초등과학 지구영역의 실험에서 안전에 관한 교사들의 인식 연구

허진우*, 홍승호**

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 이론적 배경
Ⅲ. 연구 절차 및 방법
Ⅳ. 연구 결과 및 논의
Ⅴ. 결론 및 제언

Ⅰ. 서 론

과학실험에서 이용되는 기구와 시약, 폐기물 등은 잠재적인 위험요소를 안고 있다. 특히 초등학교에서 처음 보는 다양한 기구와 재료를 가지고 조별로 여러 학생들이 공동으로 실험을 할 때는 여러 가지 안전사고의 위험이 있다. 그렇기 때문에 교사는 실험실의 지도책임자로서 모든 활동에 대하여 면밀히 살펴야 하며 안전사고에 대한 예방책과 가능성에 대해 인식을 재고할 필요가 있다. 과학실에서의 안전사고는 학생들에게 불안감을 형성하고 과학에 대한 흥미를 저해시키는 동시에 다른 사람에게까지 피해를 줄 수 있다. 한 예로 초등과학 5학년 지구과학 영역의 화산 분출모형 실험에서 중크롬산암모늄을 이용하여 실험하다 화상을 입는 경우가 종종 매스컴에 오르내리고 있고, 이로 인해 과학을 기피하는 학생들이 있다고 한다.

과학실험에서 사고가 발생하는 원인으로는 방심과 부주의, 실험 지식의 부족, 실험 조작

* 한라초등학교 교사
** 제주대학교 교육대학 과학교육전공 부교수

의 미숙, 충동과 호기심 등을 들 수 있다. 이러한 안전사고에 대해서는 예방대책을 수립해야 하며 실험실에서의 사고 처치 방법에 대한 숙련된 즉각적 활동이 요구된다. 그러므로 교사는 실험에 사용되는 기구 조작방법과 위험 약품을 취급할 때 주의할 점을 잘 이해하고 있어야 하며 사고 발생 시 적절한 처리요령을 알고 있어야 한다.

지금까지 에너지와 물질 영역에 대한 실험 시 안전사고에 대한 여러 선행연구가 있었으나, 지구영역에서의 연구 결과는 극히 드물었다. 이에 본 연구는 초등학교 지구영역 실험에서 안전에 관한 교사들의 설문을 통하여 그 실태와 문제점을 알아보고, 그 위험요소에 대한 대안을 마련하여 안전한 실험이 이루어질 수 있도록 기초 자료를 제공하고자 하였다.

본 연구의 주된 내용은 초등학교 지구영역의 과학실험에 사용되는 실험 자료의 위험요소와 안전한 실험을 위한 실험실의 물리적 환경, 안전한 실험을 위한 교사의 사전 준비도와 안전사고 가능성을 조사하였다. 그러나 본 연구는 특정 지역의 교사를 대상으로 이루어진 것이므로 전국적으로 일반화하기에는 제한이 따른다. 또한 본 연구에서 지구영역의 실험이란 초등학교 과학과의 교육과정과 관련이 있는 실험에 한하며, 연구자가 자체적으로 개발한 지구영역의 실험에 관한 설문을 사용하였기 때문에 초등과학 전체로 생각할 수 없으며, 교사들의 지구영역 실험에 대한 종합적인 내용을 파악하기에는 제약이 있다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 안전교육의 필요성

과학은 교과목의 특성상 교수·학습에서 실험의 비중이 크고 제7차 교육과정에서도 이를 강조하고 있다. 학교 현장에서 교사들은 이미 개발되어 있는 실험기구로 현재 교과서에 나와 있는 내용만을 가르치고 있으며 종종 실험 대신 이론적인 설명으로 대체하는 경우도 많다.

과학교과 지도에서 실험은 탐구능력을 향상시키는 필수적이고 핵심적인 요소이나 여러 가지 위험 요소들이 나타나기도 한다. 과학실험에서 이런 위험요소가 있음에도 불구하고 열악한 환경과 안전 불감증으로 인해 가끔 안전사고가 발생하고 있다. 따라서 과학실험으로 인해 학생들이 위험에 노출될 가능성이 크므로 교사는 사전지도와 위험요소에 대한 인식이 필요하다. 신진균(1996)은 학교 안전사고의 장소별 발생유형에서 전체 2677건 중 실험 실습실에서 발생한 사고가 76건(2.8%)이며 그 비율은 점차 증가 추세에 있다고 하였

다. 이런 위험요소로 인해 교사들도 실험을 기피하는 경향을 보이고 있는 것이 현실이다. 특히 초등과학 지구영역의 화산분출 실험에서 안전사고는 종종 일어나곤 한다.

유미라(2002)는 과학교사가 경험한 안전사고에 대해 조사한 연구에서 1년 동안 안전사고가 일어나지 않은 경우는 43.6%로 나타났고, 한 번 이상 일어난 경우가 56.4%였다고 한다. 최지현(2006)은 과학실험실에서의 안전사고는 32.7% 정도 발생한다고 하였으며, 그 사고의 유형으로는 화재사고 38.8%, 폭발사고 10.2%, 약품피해사고 35.2%이며, 이외에도 실험기구가 깨지거나 잘못된 전선으로 인한 전기사고 등이 있는 것으로 보고하였다.

교사가 학생들에게 안전에 대해 적극적으로 주의를 집중시키는 것은 학교 실험실에서의 사고를 막는 예방책이 될 뿐만 아니라, 안전사고 발생 시 피해를 최소화하며 실험실 활동에서의 교육적 효과를 극대화 시키고 나아가 정신적, 신체적으로 건강한 사회의 한 구성원으로 성장시키는 발판이 된다(이미란, 2002).

미국이나 일본에서는 필수과목과 보건교육에 안전교육 시간을 포함하여 필수적으로 실시하고 있는데 반해, 우리나라 교육과정에서는 특별히 안전교육을 실시하는 시간이 확보되어 있지 않고 표준화된 교재도 없다(유미라, 2002). 단지 교육인적자원부(2006a)에서 제시한 실험실에서의 안전 수칙만이 있을 뿐이며 그 내용은 화재발생시 대피요령과 소방활동, 약품의 저장과 라벨링, 장비와 물질의 안전한 이용 등이 주를 이루고 있다.

2. 선행 연구

권재호(2002)는 초등학교 자연과 실험에서의 안전에 관한 실태조사에서 실험복 준비 및 환경, 보안경, 안전 장비 및 응급 처지 장비, 화학약품 폐기 등의 안전한 실험을 위한 실험실의 물리적 환경이 몹시 열악하다고 하였다. 안전한 실험을 위한 교사의 예방책 인식에서는 대부분의 교사가 안전 예방을 하고 있었으며 안전사고 사례에서는 연소·가열 실험이 사고 발생률에 있어서 가장 높다고 하였다.

이미란(2002)은 초등학교 과학실험의 안전에 관한 초등교사들의 인식 조사에서 안전한 실험을 위한 물리적 환경인 실험복, 보안경, 눈 세척 장치 및 안전장비의 준비가 미비한 상황이며, 교사들의 실험 부담 원인으로는 실험 준비의 미비와 안전사고에 대한 부담을 지적하였다.

명재룡(2001)은 과학 실험 폐기물의 정화 처리 방법 개선에 관한 연구에서 과학실험실에 실험폐기물을 분류하는 시설이 갖춰져 학생들이 보면 알 수 있도록 표시하는 관리 감독이 필요하다고 하였다. 많은 초등학교에 실험 폐기물 정화시설이 없어 처리 시설에 대한 지원이 이루어져야 하며, 실험폐기물 중 유류와 같은 폐기물 처리는 흡착 처리 시 톱밥이

나 화장지 같은 대체방법에 대한 홍보의 부족과 과학조교의 위험물 취급이나 환경 관련 교육이 미흡하다고 하였다.

하수영(2001)은 중학교 과학실험실의 안전에 관한 과학교사들의 인식 조사에서 실험실 안전장치 비치와 활용, 응급처치 장비가 대부분의 학교에서 갖추어 있지 않으며, 안전사고 실태와 예방대책에 대해서는 연소·가열 실험 시 사고위험이 가장 높고 그 다음으로는 화학약품 취급과 초자류 취급 순이라고 보고하였다.

이정선(2007)은 9학년 과학 교과서 물질영역의 실험 안전에 대한 분석 및 개선에 대한 실험 활동에서 66% 정도만이 실험 안전에 대한 내용이 포함되어 있었고, 실험안전에 대한 표현방법은 글로 가장 많이 표현하고 있었으며 내용 영역에서는 손 보호에 대한 내용이 가장 많았다. 유리 기구를 다루는 실험의 경우 안전이 표현된 비율은 평균 25% 정도로 낮았고, 불을 다루는 실험과 화학 약품을 다루는 실험의 경우 안전이 표현된 비율이 67%로 다소 높았으며 불을 다루는 실험의 경우는 교과서별로 차이가 아주 크다고 하였다.

이상에서와 같이 교사를 대상으로 과학실험에 대한 안전 인식도 연구들은 에너지, 물질 영역에서 주로 이루어졌으나 지구영역에 대한 연구결과는 극히 드문 편이라고 할 수 있다.

3. 초등과학 지구영역의 안전지도 내용

초등학교 과학교과서에 나와 있는 지구 관련 단원 중에서 특별히 안전지도를 요하는 내용(교육인적자원부, 2006a)을 학년별로 살펴보면 다음과 같다.

가. 3학년 안전지도 내용

운동장에서 실험을 할 때 파손되어 다칠 위험이 있는 유리로 된 컵이나 비커 대신 플라스틱으로 만들어진 제품을 사용하며 바람개비 등 공작을 이용한 도구를 만들 때는 칼과 실 핀을 조심해서 사용하도록 지도한다. 또한 유수대 사용 시 운반하다 떨어트리는 일이 없도록 하고 달 관찰 시 보호자와 동반하여 관찰할 수 있도록 한다. 흙이 생기는 과정을 알아볼 때도 송곳과 망치를 조심해서 다루며 돌의 부스러기가 튀면서 눈에 들어가지 않도록 조심한다.

나. 4학년 안전지도 내용

야외 현장학습 시 사전답사를 통해 위험요소를 확인하고 땅 모양 변화 관찰이나 유수대 사용 시 운반하다 떨어트리는 일이 없도록 하고 밤하늘의 별 관찰 시 보호자와 동반하여 관찰할 수 있도록 한다. 지층이 만들어지는 과정에서 페트병을 칼로 자를 때 손이 베이지

않도록 주의한다. 지층을 이루고 있는 알갱이 관찰 시 못에 찔리지 않도록 조심하고 사용 후 교사에게 반납한다.

다. 5학년 안전지도 내용

온도계 사용 시 파손되지 않도록 주의하고 지면과 수면의 온도 변화 알아보기에서 스탠드 사용 후 뜨거운 백열전등이 식은 것을 확인하고 뒷정리를 한다. 바람이 부는 까닭에서 대류상자의 유리부분을 조심해서 다루고 향불에 불을 붙일 때 화재예방에 주의한다. 바닷가에서 부는 바람의 방향 알아보기에서 가위 사용 시 조심한다. 화산이 분출하는 모양에서 중크롬산암모늄의 사용을 지양하고 화산분출 실험 시 충분히 떨어져 관찰한다. 현무암과 화강암 관찰에서 암석 표면을 만질 때 상처 입지 않게 주의하고 못을 사용할 때 주의한다. 태양의 모양 관찰에서 직접 육안으로 태양을 쳐다보지 않게 지도하고 태양과 행성의 크기 비교에서 모형 자료 제작 시 핀침 사용에 주의한다.

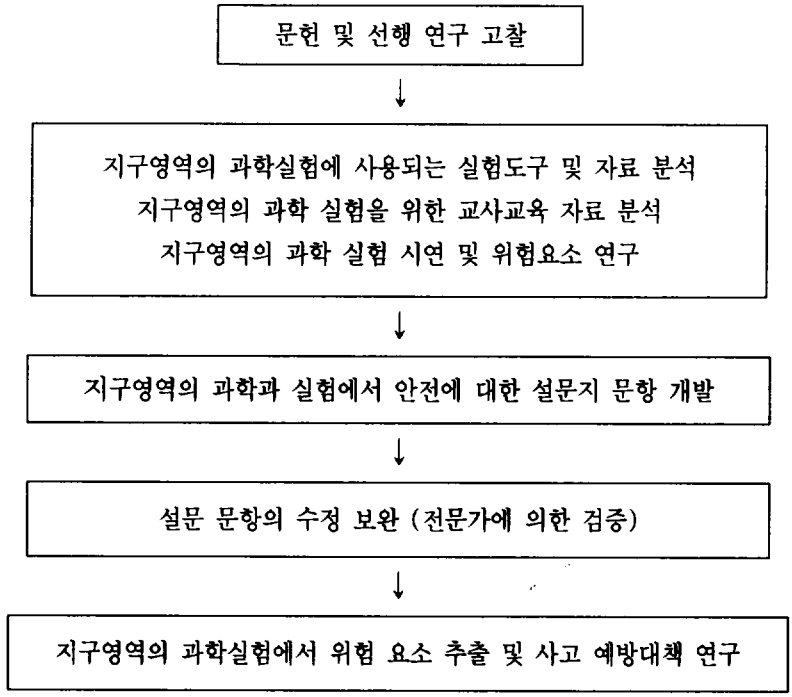
라. 6학년 안전지도 내용

지층의 휘어짐과 어긋남에서 두꺼운 종이의 날카로운 모서리에 손을 베이지 않도록 조심하고 스티로폼이 끊어질 때 책상에 손이 부딪혀 다치지 않도록 주의한다. 변성암의 특징 관찰에서 묽은 염산 사용 시 피부에 닿거나 눈에 들어가지 않도록 주의하고 서로 다른 용액에 각각 다른 스포이트를 사용한다. 기압과 공기의 움직임 알아보기에서 주사기 구멍을 막고 피스톤을 당길 때 구멍을 얼굴 등 민감한 피부로 막지 않도록 주의한다. 태양의 고도를 만들 때 장갑을 착용하고 압정과 망치 사용 시 조심하고 망치질 할 때 손을 다치지 않도록 주의한다. 위도에 따른 태양의 고도와 그림자의 길이 변화에서 뜨거운 전구에 화상을 입지 않도록 조심하고 감전에 주의한다.

Ⅲ. 연구 절차 및 방법

1. 연구의 절차

본 연구를 위하여 수행된 전체적인 연구 절차는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구의 절차

2. 연구 대상

본 연구를 위하여 제주도내 초등학교 교사 206명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 연구 대상들의 배경은 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구 대상의 배경

구분	배경	빈도	%
성별	남	39	18.9
	여	167	81.1
교직 경력	5년 이하	92	44.7
	6-10년	44	21.4
	11-15년	16	7.8
	16-20년	17	8.3
	21년 이상	37	18.0

구분	배경	빈도	%
학교규모	1-6학급	29	14.1
	7-12학급	11	5.3
	13-18학급	40	19.4
	19학급 이상	126	61.2
심화과정	도덕	10	4.9
	국어	24	11.7
	수학	19	9.2
	사회	21	10.2
	과학	20	9.7
	체육	12	5.8
	음악	14	6.8
	미술	18	8.7
	실과	13	6.3
	교육	26	12.6
	영어	17	8.3
	컴퓨터	9	4.4
	기타	3	1.5

설문에 응한 교사들의 성별은 여교사가 남교사 보다 4배 정도 많았으며, 이는 현직 초등교사의 분포를 반영한다. 교직경력은 5년 이하, 6-10년, 21년 이상의 순이었고, 학교 규모는 19학급 이상인 학교에서 근무하는 교사들이 126명으로 가장 많았다. 교육대학 재학시 이수한 심화과정은 인문계열이 101명, 자연계열(수학, 과학, 실과, 컴퓨터)이 61명, 예체능계열 44명 순이었다.

3. 검사도구의 개발 및 설문 조사

설문지는 선행연구와 교육부에서 제시한 실험실 안전 지도 자료를 근거로 하여 초등과학의 지구영역에서 안전사고 위험 요인을 추출하여 작성하였다.

설문지는 응답자의 배경 외에 초등과학 교과서(교육인적자원부, 2006b; 2006c; 2006d) 지구영역의 실험안전에 관한 교사교육의 실태, 실험실 환경, 안전사고의 사례와 교사의 처치방법, 사고예방을 위한 대책 등의 총 21문항으로 구성하였다. 그 내용별 분석은 <표

2>에 제시하였으며, 구체적인 설문 검사 문항은 <부록 1>에 제시하였다.

<표 2> 검사 문항지의 내용별 분석

구분	조사개념	문항수
응답자의 배경	성별, 교직경력, 학교규모, 심화과정	4
실험 안전에 관한 교사교육실태	사전실험 수행정도 사전 안전지도 시수 실험 안전교육이수 실험안전 교육자료	4
실험실 환경	실험복 착용 여부 보안경 착용 눈 세척 장치 구비 화산분출실험 암석의 단단하기 안전 및 응급처치 장비	6
교사의 안전사고 인식	실험 시 교사 인식 현장체험 시 안전사고 인식 화산폭발 실험 시 인식 안전사고 발생률이 높은 실험의 인식	8
사고예방을 위한 시책	안전사고 예방을 위한 대책 실험개선 주제	3

4. 자료 분석

각 문항에 대해 남교사와 여교사 간의 빈도 차이, 교육경력에 따른 빈도 차이, 심화과정 이수에 따른 빈도 차이를 χ^2-검정으로 분석하였다.

Ⅳ. 연구 결과 및 논의

1. 지구영역의 내용체계

본 연구에 대한 이해를 돕기 위하여 초등과학 지구영역의 내용 체계를 <표 3>에 제시하였다. 그 내용은 지질, 기상, 해양, 천문 분야를 중심으로 학년에 따라 골고루 편재되어 있었으며, 6학년인 경우는 3개의 단원으로 이루어져 있어서 다른 학년보다 적은 편이었다. 이와 같이 학년에 따라 여러 분야의 내용이 골고루 편재되어 있는 것도 좋으나 실제적으로는 단원의 연결이 어렵고 분산되어 있는 면이 있어서 한 학년에 대해 한 분야의 단원들을 모두 모아 놓는 것도 바람직하다고 생각한다.

<표 3> 내용 체계

영역	3학년	4학년	5학년	6학년
지구	· 여러 가지 돌과 흙 · 운반되는 흙 · 둥근 지구, 둥근 달 · 맑은 날, 흐린 날	· 별자리 찾기 · 강과 바다 · 지층을 찾아서 · 화석을 찾아서	· 날씨 변화 · 물의 여행 · 화산과 암석 · 태양의 가족	· 계절의 변화 · 일기예보 · 흔들리는 땅

초등과학 지구영역의 실험에서 안전에 관한 실태와 유형, 안전한 실험을 위한 물리적 환경 및 예방대책에 대하여 각 설문 문항에 따른 교사들의 응답 빈도를 <표 4>에 제시하였다.

<표 4> 각 문항에 대한 전체 연구대상의 답변빈도

단위: 명(%)

문항	항목*			
	①	②	③	④
1	98(47.6%)	80(38.8%)	15(7.3%)	13(6.3%)
2	4(1.9%)	15(7.3%)	142(68.9%)	45(21.8%)
3	59(28.6%)	128(62.1%)	13(6.3%)	6(2.9%)

문항	항목*			
	①	②	③	④
4	10(4.9%)	174(84.5%)	21(10.2%)	1(0.5%)
5	89(43.2%)	44(21.4%)	62(30.1%)	11(5.3%)
6	0(0.0%)	3(1.5%)	13(6.3%)	190(92.2%)
7	4(1.9%)	7(3.4%)	30(14.6%)	165(80.1%)
8	21(10.2%)	164(79.6%)	18(8.7%)	3(1.5%)
9	5(2.4%)	103(50.0%)	55(26.7%)	43(20.9%)
10	76(36.9%)	100(48.5%)	28(13.6%)	2(1.0%)
11	56(27.2%)	67(32.5%)	51(24.8%)	32(15.5%)
12	119(57.8%)	68(33.0%)	10(4.9%)	9(4.4%)
13	177(85.9%)	4(1.9%)	22(10.7%)	3(1.5%)
14	75(36.4%)	81(39.3%)	29(14.1%)	21(10.2%)
15	55(26.7%)	121(58.7%)	18(8.7%)	12(5.8%)
16	49(23.8%)	96(46.6%)	48(23.3%)	13(6.3%)

*각 문항의 항목 ①, ②, ③, ④는 <부록 1>에 제시하였다.

전체 연구대상에 대해 각 문항의 답변빈도를 분석해 보면, 다루어 보지 않은 실험주제에 대해서는 불안하다는 응답이 가장 많았으며, 이에 대해 사전실험을 하는가의 여부는 필요에 따라 하거나 거의 안하는 것으로 조사되었다. 이와 비슷한 경우는 3번 문항의 현장학습 인솔 시나 12번 문항의 화산 분출 모형 실험에서도 안전사고에 대해 불안하다는 의견이 가장 많았다. 이러한 결과는 경험했던 기존 실험에 대해서는 친숙하나 경험하지 못한 실험에 대해서는 실험능력과 지식이 낮음을 의미한다. 따라서 교원 연수 시 다양한 실험에 대한 내용을 강화시켜 자신감을 갖게 할 필요가 있으며 학교 교육과정 속에도 안전교육 시수를 확보하고 사전 교육을 철저히 해야 하겠다. 아울러 지금까지 안전사고가 많았던 실험이나 현장학습의 사고에 대한 선입견이 크게 작용한 것도 교사들이 이에 대한 실험을 꺼려하는 경향이 높다고 볼 수 있다. 이에 대해서는 학기 초에 과학실험 요소를 추출하여 사전실험을 하고 과학실에서 실험 시 일어날 수 있는 여러 상황에 대비할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

학년 초에 실험에 대한 안전 지도 시간은 실험하기 전에 주제별로 간단히 알려주는 정도로 하고 있었으며, 실험 안전교육 자료로는 교사용 지도서, CD나 VTR 자료를 선호하는 것으로 나타났다. 실험할 때 실험복이나 보안경 착용은 거의 안하고 있었으며 눈 세척 장치도 거의 없는 실정이었고, 안전 장비나 응급 처치 장비는 기본적인 것만 갖추어 있었다. 따라서 학생들의 안전한 실험을 위한 물리적 환경이 열악함을 단적으로 보여주는 사례라고 할 수 있다. 또한 교사들이 실험에 대해 부담을 느끼는 이유로는 실험준비의 미비, 안전사고의 부담 순으로 나타나 실험에 대한 능력이나 지식이 부족한 것으로 보이며, 여러 교과목에 대한 수업준비 때문에 과중한 업무도 한 원인으로 보인다. 이에 과학전담 교사를 활용하여 안전지도 연수를 받도록 하고 사전 실험을 통해 안전요소를 추출하여 실제 과학실험에서 적용하는 방안도 검토해 볼 필요가 있다.

암석의 변화를 관찰하기 위하여 염산을 쓰는 경우는 대체로 부적절하다는 의견이 많았다. 강산인 염산의 냄새가 독하고 피부에 닿았을 때 화상을 입을 우려가 있으므로 다른 물질로 대체하는 것이 바람직하다. 또한 수은온도계가 깨질 경우에 대비하지 않는다는 의견도 가장 많아 수은이 중금속임을 간과하는 경향이 높은 것 같다. 따라서 유해한 화학물질에 대해 가급적 무해한 물질로 대체해야 함을 반영하는 사례라고 할 수 있다. 이러한 방안으로 유리온도계를 디지털온도계로 대체하여 사고의 위험을 감소시키는 방법도 있다. 또한 실험실 안전을 위하여 국가적 차원에서 모든 학교 실험실에 필수 실험실 안전장비를 갖추게 하고 실험실 안전 체크리스트 및 메뉴얼을 개발하여 보급해야 하겠다.

전체 연구대상을 성별로 나누어 문항에 따라 분석해 본 결과, 1개의 문항에서 유의한 차이를 나타냈다. 12번 문항의 '화산 분출 모형'을 실험할 때 학생의 안전문제에 대해 여교사가 남교사에 비해 더 불안해하는 경향을 보이고 있다 <표 5>. 이는 일반적으로 남교사가 여교사보다 실험이나 모험심이 강하다는 것을 반영한다. 실험에 대한 두려움과 불안감이 강할수록 사전실험을 철저히 실시하여 실험에 대한 불안감을 극복하하면서 학생들의 학습효과를 높일 수 있도록 하고 흥미를 가질 수 있는 실험 모형을 개발하여 사용토록 하는 것이 바람직하겠다.

<표 5> 성별에서 유의한 차이를 보인 문항의 답변 빈도

		항목*				통계치
		①	②	③	④	
문항12	남	13(6.3%)	21(10.2%)	2(1.0%)	3(1.5%)	p=.006
	여	106(51.5%)	47(22.8%)	8(3.9%)	6(2.9%)	

*①불안하다, ②보통이다, ③걱정이 안 된다, ④생각해 본 적 없다

한편 교직경력에 따라 유의한 빈도 차이를 보인 문항은 4개의 문항으로 나타났다 <표 6>.

<표 6> 교직경력에 따른 유의한 문항의 답변 빈도

문항	경력	항목*				통계치
		①	②	③	④	
문항2	5년 이하	0	4(1.9%)	61(29.6%)	27(13.1%)	p=.001
	6-10년	1(0.5%)	1(0.5%)	33(16.0%)	9(4.4%)	
	11-15년	1(0.5%)	3(1.5%)	7(3.4%)	5(2.4%)	
	16-20년	0	5(2.4%)	10(4.9%)	2(1.0%)	
	21년 이상	2(1.0%)	2(1.0%)	31(15.0%)	2(1.0%)	
문항6	5년 이하	0	0	1(0.5%)	91(44.2%)	p=.0001
	6-10년	0	0	5(2.4%)	39(18.9%)	
	11-15년	0	0	0	16(7.8%)	
	16-20년	0	3(1.5%)	1(0.5%)	13(6.3%)	
	21년 이상	0	0	6(2.9%)	31(15.0%)	
문항11	5년 이하	8(3.9%)	35(17.0%)	30(14.6%)	19(9.2%)	p=.0001
	6-10년	9(4.4%)	17(8.3%)	12(5.8%)	6(2.9%)	
	11-15년	2(1.0%)	6(2.9%)	3(1.5%)	5(2.4%)	
	16-20년	10(4.9%)	4(1.9%)	2(1.0%)	1(0.5%)	
	21년 이상	27(13.1%)	5(2.4%)	4(1.9%)	1(0.5%)	
문항16	5년 이하	17(8.3%)	33(16.0%)	32(15.5%)	10(4.9%)	p=.009
	6-10년	13(6.3%)	27(13.1%)	4(1.9%)	0	
	11-15년	2(1.0%)	9(4.4%)	4(1.9%)	1(0.5%)	
	16-20년	5(2.4%)	9(4.4%)	3(1.5%)	0	
	21년 이상	12(5.8%)	18(8.7%)	5(2.4%)	2(1.0%)	

*각 문항의 항목 ①, ②, ③, ④는 <부록 1>에 제시하였다.

경력이 낮은 교사일수록 다루어 보지 않은 실험에 대해서 사전 실험을 필요에 따라 하거나 거의 안하는 것으로 나타났다. 또한 실험복 착용에서도 역시 5년 이하 경력의 교사는 실험복의 필요성에 대한 인식이 낮은 것으로 나타났다. 따라서 신규교사는 과학실에서 실

험에 대한 경험이 적어 그 중요성을 소홀히 한 것으로 생각된다. 화산 분출 실험에서는 중크롬산암모늄을 이용하는 대신 자료로 대체하거나 대체 실험을 하는 것으로 나타났다. 대학 재학 시 중크롬산암모늄이 발암물질이라는 것과 안전사고의 위험을 알고 이용하지 않는 것으로 여겨진다. 수은온도계 사용에 있어서도 5년 이하 경력의 교사는 깨질 경우에 대한 안전대책을 강구하지 않았는데, 이는 최근에 수은온도계 대신 알콜온도계나 디지털온도계를 사용하는 경향을 보여 이러한 결과가 나타난 것이다. 따라서 신규교사에 대한 실험 안전교육이 무엇보다도 시급하다고 사료되며 반드시 과학과 연수에 참여하도록 의무화 시킬 필요가 있다.

그리고 교육대학 재학 시 심화과정 이수에 따른 답변 빈도를 조사한 결과, 1개의 문항에서만 유의한 차이를 나타내었다 <표 7>.

<표 7> 심화과정에 따른 유의한 문항의 답변 빈도

문항12	항목*				통계치
	①	②	③	④	
도덕	7(3.4%)		1(0.5%)	2(1.0%)	
국어	12(5.8%)	9(4.4%)	1(0.5%)	2(1.0%)	
수학	10(4.9%)	6(2.9%)	2(1.0%)	1(0.5%)	
사회	15(7.3%)	4(1.9%)	2(1.0%)		
과학	7(3.4%)	12(5.8%)	1(0.5%)		
체육	5(2.4%)	7(3.4%)			
음악	11(5.3%)	3(1.5%)			p=.043
미술	11(5.3%)	6(2.9%)	1(0.5%)		
실과	5(2.4%)	8(3.9%)			
교육	14(6.8%)	10(4.9%)	1(0.5%)	1(0.5%)	
영어	12(5.8%)	1(0.5%)	1(0.5%)	3(1.5%)	
컴퓨터	8(3.9%)	1(0.5%)			
기타	2(1.0%)	1(0.5%)			

*①불안하다, ②보통이다, ③걱정이 안 된다, ④생각해 본 적 없다

교육대학 재학 시 전공에 있어 자연계열(수학, 과학, 실과, 컴퓨터)을 심화과정으로 이수한 교사는 예체능계열(음악, 미술, 체육)과 인문계열을 이수한 교사보다 12번 문항의 '화산 분출 모형' 실험에 대한 안전문제에 대해 덜 불안해하였다. 이는 계열의 특성으로 인해 실습과 체험에 의한 경험이 자연계열이 인문계열에 비해 많았음을 반영한다. 이 또한 학부

재학 시 과학관련 교과목을 덜 이수한 심화과정의 교사들에게도 개정되는 교육과정과 실험재료들에 익숙해질 수 있도록 추수연수가 필요하다고 생각된다.

주관식 문항으로 설문한 경우의 응답 결과를 살펴보면,

알콜 램프를 엎질렀을 경우 교사의 조치로서는 소화기(25명)나 모래상자(24명)를 이용하겠다고 답한 교사가 많았다. 다음으로는 학생들을 안전지대로 이동(20명), 천 등으로 공기를 차단(17명) 및 물걸레를 준비(8명)하는 순으로 불을 끄겠다고 응답하였다. 이러한 화재사고에 대해서는 교사들이 응급처지 요령을 제대로 인식하고 있다고 볼 수 있지만 교사들이 화재가 발생하였을 때 대응할 수 있는 일반적인 행동수칙이 필요할 것이다.

실험에 대한 시급한 안전사고 예방대책으로는 화산실험의 위험성으로 대체 실험(12명)을 필요로 하는 답변이 가장 많았고, 다음으로는 안전장치 설치(10명)와 암석 굳기 실험 시 보안경 착용(8명) 순으로 나타났다. 이외에도 2명 이하의 빈도로 대체 시청각자료 개발, 보조교사 확보, 실험복과 보안경 구비, 알콜 램프를 플레이트열판으로 교체 등을 원하고 있었다. 이는 교사 자신도 실험실 환경이 열악함을 알고 있으면서도 재정 등의 문제 때문에 차차 개선해 가야 할 것으로 믿고 있으며, 이를 위해 국가 차원에서는 학교 실험실 안전을 위한 예산을 확보하고 장비를 갖추어 교육을 실시해야 할 것이다.

실제 교사들이 경험한 안전사고 사례로는 화산분출 실험, 암석과 염산의 반응 및 온도계 사용 시 파손이 되는 경우가 많았다. 이에 대한 처리방법으로는 야외실험, 보건실 이용, 디지털 온도계로 대체한다는 응답을 보였다. 때로는 실험 장소가 협소하여 사고의 위험이 있는 실험이나 강한 화학약품을 써야 하는 환기 문제 등으로 인하여 실험실에서만 하기 어려운 경우는 학습대상이 초등학생이라는 점을 고려하여 다각도로 넓은 운동장과 같은 넓은 장소를 택하는 방법을 생각해 보아야 한다. 이에 대해서는 우선 수업 전 안전사고 예방교육을 충분히 할 필요가 있고 위험요소가 있는 실험의 경우 시범실험을 실시하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

개선 실험 주제로서 암석과 염산의 반응 실험에서는 반응이 잘 일어나지 않으며, 화산분출 실험은 탄산수소나트륨과 식초가 실감이 나지 않아 반응의 시각적 효과가 떨어진다고 답하였다. 이 또한 초등교사들이 전과목을 가르쳐야 하는 부담감 때문에 반응효과가 뛰어난 대체 물질을 가지고 일일이 대체하여 실험하기란 쉽지 않다. 이에 대해서는 과학관련 전문가들이 참여하여 대체 방안을 제시해 주는 것이 바람직하다. 또한 동영상 자료를 보여준 후 실험하는 방법도 제시될 수 있다.

별자리 관찰은 주간에 학교에서 실제적인 관찰이 불가능하며, 지구행성 거리 측정은 12월에 진도가 나가 날씨로 인해 운동장에서 실제 거리 측정이 힘들어서 교실에서 이론적 설명으로 넘어가는 경우가 많기 때문에 단원 순서에서 좀 더 앞서 교육과정을 변경하는

것이 좋겠다는 응답을 보였다. 교육과정을 교사의 재량에 따라 재구성할 수 있으나 시험 등으로 인한 진도 등의 여러 상황 때문에 대부분의 교사가 교과서 순서에 의해 진도를 나가고 있는 실정이다. 이에 따라 교사의 재량에 따라 교과를 재구성하고 다양한 대체 모형을 개발하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

교사가 실험 안전 교육을 받은 경우는 전체 응답자의 16명에 불과했고 교육청 주관의 과학과 연수 시 1시간 정도의 교육을 받은 것으로 나타났다. 이는 과학관련 연수가 부족함을 의미하며, 특히 교과부 차원의 학교급별 실험실 안전자료를 개발하고 학교에서 실제적인 교원 연수가 이루어질 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 하고, 실험안전에 대한 교사 자신의 마인드가 확산되어야 하겠다.

V. 결론 및 제언

그동안 초등학교 과학과 실험의 안전에 관해서는 다양한 연구 결과가 있었으나, 지구영역의 실험에 한정하여 안전에 관한 교사의 인식에 대해 알아본 연구는 극히 드물었다. 본 연구에서 나타난 초등과학 지구영역 실험의 조사 결과를 토대로 얻은 결론은 다음과 같다.

교사는 다루어 보지 않은 실험주제에 대해서 불안해하며 학생들의 안전사고에 대한 부담이 많고 안전 교육자료는 교사용 지도서에 너무 의존하는 경향이 나타났다. 또한 실험을 하지 않고 이론적으로 넘어가는 경우도 많았으며, 실험실의 물리적 환경이 열악함을 알 수 있었다. 이는 초등교육의 특성상 전과목을 가르쳐야 하기 때문에 실험에 대한 다양한 경험과 마땅한 다른 실험 안전 교육자료가 부족하다는 것을 의미한다. 따라서 실험실의 현대화 작업을 통해서 학생들이 안전하게 실험하고 흥미를 가질 수 있는 공간으로의 전환이 하루빨리 이루어져야 하겠다.

다음으로는 실험에서 사용되는 유해한 약품에 대한 대체가 필요하다고 생각되었다. 이에 대해서는 시각적인 효과가 뛰어나며 인체에 안전한 실험시약으로 바꾸어도 교육목적 달성에 하자가 없는 것에 대한 연구가 더 필요하다고 보며 실험방법의 대체도 고려해 볼 만하다. 다양한 안전사고의 위험 속에 교사가 생각하지도 못하는 부분에서 사고가 일어날 경우를 대비하여 전문가에 의한 안전교육이 반드시 필요하다고 하겠다. 따라서 실험 안전 교육의 필요성에 대한 신규교사 교육 및 기존 교사의 추수 연수가 시행되어야 할 것이다.

이상에서와 같이 열악한 환경 속에서 항상 안전사고의 위험을 감수하며 실험실에서 새로운 경험을 하는 초등학생들에게 보다 좋은 물리적 환경의 조성 및 교사의 심리적 부담을 줄일 수 있는 다양한 자료 개발과 위험요소에 대한 대체 실험방법이 개발되어야 하겠

다. 또한 안전한 실험을 위한 교사들의 부단한 노력과 정기적인 실험 안전 연수의 제도적 장치가 요구된다고 하겠다.

참고문헌

교육인적자원부(2006a). **초등학교용 실험실 안전 지도 자료**. 서울.

교육인적자원부(2006b). **초등학교 과학 3-6**. 서울: 대한교과서주식회사.

교육인적자원부(2006c). **초등학교 실험 관찰 3-6**. 서울: 대한교과서주식회사.

교육인적자원부(2006d). **초등학교 과학 교사용 지도서 3-6**. 서울: 대한교과서주식회사.

권재호(2000). **초등학교 자연과 실험에서의 안전에 관한 실태 조사**. 석사학위논문. 한국교원대학교.

김양균(2002). **초등학교 과학과 실험수업에 대한 교사들의 인식 및 실태조사**. 석사학위논문. 한국교원대학교.

명재룡(2001). **과학 실험 폐기물의 정화 처리 방법 개선에 관한 연구**. 석사학위논문. 연세대학교.

신진균(1996). **학교 안전사고의 개선 방안에 관한 연구**. 석사학위논문. 서울대학교.

유미라(2003). **중학교 과학 실험 내용과 안전사고 개선 방안에 관한 연구**. 석사학위논문. 국민대학교.

이미란(2002). **초등학교 과학실험에서 안전에 관한 초등교사들의 인식 조사**. 석사학위논문. 한국교원대학교.

이정선(2007). **9학년 과학 교과서 물질 영역의 탐구에서 실험 안전에 대한 분석 및 개선**. 석사학위논문. 경북대학교.

최지현(2006). **중등학교 과학실험실에서의 학생들의 안전의식도 조사**. 석사학위논문. 고려대학교.

하수영(2001). **중학교 과학 실험실 안전에 관한 교사들의 인식**. 석사학위논문. 한국교원대학교.

〈부록〉

초등학교 과학실험 중 지구영역에서의 안전에 관한 설문지

※ 응답안내

1. 각 문항의 지문을 읽으시고, 응답지의 해당되는 번호에 v표로 표시하여 주십시오.
2. 주관식 문항에 대해서는 해당하는 내용을 응답지에 직접 기록하여 주십시오.

응답자의 배경에 대한 설문입니다. 응답지의 해당되는 번호에 v표로 표시하여 주십시오.

1. 성별 : ①남( ) ②여( )
2. 교직경력 : ①5년 이하( ) ②6-10년( ) ③11-15년( )
   ④16년- 20년( ) ⑤ 21년 이상( )
3. 학교규모 : ①1-6학급( ) ② 7-12학급( )
   ③13-18학급( ) ④19학급 이상( )
4. 심화과정 : ①도덕( ) ②국어( ) ③수학( ) ④사회( ) ⑤과학( )
   ⑥체육( ) ⑦음악( ) ⑧미술( ) ⑨실과( ) ⑩교육( )
   ⑪영어( ) ⑫컴퓨터( ) ⑬기타( )

[1-16] 응답지의 해당되는 번호에 v표로 표시하여 주십시오.

1. 다루어 보지 않은 지구영역의 실험 주제를 처음 접할 때 선생님의 생각은 어떠합니까?
   ① 불안하다( ) ② 보통이다( ) ③ 걱정이 안 된다( ) ④ 잘 모르겠다( )

2. 다루어 보지 않은 지구영역의 실험주제를 지도하기 위해 먼저 사전실험을 얼마나 하고 있습니까?
   ① 항상 한다( ) ② 거의 다 한다( ) ③ 필요에 따라 한다( ) ④ 거의 안 한다( )

3. 지구영역의 현장체험학습을 위하여 학생들을 인솔하였을 때 안전사고에 대해 어떻게 생각합니까?
   ① 불안하다( ) ② 보통이다( ) ③ 걱정이 안 된다( ) ④ 생각해 본 적 없다( )

4. 학년 초에 실험 안전에 대한 사전 지도 시간을 얼마나 할애합니까?
① 하지 않는다( ) ② 실험하기 전에 주제별로 간단히 한다( )
③ 1시간( ) ④ 2시간( )

5. 지구영역의 실험 안전 교육 자료는 무엇을 가지고 활용합니까?
① 교사용 지도서( ) ② 교과서( )
③ CD자료나 VTR자료( ) ④ 하지 않아서 잘 모르겠다( )

6. 실험할 때 실험복을 어느 정도 착용합니까?
① 항상 착용( ) ② 대부분 착용( )
③ 필요에 따라 착용( ) ④ 거의 착용 안함( )

7. 보안경을 사용해서 실험해야 할 경우 학생들은 보안경을 어느 정도 착용합니까?
① 항상 착용( ) ② 대부분 착용( )
③ 필요에 따라 착용( ) ④ 거의 착용 안함( )

8. 실험실에는 눈 세척 장치가 준비되어 있습니까?
① 있다( ) ② 없다( )
③ 준비할 계획이다( ) ④ 필요 없다고 생각한다( )

9. 실험실의 안전 장비 및 응급 처치 장비가 어느 정도 갖추어져 있습니까?
① 갖추어져 있다( ) ② 기본적인 것만 갖추어져 있다( )
③ 조금 갖추어져 있다( ) ④ 전혀 갖추어 있지 않다( )

10. 선생님이 실험에 부담을 느낀 적이 있다면 그 이유는 무엇 때문입니까?
① 안전사고에 대한 부담( ) ② 실험준비의 미비( )
③ 실험에 대한 이해 부족( ) ④ 기타 :

11. 화산 분출 실험 시 중크롬산암모늄을 이용하여 실험합니까?
① 중크롬산암모늄을 사용하여 실험함( ) ② 자료로 대체함( )
③ 대체 실험을 함( ) ④ 기타 :

12. '화산 분출 모형' 실험을 할 때 학생들의 안전문제에 대해 어떻게 생각합니까?

① 불안하다( ) ② 보통이다( )
③ 걱정이 안 된다( ) ④ 생각해 본 적 없다( )

13. 암석의 단단하기 측정 실험에서 암석을 긁을 때 사용하는 기구는 무엇입니까?
① 못( ) ② 손톱( ) ③ 설명으로 대체( ) ④ 기타 :

14. 암석 관찰 시 염산을 떨어뜨려 변화를 관찰하는 실험에서 선생님은 어떻게 생각합니까?
① 부적절하다( ) ② 보통이다( )
③ 적절하다( ) ④ 생각해 본 적 없다( )

15. 전등을 이용한 실험 시 백열전구의 온도를 염두에 두고 있습니까?
① 상관없이 실험한다( ) ② 어느 정도 시간이 지나면 끄고 한다( )
③ 이론 설명( ) ④ 기타 :

16. 수은온도계 이용 실험 시 깨질 경우에 대비하고 있습니까?
① 대비한다( ) ② 대비하지 않는다( )
③ 설명으로 대체( ) ④ 기타 :

[17-21] 다음은 주관식 문항입니다. 내용을 응답지에 직접 기록하여 주십시오.

17. 만일 학생이 알콜 램프를 엎질러 실험대에 불이 붙었을 경우 선생님은 어떤 조치를 취하겠습니까?

18. 초등학교 과학실험 중 지구영역에서 안전사고 예방대책으로 가장 시급한 것은 무엇이라고 생각합니까? 한 가지만 적어 주십시오.

19. 지구영역에서 자주 발생하는 안전사고 사례와 처리 방법을 간단히 적어 주십시오.
사고사례 :

처리방법 :

20. 현행 과학과 교육과정에서 지구영역의 탐구활동 중 개선하였으면 하는 실험 주제를 한

가지만 적어 주시고, 그 이유를 간단히 적어 주십시오.

실험주제 :

이 유 :

21. 선생님은 실험 안전 교육을 언제, 어디서, 몇 시간 받으셨습니까?

언제 :

어디서 :

이수시간 :

받은 적이 없다 :

설문에 참여해 주셔서 감사합니다.