



초등학생의 과학 탐구의 특징에 대한 이해 -VASI-E를 바탕으로-

유혜진¹, 박지선^{1*}, Judith S. Lederman², Norman G. Lederman², Selina Bartels³, Juan Jimenez²

¹이화여자대학교, ²일리노이 공과대학교, ³벨파레이소 대학교

Korean Elementary Students' Understanding about Scientific Inquiry using VASI-E Questionnaire

Hye-jin Yoo¹, Jisun Park^{1*}, Judith S. Lederman², Norman G. Lederman², Selina Bartels³, Juan Jimenez²

¹Ewha Womans University, ²Illinois Institute of Technology, ³Valparaiso University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2 February 2021

Received in revised form

21 February 2021

18 March 2021

Accepted 7 April 2021

Keywords:

Scientific inquiry, Korean elementary students, VASI-E

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate elementary school students' understandings about scientific inquiry. Data were collected from 119 elementary students who are in the 4th grade using the Views About Scientific Inquiry questionnaire for elementary students (VASI-E). We also conducted semi-structured interviews of 21 students from 119 students who responded to VASI-E. Students' responses were analyzed as naive, mixed, or informed views on each aspect of scientific inquiry that VASI-E includes. We found that, first, 53.8% of students have mixed views, and 30.3% of students have informed views, and 16% of students have naive views on the knowledge 'investigation begin with a question'. Second, 54.6% of students have naive views, 37.8% of students have mixed views, and 7.6% of students have informed views on the knowledge 'scientists use many methods to answer their questions.' Third, 47.9% of students have informed views, 34.5% of students have naive views, and 17.6% of students have mixed views on 'procedures guided by question asked.' Fourth, 55.5% of students have mixed views, 42% of students have informed views, and only 2.5% of students have naive views on 'conclusions must be consistent with data and explanations come from data and prior knowledge.' Based on the results, implications for teaching and learning scientific inquiry at elementary level in Korea were discussed.

1. 서론

과학 탐구는 과학자들이 수행하는 핵심적인 활동이며, 이를 통해 과학지식을 정교화하거나 확장한다. 학생들이 이러한 과학 탐구를 경험하는 것은 과학자들이 어떠한 일을 하는지, 과학적 지식이 어떻게 형성되고 확장되어 가는지를 이해하는데 도움이 된다(Concannon *et al.*, 2020). 이 뿐 아니라, 개인 또는 사회의 문제를 해결하기 위해 다양한 탐구 방법을 활용할 수 있고, 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 나가는 능력을 함양할 수도 있다(MOE, 2015). 이러한 이유로 과학 탐구는 과학교육에서 매우 중요하게 다루어져 왔다.

과학 탐구가 과학자들이 하는 일이기 때문에 학교 과학에서도 과학 탐구를 수행하는 행동적인 측면을 강조하였다. 예컨대, 과학자의 탐구 과정을 경험하고자 하는 시도로써 탐구 과정 기능이 학교 과학 교육에 도입되기도 하였다. 학교 과학에서는 과학자들이 실제로 수행하는 탐구 과정을 정련하고 일반화하여 일련의 과학 탐구 과정을 모델로 제시하였다. 1960년대 미국 과학 교육과정 중의 하나인 Science-A Process Approach (SAPA)(Padilla, 1990)를 대표적인 예라고 볼 수 있다. 우리나라 교육과정에서도 과학 탐구의 교수학습 내용으로 탐구 과정 및 기능을 제시하고 있으며, 초등학교 과학 교과서에서는 별도의 탐구 단원에서 다루고 있다(MOE, 2015). 그러나 지금까지의 과학

탐구 교육이 과연 학생들의 과학 탐구에 대한 올바른 이해를 돕고 있는가에 대해 비판의 목소리도 있다. Oh (2020)는 학교에서 다루고 있는 기능 중심의 과학 탐구가 실제 과학이 이루어지는 모습을 제대로 담고 있지 못하며, 학생들이 과학 활동을 총체적으로 체험하고 이해하는데 도움이 되지 못한다고 보았다. 최근에는 이러한 기능 중심의 접근에서 과학탐구를 보다 폭넓게 이해하려는 변화의 움직임이 일고 있다. 일례로 미국의 차세대 과학 교육 기준(Next Generation Science Standards, NGSS)에서는 과학적 실천을 강조하기도 하였다(Lee, Miller, & Januszyk, 2014). 과학 교육에서 과학 탐구에 대한 학생들의 올바른 이해를 과학 교육의 목표로 지향함에 따라, 학생들의 과학 탐구에 대한 이해를 조사하는 연구들이 이루어지고 있다. Lederman *et al.* (2014)은 과학 탐구에 대한 이해를 조사하기 위한 평가 도구로 The Views about Scientific Inquiry(VASI)를 개발하였다. Lederman *et al.* (2014)은 VASI를 개발할 때, 탐구에 대한 이해를 조사하는 기존 평가 도구인 Views of Scientific Inquiry (VOSI)를 바탕으로 하여, NGSS에서 말하는 과학적 실천(scientific practices)의 특징을 반영하였다. 이 후 Lederman *et al.* (2019)은 18개국의 7학년 학생들을 대상으로 과학 탐구를 어떻게 이해하고 있는지에 대해 비교 연구를 실시하였다. 연구 결과, 많은 국가의 7학년 학생들이 과학 탐구의 특징에 대해서 낮은 이해도를 가지고 있다고 보고하였다. 7학년

* 교신저자 : 박지선 (jpark29@ewha.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2021.41.2.83>

을 대상으로 하는 연구는 초등학교 6년의 과학 교육과정을 마친 시점에서 나타난 결과이므로 초등 과학 교육에서 과학 탐구의 특징에 대해 교육할 필요성을 시사한다. 국내에서도 중·고등학생, 예비교사, 현직 교사 등 다양한 대상의 탐구에 대한 인식 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 교사의 탐구에 대한 인식 연구로는 Sung, Shin, & Chun (2016)이 VASI를 이용하여 예비 생물교사의 과학 탐구의 특징에 대한 이해를 조사한 것이 있다. 예비 생물교사들은 국제 연구 결과에 비해 비교적 높은 수준의 이해도를 보였다. 하지만 8개의 영역 중 5개의 영역에서 과도기적 관점이 가장 높은 비율을 차지하고 있어, 교사들의 이해도를 향상시키기 위해서는 교사 교육과정에서 과학 탐구의 특징에 대한 명시적인 교수를 하는 것이 필요함을 주장하였다. Lee & Park (2019)은 과학 탐구 지도에 대한 시사점을 도출하기 위해서 초등 교사를 대상으로 과학 탐구의 이해 수준과 실태를 분석하였다. 초등 교사들은 8가지의 과학 탐구의 특징 중 두 가지에 대해서만 전문가적 관점을 가지고 있었다. 또한 연구대상의 경력과 과학 관련 연수의 이수 여부가 과학 탐구의 특징에 대한 이해에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 이에 따라 기존의 교사 교육의 방식이 개선될 필요성을 제기하였다. 또한 Seong & Lim (2019)는 미국 과학교육 표준(National Science Education Standard[NSES], 1998)에서 제시하는 탐구의 다섯 가지 특징에 기반하여(National Research Council [NRC], 2000) 초등 교사가 과학 탐구의 특징을 어떻게 인식하고 있는지를 조사하였다. 그 결과 과학 탐구의 특징 별로 교사의 이해도가 유의한 수준 차이를 보였다. 학생을 대상으로 한 연구로는 Cho (2020)가 일반 고등학교 1학년을 대상으로 과학적 탐구의 특징에 관한 이해도를 조사하였으며, 아직 초등학생을 대상으로 한 연구는 미흡한 실정이다.

앞서 언급하였듯이 우리나라 과학과 교육과정에서도 과학 탐구를 강조하고 있다. 제6차 교육과정에서부터 과학 탐구라는 용어가 내용 체계에 명시적으로 등장하였다(Oh, 2020). 현재 2015 개정 교육과정에서도 내용 체계에 탐구 기능을 명시하고 있다. 또한 초등학교 과학 교과서에 탐구 단원이 별도로 도입하였으며, 탐구 중심으로 교과서가 구성되어 있다(Lim, 2018). 과학 탐구를 가르치기 위한 이와 같은 노력들이 학생들의 과학 탐구에 대한 지식을 형성하는데 얼마나 효과적인지 혹은 개선할 점은 없는지 점검해 볼 필요가 있다. 현 초등 과학 교과서는 첫 단원이 과학 탐구 단원으로 구성되어 있다. 중학년에서는 3학년 1학기, 2학기, 4학년 1학기의 1단원이 과학 탐구 단원이다. 그러므로 본 연구에서는 초등학교 중학년의 과학 탐구 단원 학습을 완료한 4학년 학생들을 대상으로 과학 탐구의 특징에 대한

이해의 실태를 조사하였다. 이를 통해 초등학교 3-4학년군, 5-6학년군 전반에 걸쳐 과학 탐구의 교수학습에 대한 시사점을 얻고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구는 과학 탐구에 대한 초등학생의 이해 정도를 살펴보기 위하여 서울 소재 초등학교에 재학 중인 초등학생 4학년 119명에게 개방형 질문지 검사와 면담을 실시하였다. 과학교과가 초등학교 3학년년부터 도입되는 것을 고려하여, 초등학교 3-4학년군 과학교육과정을 이수한 4학년 학생을 대상으로 하였다. 3-4학년군의 교육과정을 이수한 초등학생의 과학 탐구에 대한 이해를 점검함으로써, 본 연구 결과가 3-4학년 군 과학 교수학습 뿐 아니라 5-6학년 군 과학 교수학습에도 시사점을 줄 수 있을 것이라 판단하였기 때문이다. 사회·경제적 여건이 서로 다른 네 개의 공립 초등학교를 선정하였으며, 선정 시 공립학교 교사들의 자문을 받아 각 학교의 사회·경제적 여건을 판단하여 학교를 섭외하였다. 본 연구는 학생과 보호자를 대상으로 연구에 대한 동의 과정을 거쳐 개방형 질문지 검사에 동의한 119명의 학생과 질문지 검사와 면담 모두에 동의한 21명의 학생을 대상으로 이루어 졌다.

2. 검사 도구

본 연구에서는 초등학생들의 과학 탐구의 특징에 대한 이해도를 알아보기 위해서 Lederman *et al.* (2014)이 개발한 VASI(The Views About Scientific Inquiry)의 검사지를 초등학생용으로 수정한 VASI-E(The Views About Scientific Inquiry-Elementary) 검사지를 사용하였다(Lederman *et al.*, 2019). VASI는 중·고등학생 이상을 대상으로 한 검사이며, 과학 탐구에 대한 이해 정도를 알아보기 위하여 과학 탐구의 8가지 특성을 다루고 있다. 7개의 개방형 질문으로 구성되어 있으며, 하위 질문을 포함하면 총 10개의 질문이다. VASI-E는 VASI를 초등학생용으로 수정한 검사로, VASI가 포함하고 있는 8개의 과학 탐구 특성 중 5개만을 포함하고 있다. 과학 탐구의 시작, 과학 탐구 방법의 다양성, 탐구 절차와 결과의 관련성, 자료와 결론 도출의 일관성, 과학적 설명에 관련된 다섯 개의 측면이 VASI-E에서 다루어지고 있다. 이는 초등학교의 교육과정과 초등학생의 발달단계

Table 1. 8 Aspects of Scientific Inquiry and corresponding to VASI-E questionnaire items

Aspect of Scientific Inquiry	VASI-E Item No.
1. Scientific investigations all begin with a question but do not necessarily test a hypothesis	1a, 4a, 4b
2. There is no single set and sequence of steps followed in all scientific investigations (i.e., there is no single scientific method)	1a, 1b
3. Inquiry procedures can influence the results	3, 4b
4. All scientists performing the same procedures may not get the same results	×
5. Inquiry procedures can influence the results	×
6. Research conclusions must be consistent with the data collected	2a, 2b
7. Scientific data are not the same as scientific evidence	×
8. Explanations are developed from a combination of collected data and what is already known	2a, 2b

Table 2. Explanation of informed, mixed, and naive responses (Lee, & Park, 2019; Lederman *et al.*, 2014)

Informed	Mixed	Naive
The response corresponds to the features of the scientific inquiry and consistent with the whole questions	The response partially explains the features of the scientific inquiry, but not consistent with the whole questions	1. The response is contradictory to the features of scientific inquiry and does not corresponds to the features. 2. The response is not understandable and irrelevant to the features of the scientific inquiry.

상의 특징을 고려하여 한 것이다(Lederman *et al.*, 2019). VASI-E는 총 4개 문항으로 구성되어 있으며, 하위 문항을 포함하면 총 7문항이다. 모든 질문은 개방형으로 제시되었으며, VASI-E의 질문 구성에 대한 개요는 Table 1과 같다.

본 연구에서는 VASI-E를 사용하여 한국 초등학생들의 과학 탐구의 특징에 관한 이해도를 점검하기 위해 번역의 과정을 거쳤다. 개발된 VASI-E 영문 검사지를 연구자 2인이 한국어로 번역하고 초등교사 3인에게 초등학생이 이해 가능한 용어와 표현으로 적절하게 번역되었는지를 검토를 받고 윤문하였다. 이렇게 한국어로 번역된 VASI-E를 영어와 한국어에 능통한 초등교사가 영어로 역 번역(back-translation)하였다. 역 번역은 단순 영어 능통자가 아닌 초등 과학 내용을 파악하고 있으며 동시에 영어에 능통한 초등교사가 하였으며, 원본을 번역하는 과정에 참여한 초등교사는 역 번역하는 과정에 참여하지 않았다.

영어로 역 번역된 검사지는 VASI-E 개발자인 본 연구진에게 보내어 번역의 과정에서 문항의 의도가 훼손되지 않았는지 확인하는 과정을 거쳤다. 본 연구에서 최종적으로 사용한 검사지는 Appendix와 같다.

3. 자료 수집

2019년 7월 초부터 8월 말까지 약 두 달에 걸쳐 연구 참여자를 대상으로 VASI-E 설문조사와 이에 대한 반 구조화된 면담을 실시하였다. VASI-E를 활용한 검사를 할 때에는 학생들에게 충분한 시간을 제공하였으며, 평균적으로 약 15분 정도 소요되었다. 119명의 학생 중 면담 참여 의사를 밝힌 학생은 21명이었으며, 두 명의 연구자가 방과 후 시간에 학교를 방문하여 하루에 1-2명씩 인터뷰를 하였다. 면담은 개인 당 약 20분씩 소요되었다.

면담은 VASI-E를 한 뒤 하루 또는 이틀이 지나 실시하였으며, VASI-E에 응답한 내용에 대해 생각이 변화하였는지를 묻고, 변화된 경우 왜 그러하였는지, 변화하지 않았다면 응답한 내용에 대한 자세

한 설명을 요구하였다. 또한 면담을 하는 과정에서 연구자가 그러한 생각을 갖게 된 까닭에 대해 추가적으로 질문하였다. 면담 내용은 모두 녹음 후 전사하였다.

4. 분석 방법

본 연구에서는 과학 탐구에 대한 초등학생들의 이해 정도를 분석하기 위하여 VASI-E에 대한 학생들의 응답과 면담 전사 자료를 분석하였다. VASI-E에 대한 학생들의 응답이 주 자료로 활용되었으며, 면담 전사 자료는 학생들의 응답을 심층적으로 이해하기 위한 보조 자료로 활용하였다.

VASI-E에 대한 학생들의 응답은 Table 3과 같이 초보자적 관점(Naive), 과도기적 관점(Mixed), 전문가적 관점(Informed)으로 구분하여 분석하였다. 과학 탐구의 특성과 모순되거나, 이에 대한 이해가 낮은 응답들은 초보적인 관점에 해당한다. 질문에서 묻고 있는 과학의 특성을 부분적으로만 언급하거나, 일부 부정확한 응답이 있을 경우에는 과도기적 관점을 부여하였다. 해당 과학 탐구 특성에 대해 적절하게 이해하고 있으면 전문가적 관점을 부여하였다. 예를 들면, 1번 문항에서 민정이가 한 일이 실험이라고 생각하는지를 묻고 이에 대한 근거를 설명하라고 할 때, 실험이 아니라고 적절하게 답을 하고 타당한 근거를 적절하게 제시한 경우에는 전문가적 관점이라고 보았다. 실험이 아니라고 적절하게 답하였으나 제시한 근거가 불충분한 경우에는 과도기적 관점으로 간주하였다. 실험이 아니라고 답하였더라도 근거를 전혀 제시하지 못하거나, 근거에 오류가 있는 경우에는 초보자적 관점으로 보았다. 실험이라고 답하였을 경우는 탐구의 특성을 이해하고 있지 못한 것이므로 초보자적 관점으로 보았다.

먼저, VASI-E 응답 분석에 대한 신뢰도를 확보하기 위하여 연구자 1인은 VASI-E 분석 방법 워크숍에 참여하여 분석 방법을 숙지하고, 다른 연구자 1인과 공유하였다. 이후, 무작위로 선정한 6명의 응답을 3명의 연구자가 각각 분석한 결과, 연구자 간 채점 일치도는 92%였다.

Table 3. Percentage of students categorized as holding Naive, Mixed, and Informed Views.

Aspect of Scientific Inquiry		View N=119 (%)		
Category	Explanation	Informed	Mixed	Naive
Begin with a question	Scientific investigations all begin with a question but do not necessarily test a hypothesis.	36 (30.3)	64 (53.8)	19 (16.0)
Multiple Methods	There is no single set and sequence of steps followed in all scientific investigations(i.e., there is no single scientific method).	9 (7.6)	45 (37.8)	65 (54.6)
Procedures guided by question asked	Inquiry procedures are guided by the question asked.	57 (47.9)	21 (17.6)	41 (34.5)
Conclusions consistent with data	Research conclusions must be consistent with the data collected.	50 (42)	66 (55.5)	3 (2.5)
Explanations from data and prior knowledge	Explanations are developed from a combination of collected data and what is already known.			

VASI-E Alignment and Scoring Sheet for each Student

- Categories:
- Naive(N)
 - Mixed(M)
 - Informed(I)

Aspect of Inquiry	Individual Score			Overall
	1a	4a	4b	
Scientific investigations all begin with a question but do not necessarily test a hypothesis.				
There is no single set and sequence of steps followed in all scientific investigations	1a	1b		
Inquiry procedures are guided by the question asked.	3a	4b		
Research conclusions must be consistent with the data collected.	2a	2b		
Explanations are developed from a combination of collected data and what is already known.	2a	2b		

Figure 1. VASI-E Alignment and Scoring Sheet for each Student

불일치한 분석 결과에 대해서는 논의를 통해 채점 기준을 명확히 하고 합의를 도출하였다. 예컨대, 문항 4b에 대한 학생들의 응답을 채점할 때, 번역 과정에서 의미 변동으로 인한 분석의 불일치가 있었다. 영어를 사용하는 연구자 1인은 여러 가지 공들을 사용하여 수행할 수 있는 탐구에 대해서 설명하라는 문항에 대해서, 학생의 응답에 공을 복수로 표현하여 비교하는 내용이 들어가야 전문가적 관점을 부여할 수 있다고 보았다. 반면, 한국어를 사용하는 연구자는 공을 단수로 표현한 응답도 전문가적 관점을 부여할 수 있다고 보았다. 채점 기준에 대한 합의 과정에서, 이러한 불일치가 발생한 원인이 한국어를 사용할 때 단수와 복수를 명시적으로 구분하여 사용하지 않는 관습에서 기인한 것으로 보였다. 한국의 맥락에서는 “공이 튀어 오르는 높이를 비교한다.”라는 응답처럼 공을 복수로 표현하지 않더라도 전문가적 관점이라고 분석하기로 합의하였다.

이 후, 나머지 학생들의 응답에 대해 연구자 1인이 분석하였다. 문항 별로 응답 결과를 분석한 후, Figure 1과 같이 과학 탐구의 특성 별로 관련 문항들의 1차 분석결과를 종합하였다. 예를 들면, 탐구의 시작과 관련된 문항은 1a, 4a, 4b로 총 세 문항이므로 각 문항의 채점 결과의 평균을 내어 가까운 쪽으로 분석 결과를 종합하였다. 세 문항 모두 전문가적 관점인 경우에는 탐구의 시작과 관련된 이해도는 전문가적 관점이 된다. 만약 각 문항의 답변 수준이 불일치하는 경우에는 더 빈번하게 등장한 수준으로 분석하였다. 즉, 1a는 전문가적 관점, 4a는 과도기적 관점, 4b도 과도기적 관점인 경우에는 탐구의 시작에 대한 이해도를 과도기적 관점으로 간주하는 방식으로 분석 결과를 종합하였다. 두 문항으로 구성된 탐구의 특징을 분석하는 경우에는 문항별로 답변 수준이 불일치하였을 때, 위와 같은 방법을 사용할 수 없다. 채점자 간의 논의를 통해서 해당하는 과학 탐구의 특징을 얼마나 정확하게 기술하고 있는지에 따라서 더 가까운 쪽의 수준으로 채점하였다.

III. 연구 결과 및 논의

초등학생들은 과학 탐구의 각 특징 별로 다른 이해 수준과 양상을

보였다. 과학 탐구의 시작에 대해서는 과도기적 관점(53.8%)이 가장 많았고, 전문가적 관점(30.3%)이 뒤를 이었다. 과학 탐구 방법의 다양성에 대해서는 초보자적 관점(54.6%)이 과반수로 과학 탐구 방법의 다양성에 대해서 잘 인식하지 못하고 있었다. 과학적 질문과 과학 탐구 방법의 관계에 대해서는 전문가적 관점(47.9%)과 초보자적 관점(34.5%)으로 양극화되었다. 초등학생의 과학적 설명의 생성 원리에 대해서는 과도기적 관점(55.5%)과 전문가적 관점(42%)이 주를 이루었으며, 대체적으로 잘 이해하고 있었다(See Table 3).

1. 탐구의 시작에 대한 학생들의 인식

과학 탐구의 특징 중 탐구의 시작과 관련된 문항은 1a, 4a, 4b이다 (See Table 4). 문항 1a에서는 구체적인 상황을 제시하고, 등장인물이 하는 활동이 과학자들이 하는 일인지 아닌지를 판단하고 근거를 들어 설명하도록 하였다. 문항 4a에서는 다양한 종류의 공 사진과 한 개의 공을 튕겨보는 학생을 묘사하고, 학생의 수행이 과학적 탐구인지 아닌지를 판단하도록 하였다. 또한 판단의 이유를 근거를 들어 설명하도록 하였다. 문항 4b에서는 제시된 공들로 할 수 있는 과학 탐구를 구상하여 묘사하도록 하였다. 문항 1a, 4a를 통해 학생들이 과학 탐구가 질문에서 시작하며, 질문에 대한 답을 찾기 위해 관찰, 비교 등의 활동을 수행하는 것을 인식하고 있는지 확인하고자 하였다. 문항 4b를 통해서 학생들의 탐구 대상이 제시된 상황에서 질문을 생성할 수 있는지를 평가하였다. 이는 탐구의 특성을 지식적으로 이해하고 있는지 뿐 아니라 탐구 수행 과정을 이해하고 있는지를 확인하기 위한 문항이다.

본 연구에 참여한 학생들의 응답을 분석한 결과, 가장 많은 비율을 차지하는 것은 과도기적 관점이었다. 총 119명의 학생 중 64명 (53.8%)의 학생이 과도기적 관점에 해당하였다. 다음으로 36명의 학생이 전문가적 관점으로 30.6%를 차지하였다. 19명(16%)의 학생은 초보자적 관점을 가지고 있었다(See Table 4).

과도기적 관점을 가진 학생과 전문가적 관점을 가진 학생의 가장 큰 차이점은 “과학 탐구가 과학적 질문에서 시작한다.”는 결정적 속성

Table 4. Percentage of students categorized as holding Naive, Mixed, and Informed Views about each items.

N(%)

Item No.	Begin with a question			Multiple Methods		Procedures guided by question asked		Conclusions consistent with data	
	1a	4a	4b	1a	1b	3	4b	2a	2b
Informed	15 (12.6)	49 (41.2)	58 (48.7)	15 (12.6)	16 (13.4)	69 (58)	58 (48.7)	109 (91.6)	25 (21)
Mixed	72 (60.5)	41 (34.5)	39 (32.8)	72 (60.5)	25 (21)	8 (6.7)	39 (32.8)	5 (4.2)	63 (52.9)
Naive	32 (26.9)	29 (24.4)	22 (18.5)	32 (26.9)	78 (65.5)	42 (35.3)	22 (18.5)	5 (4.2)	31 (26.1)

을 근거로 제시할 수 있는지 여부에 있었다.

Table 4와 같이 각 문항에 대한 응답을 살펴보면, 문항 1a에 대해서는 과도기적 관점이 72명(60.5%)으로 가장 많고, 전문가적 관점(12.6%)은 15명에 불과하였다. 전문가적 관점을 가진 학생들은 문제 상황에서 등장인물이 하는 활동이 과학자가 하는 일이라고 응답하였고 답변에 대해 두 가지의 근거를 모두 제시하였다. 첫째, 궁금증을 가지고 질문을 하였으며 둘째, 질문에 대한 답을 얻기 위해서 관찰 등의 탐구 활동을 수행하였기 때문이다. 반면, 과도기적 관점을 가진 학생들은 두 가지 근거 중에서 두 번째만을 제시하였다. 즉, 과학 탐구가 과학적 질문을 하는 유목적적인 활동임을 제시하지 않은 채 관찰이라는 행위만을 언급하였다.

문항 1a에 대해 과도기적 관점을 가진 학생은 모두 72명이었으며, 그 중 63명(87.5%)의 학생들이 “네, 관찰을 하였기 때문입니다.”라고 답변하였다. 학생들은 관찰과 같은 눈에 보이는 행동을 중심으로 과학자의 탐구를 인식하고 있었다. 과학자의 관찰은 단순하게 보는 행위를 넘어서 과학적 질문에 대한 답을 하기 위한 목적이 있는 활동이라는 것에 대한 이해가 부족하였다. 대부분의 학생들이 면담을 통해 위와 같은 답변을 한 이유에 대해 “교과서에서 과학탐구를 배울 때 관찰을 배웠기 때문이다.”라고 답하였다. 교과서의 과학 탐구 단원은 학생들이 과학 탐구에 대한 지식을 구성하는데 결정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 이는 Oh (2020)가 현재 우리나라의 과학 교육과정 및 교과서가 기능 중심 접근을 취하고 있는 것에 대해 비판한 것과 맥락을 같이 한다. Oh (2020)는 관찰은 단순히 보는 행위가 아니라 자연 현상을 특정하게 보는 유목적적 행위이며, 이 행위는 주의 깊은 계획을 바탕으로 이루어지는 것이라 보았다. 그러나 현재 우리나라의 과학 교육과정과 교과서는 과학 탐구를 기능 중심으로 다루고 있어, 관찰의 특성에 대해 학생들이 왜곡된 이해를 할 수 있음을 지적하였다.

제시된 상황에서 과학 탐구 질문을 생성할 수 있는지를 측정하는 문항 4b에 대한 답변으로 전문가적 관점이 58명(48.7%)로 가장 많았다. 과도기적 관점이 39명(32.8%)으로 뒤를 이었다. 문항 1a에 대한 답변의 양상과 비교해 볼 때, 학생들은 과학 탐구 질문은 잘 생성하지만 과학탐구는 과학적 질문에서 시작한다는 과학탐구의 특징에 대한 이해는 부족하다는 것을 알 수 있다. 이는 과학 탐구 기능을 연습하는 것에 초점을 둔 과학 탐구 수업에서 기인한 결과로 볼 수 있다(Oh, 2020). 이에 따라 본질적으로 제시되는 과학 탐구 기능에 대해서는 잘 수행할 수 있으나, 각 기능이 과학 탐구라는 전체적인 과정 내에서 가지는 역할을 이해하는 것이 부족함을 알 수 있다. 과학 탐구의 전체

적인 과정 중에 기능을 학습하도록 구성하여 탐구 기능의 역할을 이해하는 기회를 제공할 필요가 있다.

문항 4b에 대해 전문가적 관점을 가진 학생들은 여러 공을 가지고 물리량을 비교할 수 있는 탐구 질문을 생성하였다. 예를 들면, “어떤 공이 가장 높이 튕길까?”, “어떤 공의 무게가 가장 무거울까?”, “공의 무게에 따라 튕기는 정도가 다를까?”와 같은 질문들을 제시하였다. 이에 반해, 과도기적 관점(32.8%)을 가진 학생들은 ‘과학 탐구로 적절한 질문이 무엇인지’에 대한 이해가 부족하였다. 예컨대, “공을 튕길 수 있을까?”와 같이 탐구를 할 필요가 없이 상식적으로 알 수 있는 상투적인 질문을 하거나 “튀겨서 느낌”과 같은 질문에 대한 답이 주관적인 질문들이 있었다. 과도기적 관점이나 초보자적 관점의 답변들 중에는 완전한 질문의 형태로 제시하지 않은 경우도 있었다. 예를 들면, 중력, 무게, 크기, 부력 등과 같이 과학적 개념만을 나열하거나 관찰하기, 비교하기 등과 같이 과학 탐구기능만을 제시한 학생들도 있었다. 특히 과학 탐구 기능만을 제시한 학생은 총 12명으로 과도기적 관점을 가진 학생 39명의 30.7%로 꽤 많은 수를 차지한다. 이는 과학 탐구 특징에 대한 초등학생의 인식을 조사한 Seong & Lim (2018)의 연구 결과와도 일치한다. 또한 과학 탐구의 특징에 대한 초등교사의 인식을 조사한 Seong & Lim(2019)의 연구와도 일맥상통한다. Seong & Lim(2019)은 초등교사들이 과학적이지 않은 문제를 다루더라도 과학 탐구 기능을 다루면 과학 탐구라고 생각하는 교사의 면담 자료를 제시하며 문제점을 지적하였다. 과도기적 관점의 학생들이 전문가적 관점으로 발전하기 위해서는 과학 탐구로 적합한 질문의 특징과 조건에 대해 논의하고, 직접 과학 탐구 질문들을 생성해 보는 기회를 제공하는 것이 필요하다.

2. 과학 탐구 방법의 다양성에 대한 학생들의 인식

과학 탐구 방법의 다양성과 관련된 문항은 1a, 1b이다. 1에서는 민정이가 탐구활동을 하는 장면을 묘사하고 있다. 문항 1a에서는 민정이가 하는 일이 과학자들이 하는 일이라고 생각하는지 판단하고, 근거를 들어 이유를 설명하라고 하였다. 이에 대한 답변 속에서 학생들이 과학자들의 탐구 방법이 다양할 수 있음을 인식하고 있는지 분석하였다. 문항 1a는 “과학 탐구는 질문에서 시작한다.”는 과학 탐구의 특징과도 관련된 문항으로 앞서 분석하였다. 동일한 답변이지만, 탐구 방법의 다양성 측면에서 분석하였다. 문항 1b에서는 민정이가 하는 일이 실험이라고 생각하는지 판단하고, 근거를 기반으로 이유를 설명하도록 하였다. 이를 통해 학생들이 과학 탐구를 실험에만 한정

해서 생각하고 있지는 않은지, 관찰 및 조사와 같은 탐구 방법과 실험이라는 탐구 방법을 구분하지 못하는 것은 아닌지를 알아볼 수 있었다. 두 문항에 대한 답변을 종합하여 과학 탐구 방법의 다양성이라는 과학 탐구의 특성에 대한 이해를 평가하였다.

과학 탐구 방법의 다양성에 대해 전문가적 관점을 가진 학생은 9명(7.6%)에 불과하였고, 초보자적 관점을 가진 학생은 65명(54.6%)으로 가장 많은 비율을 차지하였다. 과도기적 관점을 가진 학생은 45명(37.8%)이었다. 각 문항별로 살펴보면, 과학자들이 하는 일에 대한 인식을 묻는 문항 1a에 대해서는 과도기적 관점을 가진 학생이 72명(60.5%)으로 가장 많은 반면, 실험에 대한 이해를 묻는 문항 1b에 대해서는 초보자적 관점을 가진 학생이 78명(65.5%)로 가장 많은 비중을 차지하였다. 이는 학생들이 과학자들이 하는 활동이 다양하다는 것을 인식하지만, 구체적으로 ‘실험’과 ‘관찰’에 대한 개념 구분이 불분명하고, 둘의 차이점 등을 명확하게 알지는 못한다는 것을 의미한다.

VASI 검사지의 1b에서 기대하는 전문가적 관점은 “실험이 아니다. 왜냐하면 변인 통제를 하지 않기 때문이다.”이다. 하지만, 초등학교 3-4학년군 과학과 교육과정에서 이에 대해 명시적으로 배우지 않았기 때문에, VASI-E에서는 ‘변인 통제’라는 단어의 언급을 엄밀한 채점 기준으로 삼지는 않았다. 전문가적 관점을 가진 학생들은 실험과 관찰의 차이를 명확하게 인식하고 있었으며, 과학 탐구 방법이 다양하다는 것을 알고 있었다.

과도기적 관점에 해당하는 학생들은 실험과 관찰이 차이가 있다는 것을 알았지만 그 차이점을 명확하게 기술하지 못하였다. 아래의 학생 A는 실험이라고 판단한 근거로 “떡이와 부리의 관련성에 대한 답을 얻기 위해서 관찰이라는 행위를 한다.”고 제시하였다. 실험을 하는 과정 중에 관찰이라는 과학적 행위를 하는 것이 포함되어 있다는 것을 인지하였다. 하지만 ‘떡이’라는 독립변인에 따라서 종속변인인 ‘부리가 어떻게 달라지는지 알아보기 위해서, 변인을 통제하는 탐구 과정에 대해서는 인식하지 못하고 있었다. 학생 B는 단순히 관찰을 하는 것은 실험이 아니라고 설명하였다. 하지만 실험과 관찰을 구별하는 기준을 제시하지는 못하였다. 실험과 관찰에 대한 개념들이 미분화된 상태이다.

실험을 한다고 생각한다. 떡이와 부리가 어떤 관련이 있는지 계속 관찰하고 있기 때문이다. (학생 A)

실험을 하지 않았다. 민정이는 새를 관찰한다고 하였으니 실험은 하지 않았고 관찰을 했다. (학생 B)

[1b - 과도기적 관점 - 설문지 응답]

초보자적 관점에 해당하는 학생들은 실험에 대한 왜곡된 생각들을 가지고 있었다. 다수의 학생들이 실험과 관찰을 동일한 탐구 방법으로 이해하고 있었다(학생 A). 초보자적 관점에 해당하는 61명의 학생 중 33%인 22명이 이와 같은 생각을 가지고 있었다. 이러한 학생들은 실험의 과정에서 관찰 활동을 하기 때문에 관찰을 실험이라고 할 수 있다고 기술하였다.

아니요, 제가 생각하는 실험이란 약물을 가지고 하는 것이라고 생각합니다. 민정이가 하는 것은 과학 탐구 혹은 비교 같습니다. (학생 C)

[1b - 초보자적 관점 - 설문지 응답]

이외에도 소수의 학생들은 실험은 반드시 화학물질이나 약물을 사용해야 한다고 생각하는 학생들이 있었다(학생 C). 이는 ‘실험’이라는 단어를 통해 연상하는 이미지가 화학 실험에 국한되기 때문이다. 혹은 실험을 질문에 대한 답을 찾아가는 가설-연역적 과정이 아닌 귀납적 사고 과정으로 인식한 학생들도 있었다(학생 D). 이러한 학생들은 ‘발견’이라는 단어를 사용하였으며, 이는 실험이 가설 설정과 이에 대한 검증의 과정, 즉 가설-연역적 과정이라는 실험의 특성을 제대로 이해하지 못하였기 때문이다.

네, 무언가를 발견하거나 찾는 것은 실험에 포함되기 때문입니다. (학생 D)
네, 관찰도 실험이기 때문입니다. (학생 E)

[1b - 초보자적 관점 - 설문지 응답]

학생들이 인식하고 있는 과학 탐구 방법은 실험과 관찰이 주를 이루고 있다. 하지만 대부분의 학생들이 실험과 관찰의 차이점에 대해서는 명확하게 이해하지 못하고 있었다. 실험의 본질적 속성이 아닌 부수적인 요소들로 실험을 인식하였다(학생 E). 실험에 대한 다양한 오개념들을 변화시킬 수 있는 교육적 경험이 필요하다.

3. 질문과 탐구 절차에 대한 학생들의 인식

탐구 질문에 따라서 탐구 과정이 달라진다는 것과 관련된 문항은 문항 3, 4b이다. 문항 3은 “색연필의 색깔이 다르면 녹는 시간이 다른가?”라는 탐구 질문에 대한 답을 얻기 위해 두 모둠이 계획한 서로 다른 탐구 절차를 제시하고 있다. 1모둠은 한 종류의 조명 아래 3가지 다른 색연필을 놓았고, 2모둠은 세 종류의 조명 아래 같은 색의 색연필을 놓았다. 이 중에서 탐구 질문에 대한 답을 얻기 위해 적합한 탐구 방법을 선택하고, 이유를 들어 설명하도록 하였다. 학생들이 탐구 질문에 따른 탐구 절차의 적합성을 판단할 수 있는지를 평가하기 위한 문항이었다. 문항 4b에서는 여러 가지 공 그림을 제시하고, 공들을 가지고 할 수 있는 과학 탐구를 묘사하라고 하였다. 학생들이 탐구 질문을 직접 생성할 수 있는지를 평가하기 위한 문항이었다.

질문과 탐구 절차에 대해서는 전문가적 관점을 가진 학생이 57명(47.9%)으로 가장 많았다. 초보자적 관점을 가진 학생들이 41명(34.5%)로 그 다음을 이었고, 과도기적 관점을 가진 학생이 21명(17.6%)으로 가장 적은 비율을 차지하였다. 질문과 탐구 절차의 일관성에 대해 묻는 문항 3에 대한 답변은 전문가적 관점(58%)을 가진 학생들과 초보자적 관점(35.3%)을 가진 학생들로 양극화되었다. 전문가적 관점을 가진 학생들은 질문에 적합한 탐구 절차를 정확하게 선택하였으며, 근거로 독립변인인 색깔(학생 F) 또는 통제 변인인 조명(학생 G)을 제시하였다.

1모둠이다. 왜냐하면 색연필의 색깔이 다르면 녹는 시간도 다른지 알아보기 위한 것인데, 색연필의 색깔이 같으면 위 활동을 제대로 할 수 없다. 따라서 1모둠의 계획이 더 좋다. (학생 F)

1모둠. 조명이 밝은 열이 같아야 녹는 속도를 알 수 있기 때문에 (학생 G)

과도기적 관점(6.7%)을 가진 학생들은 질문에 따라 적합한 탐구 절차를 선택하였지만 선택의 근거가 타당하지 않았다. “비교를 했기 때문이다.”라고 제시한 학생은 무엇을 비교한 것인지에 대한 구체적

인 진술을 하지 않았다. 선택의 근거를 제시하지 않은 경우도 있었다.

1모둠의 계획이 좋은 것 같습니다. 비교를 했기 때문입니다. (학생 H)
1모둠이 더 좋은 것 같고 1가지 색깔이 아니라 여러 가지 색깔로 하면 좋다고 생각한다. (학생 I)

[3 - 과도기적 관점 - 설문지 응답]

초보자적 관점(35.3%)을 가진 학생들은 탐구 방법을 선택한 근거로 다양한 기준을 제시하였지만 탐구 질문과는 관련이 없는 비본질적인 요소들이었다. 예를 들면, 정확성, 친환경성, 시간 단축 등이다. 탐구 질문에서 독립 변인이 되는 요소를 파악하지 못하여서 탐구 질문에 따라 달라지는 탐구 절차를 이해하지 못하였다.

2모둠. 여러 가지 조명으로 실험을 해보아야 정확해서 (학생 J)
1모둠이 더 좋은 것 같다. 3 종류면 환경에 안 좋을 것 같다. 많이 생산해야 하나까. (학생 K)

2모둠 계획이 좋다고 생각합니다. 세 종류의 뜨거운 조명이 있으면 더 빨리 녹아서 시간을 단축할 수 있을 것 같다. (학생 L)

[3 - 초보자적 관점 - 설문지 응답]

4. 자료와 결론 도출 및 과학적 설명에 대한 학생들의 인식

과학 탐구의 특징 중 “결론은 수집된 자료와 일치해야 한다.”와 “과학적 설명은 자료와 선행지식으로부터 기인한다.”는 특징과 관련된 문항은 2a와 2b이다. 문항 2a는 공룡이 실제로 살아 있었다는 사실을 과학자들이 어떻게 알 수 있었는지 추론하도록 한다. 이는 학생들이 과학적 설명이나 결론이 생성되는 과정, 즉 수집된 자료를 바탕으로 결론을 도출하는 것을 이해하고 있는지를 확인하기 위한 문항이다. 문항 2b은 과학자들이 공룡의 생김새가 어떻다고 생각할 것 같은지 기술하고, 이유를 설명하라고 하였다. 과학자들이 근거로부터 과학적 설명과 결론을 도출하는 과정을 예시를 들어 직접 묘사할 수 있는지를 평가하였다. 이 측면에 대해 전문가적 관점을 가지고 있는 학생은 50명(42%)이고, 과도기적 관점을 가지고 있는 학생은 66명(55.5%)이었다. 초보자적 관점은 3명(2.5%)에 불과하였다. 문항 2a에 대한 초보자적 관점이 매우 낮은 이유는 우리나라 과학과 교육과정과 관련이 있는 것으로 보였다. 면담에서 대다수의 학생들이 4학년 1학기에 지층과 화석 단원을 배운 것을 떠올려 이 문제를 답했다고 한 점을 미루어 볼 때, 관련 과학 교과서 내용이 영향을 주었으리라 생각된다. 이러한 이유로 초보자적 관점의 학생은 매우 적었으나, 관련된 내용을 배웠음에도 불구하고 많은 학생이 단순히 화석만을 언급한 것에 주목할 필요가 있다. 이는 대다수의 학생들이 과학자들이 화석을 근거자료로 삼아 결론을 도출한다는 것에 대해서는 인식하고 있는 반면, 근거자료로부터 결론을 도출하는 과정을 상세히 묘사하는 것에는 어려움을 겪고 있는 것을 의미한다.

문항 2b에 대해 전문가적 관점(21%)을 가지고 있는 학생들은 뼈 화석을 조합하거나 살을 붙여서 상상하는 것을 통해서 공룡의 모습을 추론할 수 있다고 답하였다(학생 M). 과도기적 관점(52.9%)을 가지고 있는 학생들은 근거 자료로 화석을 언급하였지만, 결론을 도출하는 구체적인 과정에 대해서는 묘사하지 못하였다.

과학자들은 공룡을 아주 큰 도마뱀 또는 파충류라고 생각하는 것 같다. 뼈 위에 살을 붙인다고 상상하면 모습이 나오기 때문에 (학생 M)
무섭고 거대하게 생겼다고 생각할 것 같습니다. 왜냐하면 뼈, 화석, 흔적이 거대하게 생긴 것 같기 때문입니다. (학생 N)

[2b - 전문가적 관점 - 설문지 응답]

화석이라는 단어를 언급하지 않았지만, 공룡의 생김새를 먹이 또는 환경과 관련지어서 추론한 답변도 있었다(학생 O). 이 경우에도 결론이 과학적 근거와 일치하고, 과학적 설명이 근거 자료와 선행 지식에 의해서 형성된다는 과학 탐구의 특징을 이해한다고 판단하였다. 따라서 전문가적 관점으로 간주하였다. 이러한 유형의 답변은 VASI-E 문항 중 문항 1에 대한 답변을 생각하는 사고 과정에서 비롯된 것이다. 문항 2b에서는 과학자들이 공룡의 생김새를 추론한 결과와 추론의 근거를 제시하라고 하였다. 문항 1과 문항 2b는 생김새의 특징과 이유에 대해 탐구한다는 공통점이 있다. 학생들은 문항 2b에 대한 답변을 생각하는 과정에서 문항 1의 먹이의 종류에 따른 부리의 생김새가 갖는 특징을 떠올렸을 것이다. 이에 따라 먹이의 종류에 따라서 육식 공룡과 초식 공룡으로 구분하여 생김새의 특징을 묘사하였다.

초식공룡은 키가 컸을 것이고, 육식공룡은 이빨이 날카로웠으리라 생각할 것 같습니다. 왜냐하면 높은 나뭇잎을 먹기 위해 키가 컸어야 했고, 길진 것을 씹어 먹어야 해 이빨이 날카로워야 했을 것입니다. (학생 O)

[2b - 전문가적 관점 - 설문지 응답]

초보자적 관점(26.1%)을 가진 학생들은 과학적 근거 자료를 제시하지 않았고, 기존에 알고 있는 공룡의 모습을 기술하였다. 과학적 설명이나 결론이 자료로부터 도출된다는 것을 이해하지 못하였다.

육식 공룡은 팔 2개와 다리 2개이고, 서서 걸어 다니고 초식 공룡은 몸집이 크고 목이 길다.(학생 P)

오래 전에 멸종하셔서 정확히 알 수는 없겠지만 공룡은 사람보다 훨씬 크다는 것을 알 수 있다. (학생 Q)

[2b - 초보자적 관점 - 설문지 응답]

과도기적 관점의 학생들이 전문가적 관점으로 나아가기 위해서는, 데이터를 해석하여 과학적 주장의 근거를 도출하는 경험을 충분히 해 보는 것이 필요하다. 이를 통해 단순히 화석이 과학적 설명의 근거가 된다는 것을 아는 수준을 넘어서서, 근거로부터 과학적 설명을 생성하는 능력을 기를 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 우리나라 초등학교 학생들이 과학 탐구의 특징을 어떻게 이해하고 있는지 그 정도와 특징을 살펴보는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 119명의 학생을 대상으로 VASI-E 검사지를 활용하여 검사를 실시하였으며, 그 중 21명의 학생을 대상으로 반구조화된 면담을 하였다. 이에 대한 결론을 네 개의 과학 탐구의 특징별로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 과학 탐구의 시작에 대해서는 과도기적 관점(53.8%)의 학생이 가장 많았다. 과도기적 관점의 학생들은 과학 탐구가 과학적 질문에서 시작한다는 특징을 인식하지 못하였다. 또한 과학 탐구를 관찰

이라는 행위를 중심으로 인식하거나 관찰을 일상적 관찰의 의미로만 인식하고 있었다.

과학 탐구는 과학적 질문에서 시작하며, 자연 현상 등을 관찰하는 것은 탐구 과정에 포함되지만, 관찰이라는 탐구 기능 자체만을 과학 탐구라고 할 수 없다. 예를 들면 달리고 있는 차를 단순히 관찰하는 것은 과학 탐구라고 할 수 없다. ‘아무런 외부의 힘이 가해지지 않을 때, 달리고 있는 차의 속도는 어떻게 달라질까?’와 같이 과학적 질문으로부터 시작한 유목적적인 관찰을 할 때 비로소 과학 탐구라고 볼 수 있다. 실제 과학에서는 관찰은 연구 질문에서부터 시작하여 주의 깊게 계획된 활동의 한 부분으로 그저 보는 것 이상의 의미를 갖는다(Oh, 2020). 그러나 현재 초등학교생들이 처음 접하는 3학년 1학기 과학 교과서의 탐구 단원은 과학 탐구 기능을 본질적으로 제시하고 있어 과학 탐구가 과학적 질문에서 시작되며, 이 질문이 과학적 관찰을 이끈다는 것을 보여주기 어렵게 구성되어 있다. 과학 탐구의 시작에 대한 초등학교생들의 올바른 이해를 돕기 위해서는 기능 중심에서 탈피할 필요가 있다. 즉, 자연현상에 대한 질문으로부터 탐구가 시작되어 그 질문에 대한 답을 찾아가는 과정으로서의 탐구 과정을 보여줄 필요가 있다.

둘째, 과학 탐구 방법의 다양성에 대해서는 초보자적 관점을 가진 학생이 65명(54.6%)으로 가장 많았다. 과학 탐구를 실험에만 국한하여 생각하고 있거나, 실험과 관찰을 동일한 활동으로 인식하고 있는 경우들이 있었다. 또한 화학 약품을 사용해야지만 실험이라고 보는 등 과학 탐구 및 실험에 대한 왜곡된 이미지를 갖고 있기도 했다. 전문가적 관점을 가진 학생들도 과학 탐구 방법을 실험과 관찰 두 가지에 한정해서 인식하고 있었다. 과도기적 관점을 가진 학생들의 경우, 과학 탐구 방법에는 실험만 있는 것이 아님을 알고는 있으나 실험과 관찰의 명확한 차이점을 이해하지 못하였다.

과학 탐구 방법에는 다양한 방법들이 있지만, 현 초등학교 과학 교과서는 다양한 과학 탐구 방법 중 ‘실험’에 치중되어 있다. Song, & Shim (2019)에 따르면, 초등학교 5-6학년 과학 교과서에서 162개의 탐구활동 중 81개(50.0%)가 ‘실험’으로 제시되어 있다. 또한 초등학교생들이 떠올리는 전형적인 과학자의 모습이 실험을 하는 모습이라는 점을 미루어 볼 때(Kim *et al.*, 2013; Lee, & Park, 2010), 명시적으로 과학 탐구의 방법의 다양성에 대해 지도할 필요가 있다. 이와 더불어 과학자들이 연구 문제의 유형에 따라 적합한 방법을 모색하고 탐구를 설계하는 것처럼 학생들에게도 연구 문제에 따른 과학 탐구 방법의 적합성을 판단할 수 있도록 지도할 필요가 있다. 이를 위해서는 각 탐구 방법과 특징에 대한 이해가 선행되어야 한다(Shin, & Choi, 2008).

셋째, 질문과 탐구 절차에 대해서는 전문가적 관점(47.9%)을 가진 학생과 초보자적 관점(34.5%)을 가진 학생으로 양극화를 이루었으며, 과도기적 관점을 가진 학생은 적었다. 전문가적 관점의 학생들은 과학적 탐구 질문을 생성할 수 있으며, 질문에 따른 탐구 절차의 적합성을 판단할 수 있었다. 하지만, 초보자적 관점을 가진 학생들은 과학적 탐구 질문을 생성하지 못하고 관련된 물리량이나 탐구기능 등을 나열하는데 그쳤다. 그뿐 아니라 탐구 질문에 대한 적합한 탐구 절차를 판단하는데 어려움을 보였다.

질문에 따라 탐구 절차가 달라지며, 질문은 탐구 절차를 안내하며 결정한다. 과학자들은 동일한 질문에 대한 답을 찾기 위해서 다양한

탐구 절차를 설계한다. 비록 탐구 절차가 다를 지라도, 각각의 탐구 절차는 질문에 대한 답을 도출하기에 적절한 과정이어야 한다. Lederman *et al.* (2014)은 학생들이 질문이 탐구 절차를 안내하며, 최종적으로는 결정짓는 역할을 한다는 것을 이해해야 한다고 주장하였다. 이는 학생들이 “결론을 지지하기 위한 근거를 제공하는 일련의 행동을 계획할 수 있는 능력”을 길러야 한다는 NGSS의 목표를 반영한 것이다. 질문에 적합한 탐구 절차를 설계할 수 있는 능력을 학생들에게 길러주기 위해서는 열린 탐구를 경험하는 것이 필요하다. 기존의 과학 탐구 수업은 대부분 탐구 문제와 탐구 절차가 모두 주어진 경우가 많다. 주어진 탐구 절차를 수행만 하게 되면 학생들은 질문에 적합한 탐구 절차에 대해서 고민할 기회를 잃어버리게 된다. 초등학교생의 수준을 고려하여 다양한 수준의 열린 탐구를 제시할 때, 질문과 탐구 절차에 대한 초등학교생의 이해를 도울 수 있을 것이다. 예컨대, 탐구 질문은 주어지고 탐구 과정을 스스로 설계해보는 안내된 탐구 경험은 질문에 적합한 탐구 방법을 이해하는데 효과적일 수 있다.

넷째, 결론 및 과학적 설명이 데이터로부터 도출된다는 특징에 대해서는 과도기적 관점(55.5%)이 가장 많았고, 전문가적 관점(42%)이 뒤를 이었다. 학생들은 데이터로부터 과학적 설명을 도출한다는 것을 알고 있었지만, 도출되는 과정을 설명하지는 못하였다.

결론은 수집된 자료로부터 나온 증거에 의해서 뒷받침되어야 하며, 이를 뒷받침하는 근거가 타당하고 충분할 때 힘을 갖게 된다. 또한 연구 질문과 연구 방법이 일관되고, 수집된 자료가 결론과 일치할 때 과학적 주장 및 설명은 타당성을 갖게 된다. 이처럼 과학자들이 과학적 설명을 만들어내는 논증의 과정이 ‘수집된 자료’에 기반해야 함을 학생들이 이해할 필요가 있다. 이는 과학 탐구의 산출물인 과학 지식을 단순히 확인하는 탐구의 방식으로는 학습하기 어렵다. 현재 교과서에 제시되어 있는 상당수의 과학 탐구 활동이 확인 실험인 것을 고려해볼 때, 이에 대한 개선이 필요하다. 예컨대, 다양한 결론이 도출될 수 있는 과학 탐구 질문을 제시하여 학생들이 탐구를 수행하고 수집된 자료를 바탕으로 결론을 도출하고 이에 대한 타당성을 점검해 보는 기회를 줄 수 있다.

본 연구는 초등학교생의 과학 탐구의 특징에 대한 이해를 알아보기 위하여 4학년 학생들을 대상으로 하였다. 본 연구는 단일 학년의 학생을 대상으로 하였지만, 추후 연구에서는 다양한 학년의 학생들이 과학 탐구의 특징에 대해 어떻게 이해하고 있는지 살펴볼 필요가 있다. 가령, 초등학교 중학년과 고학년을 대상으로 이해를 조사하여 과학탐구의 특징별 이해도의 결과를 비교해 볼 수 있다. 이를 통해 과학탐구의 특징에 대한 지식이 발달되어 가는 과정을 밝히고 구체적인 과학탐구와 관련된 교육과정 및 교수학습에의 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

국문요약

본 연구는 과학 탐구에 대한 초등학교생들의 이해를 조사하기 위하여 초등학교 4학년 119명을 대상으로 VASI-E 검사지를 실시하고, 21명의 학생을 대상으로 응답 결과에 대한 반구조화된 면담을 실시하였다. VASI-E는 VASI를 초등학교생용으로 수정한 검사지로, VASI가 포함하고 있는 8개의 과학 탐구 특성 중 5개만 포함하고 있다. 과학 탐구의 시작, 과학 탐구 방법의 다양성, 탐구 절차와 결과의 관련성, 자료와

결론도출의 일관성, 과학적 설명에 관련된 다섯 개의 측면이 VASI-E에서 다루어지고 있다.

VASI-E에서 살펴보고 있는 과학 탐구의 특징에 대해 학생들의 이해는 다음과 같았다. 첫째, ‘과학 탐구의 시작’의 경우, 과도기적 관점을 가진 학생(53.8%)이 가장 많았다. 학생들은 과학 탐구가 과학적 질문에서 시작한다는 특징에 대해 간과하였다. 둘째, ‘과학 탐구 방법의 다양성’에 대해서는 초보자적 관점(54.6%)이 가장 많았다. 실험을 과학 탐구의 유일한 방법으로 알고 있거나, 실험과 관찰을 동일한 것으로 인식하고 있었다. 셋째, ‘질문과 탐구 절차’에 대해서는 ‘전문가적 관점’(47.9%)과 ‘초보자적 관점’(34.5%)을 가진 학생들로 양극화되었다. 과학적 질문을 생성할 수 있는지와 질문에 따른 탐구 절차의 적합성을 결정할 수 있는지 여부에 따라 수준이 나뉘었다. 넷째, ‘자료와 결론 도출의 일관성’ 및 ‘자료와 선행 지식에서 기인한 과학적 설명’에 대해서는 과도기적 관점(55.5%)이 가장 많았고, 다음으로 전문가적 관점(42%)이 뒤를 이었다. 학생들은 데이터로부터 과학적 설명이 도출된다는 것을 알고는 있지만, 그 과정을 잘 설명하지 못하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 초등학교 과학 탐구 지도에 대한 시사점을 제시하고자 하였다.

주제어 : 과학 탐구, 초등학생, VASI-E

References

Cho, E. (2020). Investigation into Tenth Graders' Understanding of the Nature of Scientific Inquiry(NOSI). *Journal of the Korean Earth Science Society*, 41(3), 273-290.

Concannon, J. P., Brown, P. L., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2020). Investigating the development of secondary students' views about scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 42(6), 906-933.

Kim, J. S., Kim, Y. M., Kim, H. J., & Lee, C. H. (2013). Analysis of elementary school students' perception and image of engineers, scientists and technicians. *The Korean Journal of Technology Education*, 13(1), 67-92.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83.

Lederman, J. S. & Bartels, S. L. (2018). Assessing the ultimate goal of science education: Scientific literacy for all! In S. Kahn (Ed.), *Toward inclusion of all learners through science teacher education*. Boston, MA: Sense Publishers.

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S., ... & Bunting, C. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486-515.

Lee, D., & Park, J. (2019). Analysis of elementary teachers' understanding level and actual state about scientific inquiry. *Journal of the Korean Chemical Society*, 63(4), 280-288.

Lee, H., & Park, K. (2010). Elementary school students' images of scientists and engineers. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 16(4), 61-82.

Lee, O., Miller, E. C., & Januszyk, R. (2014). Next generation science standards: All standards, all students. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 223-233.

Lim, S. (2018). A comparative study on concepts and inquiry activities in elementary science textbooks between Korea and Singapore: focus on the field of geology. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 11(1), 38-54.

Ministry of Education [MOE] (2015). *National science curriculum*. No. 2015-74. Sejong: Ministry of education.

National Research Council [NRC] (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council [NRC] (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Oh, P. S. (2020). A Critical review of the skill-based approach to scientific inquiry in science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(2), 141-150.

Padilla, M. J. (1990). The science process skills: Research matters . . . to the science teacher. *National Association for Research in Science Teaching*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED266 961)

Park E. W., & Lee, Y. H. (2016). The analysis of inquiry activities in high school science textbooks for the 2009 revised curriculum. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 16(8), 419-438.

Seong, H., & Lim, H. (2018). Elementary students' perception of the science inquiry activities and essential features of science inquiry. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(4), 391-401.

Seong, H., & Lim, H. (2019). Elementary teachers' perception of the science inquiry activities and essential features of science inquiry. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(2), 163-172.

Shin, M. Y., & Choi, S. U. (2008). Characteristics of scientific method for the 8th grade students inquiry reports. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 29(4), 341-351.

Song, S. C., & Shim, K. C. (2019). An analysis of the inquiry activity types presented in the 5th & 6th grade elementary science textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(4), 453-464.

Sung, H., Shin, J., & Chun, J. (2016). Pre-service biology teachers' understanding about nature of the scientific inquiry -the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire-. *The Korean Society of Biology Education*, 44(2), 191-209.

저자정보

- 유혜진(이화여자대학교 대학원생)
- 박지선(이화여자대학교 교수)
- Judith S. Lederman(일리노이 공과대학교 교수)
- Norman G. Lederman(일리노이 공과대학교 교수)
- Selina Bartels(벨파레이소대학교 교수)
- Juan Jimenez(일리노이 공과대학교 연구원)

<Appendix>

과학 탐구에 대한 이해

안녕하세요? 여러분들의 과학에 대한 생각과 과학이 어떻게 이루어지는지에 대한 생각을 알아보려고 합니다. 어떤 질문들을 1개 이상의 질문이 제시되어 있습니다. 모두 다 답하였는지 확인해주세요. 정답이 없는 질문입니다. 여러분의 생각을 솔직하게 적어주세요. 여러분의 생각을 설명하는데 도움이 된다면 그림을 그려도 좋습니다.

1. 민정이는 새를 관찰하며 전 세계를 여행하고 있었습니다. 여행하면서 새들의 부리 종류가 매우 다양하다는 것을 보게 되었습니다. 어떤 부리는 길고 가늘었고, 어떤 부리는 짧고 작았습니다. 또 어떤 부리는 크고 두꺼웠습니다. 그리고 새들은 각기 다른 종류의 먹이를 먹는다는 것도 발견하였습니다.



민정이는 “새의 부리 모양과 크기, 그리고 먹이 사이에는 관련이 있는 걸까?”라고 생각했습니다. 이 질문에 대한 답을 찾기 위해 민정이는 더 많은 새들을 관찰하였습니다.

- a) 민정이가 한 일은 과학자들이 하는 일과 같다고 생각하나요? 왜 그렇게 생각하나요? 혹은 왜 아니라고 생각하나요?
- b) 민정이가 실험을 하였다고 생각하나요? 왜 그렇게 생각하나요? 혹은 왜 아니라고 생각하나요?

- 2. a) 지금은 공룡이 없고 공룡을 본 사람도 없는데, 공룡이 실제로 살아 있었다는 것을 과학자들은 어떻게 알 수 있을까요?
- b) 과학자들은 공룡의 생김새가 어떻다고 생각할까요? 왜 과학자들은 공룡의 모습이 그렇게 생겼다고 생각할까요?

3. 색연필의 색깔이 다르면 녹는 시간이 다른지를 알아보기 위해 두 모둠의 학생들이 아래와 같이 계획을 세웠습니다.

- 1모듬은 한 종류의 뜨거운 조명 아래에 3가지 색깔의 색연필을 놓기로 했습니다.
- 2모듬은 세 종류의 뜨거운 조명 아래에 모두 빨간색 색연필을 놓기로 했습니다.

어느 모듬의 계획이 더 좋은 것 같나요? 왜 그렇게 생각했는지 설명해 봅시다.

4. 여러 가지 공들이 있습니다.



- a) 어떤 학생이 공 하나를 집어서 튕겨 보았다면, 이 학생은 과학 탐구를 하고 있는 것일까요? 왜 그렇다고 생각하는지 또는 왜 그렇지 않다고 생각하는지 설명해 봅시다.
- b) 공들을 가지고 할 수 있는 과학 탐구에는 어떤 것들이 있을까요?