韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 14집, 2002. 8. 371-394.

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 14, Aug. 2002. 371-394.

예비 수학교사의 수학과 교수-학습에 대한 신념 조사[1)]

조 정 수 (영남대학교)

교사 교육기관에서 교육을 받고 있는 예비 수학교사들의 교수-학습에 대한 신념은 주로 초, 중, 고등학교를 다니면서 수학 교사와의 상호작용과 긍정적 혹은 부정적인 경험에 의해서 형성되어져 있다. 이러한 신념은 결국 사범대학에서의 교육을 받으면서 지식의 습득 과정에 영향을 미치게 된다. 따라서 예비 수학교사들이 가지고 있는 수학의 교수-학습에 대한 신념을 조사하는 것은 이들이 기존에 가지고 있는 신념에 대한 반성의 기회를 제공하게 되어 바람직한 신념형성 및 장차 교사가 되었을 때 수학교실에서의 교수-학습의 새로운 전환에 도움이 될 것이다. 그리고 이들의 신념을 조사, 연구하는 것은 현재 수학과 교사 교육기관에서 이루어지고 있는 교수와 학습에 대한 질을 개선하는데 도움이 될 것이다.

I. 서 론

NCTM에서 발간된 2000년도 스탠다드는 수학교실에서 바람직한 활동으로 문제해결 활동, 수학적 추론과 증명 활동, 수학적 연결 활동, 수학적 의사교환 활동, 그리고 수학적 표상 활동이라고 제시하고 있다 (National Council of Teachers of Mathematics, 2000). 이러한 다섯 가지 활동들은 또한 수학 수업의 질을 결정하는 기준이며 동시에 수학교실 개혁의 방향이기도 하다. 이러한 스탠다드에 의한 수학교실의 모습은 교사에 의한 일방적인 지식 전달과 그 지식을 사용한 반복적인 연습 문제의 풀이라는 기존의 수학교실과는 전혀 다른 모습을 요구하고 있다. 그리고 현재 부분적 시행을 시작한 우리나라의 단계형 수준별 교수-학습을 지향하는 제 7차 수학과 교육과정에서도 수학적 힘의 신장과 학습자에 의한 능동적이며 적극적인 지식의 구성을 주장하는 구성주의적 관점에 따른 새로운 교수, 학습 활동을 수학교실에서 요구하고 있다.

수학교실에서 요구되는 이러한 새로우면서 개혁적인 교수-학습 활동을 성공적으로 수행할 사람은 교육정책을 수립하는 사람도 아니고 현장 학교의 행정가도 아닌 각 교실에서 학생들과 일상적인 상호작용을 하는 수학교사에 의해서란 사실에는 그 누구도 이견을 제시하지 못할 것이다. 하지만 이들 수학교사들이 얼마만큼 이러한 개혁을 추진할 수 있느냐는 것은 궁극적으로 개혁의 방향과 이들 교사의 수학 및 수학의 교수-학습에 대한 신념과 어느 정도 일치하는가에 좌우된다 (Prawat, 1992).

여기서 또 하나 생각해야할 문제는 과거의 방식으로 수학 수업을 받았고 수학이란 불변의 객관적 지식체이므로 교사의 역할은 이러한 지식을 학생들에게 단순히 전달시키는 것이 수학 수업이고 이것이 수학 교사의 역할이라고 믿고 있는 현장의 수학 교사들을 어떻게 개혁의 방향에 맞는 신념을 가

1) 이 논문은 2001학년도 영남대학교 학술연구조성비 지원에 의한 것임.

지도록 그들의 신념을 변화시킬 것인가 하는 문제이다. 하지만 이미 확립되어버린 현장 수학 교사들의 신념을 변화시킨다는 것은 어려운 일임에 틀림없다. 교사의 신념이란 상당히 안정적이어서 변화를 거부하며, 이들 교사의 신념은 학년이나 다른 내용을 지도할 때도 항상 일정하게 나타난다는 것이다 (Kagan, 1992). 따라서 개혁 지향적이면서 스탠다드 지향적인 수학 수업을 성공적으로 수행하기 위해서는 예비 수학교사의 수학 및 수학의 교수-학습에 대한 신념의 변화가 더욱 타당성을 가지게 된다. 이러한 논의에 기초하여 본 연구의 목적은 중등 예비 수학교사들의 수학의 교수-학습에 관련된 신념을 조사하는 것이다.

II. 이론적 배경

A. 신념이란?

신념은 세상을 이해하는 독특한 방식을 말한다 (Green, 1971). 신념은 보편적이기보다는 상당히 개인적이어서 설득이나 과학적 증거에 의해서 좀처럼 영향을 받지 않는다고 한다. 그리고 신념은 계속된 성공 또는 실패의 경험에 의해서 형성되어지기도 한다 (Rokeach, 1968). 로키히는 어떤 사람의 신념을 관찰자의 입장에서 정의하고 있는데, 의식적 신념이든 무의식적 신념이든 신념은 그 사람의 행동과 말로부터 추론되어지는 것이라고 한다.

Nespor (1987)는 신념은 이전의 경험에 대한 인상적 기억에 의해서 형성된다고 주장한다. 또한 개인의 신념은 적합성과 타당성에 대한 다른 사람들의 동의나 인정이 필요 없는 것이라고 한다. 개인의 신념은 내적 일관성이 부족해서 각 개인은 상황에 따라 서로 다른 신념을 가질 수도 있다. 이처럼 개인이 소유한 신념사이이 불일치는 그 개인 자신조차도 인식하지 못하는 경우가 대부분이다. 네스포에 의하면 신념이란 근본적으로 불변하는 것이며 만약 이 신념이 바뀐다면 그것은 어떤 논쟁이나 논리 정연한 설득이나 주장에 의한 것이 아니라 갑작스러운 전환에 의해서 발생한다. 이러한 갑작스러운 신념의 전환도 결국에는 자신의 신념들 사이의 불일치를 인식하고 경험하는 과정에서 가능하다.

Peterman (1993)은 신념이란 경험에 의한 개인의 인지적 구성이라고 했다. 그에 의하면 개인의 신념은 그 개인이 진리라고 집착하는 개념이나 스키마에 의해 형성되고 통합되어져서 개인의 행위를 조절한다고 한다. 그는 신념에 대한 세 가지 가정을 제시하고 있는데, 첫째 가정은 다른 인지적 구조와 같이 한 개인의 신념도 개념이나 스키마가 망의 형태로 서로 연결되어 있듯이 의미적 망으로 구성되어져 있다는 것이다. 두 번째 가정은 동일 영역 내에서도 모순된 신념이 존재할 수 있다는 것이다. 예를 들면, 수학 철학의 관점에서는 수학을 문제해결 활동이라고 생각하면서도 수학교실에서의 교수-학습 활동에서는 수학을 알고리즘의 암기와 적용으로 가르치는 교사의 상반된 신념의 경우이다. 마지막 세 번째 가정은 개인은 여러 가지 신념을 동시에 가지고 있는데 이들 신념 중에서도 "핵심 신념"이 존재하는데 이 핵심 신념은 변화를 거부한다는 가정이다. 따라서 어떤 개인의 신념 체계

는 이 핵심 신념을 중심으로 해서 첫째 가정에서 언급한 것처럼 망의 형태를 구성하게 된다. 결국 이 핵심 신념을 바꾸는 것은 한 개인의 신념 체계 전체를 바꾸는 것과 같기 때문에 이 핵심 신념은 상당히 변화시키기가 어려운 것이다.

한편 Green (1971)은 개인의 신념 체계를 신념의 내용에 따른 분류가 아니라 한가지 신념이 전체 신념 체계와 어떻게 연관되어 있는가에 따라서 세 가지 측면으로 구분하고 있다. 첫 번째는 어떠한 신념일지라도 다른 모든 신념과 동떨어져 있는 것이 아니라 원인이 결과와 항상 연관되어 있듯이 이 신념은 다른 신념들과 관련되어 있다는 것이다. 따라서 신념 체계는 근본 신념(primary beliefs)과 이와 연관된 파생 신념(derivative beliefs)으로 형성된 준논리적 구조(quasi-logical structure)를 가진다. 예를 들어, 학생들에게 수학을 "헷갈림이 없이 분명하게" 제시하고자 하는 교사의 이 신념은 근본 신념에 해당한다. 이 목적을 달성하기 위해서 수업 준비를 철저히 해서 가르칠 내용을 분명한 계열에 따라 배열하며, 학생들의 예상되는 질문에 대해서 답을 철저히 준비해야 한다는 신념들은 파생 신념에 해당한다.

신념 체계의 구조에 대한 두 번째 측면은 소유한 신념의 확신 정도나 심리적 강건함에 차이가 있다는 점이다. 이처럼 신념의 확신 정도나 심리적 강건함에 따라 신념 체계에 있는 신념들은 중심 신념(central beliefs)과 주변 신념(peripheral beliefs)으로 구분된다. 중심 신념은 가장 강건하게 형성된 신념이며 주변 신념은 가장 변화가 일어나기 쉽거나 생각해볼 여지가 많은 신념을 말한다. 앞의 예에서 보면 교사로서의 권위와 존경을 중시하는 교사의 경우 "수업 준비를 철저히 해서 학생들이 헷갈리지 않도록 내용을 분명하게 제시해야 한다"는 신념보다는 "학생들의 질문에 대해 답을 철저히 준비해야 한다"는 신념이 확신이나 강건성의 정도가 더 크다는 것이다.

신념 체계의 구조에 대한 세 번째 측면은 신념은 집합체를 이루어 형성되어 있으며 한 신념 체계 내에는 여러 집합체의 신념들이 서로의 독자적 영역을 확보하고 있으며, 한 신념 체계에 있지만 상호 보완적 관계를 유지하지는 않는다는 것이다. 그래서 서로 모순되는 신념들을 나란히 놓고 그 불일치성을 조사해 보기 전에는 신념들의 모순적 관계는 계속 존재하게 된다. 학생들이 교과서를 큰 소리로 정확하게 읽는다고 해서 그 뜻을 이해하는 것은 아니라고 믿는 교사의 경우에서 신념들 사이의 상호 양립 불가능성을 찾아볼 수 있다. 이 교사는 큰 소리로 읽는 것보다는 묵독을 하는 것이 교재의 내용을 이해하는데 도움이 된다고 믿고 있다 (Richardson, 1994). 동시에 이 교사는 큰 소리로 읽게 하는 것만이 학생들이 실제로 책을 읽고 있다는 것을 확인할 수 있는 방법이기 때문에 결국 교실에서는 큰 소리로 학생들이 읽도록 한다. 이 두 신념은 서로 다른 신념 집합체에 존재하는데 첫 번째 신념은 학습법이라는 신념 집합체에 있는 읽기 방법이라는 신념이고 두 번째 것은 학급 운영이라는 신념 집합체에 있는 읽기 방법이라는 신념이다. 이 두 신념은 서로 다른 신념 집합체에 있기 때문에 이 교사는 이들 신념들을 함께 생각하거나 모순이 있다고 느끼지 못하고 있는 것이다.

지금까지의 논의는 여러 연구들로부터 얻은 신념에 대한 정의와 형성 그리고 신념 체계의 구조에 관한 것이었다. 이에 따르면 교사의 신념이란 예비 교사나 현직 교사가 학생, 학습, 교실, 그리고 가

르칠 또는 가르치고 있는 교과목에 대해 암묵적으로 가지는 가정으로서 개인적 지식을 말하는 것이라고 할 수 있다 (Kagan, 1992). 그리고 위의 연구들에 따르면 예비 수학교사의 신념을 조사하는 본 연구가 이들에게 자신들의 암묵적인 신념을 밖으로 표현하도록 하는 기회를 제공하여 반성의 기회와 다른 예비 수학교사와의 대화를 통해서 개인적 신념들 사이의 모순을 인식할 수 있는 기회를 제공해 주어야 한다는 연구 방법 상의 시사점을 얻을 수 있다.

B. 교사의 지식과 신념

현대의 인지 이론에 따르면 학습은 개인의 기존 지식과 경험에 의해 크게 영향을 받는 적극적이며 구성적 과정으로 보고 있다. 또한 이러한 지식의 구성과정에서 예비 교사의 교수에 대한 학습 (가르치는 것의 학습)의 경우에도 이들의 기존 지식과 신념은 사범대학 교육과정을 거치면서 무엇을 어떻게 배우는지를 결정하는 중요한 요인이다. 수학에 대해 학생들이 가지고 있는 여러 근본적인 관점들이 이들 교과를 배운다고 쉽게 변하지 않는 것처럼 (Confrey, 1990), 교사의 교수와 학습에 대한 지식과 신념도 상당히 변화시키기 어려운 것이다. 교수에 대한 예비 교사와 현장 교사의 학습에 대해서는 두 가지 중요한 측면이 고려되어진다. 첫째는 예비 교사와 현장 교사가 소유하고 있는 지식과 신념은 그들이 무엇을 배우고자 결정할 때 여과 장치의 구실을 한다. 즉, 자신의 지식과 신념에 잘 부합되는 것은 학습하고 그렇지 못한 것은 학습하기를 거부하는 경향이 있다. 둘째는 교사 교육의 측면에서 볼 때 예비 교사와 현장 교사의 이 지식과 신념이 바로 절실한 변화가 있어야하는 목표물이란 점이다. 이 두 측면에 따르면 교사의 지식과 신념이 바로 변화가 요구되는 대상이며 또한 동시에 교육개혁의 변화에 영향을 주는 요인이라는 것이다 (Borko & Putnam, 1996).

본 연구에서는 비록 지식과 신념을 임의적으로 구분 가능하다고 하는 주장도 있지만 (Nespor, 1987), 연구 관점의 설정과 분석 및 해석을 틀을 설정하는데 도움을 주고 또한 지식과 신념의 구분은 본 연구의 범위를 넘어서는 논의이므로 여기서는 지식과 신념을 명확한 구분 없이 사용하고자 한다 (Fenstermacher, 1994).

교과 및 그 교과의 교수에 대한 (수학 및 수학의 교수를 포함해서) 교사의 지식에 대한 연구는 스탠포드 대학의 Lee Shulman과 그의 동료들에 의해 처음 체계적으로 연구되었다. 이들은 여러 교과의 교사에 대한 연구를 토대로 해서 교사 지식의 구성 요소에 대한 이론적 모델을 계발했다. Shulman과 그의 동료들은 교사가 수업을 계획하고 실시하기 위해서는 7가지 영역으로부터의 지식이 필요하다고 가정했다: (1) 교과 내용에 대한 지식, (2) 교수학적 내용 지식, (3) 다른 여러 내용에 대한 지식, (4) 교육과정에 대한 지식, (5) 학습자에 대한 지식, (6) 교육 목적에 대한 지식, 그리고 (7) 전반적인 교수학적 지식 (Shulman, 1986, 1987). Shulman과 그의 동료들에 의한 이 모델로부터, 교사의 교수 활동과 밀접하게 관련된 지식과 신념을 크게 (a) 일반적인 교수학적 지식과 신념 (general pedagogical knowledge and beliefs), (b) 교과내용에 대한 지식과 신념 (subject matter knowledge and beliefs), 그리고 (c) 교과내용에 대한 교수학적 지식과 신념 (pedagogical content knowledge

and beliefs)의 세 가지 영역으로 구분하였고 (Borko & Putnam, 1996) 이러한 구분은 본 연구의 이론적 틀뿐만 아니라 자료 수집과 분석의 초점을 제공하였다.

1. 일반적인 교수학적 지식과 신념

일반적인 교수학적 지식과 신념의 영역에는 특정한 교과 영역에 (본 연구에서는 수학교과) 대한 교수, 학습, 학습자에 관련된 교사의 지식과 신념이 있다. 구체적으로 살펴보면 효과적인 교실 운영을 위한 다양한 방법, 수업을 진행하기 위한 그리고 학습 환경 조성을 위한 교수법적 전략, 학생들의 학습 방법에 대한 지식, 그리고 그런 학습을 촉진하기 위한 방법에 대한 지식 등이 있다.

예비 교사들의 교수(teaching)에 대한 신념을 조사한 연구의 분석을 통해서 Brookhart & Freeman (1992)은 예비 교사들은 교사의 역할에 대해 학문적 측면보다는 학생들을 잘 보살피고 학생들과의 상호 관계를 잘 형성하는 것을 더 중요시한다는 결론을 보고했다. 이들은 자신들의 교수 능력에 대해 자신감을 표현했지만 실제 교사로서 어떻게 가르칠 것인가에 대해서는 구체적인 생각을 하지 못했다. Weinstein (1988)의 연구 결과에서도 예비 교사들은 교사가 되었을 때의 자신의 교수에 대해 비현실적으로 낙관적인 견해를 가지고 있다고 했다. Clandinin (1986)은 교수에 대한 신념은 교사들의 개인적이며 실제적 지식 (teachers' personal practical knowledge)이라고 정의했다. 두 예비 교사의 교수에 대한 신념과 교수 활동과의 관계성 연구 (Johnston, 1992)에 따르면, 이들 예비 교사는 상당히 구체적인 교수에 대한 신념을 가지고 있었고 이러한 신념은 그들의 교생 실습에서도 확인되었다. 또한 교생 실습은 이들에게 교수에 대한 신념을 분명하게 하고 현실화하는 기회를 제공해 주었다.

예비 교사들이 교사로서의 자신에 대한 이미지나 비유는 사범대학에서의 교육과정을 선택해서 배우고 미래의 교실에서 교수-학습 활동의 유형을 결정하도록 하는 중요한 역할을 한다 (Bullough & Knowles, 1991). 사범대학에서는 이들 예비 교사들이 가지고 있는 교사로서의 자신에 대한 이미지나 비유를 밖으로 표현하도록 해서 신중하게 분석, 탐구, 비판하는 기회를 제공하는 것이 이들이 교생 실습이나 신임 교사 때에 교사로서의 자신의 이미지와 실제 가르치는 방법에서 일어 날 수 있는 갈등을 완화시키는데 도움이 된다. 여러 연구 결과에 의하면 교수에 대한 이미지와 교사에 대한 예비 교사의 이미지는 이들이 앞으로 교과를 어떻게 가르칠 것인지에 영향을 주며, 또한 교생 실습을 통해서 변화되기도 한다 (Borko & Putnam, 1996).

학습자와 학습자의 학습 방법에 대한 교사의 지식과 신념은 일반적 교수학적 지식의 결정적 요소이다. 특히 예비 교사가 가지고 있는 학습자와 학습자의 학습 방법에 대한 지식과 신념은 사범대학 교육과정에서 무엇을, 어떻게 배우는지에 영향을 주기 때문에 중요하다. 여러 연구들이 학습자와 학습에 대한 예비 교사의 지식과 신념, 그리고 이들 지식과 신념이 사범대학 교육과정과 교생 실습을 통해 변화되는지를 연구하였다. 예를 들면, Holt-Reynolds (1992)는 아홉 명의 예비 교사와의 인터뷰를 통해서 개인적 경험에 의해 이들이 기존에 가지고 있던 읽기 교과에 대한 신념이 사범대학 교육과정을 공부하는데 영향을 미친다는 사실을 발견하였다. 비록 사범대학에서 가르치는 교수가 학생

중심, 과정 중심의 수업 방법을 강조했지만, 예비 교사들은 그들의 오랜 학생 시절의 경험에 바탕을 둔 "좋은" 지도, "좋은" 교과 교실, "좋은" 학생에 대한 신념에 따라 새로운 교수 방법의 수용을 거부했다. 이 연구에서는 예비 교사들에게 새로운 교수 방법을 가르칠 때는 이들의 개인적 경험에 의한 신념을 잘 고려해서 지도해야 할 것이라고 제안하였다.

교실 운영에 대한 지식과 기술의 습득은 예비 교사나 신임 교사에게 특히 중요한 과제이다. 교실 운영을 위한 규칙 확립에 실패한 신임교사는 학생들의 이해를 촉진하기 위하여 교과 내용 지식의 변환에 집중할 수도 없었다 (Hollingsworth, 1989). 신임교사들은 그들의 교과 내용적 지식을 성공적으로 변환시켜 좋은 수업을 하려고 하기 전에 교실 운영에 필요한 기술을 먼저 습득해야 한다 (Kagan, 1992). 예비 교사들에게 교실 운영 기술을 지도할 때는 반드시 이들이 기존에 가지고 있는 신념을 바탕으로 해서 수학교실 개혁을 이끌 수 있는 교실 운영이 되도록 하는 것이 무엇보다도 중요할 것이다.

2. 교과내용에 대한 지식과 신념

수학적 이해를 강조하는 현재의 개혁을 실천할 수 있는 수학 지도를 위해서 교사들은 가르치는 교과에 대한 수학적 개념, 원리, 법칙들 사이의 관계성이 풍부하고 유연한 지식의 소유가 요구된다. 학생들이 수학의 중요한 아이디어를 이해하도록 하기 위해서는 지도하고자 하는 사실, 절차, 개념을 교사가 이해해야 할 뿐만 아니라 이들이 어떻게 다른 아이디어와 관련되어 있는지도 알아야 한다 (Schifter & Fosnot, 1993).

여러 연구에 의하면 일반적으로 교과 내용적 지식을 많이 잘 아는 교사는 교과를 지도할 때 개념적, 문제 해결적, 그리고 탐구적 측면을 강조하는 경향이 있다. 반대로, 교과 내용적 지식을 많이 잘 알지 못하는 교사일수록 사실, 규칙, 절차를 강조하고 수업의 순서는 교과서의 순서를 따르며, 중요한 아이디어에 초점을 두지 않거나 아이디어들 사이의 관계성에 초점을 두지 않는 경향이 있다. 예를 들면, 교과 내용에 대한 폭넓은 지식을 소유한 예비 교사들은 교생 실습 때에 그렇지 못한 예비 교사에 비해 개념에 대한 설명과 내용들 사이의 관계성 도출에 보다 많은 수업 시간을 할애했다 (Ball, 1988). 또한 교과 내용적 지식이 풍부한 예비 교사는 교생 실습 때에 문제 해결을 수학지도의 중심적 목표라고 간주했으며 보다 개념적 접근에 의해 지도하는 경향이 있었다. 이와는 대조적으로 교과 내용적 지식이 풍부하지 못한 예비 교사는 어떤 절차가 왜 성립하고 안하고 하는지를 설명하는 데 많은 시간을 투자했고, 개념들 사이의 관계성을 언급하면서 가르치는 내용의 실제 응용적 측면을 통해서 수학의 본질을 설명하려 했으며, 보다 추상적인 형태로 수학을 지도하는 경형이 있었다 (Grossman, Wilson, & Shulman, 1989). 또 다른 연구에 의하면 교사 교육기관에 입학하는 학생들은 자릿값, 나눗셈, 분수, 넓이와 둘레의 관계 등의 심지어 초등 수학적 내용에 대한 이해도 부족하였다 (Ball, 1990). 예를 들면, 나눗셈에 대한 지식을 보면 개념적 이해에 의한 것이 아니라 단순한 절차의 암기에 의한 것이었다. 이 연구에 의하면 예비 교사들은 수학적 절차에 내재된 원리의 이해가 부적절했으며, 현재의 수학 지도 방법을 탈피해서 개혁적 수학 지도가 이루어질 수 있는 충분한 지식을

가지고 있지 않다고 결론 내리고 있다.

예비 교사의 교과 내용적 지식과 신념에 대한 연구에서 보면 상당히 전혀 다른 교과 내용적 지식과 신념을 가지고 교사 양성기관에 입학해서는 전혀 다른 지식과 신념을 가지고 졸업을 하고 있다. 이러한 지식과 신념의 차이는 이들 예비 교사들이 장래에 학생들에게 수학을 어떻게 표현하고, 무엇을 어떻게 가르치고, 그리고 교과서와 다른 교수용 자료들을 어떻게 사용할 것인지에 영향을 미친다. 결국 예비 교사들의 과거에 배운 지식과 신념에 대한 변화가 있을 때만 스탠다드 지향적 수업이나 제 7차 교육과정에서 제시하고 있는 수업이 가능하다고 본다.

3. 교과내용에 대한 교수학적 지식과 신념

Shulman (1986)에 의해 처음으로 제기된 교과 내용에 대한 교수학적 지식 (pedagogical content knowledge: PCK)은 "다른 사람들이 그 교과를 이해할 수 있도록 표상하고 표현하는 방식"을 포함해서 "그 교과의 구체적인 내용에 대한 학습을 쉽게 또는 어렵게 만드는 것이 무엇인지에 대한 이해; 다양한 연령층과 배경의 학생들이 가장 자주 가르치는 내용의 학습과 수업 상황으로 가져오는 아이디어와 선입관" (p. 9)을 포함한다. 이 정의에 의하면, 교과 내용에 대한 교수학적 지식이란 여러 영역으로부터 나온 지식의 통합을 의미한다.

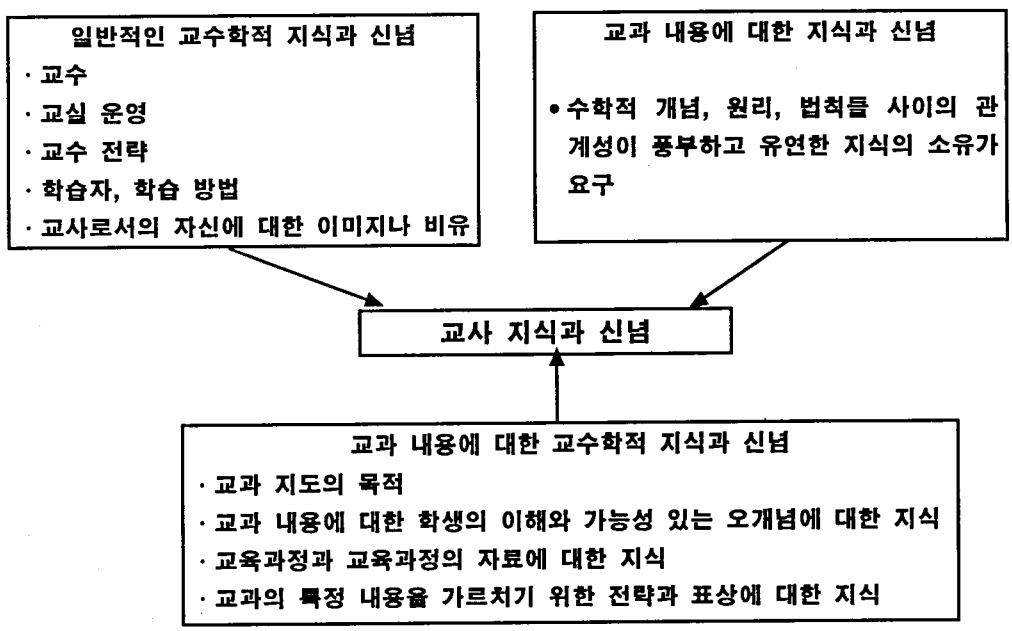
Grossman (1990, 재인용 Borko & Putnam, 1996)은 Shulman의 정의를 확장하여 네 가지 영역으로 PCK를 특징화였다. PCK의 첫 번째 영역은 어떤 교과를 가르치는 목적에 대한 교사의 관점 (Teacher's conception of the purposes for teaching a subject matter)이다. 다시 말해서, 이 지식은 그 교과의 본질에 대해 교사가 알고 있는 것과 믿고 있는 것 그리고 그 교과에 대해 학생이 반드시 배워야할 중요한 것이 무엇인지를 말한다. 이 관점은 수업을 하는데 있어서 의사결정을 의한 판단 기준을 제시하며, 수업 목표, 적절한 교수 전략, 과제의 부과, 교과서 및 교육과정의 다른 자료물, 학생 학습의 평가 등에 대한 결정을 위한 기초를 제공해 준다.

PCK에 대해 Grossman이 정의한 두 번째 영역은 교과 내용에 대한 학생의 이해와 가능성 있는 오개념에 대한 지식(Knowledge of students' understandings and potential misunderstandings of a subject area)을 말한다. Borko & Putman (1996)은 어떤 특정한 교과 내용을 학생들이 어떻게 학습하는가에 대한 교사의 지식과 신념을 또한 이 영역에 포함시키고 있다. PCK의 이 영역에 대한 지식은 구체적인 교과 내용에 그 초점을 맞추고 있다는 이유로 교사의 학습자에 대한 일반적인 지식과 구별된다. 예를 들면, 수학교과에서 보면 분수의 나눗셈, 음수와 같은 구체적인 교과 내용에 대해 학생들이 일반적으로 가지고 있는 선입견, 오개념, 그리고 대안적 개념 등이 연구자들에 의해 밝혀져 왔다. 학생 개개인이 수학 교실로 가져오는 특정 교과 내용에 대한 이해 상태와 오개념을 교사가 아는 것은 아주 중요한데, 특히 기계적이며 암기 학습보다는 이해 측면에 교수의 강조점을 두는 경우에 더욱 그러하다.

Grossman의 PCK를 구성하는 세 번째 영역의 지식은 교육과정과 교육과정의 자료에 대한 지식

(Knowledge of curriculum and curricular materials)이다. 여기에 해당하는 지식으로는 특정한 교과 내용을 가르치는데 활용 가능한 교과서와 더불어 다양한 수업 자료에 대해 교사가 얼마나 친숙하게 알고 있는가 하는 것이다. 또한 어떤 교과의 내용과 아이디어들이 수평적으로 (한 학년이나 학기 또는 단계 내에서) 그리고 수직적으로 (유치원부터 고등학교 3학년까지 걸쳐서) 어떻게 조직되어 구조화되어 있는지에 대한 지식도 포함한다.

Grossman의 PCK의 네 번째 영역은 교과의 특정 내용을 가르치기 위한 전략과 표상에 대한 교사의 지식(Teachers' knowledge of strategies and representations for teaching particular topics)을 말한다. PCK를 논의할 때 많은 연구자들은 교수에 있어서 표상의 역할을 강조하고 있다. PCK를 구성하는 이 지식의 이론적 중요성에도 불구하고 예비 교사의 이 지식에 대한 연구는 제한적인 실정이다. 한 가지 이유는 아마도 교과 내용적 지식과 교수 전략과 표상에 대한 PCK를 이론적 뿐만 아니라 실제적 측면에서도 구분하기가 힘들기 때문인 듯 하다. 이러한 교사의 지식과 신념의 세 가지 측면을 그림으로 나타내면 다음과 같이 요약할 수 있다.



<그림 1> 교사의 지식과 신념의 구성 요소

III. 연구 방법론

A. 연구 참여 예비교사의 선정 절차

중등학교 예비 교사의 수학의 교수-학습에 관련된 신념을 조사하기 위하여 본 연구자의 수학교육

론을 수강하는 4학년들에게 본 연구의 목적과 방법, 그리고 요구되는 인터뷰 시간 등을 설명하였다. 무엇보다도 이 인터뷰를 통하여 예비 교사로서 자신들의 수학의 교수-학습에 대한 신념을 돌이켜 볼 수 있고 장차 수학교사로서 수학교과에 대한 자신의 견해를 분명히 가질 수 있는 기회가 될 것이라는 점을 충분히 설명하였다. 2001년 3월 중순에 8명의 여학생들이 본 연구에 참여하고자 했고, 이들과의 개별 인터뷰를 통해서 연구자의 질문에 자신의 견해를 나름대로 잘 표현한다고 생각되는 5명의 학생들을 선정하였다. 5명을 선정하게 된 배경은 어떠한 이론적 측면보다는 단순히 연구자의 자료 처리 능력을 고려한 인원수였다. 모두 여학생이었기에 남학생과 여학생의 양쪽 견해를 조사할 수 없다는 점이 아쉬웠지만 많은 시간이 할애되는 연구 참여를 종용할 수는 없는 입장이었다.

5명으로 4월 중순부터 인터뷰를 시작하였고 5월 초에는 이들의 교생 실습 기간 중에 1회의 수학 수업을 참관할 기회를 얻게 되었다. 이 수업 관찰은 이후의 인터뷰 내용에 많은 실제적인 상황을 제공해주어 질문과 답의 효율성을 높여 주었다. 그렇지만 여름 방학이 시작되면서 2명의 학생이 임용고사 준비를 위해서 인터뷰에 계속 참여하는 것이 힘들다는 개인 사정을 전해옴에 따라 9월 2학기부터는 나머지 3명을 대상으로 인터뷰를 계속하게 되었고 이들이 최종 연구 대상자가 되었다. 이 인터뷰는 10월까지 계속 되었다.

B. 연구 참여 예비교사에 대한 개인 프로필

연구에 참여한 예비교사의 이름은 모두 가명을 사용하고 있다. 자료 분석과 결과에 대한 이해를 돕기 위해 이들의 개인적인 배경을 간단하게 기술하고자 한다.

1. 미형

대학에 다니는 남동생이 있는 미형이는 두 분 모두 교사인 부모 밑에서 자라서 어려서부터 교사 직업 이외에는 다른 직업을 생각해보지 못했다고 한다. 자신의 생각을 말로 잘 표현하는 미형이는 생물학에 더 관심을 가졌지만 많은 학생들과 마찬가지로 입학 성적에 따라 수학교육과를 택한 경우였다. 수학은 썩 잘한 편은 아니었지만 그렇다고 못한 것도 아니었다고 한다. 초, 중, 고등학교 시절 답만 맞추는 학원 수강과 과외 지도를 꾸준히 받은 결과 대학에 와서 수많은 증명과 답안지 없는 수학 학습에 점차 자신감을 잃고 수학교사로서의 자신에 대한 불안감을 느끼고 있다고 한다. 혼자 공부하는 습관과 못한다는 것을 인정하기 싫은 자존심 때문에 모르는 것을 쉽게 물어보지 못하므로 해서 대학에 와서 많은 어려움을 겪고 있다고 한다.

2. 아름

농사를 짓지만 남달리 교육에 대한 열성이 높은 부모님과 대학에 다니고 있는 오빠와 남동생을 둔 아름이는 농촌에서 초등학교와 중학교를 마치고 중소도시에서 고등학교를 마친 전형적인 시골 출신의 여학생이다. 고 3때부터 어려움을 겪기 시작한 수학은 대학에서의 수학 수업을 완전히 이해하

는데 어려움을 겪게 했으며, 이러한 어려움은 아름이로 하여금 교사직은 그대로 유지하면서 수준이 낮은 수학을 가르치는 교대로의 편입을 생각하도록 하고 있다고 한다.

3. 경현

농업에 종사하면서 세 남매를 모두 대학에 보낼 정도로 교육열이 높은 부모와 대학을 졸업한 언니와 오빠가 있는 경현이는 농촌에서 고등학교 졸업한 여학생이다. 선생님과 부모님의 격려에 보답하고자 남들보다 두세배의 노력을 했다는 경현이는 남을 가르쳐 주는 일에 남다른 즐거움을 느껴왔기에 수학 선생님이 되려고 한다며 대학에 와서 처음에는 수학이 힘들었지만 차츰 수학에 자신감을 가지게 된 여학생이다. 학생들이 수학을 너무 일찍 포기하는게 마음 아프다고 하면서 이들을 도와줄 수 있는 중학교부터 모든 학생들이 수학에 긍정적인 자신감을 길러주고 싶은 수학교사가 되고 싶다고 한다.

C. 자료 수집 방법

연구 참여를 자원한 모든 예비교사에게는 연구 목적과 방법을 기술한 연구 참여 사전동의서에 사인을 함으로써 연구 참여 동의서를 얻었다. 매달 한 번씩 진행된 인터뷰는 총 8회 분이었고 각 인터뷰는 연구자의 연구실에서 약 한 시간 동안 진행되었다. 연구 참여 예비교사에게는 모든 인터뷰가 녹음될 것이며 가명을 사용할 것이란 점을 사전에 밝혔다. 그렇지만 실제 인터뷰에서는 녹음기에 대한 이들의 거부감을 고려하여 또한 연구자가 녹취록을 작성하는 경우 대화의 집중력이 떨어질 것을 고려하여 녹취록 작성 없이 소형 녹음 마이크를 책상 모서리 밑에 감추고서 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰가 끝난 다음에는 약 10분 간에 걸쳐서 인터뷰에서 받은 느낌이나 인터뷰 도중에 생각 난 패턴, 연구 방법에 대한 아이디어, 질문 유형에 대한 반성 등을 기록하고 다음 인터뷰의 계획을 작성하였다. 그리고 모든 인터뷰 테입은 녹취록으로 작성하여 자료 분석을 위한 기초로 삼았다.

인터뷰의 질문 내용은 반구조화된 질문으로 세 명의 예비교사에게 동일하게 물었지만 그 후속 질문이나 대답의 허용 시간 등은 각 예비교사의 재량에 따라 달랐다. 연구자는 이들 예비교사가 자신들의 견해를 깊이 있고 충실하게 반영하는 답변을 할 수 있도록 생각을 유도하는 질문을 하는 역할을 하였다. 이 질문 내용의 예를 들면 다음과 같다.

- 가족관계
- 수학교사가 되려고 하는 이유는?
- 초, 중, 고를 다니면서 경험한 수학교사의 이미지는?
- 개인적으로 어떤 수학교사가 되려고 하는지, 그리고 그 이유는?
- 수학의 교수-학습에서 중요하다고 생각되는 것은, 그리고 그 이유는?
- 학생들이 수학을 좋아하거나 싫어하는 이유는 무엇이라고 생각하는가?

- 중등 수학교실에서 계산기를 사용하는데 대한 개인적인 견해는?
- 가장 기억이 남는 수학교사의 교수-학습 활동을 기술한다면?
- 수학을 잘 가르친다고 생각하는 교사의 특징은?
- 수학을 잘 못 가르친다고 생각하는 교사의 특징은?

D. 자료 분석 방법

인터뷰 테입의 녹취록은 오른쪽 여백을 많이 두고서 프린트를 하였고 이 여백에 코드를 적었다. 한 시간 분량의 인터뷰의 경우 약 20쪽의 녹취록이 작성되었으므로 한 연구 대상자와의 8회 인터뷰의 총 녹취록은 약 180쪽의 분량이 되었다. 그리고 한 인터뷰 당 약 70개의 코드가 기록되었다. 코드 기록은 한 예비교사의 8회 인터뷰 모두에 대해 실시한 후 다른 예비교사의 코드 기록을 작성하는 방식으로 진행하였다. 이 코드들을 다시 코드 번호와 페이지 번호 및 이름을 함께 타이프하여 코드표를 작성하였다. 이 코드표를 기초로 하여 세 명의 예비교사의 수학 교수-학습에 대한 공동된 패턴이나 주제를 찾으려는 분석 작업을 실시하였다. 표를 그려서 왼쪽 행에는 코드를 기록하고 오른쪽 행에는 각 예비교사의 이름을 적은 다음 공통된 코드들을 분류하였고, 이 코드들을 가장 잘 표현할 수 있는 주제를 기술하는 방식으로 진행하여 결과 및 분석 부분에 기술된 주제들을 얻을 수 있었다.

IV. 결과 및 분석

A. "수학 학습에서는 자신감이 중요해요."

연구에 참여한 세 명의 예비교사는 자신들의 과거 수학 학습 경험에 비추어 볼 때 수학 교과에서는 자신감이 중요하다고 한다. 미형이의 경우 수학에 대한 자신감의 상실은 갑자기 어려워진 수학 내용을 이해하기 힘들어지면서 생겼다고 한다. 아래의 인용문을 보면 미형이의 경우 자신감의 상실은 수학 교과에 대한 부정적 인식으로 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

> ... (자신감) 그게 제일 중요해요. 문제를 풀었는데 계속 틀리잖아요 그러면 더 자신감이 없어지고... 그러다보면 수학은 멀어지게 되고. 어쩔수 없이 해야되는 경우 말고는 수학을 싫어하게 되요. (미형, 인터뷰 #2)

> 그냥 수업 들을 때는 좀 자신감이 생기다가 우열반 수업 들어가면 워낙 어려워서 자신감이 없어지는거에요. (우열반에서 사용하는) 책에 있는 문제 거의 안풀리더라구요. 너무 어려워서 오히려 풀 수 있다는 자신감도 안생기고... (미형, 인터뷰 #2)

> 중학교 때까지 연합고사에서 아깝게 한 개 정도 틀릴 정도로 잘한 내가 왜 이렇게 수학이

미워지는지 모르겠는거에요. 고등학교 이과에서부터 혼자 공부해도 진도가 안나가고 막히기 시작하고... 성적이 나오지 않으면서 자신감도 상실하게 돼서 힘들어졌어요. (미형, 인터뷰 #3)

경현이의 경우도 수학에 대한 자신감의 상실은 수학 교과 자체에 대한 인식에 부정적 영향을 미쳤다. 더군다나 경현이의 경우는 수학에 대한 자신감의 상실의 원인이 수학교사에 의한 것이었다는 점이 특이했다.

옛날에는 수학을 잘하니까 좋아하고 재미있었는데... 이제 자꾸 클수록 조금씩 자신감을 상실하는게 있잖아요. 대학 2학년 때부터 갑자기 수학 성적이 뚝 떨어지는거에요 그러니까 점점 자신감을 잃게 되고... 수학에 자신감을 가지게 되면 재미있고 좋아하게 되는데 안그러면 싫어지던데... (경현, 인터뷰 #2)

고 2때 이미 그 선생님을 만나서 자신감이 한번 상실되니까 고 3때 다시 (잘 가르치는) 선생님을 만나서 좀 회복이 되었지만 어떻게든 버티는 수준이었죠. 그때 고 2때 자신감을 많이 상실해서 고 3때도 힘들었어요. 도저히 수학선생이 될 수 있을지 걱정이었어요. (경현, 인터뷰 #3)

아름이의 경우도 수학 학습에서 자신감의 중요성을 언급하면서 수학을 잘한다는 것은 자신감이 있다는 의미로 해석했다. 그렇지만 앞의 두 예비교사와는 달리 아름이는 구체적으로 어떤 원인에 의해 자신감의 상실이 있었는지 밝히지 않았다. 미형이와는 반대로 수학에 대한 자신감의 획득이 문제풀이에 영향을 미친다고 한다.

그때 고 2가 됐을 때 수학이 많이 어려워지더라구요. 그래서 자신감을 많이 잃었어요... 일단은... 조금 전에도 말씀드렸지만 수학을 잘한다는 것은 먼저 내가 잘 할 수 있다는 자신감을 가지는 것이 중요하다고 생각하는데요. (아름, 인터뷰 #2)

수학에서는 자신감이 중요하다는 얘기죠... 저는 수학에서 자신감이 중요하다고 생각하거든요. 일단은 자신감이 생겨야 문제도 풀어보려고 노력할 거라고 생각돼요. (아름, 인터뷰 #3)

수학 학습에서의 자신감 상실은 수학 내용의 수준이 급격히 어려워지는 시기인 고등학교 2학년을 기점으로 해서 일어났다는 점이 이들 세 명의 예비교사의 경우에서 알 수 있었다. 그리고 수학에 대한 자신감의 상실은 수학에 대한 부정적 인식을 낳게 되었다는 점에 주의할만한다. 그리고 수학 성

적의 하락이 수학에 대한 자신감의 상실을 가져 왔는지 아니면 반대로 자신감의 상실이 수학 성적의 하락이라는 결과를 낳았는지는 인과 관계를 밝힐 수는 없지만 이 두 측면의 상호 작용에 대한 영향임은 분명한듯 하다.

B. 수학교사에 대한 이미지

1. "수학 선생님은 혼자서만 문제 풀어요."

연구에 참여한 세 명의 예비교사가 지니고 있는 수학교사에 대한 이미지는 상당 부분이 고등학교 때의 학생으로서의 경험에 근거하고 있었다. 이들의 시각에 의한 수학교사의 이미지는 학생들의 수학적 이해를 무시한 전통적인 문제 풀이식 수업 방법을 고집하는 것이었다. 미형이의 경우 아주 극단적인 두 교사의 예를 보여주고 있다. 한 교사는 완전한 학생 방임형이고 다른 교사는 절대 복종적 이미지를 보여주고 있다.

> 고등학교 때 와서 선생님이 그냥 책보고 수업하고 우리도 책보고 수업하는 거에요. 칠판을 쓰던 말든 이런 분위기 있잖아요. 대답만 하면 되는 거에요. 기억나는 건 대답만 했어요. 예, 예, 예... 맞아요 물으면 예하고... 그게 끝이에요. (미형, 인터뷰 #4)

> 만약에 제가 책 본다고 이렇게 보다가 선생님이 내가 (칠판) 안보는거 봤잖아요 그럼 난 맞는거에요. 무조건 칠판만 보고 있어야 해요 공부가 된든 안 되든... 나름대로 선생님 설명 정리하고 싶은데도 절대 안되요. 연필 놓고 칠판만 뚜러져라 쳐다봐야 했어요... (미형, 인터뷰 #6))

아름이의 수학교사에 대한 이미지는 학생의 이해라는 측면을 고려하지 않고 편애와 문제 풀이가 수학교사의 주된 역할임을 보여주는 것이다.

> 고등학교 때 선생님이 문제를 풀다가... 적분을 하다가 치환하는거 있을 때 이것을 왜 이렇게 놓아요 하면 문제를 풀기 위해서 그런다고 그랬어요 이유를 설명하지 않고... 막 그런 식으로 나갔어요 수업을... 정말 따라가지 힘들었어요. 그리고 제일 잘 하는 애 딱 한 명한테만 관심을 두었어요. 거의 그런 식이라서 모르는게 있어도 선생님한테 묻질 않고 짝한테만 묻고... (아름, 인터뷰 #4)

> 선생님이 문제는 줄줄줄 잘 푸는데 왜 그런지 설명은 안해주는 그런 스타일로 그냥 문제만 풀었어요. 수업 시간에 잠자고 해도 아무 말씀도 안하시고... (아름, 인터뷰 #6))

경현이의 경우도 역시 학생을 무시한 채 칠판만 보고 문제를 푸는 수학교사의 이미지를 가지고 있었다. 그런데 경현이의 경우 이러한 수학교사의 수업 방식에 의해 수학에 대한 자신감이 상실되었다는 점이 주의할만한 점이라고 본다. 자신감의 상실로 이어진 것은 아니지만 미형이의 경우에도 수학교사에 대한 부정적 이미지는 수학교과에 대한 흥미의 상실로 이어지고 있다.

> 그 전까지도 수학이 재미있었는데 고 2때 선생님이 학생은 안보고 칠판만 보고 문제만 풀고... 가끔 창밖을 보고 설명하시는거에요. 그러니까 애들도 수업 안듣고... 애들도 선생님 진도 따라 우리가 푸는게 더 낫겠다고 하고... 이때 수학에서 위기를 맞았어요. 내용도 갑자기 어려워지는데 선생님도 이렇게 제 스타일하고 맞지 않았고... 자신감도 상실하고... (경현, 인터뷰 #4))

> 저는 고등학교 2학년 때 수학 선생님을 별로 안 좋아했어요. 그냥 마음에 안드는 선생님있잖아요. 제가 하는거에 대해서 이해를 못해주는거 같고 그러니까 수학이 싫어지는거에요... 선생님이 싫으니까. (미형, 인터뷰 #3)

2. "수학 선생님은 무서워야해요. 그래야 수학 공부가 잘돼요."

또 다른 수학교사에 대한 이미지는 딱딱하고 두 개의 답이 존재하지 않는 수학이라는 교과의 특성때문인지 수학교사는 무서워야 하고 그렇게 할 때 수학 공부를 열심히하게 되고 수학 과목의 중요성을 더욱 인식하게 된다는 것이다.

> ... 설명을 잘 못하는거에요 무섭지도 않고. 또 수업에 대해서 진짜 관심이 없는거에요 선생님이. 그러니까 막 수학 공부하기도 싫고... (미형, 인터뷰 #5)

> 고등학교 왔는데도 수학 선생님이 하나도 안 무서운거에요. 그냥 싱글 싱글 웃고... 시험 못쳐도 괜찮고. 선생님이 좀 무서우면 왠지 막 그 과목이 중요한 것 같은데... 수학 선생님이 안 무서우니까 우리 수학공부 안해도 될 것 같다고 막 애들하고 그랬거든요. (아름, 인터뷰 #6)

> 고 1때 수학 선생님이 하나도 안 무서웠어요. 너무 안 무서우니까 그것도 문제인거에요. 수학 선생님이 무서워야지 무서운 것 때문에 공부를 하는데 하나도 안 무서우니까... 약간 강압적인 게 있어야 공부를 하잖아요... 수학 선생님이 보기 싫으니까 수학 공부를 안하는거에요... (아름, 인터뷰 #7)

고 1때 수학 선생님은 무서우면서도 열정적으로 가르쳤어요. 그러니까 저도 열심히 해야 되겠다는 생각도 들고. 선생님이 수업을 열심히 해 주시니까 무서우면서도 능력이 있다는 생각이 들고... (경현, 인터뷰 #6)

교생 실습 나가서 들으니까 학생들이 싫어하는 선생님하면 수학 선생님 그리고 제일 무서운 선생님하면 또 수학 선생님이래요. 무섭게 해서 싫다고 하면서도 때리고 하면 성적이 올라가고 그러면 또 좋아한다고 그래요. 저는 무섭게 하지 않아도 될 것 같다고 생각해요... (경현, 인터뷰 #7)

3. "수학 선생님은 일단 실력이 있어서 문제를 잘 풀어야해요. 그래야 존경하게 돼요."

수학교사에 대한 세 번째 이미지는 수학 교과내용에 대한 상당한 지식을 갖추어야 하는 교사의 모습이었다. 미형이와 아름이의 경우 수학 교과내용에 대한 지식의 소유 여부는 곧바로 수학교사에 대한 신뢰와 존경심으로 나타나고 있음을 볼 수 있으며, 경현이의 경우 이러한 지식의 소유는 수학 학습에 대한 긍정적 이미지에 상당한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

고 3 때 수학 선생님은... 우와... 진짜 막힘없이 잘 푸는거에요. 그렇게 푼다는 자체가 그냥 선생님이 존경스러운거에요. 그래서 솔직히 수학 선생님이 되는게 겁났던게 이 선생님이 워낙 문제를 잘 푸시니까... 아... 수학 선생님이라면 이렇게 잘 풀어야 되는구나. 이런 생각이 드는 거에요. 너무 그렇게 잘 푸시니까 너무 신기한거에요. (미형, 인터뷰 #6)

수학 선생님한테 문제를 들고 가면 한 시간 있다가 오래요. 그때는 뭘 뒤져 찾아서 가르쳐주고 그랬어요. 그래서 수업 들어오면 깔보고 적지도 않고 애들은 막 자고 그랬어요... 수학 선생님이 실력이 없으니까 그렇게 되더라구요 애들이. 실력이 없어 보이니까 애들이 수업에 집중을 안해요. (아름, 인터뷰 #5)

(실력 있던) 고 1때 수학 선생님이 2학년 때도 맡았다면 수학에 대해서 자신감을 상실하고 그런 일은 아마 없었을거에요. 물론 제가 하고 안하고에 달렸겠지만 만약에 고 1때 그 수학 선생님이 수업을 하셨다면 더 수학을 열심히하고 잘 했을 자신이 있어요... 수학 선생님이 좋고 실력이 있다고 생각되면 신이 나서 더 재미 있고 더 열심히 해야겠다는 생각이 들고 그 선생님이 싫으면 더 하기 싫고 수학에 신경을 덜 쓰게 되죠. (경현, 인터뷰 #6)

미형이의 경우는 고등학교 시절 수학 교과내용 지식을 잘 갖춘 교사의 영향에 의해 이 지식의 소

유 여부를 수학교사의 중요한 자질로 여기면서 자신을 이 기준으로 판단하고 있었으며 이로 인하여 수학교사로서의 부족한 자신에 대한 불안감을 느끼고 있었다.

> 교생 실습 나갔을 때 수학 선생님께서 수학에 자신 없으면 수학 선생님 하지 말라시면서... 수학에 전문가가 아닌 이상은 선생님하면 애들 망친다고... 그러니까 더 겁이나고요. (미형, 인터뷰 #5)

> 대학에 와서 3학년 때 열심히 해도 수학에서 성적이 안 나오고 하니까 정말 내가 수학 선생님이 될 수 있을까 이런 생각이 들고... 임용 고시에 합격을 한다고 해도 제가 나가서 정말 수학을 잘 가르칠 수 있을까... 막 겁나요. 중학교나 여상 같은 곳은 괜찮겠지만 인문계 고등학교는 겁이 나거든요.. (미형, 인터뷰 #5)

아름이의 경우는 수학 교과내용에 대한 지식의 부재가 교사에 대한 신뢰감의 상실 및 학생들의 학습 의욕 저하로 나타난 과거 경험에 의해 대학에 와서 수학에 대한 자신감이 떨어지는 자신을 발견하고 교육대학으로의 편입을 고려하고 있는 것인지도 모른다. 이러한 수학교사에 대한 이미지는 예비교사들에게 수학 교과내용에 대한 지식의 습득 여부가 직접적으로 훌륭한 수학교사라는 잘못된 이미지를 형성시킬 수도 있다고 보아진다. Grossman (1990)의 교사 지식과 신념의 구성 요소에서도 나타난 바와 같이 교과 내용적 지식만이 수학교사로서 갖추어야할 기준이 되는 것은 아니기 때문이다.

4. "실력도 중요하지만 개인적 접촉과 관심을 가져주는 수학 선생님이 기억에 남아요."

수학 교과내용에 대한 지식의 중요성을 훌륭한 수학교사의 자질로 간주했지만 연구에 참여한 예비교사는 이 지식보다는 학생에 대한 교사의 개인적 접촉과 관심이 오히려 더 인상적 이미지를 남긴다고 한다. 미형이의 경우 수학교사의 교수 능력이 자신의 수학 학습에 영향을 미치기보다는 교사의 개인적 관심이 더 큰 영향을 미쳤다고 한다.

> 저를 개인적으로 잘 챙겨 주시면서 인간적으로 좋았던 선생님 밖에 기억이 안 남아요. 다른 수학 선생님들은 수학이라는 과목 때문에 그런지 별로 생각이 안나요... 중 3때 선생님은 저한테 개인적으로 많은 관심을 가져주셨어요. 그러니까 신뢰감도 생겨서 수학 공부도 더 열심히하게 되고 그랬어요. (미형, 인터뷰 #6)

> 근데 잘 가르치는 수학 선생님도요 학생이랑 개인적 접촉이 없으면 큰 도움이 안 되는듯 했어요. 아무리 설명을 잘 해도 저를 100% 만족시킬 수는 없잖아요. 그런데 개인적으로 학생들

에게 관심을 안 보이면 물을 수가 없더라구요. 그러니까 실력 있는 선생님때문에 수학 성적이 오르고 하는건 아니었어요... 저는 선생님이 개인적인 관심도 안보이시고 하니까 수학이 싫어지고 흥미도 없어지고 그랬어요. (미형, 인터뷰 #5)

... 그나마 오랫동안 다녔던 학원 선생님하고 정말 개인적으로 친해서 수학을 했어요... 선생님하고 서로 서로 마음이 맞으니까 수학이 재미있고 그랬는데 마음이 안 맞으면 암만 잘 가르쳐 주셔도 수학이 재미없는거에요. (미형, 인터뷰 #5)

경현이의 경우도 미형이와 마찬가지로 교사의 수학에 대한 지식보다는 학생과의 개인적 접촉을 많이 해주는 인간적인 교사의 이미지를 더 강조하고 있다. 수학교사와의 개인적 접촉은 수학에 대한 긍정적 인식과 학습에 대한 의욕을 높이고 또한 불안감을 해소하며 위대하고 존경의 대상으로서가 아니라 학습의 조력사로서의 수학교사에 대한 이미지를 형성하고 있다고 보아진다.

저는 수학 실력은 좋지만 인간적이지 않은 수학 선생님은 싫어요. 인간적인 면을 더 강조하고 싶어요. 제가 선생님들을 보고서 수학을 좋아하게 되고 싫어하게 되고 해서 그런지 저는 일단 선생님하고 학생이 가까워져야 된다고 생각해요. 수학 선생님이 수학을 너무 잘해서 모든 문제를 술술 다 풀 정도로 위대하게 보이면 학생들이 접근하기 힘들잖아요. 그것보다는 인간적으로 편하면 수학에 더 관심이 가잖아요. 애들이 선생님을 좋아하면 수학도 열심히 하게 되고 그렇잖아요... 인간적으로 편한 선생님이면서 학생들이 쉽게 접할 수 있는 그런 수학이 되도록 하고 싶거든요... (경현, 인터뷰 #5)

학생들에게 많은 관심을 가져 주시는 그런 선생님이 기억에 남아요. 아무리 열성적으로 가르치더라도 학생따로 선생님 따로면 어떻게 되겠어요. 그런데 선생님이 학생들에게 관심을 가져주고 학생들과 함께 하는 수업을 했을 때는 잘 가르쳐 주시는 선생님으로 기억에 남거든요... (경현, 인터뷰 #6)

아름이의 경우도 표현은 약간 다르지만 "무서운 선생님보다는 인자하신 수학 선생님이 기억에 남는다"고 하면서 수학교사와의 개인적 접촉이 수학 학습의 중요한 요인임을 강조했다.

C. 수학의 교수에 대한 신념

1. 재미와 흥미를 위한 수학 지도

세 명의 예비교사는 전통적인 수학 수업에 대한 자신들의 과거 경험에 의해서 형성된 딱딱하고

재미없는 수학 과목에 대한 인식을 학생들이 탈피하도록 노력하려는 수학 교수를 원하고 있다. 이를 위해서 수학 수업을 학생들이 재미와 흥미를 느낄 수 있도록 지도하고자 하고 있다. 그러면서도 과거 교사와는 달리 재미와 흥미 위주와 함께 수학에 대한 이해를 강조하고 있다. 아름이의 경우 수학적 문제 상황의 현실성과 수학 교실에서의 실험 활동을 통한 재미와 흥미, 이해를 강조하는 수업을 구상하고 있다.

> 수학은 일단 딱딱하잖아요. 너무 재미없잖아요 수학을 재미있게 가르치는 게 제일 좋은 것 같은데... 중학교 때까지는 내용이 쉬워서 딱딱하다는 생각을 안해 봤어요. 그런데 고등학교 와서 내용이 어려워지고 하면서... 막 지겹고 그랬어요. 수학 수업은 너무 재미가 없잖아요. (아름, 인터뷰 #7)

> 다른 과목들은 여러 가지 상황들이 주어져서 흥미가 가지만 수학은 기껏해야 분수 같은 거 가르치면서 꽃밭 얘기나 미적분하면서 자동차 속도나 물의 양 정도니까... 그런 거 밖에 없으니까 너무 재미가 없고... 그래서 저는 좀 애들이 수학을 좋아하게 하고 재미있게 하는 그런 수업을 하고 싶은데... 근데 그게 잘 될지 의문이긴 해요. (아름, 인터뷰 #7)

> 활동을 많이 할 수 있는 그런거... 수학을 싫어하는 애들이 재미를 붙일 수 있는... 과학도 싫다가도 실험 같은거 하면 재미있고 머리에 오래 남고 하듯이... (수학에서도) 그렇게 함으로써 약간의 흥미를 붙게 하고 머리에 남도록 할 수 있으면 좋겠어요... (이렇게 하면) 이해가 좀 더 잘 되지 않을까요? 수학적 활동이라는 걸 별로 안 해 봤으니까... (아름, 인터뷰 #7)

아름이와는 달리 경현이는 수학에 대한 재미와 흥미를 위해서 일상 생활의 구체적인 상황을 수학 수업으로 활용하고자 한다. 특히 이를 위해서 수학 내용 자체의 수준을 낮추어야 함을 지적하고 있다. 또한 수학 내용사이의 관련성을 통한 지도를 통해 이해를 증진하고 학생들이 수학의 낙오자가 되는 것을 줄이려고 하는데 수업의 초점을 두고자 한다. 이러한 점은 수학교사의 역할을 지식의 전달자가 아니라 학생의 가능한 발전을 이끌어서 도와주는 것으로 인식하고 있는 자신의 교사관에 의한 것이라고 짐작된다.

> 저는 성적을 올리려고 무서운 선생님이 되긴 싫거든요. 애들이 수학에 좀 더 쉽게 다가설 수 있도록 가르치고 싶어요... 일상 생활과 관련된 거 그런 거 좀 해서 안 어렵게 가르치고 싶은데... 그럴려면 수학 교과서 자체가 쉬어져야 한다고 생각해요. 내용이 너무 어렵고 자꾸 더 어린 애들한테 더 어려운걸 가르치게 만들고... 애들이 수학을 쉽게 이해하도록 하고 싶어요. (경현, 인터뷰 #7)

애들끼리 (수학을 소재로) 연극도 하고... 실생활과 관련된 거 비디오로 해서 애들한테 보여주고 식 세워보라고 하고... 그래서 방정식도 풀어보게 하고... (경현, 인터뷰 #7)

전 단계의 내용과 관련지어서 좀 체계적으로 가르쳐주고 싶어요. 앞의 쉬운 부분과 관련지어 이해를 확실하게 할 수 있도록... 조별 활동 같은 거 많이 해서 애들이 수학을 재미있게 생각할 수 있도록... (그래서) 수학은 한번 놓치면 계속 힘들기 때문에 수학을 포기하지 않도록 애들을 가르치고 싶어요. (경현, 인터뷰 #7)

아름이와 경현이와는 달리 미형이는 수학을 재미있고 흥미롭게 지도하려고 한다는 점에서는 같지만 어떤 방법에 의해서 지도할 것인지에 대해서는 구체적이지 않다. 그렇지만 수학 내용이 너무 어려웠기 때문에 수학에 대한 흥미와 자신감을 잃어버렸다는 자신의 학생 경험에 비추어 쉬운 내용을 통한 수학 지도라는 견해를 가진듯 하다.

우선 쉬운 문제를 제시해서 애들한테 수학이 재미있다 그렇게 했으면 좋겠어요. 수학이 딱딱한 과목이잖아요... 우리가 배운 것처럼 문제만 푸는 것이 아니라 수학 시간에 흥미를 느끼게 했으면 좋겠어요. 그러면 수학에 관심을 가지게 되고 열심히 하게 돼서 자신감이 생길듯 해요. (미형, 인터뷰 #7)

제 경우를 봐도 선생님이 과목에 흥미를 가지게 해줬던 과목들이 좋았어요. 그런데 수학은 흥미를 느끼게 해 준 선생님이 없었거든요... 암만 잘 가르치려고 해도 일단 학생이 흥미를 잃어버리면 안되잖아요... (그래서 수학을 가르칠 때) 흥미를 위해서 실생활에서 수학을 느낄 수 있는 걸 많이 제시해 주고 싶어요. (미형, 인터뷰 #7)

2. 수학 수업에서 계산기의 활용

이들 세 명의 예비교사는 1학기에 컴퓨터와 수학교육 강좌를 통해 계산기와 컴퓨터의 수학교실에서의 활용에 대한 이론적 측면과 실제적 측면을 공부했다. WinPlot, Excel, GSP와 TI-92 그래픽 계산기의 사용법과 활용 예를 배웠다. 계산기의 수학 수업에서의 활용에 대한 이들의 견해는 계산이 수업의 목적이 아니라 계산기가 문제풀이 과정상의 도구로서는 사용 가능하다는 것이다. 그리고 계산기의 사용은 수학의 개념과 원리, 법칙 등에 대한 이해가 선행된 다음에 사용되어야 한다고 주장하고 있다. 경현이의 경우를 보면 계산의 신속성과 정확성이 수학 수업의 목적이 아니며 그것이 학생들의 수학 능력 측정의 기준이 될 수는 없다고 한다. 그러면서 이해가 선행된 계산기의 사용이 있어야 한다고 한다.

수학 문제를 풀 때 보면 일단 식을 세우면 잘 풀어요. 문제는 식을 못세운다는거죠. 그러니까 필요한 건 계산 능력이 아니라 문제에 대한 이해라고 생각해요... 계산은 계산기로 할 수 있다고 봐요. 계산을 빨리 정확하게 잘한다고 해서 수학에서 그것이 중요하다고 생각하지는 않거든요. 그걸로 수학 능력을 평가할 필요는 없죠. (경현, 인터뷰 #8)

복잡한 계산을 위해서는 계산기를 수학 수업시간에 사용할 수 있다고 생각해요. 그렇지만 어떤 내용의 도입부터 계산기를 사용하는 것은 반대예요. 제가 생각하기에는 개념이 어느 정도 잡힌 다음에 무슨 의미인지를 알아야 계산기를 사용할 수 있잖아요. 그 전에 사용하면 그 의미를 모르잖아요. (경현, 인터뷰 #8)

제 생각에는 일단 지필로 가르친 다음에 계산기를 사용해서 확인하는 방법을 취할것 같아요. 애들이 먼저 계산기를 사용하다보면 이후에는 생각을 하지 않고 계산기부터 먼저 찾지 않을까 걱정되는데요... 수학에서는 왜 이렇게 되는지 의미를 파악해야 되는데 계산기를 먼저 사용하면 생각할 시간이 없어지잖아요. (경현, 인터뷰 #8)

또한 계산기의 사용이 계산 절차에 대한 관계적 이해를 해칠 가능성이 있다고 하면서 계산기에 의한 답의 정확성보다는 문제 풀이의 해법을 중요시하는 평가의 전환이 필요하다고 보고 있다.

> 계산은 정 안되면 계산기를 사용해서라도 할 수 있잖아요. 계산을 잘하는 학생이라도 계산 절차를 암기는 하지만 이해를 못할 수도 있잖아요. (이해를 못하면) 계산 절차를 까먹었을 때 찾아갈 수가 없잖아요... 예를들면 활용 문제에서도 계산이 중요한게 아니라 식을 세울 줄 아는지가 중요하잖아요. 비록 계산이 틀리더라도... 평가가 바뀌어서 식을 세운 학생한테는 점수를 더 많이 주는 식으로... 계산 과정이 틀리면 감점을 주는 식으로... (경현, 인터뷰 #8)

경현이의 경우 현행 교과서처럼 빠르고 정확한 답을 요구하며 진도를 동일하게 해야하는 학교 수학의 상황에서는 혼자서 계산기를 사용하는 것은 다른 수학교사와 학생들의 반발을 불러 일으킬 수 있다고 하면서 교사들의 협력된 변화가 있어야만 가능하다고 한다.

> 개념을 가르치는데 계산기를 사용하려면 제 생각에는 교재가 먼저 바뀌어야할 것 같은데요. 지금 수학책은 답만 요구하는 것으로 되어 있고 학교에서 진도도 맞춰야하고... 계산기를 사용해서 수업을 한다면 반발이 너무 심할 것 같아요... 애들도 아마 선생님 우리 시험에 안나오는 이런거 왜 해요? 라고 물을거고요. 주위의 다른 선생님들도 다같이 변화하면 괜찮겠지만 혼자서 하면 의욕만 앞섰지 반발이 심해서 못할거라고 생각해요. (경현, 인터뷰 #8)

아름이와 미형이도 계산이 목적이 아닌 경우 계산기의 사용을 찬성하고 있다. 이들은 수학이란 계산이라고 했던 과거의 전통적인 관념에서 벗어나서 수학에 대한 이해를 강조하고 있다. 또한 이들은 계산기의 사용이 복잡한 계산을 쉽게 해 줌으로해서 시간 낭비를 막을 수 있다고 보고 있다. 특히 미형이의 경우 그래프에 대한 이해없이 그래픽 계산기가 그려주는 그래프는 수학적 이해와는 전혀 별개의 문제로 취급하고 있다.

> 저학년에서 계산기를 사용하는 거는 문제가 있지 않을까요... (제가 선생이라면) 계산기 별로 안 쓸것 같아요. 컴퓨터는 잘 모르지만... 계산기는 애들이 사용하면 계산 능력이 너무 떨어지잖아요... (저학년이 아니라면) 계산기를 사용하는거 반대는 안해요. 쓸데 없는 계산 같은데 시간을 허비할 필요는 없잖아요. 수학에서는 중요한 게 계산이 아니잖아요... (아름, 인터뷰 #8)

> 계산 파트에서 부피 구하거나 6의 세제곱 이런거는 부피만 구할 수 있고 세제곱을 안다면 계산기를 써도 된다고 생각해요. 문제를 풀 수 있는데 계산을 계산기로 하는건 문제가 되지 않는다고 보는데... 초등학교에서 덧셈과 뺄셈 같은건 계산기를 사용하면 안되지만 부피를 구하거나 통계를 할 때는 계산하는데 시간을 낭비하는게 너무 아깝잖아요... 계산기는 수학을 이해할 때까지는 안 사용했으면 좋겠어요. $\tan^{-1}x$나 $y=x^2$의 그래프를 이해하지도 못하면서 계산기를 사용해서 그래프 모양만 보면 뭐 하겠어요. 이해도 없이 (사용) 해야한다면 조금 문제가 있죠... 계산기가 문제가 아니라 수학에서는 내가 아느냐가 문제죠. 수학을 이해하고 나면 계산기는 이제 도와주는 것에 불과하잖아요... 수학을 잘하고 못하고 차이는 이해를 했느냐라고 생각하거든요. 계산 과정과 절차가 이해됐다면 구지 쓰지 말라고 할 필요는 없다고 봐요. (미형, 인터뷰 #8)

계산기를 활용한 수학 수업에 대한 인터뷰에서 수학적 개념이나 원리, 법칙에 대한 수학 수업시에 이러한 내용에 대한 정의나 지도없이 계산기를 먼저 사용하는 수업이 불가능하다는 견해를 보였는데 이것은 이들 예비교사가 계산기를 활용한 수학적 개념이나 원리, 법칙의 탐구에 초점을 둔 수업 경험이 없기 때문이라고 판단된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 중등학교 수학을 가르칠 예비교사를 대상으로 이들의 수학의 교수-학습에 대한 신념을 조사하였다. 세 명의 예비교사와의 인터뷰를 통해서 얻어진 자료 분석을 통해서 수학 학습, 수학 교

사의 이미지, 수학 교수에 대한 신념이라는 세 가지 주제를 발견할 수 있었다. 수학 학습에서는 수학에 대한 자신감의 중요성을, 수학교사에 대한 이미지에서는 혼자서만 문제푸는 교사, 무서운 이미지의 수학교사, 문제를 잘 풀어야 실력있고 존경받는 수학교사, 그리고 개인적 관심을 보여주는 수학교사라는 소주제를 기술하였다. 또한 수학의 교수에 대한 신념에서는 재미와 흥미 중심의 수학지도와 수학 수업에서의 계산기 활용에 대한 소주제에 대한 예비교사의 견해를 기술하였다.

본 연구의 결과에 의하면 예비교사의 이러한 신념들은 학생으로서의 과거의 경험에 대한 인상적인 기억에 의해서 형성되어졌다고 판단된다 (Nespor, 1987). 특히 수학교사에 대한 이들 예비교사의 이미지의 기술에서 이 점이 더욱 분명하게 나타나고 있다. 세 명의 연구 대상자에 의해서 특히 모두 여학생이라는 점에서 일반적으로 말할 수는 없지만 수학교사에 대한 이러한 이미지는 학교 수학교실에서 수학을 지도하고 있는 교사들에게 교수-학습 활동시에 참고할만한 시사점을 제공하고 있다고 보아진다.

또한 NCTM의 스탠다드 시리즈(2000)에서도 밝힌 바 있는 것처럼 본 연구에서도 학생들의 수학에 대한 자신감의 형성이 중요한 점으로 부각되고 있다. 수학에 대한 긍정적 성향의 형성과 학생 자신의 수학적 능력에 대한 자신감의 형성을 강조함으로써 수학 수업이 인지적 영역의 강조만으로 이루지는 현행 수학교육의 문제점을 적절히 잘 지적하고 있는 스탠다드 시리즈의 주장을 반영하듯 본 연구의 결과에서 볼 때 수학에 대한 성향과 자신감의 상실과 획득은 거의 수학교사의 교수-학습 활동에 의해서 형성되었음을 알 수 있었다. 따라서, 학교 수학교실에서 학생들의 수학에 대한 긍정적 성향과 수학에 대한 자신감을 키울 수 있는 교수-학습 활동에 교사들의 보다 많은 관심이 있어야 할 것이다.

본 연구의 방법론적 면에서 볼 때, 의식적 신념이든 무의식적 신념이든 그 사람의 신념은 행동과 말에 대한 관찰자의 추론에 의해서 파악할 수 있으므로 (Rokeach, 1968) 본 연구에 참여한 예비교사의 이러한 견해를 이들의 수학의 교수-학습에 대한 신념이라고 표현하기에는 부족하다고 생각된다. 주된 자료 수집 방법을 인터뷰에 의존함으로 해서 실제 이들의 수업 활동을 관찰할 충분한 시간이 없었다는 점에서 후속 연구에서는 이들이 장래에 신임 수학교사로서 수업 활동을 할 때 이러한 신념들이 어떻게 나타나고 있는가에 대한 연구가 이루어지는 것이 바람직하다고 본다.

마지막으로, 예비교사와 현장 교사가 소유하고 있는 지식과 신념은 그들이 무엇을 배우고자 결정할 때 여과 장치의 구실을 한다. 즉, 자신의 지식과 신념에 잘 부합되는 것은 학습하고 그렇지 못한 것은 학습하기를 거부하는 경향이 있다고 한다 (Borko & Putnam, 1996). 이렇게 볼 때 현행 사범대학 교육과정의 적합성에 대한 자료를 얻기 위해서는 본 연구의 대상자인 사범대학 4학년 예비교사에 의한 자료 수집보다는 1학년 입학 때부터 학생들의 수학 및 수학의 교수-학습에 대한 자료를 수집해서 이를 사범대학 교육과정 개선에 반영하는 연구가 필요할 것이라고 본다. 그리고 본 연구의 결과에서도 알 수 있듯이 순수 수학만을 강조하는 사범대학의 수업이 수학 교과내용에 대한 지식과 더불어 일반적인 교수학적 지식과 교과내용에 대한 교수학적 지식 및 신념을 지도하는데 보다 노력을 해

야한다고 판단된다.

참 고 문 헌

Ball, D.L. (1988). *Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education.* Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, East Lansing.

Ball, D.L. (1990). Prospective elementary and secondary teachers' understanding of division. *Journal for Research in Mathematics Education* **21**, pp.132-144.

Borko, H., & Putnam, R.T. (1996). Learning to teach. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* pp.673-708 New York: Macmillan

Brookhart, S.M., & Freeman, D.J. (1992). Characteristics of entering teacher candidates. *Review of Educational Research*, **62**, pp.37-60.

Bullough, R.V.J., & Knowles, J.G. (1991). Teaching and nurturing: Changing conceptions of self as teacher in a case study of becoming a teacher. *Qualitative Studies in Education* **2**, pp.121-140.

Clandinin, D.J. (1986). *Classroom practice: Teacher images in action.* Philadelphia: Falmer Press.

Confrey, J. (1990). A review of the research on student conceptions in mathematics, science, and programming. In C. B. Cazden (Ed.), *Review of Research in Education* **16**, pp.3-56. Washington, DC: American Educational Research Association.

Fenstermacher, G.D. (1994). The knower and the known in teacher knowledge literature. In L. Darling-Hammond (Ed.), *Review of research in education* **20**, pp.3-56, Washington, DC: American Educational Reserach Association.

Green, T. (1971). *The activities of teaching.* New York: McGraw-Hill.

Grossman, P.L., Wilson, W.M., & Shulman, L.S. (1989). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In M. Reynolds (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher* pp.23-36. New York: Pergamon Press.

Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education.* New York: Teachers College Press.

Hollingsworth, D. (1992). Prior beliefs and cognitive change in learning to teach. *American Educational Research Journal* **26**, pp.160-189.

Holt-Reynolds, D. (1992). Personal history-based beliefs as relevant prior knowledge in coursework: Can we practice what we teach? *American Educational Research Journal*, **29**, pp.325-349.

Johnston, S. (1992). Images: A way of understanding the practical knowledge of student teachers.

Teaching and Teacher Education **8**, pp.123-136.

Kagan, D.M. (1992). Implications of research on teacher belief. *Educational Psychologist* **27(1)**, pp.65-90.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies* **19**, pp.317-328.

Peterman, F.P. (1993). Staff development and the process of changing: A teacher's emerging constructivist beliefs about learning and teaching. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education* pp.227-245, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Prawat, R.S. (1992). Teachers' beliefs about teaching and learning: A constructivist perspective. *American Journal of Education* **May**, pp.354-395.

Richardson, V. (1994). The consideration of teachers' beliefs. In V. Richardson (Ed.), *Teacher change and the staff development process: A case in reading instruction*. New York: Teachers College Press.

Rokeach, M. (1968). *Beliefs, attitudes and values: A theory of organization and change*. Sam Francisco: Jossey-Bass.

Schifter, D. & Fosnot, C.T. (1993). *Reconstructing mathematics education: Stories of teachers meeting the challenges of reform*. New York: Teachers College Press.

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* **15(2)**, pp.4-14.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* **57**, pp.1-22.

Weinstein, C.S. (1988). Preservice teachers' expectations about the first year of teaching. *Teaching and Teacher Education* **4**, pp.31-40.