

## 교사 전문성 신장을 위한 수학 교사 연수 실행 - 산파법을 적용한 사고 실험 활동을 중심으로 -

김 남 희\*

본 연구에서는 교사 전문성 신장을 위한 교사 교육의 방향을 점검하고, 이를 반영한 교사 연수 프로그램을 설계하였다. 교사 연수는 2014년 7월 수학과 1급 정교사 자격 연수과정에 참가한 중등 수학교사 50명을 대상으로 실시하였다. 연수 과정에서 교사들은 산파법을 적용한 수학 학습 지도 과정을 구상하고, 이를 교사와 학생간의 대화 양식으로 기록하는 사고 실험 실습을 하였다. 사고 실험 실습 과정은 좋은 수학 수업을 구성하는데 필요한 교사의 역량과 반성적 실천가로서의 태도를 함양하기 위해 실행되었다. 연수를 통해 교사 교육자와 동료 교사들의 실천 사례가 공유되면서 교사의 배움이 확장되고 교사 전문성 신장을 위해 학습 공동체 연구의 필요성이 제안되었다. 본 논문에서는 교사 연수의 실행 과정과 그 결과를 분석하여 제시한다.

### I. 머리말

수학 교사 교육에 관한 최근 연구들은 교사 전문성 신장에 초점을 둔 교사 교육 프로그램 구성에 큰 관심을 보이고 있다. 특히, 교사의 전문성은 개인적인 수준에서 완성되기보다는 교사 공동체 안에서 자발적, 지속적으로 학습하는 과정에서 개발되어야 하므로 교사 교육에서는 현직 교사들이 학습 공동체를 구성하여 교사 전문성을 발달시킬 수 있도록 지원하는 프로그램을 강조하고 있는 추세이다.

미수학교사협회(NCTM)에서 교사의 '장기적인 전문성 신장에의 참여'를 교사 전문성 기준(standards)의 하나로 강조하였듯이 교사 교육은 일회적이고 단기적인 수준에서 탈피해 지속적

고 장기적인 안목에서 계획되어야 한다(NCTM, 2007). 우리나라의 현장 교사들도 신입교사 연수, 1급 정교사 연수, 자격연수, 일반 연수, 직무 연수 등이 교사의 전문성을 신장시키고 수업 현장에 구체적인 도움이 되기 위해서는 보다 지속적이고 장기적인 관점에서 운영되는 교사 교육 프로그램으로 전환되어야 함을 지적한다(박경미 외 5인, 2010, p.388; 최수일, 2009, p.3).

교사 전문성의 지속적인 신장을 위해서는 교육 전문가나 교사 개인이 혼자서 실천적 지식을 구성하고 문제를 해결하는 방법보다는 공동체적 관점에서 접근하는 것이 필요하다. 수학 교사의 전문성은 수학 교과 내용에 대한 전문성에서 나아가 실제 수업 장면에서 개별 학생들이 처한 현실에 대해 정확하게 진단하고 적합한 조치를 취할 수 있는 범위로 확장되면서 지속적으로 발달되어야 한다. 이를 위해서는 교사가 자신의 수

\* 전주대학교, nhkim@jj.ac.kr

업 뿐 만 아니라 다른 교사의 수업을 보고 분석하는 과정이 중요하다(최수일, 2009, p.7). 이에 교사의 전문성은 이론 교육에서만 발달되기 어렵고 실제 교수 경험과 연결된 상황 속에서 다루어져야 한다. Teitel(2003)은 교사 전문성 신장을 위한 교육에서는 이론과 실제 사이의 간격을 메우고, 연구 기관인 대학과 학교 현장의 협력을 통해 지식을 공유하여 대학과 학교 현장이 상호적인 관계 속에 발전하면서 궁극적으로는 교사와 학생 모두의 학습을 향상시켜야 한다고 주장하였다. 최근 교사 연수는 교사의 전문성 발달이 교사의 수업 실천 맥락과 밀접한 관계 속에서 이루어진다는 연구 결과를 바탕으로 강의를 통해 이론적 지식을 전달하는 방식보다 수업 과제나 활동 등을 개발하도록 하는 수업 실천의 맥락과 연결지으며 진행되고 있다(권오남 외 3인, 2014, p.201).

본 연구에서는 교사 전문성 신장을 위한 교사 교육의 방향을 점검하고, 산파법을 논의의 대상으로 하여 교사 연수 프로그램을 실행한다. 그리고 사고 실험 활동에 드러난 교사들의 반성적 성찰과 변화를 분석한다. 사례를 통해 교사의 생각의 변화를 분석하고 사례를 바탕으로 교사들의 반성적 실천을 피한다는 측면에서 본 연구는 사례에 기반한 실행연구라고 할 수 있다<sup>1)</sup>.

## II. 교사 전문성 신장과 산파법

### 1. 교사 전문성 신장을 위한 교사 교육

가. 좋은 수학 수업을 위한 교사 교육

교사의 전문성을 신장시키는 교사 교육의 목표 중 하나는 좋은 수학 수업을 위해 수학 교사가 갖추어야 할 역량을 계발하는 것이다(강현영 외 5인, 2011, p.633). 좋은 수학 수업이란 어떤 수업인가에 대해서는 각 나라마다 다른 관점이 있을 수 있다(Givvin, Jacobs, Hollingworth, & Hiebert, 2009). 그러나 무엇보다도 수업 구현의 주체인 수학 교사가 좋은 수학 수업에 대해 어떻게 인식하고 있는지가 매우 중요하다(방정숙, 권미선, 2012, p.318). 이에 수학 교육 연구에서는 좋은 수학 수업을 이론적으로 규정하려는 논의보다는 현장 학교 교사들의 인터뷰와 실제 수업 분석을 바탕으로 교사들이 생각하는 좋은 수학 수업의 특징을 추출하는 접근이 활발하다(Cai, Perry, Wong, & Wang, 2009; Wilson, Cooney, & Stinson, 2005; Pang, 2009; Lin, & Li, 2009, 강현영 외 5인, 2011; 강현영 외 2인, 2012; 권미선, 2009; 박경미, 2007; 방정숙, 2012; 방정숙, 권미선, 김정원, 2012; 이대현, 2013; 전하영, 2011 등). 좋은 수학 수업에 대한 우리나라 수학 교사의 인식을 다른 연구에 의하면, 우리 나라 수학 교사들은 수학적 사고력, 문제해결력, 표현 능력, 의사소통 능력 등의 과정을 아우르는 수업과 더불어 교사가 학생들에게 다양한 수학적 사고를 유도하고 학생들과 함께 교수-학습 과정을 만들어가는 수업을 좋은 수학 수업으로 강조하는 경향이 있다(방정숙, 권미선, 2012, p.319). 교사들은 학습 내용적으로도 충실하면서 지도 과정 측면에서도 바람직한 수업을 좋은 수학 수업으로 생각하고 있는 것이다. 이러한 수업을 구현하기 위해서는 무엇보다도 교사의 사전 수업 계획이 중요하다고 할 수 있다. Stigler와 Hiebert(1999)에 의하면, 교사의 수업 계획은 교사가 무엇을 가르

1) 실행연구는 현장 개선을 직접적으로 수행해 나가는 구체적인 연구의 프로그램 개발 및 그 적용 과정을 의미한다. 교사들이 공동체 활동을 통해 자신들의 수행에 대하여 반성하고, 다른 사람의 경험과 지식을 공유함으로써 전문성을 개발하는 실행 연구는 교육 현장 뿐 만 아니라 실천 분야에 종사하는 모든 사람에게 적합한 연구 방식이다(이경화 외 11인, 2012, p.584; 이용숙 외 5인, 2008; 최수일 2009)

치고 어떻게 활동을 조직해야 하는지 학생의 생각을 미리 예상하여 수업 중에 의미있는 의사결정을 할 수 있게 도와준다(김지원, 방정숙, 2013, p.183에서 재인용). Reys, Linqvist, Lamdin과 Smith는 학생들이 수학적 아이디어에 대해 의사소통함으로써 학생 자신의 사고를 확인하고, 명료하게 조직하고, 정확하게 확장할 수 있도록 도와주는 수업 계획을 강조한다(김지영, 방정숙, 2013, p.173). Smith와 Stein(2011)은 교사의 5가지 관행<sup>2)</sup>을 통해 수업 중 질 높은 수학적 논의가 이루어지기 위해서는 교사가 수학적 과제에 대한 학생들의 반응을 예상하는 일<sup>3)</sup>이 선행되어야 함을 제시한다. 본 연구에서 다루는 산과법을 적용한 사고 실험도 교사가 학습 내용과 관련된 학생의 있음직한 반응을 예상하는 것을 가장 중요한 출발점으로 설정하고 있다.

이러한 좋은 수학 수업 구현하려면 교사에게 어떤 역량이 필요한 것일까? 강현영 외 5인(2011)은 선행 연구와 교사 교육 경험에 기초하여 좋은 수학 수업의 의미와 특징을 반영한 수업에 필요한 교수 역량 요소를 22가지로 도출하였다(강현영 외 5인, 2011, p.639). 그 중 수학 교사들은 가장 기본적인 교사의 역량으로 교사가 '학습 내용과 관련된 수학적 개념 및 내용과 이들 사이의 상호 관계에 대한 정확한 지식'을 가지는 것을 중요하게 생각하고 있었다(강현영 외 5인, 2011, p.638-639). 한편 교사들은 최근 교사 지식에 대한 관점의 확장과 더불어 '학습자의 입장을 더 많이 고려하고 학습자들이 이해할 수 있도록 교과를 표현하고 구성하는 방식에 관한 지식'에도 많은 관심을 보이고 있다(안선영, 방정숙, 2006, p.27). 교사의 지식 속에 '학습하는 학생의 개념과 사전 개념에 대한 지식, 학생의

오개념을 다루기 위한 전략에 대한 지식'을 포함시키기도 한다. 수학 교사들은 좋은 수학 수업을 하기 위해 교과 내용 지식에 대한 전문성만으로는 충분하지 않다는 점을 잘 알고 있다. 수학 교사들은 학생의 수준과 학습과정을 정확하게 파악하는 능력과 함께 학생의 반응으로부터 수업을 이끌어가기 위해 필요한 역량들을 매우 중요하게 생각하고 있으나 이에 대한 역량이 부족함도 깨닫고 있다(강현영 외 5인, 2011, p.645, 강현영 외 2인, 2012, p.179).

본 연구의 교사 전문성 신장을 위한 연수는 바로 교사들 스스로가 부족하다고 생각하는 역량을 찾아 그 역량을 신장시켜주는 방향으로 나아가고자 한다. 그 동안 예비 교사 교육이나 현직 교사 재교육에서는 학생들의 있음직한 반응, 가변적인 반응, 오류나 오개념을 파악하고 끌어내어 교정하는 능력을 신장시키기 위한 실습 지도는 소홀히 해 온 것이 사실이다. 학습 내용과 관련하여 학생들이 보이는 오류나 오개념은 국내의 수학교육연구에서 오랫동안 관심을 갖고 연구되어 온 주제임에도 불구하고, 그것을 실질적으로 다루는 지도 과정에 대한 교육은 시도되지 않았던 것이다.

#### 나. 반성적 사고를 돕는 교사 교육

반성적 사고(refelctive thinking) 또는 반성(reflection)은 효과적인 교수를 위해 필수적이다. 반성적 사고의 개념을 제시한 듀이(Dewey)는 그의 저서 「사고의 방법(1910)」에서 반성적 사고를 행위와 긴밀하게 연결된 사고로 설명하였다. 그는 교사 교육의 목적은 교사가 그들의 가르치는 활동에서의 문제점을 반성할 수 있도록 돕는

2) 예상하기(anticipating), 점검하기(monitring), 선정하기(selecting), 계열짓기(sequencing), 연결하기(connecting)  
 3) 예상하기의 하위요소는 학생들이 사용할 다양한 접근 방식 예상하기, 학생들의 접근 방식에 어떻게 응답할지 예상하기, 학습 목표와 관련된 응답을 확인하기 등이다(김지영, 방정숙, 2013, p.174)

것이라고 생각했다. 그는 사고란 경험 속에서 행동으로 이루어지는 것으로 사고(thinking)와 경험(experience)과 행동(behavior)은 불가분의 관계에 있음을 주장하였다(임한영, 1969, p. 257). 반성은 연구자들에 따라 다양한 관점으로도 해석되는데 Schön(1991)은 개인적인 발달과 변화의 과정으로 보기도 하였고 Ball(1996)은 교수 학습을 위한 한 방법으로 이해하기도 하였다(권나영, 2010, p.411에서 재인용). Shulman(1987)은 반성을 교사가 자신의 수업을 되돌아보고 수업에서 발생한 여러 가지 요인을 재구성하여 이를 재실행하는 성찰의 과정으로 설명하였다. 어떤 표현의 설명이든, 반성은 교사 자신의 교수 행동을 되돌아보고 평가하여 보다 나은 의사결정을 모색하는 자기 성찰의 과정이라고 할 수 있다. 따라서 반성적 사고는 교사가 자신의 교육 경험을 지속적으로 되돌아보며 수정, 개선하는 것과 관련이 있다. 이에 Schön(1983)은 교사의 전문성 발달에는 반성적 실천가(reflective practitioner)라는 개념이 중요하게 다루어져야 함을 주장한다. 그는 교사가 지식과 실천 사이에 존재하는 간극을 좁히고, 자신의 실천 과정에 대한 반성을 통해 교사의 전문성을 키워나가야 한다는 것이다(Schön, 1983, 1987). 교사가 교육 경험을 지속적으로 반성하며 개선해 나가는 것이 중요하다는 것은 일찍이 NCTM(2000)에서 제안한 ‘교수의 원리(The Teaching Principle)’에서도 잘 드러나 있다(황혜정 외 5인, 2012, p.113).

‘자신의 수업을 반성하고 개선하는 능력’은 좋은 수학 수업에 필요한 교사의 역량에도 포함된다(강현영 외 5인, 2011, p.639). 외국의 경우에도 교사 전문성 개발에 있어서 반성이 핵심 개념으로 관심을 받고 있으며 교사의 반성과 반성 중심의 교사 교육에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Fendler, 2003; Lynch, 2000; 서경혜, 2005, p.288에서 재인용). 우리나라에서도 일찍이 반성

적 실천가 양성을 목적으로 하는 교사 교육의 필요성이 대두되었고 교사의 전문성도 수업 분석과 교사의 교육 실천에 대한 반성적 사고의 중요성을 강조하는 방향으로 변화되고 있다. ‘반성적 사고’를 강조하는 교사 교육은 오늘날 대안적인 교사 교육의 패러다임으로 평가받고 있기도 하다(고호경 외 2인, 2013, p.841). Schoenfeld (2010)는 교사의 지향이나 신념이 교수 실제에 영향을 미치기 때문에 교사 자신에 대해 스스로 반성해 보도록 하는 교사교육 프로그램이 필요함을 강조한다(이경화 역, 2013, pp.247~248에서 재인용). 선행 연구에서는 교사의 반성적 수업 평가 능력은 명시적이고 체계적인 교육 프로그램에 의해 신장될 수 있다는 가정 아래 교육을 통하여 교사의 수업 반성이 심화되고 더 높은 수준으로 향상될 수 있다는 것을 보이기도 하였다(Galvez-Martin et al., 1998; Ross, 1989; Zeichner & Liston, 1987; 고호경 외 2인, 2013, p.864에서 재인용). 교사들이 반성적 사고를 경험하고 자신의 반성적 수준을 다양한 방법으로 심화시킬 때 교사의 전문성이 보다 총체적으로 신장되고 그 결과로 교육의 효과는 극대화될 수 있을 것이다(Dinkelman, 1997; Hamrick, 1995; 최옥규, 2003).

반성적 실천가로서의 교사 전문성은 교사의 개인적인 노력으로도 개발될 수 있지만 교육 경력이 쌓이고 수업 경험이 누적됨에 따라서 어느 교사에게나 자연스럽게 신장된다고 단정하기는 어렵다. 이에 본 연구에서는 반성적 사고를 돕는 교사 교육 프로그램을 설계하여 교사 전문성 신장에 기여하고자 한다.

다. 학습 공동체 연구를 보조하는 교사 교육

교사들에게는 개개인의 지식 습득이나 노력에 덧붙여서 그들의 전문성을 자율적으로 발달시켜

나갈 수 있도록 도와주는 외부 요인의 작용이 필요하다. 이에 교사에게 필요한 학습 조직으로 ‘학습 공동체’ 개념에 대한 연구가 활발하다 (Smyth, 1991; 박영희, 2011a, 2011b; 이경화 외 11인, 2012; 구원희 외 4인, 2010 등). 학습 공동체는 학습을 주 목적으로 하는 개인들이 자발적 또는 자연적으로 모인 하나의 단위로서 구성원들이 협력적으로 상호작용하며 학습에 새로운 가치를 부여하고 이를 통해 학습 활동을 전개해 가는 집단으로 설명될 수 있다(최수일, 2009, pp.12-13).

교사의 전문성은 교사의 수업 실천 맥락과 밀접한 관계 속에서 발달된다(Cochran-Smith & Lytle, 1990; Shulman & Shulman, 2004). 최근 교사 교육에 대한 연구는 교사 학습 공동체 안에서의 활동과 더불어 이론과 실천을 접목함으로써 지속적인 교사 전문성 발달이 보장될 수 있는 프로그램에 대한 연구로의 전환이 이루어지고 있으며 교사 교육도 전문가-교사 또는 교사들의 협력을 바탕으로 수업 실행이나 관찰 등 학교 현장과 직접적으로 연계된 활동을 포함하는 경향이 나타난다(Cochran-Smith & Lytle, 1993, 1999; Matos, Powell & Sztajn, 2009; 김남희, 2009, 2013; 박영희, 2011a 등). 교사 교육에서 중요한 문제는 교사의 실제적 수업 실천을 어떻게 교사들의 학습 경험으로 만들어 주는가 하는 것이다. 오영열(2006)은 성공적이고 지속가능한 수학수업 개선을 위해서는 수업의 변화에 대한 가치 및 수학 교과와 관련된 전문적인 지식을 공유할 수 있는 환경이 조성되어야 함을 제안하였다. 이에 가장 효과적인 교사 교육은 실제적인 수업 실천에 초점이 있고, 그 상황에 기반을 둔 구성을 제공하는 것일 것이다. 이에 교사들은 혼자서 실천적 지식을 구성하고 문제를 해결하는 것이 아니라 학습 공동체적 관점에서의 교육의 문제에 접근하는 것이 필요하다.

본 연구에서도 학습 공동체적 관점에서 교사 교육을 설계한다. 본 연구에서는 교육 전문가나 교사 개인의 실천적 지식(경험)을 공동체적 관점에서 공유하고 나누며 교육 실천의 개선방향을 찾는 경험을 강조하고자 한다.

## 2. 산파법과 사고실험

소크라테스(Socrates)에게 지식교육이란 학생이 모르는 지식을 ‘가르치는 것’이 아니라 대화를 통해서 학습자가 소유한 부정확한 ‘의견’을 논박하여 무지를 자각시킨 다음 소위 망각된 ‘지식’을 상기해 내도록 도와주는 조산(助産) 과정이다(우정호, 2011, p.12). 소크라테스와 메논(Menon)의 사동(使童)과의 유명한 문답식 대화로 알려진 소크라테스의 산파법은 교사가 미리 가르칠 내용과 관련된 철저한 수업 연구와 사고 활동 후에 학생들에게 정교한 질문을 던지고 학생이 이에 대답을 해 나가며 수업을 하는 지도방법으로 프로이덴탈(Freudenthal), 폴리야(Polya) 등 현대 수학교육자들이 주목한 수학 학습 지도 방법의 전형이다. 프로이덴탈은 산파법을 교사가 지도에 앞서 상상속에서 강의하고 학생들과 대화하고 토론을 하며 수업을 진행시키는 ‘사고 실험’을 통하여 수업과 관련된 모든 사고를 미리 거치는 매우 세련된 학습-지도 방법이라고 하였다(Freudenthal, 1976; 우정호, 2011, p.15에서 재인용). 산파법에 의한 수학 수업을 위해서는 무엇보다도 교사가 실제 지도에 앞서 상상 속에서 수업을 계획하고 진행해보는 사고실험의 과정이 중요하다. 교사가 수업을 하기 전에 학생들을 상상하면서 그들과 대화하고 토론하며 그들의 있음직한 반응에 미리 대응하면서 오류가 발생할 곳과 농담을 할 곳까지 미리 생각한 다음 수업을 하면, 지도 과정에서 학생들의 깊은 속 생각을 들추어 내어 학생 스스로 깨닫게 만드는 경험을

할 수 있는 것이다(우정호, 2011, p.15).

산과법은 불안정하고 가변적인 학생의 부정확한 의견에서 출발한다. 이 때문에 학교 수업에서 흔히 발견될 수 있는 전형적인 학생의 오류나 부정확한 의견의 사례들이 관찰되면 이를 산과법의 지도로 접근해 볼 수 있다. 실제로 학생들의 오류를 수학적 논의를 위한 출발점으로 설정하고 학생 스스로 자신의 방법이 잘못되었음을 인식하도록 인지적 갈등을 제공하는 지도 방법을 개발한 사례 연구들도 있다(Kazemi, 1998; 권점례, 홍선주, 2013 등). 그러나 현장의 수학 교사들에게는 산과법을 구사하는 실천 경험이 그다지 풍부하지 않은 것으로 보인다. 현대 수학교육자들이 주목하는 산과법이 실제 수업에 구사되면 어떤 모습인지, 기존의 자신의 수업방법에서 산과법을 구사한 사례는 무엇이었는지, 산과법을 반영하여 수업을 하려면 어떤 사전 준비가 필요한지에 대해 논의하려면 구체적이고도 실천적인 활동 경험이 필요하다.

이에 본 연구에서는 현직 수학 교사들에게 산과법을 적용한 사고실험을 실시하고, 그 내용을 교사와 학생간의 대화 양식으로 기록해보는 실습과정을 제공한다.

산과법 사고실험 실습 활동은 교사와 학생 사이에 발생할 수 있는 여러 가지 상호 작용에 대해 예측하고 대비하면서 실제 수학 수업에서 발생할 수 있는 여러 가지 상황들을 연습하는 기회를 제공한다는 측면에서 가상 수업 계획(Lesson Play)<sup>4)</sup>과 유사하다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서 실행하는 산과법 사고실험 실습은 수업 전체에 대한 기술이라기보다는 학생의 의견 도출, 논박을 통한 무지의 자각 단계 등 산과

법의 주요 단계만을 국소적으로 다루는 기록 활동이라는 점에서 가상 수업 계획과는 차별화된다.

### III. 교사 연수 설계 및 실행

#### 1. 연수 목표

수학 교사의 전문성 신장을 위한 교사 연수는 다음의 세 가지 연수 목표 아래 설계되었다. 첫째, 좋은 수학 수업 구성에 필요한 교사의 역량을 키운다. 둘째, 교사들에게 반성적 실천가로서의 태도가 함양할 수 있도록 한다. 셋째, 교사 학습 공동체 연구의 중요성을 인식하도록 한다.

위와 같은 연수 목표 아래 교사 연수 프로그램을 실행하고 산과법을 적용한 사고 실험 실습 자료에서 나타난 특징이 무엇인지, 교사들이 사고 실험 실습 활동을 통해 배운 점은 무엇인지, 동료 교사의 활동 자료를 공유하면서 얻은 도움은 무엇인 지 등에 대해 알아볼 것이다. 이에 답해나가고자 교사들의 사고 실험 실습 활동지와 설문지 기록물 자료를 수집하여 분석한다.

#### 2. 연수 계획

교사 연수 과정은 좋은 수학 수업을 위한 교사 교육, 반성적 사고를 돕는 교사 교육, 학습 공동체 연구를 보조하는 교사 교육이 이루어질 수 있도록 설계하였다. 좋은 수학 수업의 여러 측면 중에서도 특히 본 연수에서는 학생과 교사간의 상호 작용이 잘 일어나는 수업, 학생이 가진 지식에서 출발하는 수업, 학생의 오류를 교정

4) 가상 수업 계획(Lesson Play)은 실제 수학 수업에서 발생할 수 있는 여러 가지 상황들에 대한 즉흥 대응을 연습하는 활동이며, 소크라테스의 대화법에 영향을 받았고, 수학적 사고 자체를 의사소통의 기반을 둔 전략이다. 이 가상 수업의 방법은 '상상되어지는 수학 수업에서의 모든 상황을 연극처럼 글로 기술'해보는 것이다. 이를 통하여 교사와 학생 간에 발생할 수 있는 여러 가지 상호작용에 대하여 생각해 볼 수 있는 기회를 가질 수 있고 교사 스스로 다음 상황들을 예측해 봄으로서 실제 수학 수업에서 발생할 수 있는 돌발 상황에 대한 대처를 연습할 수 있다(권오남, 박정숙, 박재희, 2013).

하는 수업에 초점을 맞추어 본다. 이는 좋은 수학 수업을 위해서 교사들에게 꼭 필요하지만 실제로는 교사들 자신이 부족하다고 인정했던 역량들을 신장시키기 위해서이다. 산과법을 적용한 사고 실험 실습을 통해 교사들이 학생들의 오개념을 파악하고 끌어내어 교정하는 능력, 학생들의 사고를 촉진할 수 있는 질문을 제시하는 능력, 학생들의 아이디어를 활용하고 적절한 피드백을 제공하는 능력 등이 개발되도록 한다. 한편, 사고 실험 실습을 마치고 자신의 수업 계획과 관련된 행동과 자신의 수업 실천을 되돌아보는 기회를 제공한다. 설문지 작성 과정에서 자신의 실행을 점검하고 느낀점, 배운점, 개선할 점, 노력할 점 등에 대해 생각해 볼 수 있도록 하면서 교사들의 반성적 사고를 활성화시킨다. 또한 동료 수학 교사들의 사례를 서로 공유할 수 있도록 하여 교사들이 다양한 정보를 통해 배움이 확장될 수 있도록 보조한다. 서로 다른 교사의 사례 속에서 새로운 배움이 있음을 드러내어 교사들이 앞으로 전문성을 더욱 신장시키고자 한다면 교사 학습 공동체를 통한 지속적인 협동학습이 필요하다는 것을 인식할 수 있도록 한다.

### 3. 연수 대상

교사 연수 대상은 중등수학교사 총 50명이다. 2014년 7월 30일 ○○도교육연수원에서 실시된 중등 수학과 1급 정교사 자격 연수과정에 참가한 중등수학교사 20명과 2014년 7월 31일 ○○시교육연수원에서 실시된 중등 수학과 1급 정교사 자격 연수과정<sup>5)</sup>에 참가한 중등수학교사 30명으로 구성되어 있다. 1급 정교사 자격 연수과정 참여한 교사들은 교직경력 4년차인 교사들이다.

### 4. 연수 실행

교사 연수는 이론 강의, 사례 예시, 사고 실험 실습, 자료 공유의 순서로 진행되었다.

먼저, 이론 강의는 교사의 전문성에 대해 생각해 보는 것으로부터 시작하였다. NCTM(2007)에서 제시한 5가지 기준<sup>6)</sup>과 함께 교사 전문성의 요건을 다루면서 연수에 참여한 교사들은 교사의 전문성을 어떻게 생각하고 있는지도 확인하였다. 교사들은 교사 전문성의 요건으로 교사의 특정 능력을 구체적으로 제시하는 경향이 있었다. 특히 학생의 사고를 불러 일으키는 발문을 잘하는 것, 학생의 오류를 잘 끄집어내어 피드백해주는 것, 지도 경험을 많이 쌓는 것 등이 교사의 전문성에 아주 중요한 요건이라고 하였다. 이러한 교사의 생각은 본 연구의 주제인 산과법의 구사에 필요한 능력과 관련된 것으로 연수의 주제를 자연스럽게 도입하는 출발점으로 작용하였다. 산과법이 드러난 소크라테스와 메논의 사동과의 대화 전문을 보면서 산과법 전개의 주요 단계를 점검하고, 산과법의 특징과 의의를 다루었다.

이후 사례 예시 단계에서는 예비 수학 교사의 가상 수학 수업 실행 동영상 사례(제목 ‘가르치는가? 질문하는가?’, 21분 상영), 2012년 B지역 연수에 참여한 교사들의 수업 시나리오 사례(중학교 원뿔의 부피, 고등학교 원순열), 국내외 연구자들의 연구 사례를 다루었다.

사고 실험 실습과정에서는 중등 수학 수업에서 자유 소재를 선택해, 학생들의 있음직한 반응을 예상하고 이를 출발점으로 하여 산과법을 구사하는 사고 실험을 진행하였다. Fernandez와 Yoshida(2004)는 효과적인 전문성 개발 프로그램

5) 편의상 전자를 A지역 연수, 후자를 B지역 연수로 구분하여 칭하기로 한다.

6) 5가지 기준(Standards)은 다음과 같다. 즉, 교사의 수학 학습 경험, 수학 내용에 대한 지식, 수학 학습자로서의 학생에 대한 지식, 수학 교수법에 대한 지식, 장기적인 전문성 신장에의 참여

의 특성 중 하나로 연수 프로그램의 내용이 교사가 현재 가르치는 교육과정과 관련이 있는 경우여야 한다고 하였다. 본 연구에서는 교사들에게 자신이 지도하고 있는 학년의 수학 학습 내용을 소재로 하여 교사가 임의로 문제 상황을 설정할 수 있게 하였다. 교사들은 사고 실험 내용을 교사-학생간의 대화 형태로 기록하였다. 이 과정은 총 3시간으로 이루어진 연수에서 40~50분 정도의 시간으로 진행되었다. 교사들은 자신의 지도 경험에서 접했던 학생들의 전형적인 생각들을 드러내면서 수업 시나리오를 작성하였다. 교사들은 산과법의 진행 단계 중 그 동안 수학 수업에서 잘 구현되지 않았던 학생의 의견 도출, 무지의 자각 단계를 중점적으로 드러내도록 노력하였다.

사고 실험 활동지를 작성한 후에는 모든 교사들의 활동 자료를 공유하였다. 짧은 연수 시간상 A지역 연수에서는 자료를 모두 검토하는 시간을 충분히 가지기 어려워 사고 실험 활동지를 수합, 스캔하여 파일 형태로 저장한 후, 자료 공유를 위해 연수 당일에 모든 교사들에게 전자메일로 전송하였다. 동료의 자료를 받으면 서로 검토하고, 의견을 주고받으면서 연수 기간 동안 잘된 점과 개선할 점 등에 대해 서로 자유롭게 이야기 하도록 독려하였다. 이는 교사 학습 공동체 연구를 위해 꼭 필요한 자신의 수업 공개 연습의 일환이었다. 다음날 진행된 B지역 연수에서는 사고 실험 실습 활동을 위와 동일한 방법으로 진행하면서 동료 교사들의 활동 자료를 상호 교차 검토 할 수 있는 시간을 충분히 가지도록 하였다. B지역 연수 참여 교사들은 A지역 연수의 활동 자료도 함께 살펴 볼 수 있었다. 설문지 작성은 여러 교사의 사례를 살펴볼 수 있었던 B지역 연수에서만 실시하였다. B지역의 연수에서도 사고 실험 활동지 뿐 만 아니라 설문지 기록물도 모두 수합하여 스캔하고 파일 형태로 저장

한 후, 자료 공유를 위해 연수 당일날 참여 교사들에게 전자 메일로 전송하였다. 이는 동료 교사의 자료를 일회적으로 검토하는데 그치지 않고, 수업 연구의 참고 자료로 축적하여 연수 이후에도 지속적으로 수업 운영의 보조 자료로 활용할 수 있도록 하기 위함이다.

타 지역 연수 결과물을 B지역 연수 과정에 접목시킨 것은 3시간의 짧은 연수 시간 동안 교사들이 보다 많은 교육 사례를 볼 수 있도록 하기 위함이었다. 본 연구에서 수집된 교사들의 활동 사례는 내년에 시행될 교사 교육에서도 활용할 수 있다.

## IV. 자료 수집 및 결과

### 1. 자료 수집

본 연구에서는 교사들의 사고 실험 실습 활동지와 연수 후 설문지 기록물을 자료로 수집하였다. 사고 실험 활동지는 A지역에서 20개(중학교 수학 학습 소재 8개, 고등학교 수학 학습 소재 12개), B지역에서 28개(중학교 수학 학습 소재 15개, 고등학교 수학 학습 소재 13개)로 연수에 참여한 교사들 중 미제출자 2명을 제외한 총 48명의 자료이다. 사고 실험 활동지는 교사들의 수업 역량을 키우고 자신의 수학 수업에 대한 반성적 성찰을 유도하기 위해 작성되었다. 활동지는 교사의 실습 활동에서 나타난 특징을 분석하고 설문지 기록물 결과를 입증하는 참고 자료로 활용된다. 설문지 기록물은 타지역 교사들의 자료와 함께 동료 교사들의 사례를 보다 풍부하게 다루었던 B지역 연수 참여 교사 30명 중 미제출자 3명을 제외한 27개 자료로 수집되었다. 설문지는 실습 활동에서 교사들이 느낀 어려움, 배운 점, 동료 교사의 사례 공유에서 얻은 것, 향후



수업 준비 계획에 대한 교사의 생각을 드러내는 데 활용된다.

## 2. 자료 분석

자료 분석은 수집된 두 가지 자료 즉, 사고 실험 활동지와 설문지 기록물을 대상으로 실시하였다.

사고 실험 활동지는 학생의 있음직한 반응을 출발점으로 하여 교사의 발문에 학생이 답해가며 지식을 상기해 나가는 과정을 교사-학생의 대화형식으로 기록한 것이다. 사고 실험 활동지에서는 교사들이 다른 학습 주제와 문제상황이 무엇인지를 먼저 파악하고(<표 IV-1>에 예시 참조).

각 문제 상황에서 학생들의 있음직한 반응을 어떻게 제시하는지를 살펴보았다. 특히 <표 IV

-2>의 예시와 같이 학생의 전형적인 오류 반응으로 A, B 지역 자료에서 동일하게 나타나는 내용에 주목하고 교사들의 서로 다른 접근 방식을 살펴보았다.

설문지 기록물 분석은 교사들이 사고실험 활동과 동료 교사 자료 공유 과정을 통해 배운 점이 무엇인지를 알아보기 위해 분석하였다. 교사들이 제출한 설문지 기록물은 설문지에 제시된 각 문항에 대한 교사의 개별 응답들을 유형별로 분류하였다. 설문지 질문 문항에 따라 산과법을 구사하는 사고실험을 교사-학생의 대화양식으로 정리하면서 느낀 어려움, 산과법 적용 사고실험 실행을 통해 교사들이 느낀 점이나 배운 점, 동료 교사의 사고 실험 내용을 살펴보는 과정에서 얻은 도움, 수학 수업에서 산과법을 구사하려면 어떤 준비나 노력이 더 필요한 지에 대한 교사

<표 VI-1> 사고 실험 내용 소재(A 지역 사례)

학습내용	구분	문제 상황
곱셈 법칙	중2	$(a+b)^2$ 계산하기
문자와 식	중1	$ax+bx=(a+b)x$ 임을 배우고 난 후 $2x+1$ 계산
삼각형의 오심	중2	삼각형의 내심과 무게중심
삼각비를 활용한 삼각형의 넓이	중3	둔각삼각형의 넓이 구하기
다항식의 덧셈, 뺄셈	중2	$\frac{2x+1}{3} - \frac{x-5}{2}$ 를 계산하시오
식의 계산	중1	$(2x-2)-(4x-1)$ 를 계산하시오
이차함수의 평행이동	중3	$y=2x^2$ 의 그래프를 $x$ 축 방향으로 1만큼 평행 이동한 식을 구하라
넓음비를 이용한 도형의 넓이 비	중2	넓음비가 1:2인 두 도형의 넓이 비
등차수열의 합	고2	등차수열의 합의 식의 형태에 대한 오개념
로그방정식	고2	$(\log x)^2 - 6\log x + 5 = 0$ 의 두 근의 곱
함성함수의 연속	고2	" $y=f(x), y=g(x)$ 가 $x=a$ 에서 연속이면, $y=g(f(x))$ 도 $x=a$ 에서 연속이다" 참, 거짓 판별
수열의 합	고2	$1+2+3+\dots+n=?$
극한값의 계산	고2	$\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{n^2+n} - \sqrt{n^2-n})$ 의 극한값
등차수열의 합의 공식	고1	등차수열 $a_1, a_2, \dots, a_n$ 의 합을 $S$
미분	고2	연속함수 $y=f(x)$ 에 대하여 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(h)-f(-h)}{h}$
사인함수를 이용한 삼각형의 넓이	고1	두 변과 끼인각을 알 때 삼각형의 넓이를 구하는 상황
복소수의 곱셈	고1	두 복소수 $a+bi$ 와 $c+di$ 의 곱셈 정의
무한급수의 수렴, 발산	고2	무한급수 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ 는 수렴, 발산 여부
행렬의 곱셈 성질	고2	두 행렬 $A, B$ 에 대해 $(A+B)^2=?$
도형의 평행이동	고1	도형의 방정식 $f(x,y)=0$ 을 $x$ 축 방향으로 $a$ 만큼, $y$ 축 방향으로 $b$ 만큼 평행이동한 도형의 방정식

<표 IV-2> 도형의 평행이동 문제 해결에서 나타나는 학생의 전형적인 오류 반응

학년	교사가 제시한 문제 상황	교사가 예상한 학생의 반응	활동지 기록 교사
중3	$y=2x^2$ 의 그래프를 $x$ 축 방향으로 1만큼 평행 이동한 식을 구하라	$y=2(x+1)^2$ 라 답한다.	A지역 연수 교사
중3	$y=x^2$ 의 그래프를 $x$ 축 방향으로 2만큼 평행이동한 그래프의 식은?	$y=(x+2)^2$ 입니다.	B지역 연수 교사
중3	이차함수 $y=(x+2)^2$ 의 그래프 모양	$y=x^2$ 을 $x$ 축 방향으로 2만큼 평행이동	B지역 연수 교사
고1	$f(x,y)=0$ 을 $x$ 축 방향으로 $a$ 만큼, $y$ 축 방향으로 $b$ 만큼 평행이동한 도형의 방정식은?	$f(x+a,y+b)=0$ 이다.	A지역 연수 교사 B지역 연수 교사

의 응답을 분류하였다. 총 응답 수 7)에 대한 해당 유형의 응답의 수를 백분율로 나타내어 <표 VI-3>의 예시와 같이 문항별로 교사의 응답을 정리하였다.

<표 VI-3> 사고 실험에서 느낀 어려운 점(의견)

구분	교사 의견 본문
학습 자 중심 판결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생처럼 생각하기, 학생의 입장이 되어보기, 학생의 생각 예상해보기가 어려움(100%)</li> <li>- 학생의 생각을 구체적으로 떠올리는 것 한계가 느껴졌습니다.</li> <li>- 학생들의 반응을 따라, 예상하고 그에 적절한 의문을 하는 것.(중복)</li> <li>- 아이들의 오류 상황을 잘 모르고 있는 점.</li> <li>- 학생들의 다양한 반응에 대한 예측 부족.</li> <li>- 학생의 사고를 예측하고 이에 적절한 의문들을 던져주는 것.(중복)</li> <li>- 학생들의 반응을 하나씩 예측하고 그에 따른 피드백을 생각하는 것.(중복)</li> <li>- 학생처럼 생각하기가 어려웠다.</li> <li>- 잘 들은 말과 학생의 눈높이에서 생각하는 것.(중복)</li> <li>- 우리 상의 아이들 입장에서 생각하는 것이 어려웠습니다.</li> <li>- 학생들의 익숙한 반응과 유사하게 생각하면 옳은 결론이 나오지 않는 것(중복)을 예상할 수 있었음(반응을 예측하기 어려움)</li> </ul>
교사 지도 판결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생의 생각과 반응에 대해 미리 예측해두기, 자료를 주는 질문 구성해보기가 어려움(85%)</li> <li>- 학생들의 다양한 반응에 대한 상황 잘 읽는 것(중복)</li> <li>- 좀 더 효과적인 방법으로 지도해줄 방법을 생각해 내는 것.</li> <li>- 학생의 사고를 예측하고 이에 적절한 의문들을 던져주는 것(중복)</li> <li>- 학생들의 반응을 하나씩 예측하고 그에 따른 피드백을 생각하는 것.(중복)</li> <li>- 잘 들은 말과 학생의 눈높이에서 생각하는 것.(중복)</li> <li>- 학생들 오류를 분석하는 것, 오류의 원인을 파악하고 오류를 바른 반응으로 이끌어 내는 과정 구멍이 어려웠다.(중복)</li> <li>- 학생들의 다양한 반응에 대해 항상 대비할 수 있을 것(중복)</li> <li>- 학생이 무지도를 만들고 자신의 생각을 서술할 때 예상하는 것이 어려움(반응을 예측하기 어려움)</li> <li>- 학생이 무지도를 그려주기 까지, 혹은 결론에 도달할 때까지의 학생사고를 기록할 만한 방법을 생각하는 것이 어렵다.</li> <li>- 학생의 사고를 예측하면서 더 이상 개념을 이해하지 않도록 신경 쓰며 도움을 미칠까 고민하는 것이 어렵다.</li> <li>- 문제를 이끌어 내기 위한 질문의 유용성을 미리부터 고민할 것인가에 대한 어려움.</li> <li>- 학생의 생각과 기록을 정리하는 선의 질문(혹은 질문을 고민하는 것)이 어려움.</li> <li>- 선생님이 진행하는 동안 학생들에게 질문해야할 내용을 계획해 할 수 있는 방법이 어려움.</li> <li>- 학생들이 읽히는 과정을 기다려주고 적절한 질문을 하는 것.</li> </ul>
교사 자신 판결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나의 수업(활동지나 지시문)을 미리 읽어주던 습관을 모자라 어렵고, 나의 지도 방법에 맞지 않는지 확인이 쉽지 않음(9%)</li> <li>- 학생들 오류를 분석하는 것, 오류의 원인을 파악하고 오류를 바른 반응으로 이끌어 내는 과정 구멍이 어려웠다.(중복)</li> <li>- 과연 효과적, 효율적인지 나의 방법이 맞는지 자신이 없다.</li> <li>- 끝까지 결과를 알려주지 않은 마음이 생김, 계속 기다리고 질문을 해서 반응을 유도하는 것에 익숙하지 않다. 잘 것 없음.</li> </ul>
현장 판결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장 실제 상황의 어려움(84%)</li> <li>- 단, 전자의 추론을 지어에서 생기는 문제, 그리고 사의연산도 모르는 학생에 대해선 이런 방법이 사용될 수 없다.</li> <li>- 한 주를 학생들에게는 생각하는 시간이 더 많이 필요해 수업을 끝내는 학생들 하루도 수업이 진행될 것 없다.</li> </ul>
기타 의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기타(9%)</li> <li>- 별다른 생각이 없습니다. 제가 덮개 쓰고 있는 것인지 헷갈렸습니다.</li> <li>- 처음에는 계획하지 않았던 또 다른 훌륭한 계획이 등장해서 당황스러웠음.</li> <li>- 결국 핵심이아니라는 교사가 걱정해야 하는 것이 진정한 의미의 장기적인 학습의 결과는.</li> </ul>

### 3. 분석 결과

교사들의 사고실험 활동지를 분석한 결과, 교사들이 다룬 문제 상황들은 중학교, 고등학교, 학년별, 영역별로 다양하게 나타나고 있음을 알

수 있었다. 그리고 학생들이 보이는 오류 유형은 공식 전개, 형식화, 일반화, 문자식 학습, 문제 해결 문제 풀이 과정에서 많이 드러내고 있었다. 교사들이 산과법을 적용한 사고 실험 실습 활동의 자료로 산출한 활동지 내용을 분석한 결과 그 특징을 분석하면 다음과 같다.

첫째, 교사들마다 다루고 있는 학습 내용 소재는 다르지만, 교실 수업에서 학생들에게서 흔히 나타날 수 있을 법한 부정확한 생각, 오류 또는 오개념들이 드러났다. 예를 들면 문자식 학습에서 보이는 오류, 높이를 구해 삼각형의 넓이 구해야 하는 문제 상황에서 학생들이 겪는 곤란, 평행이동한 함수의 그래프를 구할 때 학생들이 보이는 전형적인 실수들, 제곱근 기호가 포함된 공식을 바르지 않게 다루는 경우 등 학교 현장의 수학교사들이 수업중에 주로 접하는 학생들의 있음직한 반응을 보다 구체적으로 알 수 있었다. 교사는 학생들에게서 나타나는 전형적인 학습 장애를 알고 있는 것이 중요하다(Hannula, 2013, p.672). 이러한 자료를 축적하여 교사 또는 연구자가 수업 연구의 참고자료로 활용하면 학생의 생각을 미리 예측하고 이를 이용하여 효과적인 교수 설계를 할 수 있다는 잇점이 있다.

둘째, 학생들이 보이는 반응에 대한 교사의 다

7) 대부분 단일 유형의 응답으로 분류되지만, 어떤 교사는 복수 응답으로 그 응답이 2가지 유형에 해당되어 중복 분류되기도 하였다. 따라서 총 응답수는 (단일 응답의 개수)+(복수응답의 개수)×2로 계산하였다.

양한 대처 방법이 구체적으로 제시되었다. 특히, 교사들은 학생들의 반응에 대처하는 과정에서 다음과 같은 방법을 주로 사용하고 있음이 드러났다. 즉, 왜 그렇게 생각하지? 하며 질문을 하여 학생 스스로 대답을 구상하면서 깨닫게 하는 방법, 반례를 제시하는 방법, 직접 사례로 확인해 보게 하는 방법, 개념 정의로 되돌아가도록 안내하는 방법, 그림으로 설명하는 방법, 이전에 학습한 지식을 이용해 다시 생각해 보도록 하는 유도하는 방법, 적절한 질문을 구상하면서 내용 설명을 전개하는 방법 등이 그것이다. 교사가 동료 교사들의 다양한 대처 방법을 참고하여 자신의 수업에 적용해 보는 시도를 하다보면 학생의 이해를 도우면서 보다 효율적인 지도 과정을 전개하는데 도움을 얻을 수 있을 것이다.

셋째, 유사한 문제 상황(또는 학생이 보이는 동일한 오류)에 대한 교사들의 서로 다른 접근 방식이 드러나 서로 다른 교사의 지도 과정을 비교해 볼 수 있었다. 예를 들면 <표 IV-2>에 제시된 바와 같이 A지역과 B지역 기록물 자료에서 공통적으로 나타난 학생의 전형적인 오류 반응에 대해 교사들의 서로 다른 접근 방식을 관찰할 수 있었다. 어떤 교사는 먼저 학생의 생각 묻기(왜 그렇게 생각하니?)를 한 후, 학생이 말한 그릇된 함수의 그래프에서 논의를 시작하는가 하면, 또 다른 교사는 이와 동일하게 전개하면서 공학적 도구(Geogebra, 지오지브라)이용해 더 많은 경우의 그래프를 탐색하도록 유도하고 도형의 평행이동에 대한 학습 내용을 일반화하여 정리할 수 있도록 안내한다. 한편, 또 다른 교사는 학생이 왜 그렇게 생각했는가에 대해 묻는 과정이 없이 곧바로 학생이 말한 함수의 그래프를 그리고 주어진 그래프와 비교하는 과정을 행하거나 특수한 경우 그래프로 학생의 생각이 틀렸음을 시각적으로 확인시켜주고 마무리하는 경우도 있다. 교사의 사고 실험 실습 활동지

를 교사들과 함께 공유한다면 동일한 문제 상황에 대해 동료 교사들이 어떤 접근 방식을 취하는지 살펴보면서 자신의 지도 방법을 되돌아보고 보다 나은 지도 계획을 구상해 볼 수 있는 기회를 가질 수 있을 것이다.

교사들의 설문지 기록물을 분석한 결과는 다음과 같다.

먼저, 산과법을 구사하는 사고실험을 교사-학생의 대화양식으로 정리하면서 느낀 어려움이 무엇이었는지에 대한 교사들의 생각을 분석하면 (<표 VI-3> 참조) 교사들은 학습자의 입장이 되어 학생의 생각을 예상하여 고려하는 것이 쉽지 않았고, 교사 자신이 학습자의 생각에 적절히 대처하면서 적절한 발문을 구상해 나가는 것에 매우 어려움을 느끼고 있음이 드러난다.

- 학생처럼 생각하기. 학생의 입장이 되어보기, 학생의 생각 예상하기가 어려움(30%).
- 학생의 생각과 반응에 대처하여 피드백해 주기, 학생에게 자극을 주는 발문을 구상하기가 어려움(45%).
- 정답이나 지식을 곧바로 알려주던 습관을 고치기 어렵고, 나의 지도 방법이 맞는지 확신이 서지 않음(9%).
- 학교 현장의 실제에 적용하기에는 학생의 수준별로 접근해야 하는 어려움(6%).
- 기타(9%).

위와 같은 어려움에도 불구하고 본 연수 과정에서는 산과법 적용 사고실험 실행을 통해 교사들이 느낀 점이나 배운 점이 무엇이었는지를 묻고 그 결과를 살펴보았다. 거의 대부분의 교사들은 평소 수업에서 학습자에 대한 고려를 안했던 것에 대한 반성과 함께 학생의 관점에서 생각해 보게 되었다는 것과 앞으로 수업을 구성할 때 산과법을 활용해서 보다 좋은 수학 수업을 구성해 볼 수 있다는 것을 배웠다고 한다. 또한 항상 지식을 전달하려고만 했던 자신의 습관을 반성

하면서 질문을 통해 학생의 생각을 이끌어 낸다는 것이 쉽지 않음을 느끼고 교수 경험의 중요성을 깨닫고 있었다. 학생들에게 적절하게 발문을 하는 것에 대해 공부하고 많은 선생님들의 노하우도 배우고 싶다는 바램을 추가로 표현하면서 동료 교사들의 노하우를 배울 필요성도 말하였다. 교사들이 사고 실험 활동을 통해 느낀점이나 배운점은 아래의 세 가지로 정리된다. 그에 대한 교사들의 응답 분포는 다음과 같다.

- 학생의 입장, 생각을 선명하고 구체적으로 떠올리고 학생의 눈높이에서 생각해 보게 됨(42%).
- 내 수업에 대한 반성과 함께 산과법을 수업에서 활용가능할 것이라는 배움, 수업 능력을 개발하기 위해 구체적인 실천 방향을 깨닫게 됨(51%).
- 많은 경험이 중요하므로 동료 교사들의 노하우를 배울 필요성을 느낌(6%).

한편, 동료 교사의 사고 실험 내용을 살펴보는 과정이 선생님께 어떤 도움이 되었습니까? 라는 설문 문항에 대한 교사의 응답을 살펴보면 교사들은 앞서 자신들이 제시했던 어려움들을 동료 교사의 사례 공유로부터 많이 해결해 나갈 수 있음을 깨닫고 있었다. 교사들의 자료를 공유함으로써 지도 방법에 대한 아이디어, 학생들의 반응에 접근하는 다양한 방법, 미처 알지 못했던 학생들의 생각이나 오류 등에 대한 정보도 얻을 수 있었음을 말하고 있다. 사고 실험 활동지 분석 결과에서도 교실 수업에서 학생들에게서 흔히 나타날 수 있을 법한 생각들이 드러났고, 이에 대처하는 교사의 다양한 방법이 제시되면서, 교사들이 서로 다른 접근 방식을 비교해 볼 수 있었던 결과가 이를 뒷받침해준다.

- 비슷한 고민을 하고 있는 동료 교사들의 사례에서 생각이 확장되고, 배움이 일어나며,

나 자신에 대한 반성을 하게 되었다(43%).

- 지도 방법에 대한 소통과 교류를 통해 서로 다른 접근 방법, 학생의 오류를 수정해 주는 다양한 방법, 미처 알지 못했던 학생들의 오류를 알게 되어 수업 준비에 도움이 되었다(37%).
- 자료를 공유하면서 학생에 대한 생각이 깊어지고 학생의 입장을 더욱 생각해 보게 되어 수업을 충실하게 구성하는데 도움을 얻을 수 있었다(20%).

마지막으로 선생님께서 자신의 수학 수업에서 산과법을 구사하고자 하신다면, 어떤 준비나 노력이 더 필요할까에 대한 질문으로 본 연수 과정을 통해 교사에게 설정된 다짐이나 계획들이 무엇인지를 알아보았다. 교사들은 학습자 중심의 관점의 전환, 교과 전문성 높이기, 현실적인 어려움 극복하기, 동료 교사들과의 자료 공유와 소통의 중요성을 강조하고 있음이 나타났다.

- 학생 입장 생각하기, 학생의 예상반응 고려하는 연구가 필요하다(30%).
- 교과 전문성을 높이기 위해 수학 지식을 탄탄히, 교재 연구 열심히하고, 교육 사례들을 기록 축적해 놓아야 한다(30%).
- 좋은 발문, 바람직한 지도 방향에 대해 생각해 봐야 한다(15%).
- 현실적인 문제점(학습분위기, 수학 자료, 운영의 문제, 시간 확보 등)을 극복해야 한다(12%).
- 사례를 축적하고, 경험 세계를 확장하기 위해 동료 교사와 자료를 공유하고 소통하는 것이 필요하다(12%).

특히, 교사들은 교재 연구에서 학생들이 어려워하는 부분을 지도하는 방법이나 학생의 오개념이 발생할 때 대처하는 방법, 학생의 오개념을 예방하는 방법 등에 대해 보다 잘 알기 위해 동료 교사와의 의견교환이 필요하다고 하였다. 또한 다양한 학생들의 있음직한 반응에 대해 알고

수업을 준비하기 위해서도 동료 교사와의 자료 공유와 지속적인 토론과 소통이 필요함을 말하였다.

## V. 결론

본 연구는 연구자가 산파법을 적용한 수학 수업을 주체하여 실행했던 ‘예비 수학 교사의 산파법 적용 수학 수업 실행(2006)’, ‘수학 교사 교육과 산파법의 교육적 적용(2009)’, ‘산파법의 이해와 적용을 위한 교사 전문성 신장 연수(2013)’의 후속 연구이다. 본 연구에서는 수학 교사의 전문성 신장이라는 목적아래 산파법이 드러나는 사고 실험 활동이 도입된 교사 연수 과정을 실행하였다. 교사 연수에서는 참여 교사들이 좋은 수학 수업 구성에 필요한 교사의 역량을 키우고, 반성적 실천가로서의 태도를 함양하며 지속적인 교사 전문성 신장을 위해 학습 공동체 연구의 필요성을 인식할 수 있는 기회를 갖도록 노력하였다. 연수에 참여한 교사들은 학생의 예상 반응을 추측하고, 이를 출발점으로하여 적절한 발문과 대화로 교수-학습 과정을 이끌어가는 사고 실험 경험을 하면서 자신의 수업 계획과 실천에 대해 반성하고 동료 교사들의 사례에서도 배움을 얻게 되었다. 연수 실행 결과를 종합해보면, 교사들은 산파법의 사고실험 활동에서 어려움도 있었지만 그 어려움을 극복해나갈 수 있는 방법에 대해 명확히 하게 되었으며 특히 동료 교사들의 활동 사례 공유에서 수학 학습 지도를 전개해 나가는 방법에 대한 지식이 더 심화되고 확장되었다. 교사들은 교실 수업에서 학생들에게서 흔히 나타날 수 있을 법한 부정확한 생각, 오류 또는 오개념들을 드러내고 공유하면서 학생의 반응에 교사가 적절하게 대처하는 다양한 방법들을 접할 수 있었다. 유사한 수업 상황에 대한

교사들의 서로 다른 접근 방식도 비교해 보면서 더 나은 지도 방법에 대해 논의할 수 있었다.

대부분의 교사들은 평소 수업에서 학습자에 대한 고려를 안했던 것에 대한 반성과 함께 학생의 관점에서 생각해 보게 되었다고 말한다. 교사들은 평소에 지식을 전달하려고만 했던 자신의 습관을 지적하며 질문을 통해 학생의 생각을 이끌어 내고자하는 교사의 실천 경험이 매우 중요함을 깨달았다. 동료 교사들의 지도 노하우를 많이 접하여 학생의 입장에서 출발해서 그들에게 적절한 발문을 던지며 수학 학습을 안내하는 방법도 지속적으로 개발해 나갈 필요성도 인식하였다. 교사들은 사고 실험 실습 활동과 동료 교사의 자료 공유 과정에서 교사들이 학생들의 오개념을 파악하고 끌어내어 교정하는 능력, 학생들의 사고를 촉진할 수 있는 질문을 제시하는 능력, 학생들의 아이디어를 활용하고 적절한 피드백을 제공하는 능력이 개발되었으며 수업 계획과 관련된 자신의 행동과 자신의 수업 실천을 되돌아보는 기회를 가지게 되었다.

본 연구에서 실행된 교사 연수 프로그램에 참여한 현장 중등 수학 교사들에게서 나타난 긍정적인 변화를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 교사들은 산파법을 적용해 좋은 수학 수업을 구성하려면 학습자의 입장에서 생각해보고 학습자의 예상 반응을 고려하여 수업을 연구해야 할 필요성을 인식하였다. 학생의 부정확한 생각을 놓치지 않고 이를 출발점으로하여 학생의 생각이 수정·개선되도록 교사는 적절한 발문을 구상하고 이를 잘 구사하는 경험을 많이 가져야 함을 강조하게 되었다.

둘째, 교사들은 자신의 수업 실천을 반성적으로 되돌아보면서 자신에게 부족한 역량들을 명확히 파악하게 되었고, 이를 개선하기 위한 스스로의 계획과 다짐을 분명히 하였다. 산파법을 적용한 수학 학습 지도를 위해서는 충실한 교재

연구, 좋은 발문에 대한 연구, 경험 사례 축적, 평소 자주 나타나는 학생의 전형적인 오류 반응 연구 등이 필요함을 제안하였다.

셋째, 교사들은 보다 지속적이고 체계적인 교사 전문성 신장을 위해 교사 학습 공동체 연구의 중요성을 느끼게 되었다. 각종 연구 논문의 탐색을 통한 전문성 개발 뿐 만 아니라 학생의 다양한 반응에 대한 대처, 경험 사례 확대, 학생의 오개념 예방 등을 위해 동료 교사들과 자료를 공유하고 원활하게 소통할 수 있는 학습의 장을 필요로 하게 된 것이다.

본 연구에서 실행한 교사 연수 프로그램을 통해 참여 교사들은 좋은 수학 수업을 위한 역량을 개발하면서 반성적 성찰의 과정을 경험하고 수업 실천의 전문성을 높이는 실천 계획들을 다짐한 것으로 평가된다.

본 연구에서 실행한 사고실험 실습 활동은 수학 수업 1시간 분량 전체를 다룬 것이 아니라 산파법을 구사하는 단계에 초점을 맞추어 단일한 문제 상황만을 국소적으로 다루었다는 제한점이 있다. 따라서 산파법을 구사하고자 하는 수학 교사들은 현장의 수학 수업 과정에서 산파법을 수업 전체 맥락 중 어느 부분에서 의미있게 구사하는 것이 좋은지 학습 주제와 학습 상황에 따라 신중하게 결정하는 것이 필요하다. 산파법을 적용할 수 있는 시점은 수업의 도입 부분 또는 전개 부분 또는 제시된 문제를 해결하는 과정 등 실로 다양할 수 있는 것이다.

한편 본 연구에서 이루어진 교사 전문성 발달이 학교 현장에서 지속적으로 유지되어 나갈 수 있는 방안도 필요하다. 연수에 참여한 교사들의 반성적 성찰이 학교 현장의 수업 실천으로 이어지고, 교사들의 실행 연구 모임을 통해 더 높은 수준으로의 수업 반성으로 연결될 수 있다면 현장 수학 교사들의 교사 전문성은 보다 높이 신장될 것이다. 이에 교사들이 학습 공동체를 형성

하여 끊임없이 수업에 대해 논의하고 반성할 수 있는 기회를 마련할 수 있도록 교육청, 학교, 교사 연수 기관의 적극적인 지원이 필요하다.

## 참고문헌

- 강현영, 이동환, 고은성(2012). 좋은 수학 수업과 교사 전문성 개발에 대한 현직 수학 교사 인식 조사 -학교급 및 교육 경력에 따른 차이 조사-. 한국수학교육학회지 시리즈 A, **수학교육**, 51(2), 173-189.
- 강현영, 고은성, 김태순, 조완영, 이경화, 이동환(2011). 좋은 수학 수업을 위해 수학 교사에게 필요한 역량과 교사 교육에 대한 현직 교사의 인식 조사. **학교수학**, 13(4), 633-649.
- 고호경, 남가영, 맹은경(2013). 교사의 반성적 수업 평가의 요소 및 수준에 관한 사례 연구. **교과교육학연구**, 17(3), 839-868.
- 구원희, 박영희, 나귀수, 황연주, 하정미(2010). 자기주도적 교수 역량 강화를 위한 PDS 모형 개발에 관한 연구. **교과교육학연구**, 14(3), 579-599.
- 권나영(2010). 수학 교사의 반성적 사고에 관한 고찰-평가하기 경우-. 한국수학교육학회 시리즈 A, **수학교육** 49(4), 411-421.
- 권미선(2009). **좋은 수학 수업에 대한 초등 교사의 인식 조사**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 권오남, 박정숙, 박재희(2013). 가상 수업(Lesson Play)를 활용한 교사 연수 사례 탐구. **2013 대한민국 수학교육관련 학회 연합 학술대회 프로시딩**, 67-71.
- 권오남, 박정숙, 박지현, 조형미(2014). 공동체 단위 수학교사 연수 프로그램의 개발 및 효과 -‘함께 만들어가는 수학 교사 연수’를 중심으로-

- 로 - 한국수학교육학회 시리즈 A, **수학교육**, 53(2), 201-217.
- 권점례, 홍선주(2013). 초등학생들의 수학적 오류 및 오개념 교정을 위한 교수-학습 방법 개발 연구, **2013 대한민국 수학교육관련 학회 연합 학술대회 프로시딩**, 67-71.
- 김남희(2006). 예비수학교사의 산파법 적용 수학 수업 실행. **학교수학**, 8(1), 89-106.
- 김남희(2009). 수학 교사 교육과 산파법의 교육적 적용. **학교수학**, 11(1), 39-53.
- 김남희(2013). 산파법의 이해와 적용을 위한 교사 전문성 신장 연구. **학교수학**, 15(4), 941-955.
- 김지영, 방정숙(2013). 어떻게 하면 효과적으로 수학적 논의를 이끌 수 있을까? ; 교사가 알아야 할 5가지 관행을 중심으로, **2013 대한민국 수학교육관련 학회 연합 학술대회 프로시딩**, 173-177.
- 김지원, 방정숙(2013). 초등학교 수학 수업의 계획 분석 - 수업 프로토콜을 통한 사고(TTLP)를 중심으로-. **2013 대한민국 수학교육관련 학회 연합 학술대회 프로시딩**, 183-186.
- 박경미(2007). 한국 수학 수업의 조직 및 교수 활동 분석. **수학교육학연구** 17(2), 127-145
- 박경미, 정영옥, 김화경, 김동원, 최수일, 최지선 (2010). **2010년 우리나라 초·중등학교 수학교육 발전방안 기획연구**. 한국과학창의재단.
- 박승렬, 한상훈, 이명자(2008). 수업반성 연구 경향 고찰. **학습자중심교과교육연구**, 8(2), 403-422.
- 박영희(2011a). 교대 교수와 초등학교 교사들의 수학 수업 개선을 위한 협력 사례. 한국수학교육학회지, 제 47회 전국수학교육연구대회 프로시딩, 157-162.
- 박영희(2011b). 초등 수학 수업 전문성 신장을 위한 대학과 초등학교의 학습공동체 사례연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E, **수학교육 논문집**, 5(1), 47-61.
- 방정숙, 권미선, 김정원(2012). 초등학교 우수 수업 동영상에 나타난 좋은 수학 수업의 특징 분석. **한국초등수학교육학회지**, 16(3), 403-426.
- 방정숙(2012). 예비 초등 교사의 좋은 수학 수업에 대한 인식 변화. **학습자중심교과교육연구**, 12(4), 391-416.
- 방정숙, 권미선(2012). 좋은 수학 수업에 대한 교사들의 인식 - 초, 중등 교사의 인식 비교를 중심으로-, 한국수학교육학회지 시리즈 F, **수학교육논문집**, 26(3), 317-338.
- 서경혜(2005). 반성과 실천: 교사의 전문성 개발에 대한 소고. **교육과정연구**, 23(2), 285-310.
- 안선영, 방정숙(2006). 평면도형의 넓이에 대한 교사의 교수학적 내용 지식과 수업 실제 분석, **수학교육학연구**, 16(1), 25-41.
- 오영열(2006). 수업 개선 관행 공동체를 통한 교사의 변화 탐색:수학 수업 관행을 중심으로. **수학교육학연구**, 16(3), 251-272.
- 우정호(2011). **수학 학습-지도 원리와 방법**. 서울대학교출판문화원.
- 이경화, 나귀수, 권나영, 김동원, 이환철, 이동환, 고은성, 박민선, 박미미, 이은정, 조진우, 박진형 (2012). 한국형 수학 교사 전문성 개발 체제(PDS) 모델 구축을 위한 기초 연구. **수학교육학연구**, 22(4), 581-602.
- 이대현(2013). 초등교사와 예비교사의 수학 수업에 대한 신념 분석. **학교수학** 15(1), 201-219.
- 이용숙, 김영천, 이형규, 김영미, 조덕주, 조제식 (2008). **실행연구방법**. 서울; 학지사
- 임한영(1969). **듀윌 교육사상의 연구**. 민중서림.
- 전하영(2011). **고등학교 교사와 학생들의 좋은 수학 수업에 대한 인식**. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 최수일(2009). **수업분석 학습공동체 활동을 통한 수학교사의 전문성 제고에 관한 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

- 최옥규(2003). **수업반성이 교사의 발문 수준 변화에 미치는 영향**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 황혜정 외 5인(2012). **수학교육학신론**, 문음사.
- Ball, D. L. (1996). Teacher learning and the mathematics reforms: What we think we know and what we need to learn. *Phi Delta Kappan* 77(7), 511-508.
- Cai, J., Perry, B. Wong, N. Y., & Wang, T.(2009). What is effective teaching? In J. Cai, G. Kaiser, B. Perry, & N. Y. Wang(Eds), *Effective mathematics teaching from teacher's perspective; National and cross-national studies*(pp.1-31). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Cochran-Smith, M. & Lytle, S. L.(1990). Research on Teaching and Teacher Research: The Issues That Divided. *Educational Researcher*, 19(2), 2-11.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. (1993). *Inside/outside: Teacher research and knowledge*. New York: Teacher College Press.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. In A. Iran-Nejad & C. D. Pearson (Eds.), *Review of Research in Education (Vol, 24, pp. 249-306)*. Washington, DC: American Educational Research Association.
- Dewey, J.(1910). *How we think* NY: Dover Publications, Inc.
- Dinkelman, T. D.(1997). Critically reflective teacher education in secondary social studies: A preservice case study. *Dissertation Abstracts International*, 58(10).
- Fendler, L.(2003). Teacher reflection in a half of mirrors; Historical influences and political reverberations. *Educational Researcher*, 32(3), 16-25.
- Fernandez, C., & Yoshida, M.(2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Lawrence Erlbaum Associates: Mahway, NJ.
- Freudenthal, H.(1976). *Mathematics as an Educational Task* Dordrecht, The Netherlands Reidel.
- Galvez-Martin, M. E.; Bowman, C. L.; & Morrison, M.A.(1998). An exploratory study of the level of reflection attained by preservice teachers. *Mid-Western Educational Researcher*, 11(2), 9-18.
- Givvin, K. B., Jacobs, J., Hollingworth, H., & Hiebert, J(2009). What is the effective mathematics teaching? International educators' judgements of mathematics lessons from the TIMSS 1999 video study. In J. Cai, G. Kaiser, B. Perry, & N. Y. Wang(Eds), *Effective mathematics teaching from teacher's perspective; National and cross-national studies*(pp.37-69). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
- Hamrick, J. C.(1995). Elementary teachers' reflection on major influences impacting their decision in reading and language arts instruction during their first two years of teaching. *Dissertation Abstracts International* 57(01), 87.
- Hannula, M(2013). 패널 토론: 수학 수업의 실제와 교사 전문성 개발 동향(핀란드의 사례). **2013 대한민국 수학교육관련 학회 연합 학술대회 프로시딩**, 672.
- Kazemi, E.(1998). Discourse that promote conceptual understanding. *Teaching Children Mathematics*, 4(7), 410-414.
- Lin, P. J., & Li, Y. (2009). Searching for good mathematics instruction at primary school level valued in Taiwan. *ZDM*, 41, 363-378.
- Lynch, M.(2000). Against reflexivity as an academic virtue and source of privileged knowledge. *Theory, Culture, & Society*, 17(3), 26-54.



- Matos, J. F., Powell, A., & Sztajn, P.(2009). Mathematics teachers' professional development; Processes of learning in and from practice. In R. Even & D. L. Ball(Eds), *The professional education and development of teachers of mathematics*(pp.167-183). New York : Springer New York.
- NCTM(2007). *Mathematics Teaching Today: Improving Practice, Improving Student Learning*. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 역(2011). **수학 수업의 현재와 미래**. 서울:경문사.
- NCTM(2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics. 류희찬 외 5인 역 (2007). **학교수학을 위한 원리와 기준**. 경문사.
- Pang, J. S.(2009). Good Mathematics instruction in South Korea. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 41, 349-362.
- Ross, D. D.(1989). First Steps in Developing a Reflective Approach, *Journal of Teacher Education*, 40(2), 22-30.
- Schoenfeld, A. H.(2010), How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational application. Routledge Inc. 이경화 역(2013). **수학 수업, 설명을 만나다**. 서울:경문사.
- Schön, D. A(1991). *The Reflective Turn*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Shulman, L.S.(1987). Knowledge and teaching foundation of a new form. *Harvard Educational Review*. 57(1). 1-22.
- Shulman, L. S., & Shulman, J. H. (2004). How and what teachers learn: A shifting perspective. *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 257-271.
- Smith, M. S. & Stein, M. K. (2011). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Reston, VA: NCTM. 방정숙 역 (2013). **효과적인 수학적 논의를 위해 교사가 알아야 할 5가지 관행**. 서울: 경문사.
- Smyth, J.(1991). *Teachers as collaborative learners*. Milton Keynes: Open University Press.
- Stigler, J. W. & J. hiebert. (1999) *The Teaching Gap: Best ideas from the World's Teacher for Improving Education in the Classroom*. New York: The Free Press.
- Teitel, L.(2003). *The Professional development schools Handbook*, California: Corwin Press Inc.
- Wilson, P. S., Cooney, T. J., & Stinson, D. W. (2005). What constitutes good mathematics teaching and how it develops: Nine high school teachers' perspectives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 83-111.
- Zeichner, K.M. & Liston, D. P.(1987). Teaching student teachers to reflect. *Harvard Educational Review*. 56(1), 23-48.

# Performing Mathematics Teacher Training for a Professional Development

- Focusing on thought experiment activities by Socratic method -

Kim, NamHee (Jeonju University)

In this study, we investigated a good way for teacher professional development. Based on this way, we designed teacher training program. We carried out teacher training program for 50 secondary school mathematics teachers in July 2014. In this teacher training courses, teachers conducted recording mathematics teaching-learning processes by dialogue between teacher and student according to Socratic method. We also shared the practices of teacher educators, teachers and colleagues.

In this teacher training, we tried to cultivate teachers' abilities needed to a good mathematics instruction. And we aimed to equip the attitude that guided reflection on their mathematics class. Through the teacher training, teachers recognized the need to study on the thinking of students and take into account students' expected reaction on the part of learners. Also they developed an attitude as reflective practitioners and recognized the need of teacher learning communities for their professional development.

\* Key Words : professional development (전문성 발달), Socratic method(산파법), thought experiment(사고 실험), teacher training(교사 연수)

논문접수 : 2014. 10. 4

논문수정 : 2014. 10. 30

심사완료 : 2014. 10. 31