

효율적인 고등학교 물리실험을 위한 교구의 활용도

윤형범* · 강정우** · 박규은**

The Degree of Practical Use of the Physics Instruments for the Efficient Experiment in High School

Yoon, Hyung-Beom · Khang, Jeong-Woo · Park, Kyu-Eun

Abstract

Science consists of a process of research into a nature and product of that process. Because the products is the results of the process of research the scientific instruments must be needed so that the research is proceeding well in the science education of the primary and secondary school. The scientific instruments which is needed in the process of research must be secured necessarily and immediately.

In this paper, having analyzed the use rate of the common and physics textbook among the scientific instruments, we investigate the practical use rate by the science instruments in high school and the average rate of the use of the common textbook of instruments in physics experiments. In order to raise and improve the efficiency of the purchase and management, we made a examination of the security rate for the instruments in physics experiments and that of physics textbook among the common textbook in 17 high school in cheju-do. In this examination the standard of instrument in high school in cheju-do which is announced by Ministry of Education is applied.

* 새화 고등학교

* 제주대학교 사범대학 과학교육과

As a result of investigation, the practical use rate of the common textbook instruments is 40%, the total rate of the use of physics textbook 71%, the security rate 72%, 73% on the basis of a kind and marks respectively. We thus have known that there is a little trouble in a process of research. In conclusion, the physical instruments, which are needed in a "compulsory experiment" and have the high degree of the practical use, is preferentially secured and so the physical experiment is performed efficiently. And the considerable investment also is demanded so that the instruments is secured by up to 90% on the basis of marks.

I. 서 론

과학은 자연을 관찰하고 경험한 사실을 바탕으로 자연 현상을 이해하고 설명할 수 있는 탐구 과정과 이 과정을 통하여 얻어진 사실, 개념, 원리, 법칙 등과 같은 개념 체계로 이루어져 있으므로 과학 교육은 자연 현상을 탐구하는 과정(Process)과 아울러 탐구의 산물(Product)인 사실, 개념, 원리, 법칙 등을 학습하도록 하여야 한다.¹⁾

초·중등학교의 기초 과학은 이와같이 모든 과학의 근간이 되는 것으로써 과학 교육의 중요성을 인식한 교육부에서는 1993년도 교육 정책 기본 방향 중에 미래에 대응하는 과학 기술 교육을 목표로 기초 과학 교육의 내실을 기하려 하고 있으며, 1993년도 제주 교육의 기본 방향²⁾에 의하면, 초·중등학교 기초 과학교육은 국가 발전의 원동력인 고급 과학 기술 인력 양성의 기반을 구축하고 합리적인 사고와 탐구 생활 태도를 함양시키는 기본적인 교육 활동이므로 과학 교육의 정상적 운영과 실험, 관찰 교육을 충실하게 추진한다라고 되어 있다.

그러므로 초·중등학교의 기초 과학 교육은 입시 위주의 이론 중심 또는 전달식 교육에서 실험, 관찰을 통한 실험 중심의 탐구 학습으로 전환되어야 한다. 그런데 실험 중심의 탐구 학습으로 전환되기 위해서는 이에 필요한 학습 환경이 갖추어져야 하며 실험 기구가 있어야만 실험, 관찰을 통한 탐구 학습이 가능하므로 바람직한 탐구 학습을 위해서는 과학 교구의 활용도와 확보 현황에 대한 연구가 있어야만 한다.

초·중등학교의 기초 과학 교육에 필요한 실험, 관찰 기구를 명시한 과학 교구 기준은 '학교 교구·설비 기준' 중 '고등학교 교구의 기준'에 포함되어 있으며 이 기준은 문교부 고시 제84-4호로 1984년 8월 29일 개정되었다가 이번에 교육부 고시 제1992-5호로 1992년

2월 29일에 재개정되었다.

이전의 ‘고등학교 교구의 기준’에 의한 과학(물리, 생물) 교구의 활용도 및 확보 현황³⁾은 조사된 바 있으나 새로운 ‘고등학교 교구의 기준’에 의한 교구별 활용도 및 확보 현황은 조사된 바가 없다. 그래서 새로운 기준에 근거하여 고등학교 물리 관련 교과서상의 모든 실험의 활용 교구를 조사하여 교구별 활용도를 알아 본 다음 선정한 과목별 필수 실험 항목과 비교 고찰하고, 물리 교구의 영역별 교구 활용율을 분석하여 물리 교구들이 일선 교육 현장에 어느 정도 확보되어 있는가를 교육부 고시 ‘고등학교 교구의 기준’을 적용하여 학교별, 영역별로 중수 및 점수 기준의 확보율을 파악하여 물리 실험이 어느 정도 원활히 이루어지고 있는가를 제주지역 고등학교를 중심으로 알아보겠다. 그러므로써 탐구 학습에서 필수 불가결한 실험을 효율적으로 하려면 물리 교구를 어떻게 운영해야 하는가를 제시해 보려고 한다.

II. 물리과 교육내용 및 교구·설비 기준

1. 고등학교 물리과 교육내용

물리학은 자연 과학의 기초 분야로서 오늘날의 첨단 과학 기술 분야에서 기초 학문으로 크게 강조되고 있다. 이와 같이 기초 학문으로서의 물리학은 여러 개념들을 이해하고 탐구능력을 기르며 과학적 태도를 가져야 한다는 것은 필수적인 사항이 되고 있다. 이런 점을 감안하여 현행 물리과 교육 과정에서는 이수 학생들의 지적 수준과 선행 학습 정도를 고려하여 구성 방향을 설정하고 있다.

① 인문·사회 과정의 학생들은 과학Ⅱ 과목에서 물리 영역인 과학Ⅱ(상) 과목을 4단위를 이수하며, ② 자연 과정의 학생들은 물리 과목 8단위를 이수하고, ③ 실업계, 기타계 및 일반계 직업 과정의 학생들은 과학Ⅱ(상) 과목 4단위와 물리 과목 4단위를 선택하여 이수하여야 한다.

물리과 교육의 내용은 다음과 같다.

1) 과학Ⅱ(상)과 교육의 내용

1. 운동과 에너지

- 1) 물체의 운동 : 속도, 가속도, 뉴턴의 운동 법칙
- 2) 에너지 : 일과 에너지, 에너지 보존

2. 전자기

- 1) 전하와 전류 : 전기장, 전류, 전기 회로

2) 전류와 자기장 : 전류와 자기장, 전자기 유도

3. 빛과 파동

1) 빛 : 빛의 진행, 반사, 굴절

2) 파동 : 파동의 진행, 간섭과 회절

3) 빛과 물질의 이중성 : 빛의 이중성, 물질파

2) 물리과 교육의 내용

1. 물리학의 세계

2. 힘과 운동

1) 운동의 기술 : 속도, 가속도, 등가속도 운동

2) 힘과 운동의 법칙 : 뉴턴의 운동법칙, 중력장내의 운동, 만유인력의 법칙

3) 운동량 : 운동량과 충격량, 운동량의 보존

3. 에너지와 열

1) 일과 에너지 : 일, 에너지, 일과 열, 에너지의 보존

2) 열현상과 분자 운동 : 열현상, 기체의 분자 운동, 열역학의 법칙

4. 전자기

1) 전기장과 전류 : 전기장과 전위, 전압과 전류, 전기 회로

2) 자기장과 전자기 유도 : 전류의 자기장, 전자기력, 전자기 유도, 전자기파

5. 빛과 파동

1) 빛 : 빛의 진행, 반사, 굴절

2) 파동 : 파동의 진행, 간섭과 회절

6. 현대 물리

1) 빛과 물질의 이중성 : 빛의 이중성, 물질파

2) 원자의 구조 : 전자와 원자핵의 발견, 원자 모형, 원자 스펙트럼

3) 원자핵 : 원자핵의 구성, 원자핵의 변환과 방사능, 핵에너지

2. 학교 교구·설비 기준

‘학교 교구·설비 기준’은 1977년 5월 30일 문교부 령 제408호로 제정되었다. 그후 1981년 2월 27일 문교부 령 제488호로 개정¹³⁾되고, 다시 1984년 8월 29일 문교부 고시 제84-8호로 개정되었다가 이번에 과학 교육 과정 개편에 따라 ‘학교 교구·설비 기준’¹⁴⁾을 1992년 2월 29일 교육부 고시 제1992-5호로 개정하였다.

중전의 ‘학교 교구·설비 기준’에서는 과학 교구별 소요 기준을 학급수별로 제시하였었

다. 그러나 현재 고등학교의 교육 과정은 단위제로 운영하고 있으므로 학교별로 교과 이수 학년 및 단위가 다를 수 있다. 그러므로 새로운 기준에서는 소요 기준을 학교당, 학급당, 학생당 갯수로 표시하여 융통성을 보였으며 종목, 규격, 수량에 대하여 최소한의 양을 확보하려고 하고 있다. 그렇지만 새로운 기준에 의하여 소요 기준을 산출하여 본 결과 일부 교구의 소요 기준이 필요 이상으로 산출되었다. 그리고 새로운 기준량대로 모두 갖추려고 할 경우 중전의 과학 교구 기준량보다 30% 늘어난 물량을 확보해야 하는데 따른 더 많은 예산과 교구 보관, 관리에 어려움이 많을 것이다.

이에 대한 대책으로 제주도 교육청은 일선 학교의 의견을 수렴하여 과학 교구의 소요 기준을 수정, 보완한 다음 교육부의 승인을 얻어 일선 고등학교에 제주도 교육청 소요기준(과학분야)을 참고로 하여 학교장은 학교의 실정에 맞게 소요 기준을 재조정하여 교구 구입을 할 수 있게 하였다.

교육부 소요 기준과 제주도 교육청 소요 기준을 비교한 것을 표1에 제시하였다.

표1. 과학 교구 소요 기준 적용

소요 기준이 학교당으로 제시된 경우의 소요 수량	비 고	
	교 육 부	제주도 교육청
○ 소요 수량 = 소요 기준에서 정하는 수량	같 음	같 음
소요 기준이 학교당으로 제시된 경우의 산출 방법	비 고	
	교 육 부	제주도 교육청
○ 소요 수량 = 총 사용 학급수 ÷ 단위 교구당 사용 학급수	* 총사용학급수란 당해 교구를 사용하는 전체 학년의 전체학급수를 말함. * 단위교구당 사용학급수란 소요기준에 정하는 학급수를 말함. * 소숫점 이하는 올림	* 총사용학급수란 당해 교구를 사용하는 전체 학년 중에서 학급수가 제일 많은 1개 학년의 학급수를 말함 * 이수시키는 교과목만을 산출한다. (공통은 포함) * 1미만은 1로하고, 1이상인 경우 소숫점은 버린다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

현행 제5차 교육과정에 의한 고등학교 물리관련 교과서의 종류는 표2와 같다.

표2 물리 관련 교과서의 종류

과 학 II (상)		물 리	
저 자	출 판 사	저 자	출 판 사
권숙일의 2인	동아출판사	권숙일의 2인	동아출판사
엄정인의 2인	금성교과서(주)	박승재의 3인	금성교과서(주)
송인명의 1인	교학사(주)	송인명의 1인	교학사(주)
하병권의 2인	동아서적(주)	하병권의 2인	동아서적(주)
이보열의 2인	지학사(주)	이보열의 2인	지학사(주)
박승각	연구사	최종락의 3인	청문각
신성현의 1인	문호사	박재호의 2인	성안당
홍중배의 3인	노벨문화사(주)		

본 연구에서는 이들 물리 관련 교과서에서 '실험' 및 '관찰'로 표시된 것은 모두 실험으로 간주하여 표를 작성하였고, 교과서에 따라 '시범실험'^{5, 6)}, '해보기'⁷⁻¹⁰⁾, '자유탐구'^{5, 6, 11, 12)} 등으로 표시된 것은 실험으로 간주하지 않았다.

1. 필수 실험 항목 선정

표2의 현행 물리 교과서별 실험 내용을 고찰하여 인문·사회과정의 과학II(상)과 자연과정의 물리를 단원별로 실험 항목수를 분석하면 표3 및 표4와 같다.

표3. 과학II(상) 교과서의 실험 항목수 분석

단 원	교과서 출판사명								비 고
	A	B	C	D	E	F	G	H	
I. 운동과 에너지	4	4	5	4	6	6	4	7	40 (28%)
II. 전자기	5	6	6	7	6	8	4	5	47 (32%)
III. 빛과 파동	5	6	11	8	6	11	4	7	58 (40%)
총 실험 항목수	14	16	22	19	18	25	12	19	145 (100%)
평균 실험 항목수	18								

※ 교과서 출판사명 : A(동아출판사), B(금성 교과서), C(교학사), D(동아서적), E(지학사), F(연구사), G(문호사), H(노벨문화사)

표 4. 물리 교과서의 실험 항목수 분석

단 원	교 과 서 출 판 사 명							비 고
	A	B	C	D	E	F	G	
Ⅱ. 힘과 운동	5	5	7	3	6	4	4	34 (22%)
Ⅲ. 에너지와 열	4	4	3	2	2	3	2	20 (13%)
Ⅳ. 전자기	7	8	11	8	7	5	6	52 (33%)
Ⅴ. 빛과 운동	5	7	6	8	7	7	8	48 (31%)
Ⅵ. 현대 물리	0	0	1	0	1	0	0	2 (1%)
총 실험 항목수	21	24	28	21	23	19	20	156(100%)
평균 실험 항목수	22							

※ 교과서 출판사명 : A(동아출판사), B(금성 교과서), C(교학사), D(동아서적), E(지학사), F(청문각), G(성안당)

표 3을 보는 바와 같이 과학Ⅱ(상) 교과서에서는 단원Ⅲ 빛과 파동인 경우 58항목으로 과학Ⅱ(상) 교과서 전체 실험 항목수 145항목 對比 40%인 반면, 단원Ⅰ 운동과 에너지는 40항목(28%)로 가장 적은 실험 항목수를 보였으나 단원간 실험 항목 비율은 28%~40%여서 단원간 큰 차이를 보이지 않았다.

물리 교과서에서는 표 4에서와 같이 단원Ⅳ 전자기인 경우 실험 항목이 52항목으로 물리 전체 실험 항목수 156항목 對比 33%인데 반면 단원Ⅵ 현대 물리에서는 2항목(1%)으로 단원Ⅳ와 단원Ⅵ은 33 : 1이라는 큰 차이를 보였다. 그러나 단원Ⅵ 현대물리는 학습 내용이 적은 것을 고려하여 제외시키면 그의 단원들은 실험 항목 비율이 13%~33%를 보여 단원간 다소의 차이를 보였다.

고등학교 과학과 교육 과정 해설¹⁾에는 과학Ⅱ(상) 및 물리 과목의 지도상의 유의점 중 운영상의 유의점에서 실험 시간은 과학Ⅱ(상) 과목인 경우는 4단위 중 1단위(25%)를, 물리 과목인 경우 전체 수업 시간의 15% 이상을 확보하여 운영하면 소기의 목적 달성에 효율적이라 제시하고 있으며, 연간 수업 일수 220일 이상 중에서 교육 내용 선정 주수(교과용 도서 편찬 기준) 32주(192일) 이상으로 운영해야 된다고 되어 있다.

그러므로 적절한 실험 시간은 4단위(1, 2학기 2단위씩)를 이수하는 과학Ⅱ(상) 과목인 경우는 32주 × 2시간 × 0.25 = 16시간이고, 8단위(1, 2학기 4단위씩)를 이수하는 물리 과목인 경우는 32주 × 4시간 × 0.15 = 19시간으로 볼 수 있다. 따라서 이 시간에 할 수 있는 적정 실험 항목수는 실험의 내용을 고려하면 인문·사회계 과학Ⅱ(상)에서는 15~17항목, 자연계 물리에서는 18~20항목이다.

이런 관점에서 과학Ⅱ(상) 과목인 경우 적정 실험 항목수는 15~17항목인 것으로 간

주하면 8종 교과서의 평균 실험 항목수는 18항목이었고 교과서별 실험 항목수는 B교과서는 16항목의 실험 항목을 제시하고 있는 반면에 F교과서는 25항목의 실험 항목을, 그리고 G교과서는 12항목의 실험 항목을 제시하고 있어 일부 교과서간의 실험 항목수는 13항목의 차이를 보이고 있다.

물리 과목인 경우 적정 실험 항목수를 18~20항목으로 간주하면 7종교과서 중 F교과서는 19항목을 제시하고 있고 C교과서는 28항목의 실험 항목을 제시하고 있어 저자들의 편찬 의도에 따라 실험 항목수의 차이가 있다.

그런데 교과 운영상 과목별 7~8종의 교과서 중에서 한 종류의 교과서만 선택, 이수해야 하는 현재의 상황에서는 교과서에 따라 실험 항목수가 12~25항목(과학Ⅱ 상 과목), 19항목 ~ 28항목(물리 과목)으로 다양하기 때문에 교과 운영상 실험이 많고 적음은 교사나 학생에게 많은 어려움이 따르므로 그 어떤 교과서를 사용하더라도 필수적으로 하여야 하는 실험 항목을 선정할 필요가 있다.

8종의 과학Ⅱ(상) 교과서와 7종의 물리 교과서에서 공통되는 실험 항목을 분석한 결과, 네 종류 이상의 교과서에 실려있는 실험 항목이 과학Ⅱ(상)은 17항목 물리는 20항목으로 적정 실험 항목수에 해당된다. 그러므로 과학Ⅱ(상) 과목 17항목과 물리 과목 20항목을 중심으로 하여 각 과목별 '필수 실험'을 선정한 결과 과학Ⅱ(상)은 15항목을, 물리는 20항목을 선정하였으며 실험 제목은 표5에 제시하였다.

이와 같이 '필수 실험'을 선정, 실시함으로써 한 종류의 교과서만 선택, 이수하는데

표5. 과목별 필수 실험 항목

과 목	단 원	실 험 제 목	항 목 수	
과학Ⅱ(상)	I. 운동과 에너지	* 운동의 분석 * 힘과 질량 및 가속도와의 관계 * 중력가속도 측정 * 비열의 측정	4	15
	II. 전 자 기	* 마찰 전기 * 정전기 유도 * 전압과 전류와의 관계 * 전지의 기전력과 내부 저항 * 자기장내에서 전류가 받는 힘 * 전자기 유도	6	
	III. 빛과 파동	* 빛의 반사와 굴절 * 수면파의 반사와 굴절 * 수면파의 회절 * 수면파의 간섭 * 이중슬릿에 의한 빛의 간섭	5	

과 목	단 원	실 험 제 목	항목수	
물 리	Ⅱ. 힘과 운동	* 운동의 분석 * 힘과 질량 및 가속도와의 관계 * 구심력 실험 * 중력가속도 측정 * 직선상에서 운동량 보존	5	20
	Ⅲ. 에너지와 열	* 역학적 에너지의 보존 * 비열의 측정 * 보일 및 샤를의 법칙	3	
	Ⅳ. 전 자 기	* 마찰 전기 * 정전기 유도 * 전압과 전류와의 관계 * 전지의 기전력과 내부 저항 * 직선 전류에 의한 자기장 * 자기장내에서 전류가 받는 힘 * 전자기 유도	7	
	Ⅴ. 빛과 파동	* 빛의 반사와 굴절 * 수면파의 반사와 굴절 * 수면파의 간섭 * 수면파의 회절 * 이중슬릿에 의한 빛의 간섭	5	

따른 교과 운영상의 어려움은 해결할 수 있다.

2. 물리 교구 활용도 분석

교과서상의 모든 실험별 사용 교구와 재료를 조사하여, 이를 근거로 교육부 고시 '고등학교 교구의 기준' 중 공통 및 물리 과목 교구의 활용 횟수를 분석하여 활용도를 조사한 결과는 표6, 표7과 같다.

표6. 공통 과목 교구 활용도

영역	활용도	교구종목	활용 횟수			소요기준	필수실험 활용여부
			과학 Ⅱ상	물리	계		
1. 측정 용 교구 및	1	전원장치	54	67	121	6명당1	○
	2	직선자(300mm)	43	41	84	6명당1	○
	3	스탠드	20	26	46	6명당1	○
	4	직류전류계	21	22	43	6명당1	○
	5	각도기	22	20	42	6명당1	○
	6	직류전압계	14	13	27	6명당1	○
2. 일반 교구	6	클램프	7	20	27	6명당1	○
	8	비커(50ml~500ml)	10	14	24	6명당1	○
	9	초시계	6	17	23	6명당1	○

영역	활용도	교구종목	활용횟수			소요준	필수실험 활용여부
			과학 II상	물리	계		
	10	검류계	8	8	16	6명당1	○
	11	컴퍼스	8	5	13	6명당1	○
	11	알콜램프	4	9	13	6명당1	○
	13	삼발이	4	8	12	6명당1	○
	13	접시저울	2	10	12	6명당1	○
	13	석면쇠그물	4	8	12	6명당1	○
	16	메스실린더 (200~500ml)	4	7	11	6명당1	○
	17	온도계	9	0	9	6명당1	○
	17	줄자 (50m, 면)	4	5	9	8학급당1	○
	19	마이크로미터	4	4	8	6명당1	○
	20	줄자 (2m, 철제)	1	3	4	6명당1	○
	21	얇은배이저울	0	3	3	8학급당1	○
	22	전열기	2	1	3	6명당1	○
	22	전기회로시험기	0	3	3	8학급당1	○
	24	전기스탠드	1	1	2	6명당1	○
	25	삼각자 (150mm)	0	1	1	6명당1	○
	25	기압계	0	1	1	8학급당1	○
	25	뷰렛클램프	0	1	1	6명당1	○
	25	시험관	1	0	1	6명당1	○
	25	센티그램저울	1	0	1	6명당1	○
	25	손전등	1	0	1	6명당1	○

표7. 물리 과목 교구 활용도

영역	활용도	교구종목	활용횟수			소요준	필수실험 활용여부
			과학 II상	물리	계		
1. 힘과 운동에너지와 열	1	시간 기록계	25	21	46	6명당1	○
	2	C형 클램프	22	21	43	6명당1	○
	3	역학용 수레	12	20	32	6명당1	○
	4	역학용 금속추	15	9	24	6명당1	○
	5	용수철	5	7	12	6명당1	○
	5	비열 측정 장치	5	7	12	6명당1	○
	7	도르래	6	4	10	6명당1	○
	8	구심력 실험 장치	0	7	7	6명당1	○
	8	단진자 실험 장치	3	4	7	6명당1	○
	10	스트로보스코프	3	1	4	8학급당1	○
	10	단진동 실험용 용수철	1	3	4	6명당1	○
	10	출열 실험 장치	2	2	4	8학급당1	×
	13	이차원 충돌 시험기	0	2	2	6명당1	×
	14	주사기	0	1	1	8학급당1	○
	14	공회전원판 (턴테이블)	0	1	1	8학급당1	×
	탄성 충돌 구	0	0	0	8학급당1	×	

영역	활용도	교구종목	활용횟수			소요기준	필수시험활용여부
			과학 II 상	물리	계		
2. 전자기		진공 낙하 실험기	0	0	0	학교당1	×
		플라로이드 사진기	0	0	0	학교당1	×
		무마찰 실험장치	0	0	0	학교당1	×
		보일의 법칙 실험장치	0	0	0	8학급당1	×
		바이메탈	0	0	0	8학급당1	×
		다중 섬광 장치	0	0	0	학교당1	×
	1	간이 스위치	23	25	58	6명당1	○
	2	연결용 도선	26	31	57	6명당1	○
	3	슬라이드저항기	25	31	56	6명당1	○
	4	마찰 전기 실험 기구	14	15	29	6명당1	○
	5	전기 진자	7	8	15	6명당1	○
	5	솔레노이드	7	8	15	6명당1	○
	7	막대자석	8	6	14	6명당1	○
	8	그네형전자기력실험장치	7	6	13	6명당1	○
	9	니크롬선	6	5	11	6명당1	○
	10	금속박검전기	6	4	10	6명당1	○
	11	자침	1	5	6	6명당1	○
	12	이중 코일	1	2	3	8학급당1	○
	13	포마전구	0	2	2	6명당1	○
	13	유도코일	0	2	2	8학급당1	×
15	네온관	0	1	1	6명당1	×	
15	축전기	0	1	1	학교당	×	
15	쿨롱의 법칙 간이실험장치	0	1	1	8학급당	×	
15	초크코일	0	1	1	6명당1	×	
15	금속관	0	1	1	6명당1	×	
	휘스톤 브리지	0	0	0	8학급당1	×	
	자화기	0	0	0	학교당1	×	
3. 빛과 파동 및 현대물리	1	수면파 투영장치	25	23	48	6명당1	○
	2	양쪽면도날	7	9	16	6명당1	○
	3	투명 반원통	8	6	14	6명당1	○
	4	슬라이드 글라스	5	7	12	6명당1	○
	4	직선 필라멘트 전구	5	7	12	6명당1	○
	6	평면거울	5	3	8	6명당1	○
	7	파동 실험용 용수철	6	1	7	6명당1	○
	7	광학대	3	4	7	6명당1	○
	9	기주 공명 장치	0	3	3	8학급당1	×
	9	소리굽쇠	0	3	3	6명당1	×
	11	광전류 측정 장치	1	1	2	6명당1	×
	12	무색 유리 막대	0	1	1	6명당1	○
	12	직시 분광기	0	1	1	8학급당1	×
	12	레이저 발생장치	0	1	1	학교당1	○
	12	스펙트럼관	0	1	1	8학급당1	×
		프리즘	0	0	0	8학급당1	×
		뉴턴링	0	0	0	8학급당1	×
	분광계	0	0	0	8학급당1	×	
	레이저 광학대	0	0	0	학교당1	×	

영역	활용도	교구종목	활용횟수			소요기준	필수시험 활용여부
			과학 II상	물리	계		
		크룩스관	0	0	0	8학급당1	×
		진공 방전관	0	0	0	8학급당1	×
		진공펌프	0	0	0	8학급당1	×
		오실로스코프	0	0	0	학교당1	×
		월슨의 안개상자	0	0	0	학교당1	×
		가이저 필러계수기	0	0	0	학교당1	×

표 6 및 표 7를 분석하여 보면,

첫째, 물리 과목 교구만의 전체 활용율은 71%를 보였다.

공통 과목 교구 중 물리 실험에 쓰이는 교구는 전체 75종 중 30종이 활용되어 40%의 활용율을 보였고 물리 과목 교구는 힘과 운동 에너지와 열 영역에서는 23종 중 15종이 활용되어 65%의 활용율을 보였다. 전자기 영역에서는 21종 중 19종이 활용되어 90%의 활용율을 보였고, 빛과 파동 및 현대물리 영역에서는 25종 중 15종이 활용되어 60%의 활용율을 보이므로서 물리 과목만의 전체 활용율은 69종 중 49종이 활용되어 71%의 활용율을 보였다.

그의 실험에 한 번도 활용되지 않은 교구들은 일부 교과서에서 '시범실험' 및 '해보기' '자유탐구', 등으로 활용되어지고 있었으나 '시범실험' 및 '해보기', '자유탐구' 등은 연구 방법상 실험으로 간주하지 않았기 때문에 몇번씩 활용되어지고 있는가는 조사하지 않았다.

그런데 일선 교육 현장에서는 과학 교구를 구입하는데 있어서, 활용도와 같은 구체적인 자료없이 구입이 이루어지고 있다. 그러다보니 활용도가 높은 교구를 구입하지 못하고 단지 확보율만 높이는 결과를 가져와 예산의 낭비 및 교구의 효율적인 활용 및 관리에 많은 문제점이 있는 실정이다.

그러므로 각 고등학교에서는 자율적으로 물리 과목뿐만 아니라 다른 모든 교과목의 활용도를 분석하여 이용하면 효율적인 교구 구입이 될 것이다.

둘째, 일부 교구의 소요 기준이 달라져야 한다.

활용 교구 중 필수 실험에 직접 쓰이는 교구를 조사한 결과 공통 교구에서는 4종, 물리 과목에서는 9종의 교구의 소요 기준이 과다하게 또는 모자라게 정해져 있어 수정할 필요성이 있다. 예를 들면 빛과 파동 영역의 광전류 측정 장치와 같은 경우의 교구는 필수 실험에 쓰이지 않고 단지 일부 교과서에서 실험에 쓰이고 있을 뿐이어서 소요 기준

을 6명당 1개에서 8학급당 1개로 수정해야 할 것이다. 반면에 전자기 영역의 이중 코일과 같은 교구는 필수 실험에 6명당 1개가 필요한데 8학급당 1개로 소요 기준이 정해지므로써 수정해야 할 것이고, 그의 수정되어야 할 교구들은 표 8에 제시하였다.

셋째, 필수 실험을 하기 위해서는 일부 종목의 교구를 추가해야 한다.

앞에서 제시한 표 5에 명시된 필수 실험을 시행하기 위해서는 공통 과목 교구 중 측정용 교구 영역에 대자(1m)를 6명당 1로, 천칭을 8학급당 1로 추가 해야 하고 물리 과목 중 힘과 운동에너지 영역에 고무망치를 6명당 1로, 전자기 영역에는 회전 시험관대, 건전지 끼우개, 전자기력 측정 장치를 6명당 1로 추가해야 한다.

표 8. 소요 기준의 수정을 요하는 교구

과목	영역	교구종목	소요 기준 수정 사항	필수실험 사용여부
공통	측정용 및 일반교구	줄자(50m, 면)	8학급당 1 → 6명당 1	○
		얇은뱅이저울	8학급당 1 → 6명당 1	○
		기압계	8학급당 1 → 6명당 1	○
		전기회로시험기	8학급당 1 → 6명당 1	○
물리	힘, 운동에너지	이차원 충돌 시험기	6명당 1 → 8학급당 1	×
		주사기	8학급당 1 → 6명당 1	○
	전자기	이중 코일	8학급당 1 → 6명당 1	○
		네온관	6명당 1 → 8학급당 1	×
		축전기	6명당 1 → 8학급당 1	×
		초크코일	6명당 1 → 8학급당 1	×
		금속관	6명당 1 → 8학급당 1	×
	빛과 파동	소리굽쇠	6명당 1 → 8학급당 1	×
		광전류 측정 장치	6명당 1 → 8학급당 1	×

3. 물리 교구 확보 현황

1992년 8월 31일 현재의 물리 교구의 확보 현황을 제주도내 인문계 고등학교 13개교, 실업계 고등학교 4개교를 대상으로 각 학교별 물리 이수 현황 조사표 및 제주도내 교육청에서 조사한 과학 교구 확보 현황을 기초로 분석한 결과 27학급 이상인 학교가 3개교, 24학급인 학교가 6개교였으며 21학급 이하인 학교는 8개교였다. 과학Ⅱ(상) 과목을 이수하는 학년은 대부분 2~3학년으로 4~6단위를 이수하고 있었으며 대상 학급수는 2~10학급이었다. 반면에 물리 과목은 2~3학년에 걸쳐서 8단위를 이수하고 있었으며 대상 학급수는 2~10학급이었다. 따라서 각 교구별 소요 기준은 학교당, 학급당, 학생당

으로 제시되어 있는데 제주도 교육청 소요 기준을 적용하여 계산해 보니 학교당 1로 제시된 것은 1개로, 8학급당 1개로 제시된 것도 1개로 하고 6명당 1개로 제시된 것은 8개로 소요 수량을 정하였다.

그리고 인문계고인 경우는 과학Ⅱ(상) 및 물리 과목을 모두 이수하나 실업고인 경우는 교육 과정상 과학Ⅱ(상) 과목 하나만 이수하거나 필요에 의하여 물리 및 과학Ⅱ(상) 과목 모두를 이수하고 있다. 그렇지만 물리 과목을 선택, 이수하지 않는 학교라 할지라도 물리 전용 교구를 확보 현황에 함께 포함하여 확보율을 계산하였다. 그리고 여기서 물리 교구라 함은 '고등학교 교구의 기준'상의 공통 과목의 교구 중 물리 실험에 직접 쓰이는 교구(30종 212점)와 물리 과목의 교구(99종 554점)를 합한 교구를 말하며, 확보율은 이 기준에 의하여 계산하였다.

조사한 제주도내 17개고교의 물리 교구 확보 현황을 전영역에 대해 표 9에 나타내었고 각 영역별로 분석한 것을 요약하면 다음과 같다.

표 9. 물리 교구 확보 현황(전체 영역)

구 분	종수, 점수 확보율(%)	소요 기준	인 문 계 고													실업계고			
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
학교별	종 수	99	81	66	76	76	78	70	74	71	68	72	65	77	72	77	62	43	76
	확보율(%)	100	82	67	77	77	79	71	75	72	69	73	66	78	73	78	63	43	77
확보율	점 수	554	454	389	402	402	457	383	442	372	379	426	387	442	437	441	343	262	439
	확보율(%)	100	82	70	73	73	82	69	80	67	68	77	70	80	79	80	62	47	79
계열별 확보율	종수/확보율(%)	73 / 74%													65 / 66%				
	점수/확보율(%)	413 / 75%													371 / 67%				
전 체 확보율	종수/확보율(%)	71 / 72%																	
	점수/확보율(%)	403 / 73%																	

첫째, 평균 확보율은 71종(72%), 403점(73%)이다.

인문계고의 평균 확보율은 73종(74%), 413점(75%)이며 실업계고는 65종(66%), 371점(67%)으로 전체 17개교 물리 교구 평균 확보율은 71종(72%), 403점(73%)이었다. 특히 A, E인문계고교는 81종(82%), 454점(82%)과 78종(79%), 457점(82%)의 비교적 많은 물리 교구를 확보하고 있지만, P실업계고교는 43종(43%), 262점(47%)의 평균 확보율을 보여 물리 교구가 많지 않은 실정이다. 일부 실업계고에서는 상대적으로 과학 교구의 확보율이 낮게 조사됐다. 그러나 현대의 실업교육은 기초과학도 충실해야 하므로 학교간 확보율 격차는 없어야만 하고 활용도가 높은 물리 교구를 계획성 있게

구입하여 많은 실험을 하여야 한다.

둘째, 물리 교구 중 영역별 확보율은 측정용 및 일반 교구 영역의 확보율이 27종(90%), 179점(84%)로서 비교적 높다.

각 영역별로 종수, 점수를 기준으로 했을 때의 확보율은 그림 1, 그림 2 와 같다.

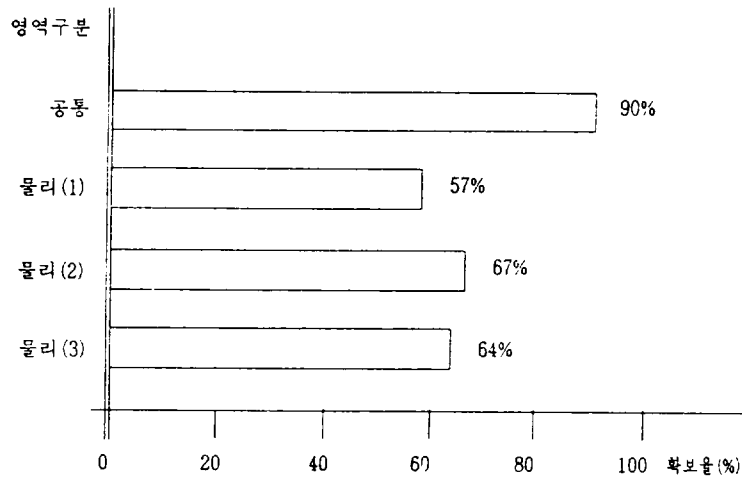


그림 1. 영역별 확보율(종수 기준)

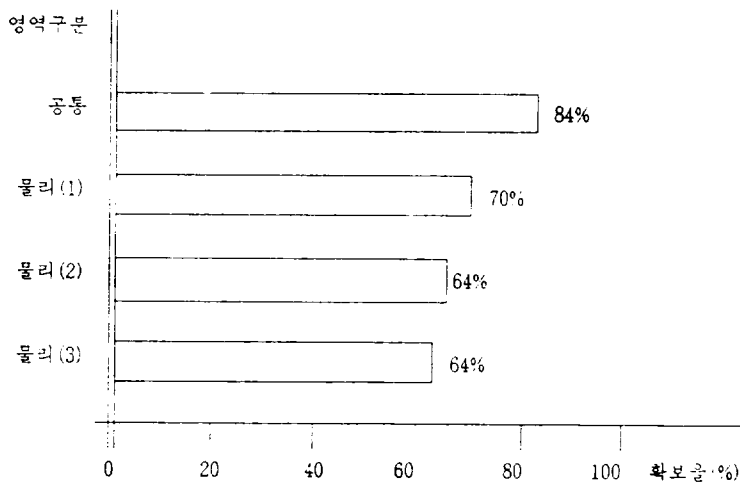


그림 2. 영역별 확보율(점수 기준)

- ※ 공통 : 측정용 및 일반 교구 영역
- ※ 물리(1) : 힘과 운동에너지, 열 영역
- ※ 물리(2) : 전자기 영역
- ※ 물리(3) : 빛과 파동, 현대 물리 영역

물리 교구 중에서 중수를 기준으로 했을 때 평균 확보율은 측정용 및 일반 교구 영역에서는 기준 중수 30종 중 27종이 확보되어 확보율은 90%로 가장 높았고 반면에 힘과 운동에너지, 열 영역이 기준 중수 23종 중 13종이 확보되어 확보율은 57%으로서 비교적 낮았다.

점수를 기준으로 했을 때의 평균 확보율은 역시 측정용 및 일반 교구 영역이 기준 점수 212점 중 179점이 확보되어 확보율은 84%로 다소 높았고 빛과 파동 및 현대 물리 영역은 기준 점수 109점 중 70점이 확보되어 확보율은 64%로 비교적 낮았다. 이는 측정용 및 일반 교구 영역에서는 비교적 고가인 교구가 없고 여러 과목이 함께 쓰기 때문에 비교적 확보율이 높은 반면 측정용 및 일반 교구 영역을 제외한 영역에서는 고가인 교구가 들어 있어 예산상 및 활용도를 고려하여 구입하지 않아서 확보율이 비교적 저조하게 나타난 것이다.

셋째, 일부 학교는 활용도가 높은 교구의 확보율이 저조하다.

활용도가 높은 교구는 일년에 단 한번 쓰고 보관되는 활용도가 낮은 교구에 비하여 실험에 대단히 중요한 교구라 할 수 있다. 그러나 일부학교(B, G, H, M, P교 등)에서는 활용도가 비교적 높은 교구의 확보는 저조하고 반면에 활용도가 그리 높지 않거나 거의 활용되지 않은 교구가 확보되어 전체 확보율만 높아지는 결과를 가져와 외면상 교구의 확보율은 높지만 내실을 기하지 못하고 있다. 이와 같은 현상은 학교 자체의 일관성없는 교구의 구입과 단지 확보율만 높이려는 데서 오는 현상이라 생각할 때, 앞에서 제시한 교구의 활용도표와 같은 객관적인 참고 자료를 학교 자율적으로 작성하여 활용함으로써 효율적인 교구의 구입이 이루어져야 할 것이다.

넷째, 소모성 교구를 충분히 갖추고 있지 않다.

한 항목의 실험을 할 경우 거의 모든 실험 기구가 갖추어져 있다 할지라도 한종목의 실험 기구가 모자라거나 없는 경우는 실험이 대단히 힘들고 부정확하다. 따라서 고가인 교구들은 연차별 계획에 따라 구입하고, 비교적 소모성 교구(각도기, 컴퍼스, 삼발이, 온도계, 공, 꼬마전구 ...) 등은 충분히 구입하여 원활한 실험이 되어야 할 것이다.

다섯째, 필요 이상의 교구가 사장되고 있다.

과학 교구의 기준을 볼 때, 소요 기준이 6명당 1개로 제시되어 있는 것으로 미루어 볼 때 실험시 1조의 인원을 6명으로 하고 고등학교 학급당 정원이 47명이므로 3개조로 정해져야 한다. 그런데 기확보된 교구의 수량을 보면 8개조의 분량을 넘게 확보되어 있는 학교가 여럿이(A, B, D, G, J교 등) 있어 잔여 교구는 사장이 되고 있는 실정이다. 그러므로 이런 학교에서는 과다 보유와 관련되는 실험에 쓰이는 다른 교구들

도 사정이 허락하는 한 확보하여 실험조를 8개조 이상으로 편성하여 학생 개개인의 탐구 활동에 도움을 주어야 할 것이다.

IV. 결 론

제주도내 고등학교 물리 교구의 활용도 분석 및 확보 현황에 관하여 조사 연구한 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 교과서별 실험 내용 및 항목수를 분석한 결과, 과학Ⅱ(상) 교과서는 전체 3개 단원의 실험 항목 비율이 각 28%~40%를 보여 단원간 큰 차이를 보이지 않았으나, 물리 교과서인 경우 전체 6개 단원 중 단원Ⅰ 물리학의 세계는 0%, 단원Ⅵ 현대 물리는 2%를 보여 그외 단원의 각 실험 항목 비율 13%~33%와 큰 차이를 보였다. 그리고 과학Ⅱ(상) 교과서별 실험 항목수는 12항목~25항목으로 무려 13항목의 차이를 보였고 물리 교과서인 경우 19~28항목으로 9항목의 차이를 보였다.

둘째, 과목별 필수 실험 항목 선정에 있어서, 교과 운영상 실험 시간 확보는 과학Ⅱ(상) 과목은 16시간을, 물리 과목인 경우는 19시간이어서 이 시간 동안 할 수 있는 실험을 '필수 실험'으로 선정한 결과 과학Ⅱ(상) 과목은 15항목을, 물리 과목인 경우 20항목을 선정하였다.

셋째, 교과서상의 모든 실험별 활용 교구 및 재료를 조사하여 이를 근거로 교육부 고시 '고등학교 교구의 기준' 중 공통 및 물리 과목 교구의 활용 횟수를 분석하여 활용도를 조사하였다. (표 6, 표 7 참조) 그리고 물리 실험시 공통 과목 교구의 활용율은 40%, 물리 과목 교구의 활용율은 71%였다. 그러므로 '필수 실험'에 필요하고 활용도가 높은 물리 교구를 우선적으로 충분히 구입해야 만 물리 실험을 효율적으로 할 수 있다.

넷째, 물리 교구의 확보 현황은 1992년 8월 31일 현재 제주도내 17개 고등학교 평균 확보율은 71종(72%), 403점(73%)이었다. 그리고 영역별 확보율은 측정용 및 일반 교구 영역이 27종(90%), 179점(84%)의 확보율을 보였다. 그러나 '빛과 파동 및 현대 물리' 영역에서는 16종(64%), 70점(64%)의 저조한 확보율을 보여 영역간 비교적 큰 차이를 보이고 있으므로 이들 영역의 물리 교구의 확충이 시급하다.

참고문헌

- 1). 문교부, 고등학교 과학과 교육 과정 해설, 문교부, pp.64~210, (1989)
- 2). 제주도 교육청, 93 제주교육의 기본방향, p.66, (1993)
- 3). 공만영, 과학 교구 설비 기준령에 따른 실험 관찰 기구의 활용도 분석에 관한 연구, 원광대학교 교육대학원 석사학위논문, (1986)
- 4). 구회태, 광주 및 전남지역 고등학교 생물 교구 실태 조사, 전남대학교 교육 대학원 석사학위논문, (1986)
- 5). 송인명의 2인, 과학Ⅱ(상), 교학사(주), (1992)
- 6). 박승재의 3인, 물리, 금성교과서(주), (1992)
- 7). 권숙일의 2인, 과학Ⅱ(상), 동아출판사, (1992)
- 8). 권숙일의 2인, 물리, 동아출판사, (1992)
- 9). 송인명의 2인, 물리, 교학사(주), (1992)
- 10). 이보열의 2인, 물리, 지학사(주), (1992)
- 11). 이보열의 2인, 과학Ⅱ(상), 지학사(주), (1992)
- 12). 박재호의 1인, 물리, 성안당, (1992)
- 13). 박승재, 과학 교육, 교육과학사, p.320, (1991)
- 14). 교육부, 학교 교구 설비 기준, 교육부 고시 제1992-5호, pp.78~97, (1992)