

과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 관계 분석

박 은 미(이화여자대학교 박사과정)

강 순 희(이화여자대학교 교수)

《 요 약 》

이 연구는 중·고등학교 학생들을 대상으로 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 관계를 알아보기 위하여 실시되었다. 서울과 경기도 소재 중·고등학생 534명을 대상으로 과학적 태도를 검사한 결과 학생들은 전체적으로 과학적 태도에서 비교적 긍정적인 인식을 나타냈다. 하위 범주별로는 협동성, 개방성, 끈기성, 호기심, 자진성 범주에 비하여 비판성과 창의성에서 낮은 인식을 나타냈다. 과학적 가설 생성 능력을 측정하는 과제에서는 학생들이 과학 수업을 통하여 그 내용을 이미 학습하였거나 관련 소재에 대한 학습이 있었던 과제에 대해서는 비교적 높은 점수를 나타냈으나, 생소한 소재에 대해서는 낮은 점수를 나타냈으며 편차도 컸다. 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이에는 정적 상관관계($r=.427$)가 나타났다($p<.001$). 과학적 가설 생성 능력과 과학적 태도의 하위 범주별 상관을 조사해보면 비판성과 창의성의 상관이 가장 높고, 이어서 자진성, 호기심, 끈기성, 협동성 순으로 나타났으며, 개방성의 경우에는 비교적 낮은 상관을 나타내었다($p<.001$). 마지막으로 과학적 가설 생성 능력 점수에 영향을 미치는 요인들을 분석해본 결과, 비판성이 과학적 가설 생성 능력에 가장 큰 영향을 미치며, 다음은 창의성과 자진성에 의한 것으로 나타났다.

과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 관계 분석 결과는 학생들이 비판성, 창의성, 자진성의 측면에서 긍정적인 태도를 지닐 때, 과학적 가설 생성 능력의 향상을 가져올 수 있다는 사실을 시사해준다. 추후에는 정의적 영역에서의 과학적 태도뿐만 아니라 인지적 영역에서의 창의적 사고와 비판적 사고 등이 과학적 가설의 설정에 어떠한 영향을 미치는지 알아볼 필요가 있을 것이다.

주제어 : 과학적 태도, 과학적 가설 생성 능력

I. 서론

오늘날 과학 교육은 학생들이 과학적 개념을 이해하고 탐구 능력을 갖추는 것뿐만 아니라 과학적 태도를 지니는 것을 중요한 목표로 삼고 있다. 우리나라에서도 제7차 과학과 교육과정의 총괄 목표를 ‘자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가진다’라고 고시하였고, 총괄 목표에 도달하기 위한 과정으로 제시된 네 가지 하위 목표 중 ‘자연 현상과 과학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 실생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다’는 정의적 영역의 목표를 분명히 명시하였다(교육부, 1998). 현행 교육과정에서 목표로 삼는 과학적 태도는 흥미와 호기심 등으로 표현되는 과학에 대한 태도와 실생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 과학적 태도를 총괄하는 정의적 개념으로 볼 수 있다.

정의적 특성이란 인간이 지니고 있는 전형적인 감정이나 정서를 나타내는 특성 또는 특질이라고 할 수 있다. 정의적 영역은 여러 연구자들에 의해서 다양한 방법으로 세분화되었는데(Anderson, 1994; Klopfer, 1971; 김효남 외, 1998) 일련의 연구 결과로부터 과학에 관련된 정의적 영역은 ‘과학에 대한 태도(attitude to science)’와 ‘과학적 태도(scientific attitudes)’로 구분된다고 볼 수 있다. 과학에 대한 태도는 과학을 바라보는 인식이나 가치 등에 관심을 두며 일련의 과학 활동의 결과로 형성되는 태도인데 비하여, 과학적 태도는 과학 활동의 수행 과정에서 실제로 발현하는가에 관심을 두며 과학적 탐구의 진행 과정에서 작용하는 태도라고 볼 수 있다. Arntson(1975)은 과학에 대한 태도는 과학을 좋아하거나 싫어하는, 과학을 가치 있는 것으로 여기거나 무가치한 것으로 여기는 성향이며, 과학을 지지하고 지원하거나 반대하고 업신여기는 등의 단순한 감정으로부터 과학의 중요한 국면인 목적, 방법, 지식, 영향, 직업 등에 대하여 바람직하게 인식하고 대하거나 또는 잘 모르고 반응하려는 태도라고 정의하였다. 김효남 외(1998)는 과학적 태도는 과학자적 태도로서 탐구하는 자세, 과학 정신과 관련된 것으로 문제 해결, 아이디어와 정보의 평가, 의사 결정에 있어서의 특별한 접근 방법으로 보았으며, 과학적 태도를 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성으로 세분화하였다. 김주훈 외(1991)는 과학적 태도가 적극성, 객관성, 비판성, 협조성으로 구분된다고 하였는데 적극성에는 자진성, 계속성이 포함되며, 객관성에는 솔직성, 개방성, 판단유보 등이 포함되고, 비판성은 다른 사람의 의견을 논리적이며 비판적으로 받아들이는 태도를 말한다고 하였다.

일련의 과학적 탐구를 진행함에 있어서 탐구하는 자세로서의 과학적 태도가 매순간 실질적으로 작용하기를 기대하지만, 특히 가설을 설정하는 과정에는 과학적 태도의 발현이 더욱 요구된다. 과학의 발견은 가설을 생성하는 활동과 가설을 검증하는 활동의 결과라고 볼 수

있으며, 가설을 설정하는 것은 과학의 탐구 과정에서 인과적 의문으로부터 과학적인 설명으로 진입하는 관문의 역할을 하기 때문에 과학 탐구의 가장 핵심적인 과정으로 여겨진다(Klahr & Dunbar, 1988; Whenham, 1993; 권용주 외, 2000). 허명(1990)은 탐구 기능 요소 간의 상관관계를 조사한 결과를 분석하면서 다른 탐구 기능 요소들 간의 상관성이 가장 높은 탐구 기능 요소는 가설 설정이라는 사실에 주목하면서 탐구 학습에 있어서 가설 설정 능력을 향상시키기 위한 기회가 많이 주어져야 한다고 제안하였다. 하지만, 일련의 과학적 추론 과정에서 일반적으로 새로운 가설을 만들어내는 것은 학생들에게 어려운 과정으로 인식되어 왔으며(Chinn & Brewers, 1993), 실제적으로 가설 설정 수업을 실시한 연구들에 의하면 학생들은 가설에 대하여 생소하게 느끼는 경우가 많았으며, 학생들이 세운 가설은 미흡한 경우가 많았다(Peter, 1992; White, 2004). 창안된 가설을 분석한 결과에 의하면 학생들은 결과에 영향을 미치는 독립 변인을 찾지 못하거나, 관련이 없는 변인들을 언급하거나, 독립 변인과 종속 변인의 관계를 애매하게 진술하거나, 독립 변인을 종속 변인과 인과적으로 연결짓지 못하는 경우가 있었다(Germann et al., 1996; Peter, 1992; 박종원, 2001). 학생들의 가설 설정에 대한 연구 결과는 학생들이 적절한 가설을 창안하는 데 많은 어려움을 겪는다는 것을 의미하는데 이는 가설을 설정하는 것이 단순한 탐구 활동이나 기초적인 탐구 과정이 아니라 보다 복잡적이고 통합적인 탐구력을 요구하는 활동이라는 사실을 의미하며, 이러한 활동의 수행에는 과학적인 탐구 자세가 요구된다고 볼 수 있다.

일련의 연구 결과로부터 과학적인 탐구 자세가 요구되는 과학적 태도와 복잡적이고 통합적인 탐구력을 필요로 하는 과학적 가설 설정 사이에는 상관성이 있을 것으로 기대되나, 기존에 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 관계에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 가설 설정에 관련된 기존의 연구들은 주로 가설의 형성 과정을 모형화하거나 가설의 생성 과정에 도움을 주기 위한 전략을 제시하는 등의 방향으로 이루어져왔는데(박은미·강순희, 2006; 박종원, 2001; 정진수 외, 2005), 최근에는 과학적 가설의 생성에서 나타나는 과학적 감성의 생성 과정을 다루는 연구들도 이루어지고 있다(권용주 외, 2005; 신동훈·권용주, 2006). 따라서 이 연구에서는 중·고등학생들을 대상으로 정의적 영역인 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 관계를 조사해 보았다.

Ⅱ. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 서울시와 경기도 소재 3개 중학교와 3개 고등학교 학생들을 대상으로 실시하였다. 연구 대상은 중학교 2학년 170명과 중학교 3학년 150명, 고등학교 1학년 116명과 고등학교 2학년 98명, 총 534명(남학생 300명, 여학생 234명)으로 구성되었다. 표집한 학생들을 대상으로 과학적 태도 검사지와 과학적 가설 생성 능력 검사지를 작성하도록 하였다.

2. 검사 도구

가. 과학적 태도 검사지

과학적 태도 검사지로는 김효남 외(1998)가 개발한 ‘국가 수준의 과학과 관련된 정의적 영역 평가 체제’ 중 과학적 태도에 관한 21개 문항을 사용하였다. 과학적 태도에 관한 문항은 개방성, 호기심, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성의 7개 하위 범주로 세분화되어 있으며, 각 평가 문항은 5단계 리커트 척도로 제작되었다. 과학적 태도에 관한 평가 문항은 ‘나와 다른 의견을 가진 친구와 토론을 통해 내 의견을 수정할 수 있다’와 같은 개방성 범주 3문항, ‘나는 새로운 현상을 보면 왜 그런지 알아보고 싶다’와 같은 호기심 범주 3문항, ‘나는 남들이 다 옳다고 하더라도 증거가 불충분하다면 다른 의견을 제기한다’와 같은 비판성 범주 3문항, ‘나는 조별 실험을 할 때 역할 분담을 토의해서 결정한다’와 같은 협동성 범주 3문항, ‘나는 의문 나는 과학 문제가 생겼을 때 책을 찾아서 스스로 해결한다’와 같은 자진성 범주 3문항, ‘나는 다른 친구들이 실험을 먼저 끝내더라도 내 실험을 끝까지 한다’와 같은 끈기성 범주 3문항, ‘나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다’와 같은 창의성 범주 3문항으로 구성되어 있다.

개방성, 호기심, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성의 하위 범주 별로 각 문항의 점수를 평균하여 하위 범주별 점수를 부여하였고, 과학적 태도 점수는 각 하위 범주의 점수를 평균하여 계산하였다. 검사에는 20분의 시간이 소요되었다.

나. 과학적 가설 생성 능력 검사지

기존에는 학생들의 과학적 가설 생성 능력을 평가할 수 있는 검사지가 거의 없으며, 정진수(2004)가 개발한 ‘가설 생성 능력 검사 도구’는 귀추적 사고가 가설 생성 능력에 미치는

영향을 알아보려 했다는 점에서 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 관계를 알아보고자 하는 이 연구에 사용하기에는 제한점을 가지고 있다. 따라서 과학적 가설 생성 능력 검사지는 연구자가 개발하여 사용하였다. 과학적 가설 생성 능력 검사지는 연구 대상이 아닌 중학생 35명과 고등학생 30명을 대상으로 예비 검사를 실시한 후 문항을 수정·보완하였고, 과학 교육 전문가 5인에게 내용 타당도를 검증받았다.

검사지는 제시된 상황을 보고 그러한 현상이 나타나게 된 원인을 생각하여 가능한 한 많은 가설을 기록하도록 하는 완전 개방형 문항으로 제작하였다. 과학적 가설에 대하여 가장 널리 사용되고 있는 정의는 ‘어떤 현상이 왜 일어났는지를 인과적으로 설명하기 위해서 제안된 잠정적인 해(Lawson, 1995; Whenham, 1993)’라는 것이다. 따라서 ‘가설을 생성하라’는 막연한 요구 대신 하나의 현상을 보여주고 그러한 현상이 나타나게 된 원인을 생각하여 기술하도록 하였다. 검사지는 상황이 다른 3개의 문항으로 구성되어 있는데, 첫째는 한 식물에서 얻은 강낭콩을 두 지역에 나누어 심었는데 두 지역에서 자라는 강낭콩의 성장 속도가 왜 서로 다른지 원인을 묻는 문항(강낭콩 과제)이다. 둘째는 빗면을 굴러 내려오는 두 모형 자동차의 나중 속력이 왜 서로 다른지 원인을 묻는 문항(빗면 과제)이고, 셋째는 향온 동물인 고래가 찬 바다 속에서 어떻게 체온을 일정하게 유지할 수 있는지 원인을 묻는 문항(고래 과제)이다.

과학적 가설 생성 능력 검사는 각 문항에 대한 진술을 유창성 요소와 융통성 요소로 나누어 평가하였다. 과학의 탐구는 가설을 생성하는 발견의 맥락과 형성된 가설의 설득력을 평가하는 정당화의 맥락 사이에서 일어나는데, 특히 발견의 맥락에서는 창의성이 유용하게 작용하는 것으로 알려져 있으므로 창의력 검사 등에서 유창성, 융통성, 독창성 요소로 나누어 평가하는 방법을 차용한 것이다. 그러나 가설 생성 능력의 평가에서 독창성 요소는 배제하였는데, 독창성은 생성해 낸 아이디어가 남들이 흔히 만드는 것이 아닌 기발하고 독특한 것을 말하는 것으로, 미지의 현상에 대한 과학적 원인을 추론하고 설명하는 과정에서 요구되는 능력은 단순히 상투적이거나 진부하거나 또는 기정 사실과는 거리가 먼 아이디어를 생산해내는 능력을 키워주는 것이 아니라 주어진 상황에 적절한 아이디어의 생산 능력이기 때문이다. 유창성이란 문제 해결을 위해 다양한 정보를 수집하거나 제한된 시간 내에 많은 아이디어를 제안하는 능력으로, 해결 방안이나 가설을 가능한 한 많이 찾아내는 능력을 의미한다. 따라서 이 연구의 검사에서는 가설의 옳고 그름에 상관없이 기술한 가설의 개수를 유창성 점수로 부여하였다. 이러한 점수 부여 방법은 다소 무모한 가설이라 할지라도 가설이 생성될 때 다양성은 그 장점이 될 수 있고, 가설이 풍요로울수록 그 가운데 옳거나 그림직한 가설이 등장할 가능성이 높아진다는 박준호(2005)와 의견을 같이 하기 때문이다.

융통성이란 가능한 한 다양한 관점의 아이디어나 반응을 나타내는 능력으로, 새로운 시각으로 다양한 가설을 세우거나 해결 방안을 찾아내는 능력을 의미한다. 따라서 이 연구의 검

사에서는 제안된 가설의 범주별 개수를 융통성 점수로 부여했다. 예를 들어 한 학생이 빗면을 내려오는 모형 자동차의 나중 속력이 달라지는 현상에 대한 원인으로 ‘한쪽 판자에 기름을 발라서 미끄럽게 했다’, ‘한쪽 판자에 풀을 발라서 내려가기 어렵게 했다’, ‘한쪽 판자는 물을 그냥 붓고, 한쪽 판자는 물을 얼려서 마찰을 다르게 했다’고 가설을 기술한 경우에는 유창성 점수는 3점을 부여하였으나, 판자의 마찰이라는 하나의 범주에 대해서만 기술하였으므로 융통성 점수는 1점을 부여하였다. 고래에 대한 문제의 경우에도 ‘고래는 계속해서 먹이를 먹음으로써 열을 낸다’라는 가설과 ‘물 속에서 계속 헤엄을 치면서 움직여서 열을 낸다’, ‘꼬리를 항상 움직여서 열을 낸다’, ‘가만히 있는 것처럼 보일 때도, 몸을 부르르 떨면서 계속 움직이고 있다’는 가설을 기술한 경우에는 유창성은 4점을 부여하고, ‘먹이’와 ‘운동 최대’라는 두 가지 범주에 대하여 기술하였으므로 융통성은 2점을 부여하였다. 개별 과제의 유창성 점수와 융통성 점수를 합하여 각 과제의 가설 생성 점수로, 각 과제의 가설 생성 점수의 총합을 가설 생성 총점으로 부여하였다. 검사는 각 과제당 10분씩의 시간을 배정하여 반드시 시간을 준수하여 진행되도록 하였으며, 검사에 대한 안내와 진행시간을 포함하여 총 40분의 시간이 소요되었다.

3. 자료 분석

모든 통계 분석에는 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다. 먼저, 과학적 태도 점수와 과학적 가설 생성 능력 점수의 기술 통계값을 구하였고, 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관 분석을 실시하였으며, 단계 선택법을 이용한 중다 회귀분석을 통해 과학적 가설 생성 능력에 영향을 미치는 과학적 태도의 요인을 알아보았다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 과학적 태도 분석

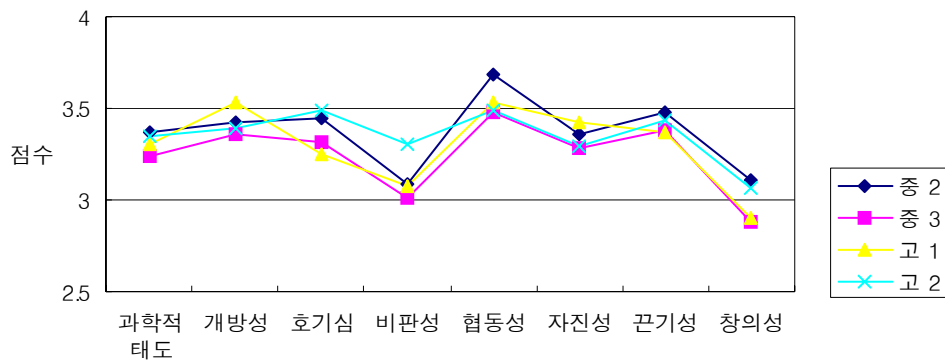
이 연구에 참여한 전체 학생(534명)을 대상으로 실시한 과학적 태도 검사지의 Cronbach α 는 0.87로 나타났다. 5단계의 리커트 척도를 이용한 과학적 태도 검사 결과는 <표 1>과 같다. 과학적 태도(scientific attitudes)의 평균값은 3.32로 전체적으로 비교적 긍정적으로 나타났으나, 태도 평가라는 점에서는 다소 낮은 점수를 보인 것으로 판단된다.

하위 범주별로 살펴보면 협동성(cooperation)이 가장 높게 나타났으며, 개방성(open-mindedness)

과 끈기성(endurance), 호기심(curiosity), 자진성(voluntariness) 순서로 나타났다. 과학적 태도를 구성하는 이들 5개 범주는 평균보다 높게 나타났으나, 비판성(critical mindedness)과 창의성(creativity)은 평균보다 낮게 나타났다. 특히 7개의 하위 범주 중에서 창의성에 대한 인식이 가장 낮은 것으로 나타났다. 과학적 태도를 구성하는 다른 요인에 비하여 비판성이 평균보다 낮은 인식을 나타낸 것은, ‘나는 친구들이 발표하는 실험 결과에 대하여 충분한 근거가 있는지 따져본다’라는 문항에서 낮은 점수를 주었기 때문으로 나타났다. 창의성에서도 과학적 태도의 평균보다 낮은 인식을 나타냈는데, 이것은 ‘나는 새로운 것을 발명해 내려고 노력한다’는 문항에 낮은 점수를 주었기 때문으로 나타났다.

〈표 1〉 과학적 태도 검사와 하위 범주의 평균과 표준 편차

과학적 태도	평균	표준 편차
	3.32	.45
개방성	3.42	.52
호기심	3.37	.64
비판성	3.10	.69
협동성	3.56	.59
자진성	3.34	.62
끈기성	3.42	.71
창의성	2.99	.67



〔그림 1〕 과학적 태도 및 하위 범주의 점수

〔그림 1〕은 학년별 과학적 태도 점수와 하위 범주의 점수를 그래프로 나타낸 것인데, 중학교 2학년부터 고등학교 2학년까지 학년에 상관없이 일관되게 비판성과 창의성에서 가장 낮

은 점수가 나타났다. 이러한 결과는 개방성, 호기심, 협동성, 자진성, 끈기성에서는 긍정적인 결과를 나타내고, 창의성, 비판성에서는 부정적인 결과를 나타낸 김효남 외(1998)의 연구와 유사한 경향을 보이며, 창의성과 비판성에 대한 인식 전환을 위하여 교수법이나 교육 활동이 필요함을 시사해준다.

2. 과학적 가설 생성 능력 분석

이 연구에 참여한 전체 학생(534명)을 대상으로 실시한 과학적 가설 생성 능력 검사지의 Cronbach α 는 0.73으로 나타났다. 과학적 가설 생성 능력에 대한 각 과제별 평균과 표준 편차 및 각 과제의 점수를 합산한 가설 생성 능력 총점의 평균과 표준 편차는 <표 2>와 같다. 학생들은 강낭콩 과제와 빗면 과제에서 높은 점수를 나타낸 반면, 고래 과제의 경우에는 상대적으로 낮은 점수를 나타냈고 다른 과제에 비하여 편차도 컸다. 이는 강낭콩이라는 소재가 학생들의 입장에서 좀 더 익숙하게 느껴졌고, 초등학교 과학 교과에서 ‘강낭콩 기르기’라는 단원을 학습하면서 물이나 온도 등의 변인을 조절하면서 강낭콩의 싹트는 조건과 자라는 강낭콩의 크기를 측정하는 과제를 학습했기 때문인 것으로 판단된다. 또한 빗면의 경우는 중학교 과학 교과에서 일의 원리를 학습하면서 지레, 도르레, 빗면 등을 이용한 탐구 활동을 수행해 본 경험이 있기 때문인 것으로 판단된다. 반면, 고래의 체온 유지를 묻는 과제는 과학 수업 시간에 접하지 않는 소재이고, 직접적으로 관찰할 기회가 없었기 때문에 상대적으로 더 많은 어려움을 느낀 것으로 보인다. 또한 강낭콩 과제와 빗면 과제의 경우는 서로 다른 상황에서의 차이점을 비교하는 유형의 문제인데 반하여 고래 과제의 경우에는 비교의 대상 없이 고래 자체의 특성만을 떠올려 기술해야 하기 때문에 학생들이 더 많은 어려움을 느낀 것으로 판단된다.

<표 2> 과학적 가설 생성 능력 검사 및 각 과제의 평균과 표준 편차

	강낭콩 과제	빗면 과제	고래 과제	과학적 가설 생성 능력
평균	11.99	11.29	8.81	32.09
표준 편차	3.21	3.80	3.88	9.32

3. 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 상관관계 분석

과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 관계를 파악하기 위하여, 연구에 참여한 학생 총 534명을 대상으로 과학적 태도 점수와 과학적 가설 생성 총점에 대하여 상관 분석을 실시한 결과 <표 3>과 같이 유의미한 정적 상관관계($r=.427$)가 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 이러한 결과는 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상호 보완적 가능성을 시사해 주며, 과학적 탐구의 수행에 있어서 과학적 태도와 같은 정의적 특성에 의한 영향을 간접적으로 암시해준다. 따라서 추후에는 과학적 태도의 변화가 과학적 가설 생성 능력에 어떠한 영향을 미치는지, 혹은 과학적 가설 생성 능력의 향상이 과학적 태도를 어떻게 변화시키는 지 등에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

<표 3> 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 상관관계

	과학적 태도	개방성	호기심	비판성	협동성	자진성	끈기성	창의성
강낭콩 과제	.384**	.167**	.265**	.312**	.256**	.323**	.232**	.320**
빋면 과제	.401**	.158**	.250**	.348**	.224**	.343**	.334**	.284**
고래 과제	.316**	.068	.276**	.310**	.143**	.223**	.185**	.311**
과학적 가설 생성 능력	.427**	.150**	.308**	.378**	.240**	.344**	.293**	.356**

** $p<.001$

하위 범주별 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 살펴보면, 과학적 가설 생성 능력과 가장 상관이 높은 과학적 태도는 비판성, 창의성으로 나타났으며, 가장 상관이 낮은 과학적 태도는 개방성으로 나타났다. 이러한 결과는 비판성과 창의성의 변화가 과학적 가설 설정 능력에 어떠한 변화를 가져오는지에 대한 진전된 연구가 필요하다는 사실을 시사한다. 더 나아가 비판성이나 창의성과 같은 정의적 영역 외에 비판적 사고나 창의적 사고와 같은 인지적 영역이 과학적 가설 생성 능력에 미치는 영향을 알아볼 필요가 있을 것이다. 과학적 태도와 과제별 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 살펴보면, 개별 과제 모두 정적 상관관계를 나타냈으며($p<.001$), 상관이 가장 높은 과제는 빋면 과제($r=.401$)로 나타났고, 그 다음으로 강낭콩 과제($r=.384$)와 고래 과제($r=.316$) 순서로 나타났다.

다음에는 중학생과 고등학생, 남학생과 여학생에 따라 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 알아보기 위하여 상관 분석을 실시하였는데, 그 결과는 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 학교급과 성별에 따른 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 상관관계

	구분	과학적 태도	개방성	호기심	비판성	협동성	자진성	끈기성	창의성
과학적 가설 생성 능력	중학생	.463**	.253**	.271**	.412**	.331**	.422**	.271**	.346**
	고등학생	.376**	-0.100	.367**	.348**	.089	.231**	.329**	.374**
	남자	.488**	.194**	.322**	.440**	.277**	.413**	.394**	.429**
	여자	.334**	.076	.298**	.298**	.186**	.248**	.158**	.259**

** p<.001

<표 4>에 의하면, 중학생의 과학적 태도 점수와 과학적 가설 생성 총점 사이에는 유의미한 정적 상관관계($r=.463$)가 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 하위 범주별 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 살펴보면, 과학적 태도의 모든 하위 범주가 과학적 가설 생성 능력과 상관이 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 과학적 가설 생성 능력과 가장 상관이 높은 과학적 태도는 자진성이었고, 그 다음으로는 비판성, 창의성, 협동성, 호기심과 끈기성 순으로 나타났으며, 가장 상관이 낮은 과학적 태도는 개방성으로 나타났다. 고등학생의 과학적 태도 점수와 과학적 가설 생성 능력 사이에도 유의미한 정적 상관관계($r=.376$)가 있는 것으로 나타났으나($p<.001$), 고등학생의 경우, 중학생보다 낮은 상관을 나타내었다. 고등학생의 경우, 하위 범주별 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 살펴보면, 과학적 가설 생성 능력과 가장 상관이 높은 과학적 태도는 창의성이었으며, 이어서 호기심, 비판성, 끈기성, 자진성 순으로 나타났으며, 과학적 가설 생성 능력과 개방성 및 협동성은 통계적으로 유의미한 상관이 없는 것으로 나타났다.

다음으로 남학생의 과학적 태도 점수와 과학적 가설 생성 능력 사이에는 유의미한 정적 상관관계($r=.488$)가 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 하위 범주별 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 살펴보면, 과학적 가설 생성 능력과 가장 상관이 높은 과학적 태도는 비판성이었으며, 이어서 창의성, 자진성, 끈기성, 호기심, 협동성 순으로 나타났고, 가장 상관이 낮은 과학적 태도는 개방성으로 나타났다. 마지막으로 여학생의 과학적 태도 점수와 과학적 가설 생성 능력 사이에도 유의미한 정적 상관관계($r=.334$)가 있는 것으로 나타났으나($p<.001$), 여학생의 경우 남학생보다 낮은 상관을 나타냈다. 하위 범주별 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상관을 살펴보면, 과학적 가설 생성 능력과 가장 상관이 높은 과학적 태도는 호기심과 비판성이었으며, 그 다음으로는 창의성, 자진성, 끈기성, 협동성 순으로 나타났다. 반면에 개방성의 경우에는 과학적 가설 생성 능력과 통계적으로 유의미한 상관이 없는 것으로 나타났다.

4. 과학적 가설 생성 능력에 영향을 미치는 과학적 태도의 요인 분석

과학적 태도의 범주별 요인이 과학적 가설 생성 능력을 어느 정도 설명하는지 알아보기 위하여 과학적 태도를 구성하는 7개의 범주를 독립 변인으로 하고 과학적 가설 생성 능력을 종속 변인으로 하여 단계 선택법(stepwise selection method)을 이용한 중다 회귀 분석을 실시하였는데, 그 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 과학적 가설 생성 능력에 영향을 미치는 과학적 태도의 요인 분석

예측 변인	비표준화 계수		표준화 계수(β)	R	R^2	R^2 의 변화량	p
	B	표준 오차					
(상수)	7.177	2.232					
비판성	2.619	.671	.193	.378	.143	.143	.000
창의성	2.880	.618	.206	.429	.184	.041	.000
자진성	2.443	.701	.163	.450	.203	.019	.001

과학적 가설 생성 능력 점수에 영향을 미치는 과학적 태도 요인들의 영향력을 분석해 본 결과, 비판성과 창의성, 자진성만이 통계적으로 유의미한 설명력을 지닌 것으로 나타났다. 상관 계수의 자승인 R^2 값은 과학적 가설 생성 능력에 대한 과학적 태도 요인의 설명력을 나타내는 수치인데 비판성이 14.3%, 창의성이 4.1%, 자진성이 1.9%인 것으로 나타났고, 과학적 태도를 구성하는 7개의 요인 중에서 이들 요인이 과학적 가설 생성 능력의 20.3%를 유의미하게 예언하는 것으로 나타났다. 변인의 설명력에서 다른 변인과 관련된 설명력을 통제하고 각 독립 변수의 설명력을 표준화한 회귀 계수 β (standardized partial-regression coefficients)값은 비판성, 창의성, 자진성이 각각 .193, .206, .163으로 나타났다. 다른 변인을 제거했을 때 이들 변인이 과학적 가설 생성 능력을 설명해주는 설명력은 3.7%, 4.2%, 2.7%로 나타났다.

과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력의 회귀 분석 결과는 학생들이 비판성, 창의성, 자진성의 측면에서 긍정적인 태도를 지닐 때, 과학적 가설 생성 능력의 향상을 가져올 수 있다는 것을 시사해준다. 또한 과학적 가설 생성과 같은 탐구의 수행에 있어서 과학적 태도와 같은 정의적 특성에 의한 영향을 간접적으로 암시해주고 있다.

IV. 결론 및 제언

과학적 태도 검사 결과, 중·고등학교 학생들은 전체적으로 과학적 태도에서 비교적 긍정적인 인식을 나타내었다. 하위 범주별로 살펴보면 협동성이 가장 높게 나타났으며 개방성과 끈기성, 호기심, 자진성은 평균보다 높게 나타났으나, 비판성과 창의성은 평균보다 낮게 나타났다. 7개의 하위 범주 중에서 창의성에 대한 인식이 가장 낮은 것으로 나타났다. 비판성과 창의성에서 낮은 인식을 보이는 현상이 중학교 2학년부터 고등학교 2학년까지 4개 학년에 걸쳐 일관되게 나타난 것으로 보아, 학교 현장에서 비판성과 창의성에 대한 학생들의 인식을 전환시키려는 노력이 요구된다고 할 수 있다.

과학적 가설 생성 능력을 측정하는 과제에서는 학생들이 과학 수업을 통하여 그 내용을 이미 학습하였거나 관련 소재에 대한 학습이 있었던 과제에 대해서는 비교적 높은 점수를 나타냈으나, 생소한 소재에 대해서는 낮은 점수를 나타냈으며 편차도 컸다.

다음으로 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 관계를 알아보기 위한 상관 분석 결과, 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이에는 정적 상관관계($r=.427$)가 나타났다($p<.001$). 이러한 결과는 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 상호 보완적 가능성을 시사해준다. 추후에는 과학적 태도의 변화가 과학적 가설 생성 능력에 어떠한 영향을 미치는지, 혹은 과학적 가설 생성 능력의 향상이 과학적 태도를 어떻게 변화시키는지 등에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 과학적 태도를 구성하는 하위 범주별 상관을 조사해보면 비판성과 창의성의 상관이 가장 높고 자진성, 호기심, 끈기성, 협동성 순으로 나타났으며 개방성의 경우에는 비교적 낮은 상관을 나타내었다($p<.001$). 중학생과 고등학생, 남학생과 여학생에 따른 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이에는 모두 유의미한 정적 상관관계가 나타났다($p<.001$).

마지막으로 과학적 가설 생성 능력 점수에 영향을 미치는 요인들의 영향력을 분석해 본 결과, 비판성과 창의성, 자진성만이 유의미한 설명력을 지닌 것으로 나타났으며, 비판성과 창의성, 자진성이 과학적 가설 생성 능력 변량의 20.3%를 유의미하게 예언하는 것으로 나타났다. 과학적 태도와 과학적 가설 생성 능력 사이의 관계 분석 결과는 학생들이 비판성, 창의성, 자진성의 측면에서 긍정적인 태도를 지닐 때, 과학적 가설 생성 능력의 향상을 가져올 수 있다는 사실을 시사해준다.

과학적 가설 생성 능력은 학생들의 인지 수준이나 이전 경험 등 다양한 변인에 의해서 영향을 받는 것으로 알려졌으나(박은미·강순희, 2006), 이 연구에서는 과학적 태도만을 대상으로 과학적 가설 생성 능력과의 관계를 다루었으므로 여러 제한점을 갖는다. 추후에는 정의적 영역에서의 과학적 태도뿐만 아니라 인지적 영역에서의 창의적 사고와 비판적 사고 등이 과학적 가설의 생성 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아볼 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부(1998). 제7차 교육과정 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
- 권용주 · 신동훈 · 박지영(2005). 생물학 가설의 생성에서 나타난 과학적 감성의 생성 과정. **한국과학교육학회지**, 25(4), 503-513.
- 권용주 · 양일호 · 정원우(2000). 예비 과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. **한국과학교육학회지**, 20(1), 29-42.
- 김주훈 · 김영민 · 이양락 · 노석구(1991). 교육의 본질 추구를 위한 과학교육 평가 체제 연구(Ⅲ). 한국교육개발원 연구보고 RR 92-5-4.
- 김효남 · 정완호 · 정진우(1998). 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. **한국과학교육학회지**, 18(3), 357-369.
- 박은미 · 강순희(2006). 유사 경험의 제공이 귀추에 의한 가설 설정에 미치는 효과. **한국과학교육학회지**, 26(3), 356-366.
- 박종원(2001). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석-대학생의 반응 분석을 중심으로. **한국과학교육학회지**, 21(3), 609-621.
- 박준호(2005). 퍼스의 귀추와 가설의 방법. **범한 철학**, 37, 65-85.
- 신동훈 · 권용주(2006). 예비교사들의 생물학 가설에서 나타나는 과학적 감성의 생성 과정 유형별 두뇌 활성화에 대한 fMRI 연구. **한국과학교육학회지**, 26(8), 568-580.
- 정진수(2004). 과학적 가설 생성에 대한 삼원 귀추 모형의 개발과 적용. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- 정진수 · 원희정 · 권용주(2005). 과학적 가설의 생성력 향상을 위한 삼원귀추모형의 적용. **한국과학교육학회지**, 25(5), 595-602.
- 허명(1990). 중등학생의 과학탐구능력 신장을 위한 학습 지도 및 평가 방법의 개선 방안. **한국과학교육학회지**, 10(2), 1-9.
- Anderson, L. W. (1991). 정의적 특성의 사정: 정의적 척도의 개발 절차와 선발 방법. 서울: 교육과학사.
- Arntson, W. W. (1975). *The Effect of an Interdisciplinary Course in Futuristics on Attitudes toward Science among Student*. University of Northern Colorado.
- Chinn, C. A. & Brewers, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-51.
- Germann, P. J., Odom, A. L., Aram, R., & Burke, G. (1996). Student performance on asking

- questions, identifying variables, and formulating hypotheses. *School Science and Mathematics*, 96(4), 192-201.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of Learning in Science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings, & G. F. Madaus (eds.), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Peter, S. (1992). Children's language and assessing their skill in formulating testable hypotheses. *British Educational Research Journal*, 18(1), 73-85.
- Whenham, M. (1993) The nature and role of hypotheses in school investigations. *International Journal of Science Education*, 15(3), 231-240.
- White, B. (2004). Reasoning maps: A generally applicable method for characterizing hypothesis-testing behaviour. *Science Education*, 26(14), 1715-1731.

• 논문 접수 : 2006년 10월 15일 / 수정본 접수 : 2006년 11월 15일 / 게재 승인 : 2006년 11월 27일

ABSTRACT

Analysis of the Relationship Between the Scientific Attitude and the Scientific Hypothesis-Generating Ability

Eun-Mi Park(Ph. D. Candidate, Ewha Womans University)

Soon-Hee Kang(Professor, Ewha Womans University)

The objective of this study was to find out the relationship between the scientific attitude of junior high and senior high school students and their scientific hypothesis-generating abilities. Our study showed that students had relatively positive recognition of the scientific attitude. Among various subcategories of the scientific attitude, the students showed lower recognition of critical mindedness and creativity than open-mindedness, cooperation, endurance, curiosity and voluntariness. Critical mindedness and creativity had consistently lower recognition by the 8th through 11th grade students. While doing assignments designed to assess the scientific hypothesis-generating abilities, the students scored high in the assignments which either they had already learned in science classes or they had learned related materials before. However they scored low in the assignments which had unfamiliar materials, with large standard deviation. Our analysis showed a positive correlation($r=0.427$, $p<.001$) between the scientific attitude and the scientific hypothesis-generating ability. By analyzing correlations between hypothesis-generating ability and various subcategories of the scientific attitude, our study indicated that the correlation between hypothesis-generating ability and critical mindedness and creativity was much higher, while open-mindedness showed a relatively lower correlation. The result of multiple regression analysis indicated that the hypothesis-generating ability was influenced the most by critical mindedness, followed by creativity and voluntariness. It suggests the fact that the scientific hypothesis-generating ability is improved when the students have positive attitude toward aspects of critical mindedness, creativity and voluntariness.

Key Words : scientific attitude, scientific hypothesis-generating ability

