

과학교육론 교재에서 나타나는 귀납, 연역, 가설연역, 귀추의 의미 혼선

정용욱*

경상대학교

Confusion in the Meaning of Induction, Deduction, Hypothetical Deductive Method, and Abduction in Science Instruction Textbooks

Yong Wook Cheong*

Gyeongsang National University

Abstract: There have been great concerns on induction, deduction, abduction, and hypothetical deductive method as scientific method and logic behind the method. However, as seen from the similar logic structure of abduction and hypothetical deductive method logic, distinction of those four terms could be unclear. This study investigates statements of science instruction textbooks concerning those terms to analyze their meaning as scientific method or in the context of inquiry. For this purpose, related statements are extracted from seven textbooks to investigate the definitions and examples of those terms and relation among these terms by focusing on coherence of usage of the terms and the possibility of clear distinction among the terms. We find that those terms do not have coherent meanings in the textbooks and many statements make it hard to distinguish the meanings of the terms. Finally the origin of the confusion and educational implication is discussed.

keywords: scientific inquiry, induction, deduction, abduction, hypothetical deductive method

I. 서론

탐구는 오랫동안 과학교육의 중요한 목표로 자리매김해왔다(NRC, 2012). 과학교육에서 탐구는 여러 방식으로 개념화되었고, 이를 토대로 탐구에 대한 다양한 교수학습 방안이 제시되었다. 탐구를 익히는 것을 개념과 무관한 과정기술(process skill)을 익히는 것으로 보거나, 과학의 방법은 알고리즘처럼 규정되는 일련의 절차를 거치는 것이라는 전통적인 인식이 과학교육에 오랫동안

영향을 끼쳤다(Millar & Driver, 1987; Hodson, 2008). 그런데 최근에는 탐구를 인지적, 사회적, 인식적 과정을 포함하는 다차원적이고 복합적인 실행의 과정으로 규정하는 입장이 과학교육에서 힘을 얻고 있다(Chinn & Malhotra, 2002; Grandy & Duschl, 2007; Bricker & Bell, 2008; Kelly, 2008).

과학탐구 혹은 탐구기반의 과학교육에 대한 기존의 여러 문헌들은 탐구에 대해 여러 방식으로 논의하여 왔다. 특히 과학교육 관련 교재들의 탐

*교신저자: 정용욱 (ywcheong@gnu.ac.kr)

**2019년 01월 29일 접수, 2019년 04월 07일 수정원고 접수, 2019년 04월 19일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2019.43.1.79>

구관련 논의들에서는 과학탐구에 대해 탐구기능 요소 접근, 탐구모형 접근, 논리기반 접근이라는 세 가지 유형의 접근법이 두드러진다. 첫째는 과학탐구에 대한 탐구기능 요소 접근으로, 여기서는 과학 탐구를 수행할 때 필요한 기능요소들을 추출하고, 이러한 요소들을 바탕으로 과학탐구를 묘사한다(Lee *et al.*, 2007; Kwon *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2014). 이를테면 현행 교육과정에서는 과학탐구를 이루는 기능요소를 보다 초보적인 기초탐구과정과 보다 고차원적인 통합탐구과정으로 나누고 있다. 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등은 기초탐구과정에 속하며, 변인통제, 자료해석 등은 통합탐구과정에 해당하는데, 탐구에 대한 교수학습에서 이러한 수준의 차이를 고려해야 한다. 한편 영국의 과학교사협회(ASE)같은 기관, 혹은 Klopfer같은 연구자들은 각각 자체적인 탐구기능요소 분류체계를 제안한 바 있으며, AAAS에서 개발한 SAPA II의 프로그램 등 탐구를 강조하는 여러 다양한 과학교육 프로그램들도 자체적인 탐구기능요소들에 기반하여 개발되었다(Park *et al.*, 2001).

둘째는 과학탐구의 과정을 도식적으로 모형화하는 탐구모형 접근이다(Hur, 1984; Kwon *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2014). 이러한 탐구모형 접근은 과학탐구의 과정을 일련의 절차로 나누거나, 일련의 영역들로 나누어 제시한다. 탐구를 일련의 절차로 나누어 제시할 때 ‘문제인식 → 가설 설정 → 실험설계 → 자료의 수집과 정리 → ...’와 같은 여러 단계를 거치는 일련의 과정으로 탐구를 규정하는 데, 허명(1984)의 탐구모형이 그 사례이다. 한편 Giere(2006)의 모형기반 탐구모형은 현상의 기술과 현상의 설명이라는 두 영역으로 구분하여 탐구를 개념화한다. 최근에 주목받고 있는 NGSS의 탐구모형은 탐구를 실천으로 개념화하고, 조사(investigating), 설명 고안(developing explanation), 평가(evaluating)라는 세 영역을 구별한다(NRC, 2012). 실천의 3영역 모형은 기술(description), 설명(explanation), 논증(argument)의 구분과도 관련된다. 3영역모형에서 처음 두 영역의 구분은 기술/설명

의 구분과 관찰(observation)/추리(inference)의 구분과 일맥상통한다(Lederman *et al.*, 2002). 한편 이 모형에서 두 번째 영역과 세 번째 영역의 구분은 설명/논증의 구분과 관련된다(Kang & Lee, 2013; Osborne & Pattern 2011). 설명은 자연현상이 일어난 이유를 추측하여 밝히는 것이고, 논증은 그러한 추측의 정당성을 제시하는 것이다(Hempel, 1961). 탐구모형은 탐구에 대한 특정한 관점이 반영될 수 있다. 이를테면 Giere (2006, 2010)의 탐구모형에는 탐구를 모형화의 과정으로 보는 모형기반 관점이 토대를 이루고 있고, NGSS의 3영역 모형은 모형기반 관점에 더하여 탐구에서 논증을 핵심으로 보는 논증기반 탐구관도 반영되어 있다(Magnani *et al.*, 1999; Driver *et al.*, 2000; Windschitl *et al.*, 2008).

과학교육 교재에서 나타나는 탐구에 대한 세 번째 접근법은 연역, 귀납, 귀추와 같은 탐구의 바탕이 되는 논리에 주목하는 논리기반 접근이다(Park, 2000; Kwon *et al.*, 2003; Oh & Kim, 2005; Oh *et al.*, 2008). 이 접근은 주로 ‘과학의 방법’이란 표현과 함께 논의되는데, 본 연구에서는 이 접근들이 탐구의 기저를 이루는 논리의 차이에 초점을 맞춘다는 것에 주목하여 관련된 시도들을 과학탐구에 대한 논리기반 접근으로 부르겠다. 연역, 귀납, 귀추는 논리적으로 구별되는 서로 다른 논증의 양식이다(Kim & Park, 2008; Song, 2017). 연역논리는 이미 증명된 명제들을 전제로 하여 새로운 명제를 결론으로 이끌어내는 것으로, 전제의 참이 결론의 참을 필연적으로 보장한다. 반면 귀납논리는 특수한 사례들에 대한 전제로부터 일반적인 결론을 도출하는 논증으로 개연성만을 갖는다. 한편 귀추도 주어진 사실에서 시작해 가장 그럴듯한 최선의 설명을 추론하는 것이기 때문에 개연성만을 가질 수 있다.

Table 1은 세 가지 논리에 대한 전형적인 예시를 담고 있다(Jeong & Song, 2006; Kim *et al.*, 2014). 그런데 이러한 예시들로부터 바로 과학탐구의 과정을 온전히 추측하기 힘든 것에서 알 수 있듯이, 세 가지 논증에 대한 전형적인 사례들과 과학탐구 혹은 과학의 방법으로서의 연역

Table 1. Typical example of inductive, deductive, and abductive reasoning

연역	귀납	귀추
규칙: 이 자루로부터 나온 콩들은 모두 흰색이다.	사례: 이 콩들은 이 자루로부터 나온 것이다.	규칙: 이 자루로부터 나온 콩들은 모두 흰색이다.
사례: 이 콩들은 이 자루로부터 나온 것이다.	결과: 이 콩들은 흰색이다.	결과: 이 콩들은 흰색이다.
결과: 이 콩들은 흰색이다.	규칙: 이 자루로부터 나온 콩들은 모두 흰색이다.	사례: 이 콩들은 이 자루로부터 나온 것이다.

법, 귀납법, 귀추법 사이에는 간극이 존재한다. 즉 연역법, 귀납법, 귀추법이라는 과학의 방법을 안다는 것은 단순히 각각의 논리에 대한 전형적인 형식과 사례를 이해하는 것을 넘어선다.

그런데, 과학교육 연구와 관련 문헌들에서 과학의 방법으로서 귀납, 연역, 귀추의 의미에 대해서 상당히 다른 용법을 발견할 수 있다. 이를테면 Lee *et al.* (2013)의 연구는 귀추를 관찰사항에서 초기 가설을 생성하는 과정으로, 연역을 제안된 가설로부터 예측을 도출하는 과정으로, 귀납을 가설이 믿을만한 것인지를 예측들에 기반하여 평가하는 과정으로 보았다. 이러한 구분은 Peirce의 후기 견해를 따르는 것이다. 한편 Kwon *et al.* (2003)은 탐구를 귀납적 과정, 귀추적 과정, 연역적 과정으로 구분하였다. 이들에 의하면 귀납은 관찰로부터 공통성을 발견하여 분류, 경향성 발견을 거쳐 위계를 만드는 과정, 귀추는 의문생성에서 시작하여 다른 경험과의 유사성 판단을 통해 가설적 설명을 고안하는 과정, 연역은 검증과 평가 방법을 고안하고 결과를 수집하여 가설을 평가하는 과정이다. 이와 같이 Lee *et al.* (2013)의 연구와 Kwon *et al.* (2003)의 연구에서 귀납, 연역, 귀추의 세부적인 의미가 상당히 다르다. 특히 두 연구에서 귀납은 공통점을 찾기 힘들 정도로 다르게 규정된다. 무엇보다 Lee *et al.* (2013)의 귀납과 Kwon *et al.* (2003)의 연역은 모두 가설의 검증과정을 포함한다는 점에서 매우 유사하다. 이들 두 연구는 전체 탐구의 과정을 세단계로 세분화하여 귀납, 연역, 귀추에 대응하는 시도를 담고 있는데, 이 과정에서

관련된 용어들의 의미에서 심각한 충돌이 발생하고 있다. 이와 같이 연구논문에서 발견되는 귀납, 연역, 귀추의 용법 차이를 고려할 때 과학교육에서 이들 용어들이 현실적으로 어떤 의미를 갖는지를 검토하고, 용어들의 사용 실태에 대해 숙고하는 연구가 필요하다. 특히 용어의 의미충돌이 연구논문을 넘어서 교재에서도 나타난다면, 학습자에게 큰 혼선을 유발할 수 있다. 이러한 문제 의식에서 본 연구는 과학교육론 교재의 서술에서 귀납, 연역, 가설연역, 귀추가 각각 어떤 의미를 갖는지를 조사하였다. 본 연구는 특히 각각의 용어가 갖는 의미의 다의성에 초점을 맞추어 분석을 진행하였고, 다중의 의미가 교재별로 어떻게 분포하는지도 조사하였다. 끝으로 이러한 분석결과가 과학교육에 던지는 의미와 시사점을 논의하였다.

II. 연구 방법

본 연구는 과학교육론 교재라는 텍스트에 대한 내용 분석이다. 이러한 연구는 먼저 연구주제 및 목적을 고려하여 분석 대상을 확정한다. 연구목적에 맞추어 자료의 의미를 범주화하고 범주의 빈도를 세거나 세부 요소를 분석하여 자료의 의미를 해석한다(Krippendorff, 2004). 이 같은 내용 분석의 통상적인 절차를 따라서 먼저 각각의 교재의 관련 내용 중에 분석 대상을 정하고, 각 텍스트의 의미를 분석하여 범주화한 후, 각 범주의 내용을 비교하고 의미를 해석하였다.

분석대상 교재로 활발한 연구활동을 보이는 명성있는 과학교육연구자들이 저술한 과학교육론 교재 등 대표성을 갖는 7권의 교재를 선정했다. 이중 과학교육론(Kwon *et al.*, 2012), 과학교육론(Cho *et al.*, 2014), 과학교육학의 세계(Kim *et al.*, 2014), 과학교육: 사고에서 학습까지(Kwon *et al.*, 2013) 4권은 물리, 화학, 지구과학, 생물을 모두 아우르는 교재이다. 한편 물리교육, 지구과학교육, 생물교육 분야에 특화된 교재로 물리교육학 총론(Park *et al.*, 2001), 지구과학교육론(The Korean Society of Earth Science, 2009), 생명과학교육론(Kim *et al.*, 2012) 3권도 분석대상에 포함하였다. 화학교육의 경우 대응되는 교재를 찾지 못하여 분석대상에 포함하지 않았다.

분석 대상이 되는 진술문을 추출하기 위해 과학의 방법, 과학탐구, 탐구교육과 관련된 단원들을 조사하여 ‘귀납’, ‘연역’, ‘가설연역’, ‘귀추’의 표현을 포함하는 구문들을 선별하였다. 그리고 각각의 구문들에서 해당 용어들이 어떤 의미를 가지고 있는지를 검토했다. 각 용어들의 의미를 원활하게 추출하기 위해, 미리 문헌 검토를 통해 각 용어들의 가능한 쓰임을 탐색하여, 각 용어가 가질 수 있는 복수의 의미를 조사하였다. 이러한 사전 조사에서 추출된 용어들의 복수의 의미와 과학교재의 구문들을 비교하여 최종적으로 각 용어가 교재에서 가질 수 있는 복수의 의미를 추출

하였다. 결과적으로 본 연구에서 각각의 용어가 갖는 복수의 의미들은 사전 문헌 검토를 통해 추출된 경우도 있고, 과학교재의 구문들에 대한 귀납적 범주화 과정에서 추출된 경우도 있다. 이렇게 복수의 의미를 추출한 후에 각각의 용어가 가지는 다중의 의미가 교재별로 어떻게 분포하는지도 조사하였다.

Ⅲ. 연구 결과

분석 결과 교재에서 귀납, 연역, 가설연역, 귀추는 모두 다중적인 의미를 가진 채 사용되고 있었다. 먼저 귀납에 대해서는 귀납적 일반화를 가리키는 좁은 의미로 사용되거나, 비연역논증을 통칭하는 넓은 의미로 사용되는 두 가지 용법이 나타났다. 귀납적 일반화란 특수한 사례들에 대한 전제로부터 일반적인 규칙, 원리를 도출하는 논증을 말한다. 반면에 비연역 논증은 전제의 참이 결론이 참일 개연성만을 보장하는 논증을 통칭하는 것으로 귀납적 일반화 뿐 아니라 유추, 귀추도 포함한다(Kim & Park, 2008; Song, 2017). 한편 연역과 관련해서도 두 가지 의미가 발견되었다. 첫째는 ‘보편언명’으로부터 특수한 사례를 예측하거나 설명하는 과정인 전형적인 연역논증이다. 둘째는 연역을 가설 검증 과정에 대응하는 것으로 보는 용법이다. 두 용법의 결정적

Table 2. textbooks analyzed in this study

Code	Textbook (Author, Published Years)
A1	과학교육론 (권재술 등, 2012)
A2	과학교육론 (조희형 등, 2014)
A3	과학교육학의 세계 (김영민 등, 2014)
A4	과학교육 사고에서 학습까지 (권용주 등, 2013)
B1	물리교육학 총론 (박종원 등, 2001)
B2	지구과학교육론 (대한지구과학교육학회, 2009)
B3	생명과학교육론 (김영신 등, 2012)

인 차이는 이후의 연구 결과 서술에서 보다 상세히 논의하겠다. 한편 가설연역과 관련해서는 두 가지의 서로 다른 용법이 추출되었다. 첫째는 가설연역을 정당화의 맥락에 국한된 과정으로 보는 용법이고, 둘째는 가설연역을 정당화와 발견의 맥락을 모두 포괄하는 과정으로 보는 것이다. 귀추와 관련해서도 두 가지의 서로 다른 용법이 추출되었다. 첫째는 귀추를 유추와 매우 유사한 의미로 사용하는 것이다. 둘째는 유추와 연결하지 않고 귀추에 대해 논의하는 것이다. 이하에서는 교재분석을 통해 드러난 각 용어들이 갖는 복수의 의미를 구체적인 사례와 함께 논의하겠다.

1. 귀납의 의미

귀납과 관련하여 여러 과학교육론 교재는 다양한 귀납의 의미, 학문분야 별 귀납의 의미 차이, 과학의 방법으로서 귀납의 한계, 귀납이 과학탐구에서 사용되는 방식 등 다양한 논의를 소개하고 있었다. 특히 귀납의 의미에 대해서는 귀납적 일반화가 가장 많이 나타났지만, 일부 교재는 비연역논증을 통칭하는 의미로 귀납을 사용하기도 했다. 비연역논증을 모두 포함하는 의미로 귀납을 사용하는 용법을 따르게 되면 유추, 귀추는 모두 귀납의 한 유형으로 구분되게 된다. 분석한 전체 7종의 교재 모두에서 귀납적 일반화에 대한

Table 3. Two different meanings of induction in science instruction textbooks

범주	교재	사례
귀납적 일반화	A1	“일반적으로 받아들여지는 귀납이란 경험이나 관찰된 현상으로부터 보편적이고 일반화된 명제인 규칙이나 법칙으로 나아가는 인지적 과정으로 볼 수 있다.”
	A2	“귀납적 추리는 특수한 사례를 바탕으로 일반적인 원리를 이끌어내는 논증이다.”
	A3	“개별적인 특수한 사실이나 원리로부터 그러한 사례들이 포함되는 좀 더 확장된 일반적 명제를 이끌어내는 것을 귀납이라 하며, 이러한 귀납의 방법과 절차를 논리적으로 체계화한 것을 귀납법이라 한다.”
	A4	“귀납법은 특수사례에서 나타나는 반복성을 바탕으로 일반적인 원리를 이끌어내는 논리적 추론 방법으로서,,,”
	B1	“귀납적 사고란 제한된 관찰 사실로부터 일반화된 언명을 찾아내는 데 필요한 사고이다. 즉 몇 개의 제한된 수의 관찰 밖에 없음에도 불구하고 ‘모든’이나 ‘항상’이라는 보편 언명을 이끌어내는 사고가 귀납적 사고이다.”
	B2	“귀납적 방법: 주어진 현상이나 상황 내에서 관찰한 사실을 정확하게 기술하고, 관찰 사실들에서 규칙성을 발견하는 과정”
	B3	“귀납적 방법은 현상을 관찰하여 생성한 사실들로부터 보편적이고 일반화된 명제인 규칙이나 법칙을 생성하는 과학적 방법이다.”
비연역 논증	A1	“논리학에서는 가능성의 정도에만 전제하여 이에 따른 결론에서의 논의형태로 보거나, 불확실성에 직면하여 지식을 확장해나가는 추론과정으로 보기도 한다.”
	A2	“귀납법의 한 유형으로서의 유추법:...유비추리는,,,특수한 예에 대한 전제로부터 다른 특수한 예에 관한 결론을 이끌어내는 귀납적 추론이다.”
	A3	“귀납적 추론에는,,,통계적 추론도 있고, 사물이나 사건의 유사성에 근거하여 어떤 결론을 끌어내는 유비적인 추론도 있다.”

논의를 찾을 수 있었는데, 해당 교재들의 관련된 문구의 사례들을 Table 3에 제시하였다. 한편 3종의 교재는 귀납을 비연역논증을 통칭하는 의미로 사용하기도 했다. 이를테면 Table 3의 A2, A3과 같이 유추를 귀납법의 한 유형으로 소개하는 교재들이 있었다. 그런데 유추는 한 사례로부터 다른 사례에 대한 추리를 끌어내는 것이므로, 사례로부터 일반적인 원리를 끌어내는 귀납적 일반화와 다른 유형의 논증이다. 따라서 유추 혹은 통계적 추론과 같은 특정한 방식의 논증을 귀납의 사례로 보는 용법은 귀납의 범위를 귀납적 일반화보다 넓게 보는 것이다. 이와 같이 귀납적 일반화를 넘어서 개연성을 갖는 다른 유형의 추리를 귀납에 포함시키는 것은 귀납이라는 용어를 비연역논증을 통칭하는 방식으로 사용하는 것으로 볼 수 있다. 결론의 개연성만을 보증하는 여러 유형의 논증을 귀납으로 보는 이러한 용법은 논리학 교재에서 쉽게 발견된다(Kim & Park, 2008; Song, 2017). 이러한 논리학 문헌들에서는 유추, 귀추 등을 귀납 논증의 사례로 소개한다. 그런데 이러한 용법은 귀추와 귀납을 서로 구분되는 별개의 과정으로 보는 과학교육의 다수의 논의들과 상충되는 것으로 과학교육에서 이러한 논리학 교재의 논의들을 소개할 때 주의가 필요하다.

한편 교재에서 귀납의 의미 이외에도 다양한 논의가 나타났다. 이를테면 귀납의 한계로 귀납적 도약이라는 논리 비약의 문제, 관찰의 이론의 존성 등이 교재에서 논의되었다. 귀납의 사례로는 논리학에서 다룰 법한 사례들이 제시된 교재도 있었고, 과학의 맥락에 특화된 사례를 제시하는 교재도 있었다. 한편 일부 교재에서는 귀납적 일반화가 과학탐구의 맥락에서 구체적으로 어떻게 적용될 수 있는지에 대해 충실하게 논의하였다. 이를테면 이들 교재는 경향성 찾기, 분류하기, 서열화 등의 과학탐구과정에서 귀납적 일반화가 어떻게 활용되는지를 보다 구체적으로 논의하였는데, 이것은 귀납적 일반화라는 논리와 구체적인 과학탐구 사이의 간극을 이어주는 좋은 시도로 보인다.

2. 연역의 의미

여러 과학교육론 교재는 연역에 대한 다양한 논의를 하고 있었다. 특히 연역의 의미를 전형적인 연역논리와 연관시키는 논의가 가장 많이 나타났다지만, 일부 교재에서는 가설 검증 과정과 연역을 연관시키는 논의도 나타났다. Table 4에 제시한 것처럼 분석한 전체 7종의 교재 모두에서 전형적인 연역 논리와 관련한 논의를 찾을 수 있었다. 한편 3종의 교재는 연역을 가설의 검증과정과 관련된 것으로 논의하고 있었다.

연역을 보편언명으로부터 특수한 사례를 예측, 설명하는 과정으로 보는 것은 전제가 결정적 근거를 결론에 제공하는 연역논리에 기반하여 연역을 규정하는 것이다. 연역에 대한 이러한 용법을 따르는 전형적인 연역 논증에서는 전제들이 모두 참이라면 결론도 반드시 참이 된다. 이점이 결론의 개연성만을 확인할 수 있는 다른 비연역논증과 연역논증을 구별하는 결정적인 차이이다. 따라서 전형적인 연역논증에서는 결론을 도출하기 위해 사용되는 전제가 이미 참임이 검증된 일반적인 언명이기 때문에 전제의 타당성이 의심받지 않는다.

반면 가설 검증 과정에서 결론을 도출하기 위해 사용되는 가설은 참임이 검증되지 않은 것으로, 오히려 평가의 대상이 되는 주장이다. 즉 가설은 참이라고 보장되지 않으며, 오히려 참이라는 것이 입증되어야 하는 것이다. 이 때 가설이 도출하는 결론이 실제로 나타나느냐에 대한 별도의 확인을 통해 가설의 타당성이 간접적으로 평가된다. 결과적으로 가설 검증 과정에서 전제가 되는 가설과 전형적인 연역논리의 전제가 되는 일반적인 언명을 비교할 때 둘의 지위 즉 지식으로서의 위상이 매우 다르다. 이러한 차이로 인해 연역논리에 기반한 전형적인 연역 논증과 가설검증과정과 연관된 연역은 서로 충돌하는 다른 의미를 가지게 된다.

한편 Table 4의 A2, B3처럼 일부 교재들은 가설검증과정으로서 연역을 논의하면서 연역 추론 과정을 “가설을 전제로 조건이 되는 평가방법을

Table 4. Two different meanings of deduction in science instruction textbooks

범주	교재	사례
연역 논리	A1	“보편언명으로부터 특수한 사례를 예측하거나 설명하는 과정을 연역 추론이라고 한다.”
	A2	“...연역적 논증에서는 전제들이 참이고 과정이 타당하면, 결론도 참이다.”
	A3	“이미 증명된 하나 또는 둘 이상의 명제를 전제로 하여 새로운 명제를 결론으로 이끌어내는 것을 연역이라 하며, 이러한 연역의 방법과 절차를 논리적으로 체계화한 것을 연역법이라 한다.”
	A4	“연역법은 이미 알고 있는 명제를 전제로 명확하게 규정된 논리적 형식에 근거하여 새로운 명제를 결론으로 이끌어내는 논리적 추론과정으로서 일반적인 사실이나 원리에서 개별적이고 특수한 사실이나 원리를 이끌어내는 것으로 정의된다.”
	B1	“설명과 예측의 연역적 구조는 다음과 같다. 전제 1: 법칙과 이론들 전제 2: 초기 조건들 결론: 자연 현상에 대한 설명”
	B2	“연역적 방법: 보편적 법칙이나 일반적 주장에서 특수한 법칙이나 주장을 도출하는 과정”
가설 검증 과정	B3	“연역적 방법은 명약관화된 전제에서 결론을 이끌어내는 논리적 추론의 한 유형으로 이성론에서 중요시한 과학적 방법이다.”
	A2	“즉 연역적 추론 과정은 가설을 전제로 조건이 되는 평가 방법을 고안하거나 평가기준을 이끌어내는 과정이라고 할 수 있다.”
	B1	“[‘가설 검증과정의 연역적 구조’라는 단원의 논의에서] 가설의 검증 과정은 첫째 가설을 통해 실제 관찰/실험가능한 상황을 먼저 예측하는 과정과 둘째, 예측된 현상이 실제로 일어나는지를 직접 관찰/실험함으로써 가설을 검증하는 두 단계 과정으로 되어 있다.”
	B3	“가설검증 과정이 연역적 추론을 바탕으로 한다고 할 수 있다. 또한 가설 검증 과정이 검증방법 고안, 검증수행, 평가의 과정으로 이루어진다는 것도 알 수 있다. 즉 연역 추론 과정은 가설을 전제로 조건이 되는 평가방법을 고안하거나 평가기준을 이끌어내는 과정이라고 할 수 있다.”

고안하거나 평가기준을 이끌어내는 과정”으로 규정하기도 했다. 그런데 이와 같이 평가방법이나 평가기준을 구상하는 과정을 연역으로 부르는 것은 전형적인 연역논증의 의미에서 크게 벗어난 것으로 보인다. 평가방법을 고안하는 것은 연역보다는 귀추에 더 가까우며, 평가기준을 이끌어내는 것은 논리를 크게 벗어나는 것일 수 있기 때문이다. 이를테면 이론을 평가하는 기준으로 여러 가지 요소들이 제시되고 있으며, 특히 Kuhn(1977)이 제시한 정확성, 넓은 적용범위, 일관성, 단순성, 다산성의 다섯가지 항목이 잘 알려져 있다(Oh & Lee, 2014; Braaten & Windschitl, 2011). 그런데 평가기준을 새우고, 그에 맞게 평가하는 과정을 연역으로 보는 것은 연역의 의미를 지나치게 확장하는 바람직하지 않은 시도로 보인다.

3. 가설연역의 의미

다른 용어들은 대부분의 교재에서 논의된 반면 ‘가설연역’이란 표현은 4종의 과학교육론 교재에서만 나타났으며, 물리, 생물, 지구과학에 특화된 교재에서는 명시적으로 다루어지지 않았다. 이를테면 B2 교재에서는 단원 명칭에 ‘연역’만 들어가는데 단원 내용에는 가설연역에 대한 내용이 포함되어 있었다. 즉 ‘과학지식 생성의 연역적 과정’이라는 소단원에서 “가설-연역적 방법은 과학의 정당화 논리에 한층 힘을 실어주는 과학적인 방법으로 인식되어 왔다..”는 식으로 가설연역에 대해 논의하였다. 또 B1처럼 내용상 가설연역에 대한 내용을 다루면서, ‘가설연역’이라는 용어를 사용하지 않는 교재도 있었다. 이 교재에서는 가설

Table 5. Two different meanings of hypothetical deductive method in science instruction textbooks

범주	교재	사례
정당화의 맥락에 국한	A1	“가설-연역 체계는 이미 가설이 있다는 것을 전제로 논리가 전개되기 때문에 설명지식 생성 과정을 설명하지 못한다.”
	A2	“귀추법은 또한 발견의 논리라는 점에서 정당화의 논리로 받아들여지는 가설-연역법과 구분된다.”
정당화와 발견의 맥락 포괄	A2	“가설연역법과 귀추법에 따른 탐구중심 교수학습: 관찰사실을 바탕으로 일반화한 가설을 제시하고, 초기조건을 설정한 다음, 가설로부터 검증할 사실 즉 예상언명을 도출하고, 가설로 진술된 언명을 검증하는 과정을 거쳐 이루어진다.”
	A3	“가설연역법은 어떤 문제를 해결하기 위해 특정한 사실이나 이론을 바탕으로 가설을 설정한 후 그 가설로부터 관찰이나 실험 결과를 연역적으로 도출한 다음 그 진위를 확인하는 방법에 해당한다.”
	A4	“가설-연역법은 귀납적 추론과정과 연역적 추론 과정을 모두 포함하여 새로운 가설을 검증하는 논리적 추론방법이다. 가설-연역의 과정에서 귀납적 추론은 새로운 현상이나 문제에 대해 관찰이나 실험을 통해 자료를 수집한 후 이를 바탕으로 현상의 설명이나 문제의 해답이 될 수 있는 가설을 세우는 데에서 나타난다. 그 다음 가설이 옳다는 전제 하에 나타날 수 있는 현상이나 결과를 예측하는 연역의 과정이 따른다. 마지막으로 실험 등을 통해 가설을 검증하고 획득된 결과를 통해 가설을 채택하거나 기각하게 된다.”

연역으로 읽힐 수 있는 논의를 진행하면서 “가설 검증과정의 연역적 구조”라는 표현을 사용하는 식으로 가설연역이라는 용어를 사용하지 않았다.

가설연역은 ‘연역’을 포함하고 있는데, 이와 관련된 ‘연역’의 의미변화는 앞 절에서 이미 논의했다. 여기서는 이미 논의된 부분을 제외하고 발견의 맥락과 정당화의 맥락을 구분하는 관점에서 가설연역의 의미 차이만을 논의하겠다. 과학지식의 확립과정에서 발견의 맥락과 정당화의 맥락을 구별하는 시도는 Reichenbach(1938)와 Popper(1958)에 의해 시도된 이래, 오늘날까지 상당한 영향력을 유지하고 있다. 이러한 구별은 과학탐구에서 아이디어를 생성하는 과정과 생성된 아이디어를 평가하는 과정을 구별하는 것이다.

Table 5의 교재 A1, A2에 해당하는 사례에서 보듯이 이 교재들에서는 가설연역을 정당화의 맥락에 국한하는 과정으로 규정하는 서술이 나타났으며, 이러한 논의들에 의하면 과학지식의 생성 과정은 가설연역이 아닌 별개의 과정이 된다. 이

때 아이디어의 생성과정을 설명하지 못하는 것은 가설연역법의 한계로 서술되기도 했다. 통상적으로 귀추는 아이디어의 생성과정과 관련되므로, 가설연역을 정당화에 국한하는 용법은 귀추와 가설연역을 매우 다르게 규정하는 것이 된다. 한편 교재 A2, A3, A4에서 가설연역은 정당화와 발견의 맥락을 모두 포괄하는 과정으로 서술되기도 했다. 이와 같이 가설연역이 두 맥락을 모두 포괄하는 의미로 사용되는 논의에서 가설연역은 과학의 발달을 이끌었고, 과학교육에의 적용가능성도 높은 것으로 평가되기도 하였다.

한편 가설연역과 관련된 교재의 논의에서 아이디어의 생성과 평가 중에서 생성에 해당되는 과정은 귀추로 규정하거나, 귀납으로 규정되었다. 또 교재에 따라서는 아이디어의 생성이 “귀납추론에 의해 형성되지 않고 다양한 방법을 통해 창안되는 성격”이라 논의하는 등 아이디어의 생성과 관련된 논의가 혼란스러웠다.

4. 귀추의 의미

귀추에 대해서도 여러 과학교육론 교재에서 두 가지 방향의 논의를 추출할 수 있었다. 첫째는 귀추에서 아이디어의 생성과정을 유추와 동일시하는 것이다. 이러한 용법에 의하면 귀추는 목표 현상을 설명하기 위해, 유사한 상황의 성공적 설명을 차용하는 것으로 국한된다. 둘째는 귀추를 유추에 국한하지 않고 주어진 현상에 대해 최선의 설명을 도출하기 위한 폭넓은 시도로 규정하는 것이다. 이를테면 Table 6의 교재 A3, B2의 사례로 제시된 인용문들은 유추로 보기 어려운 귀추의 사례를 담고 있다. 교재 A3의 사례에서 케플러가 행성의 궤도운동을 설명하기 위해서 타원궤도를 도입하는 귀추 과정은 유추의 과정이

아니라, 관측 자료에 가장 잘 맞는 최선의 설명을 추구하는 과정에서 나온 시도라 보는 것이 합당하기 때문이다.

한편 귀추와 가설연역의 관계에 대한 혼란도 교재에서 확인할 수 있었다. 한 교재에서 가설연역과 귀추의 관계에 대한 상충된 설명이 나타나기도 하였다. 이를테면 A2교재에서는 “귀추법은 또한 발견의 논리라는 점에서 정당화의 논리로 받아들여지는 가설-연역법과 구분된다.”(Table 5)라 하여 둘을 구분하는 입장을 서술하기도 하였고, “귀추법은 특이한 관찰 사실의 원인이 된 가설(또는 모형이나 원리)을 추론하는 가설적 추리로서 본질적으로 가설-연역법과 같으며,..”(Table 6)라 하여 둘을 유사한 것으로 보는 입장을 서술하기도 하였다.

Table 6. Two different meanings of abduction in science instruction textbooks

범주	교재	사례
유추와 유사한 의미의 귀추 논의	A1	“Lawson은 귀추란 이전의 어떤 한 상황의 성공적인 설명을 새로운 상황에 빌려와 적용한 임시적인 설명인 설명지식을 생성하는 정신적 과정이라고 정의했다. 그에 의하면 귀추는 유추, 유추적 전이, 유추적 추론 등과 관련되는 과정이다.”
	A3	“로슨에 따르면 귀추는 이미 알고 있는 경험상황과 미지의 현 상황의 유사성을 바탕으로 경험 상황의 설명자를 차용하여 현 상황을 설명하는 추론이 한 유형이다.
	A4	“귀추란 현재의 의문 상황을 이미 알고 있는 다른 경험상황과의 유사성을 바탕으로 경험상황의 설명자를 차용하여 현재의 의문상황을 설명하는 탐구적 사고의 한 유형이다.”
	B3	“귀추적 사고는 미지의 현 상황을 이미 알고 있는 다른 상황과의 유사성에 바탕을 두고 이를 차용하여 현상황을 설명하는 추론의 인지적 과정이다.”
유추를 벗어난 귀추 논의	A2	“귀추법은 특이한 관찰 사실의 원인이 된 가설(또는 모형이나 원리)을 추론하는 가설적 추리로서 본질적으로 가설-연역법과 같으며,..”
	A3	“귀추법에 대한 과학사의 사례로는 케플러가 자주 거론되고 있다. 케플러는 화성의 궤도가 타원이라는 가설에서 시작하여 관측을 통해 확인할 수 있는 사실들을 연역해내지 않았다. 오히려 케플러는 티코 브라헤가 남긴 관측 자료를 잘 설명할 수 있는 가설로 타원궤도를 제안했던 것이다.,., 케플러는 관측 자료를 설명하기 위해 원을 포기한 후 행성의 궤도가 달걀형이라는 가정에서 출발했지만 그것이 여의치 않자 타원형을 도입했던 것이다.”
	B2	“어떤 현상을 설명하기 위하여 특정한 사실이나 원리, 법칙을 추리해내고 그로부터 설명적 가설을 도입하거나 새롭게 구성하는 과정 <ul style="list-style-type: none"> ● (놀라운) 현상의 관찰 결과: 남아프리카의 화도에서 다이아몬드가 발견되었다. ● 관련된 법칙(규칙): 다이아몬드는 오직 탄소로부터 만들어지며 온도가 적어도 1000도씨에 달하고 압력이 적어도 55kbar일 때 탄소가 다이아몬드로 합성된다. ● 현상의 설명(해석): 화도가 형성될 당시 압력이 적어도 55kbar에 이르고 온도가 적어도 1000도씨에 달하는 지하 심부에서 형성된 다이아몬드가 상부로 옮겨왔을 것이다.”

5. 귀납, 연역, 가설연역, 귀추와 관련된 의미의 혼선

본 연구의 분석대상인 7종의 교재에서 귀납, 연역, 가설연역, 귀추가 각각 어떤 의미로 사용되는지를 조사한 결과를 요약한 결과가 Table 7이다. 귀납의 경우 귀납적 일반화의 의미를 담은 논의가 모든 교재에서 발견되었지만, 귀납을 비연역논리를 통칭하는 용법으로 사용한 논의들도 상당수 교재에서 발견되었다. 연역의 경우 전형적인 연역논리의 의미로 사용한 논의가 모든 교재에서 나타났지만, 상당수 교재는 가설의 검증 과정을 연역적 과정으로 서술하기도 하였다. 가설연역의 경우 절반 이상의 교재가 명시적으로 설명하였고, 가설연역을 발견과 정당화를 모두 포괄하는 의미로 사용한 용법과 정당화의 맥락만을 포함하는 의미로 사용한 용법이 혼재했다. 귀추의 경우 대부분의 교재가 명시적으로 다루었으며, 귀추를 유추에 국한하는 논의들과 귀추를 최선의 설명을 도출하는 보다 일반적인 과정으로 규정하는 논의들이 섞여 있었다. 특히 한 교재 안에서 논의에 따라서 귀납, 연역, 가설연역, 귀추가 서로 다른 의미를 가지는 경우도 많았다. 각 용어들을 하나의 의미로만 사용한 교재는 1종에 그쳤는데, 해당 교재는 관련된 논의가 매우 적었다는 특징이 있었다. 그런데 교재의 논의에

서 용어가 복수의 의미를 가질 때, 이러한 의미의 차이가 교재에서 명시적으로 논의되는 경우는 거의 없었다.

이처럼 교재의 논의에서 용어들이 다양한 의미를 갖게 된 주요 이유들을 추측해볼 수 있다. 첫째는 과학의 방법이 오랜 시간동안 다듬어져 왔고, 또 과학의 방법을 규정하는 과학철학적 논의들도 점차 다듬어지면서 귀납, 연역, 가설연역, 귀추에 대한 논의들에서 각 용어들이 다양한 의미를 가지게 된 측면이 있다. 이를테면 역사적으로 아리스토텔레스, 베이컨, 휴월, 밀 등 당대의 과학자들과 철학자들이 과학의 방법으로서 귀납법에 다양한 논의를 펼쳤다. 또 과학의 방법으로서의 연역은 아리스토텔레스, 아르키메데스, 갈릴레이, 뉴턴 등의 거인들을 거치면서 다듬어졌다(Losse, 2001). 이러한 여러 역사적인 시도 속에서 귀납, 연역에 대한 다양한 논의들이 축적되었고, 이것이 이들 용어에 대한 의미의 다의성의 토대가 되었다 할 수 있다. 한편 뉴턴의 과학적 방법론은 가설연역법으로 규정되기도 하지만, 유사한 과정을 퍼스와 핸슨 등은 귀추로 규정했다. 이와 같은 과학과 과학철학에서의 다양한 논의들이 이들 용어의 의미의 다의성의 근본적인 원인이라 할 수 있다.

한편 과학교육 연구들은 귀납, 연역, 가설연역, 귀추에 대한 과학교육론 교재의 논의들의 가장 직접적인 자료원이 될 수 있다. 귀납, 연역, 가설

Table 7. summary of meaning of induction, deduction, hypothetical deductive method, and abduction in textbooks

Code	귀납	연역	가설연역	귀추
A1	①②	①②	①	①
A2	①②	①	①②	②
A3	①②	①	②	①②
A4	①	①	②	①
B1	①	①②	X	X
B2	①	①	X	①②
B3	①	①②	X	①
	①귀납적 일반화 ②비연역논증	①전형적 연역논증 ②가설검증과정	①정당화 ②발견+정당화	①유추 ②최선의 설명 도출

연역, 귀추에 대한 연구논문을 발표한 과학교육 연구자들과 과학교육론 교재의 저자들이 상당히 겹치기 때문이다. 실제로 관련된 과학교육 논문과 과학교육론 교재를 비교해보면 논문의 내용이 서술상의 큰 변화 없이 교재에 소개되는 많은 사례들을 찾을 수 있다.

IV. 결론 및 논의

본 연구를 통해 과학교육론 교재의 서술에서 귀납, 연역, 가설연역, 귀추가 맥락에 따라 서로 충돌할 수 있는 다중의 의미를 가지고 있음을 확인했다. 구체적으로는 다음과 같은 의미의 다의성이 드러났다. 귀납은 귀납적 일반화라는 좁은 의미, 혹은 비연역논증을 통칭하는 넓은 의미를 가지고 있었다. 연역은 연역논리와 가설의 검증과정이라는 두 가지 의미를 가지고 있었다. 가설연역에 대해서는 정당화의 맥락으로 국한하는 용법, 발견과 정당화의 맥락을 모두 포함하는 용법이라는 두 가지 방식으로 서술되었다. 귀추는 발견의 맥락에 국한된 의미로 사용되거나, 발견과 정당화의 맥락을 모두 포괄하는 의미로 사용되었다. 귀납, 연역, 가설연역, 귀추는 교재에 따라 다른 의미를 갖기도 했고, 한 교재 안의 서로 다른 논의 속에서 다른 의미를 가지기도 했다. 그런데 이러한 의미의 차이가 교재에서 언급되는 경우는 거의 없었다.

본 연구에서 결과들은 다음과 같이 간단히 해결되지 않는 심각한 논의거리를 낳는다. 먼저 귀납, 연역, 가설연역, 귀추가 여러 가지의 의미를 갖는다는 것은, 이들 용어들의 관계사이의 혼선으로 이어진다. 이를테면 귀납을 귀납적 일반화로 볼 때 귀납과 귀추는 배타적인 별개의 과정이 된다. 그런데 귀납을 비연역논리를 통칭하는 용법에서는 귀추는 귀납의 한 종류가 된다. 또 가설검증을 정당화와 여러 방식의 발견을 모두 포함하는 용법과 귀추를 발견과 정당화를 포함하는 용법에서 가설검증과 귀추는 거의 구별되지 않는다. 한편 가설연역과 귀추에 대한 다른 용법을

취한다면 가설연역과 귀추가 구별될 수 있다. 이와 같이 개별 용어들의 의미혼란은 개별 용어들에서의 혼란에 머물지 않고, 용어들 사이의 관계에 대한 혼란으로 이어질 수 있다.

귀납, 연역, 가설연역, 귀추의 의미와 관련한 혼란은 교재에 국한된 것이 아니라, 과학교육 연구에서 나타나는 의미의 불명확성의 문제이기도 하다. 즉 귀납, 연역, 가설연역, 귀추를 다루는 여러 과학교육연구들도 암묵적으로 두 가지 이상의 의미에서 이 용어들을 사용할 수 있다. 한 연구자가 자신의 연구에서 용어의 의미를 일관되게 사용하더라도, 다른 연구에서는 같은 용어를 다른 의미로 사용할 가능성이 열려있다. 과학교육 연구자, 혹은 교재의 저술자들은 이와 같이 용어의 혼란, 그로인한 용어사이의 의미관계의 혼란을 인식할 필요가 있다.

이러한 용어의 혼란에 대한 포괄적인 대응방안을 제시하는 것은 개별 연구자의 한계를 넘어서는 일일 수 있다. 다만 용어의 혼란에 대처하는 방안에 대한 마중물 논의로 몇 가지 제안을 할 수는 있을 것이다. 먼저 귀납의 경우 논리학 교재에서 비연역논리를 모두 포괄하는 것으로 다루는 경향을 보이는데, 이러한 넓은 의미의 귀납은 귀납과 귀추를 별개의 것으로 구별하려는 과학교육의 주된 흐름과 충돌하는 것으로 보인다. 따라서 과학교육에서는 귀납을 귀납적 일반화라는 좁은 의미로 국한하여 사용하고, 논리학 교재의 내용을 소개할 때 주의하는 것이 용어의 혼선을 줄이는 방법이라 생각된다.

한편 귀추를 유추로 국한하는 규정이나 용법은 바람직하지 않아 보인다. 귀추의 과정에서 유사한 상황의 해결책으로부터 새로운 아이디어를 생성하는 방안이 매우 강력한 방법일 수 있음은 분명하다. 그렇지만 귀추에 활용 가능한 전략으로 유추 이외에도 자료의 재구성 전략, 발견법적 일반화 전략, 존재에 관한 전략 등 다양한 전략들이 가능하다(Oh & Kim, 2005). 따라서 귀추는 유추를 포함하여 여러 전략을 사용하여 최선의 설명을 도출하려는 시도로 폭넓게 규정하고, 유추는 귀추를 위한 강력한 전략으로 자리매김하는

것이 귀추와 유추의 관계에 대한 보다 알기 쉬운 정리방안이라 생각된다.

한편 귀납, 연역, 귀추, 가설연역의 의미관계를 명쾌히 정리할 수 없다면, 과학교육에서 이들 용어를 중심으로 과학의 방법을 논하는 대신에 이들 용어를 부수적으로 사용하면서 과학의 방법을 다루는 것도 생각할 수 있다. 즉 이들 용어가 중심이 되는 논리기반 접근 대신 탐구모형 접근, 탐구기능 요소 접근이라는 관점을 위주로 과학탐구를 개념화할 수 있다. 이를테면 NGSS의 3영역 모형처럼 현상의 기술, 현상의 설명, 설명의 타당성에 대한 평가 등으로 탐구를 서술하는 방안이 가능하다. 과학적 방법에 대해 논의할 때 이와 같이 기능적인 서술을 위주로 다루고, 필요에 따라 귀납의 논리, 연역의 논리, 귀추의 논리를 소개하는 방식으로 과학의 방법을 다룰 수 있다. 이를테면 현상의 기술에 대해 논의하면서 그 안에 내재된 귀납적 일반화를 부수적으로 도입하고, 현상의 설명에 대해 논의하면서 필요에 따라 귀추의 논리를 도입할 수 있다. 이러한 방향의 탐구의 재개념화에 대한 보다 심층적인 검토도 의미있는 작업일 것이다.

참 고 문 헌

- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education, 95*, 939-969.
- Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education, 92*, 473-498.
- 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. Y., Kim, H. K., Yoon, H., & Lee, K. Y. (2014). *Theories of science education*. Paju: Kyoyookbook.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84*(3), 287-312.
- Giere, R., Bickle, J., & Mauldin, R. F. (2006). *Understanding scientific reasoning*. Belmont, Calif (et al.): Thomson Wadsworth
- Giere, R. (2010). An agent-based conception of models and scientific representation. *Synthese, 172*, 269-281.
- Grandy, R., & Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science & Education, 16*, 141-166.
- Hanson, N. R. (1965). *Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundations of science*. CUP Archive.
- Hempel, C. G. (1961). *Aspects of scientific explanation*, New York, NY: The Free Press.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hur, M. (1984). Development of science inquiry evaluation list. *Journal of The Korean Association For Science Education, 4*(2), 57-63.
- Joung, Y. J., & Song, J. W. (2006). Exploring the implications of peirce's

- abduction in science education by theoretical investigation. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 26(6), 703-722.
- Kang, N. H., & 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.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity, and epistemic practice. In R. Duschl & R. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99-117; 288-291). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kim, Y. M., Park, Y. B., Park, H. J., Shin, D., Jeong, J. S., & Song, S. (2014). *World of Science Education*. Seoul: Bookshill.
- Kim, Y. S., Kwon, Y. J., Kim, Y. J., Kim, H., Seo, H., Son, Y., Jeong, E. Y., Jeong, J. S., & Cha, H. (2012). *Theory of life science education*. Paju: Freeacademy.
- Kim, H. K., & Song, J. W. (2004). The exploration of open scientific inquiry model emphasizing students' argumentation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1216-1234.
- Kim, H., & Park, E. J. (2008). *Logic for critical thinking*. Seoul: Acanet.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Kuhn, T. S. (1977). Objectivity, value judgment, and theory choice. In T. S. Kuhn (Ed.), *The Essential Tension* (pp. 320-339). Chicago: The University of Chicago Press.
- Kwon, Y. J., Jeong, J. S., Park, Y. B., & Kang, M. J. (2003). A philosophical study on the generating process of declarative scientific knowledge-focused on inductive, abductive, and deductive process. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 23(3), 215-228.
- Kwon, Y. J., Nam, J. H., Lee, K. Y., Lee, H. N., & Choi, K. H. (2013). *Science education*. Seoul: Bookshill.
- Kwon, J., Kim, B. K., Kang, N. H., Choi, B., Kim, H. N., Paik, S. H., Yang, I. H., Kwon, Y. J., Cha, H., U, J. O., & Jeong, J. W. (2012). *Theories of science education*. Paju: Kyoyookbook.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lee, S. K., Choi, C. I., Lee, G., Shin, M. K., & Song, H. (2013). Exploring Scientific Reasoning in Elementary Science Classroom Discourses. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 33(1), 181-192.
- Losee, J. (2001). *A historical introduction to the philosophy of science* (4th ed.). England, UK: Oxford university Press.
- Magnani, L. (2009). Theoretical and manipulative abduction. In R. Dillmann, Y. Nakamura, S. Schaal, D. Vernon (Eds.), *Abductive cognition* (pp. 1-61). New York, NY: Springer.
- Magnani, L., Nercessian, N., & Thagard, P. (1999). Model-based reasoning in scientific discovery. Dordrecht, The

- Netherlands: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Millar, R., & Driver, R. (1987). Beyond process. *Studeis in Science Education*, 14, 33-62.
- National Research Council (2012), *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts*. and core ideas. Washington, DC: Natl. Acad. Press.
- Park, J. W. (2000). Analysis of students' processes of generating scientific explanatory hypothesis -Focused on the definition and the characteristics of scientific hypothesis. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 20(4), 667-679.
- Park, J. W., Choi, K. H., & Kim, Y. M. (2001). *Theory of physics education 1*. Seoul: Bookshill.
- Park, B. H., Kim, H. K., & Lee, B. W. (2007). Analyses of the basic inquiry process in Korean 3-10 grade science textbooks: Focused on observation and measurement. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 27(5), 421-431.
- Reichenbach, H. (1938). *Experience and prediction: An analysis of the foundations and the structure of knowledge*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Oh, J. Y., Kim, S. S., & Kang, Y. H. (2008). A suggestion for a creative teaching-learning program for gifted science students using abductive inference strategies. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 28(8), 786-795.
- Oh, P. S., & Kim, C. J. (2005). A theoretical study on abduction as an inquiry method in earth science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(5), 610-623.
- Oh, P. S., & Lee, J. S. (2014). Criteria for evaluating scientific models used by pre-service elementary teachers. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 34(2), 135-146.
- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction?. *Science Education*, 95, 627-638.
- Popper, K. (1958). *The logic of scientific discovery*. London and New York: Routledge.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 634-656.
- Song, H. (2017). *Logic training for leader*. Seoul: Sapiens21.
- The Korean Society of Earth Science (2009). *Earth science education*. Paju: Kyoyookbook.
- Wilson, R. A., & Keil, F. (1998). The shadows and shallows of explanation. *Minds and Machines*, 8, 137-159.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967.

국 문 요 약

귀납, 연역, 가설연역, 귀추는 과학의 방법, 혹은 그것의 토대를 이루는 논리로서 과학교육에서 주목받아왔다. 그런데 가설연역과 귀추가 갖는 논리적 유사성에서 확인할 수 있듯이 이들 용어들의 구분이 항상 명확한 것은 아니다. 본 연구는 귀납, 연역, 가설연역, 귀추에 대한 과학교육론 교재들의 서술을 조사하여 과학의 방법으로서, 혹은 과학 탐구의 맥락에서 이들 용어들이 사용되는 의미를 분석하였다. 이를 위해 7종의 과학교육학 교재들에서 관련된 서술을 추출하였고, 용어의 정의, 사용된 예시, 다른 용어들과의 관계를 검토하여 용어가 갖는 의미의 일관성과 용어간의 구별가능성을 조사하였다. 분석 결과 교재의 서술에서 용어가 갖는 의미가 일관성을 갖지 못하며, 관련 용어사이의 의미구별을 어렵게 하는 여러 논의들이 발견된다는 문제를 발견할 수 있었다. 이러한 혼선의 원인, 그리고 과학교육의 맥락에서 본 연구가 갖는 교육적 시사점도 논의하였다.

주제어: 과학탐구, 귀납, 연역, 가설연역, 귀추