

# 데이터 출처 유형에 따른 중학생의 소집단 논변활동의 인식론적 수준

조현아 · 장지은 · 김희백\*

서울대학교

## Epistemic Level in Middle School Students' Small-Group Argumentation Using First-Hand or Second-Hand Data

Cho, Hyun-A · Chang, Ji-Eun · Kim, Heui-Baik\*

Seoul National University

**Abstract:** This study is conducted to examine how epistemic reasoning and argument structures of students vary according to data sources used in the process of argumentation implemented in the context of inquiry. To this end, three argument tasks using first-hand data and three argument tasks using second-hand data were developed and applied to the unit on 'Nutrition of Plants' for first year middle school students. According to the results of this study, epistemic reasoning of students manifested during the process of argumentation and varied according to data sources. While most students composed explanations with phenomenon-based or relation-based reasoning in argumentation using first-hand data, all the small groups composed explanations that included model-based reasoning in argumentation using second-hand data. In the case of arguments including phenomenon-based or relation-based reasoning, students described only observable characteristics, with warrants omitted from arguments in many cases. On the other hand, in the case of arguments that included model-based reasoning, explanations were composed by combining the results of observations with theoretical knowledge, with warrants more apparent in their arguments.

**Key words:** scientific argument, epistemic reasoning, first-hand data, second-hand data

### I. 서 론

탐구는 과학자들이 자연 세계를 연구하고 자신들의 연구로부터 도출된 증거에 기초하여 설명을 제안하는 과정으로서 질문하기, 관찰하기, 증거 해석하기, 증거에 비추어 이론 재검토하기, 현상에 대한 설명 제안하기, 여러 과학자들 사이에서 결과를 교류하는 행위 등을 포함한다(NRC, 1996). 탐구를 통해 학생들은 과학 개념과 과학적 탐구 방법을 학습할 수 있으며, 과학의 본성에 대한 이해를 증진시킬 수 있으므로(NRC, 2000) 과학 교육에서는 탐구 학습을 강조해왔다(Schauble, 1995).

그런데 실제 탐구 맥락에서 실험을 설계하고 데이터를 해석하는 과정이나 대안 가설의 타당성을 검토하는 과정에서는 논변이 중요한 역할을 한다(Geire,

1991). 논변은 과학자들이 탐구 과정에서 자신의 주장을 정당화하기 위해 사용하는 설득의 도구로서(Pera, 1994) 개인의 추론 과정을 포함하는데(Walton, 1990), 이는 제안된 가설을 수용할지 거부할지 결정하는 근거가 된다(Driver *et al.*, 2000). 그러므로 논변활동은 과학 탐구의 중요한 구성요소이며(Kind *et al.*, 2012) 학생들에게 과학의 올바른 이미지를 보여주기 위해서는 학교 맥락의 탐구활동에서도 논변활동을 포함시킬 필요가 있다(Driver *et al.*, 2000).

그러나 일반 학교에서 실시되는 실험 상황에서는 논변활동이 잘 일어나지 않는다(Kind *et al.*, 2012; Newton *et al.*, 1999; Watson *et al.*, 2004). 학생들은 실험 활동 과정에서 단순히 관찰한 사실에 대해서만 기술하는 경향이 있고(Driver *et al.*, 1996) 실험 과정이나 원리에 대한 반성적 사고는 거의 나타나

\*교신저자: 김희백 (hbkim56@snu.ac.kr)

\*\*2013.01.16(접수), 2013.02.06(1심통과), 2013.02.26(2심통과), 2013.03.02(최종통과)

\*\*\*이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012-S1A5A2A01019966).

지 않기 때문이다(Kind *et al.*, 2012). 학생들은 탐구를 단순히 결과를 만들고 확인하는 통상적인 절차라고 생각하며(Watson *et al.*, 2004) 실험 수업에서 정해진 방법과 절차에 따라 실험을 수행하면 옳은 결과와 결론이 내려진다고 믿기 때문에(Hodson, 1996) 논변의 필요성을 느끼지 못한다(Kind *et al.*, 2012).

한편, 학생들은 과학 수업에서 직접 실험에 참여하고 수집한 데이터뿐만 아니라 다른 사람에 의해 수집되거나 정리된 형태의 데이터를 다루기도 한다. 학생들이 다루는 다양한 데이터는 그 출처에 따라 실험을 통해 직접 수집한 데이터를 1차 데이터, 다른 사람에 의해 정리된 결과는 2차 데이터라고 정의한다(Hug & McNeill, 2008). 최근의 연구에서 Kind 등(2012)은 2차 데이터를 바탕으로 하는 탐구 맥락에서는 논변활동이 보다 활발하게 일어난다고 밝혔다. 그들은 2차 데이터를 바탕으로 논변활동에 참여할 때, 학생들이 과학 이론과 개념을 사용하여 현상을 설명하고 다양한 증거의 통합과 타당성을 평가하는데 더 초점을 두게 된다고 하였다. 이는 학생들이 직접 수집한 데이터로 탐구한다고 해서 평가적인 논쟁에 참여하는 것으로 이어지지는 않으며, 오히려 교사에 의해 제시된 가설적인 데이터에 의해 토의의 패턴이 달라질 수 있다는 것을 보여준다(Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000).

이에 본 연구는 실제 학교 현장에서 적용된 수업 상황에서 데이터의 출처에 따라 학생들의 인식론적 추론이 어떻게 달라지는지 확인하고, 추론 유형에 따라 논변의 구조가 어떻게 달라지는지 살펴보았다. 이를 통해 우리는 탐구 맥락에서 논변을 제한하는 요인을 찾고 개선 방안을 모색하고자 한다. 본 연구의 연구 질문은 다음과 같다.

- 소집단 논변활동 과정에서 학생들이 나타내는 인식론적 추론은 데이터 출처 유형에 따라 어떻게 달라지는가?
- 데이터 출처와 인식론적 추론 유형은 소집단에서 수행한 논변의 구조에 어떤 영향을 미치는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 수업 진행

서울 소재 남녀공학 중학교 1학년 1개 학급 38명(남

18명, 여 20명)의 학생들이 수업에 참여하였다. 이 학교는 학업 성취 수준이 다른 학교에 비해 높은 편이고 학생들은 수업시간에 집중하며 소집단 활동에 적극적으로 참여하였다. 실제 수업은 중학교 1학년 과학 '식물의 영양' 단원에서 총 9차시 동안 이루어졌고 6번의 소집단 논변활동을 실시하였다. 학생들은 이전에도 6차시에 걸친 소집단 논변활동 연구에 참여한 경험이 있었고 소집단 논변활동 프로그램과 카메라와 녹음기의 설치와 같은 연구 상황에 익숙하였다.

### 2. 논변활동 프로그램

학생들은 데이터에 나타난 현상을 해석하고 그에 대한 인과적 설명을 구성하도록 요구하는 논변 과제에 참여하였다. 총 6개의 논변과제 중 3개는(2차시, 5차시, 6차시) 1차 데이터를 바탕으로, 나머지 3개는(3차시, 7차시, 9차시) 교사에 의해 제시된 자료인 2차 데이터를 바탕으로 개별적으로 논변을 작성하도록 구성하였다. 그 후 소집단 내에서 의견을 공유하고, 제안된 아이디어에 대한 타당성을 검토하며, 설득을 통해 서로 다른 의견에 대한 합의점을 도출하는 과정을 통해 소집단 논변을 작성하였다.

교사는 1차시 수업에서 논변의 구조에 대해 교사주도로 강의식 수업을 진행하며 학생들에게 증거를 바탕으로 뿌리의 기능에 관한 자기 주장을 하도록 하였다. 그 후, 개별적으로 작성한 논변을 발표하도록 하였고 이를 논변의 구조에 맞게 정리함으로써 논변의 구조를 다시 한 번 강조하였다. 소집단 논변활동 과정에서는 순회 지도를 통하여 모든 구성원이 참여할 수 있도록 독려했다. 학생들이 교사에게 질문 할 경우, 질문에 대해 직접 답을 제시하지 않고 학생에게 새로운 질문을 함으로써 학생의 추론을 도왔다. 배경 지식에 대한 질문은 이전 학습 내용을 상기시켜 학생이 직접 찾아볼 수 있도록 도와주었다. 각 차시별 구체적인 학습 주제 및 수업 내용은 <표 1>과 같다.

### 3. 데이터 수집

실제 수업은 중학교 1학년 과학에서 '식물의 영양'을 시작하는 8월 중순부터 9월 중순까지 약 한 달간 진행되었다. 9차시에 걸친 전체 수업과 개별 소집단 논변활동을 녹화·녹음하였고 이는 모두 전사하여 자

표 1  
수업별 학습 주제 및 수업 내용

차시	학습 주제	수업 내용
1	뿌리의 구조와 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뿌리의 구조와 기능에 대한 교사의 강의</li> <li>• [논변 구조 학습] 뿌리의 지지기능 및 운반기능에 대한 개별 논변 작성</li> </ul>
2	줄기의 구조와 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [탐구] 백합과 셀러리 줄기의 단면 관찰하기</li> <li>• [소집단 논변활동] 백합과 셀러리 줄기에서의 물관 분포 설명하기</li> </ul>
3	잎의 구조와 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잎의 단면을 보고 특징 정리하기</li> <li>• [소집단 논변활동] 잎에서 광합성이 가장 활발한 곳 설명하기</li> </ul>
4	증산 작용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 증산 작용의 정의와 의의 및 증산작용이 활발히 일어나는 조건에 대한 교사의 시범 실험 및 강의</li> </ul>
5	증산 작용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [탐구] 풍선 모형을 이용한 기공의 개폐 과정 관찰하기</li> <li>• [소집단 논변활동] 모형 결과를 바탕으로 기공의 개폐 원리 설명하기</li> </ul>
6	광합성에 영향을 주는 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [탐구] 전등과 검정말 사이의 거리에 따른 기포 수 변화</li> <li>• [소집단 논변활동] 빛의 세기가 광합성을 변화에 영향을 주는 이유 설명하기</li> </ul>
7	광합성으로 만든 양분의 이동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [소집단 논변활동] 1) 환상박피가 일어난 나무에서 줄기의 윗부분이 부풀어 오르는 이유 설명하기, 2) 환상박피를 실시한 나무 열매의 수확량이 증가하는 이유 설명하기</li> </ul>
8	식물의 호흡	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 식물의 호흡 및 광합성과 호흡의 관계에 대한 교사 주도 강의</li> </ul>
9	광합성과 호흡	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [소집단 논변활동] 빛이 잘 들지 않는 곳에 놓아둔 식물이 시들어 버리는 이유 설명하기</li> </ul>

료로 이용하였다. 소집단 논변활동 전사본 외에도 사전사후검사, 모든 학생들의 개별 활동지, 소집단으로 작성하여 제출한 논변활동지, 수업 후에 실시한 반구조화된 인터뷰도 연구의 자료로 함께 이용하였다.

#### 4. 자료 분석

논변활동 과정에서 학생들이 나타내는 추론 유형을 확인하기 위해 Diver 등(1996)의 분석 틀을 이용하였다(표2). Driver 등(1996)은 학생이 단순히 관찰 결과만을 기술하는 추론 과정을 현상기반추론, 관찰 결과들 사이의 관계를 설명하는 과정을 관계기반추론, 관찰 결과와 이론 지식을 연결시켜 설명을 구성하는 과정을 모형기반추론으로 보았다.

학생이 작성한 논변의 구조를 파악하기 위해 우선 주장, 자료, 보장과 같은 논변의 구성 요소와 이들 사이의 관계를 나타내었다. 주장이란 학생들이 나타내고자 하는 결론을 의미하며, 자료는 주장을 뒷받침하기 위해 포함된 사실들이다. 보장이란 자료와 주장 사이의 연결

을 정당화하기 위해 제안한 법칙이나 원리 등을 의미한다(Toulmin, 1958). 그 후 Kelly와 Takao(2002)의 틀을 이용하여 명제가 가지는 인식론적 수준에 따라 논변을 구조화하였다(표3). 이를 통해 우리는 학생들이 결론을 뒷받침하기 위해 의존하는 명제의 유형을 확인할 수 있으며, 하나의 논변을 완성하기 위해 각각의 명제가 어떻게 연결되어 일반화된 진술로 이동해 가는지를 파악할 수 있다. 논변의 구조와 인식론적 수준에 대한 분석은 본 연구의 저자와 다른 과학교육 전문가가 각각 분석한 후 결과를 비교하여 80%의 일치도를 보였다. 의견이 일치하지 않는 부분에 대해서는 논의를 통해 합의 도출하였다. 소집단으로 작성한 논변활동지와 논변활동을 전사한 담화 자료 외에도 인터뷰 자료 등을 통해 삼각 검증을 실시하여 연구 결과에 대한 해석과 논의의 타당성을 확보하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

소집단 논변활동 과정에서 나타난 인식론적 추론

**표 2**  
학생이 나타내는 인식론적 추론의 형태(Driver et al., 1996)

추론 유형	과학적 탐구의 형태	설명의 본성	설명과 묘사와의 관계
현상 기반 추론	<b>현상에 초점 두기</b> • 현상의 관찰이 탐구가 됨. 즉, '관찰하고 보기' • 현상이 일어나도록 하여 그 결과 행위를 관찰할 수 있음	<b>기술로서의 설명</b> • 현상의 기술; 기술과 설명 간의 구별 없음	<b>구별 안함</b> • 현상에 대한 기술과 설명 사이에 명확한 구분이 없음
	<b>변수와의 상관관계 짓기</b> • 설명을 찾아내기 위해 현상들의 행위에 관여하거나 계획된 관찰이 필요 • 여기에 포함되는 것 - 현상에 대하여 조절된 관여 예) fair test - 영향력 있는 변수들의 정의 - 조건들과 연관된 산출물	<b>경험주의적 일반화</b> • 관찰 가능한 현상의 특징들 사이의 관계가 설명 • 이런 관계의 형태들 - 변수들 간의 상관관계 - 선형적 인과 계열 • 대안적 가능 변수들 인정. 그러나 하나의 관계성만 진실이라고 간주. 상황에 영향을 미칠 수 있는 부연적 혹은 대안적 변수들은 고려할 수 없음. 결과적으로 상관관계가 인과관계로 해석되는 경향이 있음	<b>귀납적인 관계</b> • 기술과 설명은 구별된다고 인식하지만 둘 다 동일한 범주의 언어 사용 즉, 관찰 가능하고 / 가질 수 있는 특성을 언급 • 설명은 데이터로부터 출현되는 것으로 봄. 설명은 데이터와 동일한 범주의 언어로 표현되고, 상황들의 특성 간의 관계성을 표현 • 이론과 증거 사이의 관계는 문제시하지 않으며 이론은 '증명될 수 있는' 것으로 봄
모형 기반 추론	<b>이론을 평가하기</b> • 탐구는 증거에 기반한 이론 혹은 모형을 평가하는 것을 포함함 • 이론적 지식과 자연 현상 간의 관계성이 문제시됨을 인식함	<b>모형 만들기 (Modeling)</b> • 이론과 모형은 확정적이지 않음 (conjectural) • 설명은 정합성을 지닌 스토리로서 이론적 실체로 상정된 것을 포함 • 설명은 관찰과 이론적 실체 사이의 불연속성을 포함함 • 다중적 모델의 가능성 인정됨	<b>가설-연역적 관계</b> • 기술과 설명 사이의 명확한 구분 • 설명을 제안하는 데는 관찰한 것 또는 당연하게 받아들이는 상황적 특징에 대한 다양한 범주의 이론적 실체에 관한 고안물이 포함됨을 인식 • 설명은 관찰된 데이터로부터 논리적으로 추론할 수 없음 • 이론의 잠정적 지위의 인식; 이론이 맞다고 결코 확신할 수 없음

**표 3**  
과학적 논변에 나타난 명제의 인식론적 수준(Kelly & Takao, 2002에서 일부 수정)

인식론적 수준	정의	예시
V	일반적인 이론이나 모델 형태의 진술	• 분자의 수가 많아지고 내부 압력이 높아진다. • 광합성에는 빛이 필요하다.
IV	자료를 설명하는 이론적인 주장이나 모델을 나타낸 진술	• 백합의 물관은 불규칙적이다.
III	제시된 자료들 사이의 상대적인 관계를 서술한 진술	• 전등과 검정말 사이의 거리가 가까워지면 기포수가 증가한다. • 공변세포가 휘어지면서 기공이 열린다.
II	제시된 자료의 내용을 연결하거나 특징을 확인하고 서술한 진술	• 백합은 빨간 점들이 전체적으로 많았다.
I	표, 그림, 관찰현상 등 제시된 자료에 대해 서술한 진술	• 줄기의 윗부분이 부풀어 있다.

유형을 과제별로 분석한 결과는 다음과 같다(표 4). 모든 소집단은 2차 데이터를 이용하는 논변 과제에서 모형기반추론을 나타냈다. 그러나 1차 데이터를 이용하는 과제의 경우 현상기반추론이나 관계기반추론에 머물게 되는 경우가 나타났음을 알 수 있다.

### 1. 1차 데이터를 이용한 소집단 논변

#### 1) 현상기반추론과 관계기반추론을 통한 소집단 논변

(1) 줄기의 구조 수업에서 나타난 소집단 8의 논변 전체 9차시 수업 중 2차시에는 줄기의 구조에 관한 소집단 논변활동을 실시하였다. 이는 전체 6개의 소집단 논변활동 중 가장 먼저 실시된 것이다. 소집단 논변활동에 참여하기 전, 학생들은 붉은 색 잉크 물에 담아둔 백합과 셀러리 줄기의 단면을 관찰하였다. 그 후, 백합과 셀러리 줄기에서 물관의 분포를 설명하고 그 이유를 밝히도록 요구하는 논변과제를 수행했다. 이 과제에 대해서 소집단 8이 작성한 논변의 구조는 그림 1과 같다

학생들은 이전 단원인 분류 단원에서도 소집단 논변활동을 수행한 경험이 있고 1차시 수업에서 교사와 함께 전체적으로 논변을 작성하는 훈련을 하였다. 그럼에도 불구하고 <그림 1>에서는 자료로부터 주장을 도출할 수 있는 이유를 설명하는 보장은 드러나지 않는다. 학생들은 자료로부터 곧바로 주장을 도출하고 있을 뿐이다.

이 논변을 개별 명제의 인식론적 수준에 따라 배치하면 <그림 2>와 같다. 자료 1은 <그림 1>에 나타난 자료 1의 내용을 의미하며 각각을 실선으로 연결한 것은 이들이 하나의 논변을 구성함을 나타낸다. 제시된 자료나 관찰한 현상을 기술한 명제는 원으로 표시하였고, 주어진 자료나 현상을 해석한 결과는 사각형으로 표시하였다.

실험 결과를 관찰하고 그 특징을 기술한 자료 1과 자료 2는 인식론적 수준 II에 해당한다. 그리고 자료를 설명하는 이론적 진술인 주장 1과 주장 2는 인식론적 수준 IV에 해당한다. 이를 통하여 학생들이 주장을 뒷받침하기 위해 단순히 관찰한 결과만을 기술하고 있음을 알 수 있다. 학생들이 현상기반추론에 머물게

**표 4**  
논변 과제별 각 소집단이 나타낸 인식론적 추론 유형

주제 소집단	줄기의 구조 (1차 데이터)	잎의 구조 (2차 데이터)	증산 작용 (1차 데이터)	광합성의 영향 요인 (1차 데이터)	환상 박피 (2차 데이터)	광합성과 호흡 (2차 데이터)
5	현상 관계	현상 모형	현상 관계	현상 관계	현상 모형	현상 모형
7	현상 모형	현상 모형	현상 관계 모형	현상 관계 모형	현상 모형	현상 모형
8	현상 관계	현상 모형	현상 관계 모형	현상 관계 모형	현상 모형	현상 모형

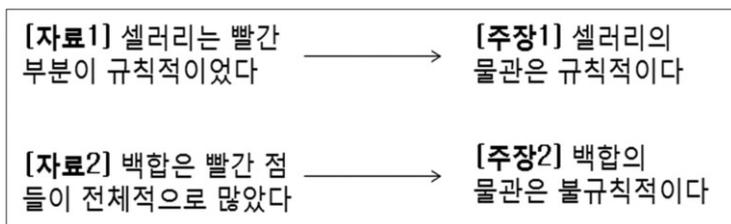


그림 1 줄기의 구조와 기능 수업에서 소집단 8이 작성한 논변의 구조

인식론적 수준 학생들이 제안한 진술의 인식론적 수준에 따른 배치

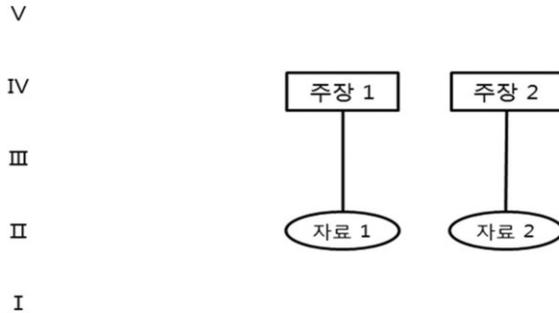


그림 2 출기의 구조와 기능 수업에서 소집단 8이 작성한 논변의 인식론적 수준

될 경우, 관찰 현상이 곧 설명이 되었고 현상이 나타나는 원리나 과정에 대해 설명하려는 시도는 나타나지 않았다. 이는 소집단 5에서도 동일하게 나타난 논변 구조이다.

전체 수업이 이루어진 후 실시된 인터뷰에서 지훈이는 자신들이 작성한 논변에 대해서 다음과 같이 이야기 하였다.

지훈 : 저요? 저는 제가 근거를 충분히 들었다고 생각하는데... 아니에요? 여기가 결과구요. 제가 실제 관찰한 거니까 근거가 되잖아요? 이게 다 관찰한 거잖아요. 그럼 이게 결론에 대한 근거가 되죠? 그러니까 충분한 설명이 되었어요. 본 것을 근거로 잘 설명했잖아요.  
(수업 후 인터뷰, 소집단 8)

지훈이는 실험 결과는 그 자체로 타당한 근거가 되기 때문에 작성한 논변이 이유를 들어 설명하는 글로써 충분하다고 생각하였다. 이에 대하여 교사는 설명을 반드시 수정해야 한다면 어떻게 할 것인지에 대해서 추가 질문하였다.

지훈 : 막 이런 빨간 물 있잖아요. 그걸 어떻게 흡수해서 빨간색으로 되는지에 대해서 설명했으면 더 나은 답이 되지 않을까요? 그런데 물에 식물을 꽂아 놓으면 흡수되는 거야 유치원생도 알겠죠. (그러니까) 그냥 이것만 줘도 잘 설명된 거 같아요.<sup>1)</sup> (수업 후 인터뷰, 소집단 8)

지훈이는 물이 흡수되는 원리를 통해 빨간 색이 물관이라는 것에 대해 설명할 수도 있지만 실험에서 붉은 점이 물관이라는 것은 당연한 사실이기 때문에 굳이 설명할 필요가 없다고 하였다. 이는 Kind 등(2012)이 학생들이 실험 결과를 당연한 것 또는 참인 명제로 여기게 되면 논변의 필요성을 느끼지 못한다고 지적하였던 것과 일치한다.

(2) 증산 작용 수업에서 나타난 소집단 5의 논변  
5차시에 학생들은 증산작용과 관련된 탐구활동을 수행했다. 이 과제는 학생들이 참여한 3번째 논변활동이고 학생들은 4차시에 증산 작용과 관련된 이론 지식을 학습하였기 때문에 현상에 대해 설명할 수 있는 배경지식은 가지고 있었다.

소집단 논변활동에 참여하기 전, 학생들은 안쪽에 테이프를 붙인 2개의 풍선에 공기를 주입하였다. 그리고 공기를 주입함에 따라 풍선이 휘어지면서 풍선 사이의 틈이 벌어지는 것을 관찰하였다. 그 후 풍선은 공변세포, 공기는 물, 풍선 사이의 틈은 기공을 의미한다는 것 등을 교사와 함께 정리하고 논변활동에 참여하였다. 이 논변은 학생들에게 기공이 열리는 과정과 변화가 나타나는 이유를 설명하도록 요구한다.

〈그림 3〉은 이 과제에 대해 소집단 5가 작성한 논변의 구조를 나타낸 것이다. 앞서도 언급하였지만, 탐구활동 후 교사와 학생은 모형활동에서 각 요소가 의미하는 것을 함께 확인하였다. 따라서 〈그림 3〉에 나타난 진술들은 제시된 자료를 관찰 현상에 적용하여 재진술한 것으로 학생들이 관찰 가능한 특징에만 초점

<sup>1)</sup> 괄호 안에 말은 의미의 이해를 돕기 위해 연구자가 추가한 것이다. 이는 이후에 삽입된 인터뷰나 소집단 담화 예시에도 동일하게 적용된다.

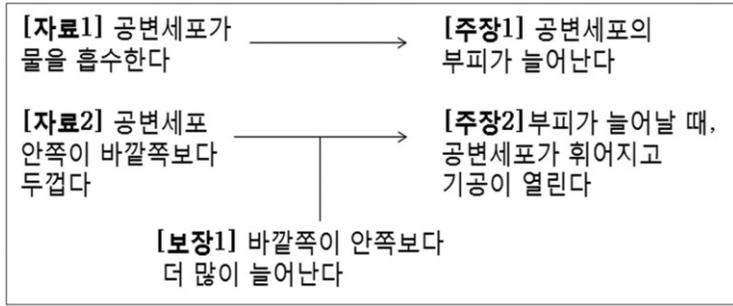


그림 3 증산 작용 수업에서 소집단 5가 작성한 논변의 구조

을 두고 있음을 알 수 있다. 이 경우에도 자료 1과 주장 1을 연결하는 보장은 나타나지 않았다.

〈그림 4〉는 소집단 5가 진술한 내용을 인식론적 수준에 따라 배치한 것이다. 관찰 현상 및 제시된 자료를 그대로 기술한 자료 1과 주장 1은 인식론적 수준 I, 자료에서 특징을 확인하고 이에 대해 서술한 자료 2와 보장 1은 수준 II에 해당한다. 그리고 공변세포가 휘어짐에 따라 기공이 열린다는 주장 2는 인식론적 수준 III에 해당한다고 볼 수 있다. 주장 2가 포함된 논변은 주장 1이 포함된 논변을 바탕으로 설명을 연결시켜 나가는 것으로 이들 사이는 점선으로 나타냈다. 이 때 제시된 진술은 모두 학생들이 현상기반추론이나 관계기반추론을 통해 관찰 가능한 속성에 대해서만 기술한 것으로 이 과제를 해결하는 동안에도 현상이 나타나는 이유나 원리에 대해서 설명하려는 시도가 나타나지 않았음을 알 수 있다.

전체 수업이 이루어진 후 실시된 인터뷰에서 주영

이는 자신들이 작성한 논변에 대해 다음과 같이 이야기하였다.

주영 : 이거 잘 쓴 거 같은데요. 다른 걸 써야 해요?

근데 실험을 하면 선생님이 주신 것 안에서 쓸 수밖에 없어요. 애초에 미리 써놓은 (방법) 대로 실험을 했잖아요. 그러니까 그 안(실험과정과 결과에 대해서)에서 쓸 수밖에 없죠. 제가 그냥 관찰했으니까 그거 그대로 쓴 거예요. 그 결과를 받아 적은 게 이렇게 쓴 거예요.

(수업 후 인터뷰, 소집단 5)

주영 역시 실험을 통해 관찰한 결과만을 근거로 설명하는 것이 충분하다고 생각하였고 정해진 방법에 따라 실험을 수행하였을 때는 결과 내에서 설명할 수밖에 없다고 생각하였다. 이에 교사는 다른 사람을 설득하거나 이해를 돕기 위해 설명을 수정해야 한다면

인식론적 수준                      학생들이 제안한 진술의 인식론적 수준에 따른 배치

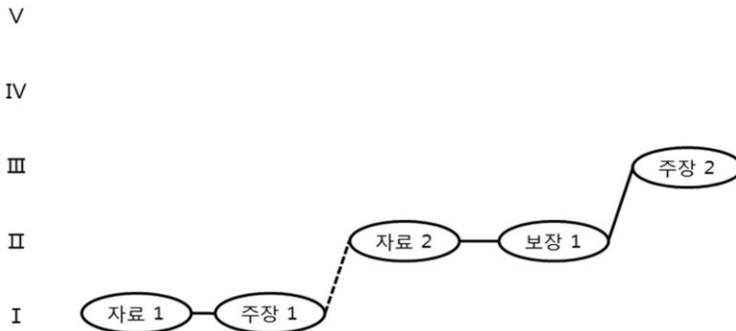


그림 4 증산 작용 수업에서 소집단 5가 작성한 논변의 인식론적 수준

어떻게 하면 좋을지에 대해서 추가 질문하였다.

주영 : 그냥 이렇게 결과만 써도 될 것 같아요. 왜냐하면 저희가 (결과만 쓰는 것이 아니라) 실험 과정을 함께 쪽 쓰니까 그거 읽으면서 이해가 되겠죠. 실험한 걸 쓰면 읽는 사람이 직접 실험한 기분이 들 것 같아요. 실험은 안하면 결과가 없으니까 이론을 쓰지만 실험은 직접 해본 거잖아요. 상상이 아니고 직접 한 거니까 믿을 수 있다고 봐요 저는.

(수업 후 인터뷰, 소집단 5)

교사의 추가 질문에 주영이는 설명이 충분하다는 자신의 생각을 다시 한 번 강조하였다. 실험을 하였을 경우 과정과 결과에 대해 보여주면 다른 설명은 필요 없다고 하였다. 그들은 실험을 통해 도출된 결과는 그 자체로 타당성을 지닌다고 여겼기 때문에 실험 과정이나 결과에 대한 반성적 사고를 나타내기보다 오직 결과를 관찰하고 기술하는데 초점을 두었다. 이는 체계적인 탐구활동을 수행하는 과정에서 학생들은 ‘관찰하기’에만 초점을 두어 논변활동과정에서 구체적인 관찰 사실에서 추상적인 아이디어로 이동하는 과정이 나타나기 어렵다는 Kelly와 Takao (2002)의 결과와 일치한다. 학생들이 실험에 대해서 결과에만 관심을 가지는 것은 일반적인 중학교 학생들의 추론이 나타내는 맹점 중의 하나이다(Schauble et al., 1991). 학생들은 교사의 지시를 따라 하위 과정을 올바르게 수행하기만 하면 성공적인 결과가 보장된 과정이라고

생각하기 때문에(Hodson, 1996) 제시된 자료를 바탕으로 새로운 정보를 유추하고 이론지식과 결합하여 현상을 설명하는 모델을 형성할 필요를 느끼지 못하였다. 그리고 이러한 시도가 결여된 소집단 논변활동에서 나타나는 담화는 소집단 구성원들이 공유하고 있는 실험 방법과 결과에 대한 내용으로 제한되기 때문에 소집단 논변활동 과정에서 논의가 감소하였다.

## 2) 모형기반추론을 포함한 소집단 논변

앞서 살펴봤던 2가지 논변 과제는 모두 교과서에 소개되고 있는 실험 내용이며 실험결과를 바탕으로 현상을 설명하도록 요구한다. 이 과제를 해결할 때, 많은 학생들은 실험 결과를 기술하는 것 외에 다른 설명을 함께 제시할 필요성을 느끼지 않았다. 그러나 <표 4>에서 살펴봤듯이, 1차 데이터를 이용한 과제에서 모든 소집단이 관찰 결과만을 기술하는 현상기반추론이나 관계기반추론에 머무는 것은 아니다. 제한적이긴 하였으나 일부 소집단에서 모형기반추론을 나타내었고 특히 소집단 7은 모든 과제에서 모형기반추론을 나타냈다.

다음은 앞서 살펴봤던 증산 과제에 대하여 소집단 7이 작성한 논변의 구조를 나타낸 것이다. 소집단 5가 작성한 논변 구조인 <그림 3>과 비교했을 때, 전체적인 설명은 유사하나 보장 1이 추가되었고 보장 2에서도 압력이라는 개념을 적용하여 현상을 설명하고 있다.

<그림 6>은 소집단 7이 진술한 내용을 인식론적 수준에 따라 배치한 것이다. <그림 4>에서 설명하였듯이 자료 1과 주장 1에 해당하는 내용은 인식론적 수준

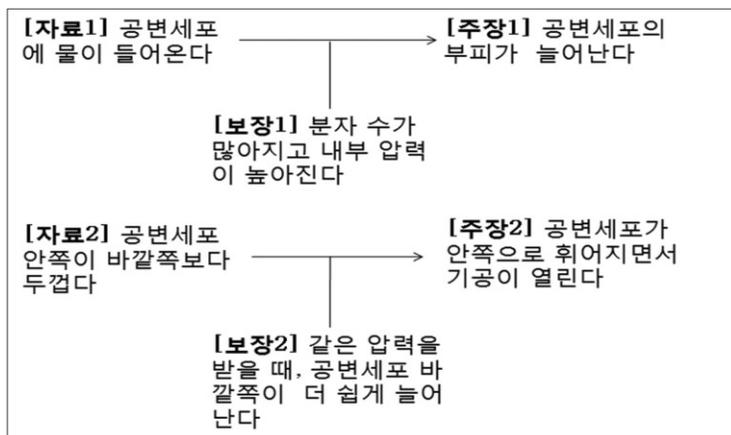


그림 5 증산 작용 수업에서 소집단 7이 작성한 논변의 구조

I, 자료 2는 수준 II, 주장 2는 수준 III에 해당한다. 하지만 수준 V에 해당하는 보장 1이 나타났고 소집단 7은 자료 1에서 주장 1이 될 수 있는 이유인 보장 1을 제시하였다. 보장 1의 내용을 보면 풍선의 부피가 늘어나는 현상을 관찰하고 이를 분자, 압력이라는 이론적 실체와 연결 지어 현상을 설명한 것으로 소집단 7은 모형기반추론을 함께 나타냈다고 볼 수 있다. 또한 그들은 이 압력이라는 개념을 풍선이 늘어날 때 휘어지는 이유인 보장 2까지 적용하여 설명하고 있다.

소집단 7에서 모형기반추론이 나타난 이유는 소정이가 관찰 결과에만 바탕을 두지 않고 학습한 이론을 바탕으로 현상이 관찰되는 이유를 설명하려고 시도하였기 때문이다. 소정이의 제안은 그룹의 다른 구성원들이 고려하지 않았던 새로운 아이디어였다. 소정이의 설명에 대해 소집단의 다른 구성원들은 추가 설명을 요청하였고 이는 소집단 내에서 논의를 지속시켰다.

소집단 7은 대부분의 소집단이 현상기반추론에 머물렀던 줄기 수업에서도 모형기반추론을 나타냈는데 다음은 줄기 수업에서 나타난 소집단 7의 담화 일부이다. 앞서도 살펴봤듯이, 소집단 8과 소집단 5는 이 과제에 참여하는 동안 관찰 결과가 곧 설명이 되었고 물관이 붉게 물든 이유에 대해서는 설명하려고 시도하지 않았다.

01 소정 : 그러니까 붉은 색 부분이 이리이러 했는데 이렇기 때문에 그제 물관이라고 쓰면 되잖아

02 지현 : 결과는 물관이라는 거야?

03 소정 : 아니 결과는 뭐냐면... 붉은 부분이 이렇게 있다는 거고 그 다음에 붉은 색 부분이 물관인 이유를 써야 되는 거 아닐까?  
(줄기의 구조와 기능 수업 담화, 소집단 7)

위 담화를 통해 소정이는 결과만 작성하는 것으로는 설명이 충분하지 않고, 결과가 나타나는 원리나 이유에 대해서 함께 설명해야 한다고 생각하고 있다는 것을 알 수 있다. 전체 수업 후 실시된 인터뷰에서 소정이에게 결과를 기술하는 것뿐만 아니라 결과가 나타나는 이유까지 함께 설명하게 된 이유에 대해서 질문하였다.

소정 : 여기까지(결과)만 쓰면 일반 수업에서 한 거랑 똑같아요. 저는 이거 쓸 때, 선생님이 수업하시는 게 (우리가) 원리와 이유를 알게 하려고 수업하는 거라고 생각했거든요? 그래서 이렇게 썼어요. 그러니까 결과에서 바로 넘어가면 저희가 이해한 게 아니잖아요.

(수업 후 인터뷰, 소집단 7)

소정이는 비록 평소 수업에서는 결과로부터 결론을 도출하는 형식적 과정에 참여하지만, 이 수업에서는 결과와 이론을 연결시켜 내용에 대해 자신이 이해한 것을 보여주려고 노력하였다. 이는 다른 학생들이 현상기반추론이나 관계기반추론에만 머물렀던 것에서 나아가 모형기반추론을 통해 사고하는 것을 가능하게 했고 소집단 내에서 논변의 구조를 발달시키는데 기

인식론적 수준

학생들이 제안한 진술의 인식론적 수준에 따른 배치

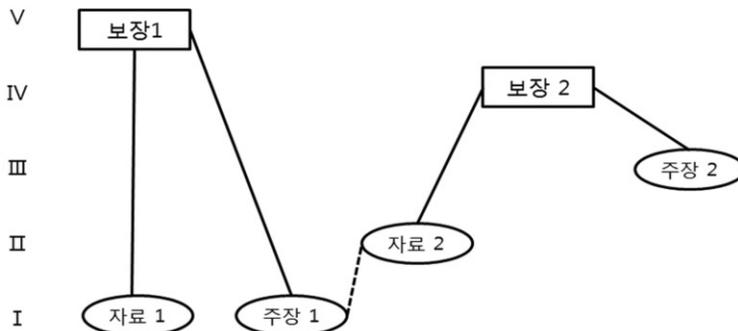


그림 6 증산 작용 수업에서 소집단 7이 작성한 논변의 인식론적 수준

여했다.

한편 소집단 8의 경우, 줄기의 구조 수업에서는 현상기반추론에 머물렀지만 5차시와 6차시에 실시된 논변과제에서는 모형기반추론을 통하여 결과를 설명하려는 변화가 일어났다(표 4). 5차시 수업은 앞서 살펴봤던 증산 작용과 관련된 수업이고 6차시 수업에서 학생들은 거리에 따른 김정말의 기포 수 변화를 측정하는 실험 후, 빛의 세기에 따라 광합성률이 달라지는 이유에 대해서 설명하는 논변 과제에 참여하였다.

줄기의 구조와 증산 작용 수업에서 제시된 과제는 결과로부터 결론을 도출하는 과정에서 학생들에게 이유와 원리를 함께 설명하도록 요구하였다. 그렇지만 학생들은 실험 결과와 결과로부터 결론을 도출할 수 있는 이유를 구분하는데 어려움을 나타냈다. 이에 광합성 과제는 학생들에게 결과가 나타나는 이유만을 설명하는데 초점을 맞추도록 구성하였다. 그럼에도 불구하고 대부분의 학생들은 관찰 결과를 기술하는데 초점을 두고 있다. 다음은 이 과제를 해결하는 과정에서 소집단 8이 나눈 담화의 일부이다.

01 지훈 : 나는 어떻게 썼냐면 이 실험에는 이산화탄소와 물이 충분히 주어졌고 빛의 세기가 강할수록 광합성이 많아지는 것을 관찰할 수 있었다. 결과적으로 식물이 광합성을 할 때 빛을 흡수해야만 광합성을 할 수 있다는 점을 알 수 있다.

02 수진 : 나도 똑같아

03 지훈 : 그럼 이걸로 이유를 설명하고

04 종원 : (지훈에게)그건 결과잖아. 야 너(수진) 읽어봐.

05 수진 : 탄산수소나트륨 속에 있는 탄산성분이 이산화탄소를 공급해주고 물도 있고 빛도 있으니까 광합성을 할 수 있다. 빛의 세기가 세지면 광합성이 잘되고 빛이 약하면 덜 활발해진다.

06 지훈 : 그것도 같이 쓰자

07 종원 : 왜가 없잖아 왜!

(광합성 수업 담화, 소집단 8)

지훈이는 빛의 세기가 광합성에 영향을 주는 이유는 빛의 세기가 강할수록 광합성이 활발하다는 것을 관찰했기 때문이라고 설명한다(01번째 행). 수진 역시

이유를 설명하라는 질문에 대한 답으로 실험 조건과 결과를 설명하고 있을 뿐이다(05번째 행). 이들은 관찰 결과가 주장을 뒷받침하는 강력한 증거라고 생각한다. 이에 종원이는 지훈이와 수진이의 설명은 실험 결과일 뿐이며(04번째 행), 현상에 대한 이유를 설명할 필요가 있다고 이야기하고 있다(07번째 행). 지훈이와 수진이는 실험 결과를 보여주면 그것이 빛의 세기에 따라 광합성이 활발해진다는 설명의 근거가 된다고 생각하였지만 종원이는 결과에 대한 이유를 설명하기 위해 노력하고 있는 것이다. 수업 후 인터뷰에서 종원이는 다음과 같이 말하였다.

종원 : 제가 보니까 개네 둘 답에는 왜가 없는 것 같아서 물어봤어요. 개네 답에는 보여지는 결과만 있다고 생각했는데 저는, 결과만 쓰는 거는 교실에서 많이 하는 것처럼 피피티 띄워주면 프린트 정리하는 거랑 같아요. 이유는 좀 더 자기가 완벽하게 이해한 걸 글로 나타내주는 건데 설명이 더 잘 되죠. 결과만 보여주면 그냥 실험 결과를 보여주는 거니까 이유랑 같이 쓰는 것 보다는 설명이 부족하다고 생각해요. 애들이 이해가 완벽히 안 되어 있을 수도 있잖아요. 학생들이 자신이 100% 이해했다는 것을 글로 표현할 수 있다고 생각하는데 요, 이유를 안 쓰고 결과만 쓰면 100% 이해한 학생도 있겠지만 눈에 보이는 것만 쓰면 이해하지 못하고 결과만 쓸 수도 있어요.

(수업 후 인터뷰, 소집단 8)

소정이와 종원이는 설명을 할 때 결과만 보여주는 것이 아니라 결과와 이론을 연결시켜 자신이 이해한 것을 보여줄 필요가 있다고 생각하였다. 이러한 인식 차이는 1차 데이터를 바탕으로 일어난 논변활동에서 학생이 단순히 결과를 기술하는 것에서 나아가 결과와 이론을 연결시켜 현상이 나타나는 원리에 대해 생각해보도록 자극하였다. 그리고 이는 모형기반추론의 등장을 가능하게 하여 논변의 구조를 정교화 하였다.

## 2. 2차 데이터를 이용한 소집단 논변

### 1) 환상박피 수업에서 나타난 소집단 8의 논변

다음은 7차시에 실시된 환상박피 수업에서 작성된

소집단 논변을 분석한 것이다. 이 수업에서 학생들은 직접 실험을 하는 대신 교사로부터 환상박피를 실시한 나무줄기의 모습과 변화된 모습이 나타난 사진, 환상박피를 실시한 지점과 하지 않은 지점의 횡단면을 비교한 그림, 그리고 환상박피 실시 후 과일의 중량과 생산비율 증가량을 보여주는 신문 기사를 제공받았다. 그 후, 2가지 질문에 대해서 논변을 작성하였다. 첫 번째 질문은 제시된 사진을 바탕으로 줄기의 변화를 설명하는 것이다. 두 번째는 환상박피를 실시한 나무에서 과일의 품질이 높아지는 이유를 설명하는 것이다. 이 질문에 대해서 소집단 8이 작성한 논변은 <그림 7>과 같다. (1)은 첫 번째 질문에 대한 논변 구조이고 (2)는 두 번째 질문에 대한 논변구조이다.

이 과정을 해결하는 동안 학생들은 직접 실험 과정에 참여하지 않았기 때문에 결과와 관련하여 직접 경험한 것이 없다. 학생들은 제시된 자료나 사진을 통해 변화를 확인하고 그 이유를 설명하기 위해 이론 지식을 바탕으로 인과적 설명을 만들어낸다. 학생들은 우선 자료 1에서부터 주장 1을 도출한다. 그 뒤 주장 1을 다시 자료로 삼아 새로운 주장 2를 유도하면서 설명을 계속해서 구성해 나간다. 이는 한 논변이 또 다른 논변에 어떻게 포함되어 설명이 연결되어 나갈 수 있는지를 보여준 Kelly 등(1998)의 연구 결과와 일치한다. 그 결과 학생들이 설명을 구성해 나가는 과정에서

논변의 자료와 보장, 주장이 모두 잘 드러나 있다.

<그림 8>은 소집단 8이 작성한 논변 중 첫 번째 질문에 대한 논변을 인식론적 수준에 따라 배치한 것이다. 자료 1은 제시된 자료를 언급한 것이므로 인식론적 수준 I에 해당한다. 그리고 일반적인 이론적 주장(수준 V)인 보장 2와 보장 3에 의해 각각 자료를 설명하는 이론적 진술(수준 IV)인 주장 1과 주장 2가 도출된다. 학생의 설명은 이론적 지식을 바탕으로(수준 V) 결과를 설명하는 것으로(수준 IV) 관찰과 이론 지식이 통합된 설명을 구성해 가고 있다.

그리고 이 때, 논변을 구성하는 대부분의 명제는 학생 개개인의 추론의 산물이기 때문에 소집단 내에서 다양한 아이디어가 제시되고 이에 대한 논의가 활발히 일어났다. 다음은 이 논변을 작성하는 과정에서 나타난 소집단 담화의 일부이다.

01 지훈 : 나는 물관이 환상박피를 실시하면 감소하기 때문에 물이 이동하는 양이 적어져서 그러므로 물의 양이 적어지고 체관은 계속 포도당을 설탕 형태로 이동시키기 때문에 소금물을 증발시키면 농도가 높아지듯이 당도가 물의 양이 줄어들어서 높아져 더욱 달고 맛있는 과일이 생성될 수 있다. 지금 여기 잘린 게 물관이거든. 왜

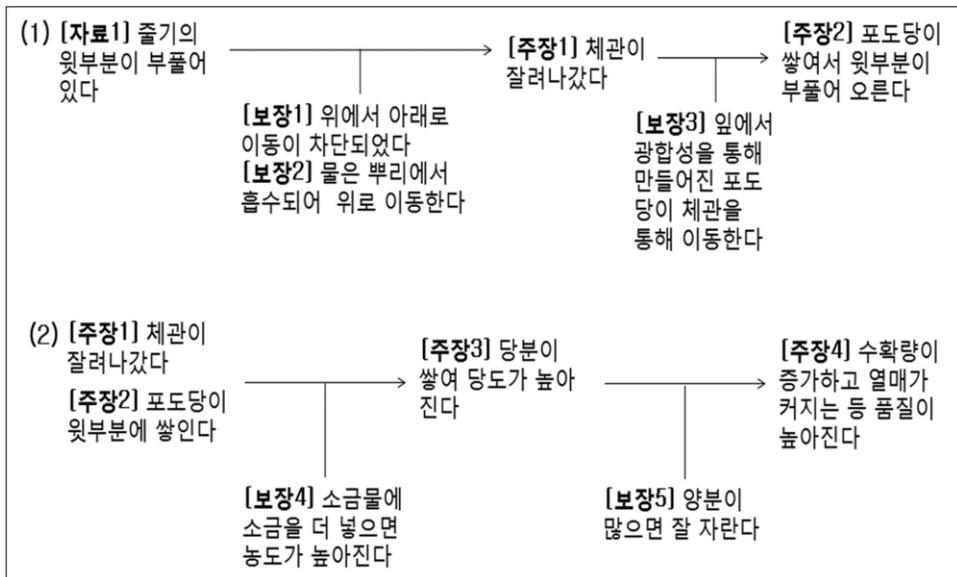


그림 7 환상박피 수업에서 소집단 8이 작성한 논변의 구조

인식론적 수준      학생들이 제안한 진술의 인식론적 수준에 따른 배치

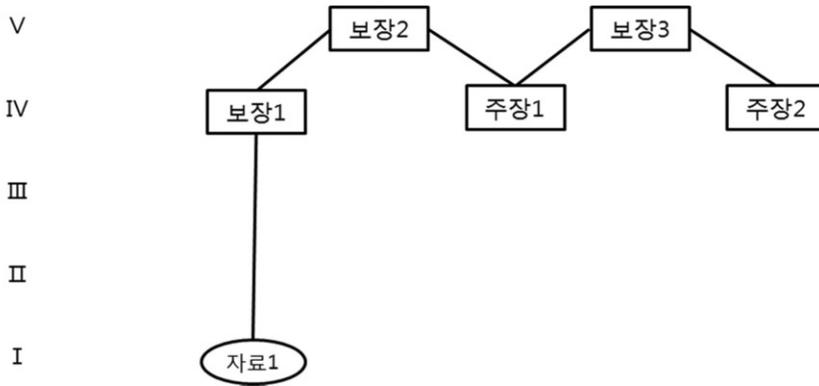


그림 8 환상박피 수업에서 소집단 8이 작성한 논변의 인식론적 수준

- 나하면 아까 사진에 보면 여기 빨갛잖아.  
 02 종원 : 아까랑 그거 상관없어 다르지  
 03 지훈 : 빨갛잖아  
 04 보민 : 체관이 잘린 거 아니야? 왜냐하면 그 물  
 관에서 물이 밑에서 위로 올라가니까  
 (환상박피 수업 담화, 소집단 8)

학생들은 현상을 설명하기 위해 이론 지식을 바탕으로 추론하였으며 자신의 설명을 정당화하기 위해 노력한다. 그리고 소집단 내에서는 다양한 의견이 제안되었기 때문에 다른 사람의 의견과 비교, 통합하는 과정에서 제안된 아이디어에 대한 평가 맥락이 형성되었다. 이는 소집단 논변활동 과정에서 논의를 유발하고 소집단 논변은 더욱 정교화되었다.

2) 광합성과 호흡 수업에서 나타난 소집단 5의 논변

9차시에도 학생들은 2차 데이터를 바탕으로 논변활동에 참여했다. 교사는 책장 속에 넣어둔 화분 속의 식물 모습과 시간이 지난 뒤 시들어 버린 모습을 보여주는 2개의 사진을 학생에게 제시하였다. 그리고 물을 제대로 주었음에도 불구하고 식물이 시들어 속상해하는 지성이에게 동생이 “식물이 굶어죽었네”라고 이야기 하는 상황을 제시하였다. 그 후, 학생들은 동생의 말에 동의하는지를 밝히고 그 이유를 설명하도록 하는 논변 과제에 참여했다.

이 과제에 대해서 소집단 5가 작성한 논변의 구조는

〈그림 9〉와 같다. 자료 1에서부터 주장 1을 도출하고, 주장 1을 자료로 삼아 새로운 주장 2를 유도하는 설명 패턴은 소집단 8이 작성한 논변 구조인 〈그림 7〉과 같고 이 역시 자료와 보장, 주장이 모두 잘 드러나 있다. 논변에 나타난 명제들을 인식론적 수준에 따라 나타내면 〈그림 10〉과 같다.

자료 1은 제시된 자료를 그대로 언급한 것이므로 인식론적 수준 I에 해당하고 주어진 상황의 특징을 언급한 보장 1은 수준 II에 해당한다. 학생들은 상황을 바탕으로 일반적인 이론 주장인(수준 V) 보장 2에 의해 자료에 나타난 현상을 설명하는(수준IV) 주장 1을 유도한다. 주장 1은 다시 논변의 자료가 되고 보장 3, 4에 의해 지지받으며 최종 주장 2가 완성된다. 학생들은 논변을 작성하는 과정에서 자신의 생각을 정당화하기 위해 적절한 보장을 사용하였고 대부분 이론 지식에 의존하여 이루어졌다는 것을 알 수 있다.

모형기반추론을 통해 작성된 논변의 구조를 나타낸 〈그림 8〉과 〈그림 10〉은 명제의 인식론적 수준이나 명제들의 연쇄적 연결 측면에서 봤을 때 서로 유사한 구조를 나타낸다. 이 과정에서 알 수 있는 한 가지 공통점은 학생들이 제시된 자료의 처치 상황에 초점을 두고 초기 조건에서부터 결과가 나타나는 일련의 과정을 설명하려고 시도한다는 것이다. 1차 데이터를 이용한 앞선 과제에서는 처치 상황으로부터 결과와 유도되는 과정에 대한 설명 없이 최종 결과만 기술한 것과는 차이가 있다.

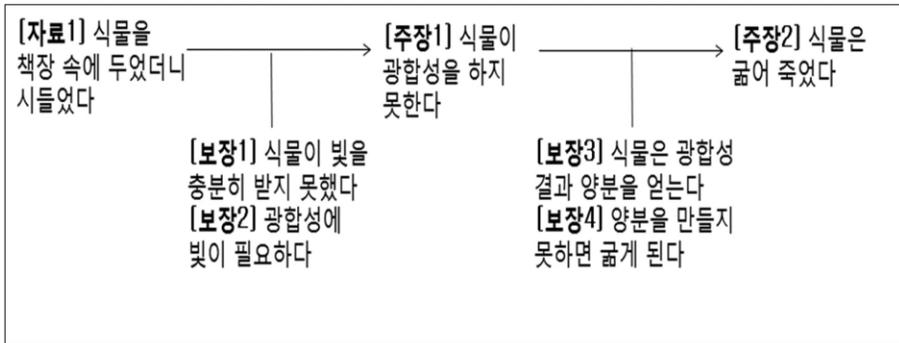


그림 9 광합성과 호흡 수업에서 소집단 5가 작성한 논변의 구조

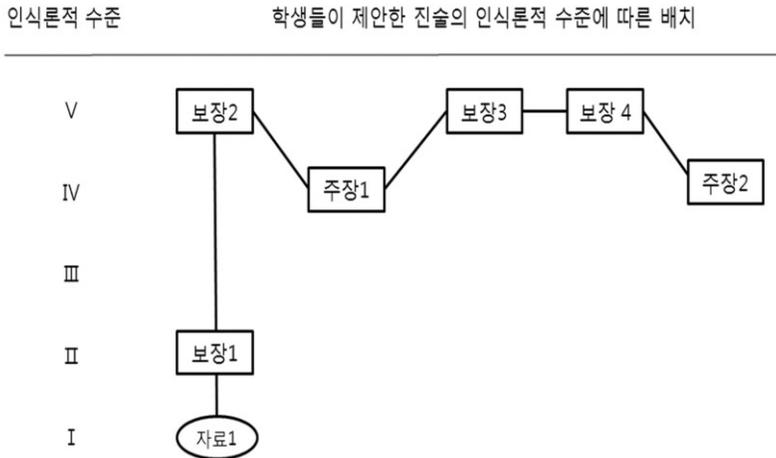


그림 10 광합성과 호흡 수업에서 소집단 5가 작성한 논변의 인식론적 수준

수업 후 인터뷰에서 학생들에게 1차 데이터를 이용하는 과제와 2차 데이터를 이용하는 과제의 차이점에 대해서 질문하였다. 학생들은 2차 데이터를 이용하는 논변 과정이 1차 데이터를 이용하는 것보다 어렵게 느껴진다고 하였는데 그 이유는 2차 데이터를 이용하는 논변에서 더 많은 이유와 근거를 제시할 필요가 있다고 생각하였기 때문이다.

중원 : 실험을 하는 게 설명하기는 나아요. 이거는(2차 데이터 과제) 어디까지나 자기 생각을 말해야 하잖아요. 결국 자기 생각을 설명하려면 계속 이유와 근거를 써야 되잖아요.  
(수업 후 인터뷰, 소집단 8)

주영 : (실험)결과를 바탕으로 하는 경우가 훨씬 나

은게 이 경우는(2차 데이터 과제) 이유를 찾아가면서 설명을 해야 되는데, 결과를 알고 있으면 사람들이 결과는 옳다고 생각하니까 쉽게 설득을 할 수 있죠.

(수업 후 인터뷰, 소집단 5)

지훈 : 일단요 결과가 있으면 거기다가 살을 붙여서 그냥 설명하면 되요. 그냥 결과에 대해서만 설명하면 되잖아요. ...-(중략)... 결과가 없으면 더 복잡해요. 왜냐하면 애들 입장에서는 여러 가지 설명하는 것보다 딱 한 문장으로 결론짓는게 이해하기 좋아요. 애들끼리 결론 없이 막말 하면은요. 실제로 마지막에 조에서 합의 해서 제출할 때는 맞는 말인지, (다른 학생의 의견이) 내가 쓰고자 하는 것과 같은 뜻을 지

닌 건지 다 구별해야 돼서 힘들어요.

(수업 후 인터뷰, 소집단 8)

학생들은 2차 데이터를 이용한 논변활동에서는 정해진 결론이 없기 때문에 현상에 대해 자신만의 설명을 만들 필요성을 느꼈다. 그렇기 때문에 단순히 실험 결과를 제시할 때보다 좀 더 많은 이유와 근거를 써야 한다고 생각하였고 그 과정에서 자신의 설명을 정당화하기 위해 노력하였다. 또한 소집단 내에서 제안된 아이디어에 대한 정당성을 판단하고 다른 사람과의 의견 차이를 해결하여 합의점을 도출하는 과정을 경험하게 된다고 하였다. 이는 소집단 활동 과정에서 토론과 반성적 사고를 자극하였고 활발한 논변활동을 가능하게 하였다.

#### IV. 결론 및 제언

학교 과학의 목표는 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 탐구활동을 중심으로 학생들이 과학의 기본 개념을 이해하고 탐구 능력을 기를 수 있도록 하는 것이다. 이를 실천하기 위한 한 가지 방법으로 최근의 연구들은 논변활동을 포함한 탐구 수업을 실천할 것을 제안한다. 학생들이 논변활동에 참여함으로써 과학적 개념과 탐구 활동을 연결시킬 수 있으며 과학 지식의 형성과정을 보다 잘 이해할 수 있기 때문이다. 이에 본 연구는 탐구 맥락에서의 논변활동의 가능성과 한계점을 모색하고자 실제 탐구 맥락에서 나타나는 논변활동 양상을 연구하였다.

연구 결과, 1차 데이터를 바탕으로 한 논변활동에서 많은 학생들은 현상기반추론이나 관계기반추론을 바탕으로 논변활동에 참여하였다. 학생들은 현상을 관찰하고 관찰한 것을 기술하는 데에만 초점을 두었기 때문에 실험 결과가 나타나는 이유나 결과로부터 주장을 도출할 수 있는 이유에 대한 반성적 사고를 나타내지 않았다. 그 결과 논변에는 자료와 보장이 구분되어 나타나지 않거나 자료로부터 주장을 도출하는 과정인 정당화 과정이 생략되었다. 이는 학생들이 교사에 의해 주어진 실험 과정에는 이미 정해진 답이 있고 자신들은 실험을 통해서 그것을 확인하고 기술하면 된다고 생각하기 때문이다. 학생들은 수집한 데이터를 바탕으로 도출되는 결론은 미리 정해진 것 또는 당연한 것이라고 생각하며 데이터가 주장을 지지하는

이유에 대해서 설명할 필요성을 느끼지 못했다. 그러나 일부 소집단에서는 “왜”라는 질문에 초점을 두고 현상이 나타나는 이유를 관련 개념이나 이론과 연결지어 설명하려고 시도하였고 이 경우에는 모형기반추론을 통해 높은 인식론적 수준의 논변이 나타났다.

한편 2차 데이터를 바탕으로 설명을 구성할 때, 학생들은 제시된 자료의 결과만을 기술하는 것이 아니라 처치 상황에서부터 결과가 나타나는 일련의 과정을 설명하기 위해 노력하였다. 그 과정에서 모든 소집단에서는 모형기반추론이 등장하였으며 이를 통해 학생들은 관찰 결과를 이론 지식과 연결 지어 설명하고 그 과정에서 자신의 생각에 타당성을 부여하기 위해 노력하였다. 그 결과 학생들이 작성한 논변에서는 논변의 구성 요소가 보다 잘 드러났다. 또한 소집단 내에서 다양한 의견이 제안되면서 이를 비교하고 통합하는 과정에서 평가 맥락이 형성되었는데 이는 소집단 논변활동을 더욱 자극하였다.

이러한 연구 결과는 학생들의 추론 양상이 상황 의존적이라는 것을 보여준다. 우리는 2차 데이터를 바탕으로 일어난 논변활동을 통해 학생들이 과학적 논변에 참여할 수 있는 능력이 있다는 것을 알 수 있다. 학생들은 단순히 주어진 결과를 확인하는 것이 아니라 스스로 능동적으로 설명을 구성할 때, 정당화된 논변을 사용하였으며 서로의 의견에 대한 비판적 검토 과정을 통해 논변활동은 더욱 활발히 일어났다. 반면 실제 경험을 통해 얻은 1차 데이터에 대해서 결과 진술에만 머무는 추론을 보이는 것은 학교 실험 탐구의 단순성에 기인하는 측면이 있다. 일반적인 탐구 과제들은 학생들에게 결과에 대해서만 진술하는 것을 요구함으로써 높은 수준의 추론을 이끌어내지 못하였다. 그럼에도 불구하고 증거에 기반을 두어 자신의 주장을 설명하고 소집단 내에서 이를 설득하도록 구성한 본 연구에서는 일부 소집단이 1차 데이터를 다루는 상황에서도 이론이나 개념과 연결지어 결과를 설명하려는 모습을 보임으로써 실험 수업에서도 높은 수준의 인식론적 추론이 일어날 수 있는 가능성을 보여주었다. 그러므로 실제 논변활동 기반의 과학 탐구를 교실에서 실현하기 위해서는 1차 데이터를 다루는 상황에서도 학생들이 단순히 결과를 확인하는 것에서 나아가 자신만의 설명을 구성할 필요성을 느끼고, 소집단 내에서 다양한 아이디어에 대한 평가 맥락이 조성되도록 도울 수 있는 교수 전략의 개발이 필요해 보인다.

## 국문 요약

본 연구는 탐구 맥락에서 실시된 논변활동 과정에서 학생들이 이용하는 데이터 출처에 따라 학생의 인식론적 추론과 논변의 구조가 어떻게 달라지는지 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 중학교 1학년 ‘식물의 영양’ 단원에서 1차 데이터를 이용하는 3가지 논변 과제와 2차 데이터를 이용하는 3가지 논변 과제를 개발하여 적용하였다. 연구 결과, 논변활동 과정에서 나타난 학생들의 인식론적 추론은 데이터 출처에 따라 다르게 나타났다. 1차 데이터를 이용한 논변활동에서는 대부분 현상기반추론이나 관계기반추론을 통해 설명을 구성하였지만 2차 데이터를 이용한 논변활동에서는 모든 소집단이 모형기반추론을 포함하여 설명을 구성해 나갔다. 현상기반추론이나 관계기반추론을 바탕으로 작성된 논변의 경우, 학생들은 관찰 가능한 특징만을 기술하였고 논변에서 보장이 생략되는 경우가 많았다. 반면 모형기반추론을 포함한 논변의 경우 관찰 결과를 이론 지식과 결합하여 설명을 구성해가고 논변에서 보장이 보다 잘 드러났다. 그리고 이 때, 소집단 내에서는 더욱 다양한 아이디어가 제안되었고 이에 대한 평가 맥락이 형성되면서 논변활동을 더욱 자극하였다.

## 참고 문헌

- Driver, R., Leach, J., Miller, R. & Scott, P. (1996). *Young people's image of science*. Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-313.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding scientific reasoning* (3rd ed.). Fourth Worth, TX: Holt, Rinehart & Winston.
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science: Exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18(7), 755-760.
- Hug, B. & McNeill, K. L. (2008). Use of first-hand and second-hand data in science: Does data type influence classroom conversations? *International Journal of Science Education*, 30(13), 1725-1751.
- Jime'nez-Aleixandre, M., Rodriguez, M., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kelly, G. J. & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- Kelly, G. J., Druzer, S. & Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849-871.
- Kind, P. M., Kind, V., Hofstein, A., & Wilson, J. (2012). Peer argumentation in the school science laboratory-exploring effects of task features. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2527-2558.
- National Research Council (1996). *National Science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science education standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Newton, P., Dirver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Pera, M. (1994). *The discourse of Science*. trans. C. Botsford. Chicago: The University of Chicago Press.
- Schauble, L., Klopfer, L. E., & Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 859-882.
- Schauble, L., Glaser, R., Duschl, R. A., Schulze, S., & John, J. (1995). Students' understanding of the objectives and procedure of experimentation in the science classroom. *The Journal of The Learning Sciences*, 4(2), 131-166.
- Toulmin, S. (1958). *The use of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Walton, D. M. (1990). What is reasoning? What is an argument? *The Journal of Philosophy*, 87, 399-419.
- Watson, J. R., Swain, J. R. L., & McRobbie, C. (2004). Students' discussion in practical scientific inquiries. *International Journal of Science Education*, 26(1), 24-45.