

기획특집 <4>

# 과학실험교육, 어때야 하나

권재술  
(한국표원대 교수)



## 실험실 수보다 활용방법 중요 기구와 재료 제때에 공급해야

### 독일은 박사가 고교교사

몇년전에 독일의 어느 고등학교를 방문한 일이 있었다. 우리의 기준에서 볼 때에는 상당히 시설이 좋아 보였다. 한 학급 학생수는 20여명 정도였으며, 내가 만난 물리 교사는 박사 학위를 가지고 있었다. 그는 물리 외에도 화학을 함께 가르치고 있었다. 우리나라와 같이 한 학교의 학급수가 그렇게 많지 않기 때문에 한 과목으로는 주당 약 30시간이나 되는 책임 시간을 채울 수 없기 때문에 대부분은 두 과목 이상의 자격을 소유하고 있어야 한다는 것이다.

그런데, 그 학교에서 놀란 것은 학생용 실험실이 하나밖에 없다는 것이었다. 나는 신기하여 한 개의 실험실로 어떻게 그 많은 학생들에게 실험을 시킬 수 있는냐고 물었더니, 한 학생은 1년에 한번 정도 개별 실험을 할

수 있을 뿐이라고 하였다. 국민소득 2만불이 넘는 선진국에서 과학의 실험교육이 이렇다는 것이 나오서는 도무지 납득이 가지 않았다.

실험교육은 과학교육의 꽃이라 할 수 있다. 그런데, 독일과 같이 과학기술이 발달한 나라의 과학교육에서 학생들이 고작 1년에 한번 실험을 한다니 말이나 되는 일인가? 그런데 나의 이러한 의문은 물리 수업을 참관하면서 풀리게 되었다.

전기회로에 관한 내용을 배우는 시간이었다. 교사는 수레에 전기회로에 관한 실험을 하기 위한 장치를 싣고 교실로 끌고 왔다. 그 학교는 실험실과 강의실이 같은 층에 있을 뿐만 아니라 교실을 들어가기 위해서 문지방이 있는 것도 아니기 때문에 수레를 끌고 들어가기가 쉬웠다. 교실은 크지는 않지만 계단식으로 되어 있었다. 학생 20여명에 계단식 교실, 분명 우

리로서는 흉내내기 어려운 여건임에는 틀림 없다. 교사는 강의하는 중간에 그 시범장치로 시범을 보이면서 필요한 경우 학생들로 하여금 계측기의 눈금을 읽게 하고 결과를 학생들과 함께 토의하는 형식으로 진행되었다. 실험 기구는 시범용으로 눈금도 큼직한 것으로 되어 있었다.

### 대부분 고장난 실험기구

이제 우리나라의 어느 학교를 가보자. 고등학교에 실험실이 하나뿐인 학교는 아마도 없을 것 같다. 적어도 물상실험실과 생물실험실은 있는 것으로 안다. 대부분은 물리, 화학, 생물, 지구과학 실험실이 별도로 있다. 실험기구도 어느 정도는 있다. 고장난 것이 대부분이고, 잘 분류가 안되어 있어서 곧바로 사용하는 데에는 문제가 있지만 그래도 없는 것은 아니다.

물리 수업을 참관한다고 가정해 보

자. 선생님은 교과서와 백목을 들고 교실에 들어와서 약간의 설명과 판서를 하고 학생들은 이것을 공책에 기록하는데 대부분의 시간을 보내게 된다. 좀 유능한 교사는 토론을 통하여 학생들에게 개념을 이해시키려고 노력하지만 많은 경우는 요점을 정리하고 이것을 잘 기억하는 요령을 알려주는 경우가 대부분일 것으로 생각한다. 교실에서 실험을 한다는 것은 상상도 할 수 없는 일이다. 실험은 반드시 실험실에서 해야 한다고 장학사, 교장, 교사, 학생, 학부모 모두 굳게 믿고 있다. 그리고 실험은 학생이 하는 것이라는 믿음도 이에 못지 않다.

1년에 몇 번씩 하는 실험실 수업을 참관하여 보자. 대부분 6명이 1개 조가 되어 큰 실험 테이블에 둘러 앉고 실험기구를 나누어준다. 실제로 실험을 하는 학생은 한 두명이고 대부분은 둘러리이다. 어떤 학생은 실험기구를 처음 보기 때문에 사용하는 방법을 잘 몰라서 깨기도 하고, 쏟기도 하여 원래 목표로 한 실험에는 들어가보지도 못하고 우왕좌왕한다.

실험실은 완전히 통제력을 잃고 소란스럽기 그지없다. 교사가 소리를 지르지만 학생들의 귀에는 별로 들어가지도 않는다. 50분 수업시간은 다 되어 가지만 실험이 제대로 된 분단은 거의 없다. 선생님은 서둘러 실험의 결과를 발표(?)하고 학생들은 그 결과를 공책에 기록하고 실험실을 나오게 된다. 선생님이 발표한 결과는 선생님조차도 실험한 결과가 아니라 교과서나 참고서에 있는 결론일 뿐이다. 좀

과장되었는지는 모르지만 이것이 우리의 과학교육의 현실이다.

### 교사도 못한 세포관찰 실험

어느 중학교 생물실험 수업을 참관하였는데 학생들이 현미경 속에 아무 것도 안보인다고 아우성이었다. 나도 들여다보니 아무 것도 보이지 않았다. 수업이 끝나고 선생님에게 무엇이 보이더냐고 물었더니 자기도 못봤다는 것이었다. 미리 해 보지도 않았느냐고 하였더니, 그 선생님(대학에서 전공이 물리였다고 한다.) 왈, 생물 선생님께서 물어 봤더니, 그냥 해도 잘 보인다고

라고 되어 있었다.

즉, 교사는 실험을 가급적 하지 말고 학생에게 시키기만 하라는 것과 별로 다를 바가 없는 지시이다. 이 교육청의 과학교육 담당자도 실험은 학생이 해야 한다고 굳게 믿고 있음이 틀림 없다. 우리나라의 과학교사는 시범 실험을 너무나 많이 하기 때문에 이러한 공문을 내어 보낸다면 얼마나 좋은 일일까? 독일 같은 나라에서 이러한 공문이 발송되는 것은 있을 법한 일이다. 그러나, 우리나라에서 이러한 공문은 정말 코메디 중의 코메디임에 틀림 없다.

◇ 청소년들이 과학에 관심을 갖게 하기 위해서는 직접 실험실장들을 통해 흥미를 유발시키는 것이 중요하다. 학생들이 실험기구를 이용하여 실험을 하고 있다.



하기에 그냥 하였다는 것이다. 그 수업에서는 세포관찰을 교사도 못하고 학생도 못하고 그냥 끝나 버렸다. 그 선생님은 실험은 학생만 하는 것이라고 굳게 믿고 있는 것 같았다. 여러 해 전의 이야기이지만 어느 교육청에서 발송한 공문에는 '시범실험은 지양(止揚)하고, 개별실험을 지향(指向)하

교사가 실험을 하지 않고 어떻게 학생이 실험하도록 할 수 있단 말인가? 우리나라 과학교육에서 학생들이 실험을 하지 않는 것이 문제이기는 하지만 더 큰 문제는 교사가 실험을 하지 않는 데 있다고 본다. 독일과 같은 나라에서도 학생 개별실험보다는 교사의 시범실험이 대중을 이룬다. 시범실

험을 하기 위해서는 실험기구가 그렇게 많지 않아도 된다.

분단실험을 하는 경우, 10조의 실험 세트가 필요하다면 시범실험을 하기 위해서는 한 조의 실험 세트만 있으면 된다. 우리나라와 같은 여건에서는 시범실험이 더 적합하고 교육적으로도 효과 있는 실험교육 방법이라고 생각한다.

## 실험은 교실서도 가능하다

우리나라 과학교사에게 왜 실험을 하지 않느냐고 물어 본다면 예외없이 두 가지 답을 하게 된다. 실험실이 부족하다는 것과 입시 때문이라는 것이다. 입시 때문이라는 변명은 논외로 하고, 실험실이 없기 때문이라는 이유에 대하여 분석하여 보기로 하자.

우리나라에서는 과학의 실험은 과학실에서 해야 한다는 생각에서 한 걸음 더 나아가 과학실이 아닌 곳에서는 실험을 하면 안되는 것으로 믿는 것 같

다. 실험은 과학실에서만 해야 하는가? 과학실을 만드는 이유는 실험할 수 있는 좋은 환경을 제공하기 때문일 것이다. 과학실험은 물, 전기 등은 물론 여러 가지 기구와 시약을 사용해야 한다. 이러한 기구와 시약은 보관과 관리가 잘 되어야 한다. 따라서 특별한 장소가 필요하게 된다.

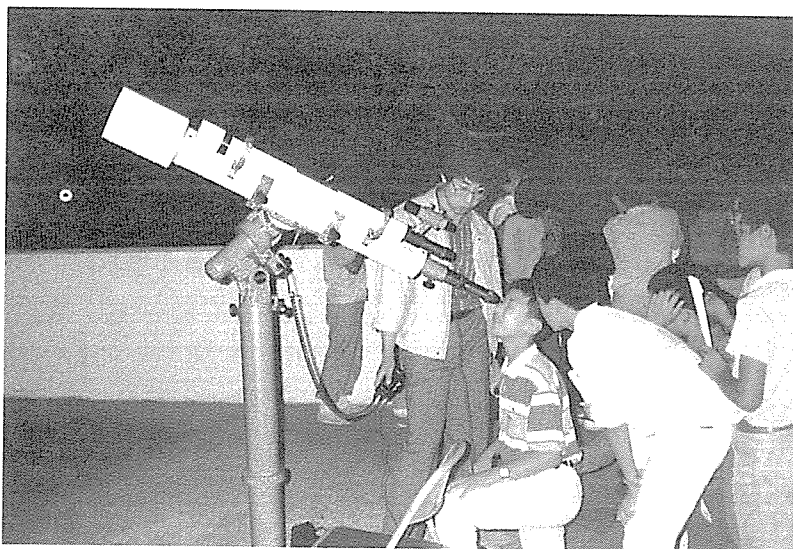
그러나, 이러한 이유로 인하여 실험은 과학실에서만 해야 한다는 것은 아니다. 실험에 따라서는 위험한 시약을 사용해야 하는 경우도 있지만 어떤 실험은 아무런 위험도 없는 것도 있다. 어떤 실험은 큰 실험대가 필요한 것도 있지만 어떤 실험은 조그만 책상 위에서 할 수 있는 것도 있다. 어떤 실험은 물을 사용해야 하는 것도 있지만 어떤 것은 물이 전혀 필요 없는 것도 있다. 어떤 실험은 여러 사람이 같이 해야 하는 것도 있지만 어떤 것은 혼자서 하는 것이 더 효과적인 것도 있다.

학교에서 하는 실험은 이와 같이 그 특성이 다양하다. 따라서 어떤 실험은 특수한 설비가 되어 있는 실험실이 필요하기도 하지만 많은 실험은 현재의 교실에서도 어느 정도 가능하다. 실험이란 자연현상을 관찰하고, 문제를 발견하고 가설을 세우고, 그 가설이 맞는지 검증하는 활동이다. 과학 교육 전체가 이러한 활동이어야 한다. 그러함에도 불구하고 실험은 과학실에서 한다는 고정관념 때문에 과학적 탐구의 본질적인 측면이 우리 교육에서 등한시 되고 있다. 과학의 실험은 내용에 따라서 다양한 장소에서 다양한 방법으로 수행이 가능하다.

## 분단보다 시범실험 효과적

우리나라와 같은 다인수 학급에서 학생의 분단실험이나 개별실험은 시행하기 매우 힘든 방법임에 틀림없다. 그러함에도 불구하고 단지 탐구학습에서 학생의 개별적이고 직접적인 경험이 중요하다는 원론적인 입장만을 생각하여 우리나라와 같은 특수한 여건을 등한시한채 분단실험과 개별실험만을 강조해 왔다. 그 결과 과학실험은 대단히 어려운 것이라는 생각이 만연되어 실험이 과학교육에서 등한시 되어 왔다.

우리나라와 같은 다인수 학급에서는 분단실험이나 개별실험보다는 시범실험이 보다 실현이 가능한 실험교육 방법이라고 생각한다. 그러나 앞에서 언급한 것과 같은 현실에 맞지 않은 개별실험 지향의 정책으로 인하여 학교에서 시범실험을 할 수 있는 장치는



◇천문대에서 천체를 관측하고 있는 학생들.

거의 없는 실정이다. 이 시점에서 우리나라의 과학실험 교육에 대한 일대 개념 전환이 필요하다고 생각한다.

과감하게 교사의 시범실험 기구를 획기적으로 구입할 수 있도록 지원을 할 필요가 있다고 본다. 시범실험 기구는 개별실험 기구에 비하여 비싸기는 하지만 같은 기구를 한개 또는 두개만 사도 되기 때문에 예산 면에서는 오히려 적게 들 수도 있을 것이다. 학교에 시범용 기구를 많이 구입하게 되면 교사들이 지금까지 실험을 하지 않는 이유로 제시하는 실험실 부족, 실험기구 부족, 시간 부족이라는 변명은 통하지 않게 될 것이다.

큰 실험대가 9개 놓여 있는 커다란 방, 거기에 양 쪽으로 긴 싱크대가 하나씩 설치되어 있는 것이 우리나라의 전형적인 실험실 모습이다. 화학실험실이나 생물실험실에는 실험대 위에 싱크대와 함께 복잡한 수도관과 시험관 보관대가 설치되어 있는 것이 전형적인 모습이다. 이제 이러한 실험실의 고정관념에서 벗어날 필요가 있다. 물상실험을 하면서 물이 필요한 경우도 있을 수 있고, 생물실험을 하면서도 물이 필요 없을 수도 있다. 물상실험은 반드시 물상실에서, 생물실험은 반드시 생물실에서가 아니라 실험의 내용에 따라 실험실이 달라져야 한다고 본다.

따라서 지금과 같은 범용 실험실 대신에 특수 용도의 실험실을 만들 필요가 있다. 그리고 실험실이 반드시 50~60명 다 들어가야 하는 대형일 필요가 있는 것이 아니라 용도에 따라

소규모의 실험실이 필요하다고 본다. 예컨대 기계공작실, 생물해부실험실, 화학반응실험실 등이 그것이다. 이렇게 하여 실험을 모든 학생이 동시에 같은 실험을 하게 할 것이 아니라 한 학기에 몇 개의 실험 과제를 제시하고 학생이 편리한 시간에 하고 교사가 도와주는 형식으로 하는 것이 바람직하다고 본다.

교실에서는 실험을 하면 절대로 안 된다는 고정관념은 깨어져야 한다. 우리나라 교실은 60명을 기준으로 만들어져 있기 때문에 장기적으로 볼 때 매우 다행한 일이라 생각된다. 학급의 규모가 점진적으로 적어지는 추세에 있기 때문에 교실의 공간은 상당한 여유가 있다.

따라서 교실에 간단한 싱크대를 설치하고 전기 콘센트만 설치하고, 책상만 지금보다 약간 큰 것으로 개조하면 어느 정도 간단한 실험은 교실에서도 할 수 있을 것이다. 교실에서 할 수 없는 특수한 실험은 앞에서 제안한 특수목적의 실험실에서 학생들이 그룹으로 또는 개별로 별도의 시간에 할 수 있을 것이다. 이렇게 되면 과학실험은 학생과 교사에게 모두가깝게 접근할 수 있는 활동이 될 것으로 본다.

위에서 지적한 것은 모두 하드웨어적인 처방이다. 그러나 하드웨어는 소프트웨어의 지원이 없으면 무용지물이 된다는 것을 현대의 정보통신 기기를 통해서 잘 알고 있다. 실험교육도와 마찬가지로 이와 마찬가지로 아무리 좋은 실험 기구가 있다고 하여도 그 기구를 사용

하기에 필요한 재료를 수시로 쉽게 구입할 수 없거나, 고장난 기구를 제때에 고칠 수 있는 행정적인 뒷받침이 없다면 실험교육은 이루어질 수 없다.

지금의 실험기구와 재료비의 구입체제는 실험교육을 더욱 어렵게 만드는 원인 중의 하나라고 생각한다. 교사가 필요한 기구를 신청하면 구매는 전적으로 서무과의 권한이다. 서무과에서 관장하기 때문에 구입된 기구나 시약이 실험의 용도에 맞지 않는 것이 들어오는 사례가 많다.

뿐만 아니라 실험에서는 의외의 사고가 생길 가능성이 높은 데도 이에 대처하기에는 행정적인 절차가 너무 복잡하다. 자비로운(?) 서무과장이 있는 학교에는 그래도 어느 정도 빠른 구입이 가능할 수 있으나 대부분의 경우는 서무과에서 선생님의 손발이 되어 움직여 주지 않는다.

몇번 시도해 본 사람이면 아예 실험을 안하는 것이 낫다는 것을 금방 깨닫게 된다. 이러한 체제 속에서 실험교육이 제대로 되기를 기대하는 것은 어불성설이다. 실험기구와 재료의 구입에 대한 교육부 당국의 획기적인 조치가 필요하다고 본다.

한 학기 또는 1년 간의 실험실습비가 책정이 되면 그 사용을 과학교사의 책임하에 지출이 가능하도록 해야 한다고 본다. 물론 잘못 지출된 것에 대하여는 해당 교사가 변상하거나 문책을 받아야 할 것이다. 이렇게 함으로써 서무과에 납품함으로써 생기는 불량 실험기구의 구입도 줄어들 것이다. 