

과학영재학교 수학 수업모형 개발

오택근

경기과학고등학교

영재교육의 양적인 확장과 함께 과학영재학교의 증가를 고려할 때, 고등학생 영재를 대상으로 하는 적절한 수학 수업 방법을 모색하는 것은 중요한 문제이다. 특히 수학적 창의성을 중요한 교육 목표로 제시하는 현재의 수학 교육의 흐름에 비추어 볼 때, 과학영재학교의 수학 수업에서 교사 위주의 지식 전달 방식의 수업이 아닌 학생 중심의 토론식 수업이 필요한 시점이다. 본 연구에서는 과학영재학교의 정규 수학 수업에서 적용할 수 있는 예습 기반 토론 수업모형을 설계하고 적용하였다. 연구에 참여한 학생들은 토론을 위한 예습 활동에 많은 부담을 가지면서도 토론 활동이 기존의 강의식 수업보다 수학적으로 의미 있는 경험이었다고 평가하였다. 이러한 연구 결과로부터 예습 기반 토론 수업모형이 과학영재학교 정규 수학 수업에서 의미 있게 적용될 수 있다는 시사점을 도출하였다.

주제어: 수업모형, 예습 기반 토론, 과학영재학교, 수학 수업

I. 서 론

우리나라의 수학 및 과학 분야의 영재교육은 1983년 경기과학고등학교의 설립을 시점으로 전국적으로 다양한 영재교육 기관이 설립되어 운영되면서 점차 확대되어 왔다(김순식, 2010). 특히 2000년대에 들어와 영재교육진흥법, 영재교육진흥법 시행령의 제정을 통해 영재교육에 관한 관심이 급격히 확산되었다(이영배, 2011). 현재 우리나라에서 영재교육을 담당하는 기관은 영재학급, 영재교육원, 과학고등학교, 과학영재학교 등이 있다. 이 중 과학영재학교의 경우, 2003년 부산과학고등학교가 한국과학영재학교로 전환 지정된 것을 시점으로 2009년부터 순차적으로 서울, 경기, 대구, 대전, 광주 지역에서 과학고등학교를 과학영재학교로 전환하여 2014년에는 모두 6개의 과학영재학교가 운영되고 있다. 여기에 예술과 과학을 융합한 영재학교까지 포함하면 전국에 모두 8개의 영재학교에서 수학 및 과학 분야의 영재성을 지닌 고등학생들을 대상으로 영재교육이 이루어지고 있다.

과학영재학교에서의 수학 수업은 영재학생들을 대상으로 한다는 특수성과 함께, 영재학교라는 제도화된 공간에서 일상적으로 운영된다는 점을 동시에 지니고 있다. 현재 운영되고 있는 과학영재학교의 교육과정을 살펴보면, 일반 고등학교 자연계열 학생들이 3개년 간 이수하는 수학과목의 내용을 학교에 따라 재구성하여 영재학교 1학년과 2학년 기간 동안 학생들이 숙진으로 이수하도록 하고, 2학년과 3학년 때에는 이공계 대학의 1학년 혹은 수학을 전공하는 학과의 2학년이나 3학년 과정에서 다루는 교과목을 선택과목으로 개설하여 이수하도록 운영하고 있다. 즉 내용적인 면에서 과학영재학교의 수학 교육과정은 일반 고등학교의 수학 교육과정과 많은 차이가 있다. 이에 비해 수업 방법은 크게 차이가 나지 않는다. 수업에서 다루고 있는 내용과 수업에 참여하는 학생만 다를 뿐, 교사의 강의 중심 수업이 주를 이루고 있는 것이 수학 영재교육의 현실이다. 일부 영재학교에서 자체적인 수업모형을 개발하기 위해 시도하고 있지만, 아직까지 영재학교의 수학 수업을 담당하는 교사들이 정규 수업에서 참고하고 활용할 만한 수업모형과 관련하여 주목할 만한 연구가 이루어지고 있지 않다.

앞서 언급한 대로 영재교육에 대한 관심이 늘어나면서 영재교육과 관련한 다양한 연구들이 이루어져 왔다. 그러나 그간의 영재교육에 대한 논의는 주로 영재아를 어떻게 진단하고 찾아낼 것인가에 주목해왔다(김종백, 2006). 최근에 와서야 구체적인 영재교육 실천에 관한 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 수학 영재교육 분야의 연구 역시 이러한 흐름과 맥을 같이 한다. 수학 영재교육에 관한 연구는 주로 수학영재성의 측정과 판별을 중심으로 이루어져 왔다(김홍원, 1998; 송상헌, 2006). 물론 최근에 수학 영재의 특성이나 수학 영재 수업에서 활용할 수 있는 교수 학습 자료에 관한 연구가 증가하고 있다(나귀수, 2011; 송상헌 외, 2007; 전선미, 유원석, 2011). 그러나 이러한 연구들은 주로 초등학교생이나 중학생 등 저학년에 초점을 맞춘 연구이며 고등학생 영재를 대상으로 한 연구는 부족하다. 일반 학생들을 위한 수업과는 달리 영재 학생들은 수업 내용이나 분위기 및 수업 자료뿐만 아니라 수업 방식에 있어서도 다양화 및 특성화된 수업을 선호한다는 선행 연구 결과가 있다(이대원, 고희경, 유미현, 2012). 특히 과학영재학교가 급속도로 확대되고 있는 현재 상황에서 정규 수업에서 활용할 수 있는 고등학생 영재 대상의 수학 수업모형에 대한 연구가 시급히 필요한 시점이라고 할 수 있다.

한편, 우리나라 수학과 교육과정에서는 7차 교육과정 이후부터 지속적으로 ‘수학적 창의성’을 중요한 요소로 제시하고 있다(황혜정 외, 2012). 수학적 창의성은 일반 학생들을 위한 수학 교육목적으로서도 중요하지만 특히 수학 영재교육에서는 추구되어야 할 가장 중요한 목표 중 하나라고 할 수 있다. 창의성의 개념에 대한 다양한 관점이 존재하는 것처럼 수학적 창의성의 개념 역시 연구자에 따라 다양한 관점이 있다(Treffinger, Young, Selby & Shepardson, 2002). 그럼에도 불구하고 수학적 창의성에 관한 많은 선행 연구에서 공통적으로 강조하는 요소들이 있다. 그것은 전형적인 시각이 아닌 새롭고 기발한 시각에서 문제를 바라보거나 해결 방법을 시도한다는 점, 그리고 고정적인 사고방식이 아닌 다양하고 유연한 접근 방법을 강조한다는 점이다. 또한 수학적으로 보다 심도 있는 이해를 위해 복잡한 개념을 정교화

하고 수학적 기호를 사용하여 표현하는 것도 수학적 창의성과 관련하여 강조되고 있다. 이와 같이 수학영재교육에서 추구해야 할 가장 중요한 목표 중 하나로 수학적 창의성의 발현을 제시한다면, 과학영재학교의 수학 수업 역시 학생들의 수학적 창의성 발현을 중요한 수업의 목표로 설정해야 할 것이다.

수학적 창의성을 발현하기 위한 수업을 위해서는 학생들이 정형화된 틀이나 형식에 얽매이지 않고 자신의 수학적 아이디어를 자유롭게 표현할 수 있도록 장려해야 한다는 점에서 의사소통의 중요성이 강조된다(NCTM, 2000; Lee, 2005). 설명하기나 사고의 교환, 다양한 관점의 공유 등과 같은 수학적 의사소통 활동이 학생들의 반성적 사고를 촉진하고, 학생들이 알고 있던 개념을 확장할 수 있게 하며, 다양한 전략을 사용하여 문제해결을 가능하게 한다는 것이다.

한편, 최병훈과 방정숙(2012)은 1997년부터 2011년까지 국내에서 이루어진 수학적 창의성에 관한 연구 동향 분석에서 학생을 대상으로 실시된 43편의 연구 중에서 고등학생을 대상으로 한 연구는 5편에 불과하다고 보고하며, 균형적인 발전을 위해서 고등학생을 대상으로 한 연구가 수행되어야 할 필요가 있음을 언급하였다. 이러한 문제의식을 반영하여 본 연구에서는 고등학교 수학영재의 창의성을 발현하기 위한 수학 수업모형을 개발할 필요성이 있음을 도출하였다. 이를 위해 본 연구에서는 수학적 창의성 발현을 위한 토론식 수업의 이론적 토대를 탐색하고, 그에 따라 적절한 수업모형을 개발하고자 한다. 또한 개발된 수업모형을 적용하고 참여자들의 평가를 통해 수정함으로써 더 많은 수업에서 사용 가능한 일반화된 모형을 탐색하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 교육 목표로서의 수학적 창의성

수학적 창의성은 수학영재교육뿐만 아니라 일반적인 수학교육에서도 중요한 목표로 다루어지고 있다(교육과학기술부, 2011; Krutetskii, 1976; Sriraman, 2004). 예를 들어 우리나라 수학과 교육과정에서는 수학적 창의성을 미래 사회의 구성원에 필요한 핵심 역량 중의 하나로 규정하며, “수학적 추론, 수학적 문제해결, 수학적 의사소통과 같은 수학적 과정의 교수·학습을 통하여 증진되는 것”(교육과학기술부, 2011)이라고 설명하면서 다음과 같이 창의적인 문제해결 능력을 중요한 교육 목표로 제시하고 있다.

수학과목의 목표는 다음과 같다. 수학적 개념, 원리, 법칙을 이해하고, 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 여러 가지 현상과 문제를 수학적으로 고찰함으로써 합리적이고 창의적으로 해결하며, 수학학습자로서 바람직한 인성과 태도를 기른다(교육과학기술부, 2011: 3).

수학적 창의성에 관한 연구는 초기에 전문적인 수학분야에서 뛰어난 업적을 남긴 수학자들의 사고과정을 분석하여 그 특징을 찾아내는 것에서 시작하였다(Poincaré, 1948; Hadamard,

1954). 그러나 최근에는 모든 개인들이 잠재적인 수학적 창의성을 갖고 있으며 적절하게 구조화된 수학적 활동, 즉 교육을 통해 창의성이 발현될 수 있다는 관점으로 변화하고 있다 (Pelczer & Rodriguez, 2011; Silver, 1997). 또한 많은 연구자들이 수학적 창의성의 개념을 자신의 연구목적이나 방법에 따라 조작적인 방식으로 정의하거나 특정 관점을 채택하면서 서로 다르게 정의하는 경향을 보이고 있다.

예를 들어, 뛰어난 수학자들의 수학적 지식 발견 과정을 분석하여 도출해낸 창의적 문제 해결과정의 특성을 통해 수학적 창의성을 설명하는 관점(Hadamard, 1945), 일반적인 창의성의 요소인 유창성, 유연성, 독창성에 수학에서의 고유한 요소인 정교성, 형식화 등의 요소를 포함시켜 설명하는 관점(박만구, 2009; 신희영, 고은성, 이경화, 2007; 이정연, 이경화, 2010) 등이 있다. 또한 모든 개인이 발현할 수 있는 잠재력이라는 관점에서 다음과 같은 능력을 수학적 창의성의 특징으로 제시한 연구들도 발견할 수 있다.

- 수학 특유의 논리-연역적 본성과 수학의 중요한 핵심 개념에 새롭게 생성된 개념을 통합하는데 있어서의 적합성을 고려하면서 문제를 해결하는 능력이나 구조적인 사고를 발달시키는 능력(Ervynck, 1991).
- 기존의 문제를 새로운 시각으로 바라볼 수 있는 가능성과 새로운 질문을 제기하는 능력 (Sriraman, 2004).
- 방법과 응용 분야 사이의 관계를 새롭게 보는 능력이나 혹은 서로 무관해 보이는 생각들을 연결하는 능력(황우형, 최계현, 김경미, 이명희, 2006).
- 공간적 상상력을 창조하는 능력, 낯선 개념의 수학적 능력, 새로운 상황에 대한 적응 능력, 고정된 사고를 극복하는 능력(김지원, 송상헌, 2004; 송상헌, 2006).

이와 함께, 수학적 창의성이 발현되는 상황이나 과정에 주목하여 다음과 같이 수학적 창의성을 설명하는 연구들도 찾아볼 수 있다.

- 주어진 문제에 대한 기발하고 통찰력 있는 해결에 이르는 과정(Sriraman, 2004).
- 문제 제기, 발명, 독립심, 독창성 등의 맥락(Krutetskii, 1976).
- 새로운 질문하기와 새로운 문제제기를 창조적인 수학의 원동력으로 보고, 다른 문제와 관련짓기, 문제를 깊이 생각하고 질문하기, 발견된 것을 평가하기, 결과를 의사소통하기, 새로운 질문 만들기 등을 포함하는 문제해결의 과정(김홍원, 1998; 유윤재, 2004; Sheffield, 2009; Silver, 1997).

이상과 같이 수학적 창의성에 관한 국내외 연구를 종합해 보면, 수학적 창의성에 대하여 이야기할 때 다음과 같이 네 가지 요소들이 공통적으로 언급되고 있다. 첫째 특정한 수학적 대상을 다른 영역과 연결하는 능력이다. 이는 유연성이라는 요소로 정의된다. 둘째, 공동체

가 예상하지 못했던 새로운 아이디어를 제시하는 능력이다. 이것은 독창성이라는 요소로 정의할 수 있다. 셋째 낯설거나 소박한 아이디어를 수학적으로 보다 분명하고 명확하게 표현하고 능력이다. 이는 정교성이라는 요소로 정의할 수 있다. 마지막으로 기존의 수학적 개념들을 적용할 수 있는 영역을 확장하는 능력이다. 이것은 일반화 혹은 추상화라는 요소로 정의할 수 있다.

2. 수학적 창의성 발현을 위한 토론식 수업

최근 많은 연구들에서는 학생들이 특정한 수학적 대상에 대하여 절차적으로 수행하던 행동, 암묵적으로 가정하고 있던 근거, 자신의 추론 활동의 과정 등이 반성의 대상이 됨으로써 메타적인 담론과 발전적인 논증으로 이어진다고 설명하며 수학 수업에서 토론의 필요성을 언급하고 있다(Lampert & Cobb, 2003; Sfard, 2008; Weber, Maher, Powell & Lee, 2008). 토론이라는 용어는 일상적으로나 학문적으로 매우 혼란스럽게 사용되고 있으며, 특히 연구에서도 하나의 통일관 관점에서 정의되지 않고 다양한 맥락에서 서로 다른 의미로 사용되고 있다(구정화, 2009; 정문성, 2011; Brookfield & Preskill, 2005; Dillon, 1997). Dillon(1997)은 토론의 목적이 동일한 주제에 대한 다양한 제안들을 검토하고 발전시키는 것에 있다고 언급하며 다음과 같이 토론을 정의하고 있다.

토론은 집단적 상호작용의 한 특정 형태로서, 구성원들은 함께 공통 관심사에 의문을 제기하고 답을 얻기 위해 서로 다른 관점들을 교환, 검토함으로써 논점이 되는 문제들에 대한 지식이나 이해, 평가나 판단, 그리고 결정, 결의 혹은 행동 등을 조장하는 것을 말한다(Dillon, 1997: 12).

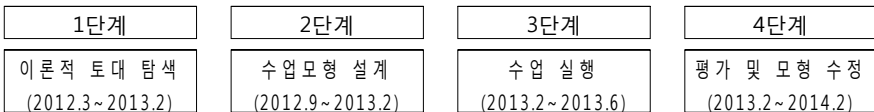
Brookfield과 Preskill(2005)은 논의 중인 대상에 대한 비판적 검토를 통한 심도 있는 이해, 자신의 사고에 대한 반성 및 자의식 고취, 솔직한 의견 교환을 통한 구성원 사이의 공감적 이해, 논리적으로 행동 추구 등을 토론의 중요한 목표로 강조하였다. 이와 같이 토론과 관련하여 사회적인 상호작용, 논의 대상에 대한 공통의 관심, 다양한 의견의 교환과 합리적 검토, 공동체와 개인의 발달 등이 강조되고 있다. 나아가 의사소통을 단순히 사고의 수단으로 보지 않고, 의사소통과 사고를 동일시하는 연구도 등장하였다(Sfard, 2008). 즉 의사소통이 사고의 본질이라고 간주한 것이다.

이러한 관점에서 수학 수업에서의 토론 활동은 수학 학습의 수단일 뿐 아니라 그 자체로 수학 학습의 목적이 될 수 있다. 진정한 토론이 이루어지기 위해서는 참여자들이 서로 자유롭게 대화를 주고받으며 의사표현을 할 수 있다는 것을 의식하는 것이 중요하다. 특히 성공적인 토론을 위해서는 단지 혼자서 자신의 말하는 것이 아니라 서로 함께 한다는 인식을 바탕으로 참여자들이 의식적으로 공통의 목표를 추구하는 집단적 상호작용이 이루어져야 한다. 이러한 상호작용을 바탕으로 공통의 목표를 추구하는 토론이 이루어지면 창의적이고 생산적인 결과물을 만들어낼 수 있는 것이다.

III. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 예습 기반 토론 수업모형을 설계하기 위해 이론적 토대로부터 모형 설계를 위한 원리를 도출하고, 그에 따라 수업모형을 설계한 후, 실제로 적용하는 단계를 거쳐 평가 및 결과 분석을 통해 개발된 모형을 수정해 나가는 창의적인 설계기반 모형의 절차를 따라 연구를 수행하였다(박병열, 이효녕, 2014). 따라서 본 연구의 절차는 다음과 같이 4단계로 이루어졌다. 첫 단계에서는 수업모형을 설계하기 위한 이론적 토대를 확인하는 과정이다. 본 연구에서는 상황이론과 사회적 구성주의 이론을 토대로 토론 수업모형의 설계 원리를 도출하였다. 두 번째 단계에서는 첫 단계에서 도출한 설계 원리에 입각하여 예습 기반 토론 수업모형을 설계하고 이 모형을 적용하여 실제로 영재학교에서 수학수업을 수행할 교사를 선정하는 단계이다. 이를 위해 수업을 실행할 교사와 2012년 9월부터 2013년 2월까지 6개월간 수학 수업 방법에 대해 반성하고 논의하는 학습 공동체를 조직하여 운영하였다. 이 과정에서 본 연구에서 설계한 수업모형을 도출하였으며, 특히 참여 교사가 토론 수업을 실천할 수 있도록 지속적으로 동기를 부여하였다. 세 번째 단계는 본 연구에서 설계한 예습 기반 토론 수업모형을 적용하여 수학수업을 실행하는 단계이다. 이를 위해 참여 교사가 진행한 과학영재학교 3학년 미적분학Ⅱ 과목을 수업을 관찰하고 녹화하였다. 이 수업은 2013년 2월부터 2013년 6월까지 한 학기동안 수도권 한 과학영재학교에서 이루어졌다. 마지막으로 네 번째 단계에서는 실제 수업에서 실행된 결과를 바탕으로 수업 실행 전에 설계하였던 모형을 수정하고 수업에 참여한 학생들의 평가를 통해 예습 기반 토론 수업모형의 교육적 시사점을 도출하였다. 본 연구에서 수행한 연구 절차는 [그림 1]과 같이 제시할 수 있다.



[그림 1] 본 연구의 수행 절차

2. 연구 참여자 및 자료 수집

본 연구는 과학영재학교에서 수학적 창의성을 발현할 수 있는 토론 수업모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 따라서 연구 목적에 적합한 사례를 선정해야 한다. 이를 위해 수도권의 과학영재학교 한 곳을 연구 현장으로 선정하였다. 특히 토론 수업을 수행하고자 하는 의지를 지닌 교사를 섭외하기 위해 연구자는 6개월간 동료 교사들과 수업을 공개하고 수업 개선을 위해 논의하는 학습 공동체를 조직하였다. 이로 인해 학습 공동체에 꾸준히 참여하며 토론 수업을 실천하고자 하는 의지를 나타낸 P교사를 만날 수 있었으며, 본 연구의 참여 교사로 섭외하였다. P교사는 본 연구에서 설계한 예습 기반 토론 수업모형에 따라 수업을 수행

하기 위해 전문 선택 과목인 ‘미적분학Ⅱ’ 과목을 담당하였다. 본 연구에 참여한 학생들은 그 중 한 반 학생들로 남학생 10명과 여학생 2명, 총 12명이며 이들은 모두 3학년 학생들이었다. 본 연구에 참여한 학생들은 뛰어난 수학적 능력을 지니고 있다고 간주되는 과학영재 학교의 학생들 중에서도 상대적으로 수학 성적이 높은 학생들이었다. 또한 본 연구에서 관찰한 수업은 수강 희망자에 한하여 운영되는 선택과목이었다. 즉 미적분학 관련 필수 과목을 모두 이수한 학생들을 대상으로 대학 수준의 심화 내용을 포함하는 전문 선택과목으로 운영되는 과목이라는 점을 고려할 때, 본 연구에 참여한 학생들은 다른 학생들보다 수학에 대해 많은 관심을 갖고 있으며, 수학을 매우 좋아하는 학생들이라는 특징을 갖고 있다.

IV. 연구 결과

1. 토론 수업모형 설계를 위한 이론적 토대

가. 상황이론

상황이론은 심리학적 접근과 인류학적 접근이 나란히 발전해 왔다(Jonassen & Land, 2012). Jonassen과 Land(2012)에 따르면 심리학적 접근의 상황이론에서는 학습자가 학교 밖에서 직면할 각종 문제와 실천에 참여할 수 있는 환경의 조성을 강조한다. 즉 교실 환경에서 학습할 내용을 학습자의 실제적인 활동과 관련시킬 수 있는 상황화에 초점을 두는 것이다. 인류학적 접근의 상황이론에서는 교실에서 다루는 지식의 의미나 내용의 상황화뿐 아니라, 학습자가 공동체의 구성원으로서 정체성을 획득하는 것이 학습의 중요한 목적이라고 강조한다. 본 연구에서는 학생들이 수학 수업에 참여하면서 자신의 문제에서 출발해야 한다는 점과 수학 공동체의 구성원으로서 정체성을 획득하는 것을 모두 고려하는 것을 수업의 목적으로 간주하고자 한다. 따라서 수학적 창의성 발현을 위한 토론 수업을 설계하는 원리로 상황이론에서 제시하는 다음과 같은 일곱 가지 원리를 고려하였다(Jonassen & Land, 2012).

첫째, 학습자가 자신이 다루는 영역과 관련된 실천적인 행동을 할 수 있어야 한다. 즉 교사나 교재에 요약된 결과를 수동적으로 수용하거나 타인의 경험을 경청하는 대신 학습자가 직접 영역과 관련된 실천들을 적극적으로 수행해야 한다는 것이다.

둘째, 수업에서 다루는 대상을 탐구함에 있어서 그 소유권은 학습자에게 주어지야 하며, 학습자는 이를 감당해야 한다. 그리고 학습자는 스스로 해결책을 찾아야 한다는 책임의식을 가져야 한다. 만약 학습자가 교사로부터 주어지는 해결책이나 교사가 원하는 해결책만을 추구한다면, 이들은 실제로 그 분야의 현장에서 요구되는 활동이나 그와 관련된 사고를 수행할 수 없을 것이다.

셋째, 교사의 역할은 해당 분야의 내용 전문가의 역할로부터 학습자를 위한 학습 활동과 문제해결 전문가의 역할로 바뀌어야 한다. 따라서 교사의 임무는 학습자가 스스로 자신에게 질문할 수 있도록 돕는 것이며, 이를 통해 문제해결을 코칭하고 모델링하는 것이다. 즉 교사는 지시적이지 않아야 하며, 교사 자신도 학생과 동등한 입장에서 학습 공동체에 참여하는 모습을 보여야 한다.

넷째, 수업에서는 참여자들이 스스로 성찰하는 기회가 중요하게 제공되어야 한다. 실제로 개인들이 어떤 행동을 할 때, 자신이 무엇을 하려고 계획했으며, 현재 무엇을 하고 있는지, 그리고 그동안 실제로 무엇을 했는지 등에 대해 성찰할 수 있는 기회를 거의 갖지 못하고 있다. 스스로의 활동을 성찰하는 경험은 발전적인 학습을 위해 필수적으로 요구된다.

다섯째, 학습자가 해결해야 하는 문제는 엄밀하게 정의되어 있지 않거나 학생들이 스스로 자신의 문제를 찾을 수 있을 정도로 느슨한 상태, 즉 비-구조화된 상황이어야 한다. 이것은 학습자가 해결해야 하는 문제가 수동적으로 주어진 것이 아니라 자신이 문제라고 인식한 것이어야 함을 의미한다. 학습자가 문제와 과정을 온전히 자신의 것으로 소유하기 위해서는 모호한 상황에서 스스로 해결하고자 하는 문제를 설정하려는 노력에서 출발해야 하는 것이다.

여섯째, 의미는 지속적인 교섭의 과정이므로 그 깊이는 사회적 환경에서 결정된다. 따라서 개인은 자신의 이해와 다른 사람의 견해 및 주장을 조화시킬 수 있는지 검토하고, 그것들을 자신의 이해 속에 통합시킬 수 있는지 반성해야 한다. 이 과정은 협력적, 사회적인 과정이다.

일곱째, 교육적 환경에서는 오로지 학습자의 삶에서 발생하는 문제만을 다룰 수는 없다. 따라서 학습자를 공동체나 공동체와 관련된 문제에 접근하도록 유도해야 한다. 이 과정에서 연구자들은 주제를 학습자에게로 가져오는 문제에 직면한다. 보통 학습자가 주의를 기울이는 관심사는 학문적으로 매력적이지 않은 경우가 많다. 이 때 문제의 맥락과 그 관련성에 대해 학습자에게 안내를 제공해야 하는데, 이것은 학습자의 참여를 북돋고 도전의식을 고취시키는 방식으로 이루어져야 한다.

나. 사회적 구성주의

절대적으로 참인 지식을 다루는 전통적 지식에 대한 관점과 달리 최근에는 끊임없는 추측과 반박을 통한 개선의 과정을 거쳐서 지식이 만들어진다는 관점이 받아들여지고 있다(Lakatos, 1976). 이는 지식에 관한 구성주의의 관점과 사회문화적 관점을 연결하는 접근이다. 구성주의자들은 기본적으로 현실과 의미를 보편적으로 정의된 것이라기보다는 개인적으로 정의된 것으로 바라본다. 그러나 사회적 구성주의자들은 사회적인 상호작용을 통해 개인적으로 정의된 해석들 사이의 상호주관성이 확보되어 서로 의사소통이 가능할 수 있다는 점을 강조한다. 이러한 관점에서는 내용, 맥락과 이해, 의미 등에 대한 개인 상호간 교섭 및 지식의 구성과정에서의 상호 교차지점이 나타난다는 것을 가정한다. 따라서 교사중심의 수학 학습에서 벗어나 학생들이 자유롭게 자신의 의견을 표명하고 적극적으로 상호작용하는 학습 환경을 강조한다. 즉 수업에 참여하는 다양한 학생들의 수학적 관점에 대한 이해와 의미 교섭을 통해 학생들이 스스로 수학을 재창조할 수 있도록 경험해야 한다는 것이다(NCTM, 2000).

사회적 구성주의에 기초하여 수학적 지식이 형성되는 과정은 다음과 같이 세 단계로 설명할 수 있다(Ernest, 2005). 첫째, 주어진 상황에 대한 주관적 지식이 만들어지는 단계이다. 이는 개인적인 영역으로 학생들이 어떤 상황에 대한 개별적인 입장이나 의견, 지식을 형성하는 과정이다. 둘째, 주관적 지식이 공표되면서 공적인 비평과 재형성을 거치는 단계이다. 이는 개인적인 영역에 있던 지식이 사회적인 영역에서 다루어진다. 따라서 주관적이던 지식은 공통 주관에 따라 합의의 과정을 거쳐 상대적 객관성을 확보하게 된다. 셋째, 공적인 비평과 재형성을 거치면서 학습이 된 후에 개인적 지식으로 재형성되는 단계이다.

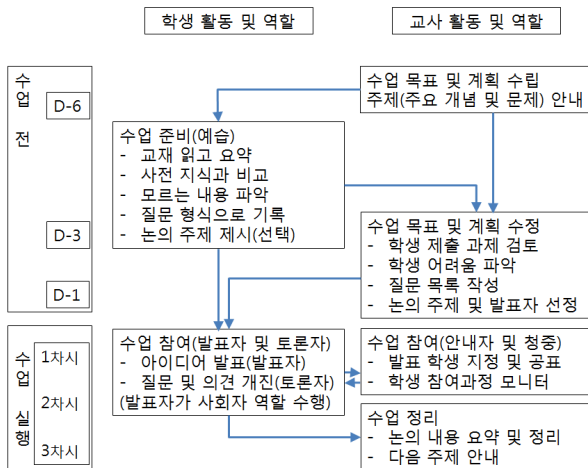
학습에 의해 개념이 구성되는 것은 개인의 영역으로 간주되어 왔다. 그러나 사회적 구성주의에 따르면 위 둘째 단계인 공적인 비평과 재형성 과정을 거침으로서 주관적 지식이 객관성을 확보할 수 있음을 강조한다. 이는 실제 수업에서 교실 상호작용으로 나타난다. 따라서 사회적 구성주의의 관점을 따르는 연구에서는 수학수업이 교사에 의한 지식의 전달보다는 수업에 참여하는 학생들 스스로 자신의 수학적 아이디어에 대하여 설명하고 정당화하며, 다른 학생들의 관점을 듣고 비교하며 자신의 이해에 대하여 반성하는 것을 중심으로 이루어질 것을 권고한다(Cobb & Bauersfeld, 1995; NCTM, 2000).

서동엽(2005)은 수학영재수업에 사회적 구성주의의 관점을 적용하여 Lakatos의 수학적 발견의 논리에 따른 수학영재수업의 단계를 다음과 같이 4단계로 제시하였다. 첫째, 개인의 주관적 지식 형성단계로 주어진 과제에 대한 개인적 활동과 경험을 통해 개인적인 지식이 형성되는 단계이다. 둘째, 객관화 단계로 첫째 단계에서 형성된 주관적 지식을 공동체에 발표하고 논의가 이루어지면서 반례가 등장하고 추측이 수정되는 과정을 거친다. 이 단계는 공적인 비평과 재형성이 이루어지는 단계이다. 셋째, 객관적 지식의 형성 단계로 객관화 단계를 거친 지식이 공동체에 의해 합의되고 공유되는 단계이다. 마지막으로 개인적인 재형성 단계로, 셋째 단계에서 공유된 지식이 개인에 따라 의미 있게 형성되는 것을 말한다.

사회적 구성주의에 입각한 수업모형은 영재수업의 좋은 방안이 될 수 있다(서동엽, 2005). 학생들이 동료 간의 활발한 의사소통과정을 통하여 자신의 지식을 확장하고 기존 인지구조와 연결하는 경험을 할 수 있기 때문이다.

2. 수업모형 개발 사례

앞 절에서 살펴본 상황이론의 학습 원리와 사회적 구성주의를 토대로 본 연구에서는 예습 기반 토론 수업모형을 도출하였다. 본 연구에서 설계한 수업모형은 [그림 2]와 같이 나타낼 수 있다.



[그림 2] 예습 기반 토론 수업모형(수업 전 설계안)

[그림 2]에 제시된 수업모형은 다음과 같이 다섯 단계로 구분하여 설명할 수 있다.

첫 단계는 교사가 다음 주에 학습할 단원이나 주제를 선정하여 제시하는 것이다. 보통의 정규 교육과정에서는 학습해야 할 교과서가 있고 수업 중에 다루어야 할 진도가 정해져 있다. 따라서 첫 단계에서 학습해야 할 내용을 선정하는 과정은 교과서 및 교사의 수업 경험에 의존한다.

두 번째 단계는 교사가 제시한 주제와 관련하여 학생들이 연습을 하는 단계이다. 이 단계에서 학생들은 교재의 해당 내용에 대한 부분을 미리 읽고 교사가 제시했던 주요 개념이나 용어, 정리 등을 읽고 일부 문제를 해결한 후 특정한 과제 제출 양식에 따라 자신의 연습 활동 결과를 작성하여 제출한다. 이 과제에는 학생들이 생각하는 용어의 정의 및 의미, 용어와 관련하여 떠오르는 구체적인 상황 등이 포함되어 있으며, 가장 중요한 것으로 연습을 하면서 학생들이 이해하기 어려웠던 내용에 대한 질문이 포함된다.

세 번째 단계는 학생들이 제출한 과제를 교사가 수업 시작 전에 미리 확인하고 검토하는 단계이다. 이 단계가 본 연구에서 설계한 수업모형이 일반적인 수학 수업모형과 비교하여 가장 중요한 차이를 발생하는 단계이다. 일반적인 수학 수업모형에서는 수업 준비과정에서 교사와 학생의 상호작용이 이루어지기 어렵다. 따라서 수업에서 다룰 주제와 관련하여 해당 수업에 참여하는 학생들이 어떤 궁금증을 갖고 있으며, 어느 정도의 이해를 하고 있는지, 그리고 어느 수준까지 발전할 수 있을지에 대해서 교사는 기존의 수업 경험을 토대로 혼자만의 사고실험으로 수업을 계획하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 학생들이 제출한 숙제를 교사가 수업 전에 미리 검토하는 과정을 이 단계의 핵심적인 내용으로 포함시켰다. 특히 학생들이 해결하지 못하거나 더 알고 싶은 부분에 대한 질문을 제시하도록 숙제에 포함시킴으로써 수업 준비를 교사 혼자서 하는 것이 아니라 학생들과 함께 공동으로 계획할 수 있는 장치를 마련한 것이다. 교사는 과제를 검토하면서 학생들이 제기한 질문 목록을 작성하고, 수업 중에 논의할 주제를 선정하며, 주요 개념이나 문제해결 방법에 대하여 발표할 학생을 선정한다. 이 때 발표할 학생이 누구인지는 미리 공개하지 않는다. 발표자가 누구인지 미리 정해지면 다른 학생들은 그 문제에 대해서 충분히 고민하지 않을 수 있기 때문이다.

네 번째 단계는 실제 수업에서 토론이 이루어지는 단계이다. 교사로부터 발표자로 지정된 학생은 해당 문제나 개념과 관련하여 자신의 아이디어를 발표한다. 이 때 발표하는 학생은 단지 자신의 의견을 발표하는 것에서 멈추는 것이 아니라 발표 후에 다른 학생들의 질문을 받고 그 질문에 대해서 대답하면서 교실 토론을 진행하는 사회자 역할을 함께 한다. 이것은 학생들이 보다 자율적이고 적극적으로 수업에 참여하기 위한 의도였다. 이 단계에서 교사는 다른 학생들과 마찬가지로 질문하거나 아이디어를 제안할 수 있다. 이 때 교사는 되도록 발언을 자제하고 다른 학생들이 먼저 발언할 수 있도록 최대한 기다린다.

마지막 단계는 교사가 수업 중에 이루어진 논의 내용을 요약하고 정리한 후, 다음 주에 이루어질 수업의 주제를 안내하는 단계이다.

본 연구에서는 수학적 창의성을 발휘할 수 있는 수업을 위해서는 학생들의 활발한 토론이 나타나는 수업이 필요하다고 가정하였다. 그러나 수학 과목의 특성상 수업 중에 갑자기 제

시되는 추상적이고 복잡한 수학적 개념에 대해 학생들이 즉각적으로 자신만의 아이디어를 떠올리며 적극적으로 발표하기를 기대하기는 어렵다. 따라서 수업에 참여하기 전에 수업에서 다룰 개념과 관련하여 학생들이 예습을 통해 자신의 생각을 정리하고 궁금한 내용에 대해 질문을 떠올릴 수 있는 시간을 충분히 확보하는 것이 필요하다고 보았다. 따라서 본 연구에서 설계한 수업모형은 학생들이 미리 교과서를 읽고 주요 개념들을 각자 정리해보면서 이해하기 어려운 요소들을 미리 확인한 후, 수업 시간에 자신들이 가졌던 궁금증을 해결하기 위한 논의를 벌이는 예습 기반 토론이 이루어지는 방식의 수학 수업모형이라고 규정할 수 있다.

3. 개발한 모형의 적용 과정

가. 수업에 대한 안내

다음은 본 연구에서 설계한 수업을 적용하는 첫 날 교사가 학생들에게 수업에 대한 전반적인 안내를 하는 과정에서 나타난 것이다.

【프로토콜 1】¹⁾

- 55 교사 수업방법에 대해서 좀 설명을 할 건데, 수업의 방식이, 어떻게 하나면, 선생님이 여러분한테 이제, 예습을 하도록 과제를 내줄 겁니다.
- 56 승훈 헉!(탄성소리가 아주 작게 들림)
- 57 교사 그럼 여러분이 충실히 예습을 해오고, 와서 발표를 해야 됩니다. 알겠죠?
- 58 승훈 예,
- 59 교사 발표를 하고, 서로 토의토론을 통해서, 개념을 좀 더 깊이 이해하고, 문제도 같이 풀면 되겠습니다.
- (중략)
- 90 교사 선생님이 이제 그걸, 여러분이 낸 걸 다 읽어볼 겁니다. 다 읽어보고, 각 개념별로, 문제별로 발표자를 미리 정할 겁니다. 알려주는 건, 수업 날 와서 알려줄 겁니다. 자기가 발표자가 될 지 안 될지 모르는 거야 알겠어?
- 91 승훈 재밌겠다!
- 92 교사 그 다음에 발표자는 자기의 과제물 내용을 동료들한테 설명을 하고, (다른 사람들은) 질문을 하고 상호토론을 하도록 하겠습니다.
- 93 학생들 (고개를 끄덕인다)
- 94 교사 과제물은 매주 한 개입니다. 매주 한 개!
- 95 학생들 으아!

교사는 예습, 발표, 질문, 그리고 토론으로 이어지는 수업을 진행할 것이라고 말하면서 특히 학생들이 예습을 충실히 할 것을 강조하였다. 교사는 학생들이 예습을 통해 정리한 내용을 과제로 제출하면 그것을 수업 전에 미리 검토하고, 발표자를 선정하여 수업 시간에 동료들 앞에서 발표를 할 사람을 알려주겠다고 선언하였다. 이것은 앞서 언급한 것처럼 발표를

1) 연구 윤리에 의거하여 본 논문에서는 참여자의 이름을 모두 가명으로 제시한다.

할 사람이 누구인지 다른 학생들이 미리 알 수 없게 하여 수업에서 다룰 전반적인 내용에 대해서 모든 학생들이 사전에 충실히 연습을 하도록 유도하기 위한 장치였다.

나. 발표 학생에게 사회자 역할 부여 시도

다음은 【프로토콜 1】에서 교사가 수업에 대한 안내를 제시한 후 1주일 후에 이루어진 수업 상황이다. 이 수업에서 참여교사는 처음 설계한 대로 발표 학생을 지정하며 자신의 의견을 발표함과 동시에 토론을 진행하는 역할을 부여하려고 하였다. 그러나 그 계획이 순탄하게 이루어진 것은 아니었다.

【프로토콜 2】

353 교사 선생님이 지금 빠질 거니까 희수가 가운데에서 주재해서 토론을 진행하면 되겠습니까. 자 이제 나와서, 발표를 한 번 해보도록 합시다!

(중략)

364 희수 처음이라서 이것 참(...)²⁾

365 교사 질문을 하고, 희수는 이제 질문 받고, 다른 사람이 답변하고 이렇게 토론을 해서, 어느 정도 우리가, 선생님이 예시로 적어준 그 질문들 위주로 답변을 찾아가면 될 것 같아요.

교사는 첫 발표 학생을 지정하면서 처음 계획한대로 발표자로 지정된 학생에게 토론을 진행하도록 하는 ‘준-교사’의 권한을 부여하였다. 즉 단지 자신의 아이디어만 공표하는 역할을 뛰어넘어, 다른 학생들의 참여와 토론을 유도하고, 질문을 받고 교사가 선정한 토론 주제에 대해서 토론을 진행하는 역할을 기대한 것이다. 그러나 아직 학생들은 수업 중 다루어지는 수학적 개념에 익숙하지 않다. 따라서 주어진 수학적 대상에 대하여 자신의 아이디어를 제시하는 수준의 행동을 넘어서서 전체적인 의견을 조율하고 대화의 방향을 이끌어가는 것을 요구하기에는 무리가 있었다.

다. 교사의 역할 변화

다음에 제시되는 【프로토콜 3】은 연습 기반 토론 수업을 적용하는 첫 발표 상황에서의 대화이다.

【프로토콜 3】

396 희수 (훈жат말로)음... 가만있어 보자.

397 학생들 (..32..)

398 희수 (뭘 해야 할지 모르겠다는 표정으로 교사를 본다)

399 교사 (맨 뒤에 앉아 있다가 갑자기 앞으로 나가며) 자, 선생님이 잠깐[:, 좀 지켜보다가 이야기를 좀 해야 되겠는데, 희수가 발표를 하는 것까지는, 선생님이 인제 준비를

2) 녹취록에서 (...)은 3초간 침묵을 의미한다. 침묵이 1초 이상 이어지는 경우 ()와 함께 침묵시간만큼 점의 개수로 표기하였으며, 특히 침묵시간이 5초 이상인 경우는 (...)로 나타내고 빈 칸에 숫자를 병기하였다. 예를 들어 7초간 침묵이 이어진 경우는 (...7..)로 표현한다.

해왔으니까 시킨 건데 ,토론을 이끌어가라고 하니까, 그건 좀, 선생님이 약간 희수가 준비한 것에 비해서 많은 것을 시킨 것 같다는 느낌이 드네요? 그죠? 같이 토론자로 참여하는 것이 더 나을 것 같네요. 그치?

400 학생들 (웃으며 고개를 끄덕임)네!

401 희수 (웃으며 자리로 돌아간다)

402 교사 (희수를 보고) 잘했어요! 지금, 잘 했습니다. 잘했고. 선생님이 지금, 이야기는 선생님이 이끌어 가는 게 좋을 것 같아요. 같이 하는 게 좋겠다 싶었는데, 생각해 보니까 지금, 희수가, 다른 발표자들도 마찬가지입니다. 내용을 공부하고 생각을 해온 거지, 사실 뭐 이끌어갈려고 온 것은 아니니까, 그죠? 약간 좀 수정을 하겠습니다.

희수는 본 연구에서 처음 설계한 모형에 따라 자신의 의견을 발표함과 동시에 토론을 진행하는 사회자 역할을 수행하여야만 했다. 그러나 자신의 아이디어를 차별하게 성공적으로 발표한 것과 달리 교실 토론을 진행해야 하는 상황에서는 무엇을 해야 할지 난감해하며 어색함을 표현하다. 학생들에게 질문을 유도하는 발언을 하였지만 다른 학생들은 별다른 반응이 없었다. 32초라는 긴 시간동안 수업에서 아무도 말을 하지 않는 침묵의 상황이 나타났다. 교사 역시 발언을 자제하고 있었다. 희수가 난감해하며 교사에게 도움을 요청하는 신호를 보내자, 토론 과정에서 청중으로 몰려나 있던 교사는 토론의 사회자로서 자신의 역할을 수정하여 수업을 진행하기로 결심하였다. 즉 학생들이 주체적으로 토론을 진행하며 교실 전체의 논의를 이끌어가는 것은 무리라고 판단한 것이다. 교사는 수업에 참여하는 학생들에게 자신의 아이디어를 정리하여 발표하거나 서로 질문하고 대답하는 것이 중요한 역할임을 분명히 한 후, 토론을 진행하는 역할은 교사가 해야 할 일이라는 것을 분명하게 선언하였다.

초기에 계획했던 수업모형에서 교사의 역할은 되도록 발언을 자제하고, 토론의 진행을 학생에게 맡겨 둔 채로 다른 일반 학생들과 동등한 입장에서 수업에 참여하는 것이었다. 그러나 이러한 교사의 역할을 변화시켜야만 했다. 실제 수업을 운영하는 데 있어서의 책임은 연구자가 아닌 교사에게 있다. 따라서 연구의 설계와 달리 교사의 역할이 변화하는 것에 대한 판단 여부는 전적으로 수업을 진행하는 교사에게 맡겨야만 했다.

4. 참여 학생들의 평가 및 수업모형 수정

가. 참여 학생들의 수업에 대한 평가

본 연구에 참여한 학생들은 모두 3학년 학생들이었다. 학생들과의 면담을 통해 토론식 수업에 대한 경험을 파악한 결과 초등학교나 중학교 때 영재교육원 수업에서 발표 및 토론 수업을 경험했던 한 학생을 제외하고는 수학 시간에 토론식으로 수업을 받은 경험이 있다는 학생은 아무도 없었다. 또한 영재교육원에서 토론 수업을 한 경험이 있다고 말했던 학생의 경우도 미리 예습을 할 수 있는 환경이 아니었기 때문에 본 연구에서 수행한 바와 같이 한 학기 동안 지속적으로 토론식으로 진행되는 수업에 참여하는 것은 처음이라고 말하였다.

참여 학생들에게 예습 기반 토론 수업모형으로 이루어진 수업에 대한 면담을 실시한 결과, 다음과 같이 긍정적으로 평가하고 있었다.

- 영준 : 수업에서 저희들이 직접 이야기를 하니까, 애길 하면서 정리가 되는 게 좀 있어요. 그리고 숙제(예습)를 하는 게 힘들긴 하지만 도움은 많이 돼요.(2013.03.19.)
- 미영 : 처음에는 그렇게(조용한 제 성격이랑 이 수업이 잘 안 맞다고) 생각했는데 여러 친구들 의견을 듣고, 또 표현을 애들이 참 잘하는 것 같아요. 그런 것을 보면서 '아! 저런 식으로 이렇게 의견을 이야기할 수도 있구나!' 그런 것을 보면서 배우는 점도 많고 좋은 것 같아요.(2013.03.26.)
- 희수 : 일단은 선생님이 수업만 해 주시는 것 보다는, (우리가) 직접 책을 뒤져보고 그리고 선생님이 제시해주신 질문에 대해서 일주일간 머리 싸매고 고민하고, 고민한 것을 적어가지고, 이제 그걸 들고 오잖아요. 그니까 수업을 들을 준비가 100%를 넘어서 200%정도 딱 해가지고 오는 것이라서, 그렇게 수업 준비를 하고 오니까, 수업 시간에 막 친취적으로 나갈 수 있게 되는 것 같아요.(2013.05.14.)
- 민규 : 힘들긴 한데, 그래도 약간은 토론식이 더 좋았던 것 같아요. 왜냐하면, 강의식으로 하는 경우는 예습을 거의 해오지 않게 되는데, 토론식으로 하면 토론을 하기 위해서는 먼저 생각을 해야만 하고 혼자서 깊은 생각을 하면서 그런 것에 대해서 미리 공부가 되어있으니까 더 수업 참여도 높게 되는 것 같아요.(2013.06.04.)
- 준민 : 처음에는 약간 되게 부담되고 막 그랬는데, 왜냐하면 (선생님이)모르는 부분을 물어보시면 막 (우리가)오랫동안 머리를 싸매고 생각하고 그래야 하니까. 근데, 어느 정도 익숙해지니까 이제 편하게 막 의견을 주고받을 수 있게 되는 것 같아요. 다른 강의식 수업의 경우에는 옆에 있는 친구들끼리는 "어! 이게 조금 이상한데?" 하면서 서로 의견을 제시하고 각자 생각을 교환하기도 하지만 멀리 있는 친구들과는 서로 이야기를 나누기 힘들데, 이렇게 서로 마주보고 둘러서 앉고 서로 자유롭게 이야기를 오고가는 그런 분위기라서 '아! 재는 어떤 생각을 하고 있고, 내 생각은 어떻게' 이런 것을 비교할 수 있게 되면서 그런 식으로 교류를 할 수 있게 된 것 같아요.(2013.06.10.)

위의 면담에서 알 수 있듯이, 대부분의 학생들이 토론 수업을 위해 요구되는 예습 활동에 많은 시간을 할애하고 있으며 그에 따른 부담이 크다는 것을 표현하고 있다. 그와 동시에 학생들은 수업의 주제에 대해서 예습하면서 충분히 고민했던 시간과 수업 중 동료 학생들의 발표를 들으면서 다양한 아이디어를 접하게 된 것을 의미 있게 평가하고 있었으며, 예습 활동이 수업 참여도를 높이는 방법으로 효과적이라는 점을 표현하고 있다.

참여 학생들은 고등학교 3학년이라는 부담감 속에서도 교사가 요구하는 예습 과제를 모두 충실히 수행하였으며 전반적으로 수업에 적극적으로 참여하였다. 학생들은 수업이 진행될수록 자신의 아이디어를 자유롭게 말할 수 있게 되었으며 서로 의견을 교환하며 적극적으로 토론에 참여하였다. 특히 기존의 수학 수업과 비교하여 본 연구에서 설계한 수업에 대해 다음과 같이 비교하는 학생의 말을 통해 예습 기반 토론 수업모형이 의미가 있다는 것을 확인할 수 있다.

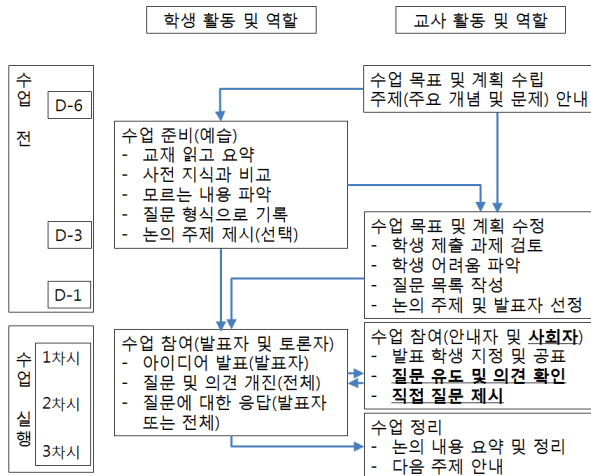
- 영준 : 복습을 하는 숙제는, 지루해요. 지루하고, 예습을 한다고 딱히 뭐 안 지루한 것은 아니지만 어쨌든 복습을 하는 것은, 그니까 이런 것이거든요. 예습을 하면, 하다가 모르

는 개념을 수업 때 가서 물어볼 수 있잖아요. 그니까 알아갈 수 있잖아요. 그런데 복습을 하면, 수업시간에 모르고 있었던 것을 복습을 할 때도 모르면 그건 계속 모르는 거예요. 사실 수업을 (처음) 들으면서는 (내가) 아는지 모르는지 잘 모르거든요. 자기가 직접 그것에 대해 생각을 해 봐야 알 수 있는 것인데, 미리 생각을 하니깐 그것은 좋은 것 같아요. (2013.03.19.)

위 면담에서 확인할 수 있는 바와 같이 본 연구에서 개발하여 적용한 수학 수업모형을 통해 학생들은 수학 수업에 참여하는 태도를 변화시키고 있었다. 즉 교사의 강의 중심으로 이루어졌던 이전의 수업에서는 학생들이 교사의 설명을 들은 후 수업에서 배운 방법을 적용하여 문제를 해결하는 복습 위주의 참여를 했던 것과 달리, 본 연구에서 적용한 예습 기반 토론 수업에서는 수업 중에 다룰 주제와 관련하여 자신이 잘 모르는 부분을 미리 고민하고 준비하여 수업 중에 질문을 하는 방식의 참여로 변화가 나타났다. 이와 같은 참여 방식의 변화는 수동적인 자세에서 능동적인 자세로 변화된 것으로 해석할 수 있으며, 수학 수업을 통해 수학적 창의성이 발현될 수 있는 계기를 제공한다. 즉, 본 연구에서 설계한 예습 기반 토론 수업모형은 과학영재학교에서 수학 수업에서 학생들의 적극적인 참여를 유도하기에 적절하며, 충분히 적용 가능하다는 점을 확인할 수 있다.

나. 수업모형의 수정

【프로토콜 3】에서 확인할 수 있는 것처럼 본 연구에 참여한 교사는 처음에 청중으로서 자신의 역할에 머무르지 않고 적극적인 토론을 유도하기 위해 본인이 직접 사회자의 역할을 하고 있었다. 이러한 적용을 통해 본 연구에서 수업 실행 전에 설계했던 모형을 [그림 3]과 같이 수정하였다.



[그림 3] 예습 기반 토론 수업모형(수업 후 수정)

본 연구에서 초기에 연습 기반 토론 수업모형을 설계할 때에는 학생들의 지적인 자율성과 주체성을 고려하여 토론 진행의 역할까지 기대하였다. 그러나 생소한 수학적 대상과 관련된 수학 수업에서 이루어지는 토론의 특성상 해당 내용에 충분히 익숙하지 않은 학생들에게 토론의 사회자 역할을 부여하는 것은 적절하지 않다는 것을 확인하였다.

Cobb 외(2011)는 수업 설계와 실행 사이의 순환 모형을 제시하며 수업 전에 사고 실험을 통해 설계한 것과 실제 교실에서 이루어지는 현상을 분석하는 것이 상보적으로 영향을 주고 받는다고 설명한 바 있다. 본 연구에서 초기 설계했던 수업 방식이 실제 수업에서 변형되고 수정되는 과정 역시 수업 설계와 실행 사이의 상보적인 순환 과정을 반영한 것으로 볼 수 있다. 이후 이루어진 한 학기 동안의 수업은 [그림 3]에서 제시한 수업모형에서의 교사의 역할과 학생의 역할이 반복적으로 나타나며 진행되었다. 특히 참여교사는 자신의 역할을 증가하면서도 학생들이 발표하면서 교사의 반응에 의존하지 않도록 직접적인 평가를 유보하였다. 또한 동료 학생들로 하여금 다양한 의견을 제시할 수 있도록 유도함으로써, 본 연구에서 의도했던 활발한 토론이 이루어질 수 있도록 노력하였다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 과학영재학교 수학 수업에서 학생들의 수학적 창의성을 발현하기 위해 연습 기반 토론 수업모형을 설계하여 운영하였다. 교사의 강의식 수업보다는 학생들의 참여가 활발하게 나타날 수 있는 토론 수업을 통해 수학적 창의성이 발현될 수 있다는 가정에서 출발하였다. 토론 수업모형을 설계하기 위한 이론적 토대로서 상황이론과 사회적 구성주의 관점을 채택하였다(Ernest, 2005; Jonassen & Land, 2012). 이러한 관점들은 기본적으로 개인의 활동보다는 집단적인 의사소통을 통하여 개인과 공동체의 지식이 확장하고 질적으로 변화한다는 원리를 제시하고 있다. 따라서 토론 수업모형을 설계하기 위한 적절한 이론적 토대가 된다. 본 연구에서 설계한 수업모형과 이를 적용하여 수업을 실행하는 과정에서 파악된 학생들의 반응을 토대로 다음과 같은 결론 및 시사점을 제시할 수 있다.

첫째, 본 연구에서 설계한 연습 기반 토론 수업모형을 통해 학생들이 수업에 참여하기 전에 미리 해당 내용에 대해 충분히 고민하고, 스스로 해결하고자 하는 질문을 가질 수 있었다. 이와 같이 수업 준비과정에서 주제와 관련된 질문을 갖고 수업에 임하는 것은 학생들이 수업 활동에서 주인의식을 갖게 만들 수 있었다. 기존의 전통적인 수업에서는 학생들이 학습하는 내용을 수업 중에 처음 접하는 것으로 가정한다. 학생들은 교사에 의해 체계화된 정보를 수동적으로 전달 받고, 정해진 풀이 방법을 모방하는 연습 중심의 활동이 이루어져 왔다. 따라서 수업에서 활발한 의사소통이 이루어지기 어려우며, 수학적 창의성도 발현되기 힘들다. 토론 수업이 활발하게 이루어지기 위해서는 수업 중에 갑자기 새로운 내용을 제시하기 보다는 사전에 해당 내용에 대해서 충분히 생각할 기회를 제공할 필요가 있다. 본 연구에서 설계한 연습 기반 토론 수업모형은 수업에서 다룰 내용에 대해 학생들이 수업 전에 정리할 기회를 제공한다. 이를 통해 학생들의 질문으로부터 수업을 시작할 수 있었다. 학생들의

질문으로부터 수업을 시작하는 것은 수업 중 다루어지는 내용과 활동의 소유권을 학생들에게 되돌릴 수 있게 해 주며, 이는 곧 학생들이 직접 자신의 문제를 해결하기 위해 적극적인 실천에 나서게 하는 원동력이 된다(Jonassen & Land, 2012).

둘째, 본 연구에서 개발한 예습 기반 토론 수업모형을 적용하는 과정에서, 활발한 토론 수업을 진행하기 위해 전적으로 학생의 발언이나 활동에만 의존하는 것보다는 적절하고 적극적인 교사의 개입이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 전통적인 관점에서는 교사가 모든 지식을 잘 정리하여 학생들에게 체계적으로 전달하는 것을 중요하게 여긴다. 반대로 극단적인 구성주의 관점에서는 교사가 오히려 학생의 지식 구성에 방해가 되므로 교사가 되도록 개입하지 않을 것을 권고한다. 그러나 학생들에게 아직 익숙하지 않은 추상적인 개념에 대한 논의가 자주 나타나는 수학 수업에서는 이 양자 간의 적절한 조화가 필요하다. 실제로 본 연구에서는 초기에 교사의 역할을 되도록 줄이려고 하였다. 그러나 실제 수업을 수행함에 있어서는 애초의 계획보다 교사의 역할이 증가하였다. 교사의 역할이 더 많아진 것은 수업에서 학생들의 자율성을 침해하는 것으로 보일 수 있다. 그러나 실제로 교사의 역할이 많아지면서 학생들의 참여는 더 적극적으로 이루어졌다. 따라서 학생들의 수학적 창의성 발현을 위한 수업에서 교사의 적절한 참여는 필요한 것으로 보인다. 특히 수학 내용에 대한 자신의 권위를 축소시키는 것과 함께, 학생들의 수업 참여를 위한 행동은 더욱 적극적으로 이루어져야 하는 것이다(Sfard, 2007).

본 논문에서 제시한 예습 기반 토론 수업모형은 과학영재학교에서 선택과목으로 이루어진 수업을 수강한 학생들을 대상으로 적용한 결과이므로 일반적인 수학 수업에 적용하기에는 어려움이 따를 수 있다. 특히 학생들이 아직 학습하지 않은 내용을 예습하면서 과제를 수행함에 있어서 많은 시간이 소요되므로 모든 과목에서 동시에 이 수업모형을 적용하기에는 무리가 따른다. 또한 학생들이 제출한 과제를 수업 전에 검토해야 하는 교사의 부담도 적지 않다. 그러나 많은 시간이 소요되에도 불구하고 본 연구에 참여한 학생들은 자신과 동료가 제기한 질문을 수업 주제로 선정하여 해결하는 과정에 함께 참여하면서 수학적 지식을 사회적으로 구성하는 활동의 재미를 느끼고 있다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 점을 고려할 때, 본 연구에서 도출한 예습 기반 토론 수업모형은 영재학교의 교사와 학생들이 생산적인 수학 수업을 함께 만들어 가는 과정으로서 의미를 가지며, 충분히 적용 가능하다는 시사점을 도출할 수 있다. 한편 본 연구에서 제시하는 예습은 선행학습을 의미하는 것은 아니다. 학생들이 미리 모든 내용을 이해하고 수업에 참여하는 것이 아니라, 수업에서 다룰 내용과 관련하여 자신이 무엇을 모르는지 파악하고 그 부분에 대한 질문을 준비함으로써 보다 생산적인 수업이 이루어지도록 하자는 것이다. 본 논문에서는 수업에서 활발한 토론이 수학적 창의성 발현을 촉진할 수 있다는 가정 하에, 활발한 토론을 위한 예습 기반 토론 수업모형을 설계하고 적용하였다. 그 결과 예습 활동을 기반으로 학생들이 제시하는 질문에서 시작하는 토론 수업모형이 활발한 토론을 촉진한다는 것을 확인하였다. 그러나 토론을 통해 수학적 창의성이 발현되는지에 대해서는 다양한 의견이 있을 수 있다. 따라서 토론을 통해 구체적인 내용영역과 관련된 수학적 창의성이 어떻게 발현되는지에 대해서 보다 세밀한 분석이 필

요하다. 이러한 분석을 통해 본 연구에서 도출한 모형의 의의를 확인할 수 있으며, 적절한 수정을 통해 새로운 모형을 개발할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2011). **수학과 교육과정**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.
- 구정화 (2009). **학교 토론수업의 이해와 실천**. 서울: 교육과학사.
- 나귀수 (2011). 수학 영재 학생들의 발견과 증명에 관한 연구. **수학교육학연구**, 21(2), 105-120.
- 김순식 (2010). 문제발견 중심의 과학 탐구수업이 영재학생들에게 미치는 효과. **영재와 영재교육**, 9(2), 37-63.
- 김종백 (2006). 과학영재를 위한 교수-학습 전략. **영재와 영재교육**, 5(2), 19-32.
- 김지원, 송상헌 (2004). 한 수학영재아의 수학적 사고 특성에 관한 사례연구. **수학교육학연구**, 14(1), 89-110.
- 김홍원 (1998). 수학 영재 판별 도구 개발-수학 창의적 문제 해결력 검사를 중심으로. **영재교육연구**, 8(2), 69-89.
- 박만구 (2009). 수학교육에서 창의성의 개념 및 신장 방안. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>**, 23(3), 803-822.
- 박병열, 이효녕 (2014). 중등 과학 영재학생들의 시스템 사고력 향상을 위한 융합인재교육 프로그램의 개발 및 적용. **영재교육연구**, 24(3), 421-444.
- 서동엽 (2005). 수학 영재 수업에서 사회적 구성주의 적용 방안. **학교수학**, 7(3), 237-252.
- 송상헌 (2006). **수학 영재의 판별과 선발**. 한국 학술정보(주).
- 송상헌, 임재훈, 정영옥, 권석일, 김지원 (2007). 초등수학영재들이 페그퍼즐 과제에서 보여주는 대수적 일반화 과정 분석. **수학교육학연구**, 17(2), 163-177.
- 신희영, 고은성, 이경화 (2007). 수학영재교육에서의 관찰평가와 창의력 평가. **학교수학**, 9(2), 241-257.
- 유윤재 (2004). 수학적 창의성의 개념. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>**, 18(3), 81-94.
- 이대원, 고호경, 유미현 (2012). 고등학교 영재 학생들이 선호하는 수학 수업형태와 수업환경. **영재교육연구**, 22(1), 23-37.
- 이영배 (2011). 융합과 영재교육. **한국수학교육학회 학술발표논문집, 2011(단일호)**, 203-206.
- 이정연, 이경화 (2010) Simpson의 패러독스를 활용한 영재교육에서 창의성 발현 사례 분석. **수학교육학연구**, 20(3), 203-219.
- 전선미, 유원석 (2011). 중등 수학영재 교수·학습자료 개발 동향 분석. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>**, 25(1), 79-97.

- 정문성 (2011). **토의·토론 수업 방법**. 서울: 교육과학사.
- 최병훈, 방정숙 (2012). 수학적 창의성 교육에 관한 연구 동향 분석. **영재교육연구**, 22(1), 197-215.
- 황우형, 최계현, 김경미, 이명희 (2006). 수학교육과 수학적 창의성. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>**, 20(4), 561-574.
- 황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈, 서동엽 (2012). **수학교육학신론**. 서울: 문음사.
- Brookfield, S. D., & Preskill, S. (2005). *Discussion as a Way of Teaching: Tools and Techniques for Democratic Classrooms*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Cobb, P., & Bauersfeld, H. (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, P., Stephan, M., & Bowers, J. (2011). Chapter 8: Introduction. In E. Yackel, K. Gravemeijer, & A. Sfard (Eds.), *A Journey in Mathematics Education Research: Insights from the Work of Paul Cobb* (pp. 109-115). Springer Netherlands.
- Dillon, J. T. (1997). **토론학습의 이론과 실제** [김정효 역]. 서울: 교육과학사. (원본출간년도: 1994).
- Ernest, P. (2005). Agency and creativity in the semiotics of learning mathematics. *In Activity and Sign* (pp. 23-34). Springer US.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical Creativity. In D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking*. 42-53. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Hadamard, J. (1954). *Psychology of invention in the mathematical field*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Jonassen, D., & Land, S. (Eds.). (2012). *Theoretical foundations of learning environments*. Routledge.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (Ed.). (1976). *Proofs and refutations: The logic of mathematical discovery*. Cambridge university press.
- Lampert, M., & Cobb, P. (2003). Communication and language. In J. Kilpatrick, G. Martin, & D. Schifter (Eds.) *A research companion to principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Lee, K. H. (2005). Mathematically gifted students' geometrical reasoning and informal proof. In H. L. Chick, & J. L. Vincent (Eds.) *Proceedings of the 29th Conference for the Psychology of Mathematics Education* (vol.3, pp. 241-248). Melbourne: PME.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Pelczar, I., & Rodriguez, F. G. (2011). Creativity assessment in school settings through problem posing tasks. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 8(1&2), 383-398.

- Poincaré, H. (1948). *Science and method*. New York: Dover.
- Sfard, A. (2007). When the Rules of Discourse Change, but Nobody Tells You: Making Sense of Mathematics Learning From a Commognitive Standpoint. *The Journal of the Learning Sciences*, 16(4), 567-615.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as Communicating: Human Development, the Growth of Discourses, and Mathematizing*. New York: Cambridge University Press.
- Sheffield, L. (2009). Developing mathematical creativity—questions may be the answer. In R. Leikin, A. Berman, & B. Koichu (Eds.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students* (pp. 87 - 100). Rotterdam: Sense Publishers.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing, *ZDM*, 29(3).
- Sriraman, B. (2004). The Characteristics of Mathematical Creativity. *The Mathematics Educator* 14(1), 19-34.
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Selby, E.C., & Shepardson, C. (2002). *Assessing Creativity: A guide for educators* (RM02170). Storrs, University of Connecticut.
- Weber, K., Maher, C., Powell, A., & Lee, H. S. (2008). Learning opportunities from group discussions: Warrants become the objects of debate. *Educational Studies in Mathematics*, 68, 247-261.

= Abstract =

Development of Mathematics Class Model in Gifted Science Academy

Tack-Keun Oh

Gyeonggi Science High School for the Gifted

Considering the expansion of gifted education and the quantitative increase the Gifted Science Academy, it is important to seek the appropriate methods of mathematics teaching for gifted high school students. In particular, to reflect current trends in mathematics education that the mathematical creativity is being presented as an important educational goal, Now is the time we need student-centered discussion model for regular mathematics classes, not teacher-centered instruction in the way of knowledge transfer. In this study, class model of preparation-based discussion was designed and applied to the regular mathematics classes for the Science Academy. Students participating in this research had a lot of pressure in preparation activities for discussion, but they said that the discussion compared to traditional lecture was mathematically meaningful experience. These findings suggest the implication that class model of preparation-based discussion can be meaningfully applied to the regular mathematics class.

Key Words: Class model, Preparation-based discussion, Gifted Science Academy, Mathematics class

1차 원고접수: 2014년 7월 21일
수정원고접수: 2014년 8월 24일
최종게재결정: 2014년 8월 24일