

중학교 과학실에서 사용되는 유해 화학물질의 관리방안에 관한 조사 연구

김 상 옥 · 정 용
(연세대학교 보건대학원)

I. 서 론

현재 중학교에서는 과학 수업중 실험지도를 강화하기 위하여 과학 교무실의 분리, 과학실 확보, 실험조교 채용, 과학 실험실습비 확보, 과학 교사의 실험연수 등이 마련되어 있다. 이런 과학 실험수업의 조건이 개선되어 과거보다는 많은 실험수업이 실시되고 있고 점점 실험 중심의 교육이 되므로 유해물질의 사용량이 많아지고 있는데 비해 실험에 사용되는 유해물질의 관리나 사용 후의 폐기에는 관심이 적은 편이다. 현행 중학교 과학교과서에 소개되는 많은 종류의 화학물질 유독물, 특정유독물, 수질오염물질, 특정수질유해물질, 대기오염물질, 특정대기오염물질 등으로 법률에 규정되어 있다. 환경관련 법률에 유해물질로 규정된 물질 중의 많은 종류가 과학실에서 실험에 사용되고 있음에도 불구하고 이들 화학물질을 사용하고 난 후 그대로 하수도로 흘려보내는 경우가 많고 교사들은 이런 실험 폐기물의 하수구 방류가 환경을 오염시킨다고 생각은 하면서도 적절한 처리를 못하고 있는 실정이다.

국가에서는 증가하는 유해화학물질의 관리를 위해 1990년 유해화학물질관리법, 수질환경보전법, 대기환경보전법 등을 제정, 공포하여 여러가지 사업장에서 사용하거나 폐기되는 유해물질에 대한 규제(김윤철, 1991: 이광훈, 1991: 황경엽, 1991)를 하고 있는데, 중학교에서는 그 관리와 사용, 폐기, 저장 등에 직접적인 규제를 받지 않고 수업담당 교사의 재량에 맡겨져 있다. 최근에 와서 대학에서는 실험폐수처리를 하고 있는데(서울대 환경안전관리소, 1985) 중학교에서 사용되는 화학물질과는 그 양과 질에 차이가 있어 같은 방법을 사용하는데는 문제가 있다.

이에 중학교 과학실에서 사용하는 유해물질을 분류하고 양을 파악하여 과학실에서 사용되는 화학물질에 대한 적절한 관리방안을 마련하는 것은 화학물질의 사용자인 과학교사나 학생의 안전교육과 환경보전의식 교육의 한 부분이 될 수 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서

는 첫째, 현행 중학교 과학교육과정의 실험수업에서 사용되는 화학물질에 대해 현재 사용하는 5종의 중학교 과학교과서를 분석하여 화학물질을 유독물, 특정유독물, 수질오염물질, 특정수질유해물질, 대기오염물질, 특정대기오염 물질 등으로 분류하고, 둘째, 중학교 과학실험 과정에서 사용하는 화학물질의 보관현황, 사용후 폐기방법, 환경오염과 관련된 교사의 인식도 등을 설문지를 통하여 분석하고, 셋째, 교사와 학생의 안전을 위한 화학물질의 관리방안과 환경보전을 위한 중학교 과학실에서 실행할 수 있는 정도의 간단한 화학물질의 처리 방안을 모색하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

중학교 과학실에서 사용되는 화학물질의 적절한 관리방안을 마련하기 위하여 본 연구에서는 첫째, 현행 중학교 과학 교과서에 수록된 화학물질의 종류와 양을 파악한다.

둘째, 중학교 과학 실험 과정에서 사용하는 화학물질의 보관 현황, 사용후 폐기방법, 환경오염과 관련된 교사의 인식도 등을 조사한다.

셋째, 교사와 학생의 안전을 위하고 환경오염을 줄이며 환경교육의 한 부분이 될 수 있는 화학물질의 처리방법을 검토한다.

2. 연구 방법

현행 교과서를 분석하여 과학실에서 사용되는 화학물질의 종류와 양을 파악하고 화학물질 관리에 대한 사항은 설문지 방법으로 조사하였고 환경보전을 위한 화학물질의 처리방법에 대해서는 우리나라와 미국의 중등학교 교사지침서나 실험지도서 산업폐수처리에 사용되는 방법 중에서 현행 중학교의 시설이나 기술정도를 감안하여 실시가 용이한 방법들을 제안하였다.

III. 연구 결과 및 고찰

1. 화학물질의 종류와 양

중학교 과학실에서 사용되는 화학물질의 종류를 알아보기 위하여 과학 교과서 1, 2, 3학년이 나오는 화학물질을 학년별, 단원별로 정리하고 환경 관련법에 따라 분류하였다(부록 참조).

학습 내용 중 “실험”으로 되어 있는 것은 실험으로 표시하였고 설명으로 나오는 것은 “예시”로 하여 구분하였고 학년별, 단원별로는 중복되었으며, 유해화학물질관리법, 수질환경 보전법, 대기환경 보전법에 따라 유독물과 특정유독물, 수질오염물질과 특정수질유해물질, 대기오염물질과 특정대기오염물질로 구분하였다. 중학교 교과서 1, 2, 3학년, 정창희의 8인 교학사를 기본으로 하여 그 외의 4종 검인정 교과서는 별도 항에 수록하였다.

학년별, 교과 영역별로 분류하여 보면 <표 1>과 같다. 중학교 과학교과서에 나오는 화학물질의 총 종류는 237종으로 1학년이 75종, 2학년이 55종, 3학년이 107종으로 3학년이 가장 많았고 단원별로는 화학은 165종, 생물은 40종, 지구과학은 32종으로 화학단원이 가장 많았다. 물리단원에는 사용되는 화학물질이 없었다. 즉 화학단원과 물리단원을 수업할 때 현저하게 화학물질의 종류와 양이 달라짐을 알 수 있다.

총 237종 중 실험에 사용되는 종류는 87종으로 36.7%였고 이 중 화학단원이 60종, 생물 22종, 지구과학 5종으로 화학단원이 가장 많았다.

이를 유기물질과 무기물질로 구분하여 보면 무기물질이 164종(69.2%), 유기물질이 73종(30.8%)으로 무기물질이 많았다.

<표 1> 화학물질의 교과 영역별 분류

단위 : 종류(%)

구분	단원 학 년	물 리				화 학				생 물				지 구 과학				총계
		1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	
총 종류		•	•	•	•	41	42	82	165	10	5	25	40	24	8	•	32	237(100)
실험에 사용 한 약품		•	•	•	•	10	20	30	60	5	5	12	22	4	1	•	5	87(36.7)
일반무기물질		•	•	•	•	17	36	64	117	5	2	13	20	19	8	•	27	164(69.2)
일반유기물질		•	•	•	•	24	6	18	48	5	3	12	20	5	•	•	5	73(30.8)

유해화학물질관리법에 의해 유독물과 특정유독물로 구분하여 보면 <표 2>과 같다. 유독물은 3종만 제외하고 모두 특정유독물이었으며 총 종류는 51종이었다. 이 중

화학단원이 40종 생물단원이 6종 지구과학단원이 5종으로 화학단원에 유독물중 78.4%가 포함되어 있었다.

<표 2> 유해화학물질 관리법에 의한 유독물과 특정유독물

단위 : 종류(%)

구분	단원 학 년	물 리				화 학				생 물				지 구 과학				총계
		1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	
유독물		•	•	•	•	10	11	19	40 (78.4)	1	2	3	6 (11.8)	2	3	•	5 (9.8)	51 (100)
특정 유독물		•	•	•	•	10	11	19	40	1	2	•	3	2	3	•	5	48

또 수질환경보전법에 의해 수질오염물질과 특정수질유해물질로 구분하면 <표 3>와 같이 수질오염물질은 총

116종으로 이 중 특정수질유해물질은 10종(8.6%)이었으며, 화학단원이 89종(76.7%)으로 가장 많았다.

〈표 3〉 수질환경보전법에 의한 수질오염물질과 특정수질유해물질

단위 : 종류(%)

구분	단 원 학 년	물 리				화 학				생 물				지구 과학				총계
		1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	
수질오염구분		30	21	38	89 (76.7)	7	6	.	13 (11.2)	10	4	.	14 (12.1)	116 (100)
특정수질 유해물질		1	3	.	4	.	.	4	4	2	.	.	2	10 (8.6)

대기환경 보전법에 의해 대기오염물질과 특정대기오염 이고 이 중 특정대기오염물질은 19종(20.9%)이었다. 물질을 구분하면 〈표 4〉와 같이 대기오염물질은 총 91종

〈표 4〉 대기환경보전법에 의한 대기오염물질과 특정대기오염물질

단위 : 종류(%)

구분	단 원 학 년	물 리				화 학				생 물				지구 과학				총계
		1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	
대기오염물질		27	14	21	62 (68.1)	3	1	11	15 (16.5)	12	2	.	14 (15.4)	91 (100)
특정대기 오염물질		4	8	12	.	.	3	3	3	1	.	2 (20.9)	19

이와 같이 과학실에서 사용되고 폐기되는 화학물질은 양적으로 많지는 않지만 그 종류가 많고 생물에 대해 유해성이 크거나 환경오염을 일으킬 수 있는 물질을 함유하고 있는 것이 특징이다(과학교육원, 1990).

2. 화학물질의 관리 현황

설문조사에 의한 화학물질의 관리 현황은 화학물질의 유해성 인식, 유해화학물질에 대한 교육, 화학물질의 보관, 폐기, 안전과 실제 실험을 실시하고 있는 정도에 관한 여섯 부분으로 나누었는데 각 부분의 조사결과는 다음과 같다.

가. 과학실에서 사용되는 화학물질이 유해하다고 인식하는 정도.

과학실에서 사용하는 화학물질이 유해하다고 느끼는 정도는 '매우 해롭다'가 28.8%(55), '조금 해롭다'가 60.2%(115), '별로 해롭지 않다'가 8.4%(16)로 매우 해롭거나 해롭다고 생각하는 비율이 89.0%로 대부분의 교사가 과학실험에 사용하는 화학물질이 해롭다고 생각하고 있다. 또 과학실에서 배출되는 폐수가 물이나 대기를 오염시킬 가능성에 대해서는 42.4%(81)가 '심하게 오염시

킬 것이다', 51.3%(98)는 '약간은 영향이 있으나 심각하지 않을 것이다'이고 '별 문제가 없을 것 같다'는 3.6%(7)로 대부분의 교사가 과학실 폐수가 환경에 영향을 미칠 것이라고 생각하고 있다.

나. 과학실에서 사용되는 화학물질의 보관 현황.

과학실에서 유해화학물질 관리책임자가 있어야 하느냐는 질문에 77.0%(147)가 있어야 된다고 대답하였고 관리책임을 져야하는 사람은 11.5%가 교장, 2.1%가 교감, 13.1%가 서무책임자, 24.6%가 과학주임, 41.9%가 수업담당 교사로 내용을 알고 있는 수업담당 교사가 가장 많았고 다음이 과학주임, 서무 책임자, 교장 순이었다.

실험에 사용하는 화학물질을 보관하는 장소는 과학실험실이 65.4%로 가장 많았고 다음이 과학 준비실 29.3%로 대부분이 과학실험실이나 준비실에 보관하고 있었다. 또 보관하는 장은 안이 들여다 보이는 유리장 89.0%이었고 철제 케비넷 5.2%, 선반 2.1%였다. 보관장의 안전장치는 화학물질 보관장에 자물쇠를 사용하는 곳은 65.4%, 잠그지 않은 곳은 31.9%로 잠그고 있는 곳이 많았다. 화학물질 중 유해화학물질 관리법에 의해 관

리를 해야하는 시약이 있다고 생각한 사람은 70.7%였고 없다는 사람은 9.9%이고, “모르겠다”고 답변한 사람이 17.3%로 이것은 화학물질을 다루고 있는 교사 자신도 어느 물질이 유해화학물질 관리법에 의해 관리를 해야하는 물질인지 모르고 있는 경우가 있기 때문에 교과서나 교사용 지침서에 부록으로 유독물, 특정유해물질, 수질오염물질, 특정수질오염물질 등을 구분하여 수록하면 교사나 학생에게 유독물질을 인식하는데 도움이 될 것 같다. 특수유해물질이 따로 분류되어 관리되고 있는 곳은 24.1%이고 72.3%는 분류되어 있지 않았다.

다. 유해화학물질과 관련된 교육

유해물질과 관련된 교육을 받아 본 적이 있는 교사는 17.3%이고 받아 본적이 없는 교사가 82.7%이다. 또 유해물질과 관련된 교육이 있다면 교육을 받기를 희망하는 사람은 83.8%로 대부분의 교사가 과학실에서 화학물질을 취급하고 있기 때문에 유해물질과 관련된 내용을 알고 싶어하지만 교육의 기회가 적었던 것 같다.

현재와 같이 새로운 화학물질이 계속 늘어나고 있는 때에는 과학교사에게 유해화학물질과 관련된 재교육이 필요한 것 같다.

학생들에게 “일반화학물질, 유독화학물질, 특수유독화학물질 등을 구분하여 가르치는 것이 필요한가?”라는 질문에 42.4%가 매우 필요하다, 53.9%가 필요하다 라고 답변해 학생들에게 유독화학물질이나 특수유독화학물질에 대해 명확하게 구분하여 가르치는 것이 필요하다고 생각하고 있다. 이는 중학교 과학실에서 사용되는 화학물질은 그 양은 적으나 다양한 종류가 나오고 있으므로 초기의 학교교육에서부터 유독물질에 대해 구분하여 가르치는 것이 옳다고 생각하는 것 같다.

그러나 실제로 실험에 사용되는 화학물질과 환경오염과의 관련된 설명은 꼭 하는 경우는 6.3%이고 ‘자주 한다’ 19.4%, ‘가끔 한다’ 55.5%, ‘거의 안한다’ 18.3%였는데 “거의 안한다”의 안하는 이유는 응답자 78명 중 내용을 잘 몰라서 47%, 내용을 알리면 유해물질을 마구 버리는 현상황이 교육상 좋지 않아서 14.1%, 수업진도가 바빠서 34.6%, 이고 관심이 없는 경우는 3.9%이다.

즉 내용을 잘 몰라서 설명을 못하는 경우가 많은데 유해화학물질과 환경오염의 관련분야를 다루는 교사의 연수가 필요한 것으로 생각된다.

라. 과학실에서 사용하는 화학물질의 폐기현황

실험실에서 버리는 화학물질을 모아두는 통이 준비되어 있는 곳은 14.1%(27)이고 84.8%(162)은 모아두는 통이 없으며, 실험 수업 후 폐기하는데 어려운 사항은 빈 약품병 처리 7.9%(15), 깨진 유리기구 처리 1.6%(3), 사용된 약품처리 57.6%(110), 오래된 약품 혹은

표지가 떨어진 약품처리 31.9%(61)로 사용된 약품처리에 가장 어려움을 느끼고 있다. 또 표지가 떨어진 약품 처리는 손이 잘 안닿는 곳에 그냥 둔다가 50.3%, 액체는 하수구에, 고체는 쓰레기통에 버린다 12.0%, 걱정하면서 그냥 둔다 24.6%, 관심없이 방치한다 3.7%였다.

또 과학실에 사용한 화학물질의 처리는 실험 후 곧 하수구에 버린다 47.6%, 한 곳에 모아 두었다가 적당한 때 하수구에 버린다 29.3%, 간단히 처리한 후 버린다 13.6%, 처리업자에게 위탁처리한다 6.2%이다.

앞에서 본 바와 같이 대부분의 교사가 과학실에서 사용하는 화학물질이 유해하고 학생들에게 일반화학물질, 유독물질 등을 구분해서 가르칠 필요가 있고, 실험폐수와 환경오염과의 관련을 설명하고 있으면서도 실제로는 과학실에서 나오는 실험폐수를 모아두는 통도 없고 처리하지도 않고 대부분이 그냥 하수구에 버리고 있다.

과학실에서 사용하는 화학물질의 수거통을 준비하여 모아 두었다가 전문기관이 처리해야 할 필요가 있다고 생각하는 교사는 82.7%로 대부분이 실험폐수를 전문기관에 의뢰하여 처리하여야 한다는 생각을 가지고 있었다.

또 필요한 폐기물 수거통으로는 중금속류가 64.9%로 가장 많았고 다음이 산, 알칼리 27.2%, 용제 14.7%순이었다.

수거통을 준비할 필요가 없다고 생각하는 응답자 49명 중 양이 작기 때문이라고 생각하는 교사는 18명, 모은 도중에 학생들이 쏟거나 사고가 발생할 가능성이 있어서 9명, 유해한 물질이 별로 없어서 12명, 수거통을 둘 마땅한 장소가 없어서 10명 이었다. 유해물질을 간단히 처리하는 방법이 있다면 실시해 보겠다는 응답은 93.2%로 대부분이 적당한 방법을 모르거나 여건이 맞지 않아서 그냥 버리고 있으므로 학교에서 폐수처리가 가능한 방법을 구체적으로 제시해 주어야 할 것 같다.

마. 실험중 안전사고 대비

실험중 화학물질에 의한 사고가 생길까봐 걱정되는 경우는 자주 있다가 12.6%, 가끔 67.5%, 별로없다 16.2%이고, 남녀 학급 중 더 위험을 느끼는 경우는 남자반 60.7%, 여자반 5.2%, 남녀합반 1%, 모두 같다 22.5%로 남자반에서 실험할 경우 위험을 느끼는 경우가 많고 대부분이 사고의 위험을 느끼고 있다.

그러나 사고가 날 경우의 조치에서는 회석용 수조가 준비되어 있다 7.3%, 중화조가 준비되어 있다 1.6%, 양호실로 보낸다 69.6%, 아무조치도 없다 16.2%로 양호실로 보내는 것 이외에는 특별한 조치가 준비되어있지 않은 형편이다.

사용되는 화학물질의 특성과 간단한 조치 등을 교과서나 교사용 지침서에 부록으로 제시하여 사고가 생길 때

신속하게 대비할 수 있어야 할 것이다.

바. 교과서에 있는 실험을 실시하고 있는 정도

50% 이상 실시하는 경우는 1학년 49.7%, 2학년 27.2%, 3학년 8.4%로 1학년이 가장 많이 실시하고 있다.

교육여건이 개선되면 실험을 실시하는 율은 많아질 것이다.

3. 과학실에서 배출되는 화학물질의 처리방법

중학교 과학실에서 배출되는 화학물질은 그 종류가 매우 다양하고 독특한 물질이 많지만 그 양이 작아 처리없이 방류하는 경우가 많다. 그러나 사람에게 유해하든지 환경을 오염시킬 가능성이 있는 물질은 처리하여 배출하고 그 유해성에 대해 지도를 하는 것이 환경보호나 환경보전교육을 위해 필요하다.

중학교 과학실 규모에서 배출되는 화학물질을 처리하기 위해서는 처리방법이 간단하고 고가의 장비가 없어도 가능한 방법이 개발되어야 한다. 현재의 환경교육관련 홍보물의 많은 부분이 환경보전에 대한 인식과 제몽에 치우쳐 있고 실험관련 지침서에 소개되는 방법들도 거의 대규모 산업폐수처리공정에 쓰이는 방법을 그대로 소개하고 있어 과학실에서 그대로 실행하기에는 어려움이 있으므로 과학교육 관련 연구기관에서 교사들이 편리하게 사용할 수 있도록 간단한 폐수처리 기구나 시약을 조제하여 제공하는 방안이 검토되어야 할 것이다. 또 처리 후에 생기는 슬러지 처리방법의 개발도 필요하다.

대규모 유해물질 처리공장에서 처리하는 방법은 그 원리는 중학교 과학실에 그대로 도입되어도 될 내용이 많으나 중학교 과학실에서의 유해화학물질의 처리는 학생들에 대한 환경교육적인 효과가 주요 목적의 하나인 점을 감안하여 효율성이 높은 대규모 공장에서의 처리법을 단순히 규모만 줄여 그대로 도입하기보다는 공정을 단순화하여 중학교 과학실에서도 수업시간에 학생들과 함께 실행할 수 있을 정도의 안전하고 비용이 적게 드는 방법(정지봉과 정용, 1987)을 선택하여야 할 것이다.

우리 나라에서 소개된 지침서(국립 환경연구원, 1990; 서울 과학교육원, 1991)와 미국의 교사용 지침서(Summerlin and Ealy, 1985; Summerlin et al., 1987), 실제 유해물질 처리공장이나 매립장에서 사용되는 방법(Tearle, 1973; Leeper, 1978; Snoeyink와 Jenkins, 1980; Adams와 Sanders, 1983; Petruzzelli와 Guidi와 Lubrano, 1983; Foster, 1983; Kiekens와 Cottenie, 1983; Sopper와 Seaker, 1983; Wallace와 Warrick, 1985; 서울대학교, 1985; Shively, 1986; 임경과 김용욱, 1989; 임경, 1990)등을 검토하여 현행 중학교의 실정에 적합한 화학물질의 간단한 처리방법을 표 32, 표 33에 두었다.

가. 일반적인 처리법

1. 산은 수산화암모늄이나 가성소다로 중화한 후 회석하여 하수도로 흘려보낸다.

2. 알칼리는 초산이나 묽은 염산으로 중화한 후 회석하여 하수도로 흘려보낸다.

3. 무기염들은 물에 녹여 중탄산소다로 중화시켜 흘려보낸다.

4. 유기용매는 후드에서 증발시킨 후 안전한 실외에서 태운다.

5. 고체폐기물은 쓰레기통에 모아 실외에서 태운다.

나. 각 화학물질의 처리법

각 화학물질의 처리는 무기화학물질은 <표 5>와 같고 유기화학물질은 <표 6>과 같다.

<표 5> 무기화학물질 처리법.

무기화학물질	처 리 법
1. 알칼리-알칼리토금속	건조한 탄산나트륨과 섞은 후 건조한 용기에 담가두었다가 옥외에서 태운다.
2. 바륨염	황산염이나 탄산염으로 침전시킨 후 침전물은 모아두었다가 땅에 묻거나 시멘트로 고화한다.
3. 크롬(6가)	황산을 가하여 pH 3으로 한 후 50% 황산수소나트륨을 온도가 높아질 때까지 가한 다음 가성소다(NaOH) 사용하여 침전시킨다. 침전물은 땅에 묻거나 시멘트로 고화한다.
4. 크롬(3가)	가성소다나 소석회로 침전시킨 후 땅에 묻거나 시멘트로 고화한다.
5. 카드뮴 코발트 납, 망간(II), 수은, 니켈, 은, 바나듐	(1) 용액을 가하여 금속이온을 중금속 유해물로 침전시킨 후 이 용액에 수산화암모늄 용액을 가하여 알칼리성으로 한 후 용액은 흘려버리고 침전물은 땅에 묻거나 시멘트로 고화한다. (2) 황산으로 산성으로 한 폐수에 황산철이나 염화제이철 용액을 가한 후 가성소다로 알칼리성으로 한다. 잘 저은 후 침전물이 가라앉으면 용액을 흘려 버리고 침전물은 땅에 묻거나 시멘트로 고화한다.
6. 위에 지적하지 않은 양이온	양이 많지 않을 때는 많은 양의 물로 회석한 후 흘려보낸다.

- 7. 중금속 폐수 처리후에 생긴 침전물
중금속을 처리했을 때의 침전물은 용액을 흘려버린 후에 말려서 땅에 묻거나 양이 많은 경우에는 침전물 양의 100배 정도의 시멘트를 섞어 벽돌로 만든다. 이 벽돌속의 중금속은 시멘트 입자와 안정한 화합물을 형성하여 다시 환경으로 유출될 가능성이 매우 적다.
- 8. 카바이드
육외나 후드에서 천천히 물을 가한 후 기체 발생이 멎었을 때 잔류물을 흘려 버린다.
- 9. 시안
후드속에서 0-10°C로 하여 과량의 50%의 표백분용액을 열이 발생하지 않을 때까지 가해 수시간 방치한 후 많은 물과 함께 흘려보낸다.
- 10. 시안화물
수산화칼슘과 탄산소다용액을 천천히 가하여 중화시킨 후 버린다.
- 11. 수산화물
큰 용기에서 희석한 후 6M 염산으로 중화시킨 후 버린다.
- 12. 무기산
수산화칼슘과 탄산소다 용액을 서서히 가하여 중화시킨 후 흘려 보낸다.
- 13. 무기할로젠화물
전조된 50 : 50의 카올린과 탄산소다 혼합물에 부은 후 젖는 동안 6M의 수산화암모늄을 서서히 가한다. 이 때 발생하는 염화암모늄의 연기가 중지될 때까지 얼음이나 찬물을 가한다. 6M의 염산으로 중화시킨 후 흘려 보낸다.
- 14. 무기과산화물
90 : 10의 모래와 탄산소다 혼합물로 덮는다. 과산화물과 섞인 것을 아황산소다 용액에 가한 후 3M의 황산으로 중화한다. 액체는 흘려보내고 침전물은 땅에 묻는다.
- 15. 무기 유화물
염화제 2철용액에다 붓고 중성이 될 때까지 탄산소다를 가한 후 흘려 보낸다.
- 16. 위에 제시되지 않은 무기염
많은 양의 물에 녹인 후 탄산소다를 가하여 하룻밤 둔다. 6M 염산으로 중화한 후 흘려 보낸다.
- 17. 비금속 화합물
50 : 50의 탄산소다와 수산화칼슘에 섞은 후 물로 뿌린다. 그 후 다량의 물을 가하고 6M 염산으로 중화한 후 흘려 보낸다.
- 18. 산화제
치오황산나트륨을 함유하는 다량의 물을 가한 후 중화시켜 흘려보낸다.
- 19. 적인
후드나 육외에서 태운다.

- 20. 황인
물속에 넣은 채 후드나 육외에 두면 물이 증발한 후 발화되어 타버린다.
- 21. 환원제
탄산소다로 덮고 물을 뿌린다. 탄산소다와 같은 양의 표백분과 천천히 섞은 후 물을 가하여 하룻밤 방치 후 중화하여 흘려 보낸다.

<표 6> 유기화학물질 처리법

유기화학물질	치 리 법
1. 알콜 에스테르 알데하이드 탄화수소 케톤	종이에 흡수시켜 후드나 육외에서 중화시킨 후 종이는 태운다.
2. 알리파틱아민	큰 접시에서 고체 황산수소나트륨을 가하고 물을 가한 후 중화시켜 흘려 보낸다.
3. 방향족 아민 방향족 할로겐 아민 방향족 질화물 유기 할로젠화물	90 : 10의 모래와 탄산소다 혼합물에 다 붓는다. 판지 상자에 넣고 종이로 채운 후 소각로(육외)에서 태운다.
4. 에테르	육외에서 땅에 부은 후 충분히 먼거리에서 침화하여 태운다.
5. 유기산, 치환된 유기산	비휘발성산은 탄산소다와 섞어 중화시킨 후 흘려 보낸다. 휘발성산은 인화성 용매와 섞어 태운다.
6. 유기산 할로젠화물	50 : 50의 탄산소다와 수산화칼슘 혼합물에 붓는다. 6M 수산화암모늄을 서서히 가한 후 희석하여 중화시켜 흘려보낸다.
7. 유기 과산화물	플라스틱 용기에 담아놓고 소각로나 육외에서 태운다. 그렇지 않으면 20% 수산화나트륨용액을 가하여 하룻밤 방치 후 중화시켜 흘려 보낸다.

IV. 결 론

현재 중학교에서 사용되고 있는 5종의 과학 교과서의 내용을 분석하고 실험실에서 사용되는 화학물질의 관리 현황을 조사하고 고찰한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중학교 과학 교과서 1, 2, 3학년 용에 수록된 화학 물질은 총 237 종이고 그중 실험에 직접 사용되는 물질

은 87종이었다.

유해화학물질 관리법에 의한 유독물은 51종이고 이 중 특정유독물은 48종이며 수질환경보전법에 의한 수질오염 물질은 116종이고 이 중 특정수질유해물질은 10종이다. 또 대기환경보전법에 의한 대기오염물질은 91종이고 이 중 특정대기오염물질은 19종이었다.

2. 중학교 과학 교과서에는 환경 관련 법률에 의해 그 사용이나 폐기에 규제를 받는 화학물질이 대단히 많으나 그에 대한 위험성이나 환경오염 유발에 대한 교육내용이 거의 없었다.

3. 과학실에서 버려지는 다양한 종류의 실험폐수가 환경에 나쁜 영향을 미칠 것이라고 인식하면서도(93.7%) 실제로 많은 교사들(76.9%)이 아무런 조치없이 그대로 방류하고 있었다.

4. 유해화학물질 관리법에 의해 관리를 해야하는 물질이 있는지는 70.7%가 잘 알고 있으나 실제로 특수유해물질 등을 분류하여 보관하는 곳은 24.1%로 적었다.

5. 유해화학물질과 관련된 교육을 받아본 교사는 17.3%로 적었으나 83.8%의 대부분의 교사가 과학실에서 화학물질을 취급하면서 유해물질과 관련된 실질적인 교육의 필요성을 느끼고 있었다.

6. 중학교 과학실에서의 실험폐기물 처리법으로 중금속류는 침전시켜 시멘트로 고화시키는 방법, 산-알카리류는 중화시킨 후 희석하여 흘려보내는 방법, 유기물은 안전한 장소에서 휘발시키거나 태우는 방법이 실질적이고 환경을 덜 오염시키는 방법으로 사료된다.

V. 제 언

본 연구의 결과 중학교 과학실에서 사용되는 유해화학물질의 사용과 폐기시 교사와 학생의 안전을 위하고 환경오염을 줄이기 위한 방안으로 다음과 같은 제언을 한다.

1. 과학 교과서에 사용되는 유해화학물질을 가능한 한 일반화학물질로 대체하도록 한다.

2. 과학실에서 사용되는 화학물질에 대해서는 교과서의 부록이나 교사용 지침서에 그 유해성이나 관리방법, 학교에서 실제로 행할 수 있는 처리법에 대한 내용이 포함되었으면 한다.

3. 실험실에서 사용되는 유독물질이나 환경을 오염시킬 가능성이 있는 물질에 대해서는 그 보관 장소나 실험실에 그 사실을 쉽게 인지할 수 있는 표지를 부착하도록 하였으면 한다.

4. 대부분의 교사들은 과학실에서 사용되는 물질에 대해 건강이나 환경에 위해를 줄 것으로 인식하나 그에 대한 규제내용이나 처리법에 대해서는 잘 모르고 있는 경

우가 많아 이 분야에 대한 연수자료의 공급이 필요하다고 본다.

5. 중학교 과학실에서 사용되는 화학물질은 그 종류는 많으나 양이 작아 일일이 다 처리하기는 어려운 실정이나 처리가 쉬운 화학물질은 처리하고 표지 떨어진 시약, 폐기된 시약은 유관기관에 위탁처리하는 방법이 좋겠다.

만약 이러한 처리가 학교에서 이루어지거나 그와 같은 교육내용이 실험시간에 다루어진다면 환경교육적 효과를 볼 것으로 생각된다.

참고문헌

광희 중학교, 중학교 환경 교육 실시 방안에 관한 연구 1984

경동현, 중등 학교에서의 환경과학교육과정에 관한 연구, 강원 대학교 대학원 1986

김경동, 이은숙, 사회조사 연구방법, 박영사, 1989

김윤철, 산업안전보건법상 유해물질에 대한 규제, 유해화학물질과 특정 폐기물의 안전 및 관리, 한국과학기술원 1991, 1: 11-18

김은숙, 권순한, 김봉곤, 중학교 신 구 과학 교과서에 대한 비교 분석-화학 분야를 중심으로- 경상대학교 사범대학 과학교육연구소보 제9집, 1989

대기환경보전법, 1990

서울과학교육원, 초·중등학교의 유해 실험폐수 처리방안, 1990

서울과학교육원, 학교 실험폐수 처리방안, 과학·기술교사 특별연수교재, 1991

서울대학교, 고등교육기관에서의 유해 폐기물 처리에 관한 조사 연구, 서울대학교 환경안전연구소, 1985

서울특별시 교육위원회, 수질오염방지 교육자료, 1982

수질환경보전법, 1990

유해화학물질 관리법, 1990

이광훈, 유독물질관리에 대한 정책방향, 유해화학물질과 특정 폐기물의 안전 및 관리, 한국과학기술원 1991; 1: 1-9

임길, 중금속 폐수처리에 대한 Zeolite의 흡착효과(II), 한국 수질보전학회지, 1990; 6(2) 19-27

임길, 김용욱, 중금속 폐수처리에 대한 Zeolite의 흡착효과(I), 한국 수질보전학회지, 1989 5(2) 15-22

정지봉, 정용, 산업폐수처리시설 설치 및 운영에 관한 비용분석, 한국수질보전학회, 1987; 3(1) 40-

60

중학교 과학 1, 2, 3 및 교사용 지도서, 정창희 외 8인, 교학사.

중학교 과학 1, 2, 3 및 교사용 지도서, 송명인 외 7인, 교학사.

중학교 과학 1, 2, 3 및 교사용 지도서, 김순식 외 8인, 교학사.

중학교 과학 1, 2, 3 및 교사용 지도서, 권숙일 외 11인, 동아 출판사.

중학교 과학 1, 2, 3 및 교사용 지도서, 김시중 외 11인, 금성 출판사.

최돈형, 우리나라의 환경교육의 현황과 당면 과제, 환경보전, 1991. 3

하현준, 지대윤, “화학 실험과 안전”, 자유 아카데미, 1989

황경엽, 특정산업폐기물 관리 현황 및 문제점, 유해화학물질과 특정폐기물의 안전 및 관리, 한국과학기술원 1991. 2: 13-28

Adams T M, Sanders J R, Chemistry of zinc, copper and nickel from sewage sludge and sludge-treated soils, Proc. of 4th International Conference on heavy metals in the environment, CEP Consultant Ltd 1989: 475-478

Anderson H O, Readings in science education for the secondary school, The macmillan Co, 1969

Foster C F, Activated sludge surfaces and their interactions with metals, Proc. of 4th International Conference on heavy metals in the environment, CEP Consultant Ltd 1989: 487-490

Forstner U, Wittmann, G T W. Metal Pollution in the aquatic environment, Springer-Verlag, 1979

Fuller W H, and Warrick A W, Soils in waste treatment and utilization. vol. 1, Land treatment, 부록: 중학교 과학 I, II, III, 과학 교과서에 소개된 단원별 화학물질과 관련규제법

CRC press, 1985

Kiekens L, Cottenie A, Characterization of chemical and biological activity of heavy metals in soil, Proc. of 4th International Conference on heavy metals in the environment, CEP Consultant Ltd 1989: 657-661

Leeper G W. Managing the heavy metals on the land, Marcel Dekker, Inc. New York, 1978

Petruzzelli G, Guidi G, Lubrano L, Changes of chemical forms of heavy metals in soil after sewage sludge application, Proc. of 4th International Conference on heavy metals in the environment, CEP Consultant Ltd 1989: 475-478

Shively W, Bishop P, Gress D, Brown T, Leaching test of heavy metals stabilized with Portland cement, Journal WPCF, Vol. 58, No. 3, 1986: 234-241

Snoeyink V L, and Jenkins D, Water Chemistry, John Wiley and Sons, 1980

Sopper W E, Seaker E M, Fate of trace metals on a land treatment system, Proc. of 4th International Conference on heavy metals in the environment, CEP Consultant Ltd 1989: 676-679

Summerlin L R, and Ealy, J L, Chemical Demonstration, A sourcebook for teachers, Vol. 1, American Chemical Society, 1985

Summerlin L R, Borgford C L and Ealy J B, Chemical Demonstration, A sourcebook for teachers, Vol. 2, American Chemical Society, 1989

Tearle K, Industrial pollution control, Practical implication, Bussiness Books Ltd, 1973

학년	대 단 원	소 단 원	학습 내용	화학물질과 사용량(분단별) (정창희외 8인 교학사)	정창희외 8인(교학사)를 제외한 중학 과학교과서에 나오는 화학물질	유해화학물질 관리법 ○유독물 ●특정유독물	수질환경보전법 ○수질오염물질 ●특정수질유해물질	대기환경보전법 ○대기오염물질 ●특정대기오염물질
1	I. 대기와 물의 순환	1. 열과 태양에너지 2. 대기와 해수의 운동	실험; 온도계의 눈금 알아보기 예시; 물의 대류 실험; 공기의 조성	온도계(수은) 온도계(알코올) 메틸 알코올 붉은 인(0.2g)		○● ○● ○●	○ ○ ○ ○ ○	○● ○ ○ ○ ○●

			카드늄 시안화합물 PCB 황산암모늄 염소산 나트륨	황화수소 산화질소 탄화수소 아황산나트륨 BHC DDT	○	○● ○● ○● ○	○● ○● ○● ○ ○ ○
--	--	--	---	--	---	---------------------	-----------------------------------

Abstract

A Study on the Management of Harzardous Chemicals from the Middle School Science Class

Sang-ok Kim, Yong Chung

(The graduate School of Health Science and Management, Yonsei Universty)

The management and disposal of harzardous chemicals from the middle school science class was studied for the safety of student and for the protection of the environment.

This study was undertaken by analysis of 5 kinds of current middle school science text book and questionnaire survey, and reviewed on the recommanded methods for the disposal of harzardous chemical wastes from science class.

There are 237 chemicals determined in the middle school science text books and 87 among them actually used in middle school science laboratory.

51 chemicals are classified as hazardous ones and 49 highly hazardous according to the "Law of Toxic Chemicals management". 116 chemicals are debined as water pollutants and 10 are highly hazardous water pollutants according to the "Water Quality Control Law" as well are 91 chemicals as air pollutants and 19 are highly hazardous air pollutants according to the "Air Quality Control Law"

Questionnaire survey results the identification of toxic chemicals, need for education, awareness of toxic effects and current problems in the management. Disposal of toxic chemicals in middle school science class has been undertaken without any treatment, which could be caused of environmental pollution.

Most of science teacher wanted to have opportunities to attend supplement courses for the management and disposal of chemicals for the safety and environmental protection.

Simple and applicable methods for the management and disposal of chemicals at middle school science level should be strongly recommeded to be installed.