

초등 과학 최상위권 학생의 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서의 성별 특성

박 병 태

서울대치초등학교

과학 최상위권 남녀 학생 14명(남 7명, 여 7명)을 최종 선정하여 과학 탐구 문제 해결 과정에 따른 성별 특성에 대한 연구를 수행하였다. 연구결과, 남학생이 기초 탐구 능력에서 문제를 더 쉽게 해결하였고 통합 탐구 능력에서는 여학생이 문제를 더 쉽게 해결하였다. 성공하는 경우, 남학생은 기억에 의한 계획 유형과 문두와 답지의 내용을 모두 확실히 아는 풀이 유형 및 답지 중 확실히 알고 있는 유형으로 문제를 푸는 경향이 높았다. 여학생의 경우 문두와 답지를 분석하거나 표, 그래프, 그림을 분석하여 성공하는 경향이 높았다. 여학생이 남학생에 비해 다양한 방법으로 문제 해결을 하는 경향이 있음을 보여주고 있다. 실패하는 경우, 남학생은 즉시 풀이하면서 충분히 이해가 되지 않은 상태에서 답을 구하거나 잘못된 기억으로 해결하다 실패를 하는 경향이 높고 여학생은 잘 못 기억하거나 표, 그림, 그래프를 잘 못 분석한 풀이 유형이 많았다. 이 결과는 과학 탐구 능력 문제 해결에 대한 남녀 학생에 대한 이해를 높일 수 있고 프로그램 개발에 시사점을 제공한다.

주제어: 최상위권 학생, 과학 탐구 능력, 문제 해결 과정, 성별

I. 서 론

과학 교육에 있어 문제 해결력의 함양은 중요한 목표로 간주되어 왔으며, 학생들의 문제 해결력 신장은 교육이 담당해야 할 가장 중요한 과제이다(Lyle & Robinson, 2001; Smith & Good, 1984; Taconis et al., 2001).

문제 해결에 대한 정의는 학자들 마다 차이가 있다. Johnstone(1993)은 “문제

해결은 문제 조건과 관련된 사실, 개념, 절차 지식, 그리고 하나 이상의 수리적 조작 등이 요구되는 복잡한 과정이다."라고 하였다. 또한 문제 해결을 “문제를 정의하고 관련된 요소를 이해하며, 사전 지식과 해결 과정을 탐색하고 최종 목적지에 도달하기 위해 전략과 개념을 조작하는 인지적 과정으로 고차원적인 사고 과정”이라고 하였다(Hayes, (1989).

과학 탐구는 과학 문제를 해결하는 데 필요한 모든 인지적 기능과 조작적 기능을 포함한다. 탐구 과정 및 탐구 능력이 무엇을 의미하느냐에 대해서는 많은 과학교육학자들이 서로 다른 정의를 내리고 있는데 이는 ‘탐구’에 대한 정의가 다양하기 때문이다. 과학적 탐구의 과정(process)과 기능(skills)은 각각 과학의 과정과 과학적 기술로 일컬어지기도 한다(조희형과 최경희, 2000).

탐구 과정은 크게 기초적인 탐구 능력이 요구되는 과정과, 기초적인 탐구 능력이 통합적으로 요구되는 과정으로 구분하고 있는데 Abruscato(2000)는 과학의 과정을 기본과정과 통합과정으로 나누어 기본과정에는 관찰, 시간·공간의 관계 이용, 수의 사용, 분류, 측정, 의사소통, 예상, 추론을 포함시키고 통합 과정에는 변인 통제, 자료 해석, 가설 설정, 실험 수행을 포함시키고 있다.

본 연구에서는 과학 탐구 능력은 크게 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력으로 구분하여 기초 탐구 능력(basic process skills)은 관찰, 측정, 분류, 추리, 예상을 포함하고 통합 탐구 능력(integrated process skills)은 자료 해석, 자료 변환, 변인 통제, 가설 설정, 일반화로 정의하였다. 초등학교 과학 교과서에 제시된 내용을 살펴보면 탐구의 기초가 되는 관찰, 측정, 분류를 하는 기초 탐구 과정과 실험, 자료를 통해 해석하고 가설을 설정하며, 이를 해결하는 통합 탐구 과정으로 구성되어 있으며, 고학년으로 갈수록 그 비중이 많이 구성되어 있다(홍순원과 이용섭, 2008).

과학 문제를 해결하는 문제해결에 대한 연구들(Camacho & Good, 1989; 김은진, 2006; 김찬중 1998; 노태희와 전경문, 1997; 박학규과 권재술, 1991; 박학규와 이용현, 1993; 이해주, 2006; 전경문, 1999; 홍미영과 박윤배, 1995; 홍순원과 이용섭, 2008)은 주로 문제 해결 단계와 문제 해결 시간을 분석한 연구와 전문가와 초보자들이 가지는 문제 해결 과정에서의 차이를 비교한 연구, 문제 해결 전략을 사용하여 학생들의 문제 해결력을 향상시키기 위한 교수 방법의 효과를 분석한 연구 등 주로 중, 고등학생이나 일반학생들을 대상으로 한 연구들이었다. 이에 본 연구에서는 초등학생 중 과학 최상위권 학생들의 과학

탐구 문제 해결 과정에서 성공하는 경우와 실패하는 경우에 따른 문제 해결 시간, 문제 해결 단계에 따라 어떤 특성이 있는지에 대한 논의를 하고자 한다.

또한 과학에 있어 성별에 대한 연구들(Beller & Gafni, 1996; Martin et al., 2000; 김용권, 이충영, 이석희 2004; 김태선, 배덕진, 김범기 2002; 배희숙, 전영석, 홍준희 2009; 신동희, 박정, 노국향, 2002; 이현래와 김범기, 2005)을 살펴보면 일반 학생들의 과학 지식 문제 해결에 있어서 남학생이 여학생 보다 더 높다는 연구와 탐구 능력에 있어서도 남녀에 따라 차이가 있다는 연구들이었다. 과학 문제 해결에 있어 성별에 따른 차이는 있음을 많은 연구에서 보이고 있다. 그러므로 많은 연구들이 지적하는 바와 같이 과학에서 성별에 따른 차이를 보이고 있으나 초등학교 최상위권 학생들은 과학탐구 문제를 해결하는데 있어서 문제 해결 과정에 어떤 전략을 쓰고 성별에 따라 어떤 차이가 있는지에 대한 연구가 필요하다고 본다.

따라서 본 연구에서는 과학 탐구 능력 문제 해결에 있어서 문제 해결 과정에서 최상위권본 학생들의 과학 탐구 능력 문제를 해결하는 데 있어 어떤 특성이 있으며 특히 문제 해결 과정(이해, 계획, 풀이, 검토 단계)에서 남녀에 따라 어떤 특성이 있는지를 파악하여 시사점을 제공하는데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

학생들의 과학 탐구 능력 문제 해결 과정 특징을 살펴보기 위한 본 연구 목적을 달성하기 위해 초등학교 6학년에 재학 중인 151명(남학생: 73명, 여학생: 78명)을 대상으로 탐구 능력 검사를 실시했다. 탐구 능력 검사 결과 분석 후 상위 20%에 해당되는 총 49명(남학생: 21명, 여학생: 28명)을 대상으로 한국교육개발원에서 개발한 과학 창의적 문제 해결력 검사(조석희, 시기자, 지은림, 1997)를 실시했다. 과학 창의적 문제 해결력 검사에서 최고의 성적을 받은 남녀 학생 각 7명씩 총 14명을 본 연구 대상자로 선정하였다.

2. 연구 검사 도구

가. 탐구 능력 검사도구

탐구 능력 검사 도구는 권재술과 김범기(1994)가 초등학교 5학년부터 중학

교 3학년까지 적용할 수 있도록 개발한 과학 탐구 능력 검사 도구(TSPS)를 사용하였다.

나. KEDI 과학 창의적 문제 해결력 검사도구 초등 고학년용(4~6학년)

이 검사 도구는 한국교육개발원에서 조석희 외(1997)가 개발한 검사 도구로 대상은 초등학교 4~6학년이며 총 10개의 서술형 문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 과학 탐구 능력에서 우수한 성적을 거둔 상위 20% 학생 총 49명을 대상으로 방과 후에 총 60분 동안 실시하였다. 4개의 하위 점수를 100점 만점으로 환산하고, 네 점수의 평균으로 과학 창의적 문제 해결 전체 점수를 구하였다. 학생들의 분석 점수는 (주)학습심리에서 채점한 결과를 이용하였다.

3. 분석 방법

문제 해결 과정에 발성 사고법 적용에 있어 초등학교생인 점을 감안하여 연구자가 각 단계별 질문을 하여 학생의 생각을 구체적으로 말할 수 있도록 하였다(<표 1> 참조).

<표 1> 문제 해결 과정에서의 단계별 주요 질문의 예

단계	설명	주요 질문의 예
이해 단계	처음 문제를 읽고 난이도를 파악하는 단계	자, 문제를 읽어볼까? 처음에 문제 읽었을 때 어려웠니?
계획 단계	문제 해결 방법을 계획하는 단계	어떻게 풀어볼래?
풀이 단계	문제를 본격적으로 풀어나가는 단계	자, 그럼 풀어볼까?
검토 단계	풀이한 문제를 검토하는 단계	미심쩍은 부분이 있니? 있다면, 어디니? 문제 마칠까?

학생들의 응답 내용은 비디오로 촬영하였으며 과학 전문가 2인의 도움을 받아 프로토콜을 작성하였다. 작성된 프로토콜을 상호 분석하였으며 분석자 간 일치도는 .88이었다.

면담 대상자를 대상으로 발성사고법을 1회에 걸쳐 연습시켰고, 과학 탐구 능력(기초탐구능력, 통합탐구능력) 총 2회의 면담을 통해 문제 풀이 과정을 살

펴보았다. 문항별 학생들의 문제 풀이 과정은 비디오로 녹화되었고, 녹화된 자료를 토대로 문제 해결 단계별 시간을 측정하여 분석하였다. 검사 결과는 SPSS Window Program(Version 12.0)을 사용하여 분석하였다. 결과 처리는 빈도 분석과 F 검증으로 분석하였다. 또한 학생들의 면담 내용을 프로토콜로 작성하였다. 총 140개의 프로토콜을 문제 해결에 성공한 경우와 실패한 경우를 구별하여 문제 해결 단계에 따라 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학 탐구 능력 문제 해결 단계별 시간 활용 성별 특성

과학 최상위권 학생들의 과학 탐구 능력 문제 해결에 있어 성공하는 경우와 실패하는 경우의 과정별 시간을 분석해 보면, 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서 이해 단계와 풀이 단계 및 검토단계에서는 성공하는 경우가 더 적은 시간을 사용하였고 계획 단계에서는 실패하는 경우가 더 적은 시간을 사용하였다. 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서 이해, 풀이, 검토 단계에서는 성공하는 경우와 실패하는 경우에 따라 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다($p < 0.05$). 이는 문제 해결 전체 과정에 소요되는 총 시간이 성공하는 경우보다 실패하는 경우가 더 많은 것으로 보고한 연구(Mason et al., 1997)와 같은 결과를 보였다.

<표 2> 탐구 능력에서의 문제 해결 단계별 평균 시간 비교(단위, 초)

문제해결과정	문제해결여부	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
이해	성공하는 경우	21.15	14.71	5.777	.018*
	실패하는 경우	27.65	13.76		
계획	성공하는 경우	7.01	7.39	1.013	.316
	실패하는 경우	5.65	6.78		
풀이	성공하는 경우	60.15	35.59	8.482	.004**
	실패하는 경우	83.62	57.89		
검토	성공하는 경우	28.28	13.43	6.817	.010**
	실패하는 경우	35.12	15.39		
총시간	성공하는 경우	118.46	44.23	14.715	.000**
	실패하는 경우	153.05	57.04		

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

과학탐구 능력의 문제 해결 시간을 성별로 분석해 보면, 문제 해결 이해 단계에서 남학생이 여학생에 비해 시간이 많이 걸렸으며 통계적으로는 이해 단계에서 유의미한 결과를 보였다($p < .05$). 그 외 나머지 문제 해결 단계에서는 유의미한 결과를 보이지 않았다(<표 3> 참조).

<표 3> 과학탐구능력 문제해결 과정에 따른 성별 비교

문제해결과정	성별	M	SD	F	p
이해	남	25.90	17.17	5.60	.019*
	여	20.11	11.11		
계획	남	6.92	7.32	.252	.617
	여	6.31	7.16		
풀이	남	64.78	37.33	.306	.581
	여	68.92	50.37		
검토	남	28.40	11.06	2.328	.129
	여	32.07	16.82		

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

<표 4> 성공하는 경우와 실패하는 경우의 문제 해결 과정별 성별 비교

성공여부	문제해결 과정	성별	M	SD	F	p
성공하는 경우	이해	남	22.94	17.95	1.486	.226
		여	19.36	10.43		
	계획	남	6.92	7.00	.015	.904
		여	7.10	7.82		
	풀이	남	62.26	39.18	.349	.556
		여	58.04	31.86		
	검토	남	26.84	10.41	1.151	.286
		여	29.72	15.86		
실패하는 경우	이해	남	33.30	12.61	7.936	.008**
		여	22.00	12.75		
	계획	남	6.95	8.25	1.487	.230
		여	4.35	4.77		
	풀이	남	71.10	32.30	1.916	.174
		여	96.15	74.20		
	검토	남	32.30	11.92	1.359	.251
		여	37.95	18.09		

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

또한, 과학탐구 능력의 문제 해결 시간을 성공하는 경우와 실패하는 경우에 따라 성별로 분석해 보면, 문제 해결 이해 단계에서 성공하는 경우, 실패하는 경우

모두 여학생이 더 적은 시간이 걸렸다. 특히, 실패하는 경우는 통계적으로는 이해 단계에서 유의미한 결과를 보였다($p < .05$). 이는 난이도가 높은 문제일수록 이해와 계획 단계에 많은 시간이 소요된다는 연구(홍미영과 박윤배, 1995)를 볼 때 실패하는 경우 이해 단계에서 남학생이 어려움을 많이 느끼는 것으로 볼 수 있다. 계획 단계는 성공하는 경우는 남학생이 시간이 덜 걸렸으며 실패하는 경우는 여학생이 덜 걸렸으나 통계적으로는 유의미하지 않았다. 풀이 단계에서는 성공하는 경우는 여학생이 시간이 덜 걸렸으며 실패하는 경우는 남학생이 시간이 덜 걸렸으나 통계적으로는 유의미하지 않았다. 검토 단계에서는 성공, 실패 모두 남학생이 시간이 덜 걸렸으나 통계적으로 유의미하지 않았다(<표 4> 참조).

과학 최상위권 학생들이 과학 탐구 능력 문제 해결에 있어 기초 탐구 능력의 경우 남학생이 이해 단계를 제외한 나머지 부분에서 시간이 덜 걸렸고 특히 검토 단계에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$) 통합 탐구 능력에서는 여학생이 남학생에 비해 문제해결 전 단계에서 평균 시간이 덜 걸렸고 특히 이해 단계에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). 이는 성공자와 실패자의 문제 해결 시간에서 성공자가 적게 걸리고 실패자와 많이 걸린다는 연구(이성왕, 1987; 노태희와 전경문, 1997)에 비추어볼 때, 남학생이 기초 탐구 능력에서 문제를 더 쉽게 해결하였고 통합 탐구 능력에서는 여학생

<표 5> 탐구 능력 영역에 따른 문제 해결 과정에서의 시간 성별 비교

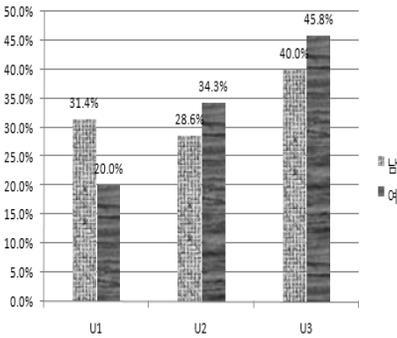
탐구능력	문제해결과정	성별	M	SD	F	p
기초탐구 능력	이해	남	18.74	15.07	1.074	.304
		여	15.48	10.88		
	계획	남	5.91	6.56	.203	.654
		여	6.71	8.19		
	풀이	남	64.40	40.32	1.445	.234
		여	78.74	57.94		
	검토	남	27.25	11.59	4.515	.037*
		여	35.42	19.57		
통합탐구 능력	이해	남	33.05	16.29	6.839	.011*
		여	24.74	9.38		
	계획	남	7.94	7.97	1.437	.235
		여	5.91	6.05		
	풀이	남	65.17	34.67	.459	.500
		여	59.11	39.92		
	검토	남	29.54	10.53	.086	.770
		여	28.71	12.96		

이 문제를 더 쉽게 해결한 것으로 풀이할 수 있다.

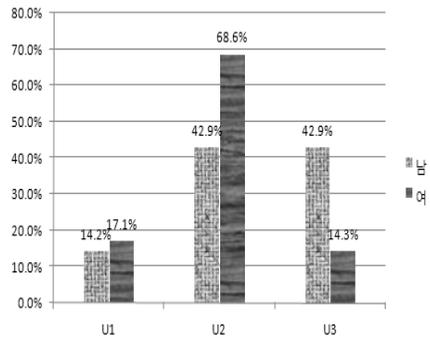
2. 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서의 단계별 성별 특성

가. 과학 탐구 능력 문제 해결 과정 단계 중 이해 단계에서 성별 특성

문제 해결의 첫 단계인 이해 단계에서의 유형을 조사하였다. 과학 최상위권 학생들이 과학 지식 문제를 읽고 난 후 문항에 대한 반응을 여러 가지로 나타내고 있었는데 이를 3단계로 범주화하여 분석하였다. u1(아니요. 쉬웠다. 고개를 가로로 젖는다.), u2(그저 그렇다. 괜찮았다. 별로, 약간 쉬웠다.), u3(예, 조금 어려웠다. 어려웠다.)로 구분하였으며 각 유형별 빈도수를 살펴보면 [그림 1], [그림 2]와 같다.



[그림 1] 기초 탐구 능력 이해 단계 성별 특성



[그림 2] 통합 탐구 능력 이해 단계 성별 특성

여학생이 기초 탐구 능력 문제를 좀 더 어렵게 생각하고 있었다. 반면에 통합 탐구 능력의 경우 남학생이 어렵게 느끼고 있었다.

문제 해결 이해 유형에서 남학생은 어렵다고 느낀 문항에서 성공자가 가장 많았고 여학생은 보통이라고 느낀 문항에서 성공자가 가장 많았다(<표 6> 참조). 여학생은 어렵게 느낀 문제에서 가장 실패율이 높았으며 남학생은 보통과 어렵게 느낀 문항에서 높게 나타났다. 과학 탐구 능력 문제 해결에서 여학생은 남학생에 비해 전반적으로 쉽게 느낀 경향이 있다. 이는 초등학교 학생들의 문항 풀이의 처음 단계에서 오류를 범한 학생들은 거의 오답을 선택하는 것으로 나타난 연구(정미라, 이기영, 김찬중, 2004)처럼 어렵게 느낀 학생들의 오답률

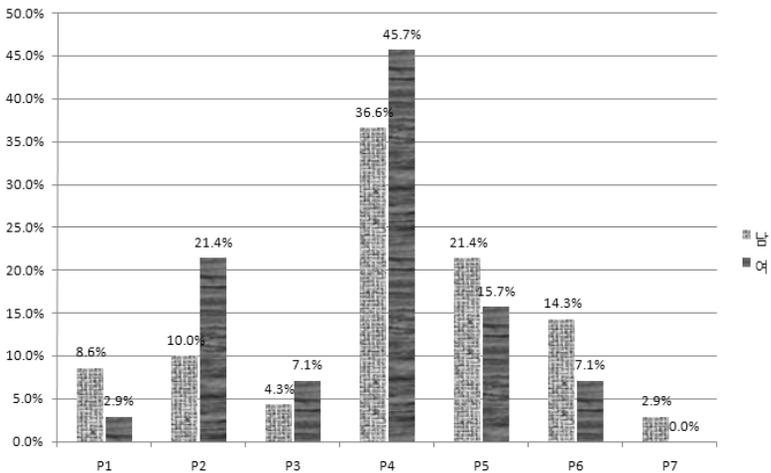
이 높게 나타났다. 이는 문제 해결 과정에서 문제 이해가 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다.

<표 6> 문제 해결 이해 유형에 따른 성공하는 경우와 실패하는 경우의 성별 비교

성별	해결유무	U1	U2	U3
남	성공하는 경우	14	17	19
	실패하는 경우	2	9	9
	계	16	26	28
여	성공하는 경우	12	29	10
	실패하는 경우	2	7	10
	계	14	36	20

나. 과학 탐구 문제 해결 과정 계획 단계에서의 성별 특성

학생들의 프로토콜을 토대로 계획 단계는 7가지로 범주화 하였다. 이전 내용을 기억해 내는 경우(p1), 문두와 답지를 분석하여 답을 정하는 경우(p2), 설명 없이 생각한 후 답을 정하는 경우(p3), 표, 그림, 그래프를 분석하여 푸는 경우(p4), 즉시 답을 구하는 경우(p5), 즉시 풀이 하는 경우(p6), 경험과 관련지어 푸는 경우(p7)이다.



[그림 3] 탐구 능력 계획 단계에서의 성별 특성

남학생은 p1, p5, p6에서 여학생은 p2, p3, p4에서 높은 빈도를 보였다. 구체적으로 살펴보면, 배운 내용을 기억해 내는 유형(p1)은 남학생이 여학생보다 많은 경향을 보였다.

“4학년 때 실험 했던 결과를 토대로” (윤 M)

“웬지 학원에서 풀어본 문제 같아요.” (장 F)

학생들의 면담 결과 수학시간, 책, 학원 등 기억의 장소가 다양하게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 문항 자체가 과학 내용뿐만 아니라, 다른 상황을 제시하기 때문인 것으로 풀이되며 남학생이 좀 더 다양한 경험을 한 것으로 나타나고 있다. 이는 정경아 등(2006)이 영재 학생들을 대상으로 설문한 결과에서는 여학생의 경험률이 남학생보다 유의하게 높은 것은 ‘동물원, 식물원, 생태서식지 등을 방문한 경험’으로 나타났다고 보고 한 내용과는 차이가 있었다.

문두와 답지를 분석하여 해결하려는 유형(p2)은 전체 계획 유형 중에서 세 번째로 많이 활용한 방법이다. 전체적으로 여학생이 많이 활용하였다.

“그냥 문제에 나온 거랑 보기랑 비교해 가면서” (나F)

“이 문제에서 나온 그 내용이랑요. 여기 보기에 나온 것 중에서 맞는 것만 찾으면 되요.” (나F)

과학 탐구 능력 문항의 경우 처음으로 접하는 문제 유형이 많은 관계로 학생들이 문두와 답지를 분석하는 경향이 많았다.

표, 그림, 그래프를 분석하여 해결하는 유형(p4)은 전체 계획 유형 중에서 가장 많이 활용한 방법으로 여학생의 빈도가 높았다.

“일단 네모난 것 세구요. 삼각형으로 되어 있는 것 더하고 구부러진 것 더하면 될 것 같다.” (도F)

“그래프가 온도와 방바닥의 높이랑 같이 나와 있으니까 보기와 맞추어서 맞는 것을 찾겠다.” (은F)

과학 탐구 능력 문제 해결에서 가장 많이 사용한 유형으로 문항 자체가 표와 그래프, 그림이 많이 제시되어 있어서 또 하나는 처음 접하는 내용으로 문항에서 단서를 찾으려고 하는 경향이 있다.

문제를 읽자마자 즉시 답을 해결하는 유형(p5)은 전체 계획 유형 중에서 학생들이 두 번째로 많이 활용한 방법으로 남학생의 빈도가 높았다.

“3번이 답인 것 같아요” (장F)

“답은 1번 모양으로는 건전지는 원기둥 모양이고....” (우M)

이 유형의 문제 해결은 학생들이 쉽게 느끼는 문제에서 주로 나타난다. 문

제를 이해하는 과정에서 답을 구하였으며 즉시 풀이로 이어지는 특징이 있다. 이는 홍미영과 박운배(1995)가 친숙한 문항일수록 계획단계가 매우 짧거나 거의 드러나지 않는다고 것과 같은 결과를 보였다.

즉시 풀이 하는 유형(p6)의 대표적인 프로토콜을 살펴보면

“이걸 이거 하나 정사각형 넓이가 1제곱미터잖아요. 안에 있는 사각형 세고....” (장F)

“1번은 요. 이 문제를 보았을 때 월요일...” (윤M)

이 유형의 문제 해결 과정은 먼저 풀이를 한 후 답을 말하는 방법으로 쉽고 느끼는 문항과 어려운 문항 해결과정에서 나타나는 특징이 있다.

남학생의 경우 계획 유형에서 가장 많은 빈도를 보인 것이 표, 그림, 그래프를 분석하여 푸는 유형(26)이었으며 그 다음으로 즉시 답을 구하는 유형(15), 즉시 풀이 하는 유형(11)이었다. 특히 이전 내용을 기억해 내는 유형에서 실패하는 경우(6)가 가장 많았다. 이는 남학생이 기억에 의존해서 풀다 보니 정확성이 떨어지는 경향이 있다. 정미라 외(2004)는 지식의 활용단계에서 학생들이 학교 지식보다는 일상 지식을 더 많이 활용하는 것으로 나타났으며, 오개념과 경험 및 개념 부족도 많이 나타났다. 문항 풀이 과정에서 일상 지식과 더불어 오개념을 가지고 있거나 학습 상황을 직접적으로 경험해보지 않은 학생은 주로 오답을 선택하였고, 일상지식과 더불어 학교 지식을 적용한 경우에는 정답을 선택한 것으로 나타났다.

여학생의 경우 계획 유형에서 가장 많은 빈도를 보인 것이 표, 그림, 그래프를 분석하여 푸는 유형(33), 문두와 답지를 분석하여 답을 정하는 유형(15)였으며 남학생과는 달리 표, 그림, 그래프를 분석하여 푸는 유형서 가장 많이 성공했고 실패하는 경우도 가장 많았다(<표 7> 참조).

<표 7> 문제 해결 계획 유형에 따른 성공하는 경우와 실패하는 경우의 성별 비교

성별	해결유무	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
남	성공하는 경우	3	5	2	23	11	7	0
	실패하는 경우	6	0	1	3	4	4	1
	계	9	5	3	26	15	11	1
여	성공하는 경우	1	10	2	27	9	1	0
	실패하는 경우	1	5	3	6	2	3	0
	계	2	15	5	33	11	4	0

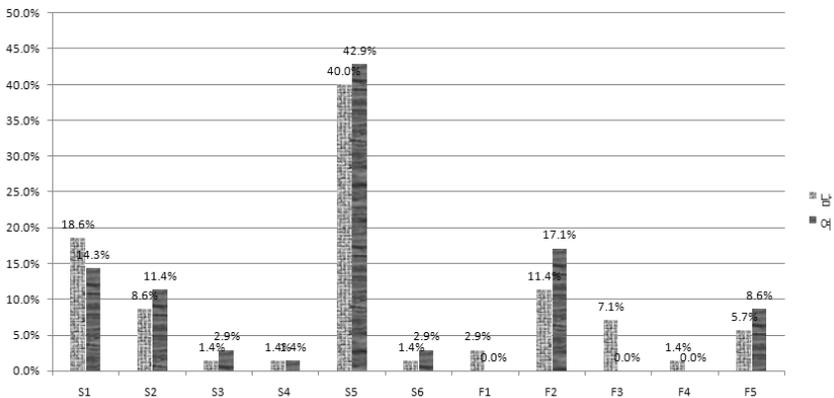
다. 과학 탐구 문제 해결 과정 풀이 단계에서의 성별 특성

과학 최상위권 학생의 문제 해결 풀이 단계에서 문제 성공한 경우와 실패한 경우의 풀이 유형을 각각 7가지 유형으로 범주화하였다.

<표 8> 문제 해결 과정 풀이 단계 유형

단계	유형	설 명
성공	S1	문두와 답지의 내용을 모두 확실히 알고 정답을 구하는 경우
	S2	문두를 분석하여 답지를 비교하며 그 안에서 답을 구하는 경우
	S3	답지 중 확실히 알고 있는 것으로 정답을 구하는 경우
	S4	헛갈리는 답지 중에서 정답을 우연히 맞히는 경우
	S5	표, 그래프, 그림을 정확히 분석하여 정답을 구하는 경우
	S6	일상 경험을 통해 정답을 구하는 경우
실패	F1	잘못된 일상 경험을 통해 답을 구하는 경우
	F2	문제를 분석하여 정확히 추리하지 못한 경우
	F3	잘못된 기억이나 정보로 문제를 푸는 경우
	F4	답지의 내용을 잘 모르고 문제를 푸는 경우
	F5	표, 그림, 그래프를 잘못 분석한 경우

풀이 단계에서 남학생은 여학생에 비해 s1, f1, f3 유형의 빈도가 높았고 그 나머지에서는 여학생의 빈도가 높게 나타났다. 남학생은 기억에 많은 의존을 하였고 여학생은 문두와 답지를 분석하여 풀이하는 경향이 높았다(그림 4 참조).



[그림 4] 과학 탐구 문제 풀이 단계에서의 성별 특성

문두와 답지의 내용을 모두 확실히 알고 정답을 구하는 유형(s1)은 남학생의 빈도가 높았다.

“어 일단 2번 색깔로는 색깔이 뚜렷하게 안 나와 있고 색깔로는 두 집단으로 나누면 기준이 안 맞고 3번 길이로도 2번처럼 기준이 안 맞는 것 같고 부피도 부피는 일정한 기준이 없으니까 주관적이니까 1번 모양으로가 그 원기둥 원으로 된 모양도 있고 4각형처럼 된 모양도 있으니까 제일 좋은 것 같다.” (석M)

이 유형에서 학생들은 문두와 답지의 각 내용을 정확히 이해하고 답을 구하는 경향이 있었다.

문두를 분석하여 답지를 비교하며 그 안에서 답을 구하는 유형(s2)은 의 대표적인 프로토콜을 살펴보면,

“일단 14는 넘었어요. 답은 3번, 사각형 계산했고 삼각형 계산했고 그 다음 다른 무늬, 여기 이거 두개를 하나로 쳐야 하는지 이것을 조금 정확히 사각형으로 잘라서 하면은 보완이 되는데” (배M)

이 유형은 답지의 내용이 처음 접하는 것이거나 추리가 필요할 때 학생들이 풀이하는 경향이 높았다.

표, 그래프, 그림을 정확히 분석하여 정답을 구하는 유형(s5)으로 여학생의 빈도가 높았다.

“건전지하고 전지하고 분필은 원기둥하고 둥그스름한 부분이 많은데 성냥갑, 자석, 지우개는 사각 기둥을 하고 있다.” (홍M)

이 유형은 표나 그래프, 그림의 정보를 답지와 비교해 가면서 답을 구하는 것으로 내용을 충분히 파악하여 답을 구했다

잘못된 일상 경험을 통해 답을 구하는 유형(f1)의 대표적인 프로토콜을 살펴보면,

무거운 물체는 가까이 있고 막대의 무게가 안쪽에 치우쳐 있어 더 덜 받고 힘을 주는 힘점이 이게 더 약해지고 멀리 놀릴수록 더 편히 놀려지고 그리고 막대의 무게가 더 나가기 때문에 그래야 수평을 유지합니다.” (윤M)

이 유형은 문두와 답지를 정확히 분석하지 않고 자기의 경험으로 답지를 해석하여 답을 정하여 실패하게 되는 경향이 있었다.

문제를 분석하여 정확히 추리하지 못한 유형(f2)을 살펴보면,

“3번인 것 같다. 어떤 종류의 기름때를 가장 잘 제거하는지 알아보기 위해서는 요 빨래 후 옷감에 남은 얼룩의 양으로 판단할 수 있다.” (홍M)

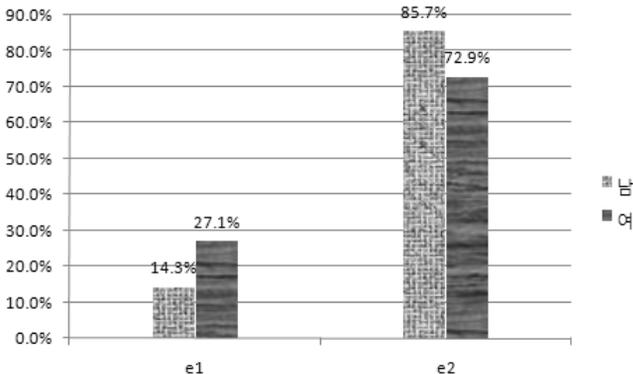
이 유형은 문두에서 요구하는 내용을 잘못 해석하거나 답지의 내용을 잘못 해석하여 문제 해결에 실패하는 경향이 높았다.

표, 그림, 그래프를 잘못 분석한 유형(f5)에 대표적인 프로토콜을 살펴보면,
 “방바닥에서 높이가 높아질수록 공기의 온도가 올라가는 것 같다. 방바닥의 높이가 센티미터가 올라가면 올라갈수록 기온이 상승하는 것을 그래프로 나타낸 것 같다. 다른 것은 아닌 것 같다.” (홍M)

이 유형은 그래프나, 표, 그림의 전체적인 것을 보지 못하고 특징적인 일부만을 해석하여 답을 구하는 경향이 있었다. 김유정, 최길순, 노태희(2009)는 고등학생들의 그래프 해석 오류 유형을 자료의 잘못된 독해, 잘못된 내삽, 외삽, 관계 잘못 설정으로 구분하여 분석하였다. 초등학생에 있어서도 그래프 분석에 있어서 좀 더 밀도 있는 연구가 이루어져 그에 맞는 프로그램이 적용되어야 할 것이다.

라. 과학 탐구 능력 문제 해결 과정 검토 단계에서의 성별 특성

과학 최상위권 학생의 과학 탐구 문제 해결 과정에서 검토 단계에서의 학생들의 반응 유형을 2개로 범주화하였다. 미심쩍은 부분이 있다(E1), 미심쩍은 부분이 없다(E2) 유형으로 남학생이 미심쩍은 부분이 없다는 유형이 여학생에 비해 높았다([그림 5] 참조).



[그림 5] 과학 탐구 문제 검토 단계에서의 성별 특성

마. 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서 성공하는 경우와 실패하는 경우의 계획 유형에 따른 풀이 유형 성별 특성 비교

성공하는 경우의 남녀별 계획-풀이 유형의 조합에 있어 남학생 15개, 여학생이 13개 조합으로 남학생이 조금 많았다(<표 8> 참조).

성공하는 경우, 남학생은 표, 그림, 그래프를 분석하여 푸는 유형-표, 그래프, 그림을 정확히 분석하여 정답을 구하는 유형(13회)이 가장 빈도가 높았다. 여학생의 경우도, 표, 그림, 그래프를 분석하여 푸는 유형-표, 그래프, 그림을 정확히 분석하여 정답을 구하는 유형(18회)이 가장 빈도가 높았다.

<표 9> 성공하는 경우의 계획 유형과 풀이 유형 상호관계

유형	남							여						
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
s1		(4)	(1)	(5)	(3)				(3)	(1)	(4)		(1)	
s2			(1)	(4)		(1)			(5)		(5)	(2)		
s3		(1)							(1)					
s4	(1)			(1)										
s5	(2)			(13)	(6)	(6)		(1)	(1)	(1)	(18)	(7)		
s6					(2)									

<표 10> 실패하는 경우의 계획 유형과 풀이 유형 상호관계

유형	남							여						
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
f1	(1)				(1)									
f2	(1)		(1)	(1)	(1)	(3)	(1)		(4)	(2)	(2)	(1)	(3)	
f3					(1)									
f4	(2)			(1)	(1)	(1)		(1)						
f5	(2)			(2)					(5)	(1)	(4)			

실패하는 경우의 남녀별 계획-풀이 유형 조합을 비교해 보면, 남학생은 14가지 유형이었고 여학생은 9가지 유형을 보이고 있어 남학생이 많은 조합을 나타내었다.

실패하는 경우, 남학생은 즉시 풀이하는 계획 유형으로 문제를 분석하여 정확히 추리하지 못한 풀이 유형이었다. 계획 유형에서 이전 내용을 기억해 내는 유형으로 한 것이 가장 많이 실패하였다. 이는 문제 해결에 있어 정확한 개념

과 경험이 자리 잡지 못한 결과로 보이는데 정미라 외(2004)는 학생들의 문제 해결에서 실패할 때 일상 지식과 더불어 오개념을 가지고 있거나 학습 상황을 직접적으로 경험해보지 않은 경우이었고 성공할 때는 일상지식과 더불어 학교 지식을 적용한 경우라고 하였다. 과학 탐구 능력 문제 해결에 있어서도 실패를 줄이기 위해서는 정확한 개념이 학생들에게 인식되도록 과학 수업이 이루어져야 한다. 여학생은 문제와 답지를 분석하는 계획 유형으로 표, 그래프, 그림을 잘못 분석한 유형이 가장 높아 남녀에 따른 차이를 보였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 과학 최상위권 학생들이 과학 탐구 능력 문제 풀이 과정에 따른 성별 특성을 알아보기 위하여 6학년 학생(남 7, 여 7)들을 대상으로 문제 풀이 과정을 발성 사고법을 활용하여 분석하였다. 본 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 학생들의 문제 해결 과정을 시간을 비교해 본 결과 성공하는 경우와 실패하는 경우의 단계별 시간을 분석해 본 결과, 과학 탐구 능력 문제 해결 과정에서 이해, 풀이, 검토 단계에서 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다($p < .05$). 성별에 따라서는 문제 해결 이해 단계에서 남학생이 여학생에 비해 시간이 많이 걸렸으며 통계적으로는 이해 단계에서 유의미한 결과를 보였다($p < .05$). 또한 기초 탐구 능력의 경우 남학생이 이해 단계를 제외한 나머지 부분에서 시간이 덜 걸렸고 특히 검토 단계에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$) 통합 탐구 능력에서는 여학생이 남학생에 비해 문제해결 전 단계에서 평균 시간이 덜 걸렸고 특히 이해 단계에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). 이는 전문가의 경우에 문제해결에 시간을 덜 사용하고 초보자의 경우에 문제해결 시간이 더 걸린다는 기존의 연구(권재술과 이성왕, 1988; 노태희와 전경문, 1997; 홍미영과 박운배, 1995; Mason et al., 1997)를 볼 때 과학 탐구 능력 문제 해결에 있어서 학생들의 성별에 따라 문제 해결 교수 학습 지도를 달리해야 하는 점이 있음을 시사하고 있다.

둘째, 문제를 성공하는 경우, 남학생은 기억에 의한 계획 유형과 문두와 답지의 내용을 모두 확실히 아는 풀이 유형 및 답지 중 확실히 알고 있는 유형으로 문제를 푸는 경향이 높았다. 여학생의 경우 문두와 답지를 분석하거나 표, 그래프, 그림을 분석하여 성공하는 경향이 높았다. 정확한 개념 습득과 지

문과 답지를 충분히 이해하고 계획할 때 성공하는 빈도는 높아지는 것을 알 수 있다. 또한 표, 그림, 그래프에 대한 정확한 해석을 할 수 있도록 이에 대한 노력이 필요함을 알 수 있다.

셋째, 문제를 실패하는 경우, 남학생은 즉시 풀이하면서 충분히 이해가 되지 않은 상태에서 답을 구하거나 잘못된 기억으로 해결하다 실패를 하는 경향이 높고 여학생은 잘 못 기억하거나 표, 그림, 그래프를 잘 못 분석한 풀이 유형이 많았다. 김유정 외(2009)의 연구에서도 고등학생들 중 학업 성취도가 낮은 학생들에서 그래프 해석 과정에서 많은 오류가 있는 것으로 보고하고 있는데 초등학생의 경우 최상위권 학생들도 실패하는 것으로 보아 탐구 능력 문제 해결 능력 신장을 위해서는 일반 학생들에 대한 표와 그림, 그래프 해석 능력을 신장시키는데 관심을 갖고 지도해 나아가야 할 필요가 있다.

과학탐구 문제 해결 과정에서 다양한 전략을 사용할 수 있도록 과학 교수-학습이 이루어지도록 해야 하고 올바른 과학 지식 개념의 습득과 표, 그림, 그래프 분석 능력의 향상을 위해 프로그램 개발 및 적용이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 권재술, 이성왕 (1998). 물리 문제 해결 실패자와 성공자의 문제 해결 사고 과정에 관한 연구. **한국과학교육학회지**, 8(1), 43-56.
- 김용권, 이충영, 이석희 (2004). 과학놀이 활동이 아동들의 과학적 태도와 탐구능력에 미치는 효과. **초등과학교육**, 23(1), 17-26.
- 김유정, 최길순, 노태희 (2009). 고등학생들의 과학 그래프 작성 및 해석 과정에서 나타난 오류. **한국과학교육학회지**, 29(8), 978-989.
- 김은진 (2006). 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 초등 과학 영재들의 사고 특성 탐색. **초등과학교육**, 25(2), 179-190.
- 김찬중 (1998). 초등 과학 우수 학생의 일상적 맥락의 과학 문제 해결 과정: 서답형 문항에 대한 응답 분석. **한국초등과학교육학회지**, 17(1) 75-87.
- 김태선, 배덕진, 김범기 (2002). 중학생의 그래프 능력과 논리적 사고력 및 과학 탐구 능력의 관계. **한국과학교육학회지**, 22(4), 725-739.
- 노태희, 전경문 (1997). 물질의 분자 수준을 시각적으로 강조하는 4단계 문제 해결식 수업이 학생의 개념과 문제 해결 능력에 미치는 효과. **한국과학교육학회지**, 17(3), 313-321.
- 박학규, 권재술 (1991). 물리 문제 해결에 관한 최근 연구의 분석. **한국과학교육학회지**,

- 11(2), 67-77.
- 박학규, 이용현 (1993). 물리 문제 해결 과정에서 중학생들의 사고 과정의 특성 분석. **한국과학교육학회지**, 12(3), 49-59.
- 배희숙, 전영석, 홍준희 (2009). 과학 탐구 능력 신장을 위한 과학 글쓰기 교수·학습 전략 개발. **초등과학교육**, 28(2), 178-186.
- 신동희, 박정, 노국향 (2002). OECD 주관 학생 성취도 국제비교연구(PISA 2000) 지구 환경 과학 영역 성취도에서의 성 차이. **한국과학교육학회지**, 22(1), 40-53.
- 이성왕 (1987). **물리문제해결 과정에서의 전문가와 초심자의 사고과정의 비교 분석**. 석사 학위논문, 한국교원대학교.
- 이현래, 김범기 (2005). 중학생의 학습양식 유형에 따른 과학 탐구 능력. **한국과학교육학회지**, 25(5), 541-546.
- 이혜주 (2006). 초등학교 아동의 과학적 문제 발견 능력에 영향을 미치는 관련 변인에서의 남녀 차이. **초등과학교육**, 25(4), 419-429.
- 전경문 (1999). **문제 해결 전략과 해결자·청취자 활동; 화학 수업에서의 교수 효과 및 소집단 문제 해결 과정**. 서울대학교 대학원 박사논문.
- 정경아, 최윤정, 윤초희, 이미순 (2006). **영재교육 성별 실태 및 영재 여학생 육성 방안**. 한국여성개발원, 2006 연구보고서-10.
- 정미라, 이기영, 김찬중 (2004). 초등학교 학생들의 과학 선다형 문항 풀이 과정에서의 오류분석. **초등과학교육**, 23(4), 332-343.
- 조희영, 최경희 (2000). **과학 교수-학습과 수행평가**. 서울: 교육과학사.
- 홍미영, 박윤배 (1994). 대학생들의 기체의 성질에 대한 문제 해결 과정의 분석. **한국과학교육학회지**, 14(2), 143-158.
- 홍미영, 박윤배 (1995). 문제의 특성에 따른 대학생들의 화학 문제 해결 과정의 차이 분석. **한국과학교육학회지**, 15(1), 80-91.
- 홍순원, 이용섭 (2008). 창의적 문제 해결 학습이 학생들의 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 27(3), 233-243
- Abruscato, J. (2000). *Teaching children science; A discovery approach*. 5th ed. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Beller, M., & Gafni, N. (1996). The 1991 International assessment of educational progress in mathematics and science: The gender differences perspective. *Journal of Educational Psychology*, 88, 365-377.
- Camacho, M., & Good, R. (1989). Problem solving and chemical equilibrium: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(3), 251-272.
- Hayes, J. R. (1989). *The complete problem solver*. (2nd ed.). Hillsdale, MI: Lawrence Erlbaum Associates.

- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-708.
- Lyle, K. S., & Robinson, W. R. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Chemical*, 78(9), 1162-1163.
- Mason, D. S., Shell, D. F., & Crawley, F. E. (1997). Difference in problem solving by nonscience majors in introductory chemistry on paired algorithmic-conceptual problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 905-924.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzales, E. J., Gregory, K. D., Smith, T. A., Chrostowski, S. J., Garden, R. A., & O'Connor, K. M. (2000). TIMSS 1999: International science report. *International Study Center Boston College Lynch School of Education*, 11, 331-351.
- Smith, M, U., & Good, R, (1984). Problem solving and classical genetics: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(9), 895-912.
- Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M., & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468.

= Abstract =

The Highest Achievers' Gender Characteristics in Elementary Science Process Skills of Problem Solving

Byung Tai Park

Seoul Daechi Elementary School

As research results, male schoolchildren were found to solve problems more easily in the area of basic process skills while female schoolchildren were found to solve problems in the area of integrated process skills. Schoolboys showed the high tendency to solve problems in a planning pattern by memory, or solving pattern in which they are fully aware of the contents of both questions and choices in answer sheets, or the pattern which they are fully aware of distracters in answer sheets; in contrast, schoolgirls showed a high tendency to get a good result by analyzing both questions & choices in answer sheets or analyzing a chart, graph and illustration, which explains that female schoolchildren tend to solve problems in more diverse ways than male schoolchildren. In case of a poor achiever, male schoolchildren tend to make a failure while trying to find answers in an inadequately understood state or trying to solve on mistaken memories while doing questions immediately while female schoolchildren showed a lot of solving patterns based on mistaken memories or wrong analyses of a chart, illustration, or graph. Such results are believed to offer the implications on the understanding of male/female schoolchildren in their problem-solving pattern of their exploratory ability in elementary science and on its subsequent program development.

Key Words: Science problem solving process, Gender characteristics Science Process Skills, Poor solvers, Good solvers

1차 원고접수: 2010년 7월 5일
수정원고접수: 2010년 8월 7일
최종게재결정: 2010년 8월 17일