

## 사례분석을 통한 학생의 수학학습 및 수행에 관한 연구\*

방 정 숙\*\*

### 1. 서론

이 글에서는 한 학생의 수학적 수행을 1년 반 동안에 걸쳐 자세하게 분석해 봄으로써, 교실 상황과 학생의 수행간의 관계를 탐색해 보려 한다. 여기서, 분석의 목표는 학생의 수학학습에 관해서 우리가 배울 수 있는 것뿐만 아니라 학생이 배우는 것 그 자체에도 교실에서의 사회적·문화적 배경이 영향을 끼친다는 것을 인식하면서, 학생의 수행을 조사하려는 것이다. 본 연구의 분석대상으로 선정한 학생은 연구대상 학교에서 관찰할 수 있는 수학학습과 관련하여 대표적인 사례이기 때문에 선정한 것이 아니라, 학생의 지식과 학습을 표현하고 평가하는 것과 관련된 연구의 논점들을 실례로써 예시해 주는 경우이기 때문에 선택하였다. 다만, 본 연구는 1999년에서 시작하여 추후 5년간의 연구기간을 가지고 현재 진행 중에 있기 때문에, 학생에 관한 분석이나 이를 바탕으로 한 논점 역시 예비적인 성격을 갖는다는 것을 밝혀 둔다.

본 논문이 기초를 두고 있는 전체 연구 프로

젝트는<sup>1)</sup> 미국 한 대도시의 초등학교에서 교사의 학습과 학생의 수학적 수행간의 관계를 탐색하는데 그 주요 목적을 두었다. 본 글의 저자를 포함하여 프로젝트를 수행한 연구팀<sup>2)</sup>은 연구대상 학교의 수학수업 관찰, 교사 및 학생과의 면담, 교사 전문성 개발 프로그램의 일환으로 매달 기획되는 수학연구 모임을 주최함으로써 교사의 학습을 도와주었다. 연구대상 학교는 최근에 「수, 자료, 공간에서의 조사 (Investigations in Numbers, Data, and Space)」라는 교육과정 (TERC, 1998)을 채택하여 이용하고 있는데, 이 교육과정은 현행 수학교육개혁 방향과 일관되게 개발된 것으로서, 특히 시각적인 모델, 전략의 개발, 그리고 토론을 통해서 수학적 사고와 개념적 이해를 향상시키는데 초점을 두었다. 이 교육과정을 실제 수학수업에서 어떻게 적용할 것인가를 익히는 과정에서, 적어도 연구대상 학교의 몇몇 교사들은 수학교육과 관련하여 자신들이 평소에 가지고 있던 신념을 반성적으로 검토해 볼 수 있는 기회가 마련되었다. 일반적으로 말해서, 본 연구에 참여한 교사들은 앞서 언급된 교육과정의 철학과 일치되는 방향으로 자신의 수학수업을 통해 세

\* 이 글의 일부 내용은 저자가 2001년 4월 전미 교육연구 연합회 (American Educational Research Association) 연례 학회에서 발표하였다.

\*\* 한국교원대학교

1) 이 전체 프로젝트는 펜실베이니아 대학교의 Janine Remillard 교수가 National Science Foundation (grant no. REC-9875739)으로부터 지원을 받아 진행되었다 (Remillard, 1998).

2) 펜실베이니아 대학교의 Janine Remillard 교수의 전반적인 지도 아래 박사후 연구자 (post-doctoral researcher)와 박사과정 학생들로 구성되었다.

로운 교실규범을 만들기 위해 꾸준히 노력했다.

이와 같은 연구배경 아래에서, 본 글에서는 어떻게 사회적 또는 상황적 차원이 학생의 수학학습과 밀접한 관계를 갖는지 분석하고, 이를 바탕으로 학생의 수행과 교실 상황간의 관계를 파악하는데 그 초점을 둔다. 사회문화적 관점에서 보면, 교실에서의 학생들의 수학적 수행 역시 사회적·문화적·역사적 양상을 가지고 있는 것으로 해석한다 (Greeno & Goldman, 1998; Lave & Wenger, 1991; Putnam & Borko, 1997; Tharp & Gallimore, 1988; Vygotsky, 1978; Werscht, 1995). 하지만, 본 글의 목적을 위해, 여기서는 수학교실에서 형성된 상황으로 연구의 초점을 좁히며, 특히 교사의 교수 관행<sup>3)</sup>에 의해서 촉진되는 교실규범과 구조를 자세하게 분석한다. 강조하건대, 교실 상황이 학생의 수학학습과 관련 있는 유일한 사회적 차원은 아니다. 다만, 교실의 사회적 규범과 관행이 어떻게 학생의 수행과 학습을 중재하는지에 관해서 집중적으로 연구되어야 할 필요가 있으며, 본 연구는 이를 위한 작은 노력이라고 생각한다.

한국과 미국은 교육문화, 교육과정, 수업의 구조와 조직 등에서 많은 차이가 있으며 (Grow-Maienza, Hahn, & Joo, 1999; Sorensen, 1994), 이러한 차이는 본 글에서 제시되는 사례 분석을 이해하는데 고려해야 할 것이다. 학교 수학 연구의 큰 목적중의 하나는 어떻게 교사 또는 학생이 수학을 가르치고 배우는 지, 그리고 어떻게 그 교수·학습 과정 및 결과를 해석할 수 있는지를 탐색하는 것이다. 교실 상황과 학생의 수학적 수행 사이의 관계를 탐색하려는 연구목적 상, 본 연구는 사회문화적으로

내재된 학습의 본질에 주요 초점이 주어지는 사회문화적 관점을 근간으로 하였다. 실제 우리 나라 학교수학 연구에서 구체적으로 이와 같은 연구 관점을 어떻게 적용할 수 있는지 실증적인 사례를 통하여 연구되고 검토되기를 기대한다.

## II. 이론적 배경

학생의 수학적 수행에 관한 연구는 지금까지 대부분 학습에 관한 인지적 해석에 기반을 두고 있는데 (Kieran, 1994), 이는 그 일차적인 초점이 개개 학생이 가지고 있는 지식구조와 머릿속에서 일어나는 학습과정에 주어지는 것이다. 이에 반하여, 사회문화적 관점은 인지의 분배적 (distributed)·상황적 (situated) 본질을 강조함으로써, 학습과정 뿐만 아니라 학습 자체도 사회적으로 중재된다고 가정하고 상호작용을 통해 학습자가 속한 특정 공동체에서 공유되는 사고양식을 익히고 아이디어를 표현하는 방식을 배우게 되는 것으로 해석한다 (Brown, Ash, Rutherford, Nakagawa, Gordon, & Campione, 1993; Lave & Wenger, 1991). 수학교육 연구에서의 사회문화적 관점의 영향은 서로 다른 학습 상황에서 형성된 학생들의 수학학습 비교, 수학적 의미와 사회수학적 규범이 형성되는 협의과정 조사, 학습과 관련된 대화를 이끄는 데 있어서의 교사의 역할 규명, 사회적 상호작용이 학생들의 수학적 개발에 끼친 본질적인 역할 탐색 등을 예로 들 수 있겠다 (e.g., Boaler, 1999; Cobb & Bauersfeld, 1995; Lampert, 1998). 사회문화적 관점에서 보면, 학생들이 경험하

3) Practice는 실제 또는 관행으로 번역되는데, 본 논문에서는 어떤 것을 하는 데 있어서 습관적인(habitual) 양식 또는 반복되는(repeated) 행동이라는 본연의 의미를 강조하여 관행(慣行)으로 번역한다. 다만, 관행이라는 용어가 연외의 의미로 종종 부정적인 사례와 함께 쓰이는 데, 여기서의 교수 관행(teaching practice)은 이와 같은 부정적인 의미를 내포하고 있지 않음을 밝힌다.

는 인지적 과정은 여러 개의, 변하는, 그리고 겹쳐지는 부분이 있는 공동체의 관행에 참여하는 것과 매우 밀접하게 연계된 것으로 해석한다(Wenger, 1998). 여기서, “사고 또는 학습에 관한 전형적인 [인지적] 정의라든가, 사회적인 것, 언어적인 것, 그리고 인지적인 것 사이의 전형적인 구별은 더 이상 적용되지 않는다”(Nuthall, 1997, p. 758). 이는 학생들의 수학적 수행이 단순히 개인적인 것만도 또는 수학적 것만도 아니며, 학습자와 주어진 상황간의 사회적 상호작용의 일부분으로 나타나는 것으로 이해해야 함을 강조하는 것이다.

사회문화적 관점에서 보면, 학습이라는 것은 고립된 상태에서 마음이 활동한 결과로써 나타나는 것이 아니라 사람들이 “관행의 공동체 (community of practice)<sup>4)</sup>” 또는 “활동 시스템 (activity system)<sup>5)</sup>” 속에서 상호작용하는 데서 일어나는, 사회문화적 과정의 일부이다. 다시 말하면, 학습은 “사람들이 다양한 관점을 가지고 공통 활동에 가지각색의 공헌을 하면서 참여하는 가운데 일어나는 어떤 것”으로 간주된다(Bredo & McDermott, 1992, p. 35). 이와 유사한 맥락에서, 지식은 사람과 사람간의 과정에 위치해 있는 것으로 해석되며, 이 과정을 통해서 학습자가 수학을 이해하고 의사소통하기 위해서 언어, 경험, 교과서, 그리고 물리적인 자료와 같은 문화적 도구들(cultural tools)을 이용하는 것으로 이해된다(Rogoff, 1990).

사회문화적 관점은 상호작용, 관행, 그리고 도구라는 전체적인 시스템 내에서 일어나는 학생들의 수학학습을 분석할 것을 제안하는데, 학생들은 이러한 시스템을 통해 수학을 배우는 동시에 개개인이 가지고 있는 해석과 의미를

제공함으로써 시스템 형성에 공헌하게 된다. 학생의 지식(knowledge) 또는 아는 것(knowing)과 관련한 어떠한 인지적 변화도 그와 같은 시스템 내에서 참여자들간의 서로 다른 목적과 서로 다른 해석간의 상호작용으로 이해된다(Newman, Griffin & Cole, 1989).

교실 공동체(classroom community)는 학생들에게 배울 기회를 부여하는 대표적인 예라고 할 수 있겠다. 하지만, 개개 학생들이 자신이 참여하는 관행에 필수불가결하게 제한 받는 것은 아니며, 더 나아가 한 교실 공동체 내에서 공유되었다고 생각되는 사회적 규범(social norms)에 반항하기도 한다는 사실을 간과하지 말아야 한다. 따라서, 교실문화가 학생들의 수학학습을 구조화하는 정도를 명백히 할 필요가 있으며, 그러한 교실문화 속에서 어떻게 개개 학생의 지식과 인식 면에서 변화가 수반되는지 자세하게 분석할 필요가 있다.

이론적 배경과 관련하여, 본 논문에서 사용되는 몇 가지 용어를 고려해야 할 필요가 있다. 이 글에서 언급되는 “지식”이라는 용어는 절대적인 것으로써가 아니라 특정한 문화적 관행과 관련하여 학생의 “전문적 기술/지식 (expertise)”의 수준을 지시하는 것으로써 이해되어야 한다. 학생들이 자신의 전문적 기술을 증진시킴에 따라 공동체의 관행에 더 깊게 관여할 것이고 참여 양상이 좀 더 세련될 것이며, 여러 가지 다른 상황 속에서 그러한 관행과 참여 양상을 적용할 것이다(Rogoff, 1994). 이 글에서 언급되는 “수행(performance)”이라는 용어는 특정한 상황 속에서 주어진 과제와 관련하여 학생들이 실제 하는 것을 의미한다. 수행은 분명히 학생의 전문적 기술 정도를 반영해 주

4) 특정한 공통 활동에 참여하기 위해 함께 활동하는 개인들의 모임을 일컫는다 (Wenger, 1998).

5) 개인적(individual), 물질적(material), 사회적(social) 요소들을 고려하는 기능적인 시스템을 일컫는다 (Engeström & Cole, 1997; Greeno & the Middle School Mathematics through Applications Project, 1998).

는 것이지만, 아래의 사례분석은 수행과 전문적 기술 둘 다를 중재하는 - 그림으로써 학생의 수학학습을 이해하고 평가하려는 연구자의 시도를 복잡하게 하는 - 사회적 양상을 간과할 수 없음을 밝힌다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구배경

연구대상 학교는 미국 펜실베이니아 주의 한 대도시에 위치한 초등 공립학교인 카터 초등학교였으며<sup>6)</sup>, 다양한 인종과 사회적 지위를 가진 학생들 약 275명이 공부하는 곳이었다. 본 연구 프로젝트를 처음 시작했던 1999년 기준에는 대략 학생집단의 60%가 흑인계, 38%가 백인계, 그리고 2%가 아시아계 또는 그 밖의 인종적 배경을 가지고 있었다. 학생들 중 65%가 무료 또는 절감된 식비로 점심을 먹을 수 있는 자격을 가지고 있었다. 11명의 교사들 중 5명은 흑인계 교사였고, 나머지 6명은 백인계 교사였다. 이 학교에는 대부분 인근의 저소득층과 대다수의 흑인계 마을로부터 온 학생들이 등록했다. 하지만, 인종차별이 폐지된 학교로 지정되어 있어서 학교에서 멀리 떨어진 지역으로부터도 백인계 학생들이 원하는 경우는 등록할 수 있었다. 서론에서 기술되었듯이, 본 연구 프로젝트를 진행하는 동안 교사들은 개혁의 기본 아이디어에 근거를 두고 개발된 초등 수학 교육과정 중의 하나인 「수, 자료, 공간에서의 조사」를 채택하여 2년째 이용하고 있었다.

#### 2. 자료 수집

수학 교수·학습 과정과 관련하여 교사와 학생들이 참여하게 되는 여러 가지 공동체와 개별적인 수행에 관한 질적 자료를 수집하기 위하여, 정기적인 교실 수업 관찰 (오디오 녹음), 교사를 대상으로 한 개별 면담 또는 집단 면담 (필요에 따라 비디오 녹화 또는 오디오 녹음), 학생을 대상으로 한 임상 면담 (비디오 녹화) 등을 실시하였다. 또한 장기간의 연구 기간 동안 교사들 또는 학생들과의 빈번한 만남을 통해, 연구팀원들이 터득한 상황적 지식을 통해 수집된 자료들을 보충하였다.

교실 수업 관찰은 교사와 학생들의 수행과 상호작용에 초점을 두고 해당 교실에서 연구자가 기록한 필드노트를 통해 주로 이루어졌다. 각 교실에서 2명의 연구자가 매년 9월부터 5월 까지 기본적으로 한 달에 한번씩 연구에 참여하는 교사들의 수학 수업을 정기적으로 관찰했다. 한 명의 연구자는 교사와 교실 전체에 초점을 두고 필드노트를 기록한 반면에, 다른 한 명의 연구자는 학생 전체의 전반적인 행동을 관찰하면서, 특별히 각 교실에서 집중 분석대상 학생으로 선정된 네 명의 학생들의 수업참여 양상에 초점을 두고 기록하였다. 연구대상 초등학교에서 여덟 명의 교사가 본 연구 프로젝트에 참여하게 되었는데, 이들 중 매년 2명의 교사는 집중 분석대상 교사로 선정되었다. 집중 분석대상 교사의 수학 수업은 1년에 4차례에 걸쳐 연속 2주씩 관찰되었다. 이와 같은 자료 수집 전략은 수학 수업과 집중 분석대상 학생에 관한 관찰의 횟수를 각기 다르게 만들었다.

학생과의 임상 면담은 매년 세 차례에 걸쳐 8개 연구대상 교실에서 선정된 집중 분석대상 학생들을 대상으로 주기적으로 실시되었다. 임

6) 본 논문에서 제시되는 연구대상 학교의 이름, 교사들의 이름, 학생의 이름은 가명이다.

상 면담은 주로 수학적 과제를 중심으로 실시되었지만, 해당 학생이 가지고 있는 수학에 관한 인식, 수학 학습자로서의 자신에 관한 평가, 교실에서의 여러 가지 사회적·수학적 경험 등과 관련된 질문들도 면담 과정 속에 자연스럽게 포함시켰다.

### 3. 자료 분석

학생의 수학학습과 관련한 자료 분석의 주요 목표는 서로 다른 교실 상황 속에서의 수학 활동과 관련하여 학생의 수행간에 연관성 또는 분리성 정도를 찾아보고, 이를 바탕으로 수학 교실 공동체와 개별 학생의 학습간의 관계를 탐색하는 것이었다.

#### 가. 1단계 : 수학교실 상황의 특성 분석

일년 반 남짓의 연구 기간동안 수집된 수학교실 상황에 관한 자료를 필드노트를 중심으로 분석하였다. 이 단계에서의 분석은 수학교실 상황의 특성을 파악함으로써, 그 상황 속에 내재되어 있는 개개 학생의 수학학습을 보다 잘 이해하고, 이를 바탕으로 추후 교실 상황과 개개 학생간의 수학적 수행간의 관계를 조사해보기 위함이었다. 구체적인 분석 내용은 4가지로 분류되었는데, 이는 수학 내용과 관련하여 교사가 적용하는 목표나 강조점, 수학적 사고와 이해를 돕기 위한 학습 기회, 학습과 관련된 대화의 본질, 모둠별 활동 또는 전반적인 수업구조였다.

#### 나. 2단계 : 교실에서의 개개 학생의 수행 분석

이 단계에서는 특정한 수학교실에서 집중 분석대상 학생이 어떻게 수업에 참여했는지 그

특징들을 분석하였다. 구체적인 분석 내용은 4가지로 분류되었는데, 이는 수학적 지식, 수학적 설명, 수학적 성향, 그리고 교실 공동체에 참여하는 역할이었다. 이 단계에서의 분석은 특히, 개개 학생의 수학적 수행의 분석은 그 수행이 기반을 이루고 있는 교실 상황의 분석을 (1단계) 전제로 하고 있다는 점에서 사회수학적 관점을 분석에 활용한 것이었다.

#### 다. 3단계 : 임상 면담에서의 개개 학생의 수행 분석

앞서 기술된 1, 2 단계의 분석 외에 임상 면담 동안 나타난 개개 학생의 수행을 마찬가지로 수학적 지식, 수학적 설명, 수학적 성향, 그리고 교실 공동체에 참여하는 역할중심으로 분석하였다. 이 단계에서의 분석은 특히 2단계의 분석 결과와 비교 및 대조함으로써, 동일한 분석 항목에 관하여 수업과 임상 면담이라는 서로 다른 상황에서 개개 학생이 어떻게 참여하는지를 분석하는데 초점을 두었다.

#### 라. 4단계 : 학생들 간의 수학 학습 비교 및 대조

이 단계에서의 분석은 이전 단계들의 분석을 바탕으로, 학생간의 수학 학습에 공통점 또는 차이점을 조사하는데 그 주요 목적을 둔다. 이와 같은 분석은 교실 상황, 학생의 수학적 수행, 그리고 학생의 수학 학습 사이의 관계와 관련된 쟁점들을 탐색할 수 있게 한다. 궁극적으로, 몇 년에 걸쳐 여러 가지 다른 종류의 교실 및 임상 면담 상황과 이에 준한 다양한 수학 활동을 총괄한다는 것을 고려해 볼 때, 학생들간의 비교 분석은 상황 속에서의 상호작용 및 참여의 패턴과, 수학에 관한 전문적 기술/지

식과 수행을 통해 드러나는 개별 학생들의 성장간의 관계에 대해서 보다 명확하게 밝혀줄 수 있을 것으로 기대된다.

#### IV. 사례 분석 : 한 학생의 수학적 관행

여기서는 지난 일년 반 동안의 자료를 바탕으로 한 학생(로버트)의 수학적 관행에 관한 사례를 분석한다. 로버트의 경우는 학생이 수학적 과제에 참여하는 정도가 높아졌다고 해서, 그것이 그 학생의 수학 학습이 향상되고 있다는 것을 의미하는 것은 아니라는 점을 분명하게 시사해 준다. 학생 로버트에 관한 전반적인 기술로부터 시작하여, 로버트가 경험한 서로 다른 교실 상황을 설명하고, 어떻게 이러한 교실 상황이 지속과 변화라는 관점에서 학생 로버트의 수학학습과 연결될 수 있는지에 대해서 탐색한다.

전체 연구 프로젝트의 범위와 기간을 고려해 볼 때, 이 글에서 제시되는 분석은 다소 예비적 또는 잠정적인 추측일 수 있다. 하지만, 학생의 수학학습을 기술하고 평가하는데 있어서의 관련된 쟁점들을 고려하고 논의하는 데는 충분한 기여를 할 것으로 기대한다. 궁극적으로 분석 초기 단계의 추측들은 앞으로 남은 연구 기간을 통해 수집된 전체 자료를 통해 지지받을 만한 것인지 그렇지 않은지 결정되기 위하여 대안적인 해석이나 새로운 예를 중심으로 비교 및 대조될 것이다(Cobb & Whitenack, 1996). 이렇게 비교 및 대조하는 과정은 초기 연구 단계의 추측을 견고하게 하거나 보다 설득력 있는 요소로 만들 수 있게 된다 (Strauss & Corbin, 1990).

##### 1. 학생 로버트에 관한 전반적인 개관

학생 로버트는 카터 초등학교 2학년 흑인계 미국 남자아이로써 본 연구에 참여하게 되었다. 수학뿐만 아니라 다른 일반 교과에서도 수업을 따라가는데 힘겨워하는 학생으로 분류할 수 있었다. 로버트는 조용하고 잘 나서지 않는 학생이었으며 자기 자신을 수업에 잘 참여하지 않는 학생으로 스스로 인식하고 있었다. 2001년 3월 분석 당시 3학년 교실에서도 다소 분투하는 학생으로 남아있긴 했지만, 이전 해보다 수학적 과제에 참여하는 정도와 과제를 해결하려는 끈기 측면에서 괄목할 만한 변화를 관찰할 수 있었다. 2학년 수학 수업시간에 로버트는 전체 토론이나 활동에 최소한으로만 참여했고, 주어진 과제에 아주 느리게 반응하고 있었으며, 다른 학생들과 함께 할 때에만 주어진 수학 과제를 열심히 하려는 경향이 있었다. 3학년 때, 로버트는 수학 수업 시간의 토론에 일관되게 참여했고, 혼자 공부할 때조차도 주어진 과제에 열심히 관여했다.

로버트가 수학적 활동에 참여하는 정도에 있어서 이와 같은 변화를 관찰할 수 있었다는 것은 교실 구조가 학생들로 하여금 수학적 과제에 참여하도록 이끌어 주고 그 참여 양상을 결정짓는데 중요한 역할을 하고 있음을 지적해 준다. 이러한 구조는 로버트가 혼자 수학 과제를 해결해야 할 때에도 그 참여와 흥미를 지속하도록 도와주었던 것 같다. 이에 본 글에서는 우선 로버트가 속했던 각 교실의 사회적 구조를 기술하고, 그와 관련하여 로버트의 수업 관행을 기술하고자 한다.

##### 2. 2학년 수학 교실의 특성과 로버트의 관행

#### 가. 수학과제와 수업의 전반적인 흐름

1999-2000년<sup>7)</sup> 2학년 교실에서 로버트는 29명의 학생들 중의 하나였다. 교사 S<sup>8)</sup>는 매일 아침 일관되게 수학을 제일 먼저 가르쳤다. 학생들은 일반적으로 교실 앞 용단에 모여 앉아 그 날 해결해야 할 과제에 대한 설명을 들은 후에, 그 과제를 어디서, 누구와 함께 해결할 것인지 자유롭게 정할 수 있었다. 제시된 과제들 중의 하나는 “오늘의 수 (Today’s Number)” 과제였는데, 이것은 교과서에서 제시하는 활동 중의 하나였다. 이 과제를 통하여 학생들은 그 해에 학교 수업이 있었던 날 수에 해당하는 수식을 만들었다. 예를 들어, 그 날이 해당 학년 학교 수업이 있는 지 24일째 되는 날이면, 여러 수를 더하거나 빼서 24를 만드는 것이다 (예 :  $10+10+4=24$ ). 교사 S의 교실에서 활용된, 다른 과제들은 그래핑, 수 체계, 자료 수집과 같이 학교에서 선정한 교과서에서의 특정한 내용 영역과 직접적으로 관련된 것이었다.

때때로, 교사 S는 학생들로 하여금 특정한 과제를 해결하게 하기 위해서 둘씩 또는 모둠별로 앉히는 경우가 있었다. 전체 수학 시간을 두고 볼 때, 학생들이 주어진 과제를 해결하는 동안이든지 용단에 앉아있는 경우든지 전반적으로 교실은 시끄럽고 학생들의 움직임들로 가득 찼다. 매우 종종 교사 S는 학생들이 개별적인 문제해결 시간 동안 어디서 작업을 할지 결정할 수 있는 자유를 주었다. 책상, 마루 또는 교실 내 도서관 코너 등과 같이, 자신이 공부할 장소를 찾는 데 상당한 시간이 소요되었고, 종종 학생들간 얼마간의 협상과 대화를 요하기도 했다. 이렇듯 “선택” 할 수 있다는 생각은

전체 학생들을 대상으로 한 수학 시간에도 영향을 미치는 것 같았다. 교사 S는 모든 학생들이 이 시간동안 수학활동에 참석하기를 선호하는 것이 분명했지만 많은 학생들은 용단 가장 자리에 있는 책상에 앉아 있거나 교실 주위의 다른 장소에 앉아서 자신들이 좋아하는 나름대로의 활동을 하는 경우가 있었다.

#### 나. 로버트의 수업 참여 양상

1999-2000년 교사 S의 교실에서 관찰된 28개의 수업을 분석해본 결과, 로버트는 다른 학생들과 함께 과제를 수행한 경우와 혼자 단독으로 수행한 경우의 빈도수가 비슷했다. 다만, 혼자 공부하는 경우, 주어진 과제를 해결하는 것을 기피하거나 처음 시작하는데 매우 늦는 경향이 있었다. 로버트가 개별적으로 공부하고 있었던 것으로 기록된 12번의 수학 수업 중 6번은 연필을 깎거나 자신의 수학 저널을 찾거나 다른 활동에 주의를 기울이는데 상당한 시간을 소요했다. 다른 2번은 쉽게 주어진 과제를 시작했으나 중도에 그만 두는 경우가 발생했다. 또 한번은 전혀 주어진 과제를 하지 않고, 책을 뒤적거리고 교실 주위를 서성이는데 온 시간을 썼다.

로버트는 자신에게 익숙하지 않은 과제를 시작하는 것을 꺼려하는 듯 했고, 주어진 과제를 이해하는데 종종 도움이 필요한 학생이었다. 하지만, 다른 사람으로부터 도움을 받은 후에는 대개 자신의 힘으로 계속하기도 했는데, 이러한 경우는 특히 일정한 패턴을 찾을 수 있는 경우에 해당했다. 그 해 초기, 상당한 수학 시간이 “오늘의 수” 과제에 할당되었을 때, 로버

7) 미국에서의 학기는 대개 9월에 시작하여 5월에 끝난다. 예를 들어, 로버트의 경우, 1999년 9월부터 2000년 5월까지 2학년인 셈이다.

8) 이 교사는 1999-2000년 동안에 집중 분석대상 교사로 선정되었기 때문에 이 교사의 수학 수업은 일년에 네 차례에 걸쳐 연속 2주씩 관찰되었다.

트는 그 과제를 해결하는데 어려움을 겪는, 몇 명 안 되는 학생들 중의 하나였다. 교사 S는 로버트 옆에 앉아서 주어진 수를 만들어 낼 수 있는 수식을 만드는 과정을 하나하나 단계별로 가르쳐 주었다. 교사의 도움으로 로버트는 새로운 수식을 찾기 위해서 가수(addends)를 늘이고 줄이는 패턴을 사용하는 방법을 배웠다 (예:  $62+0$ ,  $61+1$ ,  $60+2$  등)<sup>9)</sup>. 이러한 패턴을 사용할 수 있었던 그의 능력은 로버트로 하여금 개별적으로 공부하고 성공적으로 이 수업에 참여하는 것을 가능케 했던 계기가 되었다. 사실, 상당한 시간동안 로버트가 주어진 과제에 혼자 집중하는 것으로 관찰된 경우는 모두 “오늘의 수” 과제와 관련된 것이었다.

혼자 단독으로 공부하는 경우와 비교해 볼 때, 다른 사람 (짝, 교사, 또는 관찰자)과 함께 공부할 때 로버트는 과제에 상대적으로 쉽게 집중하는 경향이 있었으나, 그 참여양상은 대부분 피상적이었다. 실제 로버트가 짝이나 모둠에서 다른 학생들과 함께 활동했던 것을 아주 자세하게 기록한 10번의 경우가 있었다. 그 중 6번의 경우에 로버트는 협력자로서 과제에 참여하고 있었는데, 물론 그 활동을 전체적으로 선도하기보다는 다른 학생들을 따라서 모방하는 정도로 참여하는 경우가 대부분이었다. 나머지 4번의 관찰 기록은 4명 이상의 모둠별 학습에 로버트가 참여한 정도를 기술하고 있었는데, 이 경우에 로버트는 주의가 산만해졌고 중도에 과제에 대한 집중을 잃었으며, 물리적으로는 해당 모둠에 속해져 있긴 했으나 모둠별 활동에는 참여하지 않은 것으로 분석되었다.

전체 학생을 대상으로 수업이 진행되는 동안, 로버트는 거의 대부분 참여하지 않는 것처럼 보였다. 그 시간 동안 로버트의 참여를 집

중적으로 평가하는 것은 다분히 추측이긴 하지만, 필드노트를 참조해 보면 28번의 관찰 수업 중 10번 이상 로버트는 교실 주위를 서성였고 연필이나 신발과 같은 물체를 가지고 딛 짓을 한 것으로 기록되었다. 로버트는 5번 정도 전체 토론에 참여했는데, 3번만 자발적인 것이었다. 아이러니하게도, 로버트가 특정한 토론 주제에 참여하지 않고 있다고 보고한 수업 몇몇의 경우에서 로버트는 자신의 수학 지널에 “오늘의 수” 활동을 혼자 계속 하고 있는 것으로 기술되었다.

### 3. 3학년 수학 교실의 특성과 로버트의 관행

#### 가. 수학 과제와 수업의 전반적인 흐름

2000-2001년 3학년 교실에서 로버트는 28명의 학생들 중 하나였다. 교사 S와 마찬가지로, 교사 Z도 대부분의 수학 수업을 전체 학생들을 대상으로 교실 앞 음단에서 시작하였는데, 이때 당일 수학 시간에 해결해야 할 과제에 대해서 설명해 주었다. 대부분의 모든 과제는 학교에서 선정한 교과서에서 비롯되었고, 학생들로 하여금 수학적 아이디어나 관계를 표상하고 있는 구체적 조작물을 가지고 수업에 임하게 했다 (예: 곱과 인수를 나타내는 직사각형 배열, 면적을 보여주기 위한 격자 종이 그림, 수직선에서의 움직임을 모델링한 마친루). 학생들은 그 다음 교사의 요구에 의해 개별적으로, 짝과 함께, 또는 모둠별로 주어진 과제를 해결했다. 가장 전형적인 것은 짝과 함께 하는 활동이었는데, 처음에는 학생들이 스스로 자신의 짝을 정할 수 있는 자율권이 자주 부여되었으나, 점차 교사가 직접 모둠을 정해주는 경우가 많아

9) 이 전략은 이 교실에서 대부분의 학생들이 사용할 수 있는 방법이었다.

졌다.

교사 Z는 자신의 교실에서 학생들의 소음 정도와 움직임 정도를 상당부분 통제하기를 원했다. 수학 수업을 시작할 때는 모든 학생들이 용단에 앉아 있어야 했고, 종종 한 학생이 전체 토론에 참여하는 것을 기다리기 위해서 또는 학생들끼리 서로 떠드는 것을 그만두게 하기 위해서 자신이 말하던 것을 그치기도 하는 전략을 자주 사용했다. 학생들이 주어진 과제를 해결해야 할 때, 공부할 장소를 선택할 수 있는 것처럼 보였으나, 대부분의 학생들은 자신의 책상을 선택했다. 학생들이 공부하는 동안 교사는 매우 밀접하게 관여했고, 자신의 기대에 부응하지 못하는 학생들을 가볍게 꾸짖거나 주의 집중할 수 있도록 여러 가지 전략을 활용했다.

#### 나. 로버트의 수업 참여 양상

분석당시, 로버트는 2000-2001 기간동안 공식적으로 4번<sup>10)</sup> 관찰되었고 2번 면담되었다. 이와 같은 관찰 이외에 프로젝트 연구팀이 교사와 협력하기 위해서 방문한 경우의 비공식적인 관찰도 있었다. 로버트는 주어진 교실 활동에 일관하게 참여했다. 공식적/비공식적 관찰 기간 동안에 로버트는 전체 토론에 여러 번 자발적으로 참여했고, 문제의 난이도 때문에 매우 낙담된 경우라 할지라도 부지런히 주어진 과제를 해결하려고 노력했다. 짝이나 모듈별로 활동한 경우에도, 주어진 과제에 매우 열심히 참여했다. 평가 과제는 주로 개별 학습으로 제시되었는데, 로버트는 다소 자신에게 어렵고 지루한 과제에도 집중하는 경향을 보였다.

#### 4. 두 학년 수학 교실의 특성 비교 및 로버트의 관행 분석

주어진 학교 수학 과제와 관련하여 로버트의 참여도 또는 집중도 면에서 위와 같은 차이가 있었음은 여러 가지 이유로 해석될 수 있을 것이다. 하지만, 2학년과 3학년 수학교실상황의 차이가 로버트의 수학활동 양상을 설명해 주는 중요한 요소로 부각되었다. 첫째, 3학년 교실은 2학년 교실보다 보다 엄격한 사회적 구조를 가지고 있었다. 학생들은 어디에서 공부를 할 것인지, 그리고 누구와 함께 공부할 것인지를 결정하는데 있어서 자율권을 덜 가졌다. 교사는 일관되게 학생들이 수학활동에 참여하도록 권장하였고, 그렇게 행동하지 않을 경우에는 핀잔을 주거나 가벼운 꾸중을 했다. 이러한 수준의 구조적 측면은 아마 많은 학생들에게 다소 지나칠 수도 있었을는지 모르지만, 적어도 로버트에게는 주어진 과제에 집중하게 되었고, 행여 그러하지 못할 경우에 중재하는 역할을 했던 것이다. 사실 수학학습으로의 참여에 대한 기대는 이 교실에서 잘 성립된 사회적 규범 중의 하나였다. 이 교실에서 몇몇 학생들은 이러한 기대에 부응하지 못했지만, 로버트는 긍정적으로 반응하는 것으로 관찰되었다.

둘째, 교사 Z는 개별학습 보다 협동학습을 보다 자주 요구했다. 사실 학생들이 개별적으로 공부하는 것을 관찰한 유일한 경우는 교사가 주기적으로 실시했던 평가 과제를 하는 동안뿐이었다. 2학년 교실에서 로버트가 교실 활동에 참여한 패턴에 관한 기술에서 제시되었듯이, 로버트는 다른 사람과의 협동이 필요하거나 외부 도움이 있을 때 자신의 공부를 지속하

10) 2학년 수학 수업의 관찰에 비해서 상당히 빈도가 낮은 이유는 자료 수집 방법에서 기인된 것이다. 2학년 때의 교사 S는 그 해 동안 집중 분석대상 교사로 선정되었기 때문에 네 차례에 걸쳐서 연속 2주씩 관찰된 반면에, 3학년 때의 교사 Z는 그 해 동안 집중 분석대상 교사가 아니었기 때문에, 정기적으로 매달 관찰되었기 때문이다.

는 경향이 있었다.

마지막으로, 두 교실에서 학생들이 경험했던 수학 과제의 종류에 있어서 차이가 있었다. 2학년 교실에서는, 대부분의 수학 과제들이 구체적인 상황과 함께 제시되거나 “오늘의 수”와 같은 계산 문제를 포함하고 있었다. 학생들은 주어진 문제를 풀기 위해서 “자유스럽게” 산가지, 손가락, 100 차트 등을 이용했고, 그런 다음 수식으로 나타내거나 때로는 설명을 덧붙여 자신이 찾은 방법을 노트에 적어야 했다. 3학년에서 부여된 과제들은 곱셈 구조(multiplicative structure)와 음수를 포함한 복잡한 구조와 관련되어졌으나, 학생들은 구체적인 조작물을 가지고 이 같은 구조를 먼저 파악해야 했다. 이와 같은 두 종류의 수학 과제에 대해서 로버트가 어떻게 반응했나를 관찰해 보면, 그는 구체적인 도구들이 선택적이고, 따라서 과제를 해결하는데 있어서 간접적인 역할을 하는 경우의 과제(2학년 교실에서의 수학과제)보다는 직접적으로 잘라보고 측정해 보거나 구체적인 대상을 세어보는 것을 포함한 과제(3학년 교실에서의 수학과제)에 더 잘 참여했다는 것을 알려준다. 아무튼, 이와 같이 로버트의 관행에 있어서 2학년과 3학년 사이에 눈에 띄는 변화가 있었기 때문에, 다음과 같이 로버트의 수학적 지식과 능력을 분석하고 비교하게 되었다.

### 5. 로버트의 수학적 지식

분명히 로버트는 2학년 교실에서보다 3학년 교실의 수학 수업에 더 잘 참여했고 학습자로서 열심을 내었지만, 매우 놀랍게도 교실에서

나 임상 면담에서 그의 수학적 이해 측면에서는 향상된 점을 거의 찾지 못했다. 수업관찰 자료와 임상 면담을 분석한 결과 로버트의 수학적 지식은 견고하지 못한 것으로 해석되었다. 2학년 내내 그의 수학적 지식은 구체적인 자료의 활용 여부에 기반을 두었는데, 이러한 현상은 3학년에 올라가서도 지속되었다. 주어진 문제를 직접적으로 그리고 구체적으로 모델링할 수 있었을 때, 또는 주어진 문제가 기존에 알고 있는 패턴을 포함하고 있었을 때, 로버트는 성공적으로 문제를 해결할 수 있었다. 하지만, 이와 관련한 기초적인 이해가 부족했고, 다소 절차적인 단계들을 뛰어 넘어 일반화하는데는 큰 무리가 있었다.

#### 가. 직접적인 모델링에 의존

로버트가 “직접적인 모델링(direct modeling)”에 의존했다는 것은 2학년 내내 그가 보여준 공부 양상에서 분명하게 드러났다. 임상 면담이나 교실 수업에서 제시된 계산 문제를 해결하기 위해서 로버트는 일관되게 산가지를 이용했고, 한번에 하나의 산가지만을 세었다. 즉, 양을 추상적으로 개념화하지 못했다. 예를 들어, 6월 교실 관찰<sup>11)</sup> 동안 연구자는 전체가 1이 되는 “수의 줄(number string)”<sup>12)</sup>을 만드는 과제에 로버트가 어떻게 참여하는지를 자세하게 관찰했다. 로버트는 10+1이라고 수학 저널에 쓴 다음 10개의 손가락을 모두 편 후에, 자신의 양손을 보면서 “10”이라고 말을 하고 고개를 한번 까닥이며 “11”이라고 말했다(관찰, 2000년 6월 1일).

로버트가 3학년이 된 후에 임상 면담을 통해

11) 실제 5월 교실 관찰이 학교 사정으로 인해서 6월 1일에 관찰되었다.

12) 수의 줄(number string)은  $12+7-10-8=1$ 과 같이 2개 이상의 수와 덧셈과 뺄셈을 활용하여 수식을 만드는 것이다.

실제 상황에 기초를 둔 계산 문제를 제시했을 때, 그는 계속해서 직접적인 모델링에 의존하였다. 즉, 주어진 각각의 문제마다 우선 큐브나 그림을 이용하여 모델링한 후에, 정답을 찾기 위해서 하나씩 세는 방법을 이용했다. 잘못 세었거나 또는 곱셈 문제의 경우 모델링을 잘못된 결과로, 로버트의 답은 대부분 정답에서 조금씩 벗어났다.

#### 나. 패턴에 의존

로버트는 또한 주어진 수학 문제를 성공적으로 풀기 위해서 주로 패턴에 의존했는데, 이는 그가 2학년 때 “오늘의 수” 활동에서 가수들을 일정하게 늘이거나 줄이는 패턴을 사용한 데서 엿볼 수 있다. 또한 임상 면담과 교실 관찰 모두에서, 미지수를 찾기 위해서 수 체계에 있는 패턴을 사용한 데서도 엿볼 수 있다. 앞서 기술한 “수의 줄” 과제와 관련하여, 로버트는 관찰자로부터 상당한 도움을 받아야만 문제를 풀기 시작했고, 문제 해결을 위한 전략을 개발할 수 있었다. 그러나, 세 개의 수의 줄을 만드는 과정을 배운 다음, 서너 개의 수식을 만들기 위해 패턴에 의존할 수 있었다. 다음 예는 로버트가 만든 수의 줄 목록 중의 일부이다.

$10+1+1-11=1$   
 $11+1+1+1-13=1$   
 $4+1+1+1+1-7=1$   
 $5+1+1+1+1-8=1$   
 $6+1+1+1+1-9=1$   
 $7+1+1+1+1-10=1$   
 $8+1+1+1+1-11=1$   
 $9+1+1+1+1-11=1$

3학년에 올라간 후에, 로버트는 주어진 수학 과제를 끝내기 위해서 계속해서 패턴에 의존했다. 예를 들어, 2001년 1월 수업에서, 로버트와

그의 작은 수 체계의 패턴을 따라 50씩 건너뛰기하여 1000가지 셀 수 있었다 (즉, 50, 100, 150, 200, ..., 1000). 2월에 암산과 관련한 수업을 하는 동안, 전체 수업을 통해 몇 개의 예제를 들은 후에, 로버트는 “100에 (또는 200에, 300에) 25가 몇 번이나 들어가지?”와 같은 질문에 바르게 답할 수 있었다.

2학년말쯤 로버트는 5씩 또는 10씩 대상을 묶어서 셀 수 있는 능력이 증가하고 있었지만, 그는 이러한 전략을 일관되지 못하게 활용했고, 대개 주어진 상황이 이러한 능력을 활용하도록 적극적으로 요구하는 경우에만 사용하는 편이었다. 예를 들어, 6월 임상 면담에서 10개씩 연결되어 있는 큐브 3 막대와 6개의 낱개 큐브가 주어졌고, 얼마나 많은 큐브가 있는지 알아내라는 문제가 제시되었을 때, 로버트는 그 큐브 막대를 센 후에 (10, 20, 30), 남아있는 낱개 큐브를 1개씩 세었다 (31, 32, ..., 36). 2학년 초기에는 똑같은 문제가 주어졌을 때, 로버트는 각각의 큐브를 하나씩 셈으로써 그 문제를 풀었다. 아이러니하게도, 3학년 때의 첫 번째 면담에서 로버트는 다시 하나씩 세는 전략으로 바꾸었다.

#### 다. 구체적인 활동과 기초적 개념간의 연결 부족

두 학년에서 로버트의 수학적 수행 능력과 관련하여 가장 주목할 만한 것은 - 이것은 특히 3학년 때의 자료 분석에서 두드러졌는데 - 자신이 참여한 구체적인 활동과 그 구체적인 활동이 표상하고 있는 개념을 연결하지 못했다는 점이다. 그 결과로 자신에게 익숙한 패턴으로 문제가 제시되지 않는 경우에는 문제에 어떻게 접근해야 할지조차 제대로 알지 못했고, 문제를 푸는 데 도움을 주었던 단서, 사전 경

힘, 수 또는 공간에 관한 감각에 의존하지 않는 경향이 있었다.

예를 들어, 2학년 2학기에 로버트는 다음과 같은 문제를 풀고 있었다 : “24명의 사람들이 여기에 있습니다. 그중 11명의 사람은 푸른색 옷을 입고 있었습니다. 푸른색 옷을 입고 있지 않은 사람들은 몇 명입니까?” 로버트는 처음에 7명이라고 답했으나, 어떻게 그 답을 얻게 되었는지는 설명하지 못했다. 따라서, 연구자는 그 문제 상황에 대해서 간단히 설명해 준 후에, 로버트에게 24명의 사람들을 그리고, 그 중 푸른색 옷을 입고 있는 11명의 사람들을 동그라미로 표시하라고 했다. 로버트는 그렇게 할 수 있었고, 남아있는 13명의 사람들을 한 명씩 셀 수 있었으나, 그 13이 문제 상황과 관련하여 무엇을 나타내는지 제대로 이해하지 못했다.

같은 해, 로버트는 임상 면담에서 제시된 덧셈과 뺄셈 문제 중 결과가 알려지지 않은 (result-unknown)<sup>13)</sup> 이야기 문제를 성공적으로 모델링해서 해결할 수 있었다. 하지만, 변화가 알려지지 않은 문제 (change-unknown)가 주어졌을 때, 로버트는 문제에 어떻게 접근할 지 알지 못했고, 계속해서 결과가 알려지지 않은 문제를 푸는 전략을 동원했다. 예를 들어, “윌리엄은 자신이 원하는 장난감을 사기 위해서 5달러를 저축했습니다. 그 장난감은 13달러였습니다. 얼마나 더 많은 돈이 필요합니까?”라는 문제가 주어졌을 때, 로버트는 5개의 큐브와 13개의 큐브를 각각 꺼내 놓은 후에, 그것들 모두를 세기 시작했다. 중간쯤 세다가, 로버트는

그 큐브를 가지고 장난치기 시작했고, 면담자에게 잘 모르겠다고 답했다 (면담, 2000년 6월 5일). 로버트는 3학년 때 첫 학기 면담에서 “2x4는 무엇입니까?”라고 물었을 때, 이와 유사하게 대답했다.

로버트: 2... 할 수 없어요.

면담자: 교사 Z 교실에서 그 배열 (arrays)를 가지고 무엇을 했는지 기억나니? 2x4를 나타내는 배열을 그릴 수 있겠니? 이것은 (2x4 문제를 가리키며) 2x4 배열이야.

(면담자는 로버트가 2x4 배열을 그리는 동안 기다린 후에 다시 물었다.)

면담자: 2 곱하기 4는 무엇이지?

로버트: 8. (면담, 2000년 10월 17일).

앞서 기술했듯이, 3학년 교실에서 로버트가 경험했던 많은 과제들은 중요한 수학적 관계를 표상하고 있는 구체물을 중심으로 하여 직접적인 조작을 하는 것을 포함했다. 로버트가 각각의 주제에 대해서 인내심을 가지고 공부했다는 것을 관찰하긴 했지만, 그가 이러한 절차적인 일과 그 과제가 의미하는 관계나 아이디어를 관련짓고 있다는 증거는 거의 찾지 못했다. 예를 들어, 10월의 곱셈 평가 과제에서 교사 Z는 학생들에게 5개의 직사각형을 제시하였는데, 이때, 각각의 직사각형은 36에 관한 여러 가지 배열들을 나타내고 있었다 (즉, 1x36, 2x18, 3x12, 4x9, 6x6). 배열은 인수와 곱을 표현해 주는 구체적 자료인데, 학생들이 이 시점까지 활용한 것은 격자선 (grid lines)을 포함한 배열이었다. 여러 주 동안의 교수과정을 통해, 학생들은 열과 행의 수와 그 배열에 있는 정사각형의

13) “결과가 알려지지 않은”이라는 용어는 행동에 관한 결과가 알려지지 않은 상태에서 그 행동만을 기술하는 문제를 의미한다 (Carpenter, et al., 1989). 예를 들어, “윤영이는 점심에 12개의 크래커를 가지고 있었다. 친구 경훈이에게 4개의 크래커를 주었다. 그렇다면, 윤영이는 몇 개의 크래커를 가지고 있나요?”라는 문제는 결과가 알려지지 않은 문제이고, 이것은  $12-4=X$ 로 표현될 수 있다. 여기서 “변화가 알려지지 않은” 또는 “시작이 알려지지 않은” 문제는 각각 학생들에게 그 변화를 나타내는 수를 결정하거나 또는 이야기에서 그 처음 시작되는 수를 결정하도록 요구하는 형태이며, 이것은 위의 문제에서 각각  $12-X=8$  또는  $X-4=8$ 로 표현될 수 있다.

전체 수간의 관계를 탐구했었다. 이 과제는 학생들로 하여금, 36에 관한 지식 (아마도 36의 인수들까지)을 활용하여 각각의 배열에 관한 차원을 결정하는 것을 요구했다. 그 배열 자체와 곱셈, 인수, 곱 사이의 관계를 로버트가 파악했는지 확실하지 않았다. 로버트의 전략은 시각적인 어림을 이용하여 격자선을 그리는 것이었고, 그렇게 해서 만들어진 정사각형을 세는 것이었다. 하지만 어느 것을 가지고도 36개의 정사각형을 만들어 내지 못했다.  $4 \times 9$  직사각형과 관련해서 로버트는 4가 짧은 변을 가로질러 나타내질 수 있도록 적당한 선을 그릴 수 있었으나, 다른 방향으로 몇 개의 선을 그려야 할지 알아내지 못했다.  $2 \times 18$ 의 직사각형에 관해서도 이와 비슷한 실정이었다 (즉, 한쪽 끝에서 다른 쪽으로 2개의 선을 그렸으나, 나머지 18은 어떻게 나타내야 하는지 파악하지 못했다). 로버트는 인내심을 가지고 여러 차례 시도하였으나, 나중에는 이 과제에 대해서 좌절된 것처럼 보였다 (관찰, 2000년 10월 17일). 이와 유사하게, 3학년 교실에서 관찰된 다른 과제에서 로버트는 다소 지루하고 노동을 요하는 활동에 참여하고는 있었지만, 대부분 질차적인 방법으로 주어진 과제를 해결하려는데 집중하고 있었다. 앞서 언급되었듯이, 2학년과 3학년 수학 시간에 주어진 과제에 대해서 로버트의 참여가 눈에 띄게 증가했다는 것을 고려해 볼 때, 그의 수학적 수행 능력의 신장이 극히 제한되어 있다는 분석 결과는 예기치 못한 것이었다.

## V. 토의

이 글은 학생들의 수학학습 과정에서 교실의 사회적·문화적 환경이 끼치는 영향을 인식하

면서, 어떻게 학생의 수행을 이해하고 해석할 것인가를 향한 연구 노력이라고 볼 수 있다. 이 글에서 제시한 로버트의 사례 분석이 제시하는 쟁점을 논의하고, 어떻게 로버트의 수행을 해석할 수 있는지 그리고 수학 학습을 어떻게 이해해야 하는 지에 관해서 그 시사점을 생각해 보고자 한다.

이 글에서 제시한 사례 분석은 교실 상황과 학생의 수행 및 학습간의 관계에 대해 몇 가지 고려할 점을 제안해 준다. 첫째, 적어도 로버트와 같은 학생에게는, 학생들이 수학적 과제에 참여하는데 있어서 교실의 사회적 구조 및 조직이 중요한 역할을 한다는 것이다. 예를 들어, 로버트의 경우, 수학 교실의 사회적 구조가 학생들간의 협동적인 활동을 지원해 줄 때, 그렇지 않은 경우보다 수학 활동에 일관되게 참여할 수 있었다. 비고스키의 “근접 발달 영역 (zone of proximal development)”의 개념을 예증해 주는 듯, 도움을 받은 수행을 통해 로버트가 할 수 있었던 것은 홀로 처했을 때 그가 성취할 수 있었던 것보다 컸다고 볼 수 있다.

둘째, 주어지는 수학 과제가 학생들의 참여에 어떻게 영향을 끼치는 지를 생각해볼 필요가 있다. 3학년 교실에서의 수학 활동에 로버트가 더 많이 참여하게 된 이유 중의 하나는 주어진 수학 과제의 본질과 관련된다는 점이다. 3학년 교실에서 제시된 대부분의 수학 과제는 작도하기, 자르기, 또는 재배열하기 등과 같은 구체적 차원 또는 물리적 차원을 포함했고 이와 같은 구체적인 구조를 이용해서 추상적인 아이디어나 관계를 가르치려 했던 것이다. 이러한 과제가 내포하고 있는 인지적 양상들이 항상 로버트에게 명백하게 파악되지는 않았지만, 적어도 그 질차적 단계들은 쉽게 인식되었고, 실제 자신이 수학 시간에 무엇을 해야 하는지에 관해서 뚜렷하게 알게 하였다. 이것은 결국 로버트

로 하여금 주어진 수학 과제에 잘 접근하도록 도와주는 역할을 한 것이다. 이와 같은 양상은 Tharp와 Gallimore (1988)가 활동 배경 (activity setting)의 “조작(operations)”<sup>14)</sup>이라고 분간한 것이 무엇인지를 잘 예시해 주는 것이다. 이와 같은 조작이 다른 사람과 함께 있을 때나 홀로 있을 때나, 로버트가 주어진 과제에 접근 가능하게 했던 것이다.

셋째, 3학년 교실 상황에서 주어진 수학 과제의 인지적인 양상들이 항상 로버트에게 분명하게 이해되지 못했었다는 점은 다시 한번 강조될 필요가 있겠다. 이는 수학 과제가 학생들에 의해서 어떻게 다르게 해석될 수 있는지를 예시해 주는 것으로써, 특히 교수·학습 과정에 시사점을 준다. 사실, 대부분의 다른 학생과 마찬가지로, 로버트는 교사가 의도한 것과는 다른 과제에 참여하고 있었다고 말할 수 있다. 즉, 교사는 구체적인 조작 활동을 통하여 그 자료가 표상하고 있는 수학적 개념을 이해시킬 목적을 가지고 있었으나, 로버트는 그 구체적인 조작 자체에만 집중하고 있었던 것이다. 로버트의 수행에 관한 이와 같은 해석은 왜 그가 교실 활동에 참여함을 통해서 전문적 지식을 획득하지 못했는지를 설명하는데 도움을 준다. 이것은 또한 수학적 개념과 그것을 표상하기 위해서 사용되는 시각적/물리적 모델간의 미비한 관계를 지적해 주기도 한다. 학생들은 자신이 참여하는 수학적 활동에 대해서 서로 다른 의미를 부여하며, 이러한 의미는 같은 교실의 모든 참여자들에 의해서 꼭 공유되는 것만은 아니라는 기존의 연구 결과를 뒷받침한다 (e.g., Newman, Griffin, & Cole, 1989).

넷째, 이 글에서 제시한 사례 분석은 여러 가지 사회적 상황과 과제 상황 내에서 학생들

의 수학적 지식이나 학습을 이해하고 분석해야 함을 지적해 준다. 우선 두 수학 교실의 특성과 로버트의 수행에 관한 분석은 학생들의 수학적 지식의 개발 (또는 학습)이 사회적·상황적인 요소들에 의해서 중재되고 있음을 밝혀 준다. 여기서 이 요소들에 관한 예로는 수학적 과제의 본질, 학생들이 조작하는 구체적 자료, 수학 활동이 교실에서 구조화되는 방법, 교실의 사회적인 역동성, 수학 활동의 참여자로서의 역할과 기대 등을 들 수 있다. 이러한 차원들은 중요한 학습 환경의 일부이며, 학생들의 수학 수행 능력을 해석하고 평가할 때 고려되어야 할 것이다. 이러한 환경들은 교실마다, 주어진 과제마다 그리고 심지어는 날마다 달라지게 되기 때문에, 학생들이 서로 다른 상황 속에서 다르게 행동한다는 것은 놀랄만한 일이 아닐 것이다.

마지막으로, 로버트에 관한 사례 분석은 지식의 상황적인 본질을 인식하면서 집단 상황에서의 학생들의 수학적 수행 정도와 함께 개별적인 상황에서의 학생들의 수학적 수행도 비교 및 대조되어야 할 필요성을 제안해 주고 있다. 실제, 로버트의 경우, 교실과 개별 면담 상황에서의 수행 측면에서 차이가 있었다. 즉, 로버트가 자신이 경험하고 있는 구체적인 수학 활동의 기초를 이루고 있는 개념들을 제대로 파악하지 못하고 있다는 것은 임상 면담 상황에서 분명하게 드러났지만, 교실 관찰을 통해서도 그 사회적 구조에 의해서 다소 가려지는 경향이 있었다는 점이다. 예를 들어, 2학년과 3학년 때의 로버트를 비교해 볼 때, 수학적 과제에 참여하는 정도에 있어서 주목할 만한 발전이 있었다. 하지만 로버트의 이와 같은 참여는 그 주어진 과제를 효과적으로 끝마치기 위해서 또

14) 사람들이 과제를 수행할 때 취하게 되는 실제 행동

는 혼자 수행하기 위해서 필요한 수학적 지식을 개발하지 못하고 있었다는 사실을 감추는 역할을 할 수 있다는 것이다.

종종 개별적 또는 독립적인 학습 환경은 학생들의 수행과 관련하여 본질적인 상황이 되지 못함이 수학교육연구를 통해 강조되지만, 그런 환경은 해당 학생의 수학적 지식을 비교적 상세하게 탐색할 수 있다는 장점도 가지고 있는 것이다. 따라서, 집단 상황에서의 학생들의 수행을 관찰하는 데서 얻을 수 있는 통찰은 개별적인 환경에서 그 학생을 관찰하는 것으로 보충되며 (또는 이와 반대 방향의 연구로), 결과적으로 여러 가지 사회적 상황과 과제 상황을 통해 상호보완적으로 연구되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- Boaler, J. (1999). Participation, knowledge and beliefs: A community perspective on mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics*, 40, 259-281.
- Bredo, E., & McDermott, R. P. (1992). Teaching, relating, and learning [Review of *The construction zone and Rousing minds to life*]. *Educational Researcher*, 31-35.
- Brown, A. L., Ash, D., Rutherford, M., Nakagawa, K., Gordon, A., & Campione, J. C. (1993). Distributed expertise in the classroom. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 188-228). Cambridge: Cambridge University Press.
- Carpener, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C-P, & Loef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational Research Journal*, 26, 499-532.
- Cobb, P. & Bauersfeld, H. (1995) (Eds.). *The Emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*: Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, P., & Whitenack, J. (1996). A method for conducting longitudinal analysis of small groups. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 213-228.
- Engeström, Y. & Cole, M. (1997). Situated cognition in search of an algebra. In D. Kirshner & J. Whitson (Eds.), *Situated learning: Social, semiotic, & psychological perspective* (pp. 301-309). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Greeno, J. G., & Goldman, S. V. (1998). Thinking practices: Images of thinking and learning in education. In J. G. Greeno & S. V. Goldman (Eds.), *Thinking practices in mathematics and science learning* (pp. 1-16). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Greeno, J. G. & the Middle School Mathematics Through Applications Project Group (1998). The situativity of knowing, learning and research. *American Psychologist*, 53(1), 5-26.
- Grow-Maienza, J., Hahn, D-D., & Joo, C-A. (1999, April). *Mathematics instruction in Korean primary schools: A linguistic analysis of questioning*. Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
- Kieran, C. (1994). Doing and seeing things

- differently: A 25-year retrospective of mathematics education research on learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 583-607.
- Lampert, M. (1998). Investigating teaching practice. In M. Lampert & M. Blunk (Eds.), *Talking mathematics in school: Studies of teaching and learning*. New York: Cambridge University Press.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. London: Cambridge University Press.
- Newman, D., Griffin, P. & Cole, M. (1989). *The construction zone: Working for cognitive change in school*. London: Cambridge University Press.
- Nuthall, G. (1997). Understanding student thinking and learning in the classroom. In B. J. Biddle, T. L. Good, & I. F. Goodson (Eds.), *International handbook of teachers and teaching* (pp. 681-768). Dordrecht: Kluwer.
- Putnam, R. T., & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of new views of cognition. In B. J. Biddle, T. L. Good, I. F. Goodson (Eds.), *International handbook of teachers and teaching* (Volume 2) (pp. 1223-1298). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Remillard, J. T. (1998). *Improving mathematics teaching and learning in urban classrooms*. A proposal to NSF Early Career Program.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Rogoff, B. (1994). Developing understanding of the idea of community of learners. *Mind, Culture, and Activity*, 1(4), 209-229).
- Sorensen, C. W. (1994). Success and education in South Korea. *Comparative Education Review*, 80(1), 10-35.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.
- TERC (1998). *Investigations in number, data, and space*. Menlo Park, CA: Dale Seymour.
- Tharp, R. G., & Gallimore, R. (1988). *Rousing Minds to Life: Teaching, Learning, and Schooling in Social Context..* New York: Cambridge University Press.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds. and Trans.) Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. London: Cambridge University Press.
- Wertsch, J. V. (1995). The need for action in sociocultural research. In J. V. Wertsch, P. del Rio, & A. Alvarez (Eds.), *Sociocultural studies of mind* (pp. 56-74). Cambridge, England: Cambridge University Press.

## A Study on a Student's Learning and Performance in Mathematics by Case Analysis

JeongSuk Pang (Korea National University of Education)

This paper is to make strides toward an enriched understanding of student learning and performance in mathematics that acknowledges the roles social and cultural contexts play in what students learn as well as what we are able to learn about student learning. A student's mathematical practice over a year and a half is presented in detail in order to explore the relationships between classroom contexts and student performance.

This study was situated at a K-4 urban elementary school in the United States. The data used for this study included classroom observations, interviews with the teachers and the student, and document collection. The data were analyzed by characterizing each classroom context and exploring the student's practice both in the classrooms and in the interviews.

Despite the student's ongoing status as a

struggling student, there were tremendous changes in his level of engagement in and persistence with mathematical tasks. The student was substantially more engaged in and enthusiastic about the daily mathematics lessons in third grade than he had been in second. However, we found little improvement in his mathematical understanding and performance during class or in the interviews. This highlights that increased engagement in the mathematical tasks does not necessarily signal increased learning.

This paper discusses several issues of learning and performance raised by the student, looking at the relationship between classroom context and student performance. This paper also considers implications for how students' performances are interpreted and how learning is assessed.