

비생산적 논변에서 생산적 논변으로의 실행 변화 탐색 -인식론적 자원과 맥락을 중심으로-

이정화, 김희백*
서울대학교

Exploring Scientific Argumentation Practice from Unproductive to Productive: Focus on Epistemological Resources and Contexts

Jeonghwa Lee, Heui-Baik Kim*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 February 2021

Received in revised form

15 March 2021

24 May 2021

Accepted 5 June 2021

Keywords:

Scientific argumentation,
Productive argumentation,
Unproductive argumentation,
Epistemology,
Epistemological resources,
Context

ABSTRACT

This study aims to identify what kind of epistemological resources were activated in unproductive and productive practice by students participating in scientific argumentation, and to explore which contexts result in changes in argumentative practice. We collected transcriptions of participants' argumentative lessons and interview, participants' work sheets, and researchers' field notes. The analysis revealed that the focus group activated different kinds of epistemological resources depending on their practice; propagated, belief, and accumulation in unproductive practice and constructed, understanding, accumulation, formation and rebuttal in productive practice. We found two contextual cues that led to these changes; unfamiliar form of argumentative task was provided and emotional, epistemic, and conceptual support of the epistemic authority. This work can be provided as additional case studies to analyze changes in practice according to learner context-dependent epistemology, and we expect to contribute to discussions of productive epistemology and stabilization for students' authentic science engagement.

1. 서론

과학은 일반적인 합의보다는 논쟁을 통해 발전한다(Kuhn, 1993). 과학자들은 증거를 바탕으로 주장을 내세우고, 상대방의 의견에 반박을 제기하는 논변 활동(argumentation)을 통해 새로운 과학 지식을 구성하고 정교화한다. 그리고 학생들은 과학자 공동체의 논변 활동을 거쳐 생성된 과학 개념과 이론들을 학교 과학 수업에서 배우게 된다. 이때, 학생들이 과학자 공동체와 같이 논변 활동에 직접 참여하여 지식이 생성되는 과정과 산물을 함께 학습하는 것은 매우 중요하다(Driver, Newton, & Osborne, 2000). 그 이유는 학생들이 다양한 아이디어들을 비교, 평가하여 가장 그럴듯한 하나의 설명을 구성하는 과정에 반복적으로 참여하면서 지식(knowledge)과 앎(knowing)에 대한 그들의 생각을 반성하고 정교화할 수 있기 때문이다(Cho, Ha, & Kim, 2019; Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2008).

그러나 논변의 요소들을 명시적으로 학습하며 반복적으로 논변 활동에 참여한 학생들이 항상 증거를 사용하여 추론하고, 상대방의 주장이나 추론에 반박하는 실행을 보이지는 않는다(Berland & Hammer, 2012b; Driver, Newton, & Osborne, 2000). 예를 들어 어떤 학생이 지식은 교사나 교과서로부터만 제공되는 것이라고 인식할 경우, 그는 주로 활동지에 정확한 용어로 작성하는 실행을 보일 것이다.

반면에 지식을 친구들과 함께 협력하여 구성하는 것이라 인식할 경우, 그는 자료를 바탕으로 스스로 추론하며 친구들과 가장 좋은 하나의 설명을 만들어 내기 위해 상호작용하는 실행을 보일 것이다. Jimenez-Aleixandre *et al.* (2000)은 이러한 학생들의 실행 차이를 각각 '수업하기(doing the lesson)'와 '과학하기(doing science)'로 칭하며 과학 수업에서 이와 같은 학생 실행은 각각 '비생산적(unproductive)', 그리고 '생산적(productive)'이라고 설명했다.

이에 대해 Berland & Hammer (2012a)는 학생들이 지식과 앎의 측면에서 갖는 감각과 인식, 즉 그들의 인식론(epistemology)이 곧 그들의 실행에 영향을 미칠 수 있다고 주장했다. 즉, 지식과 앎의 측면에서 학생들이 정답을 맞추는데만 몰두하는 '교실 게임' 인식론을 지닌 경우 '비생산적 실행'이 나타날 수 있고, 반대로 일상의 용어와 이전에 학습한 개념을 바탕으로 자연 현상을 추론하는 '자연 현상 이해하기' 인식론을 지닌 경우 '생산적 실행'이 나타난다는 것이다(Hutchison & Hammer, 2010). 이것은 과학 수업에서 학생들의 인식론과 그에 따른 실행이 매우 밀접하게 연관되어 있으며, '비생산적' 인식론은 그들의 '비생산적' 실행으로, '생산적' 인식론은 '생산적' 실행으로 나타남을 의미한다.

학생들의 인식론에 따른 실행 차이를 설명하기 위해 국내외에서 많은 연구들이 수행되었다. 대표적으로 Lee, Yun, & Kim (2015)은

* 교신저자 : 김희백 (hbkim56@snu.ac.kr)

** 본 논문은 이정화의 2016년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2021.41.3.193>

학생들이 ‘현상 이해’라는 생산적 인식론을 지닐 경우, 다른 구성원들과 데이터의 신뢰성과 타당성을 점검하며 변칙 사례의 원인을 정당화하는 생산적인 실행이 나타났지만, ‘교실 게임’이라는 비생산적 인식론을 지닐 경우, 변칙 사례를 설명할 필요성을 인식하지 못한 채 단순한 경험적 근거만을 고려하는 비생산적 실행이 나타났다고 했다. 또한 Lee & Kim (2016)은 소집단 학생들의 서로 다른 ‘현상 이해’와 ‘교실 게임’ 인식론이 그들의 사고 질문을 통한 개념 자원 활용에 어떠한 영향을 미치는지와 더불어, 학생들의 인식론이 ‘교실 게임’에서 ‘현상 이해’ 또는 그 반대로 전환되도록 하는데 영향을 미친 맥락들을 탐색하였다. Lee *et al.* (2015)과 Lee & Kim (2016)의 연구를 종합해 보면, 학생들의 실행이 비생산적인 것에서 생산적인 것으로 변화된 것은 그들의 인식론이 비생산적인 것에서 생산적인 것으로 전환된 것에서 비롯된 것임을 알 수 있다. 또한 학생 인식론 전환과 그에 따른 실행 변화에 맥락이 중요한 영향을 미치며, 이러한 다양한 맥락들을 사례 연구를 통해 추가로 탐색할 필요가 있음을 알 수 있다.

한편 Berland & Hammer (2012b)는 학생들의 인식론이 역동적이며 맥락 특이적(context sensitive)인 속성을 지닌다고 주장했다. Elby와 Hammer 역시 인식론의 맥락 특이성에 주목하며, 이것을 모델링하기 위해 ‘인식론적 자원’이라는 새로운 이론 틀을 도입했다. Elby와 Hammer에 따르면 인식론적 자원이란 학생들이 어린 시절부터 지니고 있는 일종의 초기 능력이며, 학생들의 인식론은 작고 세분화된 인식론적 자원들로 구성되어 있다(Elby & Hammer, 2010; Hammer & Elby, 2002; Hammer & Elby, 2003). Hammer *et al.* (2005)은 인식론적 자원들이 맥락에 따라서 특정한 네트워크를 이루며 활성화된다고 설명했고, 이것은 Rosenberg *et al.* (2006)의 연구에서 잘 드러난다. Rosenberg *et al.* (2006)에 따르면 학생들이 비생산적 실행에서는 ‘지식은 권위로부터 전달되는 것(전파)’, ‘축적’ 등과 같은 자원들을 활성화시키다가 교사의 개입 이후, 생산적 실행에서는 ‘전파’, ‘지식은 조작될 수 있는 것(조작)’, ‘인과적 이야기’, ‘인과적 연결’이라는 다른 조합의 자원들을 활성화시켰다.

앞서 소개한 인식론에 따른 실행 차이를 설명한 연구들과 비교해보면, Rosenberg *et al.* (2006)의 연구는 학생들의 비생산적이거나 생산적인 인식론이 ‘전파, 축적, 조작, 인과적 이야기, 인과적 연결’이라는 서로 다른 조합의 인식론적 자원 활성화로 이루어진다는 점을 설명했다는 데 그 차이점이 있다. 또한 ‘전파, 축적’에서 ‘전파, 조작, 인과적 이야기, 인과적 연결’로의 변화에 교사의 개입이 맥락적 요인으로 작용했음을 보여준다. 이것은 Elby와 Hammer가 인식론적 자원으로 모델링한 학생 인식론의 맥락 특이성을 실제 교실 사례에 적용하여 분석해 냈다는 점과 학생 인식론을 구성하는 인식론적 자원의 활성화가 맥락에 의해서 달라질 수 있다는 점에서 중요성을 갖는다.

이와 같은 선행 연구들을 바탕으로 본 연구에서는 학생 인식론의 맥락 특이성을 전제로, 실제 교실 사례에서 학생들이 비생산적 실행과 생산적 실행에서 활성화시키는 인식론적 자원들에는 어떠한 것들이 있는지 추가적으로 탐색해 보고자 한다. 또한 학생들의 실행 변화에 기여하는 맥락이 무엇인지를 탐색할 것이다. 따라서 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 과학 논변 활동의 비생산적 실행과 생산적 실행에서 학생들은 각각 어떠한 인식론적 자원들을 활성화시키는가?

2. 논변 실행 변화에 기여하는 맥락은 무엇인가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 참여자

경기도의 남녀공학 중학교 1학년 1개 학급 37명의 학생들이 본 연구에 참여했다. 참여 교사는 생물 교육 전공자로, 과학 교육 박사 학위를 소지하고 있는 20여년의 교직 경력자이다. 연구에 참여하게 된 학급은 남학생 19명, 여학생 18명으로 구성되었으며 다른 학급에 비해 과학에 대한 관심과 흥미가 매우 높았다. 연구 참여자들은 4-5명씩 1개의 소집단을 이루어 논변 활동에 참여했다. 소집단 구성은 성별, 과학 성적, 학습 접근 방식(Entwistle & Ramsden, 1982)을 고려하여 이질적으로 구성하였다. 성별은 청소년기 학생들의 특성을 고려하여 남, 여를 분리하고, 성적은 직전 학기 과학 성적을 기준으로 상·중·하로 분리하여 각 소집단에 골고루 배치했다. 학습 접근 방식이 소집단의 상호 작용에 영향을 미칠 수 있다는 Chin & Brown (2002)의 연구 결과에 따라, 사전에 연구 참여자를 대상으로 학습 접근 방식 검사(Entwistle & Ramsden, 1982)를 실시했다. 검사 결과를 바탕으로 피상적 접근 방식과 심층적 접근 방식을 지닌 학생들을 두 집단으로 나누어 각 소집단에 고르게 배치했다.

연구 대상은 학생들이 비생산적 실행과 생산적 실행에서 활성화시키는 인식론적 자원 탐색이라는 본 연구의 목적에 따라 논변 실행이 비생산적인 것에서 생산적인 것으로 가장 분명하게 전환된 소집단 8로 선정하였다. 초점 집단으로 선정된 소집단 8은 과학 성적이 높고 모둠 활동에도 적극적인 리더 A의 주도하에 모든 구성원의 논변 활동 참여도가 전체 9개 소집단 중에서 가장 높았다. 또한, 논변 활동 수업 이후에 이루어진 연구자와의 면담에서도 적극적인 태도로 자신들의 수업 실행을 반성하는 모습을 보였다. 초점 집단 학생들의 이름은 알파벳으로 표기하였고, 이들의 세부적인 특징은 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Description of participants in the focus group

학생	성별	과학 성적	학습 접근 방식	비고
A	여	상	심층적	모듬의 리더
B	여	중	피상적	
C	여	하	심층적	
D	여	중	피상적	

2. 수업 과정

중학교 1학년 광합성 단원의 전체 20차시 수업 중에서 총 10차시의 논변 활동 수업을 개발하여 적용하였다. 나머지 10차시 수업은 참여 교사의 평소 강의식 또는 실험 수업으로 진행되었다. 본 연구에서 개발한 논변 활동은 크게 개인 논변 활동과 소집단 논변 활동 2가지로 구성되었다. 먼저 개인 논변 활동에서 학생들은 활동지에 제시된 질문에 대해 적절한 주장을 선택하고, 이를 뒷받침하는 증거들을 사용하여 정당화를 하게 된다. 이때 학생들이 인지적인 측면에서 제약을 받지 않도록, 활동과 관련된 과학 내용들이 적힌 ‘도움 카드’를 만들

어 제공하였다. 개인 논변 활동 이후에는 소집단에서 가장 그럴듯한 의견을 뽑아보도록 하는 소집단 논변 활동이 이루어졌다. 여기서 학생들은 본인이 구성한 논변과 상대방 논변 사이의 공통점과 차이점을 인식하고 상호 반박을 통해 자신의 논변을 정교화할 수 있다. 각 수업의 차시별 논변 주제 및 활동은 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Subjects and contents of the implemented lessons and interviews

순서	논변 주제	논변 활동
1	논변의 필요성과 구조 & 소집단 규칙 정하기	논변활동의 필요성 및 논변의 구조 학습 모둠별 규칙 만들기
		면담 1 면담 2
6	뿌리의 구조와 기능	(논변활동 2) 근거를 바탕으로 타당한 주장 선택하기
7	뿌리에서의 물 흡수	(논변활동 3) 근거를 바탕으로 타당한 주장 선택하기
		면담 3
10	줄기의 구조와 기능	(논변활동 4) 상대방의 주장에 동의 또는 동의하지 않기
12	광합성 장소 및 재료	(논변활동 5) 근거를 바탕으로 타당한 주장 선택하기
		면담 4
13	광합성에 필요한 물질 1	(논변활동 6) 실험 설계하기
14	광합성에 필요한 물질 2	(논변활동 7) 가장 그럴듯한 논변 선택하기
		면담 5
17	광합성에 영향을 미치는 요인	(논변활동 8) 설득력 있는 논변 고르기
		면담 6
19	식물의 호흡	(논변활동 9) 근거를 바탕으로 타당한 주장 선택하기
20	환상박피의 원리	(논변활동 10) 근거를 바탕으로 설득력 있는 논변 글쓰기
		면담 7

3. 자료 수집 및 분석

가. 자료 수집

자료는 2013년 5월 29일부터 7월 17일까지 약 두 달간 수집되었다. ‘광합성’ 단원에서 수행된 총 10차시의 논변 수업과 7번의 면담을 모두 녹화 및 녹음하여 전사했고, 연구자들이 작성한 필드 노트와 학생들이 작성한 활동지도 모두 수집했다. 면담은 점심시간을 활용하여 20~30분간 실시되었다. 연구자는 면담 전에 수업 영상을 보면서 학생들이 활동 당시에 논변 과제, 모둠원 교사에 대해 어떤 인식이나 목표를 가지고 있었는지를 파악하는 질문과 비디오 클립을 준비했다. 그리고 이것을 바탕으로 면담에서 학생들과 비디오 클립을 함께 보며 자신들의 실행을 반성해 볼 수 있도록 반구조화된 형태로 진행했다.

나. 자료 분석

본 연구는 소집단 과학 논변 활동에 참여하는 학생들이 비생산적 또는 생산적 논변 실행에서 각각 어떠한 인식론적 자원들을 활성화시키는지 탐색하고, 논변 실행 변화에 어떤 맥락이 기여하는지를 알아보고자 하였다. 이와 같은 연구 목적에 따라, 총 10차시 논변 활동 수업 전사본을 토대로 비생산적, 생산적 논변 실행, 각 실행에서 활성화된 인식론적 자원, 그리고 논변 실행 변화에 기여한 맥락을 분석하였다. 분석의 타당도를 확보하기 위해 동료 연구자 1인 및 과학교육 전문가 1인과 함께 분석 결과를 바탕으로 지속적인 논의를 거쳐 합의에 도달했다. 그리고 합의된 결과를 바탕으로 분석의 신뢰도를 확보하기 위해 비디오 녹화 자료와 전사본 이외에 학생들이 작성한 활동지를 추가로 확인하여 연구자의 자의적인 해석이 개입될 여지를 최소화하였다.

비생산적, 생산적 논변 실행은 Jimenez-Alexandre *et al.* (2000)이 제시한 학생 실행 구분 방법을 따랐다. 이들은 논변 활동에 참여하는 학생들의 담화본을 바탕으로 학생들이 정당한 주장을 선택하는 실행을 보이고 있는지 또는 과학적 논변 실행을 보이고 있는지를 구분했다. 이들에 따르면 수업의 주제가 유전이기 때문에 여러 가설 중에서 유전과 관련된 것이 정답이라고 주장하거나 자신의 의견과 다른 집단의 의견에 반박없이 동의하는 것은 논변 활동에서 비생산적 실행이다. 반면, 지식 주장을 평가하고, 서로 토의하고, 가설에 대한 정당화를 제시하는 것은 논변 활동에서 생산적 실행이다.

인식론적 자원은 기존에 Hammer & Elby (2002)가 제안한 분석틀에 기반하여 ‘지식과 앎의 본성’, ‘정보원에 대한 인식론적 태도’, ‘인식론적 활동’이라는 세 가지 측면에서 분석하였다. 지식과 앎의 본성 측면은 학생들이 논변 활동에서 자신들이 알고 있는 과학 내용 지식이나 일상 경험을 바탕으로 주장을 정당화하는 과정에서 확인했다. 예를 들어 ‘지식이 교사나 교사로부터 전달되는 것’이라고 생각하는 학생들은 스스로 과학적 추론을 통해 정당화한 주장을 제시하기보다 공부를 잘하는 학생의 것을 그대로 베껴 근거로 제시하게 된다. 정보원에 대한 인식론적 태도 측면은 학생들이 교과서, 교사, 공부를 잘하는 동료와 같은 정보원에게 취하는 인식론적 태도를 통해 확인했다. 예를 들어 과학 내용 지식이 부족한 학생들은 주로 공부를 잘하는 학생으로부터 필요한 정보를 제공받게 되는데, 이때 학생들은 맥락에 따라 공부를 잘하는 학생을 신뢰하며 그가 제공한 정보를 무비판적으로 수용하거나 또는 그 정보에 대해 비판적인 태도를 취하며 타당성을 따져보기도 한다. 마지막으로 인식론적 활동 측면은 학생들이 논변 활동에 대해 암묵적으로 세우는 인식론적 목표가 무엇인지를 통해 확인했다. 예를 들어 학생들은 자신들이 참여하고 있는 논변 활동의 목표를 맥락에 따라 ‘정보를 축적하는 것’이나 ‘근거를 바탕으로 주장을 형성하는 것’ 또는 두 가지 모두를 포함하는 것으로 세울 수 있다. 본 연구에서 분석한 세 가지 측면의 인식론적 자원들에 대한 설명과 이름을 Table 3에 제시하였다.

논변 실행 변화에 기여한 맥락은 학생들의 실행이 비생산적인 것에서 생산적인 것으로 전환된 시점을 기점으로 그 전과 후에 어떠한 점이 달라졌는지를 중점적으로 분석하였다. 학생 전사본과 활동지 그리고 면담 내용을 심층적으로 분석하여 변화 전과 후의 학생 참여 양상에서 공통점과 차이점을 확인했다. 특히 차이점을 중심으로 연구

자의 필드 노트와 전체 논변 수업의 설계를 비교 대조하였다.

것이 더 타당한지 보는 거지. 지지를 하기 위해서 그렇게 긴 건지 아니면 흡수를 하기 위해서 그렇게 긴 건지.

- 2차시 논변 수업에서 소집단 논의 -

Table 3. The epistemological resources with descriptions extracted in the study modified from Hammer & Elby (2002)

인식론적 자원		설명
지식과 얽의 본성 측면	전파	지식을 한 사람으로부터 다른 사람에게 전달되는 것으로 여김.
	구성	지식을 자신과 다른 사람의 상호작용에 의해 생성되는 것으로 여김.
정보원에 대한 인식론적 태도 측면	신뢰	정보를 유입하는 소집단의 정보원에 대한 태도로 정보원을 신뢰함.
	이해	정보원이 제공한 정보를 비판적인 자세로 이해하려함.
인식론적 활동 측면	축적	활동을 정보를 어딘가에 쌓는 것으로 여김.
	형성	활동을 근거가 있는 주장(지식)을 생성하는 것으로 여김.
	반박	활동을 상대방의 주장(지식)이 성립하지 않을 조건을 제시하는 것으로 여김.

III. 연구 결과 및 논의

연구 결과 과학 논변 실행이 비생산적인 것에서 생산적인 것으로 분명하게 전환된 1개 소집단(소집단 8)이 확인되었다. 이 소집단을 초점 집단으로 선정하여 비생산적 실행과 생산적 실행 각각에서 활성화된 인식론적 자원들을 확인하고, 실행 변화를 이끈 맥락이 무엇인지를 다음과 같이 분석하였다.

1. 비생산적 논변 실행과 전파, 신뢰, 축적 자원의 활성화

초점 집단의 학생들은 1차시부터 4차시까지 그들에게 주어진 대부분의 시간을 활동지를 채우는 데 보냈고, 다 채운 후에도 별다른 논의를 진행하지 않고 활동을 마쳤다. 다음은 2차시 논변 활동에 참여한 초점 집단의 담화 중 일부를 발췌한 것이다. 2차시 수업은 ‘사막 식물의 길게 뻗은 뿌리’라는 과학적 현상을 설명하는 논변 활동이었다. 이 활동에서 학생들은 ‘식물체의 지지’ 또는 ‘수분의 흡수’ 중에서 하나를 주장으로 선택하고, 이를 뒷받침할 수 있는 타당한 근거를 제시해야 했다.

1. C : (A에게)그러니까 이게 뿌리가 지지를 해주는지 흡수를 해주는지, 둘 중에 하나를 고르는 거지?
2. A : 지지, 흡수 (모두) 다 해 뿌리는. 근데 길게 뻗은 이유가 양분인지 지지인지 둘 중 더 타당한 것.
3. D : 질문! 내가 만약 주장2를 했어. 그럼 여기에 이것을 붙였어. 그럼 남는 것이 주장1이잖아. 그럼 여기에도 붙이는 거야?
4. A : 선생님! 이거 고른 것에 상관없이 스티커는 다 붙이는 거예요?
5. 교사 : 아노, 자기가 생각했을 때 1번이 더 타당하다고 생각하면 1번을 중심으로. 2번이 더 타당하다 하면 2번을 중심으로 하시면 돼요.
6. C : (A에게)뻗은 뿌리가 무슨 작용을 하는지에 대한 것이라고?
7. A : 그러니까 모든 뿌리는 지지도하고 양분도 흡수를 해, 물도 흡수를 하고. 근데 뿌리가 이렇게 깊은 이유가 어...그러니까 둘 중 하나 어느

위 담화에서 C와 D는 A에게(1행, 3행, 6행), A는 교사에게(4행) 논변 활동의 절차와 관련된 정보를 얻기 위해 질문을 던지고 있다. 이는 이들이 ‘과학 내용 지식’ 자체보다는 활동지 채우기에 필요한 정보들에 집중하고 있음을 보여준다. 이후 A, B, D는 ‘수분의 흡수’를, C는 ‘식물체의 지지’를 주장으로 선택했지만, 서로 다른 주장을 선택한 것에 대한 이유를 묻거나 상대방에게 자신의 입장을 정당화하지 않았다. 2차시 수업에 대해 진행된 면담에서 연구자가 학생들에게 각자의 주장을 선택한 이유를 물었을 때 대답은 다음과 같았다. A는 “도움카드에 제시된 내용이 ‘수분 흡수’에 관련된 것들이 더 많았다.” 라고 대답했고, B는 “소집단 활동에 직전에 ‘흡수’를 배웠기 때문” 이 라고 대답했다. D는 특별한 근거 없이 직관적으로 주장을 선택했다고 말했고, C는 주장을 선택한 이유를 명확히 답하지 못했다. 즉, 각자 선택한 주장을 뒷받침할 수 있는 타당한 정당화를 제시하지 못한 것으로, 논변 요소 측면에서 주장만을 제시하는 가장 낮은 수준의 논변을 구성하였다(Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Sandoval & Millwood, 2005).

또한 소집단에서 가장 그럴듯한 의견을 낸 사람을 선택하는 과정에서 C는 “A꺼, A가 했으니까”라고 말했고, 나머지 학생들 역시 별다른 이의를 제기하지 않았다. 이는 학생들이 소집단 내에서 성적이 가장 높은 A에게 암묵적으로 인식적 권위를 부여하고 있음을 보여준다. 학생들이 A를 정보원으로 삼아 필요한 정보를 요청하고(1행, 3행, 6행), A에게 제공받은 정보를 무조건 옳다고 생각하여(신뢰) 그대로 받아들여 활동지에 채우는 모습은 이후에도 나타났다. 학생들이 수업에서 작성한 활동지를 확인한 결과, 도움카드의 내용이나 A의 것을 그대로 베낀 것이 드러났는데, 이는 학생들 스스로 추론하여 구성한 지식이 아닌 인식적 권위로부터 전파된 지식 자체를 정당화로 제시했음을 보여준다. 즉, 학생들은 비생산적 논변 실행에서 신뢰 그리고 전파 자원을 활성화시킨 것이다. 다음은 ‘줄기에서의 물의 수송’에 대한 논변을 구성하는 4차시 수업 중 일부이다.

13. A : 줄무늬가 있으면 전체로 퍼졌으면 다 진해야 되는데 줄무늬가 있다는 건 어디에는 있고...
14. C : 주장 틀렸어?
15. A : 그건 네가 생각하는 거지.

- 4차시 논변 수업에서 소집단 논의 -

위 담화에서 C는 추론을 시도하는 A의 말을 가로채며 활동지에 제시된 주장이 맞는 것인지 틀린 것인지 직접적으로 묻고 있다(14행). 이에 A가 답을 주지 않자(15행), 이후에 C는 “(활동지에 제시된 주장에) 동의를 할까? 하지 말까?”, “현아(활동지 속 인물)는 신빙성이 없어. 전에 한 번 틀렸기 때문에.”라고 말했다. 이와 같은 C의 발화는 C가 논변 활동을 정해진 답을 찾는 활동으로 인식하고 있음을 보여준다. 학생들의 논변 활동에 대한 인식은 면담에서도 드러났다. 논변 활동에 어떻게 참여했는지를 묻는 연구자의 질문에 A는 “같이 얘기를 나누기보다 쓰기만 한 것 같다.”라고 말했고, B와 C는 “그냥 쓰기만 했고 (그러다 보면) 종이 찢다.”라고 말했다. 이는 학생들이 활동

에 참여할 당시에 자신들의 암묵적인 목표가 ‘활동지를 채우는 것’이 있음을 보여준다. 즉, 학생들은 논변이라는 인식적 실행의 목표를 정해진 답을 찾아 활동지에 쓰는 것(축적)이라 인식하며 축적 자원을 활성화시킨 것이다.

2. 생산적 논변 실행과 구성, 이해, 축적, 형성, 반박 자원의 활성화

초점 집단 학생들은 5차시를 기점으로 주어진 논변 과제를 해결하기 위해 활발하게 논의를 주고받기 시작했다. 5차시 논변 활동의 과정은 잎의 종단면을 촬영한 현미경 사진에 대한 것이었다. 학생들은 사진에서 ‘어느 쪽이 잎의 윗면인지’를 주장으로 선택하고, 이에 대한 근거를 제시하는 논변을 구성해야 했다. 다음은 5차시 수업에서 발췌한 초점 집단 학생들의 담화 중 일부이다.

51. D : (A에게) 야, 근데 ‘올타리 조직에는 길쭉한 세포들이 뽁뽁하게 배열되어있다.’ 이것이 왜 이 주장의 근거로 되어있는 거야?
 52. A : 그러니까 만약에 네(D)가 생각하기에 이쪽이 세포들이 많이 있다고 생각하면 이쪽이 올타리 조직이기 때문에 이쪽이 윗면이다 이렇게 설명할 수 있는 거지.
 53. D : 아, 올타리조직 있는 곳이 위쪽인거야?
 54. A : 그러니까 잎의 구조가 맨 위에 큐티클층, 그 다음이 표피, 그 다음에 막...올타리조직.

(중략)

166. C : 그럼 올타리 조직이 있는 곳에 기공이 더 많거나 적거나 그런 건 없어?
 167. A : 올타리 조직은 잎의 윗면에 있기 때문에 올타리 조직 있는 데가 기공이 더 없어.

(중략)

176. C : 아니 근데 해면조직이 뭐야 그러면?
 177. A : 해면 조직은 이렇게(교과서 그림 보여줌) 생긴 거야.
 178. C : 동글동글 한 거?
 179. D : 나 그냥 A 할래. 난 A 할래. (플 죽음)
 180. C : 해면조직은 뭐 역할이 없어? 기공에 관한 거?
 181. A : 그냥 해면조직에 있는 물이나 올타리 조직에 있는 물이, 수분이 기공을 통해서 빠져나가는 거야.

- 5차시 논변 수업에서 소집단 논의 -

위 담화에서 D는 올타리 조직의 세포 배열이 어떻게 제시된 주장에 대한 근거가 될 수 있는지 A에게 물었다(51행). C 역시 올타리 조직과 기공의 연관성을 알아내고자 A에게 질문했다(166행). 이에 A는 그들에게 잎의 내부 구조에서 올타리 조직의 위치와 기공에 대해 설명해 주었다(52행, 167행). C와 D는 A에게 필요한 정보를 제공받은 이후에도 끊임없이 정보를 요청했고(53행, 176행, 178행, 180행), A는 그들에게 필요한 정보를 제공했다(54행, 177행, 181행). 즉, 학생들은 여전히 A에게 높은 인식적 권위를 부여하며 A를 소집단 내 정보원으로 삼았다. 그러나 이전과 달라진 점은 정보원인 A에 대한 인식적 태도이다. 학생들은 A에게 제공받은 정보(52행, 167행)를 무비판적으로 신뢰하지 않고, 이해하기 위해 추가적인 정보를 요청(53행, 176행, 178행, 180행)했다. 신뢰 자원이 아닌 이해 자원이 활성화된 것이다. Hammer & Elby (2002)에 따르면 신뢰 자원에서 이해 자원으로의 변화는 생산적인 실행에서 비롯된 자원 활성화로 볼 수 있다. 다음은

위 수업에 대한 면담 중 일부이다.

234. 연구자 : 아까 B가 얘기했던 것 같은데? 엽록체 얘기 했었잖아, 그렇지? 그거 도움카드에 없었던 것 같은데?
 235. C : 엽록체라는 단어는 있었던 것 같은데 애네가 이야기하는 건...
 236. A : 엽록체가 많다고 그랬거든요. (빛을)받는 쪽이 더. 그래서 잎 앞면, 그러니까 (빛을) 받는 쪽이 더 진할 것이다. 라는 것은 없었던 것 같아요.

- 5차시 논변 수업에 대한 면담 -

“도움카드에 없는 말을 증거로 제시한 사람이 있었냐”는 연구자의 질문(234행)에 A는 ‘(도움카드의)엽록체에서 힌트를 얻어 빛을 받는 쪽이 더 진할 것’이라는 증거를 제시했음을 떠올렸다(236행). 활동지 확인 결과, A와 B는 ‘올타리 조직과 해면 조직을 구성하는 세포들은 엽록체가 있어 초록색을 띤다.’라는 도움카드를 바탕으로 ‘빛을 받는 쪽에 엽록체가 많아서 더 진하게 보일 것이다.’라는 근거를 제시했다. 이는 A의 발화(236행)와 더불어 A와 B가 도움카드에 제시된 정보를 바탕으로 과학적 추론을 통해 자신들이 선택한 주장을 정당화(오른쪽 -Figure 1에서 B쪽이 진하게 보이기 때문에 윗면)했음을 잘 보여준다. 즉, A와 B는 논변의 요소 측면에서 주장과 정당화로 이루어진 논변을 구성한 것이다.

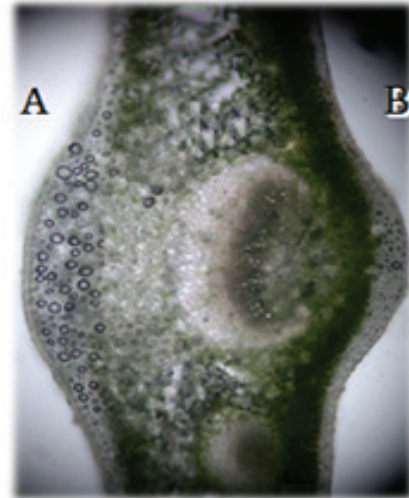


Figure 1. Microscopic photography of the fifth argumentative practice

C는 ‘Figure 1의 A쪽이 잎의 윗면’이라는 주장을 선택했다. C는 현미경 사진 중간 부분에 보이는 비교적 큰 구형(실제로 이것은 관다발임) “여러 개의 작은 기공들이 모여서 이루어진 엄청나게 큰 기공” 이라고 말했다. 더불어 C는 “(잎의)아래에 기공이 있었으면...저번에 아랫면 떼어내지 않았어?”라고 말하며, 이전 수업에서 현미경으로 기공을 관찰하기 위해 잎의 아랫면을 떼어 냈던 것을 떠올렸다. 기공이 있는 쪽을 잎의 아랫면이라고 생각한 것이다. 활동지 확인 결과 C는 ‘올타리 조직은 세포 배열이 뽁뽁하므로 기공이 생길 틈이 없기 때문에 A가 윗면이다.’라는 근거를 작성했다. 즉, C는 ‘기공이 있는 쪽이 잎의 아랫면’이라는 관찰 사실과 올타리 조직의 세포 배열이라는 도움카드 내용을 바탕으로 자신의 주장을 정당화한 것이다.

이는 C가 A, B와 더불어 과학적 추론을 통한 정당화와 주장으로 논변을 구성하였음을 보여준다.

다음은 ‘싹튼 콩과 싹트지 않은 콩 중 어느 것이 더 무거운지’에 대한 논변을 구성하는 9차시 수업 중 일부이다. 아래 제시된 담화에서 직전 상황에 A, B, C는 ‘싹트지 않은 강낭콩이 더 무거운 것’이라는 주장을 선택했고, D는 ‘싹튼 콩이 더 무거운 것’이라는 주장을 선택했다.

- 127. D: 야, 근데 (B에게)이것에 대해서 왜 근거가 ‘콩이 싹틀 때 많은 에너지가 필요하다’(도움카드 내용)는 근거가 나와?
- 128. B: 어디?
- 129. C: 네.
- 130. D: 나올 이유가 없잖아. 에너지가 필요하다고 해서, 만약 에너지가 필요해서 썼는데...
- 131. B: 에너지가 필요하면 에너지가 나가면...그...무게가 줄어드는거 아니야?
- 132. D: 왜?
- 133. B: 에너지를 쓰니까. 뭐...운동하면 에너지를 쓰고 살 빠지잖아.

- 9차시 논변 수업에서 소집단 논의 -

위 담화에서 D는 콩이 싹틀 때 많은 에너지가 필요하다는 내용이 도움카드로 제시된 이유를 물었다(127행, 130행). 이에 대해 B는 “에너지가 나가면(소비되면), (콩의)무게가 줄어드는 것”이라는 자신의 생각을 밝혔다(131행). B의 답변에 대해 D가 다시 한 번 설명을 요청하자(132행), B는 콩의 무게가 줄어드는 것을 “(사람이)운동을 하면 에너지가 소비되고, 살이 빠지는 것”이라고 설명했다(133행). 즉, D는 제시된 도움카드 내용을 이해하고자 B에게 질문했고(127행, 130행, 132행), B는 대답을 하면서 자신의 주장에 대한 정당화를 추가하는 모습을 보였다(131행, 133행). 특히, 마지막 발화(133행)에서 B는 D의 이해를 돕기 위해 콩의 무게 감소를 사람의 몸무게 감소에 비유하는 모습을 보였는데, 이는 이후 D에게서도 나타났다. D는 “두 강낭콩 모두 3일을 건조시켰기 때문에 완전히 건조된 것으로 보아야 한다.”라는 상대측 반박에 대해, “우리(사람) 물 3일 안 먹어도 (몸)안에 물 있잖아.”라고 말하며, 싹튼 콩이 더 무겁다는 자신의 주장에 대한

정당화를 제시했다. 즉, D 역시 과학적으로 옳지는 않지만 나름의 추론을 통해서 정당화된 주장으로 논변을 구성하였다. 이처럼 초점 집단의 학생들은 모두 이전과 다르게 주장 및 정당화로 이루어진 논변을 구성하였고, 그 과정에서 각자 과학적 추론을 통해 주장을 정당화한 것이 드러났다. 이와 같은 과학적 추론을 통한 논변 구성은 인식적 실행의 측면에서 볼 때 지식의 산물로 볼 수 있으며, 이는 인식론적 자원 중 형성 자원이 활성화 된 것으로 분석될 수 있다. 초점 집단 학생들의 전반적인 논변 실행 변화를 Figure 2에 주장, 데이터, 정당화, 반박으로 도식화하여 나타냈다.

5차시 수업에 대한 면담에서 연구자는 “오늘은 왜 그렇게 이야기를 많이 했냐”고 질문했고, 학생들은 “전체가 다 모르는 상태였기 때문에 이야기가 많이 나왔다.”, “답이 없으니까 자기 생각대로 할 수 있었다.”라고 답했다. 이는 학생들이 수업 당시 답을 알고 있는 사람이 없다는 것을 알아차렸음을 보여준다. 실제로 A는 5차시 활동에서 처음으로 “진짜 모르겠네.”라고 말하며 과제에 대한 어려움을 표현했다. 종합하면, 학생들은 과제에 대한 답을 알고 있는 사람이 없는 상태에서 여전히 A에게 인식적 권위를 부여하며 정보를 요청하기는 했으나, 이때의 요청 맥락은 인식적 권위로부터 전파되는 지식을 무비판적으로 신뢰하려는 것이 아닌 이해하려는 것이었으며, 이후 이해한 지식을 바탕으로 각자 스스로의 과학적 추론을 통해 정당화된 주장을 형성하였다. 다시 말해 이전과 같이 인식적 권위로부터 전파된 지식을 그대로 정당화에 활용한 것이 아니라 스스로의 과학적 추론을 통해서 주장을 정당화한 것으로, 여기서 구성한 논변은 스스로 구성한 지식이 된다. 즉, 구성 자원이 활성화 된 것이다. 다음은 5차시 수업 중 담화의 일부이다.

- 82. C: B쪽이 뒷면이라고 생각해요. 왜냐하면 뒤쪽에 기공이 많은데 여기 엄청나게 큰 기공이 있어요. 그러니까 B쪽이 뒷면이에요.
- 83. D: (A가)무시하고 있다.
- 84. A: 그건 기공이 아니라...이게 기공인지 전 잘 모르겠어요.
- 85. C: 엄청 큰 기공이야 이건. 이것이 기공 여러 개가 모여 있는 건가?
- 86. D: 당근! 당근이요. 어, 저는 A가 위쪽이라고 생각해요.
- 87. A: 왜요?
- 88. D: 빛이 윗부분에서 먼저 흡수된다고 하면, (중략) A쪽에서 흡수하

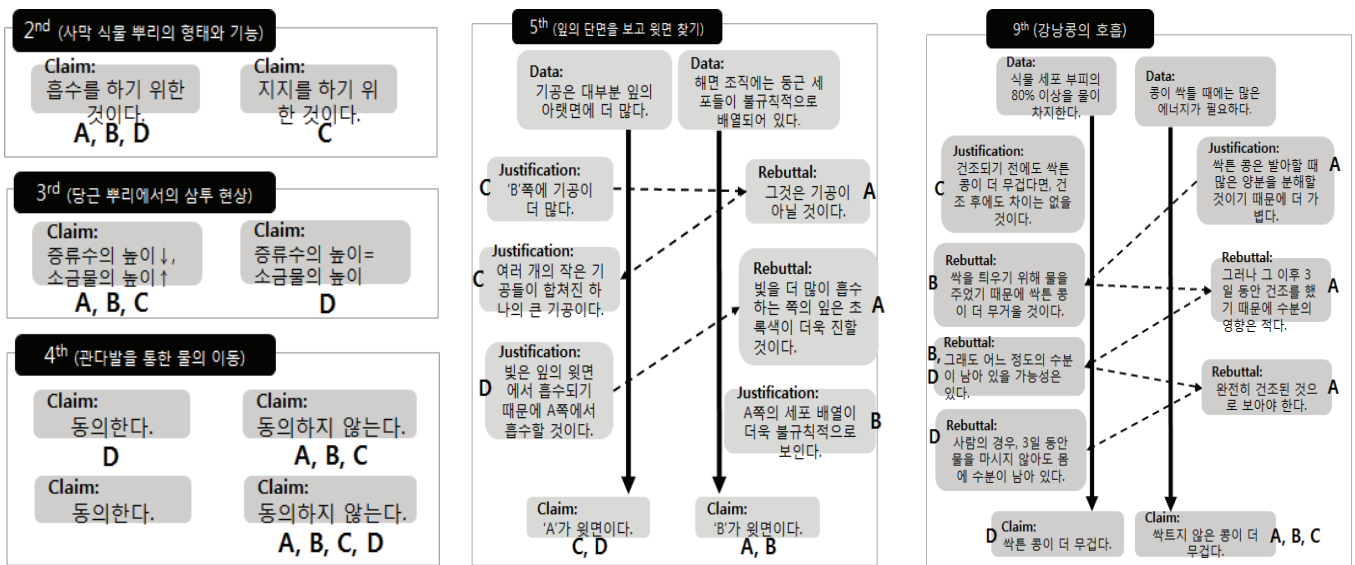


Figure 2. Changes in focus group's argumentative practice

- 기 때문에. A쪽이 윗부분이라고 생각합니다.
89. A: 당근! 빛을 많이 흡수하면 더 초록빛을 띠는 것 아니야. 그럼 B(가 윗면) 아니야? 그런데 문제는 또 (세포 배열이) 규칙적인 것 같은 것이 이쪽(A쪽)에 있어.
90. B: 아 근데 A쪽이 좀 불규칙적인 것 같은데?
91. D: 아니, 야 ‘잎 표면의 표피세포는 투명해 빛이 잘 통한다’라는 내용은 표피세포가 잎 표면이니까 표면 쪽은 거의 윗부분인데, ‘투명해서 빛이 잘 통과한다’라는 말은 A가 (윗면) 아니야?
- 5차시 논변 수업에서 소집단 논의 -

위 담화에서 C가 “B쪽에 기공이 있기 때문에 B쪽이 윗면”이라고 말했고(82행), 이에 A는 “그것을 기공이라고 볼 수 있나”라고 반박했다(84행). 그러자 C는 다시 “그것은 기공 여러 개가 모여 있는 엄청나게 큰 기공”이라고 말했다(85행). 즉, C가 Figure 1에서 기공이라고 판단한 것에 대해 A가 의문을 품고 반박을 하자, C는 ‘여러 개의 기공이 합쳐진 큰 기공’이라며 구체적인 판단 이유를 밝힌 것이다. 이와 같은 패턴은 D에게서도 나타났다. 위 담화에서 D가 “빛은 잎의 윗부분에서 흡수되기 때문에 A쪽이 윗면이다.”라고 말하자(88행), A(89행: 빛을 많이 흡수하면 오히려 초록빛을 띠는 것)와 B(90행: A쪽의 세포 배열이 더 불규칙적이므로 아랫면일 것)가 반박했다. 이에 D는 “잎의 구조에서 표피 세포가 위쪽에 위치하는 데 이것은 투명하기 때문에, 사진에서 투명하게 보이는 곳인 A가 윗면이다.”라고 말했다(91행). 즉, D가 초기에 제시한 정당화(빛은 잎의 윗부분에서 흡수)에 대해 A와 B가 각각 빛을 흡수하는 쪽의 세포 색깔과 세포 배열을 근거로 반박했고, D는 처음보다 구체화된 정당화(빛을 흡수하는 표피 세포는 투명하며, 사진에서 A쪽이 투명함)를 제시했다.

이 두 사례에서 A의 반박(84행) 및 A와 B의 반박(89행, 90행)은 공통적으로 C(82행)와 D(88행)가 초기에 제시한 정당화를 구체화하도록 하여 이후 정교화된 논변을 구성하도록 하는데 도움을 주었다. 이와 같은 반박 질문은 C와 D가 초기에 구성한 논변, 즉 그들의 지식 산물에 인식론적으로 개입한 것으로 단순한 정보 요청 질문과 질적으로 구분된다. 다시 말해 반박 자원이 활성화 된 것으로 볼 수 있다.

3. 논변 실행 변화에 기여한 맥락적 요인

초점 집단의 논변 실행과 인식론적 자원들을 분석한 결과, 비생산적 실행에서 활성화된 인식론적 자원들과 생산적 실행에서 활성화된 인식론적 자원들에 변화가 있었음을 확인할 수 있었다. 우리는 이러한 변화에 기여한 요인들을 탐색하기 위해 실행 변화 전과 후에 어떠한 맥락적 요인들이 있었는지를 면밀하게 재검토하였고, 그 결과 다음과 같이 두 가지 요인이 변화에 기여했음을 확인했다.

가. 친숙하지 않은 형태의 논변 과제

5차시 수업의 논변 과제에는 잎의 단면을 촬영한 현미경 사진(Figure 1)이 포함되어 있었고, 학생들은 이 사진에서 A 쪽과 B 쪽 중에서 어디가 윗면인지를 추론하는 활동에 참여했다. 학생들은 이미 교과서에서 모식도를 통해 잎의 내부 구조를 학습하였고, 더불어 직접 잎에 있는 기공을 관찰해보는 실험도 수행한 상태였다. 그럼에도 불구하고 초점 집단 학생 4명 모두 교과서의 모식도를 통해 배운 울타리 조직, 해면 조직, 그리고 관다발의 배열 및 구조를 현미경 사진에서 구별하지 못하며 혼란스러워하는 모습을 보였다. 그러나 이전의 4차시 수업까지와는 다르게 4명의 학생 모두 스스로 과제를 해결하기 위해 적극적으로 추론해 나가는 모습이 관찰되었다. 학생들이 구성한 개인 논변 활동은 Table 4와 같았다.

A와 B는 5차시 수업 활동지에 제시된 도움카드 중에서 ‘울타리 조직과 해면 조직을 구성하는 세포들은 엽록체가 있어 초록색을 띠다’는 내용에 주목했다. 그리고 이들은 이 내용에서 힌트를 얻어 ‘빛을 받는 쪽에 엽록체가 더 많을 것이므로 윗면이 더 진하게 보일 것’이라고 추론했다. 반면에 D는 ‘잎 표면의 표피 세포는 투명해 빛이 잘 통과한다’는 도움카드에 주목했고, 이것을 본인이 알고 있는 ‘표피 세포는 잎의 윗 부분’이라는 과학 내용 지식에 연결지며 ‘현미경 사진에서 투명하게 보이는 A가 윗면’이라는 주장을 제시했다. 한편 C는 5차시 논변 직전에 수행한 기공 관찰 실험에서 ‘잎의 아랫면을 떼어낸 경험’을 떠올렸고, 이것을 바탕으로 현미경 사진에서 동그랗게 관찰되는 것들을 기공이라고 추론하여 ‘기공이 있는 쪽이 아랫면’이라는 본인의 지식을 바탕으로 ‘동그랗게 관찰되는 기공이 있는 쪽의 반대 쪽인 A가 윗면’이라는 주장을 제시했다.

초점 집단 학생들은 5차시 수업에서 제시된 현미경 사진과 교과서 모식도 사이의 큰 차이로 인해 처음에 혼란을 느꼈고, 이것을 해결하기 위해 서로 생산적인 논의를 주고받았다. Cho, Chang, & Kim (2013)에 따르면 학생들이 현상을 관찰하고 기술하는 것에만 초점을 두면 실험 결과가 나타난 이유나 데이터가 주장을 지지하는 이유에 대해서 설명할 필요성을 느끼지 못한다. 그러나 이 경우 현미경 사진이라는 실험 데이터와 교과서 모식도 사이의 불일치가 학생들에게 인지적 혼란을 유발하여 현미경 사진에서 어느 쪽이 윗면인지를 설명할 필요성을 느끼도록 하는 맥락이 조성된 것으로 보인다. 그 결과 초점 집단의 4명 학생들은 모두 Table 4와 같이 나름의 과학적 추론을 통해 정당화가 포함된 주장을 제시하는 생산적인 논변 실행을 나타냈다.

Table 4. Focus group’s claims and justifications in the fifth argumentative practice

학생	정당화에 활용한 도움카드 및 선행 경험	정당화	주장
A, B	울타리 조직과 해면 조직을 구성하는 세포들은 엽록체가 있어 초록색을 띤다.	빛을 받는 쪽에 엽록체가 더 많을 것이다. 현미경 사진에서 B쪽이 더욱 초록색이 진하게 보인다.	B가 윗면이다.
C	잎의 아랫면으로 프레파라트를 제작하여 기공을 관찰했던 선행 경험	기공이 있는 쪽이 잎의 아랫면이다. 현미경 사진에서 크고 동그랗게 보이는 구조는 작은 기공 여러 개가 합쳐진 것이다. 현미경 사진에서 기공이 있는 쪽인 B가 아랫면이다.	A가 윗면이다.
D	잎 표면의 표피 세포는 투명해 빛이 잘 통과한다.	표피 세포는 잎의 윗부분이다. 현미경 사진에서 A쪽이 투명하게 보인다.	A가 윗면이다.

나. 인식적 권위자의 정서적, 인식적, 개념적 지원

초점 집단은 연구에 참여한 전체 9개 소집단 중에서 논변 활동에 가장 활발하게 참여했다. 나머지 8개 소집단과 다르게 초점 집단에서 가장 뚜렷한 실행 변화가 나타난 이유에 주목하여 전체 발화를 분석한 결과, A의 발화에서 몇 가지 뚜렷한 특징을 확인할 수 있었다. 다음은 5차시 수업에서 개인 논변 활동을 마친 이후에 소집단 논의를 마무리하며 나눈 담화이다.

- 182. B: 처음으로 의견이 대립됐어. 맨날 니(A)가 하는대로 하다가.
- 183. A: (D에게)봐봐, 이렇게 좋은 평가가 나오는거야.
- 184. D: 뭐가?
- 185. A: 대립되는 의견이 나왔다고.
- 186. B: 공부가 되는거지.
- 187. A: 그래!
- 188. D: 어, 야 근데 난 진짜 불규칙적으로를 모르겠어.
- 189. A: 나도 몰라.
- 190. C: 아, 난 그냥 A(가 뒷면이라고)할래!
- 191. A: 오~2:2!

- 5차시 논변 수업에서 소집단 논의 후반부 -

B는 5차시 수업에서 서로의 의견이 처음으로 나뉜 것을 확인했다(182행). A는 이전과 같이 무비판적으로 자신의 의견이 소집단의 가장 그럴듯한 의견으로 채택되지 않은 것을 긍정적으로 평가했다(183행, 191행). B 또한 자신들이 활동지의 도움카드 내용이나 이전 실험에서 기공을 관찰했던 경험을 바탕으로 추론을 통해 주장을 제시한 것을 ‘공부가 된 것’(186행)이라고 평가했다. A와 B의 긍정적인 평가는 C와 D에게 일종의 정서적인 지지로 작용하여 그들이 끝까지 자신의 주장을 유지할 수 있도록 해주었다. C는 A의 의견을 무조건적으로 따라하지 않고, 자신이 구성한 개인 논변을 유지하며 활동을 마무리했다(190행). D 역시 ‘불규칙적 세포 배열’을 현미경 사진에서 구별하는 것에 어려움을 느끼며 자신과 A의 의견이 다름을 확인했지만, 스스로 추론하여 정당화한 주장을 끝까지 유지하며 활동을 마쳤다(188행).

5차시 이전에 초점 집단 학생들은 자신이 선택한 주장을 뒷받침할 수 있는 과학적으로 타당한 정당화를 제시하지 않았고, 매번 A의 의견을 소집단의 의견으로 선택하며 활동을 마쳤다. A가 4차시 수업에서 동료들에게 “그건 네가 생각하는 거지.”, “그거 나한테 물어보면 안 되지.”와 같이 말한 경우, 학생들이 작성한 활동지를 확인한 결과 도움카드의 내용을 그대로 옮겨 적는 것이 확인되었다. A는 5차시에서도 본인의 활동지를 가져가서 보는 C에게 “야, 내꺼 따라하지마! 확실하지 않아.”라고 말했다. 또한 C가 관다발을 ‘기공’이라고 착각했을 때 A는 “그건 기공이 아니라...이게 기공인지 전 잘 모르겠어요.”라고 한 발 물러섰고, C는 “엄청 큰 기공이야 이진. 이것이 기공 여러 개가 모여있는 건가?”라며 자신이 기공이라고 생각한 이유를 구체화하는 모습을 보였다. 이것은 A가 C의 잘못된 아이디어(관다발을 보고 기공이라고 말한 것)를 인식했지만, 그 순간에 오류를 정정하기보다 의문을 표현함으로써 C가 자신의 잘못된 아이디어를 스스로 구체화해 볼 기회를 제공한 것으로 볼 수 있다.

한편, 같은 상황에서 A는 D에게 다른 방식으로 대답하기도 했다.

D가 “저번에 선생님이 기공이 더 많은 쪽이 뒷면이라고 하셨어”와 같이 잘못된 지식을 기억해 냈을 때는, “기공이 더 많은 쪽이 아랫면이야”라며 정확하게 정정해 주었고, 이에 대해 C는 “그래서 저번에 현미경 볼 때 뒤쪽 뜯어낸거 아냐?”라고 말하며 맞장구를 쳐주는 모습을 보였다. 이것은 A가 D에게 해준 개념적 지원을 통해서 C가 자신의 선행 경험을 스스로 떠올릴 수 있도록 해준 장면이었다. 이처럼 A의 정서적, 인식적, 개념적 지원은 추후에도 지속되었고, 초점 집단은 5차시를 기점으로 이후의 수업들에서도 반복적으로 정당화가 포함된 주장을 제시했다.

IV. 결론 및 제언

인식론(epistemology)이란 지식의 본질과 기원, 지식 습득의 방법과 한계, 정당화의 근거에 관해 탐구하는 철학의 한 영역으로(Hofer, 2001), 과학 논변 활동에 참여하는 학생들의 실행 변화를 분석하는데 중요한 이론적 배경이다. 과학 논변 활동에 참여하는 학생들의 실행은 맥락에 따라서 생산적이거나 비생산적일 수 있으며, 이것은 그들 인식론의 맥락 특이성에서 기인한 것으로 설명할 수 있다. 이에 본 연구에서는 학생 인식론의 맥락 특이성과 그에 따른 실행 변화를 분석하기 위해 인식론적 자원 관점을 도입하여, 비생산적 실행과 생산적 실행에서 각각 학생들이 활성화시킨 인식론적 자원들을 확인하고, 이러한 실행 변화에 기여한 맥락적 요인들을 탐색했다.

먼저, 학생들은 1차시부터 4차시까지 비생산적 실행을 보였고, 여기서 확인된 인식론적 자원들은 ‘전파, 신뢰, 축적’이었다. 비생산적 실행에서 학생들은 과학 내용 지식보다는 논변의 절차와 관련된 정보에만 집중하는 모습을 보였고, 그에 따라 주장에 대한 타당한 정당화를 제시하지 못했다. 그리고 인식적 권위가 높은 A에게 의존하며 A에게 제공받은 정보를 그대로 활동지에 옮겨 적는 것에만 집중했다. 이와 같은 비생산적 실행은 Hutchison & Hammer (2010)의 연구에서 학생들이 교사의 질문에 정확한 대답을 맞추려는 “교실 게임”(Lemke, 1990)으로 수업을 인식했을 때에도 나타났다. 이에 대해 Berland & Reiser (2009)는 학생들의 인식론이 교실 게임과 같이 비생산적일 경우, 근거를 바탕으로 주장을 형성하고 반론에 반박을 제기할 필요성을 느끼지 못한다고 말했다. 실제로 학생들은 A가 자신의 것을 무조건 따라하지 못하도록 했음에도, 스스로 과제를 해결하려고 하기보다 도움카드의 내용을 그대로 활동지에 옮겨 적는 모습을 보였다. Rosenberg et al. (2006)에 따르면, 학생들의 비생산적 실행에서 활성화된 인식론적 자원들은 일종의 관계망(network)을 형성하기 때문에 쉽게 생산적인 실행으로 변화되지 못할 수 있다고 말했다.

반면, 5차시 수업 이후에 학생들은 생산적 실행을 보였고, 여기서 확인된 인식론적 자원들은 ‘구성, 이해, 축적, 형성, 반박’이었다. 생산적 실행에서 학생들은 논변의 절차가 아닌 과학 내용 지식에 집중했고, 그에 따라 도움카드 및 선행 경험을 바탕으로 과학적 추론을 통해 스스로 정당화를 제시하는 모습을 보였다. 또한, 여전히 A에게 높은 인식적 권위를 부여했지만, 이전과 다르게 자신의 논변을 구성하는데 필요한 과학 내용을 이해하기 위해 정보를 요청했다. Hammer & Elby (2002)에 따르면, 정보원에 대한 인식론적 태도의 측면에서 활성화된 자원이 ‘신뢰’에서 ‘이해’로 바뀐 것은 생산적 실행으로의 변화를 반증하는 중요한 탐침(probe)이 될 수 있다.

이러한 실행 변화에 기여한 맥락적 요인들은 두 가지로 확인되었다. 첫째, 학생들은 친숙하지 않은 형태인 현미경 사진과 익숙한 형태인 교과서 모식도 사이의 불일치로 인해 인지적 혼란을 겪게 되었다. 인지적 혼란으로 인해 모둠원 전체가 정답을 모르는 상황이 연출되었고, 이에 따라 모둠원 간 인식적 권위의 격차가 이전보다 줄어들었다. 모두가 정답을 모르는 상황에서, 학생들은 자유롭게 자신의 의견을 개진하며 스스로의 추론에 집중하는 모습을 보였다. 둘째, A의 인식적, 개념적, 정서적 지원으로 모둠원들이 과학적 추론을 지속하여 자신만의 논변을 구성하였다. A는 동료가 자신의 논변을 구성하려는 순간을 인식하여 과학적으로 옳고 그름에 집중하기보다 스스로의 추론에 집중하도록 지원했다. 또한 동료가 논변 구성에 필요한 내용 정보를 요청하거나, 잘못된 지식을 표현했을 때 그것을 정확하게 알려주었다. 그리고 동료들이 자신의 것을 무비판적으로 수용하지 않고 자신만의 생각을 고수하는 것에 대해 긍정적인 평가를 내렸다.

이러한 연구 결과를 토대로 본 연구의 의미를 다음과 같이 제안한다. 첫째, 본 연구는 기존에 학생 인식론을 ‘단일한 존재론(unitary ontology)’으로 보던 것에서 ‘복합적 존재론(manifold ontology)’으로서 바라보고 이해하려는 연구들에 사례 기반 증거를 제공한다. 과학 논변 활동에 참여하는 학생들의 맥락 특이적인 실행을 인식론적 자원 관점에서 해석한 것은 학생 인식론이 보다 세분화된(fine-grained) 인식론적 자원들로 구성되며(Elby & Hammer, 2010; Hammer & Elby, 2002; Hammer & Elby, 2003), 이것들이 맥락에 따라 활성화된다는 선행 연구의 주장을 지지할 수 있다. 둘째, 과학 논변 활동에 참여하는 학생들의 실행이 비생산적인 것에서 생산적인 것으로 전환되는 데 기여할 수 있는 두 가지 맥락을 제안한다. 학생들에게 친숙하지 않은 형태의 데이터가 포함된 논변 과제를 제시하여 쉽게 정답을 찾아내기 어려운 상황을 연출하고, 소집단의 리더 또는 교사가 모둠원들에게 인식적, 개념적, 정서적 지원을 반복적으로 제공하는 것은 학교 현장에 논변을 도입하는데 중요한 교수 전략이 될 것이다.

추후 학생들의 진정한 과학적 참여를 위해 인식론적 측면에서 생산적인 실행을 이끄는 인식론적 자원들을 추가로 탐색하여 그것들이 안정적으로 활성화되도록 하는 연구가 추가적으로 필요하다. 학생들의 인식론은 맥락 특이적일 뿐만 아니라 역동적인 특성도 지닌다(Bartlett, 1932). 따라서 생산적인 인식론으로 전환되었다고 할지라도 그것은 언제든지 주변의 상황적 단서들에 의해 비생산적으로 역전될 수 있다(Huchison & Hammer, 2010; Louca *et al.*, 2004). 논변 수업을 진행하는 교사는 학생 인식론의 맥락 특이성과 역동성을 인식하고 이들의 인식론이 생산적인 방향으로 안정화될 수 있도록 지원할 수 있어야 한다(Ha & Kim, 2017; Shim & Kim, 2018). 논변 연구자들은 학생들의 참여가 생산에서 비생산 또는 그 반대로 변화되는 맥락들을 추가적으로 탐색하고 유목화한다면, 논변을 설계하거나 교사 논변 전문성 발달 프로그램을 제작하는 데 큰 도움이 될 것이다.

국문요약

본 연구에서는 과학 논변 활동에 참여하는 학생들이 비생산적, 생산적 논변 실행에서 각각 어떠한 인식론적 자원들을 활성화시키는지 탐색하고, 논변 실행 변화에 어떤 맥락이 기여하는지를 알아보려고 하였다. 이를 위해 과학 논변 활동에 참여한 소집단 학생들의 수업

실행과 면담을 녹화 및 녹음하여 전사했으며, 학생 활동지와 연구자의 필드노트를 수집하여 본 연구의 분석 자료로 활용하였다. 분석 결과, 초점 집단은 비생산적 실행에서 전파, 신뢰, 축적 자원을 활성화시키다가 생산적 실행에서 구성, 이해, 축적, 형성, 반박 자원을 활성화시키는 것으로 나타났다. 이러한 인식론적 자원 변화에 따른 실행 변화에 기여한 맥락은 친숙하지 않은 형태의 논변 과제가 제공된 것과 더불어 소집단 내 인식적 권위자의 정서적, 인식적, 개념적 지원이 작용한 것으로 분석되었다. 본 연구는 학습자의 맥락 의존적인 인식론에 따른 실행 변화를 분석하는 연구들에 추가적인 사례 연구로 제공될 수 있으며, 추후 학생들의 진정한 과학 참여를 위해 생산적인 인식론의 형성 및 안정화에 대한 논의에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

주제어 : 과학 논변 활동, 생산적 논변 실행, 비생산적 논변 실행, 인식론, 인식론적 자원, 맥락

References

- Bartlett, F. C. (1932). Remembering: A study in experimental and social psychology.
- Berland, L. K., & Hammer, D. (2012a). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68-94.
- Berland, L. K., & Hammer, D. (2012b). Students' framings and their participation in scientific argumentation. In *Perspectives on scientific argumentation* (pp. 73-93). Springer Netherlands.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95(2), 191-216.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Cho, H. A., Chang, J. E., & Kim, H. B. (2013). Epistemic level in middle school students' small-group argumentation using first-hand or second-hand data. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 33(2), 486-500.
- Cho, H., Ha, H., & Kim, H. B. (2019). Exploring the Role of Collaborative Reflection in Small Group Argumentation: Focus on Students' Epistemic Considerations and Practices. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(1), 1-12.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in science education. *Perspectives from classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer.
- Elby, A., & Hammer, D. (2010). Epistemological resources and framing: A cognitive framework for helping teachers interpret and respond to their students' epistemologies. *Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice*, 4(1), 409-434.
- Entwistle, N. and Ramsden, P. 1982. *Understanding Student Learning*, London: Croom Helm.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.
- Ha, H., & Kim, H. B. (2017). Exploring responsive teaching's effect on students' epistemological framing in small group argumentation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 63-75.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal Epistemology* (pp. 169-190). NJ: Psychology Press.
- Hammer, D., & Elby, A. (2003). Tapping epistemological resources for learning physics. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 53-90.
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. E., & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer. In J. P. Mestre (Ed.), *Transfer of Learning from a Modern Multidisciplinary Perspective*. (pp. 89-120). Information Age Publishing.
- Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13(4), 353-383.

- Hutchison, P., & Hammer, D. (2010). Attending to student epistemological framing in a science classroom. *Science Education*, 94(3), 506-524.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science education*, 77(3), 319-337.
- Lee, C. E., & Kim, H. B. (2016). Understanding the role of wonderment questions related to activation of conceptual resources in scientific model construction: Focusing on students' epistemological framing and positional framing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 471-483.
- Lee, E. J., Yun, S. M., & Kim, H. B. (2015). Exploring small group argumentation and epistemological framing of gifted science students as revealed by the analysis of their responses to anomalous data. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(3), 419-429.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Louca, L., Elby, A., Hammer, D., & Kagey, T. (2004). Epistemological resources: Applying a new epistemological framework to science instruction. *Educational Psychologist*, 39(1), 57-68.
- Rosenberg, S., Hammer, D., & Phelan, J. (2006). Multiple epistemological coherences in an eighth-grade discussion of the rock cycle. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 261-292.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and instruction*, 23(1), 23-55.
- Shim, S. Y., & Kim, H. B. (2018). Framing negotiation: Dynamics of epistemological and positional framing in small groups during scientific modeling. *Science Education*, 102(1), 128-152.

저자정보

이정화(서울대학교 학생)

김희백(서울대학교 교수)