creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000263960

2013년 8월

석사학위 논문

나무이미지 표현에 대한 프랙털원리 연구

-본인 작품을 중심으로-

조 선 대 학 교 대 학 원

미술학과

백 범 용

나무이미지 표현에 대한 프랙털원리 연구

-본인 작품을 중심으로-

A Study of fractal principle about expression on tree image

2013년 8월 23일

조 선 대 학 교 대 학 원

미술학과

백 범 용

나무이미지 표현에 대한 프랙털원리 연구

-본인 작품을 중심으로-

지 도 교 수 김 대 원

이 논문을 미술학 석사학위신청 논문으로 제출함

2013년 4월

조 선 대 학 교 대 학 원

미술학과

백 범 용

백범용의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 김종경 (인)

위 원 조선대학교 교 수 박홍수 (인)

위 원 조선대학교 교 수 김대원 (인)

2013년 5월

조 선 대 학 교 대 학 원

목 차

ABSTRACT

제1장 서 론 ····· 1

제1절 문제 제기 및 연구목적 ····· 1

제2절 연구범위 및 연구방법 ····· 2

제2장 프랙털 원리와 회화 ····· 3

제1절 프랙털원리 ····· 3

1.프랙털의 정의 및 특징 ····· 3

2. 자기유사성 ····· 5

3. 순환성 ····· 7

4. 나무의 프랙털 특성 ····· 9

제2절 현대회화에서의 프랙털원리 도입 ····· 13

1. 세잔과 몬드리안 작품분석 ····· 13

2. 프랙털 아트 ····· 20

제3장 동양사상 속에서의 프랙털 ····· 25

제1절 프랙털과 철학적 관계 ····· 25

제2절 프랙털과 불교사상 ····· 29

제4장 본인작품과 프랙털 ····· 33
제1절 프랙털의 도입 ····· 33
제2절 프랙털과 채색 관계 ····· 35
제3절 본인작품 속의 프랙털 ····· 37

제5장 결론 ····· 43

참고도판 ····· 45
본인도판 ····· 56
참고문헌 ····· 64

ABSTRACT

Title

Subtitle

Baek, Bum Yong
Advisor : Prof. Kim Dae-won
Department of Fine Arts,
Graduate School of Chosun University

As the 21st century is the era of culture, creativity and creation, our sense of value is changing from technology-centered to culture and art-centered, and the culture of the new era has been converged and shared with various academic areas to create more possibility and development.

In particular, art and science are one of the ways to develop in technological and physical aspects over diverse areas of profession by finding and using mental capability of human beings and maintain a close relationship to find what are inherent in nature. Such convergence of specialized areas is designed to understand regularity of complication inherent in nature. Therefore, we have to pay more attention to emotional expression of culture and art through scientific thinking today when science is rapidly being converged with art. In the world of nature, complex events are connected and generalized to decide the entire structure, which is similar to the principle of fractal and deliver the fractal on nature through the image of tree as an interconnected net of ecological structures. This study looked into common factors with complex nature of nature such as trees, coastline, branches of blood vessels, leaves of ferns and cauliflower through the fractal theory, giving a focus on characteristics of self-similarity and circularity which are the most important in fractal.

The study analysed modern paintings where the principle of fractal is introduced and discovered a conceptual system of the process with the fractal presented as a new concept to achieve more possibility and creativity with the advent of the new era. Then the study intensively looked into the process of building the relationship between my paintings and the fractal through various approaches on its physical and geometric aspects and chaotic nature, and presented the multi-dimensional theoretical ground through connection of academic approaches on interactive properties between paintings and nature with self-similarity and circularity. Through such process, the study understood the past and the present, discovered new possibility, inserted the future-converging fractal into my paintings, and reorganized its properties and concepts to make a new paradigm for a new era.

제1장 서 론

제1절 문제 제기 및 연구목적

21세기는 문화의 시대, 창의력, 창조의 시대로 기술 중심에서 문화예술 중심으로 삶의 가치관이 변화하고 있으며, 새로운 시대의 문화는 여러 전문분야에 걸친 다양한 학문적 공유와 함께 융합되고 발전되어 더 많은 가능성과 창조성을 만들어 낼 수 있다.

특히 예술과 과학 분야는 인간이 지닌 정신적 능력을 발견하고 활용하여 사회 여러 전문분야에 걸친 기술적, 물질적 측면에서 발전을 이루어가는 하나의 방법으로, 자연에 내재한 것들을 새롭게 찾아내기 위한 상황에서 상호간의 긴밀한 태도를 보이고 있다. 이러한 전문적 분야의 접목은 자연 속에 내재하는 복잡성의 규칙을 이해하려는 것으로, 시대적 변화에 맞추어 과학과 예술의 융합이 빠르게 전개되어 가는 오늘날 과학적 사고를 통해 문화예술의 심적 표현에 더욱더 주력해야 할 문제이다.

본 논문에서는 나무이미지를 통한 프랙털의 원리와 특징을 기조로 현대회화에서 프랙털원리가 도입된 다양한 작품들에 대한 분석과 함께 프랙털 예술에 대하여 알아볼 것이며, 변화된 시대의 도래에 걸맞은 더 많은 가능성과 창조성을 이루어 낼 새로운 시대개념으로 프랙털을 제시하고, 그 과정에 대한 개념적 체계를 찾고자 한다. 이러한 과정을 통해 과거와 현재의 조명과 함께 새로운 가능성을 발견 창조하며, 미래 융합적인 성격을 갖는 프랙털을 삽입하여 본인작품에서 프랙털 내용과 접목하여 표현하고 그 특성을 규명하여 개념을 재정립함으로써 새로운 시대에 걸맞은 패러다임(Paradigm)을 형성하는 것에 의의가 있다.

자연의 세계는 그 안에서 복합적인 사건들이 서로 연결되고 종합되면서 전체의 구조를 결정하는 것으로 나타난다. 이는 프랙털의 원리와도 유사하여, 상호 연결된 생태조직의 망(網)으로써, 나무 이미지를 통하여 자연에 대한 프랙털 내용을 전달하고자 한다. 프랙털을 기반으로 하는 본인만의 표현 방법을 다양하게 제시되었던 학술적 근거와 회화사를 통한 이론적 배경을 체계적으로 제시 연구하고 창조적인 예술을 이끌어낼 수 있는 사례를 제시하여 학문적 성과를 이루는데 본 연구의 목적이 있다.

제2절 연구범위 및 연구방법

본 논문에서는 프랙털 이론을 통해 나무나 혈관의 가지, 해안선과 산 그리고 양치식물의 잎이나 꽃양배추(cauliflower)모양처럼 기존 유클리드 기하학[1]에서는 다루지 않았던 자연의 물리적 세계에 대한 복잡한 성질의 공통된 요소를 찾고, 프랙털에서 가장 중요한 내용인 자기 유사성 및 순환성에 대한 특징을 집중적으로 다룰 것이다. 자연이라는 생태적 그물 속에서 식생 하며 살아가는 나무에 대하여 북송시대 화가인 곽희(郭熙)[2]의 화론을 인용하여 프랙털의 수학적 개념과 연계하고 기하학적, 물리적, 철학적 내용과 함께 그 특성을 찾고자 한다.

그리고 프랙털과 관련된 다양한 작품들을 통해 프랙털의 회화사적 영향력을 연구해 봄으로써 현대회화의 아버지로 인식되는 세잔의 '생트빅투아르 산' 작품 특성과 몬드리안이 '나무연작' 을 주제로 한 시기를 중심으로, 작품에서 보이고 있는 자연에 대한 다양한 접근법을 가지고 프랙털 이론과 연계를 통해 알아 볼 것이다.

또한 백남준의 비디오 작품들을 기조로 새로운 예술로 자리 잡고 있는 프랙털 예술의 다양한 작품세계를 찾아 볼 것이며 21세기 프랙털의 절정이라고 볼 수 있는 컴퓨터를 이용한 디지털 미디어 예술을 통해 다양한 이미지를 주제로 연구할 것이다.

그리고 동양사상과 일맥상통하고 있는 프랙털에 대하여 불교 철학의 모든 현상에는 본질이 없다는 제법무아(諸法無我), 하나가 전체이며 전체가 하나라는 일즉다 다즉일(一卽多 多卽一)모든 것이 끊임없이 변해감으로 인해 있는 그대로를 본다는 제행무상(諸行無常)을 중심으로 물리적, 기하학적 측면 및 카오스적 성질에 대한 다양한 접근방법을 통해 본인작품과 프랙털의 관계 형성에 대한 과정을 심층적으로 다양한 측면에서 접근하여 연구하고자 하며, 각종 문헌고찰을 통하여 회화와 자연계의 상호작용적 특성들을 프랙털 기하학의 핵심인 자기 유사성과 순환성을 가지고 학문적 접근과 연계하여 다차원적인 이론적 근거를 제시하고자 한다.

---

1) 유클리드 기하학[Euclidean geometry] 고대 그리스 수학자 유클리드가 구축된 수학 체계. 그의 저서 [기하학원본(Stoikheia)]에서 전개한 기하학으로 최초의 체계적 논의로 알려져 있다.

2) 곽희(郭熙, 1020? ~ 1090?) 하양온현(河陽溫縣:河南省) 출생. 중국 북송(北宋) 때의 화가. 자 순부(淳夫). 이성(李成)의 한림산수(寒林山水)를 익히고 관동(關同)화풍을 곁들여, 북방계(北方系) 산수화 양식의 통일을 완성하였다. 가장 유명한 것은 화론(畵論) 임천고치(林泉高致)가 있는데, 동양 산수화의 기본형식인 삼원(三遠, 高遠 · 深遠 · 平遠) 법칙을 정립하여 분열되어 있던 화풍을 통합하였다.

제2장 프랙털 원리와 회화

제1절 프랙털 원리

1. 프랙털 정의 및 특징

“국어사전에서 프랙털은 ‘임의의 한 부분이 전체의 형태와 닮은 도형’ 이라고 정의한다. 프랙털이란 말은 라틴어로 부서진다는 의미의 동사 ‘프란게리(frangere)’ 를 어원으로 한 조어(造語)인데” [3] 차원, 분열, 도형이라는 의미로 프랙털 이론의 창시자인 만델브로[4]가 1975년 처음 사용하였다. 이 용어는 아무리 작은 부분으로 나누거나 깨뜨려도 그 나누어진 작은 부분 자체는 그 본래 전체의 모습을 그대로 유지하고 있다는 의미가 담겨 있으며, "자기상사도형(自己相似圖形)"이라고 하는 수학적인 도형을 가정한다. 또한 프랙털은 자연의 모습을 있는 그대로 묘사하고 해석한다는 점에서 ‘자연(自然)의 기하학’ 이라 할 수 있다. 자연계에서 관찰되는 프랙털의 형태들은 각각의 작은 전체의 모습으로 나타나며, 자연이 가지고 있는 자기닮음의 구조를 통해 주위의 상당히 불규칙한 모습들을 자연스럽게 나타낼 수가 있다.

“일반적으로 프랙털의 대표적 특징을 소개하자면 [도판 1] 첫 번째로 꼽는 것이 양치류이며, 양치류 잎들은 각각 전체의 축소형을 나타내고 있다. 즉, 가까이에서 보는 사물의 생김새가 멀리서 보는 것과 같다는 것이다. ‘하나를 통해 열을 알 수 있다’ 고 하는 옛말이나 '한 부분의 무늬를 보고 전체를 안다'는 뜻의 중국 고사성어는 어떤 면에서 모두 프랙털을 설명하고 있다. 우리가 잘 인지하고 있지 못할 뿐, 놀랍게도 자연계에는 이런 프랙털 형태를 보인 것들이 많이 있다. 움푹 패어 들어간 해안선 안에 이리저리 굴곡진 해안선이나, 큰 번개 줄기에서 작은 줄기가 갈라져 나오고 또 더 작은 번개가 쪼개져 나오는 번개의 모양이 그것이다.

---

3) 이정은, 어린이 미술작품에 나타난 카오스(chaotic)현상 탐색에 관한 연구 (회화 작품을 중심으로), 서울 교육대 교육대학원 석사학위논문, 2001, p.16.

4) 브누아 만델브로 (프랑스어: Benoît B. Mandelbrot, 1924, 11, 20 ~ 2010, 10 14)는 프랑스와 미국의 수학자로 폴란드에서 태어났다. 1967년 (사이언스) 에 ‘영국을 둘러싸고 있는 해안선의 총 길이는 얼마인가’라는 제목의 글을 발표하였다. 예를 들어 1m 단위의 자로 재었을 때와 1cm단위의 자로 재었을 때 해안선의 길이가 크게 달라진다는 것이다. 그런 만델브로의 아이디어가 그 당시에는 큰 관심을 받지 못했지만, 현재 프랙털 기하학 분야를 연 중요한 사람으로 평가됨.

뿐만 아니라 제멋대로 생긴듯한 구름도 자세히 들여다보면 일정한 '부분구조'가 반복하여 '전체구조'를 만들어 내고 있음을 알 것이다. 예컨대 사람의 몸속에 있는 폐의 허파꽈리는 마치 브로콜리 모양처럼 보이는 프랙털 형태를 띠고 있으며, 이는 작고 짧은 공간에서 표면적을 가장 크게 하여 산소 운반의 효율성을 높이기 위함이다. 대동맥에서 실핏줄에 이르게 되는 혈관은 아주 미세한 정도까지 갈라지고 또 나누어지는데, 그 길이는 많이 길지만 핏줄이 차지하고 있는 공간은 아주 작다. 뇌는 수많은 주름들로 이루어져 있는데, 그 주름을 가만히 들여다보면 더 작은 주름들이 나타나고 있다. 뇌에 주름이 많은 이유 역시 좁은 공간에 되도록 넓은 표면을 확보하여 많은 뇌세포를 배치하기 위해서이다."[5] 잎 한 장 속의 잎맥은 나무 전체의 가지가 뻗어나가는 패턴을 보여주고 있다. 고사리와 같은 양치류는 잎의 작은 부분이 전체 잎과 그 식물 전체의 모양과 매우 닮았고, 민들레의 홀씨 하나도 전체를 축소해 놓은 모양을 하고 있다. 꽃양배추의 잎 끝부분은 전체 모습과 많이 닮아있다.[6] "이렇듯 프랙털이론은 자연계에서 흔히 관찰되어지며 통상 유클리드 기하학에서 다루는 수학적 원리들과는 달리 겉으로 보기엔 복잡하고 혼란스러워 보이지만 이 복잡함 속에는 단순한 규칙들이 내포되어 있는데, 즉 복잡한 구조의 작은 부분은 내부의 전체구조와 똑같은 상태를 포함한다는 것으로, 자연계의 불규칙한 형태의 불규칙한 상태는 축척에 관계없이 일정하다는 것이다."[7] 프랙털 이론은 부분의 변화가 전체적인 측면에 바로 영향을 주고 있는데, 각 부분 각 차원이 서로 공유되어지기 때문이며, 무한히 세분되고 무한한 길이를 가진다. 보편적으로 1차원, 2차원, 3차원등과 같은 정수 차원이 아니라. 1.4차원이나 2.7차원 등의 비 정수 차원으로 이루어짐을 알 수 있다. 특히 프랙털과 카오스[8] 이론의 연관성은 수학적 차원을 기본으로 컴퓨터의 발달과 함께 다양한 분야로 응용되고 발전되어지고 있다. 한편 프랙털은 중요한 두 가지 특성으로 이루어지는데 그것은 작은 부분과 전체는 서로 똑같은 모양을 한 속성을 가졌다는 것이며, 이러한 속성은 그 규모와 관계없이 똑같은 형태로 끝없이 되풀이 되는 자기유사성(self-similarity)과 순환성(recursiveness)이라는 특징으로 정의될 수 있다.

---

5) 박경미, 박경미의 수학콘서트, 도서출판 동아시아, 2006, pp.198~215.
6) 마이클 슈나이더 지음, 자연,예술,과학의수학적원형, 경문사, 2002, p.109.
7) 이정은, 어린이 미술작품에 나타난 카오스(chaotic)현상 탐색에 관한 연구 (회화 작품을 중심으로), 서울 교육대 교육대학원 석사학위논문, 2001, p.16.
8) 카오스(chaos)는 성경에 나온 혼돈(混沌)이란 뜻으로 천지창조의 과학적 이론.

2. 자기유사성

자기 유사성이란 세부구조와 전체구조가 서로 비슷한 형태를 보인다는 것으로써 모든 축적을 관통하는 대칭적인 원리로 회귀(recursion)하는 패턴을 의미한다. “즉, 규모가 점점 작아지는 방향으로 구체적 모양이 반복된다는 것이다. [도판 2] 나뭇가지들이 일정한 비율이 되는 지점에서 두 가지로 갈라진다는 규칙에서는 가지의 어느 부분을 선택해 확대해도 전체 나무 모양과 같은 모양을 얻을 수 있다. 자기 유사성은 기하학적 구조에서 하나의 줄기로부터 두 개의 가지가 일정한 각도로 뻗어 나오는 분리패턴을 무한대로 계속하는 독특한 현상으로 중간의 어느 부분에서 가지를 잘라내도 전체와 일부가 크기만 다를 뿐 똑같은 모양을 나타낸다. 가까이에서 보는 형태가 멀리서 보이는 형태와 같으며, 이는 프랙털의 특성인 자기 유사성을 보여주는 것이다. 이 밖에도 이러한 여러 가지 자기유사성의 예들을 자연은 가지고 있다. 산에 있는 암석들은 마치 작은 산처럼 보인다. 번개의 가지, 구름의 경계 등은 동일한 패턴을 계속 반복한다. 해안선은 점점 더 작은 부분으로 나눠진다. 강의 삼각주 사진, 나뭇가지의 분기, 혈관의 반복적인 가지치기 등도 우리로서는 도저히 분간할 수 없는 놀라운 유사성의 패턴을 보여 줄 수 있다. 엄청날 정도로 다른 크기 척도에서 나타나는 이러한 이미지의 유사성은 상당히 오래 전부터 이미 알려져 있었다.” [9]

“또한 채소의 일종인 [도판 3] 꽃양배추를 멀리 서 보면 그 모양이 잘 정돈된 윤곽을 지닌 것처럼 보인다. 그러나 좀 더 가까이 들여다보면 그 매끈한 윤곽이 사라지게 되며 불규칙적 조각난 구조가 나타나고 있다. 아무리 배율을 크게 하여 자세히 들여다보아도 없어지지 않고 계속된다. 따라서 그 안에 전체와 닮은 작은 덩어리 모양들이 아주 많이 뿌려져 있고 그 덩어리 하나를 적당한 배율로 확대해 보았을 때 전체 덩어리 모양과 유사해 보이며 작은 덩어리들이 나선형으로 모여 다시 큰 덩어리를 이루는 자기 유사성 구조로 나타나고 있다. 일반적으로 눈송이를 보게 되면, 작은 육각형들이 모여서 더 큰 형태를 만들어내는데, 그 형태가 다시 육각형을 취하는 과정을 보게 된다. 그리고 부분과 전체 사이의 이 닮음을 통해 그 부분을 더 작은 조각으로 나누어도 아주 작은 특성을 가진다는 것을 수학적 분석에 의해 컴퓨터를 이용하여 가상의 자연 생태계를 만듦으로써 입증하였으며, 자연현상의 바탕에 깔려있는 기하학적 원리를 증명하였다.

---

9) 프리초프 카프라, 생명의 그물, 범양사 출판부, 1998, p.189.

프랙털에는 부분의 모습이 전체적인 모습과 똑같이 반복되는 '엄밀한 자기 유사성'이 나타나고 있는가 하면, 부분과 전체가 거의 똑같을 정도로 비슷하나 완벽히 같지는 않은 '유사 자기 유사성'도 나타난다. 또한 전체의 모습이 부분을 그다지 닮지 않은 '통계적 자기 유사성'도 있다."[10] 특히 자기 유사성에 대한 원리를 카오스 현상에서도 찾을 수 있는데, 카오스는 아주 혼란스럽고 복잡한 현상에도 어떤 질서를 갖춘 보편적인 성질을 보여주고 있다.

그 대표적인 예로 에드워드 로렌츠[11]의 [도판 4] '로렌츠 끌개(Lorenz attractor)'를 말할 수 있다. '로렌츠 끌개'는 "혼돈에서 새로운 질서를 끌어들이는 중심 역할을 한다. 카오스 운동은 예측하기 어려운 상태이지만 일정 범위를 벗어나지 않은 상태에서 '로렌츠 끌개'를 중심으로 변화한다. 프랙털과 끌개는 긴밀한 관련이 있는데, 위상공간에서 끌개는 계의 상태를 나타내는 점들로 나타나고 있다. 그 계가 변함에 따라 위상공간의 각 점들은 수차례 접히게 되어 무한히 복잡해진다. 많은 기묘한 끌개의 경우 확대시켜 보면 그 기하학적 구조는 프랙털 구조를 갖고"[12] 있다는 것을 알아낼 수 있으며, "이는 혼돈 속에도 나름대로 구조적 특성과 질서가 있다는 것을 의미한다. 한편 이러한 질서는 스스로를 조직하는 과정을 통해서 부분이 전체과정의 패턴을 무한 반복하는데, 이러한 성질은 서로 다른 척도로 똑같은 모양을 반복하는 자기 닮음의 조화를 통해 카오스 이론의 핵심개념인 프랙털 수학의 기초를 이룬다. 예를 들면, 해변의 모래 한 알 위에 나 있는 현미경적인 우둘투둘한 모습은 항공사진으로 찍은 해안선의 모습과 닮았다. 난류계(turbulent system)를 이루는 각각의 작은 부분은 전체와 같은 모습으로 드러나며, 자기 반복의 공식을 사용해 수학적으로 기술할 수 있다."[13] 즉 카오스에서 보여 지는 불안정성의 현상을 통해 매우 복잡한 행동이 나타날 수 있다면 그 법칙성을 묘사하는 미세한 질서 구조가 기묘한 끌개이며, 우리는 이러한 구조적인 현상을 통해 프랙털 원리와 같음을 발견할 수 있다.

---

10) 김은영, 프랙탈 기하학의 비선형적 특성을 적용한 공간구성에 관한 연구, 숙명여자대학교 디자인대학원 석사학위논문, 1999, pp.32~33.

11) 에드워드 노턴 로렌츠[Edward Norton Lorenz, 1917, 5, 23 ~ 2008, 4, 16] 매사추세츠 공과 대학의 수학자, 기상학자이다. 혼돈 이론의 선구자로 널리 알려져 있으며, 그가 발견한 로렌츠 끌개는 나비효과라는 신조어가 만들어진 배경이 되었다.

12) 이정은, 어린이 미술작품에 나타난 카오스(chaotic)현상 탐색에 관한 연구 (회화 작품을 중심으로), 서울 교육대 교육대학원 석사학위논문, 2001, p.17.

13) 마이클 슈나이더 지음, 자연,예술,과학의수학적원형, 경문사, 2002, p.111.

3. 순환성

어떤 현상이나 일련의 변화 과정이 주기적으로 되풀이되는 성질로서 작은 구조가 전체와 유사한 형태로 끝없이 반복되는 구조이다. 이는 부분과 전체가 똑같은 형상을 보이고 있다는 자기 유사성과, 순환성 이라는 성질을 기하학적차원으로 해석한 결과이다. 하나의 패턴을 반복 표현하는 것을 통해 복잡함과 혼란함 속에서 새로운 질서를 찾아가는 과정을 나타내고 있다.

프랙털 기하학은 고전적 기하학과 달리 특별히 크기나 축척에 많은 영향을 주지는 않는다. 반복이란 같은 요소가 둘 이상 배열되는 상태이며, 형태와 형태, 공간과 공간 사이 같은 형태와 공간이 나타나는 연속적인 패턴을 형성한다. 패턴은 연속적인 구현 속에 포함되어 있는 모든 활동으로 구성되며, 끊임없이 광물, 물, 공기 등 동일한 분자들의 계속적인 반복을 통한 기본패턴 사용을 통해 순환하는 과정을 형성하게 된다. 이러한 프랙털에서 순환성 구조를 가지는 형상이나 물체들은 이 세상에 헤아릴 수 없이 많이 존재하는데, 호랑이와 얼룩말의 줄무늬, 하이에나의 점박이 무늬, 사막의 모래언덕들, 벌집구조, 구름, 산, 나무, 나뭇잎, 눈송이, 난류, 하천의 흐름, 산맥의 지형, 은하 구조 등 우주뿐 아니라 자연계의 모든 곳에 숨어있다고 할 수 있다. 불규칙적이고 제멋대로 보이는 많은 경관을 자세히 관찰하면 부분의 구조 안에 전체의 구조가 담겨있고 헤아릴 수 없이 되풀이 되는 반복의 구조가 나타난다. 거의 모든 꽃잎들이 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 식의 기묘한 순열을 이루는 수의 패턴이 나타나고, 이런 불규칙한 '수학적 패턴'은 기하학은 물론이고 프랙털, 카오스, 복잡계와 함께한다. 실제로는 일정한 '규칙'을 가지고 반복되고 있다. 불규칙적 현상으로 보이지만 규칙적이며, 복잡하지만 일정한 패턴으로 이루어져 끊임없이 반복되면서 전체와 부분이 함께한다는 것이다. 바로 프랙털의 원리처럼, 이러한 원리의 순환과정 형성은 기본 패턴이 연결망 패턴이라는 사실을 알 수 있다. 또한 고도로 복잡해 보이는 자연계에 대해서 프랙털은 순환적 반복을 통해 무수히 많은 패턴들을 만들 수 있다. 이 순환적 패턴의 형상들이 갖는 가장 놀라운 특성은 그 특징적인 패턴들이 모든 크기에서 반복적으로 발견되어지기 때문이다. 다시 말해서 그 형상의 부분들이 어떤 크기에서도 그 형상에서 전체와 비슷하다는 것이다. 순환성 부분들을 확대 시키면, 그 구조는 그 속에서 동일한 구조가 반복적으로 형성되고 있다.

“프랙털의 반복성을 잘 보여주는 예로는 [도판 5] 시에르핀스키 가스켓과 [도판 6] 시에르핀스키 카펫[14]이 있다. 시에르핀스키 삼각형에서는 흥미로운 사실을 찾을 수가 있는데, 지속적으로 반복하는 경우 남아 있는 정삼각형의 넓이를 모두 더하면 0이라는 것이다. 즉, 처음 정삼각형의 넓이를 S라 하면 두 번째 남아 있는 정삼각형의 넓이는 처음 정삼각형의 ¾ 이므로 ¾ S이다. 세 번째 단계에서 남아있는 정삼각형의 넓이는 다시 두 번째의 ¾ 이므로 ¾ × ¾ S=(¾)^{2}S이다. 따라서 n번째 단계에 남아있는 정삼각형의 넓이는 (¾)^{n}S 이고, 이 과정을 여러 번 계속하면 ¾ 이 1보다 작은 수니까 넓이가 0에 가까워지고, 무한히 반복하면 결국 0이 된다.”[15]

프랙털은 일정한 패턴을 형성하고 순환요소를 구조화시킴으로써 흐름을 통한 계속적인 상태의 변화, 운동과 형상의 결합을 추구함과 동시에 흐름내부에 있는 흐름의 회귀적 성질을 통하여 변화와 반복을 나타내고 있다. 또한 흐름의 반복과 함께 카오스 현상의 끌개(attracter) 관계와도 연결되어 지고 있으며, 느림과 빠름, 따뜻함과 차가움, 조밀함과 희박함, 점성과 유동성 등을 통해 순환 패턴의 상호작용적 요소들을 보이고 있다. 그러므로 자연계 전체가 넓은 의미에서 끊임없는 순환성의 반복이라고 할 때 프랙털로 이루어진 자연생태계는 변화무쌍하고 동적이며, 시작과 끝이 없이 영원히 순환하는 무한의 구조라고 볼 수 있다.

---

14) 시에르핀스키 삼각형(Sierpiński triangle)은 바츨라프 시에르핀스키의 이름이 붙은 프랙털 도형이다. 시에르핀스키 가스켓(Sierpiński gasket)으로도 불린다.
시에르핀스키 카펫(Sierpinski carpet)은 프랙털 도형의 일종이다.

15) http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=1273

4. 나무의 프랙털 특성

나무는 지구가 생성되면서 수억만 년 동안 진화하는 과정을 통해 번성하여 다양성을 띄게 되었으며, 모든 동물과 식물들이 살아갈 수 있는 환경을 만들었고 끝없이 자연과의 공생관계 속에서 순환하며 진화하였다. 자연은 생존조건을 유지함에 있어서 나무의 생태순환을 통해 서로를 도와주는 자기유사적인 종들이 만들어 낸 성공적인 조직이며, 지구상에서 가장 크고 장수하는 생물로서 육지 생태계의 대형 생물 중 가장 크게 번성하였다.

"모든 생물의 공통적인 조직패턴을 유지시키는 기본은 자기 유사적 현상의 관계구성을 통한 생명에 대한 전체적인 순환성의 원리에서 시작 되는데 식물과 동물들은 광합성, 호흡, 부패 등의 과정을 통해 엄청난 양의 이산화탄소와 산소를 재순환 시키며, 이러한 교환은 항상 균형을 이루고 있다. 자연계의 생명현상은 상호의존성, 순환적 흐름, 협동 그리고 협력의 원리를 이루며 지속적인 변화의 과정 속에서 유연하게 끊임없이 요동하는 연결망을 이루어 가고 있다.

자연을 이루어가는 핵심적인 기준으로 구조, 패턴 그리고 과정의 관점에서 볼 때 유기체가 주위환경과 갖는 상호작용은 그물망과 흡사한 조직 패턴을 보존하면서도 끊임없이 구조적 변화를 일으킨다. 계속 되풀이되는 상호작용을 이루며, 주변 환경과 '구조적으로' 연결한다. 각각의 상호작용이 구조적 변화를 촉발 시키고, 생태계는 동물, 식물, 미생물 등으로 구성되어진 유지가능한 공동체가 된다. 생태적 공존관계의 모든 구성원들은 크고 복잡한 관계를 이루며, 그물로 이루어진 생명의 과정 속에서 상호연결 되어 진다. 그 구성원들은 자신들의 본질적인 특성. 실제로는 그 본질자체를 다른 것과의 관계에서 획득한다. 상호의존성의 과정에서 이루어지는 생명과정은 상호간의 의존성을 형성하며 모든 생태적 관계의 본질이 된다. 생태환경에 포함되어지는 여러 구조체계는 수많은 구성적 체계에 의존되어지며"[16] 프랙털 측면에서 보면 커다란 자연은 생명이 넘치는 부분의 집합체이고 전체라고 볼 수 있다. 자기 유사적 질서와 순환이라는 합리적인 방식을 통해 지속적인 협동과 상호의존의 균형을 잘 유지하면서 생태계를 연속적인 그물의 관계로 이끌어 가고 있는 것이다. 나무를 중심으로 숲이 이루어지는 모든 생태계는 다양한 생물들에게 삶의 터전을 제공하며 서로의 공생관계 속에서 자기유사성과 순환성의 성질을 이루며 살아간다.

---

16) 프리초프 카프라, 생명의 그물, 범양사 출판부, 1998, pp.145~390.

순환성과 자기 유사성의 구조를 이루며 시간 속에서 성장하고 자라게 되는 나무들은 모든 생명체를 살아 움직일 수 있게 하는 자연생태계의 심장이다.

나무는 순환적 상호작용의 통로이며 생태연결 속에서 자연의 모든 것을 축적하고 있다. 나무를 중심축으로 하는 생태계는 여러 가지 서로 다른 종에 속하는 다양한 생물들이 이루어 가는 그물의 관계이다. 나무로 이루어진 자연은 순환과정을 통해 그 환경을 생물들의 자율적인 연결망으로 이루어가고 있으며, 나무와 숲 은 자연의 원리이자 프랙털의 특성을 그대로 반영하고 있다. 자연은 매우 많은 종류의 나무들이 상호협력하며 군거하고 있는데 이는 프랙털과 유사한 구조로 이루어짐을 알 수 있다. 여러 부분들이 유기체처럼 상호 의존적으로 연결되어 하나의 존재로써 그물망을 구성하고 있기 때문에, 본질적으로 전체와 부분, 부분과 전체의 관계성으로 연결되어 있다는 볼 수 있다. 이러한 관계성의 연결을 깊이 들어가 보면 한 그루 한 그루 이루어진 나무들의 군집은 숲을 형성하고, 숲의 부분들은 나무를 중심으로 하는 생태계의 축을 형성한다. 모든 생명체는 무(無)에서 유(有)가 되는 탄생의 순간을 가지고, 다시 유에서 무로 돌아가는 죽음의 순간을 가진다. 죽음이란 모든 생명체에게 주어진 것이고, 자연생태계에서 지극히 당연한 현상이다. 생태학적으로 나무와 풀은 흙속의 양분과 수분을 흡수하며 햇빛과 대기 중의 이산화탄소를 흡수하여 탄수화물을 만들어 저장하는데, 이것이 곧 나무와 생장하고 궁극적으로는 숲 생태계가 잘 유지되는 형태로 나타난다. 나무와 나무가 함께 있어 숲을 이루고, 숲이 이루어지면서 짐승, 곤충, 예쁜 꽃들과 버섯, 이끼와 물이 흙과 함께 어우러지며 공존하는 생명이 가득한 자연을 이룬다.

한편 나무와 함께 공생하는 생태계에 관한 내용은 북송시대 화가인 곽희의 작품세계를 정리한 임천고치(林泉高致)화론에 잘 나타나는데, 산수훈(山水訓)편에서는 다음과 같이 말하고 있다.

“산은 물로 혈맥을 삼고, 초목으로 모발을 삼으며, 안개와 구름으로써 정신과 풍채를 삼는다. 자연히 산은 물을 얻어 활기가 생기고, 초목을 얻어 화려하게 되며, 안개와 구름을 얻어 수려하게 된다. 물은 산으로 얼굴을 삼고, 정자로 눈썹과 눈을 삼으며, 고기 잡고 낚시하는 광경으로 정신을 삼는다. 이에 물은 산을 얻어 아름답게 되고, 정자를 얻어 명쾌하게 되며, 고기 잡고 낚시하는 광경을 얻어 넓게 된다. 이것이 산수를 배치하는 것이다.

산은 높은 것이 있고 낮은 것도 있다. 높은 산은 혈맥인 물줄기가 아래에 있어, 산의 어깨와 넓적다리부분이 펼쳐져 있다. 산기슭이 장대하고 두텁게 퍼졌다. 봉우리들과 산굴, 산등성이의 형세가 북돋으며 서로 이어져 있다. 빛깔이나 경치가 서로 어울려서 끊어지지 않는 것이 높은 산이다. 따라서 이와 같이 높은 산을 일컬어 ‘외롭지 않다’고하고, ‘쓰러지지 않는다’고한다.

낮은 산의 혈맥이 위에 있고, 이마 부분은 반쯤 떨어져 나갔으며, 목덜미 부분이 서로 기대어 기어 오르고, 산의 하부가 거대하며, 언덕들이 옹기종기 모였고 곧장 아래로 깊게 꽂혀서 깊고 얕음을 헤아릴 수 없는 것이 낮은 산이다. 이와 같이 된 낮은 산을 일컬어 '척박하지 않다' 고 하고, '새어나가지 않는다' 고한다. 산이 높으면서 외로운 것은 몸통이 쓰러질 이치가 있고, 산이 낮으면서 지형이 척박한 것은 산의 신기(神氣)가 새어나가는 이치가 있다. 이것이 산수의 됨됨이이다." [17]

이 글에서 말하고 있는 산과 초목, 물과 혈맥, 안개와 구름, 높은 산과 낮은 산, 깊고 얕음, 이라는 언어적 내용에서 알 수 있듯이 자연생태계에 대한 순환원리와 자기유사성이라는 특성들에 대하여 다양하게 설명하고 있다. 이는 나무, 물, 구름, 돌 등에서 발생하는 물리적 성질과 현상, 구조 등 물질들 사이의 관계와 법칙을 통해 자연계의 이치를 얻고자 함이라 할 수 있다.

이러한 자연에 대한 물질적 요소는 프랙털기하학과 연결되어지고, 시에르핀스키 삼각형과 피타고라스 나무의 생성과정을 통해 알아볼 수 있다. 단순한 구조가 끊임없이 반복되면서 전체구조를 만들어 나가는데, 계속 되풀이되는 과정 속에서 자기 유사적 패턴을 보이고 있다. 부분이 전체의 패턴을 무한히 반복하고 있는 도형의 시에르핀스키 삼각형은 작은 삼각형 구조가 큰 삼각형이 되며 다시 작은 삼각형으로 구조화되어 끊임없이 순환되어 짐을 알 수 있다.

[도판 7] "피타고라스 나무는 단순한 구조의 반복에서 시작하여 전체구조를 형성하게 되는데 이는 무한반복을 통한 자기닮을 만들어 내고 있다.

[도판 8] 피타고라스 나무의 기본구조로 왼쪽은 정사각형으로 시작하여서 한 변에 직각이등변삼각형의 빗변을 잇고, 다시 삼각형의 두 변에 정사각형 두 개를 잇는 3단계 생성과정을 보여준다. 오른쪽은 이 과정을 9번 반복하여 만든 도형이다.

[도판 9] 피타고라스 나무 생성의 두 가지 구조로 정사각형으로 시작하여 두 변의 크기가 다른 직각삼각형을 이어가는 구조가 삼각형을 잇는 방향에 따라 서로 다름을 보여준다. 즉, 직선 방향으로 뻗어 가는 피타고라스 나무와 반시계방향으로 말려 들어가는 피타고라스 나무의 서로 다른 생성 과정을 보여준다.

[도판 10] 말려 들어가는 피타고라스 나무이며 두 번째 방법으로 50회 생성단계를 거친 피타고라스 나무의 형상이다. 그 밖에도 정사각형과 정삼각형, 정사각형과 둔각삼각형 등 초기선택도형에 따라 다양한 형상이 만들어진다." [18]

---

17) 유검화, 중국고대화론유편 제4편_산수 1, 소명출판, 2010, 257~258.
18) 윤정희, 고등학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하학의 활용, 건국대학교 석사학위논문, 2003, pp.31~32.

시에르핀스키 삼각형과 피타고라스 나무의 수학적 접근법을 통해 알아낼 수 있는 점은 작은 부분으로 구성된 자기 조직화는 전체이면서 동시에 더 큰 전체의 부분으로 만들어진다는 것이다. 이것은 곽희의 화론에서 말하고 있는 내용과도 서로 같은 맥락 속에서 연결된다. 계절에 따른 시간과 공간의 변화 그리고 나무와 산의 형성을 통해 바라본 자연계의 순환적 원리, 바로 하나를 통해 전체를 보며 전체를 통해 하나를 보고자 하는 것으로 '산수훈' 에서는 이러한 다양한 표현들 속에서 자연의 조화를 이루려 하고 있으며, 자기유사성과 순환 원리를 통한 양자의 질서화라고 볼 수 있다. 예를 들어 흐름에 의해 실질적으로 서로 상호작용하는 자연은 프랙털의 유기적인 힘(생명력)과 연속적인 물질 순환을 만나게 된다. 자연 속을 움직여 가는 생명 에너지는 고도로 불안정한 합성물을 만들어 내는 것이다. 이것은 부드럽고 약하면서 부서지기 쉬운 미세한 물질로 만든 기묘한 조직적 종류이며, 전체가 하나가 되어 훌륭한 구조를 이루고 있다. "전체에서 부분으로 부분에서 전체로 이루어지는 당연한 자연현상이고, 나무를 통해 이루어지는 숲은 그런 상호작용 속에서 이루어지는 생태계의 물질순환을 통한 자연의 통합원리이다. 생태계에서 생물들이 최대의 효율과 상호이익을 위해 주변의 물리적 세계와 상호작용하며 함께 일하는 것을 배우는 것이다. 그리고 자연에서 나무가 번성하기 위해서는 개체군락의 형성이 필요한데, 이는 즉 전체적 요소인 숲을 이루기 위해서는 각각의 나무들이 성장의 개인적인 완성을 함께 해야 함을 의미한다. 한 그루의 나무는 상호연결과 상호의존을 이루며 자연환경과 상호작용하게 되는데, 큰 가지가 나누어지면서 여러 작은 가지가 생기고, 그 작은 가지도 갈라지면서 또 작은 가지가 생긴다. 거리가 꽤 많이 떨어진 곳에서 나무의 모습을 보게 되면 큰 줄기에서 가지가 뻗어 나가는 모습을 하고 있는데, 가까이에서 나무를 자세하게 살펴보면 그 가지는 이전보다 더 작은 가지로 뻗어 나가고 있으며, 다시 그 가지는 더욱더 작은 가지로 뻗어 가고 있음을 보게 된다. 나무가 이러한 프랙털 구조로 되어 있는 원인은 물과 영양분의 운반을 전체에 고루 미치게 해야 하기 때문이다." [19] 그리고 지상의 수많은 생물을 존재하게 하는 시발점이기도 하다.

19) 김용운, 김용국, 프랙탈과 카오스의 세계, 도서출판 보성, 1998, pp.112~114.

제2절 현대회화에서의 프랙털 원리 도입

1. 세잔과 몬드리안 작품분석

“세잔[20]의 미술이 현대미술의 한 페이지를 남겨놓게 된 근거는 무엇보다도 보는 눈을 생각하는 눈으로 환원시켰고 따라서 감각세계와 사유세계와의 연대를 맺어준 데어 있다. 현대 미술의 사변적 성격이 세잔으로 말미암아 시사된 점이다. 세잔은 자연과의 조화를 통해 미술의 보편적 규칙을 이룸으로써 회화를 추상적으로 재구성하는 단계까지 접근하였다. 따라서 세잔은 추상회화의 참 선구자라 할 수 있다.” [21]

그의 작품들은 20세기 미술의 새로운 방향을 열었으며, 다른 각도, 다른 햇빛, 다른 감각을 통해 다양한 모습을 보여준다. 그는 여러 가지 측면, 즉 순간적으로 변화하는 자연의 여러 모습들을 자신의 화면에 모두 담으려 했고, 신중하게 선택한 색으로 천천히 화면 위에 우주적 조화를 실현해 갔다. 세잔은 여러 가지 색채의 진동을 통해 자신의 회화세계를 보여주었으며, 자신이 보는 자연 속에 자신을 몰입시키기 위해 화폭에 색들의 면들을 겹칠 하였다.” [22] “세잔의 그림은 복잡한 후설의 지평에 관한 철학이야기를 포착하는 그림이다. 감각의 근원을 색이라고 하며 조아생 가스케와[23]의 대화에서 “깊은 곳으로부터 솟아난 감각이 에너지와 색채로 솟아오르는 거야 그런 일종의 해방감이라고 할 수 있어. 이슬을 맞으면 나는 세상의 순결함을 호흡할 수 있고, 미묘하고 날카로운 감각을 유지하며 작업할 수 있어. 마치 내가 끝없이 무한한 색채로 덮여있는 느낌이야. 바로 이 순간이네! 내가 그림과 하나가 될 수 있는 것은 무지갯빛으로 빛나는 카오스 상태라고나 할까. 나는 내 그림의 배경 앞에 서서 몰아의 경지에 빠지고 마는 거야. 나는 본다네. 색채가 지리적인 뼈대와 기초공사와 데생 선으로 이루어진 세계를 파괴하고 무너뜨리는 것을. 그것을 쓸어버리고 다시 창조해 내는 거야. 새로운 시대가 시작되는 거지.

색을 통한 새로운 시대의 창조를 세잔은 말하는 것으로 무한한 카오스 속에서 색 점들로 가득하고 그 무한 속에서 색들을 끄집어내는 자신의 그림 속에서 색만이 서로 주고받는 절묘한 경지를 만들어 나간다는 것이다.

---

20) 폴 세잔 [Paul Cézanne, 1839.1.19 ~ 1906.10.22] 프랑스의 화가. 추상에 가까워지는 기하학적 형태와 색채의 결합은 고전주의 회화와 당대의 발전된 미술 사이의 연결점을 제시하였으며, 입체파 화가들에게 영향을 주어 '근대회화의 아버지'로 불린다.

21) 이수현, 추상회화의 효과적 이해를 돕기 위한 영상 제작 연구 : 몬드리안의 작품을 중심으로 한 추상화 과정 연구, 덕성여대 대학원 석사학위논문, 2007, p.15.

22) 정은미, 몬드리안이 조선의 보자기를 본다면, 열림원, 2000, pp.73~77.

23) 조아생 가스케(1873-1921)는 지방에 뿌리를 두고 있는 시인이자 기자.

또한 세잔은 평소 말하기를 “지금까지 사람들이 그려 온 풍경은 풍경이 아니야. 등장하고 있지 않을 뿐이지 풍경 속에서는 온통 사람들이 우글거리잖아. 풍경은 그게 아니야. 불교의 최고 경지인 열반 그리고 무념무상의 세계, 오직 색들만이 존재하는 세계! 그것이 바로 풍경이지. 그것들이 모이고 쌓여 여기에 꽃 피도록 놔두면 돼.”~[24] 라고 했다. “세잔에게 회화는 그림들이 지닌 공통적인 특징에 대하여 화면 속의 사물들이 서로 그림자처럼 반영되어지고, 결국 하나의 이미지로 재현되어짐을 통해 혼란스러운 감각에 구조적 질서를 부여하는 것이었다.

[도판 11] 세잔의 공간에서는 항상 전체 공간 속으로 녹아들 듯 정지된 것 같으면서 각각의 사물들은 격렬하게 운동하며 뚜렷이 살아난다. 개별적인 대상들과 보편적인 지평이 서로 동시에 구현되며 핵심적인 역할을 하는 것은 세잔의 감각적인 색의 흐름이다. 색채가 공간 전체로 흘러넘치며 새로운 사물이 생성되는 공간이 된다. 세잔은 들판 중앙의 나무를 바로 우리 눈앞에 두는 가장 명료한 방식으로 이 나무에 대한 자신의 시각을 제시한다. 지면의 경사와 여타의 나무들은 마치 거송의 상승적 운동에 의해 분리된 듯이, 거대한 줄기로부터 떨어져서 기울어져 있다. 중앙에 있는 나무의 가지들 근처에서는 다른 가지들을 볼 수 없다. 이 나무의 비틀리고 펼쳐진 모습만이 두드려져 있다. 이 그림은 녹색, 청색, 청록색으로 이루어진 아름다운 색채들의 조화로써, 그 가운데 가지와 잎에 사이사이 떨어져 찍혀진 따뜻한 터치들의 붓 자국은 길의 강렬한 황토색 띠와 어우러짐을 볼 수 있다. 단순하고 아주 명료한 이 작품은 붓질에 의해 큰 활력과 운동감도 지니게 된다. 선을 별로 나타내지 않은 이 붓질은 그 방향들에 변화를 줌으로써 부단히 노력하는 공간, 크게 물결치는 흐름, 바람, 소용돌이 등을 만들어낸다. 하지만 이것들은 몇몇 커다란 색채의 영역 속으로 용해된다.

[도판 12] 세잔은 남쪽 끝의 엑상프로방스 지방에 위치한 자신의 집 근처에서 (연자매가 있는 숲)을 그렸다. 그 현장을 찍은 사진을 보면 그가 마주한 광경에 대단히 충실했음을 알게 된다. 그 광경은 그로 하여금 버려진 석재들에서 인간의 흔적이 있는 자연의 혼돈상태를 느끼게 했던 것이다. 하지만 우리가 문제 삼는 것은 원래의 장소가 갖고 있던 성질보다 더 강력하게 다른 질서로 된 이 그림의 성질이다. 한 모 퉁 이진 곳의 안쪽에 기묘하게 놓여 있으며, 가운데가 뚫려있고 매끈한 연자매만이 편안한 인간성을 나타내는데, 우리는 이것과 견주어서 다른 형상들의 요란함을 가늠하게 된다.

---

24) 조정훈, 세잔과의 대화, 다빈치출판, 2002, pp.166~178.

그렇지만 그 형태의 순수성과 추상성은 그것이 암석과 나무들의 거침보다 덜 인간적으로 보이게 한다. 텅 빈 공간은 규정된 형태를 갖지 않는다. 비탈진 지면은 그로부터 솟아나온 대상들과 혼합되며 또 같은 시기의 정물들처럼 수직적 효과를 보이고 있는 잎의 덩어리들과도 혼합된다. 선들은 동일 축으로부터 여러 방향으로 방사되거나 대립적인 움직임으로 서로 교차한다. 이것은 불안정한 형태들로 구성된 그림으로 수직선이나 수평선이 없는 완전히 비 건축적인 경향을 보인다. 하지만 이 그림은 강력하게 정돈되어 있어 그 속에서 우리는 가장 평온한 작품들에서 만큼이나 강렬한, 조화에의 추구를 발견한다. 요소들의 짝짓기는 아주 충격적이다. 한쌍의 나무, 한쌍의 가지, 한쌍의 바위, 한쌍의 석재 등이 대비와 미묘한 변화를 추구하는 눈으로 구성되어 있다. 왼쪽의 두 나무는 뒤틀리고 가지가 뻗어 있고, 오른쪽의 것들은 보다 완만하게 굽어 있고 서로 평행하다. 이곳의 혼돈 속에서 무언가 자연적인 질서와 리듬이 남아 있다. 재미있는 창안은 지면 위에 있는 사선의 궤적이다. 즉 오른쪽 끝의 그림자 선이 이루는 사선은 석재들로 이어졌다가 화면의 다른 쪽 끝으로 뻗어간 더 기다란 그림자 선에서 다시 계속된다. 이 선은 그 경사와 세련된 곡선, 변화하는 색채와 가지가 뻗은 세부 등을 볼 때, 마치 나무줄기들 같아 수직으로 가장 강하게 나타나는 요소를 지면 속에다 도입시키게 된다. 색채들은 갈색, 회색, 보라색의 우울한 조화로써 햇빛이 없는 폐쇄적 현상으로 이루어져있는 뒤섞인 색조이다. 그러나 이 색조의 범위는 폭풍처럼 번쩍이는 빛과 어둠에 의해 조명되는데, 이 섬광 역시 힘찬 형태감을 부여한다. 암석들에는 돌연한 색채대비로 묘사된 과감한 표면분할이 있다. 전체는 아주 확실하게 채색되어 있으면서 또한 격정에 가까운 열정으로 그려져 있다.

[도판 13] 이 작품은 대자연의 땅과 산, 하늘이 공통의 색채 및 광대하게 이루어진 풍부한 색조 등을 통해서 하나로 합쳐져 있으며, 정서적 역동성이 화폭을 가득히 채우고 있다. 대비는 다른 작품에서처럼 단순하게 안정과 불안정상태의 대비가 아닌 다른 유형의 운동과 강렬한 색채간의 대비이다. 산은 열정적으로 하늘로 솟구치기도 하고 대지로 미끌어져 내리기도 한다. 그 표면은 상승하는 선들로 된 원근법적인 그물처럼 봉우리를 목표로 집중된다. 이 엄청난 깊이의 음향적인 색채는 영광스런 산 주위에 순수한 색조의 폭풍우 같은 후광을 형성하면서 이 산에 보다 생생한 극적 성질을 부여한다. 대지는 혼돈에 가까워지지만 그럼에도 그것은 명확한 수직적, 수평적 붓질로 형성되어 있어서, 산의 사선적 붓질이나 하늘의 수많은 곡선적 붓질 등과 날카롭게 대비되고 있다.” [25]

세잔 작품들의 핵심적 특징으로는 조화와 변화, 보편성, 단순성, 통일, 역동성, 공간 등에 대한 개념들이 다양하게 표현되고 있다는 점이다. 이러한 그의 작품적 경향은 카오스 현상과 함께 소산구조 및 자기조직화 현상이라 할 수 있다. 특히 큰 소나무, 연자매가 있는 숲 명제의 이 작품들은 에너지가 어느 한계를 넘으면 갑자기 기존의 조직과 질서를 깨뜨리고 새로운 차원의 조직과 질서를 형성해 내는 소산구조를 잘 표현한 작품으로 끊임없이 자기조직화의 과정에서 순환하는 프랙털차원을 여실히 드러내고 있다.

"세잔의 그림은 끊임없이 유기적인 재현질서를 파괴하고, 끊임없이 변하는 인상들 아래 있는 영속적인 것을 세잔이 견고한 자연으로 표현하는 것은 무한한 카오스 속에서 대상을 가시적으로 끄집어내어 화면에 표현하는 것으로 들뢰즈[26]가 말하는 화가들이 가진 감각이라고 할 수 있다."[27] "세잔의 색 감각의 리듬은 촉각적인 터치들을 통해 구현되는데, 그 각각이 시각적인 감각을 묘사하면서, 사물은 다른 사물들과의 끊임없는 형태들의 탐구를 통해 자연과 자아가 융합되어지며 존재하게 된다. 그리고 작은 터치들로 이루어진 그의 회화세계는 커다란 힘의 약동을 느끼게 하는데 여기서 강조되고 있는 사물의 양상은 안정과 운동, 대립과 일치한다. 그것은 붓 터치에 의해 재창조된 것이며, 개중에는 대상의 형태와 일치시킬 수 없어도 전체의 조화를 위해서는 불가결한 것들이 많다. 그의 붓 터치가 자연의 한 단편, 감각의 한 단편이라 해도 그것은 또한 감감이나 대상들을 결집시키는 구조의 한 성분이기도 하다. 그 전체는 한편으로는 다채롭고 다양하며 조화로운 대상세계로 정밀하게 배열되어 나타난다. 세잔은 수많은 평행선, 연결, 접촉, 절단 등을 도입하여 그것들을 다양한 깊이에 놓여 있는 사물들을 재현하는 공통적인 형태의 요소 속에 통일되도록 했다. 채색된 형태들로 짜인 망은 이러한 수단에 의해 대상들의 깊이와 무게를 희생시키지 않으면서 보다 많은 응집력과 실체감을 갖게 된다."[28] "폴 세잔은 평생 자연을 스승 삼아 은둔하며 자연과 우주의 진실을 회화로 전달하기 위해 그림만 그리며 살았다. 그는 자신이 그리고자, 또 얻고자 하는 것의 본질을 파악하기 위해 엄청난 시간을 쏟아 부었다."[29]

---

25) 마이어 샤피로, 폴 세잔, 중앙일보사, 1991, pp.112~124.
26) 질 들뢰즈 [Gilles Deleuze, 1925 ~ 1995.11.4] 프랑스의 철학자. 서구의 2대 지적 전통인 경험론 ·관념론이라는 사고의 기초형태를 비판적으로 해명했다.
27) 양순영, 들뢰즈의 질료적 예술론 연구 : 베이컨, 세잔, 폴록의 회화를 중심으로, 인문과학연구. 제25집 강원대학교 인문과 학연구소, 2010, p.293.
28) 마이어 샤피로, 폴 세잔, 중앙일보사, 1991, pp.9~10.
29) 정은미, 몬드리안이 조선의 보자기를 본다면, 열림원, 2000, p.79.

그리고 마침내 세잔은 사물의 본질을 구, 원기둥, 원뿔로 환원시키게 되었고, 복잡한 것을 나름대로 규칙적 형태의 요소로 단순화하여 표현하였다. 그의 작품세계에서 자연의 모든 이미지들은 부분의 형태가 전체를 닮은 자기유사성을 가지는 형태로 프랙털원리를 내포하고 있으며, 무질서 안에도 질서가 엄연하게 존재한다는 것을 암시하고 있다.

"몬드리안[30]은 입체주의를 통해서 자연의 장엄함을 표현함과 동시에 그것을 분석할 수 있는 언어와 근본원리를 발견하였다고 할 수 있는데, 입체주의의 엄격한 객관성과 분명함은 몬드리안 자신의 내면에 숨겨져 있었던 잠재력, 즉 단순하고 엄격한 방법론의 논리적인 구사를 발견하게 한다. 1912년 파리로 이주한 직후 그의 작품들에서는 색채보다는 형태와 구조가 두드러지게 나타나는 경향을 보이고 있으며, 입체주의자들의 작품들처럼 몬드리안의 작품의 색채범위도 약간의 파랑이나 녹색의 악센트가 있는 노랑, 황갈색, 갈색의 색조들로 제한된다. 그는 나무들, 교회 정면들, 집들 등의 풍부하고 다양한 자연의 형태들을 회화적 기호들로 구조화시킴으로써 하나의 공식적인 표기로 환원시켰다." [31] "몬드리안은 우리가 보는 모든 특정한 사물, 즉 풍경이나 나무, 그 저변에는 기저가 되는 본질을 갖고 있으며, 외양이 각기 다름에도 불구하고 본질들은 조화상태에 있다고 믿었다. 미술가의 목적은 이 실재의 숨겨진 구도, 보편적 조화를 그림에서 드러내는 것이라고 생각했다. 그의 아주 초기의 작품들은, 이 같은 본질과 조화를 그가 실제로 볼 수 있었던 표면으로부터 그다지 깊이 들어가지 않은 곳에서 찾고 있었음을 나타내고 있다. 이것을 '나무' 시리즈에서 아주 분명히 볼 수 있다. [도판 14]는 나무둥치를 따라 빨갛게 작열하면서 그물망처럼 엉켜 공간으로 뻗어나가는 나뭇가지는 화면을 기하학적으로 분할하고 격렬한 에너지를 내뿜는 듯하며, 야수파적인 밝은 색채로 그려진, 표현성이 풍부한 그림이다." [32]

[도판 15], [도판 16] "그 후에 그려진 나무그림에서는, 가지들이 그림의 가장자리로 퍼져 있어서 나무를 자물쇠처럼 그 공간에 가두려는 듯한 형상이 나타나고 있으며, 나무와 나무 자체의 생명은 더 이상 주제가 아니며 단지 나무와 관계하고 있는 모든 것과의 연관성에 관심을 두고 있다.

---

30) 몬드리안 [Mondrian, Piet, 1872, 3, 7 ~ 1944, 2, 1] 네덜란드의 화가. 수평선과 수직선, 정사각형과 직사각형의 순수 기하학적 형태의 화면 구성을 발전시켰다. 1911~14년 파리에서 레제, 드로네의 영향을 받아 입체파의 작품을 연구했던 데서 추상화를 시작했으며, 그 후 네덜란드로 돌아와 반 도스부르크등과 함께「데 스틸」그룹을 결성하였다. 1920년에는「신조형주의」를 제창하였다.

31) 한스야페, 피에트 몬드리안, 중앙일보사, 1991, p.21.

32) 김현화, 20세기 미술사 추상미술의 창조와 발전, 한길아트, 1998, p.79.

나무의 움직임은 우주적 활동의 한 부분으로 나타나고 있으며, 이를 위해 나무의 부분들이 갖는 특성을 제거해 버리고 추상화시킴으로써 우주적 활동의 효과를 표현하고 있다.”[33]

“기하학적인 도형(the geometric forms)의 추상을 ‘나무’라는 자연적 생물체를 대상으로 시도하였으며, 나무라는 구체적 생명체의 대상을 통해 우주적 대상세계에 대한 추상을 시도하였다고 볼 수 있다. 또한, 우주 안에 존재하는 실체들의 가장 보편적인 형식으로, 이러한 몬드리안의 존재론적 이론은 궁극적인 존재는 신(神)을 포함해서 수학적인, 특히 시각적으로는 기하학적인 알고리듬(algorithm)으로 나타난다는 것이다. 대칭적 균형을 잃지 않은 나무의 형식을 나타내면서 몬드리안이 ‘나무’추상 이후 추구한 법칙으로, 분석적 이지만 해체적이 아닌 구조화(the structuralization)를 내포한 평형의 법칙과 조화의 법칙을 나타낸다고 할 수 있다.”[34] 한편 몬드리안이 추상미술을 만들어 가는 과정은 비구상적 경향의 나무연작 작품들 이후 더욱더 확실히 나타나게 된다.

“몬드리안은 [도판 17]에서 파도의 변덕스러운 리듬을 핵심적이며 가장 근원적 형태인 +, -라는 기호로 표현하고 있다. 이 작품은 궁극적으로 입체주의에서 파생된 것이고 또한 입체주의를 극복하기 위해 취했던 최초의 시도이기도 하다. 화면은 +, -의 기호들이 서로 밀고 당기는 에너지의 장(場)으로 변하였다. 몬드리안은 수직과 수평, 음과 양, 공간과 형태로 대변되는 기본원리에 근거하여 기호들을 통해서 자연에 내재하는 정신성을 충분히 밝혀낼 수 있다고 믿었다. +, -는 ‘반대되는 요소들 간의 평형상태’를 보여주는 기호이다. +, -의 기호로 이루어지는 그의 회화 연작은 대칭과 비대칭으로 대립되고 근본적인 조형적 원칙에 근거한 회화를 창조하는 데 이용된다. 몬드리안은 자연의 법칙, 즉 모든 것에 내재된 이원론적 법칙이 +, -의 활동에 의해 표현된다고 믿었다. +, -의 기호들은 단순한 기호 그 자체가 아니라 내용과 형태가 합일된 것이다. 자연의 구조에서 발췌된 +, -기호는 1920년경에 수직과 수평이 가장 순수한 대립의 만남으로 화면 전체를 지배하는 것으로 확대된다.”[35] “그리고 종국에는 수평선과 수직선만으로 표현되어진다.

---

33) 로즈메리 람버트, 20세기 미술사, 열화당, 1986, p.45.
34) 김미애, 몬드리안의 회화에 나타난 미학사상 : 1912년 이후 작품 중심으로」, 대구가톨릭대 대학원 석사학위논문, 2004, pp.17~18.
35) 김현화, 20세기 미술사 추상미술의 창조와 발전, 한길아트, 1998, p.83.

몬드리안의 회화의 특징인 수직선과 수평선이 직교하는 형식은 이원(二元)의 균형을 나타낸 것으로써 '반대되는 두 요소 간의 평형상태'를 나타내는 것이며, 우주 본질의 핵심을 조형적인 형태로 구현(具現)한 것이라고 할 수 있다.

신조형주의 회화를 통해 그는 보편적 표현에 도달하고자 하는 깊은 신념을 가졌다. 보편성의 추구는 동적인 '비대칭'으로 리듬을 활성화시킨 것은 몬드리안 그가 도달한 또 하나의 변화였다. 몬드리안은 색채, 선의 비례 적적하게 배치하면서 동적이고 비대칭적인 균형의 효과를 탐구하였다. 두 개의 극단적인 관계의 직각만이 조형적 표현인 몬드리안의 회화는 얼핏 보면 부동성으로 경직되어 보인다. 그러나 그의 회화 안에서 부동성은 활동적으로 되고 균형 있게 재구성된다. 그는 균형을 정적균형과 동적 균형으로 구분하고, 조형예술에서 노력해야 하는 것은 정적인 균형을 폐지하고 우주가 계시하는 동적 균형으로 변형시키는 것이라고 강조하였다. 비대칭은 동적 균형에 해당되는 것이다."[36] "이원론적인 이론은 신지학(神智學)에서[37] 유래된 것으로 신조형주의 회화의 절대적 형태 요소가 되며, 자연에 내재하여 있는 질서와 정신성을 표명하게 된다. 몬드리안은 절대 추상을 통해서 자연을 거부하는 것이 아니라 자연의 본질을 파악하고자 하였다. 따라서 개별적 현상의 기저에 존재하는 본질적인 실재, 즉 초월적이고 절대적인 미의 개념은 몬드리안의 작품 속에 나타난 핵심적인 미학 사상이라고 할 수 있다."[38] 즉 조형적 규칙성인 수평과 수직에 대한 이원론적 사고의 가장 기본적인 개념에 대하여 자연의 본질, 핵심을 구조적으로 질서 있게 파악하여 끊임없이 변화하는 자연의 근본적이고 절대적인 규칙을 찾기 위함에 있었으며, 몬드리안은 미적조화의 진정한 토대는 예술의 보편성과 절대성을 추구하는 것이라고 믿었다. 또한 조형적 측면에서 동일성과 보편성이라는 이원의 가치관계 형성을 이루는 것이었고, 순수 직관적 사고와 고도의 지성을 결합시켜, 자연의 근본원리와 보편적 원칙을 추구하려 하였다.

그가 회화를 통해 이루고자 하였던 자연의 본질, 핵심, 근본원리, 보편적 원칙의 추구는 본인의 회화작품에서 나무이미지를 통해 나타내 보이고자 하는 자연의 프랙털적인 특성의 성질과 같은 원리로서 자연에서 나타나는 현상인 자기 유사적 측면과 순환성의 상호작용을 그대로 보여주고 있다.

---

36) 김현화, 20세기 미술사 추상미술의 창조와 발전, 한길아트, 1998, p.94.

37) 신지학(神智學): 19세기에 헬레나 블라바츠키를 중심으로 미국, 영국 등의 여러 나라에 '신지학회'가 만들어졌다. 신비주의적인 사상 철학 체계이며, 모든 종교, 철학, 과학, 예술 등 근본적으로 하나의 보편적인 진리를 추구함을 목표로 하고 있다.

38) 김미애, 몬드리안의 회화에 나타난 미학사상 : 1912년 이후 작품 중심으로」, 대구가톨릭대 대학원 석사학위논문, 2004, pp.31~32.

2. 프랙털 아트

“20세기 후반에 와서 밝혀지기 시작한 무질서 안에도 규칙이 있다는 현상은 프랙털 이론의 발전과 함께 컴퓨터의 등장 이후에 더욱더 구체화되기 시작하였다. 컴퓨터의 등장은 복잡한 천문학적 단위의 연산이 필요한 계산을 수행하게 하였으며, 그 결과 실현된 것이 프랙털 기하학이다. 이것은 만델브로에 의해 발표되었고, 동형반복과 자기 상사성을 특징으로 성장원리 혹은 형태발생의 비밀을 규명하는 첫걸음을 시작 하였다.

한편 시각예술 분야에서의 연구는 일본의 컴퓨터 그래픽예술가 가와구치 요이치로[39]에 의해 만델브로와 거의 동시에 진행되었는데, 그의 성장모델(growth model)을 통해 자연계의 생명체가 어떻게 성장하는가를 수리적 형식으로 표현하였다. 즉 그가 착안한 것도 자연물이 동형반복과 자기 상사성을 기본으로 하면서 복잡화한 구조로 성장해 간다는 것이고 이러한 방법으로 수많은 가상생명체를 그려내고 있다.”[40]

프랙털 아트란 C^4 즉 카오스(Chaos), 컴퓨터(Computer), 창조성(Creativity), (시대정신(Communication)에 의한 창조적인 인간의 예술 활동 이라고 정의할 수 있다.

프랙털 예술은 “작가의 영감과 시대정신이 수학 및 과학, 철학, 미학 등에 대한 이해를 바탕으로 컴퓨터의 디지털 세계 안에서 비트의 흐름으로 창조된 결정체”이다. 따라서 예술가의 창조적 영감과 시대적인 공감 없이 디지털 알고리즘만으로는 프랙털 아트는 존재할 수가 없다. 프랙털 예술은 이미 존재하고 있던 예술 형식을 초월한 새로운 예술행위이며, 새롭고 기이한 패턴과 무늬들로써 사람들의 흥미를 일회적으로 자극하는데 그치는 것이 아니다. 창조적 영감으로 다양한 형상들을 불러내어 숨길을 불어넣어서 우리들이 어울려 살아가는 이 시대와 자연 그리고 우주의 본질을 표현하려 하는 것이다.

“프랙털 예술은 이미지의 총합으로 컴퓨터라는 매체를 이용하여 완벽하게 구현하고 있다. 세부구조가 전체구조를 끊임없이 반복하는 프랙털이 만들어내는 형상들은 믿기 어려울 정도로 아주 화려하고 환상적이며, 또한 그 형상들은 우주와 자연세계의 다양한 모습들을 묘사해주고 있다. 예술 그리고 과학이라는 별로 어울려질 것 같지 않은 요소들이 맞닿아 있는 곳을 바로 프랙털 예술(Fractal Art)이라고 한다.

---

39) 요이치로 가와구치 (河口洋一郎,카와구치 요이치로 1952년 Tanegashima, 가고시마 출생). 컴퓨터 그래픽 아티스트. 도쿄대 인공물 공학 연구센터 교수.

40) 박래경, 시각예술에서 이미지란 무엇인가, 눈빛, 2003, p.230.

최근에 이르러 프랙털이 “프랙털 아트”라는 또 다른 예술적 장르로 자리매김하고 있는 가운데 이러한 프랙털 모형을 창작하는 사람을 일컬어서 “프랙털 아티스트”라고 한다. 저명한 프랙털 아티스트인 켄 켈러가 미국의 한 미술관에서 전시회를 열 때의 일이다. 세부구조가 전체구조를 끊임없이 반복하는 프랙털 패턴이 담긴 그의 그림을 보면서 한 신문기자가 물었다. “하나의 수학공식에서 이런 아름다운 패턴이 나온다는 것은 흥미로운 일이지만, 그래서 어쨌다는 겁니까?” 그러자 켈러는 이렇게 대답했다. “칸딘스키나 몬드리안의 그림 앞에서는 절대 그런 질문 마시오. 그 사람들이 들으면 죽었다가도 벌떡 일어날 테니.” 20세기 말, 우리는 세상을 구성하고 있는 도형이 ‘프랙털’이란 사실을 알게 됐다. 결국, 켈러는 이 시대의 언어와 지식으로 자연을 그려내려고 했을 뿐, 우주의 본질에 다가서려는 마음은 20세기 초 추상 화가들과 크게 다르지 않음을 얘기하고 싶었던 것이다.

예술가는 미적 표현을 통한 작품 활동으로 세상의 본질을 드러낸다. 과학자들은 명료한 수학적 표현으로 우주와 생명의 본질에 다가간다. 함께 어울려 조화로워 질것 같지 않은 예술과 과학이 맞닿아 조화를 이루는 곳이 바로 이 지점인 것이다.”[41] 그리고 21세기 현재 컴퓨터를 통한 프랙털 예술은 르네상스 이후 단절된 과학적 이성과 예술적 감성을 동시에 나타내고 표현하고 있다. 또한 수학과 과학이 점점 우리를 혼란스럽게 한다. 카오스, 컴퓨터, 창조성, 시대정신으로 달려갈 수밖에 없던 오늘의 시대에 프랙털은 우연한 발명품이 아니다. 자연과 새로운 수열의 한 인간의 “창조적인 예술 활동”이라고 정의할 수 있다. 또한, 프랙털 예술은 “작가로써의 영감과 시대적 정신”이 수학, 미학, 과학 및 철학 등에 대한 반동이며 친화이고 확장일지도 모른다.

한편 “클리포드 픽오버(clifford pickover)[42]는 현대의 난해한 수학 중 하나인 프랙털이론을 컴퓨터를 활용하여 이미지로 완벽하게 구현하였는데, [도판 18] 텔로포다이트 프랙털1(Telopodite Fractal 1)은 그가 컴퓨터로 만든 이미지이다. 얼핏 보면 이 이미지는 그저 나무뿌리를 닮은 듯하다. 하지만 알고 보면 이 나무뿌리의 모양은 단순하지 않다.

---

41) http://cafe.daum.net/ccf/5n8/467?docid=120540938&q=%C4%CB%C4%CC%B7%AF&re=1

42) 클리포드 앨런 Pickover은(1957년생) 미국의 작가, 편집자. IBM 토마스 J. 왓슨 연구센터에서 근무하며 수학 및 과학소설 칼럼니스트로 활동하고 있다

그것은 마치 [도판 19] 코흐 곡선[43]처럼 프랙털 도형으로 이루어져 있다. 코흐 곡선은 처음에는 직선처럼 보이지만 확대해 보면 몇 개의 직선이 꺾여 있음을 발견하게 된다. 그런데 그 직선을 이루고 있는 몇 개의 직선 역시 확대하면 단일한 직선이 아닌 몇 개의 꺾인 직선으로 이루어져 있다. 또 다시 확대하면 몇 개의 꺾인 직선들 자체도 직선이 아닌 몇 개의 꺾인 직선으로 이루어져 있다. 이 과정은 끝이 없다. 말하자면 우리가 직선이라고 보는 것은 미세하게 들여다보면 모두다 직선이 아닌 것이다. 사실상 프랙털 이미지는 컴퓨터를 매체로 완벽하게 구현할 수 있게 되었다.”[44]

“최근 컴퓨터를 이용한 프랙털 미디어 아트가 활발히 시도되어지고 있다. 특히 프랙털 아티스트로 활동 중인 박보석[45]의 작품은 프랙털 예술의 절정을 그대로 보여주고 있다. 나무의 가지가 자라나는 과정을 컴퓨터를 이용하여 도식화한 것으로써, 이 작품을 잘 살펴보면 부분이 전체와 같은 자기닮음(프랙털)구조를 지니고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 하나의 상태에서 두 가지, 혹은 여러 갈래로 나뉘어져 가는 현상을 분기(分岐)라고 하는데, 이것은 산일구조가 발생하기 위한 전제조건이기도 하다.”[46]

[도판 20]“음산한 달밤은 줄기에 뻗은 가지, 그 가지에서 뻗은 작은 가지, 그리고 끝없이 갈라지는 잔가지. 나무의 프랙털 특성을 잘 보여주는 이미지이다. 음산한 느낌을 주는 달밤이 배경이 되어 예술적 느낌이 더욱더 크게 살아나는 작품이다.

[도판 21] 자연의 시선(숲)은 개발이란 것에 밀려 사라져 가는 숲! 사람을 응시하는 나무들의 시선. 늘 지켜보고 있는 자연의 눈! 이라는 큰 타이틀을 주제로 자연과 인간의 공생관계에 대한 철학을 그대로 프랙털 아트를 통해 표현하고 있다.

[도판 22] 아폴로니안 개스킷[47] - 프랙털 리듬은 말 그대로 큰 원 안에 접선의 형태로 원을 반복적으로 가득하게 넣어서 그려진 그림을 말하며, 프랙털 이미지를 이용하여 만들어 졌다. 가장 크게 그려진 개스킷으로는 모래 예술가 짐 데네반(Jim Denevan)[48]이 미국 네바다 주의 ‘블랙 록 사막’에 그린 것이 있다.

---

43) 코흐 곡선(Koch -)는 수학의 곡선으로 가장 처음에 나온 프랙탈 도형중의 하나이다. 1904년 스웨덴의 수학자 코흐의 논문 Sur une courbe continue sans tangente, obtenue par une construction géométrique élémentaire에 처음 등장하여 그런 이름이 붙었다.

44) 박영욱, 미디어아트는 X예술이다, 향연, 2011, p.154.

45) 박보석 (1970년 7월 5일 ~)은 현재 한성대학교 디자인아트평생교육원의 디지털미디어디자인학과 교수로 재직중이다. 또한 프랙털아티스트로 활동 중이다. 2009년 9월 13일 ~ 9월 27일 국립과천과학관에서 `프랙털의 세계`라는 주제로 강연을 하기도 했다.

46) 김용운, 카오스의 날갯짓, 김영사, 1999, p.111.

47) 아폴로니안 개스킷(영어: Apollonian gasket)이란 커다란 원 안에 접선의 형태로 원을 반복적으로 채워 넣은 그림을 말한다.

지름이 약 4.8㎞에 달하고 있으며, 이것은 지상에서 볼 수 없고, 항공기에 탑승해서 볼 수 있다고 한다.”[49] 또한 재미있는 사실은 힌두교와 탄트라 불교에서 종교의례를 거행할 때나 명상할 때 사용하는 상징적인 그림인 만다라와도 상당히 닮았다는 사실이다.

[도판 23], [도판 24] 뉴미디어 아티스트인 안광준[50]의 작품 세계다. 컴퓨터로 그려진 이 작품은 화려한 색감의 형상들로써 언뜻 사람 같기도 하고 괴물 같기도 하다. 작품의 주제는 ‘신화의 세계’ 다. 작가는 이를 3D 프랙털로 표현하고 있다. 작은 덩어리가 유기적으로 퍼져 나가는 모양들은 보는 이로 하여금 기묘함과 동시에 섬뜩한 두려움마저 느끼게 한다. 응용과학연구에 쓰이는 프랙털은 수많은 변수를 가지고 다양한 결과들을 이끌어 내는 수학적 프로그램이며, 반복과 패턴의 대칭이라는 프랙털속성을 이용해서 예술작품으로 만들어지고 있다.

[도판 25] 그리고 세계적 천재작가 “백남준 작품의 하나인 (프랙털 거북선)은 1920년대에 제작된 총 348대의 낡은 텔레비전, 전화기, 축음기, 폴라로이드 카메라, 토스터, 라디오, 박제 거북을 비록 하여 부서진 자동차와 피아노 사람의 눈이 인지할 수 없을 만큼의 속도로 빠르게 변화하는 역동적인 영상이 어우러진 작품이다. 전면은 노와 거북의 머리가 달린 거북선이고 후면은 한산도를 형상화한 것이다. 제목의 ‘비정수’ 즉 ‘프랙털(Fractal)’ 은 세부 구조들이 반복적으로 전체 구조를 되풀이하는 구조를 말하는 물리학 용어이다. 즉 얼핏 무질서하고 복잡해 보이지만 그 속에 나름의 규칙과 통일성을 갖춘 형태를 뜻한다. 이 작품에서 기승전결의 구조와 내러티브를 가진 TV나 영화의 영상과 달리, 수많은 TV 모니터를 통해 산발적으로 쏟아지는 무질서한 영상이 바로 나름의 규칙과 질서를 띠고 있는 ‘프랙털’ 한 비디오 이미지이다.”[51] 백남준은 (프랙털 거북선)에 대해 “역사 속에 있었던 ‘정당방위적 성전(聖戰)’ 이라고 규정함으로써 이 작품 역시 시간에 대한 재생 효과(feed back)위에 놓여진다.”라고 하였으며, 또한 거북이 지니는 개념으로 이순신의 하이테크 무기, 세계최초의 장갑선, 생태학적 특수 표본 등으로 재해석 하였다.”[52]

---

48) 짐 데네반 (Jim Denevan. 1961~) 대지 예술가
49) http://cgtool.com/xe/index.php?mid=galleries
50) 안광준 한성대학교 미디어디자인콘텐츠학부 부교수, 공학과 미술을 전공한 독특한 이력의 안 교수는 우리나라 뉴미디어 아티스트 1호다. 다수의 작품이 중・고등학교 미술 교과서에 소개됐다. 2010년 인문사회・예술 등 분야를 창의적으로 융합해 과학발전에 기여한 공로로 대한민국 과학문화상을 받기도 했다.
51) http://blog.daum.net/moowooi/15931002
52) 추준호, 카오스이론과 예술작품의 프랙탈 이미지 연구, 신라대 조형대학원 석박사학위논문, 2005, p.38.

한편 “프랙털이 컴퓨터 아트의 작품으로 발표되기 시작한 시기는 오래되지 않았는데 1970년대 중반에 바로 컴퓨터가 퍼스널컴퓨터의 형태로 일반에 보급되기 시작하였고 컴퓨터 그래픽에 의해 가시화한 수식이 보편화하기 시작하였다. 그리고 이러한 일치는 이미지네이션을 도구로 하는 예술과 논리에 바탕을 둔 과학이 새로운 테크놀로지를 매개로 하여 새로운 통합을 지향할 것이라는 예견을 가능하게 하는 것이었다.

1989년부터 본격화한 인공생명 연구는 일정한 메모리 공간 안에서 정보로 구성된 생명체들이 생성, 진화하는 시뮬레이션을 실현함으로써 생명연구에 대한 새로운 과학적 지평을 열었다.”[53] “또한 일정한 규칙적 원리를 반복해서 새로운 이미지들을 만들어 내는 프랙털 예술은 컴퓨터를 통해 애니메이션, 무늬 디자인 등에서 응용되어지며, 정보통신 분야의 지문인식이나 대용량 데이터의 압축전송과 관련된 기술에서도 이런 무질서의 패턴이라는 틀과 맥을 함께하고 있다.”[54]

혼돈 속의 질서 또는 창조성을 내포하고 있는 카오스와 프랙털은 컴퓨터를 통해 새로운 전개의 과정 속에서 창의력과 소통이라는 상호작용적 구조모델로 열려진 예술작품을 지향하게 되었다. 현대예술에서 작가들에게 우수한 아이디어를 제공하며, 설치 및 조각, 회화 등 다양한 영역 속에서 스스로 변화하는 자율성을 통해, 프랙털은 21세기 예술의 새로운 화두로 변화되어 가고 있다.

---

53) 박래경, 시각예술에서 이미지란 무엇인가, 눈빛, 2003, pp.230~232.
54) 김용석 외, 인문학의 창으로 본 과학, 한계레출판, 2006, p.210.

제3장 동양사상 속에서의 프랙털

제1절 프랙털과 철학적 관계

“동양사상에서 ‘자연(自然)’이라는 말은 노자(老子)[55]의 도덕경(道德經)에서 나온 도교(道敎)의 중심 사상이며 ‘스스로 이룬다, 스스로 되어간다’는 뜻으로 자연은 외부로부터의 간섭 없이 자신이 갖추고 있는 본래의 성질을-비록 그 성질이 단순한 몇 개의 규칙에 의한 것일지라도-다양하게 변화시키면서 성장해 가는 것이라고 보아왔다.”[56] “요컨대 자연은 수시로 자기조직화를 거듭하고 있으므로 부분과 전체가 별개일 수 없으며, 상호작용하는 관계 속에서 자연은 하나로 연결된 그물로써 형성된다고 생각하였다. 프랙털의 순환성은 모든 사물의 운동은 동일한 반복의 영원한 순환을 거듭한다. 그것은 주기적인 반복, 근본적으로는 변화의 규칙성과 균일성에 의해서 공급되는 불변의 항상성으로 이해된다고 하는 도가(道家)의 윤회사상(輪廻思想)을 다루고 있다. 도가에서 깨달은 가장 중요한 통찰 중의 하나는 변용과 변화가 자연의 본질적이 모습이라는 것이었다. 장자(莊子)에 나오는 다음 구절은 변화의 근본적인 중요성이 이 유기적인 세계를 관찰함으로써 어떻게 인식되는가 하는 점을 분명하게 보여 주고 있다: 만물이 변용하고 성장함에 있어서 그 모든 싹과 생김새는 각기 본래의 형태를 지니고 있다. 이 안에서 각기 성숙과 쇠잔(衰殘)이 있고, 변화와 변용의 부단한 흐름이 있는 것이다. 도가들은 자연 속의 모든 변화를 음양 양극간의 역동적인 상호 작용이 빚어 낸 것으로 보았고, 그래서 그들은 어떤 대립하는 쌍도 그 극 가운데 하나가 다른 하나에 역동적으로 연관돼 있는 극관계를 성립시킨다고 믿게 되었다. 도가사상은 바로 이 기초 위에 놓여 있는 것이다. 장주(莊周)[57]는 이렇게 말한다: ‘이것’은 또한 ‘저것’이다. ‘저것’또 ‘이것’이다 · · · · · ‘저것’과 ‘이것’이 대립자임을 그만두는 것이 바로 ‘도’의 본령(本領/essence)이다. 오직 이 본령만이 말하자면 하나의 축으로서 가없는 변화에 응답하는 원궤(圓軌)의 중심인 것이다.”[58]

---

55) 노자(老子) 중국 춘추 시대의 사상가(?~?). 성은 이(李). 이름은 이(耳). 자는 담(聃)・백양(伯陽). 도가(道家)의 시조로서, 상식적인 인의와 도덕에 구애되지 않고 만물의 근원인 도를 좇아서 살 것을 역설하고, 무위자연을 존중하였다.

56) 김용운, 카오스의 날갯짓, 김영사, 1999, p.109.

57) 중국 전국 시대의 사상가(?~?). 노자(老子)의 사상을 이어받아 도가 사상(道家思想)을 완성하였다. 높여서 장자(莊子)라 이르기도 한다.

58) 프리초프 카프라, 현대물리학과 동양사상, 범양사출판부, 1995, pp.130~131.

“동양사상은 공(空)과 그것이 창조해 내는 형상들 사이의 하나의 유사한 역동적인 통일성을 강조한다. 라마 고빈다[59]의 말을 빌리면 : 색(色)과 공의 관계는 서로 배타적인 대립의 상태로서 생각 될 수가 없으며, 다만 동일 실재의 양면성으로서 공존하면서 연속적인 협력 관계 속에 존재한다. 이와 같은 반대되는 개념들이 하나의 단일한 전체로 융합되는 것은 불경 속에 다음과 같이 유명한 말로 표현되어 있다: 색(色)은 공(空)이요, 공은 곧 색이다. 공이 색과 다르지 아니하며 색 또한 공과 다르지 아니하니, 색인 것이 곧 공이요 공인 것이 곧 색인 것이다.”[60]

“공은 초월계이고 색은 현상계이다. 초월계와 현상계는 이제부터「하나이지도 않고 다르지도 않다. 둘이하나이며, 하나가 둘인 세계이다. 서로 다른 차별상을 볼 때에는 서로 같은 평등상은 보지 못하고, 평등상을 볼 때에는 차별상을 보지 못한다. 그러나 차별 그대로 평등이고, 평등 그대로 차별인 것이다.

현대 물리학에서 입자이면서 파동이고, 파동이면서 입자라고 하는 그 어법(語法)과 같은 것이다. 세상 만물은 모두 자성이 없어야(無自性)가능해진다. 무자성 평등의 상태에 도달할 때에는 강은 강, 산은 산으로서의 드러냄을 통해 조화 속에 같아진다. 상호대립을 통한 균형의 조화는 상호작용의 통일로 모든 사물의 운동은 잇달아 일어나 작용하는 힘으로써 변화하는 것 속에 변하지 않음이 있다. 변화하지 않는 것은 입자적인 것이며, 변하는 것은 파동적인 것이다.

도(道) 역시 서로 공존하는 성질을 지니고 있다. 도는 잠잠하게 혼자서 머물러 변하지 않기도 하고, 돌아다니며 움직이기도 한다. 이러한 양면적 성격 때문에 만물은 생명을 계속할 수 있다. 양면적 성질 가운데 어느 한 가지 성질만 없어도 만물은 존재할 수 없게 되며, 생명체는 죽게 된다. 이러한 생명현상을 (반야심경)[61]은 말하고 있다.”[62]

한편 “중국의 고사에서는 ‘한 부분(一班)을 보고 전체(全班)를 안다. 와 같은 말이 있다. 이는 자연이나 사회현상에는 프랙털적인 성격이 있음을 뜻한다. ‘삼라만상은 프랙털 적이다’는 철학이다. ‘모든 것은 부분과 같고 부분은 전체와 같다.’ 자기닮음이며 인간의 시각은 직관적으로 프랙털 차원에서 질서를 간파할 수 있다.

---

59) 라마 아나가리카 고빈다(Lama Anagarika Govinda). 우리에게는 '구루의 땅'이란 저서로 잘 알려진 서양인 티베트불교 승려.

60) 프리초프 카프라, 현대물리학과 동양사상, 범양사출판부, 1995, p.240.

61) 반야심경 [般若心經] 대승 불교 반야 사상(般若思想)의 핵심을 담은 짧은 경전. 총 262자로 되어 있으며, 우리나라에서 가장 널리 독송되는 불경이다. 중국 당(唐)나라의 현장(玄奘)이 번역하였다. ‘반야(般若)’는 산스크리트 어 ‘Prajñā’의 음역어이다.

62) 김상일, 현대물리학과 한국철학, 고려원, 1993, pp.292~293.

예를 들어 호랑이 가죽의 일부만 보고도 그것이 호랑이 가죽인지 고양이 가죽인지 알 수 있고, 나뭇가지 하나만 보고도 그것이 어떤 나무인지 알 수 있으며, 쌀알을 치밀하게 관찰하면 저마다 약간씩은 모두 다르다. 그러나 우리는 직관적으로 이들을 다 같은 쌀알이라고 말한다. 같은 유로 분류되는 대상의 자기닮음을 직관적으로 인식하기 때문이다.”[63]

“모든 생물은 자기닮음을 직시하며 인식할 수 있음으로써 생존할 수 있다. 자연이 자기닮음으로 형성되어 있으므로 그것을 식별하는 능력이 모든 생명체에 내재하여 있는 것이다. 이 세상만물의 모든 현상은 자기닮음의 구조를 지니기에 구별할 수 있다. 자기닮음 구조 속의 자기조직화 하는 생명과정의 메커니즘을 노자(老子)는 이와 같은 사실로 ‘道生一,一生二,一生三,三生萬物’이라고 표현했다. 즉 ‘도(道: 규칙, 진리)에 의하여 처음의 하나가 발생하고 그것이 두 개로 분화하며 세 개를 낳는데, 이때 이들은 상호 영향을 주고받으면서 모든 것을 생성해 간다는 것이다. 여기서 노자가 말하는 ‘道’는 생명의 힘이자 근원이며, 자기조직화를 이루는 것으로 프랙털원리와 같다고 할 수 있다.”[64] 그리고 이러한 사실들은 ‘혼돈과 질서’의 관계를 인식하는 것과 같은 맥락에 있다. 즉, 혼돈과 질서, 전체와부분의 인식은 시·공간을 초월하며 무질서의 질서에 담긴 우주 삼라만상의 이치를 말하고 있는 것이다.

이는 노자의 무(無)사상을 통해 최초의 유(有)는 무에서 나왔다고 하는 무위의 사상을 깨닫는 것과 같고 그 순행 법칙에 의해 끊임없이 스스로 변화하는 자연의 흐름을 인위적으로 조작할 필요가 없다는 의미가 깔려 있으며, 무위는 곧 최고의 경지인 진지(眞知)에 도달하는 방법으로 간주될 수 있다. 한편 삼라만상은 공간적으로는 순환, 통합, 무한을 가지며, 시간상으로는 미래와 영원, 일체를 받아들이고 이 세상의 하나이자 전체로 통합됨과 함께 상호작용을 이루고 있다. 질서와 조화, 부분과 전체, 상합과 통합의 발전이라는 생성 원리를 가지고 무질서에서 질서의 과정을 이루어 변화하게 되는 새로운 질서를 형성하고자 한다. 예술, 수학, 철학, 자연과학, 사회과학, 등의 경계를 넘나들며, 카오스이론과 프랙털을 통해 동양사상의 전체론적인 사고와 구조적원리의 연관성에 관한 체계를 찾고자 하는 것이다.

---

63) 김용운, 카오스와 불교, 사이언스북스, 2001, pp.80~81.
64) 김용운, 카오스의 날갯짓, 김영사, 1999, pp.110~111.

카오스(chaos)의 어원은 그리스어로(Khaos)이며, 무질서, “혼돈(混沌)이라는 뜻으로서 천지창조의 과학적 이론이다. 프랙털(Fractal)도형은 카오스 수식을 컴퓨터로 계산하여 얻어진 우주 만물의 형상을 나타내는 패턴이다. 눈송이나 태풍, 우주의 성운(星雲)과 같은 자연은 일즉다(一卽多), 다즉일(多卽一)처럼 프랙털 구조로 되어 있으며, 카오스 수식이 공(空)이라면 프랙털은 색(色)이라고 볼 수 있다.”[65] 색즉시공 공즉시색(色卽是空 空卽是色)의 원리인 것이다.

프랙털 이론에 대하여 동양사상의 언어적 표현을 하자면 다음과 같다. “시간 안에 시간이 있고 시간 밖에 시간이 있으며, 공간 안에 공간이 있고 공간 밖에 공간이 있다. 또한, 우주 안에 우주가 있고 우주 밖에 우주가 있다.”라고 말할 수 있다. 어느 한 부분의 속성은 다른 모든 부분의 속성으로부터 결정된다. 중국철학은 움직이며 끊임없이 변화되어가는 실재를 도(道)라고 부르며, 물질세계에 존재하는 대상들이 포함되어 있는 우주적 현상으로 보고 있다. 동양에서는 우주세계를 나눌 수 없는 하나의 그물로서 보았으며 그 상호 연관은 정적이 아니라 동적이다. 우주의 망은 생동하고 있다. 그것은 계속해서 움직이고 성장하며 변화한다. 동양사상의 이 동적인 성질은 그것의 가장 중요한 특질들 중의 하나인 것이다. 동양철학은 무질서의 질서에 담긴 우주 삼라만상의 이치를 통해, 결국 만물은 모두가 근원적으로 하나임을 말하는 것이다.

65) http://www.breaknews.com/sub_read.html?uid=190610

제2절 프랙털과 불교사상

“대승불교의 주요경전 가운데 하나인 화엄경(華嚴經)[66]은 그 핵심 부분에서 이 세계를 완벽한 상호 관계의 우주적 망으로서 그리고 있는데, 거기에서 모든 사물들과 사건들은 무한히 복잡한 방식으로 서로 작용을 주고받고 있다. 스리 아우로빈도[67]의 말을 빌리면, 초지성적(超知性的) 의식에서 실로 어떠한 것도 유한하지 않다; 이러한 그것은 개개(個個)에 있어서의 전체, 그리고 전체에 있어서의 개개라는 생각에서 비롯된다. ‘개개에 있어서의 전체, 그리고 전체에 있어서의 개개’ 라는 개념은 종종 불교 사상의 궁극적인 정점으로 간주되는 대승 불교의 화엄종에서 그 최대의 정교함을 찾을 수 있다.” [68] 그런데 이 내용은 놀랍도록 정확하게 프랙털을 설명한다고 볼 수 있다.

“화엄경에서는 ‘한 티끌 속에 모든 우주가 들어 있고 무량한 시간이 한 생각에 다 들어있다’ 고 이야기한다. 즉 모든 것이 하나에 있으며, 하나의 생각이 무량한 시간이라는 말로서 프랙털이론으로 판단하면 확실한 사실이 된다. 프랙털 이론으로 보면 영원한 시간 영원한 공간이 되는 것이다.

영원한 공간과 시간에 대한 문제는 초기불교의 근본사상의 하나라고 할 수 있는 연기(緣起)의 사상에서 관계 깊게 제기되고 있다. 연기란 현상계에서 일어나는 여러 무수한 변화들은 특별한 존재들의 개별적이며 독립적 영향에 의해서 일어나고 있는 것이 아니라 그러한 존재자 들이 관련되어 있는 조건에 의존한다는 것이다. 단순히 표현하면 현상세계의 존재방식이라고도 할 수 있다. 이러한 연기 법칙의 일반적인 성격은 이렇게 표현할 수 있다.

“이것이 있으면 저것이 있다. ~ 이것이 없어지면 저것이 없어진다.” 이 관계를 무한히 확대하여 생각한다면 어떤 하나의 존재는 무수(無數)라고 말할 수 있다.” [69]

이는 불교에서 말하는 “겨자씨 속에 수미산이 들어간다” 는 뜻으로 본질과 현상이 어우러지는 진리의 세계를 나타내는 것으로써, 반복, 자기유사성, 순환, 패턴 이라는 프랙털의 특성을 그대로 표현하고 있다.

---

66) 화엄경[華嚴經]은 석가의 가르침을 훌륭하게 드러내고 있는 작품으로 방대한 분량의 대승불교 경전.
67) 본명은 Aurobindo Ghose. 1872. 8. 15 인도 캘커타(지금의 콜카타)~ 1950. 12. 5 퐁디셰리. 인도의 점술가·시인·민족주의자.
68) 프리초프 카프라, 현대물리학과 동양사상, 범양사출판부, 1995, pp.157~318.
69) 이종우, 유한과 무한으로의 여행, 경문사, 2000, p.42.

불교사상은 모든 현상은 본질이 없다는 제법무아(諸法無我), 그리고 하나가 전체이며 전체가 하나라는 일즉다 다즉일(一卽多 多卽一), 모든 만물들이 끊임없이 변해가며 있는 그대로를 보고자 하는 제행무상(諸行無常)의 철학이라 할 수 있다.

프랙털은 수많은 자기복제가 이루어진다. 여기에서 원래의 근본적 성질과 복제적인 성질의 구분은 무의미하다. 이 시점에서 하나의 것은 이전 것의 복제이며, 앞으로의 것의 원본이기 때문이다. 따라서 프랙털에는 절대적, 유일한 본질은 사라지고, 수많은 복제 본들이 있다. 이런 면에서 '제법무아'와 프랙털은 상통한다. 나무의 예에서 보았듯이, 하나의 줄기는 전체 나무줄기의 한 부분이지만, 그 형태와 생김새는 유사성을 가지고 있다. 프랙털에서 부분은 전체의 모습을 하고 있으며, 전체는 부분의 모습들을 하고 있다. 이것은 불교에서 말하는 '일즉다 다즉일'이라는 일반적 개념과 일치한다. '제행무상(諸行無常)'은 모든 것이 끊임없이 변해가기에 있는 그대로를 본다는 철학이다. 모든 존재는 생멸하는 변화의 굴레에서 일시도 벗어나지 못하기 때문에 실체를 지니고 있지를 못함을 의미한다. 여기서 무상은 현상세계의 모든 만물은 조정되어 있지 않고 끊임없이 변화하여 끝없이 지속되거나 변함없이 존재하는 것이 없다는 의미로서 현상계의 시간적 유한성으로 파악될 수 있다.

프랙털은 일정하게 축소되거나 확대되어 가는데, 한순간을 사진 찍은 듯한 고정된 것이 있는 정적 이미지가 아닌, 지속해서 자기 유사성이 이루어지는 동적 현상들로 이루어져 있다. 따라서 어느 한 부분들을 떼어놓고 보거나 순간의 찰나만 보는 것으로는 프랙털을 제대로 관찰할 수 없다. 끊임없이 움직이는 용암처럼 프랙털의 규칙적인 모습을 있는 그대로 봐야 하고 또, 이렇게 보게 된다. 이런 점에서 제행무상과 프랙털은 맥을 같이 한다. 그리고 "불교에서 말하는 '일즉다 다즉일(一卽多 多卽一)'의 원리는 화엄사상의 중요한 명제로써 '하나가 곧 전체이다, 전체가 곧 하나다'라고 하는 이치를 말하고 있다.

[도판 26] 이런 사상은 예술로도 나타나는데, 고려 후기작 일본 후도인(不動院)소장 비로자나불도(毘盧遮那佛圖)인 '만오천불(萬五千佛)'에 구체적으로 표현되어 있다.

대일여래(大日如來) 라고도 일컬어지는 마하비로자나(摩訶毘盧遮那), 즉 비로자나 부처를 그린 것으로 마하는 큼(大), 비로자나는 해(日)이니 '위대한 빛'을 뜻한다.

비로자나 부처는 역사상 실재했던 부처인 석가모니와 달리 우주적인 원리와 지혜 그 자체를 인격화한 부처다. 그런대 외 한명의 부처를 그려놓고 '만오천불' 이라고 했을까? 일종의 비유적인 표현일까? 아니다. 이 그림에는 정말 1만 5000명의 부처가 있다. 그림을 확대하면 놀랍게도 작은 부처의 얼굴이 보인다. 육안으로는 보이지 않는 1만 5000명의 부처가 그림 안에 숨어 있다. 그저 단순한 배경으로 여겼던 부분도 자세히 보면 수많은 부처로 이루어져 있다. 부처의 머리하나 크기는 5밀리미터 정도이니 고려 불화 중에 가운데 가장 섬세하고 작은 세계를 그린 셈이다.

비로자나 불화의 1만 5000명의 부처는 테두리와 바탕, 비로자나 부처 이렇게 크게 세 부분으로 구성된다. 먼저 테두리를 살펴보면, 맨 위 테두리에는 마치 제목처럼 '만오천불' 이라는 글자가 씌어있다. 자세히 들여다보면 글자 속에도 부처의 얼굴이 빼곡하다. 테두리의 양 옆은 둥근 문양으로 장식했는데, 문양 안을 부처의 얼굴이 가득 채우고 있다. 아래 테두리에는 가부좌를 하고 앉은 부처들과 함께 당시 사찰의 모습도 그려져 놓았다. 사찰 건물도 부처가 빈틈없이 자리하고 있다. 조그만 불(佛)자가 모여 만든 열 십 十자 무늬도 보인다.

비로자나 부처는 붉은 가사(袈裟)를 걸치고 치마를 입었다. 가사의 소매 부분을 확대해 보면 금빛 부처의 얼굴로 채워져 있다. 녹색으로 그린 가사의 문양에도 금빛의 부처가 가득하다. 옷 주름엔 먹으로 그린 보살이 숨어 있다. 비로자나 부처의 몸이 드러나는 부분을 제외하곤 치마 부분에도 역시 먹으로 그린 보살과 금의로 그린 부처를 빽빽하게 채워 넣었다. 큰 형상과 동시에 작은 부처들로 이루어진 비로자나 불화작품은 일정한 질서 속에서 부분과 전체가 반복되어 나타남을 볼 수 있으며, 프랙털기하학의 특성인 순환성과도 닮아있다.

또한 교토(京都)에 자리한 800년 전통의 유서 깊은 대사찰 지온인(知恩院)에도 신의 솜씨로 평가받는 고려 불화가 소장돼 있다. 산수를 배경으로 부처와 나한을 묘사한(오백나한도五百羅漢圖)다. 멀리서 보면 산수화로 보이지만 가까이 가면 나한들이 모습을 드러낸다. 나한 한 사람의 크기는 불과 1.5센티미터. 저마다 다른 모습이다. 금방이라도 살아나올 듯 나한의 표정이 생생하다." [70]

70) 송영만, HD역사스페셜 4 동아시아 문명의 클라이맥스, 고려와 조선, 효형출판, 2007, pp.99~116.

이러한 고려불화의 작품구성형식은 섬세함과 아름다움의 극치를 보여주고 있으며, 초정밀 마이크로의 세계를 표현하고 있는 것 같다. 또한 어마어마한 정보를 담아내는 반도체(半導體)를 연상시키며, 프랙털원리의 자기유사성과 반복적 패턴을 통한 축적을 그대로 나타내고 있다.

그리고 "불교에서 화엄사상을 210자의 글자로 요약해 정사각형 모양 안에 써넣은 의상(義湘)[71]의 화엄일승법계도(華嚴一乘法界圖)는 완벽한 프랙털그림으로 보이고 있다. 법계도 속은 들여다보면 네 개의 작은 정사각형 모양 안에 '영원'을 상징하는 만(卍)자가 한 개씩 모두 네 개 보이는데, 이 무늬들은 마치 음양의 두 방향이 조화를 이루고 있는 모습이다.

법계도란 一과 多, 그리고 이(理, 초월)와 사(事, 현상)를 완전히 휘저어 섞어 놓자는 데 그 근본적인 의미가 내재되어 있다고 생각한다. 이와 사가 조화롭게 화합되는 이사무애(理事無碍) 세계를 화엄의 세계로 보았다. 소용돌이가 속으로 감겨들었다가 다시 나왔다가 결국 곡선궤도는 출발점과 같은 장소·위치로 되돌아와 끝난다. 이 중심점은 유한한 현상을 나타내는 '法'자로 시작되어 돌고 돌아 무한한 깨달음을 나타내는 '佛'자로 끝난다. 이 두 글자가 처음과 끝이고 중심점이다.

이 중심점은 궤도를 유인해 끌어들이기도 하고 내보내는 역할을 한다. 영원히 루프를 그리는 대신에 궤도는 안쪽을 향해 나선형으로 감겨둔다. 이를 카오스에서는 '끌개(attractor)'라고 한다. 이 법계도 속에서 선은 반복되지도 않고 교차되지도 않는다. 이것은 이미 2차원의 세계를 넘어선 위상공간에서나 가능한 세계인 것이다."[72]

이는 프랙털의 특성이 가지고 있는 순환성의 원리와 일맥상통 하고 있으며, 불교에서는 일찍부터 '일즉다 다즉일(一卽多 多卽一)'에서 이 사실을 적극적으로 내세워 왔다. 이 사실은 곧 불교의 사유 대상은 처음부터 무한에서 시작했었음을 말하고 있는 것이다. 일자가(一者)가 다자(多者)가 되고 다자가 일자로 되는 끝없는 순환 속에서 계속되는 율동적인 유희이다. 마치 카오스 속에서 우주의 질서에 대한 모습을 발견할 수 있다는 것과 같은 이치이고, 이를 통해 이루어지는 조화의 요소는 프랙털의 특성 그 자체이며 불교철학의 상대주의적 사상과 함께 서로 가까운 연관성을 맺고 있다.

---

71) 의상(義湘) 625(진평왕 47)~ 702(성덕왕 1). 한국의 화엄종을 일으킨 신라의 승려.
72) 김상일, 카오스와 문명, 동아출판사, 1995, p.445.

제4장 본인작품과 프랙털

제1절 프랙털의 도입

프랙털의 특징인 자기 유사성과 순환성은 단순해 보이지만 그 속에 내포된 원리는 크게 이 우주와 자연 생태계의 존재를 연결하는 구조로 되어있다. 바람에 흔들리는 나뭇가지와 잎사귀들의 떨림, 소용돌이치는 폭포, 또는 진동하는 공기와 물의 마찰, 작은 꽃망울의 떨림 등 자연은 항상 끊임없이 움직이며 변화되어 왔다.

그리고 미국, 영국, 앙골라 등 초원지대에서 다양하게 발견되는 거대한 미스터리 서클의 모습들은 프랙털 원리로 제작되었다고 해도 무방할 만큼 많은 상상과 큰 영감을 불러일으키고 있다. 한편 프랙털 형상에서 내가 흥미롭게 느낀 것은, 그것이 자연의 어떤 부분과 상당히 닮았다는 것이며, 과거 원시예술에서부터 현대예술까지 여러 다양한 분야와의 관계성을 공감하였기 때문이다.

본인은 생명체들이 살아갈 수 있는 가장 근본이자 토대인 나무를 프랙털과 연계 이미지화하여 작품으로 표현함으로써 시간에 대한 프랙털과의 상호작용적 측면을 나타내고 싶었다. “작품에서 보이는 이미지의 세계는 예민한 감각기관으로 자신을 그대로 찍어내는 것이 아니며, 우리 주변의 사물들을 보고 만지고 잡아보고 그 표면을 살펴보고 그것들의 경계선을 추적하고 질감을 탐색한다. 본다는 행동은 하나의 시각적 판단(visual judgment)이다.

시각적 판단이란 보는 것이 행하여진 연후에 추가되는 첨가물(색채, 형태, 향기, 생명력, 양감, 방향 등) 즉 지력(intellect)에 의해 생겨나는 이차적인 사물이 아니며, 시각은 매우 선택적이다. 예를 들어 우리가 나무를 볼 때 보자마자 첫 단계에서부터 특수한 윤곽선, 크기, 색의 음영 등의 일부 또는 그 전부에 대한 기록이 이미지화되어 생기게 되는데 그것은 프랙털 기하학적 특성과도 연결되어 진다.” [73]

프랙털의 특성이 크게 성장한 시기는 불과 100년이라는 시간이 체 되지도 않았으나 프랙털의 특징들은 동양과 서양을 막론하고 과거에서부터 학문적 내용과 회화적 표현으로 나타났음을 이해할 수 있다. 그 예로는 모자이크 예술, 도자기 예술 그리고 티베트 불교의 만다라작품 등에서 보여 지고 있다.

---

73) 신성창, 김정필, 꽃을 통한 이미지 연구, 조선대학교 조형미술논문집, 2003, p.7.

현대미술에서는 액션 페인팅(action painting)[74]작가인 잭슨폴록(Jackson Pollock)[75]및 다양한 분야의 예술가들에 의한 활동 속에서 컴퓨터 아트와 형상예술·공간예술 등 프랙털은 직·간접적인 여러 형태로 응용되어지고 연구되어져 나타나고 있다.

이러한 프랙털원리는 미술에서 조형원리인 변형(變形, deformation)과 중첩(重疊, overlapping) 반복과 크기의 변환, 위상학적 측면 등으로 표현될 수 있다. 추상적 이미지의 패턴 반복표현을 통해 복잡함과 혼란함 속에서 새로운 질서를 찾아가는 과정으로 나타낼 수 있다.

한편 프랙털은 자기 조직화를 생명체의 성장 과정을 통해 가장 구체적으로 나타내고 있는데, 인간뿐만 아니라 여러 생물들은 진화과정에서 끊임없는 자기 조직화를 이루어가고 있으며 이런 자기 조직화에서 '자기 유사성' 이라는 성질을 지닌다. 그리고 전체와 비슷한 구조로 상리공생하며 협동과정 속에서 끊임없이 반복되어지고 있다.

프랙털은 무한히 세분화되어지고, 무한의 길이를 가지게 되며, 자기 유사적으로 구성되어 만들어지는데, 이는 생태계를 이루는 나무 등 자연물의 이미지들을 자연의 모사라고 보는 것과 거의 같은 상태인 것이다. 이 우주와 자연계는 복잡하고 다양한 요소로 이루어져 있으며 때로는 안정적이기도 하고 때로는 매우 불안정하고 불규칙적인 양상을 나타내는 살아 움직이는 세계이다. 완전한 무질서가 아니라 상호작용적 규칙성과 불규칙성이 얽혀 있는 것이다.

본인은 자연 속에 내재하는 복잡하고 불규칙해 보이는 현상을 이해하고 나무가 가지고 있는 원리를 대상으로 그 속에서 규칙을 찾아 작품으로 이미지화하여 파악하고 표현하기 위해 프랙털을 도입하였으며, 현대미술에서의 규칙적인 반복을 통한 통일감과 함께 불규칙적이고 순환적인 반복을 통한 측면들을 프랙털현상을 통해 본인작품에서 나무이미지와 함께 표현함과 동시에 새로운 미의질서를 추구하고자 한다.

---

74) 액션 페인팅(action painting): 1950년대 뉴욕을 중심으로 일어난 전위적 회화 운동으로 그려진 결과보다는 그리는 행위 자체를 중요시하였다. 화면전체에 페인트, 물감 등을 뿌리거나 떨어뜨려서 작품을 구성한다. 폴록 (Pollock, J.)이 대표적 작가이다.

75) 잭슨 폴록[Jackson Pollock. 1912 1, 28 ~ 1956, 8, 11] 미국 추상표현주의 화가. 커다란 캔버스 위에 물감을 흘리고, 뿌리고, 쏟고 하면서 몸 전체를 사용하여 그림을 그리는'액션 페인팅'작업을 하였다.

제2절 프랙털과 채색 관계

본인은 일상에서 보이는 나무의 이미지를 심상적 시각으로 표현하고, 재구성하여 채색으로 나타내고 있다. 그것은 채색을 통해 지각된 대상의 사실적인 구조적 형태에서 더욱더 완결된 이미지를 발산하고 메시지 전달의 효율화를 가할 수 있게 하기 위해서이다. 구조적으로 채색을 이용한 작품제작 방법은 서로의 상호작용과정으로 이루어진다. 특히 분채라는 채색재료가 한지와 상호작용할 때 이루어지는 물질적 특성은 전체적 질서의 형성 속에서 이루어지는데, 채색과정에서 규칙적 간격의 반복으로 이루어지는 색깔의 변화는 자연발생적인 자기조직화의 과정 및 패턴의 흐름을 통해 시각화 되어 지며, 시각을 통한 이미지는 의식에 나타난 대상을 표현한다.

"색은 여러 가지 측면에서 중요하게 다루어지고 있는데, 색즉시공 공즉시색(色卽是空 空卽是色)이라는 동양사상의 언어적 표현만 보아도 알 수 있다. 색은 어떻게 지각되는가? 다른 지각가 마찬가지로 빛의 파장이 색을 경험하게 하는 것이다. 빛의 파장에 따라 다른 색을 경험한다. 파장은 460nm색 대면 파란색, 530nm 색 대면 녹색, 580nm색 대면 노란색, 660nm이상이면 빨간 색으로 경험된다. 색 지각에 대해 가장 쉽게 생각할 수 있는 것 중의 하나는 특정한 색에 민감하게 반응하는 광수용기[76]가 있어서 색을 지각한다는 것이다." [77]

색채는 일종의 빛에너지로 기하학적 형태의 표면으로 드러난다. 빛에 의해서 이루어지는 색채들의 무한성은 시간과 공간에 따라 변화하는 색채들의 집합적 요소들로, 자기 유사적으로 형성돼 순환적 패턴을 형성하며 이루어지는데 프랙털에서의 특성을 그대로 반영하고 있는 것과 일치한다. 또한 색채에서 부분들이 구성적 특성에 의해 개연적이고 필연적으로 통일성을 이루며 연결되어 있는데, 부분과 전체를 맺어주는 원리로 프랙털원리를 그대로 반영하고 있다. 따라서 색채와 형태는 서로 나누어서 생각할 수 없다.

---

76) 광수용기(光受容器 , photoreceptic organ) 빛의 자극을 받아들이는 기관. 동물에서는 보통 시각 기관이라 한다. 피부의 광감각처럼 광수용 세포가 산재해 있는 것도 있으나, 일정하게 기관 구조로 되어 있는 것은 눈이라고 총칭한다.

77) 방선욱·이경화·박천식 공저, 심리학의 이해, 교육과학사, 2010, pp.111~112.

채색으로 이루어진 작품들은 시각적 힘의 형태화(形態化)작용을 지각하는 것을 포함하며, 지각된 힘의 형태화는 자연발생적으로 중요한 힘의 작용을 이미지로 보여주는 것이다. 인간과 자연을 포함한 자연계 및 인공계의 무수한 형태와 색채표면으로 형성되어있다. 그 가운데 색채는 우리가 주목하는 첫 번째 요소로 우리의 느낌과 정서를 불러일으키며 우리를 움직인다. 색채지각에서 색은 고립되어 보일 수 없으며 항상 하나 또는 더 많은 주변 색과의 맥락 속에서 보인다. 사람들은 부분이나 요소 하나하나를 보는 것이 아니라 전체 게슈탈트(Gestalt)[78]속에서 지각하게 된다. 게슈탈트 원리인 패턴화는 체계화의 지각 법칙에 따라 전체로서 지각하는 것을 의미한다. 특히 색채지각은 주변 색과의 관계 속에서 기존의 지식과 통합되어 색채에 대한 시각적 측면에 따라 의미가 완성되어지며 이루어진다.

따라서 색채조화란, 자연의 법칙과 마찬가지로 “다양성 속에서의 통일”, “유사성과 대조”의 두 범주에 의해서 이루어지게 된다. 여기에서 색채는 질서의 요소로 나무 전체를 하나의 망으로 묶는 기능을 가진다. 이것은 프랙털에서 말하는 자기 유사적 특성과 순환성을 그대로 포함하고 있다. 또한 중요한 개념적 내용이 있는데 그것은 바로 상호작용이라는 것으로, 상호작용을 통해 독립된 정체성(正體性)을 갖는 조합을 예상하게 된다. 명과 암, 또는 난색과 한색 등으로 대립되는 조합은 정적인 독립 속에서 엄격히 서로 마주서게 된다. 서로 간섭하지만 그 과정에는 본질적인 상호작용의 성질로서 끊임없이 교환되어지는 작용들이 존재한다.

78) 게슈탈트(독일어: Gestalt)는 형태 심리학의 중추 개념으로 이것은 19세기 경 C. 에렌펠스에 의해 정의되었다. 전체는 부분들의 합 이상의 특성들로 구성되어 있으며, 생물학적, 물리적, 심리학적 현상들이 통합되어 있다.

제3절 본인작품 속의 프랙털

작품제작에 있어서 모든 부분의 상호의존은 뚜렷하게 나타나는데, 본인은 작품을 통해 표현하고자 하는 우연성 및 불확정성 역동성의 특성들을 파악하고 표현기법을 통한 이미지의 효과 및 불규칙적인 혼돈 속에서 새로운 질서를 만들어 가는 창조과정을 나타내기 위해 프랙털의 특성을 적용하였다.

물질이라는 것은 자연이라는 큰 틀 속에서 존재하는 모든 물질로서 본래 역동적 특성을 가지고 있다. 그 존재는 흔히 자연이라는 틀 속에서 볼 수 있는 나무, 풀, 꽃 등이 될 수 있으며 이런 성질을 물질적 재료인 붓, 종이, 물감 등을 통해 작품으로 표현되고 있다. 특히 나무를 원료로 하는 한지는 본인작품의 재료 중 하나로써 나무가 가지는 물성 그 자체를 다른 재료와 함께 사용하여서 심적 행위를 통해 이미지화하여 표현하기에 가장 알맞은 재료이다.

나무라는 조건에서 한지가 되기까지 여러 번의 얽힘과 설킴 과정을 통해 만들어지는 한지가 가지고 있는 셀룰로오스[79]성질은 섬유간의 결합을 도와주며, 섬유조직의 배열은 종이를 옆으로 찢었을 때 견디는 힘인 인열강도와 함께 위아래로 잡아서 당겼을 때 버티게 되는 힘인 인장강도를 높여주게 된다. 한지는 섬유사이에 적당한 공간들을 가지고 있어서 공기를 통과시키는 현상과, 햇빛을 투과시키는 특성 등의 물리적인 성질을 가지고 있다.

또한 한지와 채색을 통해 표현되는 이미지들은 색채를 겹치며 올릴 때마다 견고한 작품으로 완성된다. 여러 번의 반복행위를 통해서 이루어지는 채색과정은 시간의 흐름과 함께 복잡함과 혼란함속에서 질서를 찾아가고 있다. 나무와 같은 자연물의 표현을 통해 나타나는 자연 속에 내재한 물질순환의 과정은 상호 연결된 배열적인 구성 또는 패턴으로 부분과 전체가 하나가 되는 훌륭한 구조를 이루며, 프랙털에서 나타나는 특징적 요소들을 자연스럽게 경험하게 된다.

---

79) 셀룰로오스 [cellulose] 식물 세포벽의 기본구조 성분으로 모든 식물성 물질의 33%(면의 90%와 나무의 50%는 셀룰로오스로 이루어졌음)를 차지하며, 천연에서 산출되는 유기화합물 중에 가장 많이 존재한다.

작품구성 형식으로 작은 점들은 여러 상호작용 속에서 하나의 망을 형성한다. “여기서 여러 상호작용이란 작품을 완성해 가는 과정에서의 끊임없는 반복적 행위를 말하며 이런 행위는 곧 나 자신을 투영하는 것이다.” 상호 연관된 구성과 패턴 속에서 보이는 무수한 점은 시간과 공간 속에서 끊임없이 율동하며 순환하는 프랙털구조의 모습을 나타낸다. 점들은 하나의 입자로도 볼 수 있으며 서로 상호관계성을 맺으며 생성된다. 이미지의 부서짐과 함께 보이는 일정한 유사적 패턴들은 내가 작품에서 나타내고자 하는 프랙털의 모습이다. 이러한 패턴의 반복을 통해 대상을 표현하는 방법은 자연에서 보여 지는 것처럼 무질서와 질서와의 조화로운 배열을 경험하는 기회이기도 하며, 이러한 카오스적 현상은 본인의 작품 이미지에서 나타내고자 하는 부분이다. 혼돈의 경계에서 불규칙성과 규칙성은 어떤 때는 질서상태로, 어떤 때는 무질서의 상태로 나타나는 등 모두 연속된 흐름으로 연결되어 다양한 상태로 존재할 수 있다. 결과적으로 자연이 가지는 결정적인 상태는 여러 부분들이 상호협력 관계 속에서 연결되어 전체의 유기적 존재의 그물망을 구성하며, 패턴의 통일성을 구현함과 동시에 변경시키지 않고 본질적으로 모든 조직구조들이 복잡한 시스템 속에서 하나로 연결되어져 있다고 볼 수 있다.

본인은 끊임없이 율동 하는 과정에서 생성되고 있는 우주적 무도(舞蹈)를 프랙털과 연계하여 자연계에 실제 내재하는 카오스의 경향과 그 복잡성 그리고 생명체의 질서에 대해서 프랙털적인 사고로 나무이미지라는 주제의 작품을 통해 표현하고 있다. 나무이미지는 단순한 나무의 이미지 표현법이 아닌 자연세계의 시스템적 망(網)에 대하여 프랙털을 통해 드러내고자 한다. 그리고 물질과 에너지, 시간과 공간의 자연법칙에 관한 포괄적이며, 근원적인 공통성을 찾고자 하며, 자연이 근본적으로 가지고 있는 무질서에서 질서를 만들어 내는 동일한 구성요소들을 새로운 형태로 계속해서 재배열 시키고자 한다.

[작품 1], [작품 2]는 길이나 길이 따위의 양적 관계를 무시하고 도형을 구성하는 점의 연속적 위치 관계에만 착안하여 심적 표출과정을 색이라는 물질적 요소와 함께 표현하였다. 꿈틀대고 움직이며 그물처럼 얽어서 이루어진 나무이미지는 불규칙적이고 혼란스러운 형상으로 보인다. 그러나 이러한 현상 속에서 유사적 패턴의 규칙을 찾아낼 수 있다고 하는 프랙털의 특성을 강조하기 위해 끊임없이 반복적 행위를 함으로써 심적 깊이를 화면에 나타내었다. 처음과 끝이 연속되어지는 선들 속에서 복잡하게 보여 지는 이미지들은 끊임없는 연속성을 이루며, 반복되어지고 있다. 선들의 연결을 통해 통일성과 질서를 찾고자 하였으며, 자기 유사성과 순환성에 대한 프랙털 원리의 특징적인 측면을 작품에서 강하게 나타내고자 하였다.

[작품 3] 회오리라는 주제의 작품은 카오스와 프랙털에 관한 내용을 나무이미지를 통해서 보여주려 하였으며, 우주적인 카오스를 통한 혼돈적인 힘과 그 속에 있는 코스모스라는 조화의 결합을 통해 프랙털의 시간과 공간에 대한 순환적 특성을 나타내었는데, 이 전체는 완전하게 이루어진 무질서가 아니라 규칙성과 불규칙성이 얽혀서 공존하고 있다. 그 예로 유명한 나비효과(betterfly effect)이론을 설명할 수 있는데, 이 뜻은 어는 지역에서 한 마리 나비의 날갯짓이 다음 달 다른 지역에서 폭풍을 일으킬 수도 있다는 가설로써, 나비의 날갯짓에 의한 작은 변화가 결국 연쇄적 패턴을 불러일으키면서 큰 변화를 가져온다는 것이다. 이는 카오스와 프랙털의 성질을 비유적으로 나타내 보여주고 있다.

[작품 4] 파란나무의 경우 형태와 색채에 대하여 자기 유사적 특성과 순환적 패턴을 큰 덩어리로 표현함으로써, 나무 이미지에 질서를 부여함과 동시에 단색의 색상을 적용하여 통일된 느낌을 전달하고자 하였다. 단색의 색상을 이용하여 색채에 질서를 강조하고 자연의 일정한 패턴에 대해서 나타내었으며, 그 패턴이 가지고 있는 순환적 요소를 통해 본인 작품의 주제인 나무이미지를 구체화 시켰다.

[작품 5] 녹색 풍경은 산, 나무, 풀 등에 대한 심적 이미지를 시각화하여 표현한 것으로 모든 요소를 각각의 다양한 크기의 점들로 일정한 패턴들 속에서 나타내고 있다.

이러한 작품표현의 기본바탕은 중국 산수화론 중 곽희의 임천고치(林泉高致) 산수훈(山水訓)에서 말하는(“커다란 소나무는 꿋꿋하게 뭇 나무들의 지표가 된다. ~ 주위에 온갖 덩굴과 초목들을 차례로 분포함으로써 ~ 장수가 된다.”)내용적 측면과 일맥상통하며, 프랙털에서 보이는 도형의 한 부분이 도형 전체와 같다는 자기 유사성을 나타내고 있다.

[작품 6] 푸른 나무의 춤은 어디가 뿌리이고 어디가 줄기인지 알 수 없을 정도로 작품 속에서 상호 대칭성으로 회귀하는 형태를 보이고 있다. 이 작품은 나무라는 하나의 개체 속에서 자라나는 뿌리와 줄기를 프랙털에서 말하고자 하는 자기 유사성에 대한 성질과 순환적 메커니즘 관계에 대해서 행위의 반복을 통해 점의 집합을 표현하였고, 나무에 대한 물리적 측면을 이미지화하여 나타내고자 하였다.

[작품 7], [작품 8]은 회화에서 점이 가지는 특성을 물리적 시각에서 입자와 하여 일정한 크기와 패턴들 속에서 나무라는 이미지를 만들어 시각화하고 있다. 이 작품들은 불교사상의 '일즉다 다즉일 (一卽多 多卽一)' 원리와도 상통한다. 작품에서 보이는 하나의 작은 점들은 상호 작용하며 화면의 전체적인 이미지로 표현되고 표현된 화면의 전체적 모습들은 다시 자세히 보면 큰 숲의 모습과 나무 이미지로 보이게 된다. 점들의 반복을 통해 화면은 미적 긴장을 자아내며 자연의 본질적인 속성과 만나게 되고 이러한 프랙털 특성은 통일성과 질서를 인정하게 하고 있다. 화면 속에서 작은 입자들로 이루어진 무수한 점은 서로 유사적 반복을 통해 공간을 채워나가며 이러한 점들의 통일은 그물처럼 이어져서 나무라는 이미지로 만들어져 가고 있다. 또한 의상(義湘)은 법성게(法性偈)에서 '작은 하나의 티끌 속에 세계를 머금었고, 낱낱이 티끌마다 세계가 다 들었네' 라고 말하면서 한 티끌 속에 전체의 세계가 들어 있음을 표현하고 있다. 이는 즉 출발점에서 같은 장소·위치로 되돌아와 끝나고 다시 반복되는 프랙털의 순환성의 특성과도 같다고 할 수 있다.

[작품 9], [작품 10]의 경우는 프랙털의 반복성을 잘 보여주는 예로 시에르핀스키 삼각형을 통해 흥미로운 사실을 찾을 수 있으며, 프랙털 이론 중 시에르핀스키 삼각형의 특징인 자기 닮음(self-similarity)을 통해 생성과정에 대하여 가지치기하는 나뭇가지 이미지를 표현하고 있다. 가지들은 점의 집합으로 이루어져 선으로 표현되며 일정한 유사적 크기로 이루어지고 그 유사적 이미지들 속에서 일정한 패턴을 형성하여 나타내고 있다. 또한, 그 패턴들은 반복이란 같은 요소가 둘 이상 배열되는 상태로써 형태와 공간이 함께 형성된다. 각 부분들은 원래의 전체적인 모습과 비슷한 형상이며, 일정한 크기의 가지들과 무수한 점은 나름의 규칙으로 형성되고, 시각적 이미지가 만들어짐과 함께 채색에서 또한 유사적 색채들로서 구성되어 이루어져 규칙을 형성하며 반복되어 나타난다.

[작품 11]은 무질서 안에서 질서를 찾기 위한 내용의 작품으로 밝음과 어둠이라는 두 가지의 패턴을 사용하여 완성하였다. 심리적으로 어디인지 불안한 뜻한 이 작품은 크고 작은 붓의 터치를 사용하여 혼란하고 어지러운 모습을 화면 속에 나타내었다.

시각적 측면에서는 나무이미지의 모호함을 통해 어디에서부터 시작이고 어디까지가 끝인지 어디가 부분이고 어디가 전체인지 잘 구별되지 않는다. 이 작품은 시간에 따라 변화하는 시각적 인상을 그대로 나타내고 있으며, 변화와 순환을 거듭하는 시간의 연속성에 대하여 표현하고 있다.

또한 이는 프랙털원리가 가지고 있는 부분과 전체에 대한 합이며, 점묘의 터치를 통한 하나의 시각적 이미지이자 여러 개의 시각이미지이다. 그리고 끊임없는 상호작용 속에서 구성되어지는 복잡계의 특징을 제시하고 있으며, 부분을 통해 전체의 이미지를 표현하였다.

[작품 12]는 자연계에 내재하고 있는 카오스와 코스모스에 대하여 점묘기법 사용을 통해 표현한 것으로 다양한 진동에 의한 떨림의 측면들을 표현하고자 하였다. 각각의 부분으로 이루어진 작은 점들의 터치는 하나로 모여 큰 이미지를 만들어 내고 있으며, 이러한 이미지들은 나무이미지와 숲의 이미지로 화면에서 형성되어지고 있다.

화면의 작은 점들은 어떻게 보면 생태계의 작은 미생물이자 입자적인 성질을 형성하고 있으며, 이러한 부분적인 이미지들은 전체의 망을 형성하게 되고 숲의 노래라는 명제처럼 다양한 우주의 진동이자 숲의 떨림을 하나가 되는 노래의 진동으로 나타내고 있다. 또한 작품 속에서 본인은 카오스(chaos)의 불규칙하고 무질서하게 보이는 현상과 코스모스(cosmos)라는 규칙성을 이루어 조화로운 무질서한 상태를 표현하려 하였다. 그리고 생명과 관련하여 어두운 색과 밝은 색의 대비를 통해 죽음과 재생의 무도에 대한 의미를 표현하고자 하였다.

[작품 13]은 프랙털원리를 출발점으로 하여 표현한 것으로 파랑색 계열로만 이루어져 있다. 전체적 이미지는 너무나 흐릿하다. 그러나 이 이미지에서는 가장 중요한 성질이 나타나는데, 바로 코흐 곡선을 통해 추측 할 수 있다. 코흐의 곡선에서는 측정단위가 작아짐에 따라서 해안선의 길이는 한없이 커진다는 것을 발견한다. 이러한 내용들과 연결 지어 본인작품에서 짐작해 볼 수 있는 측면들이 있다. 그것은 그림이 그려지는 화면은 코흐 곡선에서 말하고 있는 측정단위가 되고, 점묘로 표현된 붓의 터치들은 측정단위의 작아짐을 나타내며, 이러한 여러 가지 모습들이 모여 이루어진 이미지들은 해안선의 길이가 한없이 커진 측면과 같다고 할 수 있다. 즉 본 작품에서 점 터치의 반복적 행위를 통해 만들어 지는 작품의 이미지는 무한히 반복하며 만들어 지는 코흐 곡선처럼 그 진행되어가는 상태는 서로 조화를 이루고 있다.

[작품 14] 다양한 공간은 시간과 공간을 초월한 자유로운 시점을 기본으로 시간에 의한 공간의 변화 즉 시점의 변화를 나타내고 있다. 어는 공간에서 있느냐에 따라 이미지는 다양해진다. 작품에서 보여 지는 기하학적 이미지는 타원형, 삼각형, 역 삼각형, 등의 다양한 시각으로 비추어져 보인다. 그러나 가장 중요한 특성은 이러한 부분의 시점이 작고 큰 점으로 이루어져 하나의 그물을 형성하면서 전체적인 이미지를 만들어 가고 있다는 것이다. 이는 프랙털원리를 통해 보이고 있는 끌개의 성질과 집합적 요소들이 서로 밀접하게 연결되어져 있다고 볼 수 있다.

[작품 15] 생명의 탄생은 자기조직화를 가장 구체적으로 나타내고 있는 생명체의 성장과정이다. 모든 생물들은 끊임없는 자기조직화를 이루어 가고 있으며, 세포 분열이 그 예이다. 생명체가 세포 분열을 거듭하면서, 스스로가 새로운 단계를 발생(發生)시키고 분화(分化)하는 것이다. 이 작품에서는 무작위적인 행위 속에 일정한 패턴을 형성하고 있는데, 전체적인 화면구성은 어지럽고 아무렇게 그려진 것처럼 보이지만, 자세히 부분적으로 들여다보면 유사적 특징 속에서 일정한 형태를 형성하고 있음을 알 수 있다. 복잡계의 틀 속에서 프랙털원리를 나타내고자 하였으며, 자기조직화를 가장 구체적으로 나타내고 있는 생명체의 성장과정이다.

제5장 결론

사회 문화적 발달은 예술, 과학, 철학, 종교 등 여러 전문적인 분야에 걸쳐 각각의 내용들이 급진적으로 변화 되어지는 가운데 프랙털차원의 등장은 이전과는 다른 방향에서 자연의 형태를 해석하고 있다. 프랙털 이론은 현대 과학이 밝힌 정확한 우주 구성의 원리로 볼 수 있으며, 시간과 공간을 넘어 모든 존재, 모든 현상을 하나로 설명하고 있다. 다양한 학문적 범주 속에서 연구되고 있는 프랙털 특성들은 자연생태계의 그물망인 동시에 시간과 공간을 아우르는 물리적 요소와 종교 및 철학, 그리고 동양과 서양사상을 상호의존의 관계로 연결하고 있다. 이러한 측면에서 볼 때 프랙털에 담긴 물리학적, 기하학적, 철학적, 경제학적, 인문학적 내용들은 무궁무진하며 학제간의 연구에 많은 발전이 이루어질 것이다.

또한 카오스와 함께 이루어져 있는 프랙털의 무궁무진한 내용들은 아직 밝혀지지 않은 자연의 신비한 현상들을 과학적 접근을 통해 이해하고 연구하는데 큰 보탬이 될 것이며, 더불어 여러 학문분야와의 연구 및 융합에 많은 도움을 줄 것이다.

프랙털이 알려지고 연구되어진 성과는 컴퓨터를 통한 과학계의 일부 측면밖에 아직 밝혀진 바가 없다. 그러하기에 프랙털이라는 분야는 새로운 학문으로 연구되어지고 크게 발전되어질 수 있는 가능성이 아주 많다고 볼 수 있다. 확실한 이론적 고찰을 통해 동양의 신비사상 및 아직 밝혀지지 않은 불가사의한 자연의 시스템을 밝히는데 많은 도움이 될 것이며, 과학기술의 발전은 디지털 문명과 더불어 이 시대 프랙털을 통해 우주의 원리 그리고 자연의 원형에 대한 조화와 상호보완적 관계 속에서의 다양한 측면적 접근을 이루어 나아감과 동시에 우리가 지향해야 할 공통의 학문적 목표라는데 공감할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 문화와 예술의 시대, 융합과 창조의 시대, 종합적인 학문으로써 프랙털기하학을 통해 자기닮음에 대한 구조적원리를 알아보고자 하였으며, 현대회화 및 동양사상에서 보이는 프랙털의 영향력과 함께, 나무이미지를 통한 작품세계에서 표현하려하는 것들을 프랙털원리를 가지고 이론적으로 제시하고자 하였다. 또한, 변화된 시대의 프랙털이 추구하는 자연의 무궁무진한 현상들에 대한 원리를 나무이미지를 가지고 프랙털에 적용하였으며, 실제작품에 도입함으로써 조금이나마 새로운 시각으로 내용을 표현하고 나타내었다.

생태학적 측면 및 회화사적 내용들 그리고 현대예술의 하나인 프랙털아트와 동양사상을 아우르는 여러 분야들에 대하여 프랙털을 중심으로 다양한 측면에서 연계함과 동시에 시도하여 기술해 보았다. 그러나 아직은 연계되어진 내용들이 많이 미비하다고 할 수 있으며, 앞으로 다양한 분야에서 프랙털에 대한 내용들이 예술과 관련되어 연구되어 진다면 추상적이고 모호했던 예술작품들은 과학적 논리에 의해 확실하게 증명될 수 있을 것이라 판단된다.

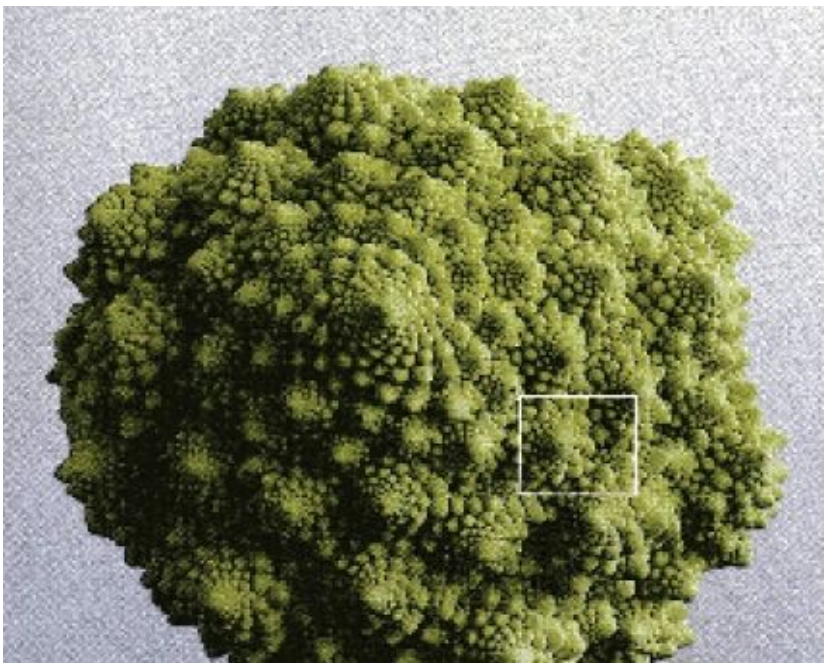
과거에서부터 최근까지 많은 예술가들이 직·간접적으로 프랙털에 대하여 느끼고 이해하고 있다고 본다. 동시에 과학과 예술과의 접목이 여러 가지 방향으로 시도되고 있으며 디지털미디어의 발달은 그것을 더욱더 가능하게 하고 있다. 많은 부분에서 다양성의 창출과 유기적인 예술의 비전을 제시하고 있으며, 이러한 예술은 현대문명의 과학기술과 다양하게 연계되어짐과 동시에 문화적 구축을 통한 문화 창조의 구조로 발전되어 새로운 문화적 가치로 자리 잡게 될 것이다.

프랙털은 변화의 중심으로써 본인의 작품세계에서 자연과의 공존을 통해 시간과 공간을 아우르며, 변화되어가는 자아의 과정이다. 이는 나와 작품세계가 따로 분리된 것이 아닌 서로의 유기적 과정 속에서 나무라는 매개체를 가지고 다양한 이미지 변형을 통해 이루어지는 것으로 프랙털원리의 핵심인 자기유사성 측면과도 함께한다. 화면에서 보여 지는 나무의 다양한 이미지들은 나의 무의식과 의식을 포함하며, 초자아적 과정으로 가기위한 행위들로써 이는 프랙털의 자기유사성과 순환성이라는 핵심적 측면과 함께 귀결되어진다. 또한 회화에만 머물러 있던 조형적 요소들이 건축, 공예, 디자인, 애니메이션, 미디어아트 등 다양한 분야와의 조화를 통해 새로운 예술로 제 탄생될 수 있다고 본다. 이러한 프랙털 특성은 앞으로 위상학, 기하학, 과학, 예술 등 다른 분야들과 함께 결합해야 할 것이다. 한편 학문적 광범위함으로 인해 나무이미지와 프랙털과의 연계적 측면에 의한 연구내용들이 다소 억지스럽고 잘 연결되어 나타나지 않는 부분들이 있다. 그러나 앞으로 꼭 필요한 미래지향적 내용이라 생각하기에 부족하지만, 프랙털을 주제로 하여 설명하고자 하였으며, 본인의 논문이 여러 전문분야에 걸쳐 다양하게 접근되어 질 수 있는 학문적 자료로써 조금이나마 도움이 되었으면 한다.

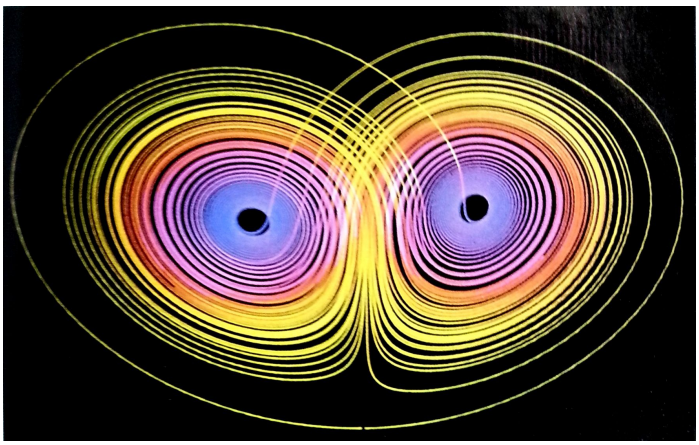
참고도판

[도판 1] 양치류

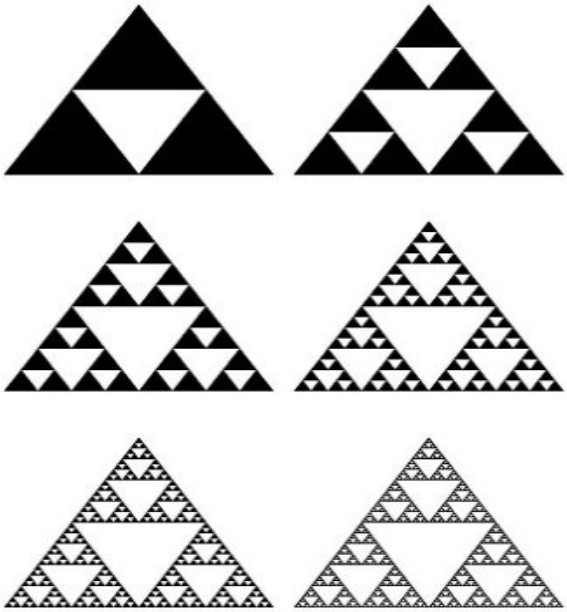
[도판 2] 나뭇가지



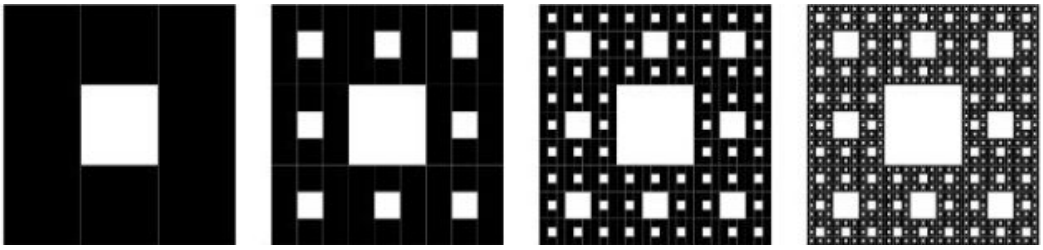
[도판 3] 꽃양배추



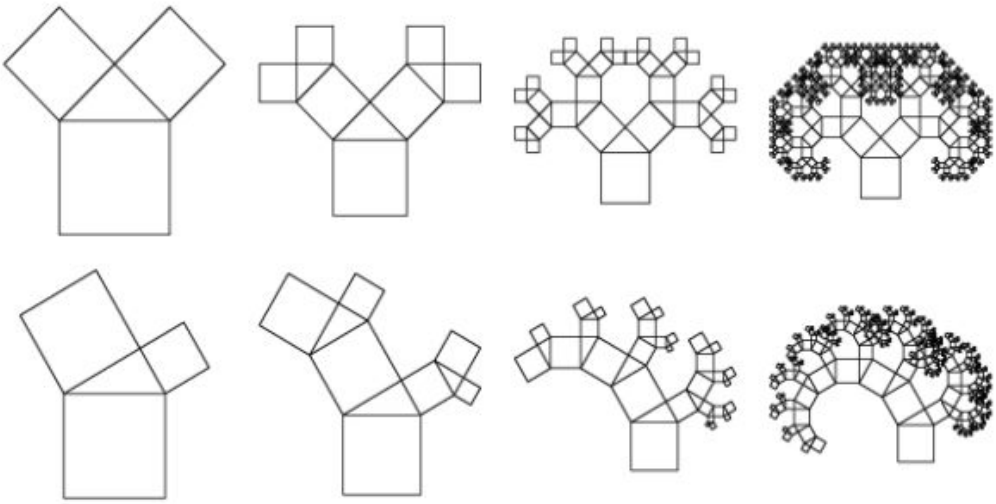
[도판 4] 로렌츠 끌개



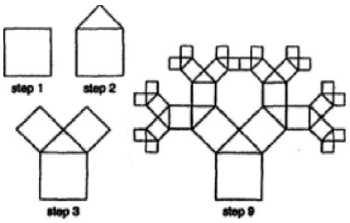
[도판 5] 시에르핀스키 가스켓



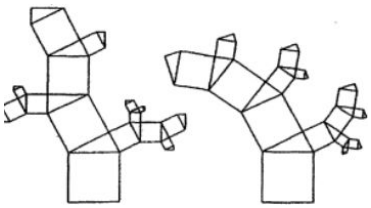
[도판 6] 시에르핀스키 카펫



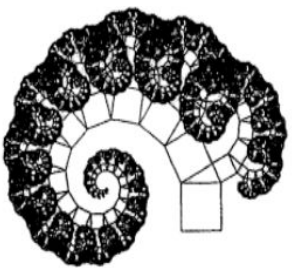
[도판 7] 피타고라스 나무



[도판 8] 피타고라스 나무의 기본



[도판 9] 피타고라스 나무 생성의 두 가지 구조

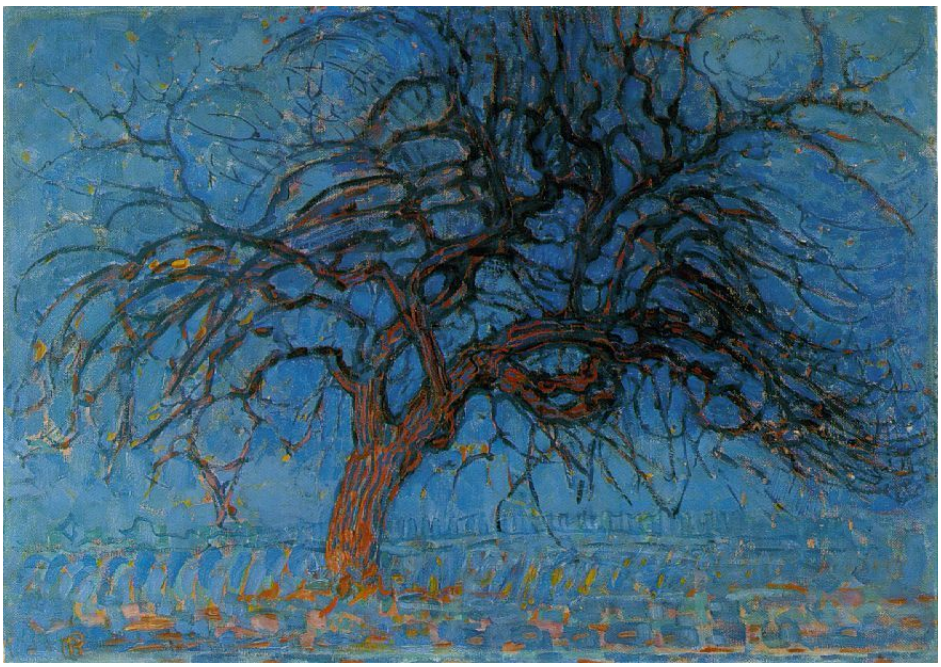


[도판 10] 말려 들어가는 피타고라스 나무

[도판 11] 폴 세잔, 큰 소나무, 1892-1896

[도판 12] 폴 세잔, 연자매가 있는 숲, 1898-1900

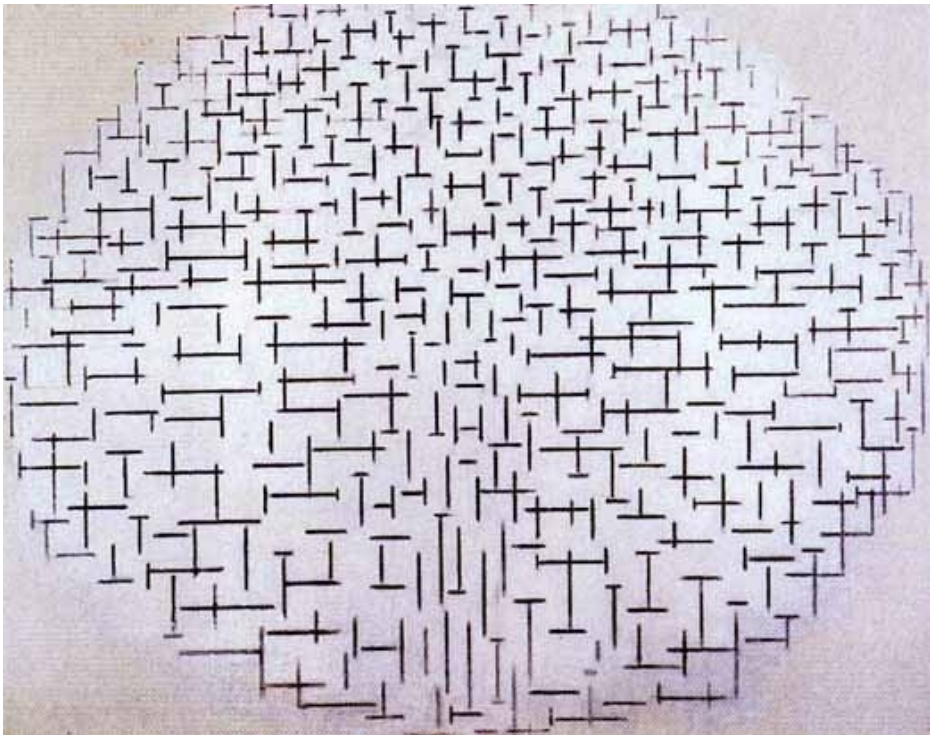
[도판 13] 폴 세잔, 생트빅투아르 산, 1904-1906



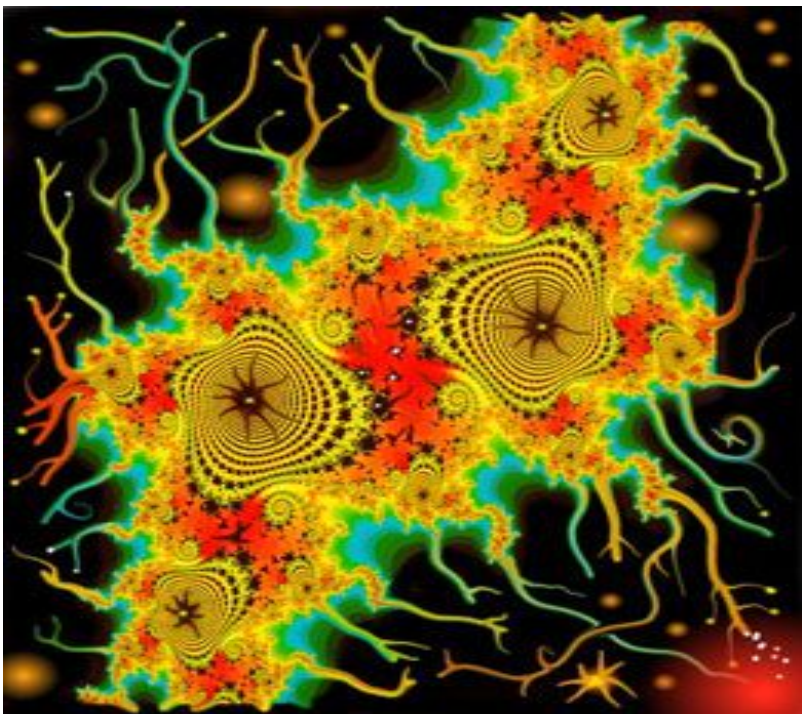
[도판 14] 피에트 몬드리안, 붉은 나무, 1908

[도판 15] 피에트 몬드리안, 회색나무, 1912

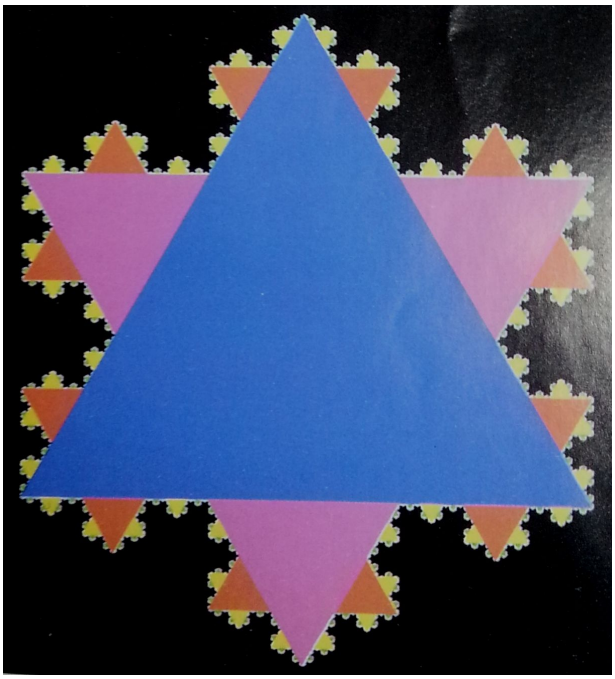
[도판 16] 피에트 몬드리안, 꽃피는 사과나무, 1912



[도판 17] 피에트 몬드리안, 검정과 흰색의 구성 NO.10 : 부두와 해양, 1915



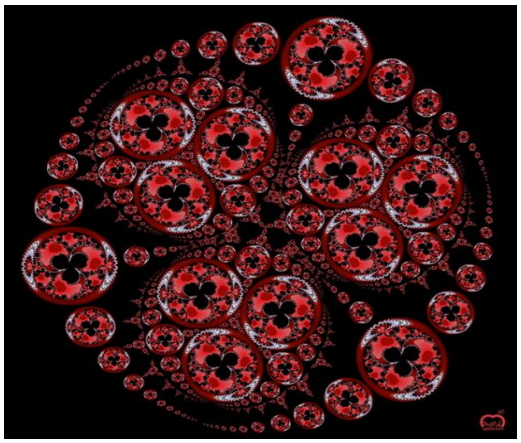
[도판 18] 클리포드 픽오버, 텔로포다이트 프랙털1



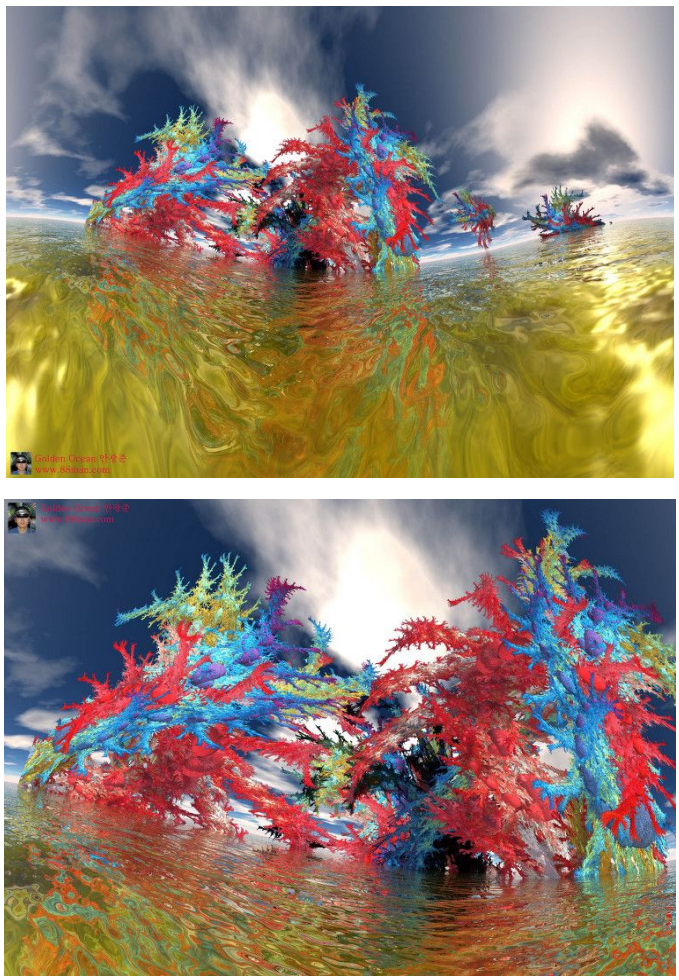
[도판 19] 코흐 곡선

[도판 20] 박보석, 음산한 달밤, 2006

[도판 21] 박보석, 자연의 시선(숲), 2011

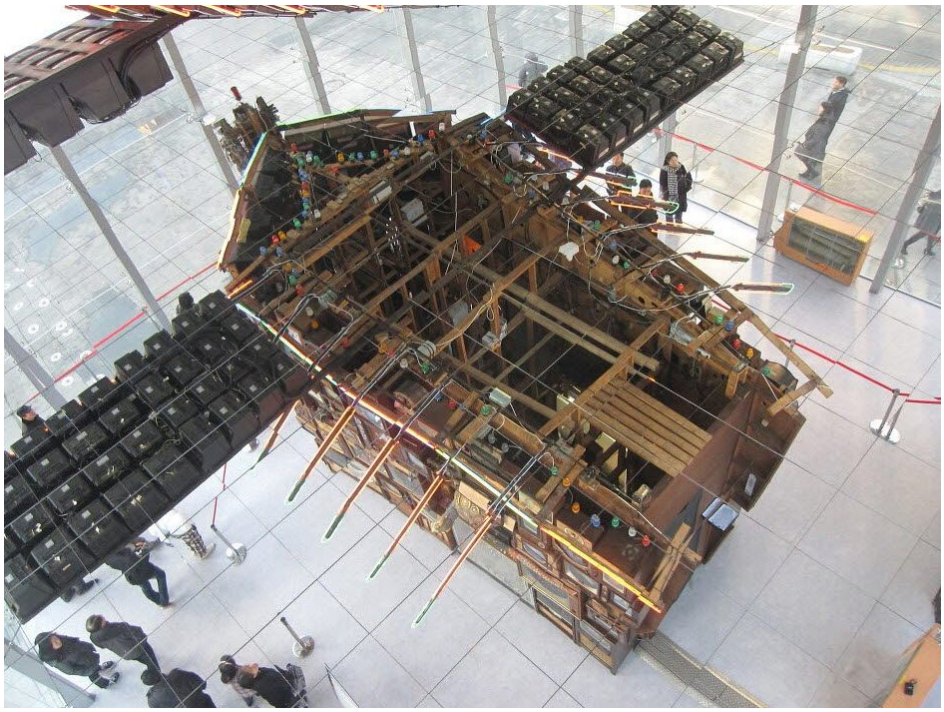


[도판 22] 박보석, 아폴로니안 개스킷 - 프랙탈 리듬, 2010

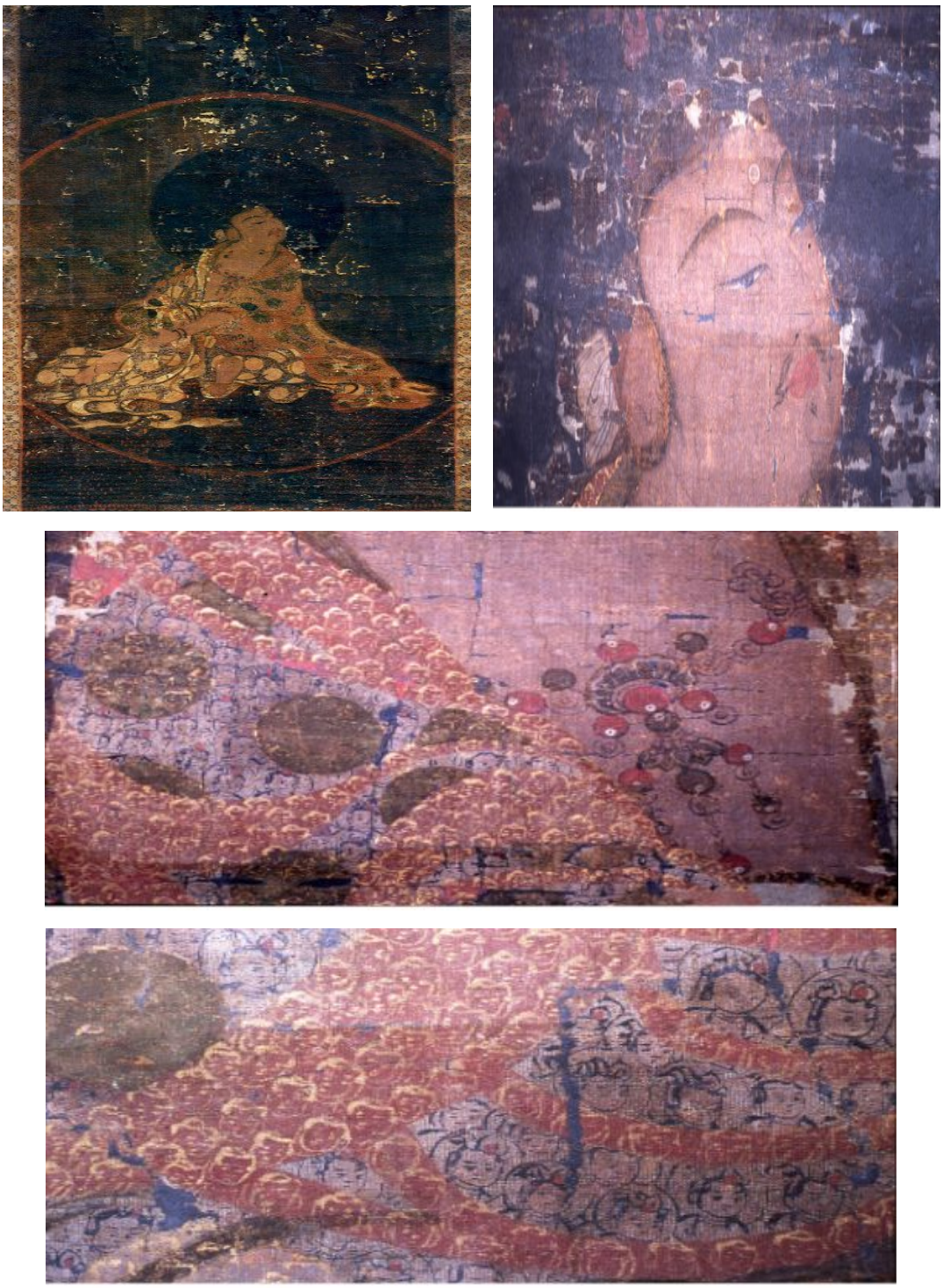


[도판 23] 안광준, 황금해, 2011

[도판 24] 안광준, 프랙털 칼데라, 2011



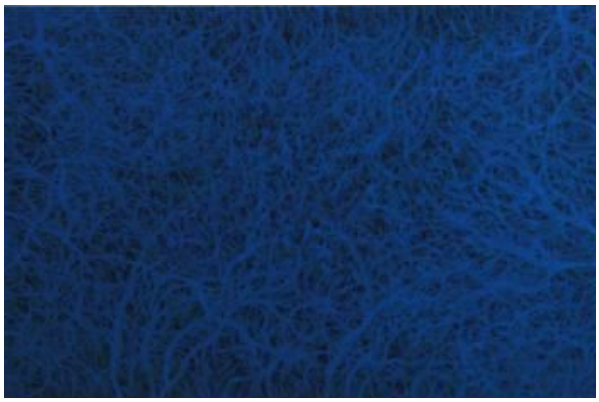
[도판 25] 백남준, 프랙털 거북선, 1920



[도판 26] 萬五千佛, 고려후기

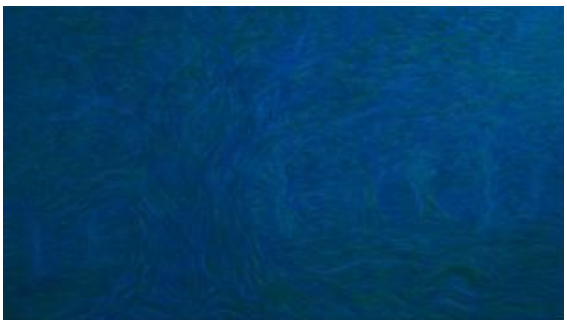
본인도판

[작품 1] 나무의 시간, 80.3× 116.8㎝, 한지에 수간채색, 2011

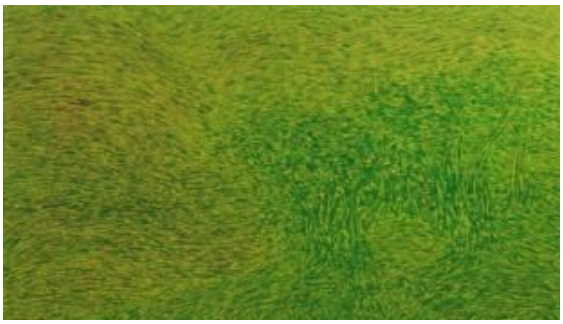


[작품 2] 나무[(망)網], 72.7× 90.9㎝, 한지에 수간채색, 2011

[작품 3] 회오리, 80.3× 100.0㎝, 한지에 수간채색, 2011

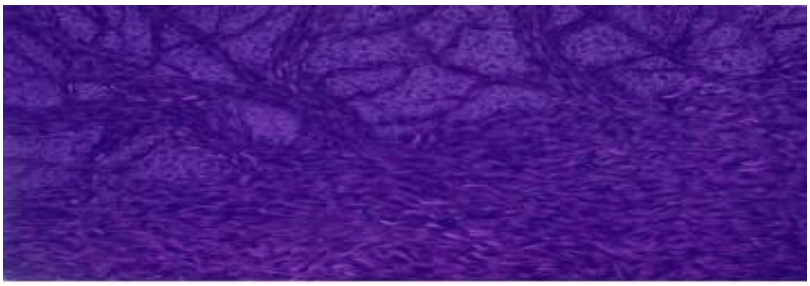


[작품 4] 파란나무, 97.0× 130.3cm, 한지에 수간채색, 2011

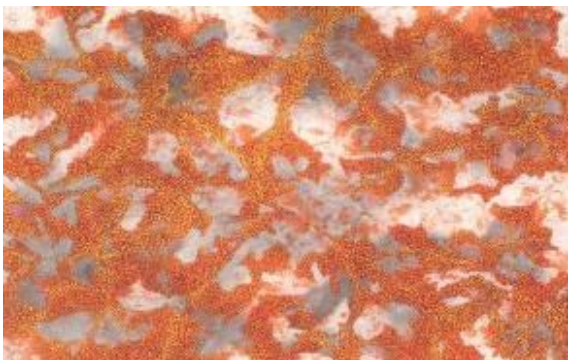


[작품 5] 녹색풍경, 91.0× 116.8cm, 한지에 수간채색, 2011

[작품 6] 푸른 나무의 춤, 130.0× 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012



[작품 7] 보라풍경, 97.0× 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012



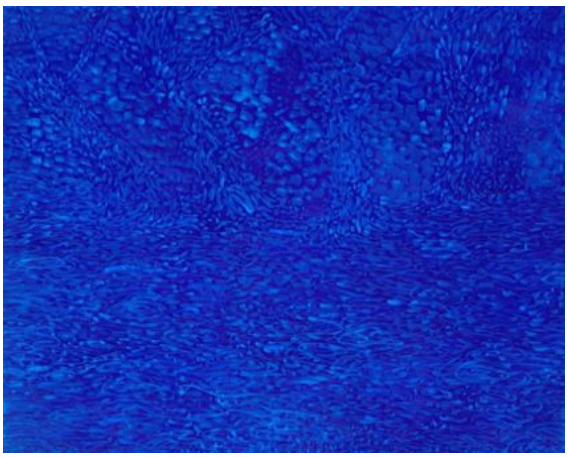
[작품 8] 진화(연결), 130.3× 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012

[작품 9] 나무(무늬), 97.0× 130.3cm, 한지에 수간채색, 2012

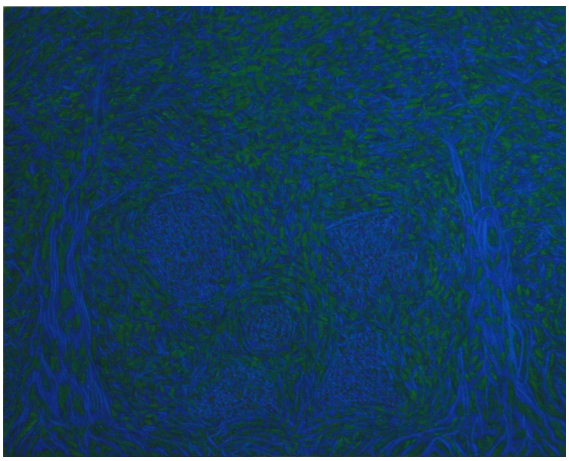
[작품 10] 나뭇가지 풍경, 130.3× 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012

[작품 11] 인상(나무풍경), 91.0 x 116.8cm 한지에 수간채색, 2012

[작품 12] 숲의 노래, 112.1 x 145.5cm, 한지에 수간채색, 2012



[작품 13] 파랑인상, 130.0 x 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012



[작품 14] 다양한 공간, 80.3 x 100.0cm, 한지에 수간채색, 2011

[작품 15] 생명의 탄생, 72.7 x 90.9cm, 한지에 수간채색, 2011

참고도판

[도판 1] 강금희, 양치류, 자연계에 나타나는 신비한 도형들 자연의 기하학, 뉴턴코리아, 2012

[도판 2] 백범용, 나뭇가지, 2013

[도판 3] 요아임 부블라트, 꽃양배추, 카오스와 코스모스, 생각의 나무, 2003

[도판 4] 제임스 글리크, 로렌츠 끌개, 카오스 현대과학의 대혁명, 누림book, 2006

[도판 5] 시에르핀스키 가스켓(삼각형), http://blog.daum.net/sblee00lee/4, 2011

[도판 6] 시에르핀스키 카펫, http://blog.daum.net/sblee00lee/4, 2011

[도판 7] 피타고라스 나무, http://blog.daum.net/sblee00lee/4, 2011

[도판 8] 윤정희, 피타고라스 나무의 기본, 고등학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하학의 활용, 건국대학교 석사학위논문, 2003

[도판 9] 윤정희, 피타고라스 나무 생성의 두 가지 구조, 고등학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하학의 활용, 건국대학교 석사학위논문, 2003

[도판 10] 윤정희, 말려 들어가는 피타고라스 나무, 고등학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하학의 활용, 건국대학교 석사학위논문, 2003

[도판 11] 폴 세잔, 큰 소나무, 1892-1896, 캔버스에 유채, 84 x 91cm, 브라질 상파울로 미술관

[도판 12] 폴 세잔, 연자매가 있는 숲, 1898-1900, 캔버스에 유채, 73 x 91cm, 필라델피아 미술관

[도판 13] 폴 세잔, 생트빅투아르 산, 1904-1906, 캔버스에 유채, 64 x 80cm, 필라델피아, 캐롤 S. 타이슨 여사 소장

[도판 14] 피에트 몬드리안, 붉은 나무, 1908, 캔버스에 유채, 69 x 98cm, 헤이그 시립미술관

[도판 15] 피에트 몬드리안, 회색나무, 1912, 캔버스에 유채, 77 x 106cm,
헤이그 시립미술관(S. B. 슬라이페르 소장품)

[도판 16] 피에트 몬드리안, 꽃피는 사과나무, 1912, 캔버스에 유채, 77 x 104cm,
헤이그 시립미술관

[도판 17] 피에트 몬드리안, 검정과 흰색의 구성 NO.10 : 부두와 해양, 1915,
캔버스에 유채, 85 x 108cm, 오테를로, 크뢸리-뮐러 미술관

[도판 18] 클리포드 픽오버, 텔로포다이트 프랙털1
박영욱, 미디어아트는 X예술이다, 향연, 2011

[도판 19] 코흐 곡선, 제임스 글리크, 카오스 현대과학의 대혁명, 누림book, 2006

[도판 20] 박보석, 자연의 시선(숲), 프랙털 아트, 2011

[도판 21] 박보석, 아폴로니안 개스킷 - 프랙탈 리듬, 프랙털 아트, 2010

[도판 22] 박보석, 음산한 달밤, 프랙털 아트, 2006

[도판 23] 안광준, 황금해, 프랙털 아트, 2011

[도판 24] 안광준, 프랙탈 칼데라, 프랙털 아트, 2011

[도판 25] 백남준, 프랙탈 거북선, 대전 시립미술관, 1920

[도판 26] 비로자나불(萬五千佛), 고려후기, 비단에 채색, 80 x 175cm,
일본 후도인 소장

본인도판

[작품 1] 나무의 시간, 80.3 x 116.8cm, 한지에 수간채색, 2011
[작품 2] 나무[(망)網], 72.7 x 90.9cm, 한지에 수간채색, 2011
[작품 3] 회오리, 80.3 x 100.0cm, 한지에 수간채색, 2011
[작품 4] 파란나무, 97.0 x 130.3cm, 한지에 수간채색, 2011
[작품 5] 녹색풍경, 91.0 x 116.8cm, 한지에 수간채색, 2011
[작품 6] 푸른 나무의 춤, 130.0 x 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 7] 보라풍경, 97.0 x 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 8] 진화(연결), 130.3 x 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 9] 나무(무늬), 97.0 x 130.3cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 10] 나뭇가지 풍경, 130.3 x 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 11] 인상(나무풍경), 91.0 x 116.8cm 한지에 수간채색, 2012
[작품 12] 숲의 노래, 112.1 x 145.5cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 13] 파랑인상, 130.0 x 162.2cm, 한지에 수간채색, 2012
[작품 14] 다양한 공간, 80.3 x 100.0cm, 한지에 수간채색, 2011
[작품 15] 생명의 탄생, 72.7 x 90.9cm, 한지에 수간채색, 2011

참고문헌

김미애, 몬드리안의 회화에 나타난 미학사상 : 1912년 이후 작품 중심으로, 대구가톨릭대 대학원 석사학위논문, 2004

김상일, 카오스와 문명, 동아출판사, 1995

김상일, 현대물리학과 한국철학, 고려원, 1993

김용석 외, 인문학의 창으로 본 과학, 한계레출판, 2006

김용운, 카오스와 불교, 사이언스북스, 2001

김용운, 카오스의 날갯짓, 김영사, 1999

김용운· 김용국 공저, 프랙탈과 카오스의 세계, 도서출판 보성, 1998

김은영, 프랙탈 기하학의 비선형적 특성을 적용한 공간구성에 관한 연구, 숙명여자대학교 디자인대학원 석사학위논문, 1999

김현화, 20세기 미술사 추상미술의 창조와 발전, 한길아트, 1998

로즈메리 람버트, 20세기 미술사, 열화당, 1986

마이어 샤피로, 폴 세잔, 중앙일보사, 1991

마이클 슈나이더 지음, 자연,예술,과학의수학적원형, 경문사, 2002

박경미, 박경미의 수학콘서트, 도서출판 동아시아, 2006

박래경, 시각예술에서 이미지란 무엇인가, 눈빛, 2003

박영욱, 미디어아트는 X예술이다, 향연, 2011

방선욱· 이경화· 박천식 공저, 심리학의 이해, 교육과학사, 2010

송영만, HD역사스페셜 4 동아시아 문명의 클라이맥스, 고려와 조선, 효형출판, 2007

신성찬, 김정필, 꽃을 통한 이미지 연구, 조선대학교 조형미술논문집, 2003

양순영, 들뢰즈의 질료적 예술론 연구 : 베이컨, 세잔, 폴록의 회화를 중심으로, 인문과학연구. 제25집 강원대학교 인문과 학연구소 2010

유검화, 중국고대화론유편 제4편_산수 1, 소명출판, 2010

윤정희, 고등학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하학의 활용, 건국대학교 석사학위 논문, 2003

이수현, 추상회화의 효과적 이해를 돕기 위한 영상 제작 연구 : 몬드리안의 작품을 중심으로 한 추상화 과정 연구, 덕성여대 대학원 석사학위논문, 2007

이정은, 어린이 미술작품에 나타난 카오스(chaotic)현상 탐색에 관한 연구
(회화 작품을 중심으로), 서울 교육대 교육대학원 석사학위논문, 2001
이종우, 유한과 무한으로의 여행, 경문사, 2000
정은미, 몬드리안이 조선의 보자기를 본다면, 열림원, 2000
조정훈, 세잔과의 대화 다빈치출판, 2002
추준호, 카오스이론과 예술작품의 프랙탈 이미지 연구, 신라대 조형대학원
석박사학위논문, 2005
프리초프 카프라, 생명의 그물, 범양사 출판부, 1998
프리초프 카프라, 현대물리학과 동양사상, 범양사출판부, 1995
한스야페, 피에트 몬드리안, 중앙일보사, 1991

인터넷 웹 사이트
http://blog.daum.net/moowooi/15931002
http://breaknews.com/sub_read.html?uid=190610
http://cafe.daum.net/ccf/5n8/467?docid=120540938&q=%C4%CB%C4%CC%B7%AF&re=1
http://cgtool.com/xe/index.php?mid=galleries
http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=1273