

교육 형평성을 위한 고등학교 수학 교사 교육 시행 효과 : 학생들의 수학 정의적 영역을 중심으로¹⁾

김 연*

모든 학생의 전인적 성장을 지원할 수 있는 수학 교사들의 능력을 신장시키기 위하여, 본 연구는 교육 형평성의 관점에 기반을 둔 교사 교육을 읍면지역에 위치한 고등학교에 재직 중인 세 명의 수학교사를 대상으로 실행하였다. 학생들이 수업시간에 자신의 수학적 아이디어를 공유하고 토론하는 기회를 제공하는 것이 교육 형평성을 실현하는 가장 근본적인 방법인데, 이를 위해서는 상당한 양과 질의 지식과 판단력이 필요하다. 이러한 교사 교육을 두 해 동안 받은 교사들이 가르치는 수학 수업을 받은 고등학생들을 대상으로 사전·사후 설문 조사를 시행하였고, 학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성이 인상적으로 성장하였음을 본 연구는 보고한다. 그러한 변화는 수학 교실에서 상당히 자유로운 의사소통과 관련이 있었다. 학생들의 수학과에 대한 정의적 영역의 신장을 위해 교육 형평성에 기반을 둔 수학 교사 교육의 장기간 실행에 논의한다.

I. 서론

우리나라 학교 교육이 추구하는 바는 학생들의 전인적 성장이다(교육부, 2015). 즉, 학생들의 인지적·정의적으로 조화로운 성장을 지원하는 것이 학교 교육의 모습이어야 한다. 우리나라의 인문계 고등학교가 이러한 쉽지 않은 과제를 묵묵히 실현해 오고 있다는 평가를 받기보다는 대학 입시를 준비하는 기관으로 간주하거나 더 나아가 공교육의 가치를 의심받기도 하는 기관이 되어버린 것은 부인하기 어렵다(교육부, 2014). 유감스럽게 그러한 비판을 가장 혹독하게 받는 교과가 수학이다. 또한, 학교 수학 학습과 관련된 정의적 측면, 예를 들어 수학 수업에서의 소외감 또는 수학 성취도의 결과에 의해 받는 정

서적 상처와 실패감은 너무나 심각한 상황이다(OECD, 2013b). 이러한 이유로 인해 학습자의 입장에서 “왜 배워야 하는가?”라는 의심을 공공연하게 그리고 지속해서 받는 수학 교과는, 정의적으로 학생들을 만족하게 하지 못하는 수학 수업이 지속하고 있다. 그러한 수업 유형의 정점에는 대학 입시에 발목 잡혀 있는 고등학교 수학 수업이 있다.

다양한 수준의 학생들이 도전적인 과제를 함께 수행하는 방식의 수학 수업이 학생들의 수학 학습에 매우 중요하다는 것은 이미 연구된 결과이다(Boaler, 2002a; Stein, Remillard, & Smith, 2007). 개념적 이해를 강조하고, 학급 동료들과 토론하여 과제를 수행하는 수학 수업은 모든 학생의 수학 성취도 향상에 긍정적일 뿐만 아니라(Boaler, 2002a; Brown, Stein, & Forman, 1996),

* 신라대학교, yeonkim10@silla.ac.kr

1) 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017S1A5A8020730).

학생들이 수학에 대해 깊은 이해를 하고, 자유롭게 지적인 향유를 할 수 있게 한다(S. J. Ball, 1993; Willis, 1977). Boaler와 Selling(2017)은 영국에서 시행한 연구에서, 이러한 유형으로 수학 수업을 장기간 받은 학생들은 학교를 졸업한 이후에도 수학 학습에 자신감이 가지고 지속하려고 하며, 낮은 사회·경제적 지위를 가진 가정 출신의 학생들도 전문적인 직업을 갖는 경우가 많다는 점을 발견하였다. 더욱이 그들은 다양한 상황에 자신의 수학적 아이디어를 적용하고, 이를 문제 해결 과정에 적용하는 등 다른 상황에 대해 적절하게 대처하고, 자신의 삶에 수학적 지식을 자연스럽게 이용하는 등, 변화하는 환경에 유연한 사고방식을 가진 성인으로 성장하였다. 이는 Schwab(2016)이 주장하는 4차 산업혁명에 필요한 능력, 즉 학생들이 복잡한 문제 상황에 어떻게 대처하는지에 관한 역량과 변화하는 환경에 어떻게 대처하는가에 대한 인성 자질과 같다. 이러한 일련의 연구들은 어떻게 수업하는가는 단기적으로 학생의 수학 학업 성취도에 영향을 줄 뿐만 아니라, 장기적으로는 학생들이 인생에 있어서 수학을 즐기는가를 결정짓고, 이는 그들의 직업 선택에 영향을 줄 수 있다고 주장한다. 더불어, 교사가 어떻게 수학 수업을 하는가는 학생들의 다양한 가정환경과 다양한 학업 성취도와 상관없이 학생들의 정의적, 인지적 성장을 지원하기도 한다. 즉, 학생들이 수업시간에 자신의 아이디어를 토론하고 공유하는 기회를 제공하는 것은 교육 형평성을 실현하는 가장 근본적인 방

법이 된다(Esmonde, 2009).

그런데도 상당히 많은 고등학교 수학 교사들이 전통적인 수업 방법 이외의 교수·학습 방안의 도입에 매우 회의적이다. 2016년 전국 연구·선도학교 소속 교사들을 대상으로 한 설문조사 중에서, 고등학교 수학교사들의 교수·학습 방법에 관한 응답 자료가 <표 I-1>과 같다(이경화 외, 2017, p. 31). 표를 보면, 강의식 수업을 활용하는 교사가 70%가 넘는다. 강의식 수업으로 대변되는 전통적 수업 방법은 교사의 설명이 특정 그룹의 학생들을 대상으로 이루어질 수밖에 없기 때문에, 그 특정 그룹에 포함되지 않은 학생들은 교사가 의도하지 않아도 수업 시간에 학습의 기회를 박탈당하게 된다. 이는 단순히 학생들의 인지적 성장을 방해하는 것뿐만 아니라, 학생들이 학교에서 실패감을 학습하게 만든다. 결국, 교육을 목적으로 하는 기관이 교육이 아닌 상황으로 학생들을 몰아세우는 것과 같다. 그 어떠한 이유로든 학생들에게 차별적인 기대수준과 불리한 학습 기회를 제공하는 것은 전체 성취도와 상관없이 학생 간 편차를 더욱 커지게 한다(OECD, 2013a).

교육 형평성은 학습할 기회의 공정한 분배를 말한다(Esmonde, 2009, p. 1010). 여기서 주의할 점은 학습 결과가 동등하게 나오는 데 집중하는 것이 아니라, 학생들이 학습할 수 있는 과제의 부과, 교수·학습 과정에서 긍정적인 교사와 학생 또는 학생들 간의 관계와 문화를 제공하는 것이다. 교사가 어떤 교수·학습 방법을 적용하

<표 I-1> 수업에서 주로 활용하는 교수·학습 방법

(우선순위대로 세 개까지 선택 가능) 단위: 명(%)

구분	강의식 수업	활동 수업	협동 수업	토론 및 발표 수업	기타	합계
1순위	53(72.6)	5(6.8)	4(5.5)	11(15.1)	0(0.0)	73
2순위	8(11.1)	19(26.4)	16(22.2)	29(40.3)	0(0.0)	72
3순위	5(7.1)	20(28.6)	24(34.3)	16(22.9)	5(7.1)	70

는가는 “교실 분위기”라고 통칭하는 수업 문화, 관행 또는 생태계를 결정적인 요인이고(Boaler, 2002b), 이는 교사와 학생, 교과 간에 어떠한 상호작용을 하는가에 의해 결정된다(Cohen, Raudenbush, & Ball, 2003). 수업에서 교수·학습의 관행과 문화에 관한 접근은 교육 형평성이라는 학교 교육의 목표를 실현할 수 있는 근본적인 접근이라 할 수 있다(Herbel-Eisenmann, Choppin, Wagner, & Pimm, 2011).

그러나 수업의 변화는 교사의 수업에 대한 인식과 태도의 변화뿐만 아니라 다양한 교수 방법에 대한 지식과 변화를 실천할 수 있는 의지가 요구되는데, 현실적으로 교사의 수업 관행은 쉽게 변화하기 어렵다(오영열, 2006). 분명한 점은, 한 시간의 수업에서 일어나는 교사, 학생, 수학 교과 간의 상호작용에 대한 조심스럽고 주의 깊은 수학 교사의 준비와 실행이 쌓여 일 년의 시간이 되면, 학생들이 수업시간에 경험한 수학적 지식과 사고는 학교 교육이 지향하는 정의적·인지적 성장에 결정적인 영향을 줄 수 있다는 것이다. 더 나아가, 그들의 사회적·경제적 배경이나 성취 수준과 관계없이 교육 형평성을 이루는데 기여할 수 있게 된다. 즉, 모든 수학 수업이 중요하기 때문에, 교사는 수업전문가가 되어야 하고 이를 위한 지속적인 학습을 해야만 한다.

교육 형평성의 관점에서 장기간 현직 교사 교육에 관한 연구가 유럽이나 미국을 중심으로 활발한 반면(예를 들어, Boaler & Selling, 2017; Boaler & Staples, 2008; Silver & Stein, 1996), 우리나라 수학 교육 연구 분야에서는 매우 미진하여, 고은성(2012)이 교육 형평성의 관점에서 수학적재학생에 대한 초등학교 교사들의 인식을 조사한 연구가 유일하다. 또한, 교사 교육과 관련된 연구는 2000년대부터 활발하게 이루어지고 있는데, 교사들의 지식수준에 대한 실태 조사 연구가 많지만, 수업을 대상으로 하는 교사 교육에

대한 연구는 매우 미진하다(방정숙 외, 2014). 수업에 대한 교사 학습 연구로, 학습공동체에 대한 연구가 최근 이루어지고 있는데(예를 들어, 나귀수, 2010; 오택근, 2016), 이는 교사의 수업 관행의 변화에 효과적인 방안으로 보고되고 있다. 학습공동체는 교사들이 스스로 기획하고 운영되는 반면, 본 연구는 체계적·이론적·실천적인 현직 교사 교육과정을 개발하고 실행하는 방법으로 진행한다. 교사들이 수업전문가로서의 지식을 향상하게 시키고 교육 형평성에 대한 안목을 갖게 하도록 연구자가 한 학교의 모든 수학 교사들과 함께 현직 교사 교육의 교육과정을 기획하고 운영하여, 교사들에게 이론적인 내용을 제공하고, 교육 형평성을 각자의 교실에서 실현할 수 있도록 수업을 이해·분석·반성할 수 있는 구체적인 방법을 제공하였다. 이러한 교사 교육의 효과는 교사의 수업 준비, 실행, 반성의 과정에서뿐만 아니라 궁극적으로 학생들의 학습에서 드러나게 된다. 본 논문은 후자에 집중하여, 다음과 같은 연구 문제를 탐구한다: 교육 형평성을 실현하는 수학 수업에 대한 지식과 안목을 갖도록 지원하는 고등학교 현직 교사 교육을 받은 교사들이 가르치는 수학 수업을 두 해 동안 받은 고등학생들은 수학 교과에 대한 정의적 특성이 향상되었는가? 변화된 학생들의 수학 교과의 정의적 특성과 수학 교실에서 자유로운 의사소통과 긍정적인 관계가 있는가?

본 연구의 목적은 교육 형평성을 실현하는 수학 수업에 대한 지식과 안목을 갖도록 지원하는 교사 교육과정의 영향을 연구하여, 학교 교육의 궁극적인 목표인 학생들의 전인적인 성장을 실현하기 위한 수학 교사 교육에 대한 방향을 제시하는 것이다. 이를 위해 그러한 일련의 교사 교육이 교사에게 변화를 주고, 더 나아가 그들의 수업의 변화를 통해 학생들에게 주는 영향을 파악하고자 한다.

II. 수학 교육에서 교육 형평성과 관련된 연구

수학 교육에서 교육 형평성과 관련된 연구는 크게 성별(gender), 문화(culture), 언어와 교실 담화(linguistics and discourse), 특별한 수요가 필요한 학생(장애아 또는 영재아) 등과 관련하여 이루어졌다. 본 장에서는 성별, 문화, 언어와 교실 담화와 관련된 수학 교육에서 교육 형평성과 관련된 주요 연구들을 살펴보고자 한다.

성별과 관련된 연구는 남학생들이 여학생들보다 수학 성취도가 높게 나오거나 수학 학습에 대해 호의적인 것을 보고하거나, 수학을 남성의 영역으로 고려하는 편견 또는 수학 교실에서 드러나는 불편한 중립성에 지적한다. Barkatsas (2012)는 Mathematics and Technology Attitude Scale을 이용하여 고등학교 학생들의 수학 학습에 공학 도구를 사용하는 것에 대한 학생들의 태도를 호주와 그리스에서 조사하였다. 남학생들이 수학과 공학에 대한 태도, 수학 학습에 공학 도구 사용에서 여학생들보다 매우 큰 자신감을 느끼고 있었다. Kaiser, Hoffstall과 Orschulik(2012)는 독일에서 중학교와 고등학교 학생들을 대상으로 설문조사를 하였는데, 고등학생들이 중학생들보다 수학을 남성의 영역으로 고려하는 경향이 좀 더 강하다는 것을 발견하였다. 그들은 고등학생들이 수학 또는 수학 학습에 대해 좀 더 보수적이고 편향된 관점을 가지고 있지만, 중학생들이 좀 더 평등주의적인 관점을 가지고 있는 것으로 해석하였다. 더 나아가 수학 성취도가 높은 남학생과 여학생들에게 수학 학습을 잘 하는 이유를 조사하였더니, 남학생들은 수학의 흥미, 논리적으로 추론하는 능력, 직업의 순으로 언급했던 반면, 여학생들은 노력, 집중, 포부의 순으로 언급하였다. 저자들은 교사와 학부모들이 여학생들에게 수학과 관련하여 자신들의 능력을

민도록 해야 한다고 주장한다. Lim(2008)은 전통적인 수학 수업을 받는 인종이 다른 여학생 세명을 사회적·학문적 정체성의 관점에서 연구하였다. 수업의 문화, 동료 학생들의 압력, 개인적인 배경 등이 서로 뒤섞여 학생들의 정체성 형성에 영향을 주었다. 결국, 이 학생들은 앞으로 수학 학습이 필요 없는 진로를 결정하였다. 저자는 미국의 공교육 시스템이 다양한 출신의 학생들이 지적인 활동을 추구하고 학교에서 학습을 즐기는 것을 지향한다고 하지만, 낮은 사회적 지위를 가진 여학생과 교사들 간의 사회적·문화적 단절이 수학 교실에서 교육 형평성을 저해하는 요인이 된다고 보고한다. 더불어, 수학 교육 연구에서 개별 학습자들이 어떻게 수학을 학습하는가에 대한 연구에 너무 집중되어 있음을 비판하면서, 사회적 실천 주의적인 관점에서 수업을 연구하고 궁극적으로 모두를 위한 수학 수업이 되도록 해야 한다고 주장한다.

수학을 학습하는 데 있어서 사회적·문화적인 요인이 미치는 영향에 대한 연구들도 있다. 예를 들어, Forgasz와 Mittelberg(2008)는 호주에서 사용된 학생 설문지를 유대어와 아랍어로 번역한 후, 이스라엘 중학교에 재학 중인 유대 출신 학생들과 아랍 출신 학생들을 대상으로 대규모 조사를 하였다. 호주, 유대-이스라엘 학생 그룹, 아랍-이스라엘 학생 그룹 결과를 비교해 보면 세 그룹 모두 수학이 중성적인 학문이라고 여기고 있었다. 그런데, 아랍-이스라엘 학생들은 성별에 따른 답변의 차이가 있었다. 아랍-이스라엘 여학생들은 “수학이 남성의 영역”이라는 데 동의하지만, 아랍-이스라엘 남학생들은 동의하지 않았다. 수학 성취도 면에서 보면 아랍-이스라엘 여학생들이 아랍-이스라엘 남학생들보다 훨씬 우수하지만, 그 민족 공동체가 여성에 대한 직업의 기회를 제공하지 않거나 참여하지 못하게 하는 등의 상황이 아랍-이스라엘 학생들의 답변에는 차

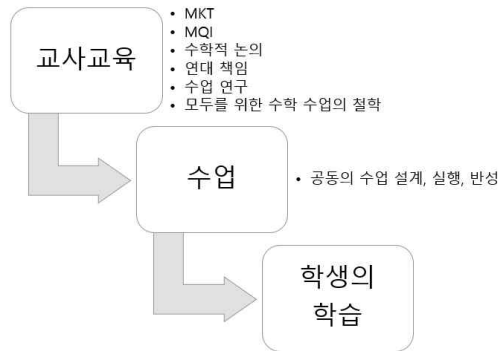
이가 있게 하였다. 즉, 어느 문화권에 속하는 가
는 학생들이 수학에 대한 관점을 결정하는 데
영향을 준다. Civil, Planas와 Quintos(2012)는 이
민자들과 자녀들에 대하여 미국과 스페인에서
연구하였는데, 이민자 출신 학생들의 학습 기회
의 변화는 학부모들이 무엇을 생각하고 기대하
는가에 따라 결정된다고 주장하였다. 새로운 정
착에 성공하기 위해서 이민자의 자녀들은 학교
에서 수학적으로 적절한 행동을 하는 것이 중요
하다. 그러나 새로운 나라가 가르치는 수학에 대
해 학부모들은 그것을 새로운 시스템으로 받아
들이기도 하지만 갈등을 일으키기도 한다. 예를
들어, 스페인에 이민을 온 학부모들은 자녀들이
낮은 수학 성취도를 보이거나 수학 학습에 어려
움을 겪는 것을 새로운 환경에 적응하는 과정에
있기 때문이라고 여긴다. 반면에 미국에 이민 온
학부모들은 이와 비슷한 경우도 있지만, 가르치
는 수학의 깊이나 시기와 관련하여 우려를 표하
기도 한다. 무엇보다 학문적 용어의 사용이 중요
한 사안인데, 이민자 학생들의 교육에서 언어가
학습 장애를 일으킬 수 있고, 이는 모든 학생을
위한 형평성 있는 교육을 제공하는 데 방해가
된다고 주장하였다. 그뿐만 아니라 이중언어 프
로그램을 참여하지 못하는 학부모의 경우에는
자녀의 수학 학습을 지원할 수 없다는 점에 대
해서 좌절감을 느끼기도 한다. 좀 더 일반적으로
보자면, 열악한 배경 출신의 학생들은 나이가 들
어가면서 자신이 소속되어 있는 학교와 가정 사
이의 문화간 불협화음을 인지하게 되고, 이는 그
들의 학습에 영향을 준다는 것이다(C. Lee,
2009).

교실에서의 담화와 상호작용과 관련된 연구는
교사는 학생을 존중해야만 하고 학생의 참여를
추구해야 한다는 것을 전제로 한다. 전통적인 수학
교실은 구조적으로 다양한 문화 또는 관점을 수
업에 이용하는데 많은 제한점이 있지만(Brenner,

1998), 수업에서 참여자들 간 상호작용의 기회를
풍부하게 주면 줄수록 수학적 지식에 대한 집단
적 협의에 기여하는 다양한 관점과 해결책을 가
지고 의사소통할 수 있다. 많은 연구가 학생들
간의 다양한 유형의 상호작용은 학생들의 수학
학습에 도움을 준다고 보고하고 있다(예를 들어,
A. Chizhik, Alexander, Chizhik, & Goodman,
2003). 수학 교실에서 협력적 상호작용은 학생들
의 학업 성취도를 올리는데 효과적이다(Antil,
Jenkins, Wayne, & Vadasy, 1998). 학습에 대한
다양한 정의가 있겠지만, Lave와 Wenger(1991)는
집단적 관행으로서 참여에 변화가 생기는 것으
로 학습을 정의한다. 이러한 변화는 어느 공동체
에서 말하고, 행동하고, 의견을 주고받는 방법의
수용을 통해 가능하다(Rogoff, 2003). 이에 따라
학교에서 수학 학습은 수학적 관행에 참여하는
것이 학습하는 것이고, 구체적으로는 학생들이
표상을 구상하고, 주장을 만들고 수학적 대상에
대해 추론하고, 자기 생각을 설명하고, 증명을
설계하는 등을 배우는 것이다(Schoenfeld, 2002).
물론, 상호작용의 양보다는 질이 중요하다. 예를
들어, 질문하기의 전략적 사용(King, 1991), 문제
해결 전략에 대한 토의(A. W. Chizhik, 2001), 다
른 사람의 문제 해결 전략 관찰하기(Azmitia,
1988), 갈등 해결하기(Buchs, Butera, Mugny, &
Darnon, 2004), 그리고 자신의 사고를 설명하기
(Fawcett & Garton, 2005; Webb, 1991)등이 중요
한 상호작용 기법이다. 그룹에서 상호작용을 보
면, 각 학생이 가지고 있는 능력이 다양하지만,
그룹 안에서 각자의 역할이 결정되면 잘 바뀌지
않는다. 예를 들어, 어떤 학생들은 논의를 주도
하는 역할, 설명해주는 역할, 듣는 역할 등등으
로 정착되기도 하고, 교사는 학생들의 수학적 논
의에서 그러한 위치를 적절하게 바꾸고, 바뀐 역
할에 대한 신념을 주는 것이 중요하다(Boaler &
Staples, 2008).

III. 전체 연구 체계

본 논문은 교육 형평성의 실현을 위한 고등학교 수학 교사 교육(Professional Development for Equity, 이하 PDE)이라는 연구 중에서, 교사교육의 영향이 궁극적으로 학생들에게 영향을 주는 가를 보고하는 것으로, 연구의 전체적인 체계는 [그림 III-1]과 같다. 이 체계는 모든 학생을 위한 높은 기대와 충분한 기회를 제공해야 한다는 NCTM(2000)의 교육 형평성에 대한 기초에 근거한다. 이를 위해서 NCTM(2014)은 성취도가 낮은 학생이나 학습 속도가 느린 학생들의 구분하는 관행은 버려야 한다고 주장한다. 구체적인 방안으로 교사는 학생들에게 높은 수준의 과제를 제공해야 하며, 각 학생이 학습과 수업의 대화에 참여할 수 있는 실질적인 기회를 제공해야 한다고 제안한다. 교육 형평성의 관점에서 교사 교육은 수업에서 학습 기회를 모든 학생에게 균형 있게 제공하기 위한 교실 관행의 변화를 강조한다(Cochran-Smith & Lytle, 1992; Cone, 1992). 또한, 모든 학생의 수학 학습의 가능성에 대한 철학적 변화는 교사들의 지속적이고도 집단적인 논의가 교사교육에 이용되어야 한다(Gutiérrez, 2012; Ruane & deTar, 1995). 더욱이 교육 형평성은 질적인 수학 내용과 대화가 모든 학생에 의해 이루어지는 것을 지향한다(Esmonde, 2012). 이러한 관점에서 PDE는 첫째, 높은 수준의 과제 제공을 위해 수업을 위한 수학 지식(Mathematical Knowledge for Teaching, 이하 MKT)(D. L. Ball, Thames, & Phelps, 2008), 수업에서 수학적 질(Mathematical Quality in Instruction, 이하 MQI)(Hill et al., 2008)을 포함한다. 둘째, 수업 시간에 학생들의 상호작용을 위해 앞서 언급한 MQI뿐만 아니라 수학적 논의의 구체적 실현 방안(Smith & Stein, 2011)도 포함하였다. 셋째, 교사들의 교육 형평성에 대한 관점 형성을 위해 교육 형평성에 대한



[그림 III-1] PDE의 전체 구조

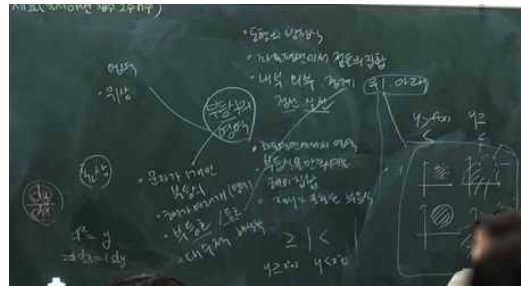
철학적 기초(Boaler, 2010)를 제공하였다. 넷째, 교사 교육의 지속성을 위해 연대 책임(V. E. Lee & Smith, 1996), 수업 연구(Lesson Study)(Lewis, Perry, & Murata, 2006)를 안내하였다. 이러한 교사 교육은 두 해 동안 지속하였다.

본 연구의 참여자는 읍면지역에 위치한 A고등학교에 재직 중인 세 명의 수학교사와 이 학교의 전교생 152명이다. 이 학교는 각 학년이 두 개 반으로 이루어져 있고, 각 교사가 한 개 학년을 맡아 지도하고 있다. 앞서 언급한 PDE의 구성요소에 대한 내용은 다음과 같다.

MKT와 관련된 교사 교육에 대한 연구인 Silver, Clark, Ghouseini, Charalambous와 Sealy (2007)와 Koellner 외(2007)를 참고하여, PDE 첫째 각 교사의 수업 공개 이후에 가진 협의회에서 수업에서 다룬 수학적 대상을 가지고 specialized content knowledge로부터 시작하여 knowledge for content and student와 knowledge for content and teaching을 연구자와 세 명의 교사가 깊이 있게 다루었다. 구체적으로는 수업에서 다룬 과제에 담긴 수학적 아이디어에 대한 의미와 관련된 개념의 탐색, 그러한 수학적 개념에 대한 이해의 난점, 수업에서 사용된 예제의 선택, 과제의 난이도 조절, 수학적 용어의 의미, 사용된 교수학적 방안에 대한 수학적 분석 및 대안, 구체적인

피드백 또는 학생 대응을 위한 방안, 다음 수업의 계획 등을 토의하였다. 이러한 반복된 패턴의 수업 협의회에서 교사들은 수학 수업에서 다루는 수학적 대상에 대한 집중적 토의를 통해 각자의 MKT를 성장시키는 기회를 얻게 되었다. 수학 중심의 협의회는 수업의 장단점 평가에서 벗어나 수업시행자나 관찰자 모두에게 유익한 학습 기회가 될 수 있음을 인식할 수 있게 하였다. 이는 PDE 첫째 하반기부터 실시된 수업 연구에 따른 수업의 협력적 설계와 집단적 반성이라는 교사 학습의 정의적 측면을 기르는 데 기여하기도 하였다.

예를 들어, “부등식의 영역”이 첫 번째 수업 협의회의 주제였다. 부등식의 영역 의미와 관련된 개념들을 교육과정이나 교수학적 맥락을 벗어나 관련된 개념들을 정리하면서, 자연스럽게 수업에서 강조되어야 하는 수학적인 면모가 무엇인지를 탐색하는 기회를 제공하였다. 세 교사의 발언으로 “부등식의 영역”이 무엇인지를 [그림 III-2]와 같이 칠판에 정리하였다. 다음으로는 수업 주제를 이해하는 데 어려운 수학적 이유를 논의했다. 부등식의 영역 이해의 난제로 “영역”, “도형의 방정식”과 “함수”, 용어의 사용 (안과 밖, 경계 등) 등이 논의되었다. 함께 참관한 수업에서 교사가 일차부등식의 해를 수직선에 표현하는 것을 설명하는 것으로 수업을 시작하였고, 수업 전반에 걸쳐 이와 관련하여 문자가 두 개인 이차부등식의 해로서 좌표평면에 해의 영역을 표현하는 것으로 부등식의 영역을 제시하였다. 이 부분에 대한 수학적 연결성을 밝히고, 이러한 논의 중에 다른 교사가 “이 수업을 한다 면”이라는 가정을 자연스럽게 해보고, 수학적으로 긴밀하게 관련성을 강조해 보는 대안을 제시하였다. 참관한 수업의 경우 1차와 2차 함수의 네 개의 문제를 선정하여 사용하였는데, 이로써 수업의 어느 순간부터 “함수”라는 용어를 교사



[그림 III-2] 수업 협의회의 한 장면

가 반복적으로 사용하였다. 이는 함수의 이해가 완벽하지 않은 상태인 학생들에게 도형의 방정식과 함수의 개념을 혼용하여 사용하게 할 수 있는 요인으로 작용하게 된다는 것을 논의에서 도출하였다. 좌표평면상의 한 점이 주어진 부등식을 만족하는가의 여부에 따라 영역이 결정된다는 것을 학생들이 의미 없는 절차로 경험하면 부등식의 영역에 대한 개념적 이해는 기대하기 힘들다. 이 어려운 개념의 접근 방법의 대안으로 경계에 대한 탐구, 즉 부등식이 아닌 등식의 경우 좌표평면에 선의 형태로 나타나고, 이 선은 좌표평면을 분리한다는 점을 제시하였다. 수업에서 사용하는 과제는 어떻게 다루는가에 따라 난이도가 크게 변할 수 있는데, 수업에서 다른 과제에 대한 난이도 조정 방안에 대해서도 논의하였다. 특히, 학생들의 오류 가능성과 그러한 상황에서 어떠한 피드백을 어떠한 방법으로 제공하는 것이 적절한가에 대한 논의도 이어져 갔다.

MQI는 수학 수업 평가 도구이다. Cohen 외 (2003)가 주장하는 바에 기반을 두어 수업(instruction)이 교사, 학생, 수학의 상호작용이라는 철학적 기초로, 각 상호작용에 해당하는 내용을 MQI 평가틀이 담고 있다. 수업에서 다루는 과제가 실제로 수학적 깊이가 있도록 하기 위한 요소로 연결성(수학적 아이디어나 과정에 대한 다양한 표상 연결하기 등), 설명(수학적 의미를 설명하는 “왜”에 해당하는 설명), 다양한 절차 또는 풀이(한 문제에 대해 다양한 절차나 풀이를 다루

는가의 여부), 일반화(수학적 사실이나 절차의 일반화를 다루는 것) 등의 상, 중, 하 구체적인 예와 함께 제시하고 있다. 그뿐만 아니라 학생의 산출물이나 오류에 대하여 교사가 어떻게 응답하거나 교정하는가에 대한 구체적 결정, 학생들이 수학적 사고 활동에 유의미하게 참여하고 기여하는 정도와 그 의미에 대해서도 상, 중, 하 판단을 하게 되어 있다. 이는 수학 수업을 위한 과제를 설계하거나 반성할 때 중요하게 간주해야 할 부분이 무엇인가를 명확하게 제시한다. MQI는 교사들의 MKT와도 매우 관련이 깊다(Hill et al., 2008). 워크숍에서는 각 평가 요소들이 의미하는 바를 수학 수업과 관련된 에피소드를 제공하고, 이에 관한 토론을 하는 것으로 진행하였다. [그림 III-3]은 워크숍에서 논의했던 내용 일부이다.

수학적 논의의 구체적인 방안으로 Smith와 Stein(2011)을 이용하여 안내하였다. 수업 설계에서 다섯 가지 관행을 구체적으로 언제 어떻게 실행할지 결정하고, 수업 반성에서는 수업 진행자와 관찰자가 함께 분석하고, 좀 더 효과적으로 수학적 논의를 활발하게 하는 방안에 대해 모색하였다. 이 과정에서 MKT와 MQI의 요소들이 기초자료이면서 구체적인 방법을 제공하였다. 수학 수업 안에서 교육 형평성은 대화가 모든 학생에 의해 이루어지는 것을 지향하기 때문에 (Esmonde, 2012), 수학적 논의는 매우 중요하다. 설명식 교수에서 학생이 성공적인 수학 성취도를 얻기 위해서는 교사의 발언에 집중이라는, 오

로지 한 가지 방법만 있지만, 토론 학습과 협력 학습은 동료와 의사소통, 다양한 표상을 이용하기, 자기 생각을 나타낼 많은 기회, 등등 학생이 높은 수학 성취도를 가질 수 있는 다양한 방법을 제공한다(Boaler, 2010). 그러나 토론 학습과 협력 학습은 학생들의 참여가 중요한데, 이는 평상시에 교사가 반복되는 관행으로 수업의 문화를 어떻게 조성하는가에 달려있다(Kim, 2013). 또한, 그러한 논의 중심 수업의 철학적 기초를 강화하고 그러한 수업이 학생들의 학습뿐만 아니라 인생에서도 매우 중요한 역할을 함을 교사들에게 안내하기 위하여 Boaler(2010)를 읽고 함께 논의하는 워크숍을 제공하였다. 학업 성취도가 낮은 학생들에게도 학교 수업의 참여 권리가 있으며, 모든 학생을 위한 좋은 과제의 계획과 논의라는 방안이 수학 수업에서 왜 중요한가에 대해서 논의하였다.

MKT, MQI, 수학적 논의는 일상적인 수업 준비나 실행에서도 반복적으로 고려해 보고, 이와 관련하여 의문이 드는 것은 동료 교사와 논의해 보거나, 연구자에게 도움을 청하는 등, 그러한 수학적이고 교수학적인 판단을 일상적인 관행이 되도록 노력해 볼 것을 강조하였다. 일상적인 수업에 대해 어떠한 관행을 가지고 있는가가 교사의 능력이 되고, 그러한 관행이 학생들의 수학 학습에 영향을 준다는 점을 강조하였다.

PDE 첫해에는 위의 내용이 연구자가 세 번의 워크숍에서 직접 제공하거나, 다섯 회에 걸친 수

수학과 관련된 교실활동	수학의 깊이: 연계성	수학적 깊이: 설명
<p>다음 교실 상황 중 수학과 관련이 있는 것은 모두 고르시오</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 교사가 각각의 대각선의 개수 구하기 수업에 서로를 학습자 나누어 준다 2. 교사가 이전 수업 내용을 언급한다 3. 교사가 실재물을 소개한다 4. 교사가 수업의 목표 설정 중에 질문을 소개하면서, 유클리드 삼각형에 대한 질문을 대문 동안 한다. 5. 학생들이 테셀레이션의 모양을 각자 역할한다 6. 교사가 용어를 확인하는 동안, 학생들은 예제문제를 각자 문맥에 넣고 있다. 	<p>다음 중 수학적 아이디어를 서로 연결하려는 시도와 관련 있는 것은 모두 고르시오</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 교사가 "어제는 다항식의 덧셈과 뺄셈에 대해 이야기 나누었습니다. 오늘은 다항식의 곱셈과 분배율에 대해 살펴보도록 하겠습니다." 라고 말한다. 2. 교사가 "우물쭈물하던 줄기과 잎 그림을 비교해 보세요!"고 학생에게 말한다. 그리고 나서 공백으로, 도구를보다작함 그림은 밑줄에 대해 설명한다. 3. 교사 또는 학생이 최대공약수와 최소공배수의 관계에 대해 설명한다. 4. 학생이 삼각형의 밑줄조건과 삼각형의 합동조건이 어떻게 관련이 있는가를 거기에 설명한다. 5. 학생이 밑줄조건을 그래프, 표, 함수식 각각에서 어떻게 선행적인 성질이 드러나는 것을 말한다. 	<p>다음 중 "왜"의 초점을 둔 설명을 모두 고르시오.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 이차함수의 꼭짓점을 구하는 과정을 $y=x^2+4x+10$의 예를 이용하여 설명한다 2. 삼각형의 내각이 내각합의 중심이 되는 이유를 설명한다. 3. $y=0$는 상수함수이므로, 미분할 때 $y=0$이다 4. $y=0$를 미분하면 각기 자신이 되는 이유를 설명한다 5. 삼각소수-9.9991의 값을 설명한다. 6. 어느 학생 그룹의 나이의 최빈값이 10이고 평균이 19인 경우, 이 그룹의 특징을 설명한다. 7. 순환소수 0.47을 분수로 표현하는 방법을 설명한다. 8. 무개의 모든 양수를 곱하면 양의 정수가 되는 이유를 설명한다.

[그림 III-3] MQI 워크숍에서 논의되었던 내용의 일부

업 참관 및 수업 전후에 가진 회의에서 연구자가 수업과 관련하여 논의를 주도적으로 이끌었다. 교사들에게 수업 설계 및 반성에서 MKT, MQI, 수학적 논의의 관점에서 생산적으로 논의 하면서, 이러한 수업 연구를 다음에는 세 명의 교사가 독립적으로 운영할 수 있도록 생산적 토론을 통해 협력적 관계를 맺도록 하였다.

PDE 둘째 해에는 연구자가 여름에 한 번의 워크숍을 제공했을 뿐, 그 이외에는 교사들이 자율적으로 수업 연구를 실행하였다. 세 교사는 매주 한 시간씩 수업 계획 회의를 하고, 이를 녹음한 파일을 연구자에게 보내면, 연구자는 회의에 대한 조언과 참고할 만한 정보들을 이메일로 제공하였다. 그러한 조언과 정보들은 앞에서 제시한 PDE의 내용에 해당하는 것 중심이었다. 이러한 회의를 세 주에 걸쳐 가진 이후, 수업을 실행하였다. 실행한 수업에는 다른 두 교사가 함께 참관하였고, 수업 이후 협의회를 가졌다. 수업은 비디오 촬영이 되었고, 협의회는 오디오 녹음을 하였다. 두 개의 파일은 다시 연구자에게 송부되었고, 마찬가지로 수업과 협의회에 대해 연구자가 이메일로 조언을 제공하였다. 4주를 한 패턴으로 이루어진 수업 연구는 두 번째 해에 일곱 번 반복되었다.

두 해에 걸친 PDE에서 제공한 워크숍, 수업 설계 회의 및 반성 회의, 공개된 수업, 연구자와 교사들이 주고받은 이메일, 학생 학습지 등은 모두 녹음, 녹화, 스캔하여 자료로 수집하였다. 또한, 학생 설문지를 본 연구 시행 사전과 사후에 제공하여 학생과 관련된 정보 및 반응을 수집하였다.

IV. 연구 자료 및 분석 방법

수학 교실에서 교육 형평성의 구현을 위한 고등학교 현직 교사 교육을 받은 선생님들이 가르

치는 수학 수업을 두 해 동안 받은 고등학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성이 향상되었는지 알아보고, 그러한 변화된 수학 교과의 정의적 특성과 교육 형평성의 실현과 밀접한 관계가 있는 수업에서의 의사소통과의 관계를 알아보기 위하여 세 가지 종류의 학생 설문지를 이용하였다.

우선, 두 해에 걸친 학생들의 수학과 정의적 영역의 변화를 측정하고, A고등학교와 유사한 고등학교와 그 결과를 비교하기 위해서, 국가수준 학업성취도 평가에서 사용된 수학과 학생용 설문지 문항 중에서 수학과 정의적 영역에 해당하는 문항을 이용하였다. 이광상 외(2016)에 따르면, 국가수준 학업성취도 평가 수학과 정의적 영역 기준 및 지표 산출 방법에 따라 정의적 영역의 네 가지 구인은 ‘흥미’, ‘자신감’, ‘가치’, ‘학습의욕’으로 구분된다. 이 설문지에서 흥미는 ‘수학에 대한 관심과 선호도 및 수학 학습 활동을 수행하면서 경험하는 즐거움’으로 정의되고, 자신감은 ‘수학 과제를 성공적으로 수행하거나 성취할 수 있는 자신의 능력에 대한 긍정적인 판단’으로 정의된다. 가치는 ‘학문적, 직업적, 사회적 맥락이나 학생의 삶의 맥락에서 수학의 기능과 유용성, 중요성에 대한 판단’으로 정의되고, 학습의욕은 ‘수학을 학습하려는 인내와 노력 및 수학 학습 상황에서 어렵고 낯선 문제나 과제에 도전하려는 자세’로 정의된다. 이광상 외(2016)에 따라 정의적 영역 및 하위영역별로 리커트 척도(0~3점)에서 1점 미만은 낮음, 1점 이상 2점 미만 보통, 2점 이상은 높음으로 구분하였다. 네 가지 하위영역 답변의 평균 점수가 각 학생의 ‘정의적 영역’으로 간주하였다.

국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역에 해당하는 문항은 고등학생들의 학년 수준과 상관없는 내용을 담고 있으므로, 고등학생들의 학년과 상관없이 사용이 용이하다. 연구가 시작되던 시기에 2학년 전체 학생들(46명)을 대

상으로 답변을 수집하였고, 연구가 마무리되던 시기에 전교생(152명)을 대상으로 답변을 수집하였다. 연구가 시작되던 시기의 자료가 2학년으로 제한되어 있으나, 그해의 A고등학교에 재학 중인 학생들의 수학과 정의적 영역을 나타내는 대표성은 충분히 있는 것으로 고려된다. 두 해에 걸친 학생 답변은 문항 별 점수 및 총점을 각각 t-검정을 하였다. 또한, 한국교육과정평가원은 국가수준 학업성취도 평가를 통해 고등학교 2학년 학생들을 대상으로 자료를 수집하였지만, 고등학교 학생들의 수학과에 대한 정의적 영역의 경향을 대표하고 있다고 볼 수 있다. 이에 따라 학생의 답변 비율에 따라 A고등학교와 같은 지역규모(읍면지역에 위치한 학교), 설립유형(국공립고등학교), 목적유형(일반고등학교)의 고등학교에 재학 중인 학생들과 비교하였다.

PDE를 받은 선생님들이 가르치는 수학 수업을 두 해 동안 받은 고등학생들의 수학과 정의적 영역을 좀 더 자세히 분석하기 위해 고등학생을 대상으로 하는 수학과 과학 국제 비교 연구인 TIMSS Advanced에서 사용된 학생용 설문지를 이용하였다. TIMSS Advanced는 국내에 익히 알려진 TIMSS 연구와 마찬가지로 수학과 과학 영역에 대한 세계학생들의 성취를 추적하고 국제 비교하는 연구인데, 그 대상을 고등학생으로 한다. 우리나라는 TIMSS Advanced에 참여하지 않았지만, TIMSS Advanced의 학생용 설문지는 전 세계 고등학생들을 대상으로 하여 개발된 도구이고, 국가수준 학업성취도 평가 문항과는 다른 관점에서 좀 더 많은 문항으로 학생들의 수학과에 대한 정의적 영역을 조사한다. 이에 따라 TIMSS Advanced 설문지 중에서 수학 수업 참여, 수학 학습에 대한 흥미, 수학의 가치에 대한 문항을 이용하였다. 각 문항은 진술된 문장에 대한 동의의 정도를 “매우 그렇다”, “그렇다”, “그렇지 않다”, “전혀 그렇지 않다”는 4단계 리커트 척도

를 이용하고 있다. 영역별 분석은 Mullis, Martin, Foy와 Hooper(2016)에 따라, 각 학생이 영역별 문항 전체 수의 절반 이상에 대해 “매우 그렇다”라고 답변한 경우에 “수업에 깊이 참여함”, “수학 학습을 매우 좋아함”, “수학에 높은 가치를 둠”으로 분류하였다. 각 학생이 영역별 문항 전체 수의 절반 이상에 대해 “그렇지 않다” 또는 “전혀 그렇지 않다”라고 답변한 경우에 “수업에 참여하지 않음”, “수학 학습을 좋아하지 않음”, “수학에 가치를 두지 않음”으로 분류하였다. 그 외의 경우는 “수업에 참여함”, “수학 학습을 좋아함”, “수학에 가치를 둠”으로 분류하였다. 두 번째 해에 A고등학교 전교생 152명이 설문문에 응답하였다. TIMSS Advanced는 고등학교 마지막 학년 학생들을 대상으로 자료를 수집하였지만, 참여국의 고등학교 학생들의 수학과에 대한 정의적 영역의 경향을 대표하고 있다고 볼 수 있다. 이에 따라 학생의 답변 비율에 따라 A고등학교 학생들을 다른 아홉 개 국가의 학생들과 비교하였다.

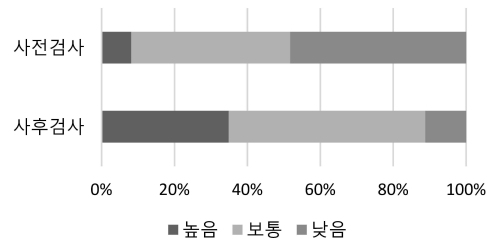
마지막으로 학생들이 평가하는 수학 수업의 상호작용 양상을 파악하기 위해 친구와의 의사소통, 모둠에서 의사소통, 교사와의 의사소통, 전체토론에서 의사소통, 수학 수업 시간에 자유로운 의사 표현을 묻는 문항을 국가수준 학업성취도 평가와 같은 양식으로 학생들에게 제공하였다. 마찬가지로 리커트 척도(0~3점)에서 1점 미만은 낮음, 1점 이상 2점 미만 보통, 2점 이상은 높음으로 구분하였다. 두 번째 해에 A고등학교 전교생 152명이 설문문에 응답하였고, 응답 결과는 TIMSS Advanced의 응답 결과와 상관도를 이용하여, 수학 수업 시간의 상호작용과 학생들의 정의적 영역에 대한 상관관계를 분석하였다.

V. 결과

1. 학생들의 정의적 특성의 변화

PDE가 궁극적으로 학생들의 정의적 성취 향상에 긍정적인 영향을 끼쳤는가를 알아보기 위해서 국가수준학업성취도평가 수학과 정의적 영역 설문지를 이용하여 사전·사후 설문조사를 하였다. 수학과 정의적 영역의 실태는 [그림 V-1]과 같다. 먼저 사전검사에서 학생들의 8.16%가 높음, 43.62%가 보통, 48.25%가 낮음으로 나타났다. 그러나 사후검사에서 학생들의 34.87%가 높음, 53.95%가 보통, 11.18%가 낮음으로 나타났다. 즉, 높음은 27%가 상승하고, 낮음은 약 37%가 감소하였다. 사전검사와 사후 검사의 t-검정 결과는 $t(202)=2.818, p<0.001$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 있다. 즉, PDE를 받은 교사들이 운영하는 수학 수업에 참여한 고등학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성 향상에 매우 긍정적인 역할을 했음을 알 수 있다. 이러한 변화는 하위 구인별 실태분석 결과에서도 나타난다.

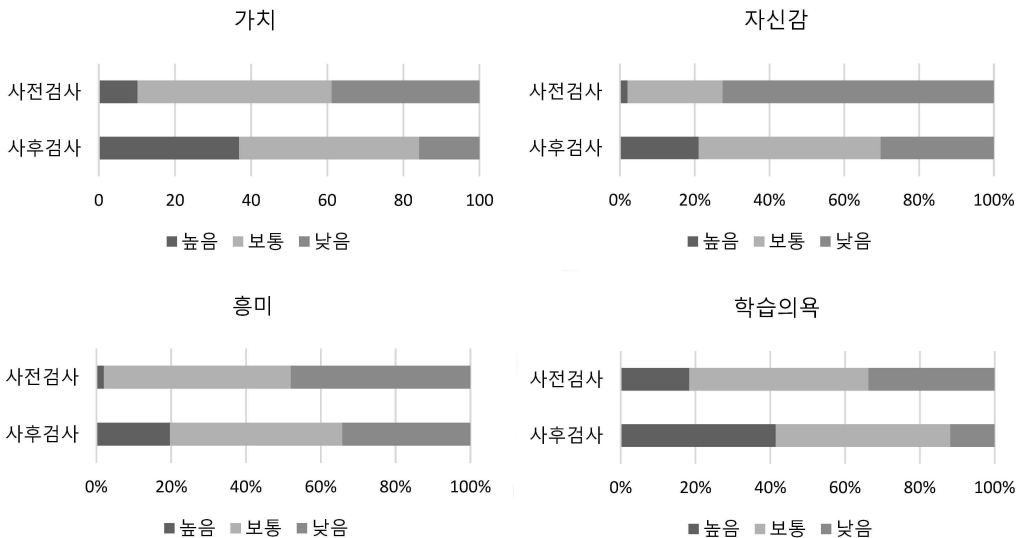
각 하위구인별 분석 결과는 [그림 V-2]와 같다. 사전검사 결과 정의적 영역의 네 가지 구인



[그림 V-1] 수학과 정의적 영역 실태 변화

중에서 자신감과 흥미의 높음 비율이 매우 낮고, 자신감의 낮음 비율도 매우 높다. 사후검사 결과 가치와 흥미의 높음 비율이 매우 높고, 흥미의 낮음 비율이 가장 높다. 구체적인 결과는 다음과 같다.

가치의 경우 사전검사에서 학생들의 10.2%가 높음, 51.0%가 보통, 38.8%가 낮음으로 나타났다. 그러나 사후검사에서 학생들의 36.8%가 높음, 47.4%가 보통, 15.8%가 낮음으로 나타났다. 즉, 높음은 27%가 상승하고, 낮음은 약 23%가 감소하였다. 사전검사($M=1.65, SD=0.76$)와 사후검사($M=2.03, SD=0.82$)의 t-검정 결과는



[그림 V-2] 수학과 정의적 영역 하위구인별 실태 변화

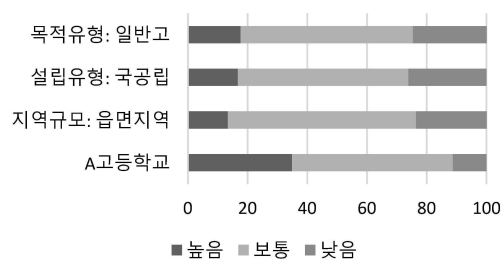
$t(202)=3.096, p=0.002$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 있다. 자신감의 경우 사전검사에서 학생들의 2.0%가 높음, 25.5%가 보통, 72.6%가 낮음으로 나타났다. 그러나 사후검사에서 학생들의 21.1%가 높음, 48.7%가 보통, 30.3%가 낮음으로 나타났다. 즉, 높음은 약 19%가 상승하고, 낮음은 약 43%가 감소하였다. 사전검사($M=1.07, SD=0.76$)와 사후검사($M=1.40, SD=0.93$)의 t-검정 결과는 $t(202)=2.522, p=0.024$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 있다. 흥미의 경우 사전검사에서 학생들의 2.0%가 높음, 50.0%가 보통, 48.0%가 낮음으로 나타났다. 그러나 사후검사에서 학생들의 19.7%가 높음, 46.1%가 보통, 34.1%가 낮음으로 나타났다. 즉, 높음은 약 18%가 증가하였고, 낮음은 약 14%가 감소하였다. 사전검사($M=1.39, SD=0.77$)와 사후검사($M=1.81, SD=0.85$)의 t-검정 결과는 $t(202)=3.109, p=0.007$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 있다. 학습의욕의 경우 사전검사에서 학생들의 18.4%가 높음, 48.0%가 보통, 33.7%가 낮음으로 나타났다. 그러나 사후검사에서 학생들의 41.4%가 높음, 46.7%가 보통, 11.8%가 낮음으로 나타났다. 즉, 높음은 약 23%가 증가하였고, 낮음은 약 22%가 감소하였다. 사전검사($M=1.79, SD=0.81$)와 사후검사($M=2.13, SD=0.85$)의 t-검정 결과는 $t(202)=2.544, p=0.031$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 있다.

요약하면, A고등학교 학생들은 수학과 대한 정의적 영역뿐만 아니라 그 하위구인인 흥미, 자신감, 가치, 학습의욕도 유의미하게 향상되었다. 즉, PDE를 받은 교사들이 가르치는 수학 수업을 두 해 동안 받은 고등학생들은 수학 교과에 대한 정의적 특성이 향상되었음을 알 수 있다.

2. 전국의 지역규모, 설립유형, 목적유형이 같은 고등학교와 A고등학교의 비교

사후검사 결과를 A고등학교와 같은 지역규모(읍면지역에 위치한 학교), 설립유형(국공립고등학교), 목적유형(일반고등학교)의 고등학교에 재학 중인 학생들과 비교해 보면 [그림 V-3]과 같다.¹⁾ A고등학교 학생들의 34.9%가 높음, 53.9%가 보통, 11.2%가 낮음으로 나타났다. 읍면지역에 위치한 학교에 재학 중인 학생들의 13.4%가 높음, 63.1%가 보통, 23.6%가 낮음으로 나타났다. 국공립 고등학교에 재학 중인 학생들의 16.8%가 높음, 57.1%가 보통, 26.1%가 낮음으로 나타났다. 일반고등학교에 재학 중인 학생들의 17.7%가 높음, 57.7%가 보통, 24.7%가 낮음으로 나타났다.

전반적으로 A고등학교 학생들의 수학과 정의적 영역이 매우 높다. 구체적으로 일반고등학교 학생들의 높음 비율이 약 18%임에 비해 A고등학교 학생들은 거의 두 배에 가까운 수치로 정의적 영역이 높지만, 일반고등학교 학생들의 낮음 비율이 25%임에 비하면 A고등학교 학생들의 낮음 비율은 이 비율에 절반에도 미치지 못한다.



[그림 V-3] A고등학교와 같은 지역규모, 설립유형, 목적유형에 재학 중인 학생들의 수학과 정의적 영역 실태

1) 이 절의 지역규모, 설립유형, 목적유형에 따른 고등학교 정의적 영역 실태 결과는 “박인용, 이광상, 임해미, 서민희, 김부미, 전경희(2016). 국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 기준 및 지표 산출 방안. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2016-14”에서 참고하였음.

<표 V-1> A고등학교와 같은 지역규모, 설립유형, 목적유형에 재학 중인 학생들의 수학과 정의적 영역 하위구인별 실태

단위: %

	자신감			가치			흥미			학습의욕		
	높음	보통	낮음	높음	보통	낮음	높음	보통	낮음	높음	보통	낮음
A고등학교	21.1	48.7	30.3	36.8	47.4	15.8	19.7	46.1	34.2	41.4	46.7	11.8
지역규모: 읍면지역	13.9	48.4	37.7	25.8	54.3	19.9	30.5	43.7	25.8	39.4	47.4	13.2
설립유형: 국공립	17.2	48.0	34.8	28.0	49.2	22.9	32.9	39.3	27.8	41.3	42.4	16.3
목적유형: 일반고	17.6	49.0	33.4	29.1	49.3	21.6	34.5	39.3	26.1	41.4	43.9	14.7

이는 지역규모로 읍면지역에 위치한 고등학교에 재학 중인 학생들과 비교하거나 설립유형이 국공립인 고등학교에 재학 중인 학생들과 비교해도 비슷하다.

하위구인 별로 실태분석 결과는 <표 V-1>과 같다. A고등학교 학생들은 정의적 영역의 네 가지 하인 구인 중에서 자신감과 가치의 높음 비율이 상대적으로 크고, 낮음 비율이 상대적으로 작다. 반면에, 흥미의 높음 비율은 아직 작은 편이고 낮음 비율은 높은 편이다. 각 하위구인 별로 보면 다음과 같다.

자신감의 경우 A고등학교 학생들의 약 21%가 높았으며, 약 30%가 낮게 나타났다. 반면 읍면지역에 위치한 고등학교 학생들의 약 14%가 높았으며, 약 38%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 약 7% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높지만, 낮음은 약 8% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다. 국공립고등학교나 일반고등학교에 재학 중인 학생들의 결과는 매우 유사하다. A고등학교 학생들의 비율과 비교하면, 높음은 약 4% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높지만, 낮음은 약 4% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다.

가치의 경우 A고등학교 학생들의 약 37%가 높았으며, 약 16%가 낮게 나타났다. 반면 읍면지역에 위치한 고등학교 학생들의 약 26%가 높았

으며, 약 20%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 약 11% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높지만, 낮음은 약 4% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다. 자신감의 경우와 마찬가지로 가치의 경우 국공립고등학교나 일반고등학교에 재학 중인 학생들의 결과는 매우 유사하다. A고등학교 학생들의 비율과 비교하면, 높음은 약 8% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높지만, 낮음은 약 5% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다.

흥미의 경우 A고등학교 학생들의 약 20%가 높았으며, 약 34%가 낮게 나타났다. 반면 읍면지역에 위치한 고등학교 학생들의 약 30%가 높았으며, 약 26%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 약 10% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮지만, 낮음은 약 8% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높다. 국공립고등학교 학생들은 33%가 높았으며, 약 28%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 약 13% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮지만, 낮음은 약 6% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높다. 일반고등학교 학생들은 35%가 높았으며, 약 26%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 약 15% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮지만, 낮음은 약 8% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높다. 자신감과 가치와 달리 흥미의 경우 A고등학교 학생들이 같은 지역규모(읍면지역에 위치한 학교),

설립유형(국공립고등학교), 목적유형(일반고등학교)의 고등학교에 재학 중인 학생들에 비교해 상대적으로 높음의 비율이 낮고, 낮음의 비율이 높다고 할 수 있다. 앞장에서 보고한 바와 같이, 사전검사의 결과(높음 비율이 약 2%, 낮음 비율이 약 48%)에 비교해 사후검사가 긍정적인 방향으로 변화하였음에도 불구하고, 상대적으로 다른 하위구인에 비교해 흥미는 낮은 편이라고 할 수 있다.

학습의욕의 경우 A고등학교 학생들의 약 41%가 높았으며, 약 12%가 낮게 나타났다. 읍면지역에 위치한 고등학교 학생들의 약 39%가 높았으며, 약 13%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 약 2% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 높지만, 낮음은 약 1% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다. 국공립 고등학교 학생들의 약 41%가 높았으며, 약 16%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 유사하지만, 낮음은 약 4% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다. 일반고등학교 학생들의 약 41%가 높았으며, 약 15%가 낮게 나타났다. 즉, 높음은 유사하지만, 낮음은 약 3% 정도 A고등학교 학생들의 비율이 낮다. 따라서, 흥미의 경우 A고등학교 학생들이 같은 지역규모(읍면지역에 위치한 학교), 설립유형(국공립고등학교), 목적유형(일반고등학교)의 고등학교에 재학 중인 학생들과 유사한 비율을 보인다고 할 수 있다.

3. 다른 나라와 A고등학교의 비교

다른 나라의 고등학교와 비교를 위해 TIMSS Advanced의 학생용 설문지 중에서 학생들의 참여와 태도에 문항을 이용하여 A고등학교 학생들의 수학 수업 참여, 수학 학습에 대한 흥미, 수학의 가치를 조사하였다. 영역별 결과는 다음과 같다.

<표 V-2>가 제시하는 바와 같이, 수학 학습에

<표 V-2> A고등학교와 다른 나라의 수학 학습에 대한 흥미 실태

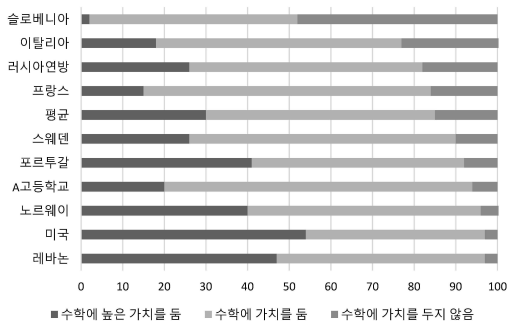
	단위: %		
	수학 학습을 매우 좋아함	수학 학습을 좋아함	수학 학습을 좋아하지 않음
레바논	39	55	6
노르웨이	24	55	21
평균	18	49	33
미국	19	50	31
러시아연방	19	49	32
포르투갈	19	49	33
스웨덴	16	50	35
A고등학교	13	37	50
프랑스	11	56	33
이탈리아	9	47	44
슬로베니아	4	35	61

대한 흥미의 경우 A고등학교 학생들의 약 13%가 수학 학습을 매우 좋아하고, 약 50%가 수학 학습을 좋아하지 않는다. 즉, A고등학교 학생들의 약 절반 정도의 학생들은 수학을 좋아하고, 약 절반의 학생들은 수학을 좋아하지 않는다. 이러한 답변은 “수학 학습을 매우 좋아함”에 답한 학생 비율을 기준으로 순위를 찾으면 A고등학교를 포함한 10개국 중에서 7위에 해당한다. 국제 평균보다 약 5% 낮은 비율이다. 따라서, A고등학교 학생들은 10개국과 비교하여 보면 상대적으로 수학 학습에 대한 흥미가 높다고 할 수 없다.

<표 V-3>이 제시하는 바와 같이, 수학의 가치에 대해 A고등학교 학생들의 약 20%가 수학에 높은 가치를 두고 있으며, 약 6%가 수학에 가치를 두고 있지 않다. 즉, 대부분 A고등학교 학생들(약 94%)은 수학에 가치를 두고 있다. 이러한 답변은 “수학에 높은 가치를 둬”에 답한 학생 비율을 기준으로 순위를 찾으면 A고등학교를 포함한 10개국 중에서 7위에 해당한다. 국제 평균보다 약 10% 낮은 비율이다. [그림 V-4]와 같이

<표 V-3> A고등학교와 다른 나라의 수학의 가치 실태

	단위: %		
	수학에 높은 가치를 둠	수학에 가치를 둠	수학에 가치를 두지 않음
미국	54	43	3
레바논	47	50	3
포르투갈	41	51	8
노르웨이	40	56	5
평균	30	55	15
러시아연방	26	56	18
스웨덴	26	64	10
A고등학교	20	74	6
이탈리아	18	59	24
프랑스	15	69	16
슬로베니아	2	50	48



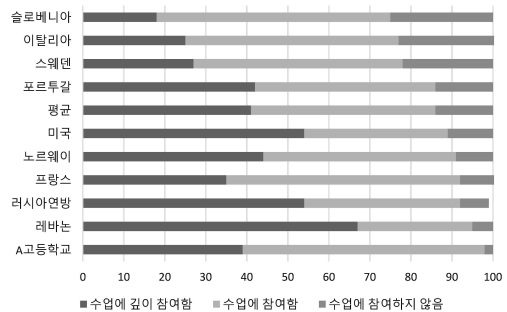
[그림 V-4] A고등학교와 다른 나라의 수학에 대한 가치 비교

“수학에 가치를 두지 않음”의 비율을 기준으로 보면, A고등학교가 그 비율이 네 번째로 낮다. 또한 “수학에 가치를 둠”의 비율은 가장 높다. 따라서, A고등학교 학생들은 10개국과 비교하여 보면 상대적으로 수학에 대한 가치를 높게 평가하고 있다고 볼 수 있다.

<표 V-4>가 제시하는 바와 같이, 수학 수업 참여의 경우 A고등학교 학생들의 약 39%가 수업에 깊이 참여하고 있으며, 약 2%가 참여하고

<표 V-4> A고등학교와 다른 나라의 수학 수업 참여 실태

	단위: %		
	수업에 깊이 참여함	수학에 참여함	수학에 참여하지 않음
레바논	67	28	5
러시아연방	54	38	7
미국	54	35	11
노르웨이	44	47	9
포르투갈	42	44	14
평균	41	45	14
A고등학교	39	59	2
프랑스	35	57	9
스웨덴	27	51	22
이탈리아	25	52	24
슬로베니아	18	57	25



[그림 V-5] A고등학교와 다른 나라의 수학 수업 참여 실태 비교

있지 않다. 이러한 답변은 “수업에 깊이 참여함”에 답한 학생 비율을 기준으로 순위를 찾으면 A고등학교를 포함한 10개국 중에서 6위에 해당한다. 국제 평균보다 약 2% 낮은 비율이다. [그림 V-5]와 같이 “수업에 참여하지 않음”의 비율을 기준으로 보면, A고등학교가 가장 그 비율이 낮다. 또한 “수업에 참여함”의 비율이 가장 높다. 따라서, A고등학교 학생들은 10개국과 비교하여 보면 상대적으로 수학 수업에 매우 잘 참여하고

있다고 볼 수 있다.

4. 수학 수업 시간의 상호작용과 A고등학교 학생들의 정의적 영역에 대한 상관관계

2년의 PDE가 진행되면서 교사들의 수학 수업은 어떠한 상호작용의 양상을 갖게 되었는가에 대한 학생들의 답변 결과는 <표 V-5>와 같다. 약 93%의 A고등학교 학생들이 수학 수업 시간에 친구와 자유로운 의사소통(친구에게 질문하기, 친구를 돕기 등)을 하고 있다고 답변하였다. 약 82%의 학생들이 모둠 활동에 자유롭게 참여하고 있으며, 약 5%의 학생들을 제외하고 교사와의 의사소통을 편하게 생각하고 있는 것으로 나타났다. 전체토론에서 의사소통에 대해서 약 74% 학생들이 긍정적으로 평가하고 있다. 수학 수업 시간 전반에 걸쳐 자신의 의견을 표출하거나 질문을 하는 것에 대해 약 87%의 학생들이 자유롭게 느끼고 있었다. 수학 수업 시간에서 상호작용의 양상은 높음이 약 47%, 보통이 약 39%, 낮음이 약 14%이다. 모든 영역에서 높음의 비율이 항상 가장 높은 것은 아니다. 친구 또는 교사와의 의사소통에 대해서는 학생들이 느끼는 자유로움이 모둠이나 전체토론과는 차이가 있음을 알 수 있다. 그러나 전반적으로 자기 생각을 표현하는 데 느끼는 자유로움은 높다고 평가할 수 있다.

<표 V-6>은 TIMSS Advanced의 결과와 A고등

<표 V-5> A고등학교 학생들의 수학 수업시간의 상호작용 양상

	단위: %		
	높음	보통	낮음
친구와의 의사소통	59.2	33.6	7.2
모둠에서 의사소통	36.8	44.7	18.4
교사와 의사소통	53.9	40.8	5.2
전체토론에서 의사소통	34.9	38.8	26.3
생각의 자유로운 표현	48.7	38.2	13.2
평균	46.7	39.2	14.1

학교 수학 수업의 상호작용 양상과 상관관계를 보고하고 있다. 수학 수업 참여, 수학 학습에 대한 흥미, 수학의 가치와의 '상관계수가 각각 0.69, 0.49, 0.57로 강한 양의 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있다.

VI. 논의 및 결론

본 논문은 학생들의 전인적 성장을 실현하기 위하여 수학 교사 교육에 대한 방향을 제시하는 것을 목적으로 진행된 PDE의 일부로서, 교육 형평성의 관점에서 개발되고 시행된 교사 교육을 두 해 동안 받은 교사들이 가르치는 수학 수업을 두 해 동안 받은 고등학생들에게 수학 교과

<표 V-6> A고등학교 학생들의 TIMSS Advanced 결과와 수학 수업시간의 상호작용 간의 상관관계

	수학 수업 참여	수학 학습에 대한 흥미	수학의 가치	상호작용 양상
수학 수업 참여	1			
수학 학습에 대한 흥미	0.522015	1		
수학의 가치	0.465249	0.468834	1	
상호작용 양상	0.690771	0.491714	0.571368	1

에 대한 정의적 특성이 매우 긍정적인 방향으로 변화했다는 점을 보고하고 있다. 학생들은 수학 수업에 잘 참여할 뿐만 아니라 수업 시간에 자신의 의견을 드러내거나 친구나 교사에게 질문을 제기하고 자유롭게 논의하는 데에 낮은 심리적 부담을 가지고 있음을 보인다.

이러한 연구 결과에도 불구하고 본 연구는 연구 자료와 관련하여 제한점을 가지고 있다. 모든 연구참여자가 한 학교에 소속되어 있는 교사와 학생들이고, 그 학교가 모든 고등학교를 대표하고 있다고 보기 어려우므로, 본 연구의 결과는 A고등학교에만 한정될 수도 있다. 실제로 PDE 실행에는 A고등학교의 행사 일정이나 세 교사의 반응을 연구자가 살펴보면서 시행의 시기를 조정하고, 세 교사 각각의 수학 또는 수업에 대한 성향이나 지식의 수준을 고려하면서 운영하였다. 세 교사의 각각의 성향이나 지식수준을 고려하기도 하였다. 이에 본 연구의 다음 단계로 이 교육과정을 다른 지역의 다른 학교에 적용하는 것을 고려하고 있다. 또 다른 제한점은 본 연구가 학생의 성장으로 정의적 영역에만 집중하고 있다는 점이다. 앞서 인용한 바와 같이, 학교 교육이 추구하는 바가 전인적 성장이라는 진술은 정의적 성장뿐만 아니라 인지적 성장을 동반함을 가정한다. 우리나라 학교에서 수학 교과와 관련된 정의적 영역의 문제 제기가 있다고는 하나, 본 연구가 형평성의 관점에서 제공한 교사 교육이 학생의 변화에 어떠한 영향을 주었는가에 대해 분석하는 데 있어서 그들의 인지적 영역도 중요한 부분이다. 이 역시 좀 더 분석이 필요한 부분이다.

이러한 제한점에도 불구하고 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 두 가지 주장을 하고자 한다. 첫째, 교육 형평성의 관점으로 제공하는 교사 교육은 고등학생들의 정의적 영역의 향상에 매우 긍정적인 영향을 준다. 2015 개정 교육과정

은 ‘수학에 대한 흥미와 자신감을 갖고 수학의 가치를 인식하며 수학 학습자로서 바람직한 태도와 실천 능력을 기른다’라고 교육 목표에서 정의적 영역과 관련하여 언급하고 있다(교육부, 2015, p. 62). 교과목의 ‘성격’, ‘교수-학습 및 평가의 방향’ 부분에서도 정의적 영역을 보다 강조하고 있다. 그런데도 PISA, TIMSS에서 다른 나라에 비교해 우리나라의 수학과 정의적 영역은 낮게 나타나고 있는데, 우리나라는 대체로 OECD 평균보다 낮게 나타나고 있다. 학생들의 수학과 정의적 영역의 향상을 위해 국가 수준의 정의적 영역 관리 체계를 수립하고 교육소외지역에 방과후학교를 운영하는 등의 지역별 특성을 반영한 맞춤형 정의적 영역 함양 정책을 추진하는 것 제안되기도 하였다(이광상 외, 2016). 앞 장에서 소개한 바와 같이 PDE에 참여한 교사들이 운영한 수학 수업을 받아온 학생들의 정의적 영역이 인상적으로 향상되었음을 보고하였다. 즉, 교육 형평성의 관점으로 현직 교사 교육을 장기간으로 실행하는 것이 학생들의 정의적 영역의 신장이 효과가 있음이 분명하다.

본 연구에서 제공한 PDE가 학생들의 정의적 영역과 관련된 내용을 특별히 안내하거나, 위에서와 같은 학생들의 수학과 정의적 영역의 신장 방안을 구체적으로 제안하고, 그에 기반을 둔 수학 수업을 기획하고 운영할 것을 제안하지 않았다. 예를 들어, 학생들의 수학에 대한 정의적 영역 향상을 위해 상황적 흥미를 유발하고 도구와 교구를 수업에 적극적으로 활용하거나(최승현 & 황혜정, 2014), 수학 학습 과제를 잘게 나누어 작은 양의 학습 내용을 자주 평가하여 수학에 대한 자신감을 고취하는 방법도 있다(노현정, 2008; 박강원, 2009). 이러한 방안들이 PDE에서 다루어지지 않았음에도 불구하고 A고등학교 학생들의 정의적 영역의 급격한 상승은 그들이 두 해 동안 받은 수학 수업 안에서 수학 또는 수학 학습

과 관련된 감정이나 느낌, 신념, 학습 태도에 긍정적인 변화가 생겼다는 것이고, 이는 교사가 학생들이 수학을 의미 있는 방법으로 학습하도록 안내했다는 합리적 유추가 가능하다. 수학에 대한 정의적 영역이 학습의 방법과 관련이 있다고 하면, PDE가 강조한 수학적 논의와 관련이 있다고 할 수 있다. 광복 이후 60여 년 동안 국가에서 수학교육과정을 공포하는 등의 정책적 지원을 지속해서 해오고 있음에도 불구하고, 대부분 교사가 초중고 학생이었던 시절에 경험한 수학이 Freudenthal(1973)이 규명하는 실행수학보다는 기성수학이었고, 따라서 그들이 경험한 수학과 그들과의 관계는 Kang(1990)에 따르면 I-Thou보다는 I-It의 관계였다. 그렇게 학습한 수학으로 인해, 수학이 무엇인가에 대한 성격의 규정은 교사가 된 이후에도 그대로 고착화되는 경향이 있다(Lortie, 1975). 이 불편하고 비생산적인 연결성을 깨뜨리는 방법은 교사들이 수학 수업에서 논의의 힘에 대해 이해를 하도록 돕고, 그러한 수업을 준비하고 실행하는 구체적인 방안을 제시하는 것이다. 본 교사 교육이 수학적 논의에 대한 구체적인 방안을 제시하고 이를 일상적인 관행으로 실천하도록 교사들의 유도하였고, 논의 중심 수업이 학생들의 학습뿐만 아니라 인생에서도 매우 중요한 역할을 한다는 철학적 기초는(Boaler, 2010) 이를 좀 더 강화한 것으로 보인다.

둘째, 학생들의 긍정적인 변화를 위해서 일상적인 수업을 대상으로 하고 동일 학교에 소속된 교사들이 집단으로 참여하는 장기간 교사 연수를 확대할 필요가 있다. 모든 학생을 위한 수학교육을 실행할 수 있는 교사 교육은 여전히 부족하지만(Kitchen, 2005; Sleeter, 2001), 성별, 계층, 출신, 인종, 성취도 수준 등등과 관계없이 모든 학생에게 수학을 가르친다는 것은 상당한 양과 질의 지식과 판단력이 필요한 전문적인 일이다(Schoenfeld, 2002). 그러한 전문적인 지식과 판

단력의 신장은 교사의 의무이기도 하지만, 교사들의 학습은 지속해서 지원받아야 한다. Garet, Porter, Desimone, Birman과 Yoon(2001)에 따르면, 개별 교사의 참여보다는 같은 학교에 소속된 교사들의 집단적 참여, 특별한 수업보다는 일상적인 수업을 대상으로 하는 교사 교육, 단기간보다는 장기간 지속적인 교사 교육이 효과적이다. PDE는 이러한 교사 교육에 해당한다고 볼 수 있다.

PDE가 장기간 지속해서 시행될 수 있는 데에는 수업 연구의 역할이 컸다. 연구자가 교사들을 언제 어디서나 지원하는 데에는 한계가 있다. 그뿐만 아니라, 교육 개혁을 위해 연구자 또는 연구 그룹이 직접 학교에 참여 또는 투입된 이후 한순간 학교에서 빠져버리게 되면 학교와 교실은 시행된 교육 개혁 이전의 상태로 되돌아가거나 좀 더 나쁜 상태로 빠져버리기도 한다(Kridel & Bullough, 2012). 교사들은 독립적인 학습 집단이 되어야 하고, 이를 위한 방법으로 이용한 수업 연구는 협력적 설계, 수업 참관, 수업과 교육 과정에 대한 협의와 같은 교사들의 집단적 학습의 지속적 시행은 수업의 실제적이고 지속적인 변화를 일으키는 원동력이 된다(Lewis et al., 2006; Stigler & Hiebert, 1999). 반복된 수업 연구의 시행은 교사들에게 연대 책임(collective responsibility)을 함양하는데 그 역할을 한 것으로 보인다. 연대 책임은 학교를 변화시켜 모든 학생이 학습할 수 있도록 교사들의 공유된 신념을 일컫는다(V. E. Lee & Smith, 1996). 그룹으로서 교사들의 책임과 공동체 의식의 함양이 중요한 이유는 교사 스스로 전문가 집단에 소속되어 있다는 정체성 확립에 영향을 주기 때문이다. 또한, 수학 수업의 향상은 개별의 교사가 독자적으로 시도하고 이를 지속하기가 어려운 이유는 수학 수업을 둘러싼 문화적 요인 때문이다(Stigler & Hiebert, 1999). 학교의 연대 책임은 학생들의

수학 성취도와 긍정적으로 관련이 깊다(김연, 2017). 연대 책임이 높을수록 학생들의 출신 배경으로 인한 학생들의 성취도 차이의 틈을 줄이고, 이로 인한 사회 계급 간 불평등 문제를 궁극적으로 해소하여 교육 형평성의 실현에 기여할 수 있다(Lee & Smith, 1996; Whalan, 2012). PDE의 수업 연구를 통해 집단적·협력적 반성이 계속 지속하면서, 교사들이 수학 수업에 대한 연대 책임을 갖게 하는 직접적인 기회가 되었다고 할 수 있다.

본 연구는 교육 형평성의 관점에서 제공한 교사 교육의 효과를 학생들의 수학에 대한 정의적 영역의 성장으로 보고하고 있다. 이러한 교사 교육을 통해 교사들의 수업은 어떠한 변화가 생겼으며, 그들의 수학 수업에 대한 지식과 안목은 어떻게 변화하였는지 좀 더 상세한 연구가 필요하다. 그러한 연구를 통해 고등학교 수학 교실을 인지적으로 정의적으로 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있는 요인을 파악할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 고은성(2012). 일반학급 내에서 수학영재아 지도에 대한 교사들의 인식 조사. **교원교육**, 28(3), 229-247.
- 교육부(2014). **사교육 경감 및 공교육 정상화 대책**. 세종: 교육부.
- 교육부(2015). **교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] 수학과 교육과정**. 서울: 교육부.
- 김연(2017). 학생의 수학 성취도와 학교의 연대 책임: 다수준 분석 방법의 적용. **East Asian Mathematical Journal**, 33(4), 333-351.
- 나귀수(2010). 초등학교 수학 수업 학습공동체 활동에 대한 연구. **수학교육학연구**, 20(3), 373-395.
- 노현정(2008). **평가유형과 피드백 유형이 초등학교 학업 성취와 학습 동기에 미치는 영향**. 서강대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박강원(2009). **수학학습의 누적 피드백이 초등학교 저학년의 수학 학습태도 및 수학 자기효능감에 미치는 영향**. 부경대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 방정숙·선우진(2014). 수학 교사교육에 관한 국내 연구의 동향 분석: 대한수학교육학회의 학술지를 중심으로. **학교수학**, 16(2), 335-353.
- 오영열(2006). 수업개선 관행공동체를 통한 교사의 변화 탐색. **수학교육학연구**, 16(3), 251-272.
- 오택근(2016). 수학 수업의 성찰적 실천을 위하여: 학교 안 수학교사 학습공동체 운영 사례 연구. **학교수학**, 18(1), 101-126.
- 이경화·강현영·고은성·권석일·김동원·김선희, ... 류경민(2017). **수학교육 현장지원단 운영**. 서울: 교육부.
- 이광상·임해미·박인용·서민희·김부미(2016). **국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 설문 문항 개선 방안**. 서울: 한국교육과정평가원.
- 이광상·임해미·서민희·김부미·전경희(2016). **국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 기준 및 지표 산출 방안**. 서울: 한국교육과정평가원.
- 최승현·황혜정(2014). 수학 교과에서의 정의적 특성 요인의 의미 및 지도 방안 탐색. **수학교육 논문집**, 28(1), 19-44.
- Antil, L., Jenkins, J., Wayne, S., & Vadasy, P. (1998). Cooperative learning: Prevalence, conceptualizations, and the relation between research and practice. *American Educational Research Journal*, 35(3), 419-454.
- Azmitia, M. (1988). Peer interaction and problem solving: When are two heads better than one?

- Child Development*, 59(1), 87-96.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Ball, S. J. (1993). Education, majorism, and the "curriculum of the dead" *Curriculum Studies*, 1, 195-214.
- Barkatsas, A. N. (2012). Students' attitudes, engagement and confidence in mathematics and statistics learning: ICT, Gender, and equity dimensions. In H. Forgasz & F. Rivera (Eds.), *Towards equity in mathematics education. Advances in Mathematics Education*. Berlin: Springer.
- Boaler, J. (2002a). Experiencing school mathematics: *Traditional and reform approaches to teaching and their impact on student learning*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Boaler, J. (2002b). Learning from teaching: Exploring the relationship between reform curriculum and equity. *Journal of Research in Mathematics Education*, 33(4), 239-258.
- Boaler, J. (2010). *The elephant in the classroom: helping children learn and love maths*. London: Souvenir Press Limited (신준식 외 역, 수학다운 수학 가르치고 배우기. 서울: 경문사)
- Boaler, J., & Selling, S. K. (2017). Psychological imprisonment or intellectual freedom? A longitudinal study of contrasting school mathematics approaches and their impact on adults' lives. *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(1), 78-105.
- Boaler, J., & Staples, M. (2008). Creating mathematical futures through an equitable teaching approach: The case of Railside school. *Teachers College Record*, 110(3), 608-645.
- Brenner, M. (1998). Adding cognition to the formula for culturally relevant instruction in mathematics. *Anthropology and Education Quarterly*, 29(2), 214-244.
- Brown, C. A., Stein, M. K., & Forman, E. A. (1996). Assisting teachers and students to reform their mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 63-93.
- Buchs, C., Butera, F., Mugny, G., & Darnon, C. (2004). Conflict elaboration and cognitive outcomes. *Theory into Practice*, 43(1), 23-30.
- Chizhik, A., Alexander, M., Chizhik, E., & Goodman, J. (2003). The rise and fall of power and prestige orders: Influence of task structure. *Social Psychology Quarterly*, 66(3), 303-317.
- Chizhik, A. W. (2001). Equity and status in group collaboration: Learning through explanations depends on task characteristics. *Social Psychology of Education*, 5, 179-200.
- Civil, M., Planas, N., & Quintos, B. (2012). Immigrant Parents' Perspectives on Their Children's Mathematics Education. In H. Forgasz & F. Rivera (Eds.), *Towards Equity in Mathematics Education: Gender, Culture, and Diversity* (pp. 267-282). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1992). *Interrogating cultural diversity: Inquiry and action*. A paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- Cohen, D. K. (2011). *Teaching and its predicaments*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W., & Ball, D. L. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 25*(2), 119-142.
- Cone, J. K. (1992). Untracking advanced placement English: Creating opportunity is not enough. *Phi Delta Kappan, 73*(9), 712-717.
- Esmonde, I. (2009). Ideas and identities: Supporting equity in cooperative mathematics learning. *Review of Educational Research, 79*(2), 1008-1043.
- Esmonde, I. (2012). Mathematics learning in groups: Analysing equity within an activity structure. In B. Herbel-Eisenmann, J. M. Choppin, D. Wagner, & D. Pimm (Eds.), *Equity in discourse for mathematics education: theories, practices, and policies* (pp. 51-67). Dordrecht: Springer.
- Fawcett, L. M., & Garton, A. F. (2005). The effect of peer collaboration on children's problem-solving ability. *British Journal of Educational Psychology, 75*, 157-169.
- Forgasz, H. J., & Mittelberg, D. (2008). Israeli Jewish and Arab students' gendering of mathematics. *ZDM, 40*(4), 545-558.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel Publish Company.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results from a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal, 38*(4), 915-945.
- Gutiérrez, R. (2012). Context matters: How should we conceptualize equity in mathematics education? In Choppin, J., Herbel-Eisenmann, B., & Wagner, D., (eds.), *Equity in discourse for mathematics education: Theories, practices, and policies*, pp. 17-33. New York: Springer.
- Herbel-Eisenmann, B., Choppin, J., Wagner, D., & Pimm, D. (Eds.). (2011). *Equity in discourse for mathematics education: Theories, practices, and policies* (Vol. 55). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L., & Ball, D. L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction, 26*(4), 430-511.
- Kaiser, G., Hoffstall, M., & Orschulik, A. B. (2012). Gender role stereotypes in the perception of mathematics: An empirical study with secondary students in Germany. In H. Forgasz & F. Rivera (Eds.), *Towards equity in mathematics education: Gender, culture, and diversity* (pp. 115-140). Berlin: Springer.
- Kang, W. (1990). *Didactic transposition of mathematical knowledge in textbooks*. Unpublished doctoral dissertation, University of Georgia, Athens.
- Kim, Y. (2013). A decomposition of the work of leading mathematical discussions with single case questions. *Journal of Educational Research in Mathematics, 23*(4), 449-266.
- King, A. (1991). Effects of training in strategic questioning on children's problemsolving performance. *Journal of Educational Psychology, 83*(3), 307-317.
- Kitchen, R. (2005). Making equity and multiculturalism explicit to transform mathematics education. In A. Rodriguez & R. Kitchen (Eds.), *Preparing mathematics and science teachers for diverse*

- classrooms: Promising strategies for transformative pedagogy (pp. 33-60). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Koellner, K., Jacobs, J., Borko, H., Schneider, C., Pittman, M. E., Eiteljorg, E., . . . Frykholm, J. (2007). The problem-solving cycle: A model to support the development of teachers' professional knowledge. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(3), 273-303.
- Kridel, C., & Bullough, J., R. V. (2012). *Stories of the eight-year study: Reexamining secondary education in America*. Albany, NY: SUNY Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lee, C. (2009). Historical evolution of risk and equity: Interdisciplinary issues and critiques. *Review of Research in Education*, 33(1), 63-100.
- Lee, V. E., & Smith, J. B. (1996). Collective responsibility for learning and its effects on gains in achievement for early secondary school students. *American Journal of Education*, 104(2), 103-147.
- Lewis, C., Perry, R., & Murata, A. (2006). How should research contribute to instructional improvement? The case of lesson study. *Educational Researcher*, 35(3), 3-14.
- Lim, J. H. (2008). Adolescent girls' construction of moral discourses and appropriation of primary identity in a mathematics classroom. *ZDM*, 40(4), 617-631.
- Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS Advanced 2015 International Results in Advanced Mathematics and Physics*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/advanced/>.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD. (2013a). *Education at a glance 2013: OECD indicators*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD. (2013b). *PISA 2012 Results: Ready to learn: Students' engagement, drive and self-beliefs (Volume III)*. PISA, OECD Publishing.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Ruane, F. S., & deTar, J. (1995). Conflict and consensus in teacher candidates' discussion of ethnic autobiography. *English Education*, 27, 11-39.
- Schoenfeld, A. H. (2002). Making mathematics work for all children: Issues of standards, testing, and equity. *Educational Researcher*, 31(1), 13-25.
- Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. doi: <https://www.weforum.org/pages/the-fourth-industrial-revolutionby-klaus-schwab/>
- Silver, E. A., Clark, L. M., Ghousseini, H. N., Charalambous, C. Y., & Sealy, J. T. (2007).

- Where is the mathematics? Examining teachers' mathematical learning opportunities in practice-based professional learning tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4-6), 261-277.
- Silver, E. A., & Stein, M. K. (1996). The QUASAR project: The "revolution of the possible" in mathematics instructional reform in urban middle schools. *Urban Education*, 30(4), 476-521.
- Sleeter, C. E. (2001). Preparing teachers for culturally diverse schools: The overwhelming presence of whiteness. *Journal of Teacher Education*, 52(2), 94-106.
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (방정숙 역, 효과적인 수학적 논의를 위해 교사가 알아야 할 5 가지 관행. 서울: 경문사).
- Stein, M. K., Remillard, J., & Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 319-369). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press.
- Webb, N. M. (1991). Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(5), 366-389.
- Willis, P. (1977). *Learning to labor: How working class kids get working class jobs*. New York: Columbia University Press.

Effects of Professional Development for Equity : Focusing on High School Students' Attitudes toward Mathematics

Kim, Yeon (Silla University)

Having mathematics for everyone in terms of students' mathematics achievement and attitudes toward mathematics is challenging in high school in South Korea. To gain such purpose, teachers are supposed to have a considerable amount of knowledge and develop mathematical and pedagogical reasoning and insight because equity can be fulfilled in mathematics classroom when any student share their ideas and have mathematical discussions. As a part of a large project aimed to develop and enact professional development for equity and examine its effects and, finally, to propose the direction of professional development to help students cognitively and affectively balanced grow in mathematics, the current study briefly introduces how such professional development was designed and

implemented. This study reports its effect based on the statistical analysis of students' responses for the three different surveys, which are parts of the National Assessment of Educational Achievement study, TIMSS Advanced, and the survey about classroom interaction. The data collected in all students in school whose three mathematics teachers had participated in the professional development for two years. The findings consistently indicate the strong and impressive growths in students' attitudes toward mathematics, which are statistically significant. Furthermore, their attitudes toward mathematics are also related to interactions in a mathematics classroom. Based on such results, this study claims expansion of professional development for equity.

* Key Words : Equity(교육 형평성), professional development(현직 교사 교육), a longitudinal study (장기간 연구), high school(고등학교), grades 10-12(고등학생), attitudes toward mathematics (수학 교과에 대한 정의적 영역).

논문접수 : 2017. 11. 10

논문수정 : 2017. 12. 19

심사완료 : 2017. 12. 21