대한수학교육학회지 <학교수학> 제 15 권 제 2 호
Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics
School Mathematics Vol. 15, No. 2, 353 ~ 367. Jun 2013

예비교사의 수학 교수 자료 분석 및 개발 사례에 대한 기호학적 분석

김 선 희* · 김 태 익**

본 연구는 한 예비교사의 교수 자료 분석 및 개발 사례를 기호학적 관점에서 분석하였다. 수학 교과서를 기호의 표현체로, 학생들이 배워야 하는 단위 변환 내용을 대상체로 볼 때, 예비교사의 교과서 분석은 교과 내용 지식과 학생들의 이해라는 측면에서 다양한 해석체가 되었다. 이에 따라 교사의 교수 자료 분석은 한 가지 해석이 이루어지는 것은 아님을 알 수 있었으며, 본 연구는 이를 기호 공간에서 설명하였다. 그리고 예비교사가 교수 자료를 도해로 구성했을 때 수업을 염두에 둔 실험과 반성의 단계에서 예비교사의 추상적 연역이 진행되었음을 알 수 있었다. 본 연구는 예비교사의 사고 과정을 기호학을 이용하여 분석할 수 있었다는 데 의의를 가지며, 기호학을 활용한 수학교육 분야의 연구가 다방면에서 활용될 가능성을 보여주었다.

Ⅰ. 서론

기호학은 2000년대 이후 수학교육 연구에서 활발한 이론적 토대를 제공하고 있다. 수학교육을 연구하는 데 기호학이 활용되는 이유는 여러 가지가 있다. 수학이 기호로 되어 있고 수학을 학습하는 것이 기호를 이해하고 활용하는 것을 배우는 것이고, “수학을 하는 것이 본질적으로 기호 활동”이며(Radford, Schubring & Seeger, 2008, p.vii), “수학을 학습하고 보이지 않는 대상에 대하여 의사소통하는 것은 기호가 없이 불가능하고”(Bakker, 2007, p.9), 수학을 학습하는 것은 수학적 의미의 구성과 수학적 표기의 해석과 발달 모두를 요구하며(Sándnz-Ludlow, 2003; Bakker, 2007, 재인용), “기호적 표현을 다른 기호적 표현으로 바꾸지 않고서 수학적 사고는 있을 수 없기”(Duval, 2008, p.39) 때문이다. 또한 기호학은 학생의 인지적 측면뿐 아니라 수학교육의 철학 분야에서도 연구되고 있는데, Seeger(2004)는 학습이 개인적이면서 사회적이고, 수용적이면서도 구성적이라고 하면서, 기호학적 접근이 이런 이분법을 극복하는 방법을 이끌 수 있다고 하였다. 수학 교수 · 학습을 기호 과정(sign process)으로 보면, 기호학은 학문적 교류(trans-disciplinary) 접근이고, 교육적 반성과 교육 연구에서 개인 학습과 사회적 학습, 구성주의와 수용 학습의 이분법을 화해시킬 수 있다는 것이다(Seeger, 2004).

기호학이 위와 같이 수학교육의 다양한 분야에서 연구될 수 있는 것은 기호의 편재성 때문이다. Peirce는 세상의 모든 것을 기호로 보고, 인간의 지적 활동을 기호 활동으로 보았다. 그렇

* 신라대학교 (mathsun@silla.ac.kr)
** 신라대학교 (ick1779@hanmail.net)

다면 수학을 가르치는 교사의 입장에서도 수학은 기호이며, 학생들에게 수학을 가르치기 위한 교수학적 변환과 설명도 기호학적 관점에서 이해될 수 있을 것이다. 지금까지 기호학이 적용된 수학교육 연구는 대개 학생들의 사고 활동에 초점이 주어졌으나, 본 연구는 예비교사가 수학을 가르치기 위해 접한 교수 자료인 교과서를 어떻게 분석했는지 Peirce의 기호학 관점에서 들여다보고, 예비교사가 교수 자료를 개발한 과정을 Peirce의 도해적 추론을 적용하여 분석하고자 한다. 첫 번째 연구 내용은 예비교사가 접한 수학 교과서를 기호로 보고 학생들을 가르치기 위해 이 기호를 어떻게 해석했는지를 살펴보는 것이다. 이것은 대상체, 표현체, 해석체의 기호 요소에서 세미오시스가 어떻게 이루어지는지를 기호 공간(semiotic space; Bakker & Hoffmann, 2005)에서 분석할 것이다. 두 번째 연구 내용은 학생들에게 가르치고자 하는 단위 변환의 내용을 예비교사가 도해적 추론 단계를 거쳐 교수 자료로 개발한 과정을 살펴볼 것이다. 그리고 교사의 교수 자료 분석 및 개발에 대한 기호학의 적용, 우리나라 사범대학에서 성장한 예비교사가 미국 교육현장에서 교육 실습에 한 특수한 사례에 비추어 예비교사의 관습 단위 이해에 대한 논의를 진행할 것이다.

Ⅱ. Peirce의 기호학

1. 기호

Peirce에 따르면, 기호는 학습 과정에서 중요한 역할을 한다. 우리의 사고는 상상이든 실제로 지각되는 것이든 어떤 기호에 대해 수행된다(Peirce, NEM Ⅰ; Hoffmann, 2005, 재인용). Peirce는 [그림 Ⅱ-1]과 같이 기호를 대상체, 표현체, 해석체의 삼원적 요소를 가진 것으로 보았다.

[그림 Ⅱ-1] 기호의 삼원적 관계 (Seeger, 2005)

기호를 시각과 같이 감각을 통해 얻을 수 있는 표현으로 나타낸 것이 표현체이고, 기호가 대신하고 있는 것이 대상체이며, 기호에 의해 떠오르는 생각이 기호의 해석체이다. 해석체는 기호가 의미를 가진 결과라고 볼 수 있는데, Peirce에게 "기호의 객관적인 의미라 불릴 수 있는 것은 해석체"이다(Bakker & Hoffmann, 2005, p.336). Peirce의 기호학의 장점은 이런 삼원적 관계를 통해 지식의 대상들과 이 대상들의 의미(해석체) 사이의 중재자로서 기호(표현체)가 하는 역할을 인식론적으로 되뇌는 데 있다(Bakker, 2007). 기호의 삼원적 관계에서 기호의 의미는 영원히 고정된 것이 아니라 다양한 해석이 존재할 수 있도록 열려 있다. 즉 대상체는 여러 기호(표현체)에 의해 표현될 수 있고, 어떤 표현체는 여러 방법으로 해석될 수 있다(Bakker & Hoffmann, 2005).

학생들의 사고 과정을 나타나고 분석하는 데에는 Saussure의 기호학에 근거한 '의미작용의 고리'가 많이 사용되어 왔다(Hall, 2000; Nemirovsky & Monk, 2000; Cobb, 2002). 그러나 의미작용의 고리로 설명되는 사고의 흐름은 선형적이라는 점에서, 기호가 다른 기호로 구성될 수 있고 더 복잡한 기호의 요소가 될 수 있다는 것을 간과할 수 있다. Peirce의 기호학에 터한다면, 동일한 기호에 대해 다양한 해석이 존재하고 동일한 대상에 대해 항상 많은 표현이 존재한다

(Duval, 2008). “기호 과정은 의미의 연속적인 흐름이 아니라 파국(catastrophes)에 의해 방해되고 단절”되기 때문이다(Otte, 2005, p.9). 김선희 · 이종희(2003), 김선희 · 김기연(2004), Presmeg(2005)는 학생들의 사고 과정을 선형적으로 나타냈으나, 본 연구에서 예비교사의 기호 해석은 다양한 측면이 고려되었기에, Duval과 Bakker & Hoffmann과 같이 교과서 표현체를 다양한 해석으로 나타내는 복합적인 기호 공간에서 분석할 것이다.

한편 기호의 표현체와 해석체를 중재하는 데에는 부수적 지식(collateral knowledge)이 중요한 역할을 한다. Bakker(2007)는 학생들이 기호와 관련한 부수적 지식을 증진함으로써 더 발전된 통계 기호를 해석했고 통계적 추론을 위한 수단으로 기호를 사용하는 것을 배웠다고 하였다. 예비교사가 교과서라는 기호를 분석할 때도 그가 가진 여러 지식이 부수적으로 사용되어 교과서 표현에 대한 더 나은 표현을 만들 수 있다. 예비교사의 부수적 지식에는 학생들을 지도한 경험도 포함될 것이다.

2. 도해적 추론

Peirce는 기호의 표현체, 대상체, 해석체의 관계에 의해 기호를 도상, 지표, 상징으로 분류하였다(Trabant, 1996/2001). 도상은 표현체와 대상체의 유사성에 기초한 기호로 정의된다. 지표는 대상체를 가리키는 지시 기능을 담당하는 기호로, 그 대상체와 직접적이고 물리적인 관련을 맺으며 의사소통에서 표현체와 대상체가 공간적, 시간적으로 함께 나타나야 해석이 가능하다. 맥락에 구속되어 있는 지표는 개인 간의 상황에서 사용되는 순간에 상황과 맥락에 의존하는 형태로 상호작용에 참여하는 사람의 활동을 지시하거나 구속하게 된다(김지현, 2000). 상징은 기호의 대상체와 해석체 사이의 관계가 법률과 같이 약속에 의해 규정된 기호이다.

도해(diagram)는 수학적 표현에서 많이 활용되는데, Peirce에 따르면 도해는 문법적 표현 체계에 대해 수행되는 관계를 나타낸다(Hoffmann, 2005). Peirce는 도해가 도상적 특징이 가장 강하지만 지표와 상징의 특징도 갖고 있다고 하였다(Hoffmann, 2005). 도해는 토큰(token)과 타입(type)으로 구분되기도 한다. 토큰은 가시적이며 특수한 기호이며, 타입은 일반적인 내용을 나타내는 기호이다. 종이 위에 삼각형을 그렸다면 그것은 단지 토큰이지만, 기하에서는 하나의 삼각형이 모든 삼각형을 나타내는 대표성을 가진 것으로 인식되며 이것은 타입이다. 도해를 단지 토큰으로 가르치면 학생들은 그로부터 일반적인 정보를 도출하지 못하므로, “개념을 발전시키기 위해 학생들은 타입인 도해에 의해 추론하는 것을 배울 필요가 있다”(Bakker & Hoffmann, 2005, p.340).

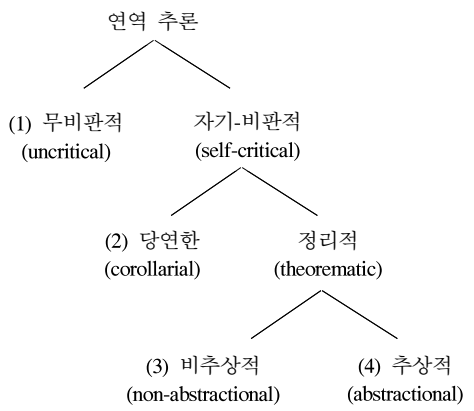
Peirce에 따르면 모든 연역적 추론은 도해적이다. 관찰이 수학 전체에서 역할을 한다는 뜻이다(Marietti, 2005). Dörfler(2005)는 P(x)-P(a)가 (x-a)에 의해 나누어떨어지는 것을 도해적 추론의 예로 들면서, 다항식도 도해로 볼 수 있다고 하였다. Peirce는 도해적 추론을 세 단계로 설명하였는데(Hoffman, 2005), 첫 단계는 표현 체계에서 도해를 구성하는 것이다. 도해의 구성은 학생들이 문제에서 중요하다고 생각한 관계를 나타낼 필요에 의해 동기부여가 된다. 두 번째 단계는 도해로 실험을 하는 것이다. 도해의 실험은 표현 체계 내에서 실행되고 규칙이나 습관에 의해 추진된 활동으로, 부수적 지식의 확장에 기여한다. 세 번째 단계는 실험의 결과를 관찰하는 것으로, 반성 단계라 할 수 있다. 이때 도해의 부분들 사이의 숨겨진 관계를 발견할 수 있다.

본 연구에서 예비교사는 학생들에게 단위 변환을 지도하기 위한 교수 자료로 도해를 개발하

였다. 본 연구는 예비교사가 교수 자료를 개발하는 과정을 도해적 추론의 세 단계에 의해 분석할 것이다.

3. 연역의 유형

Peirce의 연구를 토대로 Hoffmann(2005)은 연역 추론의 유형을 [그림 Ⅱ-2]와 같이 4가지로 제시하였다.



[그림 Ⅱ-2] 연역 추론의 4가지 종류 (Hoffmann, 2005, p.51)

'무비판적' 연역은 절차마다 무엇인가를 결정할 필요 없이 일반적인 논리 규칙에 의해서 결과를 산출하는 것이다. '당연한' 추론은 증명할 명제에 사용된 용어들의 정의와 일반적인 논리 법칙만을 사용하는 추론이다. 무비판적 연역과 달리 어떤 것이 연역되어야 하는지의 신중한 분석이 필요하다. 그러나 증명될 명제에서 이미 암시된 것이 아닌 무언가를 구성할 필요는 없다. '정리적' 연역에서 추상적인 것과 비추상적인 것의 차이는 실체적 추상화(hypostatic abstraction)의 개념을 필요로 한다. 실체적 추상화는 Piaget의 반영적 추상화와 유사한 개념으로 Peirce가 언급한 것이다. 실체적 추상화를 통해 이전에는 대상으로 언급하지 않은 것을 의미하는 새로운 기호를 만들 수 있다. 예를 들어, 기수(cardinal number)는 세기(count)의 술어로부터 나온 실체적 추상화의 결과인 기호이다(Peirce, CP5.534; Hoffmann, 2005, 재인용). 실체적 추상화에서 가장 중요한 점은 새로운 대상과 새로운 대상을 참조하는 것으로 생성된 기호가 다시 조작의 수단으로 사용될 수 있다는 것이다. 학습은 실체적 추상화에 의해 새로운 대상을 창조하고 주체와 인지 대상을 중재하는 새로운 수단에 의해 그것을 사용하는 것을 의미한다. 수학을 가르칠 때 부딪히는 실제 문제는 수학의 엄밀함이 아니라 수학적 대상의 존재, 의미의 발달에 대한 문제이다(Otte, 2011). 추론을 형식화하기 위해 새로운 실체적 추상화가 창조되는 정리적 연역을 '추상적'이라고 하며, 이미 다른 맥락에서 주어진 실체적 추상화를 사용하는 정리적 연역은 '비추상적'이다.

도해적 추론은 실체적 추상화를 형성하는 기초를 생산할 수 있다. 도해의 일부가 그만의 실재, 새로운 대상으로 지각될 때 실체적 추상화가 일어난다. 이 과정에 의해 형성된 새로운 대상은 이후의 도해화, 학습 단계에서 수단으로 사용될 수 있다. 본 연구는 한 예비교사의 도해적 추론 과정을 분석하면서 그가 실체적 추상화를 형성한 것 또한 설명할 것이다.

Ⅲ. 연구 배경

국가 교육과정이 운영되는 우리나라는 교과서가 다소 일률적이고 관련된 교수 자료도 많이 개방되어 있다. 따라서 예비교사의 사고 과정에 이미 개발된 자료가 영향을 미칠 수 있어, 예비교사의 순수한 아이디어로 수학 교과서를 분석하고 교수 자료를 개발한 과정과 결과를 분석하기 위해 본 연구는 낯선 교재를 가르칠 기회를

가진 사례를 연구 자료로 선택하였다.

본 연구에서 교과서를 분석하고 교수 자료를 개발한 예비교사는 연구자 중 한 명으로서, 한국에서 수학교사로서 양성 교육을 받고 미국에서 교생 실습을 받은 학부 3학년 남학생 T[1]이다. T는 국제중·고등학교나 외국에서 수학교사가 되려는 장래희망을 갖고 있다. T가 희망하는 수학교육은 교사의 입장에서 학생들에게 교과서의 수학적 내용을 실생활과 연계하고, 교과서의 내용을 설명할 때는 여러 교구 등을 사용하여 다양한 방법을 제시하고, 교사의 일방적인 설명이 아닌 학생들이 궁금히 하는 점을 충분히 파악하여 학생들의 의문점을 해결하는 수업이다.

T는 한미교육연맹(KoAM)의 선발로 2012년 1월에서 5월까지 미국 미네소타 주와 네브래스카 주에서 21주의 인턴십에 참여했다. 인턴십은 교생 실습과 마찬가지로, 처음에는 초·중등학교에서 교사의 수업을 참관하다가 수업을 직접 진행하는 과정이었다. 미네소타 주에서 T는 학생 수가 170명 정도인 사립학교에서 4, 6, 7, 8학년의 수업을 참관 및 진행했고, 한 공립학교에서는 참관만 하였다. 네브래스카에서는 학생 수가 110명 정도인 사립학교에서 4~8학년의 수업을 참관 및 진행하였다. 네브래스카 주에서는 7-8학년이 한 교실에서 수업을 받고 있었다. T는 미국 인턴십에 참여하기 위한 준비로 기숙사에서 외국인 룸메이트와 함께 생활했고 출국 전 수학 용어를 영어로 학습했다. 이외에도 예비교사는 영어교육과의 5개 과목을 수강하면서 영어교육을 복수전공하였다.

본 연구에서 분석하는 교과 내용은 T가 미국 교생실습에서 가르친 단위 변환이며, 우리나라 교육과정에서 다루지 않는 미국의 관습법 단위를 포함한다. 본 연구에서 다루는 단위 변환 내용은 네브래스카 주에서 10일 정도 T가 수업한 내용이며 특히 길이의 단위 변환은 3월 6~7일 이틀간 다룬 내용이다. 본 연구의 분석 자료는 T가 수업을 위해 개발한 학생 활동지와 ppt, 그리고 생소한 미국 교과서에 대한 의견과 학생들을 가르칠 자료가 어떻게 개발되었고 수업에서 어떻게 가르치려 하는지를 기술한 보고서, 연구배경 자료로 수집된 면담 자료이다. 연구책임자는 해외 인턴십 동안 T의 지도교수로서 실습 중의 사건, 고민거리, 수업 등에 대해 이메일로 긴밀한 연락을 취하였다. 연구책임자는 Ⅳ장과 Ⅴ장에서 T의 보고서와 면담 내용을 인용하여 예비교사의 교수 자료 분석 및 개발 과정을 기호학적 관점에서 분석하고 논의를 진행하였다.

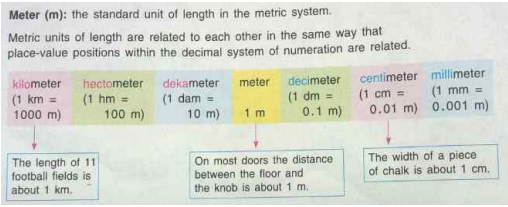
Ⅳ. 예비교사의 교수 자료 분석 및 개발

1. 기호 공간에서의 교과서 분석

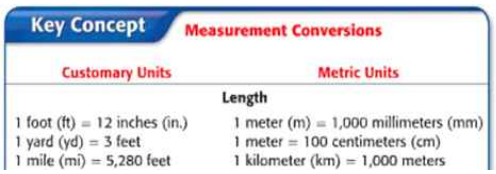
미터법의 단위 변환은 우리나라 초등 교육과정에서도 다루어지지만 미국은 자체적인 관습법 단위를 사용하기 때문에, 단위 변환은 우리나라 사범대학에 재학 중인 T에게 생소한 내용이었다. T가 미국에서 학생들을 지도해본 경험에 비추어 볼 때 단위 변환은 학생들이 가장 어려움을 느끼는 단원이기도 했다. 이 절에서는 수학교과서를 기호로 접한 T가 수업을 위해 교과서 내용을 어떻게 해석하는지 [그림 Ⅱ-1]과 같은 틀에 의해 분석할 것이다.

이 단원의 교과서 내용은 미터법 자체 변환, 관습법 자체 변환, 관습법 단위와 미터법 단위의 변환이다. 그 중 길이의 단위 변환에 대한 것만 살펴보기로 한다. 미국 교과서 내용의 예시는 [그림 Ⅳ-1]과 같다.

1) 연구자이지만 사례 연구로 소개되는 예비교사를 의미하기 위해 T라는 호칭을 사용하기로 한다.



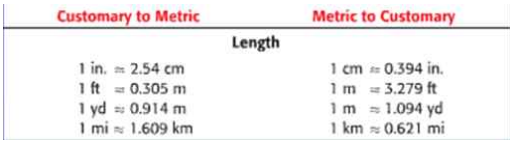
길이의 미터법 간의 단위 변환
(Sadlier-Oxford 7학년)



Key Concept Measurement Conversions

Customary Units	Metric Units
Length	
1 foot (ft) = 12 inches (in.)	1 meter (m) = 1,000 millimeters (mm)
1 yard (yd) = 3 feet	1 meter = 100 centimeters (cm)
1 mile (mi) = 5,280 feet	1 kilometer (km) = 1,000 meters

길이의 관습법 간의 단위 변환
(Mcgraw-Hill 7학년)



Customary to Metric	Metric to Customary
Length	
1 in. ≈ 2.54 cm	1 cm ≈ 0.394 in.
1 ft ≈ 0.305 m	1 m ≈ 3.279 ft
1 yd ≈ 0.914 m	1 m ≈ 1.094 yd
1 mi ≈ 1.609 km	1 km ≈ 0.621 mi

길이의 관습법 단위와 미터법 간의 상호 변환
(Mcgraw-Hill 7학년)

[그림 Ⅳ-1] 길이의 단위 변환에 대한 미국 교과서 표현

예비교사는 [그림 Ⅳ-1]의 교과서를 보면서 교과 내용 지식 측면에서 몇 가지 문제점을 다음과 같이 발견하였다. 이것은 교과서에 대한 해석이기도 하다.

> 가장 눈에 띈 것은 모든 교과서에서 관습법 단위 자체 변환을 단지 두 인접 단위 사이의 관계만을 기술하여 나타내고 있다는 것이다. 교과서에 나타난 두 인접 단위 사이의 관계는 학생들이 비례식을 적용하여 해결할 수 있지만, 인접하지 않은 단위 사이의 관계는 학생들이 어떤 연산과 수치를 사용해야 할지 어려움을 줄 수 있다.
> 단위는 실생활과 연결된 내용임에도 불구하고 위와 같은 내용으로는 어떤 물건에 어떤 단위를 사용할 수 있는지에 대한 양감이나 단위 선택과 관련된 내용이 포함되지 않았다. 덧붙여 길이의 어림에 대한 내용도 다루지 않고 있다.
> 주로 사용하는 관습법 단위를 이용하는 것의 편리함이 설명되지 않았다. 세계 표준으로 사용되는 미터법 외에 관습적으로 사용되는 것이 미국인에게 얼마나 효용 가치가 있는지 설명되지 않았다[2].

T는 학생들의 이해 측면에서 교과서에 대한 의견을 다음과 같이 제시하였다.

> [그림 Ⅳ-1]처럼 정리되어 있는 표만을 이용하여 문제를 풀게 되면 그것은 단순히 계산 훈련에 불과하다.
> 학생들이 단위 간의 관계를 이용하여 비례 추론함으로써 답을 구할 수 있는 모범적인 예시가 필요하다.

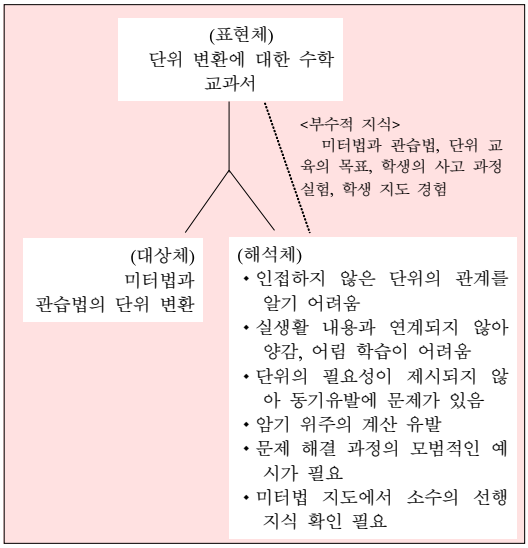
뿐만 아니라 T는 교과서에서 문제를 해결하는 과정이 생략되어 있어 학생들에게 암기 위주의 계산을 유발할 수 있다고 생각했다. 실제로 학생들을 지도했을 때에도 교과서에 제시되지 않은 단위 간의 관계에 대해 학생들은 어려움을 겪고 있었다. 그리고 미터법 단위는 10의 거듭제곱을 기준으로 소수점이 붙게 되므로 학생들에게 소수의 지도가 필요할 것이라 생각하였다. 이것은 후에 학생들이 소수에서 계산 실수를 많이 하는 것을 보면서도 확인할 수 있었다.

> 미터법에서는 길이의 기본 단위를 meter(m)로, 용량(Capacity)의 기본 단위를 liter(l)로, 무게(Mass)의 기본 단위를 gram(g)으로 정의하고 있

2) 미국이 관습법 단위를 사용하게 된 이유는 영국이 헌법 없이 관습법을 따르는 것으로부터 유래했다는 것과 사람의 신체를 기준으로 단위를 만든 것으로 파악된다. 인치(inch)는 손가락 한 마디의 길이(약 2.5cm), 피트(feet)는 사람의 발 길이(약 30cm), 야드(yard)는 코끝에서 팔을 내린 손의 중지 끝까지의 길이(약 90cm), 마일(mile)은 로마 시대의 행군 단위 1,000더블페이스를 말한다.

다. 그래서 기준 단위 미만의 단위에는 10의 거듭제곱을 기준으로 소수점이 붙게 되는데 이 부분에서 계산 실수가 많이 일어나고 어려움을 느끼는 것을 확인할 수 있었다.

위와 같은 T의 교과서 분석은 '교과서'라는 표현체를 '학생들이 배워야 하는 단위 변환 내용'이라는 대상체에 비추어 본 해석체라 볼 수 있다. 교과서라는 기호의 표현체에 대해 다양한 해석이 이루어졌으며, 이때의 해석은 크게 수학 교과 지식 및 내용 교수법에 대한 지식과 학생들에 대한 이해에서 나왔다(임찬빈 · 이화진, 2006). 수업을 준비하는 교사였기에 교과서 표현체에 대한 해석체가 교과 지식과 학생의 이해라는 다양한 각도에서 나온 것으로 볼 수 있다. 그리고 표현체와 해석체를 중재한 것은 수학 교과 내용, 교육과정, 학생의 사고 과정 등과 관련된 예비교사의 부수적 지식이라 볼 수 있다.



[그림 Ⅳ-2] 예비교사의 수학 교과서 분석의 기호 공간

T의 학생들을 가르친 경험 또한 부수적 지식을 풍부하게 하는 데 기여했다. 이 내용을 요약하여 [그림 Ⅱ-1]의 틀에 적용하면, [그림 Ⅳ-2]와 같다. 부수적 지식은 표현체와 해석체를 중재하므로 그 사이에 점선으로 나타내었다.

2. 교수 자료 개발에서 예비교사의 도해적 추론

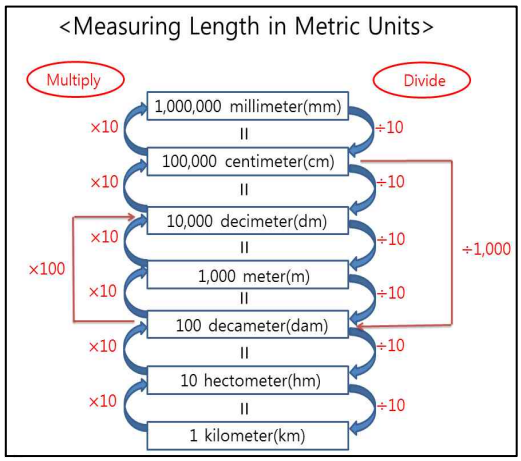
예비교사는 교과서를 해석하고 사용할 때, 교과서를 고수하거나 정교화하거나 새로이 창조하는 접근을 취한다(Nicol & Crespo, 2006). T는 비판적인 시각에서 교과서를 학생들을 가르치기 위한 하나의 자원으로 보고 창조적 접근을 취했다. 관습법 단위의 변환은 예비교사가 학생 시절 배우지 않은 내용이기에, 이 교수 자료는 예비교사가 학생들의 입장에서 배우지 않은 내용을 학습한 결과이며 학생들이 단위 변환을 이해하도록 사고 실험을 한 결과이기도 하다. 예비교사는 교수 자료를 도해로 나타냈으며, 교수 자료를 개발하기까지 도해적 추론의 3단계를 거쳤다.

먼저, 미터법 단위 간의 관계를 나타내는 도해적 추론을 분석해본다. 도해는 실체적 추상화를 이끄는 기호이고 여러 단위 간의 관계를 한 눈에 보고 해석할 수 있게 해 준다는 점에서 동기부여가 되어, 예비교사는 단위 간의 관계를 나타내는 데 도해를 사용하였다. 예비교사가 만든 도해는 여러 단위 사이의 관계가 쉽게 나타날 수 있도록 제일 큰 단위의 값을 1로 했을 때 작은 단위의 값이 얼마나 되는지를 상하로 나타낸 것이다. 단위 간의 관계를 등호로 나타내었고 구해진 값은 좌우에 곱하기나 나누기를 한 것임을 나타내었다.

그림(도해)에서는 제일 큰 단위(km)를 기준으로 하여 각 단위별로 등호 관계를 표시하였다. 이 그림을 이용해 지도를 하면 학생들은 소수 없이도 쉽게 관계를 파악할 수 있으며 각 단위 간의 관계를 파악한 후에 수치를 조정해서 학

습을 하여도 충분히 기본 단위(meter)를 이해할 수 있다.

T가 개발한 도해에 사용된 화살표와 등호 등은 도해 체계의 문법이 되었다. 예비교사가 작성한 길이의 미터법 단위 간의 관계는 [그림 Ⅳ-3]과 같다.



[그림 Ⅳ-3] 길이의 미터법 단위 간의 관계

도해적 추론의 두 번째 단계에서 T는 [그림 Ⅳ-3]으로 다음의 실험을 하였다.

> 7학년 이상의 경우 이미 거듭제곱을 배웠으므로 10^0부터 10^6까지 표현할 수도 있다. 단위의 크기 관계를 먼저 설명하고, 미터법의 경우에는 모든 단위의 변환이 10의 거듭제곱 꼴로 나타내어짐을 가르치고 큰 단위에서 작은 단위로 변환할 때는 좌측의 곱셈 연산, 그 반대의 경우에는 우측의 나눗셈 연산을 사용한다는 것을 언급한 뒤 문제를 풀게 하면 학생들이 답을 제대로 찾을 수 있을 것이다.

실험에서 T는 도해가 가르치고자 하는 것을 잘 나타내고 있는지, 수업을 할 때 설명할 자료로 적합한지, 학생들이 이해하기 쉬운지를 점검하였다. 학생들에게는 단위의 크기 관계를 먼저 설명하고, 미터법의 경우에는 모든 단위의 변환이 10의 거듭제곱 꼴로 나타내어짐을 가르치고, 큰 단위에서 작은 단위로 변환할 때는 좌측의 곱셈 연산, 그 반대의 경우에는 우측의 나눗셈 연산을 사용한다는 것을 언급한 뒤 문제를 풀게 해야겠다고 계획한 것이다.

도해적 추론의 세 번째 단계는 실험의 결과를 관찰하는 반성 단계이다. T는 [그림 Ⅳ-3]이 교수 자료로서 활용될 수 있을지를 반성하면서, 이 표현을 이용하면 인접한 단위가 아닌 경우에는 단위가 상하로 몇 칸 건너 있는지를 10의 거듭제곱으로 나타낼 수 있음을 발견하였다.

> 좌측의 ×100과 우측의 ÷1000은 꼭 한 단위만 이동하는 것이 아니라, 단위가 인접하지 않을 때 10이 곱해지는 개수만큼 곱한 뒤 연산을 적용하면 그 값을 구할 수 있다.

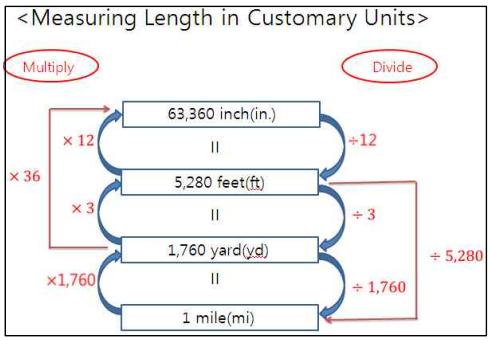
T가 위와 같은 절차에 따라 도해적 추론을 한 후 수업에 적용하였을 때, 학생들은 단위 사이의 관계를 파악할 수 있었으며 수치가 주어져도 기본 단위인 미터를 이용하여 문제를 해결할 수 있었다고 한다. 학생들이 이 도해에서 가질 수 있는 오류는 화살표를 제대로 이해하지 못한 것이었다. 상하 방향이 바뀌면 등호 관계가 성립하지 않기 때문에 수업에서 T는 화살표가 어떤 의미인지 학생들에게 설명하였다고 한다.

> 화살표를 제대로 나타내지 못하는 학생이 있었다. 연산을 사용하는 데 있어 화살표의 방향을 파악하는 것이 필수적인데 그 방향이 바뀌어 버리면 등호 관계가 성립하지 않기 때문에 화살표의 중요성에 대하여 확실하게 설명해 주었다.

T는 화살표가 이 표현의 새로운 문법이지만 이로 인해 메타인지적 이동이 될 수 있으므로, 학생들이 답을 구한 후에 실생활 물건을 이용하여 직관적으로 옳은지 확인해보도록 하였고, 이

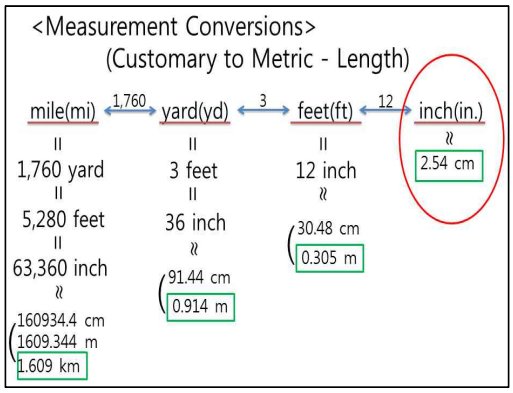
표현의 일반화가 가능함을 지각하면서 학생들에게 용량과 무게에 관한 미터법 변환도 이와 같은 표현으로 만들게 하였다고 한다.

T가 작성한 관습법 단위 사이의 관계 도해는 [그림 Ⅳ-4]와 같다. T는 [그림 Ⅳ-3]과 유사하게 도해를 구성하고 관찰하며 반성하면서 도해적 추론을 하였다. 미터법과 유사하므로 그 과정은 여기서 생략하기로 한다. 관습법 단위 사이의 관계에서 학생들은 용어의 의미 즉, 피트(feet), 인치(inch) 등이 어떻게 유래된 것인지, 그리고 분수로 주어진 수치의 계산에서 어려움을 겪었다고 한다.



[그림 Ⅳ-4] 길이의 관습법 단위 간의 관계

미터법 단위와 관습법 단위 사이의 관계에 대해서 T는 [그림 Ⅳ-5]와 같이 도해를 구성하였다. 1인치가 2.54센티미터라는 것을 기준으로 관습법 단위 간의 관계를 좌우 화살표로 나타내고, 화살표의 왼쪽에서 오른쪽으로 갈 때는 곱하기, 오른쪽에서 왼쪽으로 갈 때는 나누기가 적용되게 한 것이다. 각 단위별로 인치를 이용하여 m 또는 km단위의 값을 구하도록 하였고, 각각의 관습법 단위가 미터법으로 얼마인지는 박스로 나타내었고, 이때 미터법 수치는 소수 넷째 자리에서 반올림을 하여 1000분의 1 단위로 표현하였다.



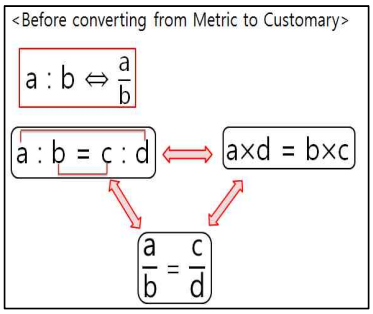
[그림 Ⅳ-5] 관습법을 미터법으로 변환한 단위 관계

[그림 Ⅳ-5]의 도해는 관습법과 미터법 간의 관계가 어떠한지 알기 쉽게 나타내고 있다. 이 도해를 실험하면서 T는 다음을 깨달았다.

> 학생들에게 화살표, 등호, ≈의 의미가 무엇인지 알려줄 필요가 있다.
> 참값과 근삿값의 차이에 대한 설명도 필요하다.

도해의 실험 결과를 관찰한 T는 각 단위별로 인치만을 이용하여 좀 더 간단한 형태로 도해를 나타내기로 반성하였다.

단위 간의 변환을 지도하는 데 있어서 미국 교과서 표현의 문제점을 인식하고 교수 자료로서 새로운 표현을 개발하려 했던 T는 [그림 Ⅳ-5]까지의 과정을 되돌아보았다. 교과서에서 단위 간의 관계를 결과 위주로 암기하여 계산을 하게 하는 문제점을 의식했었는데, 자신의 표현 또한 그렇지 않은지 생각하게 되었다. 학생들이 이해를 하는 수학을 가르치기 원했던 T는 미터법을 관습법으로 변환하는 경우에 [그림 Ⅳ-6]과 같은 새로운 도해가 필요하다고 생각하였다. 이것은 비례식을 이용하는 원리를 나타낸 것으로, 예비교사는 쌍방향의 화살표를 이용하여 세 개의 등식이 같은 의미를 나타내었다.



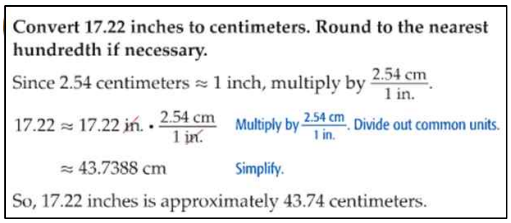
[그림 Ⅳ-6] 비례식을 활용한 단위 변환 원리

T는 [그림 Ⅳ-6]의 도해가 문제 해결에 활용하는 데 적용될 수 있는지를 실험하였다.

> 미터법을 관습 단위로 변환하는 경우는 6학년 이상의 교과서에서 나타나는데, 이 내용을 배우기 전에 비례식을 이용하여 수치를 구하는 방법에 대해 설명하는 것이 좋을 것이다. 측정 단원을 배우기 전에 6학년 학생들은 비율(퍼센트)을 배우면서 비례관계의 의미와 비례식(등호를 이용한 등식도 배움)을 배우게 된다. 그래서 이 내용을 가르치기 전에는 그 부분에 대한 내용을 다시 한 번 상기시키면서 비례식과 관련된 문제를 풀어보고 본격적으로 수업을 진행하는 것이 좋겠다. 이 과정에서도 1000분의 1 단위(nearest thousandth)로 표현할 수 있도록 지도하고, 비례식을 세운 뒤에 학생들에게 계산기를 사용하여 비례식에 해당하는 값을 찾을 수 있도록 시간을 부여할 것이다.

수학을 학습하는 것은 낱낱의 지식보다 원리를 적용할 수 있고 문제를 해결하는 것이라 생각한 T는 [그림 Ⅳ-5]를 학생들이 참고할 수 있는 자료로 활용하되, [그림 Ⅳ-6]이 더 확실히 이해되어야 한다고 생각했다.

[그림 Ⅳ-6]의 실험을 반성하면서 예비교사는 교과서에서는 비례식을 활용하지 않고 [그림 Ⅳ-7]과 같이 곱하고 나누고 계산하는 절차를 제시하고 있으나, 2.54cm/1in를 곱하는 이유는 비례식으로 설명할 수 있기에 [그림 Ⅳ-6]의 관계를 활용하는 것이 학생들의 이해에 도움이 된다고 판단하였다. 그리고 [그림 Ⅳ-7]과 같이 교과서에서 단위를 함께 기록하여 값을 구하는 과정이 단위 간의 관계를 파악하여 답을 구하는 데 도움이 된다고 여기고 학생들을 지도할 때 이를 활용하였다.


Convert 17.22 inches to centimeters. Round to the nearest hundredth if necessary.

Since 2.54 centimeters ≈ 1 inch, multiply by $\frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in.}}$.

$17.22 \approx 17.22\text{ in.} \cdot \frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in.}}$ Multiply by $\frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in.}}$. Divide out common units.

$\approx 43.7388\text{ cm}$ Simplify.

So, 17.22 inches is approximately 43.74 centimeters.

[그림 Ⅳ-7] 단위 변환의 교과서 문제 예시

T는 도해적 추론을 통해 교수 자료를 개발하였다. 그가 개발한 도해가 수업에서 어떤 효과가 있었는지에 대해 T는 다음과 같이 말하였다.

> 분명 내가 가르친 바로는 학생들의 이해도가 교과서보다 더 빨랐던 것 같은데 그걸 어떻게 증명할 방법이 없다. 교과서 내용만으로는 문제를 푸는 방법을 알 수 없지만, 내가 만든 그림을 이용하면 단위를 변환하기 위해 어떤 절차를 거쳐야 하는지 알 수 있으므로 풀이 전략을 세울 수 있다.

여러 가지 단위 사이의 관계가 일목요연하게 작성된 T의 자료는 인접한 두 단위 사이의 관계를 각각 파악하고 연결하는 것보다 전체 단위 사이의 관계를 하나의 도해로 이해하고 문제 해결에 활용함으로써 학생들이 단위 변환을 학습하는 데 도움이 되었다.

Ⅴ. 논의

1. 교수 자료 분석 및 개발 사례에 대한 기호학의 적용

본 연구는 예비교사 T가 수학 교과서를 분석하고 자신의 수업을 위한 교수 자료를 개발한 사례를 기호학으로 분석하였다. 수학교육 연구에서의 기호학 분석은 주로 학생들의 사고 과정을 중심으로 이루어졌지만, 본 연구는 예비교사의 사고 과정을 대상으로 하였다. 이에 대한 분석 결과에 대해 몇 가지 논의를 하고자 한다.

먼저, 수학 교과서의 내용은 예비교사의 사고 과정을 자극하는 기호로 등장했다. 예비교사는 학생들이 학습 목표에 도달하기 위해 교과서가 적절한 자료인지를 검토했고, 이때 표현체인 교과서는 단위 변환이라는 학습 목표의 대상체에 비추어 여러 가지로 해석되었다. 본 연구의 분석 사례는 하나의 기호에 한 가지 해석이 아니라 다양한 해석이 가능함을 보여주었고, 따라서 수업 준비에 있어 예비교사의 자료 분석은 의미작용의 고리의 선형적인 과정이 아니라 복잡한 기호 공간에서 설명되었다.

예비교사는 자신의 학습 결과이자 수업을 위한 교수 자료로 [그림 Ⅳ-3]에서 [그림 Ⅳ-6]까지의 도해를 작성하였다. 이것은 단위 변환을 추상적 연역으로 나타낸 결과라고 볼 수 있다. 예를 들어, [그림 Ⅳ-1]의 교과서에서는 인치를 센티미터, 피트를 미터로 나타내고 있지만, 이를 이용해서 인치를 미터로 나타내기 위해서는 여러 절차를 거쳐야 한다. 그러나 [그림 Ⅳ-5]에서는 인치를 미터로 나타내는 관계가 나타나 절차가 하나의 대상으로 인식될 수 있게 하였다. 그리고 [그림 Ⅳ-5]는 [그림 Ⅳ-6]의 새로운 조작에 사용될 수 있었다. 이렇듯 실체적 추상화를 가능하게 하는 연역을 Peirce는 추상적 연역이라 했으며, 예비교사는 도해를 활용함으로써 추상적 연역이 가능했고 학생들에게도 이를 지도할 수 있었다.

도해를 구성하고 실험하고 반성하면서 예비교사는 도해적 추론을 하였다. 도해를 이용하여 추론했기에 추상적 연역을 할 수 있었고, Bakker (2007)에서처럼 도해적 추론은 실체적 추상화를 형성하는 기초를 생산할 수 있었다.

한편, [그림 Ⅳ-3]의 도해는 미터법 단위 간의 관계를 알려주는 토큰이었다. 하지만 이것은 관습법 단위의 관계, 길이 외의 무게, 부피 등의 관계에서도 활용될 수 있어서 일반화될 수 있는 성격을 가진 타입으로 발전할 수 있었고, 단위 간의 관계를 나타내는 다른 내용의 학습에서도 활용될 수 있는 도해가 되었다.

하지만 예비교사가 개발한 도해가 단위 간의 관계를 학습하는 데 완벽한 것은 아니었다. [그림 Ⅳ-3]에서 [그림 Ⅳ-6]에 이르기까지 화살표가 많이 사용되었으나 그 화살표의 의미가 동일하지 않았다. 본 연구는 예비교사의 교수 자료 분석 및 개발에 대한 사고 과정이 기호학적으로 분석될 수 있음을 보이려는 것이기에 이러한 문제점은 연구 논의에서 제외한다.

2. 예비교사의 관습법 단위 이해

우리나라에서 다루지 않는 관습법 단위의 변환은 예비교사가 처음 접한 내용이기에 교수 자료 개발과 더불어 학습의 의미도 있었다. 미터법은 10의 거듭제곱으로 관계가 정해지기 때문에 기본 단위만 정해지면 관계를 파악하기 쉽지만, 관습법은 그렇지 않았다. 길이의 단위만 해도 마일, 야드, 피트, 인치 사이의 관계가 일정한 값의 배수나 거듭제곱이 아니기 때문에, 단위가 도입된 유래를 알아보는 것이 관습법이 사용되는 이유를 설명하기에 적절했다. 반면 용량의 관습 단위는 2의 거듭제곱으로 관계가 정해졌기 때문에 T는 단위 간의 관계를 학습할 때 길이에 앞서 용량을 학습하는 것이 바람직하다는 판단도 하였다.

임찬빈 · 이화진(2006)은 예비교사의 전문성 지식으로 내용 지식, 내용 교수법 및 오개념 인지

가 필요하다고 하였다. 본 연구에서 T는 내용 지식을 학습해야 했으므로 내용 교수법에 대한 지식이 갖추어지지 않았다. 하지만 단위 변환을 가르치는 이유와 그 의의에 대한 관점이 분명했고, 자신의 사고 과정을 반성하여 학생들의 입장에서 학습 내용을 이해하는 과정을 사고 실험하는 열의를 보였다. 학생들을 지도하면서도 자신의 교수 자료의 의미와 활용성을 면밀히 살핌으로써, 교사로서 내용 지식이 갖추어지면 내용 교수법 지식은 파지될 수 있음을 보여주었다. 이것은 교육과정이 바뀌어 새로운 지식이 교수 내용에 포함되더라도 수학 교사들이 가르칠 내용에 대한 지식이 갖추어지면 그에 대한 내용 교수법은 스스로 찾아갈 수 있을 것이라는 것을 조심스레 기대할 수 있게 해준다.

Ⅵ. 결론 및 제언

본 연구는 한 예비교사의 교수 자료 분석 및 개발 사례를 기호학적 관점에서 분석하였다. 수학 교과서를 기호의 표현체로, 학습 목표를 대상체로 볼 때, 예비교사의 교과서 분석은 교과 내용 지식과 학생들의 이해라는 측면에서 다양하게 이루어졌다. 이에 따라 교사의 교수 자료 분석은 한 가지 해석이 이루어지는 것은 아님을 알 수 있었으며, 본 연구는 이를 기호 공간에서 설명하였다. 그리고 예비교사의 교수 자료는 도해로 구성되었으며, 수업을 염두에 둔 실험과 반성의 단계에서 예비교사의 추상적 연역이 진행되었다.

본 연구의 사례는 예비교사 T의 교생 실습 사례였다. 교생 실습은 예비교사들에게 교육 이론과 실제를 연결하는 기회를 제공함으로써, 예비교사들이 실천적 지식을 형성할 수 있는 기초를 제공하고 대학에서 학습한 여러 가지 지식과 기술을 통합할 수 있는 기회를 제공한다. 예비교사들은 교생 실습을 통해 교직에 대한 적성을 점검할 수 있고 자신의 능력을 평가할 기회를 얻을 수 있다. 교생 실습이 예비교사에게 중요한 경험인 만큼 예비교사 교육을 염두에 둔다면 이에 대한 연구가 앞으로 활발히 이루어져야 할 것이다. 실제 상황에서 가르치는 것을 배우는 것은 이론을 실제에 적용하는 것뿐 아니라 실행을 위한 연구에 대한 개인적 이론을 만들 수 있는 사고를 자극하는 잠재성을 가지므로(Sullivan, 2002), 현재 예비교사 교육 프로그램이 교생 실습을 통해 얼마나 효과적인지에 대한 분석도 앞으로 필요할 것이다.

본 연구는 예비교사 T의 사고 과정을 기호학이라는 이론을 이용하여 분석할 수 있었다는 데 의의를 가진다. 논의에서 밝혔듯이 도해를 통해 실체적 추상화가 이루어지는 추상적 연역이 가능했고 잘 구성된 도해는 타입이 될 수도 있었다. 이러한 분석은 본 연구 이외의 수학 내용에서도 살펴볼 수 있다. Bakker(2007)는 학생들이 자료를 도해로 나타냄으로써 '퍼져 있다'가 '퍼짐'으로 실체적 추상화가 될 수 있는 사례를 보여주었다. 이런 점에서 본 연구에서 다루어진 주제는 후속 연구에서 다양하게 진행될 수 있을 것이다. 그리고 기호학은 인식론적 기반도 제공하는 학문이기에 기호학을 활용한 수학교육철학 분야의 연구도 진행될 수 있을 것이다. 본 연구를 통해 기호학 연구가 앞으로 수학교육 분야에서 다양한 측면에서 활용되기를 기대한다.

참고문헌

김선희 · 이종희(2003). 통계 자료의 정리와 표현에서 중학생들의 기호화와 해석화 과정 분석. **수학교육학연구 13**(4), 463-483.

김선희 · 김기연(2004). 수학적 모델링 과정에 포함된 추론의 유형 및 역할 분석. **학교수학, 6**(3), 283-299.

김지현(2000). **비고츠키의 지식점유과정과 언어 매개기능에 관한 교육학적 고찰**. 서울대학교 대학원 교육학과 박사학위논문.

임찬빈 · 이화진(2006). **수업 전문성 일반 기준과 활용 방안**. 한국교육과정평가원 ORM 2006-24-1.

Bakker, A. & Hoffmann, M. H. G. (2005). Diagrammatic reasoning as the basis for developing concepts: a semiotic analysis of students' learning about stastical distribution. *Educational Studies in Mathematics 60*(3), 333-358.

Bakker, A. (2007). Diagrammatic reasoning and hypostatic anstraction in statistics education. *Semiotica 164*-1/4, 9-29.

Cobb, P. (2002). Modeling, symbolizing, and tool use in statistical data analysis. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. van Oers & L. Verschaffel(eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education*(pp. 171-195). Kluwer Academic Publishers.

Dörfler, W. (2005). Diagrammatic Thinking. In M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard and F. Seeger (eds.), *Activity and Sign - Grounding Mathematics Education*(pp.57-66). Springer Science+Business Media, Inc.

Duval, R. (2008). Eight problems for a semiotic approach in mathematics education. In L. Radford, G. Schubring & F. Seeger(eds.), *Semiotics in Mathematics Education: Epistemology, History, Classroom, and Culture*(pp.39-62). Sense Publisher.

Hall, M. (2000). *Bridging the gap between everyday practices and classroom mathematics: an investigation of two teachers' intentional use of semiotic chains*. Doctorial dissertation, The Florida State University.

Hoffmann, M. H. G. (2005). Signs as means for discoveries: Peirce and his concepts of "diagrammtic reasoning", "theorematic deduction", "hypostatic abstraction", and "theoric transformation". In M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard and F. Seeger(eds.), *Activity and Sign - Grounding Mathematics Education*(pp.45-56). Springer Science+Business Media, Inc.

Marietti, S. (2005). The semiotic approach to mathematical evidence and generalization. In M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard and F. Seeger(eds.), *Activity and Sign - Grounding Mathematics Education*(pp.35-43). Springer Science+Business Media, Inc.

Nemirovsky, R. & Monk, S. (2000). If you look at it the other way...: an exploration into the nature of symbolizing. In P. Cobb, E. Yackel, & K. McClain(eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms: Perspectives on discourse, tools, and instructional design*(pp. 177-221). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Nicole, C. C. & Crespo, S. M. (2006). Learning to teach with mathematics textbooks: How preservice teachers interpret and use curriculum materials. *Educational Studies in Mathematics, 62*, 331-355.

Otte, M. (2005). Mathematics, sign and activity. In M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard and F. Seeger(eds.), *Activity and Sign - Grounding Mathematics Education*(pp.9-22). Springer Science+Business Media, Inc.

Otte, M. (2011). Evolution, learning, and semiotics

from a Peircean point of view. *Educational Studies in Mathematics, 77*, 313-329.

Presmeg, N. (2005). Metaphor and metonymy in processes of semiosis in mathematics education. In M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard and F. Seeger(eds.), *Activity and Sign - Grounding Mathematics Education*(pp.105-115). Springer Science+Business Media, Inc.

Radford, L., Schubring, G. and Seeger, F. (2008). The ubiquitousness of signs. In L. Radford, G. Schubring & F. Seeger(eds.), *Semiotics in Mathematics Education: Epistemology, History, Classroom, and Culture*(pp. vii- x). Sense Publisher.

Seeger, F. (2004). Beyond the dichotomies; semiotics in mathematics education research. *ZDM 36*(6), 206-216.

Seeger, F. (2005). Notes on a theory of teaching and learning. In M. H. G. Hoffmann, J. Lenhard and F. Seeger(eds.), *Activity and Sign - Grounding Mathematics Education*(pp.67-76). Springer Science+Business Media, Inc.

Sullivan, P.(2002). Using the study of practice as a learning strategy within mathematics teacher education programs. *Journal of Mathematics Teacher Education, 5*, 289-292.

Trabant, J. (2001). **기호학의 전통과 경향**. (안정오 역). 서울: 인간사랑. (독어 원본은 1996년에 출판).

Semiotic Analysis on A Pre-service Teacher's Thinking Process in the Analysis and the Development of Mathematics Teaching Materials

Kim, Sun Hee (Silla University)
Kim, Tae Ik (Silla University)

A mathematics pre-service teacher T analyzed American mathematics textbooks and developed his teaching material for instruction. This study analyzed his thinking processes and results in the view of semiotics. If we regard the textbook as a sign and the unitary conversion that students should learn as an object of the sign, the interpretant of the sign is the pre-service teacher's analysis, which is conducted at the aspects of a subject matter knowledge and student understanding. T interpreted the textbook versatilely in terms of his knowledges and experiences. He developed his teaching materials as diagrams, did the diagrammatic thinking and became to have the hypostatic abstraction. This study is significant because it used semiotics for explaining T's thinking process.

* Key Words : teaching material, mathematics pre-service teacher, semiotics, diagram, hypostatic abstraction

논문접수 : 2013. 5. 3
논문수정 : 2013. 5. 31
심사완료 : 2013. 6. 14