

R&E 프로그램을 체험한 과학영재들의 사사교육 프로그램 효과에 대한 인식: KAIST 신입생을 중심으로

김경대* · 심재영

카이스트 과학영재교육연구원

Scientifically Gifted Students' Perception of the Impact of R&E Program based on KAIST Freshmen Survey

Kim, Kyoungdae* · Sim, Jae Young

Institute for Gifted Students, KAIST

Abstract: The Research and Education (R&E) program was a year-long, apprenticeship and research-based program that was guided by mentors who are scientists or science teachers. The objective of the R&E program was to help scientifically gifted students in Korea Science Academy (KSA) and Science High Schools (SHS) to enhance abilities in creative thinking, scientific inquiry, problem solving, positive attitude towards scientists, and promoting cooperative research and interests in science and technology. In this study, the impact of the R&E program on the goals of 182 gifted college students in KAIST was evaluated using Likert-type items and multiple-choice method approach that provided a more comprehensive evaluation of the program's impact on science attitudes, creative thinking, scientific inquiry, and interests in science and technology. The results indicated a positive impact on cooperative research, gaining knowledge on the research topic, attitude towards scientists, interest in science and technology, scientific inquiry, and creative thinking in that order. There were rather remarkable and meaningful differences in science inquiry ($p<.05$), and scientific knowledge ($p<.01$), between the two groups of KAIST freshmen who came from SHS and KSA in 2006. Implications for science apprenticeship or a research-based mentorship program and their respective evaluations are also discussed.

Key words: R&E program, research and education, apprenticeship, gifted education, mentor, KAIST freshmen, Korea Science Academy, Science High Schools

I. 서론

최근 주요 선진국에서는 21세기의 국가경쟁력 제고와 개인의 학습권 보장 차원에서 과학교육을 혁신하기 위하여 많은 노력과 관심을 기울이고 있다. 특히, 미국의 경우, 국가 성장의 동력이 될 학생들이 과학적 탐구와 과학의 본성을 잘 이해하는 것은 무엇보다도 중요하다고 강조하고 있다(AAAS, 1989; NRC, 1996). 이러한 강조에도 불구하고, 학교 과학교육만으로는 과학적 탐구와 과학의 본성에 대한 이해가 쉽지 않다는 사실이 여러 연구결과를 통해서 보고되었다(Aikenhead & Ryan, 1992; Lederman, 1992).

이러한 어려움을 극복하기 위하여 진행된 여러 연구

(Tassel-Baska & Kulieke, 1987; Liu, & Lederman, 2002; Schwartz *et al.*, 2004)로부터 기존의 과학교과 활동과 더불어, 과학자와 함께 수행하는 프로젝트 형태의 과학 연구 활동과 같은 다양한 교과 외의 활동에 참여할 것이 권장되었으며, 권고에 따라서 학생들이 현직 과학자와 과학교육자가 함께 참여하는 연구 프로젝트를 수행할 수 있도록 프로그램과 학습 자료가 지원되었다(Tobin & Gallagher, 1987; Gallagher, 1991; Ritchie & Rigano, 1996). 이들 연구 결과로부터 학생들이 과학자들과 함께 실제 연구 과제의 수행에 참여함으로써 과학 지식, 과학적 탐구, 과학의 본성 등과 같은 과학의 다양한 측면에 대해서 더 잘 이해하게 될 것이라고 확신하게 되었으며(Ritchie & Rigano, 1996;

*교신저자: 김경대(kkim@kaist.ac.kr)

**2007.11.14(접수) 2008.01.16(1심통과) 2008.05.09(2심통과) 2008.05.10(최종통과)

***이 논문은 과학기술부와 한국과학재단 과학영재 발굴·육성사업에 의해 지원되었음.

Krasny, 1999; Richmond & Kurth, 1999; Ryder & Leach, 1999; Barab & Hay, 2001), 과학영재와 청소년을 위한 심화교육 프로그램의 효과를 과학 동기와 확산 등의 측면에서 측정하려는 연구도 수행되었다(Stake & Mares, 2001; 2005).

국내에서도 과학교육의 혁신을 위한 여러 연구(허명, 1994; 송진웅 등, 1996; 박승재 등, 2002)가 수행되었으며, 교육과정 개정(교육부, 1997; 김주훈, 2006), 과학문화의 교육에의 활용과 확산(송성수, 김병운, 2003; 최재혁, 박승재, 2004; 김규환, 2005), 과학영재학교의 설립 등을 비롯하여 국가와 개인 차원에서 다양한 노력을 기울여 왔다. 특히, 영재교육진흥법이 2002년 시행됨으로써 과학영재학교의 설립과 운영이 가능하게 되었으며, 과학 분야의 영재교육에 대한 새로운 교육적 시도와 다양한 교육 프로그램의 운영이 가능하게 되었다. 영재교육진흥법의 시행에 의해 한국과학영재학교는 초·중등교육법의 적용을 받는 일반 인문계 고등학교나 과학 고등학교와는 다른 독자적인 교육과정을 운영할 수 있게 되었으며 설립 초기와 이후 개정된 교육과정을 통하여 ‘연구를 통한 교육 프로그램(Research and Education; R&E program)’이라는 명칭으로 사사교육 프로그램을 정규교육과정으로 도입하였다. 이 프로그램은 한국과학영재학교의 경우, 학생들이 입학 후 2년간은 반드시 참여하게 된다. 그리고 한국과학영재학교 R&E 프로그램의 도입과 운영에 영향을 받아 과학고 R&E 프로그램이 과학 고등학교 학생들의 사사교육을 위하여 도입되었다. 몇몇 학교를 제외한 대부분의 과학 고등학교의 경우에는 희망 학생을 중심으로 운영되고 있다. 이들 R&E 프로그램은 현재 과학기술부와 과학재단의 지원으로, 과학 고등학교 및 한국과학영재학교에 재학하는 과학영재들이 연구 중심의 자기 주도적 학습을 통하여 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결능력을 신장시키고, 과학자와 학생간의 친밀하고도 지속적인 만남으로 과학자로서의 연구태도와 품성 및 자질을 함양토록 하는 것에 목적이 있다(김종득 등, 2005).

현재 한국과학영재학교에서 실시하고 있는 교육 프로그램은 일반교과와 과학중심의 전문교과를 통한 교과활동과 자율연구 및 위탁교육을 포함한 다양한 프로그램으로 구성되어 있다(한국과학영재학교, 2006). 그 중에서도 사사교육의 한 형태인 한국과학영재학교 R&E 프로그램은 연구 중심의 자기 주도적 학습을 통하여 영재의 과학적 탐구력과 창의성 신장을 도모하여 미래 과학 기술 인력의 질적 향상을 꾀하고, 과학자들의 교육 참여를 유도함으로써 기초 과학 교육 인력의 저변 확

대를 이루어 과학·기술 교육의 내실화를 도모하기 위하여 정규교육과정으로 편성하여 운영하고 있다. 이 프로그램의 주요한 내용은 학기 중에 실시되는 교육과 방학 중 약 2주간에 걸쳐 실시되는 합숙을 통한 현장 학습이 특징이다. 특히 이 과정 동안 과학영재들은 현직 과학자 및 석·박사 과정 연구자들과 함께 특정 주제에 대한 연구를 진행하며 과학지식을 생성하는 과정을 체험하게 되고, 일반 교육과정에서 체험하기 쉽지 않은 과학지식의 발전에 내재된 가치와 과정과 관련된 일반적인 과학의 본성(Lederman, 1992)에 관하여 이해할 수 있는 기회를 제공받게 된다.

2003년 한국과학영재학교의 개교와 함께 사사교육 프로그램이 정규교육과정으로 도입되었으나 국내에서는 아직 R&E 프로그램을 포함한 사사교육의 교육적 효과와 프로그램에 대한 평가 연구가 시작 단계에 머물고 있는 실정이다. 다만, 정규교과가 아닌 교과 외의 활동으로 중학생들을 대상으로 한 심화교육 프로그램에 대한 연구(이은숙, 최영준, 2004; 박종윤, 최정임, 2006; Lee, *et al.*, 2005), 창의력 및 자기 동기(self-motivation)의 개발 측면에서 R&E 프로그램 모형에 대한 제안(Kim & Yi, 2005)과 과학영재를 위한 프로그램의 한 모형으로서 연구와 교육 프로그램에 대한 연구가 보고되었다(Shim & Kim, 2005). 특히, 최근의 연구결과에 의하면, R&E 활동 경험이 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식에 영향을 미치고, 그러한 영향은 일반 교과수업과는 다르게 장기간 과학자를 멘토(mentor)로 하여 운영되는 한국과학영재학교 R&E 프로그램의 사사교육 특성에서 기인하는 것으로 보고되었다(김경대 등, 2006).

한국과학영재학교 R&E 프로그램의 경우, 2007년 현재 74개의 개별 과제가 수행되고 있으며 참여하는 멘토들의 소속 기관을 살펴보면 KAIST, 서울대, 부산대, 포항공대와 그 외 여러 대학교 및 연구소 소속 멘토들이 참여하고 있다. 이에 비하여 과학 고등학교 R&E 프로그램의 경우, 각 과학 고등학교의 소재지 대학의 소속 교수와 연구자들이 주로 멘토로 참여하는 차이점이 있다. 또 다른 차이점은 교육과정과 관련된 것으로, 한국과학영재학교의 경우는 사사교육이 정규 교육과정의 한 형태로 제공되므로 모든 학생이 1, 2학년 과정에서 반드시 참여하게 된다. 이에 비하여 과학 고등학교의 경우는 각 학교에서 자원한 학생들을 대상으로 운영되며 일부 과학고에서는 소속 지역 교육청의 재정적 지원으로 전체 학생들이 참여하는 경우도 있다.

이 연구에서는 R&E 프로그램의 주요 목적인 연구

중심의 자기 주도적 학습, 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결능력의 신장, 과학자로서의 연구태도와 품성 및 자질 함양 등의 항목에 대해서 R&E 프로그램을 경험한 KAIST 신입생을 대상으로 사사교육 프로그램의 효과에 대해서 스스로 어떻게 평가하고 있는지, 이들의 인식을 조사하였다. 또한 과학 고등학교 및 한국과학영재학교 학생들의 대부분이 국내외 우수 대학의 이공계 열 학과로 진학하고 미래의 과학·기술인으로 진로를 희망하고 있는 상황(심재영 등, 2006)을 고려하면 이들 과학영재들의 과학자에 대한 인식이 장차 학생들의 진로 결정에 크게 영향을 미칠 수 있으므로 과학자의 생활과 자세 등에 대한 인식도 함께 조사하였다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 2006년도 한국과학기술원(KAIST) 학사 과정 신입생 중에서 고등학교 재학시절 사사교육 프로그램에 참여했던 경험이 있는 남녀 학생 182명을 대상으로 하였다. 이들은 전국의 과학 고등학교(SHS)와 한국과학영재학교(KSA) 출신들이다. Table 1은 설문 응답 및 분석 대상 학생의 분포를 나타내며 성별과 출신 고등학교 별로 구분하였다. 과학 고등학교 출신의 경우는 6개월에서 2년까지, 한국과학영재학교의 경우는 2년간의 사사교육 프로그램을 이수한 경험이 있었다. 프로그램에 참여한 학생들은 참여기간에 따라서 6개월 이하(7.7%), 6개월~1년 이하(45.1%), 1년~2년 미만(8.2%), 2년 이상(39.0%)의 분포를 나타내었다. 출신고에 따라서 이수 기간의 차이가 있는 것은 과학 고등학교의 경우, 많은 경우에 2년간의 수학기간을 마치고 조기졸업을 하는 경향이 있어 R&E 프로그램을 선택적으로 수행하였으며 한국과학영재학교 출신의 신입생들은 R&E 프로그램을 교육과정에 의해 2년간 필수과정으로 이수하였다.

2. 검사 도구

사사교육 프로그램의 효과에 대한 과학영재들의 인

식을 조사하기 위하여 자체 개발한 검사 도구를 사용하였다. 이 검사 도구는 KAIST 학부 신입생의 실태를 조사하기 위한 학생 기초조사의 일부분으로 개발되었다. 검사 문항은, KAIST에 입학한 학생들 중에서 R&E 프로그램을 이수한 학생들의 경우, 이 프로그램을 이수함으로써 인지 능력, 과학적 태도, 연구과제 수행, 진로 등에 대하여 어떤 인식을 갖게 되는지 조사하기 위한 요소들로 구성되었다. 검사 도구는 구체적으로 10개의 논제로 세분화되었으며 각 문항별 진술문으로 구성되었다. 각 진술문은 사사교육 프로그램의 참여와 창의적 사고력, 탐구능력, 동료와의 협동, 과학 지식, 과학자의 태도, 과학에 대한 흥미도 등과 관련된 문항 등으로 Table 2와 같이 구성되어 있다. 각 문항들은 4단계의 리커트 척도로 제시되었으며 진술문은 모두 긍정적인 표현으로 제시되었다. 다만 문항 8, 9, 10의 경우는 다양한 의견을 묻는 것으로 다지 선다형으로 제시되었다. 검사 도구는 영재교육 전공의 교수 1명과, 박사 1명, 박사과정 2명, 그리고 과학교육을 전공한 교수 1명으로 구성된 연구진에 의해서 개발되었으며, 검사도구의 개발에 참여한 영재교육 전문가 1명과 개발에 참여하지 않은 과학교육 전문가 2명의 검토를 거쳤다. 이 과정에서 2006년도 신입생 설문조사의 응답 결과를 참고하였으며 검사도구의 내용상의 문제점을 수정 후 최종 개발하였다. Cronbach α 에 의한 검사도구의 신뢰도는 .76이었다. Table 2는 각 영역별로 ‘인지 능력(cognitive abilities)’, ‘과학에 대한 태도(scientific attitudes)’, ‘연구과제 수행(project performance)’에 대한 과학영재들의 인식을 조사하기 위하여 개발한 각 검사문항의 주제를 나타낸다. 검사문항 중에서 ‘진로(science career)에 대한 인식’ 부분은 학생들의 다양한 응답을 확인하기 위하여 리커트 척도가 아닌 다지 선다형 문항으로 구성되었으므로 신뢰도 계산에서 제외하였다. 수집된 검

Table 1
The number of students responded to the questions.

	Male	Female	Total
Science High School	96	20	116
Korea Science Academy	55	11	66
Total	151	31	182

Table 2
Categorical scheme of questionnaire

Category	Theme
Cognitive abilities	1. Creative thinking
	2. Scientific inquiry
	3. Scientific knowledge
Scientific attitudes	4. Interest in science and technology
	5. Attitudes about scientists
	6. Cooperative research with peers
Project performance	7. Self motivation
	8. Students' role in R&E program
Science career	9. College major
	10. Future career

사 자료는 SPSS 12 프로그램을 사용하였으며 기본적으로 기술통계를 이용하여 분석하였다. 그리고 추가적으로 추리통계를 사용하였으며 R&E 프로그램을 경험한 KAIST 신입생을 대상으로 사사교육 프로그램의 효과에 대해서 이들의 인식에 있어 차이가 있는지를 확인하기 위하여 χ^2 검정을 실시하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. R&E 프로그램의 효과에 대한 과학영재들의 영역별 인식

전체 응답자들은 문항 8~10번을 제외한 7개의 문항에 대해서 Table 3과 같이 리커트 척도로 응답하였다. 각 문항에 대한 응답은 리커트 척도 4단계로 응답하도록 제시하였다. 그리고 문항 8~10번은 각각 희망하는 학과 전공(8), 장래 희망 직업(9), 참여 연구과제에서 본인의 역할(10)에 관하여 다지 선다형 문항으로 구성되었다.

전체 문항 중에서 진술문에 대해 매우 그렇다와 그렇지 않다고 긍정적 응답을 한 경우 중에서 가장 높은 동의율을 나타낸 문항은 6번 문항이며, 응답자들 중에서 81.4%의 KAIST 신입생들이 R&E 프로그램에 참여함으로써 과학 연구 수행에 있어 동료들과 협력하는 것이 중요함을 깨닫고 그러한 태도를 기를 수 있었다고 동의하였다. 일반적인 고등학교의 정규 교과활동 상황에서는 대부분의 활동이 평가와 연결되는데 비해서 과학 고등학교와 한국과학영재학교에서 수행되는 R&E 프로그램의 경우에는 평가에 대한 큰 부담이 없이 전체적인 수행 과정에서 다양한 협력 상황을 겪게 된다. 특히, 프로그램에 참여하는 과정에서 함께 연구 과제를 수행하고, 중간발표와 최종발표 준비 및 보고서 작성 등의 연구 결과 정리 활동 등을 통해서 상호 협력하는 방법을 자연스럽게 학습하게 되는 것으로 보인다. 이러한 비경

쟁적인 상호 협력 활동은 소규모 집단에 공동의 학습 목표가 주어지고 이 목표를 달성하기 위하여 구성원들이 서로 도우면서 학습을 하게 되는 긍정적인 상호의존성이 강조되는 협동학습(노태희 등, 1997; Johnson & Johnson, 1998)의 교육적 효과로 R&E 프로그램의 교육적 효과 중에서 중요한 장점의 하나로 볼 수 있다.

두 번째로 높은 긍정적 인식을 보인 문항은 3번으로, 응답자들은 R&E 프로그램에 참여하여 사사교육을 경험함으로써 연구 과제와 관련된 전문적인 과학 지식을 학습하게 되었다고 인식하였다. 특히, 프로그램에 참여하는 과학영재 학생들은 현직 대학교수, 정부출연 연구소 연구원, 석·박사 과정의 연구조교로 구성되는 현직 과학자 멘토들로 부터 과제와 관련된 과학적 내용을 직접 지도받음으로써 전문적인 과학지식의 습득에 대해서 상대적으로 높은 긍정적 인식을 하고 있음을 확인할 수 있다. 이는 최근 대학부설 과학영재교육원의 교육 방식이 기초, 심화, 사사형 교육으로 세분화 되고 심화되어 실시되며, 사사형 교육 방법이 장려되고 있는 상황에 대한 실험적 근거를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

그 다음으로 높은 동의율을 얻은 문항은 5번으로 응답자의 77.5%가 사사교육 프로그램에 참여하여 연구를 수행함으로써 과학자의 생활과 자세에 대해서 이해하고 익힐 수 있었다고 긍정적으로 인식하였다. 이는 R&E 프로그램에 참여함으로써 왕성한 연구 활동을 하고 있는 현직 과학자 및 대학원 석·박사과정 학생들과 함께 장기간의 연구를 수행하는 경험을 통하여 체험적으로 과학자의 생활과 끊임없는 과학에 대한 도전과 탐구수행의 과정을 함께 겪음으로써 이들 과학자의 자세를 이해하고 긍정적으로 인식(김성관 등, 2002; 김소형 등, 2005; Carlone & Johnson, 2007)하게 된 것으로 분석된다.

그리고 문항 7번의 경우, 개별 R&E 프로그램의 수

Table 3
KAIST freshmen's answers

Theme of question	Strongly Agree	Agree	Disagree	Strongly Disagree
	frequency (%)	frequency (%)	frequency (%)	frequency (%)
Creative thinking	21 (11.5)	91 (50.0)	56 (30.8)	14 (7.7)
Scientific inquiry	24 (13.2)	90 (49.5)	52 (28.6)	16 (8.8)
Scientific knowledge	50 (27.5)	97 (53.3)	22 (12.1)	13 (7.1)
Interests in science and technology	36 (19.8)	89 (48.9)	39 (21.4)	18 (9.9)
Attitudes about scientists	56 (30.8)	85 (46.7)	31 (17.0)	10 (5.5)
Cooperative research with co-workers	62 (34.1)	86 (47.3)	21 (11.5)	13 (7.1)
Self motivation	49 (26.9)	89 (48.9)	25 (13.7)	19 (10.4)

행과정에 얼마나 자발적으로 참여하였는가라는 물음에 대해서도 상대적으로 높은 75.8%의 비율로 긍정적인 응답을 보였다. 과학교육에 있어 자발적 참여, 즉 자기 주도적 학습은 성공적인 과학 활동 수행 측면에서 매우 중요하다고 고려되므로, 이러한 관점에서 R&E 프로그램의 교육적 효과가 의미 있다고 볼 수 있다.

이 외에도 R&E 프로그램을 이수함으로써 과학에 대한 흥미, 과학적 탐구방법, 창의적 사고력이 향상되었는가라는 물음들에 대해서 각각 68.7%, 62.7%, 61.5%의 응답률을 보여 프로그램에 참여한 학생들은 대체로 R&E 프로그램을 통해서 과학에 대한 흥미, 과학적 탐구능력, 창의적 사고력이 향상된다고 긍정적으로 평가하고 있음을 보였다.

1) R&E 프로그램 참여 경험이 인지능력에 끼친 영향에 대한 인식

사사교육 프로그램 참여를 통하여 연구 과제에 관한 전문적인 과학 지식을 습득하게 되었는가라는 물음에 대해서 80.8%가 그렇다고 응답하였으며 이들 중에서 27.5%의 과학영재들은 매우 그렇다고 응답하였다. 이러한 응답 결과는, 개인별 또는 소규모 학습 방식의 사사교육을 통하여 과학영재들이 멘토들로 부터 특정 영역의 전문적인 지식일지라도 충분히 학습할 수 있는 기회를 제공받기 때문으로 분석된다. 이처럼 전문적 과학 지식의 학습에 대해서 응답자들이 긍정적인 인식을 보인 것은 과학 고등학교 또는 한국과학영재학교의 사사교육 프로그램에 참여하는 책임지도자들이 실제 과학기술 연구현장에서 직접 실험과 연구를 수행하고 과학논문을 작성하는 현직 과학자들로 구성되기 때문으로 생각된다. 특히, 한국과학영재학교 R&E 프로그램의 경우에 74개의 사사교육 개별 프로그램 중에서 KAIST와 서울대학교 등에 소속된 책임지도자가 다수이다. 이들 우수한 연구수행 능력을 가진 현직 과학자가 멘토로 참여하여 개별 프로그램이 운영되고, 많은 경우 첨단과학기술 분야의 주제를 연구 및 교육하는 R&E 프로그램의 특성이 반영된 결과로 인하여 ‘전문적인 과학 지식의 습득’에 대하여 높은 긍정적인 인식이 가능한 것으로 해석된다.

과학적 탐구방법이 향상되었는가라는 물음에 대해서 62.7%에 달하는 응답자들이 긍정적으로 평가하였다. 이러한 결과는 연구 과제를 수행함으로써 탐구의 여러 단계를 자연스럽게 거치게 되며 연구의 각 단계에서 개별 사사교육 프로그램의 책임지도자, 공동지도자, 조교 등으로 구성된 멘토들로 부터 연구수행 과정과 결

과에 대한 피드백과 교육을 받게 된다. 그리고 현직 과학자와 과학교육 전문가인 이들 멘토들에 의해 전문적인 과학적 탐구방법을 배우게 되므로 자연스럽게 탐구방법을 체험적으로 학습하게 되는 것으로 이해된다.

창의적 사고력이 향상되었는가라는 물음에 대해서 응답자의 61.5%가 그렇다고 응답하였으며 그 중에서 11.5%는 매우 그렇다고 답하여 많은 과학영재들이 창의성 개발의 측면에서 사사교육 프로그램의 효과를 긍정적으로 평가하였다. 이러한 응답 결과는 R&E 프로그램이 단순한 교육 또는 연구만 수행하기 보다는 장기간에 걸쳐 과학탐구의 여러 단계를 거치면서 심화되도록 구조화되어 있는 측면에서 이해할 수 있다.

2) R&E 프로그램 참여 경험이 과학과 과학자에 대한 인식에 끼친 영향

R&E 프로그램에 참여했던 경험을 통해서 과학에 대한 흥미가 높아졌는가라는 물음에 대해서 전체 응답자의 69.0%가 그렇다고 응답하여 과학영재들에게 있어 R&E 프로그램을 통한 과학에 대한 흥미 유발 효과는 매우 긍정적으로 인식되고 있음을 알 수 있었다. 특히, 이들 중에서 19.8%는 매우 그렇다고 응답하여 장기간의 연구체험 교육인 R&E 프로그램을 통하여 과학에 강한 흥미를 갖게 되었음을 보여준다. 이러한 응답 결과는 현재 초·중등 수준의 영재학급과 대학부설 영재교육원에서 진행되는 다양한 과학 영재 프로그램들 중에서 사사교육 형태의 프로그램을 발전시켜나갈 필요성에 대한 근거를 제공하는 것으로도 이해할 수 있다. 기존의 과학 교과 수업에서 상대적으로 많은 내용을 학습하는 것과는 다르게, 긴 시간을 현장 과학자와 함께 수행하는 연구 프로젝트 형태의 사사교육이 과학 영재들에게 있어 과학을 더욱 흥미로운 작업으로 인식하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 측면에서 과학영재교육뿐만 아니라 일반 과학교육 현장에 대해서도 확대 적용할 수 있는 가능성이 있을 것이다. 특히, 단순한 지식의 이해와 요리를 하는 듯한 단순화된 과학 실험교육에서 별다른 흥미를 갖지 못하는 많은 학생들에게 실제 연구 프로젝트를 탐구하고 그 과정을 직접 수행하게 함으로써 과학의 본성과 과학에 대한 흥미를 갖게 하는 프로그램의 도입에 대해서 검토할 필요성이 있음을 시사하고 있다.

R&E 프로그램에 참여했던 경험을 통하여 과학자의 생활과 자세를 익힐 수 있었는가라는 물음에 대해서 전체 응답자의 77.5%가 그렇다고 응답하여 상대적으로 매우 높은 응답 비율로 과학자의 생활과 자세에 대해서

잘 이해할 수 있었다고 평가하였다. 학교 과학교육만으로는 이해하기 쉽지 않은 과학자의 생활과 자세를 대학이나 연구소의 실험실에서 현직 과학자들과 함께 장기간의 연구 활동을 통하여 함께 생활하고 연구하는 경험을 체험하기 때문에 가능한 것으로 이해된다. 특히 이러한 정의적 영역의 이해는 R&E 프로그램의 장점으로 생각되며 일반 초중등학교 과학 교육 프로그램에도 도입될 필요성이 있다.

R&E 프로그램을 통해서 동료 학생들 및 멘토들과 협력하는 것이 소중함을 깨닫고 그러한 태도를 기를 수 있었는가라는 물음에 응답자의 81.0%가 그렇다고 답하였으며 34.1%에 달하는 과학영재들이 매우 그렇다고 인식하였다. 이러한 동료와의 협력은 현대의 과학 연구 활동에서 매우 중요한 요소로 개인의 성취로 이룰 수 있는 연구 보다는 많은 연구자가 함께 협력하여 중요한 성취를 이뤄내는 최근의 과학연구 경향에 비취볼 때에도 대단히 고무적인 결과이다. 이러한 과학영재들의 동료와의 협력에 대한 긍정적인 인식은 R&E 프로그램이 3-4인의 소규모 집단을 하나의 단위 집단으로 구성하는 것으로 개별탐구와 협동탐구의 형태를 함께 유지하고 있는 것에 기인한다고 생각된다. R&E 프로그램이 여름 방학과 겨울 방학 중에 실시되는 현장 체험학습을 통해서 대학의 연구실에서 각각 10일 이상씩 함께 숙식하며 연구하는 형태로 운영되고, 중간보고서와 최종보고서를 함께 작성하고 발표하는 과정을 거치면서 자연스럽게 동료와의 협력에 대한 중요성을 체험적으로 학습하게 되는 것으로 이해된다.

2. 출신 고등학교 차이에 따른 사사교육 효과에 대한 인식의 차이

R&E 프로그램이 참여 학생들의 창의적 사고력을 향상시켰는가라는 물음에 대해서도 출신 학교에 따라서

KAIST 신입생들 사이에 통계적으로 유의미한 차이($p < .05$)가 나타났다. 과학 고등학교 학생들의 경우 프로그램 참여를 통해서 창의적 사고력이 매우 향상되었다라고 인식한 학생들은 6.9%였으나 한국과학영재학교 출신의 KAIST 신입생들은 19.7%의 학생들이 매우 그렇다고 강한 긍정의 응답을 하였다. 이는 한국과학영재학교 출신의 KAIST 신입생들의 경우 서울대학교, KAIST 등과 같은 연구중심 대학의 현직 과학자들로 구성된 멘토들로부터 입시에 억매이지 않고 관심분야의 교육과 연구를 지도 받는 것에서 상대적으로 높은 만족도를 나타낸 것으로 이해된다.

R&E 프로그램을 통해서 과학적 탐구 방법이 향상되었는가라는 물음에 대해서도 KAIST 신입생들 사이에 통계적으로 매우 큰 유의미한 차이($p < .01$)가 나타났다. 특히, 매우 그렇다고 응답한 학생들의 경우를 비교할 때, 과학 고등학교 출신의 신입생들의 경우 7.8%, 한국과학영재학교 출신의 신입생들의 경우 22.7%가 강한 긍정을 나타내었다. 또한, 그렇다고 응답한 경우를 함께 고려하면 과학 고등학교 출신과 한국과학영재학교 출신 신입생의 긍정에 대한 응답 비율은 각각 56.1%와 74.2%의 차이를 나타내었다.

그리고 R&E 프로그램을 통해서 연구과제에 관한 전문적인 과학지식이 향상되었는가라는 물음에 대해서도 통계적으로 유의미한 차이($p < .01$)를 보였다. 과학 고등학교 출신 신입생들의 경우 매우 그렇다고 응답한 비율이 19.8%인 것에 비교할 때, 한국과학영재학교 출신의 신입생들은 40.9%의 응답비율을 보여 거의 2배 정도 더 많은 학생들이 R&E 과제 수행을 통해서 과제와 관련된 전문적인 과학지식을 습득하였다고 매우 긍정적으로 인식하였다. 전체적으로 긍정적인 응답을 합하면 과학 고등학교 출신과 한국과학영재학교 출신 신입생들은 각각 75.8%와 89.4%의 긍정적인 응답 비율

Table 4
Comparison of KAIST freshmen's answers by their high schools (%)

Theme of question	Strongly Agree		Agree		Disagree		Strongly Disagree	
	SHS	KSA	SHS	KSA	SHS	KSA	SHS	KSA
Creative thinking	6.9	19.7	53.4	43.9	29.3	33.3	10.3	3.0
Scientific inquiry	7.8	22.7	48.3	51.5	31.0	24.2	12.9	1.5
Scientific knowledge	19.8	40.9	56.0	48.5	13.8	9.1	10.3	1.5
Interests in science and technology	14.7	28.8	53.4	40.9	20.7	22.7	11.2	7.6
Attitudes about scientists	26.7	37.9	45.7	48.5	20.7	10.6	6.9	3.0
Cooperative research with co-workers	29.3	42.4	49.1	43.9	11.2	12.1	10.3	1.5
Self motivation	30.2	21.2	44.8	56.1	12.1	16.7	12.9	6.1

Table 5

Chi-square analysis on KAIST freshmen's answers by school

Theme of question	χ^2	Asymp. Sig. (2-sided)
Creative thinking	9.881	.020*
Scientific inquiry	14.152	.003**
Scientific knowledge	12.616	.006**
Interests in science and technology	6.243	.100
Attitudes about scientists	5.427	.143
Cooperative research with co-workers	6.986	.072
Self motivation	4.889	.180

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

을 나타내었다.

Table 5의 결과와 같이 KAIST 신입생을 과학 고등학교 출신과 한국과학영재학교의 2개 군으로 구분하여 응답을 교차분석하고 χ^2 검증을 실시하였다. 창의적 사고력, 과학적 탐구 방법, 전문 과학지식의 습득 등과 관련하여 R&E 참여 경험이 긍정적인 영향을 미쳤다는 질문에 있어 두 집단의 응답에 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 확인하였다. 이러한 차이는 한국과학영재학교 R&E 프로그램의 경우, 사사교육 프로그램에 참여하는 멘토들의 소속 기관이 특정 연구중심 대학기관에 편중된 점, 프로그램이 교육과정에 포함되어 운영되며 강조되는 점, 대학 진학과 관련하여 수학능력고사에 역매이지 않는 점 등의 차이점으로 인해 두 집단의 응답에 있어 차이가 나타난 것으로 이해된다.

이외에도 R&E 프로그램을 체험한 KAIST 신입생을 성별과 프로그램 참여 기간별로 ‘인지적 능력’, ‘과학적 태도’, ‘연구과제 수행’ 등의 각 영역별로 χ^2 검증을 추가적으로 실시하였으나 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않음을 확인하였다. 이러한 결과는 R&E 프로그램을 체험한 응답자들이 대부분 6개월 이상의 참여 경험이 있으므로 교과 수업시간에 비하여 비교적 충분한 시간동안 현직 과학자와 함께 교류하고 지도를 받을 수 있었기 때문으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 창의적 사고력, 과학적 탐구 방법, 전문적 과학지식, 과학자의 태도, 동료들과의 협력 등의 항목에 대해서 R&E 프로그램을 경험한 KAIST 신입생을 대상으로, 사사교육 프로그램을 체험한 것이 학생들에게 어떠한 변화를 가져오게 했는지, 스스로 어떻게 평가하고 있는지를 설문을 통하여 조사하였으며 결론

은 다음과 같다.

첫째, R&E 프로그램에 참여한 경험이 있는 KAIST 신입생을 대상으로 조사한 설문의 응답을 분석한 결과, 응답자들은 동료들과의 협력(81.0%), 전문 과학지식의 습득(80.8%), 과학자의 생활과 자세에 대한 이해(77.5%), 과학에 대한 흥미(68.7%), 과학적 탐구방법(62.7%), 창의적 사고력 향상(61.5%)의 순으로 긍정적으로 인식하고 있었다. 이러한 결과는 과학자로서의 품성 및 자질 함양, 과학적 탐구능력과 창의적 사고력 향상이라고 하는 프로그램의 목적이 충분히 달성되고 있을 가능성을 보여준다. 특히, 미래의 선도적 과학기술자로 성장할 과학영재들이 R&E 프로그램의 효과에 대해서, 이들 항목의 순서로 긍정적으로 평가하고 있는 것은 R&E 프로그램의 운영과 개선에 있어 중요한 시사점이 될 것이다.

둘째, 장기간의 연구체험 교육인 R&E 프로그램을 통하여 동료들과의 협력 필요성, 과학자의 생활과 자세에 대한 이해, 과학에 대한 흥미 등이 향상되었다고 비교적 높은 비율로 인식하였다. 이러한 결과는, R&E 프로그램과 같이 비교적 장기간의 연구를 통한 교육을 현직 과학자와 함께 수행함으로써 프로그램에 참여한 학생들의 인식이 긍정적으로 변화될 수 있음을 보여주는 좋은 사례라고 할 수 있다. 또한 대학부설 과학영재교육원에서 진행되는 다양한 과학 영재 프로그램들 중에서 사사교육 형태의 프로그램을 보다 강조하고 발전시켜나갈 필요성에 대한 근거를 제공하는 것으로도 이해할 수 있다.

셋째, 과학 고등학교와 한국과학영재학교의 R&E 프로그램을 경험한 KAIST 신입생들 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 이러한 차이는 과학적 탐구 방법 향상(p<.01)과 연구과제에 관한 전문적인 과학지식 향상(p<.01)의 두 항목이었다. 두 신입생 집단 간의 통계적 차이의 원인으로는 교육과정 상의 차이, 멘토 구성원의 특정 기관 편중, R&E 프로그램 참여 기간의 차이 등이 원인일 수 있으며 보다 정확한 분석을 위해서는 다양한 관점에서 긴 기간을 통한 추적조사가 필요할 것이다.

우수한 중·고등학생들이 과학의 본성을 잘 이해하여 과학에 흥미를 갖고 이공계로 진로를 선택할 수 있도록 하는 데 R&E 프로그램과 같은 사사교육프로그램이 효과적인 대안의 하나일 가능성이 있다. 특히 R&E 프로그램에 참여한 경험이 있는 과학영재들이 과학지식의 습득뿐만 아니라 동료들과의 협력, 과학자의 생활과 자세에 대한 이해, 과학에 대한 흥미 등과 같은 영

역에 대해서 비교적 높은 비율로 긍정적인 인식을 하고 있다는 점은 학교 과학교육 상황의 정규 교과활동 뿐만 아니라 사사교육 형태의 새로운 교육활동이 과학의 본성과 관련된 영역의 교육에 보다 효과적일 수도 있음을 시사한다. 이러한 맥락에서 과학영재를 위해 개발된 R&E 프로그램을 일반 중등학교의 실정에 맞는 사사교육 형태의 과학교육 프로그램으로 개발할 필요성과 실제 과학연구 현장에 학생들을 노출시킬 수 있는 프로그램의 도입이 필요해 보인다. 아울러 개발된 프로그램을 일반 과학교육 현장에서 사용할 수 있도록 시범적으로 실시하여 과학교육적 효과와 운영형태를 구체적으로 도출할 필요성이 있다.

국문 요약

R&E 프로그램은 한국과학영재학교와 과학 고등학교의 과학영재들을 위한 사사교육 프로그램으로, 1년 동안 현직 과학자와 과학교사가 멘토로 참여하며 학생들이 실제 연구 과제를 수행하는 프로그램이다. 이 연구에서는 R&E 프로그램의 주요 목적인 연구 중심의 자기 주도적 학습, 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결능력의 신장, 과학자의 생활과 자세에 대한 인식과 희망 전공 등의 항목에 대해서 R&E 프로그램을 경험한 한국과학기술원 학부과정 신입생 182명을 대상으로 사사교육 프로그램의 효과에 대해서 스스로 어떻게 평가하고 있는지, 설문조사를 통하여 이들의 인식을 조사하였다. 그 결과는 첫째, 프로그램 참여를 통하여 동료들과의 협력(81.0%), 전문 과학지식의 습득(80.8%), 과학자의 생활과 자세에 대한 이해(77.5%), 과학에 대한 흥미(68.7%), 과학적 탐구방법(62.7%), 창의적 사고력(61.5%) 등의 순으로 향상되었다고 긍정으로 인식하였다. 둘째, KAIST 신입생들 사이에 출신 고등학교에 따라서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, 과학적 탐구방법 향상($p < .01$), 연구과제에 관한 전문적인 과학 지식 향상($p < .01$)의 항목이었다. 이러한 결과는, 과학자로서의 품성 및 자질 함양, 과학적 탐구능력과 창의적 사고력 향상이라고 하는 과학영재를 위한 사사교육으로서 R&E 프로그램의 목적이 충분히 달성되고 있을 가능성을 보여준다.

참고 문헌

교육부 (1997). 제 7차 교육과정 (교육부 고시 제 1997-15호). 서울: 대한교과서주식회사.
김경대, 강순민, 임재항 (2006). 과학영재들의 과학의

본성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(6), 743-752.
김규환 (2005). 과학기술의 관점에서 본 과학교육개혁의 방향. 과학기술정책, 11(5), 13-25.
김성관, 장명덕, 정진우 (2002). “과학자와의 만남” 프로그램 적용이 초등학생의 과학자에 대한 신체적 이미지에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 22(3), 490-498.
김소형, 박재일, 정진수, 이혜정, 권용주, 박국태 (2005). 과학자에 대한 초등학교 일반 학생과 과학 영재반 학생의 인식 비교 분석. 초등과학교육, 24(1), 1-8.
김종득, 김훈, 박은영, 이범진, 최호성 (2005). 과학 영재학교 R&E 사업 결과보고서. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
김주훈 (2006). 과학과 교육과정의 개정 방향. 교과서연구, 1(48), 6-11.
박승재, 서혜애, 송진웅, 이규석, 이면우, 이양락, 이혜숙, 임성민, 현종오 (2002). 초중등 학교 과학교육 활성화 방안 연구. 한국과학재단, 정책연구보고서 2001-20-2.
박종윤, 최정임 (2006). 중학교 과학 실험수업에 적용한 심화·보충형, 심화형, 보충형 수업의 효과 비교. 한국과학교육학회지, 26(7), 790-797.
송성수, 김병운 (2003). 주요 이슈별 과학기술문화 활동의 모범사례. 과학기술정책, 13(3), 70-80.
송진웅, 이학동, 손연아, 노경임 (1996). 과학교사의 양성, 임용, 재교육에 대한 개선 방향. 한국과학교육학회지, 16(1), 103-120.
심재영, 김인주, 김종득 (2006). 과학영재 관련 제 2차 종단연구: 과학영재교육을 위한 인재양성현황 분석 및 정책개발. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
양일호, 정진수, 권용주, 정진우, 허명, 오창호 (2006). 과학자의 과학지식 생성 과정에 대한 심층 면담 연구. 한국과학교육학회지, 26(1), 88-98.
이은숙, 최영준 (2004). 제7차 과학과 교육과정에 있어서 심화·보충 수업의 운영 실태에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 24(2), 298-306.
최재혁, 박승재 (2004). 수원 화성 과학 탐방을 통한 문화재에 대한 과학적 안목 형성 지도. 한국과학교육학회지, 24(5), 930-936.
한국과학영재학교 (2006). 2006학년도 교육과정편람. 부산: 한국과학영재학교.
허명 (1994). 21세기의 국제 경쟁력 강화를 위한 과학교육의 개선 방안. 교과교육연구, 3(1), 189-207.
Aikenhead, G., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society. Science Education, 76(5), 477-491.
American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989). Project 2061: Science for all Americans. Washington, DC: AAAS.
Barab, S. A. & Hay, K. E. (2001). Doing Science at the elbows of experts: Issues related to the science ap-

prenticeship camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 70-102.

Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218.

Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 121-131.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1998). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5th Ed.). NY: Allyn & Bacon.

Kim, J-D. & Yi, B. J. (2005). R&E program: Self motivation and creative thinking. *International Conference in Saudi-Arabia*.

Krasny, M. E. (1999). Reflections on nine years of conducting high school research programs. *Journal of Natural Resources and Life Science Education*, 28, 17-23.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Lee, S-Y., Falk, J. & Drayton, B. (2005). Multiple paths to a successful after-school science program for middle school girls. *J. Korea Assoc. Res. Sci. Edu*, 25(6), 658-670.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning and value*. Norwood, NJ: Ablex.

Liu, S-Y & Lederman, N. G. (2002). Taiwanese gifted student's views of nature of science. *School Science and Mathematics*, 102(3), 114-123.

National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.

R&E Center (2007). *2007 Research and education program in KSA*. Busan: Korea Science Academy.

Richmond, G. & Kurth, L. A. (1999). Moving from outside to inside: High school students' use of apprenticeships as vehicles for entering the culture and practice of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(6), 677-697.

Ritchie, S. M. & Rigano, D. L. (1996). Laboratory apprenticeship through a student research project. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 799-815.

Ryder, J. & Leach, J. (1999). University students' experiences of investigative project work and their images of science. *International Journal of Science Education*, 21(9), 945-956.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.

Shim, K-C. & Kim, Y-S. (2005). Science gifted learning program: Research and education model. *J. Korea Assoc. Res. Sci. Edu*, 25(6), 636-641.

Stake, J. E. & Mares, K. R. (2001). Science enrichment program for gifted high school girls and boys: Predictors of program impact on science confidence and motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(10), 1065-1088.

Stake, J. E. & Mares, K. R. (2005). Evaluating the impact of science-enrichment program on adolescents' science motivation and confidence: The splashdown effect. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 359-375.

Tassel-Baska, J. V. & Kulieke, M. J. (1987). The role of community-based scientific resources in developing scientific talent: A case study. *Gifted Child Quarterly*, 31(3), 111-115.

Tobin, K. & Gallagher, J. J. (1987). What happens in high school science classroom? *Journal of Curriculum Studies*, 19(6), 549-560.