

R&E 프로그램에 대한 과학영재고등학생들의 인식 연구

강성주* · 김현주 · 이길재 · 권영식 · 김명희 · 김연숙 · 김윤희 · 신호심 · 임희영 · 하지희
한국교원대학교 과학교육과

A Study of Scientifically Gifted High School Students' Perceptions on the Research and Education Program

Seong-Joo Kang* · Hyun-Joo Kim · Gil Jae Lee · Young Sik Kwon · Myung Hee Kim · Yeon Suk Kim · Yun Hwa Kim · Ho Sim Shin · Hee-Young Lim · Ji Hee Ha

Korea National University of Education, Department of Science Education

Abstract: The purpose of this study was to investigate the perception of the scientifically gifted high school students to the research and education (R&E) program. 270 scientifically gifted high school students participating in R&E program were sampled and surveyed according to the R&E' purpose, the process of topic selection, the advantage, and disadvantage of R&E. 4 students among them were interviewed in depth. Students perceived the purposes and advantages of R&E as fostering the scientist' qualifications, providing the research opportunities, and improving the inquiry ability and the disadvantages of R&E as the time consumption in research, the participation as a sideline, and the difficulty of contents. The R&E program was mainly composed of a pre-determined topic, fixed procedures, and expert's settlements in the problem-emerging situation and was not cognitive but technical apprenticeship. In addition, students considered the participation of R&E as a chance of experience about the high techniques and the valuable instruments instead of the improvement on the creative problem-solving ability. The role of mentors in the R&E program is so important that it affects largely on the productive participation and the perceptions of science and scientists.

Key words: Scientifically gifted students, Scientists, Research and education

I. 서론

21세기 지식 정보화 사회에서는 새로운 지식의 창출과 그 활용여부에 따라 개인의 삶의 질 향상은 물론 국가 경쟁력이 좌우된다. 이러한 사회를 주도하는 핵심요체는 과학기술이며, 과학기술 발전의 원동력은 창의적인 고급 두뇌 양성이라 할 수 있다(동효관 등, 2002). 창의적인 고급 두뇌의 양성을 위하여 2002년 영재교육진흥법이 시행됨에 따라, 과학 영재교육에 대한 새로운 시도와 다양한 프로그램의 운영이 가능하게 되었고, 이는 영재교육의 활성화를 불러왔다. 우리나라에서는 과학재단의 지원으로 대학에서 초·중·학교 영재교육을 실시하고 있으며, 전국의 각 시도교육청에서도 영재교육을 실시하는 등(김대진 등, 2008) 과학 영재 교육의 질적 개선과 전문성 신장을

위해 노력하고 있다. 또한 R&E (Research and Education) 프로그램이 과학영재학교와 과학고등학교에서 운영되어 과학 영재들이 연구중심의 자기 주도적 학습을 통하여 과학적 탐구 능력과 창의적인 문제해결능력을 신장시키고, 과학자와 학생간의 친밀하고도 지속적인 만남으로 과학자의 연구태도와 품성 및 자질을 함양하도록 하고 있다(김종득 등, 2005). 이와 유사한 연구로 대학교 현장과 첨단 연구실을 연결하여 학생들에게 연구 기회를 제공하는 프로젝트가 보고되었다. Edwards *et al.*(2007)은 대학생들에게 첨단연구 분야를 경험할 수 있는 프로그램을 적용하였으며, 학생들은 과학적 연구 방법 습득, 과학에 대한 열정 증가, 미래의 과학자처럼 사고하는 습관이 형성되었다고 보고하였다. Grabowski *et al.*(2008)은 대학생들에게 과학자의 연구실에서 창의적 실험 기회

*교신저자: 강성주(sjkang@knu.ac.kr)

**2009.03.13(접수) 2009.07.06(1심통과) 2009.08.06(2심통과) 2009.08.22(3심통과) 2009.08.22(최종통과)

***이 논문은 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2008-000-20619-0).

를 제공하였으며, 연구 결과 멘토의 많은 시간 소비와 수준에 맞는 프로그램 제공의 어려움이 단점으로 지적되었다.

과학영재들에게 특별한 교육 프로그램을 받을 수 있는 기회가 제공되었으나, 과학영재 교육기관에서 사용되는 프로그램의 내용과 수준, 프로그램 개발의 원칙과 방향, 교수·학습 방법 등에 대한 연구가 부족한 실정이다(임길선, Yager, 2007). 장명덕 등(2002)은 과학 자체에 대한 의미를 생각해 볼 수 있는 활동은 매우 미흡하다고 주장하였으며, 조현준 등(2008)도 과학 영재의 특성을 바탕으로 과학 영재성의 발굴과 잠재성의 신장을 위한 프로그램과 교수전략의 개발의 필요성을 제기하였다. 전통적인 과학 교실에서의 과학의 발견 과정보다는 결과물인 과학 지식을 강조하는 과학 교수·학습은 많은 비판을 받았으며(Driver *et al.*, 2000), Watson 등은(2004) 과학탐구의 중요성에 대한 재인식과 그 목적에 대한 논의에서 과학탐구는 단순한 실험활동이 아니라 문제해결과정이라고 주장하였다.

실제 과학탐구는 과학자가 실제로 연구를 수행하는 활동이라는 점(이선길, 2006)에서 과학자의 연구과정과 그 속에서 그들의 사고과정을 알아보는 것이 의미가 있다. 과학자의 연구과정은 문제를 발견하고 정보를 수집하여 가설을 설정하고 이를 검증하여 결론에 이르는 것을 공통된 개념으로 하고 있으며, 문제해결의 과정과 이와 관련된 사고과정을 의미한다(권재술, 김범기, 1994).

과학 영재에게 과학의 기초적인 지식, 과학 지식의 생성과정을 살펴보는 것도 필요하지만 과학자들의 연구과정을 살펴보는 것은 중요하다(하지희 등, 2009; 권용주 등, 2003). 과학 영재교육이 현실적이고 실제적인 내용으로 과학자들이 하고 있는 것을 나타내야 하고, 문제 발견과 문제 해결 및 과학적 보고의 훈련을 포함하는 탐구 중심 활동이 이루어져야 한다(Sternberg, 1988)는 점에서, 현재 과학영재학교와 과학고등학교에서 실시되고 있는 R&E 프로그램은 가장 적당한 학습 방법 중의 하나이다.

그러나, R&E 프로그램의 운영 결과가 그 목적과 취지에 얼마나 잘 부합하고 있는지에 대한 연구를 살펴보면 두 가지 상반되는 면으로 나누어진다. 김경대와 심재영(2008)는 R&E 프로그램에 의하여 과학자로서의 품성 및 자질 함양, 과학적 탐구 능력과 창의

적 사고력 향상을 충분히 달성될 수 있다고 보고하였다. 반면에, 이정규와 김현철(2007)에 의하면 R&E 프로그램이 소수의 학생을 제외하고는 형식적으로 진행되고 있거나, 졸업을 위한 과정으로써 본래의 취지를 저해하고 있으며, 나아가 학생들로 하여금 과학자로서의 자질과 품성을 위해하는 결과를 초래할 수도 있다고 지적하고 있다. 또한, 이선길(2006)의 R&E 프로그램 수행에 대한 학생들의 인식 조사에서 학생들은 경험과 지식의 부족으로 연구 전체를 보지 못하고, 단계별 연구방법을 모르거나, 연구 수행의 오류를 수정하는 과정에 취약하고, 연구문제의 선정에 매우 어려워하며, 적절한 평가가 이루어지지 않는다는 등의 문제점이 드러났다.

R&E 프로그램 수행은 멘토(mentor), 학생, 그리고 교사가 한 팀이 되어 운영되고 있으며, 과학재단의 R&E 프로그램 수행에 참여한 멘토는 대학의 교수와 연구소의 연구원으로 구성되고 있다. 멘토는 주제 선정, 제안서 작성, 연구 팀 운영 방식 등에 관여하며, 멘토의 역할이 중요하나, 이에 대한 구체적인 연구는 미미한 상태이다.

황명주(2007)에 의하면 영재교육에서 많은 사람들이 R&E 프로그램의 중요성을 인식하면서도 체계적인 프로그램이나 교수-학습 방법에 관한 연구가 없는 실정이다. 그리고 이정규 등(2006)에 의하면 아직도 많은 현장의 교사들과 교육 행정가들은 영재의 심리적 특성과 학습 욕구 등을 고려한 교육현장에서 구체적으로 실현 가능한 영재교육과정을 제시해 줄 것을 요구하고 있다.

따라서 R&E 프로그램의 운영에 있어서 실제적인 문제점을 찾기 위하여 R&E 프로그램을 심층적으로 분석하는 연구가 이루어져야 하며, 목적과 취지에 부합하는 R&E 프로그램이 진행되도록 프로그램 개선 방향을 논의할 필요성이 있다.

이 연구에서는 R&E 프로그램을 경험한 학생을 대상으로 R&E 프로그램에 대한 이해, 연구주제 선정과정, R&E 프로그램의 장 단점, R&E 프로그램에서 과학자의 연구 및 사고 과정이 어느 정도 반영되었는지를 조사하였다. 이를 통하여 향후 과학영재 교육에 있어서 R&E 프로그램의 운영 방향을 새롭게 정립하고 구체적이고 체계적인 영재 교수학습 전략의 수립에 도움을 주고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

영재교육진흥법의 시행에 의해 과학영재학교는 ‘연구를 통한 교육 프로그램(Research and Education Program)’의 사사교육 프로그램을 교육과정에 도입하였다. 그리고 이 영향을 받아 전국의 과학고등학교도 R&E 프로그램을 도입하게 되었다. 과학영재학교에서는 R&E 프로그램이 의무화되어있으나, 과학고등학교는 선택된 일부 학생만이 R&E 프로그램에 참여할 수 있다(김경대, 심재영, 2008). R&E 프로그램에 참여한 학생들은 과학자의 연구실을 일정기간 방문하여 연구 프로젝트를 수행하게 된다. 이러한 과정을 통하여 과학영재학생들이 첨단 분야에 대한 관심, 연구 과정 습득, 창의적 문제 해결력을 신장시키고 과학에 대한 긍정적인 마음을 갖도록 하는데 그 취지가 있다. 이 연구에서는 4개 지역의 5개 과학고등학교와 과학영재학교에서 R&E 프로그램을 경험한 270명의 학생을 대상으로 하였다.

2. 설문조사

R&E 프로그램에 대한 학생들의 전반적인 인식을 알아보기 위하여 1차적으로 설문조사를 실시하였다. R&E 프로그램을 경험한 270명의 응답자 중에서 불성실한 응답이나 무응답은 제외하고 설문 결과를 분석하였다. 각 문항의 무응답이나 불성실 응답자 수가 달라 각 문항의 설문 분석 대상 수가 일정하지 않았다.

R&E의 목적, 주제 선정, 과학자의 연구과정, 장·단점을 알아보기 위해 개발된 서술형 설문 문항의 내용은 ‘R&E 프로그램의 목적은 무엇인가?’, ‘연구 주제는 주로 누가 결정하는가?’, ‘R&E 프로그램의 참여 후 본인이 알게 된 과학자들의 연구 방법과 사고 과정을 설명하시오.’, ‘R&E 프로그램의 장점과 단점은 무엇이라고 생각하는가?’이다. 설문 문항의 타당도를 높이기 위해서 10명의 연구자가 검토하고 수정·보완하여 사용하였다.

서술형 설문의 분석은 일차적으로 연구자 2-3명이 팀을 이루어 분석하여 분류틀을 만들고 공동연구자 10인이 모여 분류틀이 적절한지에 대한 협의가 이루

어졌다. 자료 분석의 과정을 체계적으로 진행하기 위하여 서술형 문항에 진술된 내용을 대체로 각 문장별로 전사된 텍스트를 나누었고 경우에 따라서는 의미 있는 부분을 토대로 나누었다. 나누어진 부분은 해석학적 순환(Hermeneutical circle)의 과정(Kvale, 1987)이 진행되도록, 전체적인 맥락을 고려한 반복되는 해석과정을 거쳤다. 이렇게 얻어진 의미는 중복되지 않도록 유목화하였으며, 유목화된 목록으로 표1과 2를 구성하였다.

설문지 문항 분석에 대한 분류틀의 타당성에 대한 협의는 총 3차례 이루어 졌다. 또한, 한명의 학생이 다양한 대답을 할 수 있었으므로 여러 가지 분류틀에 포함되는 응답을 한 경우 중복 처리 하였다. 따라서 학생들의 응답 빈도수는 학생 수보다 많은 경우도 나타났다.

3. 심층 인터뷰

설문 결과에서 나타나지 않은 R&E 참여과정과 과학자의 연구과정 대해 심층적으로 접근하기 위하여 4명의 학생들을 선정하여 반구조화 된 인터뷰를 실시하였다(Patton, 2000). 인터뷰 대상자는 설문결과를 토대로 연구자 4인이 함께 협의하여 결정하였다. 설문 결과, 과학자의 사고과정과 연구형태에 대한 학생들의 생각은 두 부류로 구분할 수 있었다. R&E를 통해 과학자의 사고과정과 연구과정에 대해 알게 되었다고 생각하며 긍정적인 반응을 보인 경우와 단순 반복 실험만을 경험하였다고 생각하여 다소 부정적인 반응을 보인 경우이다. 인터뷰에 동의한 학생들 중에서 설문지에 성실하게 응답하였으며, 연구자와의 지역적인 근접성을 고려하여 긍정적인 반응을 보인 2명의 학생과 부정적인 반응을 보인 2명의 학생, 총 4명의 학생들이 인터뷰 대상으로 선정되었다. 인터뷰 내용은 R&E의 참여과정과 만족도, 참여 후 R&E에 대한 생각을 심층적으로 알아볼 수 있는 문항으로 구성하였다. 인터뷰 문항은 인터뷰어가 제작하였고 인터뷰 문항의 타당도를 높이기 위해 교수 1인과 과학교육 전공의 대학원생 4명이 여러 차례 협의를 통해 수정·보완하여 사용하였다.

인터뷰 문항에 대한 세부 내용은 ‘본인의 R&E 연구과정에 대하여 설명하면?’, ‘연구주제는 무엇인가? 어떤 과정을 거쳐 주제가 선정되었는가?’, ‘실험설계

는 어떻게 진행되었는가?', '실험 과정에서 발생하는 문제점에 대해 어떻게 대처했는가?', '본인이 진행한 연구에 대해 만족하는가?', 'R&E를 통해서 과학자의 연구과정 중 어떤 면을 경험할 수 있었는가? 그렇게 생각한 이유는?', 'R&E를 통해 과학자에 대해 긍정적인 생각을 하게 되었는가?' 이다.

인터뷰는 학생들이 편안한 마음으로 인터뷰에 응할 수 있도록 인터뷰어가 학교를 방문하여 실시하였다. 연구자는 인터뷰가 진행되는 과정에서 '선입견'을 배제하기 위하여 판단을 유보하고, 다양한 반응과 행동, 피인터뷰자의 목소리에 집중하였으며, 녹음된 자료를 반복하여 전사하였다. '자료의 삼각화'가 이루어지도록 인터뷰 중에 작성한 메모와 설문지를 함께 활용하였다. 인터뷰 전사 자료는 공동연구자 10인이 각자 1차적으로 분석하고, 전사 자료 분석을 위해 정기적으로 모임을 갖고 여러 차례 검토하는 과정을 거쳐 결과를 도출하였다.

자료 분석과정을 체계적으로 진행하기 위하여 인터뷰에서 진술된 내용을 대체로 각 문장별로 전사된 텍스트를 나누었고 경우에 따라서는 의미있는 부분을 토대로 나누었다. 나누어진 부분은 순환의 과정이 진행되도록, 전체적인 맥락을 고려한 반복되는 해석과정을 거쳤다 (Kvale, 1987).

본 연구의 설문조사에서는 4개 지역 5개 학교에서 실시되었고, 심층 인터뷰는 4명의 학생들 대상으로 실시되었다. 이와 같은 샘플링으로 연구의 한계가 존재할 수 있다.

표 1

R&E 목적에 대한 학생들의 인식

유형	예시	빈도(백분율)
예비 과학자로서의 자질 함양	· 첨단과학과 고급 실험장비 경험 · 과학자의 연구 과정과 방법을 익힘 · 논문 작성 및 발표 경험	124(52.3)
연구 기회 제공	· 멘토와 함께 연구할 수 있는 기회 제공 · 학생들에게 자율적인 연구 기회 제공	65(27.4)
탐구 수행 능력 신장	· 탐구력 신장 · 창의성 신장	36(15.2)
과학에 대한 관심 증가	· 기초과학에 관심을 갖게 함 · 이공계 활성화	8(3.4)
진로 선택에 도움	· 진로 결정에 도움	4(1.7)
기타	· 연구를 통한 교육	36(15.2)
합계		237(100)

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 학생들의 R&E의 목적에 대한 이해

학생들의 R&E에 대한 이해를 알아보기 위한 'R&E 목적은 무엇인가?' 라는 서술형 문항에 대한 학생들의 인식 유형이 표 1에 제시되었다.

R&E의 목적에 대한 학생들의 인식은 크게 '예비 과학자로서의 자질 함양', '연구 기회 제공', '탐구 수행 능력 신장'으로 구분할 수 있다. R&E의 목적이 '예비 과학자의 자질 함양'이라고 응답한 학생들은 약 52.3%로 가장 많았으며, 과학자들의 연구 과정과 연구 방법, 첨단과학과 고급실험 장비 경험, 논문 작성 및 발표 경험 등을 경험하므로 예비 과학자의 면모를 갖출 수 있다고 인식하였다.

R&E의 목적이 '예비 과학자의 자질 함양'이라고 응답한 학생들의 응답 예시는 다음과 같다.

좀더 심화되고 최근의 학문을 대학에 가서 배우기 위해

대학교 이상 수준의 연구 활동을 미리 경험하여 전문지식을 얻음

대학과 연계 수업 탐구를 통하여 미리 연구해보고 연구지식을 배울 수 있는 기회 제공

학생들은 R&E 참여를 통해 실험실에서 자신들이 연구원이 되어 프로젝트를 수행하게 되며 이 과정에서 선배 과학자들의 연구 방법과 연구 과정을 경험한다. 또한, R&E 과정에서 학생들이 연구하는 내용은 기존의 교육과정에서 다루는 내용과 차이가 있으며, 실험 과정에서 사용되는 기구나 기기들은 대부분 새로운 것들이다. 이러한 과정을 통하여 과학자가 갖추어야 할 자질을 기를 수 있다고 응답하였다.

R&E의 목적이 '연구 기회 제공'이라는 응답한 학생들은 27.4%로 이에 대한 학생들의 응답 예시는 다음과 같다.

평소에 하지 못하는 연구 활동을 진행하여 과학적 소양을 키우는 것

자기 스스로 연구하고 대학에서나 해볼 듯한 주제 탐구를 하여

학생들이 초 중학교에서 실험을 경험하였으나, 이는 진정한 의미에서 연구(authentic research)라 하기 어렵다. 학생들이 직접 연구다운 연구를 수행하여 연구를 경험하고 능력을 기르는 것이 R&E 참여의 목적이라고 인식하였다.

또한, '탐구 수행 능력 신장' 이 R&E의 목적이라고 인식한 학생들은 약 15.2% 정도이다. R&E 과정에서 학생들은 연구에 참여하여 실험 과정을 경험하면서 탐구하는 방법을 습득하고 창의적인 사고의 기회가 주어진다고 인식하였다. 이에 대한 학생들의 응답 예시는 다음과 같다.

학생들이 직접 연구에 참여하게 함으로서 보다 창의적인 생각을 기르고 탐구정신을 강조한다.

어떤 주제에 대해 탐구하는 방법, 실험을 설계하는 방법, 접근방법들을 알 수 있다.

이 외에도 '이공계로 진학할 학생들에게 미리 실험실의 연구에 참가해 기초과학에 관심을 갖게 유도하려고' 등과 같은 '기초과학에 대한 관심 증가'와 '고등학생들이 연구를 체험해보고 진로의 방향을 결정하는데 도움을 줌' 등과 같은 '진로 선택에 도움'을 R&E 연구의 목적이라고 인식하였다.

2. 연구 주제 결정 과정

연구 주제 결정 과정에 대한 결과는 그림 1과 같다.

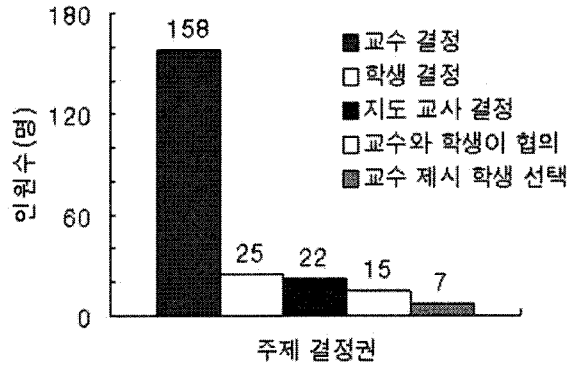


그림. 1 연구 주제 결정

연구 주제 결정에서 교수가 연구 주제를 일방적으로 정하여 준다고 응답한 학생은 158명으로 약 70%에 달하였다. 여기에 지도 교사가 연구 주제를 정하여 주는 경우가 22명으로 지도 교수나 지도 교사가 주제를 정하여 준다고 응답한 학생은 모두 180명으로 약 80%에 달하였다. 이와 같이 지도 교수나 교사에 의해 정해진 연구 주제를 통보받고 연구를 진행하는, 즉 연구 주제의 선정 과정에서 학생들이 배제된 상태에서는 학생들의 연구 수행 과정에 참여가 수동적이며 피상적일 수 있다. 김명환(2003)의 연구에서도 '2002년 R&E 평가 후 지적된 사항 중에서 대부분의 과제가 교수의 일방적인 강의 및 실험을 학생이 그저 따라하는 정도'라고 했고, 지명근(2005)도 '연구 주제 선정이 지도 교수나 지도 교사 중심으로 결정된다.'고 밝혔다.

학생이 연구 주제 선정에 관여되는 경우로는 학생들이 주제를 결정하는 경우(25명), 교수와 학생이 협의하여 결정하는 경우(15명), 그리고 교수가 여러 개의 주제를 제시한 후 학생들이 선택한 경우(7명)로 약 20% 정도에 해당한다. 일방적으로 통보받은 연구 주제와 연구 주제 선정과정에서 어떠한 형태로든 학생들이 관여된 연구 주제의 탐구 수행 과정에서 학생들의 관심도와 참여도는 차이가 날 것이다. 주제 선정 과정에 참여한 학생들은 자신들의 연구 주제에 대한 주체적 생각이 강하고 보다 적극적으로 실험에 참여하게 되어 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 물론, 학

생들이 첨단 과학 분야에 대한 지식과 경험이 부족하므로 학생 스스로 연구 주제를 결정하는 데는 한계가 있을 것이다. 그러나 현재와 같이 지도 교수나 교사가 일방적으로 연구 주제를 정하고 통보해주는 R&E 연구 체계는 개선되어야 될 것이다.

3. R&E 프로그램의 장점과 단점에 대한 학생들의 인식

'R&E program의 장점과 단점은 무엇이라고 생각하는가?' 라는 서술형 질문을 학생들의 응답 결과를 분석하였다.

R&E 프로그램의 장점에 대한 학생들의 인식은 '예비 과학자로 자질 함양', '연구 기회 제공', '탐구 수행 능력 신장' 이 전체 응답자 중 83.0%를 차지하였다. 이는 R&E의 목적과 유사한 맥락을 이루고 있다. 학생들은 R&E 과정에서 '과학자들의 연구 및 사고 과정을 이해할 수 있었고, 논문 작성과 발표의 과정을 익히며, 앞으로 과학자의 길을 가게 될 자신들이 과학자로서 어떤 자질과 마음가짐을 가져야 할 것인가에 대한 생각을 하게 되었다' 고 응답하였다. 또한 R&E를 통해 '실제 연구에 참여하고 새로운 분야를 경험한다고 생각하였으며, R&E가 고급 장비 및 기기 사용법을 익힐 수 있는 기회이고 이론이 실제로 적용됨을 확인할 수 있었다' 고 생각하였다. 반면, '연구 실적을

통해 대학 진학에 도움을 얻는다.'와 '교수와의 관계 및 인맥을 만들고 교수의 도움을 받을 수 있다' 등의 진로에 관한 인식은 21건으로 R&E의 목적에 비해 크게 증가하였다.

R&E 프로그램의 단점에 대한 학생들의 인식은 표 2와 같다. 학생들이 인식하는 R&E의 단점으로는 과제 수행 및 이동에 많은 시간 소요, 학교 수업 시간과의 겹침, 일정 관리의 어려움 등과 같은 연구에 할애하는 시간을 가장 많이 지적하였으며, 타율적 참여 과정, 연구 내용의 어려움 등의 순으로 나타났다.

실험에 소요되는 시간이 길어짐에 따라 기본 학과 학습 시간을 많이 빼앗겨 학업에 지장을 초래한다고 응답하였으며, R&E 프로그램이 학교의 교육 과정과 겹쳐 항상 바쁘고 시간에 쫓겨 부담이 되는데 이것마저 비효율적으로 운영된다고 답하였다. 또한, 학생들은 연구를 수행하기 위해 방문하게 되는 대학이나 연구 기관이 지리적으로 멀리 있어 이동에 많은 시간이 소모되고 경제적으로도 부담이 된다는 것을 단점으로 지적하거나, 지도 교수와의 면담 및 사사를 받기 위해 일정을 맞추어야 하는데 교수나 동료와 일정 협의가 원활히 이루어지지 않아 어렵다고 하는 학생도 있었다.

기본적인 학과 학습시간을 많이 빼기게 된다. 단도 직입적으로 성적이 떨어질 수 있는 환경여건이 조성될 수 있다.

표 2

R&E 프로그램의 단점에 대한 학생들의 인식

구분	예시	빈도(백분율)
연구 시간	· 과제 수행 및 이동 시간 과다 소요 · 학교 교육 과정과 겹침에 따른 학업에 지장 · 연구 참여 기간이 짧음 · 교수 및 동료와의 일정 관리의 어려움	128(58.2)
타율적 참여	· 주제선정의 타율성 · 교수 주도, 학생 수동적 참여	32(14.5)
연구 주제의 어려움	· 연구 내용 및 방법의 어려움 · 선행 지식 부족	21(9.5)
연구 내용 부실	· 담당 교수의 참여도와 관심도 부족 · 연구 결과 발표에 치중한 형식적 절차	9(4.1)
기타	· 연구 현실 인식 및 이공계 기피 · 역할 분담의 어려움 · 교통비 등 경제적 부담	30(13.7)
합계		220(100)

시간을 많이 뺏기며, 현실적으로는 실험설계 및 연구방향 결정을 학생들이 한다는 것이 불가능하므로 창의성 신장에 도움이 될 된다.

R&E 참여자들의 불편함을 개선하기 위해 방학 기간에 집중적으로 운영되기도 하는데 이러한 집중 과정도 심도있고 체계적인 활동을 하기에 시간이 절대적으로 부족하다고 느끼기도 하였다. 또한 R&E가 학생들의 탐구 능력 향상을 위한 프로그램임에도 불구하고 학생들의 대학 진학과 내신 성적에 대한 부담감으로 인하여 많은 시간을 연구에 할애할 수 없는 안타까운 현실을 반영한다고 볼 수 있다.

R&E에 대한 단점으로 '타율적으로 참여하게 된다.'는 것을 학생들이 지적하였다. 이는 R&E의 운영상 주제 선정의 자율성이 없음과 교수 주도, 학생의 수동적 따라하기와 깊은 연관성을 가짐을 알 수 있었다. 또한 주제가 학생들이 소화하기에 어려운 것들이 많았고 '공통적으로 과제의 수준이 높아 학생의 능동적인 참여가 부족하였다'라는 평가와 '대부분의 과제가 교수의 일방적인 강의 및 실험을 학생이 그저 따라했다'라는 문제점과 일치하고 있다.(김명환, 2003) 학생들은 연구 과제를 수행하는데 필요한 지식을 어렵다고 생각하고 있으며 심화 내용을 습득하기 위해 별도의 시간을 할애해야하는 이중고를 겪고 있는 것으로 나타났다. 학생들의 응답 예시는 다음과 같다.

주제 선정의 자율성이 떨어짐

주제가 수준있는 것이다 보니 학생 주도적이기보다는 교수님이 주도적으로 프로그램을 진행하게 된다.

연구 참여를 통한 고급지식의 습득이라는 장점이 R&E의 실질적인 운영 방식에 따라 단점으로 부각되고 있음을 알 수 있다. 따라서 학생들의 흥미와 관심을 반영한 주제를 학생들 수준에 맞게 조직하고 운영할 수 있는 프로그램의 개발이 요구된다.

또한, '지나친 발표과정과 형식에 얽매이는 느낌이 있다.'와 '교수와 접촉하기 힘들고' 등과 같이 연구내용의 개선에 관한 단점이 제기되기도 하였다.

4. 심층 인터뷰를 통한 과학자의 연구 과정 분석

R&E에 참여한 학생들을 대상으로 실시한 설문은 기초로 R&E의 연구 과정을 심층 인터뷰를 통하여 알아보았다. 긍정적으로 인식한 A 그룹과 부정적으로 인식한 B 그룹에 속한 학생 각 2명씩, 총 4명을 대상으로 한 인터뷰 결과는 다음과 같다. A 그룹의 학생들은 물리분야의 주제에 관한 연구를 수행하였으며 '플라즈마를 이용한 수용액내 나노 입자의 크기 측정', B 그룹의 학생들은 생물 분야의 연구를 수행하였으며, 연구 내용은 '소의 혈장에 들어있는 알부민을 질량분석기로 분석'이다. A 그룹의 멘토는 연구소에 근무하는 과학자이었고, B 그룹의 멘토는 대학교에 근무하는 교수이었으며, 두 멘토들은 실험을 도와줄 수 있는 연구원과 대학원생들을 도우미로 활용하고 있었다.

1) 주제 선정

R&E의 주제 선정은 학생들이 자신의 관심 분야를 스스로 선택할 수 있는 권한이 거의 없고 R&E팀에 소속된 교수진의 연구 주제가 학생들에게 그대로 주어지는 경우가 대부분이다. 이는 '연구 주제 선정은 어떻게 이루어졌나요?'라는 인터뷰 질문에 대한 A-1 학생의 답변에서도 확인할 수 있다.

연구원이 먼저 수행하려고 계획하셨던 연구를 저희가 하는 것으로 처음에 하려고 했는데, 어떤 학생분이, 석사 논문으로 쓰셨어요, 그래서 주제를 급수 정해서, 살짝 틀어서 하는 방향으로 했습니다.

H 연구소의 연구원과 한 팀으로 구성된 A조에서, A-1 학생의 경우 주제 선정 과정은 상세히 알고 있었으나 다른 학생들과 마찬가지로 주제 선택권 자체는 주어지지 않았다. 하지만 평소 관심을 갖고 있던 분야의 연구라는 점에서 주제 선정과 관련된 부정적인 인식은 없었던 것으로 보인다.

이제 저하고 평소에 좀 물리 분야에 관심이 많았던 친구들과 함께, 연구원에게 부탁을 드려서 R&E를 함께 해주실 수 없냐고, 말씀드려서, 연구원께서 계획을 쓰셔서 연구를 진행하게 됐습니다.

주제 선택권 여부와 상관없이 관심 분야의 연구에 참여한다는 사실이 동일한 상황을 대하는 시각에도 다른 팀의 학생들과는 차이를 보였고, R&E 활동에 매우 긍정적인 인식을 가지는 계기가 된 것으로 생각된다. B 조의 경우도 주제 선택권은 없었으며 특히, B-1 학생의 경우는 이미 주어진 만족스럽지 않은 주제로 연구를 해야 한다는 자체부터 마음에 들지 않았고, R&E에 대한 흥미를 저하시키는 요인으로 작용하였다.

(주제는) 교수님이 선정하셨죠. 원래 방식이 교수님 여러 명에서, 거기서 선정된 주제로 하는 거니까. (중략) 처음부터 정해져 있었어요. 주제가 별로였어요. 누가 봐도 만족스럽지 않은. (중략) 그렇다보니 당연히 흥미가 떨어졌고.

학생들이 자신의 관심 분야의 주제 선택을 희망한다는 것은 '자신이 교수라면 R&E를 어떻게 운영하겠느냐?' 는 질문에서도 알 수 있었다.

A-1: 주제를 선정하는 과정부터 함께 하면, 많은 것을 하고 느낄 수 있지 않을까 생각을 했어요.

A-2: (본인이 주제를 선택하는 방법) 그게 더 나올 거 같죠. 하고 싶은 주제 자기 전공이 있으니까. 학생들은 자기 하고 싶은 거 할 수 있어서 좋고.

B-1: 주제 선정은 학생들이 먼저 아이디어를 짜고, 교수면 전공과목이 있잖아요. 거기하고 연계시켜서 주제를 결정하고요.

연구 주제 선정은 연구의 가장 중요한 출발점임에도 불구하고 자신의 의지와 상관없이 결정되어있는 주제로 연구를 시작한다는 자체가 학생들의 흥미를 저하시키는 것은 당연한 사실이다. 연구 주제로부터 이어지는 실험 설계, 실험 과정 등을 통해서 학생들은 과학자의 연구 과정 전반을 자연스럽게 이해하게 되지만 주어진 주제로 시작하는 연구는 다음 단계와의 단절을 가져와 실험 과정 자체에만 치중하는 경향이 있는 것으로 판단된다. 현실적으로 R&E의 주제 선정 과정에 학생들이 전적으로 관여하는 것은 어렵다 하더라도 특정 팀에 학생들을 무작위로 배정하는 현행의

방식은 개선의 여지가 있는 것 같다. 즉, 학생들의 수준과 흥미를 고려하여 교수와 학생이 함께 주제를 선정하게 하거나 주제가 정해져 있는 경우라 할지라도 학생들에게 어느 정도의 선택권을 부여함으로써 R&E 활동에 능동적으로 참여할 수 있는 분위기를 조성하고, 이를 통해 과학자의 연구 과정 전반을 충분히 경험할 수 있도록 하는 등의 대안이 필요할 것으로 보인다.

2) 실험 설계

다음 단계로 주제와 관련하여 '실험 설계는 어떻게 진행되었나요?' 라는 질문에 대한 A-1학생의 인터뷰 내용이다.

선행 연구가. 두 가지 방법이 있는데. 한번 따라해서. 확인을 해보는 과정을 거친 후에, 단점을 극복하기 위해. 간단하게 저희가 그냥 원격으로 측정하는 건 어떨까 이렇게 했을 때 박사님께서, 아이디어를 주셔서, 그렇게 하는 걸로 됐습니다.

R&E를 매우 긍정적으로 평가하였고 자신의 관심 분야의 연구에 참여했던 학생 A-1의 경우를 보면, 실험 설계 과정에서도 학생의 의견을 제시하였다. 문제를 해결하는 과정에서 학생들이 의견을 제시하였고, 연구진은 학생들의 아이디어를 수행하는 과정에 대한 실질적인 도움을 주는 과정으로 연구가 진행되었다. 그러나 R&E를 매우 부정적으로 평가한 B 그룹의 학생들은 선정된 주제에 따른 실험 설계까지 교수가 제시한 방식이나 기존의 연구 방식을 그대로 따라하는 경우가 대부분이었다.

B-1: 실험 과정은 이미 다 연구가 돼 있는 거를 저희가 한번 해보는 거라서 설계 같은 건 안하여 봤어요.

B-2: 저희가 특별히 설계하지 않았고 이미 설계가 되어 있는 실험들을 가지고...실험 과정에 대한 내용을 배우고 그 주변 지식을 배우고 그 다음에 그걸 직접하고...일단 저희가 한 거에서 의의가 있는 거 같아요. 그냥 위에서 아래로 학생들을 내려다보는 게 아니라 그냥 같이 얘기했으면 좋을 거 같아요. 실험 리스트 짜

는 거를 같이 해봐야지. 방법 같은 게 머릿속에 잘 들어오기 때문에. 실험할 때도 기계적으로 써 있는 대로 따라하는 게 아니라 저희가 생각을 가지고 즐거리가 짜여지면 실험을 할 수 있게 할 거 같아요.

즉, 학생들은 단순히 실험 기법이나 장비들을 익히는 기술적인 측면 외에 실험 설계 과정에서 특히 두드러지게 나타나는 과학적인 사고 과정을 경험할 수 있는 기회가 상당히 제한적이었고 학생들은 주어진 설계대로 수동적인 활동밖에 할 수 없었음을 알 수 있었다.

따라서 R&E가 성공적으로 수행되기 위해서는 이러한 학생들의 요구를 반영하여 실험 설계 과정에도 적극 참여케 함으로써 과학자의 사고 과정을 충분히 경험하게 하고 학생들이 주도적으로 실험을 이끌어 나가면서 자연스럽게 연구자의 자질을 키워줄 수 있는 기회가 제공되어야 할 것이다.

3) 실험 과정

좀 더 구체적으로 '실험 과정에서 발생하는 문제점에 대해 어떻게 대처했는가?' 라는 질문에 대한 학생들의 답변은 다음과 같았다. 학생 B-1의 경우는 실험 상 오류의 원인을 직접 찾아보고 문제점을 분석하여 대안을 생각해내는 사고 과정을 거치지 않고 단순히 반복 실험을 통한 기술적인 정교화로 문제를 해결하였다고 대답하였다.

이미 규격이 다 짜진 실험 방법이었어요. 많이 하다 보니까 더 잘해진 거 아닐까요? 탐구하고, 뭔가를 발견하고 의문을 갖고 탐구하고 실험하고, 맞는지 확인하고, 그런데 처음부터 틀렸잖아요. 그냥 거의 기계적으로 했다는 그런 느낌밖에, 탐구의 과정을 경험할 수 없는 틀이었는데.

비록 실험 설계가 주어져 있더라도 실험 과정 상 발견되는 여러 가지 문제점을 분석하고 원인을 찾아 다른 방법으로 해결해가는 과정에서도 과학자의 탐구 과정은 충분히 발휘될 수 있을 것이다. 그러나 다른 대안을 찾지 보다는 주어진 방식대로 기술적인 정교화만 요구하고 있어 과학자의 탐구 과정을 경험할 수

없는 틀이었다며 불만을 토로하였다.

연구 주제와 내용이 어려운데다 선행 지식이 부족하여 실험 중 나타나는 문제의 원인을 스스로 해결하지 못하고 교수나 조교에게 거의 전적으로 의존하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 실험 과정 중에 나타나는 오류나 문제점들을 해결하는 과정에서 과학자들이 얻을 수 있는 문제해결력 등의 사고력 신장이나 성취감을 경험할 기회는 거의 없었던 것 같다.

A-2: 아는 게 별로 없다보니까. (원인을 찾는 과정에서) 교수님은 주로 이론적인 도움이었고요. 조교 선생님은, 실전에서, 노하우 쪽이었고요. 토론할 때 저희가 기존에 알고 있었던 거라든가 그런 것으로 해서 해결하는 것도 있긴 있었어요.

그러나 학생 A-1의 경우는 다른 학생들과 다소 차이를 보였다.

A-1: 그 문제점을 극복하기 위해서, 저희가 박사님 과 함께 이렇게 하면 어떨까 해서, 이렇게 했을 때 박사님께서 아이디어를 주셔서, 그렇게 하는 걸로 됐습니다.

즉, 관심 분야의 연구에 참여했던 A-1 학생은 실험 과정에도 직접 참여하여 실험 상 나타나는 문제의 원인을 연구원들과 함께 토론했고 해결해나가는 등 적극적으로 R&E의 모든 과정에 참여하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 과학자의 연구 과정과 사고 과정을 충분히 경험하게 하려는 R&E의 목적을 이루기 위해서는 학생들의 관심과 수준을 고려한 주제와 내용으로 선정하여 교수진의 주도 보다는 학생들 스스로 고민하고 문제를 해결해나가는 R&E 프로그램이 되어야 할 것이며 이를 통해 자연스럽게 과학자로서의 자질을 기를 수 있는 활동이 되어야 할 것이다.

4) R&E 만족도

R&E 활동을 경험한 결과 '본인이 진행한 연구에 대해 만족하고 있습니까?' 라는 질문에 대한 학생들의 답변을 들어보았다. 먼저 자신의 관심 분야의 R&E에 참여했던 A-1 학생의 경우이다.

네. 일단 R&E 활동을, 학생들이 다 할 수 있는 게 아닌데, 일단 했다는 것만도 감사하고, 평가에서도, 가장 좋은 등급을 맞았고, 한국과학기술경진대회도, 2차 발표를 지금 준비하고 있어서, 다 잘 되고 있어요, 그래서 만족 많이 하죠.

이 학생은 R&E 전반에 대해 매우 긍정적인 인식을 가지고 있었는데 이는 연구 과정 전반에 두루 참여하여 적극적으로 활동할 수 있었던 탓이기도 하겠지만 무엇보다도 R&E의 결과 평가에서 가장 좋은 성적을 거둔 것이 만족도에 가장 큰 영향을 미친 것으로 나타났다. R&E의 평가 결과가 R&E에 대한 만족도와 직결됨은 R&E에 대해 부정적인 인식을 가진 B-1 학생의 경우도 마찬가지였다.

일단 가장 중요한 평가 결과가 안 좋았고요, 그 다음에, 저희의 의지와 관계없이 교수가 미리 짜놓은 실험을 한 거 밖에 없고, 그렇다보니 당연히 흥미도 떨어졌고, 실험 설계도 저희가 한 게 아니라 미리 다 정해져 있던 거였고 그랬어요, 그것(지루하게 반복되는 활동)보단 평가가 부정적인 생각을 갖게 했죠.

R&E에 대해 시종일관 부정적인 시각을 갖고 있던 B-1 학생의 경우, 주제 선정이나 실험 설계 등에서 관심 분야와 상관없이 타율적으로 진행된 것이 불만의 원인이 되기는 했지만 R&E 만족도에 가장 큰 영향을 미친 요인은 다름 아닌 평가 결과가 안 좋았다는 사실이었다. 이와 같이 R&E의 결과는 학생들의 입시와 관련되어 있어서 결과가 잘 나와야 한다는 생각 때문에 연구 과정 각 단계에서 추구하는 과학자적 자질과 품성 함양보다는 실험 결과에 치중하는 경향을 보이고 있었다. 이는 R&E가 과학적 탐구 능력과 창의적 문제해결력을 신장시키고자 하는 본래의 취지보다는 대학 입시에서 좋은 성적을 얻기 위한 수단으로 전락할 우려가 있는 것으로 판단된다.

5) 과학자에 대한 인식

마지막으로 R&E를 통해서 학생들이 생각하는 과학자의 연구 과정이나 과학자에 대한 생각 등은 어떠한지 알아보았다. 먼저 'R&E 과정을 통해서 과학자의 연구 과정 중에 어떤 부분을 경험했는지?'에 대한 질

문에서 학생들은 다음과 같이 답변하였다.

A-1: 다 했죠, 저는. 새로운 방법을 이제 생각하는 것부터 아이디어를 얻는 것부터 다 같이 박사님과 친구들과 같이. 보고서나 논문을 쓴 것도, 발표 준비도 저희가 했고.

A-2: 특별히 기억에 남는 거는, 발표할 것들을 스스로 만들어서 가서, 발표하는 것은 가장 인상 깊었던 거 같아요, 그냥 연구만 하는 게 아니라.

B-2: 고가의 실험 장비가, 자동으로 작동되는 것도 있는 줄 알았는데, 여러 가지 설정을 해줘야 한다는 거도.

R&E 전 과정에 능동적으로 참여한 A-1 학생은 과학자들의 연구 과정 전반을 경험할 수 있었다고 하였고, A-2 학생은 과학자들이 연구만 하는 것이 아니라 자신의 연구 결과를 정리하여 여러 사람 앞에서 발표하는 것이 인상적이었다고 하였다. 또한 B-2 학생은 고가의 장비라고 자동으로 조정되는 것이 아니라 수동 조작을 해야 한다는 사실을 새롭게 알게 되었다고 하였다. R&E 활동에 수동적으로 참여했던 능동적으로 참여했던 또는 R&E를 긍정적으로 인식하던 부정적으로 인식하던 간에 참여한 대부분의 학생들은 과학자들이 하는 여러 가지 다양한 경험을 할 수 있었던 것으로 보인다. 그러나 시종일관 부정적 태도를 보였던 B-1 학생의 경우는 새로운 기기를 작동해 본 것은 좋았지만 R&E는 과학자의 탐구 과정을 경험할 수 없는 틀이었다고 하였다.

(과학자의 연구 과정은) 뭔가를 발견하고 의문을 갖고 탐구하고 실험하고 그러고 맞는지 확인하고 그런 거죠. 일단 제가 원하는 방향이 아니었고 그냥 거의 기계적으로 했다는 그런 느낌밖에. 탐구의 과정을 경험할 수 없는 틀이었는데.

이는 전체 R&E의 과정 중에 경험할 수 있었던 다양한 분야를 두루 언급한 다른 학생들의 견해와는 달리 B-1 학생은 주제 선정부터 시작해서 모든 과정에 능동적으로 참여하지 못한 점 때문에 R&E에서 과학

자의 탐구 과정을 경험할 수 없었다고 한 것으로 생각된다. 이러한 인식은 'R&E를 통해 과학자에 대해 긍정적인 생각을 하게 되었는가?'라는 질문에서도 그대로 나타나 자신의 경우처럼 과학자도 타의적으로 연구해야 될 경우가 있을 것이고 그럴 경우 힘들 것이라며 과학자에 대한 인식에서도 부정적 생각을 가지게 되었다. 이는 연구의 시작인 주제 선정 과정이 R&E에 참여하는 학생들에게 얼마나 중요한 부분인지를 다시 한번 생각하게 해주었다.

음. 어차피 과학자 돼도 처음부터 제가 원하는 연구를 할 수는 없잖아요. 원하는 프로젝트를 안 받았는데, 타의적으로 해야 될 수도 있고 그러니까 좀 힘들 거 같다는 생각이 들었죠.

동일한 질문에서 A-2 학생은 지루하게 반복되는 실험에서도 끝까지 포기하지 않는 인내심과 지적인 능력, 결과를 얻었을 때의 성취감이 과학자에 대한 긍정적인 인식을 갖게 된 계기라고 하였다.

네. 일반인처럼 간단히 포기하거나 그런 거는 거의 없다. 그 이론 같은 것들을 다 머릿속에 넣어놓고 다니니까 그것도 상당히 놀랍고, (중략) 성취감? 네 그렇게 시간을 허비해가면서도 얻은 게 있었구나.

또한 연구가 단순히 재밌고 순차적으로 진행되는 것이 아니라 직접 참여해본 결과 힘든 과정임을 알게 되었고 연구는 기다림이 필요한 과정이라고 인식하였다.

B-2: 연구하는 게 그냥 재밌고 순차적으로 척척 진행되는 게 아니라 계속 노가다로 계속 해야 된다는 걸 알았어요. 원래 다 그러기보다 생각하는 거죠.

A-2: (반복되는 활동들이)지루하진 않았는데, (과학의 필요한 부분이구나 하는 생각에) 기다림이 필요하다는 걸.

이상과 같이 R&E를 통해 과학자의 연구 과정이 쉬운 것은 아님을 알게 되었지만 과학자에 대한 학생들의 인식은 대부분 긍정적인 것으로 나타났다.

지금까지 R&E 연구 과정에 대한 심층 분석의 결과를 종합하면 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다. R&E 프로그램은 대부분의 경우 정해진 주제로 시작하고 제시된 방식대로 실험을 수행하고 문제가 발생하면 전문가가 해결책을 알려주는 방식으로 진행된다. 이러한 현행의 R&E 과정은 실험 내용의 심화를 제외하면 기존 교과서에서 제시된 확인 실험과 크게 다르지 않아 과학고의 내실화 방안으로 운영되는 R&E 프로그램이 실효를 거두지 못하는 것으로 드러났다. R&E 프로그램에 대한 만족도 조사에서도 과학적 탐구 능력과 창의적인 문제해결능력이 신장되었다는 내용보다는 새로운 실험 장비나 첨단 기술을 익힌 것에 대한 내용이 더 많은 것으로 나타났다. 또한, R&E 프로그램 수행에서 멘토의 역할이 중요하다. A 그룹의 멘토는 학생들이 실험 과정에 자율적이며 적극적으로 참여할 수 있도록 유도하였고, 학생들이 문제 상황에 직면하였을 경우, 그 해결책을 간접적 또는 직접적으로 제공하면서 연구팀을 운영하였다. 이 연구팀에 속한 학생들은 R&E 프로그램에 긍정적인 반응을 보였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학고과 과학영재학교에서 운영되고 있는 R&E 프로그램에 대한 학생들의 인식을 살펴 보았다. R&E의 목적에 대해 '예비 과학자로서의 자질 함양', '연구 기회 제공', '탐구 수행 능력 신장' 등으로 인식하고 있었으며, 연구 주제 선정에서 교수가 연구 주제를 일방적으로 정하는 경우가 약 70%에 달하였다. R&E 프로그램의 장점에 대한 학생들의 인식은 R&E의 목적과 유사하였으며, R&E 프로그램의 단점에 대한 학생들의 인식은 '연구에 할애하는 일'과 '타율적 참여 과정', '연구 내용의 어려움' 등으로 나타났다. 또한, R&E 프로그램은 대부분 제시된 방식대로 실험을 수행하고 문제가 발생하면 전문가가 해결책을 알려주는 방식으로 진행되었으며, 창의적인 문제해결능력이 신장보다는 새로운 실험 장비나 첨단 기술을 익힌 것으로 나타났다.

R&E 프로그램은 참여한 학생들에게 과학자의 자질을 함양하며 창의적인 사고와 문제 해결력을 신장시킬 수 있는 기회를 제공할 수 있어야 된다. 또한, 학생들은 R&E 프로그램을 진행하면서 실제적인 과학

자들의 연구 방법 및 연구 형태를 직접적으로 경험할 수 있어야 된다. 그러나 R&E프로그램의 실제 운영 과정은 과학자들의 효율적이고 창의적인 연구 과정이 용해된 프로그램으로 보기 어렵다. 과학자의 연구 과정에 대한 전체적인 윤곽을 인식하는 것은 연구의 효율성을 증진시키는데 매우 중요하다. 그러나 연구 주제의 선정과 문제 해결의 과정이 학생들의 자발성과 지적 호기심을 기반으로 한 것이 아닌 경우 학생들은 R&E 프로그램의 참여를 또 다른 형태의 과제로 인식하게 되었다. 뿐만 아니라 R&E프로그램 참여 결과가 상급 학교 진학의 도구로 이용됨으로써 진리 탐구와 창의적 사고력 신장이라는 본래의 R&E 프로그램 목적을 제대로 표현하지 못하게 되었다.

그러므로 과학 영재교육이 성공적으로 이루어지기 위해서는 과학 영재에게 요구되는 특성이 잘 발현될 수 있도록 하는 적절한 교육 프로그램을 개발·적용하는 것이 요구된다. 과학탐구는 “과학자들이 자연 세계를 연구하고 그 과정에서 얻은 증거에 기반하여 설명을 제안하는 다양한 방법”이라 정의되어있다. 학교 현장에서의 과학탐구 특히 과학영재교육 현장에서의 과학탐구는 과학자들의 자연 세계 연구 방법에 그 기반을 두는 것이 바람직하다. 따라서 과학자들이 연구 과제를 수행하는 도중에 나타나는 과학자들의 연구 형태와 과학자-연구원간의 상호작용이 반영된 새로운 영재과학교육 프로그램의 개발이 필요하다.

과학영재교육의 R&E 프로그램에서 영재학생이 첨단시설이 설비된 연구실에서 주어진 과제를 수행한다고 하여 과학자적 사고 과정을 체험 할 수 있는 것은 아니다. R&E 프로그램이 기술적 도제에 머물지 않고 교수-학생간의 상호작용을 통해 과학적 사고 과정의 가시화를 꾀할 수 있는 프로그램이 개발되어야 한다. 새로운 프로그램에서는 과학 영재의 인지 발달과 지적 발달 수준을 고려하여 교과 내용을 기반으로 한 단계적으로 고차원적인 사고 발전을 유도할 수 있는 과정이 포함되어야 한다. 이러한 영재 교육 프로그램의 연구는 현재 영재교육의 방향에 새로운 지향점이 될 것이다.

국문 요약

본 연구에서는 R&E 프로그램에 참여한 270명의 학생을 대상으로 R&E의 목적, 주제 선정 과정, R&E

의 장단점에 관하여 설문 조사를 실시하였고, 4명의 학생을 대상으로 심층인터뷰를 실시하였다. R&E의 목적과 장점에 대하여 학생들은 ‘예비 과학자로서의 자질 함양’, ‘연구 기회 제공’, ‘탐구 수행 능력 신장’으로 인식하였으며, 단점으로는 ‘연구에 소비된 시간’, ‘타율적 참여’, ‘연구 내용의 어려움’ 등을 언급하였다. R&E 프로그램은 정해진 주제 제시된 실험과정 문제 발생 시 전문가의 도움으로 진행되는 기술적 도제과정이 대부분이었으며, 창의적 문제해결능력 신장 보다는 새로운 실험 장비나 첨단 기술을 접하는 기회 제공 차원이 큰 것으로 나타났다. R&E 프로그램에서 멘토의 역할이 중요하며, 멘토의 역할은 학생들의 생산적 참여 정도와 과학 및 과학자의 인식에 큰 영향을 주었다.

참고 문헌

- 권용주, 정진수, 강민정, 김영신 (2003). 과학적 가설 지식의 생성과정에 대한 바탕이론. 한국과학교육학회지, 23(5), 458-469.
- 권재술, 김범기 (1994). 초·중학생들의 과학탐구 능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 김경대, 심재영 (2008). R&E 프로그램을 체험한 과학영재들의 사사교육 프로그램 효과에 대한 인식: KAIST 신입생을 중심으로. 한국과학교육학회지, 28(4), 282-290.
- 김대진, 신광문, 이성묵 (2008). 흑체복사를 이용한 연구교육 프로그램 개발 및 적용. 새물리(한국물리학회), 56(2), 63-73.
- 김명환 (2003). 창의적 사사교육 및 교육 프로그램 개발을 위한 국제전문가 초청 Workshop, 한국과학재단, p94.
- 김종득, 김훈, 박은영, 이범진, 최호성 (2005). 과학영재학교 R&E 사업 결과보고서. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
- 동효관, 홍준의, 신영준, 김경호, 이길재 (2003). 과학영재가 선호하는 수업형태와 수업환경 조사를 위한 수업 전략의 개발. 한국생물교육학회지, 31(1), 16-23.
- 이선길 (2006). 고등학교 과학영재를 위한 사사 연구(R&E) 프로젝트 학습모형의 개발과 적용. 이화

여자대학교 박사학위논문.

이정규, 김현철 (2007). 고등학교급 영재교육기관의 교육과정의 비교 및 발전방안. *영재와 영재교육*, 6(1), 5-22.

이정규, 김현철, 최인수, 김홍원, 이윤옥 (2006). 영재교육 담당교원의 양성과 임용에 대한 연구. *한국교원교육학회*, 23(2), 343-363.

임길선, Yager, R. E. (2007). 과학영재의 지속성 계발을 위한 교수·학습 프로그램 개발 방향. *한국일본교육학연구*, 11(2), 1-20.

장명덕, 홍상욱, 정진우 (2002). 중학교 2학년 과학영재들의 과학 지식에 대한 과학철학적 관점과 이에 대한 토론 및 읽기 활동의 효과. *한국지구과학회지*, 23(5), 397-405.

조현준, 양일호, 이효녕, 송윤미 (2008). 초등과학 영재의 논증활동에서 사용된 증거의 수준 분석. *한국과학교육학회지*, 28(5), 495-505.

지명근(2005). R&E 프로그램의 운영과정 및 인지적 정의적 영역에 미치는 영향에 관한 연구-2004년 과학고등학교 R&E 프로그램을 대상으로. 서울대학교 석사학위 논문.

하지희, 이화중, 강성주 (2009). 모델링 활동에 대한 과학고등학교 학생들의 인식. *영재교육연구*, 19(1), 183-201.

황명주 (2007). 과학영재 R&E지도를 위한 과학공동체 교수-학습 모형의 개발과 자기센서 소자 개발 학습과정의 적용. 공주대학교 박사학위논문.

Driver, R. & Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, 84(3), 287-312.

Edwards, A. & Jones, S. M. & Wapstra, E. & Richardson, A. M. (2007) Engaging students through authentic research experiences. *UniServe Science Teaching and Learning Research Proceedings*, 168-172.

Grabowski, J. & Heely, M. E. & Brindley, J. A. (2008). Scaffolding Faculty-Monitored Authentic Research Experiences for First-Year Students. *CUR Quarterly*, 29(1), 41-47.

Hapkiewicz, A. (1999) Authentic Research within the Grasp of High School Students. *Journal of Chemistry Education*, 76(9), 1212-1214.

Kvale, S. (1987). Validity in the qualitative research interview methods. *Journal of Human Science*, 1(2), 37-72.

Patton, M. Q. (2000). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd Ed.) London: Sage publications, pp 104-110, 113-115, 482-487, 497-499.

Sternberg, R. J. (1988). A three-fact model of creativity. In Sternberg, R. J., (Ed), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*, 125-147. MA: Cambridge University Press.

Watson, J. R. & Swain, J. R. L. & McRobbie, C. (2004). Student 's discussions in practical scientific inquiries. *International Journal of Science Education*, 26(1), 24-45.