

초등예비교사들의 관찰활동에서 나타난 인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정

이혜정 · 박국태 · 권용주

(한국교원대학교)

Type of Thinking and Generating Processes of Causal Questions Appeared in Preservice Elementary Teachers' Observation Activity

Lee, Hea-Jung · Park, Kuk-Tae · Kwon, Yong-Ju

(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify the type of thinking and generating processes of causal questions which were generated in preservice elementary teachers' observing activities. To find the generating processes of causal questions, 4 observing tasks, the task of grapes in soda, the candlelight, the celery, and the rock tasks, were administered to 7 preservice elementary teachers majoring in science education. The results of this study were as follows: The types of thinking in generating explicans exploration questions were classified as 8 types and explicans verification questions were classified as 9 types. The generating processes of explicans exploration questions were classified as 6 steps and explicans verification questions were classified as 5 steps. The results of this study may be used as a teaching strategy for guiding the direction and the method of scientific questions and developing the teaching-learning programs that help student to generate scientific questions.

Key words : scientific question, generating causal question, explicans exploration question, explicans verification question

I. 서 론

과학적 탐구는 다양한 의문을 해결하기 위해 잘 구조화된 과학적 지식과 이해를 적용시키고 합리화할 수 있는 능력을 사용하는 과정 전반이다(Collins, 1997). 학습자 스스로 의미있는 과학적 지식을 생산하는 구성주의적 관점에서 학습자들이 자연 현상에 대하여 의문을 품는 것은 과학적 탐구의 출발점으로서 그 의미가 높다. 이는 과학적 의문이 과학 발전의 원동력이거나 과학의 본질에 가깝기 때문이다.

학생 스스로 탐구 문제를 발상하고 설정하여 탐구 활동을 수행하는 것은 학생들의 창의적, 비판적 사고와 탐구능의 능동적 참여를 촉진시킬 수 있으며(Gott & Duggan, 1995; Jones *et al.*, 1992; Roychoudhury & Roth, 1996), 과학적 탐구 과정은 과학적 의문의

종류에 따라 탐구의 방향과 방법이 달라질 수 있다(Hempel, 1966; Lawson, 1995). 학생들은 자연 현상에서 다양한 의문을 발상하고, 인식된 의문이 어떤 종류냐에 따라 탐구 수행이 가능한지 혹은 어떤 종류의 탐구를 수행해야 하는지를 결정해야 한다.

과학 탐구에서 생성되는 중간적 지식의 형태인 의문은 대부분의 과학적 연구의 방향과 가치를 결정짓는데 매우 큰 영향을 미치기 때문에 중요하다(권용주 등, 2003b). 과학적 방법에서 '문제의 확인 및 결정'은 과학적 탐구와 조사활동의 첫 단계를 구성하며, 제시된 문제의식은 문제를 확인하거나 결정하는 준거가 될 뿐만 아니라 수집된 사실을 조직하는 원리가 된다. 한 예로, Hempel은 Semmelweis의 산욕열에 대한 연구에서, 산욕열이 발생하게 된 원인을 묻는 의문을 해결하기 위해 많은 가설들을 세우고 이를

검증하는 방법을 통해 문제를 해결하였다(Hempel, 1966). 또한, Caro는 가젤 영양의 이상 행동을 관찰하고 '가젤 영양이 왜 도약행동을 할까?'라는 의문을 생성한 후 가설-연역적인 방법으로 의문을 해결하였다(Lawson, 1995).

과학적 의문은 과학 교육에 있어서도 중요한 위치를 차지한다. Ennis는 의문이 학생들의 문제 해결, 비판적 사고, 창의적 사고 등과 같이 체계적으로 조직화된 사고 과정 기술 중의 하나라고 말하고 있다(Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000). 실제로 많은 과학교육 연구자들(Gott & Duggan, 1995; Jones *et al.*, 1992; Roychoudhury & Roth, 1996)은 학생 스스로 탐구 문제를 발상, 설정하여 탐구 활동을 수행하는 것이 학생들의 창의적, 비판적 사고와 탐구에서의 능동적 참여를 촉진한다고 말한다. 이는 학생들이 스스로 의문을 제기함으로써 자율적으로 탐구하게 되고, 스스로 정보를 처리하여 새로운 지식을 생성할 수 있는 능력을 지니게 됨으로써 사고력도 신장될 수 있다는 가정에 기인한다. 이처럼 중간적 지식인 과학적 의문은 탐구의 방향과 가치를 결정짓고, 학생들에게는 과학적 사고력을 신장시키는 결정적 역할을 하기 때문에 매우 중요하다.

그러면, 학생들이 생성한 과학적 의문의 원천은 무엇인가? 과학교육자 또는 인지심리학자들은 학생 의문의 원천으로 학생이 지니고 있는 지식과의 차이나 모순(Scardamalia & Bereiter, 1992) 또는 놀람거나 호기심을 끄는 사건(Christenbury & Kelly, 1983; Dillon, 1988), 실제적인 필요에 의한 것(Opdal, 2001; Thargard, 1998; Wilson, 1974)으로 주장하고 있다. 여기서 과학적 의문이 어떻게 생성되는지에 관한 선행 연구를 구체적으로 살펴보면, Wilson은 학생 의문의 착상은 습관적인 대답에 의해 설명될 수 없는 관찰이나 호기심을 끄는 사건, 이론이나 법칙에 의해 예상할 수 있는 관찰을 찾는데 실패했거나 자료의 차이가 있을 때, 우연한 관찰에 의해 일어난다고 말하고 있으며(Dillon, 1988), Scardamalia와 Bereiter(1992)는 학생 의문의 원천은 학생이 갖고 있는 지식과의 차이나 모순에 기인하거나, 어떤 방향으로 지식을 확장하기 위한 욕구에서 온다고 말한다. 또한, 그러한 의문은 우리 주변의 세상에 대한 호기심, 학생들의 깊은 흥미와 관심, 세상을 이해하기 위한 노력에서 발생한다고 말하고 있다. Thargard(1998)는 위염과 박테리아에 관해 연구한 Warren과 Marshall의

연구 기록을 분석함으로써 그들의 인지적 과정을 살펴보고 있다. 그리고 과학적 의문은 놀람과 실제적인 필요, 호기심에 의해서 발생한다고 말한다. 놀람은 이전의 기대와 신념과 부합하지 않는 무언가를 발견했을 때 나타나며 이것이 의문을 생성한다고 말한다. 실제적 필요는 어떤 기술적 과제를 성취하기 위해서 세계가 어떻게 돌아가는지에 대한 추가적인 지식을 필요로 할 때 이로 인해 과학적 의문이 생성된다고 한다. 또한, 호기심은 과학자들이 이전의 놀람이나 실제적 필요 때문이 아니라 일반적 관심과 흥미 이외의 무언가를 알기를 원할 때 의문을 발생시킨다고 말한다. 마지막으로 하나의 과학적 의문들은 또 다른 하위 의문을 생성하는 원동력이 된다고 말하고 있다.

이상의 선행 연구들을 고찰한 결과, 과학적 의문의 생성은 선지식과의 모순, 호기심, 놀람, 실제적인 필요 등에 의해 발생할 수 있음을 이해하게 되었다. 그러나 지금까지 학생의 의문에 대한 선행 연구들은 학생들의 과학적 의문이 어떤 상황에서 어떻게 생성되는지에 관해서는 거시적으로 설명하고 있을 뿐, 구체적이고 미시적인 관점에서 설명하지 못하고 있다. 이에 학생들이 생성한 과학적 의문의 원천과 과정에 대한 연구는 학생들이 과학적 의문에 관한 아이디어를 어디서, 어떻게 가져오는지에 대한 구체적이고 실증적 연구를 통해서 밝힐 수 있으며, 이러한 연구 결과를 바탕으로 과학 교수-학습에서 학생들에게 적절한 비계를 설정해주는 전략 수립을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

따라서 이 연구에서는 과학적 의문의 유형 가운데 어떤 현상의 원인에 대해 궁금해 하는 인과적 의문에 대하여 초등예비교사들이 관찰활동을 수행하는 과정에서 발상한 사고 유형과 의문의 생성 과정을 알아보는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 중부권 소재 교원양성 대학교에서 초등교육을 전공(과학교육 심화)하고 있는 초등예비교사 4학년 학생중 연구 참여에 동의하는 지원자 7명을 대상으로 하였다. 초등예비교사를 선정한 이유는 인지 발달이 완성 단계에 있으며, 과제 수행 과정에서 떠오르는 자신의 생각을 말과 글로 잘 표현하여 프 로토크 생성이 용이하고(Someren *et al.*, 1994), 귀납

적 일반화를 할 수 있기 때문이다.

2. 연구 절차

인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정을 분석하기 위한 관찰 과제로 초등예비교사들이 오감을 충분히 사용하여 다양한 관찰활동을 할 수 있고, 조작이 가능하며, 변인을 비교적 수월하게 고려할 수 있도록 고안된 이해정 등(2004)의 개발 과제를 사용하였다. 개발된 과제는 4가지로 에너지 영역으로는 사이드에 넣은 건포도의 관찰(과제 1), 물질 영역에서 촛불 관찰(과제 2), 생명 영역으로는 잉크에 염색된 셀러리 관찰(과제 3), 지구 영역에서의 암석 관찰(과제 4)이다.

인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정을 분석하기 위한 연구에서 과제 수행과 면담은 초등예비교사 개별적으로 이루어졌고, 모든 과정은 비디오테이프에 녹화하였다. 초등예비교사들은 과제 수행에 앞서서 발생 사고법과 회상적 면접법 훈련을 1회 60분가량 실시하였다. 과제는 건드리면 잎이 안쪽 방향으로 오므라들고 줄기는 아래로 처지는 현상을 보이는 미모사를 관찰하는 것이었다. 그런데 훈련 과제에서 초등예비교사들은 자신의 생각을 말로 표현하는 것이 익숙하지 않았고, 사고의 선과 후를 분명히 말하지 못하는 경우가 있어 이를 보완하기 위하여 본 연구 과제 수행 중에는 회상적 면접법을 통하여 자신의 사고를 말로 표현하거나 초등예비교사들에게 기록지를 제공하여 기록하게 하였다.

이 연구에서 과제 제시는 과제 1부터 과제 2, 과제 3, 과제 4의 순서로 제시되었다. 초등예비교사들에게 충분한 탐구 활동 시간을 보장하기 위하여 학생 스스로 의문 생성 활동이 끝났다고 말하고 난 후에 다음 과제를 제시하였다. 과제 2에서는 초에 촛불을 붙인 이후의 상황부터 제시하였고 과제 1과 마찬가지로 활동이 종료되었음을 말한 이후에 과제 3을 제시하였다. 과제 3에서는 붉은 색 색소로 셀러리를 염색시킨 이후의 상황부터 제시하였고, 활동이 종료되었음을 말한 이후에 과제 4를 제시하였다. 과제별 활동 시간은 약 25~30분 정도가 소요되었다.

또한, 학생들의 활동에서 추가적인 정보를 얻기 위해 면담을 실시하였다. 과제 수행 중 말없이 생각으로만 이어지는 경우에는 “지금 무슨 생각을 하나요?”라고 질문하여 현재의 사고를 알아보았다. “이 행동을 하기 전에 어떤 생각이 있었나요, 아니면 행동이

먼저인가요?”라고 질문하여 진술된 생각과 행동 사이에 말하지 않은 생각이 있는지 확인하였다.

사고의 선·후 과정을 확인하기 위해 면담 중에 생각이 난 것인지 아니면 실험 중에 생각했던 내용인지를 질문하였다. 그런 후 초등예비교사들이 사고의 선과 후의 순서를 명확히 말하는 것을 표시한 후, 분석 과정에서 참고하였다.

3. 자료 분석

인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정을 분석하기 위해 수집된 자료는 크게 피험자의 과제 수행 과정을 녹화한 비디오테이프, 피험자의 기록지, 연구자의 피험자 행동 관찰 기록지 등 3가지이다. 수집된 자료 중에서 먼저 비디오테이프에 녹화된 피험자의 말과 행동, 면담 내용을 그대로 전사하였으며, 면담에 의해 피험자가 사고의 선과 후를 명확히 밝힌 내용은 사고의 순서에 맞게 전사한 내용의 순서를 수정하였다. 그 다음 피험자 기록지의 내용과 연구자의 피험자 관찰 기록지의 내용을 전사된 자료에 추가 기록하여 피험자 프로토콜을 완성하였다. 따라서 수집된 프로토콜 자료에는 피험자의 활동, 피험자의 언어적·비언어적 행동, 실험 상황, 연구자의 질문과 면담 내용이 자세히 기록되었다. 초등예비교사들이 생성한 프로토콜을 반복적으로 읽으면서 연구 문제와 관련하여 그들이 사용하는 어휘, 행동, 관점 등에서 나타나는 규칙성과 성격에 따라 사고 유형을 분류하였다. 그 다음, 초등예비교사들의 사고가 생성되는 과정을 순차적으로 분석하였다.

이 연구는 질적 연구이므로 과제 개발 및 연구 방법에 관한 타당성을 확보하기 위하여 과학적 사고 과정을 연구하고 있는 본 연구자와 과학교육 전문가 3인과의 정기적인 협의 과정을 거쳐 인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정을 분석하였다. 분석자간 일치도는 94% 였으나, 일치하지 않는 분석 결과에 대해 분석자들이 모두 동의할 때까지 협의를 계속하여 모두가 동의하는 지속적인 과정을 거쳤다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 인과적 의문의 사고 유형

초등예비교사들에게 관찰 과제를 제시하였을 때 나타난 인과적 의문의 하위 의문 유형으로 관찰현상이 일어나게 된 원인에 대한 설명자를 사고하지 못하고

탐색하는 특성을 갖는 설명자 탐색 의문과 원인에 대한 설명자를 사고한 후에 그것의 진위 여부를 확인하고자 하는 설명자 확인 의문으로 분류하였다(이혜정 등, 2004). 먼저, 초등예비교사들이 관찰 과제 1과 3을 수행하는 동안 설명자 탐색 의문을 생성하면서 나타난 프로토콜 중 일부는 다음과 같다.

■ 초등예비교사 B의 프로토콜

- 기포가 막 주위의 건포도에 달라붙어요. 그리고 나서 갑자기 딱 떠오르는 거예요. 주위에서 보면 보통 물체가 물에 가라앉으면 다시 안 뜨는데 물보다 무거우니까 가라앉는데. 그래서 궁금하던 생각이 거의 동시에 든 거 같은데. 이게 왜 떠오르지?

■ 초등예비교사 C의 프로토콜

- 이 식물은 많이 봤던 것 같아요. 보통 꽃 같은 걸 꽃아 두면은 당분간은 물관에서 계속 빨아들여 가지고 잘 퍼 있잖아요. 그래가지고 다른 것들은 한참 담귀 놓아야 시들잖아요. 이것도 그거랑 비교해보면 애는 그거 때문만은 아닌거 같다는 생각이 들었구요. 그리고 나서 왜 시들까?라는 의문이 생겼어요.

초등예비교사들이 생성한 프로토콜을 반복적으로 읽은 후, 프로토콜이 갖는 특징을 찾아 프로토콜에서 나타나는 사고 유형을 찾고, 그런 다음, 프로토콜에서 공통적인 특징을 갖는 사고 유형을 분류한 결과, 8가지의 사고 유형으로 분류할 수 있었다.

첫째, “기포가 막 주위의 건포도에 달라붙어요, 이 식물”과 같은 프로토콜은 현재의 관찰상황을 구성하는 요소들 즉, 관찰하고 있는 대상이나 현상이 나타난 프로토콜로 관찰현상 추출(Identifying observed phenomena)로 분류하였다.

둘째, 같은 맥락에서 “그리고 나서 갑자기 딱 떠오르는 거예요”와 같이 관찰하고자 하는 현상을 구체적으로 분석하는 사고가 표현된 프로토콜을 관찰현상 분석(Analysing observed phenomena)으로 분류하였다.

셋째, “주위에서 보면”과 같은 프로토콜은 현재 관찰하고 있는 상황과 유사한 상황을 동정하는 것으로, 권용주 등(2003a)의 연구에서 의문 상황과 관련된 경험이나 지식이 표현된 내용을 경험상황(experienced situation)으로 분류한 것과 같은 맥락에서, 경험상황

을 머릿속에 전체적으로 떠올린 사고를 경험상황 표상으로 분류하였다.

넷째, 프로토콜 중에서 “보통 물체가 물에 가라앉으면, 보통 꽃 같은 걸 꽃아 두면은”은 경험상황을 구성하고 있는 요소들이 표현된 프로토콜이다. 이들은 경험상황에서 ‘물체가 가라앉는다, 꽃아 둔 꽃’이라는 경험현상을 추출해 내는 사고이다. 이러한 사고의 유형은 관찰대상의 동적인 측면을 포함하고 있기 때문에 경험현상 추출(Identifying experienced phenomena)이라는 용어를 사용하였다.

다섯째, “물에 가라앉으면 다시 안 뜨는데”와 같이 추출한 경험현상이 갖는 특징이나 성격을 구체적으로 분석하는 사고가 나타난 프로토콜을 경험현상 분석(Analysing experienced phenomena)으로 분류하였다.

여섯째, “물보다 무거우니까 가라앉는데, 당분간은 물관에서 계속 빨아들여 가지고 잘 퍼 있잖아요”는 현재 관찰하고 있는 현상이 일어난 이유에 대해 설명하고 있는 사고이다. 권용주 등(2003a)은 이처럼 경험상황의 원인을 설명하는 내용을 원인적 설명자(Causal explicans)라고 분류하였다. 같은 맥락에서 경험현상을 원인적으로 설명한 내용이 나타난 사고를 원인적 설명자 표상(Representing causal explicans)으로 분류하였다.

일곱째, “이것도 그거랑 비교해보면”과 같이 관찰현상과 경험현상의 유사성과 차이점을 비교했음을 확인할 수 있는 프로토콜 유형을 현상 비교(Comparing phenomena)라고 분류하였다. 이는 권용주 등(2000)이 제시한 가설 생성 과정의 두 번째 과정에 포함된 ‘경험 상황과 현재의 실제 상황과의 유사성 비교’ 개념과 비슷하다.

여덟째, “애는 그거 때문만은 아닌 거 같다는 생각이 들었구요”라는 프로토콜을 살펴보면, 꽃이 한참이 지난 후에 시든 현상을 설명하는 원인적 설명자가 현재의 관찰현상을 설명해 줄 수 있는지를 판단하는 사고가 나타난 프로토콜로 설명자 판단(Judging explicans)으로 분류하였다.

이처럼 설명자 탐색 인과적 의문의 프로토콜을 분석한 결과 나타난 사고 유형은 관찰현상 추출, 관찰현상 분석, 경험상황 표상, 경험현상 추출, 경험현상 분석, 원인적설명자 표상, 현상 비교, 설명자 판단이었다.

다음으로, 초등예비교사들이 관찰 과제 1과 3을 수행하는 동안 설명자 확인 의문을 생성하면서 나타난

프로토콜 중 일부는 다음과 같다.

■ 초등예비교사 C의 프로토콜

- 애는 계속 떠 있었잖아요. 전에 비슷한 실험 같은 걸 해 봤는데요. 이렇게 등등 떠 있는 뭐 종이 쪼가리 같은 걸 봤거든요. 개네들 주변에도 거품같은 게 있었던 것 같은데. 표면 장력이 있으면은. 이게 그거랑 비슷할거란 생각이 들면서요. 애가 계속 떠 있는 건 표면 장력 때문에 계속 떠 있는 건가 하는 생각이 드네요.
- 애가 이 식물이 지금 줄기가 빨개졌잖아요. 전체적으로 빨갱거든요 지금? 원래 빨간 것도 식물도 봤는데. 고구마 잎인가? 그런 건 원래 빨갱잖아요. 그래서 이런 줄기가 빨간 건가? 라는 생각이. 애도 혹시 그래서 그런 건가?

초등예비교사 C의 프로토콜에서 나타난 특징을 분류한 결과, 사고의 유형을 9가지로 분류할 수 있었다.

첫째, “애는 계속 떠 있었잖아요, 애가 이 식물이 지금 줄기가 빨개졌잖아요.” 등과 같이 관찰상황에서 의문을 갖게 한 현상을 나타낸 프로토콜을 관찰현상 추출로 분류했다. 이는 설명자 탐색 의문의 사고 유형에서 제시한 “기포가 막 주위의 건포도에 달라붙어요, 이 식물”과 같은 프로토콜이다.

둘째, “전체적으로 빨갱거든요 지금?”은 현재 관찰하고 있는 식물의 상태를 좀 더 구체적으로 분석하는 사고가 표현된 것으로 관찰현상 분석으로 분류하였다. 이는 앞에서 제시한 “그리고 나서 갑자기 딱 떠오르는 거예요”와 같은 유형의 사고이다.

셋째, 건포도가 사이다 속에서 떴다 가리앉았다 하는 상황과 관련된 경험이나 지식이 표현된 내용을 경험상황 표상으로 분류하였다. 이는 “전에 비슷한 실험 같은 걸 해 봤는데요”와 같은 프로토콜로 설명자 탐색 의문의 프로토콜 중 “주위에서 보면”과 같은 유형의 사고이다.

넷째, “이렇게 등등 떠 있는 뭐 종이 쪼가리 같은 걸 봤거든요, 고구마 잎인가? 그런 건”은 경험상황을 구성하는 요소들 중에서 관찰하고자 하는 요소를 꺼내는 사고로써 경험현상 추출로 분류하였다.

다섯째, 추출한 경험현상이 갖는 특징이나 성격을 구체적으로 분석하는 사고가 나타난 프로토콜을 경험

현상 분석으로 분류하였다. 위의 프로토콜 중 “개네들 주변에도 거품같은 게 있었던 것 같은데”가 여기에 해당한다.

여섯째, “표면 장력이 있으면은, 원래 빨갱잖아요”는 경험현상을 설명해주는 원인적설명자 표상으로 분류하였다. 이들은 ‘종이 쪼가리 같은 게 등등 떠 있는 현상, 고구마 잎의 색깔’과 같은 경험현상의 원인을 설명하는 내용을 포함하고 있다.

일곱째, “이게 그거랑”은 관찰현상인 ‘건포도가 떠 있는 것’과 경험현상인 ‘종이 쪼가리 같은 것이 떠 있는 것’을 비교하는 사고가 표현된 프로토콜이다. 나타난 프로토콜에는 비교한다는 표현이 포함되어 있지 않지만, 문맥적으로 분석해 볼 때 이들은 설명자 탐색 의문의 프로토콜 중 “이것도 그거랑 비교해 보면”과 같은 의미이다. 따라서 이들을 현상 비교로 분류하였다.

여덟째, “비슷할 거란 생각이 들면서요”는 관찰현상과 경험현상을 비교하는 사고가 표현된 프로토콜로 현상 비교를 한 후, 경험현상의 원인적설명자가 관찰현상을 설명해 줄 수 있으리라는 판단을 내린 사고이다. 이를 설명자 판단으로 분류하였다.

반면에, 건포도가 떠있는 현상과 식물의 줄기가 빨갱게 물든 현상(경험현상)을 설명하는 원인적설명자인 ‘표면장력, 원래 색깔이 빨갱다’가 관찰현상의 설명자로 차용되었음을 알 수 있다. 이렇게 원인적 설명자를 차용하여 관찰현상에 적용하는 사고 유형을 설명자 차용(borrowing explicans)으로 분류했다.

요컨대, 설명자 확인 의문에서 초등예비교사들이 나타낸 사고의 유형은 관찰현상 추출, 관찰현상 분석, 경험상황 표상, 경험현상 추출, 경험현상 분석, 원인적설명자 표상, 현상 비교, 설명자 판단, 설명자 차용이다.

이와 같이, 인과적 의문의 하위 영역인 설명자 탐색 의문과 설명자 확인 의문 모두 관찰현상 추출, 관찰현상 분석, 경험상황 표상, 경험현상 추출, 경험현상 분석, 원인적설명자 표상, 현상 비교, 설명자 판단이 공통적인 사고 유형으로 나타났으나, 설명자 확인 의문에서는 설명자 탐색 의문과는 달리 설명자 차용이라는 사고 유형이 추가로 발견되었다. 이것은 권용주 등(2000)의 가설 생성 과정 중 세 번째 과정의 설명자 차용과 유사한 개념이다.

인과적 의문에서 나타난 사고 유형을 유목화하여 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 인과적 의문에서 나타난 사고 유형

정 의	사고 유형	
	설명자 탐색	설명자 확인
관찰상황을 구성하는 요소들과 관찰하고 있는 현상의 특성에 대한 사고가 표현됨	→ 관찰현상 추출	관찰현상 추출
관찰현상을 구체적으로 분석하는 사고가 표현됨	→ 관찰현상 분석	관찰현상 분석
현재의 관찰상황과 유사한 경험이나 지식 등을 전체적으로 머릿 속에 떠올리는 사고가 표현됨	→ 경험상황 표상	경험상황 표상
경험상황을 구성하는 요소들이 표현됨	→ 경험현상 추출	경험현상 추출
경험현상을 구체적으로 분석하는 사고가 표현됨	→ 경험현상 분석	경험현상 분석
경험현상을 원인적으로 설명한 내용이 표현됨	→ 원인적설명자 표상	원인적설명자 표상
관찰현상을 경험현상과 비교하는 사고가 표현됨	→ 현상 비교	현상 비교
경험현상의 원인적 설명자가 관찰현상을 설명해 줄 수 있는지를 판단하는 사고가 표현됨	→ 설명자 판단	설명자 판단
경험현상의 원인적 설명자를 관찰현상의 가설적 설명자로 차용하는 사고가 표현됨	→ -	설명자 차용

2. 인과적 의문의 생성 과정

초등예비교사에게서 나타난 인과적 의문의 사고 유형을 바탕으로 하위 의문인 설명자 탐색 의문과 설명자 확인 의문의 생성 과정을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 설명자 탐색 의문을 살펴보면, 이전에 예시한 초등예비교사 B와 C의 프로토콜은 사고 흐름의 구체적인 내용에 따라 몇 가지 단락으로 구분될 수 있으며, 이를 분석하여 기술하면 다음과 같다. 참고로 < > 안은 사고의 유형을 나타낸 것이다.

■ 초등예비교사 B의 프로토콜

- 기포가 막 주위의 진포도에 달라붙어요 <관찰 현상 추출>
- 그리고 나서 갑자기 딱 떠오르는 거예요 <관찰 현상 분석>
- 주위에서 보면 <경험상황 표상>
- 보통 물체가 <경험현상 추출>
- 물에 가라앉으면 다시 안 뜨는데 <경험현상 분석>
- 물보다 무거우니까 가라앉는데 <원인적설명자 표상>
- 그래서 궁금하단 생각이 거의 동시에 든 거 같은데. 이게 왜 떠오르지? <의문 생성>

■ 초등예비교사 C의 프로토콜

- 이 식물은 <관찰현상 추출>
- 많이 봤던 것 같아요 <경험상황 표상>
- 보통 꽃 같은 걸 꽃아 두면은 <경험현상 추출>
- 당분간은 물관에서 계속 빨아들여 가지고 잘 퍼

- 있잖아요. 그래가지고 다른 것들은 한참 담귀 놓아야 시들잖아요 <원인적설명자 표상>
- 이것도 그거랑 비교해보면 <현상 비교>
- 얘는 그거 때문만은 아닌거 같다는 생각이 들었구요 <설명자 판단>
- 그리고 나서 왜 시들까?라는 의문이 생겼어요 <의문 생성>

설명자 탐색 인과적 의문에서, 초등예비교사 B의 생각은 기포가 진포도 주위에 달라붙는 현상, 가라앉은 진포도가 떠오르는 현상, 비슷한 경험, 물체, 물체가 물에 가라앉으면 다시 떠오르지 않는 현상과 그 이유, 진포도와 물체 등으로 옮겨갔다. 또한, 초등예비교사 C의 생각은 식물, 식물을 봤던 상황, 꽃, 꽃이 시든 현상과 그 이유, 식물과 꽃 등으로 이동하였다. 초등예비교사 B와 C 생각의 단락을 구분하여 기술하면 다음과 같다.

■ 초등예비교사 B의 사고 과정

- <관찰현상 추출> → <관찰현상 분석> → <경험상황 표상> → <경험현상 추출> → <경험현상 분석> → <원인적설명자 표상> → <의문 생성>

■ 초등예비교사 C의 사고 과정

- <관찰현상 추출> → <경험상황 표상> → <경험현상 추출> → <원인적설명자 표상> → <현상 비교> → <설명자 판단> → <의문 생성>

위의 예시와 같은 방법으로 초등예비교사 7명이 4

표 2. 설명자 탐색 인과적 의문의 생성 과정

유형	생성 과정	
I	관찰현상 추출 →	의문 생성
II	관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 →	의문 생성
III	관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 표상 →	의문 생성
IV	관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 추출 →	현상 비교 → 의문 생성
V	관찰현상 추출 → 경험상황 표상 → 경험상황 추출 → 경험현상 분석 → 원인적설명자 표상 →	현상 비교 → 설명자 판단 → 의문 생성
VI	관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 표상 → 경험상황 추출 → 경험현상 분석 → 원인적설명자 표상 →	현상 비교 → 설명자 판단 → 의문 생성

개의 과제 해결 과정에서 생성한 전체 프로토콜을 사고의 단락으로 구분하였다. 이처럼 설명자탐색 인과적 의문은 크게 현재의 관찰상황을 탐색하는 과정과 유사한 경험상황을 떠올리는 과정, 관찰상황과 경험상황을 비교하는 과정으로 구분할 수 있었다. 위의 예시에서 보면, 관찰현상을 추출하지 않고 경험현상을 추출하는 것은 논리적으로 불가능하다. 그리고 경험현상의 추출 없이 경험현상을 설명해주는 원인적설명자를 탐색하는 것이 불가능하다. 또한, 초등예비교사 C는 원인적설명자를 표상한 후, 이것이 관찰현상을 설명해 줄 수 있는지를 판단하는 사고 과정을 나타냈지만, 초등예비교사 B는 설명자 판단의 사고가 표현되지 않았다. 이는 “그리고 나서 왜 시들까?”라는 프로토콜을 보면, 시드는 이유가 한참 담귀 놓았기 때문이 아니라 생각이 들었기 때문이라고 볼 수 있다. 즉, 경험현상의 원인적 설명자가 관찰현상이 일어나게 된 이유를 설명할 수 없으므로 새로운 의문이 생성된 것으로 판단할 수 있다.

따라서, 위와 같은 방식으로 7명의 초등예비교사들이 설명자 탐색 인과적 의문을 생성하는 과정을 정리하면 표 2와 같이 6가지 유형으로 나타낼 수 있다.

다음으로 설명자 확인 의문을 살펴보면, 이전에 제시한 초등예비교사 C의 프로토콜을 사고 흐름의 구체적인 내용에 따라 몇 가지 단락으로 구분될 수 있으며, 이를 분석하여 기술하면 다음과 같다.

■ 초등예비교사 C의 프로토콜 1

- 애는 계속 떠 있잖아요 <관찰현상 추출>
- 전에 비슷한 실험 같은 걸 해 봤는데요 <경험

상황 표상>

- 이렇게 등등 떠 있는 뭐 종이 조각 같은 걸 봤거든요 <경험현상 추출>
- 개네들 주변에도 거품같은 게 있었던 것 같은데 <경험현상 분석>
- 표면 장력이 있으면은 <원인적설명자 표상>
- 이게 그거랑 <현상 비교>
- 비슷할거란 생각이 들면서요 <설명자 판단>
- 애가 계속 떠 있는 건 표면 장력 때문에 <설명자 차용>
- 계속 떠 있는건가 하는 생각이 드네요 <의문 생성>

■ 초등예비교사 C의 프로토콜 2

- 애가 이 식물이 지금 줄기가 빨개졌잖아요 <관찰현상 추출>
- 전체적으로 빨강거든요 지금? <관찰현상 분석>
- 원래 빨간 것도 식물도 봤는데 <경험상황 표상>
- 고구마 잎인가? <경험현상 추출>
- 그런 건 원래 빨강잖아요 <원인적설명자 표상>
- 그래서 이런 줄기가 빨간 건가? 라는 생각이 <설명자 차용>
- 애도 혹시 그래서 그런 건가? <의문생성>

설명자 확인 인과적 의문에서 초등예비교사 C의 생각은 떠있는 건포도, 유사 실험, 액체에 떠 있던 종이 조각, 종이 주변의 거품, 표면 장력, 건포도와 종이 비교, 건포도가 떠 있는 이유로 이동하였다. 또한, 식물의 줄기가 빨간 현상, 식물 전체가 빨간 현

상, 빨간 식물, 고구마 잎, 고구마 잎이 빨간 이유, 식물의 줄기가 빨간 이유 등으로 옮겨갔다. 이러한 초등예비교사 C 생각의 단락을 구분하여 기술하면 다음과 같다.

■ 초등예비교사 C의 사고 과정 1

- <관찰현상 추출> → <경험상황 표상> → <경험현상 추출> → <경험현상 분석> → <원인적설명자 표상> → <현상 비교> → <설명자 판단> → <설명자 차용> → <의문 생성>

■ 초등예비교사 C의 사고 과정 2

- <관찰현상 추출> → <관찰현상 분석> → <경험상황 표상> → <경험현상 추출> → <원인적설명자 표상> → <설명자 차용> → <의문 생성>

초등예비교사 C의 사고 과정을 살펴보면, 후속 사고가 나타나기 위해서는 모두 관찰현상을 추출하는 사고가 선행되었음을 알 수 있다.

첫번째 사고 과정에서 초등예비교사 C는 사이다에 담긴 건포도를 관찰하면서, 건포도가 떠 있다는 관찰현상을 추출한 후, 지금과 유사한 것을 보았던 경험상황을 표상하였다. 그리고 이를 구성하는 요소인 경험현상을 추출하여 이를 분석하는 사고의 과정을 거치고 있음을 알 수 있다.

또한, 경험현상의 원인을 설명해 주는 원인적 설명자를 표상한 이후에, 현재의 관찰현상과 과거의 경험현상을 비교하는 사고인 '현상 비교'를 하였다. 그리고 원인적설명자가 현재의 관찰현상을 설명해 줄 수 있는지를 판단한 후, 설명자를 차용하여 의문이 생성함을 알 수 있다.

설명자 차용의 사고 선후에는 모두 원인적설명자 표상과 의문 생성이 나타남을 알 수 있었다. 이러한 사고 과정은 설명자 확인 의문이 관찰현상의 원인을 설명해주는 원인적설명자를 생각한 후 그것의 진위 여부를 확인하고자 하는 의문이라는 정의와도 일치한다.

따라서, 위와 같은 방식으로 7명의 초등예비교사들이 설명자 확인 인과적 의문을 생성하는 과정을 정리하면 표 3과 같이 5가지 유형으로 나타낼 수 있다.

표 2와 3에서 보듯이 초등예비교사 7명이 생성한 인과적 의문의 생성 과정을 설명자 유무에 따라 살펴보면, 설명자 탐색 인과적 의문의 생성 과정은 '관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 표상 → 경험현상 추출 → 경험현상 분석 → 원인적설명자 표상 → 현상 비교 → 설명자 판단 → 의문 생성' 과정으로 나타났으며, 표 2에서 보는 바와 같이 일련의 의문 생성에서 보여지는 특징에 따라 6가지 유형으로 분류하였다. 이에 반해, 설명자 확인 인과적 의문의 생성 과정은 '관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 표상 → 경험현상 추출 → 경험현상 분석 → 원인적설명자 표상 → 현상 비교 → 설명자 판단 → 의문 생성' 과정으로 나타났으며, 표 3에서 보는 바와 같이 일련의 의문 생성에서 보여지는 특징에 따라 5가지 유형으로 분류하였다. 이러한 결과는 같은 유형의 인과적 의문 생성일지라도 초등예비교사들이 갖는 선지식이나 과거 유사 경험이 영향을 미칠 수 있으며(King, 1995), 발생사고 과정에서 순간 생각했던 사고를 정확하게 표현하는 데 한계를 갖거나, 아예 생각하지 못했기 때문이라고 생각할 수 있다(Somerén et al., 1994).

표 3. 설명자 확인 인과적 의문의 생성 과정

유형	생성 과정																
I	관찰현상 추출	→	원인적설명자 표상	→	설명자 판단	→	설명자 차용	→	의문 생성								
II	관찰현상 추출	→	관찰현상 분석	→	경험현상 추출	→	원인적설명자 표상	→	설명자 차용	→	의문 생성						
III	관찰현상 추출	→	관찰현상 분석	→	경험현상 추출	→	원인적설명자 표상	→	설명자 차용	→	의문 생성						
IV	관찰현상 추출	→	관찰현상 분석	→	경험상황 표상	→	경험현상 추출	→	원인적설명자 표상	→	설명자 차용	→	의문 생성				
V	관찰현상 추출	→	경험상황 표상	→	경험현상 추출	→	경험현상 분석	→	원인적설명자 표상	→	현상 비교	→	설명자 판단	→	설명자 차용	→	의문 생성

IV. 결 론

이 연구는 초등예비교사들이 관찰 과제를 수행하면서 나타난 인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정을 알아보는 것으로 연구 결과를 바탕으로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 인과적 의문의 하위 의문인 설명자 탐색 의문은 관찰현상 추출, 관찰현상 분석, 경험상황 표상, 경험현상 추출, 경험현상 분석, 원인적설명자 표상, 현상 비교, 설명자 판단 등 사고 유형을 8가지로 분류할 수 있었으며, 설명자 확인 의문에서는 설명자 탐색 의문에서 나타난 8가지 사고 유형 외에 설명자 차용이라는 사고 유형이 추가로 발견되어 9가지로 사고 유형을 분류 할 수 있었다.

둘째, 인과적 의문의 하위 의문인 설명자 탐색 의문의 생성 과정은 ‘관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 표상 → 경험현상 추출 → 경험현상 분석 → 원인적설명자 표상 → 현상 비교 → 설명자 판단 → 의문 생성’ 과정으로 나타났으며, 특징에 따라 6가지 유형으로 분류할 수 있었다. 설명자 확인 인과적 의문의 생성 과정은 ‘관찰현상 추출 → 관찰현상 분석 → 경험상황 표상 → 경험현상 추출 → 경험현상 분석 → 원인적설명자 표상 → 현상 비교 → 설명자 판단 → 설명자 차용 → 의문 생성’ 과정으로 나타났으며, 특징에 따라 5가지 유형으로 분류 할 수 있었다.

V. 교육적 적용

이 연구의 결과는 인과적 의문의 사고 유형과 생성은 절차적 과정을 통해 나타남을 보여준다. 이것은 과학 교육의 실제에서 과학적 탐구 지도와 과학적 의문 생성 능력 향상을 위한 교수-학습 전략 수립과 평가의 측면에서 많은 시사점을 준다.

먼저, 이혜정 등(2004)이 밝힌 과학적 의문의 유형을 분류하는 활동을 통해 학생들에게 탐구의 방향과 방법을 안내할 수 있다. 학생들은 자연 현상을 관찰하고 생성한 의문의 특징과 성격에 대해 정확한 파악이 가능할 때 바람직한 탐구를 진행할 수 있다. 예를 들어, 인과적 의문을 생성하였다면 관찰현상이 일어나게 된 원인에 대한 답을 만들고, 이를 검증하는 탐구를 수행할 수 있다. 따라서 과학적 의문의 분류는 학생들에게 바람직한 탐구의 방향과 방법을 제공

할 수 있는 기초 자료가 될 것으로 기대한다.

또한, 인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정에 관한 연구 결과는 교수-학습 측면에서 과학적 의문 생성 능력 향상을 위해 학습자에게 적절한 비계(scaffolding)를 놓아주는 전략을 수립할 때 적용하여 사용할 수 있을 것이다. 즉, 교사는 과학적 의문 생성 활동에서 학습자가 어떠한 사고의 유형을 지니고 있는지를 파악할 수 있다면, 학습자에게 부족한 사고의 유형을 발달시키기 위한 구체적인 지도를 할 수 있을 것이다. 예를 들어, 이 연구 결과를 적용하면 교사가 학습자에게 관찰 과제를 제시한 후 단순히 “의문을 생성하라”고 요구하는 것에서 그치는 것이 아니라 학습자의 수준에 따라 “관찰대상을 분석하라”, “유사한 경험상황을 떠올려보자”와 같은 비계를 제공해 줄 수 있을 것이다.

국문요약

이 연구의 목적은 초등예비교사들의 관찰활동에서 나타난 인과적 의문의 사고 유형과 생성 과정을 알아보는데 있다. 연구를 수행하기 위하여 기 개발된(이혜정 등, 2004) 관찰활동 수행에 적합한 4가지의 과제 즉, 사이드에 담긴 건포도 관찰, 촛불 관찰, 잉크에 염색된 셀러리 관찰, 암석 관찰 과제를 토대로 교원 양성 대학교 4학년 학생 7명을 대상으로 질적 연구방법을 통하여 분석하였다.

연구 결과, 인과적 의문에서 나타난 사고 유형은 설명자 탐색 의문이 8가지로 유형을 분류할 수 있었으며, 설명자 확인 의문은 설명자 탐색 의문에서 나타난 8가지 사고 유형 외에 설명자 차용이 추가로 발견되어 9가지로 사고 유형을 분류 할 수 있었다. 또한 설명자 탐색 의문의 생성 과정은 6가지 유형으로, 설명자 확인 인과적 의문의 생성 과정은 5가지 유형으로 생성되었다. 이러한 연구 결과는 학생들에게 과학적 탐구의 방향과 방법을 안내할 수 있는 교수 전략과 학생들의 과학적 의문 생성을 돕는 교수-학습 프로그램 개발을 위한 교수 전략으로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

권용주, 양일호, 정원우(2000). 예비 과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. 한국과학교육학회지,

- 20(1), 29-42.
- 권용주, 최상주, 박윤복, 정진수(2003a). 대학생들의 귀납적 탐구에서 나타난 과학적 사고의 유형과 과정. 한국과학교육학회지, 23(3), 286-298.
- 권용주, 정진수, 강민정, 김영신(2003b). 과학적 가설 지식의 생성 과정에 대한 바탕이론. 한국과학교육학회지, 23(5), 458-469.
- 이혜정, 정진수, 박국태, 권용주(2004). 초등학교생들과 초등 예비교사들이 관찰활동에서 생성한 과학적 의문의 유형. 한국과학교육학회지, 24(5), 1018-1027.
- Christenbury, L. & Kelly, P. (1983). *Questioning: A Path to Critical Thinking*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.
- 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.
- Dillon, J. T. (1988). The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20(3), 197-210.
- Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Hempel, C. G. (1966). *Philosophy on Natural Science*. Prentice-Hall.
- Jones, A. T., Simon, S. A., Black, P. J., Fairbrother, R. W., & Watson, J. R. (1992). *Open work in science: Development of investigations in schools*, Hatfield: Association for Science Education.
- King, A. (1995). Designing the instructional process to enhance critical thinking across the curriculum. *Teaching of Psychology*, 22(1), 13-17.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Wadsworth Publishing Company.
- Opdal, P. M. (2001). Curiosity, wonder and education seen as perspective development. *Studies in Philosophy and Education*, 20(4), 331-344.
- Roychoudhury, A. & Roth, W. M. (1996). Interaction in an open-inquiry physics laboratory. *International Journal of Science Education*, 18(4), 423-445.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction*, 9(3), 177-199.
- Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. C. (1994). *The think aloud method*. San Diego: Academic Press INC.
- 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.