

중학교 학생들의 기하 과제 해결을 위한 논증 활동의 특징 탐색 - Verheij의 반박 유형을 중심으로 -1)

항해정* · 홍성기**

본 연구에서는 학생들이 스스로 대화에 참여하여 자신과 상대방 간의 생각을 나누는 과정, 즉 반성, 변화 및 설득해 가는 과정에서 논증 활동을 경험하는 기회를 가지는 것이 중요하다고 판단하여 수학 수업 시간에 학생들이 과제를 해결하는 과정에서 이뤄지는 논증 활동을 면밀히 살펴보고자 하였다. 또한, 논증 활동 요소 중 하나인 ‘반박’에 중점을 두어 학생들이 수학 과제를 해결하는 과정에서 나타나는 반박의 유형이 무엇인지, 또 논증 활동이 일어나는 상황에서 반박이 논증 요소 중 무엇을 목표로 하는지 살펴보고자 하였으며, 이때 Verheij(2005)가 제안한 다섯 가지 반박 유형에 기초하여 탐색하고자 하였다. 이를 위하여 중학교 3학년 4명의 학생들을 대상으로 두 개의 기하 과제 중심의 토론 수업을 약 50분씩 두 차례 진행하고, 한 차례 반 구조화된 면담을 실시하였다. 본 연구를 통하여 학생들의 논증 활동에서 반박 유형에 초점을 두고 논증 활동을 세밀하게 탐색해 봄으로써 논증 활동에 대한 보다 견고한 이해를 돕고자 하였다.

1. 서론

최근 과학교육 분야에서는 타 교과에 비해 상대적으로 논증 활동에 대한 중요성이 제기되며 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉, 과학 수업에서 학생들이 직접 수행하는 관찰, 측정, 실험 등의 활동을 통해 자료를 수집하고 이를 토대로 과학적 문제나 사회적 문제를 다루며, 이러한 논증 활동 과정에서 의사결정의 변화 및 추론을 강조하는 연구가 이뤄지고 있으며(고연주, 최윤희, 이현주, 2015; 양일호 외, 2015), 이에 따른 논증과 논증 활동에 대한 중요성이 제기되고 있다. 또, 과학 과제를 탐구 개발하여 소집단의 논변활동을 실시하고 이에 대한 학생들의 반

응을 탐색해 봄으로써 과제가 소집단의 논변 발달에 미치는 영향을 분석한 연구도 있다(윤선미, 김희백, 2011; 이은주, 윤선미, 김희백, 2015).

한편, 양일호 외(2015)는 과학적 개념의 변화와 비판적 사고 능력의 함양을 위해 논증 활동의 중요성을 강조하고, 특히 학생들의 의사결정의 변화를 알아보기 위해 반박 자료를 제시하였는데 이때 의사결정이 변하는 경우가 변하지 않는 경우보다 더 많은 것으로 나타났다. 또, 한혜진 외(2012)는 Toulmin(2003)의 여섯 가지 논증 요소인 ‘주장(Claim)’, ‘자료(Data)’, ‘보장(Warrant)’, ‘지지(Backing)’, ‘한정어(Qualifiers)’, ‘반박(Rebuttal)’을 기초로 하되, 그 중 ‘반박’ 요소에 중점을 두어 학생들의 논증 활동을 분석하였다. Verheij(2005) 또한 Toulmin의 여섯 가지 논증 요소들을 토대

* 조선대학교, sh0502@chosun.ac.kr (제1 저자)

** 조선대학교 대학원, honggi2508@naver.com (교신저자)

1) 이 논문은 2016학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

로 반박이 가능한 유형을 (a)~(e)의 다섯 가지로 제안하기도 하였다.

한 마디로, 반박의 의미는 어떤 의견, 주장, 논설 따위에 반대하여 말하는 것(국립국어원 표준국어대사전)으로, 타인의 의견이나 주장이 성립될 수 없는 조건으로 정의되며(한혜진 외, 2012), 결국 반박은 어떠한 예외적인 상황에서 얻을 수 있는 주장을 뒷받침하는 자료 즉 견고한 상대방의 의견을 허용하여, 주장이 받아들여지지 않거나 무효화 되도록 하는 것이다(Verheij, 2005).

또, 강순민(2004)에 따르면, 논증 활동은 어떠한 상황을 정당화 또는 반박하기 위하여 상대방의 논증을 비판적으로 받아들여 타당성을 확보하고 논증의 질을 높이는데 그 목적이 있다고 보았다. 따라서 상대방의 논증 요소를 면밀히 조사하고 평가해 보는 것 즉, 논증에 대해 반박하는 능력을 기르는 것(한혜진 외, 2012) 또한 중요한 것이다. Erduran(2008)은 반박을 포함한 논증은 질적으로 향상된 논증의 필수 요소이며, 이러한 향상된 논증을 통해 보다 높은 수준의 논증 활동을 할 수 있다고 보았다. 즉, 반박이 있는 대화를 통해 학습자 자신의 주장을 검증할 수 있을 뿐만 아니라 상대방과 함께 논증을 반박할 수 있는 대화에 참여하는 것이라면 이러한 반박의 존재는 논증 활동에서 지속적으로 다뤄져야 할 지표라 보았다.

지금까지 살펴 본 바와 같이, 과학교육 분야에서의 논증 활동에 관한 비교적 활발한 연구 사례에 반해, 최근의 수학교육의 경우 강현영 외(2011), 이윤경과 조정수(2015), 김진환과 강영란(2016)의 연구 정도에 머무르고 있다. 강현영 외(2011)는 중학교 영재원 학생을 대상으로 통계적 논증에 따른 의사소통이 일어나도록 과제를 개발하고, 학생들의 논증 활동의 과정에서 나타나는 주장에 대한 정당화와 과제 해결을 통한 통계 수업의 효과에 대한 사례를 연구하였고, 이윤경과 조정수(2015)는 고등학교 확률 수업의 과제

(몬티홀 문제)에서 나타난 논증 과정의 특징을 분석하였으며, 김진환과 강영란(2016)은 초등학교 영재반 수업에서 그래핑 계산기의 지오보드를 활용하여 Pick의 공식을 찾아가는 과정에서 나타난 논증과 논증 활동의 특징을 분석하였다.

한편, 수학교육 관련 논증 활동에 관한 연구에서 반박의 논증 활동 요소에 중점을 둔 사례는 없는 것으로 보인다. 하지만, 앞서 과학 교육 관련 여러 연구에서 살펴보았듯이 반박은 논증 활동에 있어서 중요한 역할을 수행하고 있으며, 토론 수업을 통한 학생들의 논증 활동에서 반박에 중점을 두어 탐색하고 이해하는 과정은 중요한 연구 과제가 될 것으로 보인다. 또한, 최근 학교수학에 공학용 도구나 다양한 교구들을 이용한 수업이 도입되면서 실험과 관찰이 강조되고 있으며, 의사소통을 강조한 수학적 활동이 중시되고 있는 상황으로 볼 때 수학교육에서의 논증 활동은 고려해 볼만한 가치가 있다고 본다(김진환, 강영란, 2016).

이에 본 연구에서는 학생들이 스스로 대화에 참여하여 자신과 상대방 간의 생각을 나누는 과정, 즉 반성, 변화 및 설득해 가는 과정에서 논증 활동을 경험하는 기회를 가지는 것이 중요하다고 판단하여 수학 수업 시간에 학생들이 과제를 해결하는 과정에서 이뤄지는 논증 활동을 면밀히 살펴보고자 하였다. 또한, 논증 활동 요소 중 하나인 ‘반박’에 중점을 두어 학생들이 수학 과제를 해결하는 과정에서 나타나는 반박의 유형이 무엇인지, 또 논증 활동이 일어나는 상황에서 반박이 논증 요소 중 무엇을 목표로 하는지 살펴보고자 하였으며, 이때 Verheij(2005)가 제안한 다섯 가지 반박 유형에 기초하여 탐색하고자 하였다. 이러한 수행을 위하여 본 연구에서는 중학교 3학년 4명의 학생들을 대상으로 두 개의 기하 과제를 중심으로 하는 토론 수업을 약 50분씩 두 차례 진행하고, 두 번째 수업 후 개별적으로

10분 정도 내외로 반 구조화된 면담을 실시하였다.

결국, 본 연구를 통하여 교사와 학생들 간의 학교 수업에서 논증 활동을 통해 자신과 상대방의 생각을 알아가고 자신의 생각을 언어화함으로써 수업에 대한 핵심 개념을 더 깊이 이해할 수 있을 것(McCrone, 2005)으로 보며, 학생들의 논증 활동에서 반박 유형에 초점을 두어 세밀하게 탐색해 봄으로써 논증 활동에 대한 보다 견고한 이해를 돕고, 이를 통해 논증의 활성화와 논증이 질적으로 향상되기 위한 방안을 모색하는데 시사점을 제공하고자 하였다.

II. 이론적 배경

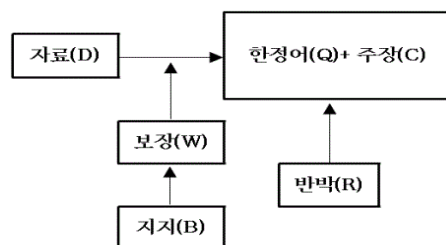
1. 논증과 Toulmin의 논증 요소

논증은 “옳고 그름을 이유를 들어 밝힘. 또는 그 근거나 이유”로 국립국어원 표준국어대사전에 정의되어 있으며, 수학에서 논증은 “중요한 관계의 증명을 강조하는 이론적이고 연역적인 체계”를 뜻한다(조정수 역, 2009, p. 27). Erduran & Jimenez-Aleizandre(2007)는 논증은 개인적, 사회적 의미를 모두 가지고 있으며, 개인적 의미로는 하나의 관점에 대해 분명하게 말하면서 논증을 전개하는 것이고 사회적 의미로는 어떤 사안에 대해 서로 의견이 다르거나 반대하는 사람들 사이의 논쟁 또는 토론을 의미한다고 하였다. 또한, 어떠한 결론을 도출하거나 정당한 주장을 내세우기 위한 언어적 표현이나 방법을 논증 과정이라 하였는데(이윤경, 조정수, 2015), 교실에서 나타나는 논증 과정은 일반적으로 독백의 형태로 나타나지 않고 교사와 학생들 간의 직접 대면 형태의 상호 작용으로 나타난다고 하였다.

Simon 외(2006)는 논증과 논증 과정을 구별하여 말하였는데, 논증은 논증 요소에 기여하는 주

장의 범위, 자료, 보장 및 지지의 내용을 나타내며, 이러한 구성 요소들을 모으는 과정을 논증 과정이라 하였다. 이는 토론과 논증이 필요한 과제를 학생들에게 제공함으로써 교사는 논증 과정을 통해 학생들이 논증을 구성할 수 있다고 보았다. Sampson & Clark(2008) 또한 학생들의 주장이나 설명을 명확히 하고 정당화하기 위해 학생들이 만든 결과물을 논증이라는 용어를 사용하여 설명하였고, 이러한 복잡한 과정을 설명하기 위해 논증 과정이라는 용어를 사용하였다.

한편, Verheij(2005)는 Toulmin(2003)의 저서인 ‘The Uses of Argument’에서 전제와 결론만을 강조하는 공식 논리의 전통성보다는 더 풍부한 형식의 논증을 사용하여 분석해야 한다고 주장했다. Toulmin(2003)은 이를 포괄할 수 있는 일반적인 논증 요소를 제안하였다. 즉, 자료(Data)와 주장(Claim) 이외에 보장(Warrant), 지지(Backing), 반박(Rebuttal) 및 한정어(Qualifier)를 구별하는 논증 요소를 제안하였다. 여기서 자료(D)는 주장(C)을 뒷받침하는 특정 사실 또는 정보를 말하며, 보장(W)은 자료(D)가 주장(C)을 뒷받침하기 위한 근거나 규칙을 말하고, 지지(B)는 보장(W)에 대한 지원을 제공하는 일반적인 가정이나 조건을 말한다. 반박(R)은 논증의 예외적인 조건을 제공하며, 한정어(Q)는 자료(D)가 주장(C)으로 가는 과정에서 추가적으로 표현되는 조건을 말한다. 이처럼 Toulmin(2003)은 논증 요소에 관한 관계를 도식화하여 [그림 II-1]과 같이 나타내었다.



[그림 II-1] Toulmin의 논증 요소(2003)

이윤경과 조정수(2015)에 따르면, Toulmin(2003)의 논증 요소는 수학적 논증의 분류나 논증의 질을 평가하고, 논증 과정에서 상호작용의 구조를 판단하는 분석틀로 이용되기도 한다고 하였다. 또한 이러한 Toulmin의 논증 요소를 교실이나 소집단에서 적용하여 분석하면 수업 담화를 분석하는데 유용한 도구가 될 수 있다고도 하였다. Simon 외(2006) 또한 적절한 활동과 교육학적 전략의 사용을 통한 논증은 우리가 인식하고 있는 것 즉, 학생들의 지각적, 인지적, 사회적 목표를 증진시키는 수단이라고 주장하였다. 또한 논증 활동을 통해 전체 학급이나 소집단에서 그들의 상호작용이 어떻게 이뤄지는지 알 수 있고, 논증 기술을 촉진하기 위해 교육적 전략을 세우고, 실천함으로써 학생들의 논증에 대한 질적 향상을 이끌어 낼 수 있다고 하였다.

2. Verheij의 반박 유형

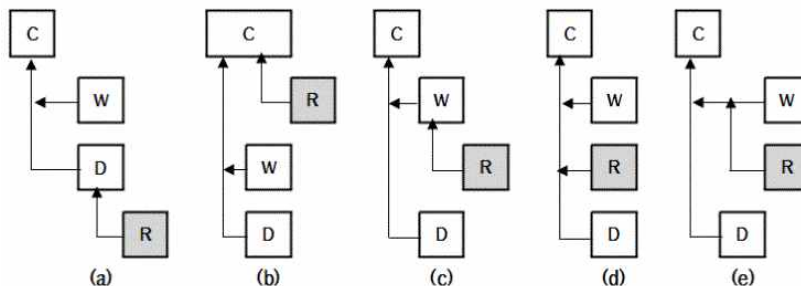
논증 활동의 목적은 본인 스스로 논증을 적절히 구성해 내고, 상대방의 논증에 대해 옳고 그름을 비판적으로 판단하고 검토하여 논증의 질을 높이는 데 있다(문아영, 2016). 또한 수준 높은 논증 활동을 위해 반박하는 능력이 중요하고, 상대방의 주장에 대해 반대되는 반박 자료를 제시하는 것 또한 학생들의 논증 수준을 높이는 데 도움이 된다고 하였다(양일호 외, 2015). 또,

Erduran(2008)에 의하면 반박의 여지가 있는 대화는 반박이 없는 대화보다 질적으로 더 나은 대화의 형태이다. 따라서 반박이 있는 논증은 질적으로 향상된 논증의 필수적인 요소이며 이러한 논증을 통해 더 높은 수준의 능력을 발휘할 수 있다. 또한, 반박은 대화의 참여 척도로도 간주될 수 있는데, 이는 대화를 통해 상대방의 주장을 입증할 뿐만 아니라 상대방의 주장에 반박할 수도 있다는 것이다. 이에 Toulmin(2003)은 논증 요소에서 rebuttal을 상대방의 주장이 성립될 수 없는 조건으로 간주하고, 이를 반박이라고 정의하였다. 또, 한혜진 외(2012)는 중등 영재 학생들의 논증 활동에서 나타나는 논증 요소를 반박의 유형에 초점을 맞춰 분석하였다.

한편, Verheij(2005)는 Toulmin(2003)의 논증 요소에서 반박이 가능한 다섯 가지 유형을 [그림 II-2]와 같이 제안하였다. 그림에서 반박 유형(a)는 자료(D)에 대한 반박이고, (b)는 주장(C)에 대한 반박, (c)는 보장(W)에 대한 반박, (d)는 자료(D)에서 주장(C)으로의 과정(bridge)에 대한 반박, (e)는 보장(W)의 적용 가능성(applicability)에 대한 반박이다.

아래의 [그림 II-2]와 관련하여 좀 더 상세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 반박 유형(a)는 자료(D) 자체의 옳고 그름에 직접적으로 문제 제기를 하는 방식이며, 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우를 말한다.



[그림 II-2] 반박의 5가지 유형(Verheij, 2005)

Toulmin(2003)에 따르면, 자료(D)는 주장(C)을 기초로 하여 제시되는 사실들이며, 상대방이 어떤 사실에 대한 올바름에 동의하지 못할 경우 먼저 선행된 논증에 의해 우선적으로 상대방의 반대 의견을 제거해야만 원래의 논증으로 돌아갈 수 있다고 했다. 따라서 자료(D) 자체에 대한 반박은 상대방의 논증이 시작되는 상황 자체에 대해 우선적으로 옳고 그름에 대한 확보를 요구하게 된다. 둘째, 반박 유형(b)는 주장(C) 자체에 대해 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다. 이것은 자료(D)와 보장(W), 보장(W)의 적용 가능성은 유효하면서 동시에 주장(C) 자체가 쌍방 간에 다를 수 있음을 보여주는 것이다. 셋째, 반박 유형(c)는 보장(W) 자체의 옳고 그름에 직접적으로 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다. 넷째, 반박 유형(d)는 자료(D)와 주장(C) 사이에 연결된 관계에 대해 문제 제기를 하는 방식으로, 주장(C)이 이끌어지는 과정에서 자료(D)와 보장(W)의 옳고 그름, 즉 보장(W)의 적용 가능성에 대한 타당성은 인정하지만, 고려할 다른 사항이나 경우를 제시하면서 결과적으로 주장(C)의 옳고 그름에 문제 제기를 하는 방식이다. 다섯째, 반박 유형(e)는 주장(C)을 이끌어내는 과정에 보장(W)이 적용가능한지 여부에 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다.

3. 논증 관련 선행 연구

이 절에서는 수학 교육 분야에서 논증 이론을 활용한 국내·외의 선행 연구를 통해 논증이 어떻게 분석 적용되었는지를 살펴보고, 이러한 논증 관련 연구가 어떠한 시사점을 주는지 간략히 살펴보려고 한다.

우선, 김동원(2007)은 Krummheuer의 논증 모델

을 기반으로 수학 교실의 현상과 학생들의 수학 학습에 대한 이해를 돕기 위해 도형의 성질에 대한 논증 과정을 내용과 형식에 맞게 상호 교섭을 통한 ‘틀의 차이를 극복하기’라는 입장에서 분석하였다. 그 결과로 교실에서의 풍부한 발표 환경의 구성을 학생들 간의 질문과 답변을 통한 지적 자율성을 제고하는 과정으로 보았으며, 수학교동체가 갖는 사고의 틀을 교사라는 매개를 통해 접하게 되면서 서로 간의 틀의 차이를 인식하고 그 차이를 극복해 간다고 하였다. 강현영 외(2011)는 학생들에게 통계적 논증에 따른 의사소통이 일어나도록 과제를 개발, 제공하여 학생들의 논증 활동 과정에서 나타나는 관점의 변화와 개념 형성에 대해 분석하였다. 그 결과로 통계적 논증 활동은 인지적 갈등을 유발하는 과제에 의해 활성화 되거나 관점의 전환이나 개념의 확장을 촉진하는 도구가 될 수 있으며, 의사소통의 기회가 풍부해 지거나 비판적 사고 능력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 또한 통계적 논증 활동을 강조하는 수업의 성패는 교사가 학생들에게 논증의 필요성과 중요성을 인식시키고, 적절히 논증을 중재함으로써 논증 활성화에 기여할 수 있다고 보았다.

또, 이윤경과 조정수(2015)는 고등학교 확률 수업의 ‘몬티홀 문제’ 과제 맥락에서 나타난 논증 과정의 특징을 알아보기 위해 교사와 학생 사이의 논증 과정에 관한 수업 담화를 Toulmin의 논증 요소를 이용하여 분석하였다. 그 결과로 학생들에게 논증의 기회를 제공하는 역할을 하고 수학교실에서 학생들이 질문하고 반박할 수 있는 안전한 교실 문화의 중요성을 강조하고, 교사와 함께 복잡한 문제를 해결해 나가는 논증 과정을 통해 학생들이 수업에 더 몰입하게 된다고 보았다. 한편, 김진환과 강영란(2016)은 초등 영재학급을 대상으로 공학용 도구인 그래핑 계산기의 지오보드를 사용하여 Pick의 공식을 유도

해 보고, 그 과정에서 나타난 수업담화에서의 논증과 논증 활동의 특성을 살펴보았다. 그 결과로 논증 담화를 강조하는 수업은 학생들의 활동을 강조하는 탐구 지향적 토론 수업이며, 공학용 도구의 활용은 논증 활동 활성화의 매개 도구의 역할을 수행하고 이러한 논증 활동에서 교사의 역할은 중요하다고 하였다. 아울러, 수학교실에서 소그룹 및 전체 학급 토론이 병행된 논증 활동은 교수와 학습의 도구로 기능하며 Pick의 공식에 대한 이해를 풍부하게 한다고 하였다.

한편, 국외 연구의 경우 Toulmin(2003)의 논증 요소를 기반으로 한 연구 사례가 대부분이었다(Whitenack & Knipping, 2002; Vincent, Chick, & McCrae, 2005; Inglis, Mejia-Ramos, & Simpson, 2007; Pedemonte, 2007). 우선, Whitenack & Knipping(2002)는 학생들의 수학 학습에 필요한 논증 및 교수 설계 이론을 연구하였는데, 논증이 어떻게 사회적으로 성취되는지를 설명하기 위해 집단 논증에 대한 Krummheuer의 개념을 사용하였으며 이를 통한 수학적 활동은 수업 중 가능한 학습 기회를 촉진시키는 데 중요한 역할을 한다고 하였다. 또 Vincent, Chick, & McCrae(2005)는 논증을 하나의 과정으로 분석하여 기하학적 추론의 맥락에서 학생들과 교사 연구원 간의 사회적 상호작용에 초점을 맞추는 방법을 개략적으로 설명하였으며, Toulmin의 논증 요소를 분석틀로 사용하였다.

한편, Inglis, Mejia-Ramos, & Simpson(2007) Toulmin의 논증 요소를 기반으로 한 수학적 논증 모델링 연구를 하였는데, 대학원 수학 전공 학생들을 대상으로 한 과제 기반 인터뷰를 통해 자료를 분석하고, Toulmin의 논증 요소를 이용하여 우수한 수학적 논증을 분류할 수 있다고 주장하였다. 또한 Pedemonte(2007)은 수학에 대한 논증과 증명과의 관계를 어떻게 분석할 수 있는지에 대한 연구를 하였는데, Toulmin의 논증 요

소를 이들을 비교하는 방법론적 도구로 제시하였다. 이 연구는 논증과 증명 사이의 구조적 해석의 중요성을 강조하였는데, 연역적 논증에서 연역적 증명까지 또, 귀납적 논증에서 수학적 귀납법에 이르기까지 둘 사이에는 종종 구조적인 거리가 존재한다고 하였다.

Toulmin의 논증 요소를 기반으로 하지는 않았지만, 집단 논증에서 교사의 역할을 분석한 연구, 공학용 도구인 그래픽 계산기의 사용을 통한 수학적 논증의 발전에 대한 연구, 학생들의 수학적 신념과 가치를 어떻게 발전시키며 이를 통한 수학을 해석하는 방법을 제시한 연구, 프로젝트 수업에서의 논증을 분석한 연구가 있었다(Krummheuer, 1995; Yackel & Cobb, 1996; Yackel, 2002; Magalhães & Martinho, 2012).

우선, Krummheuer(1995)는 프로젝트 수업에서의 논증 활동을 분석하였는데, 토론을 통한 교실에서의 상호작용은 적절한 수학적 해법과 정의를 찾기 위해 논증을 하는 것이며, 또한 교실에서 상호작용을 관찰할 때, 처음으로 압도적인 인상을 받았다는 것은 논쟁의 여지가 있는 것이며, 이러한 논증은 교사에게 매우 중요하게 받아들여 질 수 있다고 보았다. Yackel & Cobb(1996)은 학생들이 수학적 믿음과 가치관을 어떻게 발전시키는지에 대해 수학 교실을 해석하는 방법적 측면에서 접근하였는데, 수학적인 논의는 학생들의 수학적 활동과 관련이 있다고 하였다. 또 이를 통해 학생과 교사 모두에게 배울 기회를 제공하고, 학생들의 수학적 성향이 향상 된다고 하였다.

또한 Yackel(2002)은 집단 논증에서 교사 역할의 분석을 통해 학생들이 배워야 할 점들에 대해 분석하였는데, 초등부에서부터 대학 수준의 미분 방정식 수업에 이르기까지 교사가 수행하는 다양한 역할을 설명하기 위해 다양한 수업 환경에서의 집단 논증 분석을 사용하였다. 교사

는 학생들의 수학적 개념 개발에 대해 심층적인 지식과 수학적 개념에 대한 정교한 이해가 필요하다고 보았다. 또, Magalhães & Martinho(2012)는 수학적 논증을 발전시키는데 있어 공학적 도구인 그래픽 계산기의 역할에 대해 연구하였다. 이때 그 역할은 학생들로 하여금 다양한 기능의 그래프를 구성하고 시각화함을 통하여 제안된 과제를 이해하고 검증케 하며 이와 더불어 증명 시도를 공식화함으로써 수학적 논증을 개발하는데 도움을 준다고 하였다.

결과적으로, 국·내외 연구를 살펴볼 때 주로 기하 영역에 대한 증명과 논증의 정당화에 대한 관점을 분석한 연구가 이뤄졌으며, 논증 과정을 분석하는 방법으로 대부분 질적 연구에 대한 접근 방법이 사용되고 분석 도구로는 Toulmin의 논증 요소가 주로 사용되었다. 생산적인 논증 활동을 위한 방안으로는 과제, 수업 분위기, 도구, 교사의 역할 등을 제시하고 있었는데, 논증에 반박, 주장, 보장 등 특정 요소를 중심으로 한 연구 분석과 과학 관련 사회 쟁점(SSI 맥락)에서의 논증 과정 분석 등은 수학 교육 연구에도 적용할 수 있는 좋은 사례로 여겨진다(이윤경, 2016).

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 G지역에 위치한 사설기관에 다니는 중학교 3학년 학생들 중 네 명(남학생 두 명, 여학생 두 명)을 대상으로 50분씩 두 차례에 걸쳐 수업을 진행하였으며, 이때 수업은 토론 방

식으로 이뤄졌다. 수업을 진행한 연구자는 C대학의 교육대학원에서 수학교육 전공으로 석사 과정을 이수 중이며, 10년 동안 사설기관에서 중등 수학을 가르쳐 왔다. 최근 1년 정도 본 연구의 대상자들에게 수학을 가르쳐 왔기 때문에 그들 개인의 특징과 정보를 어느 정도 파악하고 있으며, 이는 <표 III-1>과 같다. 또, 이 학생들은 평균적인 사회적, 경제적 배경을 가지고 있으며, 이 지역에는 사립 중·고등학교가 많아 학부모의 교육열이 비교적 높은 편이고, 특히 본 연구에 참여한 학생들의 학부모의 교육열은 매우 높은 편이다.

<표 III-1> 연구 대상자에 대한 특징 및 정보³⁾

학생	성별	특징	중학교 내신 성적 기준
가	남	활발한 성격, 질문 적극적, 수학 좋아하고 잘함	상위 10% 이내
나	여	밝은 성격, 질문 적극적, 수학 좋아하고 잘함	상위 5% 이내
다	남	내성적 성격, 질문정도 보통, 수학 좋아하고 잘하는 편임	상위 20% 이내
라	여	밝은 성격, 질문 적극적, 수학, 과학 좋아하고 잘함	상위 10% 이내

2. 과제 및 면담 내용 선정

본 연구에서 논증 활동 과정에서 반박에 초점을 두어 토론을 진행하는데 중요한 요인은 수학적 과제이며, 적절한 과제의 선정은 중요한 일이다. 본 연구에서는 기하 영역의 내용이 다른 영역에 비해 상대적으로 활발한 논증 활동을 가능케 할 것으로 판단하고, 기하 영역의 내용을 다루는 수학적 과제를 선정하였다. 본 연구 수행을

2) 과학 관련 사회 쟁점 맥락[Socio-Scientific Issue(SSI)] : 윤리적인 가치판단이 필요한 과학적 사안에 대하여 학습자들이 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 동시에 고려해 보고 가치 판단을 기준으로 한 과학 탐구와 관련된 학습 방법임.

3) 연구대상자들은 사설기관(수학학원)에서 선행 학습이 진행되었음.

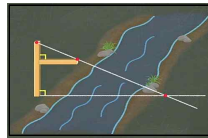
위한 과제는 두 개를 마련하였는데, 이는 첫 번째 과제를 활용한 수업을 실시해 봄으로써 학생들로 하여금 본 연구와 관련된 논증 활동을 익히고 이러한 사전 경험 활동을 통해 두 번째 과제를 활용한 본격적인 실험 수업이 보다 원활히 진행될 수 있도록 하고자 함이었다. 이때, 몇몇 과제들을 외부 전문가 2인에게 중학교 3학년 학생들에게 적절한지 등을 검토 의뢰하고, 그 결과에 따라 두 개의 과제를 최종 선정하여 수정, 보완하였다. 연구 대상자들에게 실험 수업 전날 해당 과제를 미리 제시하여 탐색해 오도록 하고, 수업 당일 각자 준비해 온 내용을 중심으로 토론식 수업을 진행하였다. 첫 번째 수업에서의 과제 주제는 ‘직사각형 모양 종이를 여섯 번만 접으면 선분을 3등분 할 수 있다. 여기에는 어떤 수학의 원리가 숨겨져 있을까요?’이다. 두 번째 수업에서의 과제 주제는 ‘강의 폭이 얼마나 될까요? 두 막대기를 이용하여 어떻게 잴 수 있을까요?’이며,⁴⁾ 이때 학생들에게 배부한 그림은 [그림 III-1]과 같다.



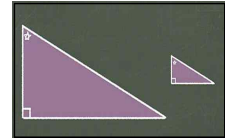
[그림 III-1] 연구 대상자에게 사전에 배부한 두 번째 과제의 그림

두 번째 과제에 대한 예상 답안은 다음과 같

다; 옛날 사람들은 직접 재기 어려운 강의 폭을 재기 위하여 ‘야곱의 막대’라는 십자막대를 사용하였다고 한다. 수직을 이루는 두 막대 중 긴 막대를 강의 한 쪽에 수직으로 고정시켜서 강의 폭을 나타내는 직선과 수직이 되도록 한 후, 작은 막대를 이동하여 그 끝이 긴 막대의 끝 및 강의 폭을 나타내는 지점과 일치하도록 하여 긴 막대의 길이와 짧은 막대의 길이의 비를 이용하여 강의 폭을 구했다. 천체 관측이나 항해에서도 ‘야곱의 막대’를 이용하였고, 이 모두는 도형의 닮음을 활용하여 구할 수 있다. 참고로, 두 번째 과제의 정답에 해당하는 그림은 [그림 III-2]와 같다.



야곱의 막대를 이용해 강의 폭을 잴 수가 있다



닮음의 성질을 이용해 구할 수 있다

[그림 III-2] 두 번째 과제의 정답 그림

학생들의 기하 영역의 토론 수업에서 반박이 논증 활동에 어떤 영향을 미치는지 파악하기 위하여, 두 번째 과제를 다루었던 수업을 진행한 직 후, 개인별 학생을 대상으로 약 10~15분씩 반 구조화된 면담을 실시하였다. 면담 내용은 총 여섯 개의 영역으로 구성되어 있고, 구체적인 면담 내용은 <표 III-2>와 같으며, 면담 내용 또한 외부 전문가 2인에게 검토 의뢰한 후, 그 결과에 따라 면담 영역 및 내용을 수정, 보완하였다.

3. 분석 방법

본 연구에서 실험 수업은 연구 대상자들 간에 자연스럽게 일어나는 논증 활동을 관찰하기 위

4) 첫 번째 과제의 자료 출처는 ‘<http://www.ebsmath.co.kr/> 테마별 수학시리즈 중학2/기하/닮음의 활용/선분의 n등분’이고, 두 번째 과제는 ‘<http://www.ebsmath.co.kr/> 테마별 수학시리즈 중학2/기하/닮음의 활용/막대만 있으면 돼’임.

<표 III-2> 반 구조화된 면담 내용

면담 영역	면담 내용
1. 전통 수업과 실험 수업의 차이점	1-1. 평상시 수업에서 기하 내용을 학습하는 것과 실험 수업에서 기하 과제를 중심으로 학습한 것과의 차이점
2. 논증 활동의 특징과 경험	2-1. (수업 진행 중에) 동료와의 의견이 다를 때, 본인의 의견을 반박하여 말할 때, 좋았던 점과 어려웠던 점
	2-2. 동료가 본인의 의견에 대해 반박을 하였을 때, 느꼈던 점
3. 논증 활동을 활용한 수업의 필요성	3-1. 수학 수업에서 논증 활동을 활용한 수업의 필요성과 그 이유 ※ 논증 활동 : 논리적으로 자신의 주장을 펼쳐 옳고 그름을 따지고 다른 사람과의 의견 교환 속에 보다 정교한 결론을 찾아가는 활동
4. 논증 활동이 수업에 미치는 영향	4-1. 동료의 의견에 반박하여 말함으로써 과제를 해결하는데 도움이 되었는지, 그렇게 생각한 이유
	4-2. 오늘 토론 수업을 통해 느낀 점

해 논증 활동 상황 중 교사의 개입은 최대한 자제)하였으며, 다만 수업 진행을 순조롭게 하기 위해 연구 대상자들의 토론 내용이 지나치게 한 쪽으로 편중되는 의견들을 억제시키는 역할 정도만 수행하였다. 논증 활동이 적극적이지 못한 학생에 대해서는 “방금 설명한 이 의견에 대해서 궁금한 점이냐, 다른 의견은 없습니까?” 또는 “왜 그렇게 생각합니까?” 등의 질문을 중심으로 학생들 간의 논쟁을 활성화 시키는데 초점을 두었다. 모든 실험 수업의 내용은 음성 녹음하였는데, 특히 본 연구에 활용된 두 번째 실험 수업에서 Verheij(2005)의 다섯 가지 반박 유형을 기반으로 학생들의 발화 내용을 정리하여 <표 IV-2> ~ <표 IV-6>에 제시하였다. 또, 발표자가 내용 설명을 원활히 하기 위해 칠판에 그림을 그리거나, 판서한 내용은 학생별로 사진 촬영을 하였고, 실험 수업 후 실시한 학생들의 면담 내용은 녹취하여 코딩화 하였다.

IV. 학습자의 반박 유형 결과

본 연구는 기하 영역의 과제를 해결하기 위하여 토론 중심의 수업을 통해 논증 활동의 특징을 살펴보고자 하였으며, 이때 Toulmin(2003)의 논증 요소를 기초로 하되 반박 활동에 초점을 두어 탐색하였다. 이에 Verheij(2005)의 반박 유형을 토대로 코딩 자료를 분석하였으며, 이러한 반박 유형이 학생들 간의 논증 활동 속에서 실제로 나타나는지 자체를 점검하였고, 자료(Data), 주장(Claim), 보장(Warrant), 반박(Rebuttal)의 요소를 모두 나타낸 논증 사례를 탐색하는데 집중하였다. 한 마디로, 본 연구에서는 자료(D), 주장(C), 보장(W), 반박(R)의 네 가지 논증 요소⁶⁾가 하나의 주제를 형성하여 논증 활동이 일어나는 상황에서 반박이 논증 요소 중 무엇을 목표로 하였는지를 분석하는데 중점을 두었다.

자료를 분석한 결과, 다섯 가지 반박 유형에서 <표 IV-1>과 같이 네 명의 학생(발표자)으로부터

5) 교사의 개입 자체는 본 연구의 실험 수업 중 자연스럽게 일어나는 논증 활동의 활성화를 위한 것임.
6) [그림 II-2]에서 알 수 있는 바와 같이 Toulmin의 여섯 가지 논증 요소 중 자료(D), 주장(C), 보장(W), 반박(R)의 네 가지 논증 요소만을 사용한 이유는 보장(W)을 뒷받침해 줄 수 있는 보조적인 역할로 지지(B)를 사용한 것으로 보이며, 한정어(Q)는 주장(C)의 확실성에 대해 예외적인 경우를 고려하여 주장(C)을 보완해 주는 역할을 한 것으로 판단됨.

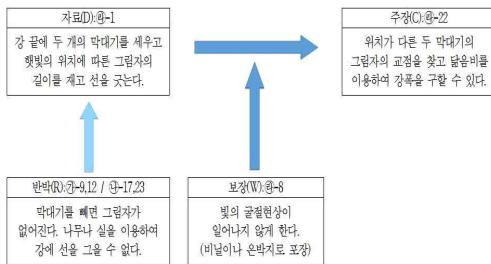
총 11개의 반박 사례가 도출되었는데, 여기서 대표적인 다섯 개의 반박 사례를 추출하였다. 본 연구 결과에서는 이 (대표) 사례들을 중심으로 학생들이 어떤 논증 요소를 반박하고 있는지 제시하고자 하였다.

<표 IV-1> 반박 유형 분석 결과)

발표자	반박 유형(a)	반박 유형(b)	반박 유형(c)	반박 유형(d)	반박 유형(e)
학생㉔		○		○	
학생㉕	○	●			●
학생㉖		○	○	○	
학생㉗	○			●	●
합계	2	3	1	3	2

1. 반박 유형(a) : 자료(D)에 대한 반박(R) 사례

반박 유형(a)는 자료(D) 자체의 옳고 그름에 직접적으로 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다. 주어진 과제인 강의 폭을 구하는 과정에서 두 개의 막대기를 이용하여 어떻게 젤 수 있는지에 대한 학생들의 논증 활동이 학생㉕의 발표로 진행되었으며, 이때의 대화 내용은 <표 IV-2>와 같다.



[그림 IV-1] 자료(D)에 대한 반박


<표 IV-2>에 제시된 논증 활동 중 반박 유형 (a)의 사례를 도식화하여 나타내면 [그림 IV-1]과 같다.

학생㉔는 강 끝에 두 개의 막대기를 세우고 햇빛의 위치에 따른 그림자의 길이를 재고 선을 그는다는 자료((a)-D-1)⁸⁾를 근거로, 빛의 굴절현상이 일어나지 않게 비닐이나 은박지로 포장한다고 보장((a)-W-8)하며 위치가 다른 두 막대기의 그림자의 교점을 찾아 닭음비를 이용하여 강의 폭을 구할 수 있다고 주장((a)-C-22)하였다. 그러나 학생㉕는 학생㉔의 자료(D)에 대해 강에 선을 그을 수 없다고 자료(D)에 대해 직접적으로 반박((a)-R-9)하였다. 이에, 학생㉗는 막대기를 빼서 선을 그고 다시 쫓는다고 주장((a)-C-8)하지만, 이 또한 학생㉕는 막대기를 빼내면 그림자가 사라진다고 재반박((a)-R-12)하였다. 이때, 학생㉗는 나무판자를 이용하여 그 위에 선을 그고 ((a)-C-14) 주변에서 나무를 구할 수 있다고 재주장((a)-C-16)하였지만, 학생㉕는 강에 나무판자를 대면 나무가 떠내려 갈 수 있다고 새로운 반박 ((a)-R-17)에 나섰다. 이에 학생㉗는 나무판자 위에 못을 박아두고((a)-C-18) 그 곳에 실을 이어서 길이를 젤 수 있다고 주장((a)-C-22)하였지만, 학생㉕는 이번엔 실이 필요하다며 다시 재반박 ((a)-R-23)하였다.

학생㉕의 주장(C)에 대한 학생㉔와 ㉕의 반박 (R)은 자료((a)-D-1)를 반박하는데 그치지 않고, 학생㉕의 주장((a)-C-22)이 옳지 않음을 지적하였다. 교사 또한 그림자를 이용하거나 닭음비를 이용하여 강폭을 구할 수 있다고 한 학생㉕의 주장((a)-C-22)은 괜찮은 아이디어라고 말하지만, 과제에서 제시했던 재료(높이가 다른 두 개의

7) 본문의 <표 IV-1>에서 반박 유형(a)는 자료(D)에 대한 반박, 반박 유형(b)는 주장(C)에 대한 반박, 반박 유형(c)는 보장(W)에 대한 반박, 반박 유형(d)는 자료(D)에서 주장(C)으로의 과정에 대한 반박, 반박 유형(e)는 보장(W)의 적용 가능성에 대한 반박이다. [그림 II-2 참조] 한편, <표 IV-1>에서의 ○표는 학생㉕의 발표에서 논증 활동 중 반박 유형(b)와 (d)의 반박 사례가 각각 도출된 것이고, ●표는 학생㉕의 발표에서 논증 활동 중 반박 유형(b)와 (e)의 반박 사례가 동시에 도출된 경우(학생㉗에서도 같은 경우)임.
8) ((a)-D-1)은 학생㉕의 경우에 해당하는 것으로, (a)는 반박 유형, D는 자료, 1은 발화의 순서를 뜻함.

<표 IV-2> 학생(a)의 발표로 진행된 논증 활동 발췌문 (반박 유형(a))

발화 순서	화자	대화 내용	논증 요소
1	ⓐ	여기 이렇게 강이 있는데... 끝에다가 막대기를 이렇게 세워요. 그리고 햇빛이 여기 있다고 치면, 빛이 이렇게 오니까, 그림자가 이렇게 생길 거 아니에요? 그리고 이걸 눕혀요. 그리고 높은 길이만큼 나무막대기를 빼서 끼우고, 햇빛을 여기서 이렇게 비춰주면 그림자가 이렇게 생기는데... 여기가 겹치도록 위치를 설정해 두고, 그리고 작은 막대기 길이에 맞게 여기다가 나무막대기를 눕히면 이렇게 되는데...	D
2	교사	잠깐, 나무 막대기를 3개를 쓰는 거예요?	
3	ⓐ	아니요. 이걸 빼서 다시 끼운 거예요.	
		
7	교사	잠깐, 다시 빼서 끼우면 이 공간이 생기잖아... 그렇지? 빼서 끼운다는 말이 무슨 말일까?	
8	ⓐ	그러니까... 여기다가 꽃았는데, 선을 그어요... 그리고 아까 말했던 것에서 굴절 막 이런 것 때문에 그럴 수 있으니까, 종이를 은박지나 비닐에 싸서... 일단 선을 그어놓고, 선을 그어 놓았으니까, 빼요... 옆에 다가 다시 꽃아요...	W C
9	ⓐ	강에 선을 긋는다고?	R
		
12	ⓐ	막대기를 빼내면 그림자가 없어지잖아?	R
14	ⓐ	선을 그어 놓은 다구요... 나무판자 같은 것을 대고 선을 이렇게 그어 놓는 다구요...	C
15	ⓐ	나무가 더 필요해...	
16	ⓐ	나무 옆이 숲이었으니까... 잘라서...	C
17	ⓐ	나무가 떠내려 갈 수 있잖아?	R
18	ⓐ	여기다가 못을 박아 놔야지...	C
19	ⓐ	이번엔 못이 필요해?	R
		
22	ⓐ	일단, 그래서 여기를 y 라고 하고, 여기를 x 라고 두면, 여기가 β , 여기가 α , 여기를 z , 여기를 γ 라고 두면,..... 전 답음을 이용 했어요. 여기 길이 대 여기 길이는... 어쨌든 β 만 구하면 되는 거니까... 나무막대 길이의 비랑 여러 가지를 이용해서... 실을 연결해서, 이용해서... 자로 줄을 긋고, 길이만큼 자른 실을... 길이가 나오면 나온 것을 길이를 제어서 비가 나오면, 비를 이용해서...(중략)	C
			
23	ⓐ	이번엔 실이 필요해?	R
24	교사	답음을 이용한 건 괜찮은데, 부 재료가 많이 들어가네요... 다른 질문들은?	

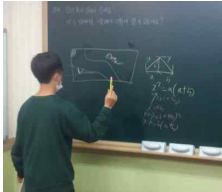
D=자료, C=주장, W=보장, R=반박

막대기를 이용) 이외의 많은 부재료(나무판자, 못, 실 등)가 사용되는 것에 대해서는 지적 ((a)-24)하였다. 즉, 나무막대기를 빼면 그림자가 없어지고, 과제 주제와 다른 부재료를 이용해서 강의 폭을 구할 수 없다는 것이다. 이러한 유형의 반박(R)은 최초의 자료(D)에 대한 주장(C)을 무효화시켰고, 이로 인해 논증 활동이 더 이상

발전되지 못하고 새로운 주제에 대한 탐색 ((a)-24)으로 이어졌다. 이처럼 반박 유형(a)는 상대방이 사실의 올바름에 동의하지 못할 경우 앞서 발화한 논증에 의해 우선적으로 상대방의 반대 의견을 제거해야만 원래의 논증으로 돌아갈 수 있다고 했다(Toulmin, 2003). 따라서 자료(D) 자체의 옳고 그름에 대한 반박(R)은 상대방의 논

9) ((a)-24)는 교사의 경우에 해당하는 것으로, (a)는 반박 유형, 24는 발화의 순서를 뜻함.

<표 IV-3> 학생㉔의 발표로 진행된 논증 활동 발췌문 (반박 유형(b))

발화 순서	화자	대화 내용	논증 요소
1	㉔	음, 강의 폭이 얼마나 될까? 이 두 막대기를 이용해서 어떻게 쥘 수 있을까요? 일단 두 막대기의 길이는 다르고, 그림자는 오른쪽에 있고... 태양이 왼쪽에 위치해 있으니까...	D
2	㉔	아, 그런 것(그림자)도 있어?	
3	㉔	막대기를... 긴 막대기든 짧은 막대기든 상관없는데... 여기다 놓아서 수직이든 수직이 아니든 상관없이 그림자를 따라서 내려서 가정해 보면, 내려서 여기랑 수직이 되게 그래서 2학년 때 배웠던 답음의 활용을 이용해서... x^2 은... y^2 은... h^2 은...(칠판에 판서 중)	C W
			
4	㉔	아마 이거 그림자의 길이와 이 공식을 이용해서 재기 위해서는 막대기의 길이가 턱없이 짧을 거예요. 그래서 이 짧은 막대기로 여기 끝에 세웁니다. 세워서 다시 재고 긴 막대기로 한번 다시 재고, 여러 번 강의 끝까지 닿을 때까지...	C
5	교사	질문이 있을 거 같은데...	
		
7	㉔	긴 막대기의 그림자보다 강의 폭이 더 남거나 긴 막대기의 그림자가 더 길면 어떻게 해?	R
8	㉔	해가 길어질 때까지 기다려야지...	C
9	교사	저도 저 그림이 난해한데, 첫 번째가 강을 건넌 거죠? 좀 이해가 될 수 있게끔 다시 한 번만 설명해 주세요. 그림 상으로는 이해가 안돼요.	
10	㉔	그림자의 끝 지점에...	
11	㉔	그냥 그림자가 길어질 때까지 기다리면 되는 거 아니야?	
12	㉔	여기 나무가 서 있을지 어떻게 알아?	
13	교사	그런 변수는 아닐 거 같고, 또 다른 질문은?	
		
23	㉔	답음의 활용을 쓰려면 저 긴 막대기를 쪼갠 것이 직각이 돼야 해요.	R
24	교사	그렇지...	
25	㉔	근데 물위에서 직각인지 아닌지 어떻게 알아요?	R
26	교사	엄청난 오류가 있을 수 있네. 직각이 되기 위한 방법들... 이 공식의 기본이 되는 게 이거잖아요? 여기도 90°가 돼야 하고, 여기도 90°가 돼야 하나... 그런데 이걸 어떻게 수정을 할 거예요?	
27	㉔	그 방법을 아직 못 찾았어요.	
28	교사	그 방법을 아직 못 찾았다? 그러다 보니까 이게 뭔가 그림자를 이용한 것 같은 한데, 뭔가 해결이 덜 된 느낌... 그렇죠? 해결할 수 있을까요? 학생㉔이 설명했던 저 부분들... 참신한 것 같은 해요... 그림자를 이용하는 이런 부분들...	

증이 시작되는 상황에 대해 우선적으로 옳고 그름을 확보해야만 한다.

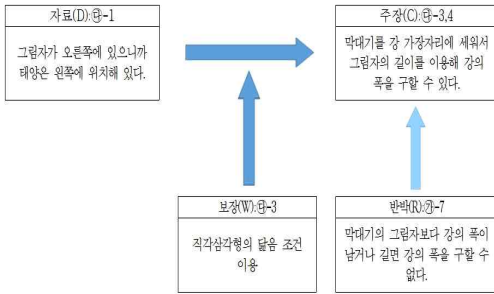
2. 반박 유형(b) : 주장(C)에 대한 반박(R)사례

반박 유형(b)는 주장(C) 자체의 옳고 그름에 대해 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박(R)하는 경우이며, 주장(C) 자체가

상대방과 다를 수 있음을 보여주는 사례이다. 주어진 과제는 강의 폭을 구하는 방법을 찾는 과정에서 그림자의 길이를 이용하여 강의 폭을 구할 수 있는지에 대한 학생들의 논증 활동에 관한 것이며, 이는 학생㉔의 발표로 진행되었으며 이때의 대화 내용은 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3>에 제시된 논증 활동 중 반박 유형(b)의 사례를 도식화하여 나타내면 [그림 IV-2]와

같다.



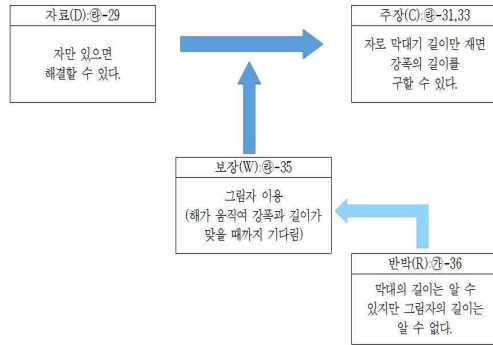
[그림 IV-2] 주장(C)에 대한 반박

학생㉔의 입장에서 자료(b)-D-1)는 그림자가 오른쪽에 있으니 태양은 왼쪽에 위치해 있다고 보았으며, 이 자료(D)를 근거로 막대기를 강 가장자리에 세워서 그림자의 길이를 이용하여 강의 폭을 잴 수 있다고 주장(b)-C-3, 4)하였다. 이를 뒷받침해 주는 보장(b)-W-3)은 직각삼각형의 닮음 조건을 이용하는 것인데, 학생㉔는 학생㉔의 주장(C)에 대해 막대기의 그림자보다 강의 폭이 남거나 길면 강의 폭을 구할 수 없다고 반박(b)-R-7)하였다. 이러한 반박(b)-R-7)은 그림자를 이용해 강의 폭을 구할 수 있다는 학생㉔의 주장(C) 자체의 옳고 그름에 문제를 제기하여 학생㉔의 주장(C)을 무효화시켰다. 또한 학생㉔는 학생㉔의 주장(C)에 대해 다시 한 번 재반박(b)-R-23, 25)함으로써 처음에 제시된 주장(C)을 수정하거나 정교화 되어가는 과정을 차단하여 이 주장(C)에 대한 논증 활동을 종결시켜 새로운 주장(C)을 펼쳐 나아가도록 하였다(b)-26, 27, 28). 이처럼 반박 유형(b)는 자료(D)와 보장(W), 보장(W)의 적용 가능성 자체는 여전히 타당하면서 동시에 주장(C) 자체가 쌍방 간에 다를 수 있음을 보여주는 것이라 할 수 있다.

3. 반박 유형(c) : 보장(W)에 대한 반박(R) 사례

반박 유형(c)는 보장(W) 자체의 옳고 그름에 직접적인 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박(R)하는 경우이다. 주어진 과정은 직각삼각형의 닮음과 그림자의 길이를 이용하여 강폭의 길이를 재는 방법을 찾아가는 논증 활동 사례로 학생㉔의 발표로 진행되었으며, 이때의 대화 내용은 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4>에 제시된 논증 활동 중 반박 유형(c)의 사례를 도식화하여 나타내면 [그림 IV-3]과 같다.



[그림 IV-3] 보장(W)에 대한 반박

[그림 IV-3]에 따르면, 학생㉔는 자만 있으면 해결할 수 있다는 자료((c)-D-29)를 근거로 자료 막대기 길이만 재면 강폭의 길이를 구할 수 있다고 주장((c)-C-31, 33)하면서 그림자를 이용하여 해가 움직여 강폭과 길이가 맞닿을 때까지 기다린다는 보장((c)-W-35)을 제시하였다. 하지만 학생㉔는 ‘강의 폭보다 막대 길이가 애매하게 안 맞거나 남거나 혹은 더 길면?’이라며 반박((c)-R-32, 34)하였다. 이에 학생㉔는 해가 움직일 때까지 기다리면 된다고 주장((c)-C-35)하지만, 학생㉔는 막대의 길이는 알 수 있지만 그림자의 길이는 알 수 없다고 학생㉔의 보장((c)-W-35) 자체에 대해 재반박((c)-R-36)하였다. 이와 같이 보장(W)에 대한 직접적인 반박(R)은 해가 움직여 그림자의 길이가 강폭의 길이와 맞을 때까지

<표 IV-4> 학생②의 발표로 진행된 논증 활동 발췌문 (반박 유형(c))

발화 순서	화자	대화 내용	논증 요소
21	교사	그래서 좀 정리를 하자면...	
		
23	㉠	공식을 쓰려면 저 긴 막대기를 쪼갠 것이 직각이 돼야 해요.	
		
25	㉠	근데 물 위에서 직각인지 아닌지 어떻게 알아요?	
26	교사	엄청난 오류가 있을 수 있네. 직각이 되기 위한 방법들... 이 답음을 활용한 공식의 기본이 되는 게 이것이야? 여기도 90°가 되어야 하고, 여기도 90°가 되어야 하나? 그런데 이전 어떻게 수정을 할 거예요?	
		
29	㉠	자만 있으면 해결할 수 있을 거 같아요.	D
30	교사	자? 어떤 자?	
31	㉠	줄자.. 막대기 길이만 재면 되잖아.	C
32	㉠	막대 길이가 애매하게 안 맞거나 남거나 더 길면? 강의 폭보다?	R
33	㉠	아니, 막대기가 있는데 여기 길이를 잴 수 있잖아?	C
34	㉠	이게 강의 폭이라고 했을 때, 이렇게 쪽 하다가 이만큼 되어서 여기가 남으면 막대기보다 여기가 더 짧잖아? 여기가 더 길면..	R
35	㉠	아까 말했잖아... 해가 움직일 때까지 기다리면 되잖아?	W
36	㉠	근데 그림자가 아니라 막대기 길이는 알 수 있지만, 그림자의 길이는 알 수 없잖아?	R
37	㉠	아, 그래네...	
38	교사	일단은 답음을 활용한다는 것은 알겠지만, 도입하기가 쉽지가 않죠. 90°를 정확히 알 수가 없으니까... 다른 부연 설명은 없나요? 일단 오류는 있어요. 다른 건 없죠? 그러면...	

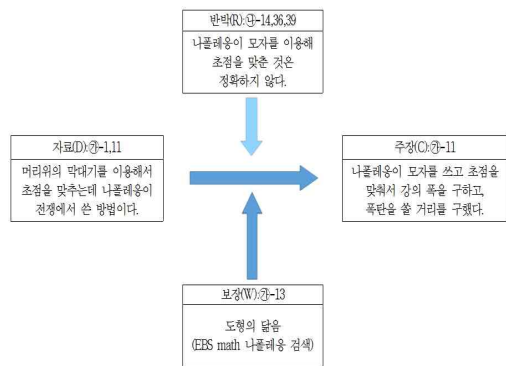
기다리겠다는 보장(C)에 대해 반박(R)함으로써 최초의 주장(C)은 더 이상 수정되거나 정교화 되지 못하였다(c-37, 38). 이처럼 반박 유형(c)는 보장(W) 자체에 대해 직접적인 반박(R)을 하여 결과적으로는 주장(C)을 반박(R)하는 동시에 기존의 논증 자체도 무용화됨을 보여주고 있으며, 자료(D)에서 주장(C)으로의 진행이 옳음을 보여주는 보장(W)에 반박(R)을 하는 경우라 할 수 있다.

4. 반박 유형(d) : 자료(D)에서 주장(C)으로의 과정에 대한 반박(R) 사례

반박 유형(d)는 자료(D)에서 주장(C)으로 연결되는 과정에 대해 문제 제기를 하는 것으로 주장(C)이 이어지는 과정에서 자료(D)와 보장(W)의 옳고 그름과 적용 가능성은 인정하되 또 다른 고려 사항이나 경우를 제시하여 결과적으로 주장(C)의 옳고 그름에 문제를 제기하는 방식이다. 주어진 과정은 강의 폭을 구하기 위해 머리


위에다 막대기를 이용해 초점을 맞추고, 도형의 답음을 이용하여 강의 폭을 구하는 방법을 찾아가는 논증 활동에 관한 것으로 학생②의 발표로 진행되었으며, 이때의 대화 내용은 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5>에 제시된 논증 활동 중 반박 유형(d)의 사례를 도식화하여 나타내면 [그림 IV-4]와 같다.



[그림 IV-4] 자료(D)에서 주장(C)으로 가는 과정에 대한 반박

<표 IV-5> 학생㉔의 발표로 진행된 논증 활동 발췌문 (반박 유형(d))

발화 순서	화자	대화 내용	논증 요소
1	㉔	<p>일단 긴 막대기를 이용해서 사람이 강의 경계선, 경계선에 서서 그 다음에 긴 막대기를 머리 위에 올려서, 이렇게 해서 초점을 맞춰서 그 막대기 끝을 따라서, 강의 끝까지 막대기를 맞춘 상태에서, 이 상태에서 똑바로 서면 강에 수직이잖아요... 이 상태에서 돌아서 반대쪽 땅을 보면 이만큼의 땅이 이렇게 보면 이렇게 되었다고 했을 때, 이렇게 될 거 아니에요? 그러면...</p> 	D
2	교사	막대기를 어떻게 세우는 거예요?	
3	㉔	머리위에 이렇게.. 대각선으로.. 여기까지 가면...	
6	㉔	<p>긴 것을... 옆에 있는 공룡한테 작은 막대기를 들고 있으라고 하고, 표시해 주는 위치에 다가 작은 막대기를 꽂아 놓으라고 시켜요... 여기랑 강의 끝, 이 부분을 연결하면 이렇게 해서 삼각형이 나와요. 사람은 이렇게 직각으로 서 있잖아요. 그러면 여기가 직각이고, 여기의 길이는 같잖아요? 그리고 여기를 h, 사람의 이견 공통면이니까, 이게 s(side)면이잖아요. 그래서 이것은 RHS합동 이예요... 여기랑 여기랑, 그러니까 결국 여기 강의 폭은 여기 이 길이를 재면 되요. 여기 이 막대기에서부터 사람이 서 있는 곳까지의 거리를..</p>	
7	교사	막대기에서 사람이 서 있는 곳까지의 거리를?	
8	㉔	네. 그러면 강의 폭하고 같아지죠.. 그, 삼각형의 밑변이니까...	
11	㉔	머리의 막대기를 이용해서 초점을 맞추는데, 나폴레옹이 전쟁에서 쓴 방법이야. 나폴레옹이 모자를 쓰고, 초점을 맞춰서 강의 반대편에 강의 폭을 구하고, 거기서 폭탄을 던지는 거리를 구했어.	D C
13	㉔	ebs math에 들어가서(검색해서), 나폴레옹을 검색해서 찾아보면 중학교 2학년 기하에서, 도형의 답음에서...	W
14	㉔	정확하지 않을 거 같아요.	R
28	교사	일단 정리해보면 긴 막대기는 사람의 머리에 대고, 강 끝에 있는 곳에 시선을 맞추는 거죠. 그리고 작은 것은...	
35	㉔	이렇게 올린 상태에서 그대로 들면...	
36	㉔	그대로 들다가 사람이라는게 살짝 이렇게(틀어지게) 될 수도 있잖아?	R
38	㉔	여러 번 돌아봐야줘...	
39	㉔	그러면 여러 번 했는데, 이것은 2가 나오고, 이것은 1이 나오면 어떻게 해?	R
40	㉔	최대한 가까이 나올 때 까지 여러 번 해야지.	
41	㉔	강이 넓을 수도 있잖아?	
42	교사	일단은 시도 자체는 나쁘진 않은 거 같은데, 학생㉔의 말대로 오류가 생길 소지가 상당히 많은 거 같아요. 또 다른 추가 질문이나 궁금한 거 없나요?	

학생㉔의 입장에서 자료((d)-D-1, 11)는 머리 위의 막대기를 이용해서 초점을 맞추는데 나폴레옹이 전쟁터에서 쓴 방법이라고 하였다. 학생㉔은 이 자료(D)를 근거로 나폴레옹이 모자를 쓰고 초점을 맞춰서 강의 폭을 구하고 폭탄을 쏘 거리를

구하였다고 주장((d)-C-11)하였으며, 이를 받쳐줄 보장((d)-W-13)으로 도형의 답음을 이용하였다. 그러나 학생㉔은 학생㉔의 주장(C)에 대해 나폴레옹이 모자를 이용해 초점을 맞춘 것은 정확하지 않다고 반박((d)-R-14, 36, 39)하였는데, 이러한 반

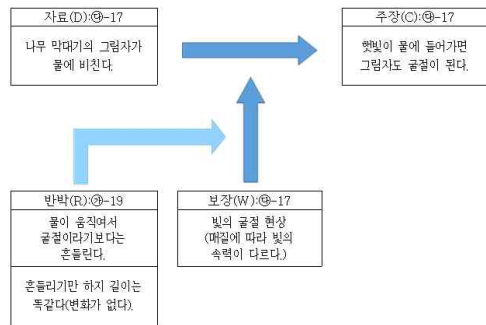
박(R)은 자료(D)에서 주장(C)으로의 과정에서 문제가 야기될 수 있는 상황을 제시하여 주장(C)에 대한 옳고 그름을 떨어뜨리게 되었다. 이것은 주장(C) 자체를 반박(R)하는 것이 아니고, 주장(C)을 명확히 하거나 어떤 제시된 상황에 대한 해결 방안을 찾아가는 것이라 할 수 있다. 즉, 학생㉔는 사람의 움직임은 부정확하여 초점을 맞추는데 흐트러지고 오류가 생길 수 있다고 반박((d)-36, 39)하였다. 이처럼 반박 유형(d)는 주장(C) 자체를 반박(R)하는 것이 아니며, 논증 활동이 진행되어가면서 주장(C)을 정교화하거나 제시한 상황을 해결해 가는 방법을 탐색해가고, 또 다른 고려 상황이나 문제를 제기하는 경우라 할 수 있다.

5. 반박 유형(e) : 보장(W)의 적용 가능성 (applicability)에 대한 반박(R) 사례

반박 유형(e)는 주장(C)을 이끌어내는 과정에 보장(W)이 적용가능한지 여부에 문제 제기를 하는 것으로 상대방의 논증에 대해 반박(R)하는 경우이다. 보장(W)은 자료(D)에서 주장(C)으로 이

끌어지는 상황을 정당화하는 역할을 하는데, 이러한 보장(W)이 적용되지 못하는 상황을 제시함으로써 보장(W)이 자료(D)와 주장(C) 사이의 다리 역할을 하지 못하게 만든다(Verheij, 2005). 주어진 과제는 나무 막대기의 그림자를 이용하여 강쪽의 길이를 구하는 방법을 찾아가는 논증 활동 사례로 학생㉔의 발표로 진행되었으며, 이때의 대화 내용은 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6>에 제시된 논증 활동 중 반박 유형(e)의 사례를 도식화하여 나타내면 [그림 IV-5]와 같다.



[그림 IV-5] 보장(W)의 적용 가능성 (applicability)에 대한 반박

<표 IV-6> 학생㉔의 발표로 진행된 논증 활동 발췌문 (반박 유형(e))

발화 순서	화자	대화 내용	논증 요소
		
15	㉔	나무 막대기가 직사각형이었어요?	
16	교사	아니요. 그렇진 않아요. 그냥 일반적인 막대기이고 하나는 좀 더 크고, 하나는 좀 작은 것, 처음에 막대기 길이가 몇 센티미터다 그런 걸 말해주지도 않았잖아요? 하나는 사람 허리정도 되는 높이, 하나는 좀 더 작은 높이... 다른 생각이나 궁금한 것은 없나요? 자유롭게...	
17	㉔	나무 막대기의 그림자가, 그러니까.. 햇빛이 물에 들어가면 굴절돼서 그림자도 ...	D, C, W
18	㉔	그림자가 굴절이 된다고? 표면 위에 떠 있는데?	R
19	㉔	그러니까, 물이 움직이지않아.. 굴절이라기보다는 흔들리지...	R
20	㉔	흔들리지만 하지, 길이는 똑같은거야, 그림자가 이렇게 되는 건 아니잖아?	R
21	㉔	굴절이 되도 땅에 닿는 길이는 똑같잖아?	R
22	교사	또 다른 생각은 없나요?	
23	㉔	나무가 둘 다 직사각형이면 구할 수도 있지 않을까요?	C
24	교사	막대기가 직사각형이면? 직사각형이면 어떻게 구하는데?	
25	㉔	하나 울리고, 하나를 그 위에다 울리면 직각이잖아요?	C
26	교사	나와서 설명해 봐요? 아니 뭔가 정답에 가까워져 가는거 같아요...	
27	㉔	길이가 짧던 길던, 직사각형이라는 전제하에 삼각비에서 탄젠트를 쓰면, 이렇게 세우면, 침목...	C
28	교사	아까 그렇게 삼각비를 이용했어요. 다른 의견은 없어요?	

위의 [그림 IV-5]에 따르면, 학생㉓는 나무 막 대기의 그림자가 물에 비친다는 자료((e)-D-17)를 근거로 햇빛이 물에 들어가면 그림자도 굴절이 된다고 주장((e)-C-17)하면서 빛의 굴절 현상(매 질에 따라 빛의 속력이 다르다)는 보장((e)-W-17)을 제시하였다. 이에 학생㉔는 학생㉓의 주장에 대해 물은 움직여서 굴절한다기보다는 흔들린다고 반박((e)-R-19)하였고, 학생㉕ 또한 흔들리기만 하지 그림자의 길이는 똑같다고 하며 학생㉓의 주장에 연속으로 반박((e)-R-20)하였다. 이는 보장(W)이 자료(D)에서 주장(C)으로 이끌어지는 상황을 정당화하는 역할을 해야 하는데, 학생㉓와 ㉔의 반박으로 인해 이러한 보장(W)이 적용되지 못하는 경우를 제시함으로써 보장(W)이 자료(D)와 주장(C) 사이의 다리 역할을 못하게 만든 것이다. 학생㉔의 반박(R)은 빛의 굴절 현상에 대한 보장(W) 자체를 반박하는 것이 아니라 그림자(빛)가 물에 들어가도 흔들리기만 할뿐 길이에는 변화가 없다는 것에 대한 문제점을 제시한 것이며, 학생㉓의 보장(W) 자체가 아닌 보장(W)의 적용가능성에 대해 문제를 제기하고 있는 것이다. 또한 학생㉕가 학생㉓와 ㉔의 반박(R)에 대해 답변을 하지 못하자, 교사는 또 다른 의견은 없는지 질문((e)-22)하며 새로운 주장(C)의 논증 활동이 전개되도록 유도하였다. 이처럼 반박 유형(e)는 보장(W)이 자료(D)에서 주장(C)으로 나아가는 상황을 정당화하는 역할을 해야 하는데, 이러한 보장(W)이 적용되지 못하는 상황을 제시함으로써 보장(W)이 자료(D)와 주장(C) 사이의 다리 역할을 하지 못하게 만들었다. 그렇기 때문에 반박(R)이 제기되는 경우에는 결과적으로 상대방 주장(C) 자체의 옳고 그름에 타격이 가해지는 결과를 가져오게 되는 경우라 할 수 있다.

V. 학습자의 반박에 대한 면담 결과

본 연구에서는 학생들의 기하 영역의 토론 수업 속에 반박이 논증 활동에 어떤 영향을 미치는지 파악하기 위해 토론 수업 후 학생들을 대상으로 반 구조화된 면담을 교사가 진행하였다. 면담 영역별 학생들의 반응 결과는 다음과 같다.

1. 전통 수업과 실험 수업의 차이

학생들이 전통 수업에서(평상 시) 기하 내용을 학습하는 것과 실험 수업에서 과제를 중심으로 학습한 것의 차이점에 대해, 학생㉓는 그동안 수학 과목 자체가 어렵다고 느껴왔었는데 실험 수업을 통해 수학에 좀 더 쉽게 다가가고 편안하게 받아들일 수 있었다고 하였다. 이는 실험 수업이 토론 중심의 수업이어서 자유롭게 자신의 의견을 개진할 뿐만 아니라 동료의 이야기를 들으며 자신의 생각도 정리할 수 있었기 때문인 것으로 보인다. 또, 학생㉔는 전통 수업의 방식은 문제를 읽고 정확한 답을 찾는 데에만 시간을 할애하는데 초점을 두고 있지만, 토론을 통한 수업에서는 왜 그렇게 되는지, 문제 속에 숨겨져 있는 원리를 찾아가는 과정에서 학생들끼리 의견을 주고받고 공유함으로써 논증 활동이 보다 정교화 되어간다고 보았다.

한편, 학생㉕는 전통 수업과 실험 수업의 차이는 수학적 문제를 해결해 가는 과정이라고 하였다. 전통 수업의 경우에는 완벽한 풀이 과정 및 정답만을 추구하고, 실험 수업의 경우에는 토론을 통하여 서로 여러 가지 의견들을 공유하며 최적의 정답을 찾아가는 서로 다른 방식을 취하는 것 같다고 하였다. 하지만, 학생㉓는 실험 수업에서 답을 찾아가는 과정에서 어려움도 있었다고 덧붙였다. 마지막으로 학생㉔의 의견도 전

통 수업의 방식은 선생님이 수업하는 내용을 그냥 듣고 정리하고 문제를 푸는 방식으로 진행하는 것에 반해, 토론을 통한 실험 수업은 본인 스스로가 충분히 생각하고, 문제를 증명하는 과정에서 상대방의 반박에 대해 다시 한 번 고민하고 연구하는, 즉 지금까지는 접해보지 못했던 경험으로 문제를 해결하는 색다른 접근이었고 유익한 수업이라고 하였다. 이는 학생㉔와 유사한 답변이라 할 수 있는데, 학생㉕는 다음과 같이 말하였다.

학교에서 배우는 것은 선생님이 알려 주는 것을 그냥 듣고 정리하고 문제 푸는 것으로만 끝나는데, 오늘 토론을 해보니까 제가 많이 생각을 해야 되고, 내가 말한 것에 대해 아이들이 재반박을 하면 또 그것에 대해 증명하고 설명을 해야 되니까 제가 더 많이 생각하고 복습해야 하는데, 이렇듯 이러한 문제들을 (전통 수업과는 다르게) 색다르게 접근하고 생각해 볼 수 있어서 괜찮았던 거 같아요.

2. 논증 활동의 특징과 경험

논증 활동의 특징과 경험 관련 면담에서는 반박에 초점을 두어 논증 활동에 대해 질문하였다. 즉, 실험수업 진행 중에 동료와의 의견이 다를 때와 본인이 반박하였을 때 좋았던 점과 어려웠던 점에 대해, 그리고 동료가 본인의 의견에 대해 반박하였을 때 느꼈던 점에 대해 물었다. 이에 학생㉕는 본인이 알고 있는 부분에 대하여 알고 있는 만큼 친구들에게 알려줄 수 있다는 점이 좋았고, 어려웠던 점은 내가 반박을 했는데 그것을 또 반박 당했을 때 그 부분에 대해 답변하는 것이 어려웠다고 하였다. 반박에 대해 1차와 2차에 대한 답은 미리 준비했는데, 그 뒤로

이어지는 재반박에 대한 답변은 미처 생각을 못했다고 하였다. 그리고 동료가 본인의 의견에 대해 반박을 했을 때 느낀 점은 이렇게도 생각을 할 수 있고 저렇게도 생각을 할 수 있다는 점에 대해 신기해하였으며, 본인이 모르는 부분에 대해 알아가며 배울 게 많은 것 같아서 그 점이 좋았다고 하였다. 학생㉔ 또한 유사한 답변을 하였는데, 동료에게 반박하면서 스스로 느낀 점도 많고 내게 다른 동료가 반박하였을 때 새로운 문제점이 생기고 계속되는 질문에 대해 해결책을 생각하면서 더 정교하게 문제를 해결할 수 있었다고 하였다. 다만, 어려웠던 점은 친구가 왜라고 재반박을 하게 되면 그에 대해 답하는 것이 많이 힘들었다고 하였다.

실험 수업에서 학생㉔가 가장 많이 반박한 것으로 나타났는데, 학생㉔ 스스로 반박을 하면서 과제를 해결해 가는데 많은 고민을 하였고 그 때문에 학습에 도움이 되었으며, 토론 중심의 실험 수업의 방식에 대하여 느낀 점도 많았다고 하였다. 또, 학생㉕도 동료에게 본인의 판단이나 생각이 모두 맞는 것은 아니라는 것을 알게 해 줄 수 있었고, 토론을 진행해가는 과정에서 다 같이 함께 노력하여 보다 더 나은(정답에 가까운) 답을 찾아가는 부분들이 좋았다고 하였다. 학생㉕는 반박할 때 반박하는 내용들은 거의 비슷하다고 보았는데, 상대방에게 반박할 때 반박 내용들의 모순이 많았으며¹⁰⁾ 그 모순들 또한 거의 비슷했다라고 말하였다.

수업 진행 중에 동료와의 의견이 다를 때와 본인의 의견을 반박하였을 때 좋았던 점과 어려웠던 점, 또한 동료가 본인의 의견에 대해 반박하였을 때 느꼈던 점에 대해 학생㉕는 다음과 같이 말하였다.

10) 반박 내용들이 모순이 많은 이유는 연구과제인 강의 폭을 구하는 과정에서 그림자를 이용하거나 막대기를 머리에 올려서 길이를 추측하거나 정확하지 않은(직각이 되게) 각도를 이용하여 길이를 구하려다 보니 오류가 생기고 변수가 생겨 모순들이 많아졌다고 봄.

제가 미처 생각해 보지 못했던 것을 친구들이 지적을 해주니까 그에 대해서 어떤 것이 오류가 있었고, (어떤 것이) 잘못됐는지 그런 것을 생각할 수 있고, 그것에 대해 설명을 할 수 있었던 것에 대해서 제 스스로도 좋았던 거 같고, 그리고 제가 풀었던 걸 해결하는 것 중에서 식을 쓰고, 어떤 것이 틀렸는지도 알아보고, 또 어떤 것이 좀 부족했는지도 알 수 있어서 괜찮았던 것 같아요. (그런데) 자연현상이라 해야 되나! 바람이 분다던지, 이런 것에 오차가 생겼을 때, 즉 변수들이 생겼을 때 어떻게 해결해야 될지도 어려웠고, 또 반박들 각각에 대해서 제 반박하기가 어려웠던 거 같아요.

3. 논증 활동을 활용한 수업의 필요성

앞에서 살펴본 바와 같이 전통 수업과 실험 수업의 차이는 결국 실험 수업을 통해 수학에 좀 더 쉽게 다가가고, 토론 수업의 방식을 활용하여 수학 수업에서의 논증 활동이 보다 정교화되어 가는 방향을 모색하는데 있다고 보았다. 수학 수업에서 논증 활동을 활용한 수업이 필요하지에 대한 물음에서 학생㉔는 새로운 혹은 어려운 내용의 단원에서는 필요하며, 그런 단원에서는 논증 활동이 보다 쉽게 받아들여질 수 있을 것 같다고 하였다. 예를 들면, 처음에 집합을 배웠을 때 새로운 용어가 많이 나오고, 방정식을 처음 배웠을 때와 같이 새로운 영역을 배울 때 논증 활동의 활용 가치가 높다고 보고 있었다. 이렇듯 학생㉔는 논증 활동을 활용한 수업의 필요성에 대해 다음과 같이 말하였다.

단원에 따라서 (논증 활동을 활용한 수업이) 필요한 것이 있을 수 있을 거 같아요. 약간 받아들이기 어려운 단원, 음... 처음에 접했을 때 좀 어려운 단원... 그런 단원에서는 더 쉽게 받아들일 수 있을 것 같아요. 예를 들면 처음에 집합을 배웠을 때, 새로운 용어가 많이 나오거나 중학교 때 방정식을 처음 배웠을 때나 완전히 새로운 것을 접할 때... 처음 수업을 들었을 때

(이해가 안돼서) 많이 당황을 했어요. 그런데 우리가 했던 방식(토론 수업) 대로 편하게 친구들과 이야기하면서 수업하니까 더 잘 이해되고 재미있었고, 문제를 해결해 나가는데 더 잘할 수 있지 않을까 하고...

학생㉕는 논증 활동을 활용한 수업에 대해 그냥 단순히 가르치고 배우는 것이 아니라, 제대로 이해하고 편안하게 알아가는 느낌, 그래서 더 잘 기억에 남는다고 하였다. 또한 토론 수업 중에 생각지도 못한 다른 예외적인 문제들이 나와도 차근차근 풀어 가다보면 보다 더 논리적으로 될 거 같고, 조금 더 정교해지는 느낌이 든다고 하였다. 학생㉕ 또한 이러한 수업이 확실히 더 재미있다고 했는데, 한편으로는 시간을 할애해 자신이 생각한 나름의 답을 고민해 보았지만 정답과 거리가 먼 답을 찾아 아쉽고 허무했다고 하였다. 학생㉕는 전통 수업 방식처럼 강의 내용을 듣고 문제만 풀고 넘어가는 것보다는 본인이 알고 있는 것에 대해 논증 활동을 통해 다시 한번 확인해 봄으로써 얼마만큼 이해하였는지, 또 특정 문제를 접했을 때 어떤 방식으로 문제를 풀어갈 수 있는지 그리고 어느 정도까지 해결할 수 있는지도 알 수 있어서 좋았다고 하였다. 아울러 친구들과 대화하고 스스로 말하면서 문제를 해결해 나가는 것이 훨씬 보람되고 유익하다고 하였다.

4. 논증 활동이 수업에 미치는 영향

지금까지 논증 활동을 활용한 수업이 왜 필요하지에 대해 논의를 해 보았다. 여기서는 토론 중심의 수업을 통해 논증 활동이 수업에 구체적으로 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보았다. 토론 수업 중에 동료의 의견에 반박하여 말함으로써 과제를 해결하는데 도움이 되었는지, 또 도움이 되었다면 왜 그렇게 생각하였는지를

묻고, 끝으로 토론 수업을 통해 느낀 점에 대해 물었다. 이에 학생㉒는 논증 활동을 활용한 과제를 해결해 나아가는 수업에서 정답에 더 가까이 접근했다고 답하였는데, 이는 곧 다른 친구의 의견 중에서 일부는 맞고 일부는 틀린데, 틀린 부분에 대해서 서로가 토론을 지속해 가면서 더 나은 답을 찾아가는 것 같다고 말하였다. 또한 자기 자신이 아는 지식이 전부가 아니라 친구들의 의견을 통해 본인이 생각하지 못했던 부분의 답이 나올 수 있어서 좋았다고 하였다. 학생㉓도 비슷한 답변을 하였는데, 다음과 같이 말하였다.

그렇죠. 다른 예외적인 생각지도 못한 그런 답들이 나와서... 토론을 통해서 조금 더 정교해지는 느낌. 학교 수업도 이렇게(논증 활동을 통한 토론 수업) 했으면 좋겠다는 생각을 했어요. 학교수업에서는 이것은 이거다라고만 알려주기만 하고... 학교에서 한두 번 했는데 토론은 아니었어요. 그냥 발표정도만 했죠. 아이들이 나와서 발표를 했는데, 그것에 대해 반박을 한다든지... 오늘처럼 반박이 오고가는 것은 없어요. 학교수업에도 이게(논증 활동) 들어(도입)왔으면 좋겠어요.

학생㉓는 학교수업에서 가끔 발표를 하곤 하지만 논증 활동을 활용한 토론 수업은 아니었다고 말하면서 이러한 수업 방식이 도입되어야 한다고 하였다. 또한 학생㉓는 토론 수업을 통해 더 많은 다양한 답을 찾을 수 있어서 좋고, 전통 수업에서는 여러 가지 유형의 문제를 풀면서 수업을 하는데, 실험 수업에서는 한 문제만을 다루고 이를 해결하는데 집중하므로 수업 자체에 대한 압박감은 줄고 수업이 더 재미있다고 하였다. 학생㉓도 친구들과의 반박을 통해 오류를 찾아내고, 그것을 수정해 가면서 정답에 가까운 해결책을 찾아 나아가는 그러한 수업 방식이 좋았다고 하였다. 마찬가지로 전통 수업의 방식과는 다르게 실험 수업의 방식은 재미있고 반박도 할

수 있으며 본인의 의견을 상대방에게 표현할 수 있어서 좋다고 하였다.

VI. 결론 및 제언

지금까지 네 명의 학생들을 대상으로 실험 수업을 통해 그들의 논증 활동 과정에서의 반박 유형을 살펴보고, 또 면담을 통한 그들의 반박에 대한 견해를 살펴보았다. 이 연구의 결과로부터 다음과 같은 시사점을 확인하였다. 먼저 학습자의 반박 유형 측면에서 보면,

첫째, 학생㉒, ㉓의 논증 활동에서 반박이 제기되고 반박에 대한 옳고 그름이 상대방(동료)의 암묵적인 동의하에 인정받게 되면, 최초의 논증 자체의 옳고 그름이 훼손되고 그 후 새로운 주제로 넘어가는 경향을 보였다. 이는 반박 유형 (a), (b), (c)에서 상대방이 어떤 사실에 대한 올바른 동의하지 못할 경우 앞서 선행된 논증에 의해 우선적으로 상대방의 반대 의견을 제거해야만 원래의 논증으로 돌아갈 수 있다(Toulmin, 2003). 즉 상대방의 논증이 시작되는 상황에 대해 우선적으로 옳고 그름을 확보해야만 한다.

둘째, 반박이 제기된 후에도 최초의 주장에 대한 옳고 그름의 가능성이 남아있으면서 그 후에도 최초 주장에 대한 논의가 계속되는 양상을 보였다. 학생㉒, ㉓, ㉔의 논증에서 알 수 있듯이 논증 활동이 진행되는 과정에서 최초 제기된 주장이 보다 정교화 되어가는 경향을 보였다. 또, 반박 유형(d)에서도 주장 자체를 반박하는 것이 아니라 최초 주장을 고수하면서 추가적인 요인을 제안하거나, 반박에 의해 제기된 내용을 수용 가능하게 가공해 갔던 것으로 보인다. 반면 학생㉔의 경우처럼 상대방의 견해가 다름이 확인된 후에도 자기의 주장이 옳음을 지속적으로 주장하며, 상대방이 설득당할 때까지 지속적으로 논

의하는 경우도 있었다. 결과적으로, 학생들은 반박 이후 해당 과제에 대한 논의가 성공적이라 판단되면 바로 종결시키는 경향이 있었는데, 논증의 최종 목적이 반박에 의해 논증을 폐기하는 것이 아니며, 반박이 논증 활동을 더욱 풍성하게 하는 시발점으로 기능해야 할 것이라 본다.

따라서 교실 수업에서 논증을 고려할 때 교사는 학생들에게 논증 요소인 자료, 주장, 보장, 반박 등의 요소를 가르치고, 토론 활동에서 학생들이 자신의 주장을 펼칠 때 이들 요소를 적절하게 배치할 수 있도록 교수하여야 한다(이선경, 2006). 또한 학생들의 토론 활동에서 하나의 주장에 의한 단순 논증에서 벗어나 다양한 의견이 제시되는 논증으로의 탐색이 이루어지도록 교사의 적절한 중재와 도움이 필요할 것이다.

결과적으로, 논증 활동의 중요성은 다양한 개념에 대해 합리적인 평가를 하고 가장 옳은 주장에 합의하는 경험을 통해, 다양한 지식을 자신 및 상대방의 것으로 만드는 데 있다고 볼 수 있다. 이렇듯 학교 현장에서 교사들은 학생들이 반박 이후의 논증들을 당장 폐기하기 보다는 기존의 논증에서 유의미한 내용을 찾아 살펴보고 다른 시각으로 검토해 봄으로써 논증이 더욱 정교화 되도록 지도하는 전략이 필요할 것으로 생각된다.

다음으로 학습자의 면담을 통한 반박에 대한 견해를 살펴보면,

첫째, 전통 수업과 실험 수업의 차이점에 대하여 학생㉑, ㉒, ㉓는 전통수업에서는 수학 자체에 대해 어렵다는 인식부터 하고 있었고, 문제를 풀고 정답을 찾아가는 데에만 초점을 두어 수업을 진행하는 것으로 보고 있었다. 반면에 실험 수업의 경우 토론 중심의 활동은 어렵게만 느껴졌던 수학 학습에 대한 인식이 보다 쉽게 접근할 수 있는 하나의 방법임을 알게 되었고, 상대방(동료)과 의견을 주고받는 과정에서 논증 활동

이 보다 정교화 되어가는 방향으로 나아갈 수 있다고 보며 토론 활동이 유익하고 참신한 수업 방식이라고 느끼고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 토론 중심의 활동을 통해 지식 위주의 암기식 교육에서 탈피하고, 학생 참여 중심 수업을 통해 학습 흥미도 향상과 하나의 정답만을 찾기 보다는 다양한 답이 가능한 수업을 할 수 있도록 안내할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, 논증 활동과 경험에 대하여 학생㉑, ㉒, ㉓는 반박을 통해 자기가 알고 있는 지식에 대해 동료들에게 알려 줄 수 있다는 점에 뿌듯해 했고, 본인의 반박을 재반박 당했을 때 그에 대한 답변이 힘들었다는 것이 학생들의 공통 의견이었다. 이는 답을 구할 때 완벽한 풀이나 정답이 있지 않고, 정답에 가장 가까운 근사치의 답을 찾아내는 것이 힘들었기 때문인 것으로 여겨진다. 또 학생㉑는 반박을 하면서 동료에게 자신의 생각이 모두 옳은 것은 아니라는 것을 알려 줄 수 있어서 동료의 생각과 판단, 더 나아가 수학 학습에 도움이 될 것 같다는 의견을 제시하였다. 이렇듯 반박은 논증 활동에 있어서 중요한 역할을 하며(한혜진 외, 2012; 양일호 외, 2015; 문아영, 2016; Erduran, 2008), 학생들의 의사결정 변화를 알아보기 위해 반박 자료를 제시하였을 때 의사결정이 변하지 않는 경우보다 의사결정이 변하는 경우가 더 많다(양일호 외, 2015)는 것을 알 수 있었다. 따라서 반박 유형에 따라 반박이 제기된 후 논증 활동의 진행 양상이 달라졌다는 점에서 추후 반박이 제기된 후 논증의 변화와 발달 과정에 대한 세부적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

셋째, 논증 활동을 활용한 수업의 필요성에 대하여 학생㉑, ㉒, ㉓는 대체적으로 논증 활동을 활용한 수업은 새롭고 처음 접하는 단원이나 어려운 단원에서 활용하기에 적합하고, 단순히 배우는 것이 아니라 제대로 이해하여 기억에 더

잘 남으며, 논증이 정교화 되어가면서 더욱더 논리적으로 될 수 있다고 보고 있었다. 논증 활동의 목적이 스스로 논증을 적절히 구성해 내고, 상대방의 논증에 대해 옳고 그름을 비판적으로 판단하고 검토하여 논증의 질을 높이는 데(문아영, 2016) 있듯이, 논증 활동을 통해 논증 능력을 향상시키는 것은 논증의 질을 높이는데 있어서 가장 중요한 부분일 것이다. 그렇듯 논증 활동 중 나타나는 논증 요소에 대한 이해는 논증의 질 향상과 학생들의 논증 능력 향상에 도움이 되며(김진환, 강영란, 2016), 수업 개선 및 교사 지식의 전문성 신장을 위하여 다양한 수업의 관찰과 담화로부터 논증 요소의 구성과 분석이 뒤따라야 할 것으로 판단된다.

넷째, 논증 활동이 수업에 미치는 영향에 대하여 학생들은 과제를 해결하는데 정답에 더 가까이 접근했다고 답하거나, 토론 수업을 통해 더 많은 다양한 답을 찾을 수 있어서 좋았고, 전통 수업에 비해 압박감도 덜하고 더 재미있는 수업이었다고 하였다. 학생④의 답변에서 보듯이 논증 활동을 통한 토론 수업이 학교 수업에 다양하게 투입, 적용 되어야 하며, 단순한 발표 수업만이 아닌 보다 정교한 토론, 즉 논증 활동 수업이 모색되어야 할 것이다. 결국 논증 활동을 통한 수업은 교사가 일방적으로 지식을 전달하고 학생은 그 지식을 수용하는 기존의 전통 수업 방식과는 엄연한 차이가 있으며, 학생들 스스로 능동적으로 수업에 참여하여 지식을 습득하고, 사고하게 하여 수학교육에서 추구하는 핵심 역량인 의사소통 및 추론 능력 향상에 도움이 될 것으로 생각된다. 결과적으로, 학생들의 기하 영역의 토론 수업에서 전통 수업과 실험 수업의 분명한 차이가 있었으며, 토론 수업을 통하여 반박이 논증 활동에 긍정적인 영향을 주었다. 또한 본인이 알고 있는 지식에 대해서 재검토를 해봄으로써 스스로 문제를 해결해 갈 수 있는 능

력을 키움과 동시에, 이를 통해 반박을 활용한 논증 활동의 수업이 학교 현장에 제공되어야 할 것으로 보인다.

이상의 결론을 토대로 다음과 같은 제언을 할 수 있다.

첫째, 교사는 학생들이 대화나 발표 등을 통해 걸음으로 표현하는 주장과 실제 생각하는 것과의 차이가 있을 수 있음을 인지할 필요가 있다. 본 연구에서 수학 과제의 해결을 위한 논증 활동 후 학생 개개인의 면담을 진행하였을 때 몇몇 학생들은 논증 활동 시 발언과 다른 생각을 가지고 있는 경우가 있었다. 따라서 교사는 학생들로 하여금 질문을 통하여 논증 과정이 일어나도록 하고 그들 스스로 결론을 유도해 내도록 도와주는 조력자의 역할을 해야 하며, 학생들의 질문에 관심을 가지고 살펴보아야 하고 그러한 질문들이 발전적인 논증으로 이어질 수 있도록 다양한 피드백을 주어야 할 것이다.

둘째, 논증의 최종 목적이 반박에 의한 논증의 폐기가 목적이 아니므로 반박이 논의를 더욱 풍성하게 하는 시발점으로 기능해야 할 것이다. 수학 수업에서 논증을 활성화 시키고 질적 향상을 위해 교사가 학생들에게 논증 요소를 가르치고 이를 적절하게 배치할 수 있도록 교육하는 것(이선경, 2006) 즉, 논증 요소가 어떤 형태의 반박에 적용되는지를 학생들에게 보여주고, 학생들이 상대방의 논증 요소를 구조화하고 각 요소별로 분석하고 비판적으로 검토해 보도록 가르치는 측면 또한 논증 교육에서 중요하게 다뤄져야 할 것이다.

셋째, 학생들 간에 이뤄지는 상호작용에서의 논증의 발전적 향상을 위해 주장(C)에 대한 반박과 그 반박에 따른 보장(W) 또한 적절히 활성화 되어야 할 것이다. 이때 적절한 반박(R)과 보장(W)의 제시는 논증 활동에 다양한 창의적 아이디어와 논리성을 제공하며, 주장의 옳고 그름과

정당화를 통해 상대방을 설득시키는데 큰 역할을 할 것이다.

마지막으로, 본 연구의 실험 수업에서 반박 유형별로 반박이 제기된 후 학생들의 논증의 질과 능력이 향상 되었다고 판단되는 바, 각 학년에 걸 맞는 논증 활동을 유발하는 다양한 상황에서 수학적 과제가 개발되고, 반박을 활용한 토론 중심의 수업을 통하여 보다 활발한 논증 활동이 이뤄지기를 기대하며 이를 위해서는 질 높은 수업 설계 및 수업 개선이 뒤따라야 할 것이다.

참고문헌

강순민(2004). **과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정 요소의 특성**. 한국교원대학교 박사학위 논문.

강현영, 송은영, 조진우, 이경화(2011). 통계적 논증 활동을 강조한 통계수업의 효과에 대한 사례연구. **수학교육학연구**, 21(4), 399-422.

국립국어원 표준국어대사전 .
http://stdweb2.korean.go.kr/search/List_dic.jsp

고연주, 최윤희, 이현주(2015). 과학관련 사회쟁점(SSI) 맥락에서의 소집단 논증 활동 분석틀 개발: 담화클러스터와 담화요소의 분석. **한국과학교육학회지**, 35(3), 509-521.

김동원(2007). 틀의 차이를 극복하기 -수학교실에서 논증분석 연구. **수학교육**, 46(2), 173-192.

김진환, 강영란(2016). 초등영재학급을 대상으로 그래핑 계산기의 지오보드를 활용한 Pick 공식의 탐구 과정에서 나타난 논증 활동의 분석. **학교수학**, 18(1), 85-103.

문아영(2016). **초등학생들의 소집단 논증 활동에서 의사결정에 영향을 주는 ‘반박’ 양상의 사례**. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위 논문.

양일호, 김기영, 임성만, 김은애, 김성운(2015). 과학 관련 사회적 문제(SSI) 상황에서 반박 자료와 감정이입상황에 따른 초등학생의 의사결정 변화. **한국지구과학회지**, 8(1), 66-75.

윤선미, 김희백(2011). 소집단의 논변활동을 위한 과학 탐구 과제의 개발과 적용. **한국과학교육학회지**, 31(5), 694-708.

이선경(2006). 소집단 토론에서 발생하는 학생들의 상호작용적 논증 유형 및 특징. **대한화학회지**, 50(1), 79-88.

이윤경(2016). **고등학교 확률통계 담화분석: Mehan의 이론, Toulmin의 논증패턴, Peirce의 가추법을 중심으로**. 미출판 박사학위논문, 영남대학교 대학원 경산.

이윤경, 조정수(2015). 고등학교 확률 수업의 ‘몬티홀 문제’ 과제 맥락에서 나타난 논증과정 분석. **학교수학**, 17(3), 423-446.

이은주, 윤선미, 김희백(2015). 변칙 사례에 대한 과학 영재 학생들의 반응에서 드러난 인식론적 프레이밍과 소집단 논변활동 탐색. **한국과학교육학회지**, 35(3), 419-429.

한혜진, 이태훈, 고현지, 이선경, 김은숙, 최승언, 김찬중(2012). 과학영재의 논증 활동에서 나타나는 반박 유형 분석. **한국과학교육학회지**, 32(4), 717-728.

Dunham, W.(2004). **수학의 천재들**. (조정수 역), 서울: 경문사. (1995).

Erduran, S.(2007). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

Erduran, S.(2008). Argumentation in Science Education: An Overview. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science*

- Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 12-16). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Inglis, M., Mejia-Ramos, J. P., & Simpson, A. (2007). Modelling mathematical argumentation: The importance of qualification. *Educational Studies in Mathematics*, 66(1), 3-21.
- Krummheuer, G.(1995). The ethnography of argumentation. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 229-269). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Magalhães, M., & Martinho, M. H.(2012). The role of graphical calculator in developing mathematical argumentation. Retrieved from <http://www.icme12.org/upload/UpFile2/TSG/1308.pdf>.
- McCrone, S. S.(2005). The development of mathematical discussion: An investigation in a fifth grade classroom. *Mathematical Thinking and Learning*, 7(2), 111-133.
- Pedemonte, B.(2007). How can the relationship between argumentation and proof be analysed?. *Educational Studies in Mathematics*. 66(1), 23-41.
- Sampson, V., & Clark, D. B.(2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J.(2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Toulmin, S. E.(2003). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Verheij, B.(2005). Evaluating arguments based on Toulmin's scheme. *Argumentation*, 19, 347-371.
- Vincent, J., Chick, H., & McCrae, B.(2005). Argumentation profile charts as tools for analysing students' argumentations. In H. Chick & J. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 4* (pp. 281-288). Melbourne, Australia: IGPME.
- Whitenack, J. W. & Knipping, N.(2002). Argumentation, instructional design theory and students's mathematical learning: a case for coordinating interpretive lenses. *Journal of mathematical behavior*, 21, pp. 441-457.
- Yackel, E., & Cobb, P.(1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, pp. 458-477.
- Yackel, E.(2002). What we can learn from analyzing the teacher's role in collective argumentation. *Journal of mathematical behavior*, 21, pp. 423-440.

An Investigation on the Properties of the Argumentation for Students' Performing Geometric Tasks in Middle School-Based on the Type of the Rebuttal of Verheij¹¹⁾

Hwang, Hye Jeang (Chosun University)
Hong, Sung Gi (Graduate School, Chosun University)

Students need to have opportunities to share their ideas with peers by taking part in the conversation voluntarily that is, by persuading others and reflecting the consequences. Recognizing the importance of this point, this study intended to examine students' argumentation occurring in the process of performing tasks in the math classroom. Also, it tried to explore the types of the argument that students used in the classroom and the reason why they employed them with a focus on 'rebuttal', which is one of the six elements of the argument scheme such as claim, data, warrant, backing, qualifiers, and rebuttal. The analysis of

argumentation is based on the five argumentation schemes suggested by Verheij(2005). The experimental class was conducted twice a week with four participants who are third grade middle school students. In the argumentation class students were promoted to address two different kinds of geometrical tasks. After the second session of class, the researcher conducted the semi-structured interview. Accordingly, this study contributes to the existing research by making students to have concrete and active argumentation while obtaining the sound understanding of the argumentation.

* Key Words : Argumentation(논증 활동), Argument scheme(논증 요소), Geometrical tasks(기하 과제), Semi-structured interview(반 구조화된 면담)

논문접수 : 2017. 10. 10

논문수정 : 2017. 11. 15

심사완료 : 2017. 11. 20

11) This study was supported by research fund from Chosun University, 2016