

에셔(M.C. Escher) 작품의 프랙탈 속성에 관한 연구

A Study on the Attributes of Fractal on M.C. Escher's Works

류시천 (You, Si-cheon)

조선대학교 미술대학 디자인학부

윤찬중 (Youn, Chan-chong)

안산1대학 멀티미디어디자인학과

이 논문은 교육부 지정 지방대학 특성화 사업에 따른
조선대학교 산업디자인 특성화 사업단의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

1. 서론

2. 에셔(Escher)와 그의 작품세계

- 2-1 교육적 배경
- 2-2 미술사적 연관성
- 2-3 일반론적 작품 특성

3. 프랙탈과 프랙탈 속성

- 3-1 수학적 건지의 프랙탈
- 3-2 물리적 건지의 프랙탈
- 3-3 미술적 건지의 프랙탈
- 3-4 철학적 건지의 프랙탈

4. 에셔(Escher) 작품의 프랙탈 속성

- 4-1 소수차원 이미지
- 4-2 자기유사성 이미지
- 4-3 재귀순환성 이미지
- 4-4 무한성 이미지

5. 결론 및 금후 연구과제

참고문헌

(要約)

1975년 만델브로트가 명명한 프랙탈 및 그 이론은 수학, 물리, 지리, 건축, 미술, 철학 등 다양한 학문분야에서 주목받고 있다. 디자인적 사고의 틀에서 프랙탈에 접근해 본다면, 이는 "창조적 디자인 사고 기제"로 활용될 수 있을 뿐만 아니라 디자인에 접근하는 문제를 새로운 시각에서 출발할 수 있게 하는 단서가 될 수 있을 것이다. 이와 같은 배경에서 본 연구는 우리에게 '환영의 거장'으로 널리 알려져 왔던 그래픽 아티스트 에셔(Morits Collelius Escher)와 그의 작품세계에 내재되어 있었던 프랙탈 속성을 탐구하였다. 그 결과로 다음과 같은 4가지의 프랙탈 속성 즉, '소수차원', '자기유사성', '재귀순환성', '무한성' 등이 그의 작품세계에 내재되어 있었음을 발견하였다. 또한 에셔가 그의 대다수 작품에 '통합된 이원성 현상의 표출' 즉, 위계가 다른 두 가지의 층위를 하나로 묶어 작품에 투영시키기 위해서 프랙탈 속성을 활용하였음을 알 수 있었다. 본 연구를 토대로 향후에는 '혼돈과 질서의 반복적 패턴 현상'으로 정의할 수 있는 '프랙탈'과 그것의 조형미를 지닌 '프랙탈 디자인 원리'가 모색될 수 있기를 기대한다.

(Abstract)

Fractal which was named by Mandelbrot in 1975 and its theory have been taken notice of many fields of scholarship, namely mathematics, physics, geography, architecture, art, philosophy and so on. If we approach Fractal on the basis of the designing cogitation, it can be used not only as one of materials to take a creative thinking in design, also as a clue of the methods to access the design problem with a new point of view. Based on above background, in this study, it was studied on the graphic artist, Morits Collelius Escher who has been well known as "the great artist of illusion," and on the attributes of Fractal which were contained in his various works. As a result, the four attributes, namely 'fractal dimension', 'self-similarity', 'recursiveness' and 'infinity' were founded in his works. Also, it was founded that Escher had employed the attributes of Fractal in his almost works for "the representation of the condition of unified-duality," that is to say, for the union of two different dimensions. After this, it is expected that this study should be extended to the development of the principle of Fractal-Design on the basis of 'Fractal which can be defined as the phenomenon of repetitious pattern between chaos and order' and 'the formative beauty of Fractal'.

(Keywords)

M.C. Escher, Fractal, Attributes of Fractal

1. 서론

1975년 IBM에서 연구원으로 근무하던 만델브로트(Mandelbrot)가 "프랙탈한 대상 모양, 우연, 차원"이라는 책을 출판한 이래로 "프랙탈(Fractal)"은 수학, 물리, 지리, 건축, 미술, 철학 등 다양한 분야에서 주목받고 있다. 특히, 컴퓨터와 프랙탈의 만남은 프랙탈 개념의 시각화라는 측면에서 보기 좋은 양자합의를 이끌어내는데 충분하다. 그 동안 수학, 물리 등의 자연과학 분야에서 프랙탈과 어우르는 대다수의 접근은 "관찰된 결과에 대한 원인 규명" 즉, 달, 지구, 태양으로 이루어진 계의 운동인 삼체문제(three body problem) 등의 법칙을 증명하고자 하는데 활용되어 왔다. 그러나 디자인적 사고의 틀에서 프랙탈에 접근해 본다면, 이는 "창조적 디자인 사고 기제"로 활용되어 디자인 접근의 문제를 새로운 시각에서 출발할 수 있게 하는 단서가 될 수 있다. 우리에게 "환영의 거장"으로 잘 알려진 그래픽 아티스트 에셔(M.C. Escher)의 작품에는 그 자신이 일찍이 명명하지 못한 프랙탈과 그것의 속성이 심분 발휘되고 있다. 본 연구는 에셔의 작품세계에 파악되는 프랙탈 속성이 무엇인지를 탐구하는데 그 목적이 있으며, 이를 위해서 에셔와 그의 작품세계에 관한 고찰과 함께 프랙탈이 무엇인지를 논하였다. 최종적으로는 에셔 작품에서 파악되는 대표적 프랙탈 속성을 유형별로 제시하였다. 이를 통해서 궁극적으로는 수학, 과학, 미술, 철학 등이 상호 교감하는 새로운 장의 리더로서 프랙탈 디자인의 가능성이 조망될 수 있기를 기대한다.

2. 에셔(Escher)와 그의 작품세계

2-1 교육적 배경

에셔의 작품세계를 이해하기 위해 먼저 그의 교육적 배경을 간단히 살펴보자. 그는 네덜란드 북부 리워드(Leeuwarden)에서 1898년에 태어나 하를렘(Haarlem)의 건축공예학교에서 1919년부터 2년 동안 목판화와 회화에 대한 기초교육을 받았다. 특이한 점은 후에 그의 작품세계의 중요한 모티브가 되는 수학적 관점이나 또는 본 연구를 통해 파악되는 프랙탈 논점과 관련한 그 어떤 수학교육도 전혀 받지 않았다는 사실이다. 추측할 수 있는 것은 그의 아버지 G.A.Escher가 건축가이자 토목기사로 일했으며 그의 수학적 사고의 틀이 아버지로부터 영향을 받았을 것이라는 점이다.

2-2 미술사적 연관성

에셔는 20세기에 있어서 가장 독특한 판화가이자 그래픽 아티스트(4)로 인정받고 있지만 오랫동안 전통적 미술계로부터 이

1) 만델브로트는 처음으로 프랙탈에 대해 연구를 시작한 사람으로, 자신이 생각한 형상, 차원 및 기하학에 대한 이름을 찾던 중, 라틴어 '부서지다(frangere)'에서 파생한 형용사 'fractus'를 찾았다. fractus란 '온전한 것이 아닌', '어중간한' 뜻으로 어원이 같은 영어 단어 'fracture'와 'fraction'과 연결된다. 만델브로트는 영어이면서 불어이며, 명사이자 형용사인 'fractal'을 창시하였다.

2) Morits Colleilius Escher (1898-1972)

3) 에셔의 아들은 현재 네덜란드에서 수학자로 활동하고 있다.

4) 에셔는 자신이 판화가로 불리어지기 보다 "그래픽 아티스트"로 불리어지기를 원했다. 판화라고 하는 매체적 특성보다는 판화를 통해 그가 표현하고자 하는 그래픽 원리 또는 속성에 그의 관심이 집중되어 있음

단시 되어왔다. 그의 특이한 작품에 호기심을 갖는 평론가는 많았으나 '예술'이라는 권위있는 진당에서는 그를 대두시키기를 꺼려했다. 왜냐하면 정통 미술에서 고집하는 '예술'의 정의와 에셔의 본질사이에 미묘한 어긋남이 가로놓여 있기 때문이다. 즉, '예술'은 작가의 개인적인 대상세계에 대한 주관성을 기초로 '인간성' 문제에 대한 탐구가 그 핵심이었던 것에 반하여, 에셔의 경우는 개인적인 것보다는 '보편적인 시각적 구조를 찾아내는 원리'를 창조의 동기로 삼는데 그 본질을 두고 있었다(5). 보편적 시각적 구조를 바탕으로 그가 탐색한 환영, 원근법의 해체, 무한공간 등의 '보이지 않는 세계의 구조'가 처음부터 그의 관심의 대상이었던 것은 아니었다. 그는 건축 공예학교에서의 기초교육을 마치고 1922년 이후부터 이태리, 벨기에, 스위스 등지의 유럽 여행을 통해 작가적 탐구의 시간을 가졌던 것으로 기록되어 있다. 1920년 초반, 이태리에서는 '미래파 운동'이 한창이었고 유럽전역에서는 '초현실주의 운동'이 본격화되고 있었다. 에셔는 이 당시 전통적 예술을 부정하고 시간과 공간에서 기계시대에 적합한 다이나믹한 스피드와 리듬의 미를 추구한 '미래파 운동'의 영향을 받았으며, 이 같은 시간과 공간의 개념에 대한 이념을 그 이후 작품의 주요 모티브로 등장시키고 있다. 또한 달리(Dali)와 마그리트(Magritte) 등의 초현실주의 작가에 대한 그의 특별한 관심은 '무한성, 상대성, 변형, 불가사의한 형체' 등의 개념으로 발전하여, 인간 정신의 실존성을 새로운 체험으로 이끌어 나가고자 하는 경향으로 더욱더 발전하게 되었다. [그림1]과 [그림2]는 초현실주의 작가 '달리(Dali)'와 '마그리트(Magritte)'의 작품이다. 이 작품들에서 보여지는 '평면과 입체에 대한 해체적 경향'은 [그림3]과 [그림4]에서와 같이 초창기 에셔 작품의 대표적 경향으로 연결됨을 파악할 수 있다.



↑ [그림1] 위대한 수운자 (1929) / Salvador Dali

⇨ [그림2] Universum(1932) / Rene Magritte



↑ [그림3] Hell (1935) / Escher(6)

⇨ [그림4] Dragon (1952) / Escher

을 예증하는 부분이다.

5) 기명진, 판화세계의 시각언어, 성신여자대학교 석사학위논문

6) 보쉬(Hieronymus Bosch)의 작품 "Hell"을 복사하여 석판화로 만든 작품

2-3 일반론적 작품 특성

1972년 에셔가 그의 생을 마감한 이래로 그의 독창적 작품에 대한 탐구가 여러 학자들에 의해 진행되어 왔다. 연구자 개인의 관점에 따라 에셔 작품 특성이 다양하게 해석되고 있으나 이를 종합해 보면 공통적 속성을 발견할 수 있다. 첫 번째는 에셔 작품의 다양한 주제적 특성이 '인간사고의 왜곡과 전환(Twisting and Turning)'으로 귀결된다는 점이다. 형태변형, 무한성에의 접근, 불가능성의 도전, 이율배반, 반복패턴, 연쇄 패턴, 모자이크, 시각적 역설 등은 '사고의 왜곡과 전환'이 내포되어 있다. 정해진 대상의 이면에 잠재한 새로운 세계의 표현, 규명하기 힘든 비논리적 대상의 논리적 표현, 단편적 사고를 교차시켜 확장된 사고표현의 정보 제공, 이와 같은 방식으로 에셔는 새로운 세계를 탐구하였고 그 결과를 작품 속에 무한히 투영시키고 있다. 두 번째는 수학적 원리 및 논점에 기초한 '수학적 예술(Mathematical Art)'의 특성이다. 수학적 방위개념 안에서 이동, 회전, 반사, 미끄럼반사 등의 지오메터를 적용한 '평면의 규칙적 분할', 솔리드의 교차 또는 방사배열에 의해 만들어지는 흥미로운 플라톤 입체(Platonic Solids) 등의 '정방형 입체'의 완성이 그 예이다. 또한 에셔는 과장된 공간 표현을 통해 2차원적 표현에서 3차원성을 식별해냄으로써 비유클리드적 공간 등의 공간자체의 본질을 탐구함으로써 '공간의 기하'를 완성해 나갔다. 빛과 그림자, 요면, 볼록면, 소실점을 응용한 시각적 패러독스 창출 및 물리적 사물들 사이의 '공간의 논리성' 탐구도 이와 같은 수학적 예술의 대표적 사례로 언급할 수 있다.

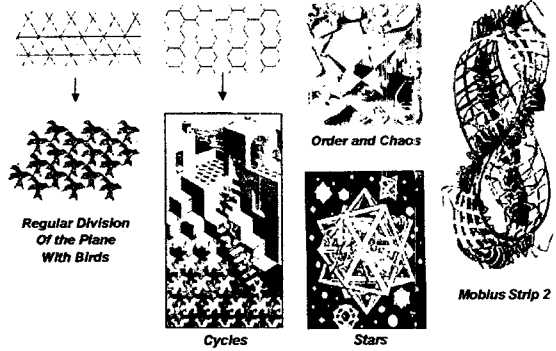
[표1] 에셔 작품의 주제적 특성에 따른 유형 구분

공통속성	세부내용
Twisting and Turning	형태변형 (metamorphosis)
	무한성에의 접근 (infinity pictures)
	불가능성의 도전 (impossible angles, connections, and shapes)
	이율배반 (antinomy)
	반복패턴 (repetition patterns)
	연쇄패턴 (interlocking patterns)
	모자이크 (tessellations)
	시각적 역설 (visual paradoxes or optical illusion)

[표2] 에셔 작품의 수학적 논점에 따른 유형 구분

공통속성	세부내용	비고
Mathematical Art	평면의 규칙적 분할 (Tessellations)	기하학 이미지 (Geometric images)
	정방형 입체 (Polyhedra)	
	공간의 기하 (The Shape of Space)	
	공간의 논리 (The Logic of Space)	

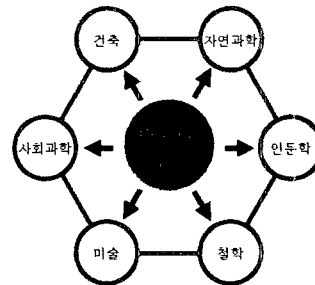
7) 정사면체, 정육면체, 정팔면체, 정십이면체 등이 이에 포함된다.



[그림5] Mathematical Art 측면의 작품

3. 프랙탈과 프랙탈 속성

프랙탈은 만델브로트(Mandelbrot)가 '프랙탈한 대상 모양, 유연, 차원'이라는 책을 출판하면서 세상에 알려지게 되었다. 그것의 기본적인 개념은 '물체를 아무리 크게 하거나 세분한다 하더라도 본래 물체가 가지고 있던 모습이 계속 유지된다는 이론'이다. 만델브로트가 수학자였기 때문에 프랙탈 이론은 기본적으로 수학에서 출발하였다. 그러나 현 시점에서 프랙탈 이론 및 그 속성은 우리의 일상생활 속에 늘 존재하고 있으며 수학, 물리, 화학, 생물, 지리, 사회과학, 인문학, 미술, 건축, 철학 등 전 학문에 걸쳐 넓은 응용범위를 가지고 있다. 각 학문분야별로 프랙탈에 대한 인식적 틀이 상이할 수 있겠으나, 본 연구에서는 광의적 차원에서 '혼돈과 질서의 반복적인 패턴 현상'으로 프랙탈을 정의하고자 한다. 또한 '프랙탈 속성'이라는 프랙탈의 구조, 개념, 논리 등을 포함하는 프랙탈의 개념적 성격으로 정의하고자 한다. 프랙탈에 대해 보다 명확한 이해를 돕기 위해 수학, 물리, 미술, 철학의 4가지 분야에서 프랙탈 개념을 고찰해보면 다음과 같다.

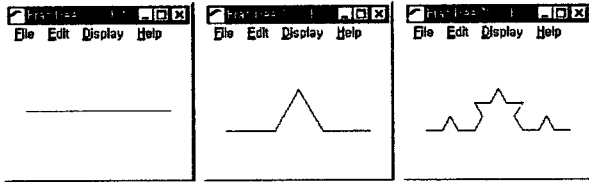


[그림6] 프랙탈의 다학제성

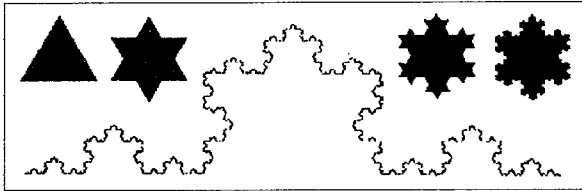
3-1 수학적 건지의 프랙탈

수학적 알고리즘으로 만들어진 인공적인 자연 풍경은 난수(亂數)를 이용한 무작위(random)로 만든 프랙탈 곡면에서 출발하고 있다. 수학적 건지에서 프랙탈이란 전체를 부분으로 나누었을 때 부분 안에 전체의 모습을 갖는 무한단계에서의 기하도형을 말한다. 아래 [그림7]은 프랙탈 도형의 전형적 예인 "무작위 코흐곡선(Random Koch curve)"의 생성과정을 보여주고 있다. 하나의 선분을 3등분하여 가운데 부분을 꺾어서 위로 솟아오르게 하고 이 작업을 각 선분마다 계속 무한히 반

복하는 것만으로 프랙탈 도형의 이미지를 얻을 수 있다. 이와 같이 수학적 견지에서의 프랙탈은 함수와 변수, 함수 되부름 등을 활용한 일종의 수학적 코드이다.



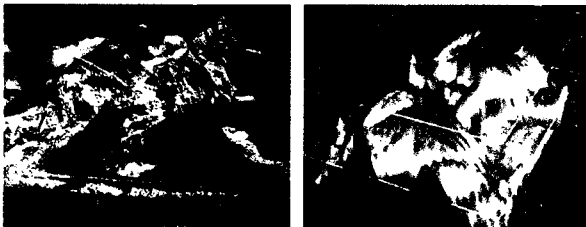
[그림7] 무작위 코흐곡선(Random Koch curve) 생성 과정



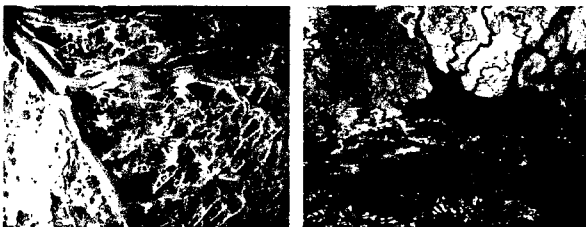
[그림8] 무작위 코흐곡선(Random Koch curve)

3-2 물리적 견지의 프랙탈

물리적 견지의 프랙탈은 수학적 견지와 맥을 같이하고 있으나, 수학적 견지의 프랙탈이 '기하(geometry)' 그 자체에 주안점을 두고 있는 반면 물리적 견지에서는 물리적 세계에 대한 이해와 물리적 세계의 아름다움을 이해하고, 분석하고, 기술하는 수단으로 프랙탈에 접근한다. 허파에서 동맥이 갈라져 싹뿔줄을 이루는 구조나 우리 몸 속의 기관지, 뉴런, 심장구조, 고사리, 공작의 깃털무늬, 구름과 산, 해안선의 형태, 은하 구조 등 자연과 우주에서 발견되는 많은 사물들이 프랙탈의 예에 속한다. 프랙탈은 은하계부터 미세 원자세계에 이르기까지 우주의 모습을 총체적으로 표현할 수 있는 도구로 여겨진다. 자연과 자연의 변화는 분명 프랙탈 구조를 보이며, 프랙탈은 이와 같은 물리적 실체의 짜임새를 파악하는 언어이다. 따라서 물리적 견지에서 프랙탈과 프랙탈 구조는 자연이 가지는 기본적 속성으로 받아들여진다.



[그림9] 에베레스트산 프랙탈 시뮬레이션 이미지



[그림10] 혈관망과 강하구의 프랙탈 구조

3-3 미술적 견지의 프랙탈

미술이 이미지와 은유를 이용하여 환영을 만드는 과정인 반면, 프랙탈은 수학적 함수를 이용하여 실재를 만드는 과정이다. 미학적 특성을 갖는 상상력의 세계와 수학적 성질이 객관적으로 정의되는 프랙탈의 세계는 겉으로 조화되지 않은 것 같지만 근본적인 특징은 견고하게 연결되어 '통합된 이원성'⁸⁾의 관계에 있다. 특히 미술의 한 장르로 자리매김한 '프랙탈 아트'의 몽환적 형태와 색상의 다채로움은 흡사 테크노의 강렬한 비트처럼 시각적 감흥을 자아내기에 충분하다. 또한 근래의 디지털 매체가 갖는 특유의 수용성은 프랙탈이라고 하는 대상을 미술작품에 적극적으로 구현시키기에 부족함이 없어 보인다. 분절과 조합, 무한복제, 혼성과 차용, 자유로운 변형 등 디지털 매체의 속성과 맞물려서 알고리즘의 임의적 조작에 의해 유연한 변형을 만드는 창조성 수단인 것이다. 미술적 견지에서의 프랙탈은 작품연출 과정상의 '유연한 변형을 만드는 창조성 기제' 임과 동시에 '미학적 구성을 창출시키는 새로운 언어'로 이해할 수 있다.



[그림5] Flying flower fractal (1999) / Menno Jansen



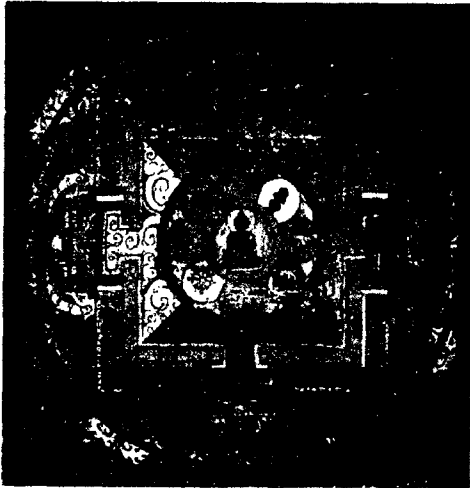
[그림10] The Conch (1999) / Alhambra

3-4 철학적 견지의 프랙탈

불교에서의 만다라 구조는 동양철학적 관점에서 프랙탈을 설명하기에 좋은 예이다. 만다라는 가운데 대일여래(大日如來)를 두고 화면 곳곳에 여러 부처를 배치하는데 '일즉다 다즉일(一

8) 빛은 파동과 입자의 성질을 가지고 있다. 미술과 프랙탈은 흡사 파동과 입자의 관계처럼 통합된 이원성을 띠고 있다고 보여진다.

即多 多郎一)의 철학으로 한결같이 온 누리에 불심을 펼치고 자 하고 있다¹⁰⁾. 즉, '일즉다 다즉일'의 개념은 프랙탈의 "자기 닮음(self-similarity)"¹¹⁾과 "축소에 대한 불변(independent of scale)"의 속성과 관계한다. 혼돈과 질서의 반복적인 패턴이 프랙탈이며 그 속에는 삼라만상이 꿈틀대고 있다. 서양철학에서 혼돈은 코스모스 창조를 위한 수단으로 생각되었으며 이것은 질서와 합리성 위에 바탕을 두고 있다. 그러나 동서양의 혼돈에 대한 공통점은 혼돈이 무질서를 뜻하는 말이기도 하지만 그 속에는 무질서의 정반대인 질서가 필연적으로 귀결된다는 점이다¹²⁾. 결국 철학적 견지에서 프랙탈은 혼돈속의 질서와 질서속의 혼돈이 합의를 만드는 논리적-비논리적 대상이며, 자아의 완성을 위한 자기참조(self-reference)와 자기성찰(self-reflection)로 귀결된다.



[그림 11] 아촉여래만다라 (mandala)

4. 에셔(Escher) 작품의 프랙탈 속성

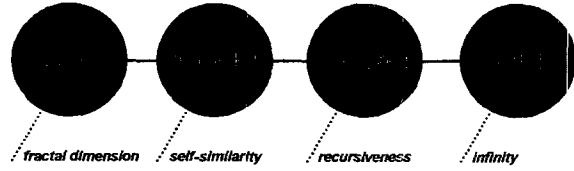
에셔의 작품에서 파악되는 프랙탈 속성은 다음 그림에서 보여지는 바와 같이 크게 4가지로 요약 정리할 수 있다. 첫 번째는 평면과 입체사이의 경계, 하나의 물체와 또 다른 물체사이의 경계를 통해 표출시키는 정수차원이 아닌 '소수차원(fractal dimension)'의 속성이 그것이다. 두 번째는 '자기유사성(self-similarity)'의 속성인데, 평면적 방위개념과 입체적 공간 개념 안에서 자기닮음의 구조를 통해 자기유사성을 표현하고 있다. 세 번째는 공간의 논리를 무시하는 방식으로 '재귀순환성(recursiveness)'을 작품속에 투영시키고 있다. 네 번째는 복제와 동일성, 반복과 증가, 회전을 활용하여 '무한성(infinity)'의 극한을 상상할 수 있도록 하고 있다.

9) <화엄경>에서는 시간, 공간을 초월한 존재로서의 부처를 설명하고 있으며 그 기본사상이 '一即多 多即一'이다. 소우주는 대우주와 닮아 있으며, 초우주의 구조와도 일치한다. 몸 전체의 구조가 손발과 대응한다는 수지침의 원리도 이와 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

10) 김용운, 국난극복과 불교 (On line). Available : <http://www.buddhopia.co.kr/mem/hyundae/auto/newspaper/195/t-1.htm> [1998]

11) 자기닮음, 자기유사성, 자기상사(自己相似)의 개념은 'self-similarity' 또는 'self-resemblance'로 파악되고 있으나, 철학적 관점에서는 확장된 개념의 '자기성찰(self-reflection)'로 파악하는 것이 옳을 듯 하다.

12) <http://www.fractal.co.kr/fractal/about/index.htm> 참조

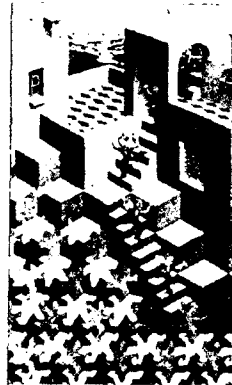


4-1 소수차원 이미지

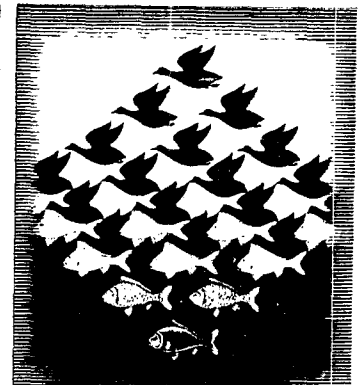
수학에서의 불연속의 정수 차원이 아닌, 그 중간에 있는 분수 또는 소수 차원은 프랙탈 차원의 전형이다. 작품 '파충류(Reptiles)'에서 에셔는 2차원 종이에 그려진 도마뱀이 3차원 실제의 도마뱀으로 연속해서 변하는 모습을 그리고 있다. 이 구조는 평면과 입체사이에 자리한 불가사의한 소수차원의 탄생을 알리고 있다. 작품 '사이클(Cycle)'과 작품 '형태변형 1(Metamorphosis 1)'에서는 평면에서 입체로 입체에서 평면으로 변해가는 과정상에 다양한 소수차원이 내포되어 있다. 작품 '하늘과 바다(Sky and Water)'에서는 검정색 바탕위에 하얀 물고기, 흰색 바탕위에 검정색 기러기의 모습에서, 다시 기러기는 검정색 바탕으로 변해가고 물고기의 모습은 상단의 흰색 배경으로 교차변형(Cross-morphing)되고 있다. 특히 [그림5] '낮과 밤(Day and Night)'에서는 그 경계가 혼미한 낮과 밤의 이중적 구조를 표현하고 있는데 여기서 불가사의한 경계 영역이 소수차원의 프랙탈 속성을 보여주는 부분이다. 이렇듯 에셔는 그의 다양한 작품 세계에서 평면과 입체의 경계와 형태변형(metamorphosis)에서 나타나는 모호한 경계영역의 표현을 통해 개념적 소수차원을 표출시키고 있다.



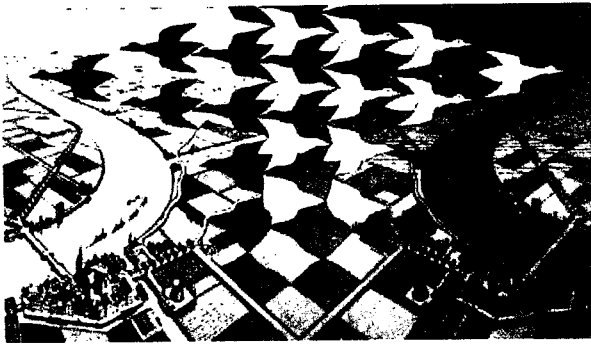
[그림8] Reptiles, 1943



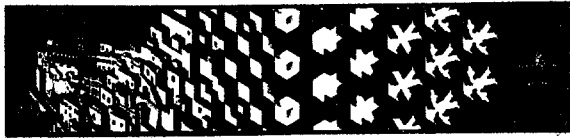
[그림9] Cycle, 1938



[그림10] Sky and Water 1, 1938



[그림11] Day and Night, 1938



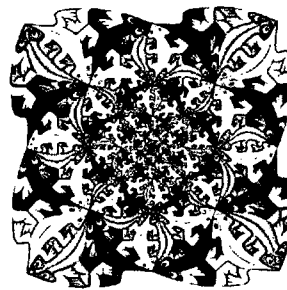
[그림12] Metamorphosis 1, 1937, Woodcut

4.2 자기유사성 이미지

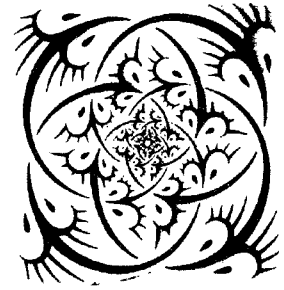
앞서 [그림7]과 [그림8]를 통해 알 수 있듯이 무한히 반복된 코호곡선을 현미경으로 들여다보면 원래 모양과 유사함을 발견할 것이다. 만델브로트는 '자연의 불규칙한 패턴에 관한 연구'와 '무한히 복잡한 형상에 대한 탐구'에서 어떤 지적 교차점을 발견했는데 그것은 바로 코호곡선에서 보여주는 바와 같은 자기 유사성(self-similarity) 그것이다¹³⁾. 자기유사성 즉, 자기닮음의 구조¹⁴⁾ 속에는 자기조직화의 메카니즘이 숨어 있다. 프랙탈 기하학과 대비되는 유클리드 기하학에서 다루어지는 도형들은 모두 부분으로 분해할 수 있을 뿐 아니라 그 최종 도착지는 '점'으로 귀결되어진다. 하지만 프랙탈 도형은 어느 일부분을 떼어내도 확대하면 다시 원래의 프랙탈 도형이 되어 버리고 아무리 작은 부분을 살펴봐도 마찬가지이다. 전술했었던 바와 같이 해안선의 모양, 은하계의 모습, 인간의 심장구조 등은 자기 유사성의 대표적 사례들이며, 여기서 이러한 자기 유사성 속성을 여러 작품에 적용하고 있다. 다음 작품들은 부분과 전체가 닮아 있는 자기 유사성 형태를 띄고 있는 것들이다. 특히, [그림15]의 작품 '물고기와 비늘(Fish and Scales)'에서는 큰 물고기의 비늘을 구성하고 있는 작은 물고기 전체의 모양을 쉽게 파악해 낼 수 있다. [그림13]과 [그림14]에서도 방사형태 안에서 작품의 중심과 그 외곽의 이미지가 같은 패턴을 형성하고 있다. 이 밖에도 여기서 때론 평면적 방위 개념으로 때론 입체적 공간 개념을 통해 자기 유사성 이미지를 표현하고 있다.

13) 양운모, 카오스와 프랙탈에 의한 구현, Available : <http://www.fractal.co.kr/fractal/yunmo/index.htm>

14) 발끝에 채인 나뭇가지를 보고 그것이 은행나무 가지인지, 소나무 가지인지를 우리가 분별할 수 있는 것은 '나무와 나뭇가지'의 관계가 자기조직 시스템 즉, 자기닮음의 구조를 띄고 있기 때문이다. 또한 한 장의 눈 덮인 겨울 산의 모습을 통해 그것이 설악산인지 아니면 에베레스트산인지를 구분할 수 있는 것도 부분이 전체의 모습을 닮아 있는 프랙탈 속성이 관계하기 때문이다.



[그림13] Smaller and Smaller, 1956



[그림14] Path of Life, 1958



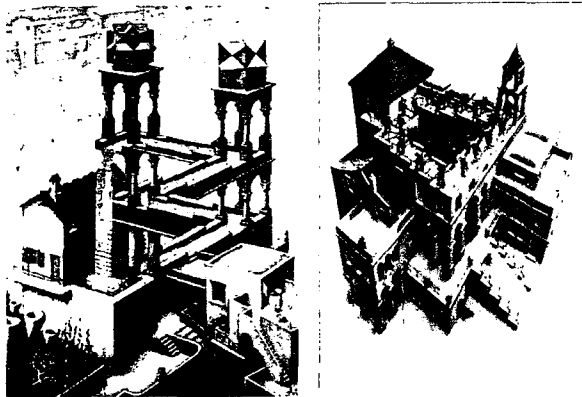
[그림15] Fish and Scales

4.3 재귀 순환성 이미지

재귀적 이미지 또는 회귀패턴을 활용한 에서 작품의 순환성(recursiveness)은 프랙탈 속성의 또 다른 차원중의 하나이다. 프랙탈에서의 순환성은 종종 수학자 괴델(Gödel)의 '불완전성 정리'로 표현된다. 괴델이 만든 명제(proposition) G는 자기 자신에 대해 언급한 명제인데, 그 내용은 "G : 명제 G는 증명 불가능하다"이다. 수학에서 '명제'란 요컨대 "4는 3보다 크다"와 같이 그 내용이 참인지 거짓인지를 분명히 판별할 수 있는 문장을 의미하는데, 괴델의 명제 G는 "증명이 되면 증명 불가능"한 자기언급의 논리적 구조 즉, 재귀적 성격을 띄고 있다. 인과관계에 따른 순환 구조의 예로 카오스(Chaos)를 생각할 수 있으며, 카오스가 프랙탈 범주의 대표적 사례로 거론되고 있다. 중요한 것은 재귀적 구조 또는 순환성이라고 하는 속성이 원래 프랙탈이 가지고 있는 대표적 속성중의 하나라는 사실이다. [그림16] '폭포(Waterfall)'와 [그림17] '올라가기와 내려가기(Ascending and Descending)'는 여기서의 불가능성에 대한 탐구에 관한 대표작으로 널리 알려진 작품인데 우리는 이것에서 순환성을 발견할 수 있다. 작품 '폭포'에서 밑으로 떨어진 물줄기가 건물 위 수로를 따라 위쪽으로 올라가고 그 물줄기는 또다시 아래로 떨어져서 흡사 제분소의 수레바퀴를 끊임없이 돌리고 있는 순환과정을 연상케 한다. 작품 '올라가기와 내려가기'의 모티브는 '끝없는 계단'¹⁵⁾이다. 직사각형 내

15) 여기서 1958년 2월 L.S. and R.Penrose에 실린 기사에서 이 작품의 모티브인 '끝없는 계단'을 착상했다고 한다.

부는 숙소를 연상시키고, 이 숙소의 거주자들은 알수 없는 어떤 종파의 의식을 행하고 있는 수도승의 모습처럼 이 계단을 밟는데, 아마도 그들은 지쳐있기 때문에 올라가는 대신 내려가도 된다고 누군가에게 허락받은 듯 하다. 이 두 작품의 공통점은 바로 작품에 내세워진 순환성, 재귀성 그것이다. [그림 18] '그림 그리는 손(Drawing Hands)'에서는 종이 한 장이 편으로 바닥에 고정되어 있다. 오른쪽 손은 이 제도용지에 옷소매를 그리느라 바쁘다. 작업이 완전히 끝나지 않은 시점에서 오른쪽 손은 입체적으로 자세하게 왼쪽 손을 다 그렸다. 그리고 이제 마치 살아있는 손처럼 오른손이 나온 소매를 그릴 순서가 된 것 같다. 역시 재귀적 구조의 대표적 사례로 볼 수 있는 작품이다. [그림19] '상대성(Relativity)'은 수평과 수직의 관계가 정확하게 작용하는 중력의 개념을 무시하는 방식을 순환성을 작품안에 투영시키고 있다. 보다 차원 높은 우리의 상상력을 요구하는 석판화 [그림20] '갤러리(Print Gallery)'에서는 한 청년이 선창가 상점이 있는 해변 도시를 주시하고 있는데, 청년이 해변 도시의 그림을 주시하고 있는 것 안의 상점은 바로 갤러리가기도 하다. 위상이 다른 두 공간에서 청년이 그림의 내부와 바깥쪽에 동시에 서있을 수 있게, 에서는 그 자체로 공간을 돌려주고 있다. 이처럼 위상이 다른 두 개의 공간을 하나로 묶거나, 앞서 불가능한 건물에서처럼 공간의 논리를 무시하는 방식으로 에서는 재귀순환적 이미지를 만들었다. 에서는 아마도 이와같은 방식을 통해서 '지각적 세계'와 '관념' 사이의 상호교류를 꿈꾸었던 것으로 판단된다.



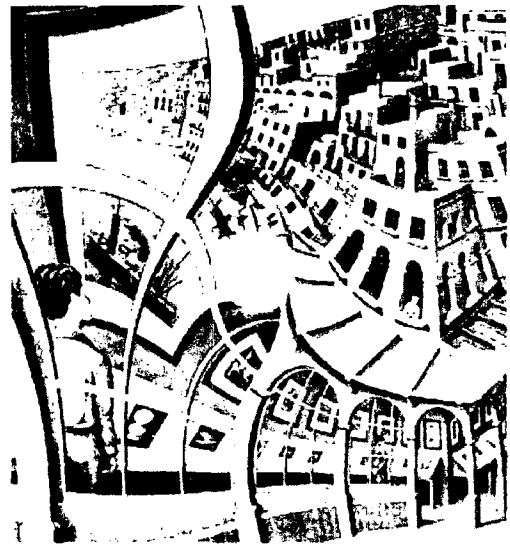
[그림16] Waterfall, 1961 [그림17] Ascending and Descending, 1960



[그림18] Drawing Hands, 1948



[그림19] Relativity, 1953



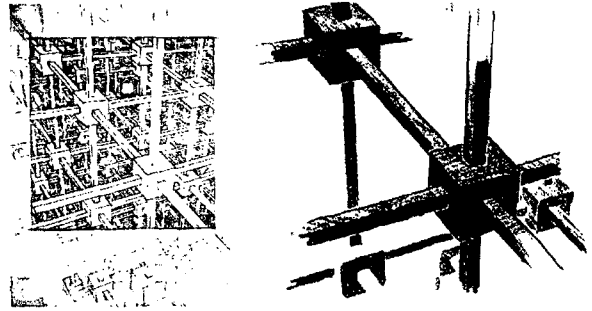
[그림20] Print Gallery, 1956

4.4 무한성 이미지

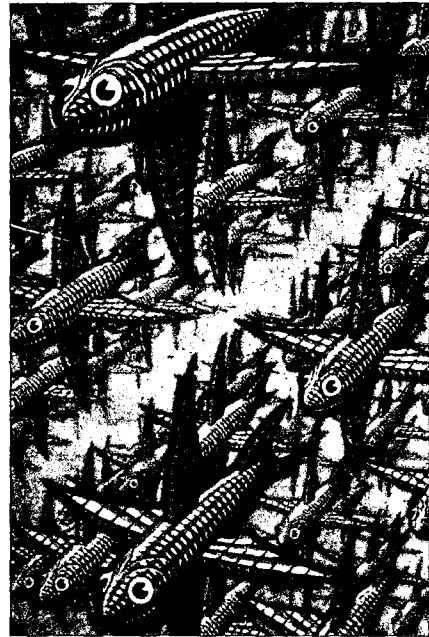
프랙탈 도형은 최초의 '생성자(generator)' 도형을 축소해 가면서 특정한 비율과 규칙으로 무한히 반복했을 때 얻어지는 무한단계의 도형을 일컫는다. 이 생성자를 어떻게 반복하느냐에 따라서 조금씩 다른 프랙탈 도형을 얻을 수 있다. 사실 현실 세계에서 무한단계의 도형이란 실질적으로 존재할 수 없기 때문에, 무한단계의 '진짜' 프랙탈 도형에 대비해서 유한 번밖에 반복하지 않은 실질적 도형을 '프리프랙탈(prefractal)' 도형이라 부르기도 한다¹⁶⁾. 현실세계는 모두가 유한 번의 변화로 인하여 이루어진 결과이며, 무한 번의 결과란 없다. 즉, 실제로 우리가 볼 수 있는 것은 아쉽게도 이 프리프랙탈 도형뿐이다. 그러나 중요한 것은 반복의 회수를 많이 늘수록 진짜 프랙탈 도형처럼 보이고 그것만으로도 충분하다는 것이다. 진정한 프랙탈 도형은 상상의 세계에서 그리고 프리프랙탈 도형은 현실 세계에서 존재하지만 이 둘은 모두 쉽게 무한 과정의 극한을 상상할 수 있으므로 굳이 구별할 필요가 없는 것이다. 중요한 것은 프리프랙탈이든 프랙탈이든 '무한성'이 그 개념적

16) 김용운, 김용국 저, 프랙탈과 카오스의 세계, p.37

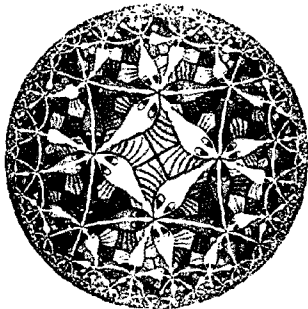
속성의 하나라는 사실이다. 우리는 에셔가 그의 여러 작품안에서 이와 같은 무한성에 대한 탐구의 노력을 집중시켰음을 쉽게 발견할 수 있다. [그림21] '원 극한III(Circle Limit III)'에서는 작품 외곽부분에서 무한성을 찾을 수 있으며 또한 [그림22] '뱀(Snakes)'에서는 작품의 중앙과 외곽에 무한성의 개념이 내포되어 있다. 특히, [그림23]은 '입방체 공간 분할(cubic space division)'이라는 석판화 작품인데, 모든 기둥들이 정육면체에서 뻗어나가는 다른 기둥들을 직각으로 균등하게 나누고 있으며, 이 같은 방식으로 공간을 정육면체가 무한하게 채우고 있다. 이 작품을 완성하기 위해 스케치했던 내용중의 일부인 [그림24]에서 무한공간을 표현코자 했던 에셔의 아이디어를 우리는 극명하게 엿볼 수 있다. [그림25]의 '깊이(depth)'라는 작품도 마찬가지인데, 여기에서는 공간이 입체적으로 나누어질 뿐만 아니라 각각의 물고기는 공간을 이루는 세축의 직각 교차점에서 찾을 수 있도록 표현되어 있다. [그림25]는 각각의 평면을 구성하는 사각 타일이 직교하는 세 평면을 이루고 있다. 세계의 소실점은 삼각형의 꼭지점에서 공존하며 각각의 평면은 원근법으로 무한공간의 소실점에 수렴되고 있다. [그림27] '또 다른 세계 메조틴트 (Another world mezzotint)' 에셔도 소실점과 무한공간의 개념이 하나로 연결된 것을 느낄 수 있다. [그림29] '소용돌이(Whirlpools)'는 에셔가 지닌 수학적 사고의 틀을 바탕으로 그가 무한공간을 끝없이 탐구했던 흔적이 엿보인다. 복제와 동일성, 반복과 증가, 회전은 무한개 구성의 원천이며, 이 원리를 활용한 에셔의 작품은 무한과정의 극한을 상상할 수 있게 만들기에 충분하다.



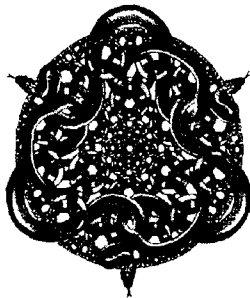
[그림24] Study for Cubic Space Division, 1952 / Pencil & Chalk



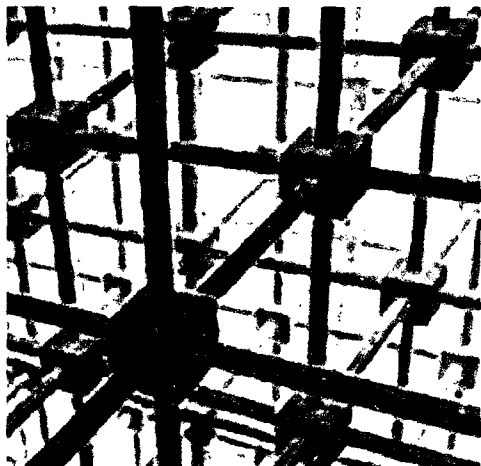
[그림25] Depth, 1955 / Wood engraving and woodcut



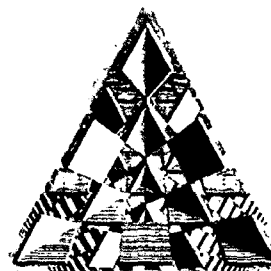
[그림21] Circle Limit III, 1959



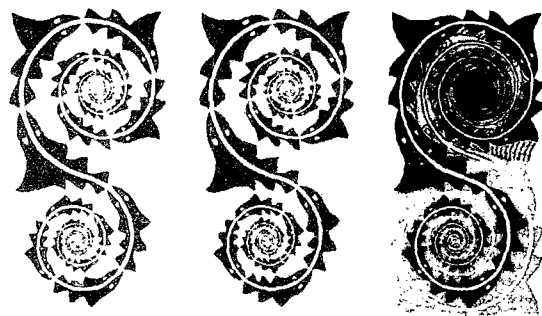
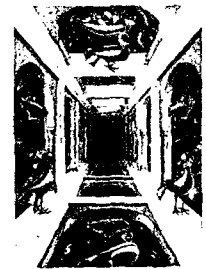
[그림22] Snakes, 1969



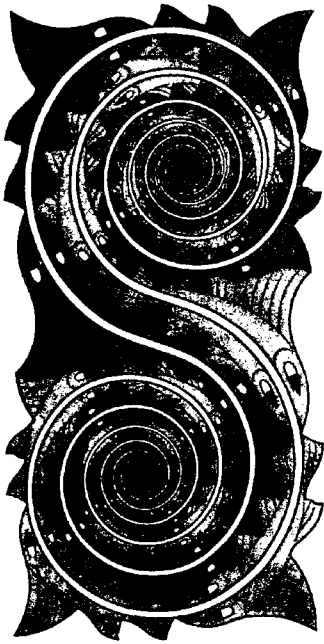
[그림23] Cubic Space Division (Cubic Space Filling), 1952



[그림26] 직교하는 세 평면 [그림27] Another World Mezzotint, 1946



[그림28] Progressive proofs from cancelled woodblocks

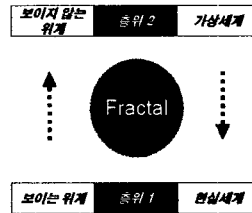


[그림29] Whirlpools, 1957

5. 결론 및 금후 연구과제

본 연구에서는 우리에게 '환영의 거장'으로 널리 알려져 왔던 그래픽 아티스트 에셔와, 그의 작품세계에 내재되어 있었으나 일찍이 그 스스로 명명하지 못한 프랙탈에 관하여 탐구하였다. 본 연구를 통해서 에셔 작품세계에 다음 4가지의 프랙탈 속성이 내재해 있었음을 발견할 수 있었다. 첫 번째는 '소수차원(fractal dimension)'인데, 이는 평면과 입체사이의 경계, 하나의 형체와 또 다른 형체사이의 형체변형과정에서 보여지는 모호한 경계영역에서 파악할 수 있었던 부분이다. 두 번째는 '자기유사성(self-similarity)'인데, 이는 평면적 방위개념 안에서 또는 입체적 공간개념 안에서 부분의 요소가 전체를 닮아있도록 표현한 그의 작품상에서 발견할 수 있었던 부분이다. 세 번째는 '재귀순환성(recursiveness)'인데, 이는 위상이 다른 두 개의 공간을 하나로 묶거나 공간의 논리를 무시하는 방식으로 표현되어 있었다. 마지막 네 번째는 '무한성(infinity)'인데, 이는 수학적 사고의 틀을 기초로 공간분할의 원리를 활용하여 무한공간을 창출했던 작품들을 통해 파악할 수 있었던 내용이다. 전체적으로 종합해보면, 에셔는 그의 대다수 작품에 '통합된 이원성 현상의 표출' 즉, 위계가 다른 두 가지의 층위를 하나로 묶어 작품에 투영시키고자 하였으며, 이를 달성하기 위한 수단으로 프랙탈 속성을 활용하였던 것으로 보여진다. 다시 말하면 그의 작품에는 '보이는 세계'와 '보이지 않는 세계', '현실'과 '가상' 또는 '지각'과 '관념'을 하나로 묶고자 했던 작가적 노력이 역력한데, 이 과정을 구체화시키기 위한 수단으로 '프랙탈 속성'을 심분 활용하였던 것으로 파악된다. 작품 접근방식에서 여러 세계를 넘나들며 왕성한 활동으로 일생을 마감한 에셔는 그 스스로 프랙탈 인간일지도 모른다. 따라서 그의 작품에서 파악되는 프랙탈 속성은 그에게 있어 부분이면서 때론 전체일 수 있었을 것이다. 본 연구를 기초로 해서 금후에는 프랙탈 속성과 디자인 문제에 관련한 두 가지 측면의

연구들이 진행되기를 희망한다. 먼저, 협의적 측면에서는 혼돈 속의 질서, 질서 속의 혼돈 또는 혼돈과 질서의 반복적 패턴이 갖는 프랙탈 조형미를 토대로 '프랙탈 디자인 원리'가 모색될 수 있을 것이다. 다음으로는 보다 광의적 접근 방식에 기초하여, 프랙탈을 21세기 문화와 환경에 맞는 디자인으로 수용하고 이를 적용하기 위한 방법 및 그 과정에 관한 탐색이 필요할 것으로 판단된다.



[그림30] 에셔 작품에서의 프랙탈 적용 원리

참고문헌

- M. C. Escher, J. L. Locher, The Magic of M.C. Escher, Thames & Hudson, 2000
- Aaron Marcus, The Mathematical Art of M.C. Escher (On line). Available : <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Node/7927/escher.htm>
- Jennifer Hollowell, M. C. Escher: Artist or Artisan? (On line). Available : <http://www.suite101.com/article.cfm/5434/28612>
- M.C. Escher의 작품세계 탐방 (On line). Available : <http://sidi.hongik.ac.kr/~supoongk/index.html>
- 김용운, 카오스와 전체론 (On line). Available : <http://www.buddhapia.com/mem/hyundae/auto/newspaper/180/t-1.htm>
- Leonard Shlain저, 김진엽 역, 미술과 물리의 만남, 도서출판 국제, 1995
- Douglas R. Hofstadter 저, 박여성 역, 괴델, 에셔, 바흐 - 영원한 황금 노끈, 까치글방, 1999
- 진중권, 미학 오디세이 1, 2, 새길출판사, 1994
- 김용운, 김용국 저, 프랙탈과 카오스의 세계, 우성출판사, 1998
- 기명진, 판화세계의 시각언어, 성신여자대학교대학원 석사논문, 1985