

과학고 및 영재고 Research and Education (R&E) 운영 현황 및 실태 분석

정 현 철

KAIST

채 유 정

KAIST

류 춘 렬

KAIST

본 연구의 목적은 Research and Education(R&E) 현황과 실태를 분석하는 데 있다. 본 연구에서는 2010년에 운영된 과학고와 영재고 21개 학교의 R&E 과제 현황과 참여자 현황을 파악하였으며, 총 1,466명의 학생과 310명의 지도자를 대상으로 인식과 실태 조사를 실시하였다. 분석결과는 다음과 같다. 과학고 18개교, 영재고 3개교에서 총 502개의 R&E 과제가 운영되었다. 이 중 362과제(72.1%)는 교수위주의 지도 형태이며, 교사단독 지도는 117과제(23.3%), 교수자문 지도는 23과제(4.6%)로 나타났다. 참여한 인원은 지도자가 861명(지도교수 385명, 지도교사 476명), 학생이 2,168명이며, R&E에 투입된 총 예산은 약 45억이다. 분석 결과 R&E 운영에 있어 1) 주제 선정 시 학생의 사전지식과 교육과정을 고려하고 2) 주제와 관련된 충분한 기초학습 기회를 제공해야 하며, 3) 수행 과정의 주기적인 점검 및 주도적인 연구 기회의 제공이 요구된다. 그리고 4) 지속적 연구관련 정보 지원과 5) 연구 수행환경의 개선이 필요할 것이다.

주제어: Research and Education(R&E), 과학고, 영재학교

I. 서 론

사사교육은 영재교육에 있어 전통적인 교육방법이며, 모든 시대와 문화를 통해 전해져 내려왔다. 전통적인 의미에서 사사교육이란 도제제도로서, 특정 분야의 거장(master)아래 소수의 도제(apprentices)가 수년간의 교육을 받는 형태였다. 그러나 현재 이루어지고 있는 사사교육은 특정 분야의 전문가, 그리고 동일한 분야에 관심과 재능을 가진 학생들이 관계를 맺고 교육 활동을 수행하는 형태이다(최호성 외, 2003). 사사교육은 인지적 도제, Vygotsky의 사회적 구성주의, 상황학습, 구성주의 학습 등 다양한 이론에 기반을 두고 있으며, 과학의 본

교신저자: 류춘렬(cryu@kaist.ac.kr)

*이 연구는 정부의 과학기술진흥기금 및 복권기금과 한국과학창의재단의 지원으로 국민과 함께 합니다.

질에 가깝게 과학을 경험할 수 있는 실제 과학탐구의 특성을 반영할 수 있기 때문에(박은영, 2007; 박종원, 2009) 과학영재교육 상황에서도 의미있게 활용될 수 있는 교육 형태이다(Torrance, 1984). 더불어 사사교육은 학교라는 제한된 공간에 비해 광범위한 능력과 관심을 가지고 있는 영재학생들에게 효과적인 방법을 제공한다는 의의가 있다(Tannenbaum, 1983).

과학 탐구를 위한 프로젝트형 교육방법의 하나인 R&E는 특성화된 사사교육으로서 ‘연구를 통한 교육’, ‘교육을 통한 연구’를 의미한다(최호성 외, 2003). 한국과학영재학교(구 부산 과학고등학교)를 대상으로 2002년에 시범적으로 운영되었고 현재 전국의 과학고와 영재고에서 시행되고 있는 R&E는 과학영재학생들이 1) 실제 연구를 진행하는 과학자들과의 만남을 통하여 연구의 과정을 경험하고 과학자의 자질을 함양하는 것, 그리고 2) R&E의 과정에서 자기 주도적으로 연구를 설계하고 문제를 해결하며 과학적 탐구능력과 창의적인 문제해결능력을 계발하는 것에 중요성을 두고 있다(김경대, 심재영, 2008).

사사교육의 효과는 여러 연구에서 다루어지고 있다. 사사교육의 효과는 크게 인지적 영역의 효과와 정의적 영역의 효과로 구분할 수 있다. 인지적 영역의 효과는 창의성의 계발(Nash & Treffinger, 1986; Noller, 1982; Pleiss & Feldhusen, 1995; Torrance, 1984), 과제 집중력 증가(Torrance, 1984), 메타인지 능력의 발달(Ambrose et al., 1994; Beck, 1989; Bowers & Flinders, 1990), 특수아의 성취 증가(Clasen & Hanson, 1987), 학습 장애 개선(Lambert & Lambert, 1982; Lengel, 1989)을 들 수 있으며, 정의적 영역의 효과는 흥미와 관심, 자신감의 증가(Casey, 2000; Macdonald & Sherman, 2007)와 인간관계와 동료관계의 발달(Casey, 2000; Pleiss & Feldhusen, 1995; Torrance, 1984), 자아존중감 증가(Moore et al., 1978)를 들 수 있다.

사사교육을 기반으로 하여 R&E를 다루고 있는 연구들(박종원, 2009; 심규철, 박경애, 김지현, 2009; 이선길, 2006; 정영란, 2003; 최호성 외, 2003; 편은진, 이선길, 오혜미, 이범진, 2008; Shim & Kim, 2005)은 성공적인 R&E를 위한 지도자의 역할을 강조하는데, 학생들이 실제 과학 연구를 경험할 수 있는 활동들을 지원하며, 수행의 과정에서 적절한 교육을 제공하고 학생의 반응에 적절한 피드백을 제공해야 한다고 요약될 수 있다. 위의 연구 결과들을 바탕으로 연구수행 과정을 1) 주제선정 단계, 2) 주제 관련 사전지식 학습 단계, 3) 연구 설계와 문제해결 및 수행 단계, 4) 평가 및 발표 단계로 구분 가능하다.

사사교육에서 연구 활동이 연속성을 유지하기 위해 연구 기반 시설과 설비를 갖춘 학습 환경 또한 중요하다(이광형, 편은진, 김영주, 한상준, 2007; 최호성 외, 2003; 편은진 외, 2008). 주제 제안 시에는 연구 시설 및 설비의 목록을 고려하여 적합한 연구 과제를 제안하도록 해야 하며, R&E 과정 중에 충분한 실험이 가능하도록 실험 기자재가 지원되어야 한다.

또 다른 환경적 요인으로서 주기적인 점검과 관리 지속적인 모니터링 또한 중요한 요인 중 하나이다(Ellingson et al., 1986; Haeger & Feldhusen, 1989; Harris, 1985; Purdy, 1981). 지속적인 점검과 관리를 통하여 학생의 이해정도를 점검하고, 부진한 지도자 또는 학생을 격려하여 긍정적 방향으로의 유도가 가능하기 때문이다. 또한, 문제 발생 시 신속히 문제를 파악하고 이와 관련한 대처가 이루어질 수 있다는 장점을 지닌다.

<표 1> R&E 일반 현황(2010년 12월 현재)

단위: 빈도(%)

구분	과제 수 :과제	참여자:명			예산:천원	
		지도교수	지도교사	학생		
학교 유형	과학고	365 (72.7)	259 (67.3)	365 (76.7)	1,559 (71.9)	2,496,860
	영재고	137 (27.3)	126 (32.7)	111 (23.3)	609 (28.1)	2,015,000
과목 유형	수학	116 (23.1)	82 (21.3)	113 (23.7)	529 (24.4)	939,680
	물리	93 (18.5)	70 (18.2)	91 (19.1)	403 (18.6)	819,020
	화학	91 (18.1)	70 (18.2)	83 (17.4)	393 (18.1)	856,520
	생물	105 (20.9)	83 (21.6)	96 (20.2)	440 (20.3)	1,007,820
	지구과학	52 (10.4)	40 (10.4)	52 (10.9)	217 (10.0)	428,960
	정보과학	34 (6.8)	29 (7.5)	33 (6.9)	139 (6.4)	314,460
	융합과학	11 (2.2)	11 (2.9)	8 (1.7)	47 (2.2)	145,400
지도 형태	교수위주	362 (72.1)	362 (94.0)	336 (70.6)	1,582 (73.0)	3,627,200
	교사단독	117 (23.3)	0 (0.0)	117 (24.6)	484 (22.3)	744,660
	교수자문	23 (4.6)	23 (6.0)	23 (4.8)	102 (4.7)	140,000
합계		502 (100)	385 (100)	476 (100)	2,168 (100)	4,511,860

정보와 자원의 접근성이 확보된 환경에서 지도자로부터 충분한 지원을 받은 학생은 자신의 업무 또는 학습에 대해 자신감을 가질 수 있으며, 이를 기반으로 조직에서 영향력있는 구성원이 될 가능성이 높다(Allen et al., 1997; Allen & Eby, 2003; Young & Perrewew, 2000). 자신이 원하는 도움을 받을 수 있다는 지각은 학생으로 하여금 관계에 가치와 의미를 부여하고 지도자와 사사교육에 대해 긍정적으로 인식 가능하게 하므로, R&E 교육이 내실 있게 이루어질 수 있도록 적절한 지원이 요구된다.

R&E는 과학고와 영재고의 특성화된 프로그램이며 많은 과학영재학생들이 R&E를 통하여 과학자로서의 역량을 키워가고 있다. 이전과는 다르게, 2010년부터는 학교 재량, 자율적 운영이 강조되어 각 학교마다 R&E 운영형태, 성격에 많은 차이를 보이게 되었다(정현철 외, 2012). 그러나 현재까지 이루어진 연구들은 주로 기자재의 지원, 관리 등 주로 하드웨어적인 운영 결과 및 단순한 만족도 조사에 근거하여 이루어져 다양한 문제 상황들의 경중을 적절히 파악하지 못하고 있기 때문에 무엇을 시급하게 개선해 나가야 할 것인지에 대한 적절한 방안을 제시하지 못하고 있다. 이러한 이유로 R&E 현황을 체계적으로 분석하고 운영 개선을 위한 참여자들의 요구를 명확히 조사하고 분석할 필요가 있다.

R&E 현황 및 운영 개선 요구 분석을 위하여 본 연구에서 제기한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, R&E에 대한 지도자들의 인식과 수행실태는 어떠한가?

둘째, R&E에 대한 학생들의 인식과 수행실태는 어떠한가?

II. 연구 방법

본 연구를 위해 과학고와 영재고의 R&E 현황을 파악하였다. 파악된 현황을 이용하여 설

문조사가 이루어졌으며, 전수 조사를 목표로 설문이 투입되었다.

1. R&E 현황

본 연구에서는 2010년에 운영된 과학고와 영재고 21개 학교의 R&E 과제 현황과 참여자 현황을 파악하였다. 파악한 R&E 일반 현황은 다음과 같다(<표 1>).

2010년 현재 영재고의 경우 R&E는 교육과정에 포함하여 운영하고 있으나, 과학고의 경우 교육과정과 별도로 R&E를 운영하고 있다. 본 연구에서 분류한 영재고는 한국과학영재학교, 서울과학고와 경기과학고이며, 2010년에 영재학교 인가를 받은 대구과학고는 R&E의 운영이 과학고 R&E의 형태로 운영되었기 때문에 본 연구에서는 과학고로 분류하였다.

지도 형태는 크게 세 가지 형태로 1) 교수위주 지도, 2) 교사단독 지도, 3) 교수자문활용 지도로 구분할 수 있다. 첫 번째, 교수위주의 지도 형태는 지도교수가 주도적으로 지도를, 그리고 교사는 실험 보조, 행정적 지원, 학생 관리 등의 소극적 지도를 담당하는 지도 형태이며, 두 번째, 교사단독 지도 형태는 지도교사가 연구의 책임자로 지도를 담당하는 지도 형태로, 연구수행도 해당 학교에서 이루어진다. 이 때 지도교사란, 학생이 소속한 학교의 교사를 말한다. 세 번째, 자문교수활용 지도 형태는 지도교사가 연구지도를 주도하되, 지도교수를 자문으로 두는 형태이다. 즉, 연구 주제의 선정과 연구 수행 과정에서 지도교사의 전문성을 보완하는 역할을 지도교수가 하게 된다.

과학고 18개교, 영재고 3개교에서 총 502개의 R&E과제가 운영되었다. 이 중 362과제(72.1%)는 교수위주의 지도 형태이며, 교사단독 지도는 117과제(23.3%), 교수자문 지도는 23과제(4.6%)로 나타났다. 참여한 인원은 지도자가 861명(지도교수 385명, 지도교사 476명), 학생이 2,168명이며, R&E에 투입된 총 예산은 약 45억이다.

1과제당 평균 참여자와 평균 예산을 파악하였다. 파악한 결과는 다음과 같다(<표 2>).

과학고는 1과제당 평균 참여자가 지도교수가 0.70명, 지도교사가 1.00명이고 영재고는 지도교수가 0.92명, 지도교사가 0.81명이다. 이러한 차이가 나타나는 이유는 지도교사위주의 지도 과제 중 과학고 과제의 비율(34.4%)이 영재고(12.7%)보다 높기 때문이며, 영재고의 경우 과학고와 달리 지도교사 없이 지도교수와 학생으로만 구성된 팀(7.4%)이 있기 때문이다.

수학과목은 1과제당 평균 학생의 인원(4.49명)이 타 과목(4.09~4.20명)에 비해 높다. 이러한 차이가 나타나는 이유는 수학이 타 과목에 비해 실험을 요구하지 않는 이유로 시간적, 예산적 여유가 있어 1과제당 더 많은 인원이 편성된 경향이 있기 때문이다.

1과제당 평균 예산은 과학고(약 7백만원)가 영재고(약 1천4백만원)보다 적다. 융합과학의 경우 1과제당 평균 예산(약 1천3백만원)이 타 과목(약 9백만원)에 비해 높은 이유는 융합과학을 영재고에서만 분류하고 있기 때문이다. 교수위주 지도의 1과제당 평균 예산(약 1천만원)이 교사단독 지도(약 6백만원)보다 높은 이유는 영재고의 지도형태가 주로 지도교수위주 지도(91.8%)이며, 지도교사 지도의 비율(8.2%)이 매우 낮기 때문이다. 마찬가지로 과학고의 경우도 지도교수위주 지도는 지도교수 수당이 포함되어 있기 때문이다.

<표 2> 1과제당 평균 참여자와 평균 예산 현황

구분	1과제당 평균 참여자(명)			1과제당 평균 예산(천원)	
	지도교수	지도교사	학생		
학교 유형	과학고	0.7	1.0	4.2	6,840
	영재고	0.9	0.8	4.3	14,708
과목 유형	수학	0.7	1.0	4.5	8,100
	물리	0.8	1.0	4.2	8,766
	화학	0.8	0.9	4.2	9,511
	생물	0.8	0.9	4.2	9,598
	지구과학	0.8	1.0	4.1	8,187
	정보과학	0.9	1.0	4.1	9,248
	융합과학	1.0	0.7	4.1	13,218
지도 형태	교수위주	1.0	0.9	4.3	10,061
	교사단독	0.0	1.0	4.1	6,236
	교수자문	1.0	1.0	4.4	6,086
합계		0.8	1.0	4.3	8,987

2. 조사 대상

본 연구를 위해 2010년 12월에 R&E에 참여하는 모든 학생과 지도자를 대상으로 전국 18개 과학고 및 3개 영재학교에서 실시되었다. 총 1,466명(67.6%)의 학생과 310명의 지도자가 설문에 참여하였으며, 분석이 불가능한 16개의 학생 설문, 5개의 지도자 설문을 제외한 총 1,450명, 305명의 설문이 분석되었다.

설문에 참여한 R&E 지도자의 참여분야, 최종학력, 교직경력, R&E경력은 다음과 같다 (<표 3>).

<표 3> 지도자 배경 구성

단위: 명(%)

구분	지도교수	지도교사	전체	
성별	남자	67 (90.5)	173 (74.9)	240 (78.7)
	여자	7 (9.5)	58 (25.1)	65 (21.3)
참여분야	수학	19 (25.7)	61 (26.4)	80 (26.2)
	물리	13 (17.6)	42 (18.2)	55 (18.0)
	화학	10 (13.5)	42 (18.2)	52 (17.0)
	생물	19 (25.7)	46 (19.9)	65 (21.3)
	지구과학	10 (13.5)	32 (13.9)	42 (13.8)
	정보	3 (4.1)	8 (3.5)	11 (3.6)
학위유형	박사	74 (100)	41 (17.7)	115 (37.7)
	석사	0 (0.0)	138 (59.7)	138 (45.2)
	학사	0 (0.0)	52 (22.5)	52 (17.0)
합계		74 (100)	231 (100)	305 (100)

설문에 참여한 305명의 지도자 중 지도교수는 74명, 지도교사는 231명이다. 지도자의 교육경력은 평균 14.79년(지도교수 15.76년, 지도교사 14.48년)이며, 이에 비해 R&E 지도경력 은 평균 3.0년(지도교수 3.16년, 지도교사 2.99년)이었다. 교사경력에 비해 R&E 경력이 짧은 이유는 교사가 과학고에 머무를 수 있는 기간에 제한이 있기 때문으로 보인다. 지도교수와 지도교수의 지도경력이 유사한 것은, 지도교수의 섭외가 주로 지도교사에 의해 이루어지고, 지도교사는 한 지도교수에게 지속적으로 지도를 요청하는 경향이 있기 때문으로 보인다. 따라서 결과적으로 지도교사의 R&E 지도경력은 지도교수의 R&E 지도경력과 비례하는 경향성을 보인다고 할 수 있다. 단, 지도교수의 경우 지도교사가 바뀌어도 담당자에 의해 지속적으로 섭외될 수 있기 때문에 지도교사의 R&E 지도경력보다 오히려 약간 높은 경향이 있다. 지도교수 중 47명(63.5%)은 조교(대학원생)를 R&E 지도에 활용하는 것으로 나타났다.

설문에 참여한 학생의 학교유형, 성별, 학년, 참여분야, 지도형태는 다음과 같다(<표 4>).

<표 4> 학생 배경 구성 단위: 명(%)

구분		학생 수
학교유형	과학고	1,235 (85.2)
	영재고	215 (14.8)
성별	남학생	1,190 (82.1)
	여학생	260 (17.9)
학년	1학년	1,190 (82.1)
	2학년	260 (17.9)
참여분야	수학	330 (22.8)
	물리	250 (17.2)
	화학	285 (19.7)
	생물	327 (22.6)
	지구과학	159 (11.0)
	정보과학	99 (6.8)
지도형태	교수위주	1,031 (71.1)
	교사단독	341 (23.5)
	교수자문(교사위주)	78 (5.4)
합계		1,450 (100)

과학고의 경우 교육과정 특성상 2년 후 진학하는 사례가 많기 때문에 R&E는 주로 1학년을 대상으로 시행되고 있다(82.1%). 그러나 영재고의 경우 기본적으로 조기졸업이 매우 드물며 3년 과정을 이수, 졸업하도록 하고 있으므로 R&E를 교육과정에 편제하여 2학년 과정에서 수행하도록 하고 있는 경우가 대부분이다.

3. 조사 절차

R&E 운영 실태를 파악하기 위해 2010년 12월에서 2011년 1월 사이에 조사가 이루어졌다. 각 학교에 따라 약간의 차이가 있지만 대체적으로 R&E가 연말인 12월에서 1월 사이에

종료되기 때문에 R&E의 실태를 정확하게 파악하기 위해서 종료되는 시점에 조사를 수행하였다.

R&E 연구수행에서 지도자와 학생의 수행 실태를 파악하기 위해 지도자와 학생들을 대상으로 설문이 실시되었다. 설문은 2010년 12월 20일에서 2011년 1월 22일 사이에 각 학교로 우편 발송을 하고 수거하였다. 더불어 면밀한 분석을 위해 지도자와 학생들을 대상으로 추가적인 방문 면담을 실시하였다.

4. 조사 도구

사상교육과 R&E에 관한 문헌을 바탕으로 효과적인 R&E를 수행하기 위한 요인을 추출하였으며, 이를 토대로 R&E 운영 실태를 분석하기 위한 설문지를 구성하였다. 설문지의 개발을 위해 과학교육을 전공한 박사 2명과 교육학을 전공한 박사 1명, 석사 1명이 참여하였으며, 상호 협의와 논의를 통해 문항을 개발하였다.

R&E 수행 실태를 분석하기 위해 지도자와 학생들의 설문을 다음과 같이 구성하였다(<표 5>).

<표 5> 설문 문항 구성 및 내용

구분	지도자 문항 구성	학생 문항 구성	문항
배경	소속, 성별, 직위, 분야, 학력, 전공, R&E경력	소속, 성별, 학년, 참여분야	1~5
지도형태 /참여태도	팀 구성인원	참여 동기	I-1
	R&E지도목표	주제 선택 시 고려 요인	I-2
	지도시간 및 형태	수행 시 어려웠던 점	I-3
	지도일지 기록 및 점검	수행일지 기록 및 점검	I-4
지도실태 /참여실태	R&E연구관련 개념 이해	R&E연구관련 설명 수준	II-1
	주도적 연구수행 수준	주도적 연구 배려 수준	II-2
	학생 간 협력 수행 수준	역할 분담 수준	II-3
	흥미와 관심 수준	관련 분야, 진로 안내	II-4
	연구 열의	지도 열의	II-5
R&E관련 자유 의견			III

지도자와 학생 설문의 문항은 참여자의 배경 관련 5문항, 지도형태/참여태도 관련 4문항, 지도실태/참여실태 관련 5문항, 그리고 R&E관련 자유 의견 1문항으로 구성하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 지도자의 R&E 인식과 수행 실태

지도자를 대상으로 R&E 지도목표, 교육일수 및 시간, 지도일지 기록 실태를 파악하였다.

가. 지도자들의 R&E 지도목표

지도자들의 R&E 지도 목표를 조사한 결과는 다음과 같다(<표 6>).

<표 6> 지도 목표

단위: 명(%), N=305

지도 목표	지도교수	지도교사	합계
실제 연구 설계과정의 교육	38 (28.8)	101 (24.4)	139 (25.5)
자기주도적인 연구 및 수행	28 (21.2)	102 (24.6)	130 (23.8)
실제 연구자와 함께하는 연구	27 (20.5)	74 (17.9)	101 (18.5)
최신 이론 및 연구의 경험	16 (12.1)	58 (14.0)	74 (13.6)
연구 능력의 습달	10 (7.6)	42 (10.1)	52 (9.5)
심화 지식의 습득	10 (7.6)	28 (6.8)	38 (7.0)
가치 있는 연구 결과 획득	3 (2.3)	9 (2.2)	12 (2.2)

조사 결과 지도자들은 R&E상황에서 실제 연구 설계 과정의 교육(25.5%)과 자기주도적인 연구 및 수행(23.8%), 실제 연구자와 함께 하는 연구(18.5%)를 주로 지도목표로 두고 있으며, 상대적으로 연구 능력의 습달(9.5%), 심화 지식의 습득(7.0%), 가치 있는 연구 결과 획득(2.2%)은 크게 고려하지 않는 목표임이 확인되었다. 지도자들은 학생들의 R&E 수행의 목표를 의미 있는 결과의 산출에 두기 보다는 주도적인 연구 과정을 통하여 실제 연구를 설계해보고 실제 연구자와 함께 연구를 수행하는 데 더 큰 의미를 두고 있었다. 이러한 상황은 지도자들이 연구수행에 있어 결과보다 과정에 의미를 두고 있다고 할 수 있을 것이다.

나. R&E 교육일수 및 시간

지도자를 대상으로 한 달 평균 교육일수와 1회 평균 교육시간을 조사하였다(<표 7>).

<표 7> 한 달 평균 교육일수

단위: 일

구분		지도교수(N=74)	지도교사(N=231)	전체(N=305)
오프라인	학기중	3.1 (3.35)	4.9 (5.21)	4.5 (4.88)
	방학중	6.5 (6.33)	4.7 (4.42)	5.2 (5.00)
온라인	학기중	1.5 (3.10)	1.4 (3.19)	1.4 (3.16)
	방학중	1.3 (2.54)	1.3 (2.74)	1.3 (2.69)

한 달 평균 교육일수의 조사 결과, 오프라인 교육일수(평균 4.88~5.00일)가 온라인 교육일수(1.27~1.41) 보다 월등히 높았다. 오프라인 교육에 비해 온라인 교육의 실시가 저조한 이유는 과학고의 경우 아직 온라인으로 R&E를 운영할 수 있는 시스템이 구축되어있지 않기 때문이다.

“사실 과학고는 R&E가 온라인으로 관리가 안 되지 않습니까. 온라인으로 관리가 되면서 모니터링 기능이 확 증가가 되는데 사실 과학고는 그런 것들이 없기 때문에”

지도교수와 지도교사에 따라서 한 달 평균 교육일수에 차이가 있다. 학기 중 지도 일수는 지도교사(4.89일)가 지도교수(3.11일)보다 많았으며, 방학 중 지도일수는 지도교수(6.49일)가 지도교사(4.73일)보다 많았다. 지도교수의 경우 학기 중보다 방학 중이 두 배 이상 많은 것으로 나타났으며, 지도교사의 경우 학기 중이 방학 중보다 약간 더 많았다. 담당자 면담을 통해 확인한 결과, 이러한 원인은 지도교수의 경우 학사 일정상 학기 중에 지도가 어렵기 때문인 것으로 판단된다.

“대학이나 연구소에 계시는 분들은 학기 중엔 지도가 어려우니까 방학 때 실험하고 결과물이 나오게 합니다.”

또 다른 이유로는 연구 주제에 따라 차이가 있겠지만 학교 일정상 학기 중에 집중하여 수행할 수 없기 때문에 방학 때 집중적으로 수행을 하기 때문이며, 실험 연구의 경우 반복적인 실험이 요구되기 때문에 방학 기간에 보다 효율적으로 진행 가능하기 때문이다.

“3, 4월에 시작돼도 방학 때 주로 연구를 많이 하더라고요. 처음에 한 두 번 듣고 기본 마인드만 갖고 있다가 주로 방학 때나 6월 즈음 시작하면 약간 빠듯한데. 왜냐하면 애들이 기말고사 있고 그러니까 한 번 가서 방학 때 계획을 세우고, 바로 시작하고”

“반복하는 실험이면 어떤 학생들은 방학 때 아침에 가서 저녁 늦게까지 며칠을 실험을 해서 겨우 결과를 얻고 하는 경우도 있었다고 하더라고요.”

지도자를 대상으로 1회 평균 교육시간을 조사하였다(<표 8>).

<표 8> 1회 평균 교육 시간

단위: 시간

구분		지도교수(N=74)	지도교사(N=231)	전체(N=305)
오프라인	학기중	4.1 (2.4)	3.6 (3.9)	3.7 (2.5)
	방학중	5.6 (3.7)	4.2 (2.5)	4.5 (3.9)
온라인	학기중	0.8 (1.3)	0.6 (1.3)	0.7 (1.3)
	방학중	0.7 (1.6)	0.7 (1.5)	0.7 (1.5)

조사 결과 1회 평균 교육시간의 결과와 유사한 결과가 나타났다. 즉, 오프라인 교육 시간(3.74~4.52시간)보다 온라인 교육시간(0.67~0.68시간)이 월등히 작았으며, 이러한 결과의 이유는 마찬가지로 과학고의 온라인 시스템이 부재하기 때문인 것으로 생각해 볼 수 있다. 그리고 지도교수와 지도교사 모두 방학 중 평균 교육 시간이 학기 중보다 많았다. 이러한 이유 역시 학기 중 학생들의 일정으로 인해 방학 중에 집중해서 수행이 이루어지는 데 원인이 있다고 판단이 된다.

다. R&E 지도일지 기록 실태

지도자 305명을 대상으로 설문을 통해 R&E 지도일지의 기록 실태를 조사하였다(<표 9>).

<표 9> 지도일지 기록 실태

단위: 명(%)

구분	지도교수(N=74)	지도교사(N=231)	합계(N=305)
작성함	36 (48.6)	77 (33.3)	113 (37.0)
작성 진행상황 점검함	34 (45.9)	147 (63.6)	181 (59.3)
안함 진행상황 점검안함	4 (5.4)	7 (3.0)	11 (3.6)

조사 결과 작성한 지도자는 113명(37.0%)이며, 이 중 지도교수는 74명 중 36명(48.6%)이 작성하였으며, 지도교사는 231명 중 77명(33.3%)이 작성하였다. 그리고 작성하지 않았으나 진행상황을 점검만 하는 경우가 181명(59.3%), 작성도 하지 않고 진행상황도 점검하지 않는 경우가 11명(3.6%)이었다. 상대적으로 지도교수가 지도교사에 비해 지도일지를 보다 잘 작성하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 지도교사가 지도교수를 책임지도자로 두고 공동지도자로 참여하고 있는 경우 지도일지를 지도교수만 작성하고 있기 때문에 상대적으로 지도교사의 작성비율이 나타나는 것이라 유추할 수 있다.

수행활동의 기록을 하지 않는 학교가 있는 반면, 수행활동을 모니터링 할 수 있는 실질적인 근거자료이기 때문에 의무적으로 작성하게 하거나 혹은 강요하지는 않더라도 권유를 하는 경우도 있었다. 기록이 어려운 이유는 지도자의 지도 방식에 따라 수행의 기록의 차이가 크며, 강제성이 없고 결과위주의 평가로 인해 수행활동과정의 기록에 대한 의미부여가 적절히 이루어지지 않기 때문인 것으로 나타났다.

“예전에는 일지도 쓰고 무슨 중간 점검하는 것도 있었는데 그거는 거의 형식화되어 버리더라고요. 그래서 중간에 그런 건 없애 버린 거죠. 저희가 2~3년 전 까지는 했는데 별 실효성이 없다. 하나 안하나 쓰는 건 똑같이 써냈는데 결과는 똑같다 뭐 그렇게 되니까”

“선생님들에게 연구노트는 꼭 쓰시라고 말씀을 드렸고요. 근데 그걸 어느 수준으로 쓰거나라는 것까지는 아무리 부장이지만 거기까지는 터치를 못할 것 같고요.”

지도일지를 작성한 지도자 113명을 대상으로 지도일지의 기록내용을 조사하였다(<표 10>). 지도일지의 내용은 지도한 일시, 장소, 강의/실험 등의 지도형태에 해당하는 지도현황, 지도자가 강의하고 지도한 내용에 해당하는 지도내용, 학생들이 수행한 실험, 토론한 내용에 해당하는 수행내용, 학생들을 관찰하고 평가한 내용에 해당하는 관찰내용으로 구분하여 조사하였다.

<표 10> 지도일지 기록 내용

단위: 명(%)

구분	지도교수	지도교사	합계
지도현황(일시, 장소, 지도형태 등)	30 (83.3)	65 (84.4)	95 (84.1)
지도내용(지도자가 강의, 지도한 내용)	35 (97.2)	61 (79.2)	96 (85.0)
수행내용(학생들이 실험, 토론한 내용)	28 (77.8)	63 (81.8)	91 (80.5)
학생관찰내용(학생관찰 및 평가 내용)	17 (47.2)	49 (63.6)	66 (58.4)
계	36 (100)	77 (100)	113 (100)

전반적으로 지도현황(84.1%), 지도내용(85.0%), 수행내용(80.5%)에 비해 관찰내용(58.4%)의 기록이 저조한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 지도일지의 기록이 잘 이루어지고 있지 않으며, 학생의 수행 활동을 관찰하고 피드백을 주는 활동이 잘 기록되고 있지 않음을 보여 준다.

2. 학생들의 R&E 인식과 수행 실태

학생들을 대상으로 R&E 참여동기, R&E 주제 선택 시 고려 요인, 수행의 어려움을 파악하였다.

가. 학생들의 R&E 참여 동기

학생들의 R&E 참여 동기를 분석한 결과는 다음과 같다(<표 11>).

<표 11> 참여 동기

단위: 명(%)

구분*	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	계	
학교 유형	과학고	320 (26.8)	321 (26.9)	234 (19.6)	130 (10.9)	153 (12.8)	22 (1.8)	12 (1.0)	1,192 (100)
	영재고	58 (28.4)	37 (18.1)	67 (32.8)	37 (18.1)	4 (2.0)	1 (0.5)	0 (0.0)	204 (100)
$\chi^2=49.44, df=6, p<0.01$									
학년 유형	1학년	302 (26.2)	316 (27.5)	231 (20.1)	133 (11.6)	139 (12.1)	19 (1.7)	11 (1.0)	1,151 (100)
	2학년	76 (31.0)	42 (17.1)	70 (28.6)	34 (13.9)	18 (7.3)	4 (1.6)	1 (0.4)	245 (100)
$\chi^2=22.49, df=6, p<0.01$									
계	378 (27.1)	358 (25.6)	301 (21.6)	167 (12.0)	157 (11.2)	23 (1.6)	12 (0.9)	1,396 (100)	

* ① 관심 있는 주제를 연구할 수 있기 때문에, ② 자기계발에 도움이 될 것 같아서, ③ 필수적으로 해야 되기 때문에, ④ 향후 진로 결정에 도움이 될 것 같아서, ⑤ 입시에 도움이 될 것 같아서, ⑥ 지도자와 친밀한 관계를 갖고 싶어서, ⑦ 기타

분석 결과, 학생들의 참여 동기는 주로 관심주제(27.1%)와 자기계발(25.6%)의 이유로 참여하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 필수참여(21.6%)의 이유도 적지 않은 빈도로 나타났다. 기타 의견으로는 연구방법을 배우고 싶어서, 학교 수업과 다른 새로운 분야의 공부를 할 수 있어서 등의 의견이 있었다.

분석 결과가 응답자의 변인 특성에 따라 달라지는지를 살펴보기 위하여 교차분석을 실시한 결과 학교 유형($\chi^2=49.44, p<0.01$)과 학년 유형($\chi^2= 22.49, p<0.01$)에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

과학고의 경우 빈도가 높은 참여 동기는 자기개발(26.9%)과 관심주제(26.8%)이었지만 영재고의 경우 필수참여(32.8%)와 관심주제(28.4%)로 나타났다. 이러한 이유는 영재고의 경우 R&E가 교육과정에 편제되어 선택의 자유가 없이 필수적으로 참여해야 하기 때문인 것으로 판단된다.

집단 간 차이는 학년에 따라서도 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 이 차이 역시 영재고가 2학년 학생으로 주로 구성되고, 과학고가 1학년 학생으로 주로 구성되는 데 원인이 있을 것이라 생각된다.

학생들의 참여 동기는 낮으나 외적 요인으로 인해 참여하는 학생의 비율이 적지 않았다. 참여 동기가 없이 의무적으로 참여해야 하는 상황은 주도적인 연구 수행에 있어 저해 요인으로 작용하기 때문에 학생들의 올바른 동기를 심어줄 수 있는 활동이 제공될 필요가 있다.

나. 학생들의 R&E 주제 선택 시 고려 요인

학생들의 R&E 주제 선택 시 고려 요인을 조사한 결과는 다음과 같다(<표 12>).

단위: 명(%)

구분*	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	계	
학교 유형	과학고	731 (61.2)	111 (9.3)	85 (7.1)	84 (7.0)	47 (3.9)	22 (1.8)	114 (9.5)	1,194 (100)
	영재고	149 (72.7)	8 (3.9)	24 (11.7)	9 (4.4)	3 (1.5)	0 (0.0)	12 (5.9)	205 (100)
$\chi^2=40.36, df=7, p<0.01$									
학년 유형	1학년	714 (62.0)	105 (9.1)	82 (7.1)	70 (6.1)	48 (4.2)	22 (1.9)	110 (9.6)	1,151 (100)
	2학년	166 (66.9)	14 (5.6)	27 (10.9)	23 (9.3)	2 (0.8)	0 (0.0)	16 (6.5)	248 (100)
$\chi^2=33.23, df=7, p<0.01$									
계	880 (62.9)	119 (8.5)	109 (7.8)	93 (6.6)	50 (3.6)	22 (1.6)	126 (9.0)	1,399 (100)	

*① 연구 주제의 매력과 흥미, ② 주제 선정 가능성, ③ 연구 주제에 대한 사전지식 정도, ④ 연구진행의 수월성, ⑤ 지도자의 인지도, ⑥ 정규수업과의 연계성, ⑦ 기타

분석 결과, 학생들의 주제 선택 시 고려 요인은 주로 주제의 매력과 흥미(62.9%)인 것으로 나타났다. 기타 의견으로는 지도자와의 거리, 일방적인 주제 선정 등의 의견이 있었다.

분석 결과가 응답자의 변인 특성에 따라 달라지는지를 살펴보기 위하여 교차분석을 실시한 결과 학교 유형($\chi^2=40.356, p<0.01$)과 학년 유형($\chi^2=33.234, p<0.01$), 지도형태($\chi^2= 26.754, p<0.01$)에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

과학고의 경우 빈도가 높은 주제 고려 요인은 주제흥미(26.9%)과 선정가능성(9.3%)이었지만 영재고의 경우 주제흥미(72.7%)와 사전지식(11.7%)로 나타났다. 이러한 이유는 과학고의 경우 R&E가 경쟁적으로 선발되는 형태이고 영재고의 경우 필수적으로 참여하는 형태이

기 때문이라고 생각해볼 수 있다. 학년에 따른 차이 역시 영재고가 2학년 학생으로 구성되어 있기 때문에 동일한 결과가 나타난 것으로 판단된다.

다. 학생들의 R&E 수행과 관련한 어려움

학생들의 R&E 수행과 관련한 어려움을 조사한 결과는 다음과 같다(<표 13>).

<표 13> 수행의 어려움

단위: 명(%)

구분*		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	계
학교 유형	과학고	277(23.4)	255(21.5)	171(14.4)	171(14.4)	135(11.4)	82(6.9)	95(8.0)	1,186(100)
	영재고	35(17.3)	36(17.8)	41(20.3)	16(7.9)	15(7.4)	47(23.3)	12(5.9)	202(100)
$\chi^2=66.36, df=8, p<0.01$									
과목 유형	수/정	90(22.4)	99(24.7)	18(4.5)	63(15.7)	76(19.0)	23(5.7)	32(8.0)	401(100)
	과학	222(22.5)	192(19.5)	194(19.7)	124(12.6)	74(7.5)	106(10.7)	75(7.6)	987(100)
$\chi^2=91.22, df=8, p<0.01$									
지도 형태	교수	236(24.0)	206(20.9)	114(11.6)	111(11.3)	110(11.2)	119(12.1)	89(9.0)	985(100)
	교사	60(18.5)	65(20.0)	83(25.5)	62(19.1)	34(10.5)	6(1.8)	15(4.6)	325(100)
	자문	16(20.5)	20(25.6)	15(19.2)	14(17.9)	6(7.7)	4(5.1)	3(3.8)	78(100)
$\chi^2=88.46, df=16, p<0.01$									
계		312(22.5)	291(21.0)	212(15.3)	187(13.5)	150(10.8)	129(9.3)	107(7.7)	1,388(100)

*① 학교일정 때문에 시간 부족 어려움, ② 처음 접하는 전문분야에 대한 기초지식을 습득하기 어려움, ③ 실험을 열심히 했는데 결과가 제대로 나오지 않는 어려움, ④ 내신관리 부담으로 인한 어려움, ⑤ 전문적인 연구 주제 및 내용 이해의 어려움, ⑥ 수행 장소와 거리가 너무 멀어서 발생하는 어려움, ⑦ 기타

분석 결과, 학생들의 수행의 어려움 요인은 주로 시간 부족(22.5%), 기초지식습득의 어려움(21.0%)인 것으로 나타났다. 기타 의견으로는 지도자와 팀원들 간에 시간 조율의 어려움 등이 있었다.

분석 결과가 응답자의 변인 특성에 따라 달라지는지를 살펴보기 위하여 교차분석을 실시한 결과 학교 유형($\chi^2=66.360, p<0.01$)과 학년 유형($\chi^2=71.213, p<0.01$), 과목 유형($\chi^2=91.224, p<0.01$), 지도형태($\chi^2=88.460, p<0.01$)에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

과학고의 경우 빈도가 높은 어려움 요인은 시간부족(23.4%)과 기초지식습득의 어려움(21.5%)이었지만 영재고의 경우 수행 장소와의 거리(23.3%)와 실험 결과의 부정확(20.3%)으로 나타났다. 이러한 이유는 과학고의 경우 R&E가 교육과정에 편제되어 있지 않아 영재고에 비해 상대적으로 시간의 확보가 어렵기 때문일 가능성이 있다.

수학/정보 분야의 경우 빈도가 높은 어려움 요인은 시간부족(23.4%)과 기초지식습득의 어려움(21.5%)이었지만 과학 분야의 경우 시간부족(23.4%)과 실험 결과의 부정확(20.3%)으로 나타났다. 이와 같은 결과는 과학 분야의 경우 수학/정보 분야와 달리 실험위주 연구과제가 많기 때문일 것이다.

<표 14> 수행일지 기록내용

단위: 명(%)

구분	수행 일지 기록(N=1,317)			기록 내용 점검(N=868)			계
	지도내용	탐구일지	연구노트	지도내용	탐구일지	연구노트	
학교 유형	과학고 808 (65.4)	815 (66.0)	600 (48.6)	443 (35.9)	518 (41.9)	364 (29.5)	1,235 (100)
영재고	168 (78.1)	168 (78.1)	158 (73.5)	98 (45.6)	104 (48.4)	98 (45.6)	215 (100)
과목 유형	수/정 285 (66.4)	244 (56.9)	204 (47.6)	160 (37.3)	156 (36.4)	116 (27.0)	429 (100)
과학	691 (67.7)	739 (72.4)	554 (54.3)	381 (37.3)	466 (45.6)	346 (33.9)	1,021 (100)
지도 형태	교수 726 (70.4)	653 (63.3)	492 (47.7)	385 (37.3)	411 (39.9)	302 (29.3)	1,031 (100)
교사	206 (60.4)	267 (78.3)	224 (65.7)	128 (37.5)	166 (48.7)	131 (38.4)	341 (100)
자문	44 (56.4)	63 (80.8)	42 (53.8)	28 (35.9)	45 (57.7)	29 (37.2)	78 (100)
계	976 (67.3)	983 (67.8)	758 (52.3)	541 (37.3)	622 (42.9)	462 (31.9)	1,450 (100)

지도형태에 따라서도 차이가 있는 것으로 나타났다. 어려움 요인 중 시간 부족 요인은 교수위주(24.0%), 자문교수(20.5%), 교사단독(18.5%)의 순으로 나타났으며, 실험 결과의 부정확의 요인은 교사단독(25.5%), 자문교수(19.2%), 교수위주(11.6%)의 순으로 나타났다. 이는 교사단독지도의 경우 학생이 소속된 학교에서 지도가 이루어지기 때문에 상대적으로 시간 확보가 용이하지만 상대적으로 교사위주지도나 자문교수지도에 비해 상대적으로 정밀한 실험 기기의 확보가 어렵기 때문일 것이라 생각해 볼 수 있다.

3. R&E 수행일지의 기록 내용과 점검 여부

학생들의 수행일지 기록 내용과 지도자들의 수행일지 점검 여부를 비교하여 분석한 결과는 다음과 같다(<표 14>).

수행일지의 내용은 R&E 지도 내용(지도자가 강의, 지도 및 사소한 내용), 탐구 일지(탐원들과 연구와 관련하여 함께 활동한 내용), 연구 노트(개별적으로 연구와 관련하여 탐구나 실험을 한 내용)로 구분하여 조사하였다.

분석 결과, 수행 일지를 기록한 학생은 1,317명(90.8%)이고, 이 중 868명(59.9%)만이 지도자에게 점검을 받은 것으로 나타났다. 수행일지의 항목에 따라 분석한 결과, 지도 내용(67.3%)과 탐구 일지(67.8%)에 비해 연구 노트(52.3%)가 덜 기록되고 있으며, 탐구 일지(42.9%)에 비해 지도 내용(37.3%)과 연구 노트(31.9%)가 덜 점검되고 있다.

수행일지는 형식적으로 작성되어 일지작성 자체를 폐지한 경우도 있다. 그러나 학생들의 일지 기록이 의미 있는 활동이며, 권장해야 할 부분이라는 의견이 있다.

“예년에는 탐구일지를 학기별로 하나씩 받았나? 학생들이 쓴 거. 그것도 굉장히 형식적이죠. 그 자체가 제가 볼 때는 하나의 서류를 갖추는 것뿐이지. 큰 의미는 없었던 것 같아요. 지금은 강제성은 없는 거고.”

“학생들 일지는 상당히 의미가 있어요. 연구내용 기록한다는 의미에서 학생들 실험을 해도 실험일지를 쓰듯이 연구일지를 쓰는 것은 상당히 권장할만한데...”

응답자의 변인 특성에 따라 수행 일지의 기록과 점검을 비교한 결과 영재고가 과학고에 비해 수행일지의 기록과 점검이 보다 잘 이루어지고 있다. 이러한 원인은 영재고의 경우 R&E가 교육과정에 편제되어 있기 때문에 보다 강제성이 요구되었기 때문이라고 생각할 수 있다.

과학 분야가 수학/정보 분야에 비해 탐구일지와 연구노트의 기록과 점검이 보다 잘 이루어지고 있다. 이는 과학 분야가 수학/정보 분야에 비해 실험위주 연구주제가 많기 때문일 가능성이 높다.

지도내용의 기록은 교수위주(70.4%)가 교사단독(60.4%)과 자문교수(56.4%)에 비해 기록이 보다 잘 이루어지고 있다. 그러나 탐구일지와 연구노트는 교수위주지도가 교사단독지도와 자문교수지도 보다 약 10%씩 더 적은 비율로 기록과 점검을 하고 있는 것으로 나타났다. 지도교수위주지도의 경우 기록과 점검이 교사단독지도와 자문활용지도보다 형식적으로 이루어지기 때문에 이와 같은 결과가 나왔을 것이라 생각할 수 있다.

분석결과 R&E의 상황에서 수행의 점검과 관리를 위한 수행일지의 점검이 적절히 이루어지고 있지 않음을 확인하였다.

4. 지도자와 학생 간의 R&E 수행 실태 인식 비교

지도자와 학생의 참여 실태를 평가하기 위해 지도자와 학생 상호간 평가를 실시하였다. 학생의 목표도달 수준을 지도자가 평가하였으며, 지도자의 교육처치 수준을 학생이 평가하였다. 평가 결과는 다음과 같다(<표 15>).

<표 15> 학생 수행 실태 평가

단위: 평균, N=305

내용	학생 도달 수준(5점 척도)
R&E 연구와 관련된 개념 이해 수준	3.95 (0.67)
R&E 주도적 수행 수준	3.80 (0.94)
R&E 협력적 수행 수준	4.17 (0.73)
R&E 관련 흥미와 관심 수준	4.16 (0.73)
R&E 참여 열의	4.11 (0.81)

지도자들은 학생들의 목표도달 수준을 협력수행(4.17), 흥미와 관심(4.16), 참여열의(4.11), 연구개념이해(3.95), 주도적수행(3.80)의 순으로 평가하였다.

학생들의 주도적 수행의 수준이 상대적으로 낮은 이유는 R&E의 수행 상황이 주도적으로 연구할 수 있는 기회가 부족하며, 주제선정에서부터 연구설계와 수행에 걸쳐 일방적으로 진행이 되기 때문에 학생들이 수동적으로 참여하는 데 원인을 생각할 수 있다.

“R&E를 하면서 제가 연구에 참여했다는 느낌을 전혀 느끼지 못했다. 그저 대학 연구원생이 실험하는 모습만 옆에서 보고 실험기구는 한 번도 잡아보지 못했다. 학생들에게 더 적극적인 참여를 할 수 있도록 해주었으면 좋겠다.”

“R&E가 능동적인 활동이 아니라 수동적으로 흘러가는 것 같다. 주제 선정도 학생의 의견이 전혀 반영되지 않고 실험도 단편적인 것만 체험해보는 수준이었다. 전체적으로 아쉬운 점이 많은 것 같다.”

지도자의 교육적 처치와 태도에 대한 학생들의 평가를 분석한 결과는 다음과 같다(<표 16>).

<표 16> 지도자 지도 실태 평가

단위: 평균, N=1,450

내용	교육 처치 수준(5점 척도)
R&E 연구와 관련된 개념 설명 수준	3.95
R&E 적극적 참여 배려 수준	4.00
R&E 팀원 간 역할 분담 수준	3.68
R&E 관련 정보 안내 수준	3.13
R&E 지도 열의	4.02

학생들은 지도자의 교육처치 수준을 지도열의(4.02), 주도적 연구배려(4.00), 연구관련 개념 설명(3.95), 역할분담(3.68), 관련정보안내(3.13)의 순으로 평가하였다. 연구 관련 정보 안내가 상대적으로 낮은 이유는 연구 내용에 대한 충분한 설명이 없는 상태로 수행이 이루어지기 때문이며, 문헌과 자료를 탐색하는 방법 등 필수적인 연구 방법에 대해서도 충분한 설명이 이루어지고 있지 않기 때문일 가능성이 있다.

“교수님과 학생들과 처음에 이야기한 것이 부족하다. 교수님이 주제를 선정했는데 그것에 대해 자세한 설명 없이 바로 실험에 들어가 실험을 하면서 조교가 설명을 해주니까 조금 덜 효율적이다. 결과는 같지만 교수님과 이야기한 것이 1시간도 안된다.”

“학생이 책, 논문 등을 찾는 것이 생소하므로 지도교사가 많이 도와주셨으면 좋겠다.”

분석결과 지도자들은 학생들의 주도적인 수행에 대해 상대적으로 낮은 것으로 평가하고 있으며, 학생들은 지도자들이 제공하는 R&E와 관련된 정보 안내 수준이 상대적으로 낮게 평가하고 있었다.

IV. 결론 및 논의

본 연구는 R&E 현황과 실태를 파악하고 개선점을 도출하기 위한 목적으로 전국 18개 과학고 및 3개 영재고에서 R&E에 참여하는 총 1,450명의 학생과 305명의 지도자를 대상으로 이루어졌다. 연구를 위해 지도자들을 대상으로 지도 목표, 교육일수 및 시간, 지도일지 기록 실태를 파악하였으며, 학생들을 대상으로 참여 동기, 주제 선택 시 고려 요인, 수행의 어려움

을 파악하였다. 그리고 수행일지의 기록과 점검 실태를 파악하였으며, 지도자와 학생 간의 R&E 수행 실태에 대한 상호 인식을 비교하였다.

분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 지도자들의 인식과 수행 실태를 파악한 결과, 지도자들은 R&E상황에서 실제 연구 설계 과정의 교육(25.5%)과 자기주도적인 연구 및 수행(23.8%), 실제 연구자와 함께 하는 연구(18.5%)를 주로 지도목표로 두고 있는 것으로 나타났다. 한 달 평균 교육일수는 약 5일(오프라인)이며, 1회 평균 교육시간은 약 4시간으로 나타났다. 그리고 지도일지는 113명(37%)이 작성한 것으로 나타났다. 그러나 지도일지는 학생을 관찰하고 수행하는 활동이 잘 기록되지 않는 것으로 나타났다.

둘째, 학생들의 R&E 인식과 수행 실태를 파악한 결과, 학생들의 주된 참여동기는 주로 관심주제 탐구(27.1%)와 자기계발(25.6%)에 있었으나 필수참여(21.6%)의 이유로 참여하는 학생도 많은 것으로 나타났다. 학생들의 주제 선택 시 고려 요인은 주로 주제의 매력과 흥미(62.9%)인 것으로 나타났다. 학생들의 R&E와 관련하여 어려움을 겪는 이유는 주로 시간 부족(22.5%), 기초지식습득의 어려움(21.0%)인 것으로 나타났다.

셋째, 수행일지의 기록과 점검 실태를 파악한 결과, 수행 일지를 기록한 학생은 1,317명(90.8%)이고, 이 중 868명(59.9%)만이 지도자에게 점검을 받은 것으로 나타났다. 수행일지의 항목에 따라 분석한 결과, 지도 내용(67.3%)과 탐구 일지(67.8%)에 비해 연구 노트(52.3%)가 덜 기록되고 있으며, 탐구 일지(42.9%)에 비해 지도 내용(37.3%)과 연구 노트(31.9%)가 덜 점검되고 있다.

넷째, 지도자와 학생 간의 R&E 수행 실태에 대한 상호 인식을 비교한 결과, 지도자들은 학생들의 목표도달 수준을 협력수행(4.17), 흥미와 관심(4.16), 참여열의(4.11), 연구개념이해(3.95), 주도적수행(3.80)의 순으로 평가하였다. 반면 학생들은 지도자의 교육처치 수준을 지도열의(4.02), 주도적 연구배려(4.00), 연구관련 개념 설명(3.95), 역할분담(3.68), 관련정보안내(3.13)의 순으로 평가하였다.

이와 같은 참여자들의 인식과 수행 실태를 바탕으로 R&E 연구수행 개선 및 지원 방안을 다음과 같이 제안하고자 한다.

1) 실제적인 연구 설계 과정을 통한 주도적인 연구 기회 제공

R&E 활성화를 위해 학생들이 주도적으로 연구를 설계할 수 있도록 지도하고 학생들의 적극적인 참여 환경을 조성해야 한다. 과학영재를 위한 사사교육의 상황에서 지도자의 역할은 연구 내용에 대해 높은 이해를 바탕으로 학생들이 능동적으로 교육에 참여할 수 있도록 안내할 수 있어야 한다(박종원, 2009). 그리고 지도자는 사사교육의 상황에서 학생들에게 다양한 직업과 진로지도 안내를 해 줄 수 있어야 한다(VanTassel-Baska, 1989). 즉, R&E 연구 수행의 과정에서 일방적인 진행이 아닌 학생들이 R&E를 주도적으로 연구할 수 있는 기회를 충분히 제공해야 하며 R&E와 관련하여 충분한 정보의 안내가 제공되어야 할 것이다.

2) 충분한 활동 시간 확보

R&E 활성화를 위하여 학생들이 지도자와 만날 수 있는 충분한 기회를 제공해야 할 것이

다. 이를 위하여 R&E 지도 계획 수립 시 학교 간 학사일정을 철저히 고려하여 만남을 최대화 할 수 있도록 해야 할 것이다(정현철 외, 2012). 또한 학생들이 지도자에게 접근이 용이하여 필요할 때 도움을 요청할 수 있어야 하며, 지도자는 책임감 있고 열의 있게 학생을 지도해야 할 것이다. 이를 위한 방법으로는 첫째, 겨울방학 기간을 집중 연구 기간으로 적절히 활용함으로써 연구 시간 부족이라는 어려움을 개선하여 학생들의 실제적인 연구 경험을 확대시킬 수 있을 것이며, 둘째 온라인 교육을 통해 부족한 지도자와 학생간의 사사 시간을 보완할 수 있을 것이다.

3) 학생의 관심과 흥미, 사전지식을 고려한 주제 선정

R&E 활성화를 위해 주제선정 시 학생들의 관심과 흥미 및 사전지식을 충분히 고려해야 한다(이선길, 2006; 최호성 외, 2003). 이 과정에서 학생들이 주제를 탐색할 수 있는 다양한 기회를 제공하며, 학생들이 본인에게 적절한 주제를 선택할 수 있도록 가이드라인을 제시해야 할 것이다(편은진 외, 2008). 또한 학생들이 주제를 제안할 수 있는 활동의 기회를 제공하거나 지도자가 주제를 제안하였다라도 학생들이 주제를 정교화시킬 수 있는 활동이 제시되어야 할 것이다(정현철 외, 2012).

4) 연구 관련 기초학습 기회 제공

학습자의 사전지식, 경험을 고려한 기본 지식 지도를 위해 학습자의 수준을 파악하고, 이에 따라 적절한 교육을 제공하기 위하여 시간과 노력을 투입하여야 할 것이다. 연구기술 및 절차 지도, 문헌탐색방법 지도, 연습의 기회 제공 등이 필요하며, 학생들이 주도적으로 연구를 진행하는 데 기본적으로 갖추어야 할 기술들을 숙달할 기회를 제공해주기 위한 보다 많은 시간과 노력이 요구된다(이선길, 2006).

5) 학생 수행활동의 주기적인 모니터링

문제 상황을 파악하고 적절한 지원을 제공하기 위해서 주기적인 점검과 관리는 매우 중요하다(이광형 외, 2007; Wiley, 2009). 이를 위해 수행일지가 형식적인 기록의 차원에서 작성되는 것이 아니라 연구수행을 점검이 가능한, 지도자와 피드백을 주고받을 수 있는 수단인 하나로 이용되어야 할 것이다. 즉, 수행일지를 통하여 학생들의 수행을 파악하며, 학생들이 연구과정에서 어떠한 강점을 보이는지, 또는 어떠한 오류를 보이고 있는지 파악하여 이에 따른 교육적 조치를 취해야 할 것이다.

6) 연구 관련 정보 안내

R&E 활성화를 위해 연구와 관련한 다양한 정보를 제공해야 한다. 연구 활동의 결과를 통한 연계 연구 활동을 지속적으로 지원하고 관리해야 하며(정현철 외, 2012), 수행 과정에서도 연구 정보 및 관련 진로, 연구 자료 등 연구와 관련된 다양한 자원에 접근할 수 있는 정보와 기회를 충분히 제공하여야 할 것이다(VanTassel-Baska, 1989).

참 고 문 헌

- 김경대, 심재영 (2008). R&E 프로그램을 체험한 과학영재들의 사사교육 프로그램 효과에 대한 인식: KAIST 신입생을 중심으로. **한국과학교육학회지**, 28(4), 282-290.
- 박은영 (2007). 영재들의 지식공유와 상호작용 촉진을 위한 구성주의적 E-Mentoring 시스템의 조건 분석 및 설계. **중등교육연구**, 55(2), 81-111.
- 박종원 (2009). 과학영재를 위한 사사교육 준비와 유형에 대한 논의. **과학영재교육**, 1(3), 1-19.
- 심규철, 박경애, 길지현 (2009). 과학적 연구 기반 과학영재 사사교육 프로그램 개발. **국제과학영재학회지**, 3(1), 9-19.
- 이광형, 편은진, 김영주, 한상준 (2007). **과학영재를 위한 e-mentoring 활성화방안**. KAIST과학영재교육연구원 연구보고서 2007-19.
- 이선길 (2006). **고등학교 과학영재를 위한 사사 연구(R&E) 프로젝트 학습 모형의 개발과 적용**. 박사학위논문. 이화여자대학교.
- 정영란 (2003). **웹기반 프로젝트 중심 학습이 학습자의 태도, 학습 결과 및 성찰적 실천 과정에 미치는 영향**. 박사학위논문. 한양대학교.
- 정현철, 류춘렬, 채유정 (2012). 과학고 및 영재고 Research and Education (R&E) 운영실태 분석 및 활성화방안 제안: R&E 운영담당자 면담사례를 중심으로. **영재교육연구**, 22(2), 243-264.
- 최호성, 강호감, 서혜애, 박일영, 이혁우, 이진희, 박경희, 박지현 (2003). **연구와 교육(R&E) 프로그램을 통한 과학영재의 창의성 신장 방안에 관한 연구**. 한국과학재단 정책연구보고서 2002-5092.
- 편은진, 이선길, 오혜미, 이범진 (2008). **일반 과학고와 영재고등학교 R&E 실태 비교를 통한 지원 방안 특성화 연구**. KAIST과학영재교육연구원 연구보고서 2008-40.
- Allen, T. D., Poteet, M. L., & Burroughs, S. M. (1997). The mentor's perspective: A qualitative inquiry and future research agenda. *Journal of Vocational Behavior*, 51(1), 70-89.
- Allen, T. D., & Eby, L. T. (2003). Relationships effectiveness for mentors: Factors associated with learning and quality. *Journal of Management*, 29(4), 469-486.
- Ambrose, D., Allen, J., & Huntley, S. (1994). Mentorship of the highly creative. *Roepers Review*, 17(2), 131-134.
- Beck, L. (1989). Mentorship: Benefits and effects on career development. *Gifted Child Quarterly*, 33(1), 22-28.
- Bowers, C. A., & Flinders, D. J. (1990). *Responsive teaching: An ecological approach to classroom patterns of language, culture, and thought*. NY: Teachers College Press.
- Casey, K. M., & Shore, B. M. (2000). Mentor's contributions to gifted adolescents' affective, social, and vocational development. *Roepers Review*, 22(4), 227-230.
- Clasen, D. R., & Hanson, M. (1987). Double mentoring: A process for facilitating mentorships

- for gifted students. *Roepers Review*, 10, 107-110.
- Ellingson, M. K., Haeger, W. W., & Feldhusen, J. F. (1986). The Purdue mentor program: A university-based mentorship experience for GICIT children. *Gifted Child Today*, 9(2), 2-5.
- Haeger, W. W., & Feldhusen, J. F. (1989). *Developing a mentor program*. East Aurora, NY: D.O.K. Publishers.
- Harris, R. (1985). The in/out approach to locating mentors for gifted programs. *Gifted Child Today*, 37(2), 10-11.
- Lambert, S. E., & Lambert, J. W. (1982). Mentoring: A powerful learning device. *Gifted Child Today*, 25(6), 12-13.
- Lengel, A. (1989). Mentee/mentor: Someone in my corner. *Gifted Child Today*, 12(1), 27-29.
- Moore, B. A., Feldhusen, J. F., & Owings, J. (1978). *The Professional Career Exploration Program for minority and/or low income gifted and talent high school students*. West Lafayette, IN: Purdue University Department of Education.
- Nash, D., & Treffinger, D. (1986). *The mentor*. East Aurora, NY: D.O.K. Publishers.
- Noller, R. B. (1982). *Mentoring: A voiced scarf*. Buffalo, NY: Bearly Limited.
- Pleiss, M. K., & Feldhusen, J. F. (1995). Mentors role models, and heroes in lives of gifted children. *Educational Psychologist*, 30(3), 159-169.
- Purdy, P. (1981). The great mentor hunt: Suggestions for the search. *Gifted Child Today*, 16(1), 18-20.
- Shim, K. C., & Kim, Y. S. (2005). Science gifted learning program: Research & education model. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, 25(6), 635-641.
- Tannenbaum, A. (1983). *Gifted children*. NY: Macmillan.
- Torrance, E. P. (1984). *Mentor relationships: How they aid creative achievement, endure, change and die*. Buffalo, NY: Bearly Limited.
- VanTassel-Baska, J. (1989). Counseling the gifted. In J. F. Feldhusen, J. VanTassel-Baska, & K. Seeley (Eds.), *Excellence in educating the gifted* (pp. 299-314). Denver, CO: Love Publishing.
- Wiley, T. T. (2009). *Elements of effective practice for mentoring* (3rd Edition). Alexandria, Va: MetLife Foundation. Retrieved December 1, 2010, from http://www.mentoring.org/downloads/mentoring_1222.pdf
- Wilson, J. E., & Elman, N. (1990). Organizational benefits of mentoring. *Academy of Management Executive*, 4(4), 88-94.
- Young, A. M., & Perrewe, P. L. (2000). What did you expect? An examination of career-related support and social support among mentors and proteges. *Journal of Management*, 26(4), 611-632.

= Abstract =

Study on the Research and Education (R&E) Programs in the Science High Schools and Gifted High Schools: Focusing on the Current Status

Hyun-Chul Jung

KAIST

Yoojung Chae

KAIST

Chun-Ryol Ryu

KAIST

The purpose of this study was to investigate the current status of Research and Education (R&E) program. The sample included 21 high schools(18 science high schools and 3 gifted high schools) and 1,466 students and 310 mentors. The results are as follows. Total 502 R&E projects were planned and completed. 72.1% of the total research works were guided by professors only, 23.3% were guided by teachers only, and 4.6% were guided by professors and teachers together. Total R&E mentors were 861(385 professors and 476 teachers) and mentees were 2,168. The total budget of 2011 R&E was approximately 4.5 billion won. The needs for program improvement R&E were as follows. 1) When selecting R&E topics, mentors need to consider students' current knowledge level and school curriculum. 2) Mentors should provide enough opportunities to master topic-related basic knowledge. 3) The performance should be monitored periodically. 4) The support for continuous research and improvement of research environment were requested.

Key Words: Research and Education (R&E), Science high school, Gifted high school

1차 원고접수: 2012년 8월 20일
수정원고접수: 2012년 9월 17일
최종게재결정: 2012년 9월 17일