

과학 실험 교육의 현황과 실험 시약 사용의 주의사항

김윤경 · 정해문

(태릉 고등학교, 서울대학교 · 사범대학 생물교육학과)

The Present Status of Science Experimental Education and the Cautions on Using Toxic Chemicals

Yoon Kyung Kim · Hae Moon Chung

(Taereung High School · Seoul National University)

Abstract

This research aims to perceive the present state of science experimental education practiced in middle school and also to improve the laboratorial environment. Accordingly, this study surveyed 297 middle school science teachers in Seoul to examine the risks and accidents occurred during lab sessions, the conditions of chemical waste disposal, and whether or not teacher's manual clearly states cautions on toxic chemicals.

About 70%(69.6%) of science teachers were highly concerned about risks and toxicity of chemicals used in classes, 59.9% experienced actual accidents, and 83.2% were anxiety of incidents caused by chemicals. Besides, 55.2% of science teachers answered that they have little knowledge about caring noxious chemicals used in lab sessions. So it turns out that they need more specific education on handling toxic chemicals. More than one third(36.7%) answered that they disposed of chemical waste water without any special care or kept it in the lab after experiments. The number of chemicals as well used in middle school curriculum is increasing as grades gets higher toxic chemicals. However, there are few teachers' manual covering how to handle noxious chemicals.

Therefore, in middle school curriculum the number of poisonous chemicals should be minimized as much as possible, and in case the toxic chemicals have to be used, teacher's guide book should state precautions on handling chemicals in detail. Also government should make it obligatory on schools to instate ventilator for chemical waste, or to transport the waste to proper disposal systems.

I. 서론

현재 인류가 누리고 있는 고도의 물질문명은 과학 발전의 직접적인 결과로 과학의 이해와 응용은 현대 사회 생활에 필수적인 요소로 등장하게 되었다. 따라서 학교 교육에서의 과학 교육의 비중이 커지게 되었고 필연적으로 실험 교육의 중요성이 강조되기에 이르렀다. 그 결과, 각 학교마다 실험 기자재 확충과 실험 자체의 실시에 많은 노력을 기울이고 있다. 그러한 가운데 학교 현장에서는 크고 작은 안전 사고가 일어나는 경우도 있고, 실험 실시 후의 폐기물 문제로 많은 곤란을 겪고 있으나 별다른 대책 없이 그대로 폐기물을 쌓아두거나 그대로 방류해버리는 경우가 종종 일어나 환경 오염의 문제까지 비화되고 있는 실정이다.

그러므로 여기에서는 학교의 폐기물 관리가 어느 정도나 이루어지고 있으며, 실험 시약의 위험성에 대한 과학 교사들의 인식은 어느 정도인가를 설문지를 통해서 알아보고 교과서나 교사용 지침서에 실험 시약에 대한 주의 사항을 얼마나 실었는지를 조사해봄으로 과학 실험의 현황을 파악해보았다.

과학 실험시 교사들이 느끼는 위험성과 사고의 예, 폐기물 처리실태 등에 대하여는 장원일(1991)의 연구에서 실험폐수 처리 실태가 조사되었고 김상욱(1991)의 연구에서 중학교 과학실에서 사용되는 유해물질의 관리방안이 조사되었다. 본 연구에서는 이러한 연구를 토대로 하여 교사들이 과학 실험시 실제로 느끼는 위험성과 사고 예, 교과서 실험에 사용되는 화학 물질들의 교사용 지도서 내

주의사항 명기여부를 조사함으로써 앞으로 실험수업에 있어서의 개선 방안을 찾아보려 하였다.

II. 연구 내용 및 연구 방법

본 연구에서는 과학 실험교육의 현황을 알기 위하여 중등학교 과학 교사들을 대상으로 설문조사를 실시하고, 교사용 지도서의 분석을 통하여 실험시약 사용의 주의사항을 조사하였다.

1. 설문 조사

가. 조사대상

설문에 참여한 과학교사는 서울 과학 교육원에서 실시된 실험연수에 참여한 공·사립 중등학교 교사 297명으로 고등학교 교사가 181명, 중학교 교사가 116명이었고 성별로 보면 남자가 181명, 여자가 117명이었다. 전공별로는 생물 105명, 화학 67명, 지학 63명, 물리 62명이었다.

나. 검사도구

조사에 사용된 설문은 총 7문항의 선택형으로 구성되어 있으며 설문지의 내용구성은 <표 1>과 같다.

다. 결과의 분석

<표 1> 설문지의 내용구성

항 목	세부 항목	문항 유형
과학실험 현황	우려되는 실험내용	선택형
	안전사고 발생여부	선택형
	화학물질 사고우려여부	선택형
	약품사용에 대한 지식	선택형
	실험실시정도	선택형
실험폐수 관리	실험폐수의 처리	선택형
	바람직한 실험폐수처리	선택형

교사들의 설문결과의 분석은 빈도분석을 통하여 응답내용의 빈도와 비율을 정리하였다. 고등학교 교사/중학교 교사 변인, 남/여 변인등 변인별로 유의한 차이가 있는지에 대해서는 명목척도에 대해서는 χ^2 검증, 서열 척도에 대하여는 t-test 로 알아보았다. 학년간에 실험정도의 차이가 있는지에 대하여는 ANOVA-test로 조사하였다.

2. 실험시약 사용의 주의사항

실험시약 사용의 주의 사항은 교사용 지도서를 중심으로 분석하였다.

가. 분석자료

5차 교육과정과 6차 교육과정의 중학교 생물단원과 화학 단원의 실험내용을 분석하기 위해 교과서와 교사용 지도서를 자료로 이용하였다. 분석에 사용된 교과서와 교사용 지도서는 <표 2>와 같다.

나. 조사방법

각 교과서의 화학 단원에서 사용하는 약

<표 2> 분석에 사용된 과학3 교과서와 교사용 지도서

구 분	저 자	발 행 년 도	출 판 사*
5 차	김시중 외 11인	1988	a
	권숙일 외 8인	1988	b
	정창희 외 8인	1988	c
	김순식 외 8인	1988	d
	송인명 외 8인	1988	e
6 차	김시중 외 13인	1997	A
	권재술 외 8인	1997	B
	우규환 외 7인	1997	C
	강영희 외 12인	1997	D
	정창희 외 10인	1997	E
	공구영 외 12인	1997	F
	송인명 외 7인	1997	G

* a:금성교과서, b:동아출판사, c:교학사(정), d:지학사, e:교학사(송)

A:금성교과서, B:한샘출판, C:천재교육, D:동아출판사, E:교학사(정), F:지학사, G:교학사(송)

품의 종류를 조사하고 유해화학물질 관리법 상에 유독물과 특정 유독물로 분류된 약품을 유독약품으로 분류했으며(법무부, 1990), 서울특별시 과학교육원에서 발행된 학교 실험폐수 처리방안 책자에서 중·인문계 고교 사용시약에 대한 유해성 및 주의사항이 명기된 약품을 찾아 제시하고 교사용 지도서의 약품에 대한 주의사항 명기여부를 조사하여 이와 비교 분석하였다(서울 과학 교육원, 1992).

III. 연구결과

1. 과학 실험 교육의 현황

가. 실험의 위험성

<표 3>에 제시된 바와 같이 중학교와 고등학교 모두에서 실험 내용중의 위험성이나 유독성이 우려되어 실험을 꺼리게 되는 경우가 있다고 대답한 교사들이 전체 교사의 59.6%로, 없다고 대답한 교사보다 더 많았으며, 중학교 교사의 경우(78.4%)가 고등학교 교사의 경우(47.5%)보다 유의하게 더 많았다($\chi^2=11.964$, $p=0.001$). 이는 고등학교의 경우는 각자의 전공대로 수업을 하는 반면, 중학교의 경우는 공통과목으로 수업을 하고 있는 것도 위험성을 느끼는 한 원인이 되는 것으로 생각된다. 남녀 변인별로

<표 3> 과학 실험 내용 중 위험성이나 유독성이 우려되는 부분

단위: 명(%)

구분	계	없다	있다	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥	㉦	㉧	㉨	㉩	무응답
고남교사	131 (100)	47 (35.9)	65 (49.6)											19 (14.5)
고여교사	50 (100)	19 (38.0)	21 (42.0)											10 (20.0)
중남교사	49 (100)	18 (36.7)	31 (63.2)	3	5	8	5	13	8	5	5	3	1	0 (0.0)
중여교사	67 (100)	7 (10.4)	60 (89.6)	13	18	10	10	27	11	8	6	4	5	0 (0.0)
계	297 (100)	91 (30.6)	177 (59.6)											29 (9.8)

- ㉠ 물질의 어는 점과 녹는 점 (나프탈렌; 백내장 유발)
- ㉡ 붕어의 생김새 (에테르; 마취제)
- ㉢ 용해도와 온도와의 관계 (황산구리용액; 중금속의 독성)
- ㉣ 불꽃반응 (염화바륨, 질산바륨; 중추신경계 자극독성)
- ㉤ 요오드화납의 양금생성반응 (납; 중금속의 독성)
- ㉥ 요오드화아연의 합성 (요오드 : 극물)
- ㉦ 금속의 이온화 순서 (질산은 ; 극물, 부식성)
- ㉧ 공기의 조성 (붉은 인; 발화성)
- ㉨ 염의 생성 (황산아연; 극물, 중금속 중독)
- ㉩ 기타)

불 때는 여자의 경우가 유의하게 더 많았다 ($\chi^2=6.706$, $p=0.010$). 실험 내용 중 중학교 교사들에게 가장 꺼려지는 수업으로 요오드화납의 양금 생성 반응이 지적되었고(40명), 두번째가 마취제를 사용하는 실험(23명)이었으며, 중금속인 황산구리를 사용하는 실험이나 극물인 요오드를 사용하는 실험에 대해서도 불편을 느끼는 교사가 많았다(각 18명). 전반적으로 불 때 학교에서 실험이 진행될 경우 후드장치가 없는 상태에서 염소 기체를 생성시키거나 불꽃 반응을 시키거나 하기 때문에 유독 기체가 발생할 우려가 있고, 학생뿐 아니라 연속적으로 실험을 진행해야 하는 교사들에게는 건강상의 지장을 초래할 우려도 있게된다. 그러므로 학교 현장에서도 적절한 후드장치와 환기시설이 갖추어진 상태에서 실험이 진행되어야 할 것이다.

나. 안전 사고 발생 여부 및 화학 물질에 대한 염려

실험 시간에 안전 사고가 생겼던 경우를 조사해본 결과 <표 3>에서 반 이상(59.9%)의 교사들이 안전 사고를 경험하거나, 보았으며, 고등학교보다는 중학교가($t=2.96$, $p=0.003$), 남교사보다는 여교사가($t=3.31$, $p=0.001$) 사고의 빈도가 더 높은 것으로 나타났다($p<0.01$). 이는 중학교 학생들은 아직 실험기구 조작에 미숙하므로 사고의 우려도 높고, 대개 대학입시에 쫓기는 고등학교에서보다는 중학교에서 실험을 더욱 많이 하는 것도 한 이유가 될 수 있을 것이다. 안전 사고 중 가장 빈도가 높은 것이 화기에 관한 것이므로 알콜 램프나 기타 화기를 다루는 실험에서는 안전한 도구를 준비하는 것과 올바른 화기 사용법을 가르치는 것이 필요하다 하겠다. 그 외 찰과상 외에도 약품에

<표 4> 안전 사고 발생 여부

단위:명(%)

구 분	계	없다	있다	화상,화재	찰과상	화학약품	기타	무응답
고남교사	131 (100.0)	64 (48.9)	65 (49.6)	38	16	20	1	2
고여교사	50 (100.0)	19 (38.0)	31 (62.0)	20	9	8	3	0
중남교사	49 (100.0)	20 (40.8)	29 (59.2)	22	9	2	0	0
중여교사	67 (100.0)	14 (20.9)	53 (79.1)	37	9	11	1	0
계	297 (100.0)	117 (39.4)	178 (59.9)	117 (56.8)	43 (20.9)	41 (19.9)	5 (2.4)	2 (0.7)

<표 5> 실험중 화학 물질에 의한 사고에 대해 염려하는 정도

단위:명(%)

구 분	계	자주 있다	가끔 있다	별로 없다	전혀 없다
고남교사	131(100.0)	23(17.6)	83(63.3)	21(16.0)	4(3.1)
고여교사	50(100.0)	13(26.0)	24(48.0)	11(22.0)	2(4.0)
중남교사	49(100.0)	10(20.4)	30(61.2)	7(14.3)	2(4.1)
중여교사	67(100.0)	9(13.4)	55(82.1)	3 (4.5)	0(0.0)
계	297(100.0)	55(18.5)	192(64.7)	42(14.1)	8(2.7)

의한 사고율도 19.9%정도로 상당히 높게 나타났는데, 이로 볼 때 약품에 대한 올바른 지식과 주의가 필요하다 하겠다.

<표 5>에서 화학 물질에 대한 사고에 대하여 염려를 별로 하지 않거나 전혀 하지 않는 교사는 16.8%정도이고 83.2%의 교사들은 염려를 자주 또는 가끔 하는 것으로 나타났다. 변인 별로 볼 때는 고등학교 교

사와 중학교 교사 사이와 여교사와 남교사 사이에 유의한 차이가 나지 않았다. 김상옥(1991)의 연구에서도 중학교 교사의 대부분(80.1%)이 사고의 위험을 느끼고 있는 것으로 조사되었다. 그러므로 실험이 효과적으로 잘 이루어지기 위해서는 각 실험에 사용되는 시약의 안전성에 관하여 참고자료에 자세히 서술되어야 할 것이고, 안전하게 사

<표 6> 약품의 독성에 대한 지식

단위:명(%)

구 분	계	대부분 안다	어느 정도 안다	모르는 부분 이 있다	모르는 경우가 많다
고남교사	131(100.0)	8 (6.1)	60(45.8)	27(20.6)	36(27.5)
고여교사	50(100.0)	5(10.0)	9(18.0)	10(20.0)	26(52.0)
중남교사	49(100.0)	3 (6.1)	25(51.0)	12(24.5)	9(18.4)
중여교사	67(100.0)	4 (6.0)	19(28.4)	14(20.9)	30(44.8)
계	297(100.0)	20 (6.7)	113(38.0)	63(21.2)	101(34.0)

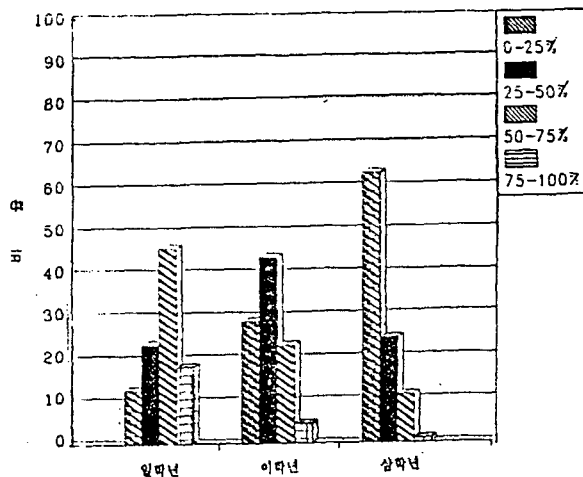
용할 수 있도록 기구가 갖추어져 있어야 할 것이다.

다. 약품의 독성에 대한 지식

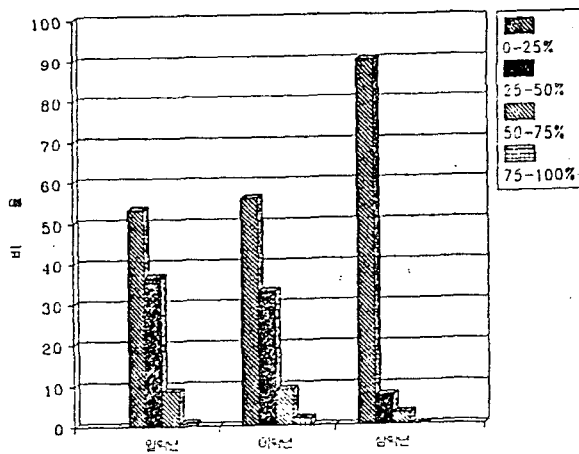
<표 6>에서 실험에 사용되는 약품의 독성이나 주의점에 대해 모르는 경우가 많거나 있는 경우가 중학교 고등학교 모두에서 50%이상으로 나타나 실험서에 구체적이고 자세한 약품의 사용에 대한 안내가 필요하다 하겠다. 변인별로 볼 때는 고등학교 교사와 중학교 교사 사이에는 유의한 차이가 없으나 현저하게 많은 수의 여교사가 남교사보다 약품의 독성에 대해 모르는 경우가 많다고 대답했다($p < 0.01$).

라. 실험의 실시정도

<그림 1>과 <그림 2>에서 제시된 바와 같이 중학교보다 고등학교에서 교과서에 제시된 실험을 더 적게 함을 알 수 있다($p < 0.01$). 특히 고3에서는 실험을 실시하는 비율이 대단히 낮아서 89.8%가 25%이하의 실험을 하고 있으며, 어떤 교사는 고3에서는 전혀 실험을 할 수 없다고 부연을 하기도 했다. 고등학교와 중학교 모두 고학년으로 갈수록 실험비율이 줄어드는 경향을 보여서 중3과 고3이 실험을 가장 적게 하였다. 실험을 가장 많이 하는 시기는 중학교 1학년으로 이때는 63.9% 이상의 교사들이 교과서 실험의 50% 이상을 실험한다고 대답했다. 고등학교의 경우 3학년은 1학년, 2학년과 실험정도가 5% 수준에서 유의하게 차이가 났고, 중학교의 경우는 1학년, 2학년, 3학년 모두가 5% 수준에서 유의하게 실험 실시정도에 차이가 났다. 김상옥(1991)의 연구에서도 중학교에서는 1학년이 실험을 가장 많이 하는 것으로 조사되었다. 그러므로 환경교과와 경우 그 특성이 실험이나 현장학습을 많이 필요로



<그림 1> 중학교의 실험실시정도



<그림 2> 고등학교의 실험실시정도

하므로 지금은 중학교 3학년 내용에 포함되어 있지만 저학년에서 다루어지는 것이 환경교육의 취지를 살릴 수 있는 좋은 방법이 될 수 있을 것이다.

마. 폐수의 처리 및 바람직한 폐수 처리 방법

<표 7>에서 학교 실험실에서 발생하는 폐수는 많은 수의 학교에서 하수구에 버리거

<표 7> 학교 실험실에서 발생하는 폐수의 처리

단위:명(%)

구 분	계	하수구에 버린다.	모아서 보관한다.	자체 정화한다.	교육청에서 수거처리	전문처리업자에게의뢰
고남교사	131(100.0)	52(39.7)	34(26.0)	32(24.4)	8(6.1)	5(3.8)
고여교사	50(100.0)	24(48.0)	12(24.0)	9(18.0)	1(2.0)	4(8.0)
중남교사	49(100.0)	15(30.6)	23(46.9)	9(18.4)	2(4.1)	0(0.0)
중여교사	67(100.0)	18(26.9)	33(49.3)	10(14.9)	4(6.0)	2(3.0)
계	297(100.0)	109(36.7)	102(34.3)	60(20.2)	15(5.1)	11(3.7)

나(36.7%) 모아서 보관하고(34.3%) 있는 것으로 나타났으며 20.2%의 교사들은 자체 정화한다고 대답했다. 이때 중학교 교사와 고등학교 교사의 대답에는 유의한 차이가 있었고($\chi^2=17.686, p=0.001$), 여교사와 남교사 사이에는 유의한 차이가 없었다. 김상옥(1991)의 연구에서도 과학실에서 사용한 화학 물질을 하수구에 버리는 교사가 76.9%로 대부분을 차지했다. 그러므로 시급한 문제는 모으고 있는 폐수를 빨리 회수하여 처리하고 하수구에 버리고 있는 폐수를 제대로 처리하는 것이며 자체처리 기능에도 한계가 있을 것이므로 자체 정화 장치의 정화정도를 높여주는 것이 필요하다 하겠다.

<표 8>에서 교사들이 생각하는 폐수 처리 방법으로 가장 바람직한 것은 교육청에서 수거하여 처리하는 것(35.7%)과 자체 정화(34.7)하는 것이며 전문 처리업자에게 의뢰하는 것(25.6%)도 바람직하다고 대답하였다. 즉 96%의 교사들이 폐수의 구체적

인 처리방안이 강구되기를 바라고 있음을 알 수 있다. 이때 중학교 교사와 고등학교 교사의 응답은 통계적으로 유의미한 차이가 있었고($\chi^2=11.294, p=0.023$), 남녀 변인 사이에는 차이가 없었다.

바. 실험 시약 사용의 주의사항

과학 교사들이 실험시 느끼는 위험성과 사고 예, 폐기물 처리 실태 등을 조사해본 결과 많은 교사들이(59.6%) 실험 내용 중 위험성이나 유독성이 우려되는 부분이 있다고 대답했으며, 실험시간에 안전 사고가 일어난 적이 있다고 대답한 교사도 59.9%로 상당수의 교사들이 안전 사고의 경험도 있음을 알 수 있다. 또한 화학물질에 의한 사고에 대해서도 83.2%의 교사들이 어느 정도 염려하고 있는 것으로 보아 중등학교의 실험에 대한 안전점검이 잘 이루어져야 할 것으로 생각된다. 특히 중학교는 과학이 공통교과목으로 되어 있어서 과학교사는 전공에 관계없

<표 8> 바람직한 실험폐수 처리방법

단위:명(%)

구 분	계	하수구에 버린다.	모아서 보관한다.	자체 정화한다	교육청에서 수거 처리	전문처리업자에게의뢰
고남교사	131(100)	2(1.5)	3(2.3)	52(39.7)	40(30.5)	34(26.0)
고여교사	50(100)	0(0.0)	1(2.0)	22(44.0)	16(32.0)	11(22.0)
중남교사	49(100)	0(0.0)	4(8.2)	14(28.6)	21(42.9)	10(20.4)
중여교사	67(100)	0(0.0)	2(3.0)	15(22.4)	29(43.3)	21(31.3)
계	297(100)	2(0.7)	10(3.4)	103(34.7)	106(35.7)	76(25.6)

<표 9> 화학 단원 교사용 지도서에 나타난 약품에 대한 주의사항
단위: 약품수-가지, 언급횟수-회

교육과정	학 년	총약 품수	유독 약품수	유독성 언급횟수 (평균)	안전지도 언급횟수 (평균)
5 차	1학년	30	16	3.0	5.2
	2학년	48	25	2.6	0.2
	3학년	65	37	8.6	1.6
6 차	1학년	25	12	2.7	7.4
	2학년	51	26	3.3	4.6
	3학년	62	28	7.3	1.6

이 물리, 화학, 지학, 생물의 내용 전체를 가르치게 되어 있고(생물은 예외일 경우도 있음), 과학교사 중 기술과를 전공한 사람들도 상당 수 있으므로 교사들이 손쉽게 사용할 수 있는 교사용 지도서에는 필히 약품 사용법에 대한 자세한 안내가 있어야 할 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 중학교 과학 과목중 화학과 생물 단원의 교과 내용 중 실험상의 주의점이나 약품에 대한 주의사항을 얼마나 언급하고 있는지 알아보았다.

<표 10>에서 중학교 과학교과의 화학 관련단원에서 다루어지는 약품의 총수를 알아본 결과 학년이 높아질수록 사용되는 약품의 수가 늘어나서 6차 교육과정의 경우 3학년에서 사용되는 약품의 수가 62가지로 가장 많았으며 유독 약품의 수도 28가지로 가장 많았다. 교사용 지도서에 언급된 약품의 유독성에 대한 주의사항도 학년이 높아질수록 많아지기는 했으나 3학년의 경우도 평균 7.3회에 그쳐 유독성에 대한 언급이 전혀 없

<표 10> 생물 단원 교사용 지도서에 나타난 약품에 대한 주의사항
단위: 약품수-가지, 언급횟수-회

교육 과정	학 년	총약 품수	유독 약품수	유독성 언급횟수 (평균)	안전지도 언급횟수 (평균)
6 차	1학년	6	2	0.4	1.0
	2학년	21	8	0.3	4.3
	3학년	23	8	0.1	2.7

이 약품이 사용되는 경우가 그렇지 않은 경우보다 훨씬 많은 것으로 나타났다. 안전지도에 대한 주의사항은 저학년으로 갈수록 많이 언급되고 있는데 이는 1학년의 경우가 실험을 가장 많이 하는 반면 학생들이 실험기구 조작의 미숙으로 인하여 안전사고가 일어날 우려가 높기 때문인 것으로 생각된다.

약품의 유독성이나 안전지도에 대한 언급의 정도는 출판사에 따라서도 달랐는데 교학사(b)는 5차와 6차에 걸쳐 약품사용의 주의 사항과 안전지도에 대하여 가장 많이 언급하고있으며(5차에서 총 33회, 6차에서 총 44회) 가장 적게 언급하고있는 출판사는 5차가 동아출판사(총13회), 6차가 한샘출판사(총15회)이다. 즉 교과서의 저자에 따라서 실험의 안전지도에 대한 관심정도가 매우 다르게 나타났으며, 전체적으로 볼 때 다루어지는 약품의 종류에 비하여 그에 대한 주의사항의 명기는 매우 미흡한 것으로 조사되었다. 심지어 심각한 중독 증상을 일으키는 수은을 사용하는 실험을 교사의 시범실험으로 실시하는 것이 좋다고 제시해놓은 지도서의 내용은 교육효과에 비하여 너무 큰 위험을 교사와 학생에게 요구하는 것으로 생각된다. 또한 수질오염을 일으키는 요오드화납을 다량 사용하는 침전반응 실험에

대하여 될수록 교사의 시범실험으로 실시하는 것이 좋다는 의견을 제시한 교사용 지도서는 단 한가지였고 대부분의 학교에서는 필수 실험으로 대량으로 실험

을 실시한 후 하수구에 실험용액을 그대로 버리고 있다.

<표 10>에서 생물 관련 단원의 경우는 사용되는 약품의 수가 1학년에서 6가지, 3학년에서 23가지로 비교적 적으며, 유독 약품의 종류도 2가지에서 8가지로 별로 많지 않았다. 그에 따라 약품에 대한 주의사항에 대해서도 교사용 지도서에 거의 언급되어 있지 않은 경우가 많았다. 특히 BTB 용액, 베네딕트 용액, 네슬러 시약 등은 각각 브롬, 황산구리, 수은 등이 구성 성분에 포함되므로 교사용 지도서에 이에 대한 설명이 필요할 것으로 사료된다.

실험에 사용되는 유독성 약품은 증기, 미립자로서 호흡기관에서, 수용액으로서는 소화기관에서, 또는 접촉에 의하여 피부, 점막에서 흡수되므로 적절한 처치가 필요하다. 즉 독성이 강한 물질을 사용할 때는 방독면, 고무장갑, 또는 방독의를 준비하여야 하며, 유독 증기가 발생하거나 분말상태의 유독 물질을 다루게 될 경우는 안전한 후드장치 하에서 실험을 실시하여야 한다. 그러나 학교 현장에서는 전혀 안전에 대한 배려가 이루어지지 않고 있으며, 실험실에 후드장치가 된 학교도 거의 없는 실정이다. 날이 갈수록 과학기술의 중요성이 부각되면서 학교에서도 실험수업의 비중이 커지고 있다. 그러므로 학교 실험의 안전성은 보장되어야 하며, 그럼으로 교사와 학생들이 안심하고 다양한 실험수업을 전개하며 동시에 약품사용시의 주의사항을 몸에 익혀 자신과 환경의 안전을 지키는 교육효과를 얻을 수 있는 것이다. 그러므로 교과서의 실험은 될수록 학생들의 건강에 영향을 미치는 유독 약품을 사용하지 않는 안전한 실험을 통하여 교육효과를 얻을 수 있도록 배려가 되어야 하며, 실험을 하게 될 경우는 안전한 장치를 한 상태에서 실험할 수 있도록 학교 실험설비의 기준이 마련되어야 하겠다. 5차 교육과정과 6차 교육과정의 화학 단원과 6차 교육과정 생물

단원의 교사용 지도서에 제시된 실험시약의 유해성과 주의사항, 유해화학 물질여부 등에 대하여는 부록에 예시되어 있다.

IV. 결론 및 제언

과학 교사들은 실험을 진행할 때 위험성이나 유독성을 우려하는 경우가 많으며, 안전 사고가 생겼던 경우도 있었고 많은 교사들이 화학 물질에 의한 사고에 대해 염려를 하는 것으로 조사되었다. 또한 실험에 사용되는 약품의 독성이나 주의점에 대해 모르는 부분이 있다고 대답한 교사도 많아서 이에 대한 자세한 안내가 필요한 것으로 나타났다. 그러나 교사용 지도서에는 약품에 대한 주의 사항이 기재된 예가 매우 적어서 앞으로 이에 대한 시정이 요구되는 것으로 조사되었다. 그러므로 중등학교 교과서의 실험 내용에서는 될수록 유독 약품 수를 줄이고, 사용해야 할 경우는 이에 대한 자세한 안내를 지도서에 제시하고 학교에 약품을 안전하게 사용할 수 있는 후드 장치 등을 의무화하며, 실험 폐수를 제대로 처리할 수 있는 정화 장치나 처리 업체에 운송할 수 있는 체제를 마련해야 할 것이다.

<참고 문헌>

- 강영희, 조완규, 권숙일, 나일성, 소현수, 조희구, 이민호, 윤길수, 하효명, 서평웅, 김중권, 이영만, 목창수(1997). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 동아출판사.
- 공구영, 김진규, 이광만, 허동, 김택중, 정문호, 이기성, 김병구, 안태근, 김영국, 김수웅, 정익현, 박병훈(1997). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 지학사.
- 김상욱(1991). 중학교 과학실에서 사용되는 유해 화학물질의 관리 방안에 관한 조

사 연구. 환경교육, 2, 69-83.
 김순식, 이보열, 오수량, 정해문, 홍창표, 이범홍, 안희수, 양희, 양교석(1989). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 지학사.
 김시중, 한복수, 임경배, 민경덕, 이종면, 김용석, 이광석, 국동식, 구창현, 최돈형, 박범익, 김종화(1989). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 금성교과서.
 김시중, 정완호, 한복수, 우종욱, 이종면, 임경배, 정근화, 민경덕, 구창현, 이광석, 최돈형, 김병국, 이상진, 박범익(1997). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 금성교과서.
 권숙일, 조완규, 강영희, 나일성, 김장환, 조희구, 이민호, 윤길수, 하효명, 김종권, 이영만, 목창수(1989). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 동아 출판사.
 권재술, 김범기, 최병순, 현종오, 이길재, 임건일, 정진우, 이연우, 홍성일(1997). 중학교 과학 1. 2. 3 학년 교사용 지도서. 한샘출판.

법무부(1990). 유해화학물질관리법.
 송인명, 이춘우, 한인전, 오제직, 이원구, 박영철, 우영균, 곽종흠(1988). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 교학사.
 송인명, 이춘우, 오제직, 최석남, 박영철, 문형태, 우영균, 곽종흠(1997). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 교학사.
 서울과학교육원(1992). 학교 실험폐수 처리 방안.
 우규환, 홍종배, 안태인, 권병두, 진황운, 손영진, 이평윤, 전성용(1997). 중학교 과학 1, 2, 3 학년 교사용 지도서. 천재교육.
 장원일(1991). 학교 실험폐수 처리방안-중·고등학교를 중심으로. 환경교육, 2, 92-99.
 정창희, 유경로, 정창희, 이원식, 강만식, 이인규, 송희성, 이인호, 윤용, 1989, 중학교 과학 1, 2, 3학년 교사용 지도서. 교학사.
 정창희, 정창희, 이원식, 강만식, 이인규, 송희성, 윤홍식, 이금휘, 한인섭, 박은호, 문찬호, 윤용(1997). 중학교 과학 1, 2, 3학년 교사용 지도서. 교학사.

<부록> 교사용 지도서에 제시된 실험 시약의 유해성과 주의사항

(1) 6차 교육과정 1학년 생물 단원의 실험 시약에 대한 주의사항

(단, 숫자는 약품의 유해성, 원문자는 안전지도기록 횟수를 나타냄.)

시약명	유해성 및 주의 사항	유해화학물질	금성교과서	한샘출판사	천재교육사	동아출판사	교학사(정)	지학사	교학사(송)
에테르 염산	인화하기 쉬움 눈에 들어가지 않도록	○ ○	1		1				
아세트산카민 메틸렌블루 아세톤 에탄올	가연성 액체			1					
화기사용									
안전지도				③		②		②	
총계		2	1	③	1	②		②	

(2) 6차 교육과정 2학년 생물 단원의 실험 시약에 대한 주의사항
 (단, 숫자는 약품의 유해성, 원문자는 안전지도기록 횟수를 나타냄.)

시약명	유해성 및 주의 사항	유해화 학물질	금성교 과서	한샘출 판사	천재교 육사	동아출 판사	교학사 (정)	지학사	교학사 (송)
아세트산카민 메틸렌블루 석회비료 메탄올 요오드요오드화 칼륨용액	화재 위험성	○ ○		①	①				①
BTB용액 베네딕트용액 수단Ⅲ용액 황산구리용액 수산화나트륨 벤젠 아세트오르세인 탄산수소나트륨 탄산 암모니아수 요소 인디고카민 석회수 질산 라이트염색약 크롬액	피부에 닿으면 상처 유독함.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		1 ① 1					
화기사용						①	①	①	
안전지도			①	⑩			④	④	①
총계		8	①	2	①	①	⑤	⑤	①

(3) 6차 교육과정 3학년 생물 단원의 실험 시약에 대한 주의사항
 (단, 숫자는 약품의 유해성, 원문자는 안전지도기록 횟수를 나타냄.)

시약명	유해성 및 주의 사항	유해화학물질	금성교과서	한샘출판사	천재교육사	동아출판사	교학사(정)	지학사	교학사(송)
아세트산카민 염산	눈에 들어가지 않게	○	②	①	①	① ①		①	
아세트산 PTC용액	(요오드)	○							
요오드요오드화 칼륨용액	(황산구리)	○						1	
베네딕트용액							①		
이산화황 리트머스시험지									
합성세제 PH시험지	(브롬)	○							
BTB용액									
파라핀									
아세트오르세인		○				①			
과산화수소									
티오황산나트륨									
인산									
바셀린									
질산은용액	피부를 부식.	○				①			
네슬러시약	(수은)	○							
황산	피부에 묻으면 화상	○				①			
에탄올									
석회수									
메틸렌블루									
화기사용						①		①	
안전지도			②			②			①
총계		8	④	①	②	⑧	①	1 ②	①