

실험 설계에서 나타난 소집단 논변활동 탐색: 활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해를 중심으로

권지숙, 김희백*
서울대학교

Exploring Small Group Argumentation Shown in Designing an Experiment: Focusing on Students' Epistemic Goals and Epistemic Considerations for Activities

Ji-suk Kwon, Heui-Baik Kim*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 November 2015

Received in revised form

5 January 2016

9 February 2016

Accepted 17 February 2016

Keywords:

epistemic goals,
epistemic considerations,
epistemic practice,
small group argumentation

ABSTRACT

The purpose of this study is to explore students' epistemic goals and considerations in designing an experiment task and to investigate how a shift in the students' epistemology affected their argumentation. Four 7th grade students were selected as a focus group. According to the results, when they designed their own experiment, their epistemic goal was 'scientific sense-making' and their epistemic considerations - the perception of the nature of the knowledge product was 'this experiment should explain how something happened', the perception of the justification was 'we need to use our interpretation of the data' and the perception of the audience was 'constructor' - contributed to designing their experiment actively. When students tried to select one argument, their epistemic goal shifted to 'winning a debate', showing 'my experiment is better than the others' with the perception of the audience, 'competitor'. Consequently, students only deprecated the limits of different experiment so that they did not explore the meaning of each experiment design deeply. Eventually, student A's experiment design was selected due to time restrictions. When they elaborated upon their result, their epistemic goal shifted to 'scientific sense-making', reviewing 'how this experiment design is scientifically valid' through scientific justification - we need justification to make members accept it - acting as 'cooperator'. Consequently, all members engaged in a productive argumentation that led to the development of the group result. This study lays the foundation for future work on understanding students' epistemic goals and considerations to prompt productive argumentation in science classrooms.

1. 서론

최근 과학교육에서는 “지식으로서의 과학”의 관점에서 벗어나 “실행으로서의 과학”의 관점에 주의를 기울임에 따라(Pickering, 1992; Ford & Forman, 2006) 학생들이 과학 지식을 구성하는 과정에 참여하는 것의 중요성이 강조되고 있다(Duschl, 2008; Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007). 이에 따라 학교 현장에서 학생들이 실행에 직접 참여할 수 있는 탐구-기반의 교수 전략이 강조되고 있으며, 학생들은 탐구 활동에 참여함으로써 과학 지식 및 과학 지식의 형성 과정을 학습하고 과학의 본성에 대해 이해하게 된다(Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; NRC, 2000). 그러나 학교에서 이루어지는 대부분의 탐구들은 학생들이 실험 절차와 안내를 따라 수행하는 것에 초점을 두며 토론이나 의미 협상, 논변활동에 대한 기회가 부족한 실정이다(Newton, Driver, & Osborne, 1999; Driver, Newton, & Osborne, 2000). 많은 학생들은 탐구 질문에 대한 답을 얻기 위해 교사의 지시와 탐구 안내를 맹목적으로 따르며 자신이 수행하는 활동의 목적이나 의미 등에 대해 생각할 기회를 갖지

못한다(Bell *et al.*, 2003; Maloney, 1994; Ministry of Education and Human Resources Development, 2007). 과학에 대해 생각하고 의사소통의 기회가 없는 탐구활동은 학생들에게 과학적 추론이 의사 결정과 아무런 관련이 없고 과학지식이 완전한 사실이라는 듯한 인상을 심어 주게 되어 과학에 대한 잘못된 인식론을 가지게 한다(Chinn & Malhotra, 2002).

과학교육 연구자들은 학생들에게 진정한 탐구활동에 참여하는 것 과 더불어 논변활동과 같은 인식적 담화에 참여하는 기회를 제공해야 한다고 주장한다(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Sandoval, 2005). 즉, 학생들은 증거를 들어 자신의 주장을 구성하고 서로의 주장을 비판적으로 평가하며 제안된 여러 주장 중 하나의 주장을 선택할 때 사용한 기준에 관한 논변에 참여해야만 한다(Sandoval & Morrison, 2003; NRC, 2011). 이에 따라 과학교육 연구자들은 과학 교육에 논변 활동이 포함되어야 할 필요성을 강조하였으며(Bell & Linn, 2000; Duschl & Osborne, 2002), 학생들의 논변활동에 참여할 수 있는 교수 학습 전략을 개발하고 그 효과에 대해 연구하였다(Duschl, Ellenbogen, & Erduran, 1999; Walker & Sampson, 2013). von

* 교신저자 : 김희백 (hbkim56@snu.ac.kr)

** 본 논문은 권지숙의 2016년도 석사 학위논문에서 발췌 정리하였음

*** 이 논문은 2015년도 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5A2A01014025)

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.1.0045

Aufschnaiter와 그의 동료들(2008)은 학생들이 과제의 과학 지식과 관련된 내용-특이적 경험과 사전 지식을 가지고 있어야 생산적인 논변활동이 이루어진다고 제안하였다. 또한 Zohar와 Nemet(2002)은 유전과 관련된 딜레마 과제에서 과학 내용과 논변 기술을 명시적으로 교수할 때 학생들의 유전학적 지식이 증가하고 논변활동 능력이 향상되었다는 연구 결과를 바탕으로, 논변활동에 필요한 지식과 기술의 중요성을 강조하였다. 국내 연구에서는 과학탐구에서 학생들의 논변 활동을 격려하기 위해 탐구활동 모형(Kim & Song, 2004)을 개발하고, 인지적 발달을 포함한 탐구과제(Yun & Kim, 2011)나 동료평가활동(Lee, Bak, & Nam, 2015)과 같은 교수전략이 학생들의 논변활동의 질을 향상시킴을 밝혔다.

위와 같은 연구들은 탐구에서 논변활동을 촉진하기 위한 방안으로 학생들에게 논변활동에 참여할 수 있는 교수전략을 제공하고 논변활동에 필요한 능력과 이해를 지원하는 데 초점을 두고 있다. 하지만 이러한 지원방안을 학생들에게 제공하는 것이 반드시 그들의 생산적인 과학 학습으로 이어지는 않는다(Driver, Newton, & Osborne, 2000). 예로 소집단 논변활동의 수준은 학생의 능력보다는 논변활동에 대한 그들의 목표에 따라 영향을 받는다는 것이 다양한 연구에서 관찰되었다(Berland & Reiser, 2011; Gilabert, Garcia-Mila, & Felton, 2013). 학생들은 논변활동의 목표를 ‘이기는 것’이 아닌 ‘협력적인 합의 형성’에 두었을 때 다양한 논변요소를 포함한 논변구조를 형성하며 수준 높은 추론을 나타냈다(Garcia-Mila et al., 2013). 또한 Lee, Yun & Kim(2015)은 탐구 과정에서 변칙 사례가 나타났을 때 학생들의 인식론적 프레이밍에 따라 주장에 대한 정당화의 근거와 소집단 논변활동 수준이 다르게 나타나는 것을 관찰하였다. 학생들이 탐구에 대해 ‘현상 이해’의 프레이밍을 보인 경우에는 자료의 신뢰성과 타당성 점검을 통해 변칙 사례의 원인을 정당화할 것을 요구하며 높은 수준의 논변활동을 보인 반면, ‘교실 게임’으로 프레이밍 한 경우에는 단순한 경험적 근거만을 고려함으로써 낮은 수준의 논변활동을 보였다. 이러한 연구들은 논변활동을 통한 과학 탐구 활동에 학생들의 생산적인 참여를 조력하기 위해서 학생들의 인식적 측면에 주의를 기울일 필요성을 제기한다.

Sandoval(2005)은 학생들의 과학적 실행을 안내하는 인식론적인 생각들을 실행적 인식론(practical epistemology)이라 하고, 이것이 학생들의 탐구에 영향을 준다고 주장하였다. 실행적 인식론이란 지식이 무엇인지, 어떤 방법을 통해 지식이 생성될 수 있는지, 지식주장을 평가하기 위한 기준은 무엇인지에 대한 개인의 신념들로서 과학적 지식을 구성하고 평가할 때 드러나게 된다. 학생들이 주장에 관한 충분한 증거를 가지고 있을 때 주장을 어떻게 구성하는가? 어떤 자료가 설명되어질 필요가 있을 때와 그렇지 않을 때 학생들은 어떤 결정을 내리는가? 이런 종류의 질문들에 학생들 스스로 어떻게 대답하는지를 안내하는 실행적 인식론에 대한 이해는 학교 탐구를 인식론적 발달로 연결하기 위해 매우 중요하다. 더 나아가, Berland et al.(2015)은 과학적 실행에서 학생들의 참여에 대한 인식적인 측면들을 깊이 있게 살펴보기 위해, 학생들의 인식적 참여를 특징짓는 실행에서의 인식론(Epistemologies in Practice: EIP)에 대한 분석틀을 고안해냈다. EIP 분석틀은 2가지 측면으로 구성되어 있는데, 첫 번째 측면은 지식 구성활동에 대한 학생들이 갖는 인식적 목표(epistemic goal)이다. 여기에서의 인식적 목표는 특정한 활동들에 참여하는 이유에 대한 학생

들의 인식을 지칭한다. 만약 학생들에게 “너는 왜 이 활동에 참여하니?”라고 물었을 때, 그들은 “선생님이 시켜서요”라고 말하거나 “그 현상이 어떻게 그리고 왜 일어나는지 알아보고요”라고 대답할 수 있다. 전자보다는 후자의 대답이 과학 공동체에서 추구하는 과학적 의미형성(sensemaking)의 목표와 일치하며 과학학습에 있어 학생들에게 더 의미 있는 목표라고 볼 수 있다(Berland et al., 2015; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000). 활동에서의 인식적 목표를 살펴보는 것에 더하여, 학생들이 자신의 목표를 달성하기 위해 어떠한 지식 산물을 형성해야하고, 자신의 주장을 어떻게 정당화해야 되는지 등과 같은 활동 참여 방법에 관해 어떠한 인식을 가지고 있는지를 살펴보는 것은 과학학습에서 의미 있는 학생들의 참여 방식에 대한 더 깊이 있는 정보를 제공해준다. 이러한 활동에 참여하는 방법에 대한 학생들의 인식은 EIP 분석틀의 두 번째 측면으로, 인식적 이해(epistemic considerations)라고 불린다. 여기에서 인식적 이해란 지식 구성 활동에서 행위를 안내하는데 기저를 이루는 인식적 생각을 말하며 4가지 하위 요소들, 즉 지식 산물의 본성(nature), 지식 산물의 일반성(generality), 아이디어의 정당화(justification), 청중(audience)에 대한 인식들로 구성된다. 학생들은 과학 수업에서 활동에 참여할 때, ‘지식 산물이 어떤 종류의 답을 제공해야 하는가?(nature)’, ‘지식 산물이 다른 과학 현상이나 아이디어에 어떻게 연관되는가?(generality)’, ‘나는 지식 산물에서 아이디어를 어떻게 정당화 하는가(justification)?’, ‘지식 산물을 누가 어떻게 사용하는가? (audience)’라는 인식적 이해에 대한 생각을 가지고 있다. 학생들은 지식 산물을 구성할 때, 무슨 일이 일어났는지를 서술할 것인지 혹은 무엇이 어떻게 그리고 왜 일어났는지를 설명할 것인지와 같은 지식 산물의 본성에 대한 인식뿐만 아니라 구성된 지식 산물이 예전에 배웠던 과학이론과도 연관되어야 하는지, 아닌지와 같은 지식 산물의 일반성에 대한 인식을 가지고 있다. 또한 지식 산물에서 자신의 의견을 권위에 기반하여 정당화할 것인지, 개인적인 경험으로 정당화할 것인지와 같은 정당화에 대한 인식과 지식 산물을 구성할 때 소집단의 구성원들과 함께 협력하여 구성할 것인지, 교사의 평가를 위해 구성할 것인지와 같은 청중에 대한 인식도 가지고 있다(Berland et al., 2015). 학생들이 어떤 인식적 이해를 암묵적으로 가지고 있는지에 따라 지식 구성 활동에서 학생들의 참여 방식은 다르게 나타난다. 많은 문헌들에서 ‘과학을 하기(Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000)’, ‘자연 현상 이해하기(Hutchison & Hammer, 2010)’와 같은 목표를 가지고 과학적 실행에 의미 있는 참여를 해야 한다고 제안하지만, 이러한 참여에서 행위를 안내하는 학생들의 인식적 이해에 대한 깊이 있는 연구는 부족한 실정이다. 특히 학생들의 능동적인 지식 구성을 가능하게 하는 개방형 탐구활동은 비교적 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해가 잘 드러나며 이러한 인식적 측면이 탐구활동을 이끄는 데 핵심적인 역할을 함에도 불구하고, 개방형 탐구에서 인식론적 관점의 분석을 수행한 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구는 개방형 탐구과제인 실험설계 활동에서 학생들이 가지고 있는 인식적 목표와 이 활동에서 학생들의 참여를 이끌어가는 인식적 이해를 심도 있게 분석하고, 이러한 인식적 목표와 인식적 이해가 실험설계에 대한 논변을 구성하고 상대방 주장을 평가하는 소집단 논변활동에 어떤 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 이 때 인식적 목표와 인식적 이해는 일관성이 있는 것이라기보다 맥락-

의존적으로 변하므로(Hammer *et al.*, 2005; Berland *et al.*, 2015) 인식적 목표와 인식적 이해가 어떻게 맥락에 따라 전환되는지 살펴보고자 하였다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

- 첫째, 실험설계에 대한 소집단 논변활동 과정에서 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해는 어떻게 전환되는가?
- 둘째, 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해의 전환은 소집단 논변 활동에 어떠한 영향을 미치는가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 참여자

경기도 수원 소재 남녀공학 중학교 1학년 1개 학급(남 19명, 여 18명)과 1명의 교사가 연구에 참여하였다. 이 학교는 수원 지역 내 다른 학교들에 비해 학업 성취 수준이 높은 편이었으며 학업에 대한 학부모들의 관심도 높았다. 참여 교사는 생물 교육을 전공하였고 20여년의 교육경력을 가지고 있었다. 교사는 생물 교육 분야의 박사학위 소지자였으며, 평소 수업에서 학생들의 참여와 사고를 촉진하기 위해 다양한 실험과 활동을 적극적으로 실시하였고 학생들에게 소집단으로 활동할 수 있는 기회도 종종 제공하였다. 그러나 논변활동을 수업 시간에 활용해 본 적은 없었다.

참여 학급은 교사가 담당하는 학급들 중에서 과학에 대한 흥미가 가장 높은 학급이었으며, 이전에 논변 수업에 대한 경험을 한 적이 없었다. 연구자들은 참여 학생들의 성별, 과학성적, 학습접근방식을 고려하여 3~4명으로 이루어진 소집단을 구성하였다. 성별은 남녀를 구분하였고 과학성적은 상·중·하로 나누어 가급적 골고루 섞이도록 배치하였다. 또한 학생들이 가진 학습 접근 방식이 소집단 사회적 상호작용에 영향을 미친다는 연구(Chin & Brown, 2000)를 고려하여 논변수업을 시작하기 전에 학생들을 대상으로 ‘학습접근방식 검사(Entwistle & Ramsden, 1982)’를 실시하였다. 이를 바탕으로 심층적 학습전략과 피상적 학습전략의 두 집단으로 구분하였고, 각 소집단에 골고루 배치하였다. 본 연구는 실험설계 활동에서 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해의 전환이 그들의 논변활동에 어떠한 영향을 주는지를 탐색하고자 하였기 때문에, 학생들의 참여도가 높을 뿐 아니라 맥락에 따라 인식적 목표와 인식적 이해가 다양한 전환을 보이고, 이에 의해 논변활동 양상이 역동적으로 변한 소집단 3을 초점 집단으로 선정하였다. 학생들의 이름은 알파벳으로 처리하였으며, 세부적인 특징은 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Description of participants in the focus group

| 학생 | 성별 | 과학성적 | 학습접근방식 | 비고 |
|----|----|------|--------|--------|
| A | 남 | 중 | 심층적 | |
| B | 남 | 중 | 피상적 | |
| C | 남 | 상 | 심층적 | |
| D | 남 | 하 | 피상적 | 미국 유학생 |

2. 수업 과정

중학교 1학년 과학 ‘광합성’ 단원에 대한 수업은 총 20차시의 수업과 7차례의 협력적 성찰로 이루어졌다. 20차시의 수업 중 논변 관련 활동은 10차시였으며 개인 논변(1차시), 전체 논변(2차시) 소집단 논변활동(7차시)으로 구성되었다(Table 2). 광합성 단원의 첫 시간은 학생들이 논변활동의 필요성과 논변의 구조를 이해하며 소집단의 규칙을 정하는 시간이었다. 이후 교사가 직접 계획하여 실행하는 이론 및 실험 수업과 10차시로 구성된 논변 수업이 적절히 번갈아가며 진행되었으며 학생들은 총 9개의 활동지를 이용하여 논변 수업을 받았다.

Table 2. Teaching strategies and contents of the implemented lessons and collaborative reflections

| 차시 | 수업 방식 | 수업 주제 |
|----|--------|---|
| 1 | 소집단 논변 | 논변의 필요성과 논변구조 학습 및 논변활동의 소집단 규칙 정하기 |
| | | 협력적 성찰 1 협력적 성찰 2 |
| 6 | 전체 논변 | 사막식물 뿌리의 형태를 살펴보고, 이러한 형태를 갖게 된 이유를 추론하기 |
| 7 | 소집단 논변 | 당근 안팎의 수용액 농도를 달리했을 때 수용액 높이의 변화를 추론하기 |
| | | 협력적 성찰 3 |
| 10 | 소집단 논변 | 백합줄기에서의 물의 이동방식과 다른 색의 물감에 넣었을 때 줄기 윗부분의 색변화 추론하기 |
| 12 | 소집단 논변 | 앞단면을 찍은 현미경 사진을 관찰하여 어느 쪽이 윗면인지 추론하기 |
| | | 협력적 성찰 4 |
| 13 | 소집단 논변 | 광합성에 이산화탄소가 필요하다는 것을 증명하기 위한 실험을 설계하기 |
| 14 | 전체 논변 | 실험설계를 발표하고, 다른 조의 실험내용에 대해 질문 또는 반박하기 |
| | | 협력적 성찰 5 |
| 17 | 소집단 논변 | 빛의 세기에 따른 광합성량 변화를 설명한 두 개의 논변을 평가하기 |
| | | 협력적 성찰 6 |
| 19 | 소집단 논변 | 암상태에서 싹튼 콩과 싹트지 않은 콩의 무게가 어떻게 변화할지 추론하기 |
| 20 | 개인 논변 | 환상박피를 한 부위의 위쪽과 아래쪽에 달리는 열매 중 어느 것이 더 크게 자랄지 추론하기 |
| | | 협력적 성찰 7 |

이 중 실험설계와 관련된 차시는 13차시와 14차시로, 13차시에서 학생들은 BTB용액의 특성을 이용하여 광합성에 이산화탄소가 필요한지를 알아보기 위한 실험설계를 구성해야 했다. 교사는 학생들에게 다양한 변인을 고려하여 광합성 실험을 설계하도록 하였고 실험설계의 주도권을 전적으로 학생이 갖도록 하였다. 14차시는 각 조별 실험설계를 발표하고 전체 논변활동을 통해 하나의 실험을 채택하는 활동으로 구성되어 있었다.

Table 3. Epistemic considerations in students' Epistemologies in Practice

| 인식적 이해 | 학생들이 가질 수 있는 인식적 이해 |
|--------------------------------------|--|
| 우리의 지식 산물은 어떤 종류의 답을 제공해야 하는가? (본성) | <ul style="list-style-type: none"> 우리의 지식 산물은 무슨 일이 일어났는지 상세하게 기술해야 한다. 우리의 지식 산물은 무엇이 어떻게 또는 왜 일어났는지 설명해야 한다. |
| 우리의 지식 산물에서 아이디어를 어떻게 정당화 하는가? (정당화) | <ul style="list-style-type: none"> 우리는 다른 사람들이 포함시켜야 한다고 말한 정보를 우리의 지식 산물에 포함시켜야 한다(따라서 이것을 정당화할 필요는 없다). 우리는 사용 가능한 정보에 대한 우리의 해석을 사용하여 지식 산물을 구성, 평가, 정당화해야 한다(e.g., 자료, 과학 이론, 개인적 경험 등). |
| 우리의 지식 산물을 누가 어떻게 사용하는가? (청중) | <ul style="list-style-type: none"> 우리의 지식 산물은 우리의 이해를 평가하는 교사를 위한 것이다. 우리는 우리의 청중과 함께 협력적으로 지식 산물을 구성하고 사용한다. |

3. 자료 수집 및 분석

가. 자료 수집

학생들의 논변 활동에 대한 자료 수집은 ‘광합성’ 단원 수업이 시작된 5월 말부터 7월 말까지 이루어졌다. 소집단 3의 경우, 6차시와 7차시가 녹음 파일의 손상으로 인해 총 10차시의 소집단 논변활동 중 8차시의 활동과 7차례의 협력적 성찰만이 녹음·녹화되었다. 연구자들은 녹음·녹화된 자료들을 모두 전사하였고 이때 담화가 일어난 맥락을 정확히 파악할 수 있도록 비디오 녹화에서 드러난 표정과 행동 등도 함께 기재하였다. 또한 소집단 논변 실행과 협력적 성찰에서 나타나는 학생들의 발화에 대한 잘못된 해석의 가능성을 줄이기 위해 학생들의 개별 및 소집단 활동지, 연구자의 필드노트도 보조 자료로 사용되었다. 과학 교육 전문가 및 과학 교육 연구자들과 지속적인 논의를 통해 다양한 자료를 분석함으로써 본 연구의 신뢰성을 높이고 노력하였다.

나. 자료 분석

본 연구에서는 광합성 실험을 설계하는 탐구 과제가 주어졌을 때 중학생 소집단 논변활동에서 드러난 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해의 전환을 살펴보고 어떠한 논변활동이 일어나는지를 심도 있게 이해하고자 하였다. 이를 위해 13차시 수업에 대한 전사본을 주된 분석 자료로 사용하여 소집단 논변활동에서 드러난 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해, 학생 개개인 이 구성된 논변의 구조와 지식의 적합성을 분석하였고 인지적, 정서적, 사회적 측면에서 소집단 논변 실행을 살펴보았다. 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해를 추론하고, 논변의 구조 및 소집단 논변활동 실행을 분석함에 있어 2인의 과학교육 전문가가 각자 코딩을 한 후에 일치하지 않는 부분에 대해서는 합의를 통해 일치시킴으로써 분석의 신뢰도를 높였다.

실행에서 보인 학생들의 인식적 목표는 특정한 활동에 참여하는 이유에 대한 학생들의 인식(Berland et al., 2015)에 주목하거나, 그들의 탐구로부터 만드는 결과물들, 그리고 이런 결과물들을 구성하고 평가할 때의 담화를 통해서 발견할 수 있다(Sandoval, 2005). 예를 들면 학생들이 인식적 권위가 높은 동료의 의견을 따르거나 교과서에 나온 그대로를 베끼려는 행동을 보인다면 그들이 갖는 지식 구성 활동에 대한 인식적 목표는 질문에 대한 정답을 찾는 것이라고 볼 수 있다.

학생들의 인식적 이해는 Berland et al.(2015)이 제안한 인식적 이해에 대한 범주 중 과학적 설명을 구성하는 소집단 논변활동에서 잘 드러나지 않는 일반화를 제외한 본성(nature), 정당화(justification),

청중(audience)의 세 가지 측면에서 분석되어졌다(Table 3).

첫 번째 측면은 지식 산물의 본성으로, 지식 산물이 제시해야 하는 정답의 유형(nature)에 관련된 것이다. 이때 지식 산물이란 설명, 모델, 논변 또는 연구 질문이 될 수 있으며, 학생들이 구성하거나 평가, 수정하고 있는 어떠한 지식도 가리킬 수 있다. 학생들이 형성한 지식 산물은 그들이 현재 맥락에서 가장 적합하다고 생각하는 지식 산물의 본성에 관한 생각과 일치한다. 학생들은 어떤 현상을 설명할 때 단순히 무슨 일이 일어났는지를 설명할 수도 있고, 다른 맥락에서는 그것의 인과적인 메커니즘을 파악하여 어떻게 그리고 왜 그 현상이 일어났는지에 대해 설명을 구성할 수 있다. 두 번째 측면은 지식 산물에서 아이디어의 정당화(justification)에 관한 학생들의 생각이다. 예를 들어 교사나 교과서의 권위에 기반하여 정당화하려는 학생은 ‘선생님께서 그렇게 하라고 하셨어!’라는 방식으로 자신의 생각을 정당화할 수 있을 것이다. 반면 자료나 과학이론에 대한 해석으로 지식 산물을 정당화할 때는 어떻게 그 자료가 자신의 지식 산물을 지지하는지를 설명할 것이다. 세 번째 측면은 청중(audience)에 대한 것으로, 자신의 지식 산물을 바라보는 청중에 대한 학생들의 인식이다. 이때 청중은 소집단의 다른 구성원들뿐만 아니라 교사, 학생 자신도 될 수 있다. 학생들은 청중을 ‘경쟁자’, ‘협력자’, 또는 ‘평가자’로 바라볼 수 있으며, 이러한 청중에 대한 학생들의 인식은 다른 인식적 이해에 영향을 끼친다(Berland & Reiser, 2009; Gilabert, Carcia-Mila, & Felton, 2013). Berland et al.(2015)은 실제 실행에서 보이는 인식적 이해를 모두 동정하여 분석틀을 고안한 것이 아니며, 학생들의 인식적 이해는 이보다 더 다양할 수 있다고 제안하였다. 따라서 본 연구에서는 Berland et al.(2015)이 제안한 분석틀과 예시들을 기반으로 인식적 이해를 분석하되, 각각의 맥락에서 학생들이 가질 수 있는 인식적 이해를 동정하기도 하였다. 또한 인식적 이해 및 인식적 목표는 일관성된 것이 아닌 맥락에 따라 변화하므로(Hammer & Elby, 2002), 본 연구에서는 학생들의 인식적 측면을 추론함에 있어 실행 전체가 아닌 각 담화의 상황에서 학생들의 행동과 발화에 바탕을 두어 분석하였다.

학생들이 구성한 논변의 구조는 주장(claim), 자료(data), 근거(warrant), 보충(backing), 반박(rebuttal), 한정어(qualifier)의 6가지 논변 요소로 구성된 Toulmin(1958)의 분석틀(TAP)을 사용하였다. 많은 학자들은 담화 분석에서 TAP를 이용할 때 각 요소들을 구분하는 것이 어려우며(Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000), 논변의 정당화와 내용의 측면에 대해선 아무런 정보를 제공해 주지 못한다(Sampson & Clark, 2008)고 지적하였다. 따라서 본 연구에서는 학생들이 형성한 논변 구조를 분석함에 있어 Toulmin의 논변 구조를 바탕으로 하되, McNeill & Krajcik(2007)이 제안한 분석틀을 일부 수정하여 사용하였다. 아울러, McNeill & Krajcik(2006)의 틀을 참고

하여 논변에 활용한 과학 지식의 적합성도 구조와 함께 분석하였다 (Table 4). TAP는 상호적인 담화보다는 개개인이 형성한 논변 구조에 한하여 적용되어 왔으므로, 본 연구도 담화에서 학생 개개인이 형성한 논변 구조를 분석하였다.

Table 4. A structure of argument and appropriateness of scientific knowledge

| 영역 | 요소 | 설명 |
|------------|-----|-----------------------------|
| 논변 구조 | 주장 | 증거를 바탕으로 이끌어낸 주장 |
| | 자료 | 주장을 뒷받침하기 위해 사용된 증거 |
| | 정당화 | 주장과 자료 사이의 관련성에 대한 진술 |
| | 반박 | 주장이 갖는 제한점에 대한 진술 |
| 과학 지식의 적합성 | | 과학적으로 옳지 않다. |
| | | 과학적으로 옳지만 주장의 정당화에 적합하지 않다. |
| | | 과학적으로 옳으며 주장의 정당화에 적합하다. |

마지막으로, 소집단 논변활동을 풍부하게 기술하기 위해 Laukenmann *et al.*(2003)이 인지적, 정서적, 사회적 측면에서 학습을 분석한 틀을 바탕으로 학생들의 담화를 분석하여 소집단 논변활동에서 보이는 각각의 측면의 세부적인 요소들을 동정하였다. 소집단 실행에서 보인 인지적 측면은 학생들이 이미 가지고 있었던 선지식과 소집단 논변활동을 통해 구성한 지식, 그리고 정보를 제공하거나 설명을 요구하는 것과 같은 학습 전략의 사용이 있었다. 정서적 측면에는 동료의 의견에 칭찬이나 호응을 하는 긍정적인 피드백과, 이와는 반대로 동료의 말을 비난하여 거부하거나 아무런 반응을 나타내지 않으며 무시하는 부정적인 피드백이 있었다. 사회적 측면은 학생-학생 상호작용이나 학생-교사 상호작용이 어떤 패턴을 이루며 변화하는지를 살펴보기 위해 Shepardson과 Britsch(2006)이 구성한 ‘상호작용 영역(zone of interaction)’ 개념을 도입하여 기술하였다. Lee(2011)는 Shepardson과 Britsch의 연구 결과를 바탕으로 소집단 논변활동에서 나타나는 학생들 간의 상호작용을 분석할 수 있는 틀을 마련하였으며 (Table 5), 본 연구에서는 이를 사용하여 사회적 측면을 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

13차시는 BTB용액의 특성을 바탕으로 광합성에 이산화탄소가 필요한지를 알아보기 위한 실험을 설계하는 탐구 과제였다. 광합성 실험설계를 구성하는 소집단 논변활동을 살펴본 결과, 다음의 세 단계로 구분 지을 수 있었다. 첫째로 학생 각자가 실험을 구성하여 제안하는 단계, 둘째로 여러 개의 제안된 주장 중 한 개를 선정하는 단계,

Table 5. Zone of interaction

| 상호작용 영역 | 내용 |
|--|---|
| 개인적 상호작용 영역 (individual zone of interaction) | 학생이 자신의 발화에 초점이 맞는 반응을 하는 사람에게만 접근을 허용. 한 번에 한 학생 또는 한 교사만을 대상으로 말을 하는 상호작용의 영역. |
| 복합적 상호작용 영역 (multiple zone of interaction) | 소집단 내에서 구성원 간에 내용 목적이 다를 때 같은 목적이나 생각, 신념을 가지고 있는 구성원들끼리 분리된 하위 소집단을 형성하는 상호작용 영역. 다른 하위 소집단끼리 자신의 생각을 정당화시키고자 함. |
| 집합적 상호작용 영역 (collective zone of interaction) | 한 참여자의 발화의 대부분이 소집단 전체로 향하게 되면서 소집단 구성원들의 모든 발화가 하나의 공통된 사회적, 내용적 목적을 위한 것이 되는 경우. |

출처 : Shepardson & Britsch. 2006, 이지영 재구성. 2011. p.66에서 인용

셋째로 선정된 실험을 정교화하는 단계이다. 각 단계별로 활동에 대한 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해는 전환되었고, 이는 소집단 논변활동 실행에 영향을 주었다.

담화에서 나타난 학생들의 인식적 이해는 Berland *et al.*(2015)의 분류에 따라 지식 산물의 본성에 대한 인식, 아이디어의 정당화에 대한 인식, 청중에 대한 인식의 하위요소로 분석되었고, 인식적 목표와 함께 실험설계를 구성하는 과정의 각 단계별로 어떻게 전환되는지, 소집단 논변활동 실행에는 어떤 영향을 주는지 분석되었다.

1. 제안 단계 - 실험설계에 대한 논변 구성

실험설계에 대한 논변을 구성하고 제안하는 단계에서는 실험의 변인들을 고려하여 실험을 설계하고 제안된 실험들의 과학적 타당성을 논의하는 활동이 기대된다(Osborne, Erduran, & Simon, 2004). 소집단 3의 학생들은 BTB 용액의 특성을 바탕으로 다양한 변인들을 고려하여 실험을 설계하였고, 자기 실험설계의 정당화에 초점을 두어 왜 자신의 실험이 타당한지에 대한 논변을 구성하였으며, 서로의 실험에 대해 의의를 제기하였다. 이러한 참여는 이전의 다른 차시의 과제에서 보인 논변활동과는 대조적인 모습이었다. 예를 들어 학생들에게 앞의 단면을 찍은 현미경 사진에서 (가)와 (나) 중 어느 쪽이 윗면인지를 결정하는 12차시의 과제가 주어졌을 때 학생들의 정답은 ‘(가)가 윗면이다’로 일치하였고, 학생들은 정답에 대한 어떠한 근거를 요구하거나 자신의 주장에 대한 정당화 없이 오로지 활동지의 정답을 채우는 모습만을 보였다. 학생들은 정답이 있다고 생각하는 과제에서 서로의 정답이 일치하여 자신의 주장에 대한 정당화나 반론, 반박을 펼칠 필요성을 느끼지 못했을 수 있다(Cho, Chang, & Kim, 2013; Kind *et al.*, 2011). 또한 학생들은 이러한 논변활동 과제가 논의되는 아이디어의 본질에 주목하여 현상을 이해하는 활동이라기보다는 정답을 찾는 과정이라고 인식하였고, 이러한 인식이 생산적인 논변활동을 저해했을 수도 있다(Hutchison & Hammer, 2010). 그러나 13차시의 과제에서는 소집단 논변활동 시간이 시작되자 D를 제외한 모든 학생들이 자기주장에 대한 정당화, 반박, 반론을 하며 활발하게 소집단 논변활동에 참여하였다.

가. A의 실험설계 과정

소집단 활동이 시작되자 A는 자신이 생각한 실험을 옆에 앉아있는 B에게 설명하기 시작하였다. A는 광합성에 대한 지식과 여러 실험 도구 및 재료에 대한 지식을 이미 가지고 있었으므로 곧바로 실험설계에 대한 자신의 주장을 구성할 수 있었다. 다음은 소집단 논변활동

이 시작되었을 때 A가 자신의 주장을 구성하는 담화를 나타낸 것이다.

- 01 A 야, 근데 일단은 우리가 여기다가.. 이산화탄소가 필요하다고 했잖아. 근데 이산화탄소를 하면 되게 노란색이잖아. 여기 시험관에다가 물풀을 넣어.
- 02 B 예?
- 03 A 그러니까 검정말을 넣어. 그 다음에 BTB용액을 넣고, 거기다가 창문에 놔두고 빛이랑 물이 다 있잖아, 개를 흡수하면서..(주로 B에게 설명)
- 04 B 니가 말한거 저거야? (앞을 가리킴)
- 05 C 잠깐 근데 A야, 근데 니가 말한 실험, 그거 교과서 실험하고 겹치는데?
- 06 A 양해해. (B에게 이어서 설명) 애 시험관이 있잖아, 그쪽에다가 탄산을 좀 넣어, 탄산.. 탄산을 좀 넣어. (C를 바라보고 설명하기 시작) 그쪽에다가 검정말을 넣고 BTB용액을 하면 노란색이잖아, 햇빛에다 놔둬.
- 07 B 잠깐!
- 08 A (계속해서) 그 다음에 파란색으로, 아님 초록색으로 변화면은..
- 09 B 잠깐!
- 10 A 이산화탄소 쓴 거잖아.
- 11 B 노란색.. 이산화탄소..(안들림) 근데, 니가 탄산을 먼저 넣고 BTB 넣는다고 했잖아, 그러면(안들림)..? 탄산이잖아! 산성!
- 12 A 그러니까 이산화탄소잖아. 이.산.화.

위의 담화에서 B는 A의 주장에서 나타난 이산화탄소와 pH, BTB 용액의 관계에 대해 적극적으로 이해하려는 모습을 보였다. 그러나 C는 A와 마찬가지로 광합성에 대한 지식과 여러 가지 실험 도구 및 재료에 대한 이해를 이미 가지고 있었기 때문에 A의 주장에 대한 내용이나 원리를 묻기 보다는, ‘교과서와 겹친다(05행)’라고 말하며 실험의 적합성에 대해 이의를 제기하였다. 이에 대해 A는 ‘양해해(06행)’라고 답하며, C의 말에 더 이상의 반응을 보이지 않았고 figure 1과 같이 광합성 실험설계에 대한 논변을 계속해서 구성하고 있었다.

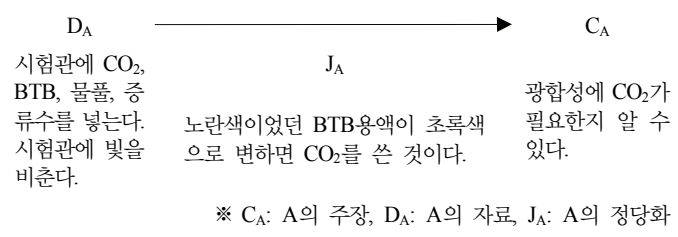


Figure 1. 광합성 실험설계에 대해 A가 구성한 논변

C는 A가 자신의 반박을 무시하자, 연구자에게 ‘교과서 실험과 겹치면 어떡해요?(13행)’라고 물으며 반박에 대한 타당성을 권위에 기반하여 정당화시키려고 하였다.

- 13 C 선생님! 선생님! 근데요, 고안한 실험이 교과서 실험하고 겹치면 어떡해요?
- 14 R 교과서 보면 안돼요! 교과서 넣구요.
- 15 C 아노, 겹쳐요.
- 16 B 선생님, 이산화탄소가.. 이산화탄소가 산성이예요?
- 17 R 네, (이산화탄소가) 녹아 들어가면, 물에 녹아 들어가면 산성이예요.
- 18 B 이야~(박수)
- 19 A (자랑스러워함)

앞선 두 담화에서 보인 학생들의 소집단 상호작용을 Shepardson과 Britsch(2006)가 제시한 상호작용 영역의 관점에서 살펴봤을 때, 개인적 상호작용 영역(individual zone of interaction)과 유사한 형태의 상호작용이 나타났다. A는 자신의 실험 내용을 이해하려는 B에게는 계속해서 반응적인 응답을 주고 있으나 자신의 주장에 이의를 제기한 C의 말에는 여전히 반응하지 않았다. 즉, B는 ‘이야~’라고 말하거나 박수를 치며 A의 주장에 호응하는 모습을 보였고(18행), A의 주장을 이해하고자 연구자에게 질문을 하거나(16행) A에게 설명을 요청하는 모습을 보였고(11행). A는 자신에게 긍정적인 반응을 보이는 B에게 자신의 실험에 대해 자세히 설명해주며 B가 자신의 실험을 잘 이해하도록 돕고 있었다. 그러나 C는 A의 주장에 대해 호응을 보이지 않으며 문제점만을 지적하였고(05행, 13행), A는 이런 문제점 지적을 무시하는 모습을 보였다. 이처럼 논변활동에서 중학생들이 자신의 발화에 긍정적인 피드백을 주는 구성원과만 상호작용하는 모습은 다른 여러 문헌들에서도 관찰된다(e.g., Lee, 2011; Shim, 2015).

A가 광합성 실험설계에 대해 구성한 논변은 주장, 자료, 정당화로 구성되어 논변 요소를 잘 갖춘 형태였으며 과학적으로 타당한 내용이 었다(figure 1). 그러나 다른 학생이 자신의 주장에 대해 반박을 하였을 때에는 반박을 단순히 무시해버리며 이를 고려하여 자신이 구성한 실험을 수정하려 하지 않았다.

나. B와 C의 실험설계 과정

C는 A가 자신과는 논의하지 않는 모습을 보이자, 앉은 자리에서 일어나 A의 옆으로 다가가며 자신이 생각하는 실험설계에 대해 설명하기 시작하였다. 다음은 C가 자신의 주장을 구성하는 담화를 나타낸 것이다.

- 20 C 야야, 그거 말고 이건 어떡냐? 니 방식하고 크게 다르지 않은데, 시험관에다가 BTB용액을 넣고 노란색이나 초록색을 맞추고 그 다음에 그 물에 (한쪽에) 녹말을 넣으면 한쪽은 죽겠고..(안들림) (C의 이야기 듣고 A가 무언가 얘기함-반대의견 인듯)
- 21 B (A에게)아니지, 개(녹말)가 기공..기공을 막고
- 22 C 이산화탄소를 막게 되면은, 이산화탄소가 엽기성..
- 23 B 근데 그냥..
- 24 A 근데 니(C) 생각을 치면 애(물풀)는 죽어. 왜냐면 애는 밤에...(안들리나 호흡관련 이야기인 듯)

C는 물풀이 들어있는 한 시험관에는 녹말을 넣어서 이산화탄소를 사용하지 못하게 하고, 다른 시험관의 물풀은 이산화탄소를 쓰게 하여 광합성에 이산화탄소가 필요한지를 검증하고자 하였다(20행). 이에 대해 A는 반대의견을 말하였고(작은 목소리로 말하여 녹음되지 않음), B는 A에게 녹말이 기공을 막아서(21행) 이산화탄소를 사용하지 못하게 만들 수 있다고 말하였다. C는 B의 말을 듣고 이산화탄소를 막게 되면 엽기성을 만들 수 있다는 설명을 덧붙인다(22행). A는 B와 C가 주장한대로 실험을 했을 경우 물풀이 살 수 없다고 반박하지만(24행), B는 계속해서 녹말을 사용한 실험을 하자고 주장하였다. B와 C가 광합성 실험설계에 대해 구성한 초기 논변은 주장, 자료, 정당화로 구성되어 논변 요소를 잘 갖춘 형태였지만 과학적으로 타당하지

않은 내용이었다(figure 2).

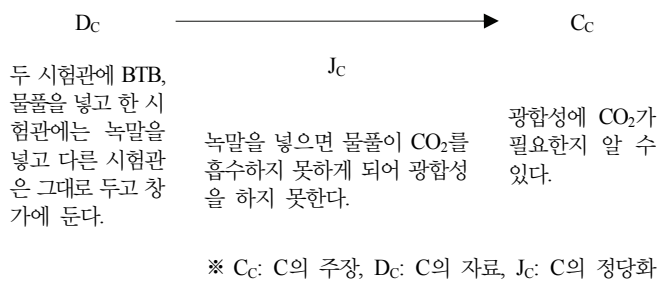


Figure 2. 광합성 실험설계에 대해 C가 구성한 초기 논변

B는 C의 실험에 가열이라는 방법을 추가하여, 처음과는 조금 다른 실험을 고안해냈다(25행). A, B, C 모두 자신의 의견을 개진하게 되면서 개인적 상호작용 영역 경계가 약화되고 다 같이 소집단 논변활동에 참여하는 모습을 보이며 과학적 아이디어를 함께 형성해 나갔다. 이때 비슷한 실험설계를 구성한 학생들끼리 하위 집단을 구성하게 되었고 자신의 생각을 정당화시키고자하는 복합적 상호작용 영역(multiple zone of interaction)이 나타나기 시작하였다.

- 25 B 내가 하는거 봐봐. 여기다가 시험관에다가 먼저 검정말을 넣어. 그 다음에 넣어. 그 다음 갈대기를 위에 올려놔. BTB부어. 그다음에 녹말(?)을 넣어. 그다음에 스포이트로 물 넣어. 그다음에 알콜 램프를 거기다 가열해. 그러면 이산화탄소가 없어지겠지. 그러면 (안들림). 그다음에 어...
- 26 C 내가.. 어떻게, 고민하고 있던거는..어떻게 염기성을 만드나..
- 27 B 가열하면 되잖아?
- 28 C 가열은 생각 못했는데, 잘했어! 그런데..그러니까 니(B)말은 여기 이거하면 이거 두개 다 물풀한 거 둘다 넣어보자는거지?
- 29 B 그 다음에 하나는.. 두 개를 일단 가열해보면 되지 않나? 그럼 이산화탄소가 빠져나가.
- 30 A 내가..둘다..둘다 초록색 일거 같애.
- 31 B 왜?
- 32 A 다 날라가면은 그냥 중성이 되니까.
- 33 B 이산화탄소가 빠져나가지않아.
- 34 A (이산화탄소가) 빠져나오지.
- 35 C 우리의 목적은, 우리의 목적은 이산화탄소를 없애는게 목적이야.
- 36 A 그러니까 이게, 광합성을 하는데 이산화탄소가 필요한지, 안한지 물어보는거잖아. 근데 물풀은 지가 알아서 다 이산화탄소를 흡수하면서 광합성을 하잖아.
- 37 C 그러니까...(내 말은..)

위의 담화에서 비록 B가 주장한 실험설계는 과학적으로 옳지 않으나 이산화탄소를 없애는 방법으로 가열이라는 새로운 방법을 제안하였으며 그는 이 실험에서 이산화탄소의 유무가 독립변인임을 인식하고 있었다(25행). 그러나 C는 가열의 의미를 잘 이해하지 못하여 여전히 어떻게 한 시험관은 염기성으로, 다른 시험관은 산성으로 만들지를 고민하고 있었다(26행). B는 염기성을 만들 수 있는 방법이 가열임을 제시하였고(27행), 이에 대해 C는 ‘가열은 생각 못했는데, 잘했어!’

라며 가열을 통해 이산화탄소를 없앨 수 있다는 것을 이해하게 되었다(28행). C는 복합적 상호작용 영역 내에서 얻은 정보를 바탕으로 초기 논변에서 보인 이산화탄소를 없애는 방법을 녹말이 아닌 가열로 수정하여 처음의 주장보다는 과학적으로 정교화된 주장을 구성하게 된다. 광합성 실험설계에 대해 C가 구성한 후기 논변은 figure 3과 같다.

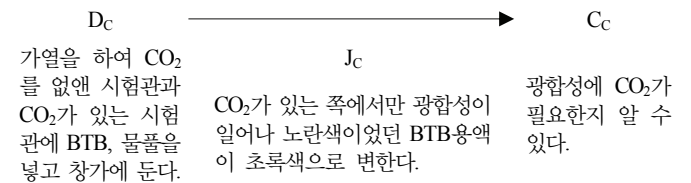


Figure 3. 광합성 실험설계에 대해 C가 구성한 후기 논변

B와 C의 실험설계 과정을 듣고 있던 A는 가열에 대해 반박하였다. A는 가열을 통해 이산화탄소가 빠져나온다는 지식은 이미 알고 있었지만(34행), 이 실험에서 가열을 하여 염기성으로 만든 시험관이 왜 필요한지는 이해하지 못하였다. 이에 C는 ‘우리의 목적은 이산화탄소를 없애는게 목적이야(35행).’라고 말하였다. 그러나 이 실험에서 왜 이산화탄소가 없는 시험관을 만들어야 하는지에 대한 정당화는 하지 않았다. 즉, 광합성에 이산화탄소가 필요하지 아닌지를 알아보는 실험이므로 실험의 독립변인이 이산화탄소의 유무가 되는 것이 실험의 목적에 적합하다는 정당화는 없었다. A는 ‘지금 우리가 설계해야 하는 실험이 광합성에 이산화탄소가 필요한지, 안 한지를 알아보는 게 목적이야’라는 말을 하지만(36행), 이 실험의 목적과 B와 C의 실험이 갖는 의미를 연결시켜 생각하지 못하였다.

C는 광합성 실험설계의 초기 논변에서 물풀이 이산화탄소를 이용하지 못하게 하는 방법으로 녹말을 사용하자고 했지만, 복합적 상호작용 영역 내에서 이루어진 논의를 통해 녹말 대신 가열이라는 방법을 사용하기로 하면서 과학적으로 타당한 논변을 구성할 수 있었다. 또한 이 논변은 주장, 자료, 정당화로 구성되어 논변요소를 잘 갖춘 형태였다(figure 3). 그러나 A가 가열에 대해 반박을 하였을 때 C의 반론에는 정당화가 포함되지 않았고 이에 따라 A는 C의 실험에서 가열을 한 시험관이 왜 필요한지에 대해 이해하지 못하였다.

다. 실험설계의 과학적 타당성에 대한 논의

A는 가열을 하면 이산화탄소뿐만 아니라 산소가 모두 빠져나가게 되고 산소가 없으면 물풀이 살 수 없게 되어 가열이 적합하지 않다고 생각하였다. 이러한 자신의 생각을 바탕으로 가열이 갖는 문제점에 대해 반박하기 전에, 자신의 생각의 타당성을 교사의 권위로 먼저 지지받고자 하였다. 다음은 A가 다른 동료들과 상호작용을 통해 가열의 문제점을 찾아보기에 앞서, 수업에 참여하고 있던 연구자에게 질문하는 담화이다.

- 38 A 선생님! 가열하면요, 이산화탄소가 날아가는 거예요? 아니면 다 날아가는거예요?
- 39 R 그치, 기체가 다 날아가는데, 거기에 물에 녹아서 산성, 중성, 이렇게 나타낼만한 건 이산화탄소가 있는거야.

- 40 A 만약에 산소가 있는 상태에서 가열하면 산소도 날아가는거죠?
 41 R 근데 산소는 그 pH에 그렇게 크게 영향은 많이 안주고
 (중략)
 42 A 그럼 만약에 여기 증류수에 산소만 들어있다면 산소만 빠져나가겠네요?
 43 R 산소도 같이 나가는데, 여기서 색깔변화를 나타내는 것은 주로 이산화탄소라서 그 얘기만 주로 하는 거죠. 산소도 같이 나가.

A는 지나가던 연구자에게 시험관에 있는 기체가 가열을 하면 다 날아가는지를 물었다(38행). 이에 연구자는 ‘pH를 나타내는 것은 이산화탄소’라고 답하였다(39행). A는 가열을 하면 산소가 빠져나간다는 답을 듣기 위해 또다시 가열을 하면 산소가 빠져나가는지를 물어 보지만(40행), 연구자는 명확한 답을 주지 않고 ‘pH에 산소는 크게 영향을 주지 않는다’고 말하였다(41행). 이에 A는 자신이 원하는 답을 듣기 위해 똑같은 질문을 반복하며 산소가 빠져나가는지를 끈질기게 묻는 모습을 보였다(42행). B와 C의 실험에서 가열이 문제가 있다는 것을 반박하기 위해 연구자의 대답이 중요한 것처럼 보이며 이는 중학생들이 자신의 주장이나 반박에 대한 근거로 교사의 권위에 주로 의존한다는 여러 문헌들과 맥락을 같이 한다(Kelly & Chen, 1999; Schwarz *et al.*, 2003; Zohar & Nemet, 2002).

가열을 하면 어떤 일이 일어나는지에 대해 연구자의 의견을 들은 후(43행), 다시 그룹 논의로 전환되어 연구자의 설명을 근거로 가열의 과학적 타당성에 대해 A, B, C가 함께 논의하였다.

- 44 A 그러니까 이거.. 이거 두 개를 가열을 하면 안 되지. 둘 다, 산소랑 이산화탄소랑 둘 다 빠져나가잖아.
 45 B 산소는 조금 나간다는 거잖아.
 46 A 아니 산소는 조금 나간다는게 아니라 산소도 같이 나가긴 나간데. 이산화탄소랑
 47 B 근데 (pH에) 산소는 영향이 없대잖아.
 48 C 근데 그렇게 크게 상관 없을거 같애. 여기에서 밤에 식물은 산소로 호흡을 하는데.. 낮에 광합성으로 만드는게 있잖아.
 49 B 아니면 그것만 해, 이산화탄소만 있는거. 그것만 가열하면 되잖아. 아니면 산소만 있는 걸 가열해가지고 그 이산화탄소는..

A는 교사의 말을 인용하며 ‘가열을 하면 산소와 이산화탄소가 둘 다 빠져나간다(44행, 46행)’고 반박을 하지만, B와 C는 ‘산소는 영향이 없다(47행)’, ‘낮에 광합성으로 산소를 만든다(48행)’라고 말하면서 자신들의 실험설계에 대한 주장을 방어한다. A는 자신과 서로 다른 의견을 펼치는 B와 C에 대해 ‘둘이 알아서 하세요!’, ‘니네 둘이 해!’라며 부정적인 반응을 직접적으로 표현하였고, 이로 인해 학생들 간의 소집단 논의가 중단되었다. 이후 C는 자신의 주장을 동료들에게 설명하기보다는 연구자에게 설명하는 모습을 보였는데, 이는 자신의 주장에 대해 허용적인 모습을 보이지 않는 A로 인해 상호작용의 대상이 동료가 아닌 교사에게로 향하게 된 것으로 보인다. 구성원들이 다양한 상호작용을 위해서는 격려와 칭찬 같은 허용적인 소집단 분위기를 형성할 필요가 있다(Mortimer & Scott, 2003).

결국 제안 단계에서의 논변활동 결과 과학적으로 타당한 두 개의 주장이 합의점을 찾지 못한 채 나오게 되었다. 학생들은 자신의 주장

에 대한 반박을 고려하여 실험을 수정하거나 상대방 실험이 갖는 장점을 생각해보는 모습은 보이지 않았다. 학생 간의 상호작용 측면에서 이러한 경쟁적인 논변이 일어나게 된 요인으로는 동료합법화의 부재를 들 수 있다. Berland와 Lee(2012)는 세 가지 소집단 논변활동 사례를 관찰하여 합의 형성을 지지하는 학생들의 상호작용 방식으로 동료합법화(peer legitimization)를 제시하였다. 동료합법화란 학생들이 아이디어의 과학적 타당성 또는 정확성에 대해 판단하지 않고, 서로의 아이디어의 잠재된 가치를 인정하는 것을 말한다. 이러한 동료합법화는 다른 구성원들에게 자신의 생각이 받아들여지고 있다고 느끼게 하여 학생들의 “체면을 세우도록” 돕기 때문에(Goffman, 1974), 경쟁적이고 설득적인 논변에서 벗어나 서로의 의견을 이해하며, 합의를 형성하는 상호작용이 일어날 수 있게 한다고 제안한다. A는 자신과 다른 주장을 펼치는 C의 의견을 듣는 것을 지켜워하는 모습을 보이며 자신의 주장에 대해 “교과서와 겹친다”는 반박을 펼치는 C의 의견을 무시하고 B와 C의 의견을 고려해보려는 시도를 보이지 않았다. C도 A의 실험에 대한 타당성을 인정하거나 가치있게 여기지 않고, 자신의 주장을 계속해서 관찰시키는 모습을 보였다. 이러한 동료합법화가 일어나지 않는 소집단 상호작용은 A와 C 간의 합의를 이끌어내는 데에 기여하지 못하였다.

라. 논변활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해

제안 단계에서 학생들의 행동과 발화를 통해 드러난 인식적 목표 및 인식적 이해를 살펴보면 다음과 같다. 소집단 3의 학생들은 13차시 이전의 논변활동에서 주로 ‘정답 찾기’에 열중하는 모습을 보인 반면, 13차시 과제에서는 정해진 하나의 실험설계를 찾으려 하지 않고 근거를 들어 실험설계를 구성하며 이해하는데 초점을 두었다. 학생들은 실험설계에서 주요 측정 변인인 BTB 색깔을 pH, 이산화탄소와 관련지어 이해하려고 하였으며, 이산화탄소 변인을 녹말 입자나 가열을 이용하여 어떻게 조작할 수 있는지를 이해하려고 하였다. 이러한 학생들의 담화는 학생들의 활동에 대한 인식적 목표가 ‘과학적 의미 형성’임을 나타낸다. 이와 같은 학생들의 활동에 대한 인식적 목표의 전환은 열린 탐구에서 비롯되었다고 판단된다. 학생들은 자유롭게 실험설계를 하면서 하나의 정답이 있다고 생각하지 않았고, 타당한 실험설계 구성을 위해 각 변인에 대한 의미를 이해하려고 활발하게 논의하였다. 이 과정에서 학생들은 지식 구성의 주체가 자신임을 느끼게 되어 능동적으로 실험설계에 참여하였다(Chin & Brown, 2002).

지식 산물의 본성에 대한 학생들의 인식적 이해는 학생들이 구성된 실험설계를 통해 드러났다. 학생들은 서로 다른 실험을 구성했지만, 제안된 실험들은 모두 ‘이 실험이 어떻게 광합성에 이산화탄소가 필요할지를 알아볼 수 있는지’를 바탕으로 구성되었다. 이는 학생들이 ‘이 활동에서 구성하는 지식 산물은 무엇이 어떻게 혹은 왜 일어났는지를 설명해야 한다’는 인식을 가지고 있음을 말해준다. 지식 산물의 본성에 대한 이해는 제안 단계에서 비교적 일관성 있게 나타났는데 비해, 아이디어의 정당화에 대한 학생들의 인식적 이해는 광합성 실험설계를 구성할 때와 다른 학생의 주장에 대해 반박할 때 서로 다르게 나타났다. 학생들은 광합성 실험설계를 구성할 때 광합성 실험 재료에 대한 이해와 광합성 과정에 대한 자료를 바탕으로 자신의 주장에

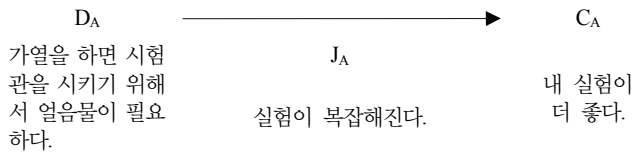


Figure 5. 상대를 설득시키기 위해 A가 구성한 논변(11행)

두 논변 모두 ‘가열을 위해 알코올램프를 사용하게 되면 실험이 복잡해진다’는 동일한 내용을 담고 있다. A의 반박에 C는 자신의 실험의 제한점을 인정하나(09행), ‘얼음물은 필요하지 않다’라고 반박하였다(12행, 14행). 여기서 C는 자기 실험의 제한점을 단순히 거부할 뿐, 그 제한점을 좀 더 적극적으로 방어하지 않는다. 예컨대, ‘이게 뭐 위험물이야? 위험물이긴 하지. 근데..(09행)’라는 발화에 이어서, ‘근데 다른 수업에서도 알코올램프는 다른 적이 있잖아. 조심해서 다루면 문제가 되지 않아’라거나, ‘근데 독립변인으로 이산화탄소를 없애려면 가열이 꼭 필요하기 때문에 위험하다고 해서 아예 하지 말아야 하는 건 아니잖아?’라는 등의 자기 실험의 위험요소를 보완하는 설명은 하지 않았다.

A와 C의 대립적인 상황을 인지한 B는 이 둘 사이를 중재하기 위해 A가 주장하는 실험의 간편함과 C가 주장하는 이산화탄소를 독립변인으로 해야 한다는 의견을 합치려 하였다. B는 간편하게 비닐랩을 이용해 이산화탄소를 없애자는 다소 엉뚱하고 과학적으로 옳지 않은 주장을 하였고, 이러한 B의 주장은 소집단에 받아들여지지 않았다. 다음은 B의 중재에도 불구하고 계속해서 A와 C 간의 대립적인 논변이 펼쳐지는 담화이다.

- 15 C 우리가.. 이산화탄소가 광합성에 이산화탄소가 왜 필요하냐?
- 16 A 그러니까 내의견이 그냥 이컨데, 그럼 알코올램프를 써. 쓰면 돼. 한번 써봐. 실험결과가 제대로 나오는지 일단 니네가 알아서 하고, 나는 상관 안할게. 그냥 니네들이 하라는대로만 할게. 알코올램프를 써! 쓰는데 우리는 보호안경도 필요하고 장갑도 필요하고 그럼 그렇게 해. 그다음에 알코올램프를 이걸 손으로 기열할건 아니잖아? 거기다가 발화기도 필요하고. 이거 알코올램프 하나만 추가하는데 드는게 많잖아. 그러니까 너희들이 그런거 알아서 감당해. 니(C)가 감당하라고.
- 17 B 간편하게 이렇게 하자(A의 실험을 하자).
- 18 A (C에게) 아무 상관 안 할테니까 감당해!
- 19 B (준비물 그림 짚으며)요거랑 요거랑 요거. 요거 요거 요거.
- 20 A 나는 진짜 신경 안 쓸테니까, 나는 진짜 나는 간단한 걸로 추천했는데 니가 알코올램프 쓰겠다고 하면은 알코올램프 써. (교사가 지나가다가 격양된 A를 보고 옆에 와서 관망하고 있음)

C는 A를 설득하기 위해 실험의 목적을 다시 상기시켰지만(15행), C의 논변에는 정당화가 빠져있었으며(figure 6) 이로 인해 가열을 왜 해야하는지에 대한 개념이 부족한 A를 이해시키지 못하였다. 여기서 C가 할 수 있는 정당화는 ‘실험의 목적을 보면 이산화탄소가 조작변인이어야 하므로, 가열을 해서 이산화탄소를 없앤 시험관과 이산화탄소가 있는 시험관에서 광합성을 하는지 보는 것이 실험의 목적에 더 적합한 방법이야’가 될 수 있다.



Figure 6. 상대를 설득시키기 위해 C가 구성한 논변(15행)

A는 C의 발화에 대해 자신이 모르는 것을 질문하지 않고, ‘내 의견은 그냥 이컨데..(16행)’라고 말을 시작하며, 또다시 앞서 이야기한 가열로 인한 복잡함에 대한 반박을 하였다. C는 자신의 실험설계가 복잡하여 실험하기 힘들다는 A의 반박에 전혀 동의하지 않아 A의 반박을 받아들이지 않았다. 그러나 A는 계속해서 똑같은 내용의 반박만을 함으로써 C가 납득할 만한 정당화를 보이지 않았다.

또한 A는 ‘알코올램프 써. 쓰면 돼. 한번 써봐’라고 상대의 주장을 수용하는 듯한 발화를 하지만, 비아냥거리는 말투와 이 발화에 이후에 보이는 ‘나는 상관하지 않을게’(16행, 18행, 20행), ‘니들이 감당해(16행, 18행)’라는 발화 등을 보면 진정으로 C의 주장을 수용하는 것이 아닌 단순히 감정적으로 자신이 화났다는 것을 표출하는 것으로 보인다. 소집단 논변활동을 통해 나온 실험설계는 소집단 구성원이 함께 구성한 것이므로 그 실험에 대한 구성원들의 공동책임감이 필요하다. 그러나 A는 C의 실험으로 할 경우 자신은 상관이 없다는 발화를 하며 소집단 내의 공동체 의식이 매우 부족한 모습을 보임으로써 협력적인 논변활동에 제한적인 모습을 보였다. 협력적인 학습의 수행을 저해하는 요인으로 학생들의 전형적인 비협조적이고 논쟁적인 태도(Maloney & Simon, 2006)와, 이와 함께 나타나는 다른 사람의 생각에 대한 실질적인 참여의 부족(Brown & Campione, 1996; Hatano & Inagaki, 1991)이 다른 연구에서 보고된 바 있다. 또한 학생들이 복합적인 상호작용 영역에서 하위집단의 장·단점 평가할 때, 칭찬과 호응과 같은 긍정적인 피드백은 학생들의 생각의 흐름을 분산시키기보다는 하나의 주제에 대해 보다 오랜 시간 집중할 수 있도록 해주고 주제와 관련된 생각들이 계속해서 생산될 수 있도록 촉진하여 하나의 동의된 합의에 이르게 할 수 있다(Lee, 2011). 그러나 소집단 3의 구성원들은 복합적인 상호작용 영역에서 서로의 주장에 대한 장·단점 평가할 때, 비난이나 무시와 같은 부정적인 피드백을 보임으로써 소집단 논변활동을 중단시켰으며 대안적인 설명을 구성하거나 현재의 주장들을 수정하여 발전시키는데 기여하지 못하였다.

나. A의 주장에 대한 C의 반박

제안 단계나 선정 단계의 논변활동 동안 A주장에 대한 C의 반박은 ‘교과서와 겹친다’는 단 한가지의 내용만을 담고 있었다(figure 7). A는 이러한 반박에 대해 교과서와 겹치더라도 상관이 없다는 인식을 가지고 있었기 때문에 C의 반박을 받아들이지 않았다. 다음은 제안 단계에서 A의 주장에 대한 C의 반박이 드러난 담화이다.

- 21 C 간단하건 좋은데, 니 실험이 간단하건 좋은데 교과서 실험하고 좀 겹친단 말이야.
- 22 A (화내며) 그러면 교과서 실험을.. 난 진짜 교과서 실험 안 봤어! 나는.
- 23 B 그러면 이렇게 해. A야.
- 24 C 아니, 아니 겹치니까..(안들림).. 선생님께서..(겹치면 안된다고 했잖아)

13차시의 전체 담화에서 A주장에 대한 C의 반박은 총 5번의 반박이 나타나는데(제안 단계의 05행, 13행, 선정 단계의 21행, 24행 등), 그 중 4번은 정당화없이 자료-주장의 구조만을 보였다. 한 번의 정당화도 ‘선생님께서 교과서와 겹치면 안 된다고 하셨어(24행)’라는 발화로, 과학적 설명을 평가하는데 교사의 권위와 같이 부적절한 기준에 의존(Linn & Elyon, 2006)함으로써 상대방이 충분히 납득할 만한 정당화를 보이지 않았다.

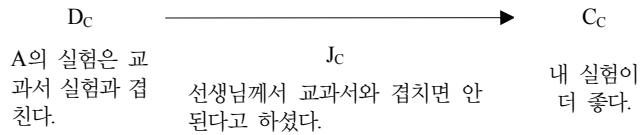


Figure 7. 상대를 설득시키기 위해 C가 구성한 논변(36행)

다. B와 교사에 의한 중재의 실패

A와 C 사이의 인지적, 감정적 갈등이 나타나는 상황에서 B는 구성원 사이의 갈등을 최소화시키고 서로 간의 합의를 이끌어내기 위해 노력하는 모습을 보였다. 소집단 구성원끼리의 분쟁을 중재하고 합의를 유도하는 중재자(Hogan, 1999)로서의 역할을 수행하고자 하지만 낮은 인식적 권위와 과학 지식의 부족으로 인해 학생들의 의견을 하나로 수렴하는데 기여하지 못하였다. 다음은 A와 C의 대립이 깊어지는 것을 인식한 B와 교사의 중재를 나타내는 담화이다.

- 25 B 근데 A의 의견도 좋아. 그러니까 왜냐하면 A, 니가 쓰자는게 이거 이거 이거지. 근데 우리가 지금 A의 의견을 겹쳐서 니가 말한 빛까지 포함해가지고는 두개를.. 근데 우리가 지금 알고 하고는 뭐냐? 이거 아냐? 이산화탄소가 증발하면 색깔이 바뀌는 이유. (A, C 둘 다 답답해함)
- 26 T (전체 학생을 향해) 자, 완성된 포스터는 뒤에 있는 이 질에 꽂아주세요.
- 27 A 니들이 알아서 해. 알코올램프를 쓰던, 내가 말한 게 겹쳐서 (안)하던, 알코올램프를 쓰던, 알루미늄 포일을 쓰던..
- 28 B 그럼 일단 쓰자!
- 29 A 그러니까 지금 의견을 정해야 되는데 왜 써. 뭘 어떤걸.
- 30 B 근데 이거 꼭 한 개의 의견을 써야 돼요?(연구자에게)
- 31 A 알코올램프를 그냥 너네들이 써. 삼발이하고 그런 거, 발하기 하고 그런 거..
- 32 T (3조에게만) 우리가 중요한건, 왜 우리가 조별로 하나면, 어떤 상황에서 든 너희들이 서로 의견이 다를 때, 다를수록 좋은거야. 하나로 쪽 가는 게 편할 수는 있겠지만 그렇지 않아. 서로 다른 의견들을 양보하고, 합의하고, 가장 최적의 것을 선택하는 걸 배우는게 이 프로젝트의 목적이야. 뭔가 내용을 배우려는게 아니라. 무슨 말인지 알겠니? 그러니까 D는 한국어를 잘 못하니까.. 그런 친구들은 어떡할거야? 그렇게 할거야? 어떻게 할건가.. 나는 지금 이 조에 제일 관심이 많아.

B는 A와 C의 실험들을 합쳐보려고 하지만 과학 지식의 부족으로 인해 대안적인 실험을 제시하지 못하였다. 더욱이 실험의 목적이 ‘이산화탄소가 증발하면 색깔이 바뀌는 이유’라고 말하며 실험에 대해 이해하지 못하는 모습을 보였다(25행). 중학생들의 소집단 상호작용을 분석한 많은 연구들을 살펴보면 주로 학생들은 인식적 권위가 높

은 동료의 말을 신뢰하고 귀기울여 듣는 모습을 보인다(e.g., Shim, 2015; Park, Lee & Kim, 2014). B는 다른 차시의 수업에서 과학적 지식의 부족함이 많이 드러났고 과학 성적도 중하위권이었기 때문에 A와 C가 생각하는 B의 인식적 권위는 그리 높지 않았다. 이로 인해 A와 C는 새로운 대안을 찾으려는 B의 제안에 관심을 기울이지 않았던 것으로 보인다. 또한 논리적이지만 B의 제안은 A와 C사이의 합의점을 찾는데 한계가 있었다.

교실을 순회하고 있던 교사는 3조의 상호작용이 잘 일어나지 않는 것을 인지하고 3조의 학생들을 향해 서로 양보하고 협의하여 가장 최적의 것을 선택하는 방법을 알아야 한다고 조언을 하였다. 또한 참여하지 않는 D를 염두하여 한국어를 못하는 친구가 있을때는 어떻게 해야할지에 대해서도 생각해보라고 하였다. 교사는 소집단 논변활동에서 합의에 이르기 위해 ‘양보’와 ‘협의’, ‘가장 최적의 것을 선택하는 것’이 요구된다고 말하며 학생들의 상호작용이 잘 일어날 수 있도록 스캐폴드를 제공하였다(32행). 그러나 교사의 개입 이후에도 A와 C의 인지적 대립 양상은 지속되었으며 여전히 자신의 주장만을 반복설명하는 모습을 보였다. ‘서로 협의하라’라는 형식의 강조는 교실 공동체에 의미있는 실행으로 이어지지 않을 수 있다(e.g., Berland et al., 2015). 학생들에게 의미 있는 실행을 지원하기 위해서는 형식의 강조보다는 서로의 실험을 합쳐 다른 제 3의 대안을 마련해보게 하거나 두 사람의 의견을 교실 전체의 논변 주제로 이끌어와 다른 학생들의 생각을 들어보는 등의 구체적인 스캐폴드가 필요할 것으로 보인다.

라. A와 C의 인지적 대립의 지속

다음은 B와 교사의 중재 이후 A와 C의 인지적 갈등 상황이 지속되는 담화를 나타낸다.

- 33 A 애(C) 알아서 하라고. 알코올램프 온도에 따라서 달라질 수도 있잖아. 만약에 오차가 생겨도 나는 몰라.
- 34 B 그럼 어떻게 할래?
- 35 C 아... 이거를 BTB용액을 그러니까 이거를.. 하나를.. 노란색을 만들어. 일단은 이산화탄소를 넣어서. 만든 다음에 한쪽은 가열을 해서 그러니까 한쪽은 좀 중성으로 만든 다음에 가열을 하면은 이산화탄소가 빠져나가고 염기성이 되겠지.
- 36 A 아니 뭘 그렇게 복잡하게 생각해? 그냥 내 의견 주게. 시험관에 다 물풀을 넣어. 그다음에 BTB용액을 넣어서 둘 다 노란색을 만들어. 물풀 두 개를 넣어. 그다음에 알루미늄 포일을 하나를 가려. 광합성 못 할 거 아냐. 하나는 광합성 해. 그 위에다 비닐랩을 씌워야 되겠지? 증발하지 않게? 광합성을 씌워서 두 개를 해. 하나, 만약에 빛이 차단돼서 광합성을 못하잖아. 그걸 열어봐. 노란색이잖아? 그리고 요쪽(빛 받은 쪽)은 바뀌었잖아? 그러면 광합성할 때 이산화탄소가 필요한 걸 그걸로 밝히는거지. 그냥 그렇게 생각해도 되지.
- (중략)
- 37 A 이 두 색이 변하면은, 광합성할 때 이산화탄소를 빨아들인다는건 틀린거지. 근데 왜 꼭 가열하려고 하는거야? 나는 그게 궁금해. 애는 계속 가열한다고 하는 의견을 내고 있어. 왜?
- 38 C 왜냐고? 내가 아까 말했는데 한쪽은 산성으로 만들고, 한쪽은 염기성으로 만든다는 것이 되잖아. 일단 가열을 하면은. 한쪽은 산성으로 만들어..

그렇기 때문에..여기다가 물품을 넣으면은 한쪽은, 한쪽은 둘다 물품을 넣으면은 한쪽은 뭐...

39 T 자 6번 의견이 모아졌나요? 그 큰 종이에 자기네 조에서 가장 강조하고 싶은 것만 그림으로 크게 그려서 빨리 거세요.

40 B 일단 A의 의견으로 쓰자. 그것도 심플하고.

교사의 개입 이후에도 A와 C는 자신의 실험이 더 좋다는 주장을 함에 있어 앞서 이야기했던 자신의 실험을 반복해서 설명하고 있었다 (35행, 36행). 이는 Mercer(2000)가 말한 논쟁형 담화의 특징으로 서로 간의 주장이 일치하지 않을 때 자기 주장만을 반복하며 단순한 주장과 반론의 교환이 이루어지는 담화라고 볼 수 있다. 또한 이런 담화는 Gilabert, Garcia-Mila & Felton(2013) 연구에서 보인 설득에서 이기려는 학생들의 담화와 일치한다. 논변 활동의 인식적 목적이 상대를 설득시켜 자신의 의견이 뽑히는 것일 때 학생들은 반대 입장의 측면에서 자신의 주장의 제한점을 고려하지 않고 단순히 반론을 무시하며 자신의 의견을 고수하는 경향이 있다. 이에 더하여, 상대방과 자신의 주장이 아닌 제 3의 대안을 제안하는 모습도 나타나지 않았다(Leitao, 2000).

선정 단계에서의 논변활동이 끝나갈 무렵에서 또다시 A는 C의 실험에 있는 ‘가열’에 대해 문제 제기를 하였다(37행). 실험설계를 제안하는 단계에서 A는 교사에게 ‘가열을 하면 산소와 이산화탄소가 빠져나가죠?’라는 질문을 했었고 B에게 이산화탄소가 물에 있으면 산성을 나타낸다고 말한 발화들을 고려할 때, A는 가열을 하면 이산화탄소가 빠져나가 염기성이 된다는 과학 지식을 가지고 있었다. 따라서 여기서 A가 문제를 제기한 ‘왜 꼭 가열을 하려는거야?’라는 발화의 의미는 실험에서 가열의 역할이 무엇인지를 묻는 질문이라기 보다는, 산성과 염기성을 띠는 시험관이 이 실험과 관련하여 어떤 이점을 갖는지에 대한 질문이었다. 그러나 C는 이에 대해 가열을 하면 염기성을 만들 수 있다고 말하며 자신의 실험을 반복 설명하고 있었다(38행). C는 A가 잘 이해하지 못하고 있는 이 실험과 관련된 가열의 이점에 대한 설명을 자신의 실험이 더 좋다는 주장에 대한 정당화로 사용하지 못하였다. 예컨대, ‘이 실험의 목적은 이산화탄소의 유무에 따른 광합성의 결과’야. 여기서 독립변인은 이산화탄소잖아. 내 실험도 독립변인이 이산화탄소니까, 내 실험이 실험 목적에 더 적합해’라는 정당화를 하지 않았다. A 또한 C의 실험이 갖는 제한점을 주로 이야기하며 C가 충분히 납득할 수 없는 ‘자신의 실험은 단순하고 상대방 실험에 비해 오차가 없다’라는 정당화만 보이고 있었다. A가 할 수 있는 다른 방향의 정당화, 예컨대, ‘실험이 복잡해지면 50분 안에 실험을 못해! 두 개 모두 실험이 적합할 때, 간단한 것이 더 효율적이!’라는 정당화는 보이지 않았다.

이 소집단에서 A와 C 간의 의견 차이는 끝까지 좁혀지지 않았고, 소집단별 결과를 제출하라는 교사의 요구에 B는 감정이 상한 A의 실험을 하자고 제안하였다. 결국 A의 실험이 소집단 실험으로 선정되었지만 이것은 구성원들이 협력하여 합의에 이른 것이 아니었다. 14차시 이후 협력적 성찰에서 C는 A의 주장에 동의한 것이 아니라 시간이 없어서 A의 실험을 선택했다고 불만을 표시하였다(44행).

41 R (중략)..그래도 마지막에는 분위기 굉장히 좋지 않았어?

42 A (고개 저음)

43 R 아니었어? 그런거였어? 난 되게 좋았다고 느꼈는데 그게 아니었구만. 그래요?

44 C 결국 시간이 없어서 A이 의견으로 대체한거 같아요.

45 R 아, 그런거야? C는 동의한건 아니고? C는 계속 가열하는 실험을 해보고 싶었던 거지?

46 C 네.

14차시에서도 A와 C는 9개의 실험들 중 원래 자신의 주장과 비슷했던 다른 조의 실험설계를 가장 좋은 실험이라고 채택하였으며, 14차시 수업 후 이루어진 협력적 성찰에서 실험설계에 대한 주제가 대두되었을 때 각자의 주장을 굽히지 않는 모습을 보였다. 이는 실험설계에 대한 인지적 갈등이 해결되지 않고 남아있음을 나타낸다.

마. 논변활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해

선정 단계에서 소집단 학생들의 논변활동은 논쟁으로 전환되었다. 논변활동에서 학생들은 대안적 설명들을 비교하고 평가하여 합의에 이르기 위해 노력하는 반면, 논쟁에서 학생들은 자신의 관점을 방어하고 다른 대안적 설명들을 폄하하기 위해 애쓴다(Mercer, 2000; Felton, Garcia-Mila, & Gilabert, 2009). 본 연구에서도 A와 C는 복잡한 상호작용 영역 내에서 끝까지 자신의 주장만을 관철시키며 오로지 상대방 실험의 제한점에 대해 공격하는 모습을 보였다. 이 경우에 의견의 교환이 이루어지지는 하나, 어떤 것이 좋은 논변인지를 검토하기보다는 이기는 것에 목적을 두어 자신의 의견을 변화시키려 하지 않았다. 이와 같은 모습은 Walton (1992)이 언급한 논쟁적 담화에 해당한다. 이를 토대로 하여 선정 단계에서 학생들이 논쟁 활동에 대해 갖고 있는 인식적 목표를 상대방을 ‘이기는 것’으로 해석하였다.

지식 산물의 본성에 대한 인식도 앞선 제안 단계에서와는 전혀 다른 양상이 나타났다. 어떤 실험이 더 좋은지에 대해 A가 갖는 인식은 ‘단순하고 정확한 결과를 보여주는 실험이 더 좋다’이고 C가 갖는 인식은 ‘새로운 방법을 사용하는 실험이 더 좋다’로, 서로 다른 주장을 하고 있었지만 그들의 주장들은 어떻게 그리고 왜 자신의 실험이 상대방 실험보다 더 좋은지에 대한 설명보다는 ‘이런 실험이 더 좋다’는 설명만 나열하고 있다는 점에서 동일한 지식 산물의 본성에 기반을 둔다. 다시 말해서 이 소집단의 학생들은 자신들이 구성한 지식 산물이 ‘무슨 일이 일어났는지를 기술하는 것’으로 인식하고 있음을 나타낸다고 할 수 있다.

이들의 정당화에 대한 인식은 ‘상대방을 이해시키기 위한 정당화를 할 필요가 없다’ 혹은 ‘권위에 기반하여 정당화하는 것’이었다. C는 자신의 실험설계가 복잡하여 실험하기 힘들다는 A의 반박에 전혀 동의하지 않았지만, A는 계속해서 똑같은 내용의 반박만을 함으로써 C가 납득할 만한 정당화를 보이지 않았다. C는 정당화 없이 ‘교과서와 겹친다’는 자료만 반복해서 제시하거나 ‘선생님께서 교과서와 겹치면 안된다고 하셨어’라는 정당화를 보임으로써 A를 충분히 이해시키지 못하였다. 학생들의 논변을 주장과 정당화 측면에서 분석한 많은 연구들에서 학생들은 보통 주장/정당화 측면에서 한 방향(one-sided)의 논변을 만들고(Sadler, 2006; Schwarz et al., 2003; Schwarz & Glassner, 2003) 다양한 정당화로 자신들의 주장을 뒷받침하지 않으며(Sandoval & Millwood, 2005; Zohar & Nemet, 2002)

왜 그 주장이 다른 주장에 비해 더 받아들일만한지 나타내지 않는다(Bell & Linn, 2000; Kuhn & Reiser, 2005)고 보고하였는데, 이러한 연구 결과는 논쟁적인 담화에서 보인 학생들의 논변 구조에 대한 분석과 유사하다.

A와 C가 선정 단계에서 갖는 청중에 대한 인식은 '경쟁자'였다. 학생들은 서로의 주장을 수용하여 합의된 관점을 찾거나 협력적으로 새로운 대안을 찾기보다는 자신의 주장만을 반복적으로 설명하며 상대방 주장들에 대한 구성적인(constructive) 비평없이 서로의 주장을 폄하하려고만 하였다. 14차시 이후의 협력적 성찰에서 A는 논변활동을 C와 다루는 것이라고 표현하였는데, A는 이러한 다툼에서 이기기 위한 방안으로 C를 주로 비방하며 그의 말을 따르되 실험에 오차가 있으면 책임을 묻겠다고 위협하였으며, 상대에게 부정적인 감정을 많이 표출하는 논쟁적인 태도를 나타냈다. A는 이전의 수업들에 대한 협력적 성찰에서 'C는 다른 사람의 의견을 존중하지 않고 독단적으로 활동을 주도하면서 다른 사람들이 따라오길 바란다'고 말하였는데, 이러한 C에 대한 A의 인식은 다른 주장을 펼치는 C와 경쟁적인 관계를 형성하도록 부추겼을 수 있다.

A: 저는, 그 조 사람만 좀 바뀌었으면 좋겠어요. 솔직히 말해서요. 지금 조는요. 솔직히 이 조에 불만이 있는 게요. 제가 현미경을 보는데요 맨날 C가 내가 만질게~만질게~그러면서 맨날 계속 자기가 맞추고요. 다른 사람이 맞추는 연습을 많이 해보려고 해도 어.. 내가 맞출 테니까 니네는 어찌고 저찌고 있어 이러면, 계속 자기 혼자서만 하나까 그제 B도 좀 불만이라 그러고.
(12차시 수업 후 협력적 성찰 전사본 일부)

논쟁적인 담화에서 나타난 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해는 제안된 실험에 대한 깊이 있는 인지적인 탐색을 방해하고 복잡적 상호작용 영역 내에서 서로의 의견에 대한 제한점만을 공격하는 비생산적인 논변활동을 일으킴으로써 협력적인 합의 형성에 기여하지 못하였다. 이는 학생들의 인식적 목표가 논변활동에 영향을 미친다는 기존 연구(Berland & Reiser, 2011; Garcia-Mila *et al.*, 2013)의 주장을 지지하며, 학생들의 인식적 전환이 어떻게 논변활동 실행으로 이어지는지를 설명하는데 단초를 제공한다.

3. 정교화 단계 - 선정된 실험설계의 정교화

하나의 선정된 실험을 소집단 결과로 제출하는 단계에서는 학생들에게 어떤 변인들을 더 고려할지를 구체화시켜 소집단 결과를 정교하게 구성하는 활동이 기대된다. 소집단의 학생들은 A의 실험설계를 무조건적으로 수용하기 보다는 선정된 A의 실험설계를 자신들의 소집단 결과로 제출하기 위해 실험설계의 과학적 타당성을 다시 따져보며 선정된 실험을 정교하게 구성하는 모습을 보였다.

가. 대조군 필요성에 대한 논의

비록 소집단 결과가 협력적인 합의를 통해 정해진 것은 아니었지만 정교화 단계에서 학생들은 A의 실험에 집중된 담화를 보였다. 이들은 A의 실험을 전지에 그리면서 실험설계에 대한 구체적인 방법에 대해

논의하였다.

- 01 C 이거 이거 실험을.. 꼭 시험관 두개를 쓸 필요는 없을거 같아. 하나만 쓰면 돼.
- 02 A 왜?
- 03 C 우리는 증명하기 위한거잖아.
- 04 A 두 개를 해야지 증명이 되지.
- 05 C 알루미늄 포일을 하면은 빛이 없으니까 광합성 자체가 안되잖아.
- 06 A 그러니까 이걸 두개를 해. 광합성을 한거, 광합성을 안한거. 만약에 광합성을 했을 때도 안바뀌면 어쩔거냐? 그러면 우리는 하나밖에 안했어. 그러면 또 실험을 해야되겠지 그대로? 혹시 모르니까 그렇다는 거야.
- 07 C 근데.. 알루미늄 포일은 아예 변화가 없는거잖아.
- 08 B 시험관, 야야야, 관용관용관용. 야야야
- 09 A 그러니까 만약에 그제, 잠깐만 (B에게) 만약에 변화하잖아, 광합성을 할 때 이산화탄소가 필요하다는거는 틀린게 되는거지. 왜냐면 광합성 못하는데도 이게 바뀐.. 이산화탄소를 빨아들여서 바뀌었으니까. 만약에 이게 알루미늄 포일을 덮은게 안 바뀌고 가만히 있고, 광합성 한 것만 바뀌면 광합성 할 때 이산화탄소가 필요하다는거지.

C는 시험관 2개가 필요한 A의 실험에 대해 이산화탄소가 필요하다는 것을 증명하기 위해서 1개의 시험관만이 필요하다고 말하였다(01행, 03행). 이에 A는 정당화없이 '두 개를 해야지 증명이 되지(04행)'라고 말함으로써 C를 이해시키지 못하였다. C는 다시 알루미늄 포일로 감싼 시험관은 광합성을 하지 못하므로 필요가 없다(05행)고 말하였으며 이에 A가 다시 대조군의 필요성에 대해 설명하였지만(06행), 여전히 이해하지 못한 C는 알루미늄 포일은 아예 변화가 없다고 반박하였다(07행). 이러한 끈질긴 C의 반박에 A는 과학적으로 타당한 정당화를 통해 C를 이해시켰다(09행).

위의 담화에서 A와 C는 대조군의 과학적 타당성에 대해 자신이 이해될 때까지 그리고 상대방을 이해시킬 때까지 계속해서 설명하였으며 처음에는 정당화없이 설명하는 모습을 보였지만 결국 과학적으로 타당한 정당화를 통해 A가 C를 설득시킬 수 있었다. C는 무조건적으로 A의 주장을 따르려 하기 보다는 어떻게 그 실험이 과학적으로 타당한지를 다시 한번 따져보며 소집단 결과를 과학적으로 정교화시키려 하고 있었으며 A도 이에 동참하며 자신의 실험의 타당성에 대한 과학적 설명을 구성하고 있었다. B는 아무런 발화를 하고 있지 않지만 학생들의 행동을 찍은 비디오를 보았을 때 A와 C의 논의에 관심을 두는 모습을 보였다.

나. 소집단 결과를 구체화하기 위한 논의

대조군의 필요성에 대한 논의 후에 A, B, C는 남은 10여분의 논변 활동 시간 동안 무엇을 어떻게 그릴지 협력적으로 논의하며 전지에 그림을 그리기 시작하였다. 선정 단계의 소집단 분위기와는 대조적으로 화기에애한 분위기 속에서 서로 상의하며 실험설계를 완성해나갔다. 정교화 단계에서의 담화는 Shepardson과 Britsch(2006)가 언급한 집합적인 상호작용의 영역(collective zone of interaction)의 특성을 반영하고 있었다. 학생들의 발화의 대부분이 전체 집단에 향하게 되면서 학생들의 모든 발화가 하나의 공통된 사회적, 내용적 목적 즉,

A의 실험의 대조군 설정, 변인통제 등을 포함한 구체적인 실험 방법을 위한 것이었다. 다음은 학생들이 전지에 A의 실험설계를 그리는 과정 중에 나타난 담화의 일부이다.

- 10 C 그걸 그렇게 그리면 어떡해? 알루미늄 포일로 그럴건데.
 11 B 알루미늄 포일은...그게 뭐야?
 12 A 이렇게 하면 되지. 애들이 못 알아보면은 화살표 크게 하고 알루미늄 포일이라고
 13 B 근데 여기는 비닐랩이지, 여기는.
 14 A 아니 아니 그게 아니라 여기에다가 둘 다 비닐랩을 씌워야지. 여기 증발하잖아. 어 비닐랩.
 15 C (랩을 그린다)
 (중략)
 16 B 끝. 야 뭔가 있어.
 17 A 아니지. 더 필요한거 있지. 시간.
 18 B 하루?
 19 A 시간은 하루? 그래 하루 정도 똑같이 해줄건 여기 두 개 다 BTB용액을 넣고, 아 맞다! 이산화탄소!
 20 C 날숨이면 되잖아.
 21 B 사이다, 사이다.
 22 C 사이다는 쯤 아니다. 그럼 이걸로 하자 조건 변인은 (안들림)
 23 B 조?
 24 C 조건변인. 그러니까 같게 해준거, 다르게 해준거.
 25 A 여기에서 빛차단.. 아 그냥해. 그냥해. 그냥 이 상태로 나가자.
 26 B 여기 빛차단 이라고 쓰자.

B는 A의 실험을 잘 이해하지 못하여 비닐랩으로 감싼 시험관과 알루미늄 포일로 감싼 시험관을 전지에 그리고 있었다. 이것을 보고 있던 C가 잘못되었다고 지적하자(10행), B는 자신이 이해하지 못한 부분에 대해 질문을 했고(11행, 13행) A는 비닐랩은 증류수가 증발하지 않게 두 시험관 모두에 해주는 것이라고 설명해주었다(14행). 학생들의 모든 발화는 실험을 좀 더 구체화시키기 위한 것으로, 어떤 색깔로 무엇을 적을지에 대해 계속 논의를 해가며 전지에 그림을 완성시켜 나갔다. 학생들은 통제변인과 조작변인까지 따져가며 소집단 결과를 정교화시키는 모습을 보였다(19행, 22행).

위 담화와 같이, 학생들은 소집단 실험이 선정된 이후에 다른 동료 가 실험을 정교화 시키기 위한 아이디어를 제안하면 함께 제안된 아이디어에 대한 가능성을 탐색하며 이에 대한 평가를 하는 형태의 상호작용을 주로 나타냈다. 선정 단계에서는 A와 C 간의 경쟁으로 인해 논쟁을 벌이다가 갑자기 정교화 단계에서 구성원들 간의 협력적인 모습을 보인 이유는 아마도 전체 소집단의 실험설계 중 하나를 선정할 다음 차시에서 다른 소집단과 경쟁관계에 놓이게 되므로 자신의 소집단 내의 동료와는 협력자의 관계가 형성되어 그러한 모습을 보였다고 할 수 있다. 이러한 해석은 전지에 그림을 다 그리고 난 후에 A와 C가 다른 조의 학생들에게 ‘이 정돈 되야지! 어? 짱 심플해’, ‘완전 짱이지?’라고 말하며 자신들의 실험을 자랑하는 모습을 통해 지지될 수 있을 것이다.

다. 논변활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해

정교화 단계에서 학생들의 행동과 발화를 통해 드러난 학생들의 인식적 목표 및 이해를 살펴보면 다음과 같다. 활동에 대한 학생들의 인식적 목표는 ‘과학적 의미 형성’이었다. 학생들은 A의 실험설계를 소집단 결과로 선정하였지만 이것을 그대로 수용하여 따르려고 하기 보다는 실험설계의 내용을 다시 되짚어보며 이해하고자 하였다. 이 과정에서 학생들은 대조군의 필요성과 다른 변인들을 고려하며 ‘어떻게 그 실험이 과학적으로 타당한지’에 대해 살펴보았다(본성). 또한 소집단의 결과를 정교화하기 위해서 ‘납득할 만한 정당화가 이루어져야 한다.’는 필요성을 바탕으로 과학적으로 옳은 정당화를 하고 있었다(정당화). 이는 무조건적으로 A의 실험을 수용하고 따르기보다는, A의 실험이 문제가 있다고 생각하는 부분에 이의를 제기하는데 스텝이 없는 모습(01행, 05행, 11행)과 자신이 이해될 때까지 정당화를 요구하고(05행, 07행) 이에 대해 과학적으로 타당한 근거를 들어 정당화하기 위해 노력하는 모습(06행, 09행, 14행)을 통해 지지될 수 있다. 또한 소집단 결과를 정교화함에 있어 학생들은 ‘협력자’의 관계에 놓였으며 동료와 함께 지식 산물을 구성하고, 그들의 서로 다른 이해를 정당화하며, 서로 다른 아이디어들을 평가하고, 그에 따라 자신의 의견을 수정하는 모습을 보였다(청중). 이러한 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해는 집합적 상호작용 영역 내에서 구성원 모두가 실험을 정교화하기 위한 의견을 제안하고 정당화하고 평가하는 생산적인 논변활동을 일으킴으로써 발전된 소집단 결과를 완성시키는데 기여하였다.

IV. 결론 및 제언

최근의 과학 교육은 학생들에게 과학적 사실들을 제공하는 것에서 벗어나 지식 주장의 구성, 정당화, 평가 등이 포함된 ‘인식적 실행’(Duschl, 2008; Kelly, 2008)을 하도록 요구한다. 이는 학생들이 인식적 실행에 생산적인 참여를 할 수 있도록 지원하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 학생들의 인식론에 주의를 기울일 필요성을 제기한다. 이에 따라 본 연구에서는 실행에서의 인식론(EIP) 관점을 토대로 실험설계 과제에서 학생들이 갖는 활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해가 어떻게 전환되며, 이러한 전환이 소집단 논변활동에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다.

실험설계에 대한 논변활동이 시작되자 학생들은 각자 실험설계를 구성하고, 제안된 2개의 실험설계 중 한 개를 선정하는 논의활동을 펼쳤으며, 이후 선정된 실험을 정교화하는 모습을 보였다. 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해는 각 맥락별로 전환되는 양상을 보였고 이에 따라 서로 다른 소집단 논변활동이 나타났다. 먼저, 실험설계를 제안할 때 학생들은 ‘과학적 의미형성’이라는 인식적 목표에 초점을 두고, 자신의 실험설계가 어떻게 광합성에 이산화탄소가 필요한지를 알아볼 수 있는지에 대한 주장을 구성하였다. 그리고 광합성 실험 재료에 대한 이해와 광합성 과정에 대한 자료를 바탕으로 자신의 주장을 타당하게 정당화하였다. 이와 같은 학생들의 활동은 ‘지식 산물은 무엇이 어떻게 또는 왜 일어났는지를 설명하는 것’이라는 지식 산물의 본성에 대한 인식과, ‘자료나 과학 이론에 대한 자신의 이해가 지식 산물을 정당화하는데 사용될 수 있다’는 정당화에 대한 인식을

반영한다. 이때 자신을 '지식의 구성자' 또는 '협력자'로서 인식함에 따라, 각자 자신의 실험설계를 적극적으로 구성하였으며 복합적 상호작용 영역 내에서 정당화, 반론, 반박의 형태를 갖춘 활발한 논변활동이 일어났다. 그러나 자신과 다른 주장에 대해서는 자신이 '평가자'가 되어 상대방 주장이 갖는 장점보다는 제한점만을 생각하는 평가적인 태도를 취하였다. 이때, 주장에 대한 정당화는 권위에 기반하여 일어나거나 상대방을 충분히 이해시키는 수준이 아니었다. 이에 따라 학생들은 자신의 제한점을 고려하여 주장을 수정하지 않았고 서로의 실험이 갖는 장점에 대해 깊이 있게 탐색하지 못하였다.

제안된 실험설계들 중 하나를 소집단 실험설계로 선정하고자 할 때는 학생들의 인식적 목표가 '이기는 것'으로 전환되었다. 학생들은 왜 자신의 실험이 상대방 실험보다 더 좋은지에 대한 설명보다는 '이런 실험이 더 좋다'는 설명만을 반복하였다. '자신의 실험이 상대방보다 더 좋다'라는 주장에 대한 자료로, A는 'C의 실험이 알코올램프를 사용하여 복잡하다', C는 'A의 실험은 교과서와 겹친다'라는 형태만 보였으며, 주장과 자료를 연결하는 정당화는 빠져있거나 권위에 기반한 정당화가 나타났다. 구성원들은 자신의 주장이 소집단 결과로 뽑히기를 바라며 '경쟁적인 관계'에 놓이게 되었다. 이러한 인식적 목표와 인식적 이해는 새로운 대안을 탐색해보거나 서로의 주장이 갖는 장점을 생각해보는 것을 제한하였으며 상대에 대한 부정적인 감정을 촉발시켜 감정적인 대립 현상을 나타나게 하였다. 결국 소집단 논변활동은 중단되는 모습을 보였으며, 시간 제한으로 인해 감정이 상한 A의 실험을 소집단 실험으로 선정하였고 끝내 협력적인 합의에 도달하지 못하였다. 이러한 인지적, 정서적 갈등 상황을 보였음에도 불구하고 A의 실험을 소집단 결과로 제출하기 위해 전지에 그림을 그릴 때는 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해가 변함에 따라 생산적인 논변활동으로 전환되었다. 선정된 실험을 정교화 할 때 학생들은 인식적 목표를 다시 과학적 의미형성에 두어 '어떻게 A의 실험이 과학적으로 타당한지'를 점검하는 모습을 보였다. 학생들은 다른 소집단을 설득시킬만한 정당화가 이루어져야 한다는 필요성을 바탕으로 대조군과 다른 변인들의 필요성에 대해 과학적으로 옳은 정당화를 하며 실험설계를 정교하게 구성시켜 나갔다. 이 때 구성원들은 '협력적인 관계'에 놓였고 집합적 상호작용 영역 내에서 생산적인 논변활동을 함으로써 소집단 결과를 발전시킬 수 있었다.

본 연구에서는 각 맥락에서 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해가 전환됨에 따라 논변활동의 양상도 서로 다르게 나타남을 확인하였다. 이는 학생들의 인식적 목표가 논변활동에 영향을 미친다는 기존 연구(Berland & Reiser, 2011; Garcia-Mila *et al.*, 2013)의 주장을 지지할 뿐 아니라 실행 속에서 학생들의 인식적 전환이 그들의 논변활동에 영향을 미치는 과정에 대한 하나의 가능한 메커니즘을 제공할 수 있다. 또한, 실험설계라는 개방형 탐구 상황에서 학생들이 논변활동에 참여하는 방법에 대한 이해를 깊이 하고, 생산적인 논변활동을 지원하는 교사들에게 학생들의 활동 참여 방식에 대한 정보를 제공할 수 있다는 점에서 교육적 가치가 있다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 교사가 논변활동을 조력하기 위해서는 학생들의 인식론에 주의를 좀 더 기울이고 이에 반응하는 것의 필요함을 제안할 수 있다. 학생들이 하나의 실험설계를 선정하는 과정에서 논쟁적인 담화의 양상을 보인 본 연구 결과를 예로 들어 볼 때, 소집단 구성원을 '경쟁자'라고 여기고 과제 목표는 '이기는 것'으로 간주하는 학생들의 인식에 주목할

필요가 있다. 여기에 '가열'에 대한 인지적 지식의 부족이 더해지면서 타당한 반박이나 정당화의 부재가 생겨났고, 학생들 간의 인지적 갈등이 심화된 것이다. 이 상황에서 교사는 구성원들이 '경쟁자'가 아닌 함께 지식을 공동 구성하는 '협력자'로 인식할 수 있도록 도움을 제공해야 하며, '왜 상대방 실험이 더 좋은지'에 관해서 생각해 볼 수 있도록 기회를 제공함으로써 과제 목표에 대한 인식을 '이기는 것'에서 '함께 의미 형성하기'로 전환시키는 것이 필요하다. 이에 더하여, 동료합법화와 같은 교실 내 규범형성과 정서적 지원을 함께 고려하는 교수전략을 고려할 필요가 있다. 본 연구는 탐구기반 과제에서 학생들이 갖는 활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해의 역동적인 전환을 분석함으로써 실행에서 보인 학생들의 인식론을 파악하였지만, 어떤 요인들이 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해를 전환시키는지에 대해서는 심도 있게 논의하지 못한 제한점이 있다. 추후 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해를 전환시키는 다양한 요인들을 파악하고 이러한 요인들이 인식적 이해에 어떻게 영향을 주는지를 밝히는 연구들이 이루어진다면, 생산적인 논변활동을 조력하는 수업 설계에 좀 더 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

국문 요약

본 연구는 탐구 과제에서 드러나는 학생들의 인식적 목표와 인식적 이해의 전환을 확인하고, 이러한 전환이 논변활동에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 중학교 1학년 37명의 학생들이 연구에 참여하였고, 학생들의 인식론이 맥락에 따라 변한 1개 소집단을 선정하여 광합성 실험설계를 구성하는 논의 과정을 분석하였다. 학생들의 발화 및 행동을 통해 그들의 인식적 목표와 인식적 이해를 확인하였고 학생들의 실험설계 과정 및 결과를 분석하였다. 연구 결과, 학생들은 실험설계를 구성할 때 '과학적 의미 형성'이라는 인식적 목표를 초점을 두어 '이 실험이 어떻게 광합성에 이산화탄소가 필요한지를 알아볼 수 있는지'를 '과학 이론, 자료에 대한 자신의 해석에 기반을 두어 정당화'하였으며, 자기 자신을 '지식의 구성자'로 바라봄으로써 능동적으로 실험을 구성하였다. 그러나 다른 실험에 대해서는 '권위에 기반한 반박'을 보였으며 상대방 실험을 인정하지 않고 반박만을 제기하는 '평가자'로서의 태도를 보임으로써, 반박 과정에서 제기된 의견을 고려한 수정은 없었다. 하나의 실험을 선정하는 과정에서 인식적 목표는 '이기는 것'으로 전환되었고, '이런 실험이 좋다'라는 지식의 분석, '상대방을 이해시키기 위한 정당화를 할 필요가 없다' 혹은 '권위에 기반하여 정당화하는 것'이라는 정당화, '경쟁자'라는 칭중에 대한 인식을 보였다. 이에 따라 학생들은 서로의 실험설계가 갖는 의미를 깊이 있게 탐색하지 못하였고 상대방 주장의 제한점만을 공격하여 인지적, 정서적 갈등 상황이 지속되었다. 시간 제한으로 인해 선택된 A의 실험설계를 정교화하는 과정에서 인식적 목표는 '과학적 의미 형성'으로 다시 전환되었고, '어떻게 그 실험이 과학적으로 타당한지'를 되짚어 보고 '납득할 만한 정당화가 이루어져야 한다'는 필요성을 바탕으로 과학적으로 옳은 정당화를 보였으며 학생들은 '협력자'의 관계에 놓였다. 이에 따라 구성원 모두가 의견을 제안하고 정당화하고 평가를 하는 생산적인 논변활동을 통해 발전된 소집단 결과를 완성시켰다. 본 연구는 과학 수업에서 생산적인 논변활동을 지원하는 인식적 목표와 인식적 이해에 대한 기초 정보를 제공할 것

으로 기대된다.

주제어 : 인식적 목표, 인식적 이해, 인식적 실행, 소집단 논변활동

References

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of science apprenticeship program on high school students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Berland, L. K., & Lee, V. R. (2012). In pursuit of consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857-1882.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95(2), 191-216.
- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser, B. J. (2015). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*. DOI: 10.1002/tea.21257
- Bing, T. J., & Redish, E. F. (2009). Analyzing problem solving using math in physics: Epistemological framing via warrants. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5(2), 020108.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning: New environments for education* (pp. 289-325). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of research in science teaching*, 37(2), 109-138.
- 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.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Cho, H., Chang, J., & Kim, H. (2013). Epistemic level in middle school students' small-group argumentation using first-hand or second-hand data. *Journal of the Korean Association Research in Science Education*, 33(2), 486-500.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of research in education*, 32(1), 268-291.
- Duschl, R. A., Ellenbogen, E., & Erduran, S. (1999). Promoting argumentation in middle school classrooms: A project SEPIA evaluation. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Entwistle, N. J., & Ramsden, P. (1982). *Understanding Student Learning*. London: Croom Helms; NY: Nichols Publishing Co.
- Felton, M., Garcia-Mila, M., & Gilabert, S. (2009). Deliberation versus dispute: The impact of argumentative discourse goals on learning and reasoning in the science classroom. *Informal Logic*, 29, 417-446.
- Ford, M. J., & Forman, E. A. (2006). Redefining disciplinary learning in classroom contexts. *Review of research in education*, 1-32.
- Garcia-Mila, M. E. R. C. E., Gilabert, S., Erduran, S., & Felton, M. (2013). The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, 97(4), 497-523.
- Gilabert, S., Garcia-Mila, M., & Felton, M. K. (2013). The effect of task instructions on students' use of repetition in argumentative discourse. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2857-2878.
- Goffman, E. (1974). *Frame analysis: An essay on the organization of experience*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer, and P. R. Pintrich (Eds.), *Personal Epistemology: The Psychology of Beliefs About Knowledge and Knowing* (pp. 169-190). Erlbaum, Mahwah, NJ.
- 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.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In L. Resnick, J. M. Levine, & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 331-348). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hogan, K. (1999). Sociocognitive roles in science group discourse. *International Journal of Science Education*, 21(8), 855-882.
- Hutchison, P., & Hammer, D. (2010). Attending to student epistemological framing in a science classroom. *Science Education*, 94(3), 506-524.
- Jiménez-Aleixandre, M., Rodríguez, A., & Duschl, R. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. In R. A. Duschl & R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99-117). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kelly, G. J., & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as a sociocultural practice through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 883-915.
- Kim, H., & Song, J. (2004). The exploration of open scientific inquiry model emphasizing students' argumentation. *Journal of the Korean Association Research in Science Education*, 24(6), 1216-1234
- Kind, P. M., Kind, V., Hofstein, A., & Wilson, J. (2011). Peer argumentation in the school science laboratory exploring effects of task features. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2527-2558.
- Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. In annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fuß, S., Gläser-Zikuda, M., Mayring, P., & von Rhöneck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489-507.
- Lee, S., Bak, D., & Nam, J. (2015). Impact of Peer Assessment Activities on High School Student's Argumentation in Argument-Based Inquiry. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(3), 353-361.
- Lee, E., Yun, S., & Kim, H., (2015). Exploring small group argumentation and epistemological framing of gifted science students as revealed by analysis of their responses to anomalous data. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(3), 419-429.
- Lee, J. (2011). Middle school students' construction of inquiry question in small group project-based scientific inquiry. Doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Leitao, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43(6), 332-360.

- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2006). Science education: Integrating views of learning and instruction. *Handbook of educational psychology*, 2, 511-544.
- Maloney, D. P. (1994). Research on problem solving: Physics. In Gabel, D., L. (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Maloney, J., & Simon, S. (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2006). Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds. In annual meeting of the American Educational Research Association. San Francisco, California.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. *Thinking with data*, 233-265.
- Mercer, N. (2000). *Words and minds: How we use language to think together*. London: Routledge.
- Ministry of Education and Human Resources Development [MEHRD]. (2007). *A guide for science curriculum*. Seoul; Ministry of Education and Human Resources Development
- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- National Research Council (Ed.). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press.
- National Research Council. (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, cross cutting concepts and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- 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., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41(10), 994-1020.
- Park, S-H., Lee S., Kim, H-B. (2014). Exploring middle school students' metacognitive development via collaborative reflection of small-group argumentation in science classroom. *Biology Education*, 42(1), 1-15.
- Pickering, A. (1992). From science as knowledge to science as practice. In A. Pickering (Ed.), *Science as practice and culture* (pp. 1-26). Chicago: Chicago University Press.
- Sadler, T. (2006). Promoting discourse and argumentation in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 323-346.
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634-656.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Sandoval, W., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392.
- Schwarz, B., & Glassner, A. (2003). The blind and the paralytic: Supporting argumentation in everyday and scientific issues. In J. Andriessen, M. Baker, & D. Suthers (Eds.), *Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments* (pp. 227-260). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Schwarz, B., Neuman, Y., Gil, J., & Ilya, M. (2003). Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 219-256.
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2006). Zones of interaction: Differential access to elementary science discourse. *Journal of research in Science Teaching*, 3(5), 443-466.
- Shim, S-Y. (2015). Shift in epistemological framing of small group students during their social construction of scientific models. Master thesis, Seoul National University, Seoul.
- Toulmin, S. (1958). *The use of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: argument driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561-596.
- Walton, D. N. (1992). *Plausible argument in everyday conversation*. Albany: State University of New York Press.
- Yun, S., & Kim, H., (2011). Development and Application of the Scientific Inquiry Tasks for Small Group Argumentation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(5), 694-708.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.