

## 토의·토론 중심 수리논술수업이 고등학생들의 수학적 성향과 태도 및 학업성취도에 미치는 영향<sup>1)</sup>

### The Effect of Mathematical Essay-typed Lesson Focused on Discussion and Debate on the Mathematical Disposition and Attitude of High School Students

민 남 응 · 김 영 옥<sup>2)</sup>

**ABSTRACT.** Today the high school mathematics lesson has an effect on the scholastic achievement internationally, but fails to lead to the interest in the mathematics which stimulates the intellectual curiosity. Due to this, 2015 revised curriculum includes the effort to improve the emotional aspect of mathematics positively. It is needed that the teaching method through discussion and debate must be introduced to accomplish the objective of the mathematics in 2015 revised curriculum focused on the improvement of the ability and attitude to solve the problems creatively by increasing the mathematical communication skill of the students.

The purpose of this study is to investigate the effect of mathematical essay-typed lesson focused on discussion and debate on the mathematical disposition and attitude of high school student. The findings from this study provided that the essay-typed lessons focused on discussion and debate improved the subject students' mathematical achievement and disposition and attitude, but it is not significant change.

---

1) 본 논문은 민남응의 2016년 석사학위논문인 『토의·토론 중심 수리논술수업이 고등학생들의 정성적 요인과 학업성취도에 미치는 영향』을 요약, 수정, 보완한 것임.

2) 교신저자

Received August 18, 2016; Accepted August 27, 2016.

2010 Mathematics Subject Classification: 97D60

Key words: teaching and learning focused on discussion and debate, mathematical achievement, attitude

## I. 서론

학생들에게 학교에서 공부하는 과목 중 어떤 과목이 공부하기 어렵고 싫은지를 물어보면 대부분의 학생들이 ‘수학’이라고 대답을 한다. 이렇듯 우리나라의 수학교육은 학업성취도 면에서는 PISA, TIMSS 등의 국제 학업성취도 평가 결과가 보여주듯이 세계 최고 수준으로 여러 나라의 부러움의 대상이 되어 왔으나 학습의 정의적 측면인 학습 태도의 관점에서 보면 그렇지 못하다. 학습시간은 다른 나라에 비해 대략 2배 정도가 많고, 수학에 대한 흥미 및 즐거움, 자신감, 가치인식 등 수학에 대한 인식 및 태도는 40위권 밖에 머물러 있는 상황이다. 이에 2009 개정 교육과정에서는 수학교육성취도 만큼 학습의 정의적 측면도 긍정적으로 이끌어낼 수 있는 수학교육의 필요성을 강조하고 있다.

현재 적용되고 있는 2009 개정 수학과 교육과정에서는 수학교육의 목표를 배려와 나눔을 실천하는 창의적인 인재 육성에 두고, 세계화·정보화가 가속화되는 미래 사회 구성원에게 필요한 핵심 역량인 창의적 사고능력, 문제해결 능력, 정보처리능력, 의사소통 능력이 수학적 추측, 수학적 문제해결, 수학적 의사소통과 같은 ‘수학적 과정’의 교수·학습을 통해 증진된다고 명시하고 있다(교육과학기술부, 2011). 또한 최근에 발표된 2015 개정 수학과 교육과정에서는 수학 교과를 통해 수학적 지식을 이해하고 기능을 습득하는 것과 더불어 문제해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보처리, 태도 및 실천의 6가지 ‘수학 교과 역량’을 길러야 함을 강조하고 있다(교육부, 2015). 이처럼 최근 우리나라 수학과 교육과정의 개정 방향이 점차 수학교과와 성격이 단순히 수학적 지식을 가르치는 것이 아니라, 수학을 배우는 과정에서 ‘수학적 힘(the power of mathematics)’을 경험하고 길러야함을 강조하고 있다.

하지만 우리나라 고등학교 수학교육의 현실은 대학진학(대학수학능력시험) 때문에 대부분의 수학 수업이 교사 중심의 강의식 수업을 고수하고 있어, 매번 새롭게 개정되는 수학과 교육과정에서 강조하는 수학적 과정 혹은 수학 교과 역량을 함양하기 위한 수업을 실천하는 것은 쉬운 일이 아니다. 실제로, 고등학교 수학교사들에게 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 수학적 과정에 대해 얼마나 알고 있는지 물어본 한 연구에서(김세란·김영옥, 2015)는 수학적 과정에 대해 잘 알고 있다는 교사의 비율이 22.7% 밖에 되지 않는 것으로 나타났다. 2009 개정 수학과 교육과정이 공포된 이후로 이미 5년이 지난 상태임에도 불구하고 고등학교 수학교사들이 수학적 과정에 대해 깊이 인식하지 못하고 있다는 것은, 그들의 수업에서 수학적 과정이 가시적으로 지도되거나 강조되지 않고 있다는 것을 간접적으로 반영하는 것이라고 볼 수 있다.

한편, 우리나라 대학입시 시험에서 상대적으로 수학적 과정 혹은 수학 교과 역량을 많이 요구하고 있는 시험의 형태가 수리논술 시험이라고 볼 수 있다. 수리논술 시험은 우리 주변에서 일어나거나 우리에게 주어지는 어떤 문제에 대하여 일정한 근거를 바탕으로 합리적으로 문제 해결 방안을 제시하는 글쓰기의 일종이다. 논술을 성공적으로 수행하기 위해

서는 먼저 문제를 발견하는 능력을 길러야 하고, 발견된 문제를 해결하는 과정에는 논리적 사고가 뒷받침되어야 한다. 아울러 종합적으로 문제를 검토할 줄 아는 능력이 있어야 한다.

수리논술은 수학적 원리와 논리적 사고력을 활용해 문제를 해결한다는 점에서 기존의 수 학문제와 별반 차이가 없는 것처럼 보일 수 있으나 문제해결의 과정을 자신의 생각을 가지고 논리적으로 서술한다는 점에서 차이가 있다. 수리논술은 정답이 있는가 혹은 그렇지 않은가 하는 것은 중요하지 않다. 제시문을 어떻게 정확하게 이해했는가, 어떤 창의적 사고의 과정을 통해 그러한 결론에 도달했는가, 또 자신의 생각을 논리적으로 명료하게 표현하였는가 하는 것이 무엇보다 중요하다.

대학에서 발표한 수리논술 문항의 주요평가항목은 크게 독해력, 문제해결력, 표현력이다. 독해력은 문제를 이해하는 능력이다. 문제해결력은 기본적인 수학적 개념들을 인문, 사회, 과학적인 개념들과 통합하고 문제 상황에 적절하게 적용할 수 있는 능력을 말한다. 표현력은 논리적 문제해결과정에서 얻은 결과물을 언어적으로 표현하는 것을 말한다. 즉, 수리논술 시험에서 자신이 생각한 문제해결 방법을 상대방이 이해 할 수 있도록 수학적으로 적절하게 표현할 수 있는 의사소통능력이 매우 중요하게 작동하는 것이다.

이에 본 연구는 학교수학 교육의 현실을 최대한 반영하면서도 2009 개정 수학과 교육과정의 수학적 과정과 2015 개정 수학과 교육과정의 수학 교과 핵심 역량을 함양할 수 있는 수학 수업 모형의 예로서, 두 개정 교육과정에서 공통적으로 강조하고 있는 '수학적 의사소통' 신장을 위한 토의·토론 중심 수업 모형을 구상하고, 의사소통능력을 많이 요구하는 수리논술 수업에 그 수업모형을 적용하고 그 결과로써 수업을 받은 학생들의 수학적 성향과 태도 및 수학 성적에 어떤 변화가 있었는지 조사하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학적 의사소통

2009 개정 교육과정에서는 배려와 나눔을 실천하는 창의적인 인재의 육성을 목표로 수학적 과정을 강조하고 학생들의 수학적 성향, 태도, 자질 함양에 중점을 두고 있다. 수학적 과정은 수학적 문제해결, 추론, 의사소통을 포함하고 있으며, 각각의 의미는 다음과 같다. 먼저, '수학적 문제해결'은 주어진 조건으로부터 문제를 해결해 나가는 과정에서 사용된 일련의 사고와 행동을 의미하며, '수학적 추론'은 이미 알고 있는 판단으로부터 새로운 판단을 이끌어 내는 사고 방법으로 수학적 현상이나 사실 등을 대상으로 그와 관련된 수학적 규칙성, 원리, 구조 등에 이르기 위한 논리적으로 사고하는 과정을 의미한다. 마지막으로 '수학적 의사소통'은 수학적 아

이디어나 생각 등을 수학적 표현수단을 통하여 서로 공유하고 학습하게 되는 과정을 수행하는 것을 의미한다. 즉 교사와 학생 사이에, 학생과 학생사이에서 수학적인 생각, 아이디어, 신념, 태도, 느낌 등을 교환하기 위해 읽고, 쓰고, 말하고, 듣는 활동인 동시에 과정이다(교육과학기술부, 2011).

또한 최근에 발표된 2015 개정 수학과 교육과정에서는 학생들이 복잡하고 전문화되어 가는 미래에서 사회 구성원의 역할을 성공적으로 수행할 수 있고 개인의 잠재력과 재능을 발휘할 수 있으며, 수학의 필요성과 유용성을 이해하고, 수학 학습의 즐거움을 느끼며, 수학에 대한 흥미와 자신감을 기를 수 있도록 하기 위해, 지식을 이해하고 기능을 습득하는 것과 더불어 문제해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보처리, 태도 및 실천의 6가지 수학 교과 역량을 길러야 한다고 강조하고 있다(교육부, 2015).

여기에서 지속적으로 우리나라 수학과 교육과정에서 강조되어 온 역량 중 하나가 의사소통이다. 수학교육에서 의사소통은 수학을 학습하면서 학생들이 자신이 생각하는 수학에 대한 생각, 이해 정도를 지속적으로 표현하고, 읽기, 쓰기, 아이디어를 함께 토론하고 공유하면서 수학에 대한 이해를 증진시키고, 수학을 다른 영역과 연결 짓고, 자신의 사고를 명확히 하는 것을 말한다(교육과학기술부 2009; 교육부, 2015). 이종희 · 김선희 (2002)는 인간이 언어의 상호작용과 의사소통을 통하여 지식을 전달하고 생각과 정보를 주고받으며 합의하면서 살아가기 때문에, 이와 같은 의미에서 의사소통은 사회에서 살아가는데 기본적인 필수적인 수단이라고 보고 있다.

수학적 의사소통 능력의 신장은 전 세계적으로 지속적으로 강조되어온 수학교육의 목표로(National Council of Teachers for Mathematics(NCTM), 1989; 2000), 미국의 ‘학교수학을 위한 원리와 기준(NCTM 2000)’에서는 수학적 의사소통 능력에 대한 학년별 목표와 학생들의 특성 및 교사의 역할에 대go구체적으로 제시하면서 수학교육의 질과 목표, 변화를 촉진하는 기준 중 하나로 수학적 의사소통 능력을 제안함으로써 의사소통을 학교수학의 본질적인 부분으로 강화하는 역할을 하였다(장민지, 2013).

이러한 수학적 의사소통은 여러 가지 측면에서 그 중요성이 강조되어 왔는데, Mumme와 Shepherd(1990)는 수학적 의사소통은 수학적 언어와 사고를 연결시켜 수학내용을 깊이 있게 이해하게 하고 수학적 사고를 표현 할 수 있도록 하여 수학적 사고의 발달을 촉진한다고 보았으며, 이종희·김선희(2002)는 학생들이 수학적 의사소통을 통해 수학적 아이디어와 사고 과정을 창조해 나가고, 토론 과정을 통해 오류를 수정하면서 지식을 구성해 나간다고 보았다. 또 학생들은 수학적 사고, 아이디어들을 다른 학생과 교환·공유하면서 스스로 학습의 주체가 되고 능동적으로 학습에 참여할 수 있고, 수학적 언어와 사고를 연결시켜 수학에 대한 이해를 높여

주고 언어를 통해 동료들의 생각을 이해함으로써 반성적 사고의 기회를 제공하며 생각을 자유롭게 표현하는 기회를 제공함으로써 수학에 대한 학습자의 불안을 감소시킨다고 보았다.

따라서 교사는 수학 수업에서 학생이 수학적 아이디어를 다른 사람에게 이해할 수 있도록 표현하고 그것을 이해하는 능력을 배우도록 학습 환경을 조성해주어야 한다. 이를 위해 교사는 수업시간에 수학적으로 사고하고 듣고, 말하고, 쓰고, 읽는 능력을 키우기 위해 수학적 기호 및 용어와 같은 수학적 언어가 자연스럽게 사용되는 토론의 기회를 제공하는 것이 가장 좋은 방법 중 하나이다(이종희·김선희, 2002). 따라서 수학적 의사소통을 증진시키기 위한 교수 방법의 하나로 토의·토론 수업을 구안해 볼 수 있다.

## 2. 수학적 의사소통을 위한 토의·토론 수업

### 가. 토의·토론의 개념

토의란 어떤 문제에 대하여 구성원들의 합의나 결론을 이끌어내기 위하여 의견, 정보, 지식 등을 교환하면서 협력적으로 의사소통하는 과정으로, 합의를 전제로 성립한다. 토의는 일정한 형식이나 엄격한 규칙 또는 절차를 중요하게 생각하지 않으므로 생각나는 대로 자유롭게 의견을 말할 수 있도록 개방된 분위기에서 이루어지는 경우가 많다. 또한 토의에서는 결론을 이끌어내기 위해 논의하는 과정에서 구성원들이 합의하는 결론에 이르기 위해 자신의 주장이나 관점을 수정하기도 하고 심지어 포기할 수도 있다.

정재찬 외(1998)는 토의 수업이 교사와 학생 간이나 학습자 간의 의사소통을 통하여 학습하고자 하는 내용에 대한 이해를 심화하고 민주적인 의사소통 방법과 사고력을 신장시킬 수 있다. 토의 학습을 통해 학습자들에게 반성적 사고의 기회를 부여할 수 있고, 학습자 자신의 지식과 경험을 재구성하도록 촉진하며 의사소통적 능력을 증진시킬 수 있다고 말하였으며, 강대현 외(2006)은 토의에서 엄격한 절차를 강요하지 않기 때문에 학습자들의 창의적인 생각이나 의견을 도출해 낼 수 있는 장점이 있지만 철저한 준비가 되어 있지 않은 상태로 이루어진다면 무질서하고 산만해질 우려가 있음을 경고하였다.

반면, 토론 수업에서는 어떤 문제에 대하여 찬성과 반대의 의견을 가진 학생들이 상대방을 설득하기 위하여 논리적인 근거를 내세워 말하기를 하고 이에 대한 비판적인 듣기가 이루어지는 과정을 통하여 학습하고자 하는 내용에 대한 이해를 심화하고 절차를 준수하는 민주적인 의사소통 방법과 사고력을 신장시킬 수 있다. 토론 수업을 통해 학습자들은 찬반 주장이 갖는 장점과 단점을 동시에 파악하고, 자신의 주장에 대하여 상대방의 반론에 대비하는 과정에서 비판적 사고력을 높일 수 있으며 자신의 주장과 다른 주장에 대해 반박하고

합리적인 주장을 수용하는 과정을 통해 의사소통 능력을 신장시킬 수 있다.

토의·토론의 공통점은 공통의 관심사에 대해 경쟁적 혹은 협력적으로 의사소통하면서 문제에 대한 공통 이해의 기반을 넓히고 궁극적으로 갈등을 해결하려는 것이 목적이라는 점이다(강태완 외, 2001). 토의와 토론은 서로 다른 개념을 가지지만 현실적으로 토의와 토론이 완전히 분리되어 진행되는 경우는 드물며, 특히 학교 수업에 활용할 수 있는 교수법으로의 토의·토론은 수업목표를 달성하기 위한 수단이므로 정문성(2008)은 이 두 형태를 분리하여 정의할 필요가 없다고 보고 있다. 즉, 토의와 토론을 함께 사용하는 것이 현실적이고 실용적이며, 두 용어를 함께 사용하는 ‘토의·토론’이라는 용어를 사용하는 것이 바람직하다고 주장하였다.

#### 나. 토의·토론식 학습의 교육적 효과

정문성(2008)은 토의·토론 학습의 교육적 효과를 크게 5가지(의사소통능력향상, 분석적·비판적 사고력 향상, 협력적 태도 형성, 수업내용의 이해, 수업 참여도 향상)로 제시하였는데, 그 중의 하나가 의사소통 능력 향상을 가져온다는 것이다. 그는 토의·토론은 입장을 달리하는 여러 구성원들이 자신의 의견을 이야기하고 다른 구성원들의 의견을 듣는 과정으로 이루어진다. 의사소통 능력은 상대방의 의견을 제대로 이해하고 자신의 의사를 효과적으로 표현할 수 있는 능력을 말하며, 토의·토론에서 의사소통 능력은 필수적으로 갖추고 있어야 하는 능력이다. 따라서 학생들은 토의·토론 수업을 통해서 의사소통 능력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 학생들은 토의·토론 수업을 통해서 의사소통 과정에서 생기는 의견 차이를 인식하고 이런 차이를 반영하여 자신의 의사를 표현하는 방법을 배우게 되기도 한다.

이런 토의·토론식 학습의 교육적 효과에 대한 기대감으로 수학 수업에서도 토의·토론식 수업이 강조되고 있다. 예로, 요즘 가장 주목받고 있는 교수 형태인 ‘거꾸로 수업’에서도 학생들의 주요 활동인 수업내용에 대한 동영상 강의 청취와 함께 두 번째 주요 학생 활동이 교실에서의 토의·토론 활동이다. 또한 우리나라 수학과 교육과정(교육과학기술부, 2009; 교육부, 2015)에서도 ‘하고 싶은 공부, 즐거운 학교’가 되도록 학생들의 지나친 학습 부담을 줄이고 단편적인 지식교육이나 지나친 암기중심의 교육이 아닌, 학습능력을 기르고 폭넓은 인성을 기르는 교육으로의 변화를 추구하고자 수학 수업의 형태를 점차 탐구수업, 발표수업, 토의·토론 수업 등과 같이 직접 학생들이 참여하는 수업 방식으로의 변화를 강조하고 있다.

대학 입시에서도 가장 변별력 있는 입시 평가 수단으로 수리 논·구술이 부각되면서 말하고 듣고 쓰고 읽는 토의·토론식 학습방법이 주목받고 있다. 또한 관찰추천제와 입학사정관제의 도입으로 교과 성적뿐만 아니라 학생의 창의성과 인성, 잠재력 등도 대학 입시에서 매우 중요한 요소가 되었다. 따라서 학생들의 숨어있는 잠재력을 끄집어내고 창의력과 인성 개발을 위한 토의·토론 수업의 도입이 더 강조되고 있는 것이 사실이다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 연구 대상

본 연구는 경상남도 창원 소재의 일반계 고등학교 2학년 학생 중 수리논술 시험 준비를 위해 방과 후에 자율학습 시간을 이용하여 토의·토론 중심 수리논술 수업을 받게 된 남학생 6명과 여학생 4명을 연구대상으로 선정하였다. 이 학생들은 2015년 10월 14일부터 11월 26일까지 1주일에 2시간씩 야간 자율학습 시간을 이용하여 토의·토론 중심 수리논술 수업을 연구자와 함께 진행하였다.

#### 2. 연구 설계

본 연구는 목적은 토의·토론식 수리논술 수업을 진행하고 그 수업이 학생들의 ‘수학적 성향과 태도’ 및 ‘학업성취도’에 미치는 영향을 알아보고자 하는데 있다. 이를 위해 본 연구는 연구대상 학생을 선정하여 수학적 성향과 태도 및 학업성취도의 변화를 관찰하기 위해 이에 대한 사전검사를 실시한 후, 토의·토론식 수업을 적용하고 다시 사후검사를 실시하였다.

먼저 사전검사로 연구대상 학생들의 학교 내신 성적과 전국연합모의고사 성적을 학업성취도로써 조사하고, 수학에 대한 학습태도와 성향 검사는 설문조사를 이용하여 실시하였다. 그 후 연구대상 학생들을 대상으로 정규수업시간 이후 야간자율학습 시간을 이용하여 토의·토론식 수업모형에 따른 수리논술 수업을 적용하였다. 수리논술 수업의 내용은 고등학교 2학년 ‘미적분 I’의 교과 내용을 총 10차시로 구성하여 실시하였다. 토의·토론식 수리논술 수업 적용 후에는 사후검사로 학습한 교과 내용에 대한 학업성취도 변화를 알아보기 위해 사전조사 이후에 치루어진 학교 내신 성적과 전국연합학력평가 성적을 조사하고, 수학적 성향과 태도에 대한 설문조사를 재실시 하였다.

### 3. 검사도구

수학적 의사소통 중심 토의·토론식 수리논술 수업을 실시하고 연구대상 학생들의 수학에 대한 인지적 측면인 학업성취도와 정의적 측면인 수학에 대한 학습태도와 성향의 변화를 알아보려고 다음과 같은 검사 도구를 적용하였다.

#### 1) 수학 학업성취도 검사

본 연구에서 연구대상 학생들의 학업성취도 변화를 알아보기 위해 먼저 사전검사 도구로 학교내신 성적 중 2학년 1학기 성적과 전국연합학력평가 성적 중 6월에 치른 전국연합학력평가의 성적을 조사하였다. 사전 조사를 통해 수집된 자료는 평균과 표준편차를 산출하고 토의·토론 중심 수리논술수업이 적용된 후 실시한 학업성취도와 차이가 있는지 알아보기 위해 사후검사를 실시하였다. 사후검사는 2학년 2학기에 치루어진 수학 지필평가 성적과 11월에 있었던 전국연합모의고사 수학성적을 조사 대상으로 하였고, 이 두 평가 모두 '미적분 I'에 관한 평가문항을 모두 포함하고 있다.

#### 2) 수학적 성향과 태도에 관한 검사

토의·토론식 수리논술 수업을 통한 연구대상 학생들의 수학적 성향과 태도의 변화를 알아보기 위해 다음과 같이 수학적 성향 및 학습태도 검사 문항을 적용하였다.

##### ① 수학적 성향 검사 문항

수학적 성향 검사는 한국교육과정평가원(2016) 연구자료에서 제공하는 수학과 정의적 영역에 관한 설문 문항들 중, 본 연구에 적합한 질문 문항을 선택, 수정, 보완하여 사용하였다. 검사지는 아래 <표 III-1>과 같이 총 24개의 질문 문항으로 구성되어 있다. 각 문항에 대한 배점 방식은 5단계 평정척도로, 긍정적 질문의 경우 '항상 그렇다'에 응하면 5점, '대체로 그렇다'는 4점, '보통이다' 3점, '대체로 그렇지 않다' 2점, '전혀 그렇지 않다'는 1점으로 점수 부여 되어 있다. 반면 부정적 질문에 대해서는 '항상 그렇다'가 1점, '대체로 그렇다' 2점, '보통이다' 3점, '대체로 그렇지 않다' 4점, '전혀 그렇지 않다'가 5점으로 배점 처리되었다. 한편, 24개 문항들은 아래 <표 III-2>와 같이 다시 '자신감', '융통성', '의지', '호기심', '반성', '가치'와 관련된 문항으로 분류된다.



<표Ⅲ-2> 수학적 성향 검사 문항

번호	내용
1	수학 문제를 풀면 신이 난다
2	수학 문제를 풀 때 내가 푼 방법과 다른 학생이 푼 방법이 다를 때가 많다
3	금방 답이 나오지 않는 문제들을 푸는 것을 좋아한다
4	중요한 수학적 개념이나 새로운 아이디어를 배우고 싶다
5	한 번도 풀어 보지 않은 문제를 푸는데 자신이 없고 잘 못 푼다
6	수학을 이용해야만 앞으로 잘 살아나갈 수 있을 것이라 생각한다
7	수학을 재미있다고 생각한다
8	문제를 풀 때 가끔씩 교사나 교과서에서 제시하지 않은 방법을 이용할 때가 있다
9	수학 문제를 풀 때나 학습할 때 깊이 생각해 보는 것을 좋아한다
10	숫자를 가지고 공부하는 것은 나를 즐겁게 한다
11	수학 문제를 풀고 난 후 꼭 검토를 한다
12	수학을 사용할 수 있는 직장에서 일하고 싶다
13	수학에 대해 좋은 느낌을 가지고 있다
14	수학 문제를 풀 때 참고서에 나와 있는 풀이 방법을 따르지 않고 다른 방법을 강구하여 푼다
15	정답이 나올 때까지 열심히 푸는 편이다
16	수를 다루고 있는 것은 다 좋아한다
17	한번 틀렸던 문제가 다시 출제되면 그 문제는 틀리지 않는다
18	누구나 수학은 배워야 한다고 생각한다
19	수학 문제를 풀 때 항상 자신감을 가지고 있다
20	수학 문제를 다양한 방법으로 풀기를 좋아한다
21	수학을 잘하기 위하여 꾸준히 노력한다
22	수학을 잘하는 친구를 좋아한다
23	다른 학생들이 수학 문제를 푸는 방법을 눈여겨보곤 한다
24	수학은 일상생활의 문제들을 해결하는데 있어서 유익하다

<표Ⅲ-3> 수학적 성향 검사 구성별 문항 및 문항 수

구성 요인	문항 번호	문항 수
자심감	1, 7, 13, 19	4
융통성	2, 8, 14, 20	4
의지	3, 9, 15, 21	4
호기심	4, 10, 16, 22	4
반성	5, 11, 17, 23	4
가치	6, 12, 18, 24	4

## ① 수학적 태도 검사 문항

수학 태도 검사는 학생의 수학 학습에 대한 태도의 변화가 있는지 알아보기 위한 것으로, 본 연구에서는 한국교육과정평가원(2016) 연구자료에서 제공하는 수학과 정의적 영역에 관한 설문 문항들 중, 본 연구에 적합한 질문 문항을 선택하여 사용하였다. 사전검사는 학생의 수학에 대한 학습태도에 초점을 맞추어 답할 수 있도록 하였고, 검사 질문 문항은 아래 <표 III-3>과 같이 15문항 구성되어 있으며, 각 문항에 대한 배점 척도는 앞의 수학적 성향 검사지의 척도와 동일한 방식으로 적용하였다. 또한 15개의 검사문항은 다시 아래 <표III-4>와 같이 자신감과 우월감, 흥미와 목적의식, 성취동기, 주의집중, 능동적 학습이라는 총 5개의 영역으로 분류되었다.

&lt;표III-4&gt; 수학 학습태도 검사 문항

번호	내용
1	나는 수학 공부가 쉽다
2	나는 수학 수업 시간이 즐겁다
3	나는 수학시간에 배운 것을 응용해 보고 싶다
4	나는 수학시간에 다른 생각을 많이 한다
5	나는 수학시간에 발표하는 것을 좋아한다
6	나는 수학을 잘하는 편이다
7	나는 수학시간이 끝났을 때 무엇을 배웠는지 잘 모른다
8	나는 수학시험을 본 후에 빨리 점수를 알고 싶다
9	나는 수학시간에 다른 학생과 장난을 하지 않는다
10	나는 수학시간에 모르는 것이 있으면 질문한다
11	나는 수학에 소질이 있는 것 같다
12	나는 수학공부를 지금보다 더 잘 하려고 연습을 한다
13	나는 다른 학생보다 수학공부를 더 잘하고 싶다
14	나는 수학시간에 시간이 빨리 간다고 느낀다
15	나는 수학 과목은 연습을 해야 한다고 생각한다.

&lt;표III-5&gt; 수학 학습태도 검사의 영역 및 문항번호

영역	문항번호
자신감과 우월감	1, 6, 11
흥미와 목적의식	2, 7, 12
성취동기	3, 8, 13
주의집중	4, 9, 14
능동적 학습	5, 10, 15

#### 4. 토의·토론식 수리논술 수업 자료 개발 및 적용

본 연구에서 토의·토론식 수리논술 수업은 2015년 10월 14일부터 11월 26일까지 매주 야간 자율학습 시간을 이용하여 2시간씩 총 10차시에 걸쳐서 진행되었다. 마지막 10차시 수업은 수리논술 실전문제를 다루어보는 시간으로, 실제 수업이 진행되지는 않았으므로 실제적으로 총 9차시에 걸쳐 토의·토론식 수리논술 수업이 실시되었다. 이 수업에 적용된 수업 내용은 2009개정 수학과 교육과정에 따른 고등학교 2학년 '미적분 I'의 단원과 관련된 내용은 아래 <표 III-5>와 같이 구성되었다.

<표III-6> 토의·토론식 수리논술 수업 학습내용

차시	일시	학습내용	관련 단원
1	10월 14일	극한의 대소 관계를 이용한 수열의 극한	수열의 극한
2	10월 15일	도형을 이용한 등비급수	급수
3	10월 21일	여러 가지 함수의 극한값	함수의 극한
4	10월 22일	중간값 정리를 활용한 근의 존재성	함수의 연속
5	10월 29일	함수의 정의에 따른 미분계수와 도함수	미분계수와 도함수
6	11월 4일	함수의 증감을 이용한 그래프의 개형	도함수의 활용
7	11월 5일	도함수와 부정적분을 이용한 함수 찾기	부정적분
8	11월 18일	정적분을 이용한 급수의 합	정적분
9	11월 19일	정적분을 이용한 도형의 넓이	정적분의 활용
10	11월 26일	실전문제	

각 차시별로 아래 <표III-6>과 같이 교수-학습 주제에 따른 교사와 학생의 교수-학습 활동을 설정하고, 주제별로 수리논술 학습지를 개발하여 연구대상 학생들에게 토의·토론식 수리논술 수업을 적용하였다.

&lt;표Ⅲ-7&gt; 차시별 교수·학습 활동

차시	주제	교사	학생
1	극한의 대소 관계를 이용한 수열의 극한	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수열의 합</li> <li>- Squeeze 정리</li> <li>- 수열의 합과 부등식의 성질을 이용하여 수열의 범위를 구한 다음 Squeeze 정리를 적용하여 극한값을 구하도록 유도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수열의 합을 구한다</li> <li>- 부등식의 성질을 이용하여 수열의 범위를 구한다</li> <li>- Squeeze정리 적용하여 수열의 극한을 구한다</li> <li>- 자신이 구한 것을 조별학습을 통해 다른 학생과 토의</li> </ul>
2	도형을 이용한 등비급수	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 급수의 합과 등비급수의 합 유도</li> <li>- 도형의 닮음비를 이용한 등비급수의 합을 구하도록 유도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도형의 닮음비를 이용한 등비급수의 합을 구하고 이를 조별학습을 통해 토의</li> </ul>
3	여러 가지 함수의 극한값	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조건에 맞는 직선의 방정식을 구하여 <math>y</math>절편을 구하도록 유도</li> <li>- 구한 함수식을 적용하여 함수의 극한값을 구한다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 직선의 방정식을 구하여 절편을 변수 <math>t</math>에 관한 함수식으로 표현</li> <li>- 함수의 극한값을 구한다</li> </ul>
4	중간값 정리를 활용한 근의 존재성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중간값의 정리와 함수의 그래프의 개형을 이용하여 방정식의 실근의 존재성을 보여 줄 수 있도록 유도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미분을 통한 함수의 증감을 이용하여 함수의 그래프의 개형을 그리고 중간값의 정리를 통해 방정식의 실근의 존재성을 토의</li> </ul>

차시	교수학습내용	교사	학생
5	함수의 정의에 따른 미분계수와 도함수	- 함수식의 변형을 이용하여 미분계수의 정의와 도함수의 정의를 적용하도록 유도	- 극한을 이용한 미분계수의 정의와 도함수의 정의를 통해 함수식의 변형
6	함수의 증감을 이용한 그래프의 개형	- 미분계수의 부호를 이용한 구간에서의 증감으로 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있도록 유도 - 함수의 그래프를 통해 방정식의 실근의 개수를 유추	- 미분계수의 부호를 통해 함수의 증감에 대한 토의 - 함수의 그래프 개형을 통한 방정식의 실근의 개수에 대한 토의
7	도함수와 부정적분을 이용한 함수 찾기	- 다항함수의 미분과 적분을 통해 조건에 맞는 함수 유추	- 다항함수를 미분하면 차수가 줄어 들고 적분하면 차수가 늘어난다는 사실을 이용하여 함수를 유추
8	정적분을 이용한 급수의 합	- 급수의 합을 정적분을 통해 구하고 정적분의 식을 평행이동이나 치환을 통해 다른 정적분의 식으로 표현할 수 있도록 유도	- 정적분의 정의를 이용하여 급수로 나타내어진 식을 정적분으로 구함 - 정적분의 식을 이동을 통해 다른 식으로 표현
9	정적분을 이용한 도형의 넓이	- 주어진 그림을 좌표평면에 적용하여 포물선의 방정식과 접선의 방정식을 통해 정적분으로 넓이를 구할 수 있도록 유도	- 주어진 그림에서 대칭성을 이용하여 넓이를 구함에 있어 좌표평면에서 포물선과 접선의 방정식을 구하여 정적분으로 넓이를 구함

1) 토의·토론식 수리논술 수업 절차

본 연구에 적용된 토의·토론식 수리논술 수업 진행 절차는 아래 <표 III-6>과 같이 문제제시, 개별학습 및 모둠학습, 전체토의 및 개별정리 순으로 진행된다. 각 단계별 세부적 교수-학습 활동을 정리하면 다음과 같다.

<표Ⅲ-9> 토의·토론식 수리논술 수업 교수-학습모형

문제제시	개별학습 및 모둠학습		전체토의 및 개별정리
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단원 및 문제 관련 학습</li> <li>- 배경 지식이 될 만한 학습 자료 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제시문제 분석 및 조건파악</li> <li>- 해결계획 작성</li> <li>- 관련 자료 찾기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠별 토의</li> <li>- 토의 결과를 토대로 한 해결방안 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠별 해결방안 발표</li> <li>- 주제에 대한 개별 심화학습</li> <li>- 수학적 지식을 이용하여 모둠별 발표 내용 종합</li> </ul>

#### (가) 문제 제시

수학적 내용이 학습될 근거와 필요성이 인식될 수 있는 문제 상황을 제시한다. 이 문제 상황은 학생들이 주변에서 일어날 수 있는 상황으로 수학의 발생적 근원과 수학의 가치를 인식시키며 학생들의 문제 인식과 호기심을 갖게 하고 반성적 사고를 요구하는 상황이다.(장혜원, 2002) 이 단계에서는 교사는 먼저 개별학생의 수학적 지식에 대한 수준과 성향을 미리 파악하고 있고 이를 고려하여 학생이 속한 모둠에서 자신이 알고 있는 수학적 지식이나 의견을 자유롭게 제시할 수 있도록 3인 또는 4인의 모둠으로 구성한다.

#### (나) 개별 학습 및 모둠 학습

모둠에서는 배부된 수리논술 학습지를 보고 개별적으로 문제를 인식하고 문제에서 요구하는 수학적 주제에 대하여 자신이 알고 있는 수학적 지식을 이용하여 논리적으로 기록장에 기록한 다음 자연스럽게 모둠원끼리 자신이 생각한 의견을 제시하고 모둠장은 모둠원들이 제시하는 여러 가지 의견들 중 가장 논리적이고 합리적인 해결방안을 정리하여 발표할 수 있도록 준비한다. 이 단계에서는 모둠원 간의 의견제시를 통해 개별학습을 할 수 있는 기회를 제공하고 모르는 부분에 대하여 서로의 의견을 통해 학습할 수 있는 기회를 제공한다. 다시 말해 자신이 알고 있는 수학적 지식을 모둠원 간에 공유함으로써 개별학습과 소집단학습이 서로 피드백을 주고받는 단계이다. 이를 위해서 고려해야 할 점은 학생들의 적극적인 참여의식과 모둠원의 의견을 조율할 수 있는 모둠장의 역할이 중요하다. 그리고 교사는 학생들이 문제 상황을 충분히 이해하고 나름대로의 해결 방법을 찾을 수 있도록 충분한 시간적 여유를 제공하고 어려움을 겪는 소집단에 도

움을 주거나 소집단별 관찰을 통해 전체 토의에서 어떤 방법이 발표될지 파악한다.

(다) 전체 토의 및 개별정리

개별학습과 모둠 학습을 통해 얻어진 수학적 해결 방법을 모둠별로 돌아가면서 학생들에게 발표한다. 이때, 단순히 객관적 사실들의 설명만을 나열하는 것이 아니라 해결 방법에 대한 충분한 근거를 수학적 지식을 이용하여 알고리즘이나 그래프, 그림을 통하여 제시하고 다른 학생들은 이에 대해 반박하거나 좀 더 세련되고 간단한 방법이 있는지 생각하고 보충함으로써 전체 학생들이 각 차시마다 다루어지는 수학적 주제에 대해 수학적 지식을 충분히 공유하고 학생들 자신의 것으로 만들 수 있도록 유도한다. 이 때, 교사는 적절한 안내를 통해 학생들의 해결 방법을 좀 더 단축화, 추상화, 일반화, 형식화 되게 할 수 있도록 수학적 지식과 그래프, 그림을 통해 모둠의 발표를 도움을 준다. 모든 모둠의 발표가 마친 후 교사는 주어진 문제에 대하여 다른 방법이 있는지 다시 한 번 더 생각해 보는 시간을 가지게 한 후 주어진 문제에 대한 수학적 지식을 정리하여 주어 개별학습이 될 수 있도록 수리논술기록장에 기본개념, 핵심문제 및 풀이, 느낀 점을 기록하도록 지도한다.

2) 차시별 토의·토론식 수리논술 수업 적용

본 연구에서 각 차시별로 적용된 수업에서는 연구대상 학생 10명을 3개의 모둠으로 만들고, 각 모둠마다 학업성취도가 우수한 학생을 1명 이상 배치하여 모둠 토의, 토론이 원활하게 진행될 수 있도록 팀장 역할을 맡겼다. 각 모둠에게는 사전에 준비된 수리논술 문제를 제시하고 각 개별 학생들에게는 모둠에서 이루어진 문제 해결 활동 결과를 개별적으로 보고하는 아래 [그림 III-1]과 같이 ‘수리논술기록장’을 배부하였다. 이렇게 모둠과 활동지가 준비된 후, 교사와 학생들은 아래 <표 III-9>에서 보여주는 등비급수 수업 예시와 같이 토의·토론식 수리논술 수업 절차에 따라 수업 활동을 진행하였다.

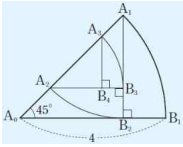
영역	내용	강의제목(주제)
학습요항	내용(글이나 그림으로 표현)	
기본개념		
핵심문제 및 풀이 정리 (느낀점)		

## [그림 III-1] 수리논술기록장

&lt;표 III-9&gt; 토의·토론식 수리논술 수업 절차에 따른 교수-학습 활동 (예시)

지도대상		실험집단	시간	100분	
단원		급수	소단원	등비급수의 활용	
학습목표		도형의 닮음을 이용한 등비급수의 합을 구할 수 있다.			
토의·토론 적용의도		개념학습을 하는데 있어서 개념을 구체화시키고 이해를 높여주며 개념을 가지고 정리를 유도하는데 있어 토의·토론 학습의 역할을 기대하여 토의·토론 수업을 시도한다.			
학습 단계	학습 내용	교수·학습 활동		자료 활용 및 유의점	시간
		교사	학생		
문제 제시	학습 목표 제시	▶ 학습목표를 제시 - 도형의 닮음을 이용한 등비급수의 합을 구할 수 있다	▶ 학습목표를 보고 인지한다 - 도형의 닮음을 이용한 등비급수의 합	▶ 학습지배부	2분
	문제 확인	▶ 긴 발문을 차례로 이해하여 문제에서 요구하는 것이 무엇인지 정확히 이해하게 한다	▶ 문제의 요지를 정확하게 파악한다	▶ 개별적으로 문제를 읽어보고 생각할 시간을 가진다	3분



학습 단계	학습 내용	교수·학습 활동		자료 활용 및 유의점	시간
		교사	학생		
문제 제시	배경 지식 이해	<p>▶ 등비수열과 그 수열의 합을 구하는 방법에 대하여 모둠에서 토의하도록 지도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>a_n = ar^{n-1}</math></li> <li>- <math>S_n = \frac{a(1-r^n)}{1-r}</math></li> </ul> <p>▶ 등비수열의 극한을 이용하여 등비급수를 구하는 방법에 대하여 모둠에서 토의하도록 지도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a(1-r^n)}{1-r}</math></li> <li>- 공비 <math>r</math>의 범위에 따라 수렴과 발산이 달라짐</li> </ul> <p>▶ 도형의 닮음비와 공비의 관계를 생각해 보도록 유도한다</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공비 <math>r</math>과 닮음비</li> </ul>	<p>▶ 등비수열과 그 수열의 합을 구하는 방법에 대하여 모둠원끼리 토의한다</p> <p>▶ 등비급수의 합을 구하는 방법에 대하여 모둠원끼리 토의한다</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a(1-r^n)}{1-r} = \begin{cases} \frac{a}{1-r} &amp; (-1 &lt; r &lt; 1) \\ \text{발산} &amp; (\text{그 외의 경우}) \end{cases}</math></li> </ul> <p>▶ 도형의 닮음비와 공비의 관계에 대하여 생각해 본다</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\frac{a_2}{a_1} = \dots = \frac{a_n}{a_{n-1}} = r</math></li> </ul>	<p>▶ 각 모둠의 장은 모둠원이 토의한 내용을 알 수 있도록 하고 토의한 내용을 정리한다</p> <p>▶ 모둠에서 정리한 내용을 발표</p>	20분
개별 학습 및 모둠 학습	문제 해결	<p>▶ 배경지식을 이용하여 주어진 제시문을 분석하여 개별적으로 해결 계획을 작성하도록 지도</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도형의 닮음비를 구하도록 유도</li> <li>- <math>l_{n+1} = \frac{\sqrt{2}}{2} l_n</math></li> </ul>	<p>▶ 제시문을 읽고 해석하여 문제를 해결할 방법에 대하여 계획을 세워 문제에 적용하여 문제를 푼다</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들 스스로 생각하는 과정을 통하여 닮음비와 공비의 관계를 이해한다</li> <li>- <math>\frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{1}{\sqrt{2}}</math></li> </ul>	<p>▶ 학생들 스스로 수열의 귀납적 정의를 이용하여 수열에 관한 식을 세워 정리할 수 있도록 한다</p>	20분

개별 학습 및 모둠 학습	문제 해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶모둠별 토의</li> <li>- 토의 결과를 토대로 해결방안 작성</li> <li>- <math>l_1 = \pi, r = \frac{\sqrt{2}}{2}</math></li> <li>- <math>\sum_{n=1}^{\infty} l_n = \frac{\pi}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}} = (2 + \sqrt{2})\pi</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶개별학습에서 생각해 본 문제해결과정을 바탕으로 모둠별 토의</li> <li>- 모둠장은 토의 결과를 바탕으로 해결 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶모둠원이 다 같이 참여할 수 있도록 지도한다</li> </ul>	30분
전체 토의 및 개별 정리	해결 방안 발표 및 개별 심화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶모둠별 해결방안 발표</li> <li>- 발표자는 각 모둠에서 정하하도록 지도</li> <li>- 발표시간은 5분을 넘지 않도록 지도</li> <li>▶개별심화학습</li> <li>- 개별적으로 수리논술기록장을 작성</li> <li>- 개별적으로 심화학습할 수 있도록 10분정도의 시간을 줌</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶모둠학습의 결과 발표</li> <li>- 모둠장은 발표할 사람을 정한다</li> <li>- 모둠원끼리 발표내용 정리</li> <li>▶수리논술기록장 작성</li> <li>- 개별 심화학습</li> <li>- 기본개념</li> <li>- 핵심문제 및 풀이</li> <li>- 정리(느낀점)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶모둠별 발표에서 같은 풀이가 나올 경우 차이점만 발표하도록 한다</li> <li>▶수리논술기록장은 개별 심화학습을 위해 자기주도적으로 작성하도록 한다</li> </ul>	25분

#### IV. 연구결과

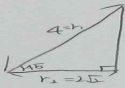
토의·토론식 수리논술 수업의 가장 큰 목적은 학생들에게 수학 학습태도와 성향을 변화시켜 수학에 대하여 흥미를 가지도록하고 수학을 싫어하는 과목이 아니라 논리성과 의사소통 능력 향상을 가져올 수 있는 과목으로 인식하도록 하는 것이다. 하지만 많은 학생들이 수학에 대한 관심이 없고, 수학적 문제해결 과정에 있어서 문제 자체를 제대로 해석하고 문제에서 요구하는 것이 무엇인지 파악하는데 어려움을 겪고 있다.

이에 본 연구는 연구대상 학생들이 토의·토론식 수리논술 수업을 통해 제시된 수학 문제를 제대로 읽고 해석하는 힘을 길러 문제해결에 성공하고 그로 인하여 수학에 대한 긍정적인 태도와 성향을 가지도록 하고자 하였다. 이런 본 연구의 의도에 따라 적용된 토의·토론식 수리논술 수업에서 수집된 연구대상 학생들의 반응 결과물이라 할 수 있는 ‘수리논술 기록장’은 연구대상 학생들이 나름대로 수학문제를 어떻게 해석하고 어떻게 문제 해결을 해 갔는지에 대한 그 사고 과정을 간접적으로 파악할 수 있다. 아래 [그림 IV-1]의 예와 같

이 각 차시별로 학생들이 기록한 수리논술기록장은 연구자에 의해서 분석되었고, 그 분석 결과, 각 수학 주제별로 아래 <표 IV-1>과 같이 공통적으로 겪는 문제해결의 어려움이 발견되었다.

<표 IV-1> '수리논술기록장'을 통한 각 차시별 수학 문제해결 어려움 분석 결과

차시	내용	학생 반응 및 문제점
1	수열의 극한	- 문제가 단계별로 구성되어 있다는 것을 인지하지 못함 - 역수가 되면 부등호의 방향이 바뀌는 원리에 대하여 알지 못함.
2	급수	- 등비급수의 합을 구하는 과정에서 대부분의 학생이 도형의 답음을 이용하지 않고 등비수열의 첫째항과 둘째항을 이용하여 문제를 해결하려고 함.
3	함수의 극한	- 직선의 방정식을 구할 때 기울기와 한 점을 이용한다는 것은 알고 있으나 두 직선이 수직이 될 조건을 알지 못함 - 중점을 대입하여 식의 정리에서 실수를 하는 경우가 있음
4	함수의 연속	- 함수의 그래프를 이용하여 방정식의 실근의 개수를 조사함에 있어 학생들은 중간값(사이값) 정리를 사용하여 문제를 해결하고 있으나 기록지에는 롤의 정리라고 용어를 잘못 사용하고 있는 경우가 있음 - 수학적 개념은 알고 있지만 수학적 용어를 잘 못 알고 있는 경우가 있음
5	미분계수와 도함수	- 주어진 식을 변형하여 도함수의 개념에 적용하는 문항으로 대부분의 학생들이 무난하게 해결함
6	도함수의 활용	- 미분계수의 부호를 이용하여 구간에서의 함수의 증감을 파악하여 함수의 그래프를 그리는 문항으로 대부분의 학생이 미분계수의 부호를 이용하여 함수의 증감을 파악함
7	부정적분	- 학생들이 부정적분이 하나뿐이라고 생각하는 오류를 가지고 있음- 토의를 통해 적분상수의 존재에 대하여 생각함
8	정적분	- 정적분을 이용하여 급수의 합을 구해야 되지만 정적분의 정의를 알지 못해 수열의 합의 극한을 이용하여 문항을 해결하려고 함
9	정적분의 활용	- 정사각형의 두 대각선에 대칭이고 대각선에 접하는 사분원이라 생각하여 문제에 접근하는 하지만 토의 과정에서 오류를 찾아 곡선의 방정식을 찾아 정적분을 통해 해결

학습요망	내용(글이나 그림으로 표현)
기본개념	$\left(\frac{a}{r}\right) = \frac{a}{r} \quad (-1 < r < 1)$ <p>호의 길이 = 반지름 × 중심각.</p>
핵심문제 및 풀이	<p>① <math>l = r\theta = \frac{\pi}{4}r</math></p> <p>② <math>r_1 = 4</math> <math>r_2 = 2\sqrt{2}</math></p>  <p>③ 공비 = <math>4 + 2\sqrt{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}</math> . <math>a_n = \frac{\pi}{4}r</math></p> <p>④ <math>\sum_{n=1}^{\infty} l_n = \frac{4 \times \frac{\pi}{4}}{1 - \frac{1}{\sqrt{2}}} = (2 + \sqrt{2})\pi</math></p>
정리 (느낀점)	<p>그림이나 식명이 복잡했음에도 불구하고 공비만 찾으면 되는 문제임을 알고 이런 유형의 문제는 풀어야 할만한 생각을 함</p>

[그림 IV-1] 학생의 ‘수리논술기록장’ 기록 예시

이상과 같이 토의·토론식 수리논술 수업이 적용된 후, 연구대상 학생들의 학업성취도 변화와 수학적 성향 및 태도 변화를 알아보기 위해 수업이 적용되기전 실시된 사전검사 결과와 수업이 적용된 후에 실시한 사후검사 결과를 비교, 분석하였으며, 다음은 그 결과를 요약 정리한 것이다.

### 1. 사전-사후 검사 결과 비교

#### 1) 학업성취도 비교

연구대상 학생들의 학업성취도 변화 조사를 위해 토의·토론식 수리논술 수업이 적용되기 전인 2학년 1학기 말 수학 내신 성적과 6월에 치른 전국연합학력평가 수학적능을 사전 점수로, 수업 적용이 된 후인 2학년 2학기 말 수학내신 성적과 11월에 치른 전국연합학력평가 수학적능을 사후 점수로 설정하였다. 그 사전, 사후 점수의 평균과 표준편차를 비교한 결과, 아래 <표 IV-2>와 같이 조사되었다.

#### 가) 수학 내신 성적(사전-사후 비교)

<표 IV-2> 수학 내신 성적 사전-사후 비교

구분	사전		사후	
	평균	표준편차	평균	표준편차
수학내신성적	94.6	4.1	92.0	8.21

연구대상 학생들의 수학 내신 성적 비교를 실시한 결과, 토의·토론식 수리논술 수업이 학생들의 내신 성적 향상에 영향을 미치지 못하고, 오히려 평균점수는 조금 더 낮아지고 표준편차 점수가 더 높게 나타나, 사후검사에서 연구대상 학생들간의 내신 수학 성적의 차이가 더 커진 것으로 분석된다.

나) 전국연합학력평가 수학성적(사전-사후 비교)

<표 IV-3> 전국연합학력평가 수학성적 사전-사후 비교

구분	사전		사후	
	평균	표준편차	평균	표준편차
전국연합학력평가 수학성적	106.6	10.6	111.4	10.5

전국연합학력평가 사전, 사후 조사 결과, 토의·토론식 수리논술 수업을 적용받은 후인, 사후평가에서 평균점수가 106.6에서 111.4로 향상되었고, 표준편차는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

2) 수학 학습태도 설문조사 결과

연구대상 학생들별 수학 학습태도에 관한 사전, 사후 설문조사 결과를 정리하면 아래 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 수학 학습태도 사전-사후검사 결과 비교

구분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	평균
사전	3.4	3.3	3.3	3.0	2.9	3.2	3.3	3.0	2.5	2.9	3.1
사후	3.3	3.3	3.3	3.1	3.5	3.1	3.2	3.2	3.7	3.7	3.3

위 <표 IV-4>에서 보여주는 바와 같이 연구대상 학생들의 수학 학습태도 사전, 사후 검사 점수 비교결과, 전체 평균은 사전(3.1)과 사후(3.3) 점수가 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이에 수학 학습태도 설문지 문항을 자신감과 우월감, 흥미와 목적의식, 성취동기, 주의집중, 능동적 학습과 관련된 5개 영역으로 분류한 후, 각 영역별 사전점수와 사후점수

평균을 비교해 보면 아래 <표IV-5>와 같다.

<표IV-5> 수학 학습태도 하위영역별 설문조사 결과 사전-사후 점수 비교

수학 학습태도 하위 영역	사전검사 평균	사후검사 평균
자신감과 우월감	2.63	2.73
흥미와 목적의식	2.73	3.07
성취동기	3.70	3.83
주의집중	2.73	3.27
능동적학습	3.63	3.80

위 수학 학습태도 하위 5개 영역의 조사 결과를 살펴보면, ‘자신감과 우월감’은 사전(2.63), 사후(2.73)으로 거의 차이가 없었고, ‘흥미와 목적의식’은 사전(2.73), 사후(3.07)로 0.26점 향상된 것으로 나타났다. ‘성취동기’ 영역에서는 사전(3.70), 사후(3.83)으로 거의 차이가 없었으며, ‘주의집중’ 영역은 5개 하위영역 중, 가장 많이 점수가 향상된 영역으로, 사전( 2.73), 사후(3.27)로 0.54점 차이가 났다. 마지막으로 ‘능동적 학습’영역은 사전(3.63), 사후 (3.80)으로 약간 점수가 상승한 것으로 나타났다.

### 3) 수학적 성향 설문조사 결과

연구대상 학생들별 수학적 성향에 관한 사전, 사후 설문조사 결과를 정리하면 아래 <표 IV-6>와 같다.

<표IV-6> 수학적 성향 사전-사후검사 결과 비교

구분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	평균
사전	3.46	3.13	3.43	3.04	3.13	3.00	3.33	3.25	2.63	2.67	3.10
사후	2.92	2.88	3.13	3.13	3.21	3.42	2.96	2.96	3.54	4.33	3.25

위 <표 IV-6>에서 보여주는 바와 같이 연구대상 학생들의 수학적 성향 사전, 사후 검사 점수 비교결과, 전체 평균은 사전(3.10)과 사후(3.25) 점수가 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이에 수학적 성향 설문지 문항을 자신감, 융통성, 의지, 호기심, 반성, 가치와 관련된 6개 영역으로 분류한 후, 각 영역별 사전점수와 사후점수 평균을 비교해 보면 아래 <표 IV-7>과 같다.

&lt;표IV-7&gt; 수학적 성향 검사 결과 분석 - 자신감

검사문항	사전검사 평균	사후검사 평균
자신감	3.10	3.38
융통성	3.00	3.05
의지	3.25	3.48
호기심	3.15	3.38
반성	3.23	3.18
가치	2.90	3.03

수학적 성향에 대한 하위 6개 영역의 설문조사 결과를 살펴보면, ‘반성’과 관련된 설문 문항에서만 사전(3.23)점수 보다 사후(3.18)점수가 더 낮은 것으로 나왔고, 나머지 하위 영역에 관한 설문에서는 모두 약간의 긍정적으로 향상된 점수를 나타냈다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 토의·토론 중심 수리논술수업이 수학 학습태도 및 성향과 수학 학업성취도에 미치는 영향을 알아보기 위해 진행되었다. 토의·토론 중심 수리논술 수업을 연구대상 학생들에게 적용한 결과, 수학 내신 성적과 수학 학습태도 변화에 큰 변화는 나타나지 않았지만 전체적으로 사전검사보다 사후검사의 평균 점수가 높게 나타나 토의·토론 중심 수리논술수업이 학생들의 수학 학습태도 및 성향과 학업성취도에 긍정적 역할을 어느 정도 한다고 볼 수 있다. 이러한 연구결과를 토대로 다음과 같은 연구 결론을 도출하고자 한다.

첫째, 수리논술 수업은 전통적인 수업모델인 일제식 수업보다 수학 학습태도와 성향에 긍정적 역할을 하는 교수법으로 볼 수 있다. 학생들이 수학의 유용성과 의미를 인식할 수 있는 다양한 형태의 문항을 해결하는 과정에서 수학을 체험하고 수학의 가치와 유용성을 인식할 수 있었다. 수학을 수동적으로 받아들이고 외우는 것에서 다른 학생들과 토의하는 과정에서 자신의 활동을 반성하고 새로운 것을 학습함으로써 수학학습에 대한 긍정적인 신념이 형성될 수 있음을 연구과정에서 볼 수 있었다.

둘째, 토의·토론 중심 수리논술수업이 개인의 수학적 문제해결 능력을 가져왔다고 판단하기에는 본 연구의 결과가 충분한 정보를 제공하지 못하나, 확실한 것은 토의·토론 중심 수리논술수업이 학생들에게 자신의 문제해결 과정과 결과를 다른 학생과 공유할 수 있는 중요한 수학적 의사소통 기회를 제공한 것은 틀림없다. 본 연구에서 연구대상 학생들은 자

신의 생각을 논리적으로 다른 학생들에게 설명하고 정당화하는 수학적 의사소통 경험을 하였으며, 이것은 그 학생들에게 수학을 다른 시각으로 바라 볼 수 있게 만들어 주는 좋은 기회가 되었다고 생각한다.

셋째, 토의·토론 중심 수리논술 수업은 고등학교 수학시간의 새로운 교수·학습방법이 될 수 있을 것이다. 하지만 우리나라 고등학교 수학 수업이 대학입시라는 큰 관문을 통과하기 위한 준비과정이라는 인식과 진도문제를 가지고 있는 한, 정규 수학수업에서 토의·토론 중심 수리논술 수업을 진행하는 것은 많은 어려움이 있다. 따라서 현실을 감안하여 토의·토론 중심 수리논술 수업을 일정한 학습 진도가 나간 다음 보충 확인 학습시간에 활용한다면 효과적인 교수·학습 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 강대현 외(2006). **초·중·고 토론학습지도자료(2)**. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2006-25-3.
- 강태완 외 (2001). **토론의 방법**. 커뮤니케이션북스.
- 김세란, 김영옥(2015). **2009 개정 수학과 교육과정에 대한 수학교사들의 인식조사와 현장 실태**. 경남대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 교육과학기술부 (2011). **교육과학기술부 고시 제 2011-361호[별책 8]. 2009 개정 수학과 교육과정 총론**. 교육과학기술부.
- 교육부(2015). **교육부 고시 제 2015-74호[별책 8]. 2015 개정 수학과 교육과정 총론**. 교육부.
- 민남용(2016). **토의·토론 중심 수리논술수업이 고등학생들의 정성적 요인과 학업성취도에 미치는 영향**. 경남대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이종희, 김선희 (2002). **수학적 의사소통**. 서울: 교우사.
- 장민지 (2013). **수학적 의사소통의 관점에서 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정의 수학 교과서 비교 분석 - 중학교 2학년 교과서를 중심으로 -**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문
- 장혜원 (2002). **수학 학습을 위한 상황문제의 활용**. **대한수학교육학회지 학교수학** 제4권 제3호. pp.483-494.
- 정문성 (2008). **토의·토론 수업 방법 36**. 서울: 교육과학사
- 정재찬 외 (1998). **국어과 토의·토론 학습의 수업모형 개발 연구(1)**. 선정어문, 26호.



- 한국교육과정평가원 (2016). 연구자료 ORM2016-26-1[KICE 2016 이슈페이퍼]. **국가수준  
학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 설문 문항 개선 방안**. 한국교육과정평가원.
- NCTM (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, va.:The National Council of Teachers of Mathematics, Inc. 구광조, 오병승, 류희찬(공역)(1992). **수학교육과정의 평가의 새로운 방향**. 서울: 경문사.
- NCTM (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA.: NCTM.

Young-Ok Kim  
Department of Mathematics Education  
Kyungnam University  
Changwon 631-701, Korea  
Email address: youokim@kyungnam.ac.kr

Nam Woong Min  
Department of Mathematics Education  
Kyungnam University  
Changwon 631-701, Korea  
Email address: omikron42@hanmail.net