

초등학교 예비교사의 수학적 지식 구성에 대한 연구¹⁾ - 구성주의적 교수실험을 중심으로 -

나 귀 수*

본 연구는 초등학교 예비교사들을 대상으로 구성주의적 관점에 근거한 교수실험을 실시하고, 구성주의적 수업에서 예비교사들이 비율 개념에 대한 수학적 지식을 어떻게 구성하고 발전시켜 나가는가를 보고하고, 예비교사들이 인식하는 구성주의적 수업의 의의, 한계, 어려움 등을 조사하는 데에 그 목적이 있다. 본 연구 결과, 구성주의적 관점을 적용한 수업에서 예비교사들의 수학적 지식의 구성 가능성과 그 한계를 확인할 수 있었다. 예비교사들은 학습할 개념에 대한 사전 사고 경험 제공, 학습할 개념의 심층적 이해 및 적극적 수업 참여, 학습한 개념에 대한 기억의 강화, 오개념 교정의 기회 제공, 초등학교 학생들의 학습 과정 경험 등을 구성주의적 수업의 의의로서 지적하였으며, 많은 시간의 소요, 모듈별 토론에서 즉각적 피드백의 미흡, 구성주의 수업 적용에의 어려움, 일정 수준 이상의 지식이 없는 학생들이 갖는 어려움, 전체 토론에서 발문의 중요성 등을 구성주의적 수업의 한계와 어려움으로 지적하였다.

스며들어 있다고 할 수 있다(백석윤 & 이명희, 2008).

1. 연구의 필요성 및 목적

구성주의는 1990년대 이후 수학교육의 큰 흐름으로서 국내외 수학교육 연구의 한 축을 형성하였으며(Steffe & Gale, 1995; Simon & Blume, 1996; Frid, 2000), 예비교사 교육 연구에도 큰 영향을 미쳤다(Chapman, 2008; Ebby, 2000; Jaworski & Wood, 2008; Goodell, 2006; Lee, 2005; McDuffie, 2004). 또한, 구성주의는 수학과 교육과정에도(c.f. 교육인적자원부, 2007, 2008; 교육과학기술부, 2009; NCTM, 1988, 2000) 기본 토대로 작용하였다. 우리나라의 제7차 수학과 교육과정 및 2007 개정 교육과정에도 구성주의 철학이 암묵적으로 그 배경으로

구성주의가 수학교육 연구 및 수학과 교육과정에 지대한 영향을 미쳤음에도 불구하고, 구성주의가 실제 학교 현장의 수학 수업에 의미 있는 영향을 미쳤는가에 대해서는 제고의 여지가 있다. 학교 현장에서 이루어지고 있는 수학 수업에서 구성주의적 관점에 따른 교수·학습이 실질적으로 이루어지고 있는지, 그리고 바람직한 영향을 미치고 있는가에 대해서 확신할 수 있는 연구 결과가 존재하지 않는다.

본 연구는 대학에서 예비교사들에게 수학교육을 지도하고 있는 본 연구자의 문제의식으로부터 비롯되었다. 본 연구자가 직면한 문제의식은 본 연구자가 진행하고 있는 예비교사 교육 강좌에서 취하고 있는 교수 방식과 예비교

* 청주교육대학교 (gsna21@cje.ac.kr)

1) 이 논문은 2009년 한국연구재단의 '대학교육과정개발 연구지원사업'의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제번호: KRF-2009-076-B00035).

사 교육 강좌에서 강조하고 있는 내용 사이의 불일치였다. 본 연구자는 교육대학교에서 장차 초등학교 교사가 될 예비교사들에게 수학교육을 지도하면서, 초등학교 현장에 진출했을 때 수학적 지식을 일방적으로 전달하지 말고 학생들이 스스로 수학적 지식을 능동적으로 구성하도록 지도할 것, 학생들이 자신의 수학적 사고를 반성함으로써 수학적 사고 수준을 향상시킬 수 있도록 도울 것, 학생들 사이의 수학적 의사소통 및 학생들과 교사 사이의 수학적 의사소통과 상호작용을 활성화할 것 등을 강조하였다. 본 연구자가 예비교사 교육에서 강조하는 이러한 사항들은 전체적으로 구성주의적 관점을(박영배, 1996; Ernest, 1991; Steffe, & Gale, 1995; von Glasersfeld, 1995; Wood, 1995) 토대로 하고 있다고 할 수 있다.

그러나 본 연구자가 강의하는 수학교육 강좌에서는 구성주의적 관점에 근거한 교수·학습이 이루어지지 않고 있었다. 본 연구자의 수학교육 관련 강좌는 전통적인 방식의 설명 위주의 전달식 수업으로 진행되고 있었다. 본 연구자는 예비교사들에게 장차 교사가 되었을 때 구성주의적 교수·학습 관점을 수학 수업에서 구현할 것을 강조하면서, 정작 본 연구자가 교사(교수)로서 진행하는 수업에서는 구성주의적 관점을 전혀 구현하지 못하고 전통적인 방식의 설명식 위주로 수업을 진행하고 있었던 것이다. 이와 같은 불일치는, 교사 교육과 실제 학교 교실 수업 사이에 존재하는 간격을(Frid, 2000; Simon, Tzur, Heinz, & Kinzel, 2000) 더욱 벌어지게 하는 나쁜 영향을 미칠 수 있다. ‘배운 대로 가르친다’는 모두가 동의하는 격언이 있듯이, 구성주의적 수업을 경험하지 못한 예비교사들이 학교 현장에 진출하여 구성주의적 수업을 의미있게 구현할 것을 기대하는 것은 모순이라는 데에 본 연구자의 문제의식이 있었

다.

본 연구는 예비교사 교육에서 구성주의적 관점에 근거한 교수실험(수업)을 실시하고, 구성주의적 수업에서 예비교사들이 수학적 지식을 어떻게 구성하고 발전시켜 나가는가를 확인하고, 예비교사들의 수학적 지식의 구성 가능성과 그 한계를 확인하는 데에 목적이 있다. 또한 예비교사들이 직접 경험한 구성주의적 수업을 어떻게 인식하는지, 즉 예비교사들이 인식하는 구성주의적 수업의 의의, 한계, 어려움을 등을 조사하는 데에 그 목적이 있다.

II. 선행 연구 고찰

구성주의 관점에서, 인식 주체는 자신이 경험한 세계에 대한 능동적인 인지적, 사회적 참여를 통해 자기 자신의 지식을 구성한다(von Glasersfeld, 1995). 이와 같은 인지적, 사회적 참여는 물리적 정신적 활동에 대한 개인적인 해석과 반성과 관련되며, 그 결과 인식 주체는 실행 가능하고 적용 가능한 인지 구조와 활동 양식을 만들어낸다(Wood, 1995). 이와 같은 구성주의는 1990년대 이후 수학교육의 큰 흐름으로서 국내외 수학교육 연구의 한 축을 형성하였으며, 구성주의적 관점 하에 다양한 연구들이 진행되었다(박영배, 1996; Steffe & Gale, 1995; Simon & Blume, 1996; Frid, 2000).

구성주의는 수학 교사 교육 및 예비교사 교육 연구에도 큰 영향을 미쳤다. 비록 구성주의적 관점을 표방한다고 명시하지는 않았지만, 수학 교사 교육 분야의 많은 연구들이 구성주의적 관점을 암묵적으로 전제하면서 수행되었다(Chapman, 2008; Jaworski, 2008; Jaworski & Wood, 2008). 수학 교사 교육 연구에서 구성주의적 관점을 명시적으로 표방하면서 수행된 연

구로는 Ebby(2000), Frid(2000), Goodell(2006), Lee(2005), McDuffie(2004), Simon & Blume(1996) 등을 들 수 있다. 이하에서는 이들 연구들에 대해 살펴보기로 한다.

Ebby(2000)는, 구성주의적 관점을 토대로, 예비교사들을 교수에 대한 지식의 수용자가 아닌 지식의 창조자(creator)로 설정하고, 교수와 학교에 대한 비평적 관점을 갖도록 격려하면서 연구를 수행하였다. Ebby는 3명의 초등학교 예비교사들이 대학원 석사학위 과정의 방법론 강좌에서 수학 학습자로서의 경험한 것과 학교 현장에서 실습하면서 수학 교사로서 경험한 것 사이에서 만들어낸 연결성을 조사하였다. 초등학교 예비교사들이 대학원의 방법론 강좌에서 수학적 탐구에 참여한 경험이 수학 실습 교사로서 자신들을 이해하는 방식에 어떤 영향을 미치는가를 예시하기 위하여 3가지의 사례를 제시하였다. Ebby는 교사 교육자로서의 관점을 학교 현장 실습에서 예비교사들이 경험을 통해 학습한 것까지를 포괄하는 데까지 확장할 필요가 있음을 주장하였다. 또한 대학에서의 방법론 강좌를 운영할 때 예비교사들이 자신의 교수 활동으로부터 학습하는 습관을 갖도록 격려하고 도울 것을 주장하였다.

McDuffie(2004)는 자기-주도적인 반성적 참여자(reflective practitioner)의 발달을 강조하는 구성주의적 관점 하에, 2명의 초등학교 예비교사의 실습 기간 동안의 반성적 실체를 조사하였다. McDuffie는 반성적 실체에 대한 관점을 확장하여 ‘숙고하는 참여자(deliberate practitioner)’를 위한 틀을 설정하였으며, 이 틀을 기준으로 하여 반성적 과정에 대한 예비교사들의 사고와 예비교사들이 실제 지도에서 교수학적 내용 지식을 어떻게 활용하는가를 조사하였다. 연구 결과, 예비교사들은 지도에서 문제제되는 사건들을 예상하거나 문제가 되었던 사건에 대해

반성할 때 자신의 교수학적 내용 지식을 활용하는 것으로 나타났다. 그러나 예비교사들은 교수학적 내용 지식의 한계와 자신감의 부족으로 인해 실제로 가르치는 행위에 대해서는 반성을 제대로 하지 못했으며, 가르치는 행위 밖의 실제에 대해 반성을 더 잘하는 것으로 나타났다.

Lee(2005)는 예비교사들이 자신의 행동을 반성함으로써 혼란스러운 문제들을 해결해 간다는 구성주의적 관점 하에 자신의 교수법 강좌를 운영하였다. Lee는 3명의 예비교사들이 기술공학적 도구를 갖춘 학생들의 수학적 문제해결을 촉진하는 자신의 역할을 어떻게 해석하고 발달시키는가를 자세하게 보고하였다. Lee는 자신이 담당하고 있는 예비교사 교육 강좌에서 예비교사들에게 계획-경험-반성의 세 단계를 2번 반복하도록 하였다. 사례연구 방법을 활용하여 각각의 단계에서 발생한 중요한 사건들을 확인하고 분석하였으며, 그 사건들이 예비교사들과 학생들의 교수·학습 활동에 어떤 영향을 미치는가를 조사하였다. 연구 결과, 예비교사들은 교수학적 결정을 내리는 데에 자신의 문제해결 방법을 활용하였으며, 학생들을 예비교사 자신의 문제해결 전략으로 이끌기 위해 발문하였다. 또한 예비교사들은 학생들의 문제해결을 촉진하기 위한 자신의 노력을 인식하면서 학생들과의 상호작용을 개선하는 데에 집중하였으며, 학생들의 수학적 사고를 촉진하고 관심을 집중시키기 위해 기술공학적 표현을 사용하였으며, 학생들과의 상호작용의 본질에 일관되는 방식으로 기술공학 도구를 사용하는 것으로 나타났다. Lee는 기술공학이 풍부한 환경에서 수학을 어떻게 가르칠 것인가에 대한 예비교사들의 확장된 학습 궤도를 개발하기 위한 심층적 연구가 필요함을 제안하였다.

Goodell(2006)은 예비교사 교육 강좌에서 학

습 이론으로서의 구성주의를 표방하는 동시에 자신의 지도 방식 그 자체를 구성주의적 관점에 토대하면서 교수(교사)로서 본인 스스로가 구성주의자가 될 것을 표방하였다. Goodell은 예비교사들이 실습 기간 동안 접했던 사건 중에 중요하게 생각하는 사건은 무엇이며, 예비교사들이 그러한 주요 사건에 대한 반성 과정에서 이해를 위한 지도에 대해 학습한 것이 무엇인가를 조사하였다. 연구 결과, 예비교사들이 실습 기간에 경험했던 중요한 사건은, 지도와 교실 관리, 선수 지식, 이해, 저항, 동기유발 등과 같은 학생 요인, 동료, 학생, 학부모와의 관계에 대한 문제, 학교 정책이나 학교 자원에서의 접근과 같은 학교 조직상의 문제 등의 네 영역에 집중되어 있었다. 또한 예비교사들의 이해를 위한 지도에 대한 학습은, 이해를 위한 지도에 필수적인 조건, 이해를 위한 지도의 촉진자, 이해를 위한 지도에서의 장애물 등의 세 영역에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

Simon & Blume(1996)는 초등학교 예비교사들을 위한 수학 교수법 강좌를 전체-학년 구성주의적 교수실험으로 진행하면서 예비교사들의 수학적 정당화를 조사하였다. Simon & Blume은, 예비교사들의 학교 수학에 대한 전통적인 기대와 강의자(교수)의 개혁-지향적인 관념이 공존하는 상태에서, 수학적 정당화에 대한 예비교사들의 교실 규준이 어떻게 확립되어 가는가를 상세하게 기술하였다. Simon & Blume은 교수실험에서 전사된 3개의 에피소드를 분석하여, 수학을 행하기(doing) 위한 새로운 교실 규준을 합의하는 상호적인 과정, 예비교사들이 정당화 상황에 반응하는 범위, 수학적 타당성을 조사하는 것과 교실 공동체에서 수학적 이해를 발달시키는 것 사이에 존재하는 복잡한 상호관련성 등을 보고하였다.

Frid(2000)는 구성주의가 실제 교실 수업에

실질적인 영향을 미치지 못했다고 주장하였다. Frid는 자신이 지도하는 초등학교 예비교사와의 공동 연구를 통해, 경험적 증거와 이론적 증거를 활용하여 구성주의가 학교 현장에 바람직한 영향을 미치지 못한 이유를 조사하였다. Frid는 구성주의가 학교 현장에 바람직한 영향을 미치지 못한 이유로, 교사 교육과 학교 교실 수업 사이의 간격, 교사 교육자와 교사(예비교사)의 교수·학습에 대한 관점의 차이에 내재되어 있는 잠재적 갈등, 교육적 실재를 구성하는 있는 담화(discourse) 조사의 미흡 등을 제시하였다. Frid는 이러한 문제들을 해결하는 것이 수학교육자들이 당면한 과제라고 주장하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 구성주의와 밀접한 관련을 맺으면서 수행된 교사 교육 연구가 국외에서 많이 수행된 반면, 국내에서 수행된 교사 교육 연구들 중에서 구성주의와 밀접한 관련을 맺으면서 수행된 연구는 매우 미흡하다. 그러나, 비록 구성주의와 밀접한 관련을 맺지는 않지만, 예비교사들의 교수법과 관련된 교수실험을 실시한 연구들이 수행되었으며(김남희, 2006; 방정숙·김상화·최지영, 2009), 여기에서는 이 연구들에 대해 살펴보기로 한다.

김남희(2006)는 사범대학의 교수법 관련 강좌에서 산파법의 이해와 적용을 논의 대상으로 하여 예비수학교사들로 하여금 산파법에 의한 가상 수학 수업을 설계하고 실행하도록 하였다. 연구 대상으로 선정된 사범대학 수학교육과 3학년 44명의 학생들은 정규 강좌 시간을 활용하여 조별 프로젝트 활동으로 산파법 적용 수업을 실행하였다. 이 연구에서는 2차례에 걸쳐 실행된 수업 활동 결과에 대한 자료를 바탕으로 하여 예비수학교사의 산파법 적용 수업 실행의 교육적 효과를 분석하였으며, 산파법 적용 수업 실행이 예비수학교사 교육에 주는 시사점을 도출하였다. 연구 결과, 산파법

이해, 수학 수업의 준비성 인식, 참여 수업의 활동 체험, 수업실기 능력 강화, 다양한 교수·학습 방법 접목 인식 등이 산과법 적용 수학 수업 실행의 교육적 효과로 제시되었다. 또한 예비수학교사 교육에 주는 시사점으로서, 예비수학교사들에게 수학교과교육론에서 다루는 학습·지도 방법들을 적용하여 수업을 계획, 실행하는 활동의 기회를 적극적으로 제공할 것과, 중등학교 교사 임용후보자 선정 경쟁시험의 수업실기 평가에서 수학교과교육론에서 다루는 학습·지도 방법의 적용을 평가의 한 요소로 다룰 것이 제안되었다.

방정숙·김상화·최지영(2009)은 교사 교육에서 효과적인 방법으로 소개되고 있는 사례기반 교수법을 수학 교사 교육에 접목시켰다. 이 연구에서는 사례기반 교수법을 한 학기동안 예비교사들에게 적용해 보면서, 구체적으로 각 사례에 대해서 무엇을 논의하고 그로부터 무엇을 학습하는지, 사례기반 교수법이 예비교사의 수학 수업 개발 및 반성에 어떠한 영향을 끼치는지, 사례기반 교수법에 대해서 예비교사들이 어떻게 비평하는지, 그리고 사례기반 교수법이 초등교사의 수학과 전문성 신장 측면에서 기여한 것은 무엇이고 개선의 여지가 있는 것은 무엇인지 등을 분석하였다. 연구 결과로서, 수업 사례에 대한 분석 및 논의에서는 좋은 수학 수업과 개선의 여지가 많은 수업이 구체적으로 보고되었다. 사례기반 교수법이 예비교사의 수학 수업 개발 및 반성에 끼친 영향으로는, 수업 준비 전반에 걸친 영향, 수학 수업의 특징을 고려한 설계와 실행 및 반성, 구체적인 사례로부터의 직접적이거나 간접적인 영향, 예비교사들의 수업 개발 및 반성에 대한 태도 등이 제시되었다. 또한 사례기반 교수법에 대한 예비교사의 비평으로서, 사례기반 교수법의 일반적인 장점, 사례기반 교수법의 운영 과정에서

얻은 이점, 다른 초등 교과교육 강좌와의 비교, 사례기반 교수법의 운영 과정에서 비롯된 어려움 등을 보고되었다.

한편, 우리나라의 2007 개정 수학과 교육과정에서는 수학적 개념의 깊이 있는 이해와 활용, 수학적 사고 및 수학적 추론 능력의 함양, 수학적 의사소통 능력의 육성, 수학적 문제해결 능력의 육성 등을 강조하였다(교육인적자원부, 2007). 이와 같은 강조 사항은 NCTM(1988, 2000)에서 수학교육에서 추구해야 할 방향으로 강조한 사항과 일관된다. NCTM에서는 학교수학에서 추구해야 할 원리와 기준을 구현하기 위해서 수학 교실에서 발생해야 할 주요 변화로서 다음과 같은 다섯 가지 사항을 제안하였다(NCTM, 1991).

- 수학 공동체로서의 교실을 지향하기: 단순히 개인들의 모임으로서의 교실로부터 벗어나기
- 정당화로서 논리와 수학적 증거를 지향하기: 옳은 답에 대한 절대적 권위를 교사에게 주는 것에서 지양함
- 수학적 추론을 지향하기: 단순히 기계적 절차를 암기하는 것에서 벗어남
- 추측하기, 발견하기, 문제해결을 지향하기: 기계적인 답 찾기를 강조하는 것에서 벗어남
- 수학, 수학의 아이디어, 수학의 적용의 연결을 지향하기: 수학을 분절된 개념이나 절차들의 구현체로 다루는 것을 지양함.

이와 같은 변화들이 모두 필수적이고 중첩되어 있기는 하지만, 본 연구는 위의 다섯 가지 변화 중에서 특히 첫 번째 항목인 ‘수학 공동체로서의 교실 지향하기’와 밀접한 관련이 있다. 본 연구에서 실시한 교수실험은 구성주의의 관점을 토대로 ‘수학 공동체로서의 교실’을 지향하면서 예비교사들의 개별적 반성, 모둠 토론, 전체 토론 등을 통하여 수학적 지식을 구성하고 발전시킬 것을 지향하였다.

III. 연구 방법 및 대상

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 H-교육대학교에서 수학교육을 심화과정으로 이수하고 있는 3학년 예비교사 34명이다. 이 예비교사들은 본 연구자가 담당하고 있는 「규칙성과 함수」라는 강좌를 수강하고 있는 학생들이다. 「규칙성과 함수」 강좌는 H-교육대학교의 수학교육과 심화과정으로 개설되어 있는 9개 과목중의 하나이며, H-교육대학교의 수학교육과 예비교사들이 3학년 1학기에 이수해야 하는 과목이다.

34명의 예비교사들이 본 연구의 교수실험에 참여한 시기는 2010년 3~4월이다. 본 연구에 참여한 예비교사들은 H-교육대학교의 1학년과 2학년 교사 교육 프로그램을 이수한 상태에서 본 연구에 참여하였으며, 수학교육 관련 강좌로서 「수학교육 I」을 이수한 상태에서 본 연구에 참여하였다.²⁾

2. 연구 방법 및 절차

본 연구는 34명의 H-교육대학교의 수학교육과 3학년 예비교사 34명을 대상으로 한 구성주의적 교수실험의 일부분에 해당한다. 본 연구가 속해 있는 교수실험은 구성주의적 관점을 바탕으로 하여 비율과 비에 대한 예비교사들의 수학적 지식 및 교수학적 지식의 구성 과정을 확인하고자 하는 목적으로 실시되었다.

본 연구에서 예비교사들의 수학적 지식 및 교수학적 지식은 Shulman(1986)의 구분을 따른 것이다. Shulman(1986)은 교사들이 지녀야 할 지식을 크게 일반교수법 지식(general pedagogical knowledge)과 내용 지식(content knowledge)으로, 그리고 내용 지식은 다시 교과 내용 지식(subject matter content knowledge), 교수학적 내용 지식(pedagogical content knowledge), 교육과정 지식(curricular knowledge)으로 구분하여 설명하였다. 본 연구에서의 수학적 지식과 교수학적 지식은 각각 Shulman의 교과 내용 지식과 교수학적 내용 지식을 의미한다. 교과 내용 지식은 수학 그 자체에 대한 지식을 의미하며, 교수학적 내용 지식은 수학이라는 교과를 가르치기 위해 필요한 지식으로서 다른 사람이 이해할 수 있도록 수학 주제를 표현하고 공식화하는 가장 유용한 표현 형식, 학생들의 오개념과 그러한 오개념이 추후의 학습에 미치는 영향 등에 대한 지식 등을 의미한다.

본 연구가 속해 있는 전체 교수실험의 내용과 방법은 다음의 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 전체 교수실험의 내용과 방법

차시	내용	방법
1차시	비율과 비에 대한 수학적 지식 구성	개별 활동
2차시		모둠 활동
3~4차시		전체 토론 및 정리
5차시	비율과 비에 대한 교수학적 지식 구성	개별 활동
6차시		모둠 활동
7~8차시		전체 토론 및 정리
9차시	자기-보고서 작성	개별 활동

2) 참고로, H-교육대학교의 수학교육 관련 강좌들을 살펴보면, 모든 학생들이 필수로 이수해야 할 강좌는 「수학교육 I」과 「수학교육 II」로서 각각 대학교 2학년, 3학년에서 다룬다. 「수학교육 I」에서는 일반적인 수학교육 이론을 다루며, 「수학교육 II」에서는 초등학교에서 다루는 다양한 주제들, 예를 들어, 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 규칙성과 함수, 문제해결 등과 관련된 내용을 다룬다. 한편, H-교육대학교에서 수학교육과에 속해서 수학교육을 심화 전공하는 학생들은, 다른 학생들보다 수학 또는 수학교육 관련 강좌를 20학점 정도 더 이수해야 한다. H-교육대학교의 수학교육 심화 과정으로 개설되어 있는 강좌는, 「수와 연산」, 「규칙성과 함수」, 「도형과 측정」, 「확률과 통계」, 「수학사와 수학교육」, 「수학교육철학」, 「수학 문제해결」, 「수학교육 이론 탐구」, 「멀티미디어와 수학교육」 등이며, 3학년과 4학년에서 이수하도록 되어 있다.

전체 교수실험은 2010년 3~4월에 총 9차시(1차시는 50분)로 진행되었다. 교수실험은 「규칙성과 함수, 강좌에서 다루는 수학 주제인 비율과 비 개념에 대한 예비교사들의 수학적 지식 및 교수학적 지식 구성을 중심으로 이루어졌다. 교수실험은 ‘비율과 비에 대한 수학적 지식 구성(개별 활동→모둠 활동→전체 토론 및 정리) → 교수학적 지식 구성(개별 활동→모둠 활동→전체 토론 및 정리) → 자기-보고서’의 순서로 진행되었다.³⁾ 본 연구에서는, 지면 관계상, 전체 교수실험 내용 중에서 1~4차시에 이루어진 비율에 대한 수학적 지식 구성과 9차시에 이루어진 자기-보고서의 내용을 보고하고자 한다.

본 연구의 교수실험에서 연구자는 강좌 전체를 이끌어가는 안내자의 역할을 수행하였다. 개별 활동과 모둠 활동은 철저히 예비교사들의 주도로 진행되었으며 본 연구자는 전혀 개입하지 않았다. 전체 토론 활동은 예비교사들이 자유롭게 의견을 주고받는 토론 형식으로 진행되었으며, 이 과정에서 본 연구자는 예비교사들의 의견을 조율하는 동시에 토론을 이끌어가는 안내자의 역할을 수행하였다.

본 연구에서 수집하고 분석한 자료는, 비율 개념에 대한 수학적 지식 구성을 위해 예비교사들이 작성한 개인별 활동지와 모둠별 활동지, 전체 토론 활동을 기록한 비디오/오디오 녹화 자료 등이다. 또한 본 연구에서는 예비교사들이 작성한 자기-보고서 자료를 활용하여 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 의견을 조사할 것이다.

IV. 구성주의적 교수실험의 실제

1. 교수실험의 전반적 내용

3) 교수실험의 구체적인 내용은 다음 장인 ‘4. 구성주의적 교수실험의 실제’를 참고하기 바란다.

본 연구가 속해 있는 교수실험에서는 구성주의적 관점을 토대로 비율과 비에 대한 수학적 지식과 교수학적 지식을 예비교사들이 스스로 구성해 나가는 데에 초점을 두었다. 구성주의는 학습자가 지식을 수동적으로 수용하는 것이라는 종래의 관점을 부정하고, 학습자가 스스로의 능동적인 구성 활동을 통해 자신에게 의미 있는 지식을 구성해 나간다고 주장한다. 구성주의에는 다양한 분과가 존재하지만, 학습자의 능동적인 반성 활동이나 사회적 상호작용을 중시한다는 점에서 공통점을 갖는다(황혜정의, 2007).

본 연구의 교수실험에서는 다음과 같은 구성주의의 세 가지의 기본 전제를 토대로 하였다(박영배, 1999; 교육과학기술부, 2009).

- 지식은 학습자에 의해 능동적으로 구성되거나 발견되는 것이다.
- 학습자는 자신의 신체적, 정신적 활동에 대한 반성을 통해서 새로운 수학적 지식을 구성한다.
- 학습에는, 학습자가 교사나 친구들과 함께 토론하고 대화하는 사회적 과정이 반영되어 있다. 또한, 학습자는 자신이 수행한 수학적 사고 과정을 설명하며 정당화하는 활동에 적극적으로 참여할 필요가 있다.

본 연구의 교수실험은, 이와 같은 구성주의의 기본 전제를 충족시키기 위하여, 비율과 비 개념에 대한 수학적 지식과 교수학적 지식을 예비교사들 스스로 반성하고 동료들과의 토론을 통해 구성할 수 있도록 설계되었다. 수학적 지식과 교수학적 지식 구성을 위한 교수실험은 각각 ‘개별 활동 → 모둠 활동 → 전체 토론 활동’ 순으로 진행되었다. 먼저, 개별 활동은 예비교사 본인이 가지고 있는 비율과 비 개념에 대한 수학적/교수학적 지식을 반성하고 기록함

으로써 예비교사들이 현재 가지고 있는 지식을 출발점으로 하여 새로운 지식을 구성하는 것을 목적으로 하였다. 다음으로, 모둠 활동에서는 개별 활동을 통해 반성된 개별적 지식을 모둠 활동을 통해 동료 예비교사들과 토론함으로써, 사회적 과정을 통해 모둠별 지식을 합의하고 정돈하도록 하였다. 마지막으로, 전체 토론 활동은 모둠별 활동을 통해 합의된 지식을 다시 예비교사 전체 토론을 통해 수학적으로 적절하게 정돈하는 것을 목적으로 하였다. 전체 토론 활동은, 모둠별 활동의 결과로서 합의된 지식이 수학적으로 완벽하다고 할 수 없으므로 예비교사들과 본 연구자가 모두 참여하는 전체 토론을 통해 완벽하고 적절한 수학적 지식으로 정돈하는 데에 그 의의가 있다.

비율과 비 개념에 대한 수학적/교수학적 지식 구성을 위한 ‘개별 활동 → 모둠 활동 → 전체 토론 활동’ 후에는 예비교사들에게 자기-보고서(self-report)를 작성하도록 하였다. 자기-보고서에서는, 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 견해, 구성주의적 관점을 바탕으로 한 교수실험이 여타의 전통적인 강의 방식과⁴⁾ 비교하여 갖는 장점과 단점, 교수실험을 통해 알게 된 내용, 교수실험과 같은 강의 방식을 초등학교 수학 수업에 적용할 수 있는가 등에 대해 예비교사들이 자유롭게 기술하도록 하였다.

2. 비율 개념의 수학적 지식 구성을 위한 교수실험

앞에서 언급한 바와 같이, 본 연구에서는 지면 관계상 전체 교수실험 중에서 1~4차시에 이루어진 비율에 대한 수학적 지식 구성과 9차시

에 이루어진 자기-보고서의 내용 중에서 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 반응을 보고하고 분석하고자 한다.

본 연구에서 보고하는 교수실험에서는 비율 개념에 대한 수학적 지식을 예비교사들이 스스로 구성하도록 하기 위하여, ‘개별 활동 → 모둠 활동 → 전체 토론 활동’ 순으로 진행하였다. 개별 활동에서는 비율이 수학적으로 의미하는 바를 예비교사 스스로 정의하고 설명하도록 하였다. 예비교사들에게 개인별 활동지를 제시하였으며, 비율 개념에 대한 예비교사 자신의 수학적 이해 상태를 기록하도록 하였다. 예비교사들은 초·중·고등학교를 거치면서 비율에 대해 이미 학습했으며, 따라서 비록 미흡한 이해 상태에 있을지라도, 수학적 개념으로서의 비율이 의미하는 바를 어느 정도 이미 알고 있다. 이와 같은 개별 활동은, 예비교사들이 이미 학습하여 알고 있는 비율 개념을 개별적으로 정의하고 설명하도록 함으로써, 예비교사들이 현재 가지고 있는 비율 개념에 대한 지식을 반성하고 그것을 출발점으로 하여 새로운 지식을 구성해 나가는 것을 목적으로 하였다.

모둠 활동에서는 4~5명으로 구성된 모둠에서 구성원들끼리 비율 개념을 수학적으로 정의하고 설명하도록 하였다. 모둠 활동의 목적은, 모둠별 구성원들의 충분한 토론과 상호작용을 통해 모둠 구성원들의 개별적인 지식을 서로 공유하는 것이다. 동시에 구성원들끼리의 충분한 의사소통을 통해 모둠 구성원들이 모두 합의하는 비율에 대한 수학적 정의와 설명을 산출하기 위한 것이다. 그리고 모둠별 활동에서 논의된 비율 개념에 대한 수학적 지식 구성에 대한 모든 과정과 결과는 모둠별 보고서에 가능한 상세하게 기록하여 제출하도록 하였다.

4) 여기에서 전통적인 강의 방식은, 교수가 수학교육과 관련된 여러 이론들을 예비교사들에게 설명함으로써 수학교육 지식을 전달하는 것을 중심으로 하는 강의 방식이다.

모둠별 활동이 끝난 후에는 어느 한 모둠의 보고서를 가지고 전체 토론을 실시하였다. 전체 토론 활동은 모둠별 활동을 통해 합의된 비율 개념에 대한 수학적 정의와 설명의 적합성을 전체 토론을 통해 반성적으로 확인하고, 부적합한 내용이 있다면 전체 토론을 통해 수정하고 옳은 수학적 지식으로 정돈하는 것을 목적으로 하였다. 전체 토론 활동의 모든 과정은 비디오와 오디오로 녹화되었다. 전체 토론에서는, 먼저 예비교사 1명이 나와서 자신이 속한 모둠에서 합의한 비율에 대한 수학적 정의와 설명을 전체 예비교사들에게 제시하였다. 다음으로, 그 모둠의 설명을 들은 예비교사들은 발표한 모둠의 정의와 설명에 대해 문제를 제기하고 전체적으로 토론하였다.

이 과정에서 본 연구자(강의자)는 예비교사들의 전체 토론을 조율하고 안내하는 촉진자(facilitator)의 역할을 하였다. 본 연구자가 전체 토론에서 이와 같은 촉진자의 역할을 한 것은 von Glasersfeld(1995)가 제안한 구성주의적 교수학적 시사점에 따른 것이다. von Glasersfeld(1995)는, 구성주의적 관점에서 교사는 학생들이 개인적으로 의미를 구성하도록 뒷받침해야 하며 적절한 활동과 발문을 제공할 필요가 있으며, 이미-만들어진 지식을 단지 전달하는 전달자의 역할을 해서는 안 된다고 주장하였다. 본 연구자는 예비교사들의 토론 과정에서 수학적으로 중요한 내용이 언급될 때는, 그것을 더욱 심층적으로 논의하도록 예비교사들을 격려했다. 예비교사들의 전체 토론 내용이 중심을 잡지 못하고 수학적으로 중요하지 않는 내용으로 흐를 때는, 본래의 토론 주제로 다시 돌아오도록 발문을 하였다. 또한 예비교사들의 전체 토론에서 비율 개념에 대한 중요한 측면이 다루어지지 않을 때에는, 그 측면을 다룰 수 있도록 최소한의 발문을 제시하

였다.

본 연구의 교수실험에서는 비율과 비 개념에 대한 수학적/교수학적 지식 구성을 위한 활동 후에 예비교사들에게 자기-보고서(self-report)를 작성하도록 하였다(<표 3-1> 참고). 예비교사들이 작성한 자기-보고서에는, 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 의견, 교수실험을 통해 알게 된 내용, 교수실험과 같은 구성주의적 강의 방식의 초등학교 수학 수업에의 적용 가능성 등과 관련된 내용이 포함되어 있다. 본 연구에서는 자기-보고서에 포함되어 있는 이러한 내용들 중에서 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 의견, 즉, 예비교사들이 인식하는 구성주의적 수업의 의의, 한계, 어려움 등을 주로 보고하고자 한다. 그 이유는 지면 관계상 본 연구의 내용을 비율 개념에 대한 예비교사들의 수학적 지식 구성으로 한정하였기 때문이다.

V. 결과 및 논의

이 절에서는 구성주의적 교수실험에서 나타난 예비교사들의 비율 개념에 대한 수학적 지식 구성 과정을 보고하고, 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 반응을 살펴보기로 한다.

1. 비율 개념에 대한 수학적 지식 구성

여기에서는 구성주의적 교수실험에서 나타난 예비교사들의 비율 개념에 대한 수학적 지식 구성 과정을 개별 활동, 모둠 활동, 전체 토론 순으로 살펴보기로 한다.

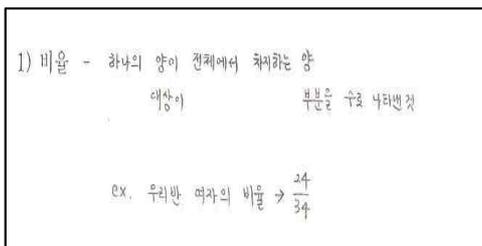
가. 개별 활동

본 연구의 교수실험에서 예비교사들이 개별 활동을 통해 제시한 비율에 대한 정의를 범주화하면 다음의 <표 V-1>과 같다.

<표 V-1> 비율의 정의: 개별 활동

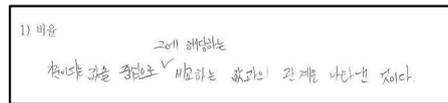
비율의 정의	전체-부분	기준량-비교하는 양	축소-확대	백분율 (%)
예비교사 (명)	21	8	3	2
	34			

본 연구에 참가한 34명의 예비교사들 중에서 21명은 전체-부분 관계를 이용하여 비율을 정의하였다. 예비교사들이 제시한 정의를 예로 들면, ‘하나의 양이 전체에서 차지하는 양’이나 ‘한 가지 대상을 나타낼 때 전체를 일정하게 놓고 한 대상과 비교하는 것’ 등이다([그림 V-1] 참고).



[그림 V-1] 전체-부분 관계를 이용한 비율의 정의: 예비교사-혜선

다음으로 8명의 예비교사들은 비율을 기준량-비교하는 양 관계를 이용하여 정의하였다. 예비교사들이 제시한 정의를 예로 들면, ‘기준이 되는 값을 중심으로 그에 해당하는 비교하는 값과의 관계를 나타낸 것’이나([그림 V-2] 참고), ‘여러 대상을 비교할 때 한 대상을 기준으로 한 다른 대상의 상대적 수치’ 등이다.



[그림 V-2] 기준량-비교하는 양 관계를 이용한 비율의 정의: 예비교사-경민

3명의 예비교사들은 비율을 축소-확대로 정의하였다. 이 예비교사들은 ‘한 대상을 축소하거나 확대한 정도’, ‘같은 범주에 있는 (길이, 넓이 등) 두 요인이 서로 늘이거나 줄이면 같아지는 경우’ 등으로 비율을 정의하였다. 2명의 예비교사들은 비율이 백분율이라고 정의하였다. 이 예비교사들은 비율을 ‘100%를 기준으로 환산하여 크기를 표시한 것’, ‘비를 백분율로 표시한 것’ 등으로 정의하였다.

개별 활동에서 나타난 예비교사들의 수학적 이해 정도를 종합해 보면, 34명의 예비교사들 중에서 8명(23.5%)만이 비율을 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로서 수학적으로 옳게 이해하고 있음을 알 수 있다. 21명(61.8%) 예비교사들은 비율을 ‘부분이 전체에서 차지하는 양’으로 이해하고 있으며, 이 예비교사들은 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로서의 비율에서 기준량이 전체이고 비교하는 양이 부분이 되는 특수한 형태의 비율만을 생각함으로써 비율을 미흡하게 이해하고 있다고 할 수 있다. 3명(8.8%) 예비교사들은 비율을 ‘한 대상을 축소하거나 확대한 정도’로 이해하고 있었으며, 2명(5.9%) 예비교사들은 ‘비율은 백분율’이라고 이해하고 있었다. 이 예비교사들 또한 비율의 특별한 유형으로서의 확대나 축소, 백분율을 비율 그 자체로 생각하는 오개념을 가지고 있다고 할 수 있다.

나. 모둠 활동

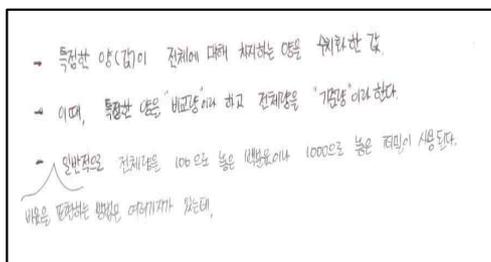
본 연구의 교수실험에서는 예비교사들의 개

별 활동 후에 모둠별 활동을 실시하였다. 34명의 예비교사들을 총 8개 모둠(한 모둠은 4~5명)으로 구성하였으며, 비율 개념에 대한 토론을 통해 모둠별 정의와 설명을 제시하도록 하였다. 모둠별로 제시한 비율 개념에 대한 수학적 정의와 설명은 모둠 구성원들의 토론을 거쳐 합의된 것이라고 할 수 있다. 모둠별 토론의 결과로 합의된 비율에 대한 모둠별 정의는 다음의 <표 V-2>와 같다.

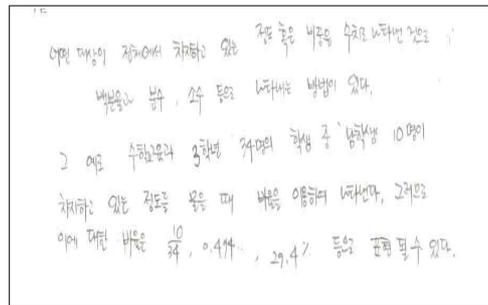
<표 V-2> 비율의 정의: 모둠별 활동

비율의 정의	전체 부분	전체-부분 & 기준량-비교하는 양	백분율 (%)	축소-확대
모둠 (수)	6	1	1	0
	8			

8개 모둠 중에서 6개 모둠은 비율을 전체-부분 관계로서 정의하였다. 다음의 [그림 V-3]과 [그림 V-4]에 나타난 모둠 G1과 G2의 정의가 그 대표적인 정의이다. 모둠 G1은 비율을 ‘특정한 양(값)이 전체에 대해 차지하는 양을 수치화한 값’으로 정의하면서, 특정한 양을 비교량, 전체량을 기준량이라고 설명하고 있다. 모둠 G2는 비율을 ‘어떤 대상이 전체에서 차지하고 있는 정도 혹은 비중을 수치로 나타낸 것’으로 정의하고 있으며, 전체-부분 관계를 비율에서 핵심적인 측면으로 파악하고 있다.



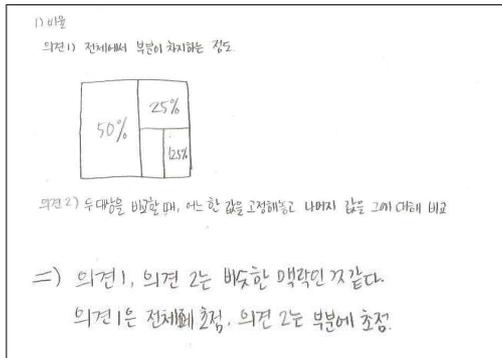
[그림 V-3] 모둠 G1의 비율 정의: 전체-부분 관계



[그림 V-4] 모둠 G2의 비율 정의: 전체-부분 관계

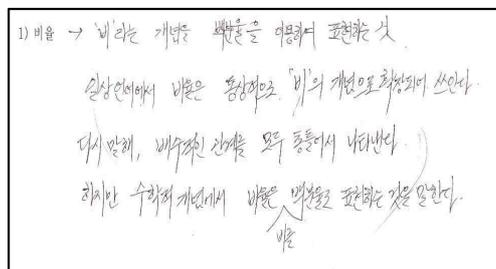
8개 모둠 중에서 오로지 모둠 G3만 비율의 정의에서 기준량-비교하는 양 관계를 고려한 것으로 나타났다([그림 V-5] 참고). 모둠 G3은 비율을 ‘두 대상을 비교할 때 어느 한 값을 고정해 놓고 나머지 값을 그에 대해 비교’로 정의하고 있으며, 여기에서 ‘고정된 어느 한 값’은 기준량을 의미하고 ‘나머지 값’은 비교하는 양을 의미한다고 할 수 있다. 그러나 모둠 G3 또한 비율의 정의에서 기준량-비교하는 양 관계와 함께 전체-부분 관계를 언급하였다([그림 V-5] 참고). 모둠 G3은 비율을 ‘전체에서 부분이 차지하는 정도’라는 설명도 제시하고 있다. 모둠 G3은 ‘전체에서 부분이 차지하는 정도’로 정의한 것에서는 전체를 강조한 것이며, ‘두 대상을 비교할 때 어느 한 값을 고정해 놓고 나머지 값을 그에 대해 비교’로 정의한 것에서는 부분에 초점을 두고 있다고 부가적인 설명을 제시하고 있다. 모둠 G3에서 ‘두 대상을 비교할 때 어느 한 값을 고정해 놓고 나머지 값을 그에 대해 비교’로 비율을 정의한 것을 보면, 모둠 G3의 예비교사들이 비율 개념에서 두 대상의 비교, 즉 기준량과 비교하는 양을 암묵적으로 고려하고 있는 것으로 보인다. 그러나 ‘두 대상을 비교할 때 어느 한 값을 고정해 놓고 나머지 값을 그에 대해 비교’로 정의한 것이 부분에 초점을 두고 있다는 부가적인 설명으로부터, 모둠 G3의 예비교사들 또한 ‘전체-부분’

관계로서의 비율에서 완전히 벗어나지는 못하고 있음을 알 수 있다.



[그림 V-5] 모둠 G3의 비율 정의: ‘전체-부분’ & ‘기준량-비교하는 양’

모둠 G4는 비율은 비라는 개념을 백분율로 표현한 것이라고 설명하고 있다. 또한 모둠 G4는 일상 언어에서 비율은 통상적으로 비의 개념으로 확장되어 쓰이지만, 수학적 개념에서 비율은 비를 백분율로 표현하는 것이라고 설명하고 있다. 백분율은 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로서의 비율을 기준량을 100으로 해서 표현한 값이며, 기준량을 1로 했을 때의 비율은 분수나 소수로 표현될 수 있다. 모둠 G4는 비율을 표현하는 여러 방법 중의 하나인 백분율이 비율 그 자체라고 잘못 인식하고 있는 것으로 나타났다.



[그림 V-6] 모둠 G4의 비율 정의: ‘백분율’

모둠별 활동 결과, 비율을 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로서 수학적으로 옳게 설명한 모둠은 존재하지 않았다. 개별 활동에서는 8명의 예비교사들이 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로 비율을 설명하였지만, 모둠별 활동에서는 이러한 설명이 전혀 제시되지 않았다. 대다수의 예비교사들이 비율을 전체-부분 관계로만 생각했기 때문에, 개별 활동에서 비율을 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로 생각한 소수의 예비교사들의 목소리가 반영되지 않은 것으로 판단된다. 비율을 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로 생각한 소수의 예비교사들은 모둠 활동에서 자신의 의견을 끝까지 관철하지 못하고 다수의 예비교사들의 의견을 따라간 것으로 파악된다.

비율 개념에 대한 수학적으로 옳은 정의는 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’이다. 또한 비율 개념에는 전체-부분 비율, 부분-부분 비율, 내적 비율(종류의 같은 두 양의 비율), 외적 비율(종류가 다른 두 양의 비율), 분수 및 소수 표현과 백분율 표현 등의 다양한 측면이 내포되어 있다(김수현 & 나귀수, 2008; 정은실, 2003; Freudenthal, 1983; Streefland, 1985).

비율에 대한 개별 활동과 모둠별 활동의 결과, 대부분의 예비교사들은 비율의 특별한 유형인 전체-부분 비율을 비율 그 자체라고 이해하는 오개념을 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 일부 예비교사들은 비율의 표현 방법으로서의 백분율을 이해하지 못하고 비율과 백분율을 동일시하고 있었으며, 비율 개념이 적용되는 특별한 형태인 확대-축소를 비율과 동일시하는 것으로 나타났다.

다. 전체 토론

전체 토론에서는 개별 활동과 모둠 활동에서 나타난 예비교사들의 수학적 지식의 미흡한 측

면을 예비교사들이 스스로 인식하고 적합한 수학적 지식으로 정돈해가는 데에 초점을 두었다. 예비교사들은 전체 토론을 통해 비율 개념에 대한 옳은 수학적 정의를 이해했으며, 비율 개념에 내포되어 있는 다양한 측면을 발견하고 정리하였다. 본 연구자는 필요할 때마다 예비교사들의 전체 토론 과정에 참여하였으며, 이는 예비교사들의 토론 중에서 중요한 내용과 질문 사항이 나왔을 때 예비교사들이 그것에 대해 심층적으로 토론하고 반성적으로 사고하도록 안내하기 위해서였다.

비율 개념의 수학적 지식 구성을 위한 전체 토론은 1시간 동안 진행되었으며, 다음에서는

전체 토론의 시작, 비율의 다양한 표현 방식 이해하기, 비율 정의하기, 상대적 크기로서 비율 이해하기 등의 네 부분으로 구분하여 전체 토론의 과정과 그 내용을 살펴보기로 한다.

가) 전체 토론의 시작

본 연구자는 전체 8개 모둠의 보고서를 미리 살펴본 다음, 전체 토론에서 논의하기에 가장 풍부한 내용을 포함하고 있는 보고서 1개를 선정하고, 이것을 전체 토론의 출발점으로 설정했다. 전체 토론은 8개 모둠 중에서 1개 모둠의 대표가 강의실 앞으로 나와서 자신의 모둠에서 논의한 내용을 전체 예비교사들에게 설명

1) 비율 - 비율은 %다?

- 비율과 관련해서는 기준이 되는 값이 존재해서 그것의 관계
- 기준이 되는 값이 일정하되 나타내지는 않고, 비교하는 값만 나타낸다
- 어떤 대상이 전체에서 차지하는 값
- % 뿐만 아니라 비율도 비율이 된다 ex. 할,푼,리 (기준값이 1인 경우)
- 비율은 기준값이 정해져 있으므로 절대적?

우리반에서 여자가 차지하는 비율 $\rightarrow \frac{24}{34}$
전체

$\frac{24}{34} \times 100 \approx 70(\%)$

⇒ 기준이 되는 값이 존재하되 꼭 명시하지는 않아도 (일정하기 때문에) 알수 있으며, 전체에서 비교하는 값이 차지하는 비율만을 나타낸 것

[그림 V-7] 모둠 G5의 모둠보고서

함으로써 시작되었다.

본 연구자가 전체 토론의 출발점으로 선정한 모둠 보고서는 모둠 G5의 것이었다([그림 V-7] 참고). 모둠 G5의 대표 경우가 전체 토론의 시작으로 발표된 내용은 다음과 같다.

[장면 1] 전체 토론의 시작: 모둠 G5의 발표

경우(모둠 G5의 대표) : 저희 ‘수학의 신’조가 발표를 시작하도록 하겠습니다. 첫 번째, 비율을 저희 조는 일단은 다양하게 저희 조에서 나온 의견이, 첫 번째 비율은 퍼센트(%)다. 비율과 관련해서는 기준이 되는 값이 존재해서 그것의 관계하는 식의 설명인 것 같았고, 그리고 다섯 번째 줄 보면 %뿐만 아니라 타율도 비율이 된다는 식으로 비율에 관해서는 다양하게 표현이 가능하다는 것을 일단은 생각해 보았습니다. 마지막으로 비율은 기준값이 정해져 있으므로 절대적이라는 물음표를 제시했는데, 이 물음표에 대해서는 저희 조 내에서도 의견이 다양하게 갈렸기 때문에 전체 토론 시간에 함께 여러 학우분들과 의견을 나눠 보고자 이 의견도 저희 조 내에서는 질문 식으로 적어 보았습니다.

R(본 연구자) : 여기에 여러분들이 전체 토론할 수 있는 내용이 굉장히 많이 있어요. 마지막 질문이 되게 좋지요? 비율은 기준값이 정해져 있으므로 절대적이다? 마지막 물음표에 대해서 조에서 논의된 것, 또는 의견 합의가 안된 것 등, 어떤 것이 있었어요?

경우 : 기준값이 정해져 있으므로 나와 있는 예를 들어, 백분율이라고 하면 기준을 100으로 두지 않습니까? 그런데 반해서 그럼 100으로 두는 거 외에도 솔직히 말하면 1000 두고도, 10000 두고도 또 다른 여러 여타의 값을 넣어서 해도 그렇게 보면 넣어서 비율을 충분히 만들 수도 있는데도 과연 비율을 절대적으로 봐야하는가? 어차피 값은 일정하기 때문에 절대적으로 볼 수 없지만, 기준이 되는 값이 다양하기 때문에 오히려 더 상대적인 것이 아닌가? 하고 저희 조 내에서도 의견이 분분했습니다.

그니깐 기준이 되는 것을 보면서 절대적이다 상대적이다 라는 의견이 나왔습니다.

R : 비율이라는 것이 100으로 보면 %인데 기준을 꼭 100으로 안보고, 1000으로 보고 10000으로 보고 그렇게 해도 된다는 거네요. 비율에 대한 또 다른 설명이 있네요.

경우 : 저희 조 같은 경우는 일단 그림을 그려서 일단 비율에 관한 간략한 개념을 설명하고자 했었는데요([그림 5-7] 참고). 일종의 예시인데 우리 반 34명인데 여자는 24명이고 남자는 10명으로 나눠져 있는데 우리 반 전체에서 결국에 우리 반 인원이라고 하면 전체가 되겠죠. 이 상태에서 여자가 차지하는 비율은 34명중에 24명, 즉 24/34로 되고, 그것을 지금 배우고 있는 비율에 관해서 또 하나의 예시 백분율로 따지자면 곱하기 100을 함으로써 70%가 나온다는 비율이 나오게 되므로 이것은 예시로 비율에 대한 설명을 조금 돕고자 했습니다. 그래서 저희가 최종적으로 결론을 내린 것은 마지막 줄인데요. 기준이 되는 값이 존재하되 꼭 명시하지 않아도, 왜냐면 일정하기 때문에 우리는 알 수 있으면서 동시에 전체에서 비교하는 값이 차지하는 비중만을 나타낸 것을 비율이라고 저희는 저희 나름의 정의를 내려 봤습니다.

모둠 G5의 비율 개념 설명으로부터, 전체 토론에서 다루어야 할 논쟁점으로서 두 가지가 제기되었다. 하나는 비율이 절대적 값인가 아니면 상대적 값인가에 대한 문제이며, 다른 하나는 비율을 ‘전체에서 비교하는 값이 차지하는 비중’으로 정의하는 것이 수학적으로 적절한가에 대한 것이었다([장면 1] 참고).

나) 비율의 다양한 표현 방식 이해하기

전체 토론에서는 먼저 비율이 절대적 값인가 아니면 상대적 값인가에 대한 논쟁이 시작되었다. 모둠 G5에 따르면, 기준을 무엇으로 정하는가에 따라 비율이 $\frac{24}{34}$ 나 70%로 표현되는데, 이

것으로부터 비율을 절대적이라고 할 것인가 아니면 상대적이라고 할 것인가에 대해 모든 구성원들 사이에 논쟁이 있었으며 이 점에 대해서 모든 구성원들이 합의된 결론을 내리지 못했다. 그러나 최종적으로는 기준이 되는 값이 존재하되 꼭 명시하지 않아도 되는 것으로 결론을 내리고 있다([장면 1] 참고).

모듬 G5의 이와 같은 설명에 대한 전체 토론 내용이 다음의 [장면 2]에 제시되어 있다. 먼저, 사회는 기준이 되는 값이 없으면 어느 값인지 알 수 없다는 문제를 제기하고 있으며, 이에 대해 모듬 G5의 구성원인 혜진은 모듬 G5의 주장은 백분율이라고 하면 기준이 100이라는 것을 써 놓지 않아도 기준을 알 수 있다는 의미임을 주장하고 있다. 다시 지수는 비율이 %와 타올만이 아니라 피자 8조각 중에 3조각을 먹으면 $\frac{3}{8}$ 이라고 표현할 수 있고 이것도 비율이라고 문제를 제기하고 있으며, 이에 대해 혜진은 %와 타올은 모듬 G5에서 비율의 예로 제시한 것이며 %와 타올이 비율이라고 정의한 것은 아니라고 주장하였다. 병호는 본인이 속한 모듬에서는 수학적 의미에서의 비율은 %를 가진 의미에서만 쓰인다고 합의되었음을 주장하였다. 이에 대해 진아는 %는 기준이 되는 값을 100으로 정했을 때의 비율이고, 분수로 표현할 때는 기준이 1이며, 기준이 다른 것에 따라서 표현하는 방식이 다르다는 의견을 제시하였다. 진아의 주장에 이어 수민이는 비율을 백분율로 표현하는 이유를 구체적 예를 들어 설명하였다. 수민이는 부분이 기준이 되는 전체에 대해 차지하는 양을 비율이라고 했을 때, 그 전체의 값이 서로 달라지면, 즉 전체를 통일해주지 않으면 전체에서 차지하는 양이 정확하게 어느 만큼을 차지하고 있는지를 비교하기가 어렵기 때문에, 기준이 되는 전체를 모두 100으로 환산하는 것이 편리하다는 주장을

덧붙였다.

[장면 2] 비율의 다른 표현 방식으로서의 백분율, 분수 이해하기

사회 : 기준이 되는 값이 존재하지 않으면 10%라고 했을 때, 1000의 10%와 100의 10%는 다르잖아요, 양이. 1000의 10%는 100이 되고, 100의 10%는 10이 되는데, 그건 알 수 없지 않나요? 그냥 10%라고 하면 그 기준이 되는 값이 없으면 어느 값인지 알 수 없잖아요.

혜진(모듬 G5의 구성원) : 저희 조가 한 말이 무슨 말이나면요, 기준이 되는 값이라는 게 백분율이라는 것은 기준이 100이 되고, 할펀리 라는 건 기준이 1이 되잖아요. 근데 그것을 꼭 백분율에서는 100을 기준으로 한다. 이런 말을 명시하지 않아도 백분율이라고 하는 100의 기준을 알 수 있다 라는 말을 써 놓은 거예요.

지수 : 기준이 %랑 할펀리 라는 것 자체도 비율이 차지하는 거 거잖아요.

R : 아~그래요. 조금 구체적으로 생각해보자

지수 : 비율이 딱히 %와 타올만이 아니라 전체에서 일정량을 차지하는 것이라고 정의를 하면 예를 들어 100개 아니고, 1이 기준이 아니고 피자를 먹었는데 8조각 중에 3조각을 먹으면 $\frac{3}{8}$ 이렇게 적게 되잖아요.

R : 지수가, 피자가 환판인데 8조각 중 3조각을 먹었으면 $\frac{3}{8}$. 이것도 비율이다 그러는데 이것에 대해서는 어떻게 생각해요.

혜진(모듬 G5의 구성원) : 저희가 적을 때요, %랑 타올을 예를 든거지. 그것을 비율이라는 정의를 한 것은 아니예요.

병호 : 저희 조는 조금 다른 의견인데요, ... 사실 저희는 딱 끊어서 비율을 %라고 표시를 했거든요. 왜냐면 수학 문제를 풀 때 비율을 구하라고 하면 항상 %를 구할 수 있게 이런 형식으로 문제가 나와요, 백분율 형식으로 나왔던 거로 기억해서. 일반 언어에서 너희 남녀의 비율이 어떻게 되냐라고 물으면 우리는 2:1이라고 말하긴 하지만, 언어 사용에 있어서는. 수학적 의미에서는 비율은 %를 가진 의미에서만 쓰인다

고 생각했어요.

R : 비율은 %다, 이렇게? ...모듬 G5에서는 %와 타율이 비율의 예라는 얘기를 했고, 지수는 그것뿐만 아니라 분수 $\frac{3}{8}$ 도 비율이라고 이야기 했어요. 그것에 대해서 병훈이는 비율은 %다 라고 정의하자는 거야?

병호 : 백분율과 비율 개념을 묶어서 생각하자는 거예요.

R : 백분율과 관련해서 ... 다른 사람은 의견 없어요?

진아 : 제가 생각에는 %는 기준이 되는 값을 100으로 정했을 때 비율이고, 분수로 표현할 때는 기준이 1로도, 기준이 다른 거에 따라서 표현하는 방식이 다른 거 같아요.

R : 표현하는 방식이 다르다? 비율이라는 것은 기준량을 100으로 놓을 때는 %이고, 1로 놓을 때는 분수로 표시된다. 진아의 말에 대해 어떻게 생각해요?

수민 : 제 생각은 비율이라는 것은 기본적으로 부분이 기준이 되는 전체에 차지하는 양이라고 생각하는데, 그렇다고 한다면 전체가 되는 양이 다 다를 수 있잖아요. 수학과가 34명, 그러니깐 전체에서 여자가 차지하는 비율, 수학과는 전체가 34명이고, 예를 들어 사회과는 57명이고, 어디는 70명이고 이렇게 된다면, 전체에서 차지하는 양이 전체를 통일해 주지 않으면 수학과는 $\frac{24}{34}$, 사회과는 $\frac{32}{70}$ 이런 식으로 되면 그 조건이 전체에서 정확하게 어느 만큼을 차지하고 있는지를 비교하기가 감이 안 오니깐, 전체 기준량을 모두 다 100으로 일정하게 100은 아니지만 100으로 환산했을 때, 부분이 차지하는 양이 100중에 10이다, 100중에 20이다 라고 하면 한눈에 알아 볼 수 있기 때문에 편리하게 백분율이라 할뿐리나 성분률이라는 단어를 사용한다고 생각해요. 백분율, 할뿐리, 성분률 같은 것은 기준량을 전체로 (일정하게) 환산하는 거니깐 비율의 부분 개념이라고 볼 수 있다고 생각해요.

[장면 2]에 제시된 전체 토론을 통해 예비교사들은 비율을 백분율이나 분수 등으로 다양

하게 표현할 수 있음을 이해하게 되었다. 모듬 G5의 구성원들은 비율이 단 하나의 값으로 표현되지 않고 백분율이나 할뿐리로 표현될 수 있다는 사실로부터 비율이 상대적 값인지 아니면 절대적 값인지에 대해 혼란스러워한 것으로 판단된다. 비율은 '기준량에 대한 비교하는 양의 크기'로서 기준량이 무엇인가에 따라 비교하는 양의 크기가 달라지는 상대적 크기를 나타내는 값이다. 위의 전체 토론에서는 예비교사들이 비율의 서로 다른 표현 방식으로서 백분율과 분수를 이해하기는 하였지만, 비율이 상대적 크기를 나타내는 개념이라는 것을 이해하는 데까지는 이르지 못하였다.

다) 비율 정의하기 : 전체-부분 vs. 기준량-비교하는 양

모듬 G5의 설명에서 살펴보아야 할 또 다른 문제는, 비율을 '전체에서 비교하는 값이 차지하는 비중'으로 정의하는 것이 수학적으로 적절인가에 대한 것이었다([장면 1] 참고). 본 연구자는 이것에 대해 전체 토론을 유발하기 위해 발문하였으며, 이에 대한 예비교사들의 전체 토론이 이어졌다([장면 3]).

[장면 3] 비율 정의하기 : '전체-부분' 관계에서 '기준량-비교하는 양' 관계로 수정

R : 그럼. 이제 모듬 G5의 발표에서 비율을 전체 중에서 부분이 차지하는 비중으로 정의했는데 이것에 대해 논의해 봅시다. 그런데, 이거 비중이라는 것은 무슨 말이지요? 전체 중에서 부분이 차지하는 비중이라, 비중이 뭔지 감이 오나요?

예비교사들 : (일부에서) 무게감이요

R : 아, 무게감. 그게 비중이라고 했어요. 이것에 대해 다 동의해요?

예비교사들 : 네.

R : 좋아요. 그러면, 비율을 전체에서 비교하는 값이 차지하는 비중으로 정의했었는데, 비중이라는 것을 우리가 그냥 상식적으로 이

해한다고 생각하고, 비중 아, 차지하는 거 뭐 그 정도 생각하면은 전체에서 비교하는 값이 차지하는 비중이 비율이다. 이것에 대해서는 다 동의해요?

수진 : 그러니까 저기에서 나온 것은 전체가 기준량이 되니까 전체라고 하지만, 원래 비율 자체는 기준량에 대해서 비교하는 양의 크기니까, 그러니까 기준량을 뭐로 두느냐에 따라서 달라야 된다고 생각하거든요. 그러니까 저기서 우리 반에서 여자가 차지하는 비율이라고 했으니깐 24/34지, 여자와 남자의 비율을 따진다면 10/24이 될 수도 있는 거잖아요, 기준량을 뭐로 하느냐에 따라서 비율이 달라진다고 생각해요.

R : 지금 수진이 말이 전체에서 비교하는 것이 차지하는 값이 비중이라고 했는데, 저걸로 비율의 설명이 부족하다는 거네요. 왜? 전체가 아니고 뭐라는 거예요? 기준, 응, 수진이 다시 한 번 말해볼까?

수진 : 기준량에 대한 비교하는 양이 차지하는 ...

혜진(모둠 G5의 구성원) : 저희가 저기에서 전체라고 한 것은 이제 저 예시를 들 때 우리 반에서 여자가 차지하는 비율이라고 해서, 여자는, 여자의 수는 우리 반 수 안에 포함이 되잖아요, 그래서 이제 비교하는 값이 뭐뭐보다 상대적인 값을 전체라고 본 거거든요. 그래서 저희가 흔히 말할 때, 여자 남자의 비율이라고 하지 않고 여자 남자의 성비를 비교하라고 하잖아요. 그래서 비율할 때 부분과 부분을 비교한다고 그랬고, 저희가 흔히 생각할 때 비율이라는 것은 어떤 비교하는 값이 그 기준이 되는 값을 비교하는 값을 포함하는 관계에서 비율이라고 생각했어요.

R : 아, 그렇구나. 그렇지? 그러니까 비율은 지금 G5 모둠, 비율은 전체 중에서 궁극한 부분이 차지하는 것은 비율이고, 예를 들어서 이제 여학생과 남학생의 비, 이렇게 한다는 거예요. 해주 말에 대해서는 어떻게 생각해?

병호 : 저는요, 비율이라는 걸요 비라고도 사람들이 국어적으로 말하잖아요. 그래서 황금 비율일 때 황금비라고 간단히 말하잖아요.

그것처럼 여자 대 남자의 비라고 하지만 전체란 걸 수진이 말대로 기준량으로 적어야 될 거 같아요.

R : 아, 그러니까 수진이 말에 동의하는 건가요? 그러니까 전체량이 아니고 기준량에서 기준량에 대해서 비교하는 양을 파악하는 건데 기준량은 전체가 될 수 있기도 하고, 또 부분이 되기도 한다는 건가요? 이제 여러분 생각을 어떻게 정리하는 게 좋을까? 비율은, 비율은 말이야 전체와 부분만이 비율일까? 예를 한 번 생각해 보세요.

나연 : 뭐 흑자나 적자 났을 때 보면 전년 대비해서 몇 %가 안 되고 100 이하로 날 때, 100 이하로 나는 범이 없고, 작년 대비 뭐 150%가 상승했습니다, 이런 얘기를 하잖아요. 아니면 뭐 재작년 또 그럼 그 값을 재작년에 따라 비교할 수도 있고, 아니면 작년에 따라 비교할 수도 있는 값이 비율을 표시하는 방법에 백분율이라는, ... 백분율로 했을 때 항상 그럼 100보다 작아야 되는데 100보다 크다는 거는 전체에 따라 비율을 하는 게 아니라 기준량에 따라서 비율을 하는 거니까 그런 ...

병호 : 그런데 그거는 작년 대비가 기준 비율이 기준치가 되면은 다음 해에 올해 뭐 그게 하여튼 작년 기준치에 비해서 올해 비교해야 될 그 대상을 부분으로 봤을 때, 이거분에 이거를 하면은 사실 100이 넘어도 상관없을 것 같은데.

나연 : 제 생각은 올해는 올해 따르고, 작년은 작년 따르니까 이게 전체랑 부분이 아니고 일단 부분이랑 부분이 아닐까 해요.

경우(모둠 G5의 대표) : 저 같은 경우는 전체가 있다고 그러면 솔직히 말해서 비율이라고 하기에는 부분과 부분 사이에서도 가능하다고 생각하거든요. 예를 들어 간단한 문제로 박스 안에 사과가 5개가 있고 배가 5개가 있고 수박이 5개 있다고 그러면 사과와 수박 사이의 비율은 몇 대 몇이냐 라는 식으로 또는 몇 분의 몇 그러니까 이거를 서로 비교할 수 있기 때문에 단체에서도 비율은 가능하다고 생각하거든요. 그래서 역시 이것 그러니까 부분과 부분에서도 되는

거지 비교하는 값에 의해서 뭐 전체에서 꼭 그거에 의해서 구애받을 이유는 없다고 저는 생각하는데요.

[장면 3]의 전체 토론 내용을 살펴보면, 비율을 ‘전체에서 비교하는 값이 차지하는 비중’으로 정의한 G5의 설명에 대해, 수진이가 문제를 제기하였다. 수진이는 우리 반에서 여자가 차지하는 비율은 24/34이지만, 여자와 남자의 비율을 따진다면 10/24이 될 수 있기 때문에 비율은 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’라고 주장하였다. 이에 대해 모듈 G5의 구성원인 혜진이는 여자와 남자의 비율이라고 하지 않고 여자와 남자의 성비라고 하기 때문에, 부분과 부분을 비교하는 것은 비를 말할 때이고, 비율이라는 것은 어떤 비교하는 값이 그 기준이 되는 값에 포함되는 관계에서 생각하는 것이 적절하다고 주장하였다. 병호는 예를 들어 황금 비율을 황금비라고 하는 것처럼, 여자 대 남자의 비라고 하지만 국어적으로 비를 비율이라고도 하기 때문에 모듈 G5의 비율 정의에서 ‘전체’를 ‘기준량’으로 적어야 한다고 주장하였다. 이에 대해 본 연구자는 ‘전체와 부분’의 관계만을 생각하는 것이 비율인지 아니면 다른 예도 있는지를 생각해 보도록 발문하였다. 나연이가 만약 비율이 전체에서 부분이 차지하는 크기라면 백분율이 항상 100%보다 작아야 하는데, 흑자나 적자가 났을 때 작년 대비 150% 상승했다는 말을 하는 것으로 보아 ‘전체에 따라 비율을 하는 게 아니라 기준량에 따라서 비율을 하는 것’이 옳다고 주장하였다. 나연이의 이러한 주장에 대해 병호가 문제 제기를 하자, 나연이는 ‘올해는 올해 따르고, 작년은 작년 따르니까 전체랑 부분이 아니고 부분이랑 부분’을 비교하는 것이라고 주장하였다. 이어서 모듈 G5의 대표인 경우가 적절한 예를 들면서 부분과 부분에서도 비율을 생각할 수 있으며, ‘꼭

비교하는 값에 대해서 전체에서’ 비율을 생각할 필요는 없다고 주장하였다.

이와 같은 전체 토론을 통해 예비교사들은 ‘전체-부분’ 관계에서의 비율 뿐만 아니라 ‘부분-부분’ 관계에서의 비율도 고려하게 되었으며, 비율의 정의를 ‘전체에서 부분이 차지하는 비중’에서 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로 수정하였다.

라) 상대적 크기로서 비율 이해하기

‘전체에서 부분이 차지하는 비중’에서 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로 수정된 비율의 정의에 대해 준현이는 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 상대적 크기’로 다시 수정할 것을 주장하였다. 준현이는, 반 학생들이 34명이고 남학생이 10명인데 다른 과에서 여학생 1명이 전과해 왔을 때, 남학생의 수는 변함이 없는데 전체의 값이 변했기 때문에 전체에 대한 남학생의 비율이 달라진다는 예를 제시하였다. 준현이의 이와 같은 주장에 예비교사들은 모두 동의하였으며, 결국 비율은 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 상대적 크기’로 정의되었다.

[장면 4]

준현: 기준량에 대한 비교하는 양의 상대적 크기라고 해야 하지 않을까요?

수희: 기준량에 대한 비교하는 양의 상대적 크기? 왜 상대적인 크기라고 해야 해?

준현 : 그러니까 기준량에 따라서 비율이 달라진다고 생각합니다.

R : 아, 그렇구나. 준현이가 상대적인 크기라고 하네요. 예를 들어 한번 설명해 볼까요?

준현 : 네, 저희 반 총원이 34명인데 거기에서 다른 과에서 여학생 1명이 전과해 왔을 때, 그러니까 전체에 대한 남학생의 비율은 남학생의 수는 변함이 없는데 전체의 값이 변한다면 그 비율도 달라진다고 생각합니다.

위에서 살펴본 바와 같이, 예비교사들은 비율에 대한 수학적 이해를 위한 1시간에 걸친 전체 토론을 통해 비율의 다양한 표현 방식으로서의 백분율과 분수 및 할분리, 전체-부분 비율과 부분-부분 비율 등을 이해할 수 있었다. 또한 비율의 정의를 ‘전체에서 부분이 차지하는 비중’에서 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 상대적 크기’로 수학적으로 옳게 수정하였다. 그러나 전체 토론에서 예비교사들이 비율의 예로 제시한 것은 모두 같은 종류의 두 양을 비교하는 비율(내적 비율)로서, 다른 종류의 양을 비교하는 비율(외적 비율), 예를 들어 속도나 인구 밀도 등은 나타나지 않았다. 전체 토론에서 예비교사들이 외적 비율에 대한 적절한 예를 제시하지 않았기 때문에, 내적 비율과 외적 비율을 전체 토론에서 다루지 못한 채로 비율 개념에 대한 수학적 지식 구성이 마무리되었다.

2. 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 반응

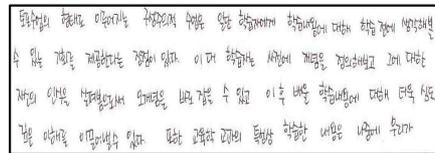
여기에서는 구성주의적 교수실험(수업)을 직접 경험한 예비교사들이 작성한 자기-보고서에 포함되어 있는 내용들 중에서 구성주의적 교수실험에 대한 예비교사들의 의견, 즉 예비교사들이 인식하는 구성주의적 수업의 의의, 한계, 어려움 등을 주로 살펴보기로 한다.

가. 구성주의적 교수실험의 의의

본 연구에 참여한 예비교사들이 구성주의적 교수실험(수업)의 의의로 지정한 사항은, 학습할 개념에 대한 사전 사고 경험, 학습할 개념의 심층적 이해 및 적극적 수업 참여, 학습할 개념에 대한 기억의 강화, 오개념 교정의 기회 제공, 초등학교 학생들의 학습 과정 경험 등이었다. 다음에서는 예비교사들이 지정한 이러한 구성주의적 수업의 의의에 대해 보다 구체적으로

살펴보기로 한다.

첫째, 예비교사들은 구성주의적 수업에서 개별 활동을 통해 학습할 개념에 대해 사전에 생각해볼 수 있는 기회를 갖는 것이 의미 있다고 응답하였다. 예비교사들은 개별 활동에서 개념을 정의하고 설명해봄으로써 이후에 학습할 개념에 대한 자신의 인식을 살펴보고 반성할 수 있다고 응답하였다. 또한, 자신의 개념 이해 상태와 오개념을 확인할 수 있고, 이것은 이후에 학습할 학습 내용에 대한 더욱 심도깊은 이해를 이끌 수 있다고 언급하였다([그림 V-8] 참고).



[그림 V-8] 구성주의적 수업의 의의 (1)

둘째, 예비교사들은 구성주의적 수업이 수업에의 적극적 참여를 유도하며, 또한 모둠 활동과 전체 토론을 통해 지적 영역을 확장할 수 있었다고 언급하였다. 구성주의적 수업에서는 예비교사 본인이 생각하는 개념과 그 개념에 대한 자신의 이해를 생각해 보고, 말해보고, 또 다른 예비교사의 생각을 들어볼 수 있는 기회를 가질 수 있기 때문에 개념에 대한 심층적 이해가 가능하다는 것이다([그림 V-9] 참고). 예비교사들은 수업 시간 이외에 따로 시간을 할애하여 공부하지 않더라도 모둠 활동과 전체 토론에서 동료 예비교사들과 토론하는 사이에 학습할 개념을 본인의 지식(‘나의 지식’)으로 만들 수 있다고 언급하였다. 또한, 예비교사들은 모둠 활동의 토론 과정에서, 자신이 생각하지 못했던 부분에 대하여 다른 구성원이 의견을 제시하면 그것에 대해 생각해 봄으로써 본인의 지적 영역이 확장될 수 있었으며, 본인이

미처 생각하지 것에 대해 주목하게 되면서 수업에 보다 적극적으로 참여하게 되었다고 하였다([그림 V-10] 참고).

구성주의적 수업의 경우는 본인 생각한 개념 그 개념에 대한 이해를 생각하고, 말해보고 또 서로의 생각을 들을 수 있는 기회를 가지 때문에 개념에 대한 심층적인 생각을 해 볼 수 있다.

[그림 V-9] 구성주의적 수업의 의의 (2)

내가 알고 있는 것에 대해 적어보고 이후에야야야
오벌로 토론과정을 겪고 난 후에 다른 사람들의
사고방식과 생각을 받아들여 기미 이상의
학습효과를 보았다.
*또 그 과정에서 미처 몰랐던 것에 대해 주목
하게 되면서, 수업에 보다 적극적으로
참여하게 되었다.

[그림 V-10] 구성주의적 수업의 의의 (3)

셋째, 예비교사들은 구성주의적 수업에서 모둠 활동이나 전체 토론을 통해 오개념을 정정할 수 있었다고 언급하였다([그림 V-11] 참고). 예비교사들은 개념에 대해 생각해 보는 활동을 통해 본인이 가진 오개념을 발견할 수 있었고, 모둠 활동에서 본인이 생각한 개념에 대한 정의를 이야기하면서 본인의 생각을 정리할 수 있었다고 언급하였다. 구성주의적 수업이 주로 개념과 내용에 대한 토론과 탐구를 중심으로 이루어졌으므로, 모둠 구성원들의 의견과 본인이 가지고 있는 지식의 교환(상호작용)을 통해 본인이 기존에 알고 있거나 또는 잘못 생각한 부분을 보완하고 수정하여 하나의 정리된 개념을 습득할 수 있었다고 언급하였다([그림 V-12] 참고).

평상심: 평범의 평범의 뜻과 반대로 쓰여진 의미가 있다. 수업은 온전히
우리에 대해 오해 오해한 선전 구어인 과할 등의 배움 활동과 바뀌면서
평범의 평범이 바뀌었다. 이 평범의 평범은 평범의 평범으로 작은 단계를
함께 경험할 수 있는 것이라. 이때 스스로 경험한 것에 대해 큰 배움 습득된 것이다.

[그림 V-11] 구성주의적 수업의 의의 (4)

제외하고 싶은 단계를, 배울 수 있는 장점은 있다. 구성주의 수업이
온 개념과 배움 다른 원인과 원인이 있다. 배움의 원인이 있다. 배움의
개념의 개념을 배울 수 있는 장점은 있다. 배움의 원인이 있다. 배움의
개념의 개념을 배울 수 있는 장점은 있다.

[그림 V-12] 구성주의적 수업의 의의 (5)

넷째, 예비교사들은 구성주의적 수업이 학습한 개념의 기억의 측면에서 장점이 있다고 응답하였다. 구성주의적 수업은 다루는 내용이 어렵든지 쉽든지 간에 예비교사들의 참여가 활발하고 그 안에서 기존에 자기가 알고 있는 지식을 확장하고 심화시키며 스스로 체계화할 수 있기 때문에 단순 암기에서 벗어날 수 있으며 더 오랫동안 기억할 수 있다는 장점을 갖는 것이다([그림 V-13] 참고).

모든 것, 구성주의 수업 배움의 원인은 배움의 원인이 있다. 배움의 원인이 있다.
그 안에서 기존에 알고 있는 지식을 확장하고 심화시켜, 배움의 원인이 있다.
제외하고 싶은 단계를, 배울 수 있는 장점은 있다. 구성주의 수업

[그림 V-13] 구성주의적 수업의 의의 (6)

다섯째, 예비교사들은 구성주의 수업에서 장차 자신들이 지도하게 될 초등학교 학생들이 어떤 오개념을 가질 수 있는지 생각해 볼 수 있었다고 언급하였다. 예비교사들은 구성주의 수업에서 자신들이 행한 사고 과정을 통해 초등학교 학생들의 실제 사고 과정을 체험함으로써 초등학교 학생들의 오개념과 사고 전개 과정 등을 깨달을 수 있었으며, 그에 따라 장차 예비교사들이 가르칠 학습자를 더욱 더 잘 이해할 수 있었다고 언급하였다([그림 V-14] 참고).

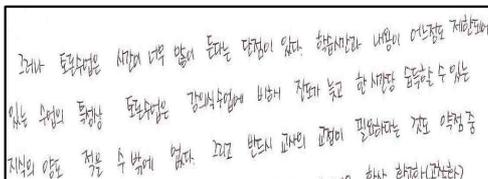
모든 것, 구성주의 수업 배움의 원인은 배움의 원인이 있다. 배움의 원인이 있다.
그 안에서 기존에 알고 있는 지식을 확장하고 심화시켜, 배움의 원인이 있다.
제외하고 싶은 단계를, 배울 수 있는 장점은 있다. 구성주의 수업

[그림 V-14] 구성주의적 수업의 의의 (7)

나. 구성주의적 교수실험에서의 한계

본 연구에 참여한 예비교사들은 구성주의적 교수실험(수업)의 의의를 지적하는 동시에 구성주의적 수업의 한계와 어려움 또한 적극적으로 지적하였다. 예비교사들이 구성주의적 수업의 한계나 어려움으로 지적한 사항은, 많은 시간의 소요, 모듈별 토론에서 즉각적 피드백의 미흡, 구성주의 수업 적용에의 어려움, 일정 수준 이상의 지식이 없는 학생들이 갖는 어려움, 전체 토론에서 발문의 중요성 등이었다. 다음에서는 예비교사들이 지적한 이러한 구성주의적 수업의 한계와 어려움에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다.

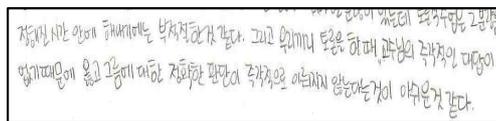
첫째, 대부분의 예비교사들은 구성주의적 수업이 많은 시간을 필요로 하는 단점이 있다고 언급하였다. 구성주의적 수업이 토론을 위주로 진행되는데, 토론에는 시간이 많이 소요되기 때문에 어떤 한 개념에 대해 배우기 위해 많은 시간이 필요하다는 것이다. 한 학기라는 정해진 시간 안에 배워야 할 분량이 있는데, 구성주의적 토론식 수업은 그 분량을 정해진 시간 내에 모두 다루기에는 부적절하다고 지적하였다. 예비교사들은 구성주의적 토론식 수업은 전통적인 강의식 수업에 비해 진도가 늦고 한 시간당 습득할 수 있는 지식의 양이 적을 수밖에 없다는 한계를 갖는다고 지적하였다(그림 V-15) 참고).



[그림 V-15] 구성주의적 수업의 한계 (1)

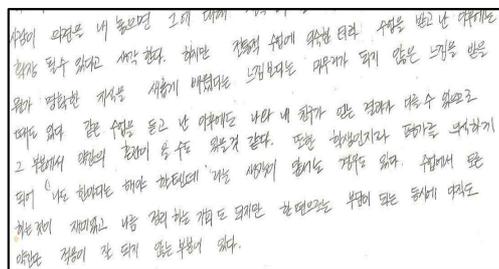
둘째, 예비교사들은 모듈 활동에서 모듈별 토론을 할 때 강의자(본 연구자)의 즉각적인 피

드백이 없었던 점을 교수실험의 미흡한 사항으로 지적하였다(그림 V-16) 참고). 예비교사들은 모듈별 토론에서 나온 내용이 옳은 것인지 틀린 것인지를 정확하게 판단할 수 없어서 답답했다고 언급하였다. 모듈별 토론에서는 개념에 대한 정확한 정의나 설명을 제대로 알 수가 없어서 본인들이 옳은 방향으로 진행하고 있는가를 판단하기 어려웠다는 것이다.



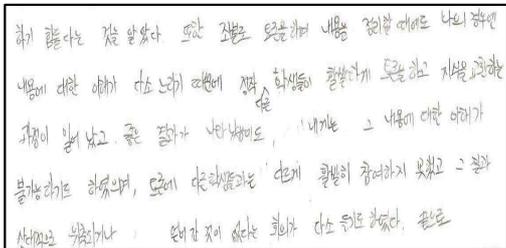
[그림 V-16] 구성주의적 수업의 어려움 (2)

셋째, 예비교사들은 지금까지 구성주의적 수업을 경험한 적이 많지 않았기 때문에 구성주의적 수업에 적응하는 것이 힘들었다고 언급하였다. 예비교사들은 구성주의적 수업이 예비교사들의 지속적인 브레인스토밍을 요구하기 때문에 수업 후반부에 지치는 경향이 있다고 언급하였다. 전통적인 강의식 수업에 익숙하기 때문에, 수업이 끝난 이후에는 뭔가 명확한 지식을 새롭게 배웠다는 느낌보다는 마무리가 되지 않았다는 느낌을 받은 적도 있다고 언급하였다. 또한, 동일한 수업을 듣고 난 이후에도 나와 다른 예비교사가 얻는 결과가 다를 수 있다는 생각에 부담감을 느꼈다고 언급하였다(그림 V-17) 참고).



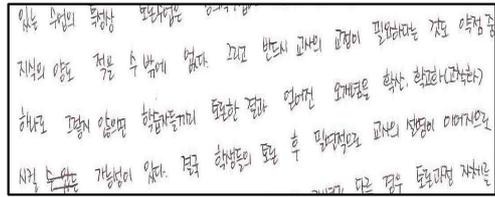
[그림 V-17] 구성주의적 수업의 어려움 (3)

넷째, 예비교사들은 일정 수준 이상의 기본 지식을 갖추지 못한 학생들에게는 구성주의적 수업이 오히려 해가 될 수도 있음을 지적하였다. 실제로 한 예비교사는 내용에 대한 본인의 이해가 느리기 때문에 모둠 활동의 과정과 결과를 이해하지 못했으며, 다른 예비교사들과는 다르게 모둠 토론 활동에 적극적으로 참여하지 못했음을 토로하고 있다([그림 V-18] 참고). 이 예비교사는 상대적으로 위축되어 수업 시간에 힘들었으며 수업에서 언어간 것이 없다는 회의가 들었다고 언급하였다.

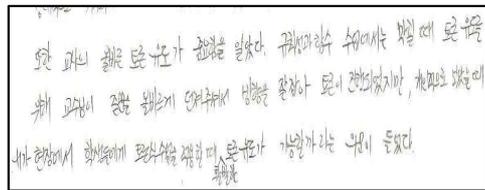


[그림 V-18] 구성주의적 수업의 어려움 (4)

다섯째, 예비교사들은 구성주의적 수업에서 모둠 활동이 끝난 후에는 본 연구의 교수실험에서처럼 반드시 강의자의 교정이 필요함을 지적하였다. 본 연구의 교수실험에서는 예비교사들 전체와 강의자(본 연구자)의 전체 토론을 통해 예비교사들이 가지고 있는 지식을 교정하고 정리하는 시간을 가졌다. 예비교사들은 강의자(교사)의 교정 과정이 없으면 학습자들끼리 모둠별 토론의 결과로 얻어진 잘못된 오개념이 확산되고 고착화될 위험이 있다고 지적하였다([그림 V-19] 참고). 또한 전체 토론을 실시할 때 강의자(본 연구자)의 토론 유도를 위한 발문이 적절했음을 지적하면서, 초등학교 학생들에게 구성주의적 토론식 수업을 적용할 때 교사가 토론 유도를 위해 적절한 발문을 제기하는 것의 중요성을 언급하였다([그림 V-20] 참고).



[그림 V-19] 구성주의적 수업의 어려움 (5)



[그림 V-20] 구성주의적 수업의 어려움 (6)

VI. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 예비교사를 대상으로 하여 구성주의적 관점을 토대로 한 교수실험을 실시하였다. 본 연구의 교수실험에서는 ‘개별 활동 → 모둠 활동 → 전체 토론’을 통하여 예비교사들이 비율 개념에 대한 수학적 지식을 구성하도록 하였다. 본 연구를 통하여 구성주의적 관점을 적용한 수업에서 예비교사들의 수학적 지식의 구성 가능성과 그 한계를 확인할 수 있었다.

본 연구의 교수실험에서 개별 활동의 결과, 34명의 예비교사들 중에서 8명(23.5%)만이 비율을 ‘기준량에 대한 비교하는 양의 크기’로서 수학적으로 옳게 이해하고 있는 것으로 나타났다. 21명(61.8%) 예비교사들은 비율을 ‘부분이 전체에서 차지하는 양’으로, 3명(8.8%) 예비교사들은 비율을 ‘한 대상을 축소하거나 확대한 정도’로, 그리고 2명(5.9%) 예비교사들은 ‘비율은 백분율’이라고 이해하고 있었다. 이 예비교사들은 비율의 특별한 유형으로서의 전

체-부분 관계, 확대와 축소, 백분율을 비율로 생각하는 오개념을 가지고 있었다.

모둠 활동의 결과, 개별 활동에서 나타난 예비교사들의 미흡한 수학적 지식이 모둠 활동에서 개선되지 않은 것으로 나타났다. 모둠 활동 결과, 8개의 모둠 중에서 비율을 '기준량에 대한 비교하는 양의 크기'로서 수학적으로 옳게 설명한 모둠은 존재하지 않았다. 개별 활동에서는 8명의 예비교사들이 '기준량에 대한 비교하는 양의 크기'로 비율을 옳게 설명하였지만, 모둠 활동 보고서에서는 이러한 설명이 전혀 제시되지 않았다. 대다수의 예비교사들이 비율을 전체-부분 관계로만 생각했기 때문에, 개별 활동에서 비율을 '기준량에 대한 비교하는 양의 크기'로 생각한 소수의 예비교사들의 목소리가 반영되지 않은 것으로 판단된다.

전체 토론 활동의 결과, 예비교사들은 비율에 대한 수학적 이해를 위한 1시간에 걸친 전체 토론을 통해 비율의 다양한 표현 방식으로서의 백분율과 분수 및 할분리, 전체-부분 비율과 부분-부분 비율 등을 이해할 수 있었다. 또한 비율의 정의를 '전체에서 부분이 차지하는 비중'에서 '기준량에 대한 비교하는 양의 상대적 크기'로 수학적으로 옳게 수정하였다. 그러나 전체 토론에서 예비교사들이 비율의 예로 제시한 것은 모두 같은 종류의 두 양을 비교한 비율(내적 비율)이었다. 다른 종류의 양을 비교하는 비율(외적 비율), 예를 들어 속도나 인구 밀도 등의 예를 예비교사들이 제시하지 않았기 때문에 내적 비율과 외적 비율을 전체 토론에서 다루지 못한 채로 수학적 지식 구성이 마무리되었었다.

한편, 구성주의적 교수실험(수업)에 대한 예비교사들의 반응을 살펴본 결과, 예비교사들은 학습할 개념에 대한 사전 사고 경험, 학습할 개념의 심층적 이해 및 적극적 수업 참여, 학

습한 개념에 대한 기억의 강화, 오개념 교정의 기회 제공, 초등학교 학생들의 학습 과정 경험 등을 구성주의적 교수실험의 의의로 지적하였다. 그러나 예비교사들은 많은 시간의 소요, 모둠별 토론에서 즉각적 피드백의 미흡, 구성주의 수업 적용의 어려움, 일정 수준 이상의 지식이 없는 학생들이 갖는 어려움, 전체 토론에서 발문의 중요성 등을 구성주의적 수업의 한계나 어려움으로 지적하였다.

본 연구의 교수실험에서 가장 아쉬운 점으로 남는 것은, 모둠 토론 활동을 모둠 구성원들 자체에만 맡긴 채 강의자(본 연구자)가 전혀 개입하지 않은 점이다. 예비교사들이 모둠 토론 활동을 할 때 강의자가 모둠별로 토론 과정에 최소한으로 참여하여 모둠별 토론이 바른 방향으로 진행되도록 안내할 필요가 있었다. 본 연구의 모둠 활동 결과에서 개별 활동에서 나타난 예비교사들의 미흡한 지식이 전혀 개선되지 않은 점은, 학생들간의 모둠 활동에의 강의자의 참여의 필요성을 뒷받침하는 현상이라고 할 수 있다. 한편, 본 연구의 구성주의적 교수실험에서 전체 토론이 원활하게 진행되고 바람직한 결과를 얻기 위해서는 강의자의 적절한 발문과 안내가 무엇보다 중요함을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 실시한 교수실험은 장래 교사가 될 예비교사들에게 구성주의적 지식 구성 경험을 제공했다는 데에, 그리고 구성주의적 교수·학습의 일면을 제공했다는 데에 그 의의가 있다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 한 강좌에서 다루어야 할 내용의 범위가 정해져 있고 한 학기라는 시간상의 제약을 받기 때문에 구성주의적 수업을 한 강좌의 모든 차시에 적용하기는 현실적으로 불가능하다. 실제로 본 연구에서 다룬 비율 개념에 대한 수학적 지식을 전통적인 설명식 방식으로 다룬다면 1~2시간에 다룰 수 있다. 따라서 본 연구에서 실시한 교

수실험을 예비교사들의 모든 교사 교육 프로그램의 강좌에 적용하기에는 무리가 있다. 예비교사 교육을 위한 강좌를 운영함에 있어서 구성주의적 수업과 전통적인 설명식 수업을 적절히 활용하는 것이 바람직할 것이다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2009). **초등학교 교사용 지도서 수학 2-2**. 교육과학기술부.
- 교육인적자원부(2007). **제7차 수정·고시 수학과 교육과정**. 교육인적자원부.
- 교육인적자원부(2008). **2007 개정 수학과 교육과정 해설서**. 교육인적자원부.
- 김남희(2006). 예비수학교사의 산파법 적용 수학 수업 실행. **학교수학**, 8(1), 89~106.
- 김수현, 나귀수(2008). 비와 비율 지도에 대한 연구 -교과서 재구성을 중심으로-. **수학교육학연구**, 18(3), 309-334.
- 박영배(1996). **수학 교수 학습의 구성주의적 전개에 관한 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 방정숙, 김상화, 최지영(2009). 초등 교사의 수학과 전문성 신장을 위한 하례기반 교수법의 개발 및 적용. **수학교육**, 48(1), 63-82.
- 백석운, 이명희(2008). 우리나라 초등학교 수학과 교육과정의 변화 경향 재고-Ernest의 수학교육철학적 관점에서-. **학교수학**, 5(2), 165-181.
- 정은실(2003). 비 개념에 대한 교수학적 분석. **수학교육학연구**, 13(3), 247-265.
- 황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈, 서동엽(2007). **수학교육학신론**. 서울: 문음사.
- Chapman, O. (2008). Mathematics Teacher Educator's Learning From Research on Their Instructional Practices. In B. Jaworski & T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education: Vol. 4*, 115-136, The Netherlands: Sense
- Ebby, C. B. (2000). Learning to Teach Mathematics Differently: The Interaction between Coursework and Fieldwork for Preservice Teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 69-97.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of Mathematics Education*. London: The Falmer Press.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Frid, S. (2000). Constructivism and Reflective Practice in Practice: Challenges and Dilemmas of a Mathematics Teacher Educator. *Mathematics Teacher Education and Development*, 2, 17-33.
- Goodell, J. E. (2006). Using critical incident reflections: a self-study as a mathematics teacher educator. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 221-248.
- Jaworski, B. (2008). Mathematics Teacher Educator Learning and Development. In B. Jaworski & T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education: Vol. 4*, 1-13, The Netherlands: Sense
- Jaworski, B & Wood, T. (Eds.). (2008). *The international handbook of mathematics teacher education: Vol. 4*. The Netherlands: Sense
- Lee, H. S. (2005). Facilitating Students' Problem Solving in a Technological Context: Prospective Teachers' Learning Trajectory. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 223-254.

- McDuffie, A. R. (2004). Mathematics Teaching as a Deliberate Practice: An Investigation of Elementary Pre-service Teachers' Reflective Thinking During Student Teaching, *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 33-61.
- NCTM (1988). *The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 역(2007), 학교수학을 위한 원리와 기준. 서울: 경문사.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Simon, M. A., & Blume, G. W. (1996). Justification in the Mathematics Classroom: A Study of Prospective Elementary Teachers. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 3-31.
- Simon, M. A., Tzur, R., Heinz, K., & Kinzel, M. (2000). Characterizing a Perspective Underlying the Practice of Mathematics Teachers in Transition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31, 5, 579-601.
- Steffe, L., & Gale, J. (Eds.) (1995). *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Streefland, L. (1985). Search for the roots of ratio: some thoughts on the long term learning process (towards a theory) part II: the outline of the long term learning process. *Educational Studies in Mathematics*, 16, 75-94.
- von Glasersfeld, E. (1995). A constructivist approach to teaching. In L. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp.3-15). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wood, T. (1995). From alternative epistemologies to practice in education: Rethinking what it means to teach and learn. In L. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp.331-339). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

A Study on the Construction of Mathematical Knowledge by Elementary Preservice Teachers

Na, Gwi Soo (Cheongju National University of Education)

This research aims to conduct the teaching experiment based on the constructivism to elementary preservice teachers and report on how they construct and develop the mathematical knowledge on ratio concept. Furthermore, this research aims to examine the significances and difficulties of "constructivist teaching experiment" which are conceived by elementary preservice teachers. As the results of this research, I identified the possibilities and limits of mathematical knowledge construction by elementary preservice teachers in the "constructivist teaching experiment". And the

elementary preservice teachers pointed out the significances of "constructivist teaching experiment" such as the experience of prior thinking on the concept to be learned, the deep understanding on the concept, the active participation to the lesson, and the experience of learning process of elementary students. Also they pointed out the difficulties of "constructivist teaching experiment" such as the consumption of much time to carry out the constructivist teaching, the absence of direct feedbacks by teacher, and the adaption on the constructivist lesson.

* Key words: constructivism(구성주의), teaching experiment(교수실험), elementary preservice teacher(초등학교 예비교사), mathematical knowledge(수학적 지식), ratio(비율)

논문접수 : 2010. 4. 20

논문수정 : 2010. 6. 1

심사완료 : 2010. 6. 11