

과학영재학생과 일반학생의 사고양식에 따른 지구과학 개념 비교

박수경*

부산과학고등학교, 614-103 부산광역시 진구 당감3동 산38-31

Analysis on the Earth Science Concepts of the Gifted Science Students and Non-gifted Students By the Types of Thinking Styles

Soo-Kyong Park*

Busan Science High School, Danggam 3-Dong Busanjin-Gu, Busan 614-103 Korea

Abstract: On the basis of Sternberg's theory of mental self-government, this study examined the difference in thinking style between gifted science students and non-gifted students, and their earth science concepts by the different types of thinking styles. The subjects were consisted of 120 students from the Busan Science Academy and 122 students from two general high schools in Busan, Korea. All participants responded to the Thinking Styles Inventory which is a self-report test consisting of 65 items, and the essay questions for examining the students' earth science concepts. The results are as follows. First, the gifted science students prefer legislative, judicial, anarchic, global, and liberal styles, whereas non-gifted students prefer executive, oligarchic, and conservative styles. Second, Type I thinking style group proved to have more complex concepts in relation to the geological and astronomical areas than those of the Type II thinking style group in both of the gifted and non-gifted students. This indicates that Type I thinking style students use a deep learning approach whereas Type II thinking style students use a surface learning approach.

Keywords: theory of mental self-government, thinking styles, gifted science students, non-gifted students, earth science concepts

요약: 본 연구의 목적은 Sternberg의 정신자치제 이론에 근거하여 영재학생과 일반학생의 사고양식의 차이를 조사하고, 사고양식 유형에 따라 두 집단이 가지고 있는 지구과학 개념을 비교 분석하는 것이다. 이를 위하여 과학영재학교 1학년 120명과 일반계 고등학교 2학년 122명을 대상으로 총 65문항의 자기보고식 사고양식 검사와 서술형 지구과학 개념 검사를 실시하였다. 연구 결과, 과학영재학생은 입법적, 사법적, 무정부제, 전체적, 진보적 사고양식이 우세하여 새로운 과제를 선호하고 자기 자신의 방식으로 문제를 해결하는 특성을 나타내었다. 반면에 일반학생은 행정적, 과두제, 보수적 사고양식이 우세하여 이미 짜여진 구조나 지침에 따라 문제를 해결하는 특성을 나타내었다. 사고양식 유형에 따른 지구과학 개념을 비교한 결과, 과학영재 집단과 일반학생 집단 모두 Type I 사고양식의 학생들이 Type II 사고양식의 학생들 보다 지질학 분야와 천문학 분야 공통적으로 심도 있고 복합적인 개념을 나타내었다.

주요어: 정신자치제 이론, 사고양식, 과학영재학생, 일반학생, 지구과학 개념

연구의 배경 및 목적

과학영재학생을 위하여 차별화된 교육을 실시해야 하는가에 대한 필요성은 개인적 측면과 사회적 측면에서 모두 요구된다. 특히 개인적 측면에서 영재아들은 일반 학생들과는 다른 인지적, 정의적, 신체적, 사

회적 특성을 가지고 있으므로 이에 알맞는 특별한 교육이 이루어져야 한다(Karnes and Bean, 2001; Renzulli, 2000). 국내에서는 2002년부터 본격적으로 영재교육법 시행령이 적용되면서, 이에 따라 과학기술부에서는 교육인적자원부, 부산광역시 교육청과의 협약을 통하여 부산과학고등학교를 과학영재학교로 지정하여 운영하고 있다. 과학영재학교는 과학영재를 조기에 발굴하여 맞춤형 영재교육을 실천함으로써 지식 기반 사회를 선도할 수 있는 창의적 과학영재 육성을 설립목적으로 하고 있다. 따라서, 영재아들이

*E-mail: myskpark@yahoo.co.kr
Tel: 82-51-528-5747
Fax: 82-51-891-0004

가지고 있는 특별한 교육적 요구를 만족시키는 일관되고 체계적인 교육 프로그램이 필요하며 이를 위해서는 과학교육학생의 특성이 우선 점검되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 Sternberg(1988, 1990, 1997, 1998)의 정신자치제 이론(the theory of mental self-government)을 근거로 과학교육학생과 일반학생의 사고양식을 비교·조사하고자 한다.

정신자치제 이론의 기본 가정은 개인이 사고하는 방식이 현존하는 통치형태 및 통치조직의 여러 가지 차원과 유사하다는 것이다. 사회를 지배하는 다양한 방식이 있듯이 일상의 행동을 지배하고 관리하는 다양한 양식이 존재하며 이를 Sternberg(1994a, 1994b)는 '사고양식(thinking styles)'이라고 불렀다. 정신자치제는 기능(function), 형식(form), 수준(level), 범위(scope), 경향성(leaning)의 5가지 하위 차원으로 구성되며 모두 13가지 사고양식이 포함된다. '기능'은 정부가 입법적, 행정적, 사법적 부서를 갖고 기능하듯이 인간의 정신도 같은 기능을 수행한다는 의미로 세 가지 사고양식으로 나뉜다. 그 중 입법적 양식은 창조성을 요구하는 일을 선호하고, 행정적 양식은 명확한 지시가 있는 업무의 수행을 좋아하며, 사법적 양식은 타인의 활동에 대하여 평가하는 것을 선호한다. '형식'에 따라서는 네 가지 사고양식이 있는데 특히 무정부적 양식은 형식과 절차를 싫어하고 규칙, 규범, 권위에 저항하며 임의적으로 문제를 해결하기를 선호한다.

정신자치제의 '수준'은 연방, 주, 지역 도시 등의 수준에서 기능을 발휘하는 정부의 수준을 전체적 정부와 지역적 정부로 구분하듯이 정신자치제의 기능 발휘에도 특정한 수준이 있음을 의미한다. '범위'는 정부가 국내 혹은 국외 정세를 모두 다룰 필요가 있듯이 인간의 정신이 내적 혹은 외적 문제를 다루는 범위를 의미하며, 내부적 양식과 외부적 양식이 있다. 마지막으로 '경향성'은 정부가 우익 대 좌익의 연속선 상에서 표현되고 있는 것처럼 진보적 양식과 보수적 양식으로 대별된다. 진보적 양식은 새롭고 모호한 특성을 지닌 과제를 선호하는 반면 보수적 양식은 기존의 규칙과 절차를 고수하려는 경향이 있다. 각 사고양식의 특징과 검사지 문항의 예는 Table 1과 같다.

위와 같은 사고양식과 학습자의 학습양식의 상관관계에 대한 연구들(Zhang and Sternberg, 2000; Zhang, 2000, 2002a, 2002b)의 또 다른 연구배경으로 Biggs(1987)의 학습양식 이론(theory of learning

approaches)이 있다. 학습양식은 심층적 접근(deep approach)과 표면적 접근(surface approach)으로 대별되며 Biggs(1994)에 의하면 심층적 접근은 내재적인 동기와 학습과제의 내용에 대한 흥미, 학습 자료의 의미에 대한 이해, 새로운 아이디어를 이전의 지식이나 매일의 경험과 관련짓는 시도와 비례한다. 반면에 표면적 접근을 하는 학습자는 학습과제를 타율적 요구에 의한 것으로 인식하며, 기계적 학습을 통해 용어나 절차를 모방하고 특정 과제를 다른 과제나 실제 생활과 분리하여 보는 경향이 있다.

홍콩과 중국의 대학생을 대상으로 학습양식과 사고양식의 관련성을 조사한 선행연구(Zhang and Sternberg, 2000)에서 표면적 학습양식은 입법적, 사법적, 진보적 그리고 계급제 사고양식과 부적인 상관관계를 나타내었고, 심층적 학습양식은 행정적, 보수적, 지역적 그리고 군주제 사고양식과 부적인 상관관계를 나타내었다. 미국의 대학생을 대상으로 한 또 다른 연구(Zhang, 2000)에 의하면 보다 복합적인 사고양식인 입법적, 사법적, 진보적, 계급제가 심층적 학습양식과 정적인 상관을 보였고, 반면에 덜 복합적인 행정적, 보수적 사고양식이 표면적 학습양식과 정적인 상관을 보였다. 이와 같은 연구결과를 근거로 Zhang(2002b)은 사고양식과 학습과 사고의 유형(Torrance, 1988)의 상관을 요인 분석한 결과 사고양식을 Type I(입법적, 사법적, 전체적, 진보적)과 Type II(행정적, 지역적, 보수적)로 나누어 제시하였다. 위의 연구들에 의하면 Type I은 복합적이고 통합적인 사고(holistic mode of thinking)와 관련이 높으며 창조적이고, 기준에 도전적이고 위험을 감수하는 경향이 있다. 반면에 Type II는 덜 복합적이고 분석적인 사고(analytic mode of thinking)와 관련이 높으며, 기존 증거의 틀을 선호하고 권위를 존중하는 경향이 있다.

한편, 미국의 영재를 대상으로 사고양식을 조사한 선행연구에 의하면 영재는 일반학생에 비해 보다 입법적이고 진보적이며 사법적인 사고양식을 가지고 있는 것으로 나타났다(Grigorenko and Sternberg, 1995). 또한 영재들의 사고양식과 학업성취와의 관계에 대한 연구에서 사법적 사고양식이 학업성취와 가장 높은 상관을 보였다(Grinkorenko and Sternberg, 1997).

최근 국내에서도 영재학생을 대상으로 사고양식에 대한 연구(윤소정 외, 2003; 나동진 외, 2003; 한기순·배미란, 2004)나 과학철학적 관점에 대한 연구(장명덕 외, 2002) 등이 이루어지고 있으며, 특히 과학

Table 1. Thinking styles' characterization and sample items of mental self-government

차원	사고양식	특징	문항의 예
기능 (function)	입법적 (legislative)	자신의 방식으로 새롭게 창조 창안하는 경향성	어떤 일을 할 때 나는 내 아이디어대로 일하는 것을 좋아한다.
	행정적 (executive)	짜여진 구조나 지침에 따라 일하는 것을 좋아하는 경향성	나는 정해진 지시 사항에 따라 일하는 것을 좋아한다.
	사법적 (judicial)	사람과 사물에 대하여 판단, 평가, 비교하는 경향성	나는 분석이나 평가 혹은 비교하는 과정이 포함된 일을 좋아한다.
형식 (forms)	군주제 (monarchic)	한 가지 과제에 초점을 두고 완성될 때 까지 전념하는 경향성	나는 한번에 한 가지 일에만 집중하는 것을 좋아한다.
	계급제 (hierarchical)	일의 우선순위와 중요성을 설정하여 동시에 여러 가지 일을 수행하는 경향성.	나는 무언가를 시작할 때, 해야 할 일의 목록을 만들고 중요성의 순서를 매기는 것을 좋아한다
	과두제 (oligarchic)	일의 우선순위를 두지 않고 동시에 여러 가지 일을 수행하는 경향성	나는 대개는 무슨 일을 해야 하는지는 알지만 종종 일의 순서를 정하는 데는 어려움을 겪는다.
	무정부제 (anarchic)	형식이나 규범, 구속을 싫어하고 임의적으로 문제를 해결하는 경향성	나는 생각을 의논하거나 글로 쓸 때, 생각나는 것은 무엇이든 다 이용한다.
수준 (levels)	전체적 (global)	전체적, 일반적, 추상적인 것을 선호하는 경향성	나는 일의 세부적인 사항보다 전체적인 주제를 다루는 일이 좋다.
	지역적 (local)	세부적, 실질적, 구체적인 것을 선호하는 경향성	나는 과제의 전체적인 효과와 중요성보다는 부분적인 측면에 더 주의를 기울인다.
범위 (scope)	내부적 (internal)	혼자 일하고 내부에 초점을 두는 자기 충족적 경향성	나는 다른 사람들과 의논하지 않고 일의 모든 측면을 나 혼자 해결하는 것을 좋아한다.
	외부적 (external)	함께 일하고 외부지향적이며 상호의존적인 경향성	나는 팀의 구성원으로서 다른 사람들과 상호작용 하는 활동을 좋아한다.
경향 (leaning)	진보적 (liberal)	새롭고 모호한 과제를 선호하고 새로운 방식으로 일하려는 경향성	나는 문제에 직면하면, 새로운 전략이나 방법으로 해결하려고 한다.
	보수적 (conservative)	규칙과 절차를 선호하고 전통적인 방식으로 일하려는 경향성	나는 어떤 일을 맡았을 때, 과거에 사용되었던 방법과 아이디어들을 그대로 따르려고 한다.

분야 영재의 특성에 대한 다양한 접근이 요구되고 있다. 이에 과학영재의 사고양식의 특성과 과학개념과의 관련성 여부를 밝히고 그에 대한 시사점을 찾는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 과학영재 학생과 일반학생의 사고양식을 비교하고, 이들을 대상으로 사고양식의 유형에 따라 지구과학 개념을 분석하는데 연구의 목적을 둔다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 과학영재학생과 일반학생 간에 사고양식은 어떤 차이가 있는가?

둘째, 사고양식 유형에 따라 과학영재학생과 일반학생의 지질학 분야 개념은 어떻게 다른가?

셋째, 사고양식 유형에 따라 과학영재학생과 일반학생의 천문학 분야 개념은 어떻게 다른가?

연구 방법

연구 대상

본 연구의 대상은 과학영재학교 남학생 103명, 여

학생 17명의 총 120명과 일반계 고등학교 남학생 82명, 여학생 40명의 총 122명이다. 일반학생 집단의 표집을 위하여, 부산시내 소재의 일반계 고등학교 중에서 교육청주관 학력평가 결과를 기초로 과학성취도가 중위권에 속하는 남자고등학교 1개교와 여자고등학교 1개교를 선정하였다. 선정한 두 학교에서 2학년 자연계열 남학생 2학급과 여학생 1학급의 122명을 임의 추출하였다.

과학영재학교 1학년 학생들 대다수가 중학교 성적이 최상위인 학생들로, 영재학교 입학 전형시 1단계 서류전형, 2단계 창의적 문제해결력 평가, 3단계 3박 4일간의 과학 캠프 및 면접의 다단계 전형을 거쳐 선발된 학생들이다. 과학영재학교 입학 후 실시한 종합능력검사에 의하여 나타난 학생들의 지능, 언어, 수리, 추리, 지각 능력 검사 결과 T점수 분포는 Table 2와 같다. 여기서 지능영역은 신뢰도 .877, 적성영역은 신뢰도 .922 수준을 나타낸다. 적성의 기준은 평균이하수준이 39이하, 평균수준이 40-60, 뛰어난 수

Table 2. Results of Intellectual Aptitude Test of the gifted science students

기준	영역		적성		지능
	어휘력	추리력	수리력	지각력	
평균	64.54	67.57	68.38	66.02	135.96
평균 이하 수준	0명	0명	0명	2명	0명
평균 수준	41명	28명	5명	25명	8명
뛰어난 수준	70명	48명	77명	82명	74명
매우 뛰어난 수준	28명	63명	57명	30명	57명

준이 61-70, 매우 뛰어난 수준이 71이상이며 지능의 기준은 평균이하수준이 89이하, 평균수준이 90-119, 뛰어난 수준이 120-139, 매우 뛰어난 수준이 140 이상에 해당한다.

Table 2에서 연구대상 학생들의 T점수가 70점이 넘을 경우 전국 기준 5% 이내에 해당하는 높은 점수로 볼 수 있다. 연구대상 학생들에게 적용되는 과학영재학교의 교육과정 편제를 살펴보면 국어, 사회, 외국어, 예체능을 포함하는 보통교과와 수학, 과학, 정보과학을 포함하는 전공교과가 있다(소광섭 외, 2003). 기본선택은 수학, 과학, 정보과학에서 도구과목으로 되어있고, 심화선택 과목은 수준이 높고, 전문적인 내용으로 구성되어있다. 기본선택 과목의 하나인 '지구과학'은 일반계 고등학교 지구과학 I과 지구과학 II에 해당하는 목표와 범위를 다루고 있다.

따라서 본 연구에서는 지구과학의 중요 개념에 대한 조사를 실시하기 하기 위해 영재학교 1학년 정규 교육과정에서 지구과학 전 범위를 학습한 영재학생과 일반계 고등학교에서 지구과학 II를 학습한 2학년 학생을 연구 대상으로 하였다.

자료 수집

본 연구에서는 연구대상 학생에게 사고양식과 본 연구의 목적에 대하여 설명한 후 사고양식 검사도구를 30분간에 걸쳐 실시하고 두 집단의 사고양식 차이를 분석하였다. 사고양식 유형에 따른 지구과학 개념을 조사하기 위하여 Type I 유형에 해당하는 4가지 사고양식의 총점이 높은 집단과 Type II 유형에 해당하는 3가지 사고양식의 총점이 높은 집단을 분류하였다. 각 총점에 기초하여 각각 상위인 학생 중에서 양쪽 유형 모두에 속한 경우를 제외한 각각 20명을 대상으로 하였다.

지구과학 개념 검사지 문항에 대한 전체 학생의 응답을 반복적으로 검토하여 분류기준을 작성하였고 이에 따라 연구자 외 1인의 분류 일치도가 90%에 도

달한 후 연구자가 대상 학생들의 응답을 분류하였다.

측정도구 및 자료 처리

Sternberg와 Wagner가 1992년에 제작한 사고양식 검사도구(Thinking Styles Inventory; TSI)를 윤미선(1997)이 국내에서 타당화 한 것으로 피험자가 제시된 문항들을 읽고 각 문항에 대해 자신의 평소 성향을 1점(전혀 아니다) 부터 5점(매우 그렇다) 사이에 반응하는 총 65문항의 자기 보고식 검사지이다. 이는 정신자치제 이론을 근거로 13가지 사고양식을 측정하고 있으며, 사고양식 검사의 점수는 해당 문항의 점수를 합한 점수로 계산된다. 사고양식 검사의 하위 유형에 대한 총 65문항의 문항 구성은 Table 3과 같고 본 연구에서 측정된 사고양식 검사의 전체 신뢰도(Cronbach)는 13개의 사고양식에 걸쳐 .56~.88로 나타났다.

본 연구에서 지구과학 개념을 조사하기 위해 사용한 서술형 문항은 지구과학 II 교과서에 근거하여 연구자 외 교사 2인이 공동 출제하였고 과학교육 전문

Table 3. Number of items in each subscales of Thinking Styles Inventory

차원	사고양식	문항번호	문항수
기능	입법적	5, 10, 14, 32, 49	5
	행정적	8, 11, 12, 31, 39	5
	사법적	21, 23, 42, 51, 57	5
형식	군주제	4, 19, 33, 25, 56	5
	계급제	2, 43, 50, 54, 60	5
	과두제	27, 29, 30, 52, 59	5
	무정부제	16, 21, 35, 40, 47	5
수준	전체적	7, 18, 38, 48, 61	5
	지엽적	1, 6, 24, 44, 62	5
범위	내부적	9, 15, 37, 55, 63	5
	외부적	3, 17, 34, 41, 46	5
경향	진보적	45, 53, 58, 64, 65	5
	보수적	13, 22, 26, 28, 36	5
총계			65

가 2인으로부터 타당도를 검증 받았다. 본 연구의 자료는 SPSS/Win 10.0을 사용하여 표준점수화 사고양식 평균편차에 대하여 t검증을 하였다.

연구결과 및 논의

과학영재학생과 일반학생의 사고양식의 차이

과학영재학생과 일반학생에 대한 각 하위 사고양식별 평균과 표준편차, 차이검증 결과는 Table 4와 같다. Table 4에 의하면 대부분의 사고양식에서 과학영재학생들의 평균 점수가 더 높았으나 행정적, 계급제, 과두제, 지엽적, 보수적 양식의 경우는 일반고 학생들의 점수가 더 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 차이검증 결과를 살펴보면, 사법적 양식은 99.9% 신뢰도 수준에서, 입법적, 전체적 양식은 99% 신뢰도 수준에서, 무정부제와 진보적 양식은 95% 신뢰도 수준

에서 과학영재학생이 일반학생보다 유의미하게 높은 점수를 보였다. 이러한 결과는 본 연구의 대상인 과학영재학생이 일반학생보다 더 사법적, 입법적, 전체적, 무정부제, 진보적 양식을 지니는 것을 나타낸다. 반면에 행정적 양식은 99.9% 신뢰도 수준에서 과두제, 보수적 양식은 99%신뢰도 수준에서 일반학생이 과학영재학생보다 유의미하게 높은 점수를 보였다. 그 외 군주제, 계급제, 지엽적, 내부적 양식에서는 두 집단간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

이러한 결과를 국내의 선행연구 결과와 비교해보면, 영재학생이 입법적, 행정적, 사법적, 전체적, 자유적, 보수적, 계급제, 내부적 사고양식에서 일반학생들보다 유의미하게 높은 점수를 보인 연구(윤소정 외, 2003) 결과와는 차이가 있다. 또한, 홍콩의 대학생을 대상으로 고도의 학업성취와 사고양식의 상관을 밝힌 연구에 의하면 계급제, 내부적, 보수적 사고양식과 궁

Table 4. Means, standard deviations and t-values for the subscales of the thinking styles

사고양식	집단	평균	표준편차	t
입법적	과학영재	19.936	2.343	2.617**
	일반학생	18.938	2.811	
행정적	과학영재	15.955	3.987	-3.810***
	일반학생	17.245	2.797	
사법적	과학영재	17.941	2.736	3.985***
	일반학생	16.654	2.830	
군주제	과학영재	17.910	3.652	1.332
	일반학생	17.438	3.150	
계급제	과학영재	16.212	3.120	-1.520
	일반학생	17.001	2.857	
과두제	과학영재	15.055	2.878	-2.899**
	일반학생	15.883	2.548	
무정부제	과학영재	17.223	2.401	2.135*
	일반학생	16.587	2.362	
전체적	과학영재	16.486	2.635	3.264**
	일반학생	15.612	2.456	
지엽적	과학영재	16.005	2.809	-.283
	일반학생	16.089	2.458	
내부적	과학영재	17.386	3.121	1.330
	일반학생	16.872	3.478	
외부적	과학영재	18.083	2.929	1.397
	일반학생	17.291	3.063	
진보적	과학영재	17.899	2.860	2.283*
	일반학생	17.221	2.916	
보수적	과학영재	13.311	3.485	-2.699**
	일반학생	14.289	3.276	

Total N = 242 (과학영재: 120 일반학생: 122)

*: $p < .05$ **: $p < .01$ ***: $p < .001$

[문제 1] 그림은 지구의 N극에서 인공 지진을 발생시켜 지진파의 전파 상태를 실험한 결과를 나타낸 것이다.
 진앙으로부터 11000 km에서 16000 km 되는 곳에서는 지진파가 도달하지 않았다. 이와 같은 곳을 무엇이라 하며, 이것은 지구내부의 어떤 구조를 증명하는 것인지 그 이유를 쓰시오.

Fig. 1. Item for examining the students' concept of seismic wave and internal structure of the Earth.

Table 5. The number of students' responses in 'seismic wave and internal structure of the Earth' item (%)

범 주	사고양식		과학영재			일반학생	
	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	
지식	4(20)	6(30)	10	6(30)	9(45)	15	
단순 추론	7(35)	6(30)	12	5(25)	4(20)	9	
복합 추론	9(45)	8(40)	15	6(30)	2(10)	8	
무응답	0(0)	0(0)	3	3(15)	5(25)	8	

정적인 상관을 나타낸 반면 입법적, 외부적, 진보적 사고양식과는 부적 상관을 나타내어(Zhang, 2001) 본 연구 결과와는 상반된 결과를 보여준다. 한편, 미국의 고등학교 영재를 대상으로 요인분석을 실시한 선행 연구에 의하면 일반학생보다 영재학생들이 더 입법적, 사법적, 진보적 사고양식을 지니는 것으로 나타났다(Dai and Feldhusen, 1999). 이상의 세 가지 선행연구와의 비교를 종합해 볼 때 본 연구의 대상인 과학영재의 사고양식은 국내의 외국어 고등학교 재학생이 포함된 영재집단이나 홍콩 대학생보다 미국의 영재집단의 사고양식과 더욱 일치되는 것으로 나타났다.

과학영재학생과 일반학생의 사고양식에 따른 지질학 분야 개념 비교

사고양식과 학습양식의 상관을 조사한 선행연구에 기초하여 Zhang(2002b)은 Type I 사고양식과 Type II 사고양식을 제안한 바 있다. 이에 의하면 Type I 양식(입법적, 사법적, 전체적, 진보적)은 보다 창의적이고 복합적으로 일을 수행하는 경향을 나타내는 반면에 Type II 양식(행정적, 지엽적, 보수적)은 기존 방식을 선호하고 단순하게 일을 수행하는 경향을 나타낸다. 본 연구에서는 이러한 두 가지 사고양식 유형에 따라 영재 집단과 비영재 집단의 지구과학 개념이 다르게 나타나는지 조사하였고 그 결과는 다음과 같다.

지진파와 지구내부구조 개념: 지진기상과 지구내부 구조에 대한 문항은 Fig. 1과 같고 이에 대한 두 집단의 응답을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

[문제1]에 대한 응답 중 단순히 '암영대'라고만 답하고 내부구조에 대한 언급이 없는 경우나 단순히 '외핵의 존재'라고만 응답한 경우는 지식수준으로 분류하였다. 이에 비해, 지진파의 굴절현상에 대한 설명은 없이 지구내부 불연속면의 존재에 대해서만 제시한 응답은 단순 추론으로 분류하였다. 단순 추론에 해당하는 응답의 예로는 '지구내부에 밀도가 다른 물질이 존재하기 때문', '핵은 맨틀과 달리 액체이기 때문', '맨틀 아래에 또 하나의 층이 있다는 것을 알려준다' 등 이다. 그리고 지구내부의 불연속면과 지진파의 굴절 현상을 관련지어 기술한 응답은 복합 추론으로 분류하였다. 그 예로는 '맨틀과 다른 물질이 있기 때문에 그 경계에서 굴절이 일어나서 지진파가 닿지 않는 암영대가 생겼다', '지구 내부에 액체로 된 층이 있어 S파가 전달되지 않았고 P파는 굴절되어 도달하지 않았다' 등이 있다.

영재학생과 일반학생의 사고양식 유형에 따라 응답 비율을 살펴보면, 지식 수준은 두 집단 모두 Type II의 응답율이 더 높게 나타났고 단순 추론과 복합 추론 수준은 두 집단 모두 Type I의 응답율이 더 높게 나타났다. 특히 가장 심층적 접근을 요구하는 복합 추론 수준에서 영재학생 집단은 Type I(9명)과 Type II(8명)의 응답율의 차이가 적은 데 반해 일반학생 집

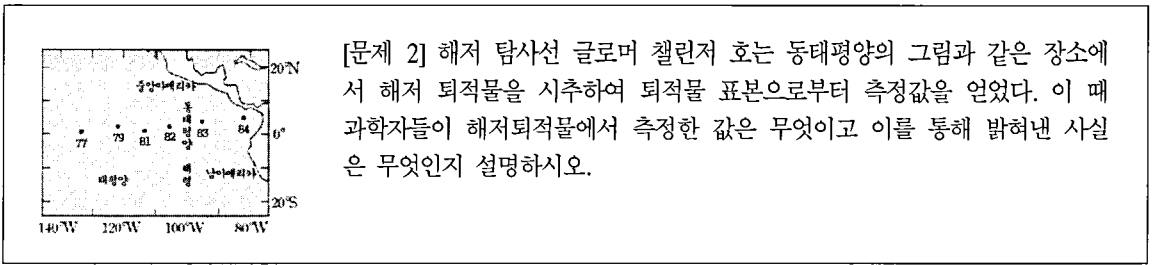


Fig. 2. Item for examining the students' concept of seafloor spreading.

Table 6. The number of students' responses in 'seafloor spreading' item (%)

범 주	사고양식			과학영재			일반학생		
	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계
단순 지식	2(10)	3(15)	5	6(30)	12(60)	18	6(30)	12(60)	18
단순 지식+자료 해석	12(60)	11(55)	23	10(50)	4(20)	14	10(50)	4(20)	14
복합 지식+자료 해석	6(30)	4(2)	10	2(10)	1(5)	3	2(10)	1(5)	3
비과학적 개념	0	2(10)	2	2(10)	3(15)	5	2(10)	3(15)	5

단은 Type I(6명)과 Type II(2명)의 응답율의 차이가 상대적으로 크게 나타났다. 무응답의 경우는 영재집단에서는 나타나지 않았고 일반학생 집단에서는 Type I과 Type II에서 모두 나타났다.

해저확장 개념: 판구조론과 관련하여 해저확장에 대한 문항은 Fig. 2와 같고 이에 대한 두 집단의 응답을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

[문제 2]에 대한 응답 중 과학자들의 측정값을 '암석의 나이'로만 제시하거나 '해령에 가까울수록 암석의 나이는 젊다'라고 제시한 응답은 단순 지식으로 분류하였다. 이에 비해 암석의 나이를 측정값으로 들고 해저확장 개념을 제시한 응답은 단순 지식 + 자료 해석으로 분류하였다. 즉 '해령 양쪽으로 갈수록 지각의 연령이 높아져 해령에서 새로운 지각이 나와서 이동한다는 것을 알게 되었다', '해령에서 새로운 지각이 계속 생성되면 점점 퍼져나간다' 등의 응답이 그 예이다. 이에 더하여 고지자기 측정값을 예로 들고, 지구가 역전과 해저확장을 관련지어 설명한 경우는 복합지식 + 자료해석으로 분류하였다. 그 예로는 '해령 좌우에서 같은 거리만큼 떨어진 지점에서 같은 고지자기 방향을 가진 암석이 나오는 것으로 해저확장을 알게 되었다'가 있다.

영재학생과 일반학생의 사고양식 유형에 따라 응답 비율을 분석해보면, 지식 수준에서는 두 집단 모두 Type II의 응답율이 더 높게 나타났고, 자료해석 수

준에서는 두 집단 모두 Type I의 응답율이 더 높게 나타났다. 또한 두 가지 자료해석 수준에서 영재학생은 Type I(18명)과 Type II(15명)의 응답율의 차이가 적었는데 반해 일반학생 집단은 Type I(12명)과 Type II(5명)의 응답율의 차이가 상대적으로 크게 나타났다. 이 문항에서 나타난 비과학적 개념은 영재집단과 일반학생 집단 모두 Type I보다 Type II에서 빈도가 높게 나타났으며 '대륙에 가까울수록 퇴적량이 증가한다'가 그 예이다.

위와 같은 결과에 의하면 영재학생과 일반학생 두 집단 모두 Type I 사고양식 유형의 학생들이 Type II 유형의 학생들보다 지구과학의 지질학 분야 개념 형성에 있어서 정교화되고 복합적인 추론과 자료해석을 하는 것으로 해석된다. 그리고 일반학생 집단의 사고양식 유형별 응답율의 차이가 영재학생 집단보다 더 크게 나타났다.

과학영재학생과 일반학생의 사고양식에 따른 천문학 분야 개념 비교

행성의 물리량 개념: 태양계 행성의 물리량(태양에서 평균거리, 공전주기, 회합주기, 이심률, 적도반지름)을 표시한 표와 함께 제시한 문항은 다음과 같고 이에 대한 두 집단의 응답을 분석한 결과는 Table 7과 같다.

[문제 3] 지구의 표면중력을 1이라고 하면 토성의

Table 7. The number of students' responses in 'surface gravity of Saturn' item (%)

범 주	사고양식		과학영재			일반학생	
	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	
단순 적용	5(25)	6(30)	10	9(45)	12(60)	21	
정교화된 적용	13(65)	10(50)	24	7(35)	2(10)	9	
비과학적 개념	2(10)	4(20)	6	4(20)	6(30)	10	

Table 8. The number of students' responses in 'clusters' H-R diagram' item (%)

범 주	사고양식		과학영재			일반학생	
	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	Type I (N=20)	Type II (N=20)	소계	
단순 해석	10(50)	8(50)	18	9(45)	8(40)	17	
정교화된 해석	8(40)	7(35)	15	6(30)	4(20)	10	
비과학적 개념	2(10)	3(15)	5	2(10)	5(25)	7	
무응답	0(9)	2(10)	2	3(15)	3(15)	6	

표면중력은 1.06이다. 질량이 지구의 100배에 가까운 토성의 표면 중력이 지구와 큰 차이가 나지 않는 이유는 무엇인지 설명하라.

[문제 3]에 대한 응답 중 '토성의 반지름도 크기 때문' 혹은 '토성의 적도반지름이 11배이기 때문'이라고 응답한 경우는 단순 적용으로 분류하였다. 표면중력이 행성의 질량에 비례하고 반지름의 제곱에 반비례함을 제시하고 토성의 수치를 대입하여 계산한 응답은 정교화된 적용으로 분류하였다.

영재학생과 일반학생의 사고양식 유형에 따라 분석해 보면, 단순 적용과 정교화된 적용에서 영재학생과 일반학생 모두 Type I의 응답율이 Type II보다 높게 나타났다. 영재학생은 정교화된 적용에 해당하는 응답(13명)이 가장 많았고 일반학생은 단순 적용 수준에 해당하는 응답(12명)이 많았다. 영재학생은 각 범주별 Type I과 Type II 응답율의 차이가 적었으나 일반학생은 Type I과 Type II 응답율의 차이가 크게 나타났다. 이는 앞의 지질분야 문항에 대한 결과와 일치하는 것으로 두 집단의 사고양식에 따른 응답 경향이 내용 특성과는 무관한 것으로 보인다.

그러나 비과학적인 개념에서 영재학생과 일반학생의 반응에 차이가 나타났다. 영재학생의 경우 '토성은 매우 빨리 자전하기 때문에 토성의 적도에서는 엄청난 원심력이 작용하여 큰 중력을 상쇄시킨다', '태양의 밀도가 작고 대기가 없기 때문'이라는 오개념이 나타난 반면, 일반학생의 경우는 '태양과의 거리가 멀기 때문'이라는 오개념이 다수 나타났다.

성단의 특성 개념: 산개성단과 구상성단의 H-R도

와 함께 제시한 문항은 다음과 같고 이에 대한 응답을 분석한 결과는 Table 8과 같다.

[문제 4] 그림 (가)는 산개성단, (나)는 구상성단의 H-R도(색-등급도)이다. H-R도 상에서 두 성단의 별 분포를 보면 주계열에서 벗어나는 전항점의 위치가 다르다. 이를 통해 알 수 있는 점과 그 이유를 설명하라.

[문제 4]에 대한 응답 중 '전항점의 위치가 아래 일수록 성단의 나이가 많다'고만 설명한 경우는 단순 해석으로 분류하였다. H-R도 상에서 별의 분포를 별의 진화과정을 포함하여 바르게 설명한 경우는 정교화된 해석으로 분류하였다. 정교화된 해석에 해당하는 예로는 '구상성단은 오래되어서 대부분의 별들이 이미 거성단계로 넘어갔고, 산개성단은 젊어서 질량이 큰 별만 일부 거성단계로 되었다'로 응답한 경우이다.

이 문항에 대한 응답 비율을 사고양식 유형에 따라 분석해 보면, 단순 해석 수준에서는 영재집단은 사고양식에 따른 응답율의 차이가 없었지만 일반학생 집단은 Type I의 응답율이 Type II보다 높게 나타났다. 또한 정교화된 해석 수준은 영재집단과 일반학생 집단 모두 Type I의 응답율이 Type II보다 높게 나타났다.

이 문항에 대한 응답 중 비과학적 개념은 '질량이 클수록 전항점이 위에 있다'의 예가 다수 나타나 H-R도상의 별의 분포와 별의 진화 개념을 연관시키지 못한 것으로 볼 수 있다. 이러한 오개념은 두 집단에서 공통적으로 나타났으며 일반학생 집단에서 무응답도 다수 나타났다.

이와 같은 결과에 의하면 Type I 사고양식 유형의 학생들이 Type II 유형의 학생들보다 지구과학의 천문학 분야 개념 형성에 있어서 정교화되고 복합적인 적용과 해석을 하는 것으로 나타났으며 이는 영재집단과 비영재 집단에 공통적인 결과로 볼 수 있다. 이는 학습에 있어서 심층적 접근(deep approach)과 표면적 접근(surface approach)의 차이로 해석할 수 있다(Biggs, 1994). 심층적 접근의 학습자는 새로운 아이디어를 이전의 지식과 관련짓는 반면, 표면적 접근의 학습자는 용어나 절차를 모방하고 학습과제를 다른 과제나 생활과 관련짓지 못하는 경향이 있다. 과학학습에서 심층적 접근과 표면적 접근에 대한 조사를 시도한 선행연구(Chin and Brown, 2000)에 의하면, 미국의 중학생들은 화학 실험수업에서 두 가지 접근방식에 따라 형성적 사고, 설명의 특성, 질문 활동, 메타인지활동, 과제에 대한 해결 등 5가지 범주에서 차이가 나타났다. 본 연구에서도 사고양식 유형에 따라 과학 개념을 비교한 결과 Type I 사고양식 유형의 학생들은 Type II 유형의 학생들보다 학습에 있어서 심층적 접근이 가능한 것으로 나타났다.

결론 및 제언

과학영재학생 사고양식과 일반학생의 사고양식 유형을 비교하고, 사고양식 유형에 따라 두 집단이 가지고 있는 지구과학 개념을 비교하고자 수행한 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학영재학생은 일반학생에 비하여 입법적, 사법적, 무정부제, 전체적 그리고 진보적 사고양식의 특성을 나타내었다. 따라서 이들은 추상적이며 새로운 과제를 선호하고 자기 자신의 방식으로 문제를 해결하고자 하며 형식이나 구속을 싫어하는 경향을 가진다고 할 수 있다. 반면에 일반학생은 행정적, 과두제, 보수적 특성이 나타나 이들은 이미 짜여진 구조나 지침에 따라 문제를 해결하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

이러한 연구의 결과와 관련 선행연구의 결과를 비교해 볼 때 본 연구의 대상인 과학영재 집단의 사고양식은 국내의 인문계열 영재나 홍콩 대학생보다 미국 고등학교 영재집단의 사고양식과 더 유사한 것으로 간주된다. Renzulli(1986)는 영재의 유형을 학교에서 시험을 잘 치르는 ‘학교 영재성(schoolhouse giftedness)’과 새로운 아이디어와 산출물을 계획하고 만들 수 있는

‘창의적-생산적 영재성(creative-productive giftedness)’으로 구분하였다. 이와 관련하여 본 연구의 대상인 과학영재학교 학생들은 중학교 교과 성적이 대부분 최상위의 학생들로 학교 영재성의 특성을 보여주는 동시에, 사고양식의 측면에서 볼 때는 새로운 과제와 문제해결 방식을 선호하는 창의적-생산적 영재성도 동시에 가지고 있음을 말해준다.

둘째, 과학영재학생과 일반학생의 사고양식 유형에 따른 지질학 분야 개념을 비교한 결과 Type I 사고양식의 학생들이 Type II 사고양식의 학생들 보다 다수의 개념을 상호 관련지어 설명하고 복합적으로 사고하는 경향이 뚜렷이 높게 나타났다. Type II 사고양식의 학생들은 지구내부 구조와 해저확장 주제에 있어 개념간의 상호관련성을 획득하지 못한 사례가 상대적으로 많이 나타났다. 따라서 본 연구의 이러한 결과는, Type I 사고양식을 창의적이고 복합적으로 일을 수행하는 경향으로, Type II 사고양식을 기존 방식을 선호하고 단순하게 일을 수행하는 경향으로 정의한 선행 연구(Zhang, 2000; Zhang and Sternberg, 2000)의 타당성 검증의 측면에서도 그 의의가 있다.

또한 일반학생의 사고양식 유형별 응답율의 차이가 영재학생 집단보다 크게 나타나, 일반학생 중에서 특히 사고유형이 표면적 접근 유형에 속한 학생들이 심층적 학습에 어려움을 가지는 것으로 해석된다.

셋째, 과학영재학생과 일반학생의 사고양식 유형에 따른 천문학 분야 개념을 비교한 결과 Type I 사고양식의 학생들이 Type II 사고양식의 학생들 보다 행성의 물리량과 성단의 특성 개념 형성에 있어서 정교화되고 복합적인 적용과 해석을 하는 것으로 나타났다. 이는 지질학 분야 문항에 대한 결과와 일치하는 것으로 두 집단의 사고양식에 따른 개념 수준이 지구과학의 영역 내용 특성과는 무관한 것으로 보인다. 즉 학습의 내용 특성과 무관하게 Type I 사고양식 유형의 학생들은 Type II 사고양식 유형의 학생들 보다 학습에 있어서 심층적 접근이 가능한 것으로 해석된다.

본 연구의 결과를 토대로 향후 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 사고양식은 영재자를 판별하기 위한 목적보다는 그들의 영재성을 최대화하기 위한 방법을 찾는 데 근거가 되는 것이다. 영재를 위한 교수-학습 활동은 그들의 능력과 유형에 부합되는 환경으로 제공해야 하고 또한 부족한 부분의 사고양식을 보완하기 위하여 다양한 학습 환경을 제공해야

한다(Dai and Feldhusen, 1999). 그러한 예로 전형적인 영재교육 방법 중 하나인 속진과정(acceleration curriculum)은 행정적인 사고양식의 학생에게, 심화과정(enrichment curriculum)은 입법적 사고양식의 학생에게 더 적절하다고 알려져있다(Sternberg and Grigorenko, 1993). 본 연구의 결과 과학영재학생들은 사고양식에서 일반학생에 비하여 입법적, 사법적, 전체적 특성을 지닌 것으로 밝혀졌으므로 학습활동이나 평가형태가 이러한 특성에 부합될 때 가장 높은 학업성취를 나타낼 수 있다. 따라서 새로운 아이디어를 창안하는 과제와 문제 해결 중심의 심화교육과정의 개발과 적용이 요구된다.

둘째, 전반적인 교수-학습 방법측면에서 교사의 수업방법과 학생의 사고양식과의 조화에 관심을 둘 필요가 있다. 즉 강의식 수업방법은 행정적 사고양식을 지닌 학생에게는 유익할 수 있으나 입법적인 학생에게는 최적의 수업 방법이 아닐 수 있다. 이와 관련하여 입법적 집단에게는 프로젝트 수업을, 사법적 집단에게는 분석을 위한 읽기를 강조하는 수업전략이 강조되고 있다(Sternberg, 1994b). 이에 과학수업에서 사고양식이 유사한 소집단 수업을 시도할 때 입법적 학생집단에게는 사고 중심의 질문법과 과제해결 수업을, 사법적 학생집단에게는 과학적 분석을 위한 다양한 자료를 제공하는 수업이 필요하다. 특히 Type II 사고양식 집단의 경우 학습의 심층적 접근으로 유도할 필요가 있으므로 이를 위한 수업 방법을 적용하고 학습에 미치는 효과를 구체적으로 밝히는 추후 연구가 필요하다.

셋째, 본 연구에서는 고등학교 학생에 한정하여 사고양식과 지구과학 개념의 상관만을 보았다. 추후 연구에서는 이를 확대하여 각 학교 급별 학생 및 교사를 대상으로, 교사의 지도 방식에 따른 영재 학생들의 사고 양식별 학습 성과에 어떤 영향을 미치는지도 조사되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 나동진, 김진철, 전계영, 2003, 과학영재의 삼원지능·사고양식과 학업성취간의 관계. 교육학연구, 41 (4), 25-48.
- 소광섭, 김명환, 조석희, 이재호, 2003, 과학영재학교 교수요목 안내서. 과학영재학교, 185 p.
- 윤미선, 1997, 사고양식과 학업성취에 대한 연구(Sternberg의 지능자치체 이론을 중심으로). 고려대학교 석사학위논문, 138 p.
- 윤소정, 윤경미, 유순화, 2003, 영재학생과 일반학생의 사고 유형 차이 및 교사 특성별 사고유형. 영재교육연구, 13 (3), 19-44.
- 장명덕, 홍상욱, 정진우, 2002, 중학교 2학년 과학영재들의 과학지식에 대한 과학철학적 관점과 이에 대한 토론 및 읽기 활동의 효과. 한국지구과학회지, 23 (5), 397-405.
- 한기순, 배미란, 2004, 과학영재와 일반학생들 간의 사고양식과 지능 및 창의성간의 관계 비교. 교육심리연구, 18 (2), 49-68.
- Biggs, J., 1987, Student approaches to learning and studying. Australia: Australian Council for Educational Research, 12-20 p.
- Biggs, J., 1994, Approaches to learning: Nature and measurement. In Husen, T., and Postlethwaite, T.N. (eds.), The international encyclopedia of education, Oxford, Pergamon, ENG, 319-322.
- Chin, C., and Brown, D.E., 2000, Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. Journal of Research in Science Teaching, 37 (2), 109-138.
- Dai, D.Y., and Feldhusen, J.F., 1999, A validation study of thinking styles inventory implication for gifted education. Roeper Review, 21 (4), 302-307.
- Grigorenko, E.L., and Sternberg, R.J., 1995, Thinking styles. In Saklofske, H.D., and Zeidner, M. (eds.), International Handbook of Personality and Intelligence, Plenum Press, NY, USA, 205-229
- Grigorenko, E.L., and Sternberg, R.J., 1997, Styles of thinking, abilities, and academic performance. Exceptional Children, 63, 295-312.
- Karnes, F.A., and Bean, S.M., 2001, Methods and materials for teaching the gifted. Waco, Prufrock Press, TX, USA, 725p.
- Renzulli, J.S., 1986, The three ring of conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In Sternberg, R.J., and Davidson, J.E. (eds.), Conception of giftedness, Cambridge University Press, New York, NY, USA, 53-92.
- Renzulli, J.S., 2000, The identification and development of giftedness as a paradigm for school Reform. Journal of Science Education and Technology, 9 (2), 95-114.
- Sternberg, R.J., 1988, Mental self-government: A theory of intellectual styles and their development. Human development, 31, 197-224.
- Sternberg, R.J., 1990, Thinking styles : Keys to understanding student performance. Phi Delta Kappan, 71, 366-371.
- Sternberg, R.J., 1994a, Thinking styles: Theory and assessment at the interface between intelligence and personality. In Sternberg, R.J. and Ruzgis, P. (eds), Intelligence and personality, Cambridge University Press, New York, NY, USA, 169-187.
- Sternberg, R.J., 1994b, Allowing for thinking styles. Educational leadership, 52, 36-40.

- Sternberg, R.J., 1997, Thinking styles. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 185 p.
- Sternberg, R.J., 1998, Mental self-government: A theory of intellectual styles and their development. *Human Development*, 31, 197-224.
- Sternberg, R.J., and Grigorenko, E.L., 1993, Thinking styles and the gifted. *Roeper Review*, 16 (2), 122-131.
- Torrance, E.P., 1988, *Style of Learning and Thinking: Administrator's manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, Inc.
- Zhang, L.F., 2000, Relationship between Thinking Styles Inventory and Study Process Questionnaire. *Personality and Individual Differences*, 29, 841-856.
- Zhang, L.F., 2001, Do thinking styles contribute to academic achievement beyond self-related abilities? *The Journal of Psychology*, 135 (6), 621-637.
- Zhang, L.F., 2002a, Thinking styles and modes of thinking: Implications for education and research. *The Journal of Psychology*, 136 (2), 245-261.
- Zhang, L.F., 2002b, Thinking styles: their relationships with modes of thinking and academic performance. *Educational Psychology*, 22 (3), 331-348.
- Zhang, L.F., and Sternberg, R.J., 2000, Are learning approaches and thinking styles related? A study in two chinese population. *The Journal of Psychology*, 134 (5), 469-489.

2004년 9월 6일 원고 접수
2004년 11월 3일 수정원고 접수
2004년 11월 13일 원고 채택