

중등학생의 과학탐구능력 신장을 위한 학습지도 및 평가방법의 개선 방안*

허 명
(한국교원대학교 생물교육과)

I. 연구 목적 및 필요성

전통적인 과학 교육에서는 과학하는 방법보다는 과학 지식을 중요시하며, 과학교사는 지식의 원천으로서 학생들에게 과학지식을 일방적으로 전달하는 역할을 주로 담당하였다. 그러나 탐구적 과학 교육에서는 과학지식 자체보다는 과학지식이 얻어지기 까지의 과정 즉 과학하는 방법을 더욱 중요시하는 것이 큰 특징이다. 과학지식은 절대 불변하는 것이 아니고, 새로운 발견에 의해 계속 수정 혹은 교체되어 나가는 가변적 성질을 가졌다 는 것이 과학 발달의 역사가 증명해 주고 있다.

이러한 가변적 지식은 학생들이 졸업 후 사회생활을 하게 될 쯤이면 이미 낡은 지식으로 될 가능성이 많으며, 따라서 이러한 가변적 지식보다 안정적이고 차후 학습 혹은 평생 학습에 유용한 과학하는 방법을 강조하여 가르치자는 것이 탐구 학습을 지지하는 많은 과학 교육자들의 견해이다. 그리고 교사가 일방적이고 제공하는 과학 지식을 암기식으로 배우는 경우 보다 창의성 및 과학적 태도를 훨씬 더 효과적으로 향상시킬 수 있다는 것도 탐구 학습의 장점으로 지적되고 있다. 학생들의 탐구 능력 신장에 주안점을 두는 이러한 탐구적 과학 교육은 과학 기술의 혁신을 통한 선진 조국의 창조에 필요한 창의성 있는 과학 기술 인력의 저변 확대에도 긴요하다.

이러한 탐구 위주의 과학 교육은 많은 과학 교육자들로 부터 지지를 받고 있으며, 실제 과학 교육 현장에 적용하기 위한 노력도 많이 이루어지고 있다. 미국 과학 교육학회지의 편집장을 지낸 슈만스키(Shymansky, 1980)가 “탐구적 과학지도 방법이 너무 보편화되어 있어서, 탐구적 방법을 쓰지 않는 과학 교사는 구시대의 사람으로 간주된다”고 말한 것은 이러한 경향을 대변해 준다.

또 미국의 고교 생물 교육 과정인 BSCS의 교사용 지도서(BSCS, 1982)에서도 “BSCS 생물학의 진수는 탐구의 정신이다”라고 표현한 것은 이를 더욱 뒷받침해 준다. 우리나라는 이러한 탐구적 과학지도 방법이 1973년의 교육과정 개편 때부터 본격적으로 도입되기 시작하였고, 현재는 보편화된 과학 교육 사조가 되었다.

그러나 최근 미국에서의 과학 교육 평가(NAEP 및 SARP)결과에 의하면, 탐구 위주의 새로운 교육과정에 의한 학생들의 학습 성취도에 기대에 훨씬 미치지 못하는 것이었다(Hueftle, 1983). 학생들의 전반적인 과학 성적은 점점 하락하는 경향이었고, 더구나 학생들의 탐구 능력마저도 하향 추세라는 것이 판명되었다. 우리나라의 경우 미국의 NAEP 혹은 SARP에 견줄만한 전국적인 고각적인 평가 결과가 없어서 탐구 교육 목표가 어느 정도 달성되고 있는지를 정확히 판단하기는 어렵다. 그러나 과학교사의 탐구 학습에 대한 이론적 배경 미흡, 지식 측정 위주의 입시제도, 과밀학급과 시설 부족 등 여러가지 탐구 학습 저해 요인이 더욱 많이 내재하고 있

* 이 논문은 1988년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

다고 판단된다. 특히 최근의 국제학력 비교 평가(IEA, 1987)에서 한국의 국민학생은 과학 학습성취도가 상위권에, 중학생은 중위권에, 고등학생은 하위권에 속한다는 보고가 있었는데, 이는 현재의 탐구적 과학교육에 큰 문제가 있다는 것을 강력히 시사해 준다.

본 연구의 목적은 이러한 배경에 근거하여, 중학교 과학 교육에 있어서 탐구 학습과 관련된 문제점이 무엇인가를 구체적으로 파악하고, 이러한 문제를 어떻게 해결해야 될지 그 방향을 대략적으로 제시하는 데 있다.

II. 연구방법

1. 탐구 학습 성취도 조사

(1) 평가 도구

교육의 성패는 궁극적으로 학생들의 학습 성취도에 의해 판단되는 것이다. 본 연구에서는 탐구적 과학 교육의 실태와 문제점을 파악하기 위한 한 가지 방법으로 학생들의 탐구 학습 성취도를 측정한다. 탐구 학습 성취도를 측정하기 위하여 사용한 평가 도구는 이 종기(1988)가 개발한 "과학 탐구기능 검사(TSIS)"로 신뢰도(K-R20) 0.86, 측정의 표준오차 2.45이다. 이 평가 도구는 원래 고등학생을 대상으로 하여 개발되었으나, 특정 과학 지식을 측정하는 것이 아니고 일반적인 탐구 기능을 측정하는 문항이므로 중학생에게 실시하여도 문제가 없을 것으로 판단된다. 더구나 신뢰도가 검증된 평가 도구로서 중학생만을 위한 탐구 기능 평가 도구는 국내에서 개발된 것이 없었으므로 선택의 여지가 없다.

"과학 탐구 기능 검사"는 가설 설정, 변인 통제 등 12가지 탐구 기능 요소를 측정하는 36개의 문항으로 구성되어 있는데, 탐구 기능 요소별 문항 번호 및 난이도와 변별도는 표1과 같다.

〈표 1〉 "과학 탐구 기능 검사"의 탐구 기능 요소별 난이도, 변별도 지수

탐구 기능 요소	문항번호	난이도지수 (%)	변별도지수 (D.I.)
1. 가설 설정	7	67.4	0.50
	19		
	27		
2. 변인 통제	10	22.5	0.52
	18		
	28		
3. 실험 설계	11	72.0	0.42
	16		
	20		

4. 자료의 변경 중 숫자 계산	1	52.9	0.52
	2		
	24		
5. 실험값을 그래프 로 나타내기	14	56.3	0.42
	22		
	30		
6. 추 리	4	64.1	0.43
	8		
	35		
7. 상관 관계 결정	3	75.6	0.45
	21		
	26		
8. 인과 관계 결정	5	45.8	0.37
	13		
	36		
9. 예 상	23	57.4	0.49
	25		
	34		
10. 결 론	9	73.6	0.41
	15		
	17		
11. 일반화 또는 모 델 형성	12	71.2	0.47
	31		
	32		
12. 평 가	6	48.5	0.46
	29		
	33		

(2) 연구 대상의 표집

연구 대상 학생의 표집은 중학교 2, 3학년 학생들로서 성별과 지역별로 한 학교씩 선택하고, 각 학교에서 한 학급씩 총 610명을 표집하였다. (cluster sampling). 1학년 학생은 중학교에 입학한지 1~2개월 밖에 안되었으므로 중학교 교육을 진단하는 목적을 지닌 본 연구의 목적에 부합되지 않으므로 연구에서 제외했다. 표2에 연구 대상 학생을 표집한 결과가 나와 있는데, 대도시는 특별시와 직할시, 중소도시는 특별시와 직할시를 제외한 모든 시, 시골은 읍·면 지역을 뜻한다.

〈표 2〉 과학 탐구 기능 검사 대상의 표집

지역 학년 성별	시 골		중소도시		대도시		계
	남	여	남	여	남	여	
2	57	44	45	48	53	52	299
3	57	51	45	49	54	55	311
계	114	95	90	97	107	107	610
	209		187		214		

2. 과학 교육 실태 조사

(1) 설문지

설문지는 과학 교육 실태를 좀더 정확히 파악하기 위해서 교사용과 학생용의 두 가지가 개발되었다. 설문 내용은 크게 두 부분으로 나누어지는데 앞 부분은 학습 지도 및 평가 방법에 관한 내용으로 교사용 24문항, 학생용 18문항이고, 뒷 부분은 탐구 학습 실태 및 저해 요인에 관한 내용으로 교사용 33문항, 학생용 22문항이다.

(2) 연구 대상의 표집

교사용 설문지를 위한 연구 대상의 표집은 전국의 중학교 일람표를 이용하여 시골, 중소도시, 대도시별로 계층별 무선 표집(stratified random sampling)을 하였다. 시골, 중소도시, 대도시에서 80학교씩 전체 240학교를 표집하여 설문지를 1부씩 우송하고 과학 담당 교사로 하여금 응답하여 회신하도록 하였다. 회신된 설문지 응답은 127개 학교로 회신율이 52.7%이다. 회신율이 저조한 것은 설문지 내용이 너무 많은 것이 한 가지 이유이다.

학생용 설문지를 위한 연구 대상의 표집은 탐구 기능 검사를 위한 연구대상과 동일 집단으로 하였으나, 탐구 기능 검사를 실시한 날과 다른 날에 실시하였으므로 학생들의 출석율이 달라져서 전체 학생수는 623명으로 13명이 증가했다. 표3과 표4에 표집 결과가 제시되어 있다.

〈표 3〉 과학 교육 실태 조사를 위한 교사용 설문지의 연구 대상 표집 결과

구분	지역	시골	중소도시	대도시	계
표 집 학 교 수	80	80	80	80	240
설문지투여수	80	80	80	80	240
응 답 자 수	40	36	56	127	
회 신 율	50.0	45.0	70.0	52.7	

〈표 4〉 과학 교육 실태 조사를 위한 학생용 설문지의 연구 대상 표집 결과

지역	시골		중소도시		대도시		계
	남	여	남	여	남	여	
2	60	47	48	50	53	52	310
3	58	48	44	53	55	55	313
계	118	95	92	103	108	107	623

3. 연구 결과의 통계 처리

“과학 탐구 기능 검사”결과의 통계 처리는 SPSS를 이용하였다. 학생들의 전반적인 성취도 수준을 알아보기 위하여 평균과 표준편차를 구하는 이외에 지역별, 학

년별, 성별 비교를 위해 삼원 변량 분석(3-Way ANOVA)을 하였다. 그리고 탐구 기능 요소간의 상관 관계를 알아보기 위하여 상관 계수 Matrix도 구하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 탐구 학습 성취도 조사 결과

앞에서 언급한 방법에 의해 표집된 대상에 대하여 과학 탐구 기능 검사(TSIS)를 실시한 결과, 학생들의 평균 성적과 표준편차는 표5와 같다. 표5를 보면 학생들의 전체 평균은 56.3으로서 매우 저조하며, 표준편차는 16.9로서 학생들의 개인차가 매우 심하다는 것을 알 수 있다.

학생들의 탐구기능이 이처럼 전반적으로저조한 것은 과학 교육에 있어서 탐구 학습이 정착되지 않았음을 단적으로 나타내주는 것이다. 이는 과학 수업이 탐구 기능 보다는 지식 위주로 이루어지고 있다는 것을 뜻하며, 이러한 결과는 지식 위주의 과학 교과서와 역시 지식 위주의 입시 문제에 일부 원인이 있을 것으로 생각 되는데,

〈표 5〉 과학 탐구 기능 검사의 평균과 표준편차

지역	시골		중소도시		대도시		계
	남	여	남	여	남	여	
2	54.3 (17.0)	53.2 (17.3)	52.8 (14.6)	52.8 (17.9)	59.3 (17.7)	58.7 (16.0)	
3	47.9 (19.1)	51.0 (15.6)	61.1 (17.2)	54.1 (17.8)	67.5 (16.5)	62.5 (15.7)	
계	51.1 (18.1)	52.0 (16.5)	57.0 (16.9)	53.5 (17.7)	63.4 (17.1)	60.6 (15.9)	
	51.6 (17.3)		55.3 (16.9)		62.0 (16.5)		

* 평균은 100점 만점이며, ()안은 표준편차를 나타낸다.

〈표 6〉 과학 탐구 기능 검사 결과의 3원 변량 분석

	자승화	자유도	평균자승화	P
주효과				
지역	1588.77	2	794.38	21.41**
성별	64.12	1	64.12	1.73
학년	80.39	1	80.39	2.17
2원 상호 작용				
지역×성별	80.93	2	40.46	1.09
지역×학년	441.45	2	220.72	5.95*
성별×학년	25.85	1	25.85	0.70
3원 상호 작용				
지역×성별×학년	111.20	2	55.60	1.50
잔여 효과	22185.43	598	37.10	
전체	24534.18	609	40.29	

*P<0.01 **P<0.001

자세한 원인 분석은 다음에 이어지는 “과학교육 실태 조사 결과”에서 언급한다.

학생들의 탐구 기능이 지역별, 성별, 학년별로 어떻게 다른지를 알아보기 위하여 3원 변량 분석을 하였다(표6). 표5에서 시골 학생의 평균 성적은 51.6, 중소도시 학생은 55.3, 대도시 학생은 62.0으로서 지역별로 학생들의 탐구 기능이 큰 차이가 있음을 알 수 있는데, 이러한 차이는 표6에서 알 수 있듯이 매우 의미있는 차이($P < 0.001$)이다. 그리고, 여학생 보다는 남학생이, 2학년 보다는 3학년이 약간 높은 성적을 얻었지만, 표6에서 보듯이 이러한 차이는 통계적으로 의미있는 차이가 아니라는 것을 알 수 있다.

2원 상호 작용 효과를 살펴보면 지역×학년의 상호 작용은 의미 있는 수준($P < 0.01$) 이지만, 지역×성별 및 성별×학년의 상호 작용은 통계적으로 의미가 없다. 그리고 3원 상호작용인 지역×성별×학년의 상호 작용 역시 통계적으로 의미가 없다는 것을 알 수 있다.

<표 7> 탐구 기능 요소별 정답률(%)의 지역별 비교

탐구 기능 요소	지역		
	시골	중소도시	대도시
1. 가설 설정	49.3	55.4	67.4
2. 변인 통제	29.0	31.2	32.4
3. 실험 설계	56.9	60.4	73.8
4. 자료의 변형(숫자 계산)	44.0	43.9	50.3
5. 실험값 그래프로 나타내기	52.3	52.2	57.3
6. 추 리	55.3	60.8	68.7
7. 상관 관계 결정	64.1	68.6	77.1
8. 인과 관계 결정	46.9	47.6	53.4
9. 예상(내삽, 외삽)	49.4	55.1	58.7
10. 결 론	63.5	70.9	70.9
11. 일반화 또는 모델 형성	60.1	65.8	78.7
12. 평 가	47.2	49.7	55.8

<표 8> 탐구 기능 요소별 정답률(%)의 성별 비교

탐구 기능 요소	지역	
	남	여
1. 가설 설정	56.1	59.1
2. 변인 통제	31.3	30.4
3. 실험 설계	63.0	65.0
4. 자료의 변형(숫자 계산)	48.3	43.9
5. 실험값 그래프로 나타내기	53.3	54.8
6. 추 리	64.4	58.9
7. 상관 관계 결정	71.9	68.1
8. 인과 관계 결정	50.4	48.4
9. 예상(내삽, 외삽)	56.1	52.7
10. 결 론	71.4	65.2
11. 일반화 또는 모델 형성	66.7	70.0
12. 평 가	51.8	50.2

탐구 기능 요소별 정답률이 지역에 따라 어떻게 다른 지 비교한 결과가 표7에 나타나 있는데, 거의 모든 탐구 기능 요소에서 대도시, 중소도시, 시골의 순으로 성적이 높다. 가설 설정, 실험 설계, 일반화 또는 모델 형성 능력에 있어서는 매우 큰 차이를 보이고 있는 반면, 변인 통제, 자료의 변형, 실험값 그래프로 나타내기 능력에 있어서는 비교적 작은 차이를 보이고 있다.

탐구 기능 요소별 정답률을 성별로 비교하면(표8), 12 가지 탐구 기능 요소 중 가설 설정, 실험 설계, 실험값 그래프로 나타내기, 일반화 또는 모델형성의 4가지 요소에서 여학생이 남학생 보다 높은 성적을 얻었으며, 변인통제, 자료의 변형, 추리 등 8가지 요소에서 남학생이 여학생 보다 높은 성적을 나타냈다. 이처럼 탐구 기능 요소에 따라 성별로 다른 차이를 보이고 있는 것은 주목할 만한 사실이며, 이것이 성별에 따른 경험의 차이에 기인하는 것인지 혹은 내재적인 기본 능력의 차이에 기인하는 것인지는 더 연구해 볼 문제이다.

탐구 기능 요소별 정답률을 학년별로 비교하면(표9), 거의 일관성 있게(12가지 요소 중 10가지에서) 2학년 보다는 3학년이 더 높은 성적을 얻고 있다. 상관 관계 결정과 예상 능력에서만 2학년이 3학년 보다 높은 성적을 얻고 있으나 그 차이가 매우 근소하므로, 이러한 차이는 측정의 오차에 기인할 수 있는 것이다. 이와 같은 학년별 비교 결과는 학년에 따른 경험과 인지 발달의 차이에 기인하는 것으로 생각되며, 성별 비교 결과와 대조적이다.

탐구 기능 요소간의 상관 관계를 조사한 결과가 표10에 나타나 있다. 상관 계수는 전반적으로 볼 때 높은 것은 아니지만, 통계적으로 매우 의미있는(거의 모두 $P < 0.001$) 수치라는 것이 특이하다. 그리고 가설 설정-실험

<표 9> 탐구 기능 요소별 정답률(%)의 성별 비교

탐구 기능 요소	지역		
	2	3	평균
1. 가설 설정	57.2	57.9	57.6
2. 변인 통제	29.9	31.8	30.9
3. 실험 설계	62.1	65.8	64.0
4. 자료의 변형(숫자 계산)	45.5	46.8	46.2
5. 실험값 그래프로 나타내기	50.7	57.2	54.0
6. 추 리	60.3	63.0	61.7
7. 상관 관계 결정	70.5	69.7	70.1
8. 인과 관계 결정	48.2	50.6	49.4
9. 예상(내삽, 외삽)	55.0	53.9	54.5
10. 결 론	67.0	69.7	68.4
11. 일반화 또는 모델 형성	67.7	69.0	68.4
12. 평 가	50.1	51.9	51.0

〈표 10〉 탐구 기능 요소간의 상관 계수 Matrix

	가 설 설 정	변 인 통 제	실 험 설 계	자 료의 변 형	그 래프	추 리	상 관 관 계	인 과 관 계	예 상	결 론	일 반화	평 가
가설 설정	1.00	0.17	0.44	0.31	0.30	0.38	0.45	0.23	0.35	0.35	0.45	0.34
변인 통제	0.17	1.00	0.13	0.15	0.08	0.13	0.10	0.08	0.13	0.15	0.14	0.14
실험 설계	0.44	0.13	1.00	0.25	0.27	0.32	0.35	0.16	0.30	0.38	0.40	0.33
자료의 변형	0.31	0.15	0.25	1.00	0.14	0.26	0.29	0.17	0.24	0.21	0.23	0.29
그래프	0.30	0.08	0.27	0.14	1.00	0.24	0.25	0.14	0.31	0.29	0.29	0.27
추리	0.38	0.13	0.32	0.26	0.24	1.00	0.32	0.20	0.29	0.31	0.30	0.33
상관 관계	0.45	0.10	0.35	0.29	0.25	0.32	1.00	0.14	0.40	0.37	0.41	0.32
인과 관계	0.23	0.08	0.16	0.17	0.14	0.20	0.14	1.00	0.20	0.20	0.18	0.17
예상	0.35	0.13	0.30	0.24	0.31	0.29	0.40	0.20	1.00	0.25	0.34	0.33
결론	0.35	0.15	0.38	0.21	0.29	0.31	0.37	0.20	0.25	1.00	0.37	0.36
일반화	0.45	0.14	0.40	0.23	0.29	0.30	0.41	0.18	0.34	0.37	1.00	0.35
평가	0.34	0.14	0.33	0.29	0.27	0.33	0.32	0.17	0.33	0.36	0.35	1.00

설계, 가설 설정-상관 관계 결정, 가설 설정-일반화, 상관 관계 결정-예상, 상관 관계 결정-일반화의 상관 계수는 비교적 높은 반면, 변인 통제-실험값 그래프로 나타내기, 변인 통제-인과 관계 결정의 상관 계수는 매우 낮으며 의미가 없는 것으로 나타났다. 다른 요소들과의 상관성이 가장 높은 탐구 기능 요소는 가설 설정이라는 것도 주목할 만하며, 이는 탐구 학습에 있어 가설 설정 능력을 향상시키기 위한 기회가 많이 주어져야 한다는 것을 시사하고 있는 것이다.

2. 과학 교육 실태 조사 결과

(1) 교사 설문지의 결과 분석

① 학습 지도 및 평가 방법 실태 조사

일선 학교에서 과학 학습 지도와 평가가 어떻게 이루어지고 있나를 파악하기 위하여 앞에서 언급한 표집 대상에 대하여 설문을 실시하였다.

설문 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 대부분의 학교에서 과학 시간이 1학년은 4시간, 2학년은 3시간, 3학년은 4시간으로 편성되어 있다.
- 2) 교사의 61%가 현재의 과학 시간수가 적다고 생각한다.
- 3) 교사의 50%가 현재의 교과서가 어렵다고 생각한다.
- 4) 교사의 70%가 현재의 과학 교과서에서 가장 강조되고 있는 교육 목표는 과학 지식이라고 생각한다.
- 5) 교사의 60%가 수업 내용을 교과서에 71~90% 가량 의존하고 있다.
- 6) 실험지도는 53%의 교사가 분단별 확인 실험, 37%

의 교사가 분단별 탐구 실험을 한다고 응답했다.

- 7) 교사의 50%가 한 학기에 실험을 7번 이상 실시한다고 응답했다.
- 8) 교사의 96%가 학생들의 탐구 능력을 향상시키기 위해서는 실험이 필요하다고 생각한다.
- 9) 실험에 대한 평가는 실험 보고서, 관찰, 지필 검사 중에서 일부 방법만 사용하는 교사가 72%이다.
- 10) 실험에 대한 평가를 학업 성적에 21~30% 반영하는 교사가 32%, 31~40% 반영하는 교사가 32%이다.

② 탐구 학습 실태 및 저해 요인 조사

일선 학교의 탐구 학습 실태 및 탐구 학습 저해 요인을 조사한 설문 결과의 주요한 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 50%의 교사가 현재 보유하고 있는 과학 실험실이 불충분하다고 생각한다.
- 2) 96%의 교사가 별도의 과학실이나 준비실이 필요하다고 생각한다.
- 3) 한 학급당 실험 실습비에 대해서 36%의 교사가 2~5만원, 22%의 교사가 5~10만원 이라고 응답했다.
- 4) 58%의 교사가 실험 실습비를 사용하는데 불편을 느끼고 있다.
- 5) 78%의 교사가 과학 실험을 지도하는데 현재의 학급당 인원수가 많다고 생각한다.
- 6) 과학 실험을 효과적으로 시도하기 위해서 학급의 인원수는 56%의 교사가 21~30명, 25%의 교사가 31~40명이 좋다고 응답했다.
- 7) 응답자의 24%가 물상을, 11%가 생물을, 65%가 과학 전체를 가르치고 있다.

- 8) 과학 이외의 다른 과목도 부수적으로 가르치고 있는 교사가 14%이며, 이러한 과목은 한문, 수학, 기술, 전산, 농업의 순이다.
- 9) 65%의 응답자가 과학 교사가 된 것에 대해 만족하지 못하고 있다.
- 10) 최근 5년간 과학과 관련된 연수 교육을 받은 시간은 38%의 교사가 31~60시간, 23%의 교사가 61~120시간이었다.
- 11) 영사기, 환동기, OHP, VTR 등 시청각 기구를 한 학기 동안 거의 사용 않는 교사가 34%, 1~2번 사용하는 교사가 33%이다.
- 12) 97%의 교사가 컴퓨터 보조 학습(CAI) 자료를 사용해 본 적이 없다.
- 13) 60%의 교사가 실험 보조원이 없다고 응답했다.
- 14) 과학 교육 학습 이론에 대해 잘 안다고 응답한 교사는 27%이다.
- 15) 82%의 교사가 고교 입학 시험이 중학교 과학 교육을 가르치게 하고 있다고 생각한다.
- 16) 학생들이 과학을 공부하는 방법에 대한 교사의 생각은 문제 풀이, 암기, 이해의 순이며 실험이나 토론은 거의 없다.
- 17) 탐구 학습 저해 요인을 영향이 큰 순서대로 나열하면 다음과 같다.
 1. 고교 입학 전형 제도(26.2%)
 2. 학급당 인원수의 과다(19.9%)
 3. 과학 교사의 업무 과중(17.8%)
 4. 실험 시설 및 기구 부족(7.1%)
 5. 실험 보조원의 부족(6.6%)
 6. 실험 재료 구입 예산의 부족과 절차의 문제(6.3%)
 7. 실험 결과에 대한 평가의 어려움(5.8%)
 8. 효과적인 탐구 학습 지도 방법의 미비(5.0%)
 9. 교육 행재정 관계자의 이해 부족(3.7%)
 10. 교과서 내용의 미흡(1.6%)
- 18) 탐구 학습 저해 요인에 대해 설문지에 제시된 내용 이외에 추가로 응답한 교사들이 많았는데 이를 요약하면 다음과 같다.
 1. 이수 단위에 비해 교과서의 학습 내용, 실험 종류가 많다. (15명)
 - 교과서 내용이 너무 방대하다(내용 축소하고 탐구 학습 위주로 편성 요함).
 - 실험 내용이 너무 어렵고, 실험 결과가 명료하지 않음
 - 교과서의 실험 결과가 교사용 지도서의 결과

- 와 차이가 크다.
2. 과학 행사가 너무 많다. (12명)
 - 과학 작품제작
 - 학생과학 발명품 제작
 - 과학실험 실기 대회
 - 과학 경진대회
 - 과학도서 독후감
 - 과학 상상 그림 그리기
 - 모형항공기 대회
 - 과학 조립상자 대회
 - 라디오 조립 대회
 - 야외 실험 실기 대회
 - 과학 탐구 활동 발표대회
 - 과학 우수한 운영
 - 상설 과학반 운영
 3. 실험 재료의 구입 절차의 복잡성과 적시 공급의 어려움(10명)
 4. 과학교사의 탐구 능력과 탐구 학습 지도 방법에 대한 이해 부족(6명)
 5. 과학 교사의 탐구 학습 지도에 대한 의욕 부족(3명)
 6. 실험기구의 조작성과 부정확성(3명)
 7. 국민학교, 중학교에서 성숙된 탐구 의욕이 고등학교에서 저하됨(3명)
 8. 중학교 무시험 제도에 의한 학생들의 기초 학력 부족(3명)
 9. 고교입시 문제에서 실험 실습에 관련된 사고력, 탐구력을 요구하는 평가 문항이 별로 없음(3명)
 10. 과학교사 연수, 세미나 참석 기회 부족(2명)
 11. 연구실(준비실)의 부재(2명)
 12. 과학교사의 사기 양양책의 부재(2명)
 13. 일반교과 교사의 과학교과 성적에 대한 이해 부족(2명)
 14. 탐구 학습에 대한 현장 연구의 부족(1명)
 15. 학부모의 탐구 학습에 대한 이해 부족(암기 위주의 수업 요구)(1명)
 16. 5종 교과서의 내용, 실험이 약간씩 차이가 있어 평가 문제 출제시의 어려움(1명)
 17. 과학교사를 위한 전문 도서의 부족(1명)

(2) 학생 설문지의 결과 분석

- ① 학습 지도 및 평가 방법 실태 조사
학생들의 학습 지도 및 평가 방법에 대한 설문 조사

결과의 주요한 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 74%의 학생이 현재의 과학 시간수가 적당하다고 생각한다.
- 2) 55%의 학생이 현재의 과학 교과서가 어렵다고 느낀다.
- 3) 과학 수업의 형태 중 가장 빈번한 것은 지식 중심 강의와 문제 풀이이다.
- 4) 69%의 학생이 과학 수업중 질문을 거의 안한다고 응답했다.
- 5) 과학 실험의 주된 방법은 분단별 확인 실험(39%), 교사 시범 실험(30%), 분단별 탐구 실험(23%), 개인별 확인 실험(3%), 개인별 탐구 실험(2%)의 순으로 응답했다.
- 6) 실험시에 조별 인원은 5~6명인 경우가 46%로 가장 많고, 그 다음이 7명 이상인 경우로 31%이다.
- 7) 실험을 안한다고 응답한 학생이 20%, 야외 실험을 안한다고 응답한 학생이 84%이다.
- 8) 85% 학생이 탐구 능력 신장을 위해 실험이 필요하다고 생각한다.

② 탐구 학습 실태 및 저해 요인 조사

탐구 학습 실태 및 저해 요인에 대한 학생들의 응답 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 50%의 학생이 과학실험실이 부족하다고 생각한다.
- 2) 40%의 학생이 실험 기구가 부족하다고 생각한다.
- 3) 과학 실험을 하는데 있어 학급 인원수가 많다고 응답한 학생은 46%이다.
- 4) 과학 실험을 효과적으로 하기 위해서 적절한 학급 인원수는 10명이하(33%), 21~30명(21%), 31~40명(16%), 11~20명(15%), 41~50명(10%), 51명이상(5%)의 순이다.
- 5) 수업 시간에 최근에 과학 연구 분야에 대해서 들은 바가 거의 없다는 학생이 51%이다.
- 6) 영사기, 환등기, OHP, VTR 등의 시청각 기구를 이용한 과학 수업을 거의 안받았다는 학생이 76%이다.
- 7) 고교 입학 시험 때문에 과학 교육이 잘못되고 있다는 학생이 45%이다.
- 8) 가장 효과적인 과학 학습 방법은 개념을 이해하는 방법(46%), 실험(25%), 문제 풀이(15%), 암기(8%), 토론(2%)의 순이다.
- 9) 탐구 학습을 저해하는 요인 중에서 가장 영향이 크다고 생각하는 것부터 순서대로 나열하면 다음과 같다.

1. 실험 시설 및 기구 부족(15.4%)

2. 고교 입학 전형 제도(14.9%)
 3. 효과적인 탐구 학습 지도 방법의 미비(13.9%)
 4. 학급당 인원수의 과다(12.1%)
 5. 실험 재료 구입 예산의 부족과 절차의 문제(9.5%)
 6. 교육 행재정 관계자의 이해 부족(9.2%)
 7. 실험 보조원의 부족(7.5%)
 8. 실험 결과에 대한 평가의 어려움(6.7%)
 9. 교과서 내용의 미흡(6.3%)
 10. 과학 교사의 업무 과중(2.9%)
- 10) 설문지에 제시된 탐구 학습 저해 요인 이외에도 다른 요인을 지적한 학생이 많았는데 이를 요약하면 다음과 같다.
1. 효과적인 탐구 학습 지도 방법의 미흡으로 과학 수업이 딱딱하고 지루하다(77명)
 2. 교과 내용이 어렵고, 학습량이 많다(58명)
 - 실생활과 거리가 멀어 흥미가 없다.
 - 현대 과학의 흐름에 뒤져 있다.
 - 탐구 능력과 창의력 개발 내용이 미흡하다.
 3. 수업시간 부족으로 진도가 빠르고, 설명이 부족하며, 탐구 실험이 안된다(35)
 4. 탐구 학습 보다는 지식 위주의 교육(32명)
 5. 야외 학습(자연답사, 자연탐구, 현장견학 등)의 부족(30명)
 6. 과학 교사의 실력 부족(16명)
 7. 학습 지도에 대한 교사의 열의 부족(12명)
 8. 과학 실험실의 난방 시설이 안되어 겨울철 이용 불가능(11명)
 9. 교과서의 실험 결과가 실제 실험 결과와 안맞는다(6명)
 10. 보충 수업과 방송 수업(6명)
 11. 인간차별과 체벌에 의한 학습 지도(6명)
 12. 질문과 토론 시간을 주지 않는다(6명)
 13. 학생들의 과학에 대한 인식, 태도, 노력의 부족 (5명)
 14. 과학 교육 실태 분석 연구의 부족, 개선하려는 의지 결여(3명)
 15. 실험 기구의 불량과 위험성(3명)
 16. 숙제의 과다(3명)
 17. 실험 기구 조작 방법의 미흡(2명)
 18. 과학 참고서와 실험 교재의 부족(2명)

IV. 논의 및 결론

본 연구는 중학교에서의 과학 탐구 학습과 관련된 문제점을 진단하기 위하여 탐구 학습 성취도 검사와 설문지 조사를 실시하였다. 본 연구에서 나타난 탐구 학습과 관련된 문제점을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 학생들의 탐구 학습 성취도는 평균 56.3으로 매우 저조하다.
- 2) 학생들의 탐구 학습 성취도가 지역별로 큰 차이가 있다.
- 3) 과학 수업이 탐구 보다는 지식 중심이다.
- 4) 과밀 학습으로 인해 탐구 학습의 효율적인 지도가 힘든 상황이다.
- 5) 과학실, 실험기구, 실험실습비 등이 충분치 못하다.
- 6) 65%의 교사가 물상, 생물 모두를 가르치고 있다.
- 7) 65%의 교사가 과학 교사가 된 것에 대해 만족하지 못하고 있다.
- 8) 60%의 학교에 실험 보조원이 없다.
- 9) 고교 입학 전형 제도가 탐구 학습을 저해하는 가장 큰 요인이다.
- 10) 이수 단위에 비해 교과서의 학습 내용이 너무 많고 어렵다.
- 11) 과학 행사가 너무 많고, 과학 교사의 업무가 과중하다.
- 12) 효과적인 탐구 학습 지도 및 평가 방법이 미비하다.

이와 같이 탐구 학습에 있어서 어느 것 하나도 만족스럽게 이루어지고 있는 것이 없다는 것이 우리나라 중학교 과학 교육의 현실이다. 탐구 학습과 관련된 문제가 이처럼 다양하고 복잡한 만큼, 이러한 문제를 해결하기 위한 방안도 종합적으로 이루어져야 한다. 과학 교육을 지원한다고 실험 기구나 충분히 사준다고, 실험, 성적을 몇 % 반영해야 한다는 지침을 내린다고 해서 간단히 해결될 문제는 아니다. 오히려 이렇게 단편적인 처방을 하는 것은 문제를 더욱 악화시킬 수도 있는 것이다. 위에 열거한 문제들은 서로 유기적으로 상관 관계나 인과 관계로 얽혀 있으므로 해결 방안을 수립하는데 있어서도 여기에 초점을 맞추어야 할 것이다.

위와 같은 문제들을 해결하기 위한 방안을 수립하는데 있어서 그 대략적인 방향을 제시하면 다음과 같다.

- 1) 과학 교과서의 학습 내용을 줄이고 대부분의 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 편찬해야 하며, 과학

적 재능이 뛰어난 학생들을 위한 별도의 프로그램이 마련되어야 한다.

- 2) 과학 교과서와 과학 수업이 지식 중심에서 탐구 중심으로 전환되어야 하며, 고교 입학 시험도 지식 중심에서 탐구 중심으로 동시에 전환되어야 한다.
- 3) 학급당 인원수를 줄이고, 실험 보조원을 확대 배치하며 과학 학습에 도움이 안되는 잡다한 과학 행사를 축소 통합하여 과학 교사의 업무를 경감시켜야 한다.
- 4) 효과적인 탐구 학습 지도 방법 및 평가 방법에 대한 직전 교육 및 연수 교육이 충분히 이루어져야 한다.
- 5) 과학실, 실험 기구, 시험 실습비 등이 충분히 뒷받침되어야 한다.
- 6) 과학 교사가 긍지와 보람을 갖고 학습지도에 전념할 수 있도록 사회 경제적 지원이 충분히 이루어져야 한다.

이상과 같은 제언에서 중요한 것은 어느 것 하나라도 소홀히 된다면 과학 탐구 학습이 효과적으로 이루어질 수 없다는 것이다. 그러므로 종래에 흔히 있었던 단편적 처방을 지양하고, 문제 해결을 위한 종합적이고 전문적인 연구와 노력이 뒤따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 박승재외, 중등 과학 교육의 국제 비교, 한국과학기술원, 1987.
- 이범홍외, 과학과 수업 과정 모형 및 평가 방법 개선 연구, 한국교육개발원, 1983.
- 이 종 기, 고등 학생의 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구 개발, 한국교원대학교, 석사학위 논문, 1988.
- 한 중 하, 과학적 사고력 신장을 위한 수업 전략, 한국교육개발원, 1987.
- 허 명, "과학 탐구 평가표의 개발", 한국과학교육 학회지 제4권 1호, 1984.
- Bock, James S., Jr. "A Comparison of the Effects of an Inquiry-Investigative and a Traditional Laboratory Program in High School Chemistry on Students' Attitudes, Cognitive Abilities, and Developmental Levels." *Dissertation Abstracts International*, 40/12-A:6220, 1980.
- Bredderman, Ted. "Activity Science-The Evidence Shows It Matters." *Science and Children*, 39:41, September, 1982.
- Bruner, Jerome S. *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966.
- Herron, Marshall D. "The Nature of Scientific Inquiry." *School Review*,

- 171-212, February, 1971.
- Hueftle, Stacey J., et al. *Images of Science*. Minneapolis, Minn: Minnesota Research and Evaluation Center, University of Minnesota, 1983.
- Hur, Myung. *Evaluation of Inquiry in Science Curricula*. Doctor of Education Project Report. New York: Columbia University, 1984.
- Kyle, William C., Jr. "The Distinction between Inquiry and Scientific Inquiry and Why High School Students Should Be Cognizant of the Distinction." *Journal of Research in Science Teaching*, 17: 123-130, 1980.
- Rice, Dale R. "Introducing the Ways and Means of Scientific Inquiry." *The Science Teacher*, 56-57, March, 1982.
- Strawitz, Barbara M. "Preservice Teachers' Acquisition and Retention of Integrated Science Process Skills: A Comparison of Teacher-Directed and Self Instructional Strategies." *Journal of Research in Science Teaching*, 24: 53-60, 1987.
- Tamir, Pinchas, et al. "The Design and Use of a Practical Tests Assessment Inventory." *Journal of Biological Education*, 16: 42-50, 1982.

ABSTRACT

A STRATEGY FOR THE IMPROVEMENT OF IN QUIRY INSTRUCTION AND EVALUATION IN SECONDARY SCHOOLS

Myung Hur

(Korea National University of Education)

For the purpose of diagnosing the problems in inquiry instruction and evaluation in secondary schools of Korea, an inquiry achievement test and a questionnaire were administered to a sample of 127 science teachers and 610 junior high school students.

The analysis of the results served to the clarification of broad range of problems concerning inquiry teaching. Based on the data gathered and analyzed in this study, the major suggestions are as follows.

1. The content of science textbooks must be diminished, and be written for easier understanding.
2. Science instruction and entrance exams must be changed from content-oriented to inquiry-oriented.
3. Effective teacher education program regarding inquiry teaching and evaluating method must be developed and performed.