

실업계 고등학교 과학교육의 실태분석과 개선방안*

박승재 (서울대학교)	권재술 (한국 교원대학교)
김창식 (국민대학교)	오대섭 (경북대학교)
우종욱 (한국 교원대학교)	이화국 (전북대학교)
조희형 (강원대학교)	

(1988년도 2월 27일 받음)

I. 서 론

1. 연구의 배경

한 국가의 과학교육 정책은 정확하고 거국적인 기초 자료의 수집과 분석 결과를 토대로 이루어져야 한다.

미국은 NAEP(National Assessment of Educational Progress) 프로젝트를 통하여 1969/70년부터 주기적으로 과학교육을 비롯한 한국교육의 성과를 조사하고 있으며(NAEP 1969, 1974, 1978), 영국도 1975년에 영국학교 교육 성과의 주기적 조사를 위해 APU(Assessment of Performance Unit) 평가단을 설치하였는데 과학교육 분야의 평가는 1980년부터 실시해 왔다(DES, 1987, 1985).

한편 우리나라에서도 초·중등 과학교육의 국가적 수준학력 평가와 여건 조사를 위한 연구가 제 6차 IBRD 사업으로 기획되어(MOE, 1985), 일반계 고등학교는 실시되었고(박승재외, 1986), 과학고등학교와 중학교는 실시중이다.

본 연구는 이와같은 연구에 이어 한국 실업계 고등학교 과학교육의 실태를 거국적으로 조사하고, 개선 방안을 모색하여 과학교육 정책 수립의 기초 자료를 제시하기 위하여 실시되었다.

지금까지 실업계 고등학교 과학 및 기술 교육의 육성이라는 국가 취지에 입각하여 일반계 고등학교에 비해 많은 투자를 해왔으나 기초 과학교육에 대한 실태 파악에 관한 연구는 거의 이루어지지 아니했다. 기초 과학교육은 기술 교육과 달리 실업계 고등학교 학생의 취직과 직접적인 관련이 없기 때문에 등한시 될 우려가 있으나 기초과학이 기술발전에 미치는 영향이 지대함을 감안할 때 실업계 고등학교에서의 기초 과학교육은 매우 중요하다.

* 이 논문은 1986년도 문교부 자유과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

이와 같은 입장에서 실업계 고등학교의 과학교육 실태를 분석하는 것은 의미있는 일이다.

2. 연구의 목표

실업계 고등학교 과학교육의 실태 분석과 개선 방안 수립을 위하여 다음과 같은 연구 목표를 설정하였다.

첫째, 실업계 고등학교 학생들의 과학지식, 탐구 사고력, 실험 기능, 과학태도를 조사 분석한다.

둘째, 실업계 고등학교의 교육과정 운영, 과학 학습지도와 평가, 과학교사, 교육 자료, 실험지도 관계 사항 등 학교 현장 여건을 조사 분석한다.

셋째, 조사한 과학 학습 성취도와 학교 현장 여건의 문제점을 파악하고 실업계 고등학교의 과학교육 개선 방안을 제시한다.

3. 연구의 방법

과학 지식, 탐구 사고력, 태도 및 현장 여건의 조사는 지필 평가와 설문지로 전국에서 유층표집하여 우송방법으로 실시하였고, 과학적 실험기능 평가는 공업 고등학교와 농업고등학교 각 1개교를 선정하여 연구자들이 직접 방문하여 조사하였다.

과학교육 실태 조사 모집단의 크기가 <도표 1-1>에 있으며 <도표 1-2>에는 표집과 조사지의 발송 및

<도표 1-1> 한국실업계 고등학교수와 학생수(문교부, 1987)

구분	농업	공업	상업	수산·해양	실업	종합	계
학교수	61	101	224	9	32	204	631
학생수	48,034	194,960	372,162	10,054	16,397	196,658	840,265

회수 상황이 제시되어 있다.

한편 본 조사 대상 학생들은 과학을 “보통 교과”로 이수하는 데, 물리 I, 화학 I, 생물 I 및 지구과학 I 중 2 과목을 각각 4~6단위 이수하고, 물리 II, 화학 II, 생물 II 및 지구과학 II 중 1~2 과목을 선택하여 4~12단위 이수하게 되어 있다(문교부, 1982). 그러나 일반적으로 공업고등학교에서는 물리와 화학, 농업고등학교와 상업고등학교 등에서는 화학과 생물이 주로 선택 이수되기 때문에 본 연구에서는 지구과학을 제외한 물리 I, 화학 I 및 생물 I 내용을 과학 지식 평가에 포함시켰다.

본 연구의 조사 도구는 박승재 등(1986)이 개발한 도구를 대부분 그대로 사용하였는데 이는 실업계 고등학교의 과학교육 실태를 일반계 고등학교와 상호 비교가 용이하도록 하는 데 그 주된 목적이 있었다. <도표 1-3>에 나타나 있는 바와 같이 본 조사에서는 학생의 과학 지식과 탐구 사고력의 평가지, 실험기능 평가지, 과학 태도 조사지와 과학교육 여건 조사를

도표 1-2) 학교별 조사지 발송 및 회수분포

조사 영역	학교구분 지역	농업		공업		상업		수산·해양		실업		종합		계	
		발송	회수	발송	회수	발송	회수	발송	회수	발송	회수	발송	회수	발송	회수
과학 지식	특별시·직할시	2	1	5	3	6	2	1	1	1	1			15	8
	시	5	5	6	5	8	2	1	1	2	1	5	2	27	16
	읍	3	2	3	2	4	4	1	1	2	1	5	3	18	13
	계	10	8	14	10	18	8	3	3	5	3	10	5	60	37
탐구, 태도 학생설문	특별시·직할시	0	0	5	4	10	7	1	1	1	1	0	0	17	13
	시	6	5	10	8	10	4	1	1	2	0	5	4	34	22
	읍	6	5	5	4	5	4	1	0	2	1	5	2	24	16
	계	12	10	20	16	25	15	3	2	5	2	10	6	75	51
교사설문	특별시·직할시	2		10		16		2		2		0		32	
	시	11		16		18		2		4		10		61	
	읍	9		8		9		2		4		10		42	
	계	22		34		43		6		10		20		135	

주 1) 지식 문제는 물리, 화학, 생물 중 각 학교에서 2과목을 임의로 택하여 과목당 30명씩 실시하도록 함.

2) 탐구, 태도, 학생 설문은 각 학교에서 각 학년의 1개학급에서 세 설문에 대하여 각각 20명씩 응답하도록 함.

3) 교사 설문은 한 학교에서 3명의 과학교사가 응답하도록 함.

〈도표 1-3〉 실업고 과학교육 실태조사 도구의 개요

조사분야	분야별 영역	대 상	조사도구의 형태	문항수
과학지식	물리(I)	3학년 학생	5지 선다형	30
	화학(I)	3학년 학생	5지 선다형	30
	생물(I)	3학년 학생	5지 선다형	30
탐구사고력	10가지 탐구요인	1,2,3학년 학생	5지 선다형	30
	기본량측정	2학년 학생	평가지침서에 의해 기구를 사용하여 측정된 후 기록	25
실험기능	화학기호	2학년 학생	기구 사용 직접 관찰 및 질문	57
	실험기능			
	현미경 사용	2학년 학생		14
과학태도	과학에 관한 관심	1,2,3학년 학생	선다형	129
	과 경험			
	과학수업과 과학 교사		(답지 2-5개)	
	과학관련 직업 및 과학에 관한 인식			
과학교육여건	학습지도	교사, 학생	선다형, 단답형	30
	현장여건			30

위한 과학 교사 및 학생용 설문지가 이용되었다.

연구자들이 실험기능 평가를 위해 직접 학교에 방문하였을 때에는 과학교사, 학교장, 교감, 학생들과 개별 면담도 일부 실시되었다. 조사 결과의 처리에는 국민대학교 MV 8000 컴퓨터의 SPSS가 이용되었다.

II. 과학 학업 성취도의 조사

실업계 고등학교 과학교육의 목표는 크게 탐구력 신장, 과학지식 습득, 과학적 태도 함양 및 과학에 관한 인식(문교부, 1982)으로 나눌 수 있다. 실업고 과학교육의 실태분석과 개선 방안 수립의 궁극적 기초 자료는 이와같은 교육의 목표가 얼마나 달성되었는지를 평가한 결과이다.

본 연구에서는 실업계 고등학교 과학교육에 의해 얻어질 것으로 기대되는 학업성과를 과학지식, 탐구사고력, 실험기능과 과학태도 영역으로 나누고 이들 각 영역에 관한 학생들의 학업성취도를 평가하였다. 실업고 학생들의 과학 학업성취도의 평가 방법과 평가 결과를 영역별로 고찰한 후 과학학업 성취도 평가 결과를 종합하면 다음과 같다.

1. 과학지식의 평가

본 연구에서는 전국의 실업계 고등학교 3학년 학생

들의 물리(I), 화학(I) 및 생물(I)의 교과 내용을 중심으로 과학지식의 성취도를 5지 선다형에 “모르겠다” 항목을 추가한 객관식 평가방법에 의해 조사하였다.

실업고 60개교에 발송하여 37개교로 부터 회수된 물리 558명, 화학 867명, 생물 655명분의 답안지에 의해 평가되었다.

1) 물리지식

물리지식의 평가 문항 30개에 대한 전국 실업고 학생의 평균 정답률은 〈도표 2-1〉과 같다. 이 표에는 결과의 대비를 위하여 일반계 고등학교의 평가 결과가 함께 제시되어 있다.

〈도표 2-1〉에서 볼 수 있는 바와 같이 정답률은 문항에 따라 상당한 차이가 나타났다. 자유 낙하에 관한 문제(8.8%), 작용-반작용의 원리(9.0%)와 같이 거의 다 틀린 문항도 있고, 전하량의 단위(52.8%), 전자기 유도(51.8%) 등과 같이 약 반수의 학생이 정답을 나타낸 문항도 있다. 전체 평균은 27.8%로 일반계 고등학교 28.8%에 비하여 1.0%가 낮았다.

정답지보다 오답지를 더 많이 선택한 경우에는 해당 개념에 대해서 오인이 형성되었다는 증거로 볼 수 있다. 30문항 중 10문항은 상당한 오인이 형성되어 있었는데 특히 중력(4번), 작용-반작용(17번), 자유 낙하(21번), 전반사(26번) 등은 30%가 넘는 학생들이 특정 오답지를 택했음을 알 수 있다.

위와 같은 성취도를 학생들의 배경 요인별(의외도 0.05이하) 분석하여 요약한 결과는 다음과 같다.

① 학교 소재지별로 볼 때 직할시가 가장 높고(31.5), 지방도시(25.5), 읍(25.2), 면(20.8)의 순으로 나타났다.

② 국립과 공립학교(26.2)보다 사립학교(28.8)가 약간 높은 것으로 나타났다.

③ 남학교(24.5)보다 남녀공학(29.2)이 높은 것으로 나타났다.

④ 농업학교(29.8)가 공업학교(26.4)보다 높게 나타났다.

⑤ 가족의 월소득별 성적을 보면 25만원에서 50만원 사이가 가장 높고(27.3), 25만원이하(26.2)가 가장 낮은 것으로 나타났다.

〈도표 2-1〉 물리 지식의 평가 결과

문항번호	평가내용	행동 수준	예상곤란도	정답률(%)	
				실업고	일반고
1	저항의 연결	이해	하	32.4	30.8
2	파동-입자의 이중성	이해	하	47.7	42.8
3	물질파	적용	중	18.1	18.1
4	운동의 원인	적용	상	15.5	11.5
5	빛의 조절	기억	하	42.8	34.7
6	자기장에서 하전 입자가 받는 힘	기억	중	14.8	16.3
7	전기장에서 하전 입자가 받는 힘	이해	중	13.4	11.0
8	관성질량	이해	상	24.5	26.0
9	실상과 허상	적용	중	26.9	23.2
10	빛의 입자성	기억	하	30.1	29.9
11	역학적 에너지 보존	이해	중	31.7	29.3
12	에너지의 순위	이해	상	23.9	35.3
13	광전효과	이해	중	22.5	24.3
14	단진자의 주기	기억	하	28.0	25.6
15	전자기 유도	이해	중	51.8	56.0
16	빛의 회절	기억	하	13.0	36.8
17	작용-반작용의 원리	이해	상	9.0	7.8
18	음극선의 특성	기억	하	17.6	14.9
19	핵반응	기억	중	32.4	39.7
20	열의 본질	이해	하	36.8	43.5
21	자유 낙하	이해	중	8.8	5.1
22	전압계와 전류계의 연결	기억	하	33.1	35.8
23	회파와 종파	기억	하	35.0	37.3
24	자기장에서 전선이 받는 힘	이해	중	26.2	32.3
25	가속도	이해	상	14.8	12.2
26	전반사	이해	하	15.0	22.3
27	진동수, 파장, 속도의 관계	기억	하	35.7	30.5
28	전류의 방향	기억	하	36.3	54.6
29	전하량의 단위	기억	하	52.8	51.5
30	전자의 질량	기억	하	16.9	26.8
	전체 평균			27.8	28.8

2) 화학 지식

실업고 학생 3학년 867명을 대상으로 화학 지식의 문항별 성취도가 〈도표 2-2〉에 나타나 있다. 또 이 〈도표 2-2〉에는 동일 평가지를 이용하여 전국의 일반고 학생 6,439명을 대상으로 실시한 과학 지식 성취도 평가 결과와 함께 제시하였다(박승재외 1986).

실업고 학생들의 화학 성취도는 평균이 23.4%로 전반적으로 매우 낮다. 본 평가지의 평가 문항이 5지 선다형이었기 때문에 무작위로 답을 했을 경우의 20%보다 불과 3.4% 높을 뿐이었다. 그러나 이와 같은 화학 지식의 낮은 성취도는 일반고의 경우에도 마찬가지였으며 일반고의 총 평균은 실업고보다 5.6% 높은 29.0%였다.

정답률이 40% 이상인 문항은 세 문항뿐이었으며,

이들은 다음의 지식을 평가하기 위한 점들이었다.

- 고체금속은 좋은 전기도체이다(정답률42.3%).
 - 화학 반응에는 열이 흡수되기도 하고 발생되기도 한다(46.5%).
 - BrCl의 이름은 염화브롬이다(46.5%).
- 또한 30개의 문항중에서 정답보다 오답을 더 많이 선택한 문항이 18개나 되었으며, 이들로부터 상당수의 학생들이 다음과 같이 틀린 화학 지식을 갖고 있음을 알 수 있었다.
- 알짜 이온반응식의 반응물에 이온 이외의 물질도 표시한다(28.4%).
 - H₂O는 염기가 될 수 없다(33.3%).
 - NaOH 4.0g을 0.2ℓ의 물에 녹이면 0.5M 용액이 된다(28.3%).

〈도표 2-2〉 화학 지식의 성취도 조사 결과

문항번호	평가내용	행동 수준	예상근관도	정답률(%)	
				실업고	일반고
1	C ₂ H ₆ 의 분자 구조	기억	중	36.0	41.8
2	MV=M' V'식 적용하기	이해	중	30.2	35.2
3	알짜 이온 반응식 적기	이해	중	20.5	25.4
4	중화 적정 곡선그리기	이해	중	18.5	20.5
5	산-염기 판정하기	기억	하	14.2	15.0
6	원소의 주기적 성질 적용하기	적용	하	14.0	13.0
7	고체금속의 전기 전도성	기억	하	42.3	56.5
8	물 농도 계산하기	적용	상	15.3	19.2
9	산화수 계산하기	이해	중	17.3	22.2
10	평형상수 계산하기	적용	중	23.5	21.4
11	화학결합과 전자	기억	하	41.5	63.9
12	짝산-짝염기 찾기	이해	하	24.6	30.9
13	염기 용액의 pH 계산하기	이해	중	18.1	24.2
14	화학반응과 반응열	기억	하	46.5	68.5
15	산화수 계산하기	이해	중	19.1	20.4
16	기체의 부피와 분자량 구하기	적용	중	20.6	26.0
17	알코올 연소 생성물	기억	하	24.2	38.2
18	온도에 따른 평형 이동 방향	기억	중	12.0	18.3
19	화학반응의 양적관계	이해	중	19.4	25.4
20	전자배도의 종류와 이온화 에너지	이해	중	26.5	18.6
21	평형상수 계산하기	이해	상	18.3	12.6
22	산화수 계산하기	이해	중	25.7	35.3
23	원자 반지름의 주기성	기억	중	13.3	14.8
24	화학반응의 양적관계	적용	상	17.4	13.4
25	이원소 비금속 화합물의 명명법	이해	하	46.3	67.7
26	금속 화합물의 화학식	이해	하	16.7	24.9
27	산-염기 용액의 평형이동	이해	중	20.0	28.0
28	화학반응식과 화학결합	기억	하	21.3	30.6
29	산의 농도와 해리도의 관계	기억	하	14.5	17.2
30	분자의 종류와 인력의 관계	기억	중	22.3	22.1
	전체 평균			23.4	29.0

- pH가 12인 N₂OH 수용액의 농도는 10⁻¹²M이다 (24.0%).
- 주기율표 2주기 원소들의 원자 반지름이 Li에서 Ne 쪽으로 갈수록 작아지는 이유는 전자수가 많아지거나(26.3%) 전자사이의 인력이 커지기 때문이다 (24.8%).
- DyO₃가 염산과 반응하며 생성되는 염은 DyCl₃이다(26.1%).
- 물에 암모니아를 가하면 pH가 7이하로 떨어진다(20.4%).
- NaCl에는 이온 결합과 공유 결합이 모두 포함되어 있다.
- 초산의 해리도는 농도가 클수록 크다(30.6%).
- CH₄ 분자사이의 인력이 H₂O 분자 사이의 인력

보다 크다(30.6%).

이외에도 중화 적정곡선에서 산에 염기를 가하는 경우에만 익숙하여 염기에 산을 가하는 경우의 중화 적정 곡선을 찾아내지 못하는 학생이 많았고 대부분의 학생이 산화-환원 반응에서 산화-환원된 물질과 산화제-환원제를 찾아내지 못하였다.

한편 화학지식의 성취도가 학생의 배경에 따라 차이가(의의도 0.05이하) 있는지를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

① 학교소재 지역에 따라 의미있는 성취도차가 나타나는데 정답률(%)이 직할시(26.0), 지방도시(23.5), 읍(22.5), 면(20.8)의 순서였다.

② 학교의 설립 형태(국립, 공립, 사립), 부모의 학력 및 학생이 좋아하는 교과목의 종류에 따른 정답률 사

이엔 의미있는 차이가 없었다.

③ 남학교 학생은(25.6%), 여학교(21.3%)나 남녀 공학 학교(22.6%) 학생보다 성취도가 상당히 높았다.

④ 학교 계열에 따라 다소의 성취도차가 있으며 정답률은 공업계(25.3), 종합고(24.1), 농업계(23.4), 수산해양계(22.4), 실업계(21.6), 상업계(21.2) 순이었다.

⑤ 남학생의 성취도(24.2)가 여학생(21.8)보다 상당히 높았다.

⑥ 3학년 학생의 성취도(23.7)가 1학년(20.8)이나 2학년(20.6) 것보다 큰 차이가 없었다.

⑦ 학생 가족의 월평균 수입에 따라서도 상당한 성

〈도표 2-3〉 생물지식의 평가 결과

문항번호	평가내용	행동 수준	예상근관도	정답률(%)	
				실업고	일반고
1	배설과 분비의 관계	적용	중	30.5	25.3
2	미토콘드리아의 기능	이해	하	33.9	41.4
3	질소 순환과정	이해	중	65.6	63.8
4	체세포 분열	이해	하	35.1	50.3
5	우성의 법칙	적용	중	19.8	19.6
6	진화의 과정	이해	중	53.3	67.9
7	분류체계	이해	중	29.3	29.4
8	생명현상에 대한 변인 조절	이해	하	48.9	57.4
9	에너지 흐름	적용	중	35.3	28.6
10	딤새	기억	중	61.1	71.5
11	감수분열 과정	이해	상	26.4	26.5
12	고등동물의 소화	이해	상	14.2	21.0
13	소화기관	기억	하	32.5	38.3
14	반사적 행동	기억	하	29.8	35.3
15	수정란의 발생	적용	상	47.3	51.8
16	돌연변이의 원인	이해	중	45.5	47.0
17	생물의 적응과 진화	적용	중	44.1	51.0
18	생명현상에 대한 변인 조절	이해	하	28.5	35.0
19	개체군간의 경쟁	적용	중	12.2	18.7
20	먹이연쇄	이해	중	60.0	70.4
21	세포의 내부 구조	이해	중	38.3	54.6
22	소화에 의한 에너지 방출	기억	하	37.7	56.1
23	산소 호흡	이해	하	46.4	54.8
24	생식과 증	이해	중	15.4	33.2
25	혈액의 기능	기억	중	42.3	56.0
26	동물과 식물의 생식비교	적용	중	37.3	37.4
27	유전자 빈도	적용	상	15.3	16.4
28	자연선택	이해	상	16.6	17.9
29	유전자의 연관	이해	상	17.4	19.8
30	군집과 사회적 단세포	이해	중	29.6	43.7
	전체 평균			35.0	41.6

취도차를 보였으며 정답률은 25~50만원(24.9), 25만원 이하(23.4), 50~75만원(22.6), 75~100만원(20.8), 100만원 이상(19.7), 100~200만원(18.2)의 순이었다.

3) 생물지식

생물지식을 평가하기 위한 문항은 30개로서 고등학교 생물 I의 전반적인 영역을 취급했다. 이 문항에 대한 전국적인 조사결과는 〈도표 2-3〉과 같다.

전체 문항의 평균 정답률은 35%로 일반계의 41.6%보다 6%이상 낮다. 정답률의 범위는 12.2%(문항 19)부터 65.6%(문항 3)로 상당히 넓은 편임을 알 수 있다. 평균인 35%보다 낮은 정답률의 문항 수는 15개

이며 무작위로 정답을 고를 수 있는 확률인 20%보다 낮은 정답률을 보인 문제도 일괄문항이나 된다. 이들 문항에 대한 오답지의 선택률이 높다는 것은 특기할 만 하여 많은 수의 학생들이 오답지를 선택한 문항과 오답률은 다음과 같다.

- 학생들이 우성의 원칙인 3:1의 비율을 모든 문제에 적용한다(28.5%).
- 고등동물의 소화 세포내 소화로 이해한다(41.2%).
- 식물의 광합성 결과 산소배출을 이해하지 못한다(36.2%).
- 생식단위를 생태계로 이해한다(40.6%).
- 모든상황에서 우성과 열성의 유전자 빈도를 3:1로 생각한다(53.0%).
- 자연선택의 '궁극적인 원인으로 유전자 쌍의 영향으로 본다(25.0%).
- 사회단체의 구성원인을 순위 혹은 리더 자리를 확보하기 위한 싸움으로 본다(31.3%).

이것은 학생들이 잘못 이해하고 있거나 지식을 문제 풀이에 잘못 적용하여 이러한 경향에 일관성이 있음을 암시한다. 정답률은 20% 미만이나 특정의 오답지를 선택한 비율이 25~53%인 사실로부터 이것을 알 수 있다.

학생들의 배경조사결과에 의하면 학교형태, 성별, 부모학력, 가정의 월 평균 수입, 그리고 좋아하는 교과는 학생들의 성취도에 큰 영향을 미치는 요인이 아닌(의의도 0.05에서), 반면에 학교의 위치와 계열은 성취도에 영향을 미치는 요인으로 작용했다는 것을 알 수 있다. 학교의 위치별로 볼 때 읍소재 학교의 정답률이 가장 높은 반면(38%) 면에 소재하는 학교의 정답률은 29%로 가장 낮다. 한편 학교계열 중 농업학교의 정답률이 가장 높고(38%) 상업계의 학교는 33%로 가장 낮다.

2 탐구사고력의 평가

과학적 탐구능력에는 수공적(manual) 실험 기능과 인지적인 문제 해결 및 실험의 탐구 사고력이 포함된다. 이제 탐구 사고력의 평가 중 몇가지 요인적 기술의 평가 결과와 이 평가 결과의 학생 배경에 따른 분석 결과는 다음과 같다.

1) 탐구기술 요인별 성취도

실업계 고등학교 학생 2,796명을 표집하여 측정된 탐구 사고력의 객관식 평가 결과가 <도표 2-4>에 문항별 정답률로 나타나 있다. 또 이 도표에는 비교를 위하여 일반계 고등학교 학생 4,791명을 대상으로 같은 조사지에 의해 측정된 일반고 학생들의 탐구 사고력의 성취도가 함께 제시되어 있다.

<도표 2-4>에 나타난 바와 같이 전반적으로 실업계 학생들의 탐구 사고력이 매우 부족함을 알 수 있다. 특히 일반고 학생의 탐구 사고력 평가에서 얻어진 평균 정답률 52.4%와 비교할 때도 12.0%나 차이가 있었다. 더우기 5지 선다형 문제에서 무작위로 답했을 경우의 평균 정답률인 20%에도 이르지 못하는 문항이 2개나 되며 정답률이 40%이하인 문항은 16개였다.

한편 같은 탐구 기술을 평가하는 경우에도 평가에 이용된 주제에 따라 <도표 2-5>에 나타나 있는 바와 같이 정답률에 차이가 많이 나는 경우가 있었다. 이와 같은 이유로 아주 많은 수의 문제를 이용하기 이전에는 탐구 기술별 난이도를 논의할 수 없으나 30개의 문항이 이용된 본 조사에서 학생들은 타당한 추론이나 측정 오차 처리방법의 선택 등에서 낮은 성취도를 보였으며 보다 좋은 실험방법과 올바른 일반화의 선택 등에서는 높은 성취도를 보여 주었다.

한편 정답지보다 오답지를 더 많이 선택한 문항을 중심으로 살펴 볼 때 학생들에게 부족한 탐구 사고력에는 다음과 같은 것들이 포함되어 있다.

- 실험적으로 조사가 가능한 점과 가능하지 않은 것을 구별하지 못한다.
- 인과 관계를 실험적으로 규명하기 위하여는 변인들이 통제되어야 함을 알지 못한다.
- 사실과 추론을 구별하지 않는다.
- 측정의 평균값 계산치 오차가 엄청나게 큰 값의 처리 방법을 모른다.
- 조합적 사고에 의해 모든 가능성을 탐색하지 않는다.
- 인과 관계에서 필요조건과 충분조건을 구별하지 않는다.

〈도표 2-4〉 탐구 사고력의 기술 및 주제별 평가 발표

문항번호	탐구기술	평가주제	문항별정답률(%)	
			실업고	일반고
1	예측	동물의 채종과 성취	43.5	50.7
2	조사방안	남학생과 여학생의 평균키 비교	51.3	69.5
3	조사가능성	개의 성질	64.1	80.0
4	조사가능성	마가린과 버터의 우수성	31.0	43.0
5	변인 조절	구슬의 낙하속도와 크기/질량	42.1	60.3
6	변인 조절	풀의 성장을 위한 빛의 필요성	26.5	31.0
7	판찰	꽃이 꽃힌 그림	35.4	52.1
8	일반화	발의 압축수	27.0	45.7
9	실험방법	전자레인지 성능 검사	54.1	69.9
10	조사가능성	물고기의 크기에 관한 주장	71.0	82.5
11	조사방안	남학생과 여학생의 평균키 비교	23.2	59.1
12	측정	전등이 켜져 있는 시간의 오차	40.4	59.8
13	조사방안	생물학자의 나무 질병 조사	38.6	49.8
14	일반화	강우량과 콩의 수확량의 관계	68.4	87.4
15	추론	딱정벌레의 움직임	35.7	42.2
16	측정	측정오차의 처리	16.3	27.3
17	조사방안	우수한 자동차 정비공장	61.8	78.8
18	조사방안	시간으로 측정할 수 있는 성질	73.2	80.6
19	예측	던진 공이 땅에 떨어지는 시간	28.0	26.4
20	분류	주머니속의 유리구슬의 질량	12.0	13.2
21	예측	옥수수수의 수확량	34.7	41.3
22	실험방법	연못의 물 분석	52.4	66.9
23	측정	정확한 측정값의 장점	33.1	56.4
24	추론	박테리아 죽음의 원인	20.5	34.6
25	조사가능성	몇가지 문제의 연구 가능성 비교	45.5	69.3
26	조사방안	생물학자의 지역 조사	43.6	61.7
27	조사가능성	귀의 백혈병 원인	23.2	36.4
28	변인조절	아스피린의 금붕어에 대한 영향	46.7	64.1
29	조사방안	음악과 식물 성장과의 관계	34.7	44.4
30	변인조절	양의 탄저병 예방약의 효과	34.7	60.2
	전체 평균		40.4	52.4

2) 학생 배경별 성취도

탐구 사고력이 학생 배경에 따라 의미있는 차이가 있는지를 알아보기 위하여 변량분석을 하였다. 학생 배경 중 의의도 0.01% 수준에서 의미있는 성취도 차를 보이는 것에는 학교의 소재 지역, 설립형태, 학생 구성, 계열과 학생의 성별 및 가족의 수입이었다. 또한 부모의 학력과 학생의 성별 및 가족의 수입이었다. 또한 부모의 학력과 학생의 학년은 각각 의의도 0.02% 및 0.88% 수준에서 의미있는 차이가 있었다.

한편 배경별로 상당한 성취도 차이를 나타내는 것들 중 특징적인 것으로는 다음과 같은 것이 있었다.

- 도시지역이(41.5~41.7) 읍(36.6)과 면(33.8) 지역보다 높다.
- 사립학교(43.8)가 국립(36.3)이나 공립(37.9) 학교보다 높다.
- 여학교(44.6)가 남학교(40.6)나 남·녀공학(35.9)보다 높다.
- 종합고(45.1), 상업고(42.5), 공업고(40.1)가 기타의 실업계 학교(34.1~35.5)보다 높다.
- 여학생(41.5)이 남학생(39.1)보다 높다.
- 부모 중 높은 학력 소유자가 대졸(35.6)일 때가 기타의 경우보다 (39.9~40.4) 낮다.
- 1학년(38.6) 2,3학년(40.4)보다 낮고 2학년과 3학년은 같다.

〈도표 2-5〉 탐구 기술과 평가 주제에 따른 정답률의 차이

탐구기술	문항 수	정답률(%)		
		평균	최고	최저
예측	3	35.4	43.5	28.0
조사방안	7	40.2	61.8	23.2
조사가능성	5	42.7	64.1	9.9
변인조절	4	37.5	46.7	26.5
일반화	2	47.7	68.4	27.0
실험방법	2	53.3	54.1	52.4
추정	3	29.9	40.4	16.3
추론	2	28.1	35.7	20.5

• 경제적으로 월 평균 소득이 25~50만원인 경우가(47.9) 제일 높고 다음은 50~75만원(40.9) 75~100만원(38.6), 25만원 이하(37.9), 100~200만원(34.1), 200만원 이상(30.4)의 순이었다.

3. 실험 기능의 평가

실험 기능은 기본량 측정, 화학 실험 기능, 현미경 사용의 영역으로 나누어 평가하였다. 실험 기능에 관한 평가는 소집단 연구이기 때문에 연구 결과를 통계적으로 비교분석하거나 일반화하는 데는 무리가 있으나 실업계 고등학교 과학 실험교육의 한 면모를 보여 주었다.

1) 기본량 측정 기능

공업고등학교 1개교와 농업고등학교 1개교에서 실시한 기본량 측정결과는 〈도표 2-6〉과 같았다.

〈도표 2-6〉에서와 같이 길이는 0.1mm까지 읽어야 하는데 공업고등학교의 경우 대부분 1mm까지만 읽었으나 농업고등학교에서는 대부분 0.1mm까지 읽었다. 또 길이, 부피, 질량, 온도, 저항의 경우에는 대부분 단위를 옳게 썼으나 습도와 주기의 단위는 대부분 잘 표시하지 못하였다.

실업계 고등학교의 평가 결과를 일반계 고등학교의 결과(박승재외, 1986)와 비교해 보면, 진자의 주기 측정을 제외하고는 공고, 농고 모두 일반계 고등학교보다 월등히 좋은 결과를 나타냈었다. 길이 측정에 있어서 일반계 고등학교의 경우에는 40명 중 겨우 3명이 0.1mm까지 읽었던 반면 실업계 고등학교에서는 40명 중 11명이 0.1mm까지 읽었다.

이러한 결과는 실업계 고등학교의 실습 특성에 비추어 볼 때 이해될 수 있다.

〈도표 2-6〉 기본량 측정기능 평가결과

내용	분석 기준	공 고		농고
		기계 (20명)	전기 (20명)	육산 (20명)
길이	1. 0.1mm까지 읽었다.	4	0	13
	2. 1mm까지 읽었다.	10	20	6
	3. 1cm까지 읽었다.	1	0	0
	4. 기타	5	0	1
부피	1. 수면위 0.1cm까지	0	0	1
	2. 수면아래 0.1cm까지	12	9	1
	3. 수면위 1cm까지	0	0	3
	4. 수면아래 1cm까지	6	10	6
	5. 기타	2	1	9
질량	1. 유효숫자 옳고 1g이하 오차	5	12	7
	2. 유효숫자 옳고 1g이상 오차	0	0	1
	3. 유효숫자 틀리고 1g이하 오차	12	6	7
	4. 유효숫자 틀리고 1g이상 오차	2	0	3
	5. 기타	1	2	2
주기	1. 유효숫자 옳고 0.1초 이하 오차			4
	2. 유효숫자 옳고 0.2초 이상 오차			0
	3. 유효숫자 틀리고 0.2초 이하 오차			6
	4. 유효숫자 틀리고 0.2초 이상 오차			0
	5. 유효숫자 옳고 1초 이상 오차			0
	6. 유효숫자 틀리고 1초 이상 오차			0
	7. 기타			10
온도	1. 1℃이상 오차	10	14	5
	2. 1℃이내 오차	3	0	5
	3. 기타	7	6	10
습도	1. 완벽하다.	0	0	0
	2. 대체로 옳다.	8	3	11
	3. 틀렸다.	0	0	0
	4. 기타(습구 온도 기록표등)	12	17	9
저항	1. 눈금현상 옳고 측정값 옳다.	6	10	8
	2. 눈금현상 옳고 측정값 틀림	9	10	1
	3. 눈금현상 틀림 측정값 옳다.	0	0	0
	4. 눈금현상 틀림 측정값 틀림	0	0	0
	5. 기타	5	0	11

* 숫자는 20명중 정답자의 수

그러나 진자의 주기 측정에 있어서 많은 실업계 학생들이 '주기'라는 용어조차도 모르고 있었는데 이는 실업계 고등학교에서 과학기초 개념의 교육을 통한 시 하기 때문이라고 생각된다. 기본량 측정 기능의 경

〈도표 2-7〉 스포이드, 피펫, 뷰렛의 사용 기능 조사결과

지 시 문	평가의 관점	27명중 합격자수	
		공업계	농업계
스포이드로 삼각플라스크의 용액 10방울을 비커에 옮겨라.	1. 스포이드를 바르게 잡는가? 2. 1회에 10방울을 옮기는가? 3. 정확하게 10방울을 옮기는가?	8 7 4	10 6 2
피펫을 가리키며 다음 3가지 질문을 한다. (실험지식과 경험)	1. 이 기구의 이름은 무엇인가? 2. 이 기구의 용도는 무엇인가? 3. 이 기구를 사용해 본 적이 있는가?	1 2 4	4 6 3
삼각플라스크의 용액 10(또는 25) ml를 피펫을 이용하여 비커에 옮겨라.	1. 입으로 빨아서 피펫에 용액을 채우는가? 2. 플라스크 바닥 깊숙이 피펫을 넣는가? 3. 검지 손가락으로 피펫을 막는가? 4. 용액의 부피를 잘 조정하는가? 5. 정확하게 10ml를 취하는가? 6. 마지막 방울을 공기 팽창에 의해 비우는가?	6 0 1 3 2 0	8 7 4 0 1 0
뷰렛을 가리키며 다음 3가지 질문을 한다. (실험지식과 경험)	1. 이 기구의 이름은 무엇인가? 2. 이 기구의 용도는 무엇인가? 3. 이 기구를 사용해 본 적이 있는가?	0 4 4	2 2 3
뷰렛에 용액을 채운 다음 그 용액 5ml를 비커에 넣어라.	1. 스톱콕크를 막고 용액을 채우는가? 2. 비커를 이용하여 용액을 채우는가? 3. 스톱콕크 아래 부분에 용액을 채우는가? 4. 처음 눈금을 읽는가? 5. 눈금은 바르게 읽는가? 6. 정확하게 5ml를 옮기는가? 7. 스톱콕크를 바르게 사용하는가?	3 5 4 4 4 1 5	2 5 0 1 1 1 2

우, 공업고등학교과 농업고등학교 사이에 의미있는 차이가 없다.

2) 기초적 화학 실험기능

평가 대상 학생은 지방도시 소재 남녀 공학 농업고등학교 축산학과 남학생 16명과 공업고등학교 전기과 2학년 남학생 13명이었다.

이들 27명을 대상으로 실시한 스포이드, 피펫, 뷰렛의 사용 기능에 대한 조사 결과가 〈도표 2-7〉에 나타나 있으며, 이 결과 중 특징적인 것을 살펴보면 아래와 같다.

① 27명 중 2명만이 스포이드, 피펫, 뷰렛 모두를 제대로 사용할 줄 알았다.

② 27명 중 피펫을 사용해본 경험이 있는 사람은 7명, 뷰렛을 사용해본적이 있는 학생은 4명이었다. 이들 기구의 이름을 알고 있는 학생이 피펫의 경우 5명, 뷰렛의 경우 2명에 불과했다.

③ 피펫을 사용해본 경험이 없는 일부 학생도 이 기구의 용도를 알고 있으며, 플라스크 바닥에 피펫을

넣어 입으로 용액을 채우는 학생이 있었다.

④ 피펫을 비울 때 마지막 방울을 공기 팽창에 의해 비우는 학생과 뷰렛을 채울 때 스톱콕크 아래 부분에 용액을 채우는 학생은 한명도 없었다.

⑤ 일부 학생들은 뷰렛과 피펫의 끝을 비커에 넣어 용액을 채우려 했다.

한편 28명의 학생을 대상으로 실시한 알칼리램프, 시험관, 시험관 집게, 코르크 보러, 깔대기 사용 기능의 조사 결과가 〈도표 2-8〉에 나타나 있으며 이로부터 대부분의 학생들이 용액이 담긴 시험관을 제대로 가열할 줄 알며 깔대기를 사용해본 경험이 있음을 알 수 있다. 그러나 코르크 보러의 이름을 아는 학생이 3명, 이를 사용해본 경험이 있는 학생은 3명에 불과했다. 한편 대부분의 학생들이 깔대기를 이용해 침전물을 여과시킨 경험이 있음에도 불구하고 여과지를 접은 후 두터운 쪽의 한 모퉁이를 잘라내거나 짓개틀 사용하여 침전물 모두를 남김없이 여과하는 학생은 2명에 불과했다.

〈도표 2-10〉에는 28명의 학생을 대상으로 메스플

〈도표 2-8〉 알콜램프, 시험관, 시험관 집게, 코르크보러, 깔대기 사용기능 조사결과

지 시 문	평가의 관점	28명중 합격자수	
		공업계	농업계
용액이 담긴 시험관을 가열하라.	1. 시험관 집게를 사용하는가? 2. 시험관 주둥이를 안전한 위치로 향하는가? 3. 시험관을 돌려가며 가열하는가? 4. 알콜램프의 두껍을 덮어 불을 끄는가?	10 11 3 11	15 11 8 16
코르크보러를 가리키며 다음 2가지 질문한다. (실험지식과 경험)	1. 이 기구의 이름은 무엇인가? 2. 이 기구를 사용해본 적이 있는가?	2 1	1 2
코르크마개 가운데에 구멍을 한개 뚫어라.	1. 뚫는 방향이 바른가? 2. 판지(또는 판자)위에 올려 놓고 뚫는가? 3. 코르크 보러를 돌려가며 뚫는가? 4. 정확하게 뚫는가?	2 2 1 0	1 4 4 3
깔대기를 가리키며 다음 3가지 질문을 한다. (실험지식과 경험)	1. 이 기구의 이름은 무엇인가? 2. 이 기구의 용도는 무엇인가? 3. 이 기구를 사용해 본적이 있는가?	8 10 8	9 13 13
비커의 침전물욕 여과하라.	1. (여과지를 가리키며) 이것의 이름은 무엇인가? 2. 여과지를 바르게 접는가? 3. 여과지의 한 모퉁이를 잘라내는가? 4. 여과지를 깔대기에 바르게 놓는가? 5. 깔대기대의 끝이 비커의 벽에 닿았는가? 6. 비커의 용액 모두를 여과하는가? 7. 젓개를 사용하여 침전물을 옮기는가?	8 4 1 3 2 2 1	12 9 1 9 5 1 0

〈도표 2-9〉 메스플라스크, 저울 사용 기능의 조사결과

지 시 문	평가의 관점	28명중 합격자수	
		공업계	농업계
메스플라스크를 가리키며 다음 3가지 질문한다. (실험지식 및 경험)	1. 이 기구의 이름은 무엇인가? 2. 이 기구의 용도는 무엇인가? 3. 이 기구를 사용해본 적이 있는가?	2 11 8	2 0 0
고체 시약 2.0g을 물에 녹여 100ml 수용액을 만들어라. (다음 학생이 시작하기 전에 저울의 영점이 맞지 않도록 해둔다.)	1. 저울의 영점 조절을 하는가? 2. 약수저를 사용하여 시약을 취급하는가? 3. 약포지의 무게를 고려하는가? 4. 추의 질량이 정확한가? 5. 달아낸 시약의 양은 정확한가? 6. 추를 집게를 이용하여 다루는가? 7. 병마개를 닫는가? 8. 약포지의 시약을 완전히 털어 넣는가? 9. 추를 제자리에 정리하는가? 10. 시약을 비커에 녹이는가? 11. 비커에 녹인 시약 용액을 모두 플라스크에 옮기는가? 12. 플라스크의 눈금까지 물을 채우는가? 13. 유리막대로 컷는가?	4 11 3 11 8 8 1 4 6 11 4 7 5	6 14 7 10 10 10 9 10 5 8 0 2 7

라스크, 저울 사용기능을 조사한 결과가 나타나 있으며 이로부터 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

하나 이 기구를 실제로 사용해 보았거나 용도를 아는 학생은 8명이었다.

① 메스플라스크의 이름을 아는 학생이 4명이 있던

② 반수 이상의 학생이 양팔 저울을 이용하여 일정

〈도표 2-10〉 현미경 사용 기능의 평가결과

영역	관찰사항	관찰에 의한 평가결과		
		상	중	하
현미경 설치	현미경 운반방법	10	8	
	현미경 취급	6	8	4
	실험대에 설치	2	14	2
프레파라이트 설치	조동나사 조절	10	2	6
	프레파라이트 설치	9	7	2
	슬라이드 글라스 고정	13	5	
빛 조절	거북을 렌즈 사용		2	16
	반사경 사용	9	9	
조정 맞추기	대물렌즈와 피검물과의 거리조절	14	2	2
	경통을 올리면서 초점조절	8	10	
	눈의 바본 사용	8	6	4
	미동나사 사용	1	3	14
	빛의 양 조절	4	3	11
	고배율 렌즈사용			18

양의 시약을 달아낼 수 있었다.

③ 일정양의 시약을 플라스크에 녹여 용액을 제대로 제조할 줄 아는 학생은 4명 밖에 없었다.

3) 현미경 사용기능

농업고등학교 학생 18명을 대상으로 조사한 결과가 〈도표 2-10〉에 나타나 있다.

현미경을 운반할 때 대다수의 학생들이 조심스럽게 현미경을 다루는 태도를 보이나 운반하는 방법엔 상당히 미숙하다. 대다수의 학생들이 초점을 맞추는 과정에 미숙한데, 이것은 학생들이 현미경을 충분히 다루어 보지 못했다는 것을 반영한다.

4. 과학태도의 조사

실업고 학생들의 과학태도를 조사하기 위하여 51개 교 2,178명으로부터 수집된 태도 조사 설문지를 분석하였다. 본 연구에서는 일반고와 중학교의 과학태도 조사결과와 비교를 위하여 이미 개발된 조사지를 그대로 이용하였고, 일반고 학생 4,763명(박승재외 1986)과 중학교 학생 3,593(김영수의 1987)의 조사결과가 함께 이용되었다.

이제 실업고 학생들의 과학태도 조사 결과를 과학에 관한 관심과 경험, 과학 수업과 과학교사, 과학 관련 직업 및 과학에 관한 인식 영역으로 나누어 살펴보자.

〈도표 2-11〉 과학기구 사용 경험 조사결과

기구의 종류	사용 경험자의 백분율(%)		
	실업고	중학교	일반고
미터자	65.3	53.9	74.5
망원경	68.2	69.2	78.0
현미경	86.4	92.7	93.5
스톱워치	76.8	72.8	40.0
기압계	17.7	27.3	14.8
컴퓨터	49.7	34.8	37.6
청진기	84.0	87.5	21.3
전류계	64.4	33.8	65.7
줄자	87.8	90.6	95.9
계산기	85.2	85.9	92.2
평균	68.6	64.8	61.4

1) 과학에 관한 관심과 경험

학생들이 과학에 얼마나 관심을 가지고 있는가를 알아 보기 위하여 과학기구의 사용경험, 과학 실험 경험 및 과학 관련 활동 경험을 조사하였다.

〈도표 2-11〉에는 몇가지 과학 기구 사용경험에 관한 조사 결과가 나타나 있다. 10가지의 평균적 사용 경험 백분율은 68.6%였으며, 이들 기구 중 80% 이상의 학생이 사용해본 것으로는 현미경, 청진기, 줄자와 계산기가 있었다. 반면 컴퓨터는 약 반수의 학생 만이 이를 사용해 보았으며 기압계를 사용해본 학생은 17.7%에 불과하였다. 그러나 컴퓨터의 경우 사용 경험자의 백분율 49.7%는 중학교와 일반고의 34.0 및 37.6% 보다 높아 실업고에 컴퓨터가 더 많이 보급되어 있음을 알 수 있었다.

한편 학생들의 과학 실험 경험을 조사하기 위한 8가지의 실험내용에 관한 조사 결과는 〈도표 2-12〉와 같았다. 실업고 학생들의 조사 대상 실험에 관한 경험자의 평균 백분율은 54.3%였으며, 이는 일반고의

〈도표 2-12〉 과학 실험 경험에 관한 조사 결과

실험 내용	실험 경험자의 백분율(%)		
	실업고	중학교	일반고
햇빛	69.7	73.2	81.5
소리	70.0	54.5	78.1
열	68.5	68.8	74.4
태양에너지	41.6	48.7	39.6
침식작용	43.0	42.4	35.9
화학반응	75.5	55.6	78.1
파동	42.7	13.8	48.1
인간행동	23.7	26.2	40.1
평균	54.3	47.9	69.9

〈도표 2-13〉 과학 수업 이외의 과학 관련 활동 경험조사 결과

과학 관련 활동 내용	활동참가자 백분율(%)		
	실업고	중학교	일반고
잡지에서 과학기사를 읽는다.	77.8	77.9	81.0
신문에서 과학기사를 읽는다.	67.0	65.3	70.0
TV에서 과학 프로그램을 시청한다.	81.2	85.0	83.9
과학 강연을 들으러 간다.	21.0	18.9	14.7
과학과 과학자에 관한 책을 읽는다.	74.1	82.4	75.9
친구의 과학에 대하여 이야기 한다.	61.3	69.9	65.8
과학공작이나 과학 친람회 작품을 만든다.	32.1	38.3	26.3
과학 관련 취미 활동을 한다.	40.7	48.5	35.4
평 균	56.9	60.8	56.6

69.9%보다는 상당히 낮은 수준이었다.

또한 어떤 현상을 알아보기 위한 일주일 이상의 실험, 물체의 부피측정, 전기회로의 장치, 곤충 및 식물채집, 현미경에 의한 수중생물 관찰, 물고기 기르기, 전자석 만들기과 같은 과학 실험 경험조사에서 평균 52.3%의 학생들이 실험 경험이 있다고 응답하였다. 그러나 한가지 현상을 알아보기 위해 일주일 이상 실험을 해본 학생은 15.7%에 불과하며, 이는 중학교의 24.8%보다도 낮았다.

학생들의 과학에 관한 관심과 흥미를 알아보기 위한 과학 수업 이외의 과학 관련 활동 정도의 조사 결과가 〈도표 2-13〉에 정리되어 있다. 이로부터 실업고 학생들의 과학 수업이외의 과학관련 활동의 정도는 일반고 학생들과 거의 비슷하나 중학교 학생들보다는 다소 낮음을 알 수 있었다. 또 과학 강연을 들으러 가는 학생의 비율이 크게 낮았으며, 이는 과학 강연 참가 기회의 부족에 따른 것으로 생각된다.

2) 과학수업과 과학교사

학생들이 과학 수업에 얼마만한 관심을 보이며 과학 수업을 얼마나 흥미있고 유익하게 생각하는가 등의 과학 수업에 대하여 어떻게 생각하는가를 조사한 주요 결과가 〈도표 2-14〉에 정리되어 있으며 이로부터 실업고 학생들의 과학 수업에 관한 태도를 다음과 같이 일반화 할 수 있다.

- ① 많은(약 70%) 학생들이 과학 수업을 크게 싫어하지도 재미있어 하지도 않는다.
- ② 과학 수업시간에 배우는 내용은 흥미롭기는 하나 어렵게 느끼고 있는 편이다.

〈도표 2-14〉 과학 수업에 관한 주요 조사 결과

조 사 내 용	응답률(%)		
	매우	어느정도	전혀
과학수업에 실증을 느낀다	12.1	70.2	16.5
과학수업이 재미있다	17.4	69.3	12.1
과학수업시간에 배우는 내용이 흥미롭다	26.4	56.3	16.1
과학수업에서 배우는 것이 어렵다	30.6	62.3	5.9
과학수업에서 배우는 것이 쉽다	6.6	70.6	21.6
과학수업이 호기심을 갖게 한다	25.5	58.7	14.5
과학수업은 성취감을 느끼게 한다	20.1	58.8	19.8
과학수업이 불만스럽다	15.1	55.4	28.3
과학수업시간에 불안한 느낌을 갖는다	12.8	40.3	45.5
과학수업시간에 만족한 느낌을 갖는다	11.8	67.9	18.9
과학수업시간에 질문하기가 두렵다	19.7	48.1	30.6

③ 과학 수업은 상당히 호기심과 성취감을 불러 일으켜 준다.

④ 과학 수업시간에 만족스러운 느낌을 갖는 학생이 불안한 느낌을 갖는 학생보다 다소 많다.

⑤ 과학 수업시간에 질문하기를 두려워하며 과학 수업을 불만스럽게 생각하는 학생도 상당수 있다.

한편 과학 수업의 유용성과 과학 교사에 관한 조사에서 확실히 그렇다고 응답한 학생의 백분율로 나타낸 긍정률은 〈도표 2-15〉와 같았다.

이 조사 결과 중학교 과학 교사가 과학을 더 흥미롭게 또 열성적으로 가르친다는 다소의 차이를 제외하고는 중학교, 일반고 및 실업고의 조사 결과에서 큰 차이가 나지 아니했다. 또 실업고 학생의 과반수가 과학 수업은 유용하며 현실 체계와 아무 관련이 없지 않으며 학교에서 필수적으로 지도해야 된다고 생각하고 있었다.

〈도표 2-15〉 과학수업의 유용성과 과학교사에 관한 조사 결과

조 사 내 용	긍 정 률(%)		
	실업고	중학교	일반고
과학수업은 유용하다.	59.5	57.6	62.5
과학수업내용은 현실세계와 아무 관계가 없다.	14.7	14.1	13.4
학교에서 과학을 필수적으로 지도해야한다.	58.8	61.1	63.1
과학교사는 진실로 과학을 좋아한다.	45.6	53.5	48.2
과학교사는 과학을 흥미롭게 가르치신다.	48.9	61.0	43.9
과학교사는 열성적이다.	53.5	60.2	52.4

〈도표 2-17〉 과학연구비 지원 필요성의 인식 조사결과

연 구 내 용	지원필요성 긍정률(%)		
	실업고	중학교	일반고
지진예측	62.8	52.4	64.4
대기오염 감소 방법	78.6	71.7	82.3
식량 증산 방법	78.3	67.8	81.9
에너지 문제 해결 방법	82.1	77.2	86.2
인구과잉 도시에서의 인간행동	27.5	21.6	28.8
인구 문제 해결 방법	46.2	44.5	46.8
곤충 통제 방법	41.5	38.3	38.3
태양 에너지 사용 방법	80.3	75.5	86.7
글썩을 새우는 새로운 방법	37.5	38.8	42.3
장래 쓸모 있게 될 물건	68.9	63.3	72.5
대륙이 어떻게 이동하는가?	44.3	43.1	46.8
태양 표면의 폭풍	54.9	51.1	56.6
전기에너지 축적을 위한 쉽고 효과적인방법	77.9	74.4	85.9
동물들이 어떻게 의사소통을 하는가?	41.6	42.8	36.4
어떻게 유전자가 식물특성을 조절하는가?	63.9	58.4	57.5
어떻게 박테리아와 녹색식물이 공생하는가?	57.1	57.8	53.4
평 균	59.0	54.8	61.8

3) 과학 관련직업 및 과학에 관한 인식

학생들의 과학 관련직업에 관한 관심과 시각 및 과학의 본질과 가치에 관한 인식을 조사하였다. 이중 과학 관련직업에 관한 조사 문항의 설문에서 '확실히 그렇다', '잘 모르겠다', 및 '확실히 아니다' 중 '확실히 그렇다'를 선택한 응답자의 백분률로 나타낸 문항별 긍정률이 〈도표 2-16〉에 나타나 있다.

이 조사 결과 반수 이상의 실업고 학생들은 과학 관련분야의 직업에 종사하는 것이 재미있고(54.4%) 이를 위해서는 매우 많은 교육을 받아야 할 점으로(66.5%) 생각하고 있음을 알 수 있었다. 또 약 40% 이상의 학생들이 과학분야에 종사하게 되면 많은 일을 해야 하지만 자신들을 중요한 위치에 있게 해줄 수 있을 것으로 보고 있었다. 그럼에도 불구하고 과학분야가 자신이 종사할 수 있는 곳이라고 생각하는자는 21.3%에 불과했으며 3분의 1 가량의 학생이 과학 관련 직업은 의로울 것으로 보았다.

한편 과학의 가치에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위하여 과학자들의 연구분야별 연구비 지원의 필요성을 묻는 각 문항에 '그렇다', '아니다' 중에서 '그렇다'를 선택한 학생들의 백분률이 〈도표 2-17〉에 나타나 있다. 이 결과에 의하면 실업고와 일반고 모두 약 60% 정도의 학생들이 〈도표 2-17〉에 나타난 과학연구를 위한 연구비 지원이 필요하다고 생각하고 있으며, 특히 에너지, 대기 오염 및 식량 문제 해결을 위한 과학연구의 필요성에 많은 학생들이 동의하고 있다. 반면 인간행동, 곤충생태, 대륙이동과 동물의 의사소통같은 기초적 연구의 필요성에 찬성

하는 학생들은 50%에도 미치지 못하여 과학연구의 응용적인 면이 학생들에게 중요하게 인식되어 있음을 알 수 있었다.

또한 과학이 인류의 여러가지 문제해결에 얼마나 도움을 줄 수 있을 것인가에 대한 실업고 학생들의 기대 수준이 〈도표 2-18〉에 정리되어 있다.

과학이 현재 세계의 중요한 각종 문제 해결에 기여할 수 있을 것인가에 관하여 55% 정도 학생들은 확실하게 또 37% 정도 학생들은 부분적으로 기대를 걸고 있고 8% 정도의 학생만이 전혀 기대를 하지 않고 있어 과학이 인간의 생활에 크게 유용하다는 견해가 지배적임을 알 수 있었다.

학생들이 과학의 본질을 어떻게 인식하고 있나를 조사하기 위한 몇 가지 설문에서 '그렇다', '아니다', '모르겠다' 중에서 '그렇다'의 선택률을 긍정률로 한 조사 결과가 〈도표 2-19〉에 나타나 있다. 이 조사 결과로부터 실업고 학생들의 입장에서 본 과학의 본질은 다음과 같이 정리될 수 있다.

① 과학은 우연한 발견이나 사고로부터 발달할 수도 있고 또 한가지 자연 현상을 설명하는 여러가지 이들이 있을 수 있다. 한편 이러한 생각을 가진 학생의 비율은 중학교, 실업고, 일반고 순으로 높았다.

② 과학이 자연 현상만을 연구하는 학문이라 생각하지는 않는다.

〈도표 2-16〉 과학 관련분야의 직업에 관한 인식의 조사결과

조 사 내 용	긍정률(%)		
	실업고	중학교	일반고
과학분야에서 일하는 것이 재미있을것 같다	54.4	57.0	44.0
과학분야에 좋아하면 너무 많은 일을 해야 할것 같다.	44.7	31.5	46.0
과학분야의 일이 내가 할 수 있는 일인것 같다	21.3	31.9	25.2
과학분야에서 일하는 것은 실증날 것 같다	21.7	18.7	23.9
과학분야에서 일하게 되면 나를 중요한 위치에 있게 할것 같다	40.1	36.0	34.4
과학분야에서 일하려면 너무 많은 교육을 받아야 할것 같다	66.5	47.7	69.1
과학분야에서 일하면 의로울 것 같다	33.0	17.3	31.9

〈도표 2-18〉 과학의 응용 가능성에 관한 인식조사 결과

응용 대상 분야	응용 가능성(%)		
	매우 많이	어느 정도	전혀
전세계적 기아 방지	42.6	48.5	8.3
에너지 부족으로부터의 구제	65.4	30.3	3.6
질병치료 방법의 발전	71.3	24.2	3.9
기상의 통제	57.4	33.8	8.2
불임문제의 해결	43.3	40.9	15.3
국가자원의 절약	57.9	35.3	6.3
대기와 수질오염의 감소	62.9	31.0	5.6
세계인구 과잉의 감소	34.8	48.7	15.9
평균	54.5	36.6	8.4

〈도표 2-19〉 과학의 본질에 관한 인식의 조사결과

조사 내용	긍정률(%)		
	실업고	중학교	일반고
과학은 우연한 발견이나 사고로부터 발달할 수도 있다.	76.7	69.1	83.9
한가지 자연 현상을 설명하는 여러가지 이론이 있을 수 있다.	79.9	74.0	88.6
과학은 자연 현상만을 연구한다.	9.8	9.8	4.7
과학자는 명예나 돈에 관심이없이 연구에만 몰두한다.	32.4	39.2	29.3
과학자는 사회의 존경을 받는다.	65.8	60.2	66.4
핵 전쟁이 일어나면 과학자가 책임을 져야 한다.	21.7	15.5	14.6
과학은 기술의 발달을 가져온다.	87.2	83.3	92.6
사회는 과학의 영향을 받는다.	82.9	77.5	90.0
기술의 발달은 과학의 발달을 가져온다.	72.4	66.2	73.0
과학은 사회의 영향을 받는다.	69.1	64.5	75.7
평균	59.8	55.9	61.9

③ 일반적으로 과학자들은 사회의 존경을 받으나 명예나 돈에 관심이 없지는 않다.

④ 핵 전쟁이 일어나는 책임이 과학자에게 있지는 않다.

⑤ 과학, 사회, 기술 발달 사이에는 큰 관련이 있으며 특히 과학이 기술 발달과 사회에 미치는 영향이 크다. 또 이와같은 생각을 갖고 있는 학생의 비율은 중학교, 실업고, 일반고의 순서로 높았다.

과학의 인식에 관한 또다른 조사를 위해 과학에 관련된 몇 가지 주장에 학생들이 얼마나 찬성하는지를 조사한 결과가 〈도표 2-20〉에 정리되어 있다.

이 조사 결과에 의하면 약 3분의 2에 해당하는 학생들이 과학 지식은 실험적으로 증명된 지식이며 과학의 첫째 목적이 편리한 생활용품을 만드는 데있고 과학의 발전이 인간을 불행하게도 하였다고 생각하고 있다. 반면 과학적 방법으로 무엇이든 해결할 수 있다는 데 대한 찬성자는 3분의 1 정도에 그쳤다.

〈도표 2-20〉 과학에 관한 몇가지 주장에 관한 의견 조사결과

주 장 내 용	응답 의견 (%)				
	적극찬성	찬성	반대	적극반대	모르겠다
과학지식은 실험적으로 증명된 지식이다	26.4	38.2	16.1	3.4	15.2
과학적 방법으로 무엇이든 해결할 수 있다	13.5	19.3	34.2	9.6	22.6
과학의 첫째 목적은 편리한 생활용품을 만드는 것이다.	27.5	37.6	18.5	4.9	10.7
과학의 발전은 인간을 불행하게도 하였	21.6	40.9	13.5	6.2	16.9

5. 과학학습 성취도 평가 결과의 종합

실업계 고등학교 학생들의 과학 학습 성취도가 상당히 낮다. 이 낮은 성취도는 절대 기준 평가의 관점에서도 그렇고 일반고와의 비교를 통한 상대적 관점에서도 마찬가지였다.

1) 과학지식

실업계 고등학생들의 과학지식 성취도가 일반계 고등학생들의 성취도보다 대체로 낮았다. 실업계의 학생들은 생물에 가장 높은 성취도를 보이고(35%) 화학에 가장 낮은 성취도(23.4%)를 보임으로써 일반계 고등학생들이 물리에 가장 낮은 성취도를 보인 것과 차이가 난다. 그러나, 일반계 고등학생들과 마찬가지로 실업계 고등학생들 역시 과학의 오인율 갖고 있다는 것을 알 수 있다. 정답률이 20% 미만인 문항의 특정한 오답지를 선택한 학생의 비율이 30% 이상인 문제가 물리, 화학, 생물에 모두 있다는 사실로부터 이것을 알 수 있다.

물리, 화학, 생물, 전체 문항에 대한 성취도를 행동 수준별로 분석한 결과는 〈도표 2-21〉과 같다.

아래 표로 알 수 있듯이 기억수준의 성취도가 가장 높고 적용수준의 성취도가 가장 낮다. 이 경향은 물리, 화학, 생물에 공히 동일하다.

학생들의 배경에 따른 요인별 분석결과로부터 어

〈도표 2-21〉 과학지식의 행동수준별 분석결과

행 동 수 준	정답률 (%)			
	물리	화학	생물	평균
기	29.7	26.2	40.7	32.2
이	25.4	23.1	35.6	28.0
적	20.2	18.2	30.2	22.9
전	27.8	23.4	35.0	27.7

면 일관성을 찾아볼 수 없었다. 예를 들면 물리와 생물은 농업계열 학교의 성취도가 가장 높으나 화학은 공업계열 학교의 성취도가 높게 나타났다.

2) 탐구 사고력

실업고 학생들의 탐구 사고력이 일반고 학생들에 비해 성취도가 크게 낮다.

탐구 기술들 중 매우 낮은 성취도를 보인 것으로는 타당한 추론이나 측정 오차 처리방법의 선택에 관한 것이었으며 상당수의 학생들이 변인조절, 조합적 사고와 같은 형식적 조작 능력이 없음도 아울러 파악되었다.

또한 학생의 배경별 탐구 사고력은 도시 지역, 사립 여학교의 여학생의 경우가 높았고, 부모의 학력이나 경제적 수준이 학생의 성취도와 상관 관계는 없었다.

3) 과학 실험 기능

살업계 고등학교의 과학 실험 기능 평가결과를 보면, 학교와 평가 내용에 따라서 매우 많은 차이를 보였다. 예컨대, 물리 내용에 관한 실험 기능은 일반계 고등학교보다 우수하나 화학 내용은 우수하지 못하였다. 물리내용 중에서도 진자의 주기 측정은 일반계 고등학교보다 매우 부진하였다. 전기 저항측정과 같이 공업계 고등학교 교육과정과 밀접한 관계가 있는 실험 능력은 공업고등학교에서 매우 잘 수행하였으나 농업고등학교에서는 거의 전부 실패하는 결과가 나타났다.

4) 과학태도

과학태도의 변화는 학교 과학교육의 중요한 목적 중의 하나로 간주되어 왔으나 중학교와 실업계 고등학교 학생들의 과학태도는 여러 범주에 걸쳐 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

또 일반고와 실업고의 과학태도 조사 결과를 비교할 때 일반고(69.9%) 학생들보다 실업고(54.3%) 학생들의 과학 실험경험이 부족하여 실업고의 과학 실험이 보강될 필요성이 있음을 알 수 있었다.

이어서 본 과학태도 조사 연구결과로부터 찾아 낼 수 있는 현행 실업고 또는 중등학교 전체의 과학교육의 문제점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

① 과학 강연회 참석이나 과학 관련 취미활동 등의

학교 밖 과학 교육 기회가 크게 부족하다.

② 과학 수업에서 지도되고 있는 내용이 너무 어렵다.

③ 다수의 학생들이 과학 수업을 불만스럽고 불안하게 생각한다.

④ 많은 학생들이 과학 시간에 질문하는 것을 두렵게 생각한다.

⑤ 과학분야의 일이 본인이 할 수 있는 일이라고 생각하는 학생수가 적다.

⑥ 과학의 기술적 응용 연구의 필요성은 크게 인정하면서도 과학의 기초적 연구의 필요성은 별로 느끼지 못한다.

Ⅲ. 과학 학습지도 및 현장여건의 조사

1. 조사방법

실업계 고등학교 학습지도 및 현장여건조사를 위하여 <도표 3-1>과 같은 4개 범주를 설정하고 이에 해당하는 설문을 교사 50문항, 학생 30문항을 개발 이용하였다.

설문에 응답한 학생은 실업계 고등학교 학생 총 84

<도표 3-1> 설문조사 범주

설문범주	
가. 과학교육 진흥활동과 교육과정운영	<ul style="list-style-type: none"> 과학교육 진흥계획-계획수립여부, 수립방법 평가여부 과학과 교육과정운영-과목선택, 교과서, 진로관계, 특별활동
나. 실험지도 여건	<ul style="list-style-type: none"> 실험실과 기자재-실험실유무·크기, 준비실 유무·크기, 부대시설, 폐기물처리 시설, 기자재 확보율, 시청각자료, 컴퓨터 보조인력-실험보조원 실습비
다. 과학학습지도와 평가	<ul style="list-style-type: none"> 학생활동-과학과목 선호도, 학습방법, 참고도서 학습지도-지도목표의 적합성, 지도방법 실험지도-실험수업, 안전지도 학습평가-평가실태
라. 교사의 자질과 부담	<ul style="list-style-type: none"> 자질-연수교육시간, 상차과목, 교사의 의욕과 노력 부담-시간부담

만명중 2,200명으로 0.26%였다. 응답 결과를 과학교육 진흥계획과 교육과정, 과학학습과 평가, 과학교사의 자질과 부담 및 과학수업 여건으로 나누어 분석하고 이어서 실업고 과학교육의 실태와 당면과제에 관한 의견을 학생 및 교사와의 면담 자료를 중심으로 종합하면 다음과 같다.

1) 과학교육 계획과 교육과정

각 시도 교육위원회는 초, 중등 과학교육의 진흥을 위한 나름대로의 계획을 세워 실천해 오고 있다.

설문조사에 의하면 진흥계획은 교사들의 의견을 대체로 수렴하여 반영하고 있으며(60%), 분기별 또는 1년에 한번 정도는 평가하고 있어(74%) 매우 고무적인 응답을 보이고 있으나, 학생들은 그들을 위한 과학교육 진흥계획이 있을 것이라고 응답한율이 20%이다.

실업계 고등학교 과학 교사들은 과학교육이 기초교육으로 절실히 필요하다고(96%) 느끼고 있지만 일부 학생들은 과학이 그들의 전공에 큰 도움이 못된다(20%)고 생각하고 있다.

과학교육이 절실히 필요하지만 단체실습이 많은 실업학교의 특성에 따라 과학교육 시간이 단체실습 때문에 한 학기에 1~2주가 희생되고 있는 반면(교사 49%, 학생 51%), 실업학교 전용 교과서가 없는데도 교과서 때문에 지장이 있다고 응답한 교사들은 18%에 불과했고, 교과서가 어렵다고 응답한 학생들도 22%에 불과했다.

학생들이 배우고 싶은 과학과목은 생물, 지구과학(20%), 화학, 생물(18%), 물리, 생물(17%), 물리, 화학(11%)의 순인 반면 실제로 배우고 있는 과목은 화학, 생물(31%), 물리, 화학(25%), 물리, 생물(16%)의 순이었다.

특별활동의 과학반은 편성이 되어 있지 않거나 편성되어 있다 하더라도 잘 운영이 되지 않는다는 교사의 응답은 60%이며 학생들의 긍정적 응답은 9%에 불과했다.

2) 과학 학습과 평가

학생들의 과학교과에 대한 흥미는 낮다고 응답한 교사가 41%이며, 과학과목 중 어려운 과목은 화학(41%), 물리(36%), 지구과학(12%), 생물(9%)의 순이라고 학생들은 응답하고 있다.

학생들이 공부하는 방법은 지식암기에 치중하고 있다고(42%) 교사들이 응답한 반면, 학생들은 54%가 주로 외우는 방법으로 공부하고 있다고 응답하고 있으며, 수업시간에 질문을 자주하지 않는다고 67%의 학생과 31%의 교사가 응답하고 있다.

교사들이 학습지도할 때 대부분 중간층(63%)을 중심으로 지도하고 있으며, 지도방법으로는 지식이해, 문제풀이, 탐구학습 등을 섞어서 지도하는 경우(50%)가 많다.

실험지도의 중요성을 과학교사들이 깊이 인식하고 있으나(84%)한 학기에 실험지도는 전혀 안하거나 한두번(교사 52%, 학생 43%)밖에 실시하지 않고 있으며 실험을 한다하더라도 한 분단의 학생이 7명 이상(교사 63%, 학생 56%)이다. 실험지도는 대부분 확인실험(43%)이지만 탐구실험(35%) 방법도 많이 채택하고 있고 사전실험과 안전지도(74%)는 잘 되고 있다.

학생들에게 야외 실습을 시키는 경우가 드물고(79%) 학생과학관을 관람한 경험도 적다(교사 84%, 학생 67%).

실험평가를 위하여 실험 보고서를 매 실험마다 학생들이 쓰고 있으며(53%)이 보고서가 주로 실험성적에 반영(45%)되고 있다. 실험에 관한 지필검사도 실시하고 있지만(교사 14%, 학생 45%) 그 회수는 많지 않다.

3) 과학교사의 자질과 부담

실업학교에서 근무하고 있는 과학교사는 5년 미만의 초임교사가 31%, 6~20년 이상인 과학교사는 49%이며, 최근 5년간 실험연수를 60시간 정도 받은 교사는 42%였으며, 전혀 연수교육을 받지 않은 교사는 33%나 되었다.

과학교사가 과학반 담당하는율은 62%이고, 나머지는 다른 과목도 담당하고 있고, 과학교사가 된 것을 만족하고 있는 교사는 33%에 불과하지만 열심히 가르치려고 노력하고 있음을 학생들의 응답으로(80%) 알 수 있었다.

과학교사들이 참고할 만한 도서가 학교에는 없으며(42%), 선생님들도 과학공부를 주당 2시간 미만(17.3%)밖에 하지 않는 실정이다.

한편 과학교사의 주당 수업담당시수는 보충수업을 포함하여 18시간 이하가 25%, 20시간까지가 23%, 22

시간까지가 24%, 23시간 이상이 29%로 수업부담이 상당히 크다는 것을 알 수 있었다.

4) 과학수업 여건

실험실의 크기가 실험하기에 충분하거나 불편이 없다고 응답한 학생은 73%에 달하고 있으며 교실의 1배~1.5배의 실험실이 있다고 응답한 교사가 65%나 되는 것으로 보면 실험실 확보율은 양호한 편이다.

그러나 준비실이 없다고 응답한 교사가 42%나 되며 단독 준비실을 가진 곳은 25%에 불과하고 전기·수도 등 부대시설이 잘 되어 있다고 학생들은 응답하고 있으나(63%) 교사들은 부족하거나 없다고 응답하고 있다(59%).

실험기구의 확보율은 기준령의 50% 이상을 확보하고 있다고 응답한 교사는 38%에 불과하며 30% 미만을 확보하고 있다고 응답한 교사도 35%에 달하여 실험기구가 매우 부족함을 알 수 있었다(학생 57%).

또한 육성회 예산으로 실험보조원을 두도록 문교부가 권장하고 있으나 보조원을 두고 있지 않다는 응답이 89%에 이르며 두고 있는 학교에도 고졸여자가 대부분이나 그래도 크게 도움이 된다고 응답하고 있다.

한편 연간 학급당 실험실습비(기구구입비, 소모품비)는 만원 미만이거나 전혀 없다는 응답이 29%이며 2만원 정도가 27%, 10만원 이상은 8.2%에 불과하여 실험실습비가 크게 모자람을 알 수 있었다.

실험실습에 필요한 소모품은 대개 학교에서 구입하지만(교사 87%, 학생 41%)교사들이 사용하기에는 조금 불편하며(75%), 대개 사무실에서 관장하고 있다(55%).

과학시간에 영사기, 환등기, VTR 등 시청각자료를 이용하여 공부한 경험은 없다고 응답한 학생이 60%이며 과학교사는 23%였다. 학교에 시청각기구가 없는 경우 다른 기관에서 임대하여 사용하는 경우는 43%에 달한다.

컴퓨터를 잘 다룬다는 교사는 13%인데 비하여 학생은 51%에 달하여 과학교사보다 학생들이 컴퓨터를 더 많이 다루고 있음을 보여주고 있다.

시·도교육위원회가 대부분 학생과학관을 보유하고 있으나, 멀고 이용할 시간이 없어 이용하지 못하고 있으며(교사 92, 학생 54%) 과학도서도 8권 이상 보유하고 있는 학교가 29%에 불과하며 과학도서가 있

는지 없는지를 모르는 학생도 40%에 달하고 있어 과학도서가 매우 부족함을 알 수 있다.

3. 과학 학습지도 여건 조사결과의 논의

이상에서 본 바와 같이, 일반적인 실업계 고등학교의 과학 교육여건은 상당히 만족스럽지 못함을 알 수 있다. 이것을 좀더 구체적으로 나타내기 위해서 박승재 등(1986)이 한 일반계 고등학교를 대상으로 조사한 결과와 비교해보면 다음과 같다.

우선 학사 운영에 있어서 과학교사의 의견이 실업계의 경우 잘 반영되지 않고 있으며(일반계 85%, 실업계 60%), 특별활동의 경우 일반계 학교에서 31%의 교사가 잘 되고 있다고 한 반면 실업계에서는 40%가 잘 되고 있다고 응답했다. 일반고의 34%의 교사가 과학관을 한번도 방문하지 않은 반면 실업고는 95%의 교사가 방문하지 않았다고 응답했다. 이것은 실업계 고등학교의 과학교육이 등한시 되고 있는 증거라고 할 수 있다.

실험실의 면적은 대체로 일반계 고등학교보다 넓은 것으로 나타났으나 실험기구의 확보율은 38%의 학교가 기준령의 약 50% 정도로 나타남으로써 일반계 고등학교보다 약간 낮았으며, 학생의 개별 실험 횟수로 일반계 고등학교보다 적은 것으로 나타났다. 실험실습비는 일반계 고등학교(20만원 이상 48%)보다 매우 적었다(10만원 이상 8.2%). 이것은 실업계 고등학교는 비교적 좋은 시설여건하에서도 실험교육은 일반계보다 잘 이루어지지 않고 있음을 말해 준다고 할 수 있다.

과학교사의 자질에 있어서 일반계 고등학교 교사들에 비해서 연수 기회가 매우 적은 것으로 나타났다. 이것은 문교부나 시·도 교육위원회에서 실업계 고등학교 교사에 대한 지원이 미약하다는 증거일 수 있을 것 같다.

이상에서 본 바와 같이 실업계 고등학교의 실험, 실습시설은 일반계 고등학교보다 우수하나 과학교육 전반에 걸쳐 경시하는 풍토로 인하여 실제의 과학교육은 잘 이루어지지 있음을 알 수 있다. 또한 과학교사들 자신도 의욕은 있으나 주위 환경과 분위기 때문에 착실한 과학교육을 하지 못하는 것으로 판단된다.

IV. 과학교육의 당면과제와 개선방안

실업고 과학교육의 실태 파악을 위해 과학 성취도 평가 및 교육 여건의 설문 조사를 수행하였고 이들 조사 결과와 현장 방문을 통한 교사, 학생, 학교장 등 과학교육 관계자와의 면담 결과로부터 실업고 과학교육의 당면 과제와 개선방안을 모색하였다. 여기서는 실업고 과학교육 당면과제의 조사와 개선 방안의 구안을 위한 범주 설정과 이들 범주에 속한 당면과제 및 개선방안을 고찰한다.

1. 과학교육의 과제와 개선방안의 범주

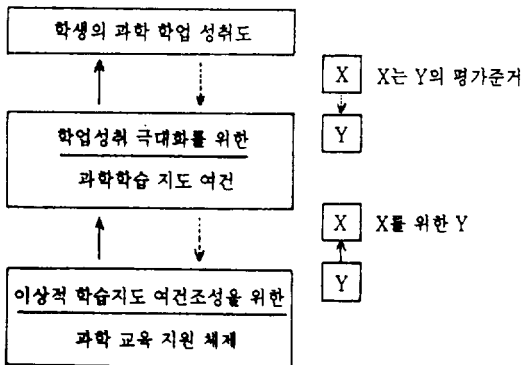
학교 과학교육의 실태와 문제점 파악 및 개선방안 수립을 위해 본 연구에 이용된 과학교육의 체제 모형은 <도표 4-1>과 같다. 이 도표에는 학생의 과학 학업성취도 향상이 과학교육 체제의 궁극적 목적으로 설정되었으며 학습지도 여건과 지원 체제가 이 목적 달성을 가능하게 하기 위한 하위체제로 되어 있다.

본 연구에서 조사된 실업고 학생들의 과학 학업 성취도는 매우 부진한 것이었으며, 과학교육 학습여건 역시 좋지 못하였다. 이 절에서는 이와 같이 실업고 과학교육이위의 체제 중 과학학습지도 여건에 따라 부실하게 이루어지게 된 주요 원인들을 몇 가지 당면 과제로 제시하고 또 이 당면 과제의 해결에 이용될 수 있을 것으로 기대되는 주요 해결 방안을 구안한다.

2. 과학교육의 당면과제

일선의 과학교사 및 학생들과의 면담을 통해서 실업고 고등학교의 과학교육 당면과제를 조사 분석하

<도표 4-1> 과학교육 체제의 한 모형



였다. 이 절에서는 그 당면과제를 교육과정, 과학교사, 학생 그리고 과학교육시설로 나누어 제시한다.

1) 교육과정과 교과서

① 전문 교과내용이 동일계 대학 수준에서 다루는 내용에 불과하다. 따라서 포괄적인 이해보다는 단순화된 공식이나 원리를 기계적으로 암기하는 학습이 이루어지고 있다.

② 실업계 고등학교의 종류가 다양하고, 또 같은 계열의 실업계 고등학교라도 특성화되어 있음에도 불구하고 모든 실업계 고등학교가 국가 수준의 획일적인 교육과정으로 되어 있다. 따라서 과학교육과정에 관한 한 실업계 고등학교의 특성은 물론 특성화의 시책을 제대로 나타내지 못하고 있다.

③ 전문 교과와 과학교과와의 관련성이 없고, 전문 교과 교과서는 대부분 1종 도서이며 과학 전문가는 참여하지 않고 있다. 따라서 교과서의 내용이 획일적이며 과학적 전문성이 결여되어 있다.

2) 과학교사

① 실과교사(또는 전문교과 교사)와 과학 담당교사와의 상호 협력이 부족하다. 이로 인하여 실과와 과학이 연계된 수업이 이루어지지 못한다.

② 학생들은 자기 전공과의 교사는 특별히 대하나 과학교사를 포함하여 보통교과 교사는 그렇지 않으므로 과학을 포함한 보통 교과의 학업이 상대적으로 부실한 현상을 나타낸다.

3) 학생

① 일반적으로 실업계의 학생들은 경제적으로 어렵다.

② 공업고등학교의 경우 낮은 급료, 승진차별, 좋지 않은 근무조건 등으로 인하여 취업 후의 이직률이 높다. 이로 인하여 실업계 고등학생들의 대학 진학을 위한 재수생이 많다.

4) 과학교육 시설

① 각 전문교과의 실험 실습은 오랜 역사를 가지고 있으나, 과학실험실은 미비한 상태이다.

② 실습장의 소음 및 삭막한 환경이 학생들의 정서에 크게 문제가 된다.

3. 과학교육의 개선방안

실업계 고등학교의 과학교육 개선방안은 전국적인 실태조사는 물론 실업계 고등학교의 교장, 교사, 학생들과의 면담을 통해서 얻어진 자료에 바탕을 두었다. 이 개선방안을 교장 및 교사, 학생, 교육과정, 그리고 과학교육 시설로 구분하여 제시한다.

1) 교장 및 교사

• 실업계 고등학교는 기술 인력 양성이라는 사회적 요구에 부응하면서 올바른 인간형성의 일반 교육 본연의 임무를 수행해야 한다는 것을 교장 및 교사가 깊이 이해해야 한다.

• 전문 교과 교사와 과학교사의 연수를 학교에서 적극 권장하여 교사들의 전문성을 제고해야 한다.

• 과학 과목이 실업계 전공 교과에의 이해에 도움이 될 뿐만 아니라, 중요하다라는 것을 학생들에게 인식시켜야 한다.

2) 학생

• 미래의 고도산업 사회에 필요한 기술 인력 양성이라는 측면에서 기능·기술인에 대한 사회적 인식 및 처우가 개선되어야 한다.

• 수업료의 감면혜택이나 장학금의 수혜대상을 더욱 확대해야 한다.

3) 교육과정

• 교육과정은 학교 및 학습자에 맞도록 구조화 하고 기본적으로 기초적인 내용을 중시하는 방향으로 이루어져야 한다.

• 지역 수준 또는 학교 수준으로 다양한 교육과정이 개발되어야 하고 학교수준과 각 교과 수준(예, 전기전자계열, 기계계열...)에서 전공과 관련된 응용 과학 과목을 선택할 수 있어야 한다.

• 과학교과는 전문 교과에의 바탕으로써 인식되어 실업계 고등학교에 알맞은 내용으로 구성되어야 하며, 전문교과 교과서 개발에는 관련 과학 과목의 과학자, 과학교육자가 참여해야 한다.

4) 과학교육 시설

• 시험실습실은 학생들의 정서 향상을 도모할 수 있도록 개선되어야 한다.

• 과학과목의 실험 실습실이 없는 경우에는 전공

교과의 실습실을 활용할 수 있어야 한다. 예를 들면 물리의 전기, 전자 부분은 전기과나 전자과의 실습실을, 화학은 화공과 실습실을 활용할 수 있도록 해야 한다.

V. 결 론

한국 실업계 고등학교 과학교육의 실태와 문제점을 조사하고 가능한 개선 방안을 구안하기 위하여 실업고 학생들의 과학지식, 탐구 사고력, 실험 기능 및 과학 태도를 전국적 수준에서 평가하였으며, 과학교사와 학생을 대상으로 한 설문조사와 현장 방문을 통한 실업고 과학교육의 여건을 조사하였다. 이와 같이 조사된 학생의 성취도와 과학교육의 여건은 일반고의 조사 결과 등과 비교 분석되었으며 이로부터 실업고 과학교육의 문제점들이 추출되었다.

1987년 현재 한국에는 631개의 각종 실업계 고등학교에 약 84만명의 학생들이 재학하고 있는데, 이 학생들은 장차 한국 산업계의 중추적 기능 인력의 역할을 담당하게 될 것이다. 실업고의 과학교육은 모든 학생들에게 미래 과학기술 사회를 살아가는데 필요한 과학적 소양을 함양시키기 위해 필요할 뿐만 아니라, 전공교과의 학습을 위한 기초학력을 위해서도 필수적이다.

그러나 본 연구의 조사 결과 실업학교의 과학학습 성취는 매우 미흡하며 학교 과학교육 여건은 상당한 문제점이 있다. 이들 중 중요한 사항은 다음과 같다.

과학 지식의 성취도가 매우 낮다. 과학교과별 정답률(%)은 생물(35.0), 물리(27.8), 화학(23.4) 순이었으며, 이는 학생들이 과학 과목을 어렵다고 생각하는 비율(화학 41.4%, 물리 36.4%, 생물 9%)과 밀접한 관계가 있음을 시사한다.

탐구 사고력이 부족한 데, 시골지역 국·공립 남학교의 경우 더욱 낮다. 지식을 암기 중심으로 학습을 한다고 답한 학생이 54%에 이르며 67%의 학생이 수업시간에 질문을 하지 않는다는 상황에서는 위와같은 평가 결과가 예상 밖의 점은 아니었다.

학생들의 실험 기능이 매우 미비하다. 실제 실험 기능이 미숙할 뿐 아니라 대부분의 학생들이 기본적인 과학 실험 도구의 이름이나 사용법조차 모르고 있다.

실업고 학생들의 과학태도가 일반고 조사 결과보다 바람직하지 못하다. 이는 실업계 고등학교의 과

학 교육이 학생들의 과학 태도변화에 크게 기여하지 못하였음을 뜻한다고 하겠다.

과학 실험은 거의 하지 않고 있으며 야외 실습이나 학생 과학관의 관람 기회가 매우 적다.

과학교사의 실업고 교사로서의 만족도가 낮고 (33%) 과학교사의 3분의 1이 실험 연수를 받은 경험이 없으며 3분의 2가 주당 2시간 미만의 과학공부를 한다.

3분의 2의 학교가 실험실을 갖추고 있으나 실험기구의 평균 확보율은 50% 이하이다. 또 10% 정도의 학교만이 대부분 고졸 여자인 실험보조원을 두고 있다.

과학 실험 실습이 이루어지지 않고 있어 실험비의 부족을 별로 느끼지는 못하나 실업계 학교의 과학 실험비를 전공교과의 실험비에 비하면 매우 적다.

백묵 이외의 수업도구, 특히 시청각 기구의 이용율이 매우 낮고, 컴퓨터를 다룬 경험은 교사보다(13%) 학생이(51%) 많았다.

실업계 학교에서 과학은 보통 교과에 속해 있어 이를 담당하는 과학 교과는 실업계 전공 교과 담당 교사에 비해 수당, 수업시간, 인사 등의 면에서 불이익을 받고 있다.

과학 교육 관계자를 문교부, 교육위원회, 학교교장, 과학교사, 과학교사 양성자 및 과학교육 연구자로 나누고 이들 각 관계자들이 실업고 과학교육 발전을 위하여 기여할 수 있는 사항을 제시하면 다음과 같다.

문교부는 우리나라 과학교육의 최고 정책 수립기관으로 실업계 과학교육의 방향 설정과 여건 조성을 위한 조직적 활동을 수행할 필요가 있다. 본 연구와 같은 실업고 과학교육의 실태 파악을 위해 학생들의 과학교육 성과를 전국적인 수준에서 또 주기적으로 평가하는 정책 연구가 계속될 수 있도록 지원하고 아울러 교육 과정, 교사 양성, 교육 시설 등을 위한 연구도 체계적으로 수행해야 한다. 또한 부족한 교육재정의 확보와 이의 적정한 분배를 통하여 과학교육 여건 개선을 위한 적극적 노력이 요구된다.

실업학교에서 가장 강조해야 할 교과목은 당연히 해당 전공교과이나 실업학교를 졸업하면 대부분 고도의 세련된 현대적 장비나 시설을 사용하는 회사에 취직한다는 점을 감안하면 각자의 전공분야와 관계 없이 고도 산업기술 사회의 메카니즘에 관한 기본 개

념을 갖는 것이 매우 필요하다. 따라서 과학교육은 이러한 관점에서 실업계 고등학교에서 강조되어야 한다. 이것은 급변하는 현대 산업 사회에 효율적으로 적용하는데 매우 필요하다는 점을 학교장이 인식하여 실업계 고등학교에서 과학교육에 충분한 지원을 해야 할 것이다.

과학교사는 실업계 고등학교라는 점을 감안하여 이른 중심의 과학교육보다는 실험, 실습 위주의 과학교육을 함으로써 보다 전공영역과 밀접한 관련을 맺도록 지도하는 것이 바람직하다.

지금까지 과학교육 연구는 일반계 고등학교에 국한되었을 뿐만 아니라, 그 중에서도 순수한 과학자가 될 사람만을 위한 과학교육 연구에만 너무 치중해 왔다고 생각된다. 과학교육을 연구하는 사람 모두는 아니더라도 그 중의 일부는 실업계 고등학교의 과학교육을 계속적으로 연구하는 것이 바람직하다고 판단된다.

참고문헌

- 김영수의 3인(1987), 중학교 과학교육의 실태분석과 개선안, 문교부
- 문교부(1982), 고등학교 교육과정, 대한교과서 주식회사
- 문교부(1987), 문교통계 연보, 문교부
- 박승재의 6인(1986), 고등학교 과학교육의 실태 분석과 진흥 방안 및 점검체계 연구, 문교부
- DES(1978), Assessing the Performance of Pupils, Report of Education 93.
- DES(1985), Science in Schools, Age 13 and 15, Report No. 3, DES, DENI and WOED
- MOE(1985), Interim Report of the Consultation Team on the Final Preparation of IBRD Sector Loan Program(The Sixth IBRD Loan), January 9, 1984, Ministry of Education, R.O.K.
- NAEP(1969), Science Objectives, Committee on Assessing the Progress of Education, National Assessment of Educational Progress.
- NAEP(1974), National Assessment of Educational Progress, General Information Yearbook, Denver, Colo.: Education Commission of the State.
- NAEP(1978), Three National Assessment of Science: Changes in Achievement, 1969-77, Princeton, N.J.: Educational Testing Service.

ABSTRACT

A Status Survey and Improvement Plan for the Science Education in Vocational High Schools

Sung-Jae Pak, Jae-Sool Kwon, Chang-Sik Kim, Dae-Sub Oh,
Jong-Ok Woo, Wha-Kuk Lee, Hee-Hyung Cho

The educational policy of a nation should be based on the results of nation-wide studies and their analyses. This study is the third one in a series of research on "development of improvement plan and monitoring system for secondary school science", focusing on the three major areas, such as students' achievements, science instruction and conditions for science education in vocational high schools.

In general, the results showed that science achievements in vocational high schools were significantly lower than those of general high schools. While the achievement level in physics was lower by one percent, the achievement levels in chemistry and biology were significantly lower by more than 5 percents.

In the case of scientific inquiry, the results showed much lower scores compared to those of general high schools. Concerning the inquiry abilities, most of the students did not possess the formal/operational thinking skills such as controlling variables and combinatorial thinking.

The ability of experimental skills seemed to be closely related to the students' majors. Students in industrial arts schools could measure electric resistance very well, while students in agricultural high school students failed completely.

In the area of students' attitude toward science, the greater part of the students had the experiences of using scientific equipments (68.6%), experimentation (54.3%), and extracurricular science activities (56.9%). They also showed positive attitude towards the nature of science (59.8%).

The results of the survey on science instruction and school conditions for science education showed the needs for improvement. In general, the priority of science education in vocational high schools was very low compared to their major subjects. The teachers as well as students thought science text books not to be difficult. These responses and the low achievement levels seemed to be contradictory to each other.

The facilities for science experiments were better equipped and installed to general high schools. However, the lack of budget was a major problem for performing experiments using the facilities.

Therefore, science education in vocational high school have many things to be improved. For the improvement of science education in vocational high schools, financial support as well as the intention for the improvement must be the essential factors.