

지속가능을 위한
바이오미미크리 디자인



바이오미미크리 디자인

전 세계가 지구온난화로 인한 기상재해와 지속적인 경기침체 그리고 천연자원 고갈의 위기 속에서 ‘지속가능한 성장’에 주목하고 있다. 유럽 선진국들은 이미 녹색산업에 국력을 집중하여 관련산업을 육성하고 있으며 우리나라도 신재생에너지, 탄소절감 에너지, 첨단그린도시 개발 등 녹색기술산업 분야를 3대 신성장동력에 포함시키면서 글로벌 녹색산업을 선점하기위한 박차를 가하고 있다. 또한 소비자들도 재사용, 재활용에 대한 자발적 노력을 실천하고 있으며, 기업차원에서도 이산화탄소배출 절감을 위한 생산방식에 주력하는 등 산업·사회전반에서 지속가능 성장에 대한 관심이 고조되고 있다.

이러한 가운데 지난 2010년 이어령 이화여대 석좌교수(전 문화부장관)가 한국선진화포럼 조찬강연을 통해 “막 시작된 바이오미미크리(biomimicry·생체모방)는 21세기 환경문제를 해결할 뿐만 아니라 경제를 일으키는 요술지팡이” 라고 제시하면서 바이오미미크리가 지속가능한 성장을 위한 새로운 혁신도구로써 화두가 되고 있다.

바이오미미크리(biomimicry·생체모방)란 생명을 뜻하는 ‘bios’와 모방이나 흉내를 의미하는 ‘mimesis’, 이 두 개의 그리스어 단어에서 유래한 용어로 생물의 기본구조와 원리, 메커니즘 등 생물체의 특성을 산업전반에 적용하는 것을 말한다. 인간이 자연을 모방하려는 시도는 원시시대 육식동물의 날카로운 발톱의 모양을 모방 해 사냥도구를 만들거나 고대 이집트 시대에 연꽃식물에서 영감을 얻어 성전의 기둥을 만든 것이 그 시작이라 할 수 있다. 이제 자연에서 지혜와 아이디어를 얻고자하는 노력은 이러한 형태적, 심미적 모방을 넘어 자연의 생태 기본구조와 원리 및 메커니즘을 모방하고자 하는 단계에 까지 이르렀다.

“

*바이오미미크리란 생명을 뜻하는 bios와
모방이나 흉내를 의미하는 mimesis,
이 두 개의 그리스어 단어에서 유래한 용어로
생물의 기본구조와 원리, 메커니즘 등
생물체의 특성을 산업전반에 적용하는 것을 말한다.*

”

바이오미미크리 디자인의 적용 사례

바이오미미크리 사례는 크게 형태, 기능, 시스템의 3가지 분야로 나누어 살펴볼 수 있다. 가장 많은 분야는 형태 또는 기능의 모방이며, 최근 지속가능성과 함께 대두가 되고 있는 시스템적 모방은 자연의 생산 및 폐기, 재생의 순환과 같은 자연의 생태를 산업에 적용한 사례를 말한다.

형태의 적용

사례1 노랑거북복 - 자동차



노랑거북복과 2005년 벤츠의 콘셉트카(이미지출처_www.designflux.co.kr).

노랑거북복이라 불리는 오스트라시온 쿠비쿠스(ostracion cubicus)는 단단한 체갑의 모서리가 몸의 균형을 잡아주고, 꼬리가 잘록해 물의 저항을 적게 받기 때문에 초당 자신의 몸길이의 여섯 배까지 헤엄칠 수 있다. 메르세데스벤츠의 엔지니어들은 공기역학 콘셉트의 차량을 디자인하기 위해 이 노랑거북복에 주목했다. 노랑거북복의 낮은 항력계수와 단단한 외골격에서 착안한 벤츠는 2005년 노랑거북복의 공기역학과 효율적 형태를 차량의 디자인에 적용한 콘셉트카를 선보였다. 이 귀여운 형태의 차량은 일반 등급 차량보다 연비가 20%이상 경제적이며 최고시속 190km까지 달릴 수 있다.



벤츠 콘셉트카의 풍동실험(이미지 출처_내셔널 지오그래픽, 2008년 4월).

사례2 물총새 - 열차

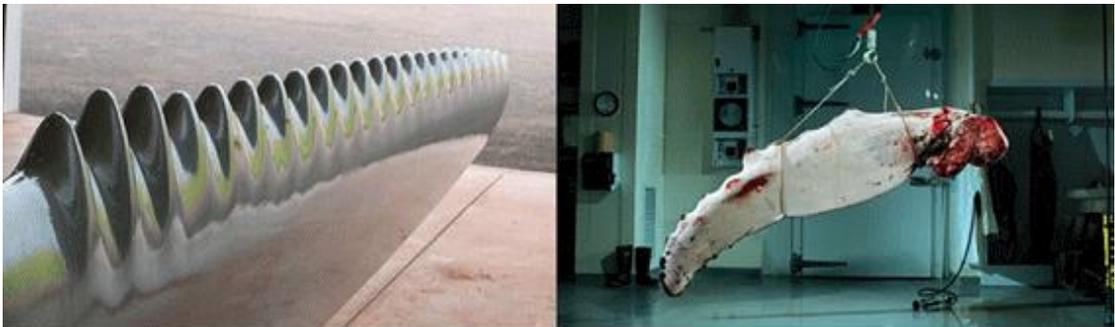


신칸센과 물총새(이미지출처_images.businessweek.com).

‘탄환 열차(Bullet Train)’라고도 불리는 일본의 신칸센 고속열차는 세계 최고의 속도를 자랑한다. 그런데 신칸센의 초기 모델은 시속 322km의 고속으로 통과할 때 공기저항과 급격한 기압차로 인해 굉음이 발생하는 단점이 있었다. 이러한 문제를 해결책을 찾던 중 고속열차의 최고 엔지니어이자 조류 관찰자인 에이지 나카수(Eiji Nakatsu)는 물총새가 먹이를 낚아채는 순간이 이와 유사한 상황을 가지고 있다는 것을 발견했다.

물총새가 대기 중에서 물속으로 빠른 속도로 다이빙할 때에도 특유의 부리 모양 때문에 잔물결만 일으킬 뿐 거의 물이 튀기지 않는다는 점에 착안해 신칸센의 전면 디자인은 물총새의 부리 모양을 본떠 앞으로 잡아당겨 늘린 것 같은 독특한 형태로 수정되었다. 그 결과 이전보다 훨씬 소음을 줄인 것뿐만 아니라 디자인의 변화가 공기 저항을 줄여 준 덕분에 에너지 효율을 높여, 속도는 더욱 증가되고 에너지 사용은 오히려 감소할 수 있었다.

사례3 고래 지느러미 - 풍력 터빈



웨일파워 풍력 터빈과 흑동고래의 지느러미 (이미지 출처_내셔널 지오그래픽, 2008년 4월).

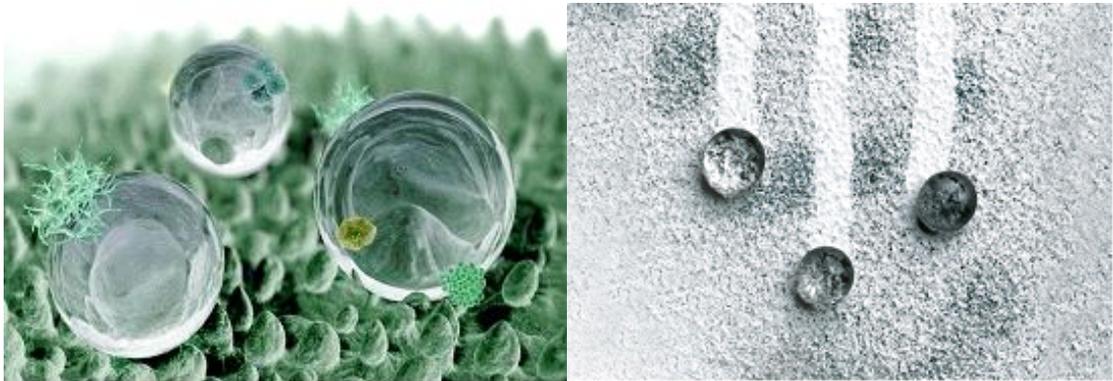
흑동고래(humpback whale)는 매우 큰 덩치를 가지고 있지만 작은 반경을 그리며 수영할 수 있다. 이러한 흑동고래의 민첩성은 지느러미 끝에 있는 불규칙한 요철 모양의 돌기, 즉 결절의 존재에 의해 가능한 것이다. 이 결절은 지느러미 사이로 물이 빠른 속도로 지나갈 수 있게 하는 수로역할을 해 부력을 8% 향상시키고 저항을 32%나 감소시켜 흑동고래가 급선회할 때 힘을 받게 한다.

연구자들은 흑동고래의 이러한 구조가 감속 현상을 방지한다는 것을 발견하고, 이를 풍력 터빈에 응용하였다. '웨일파워'는 고래 지느러미 구조에서 착안해 고안된 풍력 터빈으로, 연료의 소비를 줄이고 안정성을 높일 수 있으며 돌기를 적용한 디자인은 헬리콥터의 날개, 프로펠러 및 선박 키 등의 설계에 응용될 수 있다.

기능의 적용

사례1 연잎 - 페인트, 나노코팅

수면 위의 연잎을 보면 물방울들이 잎을 적시지 않고 잎 위에서 굴러다니다가 연잎의 먼지까지 안고 떨어져 별도의 세척 없이도 오염물질 없이 항상 청결함을 유지한다. 매끄럽게만 보이는 연잎을 현미경으로 들여다보면 미세한 돌기로 뒤덮여 있는 것을 볼 수 있는데, 연잎의 미세한 나노구조의 초소수성이라는 성질 때문에 물이 방울로 뭉쳐져 굴러가면서 표면의 먼지를 쓸어주는 효과가 나타난다.

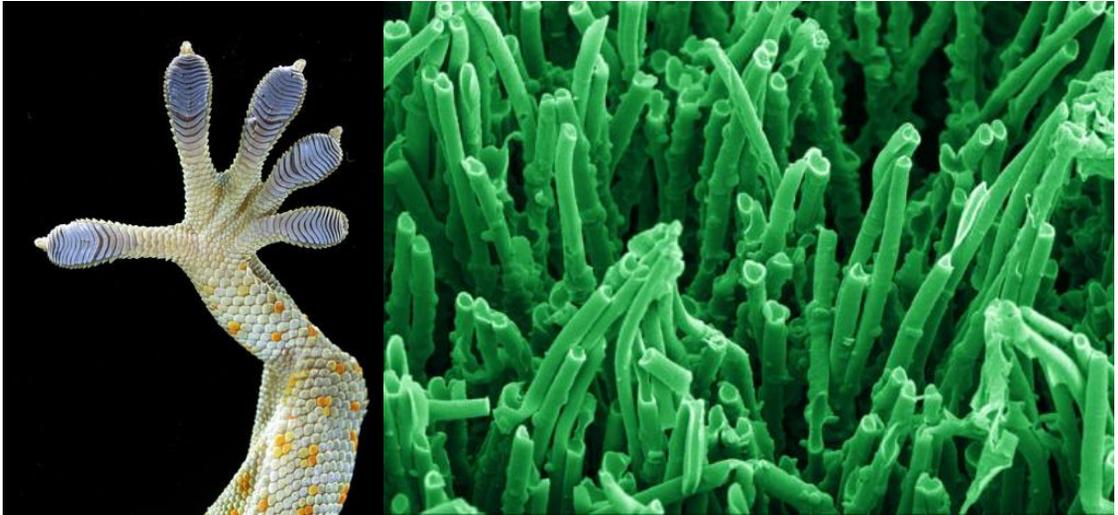


연잎을 확대한 모습(미세한 돌기가 물을 수은처럼 뭉치게 한다)과 로투산(lotusan)페인트

연잎의 이러한 자정 및 방수 기능을 모방한 기술이 다양한 곳에서 이용되기 시작하였다. 로투산(lotusan)페인트는 자연의 연잎 구조를 응용한 것으로 비를 맞거나 물을 뿌려주기만 하면 먼지가 깨끗하게 제거된다. 일반 페인트는 세월이 흐르면 색이 바래고 때가 묻어 더러워지지만 이 미세한 돌기가 주입된 페인트는 수십 년이 지나도 물과 오물이 흡수되지 않는 친환경적인 페인트이다. 이 페인트를 건물이나 주택, 자동차에 칠하게 되면 비가 오거나 혹은 눈이 내려 녹기만 해도 스스로 먼지를 제거하여 항상 청결함을 유지시켜준다.

연잎 효과는 일상생활용품에도 활용할 수 있다. 독일의 한 회사는 연잎효과에서 착안해 나노 코팅 기술을 이용한 세라믹 변기 표면을 만들었다. 연잎처럼 나노 돌기로 물이 잘 흐르게 함으로써 찌꺼기를 남기지 않도록 한 것이다. 면섬유에 폴리스티롤로 나노미터 단위의 보푸라기를 만들어 부착시켜 물방울이 옷에 스며들지 않고 흘러내리게 한 기능성 의복도 연잎에서 아이디어를 얻은 생체모방사례이다. 물에 젖지 않아 더러워지지 않고, 따라서 세탁이 필요 없거나 세탁 횟수를 크게 줄일 수 있다. 이 외에도 세차할 필요가 없게 하는 자동차 코팅제, 도로 표지판의 페인트, 인공위성의 태양전지판 등 연잎 효과의 응용 가능성은 무궁무진하다.

사례2 도마뱀 - 접착 테이프



도마뱀붙이의 발바닥과 게코 테이프의 표면을 확대한 모습(이미지 출처_내셔널 지오그래픽, 2008년 4월).

캘리포니아 버클리대학의 연구진들은 도마뱀의 일종인 토케이 게코 도마뱀붙이를 모방해 여러 번 붙였다 떼어내도 접착력이 사라지지 않는 테이프를 개발했다. 도마뱀붙이는 진공 상태에서도 천장에 잘 매달릴 뿐만 아니라, 매끄러운 유리에도 거꾸로 매달릴 수 있으며, 별다른 노력 없이도 거꾸로 매달려 1/1000초 내로 발을 움직일 수 있다. 가장 놀라운 사실은 도마뱀붙이의 발바닥에서는 어떠한 화학물질 및 접착물질이 분비되지 않는다는 것이다.

도마뱀붙이의 이러한 능력은 발바닥에 나 있는 지름이 0.2~0.5 마이크로미터인 주걱처럼 생긴 수십억 개의 섬모 때문에 가능한 것인데, 각각의 털에 작용하는 힘은 미약하지만 수십억 개가 모이면 강력한 접착력을 발휘한다. 게코 테이프는 특이하게도 일반 테이프처럼 위에서 눌렀을 때 접착력이 발생하지 않고, 아래로 잡아당길 때 생긴다. 반면 수직으로 잡아당기면 거의 힘을 들이지 않고 떼어낼 수 있다. 이런 과정을 계속 반복해도 접착력이 사라지 않기 때문에 테이프를 반영구적으로 사용할 수 있다.

사례3 상어 비늘 - 수영복, 코팅제, 위생용품

상어의 피부는 오래 전부터 사포, 신발 밑창 등으로 사람들에게 유용하게 사용되었으며 최근 들어 상어 비늘의 보다 많은 가능성이 밝혀져 각광받기 시작했다. 상어의 비늘은 이빨처럼 생긴 돌기가 끊임 없이 겹쳐져 있어 물이 미세한 홈 사이로 쏠살같이 흘러들면서 마찰이 감소한다. 이것이 상어가 빠르게 헤엄칠 수 있는 이유인데, 이러한 특성이 여러 산업에서 활용될 수 있다.

스피도의 '패스트스킨'은 상어 비늘처럼 삼각형 돌기가 나 있는 이 전신 수영복이다. 수영을 하면 몸의 표면에 작은 소용돌이가 발생해 추진력을 떨어뜨리는데, 이 수영복을 착용하면 상어 비늘 같은 돌기가 소용돌이를 수영복에서 떨어져나가게 해 추진력 손실을 줄여 속도를 높이는 기능을 한다.



상어의 비늘을 확대한 모습(이미지출처_내셔널 지오그래픽, 2008년 4월)과 패스트 스킨의 표면을 확대한 모습.

독일과 미국에서는 상어 비늘처럼 각진 돌기가 돌아 있는 코팅제를 개발하여 선박에 활용하고자 하고 있다. 상어의 피부에 돌아 있는 미세 돌기는 해조류나 따개비를 쉽게 달라붙지 못하게 하는 구조를 가지고 있다. 선박에 붙어 있는 해양 생물들은 선박이 운행할 때 속도를 늦추게 만드는 주요 원인이기 때문에 이 코팅제를 선박에 활용하면 달라붙는 해조류를 85%나 줄일 수 있다고 한다.

또한 상어 피부의 이 독특한 구조는 박테리아가 기생할 수 없게 하는데, 샤크렛테크놀로지(Sharklet Technologies)라는 회사는 이 구조를 연구하여 세균 번식을 저해하는 패턴을 개발해냈다. 이 패턴을 병원 시설물, 화장실 벽면, 문손잡이 등 인간에게 세균이 옮겨질 가능성이 있는 곳에 적용하면 청결한 환경을 제공할 뿐 아니라 청소를 위해 사용되는 독한 세정제와 항생제의 사용을 줄이는 효과까지 가져온다.

시스템의 적용

사례1 나무 - 빌딩(자동 전력생산 시스템)

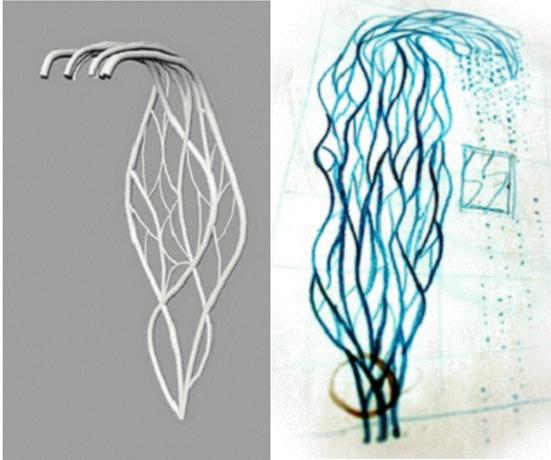


두바이의 다이내믹 타워.
© INTERNATIONAL PATENT PENDING

두바이에 각 층이 독립적으로 회전하는 건물이 들어선다. ‘다이내믹 타워’라 이름 붙여진 이 건물의 외관은 아래층은 나무 밑동을, 위층은 나뭇가지와 잎을 연상시킨다. 다이내믹 타워는 모든 층이 각각 돌면서 건물의 형태가 수시로 변화하기 때문에 건물 안 사람들이 360°의 풍경을 즐길 수 있다. 이는 각 층 사이에 설치된 풍력 터빈을 이용하는 것으로 두바이의 풍부한 바람 덕분에 가능하다. 80층 건물에는

최고 79개의 풍력 터빈이 설치될 예정이며 돌아가는 층 지붕에는 광전지가 배치되어 있어 자체적으로 에너지를 생산해 낼 수 있다. 또한 사용하고 남은 에너지는 인근 빌딩에 공급이 가능하다.

사례2 인체의 혈액순환 - 샤워기



전력 없이 에너지를 자체 생산하여 물을 덥히는 샤워기도 있다. 피에조 샤워(Piezo Shower)는 인체의 혈액 순환 시스템에서 착안해 만들어진 샤워기이다. 물이 굵이굵이 뿜어 있는 여러 개의 가느다란 파이프들을 흐를 때 생성되는 마찰력과 운동에너지를 이용해 물을 덥히는 구조로, 온수를 만들어내기 위한 전기에너지의 사용을 대폭 줄인 효율적인 디자인이다.

피에조 샤워(이미지출처_piezo-shower.blogspot.com).

사례3 미래도시디자인_비행정



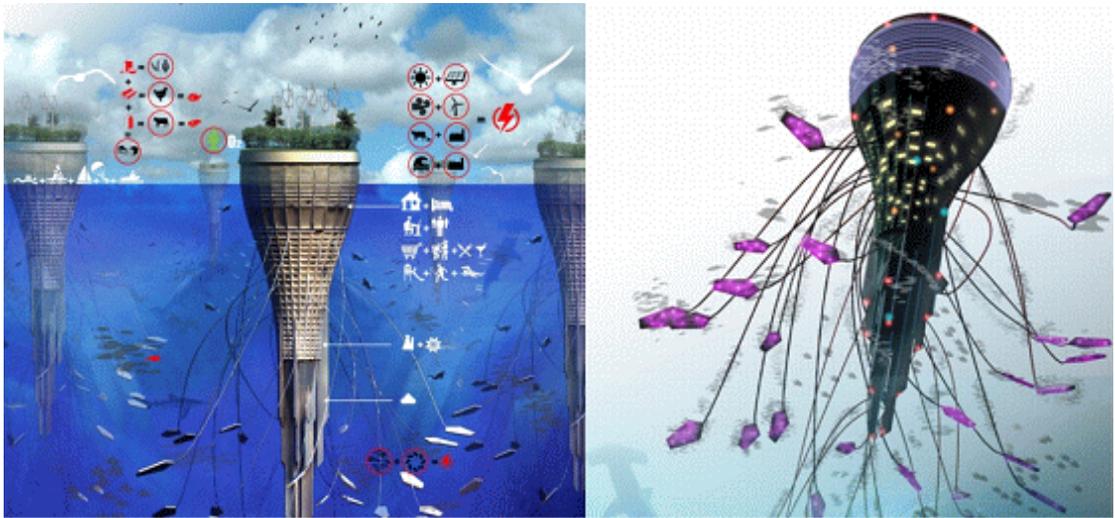
Hydrogerase. © Vincent Callebaut Architectures.

벨기에 건축가 Callebaut는 미래의 여행은 거대한 비행정으로 공중을 떠다니는 식이 될 것 이 라 예 상 했 다 . Hydrogerase라는 미래건축물은 해조류로부터 바이오 연료를 생산하여 전원을 공급받는 수직 상승형 비행정이다. 이 비행정은 주거 공간 및 엔터테인먼트적 역할을 하는 다기능 운송수단으로 고안된 개념으로, 2010 상하이 엑스포에서 전시

되었다. 높이 400m, 넓이 180m의 규모로 승객의 생활공간 및 바이오수소연료 저장 공간으로 사용되는 8개의 구획을 가지고 있으며 100% 에너지를 자가 생산하고 탄소 배출은 전혀 하지 않는다. 평균 400m-2,000m의 고도에서 비행이 가능하며, 최고시속 175km/h까지 낼 수 있다.

도킹 스테이션 또한 친환경 태양광 에너지와 수소에너지를 사용하는 Hydrogerase에는 지구의 환경이 나날이 악화되고 있는 오늘날 단순한 운송 수단으로서가 아닌 사명감을 가지고 인도주의적 연구에 일조하고자 하는 건축가의 노력이 담겨 있다.

사례4 미래도시디자인_수중 건축물



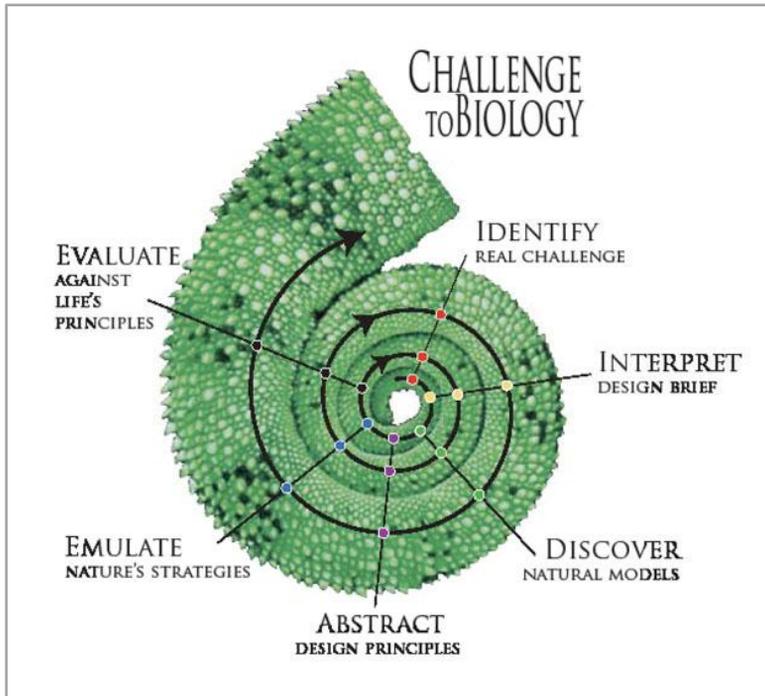
워터스크래퍼(이미지출처_www.greenlaunches.com).

기후 변화 및 지구온난화로 인한 해수면 상승으로 인해 해안 주변의 도시가 위협을 받고 있는 가운데 보다 지속가능한 환경을 위한 희망적 대안으로 말레이시아 디자이너 Sarly Adre Bin Sarkum은 바다에서 자급자족할 수 있는 수중 건축물 워터스크래퍼(Water-Scraper)를 제안했다. 이 워터스크래퍼는 친환경적 기술의 집합체로, 파도나 바람, 태양에 의해 공급된 에너지를 사용하는 수경 재배를 통해 자급자족할 수 있다. 또한 생물 발광의 촉수를 가지고 있어 바다 동물들에게 살아갈 장소를 제공하며 그 촉수의 움직임을 통해 에너지를 수집하기도 한다.

바이오미미크리 디자인의 가능성

1997년 '바이오미미크리' 개념을 처음 도입한 재닌 베니어스(Janine Benyus) 바이오미미크리길드 연구소 소장은 "자연이 38억년 동안 진화해왔다는 점을 감안하면 바이오미미크리는 무궁무진한 혁신의 영역"이라고 말했다. 진화를 거듭해오며 최적화된 자연으로부터 지속가능에 대한 해결책을 찾는 것은 인간이 지금까지 행해온 개발과 파괴라는 성장 메커니즘을 깨고 미래의 지속가능한 환경과 인간의 풍요로운 삶을 위한 지혜를 찾는 길이다.

이미 전 세계적으로 2000여건이 넘는 바이오미미크리 사례가 발표되고 있으며 학제적으로도 연구가 진행되고 있다. 디자인과 바이오미미크리가 융합함으로써 커다란 시너지 효과를 얻을 수 있음을 간파한 미국의 '바이오미미크리 연구학회'는 바이오미미크리를 통해 혁신적 디자인을 모색하고자 하는 사람들을 위해 '디자인스파이럴'이라는 방법론을 공개했다. '디자인스파이럴'은 디자인에 바이오미미크리적 시각을 도입하도록 하는 도구로서 자연으로부터 영감을 얻은 후 그 결과물이 형태, 과정, 생태계 등 모든 차원에서 자연을 모방하고 있는지 평가하는데 사용될 수 있다. 이 과정의 반복적 특성을 강조하기 위하여 나선형 구조를 사용하였으며, 이는 하나의 문제 해결 후 그것이 자연의 원칙에 얼마



디자인 스파이럴(이미지출처_www.biomimicryguild.com).

나 잘 부합하는가 하는 것을 평가하면 다시 또 다른 새로운 문제를 발견하도록 하는 식으로 계속해서 디자인 프로세스를 새로운 시각에서 바라보도록 한다. 디자인스파이럴은 단순히 자연의 외관을 모방해 물리적으로 디자인에 적용하는 방식에서 그치는 것이 아니라 바이오미미크리를 통한 디자인 혁신과정에서 발생하는 문제 해결방식을 디자인 프로세스의 전반에 적용하고 있다는 점에서 그 의의가 크다.

바이오미미크리 디자인의 가치

지속가능 디자인에 대한 고민은 단순히 재활용 패키지나 그린마크의 차원을 넘어 환경, 사회, 경제적 가치를 통합한 기업경영 차원의 전략으로 확산되고 있다. 이미 Boeing, GE, P&G 등 다국적 기업은 바이오미미크리를 활용한 제품혁신에 투자를 늘리면서 미래디자인에 대한 방향을 찾고 있다. 기업의 바이오미미크리 디자인에 대한 투자와 관심은 제품기획 및 디자인 개발과정에서 바이오미미크리를 통해 매력적인 외관을 스타일링 할 수 있을 뿐만 아니라 기능의 효율성도 극대화할 수 있기 때문에 점차 증가할 수밖에 없다. 이러한 지속가능성에 대한 전략적 접근 속에서 바이오미미크리 디자인은 디자인이 직면한 확장과 융합 그리고 지속가능성의 문제를 해결 할 수 있는 중요한 해결책이 될 것이며, 첨단기술의 발전과 함께 미래의 디자인에서 새로운 가치를 창출할 것이다.

디자인의 탄생이 산업화 시대의 대량생산문화와 그 흐름을 같이한다면 소모적인 대량생산 대량소비의 시대를 넘어서고자 하는 바이오미미크리에 기초한 디자인은 그 성질을 기존의 것과 다르게 정의해야 할 것이다. 또한 인류가 환경오염과 자연고갈의 위협 속에서 지속가능한 삶의 공간을 추구하는 가운데 스스로 자생하고 주위 환경 변화에 능동적으로 대처하고자 하는 바이오미미크리 디자인은 미래 친환경 삶을 위한 근본적인 디자인 개념으로 고려되어야 한다. 우리가 자연에 대한 새로운 시각 속에서 대자연의 지혜를 발견하고 이를 디자인적으로 이용한다면 수만 년 동안의 실패와 성공을 통해 창조된 자연의 형태와 기능, 그리고 시스템은 무한한 영역에서 활용 될 것이 틀림없다. 기존의 경제성장을 환경 친화적으로 전환해 가는 녹색성장의 과정에서 바이오미미크리는 성장과 환경보존의 상반된 개념을 묶는 '통섭'의 해결책이 될 수 있을 것이다.

참고자료

간행본

『생체모방』 제닌 M. 베니어스.

『포커스』 2008년 12월호, 교육과학기술부 과학기술정책실.

『디자인이슈』 2007년 10월호, 한국디자인진흥원 정책개발실.

웹사이트

www.biomimicryinstitute.org

www.biomimicryguild.com

www.asknature.org

www.reading.ac.uk/biomimetics

www-cdr.stanford.edu/biomimetics

www.ifp.co.kr

www.inhabitat.com

www.smartdesignworldwide.com

www.sharklet.com

www.trendtip.net

www.designflux.co.kr

www.ted.com



본 보고서는 지식경제부에서 시행하는 ‘디자인전략정보개발사업’의 일환으로 제작되었으며, 한국디자인진흥원이 운영하는 designbd.com에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

한국디자인진흥원 디자인전략연구실

이은선 과장 eunsun@kidp.or.kr

문채훈 연구원 chaehoonmoon@kidp.or.kr

•이 리포트에 실린 이미지 중 저작권자를 찾을 수 없어 출처를 밝히지 못한 것이 있습니다.
저작권자를 확인하는 즉시 절차를 밝도록 하겠습니다.