

# 초등 과학 수업 담화에서 나타나는 과학적 추론 탐색

이선경 · 최취임\* · 이규호<sup>1</sup> · 신명경<sup>1</sup> · 송호장

서울대학교 · <sup>1</sup>경인교육대학교

## Exploring Scientific Reasoning in Elementary Science Classroom Discourses

Lee, Sun-Kyung · Choi, Chui Im\* · Lee, Gyuho<sup>1</sup> · Shin, Myeong-Kyeong<sup>1</sup> · Song, Hojang

Seoul National University · <sup>1</sup>Gyeongin National University of Education

**Abstract:** This study aims to explore scientific reasoning that students and their teachers constructed in elementary science classroom discourses in terms of basic reasoning types; deduction, induction, and abduction. For this research, data were collected from 13 classes of 4th grade science activities during a period of three months and analyzed three types of scientific reasoning in elementary school science discourses. We found that deduction (one discourse segment), induction (one discourse segment), and deduction-abduction (two discourse segments) were presented in the discourses. They showed that: first, scientific reasoning proceeded explicitly or implicitly in elementary science discourses; second, the students and their teachers have potentials to increase the quality of reasoning depending on their inter-subjectivity; and last, the students' background knowledge were very important in the development of their reasoning. Implication and remarks on science education and research were presented based on this results as well.

**Key words:** elementary science discourse, scientific reasoning, induction, deduction, abduction

### I. 서론

‘과학수업에서 무슨 일이 벌어지는가?’ (What’s happening in the classroom?) 이 화두는 지난 십여 년 사이에 국내 과학교육 연구를 ‘과학수업 자체’를 미시적으로 보는 질적 연구로 이끌었다. 과학수업에 대한 연구는 타 교과목 수업과 차별되는 과학수업 자체의 ‘고유성’을 담아야 한다. 그렇지만, 그 동안 이루어진 과학수업의 질적 연구가 대체로 모든 교과목에 공통적인 ‘수업의 일반성’ 측면을 드러내는 경향이 많았다. 예를 들어, 질적 연구를 통해 과학수업에서 교사와 학생의 담화 구조나 상호작용 패턴 연구가 많이 진행되었는데(예, 권현정, 2003; 박종윤 외, 2006; 유은정 외, 2006; 이옥희, 2004; 이혜정 외, 2005; 최경희 외, 2004) 이는 과학수업에 대한 고유한 특성을 보여주는데 충분하다고 보기 어렵다.

그렇다면, 과학수업의 고유성은 어디에 있는가? 과학수업의 ‘고유한 본질’은 과학적 탐구를 학생들이 경험하고 학습하는 것에 있는데, 구체적으로는 자연 세계에 대한 과학적 추론에 참여하는 것에 있다(김찬종 외, 2010). 과학의 고유성은 그 대상이 자연이며, 자연 세계의 다양한 현상들에 대한 믿을만한 지식 체계를 생성하는 과정에 있다(Siegel, 1989). 과학수업이 이러한 과학 활동의 고유한 특징이 드러날 수 있어야 하는 것은 너무도 당연하다. 학생들로 하여금 신뢰할만한 과학 지식 체계의 생성 과정에 참여하게 하려면 그들을 과학의 담화로 끌어들이어 과학적 사고를 할 수 있도록 해야 한다.

과학적 사고의 기초는 하나의 결론을 말할 때 ‘그 이유’를 나타내는 논리 전개에 있다고 하겠다. 고래로 논리전개 방법에는 ‘연역법(deduction)’과 ‘귀납법(induction)’이 존재했는데, 이들 방법은 인간이 자연

\*교신저자: 최취임(chichi1227@hanmail.net)

\*\*2012.11.21(접수) 2013.01.11(1심통과) 2013.01.24(최종통과)

\*\*\*이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 중견연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0028684).

스럽게 생각하는 사고방식에 해당된다(Chalmers, 1985). 귀납과 연역을 바르게 사용하면 이해력이 증진되고 사고의 폭이 넓어진다. 귀납과 연역은 흐름이 반대인 사고방식이다. 연역이 두 개의 정보(대전제-일반론, 소전제-관찰사항)를 서로 연관시켜서 (필연적으로) 결론을 도출하는 사고법이라면, 귀납은 관찰된 몇 가지의 공통점에 착안해서 일반론을 도출해 내는 것이다. 귀납은 연역법과는 달리 필연적으로 결론이 도출되는 것이 아니라 일종의 도약이 존재하며 상상력이 필요하다.

과학 학습에서 연역과 귀납은 어떻게 사용되는가? 과학학습 과정에서 연역적 사고는 설명이나 예측을 요구하는 과제에서 많이 사용된다. 주어진 원리나 법칙으로부터 자연 현상을 설명하거나 예측하는 데 연역적 과정이 사용된다(박종원, 2000; Chalmers, 1985). 또 귀납은 과학적 추론의 주요 요소로 강조되어 왔는데, 그 이유는 과학 지식의 생성에서 관찰이 갖는 위상이 컸기 때문이다(Gustason, 1994; Jung, 1996; Kuhn et al., 1988; Lawson, 2004). 귀납주의자들에 따르면, 관찰은 과학을 행하는 출발점으로서, 관찰로부터 규칙 혹은 일반화를 만들어가는 것으로 이해되었다. 그러나 과학 연구자들에게 귀납은 진리의 위상을 갖는 일반화하기보다는 ‘새로운 가설’, 다시 말해 ‘임시적 설명’의 생성이라는 의미를 갖는다(Kuhn et al. 1988; Lawson, 2004). 따라서 연역과 귀납만 가지고는 자연 세계를 탐구하여 새로운 지식을 생성하는 과학적 사고의 흐름을 충족시키기 어렵다. 즉, 연역과 귀납은 미지의 현상에 대한 새롭고 창의적인 가설을 만들어내는 발견의 과정을 설명하는데 충분하지 않다.

‘귀추(abduction)’는 학교 과학에서 지나치게 정당화 맥락만을 강조하여 주목받지 못했던 추론법으로서, 귀납과 연역이 설명해내지 못하는 이론(설명적 가설) 생성 과정을 설명할 수 있는 것으로 제안되었다(Hanson, 1958; Lawson, 2000). 귀추는 특정한 사실이나 법칙, 가설을 추론하여 어떤 현상이나 관찰 내용을 설명하거나 발견하는 과정을 의미한다(Magnani, 2001). 귀추는 규칙과 결과로부터 사례를 추리하는 것으로, 이론(설명적 가설) 생성의 과정을 설명해줄 수 있다(권용주 외, 2003; 이규호 외, 2010). 따라서 귀추는 과학 활동인 문제 해결 과정에서 과학적 발견과 창조적인 추리의 역할을 한다

(Magnani, 2001). 즉, 귀추는 결과로부터 원인들(가설)을 생성하여 이론의 발생과 관계가 있다.

Flach & Kakas (2000)는 Peirce가 제시한 연역, 귀납, 귀추의 세 가지 추론 형태를 가설 생성, 예측, 평가라는 과학적 탐구의 세 단계로 정리했다(그림 1). 이 도식에 따르면, 과학자가 여러 관찰 사실들에 대해 설명을 하고자 할 때 초기 가설을 만들어내야 하고, 그 다음 그 가설이 갖는 다른 결과들은 어떤 것이 있는지 조사하고, 최종적으로 그 예측 결과들이 실제와 일치하는지 평가해야 한다. Peirce는 과학적 탐구에서 초기 가설 생성을 귀추, 제안된 가설로부터 예측을 끌어내는 것을 연역, 그 가설이 믿음만한 것인지 예측들에 기반하여 평가하는 것을 귀납이라 했다.

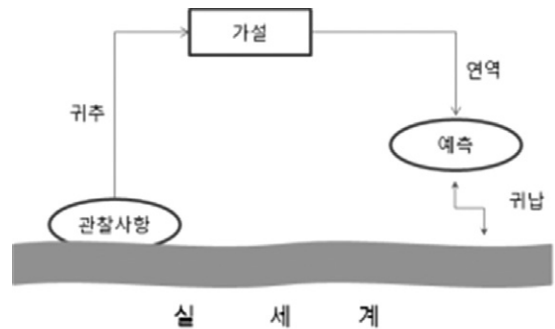


그림 1 과학적 탐구의 세 단계 (Flach & Kakas, 2000)

그림 1의 과학적 탐구의 추론은 귀추, 연역, 귀납을 개별적인 추론의 기술로서 취급되어야 할 것이 아니라, 역동적으로 상호연관된 것으로 파악되어야 할 것을 시사한다. 같은 맥락으로, 연역, 귀납, 귀추 등은 과학적 사고의 기초로서 학교 과학 학습 맥락에서 중요하게 다루어질 필요가 있는데, 역동적이고 순환적인 관점으로 탐색할 필요가 있다. 일상적 혹은 과학적 맥락에서 추론은 하나의 문제 상황에 하나의 추론 기술이 엄격히 사용되는 것이 아니라 상호 연관을 가지며 역동적으로 발생하기 때문이다. 문제 상황에서 추론의 순서는 일정하지 않으며, 때로 암시적으로 전제되어 명시적으로 드러나지 않기도 한다. 따라서 과학적 지식(설명)을 생성하는 과정을 단순화해서 ‘귀추를 통한 새로운 가설의 제안-그 가설로부터 예측의 연역- 자료로부터 가설의 타당화’의 사이클에서 경쟁

가설의 등장으로 새로운 사이클로 진행되면서 더 나은 설명을 만들어내는 과정이라면(Flach & Kakas, 2000), 연역-귀납-귀추의 추론이 과학 수업에서 어떤 흐름과 역동성을 갖고 작동하는지에 대한 다양한 양상을 살펴볼 필요가 있다. 이에, 과학 수업에서 교사와 학생들이 상호작용적으로 만들어가는 과학적 추론의 흐름을 탐색하는 것은 과학 수업의 고유성을 조명하는 교육적 중요성을 갖는다고 하겠다. 따라서 본 연구는 초등학교 교사와 학생의 과학 담화과정에서 나타나는 과학적 추론의 흐름을 탐색했다. 구체적으로 연역, 귀납, 귀추가 어떤 맥락에서 어떤 유형이 어떤 양상을 띠면서 나타나는지를 질적으로 탐색하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구의 맥락

본 연구에서 관심을 가진 수업은 인천광역시 소재하는 초등학교에서 이루어진 활동 중심의 과학수업이었다. 이 수업에 참여한 학생들은 S 초등학교 4학년 한 반의 학생들, 즉 남학생 17명과 여학생 12명인 총 29명이었다. 수업을 담당한 교사는 경력 8년의 남자 교사로서, 연구진에게 수업 녹화분을 기꺼이 제공하였다.

연구를 위해 제공된 수업은 2010년 3월 31일 부터 6월 10일까지 약 3달에 걸쳐 이루어진 수업 중 녹화분인 총 13차시를 포함하고 있었다. 수업 활동 내용은 4학년 1학기 2단원의 '지표의 변화' (5차시 분), 3단원의 '식물의 한 살이' (5차시 분), 4단원의 '모습을 바꾸는 물' (3차시 분)로 구성되었다. 각 수업 활동에서 교사는 주요 실험 도구 및 재료를 학생들에게 모둠별로 제공하고, 학생들로 하여금 제공 받은 도구와 재료를 사용하여 스스로 활동을 계획하고 수행하고 논의하게 했다. 이 과정은 학생들에게 익숙하지 않았기 때문에 활동이 시작되고 몇 주가 지나 학생들이 익숙해진 후에 수업 촬영을 실시하였다.

각 수업 활동에서 학생들은 탐구 활동지를 제공받았는데, 그 활동지는 학생들에게 활동을 안내하는 역할을 했다. 활동지에 학생들이 작성해야 할 항목에는 '이미 알고 있는 것', '탐구 질문', '추론을 포함하는 예상', '조작 변인과 통제 변인 계획', '관찰 변인', '관찰 결과', '주장', '증거' 등이 포함되었다(그림

2). 학생들은 탐구하고자 하는 질문을 정하면서 그 질문과 관련하여 자신이 알고 있는 것을 반추해 내고, 통제시키고 조작시켜야 할 변인과 관찰 혹은 측정 방법을 계획해야 했다. 이 과정은 자연스럽게 실험 계획과 연관되었고, 학생들은 스스로 제기한 질문에 대한 답을 얻기 위해 자신들이 계획한 실험을 수행했다. 실험 과정 중에 혹은 실험을 마친 후에 학생들은 관찰 사항, 주장, 증거 등을 정리하면서 실험을 마무리하였다. 이 활동지 구성 내용에 대해 학생들이 이해하고, 익숙해지도록 학기 초반에 교사는 학생들에게 충분히 설명하였다.

매 수업에서 학생들은 활동을 마무리한 후 모둠별 활동 과정과 결과를 전체 학생들에게 공개 발표하여, 활동을 통해 어떤 증거와 주장을 얻게 되었는지 논의하는 시간을 가졌다. 이 과정은 교사주도로 진행되었고, 학생의 발표 내용에 대한 교사의 질문과 학생의 응답 혹은 교사의 추가 설명 등으로 이루어졌다.

### 2. 자료 수집 및 분석

본 연구를 위해 수집한 자료는 초등학교 활동 중심의 과학 수업 녹화물과 학생들의 탐구 활동지였다. 수업 담당 교사는 13차시 분의 과학 활동 수업을 촬영한 비디오 녹화분을 연구진에게 제공하였다. 수업의 비디오 녹화분은 모두 전사되어 분석의 주자료로 사용되었다. 또 학생들이 작성한 탐구 활동지가 수집되어 담화 흐름의 맥락의 이해를 돕기 위해 보조 자료로 사용되었다.

주 자료인 전사물의 분석은 크게 두 단계로 나누어진다. 첫 단계에서 연구자 2인이 개별적으로 수업 전 사물을 처음부터 끝까지 읽으면서 교사와 학생의 담화 주제가 '실험 질문 만들기'와 '결과 예측', '실험에서 얻은 증거와 주장'과 관련된 담화 단편(segment)으로 나누었다. 담화 단편은 교사와 학생의 담화 내용이 인과적인 것, 즉 '왜' 혹은 '어떻게'와 연관된 내용을 담고 있는 것을 기준으로 선별되었다. 이때, "왜", "어떻게"라는 언어가 명시적으로 사용하지 않더라도 담화의 주제에 대한 내용이 '주장' 혹은 '예측'에 대한 이유를 담고 있는 경우를 고려하였다. 교사가 학생들에게 "모둠의 질문은 무엇인가?"라고 물었을 때, 학생들이 "... 이다"라는 단답형의 대답으로 마무리하고 다음 주제 혹은 다른 모둠으로 전환되는 담화 단편은

날짜:  
주제:

◆ 내가 이미 알고 있는 것은? 나는 ( )을 알고 있다.  
실험 준비물:

◆ 우리 도움 질문은?

◆ 탐구질문은 독립변인/조작변인과 측정변인/관찰변인/종속변인을 모두 포함해야 합니다.  
여러분의 추론을 포함하는 예상: 나는 ( )라고 예상한다.

왜냐하면 ( )

◆ 변화시킬 변인(조작변인) 목록:

◆ 같게 해야 하는 변인(통제변인) 목록:

◆ 측정하거나 관찰할 변인의 목록:

◆ 우리가 본 것은?

◆ 나의 주장은?

◆ 나의 증거는?  
<증거자료>- 실험내용 기록하기

◆ 더 하고 싶은 이야기나 그 밖에 새롭게 발견한 것은?

◆ 오늘 나의 과학수업 만족도는? (5, 4, 3, 2, 1)  
이유는?

그림 2 탐구 활동지

분석에서 제외되었다. 단답형의 담화는 담화 구성원의 생각이나 탐구 주제에 대한 인과관계 추론을 포함하지 않았기 때문이다. 대신에, 학생들이 유창한 언어로 표현하지 않더라도, 담화의 맥락에서 학생들의 생각이 잠정적으로 반영된다고 판단되는 담화 단편의 경우는 분석에 포함하였다. 이는 과학적 추론의 유형을 판단하는데 있어서 언어적으로 명시적으로 표현되는 것도 중요하지만 추론의 흐름에 암묵적으로 포함되어 있는 것을 해석해 낼 필요가 있기 때문이다. 따라서 연구자 2인이 개별적으로 추출해 온 담화 단편은 각각 8개, 9개로 확인되었다.

둘째 단계에서, 연구자 2인이 개별적으로 추출해 온 담화 단편에 대한 추론의 유형을 확인하고 구체적인 추론법(연역, 귀납, 귀추)의 명명이 이루어졌다. 이 과정에서 추론 과정이 명시적이지 않아 연구자의 해석이 필요한 부분이 많았다. 개별 분석을 했던 2인의 연구자와 또 다른 제 3의 연구자가 협력적으로 담화의 흐름을 해석하고 추론법을 명명하는데 참여하였다. 연구자들은 각 담화 단편이 어떤 맥락을 갖고 있는지를 파악하여 과학적 추론의 흐름과 특징을 찾고자 했다. 구체적으로, 학생의 발화에서 증거가 잘 표상되지 않는 경우, 수업 내에서 학생들의 활동으로 얻은 관찰

결과를 암묵적으로 포함하고 있다는 가정 하에 수업 담화를 이해하고자 했다. 예를 들어, <발췌 1> (연구 결과에 포함)에서 학생의 담화는 “줄기가 제일 빨리 자란다”(2줄), “맨 윗부분”(4줄), “밑에도 조금씩 자라요”(6줄), “그럴 거 같아요. 그런데..”(8줄)로 추론법이 명시적으로 연결되어 있지 못하다(그림 3). 그러나 연구자들은 학생의 사고의 흐름은 교사의 담화로 연결되며 상호작용적으로 추론의 전개가 이루어졌다고 해석할 수 있었다. 담화의 맥락에서 학생의 담화는 교사의 질문에 대해 짧지만 매우 분명했으며, 교사의 보충 설명에 동의하고 확인하였다. 이러한 맥락을 고려하여 교사와 학생은 담화를 통해 추론을 전개해 가는 것으로 연구자는 해석하였고, 그 논리전개는 <대전제-소전제-결론>으로 구성되는 <연역 추론>으로 명명되었다. 이 과정은 연구자의 해석이 중요하게 작용하기 때문에 3인의 연구자가 합의에 이르는 것이 필요했다. 따라서 담화에서 묵시적으로 포함되는 것으로 보여진다 하더라도 독자의 설득이 떨어진다고 파악되면 특정 추론법을 명명하지 않았다.

이러한 기준으로 교사의 발화를 통해 학생의 발화가 촉진되고 매개되면서 수업 담화 내에서 과학적 추론의 양상의 흐름이 나타나는 담화 단편은 4개로 결정되었다. 추론 유형은 3개로, 연역적 추론(담화 단편 1개), 귀납적 추론(담화 단편 1개), 귀추적 추론(귀추-연역적 추론)(담화 단편 2개)로 명명되었다. 분석 결과 합의에 이르지 못한 담화 단편은 차후의 논의로 남겨 두었으며, 연구자들 간 합의에 이른 3개의 추론 유

형을 연구 결과로 제시하였다.

### Ⅲ. 연구 결과

본 연구의 결과는 초등학교 과학 활동 담화에서 나타나는 다양한 추론의 양상으로 제시하였다. 각 추론의 양상은 교사와 학생의 담화 과정이 상호주관성을 갖고 전개되었다. 연구 결과는 3개의 추론 유형, 즉 연역적 추론, 귀납적 추론, 귀추적 추론(귀추-연역적)의 순으로 제시하였다.

#### 1. 연역적 추론

연역이란 대전제에 해당하는 이론을 바탕으로 앞으로 어떠한 일이 일어날 것인가에 대한 예상을 하거나 발생한 현상에 대한 설명을 하는 추론 과정이다. 즉, 이론을 바탕으로 현상에 그 이론을 적용하는 논리적인 과정이다. 관찰한 수업 담화를 통해 교사와 학생의 대화에 이러한 연역적 추론이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 연역적 추론을 보여주는 발췌 1은 5월 29일 ‘식물의 잎과 줄기의 자람’ 수업에서 이루어진 교실 담화의 일부이다. 이 수업에서 학생들은 ‘자라는 것이 무엇인지’를 생각하고, ‘자라는 것을 어떻게 알 수 있는지’에 대한 실험을 계획하고 그 계획을 수행하였다. 발췌 1은 이 활동에서 ‘자라는 것에 대한 질문 만들기’와 관련하여, ‘잎과 줄기 중에 어느 게 더 잘 자랄 것 같은지’와 ‘그렇게 생각하는 이유는 무엇인

#### <발췌 1>

- 1 교사: 잎과 줄기 중에 어느 게 더 잘 자랄까? ..... XX, 너의 예측은?
- 2 학생: 줄기가 제일 빨리 자란다.
- 3 교사: 줄기가 더 빨리 자랄 것이다? 줄기도 줄기 부분이 있겠지요? 어느 부분이 자랄지 궁금하지 않아요?
- 4 학생: 맨 윗부분!
- 5 교사: 맨 윗부분부터 쪽쪽쪽 자라요? 밑에는 눌러있고?
- 6 학생: 밑에도 조금씩 자라요.
- 7 교사: 그러면 금을 그으면 이렇게 자란다는 얘기에요? (칠판에 판서) 똑같이 간격이 있으면 나중에 이렇게 이렇게 이렇게 자란다는 이야기에요? 어?
- 8 학생: 그럴 거 같아요. 그런데...
- 9 교사: 아, 여기는 눌렀으니까 안자라고 여기는 눌리니까 쪽쪽쪽 간격이 더 넓어질 거다? 예, 그게 예측이네요~ 그런데 예측도 맞아요. 눌렀으니까, 이유는. 좋은 의견이네요.

그림 3 추출된 담화의 예: 발췌 1

지'에 대하여 교사와 학생들 간에 이루어진 담화이다. 이 담화에서 교사는 특정 학생을 지목하며 그 학생이 속한 모둠에서 생성한 질문은 무엇이었는지, 그리고 그 질문에 대한 예상은 무엇이었는지에 관한 대화를 이끌어가고 있었으며, 학생은 교사의 질문에 대해 나름의 추리를 전개하고 있었다.

〈발췌 1〉

- 1 교사: 잎과 줄기 중에 어느 게 더 잘 자랄까? ....  
XX, 너의 예측은?
- 2 학생1: 줄기가 제일 빨리 자란다.
- 3 교사: 줄기가 더 빨리 자랄 것이다? 줄기도 줄기 부분이 있겠지요? 어느 부분이 자랄지 궁금하지 않아요?
- 4 학생1: 맨 윗부분!
- 5 교사: 맨 윗부분부터 쪽쪽쪽 자라요? 밑에는 놀러있고?
- 6 학생1: 밑에도 조금씩 자라요.
- 7 교사: 그러면 금을 그으면 이렇게 자란다는 얘기예요? (칠판에 판서) 똑같이 간격이 있으면 나중에 이렇게 이렇게 이렇게 자란다는 이야기예요? 어?
- 8 학생1: 그럴 거 같아요. 그런데...
- 9 교사: 아, 여기는 눌렀으니까 안자라고 여기는 눌리니까 쪽쪽쪽 간격이 더 넓어질 거다? 예, 그게 예측이네요~ 그런데 예측도 맞아요. 눌렀으니까, 이유는. 좋은 의견이네요.

위의 담화를 살펴보면 학생의 생각의 흐름이 대화에서 직접적으로 나타나고 있지 않다. 다만 교사와의 대화를 통해 학생이 어떤 생각의 전개를 하고 있는지 추측이 가능한데, 이를 토대로 논리 전개를 해석 및 재구성해 보면 다음과 같다.

[대전제] 많이 눌리면 줄기가 자라기 어렵다. (9줄)

[소전제] 줄기의 위와 아래쪽은 눌리는 정도가 아래쪽이 더 심하다. (4-6줄)

[결론] 그러므로 줄기의 위쪽이 아래쪽보다 더 많이 자랄 것이다(그 결과 둘 사이의 간격은 더 넓어질 것이다). (2-3, 7-8줄)

줄기의 성장과 관련한 위의 교사와 학생 사이의 대

화를 살펴본 바에 따르면, 연역적 추론에서 압력과 성장과의 관계에 대한 생각이 암묵적으로 대전제되어 있는 것으로 보인다. 그 다음 구체적인 대상에 대한 탐색이 소전제로의 위상을 나타내며, 최종적으로 그 구체적 대상에 대전제를 적용시켜 최종적인 결론에 도달하고 있다. 대전제와 소전제와 결론에 이르는 과정이 담화 과정에서 순차적으로 나타나지 않음은 교사와 학생 간에 대전제가 묵인되고 있었기 때문이며, 그것은 교사의 언어로 암시적으로 표현되고 있었다. 이 연역적 추론을 보여주는 언어 표현은 교사에 의해 상당 부분 정리되고 있어, 언뜻 담화의 주체는 교사로 보일 수도 있다. 그러나 결론에 해당하는 발언(2-3줄)과 소전제에 해당하는 발언(4-6줄)의 담화의 주체는 학생이며, 교사는 학생의 생각을 구체화하여 대변하는 역할을 하고 있다. 즉, 〈발췌 1〉에서 나타난 연역적 추론은 담화 주체인 학생의 주장을 교사가 대변해주며 상호주관성을 갖고 진행되는 구조를 보여준다.

연역적 추론의 특징이 참이라는 대전제로부터 참일 결론을 끌어낼 수밖에 없는 구조를 갖기 때문에, 과학에서 중요하게 다루는 '이론과 증거의 조정'이 논의될 여지가 없다. 그러나 〈발췌 1〉의 담화에서 나타나듯이, 과학 활동에 대해 교사와 학생 간 이루어지는 연역적 추론은 교사와 학생이 그들의 지식 배경에 따라 추론의 내용에 대해 검토하고 논의할 여지가 남아 있다. 즉, 암묵적으로 이미 알고 있다고 전제된 정보(대전제)가 타당한가, 매개념에 해당되는 소전제가 존재하는가 혹은 타당한가, 등에 관한 담화 내용의 전개가 이루어진다면, 증거에 대한 이론의 조정이 요구될 것이다. 이때, 담화 참여자간의 대전제 및 소전제에 대한 점검과 이를 구성하기 위한 과학적 개념의 도입과 적절한 적용을 요구하게 될 것이다. 또한, 연역적 추론을 통해 이끌어낸 주장에 대한 설득력을 높임으로써, 추론 과정 뿐 아니라 내용 차원에서의 완성도를 높이게 될 것이다.

## 2. 귀납적 추론

귀납이란 관찰된 여러 사실로부터 공통되는 규칙성을 찾고 이를 바탕으로 현상에 대한 일반화를 시키는 추론이다. 학생들과 교사와의 대화에서는 드물게 귀납적 추론이 나타나는 대화가 발견되었다. 〈발췌 2〉는 6월 10일 '모습을 바꾸는 물' 수업에서 이루어진

담화이다. 이 수업에서 학생들은 물과 얼음을 제공받은 후, 물과 얼음을 가지고 탐구할 수 있는 질문을 만들고, 그 질문을 해결하기 위한 실험을 계획하고 실행하였다. <발췌 2>는 ‘얼음은 잘 녹을까?’라는 문제를 제기하고 문제를 해결하기 위해 실험을 수행한 모둠 구성원들과 교사가 나눈 담화의 일부이다.

<발췌 2>

- 10 교사: [모둠] 질문이 뭐였지요?
- 11 학생 2: 얼음은 바람에 잘 녹을까?
- 12 교사: 얼음에 바람을 불으면 잘 녹을까? 결론은 어떻게?
- 13 학생 2: 바람이 분 쪽은 많이 녹았지만 바람을 불지 않은 쪽은 잘 녹지 않았어요.
- 14 교사: 그 이유가 뭘 거 같아요?
- 15 학생 2: 바람이 불면...(까우똥)
- 16 교사: 추천? 그 이유가 뭘까? 왜 빨리 녹았을까?
- 17 학생 3: 네?
- 18 교사: 바람이 불 때 왜 얼음이 빨리 녹았을까?
- 19 학생 3: 몰라요.
- 20 교사: 은수는 어떻게 생각해요?
- 21 학생 4: ...
- 22 교사: 결과는 얼음이 바람에 잘 녹는 것을 알 수 있었죠? 하지만 그 증거는 잘 찾지 못했던 거 같습니다.

위의 대화에는 크게 두 가지의 추론이 포함되어 있다. 귀납적인 추론과 연역적인 추론이 그것이다. 우선 귀납적 추론을 살펴보면, 여기 대화에서는 귀납적인 추론 과정 전체가 명시적으로는 드러나지 않는다. 즉, 학생들이 몇 번에 걸친 관찰을 했는가는 이 대화에서 드러나지 않고 있다. 그러나 학생이 내린 결론으로 보았을 때, 관찰 사실로부터 규칙성을 이끌어 내고 이를 통해 일반화 과정을 거쳤기 때문에 귀납적 추론 과정을 거쳤다고 생각할 수 있다(13줄). 학생들은 이 수업들에서 주로 하는 활동들이 자신들의 탐구 주제를 설정하고 실험을 설계한 후 그 실험을 통해 자신들이 알고자하는 탐구 주제에 대한 결론을 내리는 것이기 때문에 귀납적 추론이 자주 발생할 수 있다. 그리고 이 대화에서 나타났듯이 추론 과정에 있어서도 크게 어려움이 없었다고 하겠다. 실제 과학자들이 수행하는 탐구에서는 여러 가지 복잡한 변인들이 영향을 주는

것이 많기 때문에 연구 결과를 일반화시키는 데는 매우 많은 어려움을 가질 수 있다. 그러나 학교 과학에서는 이 수업과 같이 학생들 스스로가 자유롭게 탐구 주제를 택한다고 할지라도 단원의 성격, 실험 재료 등의 제한과 함께 학생들 스스로가 복잡한 변인 통제 보다는 단순한 변인에 초점이 맞춰진 실험을 수행하므로 규칙성 발견 및 일반화와 같은 귀납적 추론을 잘 수행하고 있다고 생각된다.

‘얼음은 바람에 잘 녹을까?’에 대한 답을 구하는 또 다른 방법은 ‘열역학 이론’과 ‘포화수증기압 개념’ 등의 이론 혹은 개념들로부터 출발하여 ‘그러므로, 얼음에 바람이 불면 잘 녹는다.’는 결론의 형태로 귀결되는 연역적 추론에 바탕을 둔 설명이 있다. 교사는 학생들에게 귀납적 추론의 결과로 나온 ‘얼음에 바람이 불면 잘 녹는다.’는 결론에 대한 근거 이론을 제시하도록 요구하고 있다(14, 16, 18줄). 학생들이 이러한 근거를 바탕으로 자신들이 관찰한 현상에 대해 이유를 제시한다면 학생들이 연역적 추론을 하고 있다고 결론지을 수 있을 것이다. 그러나 발췌문에서 볼 수 있듯이 학생들은 현상에 대한 이유를 답하지 못하고 있다(15, 17, 19, 21줄). 학생들이 이 문제에 대해 연역적 추론을 할 수 없었던 이유는 이 현상을 설명하기 위해서는 우선 열역학 이론이나 포화수증기압 개념 등의 4학년 학생들에게는 너무 어려워 알지 못하는 개념 혹은 이론 등이 대전제로 요구되고 있기 때문이다. 이처럼 학생들에게 현상에 관련된 핵심적인 이론에 대한 배경 지식이 없을 때에는 연역적 추론을 할 수 없음을 볼 수 있었다.

### 3. 귀추적(귀추-연역적) 추론

귀추는 추론자가 이미 알고 있는 초기 정보, 즉 배경 지식을 이용하여 잠정적인 결론인 가설을 생성하는 것으로써 관찰 사실을 설명하는 것이다. 귀추적 추론은 현상을 관찰하고 그 현상이 왜 일어났는지를 자신이 알고 있는 지식을 토대로 근거를 확보하는 과정이 들어가기 때문에 논리 전개에 있어서는 중간에 연역적 추론이 동반된다. 학생들의 논리 전개에서는 드물지만 귀추적인 추론이 확인되었다. <발췌 3>은 4월 14일 ‘지표의 변화’ 수업 중 정리 단계에서 이루어진 대화다. 이 수업에서 교사는 지표에 어떠한 변화가 일어나는지에 관한 수업 활동으로서 동영상 활용하였

는데, 그 이유는 그 주제를 다루기에 규모와 환경 측면에서 시간 및 공간의 제약이 따르고, 활동 자료 측면에서 물질의 제약이 따랐기 때문이다. 우선, 수업 초반에 교사는 학생들에게 지표의 변화에 대해 알고 있는 것들을 발표하게 했다. 학생들은 “비가 내리면요, 운동장에 그 물이 그 흙이나 돌을 쓸어내는 것. 쓸어내리는 것을 봤어요.”, “그 운동장에요. ... 비가 내리면요, 구멍 같은 게 있어요. 웅덩이”, “지진”, “해일”, “오랫동안 비가 내리지 않아 땅이 갈라지는 것”, “화산 폭발”, “화석” 등을 열거했다. 다음으로, 교사는 학생들에게 지표의 변화에 대해 관찰하고 싶은 것을 질문으로 만들어 보라고 요구했다. 학생들은 지표 변화에 관하여 모둠별 궁금한 질문을 만들고 전체적으로 발표하는 과정을 거쳤다. 다음으로, 학생들은 교사가 제공한 ‘비오는 날, 운동장에 대한 영상’을 시청하였다. 영상은 비가 오기 전 운동장의 모습(예, 건조함, 평평함)과 비가 온 후 운동장의 모습(예, 젖음, 흙이 질음, 웅덩이 파임, 물이 고임, 물이 흐른 자국 남음)을 보여주는 내용으로 구성되어 있었다.

동영상을 시청한 후 교사는 학생들에게 관찰한 사항을 말하도록 하였고, 학생들은 상당히 다양한 관찰 사항들을 열거하였다. 예를 들어, “비가 온 후 운동장이 축축해짐”, “웅덩이가 생기고 땅 표면이 울퉁불퉁해짐”, “물이 흘러간 자국이 생겼는데 아래로 갈수록 폭이 넓어짐”, “물길에 구불구불함”, “땅에 박혀있던 돌이 빠져나옴”과 같은 관찰 사항들이 제시되었다. 교사는 학생들이 관찰한 사항을 전체적으로 수렴한 후, 여러 가지 질문을 제시하며 학생들과 대화를 이어갔다. <발췌 3>은 교사가 “비온 뒤의 땅이 어때요?”라고 질문한 뒤 학생들과 이루어진 대화이다.

<발췌 3>

- 23 교사: 비온 뒤의 땅은 어때요?
- 24 학생5: 축축해요.
- 25 학생6: 질퍽질퍽해요.
- 26 교사: 비온 뒤에 땅이, 아니 비가 와서 말랐죠. 땅이 어때요? 땅이.
- 27 학생7: 굳어가지고 딱딱해요. 파지지도 않고.
- 28 교사: 딱딱해져요? XX이 그거 봤어요?
- 29 학생7: 네.
- 30 교사: 어, 그러니까 비온 뒤에 했던 얘기네요. 비온 뒤에 더 땅이 단단해지더라.

- 31 학생7: 모래는 물을 흡수하기 전 에는요. 바스락 바스락 거리구요, 일반 가루처럼 그러는데요. 물을 흡수하니깐요, 마르고 난 뒤에는 그 일반 돌처럼 딱딱해가지고 더 좋은 거 같아요.
- 32 교사: 그쵸? 딱딱해지니까 덩어리가 생겼죠? 맞아요.
- 33 학생7: 모래가 물을 흡수하기 전에는 미끌미끌하고 모래가 가루처럼 부스러져 있어가지고, 잘 미끄러졌는데요, 그 딱딱한 흙에는요. 모래 부스러기가 조금 있고, 땅이 굳어서 더 마찰력이 강해져요.
- 34 교사: 어~ 마찰력~.
- 35 학생7: 미끄러지지 않는다.
- 36 교사: 맞네요. 네.
- 37 학생들: 우와~

위의 대화를 살펴보면 추론의 논리 전개 순서에 따라 대화가 이루어진 것은 아니지만 대화를 통해 학생의 생각의 전개를 유추해 볼 수 있겠다. 위 대화에서의 학생이 진행한 추론의 전개는 귀추의 큰 틀 내에 연역이 포함되어 있는 방식으로 이루어졌으며 다음과 같다.

-귀추-

결과) 비가 오니 모래가 가루처럼 부스러지지 않고 덩어리가 생겼다. (31-32줄)  
 규칙) 모래에 마찰력이 작용하면 모래는 덩어리지게 된다. (33줄)

-연역-

[대전제] 물질에 마찰력이 작용하면 물질이 잘 미끄러지지 않는다. (33-35줄)  
 [소전제] 모래 입자가 잘 미끄러지지 않으면 모래가 덩어리지게 된다. (암묵적 전제, 33줄에 함축)  
 [결 론] 그러므로, 모래에 마찰력이 작용하면 모래는 덩어리지게 된다. (33줄)

경우) 그러므로 비가 오면 마찰력이 강해진다. (33줄)

위의 추론을 살펴보면 ‘비가 오니 모래가 덩어리진다’는 현상으로부터 ‘비가 오면 마찰력이 강해진다’는 주장을 하고 있으므로 귀추적 추론이 일어나는 것



으로 해석이 가능하다. 또한 현상을 해석하는 과정에서 학생의 논리 전개는 마찰력에 대한 이론을 가지고 모래의 움직임 설명하고 있으므로 연역적 추론이 사용되고 있다. 이렇듯 학생은 다소 복잡한 추론의 형태인 귀추-연역적 추론을 사용하고 있었다.

이 과정에서 또 하나 주목해야 할 사실은 학생이 결론에 도달하기 위해 사용한 추론은 귀추적 추론이지만 결과적으로 학생의 결론에는 오류가 발생하였다는 점이다. 귀추적 추론 결과가 올바르기 위해서는 우선 관찰에 오류가 없어야 한다. 그 다음으로는 학생이 가지고 있는 초기 정보 즉 배경 지식이 적절해야 한다. 위 학생과 교사의 대화를 보면 학생은 비가 오기 전과 비가 오고 난 후의 모래는 변화가 있음을 올바르게 관찰하였다. 그러나 비가 오고 난 후 모래가 덩어리가 된 것은 물의 점착력에 의한 모래 입자 간의 부착 때문인데 학생은 이를 모래 입자 간에 서로 잘 미끄러지지 않았기 때문이라고 잘못 판단하였다. 이는 학생이 가지고 있는 배경 지식에는 마찰력이라는 것은 존재하지만 물의 점착력이라는 것은 없었기 때문이라고 보인다. 같은 이유로, 학생은 자신이 어디선가 배우고 알게 된 ‘마찰력’이라는 과학적 용어를 도입해 추론에 사용하고 있었으나, 마찰력에 대한 이해가 불완전하다는 점도 좋은 추론을 만들어내지 못한다고 해석할 수 있다.

귀추와 연역적 추론이 함께 발생하는 또 다른 예는 6월 10일 ‘모습을 바꾸는 물’ 수업에서 찾아볼 수 있었다. 이 대화는 <발췌 2>에서 살펴본 귀납적 추론이 일어난 수업과 동일한 수업이며, 추론이 일어난 대화는 모두 활동을 모두 마친 후 결과를 발표하면서 자신의 주장을 펼치는 모습이다.

<발췌 4>

- 38 교사: 탐구 질문은 뭐였지요?
- 39 학생8: 얼음을 얼렸을 때 얼음 속에 하얀 것은 무엇일까?
- 40 교사: 결론은 무엇이죠?
- 41 학생8: 돋보기로 관찰한 결과 물방울이 올라갔다 터졌어요. 제 생각에는 공기인 거 같아요.
- 42 교사: 하얀 부분이 어디에 있었어요?
- 43 학생8: 중심부분이요.
- 44 교사: 중심부분이요. 어떤 것은 바닥에 있던데... 왜 가운데 있을까?

- 45 학생8: 얼음이 얼 때는 중심부터 얼기 때문에...
- 46 교사: 중심부터 얼었어요?
- 47 학생8: 가장자리...
- 48 교사: 가장자리부터 얼었죠.
- 49 학생8: 가장자리가... 얼음이 가장자리에서 중심부로 얼었어요.
- 50 교사: 물이 가장자리부터 어니 공기가 계속 모여서 가운데에 공기구멍이 생겼다. 그래서 하얗게 보인 거다?
- 51 학생8: 네

위의 대화 또한 전체적으로 추론의 논리 전개 순서에 따라 대화이 이루어진 것은 아니지만 대화를 통해 학생의 생각의 전개를 유추해 볼 수 있다. 위 대화에서의 학생이 진행한 추론의 전개는 다음과 같이 생각할 수 있다.

-귀추-

결과) 얼음 가운데는 하얗다. (39, 42-43줄)

규칙) 얼음의 가운데에 공기가 있으면 가운데는 하얗게 보인다.

-연역 1-

[대전제] 공기는 얼음보다 물에 더 잘 녹아 있다.

[소전제] 물이 얼음이 될 때 가장자리부터 안쪽으로 얼게 된다.

[결론] 그러므로 물이 얼음이 되면 공기는 가운데에 모이게 된다.

-연역 2-

[대전제] 얼음에서 공기가 없는 곳과 공기가 있는 곳은 투명도가 다르다.

[소전제] 얼음이 얼면 공기는 가운데로 모인다.

[결론] 그러므로 얼음에서 공기가 있는 가운데는 바깥쪽과 달리 하얗게 보인다.

경우) 그러므로 얼음 가운데에는 공기가 있을 것이다. (50-51줄)

위의 추론을 살펴보면 ‘얼음 가운데는 하얗다’는 현상으로부터 ‘하얀 부분에는 공기가 있을 것이다’는 주장을 하고 있으므로 귀추적 추론이 일어나고 있다

고 할 수 있다. 또한 현상을 해석하는 과정에서 학생은 완벽한 이론 혹은 개념은 아닐지라도 액체 속에는 공기가 용해되어 있다는 사실을 알고 있으며(연역 1), 물이 얼 때, 공기가 없는 곳과 공기가 있는 곳은 왜 그런지 정확한 이유는 모를지라도 관찰할 때 차이가 날 것이라는 전제가 암묵적으로 내포되어 있다(연역 2). 학생은 이러한 자신의 생각을 바탕으로 관찰한 사실을 연역적으로 설명하면서 최종적으로 결론에 해당하는 주장에 이르고 있다. 이 과정에서 학생은 단순히 한 번의 연역적 추론이 아니라 여러 단계에 걸친 추론을 전개하고 있다고 볼 수 있다.

이러한 담화 장면을 볼 때, 학생들은 상당히 복잡하고 다양한 추론을 수행할 수 있는 충분한 능력을 가지고 있다고 생각된다. 다만 <발췌 3>과 <발췌 4>의 차이는 <발췌 3>에서는 배경 지식에서 오류가 발생했기 때문에 결과적으로 과학적 추론을 통해 완벽한 탐구가 이루어졌다고 보기 어려우나, <발췌 4>에서는 학생이 가지고 있는 배경 지식이 적절한 것이었기 때문에 옳은 결론에 도달했다고 볼 수 있다.

이상과 같이 학생들은 직접 추론 과정을 전개하거나 교사와 상호주관성을 형성하며 추론 과정에 참여할 수 있다. 학생들이 추론 과정에 참여한다는 담화 사례는 학생들의 추론 능력을 증명하는 경험적 자료이다. 이에, 추론 과정에서 교사의 역할이 중요해진다. 교사가 이를 조금만 더 체계적으로 진행될 수 있도록 지도하면 추론이 보다 적절하고 풍부하게 이루어질 수 있을 것으로 생각된다. 또한 간과하지 말아야 할 것은 추론 과정뿐만 아니라 추론의 내용에 대한 점검이다. 특히, 연역은 전제가 받아들일만한 것인가를 점검해야 한다. 구체적으로 전제가 과학적 내용으로서 타당한가에 대한 점검이다. 왜냐하면, 과학수업에서 중요한 것은 학생들이 단순히 추론을 하느냐에 있는 것이 아니라, 추론을 통해 올바른 과학적 개념을 형성하거나 또는 증거와 이론의 조절 과정을 통해 현상에 대한 옳은 해석을 내리는가에 있기 때문이다. 옳은 추론에 도달하기 위해서는 학생들의 배경지식으로서 사전 학습된 과학적 이론과 개념, 경험적으로 획득한 실제적 지식 등이 적절해야 한다. 다시 말해 교사는 학생이 어떤 배경 지식을 가지고 있는지, 그리고 그 배경 지식이 과학적으로 타당한지에 좀 더 관심을 가지고 과학적 탐구의 결과에서의 오류가 잘못된 추론의 전개가 아닌 배경 지식의 부재에서 오는 오류라

고 한다면 다른 시각으로 생각해 볼 수 있는 여지를 제공해 주는 것이 필요하다고 하겠다.

#### IV. 결론 및 논의

이 연구에서는 과학적 추론의 기본 논리 전개가 연역, 귀납, 귀추라는 관점을 토대로 초등과학 수업 담화에서 교사와 학생이 만들어가는 과학적 추론의 흐름의 양상을 탐색하였다. 3달에 걸친 13차시의 초등학교 4학년 활동 중심의 과학 수업 담화를 주 자료원으로 하여 과학적 추론의 흐름의 양상을 분석 및 해석한 결과, 총 3개의 과학적 추론의 양상이 나타났다. 연구 결과로서, 연역적 추론(담화 단편 1개), 귀납적 추론(담화 단편 1개), 귀추적 추론(귀추-연역적 추론, 담화 단편 2개)이 질적으로 해석되어 제시되었다.

본 연구의 결과를 토대로 한 결론은 다음과 같다. 첫째, 이 연구의 결과는 많은 사례는 아니지만 초등과학 활동의 담화에서 과학적 추론의 양상이 암묵적이고 명시적인 형태로 이루어지고 있다는 경험적 자료를 제공하였다. 이들의 추론은 단편적인 형태로 이루어지기도 하였지만, 귀추의 과정에서 연역이 동반되는 등 두 가지 이상의 추론이 복합적으로 전개되는 양상을 보이기도 하였다. 둘째, 초등과학 활동의 담화에서 학생들과 교사가 상호주관성을 높여 추론을 명시적으로 전개하거나 추론의 완성도를 높일 수 있는 가능성이 제시되었다. <발췌 1>의 경우에 학생들의 생각과 추론이 명시적으로 표현되지 못하고 있을 때 교사의 담화 스키펀딩은 추론의 완성도를 높이는데 기여하였다. 이때 교사는 학생들의 추론 자체가 작동되고 있는가 그렇지 못한가의 상태를 파악하는 것이 필요하다. 교사는 학생들이 유창한 언어로 표현하지 못한다 하더라도 그들의 표현이 추론을 암시적으로 내포하고 있는지를 읽어내어 그에 맞게 적절한 재질문 혹은 재표현 등이 제시되어야 하기 때문이다. 셋째, 담화의 주제에 대한 학생들의 배경지식은 추론의 완성도를 높이는데 매우 중요하다는 것이다. 추론이 어떤 주장에 대한 이유를 대는 것에 대한 논리전개라 할 때, 전제의 역할을 하는 것은 대부분이 추론자의 배경 지식이다. 특히, 연역에서 추론자의 배경지식의 부족으로 인한 전제가 부재함으로 인해 추론이 전개되지 못하는 사례가 드러났다. 따라서 전제가 무엇인지, 그리고 그 전제가 타당한지, 과학적인지를 검토하는 것

은 추론에서 매우 중요한 일이라 할 수 있다. 그러나 전제를 검토하는 과정 자체가 교사가 학생에게 ‘전달’한다거나 외부적 권위로 ‘제시’ 되는 것은 합리적 추론을 해치는 일이 될 것이다. 따라서 전제를 끌어오고 그 전제가 과학적인지를 검토하는 것은 과학적 추론에서 주장의 신뢰와 타당성을 확보하는 데 신중하고 중요하게 다루어져야 할 것이다.

본 연구로부터 도출한 과학교육에의 시사점과 제언을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 귀추와 같은 추론은 고차원적인 사고를 요하기 때문에 형식적 사고력이 발달되지 않은 초등학생들에게는 어려운 탐구능력 중 하나로 여겨 초등학교 과학수업에서는 관찰과 분류와 같은 기초탐구능력을 중심으로 이루어져 왔다. 그러나 초등학생들이 추론을 할 수 있는 잠재적 능력을 가지고 있음을 본 연구를 통해 알 수 있었다. 따라서 과학수업에서 교사의 적절한 피드백과 추론활동을 경험할 수 있는 기회가 주어진다면 초등학생들의 추론능력을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다. 또한 귀추는 가설을 생성과 연결되어 있다(Hanson 1971; Lawson, 1995; 권용주 외 2003; 이규호 외, 2010). 즉 귀추적 추론을 통해 가설이 제안되므로 추론을 강화한 수업은 초등학생들에게 가설설정능력을 발달시키는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 귀추적 추론은 기존의 경험 및 지식을 토대로 하기 때문에(Lawson, 1995; 권용주 외, 2003) 추론을 하는 사람의 배경지식이 중요하다. 본 연구결과에서 추론의 과정에서는 오류가 없었지만 학생이 가지고 있는 기존의 지식이 문제로 인해 잘못된 결론에 도달하는 모습을 볼 수 있었다. 귀납, 연역, 귀추 등의 추론은 산출체계로 기존의 지식과 상호작용함으로써 기존의 지식이 새로운 지식이 될 수 있도록 한다(Anderson, 2005). 만약 학생이 잘못된 지식을 가지고 있으면 이를 바탕으로 형성된 새로운 지식 또한 과학적 개념으로 볼 수 없다. 따라서 학생들이 의미 있는 추론을 할 수 있도록 하기 위해서 교사는 학생들이 가지고 있는 기존의 지식이 무엇인지를 파악하여 추론을 통해 올바른 결론에 도달할 수 있도록 유도해야 한다.

셋째, 학생들의 추론에 대한 경험적 자료는 몇 연구자들에게서 제시되고 있으나 매우 맥락적이라는 특징을 갖는 것으로 알려져 있다(Hammer *et al.*, 2008). 본 연구는 맥락에 기반을 둔 추론 유형을 살펴보는 것

이 아니었기 때문에 특정 맥락에 따라 추론의 성공과 실패를 탐색한 것은 아니다. 그러나 문제 상황의 맥락에 따른 학생들의 추론을 탐색하는 것도 중요하겠다. 왜냐하면, 다양한 문제 상황의 맥락에 적합한 학생들의 추론 양상에 대한 파악을 통해, 수업에서 목표가 되는 주제와 개념을 어떤 추론 양상으로 다루어야 학생들의 이해에 기여하는지에 대한 중요한 교육적 정보를 얻을 수 있을 것이기 때문이다. 따라서 추후 연구에서는 다양한 문제 상황의 맥락에 따른 학생들의 과학적 추론의 흐름 양상을 질적으로 탐색하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 국문 요약

이 연구에서는 과학적 추론의 기본 논리 전개가 연역, 귀납, 귀추라는 관점을 토대로 초등과학 수업 담화에서 교사와 학생이 만들어가는 과학적 추론의 흐름의 양상을 탐색하였다. 3달에 걸친 13차시의 초등학교 4학년 활동 중심의 과학 수업 담화를 주 자료원으로 하여 과학적 추론의 흐름의 양상을 분석 및 해석한 결과, 총 3개의 과학적 추론의 양상이 나타났다. 연구 결과로서, 연역적 추론(담화 단편 1개), 귀납적 추론(담화 단편 1개), 귀추적 추론(귀추-연역적 추론, 담화 단편 2개)이 질적으로 해석되어 제시되었다. 연구의 결과는 첫째, 초등과학 담화에서 추론이 명시적이고 암시적으로 전개되고 있다는 경험적 자료를 제공하였다. 둘째, 교사와 학생의 상호작용성의 형성에 따라 추론의 완성도를 높일 수 있는 가능성을 보여주었다. 셋째, 학생의 추론 전개에서 추론 내용에 대한 배경 지식이 매우 중요하다는 점을 보여주었다. 이러한 결과를 토대로 과학 교육 및 연구에 대한 시사점과 제언이 논의되었다.

주요어: 초등과학담화, 과학적 추론, 귀납, 연역, 귀추

## 참고 문헌

권용주, 정진수, 박용복, 강민정 (2003). 선언적 과학 지식의 생성 과정에 대한 과학철학적 연구: 귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.

권현정(2003). 중학교 과학실험실 수업에서의 교

사 학생 상호작용에 대한 이해. 서울대학교 석사학위 논문.

김찬중, 신명경, 이선경(2010). 비행식 과학학습의 이해. 서울: 북스힐.

박종원(2000). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석-과학적 가설의 정의와 특성을 중심으로. 한국과학교육학회지, 20(4), 667-679.

박종윤, 정인화, 남정희, 최경희, 최병순(2006). 중학교 과학 수업에서 질문과 피드백을 활용한 교사-학생 상호작용 강화 수업 전략의 개발과 적용. 한국과학교육학회지, 26(2), 239-245.

유은정, 고윤정, 이선경, 김찬중(2006). 과학수업에서 초임교사의 수업담화와 내러티브 특징 분석. 한국교육연구, 23(2), 101-127.

이규호, 권병두(2010). 지구과학적 현상의 특성을 고려한 추론 중심 탐구수업 모형 제안. 한국지구과학교육학회지, 31(2), 185-202.

이옥희(2004). 중학교 과학 수업에서 교사와 학생의 상호작용에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.

이혜정, 양일호, 서형두, 정재구(2005). 초등학교 6학년 과학 수업의 사회적 참여구조 유형. 초등과학교육, 24(2), 123-129.

최경희, 박종윤, 최병순, 남정희, 최경순, 이기순(2004). 중학교 과학 수업에서 교사와 학생의 언어적 상호작용 분석. 한국과학교육학회지, 24(6), 1039-1048.

Anderson, J, R. (2005). Cognitive psychology and its implications(6th ed.). New York: Worth Publishers.

Chalmers, A. (1985). 현대의 과학철학 (신일철, 신중섭 역). 서울: 서광사. (원서 1982년 발행)

Flach, P. A. & Kakas, A. C. (2000). Abductive and inductive reasoning: Background and issues. In P. A. Flach & A. C. Kakas (eds.), Abduction and induction: Essays on their relation and integration (pp.1-27).

Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.

Gustason, W. (1994). Reasoning from Evidence: Inductive Logic. New York: Macmillan College Publishers.

Hanson, N. R. (1958). Patterns of discovery. London: Cambridge University Press.

Hanson, N. R. (1971). Observation and explanation: A guide to philosophy of science. London, UK: George Allen & Unwin.

Hammer, D., Russ, R., Mikeska J., & Scherr, R. (2008). Identifying inquiry and conceptualizing students' abilities. In R. A. Duschl & R. E. Grandy (eds.). Teaching Scientific Inquiry (pp. 138-156), The Netherlands: Sense Publishers.

Jung, S. (1996). The logic of discovery: An interrogative approach to scientific inquiry, New York: Peter Lang.

Kuhn, D., Amsel, E. & O' Loughlin, M. (1988). The development of scientific thinking skill. San Diego, CA: Academic Press.

Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.

Lawson, A. E. (2000). How do humans acquire knowledge? and what does that imply about the nature of knowledge? Science & Education, 9, 577-598.

Lawson, A. E. (2004). T. rex, the crater of doom, and the nature of scientific discovery. Science & Education, 13, 155-177.

Magnani, L. (2001). Abduction, reason, and science process of discovery and explanation. New York: Kluwer Academic/Plenum Publisher.

Siegel, H. (1989). The rationality of science, critical thinking and science education. Synthese, 80(1), 9-42.