

수학 교수·학습을 위한 '학교수학답사'의 개념 탐색

서 보 역 (충남대학교)

I. 서론

현재 수학교육은 다양한 실제 상황을 바탕으로 하는 학습을 매우 중요하게 생각하고 있다. 교육과학기술부(2011)가 2011년 8월에 발표한, 2009 개정 수학과 교육과정에서 따르면, 수학교과는 '수학의 개념, 원리, 법칙을 이해하고 기능을 습득하여 주변의 여러 가지 현상을 수학적으로 관찰하고 해석하는 능력을 기르며, 수학적 문제 상황을 수리 논리적 사고를 통하여 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는 교과이다'고 밝히고, 주변 현상에 대한 관찰과 해석, 그리고 이를 기반으로 하는 문제해결력의 신장을 강조하고 있다.

현재 우리나라 초, 중등학교가 처한 현실적 상황을 살펴보면 실제 상황에 부합된 교육의 중요성은 더욱 명확하다. 교육부는 정규수업시간인 창의적 체험활동 시간을 대폭 확대 실시하고 있는데, 창의적 체험활동은 현장 중심, 체험 중심 활동을 강조한 것으로 수학교육활동에서도 예외일 수 없다. 창의적 체험활동은 자율활동, 동아리활동, 봉사활동, 진로활동으로 세분화되고, 동아리활동과 진로활동은 수학교육의 실천적 측면에서 매우 중요한 의미를 지니고 있다. 동아리활동은 흥미, 취미, 소질, 적성, 특기가 비슷한 학생들로 구성된 활동부서에 자발적으로 참여하여 자신의 잠재능력을 창의적으로 계발하고 신장하는 활동으로, 방과 후 및 전일제 혹은 휴업일 등을 활용하여 다양한 수학적 활동을 보장하고 있다. 또한 진로활동은 자신의 특성, 소질과 적성을 이해하고, 자신의 정체성을 확립하며 학업과 직업세계를 이해하는 다양한 체

험활동을 통해 진로를 결정하고 준비하는 활동으로, 수 학분야에 흥미있는 학생들에게 수학의 다양한 측면과 본질을 체험할 수 있는 여러 기회를 제공할 의무가 있다.

Freudenthal(1991)은 기존의 교실에서 경험하지 못한 실제 교육을 강조한 수학교육학자로 유명하며, 그의 이론은 현재 수학교육에 큰 영향을 끼치고 있다. 그는 수학교육을 정신도야로 평가하면서, 엘리트 중심의 수학교육이 아닌, 대중을 위한 수학교육의 위상을 정립하여야 한다고 주장하였다. 이를 위해서 개별적인 교육, 분리된 교육이 아닌, 이질적인 학습집단 속에서 사회적 문맥을 통한 수학교육을 중요시하였다. 이러한 사회적 문맥은 다양한 실제 상황과 체험을 통해 이루어질 수밖에 없다. 또한, 수학교육의 가치는 수학의 유용성에 두면서, 수학적 지식 자체는 조작이며 학습에서 최선의 방법은 그것을 실제 상황에서 실행하는 것으로 생각하였다. 따라서 실제 상황에서 활동하는 것이 수학적화의 기저이며, 수학을 발생 당시 원래의 모습으로 가르치고자 한다면 체험과 활동을 기반으로 하는 수학교육을 실현해야 함을 강조한다.

수학의 역사를 보면, 고대 바빌로니아, 이집트의 실용성과 유용성이 바탕이 되어, 그리스 시대에 공리주의적 이론수학이 탄생할 수 있었고, 실용성과 무관한 지적활동의 추구는 무리수와 극한 및 대수 등을 제거하는 실수를 범하고 수학의 암흑기를 초래하게 되었다. 하지만, 14세기 이후, 동서교역과 기술의 발달 등을 통한 현실적인 이념의 추구로 인해 경험을 바탕으로 미적분학의 탄생을 견인하였고, 이를 통해 폭발적인 수학의 발달을 가져올 수 있었다(우정호, 2006). 따라서 수학교육에서 연역적인 이론 수학에 대한 지나친 강조는 수학을 싫어하는 강한 역풍에 부딪히게 되는 반면, 경험을 바탕으로 하는 수학의 강조는 바람직한 방향으로 수학교육을 견인하는 기반이 될 것이다.

그 외, 전미국수학교사위원회(1989, National Council of Teachers of Mathematics, 이하 NCTM)에서도 수학

* 접수일(2014년 11월 18일), 수정일(2015년 01월 20일), 게재확정일(2014년 01월 30일)

* ZDM분류 : D40

* MSC2000분류 : 97D30

* 주제어 : 학교수학답사, 수학 교수학습자료, 수학 교수학습방법, 연구방법

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

적 모델링의 강조에 따른 실제 경험의 기회를 제공하는 방향으로 수학교육의 개선을 제안하고 있다. Piaget(1970)를 위시한 20세기 중후반의 수학교육자들은 구성주의를 강조하고 있는데, 구성주의 교육학자들 역시 활동주의 교육과정 중심으로 수학교육이 이루어지기를 기대하고 있다. 왜냐하면 현장에서 살아있는 교육, 현장 중심의 교육은 수학교육을 학생 중심으로 이끌 수 있다는 믿음이 있기 때문이다. Polya를 위시한 문제해결을 중시하는 수학교육학자들도 실제적 문제해결능력 신장을 위한 새로운 교육장소의 필요성을 제기하고 있으며, 새로운 측면에서 수학교육을 살릴 수 있는 접근이 필요하다고 주장하고 있다. 이러한 새로운 측면으로 부각되고 있는 것이 수학교육의 실용성을 느낄 수 있는 방안, 그리고 수학의 가치를 피부로 느낄 수 있는 방안 등이 대안으로 제시될 수 있는데, 이것이 현장 중심, 체험 중심 수학교육이라고 볼 수 있다.

수학교육은 자신이 속한 문화유산과 별개로 존재할 수 없다. 문화와 결부된 수학교육의 요구는 결국 현장 중심의 수학교육의 필요성을 대두시켰고, 우리의 문화재, 역사적 유산, 과학기술의 결과물 속에 살아있는 수학을 가르칠 필요성이 나날이 증가하고 있다고 볼 수 있다.

지금까지 살펴본 것처럼 현재 교육과정은 주변 환경에 대한 관찰과 해석을 중요시하고 있고, 교육당국은 체험활동을 대폭 확대하고 있다. 또한 Freudenthal의 실제 수학교육의 이념을 달성하기 위해서는 실제 상황에서의 수학적 활동이 필요하며, NCTM의 기준, 구성주의 교육학자들의 주장, Polya의 학습이론 등에 비추어볼 때, 교실만을 강조한 수학교육을 벗어나 실제 상황과 현장, 문화유산을 기반으로 하는 활동 중심의 수학교육에 대한 실질적인 연구가 절실히 요구되고 있다.

학교수학교육의 장소는 절대적으로 교실이다. 이러한 경향은 지난 반세기 동안 보인 공통된 경향이다. 하지만, 교실에서만 수학교육활동이 일어나는가? 라는 반문을 던질 수 있다. 최초의 수학자라고 일컬어지는 Thales는 이집트를 방문한 일이 있었다(이종우, 2002). 그에게 가장 먼저 눈에 들어 온 것이 무엇이였을까? 상상하건데 그것은 이집트의 거대한 피라미드였을 것이다. 역사의 기록에 의하면 그가 이집트에서 남긴 유명한 일화가 하나 있는데, 그것은 피라미드 높이를 정확하게 계산한 것이었

다. Thales에게 있어서 문화유적의 현장이 곧 수학적 활동의 장이었다. 그는 피라미드라는 현장에서 수학적 모델링을 통해 문제를 해결한 것이다. 삶의 현장에 적용되어진 수학은 활동 속에서 재생이라는 필연적 과정을 거쳐야 하므로 개념의 구조화가 촉진된다.

또한 수학이 현장에서 실현되는 것은 단지 실용적인 목적만을 가진 것은 아니다. 우리를 둘러싼 현장 그 자체가 수학적 본질 탐구의 대상이 될 수 있다. 현장이 존재하도록 한 수학적 원리, 본질에 대한 탐구도 가능하고, 이를 통해 학습도 가능하다. 예를 들면, 음악에 포함된 수학적 원리의 탐색, 석굴암을 통해 본 황금비의 탐색, 과학에 내재된 수학적 본질의 탐색 등이 그것이다. 현장을 방문하지 않고도 이론적 탐색은 가능하지만, 현장에서만 느낄 수 있는 살아있는 수학을 바라볼 수는 없을 것이다.

따라서 본 연구는 수학교육에서 중요한 가치를 가지는 체험과 활동을 수학교실이 아닌 교실 밖에서 실천할 수 있는 이론적 기초를 닦기 위한 문헌연구이다. 본 연구의 목적은 현장을 방문하여 실시하는 새로운 수학교육 활동에 대한 용어의 정립, 이에 대한 이론적 접근 및 실천적 접근을 통한 학교수학답사 방법에 대한 방향을 정립하는 것으로 설정하였다.

본 연구는 2010년부터 2013년까지 연구자가 전국을 다니면서 체험한 수학답사 경험에 기초하고 있으며, 문헌분석을 통해 ‘학교수학답사’의 개념 정립을 위한 이론적 접근을 시도하였다.

II. 이론적 배경

본 연구의 실행을 위해 국내외 다양한 문헌에 대한 분석을 실시하였다. 수학교과에서의 국내 선행연구 중에서는 본 연구의 방향과 부합되는 문헌은 찾아볼 수 없었다. 반면, 수학은 아니지만 과학교과에서는 이러한 움직임이 다양하게 진행되었기에 이를 기초로 분석을 실시하였다.

과학교과에서는 ‘과학탐방’이라는 용어가 있다. 여기서 탐방은 교실 밖 문화재, 과학의 결정체, 역사의 현장 등을 직접 방문하고 그 현장에서 과학관련 학습을 진행하여, 과학에 대한 안목을 성숙시키는 활동을 의미하고 있

다(최재혁, 1999). 특히 박승재와 최재혁(2004)은 과학탐방을 통해 과학교육의 가능성에 대해 언급하면서, 그 효과도 매우 우수하다는 연구결과를 제시하였다.

과학교과에서 탐방에 대한 대표적인 선행연구는 윤혜경(1998)에 의해 발표된 '한국 역사 속 과학 탐방의 실제 지도 방안'이다. 이 연구에서는 답사를 사전활동, 답사활동, 답사 후 탐구활동, 답사 후 평가 활동으로 세분화하여 구체적인 탐방 방법을 제시하고 있었다. 특히 윤혜경은 위 네 가지 활동 중에서 사전활동을 가장 중요시하였고, 간단한 과제에서 복잡한 과제로의 순차적 전개를 강조하였다. 과학탐방에 대한 또 다른 연구로 최재혁(1999)의 '화성과학 탐방을 통한 문화재에 대한 과학적 안목 형성 지도'에 대한 연구가 있다. 이 연구에서는 탐방을 위해 4단계 활동을 제시하고 있는데, 윤혜경의 연구와는 다소 차이가 있다. 먼저 1단계는 '탐방 초고 작성'단계로, 과학교육 전문가들이 탐방 장소에 대한 방문과 전문가들의 토의 과정을 바탕으로 '과학탐방' 자료의 초고를 작성하는 단계이다. 2단계는 '탐방 전 활동'단계로, 전단계에서 작성한 초고를 과학교육 전문가들의 논의를 거쳐 학생들에게 적합한 과제를 포함한 탐방 전 활동을 진행하는 단계이다. 3단계는 '현지 탐방 활동'단계로, 이 단계에서는 문화재에 대한 과학적 안목 지도를 위하여 문화재의 과학적 우수성 판단 준거를 고려한 탐색단계, 집중탐구 단계로 나누어 진행한다. 마지막 4단계는 '탐방 후 활동'단계로, 현지 과학탐방 활동을 바탕으로 문화재의 과학적 가치 평가 활동이 진행된다.

그 외 여러 학자들의 과학탐방에 대한 논문이 국내에서 발표되었지만, 내용 상의 차이는 크지 않았다. 과학탐방의 연구 초점은 '탐방의 실천적 측면'이었다. 어떤 절차로 과학탐방을 진행할 것인가의 문제와 그 결과 학생의 인지적, 정의적, 문화적 안목의 변화라는 양적 측면의 분석에 집중하고 있었다.

국내의 선행연구와 달리 외국의 연구를 보면, 여러 방법으로 수학답사를 실시하고 있었고, 그 결과에 대한 다양한 결과들을 발표하고 있었다. Zanetis(2010)는 가상답사(virtual field trips)에 대한 연구를 진행하였다. 실제로 현장 답사를 다니는 것은 시간, 비용, 운영의 어려움으로 인해 간접 경험 예를 들면, 인터넷이나 영상자료를 활용하는 답사의 유용성을 제시하고 있다. Zanetis의 가

상 답사는 비동시성 혹은 상호 비동시성을 지니고 있기 때문에 전통적인 답사와는 다른 형식을 지니고 있음을 알 수 있다.

Kuntz(2006)는 학교수학 교육과정을 보다 창의적이고 통합적으로 운영하기 위한 최적의 방법 중의 하나로 수학답사를 제시하였고, 구체적인 수학답사의 실행과정을 연구하였다. 그는 수학답사를 통해, 학생은 수학에 대한 재미 경험과 더불어 사회와 과학 등을 흥미롭게 통합할 수 있는 기회를 가지게 되고, 교사는 수학을 잘 지도하는 매우 효과적인 학습방법임을 인식하게 되고 동시에 교육과정을 통합 운영할 수 있게 된다.

Rudmann(1994)은 통합된 교육을 실현하기 위해 수학답사를 '이전 활동', '본 답사과정', '답사 이후 활동'으로 세분화하여 교사가 어떻게 학생들을 지도할 것인지에 대해 연구하였다. 구체적으로 Rudmann이 거주하고 있는 인근에 의미있는 역사적 장소가 있는데 이 장소에서 어떻게 초등학교 학생들을 대상으로 학습을 진행할 것인지에 대한 자료를 제공하고 있다.

Skop(2008)와 Cross(1998)는 '학습공동체에 기반한 답사 만들기'에 큰 관심이 있었다. 이들은 학습공동체의 설립을 통한 답사의 실행을 강조하였고, 특히 Cross(1998)는 교실 밖에서의 학습경험을 위해 가장 적절하게 조직된 학생들의 상호작용을 위한 학생들의 소모임을 수학답사에서 매우 중요하다고 강조하고 있다.

Mangiante(2009)는 수학답사의 과정을 다음과 같이 제시하고 있다. 첫째, 사전 계획(pretrip preparation), 둘째, 답사(field trip), 셋째, 핵심 질문(big question, 답사 다음날에 교실에 돌아와서 하는 활동), 넷째 적용 및 평가(application and assessment)이다. 특히 마지막 단계에서는 답사에서 얻은 개념을 실세계 상황에 적용하고, 그 결과를 평가하는 것을 포함한다. 반면 Wilson(2011)은 수학답사의 과정을 답사 전, 답사, 답사 후 세 단계로 구분하여 제시하고 있다.

Nesbit과 Mayer(2010)는 학습에서 감정과 관련되어 있는 연구를 진행하였다. 중등학교에서 과학과 기술교육에서 경험적 활동에 대한 반성 및 답사활동에 대한 문헌연구를 실시하였다. 특히 이 연구에서 답사 전후에 있어서 학생들의 '물 관리'에 대한 감정적인 부분에서 큰 차이를 보였다는데 주목하고 학습의 결과로 가장 적절한 정

의적 학습 전략 등을 연구하였다.

외국에서의 문헌들은 수학답사에 대한 구체적인 절차 뿐 아니라, 가상답사 등과 같은 대안적인 방법에 대한 연구, 통합교육으로서의 수학답사, 교육과정 실현을 위한 수학답사 등 다양한 제 측면에서 수학답사에 대한 연구를 진행하고 있었다.

III. 연구 방법

본 연구는 수학교과에서 답사(trip)을 가미한 교육활동의 가능성을 이론적으로 탐구한 문헌 연구이다. 따라서 수학답사와 관련된 국내외 학술논문 및 문헌, 과학탐방과 관련된 국내 문헌을 집중적으로 분석하였다.

더불어 문헌분석의 방법 및 방향설정은 2010년부터 2013년까지 수행된 실제 수학답사 및 답사 보고서를 기반으로 한 실제 경험에 대한 분석을 기초로 하고 있으며, 2013년에 초등학교 및 중학생을 대상으로 한 실제 현장 적용의 경험을 참고하고 있다.

따라서 본 연구의 대상은 국내외에서 최근 출판된 수학교육분야에서의 수학답사 및 과학탐방에 대한 문헌, 수학답사에 대한 일반 문헌, 수학교육분야의 수학답사와 관련된 학위논문이다.

이러한 연구대상에 대한 효과적인 분석 및 결론 도출을 위한 연구 절차는 다음과 같다. 먼저 지난 4년간 국내에서 실행된 수학답사의 구체적인 활동방법 및 활동보고서에 대한 분석을 실시하였다. 둘째, 국내 및 국외의 수학교과에서의 수학답사 및 과학탐방에 대한 문헌을 수집하고 정리하였다. 셋째, 실제 활동을 근거로 하여 수집된 자료를 분석하였고, 본 연구에서 설정한 연구문제 해결을 위한 정보를 수집하였다. 마지막으로, 문헌 고찰 결과 및 수집된 정보를 바탕으로 도출 가능한 결과를 제시하였다.

IV. 결과 분석 및 논의

1. 수학답사 용어의 정립과 도입배경

연구자가 수학 교수·학습의 수단으로 수학답사를 도입하기 시작한 것은 ICME-12에 대한 준비과정에서 출

발하였다. 대한민국을 가장 잘 담아낼 수 있는 수학교육 활동으로 수학답사를 선택한 것이었다. 5000년 역사의 현장에서 정수론을 논하고, 기하학을 탐구하는 것 그 자체만으로도 매우 활동적이고 흥미로운 학습형태임에 분명해 보였다. 결과적으로 신현용 외(2010, 2011)는 대한민국 전체에 대한 수학여행(數學旅行) 지도를 완성하는 성과를 올렸다.



[그림 1] 수학여행 지도

[Fig. 1] SMFT maps

1) 용어의 정립

처음으로 수학 교수·학습의 한 방법으로 현장 탐방을 시작한 것은 2010년 무렵이었다(신현용, 2010). 이러한 시도는 교사단체에서 시도되었던 수학현장체험학습과는 차별화된 것으로 학문적 체계를 구축하려는 시도로부터 출발하였다는 점에서 큰 의미가 있다(서보익, 2013). 이때 등장한 것이 용어의 문제였다.

과학교육에서는 1990년대 말부터 현장을 방문하고 현장 속에서 과학적 요소를 찾으려는 노력을 시도하였다. 그 때 사용한 용어가 '탐방'이다. 탐방에 대한 사전적인 용어를 살펴보면 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째는 '어떤 일의 진상을 탐문하려고 찾아봄', 둘째는 '명승고적 따위를 구경하기 위하여 찾아감'이다. 즉, 어떤 과학적인 사건에 대한 실제의 모습을 찾아보기 위해 현장으로 가서 탐구한다는 의미를 지닌 것으로 볼 수 있다. 하지만 수학은 현상의 외형에 진리가 있다고 보기에는 어려움이 있다. 아무래도 수학의 본질은 현상 속에 내재되어있는 개념이기 때문이다.

이에 신현용 외(2010, 2011)은 '수학여행(數學旅行)'이라는 이름으로 명명하였다. '여행'에 대한 사전적인 의미를 찾아보면, '불일이나 유람의 목적으로 다른 고장이나 외국에 가는 일'로 정의하고 있다. 학문적으로 볼 때, '불일, 유람'의 목적으로 수학여행(數學旅行)을 한다는 것은

정확한 표현은 아닌 듯하다. 그래서 흔히 학문하는 사람이나 방송매체에서 전문적인 방송프로그램에서 자주 사용하는 '답사'라는 용어에 대해 흥미를 가지게 되었다. 사전에서 답사란 '현장에 실제로 가서 보고 듣고 조사함'이라고 기술되어 있다. 현장에 실제로 가는 것이라는 표현이 좋았고, 보고 듣고 조사하는 것이 우리가 하려는 수학교육활동과 관련이 깊다 싶어 '답사'란 용어가 수학교수·학습에 적절하다고 판단하였다. 또한 외국의 사례를 보면, Skop(2008), Noel과 Colopy(2006), Rudmann(1994), Wilson(2011), Zanetis(2010) 등 대부분의 연구에서 'field trips'이라는 용어를 사용하고 있었는데, 이에 대한 가장 현실적인 번역이 '답사'였다. 물론 일부 연구에서는 'math tour', 'math excursion'과 같은 용어가 사용되고 있지만 다소 차이가 있어 보인다.

답사라는 용어를 사용하기로 결정하고 나니 무엇에 대한 답사로 할 것인지를 결정해야 했다. 수학과 관련 깊은 과학교육에서는 '과학탐방'을 사용하고 있었다. 그래서 가장 손쉬운 생각은 '수학답사'였다. 사실 역사나 지리분야에서는 현장답사, 지질답사 등의 용어를 사용하고 있었다. 그렇지만 이러한 답사는 초, 중등학교 수준과 구분이 되지 않고, 학문적이고 전문적인 성격의 답사는 오해의 소지가 있을 수 있다는 것이 문제였다. 그래서 고등학문과의 구분을 위해서 학교수학과 관련된 활동이라는 것을 부각시킬 필요가 있었다. 이로 인해, 최종적으로 '학교수학답사(School Math Field Trips(SMFT))' 혹은 간단히 '수학답사(Math Trip)'라는 용어로 결정하였다(서보익, 2013).

2) 수학답사의 도입배경

ICME-12가 열리는 2012년 8월 코엑스에서 가장 반가운 포스터 발표 논문이 있었다. Central Michigan University의 Ericksen과 Marchinek가 발표한 'Important Dates and Historical Places as Motivators for Studying Historical Aspects of Mathematical Ideals: The End of the World and Maya Mathematics'이다(Ericksen과 Marchinek, 2012). 이 연구에서는 수학 답사를 사전 답사, 답사, 사후 답사로 구분하였고, 학생들의 동기유발, 수학학습내용 경험, 역사적 상황에서 수학학습, 답사를 통한 수학학습 향상 정도 등을 연구결과

로 제시하고 있다. 우리나라에만 존재할 수 있는 것이 아니라, 긴 역사를 가진 세계 여러 나라에서도 공통적으로 수학답사에 큰 관심을 가지고 있음이 분명했다.



[그림 2] 외국의 수학답사

[Fig. 2] Math trip in Maya

(1) 인지적 도입배경

Kuntz(2006)는 수학답사의 경우, 매우 주의 깊게 실제 속에 담긴 수학문제들을 읽을 수 있고, 문제해결을 위한 기본자세를 가질 수 있다고 보았다. 왜냐하면 수학 문제해결을 위해 필요한 정보와 불필요한 정보들을 답사를 통해 보다 더 잘 파악하고 고찰할 수 있고, 요즘 학생들에게 절대적으로 필요한 문제해결력을 성장시키기 위해 수학을 정확하게 사용할 수 있는 기회를 가지기 때문이라고 해석하였다. Rudmann(1994)에 따르면, 야외에서 현장 학습을 진행하기 위해서는 교육과정의 학습내용과 실제 상황의 통합이 이루어져 교수활동을 최적화시켜야 한다. 즉, 수학답사는 현장에서 이루어지는 교수·학습 활동을 통해 인지적 목적을 달성할 수 있도록 구성되어야 한다. 이는 수학답사가 인지적 목표를 충실히 수행하는 것이 기본임을 명확히 한 것이다. Cross(1998)는 수학답사는 공동체 안에서 학습활동이 이루어지기 때문에 공동체 구성원들 사이의 서로 다른 의견의 충돌, 다양성을 조절하기 위한 활발한 의사결정, 구성원 자신의 활동의 방향을 지시하는 상호간의 의사소통 등이 활발하게 이루어지는 학습형태로 보았다. 따라서 상호간의 합의에 의한 수학지식의 획득이 능동적으로 일어나는 것으로 판단하고 있다.

결과적으로 수학답사는 수학개념을 능동적으로 획득할 수 있는 교수·학습활동이다. 게다가 교실에서 획득한 수학지식의 적용 뿐 아니라, 답사를 통해 수학 이외의 다른 학문 영역과의 상호관련성을 맺을 수 있다는 측면에서 수학답사는 인지적 가치를 지니고 있다.

(2) 정의적 도입배경

Rudmann(1994)에 따르면, 수학답사는 학생과 교사 모두에게 수업을 기대하게 하는 마음을 가지게 한다는 점을 강조한다. 또한, Nesbit와 Mayer(2010)은 수학답사에서 학습자의 감정적인 부분에 관심을 가지고 연구를 수행하였다. 그는 10일 동안 물 부족지역에 대한 답사 이후, 학생들의 정서적 부분에서 큰 차이가 생겼음을 발견하였다. 답사에서 비정형화된 활동 및 학습의 경험이 정의적 영역에 영향을 미쳤다는 점을 확인하였다. Kuntz(2006)는 수학답사활동이 창의적으로 구성되어져 있어, 학생들에게는 동기를 자극하고 '신나는 휴가'라는 느낌을 주었고 교사에게는 흥미롭게 수학을 가르칠 수 있는 환경을 마련하였다고 지적하였다. Boyd(1986)에 의하면 문화유적지를 직접 방문한 결과, 의욕적인 수업참여, 수업에 대한 지속적인 관심 등을 확인할 수 있었다는 연구결과를 제시하였다.

수학과 가장 유사한 교과를 찾으라고 한다면 단연 과학일 것이다. 과학교과의 경우, 이미 십수년 전부터 '과학탐방'이라는 제목으로 문화적 상황을 고려한 과학교육의 필요성과 현장활동을 통한 과학교육의 중요성을 인식하고 실천해 오고 있다(최재혁, 1999). 하지만 수학은 그에 비하면 매우 늦은 감이 있다. 수학에 대한 포기하는 학생 비율의 증가, 수학 무용론, 수학에 대한 학생들의 흥미 실종, 수학에 대한 심각한 부정적인 태도가 현재 수학교육이 처한 현실이다. 하지만 수학답사는 학생들과 교사들의 수학 교수·학습에 대한 흥미를 자극할 수 있는 교수·학습활동이다. 따라서 수학답사는 학생의 태도와 인성을 개선할 수 있다는 측면에서 정의적 가치를 충분히 지니고 있다.

(3) 문화-수학적 도입배경

박승재와 최재혁(2004) 및 최재혁(1999)에 의하면, 현장에 대한 탐방을 통해 학생들이 문화 속에 담긴 과학적 의미를 찾을 수 있는 안목을 성숙시킬 수 있다고 지적하였다. 그렇다면 과학과 유사한 수학교과에서도 문화-수학적인 가치 결합이 가능하다고 추측할 수 있다. 윤혜경(1998)은 한국 역사 속 과학탐방을 통해 방문지역에 대한 과학-문화적 목적을 달성할 수 있음을 확인하였고,

Kuntz(2006)에 의하면 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.

학교수학내용의 대부분은 서양의 수학적 전통이라고 해도 과언이 아니다. 하지만 대한민국은 서양과는 다른 문화적 전통을 가지고 있고, 우리만의 고유한 문화, 역사적 전통이 있다. 이러한 문화적 상황을 고려한 수학교육은 현재 우리가 살고 있는 상황과 수학이 실제적으로 관련이 있어야 한다는 측면에서 매우 중요한 가치를 지닌다고 할 수 있다. 대한민국 역사와 문화, 과학기술과 관련지을 수 있는 수학교육은 학생들에게 매우 중요한 수학교육적 가치가 있고, 이에 대한 교육적 적용은 필연적으로 수행되어야 한다. 따라서 21세기 문화의 시대에 수학 교수·학습 방법으로 수학답사를 활용하는 것은 절대적으로 필요하다.

(4) 수학 교수·학습의 개선

Rudmann(1994)에 따르면, 초등학교와 중학교에서 오래 동안 채택하고 있는 수업전략 중의 하나가 답사인데, 이를 통해 교수·학습의 긍정적인 개선을 기대하고 있다. Noel과 Colopy(2006)는 수학답사에 대해 현장교사에게 다음 두 가지를 제안하고 있다. 첫째, 교사들은 가르치는 학년의 교육과정에 부합되는 영역 내에서 논리적으로 타당한 답사 경험을 제공하고, 이에 부합된 활동을 진행해야 한다는 것이고, 둘째, 학생들의 학습을 개선하기 위해 답사 장소에서 효과적인 학습방법에 대한 고려가 있어야 한다는 것이다. 박승재와 최재혁(2004)도 한국의 우수한 문화적 전통의 유산이 남겨진 곳, 과학기술의 현장, 역사적 문화재에서의 답사는 수업에서 학습한 개념을 실제 현장에서 적용하고, 활용할 수 있다고 지적한다. 따라서 수학답사 활동은 교실수업 개선에 긍정적 역할을 수행할 수 있다.

지금까지의 논의로부터 수학 교수·학습 방법으로 수학답사가 도입된 배경을 네 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 대한민국 속 수학답사는 수학교실에서 학습한 수학 개념에 대한 실제적인 적용뿐만 아니라, 현장 답사를 통한 수학적 본질과 개념의 획득, 다양한 문제상황에서 수

학적 문제해결 활동과 같은 인지적 측면의 필요성에 의해 도입될 수 있고, 둘째, 학생들의 수학에 대한 호기심, 지적 욕구, 강한 자신감, 흥미유발과 같은 정의적 측면의 필요성에 의해 도입될 수 있고, 셋째, 문화재 및 과학기술 결과물 속에서 수학적 가치를 깨닫고, 수학적 안목을 성숙시킬 수 있도록 문화-수학적 필요성에 의해 도입될 수 있으며, 넷째, 수학 교수·학습 방법의 긍정적 개선의 필요성에 의해 도입될 수 있다.

3) 수학답사의 수학교육목적

전영석(1998), 이면우(1998) 등은 과학탐방의 초점을 다양한 방향으로 제시하고 있다. 탐방의 목적에 따라 첫째, 개념 학습에 초점을 두기도 하고, 둘째, 학생들의 흥미와 참여도에 초점을 두기도 하며, 셋째, 문화재에 대한 과학적 안목에 초점을 두기도 한다. 따라서 수학답사의 목적도 다양한 방향으로 제시하는 것이 타당하다. 앞에서 제시한 수학답사의 도입배경과 과학탐방의 초점을 바탕으로 하여 수학답사의 수학교육목적은 인지적 목적, 정의적 목적, 문화-수학적 목적으로 세분화하였다.

첫째, 인지적 목적이다. 수학답사는 학교 수학교실에서 학습한 수학적 개념이나 본질을 실제로 연습, 적용하는 기회를 가지게 됨으로 인해 수학지식을 실제적으로 내면화시키는 계기가 된다. 수학답사에 참여한 학생들은 개인 혹은 모둠별로 탐구활동에 참여하게 되고, 이를 통해 수렴적 사고활동 및 발산적 사고활동을 발휘하게 된다. 학생들은 수학뿐만 아니라, 문화 및 역사적 산물, 과학기술의 결과물 속에 담긴 과학, 기술, 역사, 음악, 철학, 미술과 관련된 수학적 의미를 종합적이고 실제적으로 탐구할 수 있다. 또한 소집단에서 다양한 수준의 동료들과 협동 과정을 통해 학습활동이 진행되므로 범수준별 탐구학습의 기회를 가지게 된다.

둘째, 정의적 목적이다. 학생들은 학교에서 벗어나 야외에서 활동함으로써 인문 여행의 즐거움이 있다. 이러한 즐거움은 학문의 즐거움만큼이나 학생들에게는 소중한 경험이다. 학생들이 수학교실에서 이론적으로만 학습한 수학을 교과서가 없는 새로운 장소에서 문화재 혹은 과학기술 결과물을 직접 대면하여 학습함으로써 학습의 즐거움을 맛볼 수 있게 될 것이다. 또한 이러한 경험이 학교 수학수업의 능동적인 참여를 건인하고, 수학학습에

대한 강한 동기의 유발을 기대할 수 있다.

셋째, 문화-수학적 목적이다. 문화재와 과학기술 속에 담긴 수학적 가치 뿐 아니라 문화적 가치와 과학기술적 가치를 동시에 알게 되므로 우리 문화의 우수성을 인식하고 그 속에 담긴 수학의 창조적인 우수성을 깨닫는 기회가 된다. 문화재 및 과학기술 결과물 속 수학적 가치를 깨닫는 학생들은 우리 조상들의 문화적 우수성과 현재 우리나라 과학기술 수준의 우수성에 대한 인식을 바탕으로 새로운 문화재나 과학기술 결과물에 대한 의문을 제기하고, 이들 속에 담긴 수학적 원리의 탐구나 실제적인 상황과 수학과 관련성에 대한 정확한 인식, 이들에 대한 탐구를 통한 수학적 탐구능력의 향상과 수학적 사고활동의 향상 등을 기대할 수 있다. 이에 대한 연구자의 경험을 예로 소개하겠다. 경주의 남산을 오르기 전 사전활동을 통해 60여개가 넘는 탐이 있다는 사실을 알게 되었다. 답사를 떠나기 전 '이 많은 탐들이 모두 비슷하게 보이지만, 어떤 외적 특성에 의해 그 탐이 세워진 시기를 구분하는 것이 가능하다고 하는데 그것이 어떻게 수학적으로 가능할까?'는 의문이 생겼다. 이러한 의문으로 시작된 답사활동 결과 '탐의 기반부의 모양이 탐마다 차이가 있어요, 이 차이가 시기를 결정할 것 같아요', '탐이 높아짐에 따라 탐의 둘레가 변화는 비율이 탐마다 차이가 있는 것 같아요', '탐의 높이에 따른 부피의 변화가 체감율(높이의 변화에 따른 부피의 변화 비율)이라고 하는데 이러한 체감율이 탐마다 다른 것 같아요, 이것을 통해 탐을 분류할 수 있을 것 같아요' 등과 같은 탐의 분류에 대한 분명한 기준을 설정하고 이 기준에 따른 탐의 특성들을 찾게 되었다. 수학답사 활동을 통해 문화재를 보는 수학적 안목의 변화가 생긴 것이다.

2. 수학교육의 연구영역으로 수학답사

수학답사가 하나의 교육방법으로 가치를 지니기 위해서는 학문적 연구체계가 존재해야 한다. 수학교육 방법으로서 수학답사가 가지는 인식론적 학문적 기초를 갖추어야 한다. 이를 위해 수학답사를 이론적 측면과 실제적인 측면으로 구분하여 연구가 나아갈 방향에 대해 고찰하였다.

먼저 이론적 측면에서의 연구가능성에 대한 방향 설

정이다. 첫째, 왜 이 시점에 ‘수학답사’라는 수학 교수·학습 방법론이 대두되었는가에 대한 체계적 분석 연구이다. 기존의 수학 교수·학습 방법의 한계성과 차별성을 통해 수학답사의 정체성을 확립해야 한다. 사실 수학교실은 수학이 가지는 고도의 추상성으로 인해 실제 수학(real math)을 다루는데 분명 한계를 지니고 있다. Freudenthal과 같은 수학교육학자들에게 수학은 실제적인 상황을 바탕으로 수학적화의 과정으로 개념이 형성되기를 기대하지만, 수학교실만으로는 이러한 문제를 근본적으로 해결하는 것은 힘든 것이 우리의 현실이다. 따라서 닫힌 공간인 수학교실을 열린 공간인 현장으로까지 확장하여 수학교육 활동을 전개할 수 있는 새로운 관점에서의 교수·학습 방법에 대해 연구가 필요하다. 이러한 필요성을 기반으로 ‘수학답사’에 대한 고찰과 수학교육 방법에 대한 재조명이 이루어져야 한다.

둘째, 수학 교수·학습 방법으로서 ‘수학답사’의 교육적 목적을 분명하게 정립해야만 한다. 수학답사의 관점에서 수학교육목표는 수학의 본질과 개념에 대한 획득, 활동을 통한 수학 탐구, 수학에 대한 자신감과 흥미 유발, 우리의 문화제나 역사 및 과학적 우수성에 대한 수학적 안목의 변화 등 다양한 요소들 사이의 상호관련성 위에서 그 목적을 체계화해야 한다.

셋째, 수학답사의 특성을 드러내고, 수학 교수·학습 방법으로서의 명확한 타당성과 교육적 효과성을 입증할 수 있는 ‘수학답사 연구방법론’을 결정해야 한다. 수학답사는 수학이라는 독자적인 학습내용만으로 구성될 수 없다. 수학답사는 문화, 역사, 과학기술 등과 연계하여 진행해야 하므로 연구방법에서 다양성을 지향할 필요가 있다. 즉, 다양한 요소들 간의 상호작용에 따른 복잡성을 밝혀야 할 경우에는 해석학적 연구 방법, 실제 답사 준비와 진행 및 사후 결과를 분석해야하는 경우에는 사례 연구 방법, 답사에 참여하는 학생들을 대상으로 설문 조사 등을 실시하는 경우에는 실험연구 방법, 면담 인터뷰 등이 필요한 경우에는 질적 연구 방법 등 복합적으로 연구방법을 찾아야 한다. 좀 더 나아가서, 수학답사를 몇 가지 전형적인 유형으로 세분화하고, 세분화된 각 유형에 따른 연구방법의 전형적인 틀을 제시하는 연구가 필요하다. 이러한 연구방법의 결정은 많은 경험과 분석의 결과 및 시행착오를 통해 얻어져야 하므로 오랜 시간의

연구 경험의 축적이 기본적으로 이루어져야 할 것이다.

다음은 실천적 측면에서의 연구가능성에 대한 방향 설정이다. 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. 따라서 Freudenthal이 제시하고 있는 현실주의 수학교육, 통합적인 수학적화 과정을 중시하는 수학적 모델링, 학생들의 흥미나 태도, 수학적 가치 등을 종합적으로 고려할 수 있도록 수학 학습내용이 포괄적으로 선택되어야 한다. 이러한 맥락은 최근 수학과 교육과정 개정 작업에서 시도되고 있는 ‘수학과 관련 있으면서도 실제 생활에서 융합되어 나타나는 타분야의 내용을 수학 교과 내에서 내용적 소재로 활용하려는 시도’와 동일하다고 볼 수 있다.

둘째, 수학답사의 방법을 통해 가르쳐야 할 수학내용을 구체적으로 어떤 방법으로 학습을 진행할 것인가에 대한 수학 교수·학습 방법에 대한 구체적인 방안이 마련되어야 한다. 수학답사는 학생의 관점에서는 사전활동, 답사활동, 사후활동으로 크게 구분되어질 수 있는데, 각 단계마다 교육 목표를 달성하기 위해 진행되어야 할 학습 방법 및 절차에 대한 체계적인 확립이 필요하다. 기본적으로 수학답사의 관점에서 수학교육을 구현하기 위하여 개별 학습을 벗어나, 학생 개개인의 재능을 고려하면서 서로 협력하는 모둠별 탐구학습이 가장 타당할 것으로 보인다. 수학답사의 관점에서 구현할 수 있는 교수 방법으로는 학생들의 적극적인 참여와 활동을 중심으로 이루어지는 프로젝트(project) 학습 방법도 좋은 대안으로 가능하다. 또한 학생과 학생, 학생과 주변 문화제와 과학기술 산출물 등의 관계성을 중시하는 홀리스틱(holistic) 교육 방안도 좋은 대안으로 살필 수 있다. 어떤 방법이든 한 가지 방법으로 결정될 수는 없을 것이지만, 각 방법들이 사전 활동, 답사활동, 사후활동 단계에서 구체적으로 실현될 수 있는 방안에 대한 탐구가 필연적이다.

셋째, 수학답사도 교수·학습 활동이어야 하므로 그에 대한 평가활동도 병행되어야 한다. 수학답사에 대한 평가활동을 어떻게 진행할 것인지에 대한 방안도 구체적으

로 모색되어야 한다. 평가는 교육목적에 비추어 인지적 측면, 정의적 측면, 문화-수학적 측면으로 구분하여 답사 활동의 성격과 학습 내용의 성격에 부합되도록 조직되어야 하고, 이에 대한 연구가 진행될 필요가 있다.

지금까지의 논의를 바탕으로 수학 교수·학습 방법의 일환으로 수학답사의 연구영역을 도식화하면 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 수학답사 연구 영역
[Fig. 3] SMFT's research field

3. 실천적 측면에서 수학답사

국내의 문헌에서 볼 때, 수학답사의 연구는 실천적 측면 중심으로 연구가 진행되었다. 이번 장에서는 실천적 측면에서의 연구결과들을 종합하고 수학답사의 방향을 고찰하고자 한다.

1) 수학답사 교육내용

<표 1>은 신현용 외(2010, 2011)가 제시한 修學旅行 數學旅行(School Excursion & Mathematics Tour)을 기획하면서 설정한 장소에 대한 소분류 및 주요 교육내용을 나타낸 표이다.

이러한 장소들이 수학답사로 적합하냐에 대한 논의는 학교수학내용(정규교육과정을 포함한 학교수학 내용으로 다룰 수 있는 내용)과 어떻게 결부시킬 수 있느냐의 문제와 가장 밀접한 관련성이 있다. 수학교육방법으로서의 수학답사의 교육적 효과 유무도 이와 관련된다고 할 수 있다. 수학답사의 교육목적이 인지적 측면 외에도 정의적 측면, 문화-수학적 측면이 있기 때문에 최소한 이러한 목적에 부합된 장소만이 답사 장소로 명확히 설정될 필요가 있다.

실제로 Kuntz(2006)는 수학 답사의 설계를 위해 필요

로 하는 모든 것은 수학교육과정에서 찾아야 한다고 강조하였고, 이를 바탕으로 자신의 아이디어를 통해 구성하도록 유도하고 있다. 수학답사 교육내용은 이미 수학 교실에서 학습하였던 수학내용, 주제, 사건으로 구성하거나 향후 학습할 내용을 중심으로 시작하여야 한다는 점을 명확히 한 것이다. 같은 맥락에서 Rudmann(1994)도 교사는 야외 현장에서 진행되어지는 학습에서 교육과정의 내용이 포함되고 학습내용도 서로 통합되도록 최적화시켜야 한다는 점을 강조하였다.

[표 1] 수학답사 교육내용
[Table 1] SMFT's teaching material

소분류	주요내용
화양동계곡	'무한'의 개념, 수학철학
완도 보길도	풍수, 조선시대의 산학과 과학
논산 윤증고택	대칭, 기년법
강진 다산초당	수학의 속성, 종교와 수학
해남 녹우당	인식에서의 관성, 오개념
수원 화성	도르래의 원리, 거중기, 무게중심
화천 화음동	수리철학, 마방진
우암유허비	인간의 삶, 수리철학
안동 하회마을	경우의 수, 프랙탈
예산 수덕사	동양 음악이론, 피타고라스 음계
서산 해미읍성	조선 산학의 역사
안동 도산서원	수학활동
경주 불국사	고건축의 지붕 곡선
경주 남산	수학적분류 활동
경주 석굴암	황금비와 구조
단양소백천문대	망원경의 원리
안동 도산서원	수학활동
고인쇄박물관	활자의 원리
통영 한려수도	밀물과 썰물, 조력발전, 괴력발전
용인한국민속촌	황금비, 수세식 변기의 원리
예산 가야산	풍수, 좌표
제주신비의도로	차원, 착시현상
담양,보성,순천	수리철학, 음양
보은 속리산	고도와 온도, 고도계의 원리
무주 덕유산	리프트의 원리, 파동의 공명
제주 마라도	수학적 활동
용인 에버랜드	선형계획법, 싸이클로이드
제주 한라산	고도측정활동, 밀도와 압력
강릉 오죽헌	유한과 무한, 수막새
제주 미로공원	그래피이론

2) 학습자료 개발(답사에 가져 갈 자료)

자료 개발의 문제는 수학답사에서 가장 중요한 부분이다. 자료개발에 대한 연구 결과는 2010년과 2011년 2년동안 ICME-12 조직위원회 산하 문화특별위원회에서 개발한 20편, 2013년도 한국연구재단 지원으로 수행한 본 연구자의 10편 총 30편의 자료를 기반으로 다음 다섯 가지 방향을 설정하였다.

첫째, 학습자료의 개발은 학습의 대상에 대한 명확한 구분을 토대로 하여야 한다. 동일한 답사장소에서 학습이 진행되더라도 학생의 수준과 능력에 따라 학습활동은 전혀 다른 양상으로 진행될 수 있다. 경주의 첨성대 앞에서 삼각형의 내심을 탐구한다면 중학교 2학년 수준의 학습자료를 개발하겠지만, 사다리타기를 통해 함수의 개념을 대응의 관점에서 도입하게 된다면 고등학교 1학년 수준의 학습자료가 될 것이다. 물론, 첨성대 앞에 있는 주춧돌을 이용하여 순열과 조합을 학습하는 기초를 마련한다면 학습대상이 또 바뀔 것이다.

Ruddmann(1994)은 초등학교와 중학생 수준의 학습내용을 답사에서 많이 활용하고 있다고 지적하였다. 또한, 수학동아 2013년 9월호에 게재된 서보역의 덕수궁으로 떠나는 매스튜어(수학동아, 2013)에서는 중학생을 위해 개발한 자료를 초등학교생에게 적용하기 위해 교수-학습자료를 새롭게 재구성하였음을 알 수 있다. 비록 현장에서 진행될지라도 학습자료의 구성은 학교교육과정과 직결되어 있어 초기 개발에서부터 학습 대상의 고려는 가장 선행되어야 함이 분명하다.

둘째, 자료 개발은 학생용 자료와 교사용 자료로 구분하여 개발되어야 한다. 수학답사는 교사와 학생이 함께 만들어가는 야외 수학수업이다. 교사에게도 수업개선을 위한 유의미한 가치가 있고, 학생에게도 수학학습과 더불어 수학에 대한 인식의 개선에 대한 가치가 있다. 따라서 교사를 위한 학습자료 개발과 학생을 위한 학습자료 개발은 별도로 이루어져야 한다. 교사용 자료에는 다양한 수학 주변 이야기, 문화 이야기, 역사 이야기가 포함되어 있을 뿐 아니라, 사전 활동, 사후 활동, 답사 당일 활동에 대한 상세한 진행 방법을 수록하고 있어야 한다. 학생용 자료에는 학생이 직접 탐구하고 그 결과를 기록할 수 있는 활동 중심의 자료가 담겨야 한다. 실제로 이정원(1998)과 최재혁(1999)은 과학탐방 활동에서 이

러한 측면에서 연구를 진행하였다.

셋째, 인지적 목표 달성 중심 자료인지, 정의적 목표 달성 중심 자료인지, 문화-수학적 안목 목표 달성 중심 자료인지 명확하게 구분하여 개발하여야 한다. 또한 학습내용이 현장 활동 중심의 자료인지, 현장 활동을 토대로한 교실 중심의 자료인지 구분하여 개발하여야 한다. 앞에서 지적하였듯이 수학답사의 목적은 크게 세 가지로 구분한다. 일반적으로 수학답사는 세 가지 목표를 동시에 추구하겠지만, 학습내용에 따라 특정한 한 가지 목표에 집중할 수도 있다. 따라서 학습자료 개발을 위해서는 명확한 목표의 설정과 그에 따른 학습자료의 개발은 필수적이다. 또한 수학교과목의 특성상 현장에서 학습이 완전하게 이루어질 수 없는 경우가 있다. 이 경우 교실에 돌아와서 어떤 방법으로 현장에서의 활동과 연계하여 교실 수업을 진행할 것인지에 대한 고려가 자료에 포함되어야 한다.

넷째, 수학답사를 통한 수학지식의 획득과정에서 학습자의 실제적인 활동을 강조하는 방향으로 학습자료가 개발되어야 한다. 학습이론에 따르면, 학습자가 학습하는 과정에서 핵심적인 역할을 하는 것이 주변환경과 다른 사람(교사, 동료)이다. 이것은 구성주의 관점에서 볼 때, 지식의 구성은 학습자의 능동적인 참여의 결과로 이루어지며, 학습자의 실제적인 활동과 경험이 매우 중요한 역할을 한다는 측면과 일맥상통하는 것이다(Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). 학습자는 활동적으로 학습을 진행할 때, 기존의 사고구조 위에 새로운 지식을 가장 잘 연결하는 경향이 있다. 따라서 수학답사에서 학습자의 능동적 활동은 새로운 지식과 기존에 존재하는 지식을 잘 연결하여 구조화할 수 있도록 도움을 제공할 뿐 아니라, 수학답사를 통해 학습하는 내용영역 안에 존재하는 지식의 구성 또는 심화된 학습의 결과를 획득할 수 있도록 수업을 준비함으로써 학습의 수준을 더 깊이 있게 지원해 줄 수 있다. 따라서 실제적인 활동을 강조하는 수학답사 학습자료 개발을 통해, 수업 계획, 활동을 위한 아이디어, 기초적인 문헌, 답사 장소에 대한 추가적인 정보와 같은 자료들을 교사들에게 제공함으로써 이러한 답사 활동의 목적을 달성할 수 있는 계획수립에 큰 도움을 교사들에게 제공할 수 있을 것이다.

다섯째, 소집단 중심의 학습공동체를 구성하고 구성원

사이의 활발한 의사소통이 가능하도록 학습자료가 개발되어야 한다. 왜냐하면 답사는 철저하게 소집단 공동체에서 이루어지고, 이러한 소집단 공동체는 철저하게 사회적 구성주의에 따른 공표, 공격인 비판, 합의라는 과정을 필수적으로 거쳐야 하기 때문이다. 수학학습 자료 개발은 학습공동체의 특성을 고려하여 개발되어야 하는데, 학습공동체가 가지는 중요한 특징을 요약하면 ①최소한 구성원의 수가 2명 이상이어야 하고, ②모든 구성원들이 공유하고, 듣고, 관찰하는 것을 통해 배울 수 있으며 새로운 지식은 공유되고 일반적으로 받아들여져야 하고, ③유연하고 서로 협의되어진 학습 활동은 공동체의 공동 목표이어야 하고, ④공동체의 구성원들은 공동체 구성원들 사이의 서로 다른 의견, 다양성을 조절하기 위한 결정, 구성원 자신의 활동의 방향을 지시하는 상당히 많은 기준들을 가지고 있어야 하며, ⑤높은 수준의 대화, 상호작용, 협력이 새로운 학습상황에서 형성되어지고, 공동체 내에서 지속적으로 유지되어야 하며, ⑥공유하고 있는 공동의 목표, 문제, 해결해야할 과제를 가지고 있고, 이것이 우선적으로 해결하기 위해 공동체는 초점을 두고 적극적으로 노력하여야 한다(Wilson과 Ryder, 1996 재인용, Cross, 1998).

3) 수학답사 학습진행 방법

수학답사에 대한 학습진행에 대한 연구는 매우 활발하게 진행되었다. Wilson(2011), Orion(1993) 등 많은 학자들이 실천적 측면에서 연구를 진행하였다. 이러한 연

구결과를 종합하면, 3단계 나선형 모형을 제시할 수 있다. 이 모형은 실제 학교 수업활동과 현장 학습활동의 통합을 위해 제시된 것이다. 이 모형에서 학습은 구체적인 상황으로부터 추상적인 상황으로 진행된다고 볼 수 있는데, 처음 구체적인 상황의 단계를 ‘준비단계’, 중간적인 상황의 단계를 ‘답사활동’, 추상적인 상황의 단계를 ‘정리단계’로 구분하여 학습단계를 설명하고 있다(Orion과 Hofstein, 1991).

이러한 구분을 바탕으로 수학교육에서 답사를 통한 수학 교수·학습활동을 다섯 단계로 세분화하여 현장 적용을 실시하였다(수학동아, 2013). 이러한 단계는 <표 2>와 같이 나타낼 수 있다. 또한 각 단계별로 수행해야 하는 활동과 권고사항을 국내의 선행연구 분석 및 연구자의 3년간의 경험을 바탕으로 정리하면 다음과 같다.

1단계 : 답사계획 단계

- 답사할 역사와 문화, 과학기술의 현장에 대한 결정
- 답사 장소에 대한 수학답사 자료의 초안 개발
- 답사 계획 단계에서 고려할 점 및 권고
 - A지역에 답사를 가는 이유가 무엇인가?
 - A지역 중 교육과정에 가장 잘 부합되는 부분은 무엇인가?
 - A지역 답사를 위해 유용한 정보는 어디에서 얻을 수 있는가?

[표 2] 수학답사 교수·학습 과정
[Table. 2] SMFT's teaching and learning process

Orion 모형	수학답사	주요 활동	목적
준비단계	답사계획	답사지 결정, 답사 장소 기초 조사	수학적 활동이 가능한 지역과 대상에 대한 선정을 통한 학습 가능성 확인
	자료개발	자료 개발 확정, 교수·학습지도안 작성	답사의 효율적인 진행을 위한 학습내용에 대한 선정 및 지도방법 결정
답사활동	사전활동	사전 교육, 설문 및 기초 조사	답사활동에 방해되는 제반 요인의 제거 및 탐구활동의 효과 분석 준비
	답사활동	사고 활동, 구성 활동	준비된 과제해결의 효율적인 해결과 실제적인 현장 활동의 극대화
정리단계	사후활동	답사 후 탐구활동 및 보고서 반성 및 설문, 평가	답사 전체 활동에 대한 반성을 위한 환류를 위한 준비

2단계 : 자료개발 단계

- 수학교육 전문가의 실제 답사 장소에 대한 조사 및 토의 과정을 통해 ‘수학답사’ 자료에 대한 개발
- 답사 지도계획 수립을 위해 답사자료를 이용한 실제 ‘수학답사를 통한 교수·학습 지도안’의 작성
- 자료개발 단계에서 고려할 점 및 권고
 - A지역 답사를 통해 가장 큰 교육적 효과를 거둘 수 있는 학년(수준)은?
 - A지역을 답사하는 가장 기본적인 형태는 무엇인가?
 - 가장 적절한 답사 소요시간은 얼마인가?

3단계 : 사전활동 단계

- 답사를 떠나기 전 기초 설문조사, 기초조사, 답사지 사전 교육 실시
- 사전활동에서 고려할 점 및 권고
 - A지역을 답사하는 동안 기본적인 일정은 어떻게 구성되어지는가?
 - A지역 답사에 가장 적절한 인원은 몇 명인가?
 - A지역에 가기 위한 기본적인 교통수단은 무엇인가?
 - 학생들이 답사를 통해 알기를 기대하는 것은 무엇인가?
 - 언제 여행을 떠나게 되고, 학교에서 배우는 어떤 내용과 관련이 있는가?
 - 우리가 답사에서 무엇을 보게 되고 무엇을 하게 되는가?
 - 누가 그곳에 있고 누가 도움을 제공하는가?
 - 시간계획은 구체적으로 어떻게 되는가?

4단계 : 답사활동 단계

- 답사장소에서 교육활동 전개하기
- 답사활동에서 고려할 점 및 권고
 - 수학교실에서와 같이 동일한 기대를 가지도록 유도하기
 - 학생들을 주의 집중시키기 위한 다양한 방법 점검하기
 - 학생들의 예상되는 행동과 의사소통하기 위한 방법 등을 생각하고, 문제행동을 발생시키거나 규

- 칙을 망각한 학생들이 있을 경우 어떻게 할 것인지에 대한 생각을 미리 대비하기
- 소집단에서 학생 개인별 임무 할당하기
- 학생들이 목적을 달성할 수 있도록 격려하기

5단계 : 사후활동 단계

- 답사 후 탐구활동 및 보고서 작성
- 답사 평가 및 반성, 설문조사, 평가활동
- 사후활동에서 고려할 점 및 권고
 - 답사에서 학습한 내용에 대해 어떻게 생각하는가?
 - 답사에서 얻은 지식 중에서 유의미한 것은 무엇인가?
 - 답사에서 학습한 것 중에서 가장 중요한 10가지를 기록할 수 있는가?
 - 답사 동안 기억나는 상황을 그림으로 그리거나 구체적으로 묘사할 수 있는가?

위의 구분은 Orion(1993)과 Wilson(2011)이 제시한 준비단계를 답사계획, 자료개발 단계로 세분화하였고, 답사 단계에 해당하는 것을 사전활동, 답사활동으로 세분화하였으며, 정리단계에 해당하는 것을 사후활동으로 설정하였다. 구체적으로 각 단계의 특징을 세설정하면 1단계(답사계획 단계)에서는 수학적 의미, 역사적 의미, 문화재적 의미, 과학기술적 의미 등 답사 활동으로 수학교육적 가치가 있는 답사 장소를 결정한다. 2단계(자료개발 단계)에서는 답사 장소에 대한 수학답사 자료의 초안 개발을 위한 기초조사를 실시하고, 수학교육 전문가의 실제 답사 장소에 대한 예비조사 및 토의 과정을 통해 ‘수학답사’ 자료를 구체적으로 개발한다. 또한 답사 지도계획 수립을 위해 개발한 답사자료를 이용한 실제 ‘수학답사를 통한 교수·학습 지도안’을 작성한다. 3단계(사전활동 단계)에서는 답사를 떠나기 전 기초 설문조사, 기초조사, 답사지에 대한 사전 예비교육을 실시한다. 답사활동의 원활한 진행을 위한 다양한 정보를 제공한다. 또한 학생들은 답사 장소에 대한 사전정보를 조사하고 기록하도록 유도한다. 4단계(답사활동 단계)에서는 직접 답사 장소를 방문하여 사전에 개발한 학습자료에 따라 답사를 진행한다. 5단계(사후활동 단계)에서는 답사를 마치고 학교로 돌아와서, 답사 후 탐구활동 및 보고서 작성, 답사

자체 평가 및 반성, 설문조사, 학생활동 전반에 대한 평가 등을 실시한다.

4) 수학답사 평가 방법

수학답사를 위한 평가 방법은 크게 평가 준거의 개발과 평가 방법의 개발로 이원화하였다.

첫째, 평가 준거의 개발은 인지적 목적 달성에 대한 평가 준거의 개발(지필, 면담 평가지), 정의적 목적 달성에 대한 평가 준거의 개발(지필, 면담 평가지), 문화-수학적 목적 달성에 대한 평가 준거의 개발(지필, 면담 평가지), 학생에 의한 평가 준거의 개발(설문지, 자기 평가, 동료 평가, 수학답사 평가), 교사에 의한 평가 준거의 개발(보고서 평가, 조별 활동 평가, 체크리스트, 산출물 평가표)로 세분화하여 진행할 수 있다.

둘째, 평가 방법의 개발은 지필 평가방법(인지적, 정의적, 문화-수학적 달성유무 평가), 면담평가(인지적, 정의적, 문화-수학적 목표 달성유무 평가), 설문평가(수학답사평가, 자기평가, 동료평가), 관찰 평가(조별활동 평가), 산출물 평가(보고서 평가)로 진행할 수 있다.

V. 결론 및 제언

지금까지의 고찰을 통해, 학교수학답사는 대한민국의 역사와 문화, 과학기술의 현장 속으로 떠나는 수학 교수·학습 활동으로 정의할 수 있고, 답사 현장 속에 내재된 수학적 본질의 탐색을 외적 활동에 기반하여 수행하기 때문에 실제(realistic) 수학교육을 실현하는 교수·학습의 한 방법임에 분명하다. '교실 밖 역사기행', '현장에서 배우는 지리탐방'처럼 수학교실을 떠나 삶의 현장 속에서 수학학습을 진행하는 활동 중심의 수학 교수·학습이다. 본 연구에서는 국내외에서 진행된 과학탐방, 수학답사에 대한 문헌분석을 기초로 하여, 지난 3년간의 실제 답사활동 경험을 바탕으로 학교수학답사가 새로운 수학 교수·학습 방법으로 체계화할 수 있는지에 대한 가능성을 확인한 이론적 문헌 분석 연구이다. 다른 교육학의 학문영역처럼 이론적 접근과 실천적 접근으로 구분하여 분석하였다.

먼저 수학답사의 이론적 측면에서의 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 수학답사의 도입배경을 인지적 도입배경, 정의적 도입배경, 문화-수학적 도입배경, 수학 교수·학습 개선을 위한 도입배경으로 구분하였다. 수학 답사활동은 새로운 수학개념을 능동적으로 정확하게 획득할 수 있고, 수학에 대한 두려움과 부정적인 생각을 가진 학생이 점차 증가하고 있는 현실에서 수학을 활동 중심으로 학습하여 흥미유발 및 동기부여를 할 수 있고, 대한민국 역사와 문화 속에 담긴 수학적 가치를 인식하므로 인해 문화와 역사 속에서의 수학적 안목을 키울 수 있으며, 교사 입장에서는 교수·학습 방법 개선이라는 긍정적 효과를 기대할 수 있다.

둘째, 수학답사의 도입배경을 기초로 하여 수학답사의 교수·학습 상의 목적을 인지적 목적, 정의적 목적, 문화-수학적 목적 세 가지로 상세화하였다. 먼저 인지적 목적으로 '수학교실에서 학습한 수학적인 지식을 기초로 하여 현장 속에서 실제로 적용함으로써 실제로 살아 움직이는 수학지식으로 내면화시키는 계기'를 마련할 것이고, 정의적 목적으로 '학교를 떠나 활동 중심, 탐구 중심, 소집단 중심의 수업을 진행함으로 인해 여행의 즐거움과 더불어 학문의 즐거움 등 흥미와 태도, 인성을 함양'시키는 교육활동이 될 것이며, 문화-수학적 목적으로 '문화재와 과학기술 속에 담긴 수학적 가치 뿐 아니라 문화적 가치와 과학기술적 가치를 동시에 알게 되므로 우리 문화의 우수성을 인식하고 그 속에 담긴 수학의 창조적인 우수성을 깨달아 수학적 안목을 성장'시키게 될 것이다.

셋째, 수학답사가 새로운 교수·학습 방법으로 체계적인 틀을 갖추기 위해 교수·학습 방법 및 모형의 구축에 대한 연구의 필요성을 언급하였다. 이러한 수업모형의 구축은 수학답사의 특성을 드러내고, 수학 교수·학습방법으로서의 명확한 타당성과 교육적 효과성을 입증할 수 있도록 개발되어야 할 것이다.

다음은 수학답사의 실천적 측면에서의 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 수학교육활동이 이루어지기 위해서는 어떤 내용을 가르칠 것인가에 대한 방향 설정에 대해 고찰하였다. 결론적으로 수학답사 활동은 전적으로 정규교육과정에 포함될 수 있는 내용과 결부시킬 수 있어야 한다는 점이다. 모든 교육내용이 교육과정이 지향하고 있는 목적과 서로 통합되도록 최적화시켜야 한다.

둘째, 수학답사를 위해 가장 중요한 자료개발의 문제에 대해 고찰하였다. 자료개발 방향은 지난 3년간 실제 답사 경험을 바탕으로 총 다섯 가지로 제시하였다. 학습 자료의 개발은 첫째, 학습의 대상에 대한 명확한 구분을 토대로 하여야 하고, 둘째, 학생용 자료와 교사용 자료가 동시에 개발되어야 하고, 셋째, 인지적·정의적·문화-수학적 목표가 무엇인지 명확하게 드러나야 하고, 활동 중심의 답사인지 답사 후 교실중심 답사인지 초점이 드러나도록 개발해야 하고, 넷째, 수학적 지식의 획득과정에서 학습자의 실제적인 활동을 강조하는 방향으로 개발되어야 하며, 다섯째, 소집단 중심의 학습공동체를 구성하고 활발한 의사소통이 가능하도록 개발되어야 한다.

셋째, 수학답사를 진행하는 구체적인 진행 방법에 대해 고찰하였다. 다양한 선행연구와 답사활동의 경험으로부터 5단계 모형을 제시하였다. 이 모형은 실제 학교 수업활동과 현장 학습활동의 통합을 전제로 하였다. 먼저 준비활동에 해당하는 답사계획 단계, 자료개발 단계가 있고, 그 이후 답사활동으로 사전활동 단계, 답사활동 단계가 있으며, 마지막으로 정리활동에 해당하는 사후활동 단계로 세분화하였다.

넷째, 수학답사도 교수·학습 활동이어야 하므로 평가 활동에 대한 평가 준거의 개발과 평가 방법의 개발로 이원화할 것을 제안하였다.

수학답사는 이제 출발단계에 있다. 용어에 대한 정립, 도입배경에 대한 검토, 수학답사의 목적에 대한 고찰, 이론적 분석과 실천적 분석을 통한 수학 교수·학습에 대한 체계화의 초보적인 연구가 진행되었다. 수학 교수·학습 위한 ‘학교수학답사’에 대한 개념 탐색을 기초로 하여 향후 연구를 위해 다음과 같은 제언을 할 수 있다.

첫째, 왜 이 시점에 ‘수학답사’라는 수학교육 방법론이 대두되어야 하는지에 대한 필요성에 대한 정립이 필연적으로 요구되어진다. 기존의 다양한 수학학습 방법과의 한계와 차별성을 통해 수학답사의 정체성을 확립해야 한다. 사실 수학교실은 수학이 가지는 고도의 추상성으로 인해 실제 수학을 다루는데 분명 한계를 지니고 있다. Freudenthal을 비롯한 많은 수학교육자들은 수학은 실제적인 상황을 바탕으로 수화화의 과정으로 개념이 형성되기를 기대하지만 수학교실만으로는 이러한 문제를 근본

적으로 해결하는 것은 힘든 것이 우리의 현실이다. 따라서 수학교실을 닫힌 공간이 아닌 열린 현장으로까지 확장하여 수학교육 활동을 전개하는 교수·학습 방법에 대한 연구가 필요하다. 이러한 수학 교육방법으로서 ‘수학답사’ 연구는 교수·학습 학습의 새로운 접근이라는 측면에서 재조명할 필요성이 있다. 수학답사 관점에서 학생들에게 친숙한 일상에서부터 학습주제를 추출하고, 이를 통해 실제적 탐구가 이루어지는 수학교육활동에 대한 고려가 요구된다. 특히 NCTM(1989, 2000)에서 밝히고 있듯이 서로 다른 수학내용의 주제들 사이 및 다른 교과와의 관련성 속에서 수학적 연결성을 인식할 수 있도록 지도하는 것이 매우 중요할 것으로 사료된다.

둘째, 교실생태학적 관점에서 수학답사에 대한 연구가 요구된다. 생태학적 관점의 연구는 연구의 다원성을 지향해야 한다. 따라서 해석학적 연구 방법, 사례연구 방법, 민속지적 연구 방법, 역사적 연구 방법, 문화 연구 방법, 면담 인터뷰 연구 방법 등을 다양하게 고려한다. 이러한 다양한 연구 방법을 적용하여 역동적인 교실 밖 현장에서 일어나는 다양한 요소간의 복합적인 상호작용 체계를 분석하고, 그 안에서 이루어지는 의미 구성의 과정을 도출할 필요가 있다.

셋째, 수학교육활동이 이루어지기 위해서는 어떤 내용을 가르칠 것인가에 대한 체계적인 분석이 요구된다. 수학답사는 교실 내 사전 준비와 야외에서 실제적인 활동이 동시에 이루어져야 한다는 측면에서 수학교육을 위한 지식들은 수학교과 내의 지식뿐 아니라, 우리의 일상생활에서 찾을 수 있는 다양한 영역들과의 통합을 통해 합리적으로 재구성되어질 수 있는 내용들이어야 한다. 따라서 Freudenthal이 제시하고 있는 현실주의 수학교육, 통합적인 수화화 과정을 중시하는 수학적 모델링, 학생들의 흥미나 태도, 수학적 가치 등을 종합적으로 고려하는 내용이 포괄적으로 다루어져야 한다.

넷째, 수학답사의 방법을 통해 가르칠 수학내용은 구체적으로 어떤 방법으로 학습을 진행할 것인가에 대한 구체적인 방안이 마련되어야 한다. 이러한 학습 진행을 위해서는 이에 부합된 자료의 개발이 가장 선행되어야 한다. 서보익(2013)은 4가지 방법으로 수학답사 자료의 개발 유형(A, B, C, D)을 제안하고 있다. 유형 A는 설정된 수학 주제를 답사 장소에서는 직접 경험하지 않는 대

신, 학습주제에 대한 문제제기 및 탐구의 필요성, 흥미 및 도전감, 동기유발 등을 현장에서 받은 다음, 구체적인 탐구는 답사 후 교실이나 도서관, 가정에서 진행되는 답사의 학습자료 개발 유형이다. 유형 B는 교실에서 학습한 수학 주제를 답사 현장에서 실제적으로 획득하는 것, 또는 수학적 사고활동을 활용하여 현장 속에서 획득할 수 있는 탐구활동의 결과물을 추출하는 것을 목적으로 진행되는 답사의 학습자료 개발 유형이다. 앞의 두 유형이 내적사고활동을 중심으로 한다면, 유형 C는 교실에서 획득한 수학적 개념, 원리, 계산방법 등을 활용하여 새로운 수학문제를 현실과 부합되게 구성하거나, 이러한 지식을 적용할 수 있는 실생활 관련 수학문제를 제시하고 이를 활동적으로 해결하는 방식으로 답사의 학습자료를 개발하는 유형이다. 유형 D는 앞의 유형 C와 더불어 답사에 참가한 학생들의 능동적이고 활동과 적극적 참여를 통해 이루어지는 학습자료 유형이다. 단지 현장 수학 활동형이 수학적인 활동이 중심을 이루어지는 것에 비해, 비수학적 활동 혹은 학문융합적 활동이 중심이 된다. 이러한 네 유형에 대한 체계적인 분석과 자료 개발을 통해 직접 현장 적용 결과에 대한 논의가 진행될 필요가 있다.

다섯째, 수학답사도 교수·학습 활동이어야 하므로 그에 대한 평가 활동도 병행하여야 한다. 수학답사에 대한 평가활동을 어떻게 진행할 것인지에 대한 방안도 구체적으로 모색되어야 한다. 평가는 교육목적에 비추어 인지적 측면, 정서적 측면, 문화-수학적 측면으로 구분하여 답사 활동의 성격과 학습 내용의 성격에 부합되도록 조직되어야 하고, 이에 대한 연구가 진행될 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2011). 2009 개정교육과정에 따른 수학 교육과정, 서울: 교육과학기술부.
- The Ministry of Education, Science, and Technology (2011). *2009 Reformed mathematics curriculum*, Seoul: MEST.
- 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.
- 수학동아 (2013). 수학자신감 회복 프로젝트! 수학클리닉, 덕수궁으로 떠나는 매스투어, 아는 만큼 보인다, 수학동아 2013년 9월호, 84-87.
- Math dong-a (2013). Math confidence restored project! Math clinic, go to the Deuk-su gung for math tour, *Math dong-a journal* 2013(9), 84-87.
- 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.
- 신현용 (2010). 수학여행 수학여행 1, 2, 3, 4. 한국수학교육학회 뉴스레터. 126, 127, 128, 129호. 한국수학교육학회.
- Shin, H. Y. (2010). Math tour 1, 2, 3, 4, *Korea society of mathematical education news letter*, No. 126~129.
- 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.
- 우정호 (2006). 수학 학습-지도 원리와 방법, 서울: 서울대학교출판부.
- Woo, J. H. (2006). *Mathematics instructional principles and methods*. Seoul: SNU press.
- 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.
- 이면우 (1998). 한국 과학사와 과학교육, 과학 교육자 큰 모임, 한국과학교육단체총연합회

- Lee, M. W. (1998). *History of science and science education in Korea*, The Korean federation of science education societies.
- 이정원 (1998). 영릉과학탐방을 통한 중학생들의 문화재에 대한 개방적 탐구활동 분석, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 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.
- 이종우 (2002). 기하학의 역사적 배경과 발달, 서울 : 경문사.
- Lee, J. W. (2002). *History of geometry and development*, Seoul: Kyungmoon co.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ericksen, 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. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kuntz, J. J.(Jeffrey J. Kuntz),January 2006, www.TeachingK-8.com
- Mangiante, E. S. (2009). Forest or Field, *Science and Children*, september 2009.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*, Reston, VA: The Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*, Reston, VA: The Author.
- 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.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology, trans, E. Duckworth*, New York: Columbia 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.
- Skop, E. (2008). Creating Field Trip-Based Learning Communities, *Journal of Geography* 107, 230-235. (National Council for Geographic Education)
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*, ed. M. Cole, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wilson, M (2011). *Field Trip Fundamentals*, http://www.eddigest.com
- Wilson, B., and M. Ryder. (1996). Dynamic learning

communities: An alternative to designed instructional systems. *Proceedings of selected research and development presentations at the 1996 National Convention of the Association for Educational Communications and Technology*, Indianapolis, Indiana.

Zanetis, J. (2010). *The Beginner's Guide to Interactive, Learning & Leading with Technology*, March/April 2010, ISTE (International Society for Technology in Education)

A Study on School Mathematics Field Trips for Teaching & Learning Method in Mathematics Education

Suh, Bo Euk

Chungnam National University, Yusung, Daejeon, Korea

E-mail: eukeuk@cnu.ac.kr

School Math Field Trips(SMFT) for School Mathematics can be defined as teaching and learning activity of mathematics going into the field of Korean history, culture, science and technology. This is a literature analysis study to systemize teaching and learning method of mathematics based on literature analysis and real SMFT activity.

First, SMFT was introduced to improve cognitive affective and cultural-mathematical teaching and learning method of mathematics. Second, SMFT has three purposes of cognitive, affective and cultural-mathematical. Third, to conduct mathematical education activity the direction of teaching was set. Forth, the progressing way of developing material and SMFT was researched. Fifth, developing the evaluation standard of SMFT and evaluation method was suggested.

* ZDM Classification : D40

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D30

* Key words : school mathematics field trips, mathematics teaching material, mathematics teaching method, research method

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