

수학교육인식론 연구*

임 재 훈**

1. 서론

인식론은 지식의 본질과 앎의 과정을 연구하는 학문이다. 수학교육은 수학이라는 지식을 가르치는 활동이므로, 지식과 앎에 대해 연구하는 인식론이 수학교육에도 시사하는 바를 지닐 것이라는 일반적인 추측을 쉽게 할 수 있다. 그러나 이런 일반적인 수준의 개연적인 관련을 넘어서, 인식론이 수학교육 현장에 구체적으로 어떻게 얼마나 기여할 것인가는 덜 분명하다. 동일한 인식이라는 단어로 표현한다 하더라도, 인식론이 연구하는 인식이라는 대상과 교육적 상황에서 일어나는 인식이 동일한 대상이 아니라면, 인식론의 연구 결과를 수학교육 현장에 적용하려는 시도는 벽에 부딪칠 수 있다.

이 글은 기존의 인식론이 연구 대상으로 삼고 있는 인식은 교육적 상황 속에서의 인식과 다른 것이며, 이 때문에 인식론의 연구 결과에 입각하여 수학교육의 실재를 구성하려는 구체적인 시도가 해소하기 어려운 어려움에 직면하게 된다는 점을 지적한 것이다. (이는 인식론이 수학교육에 어떤 긍정적인 기여도 못한다는 주장과는 다르다.) 달리 말해, 기존의 인식론은 수

학교육에서 일어나는 인식을 설명하는 이론으로 불충분하며, 그 때문에 이러한 인식론에 기초해 도출되는 수학교육의 실제적 처방을 교육 현장에서 실현하기 어려울 뿐 아니라 그 이론이 지지하는 구체적인 실재의 모습이 어떤 것인지도 모호해진다는 것이다.

이 글에서는 특히 최근 수학교육철학 분야의 주도적인 한 사조인 구성주의¹⁾도 이러한 한계로부터 자유롭지 못하다는 점을 지적하고자 한다. 지난 10여년간 구성주의 인식론이 국내 교육학 영역에서 활발하게 논의되면서, 수학교육에서도 구성주의 인식론에 바탕을 둔 수학교육 이론을 개발하고 수학교육의 실재를 변화시키려는 시도가 이루어지고 있다. 구성주의자들은 전통적 수학 수업을 객관주의적 인식론이라는 그릇된 인식론에 기초한 교사의 설명 위주의 주입식 교육으로 규정하며, 학생의 활동 중심의 새로운 수학 수업이 바람직한 수학 수업임을 주장한다. 그리고 가급적 교사의 설명을 배제하면서 학생의 활동 중심의 수학 수업, 학생들간의 활발한 의사소통 위주의 수학 수업을 하려 하고 있다. 이 글에서는 이렇게 슬로건의 수준에서는 그 정체가 분명해 보이고 또 기존의 교육과 명백히 대비되는 것처럼 보이는 구성주의적 수학 수업이라는 것이 실상은 여전히

* 이 논문은 1999년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

** 전남대학교

1) 구성주의에는 여러 분파가 있으나, 이 글에서 구성주의라는 말은 급진적 구성주의와 사회적 구성주의를 지칭하는 것으로 사용한다.

모호한 개념이며, 이것은 구성주의 인식론 자체의 이론적 한계에서 비롯되는 것임을 주장하고자 한다.

본 연구의 문제는 다음과 같이 두 가지로 정리할 수 있다.

첫째, 전통적 인식론, 곧 경험론, 합리론, Kant와 Piaget의 인식론은 수학교육적 상황에서의 인식에 대한 설명으로 충분한가?

둘째, 특정한 수학 수업이 구성주의적인 수학 수업인지 아닌지를 판별할 수 있게 하는 준거, 즉 구성주의적 관점에서 그 수업의 효과를 평가할 수 있게 해주는 준거가 구성주의 이론 체계 내에 존재하는가 또는 존재할 수 있는가?

본 연구는 전통적 인식론 및 구성주의에 대한 이론적 연구이므로, 연구의 성격상 문헌 연구의 방법으로 이루어진다.

II. 개인적 인식론 비판

이 글에서는 경험론, 합리론, Kant의 인식론, Piaget의 인식론을 개인적 인식론의 범주에 속하는 것으로 간주한다. 이러한 범주화는 지나친 단순화의 위험을 안고 있다. 예컨대, Piaget는 개인의 인지 발달에 미치는 사회적 영향을 인정한다. 경험론이나 합리론자들, Kant도 개인의 인식에 사회가 전혀 영향을 미치지 않는다고 보지는 않았을 것이다. 그러나 그들이 인식을 설명하는 방식의 공통점, 곧 인식의 문제를 기본적으로 한 개인이 대상 세계를 대면하여 수행하는 활동으로 보고 있다는 점에 초점을 맞추면, 이들을 개인적 인식론이라는 범주로 묶을 수 있다.²⁾

1) 경험론과 합리론

경험론은 감각 경험을 지식의 근원으로 본다. 모든 지각은 인상과 관념으로 나누어지고 관념은 다시 복합 관념과 단순 관념으로 나누어진다. 복합 관념은 단순 관념으로 분해되고, 단순 관념은 인상으로부터 생겨나므로, 생생한 감각 경험인 인상이 지식의 근원이 된다. 경험론에서는 반복 경험을 인식에 중요한 요소로 본다. 두 사건이 잇달아 일어나는 것을 반복해서 경험하면 마음속에서 두 관념이 결합되어, 한 관념이 자연스럽게 다른 관념을 연상시킨다. 인간은 백지 상태로 태어나고, 감각 경험이 지식의 근원이고, 경험의 성장은 밀랍판 위에 새겨지는 결각의 빈도에 따르며, 마음은 가장 깊고 뚜렷한 결각에 따라 구조화된다.

연습과 훈련을 중요하게 보는 행동주의 수학교육 심리학은 경험론과 연결된다. Thorndike (1922)는 인간의 행동과 사고가 자극과 반응의 연결로 분석된다고 보고, 산술 교육은 산술 과제를 간단한 자극-반응 과제로 분해하여 적절히 정렬하고, 보상을 해주면서 산술 과제를 구성하는 여러 가지 본드를 연습과 훈련에 의해 강화하는 작업으로 보았다. 행동주의 수학교육 심리학은 경험론을 수학교육에 적용할 때 가능한 한 가지 실천적 모습을 보여 준다.

합리론은 감각적 경험은 참된 인식을 보장하지 못하며, 이성이 진리로 이끌어간다고 본다. 이성에서 나오는 정신의 명석한 판단은 진리의 기초가 되는데, 이를 직관이라고 한다. 수학의 공리와 같은 기초 진리를 인식하는 것은 직관의 역할이다. 합리론은 본유관념 또는 생득관념이 존재한다고 본다. 관념에는 감각을 통하

2) 현대 인식론이 인식의 공적(사회적) 성격에 초점을 맞추는 것에 대비하여 볼 때, 개인적 인식론을 전통적 인식론이라는 용어로 표현하는 것도 가능하다.

여 외부로부터 얻어지는 외래관념, 외래관념을 가지고 주체가 만들어내는 관념, 원래부터 가지고 있는 관념이 있다. 앞의 두 가지는 그 원천이 감각 경험이므로 불확실하다. 세 번째 것은 그 자체로 확실하다. 그러므로 참된 지식을 얻기 위해서는 첫째, 본유 관념을 직관해야 한다. 둘째, 이로부터 연역적 방법에 의해 추론해야 한다. 진리의 확실한 인식을 위해서 인간에게 허용된 길은 명증적 직관과 필연적 연역 뿐이다.

게스탈트 심리학은 합리론과 연결된다. 게스탈트 심리학은 생득설을 인정한다. 발달한다는 것은 생득적인 구조 속에 원래부터 들어 있던 것이 점차 밖으로 드러나는 것이다. 게스탈트 심리학에 따르면, 사람은 자신의 지각에서 구조를 보려는 경향, 전체적인 구조나 좋은 형태를 찾으려는 경향을 타고 났다. 가우스가 수열의 합을 구할 때 사용했다고 전해지는 방법이나 평행사변형의 넓이를 구하기 위해 평행사변형을 직사각형으로 변형하려는 것은 이러한 경향이 가능한 결과이다(Wertheimer, 1959). 결국 인식은 직관이요 통찰이다. 그러나 통찰이 어떠한 과정을 거쳐서 일어나는지에 대한 설명이나 어떻게 하면 통찰을 일어나게 할 수 있는지, 곧 통찰을 보증하는 조건에 대한 설명은 충분하지 않다. 합리론이나 게스탈트 심리학은 인간이 직관이나 통찰을 하는 능력을 가지고 있다는 것을 말하지만, 그것이 기능하는 과정을 충분히 설명하지 못한다. 그러므로 합리론이나 게스탈트 심리학으로부터 학생에게 통찰이 일어나도록 교사가 어떻게 도울 수 있는가에 대한 구체적인 처방적 시사를 얻기 어렵다. 통찰의 과정이 충분히 밝혀지지 않으면 그 이론으로부터 통찰이 일어나도록 가르치는 것에 대한 적극적인 처방을 도출한다는 것은 불가능하다.

인식론과 심리학은 모두 인식을 연구 대상으로 삼지만, 인식론은 인식의 논리적인 과정에 초점을 맞추고, 심리학은 인식의 시간적인 과정에 초점을 맞춘다. 교육은 시간 속에 일어나는 활동이므로, 인식론으로부터 교육에 구체적인 시사를 얻으려면 그것을 시간적 과정에 대한 설명으로 변환하거나 그에 대응하는 시간적 과정에 대한 설명과 결합할 필요가 생긴다. 경험론과 합리론, 행동주의 수학교육심리학과 게스탈트 수학교육심리학은 인식론이 수학교육에 적용될 때 학습심리학으로 변형되거나 그것을 매개로 함을 시사한다. 경험론이나 합리론이 교육적 처방으로 변형될 때, 그것이 교수 이론이 아닌 학습 이론의 형태로 나타나는 것은, 경험론이나 합리론에서 생각하는 인식이 한 개인이 세계를 대면하여 수행하는 활동- 곧 한 개인의 학습 과정-이라는 점에서 거의 필연적인 것이다. 이들 인식론의 인식에 대한 설명에서 수학교사와 같은 다른 개인의 역할은 중요한 위치를 차지하지 못하므로, 이들 이론으로부터 독자적인 교수 이론을 세우는 것은 학습 이론을 세우는 것에 비해 매우 어려운 일이다. 다시 말해, 경험론과 합리론은 수학교육 이론은 될지언정 수학교육인식론은 되지 않는다.

2) Kant와 Piaget

경험론과 합리론은 대상이 먼저 있고 그 대상에 대한 인식이 나중에 일어난다는 점에서 공통적이다. Kant는 인식은 대상을 있는 그대로 모사하는 것이 아니라, 거꾸로, 인식 작용을 통해 대상이 구성되는 것이라고 보았다. Kant는 인간의 인식 능력을 감성과 오성으로 나눈다.

감성은 외부에서 자극을 받아들이는 수동적인 수용 능력이며, 오성은 감성이 받아들인 지

각에 관해서 사유하는 능동적인 사유 능력이 다. 인간의 인식은 인식의 재료(질료)를 외부로부터 얻는다. 인간은 질료를 이해하는 능력인(공통적인) 선형적 형식을 가지고 있다. 감성의 선형적 형식은 시간과 공간이며 오성의 선형적 형식에는 12가지 범주가 있다. 감성에 주어지는 질료는 감성 형식에 의해 시공의 성격을 부여받고 오성에 주어지는 질료가 된다. 그리고 이것은 다시 오성 형식인 범주에 의해 인식된다. 이러한 인식 과정의 결과로 대상이 구성된다.

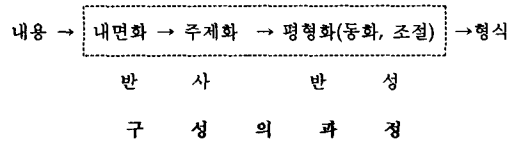
Kant가 구성이라고 할 때, 그것은 위와 같은 특수한 의미와 과정을 뜻한다. 그러면 이러한 구성에 대한 설명으로부터 수학교육 실제에 관한 어떤 방법적 시사를 얻을 수 있는가? Kant의 의미에서, 외부의 사물을 지각하는 단순한 인식 작용을 포함한 모든 인식 작용은 정의상 구성이다. 그러므로 Kant의 의미에서 구성이라는 용어를 사용한다면 “학생들이 수학을 구성하도록 가르치자”는 말은 아무런 특수한 의미를 지니지 않는다. 따라서 수학교육의 실제와 관련하여 구체적인 어떤 처방도 도출할 수 없다.

Kant 식의 구성의 의미와 과정에 대한 설명으로부터 수학교육의 실제와 관련된 특수한 방법적 처방을 도출하기 어려운 것은 무엇 때문인가? 구성의 과정에 대한 Kant의 설명이 시간적인 과정에 대한 설명이라기보다 논리적인 과정에 대한 설명이라는 것도 그 한 가지 이유이다. 구성의 과정에 대한 Kant의 설명은 인식의 시간적 순서에 대한 것이라기보다 논리적인 순서에 대한 것이다. Kant의 인식론은 인식에 대한 논리적인 설명으로부터 교육에 직접적인 실제적 시사를 도출하기 어려움을, 거의 불가능함을 보여 준다.

Piaget의 발생적 수학 인식론에서 수학교육의

실제에 대한 적극적인 처방을 끌어내기가 Kant의 경우보다 쉽다. Piaget의 구성에 대한 설명은 논리적인 설명의 성격을 띠면서도 동시에 시간적인 과정에 대한 심리학적인 설명의 성격을 띠고 있다. Piaget의 인지 발달 이론은 Kant가 말하는 선형적인 형식이 생물학적인 성장에 따라 발생되어 가는 과정을 밝힌 것으로 볼 수 있다. Kant가 선천적으로 구비되어 있다고 본 형식은 Piaget에 의하면 유아기로부터 시간 계열 속에서 점차 발생되어 가는 것이다. 선형적인 형식뿐 아니라 수학적 개념도 시간 계열 속에서 심리적으로 발생된다. 수학적 개념 구성 과정을 뜻하는 Piaget의 반영적 추상화는 대체로 다음과 같은 과정을 거쳐 일어난다(우정호, 1998 등).

<표 1> 반영적 추상화의 과정



Piaget의 의미에서 구성주의적 수업을 하려면 학습할 수학 내용의 본질과 발생적으로 관련이 있는 활동을 하게 해야 한다. 그러나 조작적 활동을 수행하게 하는 것은 Piaget의 의미에서 구성주의적인 수업을 보장하지는 않는다. 조작 활동은 구성의 재료이며, 이것은 구성 과정 자체와 혼동되어서는 안된다. 구성의 과정은 인지적 불균형 상태에서 균형 상태로 가게 하는 반사와 반성 과정을 포함한다. Piaget의 발생적 수학 인식론은 Bruner, Dienes, Skemp 등에 의해 수학교육 이론으로 구체화되었다. 이들이 Piaget의 발생적 수학 인식론의 본질을 제대로 수학교육이론으로 구체화하였는가에 대해서는 논란이 있다(홍진곤 1998). Bruner나 Dienes는

가르치고자 하는 수학적 개념을 담고 있는 교구를 개발하여, 발견학습이 이루어지게 하려 하였다. 발견학습 이론에서 교구의 역할이나 학생의 역할은 분명하나, 이에 비해 교사의 역할은 덜 분명하다. 이는 앞에서 경험론과 합리론이 학습 이론으로 번역될 때와 마찬가지로이다.

결론적으로, 개인적 인식론과 그와 관련된 수학 학습 심리학은 다음과 같은 점에서 교육적 상황 속에서의 인식을 설명하는 데 불충분하다. 교육은 지식을 알고 있는 사람이 지식을 모르고 있는 사람과 행하는 상호작용적 활동이다. 이 활동에는 논리적으로나 사실적으로나 적어도 두 명의 주체가 전제된다. 그러나 개인적 인식론이 인식을 설명하는 기본적인 틀 속에는 다만 한 주체가 있다. 또 개인적 인식론은 인식의 근원과 인식을 수행하는 주체를 동일시하는 경향이 있다. 경험론은 인식의 근원을 감각 경험으로, 합리론은 이성으로, Piaget는 주체의 행동으로 본다. 이 모두에서 인식의 근원은 인식하는 주체이다. 인식의 주체는 물론 인식을 하는 개인이다. 교육적 상황에서 인식하는 주체는 학생이다. 그러나 인식의 근원은 학생이 인식해야 할 지식을 알고 그 지식을 학생에게 제공하는 교사이다. 인식을 한 개인이 수행하는 활동으로 보고 또 인식의 주체와 인식의 근원의 차이를 충분히 주목하지 않는 개인적 인식론은 인식하는 주체인 학생과 인식의 근원인 교사로 이루어진 교육적 상황에서의 인식을 설명하는 데 불충분하며, 따라서 수학교육인식론으로서도 불충분하다.

III. 구성주의 비판

1990년대 이후 구성주의는 수학교육철학의 큰 한 주류를 형성하고 있으며, 국내외에서 많

은 연구가 이루어져 왔다(박영배, 1996; 유연주, 1999; Ernest, 1994; Cobb, 1994 등). 이 장에서는 구성주의 이론 체계 내에는 특정한 수학 수업이 구성주의적인 수학 수업인지 아닌지를 판별할 수 있게 하는 준거, 달리 말해 구성주의적 관점에서 그 수업의 효과를 평가할 수 있게 해주는 준거가 존재하지 않으며, 구성주의의 이론적 성격상 이러한 준거가 원칙적으로 존재하기 어렵다는 점을 지적하고자 한다.

급진적 구성주의나 사회적 구성주의와 같은 현대 인식론은 공적 인식론 또는 사회적 인식론으로 특징지을 수 있다. 여기서 사회적 인식론은 인식이 사회적 진공 속에서 이루어지는 것이 아니라, 사회 위에서 한 주체가 타인(들)과 상호작용하면서 하는 활동임을 명확히 하는 인식론을 지칭하는 용어로 사용한다.

사회적 인식론은 인식이 어떻게 가능한가라는 질문에 대하여 한 아이가 삶의 공동체 속에 태어나 하나의 사람으로 취급되면서 살아간다는 사실에 있다는 식으로 대답한다. 이를테면 Hamlyn(1978)은 다음과 같이 말하고 있다. “아이는 혼자서 세계를 이해해야 하는 고독한 의식의 구심점이 아니다. 아이는 거의 태어날 때부터 다른 인간들과 관계를 맺고 있으며, 이 관계에서 아이가 ‘사람’으로 취급되어야 한다는 것은 대단히 중요하다. 그리하여 개인은 태어나는 순간부터 사회적 존재로서 사회적 고려의 대상이 된다.... 지식과 이해의 성장이 어떻게 시작되는가 하는 문제에 대한 해결의 실마리는 바로 여기서 찾아야 할 것 같다.”

사회적 인식론은 개인적 인식론에 비해 교육적 상황 속에서의 인식을 설명하는 데 적절하다. 교사와 학생 두 주체 사이의 상호 작용을 전제로 하는 교육적 상황 속에서의 인식은 기본적으로 사회적 인식이기 때문이다. 그러나 이러한 수준을 넘어서 구성주의로부터 좀 더

구체적인 수학 수업에의 시사를 얻으려고 할 때, 특정한 수학 수업이 급진적 구성주의적 수업인지 사회적 구성주의적 수업인지를 판별할 수 있는 준거가 분명하지 않기 때문에 어려움에 직면하게 된다.

급진적 구성주의 또는 주관적, 상대적 구성주의는 각각의 주체는 그들 자신의 방식으로 그들 자신을 둘러싼 환경에 적응하기 위해 그들 자신의 경험을 조직한다고 본다. 또 각각의 주체는 주관적인 자신의 이해의 세계의 중심이며, 각 사람의 경험 세계는 그 사람에게 고유한 것으로 그 본질은 다른 사람이 접근할 수 없다고 본다. 이는 각 개인이 구성한 지식은 그 개인에게 고유한 것이라는 견해를 함의한다. 급진적 구성주의도 개인의 지식 구성에 미치는 사회의 영향이나 의사소통의 중요성을 인정하지만, 지식의 주관적 측면을 강조한다(von Glasersfeld, 1991; 목영해, 1998 등).

그러나 급진적 구성주의로부터 나오는 적극적인 실제적 처방, 예를 들어 특정한 수학 수업을 급진적 구성주의의 고유한 의미에서 구성주의적 수업인지 아닌지 판정할 수 있는 기준은 분명하지 않다. 이는 Piaget나 사회적 구성주의의 견해와 구별되는, 구성의 의미와 과정에 대한 급진적 구성주의 고유의 견해가 분명하지 않은 데서 따라 나오는 결론이다. 급진적 구성주의의 관점에서 어떤 수학 수업이 구성주의적인 수학 수업인지를 판별할 수 있는 기준이 있으려면, 먼저 급진적 구성주의의 구성의 의미와 과정에 대한 고유한 견해가 있어야 한다. 그러나 급진적 구성주의에서 구성의 의미와 과정에 대한 그러한 고유한 견해는 분명하지 않다. 그러므로 구체적인 수학 수업이 급진적 구성주의의 관점에서 효과적인지를 판정할 수 있게 해주는 구체적인 준거가 명확히 세워지지 않는다. 이는 급진적 구성주의로부터 수

학교교육의 실제에 도움이 되는 구체적인 적극적인 처방을 뽑아 내기가 매우 어렵다는 것을 뜻한다.

다만 급진적 구성주의가 지식이나 외부 세계보다 인식하는 개별적 주체의 능동적인 주관적 활동을 강조하고 있다는 점에서, 개개의 학습자에게 많은 자유, 예컨대 학습 내용과 방법을 스스로 결정하거나 선택할 자유를 주어야 한다거나, 학습자가 구성한 지식과 가르치고자 했던 기존 지식간에 불일치가 있는 불완전한 상태도 나름대로 긍정적인 상황으로 인정해야 한다는 등의 일반적인 시사는 얻을 수 있다. 학생의 개인차에 부응하는 교육, 현실적 여건상 교사가 학생 개개인의 수준에 맞추어 따로따로 지도하기는 어려우므로 학생들의 수준을 크게 몇 개로 나누어 지도하는 수준별 교육도 굳이 관련지으려면 급진적 구성주의와 관련지을 수 있을 것이다(황혜정 외, 1999).

급진적 구성주의로부터 실제적인 시사를 이끌어 내려고 하다 보면, 급진적 구성주의로부터 “이러이러하게 가르쳐야 한다”는 포지티브한 주장보다는 “이러이러하게 가르치면 안된다”는 네가티브한 주장을 끌어내는 것이 더 쉽다는 사실을 발견하게 된다. 급진적 구성주의는 인간과 독립적인 수학적 실체가 존재하며, 언어가 발화자가 뜻하는 의미를 수화자에게 그대로 전달한다는 주장을 부정한다. 이는 지식을 언어로 설명해 전달할 수 있다고 믿고 설명위주로 가르쳐온 사람들에게 그것이 그릇된 것임을 일깨어 주어 그렇게 가르치지 않게 하는 기능을 한다. 이것이 급진적 구성주의가 수학교육의 실제에 기여하는 최적의 방식일 가능성이 있다.

급진적 구성주의는 구성의 의미와 과정에 대한 고유한 견해를 확립하는 것보다는 인식의 주관성과 고유성을 주장하는 데 그 관심이 있

어 왔다. 급진적 구성주의적인 관점에서 어떤 수학 수업이 유효한지를 판단할 수 있는 증거를 세우기 위해서는 우선 구성의 의미와 구성의 구체적인 과정에 대한 급진적 구성주의의 '고유한' 이론을 분명히 세워야 한다. 그리고 이것은 급진적 구성주의가 지금까지 힘을 기울여 온 지식의 객관성을 부정하고 주관성을 강조하는 문제와는 별개의 문제이다.

사회적 구성주의는 수학적 지식 구성에서의 사회적 과정에 주목한다. 사회적 구성 과정은, 주관적인 수학적 지식이 공표를 통해 공적인 비판과 재형성 과정을 거쳐 새로운 객관적인 수학적 지식이 되는 과정과, 객관적인 수학적 지식이 표현되어 개인적 재형성의 과정을 거쳐 개인의 새로운 주관적 지식이 되는 순환의 과정으로 설명된다. 그리고 이 두 과정에서 공히 사회적 합의 과정이 중요한 역할을 하는 것으로 되어 있다. 처음 과정을 창조의 과정, 두 번째 과정을 학습의 과정이라고 부르기도 한다. 주관적 지식이 객관적 지식이 되는 과정에서, 수학자 집단 내의 비판과 재구성, 합의라는 사회적 상호작용이 결정적인 역할을 하였다. 그리고 Lakatos(1976)의 '수학적 발견의 논리'는 이 과정에서의 사회적 상호작용이 어떤 것인지 그 구체적인 한 가지 모습을 보여 주는, 주관적 지식이 객관적 지식이 되는 과정에 대한 기술적 설명으로 여겨진다. 객관적 지식 창조의 사회적 과정을 수학 수업에 도입하려는 시도는 소집단 협력 학습의 수업 형태로 구체화되고 있다. 다음 두 사례를 보자.

<사례 1>

다음은 우리 나라 어느 중학교에서 이루어진 수업이다. 교육 내용은 일차방정식의 활용이다.

수업은 4명씩 한 조로 편성된 소집단 협력 학습의 형태로 이루어졌다. 먼저 수업 앞부분에

일차방정식의 활용 문제를 푸는 방법에 대하여 간단히 설명해 주고, 교사가 준비해 놓은 수준별 학습지의 문제를 해결하는 데 필요한 지식, 예를 들어 '시간×속도=거리'와 같은 내용을 가르쳐 주었다. 그리고 각각 상, 중, 하 세 수준으로 되어 있는 학습지 가운데 하 수준의 학습지부터 각각 가져다 풀게 하였다. 같은 조에 있는 학생들끼리 물어보고 가르쳐 줄 수 있으며, 원하는 경우에는 앞으로 나와 교사에게 물어 볼 수 있게 하였다. 하 수준의 학습지를 다 풀 학생은 교실 뒤쪽에 가서 맞게 풀었는지를 다른 학생의 답안지와 비교해 확인하고, 하 수준의 학습지를 풀 증거로 빨간 색 자석 스티커 하나를 칠판에 붙여 놓는다. 그리고 중 수준의 학습지를 가져와 풀다. 중 수준의 학습지를 다 풀 후에는 다시 교실 뒷편으로 가서 이번에는 노란색 자석 스티커 하나를 칠판에 붙여 놓는다. 상 수준을 풀고 나서는 파란색 자석 스티커를 붙여 놓는다. 교사는 교실 앞에서 교사에게 물으러 나온 학생들을 지도하는 일을 주로 하면서, 교실 뒤편 칠판에 붙는 자석 스티커를 보고 학생들의 전체적인 학습 진도 상황을 파악한다. 수업이 끝날 때쯤 되면, 교실 뒤편 칠판에는 많은 자석 스티커가 붙는다. 그것을 보면 거의 모든 학생들이 하 수준과 중 수준의 학습지를 해결하였고 일부 학생들이 상 수준의 학습지를 해결했음을 알 수 있다. 학생들은 조별로 나름대로 활발한 의사소통을 하였다.

<사례 2>

다음은 $12 + 12 + 12 + 12 + 12$ 를 학습하는 수업에서 있었던 두 학생의 상호작용의 예이다 (Wood, et al. 1993).

앤: 이 문제에 관해서는 내 의견에 반대하지 않는 것이 좋을 거야.. 60이야. 난 59라고 하겠지만.

론: 내가? 그럴까?

앤: 자, 들어봐. 2, 4, 6, 8, 10. 여기에 0을 쓰고, 여기에는 1을 쓰고, 1, 2, 3, 4, 5, 6. 그러니까 60이 맞지?

론: (한참 후에) 난 아직 모르겠는데, 맞는지 세어 보아야 알겠어.

(중간 생략)

론: 1이 아니라구. 10이잖아. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

앤: 자, 잘 들어.

이 순간 론은 교사에게 달려간다.

앤: (교사에게) 그는 이해를 못해요.

론: 알 수가 없어요. 2를 모두 더하면 10인데, 저 아이는 10에서 1만 택해요.

교사: 왜냐하면, (잠시 말이 없다가) 그 이유는 간단하지가 않구나.....

위의 사례는 학생 상호간의 협력 학습 형태를 갖추었는가의 여부가 사회적 구성주의적 수업인가 아닌가를 판별해주는 준거가 되는 것처럼 보이지만, 실상 그렇지 않다는 것을 보여준다. 수업 사례 1은 소집단 협력 학습 체제나 수준별 수업 체제를 취한다고 하여 실질적으로 사회적 구성주의적인 수업이 되지는 않는다는 것을 보여 준다. 관찰에 의하면, 조별로 이루어진 상호 작용의 많은 부분이 실상은 식을 세우지 못한 학생이 옆의 학생에게 “이 문제 식이 어떻게 되니?”라고 물으면 옆의 학생이 식을 직접 가르쳐 주거나 식을 세우는 과정을 설명하여 주는 식으로 이루어졌다. 그러면 식을 세우지 못한 학생은 동료가 가르쳐 주거나 보여 주는 식을 받아 쓰고 문제를 푼다. 이런 식으로 하, 중, 상 수준의 학습지의 문제를 해결한다. 교실 앞쪽에서 교사와 교사에게 물으러 나온 학생들 간에 이루어진 대화도 설명 위주의 의사소통이었다. 앞에 나온 학생들은 교사의 설명 중간 중간에 “예”라고 대답하고 교사가 세워 준 식을 받아 적고 자리로 들어가 문제를 풀었다.

학생들끼리 소집단 협력 학습을 하게 한 수업에서, 공부를 잘하는 학생이 다른 학생들에게, 전통적인 수업에서 교사가 설명하듯이, 설명하고 다른 학생은 그 학생의 설명을 듣고 질문을 하고 최종적으로 그 학생의 설명을 받아

들이거나 때로 거부하는 식의 사회적 상호작용이 일어난다. 이러한 수업은 학생들끼리 상호 작용하고 합의했으므로 사회적 구성주의적 관점에서 볼 때 유효한 수업인 것처럼 보이지만, 교사가 할 설명을 공부 잘 하는 학생이 대신한 셈이므로 본질상 전통적인 설명식 수업과 같은 것이라고 할 수도 있다. 또 보기에 따라서 교수학적 변환론에서 말하는 극단적인 교수 현상이 일어난 수업으로 볼 수 있다. 예컨대, 학생들의 활발한 상호 작용이나 분위기, 교실 뒤의 칠판에 붙은 많은 자석 스티커를 학생들이 학습에 성공한 증거로 해석한다면, 이것은 일종의 조르단식 외면치레이다. 또 교사나 동료 학생이 세워준 식을 푼 학생이 학습에 성공한 것으로 보는 것은 일종의 토파즈식 외면치레이다. 이경화(1999)는 구성주의에 대한 이론적 고찰과 수업 분석을 통해 전통적 수업이 형식적 고착의 위험에 노출되어 있는 것과 마찬가지로, 구성주의적 수업은 조르단식 외면치레와 토파즈식 외면치레에 노출되어 있다고 경계한 바 있다.

사례 2도 학생들끼리의 활발한 상호작용이 사회적 구성주의적 관점에서 수학 수업의 유효성을 판정하는 데 준거가 되지 못함을 보여 준다. 두 학생의 상호작용은 한 학생이 다른 학생에게 지식을 주입하려고 한 주입식 수업, 그것도 실패한 주입식 수업으로 볼 수 있다. 교사였다면 엔보다 설명을 잘해서 론이 이해할 수 있게 하는 데 성공할 수 있었을지도 모른다. 그러나 교사의 설명을 잘 듣고 그 내용을 이해하게 하는 것은 구성주의자들이 보기에 학습자의 능동적인 구성 활동 위주의 수업이 아니라 수동적인 주입식 교육의 범주에 속하는 것이다.

요지는, 표면상 소집단 협력 학습이나 학생들간의 활발한 의사소통과 같은 것이 사회적 구성주의의 관점에서 수학 수업의 유효성을 판

정하는 준거가 되는 것처럼 보이지만, 실상 그렇지 않다는 것이다. 이러한 준거가 사회적 구성주의적 관점에서 수학 수업의 유효성을 판정하는 준거라면 사회적 구성주의는 학생은 설명을 해도 되지만 교사는 설명을 하면 안된다는 주장을 하는 것과 마찬가지로이다. 사회적 구성주의는 라카토스의 견해를 받아 들이지만, 라카토스의 견해로 환원되지는 않는다. 어떤 수학 수업이 라카토스식의 수학 수업인가를 판정하는 기준은 비교적 분명하다. 소박한 추측, 증명, 반박, 증명 분석, 추측의 개선과 같은 순서로 수학 수업이 진행된다면 그것은 라카토스식 수업이라고 할 수 있다. 곧, 라카토스식 수업은 그 정제도 판정 준거도 비교적 분명하다. 그러나 사회적 구성주의식 수업은 라카토스식 수업에 비해 그 정체가 불분명하다.

수학교육은 이미 존재하는 객관적인 수학적 지식을 학생들이 자신들의 주관적인 지식으로 내면화하게 하는 일이므로, 주관적 지식이 객관적 지식이 되는 과정보다는 객관적 지식으로부터 주관적 지식으로 가는 과정이 교육의 실제와 더 관계가 깊다. 그런데 객관적 지식에서 주관적 지식으로 가는 사회적 과정은 주관적 지식이 객관적 지식이 되는 사회적 과정과 같은 것인가? 예를 들어, 학생들 앞에서 객관적 지식을 표현하는 교사는 동료 수학자들 앞에서 새로운 정리의 증명을 공표하는 수학자와 같은 방식으로 일하는가? 논문을 발표하는 수학자는 자신의 주관적 지식을 정리와 증명 형태로 제시하고 설명하는데, 교사가 그런 식으로 객관적 지식을 표현해도 사회적 구성주의적 수업이 되는 것인가? 주관적 지식에서 객관적 지식으로 가는 방향의 사회적 상호 작용과 그 반대 방향에서의 사회적 상호 작용이 차이가 있는 것인지의 문제도 아직 충분히 답해지지 않은 상태이다. 만일 주관적 지식이 객관적 지식이

되는 과정과 객관적 지식이 주관적 지식이 되는 과정이 다르다고 하면, 주관적 지식이 객관적 지식이 되는 과정에서 공적인 재형성과 비판의 사회적 합의 과정이 중요한 역할을 하였으므로 수학 수업에서도 그러해야 한다는 주장은 일종의 범주 오류일 수 있다.

Ernest는 다른 수리철학, 이를테면 플라톤주의, 논리주의, 형식주의와 같은 절대주의 수리철학을 비판하면서 이들 수리철학은 모두 수학은 이리이러해야 한다는 처방적(prescriptive) 수리철학이며, 이에 비해 사회적 구성주의는 '수학은 이리이러하다.'는 기술적(descriptive) 이론이라는 장점이 있다고 하였다(Ernest, 1991). 한 개인이 수학적 지식을 학습하는 과정에서의 사회적 합의 과정에 대한 기술적 설명이 가능하다면, 교육 이론으로서 사회적 구성주의도 그러한 장점을 가질 수 있을 것이다. 그렇지 못하다면, 사회적 구성주의는 수리철학으로서는 기술적 이론일지 모르나, 교육철학으로서는 처방적 이론의 성격을 띠게 된다.

집단의 학습이 개인의 학습을 보장하는 것은 아니라는 것도 생각할 필요가 있다. 학급 전체적으로는 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow \dots \rightarrow z$ 라는 사회적 상호작용 절차를 거쳐 객관적 지식을 구성했다고 하자. 이 때 한 학생이 a를, 다른 학생이 f를, 또 다른 학생이 c를 말했고, 이렇게 하여 결과적으로 학급 전체적으로는 z에 도달했다고 해도, 이것이 학급의 구성원 각각이 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow \dots \rightarrow z$ 의 과정을 모두 이해했음을 보증하는 것은 아니다. 집단으로서의 학급은 학습에 성공했지만, 개개인은 부분부분 조금씩만 알거나 전혀 모르는 경우도 있을 수 있다.

동일한 구성이라는 용어를 사용할지라도 그 말에 다른 의미를 부여할 수 있으며, 구성이라는 말에 어떤 의미를 부여하는가에 따라 구성주의적 수업이 의미하는 실체는 달라진다. '구

성주의적 관점에서 유효한 수업'이 아니라 '구성주의자들에 의한 수업'이 구성주의적 수업이라는 이름으로 불리며 시도된다면, 구성주의는 제대로 실제에서 구체화되지 못한 채 역사의 뒀안길로 사라져가게 갈 될 것이다. 구성주의가 이런 전철을 벗어나기 위해서는 어떤 수학 수업이 구성주의적 관점에서 유효한 수업인지를 판정할 수 있는 준거를 도출할 수 있을 정도로 구성의 의미와 과정을 더 명백히 하는 등 이론적 정련이 선행되어야 한다.³⁾

끝으로 구성주의적 수학 수업과 전통적인 수학 수업의 비교의 문제와 구성주의적 수학 수업이 적용될 수 있는 교육 내용의 문제에 대하여 언급하겠다. 박만구(1999)는 '구성주의자들의 실험 교수'라는 글에서 실험 교수라는 연구 방법을 자세히 설명하면서, 질적 연구 방법을 통해 구성주의적인 수학 교수 학습을 더 잘 구체화할 수 있을 것이라는 견해를 제시한 바 있고, 최근 구성주의에 관련된 질적 연구들이 국내외에서 수행되고 있다. 일례로 최창우(2000)는 '초등수학에서 구성주의적 관점에서의 수업 사례 연구'에서 구성주의적 수학 수업과 전통적 수학 수업의 비교 분석을 질적 연구 방법으로 수행하였다. 그는 구성주의 이론에 대한 논의가 많이 이루어지고 있지만, 과연 어떻게 수학 수업을 하는 것이 구성주의 이론을 충실히 반영하는 것인가의 문제가 상대적으로 등한시되어 온 상황의 문제점을 인식하고, 구성주의적 수학 수업이 실제로 기존의 전통적인 수업과는 어떠한 차이가 있는가를 실제 수업 관찰을 통해 밝히고자 하였다. 구성주의를 수학교

육에서 논의하는 목적은 최종적으로 실제 수학 수업에 도움을 얻는 데에 있을 것이므로, 이러한 문제 의식하에 치밀하게 실제 수업을 설계하고 비교 분석을 한다면, 이로부터 의미 있는 시사를 얻을 수 있을 것이다.

그에 의하면, 예컨대 교과서를 맹신하고 수업 진행의 주도권을 교사가 가지고 있는 수학 수업은 전통적인 수학 수업이며, 그렇지 않은 수학 수업 예컨대 교과서 이외의 학습 자료를 개발하기 위해 사전 교재 연구 및 자료 준비에 많은 노력을 기울이는 수업은 구성주의적인 것이다. 최창우가 지적한 대로, 전통적인 수업은 교과서에 있는 것만 가르치면 되기 때문에 대다수의 교사들은 이런 수업을 사전 교재 연구 없이도 가장 손쉽게 할 수 있는 수업으로 인식하고 있을 것이다.

그런데 이러한 교사들의 태도는 수학교육의 개선을 가로막는 가장 큰 요인이라고 해도 지나치지 않다. 교과서에 있는 것을 그 본질을 훼손하지 않고 잘 가르치는 것은 전혀 쉬운 일이 아니라, 매우 많은 사전의 교재 연구를 필요로 한다. 교과서에 나온 지식의 본질을 왜곡하여 가르치는 경우는 적지 않다. 이를테면, 고등학교 1학년에서 지수의 확장을 가르치고 배운다. 몇몇 교사와 학생들을 조사한 바에 의하면, 자연수의 거듭제곱 a^n 에서 n 이 정수 또는 유리수로 확장되어도 자연수 지수에서 성립하는 지수법칙이 성립한다는 결과는 잘 기억하고 있다. 그러나 지수 n 의 범위가 확장되면서 왜 밑 a 의 범위가 정수 지수에서는 $a \neq 0$ 으로, 유리수 지수에서는 $a > 0$ 으로 줄어드는지, 이것이

3) 사회적 구성주의는 대체로 교육에 있어 각 나라와 민족의 사회 문화적 배경을 존중한다. 그렇다면 사회적 구성주의의 관점에서 볼 때, 동양의 "성현의 가르침을 듣거나 읽고 끊임없이 되뇌이고 되새겨 깨달음에 이르는 교육적 전통"은 전통적 주입식 교육이라 하여 배척할 것인가 아니면 동양 교육의 한 가지 사회 문화적 배경으로 존중해야 할 것인가? 박경미(2001)는 수학교육의 동양적 정체성을 찾아야 한다는 견해를 간단히 표명한 바 있는데, 여기에는 이러한 동양의 교육방법적 전통을 어떻게 볼 것인가 하는 문제도 관련될 것 같다.

지수의 확장 과정과 무슨 관계가 있는지에 대해서는 설명하지 못하였다. 또 지수의 확장 과정과 확장된 지수에서 지수법칙이 성립하는 이유에 대해서도 거의 알고 있지 못하였다. 현행 고등학교 교과서에는 이것에 대한 설명이 나와 있고, 지수의 확장 과정을 구성적으로 경험하도록 집필되어 있음에도, 실상 많은 수학 수업에서는 정수 지수, 유리수 지수에서도 지수 법칙이 여전히 성립한다는 사실의 전달과 계산 연습이 주로 이루어지고 있다. 새로운 교수 학습 자료의 개발과 더불어, 아니 그에 앞서, 교과서에 기록된 수학적 지식의 본질을 왜곡시켜 가르치지 않기 위한 교재 연구에 시간을 쏟아야 한다. 교사들이 구성주의적 수학 수업을 위한 새로운 자료 개발에 시간을 쏟기보다 교과서에 나오는 수학적 지식의 본질을 왜곡하여 가르치지 않기 위한 교재 연구에 시간을 쏟는 것이 더 필요한 현실이다.

현재의 상황에서 전통적 수업과 구성주의적 수업의 차이는 교과서 중심으로 가르치는가 다른 교수 학습 자료 중심으로 가르치는가 또는 교사의 설명 중심 수업인가 아니면 학생의 활동 중심인가 아니라, 시간과 노력의 투자없이 가르쳤는가 아니면 시간과 노력을 투자하고 가르쳤는가에서 생기는 차이일 가능성이 있다. 즉, 변인 통제의 문제가 제기될 수 있다는 것이다. 시간과 노력의 투자는 구성주의적 수학 수업이 독점할 수 있는 요소가 아니다. 시간과 노력이 투자된 제대로 된 전통적인 수학 수업이 구체화되고 또 구성주의적 관점에서 유효한 수업의 준거가 구체화되고 그에 따른 구

성주의적 수업이 구체화된 다음에, 비로소 교과서를 중시하는 교사 중심 수업과 구성주의적 수학 수업의 효과 차이 검증이 대등한 입장에서 제대로 이루어질 수 있을 것이다.

또 모든 내용을 구성주의적 수학 수업 방식으로 가르칠 수 있는가의 문제도 생각해 보아야 한다. 이를테면, 숫자 1, 2, 3, 4, 5 쓰는 법을 가르칠 때, 점선으로 된 자국을 따라 숫자 5 쓰는 법을 반복 연습하게 하는 것은 전통적인 수학 수업 방식일 것이다. 이 교육 내용을 구성주의적인 방식으로 지도하는 것은 가능한가? 가능하다면 그 구체적인 모습은 어떤 것인가? 가능하지 않다면, 구성주의적인 수학 교수 학습법이 적용될 수 있는 교육 내용은 어떤 범위의 것인가?⁴⁾ 구성주의적 수학 수업의 적용 가능한 교육 내용의 범위에 관해서도 현재까지 알려진 것이 거의 없는 상태이다. 만일 각각의 방법이 적용되는 교육 내용의 범위가 각각 제한적이라면, 이러한 내용에 대한 언급 없이 일반적으로 전통적인 교사 설명 중심의 교과서 위주의 수업은 다른 교수 학습 자료 위주의 학생 활동 중심의 구성주의적 수업에 비해 좋지 않다는 말은 성립하지 않는다.

IV. 결어

전통적 인식론은 인식을 한 개인의 문제로 파악하였다는 점에서 교육적 상황 속에서의 인식을 설명하는 데 충분하지 못하다. 구성주의는 인식의 사회적 성격에 주목하였으나, 교육

4) 이러한 문제는 다른 교수 방법에도 역시 적용될 수 있는 여지가 있다. 이를테면, 폴리아의 문제 해결 교육의 교수 방법론은 모든 내용에 적용될 수 있는가? 폴리아가 말하는 문제는 목표는 분명하지만 그 목표에 도달하는 길이 알려져 있지 않은 그런 특수한 의미의 문제를 뜻한다. 그런 문제의 해결을 가르칠 때는 목표에 도달하는 길에 해당하는 수학 내용을 직접 가르쳐 줄 수도 없고(그렇게 되면 문제가 문제가 아닌 것이 되기 때문이다), 그렇다고 “잘 생각해 보라”는 식의 일반적인 권고에 그칠 수도 없으므로, 결국 폴리아가 제시한 발문과 권고가 교사가 할 핵심적인 일이 되게 된다. 그러면, 용어나 개념을 가르칠 때도 그러한 것인가?

적 상황 속에서의 인식을 설명하는 데 충분히 성공하지 못하고 있다. 구성주의의 이러한 한계는 ‘특정한 수학 수업이 구성주의의 관점에서 유효한 것인가를 판정할 수 있는 준거의 부재’라는 모습으로 드러난다. 구성주의에서 실제로 구성이 일어났는지를 판정할 수 있는 인식론적 준거가 분명하지 않은 이유 중의 하나는 급진적 구성주의나 사회적 구성주의가 근원적으로 교육 상황을 염두에 둔 인식론이 아니라는 데에 있다.

교육적 상황의 성립은 다음 세 가지 요소를 필요로 한다. 첫째, 가르칠 수학적 지식이 없는 상태에서는 수학교육이라는 상황이 논리상 일어날 수 없다. 둘째, 그 수학적 지식을 알고 있는 사람이 없는 상태에서도 수학교육은 논리상 일어날 수 없다. 셋째, 그 지식을 모르고 있는 다른 사람이 있어야 한다. 한 명의 알고 있는 사람과 적어도 한 명의 모르고 있는 사람이 있어야 교육적 상황이 개념상 성립된다. 높은 수준에 있는 사람이 낮은 수준에 있는 사람을 자기와 같은 수준에 이르게 하려고 하는 데서 교육 활동이 시작되며, 제자가 스승과 같은 수준에 이르게 되면 둘 사이의 기존의 교육적 관계는 끝난다.⁵⁾ 교육적 상황은 단 한 명의 학생만 있어도 개념상 성립하므로 학생과 학생간의 합의 과정은 교육적 상황 속에서 본질적인 것은 아니다. (여기서 교사와 학생은 직업적인 신분

이 아니라, 교사는 알고 있는 자, 학생은 모르고 있는 자를 뜻한다.) 이렇게 보면, 학생들간의 활발한 의사 소통은 교육의 좋고 나쁨을 판정하는 결정적인 유효한 준거가 될 수 없다.

전통적 인식론은 인식을 본질상 한 개별적 주체의 활동으로 보고 있다는 점에서 수준 차이가 있는 두 사람이 존재하여 성립하는 교육적 상황 속에서의 인식을 설명하는 데 한계가 있다. 급진적 구성주의와 사회적 구성주의는 인식을 다른 사람들이 공존하는 사회적 활동으로 파악하고 있다는 점에서 교육적 상황 속에서의 인식을 설명하는 데 전통적 인식론보다 강점이 있다. 그러나 사회적 합의나 협상과 같은 일반적인 개념으로는 교육적 상황 속에서 일어나는 인식의 특수성을 제대로 드러낼 수 없다. 그 결과 구성주의 이론 체계 내에는 특정한 수학 수업이 구성주의적인 수학 수업인지 아닌지를 판별할 수 있게 하는 준거, 구성주의적 관점에서 그 수업의 효과를 평가할 수 있게 해주는 준거가 결여되어 있다.⁶⁾

교육적 상황 속에서 일어나는 특수한 인식의 성격을 설명할 수 있다면 이러한 준거를 마련하는 데 또한 성공할 수 있을 것이며, 그렇지 못하다면 이러한 준거를 세우는 것은 어려울 것이다. 교육적 상황 속에서 일어나는 인식의 특수한 성격을 설명하는 일은 현존하는 구성주의의 테두리를 넘어서는 일이 될 것이다.⁷⁾ 교

5) 스스로 자신의 부족한 부분을 인식하여 깨달음에 달하게 되는 것, 이를테면 구도자가 스스로 수도하고 득도하는 과정은 교육이 아닌가? 이것이 가능한 일인가를 논의로 하고, 그가 교사라고 부를 만한 어떤 존재의 도움도 없이 홀로 세상을 대면하여 스스로의 힘만으로 깨달음에 도달하였다면 그 과정은 이 글에서 정의한 교육의 범주에 들어가지 않는다. 그것은 탐구나 학습의 과정은 될지언정 교육의 과정은 아니다.

6) 필자는 이러한 견해를 2000년 8월에 열린 ICME9 TSG14 분과에서 발표한 바 있다. 그 분과의 주제는 “What does constructivism in mathematics education mean for instructional practice?”이었다. 분과 토론자인 멜버른 대학의 David Clarke은 다음과 같이 말하였다. (다음에서 He는 필자를 뜻한다.) “He identified a most important shortcoming of discussions of constructivist pedagogy or of instructional practice derived from constructivist learning theory: The lack of clear criteria by which instructional effectiveness might be evaluated from a constructivist perspective. This was the most significant point made in any of the three presentations and the challenge posed by him remained unanswered throughout the discussion that followed.”(ICME 9 TSG14 분과 보고서 화일에서 인용함.) 적어도 그 당시까지 이 문제는 해결되지 못한 상태였으며, 그 후로 지금까지 이 문제에 대한 해답이 새로이 충분히 제시되었다는 증거를 필자는 갖고 있지 않다.

육적 상황에서의 인식의 특수성을 설명하는 데 성공한다면 그것은 인식론에 있어, Kant에 의한 제 1의 전회, 사회적 인식론에 의한 제 2의 전회에 이은, 제 3의 전회에 해당하는 획기적인 발전을 가져올 수 있을 것이다. 우리가 태어나서 자라며 알게 되는 것의 대부분은 홀로 세계를 대면하거나 또래 집단과의 대화를 통해서 안 것이 아니라 높은 수준에 있는 사람의 인도를 받고 가르침을 듣고 알게 된 것들이기 때문이다.

참고문헌

- 김연식, 박영배 (1994a). 급진적 구성주의의 수학교육학적 의미. *대한수학교육학회 논문집* 4(1), 27-40.
- 김연식, 박영배 (1994b). 수학 교실에서의 구성주의의 실제. *대한수학교육학회 논문집* 4(2), 11-21.
- 목영해 (1998). 구성주의의 본질적 측면에 대한 몇 가지 고찰. *교육학 연구*, 36(1), 171-186.
- 박경미 (1995). 수학교육에 있어서의 구성주의. *대한수학교육학회 논문집*, 5(1), 217-223.
- 박경미 (2001). 수학교육의 동양적 정체성을 찾아. *수학사랑*, 25호, 143-144.
- 박만구 (1999). 구성주의자들의 실험 교수. *학 교수학*, 1(2), 512-528.
- 박영배 (1996). 수학 교수-학습의 구성주의적 전개에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 우정호 (1998). schème의 구성과 반영적 추상화. *윤강 김연식 교수 정년퇴임기념논총*, 3-21.
- 유연주 (1999). 사회적 구성주의 수학교육론 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이경화 (1999). 수학교육과 구성주의. *수학교육학 연구*, 9(1), 51-80.
- 임재훈, 홍진곤 (1998). 조작적 구성주의와 사회적 구성주의에서 구성의 의미와 과정. *대한수학교육학회 논문집*, 8(1), 299-312
- 최창우 (2000). 초등수학에서 구성주의적 관점에서의 수업 사례 연구. *수학교육학연구*, 10(2), 229-246.
- 홍진곤 (1998). Brner의 EIS이론에 대한 비판적 고찰. *대한수학교육학회논문집*, 8(2), 553-564.
- 황혜정, 임재훈 (1999). 구성주의가 수학 교과용 도서에 주는 시사와 난점. *수학교육학연구*, 9(1), 295-310.
- Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23(7), 13-20.
- Confrey, J. (1990). What constructivism implies for teaching. In R. B. Davis, C. A. Maher, & N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics*(pp. 107-122). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Davis, R. B. (1990). Discovery learning and constructivism. In R. B. Davis, C. A. Maher, & N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics*(pp. 93-106). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

7) 교육적 상황 속에서의 인식이 일어난 순간을 포착하여 설명하는 접근 방법에 대해 현재까지 알려져 있는 바가 거의 없다.

- Ernest, P. (ed.) (1994). *Constructing mathematical knowledge: Epistemology and Mathematics Education*, London: The Falmer Press.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. London: The Falmer Press.
- Hamlyn, D. W. (1978). *Experience and the growth of understanding*. 이홍우 외 (역) (1990). *경험과 이해의 성장*. 서울: 교육과학사.
- Lakatos, I. (1976). *Proofs and refutations: The logic of mathematical discovery*. Cambridge University Press.
- Noddings, N. (1990). Constructivism in mathematics education. In R. B. Davis, C. A. Maher, N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics*(pp. 7-18). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Richardson, V. (Ed.) (1997). *Constructivist teacher education: building new understanding*. London: The Falmer Press.
- Schifter, D. (1996). A constructivist perspective on teaching and learning mathematics. *Phi Delta Kappan*, 77(7), 492-497.
- Thorndike, E. L.(1922). *The Psychology of Arithmetic*. New York: The Macmillan Company.
- von Glasersfeld, E. (1990). An exposition of constructivism: why some like it radical. In R. B. Davis, C. A. Maher, N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics (JRME Monograph 4)* (pp. 19-29). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- von Glasersfeld, E. (1991). *Radical constructivism in mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Wertheimer, M. (1959). *Productive Thinking*. New York: Harper & Brothers Publishers.
- Woo, J. H. (1995). Radical constructivism versus Piaget's operational constructivism in mathematics education. *Journal of Educational Research in Mathematics* 5(1). 1-17.
- Wood, T., Cobb, P., Yackel, E., Dillon, D. (1993). *Rethinking elementary school mathematics: insights and issues*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

A study on the epistemology of mathematics education

Yim, Jaehoon (Chonnam National University)

The major purpose of this study is to show the insufficiency of traditional epistemology and constructivism as epistemology of mathematics education. Traditional epistemology such as empiricism, rationalism, Kant's epistemology, and Piaget's genetic

epistemology is not sufficient to explain episteme in educational situation because it regards that episteme is the phenomenon occurs between the abstract individual subject and the object world. Modern epistemology like constructivism recognize the public or social character of episteme. So it is more appreciate than traditional epistemology to explain episteme in math educational situation. But constructivist pedagogy derived from constructivist learning theory has the following important shortcoming: The lack of clear criteria by which instructional effectiveness might be evaluated from a constructivist perspective.