

발간등록번호

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II)

2017. 12



제 출 문

환경부장관 귀하

본 보고서를 『수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(Ⅱ)』 용역의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 12

연구기관명 총괄기관 (사)에코맘코리아
 제1연구기관 (주)티오이십일

총괄기관	책임연구원	문명희	제1연구기관	책임연구원	배희경
	연구원	김지효		연구원	이승규
	연구원	이지현		연구원	이진숙
	연구보조원	김지현		연구원	이광용
	연구보조원	이태경		연구보조원	김혜진
	연구보조원	이상민		연구보조원	정대룡
	외부참여연구원	엄유진		연구보조원	이승준
				연구보조원	이병준
		연구보조원	박지홍		

요 약 문

수은은 실온에서 액체 상태로 존재하는 유일한 금속으로, 고대부터 현대까지 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 1956년 일본 미나마타시 한 공장에서 방류한 폐수로 인해 어패류가 수은에 오염되었고, 이를 섭취한 주민들이 사지마비, 언어장애 등 증상이 발생되면서 수은으로 인한 인체 위해성에 대해 전 세계적으로 관심을 갖게 되었다.

수은은 환경 중에서 잔류성과 장거리 이동특성을 갖고 있어 하나의 국가가 아니라 전 지구적으로 수은 관리의 필요성이 대두 되었다. 이에 수은 및 수은화합물의 인위적 배출 및 방출로부터 인간의 건강과 환경을 보호하는 것을 목적으로 2009년 UNEP에서 「수은에 관한 미나마타 협약(Minamata Convention on Mercury, 이하 미나마타협약)」을 발의하게 되었으며, 2013년에는 국제협약으로 채택되어 2017년 8월 16일에 발효되었다.

우리나라는 2006년부터 5년마다 「수은관리종합대책」을 수립하여 수은으로부터 국민의 건강을 보호하고자 노력하고 있다. 최근 수립한 3차 수은관리종합대책(2016년 ~ 2020년)에서는 미나마타 협약의 효율적인 이행 및 '脫 수은사회'로 전환하기 위한 사회적 기반을 마련하기 위해 1) 환경 중 수은 모니터링 2) 수은배출저감 3) 수은원자재·첨가제품관리 4) 수은폐기물 친환경적 처리 5) 수은노출저감 6) 기술개발 7) 국제협력 및 소통강화 등 체계를 구성하여 국민의 건강과 환경을 보호하고자 노력하고 있다.

본 연구는, 「수은에 관한 미나마타 협약(Minamata Convention on Mercury, 이하 미나마타협약)」발효에 대응하여 수은의 인체 노출 위해성에 대한 대국민 인식증진을 목표로 한다. 이에 본 연구는 수은 및 유해화학물질에 특히 민감한 초등학생을 대상으로 하는 교육과 국가 수은정보 통합관리시스템 콘텐츠 보완 및 최신화 작업 등 두 분야로 나누어 진행되었다.

수은 및 중금속의 인체노출 저감을 위한 교육프로그램 개발 및 교육분야에서는 교육을 통해 수은 및 중금속에 대한 대응 역량을 강화시키고자하는 것을 목표로 하였다. 교육을 위해 개발한 프로그램은 초등학교 중학년(3.4학년), 고학년(5.6학년)으로 분류되어 있으며 1차시 수은안전교실 2차시 중금속안전교실로 구성하였다. 2차시 교육에는 일방적인 강의형 교육에서 벗어나 아이들이 직접 참여하는 활동을 통해 교육한 내용을 복습할 수 있도록 참여형 프로그램을(말

관계임)을 추가하였으며, 활동지를 구성하여 스스로 교육내용을 정리하고 다짐할 수 있도록 하였다. 교육 후 학생들의 인식도 변화를 살펴보기 위해 교육 전, 교육 후(당일), 교육 후(1달) 총 3차례에 걸쳐 인식도 조사를 진행하였다. 총 28개교 104개 학급 2,573명이 수은 및 중금속에 대한 인체위해성 교육을 받았으며 이중 30개 학급 726명에 대한 인식도 조사를 분석하였다. 다양한 지역에서 수은 및 중금속 인체위해성에 대한 교육을 신청하였지만 교통여건상 방문이 어려워 교육을 받지 못한 학교가 있었다. 이러한 문제점은 E-book 제작 또는 교수학습서를 제작·보급하여 해당 학교 교사가 직접 교육할 수 있도록 보완하면 될 것으로 판단된다.

민감계층 외 일반인을 대상으로 수은의 위험성을 알리는 홍보전시회를 「2017 친환경대전(2017.11.01. - 04.)」에서 [수은 OUT 건강 人]이라는 주제로 진행하였다. 위 홍보전시회를 통해 수은의 정의, 수은의 인체 위해성, 미나마타 협약, 수은 누출 시 대처 방안, 수은 함유제품 및 수은 대체제품 등을 전시하여 수은에 대하여 교육 및 홍보를 진행하였다. 약 1,000여명의 방문객이 수은 홍보부스를 방문하였으며 그중 90%가 홍보부스가 수은인식제고에 도움을 주었다고 설문에 응답하였다.

본 연구에서는 인식증진을 위한 사업 외에도 수은 함유 제품 소지 및 사용 중 발생할 수 있는 수은 누출 사고 발생을 대비하여 응급대응 수은회수처리 키트를 전국 5,978 개의 초등학교 중 900개소에 보급하였다. 보급지역의 선정에 있어서는 2017년 포항 지진으로 인해 경남과 경북지역의 초등학교에 비교적 많은 키트를 보급하였으며, 그 외의 지역은 교육부의 협조를 받아 권역별, 학생 수를 고려하여 보급하였다. 보급 시 키트의 사용법과 수은 누출 대응 가이드 내용이 담겨 있는 매뉴얼을 함께 제공하여 누구나 사용할 수 있도록 하였다.

국가 수은정보 통합관리시스템은 기 구축된 콘텐츠의 전면 재검토 및 최신화를 통해 대국민이 쉽게 이해할 수 있고, 산업체 정보제공이 가능한 내용으로 재구성하였으며 수은정보시스템의 원활한 운영을 위해 시스템 유지·보수 및 시스템 이관을 진행하였다. 수은정보시스템 내 콘텐츠는 전면 재검토 과정을 거쳐 대국민이 이해하기 어려운 항목에 대해서는 도식화, UI 개선 등의 방법으로 유관 정보 콘텐츠를 재구성하였다. 또한, 제공 정보에 대하여는 분야별 전문가와 함께 콘텐츠를 검토하고 관련 자료 및 문헌 조사를 통해 일반 현황정보에 대한 최신화 작업을 진행하여 콘텐츠에 대한 신뢰도를 확보하였다. 수은정보시스템의 최적 운영과 관리환경을 유지하기 위해

장애관리체계와 장애관리방안을 수립하여 시스템 장애를 효율적으로 관리할 수 있는 체계를 구축하였으며, 전자정부 웹 표준 준수지침, 전자정부 서비스 호환성 준수지침 등 국내 유관 법규 및 가이드라인을 준수하여 시스템을 구성하였다. 수은정보시스템이 화학물질정보시스템(NCIS)으로 이관이 결정됨에 따라 해당 시스템의 이관작업을 수행하였으며 이관대상 서버 환경의 분석을 통해 인프라를 구성, 환경설정 등의 작업을 진행하였다. 또한, 이관 대상 서버의 웹 취약점 및 호환성 조치, 데이터베이스 관리 시스템 변경에 따른 DB 변환 및 최적화 작업을 통해 이관된 이후에도 안정적인 시스템 운영이 가능하도록 구현하였다.

앞으로도 지속적인 수은 인식제고를 위해서는 기존 친환경대전 이외에 일반국민을 대상으로 한 다양한 환경관련 박람회에 참가하여 수은 위해성을 알릴 수 있는 전시회 개최가 필요할 것으로 판단된다. 또한 본 용역의 결과물인 수은 및 중금속 교육 프로그램과 교구를 활용하여 효과적인 교육이 될 수 있도록 차기 프로그램 개선 및 보안 사항과 교육 방안도 제시하였다. 수은 회수·처리키트는 현재 2016년 전국 고등학교(2,353개소), 일부 소규모 병원(92개소), 2017년 초등학교(900개소)에만 배포 하였으나 향후 정확한 학교별 수은첨가제품 보유현황 및 키트 수요 조사를 통해 보급을 확대하는 방안도 마련할 필요가 있다. 마지막으로 국가 수은정보 통합관리시스템은 구축완료시 대국민이 편리하게 이용할 수 있도록 홍보해야할 필요성이 있으며 이러한 '수은 위해성 인식제고사업'은 일회성이 아닌 지속적으로 수행해야만 효과가 있을 것으로 판단된다.

차 례

I. 서론	1
제1장 과업의 목적	1
1. 과업의 목적 및 배경	1
2. 과업의 범위	3
3. 과업 수행조직 및 추진체계	4
II. 연구결과	5
제1장 수은 및 중금속 교육 프로그램 개발 및 교육진행	5
1. 수은 및 중금속 교육 프로그램 개발	5
1.1 수은 및 중금속 교육 프로그램 구성	5
1.2 수은 및 중금속 교육 교보재 개발	13
1.3 수은 및 중금속 교육 환경보건강사 양성	16
2. 수은 및 중금속 교육 진행 및 수은 인식도조사	19
2.1 수은 및 중금속 교육 진행 결과	19
2.2 수은 및 중금속 인식도조사 구성 및 결과	21
2.3 차기 교육 프로그램 마련 및 운영을 위한 교육 추진 계획(안) 마련	28
2.3.1 기존 개발 프로그램 결론	28
2.3.2 차기 교육추진 제안	30
3. 수은회수처리키트 보급계획 수립 및 키트 보급 시행	32
3.1 수은회수처리키트 개요	32
3.2 수은회수처리키트 발송 대상 및 결과	34

제2장 대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스 운영	35
1. 대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스 구성	35
1.1 수은 홍보부스 추진 방향	35
1.2 수은 홍보부스 구성 및 제작·설치	35
1.3 수은 홍보부스 운영 결과	38
제3장 국가 수은정보 통합관리시스템 운영 및 유지보수	43
1. 국가 수은정보 통합관리시스템 운영	43
1.1 수은정보시스템 콘텐츠 개선 및 최신화	43
1.1.1 수은정보시스템 소개	43
1.1.2 콘텐츠 개선 및 최신화	46
2. 국가 수은정보 통합관리시스템 유지보수	54
2.1 최적 운영 및 관리환경 유지	54
2.1.1 장애 예방활동 및 대응방안 수립 및 운영	54
2.2 표준화지침 준수	57
2.3 수은정보시스템 이관	60
Ⅲ. 결 론 및 제언	63
1. 결론	63
1.1 수은 및 중금속 교육 프로그램 개발 및 교육진행	63
1.2 대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스 운영	64
1.3 수은 회수·처리키트 보급계획 수립 및 키트 보급 시행	64
1.4 국가 수은정보 통합관리시스템 운영 및 유지보수	65
2. 제언	66
2.1 수은으로부터 안전한 사회를 위한 제언	66
2.1.1 수은 위해성 리스크 커뮤니케이션	66

2.1.2 수은정보시스템 활성화를 위한 지속적 관리 67

IV. 참고문헌 68

부록 1 : 자문의견서 70

부록 2. 교육용 교안 (강의지도멘트)(강의자료 : USB제출) 83

부록 3. 교육용 교구 (직접 제출) 117

표 차례

<표 1-1> 수은 및 중금속 교육 프로그램 구성(초등학교 3.4학년용)	6
<표 1-2> 수은 및 중금속 교육 프로그램 구성(초등학교 5.6학년용)	10
<표 1-3> 수은 및 중금속 가이드북 구성	15
<표 1-4> 수은 및 중금속 교육 후 교육 프로그램 및 교구 개선 및 보완사항	18
<표 1-5> 2017 수은 및 중금속 방문 교육 학교 리스트	19
<표 1-6> 수은 및 중금속 인식도조사(사전)	22
<표 1-7> 수은 및 중금속 인식도조사(사후 당일)	23
<표 1-8> 수은 및 중금속 인식도조사(사후 1달)	24
<표 1-9> 수은 및 중금속 인식도조사 결과(전체 응답자 정답률)	25
<표 1-10> 수은 및 중금속 인식도조사 결과(중학년 정답률)	26
<표 1-11> 수은 및 중금속 인식도조사 결과(고학년 정답률)	27
<표 1-12> 지역별 키트 발송 현황(참고)	34
<표 2-1> 2017년 대한민국 친환경대전 개최 개요	35
<표 2-2> 수은위해성 홍보전시관 수은관련 정보 콘텐츠	37
<표 2-3> 대국민 수은 인식도 조사 설문지	39
<표 2-4> 대국민 수은 인식도 조사 결과	40
<표 2-5> 대국민 수은 인식도 조사 결과	41
<표 3-1> 수은정보시스템 메뉴별 세부기능 설명	45
<표 3-2> 수은정보시스템 콘텐츠 수정·보완 사항	47
<표 3-3> 시스템 개선 항목 설명-수은 정보	49
<표 3-4> 시스템 개선 항목 설명-환경과 건강	50
<표 3-5> 시스템 개선 항목 설명-배출원 관리	51
<표 3-6> 시스템 개선 항목 설명-국제 동향	52
<표 3-7> 시스템 개선 항목 설명-알림마당	53
<표 3-8> 유형별 장애관리 방안	55
<표 3-9> 단계별 장애관리 방안	55

<표 3-10> 하자보수 세부내용	56
<표 3-11> 전자정부서비스 웹 호환성 진단표	57
<표 3-12> 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0 표준 체제	58

그림 차례

<그림 1-1> 참여형 프로그램(말판게임) 교구 구성	13
<그림 1-2> 실천나무(활동지)	14
<그림 1-3> 수은 및 중금속 가이드북(배부용)	14
<그림 1-4> 환경보건강사 양성 및 역량강화 워크숍 현장	16
<그림 1-5> 수은 및 중금속 교육 1차 실무교육	17
<그림 1-6> 수은 및 중금속 교육 시연장의	17
<그림 1-7> 수은 및 중금속 인체위해성 방문교육 실시 현장 사진	21
<그림 1-8> 수은응급처리키트 구성	32
<그림 1-9> 수은응급처리키트 사용 매뉴얼	33
<그림 2-1> 수은위해성 홍보전시관 설치사진	36
<그림 2-2> 리플렛과 전자체온계	38
<그림 3-1> 연도별 정보시스템 구축 계획	43
<그림 3-2> 수은정보시스템 구성도	44
<그림 3-3> 콘텐츠 수정·보완 절차	46
<그림 3-4> 수은정보시스템 수정·보완 절차	46
<그림 3-5> 메인화면 수정·보완 내용	48
<그림 3-6> 장애 예방활동 대응 프로세스	54
<그림 3-7> 하자보수 및 장애 대응 조직 구성도	56
<그림 3-8> 웹 접근성 준수를 위한 프로세스	59
<그림 3-9> K-WAH4.0 웹 접근성 자동점검	59
<그림 3-10> 서버 이관 현황	60
<그림 3-11> 서버 이관에 따른 웹 취약점 및 호환성 조치	61
<그림 3-12> 데이터베이스 변환 및 최적화	62

I. 서론

제1장 과업의 목적

1. 과업의 목적 및 배경

수은은 상온에서 액체 상태인 금속으로 환경에 잔류하고 장거리 이동이 가능하며 독성이 있는 화학물질이다. 수은은 주로 전지, 조명기기, 계측기기, 치과용 아말감, 살균 및 방부제 등 다양한 생활제품과 화력발전, 시멘트제조, 폐기물 소각 등 각종 시설에서 사용되고 있다. 수은 사용에 따라 환경으로 배출되는 수은은 공기, 바다, 먹이사슬을 거쳐 우리 몸으로 들어오게 된다. 수은은 체내에 들어와 주로 뇌에 축적되기 쉬우며, 수은중독으로 중추신경장애, 신장, 간 등에 심각한 질병을 일으킬 수 있다(Crammer et al, 1996). 특히 태아에게는 나쁜 영향을 미치는 유해물질이다.

이러한 수은의 인체 위해성은 1956년 일본 미나마타시에서 발생한 수은중독사건을 통해 확인할 수 있다. 미나마타시에 위치한 비료공장에서 배출한 폐수 속 유기수은이 바다와 어패류를 오염시켰고, 그 어패류를 섭취한 주민 2천 여명이 사지마비, 언어장애 등 질환을 겪었다. 위 사건을 통해 수은의 인체 위해성을 확인하고, 수은이 대기에서 가스 상태로 장거리 이동하는 특성 때문에 국제적 공동대응의 필요성이 계속해서 제기되고 있다. 이에 2009년 유엔환경계획(UNEP)에서 수은첨가제품의 단계적 철폐 등의 내용을 담은 수은에 관한 미나마타 협약이 발의되었으며, 2013년 수은에 대한 국제적 공동대응을 위해 미나마타협약이 채택되었다. 2017년 2월 기준 미국, 중국, 일본 등 38개국이 비준을 완료하였으며, EU의 비준 완료시 발효조건인 50개국의 비준이 충족되어 그로부터 90일 이후 발효될 예정이다. 2017년 5월 EU는 수은에 관한 미나마타 협약을 채택하였으며, 미나마타 협약은 2017년 8월 16일 발효되었다.

수은 관리관점에서 국내 현황자료를 조사한 결과, 우리나라는 수은에 관한 미나마타협약의 발효에 대비하여 [국가 수은관리 종합계획('16-'20)]을 수립하여 수은의 생산부터 사용 배출 폐기까지 전 과정 관리 기반을 구축하였다. 이에 따라 체계적으로 분야별 추진과제를 수행하고 협약 상 의무를 단계적으로 이행하려고 한다.

수은 노출관점에서 국내 현황자료를 조사한 결과, 지난 2012년 ~ 2014년에 실시한 제 2기 국민환경보건기초조사에 따르면 만 19세 이상 국민 혈중 수은 농도는 $3.11 \mu\text{g}/\ell$ 로 선진국인 미국(0.94), 독일(0.58)에 비해 4~5배 높게 나타났다. 이는 생선섭취량이 상대적으로 많은 일본(3.63), 홍콩(3.65)과 유사한 수준을 보이는 것으로 볼 때, 인체수은 농축의 주요원인이 어패류섭취로 추정된다. 뿐만 아니라 국립환경과학원이 2012년~ 2014년 까지 전국의 3세부터 18세 어린이 청소년 약 2,400명을 대상으로 혈중 수은농도를 조사한 결과, 영유아 $1.64\mu\text{g}/\ell$ 초등생 $1.93\mu\text{g}/\ell$, 중고생 $1.91\mu\text{g}/\ell$ 으로 나타났다. 이는 미국 캐나다의 어린이 청소년의 노출수준과 비교하면 약 4~6배 높은 것으로 나타났다.

지난 2011년 4월~ 2017년 8월 기간 동안 수은세상에 접수된 수은안전 전화상담 질문현황을 살펴보면 약 780건의 문의 중 644건이 가정, 학교, 병원에서 문의가 들어왔으며, 644건의 문의 중 508건(78%)가 누출사고와 관련된 문의였다. 그 외에도 수은 폐기방법, 수은의 기초 상식, 등에 대한 문의가 들어왔다.

앞서 국내외현황을 살펴본 결과 국민들의 수은 인체노출 저감을 위해 대국민 인식제고를 진행하여야 할 것으로 판단된다. 특히 수은노출에 민감한 취약을 대상으로 수은 등 중금속의 인체노출 저감을 위한 교육이 시급한 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 유해화학물질에 민감한 초등학생을 대상으로 수은 등 중금속의 인체노출 저감을 위한 교육프로그램 개발 및 방문교육을 실시하고, 이를 통해 민감계층인 어린이의 수은 등 중금속에 대한 대응역량 강화 및 생활 속에서의 수은에 대한 인식변화와 수은 노출 저감에 대한 습관을 강화시키고자 한다. 그리고 나아가 일반인을 대상으로 수은 등 중금속의 위험성을 알리고자 홍보전시회를 개최해 인식을 제고하고자 한다.

뿐만 아니라 수은과 관련된 맞춤형 정보제공을 위해 국가수은정보 통합관리시스템의 콘텐츠를 보강하고 유지·관리하여 지속적인 정보가 제공될 수 있는 시스템을 구축하고자 한다. 또한 수은 회수·처리키트를 전국의 초등학교에 일정량 보급함으로써 수은노출저감 및 응급상황에 대한 대처 방안을 제공하고자 한다. 본 연구를 통해 수은의 노출 저감을 위해 향후 지속적인 교육 및 홍보 진행 시 필요한 기초자료로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 과업의 범위

본 연구에서는 「수은 등 중금속 위해성 관련 어린이 교육 및 홍보」, 「국가 수은정보 통합관리시스템 운영 및 유지보수」 등의 두 가지로 나뉜다.

첫째, 수은 등 중금속 위해성 관련 어린이 교육 및 홍보 사업으로 초등학교 3,4,5,6 학년을 대상으로 방문교육을 104회 진행하였다. 기 개발된 초등학교 3.4학년용 수은교육 교재의 내용을 보완하고, 중금속(납, 카드뮴)에 대한 내용을 추가하여 교육프로그램을 개발 및 보완하였다. 또한 초등학교 5.6학년용 수은 및 중금속에 대한 교육프로그램도 개발하였다. 과 년도에는 선생님의 일방적인 가르침만 있는 수업 이였지만, 이번에는 학생들이 직접 참여할 수 있는 활동을 추가해 수업의 참여도를 높였다.

어린이교육에서 그치지 않고, 대국민 수은 인체 노출저감 및 인식제고를 위해 2017.11.01.부터 2017.11.04.까지 4일간 진행되는 [2017 친환경대전] 행사 중 수은 및 중금속 위해성 홍보전시관을 설치 및 운영하여, 수은과 중금속의 노출경로, 위해성, 저감방법 등의 내용을 구성하여 일반인을 대상으로 홍보 하였다.

그리고 수은회수처리키트를 전국 초등학교대상 900개소에 보급하였다. 수은회수처리키트는 수은 누출사고 발생 시 대처방법도 처리 방법에 대한 매뉴얼을 담은 응급키트이다. 초등학교를 대상으로 보급하여 수은 누출사고 발생 시 지역의 대응능력을 향상 시켰다.

셋째, 국가 수은정보 통합관리시스템 운영 및 유지보수는 기 구축된 수은정보시스템 재검토를 통해 대국민이 쉽게 이해할 수 있는 내용으로 콘텐츠를 개선하고 제공되고 있는 일부 현황정보에 대해 최신화를 진행하였으며, 수은정보시스템의 안정적인 운영을 위해 장애 예방활동 및 대응 방안을 수립하고 운영하였다. 또한, 화학물질정보시스템(NCIS)으로 시스템 이관이 결정됨에 따라 대상 서버의 환경분석, 인프라 구성 및 최적화 작업 등을 통해 이관 작업을 진행하였다.

3. 과업 수행조직 및 추진체계

본 연구의 성공적인 수행을 위하여 각 분야의 전문기관이 업무를 세분화하여 수행하였다. 수행기관은 (사)에코맘코리아, (주)TO21 총 2개 기관으로 구성하였으며 (사)에코맘코리아는 환경교육전문단체로 녹색성장위원회로부터 녹색교육기관으로 인증 받은 환경교육(교육센터)과 환경보건(환경건강연구소)에 대한 전문성을 보유하고 있는 기관이다. 유치부 및 초·중·고등학생, 대학생, 교사, 그리고 학부모에 이르는 에코맘 스쿨, 교원연수, 글로벌에코리더 프로그램 운영을 바탕으로 한, 다양한 기관과의 네트워크를 보유하여 이를 통한 홍보 및 피드백이 가능하다. 또한 수은물질의 전문성을 갖고 있으며 2016년 과년도 사업의 경험을 갖고 있는 YS환경기술연구원의 핵심 연구원을 전문가로 참여시킴으로서 중금속 물질의 전문성을 보완하였다. (주)티오이십일은 수은함유제품 유통현황조사(수은 함유제품 유통현황조사 및 통합 인벤토리, 정보시스템 구축방안 연구(1), '13.6 ~ '14.3), 수은 인체노출 저감 지원 및 인식증진 사업('16.6 ~ '16.12) 등 다수의 유관 분야 사업 수행 경험이 있는 기관으로, 다년간 수은을 비롯한 중금속 및 화학물질에 대한 관련 사업 수행 노하우를 보유하고 있는 기관이다. 특히 화학물질에 특화된 전문 시스템 구축 인력과 유관 시스템 구축에 축적된 노하우를 보유하고 있으며, 다년간 정부 화학물질 관리시스템을 구축·운영하고 있어 전자정부 웹 표준, 호환성, 데이터베이스 관리 및 이관에 대한 전문성을 보유하고 있다.

II. 연구결과

제1장 수은 및 중금속 교육 프로그램 개발 및 교육진행

1. 수은 및 중금속 교육 프로그램 개발

기 구축된 수은 위해성 교육용 교안은 초등학교 고학년(5.6학년)을 대상으로 제작되었으며, 수은의 독성과 수은이 미치는 건강 위험성, 수은 협약, 수은 노출 시 대처 방안에 대한 내용으로 구성되어있다. 수은 외 납, 카드뮴, 비소와 같은 기타 중금속의 위해성 역시 어린이 건강에 중요성이 대두됨에 따라 기존의 수은 교재 외 중금속(납, 카드뮴)을 포함한 교재를 본 연구를 통해 개발하였다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 3.4.5.6학년을 대상으로 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대한 교육을 진행하기 위해 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램은 중학년(3.4학년)과 고학년(5.6학년)을 구분하여 제작하였다. 설명형 강의와 참여형 프로그램을 이용하여 아이들이 배우고 나서 학습할 수 있는 시간을 주었으며, 사전, 사후, 사후 1달 인식도조사를 통해 교육을 통한 인식변화를 살펴보았다. 위 설문조사는 반복학습의 필요성과 아이들이 원하는 교육 방안을 알 수 있는 기초자료로 사용될 것으로 판단된다.

1.1 수은 및 중금속 교육 프로그램 구성

초등학교 3.4.5.6학년을 대상으로 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대한 교육을 진행하기 위해 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램은 중학년(3.4학년)과 고학년(5.6학년)을 구분하여 제작하였다. 교육은 2차시에 걸쳐 총 80분간 진행되며 1차시 수은, 2차시 중금속(납, 카드뮴)과 참여활동으로 구성되어 있다. 교육프로그램의 구성은 아래 <표 1-1>, <표 1-2>과 같다.

초등학교 중학년(3.4학년)은 과년도에 제작한 수은 관련정보 제공 동영상을 보면서 동기유발과정을 거치며, 고학년(5.6학년)은 ‘이상한나라의 앨리스’라는 작품을 통해 동기유발과정을 갖는다. 중학년의 경우 설명식 강의를 많은 반면, 고학년의 경우 교육 내용이 바뀔 때 마다, 질의응답(퀴즈)을 통해 생각할 수 있는 시간을 마련하였다. 뿐만 아니라, 중학년에 비해 사례를 더 많이 다루어 다소 지루할 수 있는

내용에 흥미를 갖을 수 있도록 하였다.

2교시 중금속안전교실에서는 다양한 중금속 중 가장 많이 접할 수 있는 납과 카드뮴을 교육하고, 앞서 배운 내용을 참여형 프로그램을 통해 복습할 수 있는 시간으로 구성하였다. 2교시 중금속안전교실은 중학년, 고학년의 교육방식에 차이를 두지 않고 동일하게 구성하였다. 참여형 프로그램으로는 말판게임, 실천나무를 구성하였다. 말판게임은 아이들이 조별로 할 수 있는 게임으로, 각 조별로 중금속 칩을 받아 퀴즈를 맞추고 배출하는 게임이다. 중금속 칩을 받는 것은 ‘우리의 몸에 중금속이 있다.’ 라는 의미를 부여한 것이며, 퀴즈를 통해 배출하는 것은, 아이들이 교육을 통해 올바른 내용과 대처방안을 알게 되면서 건강해진다는 의미를 부여한 것이다.

<표 1-1> 수은 및 중금속 교육 프로그램 구성(초등학교 3.4학년용)

● 어린이 환경보건·안전교실 1교시 수은안전교실 ●

학습주제	수은으로부터 환경을 보호하고 건강하고 안전하게 생활하기	시간	40분	장소	교실
학습목표	<ul style="list-style-type: none"> • 수은의 특성에 대해 알 수 있다. • 수은이 환경과 건강에 미치는 위험성을 알 수 있다. • 수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법을 알 수 있다. 	적용학년	3,4학년	적용교과	과학 창체
		수업형태	강의식	준비물	PPT

단계		교수·학습 활동	시간
도입	시작	● 시작 인사 및 수은안전교실 소개	1분
	동기유발	● 동영상 보기	4분
	목표제시	● 배울 내용 살펴보기 - 수은의 특성과 이용 모습 - 수은이 환경과 건강에 미치는 영향 - 수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법	1분
전개	활동1 수은에 대한 이해	● 수은의 특성 - 물(水)처럼 흐르는 은(銀) - 원소기호는 Hg로 라틴어 액체 은(Hydragrum) 이란 뜻 - 상온에서 액체상태의 금속 - 기체 상태로 장거리 이동 가능	5분

단계		교수·학습 활동	시간
		<ul style="list-style-type: none"> ● 오늘날 수은을 이용하는 모습 <ul style="list-style-type: none"> - 체온계, 혈압계, 기압계 - 형광등, 전지, 치과용아말감 등 - 미국 환경보호국 조사 결과 3,000 가지 이상 사용 	
		<ul style="list-style-type: none"> ● 옛날에 수은을 이용했던 모습 <ul style="list-style-type: none"> - 연금술 - 불로장생 약 (진시황제) - 뒤늦게 수은의 독성을 알게 됨 	
전개	활동2	<ul style="list-style-type: none"> ● 수은의 체내 흡수 과정 <ul style="list-style-type: none"> - 피부 접촉 - 직접 섭취 - 증기 흡입 ● 체내 수은 농도 검사 방법 <ul style="list-style-type: none"> - 혈액검사 - 소변검사 - 모발검사 ● 수은이 건강에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 두통, 폐렴, 사지마비 등 - 뇌와 신경에 영향 - 산모가 중독되면 태아에게도 영향 	10분
	활동3	<ul style="list-style-type: none"> ● 수은의 이동경로 <ul style="list-style-type: none"> - 화력발전(석탄) > 수은증기배출 > 대기오염 > 토양 및 해양오염 > 어패류오염 > 사람 수은중독 - 수은은 자연적으로 존재하는 물질이며 인간의 활동을 통해 대기, 바다, 땅으로 배출 	3분
	활동 4	<ul style="list-style-type: none"> ● 미나마타의 슬픈 바다 (자동재생) <ul style="list-style-type: none"> - 스토리 텔링 	5분
		<ul style="list-style-type: none"> ● 일본 미나마타 사건 소개 <ul style="list-style-type: none"> - 1956년 발생 - 칫소사의 수은폐수 > 해양오염 > 어패류오염 > 사람 수은중독 - 2000 명 이상의 인명 피해 	

단계		교수·학습 활동	시간
활동5	수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력	<p>● 수은이 미치는 전 세계적인 영향</p> <hr/> <p>● 수은에 관한 미나마타 협약 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수은으로부터 환경과 건강을 지키기 위해 2013년 10월 구마모토 시에서 맺은 수은의 생산, 사용, 배출, 폐기에 관해 엄격히 규제하는 국제협약 <hr/> <p>● 수은으로부터 안전한 생활을 위한 방법 소개</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 깨지지 않게 조심하기 2. 수은의 들어간 제품이 깨졌을 때 알맞은 대응 방법 <ul style="list-style-type: none"> - 어른들에게 알리기 - 그 자리에서 신속히 벗어나기 - 환기하기 3. 다 쓰고 난 제품 잘 버리기 <ul style="list-style-type: none"> - 폐형광등수거함에 분류배출하기 4. 입에 들어가지 않게 조심하기 <ul style="list-style-type: none"> - 수은전지, 수은체온계 입에 넣지 않기 5. 수은이 들어가지 않은 제품 사용하기 <ul style="list-style-type: none"> - 수은체온계 > 전자체온계 - 수은혈압계 > 전자혈압계 - 수은형광등 > LED - 수은전지 > 무수은전지 등 	10분
정리	정리	<p>● 배운 내용 되돌아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수은의 특성과 이용 모습 - 수은이 환경과 건강에 미치는 영향 - 수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법 	1분

● 어린이 환경보건·안전교실 2교시 중금속안전교실 ●

학습주제	중금속으로부터 환경을 보호하고 건강하고 안전하게 생활하기	시간	40분	장소	교실
학습목표	<ul style="list-style-type: none"> • 중금속(납, 카드뮴)의 특성에 대해 알 수 있다. • 중금속이 환경과 건강에 미치는 위험성을 알 수 있다. • 중금속으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법을 알 수 있다. 	적용학년	3,4학년	적용교과	과학 창체
		수업형태	강의식 참여식	준비물	PPT

단계		교수·학습 활동		시간
도입	시작 및 동기유발		● 시작 인사	2분
			● 배울 내용 살펴보기 - 1교시 수은내용 복습 - 2교시에 배울 물질 소개	
전개	활동1	납에 대한 이해	● 납이란 ● 과거 납을 이용했던 모습 ● 오늘날 납을 이용하는 모습	4분
		납의 위험성	● 납이 건강에 미치는 영향 ● 납중독 사례 소개(베토벤)	3분
전개	활동2	카드뮴에 대한 이해	● 카드뮴이란 ● 카드뮴이 건강에 미치는 영향 ● 카드뮴 중독 사례 소개(이타이이타이병) ● 카드뮴이 사용되는 제품	5분
	활동3	중금속이란	● 중금속이란 ● 중금속으로부터 안전한 생활방법	2분
	활동4	중금속으로부터 안전한 생활방법	● 중금속으로부터 안전한 생활을 하기 위한 5가지 생활방법	1분
	활동5	체험활동을 통한 복습시간	● 말판놀이를 통한 1교시, 2교시 교육내용 복습	10분
정리	정리		● 1교시 2교시 소감발표 및 마무리	3분

<표 1-2> 수은 및 중금속 교육 프로그램 구성(초등학교 5.6학년용)

● 어린이 환경보건·안전교실 1교시 수은안전교실 ●

단계	교수·학습 활동		시간
학습주제	수은으로부터 환경을 보호하고 건강하고 안전하게 생활하기		시간 40분 장소 교실
학습목표	<ul style="list-style-type: none"> • 수은의 특성에 대해 알 수 있다. • 수은이 환경과 건강에 미치는 위험성을 알 수 있다. • 수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법을 알 수 있다. 	적용 학년 5,6학년	적용 교과 과학 창체
		수업 형태 강의식	준비물 PPT
도입	시작	● 시작 인사 및 수은안전교실 소개	1분
	동기유발	● 퀴즈와 이상한나라의 엘리스 속 모자장수 이야기	2분
	목표제시	● 배울 내용 살펴보기 - 수은의 특성과 이용 모습 - 수은이 환경과 건강에 미치는 영향 - 수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법	
전개	활동1	수은에 대한 이해	8분
		<ul style="list-style-type: none"> ● 수은의 특성 <ul style="list-style-type: none"> - 물(水)처럼 흐르는 은(銀) - 원소기호 Hg도 라틴어 액체은(Hydragyrum) 이란 뜻 - 상온에서 액체상태의 금속 - 기체 상태로 장거리 이동 가능 ● 오늘날 수은을 이용하는 모습 <ul style="list-style-type: none"> - 체온계, 혈압계, 기압계 - 형광등, 전지, 치과용아말감 등 - 미국 환경보호국 조사 결과 3,000 가지 이상 사용 ● 옛날에 수은을 이용했던 모습 <ul style="list-style-type: none"> - 연금술 - 불로장생 약 (진시황제) - 뒤늦게 수은의 독성을 알게 됨 	
전개	활동2	수은의 위험성	10분
		<ul style="list-style-type: none"> ● 수은의 체내 흡수 과정 <ul style="list-style-type: none"> - 피부 접촉 - 직접 섭취 - 증기 흡입 ● 체내 수은 농도 검사 방법 <ul style="list-style-type: none"> - 혈액검사 - 소변검사 - 모발검사 ● 수은이 건강에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 두통, 폐렴, 사지마비 등 - 뇌와 신경에 영향 - 산모가 중독되면 태아에게도 영향 	

단계		교수·학습 활동	시간
활동3		<p>● 수은의 이동경로</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화력발전(석탄) > 수은증기배출 > 대기오염 > 토양 및 해양오염 > 어패류오염 > 사람 수은중독 - 수은은 자연적으로 존재하는 물질이며 인간의 활동을 통해 대기, 바다, 땅으로 배출 	3분
활동4		<p>● 수은 중독사례(3가지)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 진시황 - 엘리자베스 1세 여왕 - 미나마타 사전(영상) 	5분
		<p>● 일본 미나마타 사건 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1956년 발생 - 칫소사의 수은폐수 > 해양오염 > 어패류오염 > 사람 수은중독 - 2000 명 이상의 인명 피해 	
활동5	수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력	<p>● 수은이 미치는 전 세계적인 영향</p>	10분
		<p>● 수은에 관한 미나마타 협약 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수은으로부터 환경과 건강을 지키기 위해 2013년 10월 구마모토 시에서 맺은 수은의 생산, 사용, 배출, 폐기에 관해 엄격히 규제하는 국제협약 	
		<p>● 수은으로부터 안전한 생활을 위한 방법 소개</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 깨지지 않게 조심하기 2. 수은의 들어간 제품이 깨졌을 때 알맞은 대응 방법 <ul style="list-style-type: none"> - 어른들에게 알리기 - 그 자리에서 신속히 벗어나기 - 환기하기 3. 다 쓰고 난 제품 잘 버리기 <ul style="list-style-type: none"> - 폐형광등수거함에 분류배출하기 4. 입에 들어가지 않게 조심하기 <ul style="list-style-type: none"> - 수은전지, 수은체온계 입에 넣지 않기 5. 수은이 들어가지 않은 제품 사용하기 <ul style="list-style-type: none"> - 수은체온계 > 전자체온계 - 수은혈압계 > 전자혈압계 - 수은형광등 > LED - 수은전지 > 무수은전지 등 	
정리	정리	● 1교시 마침 인사 및 2교시 간략 소개	1분

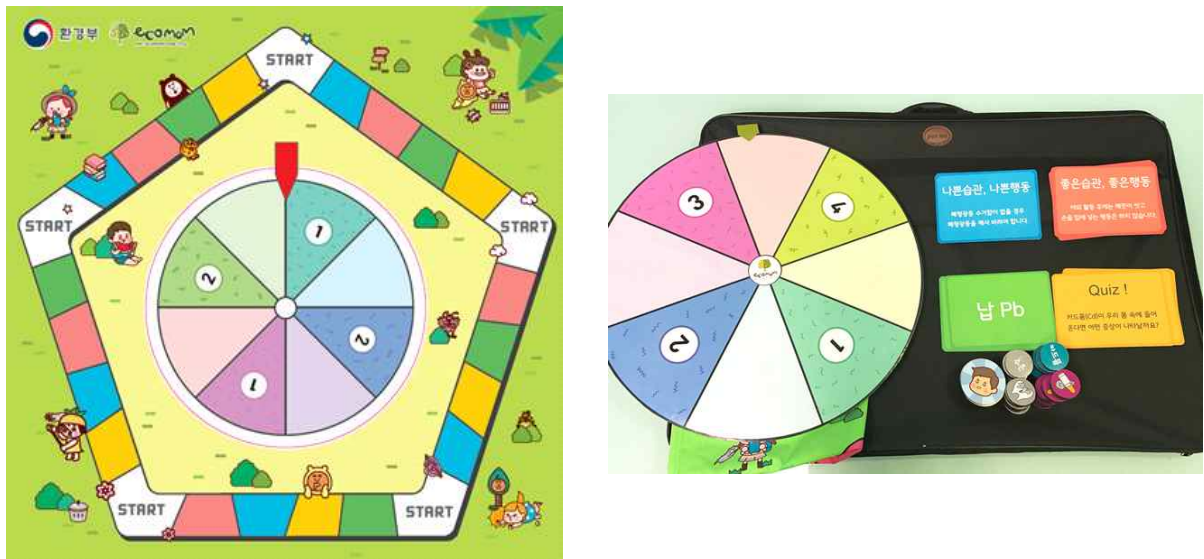
● 어린이 환경보건·안전교실 2교시 중금속안전교실 ●

학습주제	중금속으로부터 환경을 보호하고 건강하고 안전하게 생활하기	시간	40분	장소	교실
학습목표	<ul style="list-style-type: none"> • 중금속(납, 카드뮴)의 특성에 대해 알 수 있다. • 중금속이 환경과 건강에 미치는 위험성을 알 수 있다. • 중금속으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력과 방법을 알 수 있다. 	적용학년	5,6학년	적용교과	과학 창체
		수업형태	강의식 참여식	준비물	PPT

단계		교수·학습 활동		시간
도입	시작 및 동기유발		● 시작 인사	2분
			● 배울 내용 살펴보기 - 1교시 수은내용 복습 - 2교시에 배울 물질 소개	
전개	활동1	납에 대한 이해	● 납이란 ● 과거 납을 이용했던 모습 ● 오늘날 납을 이용하는 모습	4분
		납의 위험성	● 납이 건강에 미치는 영향 ● 납중독 사례 소개(베토벤)	3분
전개	활동2	카드뮴에 대한 이해	● 카드뮴이란 ● 카드뮴이 건강에 미치는 영향 ● 카드뮴 중독 사례 소개(이타이이타이병) ● 카드뮴이 사용되는 제품	5분
	활동3	중금속이란	● 중금속이란 ● 중금속으로부터 안전한 생활방법	2분
	활동4	중금속으로부터 안전한 생활방법	● 중금속으로부터 안전한 생활을 하기 위한 5가지 생활방법	1분
	활동5	체험활동을 통한 복습시간	● 말판놀이를 통한 1교시, 2교시 교육내용 복습	10분
정리	정리		● 1교시 2교시 소감발표 및 마무리	3분

1.2 수은 및 중금속 교육 교보재 개발

과년도에는 강의식 교육만 진행하였다면, 아이들의 흥미를 유발하고, 참여도를 높이면서 교육내용을 복습할 수 있는 참여형 프로그램을 추가적으로 개발하였다. 개발한 참여형 프로그램은 말판게임과 실천나무이다. 이 외에도 교육 후 보호자와 함께 배운 내용을 복습할 수 있도록 가이드북을 제작하였다. 2차시에 중금속(납, 카드뮴)에 대한 교육 후 아이들이 직접 말판게임이라는 참여활동을 통해 아이들이 배운 내용을 복습할 수 있도록 구성하였다(그림 1-1).



<그림 1-1> 참여형 프로그램(말판게임) 교구 구성

참여형 활동 이후에는 아이들이 직접 교육 소감 및 교육을 통해 실천하고자 하는 점을 작성하여 실천나무(활동지)에 부착하는 정리 시간을 갖도록 구성하였다(그림 1-2).



<그림 1-2> 실천나무(활동지)

학생들이 작성한 교육 소감을 살펴보면 ‘수은이 이렇게 위험한 건지 알았다.’, ‘중금속이 들어간 물건을 만지지 않거나 조심히 만지겠습니다.’, ‘중금속이 많이 몸에 안 좋으니 날이 좋으면 환기도 시키고 중금속에 대해서 많이 알게 되어 노출이 되지 않게 노력할 수 있겠다.’, ‘제품을 살 때는 KC 마크를 확인한다.’, ‘납, 카드뮴, 수은에 대해서 재밌게 배워서 머릿속에 더 잘 들어왔다.’ 등 있다. 실천나무 작성 시간을 갖게 되면서 학생들이 수업시간에 배운 교육 내용을 실천의지로 생각하는 시간을 만들어 주는 효과를 가지고 온 것으로 판단된다.



<그림 1-3> 수은 및 중금속 가이드북(배부용)

교육 후 보호자와 함께 배운 내용을 복습 할 수 있도록 가이드북을 제작하여 배부하였다(그림 1-3). 가이드북 배부를 통해 가정에 돌아가서 가족과 함께 수은과 중금속에 대해 살펴볼 수 있는 정보를 제공하였다. 가이드북은 <표 1-3 >와 같이 구성하였다.

<표 1-3> 수은 및 중금속 가이드북 구성

구 성
1. 환경성질환의 정의
2. 어린이가 더 취약한 이유
3. 중금속이란?
4. 중금속의 물질 별 특성
5. 중금속으로부터 안전한 생활방법
6. 나와 가족이 함께하는 수은노출 저감방법
7. 보호자를 위한 Tip - 수은과 관련한 역사 이야기 I,II,III - 안전한 어패류 섭취 방법 - 수은 유출 시 대처 방법 - '국제협약' 수은에 관한 미나마타 협약
8. WORKBOOK : 가로·세로 낱말 퍼즐

1.3 수은 및 중금속 교육 환경보건강사 양성

초등학교 3.4.5.6학년을 대상으로 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대한 교육을 진행하기에 앞서 방문교육을 진행할 환경보건강사를 양성하였다. 환경보건강사는 교육에 참여한 강사들은 (사)에코맘코리아에서 어린이, 관리자, 성인들에게 환경보건교육을 진행하던 강사들이며 올바른 교육진행을 위해 ‘환경보건강사 양성 및 역량강화 워크숍’, ‘수은 및 중금속 교육 1차 실무교육’, ‘수은 및 중금속 시연강의 및 강의피드백’ 자리를 통해 선별하여 교육현장에 파견하였다.

‘환경보건강사 양성 및 역량강화 워크숍’을 통해 환경보건교육과 활동가의 소양, 환경보건의 이해, 환경성질환이란, 중금속과 건강영향(수은과 중금속)에 대한 역량강화교육을 실시하였다. 이후 ‘수은 및 중금속 교육 1차 실무교육’에서는 교육프로그램에 참여한 개발자의 교육의도, 교육내용, 실천게임의 의도 및 게임방법 설명, 교육 시 참고 사항에 대한 실무교육을 진행하였다(그림 1-4). 위 교육 진행 후 1주일 정도의 수업 준비 기간을 갖고 강사들이 충분히 숙지할 수 있도록 하였다. 강사들을 교육 현장에 파견하기에 앞서 ‘수은 및 중금속 시연강의 및 강의피드백’ 자리를 마련하였다(그림 1-5). 실무교육을 통해 배운 수은 및 중금속 교육프로그램을 완전히 숙지하였는지, 강의태도는 올바른지, 평가하는 자리를 갖었으며, 이러한 피드백을 통해 학생들에게 잘못된 교육을 하지 않도록 하였다(그림 1-6). 이후 수은 및 중금속 교육 강의 파견 시 (사)에코맘코리아의 실무들이 인식도조사 진행 겸 강의에 참여하여 강의진행상황을 확인하였다.



<그림 1-4> 환경보건강사 양성 및 역량강화 워크숍 현장



<그림 1-5> 수은 및 중금속 교육 1차 실무교육



<그림 1-6> 수은 및 중금속 교육 시연강의

수은 및 중금속 교육을 진행하는데 있어 ‘강사간담회’ 자리를 갖고, 교육 시 불편 사항, 보완사항, 강의 시 오개념 전달 여부 등을 확인하는 피드백 자리를 갖었다. 104개 학급 모두 수은 및 중금속 교육을 진행한 이후에는 교육을 진행한 강사들이 교육현장에서 느낀 교육프로그램의 보완점 및 개선사항에 대해 강사들의 의견을 수렴하는 자리를 마련하였다. 11명의 강사들의 의견은 아래 <표 1-4>와 같다.

환경보건강사들의 의견을 종합하면 1. 교구가 무거워 이동시 불편하므로 교구가 개선되면 좋겠다. 2. 체험활동(말판게임) 진행방식을 단순화 시켜 체험활동시간을 늘리는 것이 좋을 것 같다. 3.4.5.6학년의 교육방식 중 퀴즈가 너무 많아 진행이 더디게 된다. 퀴즈의 개수를 줄이는 것이 필요하다. 이다. 위 의견을 차년도 교구 수정·보완시 반영하고자 한다.

<표 1-4> 수은 및 중금속 교육 후 교육 프로그램 및 교구 개선 및 보완사항

강사이름	강사 의견
강동원	교구(말판)의 크기가 너무 크고 무거움. '실천나무'라는 이름을 '우리 이렇게 하겠습니다.'로 수정해도 좋을 것 같음.
김미수	3.4학년의 미나마타 스토리에 음성이 녹음되면 좋을 것 같음. 5.6학년의 경우 나와서 체험활동(말판게임)하는 것을 싫어하는 아이들도 있음. 모둠 별 활동으로 구성하는 것도 좋을 것 같음. 가이드북의 '어린이가 더 취약한 이유'를 교육 PPT에 넣어 왜 이 수업을 하는지 알고서 들으면 더 집중도가 높아질 것 같음.
김옥경	체험활동(말판게임) 진행방식을 단순화 시켜 체험활동시간을 늘리는 것이 좋을 것 같음. 가이드북은 아이들이 보기에 글씨크기가 너무 작은 것 같음.
백봉현	행동요령 강조. 교구가 무겁고 크기가 큼. 체험활동(말판게임) 진행방식을 단순화 시켜 체험활동시간을 늘리는 것이 좋을 것 같음.
이명화	교구가 무거움.
이소영	중금속(납, 카드뮴)이 생활 속 어디에 포함되어 있는지 실례가 들어있으면 좋을 것 같음. 실천나무 진행 시 사용할 메모지가 다양하면 좋을 것 같음. 가이드북의 글씨가 작음.
이은정	체험활동(말판게임)의 질문이 반복적임. 교구가 무거움. 체험활동(말판게임) 진행방식을 단순화 시켜 체험활동시간을 늘리는 것이 좋을 것 같음..
이선미	교구가 무거움.
이숙희	3.4학년 교육 PPT 속 미나마타 스토리의 진행속도가 너무 느림. 5.6학년 교육 방식 중 퀴즈가 너무 많아 진행이 더뎜. 3-4개로 줄이는 것이 좋을 것 같음. 교구가 무거우므로 중금속 칩을 자석이 아닌 칩으로 제작하면 좋을 것 같음.
이인옥	5.6학년 교육 방식 중 퀴즈가 너무 많음. 교육 내용을 줄이고 흥미를 유발하는 영상을 넣으면 동기부여가 될 것으로 보임.
한연숙	교구(말판)가 너무 무거워 이동시 불편함. 실천나무를 진행하는 시간이 촉박함. 시간적 여유가 있을 경우 다 같이 각자의 실천의지를 낭독하는 시간을 갖으면 더 좋을 것 같음. 말판게임 시 1등 팀에게 소정의 사은품을 주는 것도 좋은 방법 같음.

2. 수은 및 중금속 교육 진행 및 수은 인식도조사

2.1 수은 및 중금속 교육 진행 결과

2017.09.06.~ 2017.09.25. 기간 동안 전국 광역시·도 교육청의 협조를 받아, 초등학교를 대상으로 수은 및 중금속 교육안내 및 교육신청을 받았다. 그 결과 <표 1-5>와 같이 28개 학교, 104학급이 수은 및 중금속 방문교육을 신청하였고, 2017.09.15.~ 2017.11.23. 기간에 걸쳐 교육을 진행하였다.

수정·보완된 교육용 교안 및 교구를 이용하여 28개 학교 104학급 2,573명에게 수은 및 중금속에 대한 교육을 실시하였다(그림 1-7). 교육 신청에 있어서, 교육청의 협조에 따라 교육신청 공문을 발송하고, 교육을 희망하는 학교, 학년을 신청 받았다. 선착순으로 104개 학급만 교육을 실시하였으며, 2017년 하반기 수은 및 중금속 교육을 받은 학교는 <표 1-5>와 같다. 교육 진행은 과업 수행기관인 (사)에코맘코리아의 환경보건강사 11인에게 환경보건교육, 수은 및 중금속 방문교육을 실무교육, 시연강의 평가를 통해 선발된 환경보건강사들이 진행하였으며 각 학급의 담임 교사의 협조를 받아 진행하였다.

<표 1-5> 2017 수은 및 중금속 방문 교육 학교 리스트

구분	학교명	학년	학생 수
서울 (6)	중원초등학교	3학년 5개 학급	98명
	서울동일초등학교	5학년 6개 학급	131명
	서울강서초등학교	4학년 10개 학급	247명
	청계초등학교	3학년 2개 학급	44명
		4학년 1개 학급	24명
	계남초등학교	3학년 7개 학급	175명
경기 (4)	가능초등학교	5학년 5개 학급	146명
	상탑초등학교	6학년 3개 학급	70-80명
	광명광성초등학교	6학년 5개 학급	150명
	안양남초등학교	5학년 4개 학급	97명
인천 (8)	옥련초등학교	5학년 7개 학급	189명
	고잔초등학교	5학년 8개 학급	200명
	창영초등학교	5학년 2개 학급	48명
	논곡초등학교	3학년 6개 학급	150명
	신흥초등학교	3학년 3개 학급	64명
	도림초등학교	4학년 5개 학급	124명

	양촌초등학교	4학년 3개 학급	74명
	신촌초등학교	5.6학년 영재학급	19명
	운양초등학교	5학년 1개 학급	8명
	상남초등학교	3-6학년 1개 학급	28명
강원 (6)	정선 남선초등학교	1-4학년 32명	48명
		5-6학년 16명	
	서곡초등학교	3학년	28명
		4학년	30명
		5학년	30명
		6학년	28명
태백초등학교	3-6학년	27명	
삼척중앙초등학교	5학년	3명	
	6학년	4명	
대구 (3)	대구반야월초등학교	6학년	23명
	달산초등학교	6학년 7개 학급	174명
	감천초등학교	5학년 1개 학급	22명
전남 (2)	울촌초등학교	5-6학년	36명
	서정초등학교	5-6학년	30명



<그림 1-7> 수은 및 중금속 인체위해성 방문교육 실시 현장 사진

2.2 수은 및 중금속 인식도조사 구성 및 결과

초등학교 3.4.5.6학년을 대상으로 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대한 교육을 진행 하면서 사전, 사후 당일, 사후 1달 3차례에 걸쳐 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대한 인식도 조사를 진행하였다. 인식도 조사의 목적은 학생들의 교육 전·후 수은과 중금속에 대한 인식이 얼마나 향상 되었는지 파악하고자 함이며, 학생들의 인식도파 악을 통해 교육프로그램의 보완점을 찾아내는 기초자료로 사용하고자 한다. 초등학교 3.4.5.6학년을 대상으로 진행한 인식도조사는 아래 <표 1-6>, <표 1-7>, <표 1-8>와 같으며, 총 30개 학급 726명에게 실시한 인식도조사 결과는 아래 <표 1-9> 와 같다.

<표 1-6> 수은 및 중금속 인식도조사(사전)

1) 귀하의 성별은 무엇입니까?			
① 남	② 여		
2) 귀하의 학년은 무엇입니까?			
① 3학년	② 4학년	③ 5학년	④ 6학년
3) 중금속이란 단어를 들어본 적이 있다. (예 / 아니오)			
3-1 수은이라는 단어를 들어본 적이 있다. (예 / 아니오)			
들어본 적 있다면 어디서 들어봤는가?		학교 / 가족 / TV 및 인터넷 / 책	
3-2 납이라는 단어를 들어본 적이 있다. (예 / 아니오)			
들어본 적 있다면 어디서 들어봤는가?		학교 / 가족 / TV 및 인터넷 / 책	
3-3 카드뮴이라는 단어를 들어본 적이 있다. (예 / 아니오)			
들어본 적 있다면 어디서 들어봤는가?		학교 / 가족 / TV 및 인터넷 / 책	
4) 반짝이면서 은색을 띠는 동글동글한 수은은 장난감처럼 가지고 놀아도 된다. (예 / 아니오)			
5) 수은은 우리 몸에 해로운 물질이다. (예 / 아니오)			
6) 중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다. (예 / 아니오)			
7) 수은으로 오염된 음식을 통해 수은이 몸속으로 들어올 수 있다. (예 / 아니오)			
8) 수은온도계가 깨지면 진공청소기를 사용하여 청소한다. (예 / 아니오)			
9) 다 쓴 전지나 형광등은 분리수거 해야 한다. (예 / 아니오)			
10) 수은이 들어 있는 온도계 대신 수은이 들어있지 않은 온도계를 사용할 수 있다. (예 / 아니오)			
11) 중금속인 납과 카드뮴은 내 주변에 없기 때문에 조심하지 않아도 된다. (예 / 아니오)			
12) 수은은 반짝이는 은빛 액체 형태의 금속이다. (예 / 아니오)			
13) 공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다. (예 / 아니오)			
14) 한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다. (예 / 아니오)			
15) 수은은 피부를 통해 또는 숨을 쉬면서도 우리 몸속으로 들어온다. (예 / 아니오)			
16) 수은, 납, 카드뮴 등 중금속이 위험한 이유는 몸속에 오래 남아 잘 배출이 되지 않기 때문이다. (예 / 아니오)			

<표 1-7> 수은 및 중금속 인식도조사(사후 당일)

1) 귀하의 성별은 무엇입니까?			
① 남		② 여	
2) 귀하의 학년은 무엇입니까?			
① 3학년	② 4학년	③ 5학년	④ 6학년
3) 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대해 잘 알게 되었다고 생각하나요?			
① 매우 그렇다.		② 그렇다.	③ 아니다.
4) 이번 교육 중 어떤 점이 좋았나요?			
① 이해하기 쉽게 설명해 주셨어요.		② 몰랐던 사실을 알게 되었어요.	
③ 수업이 지겹지 않게 즐거웠어요.		④ 기타 ()	
5) 이번 교육 중 어떤 점이 좋지 않았나요?			
① 내용이 어려웠어요.		② 수업시간이 짧았어요.	
③ 재미가 없었어요.		④ 기타 ()	
6) 다음에 이런 교육을 또 받는다면 어떤 형식의 교육을 받고 싶으세요?			
① 학교에서 수업 듣기		② 실험, 현장견학 등을 포함한 수업	
③ 인터넷을 활용한 수업 (동영상/ 인터넷 수업)		④ 책 / 만화책 등을 받아서 스스로 읽어보는 수업	
⑤ 친구들과 함께 토의 하는 수업		⑥ 기타 ()	
7) 반짝이면서 은색을 띠는 동글동글한 수은은 장난감처럼 가지고 놀아도 된다. (예 / 아니오)			
8) 수은은 우리 몸에 해로운 물질이다. (예 / 아니오)			
9) 중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다. (예 / 아니오)			
10) 수은으로 오염된 음식을 통해 수은이 몸속으로 들어 올 수 있다. (예 / 아니오)			
11) 수은온도계가 깨지면 진공청소기를 사용하여 청소한다. (예 / 아니오)			
12) 다 쓴 전지나 형광등은 분리수거 해야 한다. (예 / 아니오)			
13) 수은이 들어 있는 온도계 대신 수은이 들어있지 않은 온도계를 사용할 수 있다. (예 / 아니오)			
14) 중금속인 납과 카드뮴은 내 주변에 없기 때문에 조심하지 않아도 된다. (예 / 아니오)			
15) 수은은 반짝이는 은빛 액체 형태의 금속이다. (예 / 아니오)			
16) 공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다. (예 / 아니오)			
17) 한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다. (예 / 아니오)			
18) 수은은 피부를 통해 또는 숨을 쉬면서도 우리 몸속으로 들어온다. (예 / 아니오)			
19) 수은, 납, 카드뮴 등 중금속이 위험한 이유는 몸속에 오래 남아 잘 배출이 되지 않기 때문이다. (예 / 아니오)			

<표 1-8> 수은 및 중금속 인식도조사(사후 1달)

1) 귀하의 성별은 무엇입니까?			
① 남		② 여	
2) 귀하의 학년은 무엇입니까?			
① 3학년	② 4학년	③ 5학년	④ 6학년
3) 어린이 환경보건·안전교실 수업 이후 수은과 중금속(납, 카드뮴)에 대해 잘 알게 되었다고 생각하나요?			
① 매우 그렇다.		② 그렇다.	③ 아니다.
4) 반짝이면서 은색을 띠는 동글동글한 수은은 장난감처럼 가지고 놀아도 된다. (예 / 아니오)			
5) 수은은 우리 몸에 해로운 물질이다. (예 / 아니오)			
6) 중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다. (예 / 아니오)			
7) 수은으로 오염된 음식을 통해 수은이 몸속으로 들어 올 수 있다. (예 / 아니오)			
8) 수은온도계가 깨지면 진공청소기를 사용하여 청소한다. (예 / 아니오)			
9) 다 쓴 전지나 형광등은 분리수거 해야 한다. (예 / 아니오)			
10) 수은이 들어 있는 온도계 대신 수은이 들어있지 않은 온도계를 사용할 수 있다. (예 / 아니오)			
11) 중금속인 납과 카드뮴은 내 주변에 없기 때문에 조심하지 않아도 된다. (예 / 아니오)			
12) 수은은 반짝이는 은빛 액체 형태의 금속이다. (예 / 아니오)			
13) 공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다. (예 / 아니오)			
14) 한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다. (예 / 아니오)			
15) 수은은 피부를 통해 또는 숨을 쉬면서도 우리 몸속으로 들어온다. (예 / 아니오)			
16) 수은, 납, 카드뮴 등 중금속이 위험한 이유는 몸속에 오래 남아 잘 배출이 되지 않기 때문이다. (예 / 아니오)			

<표 1-9> 수은 및 중금속 인식도조사 결과(전체 응답자 정답률)

문항	응답자 전체 정답률(%)		
	사전	사후 당일	사후 1달
반짝이면서 은색을 띠는 동글동글한 수은은 장난감처럼 가지고 놀아도 된다.	92.7	98.7	97.2
수은은 우리 몸에 해로운 물질이다.	70.2	95.5	96
중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다.	58.8	48.8	47.7
수은으로 오염된 음식을 통해 수은이 몸속으로 들어 올 수 있다.	70.4	96.1	95.7
수은온도계가 깨지면 진공청소기를 사용하여 청소한다.	79.8	94.8	90.7
다 쓴 전지나 형광등은 분리수거 해야 한다.	78.4	91	87.4
수은이 들어 있는 온도계 대신 수은이 들어있지 않은 온도계를 사용할 수 있다.	58.5	88.2	87.4
중금속인 납과 카드뮴은 내 주변에 없기 때문에 조심하지 않아도 된다.	93.2	96.4	95.8
수은은 반짝이는 은빛 액체 형태의 금속이다.	61.2	89.2	89.7
공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다.	87	80.8	80.4
한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다.	61.8	46.7	43.1
수은은 피부를 통해 또는 숨을 쉬면서도 우리 몸속으로 들어온다.	58.1	93.8	91.8
수은, 납, 카드뮴 등 중금속이 위험한 이유는 몸속에 오래 남아 잘 배출이 되지 않기 때문이다.	71.5	91.4	93

초등학교 3,4,5,6학년 726명을 대상으로 설문조사하였고, 그 중 604명의 설문조사를 분석한 결과 <표 1-9>와 같이 나타났다. 전반적인 문항에 있어서 사전과 사후의 인식도 변화는 높게 증가하였다. 그러나 ‘중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다.’, ‘공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다.’, ‘한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다.’ 세 문항에 있어서는 사전 인식도조사 시 정답률 보다 사후 인식도조사 시 정답률이 더 낮게 나타났다.

<표 1-10> 수은 및 중금속 인식도조사 결과(중학년 정답률)

문항	3·4학년		
	사전	사후 당일	사후 1달
반짝이면서 은색을 띠는 동글동글한 수은은 장난감처럼 가지고 놀아도 된다.	95	98.5	99.5
수은은 우리 몸에 해로운 물질이다.	47	96.5	96
중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다.	65	48.5	51
수은으로 오염된 음식을 통해 수은이 몸속으로 들어 올 수 있다.	43	95	93
수은온도계가 깨지면 진공청소기를 사용하여 청소한다.	87.5	92.5	89
다 쓴 전지나 형광등은 분리수거 해야 한다.	60	91.5	85.5
수은이 들어 있는 온도계 대신 수은이 들어있지 않은 온도계를 사용할 수 있다.	28.5	84.5	84
중금속인 납과 카드뮴은 내 주변에 없기 때문에 조심하지 않아도 된다.	90.8	94	96
수은은 반짝이는 은빛 액체 형태의 금속이다.	48.5	79.5	86.5
공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다.	91	81.5	81.5
한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다.	71	46	43
수은은 피부를 통해 또는 숨을 쉬면서도 우리 몸속으로 들어온다.	37.5	89.5	86
수은, 납, 카드뮴 등 중금속이 위험한 이유는 몸속에 오래 남아 잘 배출이 되지 않기 때문이다.	53.5	88	87.5

초등학교 중학년(3,4)학년의 인식도조사를 분석한 결과 <표 1-10>과 같이, 전반적인 문항의 정답률이 증가 하였으나. ‘공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다.’, ‘한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다.’ 두 문항에 있어서는 사전 인식도조사 시 정답률 보다 사후 인식도조사 시 정답률이 더 낮게 나타났다.

<표 1-11> 수은 및 중금속 인식도조사 결과(고학년 정답률)

문항	5·6학년		
	사전	사후 당일	사후 1달
반짝이면서 은색을 띠는 동글동글한 수은은 장난감처럼 가지고 놀아도 된다.	91	99.3	98.6
수은은 우리 몸에 해로운 물질이다.	84	93.3	98.6
중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다.	55	57.3	57
수은으로 오염된 음식을 통해 수은이 몸속으로 들어 올 수 있다.	84.3	98	97
수은온도계가 깨지면 진공청소기를 사용하여 청소한다.	74.3	95.6	92.6
다 쓴 전지나 형광등은 분리수거 해야 한다.	84.3	89.3	89.6
수은이 들어 있는 온도계 대신 수은이 들어있지 않은 온도계를 사용할 수 있다.	72.3	92.6	88.3
중금속인 납과 카드뮴은 내 주변에 없기 때문에 조심하지 않아도 된다.	94.3	97	96
수은은 반짝이는 은빛 액체 형태의 금속이다.	71.3	93.3	92
공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다.	85.3	82	83.6
한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다.	54.6	60	30.6
수은은 피부를 통해 또는 숨을 쉬면서도 우리 몸속으로 들어온다.	64.6	96.3	95.6
수은, 납, 카드뮴 등 중금속이 위험한 이유는 몸속에 오래 남아 잘 배출이 되지 않기 때문이다.	58.3	95	97.6

초등학교 고학년(5.6)학년의 인식도조사를 분석한 결과 전반적인 문항의 정답률이 증가 하였으나, 중금속에 해당하는 모든 물질은 우리 몸에 해로운 물질이다.', '공기 중에 배출된 수은은 공기 중에만 존재한다.', '한 번 몸속으로 들어온 수은은 배출되지 않는다.' 세 문항에 있어서는 사전 인식도조사 시 정답률 보다 사후 인식도조사 시 정답률이 더 낮게 나타났다(표 1-11).

이처럼 교육 후 인식도가 낮아진 이유는 교육의 목표가 수은 및 중금속의 인체위해성에 집중되어 있어 학생들이 인식하기에 '수은 및 중금속은 몸에 해롭다.' 라고 인식하여 질문의 의도를 잘 이해하지 못하고 응답한 것으로 판단된다.

2.3 차기 교육 프로그램 마련 및 운영을 위한 교육 추진 계획(안) 마련

2.3.1 기존 개발 프로그램 결론

본 영역의 수행과업으로 제작된 교육용 교안 및 교구는 시범교육에서 활용해 본 결과 교사평가와 학생들의 반응에서 긍정적으로 평가 되었다. 2차시 교육프로그램에 추가한 반복학습을 위한 참여형 프로그램(말판게임), 실천나무는 학생들이 교육 후 스스로 복습하고 내면화 시킬 수 있도록 유도하는 프로그램으로 학생들이 수업 내용을 충분히 인지할 수 있도록 유도하는 효과를 나타낸다. 시범교육 결과 학생들의 수은 및 중금속에 대한 인식도 제고에도 효과적인 것으로 평가된다. 교육의 효과성을 볼 때, 초등학생을 대상으로 지속적인 수은 및 중금속에 대한 교육의 필요성은 인식 제고 및 대응력 강화를 위해 요구되며, 차기 프로그램 개발 시 개선해야할 사항을 아래에 나열하였다.

가. 수은 이외의 중금속 노출 저감 교육자료 보완

교육 전·후로 실시한 학생들의 인식도 조사 결과 학생들이 유독 중금속에 대한 내용에 어려워하는 것으로 나타났으며, 이는 현재 제작된 교육용 교안에는 수은에 비해 상대적으로 적은 비중으로 중금속(납, 카드뮴)에 대해 다뤘기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 차기 프로그램 보완 시 중금속의 비중을 높이고, 교육용 교안의 디자인을 보완하여 제작할 필요가 있겠다.

나. 체험형 프로그램(말판게임)의 진행 방법 수정보완

2차시 교육에 포함된 참여형 프로그램(말판게임)은 반복교육의 효과성이 좋으며 학생들이 직접 참여하는 프로그램으로 교육 참여도를 높이는 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 한 학급의 모든 학생이 참여하다 보니 교육진행 시간동안 한 학생이 프로그램에 참여하는 시간이 다소 짧은 점이 아쉽다는 교육강사의 의견이 많았다. 이에 참여형 프로그램의 진행방법을 수정보완 하거나, 조별 프로그램으로 변형하여 학생 개개인이 오랜 시간 체험활동을 접할 수 있도록 대안방안을 마련이 필요하다.

다. 방문이 어려운 학교를 위한 교사용 학습지도서 마련

본 용역에서는 수은 및 중금속 전문 강사를 워크숍, 실무교육, 시연강의 등의 교육을 통해 양성하였으며, 위 강사들을 학교에 파견하는 방문교육의 형태로 수은 및 중금속에 대한 교육을 진행하였다. 그러나 일부 도서산간지역의 경우 교통여건상 전문 강사가 방문하여 교육을 진행하기 어려움이 있어 교육을 진행하지 못하였다. 이에 교육을 희망하는 학교의 강사가 직접 지도할 수 있도록 교사용 학습지도서와 파일형태의 체험활동 교구를 제작할 필요가 있다.

라. 교육 전·후 인식도 조사 설문문항 보완

교육 전·후 실시한 인식도 조사를 통한 학생들의 인식도 변화를 알 수 있고, 교육의 부족한 부분을 확인 할 수 있어 효과적 이었다. 그러나 교육 전·후 인식도 변화를 파악하기 위해 진행한 설문조사의 문항이 전부 인지적 영역의 설문문항으로만 구성되어 있다. 설문조사 시 정의적 영역의 문항들로 구성하여 실천의지 및 태도를 다짐할 수 있도록 보완할 필요가 있다. 또한 교육 후 설문조사와 교육 1달 후의 설문조사를 통한 인식도 변화는 크지 않았다. 때문에 1달 후의 설문조사는 교육의 지속성을 파악하기엔 부족한 것으로 판단되며, 장기적으로 한 학교, 학년을 타겟팅 하여 추적 설문조사를 진행하는 것이 교육의 지속성 및 장기교육의 필요성을 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

2.3.2 차기 교육추진 제안

차기 교육프로그램은 위 네 가지 항목 (교육프로그램 보완 / 참여형 프로그램 진행방법 수정보완 및 조별 프로그램으로 변형 / 방문교육 진행이 어려운 학교를 위한 교수학습지도안 개발 / 인식도조사 설문문항 보완)을 반영하여 보다 학생들에게 올바른 교육내용 전달과 교육의 지속성을 위한 프로그램 개발 및 보완이 필요하다.

가. 대상별 학교 환경 교육 (교육용 교안 개발)

초등학생용 교재에서 나아가 유아용 및 중·고등학생용 맞춤형 강의교재의 개발이 필요하다. 유아용의 경우 수은을 포함한 유해물질(중금속)에 대한 생활 속 안전지침에 관하여 포괄적으로 교육 할 수 있는 프로그램을 개발하고 반복학습을 실시 할 수 있도록 교육용 완구 등을 함께 개발할 필요가 있다. 중·고등학생용의 경우는 초등학생용 교재에서는 제외된 중금속의 세부내용 등을 상세히 다뤄 인체 유해성에 대한 내용을 교육하고, 수은 및 중금속이 개인의 문제가 아닌 전 지구적 문제임을 인식시켜 세계 시민의식을 갖고 행동할 수 있는 인재를 양성할 수 있도록 한다. 또한 방문교육이 어려운 학교를 위한 교사용 학습지도서와 참여형 프로그램(파일형태)을 마련하여 교육을 희망하는 곳에서 진행 할 수 있도록 해야 한다.

나. 사회 환경 교육 (배포용 동영상 및 포스터형 자료)

수은 및 중금속의 민감계층인 초등학생 외에도 수은 노출 위험 직업군 종사자 및 일반인을 대상으로한 교육용 프로그램 개발이 필요하다. 수은 노출 위험 직업군 종사자는 작업현장에서 수은 및 수은 화합물의 사용으로 인해 수은에 노출될 수 있는 환경에서 근무하는 종사자를 뜻하며 염화비닐, 아세트알데히드, 기타 화학물질과 폴리머 생산 산업공정, 및 수은 함유제품 그리고 연료 및 에너지 관련시설 등에 종사하는 사람들로 볼 수 있다(환경부 2012). 본 과업에서 분류한 수은 및 중금속의 민감계층인 초등학생 외에도 수은 및 중금속을 자주 접하게 되는 수은 노출 위험 직업군 종사자 및 일반인을 대상으로한 교육은 수은에 대한 인식제고의 한 방법으로 필요한 것으로 판단된다. 그러나 위 과업처럼 대상을 찾아가 교육하는 방법으로는 교육확대에 있어 비효율적이므로, 많은 사람들이 접하는 대중매체를 이용하여 진행하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

대한민국 친환경 대전 시 인식도조사에서 일반인 중 수은을 알고 있는 사람의 47%가 TV 및 인터넷을 통해 수은을 알게 되었다고 조사되었다. 이 결과를 바탕으로 수은에 관한 기초지식 제공, 수은 누출사고 시 신속한 초동대처 및 회수처리 방법, 수은 및 수은화합물에 사용/보관/폐기 방법 등에 관한 내용을 담은 프로그램을 개발하여 TV 및 인터넷을 통해 교육하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 아직까지 TV 프로그램이나 광고를 통해 수은의 위험성, 누출사고 시 대처방법 등에 대한 정보를 접한 사례는 찾기 어렵다. 그러나 대다수의 사람들이 접하기 쉬운 대중매체인 TV 및 인터넷을 통한 교육은 누구에게나 동등한 교육기회를 제공할 수 있다는 장점을 갖고 있으며, 학습공간에 대한 시공간적 제약을 벗어나는 교육이라 연령, 계층, 인종 등 사회적 조건을 벗어나 교육을 할 수 있다는 장점이 있다.

3. 수은회수처리키트 보급계획 수립 및 키트 보급 시행

학교 및 가정 내 소량 수은누출 사고발생 시 초기 대응 미흡으로 인한 2차 피해가 다수 발생하는 사례가 빈번함에 따라 이와 같은 사고발생의 원활한 초기 대응을 위하여 수은응급처리키트와 수은 누출 시 처리방법에 대한 매뉴얼을 보급대상인 전국 고등학교와 일부 병원시설에 배포하여 이러한 문제에 안전히 대응할 수 있도록 하였다.

3.1 수은회수처리키트 개요

수은응급처리키트(특허20-2010-0011136)는 소량의 금속 수은 누출 시 안전하고 신속하게 누출된 수은을 회수 및 처리 할 수 있는 비치용 키트이며 <그림 1-8>와 같다.



<그림 1-8> 수은응급처리키트 구성

키트의 구성은 2회 사용 분량으로 수은응급처리키트 상자(1개), 수은 회수통(2통), 수은 흡착제(2개), 활성액(2개), 수은 지시약(2통), 스펀지(2개), 수은폐기물 폐기 봉투(2장), 보호 장갑 및 흡착지(2세트), 손전등 및 건전지(1개), 보안경(1개), 수은응급처리키트 매뉴얼이다.

수은세상 YSMK101 02-312-0540 Page 1 / 2
수은응급처리키트 mercury.or.kr

※ 키트 사용 전 반드시 본 매뉴얼을 자세히 읽어 보시고 항상 키트와 함께 보관하시기 바랍니다.

수은 응급처리 키트구성품 (1set)

1ea) 키트상자	2ea) 수은흡수통	2ea) 수은지시약
2ea) 수은흡착제	2ea) 활성액	2ea) 보호장갑/종이타올
2ea) 사각스펀지	1ea) 브러싱	1ea) 손진동
2ea) 수은폐기용 폐기봉투	※ 본 키트는 2회 사용분량으로 구성됨을 반드시 확인하여 주십시오.	

수은응급처리키트 사용 전 준비사항

- 1 수은의 누출 사고의 경계(수은)의 누출 양, 범위 등을 파악합니다.
- 2 누출된 지역의 종제 및 환기를 통한 2차 확산을 방지합니다.
- 3 수은 누출 시 안전수칙을 확인하고 수은응급처리키트의 사용방법을 숙지합니다.

수은응급처리키트 사용 방법

※ 수은제거, 발암계 등으로 부터 급속수은이 딱딱한 표면에 누출된 경우 사용이 가능합니다. 카펫이나 섬유 재질 표면에 누출 되었을 경우에는 수은이 흡수되어 완벽하게 제거하기 어려우므로 가급적 폐기를 권고하며, 전체를 모두 폐기하기 힘든 경우는 수은에 직접 노출된 부분만 잘라서 밀폐시켜 폐기 처분합니다.

- 1 수은응급처리키트를 준비하고 보호구인 보안경과 보호장갑을 착용합니다.
- 2 파손된 유리조각을 조심스럽게 모아 수은폐기용 폐기봉투에 담습니다.
- 3 수은흡수통을 열어 수은흡착제와 활성액을 1통씩 모두 부어줍니다.
- 4 눈에 보이는 수은방울을 흡착제를 코팅한 스펀지로 모아가며 완전히 흡수합니다. 눈에 보이는 수은방울을 모두 제거한 후 흡수통을 담아 폐기봉투에 담습니다. * 누출된 양이 많은 경우 새 흡수통과 흡착제를 이용해 ①-④를 반복합니다.
- 5 수은을 제거한 장소 또는 누출이 의심되는 부분에 수은지시약을 골고루 뿌린 뒤 사각스펀지를 이용하여 문질러 줍니다. * 지시약이 검게 변한 경우 잔여 수은이 잔존하는 것으로 추가적으로 지시약을 뿌려 색이 변하지 않을 때까지 문질러 줍니다.
- 6 수은처리제에 사용한 모든 물품을 수은폐기용 폐기봉투에 담아 밀폐시켜 폐기 처분합니다. 손진동을 이용하여 잔여수은(먼이 반사)을 한번 더 확인하고 수은이 누출된 장소는 충분히 환기시킵니다.

수은응급처리 사후 조치사항

누출지역의 수은 피수처리 후 반드시 수은 분석/측정 전문기관에 의뢰하여 실내 공기 중 수은 증기 농도를 확인한 후 출입가능 여부를 결정하십시오.
※ 공기 중 수은농도 300 ng/m³를 초과하는 경우 출입을 금지 (1차 수은 취급 사항서 참조) (한도: 0.16, 한량)

<그림 1-9> 수은응급처리키트 사용 매뉴얼

수은응급처리키트와 함께 제공되는 사용매뉴얼은 <그림 1-9>과 같으며, 수은응급처리키트 구성 및 사용법 (사용 전 준비사항/사용방법/사후 조치사항)과 수은 누출 대응 가이드 (누출 시 반드시 피해야할 행동/인체노출 시 응급조치) 내용으로 구성되어 있다.

수은세상 YSMK101 02-312-0540 Page 2 / 2
수은응급처리키트 mercury.or.kr

※ 키트 사용 전 반드시 본 매뉴얼을 자세히 읽어 보시고 항상 키트와 함께 보관하시기 바랍니다.

수은 누출 시 반드시 피해야할 행동

수은 누출 사고 발생 시, 가장 효과적으로 대처하기 위해서는 수은의 특성을 잘 파악하고 있어야 합니다. 수은은 쉽게 기화하고 부식되는 등의 특성을 가지고 있어 직접적인 피해 및 2차 오염이 발생될 수 있기 때문에 누출 사고 발생 시 다음과 같은 행동은 반드시 피해야 합니다.

- 누출된 수은을 처리하기 위해 일반 진공 청소기를 사용하지 않는다. - 진공청소기는 수은 증기를 더욱 확산
- 수은에 오염된 신발, 작업복 등을 세탁기에 세탁하지 않는다. - 섬유에 묻어 있는 수은이 잔류하여 오염을 확산
- 수은 처리 시 빗자루, 대걸레 등을 이용해 쓸지 않는다. - 빗자루 사용 시 수은이 더 작은 알갱이로 분해될 수 있음
- 산화제, 산, 금속 카바이드 등의 접촉을 피한다. - 금속과 합금을 이루거나 수은합금을 형성할 수 있음
- 수은 누출 장소에 열을 가하지 않는다. - 실내 온도가 10℃ 상승하면 수은의 증발량은 2배가량 증가
- 수거한 수은 처리 시 배수로를 사용하지 않는다. - 배관에 수은이 잔류하게 되면 지속적인 오염이 발생할 수 있음

수은 인체노출 시 응급조치

급속수은 노출 시 인체에 노출될 수 있는 상황은 크게 증기흡입, 섭취, 피부접촉, 눈에 들어 갔을 경우 4가지로 나뉘어 집니다. 이 중 증기상태의 수은을 흡입한 경우 가장 빠르게 체내에 흡수되어 독성을 야기할 수 있으므로 신속한 응급조치가 필요합니다.

- 증기흡입 시 응급조치**
특히 수은 증기흡입을 신선한 공기가 있는 비오염 지역으로 옮기고, 전문 의사의 진단을 받습니다. 흡입량이 조금이라도 있을 시 인명오염을 실시하며, 구강 내 구강법을 가지고 가장 보호구구를 착용합니다.
- 섭취 시 응급조치**
수은 섭취가 의심이 없거나 경련을 일으킨 경우, 입에 아무것도 넣지 않아야 합니다. 섭취자의 입을 안전한 헝구로 막고 구토를 유도하지 말고 전문 의사의 진단을 받습니다.
- 피부 접촉 시 응급조치**
신속히 피부에 묻은 수은을 제거하고 15분 동안 잔여 수은이 제거 될 때까지 물과 차가운 얼음 비누로 완전히 씻어냅니다. 오염된 옷, 신발, 가죽제품은 폐기 처분하고, 전문 의사의 진단을 받습니다.
- 눈에 들어 갔을 경우 응급조치**
눈을 최소 15분 동안 수은이 제거될 때까지 흐르는 미온수로 씻고, 전문 의사의 진단을 받습니다.

수은 누출사고 발생 시 비상연락망

누출사고문의 Y5환경기술연구원 ☎02-312-0540 관리책임자 수은누출사고 관련 책임자와 연락처를 기입해 주세요.

3.2 수은회수처리키트 발송 대상 및 결과

수은응급처리키트의 보급 대상은 전국 초등학교 5,978개소 중 900개소에게 학교당 1개씩 보급하였다. 수은 및 중금속 교육을 받은 28개소를 제외한 872개소는 교육부의 협조를 받아 권역별, 학생 수를 고려하여 보급학교를 선정하였으며, 2017년 포항지진 발생을 반영하여 수은 노출 가능성이 더 높은 경남과 경북지역에 다소 비중을 두고 보급학교를 선정하였다. 수은응급처리키트는 2017년 12월 우편 택배로 발송하였다. 배송 오류가 발생하거나 배송 중 제품이 파손된 사용 불능의 제품들은 확인 후 재발송을 하였으며 키트 발송 상자 내에 간단한 키트비치 안내 및 초기불량 확인 등을 위한 안내지를 첨부하여 원활한 보급이 이루어 질 수 있도록 하였다. 지역별 키트 발송현황은 <표 1-12>에 나타내었다.

<표 1-12> 지역별 키트 발송 현황(참고)

학교	
지역	보급 학교 수
경기	114
서울	57
경북	166
경남	170
부산	27
전남	43
전북	37
인천	30
강원	39
충남	36
대구	78
충북	24
광주	13
대전	13
울산	39
제주	10
세종	4
계	900

제2장 대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스 운영

1. 대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스 구성

1.1 수은 홍보부스 추진 방향

수은 및 중금속 교육대상인 초등학생 외 일반인을 대상으로 수은에 대한 인체 위험성의 인식을 높이고자 2017년 11월 1일부터 4일까지 4일간 진행되는 「2017 대한민국 친환경대전」에서 수은 홍보부스를 운영하였다. 대한민국 친환경대전은 2005년 Windows for ECO Marketing을 시작으로 친환경 소비와 생활문화 확산을 위해 10년간 진행되어온 행사이다. 2017년 친환경대전은 [건강하고 안전한 ‘착한소비’페스티벌]이라는 주제를 갖고 착한 소비생활문화 확산을 통한 친환경 산업 및 시장 활성화를 위해 개최되었다. 위 친환경대전에서 대국민 인식제고를 위해 [수은 OUT, 건강 人]이라는 주제를 갖고 수은 홍보부스를 운영하였다. [수은 OUT, 건강 人]이라는 주제는 미나마타협약을 통해 점차적으로 수은물질이 환경 상에서 배출(OUT)되면 인체 위해성이 감소하고 이로 인해 사람(人)이 건강해 진다. 라는 뜻을 갖고 있다.

1.2 수은 홍보부스 구성 및 제작·설치

2017년 대한민국 친환경대전 행사는 국내 주요 환경 행사 중 하나로 환경분야의 전문가 외 초등학생, 중학생 등을 포함한 일반 국민들이 많이 참석하는 특성을 갖고 있다. 친환경대전에서 대국민 인식제고를 위한 홍보부스를 운영하였고 개최 개요는 <표 2-1>와 같다.

<표 2-1> 2017년 대한민국 친환경대전 개최 개요

구 분	내 용
행사기간	2017.11.01.(수) - 11.04(토)/4일간
장 소	서울 삼성동 코엑스 3층 C&D홀
규 모	약 200개사
주 관	한국환경산업기술원
주 최	환경부
방문인원	39,303명

2017년 대한민국 친환경대전에서 운영하는 수은 홍보부스는 [수은 OUT, 건강 人]이라는 주제로 운영하였다. 부스의 주제는 미나마타협약을 통해 점차적으로 수은물질이 환경 상에서 배출(OUT)되면 인체 위해성이 감소하고 이로 인해 사람(人)이 건강해진다. 라는 뜻을 갖고 있다. 부스 안에는 수은관련 정보, 수은첨가제품 및 수은대체제품 실물전시, 수은위해성 관련 동영상, 참여게임으로 구성하였다. 부스 내에서 활동할 수 있는 프로그램 외에도 수은에 대한 교육 후 인식도조사를 통해 어느 부분에 대한 정보전달이 미흡한지 살펴볼 수 있도록 구성하였으며, 리플렛을 제작하여 배포하였다. 수은 홍보부스는 아래 <그림 2-1>과 같이 설치하였다.



<그림 2-1> 수은위해성 홍보전시관 설치사진

수은관련 정보는 기본적인 수은정보로서 수은의 정의, 수은위해성, 수은 노출경로, 수은협약, 정부대응 등의 콘텐츠로 구성을 하였다. 각각의 콘텐츠 세부내용은 <표 2-2>에 나타내었다.

제품실물전시는 생활주변에서 쉽게 찾아볼 수 있는 수은첨가제품과 이러한 수은첨가제품 대신 사용할 수 있는 無수은 제품을 전시하였다. 수은첨가제품으로는 수은형광등, 수은체온계, 수은온도계, 수은혈압계, 노광램프(고압수은램프) 등 총 5개 제품을 전시하였고, 특히 노광램프는 직접 액체 상태의 수은을 볼 수 있어 시각적 교육효과를 볼 수 있었다. 無수은 대체제품으로는 LED형광등, 전자체온계, 알콜온도계, 전자혈압계, 無수은전지, 수은응급처리회수키트 등 총 6개 제품을 전시하였다. 또한 수은위해성 홍보동영상은 국내 수은관련 뉴스 및 TV방영자료를 편집하여 홍보관 운영시 상시 상영함으로써 방문객들이 미디어를 통하여 수은노출로 인한 피해를 직접 알 수 있게 하였다.

<표 2-2> 수은위해성 홍보전시관 수은관련 정보 콘텐츠

번호	콘텐츠 세부내용	제작 디자인
1	수은은 무엇인가요?	<p> 수은은 무엇인가요? 수은(Mercury)은 실온에서 액체 상태로 존재하는 유일한 금속입니다.</p>
2	수은은 어디에 사용되고 있나요?	<p> 수은은 어디에 사용되고 있나요? 주변에서 수은이 사용된 제품은 쉽게 찾아볼 수 있는데 그 예로 온도계, 체온계, 혈압계, 수은등, 형광등, 수은전지, 치아 충전용 아말감 등이 있습니다.</p>
3	수은은 우리몸에 어떤 영향을 주나요?	<p> 수은은 우리몸에 어떤 영향을 주나요?</p> <p>단기노출 실온에서 기화된 수은을 흡입하면 가슴통증, 호흡곤란, 기침, 간질성 폐렴 등의 증상이 나타날 수 있습니다.</p> <p>장기노출 수은에 장기간 노출되면 알레르기 반응, 두통, 신장 및 신경계 등에 영향을 미치는 증상들이 나타날 수 있습니다.</p>
4	수은은 우리몸에 어떻게 들어오나요?	<p>수은은 어떻게 우리몸에 들어오나요?</p> <p>산업현장 흡입, 수은이 첨가된 제품 제조, 수은모금 채굴, 산업시설, 생활수 노출, 수산식품, 음식물 포장에서 생산된 재료, 수은이 첨가된 마약, 화장품, 수은이 첨가된 제품 사용 및 파손</p>
5	미나마타 협약은 무엇인가요?	<p> 미나마타 협약은 무엇인가요? 수은의 사용과 배출을 줄여 수은이 사람의 건강과 환경에 끼치는 위험을 저감하기 위하여 무역, 수은첨가제품 및 제조공정, 대기 중 배출, 수은 폐기물처리까지 수은의 전과정 관리에 대한 포괄적인 규제 방안을 국제사회가 동의, 결성한 국제협약입니다.</p>
6	협약이행을 위해 정부는 무엇을 계획하고 있나요?	<p> 협약이행을 위해 정부는 무엇을 계획하고 진행하고 있나요?</p> <ul style="list-style-type: none"> 수은첨가제품 단계적 금지 및 무(無)수은제품 사용 활성화 폐기물의 안정적 처리 및 재활용을 위한 법 개정 모니터링, 수은배출 저감기술 개발 수은노출저감 관련 교육 홍보 활동 국가 수은 환경 중 모니터링 강화 수은 배출량 및 배출원 조사 수은에 관한 미나마타협약의 효율적인 이행을 위한 수은관리 종합대책(2016~2020) 수립 잔류수은물질관리법 개정(잔류수은물질 종류에 수은 포함)
7	수은첨가제품은 어떻게 처리하나요?	<p> 수은첨가제품은 어떻게 처리하나요?</p> <p>분리배출 → 1차수집 → 지자체 적재 → 규칙상 신품 → 재활용</p>

1.3 수은 홍보부스 운영 결과

2017년 대한민국 친환경대전(2017.11.01. ~ 04.)기간 동안 운영한 결과 약 1000여명의 국민이 [수은 OUT, 건강 人] 부스를 방문하였다. 부스에 방문하여 수은 교육을 듣고 대국민 수은 인식도 조사에 참여한 방문객에 한하여 전자체온계를 사은품으로 배부하였으며, 방문한 모든 사람들에게 리플렛을 배부하였다(그림 2-2).



<그림 2-2> 리플렛과 전자체온계

이 중 대국민 수은 인식도조사에 참여해주신 방문객은 약 900여명이며 이중 544명의 설문지를 분석하였다. 대국민 수은 인식도조사는 부스 내 수은관련 정보 콘텐츠를 보면서 교육을 받은 후 얼마나 인식하였는지 확인하기 위한 인식조사였으며, 부스 내 부족한 부분을 확인하고자 진행하였다. 진행한 대국민 수은 인식도조사는 아래 <표 2-3>와 같으며 그 결과는 <표 2-4 >와 같다.

<표 2-3> 대국민 수은 인식도 조사 설문지

구분	설문내용	체크해주세요				
		남		여		
1	귀하의 성별은 무엇인가요?	남		여		
2	귀하의 연령대는 무엇인가요?	10대	20대	30대	40대	기타()
3	귀하의 직업은 무엇인가요?	학생	환경계통 종사자직 장인	비 환경계통 종사자직 장인	주부	기타()
4	수은을 알고 계셨나요?	예 (4-1로)			아니오	
4-1	알고 계셨다면 어떤 경로를 통해 알게 되셨나요?	학교	TV 및 인터넷	책	기타 ()	
5	다 쓰고 버려진 형광등은 일반쓰레기로 배출한다.	○			x	
6	형광등, 수은체온계, 혈압계 등 수은첨가제품은 대체 제품이 없다.	○			x	
7	상어 등 육식대형어류가 소형어류보다 수은함량이 높다.	○			x	
8	음식을 통한 수은중독은 발생하지 않는다.	○			x	
9	수은의 생산부터 사용배출폐기까지 전 과정을 관리하기 위한 국제협약은 미나마타 협약이다.	○			x	
10	수은첨가제품의 파손 시 흩어진 수은은 휴지로 깨끗이 닦아 휴지통에 버려야 한다.	○			x	
11	미나마타 협약에 참가한 국가들은 2020년부터 정해진 수은 기준을 초과한 제품을 만들 수 없다.	○			x	
12	2017 대한민국 친환경대전 에서의 수은 홍보부스가 귀하의 수은인식제고에 도움을 주었나요?	그렇다		보통이다		아니다

<표 2-4> 대국민 수은 인식도 조사 결과

구분	설문내용	체크해주세요				
		남(47%)		여(53%)		
1	귀하의 성별은 무엇인가요?	남(47%)		여(53%)		
2	귀하의 연령대는 무엇인가요?	10대 (19%)	20대 (15%)	30대 (17%)	40대 (21%)	기타(28%)
3	귀하의 직업은 무엇인가요?	학생			28%	
		환경계통 종사자직장인			13%	
		비 환경계통 종사자직장인			28%	
		주부			22%	
		기타()			9%	
4	수은을 알고 계셨나요?	예 (4-1로) (95%)			아니오(5%)	
4-1	알고 계셨다면 어떤 경로를 통해 알게 되셨나요?	학교 (36%)	TV 및 인터넷 (39%)	책 (11%)	기타 (15%)	
5	다 쓰고 버려진 형광등은 일반쓰레기로 배출한다.	○ (11%)			x (89%)	
6	형광등, 수은체온계, 혈압계 등 수은첨가제품은 대체 제품이 없다.	○ (28%)			x (72%)	
7	상어 등 육식대형어류가 소형어류보다 수은함량이 높다.	○ (85%)			x (15%)	
8	음식을 통한 수은중독은 발생하지 않는다.	○ (16%)			x (84%)	
9	수은의 생산부터 사용배출폐기까지 전 과정을 관리하기 위한 국제협약은 미나마타 협약이다.	○ (95%)			x (5%)	
10	수은첨가제품의 파손 시 흩어진 수은은 휴지로 깨끗이 닦아 휴지통에 버려야 한다.	○ (30%)			x (70%)	
11	미나마타 협약에 참가한 국가들은 2020년부터 정해진 수은 기준을 초과한 제품을 만들 수 없다.	○ (89%)			x (11%)	
12	2017 대한민국 친환경대전 에서의 수은 홍보부스가 귀하의 수은인식제고에 도움을 주었나요?	그렇다 (90%)		보통이다 (9%)		아니다 (1%)

친환경대전 기간 중 수은 홍보부스를 방문한 방문객의 47%는 남자였으며, 53%가 여자였다. 가장 많은 연령대는 50대 이후의 연령대였으며, 방문객의 직업은 학생과 비환경계통 종사자 직장인이 28%로 가장 높았다. 응답자 중 수은을 알고 있었던 95% 응답자의 39%가 TV 및 인터넷을 통해 알게 되었다고 응답하여 가장 높은 수은 접근 경로로 나타났다. 그 외 5번 문항부터 11번 문항까지 부스 내에서 교육한 내용을 갖고 인식도 조사를 한 결과 6번과 10번 문항을 제외하고는 모두 80%이상의 정답률을 보였다. 그러나 6번(형광등, 수은체온계, 혈압계 등 수은첨가제품은 대체품이 없다.)라는 문항에서는 대체제품을 보았음에도 불구하고 낮은 정답률을 보였다. 기존 수은제품에 대한 인식이 강하고, 수은대체품이라는 것을 수은이라는 물질자체를 대체하는 것으로 잘못 인지하고 설문조사에 임하여 나타난 결과로 판단된다. 그리고 10번(수은첨가제품 파손 시 흩어진 수은은 휴지로 깨끗이 닦아 휴지통에 버려야 한다.)문항은 교육 시 올바른 수은물질 폐기방법에 대해 교육하지 못했기 때문에 낮은 정답률을 보이는 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 2017년 대한민국 친환경대전에서의 수은홍보부스는 방문객의 수은인식제고에 도움을 주었다고 90%가 응답하였다.

위 설문에서 학생과 非학생 군으로 분류하여 볼 때 수은 접근 경로와 가장 낮은 인지항목은 무엇인지 살펴 보기위해 분석하였다. <표 2-5>은 친환경대전에서 응답한 544명중 성인 72%와 학생 28%로 분류하여 분석한 결과이다.

<표 2-5> 대국민 수은 인식도 조사 결과

설문항목	성인	학생
전체 응답자 중 차지비율	72%	28%
수은을 알고 있다.	95%	94%
수은을 모르고 있다	5%	6%
수은을 알게 된 경로 : 학교	27%	58%
수은을 알게 된 경로 : TV 및 인터넷	47%	16%
수은을 알게 된 경로 : 책	8%	18%
수은을 알게 된 경로 : 기타	17%	8%
5. 다 쓰고 버려진 형광등은 일반쓰레기로 배출한다.	89%	89%
6. 형광등, 수은체온계, 혈압계 등 수은첨가제품은 대체 제품이 없다.	67%	84%

7. 상어 등 육식대형어류가 소형어류보다 수은함량이 높다.	86%	82%
8. 음식을 통한 수은중독은 발생하지 않는다.	82%	87%
9. 수은의 생산부터 사용, 배출, 폐기까지 전 과정을 관리하기 위한 국제협약은 미나마타 협약이다.	94%	95%
10. 수은첨가제품의 파손 시 흘러진 수은은 휴지로 깨끗이 닦아 휴지통에 버려야 한다.	72%	64%
11. 미나마타 협약에 참가한 국가들은 2020년 부터 정해진 수은 기준을 초과한 제품을 만들 수 없다.	91%	82%
12. 2017 대한민국 친환경대전에서의 수은 홍보부스가 귀하의 수은인식제고에 도움을 주었나요?	91	86%

위 분석결과 성인과 학생 모두 수은을 알고 있었던 사람은 95%와 94%로 높게 나타났다. 수은을 알고 있는 응답자의 수은 접근 경로를 살펴보면 성인의 경우 47%가 TV 및 인터넷을 통해 접했다고 응답한 반면, 학생의 경우 58%가 학교에서 접했다고 응답하였다. 이를 통해 학생을 대상으로 수은인식제고를 높이하고자 하면 효율적인 방법으로 학교를 통한 교육이라는 점을 도출할 수 있으며, 성인의 경우 TV 및 인터넷 매체를 활용한 교육이 수은인식제고 시 효율적인 방법으로 나타났다.

제3장 국가 수은정보 통합관리시스템 운영 및 유지보수

1. 국가 수은정보 통합관리시스템 운영

1.1 수은정보시스템 콘텐츠 개선 및 최신화

1.1.1 수은정보시스템 소개

가. 시스템 구축 현황

수은정보시스템은 시스템 구축 및 기초 콘텐츠 개발(1단계 '13년도), 시스템 체계 확립 및 고도화(2단계, '14년도)를 통해 구축되었으며 과년도와 당해연도(3단계, '16, '17년도)에는 시스템 개선 및 안정화를 목표로 과업을 진행하였다 <그림 3-1>. 이 과정에서 기존에 통합되어있던 대국민용 정보 제공 시스템과 전문가용 인벤토리 시스템을 이원화시켰으며, 구축된 수은정보시스템 내 콘텐츠를 전면 개편하여 수은에 대한 다양한 정보를 대국민이 쉽게 이해할 수 있도록 재구성하였다.

단계명	1단계: 2013년 도입 단계	2단계: 2014년 활성화 단계	3단계: 2016년 안정화 단계
목표	수은인벤토리 시스템 구축 및 정보시스템 콘텐츠 확대	수은인벤토리/정보시스템 연계 강화 및 고도화	수은인벤토리 및 정보시스템 개선 및 안정화
인벤토리부	<ul style="list-style-type: none"> 수은 유통/배출량 산정인자 검증체계 구축 및 우선순위 선정 수은 유통/배출량/모니터링 관리항목 표준화 수은 정보 DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 수은 유통/배출량 산정인자 수집 및 검증 수은정보 DB 확대구축 타부처 보유자료 연계방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 수은 유통/배출량 산정인자 수집 및 검증 수은정보 DB 확대구축 타부처 보유자료 자동 연계체계 구축
정시스템부	<ul style="list-style-type: none"> 수은정보 데이터 표준체계 기반 마련 수은정보 DB/콘텐츠 업데이트(1) 시스템 개선 및 기능 강화(1) 신규 콘텐츠 개발 (대국민 및 산업체) 	<ul style="list-style-type: none"> 인벤토리시스템 연계체계 개발 수은정보 DB/콘텐츠 업데이트(2) 시스템 개선 및 기능 강화(2) 수은 유관시스템 정보 연계 확대 수은 인체노출 피해사례 DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 범부처 데이터 연계 시스템 고도화 수은정보 DB/콘텐츠 업데이트(3) 수은 유관시스템 정보 연계 플랫폼 안정화 수은 인체노출 피해사례 DB 구축

<그림 3-1> 연도별 정보시스템 구축 계획

나. 시스템 구성 내용

수은정보시스템은 미나마타 협약 대응 관련정보를 확인할 수 있는 대표 페이지로서 수요자(대국민, 산업체 등) 중심의 맞춤형 콘텐츠 구축을 통해 수은과 관련된 다양한 정보 제공을 목적으로 하고 있다.

시스템 구성은 <그림 3-2>와 같이 수은 정보 등 총 6개 항목과 각 세부 메뉴로 구성되어있으며, 메뉴별 세부기능은 <표 3-1>과 같다.

수은 정보 항목에서는 수은의 정의 및 물리·화학적 특성 내용이 포함된 '수은 기초 상식'과 인류 역사의 수은 사용 관련내용이 포함된 '수은의 역사' 그리고 미나마타 협약 발효에 대비한 '수은관리종합대책' 콘텐츠로 구성되어있다.

환경과 건강 항목은 노출 경로, 피해사례, 수은사용시설, 응급처리방법으로 구성되어있으며, 수은의 환경 모니터링 현황 및 어패류 섭취 권고기준 그리고 취급 규정 등의 정보를 제공하고 있다.

제품 항목은 수은이 함유된 주요 제품과 기타 제품으로 구성되어있으며 각 제품의 정보, 관리기준, 수거/폐기 방법 등의 정보를 제공하고 있다.

배출원 관리 항목은 대기, 수계, 폐기물, 방지기술 항목으로 구성되어있으며, 매체(대기, 수계)에 대한 배출원 소개 및 관리기준, 제품별 폐기물 처리현황 그리고 배출시설에 대한 관리 및 방지기술 정보를 제공하고 있다.

국제동향 항목은 미나마타 협약과 유관 협약(스톡홀름, 로테르담 협약) 및 국외동향 항목으로 구성되어 있으며, 협약의 제정배경, 추진경과 등의 내용과 주요 선진국(미국, 유럽, 일본, 중국)들의 수은 관련 동향정보를 제공하고 있다.



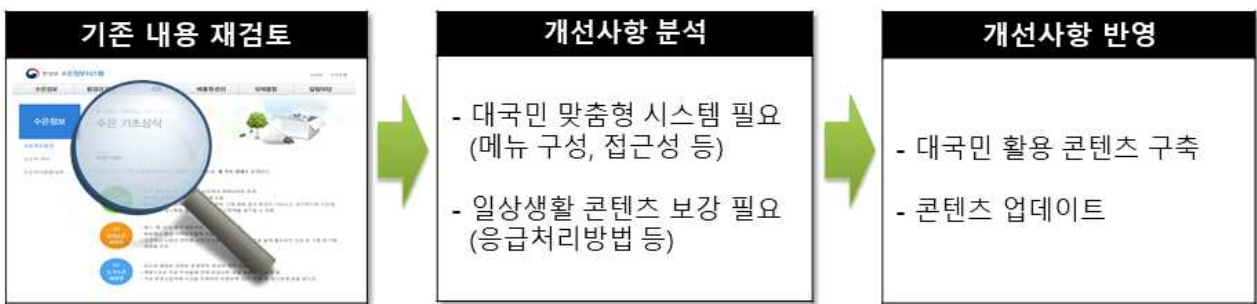
<그림 3-2> 수은정보시스템 구성도

<표 3-1> 수은정보시스템 메뉴별 세부기능 설명

구분	Menu	Sub-Menu	설 명
메뉴구성	수은 정보	수은 기초 상식	수은의 정의 및 물리, 화학적 특성 소개
		수은의 역사	인류 역사에서 수은의 이용 소개
		수은관리종합대책	수립 배경 및 경과, 주요 내용 소개
	제품	노출경로	수은의 인체 노출 경로, 환경 모니터링 현황 및 어패류 섭취 권고기준 정보제공
		피해사례	수은에 피해를 입은 국내외 사례를 유형별로 도식화하여 제공
		수은사용시설	수은사용시설 소개 및 작업장 내 수은 취급 요령 정보 제공
		응급처리방법	수은 유출 사고 발생 시 응급처리방법 제공(가정, 작업장)
	제품	조명	수은 함유 조명기기의 제품 정보, 관리 기준, 수거 방법 정보 제공
		전지	수은 함유 전지의 제품 정보, 관리 기준, 수거 방법 정보 제공
		의료기기	수은 함유 의료기기의 제품 정보, 관리 기준, 수거 방법 정보 제공
		스위치	수은 함유 스위치의 제품 정보, 관리 기준, 수거 방법 정보 제공
		기타	수은 함유 화장품, 살충제, 의약품에 대한 소개
	배출원 관리	대기	대기의 수은 배출원에 대한 관리 현황 정보 제공
		수계	수계의 수은 배출원에 대한 관리 현황 정보 제공
		폐기물	국내·외 수은 제품 폐기물에 대한 폐기과정, 폐기 시설 등 정보 제공
		방지사설	수은 배출 시설의 최적관리기술 및 방안에 대한 정보 제공(BAT, BEP)
	국제동향	미나마타 협약	미나마타 협약의 제정 배경, 주요 내용, 추진 경과 및 비준국 현황 정보 제공
		수은 관련 협약	스톡홀름 협약, 로테르담 협약의 제정 배경, 추진경과, 비준국 현황 정보 제공
		국외 동향	미국, 일본, 중국, 유럽의 수은 관련 국외 동향 정보 제공
	알림 마당	공지사항	수은 정보시스템 공지사항 및 보도자료 제공
		자료실	수은 정보시스템 국내외 수은 관련 보고서 제공
관련 사이트		수은 정보시스템 국내외 수은 관련 사이트 정보 제공	

1.1.2 콘텐츠 개선 및 최신화

본 과업에서는 수은정보시스템 내 콘텐츠 개선 및 최신화를 위해 기 구축된 콘텐츠의 재검토 과정을 거쳐 대국민이 이해하기 어려운 항목에 대해 도식화, UI 개선 등의 방법으로 유관 정보를 재구성하였으며, 응급처리방법과 같이 일상생활 관련 콘텐츠의 보강을 통해 정보제공의 접근성을 제고하였다 <그림 3-3>. 이러한 과정을 거쳐 마련된 콘텐츠 수정 원고를 이미지화하고 디자인 작업을 통해 사이트에 반영하였으며 저작권 해소를 위해 콘텐츠에 포함된 모든 이미지를 재구성하였다 <그림 3-4>.



<그림 3-3> 콘텐츠 수정·보완 절차



<그림 3-4> 수은정보시스템 수정·보완 절차

가. 항목 및 내용 수정 · 보완사항

기 과업을 통해 구축된 수은정보시스템을 유관기관 전문가들의 자문을 받아 전반적으로 대국민이 이해하기 쉬운 내용으로 수정 · 보완하였으며, 제공되고 있는 일부 현황정보에 대한 최신화를 진행하였다 <표 3-2>.

<표 3-2> 수은정보시스템 콘텐츠 수정 · 보완 사항

구분	Menu	Sub-Menu	수정 · 보완내용
메뉴 구성	메인화면		<ul style="list-style-type: none"> · 수은홍보동영상 삭제(자료실로 이동) · 수은게임 삭제(자료실로 이동) · 유관협약 바로가기 메뉴 추가
	수은 정보	수은 기초 상식	<ul style="list-style-type: none"> · 오타 및 용어 수정 · 보완
		수은의 역사	
		수은관리종합대책	
	환경과 건강	노출 경로	<ul style="list-style-type: none"> · 어패류 섭취 권고기준 내용 보강 · 피해사례 내용 보강 · 개인보호구의 특정 제조사명 삭제 · 응급처리방법 문의처 변경 · 오타 및 용어 수정 · 보완
		피해 사례	
		수은 사용 시설	
		응급처리방법	
	제품	조명	<ul style="list-style-type: none"> · 제품별 관련 관리기준 최신화 · 오타 및 용어 수정 · 보완
		전지	
		의료기기	
		스위치	
		기타	
	배출원 관리	대기	<ul style="list-style-type: none"> · 매체별 관리기준 최신화 · 매체별 인벤토리 (배출원 목록) 내용 보강 · 폐기물 처리기술 보강(US EPA) · UNEP BAT/BEP 가이드스 내용 보강 · 오타 및 용어 수정 · 보완
		수계	
		폐기물	
		방지 시설	
	국제 동향	미나마타 협약	<ul style="list-style-type: none"> · 협약 비준에 따른 관련 내용 최신화 · 협약 사이트 내 비준/서명국 링크 연결 확인 · 국외 동향 콘텐츠 최신화
		수은 관련 협약	
		국외 동향	
알림 마당	공지사항	<ul style="list-style-type: none"> · 공지사항 내 보도자료 게시물 내용 보강 · 수은 관련 국내 · 외 보고서 업데이트 · 교육자료 콘텐츠 내용 업로드 	
	자료실		
	관련 사이트		

(1) 메인화면

메인화면은 수은정보시스템 접속 시 사용자가 첫 번째로 접하는 페이지라는 대표성을 가지고 있기 때문에 민간단체, 교육기관, 학계 등 다양한 유관기관 전문가들의 의견이 있었다. 기 구축된 시스템의 경우 전체적으로 메인화면의 구성이 형식적이기 때문에 수요자 중심의 화면 구성이 필요하며 유관 법령, 교육과 같은 핵심 콘텐츠를 쉽게 찾을 수 있도록 메뉴의 재배치가 필요하다는 의견이 있었다.

상기 의견들을 수렴하여 <그림 3-5>와 같이 기존 메인화면에 배치되어 있던 수은 홍보 동영상과 수은 게임 콘텐츠를 삭제하여 알림마당 내 자료실의 게시물 이동하였으며, 미나마타 협약 및 유관 협약 관련 내용을 메인화면에서 이동할 수 있도록 유관 협약 메뉴를 추가하였다.



<그림 3-5> 메인화면 수정·보완 내용

(2) 수은 정보

수은 정보는 수은의 기초상식, 수은의 역사, 수은관리 종합대책 항목으로 구성되어 있으며 일부 내용이 대국민 입장에서 이해하기 어려운 전문적인 정보나 용어들로 기술 되어있어 이해하기 쉬운 문장이나 용어를 사용하여 대국민이 쉽게 이해할 수 있도록 개선하였다. 또한, 역사 속 수은의 이용 사례, 미나마타 협약과 같이 최신화가 필요한 내용에 대해서는 최근 자료를 반영하여 콘텐츠를 수정·보완하였다. 기존에 간략한 내용으로 구성되어있던 수은관리 종합대책은 성과내용 등을 보강하여 콘텐츠를 구성하였다 <표 3-3>.

<표 3-3> 시스템 개선 항목 설명-수은 정보

Menu	Sub-Menu	설 명	개선 내용
수은 정보	수은 기초상식	수은의 정의 및 일반적인 물리, 화학적 특성 소개	· 부정확한 내용 수정
	수은의 역사	인류 역사에서 수은의 이용 사례 소개	· 수은 사고 내용 추가 · 미나마타 협약 채택 내용 추가
	수은관리 종합대책	수은관리 종합대책의 수립 배경 및 주요 내용 소개	· 수은관리종합대책에 따른 성과내용 보강

(3) 환경과 건강

환경과 건강은 수은정보, 환경과 건강, 제품, 배출원 관리, 국제동향, 알림마당으로 구성되어 있으며 <표 3-4>와 같이 환경 모니터링, 어패류 섭취권고기준, 피해사례 내용 등을 보강하였다.

노출 경로 항목에서는 환경 모니터링과 어패류 섭취 권고기준 내용 등을 수정·보완하였다. 환경 모니터링 항목에서는 환경부의 대기, 수질(2017년도 물 환경측정망 운영계획), 퇴적물, 토양 측정망, 해양수산부의 해양환경측정망(해양환경측정망 구성 운영계획, 2017)에 대한 최신화 작업을 진행하였으며, 식품의약품안전처 가이드 자료를 활용하여 생선 섭취 권고량, 생선 섭취 횟수 자료 등 임산부 섭취 기준에 대한 내용을 보강 하였다.

피해 사례 역시 국내에서 최근에 발생한 사고를 반영하여 콘텐츠를 최신화하고 연도와 해당 피해사례 내용이 일치하지 않는 자료를 수정·보완하였다. 수은 취급 규정 내 개인보호구 자료는 특정 업체명이 기재된 경우 삭제하여 해당 개인보호구 제작 업체가 노출되지 않도록 하였다. 응급처리방법에 기재된 관련 문의처는 삭제하였으며 향후 문의처 선정 후 반영할 예정이다.

<표 3-4> 시스템 개선 항목 설명-환경과 건강

Menu	Sub-Menu	설 명	반영 내용
환경과 건강	노출경로	수은의 인체 노출경로 정보, 환경 모니터링 및 어패류 섭취 권고기준 제공	<ul style="list-style-type: none"> · 수질측정망(2017년도 물환경 측정망 운영계획) · 해양환경측정망(해양환경측정망 구성 운영계획, 2017) · 어패류 섭취 권고기준 (식약처, 생선 안전섭취 가이드라인, 2017)
	피해사례	수은에 피해를 입은 국내·외 사례를 유형별로 도식화하여 제공	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 수은 사고 현황 최신화 (2015년 형광등 생산설비 철거 작업 근로자 집단 수은중독 발생사건) · 피해사례와 해당연도 일치 여부 확인
	수은사용시설	수은사용시설 소개 및 작업장 내 수은 취급 요령 정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> · 개인보호구 특정 업체명 삭제
	응급처리방법	가정 내, 작업장 수은 유출 사고 발생시 응급처리방법 제공	<ul style="list-style-type: none"> · 관련 문의처 삭제 (문의처 검토 후 향후 반영예정)

(4) 배출원 관리

배출원 관리는 대기, 수계, 폐기물, 방지 시설 항목으로 구성되어있으며, 각 매체 대한 배출원 관리 현황 및 제품별 폐기 방법, 방지시설에 대한 정보를 제공하고 있다.

각 매체별 관리기준에 대한 자료는 관련 법령을 참고하여 최신화 여부를 확인하였으며, 폐기물에 대한 배출원 목록을 보강하였다. 그리고 수은 함유 제품 이외에도 미나마타 협약에서 분류하고 있는 수은 폐기물에 대한 내용을 보강하여 수은 폐기물에 대한 분류 체계를 명시하였다. 또한, US EPA(2007) 보고서에서 방지기술에 대한 소개와 UNEP BAT/BEP 가이드선 내용을 활용하여 BAT, BEP에 대한 정의와 수은 배출 모니터링에 대한 내용을 보강하여 방지시설의 콘텐츠를 수정·보완하였다 <표 3-5>.

<표 3-5> 시스템 개선 항목 설명-배출원 관리

Menu	Sub-Menu	설 명	반영 내용
배출원 관리	대기	대기의 수은 배출원에 대한 관리 현황 정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> · 각 매체별(대기, 수계, 폐기물) 인벤토리 내용 보강 · 미나마타 협약에서 분류하고 있는 수은 폐기물에 대한 정의 및 재분류 · 의료기기 폐기물의 아말감 자료 보강 · UNEP BAT/BEP 가이드선을 참고하여 BAT, BEP 정의 및 수은 배출모니터링 내용 보강
	수계	수계의 수은 배출원에 대한 관리 현황 정보 제공	
	폐기물	수은 함유 조명기기, 전지, 의료기기, 스위치의 폐기 방법 정보 제공	
	방지 시설	수은 배출 시설의 최적관리 기술 및 방안에 대한 정보 제공(BAT, BEP)	

(5) 국제 동향

국제 동향은 미나마타 협약, 수은관련 협약(스톡홀름, 로테르담 협약) 및 국외동향으로 구성되어있으며 각 협약의 제정배경, 추진경과, 비준국 현황 및 주요 내용들에 대한 정보를 제공하고 있다.

미나마타 협약이 발효(2017년 8월 16일)됨에 따라 제정배경, 추진경과 등 협약과 관련되어 있는 각 콘텐츠의 과거형 내용을 전면 수정하였다. 또한 각 협약의 비준/서명국 현황을 확인할 수 있도록 구성한 협약 사이트 링크 연결 여부를 확인하여 최신 정보를 제공할 수 있도록 보완하였다 <표 3-6>.

<표 3-6> 시스템 개선 항목 설명-국제 동향

Menu	Sub-Menu	설 명	반영 내용
국제 동향	미나마타 협약	미나마타 협약 관련 정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> 과거형 내용 수정 ☞ 미나마타 협약은 2017년 5월 18일 50개국이 비준함으로써 90일 경과 후인 2017년 8월 16일에 정식 발효되었다.
	수은관련 협약	수은관련 협약 내용 추가	<ul style="list-style-type: none"> 협약별 사이트 내 비준국/서명국 연결 링크 확인
	국외 동향	국외 수은 관련 동향 내용 추가	<ul style="list-style-type: none"> 국외동향 최신화

(6) 알림마당

알림마당은 공지사항, 자료실, 관련 사이트 항목으로 구성되어있으며 수은과 관련된 보고서, 정책자료 등 관련 자료에 대한 업데이트를 진행하였다. 또한, 공지사항의 게시물 내 내용이 부족하다는 의견을 수렴하여, <표 3-7>과 같이 해당 자료의 본문 내용을 발췌, 요약하여 게시물의 내용을 보강하였다.

<표 3-7> 시스템 개선 항목 설명-알림마당

유형	일자	제목	내용
보도자료	2017-03-21	환경부, 수은 관련 미나마타협약 발효에 선제적 대응	<ul style="list-style-type: none"> · 협약 국내비준을 위한 '잔류성오염물질관리법' 시행령 개정 국무회의 3월 21일 의결 · 수은의 제조·수출입·사용·폐기에 이르는 종합적인 관리기준 마련
보도자료	2016-06-30	수은 누출사고 사전에 예방한다...관리안내서 발간	<ul style="list-style-type: none"> · 시설 취급 및 가동중단, 휴·폐업시 조치방법 등 현장에서 쉽게 적용할 수 있는 ‘환경안전관리 가이드라인과 기술지침서’ 발간 · 중소·영세 사업장을 대상으로 설명회 실시 등 산업계 지원 확대
지침서	2017	(수은 또는 수은화합물로 구성, 함유 또는 오염된 폐기물의) 친환경관리에 관한 기술지침서 자료집	<ul style="list-style-type: none"> · 이 자료집은 PBDEs 폐기물의 친환경관리에 관한 바젤협약 지침서를 번역·편집한 것입니다. PBDEs 폐기물의 수거, 운반, 보관, 처리, 통제 등에 관한 내용이 자세하게 서술되어 있어 폐기물 업무에 참고할 수 있도록 발간하였습니다.
연구보고서	2016	배출가스 중 수은화합물 측정방법 선진화 방안 마련 연구	<ul style="list-style-type: none"> · 본 연구에서는 1-2차년도에 이어 부속서D의 시설인 생활 및 의료폐기물 소각시설을 대상으로 연속측정방법과 흡착트랩방법을 도입함에 있어 상대정확도 등을 수행하여 배출가스 조건에 따른 적용 가능성 등을 평가하고자 하였다.
안내서	2016	수은에 관한 미나마타협약 안내서	<ul style="list-style-type: none"> · 동 안내서는 국제시민단체 ‘Mercury Zero Working Group’에서 발간한 ‘Minamata Convention on Mercury : Ratification and Implementation Manual’ (2014)을 바탕으로 작성되었으며, 협약의 조항별 세부 설명자료를 수록하였다.

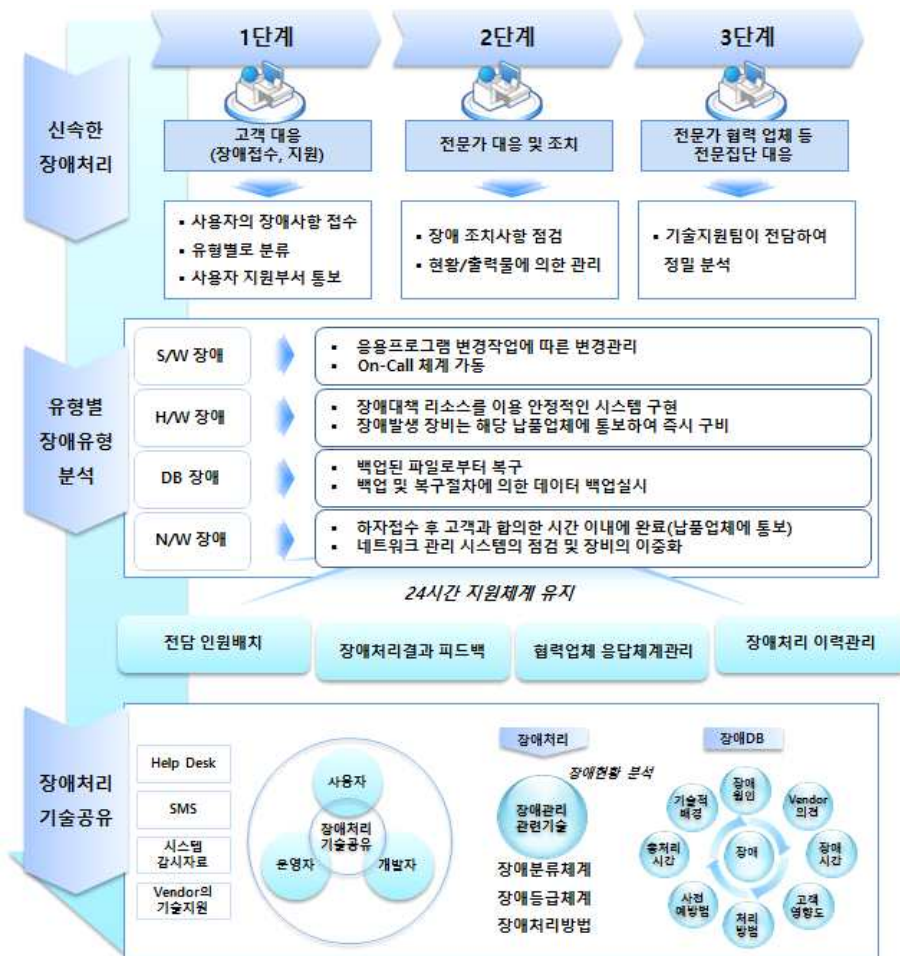
2. 국가 수은정보 통합관리시스템 유지보수

2.1 최적 운영 및 관리환경 유지

2.1.1 장애 예방활동 및 대응방안 수립 및 운영

가. 장애관리체계

하드웨어 장애, 소프트웨어 결함 등으로 시스템 처리능력이 저하되거나 가동중단 등의 문제가 발생한 경우, 예방 및 처리방안을 수립·실시하여 실제 장애 발생 시 수립된 처리방안에 따라 신속히 해결할 수 있도록 <그림 3-5>와 같이 장애관리체계를 수립하였다.



<그림 3-6> 장애 예방활동 대응 프로세스

나. 유형별 장애관리 방안

시스템을 원활하고 지속적으로 운영하기 위해 <표 3-8>과 같이 하드웨어 장애, 소프트웨어 장애, 네트워크 장애 등 유형별로 시스템 환경에 적합하고 효율적인 장애관리 방안을 수립하였다. 또한, 장애유형 및 원인 분석, 장애 예방방안 및 관리 방안 수립 등 장애관리 방안을 수립하는 데 필요한 단계별 절차를 수립하였다 <표 3-9>.

<표 3-8> 유형별 장애관리 방안

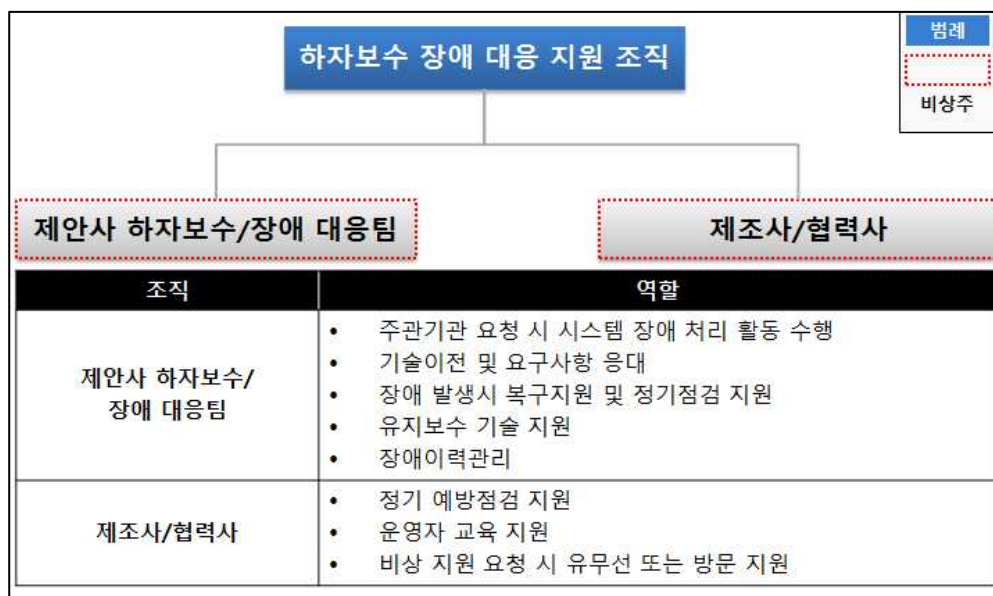
유형	장애 내용	점검 사항
하드웨어 장애	<ul style="list-style-type: none"> · 하드 디스크의 물리적 결함 · CPU 및 메모리의 결함 · 고속 프린터의 결함 	<ul style="list-style-type: none"> · 주기적인 하드디스크 점검(정기적인 실행이 될 수 있도록 설정) · 정기적인 장비 성능 점검
소프트웨어 장애	<ul style="list-style-type: none"> · 프로그램의 손상 · 로그파일 이상 	<ul style="list-style-type: none"> · 주기적인 파일 점검(하드디스크 검사와 병행) · 하드디스크 전체의 정기적인 점검
데이터베이스 장애	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터베이스 로그파일 이상 · 테이블 등 객체의 손상 	<ul style="list-style-type: none"> · 관리자는 정기적으로 로그파일의 용량이 초과되지 않도록 점검 · 정기적인 데이터베이스의 성능 시험 및 객체의 무결성 테스트
응용 소프트웨어 장애	<ul style="list-style-type: none"> · 응용 업무 프로그램 장애 	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 로그나 덤프분석을 통하여 원인을 분석하고 해당프로그램 수정 · 장애상황이 큰 경우 백업한 내역을 복구하여 빠른 시간안에 정상가동
네트워크 장애	<ul style="list-style-type: none"> · 망 연동 장애 	<ul style="list-style-type: none"> · 주기적인 모니터링에 의한 Status 점검 · 네트워크 회선 확인

<표 3-9> 단계별 장애관리 방안

단계별 절차	세부내용
장애유형분석	<ul style="list-style-type: none"> · 하드웨어, 네트워크, 소프트웨어, 데이터베이스등의 각 부문별 장애유형을 수집 · 유사 시스템의 장애 발생 통계 자료를 분석하여 부문별 대책 수립의 기초를 마련하고 각종 기술자료 수집
장애원인분석	<ul style="list-style-type: none"> · 각 부문별로 수집되고 분석된 장애 유형을 바탕으로 장애원인을 전문가 그룹의 자문과 부문별 실무자를 통해 분석 · 장애 원인에 대한 기술적, 인적 요인에 대한 사안별 자료 획득
장애예방방안수립	<ul style="list-style-type: none"> · 각 부문별로 파악된 장애발생 원인분석을 바탕으로 장애를 사전에 예방할 수 있는 체계적인 방안 수립 · 하드웨어 / 네트워크 부문 / 소프트웨어 / 데이터베이스 부문
장애관리방안수립	<ul style="list-style-type: none"> · 장애 예방활동 시 불가피하게 발생할 수 있는 장애에 대한 관리 방안을 각 부문별로 구체적으로 수립 · 하드웨어 / 네트워크 부문 / 소프트웨어 / 데이터베이스 부문

다. 장애 대응 조직 구성 및 운영

유사사업에서의 풍부한 프로젝트 수행경험을 바탕으로 장애 발생 시 신속하게 대처할 수 있는 유지보수 조직을 운영하였으며 이를 <그림 3-6>에 나타내었다. 하자보수 기간 동안 사고예방 및 각종 장애에 신속히 대응하였으며, 하자보수 범위, 기준, 기간은 등 세부적인 내용은 <표 3-10>과 같다.



<그림 3-7> 하자보수 및 장애 대응 조직 구성도

<표 3-10> 하자보수 세부내용

항목	무상 유지보수	유상 유지보수
하자보수 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 응용소프트웨어 오류수정, 장애 및 결함 해결 • SW에 대한 결함 해결 • 시스템 운용자가 시스템 운용 및 유지보수를 수행할 수 있도록 기술전수 및 요구사항 응대 	<ul style="list-style-type: none"> • 하자보수 기간 경과 후 실시 • 유상유지보수 적용 범위 및 추가, 변경사항 • 해당 항목 발생 시마다 별도 협의 후 계약
하자보수 기준	<ul style="list-style-type: none"> • 매뉴얼이나 계약에 명시된 기능대로 작동하지 않는 경우 무상 하자보수를 원칙 	<ul style="list-style-type: none"> • 무상보증기간이 만료된 이후의 모든 유지보수 행위 • 유상 유지보수는 별도 계약에 의해 지원
하자보수 기간	<ul style="list-style-type: none"> • 검수 후 12개월 	<ul style="list-style-type: none"> • 별도 계약에 의함

2.2 표준화지침 준수

가. 전자정부 서비스 호환성 준수

전자정보 웹 표준지침과 전자정부 서비스 호환성 준수지침(행정안전부 고시 제 2010-40호), 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0을 준수하여 수은정보시스템 콘텐츠를 제작하고 개선·보완하였다. 전자정부서비스 웹 호환성 준수 여부 진단을 위한 세부 내용은 <표 3-11>과 같다.

<표 3-11> 전자정부서비스 웹 호환성 진단표

구 분	진단지표	진 단 기 준	진 단 방 법
1 웹표준 문법 준수	1-1 표준 (X)HTML 문법 준수 여부	<ul style="list-style-type: none"> W3C Markup Validator에서 출력된 오류의 개수에 따라 감점 ※ HTML5의 경우 Nu Html Checker로 자동전환 	W3C Markup Validator
	1-2 표준 CSS 문법 준수 여부	<ul style="list-style-type: none"> W3C CSS Validator에서 출력된 오류의 개수에 따라 감점 ※ CSS의 경우 Level 3으로 진단 	W3C CSS Validator
2 웹호환성 확보	2-1 동작 호환성 확보 여부	<ul style="list-style-type: none"> 브라우저 부가 기능을 이용해서 해당 페이지 내에 사용된 Javascript 오류 및 DOM 경고 발생시 감점 Javascript가 의도한 기능이 정상적으로 동작되는지 점검하여 비정상적 동작에 대해 감점 	브라우저 부가 기능, 크로스 브라우저 테스트 준용
	2-2 레이아웃 호환성 확보 여부	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 웹브라우저의 최신 버전에서 동등한 레이아웃으로 구현되었는지 여부 확인 - 웹브라우저별 특성에 의한 차이(폰트, 픽셀 등)는 예외로 함 	크로스 브라우저 테스트 준용
3. 비표준 기술제거	3-1 비표준 기술제거 여부	<ul style="list-style-type: none"> 웹사이트에서 비표준 기술(액티브X 등)사용 여부 점검 - 로그인, 보안, 구간암호화, 공인인증 - 영상, 멀티미디어(플래시, 실버라이트, 그래프, 리포트 등) - 파일 송수신 	수동평가
	3-2. 최신 웹 표준기술 사용 여부	<ul style="list-style-type: none"> 최신 웹표준 기술(HTML5) 사용 여부 점검 - 호환성 확보를 위한 대체수단의 경우 웹표준 기술 사용여부 점검 	수동평가

나. 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침

한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0은 웹 콘텐츠의 접근성을 향상시키기 위한 기술적 규격을 포함하고 있으며 원칙(principle), 지침(guideline), 검사 항목(requirement)의 3단계의 표준 체제로 구성되어 있다 <표 3-12>. 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0에서는 웹 접근성 제고를 위한 4가지 원칙과 각 원칙을 준수하기 위한 13개 지침 및 해당 지침의 준수 여부를 확인하기 위해 22개의 검사 항목을 제시하였으며 <그림 3-7>과 같은 과정을 통해 콘텐츠를 제작하고 개선·보완하였다. 또한, 개선·보완된 콘텐츠의 내용을 <그림 3-8>과 같이 K-WAH4.0(한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0 준수 여부 자동 점검 소프트웨어)을 통해 점검하였다.

<표 3-12> 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0 표준 체제

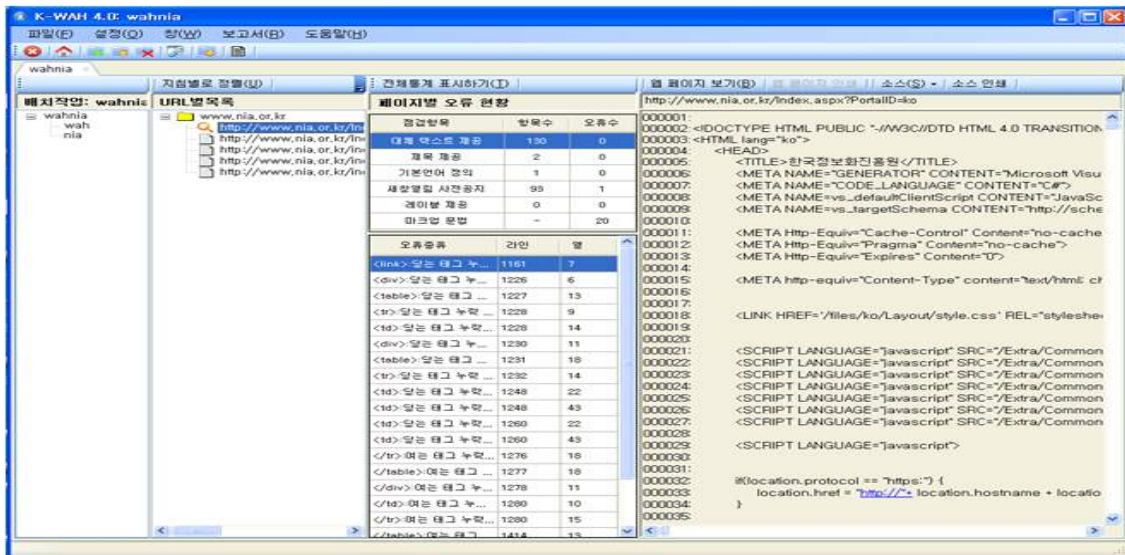
원칙	지침	검사 항목
인식의 용이성	1.1 (대체 텍스트) 텍스트 아닌 콘텐츠에는 대체 텍스트를 제공해야 한다. 외 2개	1.1.1 (적절한 대체 텍스트 제공) 텍스트 아닌 콘텐츠는 그 의미나 용도를 이해할 수 있도록 대체 텍스트를 제공해야 한다. 외 5개
2. 운영의 용이성	2.1 (키보드 접근성) 콘텐츠는 키보드로 접근할 수 있어야 한다. 외 3개	2.1.1 (키보드 사용 보장) 모든 기능은 키보드만으로도 사용할 수 있어야 한다. 외 7개
3. 이해의 용이성	3.1 (가독성) 콘텐츠는 읽고 이해하기 쉬워야 한다. 외 3개	3.1.1 (기본 언어 표시) 주로 사용하는 언어를 명시해야 한다. 외 5개
4. 견고성	4.1 (문법 준수) 웹 콘텐츠는 마크업 언어의 문법을 준수해야 한다. 외 1개	4.1.1 (마크업 오류 방지) 마크업 언어의 요소는 열고 닫음, 중첩 관계 및 속성 선언에 오류가 없어야 한다. 외 1개



퍼블리셔 인력을 통한 웹접근성/웹표준화 작업 및 점검



<그림 3-8> 웹 접근성 준수를 위한 프로세스

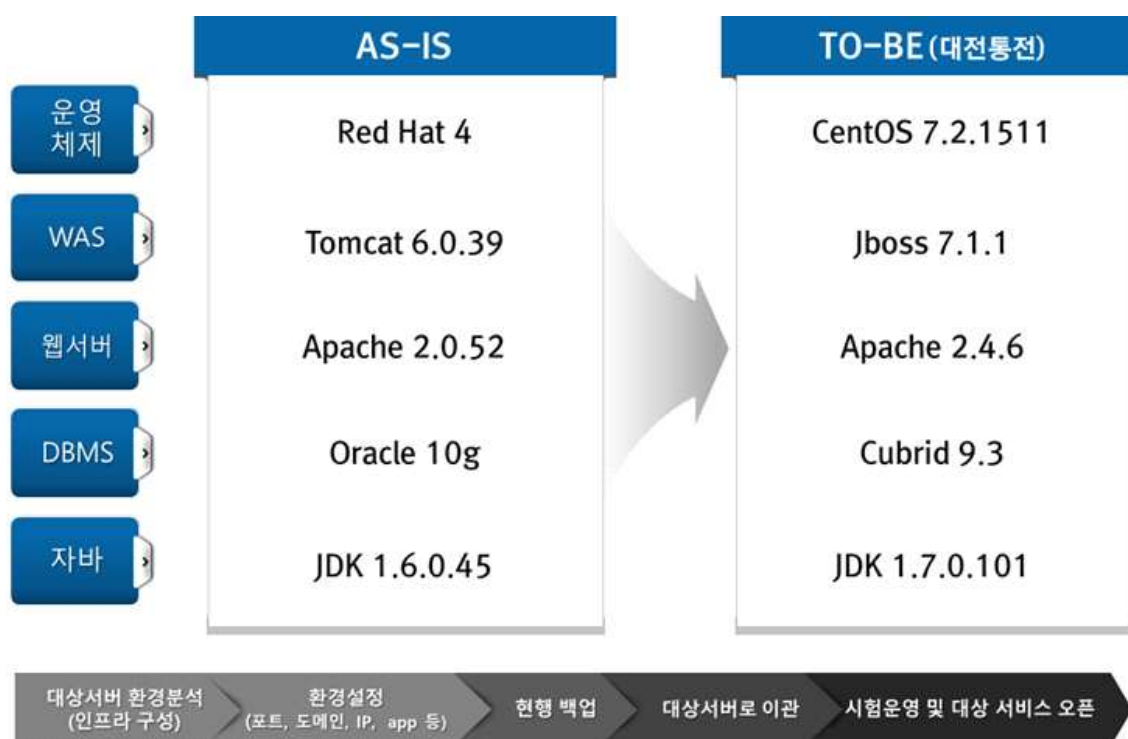


<그림 3-9> K-WAH4.0 웹 접근성 자동점검

2.3 수은정보시스템 이관

가. 서버 이관 현황

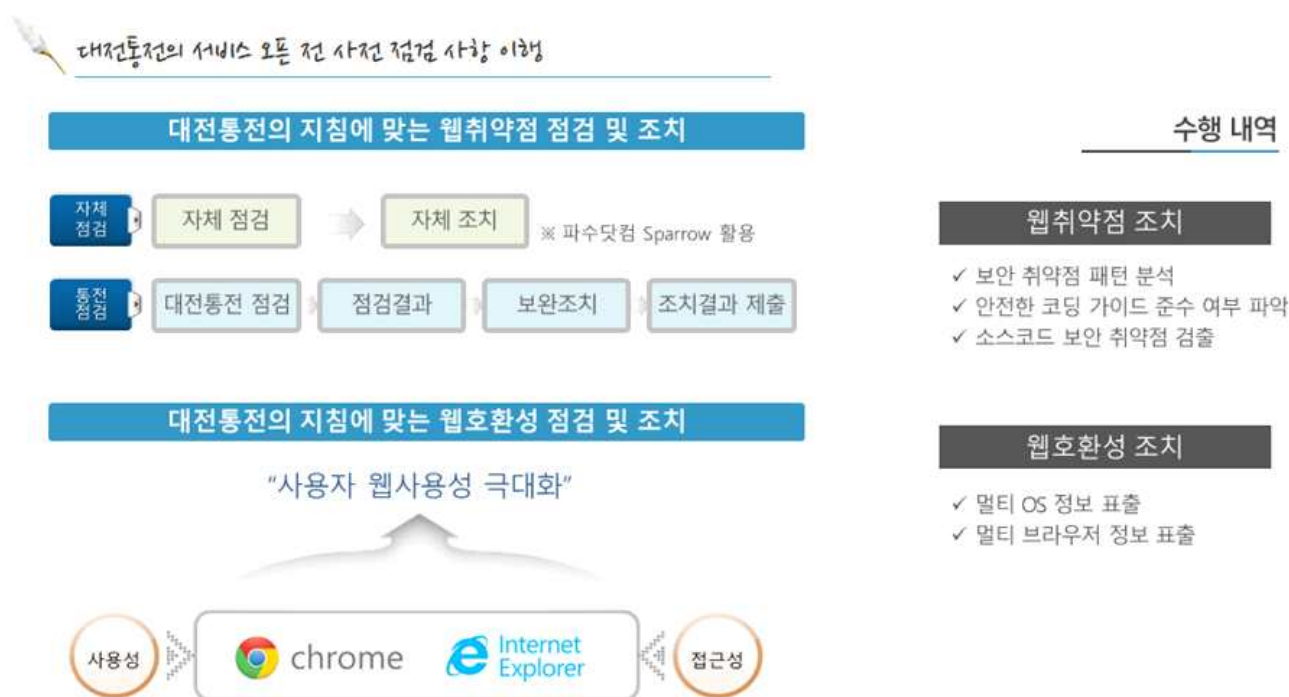
기 구축된 수은정보시스템이 새롭게 구성되는 화학물질정보시스템(NCIS)에 탑재되는 것으로 결정됨에 따라 해당 시스템의 이관 작업을 아래와 같이 수행하였다. 전반적으로 이관대상 서버 환경의 분석을 통해 인프라를 구성하고 포트, 도메인, IP 등 환경설정 작업을 진행하였으며 기 구축된 수은정보시스템을 백업 한 뒤 대상 서버로 이관하였다. 새롭게 구성되는 화학물질정보시스템의 서버 환경에 맞추어 기존 수은정보시스템의 운영체제, WAS, 웹서버, DMBS 및 자바의 형태를 변경하는 작업을 수행하였다 <그림 3-9>.



<그림 3-10> 서버 이관 현황

나. 사전 웹 취약점 및 웹 호환성 조치

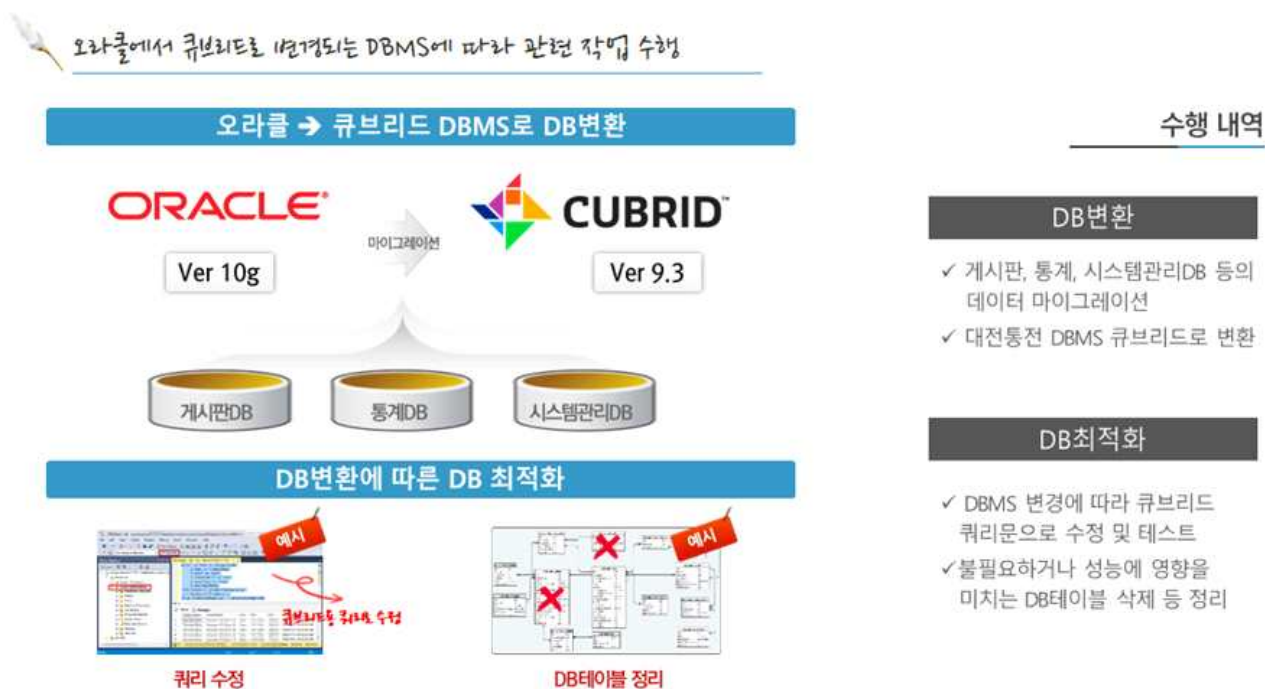
이관된 수은정보시스템은 오픈 전 대상 서버 지침에 맞는 웹 취약점 및 호환성 점검을 통하여 사용자의 웹 사용성 및 접근성을 극대화하였다. 웹 취약점 조치는 보안 취약점 패턴 분석, 코딩 가이드 준수 여부, 소스코드 보안 취약점 검출 등을 통해 수행하였으며, 웹 호환성 조치는 멀티 OS 및 브라우저 정보 표출 점검을 통해 수행하였다<그림 3-10>.



<그림 3-11> 서버 이관에 따른 웹 취약점 및 호환성 조치

다. 데이터베이스 변환 및 최적화

기존 데이터베이스 관리 시스템으로 사용되던 오라클 시스템을 이관 대상 환경의 큐브리드 시스템으로 변경함에 따라 DB변환 등 관련 작업을 <그림 3-11>과 같이 수행하였다. 게시판, 관련 통계자료, 시스템 관리 DB 등을 DBMS 변경에 따라 큐브리드 쿼리문으로 수정하였으며 테스트를 진행하였다. 그리고 불필요하거나 성능에 영향을 미치는 DB테이블은 추가·삭제 작업을 통하여 정리하였다.



<그림 3-12> 데이터베이스 변환 및 최적화

III. 결론 및 제언

1. 결론

1.1 수은 및 중금속 교육 프로그램 개발 및 교육진행

교육 프로그램은 초등학교 3.4.5.6학년을 대상으로 제작되었으며, 교육용 교안은 2차시 수업시간 총 80분을 고려하여 강의형 프로그램과 참여형 프로그램으로 구성하였다. 주요내용은 수은의 특성과 수은이 미치는 인체 영향, 수은으로부터 안전한 생활을 하기 위한 방법, 수은중독사례, 미나마타협약, 납과 카드뮴의 특성, 인체 영향, 중독사례 등으로 구성되어 있다. 참여형 프로그램은 말판게임으로 2차시 수업시간에 학급의 모든 학생들이 참여할 수 있도록 구성한 프로그램으로 수업시간 교육한 내용을 복습하며 직접 참여하는 활동이다. 이를 통해 학생들이 교육에 흥미를 **가질** 수 있도록 하였으며, 교육 내용을 복습할 수 있도록 유도하였다. 뿐만 아니라 실천나무를 통해 교육내용을 살펴보고 스스로 실천의지를 작성할 수 있는 시간도 구성하였다.

시범교육으로 진행한 28개교 104학급의 수은 및 중금속 방문교육 결과, 교육 전 수은의 인식도조사의 응답률이 72%였던 반면 교육 후 85%로 증가하여 교육의 효과가 있는 것으로 판단된다. 한달 후 인식도 조사가 교육 당일 인식도조사와 유사한 응답율(84.3%)을 보이는 것으로 볼 때 최소 교육 후 1개월 간은 수은 및 중금속의 교육 효과가 지속되고 있음을 보여준다.

차기 교육프로그램은 중금속 부분을 어려워하는 학생들을 위해 중금속 교육의 비중을 높여 내용을 자주 접하게 해주거나 디자인보완 작업을 통해 낯설어 하지 않도록 보완 및 수정작업이 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 참여형 프로그램은 학생들의 교육 참여도를 높이고, 반복학습의 효과성이 있기 때문에 진행방법을 일부 수정·보완하거나 조별프로그램을 제작하여 학생들이 오래 참여할 수 있도록 지원할 필요가 있음이 드러났다. 그리고 방문교육 진행이 어려운 학교를 위한 교사용 학습지도서 개발을 통해 도서·산간지역의 학교에서도 수은 및 중금속 교육이 진행될 수 있도록 교육 자료 지원이 필요한 것으로 사료된다.

1.2 대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스 운영

대국민 인식제고를 위한 수은 홍보부스는 2017년 대한민국 친환경대전 행사 기간 (17.11.01 ~ 04일, 총 4일)중에 운영하였다. 수은 홍보부스는 [수은 OUT, 건강 人]이라는 주제로 수은에 대한 기초지식, 수은제품 및 대체품전시, 미나마타협약 등의 내용으로 구성하였다. 2017 대한민국 친환경대전 총 방문객 39,303명 중 약 1,000여명의 방문객이 본 수은 홍보부스를 방문하였고, 이 중 900여명이 대국민 수은인식도조사에 참여하였다. 대국민 수은인식도조사는 홍보부스 내 수은교육 진행 후 실시하였으며, 결과 2항목을 제외한 모든 항목에서 80% 이상의 정답률을 보였다. 이는 홍보부스를 통한 수은인식제고의 효과성이 있는 것으로 판단할 수 있으나, '형광등, 수은체온계, 혈압계 등 수은첨가제품은 대체품이 없다.', '수은첨가제품 파손 시 흩어진 수은은 휴지로 깨끗이 닦아 휴지통에 버려야 한다.'의 2항목에 있어서는 70%대로 비교적 정답률이 낮았다. 차년도 수은 홍보부스 운영 시 비교적 정답률이 낮은 항목에 대한 교육의 비중은 높여서 해당분야의 인식제고에 집중해야할 것으로 판단된다.

위와 같은 수은홍보부스의 인식제고 효과성을 바탕으로, 친환경대전 뿐만 아니라 신문, 방송, 마스크 등을 통해 많은 방문객이 참여하는 페스티벌에 참가하여 대국민을 대상으로 수은홍보활동을 하는 것이 대국민 인식제고 방법 중 하나라고 볼 수 있다.

1.3 수은 회수 · 처리키트 보급계획 수립 및 키트 보급 시행

수은응급처리키트는 사용법과 수은 누출 대응 가이드 내용으로 구성된 사용 매뉴얼과 함께 전국 5,978개 초등학교 중 900개소를 대상으로 수은응급처리키트를 보급 완료하였다. 그러나 전국의 수은첨가제품을 보유하고 있는 곳 중 극히 일부를 대상으로 보급된 것임에 따라 가정, 학교, 병원, 군(軍) 등의 수은첨가제품의 보유 현황을 조사한 후 우선순위를 선정하여 추가 배포를 수행 하여야 할 것이다. 우선적으로 민감계층인 초등학생이 주로 생활하는 초등학교부터 수은응급처리키트 수요를 조사하고 수은제품 소지여부를 파악하여 순차적 보급계획을 세울 필요성이 있다. 또한 수은첨가제품의 안전한 회수체계를 조속히 마련하여 수은누출사고를 근본적으로 차단함으로써 국민들을 수은인체누출의 위험성으로부터 보호할 필요성이 있다.

1.4 국가 수은정보 통합관리시스템 운영 및 유지보수

본 과업에서는 기 구축된 수은정보시스템 콘텐츠의 전면 재검토 및 최신화를 통해 대국민이 쉽게 이해할 수 있고, 산업체 정보제공이 가능한 내용으로 재구성하였으며 수은정보시스템의 원활한 운영과 관리환경을 유지하기 위해 시스템 유지·보수 및 시스템 이관을 진행하였다. 본 과업에서 도출된 주요 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 수은정보시스템 내 콘텐츠 개선 및 최신화를 위해 기 구축된 콘텐츠의 전면 재검토 과정을 거쳐 대국민이 이해하기 어려운 항목에 대해서는 도식화, UI 개선 등의 방법으로 유관 정보 콘텐츠를 재구성하였다. 또한, 제공되고 있는 정보에 대한 분야별 전문가를 대상으로 구축된 콘텐츠를 검토하고 관련 자료 및 문헌 조사를 통해 일반 현황정보에 대한 최신화 작업을 진행하여 콘텐츠에 대한 신뢰도를 확보하였다.

둘째, 수은정보시스템의 최적 운영과 관리환경을 유지하기 위해 장애관리체계와 장애관리방안을 수립하여 시스템 장애를 효율적으로 관리할 수 있는 체계를 구축하였다. 또한, 전자정부 웹 표준 준수지침, 전자정부 서비스 호환성 준수지침 등 국내 유관 법규 및 가이드라인을 준수하여 시스템을 구성하였다.

셋째, 수은정보시스템이 화학물질정보시스템(ncis.nier.go.kr)으로 이관이 결정됨에 따라 해당 시스템의 이관작업을 수행하였으며 이관대상 서버 환경의 분석을 통해 인프라를 구성, 환경설정 등의 작업을 진행하였다. 또한, 이관 대상 서버의 웹 취약점 및 호환성 조치, 데이터베이스 관리 시스템 변경에 따른 DB 변환 및 최적화 작업을 통해 이관된 이후에도 안정적인 시스템 운영이 가능하도록 구현하였다.

수은정보시스템은 미나마타 협약 대응과 관련된 정보를 확인할 수 있는 대표 시스템으로 산업체 등 유관 담당자들에 대한 다양한 정보제공이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 수은정보시스템이 이관된 화학물질정보시스템은 국립환경과학원이 운영하는 화학물질 통합검색 시스템으로 좀 더 다양한 수요자들에게 수은 정보와 교육자료 제공이 가능하여 시스템 활용성 제고 및 수은에 대한 대국민 인식 증진에 기여할 것으로 기대된다.

2. 제언

2.1 수은으로부터 안전한 사회를 위한 제언

본 과업의 궁극적인 목표는 수은으로부터 안전한 사회를 구축하기 위해 교육을 통한 민감계층(초등학생) 및 대국민 인식을 제고하는 것이다. 수은으로부터 안전한 사회를 구축하기 위해서는 인식제고를 위한 교육뿐만 아니라 교육 외의 분야에서도 몇 가지 필요사항이 있다고 판단되어 제언하고자 한다.

2.1.1 수은 위해성 리스크 커뮤니케이션

위해도 위해성(risk), 인식(perception) 및 소통(communication)에 대한 연구와 전략적 정책홍보 계획 수립, 환경보건서비스 제공이 필요하다. 산업화, 도시화 등에 따라 국민의 환경에 대한 불안이 지속적으로 확산되고 있으며 로하스 등 생활방식의 변화에 따라 건강에 대한 관심이 증가하고 있다. 선진국은 다양한 위해도 인식 조사를 통해 위험에 대한 여론 형성 방식 및 위험요인에 대한 사회적 반응에 대한 이해 및 예측프로그램을 가동하고 있다. 미국, 유럽 등은 과거 20년 이상 위해 관리자와 학계에 서 위해성 소통(risk communication)을 연구하여 다양한 소통 프로그램을 개발하였고 이를 환경보건정책에 활용하고 있다. 이에 비해 우리나라는 아직 위해성에 대한 개념 정립이 미비한 상태이며, 위해도 인식(risk perception)과 위해성 소통(risk communication)에 관한 관심과 연구가 초기단계로 국민들의 인식, 기대, 요구 등에 대한 구체적인 조사에 기반한 전략적 정책홍보 계획 수립이 필요하다.

향후 수은 위해도 인식(risk perception) 조사 결과에 기반한 중장기 컨설팅 시행 및 위해성 소통 강화 프로그램 마련이 필요하며, 수은 관련 환경보건정책에 대한 국민들의 인식·기대·요구 등에 대한 정확하고 구체적인 조사 그리고 이에 대한 수요자별 대응요령 프로그램 개발 및 중장기 모니터링이 필요하다.

수은 위해성에 대한 대국민 인식 확산을 위해 홍보를 더욱 적극적으로 폭 넓게 추진할 필요가 있으며, 이 과정에서 지자체 행정협의 채널을 통한(ex. 반상회)수은관리 대책을 홍보하는 것이 중요하다. 이 밖에도 홍보자료 제작, 인터넷 홍보 등 다양한 매체를 통한 지역 홍보 및 학교 환경교육자료 활용방안도 마련해야 한다.

2.1.2 수은정보시스템 활성화를 위한 지속적 관리

지금까지 수은정보시스템을 활용한 대국민 정보제공이나 의견 소통은 이루어지지 않았으며, 이번 과업을 통해 최종 구축된 시스템이 차년도 3월에 오픈 및 운영을 앞두고 있다.

동 시스템의 콘텐츠는 일반 대국민과 산업체 등 다양한 이해 관계자를 고려하여 구성하였으며, 유관 담당자들에 대한 다양한 정보제공이 가능할 것으로 기대한다. 하지만 우리나라는 高수은 함유제품에 대한 유통량 자료 등 수은에 대한 현황 자료가 부족하며, 시범 운영을 통해 콘텐츠 및 시스템에 대한 보완사항 등을 충분히 도출하지 못한 것으로 판단되어 향후 활용성을 위해 관련 자료 업데이트 등 시스템에 대한 지속적인 관리가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 수은에 대한 지식이 상대적으로 낮은 일반인의 시스템 접근도를 높이기 위해 다양한 홍보 방안이 마련되어야 할 것으로 제언한다.

IV. 참고문헌

1. 국립환경과학원, 환경 중 수은에 관한 기술 지침서, 2016
2. 국립환경과학원, 수은 함유 제품 중 물질흐름분석(VI), 2015
3. 국립환경과학원, 고정오염원 수은 관리를 위한 업무 편람, 2012
4. 국립환경과학원, 수은 습성침적량 분석방법 개발, 2012
5. 국립환경과학원, 수은의 인체노출저감 대책연구, 2012
6. 국립환경과학원, 대기중 수은의 측정방법 평가 및 실태조사(II), 2007
7. 산업연구원, 환경관련 국제무역규제가 국내 산업계에 미치는 영향에 대한 사례 분석 및 전략조사, 2004
8. 식품의약품안전처, 수은 통합위해평가, 2014
9. 한국산업안전보건공단, 화학물질 유통·사용 실태조사 결과보고: 수은 및 그 화합물, 2010
10. 한국환경공단, 폐금속 자원 재활용 기술, 2010
11. 한국환경정책평가연구원, 2004 국제환경협약 편람, 2004
12. 환경부, 국제협약을 통한 장거리 이동 대기오염문제 해결방안, 2016
13. 환경부, 대기오염측정망 운영계획, 2016
14. 환경부, 수은 인체노출 저감대책 연구 - 수은노출에 의한 위해도 저감방안 및 심화연구 방향 도출 -, 2012
15. 환경부, 수은 취급 사업장 환경안전관리 가이드라인, 2016
16. 환경부, 수은관리종합대책(2016~2020), 2016
17. 환경부, 국제수은협약 이행방안 마련연구, 2013
18. 환경부, 수은 함유제품 유통현황조사 및 통합 인벤토리, 정보시스템 구축방안 연구(I), 2013
19. 환경부, 제1차 잔류성유기오염물질관리 기본계획, 2012
20. 환경부, 수은관리종합대책 마련을 위한 국내 수은 유통 및 배출현황 기초조사(II), 2010
21. 환경부, 국내 수은 유통 및 배출현황 기초조사, 2009
22. 환경부, 국민 혈중의 중금속 농도 조사·연구, 2005
23. 환경부, 잔류성유기오염물질(POPs)에 관한 스톡홀름협약, 2001
24. UNEP, Mercury time to act, 2013
25. UNEP, Minamata convention on mercury, 2013
26. Cranmer M., Gilbert S., Cranmer J. Neurotoxicity of mercury indicators and effects of low-level exposure: overview, Neurotoxicology 17, 9-14, 1996


부록 1 : 자문의견서

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 착수보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 6월 7일(수) 14:00~

장 소 : 한국환경공단 모송사무소 회의실

소 속 : 한국환경공단

성 명 : 김경희 서 명 : 


자문의견

1. 2차년도 사업으로 1차년도 사업결과 점검기를 바탕으로
추진계획 (~~내용~~ 및 스승생 내용을 2017년 7월 15일
(교육과제 / 대국민홍보과... 등)
2. 기존에서 처리된 수은대기측량 처리방법을
과연히 개선하고 있는지
3. 어린이 보호 시 어떤 message를 전달할 것인지 고민됨
→ 수은 : 'global issue'로 전세계에 환경적인 심각성을
전달됨
4. 웹사이트 구축 시 10월 31일까지 등 국제법 기준에
한미간, 형식적인 배움으로, 같이 라인 등은 형식적
section에서 언급이 바람직
5. 웹 업데이트 시, 관련된 부처의 홈페이지를 한 후 upload 됨.
updating (← 저해성상과 배움내용을 반영됨)

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 착수보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 6월 7일(수) 14:00-

장 소 : 한국환경공단 오송사무소 회의실

소 속:	한국과학기술대학교
성 명:	남영숙 
자문 의견	<ul style="list-style-type: none"> • 수은 중화처리속도리키를 보편 지역을 수은 노출 (수은 배출기반) 이 심각한 지역을 우선적으로 보편성정 배분 • 동보부 → 학회와 연계 예: 한국환경교육총회, 동성학회 등 • 인식도 조사 확대 인식, 지식, 태도/신행 등으로 체계적으로 구분하여 평가 개선 • 교육 프로그램 - 다중, 노래 제작 등 다양한 방법으로 리얼 감동 유도 • ^{신생애} 관련 교육기 증진 배분 절충 (은의경북 - 교육부/교육청 배분 체계 구축)

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 착수보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 6월 7일(수) 14:00~

장 소 : 한국환경공단 오송사무소 회의실

소 속 :	한국 환경 공단
성 명 :	전 상은 서 명 전상은
자문의견	<p>○ 수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 용역이 향후 몇년간 더 지속적으로 운영될 수 있는지에 대한 확인을 위하여 전체적인 계획은 세워서 이번 로스맨으로 운영한지 결정 후에 본 용역이 해의 일부 용역으로 추진 했으면 좋겠다.</p> <p>○ 작년 ^{용역에는 계획된} (온나 학원) 책은 대상으로 하였으나 용해된 2학년(5~6) 학생이 이더러 하는 무엇인지 궁금한 위치부. 금강교도 있는데 신라한 야기 궁금한.</p> <p>○ 수은 이외의 다른 중금속까지 확대해서 교육 프로그램 개발한 것이 잘 된 것 같으며, 이로써 함량도가 높아진 것 같다. 그러나 홍보부스 때문 다른 중금속에 대한 서명 및 인식증진사업까지 포함될 것인지 궁금한.</p> <p>○ 행사에 대한 교육은 어떻게 하는 것인지에 대한 구체적인 내용이 없음 ^{있음}.</p> <p>○ 중간 보고 회의 때 어떠한 업무까지 결과 보고를 ^{하는지} 목표를 세우려면, 중간보고 인자는 잡는 것이 좋을 듯하다.</p>

만약 연속성이

~~.....~~

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 중간보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 8월 30일(수) 13:00 - 15:00

장 소 : 삼경 C&M (서울역)

소 속 :	한국과학기술원		
성 명 :	남태욱	서 명 :	Dan
자문의견			
○ 초등학생 대상 근거리거주 및 교육기관시설 리모델링 필요성 검토			
- 근거리주거에 대한 예비교육 진행 필요 연구 조사			
의견 수렴 후 문제점 파악 → 개선방안 도출하여			
필요성 평가할 까지 검토			
○ 근거리 : 환경의 사후, 리모델링 검토 추진			
○ 주민정보 통합관리 시스템			
- 현재는 분리 운영 필요성 - 관리비 통합, 안전관 리/도			
목표통제 리모델링			
- 대국민 맞춤형 시스템 필요성 확인 후 개선			
하이라 하체유. → 국민적 내용 반영 후			
→ 대국민 <u>대중</u> 시스템			
필요성 (2)			

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 중간보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 8월 30일(수) 13:00 ~ 15:00

장 소 : 삼경 C&M (서울역)

소 속 : NIER

성 명 : 김영희

서 명 : 

자문의견

- ~~현실적~~ 7종의 고가. - 변경 필요.
ASGM, 오존, 테라핀 크리키트.
- 국제적 이슈이다. → 이 시점에서 실용성 필요
- 7종의 고가에 대한 ^개 개선 필요.

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 중간보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 8월 30일(수) 13:00 ~ 15:00

장 소 : 삼경 C&M (서울역)

소 속 : 인천박문호

성 명 : 최 승 돈

서 명




자문의견

- 1과 2과 11차 통합.
- 교육·시연 연계.
- 시인 수정

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 최종보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 12월 07일(목) 10:00 ~ 12:00

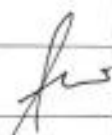
장 소 : 삼경 C&M (서울역)

소 속 :	국립환경과학원	
성 명 :	김민서	서 명 
자문의견		
<p>1. 우발노출 <u>content</u> 2/2 open 이란에 추가검토 필요</p> <p>2. 리프팅의 <u>content</u> 내용 수정 필요. (수은 노출에 관련 없는 내용 삭제 필요)</p> <p>3. 수은의 위험 지극히 인명 저감 관련 내용 가이드 북에 추가도입을요청 바람직</p>		

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 최종보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 12월 07일(목) 10:00 ~ 12:00

장 소 : 삼경 C&M (서울역)

소 속 :	연세대	
성 명 :	김수	서명 서영진 
자문의견	<p>1. 수은이 많은 대기인 종난 및 교육을 위해 적절한 사업으로 지속적으로 효율성을 높여 시행이 되어야 하며 시범사업이 아닌 상시로 교육이 진행될 수 있도록 준비가 필요한</p> <p>2. 수은정보시스템의 지속적인 개발 완료 및 활용이 되기 교육과 연계 시켜서 web search 이도 "수은정보" 등의 keyword 로 검색 및 활용이 되면 좋겠음.</p> <p>3. 교육 내용에 수은은 다른 중금속과 특성이 유사성의 차이를 인지 하도록 필수 되어야 함.</p> <p>4. *교육 내용이 사람들에게 귀감이 되었으며 이에 맞는 실행 (예: 집에 가면 수은제품 때문에 수거함을 찾았습니까?) 이 확인되어지는 등의 내용도 포함. : 각국수은정보의 업무 부서와 실행이부에도 알려주세요.</p> <p>5. 수은의 최대 흡수나름에 직접접촉이 수은 입이</p>	

농은 사건 보이스는 생선의 다리 상처 등의 내용에 포함되어야.

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 최종보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 12월 07일(목) 10:00 ~ 12:00

장 소 : 삼성 C&M (서울역)

소 속 : 인천 박문초.

성 명 : 최 상 본

서 명



자문의견

• 교육내용보강

- 필수 증급속 내용 증대 고려 (오개념 ↓)
- AR or VR을 이용한 콘텐츠 개발. (흥미 ↑)

• 교육기회확대

- 강사 파견형
 - 교사 직접 교육형
 - 관련 App 개발.
 - (모바일 접근)
- 강의 파일 전달.
 교육 set 확고보급.
 (저렴 확고음)

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 최종보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 12월 07일(목) 10:00 ~ 12:00

장 소 : 삼정 C&M (서울역)

소 속 :	한국환경공단
성 명 :	전 상은 서명 권상원 .
<p>자문의견</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2016년 1차년도에 수행했던 용역 ^{결과} 비용과 예산에 비추어 예산이 부족할 경우 이에 대한 해결 방안은 어떤 것일까? 또 인식조사 결과 비교를 해보실것은 좋을 듯 <ul style="list-style-type: none"> - 동영상(16년 제작) 활용 방안이 어떻게? - 교육용교안 및 관련 홍보안(3개) 활용 상황은 (12월 모습은) 어떻게? - 인식조사 결과 결과표 16년 vs 17년 결과표 비교해보면 있으리 있다 . 2. '수은 및 중금속 체크북'은 새로운 언제 어떻게 구분이 되있는가? 3. 이전 교재를 작성시 초등학교는 중학교보다 교육내용을 짚 구분은 해야 할지 의문인데 그차시 교육시 동시에 교육 했던 사항인데 어떻게 묶어서 교육을 해도 괜찮을까? 4. 교육용 인식 설문조사와 연계대진 설문조사가 동일해서 원형이 된다면 좀 더 정확한 인식률 및 ^{분석} 결과 	

인식과 교육후의 인식률 등 어디까지의 활용은 할 수 있었을 것 같다

5. 수은재해시스템의 open 시기가 ~~어떤 시기에~~ ~~어떤 시기에~~ ~~어떤 시기에~~
언제인지 빨리 open을 했으면 좋았다는 생각이 든

수은 인체 노출저감 및 인식증진 사업(II) 과업 최종보고회 자문의견서

일 시 : 2017년 12월 07일(목) 10:00 ~ 12:00

장 소 : 삼경 C&M (서울역)

소 속 : 한국건설대

성 명 : 박영욱

서 명 Dan

자문의견

- 초등학생을 대상으로 수은인체 노출저감과 인식증진 교육 프로그램 운영, 홍보를 체계적으로 진행할 사업으로 평가가 매우 높음
- 교육 프로그램 효과 증진을 위한 설문조사 진행내용을 인거적 영역 뿐만 아니라 실천, 태도 분야도 함의에 위한 정량적 영역 진행
- e-book 제작하여 보급

보고회 별 자문의견 및 반영여부

1. 착수보고회

자문의견	반영여부
수은응급회수처리키트 보급을 수은에 노출된 지역을 우선으로 하는 것이 좋을 것 같다	<ul style="list-style-type: none"> - 수은 및 중금속 등 방문교육 요청한 학교 28개 교에게는 학생 수와 상관없이 수은응급회수처리키트를 배부하였다. - 교육부의 협조를 통해 우선 배부 학교를 선정하여 배부하였다.
수은 및 중금속 교육 프로그램 개발하는데 있어 교육의 초점을 글로벌 추세에 맞춰 교육하는 것이 좋을 것 같다.	<ul style="list-style-type: none"> - 교육프로그램 및 교보재 개발 시 위 의견을 반영하여 '세계시민의식'에 대한 교육 내용을 넣어 구성하였다.
수은응급회수처리키트 보급 시 매뉴얼 및 안내문에 수은 폐기 방법에 대한 내용이 담기면 좋을 것 같다.	<ul style="list-style-type: none"> - 부처에서 합의가 도출되는 대로 반영하고자 하였으나, 안전한 수은 폐기 방법에 대한 내용이 나오지 않은 관계로 별도의 수은 폐기 방법은 담지 않았다.
수은정보시스템 구축하는데 있어 국내 및 국외 법 두 가지 기준을 갖고 내용을 다 넣어야 하며, 제품관련된 법의 경우 관련부처에 한번 더 컨펌을 받고 넣는 것이 좋을 것 같다.	<ul style="list-style-type: none"> - 수은정보시스템 콘텐츠에 대해 최신화된 국내외 유관법령을 반영하였으며, 국내 기준이 없는 경우에는 외국 법령을 참고하여 기준을 제시하였다. - 또한, 제품에 대한 법령은 주관기관을 통해 관련 부처의 의견을 받아 수정·반영하였다.

2. 중간보고회

자문의견	반영여부
교육 전, 시간적 여유가 된다면, 교재의 적절성, 난이도 타당성, 등을 살펴보기 위해 예비교육을 해 보는 것이 좋겠다.(남영숙 교수)	<ul style="list-style-type: none"> - 교재 개발 중 현직 교사를 통한 내적타당성을 뒷받침하는 모의수업을 거쳐 교재의 적절성 및 난이도 타당성 등을 살펴보았다. - 문자, 자구수정, 내용 보완 등의 의견 반영하여 수정하였다.
교육 강사 실무교육 2회차 이상 진행 좋음, 추후 수업을 진행하면서 발생하는 보완점을 논의할 수 있는 시간을 마련하는 것이 좋겠다.(최상돈 교감)	<ul style="list-style-type: none"> - 강의 후 강사들이 작성하여 제출하는 강의활동 보고서를 통해 수시로 특이사항 등이 공유되며, 보완사항은 교사간담회를 통해 보완하였다.
교육교재 내용 수정, 보완이 필요하며, 필수적으로 감수가 필요하다. (김영희 연구관)	<ul style="list-style-type: none"> - 교육교재 최종마감 전 서울아산병원 홍수종교수, 국립환경과학원 유승도부장, 한국기후변화학회 교육분과 최소영 학술위원에게 감수 받았다.

3. 최종보고회

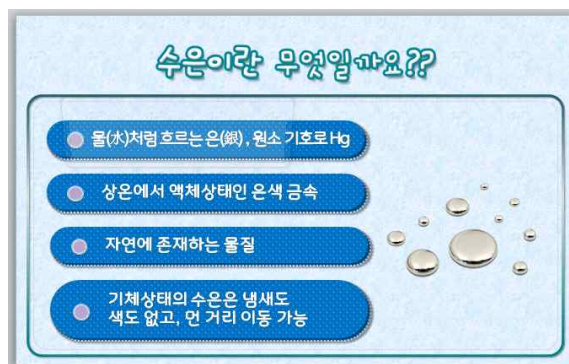
자문의견	반영여부
<p>교육 인식도 조사 및 친환경대전 인식도 조사의 설문 활용도가 높을 수 있도록 수정 보완작업이 필요하다.</p>	<p>- 2018년 인식도 조사에서는 인식도조사 설문 문항을 수정하여 활용도를 높일 수 있도록 수정 보완하겠음. 교육 인식도 조사의 경우 정의적영역의 질문을 추가하여 실천의지를 다질 수 있도록 하였다.</p>
<p>유기농 농산물 섭취 장려를 통해 토양의 수은오염에 대한 의구심을 유발시킬 수 있는 문구이므로 오해의 소지가 없는 단어로 수정할 필요가 있다.</p>	<p>- 유기농 채소라는 문구 대신 신선한 채소라는 문구로 수정하였다.</p>
<p>수은정보시스템 오픈 시 수은 교육자료를 업로드하여 공유하면 좋을 것 같다.</p>	<p>- 시스템 오픈 시 수은 교육자료를 업로드하여 많은 수요자에게 공급될 수 있도록 관련부서에 요청하겠다.</p>
<p>가이드북에 세계시민의식에 대한 부분이 부족한 것 같다.</p>	<p>- 미나마타 협약 부분에 수은이 전 지구적으로 이동이 가능하기 때문에 어느 한 나라만 수은에 대해서 조심한다고 해결되는 일이 아니라, 다함께 안전한 관리를 할 수 있도록 노력해야 한다. 그래서 전 세계가 인간의 건강과 환경을 보호하는 것을 목적으로 "미나마타 협약"을 체결하였습니다. 와 같은 내용을 추가하였다.</p>

부록 2. 교육용 교안 (강의지도멘트)(강의자료 : USB제출)

<수은 안전교실 강의지도 멘트> 3.4학년용

<p>슬라이드 1.</p> 	<p>만나서 반갑습니다. 저는 에코맘코리아에서 나온 에코코치 000입니다. 환경을 보호하고 건강을 지키는 어린이 환경보건안전교실 1교시 수은안전교실 시간입니다.</p> <p>길지는 않지만, 함께하는 오늘 이 시간이 소중한 여러분을 수은으로부터 안전하고 건강하게 지키는데 작은 도움이 될 수 있으면 좋겠다는 바람으로 시작해 보겠습니다. 먼저 준비된 재미있는 영상부터 함께 보겠습니다.</p>
<p>슬라이드 2.</p> 	<p>소요시간 4분</p>
<p>슬라이드 3.</p>  <ul style="list-style-type: none"> · 수은의 특성과 이용하는 모습 · 수은이 건강과 환경에 미치는 해로운 모습 · 수은으로부터 안전한 환경을 만들기 위한 노력 · 수은으로부터 안전한 생활을 하기 위해 실천할 방법 	<p>잘 보았나요? 짧은 영상이었지만 수은이 무척 위험하다는 것을 느낄 수 있었죠? 이제부터는 영상에서 소개된 내용들을 좀 더 자세히 알아보기 위해 수은의 특성과 이용되는 모습 수은이 건강과 환경에 미치는 해로운 모습들을 살펴보겠습니다.</p> <p>그리고 그런 수은의 위험으로부터 안전한 환경을 만들기 위해 어떤 노력이 필요하며, 수은으로부터 안전한 생활을 위해서 일상 속에서 실천할 수 있는 방법들을 살펴보도록 하겠습니다.</p>

슬라이드 4.



먼저 수은이 무엇인지 살펴보겠습니다.

수은은 한자로 물 수에 은 은자를 쓰고 있는데 말 그대로 상온에서 물처럼 흐르는 액체 상태인 유일한 금속입니다.

수은은 인위적으로 만들어낸 물질이 아닌 자연에 존재하는 물질이며, 수은이 액체 상태에서 기체가 되면 멀리 이동할 수 있는데 당연히 눈에도 보이지 않고 냄새도 나지 않아 알아 볼 수는 없습니다.

슬라이드 5.



이러한 수은은 우리 생활 속에서 쓰임이 아주 많습니다. 먼저 수은은 열을 받거나 힘을 받으면 부피가 일정하게 늘어나는 성질이 있기 때문에 우리 체온을 재는 체온계, 혈압을 재는 혈압계 그리고 공기의 압력, 그러니까 누르는 힘을 잴 수 있는 기압계에도 쓰입니다. 뿐만 아니라 우리 교실이나 가정에 있는 형광등 안에도 수은이 들어 있고 시계나 장난감, 등에 들어있는 동전처럼 생긴 전지도 있습니다.

(수은전지는 국내에서 사용금지되었으며, 동전모양의 버튼셀배터리 중에서 공기아연전지, 산화은전지 등에 수은이 사용되며, 국내에서 유통되고 있음)

그리고 우리 친구들 이가 썩었을 때 썩은 부분을 긁어내고 난 빈 부분을 채워야 하는데 이때 쓰게 되는 치과용 아말감에도 수은이 사용됩니다.

우리나라에서는 현재 화장품이나, 농약, 페인트에 수은을 사용할 수 없도록 규제하고 있지만, 과거에는 화장품, 농약, 페인트에 수은을 사용하였으며, 여전히 사용하고 있는 국가도 있다고 합니다. 그 외에도 미국에서 조사를 해 보니 수은을 이용한 물건이 약 3,000가지 이상이 된다고 합니다.

슬라이드 6.



강의자 Tip

수은은 과거 연금술에서도 사용되었지만, 현재에도 수은은 금을 채광할 때 사용되고 있습니다. 오늘날 영세소규모 금채광(ASGM)에서 여전히 수은이 사용되고 있고, 수은증기가 그대로 환경으로 배출되고 있습니다. 사실상 환경으로 배출되는 수은의 양의 상당부분(약 1/3가량)은 이러한 채광현장에서 발생하는 수은증기가 원인이라고 합니다. 영세소규모금채광에서의 수은 사용과 배출은 우리나라의 직접적인 문제라기보단, 전세계적인 시각에서 수은 대기배출을 줄이기 위해 해결해야 하는 문제로 볼 수 있습니다.

현재 환경부에서는 수은의 대기배출을 줄이기 위해 석탄화력발전시설, 비철금속 생산시설, 폐기물소각시설 및 시멘트생산 시설에서의 대기배출허용기준을 강화하였습니다.

이런 수은은 옛날부터 쓰여져 왔는데 금을 만드는데 쓰이고 늙지 않고 건강하게 오래 살기 위한 약을 만드는데 쓰이기도 했습니다.

중국의 진시황도 수은을 불로장생 약으로 믿고, 먹고 바르고 심지어 수은으로 연못을 만들어 그 속에서 목욕까지 했다고 합니다. 그런 진시황은 과연 늙지 않고 건강하게 오래오래 살았을까요?

우리 친구들이 아는 것처럼 진시황은 불로장생하지 못했습니다. 왜냐하면 수은은 인체에 매우 유해한 영향을 미치는 물질이기 때문입니다. 수은은 우리 생활에서 많이 쓰이고 있어 편리하고 필요하기도 하지만 우리의 건강을 해칠 수 있는 매우 위험한 물질이기도 합니다.

(영세소규모금채광은 현재 금을 채광할 때 정제시, 수은을 사용하고 있는 작업장이며, 중세시대의 연금술에 사용된 수은은 금을 만들기 위해 수은을 사용하였던 것으로 서로 다른 용도로 수은이 사용되었음)

슬라이드 7.



비록 우리는 진시황처럼 불로장생하기 위해 일 부러 바르거나, 먹지는 않겠지만 안타깝게도 수은 이 우리 몸에 들어올 수도 있습니다.

모르고 함부로 수은을 만지거나 호기심이나 실수로 수은 전지나 수은 체온계를 삼키거나 형광 등이 깨져서 우리가 알지도 못하는 사이에 숨을 쉬면서 수은 증기를 코와 입으로 들이마시게 될 수도 있기 때문입니다.

이렇게 수은이 우리 몸에 들어오게 되는 것을 '수은에 노출되었다' 라고 합니다. 그럼 우리가 얼마나 수은에 노출되었는지, 수은이 얼마나 우리 몸속에 들어왔는지 알아보는 방법을 살펴보겠습니다.

슬라이드 8.



먼저, 혈액이나 소변을 이용해 알 수 있고, 우리 친구들 머리카락을 이용해서도 수은이 얼마나 우리 몸속에 들어왔는지 알 수 있습니다.

혈액이나 소변을 이용하면 짧은 기간 동안 우리 몸에 들어와 쌓여 있는 수은의 양을 알 수 있는데, 피를 뽑거나 소변을 따로 받아야 하는 번거로움이 있습니다.

그에 비해서 구하기 쉬운 머리카락을 이용하면 오랜 기간 동안 우리 몸에 쌓여 있는 수은의 양을 확인할 수 있습니다.

슬라이드 9.



강사 tip

수은은

우리 몸 속 뇌, 피부, 신장, 폐, 태아 등 많은 곳에 영향을 끼칩니다.

수은에 노출 되었을 경우 두통, 기침 등 이상증상을 동반하게 되며, 심할 경우, 폐렴, 운동장애(사지마비)등의 증상이 나타나곤 합니다.

만약, 우리 몸속에 수은이 들어오게 되면 여러 가지 증상들이 나타나게 됩니다. 우리 몸속에 들어온 수은의 양이 적다면 처음에는 머리가 아프거나 배가 아프고 구토를 할 수도 있습니다. 몸이 아프니 마음도 불안해지고 심하면 손이 떨리거나 말을 제대로 못 할 수도 있고 기억력이 떨어지기도 합니다.

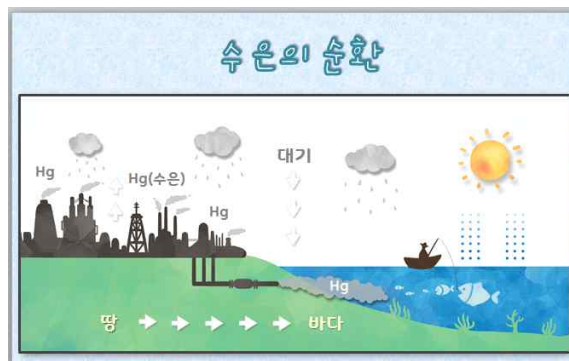
노출된 수은의 양이 많다면 우리 몸도 더욱 아프게 되어 폐렴이 생기거나 뇌에도 영향을 미쳐 온몸이 마비될 수도 있습니다. 이렇게 수은에 노출되어 우리 몸이 아프게 되는 것을 수은중독이라고 하는데 수은중독으로 인한 피해는 어릴수록 더 위험해서 어른들보다는 여러분 같은 어린이에게 더 위험하고 여러분보다 작은 아기에게는 더욱 위험하겠죠?

게다가 엄마가 임신한 상태에서 수은에 중독되었다면 뱃속에 있는 아기도 수은에 중독되어 매우 위험하다고 합니다. 엄마가 아이를 임신했을 때 수은에 노출되면 출생 후 그 아이는 또래 보다 신체 발육이 잘 안되고 지능이 낮아지며, 언어 장애 등의 문제가 생길 수가 있어요.

하지만 안심해도 되요 여러분, 여러분의 어머니는 분명히 우리 주변의 유해한 물질로부터 뱃속의 여러분을 지키기 위해 많은 노력을 하셔서 우리 친구들이 지금 이렇게 건강한 것이랍니다.

그럼 수은을 만지지 않도록 조심하고 먹는 장난도 하지 않으며 형광등을 깨지만 않는다면 우리는 수은으로부터 안전할까요? 안타깝게도 꼭 그렇지만은 않습니다.

슬라이드 10



수은은 자연에 존재하는 물질이지만 여러 가지 과정을 통해 대기와 바다로 배출되게 됩니다. 주로 석탄을 사용하여 전기를 만드는 화력발전소에서 많이 만들어진다고 합니다. 이 때 발생하는 수은은 기체 상태로 대기오염을 일으킵니다.

하지만 대기만 오염될까요? 대기 중에 있는 수은은 비가 되어 땅에도 떨어지고 강이나 바다에도 떨어져 땅도, 강도, 바다도 수은에 오염될 수 있습니다.

특히 공장에서 배출한 폐수로 인해 바다나 강 속에 살고 있는 물고기들도 수은에 중독이 되는데, 먹고 먹히는 먹이사슬로 인해 더 많은 물고기들이 오염되고
마지막엔 그 물고기를 먹는 우리 사람들까지도 수은에 오염될 수 있습니다.

슬라이드 11.



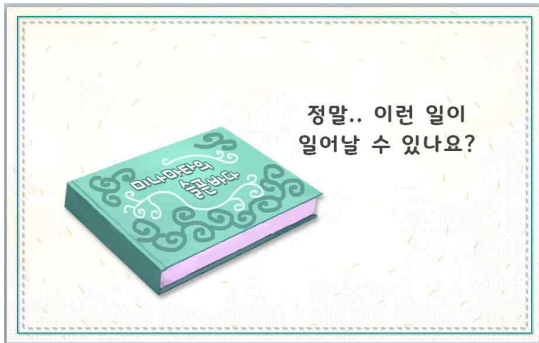
바다 속에서는 작은 물고기가 플랑크톤을, 큰 물고기가 작은물고기를 잡아먹습니다. 그리고 물개는 큰 물고기를, 북극곰은 물개를 잡아먹지요.

작은 물고기가 플랑크톤을 한 마리만 먹을까요? 상위 포식자 일수록 더 많은 먹이를 먹게 됩니다. 그렇게 되면, 더 많은 양의 오염물질에 노출되겠죠?

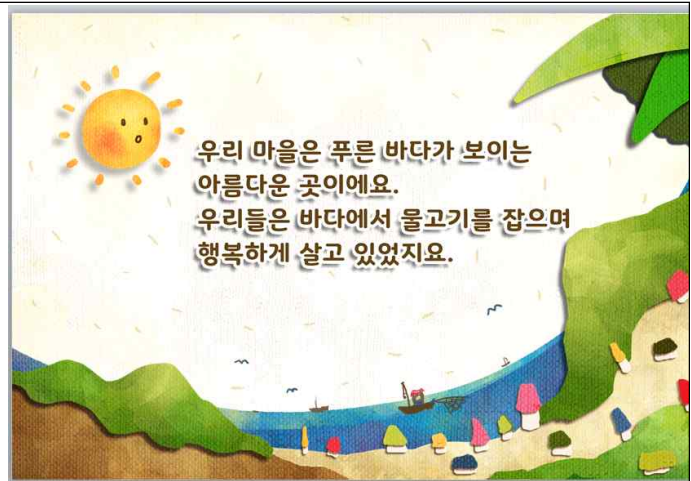
인간은 먹이사슬의 최상위 동물로 북극곰처럼 아플 수 있습니다. 이처럼 함부로 배출된 수은은 대기, 땅, 바다와 같은 환경을 모두 오염시킬 뿐만 아니라 우리들에게도 매우 위험합니다. 게다가 한 번 배출된 수은은 짧은 시간에 사라지는 것이 아니라 계속해서 대기와 땅 그리고 바다에 쌓이고 쌓이면서 그 피해는 더욱 늘어나고 커지게 됩니다.

지금부터는 안타깝게도 수은으로 인해 환경도 오염되고 사람들도 많이 아프고 심지어 죽기까지 했던 실제로 있었던 이야기를 짧은 동화로 만나 보겠습니다.

슬라이드 11-21



소요시간 7분



미나마타 이야기(PPT에 글로 적혀있음)

이야기 잘 보았나요? 안타깝게도 이 이야기는 일본에 있는 미나마타라는 어촌 지역에서 1956년에 실제로 있었던 일입니다.

그곳에 세워진 비료를 만드는 공장에서 수은이 포함된 폐수를 함부로 바다에 버렸고 그로 인해 바다가 오염되고 그 속에 살고 있던 물고기들이 수은에 중독되었습니다.

이러한 사실을 알리 없던 미나마타의 많은 사람들이 수은에 중독된 물고기를 먹고 역시 수은에 중독되어 손발이 마비되어 움직이지 못하거나 말을 제대로 할 수 없게 되었다고 합니다. 그렇게 수은에 중독된 사람이 2000명이 넘었고 그중에는 갓 태어난 아기들도 있었는데 아기들 몸 속에 들어간 수은은 뇌에 영향을 미쳐 신경인지기능 발달이 저하되거나 뇌성마비에 걸리기도 하는 등 끔찍한 일이 벌어지고 말았습니다.

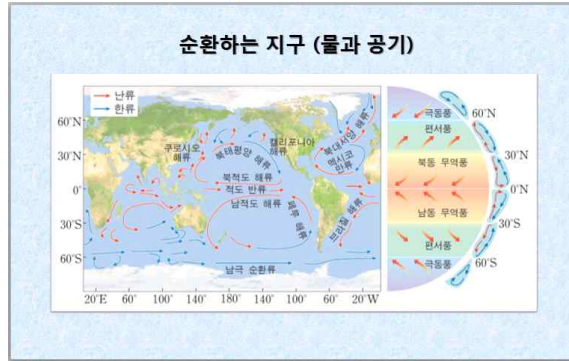
물론 심하게 중독되어 사망에 이른 사람들도 있었다고 합니다. 그래서 수은에 중독된 병을 미나마타병이라고 부르기도 합니다.

이처럼 함부로 배출된 수은은 소중한 환경을 오염시킬 뿐만 아니라 그 속에 살고 있는 많은 생명들과 우리들의 건강까지도 매우 위험하게 만들 수 있다는 것을 이제 사람들이 알게 되었습니다.

슬라이드 22



슬라이드 23.



지금까지 일본의 미나마타라는 지역에서 일어난 수은중독사건을 살펴보았습니다. 그러나 미나마타 지역의 바다만 오염이 될까요? 우리가 앞에서 인간이 배출한 수은(유해물질)이 저 멀리 있는 북극곰의 몸속에 쌓이는 과정을 보았습니다.

이처럼 수은이 유출되고, 수은으로 오염된 바다는 흐르고 흘러 전 세계를 돌아 흐르게 됩니다. 수은 노출은 한 지역, 한 나라 만의 문제가 아니라, 전 세계의 문제가 되는 것이지요.

때문에 나 한명만, 우리나라만 잘해서 되는 것이 아닙니다. 전 세계에서 더 이상 이런 일이 생기지 않도록 세계시민의식을 갖고 행동해야 합니다.

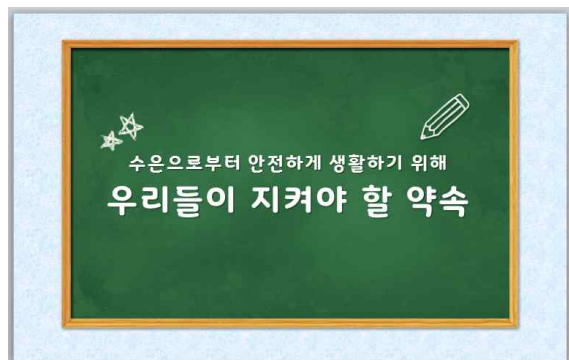
슬라이드 24

일본의 미나마타 사건과 같은 일이 다시는 생기지 않도록, 수은을 보다 안전하게 사용하여 환경도 보호하고 우리들 건강도 지키자는 마음을 모아 세계 여러 나라 사람들이 함께 약속을 했습니다.

2013년 10월 10일 일본 미나마타에 모여서 했기 때문에 수은에 관한 미나마타 협약 이라고 불리는 이 약속에는 세계 128개 나라가 함께 하기로 했고, 우리나라도 2014년에 서명(약속) 했습니다. 얼마 전인 2017년 8월 16일 이 약속이 발효되었다고 합니다.

따라서 우리나라는 물론 협약에 참가한 국가들은 2020년부터 정해진 수은 기준을 초과한 제품은 만들 수 없고, 만든 제품을 다른 나라에 수출하거나 다른 나라로부터 수은이 들어간 제품을 수입할 수도 없게 되었습니다.

슬라이드 25



하지만 그때까지 우리 주변에는 여전히 수은이 들어간 제품이 있기 때문에 우리들 스스로 생활 속에서 수은에 중독되지 않도록 조심하고 지켜야 할 약속들이 있습니다.

슬라이드 26



첫 째, 깨지지 않도록 조심해야겠습니다. 수은이 들어가 있는 형광등은 물론 체온계, 혈압계, 기압계 등은 유리 안에 수은이 들어있기 때문에 깨지면 수은이 밖으로 나올 수 있습니다. 때문에 이런 제품은 깨지지 않도록 주의해서 조심조심 다뤄야겠습니다.

슬라이드 27



하지만 안타깝게도 깨졌다면 우리 친구들이 직접 만지거나 처리하려고 하지 말고 주변 어른들에게 알려서 도와달라고 부탁드립니다. 그것이 가장 좋겠습니다.

형광등이 깨졌다면 창문을 열어 환기를 시키고 기체 상태의 수은 증기를 들이마시지 않도록 코와 입을 가리고 그 자리를 벗어나는 것이 좋습니다. 물론 깨진 형광등 유리 조각에 베이거나 찔리지 않도록 조심해서 벗어나야 겠습니다.

슬라이드 28



제품이 깨져서 액체 상태의 수은이 밖으로 나오게 되는 것을 누출이라고 하는데, 진공청소기를 사용할 경우 수은 증기를 더욱 멀리 퍼집니다. 또한 빗자루, 대걸레 등을 사용하게 될 경우, 수은의 크기가 더 작게 쪼개어 퍼지게 되어 수은 처리가 더욱 어렵게 됩니다.

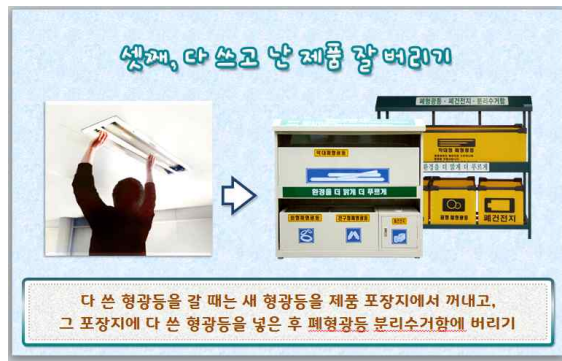
뿐만 아니라, 수은이 묻은 신발, 옷 등을 세탁기에 넣지 않아야 해요. 섬유(천)에 붙어있는 수은이 세탁기에 남아 오염을 확산시킬 수 있기 때문입니다.

수은은 상온에서 액체인 유일한 금속이라고, 앞에서 배웠는데, 기억하나요? 액체인 수은은 실내 온도가 10℃가 상승할 경우, 수은의 증발률은 2배로 증가하여 피해를 확대시킵니다. 때문에 수은이 누출된 장소의 온도가 높아지지 않도록 해야 해요.

마지막으로 수은이 액체라고 해서 배수로에 버리게 되면, 수은이 배관에 남아있으면서 계속 오염을 시킬 수 있습니다. 따라서 배수로에 수은을 버리는 행동은 하면 안됩니다.

혹시라도 액체 상태의 수은이 누출 된 경우 위 5가지 행동은 하지 말아야 하며, 가급적이면 주변의 어른들께 알려 도와 달라 부탁드립니다, 그 자리에서 벗어나는 것이 가장 좋습니다.

슬라이드 29



형광등은 사용하는 동안 깨지지 않도록 조심해서 사용하는 것도 중요하지만 수명이 다하고 나면 처리하는 것도 중요합니다. 수명이 다한 형광등을 갈 때는 새 형광등이 들어있던 포장지에 넣어서 폐형광등을 모아두는 수거함에 꼭 분리배출해서 버려야 합니다.

조사에 따르면 우리나라에서 만들어진 형광등이 100개중 10개 정도만 이렇게 분리배출되어 다시 사용되고 나머지 90개는 어디로 갔는지 알 수 없고 어떻게 처리되었는지도 정확하게 알 수 없다고 합니다. 아마도 함부로 깨뜨려 버려졌을 가능성이 많겠죠?

그렇다면 형광등 안에 있던 수은 증기는 어떻게 되었을까요? 대기 중에 포함되어 있지 않을까요? 그렇게 대기 중에 배출된 수은 증기는 금새 사라지는 것이 아니라 약 7~8년 동안 떠돌게 된다고 하니 다 쓴 형광등은 꼭 폐형광등 수거함에 분류배출하고 더불어 수은전지도 함께 따로 모아 폐건전지 수거함에 분류배출 해야겠습니다.

슬라이드 30



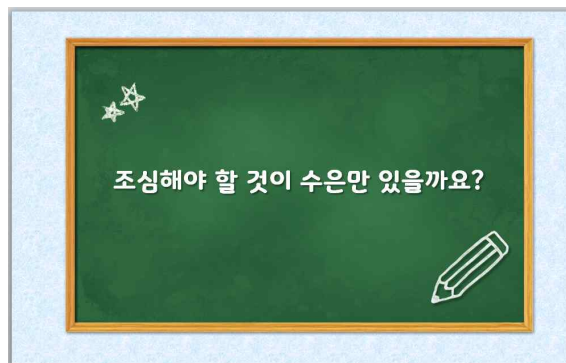
형광등이 위험하기는 하지만 우리 친구들 손이 닿지 않는 천장에 달려 있어 조금 안심이 되기도 합니다. 오히려 우리 친구들이 더 많이 만지게 되는 수은 제품은 동전모양의 수은전지 일지도 모릅니다. 수은전지를 손으로 만진다고 위험하지는 않지만 호기심에 입에 넣었다가 사고를 당하는 어린 동생들이 해마다 생기고 있으니 절대 장난으로라도 입에 넣지 말아야겠습니다.

슬라이드 31



입에 넣지 않고, 깨뜨리지 않도록 조심하는 것보다 더 좋은 방법은 수은이 들어간 제품을 사용하지 않는 것입니다. 앞서 살펴본 동전모양의 수은전지도 수은이 들어가지 않은 전지들이 있습니다. 체온계 역시 혹시 입에 넣었다가 깨지면 위험해 질 수 있는 수은체온계 대신 전자 체온계를 사용하면 되겠습니다. 형광등도 수은증기가 없는 LED등을 사용하면 되는데 이렇게 하면 수은 증기가 대기로 배출되는 것을 막아 환경도 보호하고 건강도 지킬 수 있습니다.

슬라이드 32



환경을 보호하고 우리 친구들 건강을 지키기 위해 수은에 대해 알아 본 어린이 환경보건안전 교실 첫 번째 시간은 여기까지입니다. 잠시 쉬었다가 두 번째 시간에는 수은처럼 우리 생활에 많이 쓰이고 있지만, 우리 친구들 건강과 환경을 위해 조심해야 할 것들에 대해 좀 더 살펴보겠습니다. 고맙습니다.

<수은 안전교실 강의지도 멘트> 5.6학년용

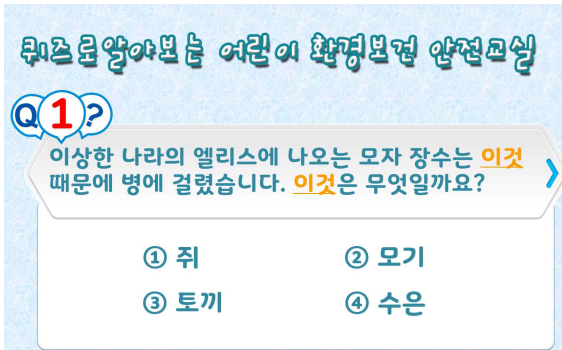
슬라이드 1.



만나서 반갑습니다. 저는 에코맘코리아에서 나온 에코코치 000입니다. 환경을 보호하고 건강을 지키는 어린이 환경보건안전교실 1교시 수은안전교실 시간입니다.

길지는 않지만, 함께하는 오늘 이 시간이 소중한 여러분을 수은으로부터 안전하고 건강하게 지키는데 작은 도움이 될 수 있으면 좋겠다는 바람으로 시작해 보겠습니다.

슬라이드 2.



여러분 <이상한 나라의 앨리스>동화 다들 아시나요? 영국의 루이스 캐럴이 만든 <이상한 나라의 앨리스>에는 모자장수라는(Mad Hatter) 캐릭터가 등장합니다. 모자장수는 이것 때문에 병에 걸렸다고 하는데요 여기서 이것은 무엇일까요?

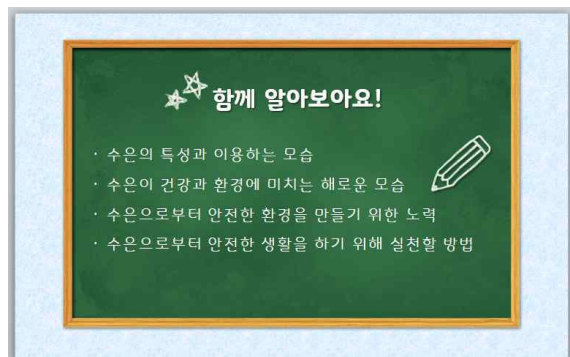
슬라이드 3.



모자장수는 신경증, 우울증, 환각증상, 심한 몸떨림, 어눌한 대화 등으로 별난 캐릭터로 등장하죠 이러한 모자장수는 실존하는 사람들을 배경으로 만들어진 캐릭터라고 해요. 19세기 유럽에서 모자 쓰는 문화가 정착되면서 모자 장인 중 환각이나 망상 등의 증세를 보이는 수은 중독 환자가 많이 나왔다고 합니다. 당시 모자의 원료인 원단(천) 생산 과정에서 질산수은이 사용됐고, 그때 발생한 수은 증기를 들이마신 장인들이 수은에 중독됐기 때문이죠.

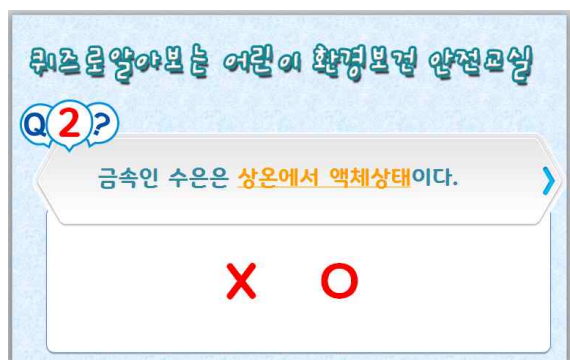
오늘은 수은을 시작으로 몸에 나쁜 영향을 미치는 물질에 대해 배울 예정입니다.

슬라이드 4.



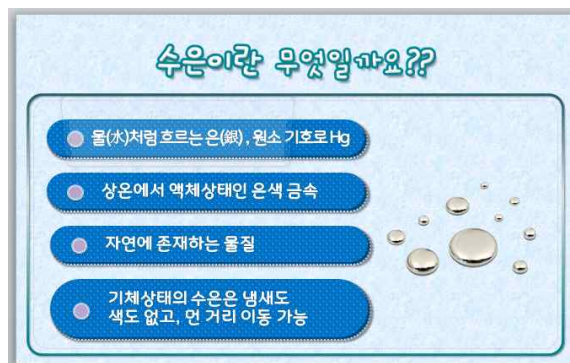
오늘 배울 내용을 자세히 살펴보자면 ~수은의 특성과 이용되는 모습 수은이 건강과 환경에 미치는 해로운 모습들을 살펴보겠습니다.
그리고 그런 수은의 위험으로부터 안전한 환경을 만들기 위해 어떤 노력이 필요하며, 수은으로부터 안전한 생활을 위해서 일상 속에서 실천할 수 있는 방법들을 살펴보도록 하겠습니다.

슬라이드 5.



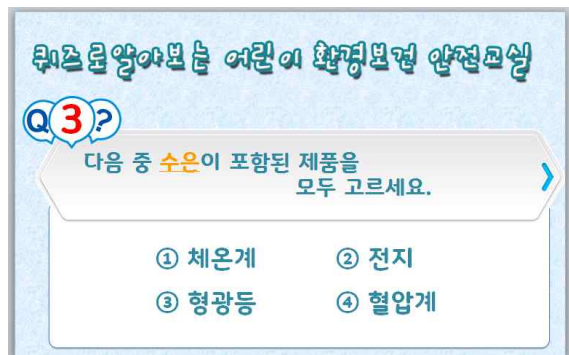
오늘 배울 수은은 금속인데요, 수은은 상온일 때 액체 상태일까요? 아닐까요? 정답은 액체상태 O 입니다.

슬라이드 6.



수은은 한자로 물 수에 은 은자를 쓰고 있는데 말 그대로 상온에서 물처럼 흐르는 액체 상태인 유일한 금속입니다. 수은은 인위적으로 만들어진 물질이 아닌 자연에 존재하는 물질이며, 수은이 액체 상태에서 기체가 되면 멀리 이동할 수 있는데 당연히 눈에도 보이지 않고 냄새도 나지 않아 알아 볼 수는 없습니다.

슬라이드 7.



그렇다면 이러한 수은이 포함된 제품에는 무엇이 있을까요? 모두 골라주세요. 정답은 체온계, 전지, 형광등, 혈압계 위 4제품 모두에 수은이 포함된 제품이 될 수 있습니다. (전지의 경우, 무수은 전지도 많이 유통되어 사용되고 있습니다.)

슬라이드 8.



이처럼 수은은 우리 생활 속에서 쓰임이 아주 많습니다. 수은은 열을 받거나 힘을 받으면 부피가 일정하게 늘어나는 성질이 있기 때문에 우리 체온을 재는 체온계, 혈압을 재는 혈압계 그리고 공기의 압력, 그러니까 누르는 힘을 잴 수 있는 기압계에도 쓰입니다.

뿐만 아니라 우리 교실이나 가정에 있는 형광등 안에도 기체상태의 수은이 들어 있고 시계나 장난감, 컴퓨터 키보드 등에 들어있는 동전처럼 생긴 수은 전지도 있습니다. 그리고 우리 친구들이 썩었을 때 썩은 부분을 긁어내고 난 빈 부분을 채워야 하는데 이때 쓰게 되는 아말감이라는 것도 수은을 가지고 만든 것입니다.

우리나라에서는 현재 화장품이나, 농약, 페인트에 수은을 사용할 수 없도록 규제하고 있지만, 과거에는 화장품, 농약, 페인트에 수은을 사용하였으며, 여전히 사용하고 있는 국가도 있다고 합니다. 그 외에도 미국에서 조사를 해 보니 수은을 이용한 물건이 약 3,000가지 이상이 된다고 합니다.

슬라이드 9.



우리 주변에는 수은이 함유된 물건들이 많이 있어서 우리가 잘 알지 못하는 사이에 수은이 우리 몸속에 들어올 수 있습니다. 이러한 상황을 우리는 '수은에 노출 되었다'라고 표현하는데, 수은은 우리가 모르고 함부로 만지거나 호기심이나 실수로 수은 전지나 수은 체온계를 먹거나 형광등이 깨져서 우리가 알지도 못하는 사이에 숨을 쉬면서 수은 증기를 코와 입으로 들이마시게 될 수도 있기 때문입니다.

슬라이드 10.

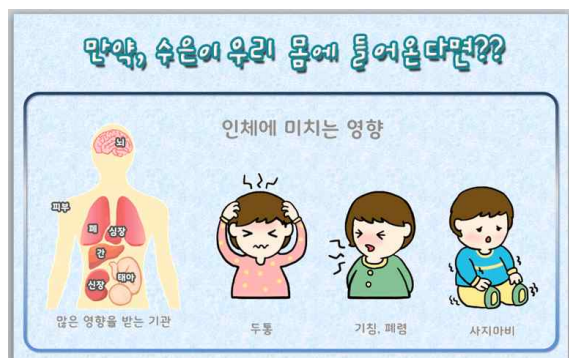


이처럼 우리가 모르는 사이에 우리 몸으로 들어왔을 수은을 확인할 수 있는 방법이 있다고 합니다. 우리 몸속에 수은이 얼마나 들어 있는지 농도를 확인하는 방법으로는 혈액을 이용한 방법, 소변을 이용한 방법, 모발을 이용한 방법이 있습니다.

각 방법은 채취하는 방법과 분석에 사용하는 장비의 차이가 있어요. 혈액과 소변을 이용한 분석방법은 짧은 기간동안 우리몸에 축적된 수은의 농도를 확인할 수 있는 방법입니다. 그러나 시료 채취가 어렵다는 단점을 갖고 있어요. 반면 모발을 이용한 분석방법은 오랜 기간 동안 우리몸에 축적된 수은의 농도를 확인할 수 있는 방법이며, 비교적 시료 채취가 간단합니다. 수은 농도 검사 절차는 먼저 혈액/ 소변/ 모발 등 분석에 사용할 시료를 채취합니다.

채취된 시료는 분석이 가능한 상태로 미리 처리한 후 각 시료에 맞는 전문장비를 이용하여 분석니다. 분석 후 나온 결과를 갖고 의사선생님을 통해 진단 및 확인을 받으면 우리 몸속에 수은이 얼마나 들어있는지 확인할 수 있습니다.

슬라이드 11.



강사 tip

수은은

우리 몸 속 뇌, 피부, 신장, 폐, 태아 등 많은 곳에 영향을 끼칩니다.

수은에 노출되었을 경우 두통, 기침 등 이상증상을 동반하게 되며, 심할 경우, 폐렴, 운동장애(사지마비)등의 증상이 나타나곤 합니다.

그렇다면, 수은이 우리 몸에 들어온다면 어떤 영향을 끼칠까요? 고농도의 수은이 갑자기 우리 몸에 들어오게 되면 우리 몸에서는 운동장애(사지마비), 폐렴, 뇌 등에 직접적인 영향을 미치는 등 이상 증상이 나타나게 됩니다. 미량의 수은이 장시간 우리 몸에 들어오게 되면 우리 몸에서는 두통, 복통, 구토, 매스꺼움, 정서불안, 수전증, 기억 및 언어장애 등의 이상 증상이 나타나게 됩니다.

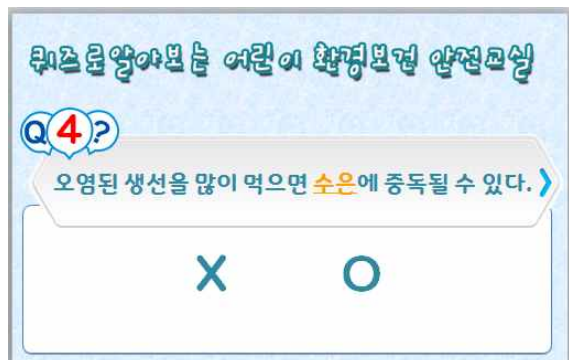
이렇게 수은에 노출되어 우리 몸이 아프게 되는 것을 수은중독이라 하는데, 수은중독으로 인한 피해는 어릴수록 더 위험해서 어른들보다는 여러분 같은 어린이에게 더 위험하고 여러분보다 작은 아기에게는 더욱 위험하겠죠?

게다가 엄마가 임신한 상태에서 수은에 중독되었다면 뱃속에 있는 아기도 수은에 중독되어 매우 위험하다고 합니다. 엄마가 아이를 임신했을 때 수은에 노출되면 출생 후 그 아이는 또래 보다 신체 발육이 잘 안되고 지능이 낮아지며, 언어장애 등의 문제가 생길 수가 있어요.

하지만 안심해도 되요 여러분, 여러분의 어머니는 분명히 우리 주변의 유해한 물질로부터 뱃속의 여러분을 지키기 위해 많은 노력을 하셔서 우리 친구들이 지금 이렇게 건강한 것이랍니다.

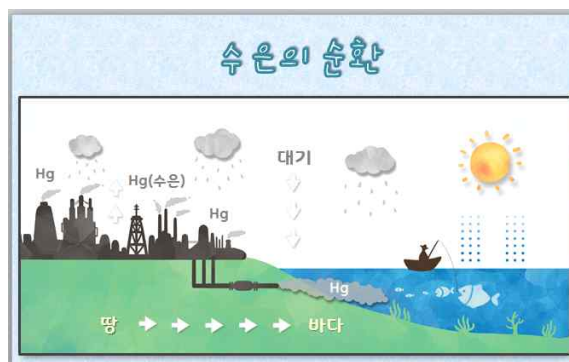
그럼 수은을 만지지 않도록 조심하고 먹는 장난도 하지 않으며 형광등을 깨지만 않는다면 우리는 수은으로부터 안전할까요? 안타깝게도 꼭 그렇지만은 않습니다.

슬라이드 12



이쯤 생각해보면 좋을 것 같아요. 우리는 주식은 아니지만 생선을 먹을 때가 좋습니다. (생선 섭취는 권장되어야 하는 사항입니다.) 이렇게 우리가 먹는 생선이 오염된 생선이고, 이 생선을 많이 먹게 된다면, 이로 인해 우리가 수은 중독에 걸릴 수 있을까요? 네 걸릴 수 있습니다.

슬라이드 13



수은은 자연에 존재하는 물질이지만, 인간의 여러 가지 활동을 통해 환경(대기와 바다로) 배출되게 됩니다. 주로 석탄을 사용하여 전기를 만드는 화력발전소에서 많이 만들어진다고 하는데요. 수은은 자연에 있고, 자연에서 얻은 석탄을 태우게 되면, 태우는 과정에서 기체로 수은이 나오게 됩니다. 때문에 석탄을 이용하는 화력발전소에서 수은이 대기 중으로 배출되어 대기를 오염시키게 되죠.

하지만 대기만 오염될까요? 대기 중에 있는 수은은 비가 되어 땅에도 떨어지고 강이나 바다에도 떨어져 땅도, 강도, 바다도 수은에 오염될 수 있습니다. 특히 공장에서 배출한 폐수로 인해 강이나 바다가 수은으로 오염이 되어 그 속에 살고 있는 물고기들도 수은에 중독이 되는데 먹고 먹히는 먹이사슬로 인해 더 많은 물고기들이 오염되고 마지막엔 그 물고기를 먹는 우리 사람들까지도 수은에 오염될 수 있습니다.

슬라이드 14.



바다 속에서는 작은 물고기가 플랑크톤을, 큰 물고기가 작은 물고기를 잡아 먹습니다. 그리고 물개는 큰 물고기를, 북극곰은 물개를 잡아먹지요. 작은 물고기가 플랑크톤을 한 마리만 먹을까요? 상위 포식자 일수록 더 많은 먹이를 먹게 됩니다. 그렇게 되면, 더 많은 양의 오염물질에 노출되겠죠?

인간은 먹이사슬의 최상위 동물로 북극곰처럼 아플 수 있습니다. 이처럼 함부로 배출된 수은은 대기, 땅, 바다와 같은 환경을 모두 오염시킬 뿐만 아니라 우리들에게도 매우 위험합니다. 게다가 한 번 배출된 수은은 짧은 시간에 사라지는 것이 아니라 계속해서 대기와 땅 그리고 바다에 쌓이고 쌓이면서 그 피해는 더욱 늘어나고 커지게 됩니다.

슬라이드 15



여기 보이는 사진들은 수은과 관련된 사건을 나타내는 사진들이에요. 첫 번째 사진과 관련된 사건부터 만나보도록 하겠습니다.

슬라이드 16



강사님 재량으로 시간 줄여주시면 됩니다. 다 말씀하지 않으셔도 되요.

강사 Tip

중국에서 발견한 진시황 무덤의 수은 강은 실제로 수은이 흐르고 있는 강이 아니라, 일부의 파인 토양에서 다른 토양보다 많은 양의 수은이 검출되었고, 이를 볼 때 수은을 흐르도록 만든 호수 및 강 같은 것이 무덤에 있었던 것으로 보인다는 것입니다.

진시황

첫 번째 사진 속 주인공은 바로 중국의 황제, 진시황입니다. 여러분 진시황을 알고 있나요? 진시황은 최초로 통일 진제국을 건설한 황제로 어마어마한 권력(힘)을 가진 황제였어요. 그는 다 가졌는데 늙는 시간만큼은 멈추게 할 힘을 갖고 있지 못했죠. 그러다 보니 진시황은 늙지 않고 죽지 않고 싶어 명약을 찾아 다녔어요. 그러나 세상에 없는 명약이니 당연히 찾을 수 없었겠죠?

진시황이 신하들에게 명약을 찾아올 것을 너무 강요하다 보니 견디지 못한 신하들이 수은을 명약이라고 가져다 줬습니다. 그 당시 사람들은 수은을 금과 같이 귀한 물질로 여겼어요. 진시황은 수은을 불로장생의 명약으로 알고 먹고 피부에 발라봤는데, 일시적으로 피부가 좋아지는 것을 경험했어요.

이 경험 때문에 진시황은 수은이 불로장생의 명약이라 확신하게 되고, 계속해서 먹고, 심지어 목욕까지 했다고 합니다. 이렇게 수은을 자주 많이 접하면 어떻게 될까요? 여러분들 아시죠? 네, 바로 수은중독에 걸리고 심할 경우 사망에 이르게 돼요. 실제로 진시황은 늙지 않고, 죽지 않으려고 수은을 먹고 발랐는데, 그는 그 꿈을 이루지 못하고 수은중독으로 죽었다고 해요.

슬라이드 17



강사님 재량으로 시간 줄여주시면 됩니다. 다 말씀하지 않으셔도 되요.

아이들이 엘리자베스여왕을 잘 모른다면, 클레오파트라를 예로 더 말씀해주셔도 됩니다.

엘리자베스 1세 여왕

진시황 같이 수은에 대한 위험성을 모르고 잘못 사용한 사람이 한명더 있는데, 여러분 영국 아시죠? 바로 영국의 엘리자베스 1세 여왕입니다. 요즘도 예쁜 여자 하면 뽀얗고 하얀 피부를 생각하죠? 중세시대 유럽에서도 하얀 피부가 아름다운 여자, 미의 기준 중 하나였다고 합니다. 엘리자베스 여왕은 예뻐지고 싶어서 수은을 사용했다고 해요. 적응양의 수은을 바를 경우 일시적으로 피부가 팽팽해지고 미백효과를 볼 수 있다고 합니다.

근데 수은을 계속해서 장기적으로 먹거나 바를 경우 어떻게 될까요? 네, 맞아요. 수은에 중독되게 됩니다. 시간이 지날수록 엘리자베스 여왕의 얼굴은 흉측하게 변해갔고, 머리카락이 빠져 가발을 쓰고 다녔다고 해요.

과거의 사람들은 수은의 위험성을 몰라서 수은을 먹고, 바르고 했답니다. 그런데 수은을 먹거나 바르지 않아도 수은에 중독된 사건이 있습니다.

슬라이드 18-19

미나마타 사건




일본 미나마타병



- 1956년 미나마타만 해안 근처의 어촌에서 발생
- 칩소사 공장에서 수은 폐수 > 바다 > 물고기 > 사람 '수은중독'
- 2,000명 이상의 인명 피해
 - 일반주민 : 손발마비, 언어장애 등
 - 신생아 : 소뇌증, 뇌성마비 등

일명 미나마타 사건이라고 합니다. (미나마타 이야기는 동영상으로 보시죠) 1956년 일본에 위치한 미나마타라는 어촌지역에서 발생한 사건인데요. 그곳에 세워진 비료를 만드는 공장에서 수은이 포함된 폐수를 함부로 바다에 버렸고, 그로 인해 바다가 오염되고, 그 속에서 살고 있던 물고기들이 수은에 중독되었습니다. 이러한 사실을 알리 없던 미나마타의 많은 사람들이 수은에 중독된 물고기를 먹고 수은에 중독되어 손발이 마비되어 움직이지 못하거나 말을 제대로 할 수 있게 되었다고 합니다.

그렇게 수은에 중독된 사람이 2000명이 넘었고, 그 중에는 수은에 오염된 물고기를 먹은 엄마들에서 태어난 아기들도 있었는데, 아기들 몸속에 들어간 수은은 뇌에 영향을 미쳐 신경인지기능 발달이 저하되거나 뇌성마비에 걸리기도 하는 등 끔찍한 일이 벌어지고 말았습니다. 물론 심하게 중독되어 사망에 이른 사람들도 있었다고 합니다. 이 사건을 배경으로 수은중독으로 인한 병을 미나마타 병이라고 부릅니다.

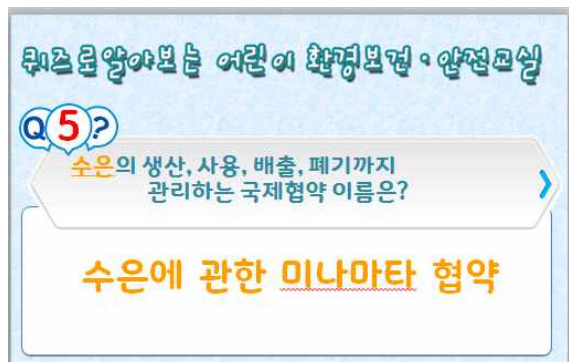
슬라이드 20



지금까지 살펴본 이야기들은 한 사람이나 한 지역의 수은으로 인한 피해를 보여주는 것이었습니다. 그러나 수은으로 인한 피해가 어느 한 사람, 한 국가에서만 일어날까요? 아닙니다.

수은이 유출되고, 수은으로 오염된 바다는 흐르고 흘러 전 세계를 돌아 흐르게 됩니다. 수은 노출은 한 지역, 한 나라 만의 문제가 아니라, 전 세계의 문제가 되는 것이지요. 때문에 나 한명만, 우리나라만 잘해서 되는 것이 아닙니다. 전 세계에서 더 이상 이런 일이 생기지 않도록 세계 시민의식을 갖고 행동해야 합니다.

슬라이드 21



수은으로 인한 아픈 사건이 다시 일어나지 않도록 수은의 생산, 사용, 배출, 폐기까지 관리하는 국제협약의 이름은 무엇일까요? 정답은 미나마타 협약입니다.

슬라이드 22



수은에 관한 미나마타 협약은 일본에서 발생했던 미나마타사건과 같은 수은으로 인한 피해가 다시는 발생하지 않도록, 수은을 보다 안전하게 사용하여 환경도 보호하고 우리들 건강도 지키자는 마음을 모아 세계 여러 나라 사람들이 함께 약속을 뜻합니다.

2013년 10월 10일 일본 미나마타에 모여서 했기 때문에 수은에 관한 미나마타 협약 이라고 불리는 이 약속에는 세계 128개 나라가 함께 하기로 했고, 우리나라도 2014년에 약속 했습니다. 얼마 전, 2017년 8월 16일 이 약속이 발효되었다고 합니다.

따라서 우리나라는 물론 협약에 참가한 국가들은 2020년부터 정해진 수은기준을 초과한 제품은 만들 수 없고, 만든 제품을 다른 나라에 수출하거나 다른 나라로부터 수은이 들어간 제품을 수입할 수도 없게 되었습니다.

슬라이드 23-24

수은으로부터 안전하게 생활하기 위해
우리들이 지켜야 할 약속

퀴즈로 알아보는 어린이 환경보전·안전교실
Q6?
수은에 노출되는 것을 줄이기 위한
모습으로 바른 것은 어느 것인가요?

- ① 비싼 수은제품을 사용할수록 안전하다.
- ② 수은체온계가 깨지는 것을 두려워 하지 않고 막 흔든다.
- ③ 수은전지는 금속이므로 캔과 함께 분류배출한다.
- ④ 다 쓴 형광등은 폐형광등수거함에 폐기한다.

하지만 그때까지 우리 주변에는 여전히 수은이 들어간 제품이 있기 때문에 우리들 스스로 생활 속에서 수은에 중독되지 않도록 조심하고 지켜야 할 약속들이 있습니다.

우리가 지켜야할 약속들을 살펴보기 전 한번 생각해서 맞춰보아요. 수은에 노출되는 것을 줄이기 위해 올바른 모습은 무엇일까요? 정답은 5번입니다. 지금부터 우리가 지켜야할 약속들을 살펴보겠습니다.

슬라이드 25

첫째, 깨지지 않게 조심하기

형광등, 온도계, 혈압계, 기압계 등
수은이 들어간 제품이 깨지지 않도록 주의하여 사용하기

첫째, 깨지지 않도록 조심해야 합니다. 수은이 들어가 있는 형광등은 물론 체온계, 혈압계, 기압계 등은 유리 안에 수은이 들어있기 때문에 깨지면 수은이 밖으로 나올 수 있습니다. 때문에 이런 제품은 깨지지 않도록 주의해서 조심조심 다루어야겠습니다.

슬라이드 26

둘째, 수은이 들어간 제품이 깨졌다면

어린이들은 직접 수은을 치우지 말고 꼭 주변의 어른들에게 알리기
수은은 상온에서도 증발하기 때문에 창문을 열어 환기시키고 그 자리에서 벗어나기

하지만 안타깝게도 깨졌다면 우리 친구들이 직접 만지거나 처리하려고 하지 말고 주변 어른들에게 알려서 도와달라고 부탁드립니다. 형광등이 깨졌다면 창문을 열어 환기를 시키고 수은 증기를 들이마시지 않도록 코와 입을 가리고 그 자리를 벗어나는 것이 좋습니다. 물론 깨진 형광등 유리 조각에 베이거나 찔리지 않도록 조심해서 벗어나야 합니다.

슬라이드 27

퀴즈로 알아보는 어린이 환경보건·안전교실

Q7?
수은이 누출 되었을 행동요령으로 **바른 것은 어느 것인가요?**

- ① 누출된 수은은 빗자루와 대걸레로 처리한다.
- ② 누출된 수은을 일반 진공청소기로 처리한다.
- ③ 수거한 수은은 배수로에 버린다.
- ④ 수은에 오염된 옷은 빨리 세탁기에 넣어 세탁한다.
- ⑤ 수은 누출 장소의 온도를 높이지 않는다.

만약 액체 수은이 밖으로 누출되었을 경우 어떻게 행동해야 할까요? 정답은 5번입니다.

슬라이드 28

수은 누출 시 하지 말아야 하는 행동

- 1. 누출된 수은을 처리하기 위해 진공 청소기를 사용하지 않는다.**
- 진공청소기는 수은 증기를 더욱 확산시킵니다.
- 2. 수은 처리 시 빗자루, 대걸레 등을 이용해 쓸지 않는다.**
- 빗자루 사용 시 수은이 더 작은 알갱이로 쪼개져 퍼지게 됩니다.
- 3. 수은에 오염된 신발, 옷 등을 세탁기에 세탁하지 않는다.**
- 섬유에 붙어 있던 수은이 잔류하여 오염을 확산시킬 수 있다.
- 4. 수은누출 장소의 온도를 높이지 않는다.**
- 실내온도가 10℃ 상승하면 수은의 증발률 (공기 중으로)은 거의 2배가 됩니다.
- 5. 수거한 수은 처리 시 하수구에 버리지 않는다.**
- 물로 씻어 내어 하수관에 수은이 잔류하게 되면 지속적인 오염이 발생할 수 있습니다.

혹시라도 액체 상태의 수은이 용기 밖으로 누출 된 경우 여러분들이 수은을 처리하고자 해서 진공청소기나, 빗자루, 대걸레 등은 사용하지 말아야 합니다.

진공청소기를 사용할 경우 수은 증기를 더욱 멀리 퍼집니다. 또한 빗자루, 대걸레 등을 사용하게 될 경우, 수은의 크기가 더 작게 쪼개어 퍼지게 되어 수은 처리가 더욱 어렵게 됩니다.

뿐만 아니라, 수은이 묻은 신발, 옷 등을 세탁기에 넣지 않아야 해요. 섬유(천)에 붙어있는 수은이 세탁기에 남아 오염을 확산시킬 수 있기 때문입니다. 수은은 상온에서 액체인 유일한 금속이라고, 앞에서 배웠는데, 기억하나요? 액체인 수은은 실내온도가 10℃가 상승할 경우, 수은의 증발률은 2배로 증가하여 피해를 확대시킨답니다. 때문에 수은이 누출된 장소의 온도가 높아지지 않도록 해야 해요.

마지막으로 수은이 액체라고 해서 배수로에 버리게 되면, 수은이 배관에 남아있으면서 계속 오염을 시킬 수 있습니다. 따라서 배수로에 수은을 버리는 행동은 하면 안됩니다. 혹시라도 액체 상태의 수은이 누출 된 경우 위 5가지 행동은 하지 말아야 하며, 가급적이면 주변의 어른들께 알려도와 달라 부탁드립니다, 그 자리에서 벗어나는 것이 가장 좋습니다.

슬라이드 29



형광등은 사용하는 동안 깨지지 않도록 조심하여 사용하는 것도 중요하지만 수명이 다하고 나면 처리하는 것도 중요합니다. 수명이 다한 형광등을 갈 때는 새 형광등이 들어있던 포장지에 넣어서 폐형광등을 모아두는 수거함에 꼭 분류배출해서 버려야 합니다.

조사에 따르면 우리나라에서 만들어진 형광등이 100개중 10개 정도만 이렇게 분리배출되어 다시 사용되고 나머지 90개는 어디로 갔는지 알 수 없고 어떻게 처리되었는지도 정확하게 알 수 없다고 합니다. 아마도 함부로 깨뜨려 버려졌을 가능성이 많겠죠? 그렇다면 형광등 안에 있던 수은 증기는 어떻게 되었을까요?

그렇게 대기 중에 배출된 수은 증기는 금새 사라지는 것이 아니라 약 7~8년 동안 떠돌게 된다고 하니 다 쓴 형광등은 꼭 폐형광등 수거함에 분리배출하고 더불어 수은전지도 함께 따로 모아 폐건전지 수거함에 분리배출 해야겠습니다.

슬라이드 30



형광등이 위험하기는 하지만 우리 친구들 손이 닿지 않는 천장에 달려 있어 조금 안심이 되기도 합니다. 오히려 우리 친구들이 더 많이 만지게 되는 수은 제품은 동전모양의 수은전지 일지도 모릅니다.

수은전지를 손으로 만진다고 위험하지는 않지만 호기심에 입에 넣었다가 사고를 당하는 어린 동생들이 해마다 생기고 있으니 절대 장난으로도 입에 넣지 말아야겠습니다.

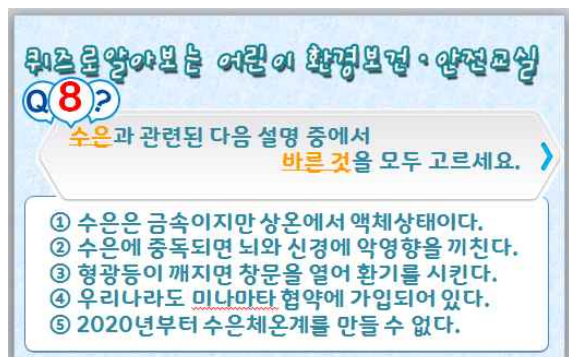
슬라이드 31



입에 넣지 않고, 깨뜨리지 않도록 조심하는 것보다 더 좋은 방법은 수은이 들어간 제품을 사용하지 않는 것입니다. 앞서 살펴본 동전모양의 수은전지도 수은이 들어가지 않은 전지들이 있습니다.

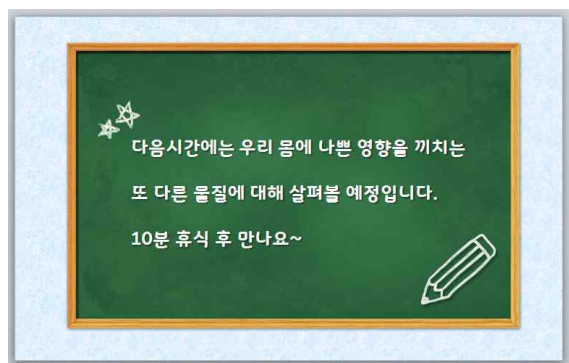
체온계 역시 혹시 입에 넣었다가 깨지면 위험해 질 수 있는 수은체온계 대신 전자 체온계를 사용하면 되겠습니다. 형광등도 수은증기가 없는 LED등을 사용하면 되는데 이렇게 하면 수은 증기가 대기로 배출되는 것을 막아 환경도 보호하고 건강도 지킬 수 있습니다.

슬라이드32



자, 마지막 퀴즈입니다. 오늘 우리가 배운 물질은 수은입니다. 오늘 우리가 배운 수은 내용을 바탕으로 수은과 관련된 다음 설명 중 바른 것을 모두 골라 주세요. (학생들 답변듣기) 네, 1.2.3.4.5 번 모두 정답입니다. (4번 미나마타 협약에 가입(서명)되어 있다.) 우리나라는 서명은 하였으나, 비준은 아직 하지 않았음(준비 중)

슬라이드 33




환경을 보호하고 우리 친구들 건강을 지키기 위해 수은에 대해 알아 본 어린이 환경보건안전교실 첫 번째 시간은 여기까지입니다.


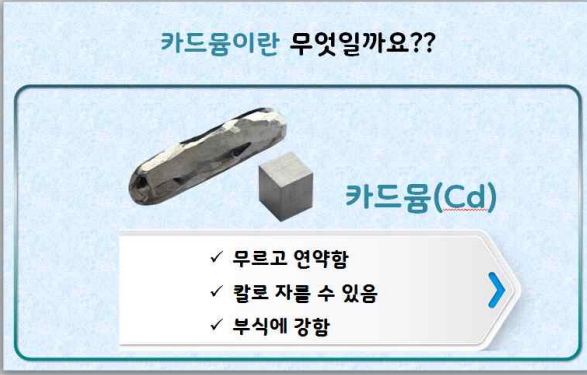
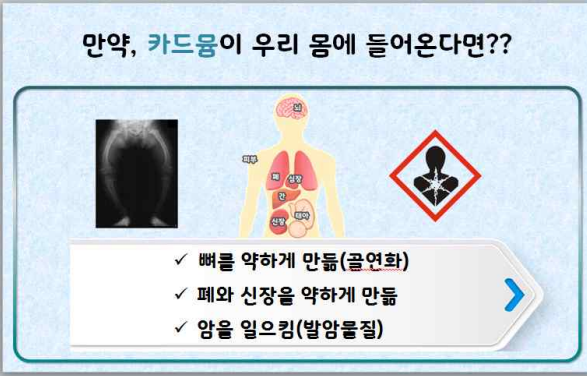
잠시 쉬었다가 두 번째 시간에는 수은처럼 우리 생활에 많이 쓰이고 있지만, 우리 친구들 건강과 환경을 위해 조심해야 할 것들에 대해 좀 더 살펴보겠습니다. 감사합니다.


<2교시 중금속안전교실 강의지도 멘트> 3.45.6학년용

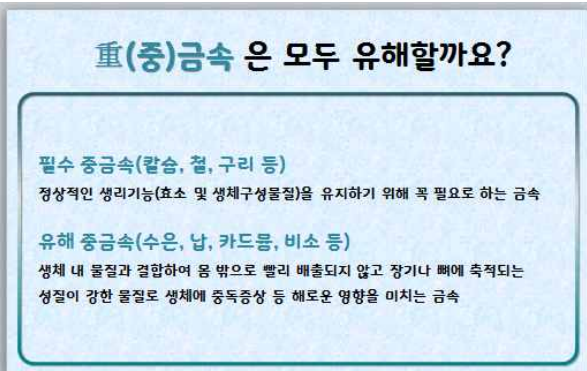
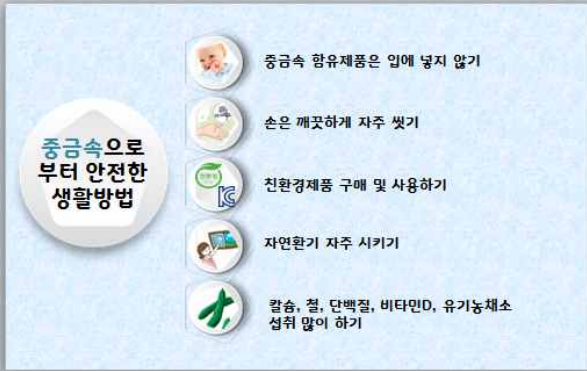
번호	PPT	교사설명
1 제목	슬라이드 1. 	여러분 잘 쉬었나요? 지금부터는 어린이 환경보건안전교실 2교시 중금속안전교실 수업을 시작하도록 하겠습니다.
2 동기 유발	슬라이드 2 - 6 	지난 시간 무엇에 대해 배웠나요? 네, 우리는 전 시간 수은에 대해서 배웠습니다. 수은이 우리 몸에 들어오면 어떤 증상들이 나타나죠? (학생 답변 듣기) 네 수은이 우리 몸에 들어오면 두통, 복통, 수전증, 정서불안 등 여러 영향들을 미친다고 배웠습니다.

	<p>두통, 복통 수은(Hg) 운동장애, 수전증, 정서불안, 기억 및 언어장애, 뇌에 직접적인 영향, 폐렴</p>	
	<p>수은 이외의 우리 몸에 유해한 물질이 있다고 하는데... 무엇이 있을까요??</p>	<p>수은 이외에도 우리 몸에 유해한 영향을 미치는 물질이 있다고 하는데, 무엇이 있을까요? 지금부터 배울 물질은 바로 납! 입니다.</p>
<p>3 납 특성</p>	<p>슬라이드 7</p> <p>납(Pb) ✓ 푸른빛을 띠는 은색의 금속 ✓ 금속 중에 무거운 편이지만 무르고 연함 ✓ 잘 늘어나고 잘 퍼지는 성질</p>	<p>납이란 푸른빛을 띠는 은색의 금속으로 금속 중에서도 무거운 편이지만 무르고 연해서 잘 늘어나고 잘 퍼지는 성질이 있습니다. 그래서 다루기 쉬워 옛날부터 쓰임새가 많았습니다.</p>
<p>4 옛날 납 이용 모습</p>	<p>슬라이드 8.</p> <p>과거에 납은 어디에 사용되었을까요? 납으로 만든 식기류, 납으로 만든 수로</p>	<p>과거에는 그릇이나 와인잔 같은 식기류를 만들어간 예쁘게 꾸미는 장신구를 만들 때 납을 사용하였습니다. 로마에서는 물을 흘려보내는 파이프(수로)를 만드는데 사용하기도 했습니다.</p>
<p>5 현재</p>	<p>슬라이드 9.</p>	<p>다루기 쉬워 옛날부터 많이 쓰였던 납은 빨리 마르고 색깔을 보다</p>

<p>납 이용 모습</p>	<p style="text-align: center;">요즘 납은 어디에 사용될까요??</p> 	<p>선명하게 해주고 눈과 비에도 강해서 오래도록 녹슬지 않게 해 주기 때문에 요즘에도 여러 가지 물건을 만드는데 쓰이고 있습니다. 주로 페인트나 물감을 만드는데 많이 사용되고 있습니다. 또한 얼굴을 하얗게 만드는 효과가 있어서 화장품을 만들 때도 사용합니다.</p> <p>뿐만 아니라, 우리 친구들이 공부할 때 사용하는 지우개나 책가방 같은 학용품과 신나게 놀 때 사용하는 놀이방 매트를 만들거나 장난감 색칠할 때도 납이 사용되고 있습니다.</p> <p>따라서 물건을 구매할 때에는 이 제품이 국가에서 제시하는 기준치까지만 납이 사용되었다는 KC 마크와 친환경인증마크를 확인하고 안전한 제품을 구매해야 합니다.</p>
<p>6 납 중독 증상</p>	<p>슬라이드 10.</p> <p style="text-align: center;">만약, 납이 우리 몸에 들어온다면??</p> 	<p>이렇게 쓰임새가 많다 보니 납이 들어있는 물건을 잘못 사용하면 납이 우리 몸에 들어와 중독이 될 수도 있습니다. 납에 중독이 되면 우리 몸은 어떻게 될까요?</p> <p>우선 납 중독이 되면 입맛이 없어서 밥도 잘 못 먹고 배도 아프기도 합니다. 게다가 납은 우리 몸속에 뼈를 튼튼하게 해 주는 칼슘이 하는 일을 대신하려고 해서 뼈를 약하게 만들고 우리 친구들이 튼튼하게 자라는 것을 방해하기도 합니다.</p> <p>납 때문에 머리도 아프고 심하면 뇌가 손상되어 마비증상이 오거나 시력과 청력까지 잃을 수도 있습니다.</p>
<p>7 베토 벤 납 중독</p>	<p>슬라이드 11.</p> <p style="text-align: center;">천재음악가 베토벤이 납 중독자?!</p> 	<p>혹시 우리 친구들 청력을 잃게 된 유명한 이 음악가를 알고 있나요? 맞습니다. 베토벤입니다.</p> <p>베토벤이 청력을 잃게 된 것도 바로 납 때문이라는 이야기가 있습니다. 실은 베토벤이 왜 죽게 되었는지 정확한 이유가 알려진 것은 없습니다. 그런데 미국에 있는 베토벤 연구소에서 죽은 베토벤의 머리카락을 검사해 보니 보통 사람보다 약 100배나 많은 납이 나왔다고 합니다.</p>

번호	PPT	교사설명
<p>8 베토벤 납 중독 원인</p>	<p>슬라이드 12.</p> 	<p>그럼 베토벤은 어떻게 납에 중독되게 되었을까요? 납으로 와인잔을 만들었다는 이야기 기억하죠? 베토벤은 와인을 즐겨 마셨는데 바로 그때 사용했던 와인잔도 납으로 만들었다고 합니다. 베토벤이 즐긴 것이 또 있었는데 따뜻한 물에서 목욕을 하는 온천욕입니다. 그렇게 물이 흘러나왔던 수도관도 납으로 만들었다는 이야기, 기억하죠? 그렇게 수도관을 통해 뜨거운 온천물이 흘러나오면서 수도관을 만들었던 납도 함께 흘러나와 베토벤이 납에 중독되었을지도 모르겠습니다.</p> <p>납 때문에 천재 음악가를 잃게 되다니 안타까운 일이죠? 그런데 더욱 안타까운 일은 그런 일이 없도록 조심해야 할 것이 납만 있는 것은 아닙니다.</p>
<p>9 카드 뭉 이란</p>	<p>슬라이드 13.</p> 	<p>여기 푸른색을 띠는 은백색의 금속 카드뮴도 우리가 조심해야 합니다. 카드뮴은 납처럼 무르고 연약한 성질이라 칼로 자를 수 있습니다. 무른 성질에도 불구하고 부식에 강해 우리 삶의 여러 곳에서 사용되고 있습니다.</p>
<p>10 카드 뭉이 몸에 미치 는 영향</p>	<p>슬라이드 14.</p> 	<p>이러한 카드뮴이 우리 몸에 들어와 중독되면 뼈를 약하게 만들고 숨을 쉬는 폐와 신장을 아프게 하고 암까지 일으킬 수 있습니다.</p>

번호	PPT	교사설명
11 이타 이타 이타 병	<p>슬라이드 15.</p> 	<p>실제로 1910년경 일본에서는 카드뮴에 오염된 물을 마시거나 사용하면서 많은 사람들이 카드뮴에 중독되어 뼈가 약해져 조금만 움직여도 뼈가 부러지고 등이 굽고 심하면 사람들이 죽게 된 일이 있었습니다.</p> <p>이 일로 56명이나 되는 사람들이 죽고 뼈가 약해져 수 백 명의 사람들이 아파했는데 일본말로 아프다는 말이 이타이 로 카드뮴에 중독된 사람들이 너무 아파서 '이타이이타이' 라고 했기 때문에 카드뮴에 중독된 병을 이타이이타이 병이라고도 부릅니다.</p>
12 카드 뮴 이용 모습	<p>슬라이드 16.</p> 	<p>이렇게 뼈를 약하게도 하고 목숨까지도 빼앗는 위험한 금속이지만 카드뮴도 납처럼 무르고 연약해서 칼로 자를 수 있을 만큼 다루기 쉽고 눈이나 비 등에 잘 녹슬지 않는 특징이 있어 우리 생활 속에서 쓰임새가 많습니다.</p> <p>핸드폰, 건전지, 플라스틱 등은 물론 요즘 많이 사용하고 있는 LED를 만들 때에도 카드뮴이 쓰이고 있습니다.</p>
13 중금 속 의미 와 위험 성	<p>슬라이드 17.</p> 	<p>카드뮴뿐만 아니라 앞서 살펴본 수은과 납 모두 우리 생활에 필요한 물건들을 만드는데 많이 쓰이고 있지만 잘못 알고 사용하면 매우 위험할 수 있는 금속들입니다.</p> <p>세 가지 모두 금속 중에서도 꽤 무거운 편이기 때문에 한자로 무거운 중자를 써서 중금속이라고 하는데 이런 중금속이 우리 몸에 들어오면 잘 나가지 않고 우리 몸을 아프게 하고 심하면 죽게도 만듭니다.</p> <p>미세먼지가 위험한 이유 중에 하나도 바로 이 중금속이 눈에 보이지 않을 만큼 작은 미세먼지에 묻어서 우리 몸속에 들어올 수 있기 때문입니다.</p>

번호	PPT	교사설명
14 필수 중금속	<p>슬라이드 18.</p> 	<p>물론 중금속이 모두 나쁘고 필요 없는 것은 아닙니다. 피를 만드는 철분(Fe철), 내 뼈를 튼튼하게 하는 칼슘(Ca)도 중금속이지만 우리 몸에 꼭 필요한 중금속 이여서 필수 중금속 이입니다.</p>
15	<p>슬라이드 19.</p> 	<p>이렇게 우리 생활과 건강에 도움을 주기도 하는 중금속을 편리하게 사용하면서도 안전하게 생활하기 위해서는 우리 친구들이 꼭 지켜야 할 것들이 있습니다.</p> <p>먼저, 앞서 살펴본 것처럼 우리 주변에는 중금속이 포함되어 있는 많은 제품들이 있습니다. 그렇기 때문에 그런 제품들을 함부로 입에 넣지 않도록 조심해야겠습니다.</p> <p>물론 입에 넣지 않더라도 중금속이 들어있는 물건들을 만졌다면 꼭 손을 깨끗하게 씻어야겠죠? 조금이라도 주금속이 덜 들어 있는 물건을 사용하고 싶다면, 물건을 만들 때 중금속을 가급적 사용하지 않고, 중금속을 사용했더라도 노출수준을 검증 받은 제품인 친환경제품을 쓰는 것이 도움이 됩니다. (KC 마크 및 친환경마크 확인)</p> <p>그리고 실내에 있는 여러 물건들로부터 중금속이 나올 수 있으니, 실내공기를 자주 환기 시켜주는것도 필요합니다.</p> <p>마지막으로 몸속에 있는 중금속을 몸 밖으로 내보내는데 도움이 되는 칼슘, 철, 단백질, 비타민D 가 들어있는 음식과 유기농 채소를 많이 먹는 것이 중금속으로부터 안전하고 건강한 생활을 하는데 좋습니다.</p>

번호	PPT	교사설명
<p>슬라이드 20.</p>		<p>오늘 배운 내용을 바탕으로 게임하나를 해보겠습니다. (게임설명은 교사가 인지한 내용을 바탕으로 진행)</p>
<p>슬라이드 21.</p>		<p>오늘 1교시 수은, 2교시에는 납, 카드뮴 중금속에 대해서 공부해 보았어요. 오늘 공부하고 난 소감, 앞으로 우리가 수은과 중금속으로부터 건강하기 위해 어떻게 행동할지, 실천할 내용을 짧게 나눠드리는 포스트잇에 작성해 볼까요?</p>
<p>슬라이드 22.</p>		<p>오늘 배운 내용을 바탕으로 건강한 우리 몸을 위한 행동 꼭하기로 약속해요. 아까 작성한 포스트잇은 '우리 건강 지킴이 실천나무'에 꼭 붙여주세요~ 이것으로 오늘의 수업을 마치도록 하겠습니다. 감사합니다.</p>

부록 3. 교육용 교구 (직접 제출)

- 말판 현수막 1개, 룰렛 1개, 퀴즈카드 1종, 말 10개, 중금속 칩 50개. 끝.

