



초등과학영재와 일반학생의 과학적 의문 생성 패턴 분석

엄주경, 이길재*
한국교원대학교

An Analysis of the Patterns of Scientific Questions Generation among Elementary Science-Gifted and General Students

Ju Gyeong Eom, Kil-Jae Lee*
Korea National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 April 2015

Received in revised form

26 May 2015

17 August 2015

Accepted 21 August 2015

Keywords:

patterns in scientific questions generation, science gifted, observational tasks, inquiry

ABSTRACT

This study aims to identify and compare the patterns of scientific questions generation among elementary science-gifted and general students when conducting observational tasks. The pattern in generating scientific questions, which is distinguished from other types of scientific questions, is the manner that students generate a variety of types of questions in an inquiry process. To analyze the patterns in generating scientific questions, the task of observing dry grapes in soda pop, candlelight, and dyed celery were selected as suitable tasks. The subjects were 26 science-gifted students participating in a gifted education program and 27 general students in an elementary school in the same city. They were all sixth graders. The results of this study are as follows: First, the patterns of scientific questions generation among gifted students and general students during observational tasks were classified into five patterns: [Pattern 1] single, [Pattern 2] sequential, [Pattern 3] repetitive, [Pattern 4] circulative, [Pattern 5] repetitive, and circulative. Second, gifted students and general students presented all of the five patterns, but the frequency of the patterns indicated differences between the two groups. The gifted students primarily presented [Pattern 3] and [Pattern 5]. On the other hand, the general students mainly presented [Pattern 1], [Pattern 2], and [Pattern 3]. These results suggest that the ways of generating scientific questions are very much as important as the types of questions. Teachers can establish teaching-learning strategies for generating scientific questions appropriate to learner's characteristics.

1. 서론

탐구는 관찰과 의문 제기, 연구 계획, 자료 수집 및 해석, 설명 제안, 결과에 대한 의사소통 등을 포함하는 다면적인 활동으로서(NRC, 1996) 학생들이 역동적으로 과학에 참여하는 가장 완벽한 방법이다(Furtak & Ruiz-Primo, 2005). 따라서 국내외 주요 교육기관들에서는 과학교육의 중요한 목표를 학생들의 과학 탐구 능력을 함양하는 데 두고 있다(Korean Ministry of Education, 2008; Rutherford & Ahlgren, 1991). 이러한 탐구는 이론적 예상과 관찰 또는 실험 결과 사이의 불일치로부터 발생하는 의문으로 시작되며 의문에 따라 탐구의 특성이 결정되기 때문에 의문은 과학적 탐구에서 매우 중요한 역할을 한다(Hakkarainen & Sintonen, 2002). 또한 Sawyer (2006)는 가장 창의적인 과학자는 새로운 의문을 생성하고 제기하는 데 능숙한 사람이라고 하였으며, 세계적인 물리학자 아인슈타인 역시 “가장 중요한 것은 질문을 멈추지 않는 것이다. 신성한 호기심을 절대 잃지 말라.”고 함으로써 과학적 의문과 그 원천인 호기심의 중요성을 강조하였다. 그러므로 학생들은 스스로 지식을 생성하기 위하여 흥미 있는 의문들을 탐색하고 개념적 이해를 위한 탐구 전략을 학습해야 한다(Keys, 1998).

과학적 의문이 탐구의 출발점으로 강조됨에 따라 과학적 의문의 유형(Type of scientific questions)은 여러 가지 기준에 의해 분류되어 왔다(Chin & Kayalvizhi, 2002; Pedrosa de Jesus *et al.*, 2006; King, 1994; Lee *et al.*, 2004a). 특히 “왜”나 “어떻게”로 시작하는 인과적 의문은 가설 생성과 관련하여 그 중요성이 강조되고 있다(Kwon *et al.*, 2003b; Lee *et al.*, 2005; Park & Kang, 2006; Lawson, 1995). 그러나 많은 학자들은 “왜”와 “어떻게”를 알아내는 것이 과학의 궁극적인 목표이지만 학생들이 단번에 이러한 의문에 대한 답을 찾아낼 수는 없으며, 학생들의 이러한 의문이 바로 연구로 연결되기도 어렵다고 하였다(Garlick & Laugksch, 2008; Chin, 2002; Chin & Kayalvizhi, 2002). 따라서 이러한 의문을 해결하기 위해서는 학생들이 실제적인 관찰이나 실험을 통해 경험을 축적할 수 있는 “연구 가능한 의문(investigable questions)” 또는 “생산적인 의문(productive questions)” 등으로 불리는 다른 유형의 의문들이 선행되어야 한다(Elstgeest, 1985).

그러나 아직 많은 학생들이 탐구를 수행하는 데 어려움을 겪고 있으며, 그 주된 원인 중의 하나는 의문을 생성하지 않은 채로 탐구를 수행하기 때문이다(Shin & Kim, 2010; Yang *et al.*, 2008). 지식 생성 과정

* 교신저자 : 이길재 (kjlee@knue.ac.kr)

** 이 논문은 저자명의 2015년도 석사 학위논문에서 발췌 정리하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.4.0537>

에 대한 연구들에 따르면 과학자의 지식 생성 과정은 일회적이고 직선적인 과정이 아니라 반복적이고 순환적인 과정이다(Yang *et al.*, 2006). 그리고 지식의 성장이나 획득의 과정은 ‘잠정적 지식-무지의 인식-질문-갱신된 지식-무지의 재인식-갱신된 질문’과 같은 나선형 궤도를 거친다(Yang, 2002). 과학자들의 실제 탐구 과정을 분석한 연구에서도 탐구는 선택적인 과정이며, 이 과정들은 “if, why, how”와 같은 의문들에 의해 연결된다고 하였다(Yang *et al.*, 2007). 따라서 탐구 결과의 질보다 학생들이 탐구 과정에 대처하는 방법에 초점을 맞추는 것은 매우 중요하며, 이를 위해서는 현상에 대하여 여러 탐구 질문을 제기하고 이 질문들 사이의 논리적 연관성을 결정하도록 해야 한다(Zion & Sadeh, 2007). 즉, 능숙한 질문자가 되기 위해서는 각각의 질문의 인지적 수준을 이해하는 것뿐만 아니라 질문 순서화와 패턴을 이해할 필요가 있다(Barnes, 1979). 그러므로 과학적 의문의 생성을 반복과 순환 등 연속되는 과정, 즉 패턴의 관점에서 살피는 것은 매우 중요하다.

의문 순서화 및 패턴(question sequencing and pattern)과 관련하여 현재까지 진행된 연구들에는 교사의 구두 질문을 순서화하여 패턴을 구분하고 구두 질문 순서화 기술을 향상시키기 위한 활동을 제안한 연구(Vogler, 2005)와 세 개의 상호 연결된 질문에 기반을 둔 탐구 모델을 개발한 근거 이론 연구(Zion & Sadeh, 2007), 그리고 영재학생들에게서 높은 수준의 사고를 이끌어내기 위한 의도적인 질문 조직 전략을 제시한 연구(VanTassel-Baska, 2014) 등이 있었다. 그러나 이러한 연구들은 모두 교사의 구두 질문 패턴에 관한 연구이거나 교사가 학생들에게 질문하는 방식을 먼저 안내한 후 학생 특성과의 관련성을 조사한 연구이므로 학생들이 탐구 과정 중 자연스럽게 나타내는 과학적 의문 생성 패턴에 대한 정보는 제공하지 못하였다. 또한 학생들이 생성한 의문의 유형과 학생 특성과의 관련성을 밝힌 연구들(Pedrosa de Jesus *et al.*, 2006; Ryu *et al.*, 2007; Ryu & Park, 2009; Lim, 2010; VanTassel-Baska, 2014)에서는 과학적 의문 생성에 있어 학생 특성과 간 차이를 이해할 필요가 있다고 하였다.

따라서 이 연구에서는 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타내는 과학적 의문 생성 패턴을 분석하고, 이를 통해 학습자의 특성에 알맞은 의문 생성 교수·학습 전략 수립에 함의를 얻고자 한다. 이 연구에서 과학적 의문 생성 패턴(Pattern in generating scientific questions)이란 과학적 의문의 유형(Type of scientific questions)과는 구분되는 것으로, 학생들이 탐구 과정 중 여러 유형의 의문들을 생성해 가는 방식을 의미한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타내는 과학적 의문 생성 패턴은 어떻게 분류되는가?

둘째, 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타내는 과학적 의문 생성 패턴은 어떻게 다른가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 전라남도 S시 영재교육원에 다니는 6학년 과학영재 26명과 같은 지역 시내에 위치한 초등학교에 재학 중인 6학년 일반학생 27명을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 학생들의 분포는 Table 1과 같다.

Table 1. The distribution of subjects of this study

과학영재		일반학생		계(명)
남	여	남	여	
17	9	17	10	53

Table 2. The process to select science gifted

1단계 전형	2단계 전형	3단계 전형
교사 추천	학교추천위원회 추천	선정심사위원회 심사 및 선발
담임교사(또는 교과전담교사, 영재교육지도교사)가 교사용 체크리스트 4중(KEDI 영재행동특성검사, KEDI 리더십특성검사, KEDI 창의적 인성검사, 전라남도 수학과학 적성검사) 입력	GED 학교추천위원회 종합점수에 의한 추천순위 작성 및 추천자 명단, 응시원서 및 추천서, 자기소개서, 생활기록부 사본 제출	학교추천위원회 종합점수, 영재성·학문적성 검사, 면접 등을 통한 최종합격자 선정

과학영재학생들은 교육지원청 영재교육원의 선발 기준에 따라 선발된 학생들로서 1단계 교사 추천, 2단계 학교추천위원회 추천, 3단계 선정심사위원회 심사 및 선발의 3단계 관별 과정을 거쳤다(Table 2). 관별의 마지막 단계에서는 학교추천위원회 종합점수 및 영재성검사, 학문적성 검사, 면접 점수 등을 종합하여 대상자가 선정된다. S시 영재교육원의 경우, 자연과학 부문은 20명씩 총 3개 학급으로 구성되어 있었으며, 연구는 이 영재학생들 중에서 연구 참여를 희망하는 학생들을 대상으로 진행되었다. 마지막으로 과학영재학생들의 지도를 담당하고 있는 담임영재교사와의 면담을 통해 연구에 참여한 학생들이 모두 영재성을 가지고 있음을 확인하였다. 따라서 이 학생들은 ‘일반능력 및 특수능력이 평균 이상이며, 과학 분야의 과제집착력, 흥미, 호기심이 높고, 창의력이 뛰어난 자’라는 과학영재의 정의(Kim, 2007)에 부합하는 것으로 볼 수 있다.

일반학생의 경우, S시 중심의 H초등학교에서 한 학급을 선정하여 연구를 진행하였으며, 선정된 학급의 학생들 중 영재교육을 받았던 적이 있거나 받고 있는 학생, 영재성을 띠는 학생은 담임교사와 협의 하에 제외시켰다. 또한 영재학생과 일반학생 모두 과학적 의문 생성에 대한 직접적인 학습 경험이 없다는 것을 확인하였다.

2. 관찰 과제

과학적 의문 생성을 위한 관찰 과제는 선행 연구에서 사용한 과제 중 오감을 활용하여 다양한 관찰활동을 할 수 있고, 조작이 용이하여 즉각적인 실험이 가능하며, 초등학생들도 변인을 비교적 쉽게 고려할 수 있는지를 기준으로 선택하였다. 또한 학생들이 나타내는 과학적 의문 생성 패턴을 분석하기 위해서는 다양한 유형의 의문이 생성되며 충분한 수의 의문을 얻을 수 있는 과제를 선택해야 했기 때문에 학생들이 생활 속에서 자주 접할 수 있어 친근하며 호기심을 가질만한 과제인지를 고려하였다. 이에 따라 Lee *et al.* (2004a)이 연구에서 사용한 사이다 속 건포도, 촛불, 염색된 셀러리, 화석 과제와 Kwon *et al.* (2013)이 연구에서 사용한 금붕어 과제를 1차로 선정하였다. 1차로 선정된 과제들은 초등학교 5학년 학생 28명을 대상으로 한 예비연구를 통해 적절성을 검토하였으며, 이를 통해 연구에 부적절하다고

생각되는 화석 과제를 제외한 4가지 과제가 최종적으로 선정되었다 (Table 3). Kwon *et al.* (2013)에 의하면 의문 생성 수업을 할 경우, 도입 단계에서는 사진과 동영상을 제시하여 많은 의문을 생성하게 하고 그 의문을 해결하도록 하기 위해서는 실물로 제공하는 것이 효과적이다. 예비 연구 결과, 금붕어 과제는 동기 유발과 과학적 의문 생성 연습에 적합한 것으로 판단되었으므로 동영상으로 제시하였으며, 본 관찰 과제인 사이다 속 건포도, 촛불, 염색된 샐러리 과제는 실물로 제시하였다.

가. 금붕어 과제

예비 연구 결과, 학생들은 살아 움직이는 금붕어에 호기심을 가지고 금붕어의 생김새와 구조, 먹이, 서식 환경 등 다양한 측면에 대해 생각하여 의문을 생성하였다. 따라서 과학적 의문 생성에 대하여 동기를 유발하고 쉽게 익숙해질 수 있도록 하기 위해 금붕어 과제를 연습 과제로 선택하였다. 연습 과제를 수행할 때에는 금붕어가 먹이 훈련을 통해 다양한 행동을 보이는 동영상과 여러 종류의 금붕어가 어항 안에서 헤엄치는 모습을 담은 동영상 등 학생들이 호기심을 가질만한 자료를 동영상으로 제시하였다.

나. 사이다 속 건포도 과제

사이다 속 건포도 과제는 건포도 여러 개를 사이다가 담긴 비커에 넣고 일어나는 현상을 관찰하는 과제이다. 건포도를 사이다에 넣으면 처음에는 가라앉지만 시간이 지나면 다시 사이다 표면으로 떠오르게 된다. 그리고 떠올랐던 건포도는 표면에 붙은 기포가 터지면서 다시 바닥으로 가라앉게 된다. 이렇게 건포도가 떴다가 가라앉기를 반복하는 이유는 밀도의 변화 때문이다. 사이다 속에 녹아있는 이산화탄소 기체가 압력 차에 의해 빠져나오면서 건포도의 거친 표면에 달라붙으면 밀도가 작아져 떠오르게 되며, 반대로 떠오른 건포도의 표면에서 기포가 터지면 밀도가 커져 다시 가라앉게 되는 것이다. 사이다와 건포도는 일상 속에서 흔하게 볼 수 있는 친근한 소재이며 학생들이 오감을 사용하여 관찰할 수 있고 쉽게 조작할 수 있으며 다양한 실험이 가능하기 때문에 본 연구의 의문 생성 과제로 선택하였다.

다. 촛불 과제

촛불 과제는 페트리 접시에 촛농을 떨어뜨려 초를 세운 후 초가 타는 동안 일어나는 현상을 관찰하는 과제이다. 초에 불을 붙이면 그 열에 의해 고체 상태의 초가 액체로 변하는데 이것이 다시 심지를 타고 올라가 기화되면서 기체가 된다. 초의 주성분은 파라핀 계열의 탄화수소로서 고체나 액체 상태에서는 불이 붙지 않고, 오직 기체 상태에서만 불이 붙는다. 기체 상태의 초가 공기 중의 산소와 결합하면 빛과 열을 내며 타기 시작하는데 이 현상을 연소라고 하며, 이 과정 중에 새로운 화합물이 생성되는 화학적 변화가 일어난다. 촛불 과제를 본 연구의 의문 과제로 선택한 이유는 생활 속에서 흔히 사용하는 소재이며 간단한 조작과 실험이 가능하기 때문이다. 학생들은 촛불을 관찰하면서 초와 촛불, 촛농, 연소 시 생성되는 물질, 핀셋이나 집기병으로 조작을 가하였을 때 일어나는 현상 등에 대하여 다양한 과학적

Table 3. Observational tasks that were finally selected

구분	과제	제시 방법	준비물	과제 수행 시간
연습 과제	금붕어	동영상	동영상 [금붕어 훈련], [여러 가지 금붕어]	20분
과학적 의문 생성 과제	사이다 속 건포도	실물	사이다, 건포도, 비커, 종이컵, 물, 나무젓가락, 초시계, 자, 온도계	20분
	촛불	실물	초, 페트리접시, 핀셋, 집기병, 접화기, 초시계, 자, 온도계	20분
	염색된 샐러리	실물	염색된 샐러리, 칼, 일회용 접시, 초시계, 자, 온도계	20분

의문을 생성할 수 있었다.

라. 염색된 샐러리 과제

염색된 샐러리 과제는 메틸렌 블루를 희석한 물에 샐러리를 일정 시간 동안 담가 염색시킨 후 물관 등을 관찰하는 과제이다. 식물의 뿌리에서 흡수된 수분은 물관이라는 식물의 기관을 통해 식물체 전체로 퍼진다. 마찬가지로 메틸렌 블루를 희석한 물은 샐러리의 물관을 통해서 이동하게 된다. 따라서 염색된 샐러리를 가로, 세로로 잘라 단면을 살펴보면 가느다란 관만 염색된 것을 눈으로 확인할 수 있다. 이렇게 식물이 물관을 통해 수분을 흡수하는 것은 모세관 현상에 의한 것이다. 모세관 현상이란 액체 속에 폭이 좁고 긴 관을 넣었을 때, 관 내부의 액체 표면이 외부의 표면보다 높거나 낮아지는 현상으로 액체의 응집력과 관과 액체 사이의 부착력에 의한 현상이다. 염색된 샐러리 역시 생활에서 쉽게 접할 수 있는 재료이며 오감을 활용한 관찰과 조작이 용이하기 때문에 의문 생성 과제로 선택하였다.

3. 과제 수행

자료 수집을 위한 관찰 과제의 수행은 다음과 같이 진행되었다. 연구자는 관찰 과제를 수행하기 전에 학생들이 과학적 의문을 생성하고 기록하는 데 익숙해질 수 있도록 활동에 대하여 충분히 안내하였다. 그리고 학생들이 과학적 의문이 무엇인지에 대해 정확히 이해했다고 판단될 때 연습 과제를 제시하여 의문을 생성하는 연습을 하도록 하였다. 연습 과제 수행 시간은 관찰 과제 수행 시간과 일치시켜 20분간 진행하였다. 의문 기록지를 작성할 때는 관찰이 끝난 후에 한꺼번에 정리하는 것이 아니라 과제를 수행하는 동안 떠오르는 의문을 즉시 기록할 수 있도록 안내하였으며 가능한 떠올린 의문 모두를 적을 것을 요구하였다.

과학적 의문 생성을 위한 관찰 과제는 사이다 속 건포도, 촛불, 염색된 샐러리 순으로 제시하였다. 학생들은 실물로 제공된 준비물들을 가지고 개인별로 20분간 자유롭게 관찰하며 떠오르는 의문을 의문 기록지에 기록하였다. 이때 연구자는 다른 학생이 제기한 의문의 영향을 배제하기 위해서 학생들 간의 대화나 정보 교환이 최소화될 수 있도록 통제하였으며 반드시 자신이 떠올린 의문만을 쓰도록 하였다. 또한 수업자가 결과에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 연구자가 두 집단의 수업을 모두 진행하였고 학생들의 관찰 활동에 일체 관여하지 않았다.

과학적 의문 만들기 - 사이다 속 견포도 관찰

()학년 ()반 이름 ()

과학적 의문이란 자연 현상에 대하여 알고 싶은 모든 것을 의미합니다. 따라서 인간의 의도적인 목적이나 인위성을 알고 싶어 하는 것은 과학적 의문이 될 수 없습니다. 예를 들어 "이 실험은 누가 만들었을까?", "이것을 우리에게 왜 주었을까?"와 같은 것들은 과학적 의문이 아닙니다.

★ 오감을 사용하거나 제공된 자, 온도계 등의 준비물을 활용하여 다양하게 관찰을 한 후 떠오르는 의문을 한 문장으로 적어 봅시다. 그리고 의문에 포함된 알고 싶은 내용을 자세하게 적어 봅시다.

의문

Figure 1. Example of scientific question paper

4. 자료 수집

이 연구에서는 자료의 진실성과 연구 결과에 대한 신뢰도를 높이기 위하여 학생이 작성한 의문 기록지와 개방형 설문, 면담, 활동 녹화 자료 등을 수집하여 자료를 다각화하였다. 과학적 의문 생성 패턴을 분석하기 위한 의문 기록지는 Oh *et al.* (2010)이 연구에서 사용한 과학적 의문 생성 활동지를 기초로 하되 예비 연구를 통하여 수정·보완하여 사용하였다(Figure 1). 면담은 학생이 작성한 의문 기록지의 내용만으로는 의문의 의미를 파악하기 어려운 경우 보다 정확한 분석을 위해 실시하였다. 또한 세 가지 과제에서 나타난 과학적 의문 생성 패턴이 특징적인 학생들을 선택하여 그러한 방식으로 의문을 생성한 이유나 과제에 따라 의문 생성에 차이가 있었던 이유 등에 대한 면담을 실시하였다. 면담은 학생들이 의문 생성 과제를 수행한 직후에 이루어졌으며, 학생들이 작성한 의문 기록지를 연구자와 학생이 함께 보면서 1:1로 진행되었다. 각 학생들이 나타내는 활동이나 생성한 의문이 모두 달랐으므로 각각의 특성에 맞추어 반구조화된 면담을 실시하였다. 그리고 사전 경험이나 과제 특성 등에 대한 추가적인 정보를 얻기 위해 개방형 설문을 실시하고 활동과 면담의 전 과정은 녹화 및 녹음하여 보조 자료로 활용하였다.

5. 자료 분석

연구를 위해 수집된 자료의 분석은 총 3단계에 걸쳐 이루어졌다. 먼저 학생들이 관찰 과제 수행 중 작성한 의문 기록지와 개방형 설문, 면담, 활동 녹화 자료 등을 전사하여 반복적으로 읽으며 의미를 파악한 후, 1차로 Lee *et al.* (2004)의 분석틀(Table 4)을 활용하여 학생들이 생성한 과학적 의문의 유형을 분석하였다. 이때 학생들이 생성한 의문 중에서 과학적 의문이 아닌 것은 분석에서 제외하였다. 연구에서 사용한 과학적 의문 유형 분석틀이 연구 목적에 적합하지 확인하기 위하여 분석틀 선정 시 과학교육 전문가 1인과 박사과정 수료 중인 현직교사 2인, 석사과정 수료 중인 현직교사 1인과의 협의 과정을 거쳤다.

Table 4. Coding scheme of types of scientific questions

의문의 유형	구분 기준
추측적 의문	현재의 관찰 결과나 관찰된 일련의 사건 즉, 대상 자체의 개념이나 명칭, 성분, 구조, 기능 등에 대한 궁금증이 나타난 의문
인과적 의문	관찰 사실을 근거로 어떤 현상이 일어나게 된 원인에 대한 궁금증이 나타난 의문
예측적 의문	어떤 현상의 원인으로 작용하는 몇몇 변인들을 달리했을 때 나타날 수 있는 새로운 현상이나 아직 관찰되지 않은 것에 대한 궁금증이 나타난 의문
방법적 의문	현재의 관찰 사실을 다른 방법으로 해결하기 위하여 자신의 지식을 새롭게 구성하고 통합할 수 있는 방법에 대해 궁금해 하는 의문
적용적 의문	현재 관찰하고 있는 대상의 쓰임새를 궁금해 하는 의문

2차 분석 과정에서는 1차로 분석된 각 유형의 의문들을 생성된 순서대로 나열하였으며, 이러한 의문 순서화를 통해 학생들이 각 유형의 의문을 생성해나가는 방식을 분석하여 패턴을 찾았다. 3차 분석 과정에서는 앞서 추출한 패턴 코드들을 의문의 유형 및 순서, 반복, 순환 여부를 기준으로 분류하였다. 먼저 학생들이 나타낸 과학적 의문 생성 패턴들을 검토하여 공통점과 차이점에 따라 분류한 다음, 선행 연구들을 근거로 분류기준들을 개념화하여 기술하였다. 그런 다음 각각의 분류기준들을 종합하여 과학적 의문 생성 패턴을 분류할 수 있는 분류틀을 고안하고, 이 분류틀에 따라 학생들이 나타낸 과학적 의문 생성 패턴을 분류하였다. 2차 분석 과정과 3차 분석 과정은 모두 개방 코딩(Corbin & Strauss, 1990)을 통해 귀납적으로 이루어졌다. 개방 코딩은 연역적 추론 대신 발견과 이론 발달에 초점을 맞추는 코딩 기법으로서 수집된 자료의 의미를 토대로 귀납적으로 이루어지며 자료 속에 함축된 의미에 맞는 주제나 용어를 연구자가 직접 찾거나 만들어내는 방법이다(Kim, 2012).

자료 분석의 신뢰도를 확보하기 위하여 연구자와 경력 5년 이상의 과학교육 전공 교사 2인을 포함한 3인이 분석에 참여하였다. 분석 참여자들은 연구자가 제시한 60개의 사례를 생성된 의문의 유형과 순서, 반복, 순환 여부 등 4가지 개별 분류기준에 따라 독립적으로 분류하였다. 그 결과, 60개의 분석 사례 중 3개의 사례를 제외한 모든 사례에서 동일한 분석 결과가 나왔다. 일치하지 않은 분석 결과에 대해서는 모두 동의할 때까지 협의를 계속하여 분석시간 일치도가 100%가 되도록 하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등과학영재와 일반학생의 과학적 의문 생성 패턴

초등과학영재 26명과 일반학생 27명이 3가지 관찰 과제를 수행하며 생성한 각 유형의 의문들을 순서화하여 분석한 결과, 총 61개의 과학적 의문 생성 패턴을 추출할 수 있었다. 연구자는 이 61개의 패턴을 의문의 유형과 순서, 반복, 순환 여부를 기준으로 분류하였다. 그 결과, 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타낸 과학적 의문 생성 패턴은 ‘[패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’, ‘[패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’, ‘[패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’, ‘[패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’,

Table 5. Patterns in generating scientific questions of elementary science gifted and general students

category	criterion
[Pattern 1] single	generate only one type of scientific questions related to observed phenomena
[Pattern 2] sequential	generate separate types of scientific questions sequentially without repetition or circulation
[Pattern 3] repetitive	generate the same type of scientific questions with the one generated just before again in generating separate types of scientific questions sequentially
[Pattern 4] circulative	generate a series of scientific questions eventually lead back to the initial type in generating separate types of scientific questions sequentially
[Pattern 5] repetitive and circulative	appear both repetition and circulation as the most complex and selective pattern in the five patterns

‘[패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’의 다섯 가지로 분류할 수 있었다(Table 5). 각 패턴의 대표적인 예를 그림으로 나타내면 Figure 2와 같다.

이 연구에서 분류한 패턴들 가운데 ‘[패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’과 ‘[패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’, ‘[패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’은 선행 연구들에서 분류한 의문 생성 패턴과 부분적으로 유사한 점이 있었으나, ‘[패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’과 ‘[패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’은 다른 선행 연구에서는 언급되지 않았던 새로운 형태의 과학적 의문 생성 패턴이었다. 이러한 결과는 교사들이 학생들을 대상으로 질문을 할 때 순서화 전략을 사용하듯이 학생들도 스스로 탐구를 진행하는 과정에서 과학적 의문을 생성하는 나름의 방식을 가지고 있다는 것을 보여준다.

초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타난 다섯 가지 과학적 의문 생성 패턴에 대한 결과 및 논의는 다음과 같다.

가. [패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성

‘[패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’은 관찰 현상과 관련하여 단 한 가지 유형의 의문만을 생성하는 패턴이다. 생성한 의문의 수와는 상관없이 모두 똑같은 유형의 의문만을 병렬적으로 생성한 경우가 이에 해당된다. 이 패턴은 생성한 모든 의문이 한 가지 유형이라는 점에서 같은 인지적 수준에서 모두 질문하는 Vogler (2005)의 같은 경로 패턴(same path)이나 Zion과 Sadeh (2007)의 병행적 모델(parallel model, PM)과 유사하다. 이 패턴을 나타내는 학생들은 주로 인과적 의문만을 생성한 경우가 많았으며, 추측적 의문만을 생성한 경우와 예측적 의문만을 생성한 경우가 드물게 나타났다. ‘[패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’ 중 인과적 의문만 생성한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

<영재학생 G1이 사이다 속 건포도 과제에서 생성한 과학적 의문>

1. 건포도가 왜 내려갔다가 올라올까? (인과적 의문)
2. 건포도에 공기 방울이 생기는 이유는 무엇일까? (인과적 의문)
3. 사이다에 넣었다가 뺀 건포도는 왜 일반 건포도보다 말랑할까? (인과적 의문)
4. 왜 물에 넣은 건포도는 떠오르지 않는 걸까? (인과적 의문)

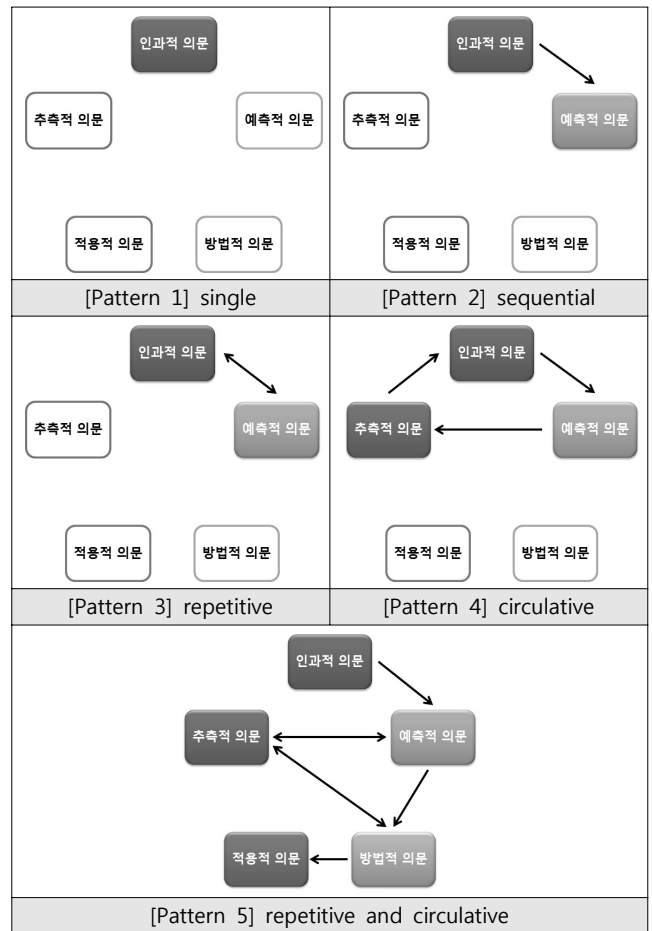


Figure 2. Example of the five patterns

5. 물에 넣은 건포도보다 사이다에 넣은 건포도에 공기방울이 더 많이 생기는 이유는? (인과적 의문)

영재학생 G1은 관찰 과제를 수행하는 동안 오직 인과적 의문만을 생성하였다. 각각의 의문 내용을 살펴보면 건포도가 내려갔다가 올라오는 이유, 건포도 주변에 기포가 생기는 이유 등 주로 어떠한 현상을 관찰한 후에 그 현상의 원인에 대한 궁금증을 병렬적으로 생성하였다는 것을 알 수 있다.

학생들이 이러한 인과적 의문들을 해결하기 위해서는 지식을 탐색하고, 의문 상황과 경험 상황을 비교하며, 설명자를 차용하는 등의 과정을 거쳐야 한다. 이러한 과정들은 이미 알고 있는 다른 상황과의 유사성을 바탕으로 현 상황에 적절한 설명자를 차용한다는 점에서 귀추적 추론 과정으로 볼 수 있다(Kwon et al., 2003a). 하지만 학생들은 인과적 의문의 해결을 위한 사전 지식이나 탐구 경험을 충분히 가지고 있지 못하므로 다른 유형의 의문들을 생성하고 해결하는 과정이 없는 설명자 탐색에 어려움을 겪을 수밖에 없다(Elstgeest, 1985).

따라서 이렇게 한 가지 유형의 의문만을 생성하는 것은 학생들이 실제적으로 탐구를 진행하는 데 도움을 주지 못한다. 이는 병렬적 의문 생성은 하나의 의문을 해결하는 것이 다른 의문의 생성이나 해결에는 거의 영향을 미치지 못하며, 각각의 의문을 해결하는 것은 단지 다른 의문들에 대한 답을 이해하는 데 도움을 줄 뿐이라는 Zion과 Sadeh (2007)의 연구 결과에 의해 뒷받침될 수 있다.

나. [패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성

‘[패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’은 두 가지 혹은 세 가지 유형의 의문을 반복이나 순환 없이 순차적으로 생성하는 패턴이다. 이 패턴은 질문의 수준을 더 높은 수준으로 끌어올리기 전에 같은 인지적 수준에서 여러 번 질문하는 Vogler (2005)의 확장 및 수준 높임 패턴(*extending and lifting*)과 유사하다. ‘[패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’ 중 두 가지 유형의 의문을 차례로 생성한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

<영재학생 G2가 사이다 속 건포도 과제에서 생성한 과학적 의문>

1. 사이다에서 왜 기포가 나올까? (인과적 의문)
2. 건포도에서 왜 기포가 발생할까? (인과적 의문)
3. 건포도는 왜 떠오를까? (인과적 의문)
4. 왜 다시 가라앉을까? (인과적 의문)
5. 똑같은 건포도일 때 떠오르고 가라앉는 속도가 같을까? (예측적 의문)
6. 시간이 지나도 떠오르고 가라앉을까? (예측적 의문)
7. 물에 넣어도 이 일이 반복될까? (예측적 의문)
8. 어떤 온도에서 건포도가 가장 많이 떠오르고 가라앉을까? (예측적 의문)
9. 사이다에 넣은 건포도의 맛은 어떻게 변할까? (예측적 의문)
10. 다른 과일도 건포도처럼 떠오르고 가라앉을까? (예측적 의문)
11. 건포도의 모양은 변할까? (예측적 의문)
12. 용기의 재질 또는 모양에 따라 변할 수 있을까? (예측적 의문)
13. 가라앉고 떠오르는 시간은 변할까? (예측적 의문)

영재학생 G2는 과제 수행 초기에 4회에 걸쳐 인과적 의문을 생성하다가 그 다음부터는 예측적 의문만을 지속적으로 생성하였다. 인과적 의문은 주로 기포 발생 이유와 건포도가 떠오르고 가라앉는 현상의 원인에 관한 것이었으며, 예측적 의문은 건포도가 떠오르고 가라앉는 현상이 시간이나 용액의 종류, 온도 등 다양한 변인에 의해 어떻게 달라질지를 묻는 것이었다.

이러한 방식으로 의문을 생성할 때 후반에 생성한 예측적 의문들을 검증하는 것은 처음에 생성한 인과적 의문의 답을 추론하는 데 도움을 줄 수 있다. 예측적 의문은 초등학교들도 간단한 실험들을 통해 손쉽게 해결할 수 있는 형태의 의문이며, 이러한 의문의 해결을 통해 얻은 지식을 바탕으로 인과적 의문에 대하여 보다 논리적인 방식으로 가설을 생성할 수 있기 때문이다. 예를 들어 학생들은 시간이 지남에 따라 건포도가 떠오르고 가라앉는 현상이 줄어드는 것을 알게 될 것이며, 건포도를 물에 넣어봄으로써 학생들이 관찰한 현상이 사이다와 같은 용액에서만 가능하다는 것을 알게 될 것이다. 학생들은 이와 같이 예측적 의문들을 해결하기 위해 직접 실험을 수행하면서 현상의 원인이 사이다에서 발생하는 기포와 관련 있다는 것을 추론할 수 있다.

이는 한 유형의 의문을 해결하는 것은 앞서 생성된 다른 유형의 의문을 해결하는 데 영향을 미칠 수 있으며, 앞서 생성된 의문의 해결은 다음 의문의 생성을 이끌 수 있다는 선행 연구의 결과와도 일치하는 결과이다(Thagard, 1998; Zion & Sadeh, 2007; Oh *et al.*, 2010; Elstgeest, 1985). 이러한 패턴으로 의문을 생성할 때 탐구의 방향은 탐구를 진행하는 동안 변화될 수 있으므로 보다 높은 정도의 역동성을 갖게 된다. 따라서 이 패턴은 한 가지 유형의 의문만을 생성하는 패턴

에 비해 보다 진보적인 패턴이라고 볼 수 있다.

다. [패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성

‘[패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’은 바로 앞에서 생성하였던 유형의 의문을 다시 생성하는 패턴이다. 두 가지 유형의 의문을 반복하여 생성한 경우와 세 가지 유형의 의문을 생성하며 반복이 있는 경우, 네 가지 유형의 의문을 생성하며 반복이 있는 경우가 여기에 포함된다. 더불어 특정한 유형의 의문을 여러 번 반복하여 생성하는 경우도 다수 나타났다. 이 패턴은 다른 선행 연구들에서는 언급되지 않았던 새로운 형태의 과학적 의문 생성 패턴이다. ‘[패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’ 중 두 가지 유형의 의문을 반복하여 생성한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

<일반학생 S1이 염색된 샐러리 과제에서 생성한 과학적 의문>

1. 식물은 왜 물을 빨아들일까? (인과적 의문)
2. 식물은 모든 액체를 흡수할까? (예측적 의문)
3. 식물이 빨아들인 물은 왜 위로 향할까? (인과적 의문)
4. 잎의 끝까지 이동된 물은 어떻게 될까? (예측적 의문)
5. 식물은 물을 빨아들이고 물은 냄새를 빨아들이는 역할도 하는데 왜 냄새가 계속 날까? (인과적 의문)

일반학생 S1은 염색된 샐러리를 관찰하면서 총 5개의 의문을 생성하였는데 모두 인과적 의문과 예측적 의문이었으며, 이 두 가지 유형의 의문을 번갈아가며 생성하였다. 이 학생은 처음에는 “식물은 왜 물을 빨아들일까?”라는 인과적 의문을 생성하였으며, 다음으로 “식물은 모든 액체를 흡수할까?”와 같이 앞의 인과적 의문과 관련된 예측적 의문을 생성하였다. 그리고 나서 다시 “식물이 빨아들인 물은 왜 위로 향할까?”라는 인과적 의문을 생성한 다음, 그와 관련 있는 예측적 의문인 “잎의 끝까지 이동된 물은 어떻게 될까?”를 생성하였다. 즉, 이 학생은 인과적 의문을 생성한 후 그와 밀접하게 연관된 예측적 의문을 생성하기를 반복하였다.

이 사례에서 주목할 만한 것은 학생이 생성하는 과학적 의문의 내용이 점차 정교화되고 있다는 사실이다. 이 학생은 관찰 과제 수행 중 일관적으로 식물이 물을 흡수하는 원리에 대하여 관심을 갖고 이와 관련된 의문들을 생성하였다. 학생이 첫 번째로 궁금해 했던 식물이 물을 끌어올리는 원리는 삼투 현상으로 인한 뿌리압, 모세관 현상, 증산 작용 등이 복합적으로 작용한 것으로 설명할 수 있다. 따라서 이러한 원리들에 대한 사전 지식을 가지고 있지 않은 이상 학생들이 이 의문을 바로 해결하기는 어렵다. 하지만 이 학생은 이와 관련된 예측적 의문과 인과적 의문을 반복하여 생성함으로써 원리를 추론하기 위한 지식들을 생성할 수 있다. 예측적 의문인 “식물은 모든 액체를 흡수할까?”를 해결하는 과정을 통해 액체의 종류에 따라 흡수율이 달라진다는 사실을 알 수 있으며, 인과적 의문 “식물이 빨아들인 물은 왜 위로 향할까?”와 예측적 의문 “잎의 끝까지 이동된 물은 어떻게 될까?”를 해결함으로써 증산작용에 대한 힌트를 얻을 수 있기 때문이다.

이러한 패턴으로 의문을 생성할 때 학생들은 인과적 의문에 뒤이어 생성된 예측적 의문을 해결함으로써 앞서 생성한 인과적 의문의 답에

대한 실마리를 찾을 수 있다. Yang *et al.* (2006)은 과학자들의 지식 생성 과정은 시행착오에 의한 반복이나 이미 생성된 지식을 상세화하기 위한 반복의 과정을 포함한다고 하였다. 따라서 이렇게 서로 다른 유형의 의문들을 반복적으로 생성하였다는 것은 학생들이 필요에 따라 선택적으로 의문을 생성할 수 있으며 스스로 지식을 생성하기 위해 노력하고 있음을 나타낸다. 또한 Oh *et al.* (2010)에 의하면 과학적 의문에 담긴 내용의 질적인 변화는 의문 생성 과정에서 학생들의 사고가 확장되고 정교화될 수 있음을 시사한다. 따라서 학생들이 반복적으로 의문을 생성할 때 수반되는 의문 내용의 질적인 변화는 학생이 의문을 실제적으로 해결하기 위해 더 깊고 폭 넓게 사고하고 있음을 보여준다.

라. [패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성

‘[패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’은 여러 유형의 의문을 순차적으로 생성하다가 다시 처음에 생성했던 유형의 의문으로 돌아가는 패턴을 말한다. 세 가지 유형의 의문을 순환하여 생성하거나 네 가지 유형의 의문을 생성하며 순환이 있는 경우가 이에 포함된다. 이 패턴은 마지막에는 결국 처음에 생성한 유형의 의문으로 끝나는 점에서 Vogler (2005)의 순환적인 경로 패턴(circular path)이나 VanTassel-Baska (2014)의 순환적인 모델(circular model)과 유사하다. 이 패턴은 순서와 순환은 있되 반복은 없는 패턴으로 다섯 가지 패턴 중 수가 가장 적게 나타났다. 그 이유는 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성할 경우 반복이 함께 나타나는 것이 대부분이었기 때문이다. 반복과 순환이 함께 나타나는 패턴은 반복만 나타나는 패턴이나 순환만 나타나는 패턴과는 또 다른 특징을 보였으므로 이들과는 별개의 패턴으로 분류하였다. ‘[패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’ 중 세 가지 유형의 의문을 순환하여 생성한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

<일반학생 S2가 촛불 과제에서 생성한 과학적 의문>

1. 양초에 불이 붙을 수 있는 이유는 무엇일까? (인과적 의문)
2. 촛농이 굳는 데 얼마나 걸릴까? (예측적 의문)
3. 양초의 불이 색이 다른데 파란 부분이 더 뜨거울까? 빨간 부분이 더 뜨거울까? (추측적 의문)
4. 촛농이 녹기 전에는 몇 도 정도 될까? (추측적 의문)
5. 왜 지우개를 태우면 검은 연기가 날까? (인과적 의문)

일반학생 S2는 처음에 양초에 불이 붙을 수 있는 이유를 궁금해 하는 인과적 의문에서 시작하여 촛농이 굳는 시간에 대한 예측적 의문과 촛불의 부분별 온도 등을 궁금해 하는 추측적 의문을 생성한 다음, 다시 처음으로 돌아가 지우개를 태우면 검은 연기가 나는 이유에 대한 인과적 의문을 생성하였다. 의문의 내용을 자세히 살펴보면 각 의문이 서로의 해결에 도움을 주기보다는 각각의 의문을 해결함으로써 관찰한 현상과 관련된 다양한 과학적 지식을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 의문의 유형 간에 우열의 관계를 논하기는 어려우나, 획일적인 유형의 의문을 생성했을 때보다 다양한 유형의 의문을 생성했을 때 탐구 과정에서 더 다양한 설명을 얻을 수 있다는 Shin (2007)의 연구 결과에 의해 지지된다.

마. [패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성

‘[패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’은 다섯 가지 패턴 중 가장 복잡하고 선택적인 패턴으로서 반복과 순환이 모두 나타나는 패턴이다. 이 패턴에는 세 가지 유형의 의문을 순환하여 생성하며 반복이 있는 경우와 네 가지 유형의 의문을 생성하며 반복·순환이 있는 경우, 그리고 다섯 가지 유형의 의문을 생성하며 반복·순환이 있는 경우가 포함된다. 다섯 가지 유형의 의문을 모두 생성한 학생은 영재학생 단 한 명뿐이었는데 그 사례가 바로 이 패턴에 해당되었다. 이 학생이 염색된 샐러리 과제를 수행하며 생성한 의문들은 다음과 같다.

<영재학생 G3가 염색된 샐러리 과제에서 생성한 과학적 의문>

1. 왜 물관이 파란색으로 물들었을까? (인과적 의문)
2. 왜 염색이 가운데는 되지 않았을까? (인과적 의문)
3. 껍질 자체에만 묻지 않은 이유는? (인과적 의문)
4. 더 많이 염색하면 어떤 일이 벌어질까? (예측적 의문)
5. 염색된 부분의 파랑 알갱이는 무엇일까? (추측적 의문)
6. 앞만 염색을 시킬 수는 없을까? (방법적 의문)
7. 앞을 염색하는 방법은 무엇일까? (방법적 의문)
8. 샐러리를 자를 때 나는 냄새는 무슨 성분일까? (추측적 의문)
9. 실제로 물이 식물을 돌 때 잎의 끝에는 잘 돌지 않을까? (예측적 의문)
10. 두 가지 색으로 염색하는 방법은? (방법적 의문)
11. 사람도 머리 말고 염색이 가능할까? (적용적 의문)

영재학생 G3는 과제 수행 초기에는 샐러리의 기관에 따라 염색되는 정도가 다른 이유에 대해 궁금해 하며 인과적 의문을 주로 생성하였으나 그 이후부터는 다른 유형의 의문들을 다양하게 생성하였다. 내용을 자세히 살펴보면 예측적 의문 “더 많이 염색하면 어떤 일이 벌어질까?”와 추측적 의문 “염색된 부분의 파랑 알갱이는 무엇일까?”를 해결하는 것은 앞에서 생성된 세 가지 인과적 의문을 해결하는 데 도움을 줄 수 있다.

그러나 그 다음으로 생성된 방법적 의문 두 가지는 염색하는 방법에 대한 것으로 앞에서 생성된 의문들처럼 염색에 관한 것이지만 줄기가 아닌 잎 부분에 새롭게 관심을 가졌으며, 잎 부분이 염색되지 않은 것을 보고 잎을 염색하려면 어떻게 해야 하는지에 대해서 궁금해 하고 있다. 이러한 의문을 해결하기 위해서는 방법적 의문이 정의하는 바와 같이 현재의 관찰 사실을 다른 방법으로 해결하기 위하여 자신의 지식을 새롭게 구성하고 통합하는 과정이 필요하므로(Lee *et al.*, 2004a) 이를 해결하기 위해서는 보다 확장된 사고가 요구된다.

또한 과제 수행 후기에는 샐러리의 냄새와 식물체내 물의 순환, 두 가지 색으로 염색하는 방법, 사람의 몸도 염색이 가능한지 등 다양한 과학적 설명들을 요구하는 여러 가지 유형의 의문들이 수평적으로 생성되었다. 특히 마지막으로 생성된 적용적 의문은 다른 의문에 비해 확장된 사고를 필요로 하는 높은 수준의 의문이다(Oh *et al.*, 2010).

즉, 영재학생 G3는 탐구 수행 초기에는 앞에서 생성한 인과적 의문의 해결에 도움이 되는 의문들을 생성한 반면, 탐구가 진행될수록 확장적인 사고를 요구하는 의문들을 생성하였다. 이는 학생이 의문을 필요에 따라 선택적으로 생성함으로써 실제적으로 의문을 해결하려고 노

Table 6. Frequency of the patterns in generating scientific questions of science gifted and general students

범 주	빈 도(%)							
	과제1		과제2		과제3		전체	
	영재	일반	영재	일반	영재	일반	영재	일반
[Pattern 1] single	2 (7.7)	9 (33.3)	6 (23.0)	14 (51.9)	4 (15.3)	13 (52.0)	12 (15.4)	36 (45.6)
[Pattern 2] sequential	1 (3.8)	5 (18.6)	6 (23.0)	6 (22.2)	3 (11.6)	6 (24.0)	10 (12.8)	17 (21.5)
[Pattern 3] repetitive	15 (57.7)	12 (44.4)	12 (46.3)	5 (18.5)	7 (26.9)	4 (16.0)	34 (43.6)	21 (26.5)
[Pattern 4] circulative	0 (0.0)	1 (3.7)	0 (0.0)	2 (7.4)	4 (15.4)	1 (4.0)	4 (5.1)	4 (5.1)
[Pattern 5] repetitive and circulative	8 (30.8)	0 (0.0)	2 (7.7)	0 (0.0)	8 (30.8)	1 (4.0)	18 (23.1)	1 (1.3)
합 계	26 (100)	27 (100)	26 (100)	27 (100)	26 (100)	25 (100)	78 (100)	79 (100)

※ 일반학생 2명은 염색된 셀러리 과제에서 과학적 의문을 생성하지 않음.

력하는 동시에 관찰한 현상과 관련하여 다양한 과학적 지식을 얻고자 노력하였음을 보여준다. 따라서 이러한 패턴의 의문 생성을 통해 학생들은 역동적으로 탐구를 진행할 수 있을 뿐만 아니라 과학적 사고력을 신장시키는 데에도 도움을 얻을 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 이 연구에서 분류한 각 패턴들은 서로 다른 특성들을 나타냈으며, ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’에서 ‘패턴 5’ 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’으로 갈수록 복잡성과 역동성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 각각의 패턴은 의문들 서로의 해결을 돕거나, 탐구의 진행을 원활히 하거나, 다양한 과학적 지식을 획득하는 등 기여하는 부분이 달랐다. 이러한 결과는 학생들이 과학적 의문을 생성하는 방식이 탐구 과정에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다.

2. 초등과학영재와 일반학생의 과학적 의문 생성 패턴 비교

초등과학영재와 일반학생은 각각 다섯 가지 패턴을 모두 나타내었으나 그 빈도에는 차이가 있었다(Table 6).

첫째, 초등과학영재는 과제 1(사이다 속 건포도)에서 2명(7.7%), 과제 2(춧불)에서 6명(23.0%), 과제 3(염색된 셀러리)에서 4명(15.3%)이 ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’을 나타냈다. 반면, 일반학생은 과제 수행 순서대로 9명(33.3%), 14명(51.9%), 13명(52.0%)이 ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’을 나타냈다. 즉, 일반학생들은 모든 과제에서 영재학생들에 비해 ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’을 현저히 많이 나타냈다.

둘째, 초등과학영재는 과제 순으로 1명(3.8%), 6명(23.0%), 3명(11.6%)이 ‘패턴 2’ 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’을 나타냈으나, 일반학생은 5명(18.6%), 6명(22.2%), 6명(24.0%)이 ‘패턴 2’ 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’을 나타냈다. ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’에 비해서는 차이가 적지만 ‘패턴 2’ 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’ 역시 영재학생들에 비해 일반학생들이 더 많이 나타냈다는 것을 알 수 있다.

셋째, 초등과학영재는 과제 순으로 15명(57.7%), 12명(46.3%), 7명(26.9%)이 ‘패턴 3’ 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’을 나타

냈으나, 일반학생은 12명(44.4%), 5명(18.5%), 4명(16.0%)이 ‘패턴 3’ 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’을 나타냈다. 이는 ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’과는 정확히 반대되는 결과로서 영재학생들은 모든 과제에서 ‘패턴 3’ 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’을 일반학생들에 비해 현저하게 더 많이 나타냈다.

넷째, 초등과학영재는 과제 순으로 0명(0.0%), 0명(0.0%), 4명(15.4%)이 ‘패턴 4’ 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’을 나타냈으나, 일반학생은 1명(3.7%), 2명(7.4%), 1명(4.0%)이 ‘패턴 4’ 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’을 나타냈다. 이 패턴은 초등과학영재와 일반학생 모두에게서 가장 적게 나타났다. 그 이유는 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성할 경우 반복이 함께 나타나는 것이 대부분이었기 때문인 것으로 생각된다.

다섯째, 초등과학영재는 과제 순으로 8명(30.8%), 2명(7.7%), 8명(30.8%)이 ‘패턴 5’ 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’을 나타냈으나, 일반학생은 0명(0.0%), 0명(0.0%), 1명(4.0%)이 ‘패턴 5’ 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’을 나타냈다. 영재학생들은 상당수가 ‘패턴 5’ 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’을 나타낸 반면, 일반학생들은 염색된 셀러리 과제에서 단 1명만이 ‘패턴 5’ 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’을 나타낸 것이다. 이러한 결과는 초등과학영재와 일반학생이 과학적 의문을 생성하는 방식에 큰 차이가 존재함을 보여준다.

종합해보면, 영재학생들은 모든 과제에서 ‘패턴 3’ 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’과 ‘패턴 5’ 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’을 일반학생들에 비해 많이 나타낸 반면, 일반학생들은 ‘패턴 1’ 한 가지 유형의 의문 생성’과 ‘패턴 2’ 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’을 영재학생들에 비해 많이 나타냈다. 즉, 영재학생이 일반학생에 비해 더 복잡하고 선택적인 패턴으로 과학적 의문을 생성하였다. 이는 영재학생이 일반학생에 비해 더 실제적으로 의문을 해결하고 다양한 과학적 지식을 얻고자 노력하였음을 나타낸다. 이와 관련된 면담 자료의 일부를 살펴보면 다음과 같다.

<다양하게 의문을 생성한 이유에 대한 면담 결과>

• 영재학생들의 응답

영재학생 G4 : 생각해보니까 처음에는 좀 막막했는데... 결과만 생각하다 보니까 너무 작아서 막막했는데... 하다 보니까... 그 과정을 생각해보니까 다양한 게 나온 것 같아요.

영재학생 G5 : 처음에는 간단하게 생각했구요. 뒤에는 음... 질문이 조금 밖에 없으니까 좀 더 어렵게 생각해야 될 것 같아요.

영재학생 G6 : 이제 생각이 바닷나니까... 생각을 하다 보니까... 갑자기 일상생활에 활용될 건 무엇일까 생각해서 일상생활을 적었어요.

• 일반학생들의 응답

일반학생 S2 : 뭐지... 그 막 할 때... 적을 공간 같은 게 많았어요.

일반학생 S3 : 첫 번째라.

일반학생 S4 : 이게 제일 쉬워서 그런 것 같은데요. 제일 재미있었고 쉬웠어요. 편하고.

다양하게 의문을 생성한 이유에 대한 면담에서 영재학생들은 “처음에는 막막했는데 하다보니까... 그 과정을 생각해보니까...”, “뒤에는

질문이 조금 밖에 없으니까 좀 더 어렵게 생각해야 될 것 같아요.” 등으로 답하였다. 이러한 영재학생들의 응답에는 의문 생성에 어려움이 있어도 포기하지 않고 문제를 해결하고자 계속 노력하는 모습이 나타난다. Jang *et al.* (2013)은 과학영재들의 과제집착력 특성을 탐색한 연구에서 이와 같이 능동적이고 끈기 있게 과제에 임하며, 헌신적인 실천과 노력을 감수하는 성향을 적극성이라고 하였다. 이어서 관련된 개방형 설문 자료의 일부를 살펴보면 다음과 같다.

〈과학적 의문 생성의 어려움에 대한 개방형 설문 결과〉

- 영재학생들의 응답
 - 더 창의적으로 하는 데 시간이 좀 걸림
 - 여러 방향으로 고민해야 해서 어려움
 - 원래 해보았던 실험과 중복되었을 때 좋은 생각이 잘 나오지 않음
- 일반학생들의 응답
 - 과학적으로 찾아내는 것이 어려움
 - 생각이 힘들, 당연한 일이라 의문을 찾기 어려움
 - 문장 만들기 어려움, 적고 싶은 것이 있는데 단어 선택이 어려움

과학적 의문 생성의 어려움에 대한 개방형 설문에서 영재학생들은 “더 창의적으로 하는 데 시간이 걸림”, “여러 방향으로 고민하는 것이 어려움”, “좋은 생각이 잘 나오지 않음” 등으로 응답하였다. 이는 영재학생들이 과학적 의문을 생성할 때 더 다양하고 창의적인 방식으로 접근하려고 노력했음을 보여준다. Jang *et al.* (2013)에 의하면 이와 같이 노력과 수고가 요구됨에도 불구하고 새롭고 어려운 접근 방법들을 시도하려는 성향은 과제집착력 특성 중의 하나인 도전성으로 볼 수 있다. 과제집착력은 영재성을 나타내는 정의적 특성의 한 요소로서 (Reis & Renzulli, 2010) 영재학생들은 과학적 의문 생성 과정에서도 과제집착력을 나타냈다는 것을 알 수 있다.

반면, 일반학생들의 면담과 개방형 설문 자료에서는 과제집착력 특성이 잘 나타나지 않았다. 일반학생들은 쉽고 편한 과제를 선호하는 경향이 있었으며, 과학적 사고나 문장 만들기 어려움을 느낀 것으로 나타났다. 따라서 영재학생의 과학적 의문 생성 패턴이 일반학생에 비해 더 복잡하게 나타난 것은 이러한 과제집착력의 영향에 의한 것으로 볼 수 있다.

또한 영재학생과 일반학생의 의문 기록지에는 관찰 상황과 관련된 개념들이 Table 7과 같이 나타났다. 학생들이 생성한 과학적 의문에

Table 7. Concepts in the scientific questions that science gifted and general students generated

대상	관찰 과제	언급한 개념
영재 학생	사이다 속 건포도	만유인력, 중력, 무게, 밀도, 세기, 크기, 부피, 액체, 용액, 물질, 농도, 온도, 거리, 높이, 시간, 속도, 진주, 흡수, 부식, 산성, DNA, 비율, 주기
	촛불	파라핀, 고체, 액체, 기체, 그늘음, 세기, 온도, 빛, 산성, 염기성, 지구온난화, 전도
		염색된 셀러리
	일반 학생	사이다 속 건포도
촛불		길이, 속도, 세기
염색된 셀러리		영양분, DNA, 광합성, 단면, 관

나타난 개념들을 분석한 결과, 영재학생이 일반학생에 비해 더 많은 과학적 개념들을 언급하였음을 알 수 있었다.

인지적 관점에서 과학적 의문은 관찰현상 추출, 관찰현상 분석, 경험상황 표상, 경험상황 추출, 경험상황 분석, 원인적 설명자 표상, 현상 비교, 설명자 판단 등의 일련의 연속적 지식 표상과 사고 과정을 통해서 생성된다(Lee *et al.*, 2005). 또한 Kwon *et al.* (2007)은 과학적 의문을 생성할 때 뇌는 관찰현상 분석, 경험상황이나 선지식의 인출을 통한 내적 심상 형성 및 표상, 현 상황과 비교 등의 과정을 거치게 되며, 이때 일치요소가 부족하거나 부조화로 인한 갈등이 발생하면 언어적으로 의문이 생성된다고 하였다. 따라서 영재학생과 일반학생이 나타내는 과학적 의문 생성 패턴의 차이는 사전 지식의 차이가 과학적 의문 생성 시 학생들의 사고 과정에 영향을 미친 결과로도 해석할 수 있다.

다음으로 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타난 과학적 의문 생성 패턴의 빈도는 과제의 특성에 따라서도 다르게 나타났다. 일반학생들의 과학적 의문 생성 패턴은 모든 과제에서 비슷하게 ‘패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’, ‘패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’, ‘패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’에 집중되어 나타난 반면, 영재학생들의 과학적 의문 생성 패턴은 보다 유동적으로 나타났다.

사이다 속 건포도 과제에서 영재학생들은 ‘패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’과 ‘패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’ 등 복잡한 패턴들을 주로 나타냈으나, 촛불 과제에서는 일반학생들과 비슷하게 ‘패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’, ‘패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’, ‘패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’을 집중적으로 나타냈다. 그리고 영재학생들은 마지막 과제인 염색된 셀러리 과제에서는 다섯 가지 패턴을 고르게 나타냈다. 일반학생들도 사이다 속 건포도 과제에서는 다른 과제들에 비하여 ‘패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’을 더 많이 나타내는 등의 차이를 보였으나 영재학생들에 비하여 과제별 패턴의 변화가 적었다. 이와 관련된 영재학생들의 면담 자료의 일부를 살펴보면 다음과 같다.

〈과제에 따라 과학적 의문 생성 패턴이 다른 이유에 대한 영재학생 면담 결과〉

- 사이다 속 건포도 과제에 대한 응답
 - 영재학생 G7 : 이거는... 다른 것보다 그... 뭘 담가가지고 다른 데 집어넣거나... 그런... 작은 실험들을 많이 해가지고... 그러다 보니까 의문이 많이 만들어진 것 같아요.
 - 영재학생 G8 : 어... 이게 계속 오르락내리락 하다 보면... 어떤 거에 따라서 달라질까 하다가 그걸 실험하면서도 하나 더 궁금해지고 그렇게 하면서 그때그때 써넣은 거예요.
- 촛불 과제에 대한 응답
 - 영재학생 G6 : 아... 이게... 촛불은요... 맛을 볼 수가 없고 귀로 들을 수가 없으니까 이게... 수가 점점 줄어들어서 어쩔 수 없이 적게 되었던 것 같아요.
 - 영재학생 G4 : 그... 촛불할 때는 솔직히 그 불 켜고 꺼지는 거 빼고는 재료도... 다른 과제할 때보다 좀 적어서 어떻게 할지 가장 상상이 안 났고 좀 어려운 부분이 있는데...

• 염색된 샐러리 과제에 대한 응답

영재학생 G3 : 염색된 샐러리라는 주제랑 예전에 학교에서 흰 백합 가지고 실험을 해본 거랑 약간 주제가 겹쳐서 더 많이 생각할 수 있었던 것 같아요.

영재학생 G7 : 저희 학교에서 백합이나 샐러리 가지고 그런 거 해봤잖아요. 염색 안 된 거는 별로 실험할 것도 없고 한데 염색된 거는 색깔도 다르고 안에 있는 것도 다르고 그런 것 때문에 궁금했던 것 같아요.

영재학생 G8 : 샐러리 관찰할 수 있는 게... 우리가 눈으로 보는 게 너무 한정될 수밖에 없이 돼있고... 그 다음에 좀 냄새가 심해서 그것 때문에 좀 머릿도 이뻐서요.

각 과제에 대한 면담 결과, 영재학생들은 사이다 속 건포도 과제에 대하여 짧은 시간 내에 간단한 실험들을 많이 할 수 있어 즉각적인 의문 해결이 가능했다고 응답하였으며, 촛불 과제에 대해서는 오감 사용에 한계가 있어 다양한 관찰이 어려웠다고 응답하였다. 염색된 샐러리 과제에 대한 면담에서는 5학년 과학 시간에 식물에 대해 배운 적이 있어 상대적으로 익숙했다는 응답이 많았으며, 촛불 과제와 비슷하게 관찰에 한계가 있었다는 응답도 있었다.

이러한 면담 결과에 따르면 영재학생이 다른 과제에 비해 사이다 속 건포도 과제에서 더 복잡한 패턴으로 의문을 생성한 것은 사이다 속 건포도 과제가 다른 과제들에 비해 오감을 충분히 활용할 수 있으며 조작성이 용이하여 다양한 관찰이 가능했기 때문이다. 촛불 과제의 경우, 과제 수행 시 미각이나 촉각을 활용한 관찰이 어려웠으며 촛불의 높은 온도 때문에 지나 온도계 등을 마음껏 사용하기도 어려웠다. 이 때문에 학생들은 실험을 통해 검증 가능한 의문들보다는 현상의 원인을 궁금해 하는 인과적 의문을 집중적으로 생성하는 경향을 보였으며, 이로 인해 다른 과제들에 비해 의문을 생성하는 패턴이 매우 단순하게 나타났다. 염색된 샐러리 과제의 경우에는 학생들이 이미 식물의 구조 및 각 기관의 기능 등에 대해 비교적 다양한 지식을 가지고 있는 상태였으므로 이러한 다양한 지식들이 의문에도 반영이 되었던 것으로 나타났다. 하지만 염색된 샐러리를 잘라보는 것 외에 다른 조작성이 어려웠기 때문에 이로 인해 의문을 다양하게 생성하지 못한 경우도 있었던 것으로 보인다.

Kwon *et al.* (2013)에 의하면 조작 및 실험 가능 여부가 과학적 의문 생성에 영향을 미칠 수 있다. Choi & Yeo (2011)은 과학 수업 중에 제기되는 학생의 질문은 학생이 학습하고 있는 단원의 내용 의존적인 경향이 높다고 하였다. 따라서 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타난 과학적 의문 생성 패턴의 빈도가 과제별로 차이를 나타낸 것은 오감 사용 여부 및 관찰의 다양성, 과제 친숙도 등 관찰 과제의 특성이 반영된 결과로 해석할 수 있다. 이는 과학적 의문의 생성이 관찰 대상이나 과제 특성의 영향을 받는다는 선행 연구들의 결과에 의해 지지된다(Chin, 2002; Oh *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2004b; Shin, 2007).

과제에 따라 과학적 의문 생성 패턴이 달리 나타났던 이유에 대하여 일반학생들을 대상으로 면담을 실시한 결과는 다음과 같이 나타났다.

〈과제에 따라 과학적 의문 생성 패턴이 다른 이유에 대한 일반학생 면담 결과〉

일반학생 S5 : 이거랑 이거는 그... 되게 생각이 잘 났었는데 여기서는 관찰할

게 별로 없어가지고...

일반학생 S6 : 이런 것이 그냥 별로 재미없어서... 먹는 것에 저는 관심이 있어가지고 먹으면서 하니까 더 재미있었어요.

일반학생들을 대상으로 한 면담에서는 과제 특성에 대한 구체적인 응답이 거의 나타나지 않았다. 즉, 영재학생들은 각 과제의 특성에 대하여 다양하게 응답한 반면, 일반학생들은 과제의 특성을 구체적으로 진술하지 못하였으며 과제에 따라 과학적 의문 생성 패턴이 다른 이유에 대하여 수행상의 편의성이나 흥미 등과 관련지어 언급하는 경향이 있었다. 즉, 영재학생들이 일반학생들에 비해 과제 특성에 대해 더 민감하게 느낀 것으로 나타났다. Yoon과 Kim (2004)에 따르면 수행의 측면에서 과제 분석, 전략의 선택 및 실행 등의 초인지 기술은 매우 중요하며, 영재성이 높은 학생일수록 높은 수준의 초인지 능력을 나타낸다. 또한 Chin (2002)은 자기 질문의 효과성은 인지적 기능과 초인지적 기능으로부터 기인한다고 하였다. 이러한 선행 연구의 결과를 바탕으로 초등과학영재의 과학적 의문 생성 패턴이 일반학생들에 비해 훨씬 복잡했던 것은 초인지 기술 수준이 더 높았기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

위의 결과들을 정리해보면, 영재학생들이 일반학생들에 비해 더 복잡하고 선택적인 패턴으로 과학적 의문을 생성하였으며, 이러한 결과는 영재학생과 일반학생의 인지적·정의적 특성과 사전 지식의 차이 등에서 비롯된 것으로 해석할 수 있다. 즉, 높은 수준의 과제집착력과 초인지 기술, 풍부한 사전 지식 등을 지니고 있는 영재학생들은 과제 특성에 따라 다양한 방식으로 과학적 의문을 생성하였다. 선행 연구들에서는 학생들의 인지 수준(Zoller, 1987; Chung & Bae, 2002; Rye *et al.*, 2003), 호기심(VanTassel-Baska, 2014; Zion & Sadeh, 2007), 사전 지식(Lim, 2010) 등이 학생들의 의문 생성에 영향을 미친다고 하였다. 이는 호기심, 알고자 하는 열망, 넓은 지식 기반, 높은 사고 능력, 실제세계 문제 해결의 즐거움 등 영재들의 특성이 그들의 의문으로 나타난다는 VanTassel-Baska (2014)의 연구 결과와도 일치하는 결과로서 과학적 의문 생성 패턴이 학생의 특성과 관련이 있음을 보여준다.

IV. 결론 및 교육적 함의

초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타난 과학적 의문 생성 패턴을 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타난 과학적 의문 생성 패턴은 ‘[패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’, ‘[패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성’, ‘[패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성’, ‘[패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성’, ‘[패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’의 다섯 가지로 분류할 수 있었다. 이 연구에서 분류한 각 패턴들은 서로 다른 특성들을 나타냈으며, ‘[패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성’에서 ‘[패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성’으로 갈수록 복잡성과 역동성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 각각의 패턴은 의문들 서로의 해결을 돕거나, 탐구의 진행을 원활히 하거나, 다양한 과학적 지식을 획득하는 등 기여하는 부분이 달랐다.

둘째, 초등과학영재와 일반학생은 관찰 상황에서 다양한 패턴으로

의문을 생성하였으나 영재학생들이 일반학생들에 비해 더 복잡하고 역동적인 방식으로 의문을 생성하였다. 이는 영재학생과 일반학생이 가지는 인지적·정의적 특성, 사전 지식 등의 차이로 인한 것으로 보이며 과제 특성 역시 과학적 의문 생성 패턴에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이 연구의 결과는 학생들이 관찰 상황에서 다양한 패턴으로 의문을 생성하며, 학생들이 나타내는 과학적 의문 생성 패턴은 그들의 특성과 관련이 있다는 것을 보여준다. 또한 연구 결과를 통해 학생들이 나타내는 과학적 의문 생성 패턴에 따라 탐구의 진행 과정이 달라질 수 있다는 것을 알 수 있다. 이것은 학생들이 탐구 과정 중 생성하는 개별 의문의 유형과 더불어 각 유형의 의문들을 생성해나가는 방식 또한 매우 중요함을 시사하며, 학생들의 탐구 활동을 안내하고 과학적 의문 생성을 돕기 위한 교수·학습 전략 수립에 다음과 같은 시사점을 제공한다.

첫째, 각각의 과학적 의문 생성 패턴은 탐구 과정에서 기여하는 부분이 서로 다르므로 학생들이 진행하는 탐구의 목적과 특성에 알맞은 패턴으로 의문을 생성하도록 안내할 수 있다. 예를 들어 학생이 실제적인 탐구를 진행하는 데 도움을 주기 위해서는 앞서 생성한 유형의 의문과 관련 있는 다른 유형의 의문을 생성하도록 안내하고, 관찰한 현상과 관련된 다양한 과학적 지식을 얻고자 하는 경우에는 여러 유형의 의문을 순환적으로 생성하도록 안내할 수 있을 것이다.

둘째, 학생들이 나타내는 과학적 의문 생성 패턴을 확인함으로써 학생들의 인지적·정의적 특성과 사전 지식 등을 파악하고 학생들이 일련의 의문들을 통해 얻고자 하는 지식이 무엇인지 파악할 수 있다. 보다 복잡한 패턴으로 의문을 생성하는 학생들은 스스로 지식을 생성하기 위해 실제적인 노력을 기울이고 있음을 나타내며, 확실히 의문을 생성하는 학생들은 실제적인 의문 해결에 어려움을 겪을 것임을 짐작할 수 있다.

셋째, 교사들은 학습자의 특성에 알맞은 과학적 의문 교수·학습 전략을 수립할 수 있다. 일반학생들은 모든 과제에서 단순한 패턴으로 의문을 생성하는 경우가 많았으며, 그 원인은 관찰하는 현상과 관련된 사전 지식이나 탐구 경험 등이 부족했기 때문인 것으로 확인되었다. 따라서 학생이 탐구 수행 중 여러 유형의 의문들을 생성하고 해결해가는 데 어려움을 겪고 있다면 사전 지식이나 탐구 경험 등이 부족한 경우일 수 있으므로 탐구 문제와 관련된 지식과 기능들을 먼저 습득하도록 안내할 수 있다. 영재학생들의 경우, 일반학생들에 비해 더 복잡한 패턴으로 의문을 생성하였으나 다양한 관찰이 어려운 과제를 수행할 때에는 비교적 단순한 패턴으로 의문을 생성하는 것으로 나타났다. 영재학생들은 친숙한 과제를 수행할 때에도 그렇지 않은 과제보다 단순한 패턴을 보이는 경향이 있었다. 따라서 영재학생들에게 과학적 의문 생성을 위한 과제를 제시할 때에는 오감을 충분히 사용하고 다양한 조작을 할 수 있는 과제들 중에서도 영재학생들이 흥미를 느낄만한 도전감 있는 과제를 선정하여 제공할 필요가 있다.

국문요약

이 연구의 목적은 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타내는 과학적 의문 생성 패턴을 분석하는 것이다. 이 연구에서 과학적 의문 생성 패턴(pattern in generating scientific questions)이란 과학적

의문의 유형(Type of scientific questions)과는 구분되는 것으로, 학생들이 탐구 과정 중 여러 유형의 의문들을 생성해가는 방식을 의미한다. 연구에 적합한 관찰 과제로 사이다 속 건포도, 촛불, 염색된 셀러리 과제를 선정하였다. 그리고 연구의 대상은 전라남도 S시 영재교육원 6학년 과학영재 26명과 같은 지역 시내에 위치한 초등학교 6학년 일반 학생 27명으로 하였다.

연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 초등과학영재와 일반학생이 관찰 상황에서 나타난 과학적 의문 생성 패턴은 [패턴 1] 한 가지 유형의 의문 생성, [패턴 2] 서로 다른 유형의 의문을 차례로 생성, [패턴 3] 서로 다른 유형의 의문을 반복하여 생성, [패턴 4] 서로 다른 유형의 의문을 순환하여 생성, [패턴 5] 서로 다른 유형의 의문을 반복·순환하여 생성의 다섯 가지로 분류할 수 있었다. 둘째, 초등과학영재와 일반학생은 각각 다섯 가지 패턴을 모두 나타냈으나 그 빈도에는 차이가 있었다. 영재학생들은 [패턴 3]과 [패턴 5]를 주로 나타냈으나, 일반학생들은 [패턴 1], [패턴 2], [패턴 3]을 가장 많이 나타냈다. 이러한 연구 결과는 학생들이 탐구 과정 중 생성한 개별 의문의 유형과 더불어 각 유형의 의문들을 생성해나가는 방식 또한 매우 중요함을 시사한다. 이를 통해 교사들은 학습자의 특성에 알맞은 과학적 의문 교수·학습 전략을 수립할 수 있을 것이다.

주제어: 과학적 의문 생성 패턴, 과학영재, 관찰 과제, 탐구

References

- Barnes, C. P. (1979). Questioning strategies to develop critical thinking skills. Paper presented at the 46th annual meeting of the Claremont Reading Conference, Claremont, CA, 13 pp. [ED 169 486]
- Chin, C. (2002). Student-generated questions: encouraging inquisitive minds in learning science. *Teaching and Learning*, 23(1), 59-67.
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: what questions do pupils ask?. *Research in science & technological education*, 20(2), 269-288.
- Choi, S. M., & Yeo, S. I. (2011). Analysis of elementary students' question types in their science class. *Collection of Writings for Science Education*, 24(1), 137-146.
- Chung, Y. L., & Bae, J. H. (2002). The effects of science question enhancement instruction on the science question level and achievement of middle school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(4), 872-881.
- Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 13(1), 3-21.
- Elstgeest, J. (1985). The right question at the right time. In Wynne Harlen. *Primary Science: Taking the Plunge*. Oxford, England: Heinemann Educational, 36-46.
- Furtak, E. M., & Ruiz-Primo, M. A. (2005). Questioning cycle: making students' thinking explicit during scientific inquiry. *Science Scope*, 28(4), 311-327.
- Hakkarainen, K., & Sintonen, M. (2002). The interrogative model of inquiry and computer-supported collaborative learning. *Science & Education*, 11, 25-43.
- Jang, J. E., Chung, Y. S., Choi, Y. H., & Kim, S. W. (2013). Exploring the characteristics of science gifted students' task commitment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 1-16.
- Keys, C. W. (1998). A study of grade six students generating questions and plans for open-ended science investigations. *Research in Science Education*, 28(3), 301-316.
- Kim, E. J. (2007). Science gifted and the assessment of creative problem solving ability. *Korean Studies Information*.

- Kim, Y. C. (2012). *Qualitative research methodology I*. Academy Press.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Association*, 31(2), 338-368.
- Korean Ministry of Education. (2008). 2007 revised elementary school curriculum explanation IV : mathematics, science, practical course. Korean Ministry of Education.
- Kwon, H. Y., Byeon, J. H., Lee, I. S., & Kwon, Y. J. (2013). Analysis of characteristics of question generated in learning science by presenting method of question phenomena. *Journal of Science Education*, 37(3), 513-524.
- Kwon, Y. J., Jeong, J. S., Kang, M. J., & Kim, Y. S. (2003a). A grounded theory on the process of generating hypothesis knowledge about scientific episodes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(5), 458-469.
- Kwon, Y. J., Jeong, J. S., Lee, J. K., & Yang, I. H. (2007). The biologists' brain activation patterns during the generation of scientific questions on biological phenomena. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(1), 84-92.
- Kwon, Y. J., Jeong, J. S., Park, Y. B., & Kang, M. J. (2003b). A philosophical study on the generating process of declarative scientific knowledge – focused on inductive, abductive, and deductive processes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(3), 215-228.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Wadsworth Publishing Company.
- Lee, H. J., Jeong, J. S., Park, K. T., & Kwon, Y. J. (2004a). Types of scientific questions generated in observational activity by elementary students and preservice teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 1018-1027.
- Lee, H. J., Park, K. T., & Kwon, Y. J. (2005). Type of thinking and generating processes of causal questions appeared in preservice elementary teachers' observation activity. *Elementary science education*, 24(3), 249-258.
- Lee, M. S., Jo, K. H., & Song, J. W. (2004b). Types and frequencies of questions – answers by middle school students in a small group activities during school experiments. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(2), 277-286.
- Lim, J. K. (2010). Effect that prior knowledge about research subject gets primary grade science brilliant intellect's observation method and question. *Journal of Science Education*, 34(1), 105-112.
- National Research Council NRC. (1996). *National science education standards*, Washington, DE: National Academy Press.
- Oh, C. H., Kim, M. K., & Yang, I. H. (2010). A microgenetic study on scientific question generating ability. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(6), 752-769.
- Park, E. M., & Kang, S. H. (2006). The effects of offering similar experiences for hypothesis-generation based on abduction. *Secondary Education Research*, 26(3), 356-366.
- Pedrosa de Jesus, H. T., Patricia, A. A., Teixeira-Dias, J. J., & Watts, M. (2006). Students' questions: building a bridge between Kolb's learning styles and approaches to learning. *Education + Training*, 48(2), 97-111.
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (2010). Is there still a need for gifted education?. An examination of current research. *Learning and Individual Differences*, 20, 308-317.
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1991). *Science for All Americans*. AAAS Press.
- Ryu, J. H., Joe, H. J., & Yoon, S. J. (2007). Exploratory analysis of learner generating questions. *Journal of Educational Research*, 30, 109-129.
- Ryu, S. G., & Park, J. S. (2009). Analysis of the scientific problem-finding activity of the scientifically-gifted. *Secondary Education Research*, 57(2), 59-83.
- Sawyer, R. K. (2006). *Explaining creativity: the science of human innovation*. Oxford University Press.
- Shin, D. H. (2007). The relationships between the patterns of elementary school teachers' explanations and the patterns of elementary school students' questions on scientific phenomena. *Elementary science education*, 26(2), 149-160.
- Shin, H. H., & Kim, H. N. (2010). Analysis of elementary teachers' and students' views about difficulties on open science inquiry activities. *Elementary science education*, 29(3), 262-276.
- Thagard, P. (1998). *Ulcers and bacteria I: Discovery and acceptance*. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 29(1), 107-136.
- VanTassel-Baska, J. (2014). Curriculum issues: artful inquiry: the use of questions in working with the gifted. *Gifted Child Today*, 37(1), 48-50.
- Vogler, K. E. (2005). Improve your verbal questioning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 79(2), 98-103.
- Yang, I. H., Jeong, J. S., Kwon, Y. J., Jeong, J. W., Hur, M., & Oh, C. H. (2006). An intensive interview study on the process of scientists' science knowledge generation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(1), 88-98.
- Yang, I. H., Kim, E. A., & Oh, C. H. (2008). A case study of science high school students' hypothesizing and designing process. *Secondary Education Research*, 56(3), 283-331.
- Yang, I. H., Oh, C. H., & Cho, H. J. (2007). Development of the scientific inquiry process model based on scientists' practical work. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 1-16.
- Yang, M. K. (2002). Exploring the characteristics of students' questioning in class and their educational implications. *Korean Journal of Educational Research*, 40(1), 99-128.
- Yoon, C. H., & Kim, H. W. (2004). The study on formal reasoning, metacognition, and creativity of the intellectually gifted. *Journal of Educational Psychology*, 18(1), 241-260.
- Zion, M., & Sadeh, I. (2007). Curiosity and open inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 41(4), 162-169.
- Zoller, U. (1987). The fostering of question-asking capability: a meaningful aspect of problem-solving in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 64, 510-512.