고등학교 1학년 과학영재 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력 변화 및 일반 학급 학생과의 비교

김형도[†] · 김동진 · 박광서 · 김은숙 · 진동주 · 박국태*

한국교원대학교 화학교육과

[†]계산고등학교

(2008. 10. 28 접수)

Science-Gifted Class Students' Change in Creative Personality and Creative Thinking Ability and Comparison to General Class Students in the First Grade of High School

Hyung-Do Kim[†], Dong-Jin Kim, Kwang-Seo Park, Eun-Suk Kim, Dong-Joo Jin,
and Kuk-Tae Park*

Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea

[†]Kyesan High School, Incheon 407-050, Korea

(Received October 28, 2008)

요 약. 이 연구의 목적은 고등학교 1학년 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력을 비교함으로써 과학 창의성이 있는 학생이 과학영재로 선발되었는지와 과학영재 학급 수업을 통해 창의성이 향상되었는지를 알아보는 것이다. 연구를 위하여 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생에 대해 Khatena-Torrance 창의적 성격검사와 Torrance 창의성 검사 중 언어검사 A형을 영재 수업 전·후에 실시하였다. 연구결과, 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비하여 창의적인 성격을 가지고 있는 것으로 나타났으나, 창의적 인지력 면에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격의 하위 요인과 창의적 인지력의 하위 요인 사이의 상관관계가 매우 낮아, 창의적 성격과 창의적 인지력이 서로 독립적인 것으로 나타났다. 그리고 과학영재 수업 실시 후에 과학영재 학급 학생들의 창의적 성격과 창의적 인지력은 향상되지 않았다. 따라서 과학 창의성이 있는 학생을 과학영재 학생으로 선발하는 방법과 과학영재 학생의 창의성을 향상시킬 수 있는 교수-학습 방법에 대한 연구와 개발이 필요하다.

주제어: 과학영재 학생, 창의적 성격, 창의적 인지력

ABSTRACT. The purpose of this study was to find out whether scientifically creative students were selected as science-gifted class students and whether their creativity improved after class for the science-gifted students by comparing the science gifted class students to general class students in the first grade of high school. This was achieved by comparing science-gifted class students with general ones on creative personality and creative thinking ability. For this study, science-gifted class students and general class students were surveyed using Khatena-Torrance creative perception inventory and Torrance test of creative thinking with words of form A, before and after class for the science-gifted group. The results showed that science-gifted class students scored significantly higher than general class students on the creative personality. However, there was no significant difference between the two groups in their creative thinking ability. Also, in this study, the sub-factors of creative personality and those of creative thinking ability showed very low levels of correlation, which implies

that the two variables are highly independent. In addition, science-gifted class students did not show significant improvement in their scores on the creative personality and the creative thinking ability after class. Therefore, further research and development on the selection of science-gifted students and teaching-learning methods which can improve the creativity of these students are needed.

Keywords: Science-gifted Students, Creative Personality, Creative Thinking Ability

서 론

오늘날 과학 기술이 급속하게 발달함에 따라 우리들은 생활의 모든 영역에서 빠른 속도의 발달과 쏟아지는 정보에 노출되어 있다. 이러한 시대적 상황 속에서 변화의 흐름을 능동적으로 주도할 수 있는 창의적 능력과 창의적 성격에 대한 관심이 높아지고 있어, 영재교육을 위한 영재의 판별과 선발, 창의성 교육, 사고력 교육 등의 분야가 관심을 받고 있다.^{1,9} 창의적 영재의 양성은 국가 경쟁력을 넘어 생존의 차원에서 더 이상 미룰 수 없는 과제가 되고 있으며, 우리나라에서는 2000년 1월 영재교육진흥법과 2002년 4월 영재교육진흥법 시행령을 제정하여 전국 초·중·고등학교를 대상으로 영재교육을 실시하고 있다.^{10,11}

영재를 판별하는 기준으로 Terman¹²은 지능검사에서 지능지수 140 이상으로 규정하였다. Terman의 영재 판별 기준에 따라 지능검사에서 지능지수가 140 이상인 어린이가 존재할 확률은 0.7% 정도이었다.¹³ 중학교 과학영재의 과학관련 태도와 지능 및 과학탐구 능력과의 관계 연구¹⁴에서 과학영재와 일반 학생의 지능을 비교한 결과, 지능점수가 영재 판별에서 유의미하게 사용될 수 있다고 하였고, 영재의 지능 구성요소로 Guilford¹⁵는 확산적 사고와 같은 요인을 포함해야 한다고 주장하였다. Marland¹⁶는 영재를 지능뿐만 아니라 창의성과 지도성, 그리고 특별한 학문 영역이나 시각 및 공연예술 영역 등에서 뛰어난 능력을 가지고 있거나 성취 가능성을 가진 사람으로 정의하였다.

Renzulli는 영재성에 관한 자신의 영재성 세고리 모델(three-ring model of giftedness)에서 영재의 기준으로 창의성, 평균 이상의 능력, 과제 집착력을 들었으며, 영재성 발현에 이 세 요인이 모두 꼭 필요한 조건이며, 세 요인의 상호작용이

영재성에 영향을 미친다고 하였다.¹⁷ Gardner는 자신의 다중지능이론(multiple intelligence theory)을 통하여 우리가 지금까지 믿어 왔던 일반 지능의 개념과는 다른, 인간의 신경 체계에 바탕을 둔 8가지 다중 지능으로 영재성을 정의하였고,¹⁸ Sternberg는 정보처리 이론을 바탕으로 영재성을 정의하였는데, 그의 이론에 따르면 영재성은 형태가 다양하며 창의성, 지능, 동기를 모두 포괄하는 광범위한 것이다.¹⁹ 최근에는 그의 이론을 정교화 하여 WICS (wisdom, intelligence, and creativity synthesized) model을 영재성에 대한 주요 지표로 삼고 있다.²⁰

따라서 영재나 영재성은 단순히 지능에 의해서만 정의될 수 없으며, 영재성의 중요한 특징으로 창의성이 중요한 역할을 하고 있다는 인식이 점점 증가하고 있다.²¹ Amabile은 창의성이란 영역 관련 기능(domain-relevant skills), 창의성 관련 기능(creativity-relevant skills), 과제 동기(task motivation), 창의적 행동을 위한 환경(creative environment) 등 네 가지 요소들의 상호작용 결과로, 다양한 형태와 수준의 창의성이 발현된다고 하였다.²² Csikzentmihalyi와 Wolfe는 창의성을 독창적이고 가치가 있으며 실천할 수 있는 사고 또는 산출물로 정의하고, 독창성, 가치, 실현성 등의 세 가지 요소를 포함하는 창의성 모형으로 창의성을 설명하였다.²³

여러 학자들의 창의성에 대한 다양한 정의를 종합해 보면, 창의성의 구성 요소로 생물학적 요소, 개인적 성향, 인지적 요소, 미시 사회적 환경, 거시 사회적 환경 등 다섯 가지를 들 수 있다.²⁴ 또한, 창의성의 다원적 접근에 근거하여 창의성의 발현에 기여하는 요인 혹은 조건으로 인지적 능력, 정의적 특성, 지식과 기능, 환경 등을 들 수 있다.²⁵

이처럼 창의성에 대한 정의는 매우 다양하며,

연구하는 대상이나 연구자에 따라 견해가 다르지만 대체로 창의성을 개인의 인지적 능력, 정서적 성향, 환경 및 과제의 상호작용 등을 통하여 결정된다고 포괄적인 관점으로 보는 견해가 지배적이다. 따라서 창의성 검사는 인지와 성격을 종합적으로 측정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.²⁶

창의성은 과학영재의 학습 욕구를 충족시키고 독특한 특성을 인식하고 계발시켜 나가는 데 반드시 필요한 요소이다. 과학영재의 선발 과정에서 창의성이 영재 판별의 중요한 기준이 되기 때문에, 과학영재 학생과 일반 학생 간에 창의성이 어떻게 다른 지에 대해 구체적으로 비교하여 창의적인 학생이 과학영재로 선발되었는지, 그리고 과학영재 학급 수업이 창의성 향상에 도움이 되는지 여부를 면밀하게 살펴보아야 한다. 과학영재 학생에 관한 선행 연구들^{10,21,26}은 주로 학교에서의 적응문제, 성별에 따른 차이와 창의성의 연령별 변화 등에 초점이 맞추어져 있었다.

영재집단과 일반학생 중 지능이 높은 학업우수자 집단을 대상으로 하여 타고난 기질과 후천적인 성격을 구분할 수 있는 검사 및 지능검사를 함께 한 결과 유의미한 차이가 발견되지 않았으며,²⁷ 영재 선발 방식의 다면성이나 복잡성에도 불구하고 영재로서의 잠재성보다는 중학교 과정을 숙련 학습한 학업 우수자와 차별성이 없는 학업성취 우수 학생들이 영재로 선발될 가능성이 제기되었다.^{28,29} 한편, C₆₀과 다른 풀러렌(fullerene)들을 발견한 공로로 1996년 노벨화학상을 수상한 Harold Kroto는 미래 화학자들은 창의성을 갖도록 교육 받아야 한다고 주장했는데, 그는 화학이외의 다른 분야 특히 그래픽 예술에 흥미를 갖고 있었으며, 몬트리올 세계박람회(Expo'67, the World's Fair in Montreal, Canada)에서 Buckminster Fuller의 지오데식 돔(geodesic dome)을 보고 그가 발견한 물질 C₆₀을 Buckminster Fuller로 부르자고 제안하였다.³⁰ 그러므로 인지적인 측면뿐만 아니라 창의성의 다양한 측면에서 과학영재 학생과 일반 학생 사이에 나타나는 특성들을 알아보는 연구는 과학영재 학생들이 가지고 있는 창의성의 본질을 올바르게 이해하는데 도움을 줄 것이다.

따라서 이 연구에서는 과학영재 교육에 대한 시대적 요청과 최근의 창의성 연구 동향을 반영하여, 고등학교 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력 검사를 통해 과학영재 선발 과정에서 창의적 성격과 창의적 인지력이 고려되었는지, 그리고 과학영재 학급 학생들의 창의적 성격과 창의적 인지력이 고등학교 과학영재 학급 학생을 대상으로 진행되는 수업^{31,34}을 통해 어떻게 신장되고 있는지를 살펴보고자 한다. 이를 위해 고등학교 1학년 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생 사이의 창의적 성격과 창의적 인지력을 검사하고, 과학영재 수업 실시 후 과학영재 학급 학생들의 창의적 성격과 창의적 인지력 변화를 조사하여 과학영재의 선발과 과학영재 학급 수업에 대한 교육적인 논의를 하고자 한다.

연구 방법

연구 대상. 과학영재 학급을 운영하는 I 광역시 교육청의 K 고등학교 주관 하에 일반계 고등학교 1학년 학생들 중에서 선발한 화학반 18명, 생물반 18명, 총 36명의 과학영재 학급 학생과 K 고등학교 1학년 1개 반 36명의 일반 학급 학생을 연구 대상으로 하였다. 과학영재 학급의 학생들은 3단계의 선발 과정을 거쳐서 선발되었는데, 1단계는 I 광역시 교육청의 일반계 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 학교장 추천을 통해 우수한 학생들을 추천받는 것이었고, 2단계는 추천된 학생들을 대상으로 창의적 문제해결력 분야 A형과 심화학습 분야 B형의 전공영역 시험을 각각 60분간 치루는 것이었으며, 마지막 3단계는 전공영역의 상식과 정의적 태도 등에 대한 심층 면접을 거치는 것이었다.³⁵

연구 절차. 연구 수행을 위해 연구 대상에게 창의적 성격과 창의적 인지력 검사를 수업 전후로 실시하여 자료를 수집하였다. 먼저, 사전 검사로 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생을 대상으로 Khatena-Torrance 창의적 성격 검사(Khatena-Torrance creative perception inventory, KTCPI)³⁶ 중 “당신은 어떤 사람인가? (what kind of person

are you? WKOPAY)"를 15분간 실시하였다. 15분간의 창의적 성격 검사 후 5분간의 휴식 시간을 갖은 후에 Torrance 창의적 인지력 검사(Torrance test of creative thinking, TTCT)³⁷를 40분간 실시하였다.

과학영재 학급 학생은 3개월 간 격주 토요일마다 즉 6주에 걸쳐 4시간씩 K 고등학교 화학 실험실과 생물 실험실, 그리고 I 대학교 실험실에서 영재 수업을 받았고, 일반 학급 학생은 같은 기간 동안 인문계 고등학교 1학년 교육과정에 의한 수업을 받았다. 사후 검사로 사전 검사에서 실시했던 동일한 방법과 절차에 따라 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생에게 창의적 성격 검사(WKOPAY)와 창의적 인지력 검사(TTCT)를 실시하였다.

과학영재 학급의 수업 내용. 과학영재 학급 학생들을 위한 수업에서, 화학반은 화학 실험과 탐구 및 토론 수업 중심으로 진행되었고, 이론

강의와 모형 제작 수업도 부수적으로 진행되었으며, 생물반은 해부와 추출 실험, 공룡 모형 제작, 토론 및 이론 수업으로 진행되었다.^{31,38} 영재 학급 지도 교사는 I 광역시 교육청에서 선발된 화학 교사와 생물 교사, 그리고 I 대학교 화학 전공과 생물 전공 교수들이었으며, 영재 학급의 수업 내용은 영재 수업 지도 교사들이 직접 선택하고 제작하였는데, 화학반과 생물반의 수업 내용을 각각 Table 1과 Table 2에 제시하였다.

Table 1에 제시되어 있는 것과 같이 화학반의 영재 수업 내용은 원소의 분류, 산-염기 완충용액의 원리, 원자 구조의 이해(원자 분광), 색소 추출과 색의 변화, 액체의 표면 장력, 아스피린의 합성과 특성 등으로 구성하였다. 화학반은 영재 학생들이 직접 실험 기구들을 조작하여 실험을 할 수 있도록 수업을 실시하였다.³¹ 격주 토요일 오후 4시간의 수업 시간은 대략 1시간 정도의 이론 수업, 2시간의 실험 수업, 1시간의 토의 및 논의 수업으로 구성하였으며, 수업 내용은 정규 과

Table 1. Instructional contents for science-gifted chemistry class

Subjects	Objective of instruction	Key contents
Classification of elements	Identifying the periodic characteristics and the correct position of elements based on the information on the card	<ul style="list-style-type: none"> • Searching the periodic characteristics of elements • Making the periodic table • Distinction of a manipulating variable and a dependent variable
Acid-base, the principle of buffer solution	Making buffer solution by using phosphoric acid and understanding the principle of buffer solution	<ul style="list-style-type: none"> • Making phosphoric acid buffer solution • Experiment on the effect of buffer solution • Discussion about the buffer effect of blood
Atomic structure (Atomic spectrum)	Understanding the atomic structure through observing the line spectrum of elements with a self-made spectrophotometer	<ul style="list-style-type: none"> • Making a spectrophotometer • Observing of the spectrum of elements • Understanding the atomic structure
Extraction of pigment and variation of colors	Extracting some pigment from flowers, fruits, and leaves to observe color changing and to understand the principle of color changing	<ul style="list-style-type: none"> • Extracting pigment from plants • Observation of the color change by the pH change • Discussion about the reason of the chemical color change
Surface tension of liquid	Understanding the surface tension through various experiments and making a non-power boat by using surface tension	<ul style="list-style-type: none"> • Experiment of the "non-spilling water cup" • Mixing water and oil • Making sulfur powder settle • Making non-power boat
Synthesis of aspirin and its characteristics	Synthesizing aspirin by using salicylic acid with acetic anhydride and understanding the principle of esterification	<ul style="list-style-type: none"> • Synthesis of aspirin • Observation of aspirin crystal • Understanding of esterification

Table 2. Instructional contents for science-gifted biology class

Subjects	Objective of instruction	Key contents
Evolution of dinosaur and variation of environment	Understanding the relationship between evolution and environmental change	<ul style="list-style-type: none"> Excavation of dinosaur using a dinosaur-egg fossil excavation set and a dinosaur fossil excavation set
The shape of the "window of mind"	Observation of the structure of eyes through the dissection of eyes of a hen's, a fish's, and a cuttlefish's eye and understanding the differences among the shapes of crystalline lens	<ul style="list-style-type: none"> Dissection of eyes of a hen, a fish, and a cuttlefish Observation of the blind point Making model of retina and optic nerve
Why a duck does not frostbitten?	Understanding the process of frostbite and how to prevent frostbite through the circulation of the blood	<ul style="list-style-type: none"> Understanding the principle of the countercurrent heat exchange machine Discussion about the reason of the anti-frostbite using the example of a duck
Dissection of white mouse	Understanding the structure and the characteristics of organs through the dissection of a mouse	<ul style="list-style-type: none"> Observation of the outward shape of a mouse Dissection of a mouse and observation of its inner organs
Analysis of an egg	Nutrients and matter in the egg Understanding the permeability	<ul style="list-style-type: none"> Experiment about matter permeability of the inner-eggshell Detecting the nutriment in the egg
Separation of photosynthesis pigments of various plants	Knowing the difference of the photosynthesis pigment and understanding the relationship with ecological environment	<ul style="list-style-type: none"> Separation of pigments from various plants Experiment of paper chromatography

학 교과 진행 시간이나 순서에 관계없이 배열되었다.

Table 2에 제시되어 있는 것과 같이 생물반의 영재 수업 내용은 공룡의 진화와 환경의 변화, 마음의 창은 어떻게 생겼을까? 우리는 왜 동상에 걸리지 않는가? 흰 쥐 해부 실험, 계란 분석하기, 여러 식물의 광합성 색소 분리 등 생활 주변 소재 중심으로 구성하였다.³¹

검사도구 및 통계처리 방법. 창의적 성격 검사는 Khatena-Torrance의 창의적 성격 검사(KTCPD)³⁶를 사용하였다. Khatena-Torrance 창의적 성격 검사는 제1부 “당신은 어떤 사람인가? WKOPAY” 검사와 제2부 “나 자신에 대하여 (something about myself, SAM)” 검사 두 가지로 각각 50문항으로 이루어져 있고 검사시간은 제한이 없다. 두 검사가 서로 독립적인 것이고 서로 중복되는 문항으로 구성되어 있기 때문에 이 연구에서는 두 가지 검사 중 제1부의 WKOPAY 검사만 실시하였다. WKOPAY 검사는 권위의 수

용, 자신감, 탐구심, 타인에 대한 의식, 단련된 상상력 등의 다섯 가지 하위 요인들로 구성되어 있는데, 다섯 가지 하위 요인별로 선택한 총수로 창의적 성격지수(creative personality index, CI)를 구하였다.

WKOPAY 검사의 다섯 가지 하위 요인들의 구성은 다음과 같다. ① 권위의 수용(acceptance of authority, AA): 복종적이고 공손하고 예의바르며, 규칙을 잘 지키고 힘 있는 사람을 쉽게 인정하고 수용한다(비창의적인 내용의 문항들임). ② 자신감(self confidence, SC): 자기 자신을 믿고 학습하고 배우기를 원하고 좋아하며 기억을 잘 하고(창의적인 문항들임), 남과 잘 지내고 시간을 잘 지킨다(비창의적 문항들임). ③ 탐구심(inquisitiveness, I): 항상 질문을 하고 인정받기를 원하며, 자기 권리를 주장하고 강한 정서를 느낀다(창의적 문항들임), 말을 많이 하고 순종적이다(비창의적인 문항들임). ④ 타인에 대한 의식(awareness of others, AO): 남의 아이디어를 기꺼이 고려하고 확고한 신념을 가지며, 남들과 마찰

을 빚더라도 사실을 말하며 규칙을 따르지 않는다(창의적인 문항들임). 공손하고 예의바르며 인기가 있고 사람들이 좋아하며, 남들과 잘 지내며 집단에서 남들과 같이 일하기를 좋아한다(비창의적인 문항들임). ⑤ 단련된 상상력(disciplined imagination, DI): 정력이 왕성하고 상상적이고 권태를 느끼지 않으며, 어려운 과제를 해보려고 하고 도전적인 과제를 선호하며 쉽게 포기하지 않고 시작한 것은 끝을 내며 열심히 일하고 보람을 추구한다(창의적인 문항들임).

창의적 인지력 검사는 Torrance 창의성 검사(TTCT) 중에서 언어 검사 A형³⁷을 사용하였다. 언어 검사 A형은 창의적 사고 중 확산적 사고의 네 영역인 유창성, 독창성, 융통성, 정교성을 측정하도록 되어 있으며, 만 5세부터 성인까지 적용할 수 있고, 검사소요 시간은 45분이다. 이 검사는 질문하기, 원인 추측하기, 결과 추측하기, 작품 향상시키기, 특이한 사용법 제시, 특이한 질문, 가상해 보기 등의 7가지 활동들로 구성되어 있다. TTCT는 타당도와 신뢰도가 높고 표준화되어 있는 검사 방법으로,³⁹ 검사의 신뢰도는 0.34-0.99, 타당도는 0.22-0.76로 검사지의 형태, 검사자의 나이, 국가별로 다양하게 보고되어 있다.^{21,40} 이 연구에서는 총 7가지 활동들 중³⁷ 국내에 번안되어 보급된 6가지 활동들만을 실시하였으며, 검사에 소요된 시간은 40분이었다.

TTCT의 6가지 활동들의 구성은 다음과 같으며, 활동 ①과 ② 및 ③은 같은 하나의 그림을 제시하여 사용한다. ① 질문하기(제한시간 5분): 하나의 모호한 그림을 보고 거기에서 어떤 일이 일어나고 있는지를 확실히 알기 위하여 물어볼 필요가 있는 질문을 적어보게 한다. ② 원인 추측하기(제한시간 5분): 그림에서 일어나고 있는 일이 벌어지기 전에 일어났을 것 같은 가능한 원인을 가능한 많이 나열해 보게 한다. ③ 결과 추측하기(제한시간 5분): 그림에서 일어나고 있는 일의 결과로 앞으로 일어날 가능성이 있는 것을 가능한 대로 많이 나열해 보게 한다. ④ 작품 향상시키기(제한시간 10분): 장난감 코끼리와 그것을 그린 그림을 보여주고 이것을 아이들이 보다 더 재미있게 가지고 놀 수 있는 것으로 바꾸거나 향상시킬 수 있는 방법을 나열해 보게 한

Try to improve this stuffed toy rabbit so that it will be more fun to play with. You have 3 minutes.

Fig. 1. New example of TTCT (used with permission).⁴¹

다. ⑤ 마분지 상자의 독특한 용도(제한시간 10분): 빈 마분지 상자를 재미있게 그리고 독특하게 쓸 수 있는 용도들을 가능한 대로 많이 나열해 보게 한다. ⑥ 가상해 보기(제한시간 5분): 구름에 달려있는 많은 줄들이 아래로 지면까지 늘어트려져 있다고 가상해보게 하고, 만약 이러한 불가능한 장면이 실제로 일어난다면 어떤 일들이 일어날 것 같은지를 추측해서 나열해보게 한다. TTCT의 활동들은 공개할 수가 없는 것인데, 공개할 수 있는 어린이의 작품 향상시키기 활동의 예를 Fig. 1에 나타내었다.⁴¹

창의적 성격과 창의적 인지력과 관련된성을 알아보기 위해 창의적 성격의 하위 요인과 창의적 인지력의 하위 요인 사이의 Pearson 상관계수를 구하였다. 그리고 창의적 성격 검사에서는 각 요인별 점수를 더해 창의성 성격지수를 구하였으며, 창의적 인지력 검사에서는 총점과 하위 요인들의 개별 점수들을 구하여 SPSS 10.0 통계처리 프로그램으로 처리하였다. 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의성 비교는 독립표본 t-검정으로, 과학영재 학급 학생의 과학영재 수업 실시 전·후의 창의적 성격 하위 요인별과 창의적 인지력 하위 요인별 비교는 종속표본 t-검정으로 실시하였다.

연구 결과 및 논의

창의적 성격의 하위 요인과 창의적 인지력의 하위 요인 사이의 상관관계. 과학영재 수업 실시 전에 과학영재 학급 학생의 창의적 성격과

Table 3. The correlation between sub-factors of creative personality index and creative thinking abilities of science-gifted students

	CI	AA	SC	I	AO	DI
Total score of creative thinking	0.106	-0.175	-0.249	0.225	-0.031	0.232
Fluency	0.127	-0.242	-0.258	0.212	-0.046	0.245
Flexibility	0.087	-0.126	-0.258	0.168	-0.018	0.204
Originality	0.081	-0.107	-0.217	0.251	-0.018	0.214

창의적 인지력의 하위 요인들 사이의 상관관계를 조사한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3의 상관계수를 보면, 과학영재 학급 학생의 창의적 성격 하위 요인들과 창의적 인지력 하위 요인들 사이에 상관관계가 매우 낮으며, 또한 창의적 성격 하위 요인별 점수의 총점인 창의적 성격 지수와 창의적 인지력 총점 간에도 상관관계가 매우 낮다.

하위 요인별로 상관관계를 살펴보면, 창의적 인지력의 하위 요인인 유창성, 융통성, 독창성 요인들과 창의적 성격의 하위 요인인 권위의 수용, 자신감, 타인에 대한 의식 요인들 사이에는 낮은 부적 상관관계가 나타났고, 단련된 상상력과는 낮은 상관관계가 나타났다. 이 연구 결과로 보았을 때, 과학영재 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력이 서로 독립적임을 알 수 있다.

일반 학급 학생의 창의적 성격의 하위 요인과 창의적 인지력의 하위 요인 사이의 상관관계를 조사한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4의 상관계수를 보면, 일반 학급 학생도 과학영재 학급 학생과 마찬가지로 창의적 성격 하위 요인들과 창의적 인지력 하위 요인들 사이에 상관관계가 매우 낮으며, 또한 창의적 성격 지수와 창의적 인지력 점수 간에도 상관관계가 매우 낮음을 확인할 수 있다.

하위 요인별로 상관관계를 살펴보면, 과학영

재 학급 학생의 경우와 거의 비슷한 상관관계를 볼 수 있으나, 단지 창의적 인지력의 하위 요인인 유창성과 창의적 성격의 하위 요인인 타인에 대한 의식 사이에서만 통계적으로 유의미한 부적 상관관계를 볼 수 있다. 이러한 상관관계를 통해 일반 학급 학생도 과학영재 학급 학생과 마찬가지로 창의적 성격과 창의적 인지력이 서로 독립적임을 알 수 있다.

이상의 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생 각각의 창의적 성격과 창의적 인지력의 하위 요인들 사이의 상관관계 연구 결과에서 창의적 성격의 하위 요인들과 창의적 인지력의 하위 요인들 사이에 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않는 것으로 보아, 창의적 성격과 창의적 인지력은 창의성을 구성하는 별개의 요소임을 알 수 있다. 이러한 연구 결과는 대학생의 창의적 능력과 창의적 성격에 관한 연구에서 얻은 연구 결과²⁶⁾와 일치하며, 창의성 측정에서 창의적 성격과 창의적 인지력을 독립적으로 측정해야 함을 의미한다. 이러한 의미로 한국교육개발원 영재교육센터에서 제공한 2009 교육청 영재교육대상자 선발 고등학교 1학년 선발문항에는 인지적 능력과 함께 정의적 특성으로 민감성과 개방성을 구성하고, 창의적 인지력 점수로 TTCT의 활동 중 작품 향상시키기과 유사한 핸드폰 디자인 개발 문항, 주어진 낱말로 창의적 시 쓰기 문항, PMP (portable

Table 4. The correlation between sub-factors of creative personality index and creative thinking abilities of general students

	CI	AA	SC	I	AO	DI
Total score of creative thinking	0.198	-0.120	-0.100	0.141	-0.280	0.258
Fluency	0.217	-0.133	-0.092	0.037	-0.343*	0.277
Flexibility	0.240	-0.146	-0.182	0.198	-0.245	0.244
Originality	0.143	-0.086	-0.056	0.195	-0.218	0.227

*p < 0.05.

multimedia player)와 같은 결합상품 개발 문항 등을 포함하고 있다.⁴²

과학영재 학급 학생 선발 시 창의성 고려 여부. 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격 차이를 알아보기 위해서 Khatena-Torrance 창의적 성격 검사 중 WKOPAY 검사를 실시한 결과, 두 집단의 창의적 성격 지수 검증 결과는 Table 5와 같다.

Table 5의 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격 지수의 독립표본 t-검증 결과를 보면, 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 유의도 수준 $p < 0.05$ 에서 통계적으로 유의미하게 높은 창의적 성격을 갖고 있음을 나타내 주고 있다. 이는 1 광역시 교육청의 3단계 과학영재의 선발 과정이 창의적 성격을 가진 과학영재를 선발하는데 있어서 어느 정도 타당하였음을 간접적으로 시사해 주는 것이다. 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격 지수 차이를 좀 더 구체적으로 알아보기 위하여, 창의적 성격의 하위 요인별로 두 집단을 독립표본 t-검증하여 비교한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6의 창의적 성격의 하위 요인별로 과학

영재 학급 학생과 일반 학급 학생을 비교한 결과를 살펴보면, 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 권위의 수용 요인과 단련된 상상력 요인에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다. 즉, 권위의 수용 요인에서 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 통계적으로 유의미하게 낮은 점수를 보인 반면에, 단련된 상상력 요인에서는 통계적으로 유의미하게 높은 점수를 보였다. 이것은 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 권위에 대해 잘 인정하지 않으려고 하는 대신에 실현가능하고 현실성 있는 상상력이 풍부하다는 것을 보여준다.

그 외의 창의적 성격의 하위 요인인 자신감, 탐구심, 타인에 대한 의식 요인들에서는 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 창의적 성격의 하위 요인들 중 탐구심 요인에서 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생보다 평균이 조금 높고, 자신감과 타인에 대한 의식 요인에서는 평균이 조금 낮지만 통계적으로 유의미한 차이는 아니다. 이것은 창의적 성격 검사로 WKOPAY 검사만을 실시한 것에 따른 검사도구의 제한에서 나온 결과로 볼 수 있지만, 과학영재의 선발

Table 5. The t-test results of scores of creative personality index

Group	N	Max	M	SD	t	p
General students	36	60	27.22	5.12	3.071	0.003*
Science-gifted students	36		30.97	5.25		

* $p < 0.05$.

Table 6. The t-test results of sub-factors of creative personalities

Sub-factors	Group	N	Max	M	SD	t	p
AA	General students	36	7	2.25	1.44	-2.936	0.004*
	Science-gifted students	36		1.31	1.28		
SC	General students	36	12	5.03	2.12	-0.108	0.915
	Science-gifted students	36		4.97	2.26		
I	General students	36	6	2.97	1.75	0.275	0.784
	Science-gifted students	36		3.08	1.68		
AO	General students	36	11	5.83	1.81	-0.254	0.800
	Science-gifted students	36		5.72	1.89		
DI	General students	36	9	4.42	1.95	2.810	0.006*
	Science-gifted students	36		5.72	1.99		

* $p < 0.05$.

과정에서 창의적 성격의 하위 요인으로 중요한 탐구심과 자신감 요인을 고려해야할 필요성을 간접적으로 시사해 주는 것이다.

이러한 연구 결과는 과학고 등의 특수 목적고 학생들이 일반 인문계 고등학교 학생들에 비해 어떤 차별적인 창의적 성격 특성을 가지고 있지 않다는 연구 결과⁴³와 비슷한 것이다. 이 연구에서의 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 창의적 성격 지수에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였으나, 자신감, 탐구심, 타인에 대한 의식 요인에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 과학영재의 선발 과정에서 창의성 성격의 하위 요인들을 어떤 방법으로 측정하고 판별할 것인가에 대한 연구가 필요할 것이다. 최근 I 광역시 교육청에서 영재교육 중장기 발전계획으로 3단계의 선발 과정을 4단계의 선발 과정으로 확대하고,³⁵ 한국교육개발원 영재교육센터에서 선발문항을 다양화하려는 노력은 영재교육 내실화를 위한 긍정적인 변화인 것이다.⁴²

과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 인지력 차이를 알아보기 위해서 Torrance 창의적 인지력 검사 중 언어 검사 A형을 사용하여 조사한 창의적 인지력 점수와 두 집단의 창의적 인지력 점수를 독립표본 t-검증한 결과는 Table 7

과 같다.

Table 7의 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 인지력 점수를 살펴보면, 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 높은 창의적 인지력 점수를 나타냈으나, 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 창의적 인지력의 하위 요인별로 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위하여 창의적 인지력의 하위 요인별로 두 집단의 창의적 인지력 점수를 비교 분석하였다.

창의적 인지력의 하위 요인인 유창성, 융통성, 독창성에 대한 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 점수를 독립표본 t-검증한 결과는 Table 8과 같다.

Table 8의 창의적 인지력 하위 요인별 t-검증 결과를 살펴보면, 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 융통성 요인에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있는 반면에, 유창성 요인과 독창성 요인에서는 차이가 없었다. 이러한 연구 결과는 중학생을 대상으로 한 창의성 연구에서 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 높은 창의적 인지력 점수를 나타낸 것으로 보고한 연구 결과²¹와 다른 것으로, 과학영재 학급 학생의 선발 과정에서 창의적 인지력의 유창성과 독창성 요인이 고려되지 못했음을 알 수 있

Table 7. The t-test results of total scores of creative thinking abilities

Group	N	M	SD	t	p
General students	36	167.50	50.26	1.527	0.131
Science-gifted students	36	185.53	49.93		

Table 8. The t-test results of sub-factors of creative thinking abilities

Sub-factors	Group	N	M	SD	t	p
Fluency	General students	36	77.67	19.51	1.087	0.281
	Science-gifted students	36	83.14	23.07		
Flexibility	General students	36	39.97	11.13	3.010	0.004*
	Science-gifted students	36	47.00	8.51		
Originality	General students	36	49.86	21.31	1.144	0.257
	Science-gifted students	36	55.39	19.67		

*p < 0.05.

다. 이것은 과학영재 선발 과정 2단계의 선발시험이 과학영역 전공시험으로 이루어져 여러 개의 아이디어 답을 내는 유창성과 회소성의 아이디어 답을 내는 독창성 요인들을 포함하는 문항들의 출제가 어려웠을 것으로 생각된다.

과학영재 학급 학생이 창의적 인지력 하위 요인 중 융통성 요인에서만 일반 학급 학생에 비해 통계적으로 유의미하게 높은 연구 결과는, 초등학생을 대상으로 한 영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의성을 비교한 연구에서 두 집단 간에 융통성에서 가장 큰 차이를 보였다는 결과⁴⁴와 비슷한 것으로 볼 수 있다. 그러나 창의적 인지력 하위 요인 중 독창성 요인에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다는 것은 과학영재의 선발 과정에서 창의적 인지력 하위 요인 중에서 중요한 독창성 요인을 중요하게 고려하지 않았다는 것을 간접적으로 시사해 주는 것이다. 더욱이 한국교육개발원 영재교육센터에서 제공한 2009 교육청 영재교육대상자 선발 고등학교 1학년 선발문항⁴²에 창의적 인지력 하위 요인인 유창성과 융통성은 고려되었으나, 독창성은 고려되지 않아서 독창성 요인에 대한 문항 개발에 어려움이 있음을 보여주는 것이다.

영재 수업 전·후의 창의적 성격과 창의적 인지력의 변화. 과학영재 학급 학생의 과학영재 수업 실시 전·후의 창의적 성격 하위 요인별 차이

를 종속표본 t-검증을 통해 비교한 결과를 Table 9에 제시하였다.

Table 9의 창의적 성격 하위 요인별 t-검증 결과를 보면, 과학영재 수업 후에 과학영재 학급 학생의 창의적 성격 지수가 수업 전에 비해 통계적으로 유의미하게 낮으며, 창의적 성격 하위 요인별로는 수업 실시 전·후에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이것은 과학영재 학급 학생들을 대상으로 3개월 간 6주에 걸쳐 4시간씩 실시한 과학영재 수업(Table 1과 Table 2)이 창의적 성격 향상에 영향을 주지 못했음을 나타내 주는 것이다. 이러한 것은 과학영재 학급 학생 대상으로 일대일의 교육이 어려운 현실에서 학생과 교사 간 상호작용 향상과 더불어 창의적 성격 향상에 기여할 만큼 충분한 시간을 갖기에 어려움이 있었기 때문이라고 생각된다.^{30,31,38}

과학영재 학급 학생의 과학영재 수업 실시 전·후의 창의적 인지력 하위 요인별 차이를 종속표본 t-검증을 통해 비교한 결과를 Table 10에 제시하였다.

Table 10의 창의적 인지력 하위 요인별 종속표본 t-검증 결과를 보면, 과학영재 수업 전·후에 창의적 인지력 하위 요인별로 유의도 수준 $p < 0.05$ 에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 통계적으로 유의미한 차이는 아니지만, 창의적 인지력 점수와 창의적 인지력 하위 요인인 유창성, 융통성, 독창성 등의 요인에서

Table 9. The t-test result of sub-factors of creative personalities of pre- and post science-gifted class

Sub-factors	Test	N	Max	M	SD	t	p
CI	Pre-test	36	50	30.97	5.25	2.278	0.026*
	Post-test	36		28.06	5.61		
AA	Pre-test	36	7	1.31	1.28	-1.808	0.075
	Post-test	36		1.89	1.45		
SC	Pre-test	36	12	4.97	2.26	-1.341	0.184
	Post-test	36		5.64	1.94		
I	Pre-test	36	6	3.08	1.68	-0.501	0.618
	Post-test	36		3.28	1.61		
AO	Pre-test	36	11	5.72	1.89	-0.251	0.802
	Post-test	36		5.83	1.86		
DI	Pre-test	36	9	5.72	1.99	1.036	0.304
	Post-test	36		5.19	2.32		

* $p < 0.05$.

Table 10. The t-test results of sub-factors of creative thinking abilities of pre- and post science-gifted class

Sub-factors	Test	N	M	SD	t	p
Total score of creative thinking	Pre-test	36	185.53	49.93	0.915	0.363
	Post-test	36	174.89	48.69		
Fluency	Pre-test	36	83.14	23.07	1.148	0.255
	Post-test	36	77.03	22.10		
Flexibility	Pre-test	36	47.00	8.51	0.508	0.613
	Post-test	36	45.97	8.65		
Originality	Pre-test	36	55.39	19.67	0.751	0.455
	Post-test	36	51.89	19.88		

수업 전에 비해 수업 후에 오히려 점수가 약간 하락한 것을 볼 수 있다. 이것은 3개월 간 6주에 걸쳐 4시간씩 실시한 과학영재 학급 수업(Table 1과 Table 2)이 과학영재 학급 학생의 창의적 인지력을 향상시키기에 적절하지 못했음을 의미한다. 또한, 과학영재 지도교사가 일반 고등학교와 대학교에서 수업을 병행해야 하므로, 과학영재 수업만을 위한 교수·학습 내용을 구성하기에는 어느 정도 한계를 안고 있음을 보여주는 것이다.³¹⁻³⁵

일반 학급 학생과 특목고 학생을 대상으로 실시한 창의성 연구에서 학년 수준이 높아질수록 창의성이 직선적으로 감소하는 경향이 있다는 연구 결과⁴³에 비추어볼 때, 이 연구에서 3개월 간 격주 토요일마다 즉 6주에 걸쳐 4시간씩 고등학교 화학 실험실과 생물 실험실, 그리고 대학교 실험실에서 과학영재 학급 학생들을 대상으로 실시한 과학영재 수업(Table 1과 Table 2)이 연구 대상 과학영재 학급 학생들의 창의성을 신장시키는 데 적절하지 않았음을 보여주는 것이다.

그러므로 고등학교 과학영재의 창의성을 신장시킬 수 있도록 하는 교수·학습 모델의 개발이 필요하다. 고등학교 과학영재의 창의성 신장을 위한 프로그램 개발에 창의성 문제 해결 능력 향상을 위한 수업 프로그램 적용,⁴⁵ 과학영재 교육의 교수·학습 내용면에서 주제별 분석프로젝트 적용,⁴⁶ 문제 해결형 탐구 실험을 통한 중학교 과학영재의 과학 창의성 신장⁵ 등에서의와 같은 새로운 형태의 접근도 필요할 것이다. 또한, 학습 환경이 서로 다른 과학영재 학생 개개인에게 맞는 맞춤형 형태의 교사와 학생간의 상호작용으로 창의성과 협동심을 길러주는 심도 있는 과학영재

수업으로 이루어질 필요가 있을 것이다.^{30,38}

결론 및 제언

고등학교 1학년 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력을 비교하고 과학영재 수업 후 과학영재 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력의 변화를 연구하여, 창의적인 학생이 과학영재로 선발되었는지와 과학영재 학급 수업을 통해 창의성이 향상되었는지를 알아보기 위한 연구의 연구 결과로부터 얻은 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생 각각의 창의적 성격 하위 요인들과 창의적 인지력 하위 요인들 사이에 상관관계가 거의 없었으므로, 창의적 성격과 창의적 인지력은 창의성을 구성하는 별개의 요소로 구별을 하는 것이 바람직하다. 그리고 과학영재의 선발 과정에서 창의적 성격과 창의적 인지력을 독립적으로 검사와 검사 결과를 종합적으로 분석하여 창의성 판별 과정에 활용할 때, 과학 창의성이 있는 학생을 과학영재로 선발할 수 있을 것이다.

둘째, 과학영재 학급 학생이 일반 학급 학생에 비해 높은 창의적 성격을 갖고 있었으나, 하위 요인 중에서 권위의 수용 요인과 단련된 상상력 요인 외의 자신감 요인과 탐구심 요인 및 타인에 대한 의식 요인에서는 일반 학급 학생에 비해서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 못한 연구 결과로 볼 때, 창의성의 판별에서 창의적 성격의 전반적인 영역을 포괄하지 않았다는 것이다. 그리고 창의적 인지력에서는 과학영재 학급 학생과 일반 학급 학생 사이에 통계적으로 유의미한

차이는 없었고, 창의적 인지력 하위 요인 중에서도 융통성 요인에서만 유의미한 차이를 보인 연구 결과로 볼 때, 과학영재의 선발 과정에서 창의적 인지력 하위 요인 중 유창성과 독창성 요인 관련 선발 문항들을 포함시켜야 할 것이다.

셋째, 과학영재 학급 학생들에게 3개월간 실시한 과학영재 수업이 과학영재 학급 학생의 창의적 성격과 창의적 인지력을 향상시키지 못하였으므로, 과학영재를 위한 교육과정과 수업 프로그램이 지식과 탐구능력에 비중을 두어 창의성 향상에는 적합하지 않았다는 것이다. 그러므로 과학영재 교육의 내실화를 위한 지속적인 노력이 필요하다.

이러한 문제점은 영재의 판별과 선발, 그리고 영재 교육 프로그램이 일관된 맥락에서 구성되어야 한다는 원칙을 고려하지 못하고 있는 과학영재 교육 체제의 문제점으로 확대될 수 있다. 주어진 시간 내의 과학영재 선발 과정에서 지적 능력, 창의성, 과제 집착력 등의 요소를 모두 고려하기는 현실적으로 어렵겠지만, 과학영재 교육의 목적에 부합하는 과학영재를 선발하여 교육시킬 수 있도록 시도 교육청에서는 중장기적인 발전 계획을 세워서 보다 체계적이고 검증 가능한 프로그램을 개발해야 할 것이다.

오늘날 과학영재 교육에 대한 학생과 학부모의 수요와 국가적인 필요가 급증하고 있어, 과학영재의 판별과 선발 과정에서 투명성과 신뢰성을 확보하고, 과학영재 교육의 효과를 높이기 위해서는 과학 창의성이 있는 학생을 과학영재로 선발할 수 있는 방법과 과학영재의 창의성을 향상시킬 수 있는 교수-학습 방법에 대해 지속적인 연구와 개발이 필요하다. 이러한 것에 이 연구의 결과들이 기초 자료로 활용 될 수 있기를 바란다.

인 용 문 헌

- 최취임; 정민수; 홍훈기; 채희린; 정대홍 *대한화학회지* **2008**, *52*, 295.
- 박춘성; 김동일 *열린교육연구* **2007**, *5*, 47.
- 이기영; 김찬중 *한국지구과학교육학회지* **2005**, *26*, 511.
- 권치순 *초등과학교육* **2005**, *24*, 192.
- 김지영; 하지희; 박국태; 강성주 *영재교육연구* **2008**, *18*, 1.
- Oh, C.-H. Development of the inquiry model for science-gifted students based on the scientists' practical research process. Ph.D. Thesis, Korea National University of Education: Chungbuk, Korea, 2008.
- 삼규철; 김현섭 *한국생물교육학회지* **2007**, *35*, 101.
- 주희영; 동효관; 김성하; 김희백; 이길재 *한국생물교육학회지* **2006**, *34*, 257.
- 김소형; 박재일; 정진수; 이혜정; 권용주; 박국태 *초등과학교육* **2005**, *24*, 1.
- 서혜애; 손연아; 김경진 *영재교육기관 교수-학습 실태연구(CR 2003-26)*; 한국교육개발원: 서울, 2003.
- 송인섭; 한기순 *한국영재교육의 새로운 지평*; 학지사: 서울, 2008.
- Terman, L. M. *Genetic studies of genius. The mental and physical trait of a thousand gifted children, Vol. I*; Stanford University Press: Stanford, U. S. A., 1925.
- 김정휘 *교육연구* **1987**, *5*, 139.
- 양태영; 배미란; 한기순; 박인호 *한국과학교육학회지* **2003**, *25*, 531.
- Guilford, J. P. *Psychological Review* **1982**, *89*, 48.
- Marland, S. P. *Education of the gifted and talented*; U. S. Government Printing Office: Washington D. C., U. S. A., 1972.
- Renzulli, J. S. *Phi Delta Kappan* **1978**, *59*, 180.
- Gardner, H. *Frames of minds: The theory of multiple intelligence*; Basic Books: New York, U. S. A., 1983.
- Sternberg, R. J. *Intelligence applied: Understanding and increasing your intellectual skills*; Harcourt Brace Jovanovich: San Diego, U. S. A., 1986.
- Sternberg, R. J. *High Ability Studies* **2003**, *14*, 109-137.
- 신지은; 한기순; 정현철; 박병건; 최승언 *한국과학교육학회지* **2002**, *22*, 158.
- Amabile, T. M. *Growing up creative*; Crown Publisher Inc: New York, U. S. A., 1989.
- Csikszentmihalyi, M.; Wolfe, R. In *Handbook of creativity*; R. J. Sternberg, Ed.; Harpercollins: New York, U. S. A., 2000.
- 서혜애 *교육개발* **2000**, *10*, 93.
- 정종진 *초등교육 연구논총* **2003**, *18*, 93.
- 이경화 *영재와 영재교육* **2002**, *1*, 47.
- 박주용; 오현숙 *한국심리학회지: 사회문제* **2005**, *1*, 143.
- 이기영; 동효관; 홍준희; 김현경; 조봉제 *한국과학교육학회지* **2008**, *28*, 32.
- 윤경미; 김정섭 *교육심리연구* **2006**, *20*, 587.
- Cardellini L. J. *Chem. Educ.* **2005**, *82*, 751.
- <http://ksan.hs.kr>.

32. <http://isep.incheon.ac.kr>.
 33. <http://gifted.inha.ac.kr/EduIntro/EduPrgm/EduPrgm.asp>.
 34. <http://cge.ajou.ac.kr/eduinfo/eduinfo3.asp>.
 35. <http://www.ice.go.kr>.
 36. Khatena, J.; Torrance, E. P. *Khatena-Torrance creative perception inventory*; Stoelting: Chicago, U. S. A., 1976.
 37. 김영채 *Torrance 창의력 검사 TTCT (언어, A형) 검사 요강*, 토랜스 창의력 한국 FPSP: 대구, 한국, 2002.
 38. Miller, T. L. *J. Chem. Educ.* **1993**, *70*, 187.
 39. 최인수 *유아교육연구* **2000**, *20*, 139.
 40. Almeida, L. S.; Prietob, L. P.; Ferrando, M.; Oliveira, E.; Ferrándiz, C. *Thinking Skills and Creativity* **2008**, *3*, 53.
 41. <http://www.indiana.edu/~bobweb/Handout/d3.ttct.htm>.
 42. <http://gifted.kedi.re.kr>.
 43. 김영채 *교육학연구* **2001**, *39*, 119.
 44. 조은부; 백성혜 *한국과학교육학회지* **2006**, *26*, 307.
 45. 김영채; 전현선; 박권생 *교육학연구* **2002**, *40*, 129.
 46. Buono, J. A.; Fasching, J. L. *J. Chem. Educ.* **1973**, *9*, 616.
-