

중등학교 과학 교사들의 탐구 과정의 활용 정도와 가설에 대한 인식

김지영* · 강순희

이화여자대학교

The practical use of process skill and the perception about hypothesis by secondary school science teachers

Kim, Ji Young* · Kang, Soon Hee

Ewha Womans University

Abstract: The purpose of this study was to investigate the practical use of process skill under the seventh curriculum at secondary school and teachers' perceptions about hypothesis. Two hundred and twenty-two secondary science teachers responded to a survey. Among all process skills, data interpretation was found to be used most frequently by science teachers. The second most-commonly utilized skill was conclusion, and the least employed skill was hypothesis formation followed closely by data transformation. In addition to these results, the most difficult process skill practised by science teachers was hypothesis formation, followed by data transformation, and controlling variables. A majority of science teachers (63.1%) properly defined hypothesis, but only a significant number (5.0%) chose the correct example about hypothesis in real-world contexts. More than ninety percent of science teachers believed the skill of hypothesis formation could be put to use in junior high to senior high school, but practical use of the skill, was too difficult for the science class

Key words: process skill, hypothesis formation, science teacher' perception, hypothesis' definition

I. 서 론

과학 지식의 급격한 증가에 따라 1960년대 이후로 과학 교육이 내용 중심에서 탐구 과정 중심으로의 변화를 시도해 왔으며 우리나라에서도 학문 중심주의 교육 과정 이후 과학 교육 과정에서 탐구력 신장이 중요한 목표로 명시되어 왔다. 현행의 제7차 과학과 교육 과정에서는 '자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가진다'는 것을 목표로 제시함으로써, 과학적 탐구력을 중요하게 부각시켰고, 과학적 탐구력을 증진시키기 위하여 습득해야 할 탐구 과정을 기초 탐구 과정과 통합 탐구 과정으로 나누어 제시하고 있다(교육부, 1998). 기초적 탐구 과정으로는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등, 통합 탐구 과정으로는 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등이 포함되어 있다.

현행 과학과 교육 과정에서 통합적 탐구 과정의 하나로 '가설 설정'을 제시하고 있는데, 특별히 가설을

생성하는 것은 과학적 탐구에서 인과적 의문으로부터 과학적인 설명으로 진입하는 관문의 역할을 하기 때문에 가장 핵심적인 과정으로 볼 수 있다(Klahr & Dumbar, 1988). 우리나라의 교육과정 뿐 아니라 탐구 과정에 초점을 맞춘 대부분의 프로그램들이 가설 설정을 중요한 탐구 과정의 하나로 보고 있다. SAPA(Science - A Process Approach)는 미국에서 개발된 교육 과정으로 탐구 과정 기능을 8가지의 기초 과정 기능과 5가지의 통합적 과정 기능으로 분류하고 있는데, 가설 설정하기는 통합적 과정 기능에 포함된다(AAAS, 1965). NAEP(The National Assessment of Educational Progress)에서는 탐구 과정을 탐구 활동과 사고 과정으로 분류하고 있다. 탐구 활동에는 관찰, 측정, 실험, 의사소통을 포함하고, 사고 과정에는 자료 해석, 일반화, 내삽과 외삽, 가설 설정, 비유에 의한 논증, 종합, 귀납과 연역에 의한 논증, 모델 설정을 포함하고 있다. 로슨은 과학적 탐구력을 창의적이고 비판적인 사고력(creative and critical thinking skill)이라 명명하고 그 범주를 7개로 제시하고 있는데, 그 중 하나가

*교신저자: 김지영(nicefine@freechal.com)

**2005.10.13(접수) 2006.2.13(1심통과) 2006.3.29(2심통과) 2006.3.31(최종통과)

‘대체적 가설과 이론을 인식하고, 창조해내고, 진술하기’이다(Lawson, 1995). 탐구 과정 중심의 프로그램에서 가설 설정은 중요한 탐구 과정의 하나이며, 관찰이나 측정 등과 같은 기초적인 탐구 활동이나 탐구 과정이 아니라 보다 복합적인 탐구력을 필요로 하는 통합적 탐구 과정 요소이다.

과학적 가설은 관찰이나 분류, 예측이나 변인 통제 등과 같은 탐구 과정에 비해 상대적으로 여러 가지로 해석되고 있는 것을 볼 수 있다. 가설은 아직 검증되지 않은 것으로 문제의 답에 대한 잠정적인 추측 또는 현상에 대한 임시적 설명 체계로 정의되기도 하고 (Singleton *et al*, 1993), 연구하고 있는 현상들 간의 연관성들을 추론해 낸 것으로 정의되기도 하였다(Hempel, 1966). 또한 가설을 주어진 문제 상황에서 변인들 간의 실제적 관련성에 대한 검증 가능한 설명으로 보기도 하였으며(Quinn & George, 1975), 가설을 예상한 것의 진리를 검증하기 위해 도출한 문장으로서 과학적 이론과 법칙이 형성되는 바탕이자 과학적 이론과 법칙을 검증하는 수단이라 명하기도 하였다(Salmon, 1995). 다양한 과학적 가설의 정의 중에서 가장 일반적으로 사용되는 것으로는 ‘과학적 가설은 어떤 현상이 왜 일어났는지를 인과적으로 설명하기 위해서 제안된 임시적인 해라는 것이다(박종원, 2000 ; Wenham, 1993).

가설에 대한 정의가 다양하듯이 가설이 생성되는 과정에 대한 의견도 다양하다. 드라이버(1988)는 학생들이 자신의 선행 개념과 다른 현상에 직면했을 때 그 현상을 설명하기 위한 상상과 고안이 중요하데, 이러한 사고 활동이 바로 가설의 설정 과정이라고 하였다. 가설을 설정하는 것은 관찰된 규칙성을 설명하기 위하여 자료를 뛰어넘는 상상적 도약 활동으로 순간적인 직관적 통찰에 의해 이루어진다고 보았다(Popper, 1968; Millar, 1989). 가설 생성 과정에 대한 또 다른 의견은 가설이 귀납 추론의 과정에서 생성된다는 견해이다. 귀납적 추론을 통해 얻은 보편성이 개개의 관찰 사실을 원인으로 설명할 수 있다고 보는 것이다.

근래에는 가설이 귀추적 추론(abductive reasoning)의 과정을 통해 생성된다고 설명하는 연구들이 있다(Lawson, 1995; Peirce Edition Project, 1998; Fisher, 2001; Paavola, 2004). 귀추란 미지의 현 상황을 이미 알고 있는 다른 상황과의 유사성에 바탕을 두고, 이를 차용하여 현 상황을 설명하는 추론의 한 유형이다(Lawson, 2002; 권용주 2000). 발견의 패턴에서 귀추의 역할은 하나의 사실을 관찰한 다음 그 사실을 생성하도록 만든 것이 무엇인지를 말하도록 하는 것으로 과학의 모든 아이디어들은 귀추를 통해서 얻어진다고 볼 수 있다(Hanson, 1958). 정진수(2004)는 가설이 귀추적 과

정을 토대로 생성된다는 관점 하에, 귀추적 과정을 모호화하여 제시하고 유사 경험을 토대로 가설을 설정하는 수업을 고안하기도 하였다. 가설의 생성 과정을 귀추적 추론 과정으로만 설명했던 기존의 견해들과 다르게 가설의 생성을 귀추적 추론의 과정 뿐 아니라 귀납적 추론과 연역적 추론이 포함될 수 있는 과정으로 보기도 하였다(권용주 등, 2003).

가설의 정의와 가설 생성 과정에 대한 의견이 다양하지만 가설의 창안 또는 검증 과정의 발달은 학생들의 과학적 성취도 향상, 논리적 사고의 발달, 창의적 사고의 발달 등과 밀접하게 관련되어 있다는 점에는 대부분 일관된 견해를 보인다(Lawson, 1995). 가설을 생성하기 위해서는 기존의 경험과 지식으로부터 의문 상황에 적절한 내용을 찾고, 빌려오고, 적용시키는 과정이 필요하므로 학생들의 고차원적 사고력이 증진된다고 보고 있다.

과학적 탐구력 향상이 과학 교육 목표의 하나라고 할 때, 가설 창안 활동은 과학 교수-학습 활동에서 중요한 활동의 하나로 다루어져야 한다. 그러나, 탐구 과정으로서의 과학 교육은 필요성과 기대만큼의 실효성을 거두지 못하고 있다. 특히, 과학적 사고력의 핵심적 과정인 가설 설정의 중요성에도 불구하고 현행 중학교 과학 교과서에는 가설 생성 능력을 신장시키기 위한 실험이 거의 없는 실정이고(강대호 등, 2003), 교사들에게 학생들의 가설 생성 능력을 향상시키기 위한 수업을 시행할 수 있는 실질적인 방향과 지침이 제시되지 않아서 학교 현장에서의 지도와 평가는 극히 미흡한 수준에 머물러 있다.

중·고등학교 현장에서 학생들의 가설 설정 능력을 향상시키기 위한 수업 전략을 마련하기 위해서는 실제 학교 현장에서 가설 설정의 활용 실태와 어려움, 교사들이 알고 있는 가설의 정의, 가설 설정 수업의 가능성에 대한 교사들의 인식과 같은 연구가 선행되어야 할 것이다. 따라서 이 연구에서는 중·고등학교 과학 교사들을 대상으로 7차 교육과정에 제시된 탐구 과정을 어느 정도 활용하고 있는지 그 중에서도 가설 설정의 활용은 어느 정도 되고 있는지 알아보았으며 탐구 과정 요소가 현장에서 잘 활용되지 않는다면 그 이유는 무엇인지에 대하여 조사하였다. 그리고 교사들이 가지고 있는 가설에 대한 인식 및 가설 설정 수업의 활용 가능성에 대하여 알아보았다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 학교 현장에서 실제로 과학 수업을 하고

Table 1
The characteristics of science teachers(number(%))

School	Teaching term	Major	Gender
Junior high school 147(66.2)	0~5years 48(21.6)	Physics 58(26.1)	Male 64(28.8)
	6~10years 87(39.2)	Chemistry 52(23.4)	
	11~15years 24(10.8)	Biology 72(32.4)	
Senior high school 75(33.8)	16~20years 37(16.7)	Earth science 40(18.0)	Female 158(71.2)
	21~ years 26(11.7)		
Total 222(100)	222(100)	222(100)	222(100)

있는 중·고등학교 교사들을 대상으로 실시하였다. 교사들에게 설문에 대한 취지를 이해시키고 설문지를 작성하도록 한 후 수집하였다. 설문에 응한 과학 교사는 서울, 경기 지역 소재 중·고등학교 교사 총 231명 이었으나 불성실하게 답한 9명의 설문지를 제외하고 222명의 설문지를 분석하였다. 연구에 참여한 교사들의 근무 학교, 근무 경력, 전공, 성별에 대한 자료는 Table 1과 같다.

교사들의 근무 경력은 6년에서 10년의 경력을 가진 교사가 39.2%로 가장 많았으나 대체적으로 다양한 경력의 교사들이 설문에 응한 것을 볼 수 있다. 교사들의 전공 영역도 한 영역에 집중되지 않고 골고루 분포하고 있어 경력이나 전공에 있어서 다양한 교사들의 의견을 반영하는데 적합한 대상으로 판단되었다. 성비에 있어서는 여성 교사의 비율이 높았는데, 현장에서 실제로 여성 교사의 비율이 남성 교사의 비율보다 높기 때문인 것으로 보인다.

2. 검사 도구

탐구 과정과 가설 설정에 대하여 문헌 연구를 실시한 후 교사를 대상으로 검사할 설문지의 문항을 작성하였다. 일차적으로 설문지의 문항을 제작한 후 교사 이면서 과학 교육을 전공하는 교육 대학원생 40명을 대상으로 예비 검사를 실시하여 검사자의 의도가 잘 전달되지 않는 문항이나 피 검사자가 이해하기 어려워하는 문항을 수정하여 이차적으로 설문지를 완성하였다.

설문지에는 먼저 제7차 교육 과정에 제시된 탐구 과정 중에서 본인이 탐구 수업에서 실제로 활용하고 있는 것은 어떤 것인지, 학교 현장을 고려할 때 탐구 과정 중에서 활용하기 힘든 것은 어떤 것인지, 그리고 그 이유는 무엇인지에 대하여 진술하도록 하는 문항으로 포함하였다.

다음으로는 가설과 관련된 문항을 들을 포함하였는데, ‘가설’에 대한 정의를 진술하는 개방형 문항 1개

와 가설을 예상·과학적 설명·연역적 추론·귀납적 추론과 변별할 수 있는지 대하여 실례를 들어 질문하는 5개의 문항으로 구성하였다.

마지막으로 학교 현장에서 가설을 설정하는 능력을 신장시키기 위한 탐구 수업이 가능하다고 생각하는지에 대하여, 그리고 가능하다면 그 시기는 언제인가에 대하여 질문하는 문항들을 포함하였다.

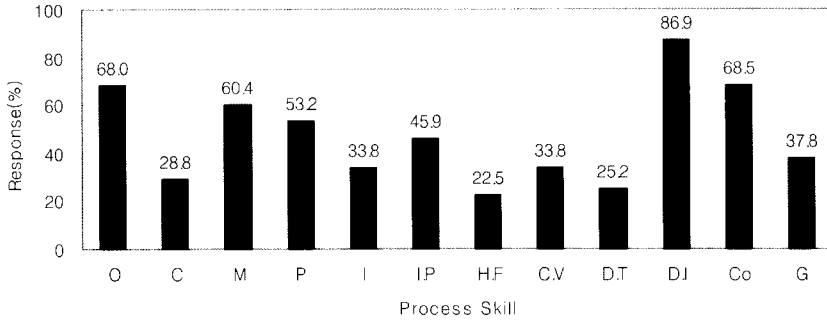
3. 자료의 수집 및 분석

교사들을 대상으로 검사한 설문지를 모두 수합하여 불성실하게 답하거나 응답하지 않은 설문지를 제외하고 총 222개의 설문지의 각 문항을 분석 하였다. 교사들이 많이 활용하는 탐구 과정 요소, 가설 고르기, 현장에서 가설 설정 수업이 가능하다고 생각하는 시기 등과 같은 질문 문항들은 응답을 토대로 하여 빈도 분석을 실시하였다. 또한 교사들의 경력이나 근무 학교별로 이들의 빈도에 차이가 있는지 알아보기 위해 χ^2 검증을 실시하였다. 가설에 대한 정의, 탐구 과정 요소가 활용하기 어려운 이유 등과 같은 개방형의 문항들에 대해서는 교사들이 응답한 내용을 직접 기록하였으며 기록한 내용을 토대로 의견이 비슷한 내용을 분류하여 교사들의 전체적인 의견을 알아보았다. 빈도 분석과 χ^2 검증은 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다.

III. 결과 및 논의

1. 7차 교육 과정에 제시된 탐구 과정의 활용 정도

중·고등학교 과학 교사들이 학교 현장에서 탐구 수업을 할 때 실질적으로 활용하는 탐구 과정을 분석한 결과는 Fig 1과 같다. 교사들에게 제7차 교육 과정에 제시된 탐구 과정 12개를 모두 제시하여 현장에서 실질적으로 활용하고 있는 탐구 과정을 모두 선택하도록 한 후, 이것을 분석하여 퍼센트(%)로 나타낸 것이다. 이때 제시되는 퍼센트(%)는(Fig 1) 탐구 과정



O:observation, C:classification, M:measurement, P:prediction, I:inference,
 I.P:identifying problem, H.F:hypothesis formation, C.V:controlling variables
 D.T:data transformation, D.I:date interpretation, Co:conclusion, G:generalization

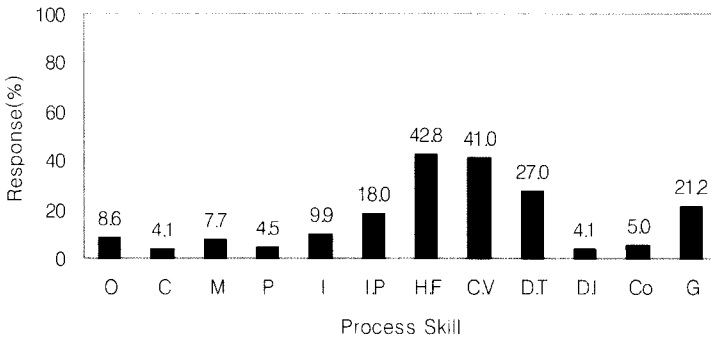
Fig. 1 The practical use of process skill in science classes by science teacher

요소 각각에 대하여 실제로 활용한다고 응답한 교사들의 비율이다. 교사들이 가장 많이 활용하는 탐구 과정은 통합 탐구 과정에 속하는 ‘자료 해석’이었으며 총 222명의 교사들 중 86.9%에 해당하는 193명의 교사들이 활용한다고 답하였다. 다음으로 많이 활용되는 것은 ‘결론 도출’과 ‘관찰’이었으며 총 222명의 교사들 중 각각 152명(68.5%), 151명(68%)에 해당하는 교사들이 활용하고 있는 것으로 나타났다. 자료 해석은 조사한 것을 기록하고, 수집된 자료를 통해 예상하거나 추리함으로써 그 자료를 의미 있게 해석하는 활동을 말한다(강순희, 2001; 강순희 등 2002; 조희형, 최경희, 2001). 이러한 자료 해석은 직접적인 실험을 실시하지 않고도 학생들에게 다양한 자료를 주고 해석하도록 하는 과정을 거칠 수 있는 탐구 요소이므로 학교 현장에서 교사들이 실제로 많이 활용하고 있는 것으로 보인다. 사물과 현상에 대한 정보나 자료를 얻기 위해서 오감을 사용하는 활동으로 과학에서 가장 기초적인 과정 기능인 관찰은 실제 탐구 수업 현장에

서 학생들이 가장 많이 접하게 되는 탐구 요소라고 할 수 있다. 탐구를 통해 얻어진 자료를 분석하여 결론을 이끌어내는 결론 도출의 과정은 탐구 수업의 마지막 단계에서 많이 활용되는 요소이므로 현장에서 많이 사용된 것으로 판단된다.

탐구 과정 중 가장 활용 빈도가 낮은 것은 통합 탐구 과정인 ‘가설 설정’이었으며 총 222명의 교사들 중 22.5%에 해당하는 교사들이 활용한다고 하였다. 다음으로 활용 빈도가 낮은 것은 ‘자료 변환’이며, 총 222명의 교사들 중 25.2%에 해당하는 교사들이 활용한다고 하였다. 새로운 현상을 탐색하고 그러한 현상이 일어난 원인에 대하여 잠정적인 해답을 진술하는 가설 설정 과정과 수집한 자료를 표, 그래프, 글, 그림, 수식 등의 적절한 형태로 나타내는 자료 변환 과정이 실제 탐구 과정에서 많이 활용되지 않고 있음을 나타내는 결과이다.

교사들이 탐구 수업에서 가장 활용하기 힘들어하는 탐구 과정에 대한 분석 결과는 Fig 2와 같다. 학교



O:observation, C:classification, M:measurement, P:prediction, I:inference,
 I.P:identifying problem, H.F:hypothesis formation, C.V:controlling variables
 D.T:data transformation, D.I:date interpretation, Co:conclusion, G:generalization

Fig. 2 The difficult process skill that can be used in science class by science teacher

현장을 고려할 때, 교사들이 가장 활용하기 어렵다고 생각하는 탐구 과정은 ‘가설 설정’이었으며 총 222명의 교사들 중 42.8%가 활용하기 힘들다고 답하였다. 그 다음으로는 41.0%에 해당하는 교사들이 ‘변인통제’를 활용하기 어렵다고 하였다. 이러한 결과는 실제 학교 탐구 수업에서 많은 교사들이 다른 어떤 탐구 과정 요소보다 가설 설정을 가장 활용하기 힘들어 한다는 것을 나타내는 것이다.

제7차 교육과정에 제시된 탐구 과정의 활용 정도에 대해서 조사한 결과 교사들에게 있어서 가설 설정은 가장 활용 빈도가 낮을 뿐만 아니라(Fig 1) 가장 활용하기 힘들어하는 탐구 과정 요소라는 것을 알 수 있으며(Fig 2), 이러한 결과는 학교 현장에서 가설 설정과 관련된 수업이 다른 탐구과정의 활용 수업에 비해 많이 이루어지지 않고 있음을 나타내는 것이라고 할 수 있다.

가설 설정이 활용하기 어렵다고 답한 교사들은 일반적인 어려움으로 학생수 및 학습 내용의 과다, 입시 위주 등을 제시하였다. 이러한 일반적인 어려움 외에 교사의 입장에서 가설 설정 수업이 어려운 이유로는 가설 설정을 위한 적절한 문제 상황을 제시하기 어려운 것과 가설 설정 능력을 향상시키기 위한 교수 전략이 없다는 것, 교사의 많은 개입을 통하여 학생의 여러 가지 아이디어를 끌어낼만한 자신의 부족 등을 들었다. 교사들의 답변에는 학생들의 입장에서서 가설 설정 수업이 어렵다고 보는 이유도 포함되어 있었다. 학생들의 입장에서 생각해 보았을 때 가설 설정은 수업 시간에 잘 접해보지 않은 탐구 기능이라 어려워하며, 학생들 간의 학력차가 커서 전 학생을 대상으로 실시하기 쉽지 않고, 고차원적인 사고 능력이 요구되기 때문에 중·고등학생들에게는 어렵다고 하였다. 또한 학생들은 가설에 대한 정확한 개념을 잘 모르며, 교과서의 확인 실험에 익숙해져 있어 여러 측면의 사고 과정을 통해 자신의 의견을 내는 것이 쉽지 않다고 하였다. 특히 학생들이 지나치게 선수 학습이 되어 있거나, 아니면 기초 개념이 부족하여 가설의 설정에 어려움이 있다고 하였으며 다양한 가설을 이끌어내고 토론할 만한 분위기가 형성되어 있지 않은 것도 문제점으로 지적하였다. 이 외에 교사들이 제시한 어려움으로는 검증 과정이 뒤따르지 않는다면 가설 설정만으로는 의미가 없다는 것과 다양한 가설이 설정된다고 해도 입증 과정이 시간상 너무 촉박하고, 타당한 실험 설계를 끌어내기도 힘들다는 점을 들었다.

변인통제가 어려운 이유로는 가설 설정이 어려운 일반적인 이유와 비슷한 것으로 학생수 과다, 실험 시간의 부족, 학생들의 경험 부족 등을 들었다. 이외에

학생들이 종속변인과 독립변인에 대한 정의를 모른다는 것과 학생들의 실제 발달 수준이 낮아 여러 변인을 고려하기 어렵다는 것, 실험실에서는 모든 조건이 충분치 않아 변인 통제가 어렵다는 것, 실제로 변인 통제까지 고려하여 학생들이 실험을 설계하기 어려워 한다는 점을 이유로 들었다.

응답한 교사들 중 27.0%의 교사들이 사용하기 힘들다고 하는 자료 변환에 대한 이유로는 앞에서 제시된 일반적인 어려움 외에, 학생들이 수학적 기초가 부족하여 그래프나 수식으로 변환 하는 것을 어려워 한다는 점과 왜 자료 변환을 하는지 그 의미를 파악하지 못한다는 점, 교과서에 이미 변환된 형태로 제시되어 있는 경우가 많다는 점을 들었다.

실제 학교 현장에서 ‘가설 설정’의 탐구 과정 활용이 어렵다고 답한 교사들의 응답 결과가 중·고등학교별로 차이가 있는지 알아보기 위하여 χ^2 검증을 실시하였다(Table 2). 중학교 과학 교사들의 과반수가 넘는 53.1%와 고등학교 과학 교사들의 32%는 가설 설정이 학교 현장에서 활용하기 어렵다고 보았으며 이 결과는 χ^2 검증 결과 유의미한 차이가 있었다($p<.01$). 이 결과에서 중학교 교사들에 비해 고등학교 교사들이 가설 설정의 활용에 대해 덜 어려움을 느낀다고 할 수 있다.

Table 2
 χ^2 result on recognition of science teacher belonging to the school about hypothesis formation

	Middle School	High School	df	Value	Sig
Difficulty for using hypothesis formation	78 (53.1%)	24 (32%)	1	6.737	.007**
No difficulty for using hypothesis formation	69 (46.9%)	51 (68%)			
Total	147(100%)	75(100%)			

** $p<.01$

실제 학교 현장에서 ‘가설 설정’의 탐구 과정 활용이 어렵다고 답한 교사들의 응답 결과가 근무 경력별로 차이가 있는지 알아보기 위하여 χ^2 검증을 실시하였다(Table 3). 근무 경력이 증가할수록 가설 설정의 활용에 어려움을 느끼는 교사의 비율이 점점 감소하는 것을 볼 수 있으며 이들의 차이는 유의미하였다($p<.01$). 현장 경력이 오래된 교사들이 그렇지 않은 교사들에 비하여 가설 설정의 활용에 대한 어려움을 덜 느낀다고 할 수 있다.

Table 3
 χ^2 result on recognition of science teacher by teaching term about hypothesis formation

	0~5 years	6~10 years	11~15 years	16~20 year2	21~ years	df	Value	Sig
Difficulty for Using hypothesis formation	32 (66.7%)	47 (54.0%)	8 (33.3%)	9 (24.3%)	5 (19.2%)	4	28.31	.000**
No difficulty for Using hypothesis formation	16 (33.3%)	40 (46%)	16 (66.7%)	28 (75.7%)	21 (80.8%)			
Total	48	87	24	37	26			

** p<.01

2. 과학 교사들의 가설에 대한 인식

가설에 대하여 교사들이 가지고 있는 인식을 알아보기 위하여 가설의 정의에 대하여 직접 기술하도록 하는 문항과 여러 가지 보기를 제시하고 가설이라고 생각되는 것을 선택하도록 하는 문항을 구성하였다. 보기로 제시된 내용으로는 가설, 예상, 귀납적 추론, 연역적 추론, 과학적 사실이다. 우리나라의 제 7차 교육과정에서는 예상을 기초 탐구 과정에 포함하고 있으며 가설 설정을 통합 탐구 과정에 포함하여 구분하고 있는데 실제 교사들이 이들을 구분할 수 있는지 알아보기 위하여 예상을 보기로 제시하였다. 또한 귀납적 추론과, 연역적 추론을 가설과 구분할 수 있는지 알아보기 위하여 각각 보기로 제시하였다. 과학적 사실은 여러 번의 검증을 거쳐 현재에 널리 받아들여지고 있는 과학적 지식으로 이를 가설과 구분할 수 있는지 알아보기 위하여 보기로 제시하였다.

A. 가설 기술하기

과학 교사들에게 자신이 가지고 있는 가설의 정의에 대하여 기술하도록 하였다. 교사들이 기술한 결과를 토대로 가설에 대한 다양한 정의를 유사한 내용별로 분류하여 보았더니 다음과 같은 결과가 나타났다.

첫째, 가설에 대하여 가장 일반적으로 받아들여지고 있는 ‘어떤 현상에 대한 이유를 인과 관계로 진술한 검증 받지 않은 이론’(박종원, 2000; Wenham, 1993)이라는 정의와 유사하게 정의내린 교사들이 63.1% (140명)에 해당하였다. 이렇게 정의한 교사들이 기술한 내용을 살펴보면 가설을 ‘독립된 사건 사이의 인과 관계를 설명하는 검증받지 않은 이론’, ‘검증되지 않은 잠정적 인과 관계’, ‘관찰 사실을 바탕으로 독립변인과 종속 변인의 관계를 잠정적으로 설명하는 것’, ‘현상의 원인이 무엇일 것이라 미루어 짐작하는 행위’, ‘의문이 생긴 문제에 대해서 그 결과에 영향을 줄 수 있다고 생각되는 요소들을 택하고 두 관계를 명제화 시킨 것’, ‘현상을 보고 현상의 원인에 대해 자

신의 경험을 바탕으로 잠정적으로 결론을 내리는 것’ 등과 같이 정의 하였다.

둘째, 가설을 예상과 비슷하게 정의하는 교사들이 18% (40명)에 해당하였다. 예상과 비슷하게 정의한 교사들의 가설에 대한 정의를 살펴보면 ‘조건이 주어지거나 조건을 달리하였을 때의 실험 결과를 예상하는 것’, ‘실험에서 나타날 결과를 실험 전에 미리 설정하는 것’, ‘현상에 대한 자신의 예측’과 같이 기술한 경우가 많았다.

마지막으로 6%에 해당하는 교사들은 ‘현상들 사이의 관계를 그럴 듯하게 연결시키는 것’, ‘실제 그럴 것 같은 생각을 추측하여 계획을 세우는 것’ ‘모르는 문제에 대한 적절한 설명’ 등과 같이 가설을 애매하게 정의하였다. 그 외 4%에 해당하는 교사들은 가설에 대하여 정의하기 보다는 가설에 관련된 내용을 진술하였다. 예를 들어 ‘가설은 실험 전에 있어야 하는 것’, ‘가설이 증명 되면 법칙이 된다는 것’, ‘가설은 실험 설계의 출발점’ 이라는 것과 같은 내용들이다. 8.9%에 해당하는 교사들은 가설의 정의에 대하여 어떠한 응답도 하지 않았다. 위와 같은 결과로 보아 대다수의 과학 교사들은 가설에 대하여 적절한 정의를 내리고 있음을 알 수 있다.

가설의 정의에 대하여 적절하게 표현한 교사들의 수를 근무학교나 근무경력별로 비교한 결과 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

B. 바른 가설 문항 선택하기

교사들에게 ‘예상’, ‘가설’, ‘과학적 사실’, ‘귀납적 추론’, ‘연역적 추론’에 해당하는 보기를 제시하고 가설이라고 생각되는 것을 모두 고르도록 하는 문항을 제시하여 실제로 가설을 다른 것과 구분할 수 있는지를 알아보았다. 예상은 가설이 옳다고 가정하였을 때 실험의 결과로 얻어질 것으로 예측되는 사실이다. 따라서 ‘후각을 마비시킨 연어보다 마비시키지 않은 연어가 산란기에 출생지로 더 많이 돌아올 것이다’를 예

상에 해당하는 문항으로 제시하였다. 과학적 사실은 이미 검증이 이루어져서 일반인들 사이에 널리 사실로 받아들여지는 과학적 지식을 말한다. 따라서 과학적 사실을 나타내는 문항은 ‘공기 중에는 질소가 약 78% 포함되어 있다’를 제시하였다. 귀납적 추론은 반복되는 실험 결과로부터 이끌어낸 일반화를 의미한다. 따라서 귀납적 추론에 해당하는 문항으로는 ‘기체에 열을 가할 때마다 부피가 팽창하는 것으로 보아 기체의 부피와 온도는 비례한다’를 제시하였다. 연역적 추론은 이미 알려진 과학적 법칙으로부터 유도된 하나의 사례이다. 따라서 ‘보일의 법칙에 따라, 일정 온도 하에서 기체에 가한 압력이 커졌으므로 기체의 부피가 줄어든다’를 제시하였다. 가설은 어떤 현상이 왜 일어났는지를 인과적으로 설명한 것이므로 ‘공기 중에서 두 공의 낙하 속력이 다른 것은 공기의 저항을 다르게 받기 때문일 것이다’를 제시하였다. 이렇게 구성된 문항에 답한 교사들의 응답은 매우 다양하였으며 이러한 여러 가지 응답들을 Table 4와 같이 분류하였다.

Table 4
The response types about hypothesis by science teacher

The response types	The number of teacher(%)
Only hypothesis	11 (5%)
Hypothesis and prediction	22 (10%)
Only prediction	87 (39%)
Others	102 (46%)
Total	222(100%)

총 222명의 교사들 중 5%(11명)만이 정확하게 가설만을 선택하였고 10%(22명)에 해당하는 교사들은 가설과 예상을 모두 선택하였으며 예상만 선택한 교사들은 무려 39%(87명)나 되었다. 이는 많은 교사들이 가설과 예상을 가장 많이 구분하지 못하고 있다는 것을 나타내 준다. 가설만을 선택한 경우, 가설과 예상을 선택한 경우, 예상만을 선택한 경우를 제외한 나머지의 모든 경우에 해당하는 교사들은 46%(102)로 나타났다. 이에 해당하는 교사들이 가설이라고 선택한 결과는 매우 다양하였다. 가설을 귀납 추론, 연역 추론, 과학적 사실 중 일부와 같이 선택하거나, 과학적 사실을 제외하고는 모든 것을 가설이라 고르기도 하였다. 어떤 교사들은 가설을 제외하고 연역적 추론이나 귀납적 추론만을 가설로 고르기도 하였으며, 심지어 아주 소수의 교사들은 가설과 과학적 사실을 같이 고르기도 하였다. 이러한 결과에서 볼 수 있듯이 교사들은 가설을 예상뿐 아니라 귀납적 추론, 연역적 추론과도 혼동하고 있음을 알 수 있다.

자신이 가지고 있는 가설의 정의에 대하여 기술하도록 한 결과(A 연구 결과)와 실제로 바른 가설을 선택하도록 한 결과(B 연구 결과)를 이용하여 χ^2 검증을 실시하였다. 이 검증을 위하여 교사들이 기술한 가설에 대한 정의를 두 그룹으로 구분하였는데 하나는 설명 가설 그룹과 다른 하나는 예상과 그 외의 정의를 내린 그룹이다. 설명 가설로 정의한 그룹은 가설을 ‘어떤 현상에 대한 이유를 인과 관계로 진술한 검증받지 않은 이론’이라고 정의한 교사들(63.1%)이 속하며 가설을 예상이라고 정의하거나 애매하게 정의하고 가설과 관련된 내용을 진술하거나 아무런 응답도 하지 않은 교사들은 나머지 그룹(36.9%)에 속한다. 또한 바른 가설 선택하기에 대한 응답의 결과도 두 그룹으로 나누었는데 단지 가설만을 선택한 그룹(5.0%)과 그 외의 선택을 한 교사들의 그룹(95.0%)으로 분류하였다. 그 외의 선택이란 가설과 함께 예상이나, 귀납추론, 연역추론, 과학적 사실들을 선택하였거나 가설 외에 다른 것들만을 선택한 모든 경우를 포함하였다. 이렇게 분류하여 χ^2 검증을 실시한 결과는 Table 5와 같다.

가설을 설명 가설로 정의한 교사들의 비율은 높으나(63.1%) 이 교사들 중에서 가설을 선택하는 문항에서 가설만을 선택한 교사의 비율이 낮은 것(5.0%)을 볼 수 있다. 설명 가설로 정의한 많은 교사들이 가설을 선택하는 문항에서 가설과 예상과 같이 선택하거나 예상만을 선택하기도 하고, 가설과 귀납추론, 연역추론, 과학적 사실들을 같이 선택하는 등의 그 외의 선택 비율이 높게 나타났다(58.1%). 가설을 제대로 정의하지 못하고 예상이나 그 외의 다른 것으로 정의한 교사들(36.9%)은 모두 가설만을 제대로 선택하지 못하고 있음을 알 수 있었다. 가설을 적절하게 정의한 설명 가설 그룹에 속한 교사만이 선택 문항에서 가설만을 바르게 골랐으며 가설을 예상이나 애매하게 정의하는 등 바르게 정의하지 못한 교사들 중에서는 가설만을 바르게 선택한 사람이 한 사람도 없었으며 이들의 차이는 통계적으로 유의미하였다($p < .05$). 설명 가설 그룹에 속한 많은 교사들(63.1%)이 가설에 대하여 바르게 정의하고 있음에도 불구하고 실제 문제 상황에서 가설을 잘 선택하지 못하였으며(58.1%), 이들 중에서 가설대신 예상을 선택한 교사들의 비율이 높게 나타났다. 이 결과는 가설의 정의를 제대로 알고 있는 교사들이 그렇지 못한 교사들에 비하여 가설만을 선택할 확률이 높지만 가설의 정의를 아는 교사들이라도 가설을 선택하는 상황에서 가설만을 바르게 고르지 못하는 경우가 많다는 것을 나타낸다. 또한 가설과

Table 5

χ^2 results on the response type about hypothesis and the definition of hypothesis by science teacher

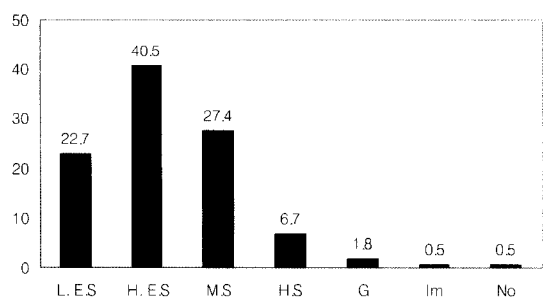
Response type	Definition type	Explanatory hypothesis	Prediction or Other definition	df	Value	Sig.
Hypothesis		11 (5.0%)	0 (0%)			
Hypothesis+Others or Others (others: prediction, inductive reasoning, deductive reasoning, scientific fact)		129(58.1%)	82(36.9%)	1	6.698	.010*
Total		140(63.1%)	82(36.9%)			

* $p < .05$

예상을 바르게 변별하지 못하고 있는 교사들의 비율이 높게 나타난 것에서 가설을 바르게 정의한 교사들도 가설과 예상을 가장 많이 혼동하고 있음을 알 수 있다. 가설에 대한 정의만 안다면 그것은 단순히 지식을 기억하는 것 이상이 되지 못한다. 가설 설정은 그것이 무엇인지 아는 것 자체도 중요하지만 구체적 상황 속에서 발현될 때 진정한 탐구로서의 의미를 갖게 된다고 할 수 있다.

3. 가설 설정 수업이 가능한 시기

교사들은 학교 현장에서 가설 설정 수업이 가능하다고 생각하는지, 가능하다면 그 시기는 언제인지에 대하여 응답한 결과는 Fig 3과 같다.



L.E.S: Lower Elementary School, H.E.S: Higher Elementary School
M.S: Middle School, H.S: High School, G: Graduated
Im: Impossible, No: No response

Fig. 3 The appropriate period of using hypothesis formation as process skill

교사들의 응답 결과를 살펴보면, 초등학교 저학년부터 가설 설정 수업이 가능하다고 본 교사들이 22.7%, 초등학교 고학년부터 가능하다고 본 교사들은 40.5%로 나타났다. 따라서 초등학교 이상에서 가설 설정 수업이 가능하다고 판단한 교사들이 총 63.2%나 되었

다. 중학교부터 가설 설정 수업이 가능하다고 응답한 교사들은 26.4%였으며 초등학교부터 가능하다고 답한 63.2%의 교사들을 합하면 중학교 이상에서 가설 설정이 가능하다고 생각한 교사들은 무려 90.6%정도가 되었다. 반면에 0.5%에 해당하는 교사들은 초·중·고등학교 현장에서 가설 설정 수업이 가능하지 않다고 응답하였다. 학교 현장에서 교사들이 실제로 활용하고 있는 탐구 과정 요소에 대한 응답 결과는 가설 설정이 실질적으로 가장 덜 활용되고 있으며, 활용하기에 어려움이 크다고 나타났으나, 중학교 이상에서 가설 설정 수업이 가능하다고 응답한 교사들의 비율은 90.6%로 매우 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 이러한 결과로부터 과학 교사들은 가설 설정 수업이 학교 현장에서 실시될 수 있다는 가능성을 인식하고 있으나 현실적으로 활용하는데 어려움을 느끼고 있다고 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

중·고등학교 과학 교사 222명을 대상으로 한 설문조사 결과에 의하면 과학 교사들은 학교 현장에서 탐구 수업을 실시할 때, 제7차 교육과정에 제시된 탐구 과정 중 ‘자료 해석’을 가장 많이 활용하며(86.9%), ‘가설 설정’을 가장 적게 활용하는 것으로 나타났다(22.5%). 12가지 탐구 과정 요소 중에서 교사들이 활용하기 힘들다고 생각하는 것은 ‘가설 설정(42.8%)’과 ‘변인 통제(41.0%)’로 나타났다.

가설 설정을 활용하기 어려운 이유로는 가설 설정 수업 전략의 부재를 가장 많이 언급하였으며 학생들의 지나친 선수 학습이나 기초 학력의 부족, 토론 능력 혹은 인지 능력의 부족을 들었다. 또한 교사들은 가설 설정 자체만으로는 큰 의미가 없으며 가설의 검증 과정을 거쳐야 한다고 생각하는 것으로 나타났다. 마

지막으로 교사들은 가설 설정 수업을 진행하기 위해서는 다양한 의견을 수용할 수 있는 개방적인 분위기가 필요하다고 하였다.

가설 설정의 활용이 어렵다고 인식하는 정도가 중·고등학교 별, 근무 경력 별로 차이가 있는지 알아보기 위해 χ^2 검증을 실시한 결과 유의 수준 .05에서 의미 있는 차이가 나타났다. 중학교 과학 교사들이 고등학교 과학 교사들 보다 학교 현장에서 가설 설정 수업을 현장에서 실시하는 것이 더 어렵다고 보았다. 교사의 근무 경력이 많을수록 학교 현장에서 가설 설정 수업의 활용에 대하여 덜 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

가설을 직접 진술하는 문항에서 대부분의 과학 교사들은 가설을 적절하게 정의하였지만(63.1%), 구체적으로 보기를 제시하고 가설을 선택하도록 하는 상황이 주어졌을 때 가설을 바르게 선택하지 못하는 비율이 95.0%로 매우 높게 나타났다. 가설을 선택하는 문항에서 가설 대신 예상을 고른 교사(39.0%)와 가설과 예상을 모두 고른 교사(10.0%)가 많았다. 가설을 바르게 정의하는 교사와 그렇지 못한 교사 사이에, 구체적 상황에서 가설을 선택하는데 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 χ^2 검증을 실시한 결과 유의수준 .05에서 의미 있는 차이가 나타났다. 즉, 가설을 적절하게 정의하는 교사가 그렇지 못한 교사에 비해 구체적인 문제 상황에서 가설을 잘 선택하는 것으로 나타났다. 그러나 그 비율은 5.0%로 매우 낮았다.

많은 교사들이 학교 현장에서 가설 설정을 실질적으로 활용하기에 가장 힘들다고 생각함에도 불구하고 90%이상에 해당하는 교사들이 중학생 이상이면 학교 현장에서 '가설 설정' 수업이 가능하다고 보았다. 이는 앞으로 가설 설정 능력을 향상시키는 적절한 수업 전략이 마련된다면 학교 현장에서 활용 가능성이 있다는 사실을 내포하는 것으로 판단된다.

중·고등학교 현장에서 가설 설정 수업이 제대로 이루어지기 위해서는 교사와 학생 모두 '가설'에 대한 정확한 개념과 탐구 과정 중 '가설 설정'의 의미를 제대로 이해하고 및 '가설 설정' 수업의 필요성을 재인식하는 것이 필요한 것으로 보인다. 가설 설정은 문제 인식으로부터 일반화에 이르는 탐구 과정의 한 단계로서의 의미뿐만 아니라, 고차원적인 사고 능력을 길러줄 수 있는 기회로서 중요한 의미를 갖는다.

이러한 사고 능력을 증진시키기 위해서는 폭 넓은 경험과 사고를 통해 가설을 설정하도록 요구하는 적절한 학습 소재의 선정과 '가설 설정' 능력을 향상시킬 수 있는 수업 전략 및 구체적인 교사용 지침이 필

요하다. 교과서의 실험을 수정 보완하는 수준이 아니라, 폭넓은 경험과 사고를 요구하는 새로운 문제 상황이 필요하며, 실질적으로 학교 현장에서 활용할 수 있도록 지도 방법이 안내된 교사용 지도서가 필요하다. 더 나아가서 가설 설정 능력을 키워주기 위한 수업이 진행되었을 때 이러한 수업이 고차원적 사고, 과학적 탐구력, 학업 성취도, 과학 태도 등에 미치는 영향을 알아볼 필요가 있다고 사료된다.

국문 요약

중 고등학교 현장 과학 교사들을 대상으로 7차 교육과정의 탐구 과정 요소의 활용 정도와 가설에 대한 교사들의 인식을 알아보기 위해 설문조사를 실시하였다. 조사 결과 교사들은 자료해석을 가장 많이 활용하였으며 다음으로 결론 도출을 많이 활용하였다. 가장 활용 빈도가 낮은 것은 가설 설정이었으며 다음으로 자료 변환이었다. 이러한 결과와 더불어 교사들이 가장 활용하기 힘들다고 응답한 탐구 과정 요소는 가설 설정이었으며 자료 변환, 변인 통제가 그 뒤를 이었다. 가설 설정은 현장에서 활용 빈도가 가장 낮으며 교사들이 가장 활용하기 힘들어하는 탐구 과정 요소로 나타났다. 가설에 대한 교사들의 인식 조사 결과 많은 교사들(63.1%)이 가설에 대해 바르게 진술하였으나, 구체적인 문제 상황에서 가설을 바르게 선택하는 교사의 비율(5.0%)은 매우 낮게 나타났다. 현장에서 가설 설정 수업의 가능성에 대한 교사들의 인식 조사 결과 90%이상의 교사들은 중학교 이상에서 가설 설정 수업이 가능하다고 보았다. 그러나 실제로 과학교사들은 가설 설정을 현장의 과학 수업에 활용하는 것을 어려워하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 현재 중등학교 현장에서 거의 활용되지 않고 있는 가설 설정 관련 수업이 가설에 대한 적절한 정의와 수업 전략이 주어진다면 가능하다는 것을 의미한다.

참고 문헌

- 강순희 (2001). 중학교 2학년 탐구 실험서 및 지도서-제7차 교육과정 과학 탐구 실험 및 실험 수행 평가 도구. 서울: 자유아카데미.
- 강순희, 우애자, 정영란, 최경희 (2002). 고등학교 1학년 과학과 탐구 실험서 및 지도서-제7차 교육과정 실험 수행 평가. 서울: 자유아카데미.
- 강대호, 이종원, 문승한 (2003). 제7차 중학교 과학 교과서의 탐구 영역 비교 분석. 교육 과정 평가 연구, 16(2).

교육부 (1998). 제7차 과학과 교육 과정(제7차 교육 과정 교육부 고시 제 1997-15호). 서울: 대한교과서 주식회사.

권용주, 양일호, 정원우 (2000). 예비 과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. 한국과학 교육학회지, 20(1), 29-42.

권용주, 정진수, 강민정, 김영신 (2003). 과학적 가설 지식의 생성 과정에 대한 바탕이론. 한국과학 교육학회지, 23(5), 458-469.

김창식, 이화국, 권재술, 김영수, 김찬종 (1993). 과학학습 평가 (2판). 서울: 교육과학사.

박종원 (2000). 학생의 과학적 설명 가설의 생성 과정 분석. 한국과학교육학회지, 20(4)

정진수 (2004). 과학적 가설 생성에 대한 삼원귀추 모형의 개발과 적용. 한국교원대학교 박사학위 논문.

조희형, 최경희 (2001). 과학교육 총론. 서울: 교육과학사.

AAAS (1965), Science - A Process Approach, Washington, Am As for the Ad Sc.

Driver, R. (1988). Pupil as scientists? Milton Keynes: Open University Press.

Fisher, H. R.(2001). Abductive reasoning as a way of worldmaking. Foundations of Science, 6, 361-383.

Hanson, N. R.(1958). Pattern of Discovery. (송진웅·조숙경 역, 1995). Cambridge: Cambridge University Press.

Hempel, C. G. (1966). Philosophy of National Science. Prentice-Hall.

Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. Cognitive Science, 12.

Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. Belmont, CA; Wadworth Publishing Company.

Lawson, A. E.(2002). What does Galileo's discovery of Jupiter's moons tell us about the process of scientific discovery? Science and Education, 11, 1-24.

Millar, R. (1989). What is scientific method and can it be taught? In J. Wellington(Ed.), Skills and processes in science education: A critical analysis (pp. 44-58). London: Routledge.

Paavola, S. (2004). Abduction as a logic and methodology of discovery: The importance of strategies. Foundation of Science, 9, 267-283.

Peirce Edition Project (Ed.), (1998). The essential Peirce: Selected philosophical writing (Volume II), Indianapolis, ID: Indiana University Press.

Popper, K. (1968). The logic of scientific discovery. New york: Harper & Row, Publisher.

Quinn, M. E., & George, K, D. (1975). Teaching hypotheses formulation. Science Education, 59(3), 289-296

Salmon, M. H. (1995). Introduction to logic and critical thinking. New york: Harcourt Brace Jovanovich, Publisher.

Singleton, Jr., R. A., Straits, B. C., & Straits, M. M. (1993). Approaches to social research (2nd Ed). Oxford: Oxford University Press.

Wenham, M.(1993). The nature and role of hypotheses in school investigations. International Journal of Science Education, 15(3), 231-240.