

---

---

# 산업디자인 기초학문 개발을 위한 생태원리 연구

## A Study of Ecology for Development of Industrial Designer's Basic Course

●  
高 石 千  
大有工業專門大學 工業디자인과

●  
Suk-Chum Ko  
DaeYeu Technical College

---

---

### ABSTRACT

From the past to the future, the great nature has been long standing good text and has never been behind the fashion.

All problems of human being had been occurred and been solved by 'Lives' and the biological chemistry system which are inside the nature.

They say that "Ecology is the applications of biological shape in man made system design."

We should find out the basic principles of nature and apply to the necessity of study.

Biology, Ecology, and the other relational theory of design have abundant sources of idea in which designers can take new policy and creativities.

When designers design new products they should consider sociology and psychological circumstances that are related to them, and should find out various possibilities trying to contact biological systems and ecological systems which are chosen in the nature.

The seed of ash samara can be applied to firehydrant for mountain on fire and application of the spider's web can lead to the device for road work.

As soon as possible, we should find out the methods introducing the nature which supplies infinite sources of idea to the basic theory of design.

---

---

'거대한 생태계는 인간생활에 어떤 영향을 미치고 있는가' 이 질문이 디자이너에게 던져주는 메시지는 매우 중요한 의미를 지닌다. 왜냐하면 현대와 같이 첨단 과학의 생활 속에 빠져 살아가고 있는 우리는 자칫 자연의 위대함을 망각하여 가장 근본적인 아이디어 발상의 창고를 잃게 될지도 모르기 때문이다. 자연의 생태신비는 모든 학문의 기본원리를 이루고 있음은 물론이려니와 특히 디자이너에

게는 더없는 아이디어 창고 역할을 해내고 있으며 앞으로 도 그러하리라고 본다.

디자인 기초 학문의 저변확대라는 의미로 착수된 본 연구는 디자이너에게 생태계의 무궁성을 인식시키고 이를 토대로 자연법칙을 인간의 도구나 기계 혹은 생활에 적용시킬 수 있는 잠재력을 배양시키며, 실제로 적용된 사례를 보임으로써 그 적용사례를 통해 자연원리를 이용하는 요

령을 알게 하는 데 가장 큰 목적을 두고 있다.

### 아이디어 원천으로서의 자연

자연(본 연구에서는 창조된 모든 생물체, 무생물체, 자연 현상을 일컬음)이 가진 엄청난 잠재력은 곧 디자이너의 아이디어 원천으로 충분한 양을 가지고 있으며 국부적이고 아주 미묘한 부분에 지나지 않지만 이러한 자연에서의 아이디어를 추출할 수 있는 방법을 체득하여 디자이너 자신이 처한 환경에서 아이디어를 발상시킬 수 있는 여러가지 방법중의 한 가지를 제시하고자 한다. 그리고 아이디어를 개념적이고 순간적인 발상에 의존하고 있는 대부분의 디자이너들의 발상 방법에서 탈피, 체계화된 방법으로 유도하여 효과적인 아이디어 발상훈련을 할 수 있도록 하는데 도움을 줄 것으로 본다.

즉 자연계에 존재하는 모든 현상과 생존의 원리는 인간의 창조력(여기서는 주로 디자이너의 조형력을 의미함)을 보조하는 커다란 구실을 하고 있다. 본 연구에서는 그러한 조형창조의 보조 구실을 하는 자연을 소개하고 실제로 그 자연을 대상으로 한 제품사례 등을 소개하여 디자이너의 조형성과 창조력을 일깨우는 계기를 마련하고자 했다.

### 생태계의 원리

생태학(Ecology)이라는 용어는 '생물과 그 생물의 자연 환경과의 관계를 연구하는 과학이다'라고 말한 독일의 생

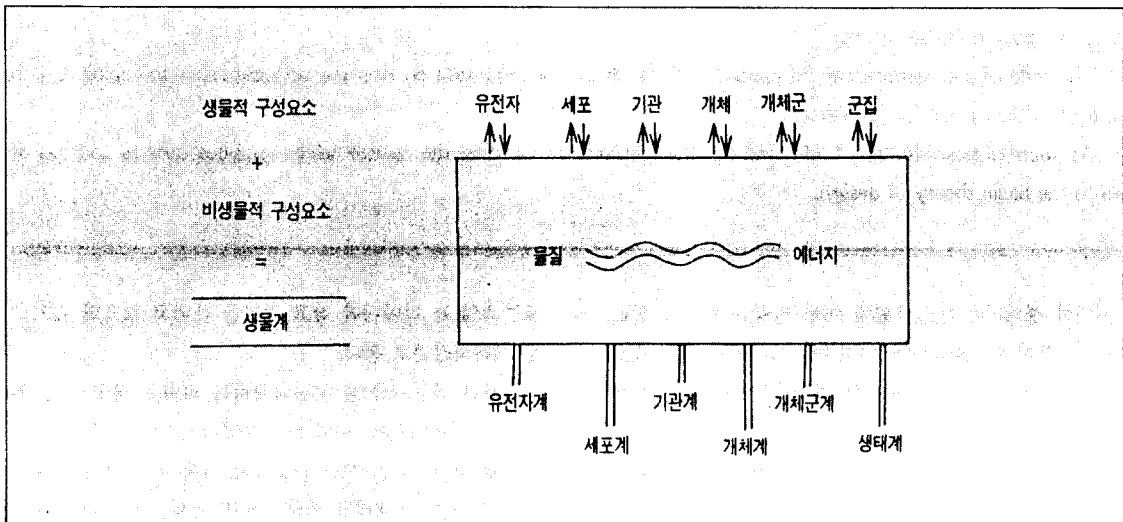
물학자 헤켈(Emst H·Haeckel)이 1866년에 처음 제창했다. 그 이후 천미경의 선구자 레벤후쿠(Antoni Van Leeuwenhoek)가 근대 생태학의 양대 분야, 즉 식물연쇄와 개체군 조절을 개척하여 18~19세기를 거치면서 발전되어 왔다.

생태학(Ecology)이라는 단어의 어원은 '집' 또는 '생활의 장'을 뜻하는 그리스어 'Oikos'에서 유래되었다. 즉 생활의 장에 있어서 생물의 연구라고 할 수 있으나 보통 '생물 또는 생물군과 그 환경과의 상호관계를 연구하는 과학'이라고 정의를 내릴 수 있다.

생태학은 육지, 해양, 담수역의 생물군의 기능적인 문제 특히 자연의 구조와 기능에 관한 학문으로 정의되고 있으며 인간도 자연의 일부라는 생각을 바탕으로 인간생태계에 관한 연구가 활발하게 진전되고 있다. 또 웹스터 사전에서는 생태학을 '생물과 그 환경사이의 관계의 전체성, 또는 그 유형'이라고 설명하고 있다.

근대 생태학에서는 '통일 CP의 레벨'이라는 개념으로 군집, 개체군, 개체기관, 세포 그리고 유전자 등의 주요 레벨로 진열된 '통일체 스펙트럼의 레벨(Biological-Spectrum)'이론이 주효하다.

각 레벨에 있어서 물리적 환경(에너지 및 물질)과의 상호관계가 고유한 기능적 계를 이루고 있는데 '계(System)'라 함은 '구성요소들이 규칙적으로 관계하고 상호간에 의존하면서 이룩된 통일된 전체'를 말한다.



<도표 1> 통일체 스펙트럼의 레벨

생물적 구성요소를 포함한 생물계(Biological System)는 도표에서와 같이 구조서열의 모든 레벨에 포함되어 있다. 생태학은 주로 이 스펙트럼의 오른쪽의 부분, 즉 개체의 레벨을 넘어서 각 레벨에서의 계와 관계한다.<도표 1>

생태학에서 '개체군(Population)'이라 함은 인간의 집단에 대해 사용됐으나 그 개념이 확대되어 이젠 어느 생물에서도 쓰이게 되어 동종 개체의 모임을 지칭하는 용어가 되었다.

군집(생물군집)은 지역에서의 모든 개체군을 포함하며 군집과 비생물적 환경은 생태학적 계, 즉 생태계(Ecosystem)로서 상호간의 기능을 다하고 있다.

우리가 알고 있는 자족적인 생물학적 계(Self-Sufficient Biological System)를 생물권(Biosphere) 또는 생태권(Ecosphere)이라고 칭하며 이것은 구상의 모든 생물을 포함하고 물리적 환경과 상호관계를 지속하면서, 전체적으로 태양으로부터의 고에너지 입사와 우주공간의 열방출의 중간체로서 항상적인 계를 유지한다. 생태계는 생물군집(Biotic Community)과 비생물적 환경(Abiotic Environment) 부분으로 이루어져 있다. 생물적 부분은 계통, 분류학적 구분, 식물 연대관계에 바탕을 둔 구조, 또는 식물 연쇄관계를 횡단적으로 파악하려는 영양 단계적인 구조 등으로 구분하기도 한다.

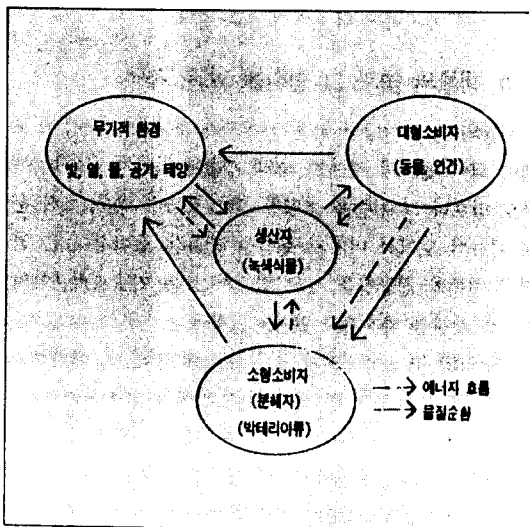
이 중에서도 생태계의 기능과 가장 밀접한 관련이 있는 것은 영양단계(Trophic Level)로서 많은 학자들에 의해

서 채용되고 있다. 영양단계는 생태계의 생물적 구성요소를 에너지 및 물질의 수급이라는 면에서 유형적으로 나눈 구분이다.

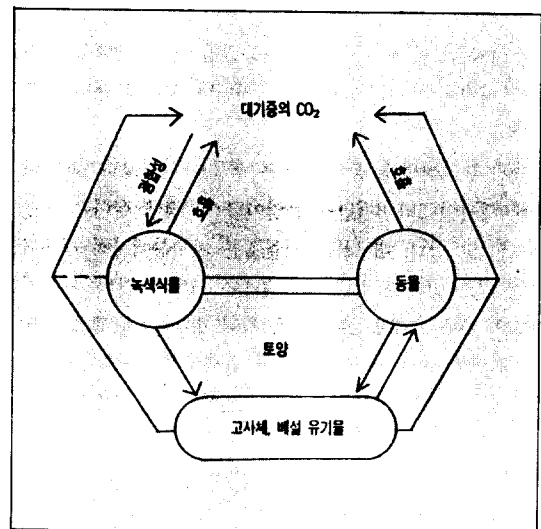
생태계의 구조는 생산자, 소비자, 분해자, 비생물적 부분으로 나누어 볼 수 있다.<도표 2>

- ① 생산자(Producers) : 광합성 작용을 하는 녹색 식물은 태양에너지를 고정하여 화학에너지로 전환시키는 독립영양생물(Autotroph)의 기능을 한다. 즉 무기물을 재료로 하여 이것보다도 에너지 레벨이 높은 유기물을 합성하는 능력을 가진 생물을 말한다.
- ② 소비자(Consumers) : 소비자군의 유형은 녹색식물과 같은 생산자를 먹고 사는 1차 소비자(Primary Consumer)와 1차 소비자를 먹고 사는 2차 소비자(Secondary Consumer), 2차 소비자를 먹고 사는 3차 소비자로 분류되고 있다.
- ③ 분해자(Decomposers) : 식물 또는 동물의 배설물이나 동·식물을 먹으며 유기물을 무기화시키는 박테리아류를 지칭하며 소형소비자(Micro-Consumer)이라고 한다.
- ④ 비생물적 부분 : 빛 온도, 바람, 중력 등의 물리적 요인과 인(P), 물, 공기, 영양염류 등 화학적인 요인 등이 통합되며 생물의 환경을 구성하는 요소가 된다.

생태계는 생산자, 소비자, 분해자, 비생물적 부분으로 구분된 생물들이 상호의존, 상호규제를 계속하면서 유지되어



<도표 2> 생태계의 물질이동



<도표 3> 육상 생태계의 탄소순환

가고 있는 물질계다.

주요기능은 일반적으로 ① 에너지 흐름(Energy Flow) ② 물질순환(Matter Cycle) ③ 자기 제어작용(Self-Regulation)으로 나누어 진다. 이러한 기능은 서로 독립되어 있는 것이 아니라 상호관련되어 있다. 즉 에너지 흐름의 대부분은 탄소(C)의 순환과 일치하고 자기 제어는 에너지 흐름이나 물질순환의 조절에 의해서 지지되고 다른 한편으로는 제어의 결과가 이러한 물질이나 에너지의 운동을 규제하게 된다.<도표 3>

생태계는 자체 조절기능이 있기 때문에 동적인 존재이면서 안정된 상태(Steady State)에 도달하게 된다.

파괴된 생태계는 시간 변화에 따라 성장 및 성숙의 두 양상을 띠면서 조절기간을 걸쳐 많은 에너지를 요구하면서 안정상태에 도달하게 된다. 그러므로 안정상태에 있지 못한 생태계, 즉 도시의 환경이나 사육하는 동물, 파괴된 자연환경 등은 관리와 보호가 필요하며 그 조건이 생태계의 밸런스와 일치되지 않을 경우 생존과 성장에 영향을 받게 되며 또 그 환경에 적응한 다른 성격의 생물로 변모되어 간다.

### 생태와 지구와의 관계

인간은 모든 생명체 중에서 가장 지능이 높은 생물이며 지리적, 기후적 조건의 변화와 원래 살던 곳과는 아주 이질적인 특별한 환경조건에서도 적응할 수 있는 생명체이며 이는 최근의 우주정복에서 단적으로 증명해 주고 있다.

인간은 육체적 능력(두발로 걷는 것)외에도 사고할 수 있는 능력이 있기 때문이며 이런 관점에서 과학자들은 인간이 지구에서 거의 200만년 동안이나 생존해 왔다고 추측한다.

그러나 바퀴벌레 같은 하찮은 생물도 인간보다 140배나 오랜 세월인 2억 8천만년 동안이나 이 땅에 살아온 흔적을 남기고 있다. 대부분의 생물들은 지구상에서의 생존위기를 맞고 있다고 하나 바퀴벌레는 그렇지 않다. 오히려 그들은 지난 세대를 통해 더욱 강한 힘을 갖게 됐으며 많은 생물학자들의 관찰에 의하면 섬세하게 조율된 악기와 같이 아주 넓은 범위의 열악한 조건에서도 신체적 밸런스를 취할 수 있는 완벽하게 디자인된 모습을 하고 있다. 또한 자연의 진화적 힘에 의해 세밀하게 연마된 칼과 같이 잘 다듬어진 완벽한 보조기구와 기관을 소지하고 있다. 비록 크기는 작지만 인간의 첨단과학 기술로 만들 수 있는

어떤 복잡한 기계보다도 더욱 정밀한 내부 메카니즘을 갖고 있다.

이들은 사고력과 지능이 부족함에도 그들은 멸종시킬만한 어떤 위협에도 가담치 않으며 오히려 인간에게 어떤 면에서 교훈을 주고 있다. 30억년이나된 지구에는 동, 식물, 곤충 등 많은 종류의 생물들이 생존하고 있다. 바퀴벌레와 같이 이들 각각은 특정 지역을 점유 하며 변화하는 환경조건 하에서 자연이 요구하는 바를 오랜 경험을 통해 그 조건에 일치시키는 행동방식으로 생활한다.

생존을 위한 수단으로 이들은 제각기 안전한 거주지, 먹이의 제공, 적을 막는 방법 등을 연구해야만 한다. 이들이 구사한 생존방법들은 하나 같이 완벽하게 디자인된 숨씨를 보이고 있어 놀랄만큼 아름답기도 하다.

대부분의 사람들은 이런 자연의 디자인을 그저 지나쳐 버린다. 하지만 가끔 인간은 이 자연의 디자인물을 이용해 왔다. 또 자연을 모방하며 살아오기도 했고 자연이 우리에게 제공한 날아다니는 기계, 벌집구조, 독화살 등을 잘 이용해 왔다. 인간은 자연의 특별한 디자인의 존재를 조금씩 발견하여 그와 유사한 장치를 발명하고 그 특성을 인식하게 되었다. 음파탐지기, 전기장 검출기, 레이저 등이 좋은 예이다. 이런 자연의 구조 조적은 인간에게 수정, 보완없이 직접 쓰여지는 조직원리와 인간에 의해 증진되거나 수정되어 쓰여지는 원리, 인간에게 잠재적으로 유용할 수 있는 원리 등으로 나누어 볼 수 있겠다.

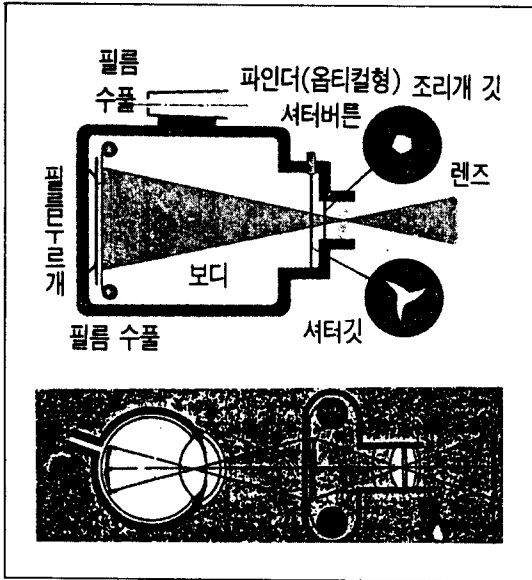
이 장에서는 이런 조직원리들이 인간에게 이용되고 있는 사례를 제시하여 비교해 보기로 한다.

### ● 생물의 눈과 그 원리를 닮은 지구

**사람의 눈 :** 사람의 눈은 카메라가 추구하는 최상의 모델이 되어 왔으며 일부는 눈의 기능에 미치지 못하는 부분도 있으나 그 기능을 초월한 것도 상당수 있다. 특히 눈의 기능이 도저히 미치지 못하는 망원경, 현미경 등은 엄청난 수준의 월등함을 갖고 있으며 모든 기초과학분야의 중요한 부분을 차지하고 있다.<그림 1>

**개구리의 눈 :** 개구리의 눈은 인간에 비해 덜 예민하고 안구를 움직일 수도 없다. 그러나 먹이를 포획하는 데는 특별한 기능을 갖추고 있다. 즉 움직임을 감지할 수 있으며 날아서 다가오는 물체를 식별할 수 있다.

이런 개구리 눈 망막의 공학적 연구가 최근 시험 단계에 있으며 공중 충돌을 막기 위한 공중 충돌 통제장치의



<그림 1> 카메라의 원리

연구에 응용되고 있다.

**곤충의 눈 :** 대개의 곤충은 6각형으로 생긴 수많은 날 눈으로 구성된 한쌍의 겹눈을 가지고 있다. 그 밖에 빛의 유무에 반응하여 뇌의 활성을 증진시켜 신체의 운동을 촉진시키는 홑눈을 갖고 있다.

이 각각의 날 눈에는 돌기가 있는데 빛을 눈안에 잘 들어오게 하는 기능이 있다. 즉 겹눈은 수천에서 2만개에 이르는 작은 렌즈로 된 날 눈의 집합체로서 작은 털로 덮혀 낮동안의 햇빛에 의한 반사를 줄이는 기능이 있다. 또 빛



<그림 2> 곤충의 눈

에 의해 생기는 그림자가 날 눈에 비춰지므로써 광원의 위치와 방향을 감지할 수 있도록 한다.<그림 2>

### ● 새와 비행기

새의 날개는 완벽한 항공역학의 원리를 창출케했다. 새의 날개는 공기를 가르면서 전진할 때 저항을 가장 적게 받도록 되어 있으며, 양력을 얻기 위해서 날개의 아랫면이 안쪽으로 약간 굽어져 있다.

앞쪽에서 불어오는 공기가 날개의 볼록한 윗면을 따라 흐를 때는 가속이 되기 때문에 기압이 저하되고, 반대로 오목한 아랫면에서는 공기의 흐름이 느려져 기압이 약간 높아진다. 날개 윗면과 아랫면의 이러한 기압 차이는 날개를 밑에서 위로 밀어오르는 양력을 만들었다. 날개에는 비행기에서와 같은 Slot와 Flap 구조도 달려있어 날개의 양력을 자유로이 증감시킬 수 있다.

날개의 모양은 새의 종류에 따라 다르다. 날개의 모습이 새의 종류에 따라 다른 생활양식을 반영하는 것인데, 넓게 트인 공간에서 생활하는 갈매기에는 기류를 타고 날 수 있도록 가볍고 폭이 좁으며 긴 날개가 발달되고 있으며 좁은 공간에서 사는 비둘기는 힘차고 순발력 있는 날기를 위해 짧고 강인한 근육이 붙은 날개를 소유하고 있다.

새는 날개를 아래로 퍼덕일 때 추진력을 얻는다. 날아오를 때는 날개 깃털이 서로 포개져 한장의 판처럼 되어 퍼덕이는 힘을 강하게 하며 위로 퍼덕일 때는 날개를 쉽게 들어 올릴 수 있도록 날개 깃털이 비뚤어져 공기가 흘러나갈 틈이 생기게 된다. 소익은 근육으로 움직일 수 있으며, 이 날개는 필요에 따라서 적절히 사용하도록 되어 있다.<그림 3>

이러한 날개의 구조가 운동의 적극적 행위라고 한다면 그 운동의 효과를 효과적으로 발휘할 수 있게 뒷받침하고 있는 것이 몸을 구성하는 골격구조이다. 새의 골격 내부를 관찰해 보면 자연이 만든 구조공학과 항공공학이 잘 조화를 이루고 있음을 쉽게 알 수 있다. 그것은 가볍고 튼튼하며, 어느 부분이나 대단히 기능적으로 되어 있다.<그림 4>

올빼미의 머리뼈는 종이처럼 얇으면서 튼튼한 뼈가 서로 붙어 있으며 커다란 안와를 가지고 있다. 모든 날으는 새의 흉골은 아주 얇고 가벼우나, 깊은 용골이 흉골을 강하게 하여 강력한 흉근을 붙이는 역할을 하고 있다. 수리의 상박골은 비어 있으나 강하게 하기 위해 받침대가 지탱하고 있다. 이같은 공간은 새의 기낭이 연속된 경우가 많으며 발가락 속까지 뻗어있는 예도 있다.<그림 5>



진화의 과정에서 새들은 다른 고등동물이 가지고 있는 많은 뼈를 잃어버렸다. 보다 압력에 잘 견디고, 보다 무게를 줄이기 위해서 다른 동물에서는 관절로 되어 있는 부분이 유착되어버린 것도 있다. 많은 새의 뼈는 속이 비어 있으며, 어떤 것은 유연성을 가지면서 강도를 높이기 위하여 뼈 내부에 받침대가 들어 있다.

강력한 비행을 하는 갈매기와 같은 새는 보통 우리들이 생각하는 것처럼 공중을 헤엄치는 것이 아니라 비행기와 같은 원리로 프로펠러 추진을 한다. 새의 경우 프로펠러에 해당하는 것은 날개 끝에 있는 첫째 날개 깃털로서, 아래로 날개를 칠 때 추진력을 일으킨다.

또한 벌새는 헬리콥터처럼 정지비행을 할 수 있다. 벌새의 날개는 손목이나 팔꿈치에 해당하는 부분이 거의 움직이지 않고 고정화된 상태이며 어깨는 회전 관절로 되어 있다. 이 날개를 앞뒤로 길게 뻗은 'O○자' 모양을 그리는 식으로 회를 친다. 상승력만 생기고 추진력은 생기지 않도록 하는 각도로 날개를 앞으로 치고, 어깨를 180° 가까이 돌려 날개를 뒤집은 다음, 역시 상승력만이 생기게 하는 각도로서 뒤쪽으로 되돌린다.

이 기술은 꽃에서 꿀을 빨아먹는 동안 공중 한 곳에 정지한 채 날개를 퍼덕이고 있을 수 있으며, 벌새만이 가진 특수한 날개구조로서 헬리콥터의 정지비행을 가능하게 힛트를 제시한 예가 되고 있다.<그림 6>

## ● 손과 도구

모든 신체부위가 그러하듯 손의 동작원리는 골격 구조와 신경, 인대, 근육구조가 이를 담당하고 있다.

손의 요묘한 심미성이나 감수성은 소위 우리가 말하는 조잡한 기계와 비교하기는 무리가 있으나 사실 산업분야에서 인조손을 이용하는 곳은 수없이 많다. 방사능 연료의 손잡이나, 인간의 손에 의해서 행해지는 반복적인 일의 대용으로도 대체되고 있다.

우리는 인조로 만들어진 손을 보고 경탄을 아끼지 않으나 손절단 수술로 의수를 쓰는 사람은 실로 하나의 손가락만 붙어 있어도 의수보다는 실제의 손을 더 원한다.

90세가 넘는 피아니스트의 손가락이 피아노 건반을 두드리는 것을 살펴보자. 각각의 손가락은 각각 다른 일을 수행하고 있으며 대뇌에서 받는 순간 순간의 명령을 행동으로 잘도 옮겨 놓는다.<그림 7>

90세 되는 엔지니어의 손도 역시 90년을 넘게 기능을

발휘하며 그것도 물속에서 스크류 드라이버를 잘도 돌리고 있으며 눈보라, 특히 흑한과 흑서 속에서도 그 기능을 잃지 않고 있다. 상처가 나면 스스로 아물기도 하며 유리면의 1천분의 1인치 깊이의 흠도 만져보고 찾아낼 수 있으며, 거칠은 로프도 붙들고, 갓난아기를 토닥거리며 잠재울 수도 있다.

엔지니어는 그의 손을 보고 그 손과 비교되는 다른 어떤 기계나 도구를 본 적이 없다고 생각한다.

인간의 손은 기계적 관점에서 3가지 원리로 요약하자면 기계의 모터에 해당하는 근육조직과 전달 및 전동장치인 신경, 골격, 관절이 있고 피부를 통한 촉감 등 여러가지 작동으로 볼 수 있으며 이들은 동작을 방해하는 마찰이나 끌림이 기계에서와 똑같이 존재하고 있음을 알 수 있다.

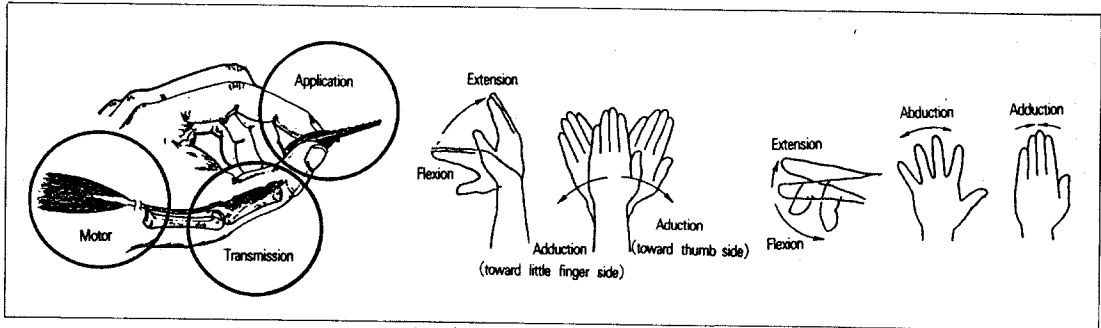
**모피와 근육조직** : 산업기계는 회전하는 바퀴를 동력의 근거로 하고 있다. 바퀴는 독립적으로 회전하여 그 힘으로 먼 여행 끝에도 항상 같은 탄성을 유지하여 케이블을 끌고 있다.

사람의 손에는 바퀴가 없으나 바퀴의 부품적인 관절이 있으며 자양분으로 혈관이 있어 그 기능을 대신하고 있다. 근육조직은 손의 동력체이다. 2기통 가솔린 실린더의 피스톤 같은 1기통 기관으로 된 동력체이다. 기계에 비하면 비교할 수 없이 훨씬 간편한 동력기관을 소지하고 있다.

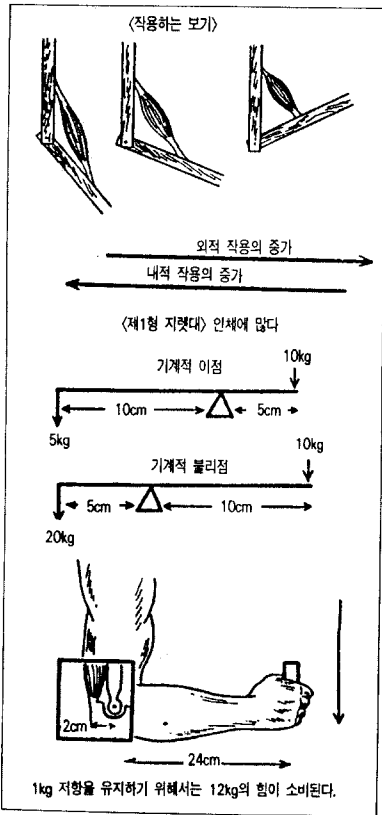
그리고 근육은 미는 힘의 한계가 근육조직의 단련에 의해서 각기 다양하며 손이 어떤 일을 하느냐에 따라서 그 근육은 스스로 그 일에 단련된다.

**전동, 전달장치로서의 신경조직과 골격, 관절** : 인체 중에서 신경이 가장 밀집하게 얽혀져 있는 부분이 손이며 손발 팔에 작용하는 신경부위를 종지라고 한다. 이것은 상지의 운동에 관련하는 운동지를 보낼뿐 아니라 일정한 영역의 피부에 지각지를 보내고 있으며, 이리상적으로 극히 중요한 신경이다.

- ① 액와신경- 삼각근 하부의 피부를 지배하며 이 신경이 손상되면 상완을 수평으로 외전하지 못하고 굴, 신과 외전이 어렵게 되며 삼각근 윗부분 피부에 지각상실을 초래한다.
- ② 근피신경- 전완요측의 피부에 분포하며 이 신경이 손상되면 전완의 굴운동을 불능케하고 전완외전, 외측피부에 감각상실을 초래한다.
- ③ 정중신경- 전완으로 척추 수근수굴근과 심지굴근의 척추반을 제외한 모든 굴근군을 지배하고 단모 지굴



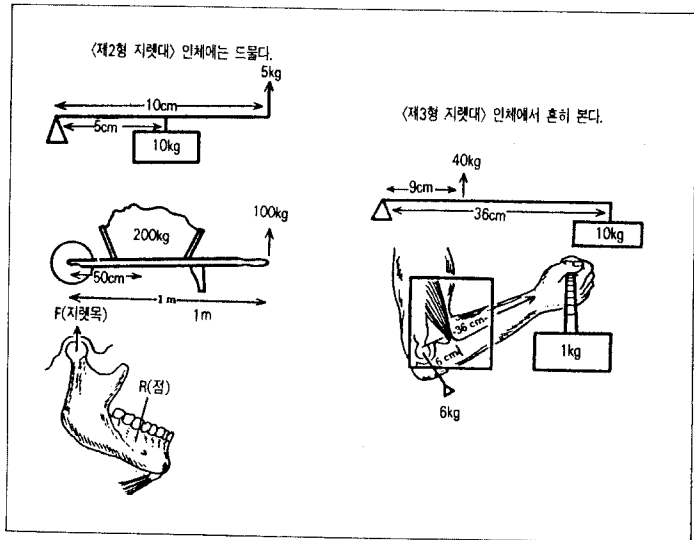
〈그림 7〉 손의 동작과 역할담당



〈그림 8〉 말과 역학



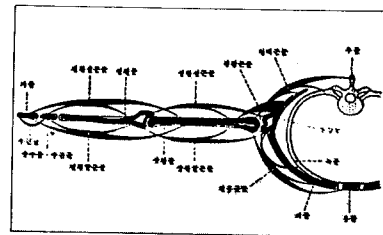
〈그림 10〉 손의 형상과 기구



〈그림 9〉 인체의 구조



〈그림 11〉 인간의 팔을 재현시킨 로봇 팔



심지근의 구조



근의 심두를 제외한 모지근과 첫 2개의 총양근에 그리고 요측반과 손가락의 말절부를 지배한다. 이 근의 손상으로 손의 굴근, 회내근의 마비, 모지근의 위축으로 원숭이 손이 되며 지배하는 피부의 감각상실을 초래한다.

- ④ 척골신경- 천지는 지각을 심지는 근운동을 지배하며 정중신경이 지배하는 근외에서 손에 있는 모든 작은 근을 지배한다. 이 근이 손상되면 새끼손가락의 감각이 상실된다.
- ⑤ 요골신경- 손의 신전운동에 관여하며 이 근의 손상으로 손목하수가 오고 요측반의 손등 피부에 지각이 마비된다.<그림 8, 9>

**도구로서의 손 :** 고대 이래로 신화나 전설에서 인조 거인과 동물이 등장하여 거대한 힘을 발휘하는 인간의 노예를 동경하여 왔다. 18세기 스위스의 시계장인 도로스 부자가 만든 자동인형에서 시발된 현대 로보트는 지금에 와서는 단순작업에서부터 복잡한 기술 노동까지 산업로보트로 발전되어 왔다.

현대에 이르러 산업용 로봇의 형태는 종래의 기계설계의 상식을 깨고 한 방향의 공간으로 팔이 심하게 돌출된 캔틸레버(Cantilever)구조로 이른바 외팔이 모양을 하고 있다. 이 구조는 일반기계에서는 정확도가 결여되고 진동, 불안정 등의 원인이 되므로 피해 왔다.

그러나 산업용 로봇에서는 이러한 팔의 구조를 닮은 형식을 취함으로써 손 끝의 도달범위를 확장하고 대상물에 접근할 수 있는 각도를 최대화함으로써 정밀한 조립 등 다목적 작업이 가능하게 되었다. 도구는 그 사용목적과 사용 부위에 따라서 다른 것이 필요하지만 인간의 손은 목적과 부위에 맞도록 훈련함으로써 인하여 팔요한 도구로서의 구실을 할 수 있는 이른바 만능도구(Multi-Tools)일뿐 아니라 고장이나 부상에서도 자연회복될 수 있는 자생력을 갖추고 있다. 단지 그 기능을 확장, 확대시킬 수 있는 도구가 뇌(Brain)의 도움을 받아 창조되어 사용되고 있다고 볼 수 있겠다.

**손과 도구의 동작비교 :** 인간의 손은 골격과 관절, 혈관과 신경, 근육과 피부로 구성되어 있다. 손마디의 길이는 정밀한 작업에 편리하도록 짧게 구분되어 관절이 연결하고 있다.

대부분의 소공구는 이러한 손의 짧은 절을 흉내조차 낼 수 없으나 손의 부분 부분에 해당하는 기능을 각기 독립된

공구가 맡아하도록 제작해서 사용되고 있다.<그림 10, 11>

## ● 새의 주둥이와 집게

동물에게 있어서 영양섭취가 가장 기본이 되는 문제라 대부분의 생태구조나 형태는 취하는 먹이에 따라서 다르게 나타나기 마련이다.

새의 주둥이와 포유류의 이빨, 개의 집게발 등을 조사해보면 그들이 어떤 먹이를 취하느냐에 따라 상당한 변이가 존재한다는 것을 쉽게 관찰할 수 있다.

곤충을 잡아먹는 새의 주둥이는 폭이 넓고 길이가 짧으며, 구석진 곳에 사는 벌레를 잡아먹는 새는 부리가 가늘고 길다. 전자의 종류에는 체비, 명매기, 속독새 등이 있는데 이들은 먹이가 될 벌레가 공중에 나느 중 주둥이에 접근해 올 때 입을 벌려 잡아먹으므로 넓은 주둥이가 필요한 것이며, 후자에는 피꼬리 종류, 무당새, 크낙새들이 속한다.

육식성 맹금들은 부리 끝이 갈퀴리 모양으로 되어 있고 가장자리가 칼날처럼 예리하고 아랫부리는 다소 둥근 끝모양을 한다. 식곡성 새는 단단한 단알을 부술만큼 상당한 압력을 가할 수 있는 짧은 부리를 갖는다. 콩새는 버찌의 씨를 부술 수 있는 압력(10~34kg)을 발휘한다고 한다.

포유류에서 육식규는 뾰족하고 날카로운 송곳니와 역시 뾰족한 돌기가 있는 어금니를 갖고 있어 살을 물어뜯기 좋게 되어 있고 제1 아래어금니와 송곳니가 발달되어 있다.

꽃게와 같은 바닷게는 사람의 손가락을 물어 끊을 수 있을 정도의 강한 압력을 발휘하며 또 한번 문것은 놓치지 않도록 톱니 같은 구조로 되어 있다. 이들은 미끄러운 물고기를 사냥해야 하기 때문에 먹이의 미끄러짐을 방지하기 위한 완벽한 수단으로 이러한 톱니 모양의 집게 손을 소지하고 있다.

우리가 일반적으로 사용하고 있는 집게의 종류도 이러한 생물들의 형태 만큼이나 다양하다. 좁은 것을 집는 편셀 종류에서 부터 넓은 조각이나 종이를 집어 고정시키는 집게의 종류까지 무척 다양한 형태의 집게 종류가 있으나 이들은 한결같이 위에 열거한 생물들의 원리를 그대로 옮겨 놓아 인간이 만들기 쉬운 형태로 바꾸어 놓은 데 불과하다고 볼 수 있다.

고니의 부리는 둥글게 생겼으며 물을 거러서 미세한 먹이를 찾아 먹을 수 있도록 끝 부분의 가장자리는 빗살처럼 생겼다. 뒷부리장다리 물새는 위로 굽은 부리를 좌우로

움직여 습지대 바닥에서 먹이를 찾아낼 수 있으며 가위제비 갈매기는 기다란 아랫부리로 수면을 가르고 나가면서 물고기를 잡는다.<그림 12>



<그림 12> 조류의 발과 부리모양

● 물고기의 깊이 조절

잠수함은 공기 탱크를 이용하여 물속에서 수직 위치를 조절하는데 이 공기 탱크는 잠수함의 비중을 조절하여 상승, 강하, 또는 일정 수심에서 머무를 수 있게 해준다. 이런 메카니즘은 수백만년 동안 공기주머니(부레)를 가진 물고기에서 사용되어 왔다.

이 특별한 장치를 달고 있는 물고기는 물속에서 자유로이 활동할 수 있게 장치된 유연한 벽으로 된 공기 주머니를 가짐으로써 잠수함보다 훨씬 더 자유롭게 몸체를 조절할 수 있다.

유연성이 떨어지는 공기 주머니를 가진 물고기들은 괄약근에 의해 압력의 변화를 조절할 수 있다. 이 괄약근은 압력이 감소될 때 공기를 밖으로 방출할 수 있다. 어떤 물고기들은 이 공기 주머니가 귀에 연결되어 있거나 귀와 매우 가깝게 붙어 있어 물속의 진동이 부레 속의 기포 주

위에서 확대됨으로써 감지력을 향상시키는 결과를 가져온다. 이런 방식으로 귀에 연결된 부레는 100배의 효과로 소리의 진동을 확대시킨다.

오징어는 수심 150미터 심해에 살고 있는데 부레 같은 역할을 하는 변형체 때문에 적은 노력으로도 이 정도의 수심에서 머무를 수 있다. 이 변형체는 100개의 부분으로 된 얇은 벽을 가진 방으로 구성된 오징어뼈이며 그 방들은 부분적으로 공기와 물로 채워져 있다. 삼투압 작용에 의해 오징어 뼈로부터 물이 빠짐에 따라 공기는 그 방들로 확산되어 오징어 몸속에 액체에 스며들어 있는 공기와 평형상태를 유지함으로써 150미터라는 수중에서 머무를 수 있게 된다.

잠수함의 부침(浮沈)은 주 밸러스트 탱크(Main Ballast Tank)에 해수를 주입, 배수함으로써 행한다. 밸러스트 탱크의 밑부분에는 주입구 앞부분에 통기 밸브가 있어 공기 밸브를 개방하면 탱크안의 공기는 빠져 나가고 해수가 주입구를 통해서 탱크 안에 주입됨으로 잠수하게 된다.

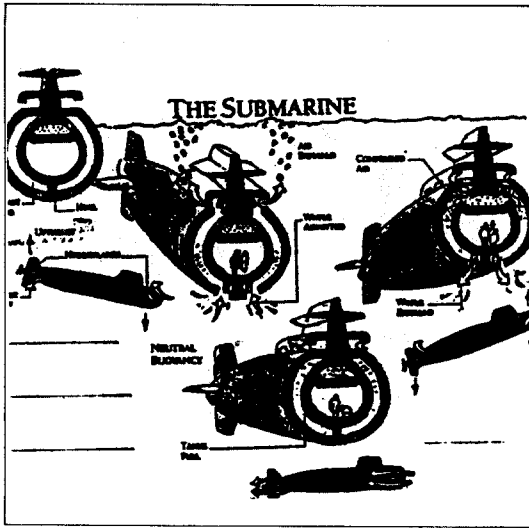
통기 밸브를 닫고 밸러스트 탱크에 고압의 압축 공기를 주입하면 탱크안의 물이 주입구를 통하여 배수가 되고 잠수함은 부상하게 된다. 잠수 상태에 있을때 잠수함의 중량과 부력은 같아야 하고, 중심과 부심의 세로 위치가 같은 잠수함을 트림(Trim)되어 있다고 하며, 잠항하고 있을 때에는 완전한 트림상태에 있지 않아도 일반적으로 앞뒤 각 한쌍씩 있는 수평화나 잠수함의 자세로 트림을 조절할 수 있다.

외리나 기뢰 등을 사출한 뒤에도 잠수함의 중량은 변화되며 해수의 비중이 변화하면 부력도 변화된다. 이러한 중량과 부력의 변화에 대한 수정도 필요하며 중량 조절에 사용되는 탱크를 보조탱크, 전후 경사를 수정하기 위해서 사용되는 탱크를 트리밍 탱크(Trimming Tank)라고 한다.<그림 13>

잠수함이 잠수하였을때 외부 압력에 견딜 수 있게 강력한 선각을 내압선각(Pressure Hull)이라 하며 내각(Inner)와 외각(Outer)으로 구성되어 있다.

형태는 중량당의 강도를 크게 하기 위해서 원형 또는 원형에 가까운 단면을 하고 있다. 잠수함의 잠항심도는 제 2차 세계대전 당시에는 100~150m 정도이던 것이 최근에는 재료의 발달로 수천미터에 이르고 있으나, 각국마다 군사기밀로 다루고 있다.

1963년 미국의 원자력 잠수함 드레셔(Thresher)는 잠



〈그림 13〉 잠수와 잠함의 원리

항심도 시험중 수심 2500m에서 원인 모를 사고로 침몰한 일이 있다. FRP를 사용한 잠수함은 수심 4000m에서도 항진이 가능하다고 한다.

의뢰 발사관에는 앞문(Nozzle Door)과 뒷문(Breech Door)이 있으며, 의뢰는 뒷문을 통해서 함대로부터 의뢰 발사관에 장전된다. 의뢰를 장전하면 뒷문을 통해서 함대로부터 의뢰 발사관에 장전된다. 의뢰를 장전하면 뒷문을 닫고 앞문을 열어 압축공기로 어뢰를 발사한다. 발사후에는 어뢰의 부력만큼 해수를 급히 함대에 흡입하여 트림의 변화를 막는다. 잠함하고 있을 때 잠수함의 위치는 관성항법장치, 수중 로우런(Loran), 라디오 육분의 등을 사용해서 결정한다.

잠수함이 물속에 가라앉고 떠오르는 원리를 배옆에 달린 수평기와 해수탱크를 사용하여 해수탱크 내에 물의 무게로 조정하여 배의 무게와 부력이 서로 균형을 이루지만 앵무새 조개는 잠수하고 부상하는 원리를 조개의 껍데기 내부에 있는 셸러드볼 같은 벽에 있는 30개에 가까운 작은 방에서 질소를 주성분으로 하는 가스를 채워 넣어 격벽 중간을 관통하며 뻗어 있는 가는 관을 통해 체액과 가스의 화학적 조절로 무게와 부력을 조절하는 방법으로 잠수함의 원리 보다는 더 고급스러운 방법으로 이 원리를 잠수함에 이용할 수 있을 것으로 본다.

### ● 아가미와 정수기

수중생활을 하는 동물의 호흡기관인 아가미는 척추동물

에서는 어류에 있으며, 양서류에서는 그 유생(올챙이)과 일부 성체가 인두의 측벽에 해당하는 부분인 새얼에서 체외로 나온 총상이나 우상의 아가미, 즉 왜새를 가지고 있다. 보통은 새얼에 늘어서 있는 몇쌍의 새얼에 의하여 외계에 열려 있는 점막의 주름이다. 이 주름을 새판이라 하며, 그 속에는 혈관이 발달되어 있다.

올챙이의 외새는 변태할 때 소실되고, 폐가 호흡을 맡아 보게 된다. 무척추동물에서도 여러가지 형태의 아가미를 가진 것이 있다. 두색류(창고기)는 새얼의 중간이 부풀어서 그 내면에 점막의 편평한 주름이 생겨 아가미가 된다. 십각류 등의 고등한 갑각류는 엽상의 복지가 호흡을 맡아 본다.

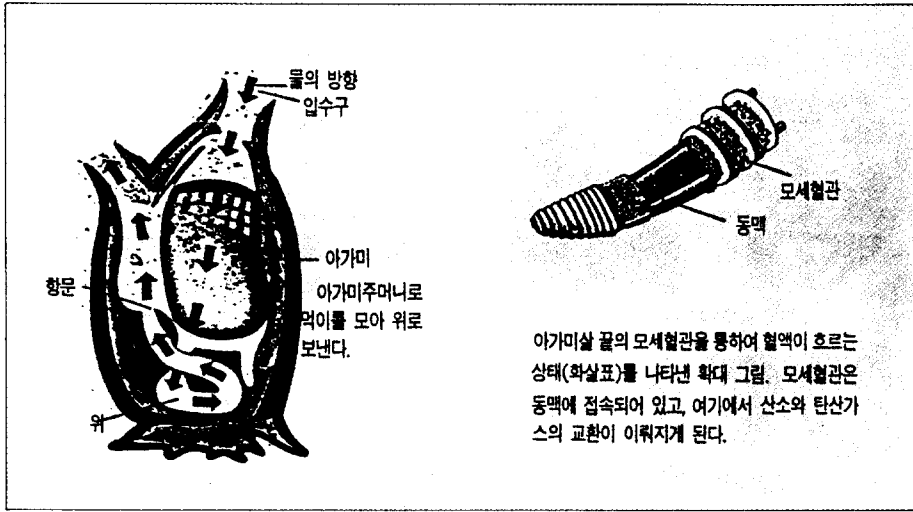
추구게의 아가미는 서새라고 하여 얇은 엽상의 것이 차곡차곡 겹쳐져 있고 각 엽에는 혈관이 분포되어 있다. 곤충의 유생충에도 여러가지 아가미가 있다. 즉, 표피가 돌출하여 사상, 엽상, 낭상으로 되고 그 속에 기관의 소지가 분기한 기관새, 잠자리 목의 유충에서 볼 수 있는 것에는 직장이 바구니 모양으로 부풀고, 그 내면의 주름에 기관이 분포하는 직장기관새 등이 있다.

아가미는 수많은 가닥에서 갈라져서 물과의 접촉면을 넓히고 있으며 그 속에는 모세혈관이 발달해 있다. 물에 녹은 산소는 아가미를 통하여 체내로 들여보내지고, 체내에 이산화탄소는 아가미를 통해 물속으로 배출되는데, 이 작용은 확산에 의하여 이루어진다.

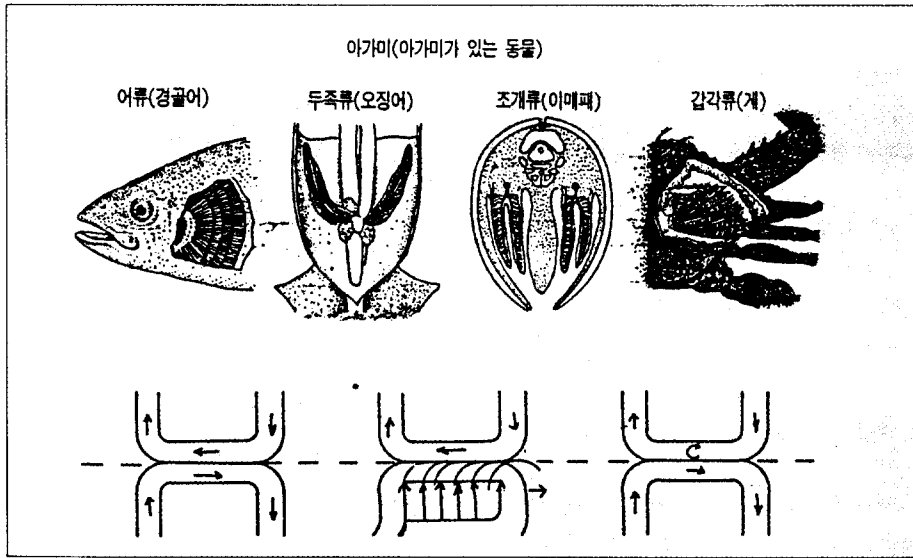
많은 하등동물 특히 수서동물에서는 동물체와 환경 사이의 가스교환이 주로 표면에서 일어나지만 척추동물과 같이 큰 동물은 진화될수록 복잡한 호흡기관으로 발달되고 있다.

호흡기관은 주로 아가미, 기관, 및 폐의 3가지로 구분된다. 척추동물의 혈액과 환경 사이에서 일어나는 가스교환 방식은 그림에서 보는 바와 같으며 어류에서는 역류현상이 뚜렷하다.〈그림 14〉

아가미에는 많은 혈관이 있고 여기에 물이 흘러 들어와 아가미의 혈관 사이에서 가스교환이 일어난다. 이 아가미는 위치에 따라서 외부 아가미와 내부 아가미로 나누어지는데, 외부아가미(External Gill)는 몸의 일부가 돌출되어 이루어진 것으로서 가장 간단하고 원시적인 구조로 되어 있다. 즉, 갯지렁이, 올챙이 등에서 볼 수 있다. 내부아가미(Internal Gill)는 진화과정에서 부분적으로 막힌 방으로 되어 섬세한 구조로 변화되었다. 이 아가미는 수류를 끊임



〈그림 14〉 아가미의 구조



〈그림 15〉 아가미의 호흡원리

없이 일으켜 환류를 촉진한다. 경골 어류의 아가미에서 수류는 구강과 새개강에서 근육에 의한 펌프작용에 의해 일어난다. 즉 물이 구강내로 들어가 아가미를 위로 거처서 아가미 뚜껑을 통하여 나가게 된다.<그림 15>

이때에 수류는 한 방향으로 흐르고 아가미의 혈액은 역류한다. 새관의 작용이 수류를 한 방향으로만 흐르게 한다. 입의 바닥을 내리고 아가미 뚜껑을 밖으로 밀면 구강 내 용적이 증가되고 반대로 작용하면 구강내 용적이 감소한다.

구강 내의 용적변화는 거의 같은 상태이지만 각 호흡기 중 압력의 차이가 유지된다. 새개강 내의 압력은 구강 내 압보다 수 mmHg정도 낮다. 결과적으로 아가미를 거치는 수류는 거의 호흡 주기와 한 방향으로 흐른다.

새관의 총 면적은 체중 1g 당 15~15cm<sup>2</sup>의 넓이며 이 면적은 어류의 크기와 활동성에 따라 다르다. 어류는 아가미에서 혈액의 흐름을 조절함으로써 가스교환에 필요한 아가미의 기능적 면적은 최소한으로 조절할 수 있고 결과적으로는 아가미에서 이온과 물의 불필요한 유동율은 방지

된다.

경골 어류의 아가미는 수중 호흡기관의 대표적인 것이다. 머리의 한쪽에 4개의 새궁이 있다. 각 새궁은 두줄의 아가미 섬유를 가지고 각 아가미 단섬유는 상하의 2차 새판을 가지고 있다. 새궁의 아가미 단섬유끝은 나란히 있고, 따라서 전체의 아가미가 체모양의 구조를 이룬다.

물은 이들 인접한 호흡을 하는 곳인 새판 사이의 관을 흐른다. 이들 관의 폭은 약 0.02~0.05mm이다. 확산 거리는 최대값인 0.01~0.0025mm까지 감소된다. 새판은 얇은 표피 세포로 싸이고 그 내벽에는 주세포가 있는데 새판의 내부용적비의 20%~40%를 차지한다. 주세포 사이의 공간에는 혈액이 흐른다. 적혈구의 중심과 물 사이의 확산거리는 3~8mm사이이다.

아가미의 호흡원리는 좌측 아가미 뚜껑 바로 아래에 있는 4개의 새궁 가까이 있는 아가미 단섬유의 끝이 서로 닿아 2차 주름을 가진 단일 단섬유 혈류가 수류의 반대방향으로 흐른다.

이상에서 열거한 물고기의 아가미 원리는 호흡에 필요한 산소를 취하는 메카니즘을 갖고 있으며, 반대로 불필요한 노폐물과 물은 흘러 보내고 있음을 알 수 있다. 아직 인간의 힘으로 이 원리를 적용한 완벽한 정수시설은 고안하지 못하고 있으나 앞으로의 과제로 충분한 연구가치가 있다고 볼 수 있다.

정수의 원리로 처음 고안된 것이 여과법으로 모래층에 물을 통하여 부유물을 여과하는 원리로 1829년 S. James가 런던의 상수도에 채용하여, 1885년 Frank Fond 교수가 세균학적 검사를 시험하고 그 결과 우수함이 실증되면 서부터 정수의 방법으로서 중요한 부분을 차지하게 됐다.

## 생태계의 원리를 적용한 케이스스터디

### ● 공의 구조와 형태를 이용한 캡슐

**생태연구 :** 공각지는 공이라는 자연물을 보관하고 성장시키는 데 이상적인 구조와 형태를 갖고 있다. 공각지의 중심부를 지나는 굵은 선으로 영양분이 공급되고 그 줄기에 매달려 점차로 성장하게 된다. 여러가지 모양의 공각지들이 있으나 그 원리는 대동소이하며 모양만 다소 다르다. 이렇게 성장된 후 껍지가 건조하여 자연적으로 터져 공이 외부로 분리되어 나온다.

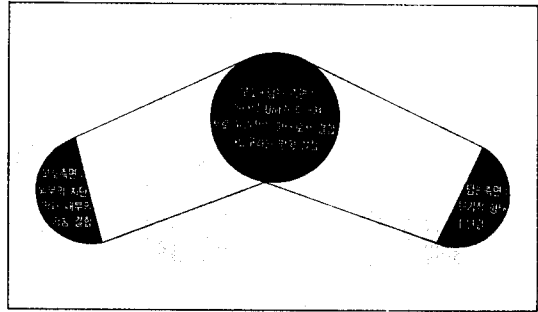
① 공 껍질의 2등분 : 영양이 공급되는 중앙 줄기와 배

면의 선을 통하여 이등분시키면 공이 내부에 질서 있게 정리되어 가장 많은 양을 수용할 수 있도록 되어 있다.

② 공과 공이 서로 맞닿은 부분은 둥글지 않은 면 형태로 되어 서로 밀착되어 성장하게 된다.

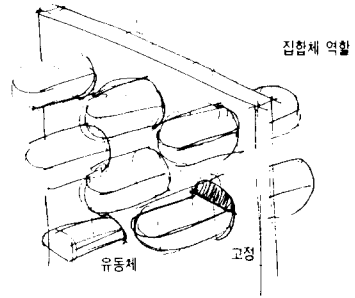
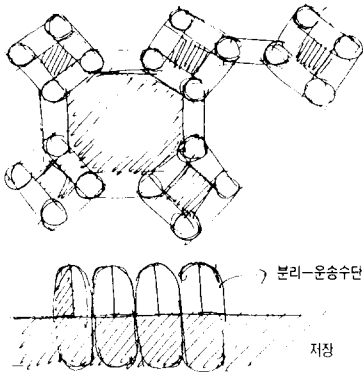
③ 내용물을 분리시켜 보면 공각지에 매달려 성장한 자리가 보인다.

**아이디어 작업 :** 공각지가 가지고 있는 3가지 기능에 대해서 생각해 보면 다음과 같다.



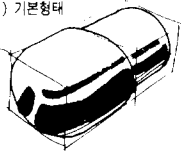
형태가 주는 이미지 연결

공의 구조와 형태를 이용한 이미지 스케치

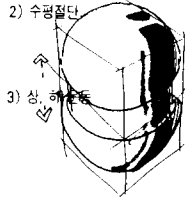


캡슐 출발

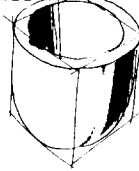
1) 기본형태



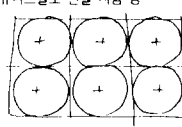
2) 수평절단



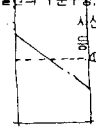
4) 절단한 외부



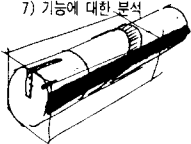
5) 유니트별로 연결 시형 등



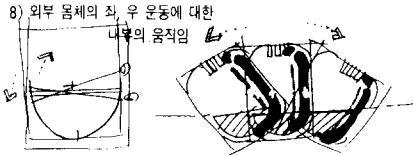
6) 절단의 구분수평, 수직 선방향



7) 기능에 대한 분석



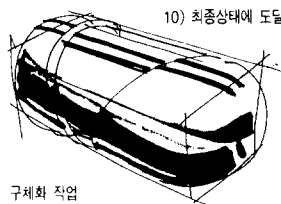
8) 외부 물체의 좌, 우 운동에 대한 내부의 움직임



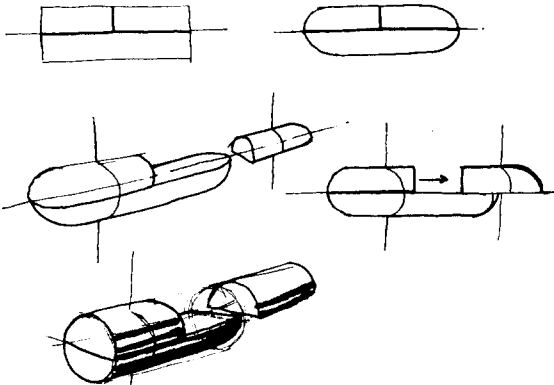
9) 최종 상태에까지 접근



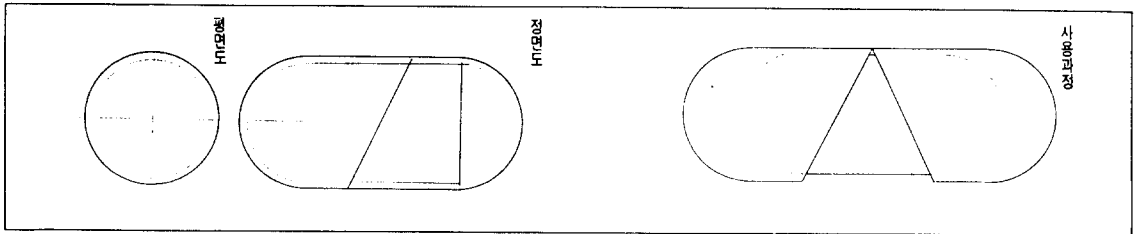
10) 최종상태에 도달



----> 구체화 작업

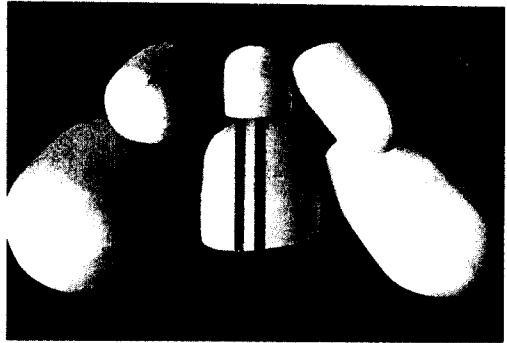
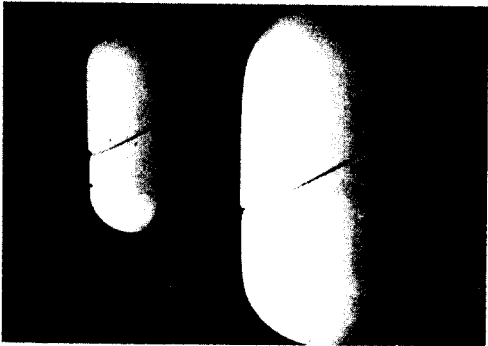
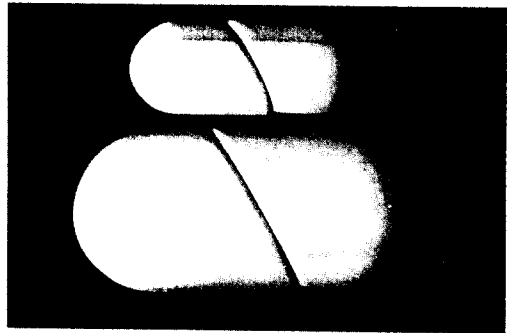
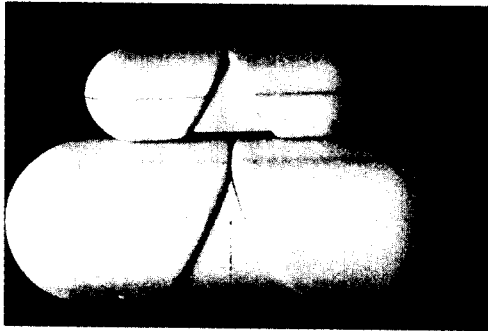


- 원두공의 끝모양 형태를 가지고 볼터와 분리하여 담을 수 있는 기능을 가진 형태를 전개.
- 원두공의 배열상태를 이용하여 다른용도의 기능을 가지는 형태 전개
- 하나의 공을 이용하여 분할함으로써 다른 용도의 기능을 가진



변화하는 자연에 대한 반응으로 모든 자연물들은 각기 나름대로 특유의 보호기능을 갖고 있으며 또 어떤 자연물은 보호와 그 이상의 기능도 갖고 있다. 자연의 순리에서 주어진 각각의 기능에서 인간은 그들에 대한 기능을 모방, 발전시키면서 급속도로 현실에 적용 또는 미래에 대한 준비로 모든 분야에 걸쳐 상당한 발전을 해왔다. 비단속 깊은 곳의 자연에너지를 이용 활용하는 상태에까지 접근, 가장 기본적인 도형 및 원기둥에서 출발, 실질적인 형태 및 기능에 도달하고자 1인 또는 2인 이상의 인원을 수용하는 수중 탐사반을 위한 해저용 주거로 만들었다.

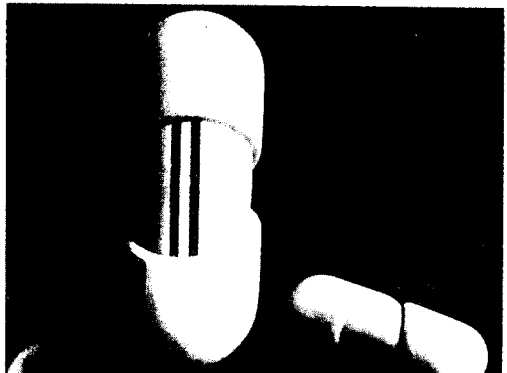
**제시모형 I / 통의 구조와 형태를 이용한 캡슐**



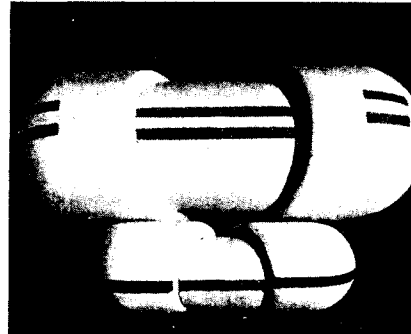
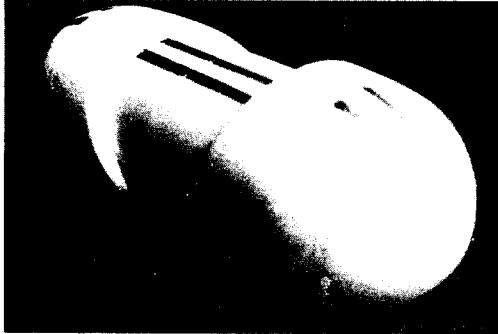
원기둥의 상태를 양끝에서 반원을 주고 중간 부분을 사선으로 절단해 수직의 회전운동을 부여했다. 수직 회전운동의 기능은 형태 내에서 작용하며, 사선으로 절단된 부분의 과오를 줄이기 위해 조그만 각을 주었다. 캡슐 내에서 필요한 활동범위(외부에 대한 시야)를 합리화시키기 위해 크고 작음(수직회전운동 0의 변형이 가능)의 힘에 대비 형태를 최대 단순화시키는 데 역점을 두었다.

회전운동시 필요한 메카니즘의 해결은 절단한 타원형의 위에 구슬의 시술을 연결, 원만한 회전이 이루어지도록 했다.

외부의 움직임에 내부는 동작이 없이 좌우의 시야를 크고 작게 하는 기능을 갖는다. 전반적인 형태와 기능을 전체적으로 다루어 보았다.

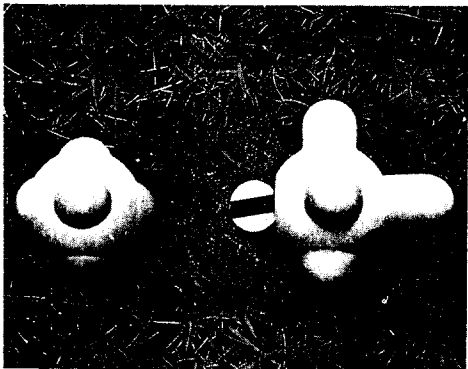


**제시모형 II / 공의 구조와 형태를 이용한 흡습**



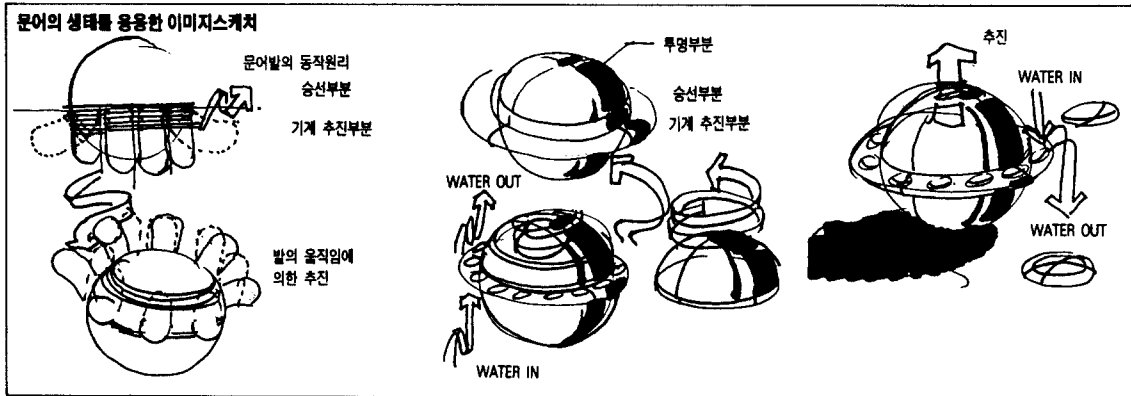
외부의 원기둥 상태에서 사이를 관측할 수 있게끔 일직선의 간격을 주며 검은 선은 내부에서 외부로 볼 수 있는 투명 상태의 재질을 사용했다. 외부의 검은 선에서 아래는 에너지를 흡기 내부에서 충분히 에너지를 활용 윗부분의 검은 선은 필요없는 에너지를 배기하는 곳이 된다. 외부와 내부의 형태에 유기적인 개념을 갖기 위해 홈, 배기 구멍과 관측하는 창이 서로 동일선상에 놓여지게 되는 것이 특색이다. 외부와 내부의 몸통 안과 밖의 마찰을 최소화시키며, 큰 것과 작은 것은 1인용과 그 이상의 인원을 충족시켜주기 위함이다.

**제시모형 III / 공의 구조와 형태를 이용한 흡습**



미래형 소규모 개인 주거공간으로서 하나의 구에서 다섯개의 반원의 형태가 첨가되어 각기 다른 기능을 가진다. 출입구, 창문, 테라스, 천체망원경, 레저 시 운반이 용이한 기능과 개인 취향에 맞게 배치될 수 있다. 또한 단독주택의 기능에서 연립과 공동 주거지의 기능도 가능한 주거공간이다.





- ① 보호측면 : 눈의 파막, 피신처, 채양, 헬멧 등
- ② 담는측면 : 벌집, 캥거루 새끼, 콩깍질, 보리깍질, 조류의 큰입, 콘테이너, 그릇 등
- ③ 보호+담는측면 : 누에고치, 야생나방들의 고치, 파충류의 알, 캡슐, 우주복 등

위와 같은 여러 자연과 인공의 종류에서 공통적이고 일반적인 형태와 기능을 수반하면서 보다 미래 지향적인 형태 초현실적인 기능을 복합, 발휘할 수 있는데 대한 도달 가능성 여기에 문제 설정의 이유를 둔다.

● 문어의 생태를 응용한 수중 탐침기구

**생태연구** : 문어는 연체동물 중에서 가장 진화된 무리이며 큰 눈과 빨판이 있는 8개의 발을 이용하여 먹이를 잡기도 하고 바다 밑바닥을 기어 다닐 수도 있다. 바위벽에 수십만 개의 알을 주렁주렁 매달리게 낳아 암컷이 물을 뿜어 먼지를 털어 주거나 보살핀다.

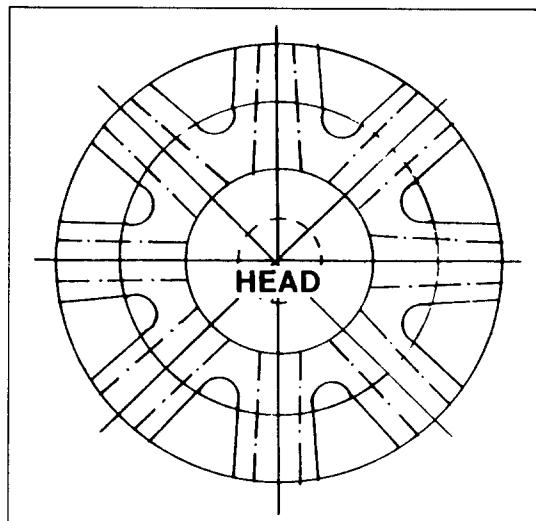
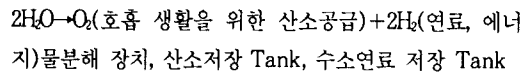
문어의 발 끝에 달려있는 빨판은 날카로운 이가 붙어 있어 기어 오를 때나 먹이를 잡을 때 편리하도록 되어 있다. 헤엄을 칠 때는 배출구에서 물줄기를 내뿜으면서 앞으로 전진하며 적에게 용이주도하게 도망치기 위해서 먹물을 뿜으면서 도망간다. 바닥색과 주변색에 따라 몸의 색깔을 변화시킬 수도 있다.

사람을 죽일 수 있을 정도로 독을 가진 문어도 있으며 해저에서만 사는 박쥐문어, 머리가 조개처럼 생긴 조개문어 등이 있다. 헤엄을 칠때는 다리의 물갈퀴를 이용하며, 근육에 힘을 주면 물갈퀴가 넓어져 물을 차내는 면적이 많아지고 힘을 빼면 원 상태의 크기로 되돌아간다. 땅 위 에나 바위에 기어 다닐 때는 다리 밑에 붙어있는 빨판의 날카로운 이빨을 이용하여 붙어서 기어다닌다.

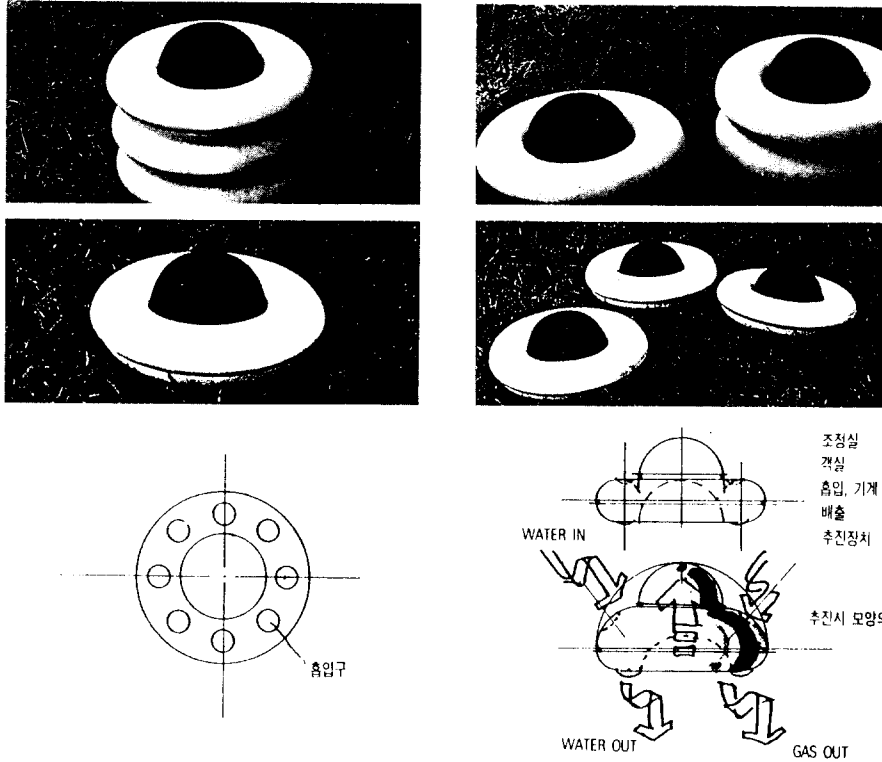
**아이디어 작업** : 문어가 해저에서 살고 있는 모습을 착안하여 개인용 해저, 수중보트(Boat) 즉, 개인용 트랜스포트(Transport)를 만들 수 있을까? 보트 내부의 산소공급, 추진원리, 수질오염, 육지와 연계된 트랜스포트로서의 기능확장, 재질문제 등에 관한 사항을 생각해 보기로 한다.

가족 구성원의 Single화 현상, 주택문제와 통신의 발달, 교통난의 해소 등을 Background로 하여 이 기구와 연결한다. 개인용 잠수함+개인용 잠수함+.....= 가정, 학교, 사회, 집단이라는 Concept 해저주택, 해저빌딩, 해저학교, 해저도시의 가능성.

· Boat 내부의 산소는 물을 분해하여 공급하고 분해된 수소는 추진 원료로 사용한다.



제시모형 / 문어의 생태를 응용한 수중탐침기구



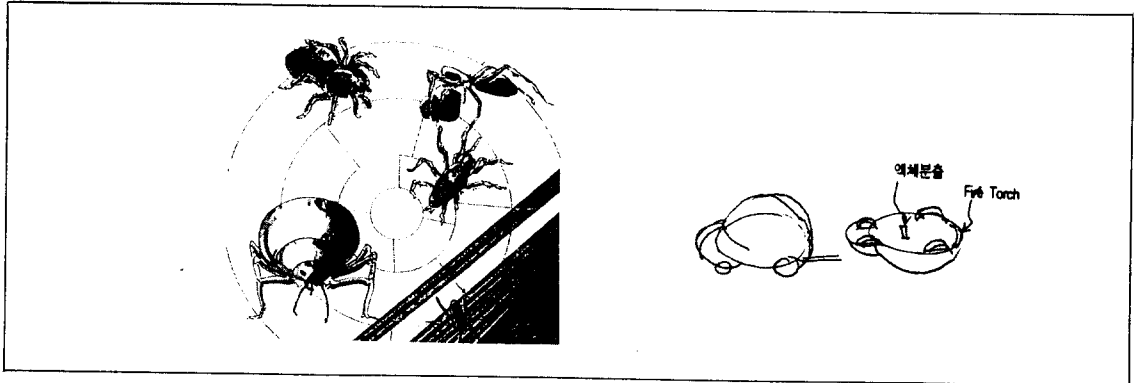
- 추진원리는 물을 흡수하여 압축 배출해서 얻어지는 추진원리가 분해된 수소가스를 배출시켜 추진하는 원리를 이용
- 기구 자체의 추진원리를 물과 불에서 분해된 수소가스를 이용함으로써 해결하며 수중 생활을 함으로써 생기는 생활쓰레기나 오수는 집단으로 정제, 분해하여 수질 환경을 방지한다.
- 현실적으로 수륙양용은 불가능한 것으로 보고 수중용으로만 진행하여 육로용은 따로 생각하기로 한다.
- 일정한 Terminal이 있어 종합적으로 Boat를 관리한다.
- 전체의 형태는 문어에서 IMAGE화하여 진행해 나가며 승용 부분과 기계장치 부분, 추진부분으로 나뉜다.

**이미지 스케치 :** 전체의 형태는 물에 저항이 가장 적은 구의 형태에서 출발한다. 뒷부분(구의 반구 뒷부분)은 승선부분으로 내부를 복제에 알맞게 장치할 수 있도록 하고 구의 하반부는 추진에 필요한 기계장치 부분과 정박 가능한 부분으로 만들어 본다.

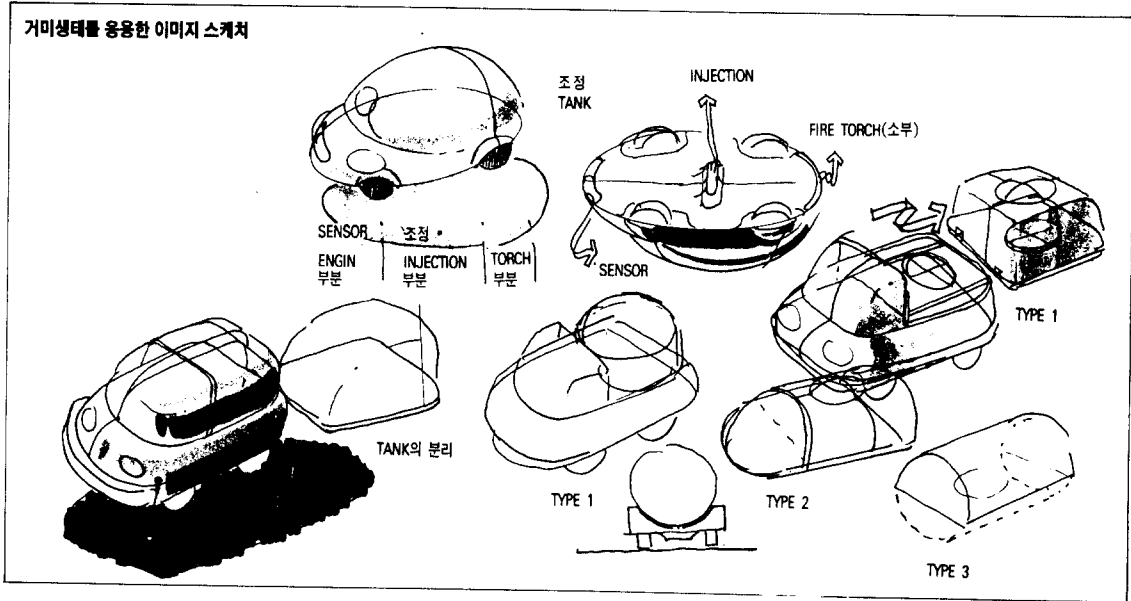
전체의 형태가 추진에는 부리가 없으나 정박시 안정감이 결여된 가능성이 있으며 추진시에도 방향성이 없어 다소의 문제점이 있으리라 예상된다. 물을 흡수하는 부분은 흡수시 저항력을 없애기 위해 오목하게 들어가도록 처리하고 내부에서 분해하여 배출하는 부분은 볼록 튀어나오게 하여 이상적으로 추진원리를 얻도록 한다.

**제시모형 :** 둥근 모양을 기본으로 주위에 띠가 둘러싸고 있는 모습으로 추진할 때는 전면의 저항을 줄이기 위하여 승선부위가 앞으로 튀어나온다. 물의 소용돌이 저항을 줄이기 위하여 중앙부분이 내부로 흡이 나 있으며 이 부분은 정박시에 여러 대가 동시에 쌓일 수 있는 세팅 부분이 되기도 한다.

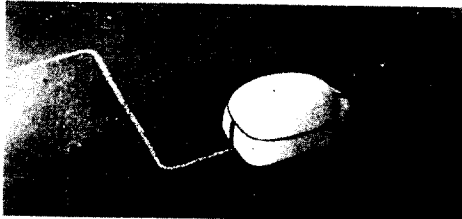
승선부분은 정지된 상태로 추진하며 후반부의 기계장치와 추진장치들은 앞으로 전진하면서 회전을 하게되며 그림으로써 물의 저항을 줄이고 물의 분해 작용을 돕게된다. 정박하여 여러 개가 동시에 쌓이면 커다란 빌딩 기능을 갖는다.



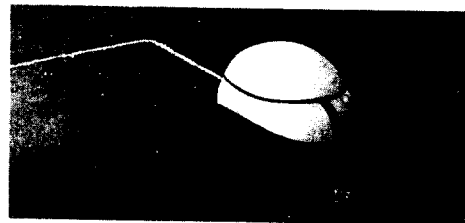
거미생태를 응용한 이미지 스케치



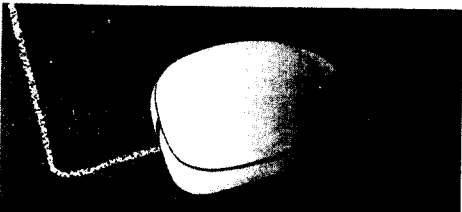
제시모형 / 거미의 생태를 응용한 기구



앞부분 운전식 밑에서 도로 위를 청소하는 역할을 하고 뒷부분에서 선을 긋는다.



앞부분 지프부분의 굵은 라인은 도로위를 감지하여 운전자에게 전달한다.

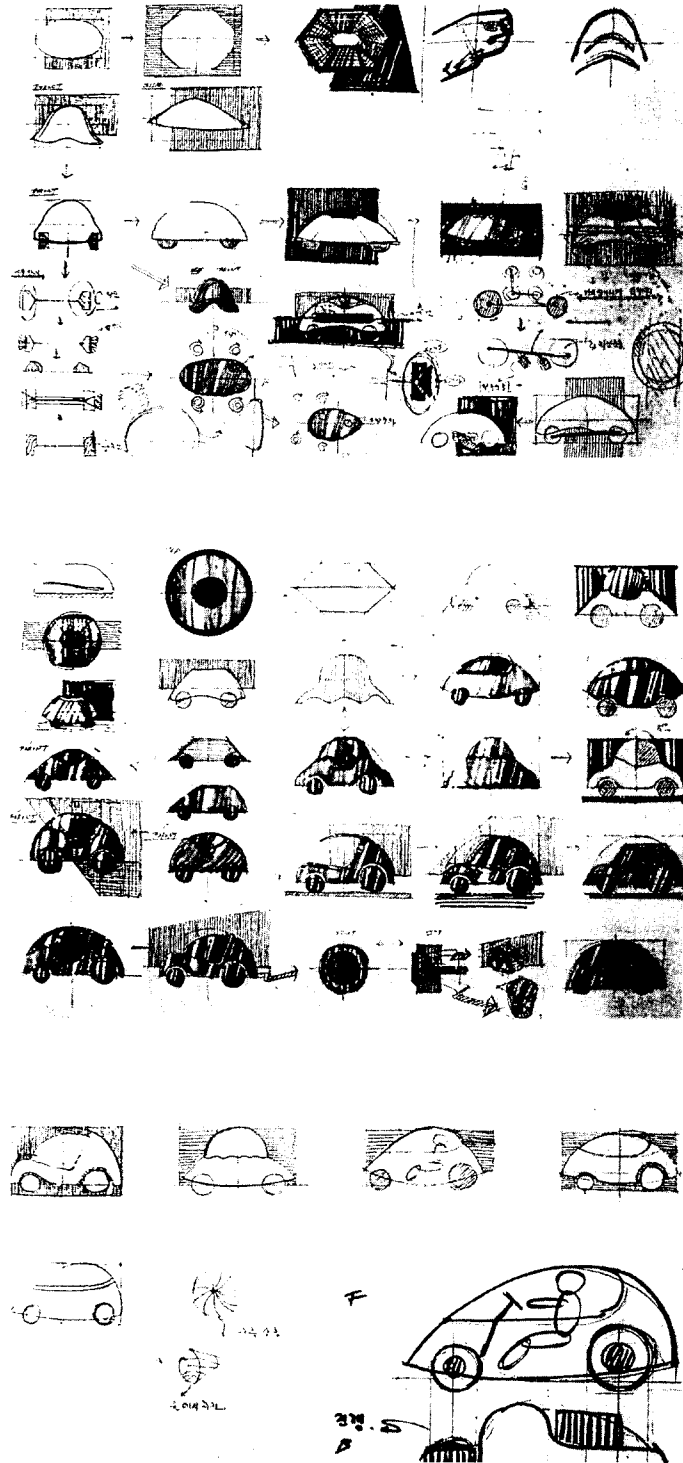


백인트의 탑재는 미리 마련된 차체의 탱크 안에 주입식 혹은 탱크 교체식으로 한다.

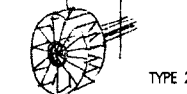
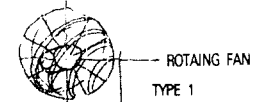
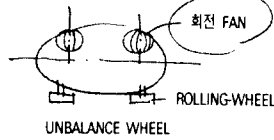
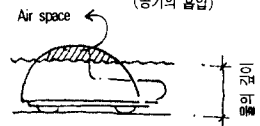
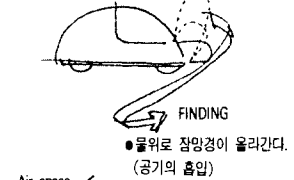


차체 밑의 라인은 거미가 집을 지을 때 취하는 형태적 특성을 살리기 위함

거북이 형태를 응용한 이미지

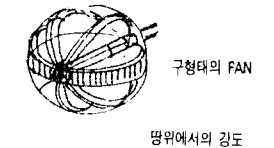
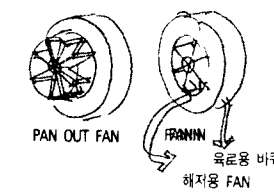


- 바퀴에 의한 추진
- 노에 의한 추진
- 배수에 의한 추진

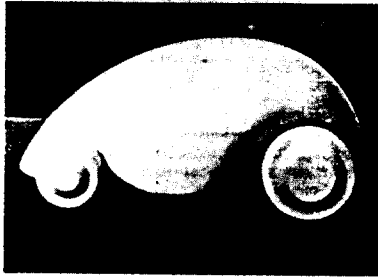


- 육로에서는 Rippling 빔수문제의 해결방안
- 동력전달 장치의 내외부 차단 기능성

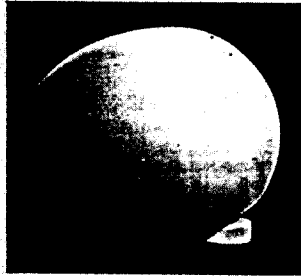
유입식추진장치



제시모형 / 거북이의 생태를 적용한 물속유형 자동차



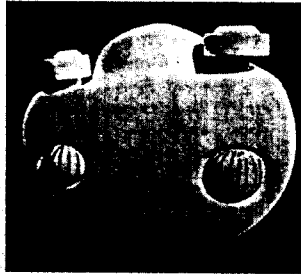
LEFT SIDE



TOP



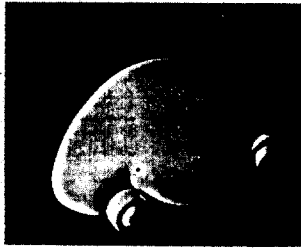
RIGHT SIDE



BOUOM



BACK(REAR)



PERSPECTIVE

● 거미의 생태를 응용한 기구

**생태연구 :** 거미줄을 치는 거미는 실을 뽑어내는 방적 장치가 잘 발달되어 있다. 다리 끝에는 발톱이 3개가 달려 있어서 실을 잘 다루고 있으며 땅 위에서 걷는데는 적응이 되지 못하고 있다. 실을 뽑는 액체가 담긴 방적샘은 모양이 꾸불꾸불하여 직선거리로 보면 굉장히 길게 넘어질 수 있으며 거미의 아래배 부분에 자리잡고 있다.

거미는 4쌍의 다리를 가진 곤충 비슷한 것으로 몸이 2부분으로 나뉘어져 있다. 눈은 8개이며 배 끝 부분에 가는

실을 뽑어 내어 공중에 그물을 쳐 걸려든 먹이를 타액으로 녹여서 빨아 먹는다. 배에서 사출하는 액체가 공기중에 노출되면 끈적끈적한 실로 변화하여 거미의 사냥도구로 변한다.

거미의 종류에 따라서 가늘고 긴 주머니를 나무뿌리 같은 것에 붙여서 그 주머니 속에 잡은 벌레를 넣어서 먹는 것도 있다. 거미가 줄을 치는 순서는 옆에 제시한 대로 행하며 화가가 그림을 그릴 때, 디자이너가 레이아웃을 할 때처럼 전체적인 구도로 집 전체의 크기를 설정하고 구조체를 구성한 다음 세부를 완성하는 상당히 진보된 방법으

로 집을 지어 나가는 것을 관찰할 수 있다. 그물을 치는 장소는 곤충이 많이 서식하고 있는 곳을 선정하며 거미줄이 가늘고 투명하여 곤충들의 눈에 잘 띄지 않으므로 쉽게 거미의 뒷에 걸려들곤 한다.

### 아이디어 작업

- 거미의 줄을 치는 원리를 이용하여 자동차 도로위의 선 작업차량
- 거미줄 액의 성분 분석
- 액체를 분출 + 공기 → 고체(실)화
- 센서를 부착하여 정해진 부분으로 라이닝할 수 있는 장치
- 기존의 라인제거 장치
- 액체분사의 고화장치(소부장치)
- 액체의 저장탱크
- 라이닝 작업의 스피드
- 거미와 거미줄의 이미지

### ● 거북의 생태를 적용할 물속 유회 자동차

**생태연구 :** 거북이는 딱딱한 등딱지가 있으며 그 딱지 속에 머리를 감추고 자신의 몸을 보호할 수 있다. 건조한 땅에 사는 무리와 물에 사는 거북으로 대별되며 어디에서 사느냐에 따라서 발의 모양이 다르다. 딱딱한 등딱지는 브리지라는 것으로 서로 연결되어 있어 유연성을 가진다. 즉 브리지는 배부분과 등부분을 연결시키는 역할을 하며 배딱지가 자라서된 것이다.

젖은 땅에 알을 낳아서 발로 묻어두면 지열에 의해서 알이 부화된다. 바다거북은 배의 노와 같은 다리를 가져 헤엄치기에 유리하며 건조한 땅에 사는 거북다리는 발톱이 있어 건기 종도록 모양을 취하고 있으며 늪지대나 연못에 사는 거북은 갈퀴와 발톱을 동시에 소유하고 있어 땅에서 걸을 수도 있고 물에서 헤엄칠 수도 있다.

### 아이디어 작업

- 육지와 바다에서 활동이 가능하다
- 주는 느낌 : 느리다, 둔하다, 안정감이 있다. 견고해 보인다. 안전하다. 어질다.
- 특징 : 매우 딱딱한 등 껍질은 보호성이 좋다. 머리를 숨길 수 있다. 공격성은 없으나 보호, 수비성이 뛰어나다.
- 연상되는 제품 : 바다, 물, 육지에서 탈 수 있는 것 같다. 물에 들어갈 수 있을 것 같다. 안전한 놀이기구, 물러가는 놀이기구. 물속 구경을 할 수 있을 것 같다. 등산개 오무려서 내용물을 안전하게 지켜줄 수 있을 것 같다.

## 생태관찰과 응용 창조적디자인의 기반

옛부터 지금까지 또 앞으로 언제까지도 유행에 뒤처지지 않는 영원한 지침서가 있다면 그것은 바로 대자연이다. 그 자연 속에 있는 생물과 생화학 시스템의 존재 내에서 인류가 처한 모든 문제들이 제기 되고 해결되어 왔다.

생체공학은 '인간이 만든 인위적인 시프템의 디자인에 생물학적인 원형들을 적용하는 것'을 의미한다. 즉, 자연계의 근본적인 원칙들을 연구해 그 원칙과 과정들을 인류의 필요에 적용시키는 것을 의미한다. 에드워드 T.홀 박사는 '미지의 차원(The Hidden Dimension)'에서 "인간과 그의 환경은 서로를 형성하는 일에 함께 관여하고 있다. 인간은 이제 그가 살고 있는 전체 세계를 실제로 그 자신이 어떠한 종류의 유기체가 될지를 결정하고 있는 셈이다."라고 말한 적이 있다.

생물학과 생체공학 그 외의 관련분야는 디자이너가 새로운 통찰력을 발휘할 수 있는 광대한 여지를 남기고 있으며 하나의 제품을 디자인할 때 그것과 결부된 사회적, 심리적, 주변환경을 염두에 두지 않는 것은 있을 수 없는 일이며, 디자이너는 생태계에서 선별해 낸 생물학적 시스템 및 생체공학 시스템에의 접근을 시도함으로써 여러가지 유추를 끌어내야만 한다.

1511년 레오나르도 다빈치는 "한마리의 새는 수학적인 법칙에 의거해 행동하는 하나의 기계이며 인간은 그의 능력으로써 그 기계의 모든 움직임을 재생해 낼 수 있다"고 했다. 오늘날의 생체공학은 사물의 형태나 외관에 관심을 기울이는 것이 아니라 어떻게 해서 자연계에서 이러한 현상이 일어나고 있는가를 규명하고자 하며 인간의 시력으로 관찰할 수 없는 부분까지도 관찰하여 새로운 질서와 구조원리를 찾아내고 부분과 부분 사이의 상호관계, 전체와 전체의 관계, 시스템 자체의 존재 이유를 밝히려고 한다.

초기의 계산기는 기계의 기능과 인간의 신경계 기능 사이의 유사점에서 유추해낸 것이며, 맹인의 글자를 시각적 피질의 제4층(게스탈트 비전)을 책임짓는 두뇌의 일부분으로 인식하여 글을 음으로 바꾸는 장치, 나방들의 호광성(好光性) 행동에서 암시를 받아 빛에 민감하게 반응하는 전자시계, 방울뱀의 두부에 돌출된 부분의 쿨구멍과 눈 사이에 두개의 구멍은 매우 섬세한 온도 감식조직이 있어 방울뱀들은 1/1000° C의 온도 변화까지도 감지할 수 있는 짐에 착안하여 항열성(向熱性) 대공미사일 사이드 와인더 미사일을 만들었다.

박쥐의 예민한 청각장치는 레이더의 소나, 초음파 탐지기 에 응용되고, 맹인이 사물을 감지할 수 있는 장치도 가능케 하리라는 기대감에 부풀어 있으며, 인간의 심장박동으로 맑은 피를 간으로 보내주는 역할은 펌퍼와 피스톤 운동에 적용되었고, 캥거루의 새끼 주머니는 배낭과 포켓에, 아르마딜로의 딱딱한 갑옷은 인간의 호신용 투구와 갑옷에 그대로 이용되고 있다.

누에가 정성들여 만든 고치의 제작원리는 탄력이 좋은 축공공과 배공공을 만들 수 있게 하였고, 귀뚜라미가 날개와 다리를 마찰시켜 내는 아름다운 음악 소리는 바이올린과 하프, 기타를 만드는 원리에 적용되었고 새의 부리와 집게발을 가진 계의 생태는 벤찌와 핀셋의 모양을 결정지우고 있다. 우리 주변에는 이제까지 한번도 조사를 받거나 개발에 응용되거나 혹은 디자이너들에 의해 이용된 적이 없는 다소 원시적인 자연계의 구조, 일요일 오후 한가하게 산보를 하는 누구의 눈에도 띄기 쉬운 생물학적 구성물들이 산재되어 있다.

하나의 단풍 씨앗도 지상 몇 피트 상공에서 뿌려질 때면 매우 명쾌한 나선형의 패턴을 그리며 땅위에 떨어진다. 이 패턴은 이제까지 단 한번도 중요성을 지니고 디자인의 응용된 적이 없었다.

이 단풍나무 씨앗의 특징적인 비행패턴으로 한 학생이 산불을 끄는 새로운 방식, 즉 접근이 불가능한 지역에 소방장비를 떨어뜨린다는 흥미로운 응용책을 고안해 냈다. 길이 약 8<sup>2</sup>/<sub>3</sub>인치의 인공 단풍나무 씨앗은 값이 싸면서 극도로 무게가 가벼운 플라스틱으로 만들 수 있다. 이 씨앗에는 연소용 분말이 들어가게 되며 불꽃이 타는 지역에 뿌려지면 따뜻한 상승기류 밑에 떨어져 그 밑에 진공지역에 들어 가게되면 비행패턴이 다시 형성되어 불꽃의 가장 뜨거운 부분을 향해 들어가게 된다. 시간 조절기를 갖춘 자루에 넣어진 이들 수천개의 씨앗이 비행기로 부터 뿌려지면 그 자루는 자신의 중력에 의해 상승 기류권 밑으로 내려가게 되며 찢어져 열리게 된다. 그러면 수천개의 인조 단풍씨앗(소화기)이 불이 난 곳의 가장 뜨거운 부분을 향하여 날아가서 씨앗의 불꽃에 연소되면서 불을 끄는 연소 계스가 풀려나오게 되어 접근이 어려운 협곡 같은 지역에 효율적인 소화 진입 작업을 수행할 수 있을 것으로 본다.

또 하나의 사례로 거미의 생태관찰을 통하여 얻어낸 결과로서 교통난으로 시달리고 있는 도심의 도로 사정에 걸맞는 제안품이 있다. 거미는 몸체 내에서 분비되는 액체를

꼬리 부분으로 방출하면 그것이 공기와 결합되어 실로 변화한다. 이것으로 자신의 먹이 사냥도구인 거미줄 망을 구성하여 사냥감을 잡아들인다.

옛부터 사용하던 방식과 바구니의 제작 패턴과 유사한 나선형의 모양을 갖추고 있으나 이 학생은 거미줄을 치는 그 자체의 원리를 연구한 결과 교통 적체현상을 피하면서 빠른 시간에 차선을 그리는 작업용 차량을 고안했다. 페인트 액은 공기와 접촉하면 굳게 되어 있으나 굳는 속도가 늦으므로 레미콘의 믹서가 돌고 있듯이 페인트 콘테이너가 뜨거운 굳어지는 것을 방지하기 위해서 계속 돌도록 하고 있으며 일정한 노즐을 통하여 도로상에 도표가 되면 공기와 합하여 합하여 굳어지도록 하는 원리이다. 빠른 작업시간을 위해서 노즐에서 분사된 뒤 즉시 토치램프(Torch Lamp)로 열처리를 하여 굳어지는 속도를 단축시켜 분출 즉시로 굳어진다. 사람의 손으로 노즐을 섬세하게 조정하기 어려우므로 자동차의 앞 부분에는 정확한 라인 작업이 가능하도록 센서가 있어 레인의 간격과 라인 작업의 부분을 지정하여 주도록 하고 있다.

이상에서 나열한 몇가지 예는 대자연의 웅대한 스케일에 비하면 넓은 백사장의 모래 한 알에 불과한 정도이다. 또한 매우 편협된 디자이너의 소견으로 진행된 연구물이어서 생물학적인 견지에서 보면 미흡한 부분이 상당수 있으리라 여겨지지만 인접학문을 연계시켜 보고 싶은 욕망과 뜻있는 시도 자체로 상쇄시킬 수 있었으면 하는 바람이 크다.

서론 부분에서는 학문 연구의 필요성에 대한 언급으로 인접학문의 중요성에 관해 다루었으며 본론 부분에서는 생태학이 디자인학에 접목될 수 있는 가능성에 대한 내용으로 우선 생태학의 개론을 다루어 생태학의 일반적인 지식을 디자이너가 쉽게 접근할 수 있도록 소개하고 과거의 역사를 통하여 현재에 이르기까지 인간에 고안된 기구들이 생태의 원리와 어떤 유사성이 있었는가를 주위에 쉽게 찾을 수 있는 기구들을 중심으로 다루고 있으며, 이러한 기구와 생태원리들은 어떤 부분들이 서로 닮고 있는지를 아는 것은 앞으로의 생태관찰과 디자인에 응용에 적지 않은 참고가 되리라 보며 실제로 유사한 부분의 사례를 사진과 그림으로 발췌하여 기록해 보았다.

마지막으로 생태의 원리를 탐구하여 분석한 결과를 토대로 실제의 기구와 제품에 응용한 케이스 스터디한 내용을 수록하고 있으며 이들 미래지향적인 기구들은 하나의

예로 제시하기 위해 연구된 내용으로 기술적인 문제가 많으나 엔지니어와 산업 모든 분야에 하나의 던져지는 과제으로써의 가치는 있으리라 본다.

## 참 고 문 헌

1. 권홍식. 「인체해부학(Ⅰ), (Ⅱ)」. 서울: 수문사, 1988.
2. 김훈수 외. 「동물 분류학」. 서울: 집현사, 1987.
3. 김훈수. 「생명의 신비」. 서울: 학원사, 1988.
4. 김계용. 「신소재 혁명」. 서울: 현대과학 신서, 1990.
5. 김태호. 「컴퓨터 그래픽」. 서울: 미진사, 1989.
6. 교재편찬위. 「양봉학」. 서울: 선진문화사, 1980.
7. 김인권. 「조형형태론」. 서울: 미진사, 1986.
8. 김희덕. 「오늘의 산업디자인」. 한국디자인 포상센터, 1979.
9. 반 옥. 「식물의 색소」. 전파과학사, 1986.
10. 손영수 외. 「바이오 테크놀로지」. 전파과학사, 1986.
11. 심상칠. 「생명의 물리학」. 전파과학사, 1986
12. 윤 실. 「새로운 생물학」. 전파과학사, 1987.
13. 이 건 외. 「황금분할의 미학」. 서울: 기문당, 1987.
14. 박봉규. 「교양 생태학」. 이대출판사, 1986.
15. 신학수 외. 「조형연습」. 경기공업개방대학 출판부, 1988
16. 이태형 외. 「심리학 개론」. 서울: 법문사, 1980.
17. 이병원. 「생태학이란 무엇인가?」. 현대과학신서, 1988.
18. 신유한. 「학습원색 대도감」. 1~18 서울: 금성출판사, 1980.
19. 장남기외 15. 「생명과학」. 선진문화사, 1989.
20. 현원복. 「21세기의 과학」. 전파과학사, 1989.
21. 현용수 외. 「인간을 위한 디자인」. 서울: 미진사, 1983.
22. 한국생물과학협회. 「일반생물학 실험」. 서울: 교문사, 1973.
23. 한국일보사. 「동물은 살아 있다」. 한국일보사, 1988.
24. 한국일보사. 「대자연 시리즈」. 한국일보사, 1988.
25. 小原委雄 외. 「학은 왜 한 다리로 서서 잘까?」. 서울 : 동아출판사, 1987.
26. George C.Beakly 「Design Serving the needs of man」 1973. N.Y Macmillan Publishing Co.
27. Alexander, Christopher 「Notes on the Synthesis of form.」 1967. Harvard University press.
28. Alexander, R.McNeill 「Animal Mechanics」 Seattle 1966. University of Washington press.
29. Bootzin, D, and Muffley, H.C 「Biomechanics」 1969. N.Y Plenum press.
30. Hertel, Heinrich 「Structure, Form and Movement」 1966. N.Yvan Nostrand - Reinhold.
31. Kare,k Morley, and Bermard, E.E 「Biological prototypes and man made systems」 1962. N.Y.plenum press.
32. CAR STYLING No. 60~80