

고등학생들의 독창적인 문제발견 능력과 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격과의 관계

류시경* · 박종석

경산과학고등학교* · 경북대학교

The Relationships between the Ability of Students' Raising Creative Problems and Academic Achievement, Science Inquiry Skills and Creative Personality of High School Students

Ryu, Si-Kyung* · Park, Jongseok

Gyungsan Science High School* · Kyungpook National University

Abstract: The purpose of this study was to investigate the relationships between the ability of students' raising creative problems and academic achievement, science inquiry skills and creative personality of high school students. In order to evaluate the originality of problems, the present study used three methods: evaluation by frequency, teacher, and student. The results in this study turned out to be as follows: First, there was not much difference in the three methods. But familiar problems had the possibility of receiving higher marks. Second, the ability of students' raising creative problems was significantly correlated with academic achievement and creative personality, but there was no correlation with science inquiry skills. The subjects were divided into 2 groups by students' originality score. In the higher score group, the ability of students' raising creative problems was significantly correlated with creative personality, but in the lower score group, it was significantly correlated with academic achievement. Third, as for science inquiry skills and creative personality between two groups, there was no significant difference, whereas as for academic achievement(physics I, chemistry I), there was significant difference.

Key words: problem finding ability, academic achievement, science inquiry skills, creative personality

I. 서론

창의성에 관한 최근의 연구에서는 창의적인 문제해결보다는 창의적인 문제발견을 중요하게 보는 연구들이 늘어나고 있다(하주현, 2006). 즉, 문제발견 능력이 문제해결 능력보다 창의적 산물에 더 영향을 주며 밀접한 관계가 있음이 밝혀졌다(Mansfield & Busse, 1981; Wakefield, 1989). 또한 문제발견은 잘 정의된(well-defined) 영역보다 잘 정의되지 않은(ill-defined) 영역에서 창의적인 문제해결에 중요한 영향을 준다(Anderson, 1985). Jay와 Perkins(1997) 역시 여러 학자들이 제시한 문제 상황을 고찰한 뒤, 문제 상황을 높게 구조화된(highly structured), 중간으로 구조화된(moderately structured), 낮게 구조화된(ill-structured) 문

제 상황으로 구분하였다. 이 중에서 문제발견은 중간으로 구조화된 문제 상황과 낮게 구조화된 문제 상황에서 발생한다고 하였다. 그럼에도 불구하고, 지금까지의 창의적 문제해결에 관한 연구들은 잘 정의되고(well-defined), 제시된(presented) 문제들에 의존해왔다(Getzel, 1982). 그러나 대부분의 '실세계(real-world)'의 창의적 문제해결 과제들은 잘 정의되어 있지 않기 때문에 문제발견은 실세계 창의성의 중요한 요소가 될 것으로 본다(Mumford *et al.*, 1994). 특히, 저명한 과학자들은 과학에서의 창의적 업적에 대해 문제발견이 결정적이라고 말하고 있으며, 연구문제 선택에서의 민감성이 창의적 과학자와 비창의적 과학자간의 차이를 둔다고 보고하고 있다(Mansfield & Busse, 1981). 따라서 문제발견은 창의적 문제해결에도 큰 영향을 미치기 때문에

*교신저자: 류시경(chemsci@hanmail.net)

**2007.01.23(접수) 2007.03.15(1심통과) 2007.04.05(최종통과)

과학교육에서 매우 중요하다.

그러나 과학 영역에서 문제발견의 중요성에 대한 강조에도 불구하고 그 개념은 체계적으로 탐색되지 않았으며, 함의된 개념이나 정의도 부족한 형편이다. 더구나, 입시에 초점을 맞추고 있는 우리나라 고등학교 교육의 현실을 고려해 볼 때, 문제발견을 강조한 과학 수업을 시도하는 일은 쉽지 않을 것이며, 그와 관련된 경험적 연구도 거의 없는 실정이다. 따라서 문제발견을 강조한 과학교육의 방법을 탐색하기 위한 다양한 기초 연구가 수행될 필요가 있다. 즉, 우리나라 고등학교 수업 환경에서 독창적인 문제발견 능력이 우수한 학생이 과학 과목에도 높은 학업 성취도를 나타내는가? 어떤 특정 과학의 상세한 지식과 무관한 과학 탐구 능력이 우수한 학생이 보다 더 독창적인 문제를 산출하는가? 또, 창의적 성격 특성이 강한 학생이 보다 더 독창적인 문제를 산출하는가? 이러한 의문들이 과학 교육과 관련하여 의미 있는 것이지만, 이에 대한 연구는 거의 없는 형편이다.

따라서 본 연구에서는 고등학생들을 대상으로 과학적 문제 상황에서 독창적인 문제를 발견하는 능력과 과학(물리 I, 화학 I, 생물 I, 지구과학 I) 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 특성 사이에 어떠한 관계가 있는지를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 경북에 소재하는 인문계 여자고등학교 2학년 자연 집중 과정 학생 73명을 대상으로 하였다. 본 연구에서 사용한 문제발견 과제는 ‘낮게 구조화된(ill-structured) 문제 상황’으로 구성되었기 때문에 학생들이 과제를 수행하는데 어려움이 많아 적극적인 참여도가 낮을 것으로 예상된다. 따라서 문제발견 과제 수행 결과를 학교 수행 평가에 반영하도록 하여 학생들의 참여도를 높였다.

2. 검사 도구

1) 학업 성취도

학생들의 학업 성취도 분석을 위해 물리 I, 화학 I, 생물 I, 지구과학 I의 2006년 1, 2학기 중간고사와 기말고사의 성적을 수집하였으며, 4차례의 정기고사 점수의 평균값을 사용하였다. 단, 수행평가의 점수는 제외하였다. 따라서 수집한 학업 성취도 자료는 주로 과학 과목에 대한 ‘지식’, ‘이해’, ‘적용’과 관련된 내용을 평가한 결과로 볼 수 있다.

2) 과학 탐구능력 검사

과학 탐구능력을 측정하기 위하여 Burns *et al.* (1985)이 개발한 TIPS II를 변안한 것을 사용하였다. 총 36개 문항인 검사지는 가설 설정(Identifying and stating hypothesis), 변인 찾기(Identifying variables), 조작적 정의(Operationally defining), 실험 설계(Designing investigations), 그래프 그리기 및 데이터 해석(Graphing and interpreting data) 등의 영역으로 구성되어 있다(임청환, 1992). 36문항 모두 사지선다형으로 되어 있으며 소요시간은 약 30분이다. 본 연구에서는 신뢰도가 낮은 3개 문항을 제외하고 33문항을 대상으로 분석하였으며, 문항들은 과학의 다양한 분야에서 선택했기 때문에 어떤 특정 과학 지식과는 무관하다. 본 연구에서 Cronbach's alpha를 이용한 내적 신뢰도는 0.629이었다.

3) 창의적 성격 특성 검사

본 연구에서는 창의적 성격 특성을 측정하기 위하여 이신동(2002)이 개발한 ‘창의적 성격 특성 검사지’를 사용하였다. 이 검사지는 11개의 하위 요소로 되어 있고 각 요소당 3~4개의 문항이 있어 총 41문항으로 구성된다. 각 문항에 대해 피험자가 동의하는 정도에 따라 ‘정말 그렇다’, ‘조금 그렇다’, ‘대체로 그렇지 않다’, ‘전혀 그렇지 않다’의 네 가지 응답 중 하나를 선택하게 하였다. 각 응답에 대해 3, 2, 1, 0점의 점수를 부여하였으며 부정의 내용을 담은 문항에 대해서는 역채점을 하였다. 본 연구에서 Cronbach's alpha를 이용한 내적 신뢰도는 0.739이었다.

3. 문제발견 과제 개발 및 평가

문제발견 과제의 문제 상황은 과학 교육과정에 나타난 과학과의 기본 개념과 지식을 바탕으로 구성하되, 분명한 정보가 부족하며, 올바른 해결책을 보장해주는 절차도 부족하고, 해결책을 평가하기 위한 범주도 부족한 ‘낮게 구조화된 문제 상황’(Frederiksen, 1984)으로 구성하였다. 또한 과제의 내용은 중학교 수준의 통합과학 내용을 구성하기 위한 최미화와 최병순(1999)의 연구 결과를 바탕으로 ‘생태계’와 관련된 내용으로 구성하였다. ‘생태계’와 관련된 문제 상황은 생태계의 물질순환과 에너지 전환(계), 환경과의 상호작용과 지구 생태계에서 인간의 위치와 역할(상호작용), 생태계의 속성과 지위(조화와 균형), 광합성 작용과 증산 작용(구조와 기능), 원소들의 순환 과정(순환) 등의 학습 내용과 관련이 있어 문제발견을 촉진하기 위한 주제로 적절하다고 판단된다. 연구자가 개발한 문제발견 과제의

표 1

평가자(교사)의 특성

성별	경력(년)				근무교		전공			학력		근무 지역						
	남	여	1-5	6-10	11-15	16-	중	고	물리	화학	생물	지학	학사	석사	경북	대구	부산	인천
10	6	2	5	5	4	3	13	5	9	1	1	7	9	12	2	1	1	

내용은 어떤 미지의 행성에 지구 생태계와 유사한 환경으로 건설된 과학 연구소와 관련된 문제 상황을 제시한 다음, 학생들에게 이 연구소에서 발생할 수 있는 문제를 찾아내도록 하는 방식으로 구성하였다.

학생들이 찾아낸 문제의 독창성을 평가하기 위한 평가 요소는 ‘적절성’과 ‘독창성’으로 선정하였는데, ‘적절성’은 학생들이 발견한 문제가 제시된 과제의 문제 상황에 적절한지의 여부를 알아보기 위한 요소이다. 따라서 적절한성은 점수화하지 않았으며, 발견한 문제들의 적절성을 평가한 후, 적절하지 않은 문제는 삭제하고 적절한 문제만을 대상으로 하여 독창성을 평가하였다. 본 연구에서 적절하지 않는 문제로 평가되는 기준은 ‘제시된 문제 상황과 직접적으로 관련이 없는 경우’, ‘명백히 잘못된 과학 개념이나 원리를 사용한 경우’, ‘진술 내용을 이해할 수 없는 경우’이다(류시경과 박종석, 2006).

‘독창성’은 학생들이 제시한 문제가 얼마나 새로운가를 보는 척도로서 반응의 빈도수에 의해 평가(김승훈, 2004; 박경희, 2004; 신지은 등, 2002; 윤경미, 2004; 이혜주, 2005; 임현수, 1999; Hu & Adey, 2002)하거나 전문가의 주관적 판단으로 평가(김명숙, 2002; 김종안, 1998; Amabile, 1996; Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Sternberg, 1985)할 수 있다. 본 연구에서는 평가 방법에 따른 독창성 점수의 차이를 알아보기 위해 빈도수에 의한 평가와 교사에 의한 평가 뿐만 아니라, 학생에 의한 평가도 실시하여 평가 방법별 독창성 점수의 차이를 비교하였다.

먼저, 반응의 빈도수에 의한 평가를 위해 학생들이 발견한 적절한 문제들에 대한 목록을 작성하고, 각 문제를 발견한 학생의 수를 전체 학생의 수로 나누어서 %로 나타내었다. 그리고 3% 미만인 경우는 5점을, 3~10% 인 경우는 4점을, 10~20% 인 경우는 3점을, 20~40% 인 경우는 2점을, 40% 이상인 경우는 1점을 부여하였다. 단, 발견한 문제의 수가 독창성 점수에 영향을 주는 것을 최소화하기 위해 반드시 세 문제만 기술하도록 하였다. 따라서 독창성 점수의 만점은 15점이 된다.

교사에 의한 평가를 위해 학생들이 발견한 적절한 문제들에 대한 목록을 작성하고, 각 문제에 대해 중·고등학교 교사 16명이 각자의 주관적 판단에 의해 독

표 2

평가 방법간 신뢰도

	빈도수	교사	학생
빈도수	1		
교사	.905**	1	
학생	.874**	.984**	1

**p<.01

창성 정도에 따라 1점에서 5점을 부여하도록 하였다. 평가에 참여한 교사의 특성은 표 1과 같다.

또한 연구에 참여하지 않은 학생 30명을 대상으로 교사에 의한 평가와 같은 방법으로 학생에 의한 평가도 실시하였다. 평가에 참여한 학생들은 연구 대상학생들과 같은 학교의 1학년 여학생들이었다. 세 가지 평가 방법에 따른 Cronbach's alpha를 이용한 내적 신뢰도는 0.966이었고, 평가 방법 간의 신뢰도는 표 2와 같다.

4. 자료 수집 및 분석

과학 탐구능력, 창의적 성격 특성, 문제발견 과제 검사는 2006년 12월 12일과 13일에 실시되었으며, 각 검사의 과제 해결 시간은 약 20~30분 정도 소요되었다.

본 연구에서는 독창적인 문제발견 능력을 평가하기 위해 반응의 빈도수에 의한 평가와 교사와 학생에 의한 주관적 평가 방법을 모두 사용하였다. 따라서 발견한 각각의 문제에 대한 평가 방법에 따른 독창성 점수의 차이를 알아보기 위하여 각 문제에 부여한 독창성 점수를 대상으로 각 문제별로 카이제곱 검증을 실시하였다. 또한 교사와 학생에 의한 주관적 평가 방법이 빈도수에 의한 평가 방법과 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 단일표본 t검증을 실시하였다.

한편, 세 가지 방법에 의해 산출된 독창성 점수들의 평균을 구하고, 그 평균 독창성 점수와 과학 과목의 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 간의 상관관계를 분석하였다. 또한 평균 독창성 점수를 기준으로 학생들을 상위와 하위 집단으로 나누었으며, 각 집단별로 평균 독창성 점수와 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 간의 상관관계를 분석하였다. 평균 독창성 점수의 석차가 상위 50% 인 36명을 상위 집단으로 하였으며, 나머지 37명을 하위 집단으로 하였다. 또한 집단 간의 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 간의 차

표 3
 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격, 독창성에 대한 기술통계량

구분	상위 집단(n=36)				하위 집단(n=37)				전체(n=73)				
	평균	표준 편차	최저점	최고점	평균	표준 편차	최저점	최고점	평균	표준 편차	최저점	최고점	
학업 성취도	물리 I	83.41	10.75	57.18	96.38	74.31	13.12	40.93	93.78	78.80	12.77	40.93	96.38
	화학 I	81.23	10.51	54.75	99.00	71.91	12.52	42.75	91.50	76.51	12.41	42.75	99.00
	생물 I	79.90	11.85	42.25	94.63	75.03	12.29	50.13	97.13	77.43	12.24	42.25	97.13
	지학 I	76.41	16.44	23.20	95.90	70.64	13.04	39.10	96.10	73.49	14.99	23.20	96.10
과학 탐구능력	28.47	2.59	21	33	28.59	3.05	18	33	28.53	2.81	18.00	33.00	
창의적 성격	70.36	10.35	53	96	65.97	9.17	47	90	68.14	9.95	47.00	96.00	
독창성	빈도수	9.89	1.45	8	14	5.38	2.23	0	9	7.60	2.94	0	14
	교사	9.23	.52	8.12	10.38	5.73	2.28	0	8.94	7.45	2.42	0	10.38
	학생	8.85	.46	7.93	9.80	5.54	2.35	0	9.20	7.17	2.38	0	9.80
	평균	9.32	.61	8.35	10.46	5.55	2.23	0	8.30	7.41	2.51	0	10.46

이를 알아보기 위해 독립표본 t검증을 실시하였다. 채점된 자료는 SPSS 12.0을 사용하여 통계 처리하였다.

III. 결과 및 논의

1. 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격, 독창성 채점 결과

학생들의 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격, 독창성과 관련된 기술통계 분석 결과는 표 3과 같다.

표 3에 제시된 바와 같이 전체 학생들의 물리 I 학업 성취도의 평균 점수는 78.80점(만점 100점), 표준편차는 12.77이었고, 화학 I 학업 성취도의 평균 점수는 76.51점(만점 100점), 표준편차는 12.41이었다. 생물 I 학업 성취도의 평균 점수는 77.43점(만점 100점), 표준편차는 12.24였고, 지구과학 I 학업 성취도의 평균 점수는 73.49점(만점 100점), 표준편차는 14.99였다. 또한 과학 탐구능력의 평균 점수는 28.53점(만점 33점), 표준편차는 2.81이었고, 창의적 성격의 평균 점수는 68.14점(만점 123점), 표준편차는 9.95였다. 본 연구에 참여한 학생들이 산출한 문제의 유형은 총 28개였으며, 독창성 점수를 평가하기 위해서 이 문제 유형을 목록으로 작성하였다. 각 문제에 대한 전체 학생들의 반응을 바탕으로 빈도수에 의한 평가를 실시한 결과, 독창성 점수의 평균값은 7.60점, 표준편차는 2.94로 나타났다. 또한 교사 집단과 학생 집단의 주관적 평가에 의한 독창성 점수의 평균값은 각각 7.45점, 7.17점(만점 15점)이었고, 표준편차는 각각 2.42, 2.38이었다. 집단별 학업 성취도와 창의적 성격의 평균 점수는 상위 집단이 하위 집단보다 더 높았으나, 과학 탐구능력의 평균 점수는 하위 집단(28.59점)이 상위 집단(28.47점)보다 약간 더 높은 것으로 나타났다.

2. 평가 방법에 따른 독창성 점수의 차이

학생들이 발견한 28개의 문제 유형에 대한 반응 횟수 및 비율과 빈도수, 교사, 학생에 의한 평가를 비교한 결과는 표 4와 같다. 단, 각 문제 유형에 대한 교사와 학생에 의한 평가 점수는 각 집단의 평균 점수를 의미한다.

표 4에 제시된 바와 같이 “온실 효과(온난화)”, “외부의 변화(온석 충돌, 지각 변동 등)로 인한 위험 발생”, “산소 부족 현상 발생”과 관련된 문제 유형의 빈도수 점수는 2점(20%~40%)이었으며, 교사와 학생이 부여한 점수와도 큰 차이가 없었다. 그러나 빈도수가 적어서 5점(3% 미만)을 부여한 경우에는 교사와 학생이 부여한 점수와 약간의 차이를 보였다. 따라서 학생들이 발견해 낸 각 문제 유형에 대해 세 가지 방법으로 부여한 독창성 점수가 통계적으로 의미 있는 차이가 있는지를 알아보기 위해 실시한 카이제곱 검증 결과는 표 5와 같다.

표 5에 제시된 바와 같이 28개의 문제 유형 중 3개의 문제 유형(14, 22, 23)이 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 각 문제 유형별 자세한 통계 자료는 표 6과 같다.

14번 문제 유형은 “물의 부족”과 관련된 문제로서 빈도수에 의한 독창성 점수는 ‘매우 높다’이지만, 교사 집단과 학생 집단은 각각 6.3%와 0%로 나타났다. 그러나 ‘보통이다’에 점수를 부여한 교사 집단과 학생 집단은 각각 56.3%와 33.3%로 나타났다. 22번 문제 유형은 “기계적 결합을 고칠 수 있는 자원(석유, 인력 등)의 부족”과 관련된 문제로서 빈도수에 의한 독창성 점수는 ‘매우 높다’이지만, 교사 집단과 학생 집단은 각각 0%로 나타났다. 그러나 ‘보통이다’에 점수를 부여한 교사 집단과 학생 집단은 각각 37.5%와 53.3%로

표 4

문제 유형에 대한 빈도수, 교사, 학생에 의한 평가 점수 비교

발견한 문제 유형	횟수 (회)	비율 (%)	평가 점수(점)		
			빈도수	교사	학생
07. 온실 효과(온난화)	21	28.77	2	2.81	3.10
18. 외부의 변화(온석 충돌, 지각 변동 등)로 인한 위험 발생	19	26.03	2	2.88	2.53
21. 산소 부족 현상 발생	18	24.66	2	2.25	2.27
02. 온도나 기압 차이(연구실의 화학약품 발생)로 인한 유리 파손	12	16.44	3	2.88	2.73
10. 고립된 환경으로 인한 과학자들의 정신적인 문제	12	16.44	3	3.56	3.23
12. 오염물질의 처리(연소생성물, 쓰레기, 방귀, 생활 폐기물 등)	12	16.44	3	3.25	3.17
08. 에너지 문제(태양에너지 부족 등)	11	15.07	3	3.00	2.77
05. 과도한 자외선의 침투	10	13.70	3	2.81	2.87
06. 환경에 대한 동식물의 부적응 현상	9	12.33	3	2.25	2.27
09. 수권, 암석권, 대기권 간의 순환	8	10.96	3	3.00	3.57
13. 인간에게 유해한 동식물(돌연변이)나 바이러스 출현	7	9.59	4	3.50	3.10
17. 먹이사슬의 파괴	7	9.59	4	3.25	2.80
15. 사막화 현상	5	6.85	4	3.13	2.97
01. 식물의 광합성의 문제	4	5.48	4	3.19	2.77
03. 중력 조절 실패로 인한 과학자들의 건강 악화	4	5.48	4	3.06	2.80
16. 생태계 유지를 위한 동식물의 종류 및 수와 다양성의 부족	4	5.48	4	3.38	2.73
20. 행성의 특징(공전주기, 자전축 기울기 등)에 의한 부적응	4	5.48	4	3.69	3.17
11. 바다의 역할(물의 순환, 이산화탄소 농도 조절 등)	3	4.11	4	3.31	3.43
14. 물의 부족	2	2.74	5	2.63	2.73
19. 고립된 환경에서의 운동부족으로 인한 질병 발생	2	2.74	5	2.88	3.00
22. 기계적 결합을 고칠 수 있는 자원(석유, 인력 등)의 부족	2	2.74	5	2.81	2.57
04. 행성의 소리를 차단하지 못해 문제 발생	1	1.37	5	3.19	3.17
23. 분해자(미생물)가 없어 환경 파괴 발생	1	1.37	5	3.56	3.57
24. 대기 중의 미지의 원소와 유리와의 반응으로 인한 유리 훼손	1	1.37	5	3.69	3.27
25. 잘못된 유리 곡면 설계의 문제로 인해 빛이 내부 환경 파괴	1	1.37	5	4.00	3.43
26. 물의 과도한 증발로 인한 철제품에 치명적인 녹 생성	1	1.37	5	3.69	3.47
27. 태양풍의 영향으로 동식물에 유전자 이상 발생	1	1.37	5	4.13	3.43
28. 각각의 식물에게 적합한 기후를 만드는 데 실패	1	1.37	5	3.25	2.63

나타났으며, ‘낮다’에는 각각 31.3%와 40.0%로 나타났다. 23번 문제 유형은 “분해자(미생물)가 없어 환경 파괴 발생”과 관련된 문제로서 빈도수에 의한 독창성 점수는 ‘매우 높다’이지만, 교사 집단과 학생 집단은 각각 12.5%와 3.3%로 나타났다. 그러나 ‘높다’에 점수

를 부여한 교사들과 학생들은 각각 43.8%와 60.0%로 나타났으며, ‘보통이다’에는 각각 31.3%와 26.7%로 나타났다.

따라서 14, 22, 23번 문제 유형에 대한 세 가지 평가 방법이 통계적으로 차이가 있었으나, 교사와 학생에

표 5

세 가지 평가 방법에 따른 각 문제별 카이자승 검증 결과

문제번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
χ^2	6.593	3.621	4.375	14.851	9.233	3.485	5.966	8.584	8.919	6.982
문제번호	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
χ^2	6.342	2.796	9.490	26.679**	7.593	8.229	8.394	4.513	11.693	5.912
문제번호	21	22	23	24	25	26	27	28		
χ^2	1.823	52.953**	12.673*	11.300	5.934	8.029	12.504	14.806		

*p<.05, **p<.01

표 6 세 가지 평가 방법에 따른 독창성 점수 비교(14, 22, 23번 문제)

문제 번호	평가	독창성 정도에 대한 응답 빈도					전체	χ^2
		매우 낮다	낮다	보통이다	높다	매우 높다		
14	빈도수	0	0	0	0	1	1	26.679**
	교사	2(12.5)	4(25.0)	9(56.3)	0	1 (6.3)	16(100)	
	학생	4(13.3)	8(26.7)	10(33.3)	8(26.7)	0	30(100)	
22	빈도수	0	0	0	0	1	1	52.953**
	교사	1 (6.3)	5(31.3)	6(37.5)	4(25.0)	0	16(100)	
	학생	1 (3.3)	12(40.0)	16(53.3)	1 (3.3)	0	30(100)	
23	빈도수	0	0	0	0	1	1	12.673*
	교사	0	2(12.5)	5(31.3)	7(43.8)	2(12.5)	16(100)	
	학생	0	3(10.0)	8(26.7)	18(60.0)	1 (3.3)	30(100)	

*p<.05, **p<.01

표 7 주관적 평가 방법(교사와 학생)에 따른 독창성 점수 비교(14, 22, 23번 문제)

문제 번호	평가	독창성 정도에 대한 응답 빈도					전체	χ^2
		매우 낮다	낮다	보통이다	높다	매우 높다		
14	교사	2(12.5)	4(25.0)	9(56.3)	0	1(6.3)	16(100)	7.485
	학생	4(13.3)	8(26.7)	10(33.3)	8(26.7)	0	30(100)	
22	교사	1 (6.3)	5(31.3)	6(37.5)	4(25.0)	0	16(100)	5.474
	학생	1 (3.3)	12(40.0)	16(53.3)	1 (3.3)	0	30(100)	
23	교사	0	2(12.5)	5(31.3)	7(43.8)	2(12.5)	16(100)	1.989
	학생	0	3(10.0)	8(26.7)	18(60.0)	1(3.3)	30(100)	

의해 부여한 독창성 점수의 비율은 유사하게 나타났다. 즉, 표 7에 제시된 카이제곱 검증 결과를 보면, 14, 22, 23번 문제 유형에 대한 교사와 학생의 주관적 평가에 의한 독창성 점수는 통계적으로 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났다.

따라서 학생들이 발견해 낸 28개의 문제 유형에 대한 세 가지 평가 방법은 전체적으로는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 단, 3개의 문제 유형에 대해 빈도수에 의한 평가 방법과 교사와 학생의 주관적 평가 방법에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 문제발견 과제 구성의 특성에서 기인한 것으로 보인다. 본 연구에서는 선행 연구(이혜주, 2005; 류시경과 박종석, 2006)와 마찬가지로 주어진 문제 상황에서 탐구할 가치가 있다고 생각되는 문제를 찾아내되, 다른 사람들이 미처 생각해내지 못했을 가장 독창적인 문제를 찾으려 요구했다. 따라서 대부분의 학생들이 독창적인 문제를 찾아 기술하려고 한 반면, 독창적이지 않은 친숙한 문제를 기술한 경우에도 반응의 빈도수는 상대적으로 작아질 수 있어 더 높은 점수를 받을 가능성이 있다.

표 4에 제시된 각 문제 유형별 평가 점수를 이용하

여 학생들에게 부여한 독창성 점수를 대상으로 한 교사와 학생에 의한 주관적 평가 방법이 빈도수에 의한 평가 방법과 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 실시한 단일 표본 t검증 결과는 표 8과 같다. 분석 결과, 교사에 의한 주관적 평가 방법은 빈도수에 의한 평가 방법보다 평균값이 0.15점 낮게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=-.517$, $p=.607$). 학생에 의한 주관적 평가 방법 역시 빈도수에 의한 평가 방법보다 평균값이 0.43점 낮게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=-1.533$, $p=.130$). 따라서 학생들이 발견해 낸 28개의 문제 유형에 대한 세 가지 평가 방법은 전체적으로는 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다.

표 8 주관적 평가 방법(교사와 학생)에 따른 단일 표본 t검증 결과

	검증값 = 7.60(빈도수의 평균)				
	평균	표준 편차	평균 차이	t	p
교사	7.45	2.42	-.15	-.517	.607
학생	7.17	2.38	-.43	-1.533	.130

3. 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격, 독창성 점수 간의 상관관계

과학적 문제 상황에서 발견한 문제의 독창성과 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 간의 상관관계 분석 결과는 표 9와 같다.

표 9에 제시된 바와 같이 물리 I의 학업 성취도는 독창성 평가의 세 가지 방법인 빈도수에 의한 평가(.338), 교사에 의한 주관적 평가(.383), 학생에 의한 주관적 평가(.408)에서 모두 통계적으로 유의미한($p < .01$) 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 화학 I의 학업 성취도 역시 빈도수에 의한 평가(.486), 교사에 의한 주관적 평가(.466), 학생에 의한 주관적 평가(.475)에서 모두 통계적으로 유의미한($p < .01$) 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 생물 I과 지구과학 I의 학업 성취도도 모두 유의미한(각각 $p < .05$, $p < .01$) 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 창의적 성격 역시 빈도수에 의한 평가(.332), 교사에 의한 주관적 평가(.310), 학생에 의한 주관적 평가(.291) 모두 통계적으로 유의미한(각각 $p < .01$, $p < .01$, $p < .05$) 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 또한 세 가지 방법에 의해 산출한 독창성 점수를 평균한 값인 ‘평균 독창성 점수’와 학업 성취도 및 창의적 성격에 대해서도 모두 통계적으로 유의미한 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 그러나 과학 탐구능력은 세 가지 평가 방법 및 평균 독창성 점수와 통계적으로 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 이것은 문제발견 능력이 뛰어난 과학자나 발명가들은 과학 탐구능력이 뛰어나다는 선행 연구 결과들(이혜주, 2005; Jay, 1996; Rosenman, 1988)과 다른 것이다. 이것은 주어진 과학

적 문제 상황에서 과학적 탐구 문제를 제안하도록 구성한 문제발견 과제의 특성과 관계가 있는 것으로 보인다. 주어진 어떤 문제를 해결하여 최종 결과를 산출해내기 위해서는 일반적으로 학생들의 비판적 사고를 강조한 탐구능력을 필요로 한다. 그러나 본 연구에 사용한 문제발견 과제는 문제의 독창성만을 강조함으로써 학생들은 비판적 사고를 포함한 다양한 요소의 과학 탐구능력을 사용하지 못했을 가능성이 크다. 또한 평균 독창성 점수를 기준으로 나눈 상위와 하위 집단별 평균 독창성 점수와 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 간의 상관관계 분석 결과는 표 10과 같다.

표 10에 제시된 바와 같이 평균 독창성 점수는 상위 집단에서는 창의적 성격(.442)과 통계적으로 유의미($p < .01$)한 정적 상관이 있었으며, 하위 집단에서는 물리 I(.330), 화학 I(.412), 지구과학 I(.432)의 학업 성취도와 통계적으로 유의미한(각각 $p < .05$, $p < .05$, $p < .01$) 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 그러나 상위 집단에서 물리 I의 학업 성취도(-.389)는 평균 독창성 점수와 유의미한($p < .05$) 부적 상관이 있었으며, 과학 탐구능력은 상 하위 집단 모두 유의미한 상관이 없었다. 따라서 독창적인 문제발견 능력은 상위 집단에서는 창의적 성격과 상관이 있었으며, 하위 집단에서는 대부분의 과학 과목의 학업성취도와 상관이 있었다.

4. 집단 간의 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격의 차이

평균 독창성 점수를 기준으로 구분한 상 하위 집단 간의 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격의 차이

표 9
학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격, 독창성 점수 간의 상관관계(전체)

	학업 성취도				과학 탐구능력	창의적 성격	
	물리 I	화학 I	생물 I	지학 I			
독창성 점수	빈도수	.338**	.486**	.280*	.309**	.086	.332**
	교사	.383**	.466**	.255*	.300**	.161	.310**
	학생	.408**	.475**	.277*	.330**	.167	.291*
	평균	.384**	.490**	.279*	.322**	.138	.321**

* $p < .05$, ** $p < .01$

표 10
집단별 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격, 평균 독창성 점수 간의 상관관계

	학업 성취도				과학 탐구능력	창의적 성격	
	물리 I	화학 I	생물 I	지학 I			
평균	상위(n=36)	-.389*	.187	.060	.059	.035	.442**
독창성	하위(n=37)	.330*	.412*	.269	.432**	.313	.241

* $p < .05$, ** $p < .01$

표 11
상·하위 집단간 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격의 차이

	상위 집단(n=36)		하위 집단(n=37)		t	p	
	평균	표준편차	평균	표준편차			
학업 성취도	물리 I	83.41	10.75	74.31	13.12	3.237	.002**
	화학 I	81.23	10.51	71.91	12.52	3.440	.001**
	생물 I	79.90	11.85	75.03	12.29	1.722	.089
	지학 I	76.41	16.44	70.64	13.04	1.663	.101
과학 탐구능력	28.47	2.59	28.59	3.05	-1.185	.854	
창의적 성격	70.36	10.35	65.97	9.17	1.918	.059	

**p<.01

를 알아보기 위한 독립표본 t검증 결과는 표 11과 같이 나타났다.

표 11에 제시된 바와 같이 과학 탐구능력, 창의적 성격에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 특히 과학 탐구능력은 두 집단간의 차이가 0.12점으로 차이가 거의 없었다. 물리 I의 학업 성취도에서는 상위 집단의 평균 점수가 83.41점으로 하위 집단의 평균 점수 74.31점보다 9.10점이 더 높았으며, 통계적으로도 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=3.237, p=.002$). 화학 I의 학업 성취도 역시 상위 집단의 평균 점수가 81.23점으로 하위 집단의 평균 점수 71.91점보다 9.32점이 더 높았으며, 통계적으로도 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=3.440, p=.001$). 그러나 생물 I과 지구과학 I의 학업 성취도는 상위 집단의 평균 점수가 하위 집단보다 각각 4.87점과 5.77점 더 높았으나 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 과학 과목의 학업 성취도 평균 점수는 상위 집단이 하위 집단 보다 모두 높게 나타났지만, 그 차이는 과목의 특성에 따라 약간 다르게 나타났다.

IV. 결론 및 제언

고등학생들을 대상으로 한 과학적 문제 상황에서의 독창적인 문제발견 능력과 과학 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 사이에는 다음과 같은 관계가 있는 것으로 나타났다.

첫째, 학생들이 발견한 문제 유형에 대한 세 가지 평가 방법(빈도수, 교사, 학생)은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 빈도수에 의해 문제의 독창성을 평가할 때 독창적이지 않은 친숙한 문제를 기술할 경우에도 낮은 빈도수에 의해 더 높은 점수를 받을 가능성이 있다.

둘째, 독창적인 문제발견 능력은 물리 I($r=.384, p<.01$), 화학 I($r=.490, p<.01$), 생물 I($r=.279, p<.05$),

지구과학 I($r=.322, p<.05$)의 학업 성취도 및 창의적 성격($r=.321, p<.01$)과 정적 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 과학 탐구능력($r=.138$)은 통계적으로 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 또한 독창성 점수가 높은 상위 집단에서는 물리 I($r=-.389, p<.05$)의 학업 성취도와 부적 상관관계, 창의적 성격($r=.442, p<.01$)과는 정적 상관관계가 있었으나, 하위 집단에서는 물리 I($r=.330, p<.05$), 화학 I($r=.412, p<.05$), 지구과학 I($r=.432, p<.01$)의 학업 성취도와 정적 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

셋째, 독창성 점수가 높은 상위 집단의 학업 성취도와 창의적 성격의 점수는 독창성 점수가 낮은 하위 집단보다 더 높은 것으로 나타났지만, 물리 I($t=3.237, p=.002$)과 화학 I($t=3.440, p=.001$)의 학업 성취도에서만 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 상·하위 집단 간의 학업 성취도 차이는 과목의 특성에 따라 약간 다르게 나타났다.

과학 영역에서 강조되는 문제발견의 중요성에 대한 많은 언급에도 불구하고, 문제발견 능력을 정의하고, 측정하기 위한 검사도구 개발에 대한 연구는 절대적으로 부족하다. 또한 문제발견과 관련된 최근의 연구에서는 독창성을 평가하기 위해서 대부분 빈도수에 의한 평가 방법을 사용하고 있으나 독창적이지 않은 문제라도 더 높은 점수를 받을 가능성이 있다. 따라서 문제발견 능력을 평가하기 위한 도구 개발에 관한 연구와 함께 평가 방법에 관한 체계적인 연구도 수행되어야 할 것이다. 또한 독창적인 문제발견 능력과 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격 간의 관계뿐만 아니라, 지능, 창의적 사고, 비판적 사고, 동기 등과의 관계에 대한 연구도 종합적으로 수행되어야 할 것이다.

국문 요약

이 연구의 목적은 고등학생들의 독창적인 문제발견 능력과 과학 학업 성취도, 과학 탐구능력, 창의적 성격

사이의 관계를 알아보는 것이다. 발견된 문제의 독창성을 평가하기 위해 빈도수에 의한 평가와 교사와 학생에 의한 주관적 판단에 의한 평가 방법을 사용하였다. 그 결과, 세 가지 평가 방법은 큰 차이가 없었으나, 빈도수에 의해 평가할 경우 친숙한 문제가 더 높은 점수를 받을 가능성이 있는 것으로 나타났다. 또한 전체 학생들의 독창적인 문제발견 능력은 학업 성취도 및 창의적 성격과 정적 상관이 있었으나, 과학 탐구능력과는 상관이 없었다. 그러나 독창성 점수가 높은 상위 집단에서는 창의적 성격과 정적 상관이 있었으며, 하위 집단에서는 학업 성취도와 정적 상관이 있었다. 또한 독창성 점수가 높은 상위 집단과 하위 집단 간의 과학 탐구능력과 창의적 성격은 유의미한 차이가 없었으며, 학업 성취도는 물리 I 과 화학 I 과목에서만 유의미한 차이가 있었다. 앞으로 문제발견 능력을 평가하기 위한 평가 방법에 관한 연구와 함께 독창적인 문제발견 능력에 영향을 미치는 다양한 변인에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 김명숙 (2002). 창의성의 영역 특수성. *교육심리연구*, 16(2), 153-172.
- 김승훈 (2004). 중학생의 과학창의력 측정도구의 개발과 창의력 관련 변인과의 관계. *한국교원대학교 박사학위 논문*.
- 김종안 (1998). 통합적 접근에 기초한 아동의 창의성 측정도구 개발. *성균관대학교 박사학위 논문*.
- 류시경, 박종석 (2006). 낮게 구조화된 과학적 문제 상황에서 고등학생들의 문제발견 활동 분석. *한국과학교육학회지*, 26(6), 765-774.
- 박경희 (2004). 과학창의성 검사도구 개발과 과학영재이의 뇌 기능 분석. *한국교원대학교 박사학위 논문*.
- 신지은, 한기순, 정현철, 박병건, 최승언 (2002). 과학 영재 학생과 일반 학생은 창의성에서 어떻게 다른가?-서울대학교 과학영재센터 학생들을 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 22(1), 158-175.
- 윤경미 (2004). 과학영재와 일반학생의 문제발견의 차이 및 문제발견에 영향을 미치는 제 변인 분석. *부산대학교 박사학위 논문*.
- 이신동 (2002). 대학생용 창의적 성격검사의 개발 및 타당화 연구. *교육심리연구*, 16(2), 43-61.
- 이혜주 (2005). 구조화 정도가 다른 문제 상황에서 문제발견에 대한 제 변인의 상대적 기여도 분석. *초등교육연구*, 18(2), 123-148.
- 임청환 (1992). 서열화 이론의 방법과 절차 및 이를 이용한 과학탐구기능 요소의 위계 분석. *한국과학교육학회지*, 12(3), 91-107.
- 임현수 (1999). 창의성 측정의 타당화 연구. *서울대학교 박사학위 논문*.
- 최미화, 최병순(1999). 통합주제를 중심으로 한 중학교 수준의 통합과학 내용구성 방안. *한국과학교육학회지*, 19(2), 204-216.
- 하주현 (2006). 문제발견과 창의성. *지식경영연구*, 7(1), 1-12.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*(2nd ed.): Update to "The Social Psychology of Creativity". Boulder, CO: Westview Press.
- Anderson, J. R. (1985). *Cognitive psychology and its implications*. New York: W. H. Freeman.
- Frederiksen, N. (1984). Implications of cognitive theory for instruction in problem solving. *Review of Educational Research*, 54(3), 363-407.
- Getzel, J. W. (1982). The problem of the problem. In R. M. Hogarth (Ed.), *Question forming and response consistency* (pp. 37-44). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Getzels, J. W. & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The Creative Vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York: John Wiley.
- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Jay, E. S. (1996). *The Nature of Problem Finding in Students' Scientific Inquiry*. Unpublished Doctoral Dissertation, Harvard University Graduate School of Education.
- Jay, E. S. & Perkins, D. N. (1997). Problem Finding: The search for mechanism. In M. A. Runco(Ed.), *The Creativity Research Handbook (Volume I)*, (pp. 257-293). New Jersey: Hampton Press.
- Mansfield, R. S. & Busse, T. V. (1981). *The Psychology of Creativity and Discovery: Scientists and Their Work*. Nelson-Hall.
- Mumford, M. D., Reiter-Palmon, R., & Redmond, M. R. (1994). Problem Construction and Cognition: Applying Problem Representations in Ill-Defined Domains. In M. A. Runco(Ed.), *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*, (pp. 3-39). New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Rosenman, M. F. (1988). Serendipity and Scientific Discovery. *Journal of Creative Behavior*, 2(2).
- Sternberg, R. J. (1985). Implicit Theories of intelligence, creativity, and wisdom. *Journal of Personality & Social Psychology*, 49(3), 607-627.
- Wakefield, J. F. (1989). Creativity and cognition: some implications for art education. *Creative Research Journal*, 2, 51-63.