

합동과 대칭의 지도를 위한 융합 프로그램 개발 및 적용¹⁾

이지해²⁾ · 신항균³⁾

본 연구는 합동과 대칭의 지도를 위하여 융합 프로그램을 개발하고, 초등학생에게 적용하여 그 효과를 확인하고자 하였다. 수학 영역에서 학생의 선호도가 가장 높은 합동과 대칭을 주제로 선정하고, Drake의 주제중심 통합단원 수업설계 절차를 토대로 프로그램을 개발하였다. 학습자의 학습 유형을 고려하여 다양한 활동이 가능한 미술 교과와 융합하였으며 초등학교 5학년 학생에게 적용 가능한 활동계획안을 개발하였다. 총 12가지 활동계획안을 개발하고 그 중 5가지 활동의 수업안과 학습지를 학생들에게 적용하였다. 연구대상은 서울시 송파구 소재의 초등학교 5학년 1개 반 16명의 단일집단으로 구성하였다. 개발된 융합프로그램은 학생들의 수학적 창의성과 융합인재소양을 신장시키는 데 긍정적인 영향을 미쳤다.

주제어: 합동과 대칭, 융합 프로그램, 수학적 창의성, 융합인재소양

I. 서 론

전 세계적으로 4차 산업혁명이 대두하면서 수많은 지식과 정보가 폭발적으로 쏟아져 나오고 있다. 현대 사회에서 발생하는 문제들은 보다 복잡적이고 복잡해졌다. 이를 해결하기 위해서 한 가지 정보를 습득하고 암기하는 능력보다 다양한 정보와 기술을 융합하여 사고하는 능력이 필요하다.

이러한 사회적 변화가 학교 교육에도 영향을 끼쳤다. 융합인재교육의 강조 측면에서 2015 개정 교육과정에서는 간학문적 핵심역량을 강조하고 있다. 학교교육 전 과정에서 학생들에게 중점적으로 길러주고자 하는 핵심역량을 설정하고, 창의융합형 인재상을 제시하였다(교육부, 2015a).

융합 프로그램 개발에 가장 적합한 주제를 선정하기 위해 수학 교과에서 다루는 다섯 가지 영역의 학생 선호도를 분석하였다. ‘수와 연산’, ‘도형’, ‘측정’, ‘규칙성’, ‘자료와 가능성’의 영역별 학생들의 선호도를 분석한 결과 ‘도형’ 영역이 가장 높은 것으로 나타났다(박은희, 2017). 2015 개정 수학과 교육과정의 교수·학습 방법 및 유의사항에서 합동과 대칭을 지도할 때, 실생활에서 도장 찍기, 데칼코마니, 같은 무늬 찾기, 종이 겹쳐 오리기 등 도형의 합동의 의미를 알게 하기 위하여 구체적인 조작 활동을 할 것

1) 본 논문은 제1저자의 2018년 석사학위 논문을 수정 보완한 것임.

2) [제1저자] 서울거여초등학교, 교사

3) [교신저자] 서울교육대학교, 교수

을 권장하고 있다.

따라서 본 연구는 학생의 선호도가 높고, 실생활 소재와 융합이 용이한 ‘합동과 대칭’을 주제로 융합 프로그램을 개발하고 그 효과를 확인하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 융합인재교육(STEAM)

가. 수학교과 중심의 융합인재교육

수학교과에서 융합인재교육이라는 용어는 박형주(2012)가 처음 사용하였고, 교과서 분석 연구를 실시하였다. 이후 이루어진 수학교과 중심의 융합인재교육은 크게 네 가지로 구분된다. 첫째, 수학교과에 융합인재교육을 도입할 수 있을지에 대한 가능성 탐색연구이다. 둘째, 융합인재교육을 수학교과에 도입하기 위한 수업 모형과 절차에 대한 연구이다. 셋째, 융합인재교육과 관련하여 교수학습 자료를 다양하게 개발하는 연구이다. 넷째, 수학기반의 융합인재교육이 학생들에게 미치는 효과를 검증하는 연구이다(최은선, 2016).

그러나 융합인재교육을 위한 연구 전반에서 수학교과 중심의 프로그램과 일반적인 융합 프로그램의 차이점이 명확하지 않았으며, 수학교과 중심의 수업 방법이나 모형과 관련한 연구가 아직 부족한 실정이다. 수학교육에서 융합인재교육의 연구 동향을 분석한 홍유경(2016)의 연구에 따르면 수학교육에서 융합 프로그램은 대부분 중·고등학생을 대상으로 하고 있다. 그러나 한 교사가 거의 모든 과목을 지도하는 초등학교에서 여러 교과 간의 연계가 중·고등학교에 비해 보다 의미 있고 적용 가능할 것이다. 따라서 초등학생을 대상으로 한 수학교육 관련 융합 프로그램 연구가 이루어져야 할 필요성이 있다.

2. Dienes의 수학학습이론

Dienes는 6단계로 수학학습이론을 정리하였는데, 그 본질은 수학적 추상화를 위한 과정이라고 보았다. Dienes는 ‘Some thoughts on the Dynamics of Learning Mathematics’에서 추상화 과정의 보기로 수 개념을 제시하였고, 아동이 가지고 있는 초보적인 수 개념과 수학자들이 가지고 있는 논리·철학적 구성물을 구분하였다. 이를 통해 아동의 수 개념과 수학자의 수 개념 사이에는 차이가 존재한다는 것을 밝혔고, 양 측의 수학적 이해 사이에 존재하는 층을 6단계로 구분하였다. 이 6단계에서 이전 단계를 바탕으로 다음 단계의 추상화 과정이 진행된다고 보았다. 본 연구에서는 각 단계에 따라 학습자와 교사의 역할을 구분하여 정지현(2015)이 재구성한 5단계 이론을 따라 수업안을 개발하였다.

본 연구에서는 Dienes가 최근 연구물에서 제시한 명칭을 정리하여 김수미(2008)가 사용한 명칭인 ‘자유놀이’, ‘규칙놀이’, ‘비교’, ‘표현’, ‘기호화’, ‘형식화’를 사용하고자 한다.

3. 선행 연구

가. 수학과 미술의 연관성

수학과 미술 사이의 관련성은 선행 연구자들에 의해 제시되었다. Bickley-Green(1995)은

수학과 미술이 동일한 개념을 서로 다른 언어로 표현한다고 했다. 표현 방법만 다를 뿐 기본적인 개념을 바꾸지 않고, 수학은 상징적인 언어로 표현하고, 미술은 조형적인 언어로 표현한다는 것이다. 즉, 존재하고 있는 것을 표상하는 방법에만 차이가 있는 것이다. 수학의 도형 영역은 일상생활에서 흔히 찾을 수 있는 주제이며 예술적 조형미와도 관련이 깊다. 도형 영역은 미술의 디자인 영역과 관련이 깊으며, 주변 환경과 예술 작품에 대한 소양을 기를 수 있다(교육부, 2015b). 두 교과와의 연계성을 통하여 학생들은 수학의 추상적인 개념을 미술적인 감각을 활용하여 창의적으로 표현하고 이해할 수 있을 것이며, 미술 활동 속에서 수학적 개념을 실제로 활용하는 기회를 만들 수 있을 것이다(류영숙, 2005).

나. 수학과 미술 융합 프로그램 관련 선행 연구

수학과 미술을 융합한 프로그램은 여러 가지 형태로 이루어져 왔는데, 테셀레이션과 같은 하나의 미술 활동을 수학 교육에 접목시키는 경우가 있고, 다양한 미술 활동을 통해 수학적 원리를 학습하는 사례도 있다. 우리나라의 경우 수학과 미술 융합 프로그램이 꾸준히 개발되었으나, 유아나 초등학교 저학년을 대상으로 한 경우가 많았다.

채희진(1998)은 한국 중학교 교육과정에 적합한 수학적 연결성에 대한 내용이 부족하다고 보고, 수학의 외적 연결성을 지도할 수 있는 미술 중심의 여러 주제를 중학교 교육과정과 접목하였다. 이를 통해 미술을 중심으로 한 수학의 외적 연결성에 대한 다양한 자료와 아이디어를 교사들에게 제시하고자 하였다.

윤주희(2016)는 고등학교 학생을 대상으로 수학과 미술 통합교육 프로그램을 개발하였는데 귀납적 사고법과 창의적 문제 해결법의 교수학습 모형을 적용하여 개발했다. 총 144명을 대상으로 프로그램을 적용한 결과 융합적 사고력과 창의성 향상 등 긍정적인 교육적 효과를 얻었다. 그러나 분과적 성격이 강한 고등학교 교육과정의 성격상 통합 프로그램을 적용하는데 많은 어려움이 있었으므로 이러한 프로그램을 교육 현장에서 활성화하기 위해서는 프로그램에 대한 신뢰도가 확보되어야 하고, 교사들의 적극적인 태도와 이해가 필요하다는 결론을 얻었다.

이와 같이 선행 연구를 분석해보면 수학과 미술의 융합 프로그램은 교육적인 가치가 있으며, 수학적 능력과 학업성취도 뿐만 아니라 수학적 창의력과 태도와 같은 정의적인 영역에도 긍정적인 효과를 미치는 것으로 드러났다. 그러나 이전의 연구는 연구 대상이 유아에 국한되어 있는 경우가 많아 초등학교 고학년을 대상으로 하는 연구가 더 필요하다. 또, 학생의 흥미도가 가장 높은 단원이 합동과 대칭 단원임에도 합동과 대칭을 집중적으로 미술과 연계한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 초등학교 5학년을 대상으로 합동과 대칭의 효과적인 지도를 위한 미술과 융합 프로그램 개발은 의미 있는 연구가 될 것이다.

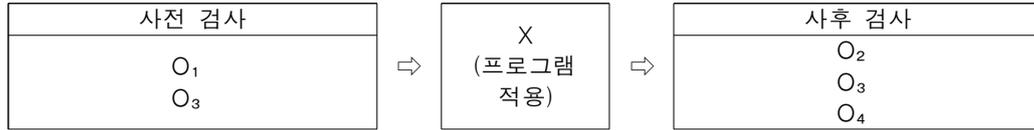
III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 연구자가 근무하는 서울시 송파구에 위치한 G 초등학교 5학년 1개 학급을 대상으로 하였다. 이 학급은 남 9명, 여 7명으로 총 16명이다. 이 학급의 학업 성취도는 낮은 편이며, 소수의 부진아 학생(1명)과 영재 학생(1명)이 포함되어 있다.

2. 연구 설계

본 연구는 합동과 대칭 단위 지도에 있어서 융합 프로그램을 개발하고 효과를 확인하기 위한 것으로 단일집단 사전·사후 설계를 적용하였으며, 구체적인 모형은 [그림 1]과 같다.



O₁ : 사전 수학적 창의성 검사

O₂ : 사후 수학적 창의성 검사

O₃ : 융합인재소양검사

O₄ : 융합 프로그램 만족도 조사 설문지

[그림 1] 연구 설계

3. 검사 도구 및 자료 분석

가. 수학적 창의성 검사

수학적 창의성 검사 문항은 한국교육개발원에서 개발한 수학 창의적 문제해결력 검사지와 손은영(2001), 변은진(2001), 김정은(2010)의 수학적 창의력 검사 문항 중 적합한 검사 문항을 선정하여 초등학교 5학년 학생의 수준에 맞게 재구성한 것을 이용하였다(최지민, 2017에서 재인용). 검사도구의 신뢰도(Cronbach α 계수)는 0.728이다. 창의성 검사의 채점은 유창성, 융통성, 독창성의 구성요소에 대해 각 문항별, 요소별로 채점을 하였다. 각 문항에서의 요소별 점수를 합산하여 사전·사후 검사에 따른 분석을 실시하였다.

<표 1> 사전검사 내용 및 평가 요소

문항	내용 영역	검사내용	평가요소
1	도형, 측정	넓이가 같게 정사각형 나누기	유창성, 융통성, 독창성
2	수와 연산	주어진 수를 활용하여 다양한 식 만들기	
3	수와 연산	주어진 수와 연산자를 활용하여 다양한 식 만들기	
4	규칙성과 문제해결	바둑돌의 개수를 구하는 규칙 찾기	유창성
5	확률, 규칙성과 문제해결	자동차에 불이 켜지는 경우의 수 구하기	

<표 2> 사후검사 내용 및 평가 요소

문항	내용 영역	검사내용	평가요소
1	수와 연산	주어진 수를 활용하여 다양한 식 만들기	유창성, 융통성, 독창성
2	도형, 측정	같은 넓이가 되도록 도형 나누기	
3	수와 연산	주어진 수와 연산자를 활용하여 다양한 식 만들기	유창성
4	규칙성과 문제해결	바둑돌의 개수를 세기 위한 규칙 찾기	
5	도형, 측정	단위 도형을 활용하여 다양한 모양 만들기	유창성

<표 3> 평가 요소별 점수 부과 방법

구성요인		내용	점수
수학적 창의성	유창성	수학적으로 올바른 아이디어로 구성된 답안의 수	정답 1개당 1점
	융통성	답안을 범주화 하였을 때 그 범주의 수	범주 1개당 1점
	독창성	다른 학생과 다른 독창적인 답안 전체 답안을 유사한 것끼리 분류하여 분류된 아이디어가 차지하는 비율에 따라 점수 부여	20%이상 : 0점 10%이상 20%미만 : 1점 5%이상 10%미만 : 2점 5%미만 : 3점

나. 융합인재소양 검사

융합인재소양 검사지는 이동원 외(2013)에서 적용한 검사 도구를 활용하였다. 이 검사는 4개 영역으로 구성되어 있다. 융합성(Convergence), 창의성(Creativity), 배려심(Caring), 소통성(Communication)의 4개 영역(4C)에 총 20문항으로 각 영역별 5문항으로 구성된다. 검사도구의 신뢰도는 $\alpha=0.874$ 이다. 이 때, 측정하는 창의성은 일반 창의성으로 앞서 제시한 수학적 창의성 문항과는 다르다. 검사지 문항은 <표 4>에 제시한 바와 같다.

융합인재소양의 하위 영역에 대한 학생들의 응답을 알아보기 위하여 각 영역별로 해당 되는 문항을 제시하였으며, 응답의 신뢰도를 높이기 위하여 6, 11, 16, 19번 문항은 역코딩 문항으로 제시하였다. 각 문항은 Likert 5점 척도에 의하여 매우 그렇다 5점, 전혀 그렇지 않다 1점으로 통계 분석하였다.

다. 융합 프로그램 만족도 조사 설문지

<표 4> 융합인재소양 검사문항

영역	문항
융합성	1. 나는 문제를 해결하는데 많은 지식이 필요하다고 생각한다.
	2. 나는 문제를 해결할 때 다양한 지식을 같이 활용한다.
	3. 나는 나의 진로와 관련하여 많은 관련 지식을 가지고 있다.
	4. 오늘날 대부분의 제품은 다양한 기술과 관련되어 있다고 생각한다.
	5. 문제해결 시 내가 가진 지식을 융합하여 해결할 때 효과적이다.
창의성	6*. 나는 눈으로 직접 보지 못한 것을 상상할 수 없다.
	7. 나는 다른 사람들이 생각하지 못하는 아이디어를 산출해 낸다.
	8. 나는 어떤 문제를 해결할 때 다양한 분야의 지식을 활용하여 새로운 해결책을 제시한다.
	9. 나는 어떤 문제가 주어졌을 때 친구들보다 많은 해결책을 제시한다.
배려심	10. 나는 내가 세운 해결책을 계획에 맞춰 구체적으로 실천한다.
	11*. 나는 나 자신이 소중하지 않다고 생각한다.
	12. 다른 사람이 해낸 일은 나도 할 수 있다고 생각한다.
	13. 나는 어려운 문제를 해결하였을 때 뿌듯함을 느낀다.
	14. 나는 모둠 문제를 해결할 때 다른 친구들과 함께 문제를 해결하려고 노력한다.
소통성	15. 나는 문제를 해결할 때 자연 환경이나 생명을 소중히 여긴다.
	16*. 나는 문제해결에 필요한 정보를 잘 찾지 못한다.
	17. 나는 나의 의견을 남에게 충분히 전달한다.
	18. 나는 친구들과 토론을 통해 합리적으로 의사소통을 할 수 있다.
	19*. 나는 세계의 각 나라가 서로 영향을 준다고 생각하지 않는다.
	20. 나는 나의 의견을 조리 있게 표현하여 다른 친구들을 잘 설득하는 편이다.

융합프로그램에 참여한 학생들의 만족도를 알아보기 위하여 김권숙(2012)의 연구에서 개발한 ‘융합 프로그램에 대한 만족도 조사지’를 활용하였다. 이 설문지는 총 17문항이며 Likert 5점 척도로 답하는 문항이 13문항, 개방형 질문 4문항으로 구성되어 있다. 평가 항목은 프로그램에 대한 흥미, 난이도, 효과, 개선 방향과 관련되어 있다. 학생들이 설문지를 작성한 후 1번부터 13번 문항까지는 Likert 점수의 평균을 내 보았으며 14번부터 17번 문항까지는 응답을 모두 추출하여 유사한 응답끼리 분류하였다.

IV. 합동과 대칭 융합 프로그램 개발

1. 합동과 대칭 융합 프로그램 개발의 방향

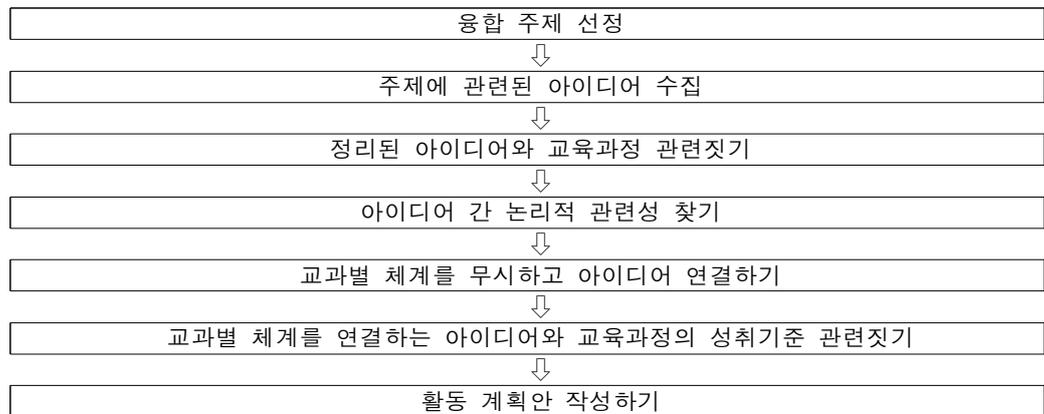
이전의 수학과 미술을 접목하려는 시도는 주제 중심의 융합이라기보다는 통합 교육을 지향하여 미술을 수단으로 이용한 경우가 많았으며, 여러 활동 중에서 시각적인 내용을 활용하는 경우가 대부분이었다. 이러한 점을 감안하여 수학과 미술을 ‘합동과 대칭’이라는 하나의 주제를 중심으로 융합하고, 학습자의 다양한 학습 유형을 모두 충족시킬 수 있도록 시각적, 청각적, 읽기·쓰기, 운동감각적 활동 등 여러 방면으로 프로그램을 개발해야 한다. 따라서 다음과 같은 프로그램 개발 방향을 설정하였다.

첫째, 주제 중심의 융합 프로그램을 개발한다. 주제 중심의 융합 프로그램이란 한 가지 주제를 중심으로 교과와 사회의 요구, 학생의 흥미를 반영하여 다양한 학습 경험들을 선정·조직하고 학생 주도의 활동을 통한 학습을 유도하여 전인적 발달을 도모하는 과정이다(권낙안, 1995; 김선순, 2013에서 재인용). 이 때 주제란 사물을 연결하는 개념인데, 포괄적이며 추상적이고, 일반적이다. 다양한 학습 경험은 교과의 학습 내용, 학생들의 흥미, 사회적 이슈를 바탕으로 선택한다.

둘째, 시각적, 청각적, 읽기·쓰기, 운동감각적 학습 활동을 골고루 개발한다. 민혜숙(2012)은 ‘VARK’ 모형에 따라 학습자의 학습 유형을 Visual(시각적), Aural(청각적), Read, Write(읽기·쓰기), Kinesthetic(운동감각적)으로 나눈다. 이는 학습 접근 방식이 학습자의 감각선호도에 따라 달라지는 것을 의미한다(임수홍, 2014). 따라서 학습자의 학습 유형에 맞는 자료를 이용할 때 학습 효과가 높아진다.

2. 합동과 대칭 융합 프로그램 개발의 절차

본 연구에서는 Drake가 제시한 통합단원 수업설계 절차에 따라서 프로그램을 개발하였다(김대현과 이영만, 1995; 차혜련, 2014에서 재인용). Drake는 절차를 일곱 단계로 제시하였다. 첫 번째로 주제를 선정하고 두 번째로 이에 관련된 아이디어를 수집한다. 세 번째로 정리된 아이디어와 교육과정을 관련시켜 다학문적 접근을 한 후 네 번째 단계에서 아이디어 간 논리적 관련성을 찾는다. 이는 간학문적 접근에 해당한다. 다섯 번째 단계에서 아이디어 간의 교과별 체계를 무시하고 관련지어 탈학문적 접근으로 교과 융합을 하고, 여섯 번째로 교과별 체계를 연결 짓는 아이디어와 교육과정의 행동 수준을 연결한다. 마지막 일곱 번째 단계는 활동 계획안을 작성하는 것이다. 이 때 여섯 번째 단계에서 ‘행동 수준’은 각 단원의 성취기준으로 보고 생략하였다. 세부적인 수업설계 절차는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 수업설계 세부 절차

가. 융합 주제 선정

이 연구에서는 주제 중심 교육과정의 주제 유형 중 ‘핵심적 개념과 원리 중심의 주제 유형’을 선택하였다. 이 주제 유형은 교과 간 내용을 포괄할 수 있어 융합 교육 프로그램 개발에 적합한 유형이다. 따라서 수학과 미술의 융합으로 두 교과의 핵심 개념을 모두 다룰 수 있는 ‘합동과 대칭’을 주제로 선정하였다.

나. 주제에 관련된 아이디어 수집

이 단계에서는 ‘합동과 대칭’이라는 주제를 소개하기에 적합한 학습 활동 유형을 선정하고, 내용과 연관된 아이디어를 수집하였다. 학습자의 학습 유형을 고려하여 시각적, 청각적, 읽기·쓰기, 운동감각적 학습 활동에 활용할 아이디어를 골고루 수집하였다.

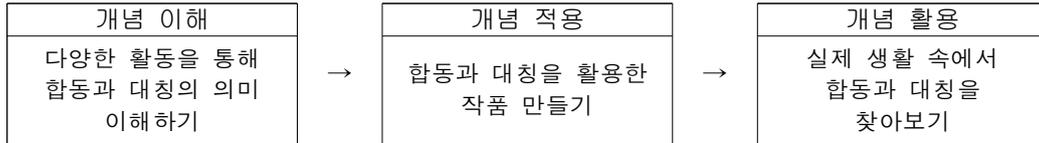
다. 정리된 아이디어와 교육과정 관련짓기

2015 개정 교육과정이 나왔지만, 합동과 대칭 단원의 성취기준은 변화가 없었고, 현재 5~6학년군 교과서가 나오지 않았기 때문에 본 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 교과서를 분석하여 사용하였다. 미술 교과서 단원을 분석한 결과, 합동과 대칭 단원과 통합할 수 있는 분야는 회화, 판화, 디자인 영역 등이 있었다. 합동과 대칭 단원에서 다루어지는 점, 선, 면, 평면도형을 그릴 때 필요한 작도능력과 도형의 형태를 구분하고 특징을 파악하는 부분을 미술의 조형요소와 원리를 다루는 단원과 융합할 수 있다고 보았다(김경희, 2013). 또, 판화영역은 한 면의 그림을 다른 면의 종이에 찍어낸다는 관점에서 대칭의 개념에 부합하며 선대칭 도형과 점대칭 도형을 다루기에 적합한 소재이다.

라. 아이디어 간 논리적 관련성 찾기

앞서 정한 VARK의 모형에 따른 학습자의 4가지의 학습 유형을 Dienes의 수학 학습 이론에 따라 배열하여 아이디어 간 논리적 관련성을 두고자 한다. Dienes(1971)는 수학적 개념을 가르치기 위한 원리를 4가지로 이야기 하였다. 활동의 원리(Dynamic Principle)란 수학적 개념을 학생이 구성할 수 있도록 종이 접기, 게임 등 다양한 경험을 하도록 해야 한다는 것이다(이지현, 2017에서 재인용). 구성의 원리(Constructive Principle)란 물체를 만들

거나 전체를 파악하는 구성이 작은 부분을 분해하거나 검토하는 분석에 선행되어야 한다는 것이다. 수학적 다양성의 원리(Mathematical Variability Principle)란 수학적 개념이 변수와 관련이 있을 경우에 변수를 가능한 한 다양하게 제시하여야 한다는 것이다. 마지막으로 지각적 다양성의 원리(Perceptual Variability Principle)는 수학적 개념을 다양한 구체물을 통하여 제시해야 한다는 것이다. 각 단계의 원리를 바탕으로 ‘합동과 대칭’의 세부 활동 주제를 ‘개념 이해’, ‘개념 적용’, ‘개념 활용’으로 분류하였다.



[그림 3] 아이디어 간 논리적 연관성 도식

마. 아이디어 간 교과별 체계를 무시하고 관련짓기

탈학문적 통합은 두 개 이상의 학문들 사이의 연결을 중심으로 통합을 시도하는 것이 아니라, 학습자 중심적 입장에서 자유로운 표현활동이나 문제해결의 과정을 통해서 이루어지는 통합방법이다(이영만, 홍영기, 2006). 따라서 ‘합동과 대칭’이라는 용어가 한 교과의 특수성을 띄는 것이 아니라 주제를 나타내도록 한다. 학습자가 ‘합동’과 ‘대칭’을 직접 만들어보는 활동을 통해서 자유롭게 표현하고 문제를 해결하도록 내용을 구성한다.

바. 교수·학습 프로그램 목록 - 활동 계획안 작성하기

선행작업을 통해 선정한 주제와 활동을 바탕으로, 세부 활동 주제를 정하고 활동 계획안을 작성하였다. 총 12가지의 활동을 개발하여 계획안을 작성하였고, 프로그램의 주제와 준비물, 적용 시 유의사항을 기재하였다. 12가지의 활동 중 분류별로 1~2개의 활동을 선정하였다. 활동을 선택할 때에는 선행연구를 바탕으로 학습자의 4가지 유형에 맞게 시각적, 청각적, 읽기·쓰기, 운동감각적 학습 활동을 골고루 포함하였다. 합동과 대칭이라는 주제 중심 융합 프로그램의 특성상 활동을 통해 학생들이 ‘합동’과 ‘대칭’이라는 개념을 자연스럽게 학습할 수 있도록 하기 위하여 ‘개념 이해’에 해당하는 2차시 수업과 ‘개념 적용’에 해당하는 2차시 수업, ‘개념 활용’에 해당하는 1차시 수업을 적용하였다. 수업에 적용하기 위하여 5가지 활동계획안에 대하여 수업 지도안과 학생용 학습지도 함께 개발하였다.

<표 5> 활동 계획안별 주제 목록

순	분류	학습 유형	미술 활동	세부 활동 주제
1	개 념 이 해	시각	판화	공판화로 ‘합동’ 작품 만들기
2		운동 감각	사진	친구 동작 따라하기를 통해 ‘합동’ 혹은 ‘대칭’ 사진 찍기
3		시각	디자인	대칭으로 이루어진 글자 찾기
4		읽기 쓰기	회화	주어진 조건에 따라 절반 그림 완성하여 대칭 만들기

5	개 념 적 용	운동 감각	디자인	테셀레이션으로 '합동과 대칭'을 이용한 무늬 만들기
6		시각	디자인	합동과 대칭의 원리가 드러나게 나만의 포장지 디자인하기
7		시각	판화	블록판화로 '대칭' 작품 만들기
8		시각, 청각	디자인	점대칭도형이 되도록 그림(픽토그램, 전통문양 등) 변형하기
9	개 념 활 용	운동 감각	건축	이쑤시개를 이용하여 대칭인 구조물 만들기
10		시각, 청각	회화	우리 교실에서 합동과 대칭인 물건 찾아보기
11		시각, 청각	디자인	세계 여러 나라의 전통 의상에서 합동과 대칭 찾아보기
12		운동 감각	사진	여러 가지 시각 문화에서 합동과 대칭 찾아보기

3. 합동과 대칭 융합 프로그램 개발의 실제

가. 활동 계획안 예시

이 프로그램은 교사가 교실 수업에서 학생들에게 적용할 수 있는 활동들을 소개하고 교사가 교수·학습 자료를 수업에 어떻게 활용해야 하는지 학생의 학습을 어떻게 지원해야 하는지 밝히고 있다.

프로그램은 총 12가지 활동으로 구성하였다. 실제 학생들에게는 5차시 수업을 적용하였으며 수학 3시간, 미술 2시간을 활용하여 운영하였다.

자료 번호	I-1	활동 분류	개념 이해	학습 유형	시각	미술 활동 유형	판화
학습 목표	공판화로 모양과 크기가 같은 도형을 만들고, 합동인 도형을 찾아봅시다.						
융합 교과	교과	단원		융합요소			
	수학	2. 합동과 대칭		합동의 의미 알기, 합동인 도형 찾기			
	미술	7. 경험의 세계		공판화로 작품 찍기			
교수· 학습 자료	교사용	PPT, 실물화상기					
	학생용	학습지, OHP필름, 가위, 칼, 스펀지, 물감					

● 활동 개요

OHP필름을 이용하여 모양과 크기가 같은 도형을 여러 개 찍고, 합동의 개념 알기

● 활동 방법

1. OHP 필름을 학생 수만큼 준비한다.
2. OHP 필름에 구멍이 생기도록 가운데 부분에 학생이 원하는 그림을 그려 잘라낸다.
3. 잘라낸 모양이 드러나도록 스펀지에 물감을 묻혀 찍어낸다.
4. 같은 모양을 여러 개 찍어내고, 찍은 모양의 특징을 비교한다.

V. 합동과 대칭 융합 프로그램의 적용 및 분석

본 연구에서 설정한 목표를 달성하고자 합동과 대칭 융합 프로그램을 개발하였고, 5학년 학생 16명에게 5차시 수업 분량을 적용 후 사전·사후 수학적 창의성 검사와 융합인재 소양검사를 통해 그 결과를 비교하였다. 자료 처리는 SPSS 25.0 for Windows 통계 프로그램을 활용하였다.

1. 수학적 창의성 검사 결과

개발한 융합 프로그램이 학생들의 수학적 창의성에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 단일집단 사전·사후 동형검사를 실시하였다. 유창성, 융통성, 독창성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 영역별 독립표본 t-검정을 실시하였고, 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 수학적 창의성 검사에 대한 사전·사후 영역별 t-검정

하위영역	실험	N	M	SD	t	p
유창성	사전	16	8.81	2.53	-2.22*	0.024
	사후	16	11.94	2.61		
융통성	사전	16	5.56	5.15	-2.14*	0.021
	사후	16	6.5	7.83		
독창성	사전	16	2.375	2.28	-3.01**	0.004
	사후	16	4.125	3.98		

**p < 0.01 *p < 0.05

유창성, 융통성, 독창성 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 그 중에서도 독창성이 가장 변화의 정도가 커서 p < 0.01 수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였고, 유창성과 융통성은 p < 0.05 수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 합동과 대칭의 효과적인 지도를 위한 융합 프로그램이 5학년 학생의 수학적 창의성을 향상시키는 데 유의한 효과가 있었음을 의미한다.

2. 융합인재소양 검사 결과

융합인재소양의 평균 점수가 사전 검사 때에는 3.7이었던 반면, 사후 검사 때에는 3.87로 0.17 증가했고 이는 p < 0.05 수준에서 통계적으로 유의미한 차이였다. 융합인재소양의 하위 영역별 분석 결과를 살펴보면 융합성, 창의성, 배려심, 소통성 모두 p < 0.05 수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 합동과 대칭의 효과적인 지도를 위한 융합 프로그램을 통해 학생들의 융합성, 창의성, 배려심, 소통성이 종합적으로 향상되었으며, 이 프로그램이 학생들의 융합인재소양을 신장시킨 것으로 해석할 수 있다.

<표 7> 융합인재소양 검사에 대한 사전·사후 t-검정

실험	N	M	SD	t	p
사전	16	3.7	0.51	-1.8*	0.046
사후	16	3.87	0.35		

*p < 0.05

<표 8> 융합인재소양 검사에 대한 사전·사후 영역별 t-검정

하위영역	실험	N	M	SD	t	p
융합성	사전	16	3.68	0.68	-2.06*	0.028
	사후	16	4.08	0.64		
창의성	사전	16	3.3	0.56	-2.25*	0.02
	사후	16	3.53	0.42		
배려심	사전	16	4.15	0.69	-1.98*	0.033
	사후	16	4.31	0.45		
소통성	사전	16	3.54	0.49	-1.89*	0.039
	사후	16	3.8	0.58		

*p < 0.05

3. 융합 프로그램 만족도 조사 설문 결과

개발된 프로그램에 대한 선택형 13문항의 만족도 평균 점수는 4.3으로 높은 편이었다. 학습 내용과 활동에 대해서 긍정적인 응답이 많아 내용이 참신하고 새롭고 흥미롭고 재미있다는 응답과 활동이 다양하였다는 문항에 대한 응답이 4.5로 높은 점수를 보였다. 반면, 8번 문항에 깊이 생각하고 문제를 해결해야 하는 활동이 포함되어 있는가에 대한 응답 평균은 4점으로 가장 낮았는데, 이는 학생들이 학습 내용을 비교적 쉽게 인식하고 직관적으로 해결하였기 때문으로 해석된다. 즉, 학생들은 이 프로그램이 재미있다고 느끼고, 적극적으로 참여하면서도 난이도가 쉽기 때문에 이러한 방식이 지식이나 문제해결력 향상에는 크게 도움이 되지 않을 거라는 고정관념을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다.

개방형 문항에 14번에서 학생들은 다른 학급 친구에게 이 프로그램을 추천하고 싶어 하였는데 그 이유는 창의성을 길러주는 수업이기 때문이라고 하였다. 또, 가장 흥미로웠던 활동은 이쑤시개 건축물 만들기(62.5%), 어려웠던 활동으로는 점대칭도형이 되도록 그림 변형하기(31.2%)를 꼽았다. 수정하거나 추가했으면 하는 내용에는 미술을 통한 수학 수업을 더 많이 했으면 좋겠다는 의견이 18%, 동영상 활용에 대한 의견이 12.5% 있었다.

<표 9> 프로그램에 대한 만족도 조사 설문 결과

(N=16)

번호	평가 관점	평균
1	학습 내용이 참신하고 새롭다	4.5
2	학습 내용이 흥미롭고 재미있다	4.5
3	프로그램에 관련된 활동들을 위해 주어진 자료가 충분했다	4.4
4	나는 이 프로그램에 적극적으로 참여했다	4.5
5	각 시기별로 학습내용이 서로 연관되어 있었다	4.4
6	학습 내용이 너무 쉽거나 어렵지 않고 수준이 적당하다	4.3
7	이 프로그램은 실생활에 적용할 수 있는 내용이 많다	4.3
8	문제를 깊이 생각해야 하는 활동이 포함되어 있다	4.0
9	다양한 활동을 수행할 수 있도록 수업이 진행되었다	4.5
10	나는 이번에 활동한 융합프로그램 수업에 만족한다	4.6
11	프로그램 실시 후 수학에 관한 지식이 증가되었다	4.1
12	합동과 대칭 심화 주제에 관해 연구할 수 있는 기회가 생긴다면 계속 참여하고 싶다	4.2
13	프로그램 후 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력이 향상되었다고 생각한다.	4.0

14	다른 학급 친구들에게 이 프로그램을 추천하고 싶습니까?	개 방 형
15	공부했던 내용 중 흥미 있었던 것은 어떤 것이었습니까?	
16	공부했던 내용 중 어려웠던 것은 어떤 것이었습니까?	
17	수정하거나 추가했다면 하는 내용 및 더 알고 싶은 내용은 무엇이었습니까?	

VI. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구에서는 합동과 대칭의 지도를 위한 융합 프로그램을 개발하고, 초등학교 5학년 학생들에게 이를 적용하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 융합 프로그램을 개발할 때에는 어느 한 과목의 학문적인 내용에 치우치지 않도록 주제중심 통합 단위 수업 설계 절차를 따르고, 학생들이 선호하는 다양한 매체를 활용해야 한다. 선행 연구를 분석했을 때 주제를 중심으로 융합 하지 않은 경우에 한 과목이 다른 과목을 가르치기 위한 수단이 되는 경우가 있었다. 따라서 융합을 할 때에는 각 교과 의 핵심역량을 기준으로 주제를 선정하고, 이 주제를 중심으로 간학문적 통합이 이루어지도록 해야 한다. 또, 합동과 대칭 융합 프로그램은 학생들이 선호하는 다양한 매체를 활용 하여 개발하여야 한다. 앞으로의 학생들은 멀티미디어 친화적인 성향이 점차 강해질 것이므로 프로그램을 개발할 때 좀 더 다양한 매체를 활용하는 것이 좋겠다.

둘째, 개발된 융합 프로그램은 학생들의 수학적 창의성과 융합인재소양을 신장시키는데 효과가 있었다. 학생들은 스스로 생각하기에 창의성 신장에 도움이 된다고 느꼈고, 실제로도 수학적 창의성의 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성 신장에 긍정적인 영향을 미쳤다. 특히 독창성 신장에 가장 유의미한 변화가 있었는데, 미리 예시 자료를 보여주지 않고 학생들의 자유로운 표현을 모두 허용한 것이 영향을 미친 것으로 보인다. 학생들은 수학과 미술 교과의 구분 없이 주제에 집중하여 수업에 적극적으로 참여하였고, 이 과정에서 융합인재소양의 융합성, 창의성, 배려심, 소통성 모두 통계적으로 유의미한 변화가 있었다. 이 과정을 통해 수업이 참신하고 흥미롭다고 이야기 하였으며, 다른 반 친구들에게도 이를 추천하고 싶다고 답하였다.

2. 제언

이상의 연구결과를 토대로 이 연구의 교육적 활용과 후속 연구의 방향을 제시하고자 한다.

첫째, 이 프로그램이 STEAM의 모든 영역을 다루고 있지는 않으므로 과학, 기술 등 보다 다양한 영역과 융합하여 추가 프로그램을 개발하는 것이 필요하다.

둘째, 본 연구는 서울시 소재의 특정 초등학교 학생과 반을 대상으로 짧은 기간 동안 적용하였으므로 일반화에는 무리가 있다. 따라서 다양한 집단을 대상으로 장기간 적용하는 후속 연구가 필요하다.

셋째, 프로그램 만족도 설문조사 결과 사진이나 동영상 자료를 활용하는 수업에 대한 요구가 많고 선호도가 높았으므로 미디어를 적극적으로 활용한 융합 프로그램 개발에 대한 후속 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 교육부(2015a). **수학과 교육과정**. 서울: 교육부.
- 교육부(2015b). **초등학교 수학교사용 지도서 5-2**. 서울: 천재교육.
- 권유미, 안병곤(2005). 초등 수학 교과서에 사용되고 있는 수학 용어에 대한 학생들의 이해도 분석 - 도형 영역을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 9(2), 137-159.
- 김경희(2013). **창의지성 발달을 위한 미술과 수학 통합 프로그램 개발 연구 : 초등학교 5-6학년 도형영역을 중심으로**. 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 김권숙(2012). **과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 경인교육대학교 교육대학원.
- 김선순(2013). **가정교과 내 의·식·주생활 영역의 주제중심 통합 교수·학습 과정안 개발 및 적용 : ‘가족의 생활’과 ‘가정생활의 실제’ 단원의 녹색생활 요소를 중심으로**. 석사학위논문, 한국교원대학교 대학원
- 김수미(2008). Zoltan Dienes의 수학학습 6단계 이론의 재음미. **대한수학교육학회지**, 10(3), 339-355.
- 류영숙(2005). **수학과 미술을 연계한 교수-학습 자료 개발 연구 : 초등학교 1·2학년을 중심으로**. 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- 민혜숙(2012). **초등학생의 학습 양식에 따른 영어 교과서 활동 분석**. 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- 박은희(2017). **초등수학영재와 일반학생의 수학 교과 영역별 선호도 비교 연구**. 석사학위
- 박현미, 강신포, 김성준(2007). 테셀레이션(Tessellation)을 활용한 수학학습이 공간감각능력에 미치는 효과 분석. **한국초등수학교육학회지**, 11(2), 117-136.문, 대구교육대학교 교육대학원.
- 박형주(2012). **통합 교육에 근거한 중학교 수학 교과서 분석 : STEAM 교육을 중심으로**. 석사학위논문, 이화여자대학교 교육대학원.
- 윤주희(2016). **생활 속 수학 원리를 적용한 미술과 수학 통합교육 프로그램 개발 연구 : 고등학교를 중심으로**. 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 이동원, 최유현, 박수진, 정정숙(2013). 주제기반 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 융합인재소양에 미치는 효과. **한국실과교육학회지**, 26(1), 199.
- 이영만, 홍영기(2006). **초등통합교육과정**. 서울: 학지사.
- 이지현(2017). **합동과 대칭에 대한 초등교사의 교수학적 내용지식 분석**. 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 임수홍(2014). **학습유형의 효과에 대한 메타분석**. 석사학위논문, 한양대학교 대학원.
- 정지현(2015). **Dienes의 수학학습 6단계 이론을 활용한 교수·학습 방법 연구 : 삼각형의 의심을 중심으로**. 석사학위논문, 숙명여자대학교 대학원.

- 차혜련(2014). **초등학생을 위한 교과융합형 식물수업 프로그램의 개발과 적용**. 석사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 채희진(1998). **기하영역에서의 수학 외적 연결성에 관한 연구**. 석사학위논문, 이화여자대학교 교육대학원.
- 최은선(2016). **수학 기반 융합인재교육(STEAM) 프로그램이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- 최지민(2017). **수학 독서 토론 활동이 초등학생들의 수학적 창의성과 학업성취도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- 홍유경(2016). **수학교육에서 융합인재교육(STEAM) 연구 동향 분석**. 석사학위논문, 신라대학교 교육대학원.
- Bickley-Green, C. A.(1995). Math and art curriculum integration: A post-modern foundation. *Studies in Art Education*. 37(1), 6-18.

<Abstract>

Application and Development of Convergence Program for Congruence and Symmetry Teaching

Lee, Ji Hae⁴⁾; & Sihm. Hang Gyun⁵⁾

The purpose of this study is to develop and apply a Convergence program for teaching of congruence and symmetry and to investigate the effects of the mathematical creativity and convergence talent.

For these purposes, research questions were set up as follows:

1. How is a Convergence program for teaching of congruence and symmetry developed?
2. How does a Convergence program affect the mathematics creativity and convergence talent of fifth grade student in elementary school?

The subjects in this study were 16 students in fifth-grade class in elementary school located in Songpa-gu, Seoul. A Convergence program was developed using the integrated unit design process chose the concept of 'congruence and symmetry' as its topic. The developed program consisted of a total 12 class activities plan, lesson plans for 5 activities. Mathematics creativity test, a test on affective domain related with convergence talent measurement were carried out before and after the application of the developed program so as to analyze the its effects. In addition, students' satisfaction for the developed program was investigated by a questionnaire.

The results of this study were as follows: First, A convergence program should be developed using the integrated unit design process to avoid focusing on the content of any one subject area. The program for teaching of congruence and symmetry should be considered students' learning style and their preferences for media. Second, the convergence program improved the students' mathematical creativity and convergence talent. Among the sub-factors of mathematical creativity, originality was especially improved by this program. Students thought that the program is good for their creativity. Plus, this program use two subject class, Math and Art, so student do not think about one subject but focus on topic 'congruence and symmetry'. It help students to develop their convergence talent.

Key words: Congruence and Symmetry, a Convergence Program, Mathematical creativity, convergence talent

논문접수: 2018. 07. 12

논문심사: 2018. 07. 31

게재확정: 2018. 08. 17

4) leejihae@sen.go.kr

5) hkshin@snue.ac.kr