

## 수증기 응결에 관한 초등학생들의 가설 생성에서 귀추의 역할과 과정

권용주\* · 심해숙 · 정진수 · 박국태

한국교육대학교 대학원 과학교육과, 363-791 충북 청원군 강내면 다락리 산7

### Role and Process of Abduction in Elementary School Students' Generation of Hypotheses concerning Vapor Condensation

Yong-Ju Kwon\* · Hae-Sook Shim · Jin-Su Jeong · Kuk-Tae Park

Department of Science Education, Graduate School of Korea National University of Education,  
Cheongwon, Chungbuk 363-791, KOREA

**Abstract:** The purpose of this study was to test the hypotheses that student's abductive reasoning ability plays an important role in hypothesis-generating about vapor condensation, and student's hypothesis-generating requires their causal explicans as well as experience. To test the hypotheses, the instruments of hypothesis-generation, prior knowledge, and experience with vapor condensation were developed and administered to 6th grade students. This study found that 72 subjects among 89 students who had prior knowledge about vapor condensation failed to apply their prior knowledge to hypothesis-generating about the vapor condensation. This result showed that the students' failure in hypothesis-generating was related to their deficiency in abductive reasoning ability. In addition, this study showed that 54 subjects among 56 students who had experience with vapor condensation also failed to generate hypotheses. This result supported that student's causal explanations were separated from their experience. Therefore, this study suggests that science education should include the teaching of abductive reasoning skills for developing student's hypothesis-generating skills.

Keywords: hypothesis-generating, vapor condensation, prior knowledge, abductive reasoning, causal explicans.

**요약:** 이 연구의 목적은 수증기 응결 과제에서 초등학생들이 가설을 생성할 때 귀추가 중요한 역할을 한다는 가설과 가설 생성 과정의 하위 요소인 경험상황과 원인적설명자가 독립되어 있다는 가설을 검증하는 것이었다. 검증을 위해 수증기 응결에 관한 가설 생성 검사지, 사전 지식 검사지, 유사경험상황 검사지 등을 개발하여 초등학교 6학년 학생들에게 투입하였다. 연구 결과, 수증기 응결에 관한 사전 지식을 가지고 있는 89명의 학생 중 72명의 학생들이 이 지식을 사용하여 가설을 생성하지 못하였는데, 이것은 가설 생성에 귀추가 매우 중요하게 영향을 미친다는 연구 가설을 지지한다. 그리고 수증기 응결 현상에 관한 유사경험상황을 가지고 있는 56명의 학생들 중 54명의 학생들이 가설 검사에서 가설을 생성하지 못하였는데, 이것은 경험상황과 원인적설명자가 독립적으로 분리되어 있다는 두 번째 연구가설을 지지한다. 이러한 연구 결과들로부터 이 연구에서는 과학 교육의 실제에서 지식을 가르치는 것뿐만 아니라 가설 생성 능력 향상을 위한 교수·학습도 이루어져야 함을 제안한다.

주요어: 가설생성, 수증기 응결, 사전 지식, 귀추, 원인적설명자

## 서론

일반적으로 가설이란 관찰된 자연 현상들이 발생한 원인에 대한 임시적인 설명으로 고안된 명제나 명제

들의 집합으로 정의된다(Barnhart, 1953). 이러한 가설을 생성하는 것은 과학 탐구에서 인과적 의문으로부터 과학적인 설명으로 진입할 수 있는 관문의 역할(Klahr and Dunbar, 1988; Lawson, 1995; Wenham, 1993)을 하기 때문에 가장 핵심적인 과정으로 여겨져 왔다(Klahr and Dunbar, 1988; Kuhn *et al.*, 1988; Lawson, 1995; 권용주 외, 2000). 또한, 과

\*Corresponding author: kwonyj@knu.ac.kr  
Tel: 82-43-230-3763  
Fax: 82-43-231-7224

학 교육의 실제에서도 학습자의 가설 생성 기능의 발달이 과학적 성취도 향상, 논리적 사고의 발달, 그리고 창의적 사고의 발달과 밀접하게 관련되어 있기 때문에, 학생들의 가설 생성 활동은 과학 수업에서 매우 중요한 것으로 다루어져야 한다고 인식되고 있다(Lawson, 1995; Kwon *et al.*, 2002). 따라서, 과학 연구와 과학 교육의 질을 향상시키기 위해서는 가설 생성의 인지적 과정을 밝히는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

그러나 이러한 중요성에도 불구하고 가설의 생성 과정에 관한 합의된 설명을 찾아보기 어렵다. Popper (1968)는 가설이 절차에 의해 생성되지 않고 갑작스런 사고의 도약이나 상상 혹은 직관에 의해 생성된다고 했다. 또한, 많은 수의 과학자들과 과학철학자들이 귀납이나 가설-연역적 체계 안에서 가설 생성의 과정을 설명한다(Lawson, 1995). 그러나 최근의 연구들(Lawson, 1995, 2000, 2002; 권용주 외, 2000; Kwon *et al.*, 2002)은 가설이 귀납과 연역적 사고에 의해서 생성되는 것이 아니며, 갑작스런 직관에 의해 생성되는 것은 더욱 아니라고 주장한다. 이들에 의하면 가설은 미지의 현 상황을 이미 알고 있는 다른 상황과의 유사성에 바탕을 두고, 이를 차용하여 설명하는 귀추(abduction)\*에 의해 생성된다고 한다.

특히, 권용주 외(2000)는 인지심리학적 연구를 통해서 가설 생성의 귀추의 과정을 연구하여 비교적 상세하게 하위 과정들을 제시했다. 이들에 의하면 가설 생성의 과정은, 첫 번째로 의문을 발상하고 현재의 '의문상황(questioning situation)'을 구성하는 정성적 하위 특성들을 동정하는 단계, 두 번째로 현재의 '의문상황'과 과거의 '경험상황(experienced situation)'을 정성적 확률에 바탕을 둔 유사성 정도에 의거한 비교분석을 통해서, 유사성 정도가 높다고 판단되는 과거의 '경험상황'을 동정하는 단계, 세 번째로 이

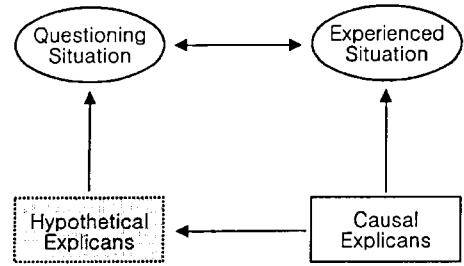


Fig. 1. The abduction process for generating scientific hypothesis.

'경험상황'을 설명해주는 기지(既知)의 '원인적설명자(causal explicans)'를 동정해 내는 단계, 네 번째로 이러한 '원인적설명자'들 중에서 현재의 의문상황을 가장 효과적으로 설명한다고 판단되는 '가설적설명자(hypothetical explicans)'를 선택하고 조합하는 단계 등으로 구성되어 있다는 것이다. 이 하위 과정에서 첫 번째 단계는 의문이 생성되는 단계로 생각할 수 있고, 나머지 과정들은 모형화 하여 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.

Figure 1에 제시된 바와 같이, 권용주 외(2000)의 연구는 가설 생성 과정의 하위 과정들을 비교적 자세하게 기술하고 있다. 그리고 이 연구는 가설 생성 과정의 하위 과정이 존재한다는 것을 충분히 설명하고 있다. 하지만 가설 생성에서 영역-특이적(domain-specific)인 사전 지식과 영역-일반적(domain-general)인 추론 능력 사이의 상대적 중요성에 관한 논쟁이 계속되고 있는 상황(Schauble, 1996; Niaz, 1995)에서, 이들의 연구만으로는 가설 생성 과정에서 실제로 귀추가 영향을 미치는지는 판단하기 어렵다. 즉, 인지적인 하위 과정들이 존재하지만, 이 과정들이 너무나 자동적으로 진행되기 때문에 가설 생성에 영향을 주지 않을 수도 있다는 가능성을 완전히 배제시키지는

\*Abduction에 대해서는 아직 사전적으로 통일된 과학철학 용어가 제시되고 있지 않지만, 대체로 다음 몇 가지 번역용어가 함께 사용되고 있다. 그 첫째가 '가추'(假推, 박연규, 2000)라는 용어이다. 박연규는 '가추'의 의미를 '가정적 추론'이라는 의미를 제시하는 용어로 사용하고 있다. 그러나 abduction이라는 용어는 가정적 추론이라는 일반적 의미보다는 현상을 설명하는 가설의 생성을 위한 추론을 의미하기 때문에 가추이라는 용어로는 abduction을 표현하기에는 다소 무리가 있다. 둘째는 설명적 가설의 형성이라는 의미에서 '상정론(想定論, 정영기, 1997)'이라는 용어를 사용하고 있다. 그리고, 셋째가 역연역적(retroductive) 추리를 통해 과학적 설명을 생성한다는 의미(소홍렬, 1988)와 최선의 설명을 추론하는 방식의 의미(이봉재, 1992)로 '귀추(歸推)'라는 용어를 사용하고 있다. 물론 가설을 생성하는 추론이라는 의미에서 '상정론'이라는 용어도 가능하다. 하지만, Peirce의 초기설명인 retroductive 추리라는 의미도 포함하고 가설을 생성한다는 의미를 함께 나타냈을 뿐만 아니라, 귀납 또는 연역이라는 용어와 대비되어 그 의미와 음절이 비교되어 질 수 있는 '귀추'라는 용어가 'abduction'을 번역한 용어로 보다 적절한 것으로 생각된다. 더 나아가, '과학적 발견의 패턴(Hanson, 1958, 송진웅과 조숙경 역, 1995)'에서도 abduction을 '귀추(歸推)'라는 용어로 번역하여 사용하고 있다. 따라서, 이 논문에서는 abduction의 의미를 보다 적절하게 전달하고, 귀납과 연역에 대비되면서, 그리고 기존의 번역서에서 사용되어 온 용어인 '귀추'라는 번역용어를 선택하여 사용하고자 한다.

못했다. 더 나아가, 이 연구만으로 귀추적 추론의 각 하위 과정에 대한 실험적 증거가 충분히 제시되었다고 하기도 어렵다. 특히, 가설의 근원으로서 매우 중요한 역할을 하는 ‘경험상황’과 이것을 설명하는 ‘원인적설명자’가 인지 구조 내에 한 덩어리로 융합되어 있는지, 아니면 서로 분리되어 있는지를 이들의 연구 결과만으로는 확인하기가 쉽지 않다.

이상에서 논의한 것처럼 가설 생성 과정을 이해하는 것은 과학 연구 및 과학 교육의 실제에서 매우 절실하게 필요하다. 따라서, 이 연구에서는 가설 생성 과정을 보다 분석적인 과정으로 설명하고 있는 권용주 외(2000)의 모형을 가설-연역적인 연구 방법에 따라 검증하고자 한다. 이를 위해 해결하고자 하는 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 학생들의 가설 생성에서 사전 지식뿐만 아니라 귀추 능력도 중요하게 영향을 미치는가?
2. 귀추 능력이 영향을 미친다면 경험상황과 원인적설명자는 학생들의 인지 구조 속에 융합된 형태로 존재하는가? 아니면, 분리된 형태로 존재하는가?

## 연구 방법

### 연구 1의 방법

연구 문제 1인 학생들의 가설 생성에 사전 지식뿐만 아니라 귀추 추론 능력도 중요하게 영향을 미치는가를 알아보기 위한 연구 1의 방법은 다음과 같다.

#### 가. 피험자

이 연구는 서울특별시 소재한 C 초등학교 6학년 남학생 74명과 여학생 64명, 모두 138명의 학생을 피험자로 선정했다. 초등학교 6학년을 연구 대상으로 선정한 이유는 검사에 이용된 수증기 응결 개념이 초등학교 5학년 과정에서 다루어지기 때문이다.

#### 나. 검사 도구

##### (1) 가설 생성 검사지

이 검사지는 학생들의 가설 생성을 확인하기 위해 개발하여 투입하였다. 이것은 차가운 음료수 캔 주변에 물방울이 맺히는 의문 현상을 대화 글 형식으로 제시하고, 이 현상의 원인을 설명하는 가설을 생성하게 하는 검사지다. 이 검사지는 연구자가 학생들의 가설 속에 수증기 응결 개념이 포함되어 있는지 확

인할 수 있도록 하기 위해 가설뿐만 아니라 가설을 생성한 이유도 함께 기록하도록 구성하였다. 검사지의 중요한 내용은 다음과 같다.

경희: 와~ 오늘 정말 덥다. 그치?

지연: 응, 걸어오느라 힘들었지? 우리 음료수 마시자!

(지연이가 냉장고에서 콜라 캔 두 개를 꺼낸다.)

경희: 야, 시원하다. 이젠 살 것 같다.

(들은 이런 저런 이야기를 계속하다가 갑자기 지연이가 묻는다.)

지연: (이상한 듯) 어? 이상하다. 캔 주변에 물기가 생겼네. 처음에 콜라를 마실 때는 분명 아무 물기가 없었는데, (마시던 콜라 캔을 여기저기 살펴면서) 캔 주변에 이 물방울들이 어떻게 생겼지? 이 현상이 왜 일어났는지 모르겠네.....

● 지연이가 궁금해하는 것은 냉장고에서 꺼낸 차가운 콜라 캔 표면에 물기가 생기는 현상입니다. 왜 이런 현상이 일어났는지 여러분들은 답을 할 수 있나요? 깊이 생각한 후 그 답을 적어보고 그렇게 생각한 이유를 자세히 적어 보세요.

##### (2) 사전 지식 검사지

이 검사지는 학생들이 가설을 생성하기 위해 필요한 사전 지식을 가지고 있는지 확인하기 위해 학생들의 수증기 증발과 응결 개념에 관한 선행 연구들을 검토하여 개발하였다(최병순 외, 1993; 전인영, 국동식, 1998; 조부경 외, 2002). 이것은 10문항의 선택형 검사지로 제작하였다. 이들 문항에는 수증기 개념, 수증기 소재, 수증기가 응결되는 현상, 물의 상태 변화를 일으키는 원인, 이슬 등의 개념에 관한 다섯 개의 검사 문항 이외에도 피험자가 검사지 맥락을 읽어냄으로써 정답을 고르는 것을 방지하기 위해 다섯 개의 추가적인 비검사 문항들을 포함시켰다. 개발된 검사지는 과학교육 전문가 6인을 통해 내용 타당도(타당도 지수 = 0.88)와 검사-재검사를 통해 신뢰도(신뢰도 지수 = 0.89)를 확인 받았다. 아래는 검사지의 일부 내용이다.

어머니는 예술이에게 주전자에 있는 물이 잘 끓고 있는지 지켜보라고 하시고는 시장에 가셨어요. 한참

을 지켜보던 예술이는 물이 점차 끓으니까 주전자 속의 물이 줄어드는 거예요. 주전자 안의 줄어든 물은 어디로 갔을까요? ( )

- ① 완전히 없어졌다.
- ② 주전자에서 공기 중으로 갔다.
- ③ 주전자 유리 속으로 스며들었다.
- ④ 모르겠다.

**다. 검사 절차 및 평가 방법**

먼저, 가설 생성 검사지를 투입하였다. 그리고 검사지의 기술 내용만으로 학생들의 의도를 정확하게 파악하기 어려운 경우 개별 면담을 통해 학생들이 생성한 가설의 의미를 다시 확인하였다. 이 검사에서 수증기 응결에 관한 지식을 가설에 활용했는지에 대한 평가 기준은 ‘수증기’ 개념과 ‘수증기의 소재’, 그리고 ‘열과 응결의 관계’가 모두 가설에 포함되어 있는 경우로 정하였다.

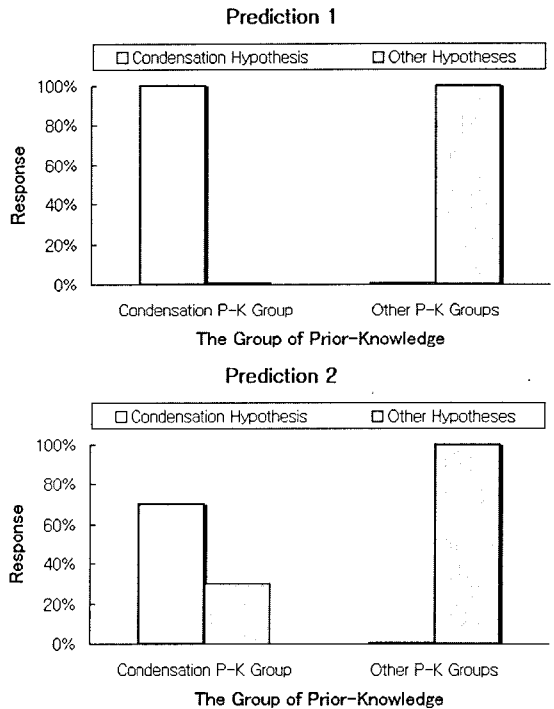
그런 다음, 사전 지식 검사지를 투입하였다. 이 검사에서 가설 생성에 필요한 사전 지식이 충분히 있다는 평가 기준은 검사 문항 다섯 문항에 모두 정답을 선택한 경우로 정하였다.

**라. 연구 가설 및 예상**

이 연구에서는 가설 생성에 영향을 주는 요인에 따라서 ‘사전 지식 가설’과 ‘지식-귀추 가설’을 대안적 가설들로 정하였다. 사전 지식 가설은 학생들의 사전 지식만이 절대적으로 가설 생성에 영향을 미친다는 가설이다. 그리고 지식-귀추 가설은 지식 못지 않게 귀추 능력도 가설 생성에 중요하게 영향을 미친다는 가설이다.

여기에서 사전 지식 가설이 옳다면 Fig. 2의 Prediction 1처럼 수증기 응결에 관한 사전 지식을 가지고 있는 학생들은 모두 수증기 응결에 관한 의문을 이들 지식을 활용하여 가설을 생성함으로써 설명할 수 있어야 한다고 예상할 수 있다. 반면에, 지식-귀추 가설이 옳다면 Fig. 2의 Prediction 2처럼 비록 수증기 응결에 관한 사전 지식이 있다고 할지라도 이 지식을 귀추할 수 없는 학생의 경우 가설을 생성하지 못할 수도 있다고 예상할 수 있다.

Fig. 2는 수증기 응결 지식을 가지고 있는 학생들이 관련된 인과적 의문 상황에서 모두 다 사전 지식인 수증기 응결 지식을 사용하여 가설을 생성한다면 ‘사전



**Fig. 2.** The predicted results of alternatives of the prior knowledge and prior knowledge-abduction.

지식 가설’이 옳다는 것을 보여준다. 반면에, 사전 지식을 가지고 있는 학생들 중에 가설을 생성하지 못하는 학생들의 수가 통계적으로 의미 있는 수준에서 나타나다면 ‘지식-귀추 가설’이 옳다는 것을 보여준다.

**연구 2의 방법**

연구 문제 2인 경험상황과 원인적설명자는 학생들의 인지 구조 속에 융합되어 있는지 혹은 분리되어 있는가를 알아보기 위한 연구 2의 방법은 다음과 같다.

**가. 피험자**

연구 1에서 수증기 응결에 관한 지식은 가지고 있지만, 이 지식을 가설 생성에 활용하지 못한 72명의 학생들을 연구 2의 피험자로 선정하였다.

**나. 검사 도구**

학생들의 유사경험상황을 확인하기 위해 유사경험상황 검사지를 개발하여 투입하였다. 이것은 차가운 음료수 캔 주변에 물방울이 맺히는 의문현상과 비슷하다고 생각되는 경험들과 그 경험들에 대한 설명들

을 쓰도록 구성하였다.

다. 검사 절차 및 평가 방법

먼저, 피험자 72명에게 유사경험 검사지를 투입하였다. 이 검사에서 유사경험인지 아닌지 평가하는 기준은 학생들이 검사지에 기록한 현상과 투입 후 면담을 통해 확인한 현상이 수증기 응결로 설명 가능한 현상인지에 두었다.

그런 후, 가설 생성 검사지를 다시 투입하였다. 연구 1에서와 같이 검사지의 기술 내용만으로 학생들의 의도를 정확하게 파악하기 어려운 경우에는 개별 면담을 통해 학생들이 생성한 가설의 의미를 다시 확인하였다. 그리고 ‘수증기’ 개념과 ‘수증기의 소재’, 그리고 ‘열과 응결의 관계’가 모두 가설에 포함되어 있는 경우에만 지식을 활용한 것으로 평가하였다.

라. 연구 가설 및 예상

이 연구에서는 가설 생성에서 경험상황과 원인적설명자의 관계를 고려하여 ‘융합 가설’과 ‘분리 가설’을 대안적 가설들로 정하였다. ‘융합 가설’은 ‘경험상황’과 ‘원인적설명자’가 하나로 융합되어 있어서 가설을 생성할 때 경험상황을 동정하면 자동적으로 이를 설명하는 원인적설명자가 함께 동정된다는 가설이다. 그리고 ‘분리 가설’은 원인적설명자가 경험상황과 따로 분리되어 있어서 귀추의 과정에서 경험상황 동정 이후 원인적설명자를 동정하는 과정이 뒤따라 일어난다는 가설이다.

따라서, 융합 가설이 옳다면, 처음에 가설을 생성하는 데 실패한 학생들 중 유사경험 검사지에서 유사경험상황을 타당하게 제안한 학생들은 다시 가설을 생성하도록 했을 때, Fig. 3의 Prediction 1과 같이 모두 가설을 생성할 수 있어야한다고 예상할 수 있다. 반면에, 분리 가설이 옳다면, 타당한 유사경험상황을 제안한 학생이라도 Fig. 3의 Prediction 2와 같이 원인적설명자를 탐색하는 데 실패함에 따라 가설을 생성하지 못할 수 있다고 예상할 수 있다.

Fig. 3은 가설 생성에 필요한 유사경험상황을 제안한 학생들이 이차 가설 생성 검사에서 모두 가설을 생성할 수 있다면, ‘융합 가설’이 옳다는 것을 보여준다. 반면에, 유사경험상황을 제안한 학생들 중에 가설을 생성하지 못한 학생들의 수가 통계적으로 의미 있는 수준에서 나타난다면 ‘분리 가설’이 옳다는 것을 보여준다.

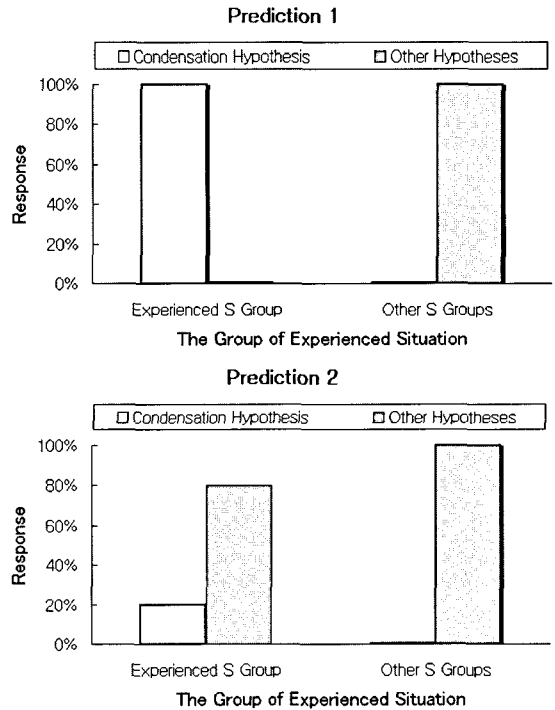


Fig. 3. The predicted results of alternatives of the combination and separation.

결과 및 논의

연구 1의 결과 및 논의

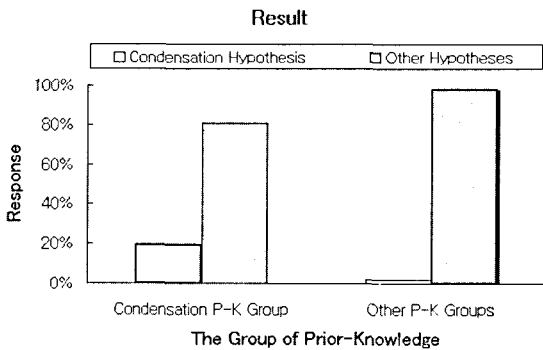
학생들의 가설 생성에 사전 지식뿐만 아니라 귀추 능력도 중요하게 영향을 미치는지 알아보기 위한 연구 1에서, 피험자들의 사전 지식 검사와 가설 생성 검사에 대한 응답 결과를 정리하여 표로 제시하면 Table 1과 같다.

Table 1에 나타난 것처럼 전체 138명 중 사전 지식 검사 다섯 문항에 모두 정답을 제시한 학생은 89명이며, 가설 생성 검사에서 수증기의 응결 개념으로 가설을 생성한 학생은 18명이다. 그리고 지식 검사의 다섯 문항에서 모두 정답을 선택한 학생들, 즉 수증기 응결 개념을 사전 지식으로 가지고 있다고 판단할 수 있는 89명의 학생 중 17명(19.1%)만이 가설 생성에 그 지식을 이용하였다. 또한, 수증기 응결 개념을 정확하게 사전 지식으로 가지고 있지 않은 49명의 학생 중 48명이 응결 개념을 이용한 가설을 생성하지 못하였다. 이러한 결과를 그림으로 나타내면 Fig. 4와 같다.

Table 1과 Fig. 4에 나타난 결과들을 위에서 제시

**Table 1.** Summary of subjects' responses to the prior-knowledge test and hypothesis generation test unit: number (%)

		Prior-knowledge test		Total
		Success	Failure	
Hypothesis test	Condensation	17 (19.1)	1 (2.0)	18 (13.0)
	Other	72 (80.9)	48 (98.0)	120 (87.0)
Total		89 (100)	49 (100)	138 (100)

**Fig. 4.** A bar chart of the percentage of hypotheses by prior-knowledge groups.

한 Fig. 2와 비교할 때, Fig. 4의 결과가 Fig. 2의 Prediction 1과 같으려면 사전 지식을 가지고 있는 89명의 학생들은 모두 수증기 응결 개념을 가설 생성에 사용해야만 했다. 그러나 실제 결과는 단지 17명만이 가설 생성에 응결 개념을 사용한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 통계적인 비교에서도 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다( $\chi^2 = 48.91$ ,  $p < 0.01$ ). 결국 Fig. 4의 결과는 Fig. 2의 Prediction 2와 같이 가설 생성에 필요한 지식을 가지고 있는 학생들 중에도 가설을 생성하지 못하는 학생들이 있음을 보여 준다. 따라서, 연구 1의 결과는 ‘지식-귀추 가설’ 즉, 가설을 생성할 때 사전 지식 못지 않게 귀추 능력도 중요하게 관여한다는 가설을 지지한다. 이러한 연구 결과는 가설이 일회적인 사고의 도약에 의해 만들어진다는 주장(Popper, 1968)과는 상반되며, 인지적 추론 과정인 귀추에 의해 생성된다는 주장들(Lawson, 1995, 2000, 2002; 권용주 외, 2000; Kwon *et al.*, 2002)과 일치한다.

한편, 수증기 응결 가설을 제시했던 18명의 학생들 중 단 한 명만을 제외한 17명의 학생들이 수증기 응결 개념을 사전 지식으로 가지고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 가설 생성 활동과 같은 과학적 탐구 활동에 있어서 영역-특이적(domain-specific)인

사전 지식이 매우 중요하게 영향을 준다는 연구 결과들(Hafner and Stewart, 1989; Kyle and Shymanky, 1989)과 일치한다.

따라서, 사전 지식과 귀추 능력 중 어느 한 가지는 과학적 가설 생성을 위한 충분조건이 아니라 필요조건이라고 할 수 있다.

### 연구 2의 결과 및 논의

경험상황과 원인적설명자는 학생들의 인지 구조 속에 융합되어 있는지 혹은 분리되어 있는지 알아보기 위한 연구 2에서는 연구 1의 피험자들 중에서 사전 지식이 있으면서도 가설을 생성하지 못한 72명을 피험자로 선정하였다. 먼저, 이들 학생들을 대상으로 유사경험상황 검사를 실시한 결과 56명의 학생들은 ‘냉장고에서 꺼낸 반찬 그릇에 맺히는 물방울’, ‘아이스크림 봉지에 맺히는 물방울’, ‘목욕탕 거울에 맺히는 물방울’ 등과 같은 타당한 유사경험상황을 제안했고, 나머지 16명은 그렇지 못했다.

또한, 검사를 통해 유사경험상황을 생각해 낼 수 있는지 확인한 이후 실시한 이차 가설 생성 검사에서 전체 72명 중에 단 2명만이 추가적으로 수증기 응결 개념을 이용한 가설을 생성할 수 있었다.

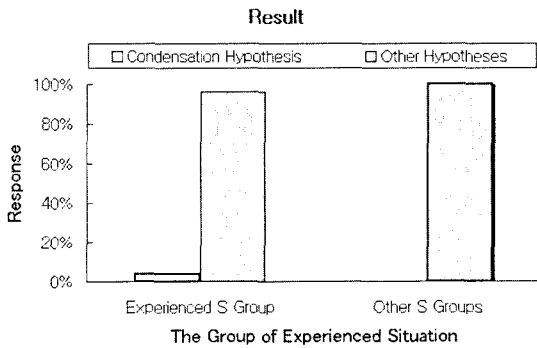
이러한 연구 결과들을 요약하면 Table 2와 같다.

Table 2에 나타난 것처럼 전체 72명 중 적절한 경험상황을 제시한 학생은 56명이며, 가설 생성 검사에서 수증기 응결 개념으로 가설을 생성한 학생은 2명이다. 그리고 경험상황을 제시한 56명의 학생 중 단지 2명(3.6%)만이 두 번째 가설 생성에서 수증기 응결 개념으로 가설을 생성할 수 있었고, 적절한 경험상황을 제시하지 못한 학생들은 모두 가설 생성에 실패했음을 알 수 있다. 이러한 결과를 그림으로 나타내면 Fig. 5와 같다.

Table 2와 Fig. 5에 나타난 결과를 위에서 제시한 Fig. 3과 비교할 때, Fig. 5의 결과가 만약 Fig. 3의 Prediction 1과 같으려면 유사경험상황을 생각해 낼 수 있었던 56명의 학생들은 모두 수증기 응결 개념

**Table 2.** Summary of subjects' responses to the experienced situation test and secondary hypothesis generation test  
unit: number (%)

		Experienced situation test		Total
		Success	Failure	
2nd Hypothesis test	Condensation	2 (3.6)	0 (0)	2 (2.8)
	Other	54 (96.4)	16 (100)	70 (97.2)
Total		56 (100)	16 (100)	72 (100)



**Fig. 5.** A bar chart of the percentage of hypotheses by experienced situation groups.

을 사용하여 가설을 생성할 수 있어야만 했다. 그러나 실제 결과는 단지 2명만이 가설 생성에 응결 개념을 사용한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 통계적인 비교에서도 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다( $\chi^2=50.28, p<0.01$ ). 결국 Fig. 5에 나타난 결과는 Fig. 3의 Prediction 2와 같이 유사경험상황을 떠올릴 수 있는 학생들 중에도 가설을 생성하지 못하는 학생들이 있음을 보여준다. 따라서, 연구 결과는 ‘분리 가설’ 즉, 원인적설명자가 경험상황과 따로 분리되어 있어서 귀추의 과정에서 경험상황 동정 이후 원인적설명자를 동정하는 과정이 구분되어 있다는 가설을 지지한다.

### 결론 및 교육적 적용

초등학생들의 수증기 응결에 관한 가설 생성에 있어서 귀추의 역할, 그리고 경험상황과 원인적설명자의 관계에 대한 연구 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

연구 1의 결과들은 ‘지식-귀추 가설’을 지지한다. 따라서, 가설을 생성할 때 사전 지식 이외에 귀추 능력도 매우 중요하게 영향을 미친다고 할 수 있다. 다

시 말하면, 가설이 생성되기 위해서는 의문 현상과 관련된 사전 지식과 귀추 능력이 모두 충족되어야 한다는 것으로, 이중 어느 한 가지는 과학적 가설 생성을 위한 충분조건이 될 수 없으며 다만 필요조건일 뿐이다. 이것은 가설 생성 능력을 길러주기 위해서는 지식뿐만 아니라 귀추 능력을 길러주기 위한 교수-학습 전략이 마련되어야 한다는 것을 시사해 주는 것이다.

그리고 연구 2의 결과들은 ‘분리 가설’을 지지한다. 따라서, 가설 생성 과정에서 원인적설명자와 경험상황은 따로 분리되어 있어서 귀추의 과정에서 경험상황 동정 이후 원인적설명자를 동정하는 과정이 뒤따른다고 할 수 있다. 즉, 실제 교수-학습 과정에서 학생들이 가설을 생성하기 위해서는 의문 현상과 유사한 경험상황을 동정해야 할 뿐만 아니라, 이 경험상황을 가장 효과적으로 설명하는 원인적설명자 또한 자신의 인지 구조 속에서 동정해내야만 한다. 이러한 연구 결론은 교수-학습 전략 수립과 가설 생성 능력 평가 측면에서 많은 시사점들을 제공해 준다. 예를 들어, 주어진 의문 상황을 설명할 수 있는 가설을 생성해내지 못하는 학생들에게 교사는 “의문현상과 비슷한 경험 상황들에 대해서 생각해보자.” 또는 “비슷한 경험 상황들은 어떻게 설명할 수 있을까?”, 그리고 “비슷한 경험 상황들에 대한 설명이 무엇인지 생각해보자.” 등과 같이 가설 생성을 돕기 위한 구체적인 단서들을 제공할 수 있는 것이다. 또한, 학생들이 가설을 생성하지 못하고 있을 때 가설 생성의 전체 과정에서 어떤 단계에서 가설 생성이 멈추었는지 확인함으로써 학생들의 가설 생성 능력에 대한 보다 본질적인 평가가 가능해 질 것으로 생각된다.

### 감사의 글

이 연구는 2001년도 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2001-041-C00645)에 의해 수행되었습니다. 이

러한 연구가 이루어질 수 있도록 지원해준 한국학술진흥재단에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 권용주, 양일호, 정원우, 2000, 예비과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. 한국과학교육학회지, 20(1), 29-42.
- 박연규, 2000, '관'의 설명 가능성: 퍼스(C. S. Peirce)의 가추법(abduction)에 의한 접근. 공자학, 7(1), 163-188.
- 소홍렬, 1988, 인과적 설명과 비인과적 설명의 논리. 철학연구, 23(1), 73-87.
- 이봉재, 1992, 과학적 실재론과 설명의 문제. 철학연구, 31(1), 184-203.
- 전인영, 국동식, 1998, 구름생성 개념에 대한 중·고등학생의 오개념 연구. 한국지구과학회지, 19(3), 269-275.
- 정영기, 1997, 인지과학에서 설명의 문제. 동서 철학 연구, 14(1), 147-168.
- 조부경, 고영미, 김효남, 백성혜, 박재원, 박진옥, 임명혁, 2002, 증발과 증발 조건에 관한 활동에서 유·초·중학교 학생들의 개념 유형 및 학년별 경향성에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 22(2), 286-298.
- 최병순, 김효남, 강순희, 신인철, 1993, 증발과 응결에 대한 국민 학생들의 개념 조사. 13(1), 92-99.
- Barnhart, C.L., 1953, The American college dictionary. New York: Harper & Brothers. 1432 p.
- Hafner, B. and Stewart, J., 1989, A comment on predicting genetics achievement in nonmajors college biology. Journal of Research in Science Teaching, 26, 551-553.
- Hanson, N.R., 1958, Patterns of Discovery. (송진웅, 조숙경 역, 1995). Cambridge: Cambridge University Press, 379 p.
- Klahr, D. and Dunbar, K., 1988, Dual space search during scientific reasoning. Cognitive Science, 12, 1-48.
- Kwon, Y., Jeong, J., and Park, Y., 2002, Children's generating hypotheses on a pendulum task: Roles of abductive reasoning skills and prior knowledge. In M. R. Matthews (ed.). International Pendulum Project Conference Papers, Unpublished. Sydney, NSW: The University of New South Wales, Australia, 1, 131-144.
- Kuhn, D., Amsel, E., and O'Loughin, M., 1988, The development of scientific thinking skills. San Diego, CA: Academic Press, 249 p.
- Kyle, W.C. and Shymansky, J.A., 1989, Enhancing learning through conceptual change teaching. NARST News, 31(3), 7-8.
- Lawson, A.E., 1995, Science teaching and the development of thinking. Wadsworth Publishing Company, 593 p.
- Lawson, A.E., 2000, How do humans acquire knowledge? and What does that imply about the nature of knowledge? Science & Education, 9, 577-598.
- Lawson, A.E., 2002, What does Galileo's discovery of Jupiter's moons tell us about the process of scientific discovery? Science & Education, 11, 1-24.
- Niaz, M., 1995, Enhancing thinking skills: Domain specific/Domain general strategies-A dilemma for science education. Instructional Science, 22, 413-422.
- Popper, K., 1968, The logic of science discovery. Harper & Row, Publisher. 480 p.
- Schauble, L., 1996, The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. Developmental Psychology, 32(1), 102-119.
- Wenham, M., 1993, The nature and the role of hypothesis in school science investigations. International Journal of Science Education, 15(3), 231-240.

2003년 4월 2일 원고 접수  
2003년 5월 1일 수정원고 접수  
2003년 5월 24일 원고 채택