East Asian Math. J.
Vol. 30 (2014), No. 4, pp. 545-570
http://dx.doi.org/10.7858/eamj.2014.036

우리나라 수학 교수·학습 연구에 적용된 수학교육 이론의 동향

The Trend of Mathematics Education Theories Applied to Mathematics Teaching and Learning Studies in Korea

박 민 경 · 김 영 옥[1]

ABSTRACT. This study was conducted to analyze the education theories applied to teaching-learning from the perspective of mathematical education. To this end, 41 papers regarding mathematical education theories were selected as study subjects from among 1,190 papers published in Korea between 2000 and 2013 in the Journal of the Korean Society of Mathematical Education and the Journal of the Korean Society of Educational Studies in Mathematics, which are journals that specialize in mathematics education. These papers were classified according to mathematical education theory, study method, content field, and study subject to obtain the numbers of papers and percentages by category in order to analyze their contents.

Ⅰ. 서 론

수학교육은 '수학을 교육하는 일'이다. 하지만 이 짧은 정의가 내포하고 있는 의미는 그렇게 단순하지 않다. 왜냐면 이 짧은 정의 안에 '수학이란 무엇인가?', '수학을 가르친다는 것은 무엇인가?'와 같은 매우 근본적인 질문들이 선행되기 때문이다. 수학을 모든 학문의 기초로 보고 수학의 정신도야성 측면을 강조하는 플라톤주의 입장에 서 있는 사람이라면, 수학적 구조의 강조와 형식적 증명 위주로 수학을 가르칠 것

1) 교신저자
2014년 8월 4일 투고, 2014년 8월 26일 심사완료.
2010 Mathematics Subject Classification: 97D40
Keywords : 수학 교수-학습 이론

(pISSN 1226-6973, eISSN 2287-2833)

이다. 반면에 1900년대 초 John Dewey의 실용주의 사상을 이어받아 수학의 형식도야성을 거부한 진보주의 수학교육자 W. Kilpatrick과 같은 수리철학관을 가진 사람이라면, 수학을 가르치는 것이 아니라 아이를 가르치는 것이 수학 수업이며, 따라서 수학내용 중심의 수업설계보다는 학습자의 흥미와 요구 중심의 수업을 설계할 것이다(유윤재, 2010). 이 외에도 수학이란 무엇인가에 대한 질문에 응대하는 다양한 관점에 따라 수학교육이 무엇인가에 대한 정의도 다양해 질 것이다.

하지만 앞에서 언급한 수학교육 정의의 다양성과 민감성에도 불구하고, 최근 수학교육계의 세계적 동향은 Piaget와 Romberg와 같이 수학을 인간에 의한 창조물로 보고 그에 따른 수학교육 연구가 진행되어 왔다. 수학교육에 관한 연구영역들은 수학교육학의 영역과 일치한다고 볼 수 있는데, 보통 수학과 관련된 내용적 이해 영역, 설명적 이해 영역, 교육적 이해 영역으로 구분한다(이돈희, 1994; 유윤재, 2010; 황혜정 외 5인, 2010)의 구분에 따르면, 내용적 이해 영역은 수학이라는 학문 그 자체에 대한 연구이며, 설명적 이해 영역은 수학과 관련된 역사, 인식론, 사회-문화적 발달 배경, 수학적 사고 등을 포함하는 포괄적 내용으로 수학기초론과 수학사가 포함된다. 마지막으로 교육적 이해 영역은 수학을 가르치는 행위에 관련된 영역으로 수학교육과정론, 수학교재론, 수학 교수-학습론, 수학교육평가, 수학문제해결, 수학교육공학 등을 들 수 있다.

이와 같이 다양한 연구 분야에서 효과적인 수학교육을 위한 방법들이 간구되고 있음에도 불구하고, 여전히 학교수학에서는 수학 수업이라는 실질적이고 구체적인 상황을 두고 어떤 내용을 어떻게 가르칠 것인가에 대한 보편적 합의에 도달하지 못하고 있다. 이것은 여러 이유에서 그 원인을 찾아볼 수 있겠으나, 연구자들에 의해 개발된 수학교육 이론들이 이론에만 그치고 실제로 현장에 적용되어 그 이론의 효과를 검증받는 연구가 제대로 병행되지 않고 있는데서 원인을 찾아 볼 수 있다. 따라서 수학교육 이론의 현장 적용사례 연구가 더욱더 활발히 이루어져야 하고, 수행된 현장 적용 연구 결과들이 종합적으로 정리, 분석되는 절차를 거쳐 효과성이 검증된 이론들은 많은 수학교육자들에게 보급되어 교육되어야 할 것이다.

이에 본 연구자는 그동안 우리나라에서 어떤 수학 교수-학습 이론들이 현장에 적용되고 그 효과 검증이 수행되었는지 살펴보기 위해, 국내 주요 수학교육 전문학술지에 게재된 수학 교수-학습 이론 적용 사례 연구 논문들을 수학교육 이론별, 연구방법별, 수학 내용영역별, 연구대상별로 분류하여 그 연구 동향 및 특징을 분석하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

수학 교수-학습 이론은 학생의 학습 과정을 이해하고 그로부터 교수-학습 방법을 제

시하는 것과 관련된 분야로 수학교육 심리학이라고도 한다. 수학교육 심리학은 수학 교수-학습의 인지적 측면에 관련하여 연구하여 수학적 사고의 과정 또는 수학 학습의 과정을 심리학적인 관점에서 규명하려고 한다. 학교수학 교육과정에서 수학 교육을 보다 효과적으로 수행하기 위해서는 학습자에 대해 이해하여 그에 따른 효과적인 학습 방법을 도입하고 이를 교육 현장에 적용함으로써 보다 높은 학업 성취를 기대할 수 있으므로 수학 학습 심리학적 측면의 이론들이 현장에 많이 적용되어 왔다.

19세기 말, 소수의 특권층을 대상으로 형식도야적 측면을 강조하는 고전적 교양교육으로서의 수학교육에서 벗어나 일상의 생활 의무를 위한 일반인을 위한 수학교육이 수행되어야 한다는 수학교육 근대화 운동이 영국의 Perry, 독일의 Kline, 미국의 Moor를 중심으로 활발히 일어났다. 수학교육 근대화 운동은 미국의 진보주의 수학교육 사상으로 이어져 제2차 세계대전(1939-1945)이 일어나기 전까지 미국의 주류 교육사상이 되었다. 특히 20세기 초반 약 30년 동안 미국의 수학교육학에서 주류를 이룬 심리학은 훈련과 연습을 강조하는 행동주의 심리학이었다. 행동주의 심리학은 연결주의, 연합주의, 자극-반응 본드 이론 등 다양한 용어로 불리는 이론으로 그 대표 인물은 Thorndike 였다. 1922년 Thorndike는 조건에 따라 특정한 반응이 특정한 자극에 연결되어 있다고 주장하며 학습의 초기 세 가지 법칙, 즉 연습 또는 반복의 법칙, 효과의 법칙, 준비의 법칙을 주장하였다. 첫 번째 법칙인 연습 또는 반복의 법칙은 자극을 준 횟수가 많을수록, 학습과 같은 반응이 지속되는 시간도 길며 이것은 만들어지는 각 자극-반응 본드가 많은 연습을 필요로 한다는 것을 의미한다. 두 번째 법칙인 효과의 법칙에 따르면, 만족과 관련한 반응은 강해지고 고통과 관련한 반응은 약해진다. 세 번째 준비의 법칙은 학습자가 학습할 준비가 되어 있어야 한다는 것으로 이미 배가 부른 쥐에게 똑같이 먹이를 주더라도 더 이상 움직이려 하지 않는다는 예로 설명할 수 있다.

Thorndike의 이론은 수학을 학습하는데 있어서 어떤 특정한 본드의 형성을 위해 필요한 연습의 양이나, 다른 종류의 본드를 형성하기 위해 내용을 어떻게 조직화하는 것이 최상의 방법인지 직접적으로 알려주지 않았다 (잉글리쉬 & 핼포드, 2003). 그럼에도 불구하고 행동주의 심리학은 수학교육에 큰 영향을 주었고, W. Kilpatrick이 그 당시 Thorndike의 영향을 가장 많이 받은 영향력 있는 진보주의 수학교육 가였다. Kilpatrick의 생각을 지지하는 교육자들은 수학의 형식도야성을 거부하고 수학을 일상생활을 위한 도구로 보았다. 예를 들면 학교수학의 교육과정을 학습 주제 중심으로 설계하는 것이 아니라 학생들의 흥미와 요구를 중심으로 설계하여 모든 학생이 수학을 배울 필요 없이 선택과목 정도로 둘 것을 주장했다(유윤재, 2010). 그러나 Thorndike가 중심이 된 행동주의 심리학은 세부적인 학습 내용을 습득하기 위한 전략적 교수, 학습 방법을 강조하였지만, 그 학습을 수행하는 학습자의 사고와 학습 내용 자체의 성격이나 구조에 대해서는 별로 이야기하지 않았다. 이 문제는 1930년대 진보주의 교육 시기에 발현한 구조주의 사고 학파에 의해서 강조되었다.

1930년대와 1940년대의 미국 진보주의 교육 운동은 생활을 위한 학습을 강조했고, 수학도 예외는 아니었다. 그러나 이 당시 수학교육계는 진보주의 수학교육자의 주장에 대항하기 위해 노력했고, 속도와 정확성이 성취도 기준이 되었던 의미 없는 훈련 방법으로부터 유의미한 방법에서 수학적 개념들을 개발하는 일에 초점을 맞춘 형태주의 심리학이 활발히 연구되기 시작했다. 독일어로 gestalt는 부분을 합한 것과는 다르게 조직된 전

체를 의미한다. 형태심리학자들에 따르면 학습은 관계를 규명하고 통찰력을 발전시키는 과정이다. 어떠한 상황에서 부분의 관계를 전체로서 인식할 때만이 통찰력이 생기고 문제의 해결을 이끌어 낼 수 있다는 것이다. 형태심리학자들의 연구는 어떤 수학교육 이론을 수립하기 위한 목적이 아니라, 그 당시 주류를 이루었던 연합주의자들의 주장이 불충분하다는 것을 보여주기 위한 것이었다. 그럼에도 불구하고 형태심리학자들은 인지, 문제 해결과 사고분야에 중요한 공헌을 했다. 형태주의의 창시자인 Wertheimer는 형태주의 원리를 교육에 적용하고, 생산적 사고(Productive thinking)를 유도하는 학습에 대해 언급하였다. 그는 기계적 암기를 위주로 하는 학습은 학습자가 사실과 법칙을 이해하지 않고 배우기 때문에 쉽게 잊어버리며, 따라서 기계적 암기학습의 전이도 상당히 제한적이라고 보았다. 반면에 형태주의의 원리를 기초로 사고하면, 제시된 것들의 관계와 의미를 재구조화하여 생산적 사고를 유도할 수 있다고 하였다. 이 시기의 형태심리학자들은 문제해결과 추론의 복잡한 행동들의 발달에 관하여 논하였는데, 문제해결로 더 유명한 Brownell은 “구조에서, 조직에서, 그리고 과목 자체의 내적 관계에서 의미를 찾아야한다” 고 주장했다(잉글리쉬 & 핼포드, 2003 재인용). 그 목적은 아동들에게 산술의 구조, 즉 수학의 개념, 원칙, 그리고 과정들을 알리자는 것이었다. Brownell 이론이 수학교육에 시사하는 점은 수학적 개념의 강조와 수학적 관계 등의 지도에서 속도와 정확성을 획득하기 위해서는 훈련 방법보다 의미를 통한 방법이 훨씬 효과적일 수 있다는 점이다.

제2차 세계대전 이후 과학 기술의 급격한 진보에 따른 여러 변화에 대응하기 위해 교육 특히, 과학·수학 교육 개혁의 필요성이 요구되었다. 1957년 10월 소련의 인공위성 스프트니크 1호의 발사 성공에 자극을 받은 미국과 유럽을 중심으로 수학교육 현대화 운동(새수학 운동)이 일어났다. 새수학 운동은 1950년대 초반부터 1960년대까지 지속된 수학자 주도의 교육 개혁 운동으로, 진보주의 교육 이념의 비판과 생활중심의 수학에서 이해중심의 교육으로 전환되었다. 이 운동의 결과 수학적 구조의 엄밀성을 강조하고, 집합, 기호 논리, 현대 대수, 확률과 통계 등을 조기에 도입하게 되었다. 새 수학 시대에서의 수학적 구조에 대한 지도는 논리적인 면을 지나치게 강조하는 경향이 있었다. 이러한 새수학 운동의 핵심 인물이 우리에게 지식의 구조와 발견학습으로 알려진 Bruner였으며, 그의 제자인 Dienes는 Bruner의 이론을 이어받아 주의 깊게 구조화된 학습 과정에서 구체적 조작, 게임의 개발과 이러한 구체물 사용의 기저가 되는 심리학적 원리를 강조하는 활동주의적 수학학습 이론으로 가장 잘 알려진 사람이다.

새수학 운동의 비판으로부터 발현된 기본으로 돌아가기 운동 이후, 1980년대를 대표하는 수학교육의 흐름은 ‘문제해결’이었다. 문제해결은 학교 수학의 핵심적인 교수-학습의 초점이 되었다. 이 시기는 행동주의 심리학의 직접적인 영향에서 벗어나 인지심리학, 특히 Piaget의 인지 발달 이론과 정보처리 심리학이 수학의 교수-학습에 많은 영향을 주었다. Piaget의 인지발달 이론은 교육과정에서 학생들의 인지발달 정도를 고려하여 그들의 수준에 적절할 내용을 구성하는 데 영향을 주었으며, 정보처리 심리학은 문제해결의 본질과 사고 과정, 기초 기능의 습득 과정에 대한 인지적 측면에서의 이해에 큰 영향을 주었다. 문제해결에 대한 심리학은 형태심리학의 영향을 받았으며, Polya의 문제 해결 4단계와 발견술에 대한 이론은 학교 수학에서의 문제해결에 대한 실천을 가속화시키는 방법이 되었다.

1990년대에는 Standard시대로 수학교육에서 문제 해결, 수학적 추론, 수학적 의사소

통, 수학적 연결성 등이 강조되었다. 1990년대 이후 발달된 수학 교수-학습 이론으로는 브루너의 지식의 구조와 발견학습, 가네의 학습 위계 이론, 구성주의에 기초한 교수-학습 이론, 형태주의 심리학에 근거한 학습 이론과 같이 교육학 일반에서의 학습 이론을 수학과의 특성에 맞게 각색한 이론이 있고, 스켐프의 관계적 이해를 강조한 수학 학습 이론, 폴리아의 문제해결을 위한 발견학습, 딘즈의 활동주의적 학습 이론, 반힐레의 기하 학습 수준 이론 등과 같이 수학과 고유의 이론으로 수학에서 출발한 순수 수학 교수-학습 이론이 있다(황혜정 외 5인, 2010).

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구대상

본 연구는 수학교육 이론 적용 사례 연구 논문을 검색, 분류하기 위해 국내 대표 수학교육 전문 학술지인 한국수학교육학회와 대한수학교육학회의 학술지 논문을 각 학회의 공식 홈페이지 학술자료 검색 사이트를 이용해 2000년부터 2013년 까지 모두 검색하였다. 한국수학교육학회 논문으로는 시리즈 A <수학교육>에 게재된 2000년 5월 제 39권 제 1호부터 2013년 8월 제 52권 제 3호까지의 논문 405편을 검색하였으며, 대한수학교육학회 논문으로는 <수학교육학 연구>에 게재된 2000년 7월 제 10권 제 1호부터 2013년 8월 제 23권 3호까지의 논문 361편과 <학교수학>에 게재된 2000년 3월 제 2권 제 1호부터 2013년 9월 제 15권 제 3호까지의 논문 424편을 검색하였다.

그 결과, 두 학술지에 게재된 총 1190편의 논문 중 수학교육 이론 적용 교수-학습 방법 연구와 현장 적용 사례 논문으로 판단되는 논문이 <수학교육>에 23편(5.7%), <수학교육학 연구>에 8편(2.2%), <학교수학>에 10편(2.4%)으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 연구목적을 수행하기 위한 분석대상 논문으로 총 41편의 학회지 논문을 아래 <표 1>과 같이 선정하였다.

<표 1> 분석 대상 논문

발행기관	학술지명	수학교육이론 적용 논문수(편)/게재논문수(편)
한국수학교육학회	수학교육	23/405
대한수학교육학회	수학교육학 연구	8/361
	학교수학	10/424
합계		41/1190

2. 분석의 기준

본 연구에서는 분석대상 논문 41편을 연구에 적용된 수학교육 이론, 연구방법, 내용영역, 연구대상별로 분류하였다. 이때 적용된 분석의 기준은 다음과 같다.

가. 수학교육 이론별 분류

수학교육 이론별 분류에서는 연구대상 논문에서 적용한 수학교육 이론을 수학교육학에서 자주 등장하는 이론을 제안한 학자의 이름을 기준으로 분류하였다. 프로이덴탈, 비고츠키, 반힐레, 딘즈, 브루너, 라카토스, 폴리아, 피아제, 스켐프, 오스벨의 이론을 분석 대상 이론으로 설정하고 연구대상 논문들을 분류하였다. 2000년부터 2013년까지 연도별로 구분하여 그 적용 횟수를 조사하였으며, 이 때 1편의 논문에 여러 가지 이론이 적용된 경우 각각의 이론에 체크하였다.

나. 연구방법별 분류

연구방법별 분류에서는 수학교육학 연구방법론(우정호 외 6인, 2007)을 참고하여 양적 연구방법, 질적 연구방법, 이 두 가지 방법을 혼합한 혼합 연구방법, 교수학적 연구방법으로 분류하였다. 우정호 외 6인(2007)에 따르면 양적 연구방법은 정량적으로 증거를 얻고 통계적으로 분석하는 방법이며 질적 연구방법은 광범위한 사례 조사를 통해 언어적 자료를 수집한 다음 귀납적으로 분석하는 방법이다. 그리고 교수학적 연구 방법은 학교수학의 특정한 주제를 가르치기 위해 요구되는 적절한 교재와 수업을 조직하는데 유용한 시사점을 얻기 위해 그 주제의 본질을 여러 측면에서 분석하는 연구를 뜻한다. 이러한 분석은 수학적 분석, 철학적 분석, 역사적 분석, 인식론적 분석, 심리학적 분석, 언어학적 분석과 같은 다양한 측면에서 수행될 수 있으며, 주로 문헌 연구의 형태로 이루어진다.

다. 내용영역별 분류

내용영역별 분류에서는 2009 개정 수학과 교육과정을 기초로 하여, 국민공통기본교육과정인 중학교교육과정 내용영역인 ‘기하’, ‘수와 연산’, ‘함수’, ‘문자와 식’, ‘확률과 통계’로 구분하였다. 하지만 중등 수학에서 다루어지지 않는 수학적 내용도 분류하기 위해 함수와 문자와 식 영역은 더 큰 범위인 ‘해석’과 ‘대수’ 영역으로 변경하였다. 또한 특정 영역이 아닌 수학의 전반적인 내용과 관련된 연구를 포함시키기 위해 ‘일반’ 영역을 설정하였다.

라. 연구대상별 분류

연구대상별 분류에서는 분석 대상 논문에서 보고한 연구대상들을 학교급별인 초등학교, 중학교, 고등학교로 분류하고 일반을 추가하였다. 일반은 특정 학교급을 대상으로 하지 않는 연구를 포함시키기 위해 설정한 것이다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 수학교육 이론별 분류

본 연구에서는 수학교육 이론을 학자의 이름을 기준으로 프로이덴탈, 비고츠키, 반힐레, 딘즈, 브루너, 라카토스, 폴리아, 피아제, 스켐프, 오스벨로 설정하고 분석하였다. 10가지 수학교육 이론을 중심으로 총 41편의 논문을 분석한 결과, 아래 <표 2>와 같이 프로이덴탈의 이론과 비고츠키 이론이 동일하게 14편(25.5%)으로 가장 많이 수학 교수-학습 이론 적용 연구에 이론적 기초로 적용된 것으로 나타났다. 그 다음으로 많이 적용된 이론은 반힐레(10.9%), 딘즈(9.1%), 브루너(7.3%) 순이며, 라카토스, 폴리아, 피아제 이론은 5.5%로 동일한 순위를 차지했고, 스캠프(3.6%)와 오스벨(1.8%) 이론이 가장 적게 적용된 것으로 나타났다.

<표 2> 수학교육 이론별 분포

이론 / 연도	프로이덴탈	비고츠키	반힐	딘즈	브루너	라카토스	폴리아	피아제	스켐프	오스벨
2000	1		2		1					
2001		1	1	1	1			2		1
2002		4								
2003										
2004						1				
2005	2	3		2				1	2	
2006	4			1						
2007	2	2	1		1		1			
2008	1			1						
2009	1	2	1		1	2	1			
2010	2	2	1				1			
2011										
2012	1									
2013										
계 (%)	14 (25.5)	14 (25.5)	6 (10.9)	5 (9.1)	4 (7.3)	3 (5.5)	3 (5.5)	3 (5.5)	2 (3.6)	1 (1.8)

가. 프로이덴탈 이론

프로이덴탈 이론은 수학을 학습하는 학생들은 수학화를 통해 학습자 스스로 수학을 구성해 나가야 한다고 주장하는 수학화 학습이론이 여러 수학교육자에 의해 주목을 받고 적용된 것으로 나타났다. 본 연구의 분석 대상 논문이 2000년부터 적용된 것과 우리나라 제 7차 수학과 교육과정이 1997년 12월 20일에 고시되어 2000년부터 순차적으로 적용된 점을 고려할 때, 7차 수학과 교육과정의 구성방향이 프로이덴탈의 교육 인식론과 많은 부분에서 부합 된다는 점이 이 시기에 연구자들에게 프로이덴탈 이론이 많은 관심을 끌게 된 이유가 아닌가 추측해 볼 수 있다. 14편의 프로이덴탈의 이론을 적용한 연구 결과 내용을 살펴보면, 대부분이 프로이덴탈의 교수학적 현상학, 안내된 재발명의 원리, 수학화 학습지도론의 주요 원리를 반영하여 수업에 적용한 결

과 학습의 필요성을 인식하며 역사발생적 배경에 따른 여러 가지 탐구 활동과 측정 활동을 통해 수학적 개념을 발전적으로 이해 할 수 있다는 내용으로 요약될 수 있다. 또한 프로이덴탈의 이론에 근거한 수학 학습으로 학생들의 학업 성취도, 수학적 성향, 수학적 의사소통 능력 등에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 프로이덴탈 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 3>과 같다.

<표 3> 프로이덴탈의 이론에 관한 연구 특징

구분 / 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	질적(64.3)	함수(28.8)	중등학교 (50.0)
2순위(%)	혼합(21.4)	기하(21.4)	고등학교 (42.9)
3순위(%)	교수학적(7.1) 양적(7.7)	수와 연산(14.3)	초등학교 (7.1)
4순위(%)		확률과 통계(7.1) 문자와 식(7.1) 미분법(7.1) 행렬(7.1) 로그(7.1)	

프로이덴탈의 이론을 적용한 연구를 연구방법별로 볼 때, 질적 연구 9편, 혼합 연구 3편, 교수학적 연구 1편, 양적 연구 1편이었다. 내용 영역별로 볼 때, 함수 영역 4편, 기하 영역 3편, 수와 연산 영역(무리수, 덧셈과 뺄셈) 2편, 확률과 통계 영역 1편, 문자와 식 영역(방정식) 1편, 미분법 영역 1편, 행렬 영역 1편, 로그 영역 1편이었으며, 연구대상별로는 중학교를 대상으로 한 연구가 7편, 고등학교를 대상으로 한 연구가 6편, 초등학교를 대상으로 한 연구는 1편으로 나타났다. 다른 수학교육 이론에 비해 프로이덴탈 이론 적용 연구는 거의 중, 고등학생을 대상으로 이루어졌으며, 초등학생을 대상으로 수행된 1편의 연구는 수학화 경험 수업에서 나타난 초등학생의 수학적 능력 및 수학화 분석(김윤진 & 김민경, 2006) 연구로, 프로이덴탈의 이론을 기초로 수학화 경험 프로그램을 개발하여 효과를 검증하고 사례를 분석한 결과 수학화 경험 수업이 다양한 수업 단계의 경험을 제공하고 개념, 원리 이해력과 문제해결력 향상에 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다.

나. 비고츠키 이론

프로이덴탈 이론과 함께 가장 많이 적용된 이론인 비고츠키 이론은 그 높은 선호도를 구성주의 이론의 특징과 결부하여 생각해 볼 수 있다. 최근 학습자 스스로 자신의 학습에 대하여 주도적인 역할을 하는 동시에 학습에 대한 책임을 지면서 능동적이고 적극적으로 학습할 수 있는 환경을 구현하려는 학습이론으로 변화하고 있는데 그 실천적 안을 제시해 주고자 하는 이론이 구성주의이다. 이에 따라 사회적 구성주의의 대표학자인 비고츠키의 이론이 여러 분야에서 관심의 대상이 되고 있다. 또한 프로이덴탈 이론이 우리나라 제 7차 수학과 교육과정의 성격과 일치한다는 점에서 선호도를 보였다면 구성주의는 7차 수학과 교육과정의 이론적 배경이 되었다는 점에서 구성주의 대표학자인 비고츠키 이론을 활용한 연구가 많았던 것으로 보인다.

비고츠키의 이론을 적용한 연구들을 세부적으로 살펴보면, 근접발달영역 이론에 근거하여 교수-학습 원리를 구상하여 수업에 적용한 연구(박임숙 & 김홍기, 2002; 김성경 & 이동원, 2005; 최순옥 & 정영옥, 2005; 홍성관, 2009; 이환철 외 2인, 2010; 김익표, 2010)가 가장 많았으며, 그밖에 자기주도적 학습(이종희 & 김선희, 2005)과 수학적 의사소통을 강조한 수학 학습 지도의 효과 연구(이종희 & 최승현, 2002; 고상숙 & 강현희, 2007) 등에 비고츠키 이론을 적용한 경우가 있었다. 또한 비고츠키 이론의 특징과 다른 이론과의 공통점을 분석하고 그 공통점을 적용한 연구(김미정 외 2인, 2009)도 보였다. 비고츠키의 이론을 적용한 연구들의 결과를 살펴보면, 대체로 교사나 또래 동료들의 도움을 받는 사회적 상호작용을 통해 학생들의 학습 발달 수준이 향상될 수 있다는 결론이 주를 이루었다. 비고츠키 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 4>와 같다.

<표 4> 비고츠키의 이론에 관한 연구 특징

구분 / 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	질적(50)	기하(28.6) 일반(28.6)	중학교 (35.7)
2순위(%)	양적(28.6)	수와 연산(14.3)	고등학교 (28.6)
3순위(%)	교수학적(21.4)	문자와 식(7.1) 확률과 통계(7.1) 행렬(7.1) 수열의 극한(7.1)	일반(21.4)
4순위(%)			초등학교 (14.3)

비고츠키 이론을 적용한 연구를 연구방법별로 볼 때, 질적 연구 7편, 양적 연구 4편, 교수학적 연구 3편이었다. 내용 영역별로 볼 때, 기하 영역 4편, 특정 영역이 아닌 수학의 전반적인 내용과 관련된 일반 영역 4편, 수와 연산 영역 2편, 문자와 식 영역 1편, 확률과 통계 영역(순열과 조합) 1편, 행렬 영역 1편, 수열의 극한 영역 1편이었으며, 연구대상별로는 중학교를 대상으로 한 연구가 5편, 고등학교를 대상으로 한 연구가 4편, 특정학교를 대상으로 하지 않는 일반 영역의 연구가 3편, 초등학교를 대상으로 한 연구는 2편으로 나타났다. 중학교를 대상으로 한 기하 영역 연구와 비고츠키 이론을 배경으로 특정 영역이 아닌 수학적 전반적인 내용과 관련된 분야의 연구가 많았고 다양한 영역의 연구가 이루어졌음을 알 수 있다.

다. 반힐레 이론

반힐의 이론을 적용한 6편의 연구는 반힐의 이론이 기하학적 사고의 발생적 단계에 대한 깊은 통찰을 바탕으로 기하학습의 수준을 설정한 교수-학습 이론인 만큼, 대부분이 기하 영역에서 연구가 이루어졌다. 또한 이 연구 모두 반힐의 이론을 보완하기 위해 GSP, Cabri Ⅱ 등 공학을 활용하거나 수학저널 쓰기 등을 활용하였으며, 이론을 적용한 수업에서 기학학적 수준의 변화가 있어, 반힐의 이론이 기하교육 개선에 기여할 가치를 지닌 이론이라는 결론을 도출하였다. 반힐레 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 5>과 같다.

<표 5> 반힐의 이론에 관한 연구 특징

구분 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	교수학적(50)	기하(83.3)	초등학교 (33.3) 중등학교 (33.3)
2순위(%)	질적(33.3)	일반(16.7)	고등학교 (16.7) 일반 (16.7)
3순위(%)	양적(16.7)		

반힐의 이론을 적용한 연구를 연구방법별로 볼 때, 교수학적 연구 3편, 질적 연구 2편, 양적 연구 1편이었다. 내용영역별로 볼 때, 기하 영역이 5편, 특정 영역이 아닌 수학의 전반적인 내용과 관련된 일반 영역 1편이었으며, 연구대상별로는 초등학교와 중학교를 대상으로 한 연구가 각 2편, 고등학교를 대상으로 한 연구와 특정학교를 대상으로 하지 않는 일반 영역의 연구가 각 1편이었다. 초, 중, 고등학생을 대상으로 하는 기하 영역의 연구가 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

라. 딘즈 이론

딘즈의 이론을 적용한 연구는 5편으로 구체적 조작물을 통한 구체적 조작 활동을 경험할 때 점차적으로 추상화 과정이 이루어진다는 관점을 지지하는 딘즈의 수학학습 이론의 연구가 이루어졌다. 5편의 연구 중 3편의 연구가 초등학교 수준에서 교구(패턴블록, 큐브)와 공학(컴퓨터)을 활용하였고(이종영, 2001; 심상길, 2005; 김민경, 2005), 조완영(2006)과 김수미(2008)의 연구는 중등학교 수준의 연구로, 조완영(2006)은 '고등학교 미적분에서의 수학과 교수-학습에 관한 연구'에서 프로이덴탈의 수학화 이론과 딘즈의 개념학습의 다양성 이론의 변증법적 통합을 시도하여 현행 고등학교 미적분 교수-학습의 문제점을 해결하기 위한 대안을 탐색을 하고자 시도했으며, 김수미(2008)는 'Zoltan Dienes의 수학학습 6단계 이론의 재음미' 연구에서 딘즈의 6단계 이론을 고찰하고 딘즈 이론이 오래전에 만들어진 것이기는 하나 우리의 교육상황에서 여전히 유효함을 보여주고 있다. 딘즈 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 6>과 같다.

<표 6> 딘즈의 이론에 관한 연구 특징

구분 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	교수학적(60)	기하(40)	초등학교(60)
2순위(%)	질적(40)	수와 연산(20) 미분법(20) 일반(20)	고등학교(20) 일반(20)

딘즈의 이론을 적용한 연구를 연구방법별로 볼 때, 교수학적 연구 3편, 질적 연구 2편이었다. 내용영역별로 볼 때, 기하 영역이 2편, 수와 연산(분수) 1편, 미분법 영역 1편, 특정 영역이 아닌 수학의 전반적인 내용과 관련된 일반 영역 1편이었으며, 연구 대상별로는 초등학교를 대상으로 한 연구가 3편, 고등학교를 대상으로 한 연구와 특정학교를 대상으로 하지 않는 일반 영역의 연구가 각 1편이었다.

마. 브루너의 이론

브루너의 이론을 적용한 연구는 4편(7.3%)으로 발견학습과 EIS 이론을 적용한 연구가 이루어졌다. 그 연구들을 세부적으로 살펴보면, ‘기하판을 활용한 수업의 효과에 관한 질적 연구(황우형 & 이지연, 2000)’에서 프로이덴탈의 이론과 함께 브루너의 이론을 이론적 배경으로 기하판을 활용한 수업의 효과를 연구한 결과 학생들이 발견학습을 이루어냈고 이를 통해 정의적 목표까지 달성할 수 있음을 보여주었다. ‘공간과제의 지도 방안에 관한 연구(한기완, 2001)’에서는 브루너의 EIS이론에 따른 공간과제의 구체적 지도방안을 제시하였다. ‘영상적 표상이 포함된 비례 문제에서 나타난 아동들의 비례적 사고 분석(김민경, 2007)’ 연구에서는 브루너의 인지경로 이론을 이론적 배경으로 영상적 표현이 제시되는 경우의 효과를 알아보았는데 문제해결에 도움이 되는 것으로 나타났다. ‘발견을 통한 순열과 조합 지도방안 연구(김미정 외 2인, 2009)’에서는 비고츠키, 폴리아, 라카토스의 이론과 브루너의 이론을 함께 적용한 발견학습법을 수업에 적용한 결과 정의적인 측면에서 큰 도움이 된 것으로 나타났다. 브루너 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 7>과 같다.

<표 7> 브루너의 이론에 관한 연구 특징

구분 / 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	질적(50)	기하(50)	초등(50)
2순위(%)	양적(25) 교수학적(25)	확률과 통계(25) 규칙성과 문제해결(25)	중등(25) 고등(25)

브루너의 이론을 적용한 연구를 연구방법별로 볼 때, 질적 연구 2편, 양적 연구1편, 교수학적 연구 1편이었다. 내용영역별로 볼 때, 기하 영역이 2편, 확률과 통계 영역(순열과 조합) 1편, 규칙성과 문제해결 영역(비와 비례) 1편이었으며, 연구대상별로는 초등학교를 대상으로 한 연구가 2편, 중학교와 고등학교를 대상으로 한 연구가 각 1편이었다.

바. 라카토스의 이론

라카토스의 이론을 적용한 연구는 3편(5.5%)으로 라카토스의 수학적 발견술을 적용한 연구가 이루어졌다. 라카토스의 이론을 적용한 연구들을 세부적으로 살펴보면, ‘Lakatos 방법론을 초등수학에 적용하기 위한 연구(강문봉, 2004)’에서 라카토스의 이론을 초등학교 수준에서 적용할 수 있는 방안을 탐색하고 사례를 개발하였는데 초등학교 수준에서도 적용할 가치가 있는 교육 인식론이자 방법론임을 알 수 있었다. ‘Lakatos의 증명과 반박 방법에 따른 기하 교수·학습 상황 분석 연구(박경미, 2009)’에서는 라카토스의 증명과 반박 방법을 수업에 적용한 결과 라카토스의 이론에서 제안한 증명과 반박 과정을 관찰할 수 있었으며 학생들의 수업 참여도가 높았으며 토론을 활성화시키는데 도움이 되는 것으로 나타났다. ‘발견을 통한 순열과 조합 지도 방안 연구(김미정 외 2인, 2009)’에서는 비고츠키, 폴리아, 브루너의 이론과 라카토스의 이론을 함께 적용한 발견학습법을 수업에 적용한 결과 정의적인 측면에서 큰 도움이 된 것으로 나타났다. 라카토스 이론을 적용한 연구 결과를 종합적으로 살펴보면 증명과 반박의 과정이 수학자가 수학 지식을 창안할 때 뿐 아니라 학생들의 수학 교수·학습에 유용한 방법임을 확인하고 있다. 라카토스 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 8>과 같다.

<표 8> 라카토스의 이론에 관한 연구 특징

구분 / 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	질적(67)	기하(33.3) 수와 연산(33.3) 확률과 통계(33.3)	초등(33.3) 중등(33.3) 고등(33.3)
2순위(%)	교수학적(33)		

라카토스의 이론을 적용한 3편의 연구는 질적 연구 2편, 교수학적 연구 1편이었으며, 내용영역에서는 기하 영역, 수와 연산 영역, 확률과 통계 영역 각각 1편이었다. 연구대상은 초등학교, 중학교, 고등학교를 대상으로 각각 1편으로 나타났다.

사. 폴리아의 이론

폴리아의 이론을 적용한 연구는 라카토스 이론과 마찬가지로 3편이 있었으며 문제해결 이론과 수학적 발견술을 적용한 연구가 주를 이루었다. 폴리아의 이론을 적용한 연구들을 세부적으로 살펴보면, '동적기하가 원뿔곡선 문제 해결에 미치는 영향(홍성관, 박철호, 2007)' 연구에서는 반힐과 프로이덴탈의 수준 이론, 비고츠키의 근접발달 이론과 함께 폴리아의 문제해결 이론을 이론적 배경으로 동적기하를 이용한 문제해결 및 증명활동에 대한 수업을 실시한 결과 학생들의 사고 수준에 알맞은 탐구활동을 할 수 있었으며 역사발생적 기하 원리에 따른 학습이 가능하게 되어 효과적인 학습이 가능한 것으로 결과가 나타났다. '발견을 통한 순열과 조합 지도방안 연구(김미정 외 2인, 2009)'에서는 비고츠키, 브루너, 라카토스 이론과 함께 폴리아의 이론을 적용한 발견학습법을 수업에 적용한 결과 정의적인 측면에서 큰 도움이 된 것으로 나타났다. '안내된 재발명을 포함한 탐구-중심 수업이 학생들의 수학적 활동에 미치는 영향에 관한 사례연구(김익표, 2010)'에서는 폴리아의 개연적 추론, 비고츠키의 근접발달영역, 프로이덴탈의 안내된 재발명을 통합하여 이론적 배경으로 한 탐구-중심 수업이 의사소통과 추론을 포함한 학생들의 수학적 활동에 미치는 영향을 사례 연구한 결과 안내된 재발명을 포함한 수업이 수학적 활동을 촉진시키며, 이를 통해 수학적 힘이 신장되며 더 발전된 탐구로 학생을 이끄는 견인차 역할을 할 수 있는 것으로 나타났다.

폴리아의 이론을 적용한 연구 결과를 종합해 보면, 문제 해결 및 발견술을 수업에 적용한 결과 학생들에게 긍정적인 결과를 가져오는 것으로 나타났으며, 특히 폴리아의 이론은단독으로 적용하기 보다는 프로이덴탈, 비고츠키, 반힐, 브루너, 라카토스의 이론과 함께 적용한 것이 특징이다. 폴리아 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역,

연구대상별 분포는 아래 <표 9>와 같다.

<표 9> 폴리아의 이론에 관한 연구 특징

구분 / 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	질적(100)	기하(33.3) 확률과 통계(33.3) 행렬(33.3)	고등(100)

폴리아의 이론을 적용한 연구는 모두 질적 연구방법론을 채택하였는데, 내용영역은 기하, 확률과 통계, 행렬이었으며, 연구대상은 모두 고등학교를 대상으로 하였다..

아. 피아제의 이론

피아제의 이론을 적용한 연구도 3편으로 반영적 추상화 이론과 조작적 구성의 원리를 적용한 연구가 주를 이루었으며, 3편 모두 3편 모두 딘즈, 반힐, 비고츠키의 이론과 함께 적용되었다. 피아제 이론을 적용한 연구들을 세부적으로 살펴보면, '수학과 수행평가의 이론적 기저에 관한 연구(이대현, 2001)'에서 비고츠키와 피아제의 이론을 이론적 기저로 제시하여 수행평가의 이론적 바탕을 이루는 다양한 측면을 조명하였다. '컴퓨터 환경에서 초등학교 기하 지도에 관한 고찰(이종영, 2001)' 연구에서는 GSP와 같은 탐구형 소프트웨어의 배경이론이 되는 피아제의 이론을 반힐, 딘즈의 이론을 함께 살펴보고 컴퓨터 환경에서 구현되는 도형의 특성과 이를 이용한 기하지도의 실제에 관한 분석을 하였다. '패턴블록을 활용한 구체적 조작활동에 관한 소고(김민경, 2005)' 연구에서 피아제의 조작적 구성의 원리와 함께 딘즈의 수학 구성의 원리를 이론적 배경으로 하여 패턴블록을 활용한 수업을 한 결과 구체적 조작 활동을 통해 규칙성을 발견하며 수학적 개념을 자연스럽게 형성하며 또한 수학적 의사소통 향상에 도움이 되는 것으로 나타났다. 피아제 이론 적용 연구들의 연구방법, 내용영역, 연구대상별 분포는 아래 <표 10>과 같다.

<표 10> 피아제의 이론에 관한 연구 특징

구분 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	교수학적(67)	기하(33) 수와 연산(33) 일반(33)	초등(67)
2순위(%)	질적(33)		일반(33)

피아제의 이론을 적용한 연구를 연구방법별로 볼 때, 교수학적 연구 2편, 질적 연구 1편이었다. 내용영역별로 볼 때, 기하 영역, 수와 연산 영역, 특정 영역이 아닌 수학의 전반적인 내용과 관련된 일반 영역 각 1편이었으며, 연구대상별로는 초등학교를 대상으로 한 연구가 2편, 특정학교를 대상으로 하지 않는 일반 영역의 연구가 1편이었다.

자. 스켐프의 이론

스켐프의 이론을 적용한 연구는 2편으로 스키마 학습 이론과 범례 제시법을 적용한 연구가 이루어졌다. 세부적으로 살펴보면, '범례 제시를 통한 도형 개념 지도 방안(김수미 & 정은숙, 2005)' 연구에서는 스켐프의 범례 제시법을 수업에 적용한 결과 개념 형성 뿐만 아니라 수학적 의사소통과 수학에 대한 태도 향상이 있는 것으로 나타났다. '초등학교 5·6학년 특별 보충반 학생들의 나눗셈 연산능력 신장에 관한 연구(송영무 & 박윤자, 2005)'에서는 스켐프의 조작에 따른 놀이학습을 적용하고 효과를 분석한 결과 수업 개선에 상당히 효과가 있는 것으로 나타났으며 수학 학습 흥미, 태도에 긍정적인 변화를 가져왔음을 알 수 있었다.

<표 11> 스켐프의 이론에 관한 연구 특징

구분 범주	연구방법	내용영역	연구대상
1순위(%)	양적(50) 질적(50)	수와 연산(50) 기하(50)	초등(100)

스켐프의 이론을 적용한 연구는 양적 연구 1편, 질적 연구 1편이었으며, 내용영역은 기하 영역과 수와 연산 영역이었다. 연구대상은 모두 초등학교를 대상으로 하였는

데 이는 스켐프 이론이 본래 초등수학에 관한 구체적이고 실험적인 연구를 통해 놀이 활동을 체계적으로 정리하였는데 이러한 입장이 반영된 결과라고 생각된다.

차. 오스벨의 이론

오스벨의 이론 적용 연구는 1편으로 가장 적게 적용된 이론으로 나타났다. 이 이론을 적용한 연구는 ‘고등 수학 개념의 올바른 이해를 위한 유의미한 교수법 탐색(한길준 & 우호식, 2001)’ 연구로, 오스벨의 유의미 학습 이론을 바탕으로 교사와 학생 사이의 상호 역할에 대하여 검토해 보고 현장 수학 교사들이 앞으로의 교수-학습 상황 하에서 효과적이고 유의미한 교수법을 채택하고자 한 연구였다. 이 연구는 교수학적 연구 방법으로 특정 영역과 특정 학교를 대상으로 하지 않는 수학교육에 대한 일반적인 연구이다.

2. 연구방법별 분류

수학 교수-학습 이론을 현장에 적용해 보는 연구에서 어떤 연구방법론을 주로 채택하고 있는지 알아보기 위해 연구대상 논문 41편을 질적, 양적, 교수학적, 혼합 연구방법 별로 분류해 보았다. 그 결과 아래 <표 12>와 같이 질적 연구방법(46.4%)이 가장 높은 빈도를 보였으며, 그 다음으로 교수학적 연구방법(26.8%), 양적 연구방법(19.5%), 혼합 연구방법(7.3%) 순의 분포를 보였다.

<표 12> 연구방법별 분포

이론 연도	질적연구	교수학적연구	양적연구	혼합연구	계
2000	1	3			4
2001		3			3
2002	1	1	2		4
2003					0
2004		1			1
2005	5		4		9
2006	2	1		1	4
2007	2		1	1	4
2008		1		1	2
2009	4	1			5
2010	3		1		4
2011					0
2012	1				1
2013					0
계 (%)	19 (46.4)	11 (26.8)	8 (19.5)	3 (7.3)	41 (100)

수학 교수-학습 이론 적용 사례 연구에서 질적 연구방법을 가장 많이 사용하는 것은 아무래도 그러한 연구에서 보여주고자 하는 연구 결과가 양적연구 결과와 같이 산출물에 대한 수치적 분석에서 도출할 수 있는 것보다 연구대상 및 연구 환경으로부터 나올 수 있는 다양한 질적 데이터 수집으로부터 추론 될 수 있기 때문인 것으로 추측할 수 있다. 교수학적 연구 방법이 사용된 경우는 문헌 연구를 통해 수학교육 이론을 정립 및 방향을 제시하고 내용분석을 통해 교수법을 탐색하는 연구인 경우였다. 혼합연구의 경우는 최근에 양적 연구방법만으로는 구체적이고 실증적인 연구결과를 얻기 어렵기 때문에 심층적인 연구결과를 산출하기 위해서 질적 연구의 방법을 혼합해서 사용하는 경우로 나타났다.

3. 내용영역별 분류

연구대상 논문 41편에서 연구한 수학 내용영역을 수와 연산, 문자와 식, 함수, 확률과 통계, 기하, 일반 영역으로 분석한 결과, 아래 <표 13>과 같이 수학 교수-학습 이론 적용 연구는 수학 내용 영역 중, 기하 영역에서 가장 많이 수행되었으며, 그 다음으로 함수(19.5%), 수와 연산(19.5%), 일반 영역(17.1%), 문자와 식(7.3%), 확률과 통

계(4.9%) 순의 분포로 나타났다.

<표 13> 내용영역별 분포

내용영역	기하	함수	수와 연산	일반	문자와 식	확률과 통계
계 (%)	14(34.1)	8(19.5)	7(17.1)	7(17.1)	3(7.3)	2(4.9)

가장 많이 연구된 ‘기하’ 영역에서도 증명에 관한 연구가 다수를 차지하고 있었으며 다각형에 관한 연구도 있었다. 증명에 관한 연구가 많은 것은 현재 우리나라 기하교육이 형식적으로 엄밀한 연역적 증명을 강조하고 있어 학생들이 증명의 본래 의미와 필요성을 인식하지 못하고 암기 위주로 증명을 이해하고 있어(김남희 외 5인, 2014) 이에 대한 개선 방안을 연구하기 위해서가 아닌가 추측된다. 이것은 기하 영역을 대상으로 연구한 논문들이 중학교 대상으로 연구를 가장 많이 수행하였는데 이것은 중학교 2학년부터 수학적 증명에 대한 개념이 처음 도입되고 집중적으로 다루어지고 있다는 점에서도 알 수 있다.

‘함수’ 영역에서는 주로 중, 고등학교 함수와 미적분 연구가 많았는데 함수와 미적분을 처음 학습할 때 학생들이 관련 개념을 이해하기 어려워하기 때문인 것으로 보인다. ‘수와 연산’ 영역에서는 대부분 초등학교를 대상으로 한 연구가 많았는데 초등수학에서 ‘수와 연산’ 영역이 처음 도입되는 부분이 많고 처음 이를 다루는 아동들이 개념 이해에 어려움을 나타내는 영역이기 때문인 것으로 보인다. ‘일반’ 영역은 특정영역이 아닌 교수-학습 이론에 대한 교수학적 분석을 다룬 연구가 대부분이었다. ‘대수’ 영역에서는 중학교를 대상으로 한 방정식 연구가 ‘확률과 통계’ 영역에서는 고등학교를 대상으로 한 연구가 대부분을 차지하고 있다.

4. 연구대상별 분류

가. 연구대상

수학 교수-학습 이론 적용 연구 논문 41편의 연구대상을 초등학교, 중학교, 고등학

교, 그리고 특정 학교급 연구대상으로 하지 않는 일반으로 분류하여 분석한 결과 다음 <표 14>와 같다.

<표 14> 연구대상별 분포

연구대상	초등학교	중학교	고등학교	일반
계(%)	12(29.3)	15(36.6)	8(19.5)	6(14.6)

연구대상에 대한 빈도를 살펴보면, 중학교(36.6%)가 가장 높은 빈도를 보이고 있으며, 그 다음으로 초등학교(29.3%), 고등학교(19.5%), 일반(14.6%) 순의 분포를 보여주고 있다. 초등학교와 중학교에 비해 고등학교를 대상으로 한 연구가 적은 이유는 우리나라 교육 현실상 수학교육 이론을 실제로 학교 현장에 적용해 볼 수 있는 여건이 고등학교에서는 마련되지 않기 때문으로 보여진다. 하지만 이러한 학교급의 편중 현상은 우리나라 교육 현실만의 문제라기보다 현재까지 개발된 수학교육 이론이 초등학교, 중학교 수준에 적용하기에 적합한 이론들이 더 많은 반면에, 더욱더 추상화되고 고도의 수학적 사고력을 요구하는 고등학교 수학교육 개선을 위한 연구가 부족한 데서 그 원인을 찾을 수 있다.

나. 연구대상별 수학 이론

연구대상별 적용한 수학이론의 빈도를 살펴보면, 초등학교를 대상으로 한 연구는 딘즈 3편, 비고츠키 2편, 반힐 2편, 브루너 2편, 피아제 2편, 스켐프 2편, 프로이덴탈 2편, 라카토스 1편이었다. 딘즈의 수학 이론을 적용한 연구가 3편으로 많았고, 다양한 이론의 연구가 이루어졌다. 중학교를 대상으로 한 연구는 프로이덴탈 이론이 7편으로 가장 많았고, 비고츠키 5편, 반힐 2편, 브루너 1편, 라카토스 1편이었다. 프로이덴탈의 이론과 비고츠키의 이론을 적용한 연구가 많았다. 고등학교를 대상으로 한 연구는 프로이덴탈이 6편, 비고츠키 4편, 폴리아 3편, 반힐 1편, 딘즈 1편, 브루너 1편, 라카토스 1편이었다. 특정 학교를 대상으로 하지 않는 일반은 비고츠키 3편, 반힐 1편, 딘즈 1편, 피아제 1편, 오스벨 1편이었다.

다. 연구대상별 내용영역

연구대상별 내용영역의 빈도를 살펴보면, 초등학교를 대상으로 한 연구는 수와 연산 영역의 연구가 6편으로 가장 많았고, 기하 영역 5편, 해석 영역 1편이었다. 초등학교에서 수와 연산 영역이 많이 다루어지므로 이에 대한 연구가 많은 것으로 보인다. 중학교를 대상으로 한 연구는 기하 영역이 8편으로 가장 많았고, 해석 영역 3편, 대수 영역 2편, 수와 연산 영역 1편, 일반 영역 1편이었다. 중학교에서 기하 영역이 많이 다루어지므로 연구가 많이 이루어진 것으로 보인다. 고등학교를 대상으로 한 연구는 해석 영역이 4편, 확률과 통계 영역 2편, 기하 영역 1편, 대수 영역 1편이었다, 고등학교에서 함수와 미적분에 대한 연구가 많고 확률과 통계 영역에 대한 연구가 이루어짐을 알 수 있다. 일반은 특정 학교를 대상으로 하지 않고 수학 교수-학습 이론에 대한 일반적인 연구가 대부분을 차지하고 있었다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 그동안 우리나라에서 수행된 수학 교수-학습 이론 적용 연구들의 특징과 동향을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 국내 주요 수학교육 전문 학술지인 한국수학교육학회와 대한수학교육학회의 2000년부터 2013년 10월 20일까지 검색되어진 논문 1190편 중 수학교육 이론 적용 연구 논문 41편을 분석대상으로 하여 수학교육 이론별, 연구방법별, 연구내용별, 연구대상별로 분류하여 수학 교수-학습 연구의 추세, 특징, 방법 등을 분석하였다.

본 연구 결과, 프로이덴탈과 비고츠키 이론이 가장 많이 수학 교수-학습 연구에 적용되었다. 그 이유로 프로이덴탈의 이론은 수학을 학습하는 학생들이 수학화를 통해 학습자 스스로 지식을 구성해 나가야 한다는 학습자의 능동적 활동을 강조한 교수-학습 이론으로 여러 수학교육학자에 의해 학생 중심 수학교육을 위한 이론적 근거로 주목을 받아왔고 제7차 교육과정안의 구성방향이 프로이덴탈의 교육학적 인식론과 일치되어짐에 따라 그의 수학화 이론에 대한 연구가 더불어 많이 진행되어진 것으로 보인다. 비고츠키 이론 역시 구성주의가 제7차 교육과정의 이론적 배경이 됨에 따라 구성주의 대표학자인 비고츠키 이론을 활용한 연구가 많이 진행되어진 것으로 보인다.

반면에 오스벨의 이론이 가장 적게 연구자들에게 선택 받은 것으로 나타났는데, 그

이유로는 오스벨이 순수 수학교육 이론가가 아님과 동시에 구성주의를 강조하는 수학교육의 방향이 발견학습을 근간으로 하므로 교사 중심의 설명식 수업이 학생의 자율성을 고려하지 않는 수업으로 인식되는 경향이 있어 오스벨의 설명식 수업에 대한 연구가 적은 것으로 보인다. 하지만 이것은 오스벨의 설명식 수업을 극단적으로 평가한 결과로 보이며 오스벨의 설명식 수업도 교사에 의해 어떻게 전개되느냐에 따라 얼마든지 유의미한 학습이 될 수 있다. 따라서 수학 교수-학습 이론이 많이 개발되고 교사에 의해 그 효과가 검증되기 위해서는 수학 교수-학습 연구에 적용되는 이론들이 어느 한 이론에 편향되기보다는 다양해 질 필요가 있다. 그렇게 될 때 학생들은 다양한 교수-학습 방법을 제공받아 교육의 질이 더 향상될 수 있을 것이다.

연구대상 논문 41편에서 연구를 수행한 수학 내용 영역을 분석한 결과, 수학교육 이론 적용 연구가 가장 활발하게 이루어진 영역은 기하 영역으로 나타났으며, 그 적용 대상 학교급은 초등학교와 중학교를 대상으로 한 연구가 65.9%이고 고등학교를 연구 대상으로 한 경우는 19.5%로 소수였다. 이것은 현재 우리나라에 알려진 수학 교수-학습 이론의 대부분이 일반적인 교수-학습 원리를 제공하거나 아니면 특정한 내용 영역 내에서 초등학교, 중학교 현장에 더 적용 가능한 이론들이 많이 보급되어 있다는 점에서 그 원인을 찾을 수 있을 것이다. 이러한 내용영역과 학교급의 편중 현상은 다양한 내용영역과 학교급을 위한 국내외 수학 교수-학습 이론들이 많이 개발되거나 보급되지 않아서 발생되는 것으로 보여진다. 또한 우리나라 수학교육학에서 중요하게 다루는 거의 모든 이론이 외국의 수학교육자들에 의해 개발된 것이라는 점을 감안할 때, 앞으로 국내 수학교육자들에 의한 교수-학습이론들이 더 많이 개발되고 보급되어야 할 필요가 있다고 보여진다.

참고문헌

강문봉 (2004). Lakatos 방법론을 초등수학에 적용하기 위한 연구. 대한수학교육학회지 <수학교육학연구>, 제 14권, 제 2호, 143-156.

고상숙, 강현희 (2007). 수학수업에서의 담론을 통한 수학적 개념 형성에 관

연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 46권, 제 4호, 423-443.

김남희 외 5인 (2011). 수학교육과정과 교재연구. 경문사.

김미정, 김용구, 정인철 (2009). 발견을 통한 순열과 조합 지도방안 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 48권, 제 2호, 113-139.

김민경 (2005). 패턴블록을 활용한 구체적 조작활동에 관한 소고. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 44권, 제 1호, 125-141.

김성경, 이동원 (2005). 근접발달영역을 고려한 중학교 수학의 학습지도방안 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 44권, 제 1호, 41-65.

김수미, 정은숙 (2005). 범례 제시를 통한 도형 개념 지도 방안. 대한수학교육학회지 <수학교육학연구>, 제 15권, 제 4호, 401-417.

김윤진, 김민경 (2006). 수학화 경험 수업에서 나타난 초등학생의 수학적 능력 및 수학화 분석. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 45권, 제 3호, 345-365.

김익표 (2010). 안내된 재발명을 포함한 탐구-중심 수업이 학생들의 수학적 활동에 미치는 영향에 관한 사례 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 49권, 제 2호, 223-246.

린 D. 잉글리쉬, 그레엄 S. 헬포드 (2003). 수학교육론: 인지과학에서 수 체계의 정신모델, 계산과정, 그리고 문제해결. 경문사.

박경미 (2009). Lakatos의 증명과 반박 방법에 따른 기하 교수·학습 상황 분석 연구. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제 11권, 제 1호, 55-70.

박임숙, 김흥기 (2002). 고등학교에서의 극한개념 교수·학습에 관한 연구. 대한수학교육학회지 <수학교육학연구>, 제 12권, 제 4호, 557-582.

송영무, 박윤자 (2005). 초등학교 5·6학년 특별보충반 학생들의 나눗셈 연산 능력 신장에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 44권, 제 2호, 265-280.

심상길 (2005). 초등학교 기하에서 큐브를 활용한 조작 활동에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 44권, 제 1호, 143-152.

우정호 외 6인 (2007). 수학교육학 연구방법론. 경문사.

이대현 (2001). 수학과 수행평가의 이론적 기저에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 40권, 제 1호, 67-75.

이돈희(1994). 교육적 경험의 이해. 서울: 교육과학사

이종영 (2001). 컴퓨터 환경에서 초등학교 기하 지도에 관한 고찰. 대한수학교육학회지 <수학교육학연구>, 제 11권, 제 1호, 89-102.

이종희, 김선희 (2005). Vygotsky 이론에 근거한 수학과 자기주도적 학습 능력 측정 도구 개발. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제 7권, 제 3호, 253-268.

______, 최승현, 김선희 (2002). 수학적 의사소통을 강조한 수학 학습 지도의 효과. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 41권, 제 2호, 157-172.

이환철, 허난, 강옥기 (2010). 동료를 지도하는 수학 학습 능력 우수 학생의 학습 과정 탐색. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제 12권, 제 2호, 177-191.

유윤재(2010). 중등수학교육학. 서울: 경문사

조완영 (2006). 고등학교 미적분에서의 수학화 교수·학습에 관한 연구. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제 8권, 제 4호, 417-439.

최순옥, 정영옥 (2005). 비계설정을 통한 수학 교수-학습에 대한 연구. 대한수학교육학회지 <수학교육학연구>, 제 15권, 제 1호, 57-74.

한기완 (2001). 공간과제의 지도 방안에 관한 연구. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제 3권, 제 2호, 355-372.

한길준, 우호식 (2001). 고등 수학 개념의 올바른 이해를 위한 유의미한 교수법 탐색. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 40권, 제 2호, 241-252.

홍성관, 박철호 (2007). 동적기하가 원뿔곡선 문제 해결에 미치는 영향. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 46권, 제 3호, 331-349.

______ (2009). 동적조작 환경이 융합된 수학교과과정에서의 교수-학습 과제 사례 분석과 교사의 역할. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제 11권, 제 2호, 281-299.

황우형, 이지연 (2000). 기하판을 활용한 수업의 효과에 관한 질적 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 제 39권, 제 1호, 21-36.

황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈, 서동엽(2010).수학교육학신론.서울:문음사.

Park, Min-Kyung
Graduate School of Education
Kyungnam University
ChangWon 631-701, Korea
E-mail address: mk2027@hanmail.net

Kim, Young-Ok
Department of Mathematics Education
Kyungnam University
ChangWon 631-701, Korea
E-mail address: youokim@kyungnam.ac.kr