

과학 문제 해결 과정에서 나타나는 초등학생의 논증 특징

임혜진 · 여상인[†]

(만수북초등학교) · (경인교육대학교)[†]

Characteristics on Elementary Students' Argumentation in Science Problem Solving Process

Lim, Hyejin · Yeo, Sang-Ihn[†]

(Mansoobuk Elementary School) · (Gyeongin National University of Education)[†]

ABSTRACT

This purpose of this study was to analyze the characteristics of elementary students' argumentation in science problem solving process. For this study, the two argumentation topics were developed on the basis of Williams and Colomb's argumentation model. The topics of argumentation were the weight of the air and the change of volume according to state of water. The participants of this study were 6th grade students (n=51). Data were analyzed by Williams and Colomb's argumentation model and Kienpointner's argumentation style. The results of this study were as follows: In the argumentation model, most of students had the factors of claim, reason, evidence/data in their statements. But low-achievement students had difficulty in warrant and acknowledge & response. In argumentation style, the frequency of the cause-effect and explanation of example style were higher than other argumentation styles. Some implications were suggested, such as understanding the characteristics of elementary students' argumentation activities and need of educational programs including scientific argumentation.

Key words : elementary student, argumentation, science problem solving process, argumentation factor, argumentation style

I. 서 론

과학교육에서 탐구 활동은 학생들에게 자연계를 경험해 보게 해주는 중요한 요소이다. 그러나 과학 탐구 활동에 관한 연구를 살펴보면 학생들이 과학 탐구 활동을 통해서 아주 적은 양의 학습을 하게 되고, 심지어 과학의 부족함을 조장하거나 과학의 관점을 왜곡한다고 주장한다(Hodson, 1998; Hodson & Bencze, 1998; Wellington, 1998). 대부분의 과학 탐구 활동에서 학생들은 주어진 과제를 완료하는 데만 관심을 가지고(Berry *et al.*, 1999; Edmondson & Novak, 1993), 탐구 활동과 이론을 의미 있게 연결 짓는 논증과 같은 사고를 위한 과정은 생략되고 있다. 이런 관점에서 문제해결능력을 향상시킬 수 있

는 요소로서, 최근에는 논증이 중요하게 부각되고 있으며, 특히, 과학교육에서도 합리적 의사결정능력, 과학적, 사회적 문제를 판단하고 해결하는 능력 등의 과학적 소양을 함양하기 위해 과학탐구를 통한 과학적 논증을 제공할 필요가 있다(박영신, 2006). 그러나 논증에 대한 연구는 국어교육과 같은 특정 분야에 한정되어 활발하게 진행되어 왔으나, 최근 논증이 특정 교과만의 몫이 아니며, 통합교과적으로 접근해야 한다는 주장(민병곤, 2003) 이후로 과학교육에서도 과학 논증에 대한 국내 연구도 차츰 활발해지고 있다.

논증(argumentation)은 갈등을 해결하기 위해 일련의 명제들을 제시함으로써 자신의 입장을 정당화하는 과정(Walton, 1996)이며, 이 과정을 참여한 사

람들이 합리적인 판단을 내릴 것이라는 가정 하에 이루어지는 언어적이며 사회적인 추론 활동이다(Krummheuer, 1995; Emeren *et al.*, 1996). 따라서 논증 활동은 추론을 표현하는(expressing reasoning) 수단, 다른 이들을 설득시키는 것, 우리가 할 수 있는 최고의 결론을 이끌어내는 것으로 의사소통이 이루어지는 전과정을 의미한다(Verlinden, 2005). 과학공동체 집단 내에서 이루어지는 논증으로는 개인적 차원 및 개인간의 상호작용, 집단간의 경쟁 이론의 논박, 비형식적인 대화, 글쓰기, 학회의 토론과 학회지의 논문 발표 등의 다양한 방식이 사용된다(Driver *et al.*, 2000).

과학교육에서 논증 과정의 역할에 대한 연구자들의 주장을 살펴보면 크게 과학 개념의 이해, 탐구 능력의 개발, 과학의 본성 이해 측면으로 구분할 수 있다(김희경과 송진웅, 2004). 학생들이 개념 변화를 위한 갈등 상황을 겪기 위해서는 자신의 주장과 한계를 노출시키고 명확하게 드러낼 필요가 있다. 이때 논증 과정은 학생들의 주장과 한계를 드러내는 기회를 갖도록 하는데 효과적이어서 논증 과정을 통해 새로운 과학 개념을 이해하거나 학생들이 가지고 있던 잘못된 과학 개념을 옳은 과학 개념으로 정정할 수 있게 된다(Driver *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999). 그리고 학생들이 실험 등의 탐구 활동을 하면서 탐구 활동과 이론을 의미 있게 연결 짓기 위해 다른 학생들과 또는 자신 스스로 벌이는 논증 과정은 의사소통의 핵심적인 역할을 하게 되므로 논증 과정은 종합적인 탐구 능력 개발에 중요한 역할을 하게 된다. 또한, 과학교육에서 논증 과정은 과학을 가르치는 것이 단순히 지식을 전달하는 것이 아니라 그 지식이 어떻게 구성되고, 왜 중요하며, 어떻게 사용되는지 등의 과학의 본성을 이해하는 데 중요한 역할을 하고 있다(Osborne, 2002; Osborne & Simon, 2004).

최근 과학 논증에 대한 연구로 교사-학생 상호작용간의 과학 논증, 학교과학교육에서의 논증 활동에 대한 교사의 인식, 탐구 토론에서의 예비교사들의 논증 분석과 같이 교사를 중심으로 한 연구(박영신, 2011; 이봉우와 임명선, 2010; 이효녕 등, 2009)와 과학적 논증 과정 평가를 위한 루브릭 개발(양일호 등, 2009) 등이 이루어지고 있다. 특히, 학생들에 대한 과학 논증 연구로 고등학생이나 초등과학영재를 대상으로 논증 과정을 평가하고 분석하거나, 중학교

과학 수업에서 이루어지는 학생들의 상호작용적 논증 활동에서 논증의 특징을 유형화한 연구들(위수민 등, 2009; 이선경, 2006; 임재근 등, 2010)이 있으나, 논증 요소별 논증 내용이 어떠한 특징이 있는지가 논증 유형별 논증 내용이 특징은 어떠한지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 6학년을 대상으로 과학문제해결과정에서 나타나는 학생들의 학업 성취 수준에 따라 논증 요소별, 논증 유형별로 어떠한 특징이 있는지를 알아보는 것을 목적으로 한다. 그러나 본 연구는 담화 활동 중에 발생하는 상호작용적 논증을 대상으로 한 선행 연구와 달리 활동지를 통하여 혼자서 구사하는 논증 활동을 대상으로 하였으며, 원활한 논증이 이루어질 수 있도록 활동지의 문항을 안내한 논증 형식이기 때문에 일반적인 담화보다 논증 요소의 빈도나 논증의 수준이 높게 유도될 수도 있을 것이다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 초등학교 6학년 학생 51명(남학생 28명, 여학생 23명)을 대상으로 진행되었으며, 대상 학교 학생의 학업 성취도는 주변 지역의 학교에 비해 높고, 학업 환경 및 가정 환경은 비교적 안정적인 편이고, 다른 지역에 비해 학업에 대한 학부모·학생의 관심이 높다. 연구 대상으로 6학년을 선정한 것은 다른 학년에 비해 자신의 생각을 표현하는 데 익숙하기 때문에 활발한 논증 활동이 가능하기 때문이다. 연구 대상은 2010학년도에 치러진 국가 수준 학업 성취도 평가에서 성취 수준이 우수학력 22명, 보통학력 20명, 기초 학력은 9명으로 나타났다. 학생들은 제7차 과학과 교육과정을 이수한 학생들로 ‘공기의 무게’와 ‘물의 상태 변화에 따른 부피 변화’에 대한 내용을 직전 학기에 학습한 상태이다.

2. 논증 과제 개발

Toulmin(1958)의 논증 요소가 독백적 형태의 구조를 띠고 있어 양 방향 논증 과정을 가르치는데 시사점을 주기 어려워(Zohar & Nemet, 2002; Hogan & Maglienti, 2001) 이를 보완하여 Booth *et al.*(2008)은 논증을 구성하는 주장, 이유, 근거, 보충, 인식, 반응의 다섯 가지 요소를 제안하였고, Williams & Colomb(2007)은 논증의 다섯 가지 요소들이 좀 더 일관성

있게 서술되기 위해서는 보증이 전체를 감싸는 구조를 형성해야 한다고 주장하였다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 과학 문제에 대한 해결 과정에서 학생들의 과학 논증 요소를 도출하기 적합한 Williams & Colomb(2007)의 논증 모형을 토대로 논증 텍스트가 구성될 수 있도록 논증 활동 과제를 제작하였다.

특히, 본 연구에서 제작한 논증 활동 과제는 학습 성취도에 따른 학생의 일관된 논증 활동의 특성을 살펴보기 위하여 자료 수집 직전에 학습한 ‘공기의 무게’와 ‘물의 상태 변화에 따른 부피 변화’와 관련된 소재를 내용으로 하는 두 가지 주제를 선정하였다. 예비 연구에서 학생들의 수준을 벗어나 있는 논증 과제의 주제에 대해서는 정상적인 논증이 이루어지지 않은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 초등학교 과학과 교육과정 범위 내에 있으면서 학생들이 대안 개념을 가질 수 있어 논증이 어렵지 않게 이루어질 수 있도록 주제를 수정 보완하였다. 또한, 예비 연구에서 대부분의 학생들은 과제로 제시된 현상에 대한 결과와 그에 대한 이유만을 짧게 진술하는 경우가 많았다. 그래서 이 연구는 담화가 아닌 논증 텍스트로만 논증 활동을 분석하는 것이기 때문에 이 결과만으로는 논증이 이루어졌다고 볼 수 없으며, 분석하는 것도 불가능하였기에, 학생들의 원활한 논증 활동을 위하여 Williams & Colomb(2007)가 제시한 기본적인 논증의 5 요소를 유도하는 안내된 논증 활동지를 <부록>과 같이 개발하였다. 개발된 논증 활동지의 <과제 1>은 공기의 무게를 주제로 하고 있고, <과제 2>는 물의 상태 변화에 따른 부피 변화를 주제로 하고 있다.

3. 자료 수집 및 분석

학생들을 대상으로 한 자료 수집은 6학년 2개 교실에서 같은 날 순차적으로 진행되었다. 총 51명의

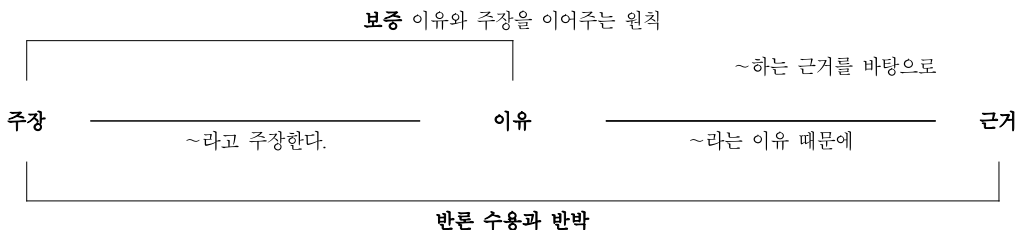
학생들을 대상으로 하였으며, 최대한 자신이 생각을 자세하고 성실하게 쓰도록 권하였다. 과제에 대한 이해가 부족하여 논증이 이루어지지 못하는 것을 방지하기 위해 학생들의 요청이 있을 때에는 연구자가 과제에 대해 충분히 설명해 주었다. 2개의 과제를 40분 동안 풀도록 하였다. 수집된 활동 자료는 학생들이 활동지에 기록한 논증 텍스트이다.

논증 과정에 대한 빈도와 특징은 수집한 논증 텍스트를 대상으로 그림 1과 같은 Williams & Colomb(2007)이 제시한 논증 5 요소를 중심으로 빈도와 그 특징을 분석하였다.

논증 텍스트의 유형별 분류는 표 1의 Kienpointner(1992)가 제시한 8가지 유형 분석틀을 적용하여 분석하였다. Kienpointner는 논증의 요소를 바탕으로 논증 유형을 분류하였으며, 기존의 논증의 유형 분류가 설명하지 못하는 체계성을 가지고 있어 논증 유형 분류를 포괄적으로 하고 있다(민병곤, 2003)고 한다. 논증 텍스트에 대한 유형 분석의 신뢰도를 확보하기 위하여 활동지를 무작위로 선정하여 과학교육 전공자 6인과 함께 분석틀을 바탕으로 일치도를

표 1. Kienpointner(1992)의 논증 유형 분석틀

논증 유형	설명
포함	용어의 정의, 부분과 전체의 포함 관계의 논증
비교	동일성, 유사성, 차이, 비교의 논증
대당	모순, 반대, 역, 양립 불가의 논증
인과	원인-결과, 동기, 수단-목적의 논증
설명적 예시	개별적 사례의 열거의 논증
귀납적 예시	개별적으로 열거된 사례에서 귀납적으로 도출된 논증
유 추	일반적 보장이 포함되지 않는 사례별 논증
권 위	다른 유형의 보장과 달리 원인-결과, 목적-수단, 부분-전체의 의미 관계가 훨씬 더 구체적인 논증



나는 이러한 어려운 의문, 반대, 대안에 대해 알고 있으며, 이에 대해 이러한 논증으로 대응한다.

그림 1. Williams & Colomb(2007)의 논증의 5요소

확인하였고, 일치도가 0.9 이상이 된 이후에는 연구자가 전체를 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 논증 요소 분석

<과제 1>과 <과제 2>를 통해 수집된 논증 텍스트에서 논증의 5 요소인 주장(claim), 이유(reason), 근거(dvidence/data), 보증(warrant), 반론 수용과 반박(acknowledge & response)에 대한 학업 성취별 빈도는 표 2와 같다. 논증 활동지의 응답 중 논증 요소로 적합하지 않거나 응답을 하지 않은 경우는 분석에서 제외하였으나, 본 연구가 담화가 아닌 활동지에 제시된 논증 5 요소로 구분하여 응답하게 하였기 때문에 각 논증 요소별 응답 빈도는 높게 나타났다.

<과제 1>에서는 전체적인 빈도를 보았을 때, 주장-이유-근거는 대부분의 학생들이 진술하였다. 그에 비하여 보증(82.4%)과 반론 수용 및 반박(84.5%) 요소의 진술 빈도가 상대적으로 낮은 편이었다. 이러한 결과는 <과제 2>에서도 비슷하였으며, 반론 수용 및 반박(74.5%)의 빈도는 더욱 낮아졌다. 학업 성취별로 보았을 때 차이는 있으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

주장-이유-근거 진술은 이미 학교에서 배운 내용을 간략하게 적는 방식이라 응답 빈도가 높았으나, 보증이나 반론 수용 및 반박은 자신의 생각을 풀어쓰는 형식이기 때문에, 학생들은 쓰기도 전에 포기해 버리거나 앞에서 진술한 이유나 근거에 해당하는 내용을 반복적으로 진술하였기에 빈도가 상대적으로 낮게 나타났다. 특히 <과제 2>에서 반론 수용·

반박 요소 빈도가 가장 낮았는데, 주장은 제시하지만 그것에 대한 타당한 이유와 근거, 보증이 없기 때문에 상대방을 설득할 내용이 부재한 것으로 보인다. 기초 학력인 학생의 응답 빈도가 낮은 것은 과제에 대한 학습 내용에 대한 이해가 부족한 것이 원인이라고 해석된다. 각 논증 요소별 응답의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

1) 주장

주장은 주장하는 사람이 자신의 견해를 밝히는 하나의 진술 혹은 타인의 지지를 얻기 위해 내세운 하나의 진술을 나타낸다. 연구 결과, 학업 성취도에 상관없이 모든 학생들은 모든 과제에 대하여 자신의 주장을 진술하고 있다. 보통 과학 교과에서의 주장은 가치 주장을 요구하는 것이 아니라, 결과를 묻는 원인 주장 형태이기 때문에, 본 연구에서도 주장 진술에 어려움이 없는 것으로 보인다.

2) 이유

표 2에서 볼 수 있듯이 학업 성취도별로 빈도의 차이는 크지 않고, 대부분의 학생(46명, 90%)이 적합한 이유를 응답하였다. 이유와 주장을 구분하기 어려운 경우도 있지만, 이유는 주장을 뒷받침하는 모든 진술로 주요 주장을 뒷받침하는 하위 주장은 물론 그 하위 주장을 뒷받침하는 또 다른 하위 주장도 이유가 된다. 학생들이 응답한 이유의 내용을 살펴보면 대부분 현상에 대한 원인을 진술한다. 이러한 결과는 과학 수업의 진행이 자연 현상에 대하여 인과적으로 설명하는 특성과 관련이 있는 것으로 보인다. 다음은 우수학력의 학생들이 진술한 이유의 내용의 예이다. 우수학력의 학생들은 문장이 상대적으로 긴 편이며, 보증 요소의 내용을 섞어가며 자신의 의견을 자세히 설명하기도 하였다. 틀린 주장을 하더라도 이유에는 자신의 논리가 있는 것으로 보인다.

표 2. 학업 성취도에 따른 논증 요소별 빈도수 (명, %)

논증 과제	과학학업 성취도	주장	이유	근거	보증	반론 수용과 반박
<과제 1>	우수(n=22)	22	22	22	20	20
	보통(n=20)	20	19	20	17	16
	기초(n=9)	9	9	8	5	7
	계	51	50	50	42	43
<과제 2>	우수(n=22)	22	21	22	20	15
	보통(n=20)	20	18	20	18	16
	기초(n=9)	9	7	7	5	7
	계	51	46	49	43	38

- A의 풍선에는 공기가 들어있지 않고 B의 풍선에는 공기가 들어있기 때문에 공기는 무게가 있어서 B의 풍선 쪽으로 양팔저울이 기울다.
- 물은 4℃보다 낮을 때와 높을 때 부피가 늘어난다. 얼음이 녹았다면 온도가 4℃ 가까이 올라갔을 것이고 부피는 줄어든다. 또 그 사이 물이 약간 증발하여 양도 줄어든다.
- 얼음과 물이 섞여 있는 것과 그 얼음이 녹아 모두 물

이 된 비커의 높이는 같다. 3번은 액체인 물 밖에 없지만 2번에 들어있던 그 얼음이 녹아 물이 된 것이기 때문이다.

- 물을 얼리는데 얼음이 되는데 그 얼음은 원래 얼렸던 물의 부피보다 크므로 물만 있는 쪽보다 물과 얼음이 함께 있는 쪽이 더 높을 것이다.

보통/기초 학력의 학생들은 주장에 도달하기까지의 과정 없이 간단한 단문으로 원인만 진술하는 경우가 많았고, 인과 관계를 정확하게 진술하지는 못했다. 이유의 내용도 수업 시간에 배운 학습 주제를 그대로 진술하거나 학습 주제를 차용하여 간단히 진술하였다. 또한 정교한 과학적 개념을 적용하지 못하거나 비과학적인 개념을 진술하기도 하였다.

- A는 공기가 없고 B는 공기가 있기 때문에
- 공기도 무게가 있기 때문에
- 공기가 더 많아서
- 얼음이 녹으면 물이 되니까 높이는 같아진다.
- 얼음은 생각보다 물이 많이 있다고 생각하고 있기 때문에
- 얼음은 물이 얼어서 된 고체이다. 그렇기 때문에 물이 더 많이 생기게 된다.

3) 근거

근거는 주장을 도출하기 위한 논거로서의 사실이다. 자신이 직접 경험한 내용이나 사실적인 자료들을 포함한다. 연구 결과, 학업 성취도의 수준에 관계없이 많은 학생(49명, 96%)이 근거를 진술하였다. 유의한 차이는 아니지만 이유보다 근거의 진술 빈도가 약간 높은 것은 자신의 주장에 대해 의견이나 생각을 풀어쓰는 이유보다 주장을 뒷받침할 사실적인 경험이나 실험 결과를 진술하는 근거 제시가 학생들에게는 좀 더 익숙한 것으로 생각된다. 실제로 학교 수업에서는 과학 현상 설명에 있어 이유와 근거의 구분 없이 학습이 이루어지고 있다. 이 때 많이 사용되는 방법은 실험, 유사한 상황에 대한 예시, 실제 자연 현상이 담긴 영상 시청 등인데, 이 모든 것이 사실상 근거 요소에 해당되는 것이다. 그렇기 때문에 학생들이 이유보다는 근거 진술에 익숙한 것으로 보인다.

근거의 내용을 살펴보면 근거 요소로서 자신이 실제로 경험하였거나, 누구나 인정할 수 있는 매체의 실험 자료, 사실적인 자료 등을 진술하도록 요구하였는데, 일부 자신의 주장을 지지하기 위해 주장에

의존적인 추측의 내용, 확인이 불가능한 내용 혹은 거짓의 내용을 근거로 제시하기도 하였다. 이는 학업 성취도와 관계없이 모두 볼 수 있었던 특징이었다.

- 공기가 들어가 있는 풍선과 그냥 공기가 없는 풍선을 들었을 때 무게가 다르게 느껴진 적이 있었다.
- 친할머니 집에서 풍선으로 장난치다가 풍선의 공기를 뺐는데 공기를 안 뺐 것이 기울었다.
- 이산화탄소(날숨)를 불어 넣은 풍선은 가라앉는다. 그러나 수소나 헬륨을 넣은 풍선이나 비행선을 공중에 떠 높이 상승한다.
- 집에서 물통에 물을 넣고 냉동실에 보관해 둔 뒤, 꺼내 보았는데 물이 얼었다. 다시 녹여 보았는데 물의 양은 변하지 않았다.
- 집에서 물을 마시는데 너무 더워서 얼음을 물에다가 넣었더니 물이 많아졌다.

또한 자신의 주장을 지지하기 위해 권위있는 매체나 상황의 내용을 진술을 하기도 하였다. 하지만 이 내용들은 불확실한 권위의 내용이었으며, 상대방이 수긍하기에는 불충분한 내용이었다.

- EBS에서 이 실험을 하는 것을 보았다. 공기에는 무게가 있어서 공기가 들어있는 풍선으로 기울어졌다.
- 예전에 TV에서 본 적이 있다(EBS같은 채널).
- 실험실에서 이런 실험을 해 본 적이 있다.

자신이 직접 경험한 내용은 아니지만 비유적인 상황을 만들어 근거로 제시하는 경우도 있었다. 이는 실제 과학수업에서 교사가 학생에게 추상적인 내용을 쉽게 설명하기 위해 눈에 보이는 유사한 상황을 비유적으로 설명하곤 하는데, 학생들도 그 내용을 근거로써 제시한 것으로 보인다.

- 두 사람이 한뼉씩 들고 그 위에 사람을 한명씩 안고 있는데 한 사람만 그 사람을 내려놓으면 그 사람을 없애는 것은 공기를 없애는 것과 같은 것 같다.
- 시소를 타다 한 친구가 내리면 타고 있는 친구의 쪽으로 기운다.
- 시소를 탔는데 형 쪽으로 기울었다.

4) 보증

이유가 타당한 근거로 뒷받침된다는 것을 인정한다고 해도 여전히 그 이유가 주장을 뒷받침한다는 것은 인정하지 않을 수 있다. 이유가 그럴 듯하다 하더라도 주장과 무슨 연관이 있는지 알지 못하

기 때문에 마땅한 이유로 여겨지지 않는 것이다. 그럴 때는 이유와 주장을 이어주는 원칙, 즉 보증을 진술해야 한다(Williams & Colomb, 2007). 수집된 자료를 통해 보증 요소의 빈도를 분석한 결과는 과제의 종류와 관계없이 우수학력과 보통학력은 90% 이상의 빈도를 보인 반면 기초학력은 50% 대로 낮은 빈도를 보였다.

보증 요소를 묻는 질문에는 과제와 관련되어 자신의 주장을 지지할 수 있는 과학적 개념, 과학적 원리를 진술하도록 하였다. 대부분의 학생들이 자신이 이해하고 있는 본질적인 과학적 원리를 쓰기 보다는 과학 수업 내에서 학습한 단원명이나 학습 목표, 학습 주제, 주제 단어 등을 짧게 열거하여 진술하였다. 일부 보통학력 학생들과 기초학력 학생들은 보증의 내용을 전혀 기술하지 못했거나 주장, 이유, 근거 내용을 반복하여 진술하기도 하였다. 또한 일부 학생들은 보증 요소는 자신의 주장과 이유를 지지해야 할 요소임에도 불구하고 오히려 자신의 주장과 일관되지 않는 보증이나 전혀 관계없는 내용을 기술하기도 하였다. 이러한 학생은 과학 현상을 논리적으로 연결해 가며 이해하기 보다는 학습 주제를 단순히 암기한 것으로 판단된다.

초등학교 과학 수업에서 자연 현상에 관한 본질적인 과학 원리를 설명하기란 사실상 불가능하며, 아직 구체적 조작기 학생들이 추상적인 과학 원리를 이해하기란 쉽지 않다. 초등학교 과학과 목표는 자연 현상과 사물에 대해 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 일상생활의 문제 해결에 이를 활용하는 수준이기 때문에 현상에 대해 왜 그런지에 대해 설명할 수 있는 정도만 교수 학습이 이루어지고 있다. 그러한 맥락에서 볼 때 주장-이유-근거 요소에 비해 보증 진술 빈도가 낮을 수밖에 없으며, 그 내용은 대부분이 학습 주제인 것이다. 다음은 보증 요소의 진술 내용의 예를 나타낸 것이다.

- 공기는 무게가 있다.
- 공기에는 무게가 있다. 공기에도 양력(기압)이 존재하지만 우리가 공기에 둘러싸여 있어서 느끼지 못할 뿐이다.
- 고체가 액체로 녹으면 부피가 커진다.
- 얼음이 녹아 물이 되면 그 부피가 줄어든다.
- 뉴턴은 만유인력이라는 것을 찾았는데 만유인력은 지구와 달이 자석처럼 전재하는 것이므로 예를 들어 경

사진 차를 세우면 안 내려가는 것은 만유인력 때문이라고 한다.

5) 반론 수용 및 반박

반론 수용 및 반박은 논증 전체에 대해 이야기하는 요소이다. 본 연구는 여러 학생들이 구두로 하는 논증 활동이 아닌 개인적으로 결론을 내리는 논증 활동을 논증 텍스트를 통해 분석한 연구이다. 따라서 '나와 다르게 생각한 친구에게 설명을 한다면?'과 같이 가정하여 이야기하듯 진술하도록 유도하였다. 연구 결과, 우수학력과 보통학력은 보증의 빈도와 비슷하였으나, 기초학력의 경우에는 약 70% 정도가 응답하여 보증보다 높은 응답 빈도를 나타냈다.

내용을 살펴보면 반론 수용 및 반박 요소는 앞에서 자신이 제시한 주장-이유-근거-보증의 내용을 다듬어 일련의 과학글쓰기를 한 형태가 대부분이었다. 또한 형식적 언어로 표현하기 보다는 구체적인 실험, 경험을 예로 들어 나와 다른 생각을 가진 사람을 설득하려는 내용이 진술되었다. <과제 1>에서는 일부의 보통학력과 기초학력 학생들이 반론 수용 및 반박의 요소를 쓰는데 어려움을 느껴 전혀 진술하지 못하거나 중간에 포기하였다. 이는 <과제 2>에서 더욱 두드러졌고 일부 우수학력의 학생들도 진술하지 못하였다. 반론 수용 및 반박 진술에 무응답한 학생은 다른 네 가지 요소 중 일부가 누락된 학생들이 대부분이었다. 주장에 대해 지지해 줄 내용을 모르기 때문에 반론을 수용하거나 반론에 반박하지 못하는 것으로 생각된다. 다음은 반론 수용 및 반박에 대한 진술 내용의 예이다.

- 만약 바구니에 물건이 있는 것과 없는 것이 있어. 그러면 물건이 있는 것이 무겁겠니? 아니면 없는 바구니의 무게가 무겁겠니?
- 우리가 볼 수 있는 환경에서 예를 들어볼 수 있다. 모든 물건은 저울에 쟁 때를 보면 밑으로 내려가는 것을 볼 수 있다. 무게가 있을 때 무게가 더 많은 쪽으로 기울게 되는 것이다.
- 내가 얼음을 열려 물을 넣어 보았더니 금방 녹았어. 나는 그것을 통해 얼음의 부피가 물의 부피보다 작다는 것을 안 것 같아.
- 물을 가득 채운 컵을 냉동실에 넣어 보아라. 그 컵은 깨진다. 반대로 얼음이 가득 메운 컵을 상온에 놓아봐라. 물의 높이가 낮아진다. 이걸로 보아 물은 액체 상태일 때 고체 상태일 때보다 부피가 작다.

2. 논증 유형 분석

Kienpointner(1992)가 제시한 8가지 유형 분석틀을 적용하여 학업 성취도별 논증 텍스트의 빈도를 분석한 결과는 표 3과 같다. 각 과제별 논증 텍스트가 활동지의 개수인 51개보다 많은 것은 학생들의 논증 내용에 다양한 논증의 유형이 복합적으로 포함되어 있기 때문이다. 예를 들어, 한 학생의 논증 텍스트 속에서 인과 유형과 설명적 예시 유형을 동시에 볼 수 있는 경우이다. 하지만 기초학력 학생들의 경우 보통 한 가지 유형의 논증만 구사하였다.

논증 유형 중에서 논증하고자 하는 대상에 대한 공통점과 차이점을 통해 비교하는 방식으로 수집된 자료에서는 해당되는 비교 유형과 논증과 모순, 반대, 역, 양립 불가의 진술들로 논증 활동을 하는 대당 유형, 그리고 개별적으로 열거된 사례에서 귀납적으로 도출하는 귀납적 예시 유형은 본 연구 결과에서 해당되는 논증 텍스트는 없었다. 대당 유형은 논증의 특성상 구조화된 과제에서 생성하기 어려운 논증 유형(권봉재, 2008)이기 때문에, 본 연구에서도 자료 수집의 결과, 대당 유형에 해당되는 논증이 없었다. 논증 유형 중에서 인과, 설명적 예시, 권위 유형의 빈도가 높은 편이었고, 포함 유형은 <과제 2>에서 유추 유형은 <과제 1>에서만 일부가 발견되었다.

1) 포함 유형

포함 유형은 ‘용어의 정의’, ‘전체와 부분의 관계’ 등을 보증으로 가지는 논증 유형이다(Kienpointner, 1992). 포함 논증의 경우는 <과제 2>에서만 8회 분석되었는데, <과제 2>에서 틀리 주장을 진술한 학생 35명 중 7명이 사용하였다. 일반적으로 물질의 상태 변화에 따른 부피 크기를 고체, 액체, 기체의 순으로 보고, 물 역시 이에 해당한다고 생각하였다. 물은 예

외의 경우인데, 모든 물질이 그러하다고 생각하여 오류의 논증을 생성하였다.

- 고체가 녹으면 액체가 된다. 얼음이 녹으면 물이 된다. 고체는 액체보다 부피가 크다.
- 다른 것들도 고체보다는 액체가 더 크다. 물도 마찬가지이다.
- 물체는 고체가 되면 부피가 줄어든다고 알고 있다.

2) 인과 유형

인과 유형은 원인과 결과, 동기, 수단과 목적 등의 관계로 논증 활동을 진행하는 유형이다. 본 연구에서 학생들이 가장 많이 사용하는 논증은 인과 유형이었다. 분석 결과 <과제 1>에서는 50회, <과제 2>에서는 48회로 논증 텍스트 51개임을 고려한다면, 거의 모든 학생들이 인과 논증을 필수적으로 구사하고 있음을 알 수 있다. 인과 유형은 학생들로서는 가장 쉽게 문제에 대한 답을 떠올리는 형식이 되며, 그동안 과학 수업의 문제 상황에서 인과적 상황을 가장 많이 접했기 때문에 이러한 결과를 보이는 듯하다. 또한, 어떤 현상을 설명할 때 그 현상이 나타나는 원인에 대한 생각으로 인지 활동을 시작함을 알 수 있다(권봉재, 2008).

- A의 풍선에는 공기가 들어있지 않고 B의 풍선에는 공기가 들어있기 때문에 공기는 무게가 있어서 B의 풍선 쪽으로 양팔저울이 기울는다.
- A쪽의 공기가 빠짐으로써 공기가 많이 차 있는 B쪽으로 기울어지게 된다.
- 왜냐하면 A쪽은 공기를 빼서 무게가 빠졌고, B쪽에는 공기가 있어서 공기의 무게 때문에 기울어진다.
- A쪽의 바람이 빠지게 되면 무게가 낮아지게 되는데, 무게가 높은 B쪽의 저울이 밑으로 내려가게 되는 것이다.

표 3. 학업 성취도에 따른 논증 유형 분석

논증 과제	과학학업 성취도	포함	비교	대당	인과	설명	귀납	유추	권위	계
<과제 1>	우수 (n=22)	-	-	-	22	9	-	1	9	41
	보통 (n=20)	-	-	-	20	7	-	3	7	37
	기초 (n=9)	-	-	-	8	2	-	1	4	15
	계	0	0	0	50	18	0	5	20	93
<과제 2>	우수 (n=22)	3	-	-	21	16	-	-	1	41
	보통 (n=20)	4	-	-	20	15	-	-	2	41
	기초 (n=9)	1	-	-	7	-	-	-	1	9
	계	8	0	0	48	31	0	0	4	91

3) 설명적 예시 유형

설명적 예시 유형은 근거에 대한 적절한 예시를 가상적으로 떠올리거나, 경험적 내용을 제시하여 조직하는 방식이다. 설명적 예시 유형은 <과제 1>의 경우 18회, <과제 2>에서는 31회가 분류되어 인과 유형 다음으로 많았다. ‘만약, 그렇게 된다면’, ‘~라는 실험을 해본다면’ 등으로 가상적 상황을 전제로 생성되는 논증 활동을 볼 수 있었다. 이는 구체적 조작기 학생들을 대상으로 하는 초등학교 과학 수업의 특징과 관련 있는 듯하다. 실제로 수업을 할 때 실질적인 현상을 예를 들거나 직접 실험을 하는 경우가 대부분인데, 학생들도 이러한 경험을 이용하여 논증을 구사하고 있다.

- 물을 가득 채운 컵을 냉동실에 넣어 보아라. 그 컵은 깨진다. 반대로 얼음이 가득 메운 컵을 상온에 놓아봐라. 물의 높이가 낮아진다. 이걸로 보아 물은 액체 상태일 때 고체 상태일 때보다 부피가 작다.
- 만약 바구니에 물건이 있는 것과 없는 것이 있어. 그러면 물건이 있는 것이 무겁겠니? 아니면 없는 바구니의 무게가 무겁겠니?
- 나무막대를 올려놓고 신문지를 위로 올려 내려지면 나무막대가 부러진다. 약한 신문지가 찢어지거나 들리지 않은 이유는 공기가 누르고 있기 때문이다.

4) 유추 유형

유추 유형은 일반적으로 널리 알려진 대상과 논증하고자 하는 대상의 공유된 특성을 기반으로 하는 논증으로, 논증하고자 하는 대상에 대한 논증자의 배경 지식과 추론 능력에 크게 영향을 받는다. 이는 제시된 논증과 다른 논증 대상과의 설명자 간의 유사성을 떠올린다는 측면에서 귀납적 예시 유형과 유사한 점을 보이고 있음을 알 수 있다. 본 연구 결과, 유추 논증은 <과제 1>에서만 5회 나타났는데, 실제로 과학 수업에서 양팔 저울을 이용한 활동은 ‘시소’에 비유하여 학생들에게 설명하고 있기 때문인 것으로 해석된다. 그러나 비유물과 목표물을 정확히 대응시키는 진술을 하지는 못했다.

- 시소를 타다 한 친구가 내리면 타고 있는 친구의 쪽으로 기울다.
- 시소를 탔는데 형 쪽으로 기울었다.

5) 권위 유형

권위 유형은 전문가나 권위자의 견해를 인용하

여 주장은 전개하는 논증 유형이다. 권위 유형은 인용의 출처가 확실할수록, 인용된 자료의 생산자가 확실할수록 효과를 갖는다. 그렇기 때문에 권위 유형은 해당 논제에 대한 폭넓은 배경 지식과 자료 검토가 선행될수록 효율적으로 생성할 수 있다.

본 연구 결과, <과제 1>에서는 20회, <과제 2>에서는 4회가 분석되었는데, 확실한 권위자, 책의 이름, 권위적인 매체, 프로그램명을 들어 논증하거나 때로는 출처가 불명확한 권위자의 견해를 이용하였다. 이는 자신의 불완전한 논증에 대한 방어로 해석된다.

- 예전에 TV에서 본 적이 있다 (EBS같은 채널).
- 6학년 교과서에서 공기는 무게가 있다는 것을 알았다.
- 인터넷에서 공기가 무게가 있다고 하는 것을 봤다. 그래서 이산화탄소가 산소보다 무겁다는 것도 알게 되었다.
- 경험이라고 할 수 없지만 TV EBS 채널에서 과학실험을 하는 것을 본 적이 있는데, 과학실험에서 위 실험과 같은 방법으로 실험하고, 공기에는 무게가 있다는 것을 알려주었다.

IV. 결론 및 제언

논증 활동지를 통한 과학적 문제해결과정에서 나타나는 초등학교 6학년 학생의 논증의 특징을 Williams & Colomb(2007)가 제시한 논증의 5 요소와 Kienpointner(1992)가 제시한 8가지 논증 유형을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 논의의 5 요소에서는 학업 성취도에 관계 없이 주장, 이유, 근거에 대한 진술의 빈도는 높았으나, 보증, 반론 수용과 반박의 요소에 대한 진술 빈도는 상대적으로 낮았다. 논증 과제에 대한 주장은 가치주장을 요구하는 것이 아니라 결과를 묻는 원인주장 형태이기 때문에 본 연구에서도 모든 학생에게 어려움은 없었다. 이유에서는 우수학력의 학생들은 자신의 논리를 가지고 완전한 형태의 긴 문장으로 진술하였으나, 보통학력과 기초학력의 학생들은 주장에 도달하기까지의 과정 없이 간단한 단문으로 원인만 진술하는 경우가 많았다. 근거에서는 학업 성취도와 관계없이 자신이 경험하였거나 매체의 실험 자료, 사실적인 자료를 제시하였으나, 불확실한 권위나 주장에 의존적인 추측의 내용 등을 제시하기도 하였다. 보증 진술의 내용은 대부분 수업 시간에 배운 학습 목표, 학습 주제, 주제 단어 등을

짧게 열거하여 진술하였다. 반론 수용 및 반박에서는 기초학력의 경우 응답 빈도가 낮았고, 다른 네 가지 요소 중 일부에 대한 진술을 하지 못한 학생은 대부분 이 요소에서 응답을 하지 못하였다.

둘째, 논증 텍스트의 논증 유형에 대한 분석에서 학업 성취별 요소와 상관없이 학생들이 가장 많이 사용하는 것은 인과 유형이었고, 그 다음은 설명적 예시 유형이었다. 인과 유형은 가장 쉽게 문제에 대한 답을 떠올리는 형식이었으며, 다른 교과목과 달리 과학 교과에서의 문제 상황에서 인과적 상황을 가장 많이 접했기 때문으로 보인다. 설명적 예시 유형이 많은 것은 실제 과학 수업 내에 교사가 학생들의 이해를 돕기 위해 근거에 대한 적절한 예시를 상상적으로 떠올리거나, 경험적 내용을 제시하는 경우가 많아 학생들도 그러한 방식으로 논증 활동을 진행하는 것으로 보인다. 우수학력의 학생들은 자신의 주장을 지지하기 위하여 다양한 근거를 제시하는 과정에서 복합적인 논증 유형을 사용하였으나, 기초학력의 학생은 논증 진술에 어려움을 겪거나 한 가지 논증 유형만 구사하는 학생들이 대부분이었다.

이 연구가 논증 요소가 안내된 논증 활동지제 진술하는 형태로 자료가 수집되었기에 실제 탐구 상황에서 초등학생의 논증 활동에 대한 특성을 살펴볼 수는 없었다. 추후 탐구 활동에서 나타나는 논증 요소에 대한 빈도, 논증 내용의 특징에 대한 심층적인 후속 연구가 필요하다고 생각된다. 특히, 논증 과정을 통해 학생들은 자신의 주장과 한계를 드러내는 기회가 되고, 효과적인 논증 과정을 통해 새로운 과학 개념을 이해하거나 오개념을 과학적 개념으로 정정할 수 있기 때문에 기본적인 과학 개념을 형성하는 초등과학 수업에서 나타나는 논증 활동에 대한 활발한 연구가 필요하다고 판단된다.

참고문헌

권봉재(2008). 과제변인에 따른 초등학생들의 과학적 논증의 유형과 수준 분석. 한국교원대학교 대학원 석사 학위논문.
 김희경, 송진웅(2004). 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학탐구 활동 모형의 탐색. 한국과학교육학회지, 24(6), 1216-1234.
 민병곤(2003). 논증적 텍스트의 생산 과정에서 논증 도식의 운용 양상에 대한 분석 및 교육적 시사. 국어교육

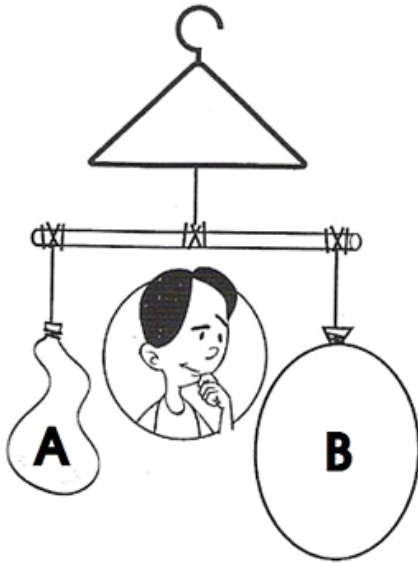
학연구, 18, 184-220.
 박영신(2006). 교실에서 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증 기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학학회지, 27(4), 401-415.
 박영신(2011). 교사-학생 상호작용간의 과학 논증 탐색: 인식론 및 심리학적 관점으로. 한국지구과학학회지, 31(1), 106-117.
 양일호, 이효정, 이효녕, 조현준(2009). 과학적 논증 과정 평가를 위한 루브릭 개발. 한국과학교육학회지, 29(2), 203-220.
 위수민, 조현준, 김선홍, 이효녕(2009). 학생 특성에 따른 소그룹 논증 수준 분석. 과학교육연구지, 33(1), 1-11.
 이봉우, 임명선(2010). 탐구 토론에서 예비과학교사들의 논증 분석. 한국과학교육학회지, 30(6), 739-751.
 이선경(2006). 소집단 토론에서 발생하는 학생들의 상호작용적 논증 유형 및 특징. 대학화학학회지, 50(1), 79-88.
 이효녕, 조현준, 손정주(2009). 학교과학교육에서의 논증 활동 활용에 대한 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 29(6), 666-679.
 임재근, 송윤미, 송미선, 양일호(2010). 초등학교 영재 학생들의 탐구 활동에서 나타나는 논증 과정 평가 및 분석. 초등과학교육, 29(4), 441-450.
 Berry, A., Mulhall, P., Loughran, J. J. & Gustone, R. F. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers Journal*, 45(1), 27-31.
 Booth, W. C., Colomb, G. G. & Williams, J. M. (2008). *The craft of research* (3rd ed.). Chicago: The University of Chicago Press.
 Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
 Edmondson, K. M. & Novak, J. D. (1993). The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 547-559.
 Emeren, F. H., Grootendorst, R., Henkemans, F. S., Blar, J. A., Johnson, R. H., Krabbe, E. C. W., Plantin, C., Walton, D. W., Willard, C. A., Woods, J. & Zarefsky, D. (1996). *Fundamentals of argumentation theory: A handbook of historical backgrounds and contemporary developments*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 Hodson, D. (1998). Is this really what scientist do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in school*, (pp. 93-108). NY: Routledge.
 Hodson, D. & Bencze, L. (1998). Becoming critical about practical work: Changing views and changing practice through action research. *International Journal of Science Education*, 20(6), 683-694.

- Hogan, K. & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.
- Kienpointner, M. (1992). *How to classify arguments*: In Eemeren *et al.* (1992), 178-188.
- Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *Emergence of mathematical meaning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Newton, P., Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Osborne, J. E. (2002). Science without literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203-215.
- Osborne, J., E. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Verlinden, J. (2005). *Critical thinking and everyday argument*. Belmont: Thomson & Wardsworth.
- Walton, D. N. (1996). *Argumentation schemes for presumptive reasoning*. NJ: LEA.
- Wellington, J. J. (1998). Practical work in science: Time for a reappraisal. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science*, (pp. 3-15). NY: Routledge.
- Williams, J. M. & Colomb, G. G. (2007). *The craft of argument* (3rd ed.). : Pearson Education, Inc.
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in humane genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

〈부록〉 논증 활동지 (과제 1 : 공기의 무게)

과제 주제

하위 과제 내용



1. 비슷한 크기의 풍선 두 개를 준비한다.

2. 양팔저울을 만들어 양 옆에 달아,
수평을 맞춘 뒤

3. 둘 중 하나의 풍선을 바람을 뺀다.

〈과제1〉
공기의 무게

가. 양팔 저울은 A와 B 중에서 어느 쪽으로 기울겠습니까? (**주장, Claim**)

나. 왜 그렇게 생각합니까? 전에 배운 내용을 토대로 설명해 보세요.
※그림으로 설명 가능 (**이유, Reason**)

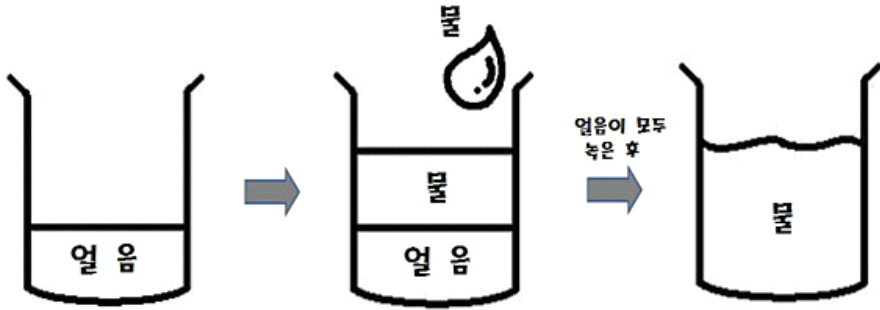
다. 위에서 쓴 내용을 뒷받침해줄 유사한 나의 경험이나, 실제 자연에서 본 현상이 있다면 써보세요. (**근거, Evidence/Data**)

라. 혹시 이 현상과 관련된 과학적 개념(학교에서 배웠거나, 교과서 혹은 다른 책에서 본 내용 등)을 알고 있다면 써보세요. (**보증, Warrant/ Principle**)

마. 나와 다르게 생각한 친구에게 나의 생각을 설명한다면 어떻게 할 것인지 써보세요. (**반론 수용 및 반박, Acknowledge & Response**)

〈부록〉 논증 활동지 (과제 2 : 물의 상태 변화에 따른 부피 변화)

과제 주제	하위 과제 내용
-------	----------



1. 컵 안에 얼음이 있습니다.
2. 얼음이 담긴 컵에 물을 더 부어봅니다.
3. 얼음이 모두 녹았을 때, 전체 물의 높이를 2번과 비교해봅니다.

가. 3번 이후의 전체 물의 높이는 2번과 비교하여 어떠합니까? (**주장, Claim**)

나. 왜 그렇게 생각합니까? 전에 배운 내용을 토대로 설명해 보세요.
※그림으로 설명가능 (**이유, Reason**)

〈과제2〉
물의 상태변화에 따른
부피변화

다. 위에서 쓴 내용을 뒷받침해줄 유사한 나의 경험이나, 실제 자연에서 본 현상이 있다면 써보세요. (**근거, Evidence/Data**)

라. 혹시 이 현상과 관련된 과학적 개념(학교에서 배웠거나, 교과서 혹은 다른 책에서 본 내용 등)을 알고 있다면 써보세요. (**보증, Warrant/ Principle**)

마. 나와 다르게 생각한 친구에게 나의 생각을 설명한다면 어떻게 할 것인지 써보세요. (**반론 수용 및 반박, Acknowledge & Response**)