

예비교사를 위한 수학답사활동 수행 결과 분석

서 보 역 (충남대학교)

본 연구는 수학교육의 현장을 교실이 아닌 교실 밖으로 확장할 수 있다는 것을 전제로 진행되었다. 최근 수학교육은 다양한 현장체험활동, 실생활을 기반으로 한 수학교육 등의 중요성이 증가되고 있고, 이로 인해 예비교사교육에서도 이에 대한 고려가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서 예비수학교사를 대상으로 수학답사활동을 진행하고, 그 구체적인 적용 결과를 분석하였다. 우리 고유의 역사적 문화재 속에서 실시한 예비교사의 수학답사활동 전후에 대한 인식의 변화에 대한 양적 분석과 더불어, 수학답사활동의 목적인 인지적 효과, 정의적 효과, 문화-수학적 효과, 수학수업 개선 효과 및 수업목표지식, 수업내용지식 측면에서 질적 분석을 실시하였다. 연구결과 수학답사활동은 예비수학교사에게 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났고, 새로운 교수학습 방법으로 정착하기 위해 지속적인 연구가 기대된다.

I. 서론

2015년 9월 교육부(2015)가 고시한 2015개정 수학과 교육과정에서는 수학 교과와 현상, 실제상황과의 연결성을 제차 강조하고 있다. 새로운 수학과 교육과정의 수학목표를 보면, '수학의 지식을 이해하고 기능을 숙달하며 수학적으로 추론하고 의사소통하는 능력을 길러, 생활 주변과 사회 및 자연 현상을 수학적으로 이해하고 합리적으로 문제를 해결하며, 수학에 대한 바람직한 학습 태도를 갖추고 실천하는 능력을 기른다.'라고 제시하고 있고, 이에 대한 하위목표인 '첫째, 사회 및 자연 현상을 수학적으로 관찰, 분석, 조직, 표현하는 경험을 통하여 문자와 식, 기하, 수와 연산, 함수, 확률과 통계에 관련된 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해하고 수학의 기능을 숙달한다. 둘째, 수학적으로 추론하고 의사소통하며, 창의·융합적 사고와 정보처리 능력을 바탕으로 합리적으로 문제를 해결한다. 셋째, 수학에 대한 흥미와 자신감을 갖고 수학의 역할과 가치를 이해하며 자주적으로 학습하고 합리적으로 의사결정하는 능력을 기른다.'로 상세화하고 있다. 여기서 볼 수 있듯이 '사회 및 자연 현상을 수학적으로 관찰, 분석, 조직, 표현하는 경험'은 수학 학습의 기초적 도구로 중요한 위치에 있음을 알 수 있다.

수학교육활동에서 실생활 상황 및 실제 맥락을 강조하는 움직임은 여러 가지로 나타나고 있다. 대표적으로 네덜란드의 수학교육자 Freudenthal(1973)은 실제(reality) 상황에서의 수학적 활동을 지속적으로 강조하고 있다. 또한, 미국의 전국수학교사협회(NCTM, 2000)는 수학교육과정을 내용 영역과 과정 영역으로 구분하면서, 과정 영역으로 '문제해결, 추론과 증명, 의사소통, 연결성, 표현' 다섯 가지로 제시하고 있는데, 각각의 과정 영역에서는 다양한 상황, 수학 이외의 다양한 맥락, 다양한 현상 등을 강조하고 있다. 구성주의자들은 '수학적 대상은 사회적 구성물이고 동시에 문화적 가공물이다'고 주장하는데, 이는 곧 경험 가능한 지식이 수학적 대상이 될 수 있음을 전제로 한다(강욱기 외, 2013). 마지막으로 Polya(1954)는 학교수학에서 실험적이고 귀납적인 수학을 강조하면서 발생 상태 그대로의 수학에 주목하고 있는데, 발생 상태의 수학은 필연적으로 현실과 현상을 그 기원

* 접수일(2016년 12월 30일), 심사(수정)일(2016년 3월 27일), 게재확정일(2016년 4월 11일)

* ZDM 분류 : D40

* MSC2000 분류 : 97D30

* 주제어 : 학교수학답사, PCK, 예비수학교사, 수학과 문화, 교실수업개선, 수학수업자료, 수학과 역사

* 이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2013S1A5A8023979)

으로 할 수 밖에 없다.

지금의 수학교육의 상황은 수학교실 안에서 이루어지는 수학만을 강조하지는 않는다. 따라서 교과서 중심의 수학교실에서 벗어나, 수학적 개념과 실제 상황의 결합이 가능한 현장에서의 수학교육활동, 발생 상태의 맥락을 경험할 수 있는 수학교육활동, 우리와 친숙한 문화유산을 기반으로 하는 활동 중심의 수학교육활동 등이 필요하다. 그런데 이러한 교육활동을 진행하는 주체는 수학교사인데, 예비교사 교육 차원에서 현장 체험중심의 교육에 대한 논의는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 대학생인 사범대학 수학교육과 학생을 대상으로 체험중심 현장 교육활동을 진행하고, 이를 통해 예비교사들이 수학교육에 대한 관점이 어떻게 변화하는지 고찰하는 것은 의미 있는 연구라 할 수 있다. 즉, 예비교사를 양성하고 있는 사범대학 수학교육과 학생을 대상으로 현장 중심, 실제 답사 중심의 수학교육활동에 대한 실질적인 연구가 필요하다.

이러한 요구와 필요성에 따라, 본 연구는 수학교육에서의 현장답사활동의 중요성을 인식하고, 사범대학 수학교육과 학생들이 '수학답사활동'을 통해 생긴 인식의 변화를 파악하기 위한 목적으로 수행되었다. 실제로 본 연구에서는 수학교육의 현장을 교실이 아닌 교실 밖으로 확장하여 연구를 수행하였으며, 구체적으로 우리 교유의 역사 문화적 현장인 경주 불국사와 첨성대에 대한 수학답사활동을 통해 그 실천 가능성을 확인하였다. 이러한 본 연구의 목적을 달성하기 위해, 첫째, 수학답사활동을 위한 학습 자료를 개발하였고, 둘째, 개발한 자료를 예비 수학교사에게 실제 적용하여 수학답사활동의 교육적 효과 및 예비교사에게 나타난 인식의 변화가 무엇인지 분석하였다. 본 연구에서 얻은 결과는 예비수학교사 교육 및 학교현장에서의 체험중심 수학교육 등에 유의미한 시사점을 제공할 것으로 기대된다.

II. 이론적 배경

1. 수학답사활동의 교육적 효과에 대한 분석들

지난 2012년 서울에서 개최된 제12차 국제수학교육대회(ICME-12)에서 Central Michigan University의 Ericksen과 Marchinek(2012)는 '수학적 이념의 역사적 측면에 대한 학습 동기부여로서 중요한 날짜와 역사적 장소: 세상의 끝과 마야 수학(Important Dates and Historical Places as Motivators for Studying Historical Aspects of Mathematical Ideals: The End of the World and Maya Mathematics)'이라는 주제로 논문을 발표하였다. 이 발표에서 Ericksen과 Marchinek는 수학답사활동을 사전 답사, 답사, 사후 답사로 구분하였고, 학생들의 동기유발, 수학학습내용 경험, 역사적 상황에서 수학학습, 답사를 통한 수학학습 향상 정도 등을 연구결과로 제시하였다. 이를 통해 볼 때, 수학답사활동은 긴 역사를 가진 국가들의 공통 관심사이며, 수학답사활동이 수학교육활동의 한 부분이 될 수 있다는 단적인 한 예라 할 수 있다.

본 연구에서의 수학답사활동은 몇 가지 전제 조건이 있다. 첫째, 수학교육활동이 이루어지기 위해서는 어떤 내용을 가르칠 것인가에 대한 방향 설정이 필요하다. 수학답사는 교실 내 사전 준비와 더불어 야외에서 실제적인 활동이 이루어져야 한다는 측면에서, 학습내용은 수학교과 지식뿐 아니라 우리의 일상생활에서 찾을 수 있는 다양한 영역들과의 통합을 통해 합리적으로 재구성될 수 있는 내용이어야 한다(Kuntz, 2006). 즉 수학답사활동에서 다루어질 내용이 명확해야 한다. 둘째, 수학답사활동은 수학 교수·학습의 한 유형이므로, 교수·학습에 대한 구체적인 방안이 마련되어야 한다. 실제로 수학답사활동은 사전활동, 답사활동, 사후활동으로 크게 구분되어질 수 있는데, 각 활동의 단계마다 수학교육목표 달성을 위한 계획이 필요하다(Rudmann, 1994). 셋째, 수학답사활동도 교수·학습 활동이므로 그에 대한 평가활동도 병행되어야 한다(전영석, 1998; Boyd, 1986). 평가는 수학답사활동의 교육목적에 비추어 인지적 측면, 정의적 측면, 문화·수학적 측면 등으로 구분하여 답사활동 및 학습내용의 성격

에 부합되도록 조직할 수 있다(서보억, 2015). 이러한 전제를 바탕으로 수학답사활동의 수학교육적 효과는 인지적 효과, 정의적 효과, 문화-수학적 효과, 수학 교수·학습의 개선 효과로 구분할 수 있고, 이 네 가지를 예비교사들의 수학답사활동 결과를 분석하기 위한 분석틀로 설정한다.

가. 인지적 효과

수학답사활동은 매우 주의 깊게 실세계 속에 담긴 수학문제를 읽을 수 있을 뿐만 아니라, 문제해결을 위한 기본자세를 가질 수 있다(Kuntz, 2006). 왜냐하면 수학문제해결을 위해 필요한 정보와 불필요한 정보들을 수학답사를 통해 보다 더 잘 파악하고 고찰할 수 있고, 실제 체험하는 삶의 현장에서 수학을 사용하는 기회를 가짐으로 인해 문제 상황과 긴밀하게 연결된 경험을 할 수 있기 때문이다.

또한 Cross(1998)는 수학답사활동은 소공동체 안에서 학습활동이 이루어지기 때문에 공동체 구성원들 사이의 서로 다른 의견의 충돌, 다양성을 조절하기 위한 활발한 의사결정 과정, 구성원 자신의 활동의 방향을 지시하는 상호간의 의사소통 과정 등이 필연적으로 이루어지는 학습형태로 보고 있다. 따라서 수학답사활동은 학습자 상호간의 합의에 의한 수학지식의 획득이 능동적으로 일어나는 모습을 지닌다. 게다가 교실에서 획득한 수학지식의 적용 뿐 아니라, 답사활동을 통해 수학 이외의 다른 학문 영역과의 상호관련성을 맺을 수 있다는 측면에서 수학답사활동은 인지적 가치가 높다고 볼 수 있다.

결론적으로 역사 문화적 현장 속에서의 수학답사활동은 수학에 대한 흥미를 높이는 정의적 측면에서의 목적도 중요하지만, 학교에서 학습한 수학적 개념을 실제 상황에서 직접 적용하거나 교실로 돌아와 새로운 개념 학습 단계에서 중요한 소재로 직접 활용할 수 있다는 측면에서 인지적 효과도 높은 것으로 평가되고 있다(Mangiante, 2009; Rudmann, 1994).

나. 정의적 효과

수업을 시작하기 이전에 학생들이 수학수업을 기대하게 하는 것만큼 즐거운 수업은 없을 것 같다. 그런데 수학답사활동은 학생과 교사 모두에게 수업을 기대하게 하는 마음을 가지게 할 수 있다(Rudmann, 1994). 이러한 관점에서 Nesbit와 Mayer(2010)는 수학답사활동에서 학습자의 감정적인 부분에 관심을 가지고 연구를 수행하였다. 그는 10일 동안 물 부족지역에 대한 답사활동을 진행한 다음, 학생들의 정서적 부분에서 큰 차이가 생겼음을 발견하였다. 답사활동에서 비정형화된 활동 및 학습의 경험이 정의적 영역에 영향을 미쳤다는 점을 확인하였다. Kuntz(2006)는 수학답사활동이 창의적으로 구성되어져 있어, 학생에게는 동기를 자극하고 ‘신나는 휴가’라는 느낌을 주었고, 교사에게는 ‘흥미롭게 수학을 가르칠 수 있는 환경’을 마련하였다고 지적하였다. Boyd(1986)는 문화유적지를 직접 방문한 결과, 의욕적인 수업참여 및 수업에 대한 지속적인 관심 등을 확인할 수 있었다는 연구 결과를 제시하였다.

이러한 연구결과는 수학을 포기하는 학생 비율의 증가, 수학학습 무용론의 확대, 수학에 대한 흥미 실종이라는 우리나라의 수학교육적 상황에 새로운 해법을 줄 수 있다. 수학답사활동이 학생과 교사 모두에게 교수·학습에 대한 흥미를 자극할 수 있다는 점에서 정의적 효과가 높을 것으로 기대된다.

다. 문화-수학적 효과

과학교과에서는 현장에 대한 탐방을 통해 학생들이 문화 속에 담긴 과학적 의미를 찾을 수 있는 안목을 성숙시킬 수 있다고 지적한다(박승재·최재혁, 2004; 최재혁, 1999). 그렇다면 과학과 유사한 수학교과에서도 문화-수학적 가치의 가능성을 유추할 수 있다. 윤혜경(1998)은 한국 역사 속 과학탐방을 통해 방문지역에 대한 과학-문화적 목적을 달성할 수 있음을 확인하였고, Kuntz(2006)는 수학답사활동을 통해 사회 및 과학이 수학과 통합할 수 있음을 밝히고 있다. 이러한 통합은 수학이 다양한 분야에 스며들어 있음을 알 수 있게 하므로 결과적으로는

수학적 안목이 넓어지는 계기가 된다.

학교수학 내용의 대부분이 서양의 수학적 전통이라고 해도 과언이 아니지만, 우리나라는 서양과는 다른 문화적 전통이 있고 우리만의 고유한 문화 및 역사적 전통을 가지고 있다. 이러한 문화적 상황을 고려한 수학교육은 현재 우리가 살고 있는 상황과 수학이 실제적으로 관련이 있어야 한다는 측면에서 중요한 가치를 지닌다고 할 수 있다. 우리나라의 역사와 문화, 과학기술과 관련지을 수 있는 수학교육은 학생들에게 가치가 있고, 이에 대한 교육적 적용은 수행 가치가 매우 높다고 할 수 있다(서보억, 2015). 따라서 21세기 문화시대에 수학답사활동을 통해 문화-수학적 결합을 시도하는 것은 높은 교육적 효과가 기대된다.

라. 수학 교수·학습의 개선 효과

Rudmann(1994)은 초등학교와 중학교에서 오래 동안 채택하고 있는 수업전략 중의 하나가 답사활동인데, 이를 통해 교수·학습의 긍정적인 개선의 효과를 기대하고 있다. 또한 Noel과 Colopy(2006)는 현장 교사에게 수학 답사활동에 대해 두 가지를 제언한다. 하나는 교사들은 가르치는 학년의 교육과정에 부합되는 영역 내에서 논리적으로 타당한 답사 경험을 제공하며 이에 부합된 활동을 진행하는 것이고, 다른 하나는 교수·학습의 개선을 위해 답사 장소에서 효과적인 활동을 진행하는 것이다. 또한 박승재와 최재혁(2004)은 한국의 우수한 문화적 전통이 갖는 장소, 과학기술의 현장, 역사적 문화재에서의 답사는 수업에서 학습한 개념을 실제 현장에서 활용할 수 있다고 지적하고, 수학답사활동이 교실수업 개선에 영향을 미치고 있음을 지적하고 있다.

2. 예비교사교육을 위한 교수학적 지식의 분석틀

학교현장에서 수학교육의 질 개선은 수학교실을 살리는 핵심적인 과제이다. 그런데 수학교실의 상황은 수학 교사에 의해 결정되어진다고 해도 과언이 아니라는 측면에서 예비수학교사 교육은 매우 중요한 가치를 지닌다. 그렇다면 예비교사가 가져야 하는 지식이 무엇인가에 대한 질문에 대한 답은 여러 가지로 제안할 수 있지만, 교사의 전문성과 예비교사의 전문성은 분리될 수 없기 때문에, 예비교사가 가질 전문성으로 교수학적 지식(Pedagogical content knowledge, 이하 PCK)을 제시하는 것은 의미가 있다. PCK연구는 Shulman(1986)에 의해 제기된 것으로 교사의 수업활동을 기반으로 교사에게 필요한 전문성을 구체화시킨 것이다. 교수학적 지식은 교과 내용에 대한 지식과 신념, 일반 교수법에 대한 지식과 신념, 상황에 대한 지식과 신념 등을 모두 포함한 것으로 교육과정 지식, 학생의 교과 이해에 대한 지식, 수업전략에 대한 지식, 평가에 대한 지식 등이 이에 해당한다. 즉, PCK는 교사가 수업에 탁월한 전문성을 보이기 위해 필요한 제반 지식들의 총체라고 볼 수 있다.

수학교과에서 PCK에 대한 체계적인 연구는 최승현(2007)의 연구가 대표적이며, 최승현과 황혜정(2008)은 수학교과에서 PCK의 구성요소로 ‘수업목표’, ‘수학내용지식’, ‘수학과 교수 방법 및 평가에 대한 지식’, ‘수학학습에 대한 학생 이해 지식’, ‘수학과 수업상황에 대한 지식’을 제시하였다. 첫째, 수업목표는 교사가 지향하는 수학교수 활동의 목표에 해당하는 것으로 수학적 내용에 대한 전달, 수학적 사고력의 신장, 문제해결력 신장, 수학적 유용성에 대한 인식, 수학의 문화적 가치 및 심성의 추구 등을 의미하고, 둘째, 수학내용지식은 교육과정에 대한 이해, 수학내용에 대한 개념의 이해, 수학 내적 외적 연결성, 수학적 가치 및 수학적 태도, 문제해결을 위한 의사결정, 과정적인 지식 등을 의미하고, 셋째, 수학과 교수방법 및 평가에 대한 지식은 수학적 문제해결 전략, 수학적 사고력 신장 방법, 평가 목적 및 방법, 가치판단 및 태도의 변화, 교사의 수업 진행 방법, 교사의 교실 행동 변화 진단 등을 의미하고, 넷째, 수학학습에 대한 학생 이해 지식은 학생 인지 수준, 학생의 오개념 파악, 학생의 난개념 파악, 학생 동기 및 감정 상태, 학습에 대한 방법, 학생의 수학학습에 대한 신념, 학생의 행동 변화 진단 등을 의미하며, 마지막으로 수학과 수업상황에 대한 지식은 수업자료의 재구성, 학교 및 교실 분위기, 수업집단의 크기 및 특성, 기자재 활용, 시간의 분배 등을 의미한다.

이러한 PCK는 현직 수학교사에게 요구되는 지식임과 동시에 장차 수학교사가 될 예비수학교사에게도 동일하게 요구되는 지식임은 분명하고, 이러한 관점에서 본 연구의 효율적 수행을 위해 PCK를 <표 II-1>과 같이 ‘수업목표 지식’과 ‘수업내용 지식’으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 수학답사활동이 예비교사의 인식의 변화에 미친 영향을 PCK 입장에서 분석하였고, 이를 본 연구의 또 다른 분석틀로 설정하였다.

<표 II-1> PCK 구성요소의 이원화

수업목표 지식	수업내용 지식			
	수학 내용	수학과 교수방법 및 평가	수학 학습에 대한 학생 이해	수학과 수업상황
수학내용 전달	교육과정 내용 이해	수학 문제해결 전략	학생 인지 수준	수업 자료 채구성
수학사고력 신장	수학적 개념	수학적 사고력 신장 방법	학생의 오개념 파악	학교 및 교실의 분위기
문제해결력 신장	수학 내 또는 타교과 연계	평가 목적 및 방법	학생의 난개념 파악	기자재 활용, 시간 분배
수학의 유용성 인식				
수학의 문화적 가치 인식				

III. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 예비수학교사를 대상으로 수학교육에서의 현장답사활동의 중요성을 인식하고, ‘수학답사활동’을 통해 예비수학교사에게 생긴 인식의 변화를 파악하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위해 ○○지역 소재 사범대학 수학교육과 3학년 학생 25명을 연구 대상으로 선정하였다. 양적 분석은 사전검사 및 사후검사에 참여한 25명이고, 질적 분석은 사전활동에서 가장 전형적으로 활동한 1개조 4명이다(<표 III-1>참조).

<표 III-1> 질적 분석 대상 학생에 대한 정보

학생	수학 학업성취 정도	태도와 성향
A(여)	중상	진취적이고 활발하고 열정적임
B(남)	상	내성적이지만 과제 집착력이 우수함
C(여)	중하	내성적이고 사색적임
D(남)	하	활동적이고 외향적이며, 과제 수행에는 산만함

2. 연구 방법 및 절차

본 연구의 학습자료 개발은 홍성민과 김상룡(2002)이 제시한 수학적 상황 설정에 대한 5단계 과정 및 신현용 외(2010, 2011)가 제시한 방법에 근거하여 진행되었다. 수학답사활동은 Orion(1993)과 서보억(2013, 2015)이 제시한 절차를 바탕으로 이루어졌다.

가. 학습자료 개발 및 실제 적용

본 연구에서는 경상북도 경주의 불국사와 첨성대를 수학답사활동 장소로 결정하고 학습자료를 개발하였다. 학습자료의 개발을 위해 총 네 차례 현장 사전답사를 실시하였고, 자료의 현장 적용성을 높이기 위해 ICME-12 문화특별위원회에서 개발한 자료(신현용 외, 2010; 2011)와 신현용(2010a, 2010b, 2010c, 2010d)이 개발한 자료를 기반으로 학습자료를 개발하였으며, 홍성민과 김상룡(2002)이 제시한 기준에 따라 체계적으로 구성하였다.

또한 Orion과 Hofstein(1991), Orion(1993), 서보억(2015) 등이 제시하는 수학답사의 과정에 따라 실제로 수학답사활동을 경주시 일원에서 진행하였다. 답사진행은 답사계획 단계, 자료개발 단계, 사전활동 단계, 답사활동 단

계, 사후활동 단계로 구분하여 실시하였다.

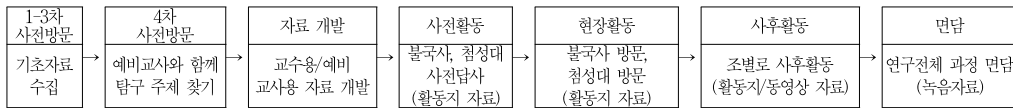
나. 양적 자료 수집 및 분석

자료는 정량적 자료와 정성적 자료로 구분된다. 정량적 자료는 사전검사와 사후검사가 있는데, 사전검사는 2013학년도 2학기 9월 첫 주에 실시하였고, 사후검사는 모든 답사활동을 종료한 2014년 2월에 실시하였다. 검사 문항(<부록> 참조)은 총 30문항으로 문태선(2011)이 사용한 수학에 대한 태도검사와 수학체험학습에 대한 인식 검사 도구를 수정 및 수학답사활동에 적합하도록 재개발하여 사용하였다. 전체 검사문항은 30문항이었지만, 마지막 30번 문항은 신뢰도 값이 비정상적이어서 제외하였고, 실제로 분석한 문항은 29문항이다. 검사 도구는 Cronbach's α 검사를 통해 신뢰도검사를 실시하였고, 검사결과 신뢰도는 0.806으로 양호하게 나타났다.

검사문항은 두 개의 하위영역으로 나누어지는데, 하나는 수학의 실용적 가치와 유용성에 대한 질문 15문항(1번~15번)이고, 다른 하나는 수학답사활동의 가치 인식에 대한 질문 15문항(16번~30번)이다. 하위영역별로 신뢰도 검사를 별도로 실시하였는데, 첫 번째 영역은 0.846, 두 번째 영역은 0.863으로 양호하게 나타났다. 검사문항에 대한 분석은 SPSS22 통계프로그램을 이용하였고, 사전검사와 사후검사 사이의 유의미한 차를 확인하기 위해 t-검정이 이루어졌다.

다. 질적 자료 수집 및 분석

질적 자료는 수학답사의 사전활동에 대한 학습지, 사전활동과정에 대한 토론 및 발표에 대한 동영상자료, 현장활동에 대한 과제수행 자료, 사후활동과정에 대한 토론 및 발표에 대한 동영상자료, 답사활동에 참여한 학생들의 개별 및 집단 면담자료이다. 질적 자료 수집을 위한 수학답사활동의 전체 일정은 [그림 III-1]과 같다.



[그림 III-1] 수학답사활동의 일정

질적 분석을 위한 틀은 서보역(2013, 2015)이 제시한 수학답사활동의 목적을 기반으로 ‘인지 목표’ 관점, ‘정의 목표’ 관점, ‘문화-수학적 목표’ 관점, ‘수업개선 목표’ 관점으로 설정하였다. 또한, 수학답사활동이 예비교사의 PCK 역량에 효과적인지 확인하기 위해 <표 II-1>에 제시된 내용을 기반으로 ‘수업목표 지식’과 ‘수업내용 지식’ 관점으로 이원화하여 정리하였다. 질적 자료는 모두 전사되었고, 위에 제시한 분석틀에 따라 분류하여 정리하였다.

IV. 연구결과

1. 수학답사자료 개발

가. 자료개발의 방향

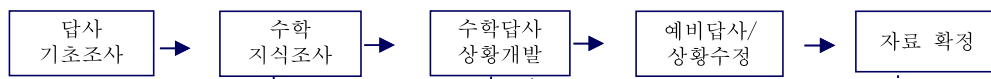
수학답사활동 자료의 개발 방향은 서보역(2015)이 제시한 근거로 다음 다섯 가지로 설정하였다.

첫째, 예비수학교사가 연구의 대상이라는 것을 명확하게 인식하고, 자료를 개발한다. 즉, 예비수학교사는 미래 수학교사라는 점을 고려한다. 둘째, 교수용 자료와 예비수학교사용 자료를 구분하여 개발한다. 수학답사활동은 교실 밖 수업활동이므로 교수에게는 수업개선에 유의미하고, 예비수학교사에게는 수학교사에게 요구되는 전문적

역량 함양에 유의미해야 한다. 실제로 교사와 학생으로 이원화된 서로 다른 두 자료를 강조하고 있고(이정원, 1998; 최재혁, 1999), 이에 따라 교수용 자료는 ‘수학 주변 이야기, 문화 이야기, 역사 이야기, 답사계획, 자료개발, 사전활동, 답사활동, 사후활동’ 등에 대한 구체적인 내용을 포함하였고, 예비교사용 자료에는 ‘학생이 탐구해야할 내용, 결과 기록지, 활동 내용’ 등을 담았다. 셋째, 수학답사활동의 네 가지 목표인 ‘인지적 목표, 정의적 목표, 문화-수학적 목표, 수업개선 목표’를 달성할 수 있도록 개발한다. 넷째, 수학답사활동의 자료는 학생의 주도적 활동 중심으로 구성되고, 활동을 통해 수학지식의 획득과정이 분명히 관찰할 수 있도록 개발한다. 다섯째, 소집단 중심의 학습공동체를 구성하고 구성원 사이의 활발한 의사소통이 가능하도록 학습자료를 개발한다.

나. 수학답사자료의 개발 과정

수학답사활동에서 교수자의 체계적인 조직과 함께 중요한 요소가 자료의 구성 및 상황의 설정이다. 어떤 측면에서는 수학답사활동의 성패는 학습자료 구성의 유용성에 달려 있다(Rudmann, 1994). 이에 본 연구에서는 유의미한 자료의 구성과 수학적 상황 구성을 위해 5단계의 체계적인 과정을 거쳤고, 이 과정은 홍성민과 김상룡(2002)이 제시한 과정을 본 연구의 상황에 맞게 재구성하였다([그림 IV-1]참조).



[그림 IV-1] 수학답사자료 및 상황 개발 과정



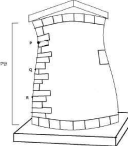

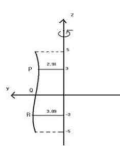
첫째 단계는 ‘답사 기초조사’ 단계로 수학답사활동을 계획하는 초기에 이루어지는 활동이다. 연구자와 연구협력자가 답사지를 결정하고, 답사지에 대한 역사 문화적 기초자료를 수집하는 단계이다. 이 단계에서는 학생의 흥미도, 학생들의 관심도, 실제 활동의 가능성, 접근성 등을 조사한다. 둘째 단계는 ‘수학 지식조사’ 단계로 수학답사활동에서 학생들이 학습해야 할 수학적 대상이 무엇인지 선정하고 수집하는 단계이다. 수학과 교육과정을 확인하고, 답사활동 대상을 고려하여 수학적 대상을 선정한다. 이때 수학답사활동에 참여하는 학생들의 능력 및 수학에 대한 지식의 정도에 대한 조사도 이루어진다. 셋째 단계는 ‘수학답사 상황개발’ 단계로 답사 기초조사와 수학 지식조사를 기반으로 실제로 이루어질 수학적 활동을 개발하는 단계이다. 수학답사 상황은 학습해야 하는 수학, 답사지를 상호 연결하여 실제로 학생들이 수행할 수 있는지 초점을 두어 개발한다. 넷째 단계는 ‘예비답사 및 상황수정’ 단계로 연구자가 설정한 수학답사 상황을 본답사에 앞서 연구자와 연구협력자가 미리 경험해 보게 된다. 이를 통해 수학적 상황 및 학습자료 등을 수정하게 된다. 본 연구에서는 연구자와 연구협력자가 2회, 연구자 단독으로 1회, 예비교사 교육차원에서 예비교사 1개 소집단과 함께 1회 실시하였다. 다섯째 단계는 ‘자료 확정’ 단계이다. 사전활동, 답사활동, 사후활동 자료를 최종적으로 확정하고, 교수용 자료를 확정한다.

다. 개발 자료

구체적으로 개발한 예비수학교사용 탐구과제를 개략적으로 제시하면 <표 IV-1>과 같고, 개발된 자료에 대한 예시는 [그림 IV-2]와 같다.

<표 IV-1> 예비수학교사용 경주 지역 활동 내용

내용	경주첨성대	경주 불국사
사전 활동지	<ul style="list-style-type: none"> ○첨성대에 대한 스토리텔링 ○첨성대 가는 길 찾기 ○첨성대 도착 ○첨성대 소개하기 	<ul style="list-style-type: none"> ○불국사에 얽힌 스토리 ○불국사의 보물과 배치도 및 불국사 소개하기 ○신라의 용 문양 ○피라미드의 기울어짐 조사하기
현장 활동지	<ul style="list-style-type: none"> ○하늘에서 본 첨성대 그리기 ○첨성대 사진에 답는 방법 및 사진 찍는 위치 ○건물터에서 경우의 수 찾기 ○첨성대의 기울어진 정도 찾기 	<ul style="list-style-type: none"> ○피타고라스 정리와 그 일화 ○불국사에서 직각삼각형 찾기 ○불국사에서 평면도형 채우기 ○불국사 구석구석의 용 문양
사후 활동지	<ul style="list-style-type: none"> ○첨성대의 부피 구하기 ○첨성대의 전개도 그리기 ○경우의 수 구하기 ○공학도구로 첨성대 기울기 구하기 	<ul style="list-style-type: none"> ○불국사에서 찾은 직각삼각형 분류 ○평면 채우기 ○불국사에서의 평면 상호 ○국립박물관과 불국사의 용 문양

<p style="text-align: center;">수학답사(Math Trip): 경주 첨성대 사전활동지</p> <p>2. 첨성대 가는 길: 활성해자 조용한 길을 걸다가 왼쪽에 문화유적에서 볼 수 있는 햇빛이 있어서 걸음을 멈추고 살펴보았다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="font-size: small;">[활성해자 설명 팸플릿] [활성 해자]</p> <p style="font-size: x-small;">이 유적은 신라의 궁성이었던 월성을 둘러싸고 있던 해자 시설의 일부</p> <hr/> <p style="text-align: center;">현장활동지(개별과제)</p> <p>1. 하늘에서 본 첨성대 하늘에서 보면, 첨성대이 모양은 어떨까요? 그려볼까요? (중략)</p> <p style="text-align: center;">현장활동지(조별과제)</p> <p>3. 앞에서 구한 사진 찍기 활동의 최소 회수에 대해 서로 나누어 보자. 1) 자신의 휴대폰을 가지고 최소 회수의 지점에 각자 위치를 서 봅니다. 그리고 그 위치에서 사진을 동시에 찍어 보세요. 어떤 위치이어야 하는지 그 위치에 대해 기술해 봅시다. 기하학적 위치에 대해서 기록해 봅니다.</p>	<p style="text-align: center;">수학답사(Math Trip): 경주 불국사 이름()</p> <p style="text-align: center;">사전활동지</p> <p>1. 불국사에 얽힌 스토리 1) 불국사 장전 삼국유사에 의하면 첨대성은 머리가 크고 이마가 평평하여 성(鏡)과 같이 생겼다고 하여 이름을 대경(大鏡)이라 하였다. 흠어머니를 모시고 사는 그는 너무 가난하여 마을의 부자 복안 밑에서 머슴살이를 하였는데, 열심히 일한 그는 조가삼간과 밭을 조금 마련할 수 있었다. 어느 날 한 스님이 법회를 흥분사에서 열고자 하여 복안의 집에 와서 시주하기를 권하자 복안이 배 50평을 바쳤다. 그러자 관개가 축원을 천신이 항상 보호하여 만배를 얻게 하고 안락과 장수를 누리게 될 것이라고 하였다. 대경이 이 말을 듣고 어머니에게 말씀드리기를 "우리가 과거에 쌓은 일들을 행</p> <hr/> <p style="text-align: center;">사후활동지</p> <p>1. 첨성대가 두께가 없다고 가정할 때, 전체 부피는 얼마나 될지 탐색해 보자.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="font-size: x-small;">[P, Q, R 점을 찍은 찍기] [첨성대 모형 예시] [도선의 함수식을 찾기]</p> <p style="font-size: x-small;">(어떻게 접근할까?)</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

[그림 IV-2] 수학답사활동 자료 개발(예시)

2. 양적 자료 분석 결과

예비교사에게 나타난 수학에 대한 인식의 변화를 분석하기 위해 본 연구에 참여한 25명의 예비수학교사를 대상으로 사전검사와 사후검사를 실시하였다. 검사지는 두 하위영역의 요소로 구성되었고, 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 검사지의 하위요소인 ‘수학의 실용적 가치와 유용성에 대한 검사’와 ‘수학답사활동의 가치에 대한 인식 검사’ 사이의 평균값 차가 존재하는지 t-검정을 실시하였다(<표 IV-2>참조). 두 하위요소 사이의 평균값의 차이는 0.051이고, 표준편차는 0.718으로 자유도 24에서 유의확률 $p=0.725>0.05$ 이므로, 신뢰수준 95%에서 두 검사 사이의 평균값의 차가 없는 것으로 나타났다. 이는 수학의 유용성에 대한 인식이 높은 학생이 수학답사활동의 가치에 대한 인식도 높다는 것을 보여준다.

<표 IV-2> 수학의 실용적 가치 및 수학답사활동의 가치에 대한 t-검정

구분	대응차이		t	df	유의수준
	평균	표준편차			
수학유용성-수학답사유용성	-0.0512	0.718	-0.356	24	0.725

둘째, 사전검사와 사후검사 사이의 평균값 차가 존재하는지 t-검정을 실시하였다. 사전검사에 대한 평균은 3.759, 표준편차는 0.442이고, 사후검사에 대한 평균은 4.096, 표준편차는 0.568로 나타났다(<표 IV-3>참조). 사전검사와 사후검사 사이의 평균의 차이는 0.337, 표준편차는 0.490으로 자유도 28에서 유의확률 $p=0.001<0.05$ 이므로, 신뢰수준 95%에서 두 검사 사이의 평균값의 차가 있는 것으로 나타났다. 이는 수학답사활동에 참여하기 이전과 참여한 이후에 수학의 유용성, 수학답사활동의 가치에 대한 인식에 변화가 생겼다는 것을 의미한다.

<표 IV-3> 사전검사와 사후검사 사이의 t-검정

구분	대응차이		t	df	유의수준
	평균	표준편차			
사전검사-사후검사	-0.337	0.490	-3.703	28	0.001

3. 수학답사활동에 대한 질적 자료 분석 결과

가. 인지적 효과 분석

본 연구의 대상은 대학교 3학년에 재학 중인 예비수학교사이다. 인지적 측면의 분석은 사후활동지([그림 IV-3]참조), 사후활동과정에 대한 동영상 자료 및 면담 녹음 자료를 중심으로 분석하였다.



[그림 IV-3] 첨성대 사후활동과제 1번(예시)

첫째, 학생들의 사고의 변화, 새로운 관점으로서의 전환이 일어나고 있었다. 아래는 학생들의 첨성대의 부피를 구하기 위한 조별 활동 과정의 일부를 요약한 것이다.

- 학생J: 이 문제는 공학적 도구를 사용한다던가. 함수식을 그래프로 나타내주는 프로그램을 사용하는 것이 좋을 것 같다.
- 학생K: 우리가 미분적분학을 배웠는데 그래프 모형을 토대로 조사해 보는 것도 좋을 것 같다. 첨성대의 두께가 없다고 가정할 때 전체 부피가 얼마나 될지...
- 학생I: 결과적으로 y축으로 돌려서 하면 되는 거니까...
- 학생K: 식만 찾아낸다면 부피는 쉽게 구할 수 있을 것 같다. 식을 찾는 것이 관건이다.
- 학생J: 그때 보니까 위의 폭이 2.5m 그리고 밑에가 5.17m... 이 폭은...
- 학생K: 길이들은 다 알고 있으니까 식을 찾아야 한다는 것인데.
- 학생J: 이 굴곡된 식을 찾아야 하는데.
- 학생K: 지오지브라를 이용해서 하면 어떨까?
- 학생J: 삼각함수를 이용해 보는건?

학생H: 이런 그래프는 어떤가? $\frac{x}{x^2-x-2}$

학생K: (컴퓨터를 가리키면서) 문제는 이인데 이것을 없애야 하는데...(후략)

위의 대화를 통해 볼 때, 학생들은 곡선의 식을 구하기 위해 노력하고 있다. 자연스럽게 공학적 도구를 생각하였고, ‘수학교재연구’ 강의 시간에 학습한 지오지브라(Geogebra)프로그램을 떠올렸다. 그리고 함수식을 구하려고 노력하였지만, 긴 시간의 토론에서 실패하는 모습을 보여준다. 정확하지 않았고, 오차가 크다는 생각 때문이다. 이 상황에 대해 연구자는 학생H와의 면담을 실시하였고, 그 결과 학생들의 어려움이 무엇이고, 어떻게 지식이 발전될 수 있는지 관찰할 수 있었다. 다음은 연구자와 학생이 나눈 대화이다.

교수: 그래 그다음 사후활동 첫 번째 문제는 어떻게 풀었나요?

학생H: 단계별로 굴곡을 찾아보려고 했는데.

교수: $\left(\frac{25}{3}\right)^3$ 이 제일 가까웠어요?

학생H: 네. 그나마 제일 가까웠습니다.

교수: 어떻게 하면 좀 더 쉽게 찾을 수 있을까?

학생H: 음 실제 첨성대 사진을 좌표가 있는 그래프에 써서 x좌표와 y좌표를 여러 개 찾아서 함수식을 찾으면 어떨지.

교수: 지오지브라 식을 찾아야 하는데 안 나온 것 같은데, 꼭 식을 찾아야 하나요?

학생H: 음. 저희가 원기둥의 부피를 구할 수 있잖아요. 그러니까 원기둥의 부피를 하나하나 다 구하면 되지 않을까요?

교수: 첨성대에서는 어떻게?

학생H: 우리가 사진 찍은 자료가 있잖아요. 층층이 다 길이가 있었으니까. 그 길이가 줄어드는 비율을 닳음비를 사용해서 구하면 29개 각각의 원기둥 부피를 구할 수 있을 것 같아요?

학생들은 사후활동에서 첨성대 ‘과제1’([그림 IV-3]참조)을 수행하기 위해 함수식에 집중하였다. 대학교 3학년의 입장에서 함수식을 찾는 것은 자연스러운 접근이었다. 하지만, 어떠한 근사식도 충족하기 어렵다는 사실을 깨달았다. 연구자가 함수식에서 벗어나라고 발문을 하자, 학생H는 29개의 원기둥을 생각해내었다. 이러한 생각은 입체에 대한 구분구적법과 직결되는 생각으로 교육적으로 큰 가치가 있는 사고활동이다. 예비교사들은 수학답사 활동을 통해 자신이 알고 있는 수학적 지식을 활용하고, 자신의 사고활동을 자극하는 활발한 인지적 활동을 전개한 것으로 나타났다. 함수식을 구해야 한다는 선행개념으로 인해 새로운 관점으로 대상을 바라보는 시각이 조별활동에서는 좀처럼 관찰되지 않았지만, 면담과정에서 사고의 전환에 대한 교수의 발문이 대상을 새롭게 바라보는 관점의 전환이 쉽게 일어남을 발견할 수 있었다.

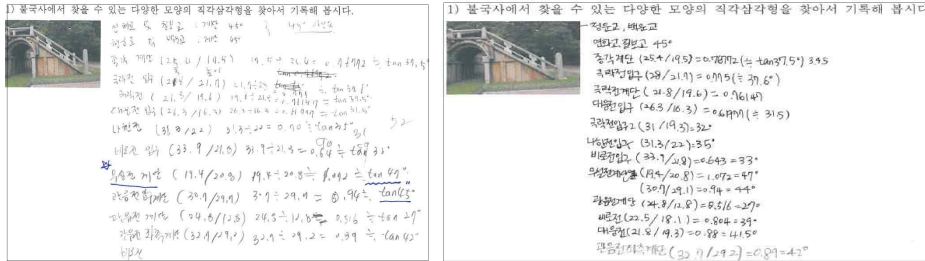
또 다른 예를 살펴보자. 이번에는 불국사에서 현장답사활동 과제이다. 이 과제는 현장에서 개별과제를 수행한 다음, 이를 바탕으로 사후활동을 조별로 수행하는 과제였다([그림 IV-4]참조).

현장활동지(개별과제)

2. 직각삼각형 찾기
1) 불국사에서 찾을 수 있는 다양한 모양의 직각삼각형을 찾아서 기록해 봅시다.



[그림 IV-4] 불국사에서 현장활동 과제 2번



[그림 IV-5] 과제2번에 대한 학생 활동지 예시

[그림 IV-5]는 현장활동과제 2에 대한 학생의 현장활동에 대한 기록이고, 아래는 이러한 기록을 근거로 나는 학생들 사이에 이루어진 대화의 일부이다.

- 학생H: 불국사의 계단에서 직각삼각형을 많이 찾았어. 그것을 분류 기준을 정해 분류하는 활동인데 나는 각의 크기를 분류기준으로 잡았어. 30° 전후의 계단이 많아, 30°를 기준으로 경사가 얼마나 심한지를 분류해 보았어. 다른 사람은?
- 학생J: 피라미드 모양에서 3:4:5 비율이 있잖아. 불국사의 각은 보통 30°에서 40° 내외로 되어 있고, 3:4:5랑은 다르다고 생각이 되었지만 큰 차이는 없었기 때문에 비가 비슷하게 이루어져 있었다고 했어.
- 학생H: 활동을 하면서 처음에는 익숙하지 않아서 어려웠지만, 점차 익숙해 진 것 같아. 혹시 분류를 각의 크기 말고 다른 분류기준으로 한 경우가 있니?
- 학생I: 고등학교 때 배운 걸 보면 각의 크기가 45°일 때 변의 길이의 비가 1:1:√2 인 관계가 있는데, 직접 잴 때는 다보탑은 37.5°도. 그 외 45°가 가장 많았어. 그래서 변의 길이의 비로 분류를 해봤어.

현장답사활동에 대한 예비교사들의 기록을 보면, 불국사에서 관찰할 수 있는 모든 직각삼각형이 열거되어 있었다. 그런데 대부분 학생들의 현장답사활동 기록에서는 각의 크기에 초점을 맞추어 직각삼각형을 분류하고 있었는데, 이러한 경향은 사후활동에서 변화가 생겼다. 위 대화에서 예비교사는 각의 크기가 아닌, 변의 길이의 비로 직각삼각형을 분류하려는 경향이 나타났음을 알 수 있다.

가장 많이 나타난 변의 길이의 비는 3:4:5인데, 이것은 수학사에서 직각을 얻는 가장 쉬운 방법과 깊은 관련이 있다. 활동의 초기에는 학생들이 각의 크기에 의한 분류가 가장 간단한 것임을 인식하지만, 사후활동 과정에서 이러한 분류는 대상들을 범주화하는데 어려움이 있음을 직시하고 새로운 방법인 변의 길이의 비로 직각삼각형을 분류하려는 자연스러운 사고활동이 일어나고 있다. 실제로 학생과의 면담에서 신라의 장인들이 ‘각으로 측정했을까?’, ‘변으로 측정했을까?’라는 질문에 대해 학생I는 ‘각의 측정은 어렵기 때문에 변을 측정해서 직각을 구했을 것’이라는 답을 하는 것으로 나타났다. 이를 통해 수학답사활동이 학생들의 수학적 지식의 획득과 사고의 전환에 영향을 끼치고 있음을 확인할 수 있다.

둘째, 문화재에서 유의미한 수학문제를 찾을 수 있다는 생각의 변화와 더불어, 문제해결 활동이 활발하게 일어나는 것으로 나타났다. 즉, 학생들은 문화재와 역사적 유적과 관련된 수학문제를 만들고, 만들어진 수학문제를 해결하는 과정을 체험하였다. 학생은 교수와의 면담에서 아래와 같이 고백하고 있다.

학생I: 지도 학생K랑 거의 비슷한 생각인데요. 예전에 修學旅行을 갔을 때는 아무 생각 없이 그냥 신기하구나 하고 말았는데, 이번 답사를 통해 수학적 원리 특히 기하학적 원리에 대해 조사해보고, 첨성대와 같은 문화재에서 수학문제를 도출할 수 있다는 것을 깨달았고, 문화재가 아닌 다른 상황에서도 수학문제를 도출해 낼 수 있지 않을까 하는 궁금증을 더 많이 가질 수 있게 해 주었어요.

실제로 현장답사활동 및 사후활동의 과정은 수학문제를 해결하는 과정이었고, 문화재와 역사적 유적지와 관련이 있는 수학문제를 해결하는 인지적 활동을 수행한 결과였다. 결과적으로 수학답사활동은 인지적 측면에서 가치 있는 교육의 가능성을 확인할 수 있었다.

나. 정의적 효과 분석

정의적 측면의 분석은 과제의 수행과정에서 학생들의 행동에 대한 관찰을 통해 확인하려고 노력하였지만 간단하지 않았다. 이에 본 연구에서는 수학답사활동에 대한 학생 면담에서 학생의 반응을 두 가지로 구분하여 분석하였다.

첫째, 학습에 대한 아쉬움, 더 잘하고자 하는 욕구가 두드러지게 관찰되었다. 아래는 사후활동 후 남학생 2명과 진행한 면담의 일부이다.

교 수: 자신이 구한 횡수의 사진 찍기 활동은 어땠어요?

학생K: 그때 저희가 첨성대 바로 옆에 까지는 들어가지 못했어요. 안에 들어가 가까이에서도 찍어보고, 멀리에서도 찍어보고, 여러 방법으로 거리를 달리해서 찍어봤으면 더 좋았을 거 같은데 그렇게 못해서 아쉬웠어요. 그래도 세 명이 동시에 찍어 봤으니 얼추 다 담아낸 것 같습니다. 하지만 여러 번 찍기는 했지만...

학생L: 저는 들어가서 계속 찍어 보았는데 이게 사람 눈으로 봤을 때는 확실하게 다 보아기는 하는 데 사진기로 찍으려니까 그 장면을 다 담을 수가 없어서, 더 좋은 카메라를 들고 가서 한 번 해봤으면 하는 아쉬웠던 기억이 있습니다.

위의 상황은 첨성대의 걸면을 모두 카메라에 담기 위해 필요한 촬영의 횡수가 3회라는 것을 직접 3명의 학생이 확인하려는 활동에 대한 회고이다. 세 번으로 충분하지 확인하려고 했는데, 현실적 여건으로 실행에 실패한 아쉬움을 표현하고 있다. 학생들은 수학적 사실을 직접 체험적으로 확인하려 했던 활동에 대한 아쉬움과 더 잘하고 싶은 욕구를 표현하고 있다. 학습자의 아쉬움과 욕구는 매우 중요한 정의적 영역이 아닐 수 없는데, 수학답사활동에서 이러한 모습이 여러 번 관찰되고 있다.

둘째, 수학에 대한 경외심, 수학에 대한 유용성과 수학의 가치를 깨닫고 있는 것이 관찰되었다. 아래는 면담에서 밝힌 한 학생의 고백이다.

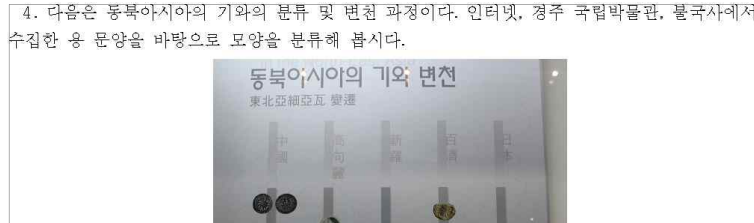
학생H: 불국사나 첨성대를 갔을 때 그것을 수학적 시선으로 보는 사람은 잘 없을 것이라 생각했어요. 그런데 답사를 가 보니 불국사의 계단을 지을 때에도 그 시절에 벌써 피타고라스의 원리를 이용했다는 걸 알게 되면서 불국사나 첨성대가 아니라도 일상생활에서 수학이 많이 쓰이고 있다는 것을 세삼 깨닫게 되었어요. 첨성대가 기울어지고 있다고는 생각도 못했는데 점점 기울어지고 있고, 돌 개수가 몇 개인지 세어 볼 생각도 못했는데, 돌과 단의 개수에도 어떤 원리를 가지고 만들어졌다는 것에 놀랐어요. 이번 활동을 통해 수학이 정말 우리가 살아가는 일상생활에 많이 쓰이고 있구나 하고 생각했어요.

위의 학생H의 고백은 '수학에 대한 경외심과 놀라움', '수학의 유용성에 대한 실제적인 체험', '수학적 가치에 대한 깨달음'에 대한 실제적인 효과가 있었음을 보여 준다. 이처럼 수학답사활동은 수학교실에서 획득하기에 쉽지 않은 수학에 대한 긍정적인 생각을 도출하는데 큰 기여를 하는 것으로 관찰되었다.

다. 문화-수학적 효과 분석

수학교육과 학생들 대부분은 고등학교에서 자연계열이었고, 스스로가 인문학적 소양이 부족하다고 느끼고 있는 것 같다. 게다가 수학수업의 주요 소재는 물리, 화학과 같은 과학적 요소가 대부분이다. 이러한 성향을 가진 예비수학교사에게 수학답사활동을 통해 변화가 생겼다. 아래 [그림 IV-6]은 문화와 관련된 수학답사활동 수학과

제의 일부이다.



[그림 IV-6] 문화 관련 수학과제

문화재 속에서 수학을 사용하는 대표적인 예로 신현용 외(2011)는 신라시대 탑의 체감률을 제시하고 있다. 이것은 탑이 높아짐에 따라, 각 층 옥개석의 부피도 감소한다는 것에서 착안한 개념인데, 체감률은 층이 높아짐에 따른 옥개석 부피의 감소 비율을 의미한다. 그런데 체감률은 탑이 만들어진 시대를 정확하게 예측하는 도구가 된다는 점에서, ICME-12 문화특별위원회는 수학답사활동에서 문화-수학적 측면을 명확히 부각시키고자 하였다.

문화-수학적 측면을 확인하기 위해, 본 연구에서는 예비교사에게 ‘경주에 있는 용 문양에 대한 체계적인 분류’ 방법을 탐구하도록 하였다. 아래는 학생 탐구활동의 일부이다.

- 학생H: 경주 국립박물관, 불국사에서 수집한 용(도깨비) 문양을 바탕으로 모양을 분류해 보자. 우리가 찾은 19개 정도의 용 문양을 어떻게 분류할까. 내가 특징을 찾아보니 신라의 용 문양은 사자의 갈기를 가지고 있고 도깨비의 뿔이 있고 부리부리한 눈과 익살맞은 얼굴이 특징이야. 송곳니가 나와 있는 도깨비가 있고, 아닌 도깨비도 있고 사자의 갈기를 가지고 있는 도깨비도 있고 아닌 도깨비도 있고, 대체적으로 모양이 비슷하기는 하지만, 나는 사자의 갈기를 가지고 있다 없다와 같이 용의 모양으로 분류할 수 있을 것 같아.
- 학생K: 모양으로 하자면 갈기를 가지고 있거나 이뿔이 튀어나와있는 것도 있고 안 튀어나와 있는 것도 있고, 표정은 대체적으로 익살스러운 것 같아. 눈도 대체적으로 부리부리하고, 아니면 쓰임새로 분류할 수도 있을 것 같아.
- 학생H: 문고리인 것과 기와인 것. 아니면 언제 만들어졌는지 모르지만 알면 그 순서대로 분류할 수 있지 않을까.
- 학생K: 그 시대에 많이 나타난 용 모양, 도깨비 모양을 분류해보면 시대별로도 분류해 볼 수 있을 거 같아.
- 학생J: 시대별로도 괜찮은 것 같고. 위 그림처럼 중국이나 백제, 고구려, 신라, 일본 등 나라별로 분류할 수도 있을 것 같아. 그리고 사람 얼굴을 볼 때 황금비라 해서 눈에서 이마까지의 비를 생각하는데 이것으로 분류할 수도 있을 것 같아.
- 학생I: 생김새 같은 것도 외모의 특징이니 그 시대의 살고 있는 사람들의 성격이나 외모를 반영하지 않았나 생각해.
- 학생K: 시대적 상황을 용을 만든 재질에 따라 이 나라가 어느 정도 발달을 했는지, 발달하는 과정 등도 알아 볼 수 있을 것 같아.
- 학생H: 찾아보니가 통일신라시대 때에는 불교문화가 많이 융성했잖아. 그래서 서역의 영향을 받아서 용 문양을 새긴 다양한 조형물을 비롯해 도깨비 문양을 새긴 다양하고 화려한 문양이 성황을 이루었다고 해. 그래서 이 시대의 특징에 맞게 아무래도 불교 영향을 받아서나 아니면 도깨비 문양 같은 것은 옛날 그대로 악귀를 물리쳐 준다와 같은 의미도 있으니까. 그래서 이렇게 이 시대에 도깨비 문양이 유독 많았지 않았나 하는 생각도 들어. 그리고 보통 다른 동물들 같은 것은 몸통이 나와 있을 법도 한데 이 도깨비는 항상 얼굴만 있잖아...

예비교사들은 용 문양의 체계적인 분류를 위해, 다양한 활동을 진행하는 것으로 나타났다. 대표적으로 첫째, ‘사자의 갈기’ 등 문양의 특성을 추출하였고, 둘째, 당시 신라의 국제정세에 대해 조사하고, 셋째, 당시의 생활양식과 같은 역사에 대한 관심을 드러내고 있었다. 이를 통해 볼 때, 수학답사활동은 ‘문화에 대한 관심’, ‘역사에 대한 관심’, ‘문화유적에 대한 관심’ 등을 복돋우어 주고 있고, 수학학습을 통해 이들과 관련 맺을 수 있음을 보여 주고 있다. 따라서 본 연구의 수학답사활동은 문화-수학적 효과가 드러나고 있음을 확인할 수 있다.

라. 예비수학교사의 수학수업 개선 의지에 대한 효과 분석

예비교사의 수학수업 개선 의지에 대한 분석은 면담에 대한 녹음 자료와 사후활동의 동영상 자료를 중심으로 분석하였고, 그 결과는 다음 다섯 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 학생들은 수학답사활동을 통해 ‘관심’의 중요성에 대해 깨닫게 되었다. 다음은 사후활동에서 학생들이 나눈 대화의 일부이다.

학생E: 침성대가 기울어지고 있다는 것을 알 수 있었어.

학생F: 관심이 있으니까 기울어져 있다는 것을 알게 된 것 같아. 만약 관심이 없었다면 기울어진 것이 보이지 않았을 거야.

학생J: 맞아. 학습 혹은 수업에서 관심은 매우 중요한 것이라고 생각해.

침성대가 기울어졌다는 것을 알게 된 것은 그들에게 관심이 있었기 때문에 보인 것이라고 고백하고 있다. 침성대는 오래전부터 꽤 많이 기울어져 있었지만, 관심을 가지기 전에는 보이지 않았다. 학습이나 수업도 그러한 것이라고 깨닫고 있음을 학생들의 대화를 통해 관찰할 수 있다.

둘째, 수학수업에서 흥미유발을 위한 새로운 자료의 필요성을 드러내고 있다. 다음은 학생의 사후활동의 일부이다.

학생K: 왜 역사에서 수학적인 아이디어를 얻을까 생각했었는데, 생각보다 역사는 특이하고 신기하고 기발하게 수학과 관련지을 수 있어서 놀랐어. 역사에서 수학적인 것을 연관해 정말 재미있는 것을 찾을 수 있겠다고 생각했어.

학생I: 문화를 수학과 연관시키는 것이 흥미 유발 차원에서 재미있을 거 같아.

학생E: 예전에는 수학시간에는 수학을 하고, 역사시간에는 역사를 하는 것이 맞다고 생각했어. 문화적 사실에 전문적 수학지식이 많이 들어가거나 하는 건 아니지만 그래도 문화재에 수학을 연관 지을 수 있고 요즘 시대에는 아무래도 일상생활과 연관시켜서 지도하는 게 좋고 한국사 등이 중요시되고 있다 보니까 이런 문화재나 역사 속에서 수학을 찾는 것도 정말 괜찮은 방법이라고 생각해.

학생J: 수학시간에 연관 짓는 것은 역사보다는 과학이 많았고, 같은 자연계열 과목이니까 쉽게 연관 지을 수 있겠다 생각했지만, 인문계열인 역사와도 연관시키면 흥미유발에도 좋고 기억에 더 남을 수 있어 좋을 거 같아.

학생들은 역사 문제가 수학의 흥미유발에 유익한 자료라는 것을 인식하였고, 문화와 관련된 소재가 수학수업의 흥미유발을 위한 소재가 될 수 있음을 인식하고 있다. 특히 최근 이슈가 되고 있는 한국사를 언급하면서 수학시간에 이러한 소재가 유익함을 체험하고 있다. 기존에 사용하지 않았던 역사 혹은 문화적 소재를 통해 수학수업의 흥미를 이끌 수 있다는 인식이 새롭게 생긴 것이다.

셋째, 수학수업의 목적이 단순히 수학적 지식의 획득이 아니라, 또 다른 목적이 있을 수 있음을 발견하고 있다. 아래는 어느 한 학생이 면담에서 밝힌 고백이다.

학생J: 저는 그런 문화적 지식이 수학과 연관이 안 되더라도 공부가 필요한 전문적인 지식은 아니지 않습니까? 그래서 이 정도는 수학시간이든 어떤 시간이든 기본적인 소양으로서 지식의 폭을 넓혀 가는 것도 괜찮다고 생각합니다.

수학수업도 전인교육의 한 부분이다. 수학수업이 오로지 수학만을 위한 시간이 아니라는 것이다. 인성함양이 수학수업을 통해 이루어지듯이 수학수업을 통해 문화적 소양, 인문학적 소양이 길러질 수 있다는 점을 인식한 것이다. 수학수업에서 사용되어지는 다양한 소재를 통해 교육의 다양한 목적이 달성될 수 있다는 인식의 변화가 생겼다.

넷째, 스토리텔링은 현재 우리 시대의 새로운 수업방법의 한 방법이다. 이에 대한 필요성을 인식하는 반응이 관찰되었다. 아래는 교수와 학생의 면담의 일부이다.

- 학생H: 수학적 일화를 많이 알면 수학적으로 다가가기가 조금 더 흥미롭고 좀 참신하게 다가갈 수 있을 것 같습니다.
 교 수: 중, 고등학교 다닐 때 수학과 관련된 일화를 들은 것 있니? 수업시간에.
 학생H: 수업시간에 들은 건 없어요. 그냥 교과서에서 짹짹하게 실려 있는 것은 본 기억이 있습니다.
 교 수: 어떤 내용으로 기억하고 있어?
 학생H: 정확하게 기억은 안 나지만 그림 같은 것도 있었고, 피타고라스라는 사람이 나와서 설명하고 있는 그런 것이 있던 것 같습니다.
 학생J: 수학 수업을 할 때 항상 수학 수업만 하면 학생들이 지루해 하나까 이런 이야기를 잠깐 잠깐 해주면 아이들이 좋아할 것 같습니다.

예비교사가 생각하는 스토리와 현재 추진 중인 스토리텔링은 다소 다를 수 있지만, 수학 수업에서 이야기적인 요소가 가미되는 것이 수학 수업의 개선에 필요하다는 의식의 변화는 생긴 것으로 분석된다.

다섯째, 수업에서 활동의 중요성을 깨닫고 활동 중심의 수업에 대한 기대감을 관찰할 수 있었다. 아래는 사후 활동에서 학생들 사이에 이루어진 대화의 일부이다.

- 학생J: 항상 눈이나 손으로 공부만 하다가 직접 체험을 하니깐 좀 더 머리에 와 닿고 재미있었어.
 학생K: 수학을 배웠을 때는 항상 도형이나 수를 눈 혹은 손으로만 공부를 했었어. 그런데 이번에 직접 문화재 속에서 활동을 하고, 도형을 찾으며 수학을 배운다는 것이 재미있었어. 그리고 문화재를 볼 땐 항상 역사적인 시각으로만 바라 봤는데, 수학적 시각으로도 바라본다는 것이 좋은 경험이었던 것 같다.
 학생H: 평소에 침성대를 봤을 때 기울어져 있는 것을 느끼지 못했는데, 그 사실을 알고 보니까 눈에 또렷이 보였어. 또한 사진 찍을 때 잔디밭에 못 들어가서 어려움이 있었어. 세 번 만에 찍을 수 있다는 것을 눈으로 확인하니깐 신기했어. 그리고, 침성대 옆면이 곡선인데 이 곡선 그래프를 컴퓨터를 이용하여 찾으려고 여러 가지 활동을 했는데 평소에 손으로 그래프를 그릴 때와는 다르게 문화재 속에서 찾는다는 것이 매력적이었다고 생각해.

수학답사활동에서의 수학학습의 경험은 과거 학생들이 가진 수학학습의 경험과는 사뭇 다른 것이었다. 이러한 색다른 경험의 핵심은 ‘연필과 눈’을 통한 학습이 아니라 ‘활동’과 ‘참여’를 통한 학습이라는 것이다. 수학수업을 바라보는 관점의 변화가 관찰된 것이다.

지금까지 수학답사활동이 예비수학교사에게 끼친 영향을 인지적 효과, 정의적 효과, 문화-수학적 효과, 수학 수업 개선 의지에 대한 효과로 나누어 살펴보았다. 이 네 가지 효과 중에서 예비수학교사에게 가장 두드러지고 다양하게 나타나는 측면은 ‘수학수업의 개선에 대한 효과’로 나타났다. 즉 수학답사활동이 예비수학교사에서 수학수업에 대한 새로운 측면을 인식하도록 하는데 가장 크게 기여하였다.

4. 질적 자료 분석 결과에 대한 정리

지금까지의 질적 분석 자료에 대해 인지적 효과, 정의적 효과, 문화-수학적 효과, 수업개선 의지 효과로 나누어 살펴보았다. 이러한 분석 자료를 PCK의 두 요소인 수업목표 지식, 수업내용 지식으로 이원화하여 분류하면 <표 IV-4>와 같다. 이 표는 사전활동, 답사활동, 사후활동, 면담활동 과정에서 학생의 반응을 분석틀에 기초하여 재정리한 것이다.

<표 IV-4> 분석틀에 따른 수학답사활동 과정에서 학생의 반응 분석

구분	인지적 효과	정의적 효과	문화-수학적 효과	수업개선 의지 효과
수업표시 지식 (교사가 지향하는 목표)	<ul style="list-style-type: none"> 수업을 통해 문화재나 역사 속에서 수학을 찾는 것도 정말 괜찮다고 생각함. 다른 문화재나 상황에서 수학적으로 접근할 수 있는 시각을 형성하게 됨. 첨성대의 전개를 그림의 활동에서 자신의 사고활동을 반성할 수 있었음. 지오지브라 등 공학도구를 활용한 측정 활동을 통해 정보수집이 가능함. 	<ul style="list-style-type: none"> 사물을 바라볼 때 그냥 바라보는 것이 아니고, 다양한 측면을 고려하도록 도와주고, 창의적인 생각을 많이 할 수 있도록 구성해 주는 것이 필요함. 그냥 계속 수학만 하는 것보다 이런 이야기를 들으면 재미있으니까 아이들이 집중하게 되고 활기가 있고 좋은 것 같음. 	<ul style="list-style-type: none"> 역사적인 사실은 당연히 알아야 하는 것으로 수학 학습을 통해 역사와 수학이 결합하는 것도 교육적으로 필요한 것임. 불국사에 갔을 때 불국사의 위치나 구조를 새롭게 알게 되었고, 수학적 방법으로 분석하는 것도 교육적으로 의미가 있는 것으로 생각됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 문화재에 수학을 연관지어 지도하는 것이 좋겠음. 왜 역사에서 수학적 아이디어를 얻을 수 있을까 생각했었는데, 수학수업시간에 역사에서 수학적것을 연관해 재미있는 것을 찾을 수 있음을 깨달음. 문화적 지식이 수학과 직접 연관이 안 되더라도 수학수업에 도움이 될 것이라고 판단됨. 수학시간에 기본적인 소양을 넓혀가는 것도 필요할 것으로 생각됨.
수업 내용 지식	<ul style="list-style-type: none"> 불국사나 첨성대를 수학적으로 보는 사람은 없을 것이라 생각했음. 수학답사를 통해 불국사의 계단을 만들 때 피타고라스 정리를 이용했음을 깨달았음. 첨성대 같은 문화재에서 수학적 문제를 도출해 낼 수 있었음. 문화재는 항상 역사만 생각했는데 수학답사를 통해 문화 속 수학지식을 새롭게 알게 됨. 무한히 멀리 있는 대상에 대한 지식, 무한원점에 대한 실제적 적용을 함. 	<ul style="list-style-type: none"> 눈과 손으로 공부하다가 직접 체험을 하니까 좀 더 머리에 와 닿고 재미있었음. 꼭 불국사나 첨성대 뿐만 아니라 다른 사물이나 일상생활에서 수학이 많이 쓰이고 있다는 유용성을 알게 됨. 문화재가 수학적 원리가 들어가서 지어졌다는 것에 경외심을 가짐. 수학학습의 과정에서 아쉬움에 대한 절함의 생각. 조금 더 좋은 카메라를 들고 가서 '한 번 해볼 수 있을까'라는 학습에 대한 아쉬움과 안타까움을 느끼게 됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 첨성대가 점차 피사의 사탑처럼 기울어지고 있다는 것을 알게 되었음. 첨성대의 단수나 건축의 원리를 알게 되어, 우리 조상의 지혜를 알게 되었음. 첨성대의 단마다 천문학적 원리 및 당시 문화 정치적 배경을 이해하게 됨. 일 년 12달, 24 절기와 같은 당시 시대에 중요하였던 과학적 사실과 첨성대가 깊은 관련이 있음을 알게 됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 문화를 수학과 연관시키는 것이 흥미 유발 차원에서 정말 좋고 재밌겠다는 사실을 알게 됨. 수학시간에 관련 예제는 과학이 많았는데, 인문학인 역사 등과 연관시킬 수 있는 실제적인 방법을 알게 되었음. 이를 통해 흥미유발에도 좋고 기억에 더 남을 수 있을 것 같음. 지금까지 교과서에는 짧은 일화만 알았는데, 수학적으로 다가가기가 조금 더 흥미롭고 좀 참신하게 다가갈 수 있는 소재가 있음을 알게 됨. 피타고라스 정리가 수학적인 내용이라서 수학적 지식을 배우는 것도 있지만 이게 역사적으로 이 정리가 왜 생겼는지 실제적인 사례를 알게 되었음.

V. 결론

본 연구는 예비수학교사를 대상으로 수학교육에서의 현장답사활동의 중요성을 인식하고, '수학답사활동'을 통해 예비수학교사에게 생긴 인식의 변화를 파악하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위해 수학답사활동 자료를 개발하고, 학생들과 함께 사전활동, 경주 첨성대와 불국사에 대한 현장 답사활동, 사후활동, 심층면담 활동 등을 진행하였고, 이 모든 과정에 대한 체계적 분석을 통해 얻게 된 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 사전검사지와 사후검사지를 개발하였다. 검사지는 '수학의 실용적 가치와 유용성에 대한 검사'와 '수학답사활동의 가치에 대한 인식 검사' 두 하위검사 요소로 구성하였다. 두 하위검사 요소 사이의 평균값 차가 존재하는지 확인하기 위해 t-검정을 실시하였고, 검사 결과 두 요소 사이에는 밀접한 상호 관계성이 있는 것으로 나타났다.

둘째, 수학답사활동에 대한 사전검사와 사후검사 사이에는 유의미한 평균값의 차가 있는 것으로 나타났다. 즉 수학답사활동을 통해 예비수학교사들은 수학의 유용성에 대한 인식과 수학답사활동의 가치에 대한 인식에 유의

미한 변화가 생겼다.

셋째, 수학답사활동은 인지적 효과가 있는 것으로 분석되었다. 예비수학교사들은 수학답사활동 과정에서 자신이 알고 있는 수학적 지식을 활용하고, 자신의 사고 활동을 자극하는 활발한 인지적 활동을 전개한 것으로 나타났다. 비록 함수식을 구해야 한다는 선행개념으로 인해 새로운 관점으로 대상을 바라보는 시각이 조별활동에서는 좀처럼 관찰되지 않았지만, 면담과정에서 사고의 전환에 대한 교수의 발문이 대상을 새롭게 바라보는 관점의 전환이 쉽게 일어남을 발견할 수 있었다.

넷째, 수학답사활동은 정의적 효과가 있는 것으로 분석되었다. 수학답사활동 과정에서 학생들은 학습에 대한 아쉬움, 더 잘하고자 하는 욕구가 관찰되었다. 또한 수학에 대한 경외심, 수학에 대한 유용성과 수학의 가치를 깨닫는 것이 관찰되었다.

다섯째, 수학답사활동은 문화-수학적 효과가 있는 것으로 분석되었다. 체험물이 문화유산을 바라보는 수학의 한 측면인 것처럼, 용 문양에 대한 체계적 분류활동을 통해 수학학습을 통해 문화에 대한 관심, 역사에 대한 관심, 문화재에 대한 관심을 구체적으로 드러내고 있음을 확인할 수 있었다.

여섯째, 예비교사들은 수학답사활동 과정에서 수학수업을 바라보는 시각, 수학수업에 대한 많은 인식의 변화가 생긴 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 예비수학교사에게 가장 빈번하게 관찰되었고, 가장 두드러지게 나타난 교육적 효과로 분석되었다. 즉, 수학답사활동이 예비수학교사에게 수업에서 활동의 중요성을 깨닫게 하고, 활동 중심 수업에 대한 높은 기대감을 가지도록 한 것이다.

본 연구에 참여한 예비수학교사들은 수학에 대한 인지적 측면, 정의적 측면, 문화-수학적 측면, 수학수업의 개선에 대한 의지 측면에서 인식의 변화가 생겼다. 이러한 변화는 수학답사현장의 수학탐구활동 상황에서 수학적 문제해결 과정의 능동적 참여를 통해 구체적으로 드러났다. 특히 예비수학교사로서 수학수업이 구체적인 상황 중심으로 진행해야 한다는 필요성과 더불어, 수학학습의 진행에서 실제적인 도입 방법에 대한 인식의 변화, 수업의 전개 방법에 대한 인식의 변화가 생긴 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서 시도한 수학답사활동은 예비수학교사 교육에서 가치가 있는 것으로 확인되었으므로, 향후 지속적인 후속 연구를 통해 수학답사활동 방법, 수학답사자료 개발, 교실에서 진행하는 가상수학답사, 우리 생활주변에서의 수학답사활동 등 추가적인 연구가 진행될 필요가 있다. 이를 통해 수학수업이 개선되고, 흥미로운 학습자 중심 수학수업이 학교현장에서 이루어지기를 기대한다.

참 고 문 헌

강옥기 · 강윤수 · 고상숙 · 고희경 · 권나영 · 김구연 · 김래영 · 김민경 · 김응환 · 김익표 · 노선숙 · 서보익 · 신재홍 · 이수진 · 이종권 · 정인철 · 한인기 · 허혜자 · 황우형 (2013). 수학교육학신서. 서울: 교우사.

Kang, O. K., Kang, Y. S., Koo, S. S., Koo, H. K., Kwon, N. Y., Kim, G. Y., Kim, L. Y., Kim, M. K., Kim, H. H., Kim, I. P., No, S. S., Suh, B. E., Shin, J. H., Lee, S. J., Lee, J. K., Jung, I. C., Han, I. K., Heur, H. J. & Hwang, W. H. (2013). *New mathematical education*, Seoul: Kyowoosa.

교육부 (2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호[별책8].

The Ministry of Education (2015). *Mathematics curriculum*, Sejong: MEST.

문태선 (2011). 수학체험학습에서 나타난 수학영재의 특성 및 태도와 인식의 변화. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

Moon, T. S. (2011). *Characteristics and changes of mathematically gifted students in attitudes and perceptions on*

- mathematical experience*, Unpublished master's thesis, Korea National University of Education.
- 박승재 · 최재혁 (2004). 수원 화성 과학 탐방을 통한 문화재에 대한 과학적 안목 형성 지도. 한국과학교육학회지, **24(5)**, 930-936.
- Park, S. J. & Choi, J. H (2004). The development of students' scientific perspectives on historical heritages through the science field trip of hwasong fortress, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **24(5)**, 930-936.
- 서보억 (2013). 수학 교수·학습을 위한 '학교수학답사'의 유형 탐색. 2013국제수학영재교육학술대회 프로시딩, 107-111.
- Suh, B. E (2013). A school math tour type discovery for mathematics teaching and learning, *Proceedings of the 2013 international conference on mathematics education*, 107-111.
- 서보억 (2015). 수학 교수·학습을 위한 '학교수학답사'의 개념 탐색. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **54(1)**, 1-11.
- Suh, B. E. (2015). A Study on School Mathematics Field Trips for Teaching & Learning Method in Mathematics Education, *The Mathematical Education*, **54(1)**, 1-11.
- 신현용 (2010a). 수학여행 수학여행 1. 한국수학교육학회 뉴스레터. 126호. 한국수학교육학회.
- Shin, H. Y. (2010a). Math tour 1, *Korea society of mathematical education news letter*, No. 126.
- 신현용 (2010b). 수학여행 수학여행 2. 한국수학교육학회 뉴스레터. 127호. 한국수학교육학회.
- Shin, H. Y. (2010b). Math tour 2, *Korea society of mathematical education news letter*, No. 127.
- 신현용 (2010c). 수학여행 수학여행 3. 한국수학교육학회 뉴스레터. 128호. 한국수학교육학회.
- Shin, H. Y. (2010c). Math tour 3, *Korea society of mathematical education news letter*, No. 128.
- 신현용 (2010d). 수학여행 수학여행 4. 한국수학교육학회 뉴스레터. 129호. 한국수학교육학회.
- Shin, H. Y. (2010d). Math tour 4, *Korea society of mathematical education news letter*, No. 129.
- 신현용 · 서보억 · 이경언 · 최수현 · 나준영 · 윤민지 · 최명숙 · 문태선 · 박병주 · 조세연 (2010). 수학여행 수학여행, ICME-12문화특별위원회.
- Shin, H. Y., Suh, B. E., Lee, K. Y., Choi, S. H., Na, J. Y., Yoon, M. J., Choi, M. S., Moon, T. S., Park, B. J. & Jo, S. Y. (2010). *Math tour*, ICME-12 Culture Committee.
- 신현용 · 서보억 · 최명숙 · 박병주 (2011). 수학여행 수학여행2, ICME-12문화특별위원회.
- Shin, H. Y., Suh, B. E., Choi, M. S. & Park, B. J. (2011). *Math tour 2*, ICME-12 Culture Committee.
- 윤혜경 (1998). 한국 역사 속 과학 탐방의 실제 지도 방안, 과학교육자 큰 모임, 한국과학교육단체총연합회.
- Yoon, H. K. (1998). *Science teaching methods through the science field trip*, The Korean federation of science education societies.
- 이정원 (1998). 영릉과학탐방을 통한 중학생들의 문화재에 대한 개방적 탐구활동 분석, 서울대학교 대학원 석사 학위논문.
- Lee, J. W. (1998). *An analysis of junior high school students' open-ended investigation into cultural assets through the science field trip in Young-nung*, Unpublished master's thesis, Seoul National University.
- 전영석 (1998). 고인쇄 박물관 과학 탐방의 지도와 평가, 한국 역사 속 과학 탐방 교육, 한국과학교육단체총연합회
- Jeun, Y. S. (1998). *A teaching and evaluation through the science field trip in Korea old printing museum*, The Korean federation of science education societies.
- 최승현 (2007). 교육과정 개정에 따른 수학과 내용 교수 지식 연구, 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2007-3-2.
- Choi, S. H. (2007). Research for the PCK in the curriculum revision, *Korean Institute for Curriculum's Research Report No. RRI 2007-3-3*.

- 최승현 · 황혜정 (2008). 수학과 내용 교수 지식의 의미 및 분석틀 개발에 관한 연구. 한국학교수학회논문집, **11(4)**, 569-593.
- Choi, S. H. & Hwang, H. J. (2008). The Research on Pedagogical Content Knowledge in Mathematics Teaching, *Journal of the Korean School Mathematics*, **11(4)**, 569-593
- 최재혁 (1999). 화성과학 탐방을 통한 문화재에 대한 과학적 안목 형성 지도. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- Choi, J. H. (1999). *The development of students' scientific perspectives for cultural heritages through the science field trip of Hwasong fortress*, Unpublished master's thesis, Seoul National University.
- 홍성민 · 김상룡 (2002). 수학적 상황 설정 방법에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, **6(1)**, 41-54.
- Hong, S. M. & Kim, S. Y. (2002). A Study on the Method of Mathematical Situation Posing, *Education of primary school mathematics*, **6(1)**, 41-54.
- Boyd (1986). The significance of significance in cultural heritage studies: a role for cultural analogues in applied geography teaching. *Journal of Geography in Higher Education* 20(3), 295-304.
- Cross, P. K. (1998). Why learning communities? Why now?, *About Campus* 3(3), 4-11.
- Erickson, D. & Marchinek, T. (2012). Important dates and historical places as motivators for studying historical aspects of mathematical Ideals: The end of the world and Maya mathematics, ICME-12 Poster Session Proceeding.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*, D. Reidel Publishing Company.
- Kuntz, J. J. (2006). Take a trip with math, *Teaching K-8* January 2006, 50-51.
- Mangiante, E. S. (2009). Forest or Field, *Science and Children*, september 2009.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematic*. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 공역(2007). *학교수학을 위한 원리와 기준*. 서울: 경문사.
- Nesbit, S., Mayer, A. (2010). Shifting Attitude: The Influence of Field Trip Experiences on Student Beliefs, *Transformative Dialogues: Teaching and Learning Journal*, 4(2), 1-22.
- Noel, A. M. & Colopy, M. A. (2006). Making history field trips meaningful: Teachers' and site educators' perspectives on teaching materials, *Theory and Research in Social Education* 34(3), 553-568.
- Orion, N. & Hofstein, A. (1991). The measurement of students' attitudes towards scientific field trips, *Science Education* 75, 513-523.
- Orion, N. (1993). A Model for the Development and Implementation of Field Trips as an Integral Part of the Science Curriculum, *School Science and Mathematics* 93(6), 325-331.
- Polya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning: vol. I. induction and analogy in mathematics*. Princeton: Princeton University Press.
- Rudmann, C. L. (1994). A review of the use and implementation of science field trips. *School Science and Mathematics*, 94(30), pp.138-141.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform, *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

The Analysis on the Results of Mathematics Field Trips for Pre-service Mathematics Teacher

Suh, Bo Euk

Department of Mathematics Education,, Chungnam National University

E-mail : eukeuk@cnu.ac.kr

This study is the field of mathematics education on the assumption that they can extend outside the classroom. Recent mathematics education is increasing the importance of field experience and various activities based on real-life math education. Thus, it is necessary to consider this situation in pre-service teacher's education. The purpose of this study is to apply the 'Mathematics Field Trips Activities' in the pre-mathematics teacher education. So the specific case of 'Mathematics Field Trips Activities' was analyzed. Mathematics teachers conducted preliminary exploration activities on the historical cultural property which were effective in the following four aspects. First, cognitive effects and second, definitive effect. Third, cultural-mathematical effect. Fourth, the effect on improving math class. Finally they were summarized and divided into classes target content knowledge and teaching knowledge both sides.

As a result, the 'Mathematics Field Trips Activities' were found to have significant effects on pre-service math teacher. Finally, ongoing research is needed to settle into a new teaching and learning methods.

* ZDM Classification : D40

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D30

* Key words : School Mathematics Field Trips, PCK(Pedagogical content knowledge), Pre-service Mathematics Teacher, Mathematics and Culture, Improving Teaching Methods, Mathematics Teaching Material, Mathematics and History

* This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government(NRF-2013S1A5A8023979).

<부록> 사전 및 사후 검사문항(5점 척도)

1	수학은 과학을 비롯한 다양한 분야에 크게 기여한다고 느끼고 있다.
2	수학은 실생활에서 사칙계산을 제외하면 별 다른 필요가 없다고 느낀다.
3	수학은 학습을 통해 정신을 발달시키고 사고력을 기르게 하는데 유용하다고 체험하고 있다.
4	수학은 가치 있고 필요한 과목이라고 생각하고 있다.
5	수학은 우리의 일상생활에서는 크게 중요하지 않다고 생각한다.
6	수학은 가끔 나를 불안하게 하고 주눅 들게 한다.
7	수학은 모든 것을 설계하고 계획하는데 필요한 학문이다.
8	수학은 인간에게 예술이나 문학보다 더 중요하다.
9	수학이 학교 밖에서 필요할 때에 나는 수학을 사용하고 싶고 그렇게 할 것이다.
10	수학은 개인적인 의견을 제시할 수 없을만큼 무미건조하고 지루하다.
11	수학은 인간 문명과 사회발전에는 중요하지 않다.
12	나는 수학 실력을 발전시키고 싶고 수학을 더 많이 공부하고 싶다.
13	나는 나에게 주어진 문제의 수준을 뛰어 넘는 새로운 문제 풀이에 도전하는 것을 좋아한다.
14	과학자 뿐 아니라 언어학자, 예술가와 작가도 수학을 공부할 필요가 있다.
15	수학은 인간생활을 성공적으로 영위하는데 필요하다고 느낀다.
16	교실 밖에서도 과학이나 역사, 지리처럼 답사나 현장체험학습과 같은 형태의 수학 수업이 가능하다고 생각한다.
17	수학을 학습하는데 있어서는 수학체험활동을 통한 학습보다 다양한 문제 풀이가 더 중요하다.
18	답사나 현장체험학습을 통해 수학의 사회 문화적 가치를 느낄 수 있다.
19	답사나 현장체험학습은 실생활 문제를 발견하고 해결하는데 도움을 준다.
20	사물이나 현상을 수학적 시각으로 관찰 분석해보는 답사나 현장체험학습은 언제 어디서나 가능하다.
21	수학적 개념을 획득하고 문제해결력을 키우기 위해서는 교사의 유능한 설명식 수업으로도 충분하다.
22	우리 주변이나 가정, 여행지에서 수학적 소재를 찾는 것은 어려운 일이다.
23	수학답사나 체험학습은 수학적 개념을 보다 확실하게 해 줄 수 있을 것이다.
24	다양한 체험학습을 통해 수학이 어떻게 실생활에 적용되는지 알아보는 것은 필요하다고 생각한다.
25	박물관이나 전시관, 대구골목투어와 같은 곳에서 수학적 소재를 찾아보는 것은 거의 불가능하다.
26	답사나 체험학습은 수학에 대한 인식을 바꾸는데 영향을 주지는 않을 것이다.
27	수학을 학습하는데 있어서 답사, 체험학습과 같은 방법은 크게 필요하지 않을 것이다.
28	소풍이나 수학여행 같은 체험학습에서도 수학을 체험할 수 있는 기회가 주어져야 한다.
29	수학체험학습은 수학에 대한 흥미를 높여줄 것이다.
30	현장체험학습과 같은 형태의 수업은 과학, 지리, 역사, 사회와 같은 과목에서만 가능하다.