

## 텍스타일 디자인 교육을 위한 헤슈타일링 개발 프로세스 연구

최 유 진<sup>†</sup>

대구대학교 패션디자인학과 강사<sup>†</sup>

### A study on the development process of Heesch-tiling for textile design education

Yoo-jin Choi<sup>†</sup>

Lecturer, Dept. of Fashion Design, Daegu University<sup>†</sup>  
(2021. 5. 10 접수; 2021. 8. 9 수정; 2021. 8. 30 채택)

#### Abstract

When teaching traditional pattern-themed textile design, it has been found that many students struggle during the investigation stage of traditional patterns and complete the development of patterns in relatively simple layout methods, such as block patterns and half drop patterns. Until now, digital textile design textbooks lack content on how to develop patterns. Judging that the current teaching method leads to difficulties in developing a new sense of textile design, this study focused on Heesch-tiling tessellation and software called TESS, a program that can transform patterns themselves. This study is an academic study on the methodology of first developing patterns through TESS, a tessellation program developed for elementary school students in the U.S., and then applying various lines and colors to the complete patterns and textures using Adobe Illustrator. In this study, the concept, formative characteristics, and generative principles of Heesch-tiling tessellation were examined, and the process of developing new patterns using the TESS program, which can be used to create patterns through Heesch-tiling principles, was intended to help in textile design education. Therefore, after analyzing the comprehensive concepts and principles of tessellation, the next step is to understand the principles and the characteristics of pattern making only for Heesch-tiling tessellation, and then ultimately to develop new patterns. While patterns using traditional tessellation layouts have been characterized mainly by repeated geometric shapes, Heesch-tiling tessellation can express surrealistic attributes, such as those by painter M. C. Escher or style elements such as those in neo-pop.

*Key Words:* Heesch-tiling(헤슈타일링), tessellation(테셀레이션), pattern development(패턴 개발)

---

<sup>†</sup> Corresponding author ; Yoo-jin Choi  
Tel. +82-53-850-6820  
E-mail : yoo1201@hotmail.com

※ 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(NRF-2019S1A5B5A07088516).

## I. 서론

대학에서 전통 문양을 주제로 한 텍스타일 디자인 수업을 진행해 보면, 학생들은 전통 문양을 수집하는 단계에서부터 어려움을 겪었고, 대부분이 인터넷상의 자료에서 유사한 자료를 수집해서 오는 문제점을 발견했다. 또한 기존의 누군가의 창작 도안을 그대로 옮겨 그려 패턴 하나를 완성해 텍스타일 기본 배치법인 블록 패턴, 하프 드랍 패턴 등의 방법으로 배치해 매우 단순한 텍스타일 디자인으로 완성시켰다. 지금까지의 디지털 텍스타일 디자인 교재들의 교육 방법으로는 새로운 감각의 텍스타일 디자인을 개발하는 데 어려움이 있는 것으로 판단해, 본 연구에서는 패턴의 배열 방법이 아닌 패턴 자체를 개발하는 방법에 주목했으며 그 중에서도 테셀레이션에 주목했다.

본 연구에서는 테셀레이션 중에서도 헤슈타일링(Heesch-tiling)에 한정해서 연구를 진행했는데, 그 이유는 학생들이 쉽게 실습할 수 있는 TESS라는 프로그램이 있으며, 프로그램화되어 있는 29개의 헤슈타일링으로 쉽게 실습해 볼 수 있기 때문이다. 미국의 초등학교 교육에서 사용되는 프로그램을 대학의 텍스타일 디자인 교육에 접목시킨다면 학생들이 쉽게 새로운 형태의 패턴을 만들 수 있을 것이라는 확신이 들어서 본 연구를 진행시켰다. 테셀레이션의 조형 원리 교육과 본 연구의 성과를 병행해 수업에 적용시킨다면 텍스타일 패턴이 만들어지는 원리를 이해시킬 수 있으며, 선, 면, 형태, 색 등과 같은 조형 요소와 반복, 균형, 변화 등의 조형원리를 이해시킬 수 있어 텍스타일 디자인 교육에 반드시 필요하다고 판단했다. 또한 황현주 외(2017)의 지적과 같이 테셀레이션 교육은 프랙탈적 형상과 색과 형의 반복적 리듬을 중심으로 접근하는 현대 추상미술의 다양한 양상들을 이해하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

신현용 외(2015)의『수학 in 디자인』이라는 연구서는 헤슈타일링의 개념과 원리를 자세히 설명하고 있으며 본 연구의 주요 선행 연구로 꼽을 수 있으며, 테셀레이션은 국내외에서 초등학교 기초 수학이나 미술 교육에 활용되고 있어서 테셀레이션의 기초적인 개념과 원리에 관해서는 선행연구

가 많이 진행되어 왔다. 초등학교 수학 교육에 도입되고 있는 테셀레이션을 활용한 기하도형의 이해와 간단한 무늬 만들기과 관련된 교육 방법론에 관한 선행연구(백선수, 2008)가 있으며, 미술 교육에 적용시킬 수 있는 테셀레이션 원리를 적용시킨 연구(황현주 외, 2017)가 있다. 또한, 테셀레이션의 이론적 배경에 관한 연구는 Seymour and Briton (1990), Beyer (1999), Grunbaum and Shephard (2016)가 있다.

패션 분야의 테셀레이션 관련 선행 연구 사례는 임병수와 조진숙 (2013), 장애란과 현명관 (2016), 차임선과 원윤경 (2015)이 있다. 임병수와 조진숙 (2013)의 연구는 박쥐 문양을 3가지 개발하여 각각을 테셀레이션의 배치 방법을 통해 배치함으로써 전통 문양을 개발한 연구이며, 장애란과 현명관 (2016)은 효제문자도 도상을 디자인해 테셀레이션의 개념을 도입해 배열했으며, 차임선과 원윤경 (2015)의 연구 또한 테셀레이션 배치에 주목한 연구다. 위의 사례와 같이 테셀레이션의 개념은 패턴의 배치 방법에서 활용도가 주목받고 있다. 하지만 위의 선행 연구는 테셀레이션 기본 형태에 배치를 달리하는 방식에 초점을 맞추고 있지만 본 연구에서는 헤슈타일링 기본형과 기본형을 변형해 패턴을 배치함으로써 간단하게 새로운 텍스타일을 개발하는 방법을 제안하고자 한다.

본 연구 방법론과 가장 유사한 연구로는 손아란 (2005)의 연구가 있다. 손아란의 연구는 패턴의 배열 방법에서 테셀레이션 개념을 도입한 것이 아니라 본 연구 방법과 같이 테셀레이션으로 구체적인 형태를 만들어 반복시킨 형태의 패턴을 개발하고 있는 주요 선행 연구이지만, 본인의 창작 작품을 제시하는데 그치고 있고 테셀레이션 방법에 관한 제시를 하고 있지 않은 한계가 있다.

본 연구에서는 앞서 언급한 선행 연구를 통해서 테셀레이션의 기본적인 개념을 정리한 다음, 미국에서 초등학교의 수학 교육을 위해 개발된 테셀레이션 프로그램인 TESS를 통해 1차적으로 패턴을 개발한 다음, 어도비 일러스트레이터를 이용해 다양한 선과 컬러를 입혀 패턴을 완성시키고 텍스타일 형태로 완성해 나가는 방법을 고찰하고자 한다. 본 연구에서는 이와 같은 프로세스를 정립하기 위해 전통 문양 중에서 동물문을 선택했으며, 자유변형, 기존의 테셀레이션 활용, 디

자인 확장이라는 세 가지 방법으로 디자인을 전개해서 특성을 고찰했다.

헤슈타일링 테셀레이션의 개념, 조형특성, 생성원리를 고찰한 후, 헤슈타일링 원리를 통해 문양을 만들어 볼 수 있는 TESS 프로그램을 활용하여 새로운 감각의 전통 문양을 개발하는 프로세스를 연구한 결과를 제시함으로써 향후 텍스타일 교육 콘텐츠로 활용되기를 기대한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 헤슈타일링 테셀레이션

#### 1) 테셀레이션

테셀레이션은 바둑판 모양의 무늬로 정사각형 타일을 만드는 데서 출발했으며, 우리가 알고 있는 모자이크와도 상통한다. 테셀레이션이라고 불리는 평면의 규칙적인 공간분할은 일정한 형태의 타일을 사용해서 겹쳐지지도 않고 틈을 남기지도 않으면서 바닥을 완전하게 덮는 무한한 배열방식을 의미한다(황현주 외, 2017). 바닥이나 타일처럼 틈이나 포개짐 없이 어떤 평면을 덮을 수 있는 형식의 패턴을 말하며, 주로 삼각형, 사각형, 오각형, 육각형을 활용하기 때문에 기하학적인 패턴으로 완성되는 경우가 많다. 테셀레이션은 건축의 인테리어 타일, 조각보, 포장지 디자인, 텍스타일 디자인 등에 활용되며 종류로는 정삼각형, 정사각형, 정육각형이 하나만으로 구성된 정다각형 테셀레이션(그림 1), 정다각형이 여러 가지 형태로 구성된 다각형 테셀레이션(그림 2), 그리고 위에서 만들어진 정다각형이나 다각형의 테

셀레이션의 형태를 변형시켜서 조합시키는(그림 3)과 같은 변환 테셀레이션이 있다.

#### 2) 헤슈타일링

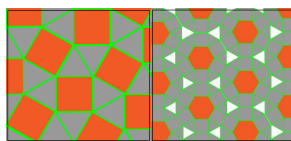
테셀레이션을 미술에 적용시킨 대표적인 미술가로는 에셔(M.C. Escher)가 있는데, 이러한 에셔의 작품에서 수학적 원리를 발견하고 이를 이론화한 독일의 수학자로는 하인리히 헤슈(Heinrich Heesch)가 있다. 에셔의 테셀레이션 작품은 대칭을 이용하고 있는 경우와 대칭을 사용하지 않은 경우가 있는데, 헤슈는 여기서 대칭을 이용하지 않은 경우를 29개를 발견해서 정리했다. 반사가 있는 기본 타일을 만들기 위해서는 많은 제약이 따르기 때문에, 테셀레이션의 개념을 이해하고 실습하는 데 있어서 기본이 되는 것이 헤슈타일링이라고 이해하면 쉬울 것이다. 헤슈타일링은 평행 이동(T), 중점 회전(C), 꼭지점 회전(C<sub>n</sub>), 미끄럼 반사(G)로 이뤄진다.

#### (1) 평행 이동(T: Translation)

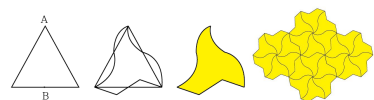
평행이동을 위해서는 마주보는 대변이 평행하고 길이가 같아야 한다는 전제 조건이 필요하다(그림 4)에서 보는 것과 같이 AB 선분 위에 선을 그린 다음 CD 선분상으로 평행 이동한다. 기본 다각형에서 평행 이동이 가능하려면 길이가 같으면서 서로 평행한 변들이 최소한 한 쌍은 존재해야 한다는 것이다. 이러한 조각을 사각형에 적용하면 한 쌍의 대변이 서로 평행하고 그 길이가 같은 사각형이 될 것이다. 삼각형의 경우는 평행 이동을 이용한 변형을 할 수는 없다. 육각형의 경우는 여섯 개의 변 중에서 평행하면서도 길이가 같은 변이 최소한 한 쌍은 존재해야 한다.



〈그림 1〉 정다각형 테셀레이션



〈그림 2〉 다각형 테셀레이션



〈그림 3〉 변형 테셀레이션

## (2) 중점 회전(C: Center point rotation)

〈그림 5〉에서와 같은 중점 회전은 기준이 되는 변의 중점을 기준으로 회전시키는 것을 의미한다. 변 위에 중점을 찾아서 두 선분 중 한쪽을 오려 다른 한 쪽에 180도 회전시켜 붙이면 된다. 중점 회전은 한 변 내에서 변형이 이루어지기 때문에 대응되는 변이 없어도 되며, 변의 길이가 서로 다른 임의의 삼각형이나 사각형을 변형시키고자 할 때에 이용된다.

(3) 꼭짓점 회전( $C_n$ : Corner rotation)

꼭짓점 회전은 〈그림 6〉과 같다. 한 꼭짓점을 중심으로 이웃한 두 변이 서로 대응되도록 회전하여 변형시키는 방법을 의미한다. 꼭짓점 회전을 하기 위해서는 이웃하는 두 변의 길이가 같아야 한다. 꼭짓점 회전을 하려면 한 변을 선택해 그 변을 따라 전체 또는 일부를 적절한 모양으로 오려낸 후 오려낸 조각을 이웃한 변으로 회전시켜 붙인다. 90도 회전의 경우는 C4라고 표시하는 때, 이때 4라는 숫자는 360°에서 90°를 나눈 숫자에 해당하며, C6는 60°로 꼭짓점 회전하는 것을 의미하며, 이때의 6은 360°를 60°로 나눈 숫자에 해당된다.

## (4) 미끄럼 반사(G: Glide reflection)

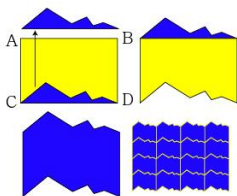
미끄럼 반사(〈그림 7〉)는 정해진 축을 따라 평행 이동 한 후 평행 이동 축과 동일한 축으로 반사시킨 변환이다. 미끄럼 반사는 크게 대변으로의 미끄럼 반사(〈그림 7〉)와 이웃한 변으로의 미끄럼 반사가 있다. 대변으로의 미끄럼 반사는 한 쌍의 대변의 길이가 같아야 하고, 이웃한 변으로의 미끄럼 반사의 경우는 이웃한 변이 길이가 같아야 한

다. 〈그림 7〉의 경우는 AB의 선분 상에서 형태를 그린 다음 오려내서 세로축으로 회전시킨 다음, CD의 선분으로 붙여넣는 미끄럼 반사의 형태다.

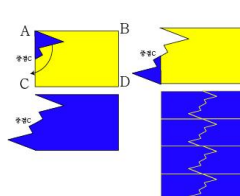
## 3) 헤슈타일링의 종류

TESS의 헤슈타일링은 삼각형을 이용한 5개, 사각형을 이용한 11개, 오각형을 변형시킨 6개, 육각형을 바탕으로 한 6개로 총 합쳐서 28개가 있으며, 같은 구성이지만 순서만 다른 사례(육각형에서 1개)를 추가시켜 총 29개의 테셀레이션 기법을 다뤄볼 수 있게 프로그램되어 있다. 번호는 순서와 관계없이 시계방향으로 이름이 붙여진다. 예를 들면 CCC의 경우는 세 개의 변 모두 중점 회전되는 것을 의미하며, TGTG는 사각형의 형태로 평행 이동, 미끄럼 반사, 평행 이동, 미끄럼 반사된다는 것을 의미하므로 마주 보는 한 변으로 평행 이동시키고 나머지 한 변의 대변은 미끄럼 반사되는 것을 의미한다. TCTGG는 이러한 원리대로라면 오각형이 바탕이 되며 한 변은 평행 이동, 그 다음 변은 중점 회전, 다음은 평행이동, 그 다음은 미끄럼 반사와 미끄럼 반사가 연속됨을 의미한다. 평행 이동이 가능하기 위해서는 두 변이 평행이 되어야 하며, 미끄럼 반사가 연속적으로 가능하기 위해서는 이웃하는 변이 길이가 같아야 할 것이다. 육각형인  $C_3C_3C_3C_3C_3C_3$ 의 경우는 모든 변에서 120°회전이므로 세 쌍의 변이 각각 길이가 같아야 한다는 조건이 필요하다. 총 29개의 헤슈타일링의 조건과 만드는 방법에 대한 설명은 〈표 1〉과 〈표 2〉에 정리했다.

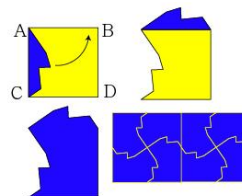
## 2. 문양 개발을 위한 헤슈타일링 테셀레이션 활용법



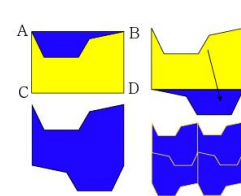
〈그림 4〉 평행이동



〈그림 5〉 중점회전

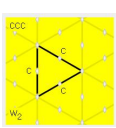
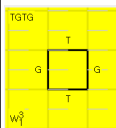
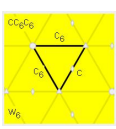
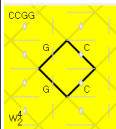
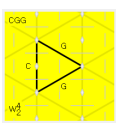
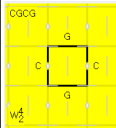
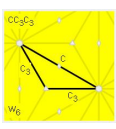

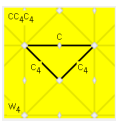

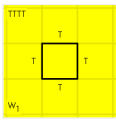
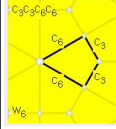
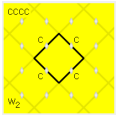
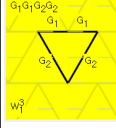
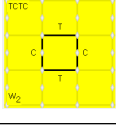
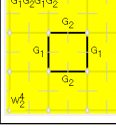


〈그림 6〉 꼭짓점 회전



〈그림 7〉 미끄럼 반사

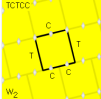

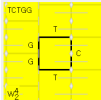


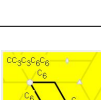
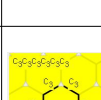


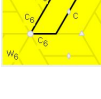
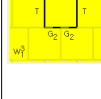
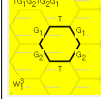
〈표 1〉 TESS 프로그램의 삼각형과 사각형 헤슈타일링(출처: TESS 소프트 화면; 신현용 외(2015))

번호	기호	TESS 기본형	삼각형의 조건	만드는 방법	번호	기호	TESS 기본형	사각형의 조건	만드는 방법		
삼각형	1	CCC		삼각형의 모양과 무관	세 변 모두의 변의 중심을 기준으로 180도 회전	사각형	9	TGTG		평행사변형	평행이동 미끄럼 반사
	2	CC6C6		정삼각형	한 변은 중점회전 나머지 두 변은 60도 회전		10	CCGG		이웃한 두 변의 길이가 같은 사각형	중점반사 미끄럼 반사
	3	CGG		이등변 삼각형	한 변은 중점 회전 나머지는 미끄럼 반사		11	CGCG		마주보는 한 쌍의 대변의 길이가 같아야 함	한 쌍의 대변은 미끄럼 반사 나머지 한 쌍은 중점회전
	4	CC3C3		한 내각이 120도인 이등변 삼각형	중점 회전과 120도 회전		12	C4C4C4C4		정사각형 only	90도 회전
	5	CC4C4		직각 이등변 삼각형	중점 회전과 90도 회전		13	C3C3C3C3		정육각형을 세 개의 사각형으로 분할한 형태	120도 회전
사각형	6	TTTT		두 쌍의 대변의 길이가 같고 평행한 평행사변형	평행 이동	14	C3C3C6C6		정육각형을 6 개의 사각형으로 분할한 모양	120도 회전 60도 회전 180도 회전	
	7	CCCC		길이가 모두 달라도 됨	네 변 모두 중점 회전	15	G1G1G2G2		이웃하는 두 쌍의 변이 같아야 함	두 쌍의 변이 각각 미끄럼 반사	
	8	TCCTC		한 쌍의 대변의 길이가 같고 평행한 평행사변형	한 쌍은 평행 이동 다른 한 쌍은 중점 회전	16	G1G2G1G2		직사각형	두 쌍의 변이 마주보는 변끼리 미끄럼 반사	

헤슈타일링 테셀레이션은 기존의 테셀레이션의 배치가 주로 기하학적인 패턴을 표현하는데 활용된 것에 반해, 동물이나 사물 등의 사실적인 패턴을 표현할 수 있는 중요한 기법이며, 전통 문양을 현대적 감각으로 확장시킬 수 있는 기

법이라는 점에 주목했다. 지금까지의 전통 문양에 테셀레이션을 도입하고 있는 선행연구에서는 전통문양을 주제로 패턴을 개발한 후, 테셀레이션이 가능한 도형 속에 배치함으로써 패턴화하고 있는 사례가 많았다. 이와 같이 기존

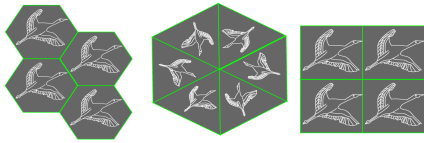
〈표 2〉 TESS 프로그램의 오각형과 육각형 헤슈타일링 (출처: TESS 소프트웨어; 신현용 외(2015))

번호기호	TESS 기본형	오각형의 조건	만드는 방법	번호기호	TESS 기본형	육각형의 조건	만드는 방법
17	TCTCC		평행한 한 쌍의 대변이 길이가 같아야 함	23	TTTTTT		세 쌍의 대변이 평행하고 길이가 같아야 함
18	TCTGG		한 쌍의 대변은 평행, 이웃한 두 변은 길이가 같아야 함	24	TCCTCC		한 쌍의 대변이 서로 평행하고 길이가 같아야 함
19	CC <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub>		두 쌍의 변이 길이가 같고 직각	25	TCCTGG		한 쌍의 대변이 서로 평행하고 길이가 같아야 + 미끄럼 반사에 의해 대응하는 두 변의 길이가 같으면 됨
20	CC <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> C <sub>6</sub>		이웃한 한 쌍의 변은 120도 회전 이동, 다른 이웃한 한 쌍의 변은 60도, 나머지 한 변은 중점 회전	26	C <sub>3</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>3</sub> C <sub>3</sub> C <sub>3</sub> C		세 쌍의 변이 길이가 같아야
21	CC <sub>6</sub> G <sub>1</sub> C <sub>3</sub> C <sub>5</sub>		상동	27	TG <sub>1</sub> G <sub>1</sub> TG <sub>2</sub> G <sub>2</sub>		한 쌍의 대변이 서로 평행하면서 길이가 같아야 + 남은 네 개의 변들은 서로 이웃한 변들끼리 길이가 각각 같아야 함
22	CG <sub>1</sub> G <sub>2</sub> G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>		마주보는 두 쌍의 대변은 미끄럼 반사 나머지 한 변은 중점회전	28	TG <sub>1</sub> G <sub>2</sub> TG <sub>2</sub> G <sub>1</sub>		한 쌍의 대변이 서로 길이가 같아야 하며 미끄럼 반사 변이 길이가 같아야 함
				29	CG <sub>1</sub> CG <sub>2</sub> G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>		마주보는 한 쌍의 변을 미끄럼 반사, 이 변의 한 쪽에 이웃한 두 변은 미끄럼 반사, 나머지 한 변에 이웃한 두 변은 중점 회전

의 패턴화하는 과정은 아래의 〈그림 8〉과 같다. 기본이 되는 패턴을 하나 그린 후 삼각형, 사각형, 육각형의 정다각형 테셀레이션 방법으로 배치할 수 있으며, 다각형의 조합으로 구성된 다양한 테셀레이션 형태가 가능하며 패턴을 배치할 수 있다. 〈그림 8〉은 정다각형 테셀레이션 안에 개발한 학 패턴을 배치시키고 평행

이동시키거나 회전 이동시켜 패턴화된 사례로 기존의 연구에서 주로 다루던 테셀레이션 배치 방법이다.

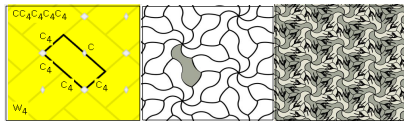
본 연구에서는 〈그림 9〉에서 제시한 바와 같이 타일 형태 자체를 변형시켜 사실적인 동물문을 만드는 방법으로 본 연구에서 주로 다루는 방법이며, 응용방법으로는 〈그림 10〉에



〈그림 8〉 정다각형 테셀레이션 속의 학 문양 배치



〈그림 9〉 헤슈타일링의 변형을 통해 새로운 패턴 개발



〈그림 10〉 헤슈타일링의 변형 후 학 문양의 배치

서와 같이 타일을 변형시킨 다음에 기존에 개발한 동물문을 배치시키는 방법으로 모두 〈그림 8〉에서와 같은 단순히 테셀레이션 안에 동물문을 배치시키는 기존의 개발 방법과는 차이가 있다.

### Ⅲ. 헤슈타일링 테셀레이션 문양 개발

#### 1. 주제의 선정과 조형적 형태의 분석

본 연구에서는 헤슈타일링 개발을 주제로 전통문양 중에서 십장생의 동물문으로 한정했으며 십장생 동물 문양의 조형적 특성을 선행연구와 API의 전통 문양 데이터베이스에서 수집, 분석했다. 십장생은 선계의 상징물로 여기는 해, 산, 물, 구름, 돌, 소나무, 학, 거북, 사슴, 불로초 등의 10가지 장생물을 모아서 그려놓은 그림을 말한다. 동양사상에서 말하는 장생사상, 즉 인간들이 가장 염원하던 불로장생과 무병장수의 의미를 담고 있다. 몇 가지 소재들로만 이루어지기도 하며 문헌에서는 구름이 아닌 달로 표기되는 경우도 있어서 십장생이 한정적이지 않고 유동적임을 알 수 있다(김민경, 박순천, 2012).

십장생의 동물문으로는 학, 거북, 사슴이 있다. 각 문양에 관해서 상징성, 구성형태와 세부형태의 특징, API 패턴 사례를 조사했다. 첫 번째로는 학이다. 학은 조류 가운데 신선과 관련

되어 장수의 상징이 되었는데, 학은 천년을 장생하는 백색의 조류로 선학이라 일컫는다. 이러한 학은 고결함의 상징으로 거북과 함께 장생 문양의 소재로 널리 사용되었다. 학은 신선사상에서 비롯되었으며 선인과 융합되어 상서로운 성격을 띠게 된 것은 선인이 우화 승천할 때 탈 것으로 매우 적절했기 때문이라고 한다. 따라서 학 소재는 장수의 길상이 함축된 문양으로 장수를 염원하며 자유로움을 갈망하는 의미에서 날고 있는 학의 모습으로 표현하고 있다. 학은 장수와 벼슬, 관직과 연관되어 입신출세의 두 가지를 상징한다고 볼 수 있다. 또한, 학은 날짐승 중에 가장 으뜸인 새로 은하수까지 날아올 수 있고 1600년을 먹지 않고 살 수 있으며, 암수가 서로 마주만 보아도 잉태하고 그 등에는 신선이 타고 다닌다고 했다. 옛 사람들은 하늘 높이 비상하는 학을 매우 성스러운 존재로 인식했고 천년을 사는 장수의 상징으로 삼았다고 한다(권지희, 2015). 이하정과 이상은 (2010)의 연구에서는 한 쌍의 학이 마주보며 나는 형, 하늘을 나는 단학, 나무나 땅에 앉은 형으로, 학의 형태를 분석하고 있다. 또한, 학은 네 종류가 존재한다고 한다. 흑, 황, 청, 백의 다른 색상으로 표현되었는데 천년 만에 푸른색으로 변하여 청학이 된 후, 다시 천년이 지나야 검은색으로 변하기 때문에 현학이 되는 불사조로 여겨졌다. 학은 불로초를 입에 물고 있는 형태로 표현되기도 하고 학과 소나무와 결합하여 부부가 같이 장수하기를 기원하는 의미로 구성되는데, 학 백마리를 그린 백학도의 경우는 100세까지 살라는 의미를 담기도

한다고 한다(박정민, 2014).

학 패턴을 만들기 위해서 오픈 API(Application Programming Interface)인 문화 포털 사이트의 전통 문양 데이터를 참고했다. 학은 얇고 긴 목, 넓은 날개, 블랙 앤 화이트의 컬러 대비가 특징이며 문화포털에서 수집한 학 문양은 <표 3>의 그림과 같다. 학은 주로 두 날개를 펼쳐 날고 있는 모습으로 표현되는 경우가 많은 것으로 보이며 <표 3>의 학 그림의 마지막 형태와 같이 두 발로 서 있는 모습도 찾아볼 수 있다.

두 번째로 거북은 권지희 (2004)에 따르면 장수의 상징물 뿐만 아니라 영물로도 인식되고 있다. 거북은 실재하는 동물임에도 불구하고 오랜 역사를 통해 영험하고 신령스러운 동물로 상징되었다. 특히, 동서남북을 지키는 네 방위신 중에 북쪽을 수호하는 현무로 간주되었으며 수륙양생이라는 특성으로 인해 신과 인간을 이어주는 신령한 동물로 여겨졌으며 만년을 사는 장생물로 인식되었다(손아란, 2005). 거북의 등 껍질은 하늘의 지붕을 나타내고 그 표면엔 별자리가 나타나며 배의 껍질은 땅을 나타낸다고 한다. 즉, 등과 배의 껍질은 천지음양의 힘을 나타낸다하여 수명과 우주를 상징한다고 한다(이은숙, 2015). 이하정과 이상은 (2010)의 연구는 거북의 조형적 특성으로 서기를 언급하고 있으며, 김진은 (2014)의 연구는 날카로운 이빨, 수파와 서기를 특징으로 분석하고 있다.

거북의 경우는 날카로운 이빨, 수파와 서기가 특징이지만, 입에서 뿜고 있는 형상의 서기와 물결을 의미하는 수파의 경우는 거북의 부수적인 특징을 나타내는 요소이므로 본 연구에서는 강조하지 않았다. 문화 포털의 전통 문양 데이터에서 수집한 거북은 <표 3>과 같으며 위에서 바라본 모습이나 측면의 형태로 주로 형상화되고 있기 때문에 본 연구에서도 위에서 내려다본 모습으로 귀감이 표현된 모습과 옆에서 본 모습으로 패턴을 제작했다.

세 번째로 사슴은 학과 같은 역할을 하는데 신선이 타고 다니는 영물로 신선도에서 많이 등장하는데 무리를 지어 다니는 습성 때문에 평화로움과 우애를 상징한다고 알려져 있다(박정민, 2014). 사슴은 해마다 뿔이 돌아나 자라서

굳었다가 떨어지고 이듬해 봄에 다시 돌아나기를 거듭하기 때문에 장수, 재생, 영생을 상징하는 십장생의 하나로서 강한 생명력을 지닌 동물로 취급되었다(손아란, 2005). 사슴은 신선 이 타고 다니는 영물로 신선도에도 많이 등장하며 1000년을 살면 청록, 2000년을 살면 백록이 되고 2500년을 살면 흑록이 되는데 이 흑록이 검은 뿔을 얻으면 불로장생한다고 여겨졌다(이은숙, 2015). 김진은 (2014)의 연구에서와 같이 사슴의 가장 큰 특징은 나뭇가지 형태의 뿔이라고 볼 수 있다.

문화 포털의 전통 문양 데이터베이스에서 수집한 사슴 문양은 <표 3>과 같으며, 각 사슴들은 모두 뿔을 가지고 있음을 알 수 있다. 그러나 문화 포털의 자료와는 별개로 당시의 십장생도에는 뿔을 가지고 있지 않은 어린 사슴의 형태도 확인할 수 있으며, 하얀색 점무늬와 배와 다리 안의 털이 흰색인 점이 특징적이라 할 수 있다. 때문에 본 연구에서는 어린 사슴도 패턴화시켰다.

## 2. 헤슈타일링 개발

TESS 프로그램을 활용해 패턴을 개발하기 위해서 본 연구에서는 29개의 헤슈타일링을 자유 변형하는 방법과 예시의 작품과 같이 기존의 테셀레이션 작품을 응용해서 활용하는 방법, 그리고 마지막으로 헤슈타일링을 통해 개발한 패턴을 헤슈타일링을 통해 배치한 디자인 확장의 3가지 기법으로 나눠서 학, 거북, 사슴 문양을 개발했으며 결과를 통해 특성을 파악했다.


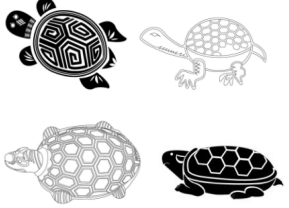
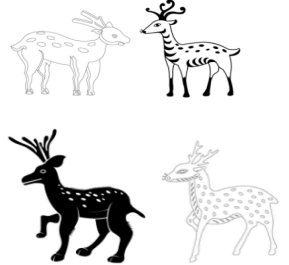
### 1) 학을 모티브로 한 패턴 개발

#### (1) 자유변형

TESS 프로그램을 이용해서 십장생 동물문 패턴 제작에 적용하면 <그림 14>와 같다. <그림 14>는  $G_1G_2G_1G_2$ 타일링을 이용한 경우이며 본 연구에서 제안하는 자유변형 패턴 개발 프로세스를 보여주고 있다. 십장생 동물문 중에서 상대적으로 간단한 형태가 학인데, 학의 경우는 부리가 길고 양쪽으로 거의 대칭되는 날개를 가지고 있는 특징



〈표 3〉 십장생 동물문의 특징

	상징성	구성형태와 세부형태	API 패턴 사례
학	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장수와 벼슬, 관직과 연관되어 입신 출세의 두 가지를 상징</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 얇고 긴 목, 넓은 날개, 블랙 앤 화이트의 컬러 대비가 특징.</li> <li>- 두 날개를 펼쳐 날고 있는 모습으로 표현되는 경우가 많으며 두 발로 서 있는 모습도 종종 찾아볼 수 있다.</li> <li>- 한 쌍의 학이 마주보며 나는 형, 하늘을 나는 단학, 나무나 땅에 앉은 형</li> </ul>	 <p>〈그림 11〉 학 패턴 그림 출처 (<a href="https://www.culture.go.kr/tradition/designPatternList.do">https://www.culture.go.kr/tradition/designPatternList.do</a>)</p>
거북	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신과 인간을 이어주는 신령한 동물로 여겨졌으며 만년을 사는 장생물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 날카로운 이빨, 수과와 서기를 특징</li> <li>- 입에서 뿜고 있는 형상의 서기와 물결을 의미하는 수과</li> </ul>	 <p>〈그림 12〉 거북 패턴 그림 출처 (<a href="https://www.culture.go.kr/tradition/designPatternList.do">https://www.culture.go.kr/tradition/designPatternList.do</a>)</p>
사슴	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 평화로움과 우애를 상징</li> <li>- 장수, 재생, 영생을 상징</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 나뭇가지 형태의 뿔</li> <li>- 하얀색 점무늬와 배와 다리 안의 털이 흰색인 점이 특징적</li> </ul>	 <p>〈그림 13〉 사슴 패턴 그림 출처 (<a href="https://www.culture.go.kr/tradition/designPatternList.do">https://www.culture.go.kr/tradition/designPatternList.do</a>)</p>

이 있다. 헤슈타일링을 이용하면 정대칭은 불가능하더라도 미끄럼 반사를 이용해 유사한 형태로 변형시키기가 용이하다.

TESS를 활용한 패턴 개발 프로세스 중에서 자유변형 방법을 설명하면 다음과 같다. TESS 소프

트를 이용해서 원하는 형태를 그린 다음, 일러스트레이터로 세부형태를 추가하거나 컬러링을 한 다음 배치하는 방법이다. 디테일한 형태를 추가할 시에는 TESS 소프트웨어를 이용해서 그려도 좋지만 일러스트레이터를 통해 보다 자세히

작업할 수 있기 때문에, TESS 프로그램에서 [파일][내보내기] 기능을 이용해 Encapsulated PostScript(EPS) 파일로 저장한 다음, 이 파일을 일러스트레이터나 포토샵에서 열어서 패턴의 내부를 좀 더 자세히 수정할 수 있다.

〈그림 14〉의 ①은 TESS에 내장되어 있는  $G_1G_2G_1G_2$ 의 타일링 모습이며 ②는 선을 자유 변형시켜 학을 표현한 결과물이다. ③에서는 기존의 기준선이 사라져서  $G_1G_2G_1G_2$  타일링이 보이지 않기 때문에 빨간선으로는  $G_1$ 을 파란선으로는  $G_2$ 를 다시 그려준 모습이다. ④는 완성된 패턴을 EPS 파일로 내보내기하여 일러스트레이터에서 열어 준 다음, 모티프를 하나만 남겨놓고 모두 지운 다음에 세부 디테일을 자세히 그린 상태다. ④의 단계에서 포토샵을 통해서 질감이나 컬러 표현을 사실적으로 할 수 있지만 본 연구에서는 알기 쉽도록 하기 위해 단색으로 표현했다. 마지막으로 ⑤에서는 ②의 배치를 참고하여 일러스트레이터의 반사틀(수직 반사나 수평 반사)과 회전틀 기능을 이용해 복사해서 배치시켰다.

### (2) 기존의 테셀레이션 활용

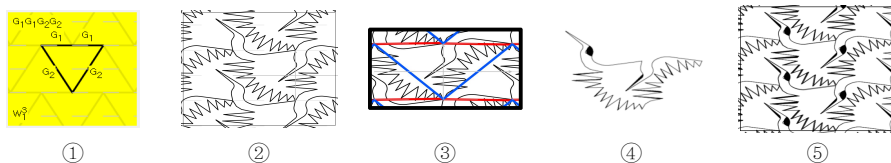
새와 같이 간단한 형태는 TESS 프로그램을 이용해 작업하기 쉽지만, 복잡한 동물 모양의 경우는 기존 작품의 형태를 파악한 다음, 변형하는 작업으로 진행하는 것이 좋다. 〈그림 15〉의 경우는 예서형 테셀레이션의 형태를 파악한 다음 테셀레이션을 진행한 것이다. 〈그림 15〉의 ①에서 예서형의 새 테셀레이션을 분석해 보면, 한 변은 중점 회전(C)이며 두 변은  $60^\circ$ 꼭짓점 회전시킨 ②와 같은  $CC_6C_6$  형태의 헤슈타일링 테셀레이션임을 알 수 있다. 때문

에 본 연구에서는 〈표 1〉의 2번에 해당하는 원리로 테셀레이션을 제작하고자 했는데 이를 위해서는 삼각형이 정삼각형일 조건이 필요하며, 앞서 예서의 작품과 같이 한 변은 중점 회전, 나머지 두 변은 꼭짓점 회전으로  $60^\circ$ 회전시킬 필요가 있다. 〈그림 15〉의 ③은 TESS 프로그램을 이용해 패턴을 제작한 그림이며 ④는 반복되는 구간을 표시한 상태다. 〈그림 15〉의 ⑤는 TESS에서 작업한 결과물을 EPS로 내보내기 한 다음 모티프를 하나만 남겨두고 다 지운 다음 세부선을 추가한 다음 컬러링을 마친 상태이며 〈그림 15〉의 ②의 배치를 참고해서 모티프를 나열한 최종 완성 형태이다.

### (3) 디자인 확장

디자인 확장 방법은 앞서 (1)과 (2)에서 개발한 헤슈타일링 패턴을 빈틈없이 나열하는 방법과는 달리, 앞서 언급한 선행연구의 방법과 같이 테셀레이션 배치 방법을 이용해 새로운 패턴을 만드는 방법이다. 다시 말하면, 헤슈타일링의 배치 방법이나 헤슈타일링 자체를 변형한 다음 (1)과 (2)의 방법으로 만든 헤슈타일링 동물패턴을 중간에 배치하는 방법을 통해 무궁무진한 디자인의 전개가 가능한 방법이다.

〈그림 16〉은  $CC_3C_3$  헤슈타일링을 EPS로 내보내기 한 다음, 테셀레이션을 구성하고 앞서 개발한 학 패턴 중의 하나를 마주보게 배치한 다음 ①의 헤슈타일링의 정삼각형 마크가 표시된 꼭짓점을 기준으로  $120^\circ$ 회전·복사한 다음 타일을 각각 다른 색으로 컬러링했다. 이러한 과정을 통해 헤슈타일링을 변형한 다음, 앞서 제시한 학 문양을 그 속에 배치함으로써 ②와 같은 새로운 패턴을 완성시켰다. 다음으로는 〈그림 16〉의



〈그림 14〉 자유변형을 통한 헤슈타일링 학 패턴 개발

③인데, ①의 타일을 자유변형시켰으며 결과물을 EPS로 [내보내기] 한 다음, 최종적으로 <그림 16>의 ④와 같이 배치해서 패턴을 완성했다.

2) 거북을 모티브로 한 패턴 개발

(1) 자유변형

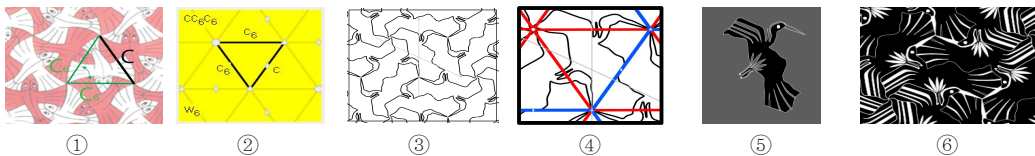
TESS를 이용해 거북의 옆 측면의 모습을 프로그램을 이용해 만들어 본 결과, <표 2>의 TCCTGG를 이용해서 형상화할 수 있었다. TCCTGG는 ①과 같이 기본형태가 육각형으로 한 쌍의 대변이 서로 평행하고 길이가 같아야 한다는 조건이 전제된다. 마주보는 한 쌍의 대변은 평

행 이동시키고, 나머지 변은 중점 회전시켜 결과를 얻을 수 있었다.

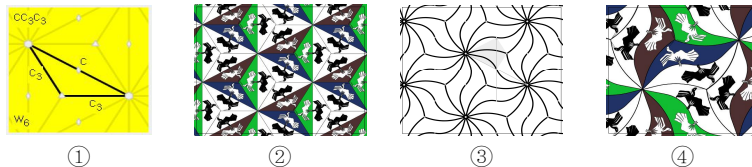
<그림 17>의 ②는 TESS 프로그램을 이용해 거북의 옆 모습을 그린 결과이며, 이 때에 거북의 몸 형태를 가로로 길게 그리기 위해서 기본형으로 주어진 타일을 ③과 같이 가로로 길게 늘였으며 거북 패턴을 ④와 같이 EPS로 내보내기 한 후, 패턴 하나만 남겨 놓고 모두 지운 다음, 선과 컬러, 문양을 수정했다. 완성된 패턴 하나를 다시 나열한 결과물은 <그림 17>의 ⑤와 같다.

(2) 기존의 테셀레이션 활용

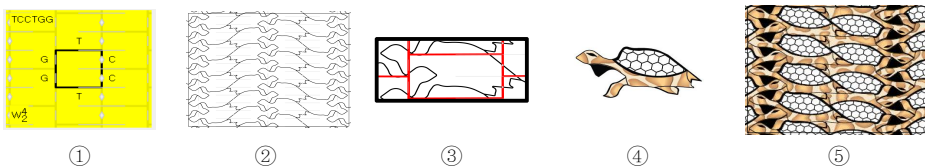
다음으로는 기존의 테셀레이션을 활용해서 거북 테셀레이션을 제작하는 방법이다. ①에서



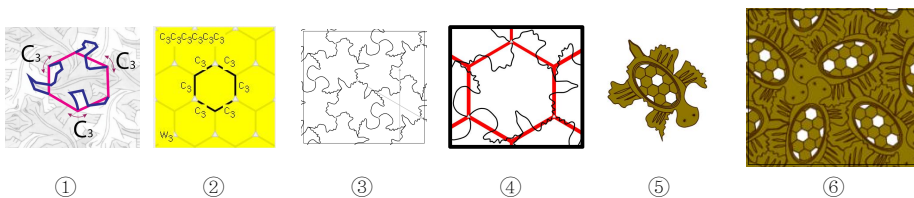
<그림 15> 기존 테셀레이션의 원리를 이용해 헤슈타일링 학 패턴 개발



<그림 16> 테셀레이션 배치와 변형을 통한 학 패턴의 디자인 확장



<그림 17> 자유변형을 통한 헤슈타일링 거북 패턴 개발



<그림 18> 기존 테셀레이션의 원리를 이용해 헤슈타일링 거북 패턴 개발

와 같이 에셔가 만든 도마뱀 테셀레이션의 원리를 파악한 후, 거북 테셀레이션에 적용한 사례다. 에셔의 도마뱀은 세 쌍의 변을 각각 120°회전해서 만들 수 있다. 이러한 원리를 적용한 헤슈타일링은 <표 2>에서 제시한 바와 같이 육각형의 26번 사례에 해당한다. ②에서와 같이  $C_3C_3C_3C_3C_3C_3$ 는 세 쌍의 변이 길이가 같아야 한다는 전제조건이 있으며 세 쌍의 변을 각각 120도 회전시키면 된다. <그림 18>의 ③과 같이 본 연구에서는 TESS 프로그램을 이용해서 위에서 내려다 본 거북의 형태를 표현했으며 ④에서는 다시 반복되는 패턴을 표시하기 위해 육각형의 기준선을 다시 추가했다. ⑤에서와 같이 일러스트레이터에서 선 작업과 컬러링 작업을 추가했으며 ⑥과 같이 최종적으로 반복 패턴을 만들었다.

(3) 디자인 확장

<그림 19>의 경우도 <그림 16>의 경우와 같은 프로세스로 제작한 결과이다. 거북 패턴을 한 가지만 활용하고 기본 타일을 변형시켜 배치하는 방법을 활용하게 쉽게 다양한 텍스타일 디자인을 개발할 수 있는 과정을 보여주고 있다.

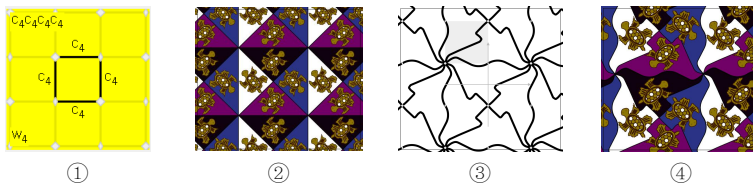
①과 같이  $C_4C_4C_4C_4$  헤슈타일링을 이용했으며 ②와 같이 4가지 면에 각각 컬러를 다르게 배치한 다음 기준에 개발한 거북 패턴을 그 위에 각각 배치하는 방법으로 진행시켰다. <그림 19>의 ③은

①의 타일링을 자유 변형시켰으며 ④는 그 위에 이미 개발한 거북 문양을 배치시킨 결과물이다.

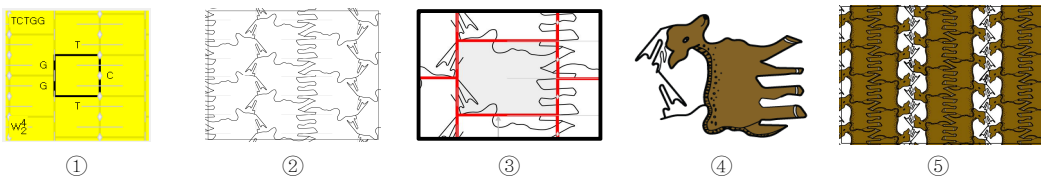
3) 사슴을 모티브로 한 패턴 개발

(1) 자유변형

사슴의 자유변형 방법으로 제작한 테셀레이션의 경우, 다리와 뿔을 표현하는 것이 용이하지는 않았다. 거듭된 시행착오 끝에 중점 회전(C)를 이용해 다리를 표현하는 것이 효과적임을 확인했고 얼굴과 앞 가슴 부분은 평행 이동(T)를 이용해 그리는 것이 수월한 것을 확인해, 헤슈타일링 중에서 T와 C가 들어간 타일을 중점적으로 실습한 결과, TCTGG 헤슈타일링이 작업에 가장 적합하다고 판단했다. <그림 20>의 ①과 같이 TCTGG는 한 쌍의 대변은 평행하고 이웃한 두 변은 길이가 같아야 한다는 조건이 충족되어야 하며, 한 쌍은 평행 이동, 이웃한 한 쌍은 미끄럼 반사, 남은 한 변은 중점 회전시키는 작업이 필요하다. ②와 같이 뿔의 형태를 살리기 위해서 세부적인 형태에 집중하기보다는 전체적인 실루엣에 초점을 맞춰 디자인했다. TESS 프로그램으로는 <그림 20>의 ②와 같이 실루엣만으로 표현했으며, ③에서는 반복구간을 표시해주었다. ④는 모티프를 하나만 남겨둔 다음 세부 형태와 컬러를 디자인한 상태이며, 최종 결과물은 <그림 20>



<그림 19> 테셀레이션 배치와 변형을 통한 거북 패턴의 디자인 확장



<그림 20> 자유변형을 통한 헤슈타일링 사슴 패턴 개발

의 ⑤와 같다.

(2) 기존의 테셀레이션 활용

다음으로는 예서가 제작한 <그림 21>의 ①에서 테셀레이션의 원리를 파악한 다음, 사슴 테셀레이션에 적용한 방법이다. 예서의 테셀레이션의 원리는 평행 이동(T)과 미끄럼 반사(G)를 이용했으며 헤슈타일링의  $TG_1G_2TG_2G_1$ 과 같음을 확인할 수 있었다. ②의 헤슈타일링의  $TG_1G_2TG_2G_1$ 는 한 쌍의 대변이 서로 길이가 같아야 하며 미끄럼 반사되는 변은 길이가 같아야 하는 조건이 성립되어야 하며, 서로 길이가 같은 대변은 평행 이동, 나머지 두 쌍의 길이가 같은 대변은 미끄럼 반사시켜서 만든다. 앞에서 언급한 바와 같이, 본 연구에서는 뿔이 나기 전의 어린 사슴을 패턴화했는데, 우선 사슴의 얼굴의 형태를 그리고 평행이동시켰으며 중점 회전시킨 <그림 20>과는 달리 <그림 21>의 경우는 미끄럼 반사를 통해 포개진 다리의 형태를 표현했다. 예서의 작품에서와 같이 두 다리를 포개고 있는 형태로 표현하는 것이 테셀레이션 형태로 만들기 쉽다는 것을 확인할 수 있었기 때문이다. <그림 21>의 ③과 같이 TESS 프로그램으로 형태를 그려주었는데, 이 때에는 육각형의 기본 타일을 그대로 두는 것이 아니라 <그림 21>의 ④와 같이 타일 자체의 형태를 변형시킨 다음에 작업하는 것이 좋다. ⑤에서와 같이 EPS로 [내보내기]한 다음, 모티프를

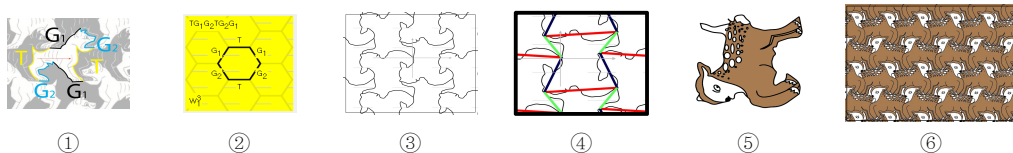
하나만 남긴 상태에서 세부 형태와 컬러를 결정했으며, 최종적으로는 <그림 21>의 ⑥와 같이 완성시켰다.

(3) 디자인 확장

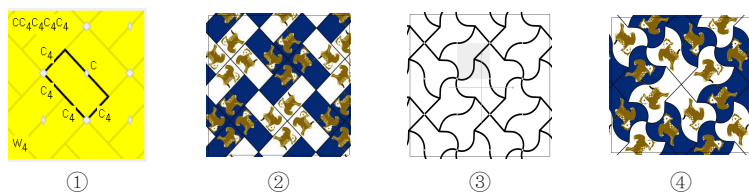
<그림 16>과 <그림 19>와 같이 자유변형이나 기존의 테셀레이션을 활용해서 개발한 패턴을 헤슈타일링에 재배치시켜서 디자인을 확장하는 방법이다. 사슴의 경우는 <그림 22>의 ①과 같이  $CC_4C_4C_4C_4$ 의 헤슈타일링을 변형하여 컬러링한 다음 ②와 같이 사슴 패턴을 위에 배치시켰다. ③은 ①의 타일링을 자유변형시켰으며 그 위에 사슴을 배치시켜 새로운 패턴을 만든 결과이다. 이와 같이 디자인 확장은 기존의 연구의 성과에서도 많이 살펴볼 수 있었던 타일링 위에 하나의 패턴을 배치시키는 방법이다. 이와 같은 방법은 (1)과 (2)의 방법과는 달리 무궁무진하게 다양한 패턴을 쉽게 만들 수 있는 방법으로 활용 가능성이 높다고 하겠다.

IV. 결론

본 연구에서는 헤슈타일링이 무엇인지와 헤슈타일링을 실습해 볼 수 있는 TESS 프로그램을 소개하고, 자유변형, 기존의 테셀레이션 활용, 디자인 확장이라는 3가지 방법으로 패턴을 개발하는 방법을 고찰하고 특징을 분석함으로



<그림 21> 기존 테셀레이션의 원리를 이용해 헤슈타일링 사슴 패턴 개발



<그림 22> 테셀레이션 배치와 변형을 통한 학 패턴의 디자인 확장



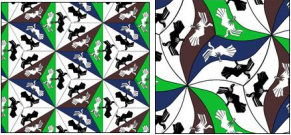
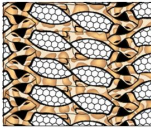

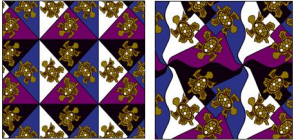


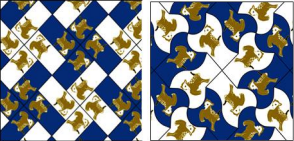
서 새로운 조형형태의 패턴 개발 방법을 제시했다. 지금까지의 배치법을 이용한 테셀레이션 패턴은 주로 반복적으로 형성되는 기하학적인 조형이 특징적이었다면 본 연구에서 개발한 헤슈타일링 테셀레이션은 화가 M. C. 에서의 작품과 같은 초현실주의적 속성이나 네오팝 형태와 같은 요소를 표현할 수 있기 때문에 새로운 감각을 가미한 현대적인 문양을 표현하는데 유용할 것이다.

헤슈타일링 패턴을 개발하는데 있어서 자유변형 방법을 이용할 경우는 자유로운 변형으로 새로운 형태의 헤슈타일링 패턴을 완성시킬 수 있었던 반면, 작업 시간이 오래 걸리는 단점이 있었다. 기존의 테셀레이션을 활용하는 경우는 패턴을 만드는 작업이 쉬웠던 반면, 기존의 형태와 유사한 결과물이 생성될 우려가 있었다. 마지막으로 헤슈타일링을 컬러링과 형태를 변형한 후에 패턴을 배치하는 디자인 확장 방법은 헤슈타일링 패턴이 한가지로 반복되기 때문에 디자인이

단조로울 수 있지만 작업 시간이 짧고, 컬러 배색이나 헤슈타일링 변형으로 무궁무진한 디자인 전개가 가능하기 때문에 패턴 제작에서 활용도가 높은 방법이라고 볼 수 있다.

본 연구는 텍스타일 디자인을 교육하는 본 연구자가 수업 시에 느끼던 부족한 점, 예를 들면 문양을 수집하고 특성을 분석하는 법, 그리고 텍스타일 패턴의 개발 방법과 배치 방법 등에 관해 부족했던 부분을 보충할 수 있어서 학생들을 교육하는데 있어 주요한 학습자료로 활용될 것이다. 헤슈타일링 테셀레이션을 시뮬레이션할 수 있는 TESS 프로그램 사용 방법을 교육하고 텍스타일 디자인에 많이 활용하고 있는 포토샵과 일러스트레이터와 같은 프로그램과 연계해 패턴을 만드는 방법을 제시한 본 연구는 텍스타일 디자인 수업의 교육 콘텐츠로 활용될 수 있을 것이다.

〈표 4〉 헤슈타일링 패턴 개발 결과

	자유변형	기존의 테셀레이션 활용	디자인 확장
방법	TESS 소프트웨어를 이용해 자유롭게 변형하면서 작업	기존의 테셀레이션의 원리를 파악한 다음, TESS의 헤슈타일링에 적용하여 작업	헤슈타일링 배치 or 헤슈타일링 변형 + 헤슈타일링 패턴 배치
학			
거북			
사슴			
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자유로운 변형으로 새로운 형태의 헤슈타일링 패턴 완성</li> <li>- 작업 시간이 오래 걸림</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 테셀레이션 작업이 용이</li> <li>- 기존의 형태와 유사한 결과물 생성 가능성이 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 컬러 배색이나 헤슈타일링 변형으로 무궁무진한 디자인 전개가 가능</li> <li>- 작업 시간이 짧음</li> <li>- 하나의 학, 거북, 사슴을 이용할 경우 단조로운 디자인 전개 가능성 높음</li> </ul>

## References

- 권지희. (2004). 조선후기 십장생도의 상징성과 조형성에 관한 연구. 홍익대학교 대학원 석사학위논문.
- 김민경, 박순천. (2012). 십장생도를 응용한 텍스타일 디자인 개발 연구. *조형미술 논문집*, 12(2), 1-13.
- 김정은. (2015). 십장생도의 상징과 생명사상. *한국민화*, 6, 6-40.
- 박정민. (2014). 십장생도를 활용한 패션소품디자인. 성균관대학 대학원 석사학위 논문.
- 백선수. (2008). 테셀레이션 원리 지도를 위한 프로그램 개발 및 적용 사례. *학습자중심교과교육연구*, 8(2), 203-229.
- 손아란. (2005). 테셀레이션을 적용한 십장생 패턴 디자인 연구. 동아대학교 대학원 석사학위논문.
- 신현용, 유익승, 문태선, 신기철, 신실라. (2015). 수학 in 디자인. 서울:교우사.
- 이은숙. (2015). 십장생 소재를 이용한 디자인 표현 지도 방안. *서울교육대학 대학원 석사학위논문*.
- 이하정, 이상은. (2010). 조선후기 유물에 나타난 십장생문의 조형성 분석 : 자수품을 중심으로. *한국의상디자인학회지*, 12(1), 131-139.
- 임병숙, 조진숙. (2013). 전통 박쥐문양을 활용한 남성 패션상품 디자인 개발 -테셀레이션 배치법 및 클립트 작품의 색채 활용을 중심으로. *패션 비즈니스*, 17(2), 95-116.
- 임현숙. (1999). 테셀레이션(tessellation)을 응용한 패턴 디자인 연구: 에셔(M.C. Escher)의 작품을 중심으로. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 장애란, 현명관. (2016). 제주도 효제문자도 도상을 활용한 테셀레이션 기법의 텍스타일 패턴 디자인 개발. *복식*, 66(8), 78-97.
- 차임선, 원윤경. (2015). 테셀레이션에 의한 한국 전통 디자인 '금문(錦紋)'의 변용 연구. *브랜드디자인학연구*, 13(3), 273-284.
- 채승진, 전경민. (2011). 기본도형 패턴과 테셀레이션 학습을 통한 어린이들의 인지 능력 향상. *기초조형학연구*, 12(5), 553-566.
- 황현주, 전성수, 김홍숙. (2017). 테셀레이션의 미술교육적 적용 방안 연구. *미술교육논총*, 21(3), 217-246.
- Beyer, J. (1999). *Designing tessellations: the secrets of interlocking patterns*. Illinois: Contemporary Books.
- Grunbaum, B. & Shephard, G. C. (2016). *Tilings and patterns*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Seymour, D. & Briton, J. (1990). *Introduction to tessellation*. Palo Alto: Dale Seymour Publications.