



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](#)

2015년 2월  
석사학위 논문

# 프랙탈(fractal)원리를 이용한 도자조형 연구

- 본인 작품을 중심으로 -

조선대학교 대학원  
디자인학과 산업공예학전공  
김 은 지



# 프랙탈(fractal)원리를 이용한 도자조형 연구

- 본인 작품을 중심으로 -

A Study on Formative Ceramic Using Fractal Principle  
-Around the work of the person-

2015년 2월 25일

조선대학교 대학원

디자인학과 산업공예학전공

김 은 지

# 프랙탈(fractal)원리를 이용한 도자조형 연구

- 본인 작품을 중심으로 -

지도교수 박 재 연

이 논문을 미술학 석사학위신청 논문으로 제출함

2014년 10월

조선대학교 대학원

디자인학과 산업공예학전공

김 은 지

## 김은지의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 서경석 (인)

위원 조선대학교 교수 조규춘 (인)

위원 조선대학교 조교수 박재연 (인)

2014년 11월

조선대학교 대학원

# 목 차

ABSTRACT .....	vi
제1장 서 론 .....	1
제1절 연구배경과 목적 .....	1
제2절 연구방법 및 범위 .....	2
제2장 본 론 .....	3
제1절 프랙탈(fractal)에 대한 고찰 .....	3
1. 프랙탈의 이론적 배경 .....	3
2. 프랙탈의 조형원리 .....	5
3. 프랙탈의 조형분석 .....	11
제2절 프랙탈(fractal)을 활용한 작품분석 .....	15
1. 작가별 작품분석 .....	15
2. 분야별 작품분석 .....	20
제3장 작품연구 .....	28
제1절 작품계획 .....	28
제2절 작품제작과정 .....	32
제3절 작품해설 .....	38
제4장 결 론 .....	55
참고문헌 .....	57

## 표 목 차

<표 1> 프랙탈 구조를 갖는 자연물 .....	10
<표 2> 프랙탈의 특성 분류 .....	11
<표 3> 프랙탈의 표현 방법 분류 .....	13
<표 4> 분야별 작품분석 (건축) .....	20
<표 5> 분야별 작품분석 (도자) .....	22
<표 6> 분야별 작품분석 (설치) .....	24
<표 7> 분야별 작품분석 (회화) .....	26
<표 8> 작품의 모티브가 된 자연의 이미지 .....	30
<표 9> 유약 조합비 .....	37
<표 10> 컬러매트유 배합비 .....	37

## 그 립 목 차

<그림 1> 칸토르 먼지 .....	5
<그림 2> 코흐 곡선 - 코흐 눈송이 .....	6
<그림 3> 시어핀스키 양탄자 - 시어핀스키 삼각형 .....	7
<그림 4> 피타고라스 나무 .....	8
<그림 5> 프랙탈 기하학과 자연 .....	9
<그림 6> M.C Escher, Drawing hands, 1948 .....	15
<그림 7> M.C Escher, Bond of Union, 1956 .....	15
<그림 8> M.C Escher, 천국과 지옥, 1960 .....	16
<그림 9> M.C Escher, 8개의 머리, 1922 .....	16
<그림 10> Jackson Pollock, Convergence, 1952 .....	17
<그림 11> Jackson Pollock, Number One, 1949 .....	18
<그림 12> Jackson Pollock, Blue Poles, 1952 .....	18
<그림 13> Nuala O'Donovan, Teasel, Combined Patterns, 2008 .....	19
<그림 14> Nuala O'Donovan, Teasel, Pinecone, Round Form, 2008 .....	19
<그림 15> Nuala O'Donovan, Radiolaria, Grid-Yellow Centre, 2011 .....	19
<그림 16> Nuala O'Donovan, Radiolaria, Radiolaria, RD, 2009 .....	19
<그림 17> 생명을 담은 자연의 프랙탈 .....	28
<그림 18> 자연이 만들어낸 육각형 .....	29
<그림 19> 작품계획도 .....	31
<그림 20> 작품제작과정별 아이디어 스케치 .....	33
<그림 21> 성형과정 1 .....	33

<그림 22> 성형과정 2	.....	34
<그림 23> 성형과정 3	.....	34
<그림 24> 성형과정 4	.....	35
<그림 25> 성형과정 5	.....	35
<그림 26> 성형과정 6	.....	36
<그림 27> 유약시유 및 부분채색 과정	.....	36

## 작 품 목 차

[작품 1] Variations #01	.....	39
[작품 2] Variations #02	.....	40
[작품 3] Variations #03	.....	42
[작품 4] Variations #04	.....	43
[작품 5] Variations #05	.....	45
[작품 6] Variations #06	.....	47
[작품 7] Variations #07	.....	48
[작품 8] Variations #08	.....	50
[작품 9] Variations #09	.....	52
[작품 10] Variations #10	.....	53



# ABSTRACT

## A Study on Formative Ceramic Using Fractal Principle -Around the work of the person-

Kim Eun Ji  
Advisor : Prof. Park Jae-yeon, Ph.D.  
Department of Industrial Craft  
Graduate School of Chosun University

As the era of fusion coming to our life, the science new vision and creative of art fused together and it makes new fractal art different from before. This has given a new direction in modern art expression, interest in figurative representation in today's ceramics sector is a trend that is spreading.

Fractal is due from nature has been used as an important factor in the concept art activities ranging from primitive art, modern, visual ability and logical for human exploration as a source of aesthetic plastic on the basis of logical order and rules the harmony and balance, based on the aesthetics have been sublimated as a balanced art.

We are also in easy contact with the surrounding natural order of creation is hidden inside the fractal principle, that the images may also receive attention as a material that has a value that can be developed into a work of art. Repeated and constant evolution of the law of nature and all living things will evolve through repetition by default. This law is absolute and immutable truth, also applies to human life. Many artists are using the images of nature has been making research work. Among the repeat units using the form taken from the natural products ranging from design throughout life, etc. from painting, sculpture, architecture, craft shows in a number of areas.

The researchers would like to create works by analyzing the formative principle of the fractal. Work to build the theoretical background for the pre-production and fractal artists and genres that were used to investigate the case was to find a justification of the work produced by the study of fractals and fractal structure representation method found in natural products.

Fractal arts is more creative work by expanding the vocabulary of artistic imagination and creative artists in addition to the implications and appealing, with natural objects of this study is to expect that a more in-depth studies are to be conducted see.

# 제 1장 서 론

## 제 1절 연구의 배경과 목적

아리스토텔레스는 「시학」에서 자연의 모방은 인간에게 즐거움을 주는 대상이라고 한다. 그는 예술을 자연의 모방(Ars simia naturae)으로 보고, 예술의 기능은 모방(模倣)에 있다고 하는데, 이것은 근본적으로 그가 세계의 진리나 본질을 어떤 절대불변의 관념이 아니라, 자연과 인간의 삶 그 자체에서 발견할 수 있는 것으로 생각했기 때문이다.

자연은 고유의 질서와 생성원리를 내재하고 있으며, 인간으로 하여금 무한한 감동과 창의력을 제공해 주고 있다. 이러한 자연물의 생성원리 안에는 프랙탈(fractal)이라는 질서가 숨어 있다. 프랙탈의 자기유사성, 비선형성, 비예측성, 불규칙성 등의 특징은 수학, 물리학, 철학 등의 분야에 많은 영향을 미치고 있으며, 미술작품 또한 회화, 입체, 설치 등 여러 분야에 활용되고 있다. 융합의 시대가 도래된 지금 과학과 예술의 창조성이 서로 융합되어 프랙탈 아트라는 새로운 장르가 탄생되었다. 화려한 색상을 지닌 프랙탈 아트는 그 구조의 변형이 순환에 따라 다양한 형태로 이루어져 보는 이로 하여금 시각적인 만족감을 준다.

이처럼 자연에서 다양하게 나타나는 프랙탈은 그가 갖는 구조가 복잡하더라도 어떠한 규칙이 있어 예측 가능하고 안정적으로 느껴지기 때문에 관심을 갖고, 흥미로운 소재로 주목받고 있다.

따라서 본 연구자는 프랙탈 원리를 도자조형에 접목시킨 작품을 제작하고자 한다. 평소 연구자가 작품에서 추구하는 선적인 요소 및 각 개체의 반복과 연결 등의 주된 사용은 논리적 개념정리와 연구를 시도하는 동기부여가 되었는데, 이것은 프랙탈이라는 이론으로 설명됨에 따라 논문의 방향성에 영향을 주었다. 이에 자연물이 지닌 함축적인 의미나 호소력에 덧붙여 자연물에서 보여지는 프랙탈 원리를 이용한 도자조형 연구와 더불어 앞으로의 작업 방향성을 제시 하는데 그 목적이 있다.

## 제 2절 연구방법 및 범위

본 연구에서는 프랙탈(fractal)의 이론적 고찰 및 분석, 연구를 통해 프랙탈의 기본원리를 이해하고, 이를 통해 프랙탈이 갖는 특징을 응용하여 도자 조형 작품으로 제작하고자 한다.

본 논문의 연구방법 및 범위는 다음과 같다.

첫째, 연구목적과 연구방법 및 범위를 밝히고 본 연구의 당위성을 도출한다.

둘째, 국내 외 참고문헌을 통하여 프랙탈의 발생배경 및 개념과 이론적 고찰을 통하여 프랙탈의 기본원리에서 디자인으로서의 형태조형원리를 추출한다.

셋째, 국내 학위논문 및 인터넷 전시사이트를 통하여 프랙탈 이미지를 응용한 작품사례를 모아 정리하여 작가별 작품분석과 건축, 도자, 설치, 회화 등 분야별 작품 분석이 이루어진다. 이를 통해 현대 예술에서 다양하게 표현된 프랙탈 이미지를 살펴보고 작가들의 작품에서 표현된 프랙탈의 원리의 분석이 이루어짐으로써 본인 작품에 대해 한층 무게를 실을 수 있는 이론적 개념을 확립 한다.

넷째, 앞서 이루어진 이론적 배경과 결과를 토대로 자연물을 통해 느껴지는 연구자의 주관적인 내적심상에 따라 프랙탈의 원리를 응용한 도자조형 작품을 제작한다.

작품제작방법으로는 자연의 대상물과 원과 육각형을 조형요소로 차용함으로써, 프랙탈의 다양한 접근방법을 위해 물레성형을 이용한다. 단순화 된 조형 형태 속에서 조각, 입체적 변형, 단위 조합, 구조적 변형 등의 표현 방법적인 시도를 함으로써 다양한 형태 구현이 가능하다. 제작 방식에 따라 소지를 달리하고, 1차 소성 후 효과적인 표현을 위해 투명유, 백매트유, 망간유, 코발트유 등을 사용한다. 이에 따라 작품별 디자인 계획과 제작과정을 소개하고 본인의 작품을 게재한다.

본 연구의 결론을 통하여 프랙탈 이론을 제시함으로써 본인의 작품제작에서 보여 지는 시각적 특징을 분석함에 따라 적절한 프랙탈 이미지의 활용방법을 도출함으로써 그 방향을 제시하고자 한다.

## 제 2장 본 론

### 제 1절 프랙탈(fractal)에 대한 고찰

#### 1. 프랙탈의 이론적 배경

##### 가. 프랙탈의 발생 배경

카오스 이론은 서구 과학계에 지난 30년 동안 변화의 물결을 일으켰다. 이 이론은 과학으로 설명하기 어려운 불규칙한 현상 속에 숨겨 있는 규칙성을 찾아내는 이론이다. 이러한 카오스가 갖는 특징은 완전한 무질서가 아닌, 겉으로는 무질서하게 보이지만 그 이면에는 규칙성을 갖고 있는 현상을 말하는 것으로 이 이론은 과학의 패러다임 자체의 변화와 함께 인류의 지적 영역의 확장을 가져오고 있다.<sup>1)</sup>

카오스는 복잡하고 무질서한 현상을 일컫는 말로, 미래 예측이 불가능한 상태를 가리킨다. 그리스어가 어원인 카오스는 우주의 생성 과정 중 최초의 단계인 천지구별이 없는 무질서한 상태를 뜻한다. 하지만, 본연의 혼돈 상태의 의미를 갖는 것이 아닌 복잡함 속의 규칙이 있듯 대단위의 조화를 이룬 가운데 안에서의 혼돈 상태로 원래의 의미보다는 「복잡한 본질을 이루고 있는 요소」 또는 「불규칙한 이동 현상」이라는 뜻으로 쓰인다. 이러한 카오스 이론을 통해 복잡한 현상을 일으키는 여러 요인들 중 단 몇 개의 요인만을 선택해 분석함으로써 그에 따른 예측도 가능하게 되었다. 이것은 언뜻 보아 무질서하게 보이는 현상의 이면에는 질서가 감추어져 있다는 것을 의미한다.<sup>2)</sup>

1975년에 프랑스 수학자 만델브로트(B. Mandelbrot)의 비정규적인 패턴에 대한 체계적인 연구로 프랙탈(fractal)이라는 용어가 고안되었다. 그는 「영국을 둘러싸고 있는 해안선의 총 길이는 얼마인가」라는 논문에서 불규칙적인 현상과 모양을 새로운 이해 방법으로 자기 유사성의 개념을 비롯하여 자연의 복잡성 안에서 숨은 질서를 연구함으로써 일부의 작은 조각이 전체와 비슷한 형태인 ‘프랙탈’이라는

1) 제임스 클리크, 「카오스」, 박배식·성하운 역, 동문사, 서울, 1993, p.3

2) 네이버 지식백과, 카오스 [Chaos], <http://terms.naver.com/>

용어가 유래하게 된 것이다.

## 나. 프랙탈의 정의

프랙탈의 어원은 라틴어 형용사인 ‘fractus’ 조각났다는 뜻으로, 프랙탈 구조는 자연물에서 뿐만 아니라 수학, 생태학, 위상공간 등 곳곳에서 발견되는 자연이 가지는 기본적인 구조이다.

프랙탈 도형은 일정 부분을 잘라 보면 전체의 형태와 닮아있는 자기닮음 도형이다. 이 사실은 일부만 보아도 전체의 형상이 그려지듯 어느 부분, 혹은 전체의 재구성이 가능한 정보를 가지고 있음을 뜻한다.<sup>3)</sup> 이러한 프랙탈은 자연물에서도 그 형상을 찾을 수 있는데 그 예로 나뭇가지, 강줄기 등은 큰 줄기에서 작은 줄기로 세분화되며 초기 조건에서 점점 복잡성을 띄지만 전체적인 형상은 일관성을 띄고 있다.

따라서 프랙탈 이론이란 과학자가 사용해 온 직선과 곡선만으로는 설명하기 충분하지 않은 자연 속의 복잡한 현상들과 같은 울퉁불퉁한 상태를 이론적으로 연구하는 것이라고 할 수 있다. 전체와 부분에 공통적으로 존재하는 유사성을 찾아 객관적 방법을 연구하는 것으로, 스케일의 변환에 의해 작은 것 에서부터 큰 것 에 이르기까지 자기유사성을 갖는 복잡한 기하학적 단위라고 정의할 수 있다.<sup>4)</sup>

3) 김용운, 김용국, 「프랙탈과 카오스의 세계」, 우성출판사, 서울, 2000, p.82.

4) 김주미, 「프랙탈 기하학의 비선형성에 기초한 창조적 조형가능성 연구」, 한국디자인학회, 1995, p.175

## 2. 프랙탈의 조형원리

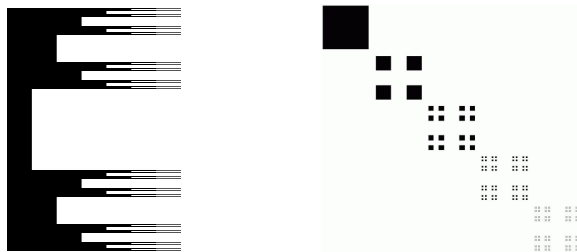
프랙탈 형상은 어떤 형태의 도형을 일정한 비율로 축소, 혹은 확대 등 어떠한 규칙에 의해 무한히 반복했을 때 얻어진다.<sup>5)</sup> 그 형상은 자기유사성의 규칙에 따라 크게 결정형 프랙탈과 비결정형 프랙탈로 나눌 수 있다.

### 가. 결정형 프랙탈

자신의 모양을 몇 단계 걸쳐서 재귀적(再歸的)으로 수학적 규칙에 의해 축소 혹은 회전시켜 만들어지는 프랙탈로, 그 예로는 칸토르 먼지, 코흐 곡선·눈송이, 시어핀스키 카펫·개스킷, 피타고라스 나무 등이 있다.

#### (1) 칸토르 먼지

칸토르 먼지는 독일의 수학자 칸토르(Georg Cantor)에 의해 1872년 창안된 것으로 매우 단순한 계산으로 스케일의 변환 차원에서 자기유사성을 보여준다. 칸토르 먼지를 만드는 방법은 <그림 1>과 같다. 먼저 길이가 1인 선분에서 중간의 1/3 부분을 제거 후 양쪽 0~1/3, 2/3~1 부분은 그대로 남긴다. 이와 같은 방법을 무한히 반복하여 칸토르 먼지를 만들면 자연수 전체의 집합보다 먼지에 포함되어 있는 점의 집합이 더 큰 비의 농도를 가지게 된다.<sup>6)</sup>



<그림 1> 칸토르 먼지(Cantor Dust)

(출처 : <http://www.afractal.com/>)

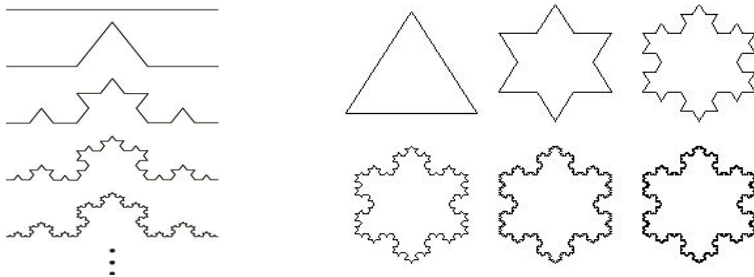
5) 김태균, 「프랙탈 이미지를 활용한 입체 조형 연구」, 경기대학교 대학원 석사논문, 2011, p.11

6) fractal art, <http://fractalart.tistory.com/>

(2) 코흐 곡선

스웨덴의 수학자 코흐(Helge von Koch)에 의해 1904년에 고안된 코흐 곡선은 주어진 연산을 반복적으로 수행한 결과로서 자기 유사성을 가지며, 직선, 곡선과는 무관하게 연결된 선을 의미한다.

코흐 곡선은 정삼각형의 각 변의 길이를 1로 가정했을 때, 각 변의 중앙에 한 변의 길이가  $1/3$ 이 되는 새 삼각형을 붙이고 밑변을 제거한다. 이와 같은 방식을 계속하면 변의 길이의 합은  $3 \times 4/3 \times 4/3 \dots$ 으로 무한대가 되는 눈송이 모양<그림2>의 도형이 완성된다.<sup>7)</sup>



<그림 2> 코흐 곡선(Koch Curve) - 코흐 눈송이 (Koch Snowflake)  
(출처 : <http://www.afactal.com/>)

코흐는 해안선의 길이 측정을 위해 아이디어를 찾고 있었다. 그러나 어떻게 아주 미세한 만들을 모두 측정할 수 있을까? 그는 <그림 2>에서와 같은 방식으로 코흐 곡선을 만들었다. 이것은 연속선은 서로 교차하지 않는 형태로 이루어져 있는데, 변형을 할 때마다 내부의 면적은 증가하지만 그가 갖는 총 면적은 유한하다. 유한한 면적에 곡선의 무한히 긴 선은 둘러싸여 있다.<sup>8)</sup>

코흐 눈송이의 면적은 가장 높은 부분에 원을 그리면 그 근사치를 얻을 수 있지만, 둘레는 측정방식을 위에서 언급한 과정을 반복하게 되면 주름이 지듯이 둘레도 계속 늘어나 무한히 길어서 측정할 수가 없다.<sup>9)</sup>

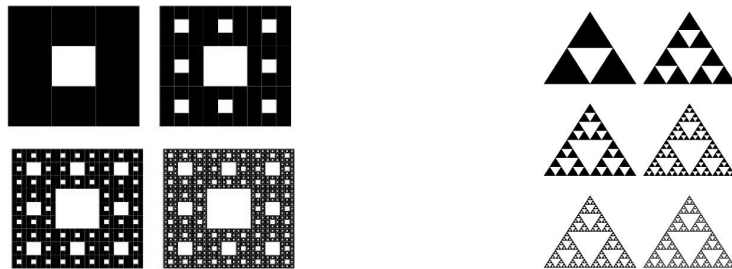
7) 제임스 글리크, 위의 책, p.166.  
8) 위키 백과 <http://math.gnu.ac.kr/>  
9) 마이크 에스큐, 「기하학 캠프」, 컬처북, 서울, 2012, p.164.



이는 앞서 언급한 만델브로트의 영국 해안선 길이에서 알 수 있듯이 프랙탈의 큰 특징 중 하나인 프랙탈 차원으로 설명이 가능하다. 즉 코흐의 눈송이 또한 유한한 면적과 무한한 길이를 가지는 것이다.

### (3) 시어핀스키 카펫과 시어핀스키 개스킷

폴란드의 수학자 시어핀스키(W.Sierpinski)가 시어핀스키 카펫과 시어핀스키 개스킷 도형을 고안한 것으로, 자동차 엔진의 본체와 헤드 사이에 끼우는 구멍이 뚫려있는 개스킷처럼 형태가 유사하다. 그 예는 <그림 3>을 통해 알 수 있다.



<그림 3> 시어핀스키 양탄자(Sierpinski Carpet) - 시어핀스키 삼각형(Sierpinski Gasket)  
(출처 : <http://www.fractal.com/>)

시어핀스키 카펫은 정사각형을 9등분한 후 중앙의 정사각형 탈락의 과정을 반복함으로써 만들어진다. 유클리드 기하학에서 설명되기 힘든 이 도형은 그 안에서 빼거나 더하는 과정을 반복함으로써 복잡성과 자기 유사의 형태적 특성이 형성되었다. 위 도형은 견고해 보이는 형태와 무한의 표면적을 지니고 있지만 그가 갖는 부피는 0이다.<sup>10)</sup>

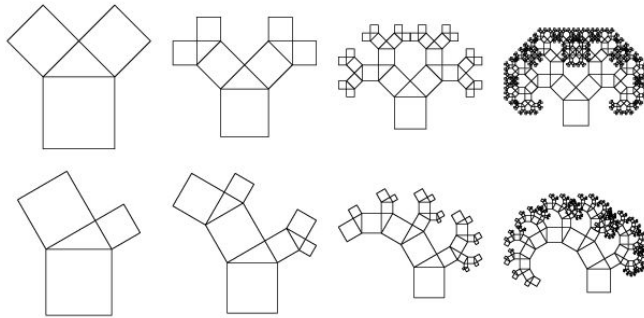
시어핀스키 개스킷은 시어핀스키 카펫의 정사각형 대신에 정삼각형을 이용하여 위와 같은 방법으로 만들 수 있는데, 정삼각형을 4등분하여 중앙에 삼각형을 탈락시키는 과정을 반복한다. 이것은 임의의 어떤 점도 분기점이 될 수 있다.<sup>11)</sup>

10) 김해련, 「프랙탈 기하학을 활용한 입체조형 교육에 관한 연구」, 국민대학교 석사논문, 2011, p49

11) 김해련, 위의 책, p49

#### (4) 피타고라스 나무

<그림 4>의 피타고라스 나무의 전개과정을 보면, 하나의 개체에서 파생되어진 유사체들이 끊임없는 반복을 되풀이함에 따라 영역이 확장된다. 이러한 형상은 하나의 면이 그 면의 접해진 두 개의 면과 그 안의 삼각형을 중심으로 하는 형태로 조합되어진다. 이는 끊임없이 반복을 통한 영역 확장의 형상으로 이는 피타고라스의 정리를 기초 배경으로 한 확장되어지는 무한공간인 것이다.<sup>12)</sup>



<그림 4> 피타고라스 나무(Pythagoras Tree)

(출처 : <http://www.afractal.com/>)

### 나. 비결정형 프랙탈

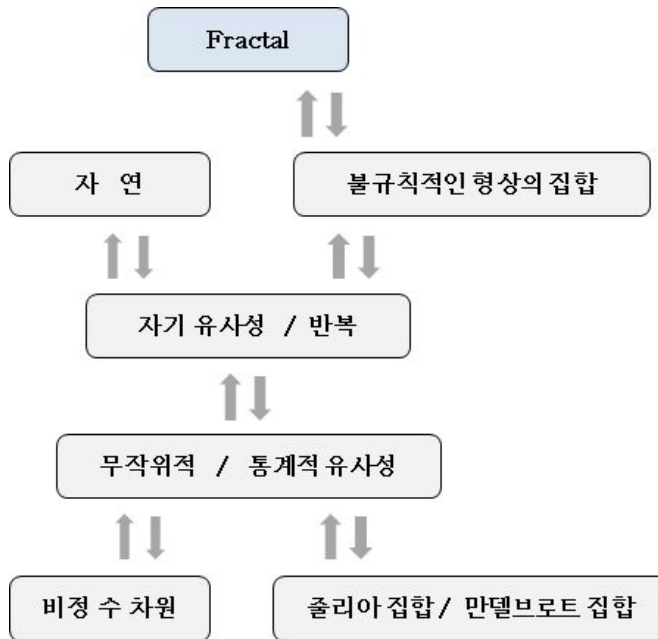
자연은 무한한 패턴을 만들어낸다. 공간적 질서가 이루어지는 개체는 시간적으로는 무질서하다. 반면 어떤 개체는 시간적인 질서가 있지만, 공간적으로는 무질서하다. 또 다른 패턴들은 축척, 즉 스케일의 변환에 의해 자기 유사적인 구조를 보이는 프랙탈이다. 또한 안정된 상태 혹은 진동상태를 발생시키는 개체들도 있다.<sup>13)</sup>

<그림 5>에서 볼 수 있듯이 자연은 프랙탈의 자기유사성이라는 공통점을 가지고 있다. 불규칙한 패턴과 그 안의 무한히도 복잡한 형상에 관한 탐구는 프랙탈 도형의 특성인 자기유사성으로 도형의 어느 부분을 잘라도 그 개체는 전체의 모양과

12) 김형진, 「피타고라스 트리」, 한국공간디자인학회 논문집, 제2권 1호 통권 3호, p33

13) 제임스 클리크. 위의 책, p.371

답아 무한한 반복에 의해 생성된다. 중요한 것은 자연에서의 프랙탈 형상이 규칙적이거나 자기 유사적이지 않고, 전체에서 파생된 작은 부분들은 점차 영역의 확대와 더불어 자기유사적 구조가 무한히 나타난다. 이러한 작은 개체들은 무작위적으로 보이지만 통계적으로 자기유사성의 특징을 지니고 있다.<sup>14)</sup>








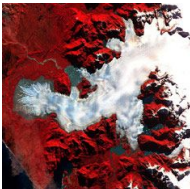
<그림 5> 프랙탈 기하학과 자연

(출처 : 이진민,남오철, 「타장르에서 보여지는 프랙탈 패턴과 화예디자인의 형태와 색채에 관한 연구」, 한국 학예 디자인협회, 2003, p.61)

비결정형 프랙탈은 자연에서 흔히 볼 수 있으며, 그 예로는 <표 1>을 통해 나무, 양치식물, 눈 결정, 구름, 강줄기, 해안선, 번개, 바다 등을 알 수 있다.

14) 이진민,남오철, 「타장르에서 보여지는 프랙탈 패턴과 화예디자인의 형태와 색채에 관한 연구」, 한국 학예 디자인협회, 2003, p.60

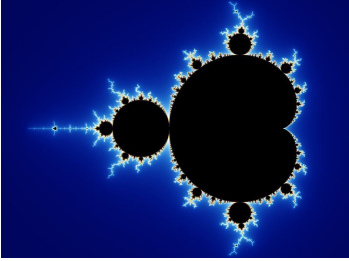



<표 1> 프랙탈 구조를 갖는 자연물

이미지	내용
 <p>(출처 : <a href="http://www.afractal.com/">http://www.afractal.com/</a>)</p>	<p>- 나뭇가지</p> <p>대부분 나무의 구조는 불규칙성을 갖는다. 큰 가지에서 또 각각의 작은 가지가 생성되고, 그 작은 가지에서 또 작은 가지가 생겨나는 구조로 재귀성을 갖는다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://www.afractal.com/">http://www.afractal.com/</a>)</p>	<p>- 양치식물</p> <p>양치식물의 잎사귀는 자기 닮음 구조로 축소를 반복하면서 잎을 만들어 가는 과정을 4번 되풀이 하여 그 모습을 갖춘다. 이 알고리즘은 시어핀스키 개스킷을 만드는 방법과 본질적으로 같다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://www.afractal.com/">http://www.afractal.com/</a>)</p>	<p>- 눈의 결정</p> <p>눈의 결정체는 자기닮음구조로 크게 확대해 보면 육각형의 틀에서 유사하게 뻗어나가며 매우 섬세한 구조를 하고 있으며 코흐곡선에서 나온 코흐눈송이 구조의 모습으로 해석할 수 있다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://www.afractal.com/">http://www.afractal.com/</a>)</p>	<p>- 번개</p> <p>번개는 같은 길을 반복해서 방전한다. 번개의 경로는 습도, 온도 등 다양한 조건이 복잡하게 얽혀서 그 경로가 결정되어 구불구불한 양상을 보이며, 이 형태는 전체적인 모습과 가지 하나하나의 구조가 비슷한 자기유사성을 가진 프랙탈 구조이다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://www.afractal.com/">http://www.afractal.com/</a>)</p>	<p>- 강줄기</p> <p>유사한 형상을 하고 있는 큰 강줄기와 하나하나 작은 강의 일부 지류를 비교해보면 자기 닮음 관계임을 알 수 있다. 강마다 모양은 다르지만 부분과 전체가 닮아있는 강줄기는 프랙탈 차원을 갖는다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://www.afractal.com/">http://www.afractal.com/</a>)</p>	<p>- 해안선</p> <p>해안선은 만델브로트의 해안선의 길이 연구에서와 같이 특정 패턴이 무한히 반복되는 구조를 하고 있다. 구불구불한 형상의 해안선을 확대해보면 그 역시 유사한 형태인 자기닮음 구조로 나타난다.</p>

### 3. 프랙탈의 조형분석

#### 가. 프랙탈의 특성

<표 2> 프랙탈의 특성 분류

자기유사성 (Self Similarity)	비선형성 (Non Linearity)
 <p>만델브로트 집합의 자기 유사성 (출처 : <a href="http://kaystah.tistory.com/">http://kaystah.tistory.com/</a>)</p>	 <p>용암주름 (출처 : <a href="http://earth1004.tistory.com/">http://earth1004.tistory.com/</a>)</p>
비예측성 (Unpredictability)	불규칙성 (Irregularity)
 <p>진로를 예측할 수 없는 태풍 (출처 : <a href="http://greenfingers.kr/">http://greenfingers.kr/</a>)</p>	 <p>나뭇가지 (출처 : <a href="http://andsoitis.egloos.com">http://andsoitis.egloos.com</a>)</p>

프랙탈 기하학 형태의 첫 번째 특성인 유사성은 파생된 작은 개체가 전체를 닮는 자기 유사성(self-similarity)이다. 자기 유사성이란 패턴안의 패턴으로 축척, 즉 스케일에 따른 대칭성을 뜻한다. 코흐 곡선에서 볼 수 있듯이 개체를 크게 확대했을 시 전체 형상과 유사하며, 동일한 변형을 어떤 규칙에 의해 점점 작은 규모로

반복한다. 지속적인 반복을 통해 도형의 일부를 잘라도 전체의 형상과 닮아 있다는 것이다. 이것은 그 일부만 보아도 전체 형상이 어떠한지 짐작 할 수 있도록 부분이 전체를 구성할 수 있는 정보를 모두 지닌다.<sup>15)</sup> 이 원리는 만델브로트 집합의 자기 유사성이라는 프랙탈 구조를 대표하며, 이것은 자기와 유사 물체가 부분이나 전체에 매우 유사한 형태로 특정 공간에 존재하며, 작게 나눈 부분의 형태에서 전체의 형태가 보이며, 부분의 합으로 인해 전체 형상이 나타나는 특성을 말한다.

비선형성이란 초기 입력 값에 의해 결과가 결정되는 선형(linear)적 개념의 인과론적 결정론과는 다르게 초기 입력 값의 작은 변화가 예측하지 못한 결과가 나타나 큰 영향을 미치는 현상을 설명한다.<sup>16)</sup> 입력한 작은 변수가 변환되어 최종적으로 출력되는 결과는 초기에서는 예측할 수 없는 큰 변화를 일으키는 현상이다. 이는 초기 조건에서 변화를 거쳐 스케일의 확장 따른 왜곡된 반복이 이어져 구조를 예측할 수 없는 형태 변화로 「용암 주름」 처럼 나타난다.

비예측성이란 카오스 이론의 무작위성의 개념을 설명한다. 로지스틱 사상에서의 자연현상 설명은 초기상태의 어떤 정보도 정확도의 한계에 따라 내재되어진 부정확성이 증폭으로 이어져 결국에는 초기의 정보가 상실된다. 사소한 일로도 궤적을 지배하게 되는 이러한 현상은 한번 일어나게 되면 초기상태와는 연관 없이 무작위적인 것으로 다루어질 수 있다.<sup>17)</sup> 「진로를 알 수 없는 태풍」은 초기 상태는 바람에서 시작되어 태풍의 눈이 형성됨으로써 초기의 입력 값과는 전혀 예상할 수 없는 방향을 나타냄으로써 비예측성의 특성을 갖는다.

불규칙성은 규칙적인 형상안의 불규칙성을 나타내는 것으로 구조적인 질서가 있으나 혼돈스러운 현상이다. 단위 개체의 반복과 변형을 통해 새로운 공간으로의 변화를 지닌 창조성을 특징으로 한다. 「나뭇가지」의 형태는 끊임없이 뻗어나가는 구조로 기본 뼈대를 중심축으로 하여 형태의 반복이 이루어짐에 따라 불규칙한 혼돈의 상태에서의 질서를 갖는다. 이러한 형태는 초기의 생성 단계부터 점차 확산되어 공간을 채우고 있다.

15) 이정환, 「프랙탈 기하학의 생성 과정을 통한 현대 건축의 외피특성에 관한 연구」, 경기대학교 석사논문, 2007, p.30


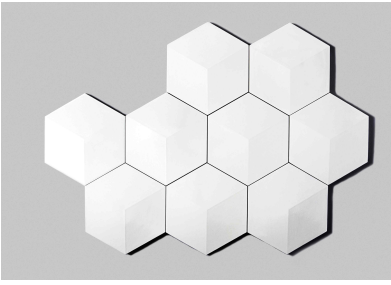
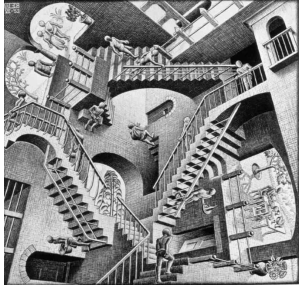
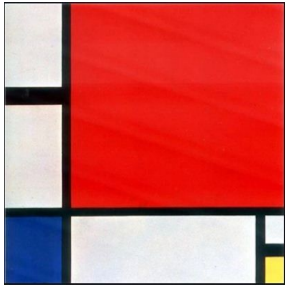
16) 이정환, 위의 책p.30

17) 이정환, 위의 책p.30



## 나. 프랙탈의 표현 방법

<표 3> 프랙탈의 표현 방법 분류

중첩 (Overlapping)	반복 (Repetition)
 <p data-bbox="244 741 600 807">Overlapping Shapes Greeting Card                      (출처 : <a href="http://fineartamerica.com/">http://fineartamerica.com/</a>)</p>	 <p data-bbox="783 741 1116 807">Maija Puoskari, Kulmio wall tile                      (출처 : <a href="http://cargocollective.com/">http://cargocollective.com/</a>)</p>
왜곡 (Distortion)	스케일(Scaling)의 변환
 <p data-bbox="234 1217 591 1282">M C Escher, Relativity, 1953                      (출처 : <a href="http://www.gopixpic.com/">http://www.gopixpic.com/</a>)</p>	 <p data-bbox="779 1217 1116 1282">Piet Mondrian, Composition, 1920                      (출처 : <a href="http://www.artfuzz.com/">http://www.artfuzz.com/</a>)</p>

중첩은 겹침을 통해 입체적 공간감을 일으킨다. 이러한 중첩이 갖는 각 요소는 특정 형태의 미(美)로서 창출되거나 의미의 혼합이 이루어짐에 따라 재구성되기도 한다.<sup>18)</sup> 서로 다른 형태가 포개어짐에 따라 깊이감이 생김으로써 공간의 착시를 일으키는 중첩은 입체적 디자인을 표현하는데 있어 중요한 조형원리라 할 수 있다.

18) 남형우, 「현대건축에 나타난 중간형태의 중합성에 관한 연구」, 영남대학교 석사논문, 1989, p.76.

「Overlapping Shapes Greeting Card」는 세 가지 다른 색과 형태의 도형을 중앙에 배치함으로써 형태와 색채의 중첩을 동시에 시도하고 있다.

반복이란 동일한 대상을 둘 이상 나열하는 것을 것으로 어떠한 형태와 형태사이에는 그 형태가 드러나고, 공간과 공간사이에는 동일한 공간이 연속적인 패턴으로 이어 가는 것을 말한다.<sup>19)</sup> 이러한 반복은 서로 연관 있는 요소들의 연결 이라는 특징을 갖고, 유사성, 통일성, 안정감, 등 동일한 공간 분할에 따른 조형적 효과를 나타내기도 한다. 「Kulmio wall tile」은 한 개체를 동일한 비율과 각도로 무한 반복의 과정을 거침으로써 위에서 언급한 안정감과 통일성을 느낄 수 있다.

왜곡은 어떠한 대상의 원형으로부터 변형시키기 위해 그것의 크기 혹은 특정 부분의 형태를 의도적으로 일그러뜨리는 것을 말한다.<sup>20)</sup> 왜곡에 따른 변형된 모습은 불규칙성, 불연속성을 통한 형태의 일그러짐과 운동성, 방향성, 비정형성의 조형효과를 유도 한다. 「Relativity」는 평면의 캔버스를 대상의 불연속성의 구조적 왜곡을 통하여 착시를 유도한 작품이다.

스케일의 변환 방법은 형상의 확대 및 축소만으로 유사 변형을 산출하는 것이다. 이것은 어떠한 도형에서 닮은 도형을 추출할 때 스케일링의 사용으로 도형의 내각과 길이의 비례를 유지하면서 도형의 크기만을 변형하여 닮음 도형을 얻어내는 방법이다.<sup>21)</sup> 그 예는 「Composition」으로, 이 그림은 외적인 형상을 변화시키지 않고 내부에 스케일을 변환에 따라 또 다른 유사한 이미지를 찾을 수 있다.

19) 이진경, 「프랙탈 기하학 조형원리를 적용한 환경디자인 모형사례연구」, 이화여자대학교 석사논문, 2003, p.29.

20) 황영미, 「건축디자인에서 프랙탈 기하학의 적용에 관한 연구」, 동국대학교 석사논문, 2005, p.44.

21) 황영미, 위의 책, p.44.

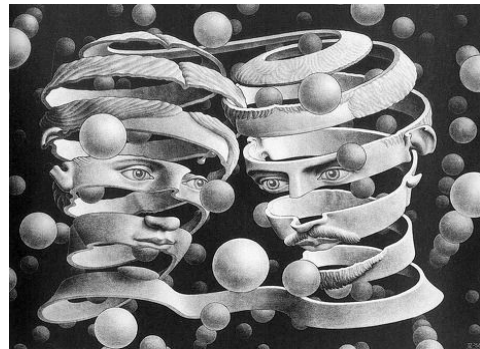
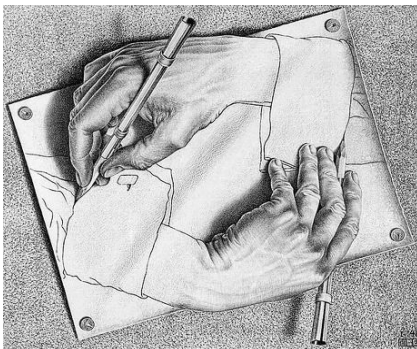


## 제 2절 프랙탈(fractal)을 활용한 작품분석

### 1. 작가별 작품분석

#### 가. 모리츠 코르넬리스 에셔 (Maurits Cornelis Escher, 1898-1972)

에셔는 네덜란드의 판화가로 기하학적 원리 및 수학적 개념을 토대로 하여 2차원의 평면 위에 3차원 공간을 표현했다. 평면의 규칙적 분할과 그것에 의한 무한한 공간의 확장과 순환이 작품의 중심을 이루며, 모호한 시각적 환영 속에 사실과 상징, 시각과 개념 사이의 관계를 다루고 있다.<sup>22)</sup>



<그림 6, 7> M.C Escher, Drawing hands, 1948 - Bond of Union, 1956

(출처 : <http://2thadult.tistory.com/>)

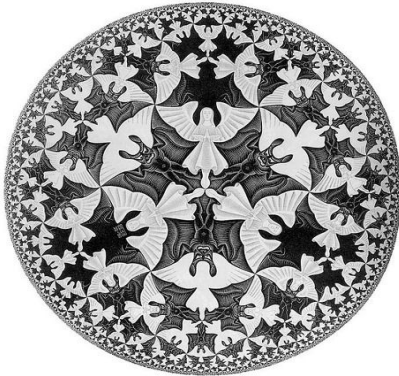
에셔 작품의 특징은 초현실주의<sup>23)</sup> 화가들의 작품에서 그림 속의 상황이 현실과 무관한 설정을 묘사된 데 반해, 그의 작품은 <그림 6, 7>의 「Drawing hands」와 「Bond of Union」에서 볼 수 있듯이 반복의 순환으로 현실과 비현실 사이에서 순간적인 착각을 일으키도록 연출되었다. 그것은 초현실을 다루지만 이성의 부정, 혹은 배제가 아닌 이성적인 구조에 기초하고 있기 때문이다. 또한 그는 20세기에 들어

22) 네이버 지식백과, 「Maurits Cornelis Escher」, <http://terms.naver.com/>

23) 프로이트의 정신분석의 영향을 받아, 무의식의 세계 내지는 꿈의 세계의 표현을 지향하는 20세기의 문학·예술사조.

처음 등장한 수학의 프랙탈 이론으로 미술에도 많은 영향을 끼쳤다.

에서는 다음과 같이 말했다. “나는 수학에 뛰어난 적이 없다. 우스운 일이지만, 나는 나도 의식하지 못하는 사이에 수학기론 속에 휘말려 있곤 했다. 하지만 나는 분명한 열등생이었다. 그러나 수학자들은 지금 내 그림을 가지고 자신의 교과서를 장식한다. 수학자들은 마치 내가 그들의 형제라도 되는 것처럼 나와 교제한다. 그들은 아마 내가 전혀 무식하다는 것을 모르는 것 같다.” 24)



<그림 8, 9> M.C Escher, 천국과 지옥, 1960 - 8개의 머리, 1922

(출처 : <http://2thadult.tistory.com/>)

<그림 8, 9>의 「천국과 지옥」과 「8개의 머리」는 ‘쪽매맞춤’이라 불리는 테셀레이션<sup>25)</sup> 작품을 통해 반복되는 기하학적 패턴과 대칭의미를 느낄 수 있다. 박쥐와 천사를 스케일의 변환을 거쳐 연속적으로 그린 이 작품은 검은 색 바탕과 흰 바탕에 따라 그 개체는 달리 보인다. 이는 패러독스를 프랙탈로 표현한 작품이기도 하다. 이처럼 에셔는 대부분 추상이 아닌 일상적인 사람, 새, 물건 등 단일한 주제를 사용해 빈틈없이 반복의 과정을 거치는 작품을 계속했는데, 이는 단순한 평면분할이 아닌 삼차원 세계의 의식에 따른 모든 평면에 끝없는 표현을 한 작가이다.

24) 네이버 블로그, <http://blog.naver.com/aerin2?Redirect=Log&logNo=140006758733>

25) 규칙적인 공간분할을 의미하는 것으로 동일한 모양을 이용해 평면이나 공간을 빈틈이나 겹쳐지는 부분 없이 채우는 것.

## 나. 잭슨 폴락 (Jackson Pollock, 1912-1956)

잭슨 폴락은 미술사에서 프랙탈 구조를 작품에 적용한 대표 화가로 추상표현주의(Abstract Expressionism)<sup>26)</sup>와 액션 페인팅(Action Painting)<sup>27)</sup>의 선두 주자이다. 그는 20세기 미국미술사에 한 획을 그은 주요 인물이었음에도 불구하고, 그의 작품은 어떤 비평가들에게는 혼돈의 극치, 단순히 형클어진 머리카락이라는 혹평을 받았다. 그러나 물리학자 리처드 테일러(Richard Taylor)에 의해 폴락의 작품 패턴에 대해 실험하였고, 그 결과 그의 작품 속에는 모든 자연 현상에 본질적으로 내재된 프랙탈의 특성이 있어, 언뜻 보기에는 혼란스러운 그림 같지만 그 안에는 규칙적인 패턴이 존재한다는 사실을 발견하였다.<sup>28)</sup>



<그림 10> Jackson Pollock, Convergence, 1952

(출처 : <http://www.jackson-pollock.org/>)

26) 1940년대와 1950년대 미국의 추상 회화를 가리켜 추상표현주의 라고 한다. 1919년 오스발트 헤르초크(Oswald Herzog, 1881-1939)가 독일 『슈투름(De Sturm)』 지에서 처음 사용한 말로, 1940년대에는 미술 비평가 로버트 코츠(Robert Coates, 1897-1973)가 미국의 젊은 작가들 특히, 잭슨 폴락(Jackson Pollock)과 윌렘 드 쿠닝(Willem de Kooning, 1904-1997)의 작품에 사용함으로써 일반화되었다. 추상표현주의는 자기표현과는 무관함, 비개인적 이라는 의미를 담고 있어서 미국 회화에 있어서 엄밀하게는 모순된 명칭이라 하나, 가장 빈번히 사용되는 용어이다. 이외에 서양에서는 제2차 세계대전 후의 차가운 추상(기하학적 추상주의)에 대한 뜨거운 추상(타시즘[tachisme], 앵포르멜[informel])도 널리 추상표현주의라고 불린다.

한국사전연구사 편, 『美術大辭典』, 서울: 한국사전연구사, 1998, pp. 722-723.

27) 캔버스 위에 물감 혹은 페인트를 뿌리거나 던져서 제작하는 즉흥적이고 역동적인 추상회화를 일컫는다. 이 용어는 종종 추상표현주의의 동의어로 잘못 사용되는데, 액션 페인팅은 작품 자체보다는 작품을 만드는 과정 속의 예술가들의 행위 자체의 측면을 중시하였다. 이 용어는 미국의 비평가 해럴드 로젠버그(Harold Rosenberg, 1906-1978)에 의해 1952년 12월 『Art News』 지에 The American Action Painters 라는 기사의 제목에 처음 사용되었다.

Ian Chilvers, Oxford Dictionary of Art & Artists, New York: Oxford University Press Inc., 2009, p. 7.

28) Jennifer Ouellette, 「Pollock s Fractals , Discover, Discover」, 1 Nov. 2001

잭슨 폴락은 이렇게 말했다. “현대 미술가는 낡은 르네상스 시대의 형식으로 비행기와 원자 폭탄, 라디오 그리고 이 시대를 표현할 수 없다. 모든 시대는 각기 자기 시대만의 방법을 필요로 한다.” 29)



<그림 11, 12> Jackson Pollock, Number One, 1949 - Blue Poles, 1952  
(출처 : <http://www.jackson-pollock.org/>)

현대 물리학자들은 그의 작품을 최신 물리학 이론으로 새롭게 조명하고 있다. 그들에 의하면, 폴록의 작품을 분석하기 위해 스캔해서 컴퓨터를 통한 결과에 따르면 폴록의 그림들은 자기 유사성을 이해한 폴록의 계획하게 만들어진 결코 우연한 결과가 아니라는 것이다.<sup>30)</sup> <그림 11, 12>의 「Number One」 과 「Blue Poles」 에서와 같이 형체를 알아보기 힘든 그의 그림 안에는 바닥에 펼쳐진 캔버스 위에 물감을 떨어뜨릴 때의 적절한 각도와 높이 등에 따라 패턴이 생성되었는데 이는 자연에서 발견되는 프랙탈의 이론으로 설명될 수 있다.

29) 프랙탈 아트, <http://www.afractal.com/fractalart.htm>

30) 네이버 블로그, <http://a308501.blog.me/10117326943>



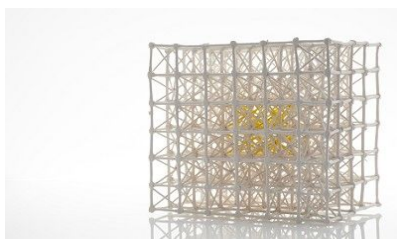
## 다. 누 알라 도오반 (Nuala O'Donovan, 1962-)

아일랜드 작가 도오반은 자연물의 표현을 하는데 있어 작품 제작 전 그것들의 패턴과 예상할 수 없이 생기는 변칙성에 대한 연구가 이뤄짐에 따라 조각의 형태를 결정짓기 위해 프랙탈 기하학 구조의 특성을 이용했다



<그림 13, 14> Nuala O'Donovan, Teasel, Combined Patterns, 2008 - Pinecone, Round Form, 2008  
(출처 : <http://www.nualaodonovan.com/>)

작가는 <그림 13, 14>의 「Teasel, Combined Patterns」 과 「Pinecone, Round Form」 은 산호, 솔방울 같은 프랙탈 구조의 자연물에서 영감을 받아 제작한 작품으로, 이 작품은 자연물에서의 프랙탈 적인 요소 강조함과 동시에 현실에 가깝게 재현했다고 할 정도로 섬세하고 정교한 작업의 결과물을 보여주고 있다.



<그림 15, 16> Nuala O'Donovan, Radiolaria, Grid-Yellow Centre, 2011 - Radiolaria, RD, 2009  
(출처 : <http://www.nualaodonovan.com/>)

도오반은 자연물뿐만 아니라 프랙탈의 요소를 가진 패턴이나 도형에도 그 규칙성을 연구하여 다양한 형태로 작품에 응용함을 <그림 15, 16>을 통해 알 수 있다.

## 2. 분야별 작품분석

<표 4> 분야별 작품분석 (건축)

작가명	작품 경향	대표 작품
엔엘 아키텍츠 NL architects	건물에서 멩거스핀지 <sup>31)</sup> 를 구성하는 작은 네모들이 각자 다양한 공간으로 활용되어지는 이 건물은 표면 디자인뿐만 아니라 사용적인 면에서도 프랙탈의 원리가 보인다.	 타이페이 공연 예술 센터 (출처: <a href="http://www.nlarchitects.nl">www.nlarchitects.nl</a> )
이오 밍 페이 I. M. Pei	유리조각들이 모여 피라미드를 이루는 과정에서 유리조각들은 서로 그 크기를 다르게 하여 비례 축 소화와 반사의 반복 규칙이 적용된 프랙탈 구조를 하고 있다.	 르브르 박물관 유리 피라미드 (출처: <a href="http://www.bustler.net/">http://www.bustler.net/</a> )
김인철	원의 형상을 한 각 단위체들의 규칙적인 반복으로 프랙탈 구조의 반복성과 자기 닮음 구조를 하고 있다.	 어반 하이브 (출처 : <a href="http://monthly.chosun.com/">http://monthly.chosun.com/</a> )
구스타브 에펠 Gustave Eiffel	철골들의 반복적인 구조와 단위 형태가 전체 모습과 닮아 있는 자기 닮음 구조를 가진 프랙탈의 대표적인 건물이다.	 에펠탑 (출처 : 네이버 지식백과)

엔엘 아키텍츠 「타이페이 공연 아트 센터」의 건물 구조는 네 개의 다리 위에 상판을 가진 테이블 형태로, 상판 아래 다리들 사이의 공간은 3D 도시 광장을 형성한다. 형성된 광장은 빈 공간이지만 이 또한 건축의 일부로 간주됨과 동시에 건물이지만 광장으로 누구에게나 열려있는 공간이다.<sup>32)</sup> 이는 누구든지 쉽게 접할 수 있는 예술 센터를 목표로 ‘타이페이 공연 예술 센터’를 디자인 했는데, 이 건물의 형태는 거대한 큐브에 크고 작은 사각형 창과 뚫린 공간으로 시어핀스키의 멩거스 편지형태를 발견할 수 있다.

프랑스 미테랑 대통령의 “Grand Louvre Project”의 일환인 루브르궁을 박물관으로 이용하고자하여 건설된 「르부르 박물관 유리피라미드」는 86톤 무게의 유리로 만들어졌다. 강철프레임 속에 603개의 마름모꼴의 유리와 60개의 삼각형 유리들로 이루어진 피라미드가 지상에 드러난 형태는 빙산의 일각으로 일부만 노출이 되어 두 층의 지하 홀에 일광을 들여보내는 역할을 한다.<sup>33)</sup> 이 건축물은 축소, 회전, 탈락 등의 반복에 따라 피라미드를 생성함으로써 거대한 삼각피라미드의 형상을 갖게 되는데 이는 프랙탈인 자기 유사성의 특징을 갖는다.

건축가 김인철의 「어반 하이브」는 직사각형 모양의 획일적인 건물들 사이에 긴장감을 풀어주고 이 건물만의 특성을 뚜렷이 표현하기위해 건물의 표피에 구멍을 냈다. 도심 속 별집이라는 뜻의 어반 하이브는 콘크리트의 무거운 느낌은 가볍게 하고, 또 딱딱한 콘크리트의 느낌은 부드럽게 하기 위해 이와 같은 건축물을 설계 했다.<sup>34)</sup> 육각형으로 정밀하게 엮은 것을 건물의 뼈대로 삼아 별집의 육각형 건축 구조는 적은 양으로 공간을 극대화할 수 있으며, 단단하고 견고하다는 특징을 가진다.

「에펠탑」은 반복적인 구조를 취하고 있고, 구조들과 철골들의 복잡하게 얽혀있는 관계가 프랙탈의 특성을 보인다. 이는 투박하지 않고 부드러우면서 차가워 보이지 않는 구조로 이상적인 디자인이라 할 수 있다.

31) 멩거 스펀지는 정육면체에서 동일한 크기의 정육면체를 계속해서 도려내는 과정을 반복하여 만들어진 다. 이런 식으로 반복하다 보면, 내부에 크고 작은 공간을 많이 가지게 되므로, 결국 부피는 한없이 작아지고 표면적은 한없이 커지게 되는 것이다. <http://superschool.co.kr/>

32) 문소경, 「프랙탈 원리를 활용한 텍스타일 디자인」, 이화여자대학교 석사논문, 2014, p.20

33) 이정환, 위의 책, p.38

34) 네이버 블로그, 「눈에 띄는 건축 디자인」

<http://blog.naver.com/softimage?Redirect=Log&logNo=30125204745>

<표 5> 분야별 작품분석 (도자)

작가명	작품 경향	대표 작품
스티ن 제퍼슨 Stine Jespersen	대칭적 균형을 잃지 않도록 한 작품으로 길이가 다른 튜브를 단위형태로 나열한 프랙탈 구조를 보인다.	 <p>Attempt to Control 2, 2005                      (출처 : <a href="http://www.stinejespersen.com/">http://www.stinejespersen.com/</a>)</p>
가메이 요이치로 Gamay Yoichiro	맑은 청백자의 격자형을 기본형으로 하여, 주입 성형기법의 양산성을 응용한, 가운데가 빈 동일단위의 집적에 의해 이루어진 단위체들의 반복이 엿보인다.	 <p>Screen of Corn, 2009                      (출처 : <a href="http://www.claypark.net">http://www.claypark.net</a>)</p>
프란체스코 아디니 Francesco Ardini	중요한 부분의 공간에 바이러스가 급증하는 것 같은 모습을 점차적으로 차지하는, 움직임 없이도 계속 증가하는 프랙탈의 구조를 하고 있다.	 <p>Proliferazione, 2012                      (출처 : <a href="http://www.francescoardini.com/">http://www.francescoardini.com/</a>)</p>
최영희	원통은 공동이라는 역할과 무기에서 유기로 전개되어 가는 출발점에 해당하는 형태에서 어떠한 규칙성을 바탕으로 하여 전개함으로써 반복과 순환이라는 프랙탈의 특성을 찾을 수 있다.	 <p>Concern 2-5, 2006                      (출처 : <a href="http://www.claypark.net">http://www.claypark.net</a>)</p>



스틴 제퍼슨의 「Attempt to Control 2」는 튜브라는 단위 형태를 이용하여 흐르는 곡선이라는 디자인에 맞춰 튜브를 나열함으로써 울동성을 주고 있다. 대칭적 균형이 중요한 이 작품은 철저한 프로세스 과정에서 효과적인 작품이 제작 될 수 있으며, 반복에 의한 프랙탈의 특성이 보인다.

가메이 요이치로의 「Screen of Corn」은 맑은 청백자의 격자형을 기본형으로 한 조형으로, 긴 역사 속에서 도예를 내부에서 지지해 온 기술과 공정, 그리고 그것들에 부응하여 존재하는 구조성과 공간성에, 자신만의 관점에서 세운 이론을 겹쳐서 끌어 낸 것이다. 하지만 작가는 최근에 자기 소재와 유약의 재질감 그리고 빛의 작용과의 밀접한 관계를 계기로 작품 내부에 비춰지는 음영의 양상에 의식을 두고 그 가능성을 모색하고 있다.<sup>35)</sup> 작가는 모든 공간은 무언가를 채우는 용기로 존재하기 때문에 하나의 단위 형태도 무한히 넓은 공간으로 해석하고 있다.

프란체스코 아디니의 「Proliferazione」은 도자기에 우리가 살고 있는 편안한 세계라는 것을 빗대어 표현하고 있다. 매끈한 자기에 바이러스가 급증하는 것 같은 모습을 하여, 부패된 것과 순수한 것의 대조를 이룬다. 이는 자연, 그리고 자연의 불가피한 과정을 서술하는 단계로 포자라는 단위로 표현되었고, 이러한 현상을 중요한 부분의 공간에 바이러스가 급증하는 것 같은 모습을 점차적으로 차지하는 공간을 늘림으로써, 움직임 없이도 계속 증가하고 증식되는 프랙탈의 구조를 하고 있다.

최영희의 「Concern 2-5」는 무기적인 원통에 어떤 규칙성을 기초로 하여 전개함에 따라 점차 유기적인 형태로 표현된다. 원통에서 시작하여 완성되는 전체적인 형태에도 원통의 형상을 의도하여 부분성을 표현하였다. 원통은 공동을 가지는 것으로서의 역할과 무기에서 유기로의 전개가 되는 시작점에 해당하는 형태이다.<sup>36)</sup> 이것은 인간이 살고 있는 환경 혹은 사회에서 비롯되어진 고정관념을 표현하고 있다. 원통을 실제의 세계라 보고 생각과는 다른 진정한 실제에서 오는 사고의 표현을 프랙탈로 설명하고 있다.

35) 클레이 파크, [http://claypark.net/bbs/board.php?bo\\_table=localartists&wr\\_id=87&page=2](http://claypark.net/bbs/board.php?bo_table=localartists&wr_id=87&page=2)

36) 네이버 블로그, <http://blog.naver.com/sima4747?Redirect=Log&logNo=20055222234>

<표 6> 분야별 작품분석 (설치)

작가명	작품 경향	대표 작품
백남준	버려진 고물로 최첨단 무기였던 거북선을 만듦으로써 순간과 영원, 새로운 것과 낡은 것의 대조와 반복을 통해 프랙탈 구조를 보이고 있다.	 <p>프랙탈 거북, 1993 (출처 : <a href="http://helloodd.com/news/article">http://helloodd.com/news/article</a>)</p>
박기웅	카오스적 공간창출을 통해 수없이 반복되는 면의 교차, 수많은 물질의 뒤엉킴 등은 프랙탈을 연상시킨다.	 <p>미확인 물체의 동결태, 1998 (출처 : 추춘호, 카오스 이론과 예술작품의 프랙탈 이미지 연구)</p>
김주현	무의미를 변하는 정육면체의 형태를 표현하며 쌓기, 경첩 등을 통해 프랙탈 구조를 보인다.	 <p>복잡성 법칙에 관한 연구 -시멘트 3단계, 2004 (출처 : 추춘호, 카오스 이론과 예술작품의 프랙탈 이미지 연구)</p>
김용관	작은 단위의 블록들을 무작위로 쌓는 과정에서 일정한 패턴을 찾고, 그것을 새롭게 조합하거나 왜곡된 환영으로 나타내고 있다.	 <p>반전대칭, 2013 (출처 : <a href="http://ggcf.or.kr/">http://ggcf.or.kr/</a>)</p>

백남준의 「프랙탈 거북선」은 장수의 상징인 거북이와 환경을 파괴하는 과학문명의 대비를 이룬 작품으로 장수의 상징인 거북이이의 몸체를 구성하고 있는 TV에서는 빠른 장면을 구성하여 현대문명의 이기들을 보여주는 상징물이다.<sup>37)</sup> 위 작품에서 버려진 고물로 거북선을 만들어 순간과 영원, 구식과 신식이라는 대조와 반복을 통해 대상과 주제가 프랙탈이라는 요소로 복합적인 의미가 작용하고 있다.

박기웅의 「미확인 물체의 동결태」는 폐품이나 쓰레기와 같은 문명의 파편들을 이질적 질서로 결합하였다. 그 개체들은 우주 공간의 파편을 형상화시킴으로써 파괴된 우주의 잔해를 연상과 함께 카오스적 공간창출을 통해 이성적 주체가 상실되어 혼돈스런 현대인의 정황을 담아내곤 한다.<sup>38)</sup> 그의 작품에서 나타나는 수없이 많은 면들의 교차와 여러 물질의 뒤엉킴 등은 프랙탈의 순환과 반복으로 설명할 수 있다.

김주현의 「복잡성 법칙에 관한 연구-시멘트 3단계」는 카오스에서 유사한 개념을 발견한 이후 좀 더 구체적으로 작업의 확장이 이뤄졌다. 보편적이고 일반적인 논리를 적용하여 작품의 의미를 전달하고자 하였으며, 무의미를 변하는 정육면체의 형태를 자유롭게 표현하고 있다. 이는 아직 답이 나오지 않는 어떤 미술을 추구하며, 그는 쌓기, 반복 등을 통해 프랙탈의 원리를 보여준다.



김용관의 「반전대칭」은 작은 단위의 블록들을 무작위로 쌓아 그 안에서 일정한 패턴을 찾고 다시금 새롭게 조합하거나 하나의 완성된 구조를 분해함으로써 다른 모습으로 재구축한다. 또는 투시를 없애 공간을 왜곡 시키거나, 반대로 원근을 강조함으로써 왜곡을 나타내고 있다.<sup>39)</sup> 위 작품에서 느껴지는 프랙탈의 흑백의 반전, 그리고 조형상의 반전대칭을 들 수 있다. 이 구조물은 조합하는 방식에 따라 다양한 형태가 구현 가능하고 쉽게 전시에 다가갈 수 있는 접근성과 흥미로움이 느껴진다.

37) 추준호, 「카오스 이론과 예술작품의 프랙탈 이미지 연구」, 신라대학교 대학원 석사논문, 2004, p.38

38) 추준호, 위의 책, p.39

39) 네이버 블로그, [http://blog.naver.com/hmg\\_with?Redirect=Log&logNo=220152472451](http://blog.naver.com/hmg_with?Redirect=Log&logNo=220152472451)

<표 7> 분야별 작품분석 (회화)

작가명	작품 경향	대표 작품
<p>빈센트 반 고흐 Vincent van Gogh</p>	<p>살아있는 듯 움직이는 붓의 터치는 파도가 일렁이는 것 같고 소용돌이치는 별과 달에서 자기유사성과 불규칙성이 보인다.</p>	 <p>별이 빛나는 밤, 1889 (출처 : <a href="http://ko.wikipedia.org/wiki">http://ko.wikipedia.org/wiki</a> )</p>
<p>피트 몬드리안 Piet Mondrian</p>	<p>무작위적인 것처럼 보이지만 각 배열에서 규칙성이 발견된다. 수직과 수평의 막대기를 이용하여 비대칭을 표현하고 일부는 불규칙한 처리로 복합적인 형태의 양상을 하고 있다.</p>	 <p>Line and Color, 1913 (출처 : <a href="http://www.artchive.com">http://www.artchive.com</a>)</p>
<p>마르셀 뒤샹 Marcel Duchamp</p>	<p>서로 다른 형태가 포개어져 깊이감이 생김으로써 공간의 착시를 일으켜 중첩과 반복을 통해 입체적 디자인을 표현하고 있다.</p>	 <p>계단을 내려오는 누드 넘버 2, 1912 (출처 : <a href="http://terms.naver.com/">http://terms.naver.com/</a>)</p>
<p>파블로 피카소 Pablo Ruiz y Picasso</p>	<p>이차원적인 평면에 하나의 형체를 여러 각도에서 바라봄으로써 혼란스러운 처리와 불안정한 시각에서 프랙탈의 모습을 볼 수 있다.</p>	 <p>아비뇰의 처녀들, 1907 (출처 : <a href="http://terms.naver.com/">http://terms.naver.com/</a>)</p>

빈센트 반 고흐의 「별이 빛나는 밤」에서의 밤하늘은 구름과 대기, 별빛과 달빛을 표현하고 있다. 세상의 종말은 황량하고 짙은 파란색 하늘로 채색하고, 그 위로는 구름이 소용돌이치며 떠있다. 달과 별의 둘레에는 뿌옇게 무리가 져있다.<sup>40)</sup> 이처럼 위 작품은 작가가 정신병원에 입원했을 때 정신장애로 인한 고통을 그림속의 소용돌이로 묘사하고 있다. 살아있는 듯 움직이는 붓의 터치는 파도가 일렁이는 것 같고 회오리치듯 꿈틀거리는 표현과 별과 달은 자기유사성과 불규칙성이 보인다.

몬드리안의 「Line and Color」는 구성과 구조에 중점을 둔 무작위적인 것처럼 보이지만 각 배열에서 규칙성이 발견된다. 수직선과 수평선 등 기본적인 것만을 이용하여 그림에서 보이는 대부분은 비대칭적이며 강조를 위해 일부는 불규칙하게 복합적인 형태로 나타남을 알 수 있다.

마르셀 뒤샹의 「계단을 내려오는 누드 넘버 2」의 그림 속 인물은 카메라로 셔터 속도를 느리게 촬영한 것처럼 보인다. 이미지는 해체와 분절의 과정을 거쳐 파편화함으로써 입체주의 회화와 비슷해 보인다.<sup>41)</sup> 위 작품은 서로 다른 형태가 포개어져 그 사이의 깊이 감을 형성함으로써 공간의 착시를 일으킨다. 이는 중첩과 반복을 통해 입체적 디자인이 표현되어진다.

피카소의 「아버님의 아가씨들」이라는 작품에서도 프랙탈의 모습을 엿볼 수 있다. 그의 큐비즘<sup>42)</sup> 적인 작품으로 공간의 혼란스러움과 아가씨들의 불안정한 시각을 나타내고 있다.<sup>43)</sup> 위 작품에서는 그림속의 여인들을 여러 각도에서 바라봄으로써 표현되어진 여인의 모습이 아름다움이 아닌 기괴함마저 들게 한다. 이는 원근법을 무시한 채 입체적 관점에서 바라본 피카소의 새로운 시도라 볼 수 있다.

40) 네이버 지식백과, 별이 빛나는 밤,

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=974744&mobile&cid=46720&categoryId=46846>

41) 네이버 지식백과, 계단을 내려오는 누드 넘버 2,

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=974907&mobile&cid=46720&categoryId=46868>

42) 큐비즘(Cubism, 입체파)은 20세기 초에 프랑스에 일어난 서양미술 표현 양식의 하나를 일컫는다. 조르즈 브라크의 풍경화에서 비롯되는 것으로 알려져 있으며, 20세기 초 어떠한 비평가가 입체적 회화함 (bizareries cubique) 이라고 풍자해, 이 낱말에서 후에 브라크의 표현 양식을 본 딴 그림들 및 화가들의 경향을 큐비즘이라 부르게 되었다. 「두산세계대백과사전」

43) 마리 로르 베르나다크, 폴 뒤 부세, 「피카소 성스러운 광대」, 시공사, 1997

## 제 3장 작품 연구

### 제 1절 작품계획

#### 1. 디자인 발의

프랙탈은 단순구조가 끊임없이 반복 확장되면서 복잡함 속의 묘한 전체구조를 만드는 것으로 자기유사성과 순환성이라는 특징을 가지고 있으며, 현실에서 볼 수 있는 <그림 17>에서와 같이 세포분열, 심장의 혈관, 은하계의 생성, 나무의 가지 등 자연과 생명의 시각적 표현이라 말할 수 있다. 프랙탈은 자연과 생명으로부터 기인하기 때문에 원시미술에서 현대디자인에 이르기까지 예술 활동에 있어 중요한 개념요소로 이용되어 왔으며, 현대도예에서 프랙탈적 요소들은 우리가 사물의 본질에 대해 더욱 다가서게 하는 계기가 된다.



<그림 17> 생명을 담은 자연의 프랙탈  
(출처 : <http://imagesearch.naver.com/>)

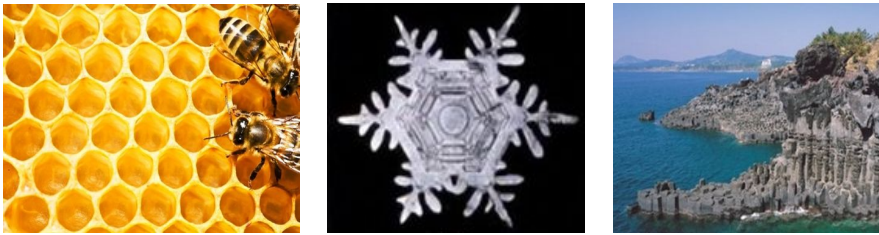
자연계 법칙에 의하여 생물학적 물질들은 구조와 기능 면에서 이상적인 형태로 진화하여 구조적으로 보았을 때 최상의 형태로 배열되어 있다.

수학적으로 지름이 일정 할 시 면적이 가장 큰 도형은 원이다. 그러나 원은 같은 형태를 여러 개를 이어 붙였을 때 도형 사이에서 틈새가 생겨 평면을 온전히 덮을 수가 없다. 개체의 이어붙이기에 따른 형태는 오직 정삼각형, 정사각형, 정육각형만



이 틈새가 생기지 않지만, 정육각형에 비해 정삼각형은 같은 크기의 공간을 만들 시 접해지는 선이 많고, 정사각형은 구조가 튼튼하지 못하다. 따라서 정육각형이 최소한의 재료로 튼튼한 공간을 만들 수 있다.

<그림 18>에서와 같이 벌들이 벌집을 육각형으로 짓는 이유 또한 적은 재료로 튼튼하게 많은 꿀을 저장할 수 있는 구조이기 때문이다. 즉 좁은 공간의 효율성이 높고, 외부의 힘이 쉽게 분산되는 구조여서 견고하며 안정적이다. 육각형의 기본 틀 안에서 다양하게 변화되는 눈의 결정과 제주도의 절경 중 하나인 용암이 차가운 바닷물을 만나 급속도로 냉각되어 형성된 주상절리 역시 자연이 육각형으로 만들어 낸 예술작품 중 하나이다.







<그림 18> 자연이 만들어낸 육각형  
(출처 : <http://imagesearch.naver.com/>)

## 2. 아이디어 도출

본 연구자는 ‘자연과 생명의 아름다움을 도예로 표현하는 방법은 없을까’ 라는 의문에서 시작되어 조형작업 이전의 형태, 즉 자연의 가장 근본이 되는 형태에 대해 탐구하기 시작하였는데, 상당부분의 해답은 프랙탈로 설명 될 수 있었다. 프랙탈의 특징인 자기유사성, 순환성에 따라 어떠한 구조가 끊임없이 반복되고 그 확장 되는 모습을 보이는데 그것은 마치 생명을 담은 아름다운 변주곡이라 할 수 있다. 이에 연구자는 자기유사성과 순환성에 따른 생명력을 담은 프랙탈의 원리를 작품에 표현하려 한다.

<표 8>은 작품의 모티프가 된 자연에서 찾을 수 있는 프랙탈 이미지이다.

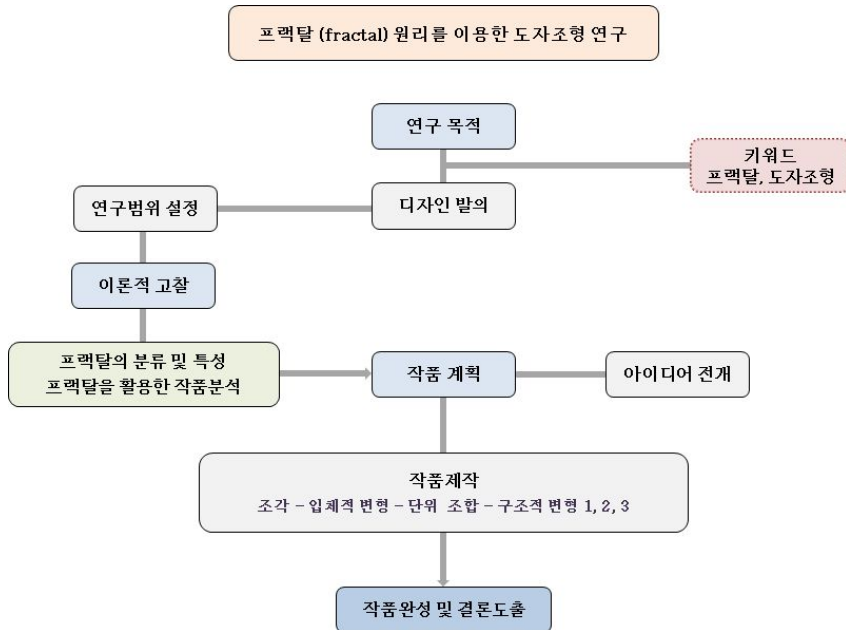
<표 8> 작품의 모티브가 된 자연의 이미지

이미지	내용
 <p>(출처 : <a href="http://imagesearch.naver.com/">http://imagesearch.naver.com/</a>)</p>	<p>- 앵무조개의 황무 나선</p> <p>프랙탈의 자기유사성과 순환성을 특징으로 하며, 회오리치는 듯한 형상은 강한 운동감과 자연의 부드러운 감성을 동시에 내포한다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://imagesearch.naver.com/">http://imagesearch.naver.com/</a>)</p>	<p>- 나뭇가지</p> <p>프랙탈의 불규칙성을 특징으로 하며, 구조적인 질서는 있으나 혼돈스러운 상태로 역동성을 제공한다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://imagesearch.naver.com/">http://imagesearch.naver.com/</a>)</p>	<p>- 벌집구조</p> <p>프랙탈의 자기유사성과 반복을 특징으로 하며, 한 개체의 지속적인 반복을 통해 통일성, 안정감을 느낄 수 있다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://imagesearch.naver.com/">http://imagesearch.naver.com/</a>)</p>	<p>- 벌이 모여 있는 벌집구조</p> <p>프랙탈의 자기유사성과 비예측성을 특징으로 하며, 한 개체의 지속적 반복을 통한 통일성에 벌의 진로를 알 수 없는 형태로 비정형성의 조형효과를 나타낸다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://imagesearch.naver.com/">http://imagesearch.naver.com/</a>)</p>	<p>- 거미줄</p> <p>프랙탈의 자기유사성과 순환성을 특징으로 하며, 개체의 변화, 왜곡 등으로 자기유사적인 형태와 순환성을 내포한다.</p>
 <p>(출처 : <a href="http://imagesearch.naver.com/">http://imagesearch.naver.com/</a>)</p>	<p>-포도송이</p> <p>프랙탈의 자기유사성과 반복을 특징으로 하며, 단위체들을 과장시켜 반복하고 조합하는 형태로 무수히 많은 개체들로 인해 흐름, 운동성, 움직임 등을 나타낸다.</p>



### 3. 작품제작계획

작품제작은 아래의 <그림 19>과 같이 진행된다.



<그림 19> 작품계획도

작품제작은 위의 작품계획도에서와 같이, 주제가 설정되면 키워드를 바탕으로 당위성을 추출하고, 이론적 고찰을 통해 작품계획이 이루어진다. 작품 크기, 색상, 재료, 성형방법 등 구체적인 계획을 통해 작품제작이 실행된다.

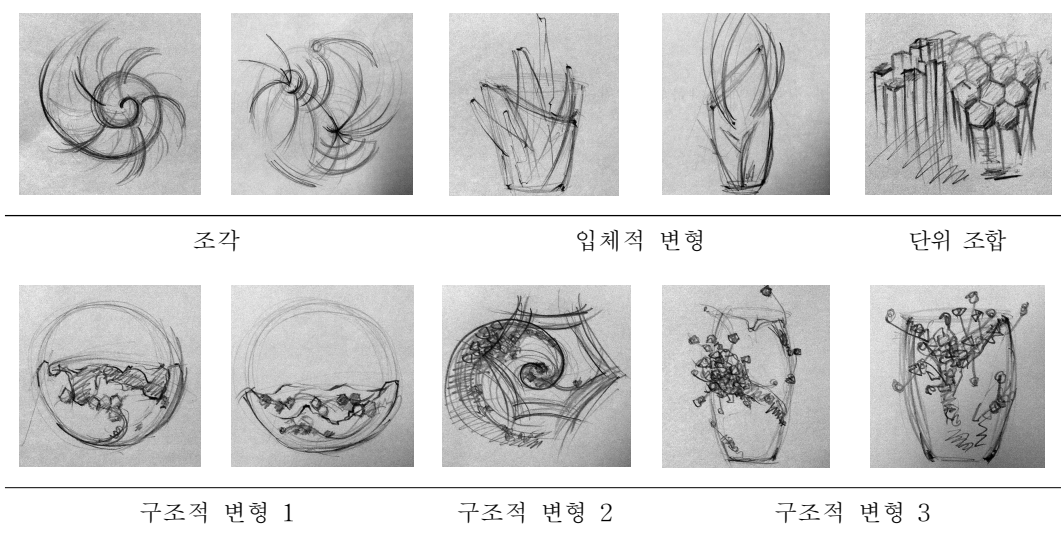
이 논문의 핵심인 작품제작 방법은 기(器) 형태로 물레성형 한 후 작품에 맞게 발전시키고, 부조, 음각, 투각 등 다양한 기법을 혼용하여 각 작품마다의 새로운 시도에 중점을 둔다. 첫 시도는 자연물에서 보여지는 프랙탈의 구조를 선진인 요소를 사용한 표현방법이 이루어지고, 이 후 프랙탈 구조를 기반으로 하여 형태구성원리의 본질에 다가가고자 한다. 이로써 프랙탈 구조가 갖는 다양한 느낌들을 각 작품에서 극대화시키고자 한다. 다양한 표현 방법을 구현하기 위해 소지는 백자소지와 조형소지 사용하고, 유약은 투명유, 백매트, 코발트유, 망간유 등을 사용해 시유한다. 작품의 크기 또한 그 각 콘셉트에 맞는 다양한 성형이 이루어진다.

## 제 2절 작품제작과정

작품 성형에 있어서 가장 중요한 것은 프랙탈 구조의 특성을 살리는 것이다. 이 논문 작품의 제작 방식은 백자소지와 조형소지를 재료로 물레 성형 기법을 이용하여, 그 일정한 원칙과 방법에서 변형을 통해 나타난 구조적인 형태를 표현한다.

본 연구에서는 프랙탈 특성을 나타내는 도구로 ‘원’과 ‘육각형’을 이용한다. 원은 중심대칭인 완전한 형태로 다양한 기법을 통한 변화가 가능하고, 리듬과 속도, 공간감 등 무궁무진한 표현이 가능하다. 또한 기(器)는 무언가를 담아내는 중요한 가치를 의미하기도 한다. 이러한 이유로 기의 형태를 기본으로 하여 그 안에서 조각, 입체적 변형, 단위 조합, 구조적 변형 등의 표현 방법을 시도하여 다양한 프랙탈 구조에 힘을 싣는다. 또한 육각형의 구조는 디자인 발의 단계에서 언급했듯이 적은 양으로 넓이의 극대화 및 단단한 느낌을 특징으로 한다. 완전체를 보여주는 육각형의 구조를 활용해 반복을 통한 규칙성과 불규칙적인 인공적인 패턴을 창출함으로써 프랙탈이 갖는 특성을 나타낸다.

# 1. 성형과정



조각

입체적 변형

단위 조합

구조적 변형 1

구조적 변형 2

구조적 변형 3

<그림 20> 작품제작과정별 아이디어 스케치

## 가. 조각



<그림 21> 성형과정 1

<그림 21>은 첫 번째 제작방식인 조각으로, 물레성형한 후 앵무조개의 황무 나선의 이미지를 차용하여 선의 방향성과 율동성을 살린다. 완벽한 건조 후에도 조각이 가능하고, 소용돌이치는 부분의 부분채색에 염화 안료의 사용을 위해 백색도가 높은 백자소지를 이용한다.

## 나. 입체적 변형



<그림 22> 성형과정 2

<그림 22>는 해체와 재결합에서 오는 입체적 변형 단계이다. 프랙탈의 불규칙성에서 느낄 수 있는 혼돈스러운 상태를 표현하기 위해 물레 성형 후 절단하고 그 면은 판으로 막아 나무의 형상을 단순화 한다. 구조적인 질서의 표현과 역동성을 나타내기 위해 구조의 완전체인 육각형을 흐름에 따라 부조와 투각의 과정을 거치고, 프랙탈의 흐름을 강조하기 위해 컬러매트유로 채색한다. 원활한 개체의 부착과 큰 사이즈의 기물 성형을 위해 위 작품부터는 조합소지를 사용한다.

## 다. 단위 조합



<그림 23> 성형과정 3

<그림 23>은 육각형의 구조적 접근으로 완벽한 자연의 결과물인 벌집의 형상을 나타내기 위해 제작된 방식이다. 육각형 개체를 길이별로 만들어 완벽한 육각형 안에서 흐름에 따라 접합함으로써, 곡선과 직선의 정제된 변형과 긴장감을 유지하고 있다. 이는 균형에 따른 통일성과 반복으로 프랙탈의 원리를 나타낸다.



### 라. 구조적 변형 1



<그림 24> 성형과정 4

<그림 24>는 기의 형태를 바탕으로 변형을 시도한다. 기 안에서 에너지를 내뿜으며 살아 움직이는 듯 상승, 혹은 하강의 느낌으로 육각형을 부조, 투각하여 형상을 표현한다. 형태의 이미지는 벌집안의 벌이라는 자연의 형상을 육각형의 단위 개체를 지속적 반복을 이룬다. 이는 통한 통일성과 더불어 벌의 진로를 알 수 없는 형태로 비정형성의 조형효과를 갖는다.

### 마. 구조적 변형 2



<그림 25> 성형과정 5

<그림 25>는 거미줄의 순환성에 의해 단위 개체가 기물 안에서 밖으로 점차 흘러간다. 큰 육각형에서 스케일에 따라 변환과 왜곡의 과정을 거친 작은 육각형들을 흐름에 따라 부조한다. 이 단위 개체를 공간 밖으로 내보내면서 공간의 확장을 유도해 관람자로 하여금 상상력을 동원하게 한다.

### 바. 구조적 변형 3



<그림 26> 성형과정 6

<그림 26>은 단위체들을 과장시켜 반복하고 조합하는 형태로 무수히 많은 개체들로 인해 흐름, 운동성, 움직임 등을 나타낸다. 반복으로 인해 과장된 기에 2차 소성 후 철사라를 이용함으로써 기 밖으로 뻗어나가는 직접적인 형상 구현으로 비예측의 조형성을 갖는다.

## 2. 유약시유과정



<그림 27> 유약시유 및 부분채색 과정

<그림 27>에서의 유약시유는 스프레이건으로 분무시유를 통해 미세한 분말의 안착으로 매끄러운 유면 질감 표현하고, 유약시유 후 강조될 부분은 부분적으로 컬러매트유로 채색을 하여 프렉탈의 구조를 더욱 돋보이게 한다.

<표 9>와 <표 10>에서 유약 조합비와, 컬러매트유 배합비를 확인 할 수 있다.

<표 9> 유약 조합비

	백매트	망간유	코발트유
장석	45	5	60
백운석	21		20
석회석	5		
규석			15
도석	8		
카오린	21	4	5
코발트		3	1
망간		35	
동		5	
루타일			5
용기토		48	

<표 10> 컬러매트유 배합비

색깔	안료번호	배합비		비고
		안료	백매트	
Red	S74	0.7	1	
Orange	S71	0.8	1	
Yellow	S91	1.2	1	+ Orange = Gold
Brown	S22	1	1	+ Black = Dark brown
Green	K52	1	1	+ Yellow = Yellow green
	K54	1	1	+ Cobalt Blue = Blue green
Sky Blue	K14	1.5	1	
Cobalt Blue	K81	0.8	1	
Purple	P44	1.5	1	

## 제 3절 작품해설

‘Variations 시리즈’는 원의 형상을 하고 있다. 가장 기본이 되는 도형인 원을 조형요소로 사용함으로써 통일감 부여하고 있다. 이는 원에서 발전하여 도자미술의 전통적인 기(器) 형태를 하나의 공간으로 보고 이곳에 무언가를 채움으로써 세상과 연관된 고리, 관계에 대한 표현이다.

세상은 작은 것들의 집합체이고, 그것들은 하나의 독립적인 개체이자 전체이며, 끊임없이 뺄어나가면서 다시 안으로 돌아갈 수 있는 순환의 관계에 있다. 이러한 점을 중심으로 하여 프랙탈 이미지의 특성의 구현방법을 중점적으로 나타내고 있다. 다양한 선과 면의 요소를 이용하여 작품의 내부부터 외부까지 점층적으로 표현함으로써 프랙탈의 특징인 자기유사성, 순환성 등의 특징을 적용해 기 안에서 흐름, 방향성, 속도, 공간감 등을 표현하고 있다.

반복적인 단위체들의 순환은 시선을 안과 밖으로 이끌며, 하나의 무기체에서 시작되어 나아가 유기체 세계로 확장됨을 비유와 변주를 통해 표현되어진다. 떠오르는 이미지는 작품 내에서 그치는 것이 아닌 공간 밖으로 뺄어나가게 되는데, 이는 나를 중심으로 한 도자 조형과의 관계에 대한 표현이다. 결국 이것은 자신에 대한 성찰과 더불어 관람자로 하여금 상호작용하는 또 다른 관계라는 메시지를 담고 있다.

‘자연과 생명의 아름다움을 도예로 표현하는 방법은 없을까’

라는 의문에 프랙탈은 유용하다.

그 확장하는 모습은 아름다운 변주곡이다.

프랙탈, 생명, 변주는 동일한 말이 된다. 생명은 아름다운 변주이다.

(작가노트 中)



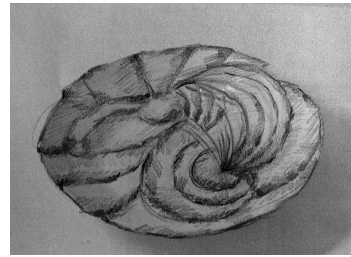
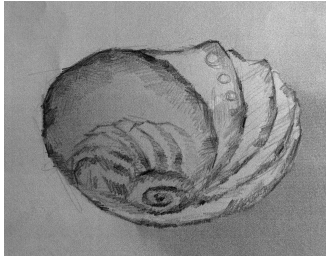


[작품 1] Variations #01, Ø340×135(mm)



[작품 2] Variations #02,  $\varnothing 300 \times 70$ (mm)

- Material : 백자소지, 투명유, 염화안료
- Process : 물레성형, 조각 기법
- Firing : 산화소성, 1250°
- Rendering



황무 나선이 지니는 단순성과 간결성, 조화와 질서를 통해 평온하면서도 의식하지 못한 무의식의 무한한 세계를 [작품 1], [작품 2]에 표현하고자 하였다.

자연스러운 조각으로 만들어진 패턴의 공간은 자연의 부드러운 감성을 나타내고, 염화안료의 은은한 색조 변화로 인해 무한한 공간으로 가는 분위기를 조성하고 있다. 또한 작품에서 사용된 소용돌이치는 곡선을 기에 응용함으로써 속도감과 생동감을 느낄 수 있는 공간으로의 확장을 유도 하고 있다. 이렇듯 위 작품은 고요해 보이지만 순환에 따른 역동적인 에너지를 내포하고 있다.

이는 시각으로 보여 지는 태초의 시작은 작은 점이지만 시공간을 넘어서 무한대로의 세계로 뻗어나가는 형상을 담음으로써 순환에 따른 프랙탈의 구조를 표현하고 있다.

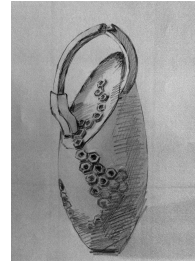
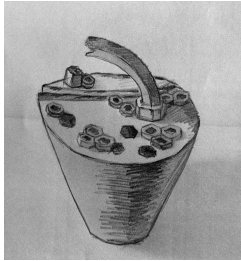


[작품 3] Variations #03,  $\varnothing 240 \times 220$ (mm)



[작품 4] Variations #04,  $\varnothing 210 \times 540$ (mm)

- Material : 조형소지, 백매트유, 컬러매트유
- Process : 물레성형기법, 부조, 음각, 투각기법
- Firing : 산화소성, 1250°
- Rendering

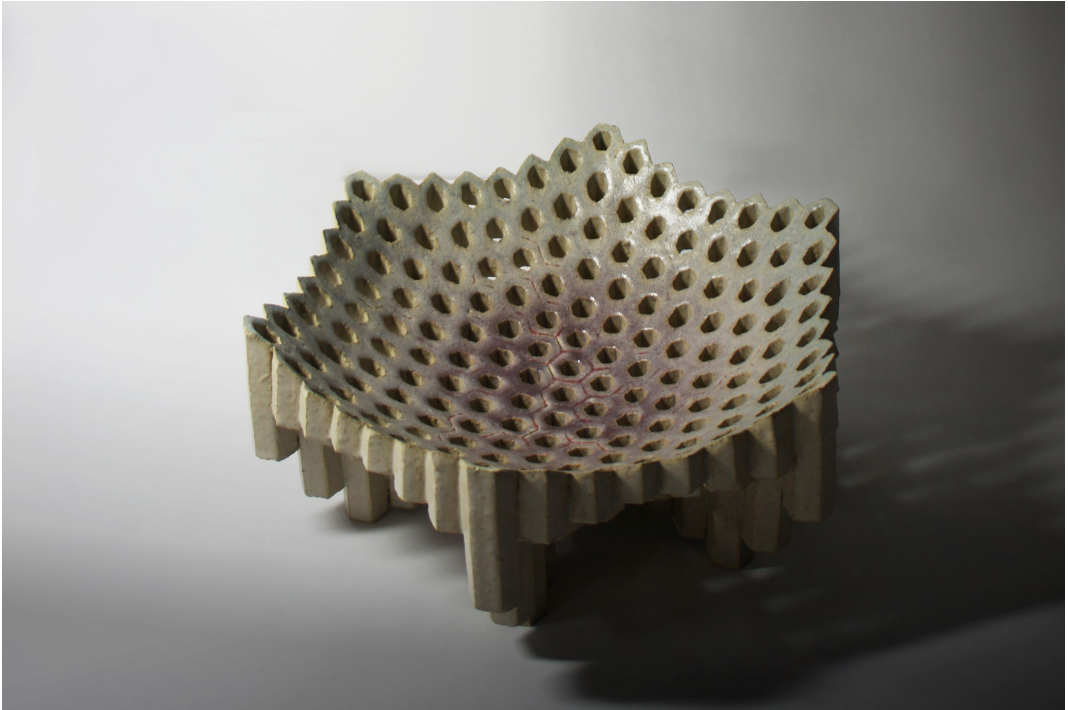


자연은 시시각각 변하며 생성과 소멸을 반복하고 있다. 이러한 자연물 중 하나인 나뭇가지의 형상을 이용하여 [작품 3], [작품 4]를 통해 표현하고자 하였다.

나뭇가지는 자연의 질서를 인식함으로써 서로 의지, 혹은 자유로운 방향성을 가지고 있다. 또한 나무의 표면에 있는 갈라지고 벌어진 껍질의 질감은 육각형을 일정하게 단순화하여 구성하고 있다.

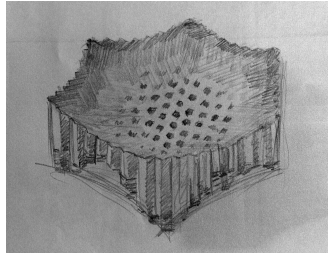
기의 아랫부분은 시간에 따른 소멸의 과정을, 그리고 그 소멸됨에 따라 또 다시 생성되는 개체는 위로 뻗어나가는 형상을 함으로써 생성의 이미지를 내포하고 있다. 이는 살아있는 동안은 결국 소멸을 향해 가지만, 본연의 자리를 지키며 다시금 생성의 희망을 품는 이들의 형상은 프랙탈의 불규칙성으로 대변되어진다.





[작품 5] Variations #05,  $\varnothing 370 \times 160$ (mm)

- Material : 조형소지, 백매트, 컬러매트유
- Process : 접합, 투각기법
- Firing : 산화소성, 1250°
- Rendering



생명을 지닌 모든 생명체는 영원할 수 없다. 그 한계적 생명을 지닌 인간들은 이를 극복하고자 끊임없이 기계에 대해 몰입하게 된다. 기계화에 따라 문명의 혜택을 받게 되지만, 그 이면에는 인간이 기계에 의해 좌우되는 현상이 발생하게 된다.

이렇듯 자신이 규정지어놓은 메커니즘에 빠지는 자기모순적인 상황을 완벽한 형태인 정육각형을 이용해 [작품 5]에 표현하고자 하였다. 통일된 구조와 패턴의 집중으로 인해 그 형태를 더욱 강하게 만들고, 깊이 감을 표현함으로써 프랙탈을 구조화 하였다.

위 작품의 상부는 커켜이 쌓여있는 직선의 형태에 자연스러운 곡선이 조화로움을 이루는 반면, 하부는 거칠고 각진 선의 대비로 인간의 야누스적인 모습, 즉 인간의 양면성을 담고 있다.



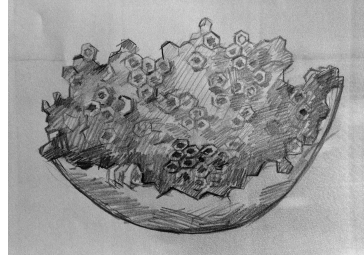
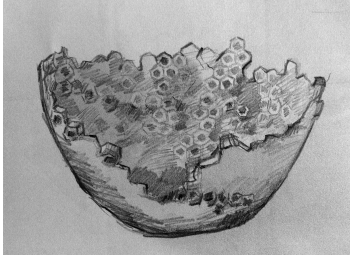


[작품 6] Variations #07,  $\varnothing 430 \times 250$ (mm)



[작품 7] Variations #08,  $\varnothing 430 \times 250$ (mm)

- Material : 조형소지, 백매트유, 에나멜
- Process : 물레성형, 부조, 음각, 투각기법
- Firing : 산화소성, 1250°
- Rendering



본 연구자가 자연을 편안하고 아름답다고 표현하는 이유는 프랙탈의 규칙을 가진 자연의 완벽함 때문이다.

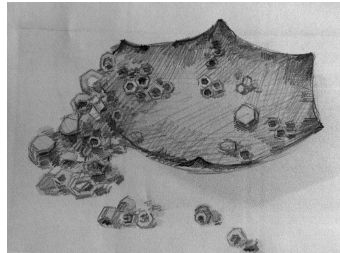
연구자는 창의적 작품이라는 강박의 해소를 위해 자연물의 시작 점, 지구의 형태인 구를 착안하여 [작품 6], [작품 7] 통해 표현하고자 하였다. 시작과 끝이 없는 신비로운 형태인 구를 생성하는 과정에서 별을 매개체로 나타내고 있다. 이는 별집에 있는 별 들이 각자 자신의 역할에 맞춰 무너져 내려도 다시 반복해서 쌓아가는 완벽성을 향한 도전의 의미를 담고 있다.

자연과 함께 변화하는 공간에 시간이 흐를수록 쌓이는 육각형의 개체는 자연스러운 형태의 면을 구성함으로써 프랙탈의 자기유사성을 구조화하고 있다.



[작품 8] Variations #06,  $\varnothing 450 \times 110$ (mm)

- Material : 조형소지, 컬러매트유, 코발트유
- Process : 물레성형, 부조, 투각기법
- Firing : 산화소성, 1250°
- Rendering



자연의 신비와 태초의 힘, 생명을 지키고자 하는 강한 본능을 지닌 거미줄은 그 안에 자연의 법칙을 내포하고 있다. 한낱 얇은 실처럼 위태로워 보이지만 그 안에서는 끊임없는 증식이 따르는 거미줄의 형상을 [작품 8]을 통해 구현하려 하였다.

거미줄이 갖는 다양한 형태는 완벽성을 가진 육각형으로 제한하고, 그 안에서 파생되어지는 단위 개체의 우연한 배치로 자연스러움에서 오는 아름다움을 표현하고자 하였다.

프랙탈의 순환성에 따라 끊임없이 생성되는 거미줄은 의식적이지 않은, 완벽한 육각의 형태를 흩어 놓은 듯 경계가 없는 무심함으로 표현되는데, 이것은 자연의 드러나지 않은 아름다움과 함께 자기 보호와 먹이사슬이라는 이중성을 가진 거미줄을 역설하고 있다.



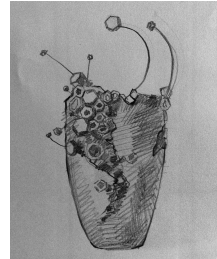
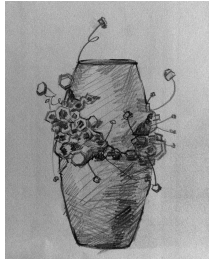
[작품 9] Variations #09,  $\varnothing 260 \times 420$ (mm)





[작품 10] Variations #10,  $\varnothing 260 \times 450$ (mm)

- Material : 조형소지, 망간유, 백매트유, 컬러매트유, 철사
- Process : 물레성형, 부조, 투각 기법
- Firing : 산화소성, 1250°
- Rendering



자연의 섭리에 따라 에너지를 스스로 찾아가는 과정을 [작품 9], [작품 10]을 통해 표현하고자 하였다.

반복과 조합의 과정을 거쳐 무수히 많은 개체들이 흐름을 갖고 모체 안에서의 표출을 시각화 하고 있는데, 이는 각 개체를 생명력이 담긴 단위체로 보고, 광합성을 위해 태양을 향하는 생명체의 모습을 빗대어 표현하고 있다. 또한 철사라는 타 소재의 융합으로 모체에서 뻗어 나오는 직접적인 형상을 구현함에 따라 영역의 확장을 유도하고 있다.

이 작품은 프랙탈의 자기 유사성에 따라 많은 양의 요소가 결합된 시각적 자극에 대한 표현으로, 포도송이가 가지를 뻗어 더 많은 개체를 생성 하듯이 물리적 공간을 넘어선 에너지의 근원에 다가가고자 하는 갈망을 함축적으로 담고 있다.



## 제 4장 결 론

프랙탈(fractal)은 예술, 디자인, 건축 등 여러 분야에서 활용되고 있으며, 오늘날 과학의 새로운 시각과 예술의 창조성이 서로 융합되어 프랙탈 아트라는 새로운 장르가 탄생 하였다. 이렇듯 광범위하게 사용되어지는 프랙탈은 우리가 주변에서 쉽게 접할 수 있는 자연에서도 그 구조를 찾을 수 있다.

자연은 일정한 법칙의 반복을 통해서 진화하고 모든 생명체는 이의 법칙을 따른다. 생성과 소멸을 끊임없이 반복하는 것은 자연과 인간의 삶에 공통적으로 내재되어 있는 요소로, 자연과 인간은 유기적인 관계에 있다. 이처럼 인간으로 하여금 무한한 감동과 창의력을 제공하는 자연은 그 안에 프랙탈 이라는 고유한 질서와 생성원리를 내재하고 있다.

본 연구는 프랙탈의 이론적 고찰 및 분석, 연구를 통해 프랙탈의 원리를 이용한 도자 조형을 제안하였다. 이에 자연물이 지닌 함축적인 의미를 덧붙여 연구자의 심상을 표현하는데 궁극적인 목적이 있다.

본 연구에서는 프랙탈 구조의 특성을 표현하기 위한 도구로 ‘원’과 ‘육각형’을 추출하였다. 그릇이 갖는 원의 형태를 바탕으로 하여 그 안에서 조각, 입체적 변형, 단위 조합, 구조적 변형 등 방법적인 시도를 달리하여 다양한 프랙탈의 형상을 구조화 하였고, 그 안에서 육각형 개체의 반복을 통하여 프랙탈의 특성을 표현한 인공적인 패턴을 창출하였다. 작품에서 표현된 프랙탈 구조는 자연물에 생명력을 투영하여 무한한 공간의 확장, 생성과 소멸 등 연구자의 내적 심상에 따라 작품을 제작하였다. 그 결과 본 연구자는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 본 연구에서 고찰한 건축, 도자, 설치, 회화 등 다양한 분야에서 나타나는 규정되어지지 않은 조형의 이론을 프랙탈로 설명하는 계기가 됨으로써 사물의 본질에 대한 직관력을 함양하게 되었다.

둘째, 프랙탈의 특징이 나타나는 작품과 자연물의 형태 연구를 통하여 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 소재로 다양한 응용 가능성을 보았다. 또한 그가 갖는 심미성을 바탕으로 타 장르와의 결합은 자유로운 형태가 구현됨을 알 수 있었다.

셋째, 본 연구자의 독창적인 표현방법으로 제작된 도자 조형의 내면에는 생명력을 담은 연구자의 주관이 바탕이 되어 관람자로 하여금 연구자와의 교감과 함께

다양한 시각에서의 접근을 가능하게 하였다.

본 연구를 진행할 시 구체적이면서도 자연스러운 프랙탈 패턴을 표현하려 했지만, 단위체들의 결합에 따른 완성도에 초점을 맞추다보니 전체적인 흐름을 구현하지 못한 부분이 아쉬움으로 남는다. 이에 프랙탈이 갖는 반복에 따른 유기적인 이미지들과 곡선의 구조화에 대한 연구가 이어져 이를 바탕으로 작품에 다양한 응용을 시도하려 한다.

본 연구를 통해 프랙탈과 예술의 융합은 창조적 가치를 지니고 있으며, 그 원리는 무한한 발전 가능성이 있음을 알 수 있었다. 이에 따라 프랙탈을 소재로한 조형적 연구와 재해석이 이루어짐으로써 프랙탈의 원리를 이용한 작품의 발전과 더불어 새로운 영역으로의 확대를 기대해본다.

## 참고문헌

### <단행본>

- 김용운, 김용국, 「프랙탈과 카오스의 세계」, 우성출판사, 서울, 2000  
 제임스 클리크, 「카오스」, 박배식·성하운 역, 동문사, 서울, 1993  
 마리 로르 베르나다크, 폴 뒤 부세, 「피카소 성스러운 광대」, 시공사, 1997  
 마이크 에스큐, 「기하학 캠프」, 컬처룩, 서울, 2012  
 Jennifer Ouellette, 「Pollock s Fractals , Discover, Discover」, 1 Nov. 2001

### <학위논문>

- 김주미, 「프랙탈 기하학의 비선형성에 기초한 창조적 조형가능성 연구」, 한국디자인학회, 1995  
 김태균, 「프랙탈 이미지를 활용한 입체 조형 연구」, 경기대학교 석사논문, 2011  
 김형진, 「피타고라스 트리 - 프랙탈을 기초로 한 자연과학과 인문사회과학의 통섭적 상호작용 체계에 관한 연구」, 한국공간디자인학회 학술논문, 2007  
 김해련, 「프랙탈 기하학을 활용한 입체조형 교육에 관한 연구」, 국민대학교 석사논문, 2011  
 남형우, 「현대건축에 나타난 중간형태의 중합성에 관한 연구」, 영남대학교 석사논문, 1989  
 문소정, 「프랙탈 원리를 활용한 텍스타일 디자인」, 이화여자대학교 석사논문, 2014  
 이정환, 「프랙탈 기하학의 생성 과정을 통한 현대 건축의 외피특성에 관한 연구」, 경기대학교 석사논문, 2007,  
 이진경, 「프랙탈 기하학 조형원리를 적용한 환경디자인 모형사례연구」, 이화여자대학교 석사 논문, 2003  
 이진민, 남오철, 「타장르에서 보여지는 프랙탈 패턴과 화예디자인의 형태와 색채에 관한 연구」, 한국 학예 디자인협회 학술논문, 2003  
 추준호, 「카오스 이론과 예술작품의 프랙탈 이미지 연구」, 신라대학교 석사논문, 2004  
 황영미, 「건축디자인에서 프랙탈 기하학의 적용에 관한 연구」, 동국대학교 석사논문, 2005

## <비문헌자료>

네이버 블로그 <http://blog.naver.com/>  
 네이버 지식백과 <http://terms.naver.com/>  
 위키 백과사전 <http://math.gnu.ac.kr/>  
<http://www.artchive.com>  
<http://www.afractal.com/>  
<http://www.bustler.net/>  
<http://www.claypark.net/>  
<http://www.francescoardini.com/>  
<http://www.jackson-pollock.org/>  
<http://www.nlarchitects.nl>  
<http://www.nualaodonovan.com/>  
<http://www.stinejespersen.com/>  
<http://andsoitis.egloos.com>  
<http://earth1004.tistory.com/>  
<http://fractalart.tistory.com/>  
<http://ggcf.or.kr/>  
<http://greenfingers.kr/>  
<http://hellodd.com/>  
<http://kaystah.tistory.com/>  
<http://ko.wikipedia.org/>  
<http://monthly.chosun.com/>  
<http://superschool.co.kr/>  
<http://2thadult.tistory.com/>