

과학영재학교 교수활동에 관한 학생인식 및 과학수업에서 상호작용 유형

박 수 경*

과학영재학교, 614-103 부산광역시 진구 당감3동 산38-31

Students' Perception of Teaching Activities and Verbal Interaction in Science Classes at the Gifted Science High School

Soo-Kyong Park*

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

Abstract: The purpose of this study is to analyze gifted students' perception of the teaching activities at the gifted science high school (Busan Science Academy), in Busan, Korea, and to investigate the science experiment class practice. In this study, a questionnaire about the curriculum courses, teaching strategies, and evaluation method of the school was administered to 139 gifted students. The verbal interactions during the science experiment class were audio and videotaped, transcribed, and analyzed. The results of this study are as follows: First, according to the gifted students' perception, the credits of specialized courses and advanced elective courses need to be increased and the credits of general courses need to be reduced. Second, teachers at this school mainly use teaching strategies such as lecture, group activities, and discussion; on the other hand, the students prefer diverse teaching strategies such as discussion, lecture, experiment, inquiring activities, and problem solving. Third, students prefer a writing test assessment rather than a written report assessment or portfolio assessment. Fourth, the patterns of verbal interaction were different depending on the level of the teachers' questions and interactions between the students in the experiment class facilitated students' inquiry.

Keywords: gifted science high school, students' perception, teaching activities, verbal interaction.

요 약: 본 연구의 목적은 과학영재학교 재학생을 대상으로 과학영재학교의 교수활동에 관한 학생의 인식을 밝히고 과학과 실험수업의 실체를 분석하는데 있다. 이를 위하여 과학과 교육과정 편제 및 운영, 교수·학습 방법, 평가 방법에 관한 설문 결과와 과학과 실험수업에서의 언어적 상호작용 유형을 분석하였다. 과학영재학교 교육과정 편제 및 운영에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과, 심화선택과목의 학점 비중을 더 높여야한다는 의견과 보통교과의 학점을 줄이고 수학 및 과학 교과학점의 학점을 늘려야 한다는 의견이 상대적으로 높게 나타났다. 또한 과학영재학교 과학과 수업시간에 주로 사용되는 수업방법으로는 강의나 설명, 조별수업, 토론이 대다수를 차지하였고 학생들이 선호하는 수업방법으로는 강의나 설명, 토론 외에도 탐구학습, 개인연구, 문제해결학습 등 다양하게 나타났다. 그리고 학생들이 선호하는 평가방법은 지필평가와 보고서평가, 실험 평가의 순으로 나타났다. 과학영재학교 과학실험 수업에서 상호작용 유형을 분석한 결과, 교사 질문의 수준에 따라 교사-학생 상호작용 유형이 다르게 나타났고, 실험과정 중에는 학생-학생 상호작용에 의해 탐구활동이 활성화되었다.

주요어: 과학영재학교, 학생 인식, 교수활동, 언어적 상호작용.

*E-mail: myslpark@yahoo.co.kr

Tel: 82-51-528-5747

Fax: 82-51-891-0004

연구의 배경 및 목적

영재아를 위하여 차별화된 교육을 실시해야 하는 당위성에 대한 논의는 두 가지 측면에서 고찰될 수 있다. 우선 개인적 측면에서 영재아들은 일반 학생들과는 다른 인지적, 정의적, 신체적, 사회적, 직업적 특성을 가지고 있으므로(Karnes & Bean, 2001) 이에 알맞는 특별한 교육이 이루어져야 한다. 부적합한 교육과정과 영재 특유의 정의적 사회적 특성으로 인해 겪는 어려움 등으로 인해 영재들이 자신의 잠재력을 완전히 발휘하지 못하는 경우도 보고 되고 있다(Colangelo & Davis, 1997). 이러한 개인적인 필요성과 함께, 사회적 측면에서도 영재교육의 필요성을 찾을 수 있다. 현대사회에서 과학과 기술의 발달 정도는 한 나라의 경제적 정치적 경쟁력을 결정하는 중요한 기준이 되고 있기 때문에 우리 사회는 보다 선진적이고 풍요로운 미래를 책임질 고급 두뇌를 필요로 한다. 이러한 점을 고려할 때, 영재학생에 대한 교육은 국가적 차원에서도 당연한 과제임에 틀림없다.

이에 국내에서도 최근에 영재교육에 대한 논의가 활발하게 되었고 그 계기를 2000년 영재교육진흥법이 제정되고, 2002년 그 시행령이 적용되면서부터 라고 볼 수 있다. 이후에 대학교 부설 영재교육원과 각 지역 교육청을 중심으로 영재교육센터가 설립 운영되고 있고, 각급 학교의 영재학급 등에서 영재교육 프로그램이 운영되고 있다. 또한 과학기술부에서는 교육인적자원부, 부산광역시 교육청과의 협약을 통하여 부산과학고등학교를 과학영재학교로 지정하여 운영하고 있다. 많은 나라에서 영재교육이 수학과 과학 분야 중심으로 이루어지고 있듯이 우리나라도 대부분의 영재교육 기관들에서 과학 및 수학 분야 중심의 교육프로그램이 실시되고 있다. 이에 어떠한 기준으로 과학 분야 영재를 선발하고 어떤 교육내용을 누가 어떻게 가르칠 것인가에 대한 논의가 과학영재교육의 중요한 화두로 대두되고 있다.

2003년 지정되어 현재까지 운영되고 있는 과학영재학교는 과학영재를 조기에 발굴하여 맞춤형 영재교육을 체계적으로 실천함으로써 창의적 과학영재를 육성한다는 것을 설립목적으로 하고 있다. 과학영재학교의 교육과정 기본 방침은 과학 분야에 대한 깊은 이해와 논리적, 비판적, 창의적 사고력을 통하여 지식을 창출하는 자기 주도적 탐구자의 양성에 두고 있다. 교육과정 편제의 교과에는 국어, 사회, 외국어,

예체능을 포함하는 보통교과와 수학, 과학, 정보과학을 포함하는 전공교과가 있다(소광섭 외, 2003). 졸업 이수학점은 교과영역 145학점과 비교과 영역(자율연구 및 위탁교육) 30학점을 포함하여 총 175학점이며 과학과 교과별 편제 및 학점 배당은 Table 1과 같다. Table 1에서 보는 바와 같이 과학과 필수과목으로는 물리, 화학, 생물, 지구과학과 각과의 실험과목이 포함된다. 선택과목은 기본선택과 심화선택으로 나뉘어지며 과학과 기본선택은 과학적 소양을 기르는 과목으로 되어있고, 심화선택 과목은 수준이 높고, 전문적인 내용으로 구성되어있다.

영재교육은 조직적이고 체계적인 운영이 보다 절실히 요구되는데 이러한 조직적인 교육이 이루어지기 위해서는 교육이 가지고 있는 행정, 재정, 시설, 교수 자원 등 여러 가지 요소들이 체계적으로 동원되어야 하지만 그 중에서도 가장 핵심적인 것은 교육과정, 교수학습, 평가 등을 포함한 교수활동이라고 할 수 있다. 체계적으로 조직화된 교수활동은 영재들의 잠재적인 지적 능력을 학문적이고 전문적인 성취 수준으로 구현시키기 위한 환경을 조성하는데 가장 필요한 요소이기 때문이다(Van Tassel-Baska, 1997; Gallagher & Courtright, 1986). 여기서 과학영재를 육성하려는 과학영재학교가 설립목적에 부합되도록 계획, 운영, 평가 되고 있는지 교수활동 전반에 대하여 구체적으로 밝히기 위한 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 과학영재학교의 과학과 교수활동을 중심으로 이에 대한 학생들의 인식과 과학과 수업 실제에 대하여 조사·분석하고자 한다. 이와 같은 연구 목적을 달성하기 위하여 과학영재학교 재학생을 대상으로 실시한 교육과정과 교수·학습 및 평가 방법에 관한 설문 결과를 분석하고, 과학과 실험수업의 실제를 교사 및 학생 상호작용을 중심으로 분석하였다.

본 연구에서 설정한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학영재학교 교육과정 운영에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

둘째, 과학영재학교에서 실시되고 있는 과학과 교수·학습 방법에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

셋째, 과학영재학교에서 실시되고 있는 과학과 평가방법에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

넷째, 과학영재학교 과학과 실험수업에서 교사-학생, 학생-학생 상호작용 유형은 어떠한가?

Table 1. Science curriculum courses and credit hours of each course at Busan Science Academy.

Classification	Required	Credit hrs.	Electives		Sub total		
			Basic electives	Advanced electives			
specialized subjects (science)	Physics (4)	24	History of science (2) Philosophy of science (2) Science of invention (2) Seminar on hi-tech science (2) Science and living (2) Information science (2)	Advanced physics I, II (4) Power and movement (3) Light and undulation (3) Electromagnetism (3) Statistical dynamics (2) Modern physics (3)	32	62	
	Physics lab (2)			Advanced chemistry I, II (4) Organic chemistry (3) Inorganic chemistry (3) Quantum and spectroscopy (3) Biochemistry(3) Quantitative chemistry (3)			
	Chemistry (4)			6			Advanced biology I, II (4) Structure and function of plants (3) Cellular structure and function (3) Molecular biology (3), Understanding of genetics (3) Diversity in types and ecosystem (3)
	Chemistry lab (2)			Advanced earth science I, II (4) Geology (3) Atmospheric science (3) Astronomy (3) Space science (3) Observational astronomy (3) Oceanography (3)			
	Biology (4)						
	Biology lab (2)						
	Earth science (4)						
	Earth science lab (2)						

연구 방법

연구 대상

본 연구의 대상은 과학영재학교 2003년도 신입생 143명으로 입학 당시 중학교 3학년 재학 118명, 2학년 재학 19명이었고 중학교 1학년을 마치고 진학한 학생도 3명이었으며, 남녀 학생 비율은 남학생이 113명으로 79%, 여학생이 30명으로 20%를 차지하고 있다. 대상 학생들은 중학교 성적이 최상위 학생들로, 영재학교 입학 전형시 1단계 서류전형, 2단계 창의적 문제해결력 평가, 3단계 3박 4일간의 과학 캠프 및 면접의 다단계 전형을 거쳐 선발된 학생들이다.

과학영재학교 입학 후 실시한 집단지능검사를 포함하는 종합능력검사 결과에서 각 영역별 T점수 평균은 어휘력 64.54, 추리력 67.57, 수리력 68.38, 지각력 66.02으로 나타났다. 해당 검사의 T점수는 평균이 50, 표준편차가 10인 분포를 이루므로 T점수가 40~60점 사이에 전체 학생의 약 68%가 해당되며, 30~70점 사이에 속하는 학생이 약 95%, 그리고 20~80점 사이에 약 99%가 해당되는 분포를 이룬다. 지능검사 평균은 136으로 매우 높은 수준을 나타내고 있다.

연구절차

본 연구에서는 과학영재학교 재학생 143명을 대상

으로 교육과정과 교수·학습 및 평가 방법에 관한 학생 인식을 밝히기 위하여 설문을 실시하였다. 인식 조사를 위한 설문은 2003년 8월에 실시하였고 사전에 대상 학생들에게 설문의 목적과 취지를 설명하였다. 설문은 교내 강당에서 동시에 40분 동안 실시하였고 회수된 139명의 설문지를 분석하였다.

과학영재학교 과학수업의 실제에 대한 조사 연구를 위하여 교사-학생 상호작용, 학생-학생 상호작용이 강의중심 교실 수업보다 빈번한 것으로 예상되는 과학과 실험수업을 대상으로 관찰하였다. 수업 관찰은 2003년 11월부터 12월까지 1학년 필수과목인 지구과학실험, 물리실험, 화학실험, 생물실험 과목에 대하여 두 시간 연장을 2번씩 각 4차시의 VTR 녹화 및 녹음을 실시하였다. 녹화 및 녹음 된 내용은 모두 전사하여 연구자 외 과학교육 전문가 1인이 공동으로 교사 및 학생 상호작용을 중심으로 분석 준거에 따라 분석하였다.

설문 도구 및 자료 분석

본 연구에서 과학영재학교 과학과 교수활동에 관한 학생인식을 조사하기 위하여 학사운영 및 교수활동에 관하여 개발된 학생대상 총 38개의 설문 문항¹⁾ 중에서 본 연구의 목적에 부합하는 11개 문항을 사용하였다. 전체 설문 문항은 교육학 및 과학교육 전공 교수 3명과 연구자를 포함한 과학교육 전문가 2인이

Table 2. Students' perception of the curriculum courses and implementation (choose two items)

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
The credit hours that are offered are inadequate	16	6.3	3	1.2	19	7.4
The No. of credit hours per semester is inadequate	15	5.9	7	2.7	22	8.6
More credit hours for specialized subjects are needed	33	12.9	5	2.0	38	14.8
More credit hours for required courses are needed	12	4.7	5	2.0	17	6.6
More credit hours for basic elective courses are needed	16	6.3	5	2.0	21	8.2
More credit hours for advanced elective science courses are needed	38	14.8	7	2.7	45	17.6
all general science courses should be offered every semester	25	9.8	9	3.5	34	13.3
More credit hours for independent research are needed	31	12.1	6	2.3	37	14.5
More credit hours for club activities are needed	16	6.3	7	2.7	23	9.0
Total	202	78.9	54	21.1	256	100

Table 3. Students' individual plan for registering for their courses

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Register for required courses first	50	36.0	18	13.0	68	49.0
Register for basic elective courses first	17	12.2	5	3.6	22	15.9
Register for advanced elective courses in my favorite subject	29	20.7	4	2.9	33	23.6
Register for advanced elective courses in diverse subjects	14	10.1	2	1.4	16	11.5
Total	110	79.1	29	20.9	139	100.0

설문을 위한 범주와 문항의 세부 항목에 대한 논의를 바탕으로 42개 문항을 공동 개발하였다. 2003년 7월 과학영재학교 학생을 대상으로 예비 검사를 실시하였고 이를 바탕으로 설문의 범위와 문항의 진술을 수정·보완 하여 최종 38개 문항으로 구성하였다. 각 문항은 선택형 및 리커트형 척도로 구성되어있고 문항별 검사의 신뢰도 계수는 .39~.62의 범위 내였으며 전체 신뢰도 계수는 .73이었다.

과학영재학교 과학 실험수업의 실재를 조사하기 위하여 총 16차시 과학 실험수업의 전사 자료를 작성하였다. 이를 통하여 4과목 실험수업에서 공통적으로 나타나는 진행과정에 대한 개괄적인 분석을 하였고, 교사-학생, 학생-학생의 언어적 상호작용에 대해서는 교사 질문의 수준, 상호작용의 유형이라는 분석틀을 설정하고 이에 따라 분석하였다.

연구 결과 및 논의

교육과정 운영에 대한 학생 인식

과학영재학교 교육과정 편제 및 운영에 대한 학생

들의 인식을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서, '과학과 심화선택의 학점을 늘여야 한다'는 응답이 45명(17.6%)으로 가장 많았고, '전공 교과와 학점을 늘여야 한다'는 응답도 38명(14.8%)으로 나타났다. 이러한 결과는 대상 학생들의 선발과정에서 각 수학·과학 분야에서 우수자로 선발된 경우가 많아 학생 개인적으로 자신감을 가지는 과목만 집중적으로 학습하고자 하는 의도의 반영으로 볼 수 있다. 또한 '자율연구의 비중을 더 높여야 한다'는 응답도 37명(14.5%)으로 나타나 학습자 주도적으로 실시하는 심도 있는 연구과제 수행 형태의 활동을 영재학생들이 선호함을 보여주고 있다.

개인별 교육과정 수강계획에 대해서 조사한 결과는 Table 3과 같은데, '필수과목부터 우선적으로 수강하겠다'는 응답이 68명(49%)으로 가장 많았고, '심화선택은 내가 좋아하는 분야만 신청하겠다'는 응답도 33명(23.6%)으로 나타났다.

위와 같은 설문결과와 과학영재학교 교육과정 관련 문서를 기초로 교육과정 편제 및 운영상 개선되어야 할 점들로 우선, 과학과 필수과목은 고등학교 전 과

¹⁾본 연구자가 공동연구원으로 참여한 한국과학재단 지원 '과학영재학교 운영 실태분석 및 평가방안 연구'를 위하여 개발된 학생용 설문 문항의 일부를 사용함.

Table 4. Teachers' and students' preferred science class strategies (choose two items)

		n	%			n	%
Teachers' preferred strategies	Lecture	106	38.5	Students' preferred strategies	Discussion	60	22.6
	Group activities	78	28.4		Lecture	57	21.4
	Discussion	58	21.1		Experiment	30	11.3
	Inquiring activities	16	5.8		Inquiring activities	25	9.4
	Individual research	6	2.2		Group activities	22	8.3
	Experiment	5	1.8		Individual research	21	7.9
	Problem solving	5	1.8		Problem solving	20	7.5
	Game	1	.4		Field studies	19	7.1
	Game	12	4.5		Field studies	0	0
Total		275	100.0	Total		266	100.0

Table 5. Students' perception of the contribution of science assignments to science learning

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Very useful	3	2.2	2	1.4	5	3.6
Useful	39	28.1	8	5.8	47	33.9
Adequate	38	27.3	14	10.1	52	37.4
Unuseful	23	16.5	4	2.9	27	19.4
Very unuseful	7	5.0	1	0.7	8	5.7
Total	110	79.1	29	20.9	139	100.0

정을 다루고 있으며 기본선택 및 심화선택과목들은 너무 세분화되고 수준도 대학교 2, 3학년 정도로 편성되어있다. 이들 과목을 개발된 교수요목대로 가르치려면, 창의성과 사고력 계발에 보다 충실하도록 내용의 폭을 넓히고 접근방법을 달리하는 심화 중심의 교육은 어려운 것이 현실이다. 개인 수강계획 조사 결과 극소수의 학생만이 신청한 과학과 심화선택 과목을 계속 개설하는 것도 비효율적으로 보인다. 따라서 대학특성의 심화선택과목을 축소하더라도 영재학교의 특성을 살리는 실험 과목, 간학문적 과목 등의 개설이 필요하다.

과학과 교수·학습 방법에 대한 학생들의 인식

과학과 수업시간에 이루어지는 교수·학습 방법에 관하여 설문을 실시한 결과는 다음과 같다. 먼저 교사들이 주로 사용하는 수업방법과 학생들이 좋아하는 수업 방법에 대해서 조사한 결과가 Table 4와 같이 나타났다.

Table 4에서 학생들로 하여금 교사들이 주로 사용하는 수업방법을 두 가지 선택하도록 한 결과 '강의나 설명'이 106명(38.5%)으로 가장 많았고, '조별 수업'이 78명(28.4%), '토론'이 58명(21.1%)으로 나타

났다. 반면 학생들이 선호하는 수업방법을 두 가지 선택하도록 한 결과 '토론'이 60명(22.6%)으로 가장 많았고, '강의나 설명'이 57명(21.4%), '실험 실습'이 30명(11.3%)으로 나타났고 그 외에도 탐구학습, 개인 연구, 문제해결학습 등에서 다양하게 분포하는 것으로 나타났다. 이러한 설문조사 결과의 원인을 교사와 학생들을 대상으로 한 면담결과를 근거로 살펴보면, 교사들은 아직 과학영재를 대상으로 한 새로운 수업 방법에 대한 경험이 부족하고, 한 교과 당 한 학기에 다루어야 할 분량이 많아, 짧은 시간에 많은 내용을 전달 할 수 있는 강의식 방식을 선호하는 것으로 분석된다. 이에 반하여 학생들은 입학 전 과학 과목에 대한 선행학습 정도에 따라 학력 면에서 개인차가 있기에 수업방법에 대한 요구도 교사중심 수업방식에서부터 학습자중심 수업방식까지 다양하게 나타나는 것으로 보인다.

과학과목에서 제시되는 과제들이 학습에 도움이 되는 정도에 대해서는 Table 5에 나타난 바와 같이 '보통'이다가 52명(37.4%)으로 가장 많았고 다음으로 '대체로 도움이 되었다'가 47명(33.9%)으로 나타났다. 이에 과학영재를 위한 교수활동에서 영재들로 하여금 창의적이고 분석적으로 사고하도록 하는 과제의 형태

Table 6. Students' perception of their own self-eagerness during science classes

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Very high	13	9.3	1	.7	14	10.0
High	40	28.8	9	6.5	49	35.3
Adequate	35	25.2	10	7.2	45	32.4
Low	18	12.9	7	5.1	25	18.0
Very low	4	2.9	2	1.4	6	4.3
Total	110	79.1	29	20.9	139	100.0

Table 7. Students' perception of the difficulty of science classes

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Very difficult	12	8.6	8	5.7	20	14.3
Difficult	29	20.9	11	8.0	40	28.9
Adequate	43	30.9	8	5.7	51	36.7
Easy	23	16.5	2	1.4	25	17.9
Very easy	3	2.2	.	.	3	2.2
Total	110	79.1	29	20.9	139	100.0

와 내용이 개발되어야 하고 이에 대한 피드백 방법도 강화되어야 할 것이다.

과학과 수업에 대한 학생 자신의 참여도에 대한 응답 결과는 Table 6과 같고, 과학과 수업의 난이도에 대한 인식을 조사한 결과는 Table 7과 같다.

과학수업에서 학생 자신의 참여도에 대한 인식은 Table 6에서 보는 바와 같이 '적극적으로 참여하였다'가 49명(35.4%)으로 가장 많았고 다음으로 '보통이다'가 45명(32.4%)으로 나타나, 전체 학생의 과학수업 참여도는 대체로 높은 것으로 나타났다. 과학수업의 난이도에 대한 인식은 Table 7에서 보는 바와 같이 '보통이다'가 51명(36.7%)으로 가장 많았고 '대체로 어렵다'가 40명(28.9%)으로 나타났다. 여기서, 연구대상 중 특히 여학생들과의 면담 결과, 실제로 학업 면이나 생활면에서 어려움을 토로하는 경우가 많아 위의 결과에서 남녀학생의 응답율의 차이를 주목해 볼 필요가 있다. Table 6에서 남학생은 적극적으로 참여한 응답자 수가 보통 수준으로 참여한 응답자 수보다 높은 반면, 여학생은 보통 수준으로 참여한 응답한 수가 적극적으로 참여한 응답한 수보다 높게 나타났다. 또한 Table 7에서도 어렵거나 매우 어렵다고 응답한 여학생의 수가 상대적으로 남학생보다 높게 나타났다. 이에 과학영재로 선발된 여학생들의 인지적 정의적 특성에 기초한 교수·학습 전략에 대한 탐

색과 실행이 특히 요구된다.

과학과 평가방법에 대한 학생들의 인식

현재 과학영재학교의 평가 방식은 지필평가와 수행평가로 대별되는 기존의 평가들을 완전히 벗어나지는 않고 있지만 수행평가의 형태를 다양화하고 학습과정 자체에 대한 평가를 시도하여 영재 교육에서 강조되는 진단적·형성적 평가의 의미를 살리려고 노력하고 있다. 실시되고 있는 과목별 평가 기준을 살펴보면, 과목 간에 어느 정도 차이는 있지만 대체로 중간고사 기말고사의 비율을 40~70%, 출석 10%, 나머지를 수행평가로 포함시키고 있으며 수행평가의 형태는 교사에 따라 연구보고서, 퀴즈, 조별 발표, 조별 과제 보고서, 실기 등 다양하게 실시하고 있다.

과학영재학교에서 실시되고 있는 과학과 평가 방법의 적절성에 대한 응답 결과는 Table 8과 같고 학생들이 선호하는 평가방법에 대한 응답 결과는 Table 9와 같다.

Table 8에 나타난 바와 같이 과학수업에서 평가 방법의 적절성에 대한 인식에서 '보통이다'가 47명(33.8%), '대체로 적절하지 않다'가 46명(33.1%)으로 응답하여, 현재 실시되고 있는 과학과 평가방법에 대해서는 보통 이하로 인식하는 것으로 나타났다. Table 9에 나타난 바와 같이 영재학생들이 선호하는

Table 8. Students' perception of the appropriateness of the evaluation method in science classes

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Very appropriate	2	1.4	1	.7	3	2.1
Appropriate	25	18.0	4	2.9	29	20.9
Adequate	37	26.6	10	7.2	47	33.8
Inappropriate	34	24.4	12	8.7	46	33.1
Very inappropriate	12	8.7	2	1.4	14	10.1
Total	110	79.1	29	20.9	139	100.0

Table 9. Students' preferred assessment method for science classes

	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Paper-and-pencil testing	33	23.7	12	8.6	45	32.3
Portfolio assessment	14	10.1	4	2.9	18	13.0
Lab experiment assessment	19	13.6	3	2.2	22	15.8
Report assessment	34	24.5	5	3.6	39	28.1
Other	10	7.2	5	3.6	15	10.8
Total	110	79.1	29	20.9	139	100.0

평가방법으로는 '지필평가'가 45명(32.3%)으로 가장 많았고, 다음이 '보고서 평가' 39명(28.1%), '실험 평가' 22명(15.8%)으로 나타났다. 지필평가에 대한 선호도가 가장 높게 나타난 것은 과정평가에 대하여 학생들이 아직 익숙하지 않아 부담감을 가지기 때문인 것으로 보인다.

과학과 실험수업에서 언어적 상호작용 유형

영재학생들의 창의성을 개발시킬 수 있는 교사의 질문에 초점을 둔 연구들에 의하면, 발산적 질문(Gallagher & Gallagher, 1994; Starko, 1995), 사고 유발 질문(Williams, 1986), 열린 질문(VanTassel-Baska, 1992)의 효과성이 강조되고 있다. 본 연구에서는 교사의 질문을 수준에 따라 분류하고 이를 근거로, 과학영재학교 과학과 실험수업에서 나타나는 언어적 상호작용을 IRE(Initiation-Respond-Evaluate) 또는 IRF(Initiation-Respond-Feedback) 유형으로 분석하였다. 여기서 교사 질문의 수준에 따른 분류는 King(1994)의 연구에서 사실질문, 이해질문, 통합질문으로 분류한 예를 근거로 회상질문, 이해질문, 창의적사고 질문으로 구분하였다. 이때 회상질문(question for recall)은 학생들의 과학적 용어나 관련 개념에 대하여 단순히 기억을 요구하는 수준이고, 이해질문(question for comprehension)은 과학적인 개념과 지

식에 대하여 설명을 요구하는 수준이며 창의적사고 질문(question for creative thought-provoking)은 문제의 인식, 실험 설계, 예상 및 추론, 해석과 일반화 등 고차원적 사고력을 요구하는 수준으로 정의한다.

본 연구에서 과학영재학교의 과학과 실험수업을 관찰한 결과, 실험 시간의 전반부에서는 주로 수업 진행이나 학생들의 과거 학습내용을 이끌어내기 위한 회상질문이 많이 나타났다. 이때 교사들은 학생들에게 응답을 위한 시간을 짧게 주거나 주지 않는 경우가 많았으며 그 사례는 아래와 같다. 개별 진술 속의 '...'은 잠시 멈춤을 의미하며 T는 교사, S는 학생의 진술에 해당한다.

<회상질문의 사례(물리실험)>

T: (중략) 그 다음에 바이올린이나 기타 줄을 보면 기타 줄이 어떻게 다양한가요?

S1: 굵은 것...가는 것

T: 그래요. 줄의 굵기는 진동수에 영향을 주죠. 그래서 현악기를 보면 대충은 알 수 있습니다. 오늘 실험할 내용은 줄의 두께를 물리적인 양으로 표현을 한다면 뭐라고 하지요?

S2: 선밀도

T: 선밀도라고 말합니다.

<회상질문의 사례(지구과학실험)>

T: 목성 위성이 목성 주위를 도는 데 걸리는 시간은?

S1 : 위성의 주기

T: 목성의 4개 위성의 사진이 나와있죠. 어떤 경우에는 네 개가 다 있는 경우가 있고 어떤 경우는 세 개가 있는 경우가 있습니다. 하나가 뒤에 갈거나 앞에 섰거나 그러죠

S2: 이 그래프에서 목성 중심으로부터 떨어져 있는 값의 변화는 무슨 곡선을 그리나요?

S : 사인 곡선

T:그렇죠. 사인곡선을 그리게 되어있죠.

위의 예시에서 볼 수 있듯이 교사의 질문이 회상 수준 질문일 경우에 상호작용 유형은 ‘교사의 질문-학생 응답-교사의 즉각적 피드백’으로 나타났다. 이때 즉각적 피드백은 학생의 응답에 대해 즉각적으로 맞고 틀림을 확인해주는 유형으로 재질문이나 추가질문 없이 다음 내용으로 바로 진행하는 패턴이다.

이에 반하여 영재학생들의 높은 수준의 사고과정을 요구하는 이해질문과 창의적사고 질문도 교사에 의하여 의도적 혹은 즉흥적으로 준비되고 행해지고 있었으며, 그 한 가지 사례를 지구과학 실험수업에서 관찰된 아래의 예에서 볼 수 있다.

T: 해파의 속도 공식이 주어져 있으면 공식에다가 여러분들이 측정값을 계속 대입 하게 되고 경험식이 나오지 못하겠죠. 어떻게 하면 좋을까요?(문제의 인식 및 실험 설계)

S1: 경험적으로 구해내야 합니다.

T: 어떻게 해야 할까요?

S2: 측정값으로 해파의 속도 공식을 구할 수 있어요.

T: 해파의 속도 측정 시행횟수를 증가시키는 이유는 무엇가요?(이해질문)

S3: 오차를 줄이기 위해서 입니다.

T: 측정된 데이터 처리는 어떤 도구로 처리하면 좋을까요?

S4: 계산기...아니 엑셀로

T: 조별로 노트북에 엑셀 파일로 데이터 처리를 입력한 후에 그래프를 그립니다. 그런 다음에 공식을 어떤 식으로 찾을 수 있나요?(해석과 일반화)

S5: 그래프의 경향성을 함수로 피팅을 해 보고 어

는 함수에 가장 잘 부합되는가를 찾을 수 있어요.

T: 그래요. 이제부터 선생님이 얘기하는 해파 발생 시킬 때 주의사항을 듣고 여러분 나름대로의 경험식을 만들어 보도록 합시다.

위의 예시에서 볼 수 있듯이 교사의 질문이 높은 수준일 경우에 상호작용 유형은 ‘교사의 질문-학생 응답-교사의 재질문-학생 응답-교사의 피드백’의 패턴으로 나타났다. 이때 교사는 이전에 학습했던 내용과 관련시켜 사고하도록 하거나, 학생의 응답에 대하여 추가질문을 하여 계속적으로 사고하도록 하였다.

그러나 교사가 질문했을 때 학생들이 무응답일 경우 교사가 이에 대해 재질문이나 추가질문을 하지 않고 정답을 제시한 후 바로 다음 내용을 진행시키는 상황이 수차례 나타났다. 이 때 학생들은 교사가 응답을 요구하지 않는다는 것을 이미 알고 있었고, 이러한 상황이 교수-학습에서의 상호작용을 제한하는 요인으로 보인다. 질문의 수준이 고차원적 사고를 요구하는 경우 일지라도 학생이 무응답이거나, 교사 역시 이에 대한 재질문 없이 정답을 제시하는 경우도 관찰되었다. 이런 경우 학생의 응답 기회를 중대하기 위하여, 교사의 질문을 이해한 영재학생이 질문 내용을 재진술 하도록 하는 것도 한 가지 방안이 될 것이다.

학생 실험 활동과정에서는 ‘학생의 문제 제기-학생의 응답- 학생의 재질문-문제 해결’의 패턴이 가장 빈번하게 일어났다. 아래는 파동의 속도와 장력의 관계에 대한 물리실험에서 나타난 학생-학생 상호작용의 사례이다.

<학생-학생 상호작용의 사례(물리실험)>

T: 전압은 3볼트이하로... 10볼트하지 말고 3볼트로 해 놓고 하세요. 거기 보면 빨간불이 들어오면 전압을 낮춰야 됩니다.

S1: 진동수를 너무 짧게 한 것 같은데...

S2: 그러니까 이게 반사되는 게 어떻게든 이면에서는 무조건 반사되고..

S3: 아.. 그럼 이 점과 이 사이의 과정이네... 맞지?

S4: 파동이 잘 안 생기잖아.

S1: 선밀도 어떻게 하나?

(계속 실험 중)

S2: 잠깐만 측정할 수 없는데...

S3: 너무 빨라서 그래.. 이게 지금 내려갔다고 온다

고 해도 접합되어 있는 게 아니잖아. 여기 있는.. 따라가면...

S1: 일단 정상파를 구하고...

S3: 장력을 변화시키면서...

S4: 장력을 뭘 로 할까? 이 추에서 5g 10g 15g

S3: 10g에서 조절하면 되잖아.

S4: 50g부터 하자.

S2: 어떻게 해야 정상파가 나올까?

S3: 파장이 이 길이에 됐을 때 아니야?

S1: 파장 나누기 2의 배수가 돼야지...

S3: 전체적으로 보고 있다가 6개가 되면 말해...

(계속 실험 중)

S4: 한 칸 더 높여봐... 낮춰봐... 낮춰봐... 낮춰봐.

(계속 실험 중)

S3: 그만, 아까보다 훨씬 낮다

S2: 선밀도가 일정하게 나와야 되는 거 아니냐?

S3: 73이야...

S4: 어, 73 아닌데...

S1: 아니, 주기가 달라...여기서... 어? 위에서 볼 때 정면이고 옆에서 볼 때 정면이 달라. 이 점을 봐. 대표적인게 이 점이야. 여기에 오니까 확실히 달라.

위의 사례에서 보는 바와 같이 같은 조 구성원끼리의 실험 과정에 대한 논의를 통해 영재학생들 사이 상호작용이 탐구활동을 활성화하는데 중요한 역할을 하는 것으로 파악되었다. 이 때, 사용하는 단어로 높은 수준의 과학적인 개념을 사용하고 있으며, 실험 방법을 다양하게 시도하는 것으로 관찰되었다. 이는 인지수준이 높은 학생으로 구성된 소집단에서는 조원들 사이의 상호작용만으로도 문제를 인식하고 해결하는 것으로 나타난 선행연구(남정희 외, 2002)의 결과와도 일치한다.

여기서 여학생과 남학생 사이 상호작용에서 남학생의 시작한 경우보다 여학생이 묻는 것으로 시작된 패턴이 상대적으로 많이 나타났다. 이는 남학생이 여학생보다 전반적으로 과학 수업을 더 쉽게 인식하고 더 적극적으로 참여한 것으로 나타난 설문 결과와도 관련성이 있는 것으로 보인다.

결론 및 제언

본 연구에서는 과학영재학교 재학생을 대상으로 과학영재학교의 교수활동에 관한 학생의 인식을 밝히고

과학과 실험수업의 실재를 분석하였다. 연구의 결론과 논의는 다음과 같다.

첫째, 영재학교 교육과정 편제 및 운영에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과, 수학 과학 분야의 학점 비중과 심화 선택 학점 비중을 현재보다 높여야 한다는 반응이 높게 나타났다. 이러한 결과는 대상 학생들의 선발과정에서 각 분야별 우수자로 선발된 경우가 많아 학생 개인적으로 자신감을 가지는 과목을 집중적으로 학습하고자 하는 의도의 반영으로 볼 수 있다. 자율연구와 위탁연구의 비중을 더 높여야 한다는 인식도 높게 나타나, 영재학생들이 학습자 주도적으로 실시하는 연구 활동을 선호하는 것으로 나타났다. 이와 관련하여 과학영재학교 교육과정의 운영지침(이상천, 2002)에 의하면, 대학 수준의 내용을 그대로 도입하는 속진보다 창의성과 사고력 계발에 보다 충실할 수 있도록 내용의 폭을 넓히고 접근방법을 달리하는 심화 중심으로 교육과정을 구성하고 운영한다고 하였다. 그러나 현재 개발된 교육과정 편성과 운영은 창의성 교육의 구현보다는 압축형 속진 교육과정의 특성이 강하여, 이와 같은 운영지침을 실현하기 어려운 것이 현실이다. 교육내용의 개발 없이는 교육과정 개발은 의미가 없으므로 교육과정의 개발에 있어서는 교육내용의 개발이 중점적으로 고려되어야 한다(Maker, 1982)는 점을 고려해 볼 때 과학영재교육의 목적을 살릴 수 있는 교육내용의 개발을 위한 연구가 시급하다.

둘째, 과학영재학교의 과학과 교수·학습 방법에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과, 학생들이 선호하는 수업방법으로는 강의나 설명, 토론 외에도 실험, 탐구학습, 개인연구, 문제해결학습 등 다양하게 나타났다. 이러한 결과는 영재학생과 일반학생의 사고양식의 차이에 대하여 밝힌 선행연구(박수경, 2004)에서 영재학생이 일반학생들에 비해 새로운 과제를 선호하고 자기 자신의 방식으로 문제를 해결하고자 하며 형식이나 구속을 싫어하는 경향으로 나타난 점과도 관련된다. 이에 향후 개발할 교수·학습 모형으로 학습자 주도적 탐구 모듈, 간학문적 문제해결학습, 주제중심 연구 프로젝트학습 등을 제안할 수 있다. 과학 개념이 형성되는 과정을 연대기적으로 학습하는 방법도 한 가지 모델이 될 것이다.

셋째, 과학영재학교의 평가 방법에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과, 과학영재학교에서 실시되고 있는 평가 방법의 적절성에 대해서는 보통 이하로 인

식하였다. 그리고 학생들이 선호하는 평가방법은 보고서 평가나 실험 평가보다 지필평가가 더 높게 나타나 과정평가에 대하여 학생들이 아직 익숙하지 않은 것으로 나타났다. 영재의 학습 평가에서는 교수-학습 사태와 평가 행위를 엄밀한 양자로 구분하지 않고 상호 연계된 통합적 연속체로 파악해야 한다(최호성, 2002)는 점이 제기되고 있다. 이에 실제 수업에서 발표조, 반론조, 평론조로 배정하여 발표조가 발표한 내용에 대하여 반론조는 반론을 제기하고, 평론조는 발표와 반론에 대하여 평론을 하는 조별 토론 수업방법을 한 가지 방안으로 제시할 수 있다. 이때 발표, 반론, 평론에 대하여 학생들은 동료평가, 교사는 교사의 평가를 실시함으로써 다른 조의 발표에 관심이 부족하고 참여도가 떨어지는 경향을 극복할 수 있으며 교수·학습 속에서 평가가 진행되고, 평가 과정이 또 한번의 학습 기회가 될 수 있다.

넷째, 본 연구에서 관찰한 과학영재학교 실험수업은 교사에 의하여 준비된 실험보고서를 단순히 따라 행하는 기존의 방식이 아니라 학생들로 하여금 사전에 실험의 목적과 실험 방법을 살펴보게 하며 교과에 따라서는 학생들 스스로 실험 결론을 유도하게 하는 등 개방적 성격의 실험 형태를 가지고 있는 특징이 있었다. 과학실험 수업에서 상호작용 유형을 분석한 결과 교사의 질문이 회상 수준 질문일 경우에 상호작용 유형은 '교사의 질문-학생 응답-교사의 즉각적 피드백'으로 나타났다. 반면에 교사 질문의 수준이 고차원적 사고력을 요구하는 경우 '교사의 질문-학생 응답-교사의 재질문-학생 응답-교사의 피드백'의 유형이 다수를 차지하는 것으로 분석되었다. 실험 활동 중에서는 학생-학생 상호작용이 많이 일어나며, 실험 과정에 대한 논의가 활발히 이루어져 탐구활동을 활성화하는데 중요한 역할을 하는 것으로 파악되었다.

이상과 같은 본 연구의 결과는 과학영재교사의 교과교육학 지식(pedagogical content knowledge) 발달을 위한 자료 제공에도 그 의미가 있다. 교과교육학 지식은 교육학 지식과 학생에 대한 지식, 교과지식, 교육과정 지식이 결합된 것으로 정의되며 교과내용을 학생들이 잘 이해할 수 있도록 질적인 전환을 하는데 필요한 지식으로 정의되고 있다(Shulman, 1986, 1987). 본 연구의 결과에서 특히 과학영재를 위한 다양한 교수·학습방법의 개발과 적용이 요구되고 있으므로, 이를 위하여 과학영재교사를 위한 연수 프로그

램도 교과교육학 중심의 운영 체제로의 전환이 요구된다. 즉 영재교육에 대한 일반론보다는 동일 교과 교사와 전공 교수들이 공동 참여하는 교과 워크숍이나 세미나를 활성화하여 영재학생들이 가지고 있는 과학 개념에 대한 지식, 과학 교수전략과 평가에 대한 지식 등을 공유하고 발전시켜야 할 것이다. 이는 실제 수업의 경험이 교과교육지식의 발달을 조장하고 특히 학습자에 관한 지식이 선행된 내용 지식이 과학 교과교육학 지식의 발달에 가장 큰 영향을 줄 수 있다는 전제(임청환, 2003)가 과학영재를 위한 교육에도 적용되기 때문이다.

본 연구의 결론 및 논의를 토대로 향후 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 과학영재학교의 교육과정 개발을 위하여 많은 속의과정을 거쳐 편제와 운영지침, 교수요목을 결정하였으나, 실제 운영 결과 많은 개선점이 요구된다. 이에 과학영재학교의 교육과정 편제의 개선을 위한 연구와 운영지침에 적합한 교육내용의 개발이 시급히 이루어져야 할 것이다. 둘째, 본 연구는 2003년 과학영재학교 개교 후 한해 미만으로 재학 중인 학생들의 인식 조사 결과와 부분적인 실험수업을 관찰한 연구의 제한점이 있으므로 향후 과학영재학교 교육과정과 수업의 실제에 대하여 학생 및 교사의 인식을 포함하여 포괄적이고 장기적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- 남정희, 김성희, 강순희, 박종윤, 최병순, 2002, 변인통계 문제해결 활동에서 학생들의 인지수준에 따른 상호작용 분석. 한국과학교육학회지, 22 (1), 110-121.
- 박수경, 2004, 과학영재학생과 일반학생의 사고양식에 따른 지구과학 개념 비교. 한국지구과학회지, 25 (8), 708-718.
- 소광섭, 김명환, 조석희, 이재호, 2003, 과학영재학교 교수요목 안내서. 과학영재학교, 24-27.
- 이상천, 2002, 과학영재고등학교 설립 및 학사운영에 관한 연구. 한국과학재단정책, 2001-08, 35 p.
- 임청환, 2003, 과학 교과교육학 지식의 본질과 발달. 한국지구과학회지, 24 (4), 235-249.
- 최호성, 2002, 수준별 수업에서의 상위성취 학습자를 위한 교육과정 압축전략. 교육과정연구, 20 (4), 67-85.
- Colangelo, N., & Davis, G. A., 1997, Introduction and overview. In N. Colangelo & G. A. Davis (eds.), Handbook of gifted education (2nd ed., pp. 3-23). Boston: Allyn & Bacon.
- Gallagher, J. J., & Courtright, R. D., 1986, The educational definition of giftedness and its policy implica-

- tions. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 12-33). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Gallagher, J. J., & Gallagher, S. A., 1994, *Teaching the gifted child*. Boston: Allyn & Bacon.
- Karnes, F. A., & Bean, S. M. (eds.), 2001, *Methods and materials for teaching the gifted*. Waco, TX: Prufrock Press. 8 p.
- Maker, C. J., 1982, *Curriculum development for the gifted*. London: Aspen Systems Corporation, 75-77.
- Shulman, L., 1987, Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.
- Shulman, L., 1986, Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (1), 4-14.
- Starko, A. J., 1995, *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. White Plains, NY: Longman. 45 p.
- Van Tassel-Baska, J., 1992, *Planning effective curriculum for gifted learners*. Denver, CO: Love Publishing. 89 p.
- Van Tassel-Baska, J., 1997, What matters in curriculum for gifted learners: Reflection on theory, research, and practice. In N. Colangelo, & G. A. Davis (eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 126-135). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Williams, F. E., 1986, The cognitive-affective interaction model for enriching gifted programs. In J. S. Renzulli (ed.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 461-484). Mansfield, CT: Creative Learning Press.

2004년 9월 22일 원고 접수
2004년 12월 28일 수정원고 접수
2004년 1월 21일 원고 채택