

중학생들이 생성하는 과학적 의문과 사용한 지식의 유형과의 관계 분석

임수빈 · 김영신*
경북대학교

Analysis of correlation between scientific questions and used knowledge types from middle school students

Su-Bin Lim, Young-Shin Kim*
Kyungpook National University

<ABSTRACT>

The purpose of this study to analysis of correlation between scientific questions generated during various research activities and used knowledge to generate the questions among students was conducted.

Subjects were total 384 middle-school students, including 176 male students and 208 female students in Daegu. Students were asked to record rising questions and used knowledge to generate the questions on recording sheet. Recorded scientific questions and knowledge were classified and analysed based on classification frame by each characteristics, and scientific questions and knowledge correlation was analysed.

Results show that mostly, terminal knowledge is more applied than intermediate knowledge to generate scientific questions and their types during research activities for the students, but intermediate knowledge is more used than terminal knowledge to generate predictive question in case of male students. Also generated types of scientific questions are increased in following order; applicative question, methodical question, conjectural question, predictive question and causal question, and usage of scientific knowledge types are increased in order of procedural knowledge, intermediate knowledge and terminal knowledge. No sexual differences are found in most types of scientific questions and knowledge, except usage of terminal knowledge is shown larger in female students compared to male students.

Key words: scientific questions, knowledge, middle school, activity

* 교신저자 : 김영신, kys5912@knu.ac.kr

Received March 30 ,2015; Accepted April 22 ,2015; Published 30 April ,2015

2015. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. 연구의 필요성 및 목적

과학적 탐구를 수행하기 위해서는 과학적 의문 (scientific question)의 생성이 요구된다(Chin & Brown, 2002a). 이러한 과학적 의문은 학생들에게 무엇을 알아야 할 필요성을 자극할 뿐만 아니라 탐구를 유도하여 새로운 의문을 도출할 수 있도록 돕는다(AAAS, 1989; NRC, 2000; Thagard, 1998). 탐구 활동에서 생성되는 과학적 의문은 대부분의 과학적 연구의 방향과 가치를 결정하는데 있어서 큰 영향을 미치고(Kwon et al., 2003; Enger & Ross, 2003), 학생들의 창의적 사고, 문제 해결, 비판적 사고 등과 같이 체계적으로 조직화된 사고 과정 기술 중의 하나이므로 학생들이 과학 탐구 학습을 수행함에 있어서 매우 중요하다고 할 수 있다(Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000). 즉, 과학적 의문은 과학교육에서도 중요한 위치를 차지하고 있다.

과학교육에서 학생들이 생성하는 의문을 분석한 선행연구들을 살펴보면 과학적 의문의 생성과정에 대해서 분석한 연구(Kim, 2009; Suh, 2009), 과학적 의문의 분류에 대해서 분석한 연구(Shin, 2007; Lee et al., 2005), 그리고 의문에 영향을 주는 요인들(Suh, 2009; Woo, 2008)이 있다. 이러한 선행연구에서는 학생들이 관찰활동을 수행하면서 어떤 과정을 통해 의문을 생성하는지에 대해서 분석하였고, 다양한 분류 기준들에 의해서 학생들이 생성한 의문들을 유형별로 분류하여 분석하였다.

여기서 말하는 과학적 지식이란 기억 장소에 정보들이 유의미하게 조직적으로 저장되어 있는 것을 의미한다(Solso, 2001). 탐구 활동에서 나타나는 과학적 지식은 생성되는 유형에 따라서 선언적 지식(declarative knowledge)과 절차적 지식(procedural knowledge)으로 구분된다(Luger, 1994). 선언적인 지식에는 과학적 사실, 이론, 법칙과 같이 과학적 탐구의 결과로 생성되는 결과적 지식(terminal knowledge)과 과학 탐구의 과정에서 생성되는 의문이나 의문의 임시적 설명을 의미하는 가설 그리고 가설의 평가를 위해서 만들어진 검증 방법, 평가기준 등과 같이 자연 현상을 탐구하면서 생성되는 중간적 지식(intermediate knowledge)도 포함된다

(Kwon et al., 2003). 그에 비해 절차적 지식은 선언적 지식을 생성하는데 요구되는 암묵적인 지식을 뜻한다(Anderson, 1995). 다시 말해 과학 탐구에서 사실, 의문, 이론, 가설, 검증 방법 등의 선언적 지식을 생성하기 위해 표출되어야 하는 암묵적인 지식들을 의미하는 것이다.

이러한 과학적 지식의 생성은 선언적 기억과 산출 기억 사이의 상호작용에 의한 것으로 이를 통해 이미 알고 있는 지식에서 새로운 지식으로의 이동과 확장이 이루어진다(Anderson, 1995). 또한 선언적 지식은 절차적 지식인 귀납, 귀추, 연역의 추론 방식을 통해 생성될 수 있다. 즉, 과학에서의 지식 생성은 자연 현상을 관찰하는 것에서 시작해서 이로부터 규칙성을 발견하고, 의문을 발상하게 된다(Kwon et al., 2003). 이밖에도 과학적 의문은 학생이 가지고 있는 지식과의 차이 또는 모순에 기인하거나 어떤 방향으로 지식을 확장하기 위해서 만들어질 수 있다고 하였고(Scardamalia & Bereiter, 1992), 우리 주변의 세상에 대한 호기심, 학생들의 깊은 흥미와 관심, 세상을 이해하기 위한 노력 등으로부터도 발생할 수 있다(Opdal, 2001; Thagard, 1998; Wilson, 1974). 즉 과학적 의문을 생성하는 데에는 선지식이나 과거의 경험이 많은 영향을 미친다(King, 1995). 오랜 시간 동안 교육심리학자, 과학 교육자들은 학생들의 탐구 수행에 영향을 주는 요인들에 대해서 관심을 가지고 있었는데, 이런 관심 속에서 선지식의 중요성이 자주 언급되고 있다(Schauble, 1991). 즉, 선지식은 학습에서 필수적인 변인이라는 것이다.

앞에서 언급된 것과 같이 과학 탐구에 관련된 여러 연구들을 살펴보면 의문과 새로운 가설 생성 과정인 귀추적 과정에는 기존의 지식을 이용한다(Klar, 2005; Lawson, 1995). 만약 과학자가 자연 현상에 대한 의문을 해결하는 방법을 탐구하고자 한다면, 탐구하는 과정에서 과학적 지식이 생성된다고 할 수 있으며(NRC, 1996), 과학적 탐구는 다른 말로 여러 가지 의문들을 해결하기 위해서 잘 구조화 된 과학적 지식 그리고 이해를 적용시킴으로써 합리화할 수 있는 능력을 이용하는 과정이라 할 수 있다(Collins, 1997).

이와 같이 다양한 연구에서 과학적 의문이 생성

되기 위해선 과학적 지식이 사용됨을 언급하면서 과학적 의문과 과학적 지식이 서로 관련성을 가지고 있다는 것을 보여주고 있다. 그럼에도 불구하고 과학적 의문과 이러한 과학적 의문이 만들어지기 위해 사용된 학생들의 과학적 지식 사이의 관계에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았다. 그러므로 본 연구에서는 중학생들이 탐구활동 과정에서 생성하는 과학적 의문과 지식의 유형 사이의 관계를 분석해 보고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

탐구활동에서 나타나는 학생들의 과학적 의문과 지식의 연관성을 비교 분석하기 위한 연구 대상은 중학생 384명을 대상으로 검사 및 설문을 실시하였다. 검사 및 설문에 응답한 남학생은 176명, 여학생은 208명으로 총 384명이었다.

2. 탐구 과제

선정된 탐구 과제는 학생들의 흥미를 자극하고, 창의성을 사용할 수 있도록 정규 교육 과정에서 쉽게 접할 수 없는 내용을 중심으로 학습 동기를 촉진하고 현상에 대한 궁금증을 유발하여 탐구심을 자극할 수 있는 탐구 과제로 선정하였다. 탐구 과제는 초파리 행동 관찰, 귀뚜라미 행동 관찰, 생성되

는 기포 관찰이다. 이들 탐구 과제는 현상을 제시하고 학생들이 자유롭게 관찰하도록 구성되었다.

3. 자료 수집 및 분석방법

중학생들을 대상으로 탐구 활동을 수행하면서 과학적 의문 기록지를 배포하여 과학적 의문과 사용한 지식에 대한 자료를 수집하였다. 탐구 과제 수행은 자유롭게 관찰하는 방식으로 진행되었으며 학교의 과학실에서 진행되었다.

과학적 의문과 지식의 유형을 분석하기 위해 수집된 자료는 학생들의 과학적 의문과 지식이 적힌 의문 기록지이다. 자료들을 모두 수집하여 Lee et al.(2004)의 과학적 의문 분류틀과 Kwon et al.(2003)의 과학적 지식 분류틀에 따라서 각각의 유형을 분류하였다. 다음 <Table 1>과 <Table 2>는 과학적 의문과 과학 지식의 유형 분류틀이다.

과학적 의문과 과학적 지식의 분류에 대한 타당도를 확보하기 위하여 과학교육 전문가와 석·박사 과정에서 과학적 사고를 연구하고 있는 분들에게 타당도 검사를 의뢰하였다. 그 결과, 초파리 행동 관찰에서 분류한 과학적 의문은 1.0, 과학적 지식은 0.8의 타당도를 나타냈다. 그리고 귀뚜라미 행동 관찰에서 분류한 과학적 의문과 지식은 모두 1.0의 타당도를 나타냈으며 마지막으로 발생하는 기포 관찰에서는 과학적 의문이 0.8의 타당도를, 과학적 지식이 1.0의 타당도를 나타냈다.

자료의 분석은 학생들이 생성하는 과학적 의문과 의문을 생성하기 위해 사용한 지식 사이를 F 검정을 통해 확인하였다.

<Table 1> Classification frames for types of scientific question

Types of scientific questions	Definition
Conjectural question	A question about observed results at present or consecutive characteristics, which is a question about concepts of the subject or components, structures and functions etc
Casual question	A question about the cause of a phenomenon based on observed facts
Predictive question	A question about upcoming results of controlled factors
Methodical question	A question about finding ways to integrate and reconstruct knowledges in order to make different kind of solutions for observed facts at present
Applicative question	A question about applicability of observed facts at present in daily life

<Table 2> Classification frames for types of scientific knowledge

types of scientific knowledge		Definition
Declarative knowledge	Terminal knowledge	facts, laws and theories etc. created as a result of scientific research
	Intermediate knowledge	question aroused by scientific researches, tentative theories for the question, verification methods to evaluate the hypothesis, a valuation basis etc
Procedural knowledge		knowledge required to produce declarative knowledge. for example, research strategy, scientific inference, equipment operations and etc

III 연구 결과 및 논의

1. 과학적 의문과 사용한 지식의 기술적 통계

탐구활동을 통해서 학생들이 생성한 과학적 의문의 유형을 분류하여 F 검증을 통해 분석하였다. Table 3은 학생들이 생성한 과학적 의문에 대한 유형별 기술적 통계값을 나타낸 것이다.

<Table 3> Statistics of used scientific questions types from students

	Numbers of student	Average	Standard deviation	F
Conjectural question	384	0.85	1.13	546.21*
Casual question	384	3.10	1.64	
Predictive question	384	0.90	1.21	
Methodical question	384	0.07	0.28	
Applicative question	384	0.01	0.09	

(*p<0.05)

<Table 3>에서 보이듯이 학생들이 탐구활동을 수행하면서 생성한 과학적 의문은 인과적 의문, 예측적 의문, 추측적 의문, 방법적 의문, 적용적 의문 순서로 많이 생성하였는데 그 중에서도 인과적 의

문이 학생들이 평균적으로 3.1개의 인과적 의문을 생성하여 다른 의문들에 비해서 훨씬 많이 생성되었다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 방법적 의문과 적용적 의문은 각각 학생들이 평균 0.07개, 0.01개를 생성하여 다른 의문들에 비해 학생들이 방법적 의문과 적용적 의문을 생성하는데 어려움을 느끼고 있었다. F 검증 결과, F값은 546.21이 나왔고, 각각의 의문들은 서로 유의한 차이를 나타낸다는 것을 알 수 있었다(p<0.05).

<Table 4>는 학생들이 탐구활동을 수행하면서 의문을 생성하는데 사용한 과학적 지식의 유형을 분류한 후 F 검증을 통해 분석한 것이다.

<Table 4> Statistics of used scientific knowledge types from students

	Numbers of student	Average	Standard deviation	F
Terminal knowledge	384	2.50	2.30	139.36*
Intermediate knowledge	384	1.38	1.84	
Procedural knowledge	384	0.05	0.26	

(*p<0.05)

학생들이 탐구활동을 통해서 의문을 생성하는데 사용한 과학적 지식은 결과적 지식, 중간적 지식, 절차적 지식 순서로 많이 사용하였다는 것을 알 수 있었는데 이중 절차적 지식은 학생들이 평균적으로 0.05개를 사용하여 결과적 지식과 중간적 지식에 비해 아주 낮은 빈도를 보였으며 대부분의 학생들이

절차적 지식을 사용하는데 어려움을 겪는다는 것을 확인하였다. 각각의 과학적 지식의 유형은 F값이 139.36으로 $p < 0.05$ 이므로 통계적으로 유의한 차이를 가진다는 것을 알 수 있었다.

2. 과학적 의문의 유형과 사용한 지식의 차이 검증

학생들이 탐구 활동을 수행하면서 생성되는 과학적 의문과 그 의문을 생성하는데 사용한 지식의 연관성에 대한 χ^2 검증의 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Used scientific knowledge to generate scientific questions [measure : frequency(%)]

	Terminal knowledge	Intermediate knowledge	χ^2
Conjectural question	198(65.1)	106(34.9)	7.416*
Casual question	573(66.7)	286(33.3)	
Predictive question	174(58.0)	126(42.0)	
total	945(64.6)	518(35.4)	

(* $p < 0.05$)

탐구활동을 통해서 학생들이 의문을 생성하는데 사용한 지식의 결과를 살펴보면, 전체적으로 의문을 생성하는데 결과적 지식이 64.6%, 중간적 지식이 35.4%가 사용되어 결과적 지식이 중간적 지식보다 더 많이 사용되었다는 것을 알 수 있었다.

각 의문 별로 살펴보면 추측적 의문을 생성하는데 사용된 결과적 지식은 65.1%, 중간적 지식은 34.9%가 사용되어 추측적 의문을 생성하기 위해 결과적 지식이 더 많이 사용되는 것으로 나타났다. 인과적 의문을 생성함에 있어서는 결과적 지식이 66.7% 사용되었고, 중간적 지식이 33.3% 사용됨으로써 추측적 의문과 비슷한 결과를 보였으나 예측적 의문에서는 결과적 지식이 58%, 중간적 지식이 42%가 사용되어 앞의 두 의문과 마찬가지로 의문을 생성하는데 결과적 지식이 더 많이 사용되었으나 다른 점이 있다면 결과적 지식과 중간적 지식을 사용한 빈

도가 크게 차이가 나지 않았다.

과학적 의문의 유형과 그 과학적 의문을 생성하는데 사용한 지식의 유형의 비율에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($\chi^2=7.416$, $p < 0.05$). 이는 추측적 의문과 인과적 의문을 생성하는데 사용되는 결과적 지식이 예측적 의문을 만드는데 사용되는 결과적 지식보다 많음을 알 수 있다.

<Table 5>에서 나타난 통계적 유의한 차이를 좀 더 자세히 분석하기 위해서 성별에 따라 학생들이 생성한 과학적 의문을 만드는데 사용한 지식을 분석한 결과를 <Table 6>과 <Table 7>에 나타내었다.

<Table 6> Used scientific knowledge to generate scientific questions from male student

[measure : frequency(%)]

	Terminal knowledge	Intermediate knowledge	χ^2
Conjectural question	65(56.0)	51(44.0)	10.304*
Casual question	202(62.5)	121(37.5)	
Predictive question	60(46.2)	70(53.9)	
total	327(57.5)	242(42.5)	

(* $p < 0.05$)

탐구활동을 통해서 남학생들이 의문을 생성하는데 사용한 지식의 결과를 살펴보면, 전체적으로 의문을 생성하는데 결과적 지식이 57.5%, 중간적 지식이 42.5%가 사용되어 결과적 지식이 중간적 지식보다 더 많이 사용되었다는 것을 알 수 있었다.

각 의문별로 살펴보면 추측적 의문을 생성하는데 사용된 결과적 지식은 56%, 중간적 지식은 44%가 사용되어 추측적 의문을 생성하기 위해 결과적 지식이 중간적 지식보다 더 많이 사용되는 것으로 나타났다. 인과적 의문을 생성함에 있어서는 결과적 지식이 62.5%가 사용되었고, 중간적 지식이 37.5%가 사용됨으로써 추측적 의문과 인과적 의문 모두 결과적 지식이 중간적 지식에 비해 더 많이 사용되었음을 알 수 있었으나 예측적 의문에서는 결과적

지식이 46.2%, 중간적 지식이 53.9%가 사용되어 결과적 지식보다 중간적 지식이 좀 더 많이 사용되었음을 확인할 수 있었다.

남학생이 생성한 과학적 의문의 유형과 그 과학적 의문을 생성하는데 사용하는 지식의 유형의 비율에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($\chi^2 = 10.304, p < 0.05$). 이는 추측적 의문과 인과적 의문을 생성하기 위해서는 중간적 지식보다 결과적 지식이 더 많이 사용되었지만, 예측적 의문을 생성하는데 있어서는 결과적 지식보다 중간적 지식이 더 많이 사용되기 때문이다.

탐구활동을 통해서 여학생들이 의문을 생성하는데 사용한 지식의 결과를 <Table 7>에서 살펴보면, 전체적으로 의문을 생성하는데 결과적 지식이 69.1%, 중간적 지식이 30.9%가 사용되어 의문을 생성하는데 있어서 결과적 지식이 중간적 지식보다 더 많이 사용되었다는 것을 알 수 있었다.

<Table 7> Used scientific knowledge to generate scientific questions from female student

[measure : frequency(%)]

	Terminal knowledge	Intermediate knowledge	χ^2
Conjectural question	133(70.7)	55(29.3)	0.573
Casual question	371(69.2)	165(30.8)	
Predictive question	114(67.1)	56(32.9)	
total	618(69.1)	276(30.9)	

(*p<0.05)

각 의문 별로 살펴보면 추측적 의문을 생성하는데 사용된 결과적 지식은 70.7%, 중간적 지식은 29.3%가 사용되어 추측적 의문을 생성하는데 있어서는 중간적 지식보다 결과적 지식이 많이 사용되는 것으로 나타났다. 인과적 의문을 생성함에 있어서는 결과적 지식이 69.2% 사용되었고, 중간적 지식이 30.8% 사용됨으로써 추측적 의문과 마찬가지로 의문 생성에 중간적 지식보다 결과적 지식이 더 많이 사용됨을 알 수 있었다. 그리고 예측적 의문을

생성함에 있어서 또한 결과적 지식이 67.1%, 중간적 지식이 32.9% 사용되었는데 이는 여학생의 경우 모든 의문의 유형에서 그 의문을 생성하는데 사용된 지식의 유형들이 비슷한 비율을 보이고 있다.

여학생이 생성한 과학적 의문의 유형과 그 과학적 의문을 생성하는데 사용하는 지식의 유형의 비율에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 0.573, p > 0.05$).

3. 성별에 따른 과학적 의문과 지식의 차이

학생들이 탐구 활동을 수행하면서 생성되는 과학적 의문과 지식을 성별에 따라 어떠한 차이가 있는지 t-검정을 통해 분석해 보았는데 먼저 과학적 의문의 성별에 따른 차이검정 결과는 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Analysis of generated scientific questions by gender

	Gender	Numbers of student	Average(Standard deviation)
Conjectural question	male	176	.78(1.1)
	female	208	.91(1.2)
Casual question	male	176	3.06(1.6)
	female	208	3.14(1.7)
Predictive question	male	176	.88(1.3)
	female	208	.92(1.2)
Methodical question	male	176	.09(.3)
	femalet	208	.05(.0)
Applicative question	male	176	.01(.1)
	female	208	.01(.1)

(*p<0.05)

<Table 8>에서 중학생들을 대상으로 실시한 3가지 탐구 활동에서 학생들이 성별에 따라 생성한 과학적 의문의 유형들의 평균을 살펴보면, 추측적 의문에서 남학생은 학생당 평균적으로 0.78개의 의문을 생성하였고 여학생은 평균적으로 0.91개의 의문을 생성하였다. 이를 독립표본 t-검정을 통해서 평균의 동일성에 대해 t-검정을 해본 결과 성별에 따라 추측적 의문을 생성하는데 유의한 차이가 없는

것으로 분석되었다($p>0.05$).

인과적 의문에서는 남학생은 평균적으로 3.06개의 의문을 생성하였으며, 여학생은 평균적으로 3.14개의 의문을 생성하였는데 이는 추측적 의문에 비해서 많은 수의 의문을 생성한 것을 알 수 있었다. 인과적 의문에서 남학생과 여학생의 평균의 동일성에 대한 t-검정 결과 성별에 따라 인과적 의문을 생성하는데 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$).

예측적 의문에서는 남학생은 평균 0.88개의 의문을 생성하였고, 여학생은 평균 0.92개의 의문을 생성하였는데 이는 추측적 의문과 거의 비슷하게 의문을 생성하였다는 것을 알 수 있었다. 예측적 의문에서 남학생과 여학생의 평균의 동일성에 대한 t-검정 결과 성별에 따라 예측적 의문을 생성하는데 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$).

방법적 의문은 남학생이 평균 0.09개, 여학생이 평균 0.05개의 의문을 생성하는 것으로 나타났는데 이는 앞의 의문들과 비교했을 때 극히 적은 빈도를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 방법적 의문에서 남학생과 여학생의 평균의 동일성에 대한 t-검정 결과 성별에 따라 방법적 의문을 생성하는데 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$).

마지막으로 적용적 의문에서는 남학생이 평균 0.01개, 여학생 또한 평균 0.01개의 의문을 생성하였는데 이는 대부분의 학생이 적용적 의문을 생성하는데 어려움이 있다는 것을 알 수 있었다. 남학생과 여학생 사이에 평균의 동일성에는 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$).

이러한 분석 결과들을 통해서 탐구활동에서 학생들이 생성한 의문의 유형은 인과적 의문, 예측적 의문, 추측적 의문, 방법적 의문, 적용적 의문 순서로 많이 생성한다는 것을 알 수 있었고 모든 의문의 유형에서 남학생과 여학생이 생성하는 의문의 빈도에는 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았다($p>0.05$).

<Table 9>에서는 탐구활동을 통해 학생들이 성별에 따라 사용된 과학적 지식의 유형들의 평균을 비교한 것인데, 먼저 결과적 지식을 보면 남학생이 평균적으로 1.92개의 지식을 생성하고 여학생이 평균 2.99개의 지식을 생성함으로써 여학생이 남학생

보다 더 많은 결과적 지식을 사용한다는 것을 알 수 있었다. t-검정 결과 남학생과 여학생이 생성하는 결과적 지식은 성별에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 중간적 지식에서는 남학생이 평균적으로 1.4개의 지식을 생성하고 여학생이 1.36개의 지식을 생성하였다. 이는 성별에 따라 중간적 지식을 생성하는데 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$). 마지막으로 절차적 지식은 남학생이 평균 0.05개, 여학생 또한 평균 0.05개의 지식을 생성하여 다른 지식들에 비해 현저히 적은 빈도의 지식을 생성하였다는 것을 알 수 있었고, 성별에 따라 절차적 지식을 생성하는 것에 유의한 차이가 없다는 것으로 분석되었다($p>0.05$).

<Table 9> Analysis of used scientific knowledge by gender

	Gender	Numbers of student	Average(standard deviation)
Terminal knowledge	male	176	1.92(2.6)*
	female	208	2.99(3.2)
Intermediate knowledge	male	176	1.40(1.8)
	female	208	1.36(1.9)
Procedural knowledge	male	176	.05(.3)
	female	208	.05(.3)

(* $p<0.05$)

학생들이 사용한 지식은 결과적 지식, 중간적 지식, 절차적 지식 순서로 많이 사용되었으며 결과적 지식에서만 성별에 따라 생성하는 지식의 빈도가 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 이는 학생들이 중간적 지식과 절차적 지식을 사용할 때에는 성별에 따라 큰 차이를 보이지 않았지만 결과적 지식의 경우에는 남학생들보다 여학생들이 더 많은 지식을 사용하였기 때문에 위와 같은 결과가 나온 것으로 보인다.

4. 논의

이 연구에서는 관찰 과제를 수행하면서 학생들이 생성한 과학적 의문과 사용된 지식은 어떤 연관성이 있는지, 그리고 과학적 의문과 그 의문을 생성하

는데 사용된 지식의 유형은 성별에 따라서 어떠한 차이가 있는지에 대해서 알아보고자 하였다.

중학생들이 생성한 과학적 의문의 유형과 그 의문을 생성하는데 사용한 지식의 분석 결과, 모든 의문의 유형에서 중간적 지식에 비해 결과적 지식이 많이 사용되었다는 것을 알 수 있었다. 그리고 과학적 의문을 생성하는데 사용되는 과학적 지식의 유형이 유의한 차이가 있는지 χ^2 검증으로 계산한 결과 그 둘 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이를 좀 더 자세히 살펴보기 위해 남학생과 여학생을 구분하여 다시 χ^2 검증을 해본 결과 남학생의 경우 과학적 의문과 지식 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었고 여학생의 경우에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 남학생이 생성한 과학적 지식의 경우 추측적 의문과 인과적 의문에서는 중간적 지식에 비해 결과적 지식이 많이 생성되었지만, 예측적 의문에서는 결과적 지식보다 중간적 지식이 더 많이 생성되었기 때문이라 생각된다. 이와 같은 결과를 봤을 때, 학생들은 의문을 만들 때 주로 중간적 지식보다는 결과적 지식을 더 많이 사용한다는 것을 알 수 있었고, 예측적 의문에서만 예외적으로 남학생들이 결과적 지식보다 중간적 지식을 조금 더 많이 사용하였다는 것을 알 수 있었다.

성별에 따라 중학생들이 생성한 과학적 의문의 분석 결과, 관찰활동을 통해서 학생들이 생성한 의문의 유형은 인과적 의문, 예측적 의문, 추측적 의문, 방법적 의문, 적용적 의문 순서로 많이 생성한다는 것을 알 수 있었고 모든 의문의 유형에서 남학생과 여학생이 생성하는 의문의 빈도에는 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았는데 이는 학생들이 생성하는 의문은 성별에 관계없이 많이 생성하는 의문과 적게 생성하는 의문의 빈도가 비슷하다는 것을 알 수 있었고 복잡한 질문인 방법적 의문, 적용적 의문 보다는 단순한 질문인 추측적 의문, 인과적 의문, 예측적 의문을 주로 많이 생성한다는 것을 알 수 있었다는데, 이는 학생들은 사전 지식이 상대적으로 많은 집단의 학생들이 높은 수준의 의문을 생성한다는 선행연구의 결과를 보았을 때(Woo, 2008), 학생들은 탐구활동에 관련해서 가지고 있는 사전지식이 많지 않다는 것으로 생각해 볼

수 있었다.

성별에 따라 중학생들이 생성한 과학적 지식의 분석 결과, 관찰활동을 통해서 학생들이 생성한 지식의 유형은 결과적 지식, 중간적 지식, 절차적 지식 순서로 많이 생성되었으며 결과적 지식에서만 성별에 따라 생성하는 지식의 빈도가 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 이는 학생들이 사실, 법칙, 이론 등과 같은 결과적 지식을 가장 많이 생성하였고 그 다음으로 의문, 추측, 가설, 검증 방법 등과 같은 중간적 지식을 많이 생성하였다. 마지막으로 탐구 전략, 과학적 추론, 기구 조작 방법 등과 같은 절차적 지식은 다른 지식들에 비해서 낮은 빈도를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 그리고 성별에 따라서 생성한 과학적 지식의 빈도가 결과적 지식에서만 통계적으로 유의한 차이를 나타내는 것은 여학생들 중 소수의 학생들이 다량의 결과적 지식을 만들어냈기 때문이라 생각된다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 중학생들이 관찰 활동을 수행하면서 생성한 과학적 의문과 사용된 지식의 유형을 성별에 따라 비교해보고 과학적 의문을 만드는데 사용된 지식의 빈도가 각 의문의 유형별로 어떠한 차이가 있는지를 알아보는 것으로 연구 결과를 바탕으로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 중학생들이 생성한 과학적 의문의 유형과 그 의문을 생성하는데 사용한 지식의 분석 결과, 추측적 의문, 인과적 의문, 예측적 의문을 생성하는데 중간적 지식에 비해 결과적 지식이 많이 사용되었다는 것을 알 수 있었다. 그리고 과학적 의문을 생성하는데 사용되는 과학적 지식의 유형이 유의한 차이가 있는지 χ^2 검증을 통해 분석해본 결과 그 둘 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이를 좀 더 자세히 살펴보기 위해 남학생과 여학생을 구분하여 다시 χ^2 검증을 해본 결과 남학생의 경우 과학적 의문과 지식 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었고 여학생의 경우에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 남학생이 생성한 과

학적 지식의 경우 추측적 의문과 인과적 의문에서는 중간적 지식에 비해 결과적 지식이 많이 생성되었지만, 예측적 의문에서는 결과적 지식보다 중간적 지식이 더 많이 생성되었기 때문이라 생각된다.

둘째, 성별에 따라 중학생들이 생성한 과학적 의문과 지식의 분석 결과, 관찰활동을 통해서 학생들이 생성한 의문과 지식의 유형은 남녀 학생 모두 다양하게 나타났는데, 과학적 의문의 경우에는 인과적 의문, 예측적 의문, 추측적 의문, 방법적 의문, 적용적 의문 순서로 많이 생성한다는 것을 알 수 있었고 모든 의문의 유형에서 남학생과 여학생이 생성하는 의문의 빈도에는 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았다. 그리고 과학적 지식의 유형은 결과적 지식, 중간적 지식, 절차적 지식 순서로 많이 사용되었으며 결과적 지식에서만 성별에 따라 사용하는 지식의 빈도가 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

이와 같은 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 관찰 활동에서 학생들이 주로 생성하는 의문은 추측적 의문, 인과적 의문, 예측적 의문과 같은 상대적으로 낮은 수준의 의문을 주로 많이 생성하였는데 의문은 학생들의 창의적 사고, 문제해결, 비판적 사고 등과 같이 체계적으로 조직화된 사고 과정 기술의 하나이기 때문에 (Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000), 학생들의 의문 생성 능력을 길러주는 학습 프로그램을 통해 좀 더 높은 수준의 의문인 방법적 의문, 적용적 의문 또한 많이 생성할 수 있도록 유도하는 것이 필요하다. 그리고 학생들이 생성한 의문에는 오개념을 가지고 생성하는 의문들이 많았는데 의문의 생성에 선지식이 많은 영향을 미치는 만큼(Woo, 2008) 오개념을 바로잡고 관찰 활동에 임할 수 있도록 하는 것이 중요하다고 생각된다.

학생들이 사용한 과학적 지식은 대부분 학생들이 가지고 있는 이론이나 법칙과 같은 결과적 지식과, 추측과 의문 등으로 구성되어 있는 중간적 지식을 많이 사용하고 절차적 지식은 대부분 사용하지 못하는 경향을 나타내었는데 좀 더 다양한 지식을 사용할 수 있는 학습 프로그램 개발을 통해 다양하고 수준 높은 의문을 사용할 수 있게 지도하는 것이 필요하다.

과학적 의문을 만드는데 사용한 지식에서 방법적 의문, 적용적 의문 그리고 절차적 지식은 통계값을 내기 위한 충분한 빈도가 나타나지 않아서 비교가 힘들었고, 나머지 추측적 의문, 인과적 의문, 예측적 의문을 만드는데 사용한 지식을 살펴보면 모든 의문에서 결과적 지식이 중간적 지식보다 더 많이 사용되었음을 확인할 수 있었는데 그중에 인과적 의문에서 다른 의문에 비해 훨씬 더 많은 지식들이 형성되었다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 학생들이 가지고 있는 지식을 사용하여 인과적 의문을 가장 많이 생성한다는 것을 확인할 수 있었는데 좀 더 다양하고 수준 높은 의문들을 생성할 수 있도록 여러 가지 지식을 사용할 수 있는 교수·학습 방법을 설정하여 효과적인 과학탐구수업을 할 수 있도록 지도해야 할 필요성이 있다.

참고 문헌

- AAAS(American Association for the Advancement of Science), (1989). Project 2061: Science for all Americans. New York: Oxford University Press.
- Anderson, J. R. (1995). Cognitive psychology and its implications, 4th ed. New York: W. H. Freeman and Company.
- Chin, C., & Brown, E. D. (2002a). Posing problems for open investigations: what questions do pupils ask?. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269-287.
- Collins, A. (1997). National science education standards: Looking forward and backward. *The Elementary School Journal*, 97(4), 299-313.
- Cuccio-Schirripa, S., & Steiner, H. E. (2000). Enhancement and analysis of science question level for middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 210-224.
- Enger, E. D., & Ross, F. C. (2003). *Concepts in Biology*. New York: McGraw-Hill.
- Kim, M.(2009). A Microgenetic analysis on elementary student's scientific questions generating. Korea National University of Education, graduate school

- of education, master's thesis.
- King, A. (1995). Designing the instructional process to enhance critical thinking across the curriculum. *Teaching of Psychology*, 22(1), 13-17.
- Klahr, D., & Dunbar, K. N. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1-48.
- Kwon, Y., Jung, J., Kang, M., & Kim, Y.(2003). A Grounded Theory on the Process of Generating Hypothesis-Knowledge about Scientific Episodes. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(5), 458-469.
- Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. Wadsworth Publishing Company.
- Lee, h., Jung, j., Park, k., & Kwon, Y.(2004). Types of Scientific Questions Generated in Observational Activity by Elementary Students and Preservice Teachers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(5), 1018-1027.
- Lee, H., Park, K., & Kwon, K.(2005). Type of Thinking and Generating Processes of Causal Questions Appeared in Preservice Elementary Teachers' Observation Activity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(3), 249-258.
- Luger, G. F. (1994). *Cognitive science: The science of intelligent systems*. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- NRC(National Research Council, 1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC(National Research Council, 2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Center for Science, Mathematics, and Engineering Education. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Opdal, P. M. (2001). Curiosity, wonder and education seen as perspective development. *Studies in Philosophy and Education*, 20(4), 331-334.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction*, 9(3), 177-199.
- Schauble, L., Glaser, R., Raghavan, K., & Reiner, M. (1991). Causal models and experimentation strategies in scientific reasoning. *the Journal of the Learning Sciences*, 1(2), 201-239.
- Shin, D.(2007). Research Articles : The Relationships between the Patterns of Elementary School Teachers' Explanations and the Patterns of Elementary School Students' Questions on Scientific Phenomena . *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(2), 149-160.
- Solso, R. L. (2001). *Cognitive psychology*, 6th ed. New York: Allyn & Bacon.
- Suh, d.(2009). Relationship between observation and question generation in 6th graders for candlelight observation. Korea National University of Education, graduate school of education, master's thesis.
- Thagard, P. (1998). Ulcers and bacteria I: Discovery and acceptance. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 29(1), 107-136.
- Wilson, J. T. (1974). Processes of scientific inquiry: A model of teaching and learning science. *Science Education*, 58(1), 127-133.
- Woo, S.(2008). Effect that prior knowledge about research subject gets primary grade science brilliant intellect's observation method and question. Korea National University of Education, graduate school of education, master's thesis.