

# 협력적 과학논의활동에서의 초등학교 학생들의 상호작용과 개념변화

이미선 · 김효남<sup>†</sup> · 양일호

## Elementary School Students' Interaction and Conceptual Change in Collaborative Scientific Argumentation

Lee, Mi-Sun · Kim, Hyo-Nam<sup>†</sup> · Yang, Il-Ho

### ABSTRACT

The purpose of this study was to identify the aspects of elementary school students' interactions shown conceptual changes in collaborative scientific argumentation. Fifty sixth graders of an elementary school in Jeonju were selected for this study. Ten small groups consisting of five students each were organized evenly with considerations of their gender, science achievement, scientific discussion experience and degree of communication apprehension. 'Food web and Ecosystem' and 'Change of Moon shape' were selected as the proper topics of collaborative scientific argumentation in terms of difficulty to be understood by the 6<sup>th</sup> graders. The small group's dialogue was recorded. The students' activity sheets, field note and interviews of the participants were collected. Based on the collected data, we analyzed the aspect of small groups' interaction shown conceptual change of each student. The result of this study was as follows: The interaction aspects of the small group of students who showed conceptual changes in the collaborative scientific discussion have a tendency of showing their discussion responses, explanation-opposition discourse, the use of rigorous criteria, their collaborative attitude and participation.

**Key words:** collaborative scientific argumentation, conceptual change, small group interaction

### I. 연구의 필요성 및 목적

과학적 논의활동(scientific argumentation)은 자연 현상을 이해하기 위한 노력으로 개인의 아이디어를 제안, 지원, 비판, 정교화하는 지식구성의 과정이며, 과학적 실천의 핵심이다(Driver *et al.*, 2000; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000). 학생들은 과학적 논의활동에 참여함으로써 언어를 통한 의미협상을 통하여 의사소통능력을 향상시킬 수 있으며, 다른 관점을 가진 주장과 근거의 정당성을 살펴보는 과정을 통하여 비판적 추론능력을 발달시킬 수 있다(Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2008). 또한, 과학적 논의활동은 교사의 질문, 학생의 대답, 그에 대한 교사의 평가로 이어지는 전형적인 수업의 관행을

바꾸는 노력이며(Berland & Reiser, 2011), 학생들이 공동의 지식 구성에 적극적으로 참여하는 새로운 환경의 제공이다. 따라서 지식은 다른 사람과의 상호작용을 통해서 형성되며, 발전되고 변화할 수 있다는 구성주의적 관점을 반영한 과학논의활동은 과학교육에서 그 필요성이 강조되고 있다.

논의활동은 개인적이며 사회적 의미를 가진다(Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2008). 즉, 어떤 현상에 대한 생각을 글이나 말을 통하여 표현한다는 점에서 개인의 활동이라 할 수 있다. 또한 특정 공동체에서 다른 의견을 가진 사람들을 설득하고 반박하면서 공동의 의견을 구성한다는 점에서 사회적 활동이라 할 수 있다(Driver *et al.*, 2000; Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2008). 논의활동의 이러한 두

이 논문은 이미선의 2019년도 석사 학위논문에서 발췌 정리하였음.

2019.3.18(접수), 2019.4.17(1심통과), 2019.5.17(2심통과), 2019.5.17(최종통과)

E-mail: hyonam@knu.ac.kr(김효남)

가지 의미 중 특히 사회적 측면을 강조하는 활동이 협력적 논의활동이다. 협력적 논의활동(collaborative argumentation)은 학습자가 아이디어를 공유하고, 의문을 제기하는 과정 속에서 그룹 내의 상호작용에 초점을 맞춘 지식의 사회적 구성과정이라고 할 수 있다(Evagorou & Osborne, 2013).

Chinn and Clark (2013)에 따르면 협력적 논의활동은 다른 생각을 가진 사람들이 불일치한 상황에서 이를 탐구하고 해결하기 위해서 또는 같은 입장의 사람들이 공동의 의견을 개발하고, 정교화하기 위해서 참여하는 활동이다. 이러한 협력적 논의활동에 참여하며 얻을 수 있는 이점은 첫째, 학생의 자율성과 또래와의 상호작용의 증가로 인한 논의활동에 대한 참여 동기가 향상될 수 있다. 둘째, 학생들은 협력적 논의활동을 통해 동료학생에게 새로운 정보, 알려지지 않은 증거, 설명 구성의 방법 등을 배울 수 있기 때문에 논의 주제에 대한 내용 학습이 촉진될 수 있다. 셋째, 협력적 논의활동을 하면서 반론으로 인해 도전을 받을 수 있으며 이로 인해 의견을 수정하거나 반대의견에 대한 반론을 개발해야 함과 같은 일반적인 논의활동 기술이 향상될 수 있다.

Sampson and Clark (2011)은 학생들은 과학적 설명과 주장을 생성하고 평가할 때 서로 협력하는 것이 필요하며, 그룹의 정보와 메타 인지적 자원의 결합은 개인의 논의 결과물보다 더 나은 결과물을 가져올 수 있음을 설명했다. 그리고 학생들이 성공적인 협력적 논의활동에 참여하기 위해서는 논의활동의 목적을 이해시키고, 생산적인 방식으로 논의에 참여하는 방법에 대해서 안내할 필요가 있다. 또한 교사는 공동의 이해 협상과 다른 구성원들에게 질문하기와 같은 협력적 논의의 구체적인 특성을 정확하게 인식시켜야 하며(Evagorou & Osborne, 2013), 그룹의 상호작용에 주의를 기울여야 하고, 학생들에게 생산적인 담화에 참여하는 방법에 대해 가르칠 필요가 있다(Chin & Osborne, 2010). 이에 연구자는 과학적 논의활동의 사회적 상호작용을 강조하는 협력적 논의활동을 통한 초등학생들의 소집단 내의 상호작용 양상을 살펴보고자 한다.

개념변화학습은 개인의 이해와 이해의 기반이 시간이 지남에 따라 변화해가는 개인적 활동일 뿐만 아니라, 복잡한 사회 문화적 맥락에서 이루어지는 사회적 활동이라고 할 수 있다(Vosniadou, 2008).

즉, 기존에 자신이 가지고 있는 개념을 통해서 현상을 해석할 때 불만족을 느끼며, 이를 변화해 나가는 과정으로 이러한 개념변화는 다양한 경험을 가진 다른 사람들과의 상호작용이 중요하다(Dogan et al., 2017). 왜냐하면 학생들은 어떠한 과제를 해결하기 위해서 자신의 생각을 그룹 속에서 표현하고 다른 사람의 생각과 자신의 생각을 비교하는 과정 속에서 개념을 변화하거나 정교화 시킬 수 있다. 이러한 개념변화의 특성을 많이 공유하는 교육적 실천을 논의활동이라 할 수 있다(Nussbaum & Sinatra, 2003; Zhou, 2010).

선행연구들은 과학적 논의활동이 과학적 지식이나 개념의 발달에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여주었다(Nussbaum et al., 2008; Kang et al., 2002). Zohar and Nemet (2002)의 연구에서 논의활동은 교과 지식과 논의활동의 수행 능력을 모두 향상시켰으며, 짧은 개입으로도 학생들의 논의의 질적 측면에서 놀라운 변화를 보여주었다. 또한 Venville and Dawson (2010)의 연구에서는 과학적 이슈에 대한 논의활동 후의 논의 구성에서 수업 전보다 더 복잡하고 논리적인 결과를 보였으며, 논의활동에 참여한 학생들은 그렇지 않은 학생들보다 과학 지식 평가에서 높은 이해 수준을 보였다. 이러한 선행 연구 결과들을 고려해 봤을 때, 과학논의활동이 개념변화에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 확인할 수 있다. 이렇게 학생들의 개념 변화 측면에서 논의활동이 중요함에도 지금까지 국내의 개념 변화 연구들은 학생들의 선개념의 정도와 종류를 파악하거나(Cho et al., 2002; Choe et al., 2001), 프로그램 처치 전·후의 개념 변화정도를 살펴보는 연구(Paik et al., 1999)가 있었다. Song (2017)의 연구에 따르면 1984~2016 동안의 개념변화 관련 연구 중 변칙 사례를 제공하여 개념변화를 살펴보는 연구가 55편이고, 논변에 의한 개념변화를 살펴보는 연구는 3편에 그치고 있다.

한편, 학생들의 대인관계 요인을 살펴보면, 소집단 학생들의 대인관계의 요인들이 협력적 논의활동에 미치는 영향을 조사한 연구에서 소집단의 적정한 사회적 갈등은 생산적인 논의활동을 촉진하는 것으로 나타났다(Ryu & Sandoval, 2015). 협력적 논의활동에 대한 국내 선행 연구들을 살펴보면 협력적 논의활동 속에서 각 소집단의 상호작용 양상과 과정의 차이를 분석한 연구를 주로 살펴볼 수

있었다. 친밀감과 리더 유무에 따라 논의활동의 양상을 분석한 연구(Lee & Chun, 2017)와 배설에 대한 협력적 모델링 과정에서 대화적 논변활동을 통한 담화적 이동과 합의형성과정을 살펴본 연구가 이에 해당한다(Lee & Kim, 2017).

위의 선행연구들을 고찰해 보았을 때, 협력적 논의활동에서 소집단의 상호작용이 학생들의 개념변화에 영향을 끼치고 있다는 것을 알 수 있었다. 비판적 질문하기를 통한 불확실성 해결하기와 합의를 위하여 논변을 통한 주장을 변경하기, 무비판적으로 다른 사람의 의견에 동의하기보다는 근거를 가지고 비판적으로 문제를 해결하는 대화적 논변활동에 의하여 과학적 개념으로 변화해가는 측면이 나타났다. 하지만 협력적 논의활동 속에서 학생들은 어떠한 개념변화의 과정을 경험하며, 개념변화와 소집단의 상호작용을 직접적으로 연결하는 연구는 미흡하였다. 따라서 이 연구에서는 달의 모양 변화에 대한 학생들의 개념변화를 살펴보고, 논의활동 중 개념변화를 보인 소집단의 상호작용을 살펴보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구에는 전북 소재의 D 초등학교 2개 6학년 학급 50명의 학생이 참여하였는데, 5명씩 10개의 소집단으로 나누어져서 협력적 논의활동에 참여하였다. D 초등학교는 중소도시에 위치해 있고, 전체 24학급의 중간 규모의 학교이며, 학습자의 학업 성취도는 중·상위 수준을 유지하고 있었다. 학생들의 인지수준(Evagorou & Osborne, 2013)과 과학적 추론능력(Kim & Kim, 2015)이 과학논의활동 결과에 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려하여 초등학교에서 인지발달단계 및 추론능력이 상대적으로 높은 6학년 학생들의 과학논의활동이 가장 효과적으로 이루어질 것으로 판단하여 6학년을 연구대상으로 하였다.

### 2. 연구절차

연구절차는 다음과 같다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 과학논의활동 프로그램을 4차시 개발하여 6학년 2학급 50명을 대상으로 적용하면서 학생들의 논의활동을 녹음하고 녹화하였고 이를 전사하였다.

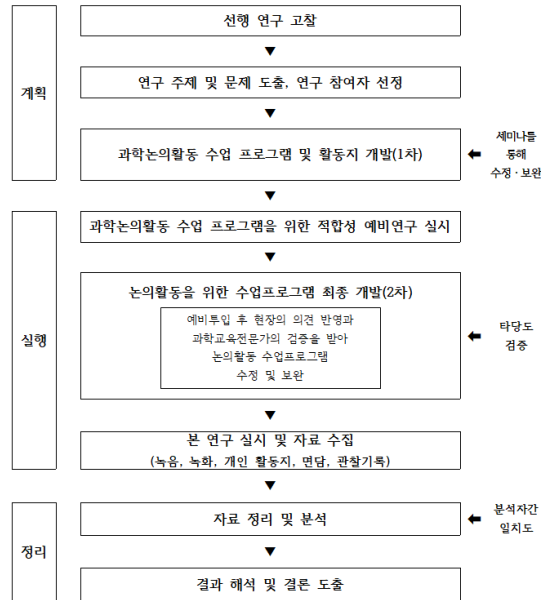


Fig. 1. Procedures of the research.

또한 학생 11명을 면담하였다. 이러한 질적 자료를 정리하고 분석하는 연구절차를 거쳤다.

### 3. 차시별 수업 주제 및 과제

논의활동 프로그램은 총 4차시의 수업안과 활동지로 구성하였다. 본 연구를 위하여 계획한 협력적 논의활동 전체 수업 주제 및 과제는 Table 1과 같다.

1~2차시 수업은 협력적 논의활동을 위한 사전 준비 단계로 과학논의의 정의, 구성요소, 구조에 대해서 학습하고 협력적 논의활동의 정의와 방법을 학습하였다. 또한 소집단의 논의활동을 촉진하기 위한 활동에 실제 참여하여 논의방법을 익히도록 하였다. 사전 준비 단계를 마련한 이유는 학생들은 생산적인 방식으로 상호작용하는 방법을 배울 필요가 있으며, 이러한 활동이 협력적 논의활동에 긍정적 효과를 미친다(Sampson & Clark, 2011)는 선행 연구 결과를 고려한 것이다. 3~4차시는 논의활동 단계로 협력적 논의활동 속에서 학생들은 소집단 내에서 어떻게 상호작용하며, 논의활동을 통해 학생들의 과학적 개념이 어떤 과정을 거쳐 변화하는지를 살펴보기 위한 활동으로 구성하였다. 3차시 주제는 학생들에게 재미있고 이해하기 쉬운 내용으로 모두 과학논의를 수행하고, 논의활동 결과를 활동지에 적도록 하였다. 4차시 주제는 달의 모양 변화 원인에 대한 것으로 다소 이해하기 어려운 내

Table 1. Lesson topics and argument activities

Period	Lesson topics	Argument activities/materials
1	과학논의활동	*과학논의 이해하기 과학논의 구성요소 이해하기 과학논의 구조 이해하기 *논의 주제에 대한 주장, 증거, 정당화 서술하기(Lee, 2019)
2	협력적 과학논의활동	*협력적 논의활동 이해하기 협력적 논의활동 방법 이해하기 협력적 논의활동 해보기 *사막쥐의 집 선택(Lee, 2019) 소재로 과학논의 연습
3	먹이그물과 생태계	*습지 생태계의 생물의 변화가 먹이그물에 미치는 영향 *임울거리 제시 후 주장, 증거, 정당화 기술(Lee, 2019)
4	달의 모양 변화	*달의 모양 변화의 원인에 대한 알맞은 주장은? *달의 모양 변화에 대한 설명 선택지 5개 제시 후 택 1하도록 하고, 선택이유를 적음 (Lee, 2019)

용으로 선택지를 주어 선택하도록 하고, 선택이유를 설명하도록 하고, 주장과 연결하여 정당화하도록 하였다. 또한 다른 선택지가 틀렸거나 적합하지 않은 이유를 설명하도록 하였다.

1) 1차시: 과학논의활동

과학논의활동을 도입하는 차시로 논의구성요소인 주장, 증거, 정당화를 이해하는 수업으로 구성하였다. 과학논의의 개념은 선행 연구(Kang & Lee, 2013)의 정의를 연구 대상 학생 수준에 맞춰 제시하였고, 과학 논의를의 구조 및 구성 요소는 University of California, Berkeley의 Lawrence Hall of Science에서 제공한 Learning Design Group (<http://learningdesigngroup.org>)에 탑재된 자료를 참고하여 6학년 수준에 맞게 구성하였다.

2) 2차시: 협력적 과학논의활동

협력적 논의활동의 개념(Chinn & Clark, 2013; Evagorou & Osborne, 2013), 협력적 논의활동에 참여하여 논의를 구성하는 방법에 대해서 이해하고 소집단의 상호작용을 촉진하기 위해 개발한 4가지 프로그램(Simon & Maloney, 2007) 중 ‘Finding for gerbils’을 수정하여 본 연구 활동에 제시하였다. 이 활동은 사막 쥐 및 집에 대한 한정된 정보에 기초하여 사막 쥐가 서식하기 가장 적합한 집을 결정하는 활동이다.

3) 3차시: 먹이그물과 생태계

‘먹이그물과 생태계’는 습지 생태계의 다양한 생물들 중 어떤 생물이 사라졌을 때 습지 생태계 먹

이그물에 가장 큰 영향을 미칠지에 대해 서로 논의하는 활동이다. 이를 통해 학생들은 한 생물의 개체 수 변동이 다른 생물에게 미치는 영향을 탐색하며, 다양한 먹이사슬이 복잡성이 생태계 유지 및 평형에 유지에 기여함을 이해할 수 있다. 또한 생태계에서 최상위 포식자가 전체 먹이그물에 미치는 영향과 같은 과학개념을 파악한다. 따라서 학생들은 다양한 과학개념의 이해가 가능하고, 자신의 부족한 개념을 확인할 수 있다. 또한 학생들은 주어진 자료 분석을 통해 자신의 주장을 결정하고, 이를 표현하며, 상대방의 주장과 근거에 반박하는 기회를 통해 사회적 합의에 도달하도록 활동을 구성하였다. 먹이그물과 생태계에 도입된 활동은 Argument-Driven Inquiry in Life Science(Enderle et al., 2015)의 11장 ‘Food Webs and Ecosystems’의 내용을 6학년 학생들의 수준에 맞게 재구성하였다.

4) 4차시: 달의 모양 변화

4차시 ‘달의 모양 변화’는 달의 모양 변화 원인을 설명하는 5가지 경쟁주장에서 과학적으로 타당한 주장을 선택하고, 그 주장을 뒷받침하는 근거를 들어 상대를 설득하도록 활동을 구성하였다. 또한 4가지의 대안 주장과 개념이 과학적으로 적합하지 않은 이유를 설명하도록 활동지를 구성하였다(Lee, 2019).

4. 자료 수집

소집단 논의활동의 전 과정을 비디오 녹화 및 녹음하고, 개인별 논의활동지, 학생 면담 자료, 연구자의 관찰기록을 함께 수집하였다.

자료 수집일정은 6월 하순부터 7월 중순까지 주 1회 수업을 계획하였으나, 대상 학교의 행사로 인해 2~3차시 수업을 한 주에 실시하여 총 3주에 걸쳐 진행되었다.

1) 비디오 녹화 및 녹음

소집단별 논의활동은 전 과정이 비디오로 녹화 및 녹음되었다. 녹화, 녹음을 통하여 학습자의 담화, 행동, 표정을 기록하고 전사하여 담화가 이루어지는 맥락을 파악할 수 있도록 하였다. 녹음 녹화된 내용은 모두 전사하였다.

2) 논의활동지

1~3차시의 논의활동에서는 개인 활동지가 제공되었고, 4차시 활동에서는 개인 활동지와 소집단 활동지를 함께 제공하였다. 이는 4차시 논의활동 주제의 특성상 담화만을 사용하여 설명하는 것보다는 담화와 함께 그림을 그려 설명하는 것이 관련 개념을 학생들이 이해하는 데 도움이 될 것으로 판단하여 소집단 활동지를 추가로 제공하였다.

3) 면담

전체 논의활동 수업을 마치고 1주 후 연구 대상 중 학생 11명과 면담을 실시하였다. 학생 면담은 10개 소집단 중 소집단 내 상호작용이 3, 4차시 모두에서 협력적으로 활발하게 일어난 소집단 5와 소집단 7의 학생들을 면담 대상으로 선정하였다. 소집단 5의 학생 ‘마’는 개인사정으로 면담을 하지 못하였다. 또한 소집단의 논의활동을 주도적으로 이끌었던 소집단 4의 학생 ‘라’와 소집단 8의 학생 ‘다’를 추가 선정하여 면담을 실시하였다.

면담 질문지는 과학교육전문가 1인, 과학교육전공 석사과정 3인 참여하는 세미나를 통해 질문지 내용을 수정·보완하였다. 최종 면담 질문지는 6개

의 문항으로 구성되어 있으며, 질문 내용은 3, 4차시 논의활동에 주제와 관련된 과학개념을 묻는 질문과 논의활동 전후에 과학개념의 변화 여부 및 이유를 묻는 질문, 과학논의활동에 참여하고 느낀 점, 학교 수업에서 활용 가능성에 대한 질문으로 구성하였다. 면담은 학생 개인별로 진행되었고, 학생 1명당 10~15분 정도가 소요되었으며, 면담 내용은 녹음, 전사되었다.

5. 자료 분석 방법

이 연구의 목적은 협력적 논의활동에서 각 소집단은 어떠한 방식으로 상호작용을 하며, 논의활동을 통해 개인별 과학 개념은 어떤 과정을 거쳐 변화하는지를 분석하였다. 그리고 개념변화가 있는 학생들이 속한 소집단의 상호작용 양상을 분석하였다. 학생들의 과학적 개념변화가 뚜렷한 4차시 수업을 초점으로 분석하였다. 개념변화 분석은 대화적 이동 분석틀을 사용하였고, 상호작용의 분석은 아이디어 제시 후의 반응유형, 아이디어를 평가할 때의 담화의 성격, 그리고 아이디어에 대한 평가 및 정당화 분석틀을 사용하였다(Table 2).

1) 논의활동에서 아이디어를 제안했을 때 나타나는 반응 유형

협력적 논의활동에서 제안된 아이디어에 대해 소집단 구성원들은 어떤 반응을 유형을 보이며 논의활동에 참여하는지를 살펴보았다. 제안된 아이디어에 대한 소집단 구성원의 반응 유형은 수용(accept), 거절(reject), 토론(discuss), 무시(ignore)로 구분하였다(Sampson & Clark, 2011).

2) 논의활동에서 제안된 아이디어를 평가할 때 담화의 성격

협력적 논의활동에서 제안된 아이디어의 장점을

Table 2. Categories of conceptual change and students' interaction (Sampson & Clark, 2011; Asterhan & Schwarz, 2007; Lee, 2019)

분석 내용	범주	세부 범주
상호작용	반응 유형	수용, 거절, 토론, 무시
	담화의 성격	정보 탐색, 설명, 반대, 공동 구성
	평가/정당화	엄격한 기준: 자료와 일치, 자료의 충분함, 설명의 정합성, 설명의 충분함, 과학 지식과의 일치성 비형식적 기준: 권위에 호소, 의심, 그럴듯함, 유추, 개인적 경험 언급, 중요성 언급, 개인적 추론
개념변화	대화적 이동	논쟁적 이동: 주장, 주장 요청, 지지, 동의, 도전, 반대, 반박, 양보 비 논쟁적 이동: 정교화, 정보 요청, 정보 제공

평가할 때 소집단 담화의 성격 유형을 탐색하였다. 논의활동 중에서 아이디어의 장점 평가 시 소집단 담화의 성격 유형은 정보탐색(information-seeking), 설명(exposition), 반대(opposition), 공동 구성(co-construction)으로 구분하였다(Sampson & Clark, 2011).

### 3) 자신이나 상대방의 아이디어를 정당화하고 평가하는 기준

경쟁 아이디어나 주장의 수용 가능성과 설명의 타당성을 적절히 평가하기 위해서는 과학적 탐구에 더 적합한 엄격한 기준의 사용이 필요하며, 어떤 기준을 사용하는가에 따라 논의활동 결과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 협력적 논의활동에서 상대방이 제안한 아이디어나 자신의 아이디어를 평가하고 정당화할 때 사용하는 기준을 분석하였다. 평가 및 정당화의 기준은 크게 엄격한 기준(rigorous criteria)과 비형식적 기준(informal criteria)으로 나누어진다. 엄격한 기준은 자료와 일치, 자료의 충분함, 설명의 정합성, 설명의 충분함, 과학 이론과 법칙과의 일치성과 같은 세부 범주로 나누어 분석하였다. 그리고 비형식적 기준은 권위에 호소, 발화자에 대한 의심, 그럴듯함, 유추에 호소, 개인적 경험과 일치, 아이디어의 중요성에 대한 판단, 개인적 추론과의 일치성과 같은 세부 범주로 나누어 분석하였다(Sampson & Clark, 2011).

### 4) 대화적 이동 분석

Asterhan and Schwarz (2007)가 제안한 미시적 수준의 담화프로토콜 분석 방법인 대화적 이동(dialogical moves)을 사용하여 대화의 맥락과 발화자의 의도를 중심으로 에피소드별로 소집단 담화를 분석하였다. 대화적 이동의 코딩 범주는 크게 논쟁적 이동(argumentative moves)과 비 논쟁적 이동(non-argumentative moves)으로 구분되며, 논쟁적 이동에는 주장, 주장요청, 동의, 지지, 도전, 반박, 반대, 양보가 있으며, 비 논쟁적 이동에는 정교화, 정보요청, 정보제공이 있다. 또한 새로운 정보를 크게 수정하거나 추가하지 않고 앞에 나타난 내용을 간단하게 반복하거나 수정하는 발화는 별도로 코드화하였다.

### 5) 협력적 과학논의활동에서 나타나는 학생들의 개념변화 양상

협력적 과학논의활동에서 나타나는 학생들의 개념변화를 살펴보기 위해 전체 소집단의 4차시 담화를 분석하여, 소집단 담화 속에서 개념 변화를 확실하게 나타낸 10명의 학생을 선정하였다. 4차시 담화를 선택하여 분석한 이유는 사전개념질문지와 개인별 논의활동지를 비교했을 때 개념변화가 뚜렷했으며, 3차시 논의활동에 비해 학생들의 개념변화 양상이 다양하게 나타났기 때문이다. 먼저 3, 4차시에 나타나는 차시별 전반적인 개념변화 양상을 살펴보고, 4차시 ‘달의 모양 변화’를 초점차시로 선정하여 학생들의 개념변화 양상을 면밀히 분석하여 Fig. 2와 같이 나타내었다. Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 왼쪽에는 학생 ‘마’와 다른 구성원들의 대화적 이동을 나타내고, 오른쪽에는 학생 ‘마’의 개념변화 과정을 나타내었다. 초점학생들의 개념변화의 특징을 범주화하고, 각 범주에서 공통적으로 나타나는 특성을 탐색하였다. 그리고 개념변화를 나타낸 학생들이 속한 소집단 구성원들의 상호작용 특징을 분석하였다. 그리고 각 소집단 구성원들의 4차시 담화수를 기록하였다.

3) 자신이나 상대방의 아이디어를 정당화하고 평가하는 기준

## III. 연구결과 및 논의

개념변화가 나타난 학생 10명의 개념변화와 개념변화가 일어난 6개 소집단의 상호작용 양상은 다음과 같았다.

### 1. 개념변화 분석

개념변화가 확실하게 나타난 10명의 초점학생들의 개념변화의 특징은 Table 3과 같다.

학생별 개념변화의 특징을 범주화하면 과학개념으로의 변화와 개념의 정교화로 나눌 수 있다. 과학 개념으로의 변화는 다른 구성원과의 개념의 불일치로 인해 기존 개념을 일부 수정하고, 새로운 개념을 통합하는 개념변화의 특징을 말하며, 개념을 통합하는 과정에서 새로운 개념의 이해를 포함한다. 또한 개념의 정교화는 과학논의를 구성하는 과정에서 소집단 구성원을 설득하고 이해시키는 과정에서 단순했던 개념이 정교화된 경우를 말한다.

#### 1) 과학 개념으로의 변화

과학 개념으로의 변화는 학생들이 가지고 있는 이질적인 지식과 경험을 활용함으로써 지식을 통합하는 과정에서 소집단 구성원들을 통해 학습할

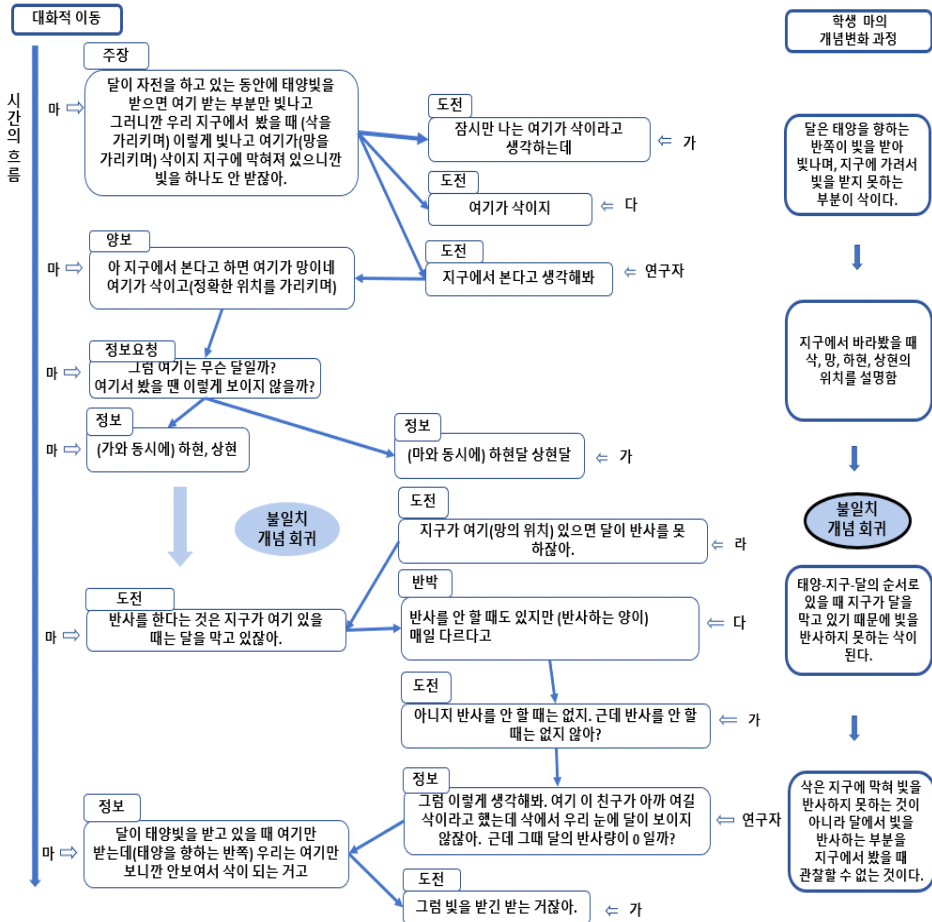


Fig. 2. Conceptual change of small group 1 student 'Ma'.

수 있음을 보여주었다(Bell & Linn, 2000). 과학 개념으로의 변화를 보인 학생들은 다른 구성원과의 불일치한 개념이 논의활동의 주장과 직접적으로 연결되어 있는 경우와 그렇지 않은 경우로 구분할 수 있었다. 논의활동의 주장과 개념이 직접적으로 연결되어 있을 경우, 학생들은 개념의 변화와 함께 주장도 변경해야 했기 때문에 개념을 쉽게 바꾸려고 하지 않았다. 반면, 개념을 변경하여도 주장에 큰 영향을 미치지 않는 경우는 상대적으로 쉽게 개념을 변경하는 경향이 있었다.

(1) 주장의 변화를 수반하는 과학 개념으로의 변화

불일치한 개념이 주장과 직접적으로 관련되어 있기 때문에 주장의 변화가 불가피한 경우로 이 유형에 해당하는 학생들은 개념의 변화과정이 복잡하고 잘 이루어지지 않는 특징이 있었다. 또한 경

쟁 주장을 반박하기보다는 자기주장을 방어하고, 이를 뒷받침할 수 있는 근거를 제시하기 위해 노력하였다. 또한 최종적으로 주장을 변경하기는 하였지만 개념 변화에 대한 명백한 증거는 담화를 통해 드러나지 않았다.

Berland and Russ (2018)에 따르면 논의활동을 통한 개념의 변화는 서서히 일어나며, 잠재적이고 암묵적인 생각의 개선 과정으로 설명하였다. 따라서 이 학생들이 보여준 상호작용은 불일치한 개념을 과학적 개념으로 완벽하게 대체하는 것이 아니라, 개념이 점차 변화해가는 과정으로 해석할 수 있었다. 소집단 1의 학생 '다'와 소집단 5의 학생 '마', 소집단 8의 학생 '나'의 경우가 이에 해당된다.

소집단 5의 학생 '마'의 개념변화 과정을 살펴보면 Fig. 3과 같은 과정을 거쳐서 개념이 변화하였다.

학생 '마'는 달은 태양빛을 저장하고 있다가 빛

Table 3. Sixth graders' conceptual change about shape change of Moon

학생명	개념 변화 유형	개념 변화 과정
1-다	과학 개념으로 변화 (주장변화)	달의 공전 → 달이 태양빛을 반사하는 양의 차이와 지구그림자의 영향 → 달의 공전
1-마	과학 개념으로 변화	달의 공전/ 자전/ 지구가 태양빛을 차단하는 경우를 삭으로 이해 → 공전/ 삭의 위치와 개념을 바르게 이해
5-나	과학 개념으로 변화	달의 공전/ 지구그림자나 지구에 의해서 빛을 받지 못하는 부분이 있다고 이해 → 달이 지구에 가려져 빛을 받지 못하는 부분은 없는 것으로 이해
5-마	과학 개념으로의 변화 (주장변화)	지구그림자 → 달의 공전 → 지구그림자 → 달의 공전
6-라	개념의 정교화	달의 공전/ 태양빛을 받는 양의 차이 → 태양-지구-달의 상대적 위치에 따른 달의 모양변화/ 달이 태양빛을 받는 양이 똑같다고 함.
7-가	과학 개념으로의 변화	달의 공전/ 태양-지구-달의 상대적 위치에 따른 달의 모양변화에 대해 이해하지 못함 → 각 위치에 따른 달의 모양을 바르게 이해함.
7-마	과학 개념으로의 변화	달의 공전/ 삭의 위치와 삭은 태양빛이 지구그림자에 가려 빛이 도달하지 않는 부분으로 이해하고 있었음 → 달은 태양을 향하는 반쪽이 태양빛을 받는다는 개념을 삭과 망의 자리에서는 적용하지 않았음 → 삭의 위치와 개념, 태양을 향하는 반쪽의 의미를 이해함.
8-나	과학 개념으로의 변화 (주장변화)	달의 자전 → 달의 공전
8-다	개념의 정교화	달의 공전 → 달의 모양변화에 대한 이해가 심화됨.
9-가	개념의 정교화	달의 공전/ 이를 뒷받침하는 근거를 정확히 제시하지 못함 → 지구 그림자에 가려져 빛이 도달하지 못하는 부분이 있다는 주장을 기각함/ 소집단 구성원들에게 설명하는 과정에서 달의 공전으로 인한 모양변화의 원리에 대한 이해가 심화됨.

이 도달하지 못하는 위치에서 태양빛을 낸다는 비 과학적 개념을 근거로 들었다. 이것은 학생 ‘마’가 선개념을 포기하지 않으면서 동시에 달의 위치에 따른 달의 모양변화도 설명할 수 있는 개념이기 때문에 이를 도입한 것으로 해석된다.

학생 ‘마’가 주장을 변경할 수 있었던 결정적 계기는 학생 ‘라’의 반박과 학생 ‘나’의 정교화이었다. 학생 ‘라’는 달은 지구그림자 안팎을 움직이지만, 태양빛이 도달하지 못하는 부분은 없다고 설명하였고, 학생 ‘나’는 이를 정교화하여 삭의 개념에 대하여 설명하였다. 삭의 위치에서 달은 우리 눈에 안 보이지만 달은 빛을 받는다는 반박근거를 들고, 지구 그림자에 가려져 빛을 받지 못하는 부분이 있다는 주장을 포기하였다. 하지만 학생 ‘마’는 “앞부분은 빛을 받아.”라고 인정하는 발화 외에는 개념의 변화를 확인할 수 있는 발화는 나타나지 않았다.

(2) 주장의 변화를 수반하지 않은 과학 개념으로 변화 양상

주장은 변화하지 않지만 주장을 설명하는 과정에서 다른 소집단 구성원들과 일치하지 않는 개념으로 변화한 경우로 주장변화를 수반하는 학생들보다 개념변화가 쉽게 일어났다. 이 유형의 대부분 학생들은 과학적 주장과 함께 일부의 오개념을 가지고 있었다. 이 학생들의 개념변화는 주장변화의 측면에서 큰 변화는 아니지만 주제와 관련된 과학 지식을 깊이 있게 이해한 것이기 때문에 의미가 있다. 또한 이 유형의 학생들에게서는 개념이 변화되기 전에 정보를 요청하거나, 변화시킨 후 질문을 통해 변화한 개념을 확인하는 발화들이 나타났다. 이 유형으로 소집단 1의 학생 ‘마’, 소집단 5의 학생 ‘나’, 소집단 7의 학생 ‘가’와 ‘마’가 이에 해당되었다. 이 학생들 중 소집단 1 학생 ‘마’의 개념변화 과정을 Fig. 4와 같이 살펴보았다.

소집단 1의 학생 ‘마’는 달의 모양 변화의 원인을 달의 공전이라고 주장하였지만, 삭은 태양빛이 지구에 가려져 달이 보이지 않는 부분이라는 오개념을 동시에 가지고 있었다. 소집단 구성원들은 삭



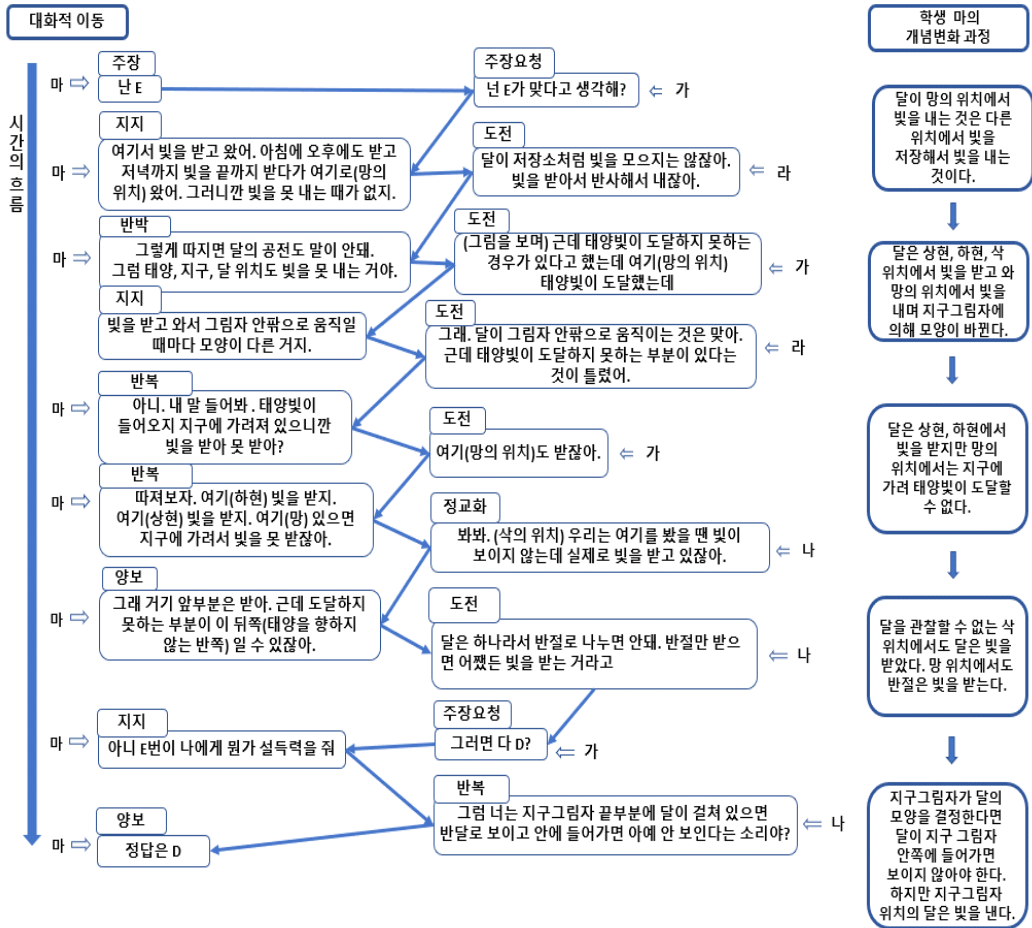


Fig. 3. Conceptual change of small group 5 student 'Ma'.

의 위치에 대한 정보를 제공하면서 학생 '마'의 주장과 불일치한 개념을 드러내었다. 학생 '마'는 불일치한 개념을 조정하여 삭과 망의 위치에 대하여 설명하였고, 상현과 하현에 대한 정보를 요청하면서 태양-지구-달의 상대적 위치에 따른 달의 모양 변화에 대한 개념을 이해하였다. 이 과정에서 다른 구성원의 도전에 학생 '마'는 반박하지 않고 자신의 주장을 바로 변경하였다.

## 2) 개념의 정교화

개념의 정교화를 보인 학생은 소집단 6의 학생 '라', 소집단 8의 학생 '다', 소집단 9의 학생 '가'이다. 이들은 소집단 논의활동에서 과학적 지식이나 개념을 제공하고, 소집단 구성원들이 논의활동에 참여하는 방식과 절차를 계획하며, 소집단 구성원이 서로 다른 의견을 보일 경우 이를 조정하려고

노력하는 리더 학생들이었다.

소집단 9의 학생 '가'는 '지구그림자에 가려서 달의 모양이 변한다.'는 경쟁주장을 기각하기 위해서 반박근거를 제시하였고, 이에 대한 소집단 구성원들은 자세한 설명을 요구하였다. 소집단 구성원은 학생 '가'에게 사전 질문의 선택지인 주장 D에 대한 증거를 요청하였다. "D가 맞으려면 E가 아닌 이유가 있어야지", "지구그림자에 가려지는 거 아니야?", "왜?"와 같은 담화에 대하여 대답하여야 한다는 의식은 학생 '가'로 하여금 관련 과학개념에 대해 깊이 생각하도록 만들었다. 학생 '가'는 경쟁 주장이 틀린 이유를 설명하는 과정에서 달의 모양 변화와 달의 공전에 대한 관련성과 지구의 그림자에 의해서 달의 모양이 바뀔 수 없는 이유에 대해서 자세하게 이해하게 되었다. 이러한 학생 '가'의 설명은 스스로의 개념을 정교하게 변화시키는 동

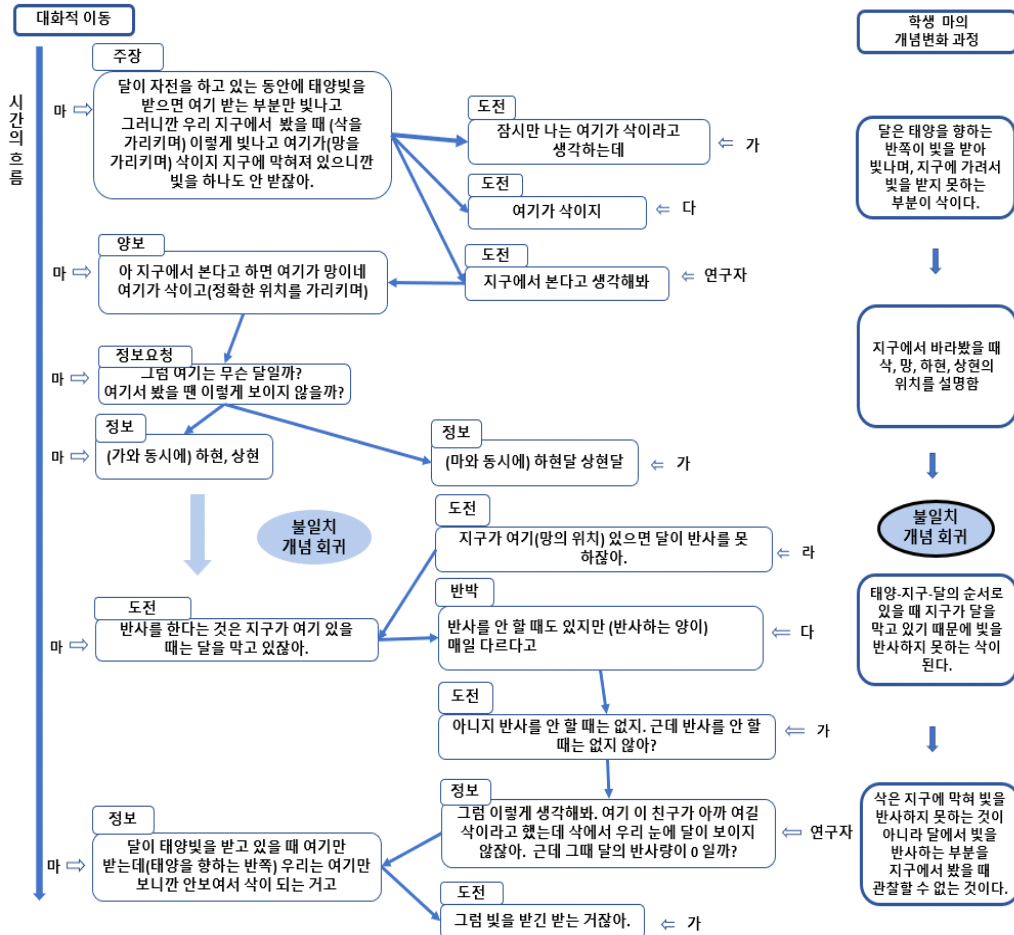


Fig. 4. Conceptual change of small group 1 student 'Ma'.

시에 소집단 구성원의 이해를 향상시켰고, 더불어 구성원 모두가 동의하는 최종 주장을 만드는데 도움을 주었다. Fig. 5에 소집단 9의 학생 '가'의 개념 변화 과정을 나타내었다.

## 2. 개념변화 소집단의 상호작용

개념변화가 나타난 학생들이 속한 6개 소집단의 상호작용을 분석한 결과는 다음과 같다.

### 1) 반응 유형과 담화의 성격

학생들의 개념변화가 나타난 소집단의 반응 유형은 토론이 대부분이었고, 담화의 성격은 설명-반대가 많았으며, 엄격한 기준을 사용하였다. 개념변화가 일어난 학생들이 속한 소집단의 상호작용 유형은 Table 4와 같다. Table 4의 다양한 상호작용의 예시는 Lee (2019)에서 찾아볼 수 있다.

개념변화를 나타낸 소집단의 아이디어에 대한 토론 반응은 학생들 생각을 완전히 거절하거나, 수용하지 않으면서도 불일치한 학생의 개념을 수정하고 토론할 수 있는 시작점이 되었다. 또한 불일치한 개념이나 아이디어를 평가할 때, 학생들은 자신의 생각을 표현하며 설명의 담화를 사용하였고, 다른 소집단 구성원들은 이를 평가하기 위한 반대 담화를 많이 나타냈다. 반대의 의견은 학생들의 생각에 대한 심층적인 토론을 가능하게 해주었고, 자신의 개념을 비판적으로 평가하는 과정에서 학생들은 개념을 변화할 수 있었다. 따라서 학생들의 개념변화는 비판적이고 평가적인 상호작용 속에서 비교적 잘 나타난다고 할 수 있다. 개념변화를 보인 소집단의 학생들은 서로의 아이디어를 무비판적으로 수용하거나 거부하는 누적적, 논쟁적 대화보다는 비판적이며 생산적으로 참여하는 탐구적

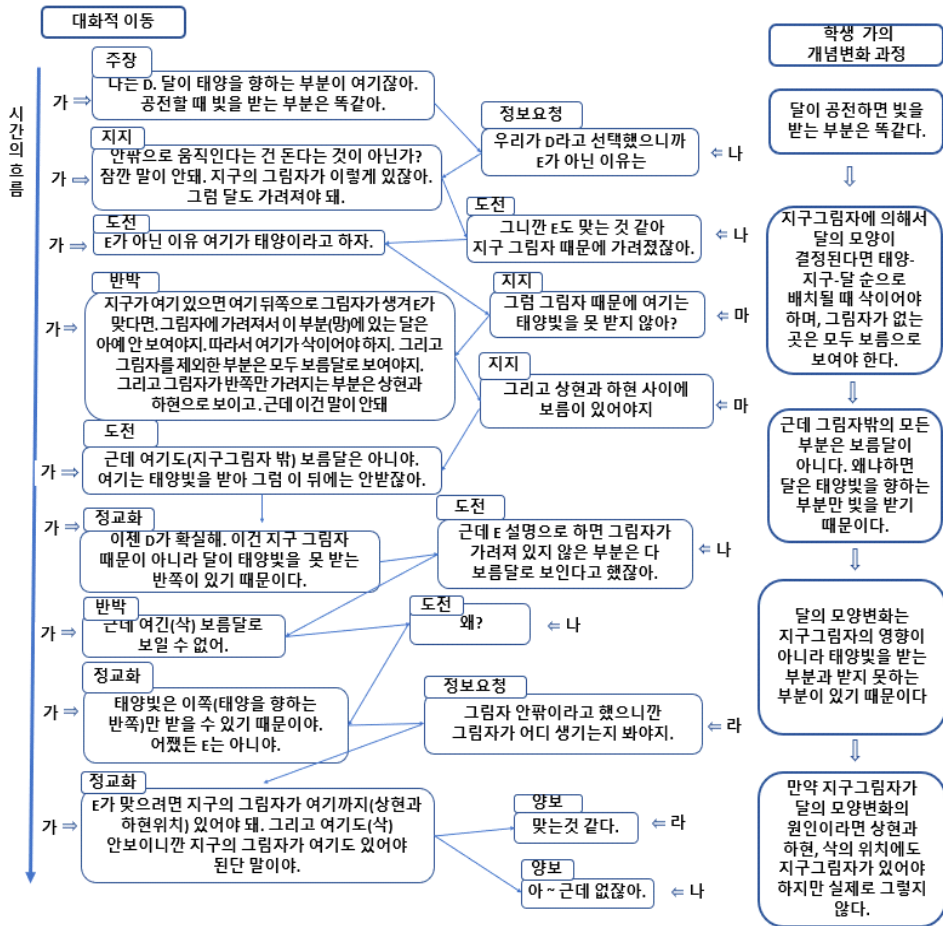


Fig. 5. Conceptual change of small group 9 student 'Ga'.

대화 양상을 나타냈다. 또한 공동의 이해를 위한 협상을 추구한다고 볼 수 있다. 이러한 탐구적 대화 및 공동의 이해를 위한 협상에의 참여는 협력적 논의활동을 촉진하고, 논의활동이 끝날 때까지 토론을 진행할 수 있으며, 더 나은 토론 결과를 제공할 수 있다(Evagorou & Osborne, 2013). 한편, 개념의 정교화를 보인 학생이 속한 일부의 소집단에서는 반대의 담화보다는 공동구성의 담화가 나타났다. 이는 리더인 학생이 다른 학생들에게 아이디어를 설명하고, 이 과정에서 학생들의 동의 및 지지의 표현들이 있었기 때문으로 해석할 수 있다.

또한 학생들은 개념 변화 과정에서 개인적 추론이나 경험에 기초한 기준보다는 과학 문화와 보다 밀접하게 연결된 엄격한 기준을 적용하여 개념을 평가하였다. 하지만 상위 수준의 과학적 개념(지구 공전궤도와 달의 공전궤도의 차이)이 필요할 때는

비형식적 기준을 사용하기도 했다. 이러한 학생들의 기준 선택은 각각의 맥락에 맞춰져 더 친숙하거나 더 이해가 잘 가는 것처럼 보이는 기준을 적용한 것으로 해석할 수 있다(Sampson & Clark, 2011).

또한 아래의 면담 내용에서 볼 수 있듯이 비록 반대 담화는 적게 나타났지만 논의활동을 협력적으로 참여한 학생들은 자신과 다른 사람의 의견을 연결시키고, 이를 발전시키기 위한 과정으로 과학 논의를 인식하고 있음을 알 수 있었다.

면담-5-나: 학교 수업은 자기 지식만을 사용해서 이해 하니깐 이해하지 못하는 부분도 있었는데, 과학논의는 친구들과 이야기하다 보니깐 몰랐던 부분이나 틀렸던 내용을 더 이해할 수 있었어요. 그리고 친구와 나의 생각이 달랐을 때 생각이 더 많이 변화한 것 같아요.

면담-5-마: 내 생각이 틀렸는지에 대해서 생각할 수 있

Table 4. Interaction types of small groups shown conceptual change

소집단	학생	아이디어에 대한 반응 유형	아이디어 평가 담화의 성격	개념변화 시 평가 기준
1	다	토론	설명-반대	엄격한 기준 (설명의 정합성) 비형식 기준(개인적 추론)
	마	토론	설명-반대	엄격한 기준 (자료와 일치, 설명의 정합성)
5	나	토론	설명-반대	엄격한 기준 (자료와 일치, 설명의 정합성)
	마	토론	설명-반대	엄격한 기준 (설명의 정합성) 비형식 기준(개인적 추론)
6	라	토론	설명-반대	엄격한 기준 (설명의 정합성) 비형식 기준(개인적 추론)
7	가	토론	설명-반대	엄격한 기준 (자료와 일치)
	마	토론	설명-반대	엄격한 기준 (설명의 정합성)
8	나	토론	설명-반대	엄격한 기준 (설명의 정합성)
	다	토론	설명-반대	엄격한 기준 (설명의 정합성)
9	가	토론	설명-공동구성	엄격한 기준 (자료와 일치, 설명의 정합성)

있던 것 같아요. 또 생각이 바뀐다는 게 자  
존심이 상할 일은 아닌데 우리 모둠에 생각  
이 분명히 바뀌었는데 자존심 때문에 인정  
하기 싫은 친구가 있어서 좀 그랬어요.  
(소집단 5의 학생 '나'와 학생 '마'와의 면담)

이러한 소집단의 학생들은 특정 아이디어나 주  
장을 드러내고 관점을 나누어 생각하는 것보다 모  
둠 구성원과 함께 다양한 주장의 장단점을 고려  
해보고, 그 중에 가장 나은 주장과 근거를 찾는 방  
식의 상호작용을 더 효과적으로 인식했기 때문에  
(Clark, D' Angelo & Menekse, 2009) 이를 선호하였  
다. 또한 일부의 학생들은 다른 사람의 의견을 지  
지하고 동의하는 것에 편안함을 느꼈으며, 이견을 나  
타내거나 반박하는 것에 부담을 느끼기도 하였다.

면담-8-다: 과학토론은 찬성과 반대를 나누는 것이지만  
과학논의는 이 주장에 대해서 의견을 모으  
니까 내가 모르는 것을 이야기를 통해서 알  
수 있게 해주어 것 같아요.

면담-7-다: 친구들의 이야기를 듣다보니 생각이 바뀌기  
도 했고 다른 친구의 생각을 통해서 나의 의  
견을 보충할 수 있었던 것 같아요.

면담-7-마: 다른 친구들의 이야기를 듣고 생각이 바뀌  
수도 아니면 적어도 다시 한 번 생각을 해본  
것 같아요. 서로의 의견을 듣다보니 전에 고  
려하지 못했던 단서나 근거도 생각해보고요.  
(소집단 8의 학생 '다'와 학생 '마'와의 면담)

한편, 아이디어 평가 시 담화의 성격은 각 소집  
단 또한 학생들의 고정된 태도나 행동 양식뿐만 아  
니라, 논의활동 주제에 따라서 달라질 수 있음을  
확인할 수 있었다. 학습자의 주제에 대한 개념적  
이해는 주장을 뒷받침하거나 다른 주장이나 근거  
를 평가하는데 사용할 수 있기 때문에 매우 중요하  
며, 따라서 학생들의 과학논의 참여 방식에 영향을  
미칠 수 있다(Grooms, Sampson & Enderle, 2018). 따  
라서 해당 차시의 논의주제에 관한 과학개념이 부  
족한 학생들의 상호작용 양상은 달라졌고, 전 차시  
에 보여주었던 적극적인 상호작용은 발견되지 않  
았다. 과학 지식에 대한 의존도가 높은 논의과제를  
제시했을 때 학생들의 논의활동은 제한될 수 있다  
(Kwak & Nam, 2009)는 선행연구가 이러한 분석을  
뒷받침한다. 따라서 소집단 논의활동은 학생들의  
개념지식을 기반으로 구성되어야 하고(Chinn &

Clark, 2013), 논의활동을 하기 앞서 논의에 필요한 기본적인 지식을 면밀히 점검하는 일이 중요함(Lee et al., 2012)을 시사한다. 이런 점을 다음과 같이 특정 학생은 면담과정에서 언급하기도 하였다.

면담-연구자: 논의활동을 다른 학생들에게 시도해보는  
면 학습에 도움이 될 것 같나요?

면담-7-가: 저학년이랑 3, 4학년은 좀 힘들 것 같고, **과  
학지식이 어느 정도 있어야 할 것 같아서요.**  
저도 달의 모양 그거 논의활동하면서 반박  
근거를 만들 때 과학적 지식이 좀 부족하다  
고 느꼈거든요.

(소집단 7의 학생 '가'와의 면담)

## 2) 개념변화와 협력적 논의활동

학생들의 개념변화는 논의를 함께 구성하고 공동의 과제를 해결하기 위한 협력적 과학논의활동의 목표를 바르게 인식하고, 이를 실천하는 소집단에서 주로 나타났다. 소집단 1의 4차시 상호작용은 다음과 같았다.

1-4-다: 난 B.

1-4-마: B? **왜 그렇게 생각해?**

1-4-다: 달은 비추잖아. 우리한테. 태양의 빛을 반사해서 우리에게 비추는 거잖아. 한 달 동안 빛을 내는 양도 다 다르고.

1-4-나: 뭔가 맞는 것 같다. 근데 설명을 못하겠어.

1-4-마: 근데 이 그림으로 봤을 때 달이 공전하고 있지 않아. 이거 도는 것도 생각해야지.

(중략)

1-4-라: 지구가 여기 있으면 달이 반사를 못하잖아.

1-4-마: 반사를 한다는 것은 지구가 여기 있을 때는 달을 막고 있지 않아. 반사량이.. 매일 **한 달 동안  
달을 수 있긴 한데.**

(중략)

1-4-다: 태양빛을 받아서 반사하는 거잖아. 그럼 반사하는 것만 보이지? 반사하는 양은 같은데 우리가 보는 것은 다르다?

1-4-마: 그니까 달이 지구 주변을 돌고 있지 않아. 만약 **달이 지구 주변을 돌고 있지 않다면 달의 모양변화는 불가능한 이야기가 되겠지. 그렇지만 달은 지구 주변을 돌고 있기 때문에 그게 가능한 이야기지.**

1-4-마: (달의 태양의 향하는 부분을 가리키며) 여기는 빛을 받고, 여기도 빛을 받고.

1-4-가: 빛의 양은 똑같은 거지.

1-4-마: 빛의 양은 똑같지만.

1-4-가: 그렇지. **그건 우리가 보는 시점에 따라서 달라지는 거야.**

소집단 1의 구성원들은 학생 '다'의 아이디어에 대해서 “왜 그렇게 생각해?”와 같은 추가설명을 요청하였다. 학생 '다'의 의견을 완전히 무시하거나 거절하지 않았다. 이러한 의견합의를 위한 반박이나 토론 반응은 앞에서 나온 근거를 바탕으로 더 나은 설명을 만들기 위한 협력적인 상호작용이라고 볼 수 있다.

학생들이 소집단 내에서 상호작용하는 방식과 그들이 내린 결정은 소집단의 의미형성과 논의활동 결과에 중요한 영향을 미친다(Sampson & Clark, 2011). 즉, Berland and Hammer (2012)에 따르면 학생들은 논의활동을 여러 가지 의미로 해석하고 논의활동에 참여하는 방식에 따라 소집단 내에서 행동하게 된다고 설명하였다. 따라서 개념변화와 관련된 논의활동 수업을 시작하기 전에 학생들의 협력적 상호작용을 촉진하기 위한 활동을 구성하여 이를 동일하게 제공하였으나, 학생들의 논의활동의 결과는 소집단별로 다른 결과를 보였다. 논의과정에서 학생들의 참여방식은 그들의 신념의 강도와 상호작용의 목표와 기대에 대한 이해의 영향을 받는다(Berland & Lee, 2012). 따라서 논의활동의 목표를 공동의 이해나 의미의 협상으로 해석하기 보다는 다툼이나 토론에서 이기기로 보는 경우는 개념변화를 촉진하는 상호작용인 토론, 반대담화, 엄격한 기준이 사용된 경우라도 학생들의 개념 변화에 효과적이지 않았다.

아이디어를 평가할 때 반대 담화가 아이디어에 대한 심층적인 토론을 자극하고, 더 나은 소집단의 논의 결과를 가져온다(Sampson & Clark, 2011). 따라서 논의활동에서 아이디어를 고려할 때 반대 담화가 핵심적인 역할을 하다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 반대 담화가 포함된 소집단의 상호작용이 항상 깊이 있는 논의로 연결되지는 않았고, 구성원의 협력적인 활동을 보장하는 것은 아니었다. 즉, 반대담화가 지배적이지만 논의활동을 승패가 있는 토론이라고 인식하고 참여하는 소집단에서는 발전된 공동의 아이디어를 만들어내지 못했으며, 상호작용과정도 협력적이지 않았다. 반면, 반대담화가 논의활동에 극히 일부 포함되어 있지만, 서로의 아이디어를 가치 있게 여기고 반론이 제기되었을

때 이를 함께 해결하기 위해서 토론하는 협력적 상호작용이 나타나기도 했다. 이는 담화의 특정 유형이 협력적인 논의활동을 이끄는 것이 아니라, 논의활동에 학생들이 참여하는 목적, 논의활동을 이해하는 맥락에 따라서 협력적인 활동이 촉진되기도 저해되기도 하였다. 논의활동에서 학생들의 참여 방식은 상호작용의 목표, 논쟁적인 상대에 대한 인식, 상호작용에 대한 구성원들의 기대 정도에 영향을 받는다(Berland & Lee, 2012)는 연구결과가 이를 뒷받침한다. 따라서 논의활동을 비협력적인 상호작용으로 인식한 경우, 다른 사람의 생각에 관여하며 자신의 의견을 다른 사람의 의견과 연결시켜 논의를 진행하는 모습은 드물게 나타났다. 반면에 논의활동을 협력적인 상호작용으로 인식하고, 반대 담화를 사용한 소집단의 학생들은 다른 사람의 지식을 자신의 이해에 연결시켜 이를 향상시킬 수 있었다고 생각하였다.

한편, 논의활동에서 아이디어를 평가할 때 소집단 구성원들의 담화의 성격은 학생들의 참여정도, 소집단의 리더의 역할 및 태도와 관련되어 있음을 발견하였다. 학생들의 참여정도가 가장 저조했던 소집단의 담화 성격은 비협조적인 설명-반대인 경우와 비협조적인 설명-공동구성으로 나뉘어졌다. 구성원의 참여가 적은 소집단의 논의활동은 다양한 아이디어들이 제시되지 않고 제시된 아이디어에 대해서도 일부의 학생들만이 참여하기 때문에 아이디어가 발전되지 못하였다. 따라서 대립하는 두 가지 아이디어를 하나로 통합하지 못하였기 때문에 비협조적인 설명-반대의 유형이 나타났다. 또한 소집단을 이끄는 리더의 아이디어가 비판이나 평가 없이 전체 소집단의 아이디어로 수용될 경우에 비협조적인 설명-공동구성의 담화가 나타났다. 이 소집단의 리더는 소집단 구성원의 참여에는 무관심하였고, 논의과제는 일부 학생과의 논의로 해결하면 된다는 인식을 가지고 있었다. 이러한 배타적 리더의 태도가 소집단의 상호작용에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 특히 다음 면담 내용에서 볼 수 있는 바와 같이 소집단 4의 4차시 논의활동은 리더 혼자 설명하고, 다른 구성원에게 동의를 구하는 일방적인 방식으로 진행되었기 때문에 비협조적인 상호작용을 보여주었다(Richmond & Striley, 1996).

면담-연구자: 논의활동하면서 특히 도움이 되었던 친구가 있나요?

면담-4-라: 다른 애들은 자기주장만 하니깐 별로 도움이 되지 않았고요. 이에 비해 '가'와 함께 이야기를 나누면서 서로의 주장을 듣고 또 의견이 같았을 때는 기분이 좋았어요.  
(소집단 4의 학생 '라'와의 면담)

따라서 협력적 논의활동을 위해 문제를 해결하기 위해서는 여러 가지 능력이 필요하며, 어떤 그룹의 학생들도 필요한 모든 능력을 갖추고 있는 것이 아니기 때문에 그룹의 모든 학생들의 협력이 필요하다 점을 인식시켜야 한다(Chinn & Clark, 2013).

Table 5는 전체 소집단의 4차시 담화의 성격 유형이다. 담화의 성격 유형과 관계없이 Table 4에 나타난 개념변화를 보인 학생들이 속한 소집단 1, 5, 6, 7, 8, 9는 Table 5의 협력적 소집단 1, 5, 7, 8, 9와 거의 일치함을 확인할 수 있다.

### 3) 개념 변화와 참여도

개념변화를 나타낸 학생들의 소집단 내의 상호작용은 학생들의 참여정도가 높을수록 개념변화가 바람직한 방향으로 일어났다. 개념변화를 보인 학생들은 대체적으로 소집단 내의 논의활동에서 많은 발화빈도를 보였고(Table 6), 이는 소집단 논의에 적극적으로 참여하였다고 해석할 수 있다. 이 학생들은 개념의 불일치를 스스로 확인하고, 이를 소집단 논의로 이끌어 내는 적극성을 보였기 때문이다. 학생들의 개념변화는 새로운 개념과 관련된 추가 정보나 설명을 적극적으로 요청하는 상호작용을 필요로 한다. 즉, 학생들이 제기한 질문이나 정보의 요청은 개념변화의 잠재적 수단이며, 논의활동이 지식을 구성하는 활동임을 인식하도록 도와준다(Chin & Osborne, 2010).

개념변화를 보인 학생들은 불일치한 개념을 확인한 후, 이를 해결하기 위해서 다른 구성원들에게 개념과 관련된 정보를 요청하거나 불일치한 상황을 해결하기 위한 발문을 제기하였으며, 변경된 개념에 대한 이해를 확인하기 위한 질문을 통해 개념을 내면화하였다. 서로 반대되는 견해와 생각의 협

Table 5. Dialogic characteristics of 4<sup>th</sup> period by small groups

담화의 성격 유형	협력적 소집단	비협력적 소집단
설명-반대	소집단 1, 5, 7	소집단 6
설명-공동구성	소집단 8, 9	소집단 3, 4, 10
설명-정보탐색		소집단 2

Table 6. Dialogic participation of students shown conceptual change

(□ 표시는 개념변화를 보인 학생을 나타냄)

소집단	학생명	발화빈도	소집단	학생명	발화빈도
소집단 1	가	19	소집단 6	가	2
	나	22		나	9
	다	58		다	45
	라	17		라	47
	마	58		마	11
	계	117		계	136
소집단 2	가	11	소집단 7	가	38
	나	51		나	39
	다	28		다	16
	라	37		라	1
	마	15		마	42
	계	142		계	145
소집단 3	가	2	소집단 8	가	11
	나	3		나	42
	다	24		다	60
	라	6		라	22
	마	15		마	10
	계	50		계	96
소집단 4	가	12	소집단 9	가	32
	나	16		나	33
	다	8		다	1
	라	49		라	17
	마	10		마	13
	계	95		계	114
소집단 5	가	44	소집단 10	가	15
	나	34		나	16
	다	1		다	14
	라	57		라	22
	마	61		마	18
	계	174		계	85

상을 위해 질문을 제기하였고, 이를 해결하는 과정에서 더 정교한 설명과 정당화가 이루어졌고, 학생들의 이해를 촉진시켰으며, 소집단 구성원들의 초기 개념에 대한 변화를 가져올 수 있었다(Chin & Osborne, 2010).

한편, 개념의 정교화를 나타난 학생들은 소집단 전체의 구성원들과 상호작용하며, 과학 논의에 필요한 지식이나 개념을 제공하는 리더 학생이었다. 리더 학생들은 소집단에서 제안된 아이디어에 합의하도록 하거나 조정하기 위한 역할을 하였고, 아

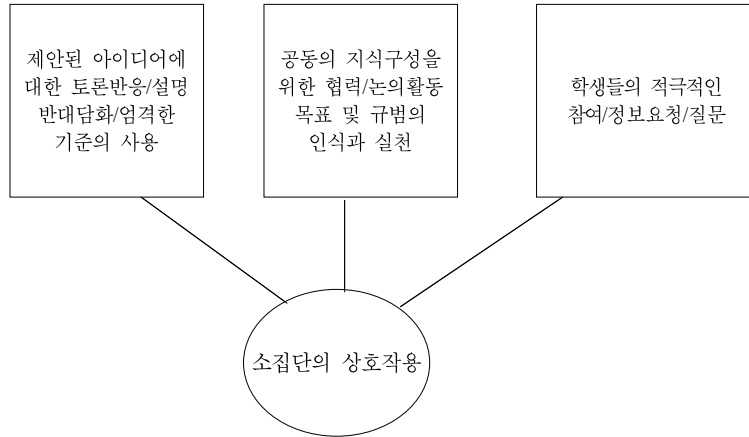


Fig. 6. Interaction characteristics of small groups shown science conceptual change.

이디어를 비판적으로 평가하고, 이를 소집단 구성원과 공유하여야 하였기 때문에 상대적으로 아이디어나 과학개념에 대한 이해가 높았다(Richmond & Striley, 1996; Lee, 2006; Lee *et al.*, 2012). 개념변화를 보인 학생들이 속한 소집단의 상호작용에 관한 연구 결과를 종합해 보면 Fig. 6과 같다.

협력적 논의활동을 통한 학생들의 개념의 변화는 논의활동의 목표에 대한 소집단 구성원들의 적절한 인식을 바탕으로 하고 생산적인 논의활동을 이끄는 상호작용에 의하여 나타난다고 볼 수 있다. 따라서 학생들은 개인의 소집단 내 상호작용의 방식과 목표의 인식이 소집단 내의 논의활동에 영향을 끼침을 이해하는 것이 필요하며(Sampson & Clark, 2011), 교사는 소집단의 상호작용 과정에 주의를 기울이고, 학생들에게 생산적 담화 활동에 참여하는 방법과 태도 및 규범을 가르칠 필요가 있음을 시사한다(Chin & Osborne, 2010).

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학교 6학년 학생 50명의 협력적 과학논의활동에서 나타나는 소집단의 상호작용과 학생들의 개념변화 양상을 살펴보고, 소집단의 상호작용과 학생들의 개념변화의 관련성을 탐색하여 보았다.

결론적으로 개념변화를 보인 학생들이 속한 소집단의 상호작용의 특징을 살펴보면, 학생들이 개념을 평가하거나 변경할 경우에 토론의 반응, 설명-반대 담화, 엄격한 기준을 전반적으로 사용하는 경

향을 보였다. 또한 논의활동에 참여할 때, 구성원의 이해를 돕고 타당한 근거를 들어 설득하려고 하는 논의활동이 개념변화에 중요한 요인으로 작용한 것으로 생각한다. 그리고 개념변화를 보인 학생들이 논의활동에 적극적으로 참여하는 경우가 많았다. 자신이나 상대학생들의 개념 불일치를 다양한 정보의 요구 및 질문과 발문을 통한 개념의 평가 및 확인으로 협력적인 소집단 토론으로 이끌어냈으며, 이는 학생들의 개념변화에 결정적인 상호작용요인으로 작용하였다.

초등학생들의 소집단 협력적 과학논의활동에서 나타난 소집단의 상호작용과 학생들의 개념변화 양상을 살펴보고, 이들의 관련성을 탐색한 결과, 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다. 소집단의 생산적인 상호작용을 바탕으로 과학지식을 통합하는 과학논의활동을 초등학교 현장에 도입함으로써 개념변화 과정을 경험할 수 있는 기회를 학생들에게 제공할 필요성이 있다. 이 연구결과는 개념변화수업에서 협력적 논의활동의 활용 가능성을 보여주었다. 과학현상에 대한 개념의 불일치는 학생들의 논쟁적 담화와 합의 형성의 필요성을 이끌어 냈으며, 이 과정에서 학생들은 관점을 정당화하고 설명을 구성하면서 과학 현상과 개념에 대한 이해를 향상시켰다. 사회적 상호작용을 강조한 개념변화의 과정과 그 결과가 학생들의 인지적 측면의 변화에 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 논의활동을 통한 학생들의 개념변화수업은 학생들이 생산적인 상호작용이 바탕이 된다면 과학교실에서 의미 있게 활용될 수 있을 것이다.



## 참고문헌

- Asterhan, C. S. C. & Schwarz, B. B. (2007). The effects of monological and dialogical argumentation on concept learning in evolutionary theory. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 626-639.
- Bell, P. & Linn, M. (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. & Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68-94.
- 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. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95(2), 191-216.
- Berland, L. K. & Russ, R. S. (2018). Conceptual change through argumentation: A process of dynamic refinement. In Amin, T. G. & Levrini, O. (eds.), *Converging perspectives on conceptual change: Mapping an emerging paradigm in the learning science* (pp. 180-189). New York: Routledge.
- Chinn, C. & Clark, D. B. (2013). Learning through collaborative argumentation. In Hmelo-Silver, C. E., Chinn, C. A., Chan, C. K. K. & O'Donnell, A. M. (eds.), *International handbook of collaborative learning* (pp. 314-332). New York: Routledge.
- Chin, C. & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883-908.
- Cho, B., Ko, Y., Kim, H., Pail, S., Park, J., Park, J. & Im, M. (2002). A study of kindergarten, elementary, and middle school students' conception types and trend of grade related to evaporation and conditions of evaporation activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(2), 286-298.
- Choe, H. S., Kim, E. K., Lee, K., Chung, W. H. & Paik, S. (2001). Investigating elementary students' alternative conceptions of heat and temperature. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(1), 123-138.
- Clark, D. B., D'Angelo, C. M. & Menekse, M. (2009). Initial structuring of online discussions to improve learning and argumentation: Incorporating students' own explanations as seed comments versus an augmented-preset approach to seeding discussions. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 321-333.
- Dogan, O. K., Cakir, M. & Yager, R. E. (2017). Delineating the roles of scientific inquiry and argumentation in conceptual change process. In Shelley, M., Pehlivan, M. (eds.), *Education research highlights in mathematics, science and technology 2017* (pp. 113-121). ISRES.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Enderle, P. J., Bickel, R., Gleim, L., Granger, E., Grooms, J., Hester, M., Murphy, A., Sampson, V. & Southerland, S. A. (2015). *Argument-driven inquiry in life science*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Evagorou, M. & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socio-scientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209-237.
- Grooms, J., Sampson, V. & Enderle, P. (2018). How concept familiarity and experience with scientific argumentation are related to the way groups participate in an episode of argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(9), 1264-1286.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A. & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In Erduran, S. & Jimenez-Aleixandre, M. P. (eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-28). Dordrecht: Springer.
- Kang, N. & Lee, E. K. (2013). Argument and argumentation: A review of literature for clarification of translated words. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(6), 1119-1138.
- Kang, S., Han, S. & Noh, T. (2002). The effect of cooperative small group discussion in science concept learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(1), 93-101.
- Kim, Y. & Kim, H. (2015). A path analysis of learner's variables affecting on scientific argument level of elementary school students. *Cheongnam Science Education Research*, 21(2), 1-11.
- Kwak, K. & Nam, J. (2009). Enhancing the quality of students' argumentation and characteristics of students' argumentation in different contexts. *Journal of the Ko-*

- rean Association for Research in Science Education, 29(4), 400-413.
- Lee, M. (2019). *An analysis of interaction and scientific conceptual change of elementary school students in collaborative scientific argumentation*. Master dissertation, Korea National University of Education.
- Lee, K. H., Yun, S. & Kim, H. (2012). Understanding of middle school students' small group argumentation of plant and animal classification: Focusing on the effects of leader. *Biology Education*, 40(1), 71-86.
- Lee, S. (2006). The patterns and the characteristics of students' interactive argumentation in the small-group discussions. *Journal of the Korean Chemical Society*, 50(1), 79-88.
- Lee, S. & Chun, J. (2017). Analysis of argumentation on socio-scientific issue in middle school students' small group structure based on intimacy and leadership. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(24), 343-368.
- Lee, S. & Kim, H. (2017). Exploring secondary students' dialogic argumentation regarding excretion via collaborative modeling. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(6), 1037-1049.
- Nussbaum, E. M. & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 384-395.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M. & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999.
- Paik, S., Kim, H., Che, W., Kwon, K. & Noh, T. (1999). Effects of concept change teaching model considering students' learning motivations. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(2), 305-314.
- Richmond, G. & Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.
- Ryu, S. & Sandoval, W. A. (2015). The influence of group dynamics on collaborative scientific argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(2), 335-351.
- Sampson, V. & Clark, D. B. (2011). A comparison of the collaborative scientific argumentation practices of two high and two low performing groups. *Research in Science Education*, 41(1), 63-97.
- Simon, S. & Maloney, J. (2007). Activities for promoting small-group discussion and argumentation. *School Science Review*, 88(324), 49-57.
- Song, J. (2017). A review of conceptual change research (1984-2016): Current trends and implications for future research. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(3), 1-27.
- Venville, G. J. & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952-977.
- Vosniadou, S. (2008). Bridging culture with cognition: A commentary on culturing conceptions: From first principles. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 277-282.
- Zhou, G. (2010). Conceptual Change in Science: A Process of Argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(2), 101-110.
- 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.
- <http://learningdesigngroup.org> Learning design group, lawrence hall of science, University of California, Berkeley.

이미선, 적성초등학교 교사(Lee, Mi-Sun; Teacher, Jugsung Elementary School).

† 김효남, 한국교원대학교 교수(Kim, Hyo-Nam; Professor, Korea National University of Education).

양일호, 한국교원대학교 교수(Yang, Il-Ho; Professor, Korea National University of Education)