

실험모듈작성이 과학고 학생들의 지구과학 실험수행 능력에 미치는 효과

김순식 · 이용섭*

(울산과학고등학교 · 부산교육대학교*)

지구과학 실험수업을 받은 과학고 학생들의 실험수행 능력을 향상시키는 방법 중에서 학생들이 실험에 필요한 핵심 주제와 내용 및 단계를 직접 작성해 보는 과정이 학생들의 실험 수행 능력에 어떠한 효과가 있는지를 알아보았다. 이를 위해서 U과학고 2학년 40명의 학생들을 대상으로 지구과학실험과 관련된 4가지 주제의 실험수업을 실시한 후 이 실험을 수행하는 능력을 평가 하였다. 실험수업 방식에 대한 효과검증의 대상으로 선정된 2학년 2반 20명과 동 학년 3반 20명의 학생들을 실험집단과 비교집단으로 나누어 실험집단으로 분류된 반에는 일반적인 실험만 실시하였고, 비교집단으로 분류된 반에는 일반적인 실험을 빨리 끝내고, 실험과정에 대한 실험모듈을 작성하도록 지도하였다. <표 1>은 두 집단에 투입한 실험주제 및 실험수업 방식을 나타낸 것이다.

<표 1> 두 집단에 투입한 실험주제 및 실험수업 방식

실험주제	집단분류	수업방식
Ⅰ. 월면사진을 이용한 크레이터 높이 측정	2반: 실험집단	강의+실험+모듈제작
	3반: 비교집단	강의+실험
Ⅱ. 주계열 맞추기에 의한 별의 거리측정	2반: 실험집단	강의+실험+모듈제작
	3반: 비교집단	강의+실험
Ⅲ. 인공위성의 공전궤도를 이용한 지구질량측정	2반: 비교집단	강의+실험
	3반: 실험집단	강의+실험+모듈제작
Ⅳ. 세페이드 변광성의 변광주기와 밝기를 이용한 거리측정	2반: 비교집단	강의+실험
	3반: 실험집단	강의+실험+모듈제작

각 검증영역에서 4개의 주제와 관련된 수업에서 실험 I 과 II에서는 2학년 2

반(20명)을 실험집단으로, 2학년 3반(20명)을 비교집단으로 분류하여 2학년 2반에게는 강의+실험+모듈제작수업을 실시하였고 2학년 3반을 대상으로는 강의+실험수업을 투입하였다. 실험수업 시간은 100분으로 동일하였고 실험집단은 실험진행 시간을 비교집단보다 조금 빨리 진행시켜 두 집단에 투입되는 시간은 동일하게 처치하였다. 또한 실험 III과 IV에서는 2반과 3반의 집단 역할을 바꾸어 3반을 실험집단으로, 2반을 비교집단으로 주제에 따라서 실험집단과 비교집단의 역할을 교차시켜 프로그램의 효과를 검증하였다.

2학년 2반과 2학년 3반이 학업성취도면에서 동질집단인지의 여부를 알아보기 위해서 위의 4가지 주제와 관련 있는 교과인 지구과학실험과목의 2010학년도 1학기 기말 점수에 대한 t-검정을 실시하여 두 개 반이 동일집단인지의 여부를 알아보았다. <표 2>는 지구과학실험교과 점수에 대한 t-검정 결과를 나타낸 것이다.

<표 2> 1학기 기말 지구과학실험 과목 점수에 대한 t-검정

집단	N	M	SD	t	p
2학년 2반	20	83.20	7.891	-.597	.554
2학년 3반	20	84.55	6.337		

1학기 지구과학실험 과목의 기말고사 점수에 대한 t-검정 결과 두 집단사이에는 지구과학실험 점수에 있어서 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않아 두 집단은 지구과학 실험성취도의 수준이 비슷한 동질집단임이 확인되었다($p>.05$).

이 두 집단을 이용하여 실험수업 방식을 어떻게 운영하는 것이 실험수행 능력의 향상에 효율적인지에 대한 효과를 알아보았다. 실험집단에게는 실험모듈을 작성하도록 하였는데, 실험모듈이란 주어진 실험의 주제를 어떤 단계를 거쳐서 수행해 나갈지를 실험을 수행하는 주체자의 행동을 중심으로 기술된 일종의 실험안내서라고 볼 수 있다. 여기에는 실험단계, 예시, 시범 등 자신이 판단해서 필요하다고 생각되는 요소들을 명시해 둔다. [그림 1]은 학생이 작성한 실험주제 I의 실험모듈을 예시로 나타낸 것이다.

실험지도 모듈

제목: 월면사진을 이용한 크레이터 높이의 측정 (I 실험)
2010년 7월 26일 ○○○ 과학교 2학년 2반 최 ○○○

월사진을 통해서 월면의 운석 구덩이 높이를 측정할 수 있는 사실이 확실.
• 다음과 같이 설명한다.
1) 먼리서 입사되는 빛은 평행하다.

태양 A행성 B행성
A행성보다 B행성에 입사되는 θ 각도가 더 평행하다 \rightarrow 이 원리를 지도한다.

2) 이 실험을 이해하기 위해서는 삼각형의 합동조건을 설명해 주어야 한다.

만약 $\theta_1 = \theta_2$ 이면
 $A:a = B:b = C:c$
가 성립한다.
○의 핵심이므로 이를 이해시킨다.

○ 같은 위도에 평면으로 보지만 실제로 입체의 변을 본다는 사실을 이해시킨다.

<위도 빛 변>
화살표 방향으로 전파되는 것을 상상하여 해이 어려워할 \rightarrow 실물제작이 필요함

○ 결과 경계선에서 멀리 질수록 크기가 변하는 아무도 꼭 지도해야 할

○ 앞에서 설명한 삼각형의 합동조건을 적용하여 크레이터 높이 계산할

$\triangle TMO \sim \triangle APM$
(정확한) $OM : AP = TM : TP$
이므로 $TM = \frac{OM \cdot TP}{AP}$
← 위도 변

[그림 1] 실험 모듈의 예시

실험수업은 여름방학 방과 후 보충수업 시간을 이용하였다. I, II 주제의 실험은 2010년 7월 26일, III, IV 실험은 7월 27일 양일간에 걸쳐서 한 주제 실험당 100분씩 배당하여 실시하였다. 실험 효과에 대한 평가는 본 연구자가 미리 섭외한 관내 지구과학교사 중에서 석사학위 소지자이면서, 교직경력 10년 이상인 교사 8명에게 학생들의 실험수행 능력 평가를 위탁하였으며, 본 연구자는 평가에 참여하지 않았다. 1명의 평가교사는 5명의 학생들의 실험수행 능력을 평가하여 점수를 산출하였다. 학생들의 실험수행 능력평가는 한 실험 주제 당 15분씩을 배당하여 평가 교사 앞에서 평가를 받았다. 평가교사들에게는 I, II, III, IV 실험 안내서 및 실험수행 능력 체크리스트를 미리 배부하였다. <표 3>은 학생들의 실험수행 능력의 체크리스트이다.

<표 3> 실험수행 능력의 체크리스트

항목	내용	점수
1	실험의 개관은 얼마나 잘 설명하는가?	5, 4, 3, 2, 1
2	실험의 단계는 얼마나 정교하게 설명하는가?	5, 4, 3, 2, 1
3	실험 결과 값에 오차가 생긴 이유를 정확하게 알려주는가?	5, 4, 3, 2, 1
4	실험 단계별 과학적 현상과 과정을 얼마나 정확하게 인용하는가?	5, 4, 3, 2, 1
5	실험 개념과 원리를 얼마나 정확하게 설명하며 오개념이 없는가?	5, 4, 3, 2, 1
6	실험에 필요한 실험기구를 잘 알고 있으며 능숙하게 사용하는가?	5, 4, 3, 2, 1
합계 점수		

실험 I, II, III, IV 주제에 따라 실험주제별 획득한 점수에 대하여 실험집단과 비교집단간의 차이가 있는지 알아보기 위해서 사후 독립 t-검정을 실시하였다. <표 4>는 실험수행능력 점수에 대한 사후 t-검정을 나타낸 것이다.

<표 4> 실험수행 능력 점수에 대한 t-검정

실험주제	집단	N	M	SD	t	p
실험 I, II	실험집단(2반)	20	43.45	2.625	2.924	.006
	비교집단(3반)	20	40.80	3.088		
실험 III, IV	실험집단(3반)	20	43.00	3.112	-2.488	.017
	비교집단(2반)	20	40.80	2.441		

<표 4>에서 보는 바와 같이 실험수행 능력에 대한 사후 점수는 실험 모듈을 작성한 실험집단이 비교집단에 비해 더 높게 나타났다. 실험 I, II는 2반을 실험 집단으로 하고 3반을 비교집단으로 하였는데, 실험집단의 평균은 43.35점, 비교

집단의 평균은 40.85점으로 나타났으며, t-검정 결과 실험수업에서 실험모듈을 작성한 실험집단과 실험주제와 관련된 실험만 수행한 비교집단 사이에는 유의미한 차이가 난다($p < .001$). 또 실험 III, IV는 3반을 실험집단으로 하고 2반을 비교집단으로 하였는데, 실험집단의 평균은 43.00점, 비교집단의 평균은 40.80점으로 나타났으며, t-검정 결과 실험수업에서 실험모듈을 작성한 실험집단과 실험주제와 관련된 실험만 수행한 비교집단 사이에는 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 이것으로 보아 실험 수업에서 실험과 실험모듈을 작성하느냐 그렇지 않느냐에 따라서 실험수행능력에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 실험 수업에서 학생들이 주체적으로 실험모듈을 제작 해 봄으로써 실험의 목적과 단계를 더 정확하고 정교하게 이해할 수 있기 때문이라고 생각된다. 그러므로 일선 학교에서 실험교과서에 소개된 단계를 따라서 지구과학실험을 수행하는 것 보다 학생들이 직접 핵심 내용을 파악하고 실험 단계를 설정하는 과정을 수립해보는 실험모듈의 작성은 효과적인 수업 방법이라고 생각된다.