라고도 불린다. 눈의 결정체, 아르메니아 식물의 날알, 파충류의 표피, 나팔꽃의 날알, 꿀벌 집의 구조처럼 6각형일 때 서로 맞닿는 부분의 넓이가 가장 적어 경제적이다.⁶⁾ (그림2-7)



(그림2-7) 자연물에서 나타난 6각형 구조의 경제성

4) <http://apmath.kku.ac.kr/%7Eseokko/fibonacci.htm>
 5) Mandelbrot, The Fractal geometry of Nature, Freeman co, San Francisco, 1982, P.134

6) 한석우, 입체조형 이론과 실제, 서울 미진사, 1993, P.58

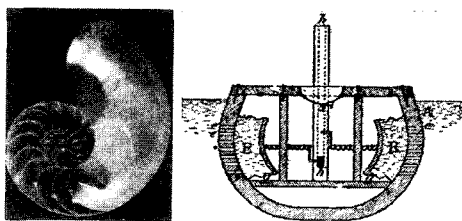
정다각형 중에서도 오직 정3각형, 정4각형, 정6각형만이 평면을 덮을 수 있다. 그러나 정3각형은 같은 크기의 공간을 만드는데 정6각형에 비해 재료가 많이 들어 비경제적이며, 정4각형은 정6각형에 비해 구조가 안정적이지 못하다. 따라서 최소의 재료로 가장 튼튼한 최적의 공간을 만들려면 정6각형이 가장 적합하다고 할 수 있다. 이와 같이 미묘한 구조적 법칙이 자연조형에 형상미가 합치된 복잡한 낚아쓰를 주고 있다. 자연은 때때로 수수께끼 같아서 구조의 의미를 이해하기 위해서는 특별한 감각이 필요하다. 자연에서 나온 보이지 않는 형태 구성의 질서 원리에 따른 경제적 개념으로 발전되어 점차적으로 시대의 흐름에 맞추어 발달되고 연구되어져 현재에는 디자인 방법론의 일환으로 진전되어 디자인에 있어서 통합시스템이라고 할 수 있을 것이다.⁷⁾

자연의 기본원리에서 발전되어 나온 형태 및 구조는 존재의 성질에 결부해서 다른 것에 있을 수 없는 독특한 형태를 만들고 동시에 전체를 통하여 그 자신의 형태를 형성하고 있다. 이 기초개념이 넓은 의미에서 디자인 발전에 커다란 역할을 수행할 것이며, 디자인의 근원을 거기서 구하며 경의를 갖고 다가서면 조형적이고 경제적인 미를 발견할 수 있을 것이다.

3. 자연유기체에서의 응용사례 분석

3.1. 기능 및 구조적 원리의 응용 사례

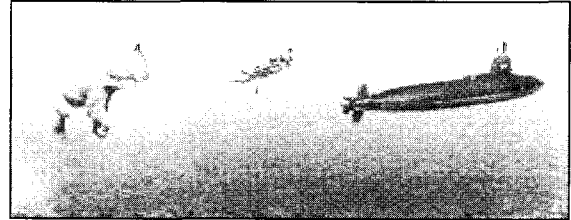
생물구조의 정밀함은 상당한 것이다. 거기에는 인간의 상상력을 넘는 모든 종류의 구조가 포함되고 있다. 앵무조개의 구조도 일종의 이동식 주거라고 할 수 있고, 구조적 원리에 참고 될만한 요소가 많다.⁸⁾ 해저에 가라앉을 때는 각 격실(隔室)에 해수를 채워 비중을 높여 가라앉아 있다가 때때로 먹이를 구하러 해면위로 떠오르는데, 떠오를 때는 각 격실의 해수를 밖으로 분출하거나 가스를 발생시켜 비중을 가볍게 하여 부상한다. 이는 잠수함이 주 부력 탱크(Main Ballast Tank) 내에 해수를 유입하고 배출함으로써 잠항(潛航) 및 부상하는 원리와 같다고 볼 수 있다. 이러한 기능적 특성의 원리가 잠수함에 응용되기도 하였다. (그림3-1)



(그림3-1) 앵무조개의 격실 구조 / 윌리엄 본(William Bourne) - 해수의 유입과 배출 원리의 시초 잠수함(1580년)

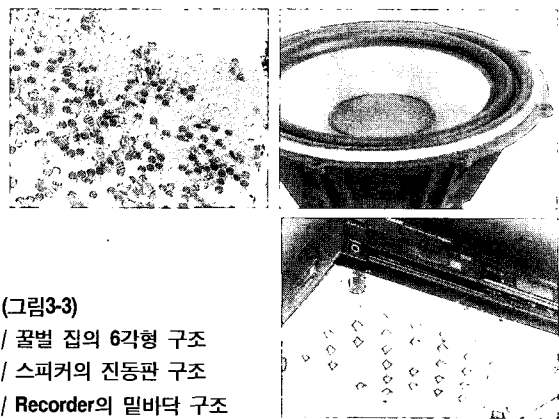
기원전 320년경 아리스토텔레스가 수중에서 오래 머무르기 위해서는 코끼리가 물에 빠졌을 때 코를 물밖에 내어 숨을 쉬는

데 착안하여 “물 밖의 공기를 빨아들일 수 있는 기구가 있어야 한다”며 수중 호흡기구의 필요성을 피력하였으며, 이는 흡입관과 배기관을 해상에 내밀어, 해상의 공기를 빨아들이고 배기가스를 밖으로 내보내는 수중통기 장치인 스노클(Snorkel) 구조 개발의 시작이라고 볼 수 있다. (그림3-2)



(그림3-2) 스노클(Snorkel)의 개발 원리

거미집의 막(膜)구조나 벌집의 분판(扮版)구조 등은 허술한 곳이 한군데도 없다. 이렇게 보면 무척추동물의 고도로 복잡한 시스템에는 정말 놀라지 않을 수 없다. 고도의 조형 자체는 벌이나 개미도 만들고 있지만, 그들에게 디자인상의 구상은 불가능한 것이다. 그러나 인간은 그 역사 과정 속에서 조형의 구조와 형성의 시스템을 진화시켜 왔다. 다음 그림은 꿀벌 집의 구조적 특성을 산업제품에 응용하여 스피커에서 발생하는 미소진동의 악영향을 줄여 음질의 향상 및 개선을 하였고, 비디오 플레이어에서 발생하는 열의 신속한 방출과 무게의 경량화 및 충격으로부터 본체의 강도가 보강되었다.¹⁰⁾ 이와 같이 6각형의 구조에는 극히 합리적인 특성이 갖춰져 있으므로 공업제품에 널리 응용되게 되었다. (그림3-3)



(그림3-3)
/ 꿀벌 집의 6각형 구조
/ 스피커의 진동판 구조
/ Recorder의 밑바닥 구조

태고의 암모나이트도 공룡과 함께 백악기가 전멸할 때까지 3억 년 이상이나 바다 속에서 번영했다. 이 조개의 나선구조는 수 억 년간의 환경전이에 적응한 형태를 화석에 남기고 생물진화의 법칙을 나타내는 좋은 예로서 자주 구조적 디자인에 인용된다.¹¹⁾ 구조적 개선의 사례로서 겨우 5W의 출력의 앰프로도 홀의 구석구석까지 울려 퍼지게 하는 멋진 저음을 얻을 수 있다. 구부러진 구조에 의해 음량 및 음색이 넓고 깊어있는 세련된 저음의 발생 요소로 우수하다. (그림3-4)

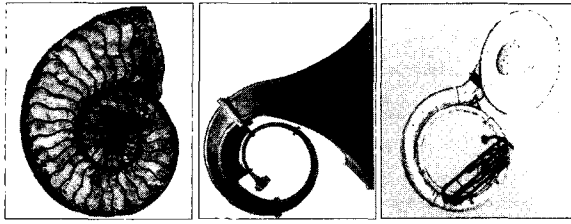
7) 類型(유길택 역), 황금분할, 기문당, 서울, 1982, P.75

8) Robert J. Thomas. "New Product Development", John Wiley Inc, 1993, P.137

9) http://www.navy.go.kr/pds/academic_list.jsp

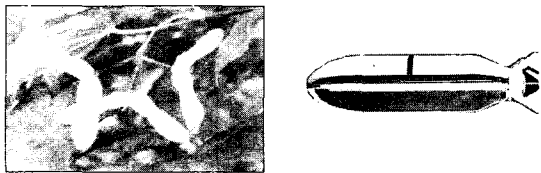
10) 沖田大三郎, ザ・プロダクツ, グラフィック社, 1993, P.23

11) 沖田大三郎, ザ・プロダクツ, グラフィック社, 1993, P.22



(그림3-4) 암모나이트의 나선 구조
/ WE(15A 엠프) - Western Electric사의 왕년의 명작
/ 수자폰(Sousaphone) - Sousa가 구조를 개선해서 만든 악기

또한 독일의 울름(Ulm)조형대학 학생들은 풍뎡이 목의 유연한 동작을 관찰하여 그 기능을 응용해, 일명 자바라(ジャバラ, 蛇腹)라고 불리는 주름잡힌 유연성 튜브를 개발하기도 하였다.¹²⁾ 미국 퍼듀(Purdue)대학교 학생들은 단풍나무씨앗의 낙하 시 정확한 착지원리를 응용하여 사람의 근접이 곤란한 오지(奧地)의 산불진화를 위한 공중투하용 소이탄(Incendiary Bomb)을 개발한 사례도 있다.¹³⁾(그림3-5)

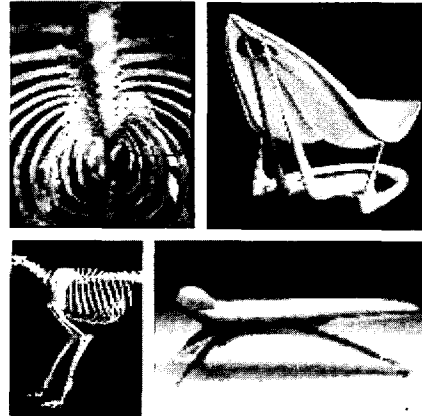


(그림3-5) 단풍나무의 씨앗의 원리를 응용한 소이탄

‘벨크로 테이프(Velcro Tape)’라 명명된 이 테이프는 산행에서 돌아온 뒤 등산복과 애견의 털에 온통 엉겨 붙어있는 것을 보고는 그 기능 및 원리를 응용하여 만들어낸 발명품이다. 속칭 ‘찍찍이’ 또는 ‘매직테이프’라고 불리는 이 제품은 옷에서부터 신발, 우주선 안의 도구 고정기까지 폭넓게 쓰이는 최대의 발명품 중 한가지다.¹⁴⁾ 컴퓨터의 반도체 칩에는 컴퓨터에서 생기는 높은 열 때문에 열반점이 생기는데 이 열반점이 생기지 않는 표면을 개발하기 위해 연구한 결과, 나비에서 해답을 찾게 되는데 나비의 날개가 ‘키틴(Chitin)질’이라는 일종의 단백질로 구성되어 있는 얇은 막인데도 뜨거운 태양열을 견딜 수 있으며 날개에 열반점이 생기지 않는다. 그 해답은 나비의 날개 표면에 미세한 요철(凹凸)이 많아 열의 방출기능이 뛰어나서 열에 잘 견딜 수 있는 것으로 밝혀졌기 때문이다. 따라서 반도체 칩의 표면도 정밀하게 보면 매끄러운 것이 아니라 나비의 날개처럼 표면에 미세한 요철이 있다는 것이다.¹⁵⁾ 자동차나 오토바이의 엔진, 라디에이터 등에 요철이 있는 이유도 이 열 방출 효과 때문이다. 중국의 한 선비는 나무꾼들과 함께 도끼로 나무를 베러 가다가 잎이 뽕죽뽕죽한 호랑가시나무의 잎에 바지가 찢겨 그 나뭇잎을 자세히 관찰하여 톱을 발명하였다고 한다.

12) 서병기, 바이오닉스 소고, 꾸림31호, 1981, P.83
13) 빅터 파파넵(현용순역), 인간을 위한 디자인, 미진사, 1991, P.142
14) <http://members.tripod.com/%7Einforman/story/s9711a.htm>
15) <http://www.invention.jungbo.net/2000/story/s9909.htm>

자연형태와 조형과의 관계는 적응성의 발견에 있으며 이는 추상적 개념, 미적 특성, 구조적 특성에 동적 특성에 대한 관찰이 수반되어야 한다. 자연의 다양한 형태 변화와 구조의 질서는 독특한 균형 유지에 이루어지며 전환 과정, 변형 과정, 성장의 과정에서 관찰을 하고 그 변화를 비교하는 것은 중요한 의미를 지닌다. 건축가이며 가구디자이너인 산티아고 칼라트라바(Santiago Calatrava)는 하중을 지탱하는 구조의 표현은 되도록 간결하게 디자인하였다. 아래 그림은 자연물의 유기적 구조원리를 가구에 응용한 사례로 간결한 구조의 표현으로 하중을 지지하는 부분에서의 힘을 극명하게 보여준다. (그림3-6)



(그림3-6) 동물갈비뼈의 구조를 응용한 의자 및 침대

그는 묘사나 재현 또는 모방이 조형의 기초 단계에는 필연적인 것에 대해 “자연을 묘사하는 것은 하나의 과제이며 자연을 이해하는 것은 또 다른 과제이다”라고 했고, “구조상에서 잘못된 것은 형태의 미적인 면 때문에 일어나는 것은 아니고 구조가 자연의 이치에 맞는 기술을 무시하는 데서 일어난다”라고 자연이 가지고 있는 법칙에 관하여 말하고 있다. 이렇게 볼 때 위의 산업제품의 접근은 단순한 형태적 아이디어가 아닌 자연이 가르쳐준 진리의 모방이므로 양식미를 초월한 실질적인 구조 및 기능미라고 할 수 있다.

3.2. 시각적 외형 이미지의 응용 사례

인간이 미의식을 언제부터 가졌는가 하는 것은 분명하지 않으나 자연에 접하고, 자연을 관찰함으로써 처음으로 아름다움을 느끼고 이것을 의식할 수 있게 되었다는 것은 의심할 필요가 없는 것이다. 우리들은 자연의 형태를 관찰함으로써 잠재적인 조형의 주제를 찾을 수 있으며, 자연을 관찰함으로써 조형 사고의 방법을 얻을 수 있다. 자연의 형태는 항상 상대적이라고 할 수 있다. 자연은 일정불변의 상태에 머물지 않고 끊임없이 변화하고 운동하고 있다. 그것은 생물뿐만 아니라 자연계의 모든 것에 통하는 원칙이다. 아무런 변화가 없는 것 같은 암석일지라도 매우 오랜 시간 경과되면 변화가 생긴다는 것을 알 수 있다. 따라서 자연을 연구하고 형태를 관찰하는 것은 우리가 살고 있는 자연을 모든 사람에게 보다 잘 이해하게 해 줄 수 있는 것이다. 실제로 조형이나 디자인의 실패에는 자연 요소들의 관계를 무시했거나, 소홀했던 관계로 발생하는 사례는 수없이 많다. 그에 비하여 자연은 고유한 재질이나 용도,

기능, 환경에 따라서 늘 창조해 왔으며 물방울과 같은 단순한 형태나 복잡한 사마귀의 형태도 그러한 구조상 불필요한 것을 제거한 규칙에 의해 결정되었다고 할 수 있다.

정교한 형태도 항상 만능만은 아니다. 생존상의 디자인에 우위성은 환경에 대응하여 미묘하게 변하는 것이다. 생물의 세계는 실로 다양한 형태로 넘쳐흐르고, 그것들은 모두 어떤 종류의 완벽함을 갖추고 있다. 살아가는 목적에 적합한 기법에는 무의미하게 덧붙여진 부분도 거의 없다. 나뭇잎 하나에도, 현미경을 통해 보는 미세한 플라크톤의 형상에도, 그 생체구조에는 완벽한 자연스러움과 논리성의 내재가 공통으로 인정된다.¹⁶⁾ 그 점에서는 인간사회의 어떠한 최고조형으로도 미치지 못하는 것이다. 이러한 형태상의 멋진 합리성은 무엇에 의하여 생기는 것일까? 생물디자인은 모든 부위에서 에너지 변환과 축적을 위한 최적의 형태를 취하고 있다. 그렇지 않으면 생존할 수 없는 것이다. 생물은 필연적으로 보다 복잡한 것으로 진화해서 새로운 안정을 구하려 한다.¹⁷⁾ 이것이 살아있는 생명체의 숙명인 것이다. 그렇게 되어야만 우리들을 매료하는 조화로운 새로운 형상이 생겨나는 것이다.

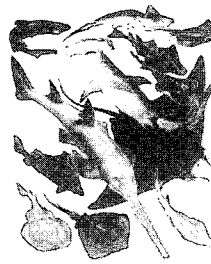
디자인 진화의 원리가 라마르크(Lamarck)의 "기능이 형태를 결정한다"라는 말은 최초 자연에서 만들어진 생물은 단순했고 서식지나 환경에 의해서 부분적으로 변화하는데, 각 기관의 변화는 그 기관의 사용도에 따라서 달라진다는 것이다.

생명이 맨 처음 무기체에서 가장 단순한 형태의 유기체로 변화되어 형성된다고 하는 자연발생설을 역설하면서 이것이 필연적으로 여러 기관을 발달시키고 진화시켜 왔다고 주장하였다. 또한 진화에서 환경의 영향을 중시하고 습성의 영향에 의한 '용불용설'을 제창하였다. 그 당시로서는 색다른 관점이었지만 지금도 그 주장은 충분히 재고할 만한 가치가 있다.

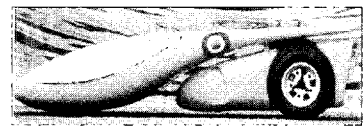
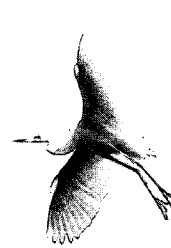
생물유기체의 형태를 모방하여 기계시스템을 디자인하는 학문 또는 새로운 기계와의 방법을 디자인하기 위해 생물유기체와 유사한 인위적 시스템을 만드는 학문을 '바이오닉스(Bionics)'라고 하며, 바이오닉스는 인위적 합성시스템을 디자인하기 위해 생물학적 원형들을 사용하는 것을 의미¹⁸⁾한다.

이번 단락에서는 '바이오 디자인'을 제창하는 루이지 콜라니(Luigi Colani)의 작품을 중심으로 고찰해 보고자 한다. 그는 "자연은 의연한 최고의 디자이너이며, 나는 자주 현미경을 통해 본 자연을 모방하는데 지나지 않는다"라고 말했다. 그가 상어나 가오리의 유체역학적 형태를 비행기나 승용차에 응용하는 것도 일종의 철저한 합리정신에 기인¹⁹⁾하고 있는 것이다. (그림3-7)

원칙에 따른 평이한 모방이나 응용을 택하지 않고, 오직 자연만이 스승이라고 주장하며, 형태학이나 공력학(空力學)에 기초한 특이한 조형 산업제품을 만들어 냈다. 그가 디자인한 제품의 대부분은 새의 형태에서도 영감(靈感)을 얻는데, 이는 소박한 모방 수법과는 다른 종류의 것이며 항상 디자인상의 논리적 해결을 추구한다.²⁰⁾ (그림3-8)

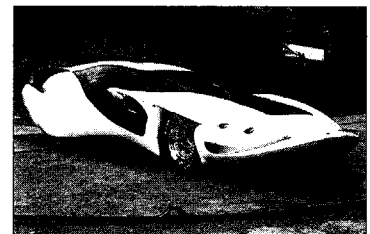
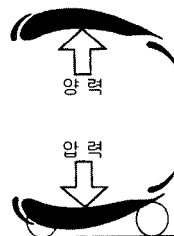


(그림3-7) 상어와 가오리의 이미지에서 응용된 항공기와 제트보트



(그림3-8) 새의 이미지에서 응용된 자동차와 여객기.

그리고 비행기 날개의 공기가 역학적 기압의 차로 '날개를 위로 밀어내는 양력이 발생하는데 반해, 날개의 형태를 반전하면 하향의 힘이 발생하여 자동차의 차체를 노면에 눌러준다는 것을 발견했다. 따라서 날개를 반전한 형태의 차량은 고속 주행 시 안정되며 차체로 향하는 공기를 뒤쪽으로 흘려보내 저항은 작아지고, 연비도 절약된다. 현재 스포츠용, 경주용 자동차는 이 형태가 기본 상식²¹⁾으로 되어 있다. (그림3-9)



(그림3-9) 새 날개에서 발생하는 기압과 관련된 형태의 스포츠카

이 모든 제품디자인은 자연유기체로부터 응용된 것이다. 루이지 콜라니는 말하기를 "최대한의 실용성과 조형미를 추구하기 위하여 인간의 신체, 물고기, 동물과 식물 등 자연에서 기본을

16) 정서화, 현대디자인 연구, 미진사, 1994, P.83
 17) 沖田大三郎, ザ・プロダクツ, グラフィック社, 1993, P.11
 18) 서병기, 바이오닉스 소고, 꾸밈 31호, 1981, P.82
 19) 빅터 파파넵(현용순, 이은재 역), 인간을 위한 디자인, 미진사, 1991, P.143
 20) <http://www.colani.ch/frame.htm>

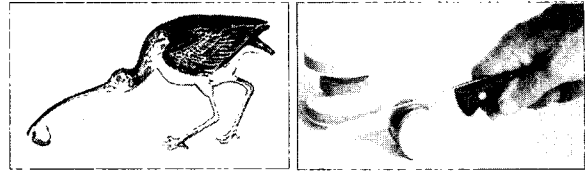
21) 沖田大三郎, ザ・プロダクツ, グラフィック社, 1993, P.26

시작한다. 자연은 디자인으로 하여금 보다 조용하고 평화로운 접근을 할 수 있도록 가르쳐 주었다"라고 말한 궁극적인 목표는 "손과 눈 사이의 최후의 장벽을 파괴하고 인간과 기계 사이의 한계를 연장하는 것이다"라고 한다. 제품디자인 자체를 자연의 형태를 관찰하고 이해하는 입장에서 자동차, 항공기, 가구, 도자기, 생활용품, 가정용품, 광학기기 등 모든 제품디자인 분야에 응용된다. 자연형태가 가지고 있는 그 외형에 내재한 법칙과 이미지를 연역해 내는 과정 자체에도 아름다움이 깃들여 있다. 우리가 새로운 자연현상에 눈뜨게 됨으로써 우리가 살고 있고, 그 속에 우리의 보금자리가 마련되어 있는 자연에 대해 훨씬 더 심오한 인식과 시각을 얻을 수 있는 것이다. 아래의 제품들 역시 유기체 응용의 기본 원리를 충실히 반영한 제품으로 새로운 디자인방법이 나갈 방향을 제시해 주고 있다. (그림3-10)

	
다기세트 - 물방울의 응용	일회용 포크 - 나뭇잎 응용
	
증기기관차 - 망치상어응용	피아노 - 천마(天馬) 응용
	
캐논카메라 - 물고기 응용	라운지 소파 - 손바닥 응용
	
안경 - 식물의 줄기 응용	헬리콥터 - 곤충 응용
	
수도 콕(Cockpit) - 새 응용	휴대용 TV - 해면체 응용
	
여객 운송기 - 물고기 응용	피스톨 - 손 굴곡 응용

(그림3-10) 루이지 콜라니 (Luigi Colani) 디자인
- 유기물의 시각적 이미지로부터 형상화한 제품들

빅터 파파넵(Victor Papanek)은 "디자인의 궁극적 목표는 인간과의 환경과 그가 사용하는 도구를 변형시키고 나아가 인간 스스로까지도 변형시키는 것이다"라고 했다. 그는 디자인 의뢰를 받고 아이디어를 구상 중에 우연히 새가 자갈을 앞뒤로 굴리며, 부리를 깨끗이 닦아냄과 동시에 뾰족하게 갈고 있는 모습에서 응용한 제품디자인²²⁾도 시각적 이미지로부터 응용되어 개발된 것이다. (그림3-11)



(그림3-11) 바다새의 습관적 행동에서 응용된 샤프너 (Sharpner)

또 다른 이미지의 응용사례로는 사마귀의 앞발의 형태를 응용하여 엑스캐베이터(Excavator)가 개발되었으며, 장미의 가시넝쿨의 형태를 응용하여 철조망이 개발되기도 하였고, 뱀의 콧구멍 형태를 응용하여 미사일 방어 계획의 원리를 착안하였으며 땅벌들의 형태변화에 관한 연구를 통해 저개발 국가의 극도로 굳어져 있는 토양에 씨앗을 뿌리는 기구의 응용연구, 시계초 식물의 덩굴손에서 착안된 좁은 공간에서 유용한 선박의 나선형 계단 등 모두 자연유기체의 시각적 이미지의 응용에서 나온 부분적인 사례이다.²³⁾

3.3. 생체공학적 응용 사례

유기체 응용디자인의 개념은 서로 다른 기술분야나 학문분야가 교차하는 범위 내에서 유기적 시스템에 근거를 두고 생물학적 원형이 지니는 합목적인 기본원리를 통해 인공적 제품에 의미있는 질서를 부여하는 의식적 노력의 일면으로 생물체를 물리적, 공학적 측면에서 분석하는 생체공학적 성격에 내포하는 것이다. 자연유기체를 제품개발에 응용했을 때 최종적인 형태가 본래의 자연물과 닮든지 닮지 않든지 관계없이 본질적인 특성과 원리를 생체공학적으로 유추 전환시켜 산업제품의 형상화 또는 신제품 개발에 응용되기도 한다. 예를 들면 ①박쥐의 초음파 응용 - 어군탐지기 ②상어표피의 응용 - 수영복, 비행기표면 ③문어의 망막 응용 - 심해 로봇의 CMOS 칩 ④자연의 색채 응용 - 염색물감 ⑤거미줄의 응용 - 수술용 실 ⑥홍합의 콜라겐 응용 - 인공피부 등 수없이 많다. 또한 전복껍질의 분자배열을 연구, 응용하여 탱크의 철갑을 만들어 내었다. 전복껍질은 분필과 같은 탄화칼슘으로 이루어져 있어 약할 것 같지만 매우 단단하기 때문이다. 또한 전복 껍질과 같은 천연 고분자의 다층구조를 만들어 주는 용액은 투명하여 스프레이형태로 개발하여 여러 분야에 사용되고 있다. 표면이 굽히지 않은 안경의 렌즈나 거울, 유리 등이 개발되었다. 일본 도쿄대학교의 로봇공학자인 아사오 시모야마 교수는 바퀴벌레의 신경시스템을 연구하여 생체로봇을 탄생시켰고, 곤충의 겹눈을 모델로 한 시각 센서도 연구하고 있다.

22) 빅터 파파넵, (조영식 역), 녹색취기, 조형교육, 1998, P. 198

23) 한석우, 입체조형, 미진사, 1993, P123.

가스누출경보기는 곤충들이 내뿜고 감지해내는 '페로몬'(Pheromone)의 감각시스템의 본질적 기능을 응용하여 개발된 것이다. 잠자리의 눈은 고개를 돌리지 않고도 180. 까지 볼 수 있으며 15m 까지 떨어진 움직이는 물체를 주시할 수 있고, 2800개에 달하는 6각형의 안구가 렌즈역할을 한다. 그 하나 하나가 물체의 한 부분씩을 보고서 망막에 하나의 상을 형성하는 원리를 응용하여 180. 를 담을 수 있는 '파노라마 카메라(Panoramic Camera)'가 개발되었다. 일본 교토연구소(KIOT)의 하기와라 요시미치 박사팀은 돌고래의 피부가 얇은 막으로 겹겹이 쌓여있고, 그 피부가 2시간마다 하나씩 벗겨져 피부를 부드럽게 할 뿐 만 아니라 매끄럽게 유지해, 물 속에서 움직이는 물체의 속력을 제대로 내지 못하게 하는 소용돌이 현상을 줄여 빠른 속도를 낼 수 있게 한다는 사실에 착안하여 돌고래의 피부 역할을 잠수함이나 선박의 표면에 응용하는 공학적 연구가 현재 진행중이다.²⁴⁾

이와 같이 자연유기체에는 인간이 인식하지 못한 놀라운 능력과 원리가 엄청나게 숨겨져 있다. 인간의 상식으로는 도저히 이해하기 힘들고 신비한 많은 원리들이 태초부터 그들 자신만의 영역과 자신만의 완벽한 상태로 이어오고 있어, 다양한 특성으로 자신의 생명유지를 위해 살아가는 유기체의 특성을 연구하여 제품 개발 및 조형의 응용성을 찾을 수 있는 것이다.

5. 결론

제품디자인은 관념으로 끝나는 것이 아니고, 하나의 실체로 완결되기 때문에 어떤 것이든지 처음부터 끝까지 실체 또는 사물의 특성에 관계하게 된다. 이 실체의 특성은 형태, 구조, 재질, 색채로서 디자이너의 조형연구의 가장 기초가 되는 것이다. 그 중에 형태에 대한 연구는 가장 기본적인 중요한 연구대상이다. 우리가 주어진 디자인의 문제를 해결하려고 할 때 목적이나 내용에 적합한 조형을 먼저 표현하게 된다.

그런데 어떠한 형태로 표현될 것인가 라는 문제는 쉬운 일이 아니다. 우선 형태를 다루는 독창적인 능력과 그것을 구성하는 조형감각이 함양되어야 한다는 것이다. 그러면 형태를 다루는 능력을 어떻게 함양될 수 있을까? 이것은 아주 미묘한 감각의 문제이기 때문에 결정적인 해답이 나올 수는 없지만, 이것에 가장 바람직하게 접근하는 방법 중의 하나는 자연물 속에서 발견한다는 것이다. 그 속에는 철저한 조형의 질서 및 원리가 존재하고 있으며 모범으로서 변환될 수 있는 요소가 많이 숨겨져 있기 때문이다. 또한 자연은 조형의 대상으로서 회화나 조각의 부문에서는 오래 전부터 많은 역사를 형성하여 왔고, 디자인이나 공예의 부문에서도 각종 소재의 근원적 역할을 해왔다. 자연과의 싸움이나 조화, 공생을 위하여 많은 도구나 건축 등이 창조되어 왔고, 미지의 형태 속에서 무수한 조형의 세계를 유지하고 있다. 이러한 자연유기체는 우리들의 조형성의 세계를 폭 넓게 해주고 있으므로 자연유기체의 응용은 두 가지 측면을 생각할 수 있다.

첫째는 자연이 가진 추상적인 의미를 변환시켜 조형의 발상에 응용하는 방법이고, 둘째는 자연형태가 가진 그대로의 특성을 조형에 응용하는 방법이다. 이 방법에서도 자연형태의 특성을 발견하는 것이 중요하지만 형상 자체를 디자인적 요소로 발견

하기 위해서는 다음 4가지의 사항을 주지하여야 한다고 본다.

1. 구조적인 법칙성(규칙성, 경제성, 안정성 등)을 탐구한다.
2. 외형상의 특성으로서 독특한 이미지의 측면을 관찰한다.
3. 동적인 형태나 성장의 변화 과정을 세부적으로 관찰한다.
4. 추상적인 개념의 형상화 작업을 통한 이미지를 추구한다.

성장의 형태와 기능의 탐구 등에서 대표되는 자연유기체에 관한 많은 형태학적인 연구 발표가 있지만, 그것을 디자인적인 관점에서 형태의 특색이나 법칙성에 관하여 연구할 필요가 있는 것이다. 이러한 자연유기체와 제품디자인의 조형관계에 대한 연구는 개념을 유효하게 되살리는 적응성 개념은 물론 미적, 기능적 특성 등에 관한 관찰과 분석을 수반하는 잠재적 조형사고의 제시라 할 수 있다. 자연의 형태란 이와 같이 자연물 또는 자연 현상이 우리들의 감각에 부여하는 하나의 좋은 보기라고도 할 수 있을 것이다. 자연유기체의 세계와 제품디자인과의 관련은 잘 보여지는 형태를 시각적으로 답습하는 것이 아닌, 유사한 형태 및 동등의 형태의 형성과정을 기초로 하고 있으며 기술적인 선택과정과 생물학적인 도태의 과정에서도 중대한 관련이 있다. 따라서 생물학자와 디자이너가 생체학적 및 조형적으로 특수한 관련을 찾아내기 위하여 협력하는 것은 중요한 일이다. 그렇게 함으로써 제품디자인과 인간 그리고 자연과의 상호적응의 문제에 관심을 갖고 제품형태의 발견이나 신제품의 개발과정에서 일하는 디자이너들이 오랫동안 걸쳐 요구되어온 답을 찾아내기 위한 도움이 될 것이다. 이미 공개된 수많은 제품디자인 특허자료들이 각각의 특성을 가지고 무수히 등록되어 있다. 그렇지만 거의 모든 것들이 어떠한 것으로부터 모방되거나 응용되어 재창조되지 않은 것은 없다고 할 수 있다.

어떤 특정한 제품의 형태창출과 관련한 조형에 대한 연구는 자연현상을 다루는 창조적 과정에서도 매우 중요한 가능성을 제시해 주고 있다. 그렇기 때문에 더욱 자연유기체와 제품디자인의 조형에 대한 응용은 영원한 검토과제이기도 하지만 형태학적 디자인의 해결에 대한 열쇠이기도 한 것이며, 또한 새로운 형태학적 패러다임의 기반을 어느 정도 형성할 수 있을 것으로 생각하며 제품디자이너들에게는 창의적 영감을 불러일으킬 수 있는 가능성을 지닌 상대적으로 새로운 디자인의 수단이라고 할 수 있겠다. 이와 관련하여 향후 좀 더 심화된 연구로서 산업 생산적 측면에서 보다 조형적이며 창의적인 연구가 진행된다면 구체적인 결과를 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

24) <http://news.joins.com/it/200406/09/10.html>

참고문헌

- Mandelbrot, The Fractal geometry of Nature, Freeman co San Francisco, 1982
- 泷田大三郎, ザ・プロダクツ, グラフィック社, 1993.
- Robert J. Thomas. "New Product Development", John Wiley Inc, 1993.
- Edmund W. Sinnott, The Problem of Organic Form, London, Yale Univ. press, 1963.
- Kurt Rowland, Pattern and Shape, Great Oxford Britain Univ. press, 1964.
- 정시화, 현대디자인 연구, 미진사, 1994.
- 類型(유길택 역), 황금분할, 기문당, 서울, 1982.
- 빅터 파파넵(현용순, 이은재 역), 인간을 위한 디자인, 미진사, 1991.
- 빅터 파파넵 (조영식 역), 녹색위기, 조형교육, 1998.
- 서병기, 바이오닉스 소고, 꾸밈 31호, 1981.
- 베른트 뢰바하(이병중 역), 인더스트리얼 디자인, 조형 교육, 1995.
- 임연웅, 디자인, 그 쓰임새와 꾸밈새, 학문사, 1997.
- 이우성, 디자인론, 태광서림, 1976.
- 한석우, 입체조형, 미진사, 1993.
- <http://www.colani.ch>
- <http://www.infocam.co.kr>
- <http://www.mathlove.org>
- <http://informan.tripod.com>
- <http://apmath.kku.ac.kr>
- <http://www.eetimes.com>
- <http://www.invention.jungbo.net>