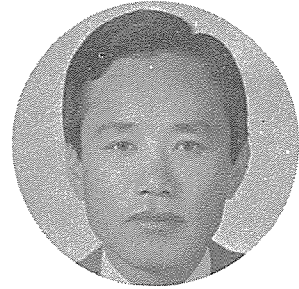


# 觀察 · 實驗의

# 性格과 時期



文 燦 祐

〈文敎部 自然科學編修官室〉  
敎育研究官

## 科學科 目標와

### 관찰·실험의 목적

오늘날은 그 어느 때보다 기초과학육성의 필요성을 절실히 느끼고 있다. 이에따라 기초과학 振興方案이 수립 추진되고 있으며, 觀察·實驗活動을 강화하여야 한다는 의견이 높아지고 있다.

觀察·實驗活動을 강화하기 위하여 學級 인원 수문제, 시설 및 자료문제, 敎師의 업무량문제, 實驗書 개발문제, 敎師의 實驗研究問題, 평가 도구 개발 및 평가방법 개선문제 등 현재 안고 있는 여러 문제들을 해결하려고 노력하고 있다. 한편, 관찰·실험을 강화하기 위하여는 무엇보다 科學科 學習指導에서 관찰·실험 활동시간을 늘려야 한다는 견해가 지배적이다. 과학의 본질을 생각하거나 관찰·실험이 소홀히 되기 쉬운 현실을 생각한다면, 이러한 견해는 당연하다. 그런데 문제는 많은 사람들이 관찰·실험의 이러한 양적인 면에는 관심을 두고 있으나 科學科 學習過程에서 어떤 성격의 관찰·실

험을 어떤 방법으로 지도할 것인가에 관하여는 그렇게 많이 논의되지 않고 있다는 점이다.

科學科 敎育에서 관찰·실험은 科學科 目標에 따라 그 성격이 달라지며 지도방법에 따라 그 결과도 달라진다. 관찰·실험은 학습동기를 유발하기 위하여 실시될 수도 있으며, 학습내용을 강화하거나 기구 또는 약품을 다루는 기능을 향상시키기 위하여 실시할 수도 있다. 또 자연을 탐구하는 능력을 신장시키기 위하여 일련의 탐구과정의 한 부분으로 실시할 수도 있다.

우리 나라 敎育課程에 나타난 科學科 目標를 살펴보면, 敎育과정의 개정될 때마다 관찰·실험이 한결같이 강조되고 있으나 그 성격에는 변화가 있음을 알수 있다. 1955년 공포된 초·중·고등학교 敎育과정의 科學科 目標는 1963년과 1973년 및 1981년 敎育과정의 科學科 目標에 비하여 여러 향으로 자세히 기술되어 있다. 따라서 관찰·실험에 관련된 목표도 여러 향으로 기술되어 있다. 즉, 관찰을 정확히 하는 능력, 장기간 계속 관찰하는 능력, 과학적으로 관찰하여 처리하는 능력, 실험을 계획하고 실행하는

능력, 귀납한 결과를 실험하는 능력 등, 관찰·실험을 직접적으로 표현한 목표와 함께 문제를 발견하는 능력, 원리나 특성을 추출하는 능력, 분류하는 능력, 정밀한 측정을 하는 능력, 자료를 수집하는 능력, 기계 기구 약품을 다루는 능력, 飼育·栽培하는 능력 등 관찰·실험활동에 기초가 되고 활동결과로 얻어질 능력에 관한 목표가 상세히 기술되어 있다. 뿐만 아니라 과학적 방법에 관한 지식 및 능력과 미지의 것을 탐구하고 새로운 것을 발견하는 태도에 관한 목표도 있다. 그러나 이들 教育課程 科學科 目標에는 과학적 방법이나 탐구에 관한 목표도 있지만 합리적인 생활과 관련하여 부분별 능력내지 기능에 관한 목표가 강조되고 있는 것이 공통적인 특징이다.

1963년 개정 공포된 초·중·고 교육과정과 그 후 개정된 교육과정의 科學科 目標은 각각 目標項의 수가 3~5개로 1955년에 공포되었던 課程의 科學科 目標항의 수보다 훨씬 적다. 이에 따라 관찰·실험에 관한 목표도 한개 또는 두개의 항으로 표현하고 있다. 1963년에 공포된 초·중·고등학교 교육과정들의 科學科 目標에는 올바르게 관찰·실험하는 능력, 관찰·실험을 통하여 사물 현상을 관찰 처리하는 능력과 함께 기계기구 약품 취급능력, 사육·재배기능 등의 목표가 들어 있다. 이들 과정의 科學科 目標은 역시 합리적인 생활에 초점을 맞추고 부분별 능력내지 기능을 강조하고 있는 것이 공통적이다.

1973년 및 1981년에 개정된 초·중·고등학교 교육과정의 科學科 目標에는 관찰이나 실험이란 단어를 써서 표현한 항이 없다. 그러나 자연현상을 탐구하는 방법, 탐구하는 능력, 또는 규칙성을 발견하는 능력 등으로 목표를 표현한 항이 있다. 이것은 관찰과 실험이 탐구과정의 한 맥락에서 취급되어야 함을 암시하고 있다. 1973년 및 1981년의 교육과정에서는 생활과학 보다는 과학자체에 초점을 맞추어 자연현상을 탐구하는 능력을 기르는 것이 과학교육의 중요한 목표중 하나이다.

科學科 目標의 이러한 변화는 관찰·실험을 독립된 학습활동보다는 일련의 탐구과정안에서,

실시하도록 요구하고 있다.

## 科學的探究에서의 관찰·실험의 성격

「문헌조사에서는 그 내용을 읽는 것이 기본 절차인 것처럼 과학은 실험을 통하여 조사되어야 한다.」는 말이나 「과학이란 관찰과 실험에 바탕을 둔 일련의 개념체계이며 더 깊은 관찰과 실험을 해가는 것」이란 말은 모두 관찰과 실험이 과학적 탐구의 기초임을 나타내고 있다. 관찰·실험의 성격은 탐구과정에서의 그 역할에 따라 다음 몇가지로 나누어 생각할 수 있다.

첫째, 자료수립을 위한 관찰이다. 이러한 관찰은 자연현상을 좌우하는 變因을 조절하는 활동이 없이, 자연현상의 관찰성이나 원인을 찾아내는 다음 활동의 기초가 될만한 자료를 수집하는 활동이다. 이러한 예로는 Tycho의 천체관측을 들 수 있다. Tycho는 행성계에 관한 당시의 여러 모형 중 옳은 것을 알아내기 위하여 여러 항성의 위치를 측정하였다. 그러나 이 정량적인 관찰은 각 모형에 따라 나타날 현상을 정확히 예측하고 관측했다기 보다는 행성계 모형을 찾아 내는데 도움이 될만한 자료를 우선 수집한 활동으로 볼 수 있다.

둘째, 자연현상과 관련된 여러 變因을 밝혀내고 그 사이의 관계를 찾아내는 관찰과 실험이다. 예를 들면 單振子の 길이, 추의 質量, 振幅 등 여러 요인중 주기에 영향을 주는 變因을 찾아내고, 이 변인과 주기와의 관계를 찾아가는 것과 같은 실험이다. 이 관계는 정량적으로 밝히는 것이 좋겠지만 정량적으로 밝히는데 그치는 경우도 있다.

세째: 자연현상을 관찰하여 얻은 자료로부터 가설을 설정하고 이 가설의 타당성 여부를 알아보는 검증실험이다.

Semmelweis가 產褥熱을 탐구하는 과정에서 행한 실험은 이에 속한다. 그는 같은 병원의 두 산부인과 중 제1산부인과에서 產褥熱로 인한 사망율이 제2산부인과 보다 높은 원인을 알아내

려고 여러 가설을 세우고 검증하였다. 그 중 하나는 「產褥熱로 인한 사망은 시체의 물질이 치명적인 병을 유발하기 때문」이라는 가설이다.

이 가설이 맞는다면 제1산부인과 修練醫들만 하고 있는 해부학실습 후에 화학약품으로 손을 깨끗이 씻으면 產褥熱로 인한 사망율이 떨어질 것이라고 연역적으로 추리하고 이를 실험으로 알아보았다. 이러한 일련의 과정속에서 행한 실험은 가설에서 연역적으로 추리하여 예언한 것을 알아보는 것이지만 결과적으로는 가설을 검증하는 실험이다.

Galileo가 落下運動을 연구하는 과정에서 행한 실험도 가설을 검증하는 실험이다. 그는 물체의 落下運動은 等加速度運動이며 무거운 물체나 가벼운 물체나 같이 떨어진다고 생각하였다. 당시의 器具로는 이를 直接的으로 實證할 수 없었기 때문에 빗면에서 物體의 運動을 研究하였다. 그는 빗면에서 物體가 等加速度運動을 한다면 정지해 있던 곳에서부터 움직여간 거리와 그 동안의 시간의 제곱과의 比, 즉  $\frac{S}{t^2}$  은 일정한 값을 갖는다고 數學적으로 演繹하였다. 그리고 實驗으로 이를 보여줌과 同時に 이 값은 기울기가 같은 빗면에서는 物體의 무게에 관계없이 같음을 實證하였다. 아울러 기울기가 커질 때에도 이러한 관계가 성립한다는 사실로부터 自由落下의 경우에도 성립하게 된다는 결론을 얻었다. Galileo의 연구는 Semmelweis의 연구에 비해 수학적 처리가 뒤따르고, 그 당시 직접 할 수 있는 실험을 바탕으로 할 수 없는 실험결과를 예측하는 등 과정상의 약간 차는 있으나, 이 때 행한 실험들은 역시 가설검증 실험이다.

네째, 이미 알려진 사실에 관한 실험을 하거나, 이미 행하여진 관찰·실험을 반복하거나 다른 대상을 택하여 같은 실험을 하는 경우이다. 이러한 관찰·실험은 이미 검증된 가설을 공고히 하여 주고 그 이론을 확장하여 주는 결과를 가져오지만 경우에 따라서는 새로운 발견의 기초가 되기도 한다.

Davison과 Germer가 행한 닉켈에 의한 電子散亂實驗은 Ruthford의  $\alpha$  粒子散亂과 Compton의 X線散亂에서 행한 방법이였다. 이 실험

과정에서 우연한 사고로 인하여 닉켈 결정에 의한 전자의 廻折現象을 관찰하게 되었다. 이에 앞서 de Broglie는 物質液를 제창하고, Einstein은 de Broglie의 가설이 맞는다면 전자를 회절시킬 수 있을 것이라고 지적하였는데, Davison과 Germer의 시험은 처음에 의도하지도 않았던 de Broglie의 가설을 실증하게 되었다.

앞에서 관찰·실험을 나누어 본 것은 절대적인 것이 아니며, 경우에 따라서는 어떤 성격의 관찰·실험인지 불분명할 때도 있다. 또 가설을 廣意로 해석한다면 관찰·실험들은 곧 검증실험으로 볼 수도 있다. 이와 같이 관점에 따라서, 관찰과 실험에 관한 분류는 달라질 수 있다. 그럼에도 불구하고 관찰·실험을 나누어 보는 것은 그 성격을 파악하고 지도하는데 유익하리라 생각 되기 때문이다.

## 科學科 學習過程에서의 관찰·실험형태

과학과 학습과정에서 실시되는 관찰·실험의 성격이나 역할은 이를 학습활동의 어느단계에서 실시하는가에 따라 달라진다. 바꾸어 말하면 관찰·실험은 그 목적이나 성격에 맞추어 적절한 시기에 실시되어야 한다. 다음 몇개의 실 예를 들어 이를 살펴보기로 한다.

### 〈예-1〉 풀밭에 사는 동물

(국민학교 자연 pp4~11)

이 학습활동은 3시간으로 계획되어 있다. 먼저 풀밭에 나가서 어떤 동물이 있는지 살펴보고, 다음에는 메뚜기, 개미, 잠자리, 나비의 생김새를 관찰한다. 그 다음은 이들 곤충의 공통점을 찾는 활동을 하게 되어 있다.

이 활동의 첫단계는 중심이 되는 활동의 준비단계로 탐색하는 활동이다. 둘째 단계는 자료수집을 위한 관찰활동이다. 그리고 세번째는 곤충의 생김새의 특징을 발견하는 단계이다. 만일 곤충의 생김새를 교사의 설명이나 다른 어떤 形態로 학습한 다음, 메뚜기, 개미 등을 관찰하

는 활동을 한다면 그 결과는 학습한 내용을 확인하고 이를 심화하고 정착시키는데 도움이 되지만 끈중의 공통점을 찾아가는 능력을 기르거나 탐구방법을 체득하게 하는 데에는 적합하지 않다.

### 〈예-2〉 두 힘의 합력

(중학교 과학 1 pp 235~236)

이것은 한 고무줄을 두개의 용수철 저울로 잡아당겨 고무줄이 늘어난 길이와 용수철 저울의 힘을 측정하고, 한 개의 용수철 저울로 줄을 앞에서와 같은 길이로 잡아 당겼을 때의 힘을 측정한 다음, 이 힘들을 화살표로 그려 힘의 합성방법을 알아내는 실험이다.

이 실험활동전에 학습할 문제나 실험목적은 제시하는 도입단계는 필요하다. 그러나 이 실험전에 두 힘의 합성법을 교사의 설명이나 책으로 학습하였다면, 이 실험은 힘의 합성법을 발견하는 실험이 아니다.

### 〈예-3〉 전구에 불켜기

(국민학교 자연 3~2 pp 50~53)

이 활동은 4시간으로 계획된 학습활동 중前半 2시간의 활동이다.

먼저 전지 한개와 전구 한개를 전선으로 이어 불이 켜보고 불이 꺼졌을 때 이들이 이어진 모양의 특징을 알아본다. 그 다음에 여러 회로의 그림을 보고 어느것이 불이 켜지겠는지 생각하고 이를 실험으로 확인하고 있다.

이 활동의 첫단계에서 불이 켜졌을 때, 電池, 電球, 電線이 이어진 모양을 학습하였기 때문에 다음단계에서 불이 켜지는지 이어보는 활동은 학습한 내용을 정착시키는 활동으로 볼 수 있다. 그러나 첫단계에서 불이 켜졌을 때의 이어진 모양을 잠정적으로 생각하고 이 생각이 맞는지 알아보기 위하여 둘째단계의 확인실험을 하는 형태로 학습활동이 이루어 졌다면 둘째단계의 가설을 검증하는 실험으로 볼 수 있다. 이 예에서 보는 것과 같이 검증실험은 자료를 수집하거나 가설을 수립하고 생각하는 활동 이후에야 실시된다.

### 〈예-4〉 습도 측정

(중학교 과학 1 p41)

건구와 습구의 온도를 측정하고 표에 의하여 상대습도를 구하는 활동이다.

이 활동은 새로운 사실을 발견하는 실험이라기 보다는 습도를 측정하는 법을 익히는 활동이며 습도의 개념을 학습한 후에 실시할 수 있는 실험이다.

## 요약 및 결론

科學科의 중요한 목표 중의 하나는 탐구능력을 기르는 것이다. 따라서 관찰·실험은 일련의 탐구과정안에서 실시 되어야 한다. 탐구과정에서의 관찰·실험은 자료수집을 위한 관찰, 변인을 찾고 그 사이의 관계를 발견하는 관찰·실험 가설을 검증하는 관찰·실험 및 알려지거나 이미 행하여진 관찰·실험을 반복 또는 대상을 바꾸어 행하는 관찰·실험 등으로 나눌 수 있다.

科學科 학습활동에서 관찰·실험은 그 성격에 따라 이를 실시하는 시기가 달라진다. 학습활동을 도입하는 단계에서 동기유발 또는 문제를 제기하는 관찰이 행해지거나 학습활동을 정리하는 단계에서 학습한 내용을 확인하고 정착시키기 위한 관찰·실험이 실시될 수도 있다. 그러나 탐구능력을 기르기 위한 실험은 대개 중심이 되는 학습활동단계에서 실시된다.

자료수집을 위한 관찰은 이 중심활동 단계의 초반부터 실시함이 바람직하며, 變因을 찾고, 그 관계를 발견하는 관찰·실험도 초반부터 실시함이 바람직하다. 가설을 검증하는 관찰·실험 그리고 알고 있는 것을 반복하거나 응용하는 관찰·실험은 이 단계의 후반에서 실시함이 바람직 하다.

탐구능력을 기른다는 목표를 생각할 때, 관찰 실험활동은 탐구과정에 맞도록 실시되어야 한다. 그러기 위하여는 科學科 學習指導 計劃을 세울 때부터 관찰·실험의 목적과 성격을 파악하여 이를 실시할 학습활동의 단계와 활동형태가 검토 반영 되어야 한다.