

과학 영재의 행동 특성 분석

이 항 로*

대전둔산여자고등학교, 302-171, 대전광역시 서구 만년길 45

An Analysis on the Behavioral Characteristics of the Scientifically Gifted Students

Hang-Ro Lee*

Daejeon Dunsan Girls High School, Daejeon 302-171, Korea

Abstract: This study was to examine the differences of behavioral characteristics between scientifically gifted students and ordinary students. The subjects were 40 scientifically gifted students (27 males and 13 females) and 38 ordinary students (21 males and 17 females). The study specifically analyzed the several characteristics including logical thinking, science process skills, creativity, earth science creativity, self-directed learning, and cognitive style. The results were as follows; First, while 94.74% of scientifically gifted students reached the formal stage, only 36.36% of ordinary students reached it in logical thinking. Second, scientifically gifted students gained higher scores than ordinary students did in science process skills (average 8.11), creativity (average 8.27), earth science creativity (average 6.73), scientific attitude (average 10.79), self-directed learning (average 21.60). Third, 70% of scientifically gifted students and 60.53% of ordinary students showed to have the characteristics of field independent thinking. These results implied that the behavioral characteristics of scientifically gifted students should be included in science gifted education for the pursuit of the essential gifted education and maximization of its efficiency.

Keywords: science process skills, creativity, earth science creativity, scientifically gifted students

요 약: 본 연구에서는 과학영재학생들과 일반학생의 행동특성 차이를 알아보고자 하였다. 이를 위하여 과학영재 40명(남 27명, 여 13명)과 일반학생 38명(남 21명, 여 17명)을 연구의 대상으로 선정하고, 논리적 사고력, 과학탐구능력, 창의력, 지구과학창의력, 과학적 태도, 자기주도적 학습능력, 인지양식을 검사하였다. 그 결과 첫째, 과학영재들은 94.74%, 일반학생은 36.36%가 형식적 조작기에 도달해 있다. 둘째, 과학영재들은 일반학생보다 과학탐구능력 8.11점, 창의력 8.27점, 지구과학창의력 6.73점, 과학적 태도 10.79점, 자기주도적 학습능력 21.66점 높게 나타났다. 셋째, 과학영재의 약 70.0%와 일반학생의 약 60.53%가 장독립적인 사고를 하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 과학영재교육의 본질과 효율성 극대화를 위해 과학영재의 높은 행동 특성이 반영되어야 함을 의미한다.

주요어: 과학탐구능력, 창의력, 지구과학창의력, 과학영재

서 론

영재교육에 관한 교육목표 설정에서부터 교육과정의 개발, 교수·학습 전략 개발과 투입, 평가, 순환 등에 이르는 전 과정이 통상적인 교육학의 학문적 이론에 근거를 두고 있듯이 과학영재교육에 관한 제

반 연구들의 많은 부분들도 영재교육에 관한 연구들과 그 궤를 같이하고 있다. 21세기 지식기반사회의 생존전략 차원에서 국가 경쟁력 제고라는 국가적인 측면뿐 아니라 영재들의 타고난 잠재력을 최대한 개발하여 자아를 실현할 수 있도록 적합한 교육기회를 제공해야 한다는 교육기회의 형평성 제고라는 측면에서도 영재교육의 필요성이 강조되고 있는 것이 현실이다. 우리나라에서도 2000년 영재교육진흥법 및 2002년 동법 시행령이 공포됨에 따라 국가적 차원에서 영재교육이 실시될 수 있는 법적·제도적 기반이

*Corresponding author: hangro@hanmail.net
Tel: +82-42-479-3840
Fax: +82-42-488-6032

마련되어 영재교육이 활성화되어 가고 있는 추세이고 앞으로도 지속적으로 강화되어야 할 것이다.

이러한 시대적 변화에 따라 영재교육에 대한 연구가 다방면으로 이루어지고 있는데, 영재가 태생적(gifted)이라는 입장에서 개발적(developed)입장으로 전환되고 있다(정덕호와 박선옥, 2010). 이러한 관점의 변화는 환경적·정의적 요소가 중요하다는 것을 인정하는 것이며(이국행 외, 2009), 영재에게는 그들의 특성에 알맞은 교육 환경이 제공되어야 한다는 것을 의미한다. 즉 영재들의 개인적 성향을 분석하고 그들에게 알맞은 교수 환경을 제공하였을 때 학습목표의 성취를 극대화할 수 있을 것이다(정덕호와 박선옥, 2010). 따라서 과학영재의 행동 특성을 반영한 선발 및 판별, 영재교육 프로그램 개발 및 활용 등에 관한 연구는 그 무엇보다 중요하다고 하겠다. 이를 위해서 가장 우선되어야 할 것은 과학영재의 특성이 무엇인지를 파악하는 것이다. 과학영재의 특성을 파악해야 하는 것은 과학영재의 공정한 선발 및 판별, 타당한 영재교육 프로그램 개발 등 과학영재교육 전반에 관한 기초자료를 제공해 주기 때문이다. 영재에 대한 최초의 개념 규정은 Terman의 규정(김정휘, 1998)을 필두로 국내외에서 다양하게 연구(한중하, 1987; Renzulli, 1978; Feldhusen, 1986; Roedell et al., 1980; Borland, 1997)되어 왔다. 또한 현재까지 국내에서 과학영재의 특성을 파악하고자 하는 연구(김명숙 외, 2002; 김미숙 외, 2004; 소규현 외, 2000; 신지은 외, 2002; 심재영과 김언주, 2003; 조은부, 2005; 한기순 외, 2003; 한기순과 배미란, 2004)가 이루어지기는 하였으나 대부분 초중등학교 과학영재의 일부 특성에 관한 연구이고 국외 연구(Maureen et al., 2002)도 국내 연구 결과와 유사하다. 이들의 연구 결과를 종합해 보면 학자마다 영재가 갖는 특성을 다양한 측면에서 제시하고 있으나, 보통 인지적인 측면·정의적 측면·성격적 특성·사고력 측면·가정 환경적 측면으로 구별하여 지적하는 경향이 있다. 인지적 측면의 특성으로는 평균이상의 지능(IQ), 특정 교과 분야의 일반적 능력인 높은 성취도를, 정의적 측면의 특성으로는 과제집착력, 관심, 흥미, 호기심, 열정을, 성격적 측면의 특성으로는 적극성, 자기중심적 사고, 자유분방함, 개방적 사고를, 사고력 측면의 특성으로는 특정 교과 분야의 특수능력인 높은 탐구능력, 창의력, 자기주도적 학습능력, 장독립적 사고, 높은 문제해결력, 고차적 사고력을, 가정 환경적 측

면의 특성으로는 부모의 높은 경제력과 학력이 지적되고 있으며 그밖에 과학교과 분야에 뛰어난 업적을 이룰 것으로 예상되어 과학 분야에 특별한 교육프로그램을 필요로 하는 학생들을 영재라고 할 수 있겠다. 본 연구에서는 과학 영재의 다양한 행동 특성 중에서 논리적 사고력, 과학탐구능력, 창의력과 지구과학창의력, 과학적 태도, 자기주도적 학습능력, 인지양식이 일반학생과 어느 정도 차이가 있는지를 분석하여 과학영재교육 목표 설정, 교육과정 개발, 선발과 판별, 환류 등 과학영재교육 전반에 관한 효율성 극대화의 단서를 찾고자 하였다. 더불어 본 연구에서는 표집한 40명의 과학영재를 대상으로 하였기 때문에 연구의 결과를 일반화 시키는 데는 제한이 따른다.

연구 방법 및 절차

연구문제 설정

본 연구에서는 과학영재들의 논리적 사고력, 과학탐구능력, 창의력과 지구과학창의력, 과학적 태도, 자기주도적 학습능력, 인지 양식이 일반학생과 어느 정도 차이가 있는 지를 연구 문제로 설정하였다.

연구 대상

학년초(2008년 3월) 중학교 2학년 학생으로 교육감이 인정하는 영재교육기관(D광역시 지역공동 영재학급, 교육청 및 대학부설영재교육원, 타시·도 교육감이 인정하는 영재교육기관)에서 연간 100시간 이상 영재교육을 이수한 학생이거나 교육인적자원부장관이나 교육감이 인정하는 각종과학경진대회(D광역시교육청 주최 수학·과학 올림피아드대회 입상자, D광역시교육청 주최 과학전람회 입상자, D광역시교육청 주최 학생과학발명품경진대회입상자, 교육인적자원부 후원 올림피아드대회 입상자, D광역시교육청 주최 전국 나라사랑·과학사랑 창의력경연대회입상자, 교육인적자원부 후원 전국자연관찰탐구대회, 과학탐구실험대회, 과학동아리활동 발표대회 입상자 등)에서 입상한 자와 학교 내신 성적 중 수학·과학 상위 1%인 자 중에서 추천을 받은 학생들을 대상으로 과학성취도를 측정하는 판별고사와 특정 과학 주제에 대한 종합적 문제해결력 및 심화된 지식을 측정하는 구술면접 과정을 거쳐 최종 영재교육대상자로 확정된 과학영재를 연구 대상으로 하였다. 따라서 학년 초 D광역시 2학년 학생을 모집단으로 하고 그들로부터

과학영재교육 대상자로 선발된 학생이 연구 대상이다. 전집의 크기는 과학영재 선발에 지원한 남학생 452명, 여학생 403명 총 855명이다. 이들로부터 본 연구를 위해 표집된 연구 대상 집단은 동·서부지역 영재교육원 2개 학급의 총 40명(남학생 27명, 여학생 13명)이고 전집의 4.7%에 해당한다. 과학영재집단의 행동 특성을 일반학생들과 비교하기 위하여 동·서부지역 영재교육원 2개 학급 40명의 영재집단과 일반학생 38명(남학생 21명, 여학생 17명)을 일반학생으로 하였다. 일반학생은 본 연구에서 영재선발의 어느 조건에도 해당되지 않는 학생들만을 대상으로 하였으며, 두 집단에 7종의 검사도구를 투입하였다

자료 수집 및 통계 처리

이분법적으로 응답하는 행동특성 영역(과학탐구능력, 창의력, 지구과학창의력)과 5단계 리커트 스케일로 응답하는 영역(과학적 태도, 자기주도적 학습능력)의 결과 분석은 두 집단간 평균 차이 비교에 의한 t-검정으로 분석하고, 자유반응 유형으로 응답하는 영역(논리적 사고력과 인지 양식)은 단순 총점 기준에 의해 분류하였다.

논리적 사고력 수준

본 연구에서 사용한 인지 수준 측정 도구는 1982년 Georgia 대학의 Roadangka et al.이 개발한 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)로서, 1985년 서울대학교의 화학교육과에서 우리말로 번안 수정하여 ‘논리적 사고력 검사’라고 이름을 붙인 것(최영준 외, 1985)을 사용하였다. 이 검사도구는 보존논리(conservational reasoning), 비례논리(proportional reasoning), 변인통제논리(controlling variables reasoning), 확률논리(probabilistic reasoning), 상관논리(correlational reasoning), 조합논리(combinational reasoning) 등 6개의 하위 요소로 구성되어 있으며, 신뢰도 계수 Cronbach' α 는 0.85이다. 전체적인 인지수준의 유형별 구분은 검사지의 획득 점수(12점 만점)를 기준으로 4점 이하는 구체적 조작기, 5-7점은 과도기, 8점 이상은 형식적 조작기로 분류하였다. 그리고 각 논리의 형성 정도를 형성, 과도, 미형성의 3단계로 구분하는 교차 확인(cross checking)법을 사용하였는데 이에 대한 설명은 다음과 같다.

6개의 논리를 측정하는 문항은 각 논리별로 2개씩이고, 조합 논리를 제외한 나머지 5가지 논리를 측정

Table 1. Conservational reasoning item No. 1

Multiple choice item	Item for reasoning	Answer type
○	○	4
×	○	3
○	×	2
×	×	1

○: 맞은 경우 ×: 틀린 경우

Item	Item No. 1 (conservational reasoning)				
	Answer type	4	3	2	1
Item 2	4				
(conservational reasoning)	3				
	2				
	1				

Fig. 1. Cross checking to identify the degree of conservational reasoning formation.

하는 각 문항은 정답을 묻는 4지선다형 문제와 그 정답을 선택한 이유를 묻는 완성형 문제로 되어 있다. 따라서 각 논리의 측정 문항 1개에 대해서 선택 가능한 답의 쌍은 4종류가 있게 되는데, 이들은 Table 1의 예와 같이 1, 2, 3, 4로 나타내어 구분하였다.

위와 같은 방법으로 조합논리를 제외한 각 논리들을 측정하는 문항들에 대한 응답 종류를 구분한 후, 어떤 논리의 형성 정도는 그 논리를 측정하는 2문항에 대한 각각의 응답 종류를 Fig. 1에서의 예와 같은 교차 확인 방법에 의하여 형성, 과도, 미형성의 세 단계로 구분하였다.

그러나 조합논리는 그 형성 정도 분석에 위와 같은 방법을 적용할 수 없었고 분석 방법에 좀 더 연구가 필요할 것으로 판단되어 분석대상에서 제외시켰다(김병국, 1991; 권재술 외, 1987).

위 Fig. 1의 예에서 1번 문항에서 정답과 그 이유를 묻는 문제를 모두 맞히고(응답 종류 4로 구분), 2번 문항에서는 정답은 맞추었으나 그 이유에 대한 답이 틀린 경우(응답 종류 2로 구분)는 보존논리가 형성된 것으로 본다.

과학탐구능력 과학탐구능력 평가도구인 TIPS I(Dillashaw and Okey, 1980)은 가설설정 9문항, 실험설계 3문항, 독립변인 확인 7문항, 종속변인 확인 8문항, 통제변인 확인 3문항, 상관관계 설명 3문항, 그 래프그리기 3문항 등 총 4지선다형 33문항으로 구성되어 있으며, 신뢰도 계수 Cronbach' α 는 0.84이다. 과학탐구능력의 두 집단간 평균과 성별 평균 차이,

과학탐구능력 하위요소별 평균 차이는 독립표본 t-검증으로, 각 집단내 성별 평균 차이는 독립표본 t-검증으로 분석하였다.

창의력 창의력 검사도구(김영채, 1999; Torrance, 1988, Torrance et al, 1992)는 그림그리기 및 서술형을 통해 검사하는 방법으로 유창성, 추상성, 정교성, 저항력을 측정하도록 되어 있으며, 탈 내용적인(content-free) 특성을 지니고 있으며, 신뢰도 KR21은 0.91이다. 창의력의 두 집단간 평균과 성별 평균 차이, 창의력 하위요소별 평균 차이는 독립표본 t-검증으로, 각 집단내 창의력 하위 요소별 평균 차이는 대응표본 t-검증으로 분석하였다. 창의력 평가는 2명의 평가자가평가한 결과의 평균을 개인별 창의력 점수로 하였다.

지구과학창의력 과학창의력 검사도구(Lee, 2003)는 지구과학지식과 창의력을 동시에 적용하여 과학탐구 문제를 창의적으로 해결하는 능력을 측정하며 유창성, 유연성, 정교성, 독창성 등 4개의 하위요소로 구성되어 있고 내용의존적(content-laden)인 특성을 지니고 있다. 각 하위 요소별 서술형 2문항씩 총 8문항이며, 신뢰도 계수 Cronbach' α 는 0.78이다. 지구과학창의력의 두 집단간 평균 차이와 성별 평균 차이, 하위요소별 평균 차이는 독립표본 t-검증으로, 각 집단내 하위요소별 성별 차이는 독립표본 t-검증으로 분석하였다.

과학적 태도 본 연구에서 사용한 과학태도 검사도구인 TOSRA(Fraser, 1978)는 과학의 사회적 함의, 과학자의 평범함, 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용, 과학 수업의 즐거움, 과학 관련 취미에 대한 관심, 과학 관련 직업에 대한 관심 등 7개 영역 5단계 평정법 70문항으로 구성되어 있으며, 신뢰도 계수 Cronbach' α 는 0.80-0.84이다. 본 연구에서는 세부적인 분석보다는 과학적 태도의 총합적 입장에서 과학적 태도의 두 집단간 평균차이와 성별 평균 차이를 독립표본 t-검증으로 분석하였다.

자기주도적 학습능력 자기주도적 학습능력 검사도구(Guglielmino, 1977)는 학습에 대한 열의와 애정, 학습능력 면에서의 자신감, 독학으로서의 자기개념, 모호함과 위험에 대한 관용과 학습에 대한 복잡성을 측정하는 5단계 평정법 58문항으로 구성되어 있으며, 신뢰도 계수 Cronbach' α 는 0.78이다. 본 연구에서는 세부적인 분석보다는 자기주도적 학습능력의 총합적 입장에서 두 집단간 평균 차이와 성별 평균 차이를

독립표본 t-검증으로 분석하였다.

인지양식 유형 Oltman et al.(2002)이 개발한 인지양식 검사지를 본 연구자가 번역하여 사용하였다. 수는 그림 찾기 유형의 25문항으로 구성되어 있으며, 신뢰도는 0.83였고, 저자가 제시한 대로 18점 이상 획득한 피험자는 장독립적 사고 유형, 그 이하는 장의존적 사고 유형으로 분류하였다.

연구의 결과 및 논의

‘과학영재와 일반학생들의 과학탐구능력, 창의력, 지구과학창의력, 과학적 태도, 자기주도적 학습능력, 인지수준, 인지양식에 대한’ 분석 결과는 다음과 같다.

논리적 사고력 수준

과학영재집단 중 논리적 사고력 검사지의 모든 항목에 성실하게 응답해 준 38명과 일반학생 33명을 대상으로 분석하였다. 과학영재집단의 논리적 사고력 수준은 38명 중 36명(94.74%)이 형식적 조작기 수준인 것으로 나타났으며, 세부 논리별 형성 정도에서는 부분적으로 과도기와 미형성기에 머문 사례도 있었다. 일반학생의 인지수준은 성실하게 응답해준 33명 중 12명(36.36%)이 형식적 조작기, 5명(15.15%)은 과도기, 16명(48.48%)은 구체적 조작기 수준인 것으로 나타났다. 영재집단과 일반학생의 논리적 사고력을 인지 수준별로, 사고력 수준 형성도별로 사례수의 분포를 나타내면 Table 2와 같다.

Table 2와 같이 과학 영재집단은 거의 모든 학생이 형식적 조작기 수준인 반면 일반학생 학생들은 2/3정도가 형식적 조작기에 도달하지 못하고 있으며 약 1/2은 과도기에 머물고 있는 것으로 나타났다. 이 연구에서 뿐만 아니라 중학교 2학년 학생의 시기는 과도기에 해당하는 학생들이 많다는 일반적인 연구 결과를 볼 때(최영준 외, 1985), 과학영재들의 논리적 사고력 수준이 일반 학생들에 비해 매우 높다는 것을 알 수 있다.

과학탐구능력

과학영재들과 일반학생의 과학탐구능력 수준을 알아보기 위해 두 집단 간 하위 요소별 평균과 평균 차이를 비교하기 위해 실시한 독립표본 t-검증 결과는 다음 Table 3과 같다.

Table 3에서 볼 수 있는 것처럼, 과학탐구능력의

Table 2. A number of logical reasoning cases in gifted and ordinary group

Logical reasoning	Sex Degree of formation	Group		Gifted students			Ordinary students		
		Male	Female	Total	Male	Female	Total		
Conservational reasoning	Formation	21	9	30	5	6	11		
	Transition	5	3	8	6	6	12		
	Non formation	0	0	0	6	4	10		
	Total	26	12	38	17	16	33		
Proportional reasoning	Formation	22	8	30	9	5	14		
	Transition	3	4	7	4	3	7		
	Non formation	1	0	1	4	8	12		
	Total	26	12	38	17	16	33		
Controlling variables reasoning	Formation	24	11	35	8	9	17		
	Transition	1	0	1	5	3	8		
	Non formation	1	1	2	4	4	8		
	Total	26	12	38	17	16	33		
Probabilistic reasoning	Formation	25	12	37	11	9	20		
	Transition	1	0	1	2	1	3		
	Non formation	0	0	0	4	6	10		
	Total	26	12	38	17	16	33		
Correlational reasoning	Formation	18	12	30	1	1	2		
	Transition	3	0	3	9	10	19		
	Non formation	5	0	5	7	5	2		
	Total	26	12	38	17	16	33		

Table 3. Science process skills mean differences between two groups

Sub elements	Group	Statistics		N	M	SD	t	p
Constructing hypothesis	Gifted group	40	6.31	1.25	5.572	.000		
	Ordinary group	38	4.34	1.78				
Designing a experiment	Gifted group	40	2.40	.55	5.775	.000		
	Ordinary group	38	1.23	.97				
Identifying independent variables	Gifted group	40	5.26	.55	3.889	.000		
	Ordinary group	38	4.17	.97				
Identifying dependent variables	Gifted group	40	6.46	.85	4.310	.000		
	Ordinary group	38	4.80	2.01				
Controlling variables	Gifted group	40	2.37	.65	5.368	.000		
	Ordinary group	38	1.40	.88				
Constructing a graph	Gifted group	40	2.29	.75	2.328	.026		
	Ordinary group	38	1.74	.95				
Explaining a correlation	Gifted group	40	2.66	.59	4.156	.000		
	Ordinary group	38	1.94	.97				
Total	Gifted group	40	27.74	3.09	6.379	.000		
	Ordinary group	38	19.63	6.23				

*p<.05

모든 하위 요소들에서 과학영재집단과 일반학생집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났고, 과학영재 학생들과 일반 학생들 간의 과학탐구능력 평균 차이에서도 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다.

또한, 과학영재 학생들과 일반학생들 간의 과학탐구 능력 성별 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검증한 결과는 다음 Table 4와 같이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 과학영재집단의 남학생과 여학생

Table 4. Sex mean differences on science process skills between two groups

Sex	Gifted group			Ordinary group			t	p
	N	M	SD	N	M	SD		
Male	21	27.18	3.13	21	20.64	6.39	4.029	.001
Female	17	28.69	2.90	17	17.92	5.79	5.682	.000

*p<.05

Table 5. Creativity mean differences between two groups

Creativity sub elements	Statistics Sex		N	M	SD	t	p
	Gifted group	Ordinary group					
Fluency	Gifted group		40	31.28	13.84	4.27	.000
	Ordinary group		38	28.42	10.94		
Originality	Gifted group		40	23.96	10.70	4.23	.000
	Ordinary group		38	21.18	12.75		
Abstractness	Gifted group		40	3.99	4.90	1.651	.000
	Ordinary group		38	3.55	3.30		
Elaboration	Gifted group		40	4.42	2.16	1.384	.002
	Ordinary group		38	3.92	2.08		
Resistance	Gifted group		40	11.86	5.62	4.001	.000
	Ordinary group		38	10.12	4.19		
Total	Gifted group		40	75.46	31.38	3.113	.000
	Ordinary group		38	67.19	23.02		

*p<.05

Table 6. Sex differences on creativity mean between two groups

Sex	Gifted group			Ordinary group			t	p	
	District	N	M	SD	N	M			SD
Male		27	77.58	33.25	21	68.01	29.24	5.899	.000
Female		13	73.31	30.63	17	66.35	27.31	4.288	.001

*p<.05

이 일반학생 집단의 남학생과 여학생보다 과학탐구능력 수준이 높음을 의미한다.

따라서 과학영재학생은 과학교육을 통해 달성되는 고유한 목표 중의 하나인 과학탐구능력이 일반 학생들보다 높은 특성을 가지고 있음을 의미한다.

창의력

과학영재학생과 일반학생의 탈 내용적인 창의력 수준을 알아보기 위해 두 집단 간 하위 요소별 평균과 평균 차이를 비교하기 위해 실시한 독립표본 t-검증 결과는 다음 Table 5와 같다.

Table 5에서 볼 수 있는 것처럼, 창의력의 모든 하위 요소들에서 과학영재학생과 일반학생 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났고, 과학영재 학생들과 일반 학생들 간의 창의력 평균 차이에서도 통계적으로

로 유의미한 차이가 나타났다. 과학영재 학생들과 일반학생들 간의 창의력 성별 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검증한 결과는 다음 Table 6과 같이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 과학영재집단의 남학생과 여학생이 일반학생 집단의 남학생과 여학생보다 창의력 수준이 높음을 의미한다.

따라서 과학영재학생은 영재 변별의 중요한 요인 중의 하나인 탈 내용적인 창의력이 일반 학생들보다 높은 특성을 가지고 있음을 의미한다. 또한, 과학영재집단과 일반학생집단 각각에서 창의력 하위요소들의 성별 평균의 차이를 알아보기 위해 t-검증한 결과는 Table 7과 같다.

과학영재학생집단에서 창의력을 구성하는 모든 하위요소에서 남녀 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반학생집단에서는

Table 7. Sex differences of creativity mean in each two groups

Group	Creativity sub elements	Sex	Statistics	N	M	SD	t	p
Gifted group	Fluency	Male		27	32.12	12.76	-1.592	.104
		Female		13	30.33	14.31		
	Originality	Male		27	24.31	10.13	-.560	.623
		Female		13	23.61	11.27		
	Abstractness	Male		27	4.01	4.93	-.032	.613
		Female		13	3.97	4.87		
	Elaboration	Male		27	4.47	2.45	-.088	.331
		Female		13	4.36	1.87		
	Resistance	Male		27	12.67	5.98	-1.442	.664
		Female		13	11.04	5.13		
Ordinary group	Fluency	Male		21	29.32	8.72	-1.460	.886
		Female		17	27.51	13.16		
	Originality	Male		21	21.34	8.35	-.264	.992
		Female		17	21.01	9.87		
	Abstractness	Male		21	3.62	3.71	-.112	.421
		Female		17	3.48	2.89		
	Elaboration	Male		21	3.50	0.73	-2.235	.025
		Female		17	4.34	1.26		
	Resistance	Male		21	10.23	4.27	-.176	.662
		Female		17	10.01	4.10		

*p<.05

Table 8. Earth science creativity mean differences between two groups

Creativity sub element	Group	Statistics	N	M	SD	t	p
Fluency	Gifted group		40	5.45	2.21	4.096	.000
	Ordinary group		38	3.45	2.24		
Flexibility	Gifted group		40	2.28	1.62	3.473	.001
	Ordinary group		38	1.30	.99		
Elaboration	Gifted group		40	4.53	1.93	9.349	.000
	Ordinary group		38	1.38	1.39		
Originality	Gifted group		40	2.38	1.90	1.661	.105
	Ordinary group		38	1.78	1.33		
Total	Gifted group		40	14.63	5.10	6.142	.000
	Ordinary group		38	7.90	4.40		

*p<.05

정교성에서만 남녀 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었고, 다른 요소들에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

지구과학창의력

과학영재학생과 일반학생의 내용의존적인 지구과학 창의력 수준을 알아보기 위해 두 집단 간 하위 요소 별 평균과 평균 차이를 비교하기 위해 실시한 독립

표본 t-검증 결과는 다음 Table 8과 같다.

Table 8에서 볼 수 있는 것처럼, 지구과학창의력 하위 요소별 두 집단 간 평균 검사에서는 독창성을 제외한 유창성, 유연성, 정교성에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었고, 과학영재집단에서 더 높은 점수를 나타냈고, 과학영재 학생들과 일반 학생들 간의 지구과학창의력 평균 차이에서도 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 과학영재 학생들과 일반학생들

Table 9. Sex differences on earth science creativity between two groups

Sex	Gifted group			Ordinary group			t	p
	N	M	SD	N	M	SD		
Male	27	12.89	3.85	21	7.22	4.11	6.896	.000
Female	13	10.08	4.10	17	18.92	5.26	-4.019	.002

*p<.05

Table 10. Sex differences of earth science creativity mean in two groups

Group	Creativity sub elements	Statistics Sex	N	M	SD	t	p
Gifted group	Fluency	Male	27	4.70	1.86	-3.336	.003
		Female	13	7.00	2.12		
	Flexibility	Male	27	2.19	1.47	-.501	.619
		Female	13	2.46	1.94		
	Elaboration	Male	27	3.96	1.34	-2.886	.006
		Female	13	5.69	2.46		
	Originality	Male	27	2.04	1.74	-1.653	.106
		Female	13	3.08	2.10		
Ordinary group	Fluency	Male	21	3.26	2.35	-.772	.445
		Female	17	3.85	2.03		
	Flexibility	Male	21	1.26	1.06	-.370	.713
		Female	17	1.38	.87		
	Elaboration	Male	21	1.37	1.47	-.030	.976
		Female	17	1.38	1.26		
	Originality	Male	21	1.74	1.29	-.232	.818
		Female	17	1.85	1.46		

*p<.05

간의 지구과학창의력 성별 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검증한 결과는 다음 Table 9와 같이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 과학영재집단의 남학생과 여학생이 일반학생 집단의 남학생과 여학생보다 지구과학창의력 수준이 높음을 의미한다.

따라서 과학영재학생은 내용의존적인 지구과학창의력이 일반 학생들보다 높은 특성을 가지고 있음을 의미한다. 또한, 과학영재학생집단과 일반학생집단 각각에서 지구과학창의력 하위요소들의 성별 평균의 차이를 알아보기 위해 t-검증한 결과는 Table 10과 같다.

과학영재집단에서 지구과학 창의력 하위 요소 중 유창성과 정교성에서만 남녀 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었고, 여학생이 남학생보다 더 높은 유창성과 정교성을 나타냈다. 일반학생집단에서 지구과학 창의력의 모든 하위 요소에서 성별 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 일반학생이 일반 창의력의 정교성에서는 여학생이 남학생보다 높은 데도 불구하고 지구과학창의력의 정교성에서는 차이

가 나지 않는 이유는 관련 지식이 영향을 주어 정교성을 제대로 발현하지 못했음을 의미한다.

과학적 태도

과학영재학생과 일반학생의 과학적 태도 수준을 알아보기 위해 두 집단 간 하위 요소별 평균과 평균 차이를 비교하기 위해 실시한 독립표본 t-검증 결과는 다음 Table 11과 같다.

과학적 태도의 하위요소 중에서 ‘과학의 사회적 합의, 과학적 태도의 수용, 과학수업의 즐거움, 과학관련 취미에 대한 관심’ 등 4개 요소의 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의미하여 영재집단이 비교집단에 비해 높은 것으로 나타났다. 과학적 태도 전체에 대한 두 집단간 차이가 통계적으로 유의미하게 나타나 과학영재학생의 과학적 태도가 일반학생에 비해 높음을 알 수 있다. 또한, 과학영재 학생들과 일반학생들 간의 과학적 태도의 성별 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검증한 결과는 다음 Table 12와 같다.

Table 11. Scientific attitude mean differences between two groups

Scientific attitude sub element	Statistics Group	N	M	SD	t	p
Social agreement about science	Gifted group	40	29.15	2.50	4.060	.000
	Ordinary group	38	26.31	3.52		
Commonness of scientist	Gifted group	40	33.18	4.07	.903	.370
	Ordinary group	38	32.31	4.18		
Attitude towards scientific investigation	Gifted group	40	30.13	3.47	-.594	.555
	Ordinary group	38	30.69	4.69		
Acceptance to scientific attitude	Gifted group	40	29.88	3.51	2.137	.036
	Ordinary group	38	28.03	3.97		
Pleasure of science class	Gifted group	40	27.10	3.19	2.899	.005
	Ordinary group	38	24.86	3.51		
Interest towards hobbies associated to science	Gifted group	40	28.63	3.31	2.544	.013
	Ordinary group	38	26.26	4.71		
Interest towards jobs associated to science	Gifted group	40	28.08	2.93	1.412	.162
	Ordinary group	38	26.89	4.31		
Total	Gifted group	40	206.13	11.59	3.090	.003
	Ordinary group	38	195.34	18.27		

*p<.05

Table 12. Sex differences on scientific attitude between two groups

Sex	Gifted group			Ordinary group			t	p
	N	M	SD	N	M	SD		
Male	27	206.15	10.26	21	199.23	14.72	1.729	.092
Female	13	206.08	14.44	17	193.05	20.049	2.046	.049

*p<.05

두 집단간 과학적 태도의 성별 차이를 분석한 결과 남자는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나, 여자는 유의미한 차이가 있었다. 이는 과학영재집단의 여학생이 일반학생집단의 여학생보다 과학적 태도가 높음을 의미한다. 또한, 과학영재학생 집단과 일반학생집단 각각에서 과학적 태도 하위요소들의 성별 평균의 차이를 알아보기 위해 t-검정한 결과는 Table 13과 같다.

과학영재집단 내에서 하위요소에 대한 성별 차이는 ‘과학의 사회적 합의’와 ‘과학관련 직업에 대한 관심’에서만 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈으나, 일반학생 집단 내에서 성별에 대해서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내는 하위 요소는 없었다.

자기주도적학습 능력과 인지양식

과학영재학생과 일반학생 간의 자기주도적 학습능력 차이를 알아 보기위해 독립표본 t-검정한 결과는

Table 14와 같으며, 두 집단 간의 인지양식 분포를 나타내면 다음 Table 15와 같다.

검증 결과 과학영재집단과 일반학생집단 사이의 자기주도적학습능력은 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이는 과학영재학생의 자기주도적학습능력이 일반학생보다 높음을 의미한다.

과학영재집단의 경우는 전체 70.0%의 학생(남학생의 66.7%, 여학생의 76.9%)이 장독립적인 사고를 하는 것으로 나타난 반면, 일반학생집단의 경우는 전체 60.53%(남학생의 63.2%, 여학생의 57.9%)의 학생이 장독립적인 사고를 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 과학영재집단이 일반학생집단보다 장독립적으로 사고하는 학생의 수가 약 10% 정도 더 많다는 것을 알 수 있었다. 또한 과학영재집단에서는 여학생 과학영재가 남학생 과학영재보다 장독립적으로 사고하는 경향이 높다는 것을 알 수 있다.

Table 13. Sex differences of scientific attitude mean in two groups

Group	Scientific attitude sub elements	Statistics Sex	N	M	SD	t	p
Gifted group	Social agreement about science	Male	27	29.89	2.10	2.952	.005
		Female	13	27.62	2.63		
	Commonness of scientist	Male	27	33.81	3.84	1.453	.154
		Female	13	31.85	4.36		
	Attitude towards scientific investigation	Male	27	29.93	3.55	-.519	.607
		Female	13	30.54	3.38		
	Acceptance to scientific attitude	Male	27	29.81	3.73	-.154	.878
		Female	13	30.00	3.14		
	Pleasure of science class	Male	27	26.59	2.83	-1.470	.150
		Female	13	28.15	3.74		
	Interest towards hobbies associated to science	Male	27	28.70	3.56	.215	.831
		Female	13	28.46	2.82		
	Interest towards jobs associated to science	Male	27	27.41	2.45	-2.174	.036
		Female	13	29.46	3.43		
Ordinary group	Social agreement about science	Male	21	27.31	2.63	1.296	.204
		Female	17	25.73	3.90		
	Commonness of scientist	Male	21	31.92	3.64	-.421	.677
		Female	17	32.55	4.53		
	Attitude towards scientific investigation	Male	21	31.08	4.89	.375	.710
		Female	17	30.45	4.67		
	Acceptance to scientific attitude	Male	21	29.23	4.21	1.395	.172
		Female	17	27.32	3.75		
	Pleasure of science class	Male	21	24.54	3.23	-.408	.686
		Female	17	25.05	3.72		
	Interest towards hobbies associated to science	Male	21	27.00	3.58	.712	.482
		Female	17	25.82	5.30		
	Interest towards jobs associated to science	Male	21	28.15	3.34	1.354	.185
		Female	17	26.14	4.70		

*p<.05

Table 14. Self-directed learning differences between two groups

Behavioral characteristics	Group	Statistics	N	M	SD	t	p
Self directed learning	Gifted group		40	202.57	16.76	4.922	.000
	Ordinary group		38	180.97	22.35		

*p<.05

Table 15. A number of cognitive style in the gifted and ordinary group

Sex	Group	gifted group (n/N)		ordinary group (n/N)	
		Field independent (%)	Field dependent (%)	Field independent (%)	Field dependent (%)
Male		18/27(66.7)	9/27(33.3)	12/19(63.2)	9/19(36.8)
Female		10/13(76.9)	3/13(23.1)	11/19(57.9)	6/19(42.5)
Total		28/40(70.0)	12/40(30.0)	23/38(60.5)	15/38(39.5)

결론 및 제언

과학영재들의 행동 특성을 일반 학생들과 비교·분석한 결과를 반영하는 과학영재 교육목표설정, 교육과정개발, 과학영재의 선정과 판별, 과학영재의 교수·학습 모형 및 프로그램 개발·적용, 과학영재교육 결과의 평가와 환류 등을 통해 과학영재교육의 효율성 제고에 대한 단서를 찾고자 한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학영재집단의 약 94.7%는 형식적 조작기에 도달해 있으며, 세부 논리별 형성 정도에서는 부분적으로 과도기와 미형성기에 머문 사례도 있었다. 일반학생의 약 36.4%는 형식적 조작기, 15%는 과도기, 48.5%는 구체적조작기 수준으로 약 2/3정도가 형식적 조작기에 도달하지 못하고 있다. 둘째, 과학영재집단의 과학탐구능력 성취도는 일반학생인 일반학생보다 통계적으로 유의미한 차이가 있으며 약 24.6% 정도 높았다. 이는 과학영재들은 과학교육의 고유한 목표 중의 하나인 과학탐구능력이 높다는 것을 의미한다. 셋째, 과학영재의 창의력은 일반학생집단보다 통계적으로는 유의미한 차이가 나타나 과학영재집단의 평균 점수가 일반학생집단보다 높았다. 넷째, 과학영재집단의 지구과학창의력은 일반학생집단보다 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 특히 지구과학창의력 하위 요소 중 유창성, 유연성, 정교성에서 유의미한 차이를 보였다. 다만 독창성에서 미미한 차이를 보인 것은 지구과학적 지식의 적용 수준이 독창성 발현에 끼치는 영향이 미미함을 의미한다. 다섯째, 과학영재집단의 과학적 태도는 일반학생집단과 통계적으로 유의미한 차이가 있었고, 과학영재집단의 과학적 태도가 더 높았다. 여섯째, 과학영재집단의 자기주도적 학습능력은 일반학생집단과 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이는 과학영재집단이 자기주도적 학습능력이 높다는 것을 의미하므로 학생들이 좀 더 개방적인 탐구를 할 수 있는 여건을 조성해주는 것이 필요하다. 일곱째, 과학영재집단이 일반학생보다 약 10% 정도 많은 학생이 장독립적 사고 유형이었고, 여학생 과학영재가 남학생 과학영재보다 장독립적으로 사고하는 경향이 높았다. 이러한 결과는 선행 연구의 결과를 지지하고 있으며, 과학영재들이 높은 논리적 사고력과 과학탐구능력, 높은 탈내용적(content-free) 창의력과 지구과학 내용의존적(content-laden) 창의력, 긍정적인 과학적 태도, 높은 자기주도

적 학습능력, 장독립적 사고를 하는 행동 특성을 발현하고 있음을 의미한다. 높은 내용의존적 창의력의 특성은 과학영재들이 과학지식을 활용하여 과학탐구 문제를 창의적으로 해결하고 있음을 의미한다. 따라서 과학영재교육은 일반학생을 대상으로 한 교육과는 차별화되어야 한다. 이 차별화의 기준은 본 연구 결과로 나타난 과학영재들이 가지고 있는 행동 특성이 되어야 하고, 과학영재의 특성은 과학영재교육의 모든 과정에서 반영되어야 할 것이다. 즉, 과학영재교육의 본질과 효율성을 극대화하기 위해서는 과학 영재의 선발과 판별, 프로그램의 개발 등과 같은 과학영재교육 관련 소프트웨어 전반에 과학교과의 학문적 특성과 과학영재의 특성이 균형 있게 반영되어야 한다. 따라서 본 연구에서 재조명된 과학영재들의 행동 특성들이 과학영재교육 활동 전반에 균형있게 반영되기를 기대한다.

참고문헌

- 권재술, 허 명, 최병순, 1987, 중학교 과학과 교육과정 및 그 운영 진단(II) -지적발달수준과 학업성취도-. 한국교육학회지, 7, 1-14.
- 김명숙, 정대련, 이종희, 2002, 과학영재와 일반아의 창의적 사고, 인성, 환경과 과학영역의 창의적 수행에서의 성차. 아동학회지, 24, 1-13.
- 김미숙, 조석희, 윤초희, 진석언, 2004, 중학생 영재의 지적·정의적 특성에 따른 효과적인 교수·학습 방안 탐색. 한국교육개발원 CR2004-40, 336 p.
- 김병국, 1991, 고등학생의 인지수준과 학업성취도 평가를 통한 학습 내용 분석-과학 I(하) '지구의 운동' 단원을 중심으로. 한국교원대학교대학원 석사학위논문, 124 p.
- 김영채, 1999, TORRANCE 창의력(도형) 검사 요강. 중앙교육적성연구소, 서울, 56 p.
- 김정휘, 1998, 영재학생식별편람. 원미사, 서울, 444 p.
- 소금현, 심규철, 이현욱, 장남기, 2000, 중학교 과학영재의 과학관련 태도에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 20, 166-173.
- 신지은, 한기순, 정현철, 박병건, 최승언, 2002, 과학영재 학생과 일반 학생은 창의서에서 어떻게 다른가? 서울대학교 과학영재교육센터 학생들을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 22, 167-169.
- 심재영, 김언주, 2003, 과학영재집단의 영재성 요인 타당화 연구. 교육심리연구, 17, 241-255.
- 이국행, 서재복, 이정원, 임은미, 정덕호, 허진휴, 김미림, 2009, 부모를 위한 영재교육 가이드. 도서출판 맥기획, 전주, 291 p.
- 정덕호, 박선옥, 2010, 죄우뇌 활용 선호도에 따른 과학영재들의 문제해결방식에 관한 연구. 한국지구과학회지, 31, 173-174.

- 조은부, 2005, 초등과학영재의 인지적·정의적 특성 분석. 한국교원대학교대학원 석사학위논문, 111 p.
- 최영준, 이원식, 최병순, 1985, 중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 I. 한국과학교육학회지, 5, 1-9.
- 한기순, 배미란, 2004, 과학영재와 일반학생들 간의 사고양식과 지능 및 창의성 간의 비교연구. 교육심리연구, 18, 49-68.
- 한기순, 배미란, 박인호, 2003, 과학영재들은 어떻게 사고하는가? 한국과학교육학회지, 23, 21-34.
- 한종하, 1987, 과학영재교육론. 학연사, 서울, 201 p.
- Borland, J.H., 1997, The construct of giftedness. Peabody Journal of Education, 72, 6-20.
- Dillashaw, G.H. and Okey, J.R., 1980, A test of the integrated science process skills for secondary science students. Science Education, 4, 601-608.
- Feldhusen, J.F., 1986, A new conception of giftedness and programming for the gifted. Illinois Council for the Gifted Journal, 5, 2-6.
- Fraser, B.J., 1978, Development of a test of science-related attitudes. Science Education, 62, 509-515.
- Guglielmino, L.M., 1977, Development of the self-directed learning readiness scale. (Doctoral dissertation, University of Georgia, 1977) Dissertation Abstract International, 38, 6467A, 237 p.
- Lee, H.R., 2003, A method for developing items to assess earth science creativity. The Journal of the Korean Earth Science Society, 24, 150-159.
- Maureen, N., Sally, M., Nancy M.R., and Sidney, M.M., 2002, The social and emotional development of gifted children: What do we know? Prufrock Press, Washington, DC, USA, 320 p.
- Oltman, P.K., Raskin, E.I., Witkin, H.A., and Karp, S.P., 2002, Group Embedded Figures Test Manual. Mind Garden, Edwood city, USA, 35 p.
- Renzulli, J.S., 1978, What makes giftedness: Reexamining a definition. Phi Delta Kappa, 60, 180-184.
- Roedell, W.C., Jackson, N.E., and Robinson, H.B., 1980, Gifted young children. Teachers college, Columbia University, NY, USA, 265 p.
- Torrance, E.P., 1988, Torrance test of creative thinking, Norms-Technical Manual Figural A and B, III. Scholastic testing service, MO, USA, 23 p.
- Torrance, E.P., Orlow, E.B., and Tamy, S.H, 1992, Torrance test of creative thinking-streamlined Scoring guide Figural A and B, III. Scholastic testing service, MO, USA, 20 p.

2011년 2월 11일 접수

2011년 4월 22일 수정원고 접수

2011년 5월 18일 채택