

과학영재의 논증 활동에서 나타나는 반박 유형 분석

한혜진* · 이태훈 · 고현지 · 이선경 · 김은숙 · 최승언 · 김찬중
서울대학교

An Analysis of the Type of Rebuttal in Argumentation among Science-Gifted Student

Han, Hye-Jin* · Lee, TaeHoon · Ko, Hyunji · Lee, Sun-Kyung · Kim, Eunsook ·
Choe, Seung-Urn · Kim, Chan-Jong

Seoul National University

Abstract: The purpose of this study is to analyze the argumentation of gifted students in the perspective of rebuttal. Rebuttal is a significant indicator of argumentation quality; it is also an essential component for science learning through interaction. However, most previous research point out insufficient use of rebuttal in student's argumentation. The argumentation of 37 8th grade students, enrolled in institutes for the scientifically gifted in Seoul, are observed and recorded for 4 hours. The argumentation topic is about how to measure the brightness of the sun. Based on Verheij's (2005) five types of rebuttal patterns, the features of rebuttal are analyzed. It is found that students' argumentation include all of the five rebuttal types: rebuttal of the data, the claim, the warrant, warrant's applicability, and connection between data and claim. It is also found that these five types can be categorized in two groups. The first group consists of first three types and is characterized by the disagreement with the validity of what has been said. The second group consists of the last two types and is characterized by the suggestion or additional information for missing links in argumentation.

Key words: argumentation, rebuttal, Toulmin, science gifted student

I. 서 론

논증은 최근 과학 교육 연구의 화두이다(Chin & Osborne, 2010; Erduran & Jiménez-Aleizandre, 2008; Kelly *et al.*, 2008; Sandoval & Millwood, 2008). 많은 연구자들이 과학적 탐구 과정의 핵심에 논증 활동이 자리하고 있음을 주장(Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1993)하며, 학생들의 과학적 지식 발달에 있어서 논증이 주축이 된다는 점에 주목하고 있다. 이러한 추세에 맞물려 우리나라도 학교과학교육 맥락에서 수행되는 논증 활동에 대한 질적 및 양적 연구들이 활발하게 이루어지고 있다(강순민, 2004; 박정은 등, 2009; 신호심, 김현주, 2011; 이고은 등, 2010; 이선경, 2006; 조현준 등, 2008).

학교과학교육 현장에서 학생들의 논증 활동에 대한 연구를 살펴보면, 논증 활동의 형태와 수준을 분석하

기 위해 Toulmin 모델이 많이 사용되고 있다(이고은 등, 2010; 이봉우, 임명선, 2010; Erduran, 2008). 우리나라에서 Toulmin 모델에 기반하여 진행된 논증 활동에 관한 기존 연구들은 다음과 같이 크게 세 부류로 나눌 수 있다. 논증 요소별 빈도수 분석(강순민, 2004; 광경화, 남정희, 2009; 신호심, 김현주, 2011; 이고은 등, 2010; 이봉우, 임명선, 2010), 논증 유형 분류(이고은 등, 2010; 이봉우, 임명선, 2010), 논증 요소의 유무에 따른 논증의 질적 수준 분석(광경화, 남정희, 2009; 조현준 등, 2008)이다. 비록 이상의 연구 맥락들이 각기 다른 측면에서 논증 활동을 분석해내고 있지만, 궁극적인 목적은 학교 현장에서 학생들이 질적으로 우수한 논증을 구성해내는 능력을 갖추게 하는데 있다고 볼 수 있다. 다시 말해 과학교육에서 논증 연구의 목적 중 하나는 학생들이 과학자처럼 논쟁할 수 있는 능력을 갖도록 하는 것이다(Sandoval

*교신저자: 한혜진(happyhhj@snu.ac.kr)

**2012.02.29(접수) 2012.04.10(1심통과) 2012.04.17(최종통과)

& Millwood, 2008).

논증 활동의 목적은, 그 맥락이 글쓰기 상황이든 말하기 상황이든 상관없이, 자기 논증의 수용 가능성을 높이기 위해 합리적 근거를 들어 상대방을 설득시키는 것에 있다(강순민, 2004). 또한, 자신의 논증을 적절하게 구성해내는 것 외에도, 상대방의 논증을 비판적으로 검토하고 타당성을 판단하는 것도 논증의 질을 높이는데 있어서 중요한 부분이다. 다시 말해 과학적 주장의 잠재적인 유효성을 평가하기 위해 상대방 논증의 요소를 면밀히 조사하고 평가하며 의심이 갈 경우 논증에 대해 반론을 제시하는 능력 또한 중요한 것이다(이지영, 김희백, 2011; Erduran, 2008; Garcia-Mila & Anderson, 2008).

Erduran(2008)에 따르면 반박이 있는 대화는 반박이 전혀 없는 대화보다 질적으로 향상된 형태이다. 왜냐하면 반박과의 대면을 통해서 신념에 대한 인식론적 도전(epistemological challenge)을 경험할 수 있고, 이를 통해 논증을 질적으로 발전시킬 수 있기 때문이다. 다시 말해 반박이 없는 논증은 특별한 비판이나 평가 없이 그 자체로 영원이 지속될 수는 있겠지만, 논증의 질 향상을 이루기는 거의 불가능하다고 봐도 무방하다. Felton과 Kuhn은 논증에서 반드시 다루어야 할 세 가지 목표를 첫째, 주장을 정당화하는데 필요한 전제를 확인하는 것 둘째, 반대 입장을 약화시키기 위해 그들의 주장에서 확실하지 않은 주장을 확인하는 것 셋째, 자신의 주장에 반대하여 나오는 주장을 반박하거나 무효화시키는 것으로 정하였다(Garcia-Mila & Anderson, 2008). 이는 논증 활동 과정에서 반박이 출현할 수 있는 맥락이 조성되고 논의 과정에서 반박이 적극적으로 표명되어 논증의 타당성이 엄밀하게 평가되어야만 논증 활동의 목표가 달성될 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

이처럼 논증에서 반박의 중요성에도 불구하고, 학생들의 논증 활동에서 반박을 찾아보기 어렵다는 점은 여러 연구를 통해 많이 지적되어 왔다. 일반 중학생의 논증 과정에서 제시되는 담화의 절반 이상이 주장(claim)과 간단한 자료(data)로만 구성되어 있었으며(강순민, 2004), 중등 과학영재 학생의 논의 과정에서도 주로 주장(claim)에 그치고, 주장을 정당화할 자료(data)나 보장(warrant)을 제시하지 않는 경우가 많았다(신호심, 김현주, 2011; 이고은 등, 2010). 또한 학생들의 논증 활동 과정에서 반박의 요소가 일부 나

타나기도 하지만 그 빈도가 매우 적은 것으로 드러났다(이봉우, 임명선, 2010). 예외적으로 이지영, 김희백(2011)은 소집단 토론 과정에서 반박의 등장으로 갈등 상황을 해결하기 위해 구성원들이 어떻게 상호작용하는지를 분석하기도 하였다. 하지만 상호작용의 패턴을 대화적 담화와 권위적 담화로 구분하는데 연구 결과를 집중함으로써, 논증 요소들로 조직된 전체 논증 구조 속에서 반증(반박)의 위치와 역할을 구체적으로 보여주기에 한계가 있었다.

살펴본 바에 따르면, Toulmin의 논증 구조(TAP, Toulmin's Argument Pattern)를 이용하여 학생의 논증을 분석한 연구는 활발히 진행되어 왔으나, 학생들의 반박(rebuttal) 유형에 초점을 맞춰 세부적으로 다루고 있는 연구는 드물었다. 그러나 반박이 수준 높은 논증 활동에 있어서 중요한 역할을 한다면(이봉우, 임명선, 2010; 이지영, 김희백, 2011; Erduran, 2008), 여러 논증 요소 중 반박에 초점을 맞춰 학생들의 논증 과정을 탐색하고 이해하는 과정은 중요한 연구 과제가 될 것이다.

이에 본 연구에서는 중등 영재 학생들이 실제 논증 활동에서 어떤 논증 요소를 반박하고 있는지 살펴봄으로써 반박이 포함된 논증 사례를 예시하고 반박의 유형을 구분하고자 하였다. 학생들의 논증 활동에서 반박 유형에 초점을 맞춰 논증 활동을 세밀하게 탐색해보는 작업은 논증 활동에 대한 풍부한 이해를 돕는 동시에 논증 활성화 및 논증의 질적 향상을 도모하기 위한 방안을 모색하는데 시사점을 줄 것이다.

II. 연구 방법

1. 수업의 맥락

본 연구의 대상이 된 수업은 서울 소재 영재원 두 곳(G, S)에서 중학교 2학년 학생을 대상으로 동일한 교사의 진행 아래 동일한 주제인 “태양은 얼마나 밝은가?”를 가지고 이루어졌다(표 1). 이 질문은 구체적인 실험 내용이 정의되지 않은 상태로써 학생들은 질문의 의미부터 정교화 할 필요가 있는 열린 질문이다. 예를 들어 “태양의 밝기”라는 말이 어떤 종류의 밝기를 의미하는지 구체적인 정의가 없다. 각 영재원 학생들은 이 주제를 가지고 태양의 밝기를 측정할 수 있는 방법을 고안해보는 문제에 대해 전체토론을 하였다.

표 1
연구 참여자에 대한 배경 정보

영재원	G	S
학년	중학교 2학년	중학교 2학년
학생	과학 영재 학생	과학 영재 학생
학생수	17(남:14, 여:3)	20(남:12, 여:8)
수업 일자	2011. 10	2012. 1
수업 시간	60분	180분

수업을 담당한 교사는 공동 연구자 중 한 명으로 천문학 학사 학위를 가진 과학교육과 석사 과정생으로 학교에서 학생들을 가르친 경험은 없었다. 그리고 본 연구의 목적이 학생들 간에 자연스럽게 일어나는 논증 활동의 특성을 이해하는데 있기 때문에 교사는 학생들의 불분명한 발화를 대신 언급해주거나 여러 명이 동시에 말을 할 경우 발화의 순서를 정해주거나 “이 의견에 대해 어떻게 생각하니?” 또는 “왜 그렇게 생각하니?” 등의 질문을 통해 학생들의 논의를 활성화시키는 행동 외에는 학생들의 논증 활동에 개입하지 않았다. 수업의 전 과정은 카메라를 이용해 녹화하였으며 모두 전사(transcription)하여 분석에 사용되었다.

2. 분석 방법

본 연구에서 학생들의 논증 활동에 대한 분석은 Toulmin의 논증 구조에 기초해 이루어졌다. Toulmin의 논증 구조는 기본적으로 주장, 자료, 보장의 세 요소로 이루어져 있는데, 여기에 반박, 보강, 한정사들이 더해지면서 논증이 정교화되고 타당성이 강화된다. 논증 구조를 구성하는 각 요소의 의미는 다음과 같다(강순민, 2004). 본 연구에서 Toulmin의 논증 요소는 약자로 표기하여 C는 주장, D는 자료, W는 보장, R은 반박을 의미한다.

- 자료(Data) : 주장을 뒷받침하기 위한 논거로서

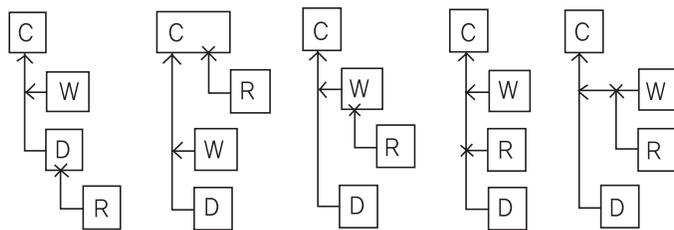


그림 1 반박의 5가지 유형(Verheij, 2005)

사실이나 예, 자료 혹은 개인적인 견해들

- 주장(Claim) : 주장하는 사람이 자신의 견해를 밝히는 하나의 진술 혹은 타인의 지지를 얻어내기 위해 내세운 하나의 진술
- 보장(Warrant) : 제시된 자료가 주장을 정당화하기 위해 제시되는 진술들(규칙, 법칙 등)
- 반박(Rebuttal) : 주장이 성립될 수 없는 조건
- 보강(Backing) : 특정 보장을 정당화하기 위하여 제시되는, 일반적으로 받아들여질 수 있는 기본적인 가정이나 조건
- 한정사(Qualifier) : 주장에 대한 한정적인 조건을 제시

자료의 분석과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 ‘태양은 얼마나 밝은가?’ 라는 큰 주제를 가지고 벌어진 전체 토론을 논쟁의 쟁점이 되는 내용을 기준으로 소주제별로 나누었다. 이후 소주제별로 주요 논증 요소를 코딩하는 작업을 하였다. 이 과정에서 한 학생의 발화 속에 여러 개의 보장이나 주장이 복합적으로 섞여 있기도 하였으며, 한 학생의 논증에 대해 여러 학생이 다양한 측면에서 반박하기도 하였으며, 또한 하나의 논증에 대한 학생의 반박도 여러 측면을 반박하는 등 복합되어 있는 경우가 있었다. 때문에 분석의 첫 단계에서는 전사문에서 자료, 주장, 보장, 반박, 보강, 한정사 등의 각 요소를 코딩하는데 역점을 두었다.

분석의 첫 단계인 학생들의 토론 과정을 TAP로 구조화하여 분석하는 과정에서, 반박이 다양한 맥락에서 사용되며, 그 작동 양상이 다양하게 나타남을 볼 수 있었다. 따라서 연구진은 반박의 유형을 분류할 수 있는 도구로서 Verheij(2005)의 ‘반박 유형’을 분석에 적용하였다. Verheij(2005)은 Toulmin의 논증 구조에서 반박이 가능한 다섯 종류의 반박 유형을 다음과 같이 제안하였다(그림 1).

그에 따르면 반박유형 (a)는 자료(D) 자체에 대한 반박이고, (b)는 주장(C) 자체에 대한 반박, (c)는 보장(W) 자체에 대한 반박, (d)는 자료(D)로부터 주장(C)이 이끌어지는 과정에 대한 반박, (e)는 보장(W)의 적용 가능성(applicability)에 대한 반박이다.¹⁾

Verheij(2005)의 반박 유형을 토대로, 분석의 두 번째 단계에서는 초기 코딩자료에서 자료, 보장, 주장, 반박의 요소를 모두 가진 논증 사례를 찾는 것에 집중하였다. 그런데 때때로 논의 과정에서 자료가 명시적으로 드러나지 않은 경우도 있었다. 이는 학생들의 토론이 실제 관찰이나 실험이 이루어지는 과정 속에서 일어나지 않은 탓으로 여겨졌다. 때문에 자료가 명시적이지 않은 사례는 보장과 주장에 근거해 암묵적으로 전제되어 있는 자료를 찾았고, 이 또한 분석의 대상으로 포함하였다. 하지만 보장이나 주장, 반박 중 한 요소라도 명시적으로 드러나지 않은 사례는 분석의 대상에서 제외하였다.

또한 앞서의 주장이 뒤이은 논증에서 자료로 기능하거나, 반박이 일어나는 경우 뒤 이은 논증의 각 요소들이 새롭게 생성되거나 재정렬 되는 등 역동적으로 변화해가는 논증 활동의 특성 상 어느 시점을 분석의 대상으로 할 것인지를 결정하는 작업은 반박의 유형을 탐색하기 앞서 선행되어야 할 중요한 작업이었다. 따라서 연구자들은 자료, 보장, 주장, 반박 모두가 명시적으로 드러나며 4가지 논증 요소가 하나의 주제를 형성하며 논증 활동이 이루어지는 시점에서의 논증 요소를 도식화한 후 반박이 논증 요소 중 무엇을 겨냥하고 있는지 분석하였다. 이때, Verheij(2005)의 다섯 가지 반박 유형은 경험적 자료로부터 귀납적으로 도출된 유형이 아니라는 점에서 잠재적 틀로 작용하였다. 따라서 Verheij(2005)의 반박 유형을 분석틀로 사용하면서도 동시에 Verheij(2005)의 반박 유형이 학생들의 논증 활동 속에서 실제로 나타나는지 자체를 점검하였다. 그 결과 다섯 가지 반박 유형에 걸쳐 총 11개의 반박 사례가 추출되었다(표 2). 예를 들어 표 2에서 G_03은 G 영재원 학생들의 논증 과정에서 시간상으로 3번째로 나타난 반박 사례라는 뜻이다.

이상의 전 과정은 분석의 타당도를 높이기 위해 공동 연구자 중 4명이 각자 전사 자료를 개별적으로 분석한 후 결과를 서로 비교하고, 불일치가 있을 경우

최종적으로 하나로 합치된 의견에 도달할 때까지 상호 협의를 반복적으로 거듭하는 식으로 진행되었다. 마지막으로 공동 연구자들과 함께 분석 결과를 공유하며 분석의 타당도를 높이고자 노력하였다.

표 2
반박 유형 분석 결과

	D	C	W	Ap.	Con.
G_01				○	
G_02					○
G_03			○		
S_01					○
S_02				○	
S_03					○
S_04					○
S_05				○	
S_06					○
S_07	○				
S_08		○			
총합	1	1	1	3	5

* D(자료), C(주장), W(보장), Ap.(보장의 적용 가능성), Con.(자료에서 주장으로 가는 과정)

III. 연구 결과

자료 분석 결과, 다섯 가지 반박 유형에 대하여 총 11개의 반박 사례가 추출되었다(표 2). 이에 본 연구 결과에서는 각 반박 유형별 대표 사례를 중심으로 논증 활동 속에서 학생들이 어떤 논증 요소를 반박하고 있는지 반박 유형별로 논증 사례를 예시하고자 한다.

학생들은 논증 활동 과정에서 다양한 유형의 반박을 사용하고 있었으며, 이러한 반박의 사용을 통해 논증 과정에서 수준 높은 상호작용을 하고 있었는데 학생들이 사용한 5가지 유형의 반박을 다시 두 범주로 나누어서 볼 수 있었다. 첫 범주는 논증 요소 자체의 과학적 타당성 여부를 반박하는 내용으로 유형 I, II, III에서 관찰되었으며, 다른 범주는 전개된 논증 요소 외에 주장의 타당성을 위협하는 내용을 추가로 제시하는 경우로 유형 IV, V에서 관찰되었다(단, 학생들의 이름은 모두 가명이다.)

1) Verheij(2005)는 Toulmin도 그의 저서에서 반박 유형 (b), (c), (e) 유형을 각각 주장에 대한, 보장의 권위에 대한, 보장의 적용 가능성에 대한 반박으로 제시하였지만 반박유형 (a)와 (d)에 대해서는 명시적으로 언급하지 않았다고 지적하였다.

1. 반박유형 I : 자료(D)에 대한 반박(R) 사례

반박유형 I은 자료 자체의 타당성에 직접적인 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다. Toulmin(2003)에 따르면, 자료는 주장이 기초하고 있는 토대로 제시되는 사실들이다. 그런데 만약 상대방이 이런 사실의 올바름에 동의하지 못할 경우 선행하는 논증에 의해 우선적으로 상대방의 반대를 제거해야만 원래의 논증으로 돌아갈 수 있다(Toulmin, 2003). 따라서 자료 자체의 타당성에 대한 반박은 상대방 논증이 시작되는 상황 자체에 대해 우선적으로 타당성 확보를 요구하게 된다.

다음 발췌문은 반박유형 I의 사례로서, 태양의 밝기를 측정하는 아이디어를 고안하는 과정에서 나온 집광에 의한 빛의 에너지 변화에 관한 논증 사례이다.

발췌문 S_07

발화 순서	화자	논증 요소
1	인수	광전효과에 주목을 했어요. <u>광전효과라는 걸 기략하게 설명을 해보자면 일정 이상의 에너지가 금속판을 치면 전자가 튀어나온다는 걸로 간단하게 설명할 수 있는데, 이거를 저는 태양빛에다 적용을 해 봤어요. 그래서 이 빛이 상당히 좀 그냥 들어올 땐 약하잖아요, 그러니까 돌보기 같은 걸로 한 점에 모아요, 거울이나 돌보기로 모으면 분명히 어느 정도 세기가 커질 거란 말이예요. 그러면 이 커진 거를 금속판에다 갔다 때려요. 그러면은 전자가 나오는 데 전자가 나오는 개수 같은 게, 세기에 비례한다고 전 알고 있는데 그렇게 이용을 하면은 어느 정도는 구할 수 있지 않을까요?</u>
2	영기	<u>돌보기로 모은다고 빛의 세기가 세지나?</u>
3	인수	(묵묵부답)
4	윤지	빛을 모아주니까 에너지가 한 점에 모인다는 뜻으로 말씀을 하신거 아닌가요.
5	인수	이렇게 일직선으로 들어오는 것보다 빛을 모으잖아요, 그럼 그만큼 에너지가 증가할 거라고 생각을 했어요. <u>그니까 그냥 검은색 도화지를, 예를 들어서, 그냥 갔다 대놓으면 안타잖아요, 근데 돌보기로 빛을 모으면 타듯이 그런 쪽으로 생각을 해봤어요.</u>

- 6 윤지 : 돌보기로 그렇게 전자를 때려서
- 7 인수 : 금속판을 때리는 거예요.
- 8 윤지 : 그니까 금속판을 때려서 전자가 튀어나오게 하기에는 돌보기로 모으는 데 약간 오류가 있다고 생각을 하는데
- 9 인수 : (중략) 꼭 돌보기를 사용해야 한다는 게 아니라 그것보다 다른 물질을 이용해서 좀 더 효율적으로 집광을 한다면 충분히 가능하다고, 이론적으로는 가능하다고 생각합니다. (중략)
- 10 영기 : 그니까 돌보기로 빛을 모으면요, 일단 전체 에너지의 양은 같다는 데 동의를 하시죠?
- 11 인수 : 네
- 12 영기 : 그런데 이제 단위면적당 들어오는 에너지 양이 많아지는 거잖아요. 근데 광전효과에서 말하는 일정 이상의 에너지라는 것은 광자 하나하나에 대한 에너지 거든요. 그게 그 광자 하나에 대한 에너지는 빛은 전자기파니까 그 빛의 진동수에 비례를 해요. 그러면 돌보기로 모았을 때 진동수가 달라질까요?
- 13 교사 : (인수가 말이 없자)자, 다른 아이디어로 넘어가 볼까요?

R1

인수는 돌보기로 빛을 모으면 빛의 에너지가 세진다는 자료(D1)에 근거해 집광하면 광전 효과(W1)에 의해 더 많은 전자가 튀어나올 것이라고 주장(C1)했다(발화 1). 인수의 자료(D1)는 발화 5에서 볼 수 있듯이 과거에 돌보기로 종이를 태운 경험에 바탕을 두고 있다. 그런데 영기는 인수의 자료(D1) 자체를 반박(R1)하고 있다(발화 2). 특히 발화 12에는 반박(R1)의 논증 과정이 잘 드러나 있는데, 영기는 에너지와 진동수와 관계의 보장(W)으로 하여 집광을 하기 전이나 한 후에나 빛의 진동수 자체는 바뀌지 않는다는 주장(C)을 정립하고 있다. 인수의 자료(D1) 자체에 대한 영기의 반박(R1)은 자료(D1)를 반박하는데서 그치지 않고 결과적으로 인수의 주장(C1)이 옳지 않음을 지적하게 된다. 즉, 집광을 하기 전이나 후나 광전 효과를 통해 발생하는 전자의 개수 자체에는 변화가 없다는 것이다. 이 유형의 반박은 최초의 주장을 무효화시켰고, 이로 인해 논증은 더 이상 진전되지 못하고 새로운 주

제에 대한 탐색으로 이어졌다. 그림 2는 반박유형 I의 사례를 도식화한 것이다.

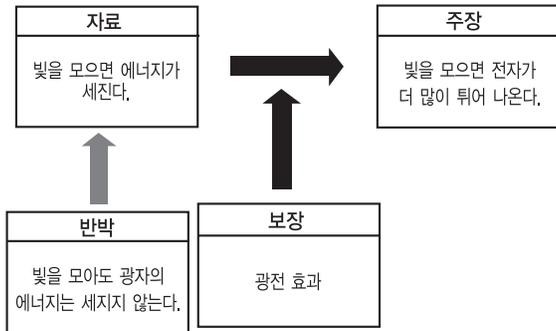


그림 2 자료에 대한 반박

2. 반박유형 II : 주장(C)에 대한 반박(R) 사례

반박유형 II는 주장 자체의 타당성에 대해 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다. 이 경우는 자료와 보장, 보장의 적용 가능성 자체는 여전히 유효하면서도 동시에 주장 자체가 학생들 간에 다를 수 있음을 보여주는 사례이다.

다음 발췌문은 반박유형 II의 사례로서, 태양의 밝기를 측정한다고 할 때, 핵융합 반응에 의해 태양의 질량이 에너지로 변하는 문제에 관해 토론하는 과정에서 나온 논증이다.

발췌문 S_08

발화 순서	화자	논증 요소
-------	----	-------

- | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | 희준 : 좀 이상한 방법일 수도 있는데요, 아예 태양의 질량 전부를 에너지로 환원시켜서 측정기간 50억년이라고, 백 억년이라고 치고 태양 질량 전부를 에너지로 환산시키면 밝기라고 부를 수 있지 않을까? | C1 |
| 2 | 교사 : 어떻게 환산해? | |
| 3 | 희준 : E는 mc ² , 그니까 E는 mc ² 에 근거해서 태양의 질량을 측정하는 방법이 문제긴 한데, 이미 구해져 있다고, 어쨌든 시간.. | W1 |
| 4 | 영기 : <u>태양 질량 전체를 에너지로 바꾸는 게 아니지</u> | R1 |

- 5 우찬 : 내가 하려던 말이 그거였는데,
- 6 인수 : 아니 그러고요, 우리가 본다는 건요. 말씀하시는 건 한방에 다 바뀌버린다는 건데, 우리가 실제로 보는 건 그게 아니잖아요. 한 번에 다 바꾸는 에너지양이랑 차이가 있다는 거죠.
- 7 우찬 : 그리고 태양은 다 수명이 다할 때까지 모든 질량을 바꾸는 게 아니라 일부만 바꾸기 때문에 차이가 있다고 생각합니다.

희준은 $E=mc^2$ 공식을 보장(W1)으로 하여(발화 3), 태양 질량 전부를 에너지로 환산시킨다는 주장(C1)을 한다(발화 1). 이에 영기와 우찬은 태양의 질량 전부가 에너지로 변하지 않는다면 반박(R1)하고 있다(발화 4, 5, 7). 이러한 반박(R1)은 태양 질량 전부를 에너지로 환산한다는 희준의 주장 자체의 타당성에 문제를 제기하여 희준의 주장을 무효화시켰다. 뿐만 아니라 주장 자체를 반박함으로써 최초로 제시된 주장을 수정하거나 정교화 시키는 방향으로 나아가는 것을 차단하고, 이 주장에 대한 논증활동을 종결시켜 새로운 주장으로 나아가도록 하고 있다. 그림 3은 반박유형 II의 사례를 도식화한 것이다.

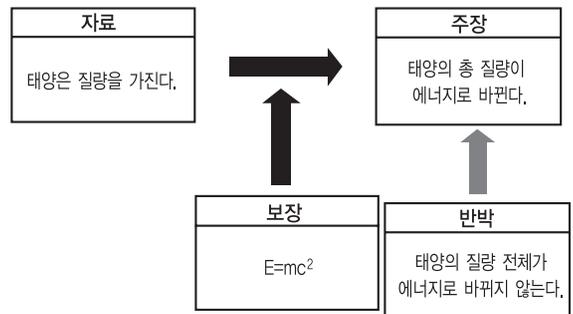


그림 3 주장에 대한 반박

3. 반박유형 III : 보장(W)에 대한 반박(R) 사례

반박유형 III은 보장 자체의 타당성에 직접적인 문제 제기를 하는 방식으로 상대방의 논증에 대해 반박하는 경우이다. Toulmin의 논증 구조에서 보장은 설득적인 논증을 구성하는데 핵심적인 요소이다 (Toulmin, 2003). 왜냐하면 보장은 자료라는 출발점으로부터 주장으로의 이행이 적절하고 정당한 것임을 보여줄 수 있는, 일종의 다리 역할을 할 수 있고 권위

를 부여할 수 있는 보편적 언명들이기 때문이다 (Toulmin, 2003). 때문에 보장의 진위 자체를 문제 삼는 반박을 할 경우 상대편 논증의 설득력이 현저히 떨어지는 상황이 발생했다.

다음 발췌문은 반박유형 Ⅲ의 사례로서, 태양의 밝기를 측정하는 아이디어를 고안하는 과정에서 나온 그림자의 밝기와 태양의 밝기 사이의 관계에 관한 논증 사례이다.

발췌문 G_03

발화 순서	화자	논증 요소
1	준민 : 아니면 그림자를 이용해서	D1
2	교사 : 그림자...어떻게 그림자를 이용해서?	
3	준민 : <u>그림자가 없어질수록 빛의 밝기가 열려</u> 있는데...	W1, C1
4	훈식 : 그럼 그것도 그림자의 밝기를 측정해야 하잖아.	C2
5	준우 : <u>그러면 빛은, 빛은, 빛은 회절성이 별로</u> 없는데, <u>그림자가 열게 생긴다는 것은 어떻게 설명할 수 있죠?</u>	R1
6	교사 : 어떻게 생각해요, 여러분? 그림자...	
7	석우 : 음.....그림자는 빛이 어두우면 주변과 그다지 차이가 없는데, 빛이 밝으면 주변보다 많이 어두우므로 그것도 관찰은 의견이라고 생각합니다.	W1, C1
8	훈식 : <u>하지만 그림자를 측정하게 되면, 주변에 반사되는 물체가 없거나 어떤 일정한 환경에서 주어진 조건에서 측정을 해야 되기 때문에, 야외 같은 곳에서 측정을 하는 기준으로는 부적절하다고 봅니다. 벽과 같은 곳에서 반사될 수 있기 때문에...</u>	C3
9	준우 : 그리고 우리가 그림자를 이용해서 한다면은, 그 그림자는 상대적으로 빛이 적은 곳에서는 상대적으로 어둡게 보이고, 빛이 많은 곳에서는 똑같은 색인데 상대적으로 어둡게 보인다는 거를 이용한 것 아닌가요?	
10	석우 : 둘 다 어둡게 보인다고?	
11	준우 : 빛이 열거나 빛이 밝아도 <u>직진성 때문에 반사되어져, 반사되어져 그림자는 항상 똑같은 색으로 생기게 되는데, 같은 빛이라면...근데 그 열고, 열음과 밝음을 통해서 상대적인 명도를 측정하는 거지, 그 <u>그림자의 밝기가 실제적으로 변한다고는 생각하지 않습니다.</u></u>	R1

준민이는 그림자의 밝기를 이용해서 태양의 밝기를 측정할 수 있다는 주장(C1)을 하면서(발화 1, 3), 그림자의 밝기 변화에 대한 경험을 자료(D1)로 거론하고(발화 1), 빛의 밝기가 어두워질수록 그림자의 밝기가 어두워진다는 보장(W1)을 제시하였다(발화 3). 준민이에게 있어 그림자의 밝기와 태양의 밝기 사이의 비례 관계는 과거 그림자에 대한 경험적 관찰 사실이 반복되면서 일반화된 일종의 법칙으로 자리 잡혀 있다. 또한 이런 법칙은 단순히 준민이 개인에게만 해당하는 것이 아니라 석우에 의해서도 당연한 법칙으로 지지만고 있음을 볼 수 있다(발화 7).

그런데 준우는 빛의 직진성을 보장(W)으로 하여 공기와 반사되는 빛이 없다면 그림자의 밝기는 햇빛의 밝기와 무관하다는 주장(C)을 하며(발화 11), 준민의 보장1(W1) 자체에 대해 반박(R1)하고 있다(발화 5, 11). 이와 같은 보장(W) 자체에 대한 직접적인 반박은 단순히 그림자의 밝기가 태양의 밝기로 비례적으로 치환될 수 없다는 점을 지적하면서 결과적으로 준민이의 주장(C1)을 반박하는 동시에 그림자를 이용해 밝기를 측정하려면 주변에 반사되는 빛을 차단해야 한다는 훈식의 논증(발화 8) 자체도 무용화시키고 있다. 이 유형의 반박이 제기되었을 때, 최초의 주장은 더 이상 수정되거나 정교화 되지 못하고 바로 폐기되었다. 그림 4는 반박유형 Ⅲ의 사례를 도식화한 것이다.

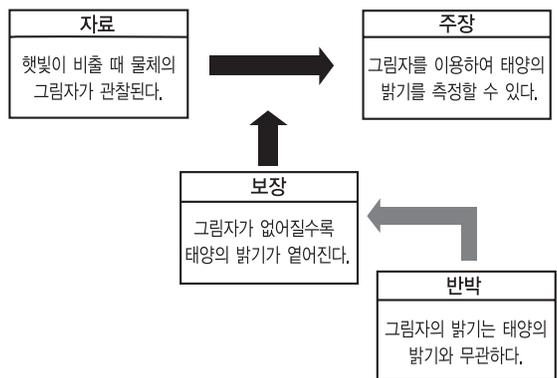


그림 4 보장에 대한 반박

4. 반박유형 Ⅳ : 보장의 적용가능성(Warrant's Applicability)에 대한 반박(R) 사례

반박유형 Ⅳ는 주장을 이끌어내는 과정에 보장이 적용가능한지 여부에 문제 제기를 하는 방식으로 상

대편의 논증에 대해 반박하는 경우이다. 보장은 본래 자료로부터 주장이 도출되는 상황을 정당화하는 역할을 하는데, 이런 보장이 적용되지 못하는 경우를 제시함으로써 보장이 자료와 주장 사이의 가교 역할을 하지 못하게 만든다(Verheij, 2005). 때문에 반박유형 IV의 반박이 제기되는 경우에는 결과적으로 상대편 주장 자체의 타당성에 타격이 가해지는 결과를 가져오게 된다.

다음 발췌문은 반박유형 IV의 사례로서, 태양의 밝기를 측정한다고 할 때, 절대적인 밝기를 측정할 것인지 상대적인 밝기를 측정해야 하는지의 문제에 관한 논증이다.

발췌문 S_02

발화 순서	화자	논증 요소
1	인지	<p><u>절대 등급이라는 게 하나의 단위잖아요. (중략) 그렇지만은 어떤 실제적인 공평성을 생각한다면 상대적인 등급보다는 어떠한 누구나 공감할 수 있는, 10파셀에 봤을 때 그 밝기인 절대 등급이 더 효율적이라고 생각합니다.</u></p> <p>D1, W1, C1</p>
2	영기	<p>근데, 절대등급이라는 건, 어쨌든 우리가 구할 때, 그 실시등급과 관계를 생각해서 거리라는 항목이 들어가잖아요. (중략) 그런데 이제, 거리를 측정할 수 없는 별들 경우에는 절대적으로 비교할 수 없지 않습니까? 모든 별이, 거리가 측정 가능한가인데. (중략)</p> <p>R1</p>
3	인지	<p>제가 말씀 드린 게, 화폐는 어떠한, 일종의 예를 든거지, (중략)</p>
4	인수	<p>(중략) <u>그렇게 되면은 우리가 거리를 측정하기 어려운 별이 있는 거잖아요. 그러한 별들에 관해서는 어떠한 식으로 보완을 해주실 것인지, 그니까 정확한 거리가 나오지 않는다는 거죠.</u></p> <p>R1</p>
5	인지	<p><u>정확한 거리가 나오지 않는 별에 대해서는, 더 거리를 최대한, 그것과 거리가 비슷한, 근사값을 찾도록 노력을 해야죠.</u></p> <p>C2</p>
6	인수	<p>근데 그게 근사값을 찾는다 해도, 오차가 있고 <u>그렇게 되면은 순위가 뒤바뀔 수도 있는거 아닙니까?</u></p> <p>R2</p>
7	인지	<p>그렇게 되면은 <u>상대적인 밝기로 했을 때에도 결국엔 오차가 있을 수 있고 순위는 뒤바뀔 수 있는데?</u></p> <p>C3</p>

8 인수 : 그니까 거, 제가 말씀드리는 것은, 거리에 관해서 오차가 생긴다는 것이지. 우리가 실제로 봤을 때는, 그런 거리에 관한 것을 뺄 수 있다는 것이지. 거리를 생각하지 않고, 아 저거는 밝다, 저거는 어둡다라고 생각할 수 있기 때문에, 상대등급에서는 거리에 관련된 것은, 밝기, 그 개념 자체로만 보면, 거리에 관련된 개념은 빠지게 되는데, 그렇게 되면은 오히려 그게 좀 더 적합한 거 아닙니까? R3

본 발췌문에서 학생들은 별의 밝기를 비교하는데 있어 상대등급으로 비교하는 게 적절한지, 절대등급으로 비교하는 게 옳은지에 대해 토론하고 있다. 이 과정에서 양편의 학생들은 절대등급으로도 그리고 상대등급으로도 모든 별의 밝기를 비교할 수 있다는 주장을 전제로 하여 자신의 의견을 제시하고 있다. 이는 영기의 진술을 통해서 확인 가능하다(발화 2). 따라서 상대등급보다 절대등급으로 별의 밝기를 비교하는 게 더 효율적이라는 인지의 주장(발화 1) 속에는 절대등급으로 모든 별들의 밝기를 비교할 수 있다는 주장(C1)이 포함되어 있다고 볼 수 있다(발화 1). 이와 같은 주장을 논증하기 위해, 인지는 절대등급이라는 개념을 자료(D1)로 제시하며, 절대등급의 정의를 보장(W1)으로 사용하고 있다. 그런데 영기가 절대등급을 사용할 경우 거리를 잴 수 없는 별들이 존재하기 때문에 절대등급은 별들의 밝기를 비교하는데 적절하지 않다고 반박(R1)하게 된다(발화 2). 즉, 영기는 절대등급 자체(W1)를 반박하는 것이 아니라 절대등급을 구할 수 없는 별이 있을 수 있다는 의견을 제시하여 인지의 보장(W1) 자체가 아닌 보장의 적용가능성(application of warrant)에 대해 문제제기 하고 있는 것이다. 그리고 이러한 영기의 반박은 인수에 의해서도 지지받고 있다(발화 4). 그리고 인수는 뒤 이은 인지의 반박(발화 5, 7)에 순차적으로 재반박(발화 6, 8)을 거듭하며 결과적으로 인지의 주장(C1)을 반박하고 있다. 여기서 인지와 인수는 자신의 주장에 대한 반박이 제기되었을 때, 자신의 주장을 포기하기보다는 서로를 설득시키기 위해 자신의 주장을 지속적으로 내세우며 논증을 이어가고 있다.

그림 5는 반박유형 IV의 사례를 도식화한 것이다.

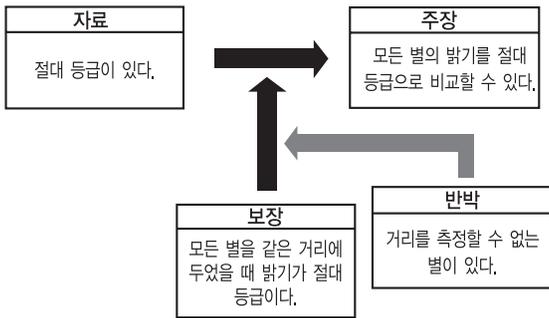


그림 5 보장의 적용가능성에 대한 반박

5. 반박유형 V : 자료에서 주장으로 가는 과정 (connection between data and claim)에 대한 반박(R) 사례

반박유형 V는 자료와 주장 사이의 관계에 대해 문제제기하는 것으로, 주장이 이끌어지는 과정에서 자료와 보장의 타당성, 보장의 적용 가능성의 유효성은 인정하지만 또 다른 고려 사항이나 경우를 제시하면서 결과적으로 주장의 타당성에 문제를 제기하는 양상이다.

Verheij(2005)는 Toulmin이 자료와 주장 사이의 반박에 대해 명시적으로 언급하지 않았다는 점을 지적하였다. 그럼에도 불구하고 Verheij(2005)가 제시한 반박 유형 V는 본 연구 자료에서 실제로 다수 나타나고 있었다. 11개의 반박 사례 중 5개가 반박 유형 V에 해당하였다. 토론 과정에서 학생이 태양의 밝기를 측정하는 방법을 주장으로 제시할 때 많은 학생들이 그 방법이 정당화되려면 추가로 고려해야 할 여러 변인들이 있음을 지적하고 있었다.

이 유형에서는 주목할 만한 또 한 가지 사실이 있는데, 다른 유형에서는 반박이 인정됨과 동시에 주장이 바로 폐기되는 경향을 보인 반면, 본 유형에서는 반박이 인정되면서 그 내용을 수용하여 최초로 제시된 주장이 점차 정교화 되는 경향이 있었다. 토론의 맥락을 살펴보면 유형 V의 반박에서 언급되는 내용들은 최초의 주장에 포함되어 있지 않은 변인인 경우가 대부분이었고, 새로 제시된 변인을 고려하기 위해 처음 주장이 수정되고 정교화 되는 것으로 보인다.

다음 발췌문은 반박유형 V의 사례로서, 햇빛에 의해 가열된 물체의 온도 변화를 이용해 태양의 밝기를 측정하는 방법에 관한 논증이다.

발췌문 S_04

발화 순서 화자

논증 요소

- 1 영기 : 실험장치를 완전한 열의 차폐가 되는 암실 같은 것을 만들고 그 다음에 그 안에 단위 면적에 어떤 일정한 비열을 가지고 있는 물체를 설치하고 그 만큼의 창을, 예를 들어 투과성이 아주 높은 유리 같은 이런 걸로 아주 투명한 유리로 하면은, 태양 빛이 그 물체에 쏟아질 거고, 그러면은 그 태양빛의 에너지가 물체에 전달이 되어서, 예를 들면 1분 동안이면은 얼마 정도의 온도가 올라갈 거고, 그러면은 총 공급받은 열량을 알 수 있으니까, 그거를 이제 열의 일당량을 활용을 해서 줄 단위로, 에너지 단위로 환산을 하고, (중략) 그래서 태양과 지구 사이의 거리를 반지름으로 갖는 구에 대해서 에너지를 계산해준다면 태양이 방출하는 에너지의 총량을 계산할 수 있을 것 같습니다. D1, W1, C1
- 2 교사 : 아까 OO이 의견이랑 비슷한 이야기? 맞죠?
- 3 영기 : 그런거 같아요.
- 4 인수 : 선생님, 하나 더. 이론적으로는 가능한데, 핵융합 장치로, 그 최근에 케이스타에서 (중략)
- 5 교사 : 일단, 영기의 의견에 여러분 다른 의견 없어요? 뭐 좋은 의견인 거 같다. 이래서 나쁜 의견인거 같다.
- 6 현동 : 빛을 흡수해서, 열을 열을. 그니까 에너지를 받아서 열을 올리면은, 그 열량을 구해서 측정한다 그랬잖아요 빛의 양을, 근데 그 물체가 빛을 다 흡수하는게 아니라 반사도 하잖아요. 그런 것은 어떻게 구할 건지. R1
- 7 교사 : 어떻게 구할건지?
- 8 영기 : 최대한 많이 흡수하도록 검은 색의 물체를 사용하면 될 거 같고, 그 다음에, 안 그러면은, 아까 얘기한 차폐된 상자 안에 공기가 얼마나 들어있는지도 계산할 수도 있고, 그 온도가 얼마나 올라갈 수 있는지도 알 수 있으니까, 그 양까지 더해주면 더 정확한 측정이 될 수 있을 거 같아요. C2

영기는 물체가 빛을 흡수하면 열이 발생한다는 자료(D1)를 이용하여, $Q=cmt$ 공식을 보장(W1)으로, 물체의 온도 변화를 이용해 태양의 밝기를 측정할 수 있다는 주장(C1)을 하고 있다(발화 1). 이에 현동이는 물체가 빛을 다 흡수하지 않고 반사도 한다는 사실을 지적하여(발화 6), 영기의 논증을 반박하고 있다. 이러한 반박은 자료(D1)에서 주장(C1)으로 가는 과정에서 문제가 될 수 있는 상황을 제시하여 주장에 대한 타당성을 떨어뜨리게 된다.

한편 이 반박은 주장 자체를 반박하는 것이 아니며, 담화가 주장을 정교화하거나 제시한 상황을 해결하는 방법을 제안하는 방향으로 나아가는 것을 볼 수 있다. 즉 영기는 현동이의 반박을 수용하여 빛을 최대한 많이 흡수하도록 검은색의 물체를 사용하는 방법을 제시하여 자신의 논증을 정교화 하였다(발화8). 그림 6은 반박유형 V의 사례를 도식화한 것이다.

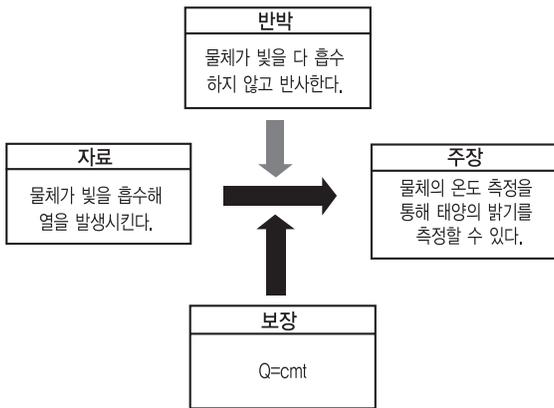


그림 6 자료에서 주장으로 가는 과정에 대한 반박

IV. 논의 및 제언

본 연구에서는 중등 영재 학생들의 논증 활동을 Toulmin의 논증 구조에 의해 분석한 후 반박이 어떤 논증 요소를 타깃으로 하고 있는지 살펴보았다. 분석 결과 Verheij(2005)가 Toulmin의 논증 구조에 근거하여 이론적으로 제안한 5가지 유형의 반박이 영재학생들의 논증 활동 과정에서 실증적으로 확인되었다.

반박 유형 I은 자료 자체의 타당성에 직접적인 문제 제기를 하는 방식이고, 유형 II는 자료와 보장, 보장의 적용 가능성 자체는 여전히 유효하면서도 주장이 다른 경우이다. 유형 III은 자료에서 주장으로의 이

행이 정당함을 담보하는 보장 자체의 타당성에 반박을 하는 경우이다. 유형 IV는 자료와 주장 사이의 가교 역할을 하고 있는 보장이 적용되지 못하는 경우를 제시하는 방식의 반박이다. 마지막으로 유형 V는 자료로부터 주장이 이끌어지는 과정에서 자료와 보장의 타당성, 보장의 적용 가능성의 유효성은 인정하지만 또 다른 고려할 사항이나 요소를 제기하는 경우이다.

이와 같은 5가지 유형의 반박을 사용하는 방법은 크게 두 범주로 나눌 수 있다. 유형 I, II, III는 상대방의 논증 구조 중 논증 요소(자료, 주장, 보장) 자체의 과학적 타당성 여부를 지적하는 반박인 반면, 유형 IV, V는 논증 요소 외에 주장을 제기한 상대방이 고려하지 못한 내용을 추가로 제시함으로써 이루어지는 반박이었다.

연구 결과를 살펴보면 반박이 제기된 후 추후 논증이 진행되는 양상이 반박 유형에 따라 다소 다르게 나타나고 있었다. 먼저 유형 I, II, III에서는 자료, 주장, 보장 자체가 과학적으로 옳지 않음을 지적하는 경우이다. 이 경우 반박이 제기되고 반박의 타당성이 구성원들 간에 명시적, 암묵적으로 인정받게 되면 최초 논증 자체가 타당성을 심각하게 훼손당하면서 반박 이후 최초 논증에 대한 논의가 더 이상 진행되지 못하고 새로운 주제에 대한 탐색으로 넘어가는 경향을 보였다. 반면 유형 IV, V에서는 반박이 제기된 후에도 최초 주장이 타당할 가능성이 남아있으면서 이후 최초 주장에 관한 논의가 계속되는 양상을 보였다. 먼저 유형 IV에서는 서로의 견해가 다름이 확인된 후 자기 주장의 옳음을 지속적으로 주장하며 한 편이 설득당할 때까지 논의를 지속해가는 모습을 보였다. 유형 V의 반박이 제기된 후에는 최초로 제시된 주장이 정교화되는 방향으로 나아가는 경우가 많았다. 이는 유형 V의 반박이 주로 추가 변인을 제안하거나 변인 통제에 관한 지적이었기 때문에 최초 주장을 고수하면서도 반박에 의해 제기된 내용을 수용 가능했던 것으로 보인다.

그리고 학생들은 반박이 성공적으로 기능하면 해당 주제에 대한 논의를 바로 종결시키는 경향이 많았다. 하지만 논증의 최종 목적이 반박에 의한 논증의 폐기 자체에 있지 않으므로 반박이 논증을 종결시키는 역할로 기능하기 보다는 논의를 풍성하게 하는 시작점으로 기능해야 할 것이다. 따라서 교사들은 학생들이 반박 이후 논증을 당장 폐기하기보다 기존 논증에서

여전히 유의미한 내용이 무엇인지 살펴보며 기존의 논증을 다른 시각에서 바라보며 정교화 하도록 지도하는 교수전략이 요구된다.

이 연구를 토대로 과학교수학습과 과학교육연구에 있어 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 우선 질적으로 우수한 대화적 논의가 가능하려면 단순한 주장의 나열이 아닌 제기된 논증에 대한 비판적 평가를 바탕으로 한 반박들이 명시적으로 표출되어야 한다. 때문에 학교 현장의 교사들은 흔히 학생들의 논증 활동 속에서 학생들에게 반박하고 반론을 제기해보라고 요구한다. 그런데 본 연구 결과에서 예시되었듯이 반박 유형은 전체 논증 구조 속에서 다양하게 나타날 수 있다. 따라서 이러한 연구 결과를 토대로, 과학 수업에서 논증을 활성화시키고 질적 향상을 도모하려고 할 때 교사가 학생들에게 논증 구성 요소를 가르치고 이를 적절하게 배치할 수 있도록 교육하는 것(이선경, 2006) 외에도 논증 구조 속에서 어떤 형태의 반박이 가능한지를 학생들에게 예시하여 학생들이 상대방의 논증을 요소별로 구조화한 후 각 요소별로 타당성을 차례로 비판적으로 검토해보도록 가르치는 측면 역시 논증 교육에서 중요하게 다루어져야 할 것이다.

다음으로 반박유형별로 반박이 제기된 이후 논증 진행 양상이 달라졌다는 점에서, 추후에 반박 유형별로 반박이 제기된 후 논증의 변화 발달 과정에 대한 세부적인 연구가 필요할 것이다. 마지막으로 본 연구는 Toulmin의 논증 구조를 이용해 논증 요소간의 논리적 관계를 서술하는데 그쳤지만 추후 자료, 보장, 주장 등의 과학적 타당성, 보장의 충분성과 정확성 등의 정당성의 측면에서 분석도 진행될 필요가 있을 것이다.

국문 요약

본 연구에서는 중등 영재 학생들의 논증활동을 반박(rebuttal)의 측면에서 분석하였다. 반박은 논증 활동 중에서도 수준 높은 활동이며 과학학습에도 반드시 필요한 요소임에도 불구하고 학생들의 논증활동에서 부족한 요소인 것으로 지적되어 왔다. 서울지역 영재교육원에 등록된 37명의 8학년 학생들이 태양의 밝기 측정을 주제로 총 4시간 동안 논증활동을 수행하였고 이를 반박의 특성에 따라 분석하였다. 반박의 분류에는 Verheij(2005)의 5가지 반증 유형을 사용하였다. 연구 결과, 학생들의 담화에서는 5가지 유형

의 반박이 모두 관찰되었다: 자료에 대한 반박(I), 주장에 대한 반박(II), 보장에 대한 반박(III), 보장의 적용가능성에 대한 반박(IV), 자료에서 주장으로 가는 과정에 대한 반박(V). 학생들이 사용한 반박유형 I, II, III는 상대방의 논증 요소의 과학적 타당성에 대한 반박인 반면, 유형 IV, V는 주장을 제시한 상대방이 고려하지 못한 내용을 제시함으로써 이루어지는 반박이었다.

참고 문헌

- 강순민 (2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정 요소의 특성. 한국교육대학교 박사학위 논문.
- 곽경화, 남정희 (2009). 과학적 논의과정 활동을 통한 학생들의 논의과정 변화 및 논의상황에 따른 논의과정 특성. 한국과학교육학회지, 29(4), 400-413.
- 박정은, 유은정, 이선경, 김찬중 (2009). 논증 구조 교육을 통한 고등학교 학생들의 글쓰기 분석: 과학 글쓰기 장르에 따른 글쓰기 과정을 중심으로. 한국과학교육학회지, 29(8), 824-847.
- 신호심, 김현주 (2011). 문제해결형 탐구실험에서 나타난 영재학생들의 논의 양상 및 논의활동에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 31(4), 574.
- 이고은, 최승연, 김찬중 (2010). 인터넷 메신저를 활용한 과학 수업에서 나타나는 학생들의 논변활동의 특성: 과학 영재 학생들의 사사과정의 사례. 한국지구과학회지, 31(6), 625-636.
- 이봉우, 임명선 (2010). 탐구 토론에서 예비교사들의 논증 분석. 한국과학교육학회지, 30(6), 744-747.
- 이선경 (2006). 소집단 토론에서 발생하는 학생들의 상호작용적 논증 유형 및 특징. 대한화학회지, 50(1), 79-88.
- 이지영, 김희백 (2011). 갈등 상황에서 구성된 중학생들의 소집단 논변활동 유형. 한국생물교육학회지, 39(2), 235-247.
- 조현준, 양일호, 이효녕, 송윤미 (2008). 초등과학 영재의 논증활동에서 사용된 증거의 수준 분석. 한국과학교육학회지, 28(5), 495-505.
- Chin, C. & Osborne, J. (2010). Student's questions and discursive interaction: their

impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883-908.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, 84(3), 287-312.

Erduran, S. (2008). 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).

Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (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. 3-27).

Garcia-Mila, M., & Anderson, C. (2008). Cognitive foundations of learning argumentation. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research*. (pp. 29-45).

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing Argumentation Learning Environments. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P.

(Eds.) *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 35-53).

Kelly, G. J., Regev, J. & Prothero, W. (2008). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 71-88).

Kolsto, D. S., & Ratcliffe, M. (2008). Social aspects of argumentation. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69).

Khun, D. (1993). Science argument: Implication for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2008). What can argumentation tell us about epistemology?. In Erduran, S., & Jimenez-Aleizandre, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 71-88).

Toulmin, S. E. (2006). 논변의 사용(고현범, 임건태 역). 서울: 고려대학교출판부. (원전은 2003년에 출판).

Verheij, B. (2005). Evaluating arguments based on Toulmin's scheme. *Argumentation*, 19, 347-371.