

초등교사의 과학적 탐구 이해의 수준과 실태 분석

이동승 · 박종석*

경북대학교 화학교육과

(접수 2019. 2. 25; 게재확정 2019. 5. 1)

Analysis of Elementary Teachers' Understanding Level and Actual State About Scientific Inquiry

Dongseung Lee and Jongseok Park*

Department of Chemistry Education, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea. *E-mail: parkbell@knu.ac.kr

(Received February 25, 2019; Accepted May 1, 2019)

요 약. 본 연구는 초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해 수준과 실태를 조사하여 과학 탐구 지도에 대한 시사점을 도출하는데 목적이 있다. D광역시 초등교사 42명을 대상으로 과학적 탐구에 관한 관점(Views About Scientific Inquiry) 설문지를 사용하여 설문조사를 실시했다. 응답한 결과를 분석 근거에 따라 초등교사의 8가지 과학적 탐구에 관한 이해 수준을 3단계(전문가적, 과도기적, 초보자적)로 구분하여 과학적 탐구의 이해 실태를 조사하였다. 그리고 연구대상의 특성이 과학적 탐구 수준에 영향을 미치는지 분석했다. 그 결과 과학적 탐구의 8가지 특성 중 ‘탐구 방법은 의문 해결에 적합해야 한다’와 ‘탐구 결론은 반드시 수집된 자료와 일치해야 한다’는 2가지 특성에서 전문가적 수준 비율이 높게 나타났다. 나머지 관점에서는 대부분의 초등교사가 과도기와 초보자적 수준으로 나타났고 전문가적 수준은 상대적으로 매우 적었다. 이는 현장에서 탐구에 대해 가르치고 있는 초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해가 제한적이라는 것을 시사하고 있다. 그리고 연구대상의 경력, 과학관련 연수이수 여부는 과학적 탐구에 관한 이해에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 학생을 지도한 경험과 현재까지 개설된 과학관련 연수들이 과학적 탐구에 관한 이해를 높이는데 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 시사하고 있다. 따라서 과학 탐구 지도를 위해 초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해를 증진시킬 필요가 있고 이를 위한 기존의 교사 교육 방식과 다른 형태의 방안이 마련될 필요가 있다.

주제어: 초등교사, 과학적 탐구, 과학적 탐구에 관한 관점(VASI), 과학적 탐구의 특성

ABSTRACT. The purpose of this study is to draw implication for scientific inquiry study by investigating level of understanding and actual state regarding the elementary school teachers' scientific inquiry. The survey was conducted toward 42 elementary school teachers who work at the D city by using questionnaire of Views About Scientific Inquiry. Actual state of understanding of scientific inquiry was investigated by categorized the responses to the level of understanding of the eight aspects of scientific inquiry in three levels (informed, mixed, naive) based on analysis criteria. And analyze whether the characteristic of the subjects affect to level of understanding about aspect of scientific inquiry. As a result of the analysis, the two aspects among the eight aspects of scientific inquiry; 'Inquiry procedures are guided by the question asked' and 'Research conclusions must be consistent with the data collected' were appeared to have high rates of informed level of understanding. In the remaining six perspectives, most of elementary school teachers had naive and mixed level of understanding, so informed level of understanding took a relatively low proportion. It implies that elementary school teachers who teach inquiry in the field have limit to understand about scientific inquiry. These results indicated that experiences that have taught students and science related training courses that open so far have a little influence to increase comprehension about scientific inquiry. Therefore, it is required to reinforce the teachers' understanding about scientific inquiry and to formulate different form of plan unlike existing way of teaching for teaching scientific inquiry.

Key words: Elementary school teacher, Scientific inquiry, View about Scientific inquiry (VASI), Aspect of scientific inquiry

서 론

지난 20년간의 과학교육 개혁에서는 학생의 과학적 개념에 대한 이해와 탐구 능력 향상을 위해 탐구를 통한 과

학 수업을 강조하였다.^{1,2} 과학적 탐구는 학생들에게 연구가 어떻게 수행되는지 학습할 수 있는 경험을 제공하고,³ 설득력 있는 의사소통 도구로 과학 개념의 정확성을 이해시킬 수 있다.^{4,5} 이와 같이 탐구는 과학 수업에서 중요

한 역할을 한다.⁶

그러므로 교사는 탐구 활동을 통해서 과학 개념 이해와 탐구능력 배양을 수업의 목표로 삼는다. 이러한 과학 수업의 목표는 교사가 과학의 개념적, 이론적 지식과 함께 과학적 탐구의 절차적 지식과 실행 능력을 충분히 갖추고 있을 때 달성될 수 있다. 즉, 교사는 과학의 본성에 관한 이해와 과학적 탐구 능력을 갖추어야 한다.^{7,8} 과학의 본성은 과학의 발달 과정으로부터 알 수 있는 과학적 지식의 특징을 의미한다.⁹ 반면 과학적 탐구는 자연 세계를 연구하고 증거를 기반으로 설명을 제안하는 다양한 방법을 의미한다.¹⁰ 따라서 과학의 본성에 관한 이해는 탐구 결과로 얻어진 지식의 발달 과정에 대한 이해이며, 과학적 탐구에 관한 이해는 과학자의 연구 수행 과정과 수행 결과로 지식이 생성되는 과정에 대한 이해이다.¹¹ 이러한 점에서 교사가 탐구 수업을 적절히 수행하기 위한 탐구 능력을 갖추었는지 판단하기 위해서는 교사가 과학적 탐구에 대해 제대로 이해하고 있는지를 확인하는 것이 중요하다.

과학적 탐구에 관한 이해를 확인하기 위해 과학의 본성에 기초한 연구들은 많이 수행된 반면 과학적 탐구의 특성을 기초로 한 연구는 부족한 편이다.¹¹ 과학적 탐구의 특성에 기초한 외국 연구는 과학적 탐구에 관한 명시적 수업이 중학생의 과학적 탐구의 특성 이해에 미친 영향 탐색, 미국과 터키 중학생의 과학적 탐구의 이해 정도 비교, 과학적 탐구에 관한 이해 발전을 위한 과학 캠프의 효과 확인 등이 있다.¹¹⁻¹³ 국내의 경우 생물 예비교사와 초등 예비교사를 대상으로 과학적 탐구의 특성에 관한 이해를 확인한 연구가 있다.^{14,15} 이들 연구는 학생 또는 예비 교사에 한정되어 있어, 교육을 실제로 수행하는 교사에 대한 연구도 진행될 필요가 있다.

2015 과학과 개정 교육과정에서는 학생의 과학적 소양 함양을 목표로 하고 있다.¹⁶ 과학적 소양의 핵심은 과학의 본성에 관한 이해와 과학적 탐구 능력을 갖추는 것이다.⁸ 이 중 학생이 과학적 탐구 능력을 갖추는 데는 학생을 지도하는 교사의 과학적 탐구에 대한 충분한 이해와 실천

능력이 중요한 역할을 한다. 교사의 과학적 탐구에 대한 이해는 교실 환경 구성과 교수 방법을 선택하는데 영향을 미치게 되고 이것은 결국 학생들이 수행할 과학 탐구의 수준을 결정짓게 되기 때문이다.^{17,18} 그리고 교사의 과학 탐구 실천 능력은 학생들이 과학 탐구를 수행해 나가는 절차를 이해하고 과학적 탐구에 지속적으로 참여하도록 하는데 영향을 미친다.¹⁹

따라서 본 연구는 교사의 과학적 탐구에 관한 이해는 과학 교육의 목표를 달성하는데 중요한 영향을 미친다는 점에서^{20,21} 초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해 수준과 함께 과학적 탐구를 어떻게 이해하고 있는지 분석하여 과학 탐구 지도에 관한 시사점을 도출하고자 한다.

연구 방법

연구 대상

본 연구는 D광역시 초등교사 42명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며 설문에 응답한 교사들 중 교직 경력이 10년 이상인 교사는 15명, 10년 미만인 교사는 27명이었다. 그리고 과학 관련 연수를 이수한 교사는 30명, 이수하지 않은 교사는 12명으로 나타났다(*Table 1*).

검사 도구

초등교사의 과학적 탐구의 특성에 관한 이해 수준을 조사하기 위해서 Lederman et al.(2014)¹¹이 개발한 VASI를 사용하였다. VASI 설문지는 개방형 질문지로 과학적 탐구의 특성 8가지에 관한 13개 문항으로 이루어져 있으며 탐구와 관련된 특정 상황에 대한 응답자의 생각을 표현하고 그 이유를 응답하도록 구성되어 있다(*Table 2, 3*). 설문지를

Table 1. Aspects of the subjects

Subject		Male (N=13)	Female (N=29)
Career	Under decade	11	16
	Over decade	2	13
Science-related	Took	8	22
Training Program	Not to take	5	7

Table 2. Relation between aspects of the scientific inquiry and questionnaire¹¹

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

Table 3. Example of questionnaire¹¹

1. A person interested in birds looked at hundreds of different types of birds who eat different types of food. He noticed birds that eat similar types of food, tended to have similar shaped beaks. For example, birds that eat hard shelled nuts have short, strong beaks, and birds that eat insects have long, slim beaks. He wondered if the shape of a bird's beak was related to the type of food the bird eats and he began to collect data to answer that question. He concluded that there is a relationship between beak shape and the type of food birds eat.

a. Do you consider this person's investigation to be scientific? Please explain why or why not.

b. Do you consider this person's investigation to be an experiment? Please explain why or why not.

c. Do you think that scientific investigations can follow more than one method?
 If no, please explain why there is only one way to conduct a scientific investigation.
 If yes, please describe two investigations that follow different methods, and explain how the methods differ and how they can still be considered scientific.

통해 조사하는 과학적 탐구의 특성 8가지는 NSES²²와 NGSS⁶에서 제시하는 8가지 과학적 실천 내용 등의 공통 점들을 토대로 구성된 것이다. 번역으로 인한 설문지의 의도가 왜곡되는 문제점을 파악하기 위해 교사 5명에게 사전 면담을 실시하였고 그 결과를 반영하여 설문지 문항을 완성하였다. 완성된 설문지는 과학교육전문가 2인, 현장의 과학교육 연구자로 구성된 연구실 세미나에서 수차례 내용타당도를 점검하였다.

설문 조사는 2017년 5월 초부터 8월 까지 약 16주간에 걸쳐 실시하였다. D광역시 내 8개 학교 96명의 교사에게 설문지를 배포하였으며 42명의 설문지를 회수하였다.

자료 분석

초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해 수준을 분석 근거에 따라 3가지 수준(전문가적(informed) 수준, 과도기적(mixed) 수준, 초보자적(naive) 수준)으로 분석하였다¹¹(Table 4, Table 5).

분석자는 과학교육전공 박사과정 수료자인 초등교사 2인이며, 동일한 5명의 응답에 대한 분석자간 일치도는 Kappa 계수 .932(p< 0.001)이다. 분석 결과를 통해 초등교사의 과학적 탐구의 8가지 특성에 대한 이해 수준을 확인하였고 연구대상의 특성에 따른 집단 간 유의미한 차이는 교차분석을 통해 확인하였다. 각 문항별 응답 내용 중 과도기적, 초보자적 수준의 응답에 어떤 오류를 포함하고 있는지 분석하여 교사들이 이해하고 있는 과학적 탐구에 대한 실태를 나타내었다.

연구 결과 및 논의

초등교사의 과학적 탐구의 8가지 특성별 이해 수준

초등교사의 과학적 탐구의 특성에 관한 이해 수준을 분석한 결과 대부분의 영역에서 과도기적 수준의 비율이 가장 높았다(Table 6).

Table 4. Standard of categorization of the responses level¹¹

	Informed	Mixed	Naive
Classification of standard	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.

Table 5. Example of standard of the responses analysis

Questionnaire	Level		
	Informed	Mixed	Naive
	Scientific	Scientific	Unscientific
1-a	In case of providing two types of bases (grounds) in the response Basis 1 : Collect the data to solve the question. Basis 2 : Inducing the conclusion from the analysis of collected data	In cases of providing a part of bases or providing both bases but contradictory to the response of 1-c	Including non-response
	No	No	Yes
1-b	In case of providing it as a basis that does not make modification and control of the variable in the process of solving question.	In case of not providing it as a basis that does not make modification and control of the variable in the process of solving question, or the case that provides proper basis but is contradictory to the response of 1-c.	'Inquiry' or Including non-response

Table 6. Elementary school teachers' level of understanding about 8 aspects of scientific inquiry

Aspect of Scientific Inquiry	Level of understanding		
	Informed	Mixed	Naive
SI 1	1(2.4)	35(83.3)	6(14.3)
SI 2	1(2.4)	38(90.5)	3(7.1)
SI 3	37(88.1)	0(0.0)	5(11.9)
SI 4	9(21.4)	24(57.1)	9(21.4)
SI 5	12(28.6)	25(59.5)	5(11.9)
SI 6	23(54.8)	9(21.4)	10(23.8)
SI 7	2(4.8)	33(78.6)	7(16.7)
SI 8	9(21.4)	23(54.8)	10(23.8)

‘탐구 방법은 의문 해결에 적합해야 한다.’, ‘탐구의 결론은 반드시 수집된 자료와 일치해야 한다.’는 특성의 경우 전문가적 수준의 교사 비율이 더 높았다. 하지만 나머지 과학적 탐구의 특성에서는 대체로 초보자적 수준의 초등교사 비율이 전문가적 수준의 초등교사 비율보다 더 높았다. 초등 예비교사들을 대상으로 한 연구에서도 ‘탐구 방법은 의문 해결에 적합해야 한다.’는 과학적 탐구의 특성의 경우 전문가적 수준의 비율이 높았고 나머지 탐구의 특성은 초보자적 수준의 예비교사 비율이 전문가적 수준의 예비교사 비율보다 더 높게 나타났다.¹⁵ 이는 예비교사 시기에 가지고 있던 과학적 탐구의 특성에 관한 이해 수준이 교사가 되어서도 큰 변화 없이 유지되고 있다고 추론해볼 수 있다. 따라서 예비교사 시기에 과학적 탐구의 특성에 관한 이해를 증진시킬 필요가 있음을 알 수 있다. 이를 위해서는 초등교사 양성기관에서는 초등 예비교사의 과학적 탐구의 특성에 관한 이해를 높이기 위한 교육과정을 운영할 필요가 있다.¹⁵

연구 대상별 과학적 탐구에 관한 이해 수준 비교

연구 대상의 경력, 연수 이수 여부에 따라 과학적 탐구에 관한 이해 수준은 어떻게 다른지 분석하였다.

경력에 따른 과학적 탐구의 특성에 관한 이해 수준 차이는 경력별로 비슷한 분포를 보이고(Table 7) 서로 다른 경력의 같은 이해 수준을 가진 교사들의 응답 형태가 비슷하다는 결과(Table 8)를 통해 지도 경력이 과학적 탐구의 특성에 대한 이해 수준에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다. 이는 경력과 무관하게 과학적 탐구의 특성에 대한 이해가 부족한 교사들을 파악해야 하고 그러한 교사를 대상으로 과학적 탐구의 특성과 관련한 재교육 기회가 제공되어야 함을 시사한다.

과학관련 연수 이수여부에 따른 과학적 탐구의 특성별 이해 수준 차이를 분석한 결과 ‘특성 5’와 ‘특성 7’에서는 유의미한 차이가 나타났으나 이를 제외한 나머지 특성에서는 비슷한 분포를 보인다(Table 7). 경력에 따른 분석 결

과와 마찬가지로 과학 관련 연수를 이수한 교사와 그렇지 않은 교사의 응답 내용에 큰 차이가 나타나지 않았다(Table 8). 오히려 ‘특성 2’의 경우 연수를 이수하지 않은 교사의 응답이 연수를 이수한 교사보다 수준이 더 높았다(Table 7). 이러한 결과로 과학관련 연수가 과학적 탐구의 특성별 이해 증진에 직접적인 영향을 미치지 않았다는 것도 유추할 수 있다. 현재까지 진행되고 있는 과학관련 연수들은 교과서의 실험을 효율적으로 수행하기 위한 방안을 안내하거나 실험실 안전 교육을 위한 것이 대부분이다. 이들 과학관련 연수에서 교사들이 수행하는 과학탐구는 관찰, 결과 진술 등에서 나타나는 여러 가지 문제점(관찰자의 편견, 자료변환과정, 실험 절차, 일반화 등)에 대한 논의 없이 일사천리로 진행된다. 이러한 과정은 과학자의 연구 수행 과정과 그 결과로 지식이 생성되는 과정에 대한 이해를 증진시키는데 도움이 되지 않는다.²³ 따라서 교사들은 각자가 가진 의문을 드러내고 그것을 확인하기 위한 실험을 수행하고 그 결과를 토대로 결론을 도출하는 과학 탐구의 전 과정에 대한 직접적인 경험이 필요하다.

과학적 탐구의 8가지 특성에 대한 초등교사의 응답

1) 탐구는 모두 의문으로 시작하지만 반드시 가설 검증을 필요로 하지 않는다.

과학적 탐구는 주변 현상에 대해 의문을 가지는 것부터 시작해 그 의문에 대한 결론을 도출해 내는 과정이다. 주변 현상에 대한 관찰은 관찰자로 하여금 현상을 일으키는 대상, 현상 자체 등에 흥미와 호기심을 갖게 한다. 하지만 주변 현상을 관찰하는 것과 현상을 탐구하는 것은 구별된다.¹¹ 마치 야구 경기를 보는 것이 탐구를 하는 것이 아닌 것과 같은 의미이다. 관찰이 항상 의문을 가지게 하는 것이 아니며 관찰을 통해 생긴 의문이라도 탐구가 가능한 의문이 아닌 경우에는 탐구로 연결되지 않는다. 따라서 관찰자가 배경지식을 통해 현상을 관찰하고 기존의

Table 7. Level of understanding regarding aspects of subjects

Level of understanding about Scientific Inquiry		Under decade (N=27)	Over decade (N=15)	p	Took (N=30)	Not to take (N=12)	p
SI 1	Informed	1	0	$p>0.05$ (.136)	1	0	$p>0.05$ (.620)
	Mixed	20	15		24	11	
	Naive	6	0		5	1	
SI 2	Informed	1	0	$p>0.05$ (.450)	0	1	$p>0.05$ (.269)
	Mixed	25	13		28	10	
	Naive	1	2		2	1	
SI 3	Informed	22	15	$p>0.05$ (.244)	27	10	$p>0.05$ (.571)
	Mixed	0	0		0	0	
	Naive	5	0		3	2	
SI 4	Informed	5	4	$p>0.05$ (.450)	6	3	$p>0.05$ (.839)
	Mixed	17	7		18	6	
	Naive	5	4		6	3	
SI 5	Informed	7	5	$p>0.05$ (.477)	11	1	$p<0.05$ (.026)
	Mixed	17	8		14	11	
	Naive	3	2		5	0	
SI 6	Informed	14	9	$p>0.05$ (.344)	19	4	$p>0.05$ (.099)
	Mixed	6	3		4	5	
	Naive	7	3		7	3	
SI 7	Informed	2	0	$p>0.05$ (.841)	2	0	$p<0.05$ (.019)
	Mixed	20	13		26	7	
	Naive	5	2		2	5	
SI 8	Informed	6	3	$p>0.05$ (.851)	5	4	$p>0.05$ (.439)
	Mixed	15	8		18	5	
	Naive	6	4		7	3	

생각으로 해석되지 않는 현상이나 대상에 대한 의문 또는 각각의 현상이나 대상이 어떻게 작동하는지에 대한 의문을 제기할 때 과학적 탐구는 시작된다.

의문의 내용은 관찰한 현상이나 대상이 다른 변인과 어떤 상관관계를 가지는지 또는 현상이나 대상과 인과관계를 가진 것은 무엇인지 등이 될 수 있다. 인과관계를 확인하기 위해서는 반드시 가설이 필요하지만 상관관계를 파악하기 위해서는 가설 검증이 필요 없다.²⁴ 그리고 이러한 의문으로 인해 관찰자는 탐구의 목적을 분명하게 할 수 있고 이후 탐구 결과의 의미를 알 수 있게 된다.

이러한 과학적 탐구의 특성에 대해 많은 초등교사가 과도기적 수준의 이해를(35명) 하고 있었다. 과도기적 수준의 초등교사 응답을 분석해보면 과학적 조사는 의문으로 시작해야 하는 것에는 동의하지만 왜 의문으로 시작해야 하는지 그 이유를 모르는 경우(21명)가 대부분이었다. 초보자적 수준의 초등교사는(6명) 관찰 자체로 탐구가 시작 된다고 응답하거나 모른다고 응답했다(Table 8).

과학적 조사는 의문으로 시작되고 의문이 있을 때 조사의 목적과 방법이 결정된다(전문가적 수준)

과학적 조사는 의문으로 시작한다. 이유는 과학적 조사는 '의문→가설설정→과학적 실험→결론' 단계를 거치기 때 문이다(과도기적 수준)

과학적 조사는 반드시 의문으로 시작하지는 않는다. 의문에서 시작하여 가설연역적인 방법으로 과학적인 조사를 할 수도 있으나 현상을 관찰하고 귀납적인 방법으로 공통점을 찾아내는 방법도 있을 수 있다(초보자적 수준)

2) 모든 탐구는 일련의 정해진 방법만 있는 것이 아니라 다양한 방법이 있다.

과학자들이 자연 현상을 이해하기 위해 사용하는 방법은 여러 가지가 있다. 예를 들어 지질학의 경우 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 바탕으로 특정 현상이나 상황에 대해 추론을 하는 경우가 많다. 따라서 탐구방법에는 조건을 통제하여 인과 관계를 확인하기 위한 실험활동 이외에도 다른 방법들이 있다.²¹

대부분의 초등교사는 과도기적 수준에(38명) 머물러 있었다. 과도기적 수준의 이해를 가진 초등교사는 다양한 방법이 있다는 것에는 동의하지만 그것이 왜 과학적인지

설명하지 못하는 경우가 대부분이었다(Table 8).

과학적 조사는 다양한 방법이 있다. 귀납적인 방법과 연역적인 방법이 있는데 두 가지 방법 모두 의문을 해결하기 위한 데이터를 수집하고 그것을 바탕으로 결론을 수립하기 때문이다(전문가적 수준)

과학적 조사는 다양한 방법이 있다. 가설을 세우고 검증하기 위해 실험을 할 수도 있고 자료 조사나 데이터 수집을 통해 일반화를 거치는 것도 있다(과도기적 수준)

과학적 조사는 실험밖에 없다(초보자적 수준)

3) 탐구 방법은 의문 해결에 적합해야 한다.

탐구 방법은 탐구를 시작하기 위해 제기된 의문에 의존한다.²⁵ 즉, 의문에 대한 적절한 대답을 할 수 있도록 탐구 방법을 다르게 해야 한다는 의미이다. NGSS(2013)⁶에서는 8가지 과학적 탐구 수행 방법으로 ‘의문에 대한 결론을 뒷받침할 증거를 찾는 연구 방법 계획하기’를 강조하고 있다.

다른 과학적 탐구의 특성과는 다르게 탐구 방법과 의문 간의 관계에 대해서는 전문가적 수준을 가진 교사가 대부분(37명)이었다. 초보자적 수준의 초등교사는(5명) 연구 절차와 의문 간의 관계에 대해 잘 모르겠다고 응답했다(Table 8).

A팀의 절차(한 가지 형태의 노면에서 다양한 브랜드의 타이어 성능을 테스트 함)가 더 적절하다. 그 이유는 의문(어떤 브랜드의 타이어가 펑크가 잘 날까?)이 브랜드별 타이어 성능을 비교하는 것을 목적으로 하고 있었기 때문이다(전문가적 수준)

잘 모르겠다(초보자적 수준)

4) 과학자들은 같은 방법으로 탐구를 하더라도 동일한 결과를 얻지 못할 수도 있다.

과학자들은 같은 데이터를 얻더라도 다르게 해석할 수 있다.²⁶ 따라서 수집된 데이터 중 어떤 것을 증거로 채택할 것인지, 데이터를 어떻게 다루고 해석하는지에 따라 다른 결론이 도출된다.¹¹ 이유는 과학자들은 서로 다른 이론체계를 확립하고 있기 때문에 같은 데이터를 가지고 있더라도 다르게 해석할 수 있다.

설문에 응답한 초등교사는 이러한 탐구의 특성에 대해 대부분 과도기적 수준을(24명) 나타내고 있었고, 대부분 같은 방법으로 탐구를 하더라도 동일한 결론을 얻지 못한다는 것에는 동의하지만 그 이유가 수집하는 데이터에

오류 혹은 오차로 인해 서로 다른 결론에 도달하게 된다고 설명하고 있었다(Table 8).

동일한 과정과 절차를 거치더라도 과학자마다 배경지식이 다르므로 다른 결론에 도달할 것이다(전문가적 수준)

동일한 과정과 절차라 하더라도 측정하는 방법이나 상황에서 다른 요인들이 영향을 줄 수 있기 때문에 다른 결론에 도달할 수 있다(과도기적 수준)

동일한 과정과 절차를 따른다면 같은 결론에 도달한다고 생각한다(초보자적 수준)

5) 탐구 방법은 결과에 영향을 준다.

탐구를 수행하는 과정에서 변인 조작 방법, 데이터 수집 방법, 변인의 측정과 조작 등에 따라 얻어지는 결과는 달라진다. 이렇게 다양한 형태로 얻어지는 결과를 통해서 도출되는 결론 또한 서로 다르다.

이러한 탐구의 특징에 대해 전문가적인 수준을 보인 초등교사는(12명) 탐구방법에 따라 얻어지는 데이터의 형태, 종류 등이 달라진다는 점을 분명하게 설명하였다. 하지만 과도기적 수준을 보인 초등교사는(25명) 다른 방법으로 탐구를 수행하더라도 결과와 상관없이 같은 결론에 도달할 수도 있고 다른 결론에 도달할 수도 있다고 설명하고 있었다. 즉, 과도기적 수준의 초등교사는 탐구과정에서 나타나는 ‘탐구방법-결과-결론’의 논리적 관계에 초점을 두지 않고 가능성에 초점을 둔 응답을 하였다(Table 8).

동일한 문제이지만 절차와 과정이 다르면 수집되는 데이터가 달라 다른 결론에 도달하게 된다(전문가적 수준)

동일한 문제에 서로 다른 절차를 따랐을 때도 같은 결론에 도달할 수도 있겠지만 반드시 같은 결론이 나올 것 같지는 않다(과도기적 수준)

절차가 다르더라도 같은 결론에 도달하게 된다(초보자적 수준)

6) 탐구의 결론은 반드시 수집된 자료와 일치해야 한다.

탐구 결론은 수집된 데이터를 분석하고 해석한 결과를 증거로 한 과학자들의 주장이다. 따라서 수집된 자료는 과학자들의 주장에 대한 근거로서 반드시 결론을 뒷받침하는 것이어야 한다.

전문가적 수준의 초등교사는(23명) 문항에서 제시된 데이터의 경향성을 토대로 결론을 도출하고 그 이유에 대해 제대로 설명했다. 반면 과도기적 수준의 초등교사(9명) 경우 제시된 데이터의 전체적인 경향성과 반대되는

일부 데이터를 토대로 결론을 도출하였다. 초보자적 수준의 초등교사는(10명) 데이터와 정반대의 결론을 도출하거나 무응답이었다(Table 8).

(주어진 데이터에서) 식물이 햇빛을 받은 시간이 늘어날수록 식물의 성장은 감소하는 경향을 보이기 때문에 햇빛을 적게 받을수록 더 크게 자란다고 생각한다(전문가적 수준)

식물의 성장은 원래 햇빛과 많은 상관성이 있다고 알고 있지만 위의 자료로만 보았을 때 (식물들이) 햇빛을 받는 시간이 짧을수록 크게 성장하고 있는데, (햇빛을) 매일 15분씩 받은 식물만 다른 패턴인 것을 보면 식물의 성장은 햇빛과 상관성이 없다(과도기적 수준)

주어진 데이터가 전체적으로 정비례 또는 반비례의 모습을 보여주지 않기 때문에 햇빛과 식물의 성장 사이에는 관계가 없다(초보자적 수준)

7) 데이터와 증거는 다르다.

과학적 데이터와 증거는 같지 않다. 데이터는 연구과정에서 과학자가 수집한 자료로 숫자, 사진, 음성, 영상 등의 형태를 가지고 있는 것이다.¹¹ 반면 증거는 수집된 데이터를 분석하고 해석한 결과물로서 탐구 질문에 대한 결론과 밀접한 관련을 가지고 있다.

초등교사는 대부분 과도기적 수준을(33명) 나타내고 있었고, 대체로 데이터를 증거의 상위 개념으로 보고 데이터가 증거를 포함하고 있다고 설명하고 있었다. 초보자적 수준의 초등교사의(7명) 응답 형태는 데이터와 증거는 같은 것이라고 진술하거나 무응답이었다(Table 8).

데이터는 증거가 되기 이전의 단계이다. 수집된 데이터를 해석한 결과가 유의미한 의미를 가지는 경우 증거가 된다(전문가적 수준)

데이터는 실험에 의한 결과이고 증거는 데이터를 포함한

개념이다(과도기적 수준)

둘의 차이를 잘 모르겠다(초보자적 수준)

8) 설명은 이미 알고 있는 내용에 수집된 데이터의 조합으로 만들어진다.

관찰을 통해 생긴 자연현상에 대한 의문은 과학적 탐구를 통해 답을 얻게 된다. 이렇게 얻어진 의문에 대한 답이 과학적 설명이라고 할 수 있다.²⁷ 과학자들은 자신의 이론적 배경에 따라 과학적 탐구활동을 수행하고 이를 통해 실증적인 데이터를 얻는다. 그리고 과학계에서 받아들여지고 있는 이론들을 바탕으로 데이터를 분석하고 해석하여 결론을 도출하게 된다. 즉, 과학자의 과학적 설명은 수집된 실증적 데이터와 기존에 구성된 이론들의 조합이라고 할 수 있다.

대부분의 초등교사는 과도기적 수준(23명)과 초보자적 수준(10명)에 머물러 있었다. 과도기적 수준의 초등교사는 공통 뼈가 배열된 그림을 보고 적합한 배열이라고 생각하는 근거로 기존에 알고 있던 지식이나 이론을 제시하지 못했다. 단지, ‘자연스럽지 못하다’, ‘어색하다’ 등의 느낌을 그 근거로 제시하는 경우가 많았다. 초보자적 수준의 초등교사는 대부분 모르겠다고 반응하거나 무응답이었다(Table 8).

지금까지 발견된 다른 공룡들의 사례나 (동물) 뒷다리의 기능을 볼 때 그림 1의 배열이 적합하다고 생각한다. (과학자들은 이런 설명의 근거로) 현존하는 파충류의 신체 골격 구조나 기존에 발견된 화석 등을 근거로 제시할 것 같다(전문가적 수준)

뒷다리가 가늘고 앞다리가 굵으면 무게중심이 앞으로 가서 균형 잡기가 힘들 것 같다. 따라서 그림 1의 배열이 가장 적합하다고 생각한다. (과학자들은 이러한 설명의 근거로) 주어진 데이터를 분석하거나 자연에서 직접 관찰한 정보를 활용한다(과도기적 수준)

Table 8. Example of most frequent response about scientific inquiry

Aspect of Scientific Inquiry	Example of Most Frequent Response
SI 1	Agree to the fact that scientific inquiry should start with the question, but it is hard to describe the exact reason.
SI 2	Explain specifically about several ways of scientific process, but not being able to explain the reason why it is scientific.
SI 3	Inquiry procedures are guided by the question asked.
SI 4	In spite of proceeding the inquiry in the same way, it reaches to the different conclusion because of the data error.
SI 5	It might reach to the same conclusion or different conclusion when proceeding the inquiry in the same way.
SI 6	Conclusion of the inquiry is affected by part of the data rather than entire tendency of the data.
SI 7	Data includes a super ordinate concept of evidences or evidence.
SI 8	Not being able to provide bases for explanation (e.g. collected data, well-known theory)

결론 및 제언

학생들은 과학적 탐구를 통해 연구가 어떻게 수행되는지 학습할 수 있는 경험을 하는 동시에 그 과정에서 자연 현상에 대한 지식을 얻게 된다. 즉, 과학적 탐구는 학생들이 과학 교육의 목표에 도달하는데 중요한 역할을 한다. 이때, 교사의 과학적 탐구에 관한 이해는 학생이 과학 교육의 목표를 달성하는데 중요한 영향을 미친다는 점에서 본 연구는 초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해 수준과 함께 과학적 탐구에 대해 어떻게 이해하고 있는지 분석하였다.

과학적 탐구에 관한 이해 수준과 이해 실태를 조사하기 위해 VASI 설문지를 사용하였다. 그 결과 과학적 탐구의 8가지 특성 중 ‘탐구 방법은 의문 해결에 적합해야 한다.’와 ‘탐구 결론은 반드시 수집된 자료와 일치해야 한다.’는 2가지 특성에서 전문가적 수준 비율이 다른 수준에 비해 높게 나타났다. 나머지 6가지 관점들에서는 대부분이 과도기와 초보자적 수준으로 전문가적 수준은 상대적으로 매우 낮았다. 이는 초등 예비교사를 대상으로 한 결과와 유사했다.¹⁵

연구대상의 경력, 연수이수 여부는 과학적 탐구에 관한 이해에 큰 영향을 미치지 않았다. 이러한 결과는 교사가 예비교사 시기에 가지고 있던 과학적 탐구에 관한 이해의 수준이 변화 없이 지속된다는 것을 보여주고 있고 이는 예비교사 시기에 과학적 탐구에 관한 이해를 높일 필요가 있음을 보여준다. 그리고 학생을 지도한 경험과 현재까지 개설된 과학관련 연수들이 과학적 탐구에 관한 이해를 높이는데 큰 영향을 미치지 않는다는 점에서 교사의 과학적 탐구에 관한 이해를 높이기 위한 재교육이 필요하고 기존의 교사 재교육 방식과 다른 형태의 방안이 마련될 필요가 있다.

초등교사는 탐구의 시작이 의문이라는 것은 이해하고 있으나 그 이유에 대해서는 제대로 응답하지 못했다. 그리고 초등교사는 의문과 수행되어야 하는 탐구 방법 간의 관계, 탐구 방법의 종류에 대해서 정확하게 설명하고 있으나 각 탐구 방법이 과학적인 이유에 대해서는 정확하게 설명하지 못했다. 초등교사는 탐구 방법을 수행하는 과정에서 수집되는 ‘데이터’와 데이터를 해석하여 얻어진 결과물로서의 ‘증거’가 서로 다르다고는 응답했지만 데이터가 증거를 포함하는 개념 혹은 상위 개념이라는 생각을 그 이유로 제시했다. 초등교사는 탐구 과정을 통해 도출되는 결론은 다른 절차를 거치거나 같은 절차를 거치더라도 수행하는 사람에 따라 다른 결론에 도달한다는 생각을 가지고 있었다. 하지만 초등교사가 그 이유로 제시한 내용은 해석하는 사람의 배경지식 혹은 다른 절

차로 인해 얻어지는 데이터의 차이 등이 아니라 탐구 수행 과정에서 발생할 수 있는 ‘오류’나 ‘실수’였다. 또한 초등교사는 수집된 데이터가 전체적인 경향성과 무관하게 정확하게 정비례 형태이거나 반비례 형태일 때 결론에 영향을 미친다고 설명했다.

초등교사의 과학적 탐구에 관한 이해는 학생들의 탐구 과정을 지도하는 과정에 영향을 미친다는 점에서 비교적 제한적 이해를 가진 초등교사는 학생들의 탐구 과정 수행을 올바르게 이끌어 가는데 어려움을 가질 수 있을 것이다. 따라서 효과적인 과학 탐구 지도를 위해서는 현재 초등 교사들이 가진 과학 탐구에 대한 이해 개선이 필요하다.

본 연구에서는 초등교사가 현재 가지고 있는 과학 탐구에 대한 이해를 밝히는데 초점을 두었지만 이후 연구에서는 중·장기적인 관점에서 교사의 과학적 탐구에 대한 이해 형성과 발달에 영향을 미치는 요인들을 파악한다면 결과적으로 교사의 탐구지도 능력 향상과 함께 과학 교육 목표 달성에도 기여할 것이라고 생각한다.

REFERENCES

1. American Association for the Advancement of Science, *Benchmarks for Science Literacy*; Oxford University Press: New York, NY, 1993.
2. National Research Council, *A Framework for K-12 Science Education: Practice, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*; National Academy Press: Washington, DC, 2011.
3. Hanauer, D. I.; Hatfull, G. F.; Jacobs-Sera, D. In *Active Assessment: Assessing Scientific Inquiry*, Springer: New York, NY, 2009; pp 1-9.
4. Nott, M.; Smith, R. *International Journal of Science Education* **1995**, *17*, 399.
5. Hanauer, D. *Scientific Discourse: Multiliteracy in the Classroom*; Continuum: London, 2006.
6. Next Generation Science Standards., The next generation science standards. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>, 2013.
7. Young, A. M. Teachers' Understandings of Inquiry and Reported Use of Scientific Practices: A Survey of NTSA Conference Attendees. 2013.
8. OECD. *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD Publishing Paris. 2016.
9. Lederman, N. G. Research on nature of science: Reflections on the past, anticipations of the future. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, *7*, (1), Retrieved July 13, 2012, from http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7_issue1/forward/index.htm. 2006.
10. Anderson, R. D. *Journal of Science Teacher Education* **2002**, *13*, 1.

11. Lederman, J. S.; Lederman, N. G.; Bartos, S. A.; Bartels, S. L.; Meyer, A. A.; Schwartz, R. S. *Journal of Research in Science Teaching* **2014**, *51*, 65.
 12. Senler, B. *Science Education International* **2015**, *26*, 166.
 13. Antink-Meyer, A.; Bartos, S.; Lederman, J. S.; Lederman, N. G. *International Journal of Science and Mathematics Education* **2016**, *14*(Suppl 1), 29.
 14. Sung, H. S.; Shin, J. Y.; Chun, J. S. *Biology Education* **2016**, *44*, 191.
 15. Song, M. S. *The Research of Science-mathematics Education* **2016**, *39*, 179.
 16. Ministry of Education, Korea. *Science curriculum*; Ministry of Education: Seoul, 2015.
 17. Crawford, B. A. *Supporting Teachers in Inquiry/Science Practices, Modeling, and Complex Reasoning in Science Classrooms*; South Africa, Pretoria: Paper Presented at the Southern Africa Association of Maths, Science, and Technology Education Annual Conference. 2016.
 18. Wenning, C. J. *Journal of Physics Teacher Education Online* **2007**, *4*, 21.
 19. Hodson, D. *International Journal of Science Education* **2014**, *36*, 2534.
 20. National Research Council. *National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, DC, 1996.
 21. National Research Council. *Inquiry and the National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, 2000.
 22. National Academy of Sciences. *Guiding Principles for Scientific Inquiry*. Scientific research in education. Washington, DC, National Academy Press: 2002.
 23. Chinn, C. A.; Malhotra, B. A. *Science Education* **2002**, *86*, 175.
 24. Pasley, J. D.; Trygstad, P. J.; Banilower, E. R. *Horizon Research, Inc.*, 2016.
 25. Lederman, N. G.; Antink, A.; Bartos, S. *Science & Education* **2012**, *23*, 285.
 26. Osborne, J.; Collins, S.; Ratcliffe, M.; Millar, R.; Duschl, R. *Journal of Research in Science Teaching* **2003**, *40*, 692.
 27. Oh, P. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2007**, *27*, 37.
-