

Abstract

1. 서론

- 1-1. 연구 목적
- 1-2. 연구 범위 및 내용

2. 프랙탈(fractal)의 이해

- 2-1. 기하학이란
- 2-2. 프랙탈의 개념
- 2-3. 프랙탈의 기하학

3. 프랙탈 기하도형에 관한 분석

- 3-1. 프랙탈의 자기 유사성(Self-Similarity)
- 3-2. 프랙탈 도형
- 3-3. 프랙탈 이미지의 형태적 특성
- 3-4. 프랙탈(fractal)과 카오스(chaos)

4. 결론

우리 주위의 자연에서 쉽게 볼 수 있는 프랙탈 기하학(fractal geometry)에 대해 논하고자 한다. 자연은 디자인에 있어 다양성의 원천을 가지고 우리주위를 에워싸고 있으며, 디자인의 원리가 쉽게 발견되고, 또 다양한 부분들이 통일된 전체 속에 포함된 모습을 하고 있다. 이러한 디자인의 원천인 자연을 관찰하여 형태와 패턴의 가능성을 발견하고 이것을 합리화시켜 이상적인 기하학 형태로 만들어 왔다.

새로운 가치관의 등장과 함께 또 다른 우리의 관심을 얻는 것은 테크놀로지(Technology)의 응용 가능성이 증대된다는 점일 것이다. 의식구조와 테크놀로지가 변화함에 따라 예술과 문화의 영역에서도 상당한 구조적 변화가 된 것이다.

흔히 사람들은 과학은 무미건조하고 어떤 감동도 주지 못하며 예술과는 거리가 먼 것으로 생각해 왔다. 그러나 과학 및 예술과 함께 자연을 경험하는 두 가지 상호보완적인 방법중 하나로서 자연 속의 복잡한 모양에 내재하는 규칙을 이해하여 그 규칙을 하나의 도형으로

연결 표현적 측면을 들었다.

그 대표적인 이론이 프랙탈 기하학이다. 프랙탈 기하학에 내재된 혼돈 속의 질서, 질서 속의 혼돈의 시각적인미를 디자인으로 수용 적용한 것이다.

프랙탈 기하학을 과학으로 통하여 과학과 예술간의 실제적 접목이 여러 가지 방향으로 활발히 시도되고 있는데, 프랙탈은 공간의 목적에 맞도록 재창조하기 위한 하나의 방향제시로, 자연과 과학과 예술의 새로운 미학이 될 수 있는 계기를 마련한 이론이라 할 수 있다.

즉, 자연형태 속에 내재된 프랙탈(fractal)적 질서를 조형적 관찰을 통하여 체계적으로 분석하고 추출하여 시각의 형태로 활용한 것이다.

프랙탈의 이해를 통해 기하학의 이론적 배경을 고찰하고, 프랙탈의 용어정의와 그 관련 이론들의 객관적인 내용을 살펴보았다. 도형적 이미지의 구성원리와 특징을 바탕으로 프랙탈의 기하학적 측면을 들어 시각적 개념과 형태적 특성을 찾아봄으로써 프랙탈의 이미지 사고가 형태로 표현되는 과정을 파악하고자 한다.

(핵심어)

프랙탈, 기하학, 공간, 질서

Abstract

I wish to argue about fractal geometry that we can see easily in surrounding nature. Nature has source of variety and surround our surroundings in design, and principle of design is discovered easily, and do image included within whole that various members are unified also. Human have made by ideal geometry form discovering possibility of form and pattern and rationalize this observing nature that is source of these design. It may be that application possibility of technology is increased to get another our interest with entrance on the stage of new value.

Consciousness structure and technology become fair structural conversion in area of art and culture according to variableness. Often, people is dry science and do not give any emotion and have thought as thing which distance is far with art. But,

in complex shape of nature inside as two one complementary method that experience nature with science and art my of do knowing rule understand and the rule took side the connection expression enemy by one figure. The representative theory is fractal geometry. Apply my my order of chaos inside that become, optical beauty of chaos of order inside accommodation by design in fractal geometry. Practical grafting between science and art is attempted abuzz to various direction going through fractal geometry by science Fractal is one direction presentation to do re-creation to fit in purpose of space, I can speak as theory that ready meter that can become new esthetics of nature and science and art. That is, analyzes order systematically the modeling enemy through observation the fractal(fractal) enemy who is indwelled within native conformation and extracts and utilize by form of sight. Investigates geometrical theoretical background through comprehension of fractal, and examined terminology justice of fractal and objective contents of the connection doctrines. The penal servitude enemy, with member state of image and characteristic image accident of fractal wishes to grasp process that is expressed by form by lifts geometrical side of fractal and finds visual concept and formal special quality.

(keyword)

Fractal, Geometry, Space, Order

1.

1-1.

디자인의 개념변화는 사회, 문화, 역사적 상황 속에서, 그 공동체가 이룩한 가치관의 변화에 의해 이룩된다. 이러한 가치관과 미의식의 변화에 의해 당대의 디자인은 그 사회의 특성과 움직임을 반영한 '다양한 것'을 만들어 낸다. 이것은 다원성을 띠는 현대사회의 특성을 고려해볼 때 당연한 현상이다. 현대사회에서 디지털매

체의 등장과 함께 고전적인 유클리드 기하학이 퇴조하게 되고 프랙탈(fractal)¹⁾적 사유나 관행이 보편화되고 있다. 과학이론인 '프랙탈 기하학'의 디자인 응용은 모더니즘에서 포스트 모더니즘과 해체주의로 이어지는 디자인 사조의 변화와 더불어, 디자인과 과학의 변화에 순응하는 디자인 관점이라고 볼 수 있다. 오늘날 프랙탈은 우리 일상생활 속에 늘 존재하면서 과학 전반에 걸쳐 넓은 응용범위를 가지고 있음에도 불구하고 단순히 비정형적이고, 무한한 반복의 형태와 같은 일차원적이며, 과학적인 이론과 형태론적인 개념에서만 접근되어 온 것이 사실이다. 이러한 일차원적인 접근에만 머무르지 않고, 디자인에 있어 프랙탈을 연구하는 것은 자연의 형태에 대한 새로운 발견을 통해 또 하나의 중요한 가능성을 제시하여 줄 수 있을 것이며, 이러한 형태의 복잡성과 무질서 속의 질서의 발견은 새로운 예술의 한 형태로 제시되고 있다. 프랙탈 기하학은 길들여지지 않고 비 문명화 된 자연에 대한 현대인의 호감과 엄격한 과학을 조화시켰다. 인간, 자연을 포함한 모든 세계를 보는 우리의 시각을 비선형성, 다양성, 시간성, 복잡성을 표현하기에 적합한 디자인 적용방법이다. 프랙탈 이론은 그 개념과 이론에서 디자인에 매우 유용할 수 있다. 다시 말해서 프랙탈 이론을 이미지에 도입하는 방향은 디자인 사고 영역과 체계를 확장시키는 것과 그 개념과 원리를 이미지에 직접 응용하는 것으로 나누어 볼 수 있다. 이 모두가 디자인 영역의 확장과 발전에 크게 기여할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구의 목적은 자연 속에 내재하는 복잡하고 불규칙해 보이는 현상을 이해하고 여기서 규칙을 찾으려는 복잡성의 과학을 통해서 과학과 예술간의 실제적인 접목이 여러 가지 방향으로 활발하게 시도되어야 하며, 과학과 디자인을 연계시키는 하나의 방법론적 시도로, 급성장하고 있는 프랙탈 기하학을 시각적 이미지에 도입하는 것이 목적이다.

1-2. 연구범위 및 내용

본 연구는 현대적 흐름에 맞추어, 새로운 이미지 방법과 시각이미지 사고를 제시하고자 한다. 프랙탈 기하학의 발생 배경을 고찰하고 기하학적인 측면과 형상들, 프랙탈의 이미지 개념과 형태특성을 찾아봄으로써 프

1) 부분이 전체를 닮는 자기 유사성(self-similarity)과 소수(小數)차원을 특징으로 갖는 형상. 두산 대백과 사전

랙탈의 이미지 사고가 형태로 표현되는 과정을 파악하고자 한다. 이와 같은 과정을 통해 과학과 예술의 접목적 이론과 프랙탈 이미지의 구성원리와 특징을 바탕으로 프랙탈의 용어정의와 그 관련 이론들의 객관적인 내용을 살펴보았다. 프랙탈 기하학에 대한 이해와 이론의 해석을 바탕으로 디자인의 원리를 유출해 보고, 기하학적인 형태로 발전된 프랙탈 이론을 이미지에 접목시켜 과학과 예술 기하학의 이론적 배경을 고찰하고, 프랙탈의 도형적 측면을 들어 이미지의 특성 및 원리를 규명해 보고자 한다.

2. (fractal)의 이해

2-1.

기하학이란 단어, geometry는 그리스어의 geometrein (geo : 땅, metrein : 측정하다)으로부터 유래된 것이다. 기하학은 실용적인 목적을 초월하여 도형에 대해 논증 기하학을 도입하였는데 그 시기는 고대 그리스 시대로 거슬러 올라간다. 밀레투스의 탈레스(thales of miletus)는 삼각형과 원에 관한 몇 가지 성질을 알고 있었으며, 간접적인 측량에서 이러한 성질을 이용했다고 한다. 또한 피타고라스는 증명이라는 방법으로 이런 지식을 논리적으로 체계화하는 착상이 있었던 것으로 전해진다. 유클리드의 원론은 대부분 평면과 공간에서 도형에 관하여 다루고 있으며, 또한 수론적인 면을 기하학적 용어로 나타내고 있다. 17세기에 데카르트의 착상은 해석 기하학의 기초가 되었다. 특히 18세기 들어서 오일러가 2차 곡선에 대한 완전한 대수적 이론을 확립하여 해석 기하학은 상당한 발전을 하게 되었는데 그전에 이 곡선은 아폴로니우스에 의해서 원추곡선으로 연구되었었다. 18세기 말경에 해석학은 기하학에 다시 응용되어 미분기하학(differential geometry)을 탄생시켰다.

19세기에 유클리드 기하학은 선형적(priori) 정당성을 거부한 볼리아이와 로마체프스키는 비유클리드 기하학(non-euclidean geometry)을 발표했다. 해석기하학에서 눈에 보이는 평면과 공간은 우리가 잘 알고 있는 2차원 유클리드공간과 3차원 유클리드 공간으로 나타낼 수 있다. 여기서 2차원과 3차원의 기하학을 각각 평면 기하학(plane geometry)과 입체기하학(solid geometry)이라 부른다.

2-2. 프랙탈의 개념

프랙탈이란 말은 ‘부서지다’ 라는 라틴어동사 ‘frangere’에서 파생한 ‘부서진 상태’를 뜻하는 형용사 ‘fractus’에서 유래되었는데 1975년 만델브로트(Mandelbrot)가 수학 및 자연계의 비 정규적인 패턴에 대한 체계적 고찰을 담은 자신의 에세이에 표제를 주기 위해서 처음 만들어냈다.²⁾ 만델브로트는 자신이 생각한 형상, 차원 및 기하학에 대한 이 이름을 생각하고, 자연에서 일어나는 복잡, 무질서, 구조적 불규칙성, 동력학에서 일어나는 카오스적 형상을 정량적으로 기술하고 분석할 수 있는 새로운 기하학인 ‘프랙탈 기하학’을 제안했다. 프랙탈이 주목하는 것은 비 규칙적인 것, 혼돈 및 무질서 현상이다. 즉 비예측적이고, 예외적이며 불규칙한 무질서, 이러한 것들은 혼돈이라는 이름으로 소외되어져 온 것이 사실이다. 이를테면 자연계의 현상에서 나타나는 비정규적 패턴, 비예측적이고, 예외적이고, 혼돈스러운 것들에 대한 체계적인 고찰의 방법이 프랙탈이다.³⁾ 그 후 프랙탈 이론은 다양한 과학분야들에 응용되었으며 컴퓨터그래픽스를 이용하여 다양한 프랙탈들이 만들어졌다. 프랙탈은 자연에서 흔히 볼 수 있는 불규칙하고 무정형한 모양들을 말하는데. 그 예로는 고사리 잎의 모양, 눈의 결정, 구름의 무정형한 패턴, 번개의 불규칙적인 궤적, 해안선의 모양, 나무의 가지 등 자연계의 현상들에서 쉽게 예를 들 수 있다.⁴⁾ 아주 복잡하고 혼란스러운 것 같지만, 이러한 현상의 이면에는 나름대로의 규칙성을 지니는 구조를 발견할 수 있게 된 것이다. 프랙탈은 이를테면 복잡한 구조를 기술할 수 있는 구조의 덩어리 혹은 차원을 찾아내는 연구라고 할 수 있다. 매끈하고 미분 가능한 유클리드 기하학에서 다루는 형태인 원, 구, 원추, 직선 등 이와는 달리, 겉으로 보기에 복잡하고 무질서해 보인다. 모양이 불규칙하므로 유클리드 도형의 평행이동대칭이 아니다. 하지만 이 복잡함 속에 간단한 규칙이 내포되어 있다는 것이다. 즉 복잡한 구조 속의 작은 부분은 그 내부의 전체구조와 똑같은 복잡한 구조를 포함한다는 것이다. 이것은 자연계의 불규칙한 형태의 불규칙한 정도는 측척에 관계없이 일정하다는 것이다. 프랙탈 이론은 지금까지 과학자가

2) Glick, J. .성운하 역, Chaos:현대과학의 대혁명, 동문사, 1993, p.122

3) 김옥경, 프랙탈아트와 조형적 제안에 대한 고찰, 프랑스학연구 제25권, 2002, p.403

4) 김승환, 프랙탈, 서울:공간, 1993, p.53

사용해온 곡선이나 곡면으로는 충분하지 않은 자연속에 있는 복잡한 모양과 현상들, 이 울퉁불퉁한 상태를 밝히는 수단이라 할 수 있으며 전체와 부분에 내재하는 유사성을 만들어 내는 객관적 방법을 연구하는 것이다.

2-3. 기하학

금세기에 불어 닳친 무한개념을 중심에 세운 수학은 기하에서도 '무한'의 바람을 일으켰다. 무한을 가능케 한 그것은 컴퓨터이다. 물론 컴퓨터가 그리는 도형도 분명히 유한 번의 것이다. 하지만, 자연의 모습은 결코 자와 컴퍼스로는 흉내낼 수 없는 엄청난 되풀이를 해야만 파악이 가능하다. 컴퓨터는 무한에 가까운 조작으로써 자연의 미세한 부분에 내포되어 있는 부분까지도 그려낼 수 있다. 거대한 우주의 모습, 극미 세계의 대부분의 도형들은 컴퓨터의 도움 없이는 이미지를 상상하기 어렵다. 이 새 기하학은 컴퓨터에의 의존도가 매우 높으며, 컴퓨터 없이는 성립될 수 없는 수학적 아트이다. 컴퓨터 기하학은 무한(無限)을 오히려 가장 본질적인 수단으로 삼는 무한의 기하학이다. 이것을 '프랙탈 기하학'이라고 한다.⁵⁾ 프랙탈 기하학은 기존의 상식이었던 기하학의 개념들을 무너뜨리고, 보다 포괄적이고 보편적인 개념으로 이루어진다.

3. 기하도형에 관한 분석

3-1. 프랙탈의 자기 유사성(Self-Similarity)

프랙탈을 차원분열 도형이라고도 한다. 자기 유사성(Self-Similarity)을 갖는 복잡한 기하도형의 한 종류로서 프랙탈은 4각형원구 등의 고전기하, 즉 유클리드 기하학과는 다르다. 이들은 유클리드 기하 구성성분으로 설명할 수 없는 자연의 고르지 않은 현상이나 여러 불규칙 형태의 사물을 묘사할 수 있다.⁶⁾

자기 유사체란 구성 부분이 전체와 닮은 것이다. 불규칙적인 세부나 무늬가 점차적으로 더 작은 크기로 반복되고 순수하게 추상적인 것의 경우 무한히 계속 반복하여 각 부분의 부분을 확대하면 전체 물체와 근본

적으로 같게 된다. 실제로 자기 유사체는 크기를 바꾸어도 변하지 않는다. 즉 크기에 대해 대칭을 이룬다.

프랙탈 그래픽은 크게 2가지 결정형(deterministic)프랙탈과 무작위(random)프랙탈로 나눌 수 있다. 결정형 프랙탈은 특정 사상이나 규칙(rule)이 반복해서 되풀이된다. 즉, 자신의 모양을 몇 단계에 걸쳐 축소시키고 회전시켜서 만든다. 그러므로 작은 부분들을 확대시켜 보면 전체 모양과 같은 프랙탈 자체의 유사성을 갖는다. 무작위 프랙탈은 무작위 변위의 크기를 조절하여 통계적으로 자체 유사한 배열을 시키므로 작은 부분을 확대시켜 보면 길이 등이 상이하지만 전체 집합과 같은 통계적 유사한 분포를 작게 한다. 이러한 통계적 유사성을 갖는 프랙탈을 이용하면 해안선이나 지형 표면과 같은 불규칙적인 자연 현상을 잘 표현할 수 있다.⁷⁾ 자기닮음 구조를 하고 있는 프랙탈 도형은 그 구조 속에 자기조직화의 메카니즘이 숨어 있다. 유클리드 기하학에서 다루는 도형들은 모두 부분으로 분해할 수가 있다. 어떤 다각형이라도 몇 개의 삼각형으로 분해할 수 있고, 삼각형은 선분이나 각이라는 '부분'으로 분해된다. 또 선분은 점이라는 최후의 요소로까지 분해된다. 원의 경우는 길이가 0인 선분으로 분해된다.⁸⁾ 하지만 프랙탈 도형인 경우, 이런 뜻에서는 부분을 찾아낼 수가 없다. 어느 일부분을 떼어내도 확대하면 다시 원래의 프랙탈 도형이 된다. 아무리 작은 부분을 살펴 보아도 마찬가지이다. 이처럼 복잡한 모양을 갖는 도형이 전혀 '부분'을 갖고 있지 않다.

3-2. 프랙탈 도형

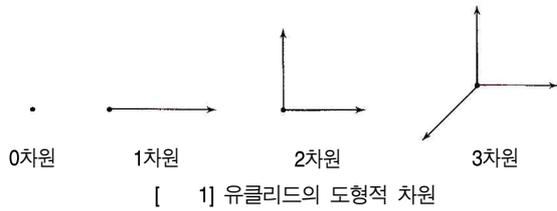
도형이 몇 차원의 공간에 놓여 있는가에 따라 도형의 성질은 전혀 달라진다. 특히 프랙탈 도형처럼 복잡한 곡선의 차원 문제 때문에 차원의 개념을 새로 정립해야 한다. 기하학(유클리드 기하학)에서는 점은 0차원, 직선은 1차원, 평면은 2차원, 공간은 3차원이라고 한다. 이것을 '유클리드 차원'이라고 부른다.

5) , 김용국 공저, 프랙탈과 카오스의 세계, 도서출판 우성, 1998, p.25

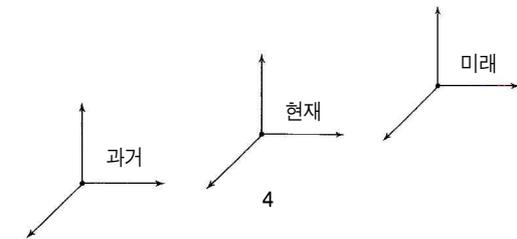
6) <http://enc.daum.net/>

7) Andrew S.Glassner, 김상진 역, 도해 컴퓨터 그래픽스, 서울세화, 1989, p.62

8) 김용운, 김용국 공저, 프랙탈과 카오스의 세계, 도서출판 우성, 1998, p.268



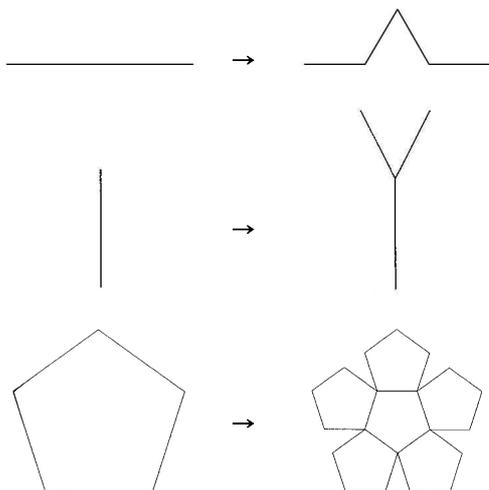
여러 가지 양의 크기를 통틀어 측도라고 말한다. 0차원인 점은 origin(0)이며 기본적인 요소이다. 1차원 도형의 측도는 길이이며 2차원 도형의 측도는 넓이이고 3차원 도형의 측도는 부피이다. 1차원 도형은 길이만이 관심의 대상이고 2차원의 도형은 가로와 세로의 길이,



즉 넓이가 문제가 된다. 3차원의 도형은 가로, 세로의 길이와 높이, 즉 부피가 대상이 된다. 아인슈타인의 상대성 이론은 3차원 공간에 '시간'이라는 차원을 덧붙여서 4차원의 우주를 생각한다.

[그림2] 아인슈타인 상대성 이론속의 도형적 차원

프랙탈 도형을 만들 때도 최초의 직선이나 도형이 있다. 이것을 창시자(initiator)라고 부른다. 여기에 프랙탈 도형을 만드는 규칙이 주어졌을 때 생긴 도형을 생성자(generator)라고 부른다. 이 생성자를 프랙탈 도형의 기본 구성요소로 간주한다.



창시자(initiator)

생성자(generator)

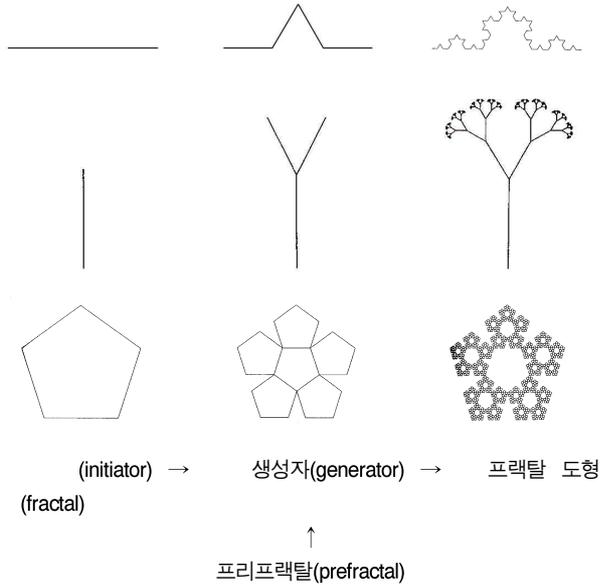
[그림3] 프랙탈(fractal) 도형 기본 구성요소

이 생성자를 어떻게 반복하느냐에 따라서 조금씩 다른 프랙탈 도형이 얻어진다. 이들 생성자가 무한히 작아지면서 조밀하게 결합되어 프랙탈 도형이 형성되었다고 간주한다면, 이들 생성자들끼리의 결합 방식에는 여러 가지가 있을 수 있다. 즉, 각 요소들에는 약간의 자율성이 있는 것이다. 그러나 유클리드적인 도형에서는 그러한 자율성이 없다는 점에서 대조적이다. 생성자들의 결합 방식을 바꾸어 다른 이미지의 프랙탈 도형을 구성하는 것이 바로 코흐 곡선⁹⁾과 랜덤(random) 코흐곡선을 대비시킨 경우가 그렇다. 비평형 개방계에서 전체와 부분의 관계는 프랙탈적이라고 생각할 수 있다. 재조직될 때마다 부분들은 새로운 관계를 이루어야 하기 때문이다. 프랙탈 도형에서 그리는 방법은 '창시자'와 '생성자'가 주어지고, 창시자를 생성자로 대체해 가는 반복 시행법에 따라 여러 가지 프랙탈 도형을 얻는 것이 그것이다. 프랙탈은 '생성자'를 축소해 가면서 적당한 규칙에 따라 무한히 반복했을 때 얻어진다. 이에 대해 유한 번밖에 반복하지 않은 도형을 프리프랙탈(prefractal) 도형이라고 부르기도 한다. 즉, 프리프랙탈은 프랙탈 도형이 되기 이전의 단계를 프랙탈인 것이다. 프리프랙탈과 프랙탈의 차이를 유한과 무한으로 설명하지만, 프랙탈은 본래 '무한' 개념을 전제로 하고 있다. 프랙탈 도형은 생성자를 무한히 반복하여 얻어지기 때문이다. 이렇게 해서 우리는 무한을 볼 수 있게 된 것이다. 현실 세계는 모두가 유한의 시간 내에서 형성된 것이므로 그 의미로는 어떤 현상이든 유한 번의 변화로 인하여 이루어진 결과이며, 무한 번의 결과란 없다.¹⁰⁾ 즉, 실제로 우리가 볼 수 있는 것은 프리프랙탈 도형일 뿐이다. 진정한 프랙탈 도형은 상상의 세계에만 있지만, 쉽게 무한 과정의 극한을 상상할 수 있으므로

9) 코흐(Koch)라는 수학자가 만든 코흐곡선이다. 각변을 3등분하여 그 가운데 부분을 한 변으로 하는 정삼각형을 만든다. 이 삼각형의 밑변(처음 선분의 가운데)을 없애고 두 변을 남긴다. 그러면, 길이가 같은 네 개의 선분으로 된 꺾은 선이 만들어진다. 이것을 계속 되풀이한 극한의 상태를 코흐곡선이라고 한다.

10) 김용운, 김용국 공저, 프랙탈과 카오스의 세계, 도서출판 우성, 1998, p.37

이 둘을 굳이 구별하지 않는다. 그러므로 프랙탈 기하학은 유클리드 기하와 같은 상상 속의 기하학이 아닌 강한 현실성을 지니고 있다.



[그림4] 프랙탈 도형(fractal) 생성 과정

프랙탈 도형의 특징은 부분의 부분, 또 그 부분을 반복해서 확대해 가도 도형의 구조는 본질적으로 변하지 않으며 이와 같이 무한소의 부분에까지 한결같이 미치는 미세구조가 프랙탈 도형의 특징이다. 프랙탈 도형이 재미있는 것은 약간의 조작의 변화로 매우 다양한 모습이 연출된다는 점이다. 각 선분마다 계속 무한히 반복하여 프랙탈 도형의 이미지를 얻는데 선 부분을 꺾어서 위로만 솟아오르게 하지 않고, 위와 아래로 번갈아가면 이 때는 아주 재미있는 모습이 나타난다. 위아래로 번갈아 꺾어 갈 뿐인데, 무질서하면서도 자연스러운 이 곡선을 랜덤(무작위)이라는 수식어를 덧붙여 랜덤곡선(random curve)이라고도 부른다.



[그림5] 무작위(random) 곡선을 만드는 과정

이 랜덤곡선의 차원도 물론 보통 곡선의 차원과 똑같다. 복잡하고 정교한 프랙탈 도형의 특징은 아주 작은 기하학적 변형의 반복에 의해 생성되는 것이다. 변수의 약간의 오차가 반복되는 알고리즘이 누적되면서 전혀

다른 모습의 프랙탈 도형이 만들어진다. 프랙탈의 장점은 간단한 방법으로 복잡한 구조를 만드는 데에 있다. 실제 자연의 경치는 복잡하지만, 그것은 프랙탈적인 성격을 갖고 있기 때문에 그 특징을 찾아 차원만을 되풀이 조작함으로써 복잡한 구조를 재현할 수가 있다. 프랙탈 도형이 아름다운 이유는 확대해 가는 과정에서 그 모양이 불변이라는 점이다.

3-3. 이미지의 형태적 특성

프랙탈은 유한한 면적이나 공간에서 무수히 많은 선과 면들이 교차하지 않고 겹쳐서 채워진 형상을 갖는 소수차원이다. 이런 형상들의 생성과정은 형태가 겹쳐지고 축소되고 변형되며, 반복과정을 통해서 다시 원래의 형태가 나타나게 된다. 이런 과정은 디자인의 구성원리로 변형과 왜곡, 중첩 등으로 표현 될 수 있다. 여기서 변형이란 여러 가지 형의 느낌을 더욱 강하게 나타내기 위해서 주제의 특성을 간결하게 변형시키는 것을 말한다. 중첩은 하나의 형태가 다른 형태 위에 겹쳐질 때, 그것은 상대의 앞이나 위에 있는 것처럼 보인다. 이처럼 디자인에 있어 중첩의 표현은 공간감을 일으킨다. 따라서 프랙탈 구조와 차원은 디자인에 있어서 반복과 크기의 변환 또는 점중 그리고 변형과 왜곡 또, 중첩의 효과와 관련된 개념을 제공한다.

1) 왜곡(Distortion)

프랙탈의 형태는 형태의 왜곡으로써 표현될 수 있다. 왜곡은 공간감을 창조한다. 왜곡이란 대상의 전체적인 형상이 그것의 공간 차원들 사이의 관계에 어떤 변화를 가져온 것을 의미한다. 그것은 주어진 형상 그 자체에 있는 것이 아니라 과거에 본 것에 대한 기억의 흔적과 현재 보이고 있는 것 사이의 상호 작용에서 생겨나는 것이다. 결국, 3차원 효과가 왜곡의 긴장을 제거하고 그래서 투영 패턴을 저해하지 않고도 모양을 단순화시키기 때문이다. 왜곡은 항상 잡아늘이거나 짓누르거나 또는 뒤틀고 구부린 것처럼 기계적으로 누르거나 잡아당긴 어떤 효과가 그 대상에 가해진 인상을 내포한다. 다시 말하면, 대상의 전체적인 형상(또는 그 대상의 부분)이 그것의 공간 차원들 사이의 관계에 어떤 변화를 가져온 것을 의미한다.¹¹⁾

11) Rudolph Arnheim, 김춘일 역, 미술과 시지각, 미진사, 2003, p.252

2) 반복(Repetition)

점과 점 사이에서는 점, 선과 선 사이에서는 선, 형태와 형태 사이에서는 형태, 공간과 공간 사이에서는 공간이 동일한 패턴으로 연속되어 가는 것을 말한다. 반복은 자연 질서 속의 근본적이고 공통되는 형으로, 시간의 간격과 공간의 간격에 의하여 반복이 생기며 반복은 통일을 위한 중요한 수단이다.¹²⁾ 단일한 것과 그룹을 반복하는 경우가 있다. 반복에 있어서 룰을 정하지 않으면 구성이 안된다. 처음에 지루하게 보이는 유니트(unit)라도 룰에 따라 흥미로운 패턴이 되든가 아닌가가 결정된다. 연속에 의해 만들어진 패턴은 어디가 시작이고, 어디가 끝인지 알 수 없다. 이것이 연속한 패턴의 특색이다. 한곳에 쏠리게 하지않고, 전체의 이미지로 알리는 것이다.¹³⁾ 우리가 보는 자연계의 프랙탈 적인 형태와 카오스적인 현상은 복잡성과 단순성이 결합한 것이다. 단순성은 간단한 규칙을 말하며, 복잡성은 간단한 규칙을 무한히 반복해서 만드는 것이다. 간단한 규칙과 반복이 아름다운 모습을 만들어 내는데, 무한히 반복하기만 하는 것이 아니라, 그 안에 미묘한 규칙이 있기 때문에 아름다운 것이다.

3) 스케일링(Scaling)

기하학적인 형상은 그 특유의 크기, 즉 축척을 갖는다. 스케일링의 방법은 형상의 변화없이 크기가 변하는 변형과정이다. 등각변형에 확대, 축소를 가하는 것은 유사변형을 산출한다. 이 과정은 우선 선택된 형상을 원래의 문맥으로부터 분리, 고립시켜 다른 자리로 옮기고 이 기본형을 축소 또는 확대시킨다. 이때 크기나 위치는 변해도 그 기본속성은 변하지 않는다.¹⁴⁾ 프랙탈은 많은 다른 스케일들에서 유사한 부분들을 보여주고 있다. 연속적으로 더 크게 확대된 이미지화 하고 그 이미지를 더 세밀하게 확대하면, 스케일링은 자연의 역동성의 다른 관련 패턴과 유사하다. 이것을 관찰자들이 주의 깊게 살펴보면 한편에서 본 것과 다른 편의 것이 유사하다는 것을 알 수 있다.¹⁵⁾ 일반적으로 자기 유사성

12) , 연제진, 정인국, 김문덕 공저, 건축의 조형의장, 기문당, 2000, p.85

13) Haruyoshi Nagumo, 박영원 역, 시각표현, 도서출판국제, 1999, p.76

14) Glick, J, 박백식,성운하 역, Chaos:현대과학의 대혁명, 동문사, 1993, p.108

15) John Briggs, Fractals, New York:Sim & Schuster, 1992, p.23

을 갖는 단위의 확대, 축소 또는 변형된 반복으로 볼 수 있다. 즉 발생하는 과정은 같은 매커니즘에 의해 진행되지만 그 결과로 발생한 조직은 각 개체간의 차이를 낳는다. 동시에 각 개체군은 다른 개체군으로부터 뚜렷하게 구별되는 특성을 지닌다.¹⁶⁾

4) 중첩(overlapping)

프랙탈 이미지의 중첩은 공간감을 일으키며, 각각의 요소들이 원형과 다른 형태로서 창출되거나 혼합되어 재구성되어져 불연속, 부조화에서 발견할 수 있다. 중첩은 부분적으로 위에 있는 단위가 다른 단위에 가릴 때 생기는데 겹쳐져 있는 형상을 보게 될 때, 뒤에 가려진 것이 실제 존재하지 않는다고는 생각하지 않는다. 그러나 앞에 있는 형태는 가까운 것으로 지각되며 공감각적 인상이나 깊이를 경험하게 된다. 중첩은 대상의 부분들을 제거하거나 동시에 통합하는 속성을 가지고 있다. 중첩요소에서 가장 기본인 것은 축(선)인데 축의 중첩은 중첩성의 표현 방법 중에 가장 대표적인 것이라 할 수 있으며 면이나 공간의 중첩도 결국은 선의 중첩인 축의 중첩이나 치환의 결과로 인식된다.¹⁷⁾ 중첩은 입체감, 공간감을 더 강화시키는데 윤곽선들이 서로 접히거나 가로지르되 서로를 차단하지 않는 한 공간적 효과는 강하지 못한다. 중첩의 3차원 효과는 전체 패턴이 좀더 단순해질 때, 패턴 안에서의 물리적 거리에 실제적인 차이가 있을 때 더 두드러지게 나타난다.¹⁸⁾

3-4. (fractal)과 카오스(chaos)

카오스는 무질서(disorder) 그 자체를 뜻하는 것으로 오인하기 쉽다. 그러나 질서와 무질서는 서로가 대립적인 개념이지만 카오스는 그 안에 질서와 무질서의 양면성을 함께 간직하고 있다. 질서란 이성(理性)으로 파악할 수 있는 사물의 조리나 순서로 이해되어 왔다. 반면에 무질서는 이해할 수 없는 경우에 따라서 인간의 이성이 접근할 수 없는 것이었다. 코스모스(cosmos)와 카오스(chaos)의 대립적인 개념이 바로 이것을 말해준다. 우리는 자연에서 '무질서'라는 용어로 표현해 왔던 현상들을 컴퓨터가 분석할 수 있게 되면서 질서와 무질서는 매우 깊은 연관이 있음을 알게 되었다. 무질서한 현

16) <http://jsyang2.com.ne.kr/homepage/science7.html>.

17) Gyorgy Kepes, 시각 언어, 1983, p.76

18) 루돌프 아르하임, 김춘일역, 미술과시각, 미진사,2003,p.221

상 내에는 질서가 내재되어있고, 그 질서에 의해 새로운 혼돈이 초래된다. 카오스 이론이 등장한 이후로 무질서한 현상들을 외면할 수 없게 되면서 오히려 잡음, 혼란 등 무시해 왔던 것들을 적극 파헤치고, 그 속에 숨어있는 질서를 찾아내고자 했다. 프랙탈 기하학은 무한성에 의하여 혼란적이지만 그 혼란 속에 질서를 내포하기 때문에 공간안에서 전형적인 프랙탈 구조를 갖고 있는 카오스 운동의 기하학적인 측면이라 할 수 있다. 카오스 내에는 프랙탈 구조가 깃들여 있는데, 카오스의 복잡성이 증가하면 프랙탈 구조는 하나만이 아니고 여러개가 겹쳐진, 즉 멀티프랙탈이 된다. 멀티프랙탈은 카오스의 복잡성을 말해 주는 좋은 지표가 될 수도 있는 것이다.



[6] 프랙탈적(fractal) 패턴(pattern)

프랙탈은 다음의 네 가지 특성을 가지고 있다. 첫째, 전체와 부분이 유사한 형태를 가진다. 자기유사성은 어느 부분을 확대하여도 전체의 모양과 닮았다. 부분 속에 전체가 들어 있는 구조로 부분이 전체를 반영하는 반복 구조를 의미한다. 둘째, 프랙탈은 비 규칙적, 비대칭적 구조이다. 삼각형, 사각형, 원, 구 등과 같이 전통적인 유클리드 기하학의 형태는 확대하면 그 구조가 사라지지만 프랙탈은 확대·축소하더라도 단순해지지 않으며 비 규칙성의 정도가 계속 발생하는 자기유사성을 나타낸다. 프랙탈은 모든 부분이 전체와 정확히 일치하기 때문에 선형적인

자기유사나 대칭구조를 갖는다고 한다. 그러나 프랙탈은 엄격한 자기유사나 단조로운 반복이 아니며 완전한 동일성이 해체된 비동일적 카오스의 세계를 나타낸다. 셋째, 프랙탈은 규칙성과 비 규칙성, 단순성과 복잡성, 다양성과 일관성 등의 대조적인 특성들이 상호보완적으로 공존하고 있다. 따라서, 프랙탈의 형성 메카니즘은 복잡하고 비 규칙적인 형상이어도 단순한 반복 규칙에 기초한다. 넷째, 위상공간에 나타나는 어트랙터(attractor)는 프랙탈 특성을 갖는다. ‘끌어 당긴다’라는 뜻으로 복잡한 영역 안에서 중심이 되는 운동의 한정된 영역을 가리킨다. 특히 카오스의 기하학적 형상으로 조직화된 무질서를 보여준다.

프랙탈 모양은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 첫째, 무한하게 세분된다.
 - 둘째, 무한한 길이를 가진다.
 - 셋째, 정수가 아닌 분수차원을 가진다.
 - 넷째, 규모가 작아지는 방향으로 스스로 닮아간다.
 - 다섯째, 간단한 반복작업을 계속하여 만들 수 있다.
- 프랙탈 기하학은 무한성으로 인하여 카오스를 내포한 기하학이며 자연의 본질을 새로운 접근방법으로 이해하는 수단이다.¹⁹⁾ 청동기 시대의 도자기 무늬나 예술에 나타나는 그림과 인디언이 보여주는 예술 그리고 불교의 만다라에서도 무의식중에 프랙탈은 반영되어 왔다. 그러나 서양고전 예술의 대칭적이고, 규칙적인 조화성은 이와는 다른 유형이 많다. 이런 고전적인 형태 속에서도 규칙의 평정함 속에 혼돈의 힘이 항상 내재되어 있음을 알 수 있다. 모든 예술은 질서와 혼돈의 성장과 정체를 추구해 왔다.²⁰⁾ 우리의 미적 감각은 자연에 내재된 질서와 무질서의 조화로운 배열에서 영감을 얻는다. 또한 규칙적이고 단순한 질서는 사실상 자연에 있어서 이상적이라기 보다는 예외적인 것이다. 이 모든 자연의 형상들은 질서와 무질서의 특정한 조합으로 나타난 것이다. 프랙탈 이론은 과학적인 논리보다는 그림을 통한 직관이 중요시되기 때문에 현재 예술이나 미술, 디자인에서도 많은 주목을 받고 있다. 실제로 카오스 이론중 예술이나 디자인 분야에서 실제적인 접근이 쉬운 부분이기도 하다.

19) 이승준, 혼돈과학, 서울Softworld, 1994, p.267
 20) Briggs, J, 김광태 역, Turbulent Mirror, 범양사, 1990, p.47

4.

우리들의 예술적 세계관은 아직도 많은 부분이 유클리드식 형상인 평행선, 원, 사각형이나 삼각형을 보는데 익숙해져 있어, 이에 영향을 받고 있기 때문에, 프랙탈을 처음 접할 때는 프랙탈적 사고와 비선형적, 비규칙적인 시각으로 인하여 모든 사물과 자연현상을 보는 것이 부자연스럽게 느낄 수 있을 것이다.

프랙탈은 자연계의 구조적 불규칙성을 기술하고 분석할 수 있는 새로운 기하학으로 그 복잡한 모양을 규칙적으로 표현함으로써 과학과 예술의 여러 접목이 활발히 시도되고 있는 이론이다. 과학의 영역에서 출발한 프랙탈 개념은 이제 동시대 미술담론의 영역에서 디자인이론의 복잡한 패턴을 기술할만한 중요한 개념을 시사한다. 자연속에서 혼돈과 질서, 부분과 전체가 배척되지 않고 상호공존하며, 상생하는 유기적 전체의 원리가 프랙탈의 개념이고, 우리는 바로 이 개념을 통하여 동시대 예술에 내제한 다원적 카오스를 해명해 볼 수 있다. 프랙탈은 단순하고 기본적인 기하학적 형태만을 조합함으로써 새로운 기계주의, 기능주의 미학을 창조한 것으로 설명했다. 이러한 견해는 프랙탈 기하학에 대한 이해와 이론의 해석을 바탕으로 다양한 이미지에 프랙탈 원리를 유출해 보고, 그 접근 방법을 찾는데 있었으며, 프랙탈 기하학을 통해 카오스 이론과 디자인에서 적용가능성을 알아보았다. 프랙탈은 부분의 부분, 또 그 부분을 반복해서 확대해 가도 도형의 구조는 본질적으로 변하지 않으며 약간의 조작의 변화로 매우 다양한 모습이 연출된다는 것을 기하학적인 측면에서 분석하였다. 유한한 면적이나 공간에서 무수히 많은 선과 면들이 교차하지 않고 겹쳐서 채워져 나가는 소수 차원으로서 형태가 겹쳐지고 축소되고 변형되며, 반복 과정을 통해서 다시 원래의 형태가 나타나게 된다는 것을 알았다. 이런 과정은 프랙탈 기하학의 무한성에 의하여 혼란적이지만 그 혼란 속에 질서를 내포하기 때문에 공간안에서 전형적인 프랙탈 구조를 갖고 있는 카오스 운동의 기하학적인 측면이 된다는 것을 알 수 있다. 결론적으로 프랙탈은 도형적인 측면에서 반복작업을 계속하여 그 무한성으로 인하여 자치 혼돈스러움을 내포할 수 있지만 그 무질서 속에서 질서를 조합하여 입체적인 패턴을 형성한 시각적인 형태라 할 수 있으며, 2차원적인 공간안에서도 배치과정으로 인하여 착

시와 공간적 깊이감으로 3차원적인 시각표현이 가능하다고 볼 수 있다.

참고문헌

- 1) Glick, J, 박배식.성운하 역, Chaos:현대과학의 대혁명, 동문사, 1993
- 2) 김승환, 프랙탈, 서울:공간, 1993
- 3) 김용운, 김용국 공저, 프랙탈과 카오스의 세계, 도서출판 우성, 1998
- 4) Andrew S.Glassner, 김상진 역, 도해 컴퓨터 그래픽스, 서울세화, 1989
- 5) 루돌프 아르하임, 김춘일 역, 미술과 시지각, 미진사, 2003
- 6) 허동국, 연제진, 정인국, 김문덕 공저, 건축의 조형. 의장, 기문당, 2000
- 7) Haruyoshi Nagumo, 박영원 역, 시각표현, 도서출판 국제, 1999
- 8) John Briggs, Fractals, New York:Sim & Schuster, 1992
- 9) Gyorgy Kepes, 시각 언어, 1983
- 10) 이승준, 혼돈과학, 서울Softworld, 1994
- 11) Briggs, J, 김광태 역, Turbulent Mirror, 범양사, 1990
- 12) 김옥경, 프랙탈아트의 조형적 제안에 대한 고찰, 프랑스학연구 제25권, 2002
- 13) 조윤희, 디자인에 있어서 카오스 이론과의 연관성과 적용 가능성에 대한 연구, 이화여자대학교 대학원, 1996
- 14) <http://enc.daum.net>
- 15) <http://jsyang2.com.ne.kr/homepage/science7.html>.