

YES

Young Environmental Science

October
10

국립환경과학원 소식지
2021. 10월호



환경칼럼

폐기물 안전사고, 줄일 수 있을까?

과학원 이모저모

강원권 대기환경연구소 알아보기

환경인 에세이

기후변화대응의 새로운 전환점, 수소연료전지자동차

NIER 동향

- 국내 환경 시험·분석 방법 2종, 국제표준으로 제정
- 환경시료은행 국제회의 개최... 독일 등 11개국 전문가 참여

YES4U

이달의 퀴즈

폐기물 안전사고, 줄일 수 있을까?

글. 자원순환연구과 최효현 연구사



지난해 폐기물로 인한 화재 건수는 4,654 건으로 2018년 4,430 건, 2019년 4,522 건에서 해마다 증가하는 추세이다. 소방청 국가화재정보센터의 자료에 따르면 폐기물 화재는 일반쓰레기, 분진, 폐목재, 폐타이어 등 다양한 발생원에서 비롯되며(그림 1 참조) 사고의 양상 또한 자연발화, 폭발, 화재 등 예측 불가능한 모습을 나타낸다. 폐기물 안전사고는 인명피해를 비롯해 재산상 피해와 환경오염을 유발하기 때문에 사전에 예방하는 것이 무엇보다 중요하다. 사고의 위험요소를 제거하기 위해서는 반드시 폐기물이 가지고 있는 유해특성을 파악해야 한다. 이번 호는 폐기물을 안전하게 처리·관리하고, 재활용 활성화에 기여하기 위해 폐기물이 가지고 있는 유해특성을 제거 또는 안정화할 수 있는 방안을 연구하는 국립환경과학원 자원순환연구과와 함께 한다.

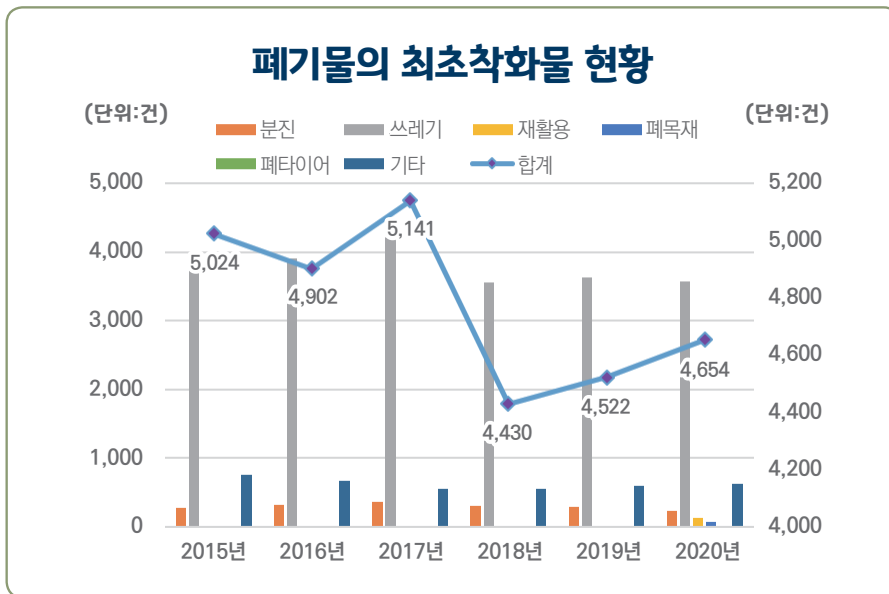


그림 1. 폐기물 종류에 따른 화재발생 건수

*** 폐기물의 유해특성이란?**

폐기물의 재활용 원칙 중 하나는 사람이나 환경에 위해를 미치지 않도록 하여야 한다는 것이다. 특히 「폐기물관리법 시행령」에서는 <표 1>과 같이 폐기물의 유해특성을 9개로 구분하여 유해특성을 제거 또는 안정화하여 재활용하도록 명시하고 있다. 이에 따라 환경부는 사업장폐기물로 인한 폭발·화재 등의 사고방지 등을 위해 폐기물 유해성 정보자료 작성·제공 의무화를 주요 내용으로 하는 「폐기물관리법」을 개정·시행(2018. 4. 19.)하였다.

해당 규정에 따라 사업장폐기물 배출자는 일부 유해성이 높은 폐기물에 대해 유해특성을 확인하고 유해성 정보자료를 작성한 후, 수탁자(처리업체 등)에게 인계하기 전에 제공하여야 한다. 유해성 정보자료 작성 제도는 폐기물 유해성 정보의 확인과 공유 및 배출·운반·처리자 간의 원활한 상호 소통을 통해 폐기물 정보 부족 및 불일치 등에 의한 관련사고 저감을 목적으로 한다. 이에 따라 환경부에서는 ‘유해성 정보자료 작성 가이드라인(2018. 4., 환경부)’을 마련하여 폐기물 배출자가 쉽고 정확하게 자료를 작성할 수 있도록 구체적인 절차와 방법을 안내하고 있다.

유해특성	성질
폭발성	자체적으로 가스를 생성하는 화학반응을 일으키며, 반응 시 온도, 압력 및 반응속도가 주위에 피해를 유발할 수 있는 성질
인화성	운반 중 쉽게 연소가 일어나거나, 마찰 등이나 일정온도 이하에서도 화재가 유발되거나 인화성 증기를 발생하는 성질
자연발화성	운반 중 상온·상압에서 자연적으로 열을 발생하거나, 공기와 접촉하였을 경우 열이 발생하여 화재를 유발하는 성질
금수성	물과 상호작용하여 자연적으로 인화하거나, 인화성 가스를 지속적으로 방출하는 성질
산화성	그 자체는 연소되지 않으나 산소를 생성하여 다른 물질의 연소를 유발하거나 촉진하는 성질
용출독성	폐기물에 함유된 유해물질이 용출(渗出)되었을 경우 건강이나 생명에 유해한 성질
감염성	인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 성질
부식성	생체조직과 접촉했을 때 화학반응을 일으켜 피해를 유발하거나 누출되는 경우 다른 물품 또는 운반도구 등에 산화(酸化) 등 화학반응을 일으켜 피해를 유발하는 성질
생태독성	생태계에 방출될 경우 유해물질로 인하여 생태독성 또는 생물축적(蓄積) 효과에 의하여 생물에 즉시 또는 일정 시간이 지난 후 부정적인 영향을 미치는 성질

표 1. 폐기물의 유해특성

*** 폐기물 관련 사고는 왜 발생하나?**

“폐기물공장 페드럼통 폭발”, “잇따른 폐기물 화재, 폭염 속 자연발화 추정”, “OO폐기물업체 큰 불” 등 우리는 종종 뉴스를 통해 폐기물 관련 사건사고를 접한다. 이러한 사고는 복잡한 원인으로 발생하며, 피해양상도 다양하게 나타나는 것이 특징이다. 몇 개의 사례를 통해 자세히 알아보자.

금속류를 취급하는 제조업 공장에서 발생하는 폐기물 중 칼륨, 나트륨, 알칼리 금속/토금속 등과 같은 물질을 함유한 폐기물의 경우 폭발 및 화재의 원인이 될 수 있다. 알루미늄과 같은 금속 분진의 경우, 특정 공간 내 부유하면서 농도가 축적되고 다양한

원인(용접, 마찰열, 전기 스파크, 담뱃불 등)으로 인해 사고가 발생하는 경우가 있다. 따라서 금속 폐기물의 안전한 취급과 작업자의 안전교육 등을 통해 사고를 예방하여야 한다.

매립지나 방치폐기물에서는 자연발화에 의해 화재가 발생하는 경우가 있다. 이는 내부 산소농도 증가, 호기성 박테리아 활동 증가, 분해온도 상승이 주원인으로 파악되며, 수개월에서 수년간에 걸쳐 점진적으로 훈소하는 경향이 있어 화재 시 진화가 어렵다. 매립지 내의 자연발화 현상을 제어하기 위해서는 내부의 산소 유입을 최소화하여 호기성 분해로 인한 과열을 예방하는 방안이 있다. 급경사면, 제방, 복토면 등의 크랙이나 틈새로 유입되는 바람, 수분을 차단하기 위해 투수계수가 낮고 점착력 있는

토양으로 복토하고, 매립 폐기물의 충분한 압밀로 매립지 내 공극을 최소화하는 등 산소와 수분 관리를 통해 자연발화를 예방할 수 있다.

그 외 폐산류와 폐알칼리류의 혼합에 따른 급격한 발열반응과 유독가스 발생 사고, 야적장에 보관된 마그네슘 슬래그가 빗물과

반응하여 화재가 발생한 사고(그림 2 참조) 등 시설관리 미흡, 작업자 부주의, 관리 소홀 등의 이유로 다양한 폐기물 사고가 발생하고 있다. 따라서 현장에서는 충분한 폐기물의 유해특성 정보 제공, 시설 및 인력 관리, 안전지침 마련 등을 통해 폐기물 관련 사고를 예방하고 저감하기 위해 노력해야 한다.



신하림 외 3명, 마그네슘 화재 사례 분석을 통한 화재안전관리의 개선 방안에 관한 연구, 한국산화기술학회, 2021

그림 2. 마그네슘 슬래그 화재발생 사진

* 유해특성 제거 또는 안정화 방법

앞의 사례와 같이 폐기물이 가진 유해특성으로 인해 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위해서는 유해특성을 제거하거나 안정화하는 방법이 필요하다. 폐기물의 유해특성 제거 또는 안정화 방법으로 「재활용환경성평가 매뉴얼(2019. 12., 환경부)」에서는 크게 ① 물리·화학적, ② 생물학적, ③ 열적 방법을

제시하고 있으며, <표 2>와 같이 폭발성, 인화성, 자연발화성 등 유해특성에 따른 제거 또는 안정화 방법을 세부적으로 안내하고 있다. 또한 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」이나 물질안전보건자료에서도 수분 함유 방법, 소량 폭발 또는 연소 방법, 불활성물질(흙 또는 모래)로 흡수하거나 물분무 등의 방법으로 유해특성을 제거하도록 제시하고 있다.

유해특성 제거 및 안정화 방법

- ① 물리·화학적 방법 : 선별·분리, 세척 및 가수분해, 중합, 유기용제를 이용한 분해, 탄산화, 응집·침전, 고화·고형화, 정제 등
- ② 생물학적 방법 : 미생물을 이용하는 방법, 호기성분해 및 혐기성분해
- ③ 열적 방법 : 용융, 열분해, 탄화 등



유해특성	구분	세부방법
폭발성	가수분해	물과 반응하여 폐기물에 존재하는 폭발성물질을 분해시키는 방법
	중합	합성수지나 섬유 등의 단위체를 섞어서 폭발성 화합물을 고분자로 중합시키는 방법
	유기용제를 이용한 분해	탄화수소류, 알코올류, 알데하이드류 등의 유기용제를 이용하여 폭발성화합물을 분해시키는 방법
인화성	분리	폐기물에 존재하는 액상의 인화성물질을 고액분리를 통해 분리시키거나 미량인 경우 불꽃을 접촉하여 인위적 연소를 유발하여 인화성물질을 제거하는 방법
	세척	물을 이용하여 폐기물에 존재하는 액상의 인화성 물질을 희석시킨 후 고액분리를 통해 분리하여 제거하는 방법
자연발화성	탄산화반응	석탄이나 금속 분말 등 자연발화성을 띠는 물질에 대해 인위적으로 탄산화 또는 이산화탄소를 주입시켜 반응성이 비교적 낮고 안정한 탄산염화합물로 합성시키는 방법
	분리	폐기물에 존재하는 자연발화성물질의 표면활성제를 이용한 부유선별 및 분리, 자력선별 또는 정전기선별 등 물리·화학적 분리방법을 이용하는 방법
금수성	중화반응	수산화나트륨 등 알칼리성 금수성 물질은 산성 용액을 첨가하거나 산화칼슘, 과산화나트륨 등 산성 금수성물질은 알칼리성 용액을 첨가하여 중화반응을 통한 금수성의 반응을 제거하는 방법
	탄산화반응	수산화나트륨 등 알칼리성 금수성 물질에 한하며, 인위적으로 탄산 또는 이산화탄소를 주입시켜 반응성이 비교적 낮아 안정한 탄산염화합물로 합성시키는 방법
산화성	산화반응	폐기물에 존재하는 산화성물질에 대해 산화제를 첨가하여 미리 산화시켜 산화성물질의 반응성을 소진시켜 안정화하는 방법
	응집·침전	폐기물에 존재하는 산화성물질의 입자표면의 성질을 활용하여 응집제를 투입하여 응집시키거나 응집된 산화성물질의 침전을 통해 선택적으로 분리하는 방법

표 2. 폐기물의 유해특성별 제거 또는 안정화 방법

*** 폐기물의 유해특성 제거 및 확인시험 연구**

국립환경과학원 자원순환연구과에서는 폐기물의 안전한 관리를 위해 유해특성 제거 기술을 확인하고, 실제 현장(폐기물 처리업, 재활용업 등)에서 사용되는 기술의 적용성 조사연구를 수행 중이다. 한 가지 예로 정유시설에서 배출되는 폐촉매는 자연발화 특성을 가지고 있어 드럼통에 질소 패킹 처리를 통해 산소를 차단하여 사고를 예방하는 것으로 조사되었다. 또한 폐기물 소각시설의 경우 폐유, 폐유기용제, 폐페인트, 폐산, 폐알칼리 등의 유해특성 폐기물은 소량으로 투입하거나 반응성이 낮은 폐기물과 혼합 소각을 통해 인위적 연소방법으로 처리하는 것으로 조사되었다. 특히 로타리킬른 방식의 소각로는 고온의 소각온도를 유지하며, 폭발 등의 내부적 충격에 효과적이라는 현장 관계자의 의견을 확인할 수 있었다.

활성탄을 재활용하는 한 업체에서는 활성탄 회수 과정에서 활성탄에 흡착된 미지의 물질로 인해 나타날 수 있는 유해특성을

제어하기 위해 30~40 %의 수분을 함유시키는 기술을 적용하고 있는 것으로 조사되었다. 물론 일부 유해특성 제거 및 안정화 방법은 아직까지 폐기물의 부피 및 무게의 증가, 잔류물에 대한 유해특성 잠재, 경제성 문제 등으로 인한 효과가 미비하여 현장에서 활용도가 낮은 것으로 평가된다. 따라서 앞으로 안전하고 효율적으로 폐기물의 유해특성을 제거하고 안정화 할 수 있는 연구 및 기술개발이 지속되어야 할 것이다.

지금까지 살펴본 바와 같이 폐기물 관련 사고는 폐기물에 대한 충분한 정보 제공을 바탕으로 한 안전한 시설관리와 작업절차 마련, 안전의식 고취를 통해 충분히 예방할 수 있다. 우리가 조금만 더 현장안전을 위해 노력한다면 사고를 사전에 예방할 수 있을 뿐만 아니라 안전한 재활용 활성화에 기여할 수 있을 것이다. 마지막으로 본 칼럼이 폐기물 관리에 대한 국민들의 신뢰를 높이고, 현장 근로자들의 안전을 지키는 데에 도움이 되길 기대해 본다.

강원권 대기환경연구소 알아보기

글. 대기환경연구과 이승하 연구사



미세먼지에 대한 전 국민의 관심이 높아지면서 이제는 일기예보와 함께 미세먼지 예보나 오존 예보 같은 대기질예보가 우리의 일상 속에 자리잡게 되었다. 깨끗한 공기에 대한 국민의 요구가 커지면서 단순히 미세먼지의 농도만을 알려주는 것이 아니라 우리나라의 대기질에 영향을 미치는 주요 원인이 무엇인지, 과거에 비해 현재 대기질은 어떤 상태인지, 미세먼지를 포함한 대기오염물질이 인체에 얼마나 유해한지에 대한 답을 찾아 대기질을 개선하고자 환경부에서는 다각적인 노력을 해왔다. 그 노력의 일환인 “미세먼지 관리 종합대책”, “미세먼지 비상저감정책”, “미세먼지 계절관리제” 등과 같은 정책을 추진하기 위해서는 현재 권역별 대기질을 정확하게 측정·분석하여 진단하는 단계가 필수적이다. 이렇게 각 권역의 대기질을 진단하고자 구축된 것이 바로 “대기오염측정망”이다. 대기오염측정망은 도시대기측정망과 대기중금속측정망을 포함하여 전국 13종의 측정망이 운영되고 있으며 그 중 대기환경연구소에서는 고해상도 대기질 측정장비를 통해 권역별 대기질을 상시관측하고 있다. 이번 호에서는 국립환경과학원에서 운영하는 대기환경연구소 중 가장 최근에 개소한 ‘강원권 대기환경연구소’에 대해 함께 알아보도록 하자.

* 대기환경연구소란?

대기환경연구소란 「대기환경보전법 제3조(상시 측정등)제1항」 및 「대기환경보전법 시행규칙 제11조(측정망의 종류 및 측정결과보고 등)1항7호」의 “장거리이동대기오염물질의 성분을 집중 측정하기

위한 대기오염집중측정망”에 해당한다. 다른 대기오염측정망과 달리 유인측정소로 운영되고 있으며, 운영주체는 국립환경과학원이다. 권역별 장거리이동대기오염물질의 성분을 상시관측하기 위해 ‘대기오염집중측정소’라는 명칭으로 설립하였지만 권역별 대기질 연구기관의 역할을 강화하고자 2019년 11월 ‘대기환경연구소’로 내부적인 운영 명칭을 변경하였다.

권역별 대기환경연구소의 주요 업무를 살펴보면 첫째, 관측기반 자료를 토대로 고농도 대기오염현상의 원인을 파악하고 과학적 근거자료를 제공함으로써 대기오염정책 수립을 지원한다. 둘째, 권역별 대기오염물질의 거동 파악 및 대기오염 원인 규명 연구를 수행한다. 셋째, 납 등과 같은 유해대기오염물질에 대한 정보를 국민에게 실시간으로 제공하고, 넷째로 초미세먼지(PM_{2.5}) 기준 측정방법을 확인하고, 국가기준측정시스템 운영과 같은 측정장비 검증 및 정도관리 평가를 수행한다.

마지막으로 한미 협력 국내 대기질 공동조사 캠페인(KORUS-AQ)이나 한중일 장거리이동 대기오염물질에 관한 국제 공동연구사업(LTP) 등과 같은 국제 공동 대기환경 연구에 참여하고 있다.

대기환경연구소는 2008년 12월 백령도 대기환경연구소를 시작으로 2009년 광주에 호남권 대기환경연구소와 서울에 수도권 대기환경연구소가 구축되었고, 2010년 대전에 중부권 대기환경연구소가 구축되었다. 그리고 2012년 제주도 대기환경연구소, 2013년 울산에 영남권 대기환경연구소가 구축되어 총 6개 권역 대기환경연구소 체제로 운영되다가

2019년 안산에 경기권 대기환경연구소, 서산에 충청권 대기환경 연구소가 새로이 구축되었다. 그리고 2020년 익산에 전북권 대기환경연구소가 구축되어 본격적으로 시작하였고, 2021년 춘천에

강원권 대기환경연구소가 10번째로 구축되었다. 11번째 대기환경 연구소인 충북권 대기환경연구소는 내년 상반기 청주시에 구축될 예정이다.

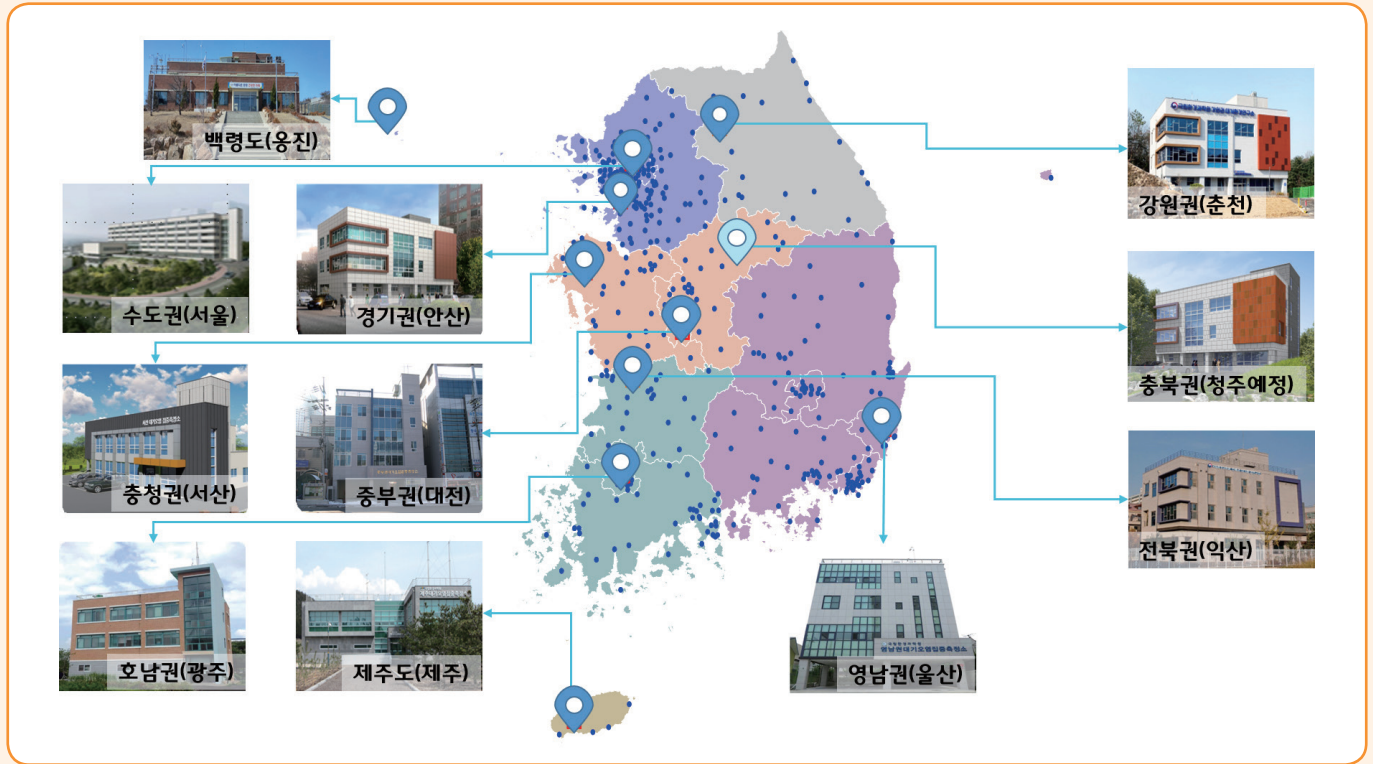


그림 2. 전국 대기환경연구소 현황

*** 강원권 대기환경연구소 소개**

① 일반현황

강원권 대기환경연구소는 강원도 춘천시 동면 만천리에 위치한 건축부지 약 1,980㎡, 연면적 728㎡의 지상 3층 규모로 건립되었으며, 수도권 풍하지역의 대기질 특성 분석을 목적으로 2019년 2월에 부지선정을 하고 2020년 12월에 준공되었다. 강원권 대기환경연구소는 올해 3월 26일 개소식을 가지고 현재는 예비 운영 중이며 오는 10월 중에 본격적으로 가동될 예정이다. 현재 이곳에는 환경연구사 1명과 전문연구원 2명이 근무하며 대기오염물질 상시관측장비 13종을 운영하고 있다.



② 측정항목

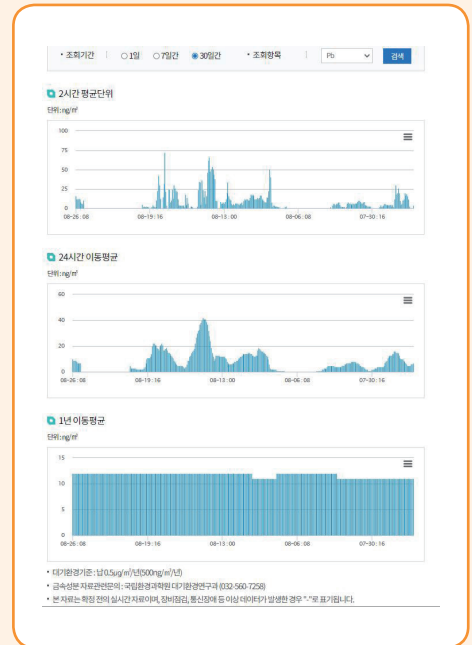
강원권 대기환경연구소에서는 다른 권역별 대기환경연구소와 마찬가지로 강원권 대기질을 크게 대기 중 입자상 대기오염물질과 가스상 대기오염물질로 나누어 측정하고 있다. 입자상 대기오염물질은 미세먼지(PM₁₀)와 초미세먼지(PM_{2.5}) 중량 농도 및 입자의 크기별 개수분포를 측정하고 있다. 그리고 PM_{2.5}의 화학조성을 분석하기 위해 주요 양이온·음이온 성분과 유기탄소·무기탄소 성분, 납이나 칼슘과 같은 미량원소 성분을 측정하고 있으며, PM_{2.5}의 광학특성을 분석하기 위해 산란계수와 흡수계수를 측정하고 있다. 가스상 대기오염물질은 일반적인 도시대기측정소에서 측정하는 이산화황, 오존, 일산화탄소, 질소산화물을 측정하고 있으며, 추가적으로 암모니아 가스도 측정하고 있다. 그 외에 대기 중 미세먼지 시료를 채취하기 위한 입자상 시료채취기를 옥상에서 가동하고 있다.



미세먼지 (금속성분)

상태	측정소명	측정소 주소	측정장
<input checked="" type="radio"/>	백령도	인천 옹진군 백령면 두무진로 362-69	대기환경연구소
<input type="radio"/>	수도권	서울 은평구 진흥로 215	대기환경연구소
<input type="radio"/>	제주권	제주특별자치도 제주시 애월읍 화진안길 20-5	대기환경연구소
<input type="radio"/>	충북권	대전 중구 중앙로 12	대기환경연구소
<input type="radio"/>	호남권	광주광역시 북구 정단과길 208번길 5	대기환경연구소
<input type="radio"/>	영남권	울산광역시 중구 함월20길 98	대기환경연구소
<input type="radio"/>	경기권	안산시 단원구 고잔동	대기환경연구소
<input type="radio"/>	충청권	충청남도 서산시 수서1길 124-1	대기환경연구소

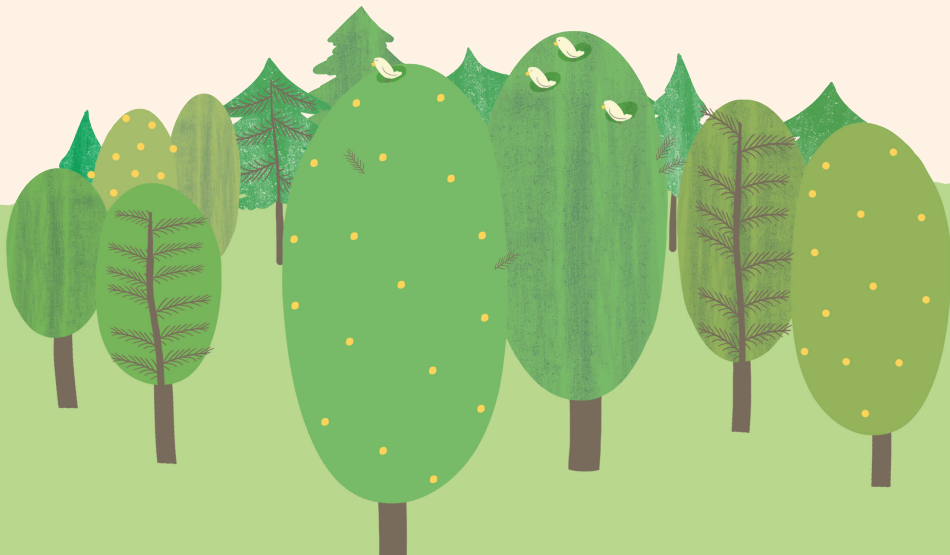
년월일시	측정값 (ng/m ³)		
	2시간 평균	24시간 이동평균	1년 이동평균
2021-08-26:08	16	10	12
2021-08-26:06	12	9	12
2021-08-26:04	12	9	12
2021-08-26:02	13	9	12
2021-08-26:00	12	8	12
2021-08-25:22	8	7	12



③ 강원권 대기환경연구소의 역할

강원권 대기환경연구소는 전국 권역별 대기환경연구소 중 10번째로 구축된 곳으로 미세먼지를 포함한 장거리이동대기오염물질에 의한 강원권의 대기질 특성과 수도권 풍하지역의 대기오염 발생원인을 파악하며, 2차 미세먼지 생성 메커니즘 및 건강영향을 연구하게 될 예정이다. 연구소가 본격 운영되면 측정된 강원권 대기환경연구소의 자료 중 PM_{2.5} 내 미량 원소성분(칼슘, 납, 망간, 니켈, 아연)은 에어코리아(www.airkorea.or.kr)를 통해 실시간으로 공개될 예정이다. 또한 매년 발간되는 “대기환경연구소 연간 운영결과보고서”를 통해 강원권 대기환경연구소를 포함한 권역별 대기환경연구소의 측정자료를 분석한 결과를 확인할 수 있다. 이외에도 강원권 대기환경연구소는 강원대학교와의 연구협력 협약을 체결하여 대기환경분야의 연구기능 강화를 위해 학계와의 긴밀한 협력체계를 구축하고 있다. 올해 개소한 강원권 대기환경연구소는 실시간 대기오염물질 관측자료를 기반으로 강원권 대기질 현황 및 대기오염 원인규명 연구와 수도권 풍하지역의 대기질 특성 연구를 통해 지역사회와 소통하는 강원지역 거점 연구기관으로 자리잡고자 한다.

문의: 033-910-2700 (lsh0707@korea.kr)



기후변화대응의 새로운 전환점, 수소연료전지자동차

글. 교통환경연구소 정환수 연구사



2015년 채택된 파리기후변화협정에 따라 신기후체제가 출범하였고, 2020년 이후부터 전 세계적으로 예외 없이 기후변화에 대응해야 하는 시대가 도래하였다. 국제사회는 산업화 이전 수준과 비교해 지구의 평균온도 상승을 2°C 이내보다 낮은 수준인 1.5°C 이내로 제한하기 위해 온실가스 배출량을 획기적으로 줄여야 하는 시대적 의무를 가지게 되었고, 이는 지난 수십 년간 화석연료가 주도해온 기존의 에너지 구조에 온실가스 감축이라는 커다란 과제를 던지는 것이었다. 유엔(UN)은 파리협정에 따라 각국이 제출한 자발적 감축목표를 충실히 이행하더라도 2°C 상승 목표 달성이 어려울 것이라 분석하였고, 기후변화대응에 대해 전 세계의 더욱 적극적인 동참을 촉구하고 있다. 온실가스 감축을 위한 다양한 노력 중 하나로써 수소연료전지자동차 보급과 수소 충전 인프라 확대가 기후변화대응의 핵심 키(Key)가 될 수 있다.

수소연료전지는 수소가 공기 중 산소와 반응하여 물을 만드는 과정에서 발생하는 전류를 에너지원으로 사용한다. 보통 하나의 연료전지 셀에서 생산되는 전기의 전압은 대략 0.7~1.1볼트 정도이고, 연료전지 스택은 이러한 연료전지 셀들로 구성된다. 연료전지에서 생산된 전기는 이후 배터리에 저장되고 전기자동차와 동일한 방식으로 차량을 움직이게 한다. 현재의 수소연료전지자동차는 1회 충전으로 600km 이상을 주행할 수 있고, 휘발유 1리터에 해당하는 열량으로 대략 30km 이상을 달릴 수 있다고 보고되고 있어, 현재 생산되는 휘발유자동차와 비교하였을 때 성능 면에서 매우 뛰어나다. 그러나 수소연료전지의

화학반응 과정에서 발생하는 이온 교환수지의 물리적·화학적 변형은 곧바로 연료전지의 성능 저하로 이어지기 때문에 수소연료전지자동차의 성능을 계속 유지하기 위해서 높은 내구성의 연료전지 개발이 필요하다.

수소연료전지자동차의 보급이 확대되는 것과 발맞추어 수소의 대량 생산과 저장, 운반을 위한 인프라 확대도 반드시 병행되어야 한다. 수소를 만드는 방법에는 천연가스 등 화석연료의 개질을 통하여 추출하는 방법과 물을 분해하여 추출하는 방법 등이 있고, 에너지원으로 원자력이나 태양광, 풍력 등 신재생에너지로부터 발생한 전기를 사용하는 방법과 화석연료를 사용하는 방법 등이 있다. 최근에는 수소 생산 과정에서 발생하는 이산화탄소를 포집하여 활용하거나 저장하는 기술인 블루수소 생산 기술이 전 세계적으로 도입되기도 하였다. 또한 신재생에너지에서 발생된 전기로 물을 분해하여 수소를 제조하는 방법(그린수소)은 이산화탄소를 전혀 배출하지 않아서 전 세계가 주목하고 있으며, 생산 비용을 줄이기 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다. 향후 수소에너지 시대로의 대전환을 위해서 최종적으로는 저렴한 비용으로 그린수소를 대량 생산할 수 있는 기술을 확보해야 할 것이다.

수소 저장방법에는 고압저장과 액화저장, 고체를 이용한 흡착저장 방법 등이 있다. 수소는 지구상에서 가장 가벼운 원소이고, 무게당 사용할 수 있는 에너지의 양이 휘발유보다 크다. 하지만 부피당 에너지의 양은 액화를 하더라도 휘발유보다 작아 휘발유와 같은 양의 에너지를 갖는 수소를

저장하기 위해서는 휘발유 보다 큰 용기가 필요하다. 수소저장 용기는 고압을 유지해야 하므로 용기가 커서 무게가 무겁고, 액화를 위해 -250°C 이하의 저온을 계속 유지하기 위해 많은 에너지도 소모된다. 한편 금속이 수소를 잘 흡수하고 가열하면 쉽게 방출하는 특성을 가진 점을 활용하여 금속에 수소를 흡수, 저장시키는 방법도 있다. 사용되는 합금 특성에 따라서 액체수소와 비교하여 더 많은 수소를 저렴하게 저장할 수 있어 현재 고체 저장에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

개인적으로 지난 25년간 내연기관자동차에서 배출되는 오염물질과 온실가스를 줄이기 위한 방법을 찾기 위해 많은 시간과 노력을 들여왔다. 국립환경과학원 교통환경연구소에서 새로 맡은 업무는 지금까지 해온 연구와 완전히 다른 생소한 분야로 낯선 한편 기대도 된다.

수송분야의 온실가스 감축방법으로 수소연료전지자동차의 보급을 확대하고, 그린 또는 블루수소를 생산하고 저장할 수 있도록 구조적 생태계를 만드는 것은 탄소배출량을 현저하게 줄이는 확실한 방법이다. 높은 내구성과 효율성을 갖는 수소연료전지 기술 확보를 위해 대기 중 오염물질과 수소연료전지의 내구성 간의 상관관계를 규명하여 이를 극복할 수 있는 새로운 대안을 제시하고, 탄소제로를 넘어 마이너스 배출(네가티브 배출)이 가능하도록 이산화탄소 포집·활용 기술과 그린수소 생산 기술의 융·복합 및 탄소제로가 가능한 새로운 수소 저장 방안 등을 기술적, 정책적으로 구체화하여 “어떻게 자동차에서 나오는 오염물질과 온실가스를 줄일 수 있을까?”라는 질문에 대한 해답을 비로소 찾을 수 있게 되길 기대한다.

문의: 032-560-7652 (johnchong@korea.kr)



국내 환경 시험·분석 방법 2종, 국제표준으로 제정

글. 환경측정분석센터 유은진 연구사

국립환경과학원은 국제표준화기구(ISO*)에 제안한 국내 환경 시험·분석 방법 2종이 국제표준으로 최종 승인되어 9월 17일 발간됐다고 밝혔다. 국제표준으로 제정된 국내 환경 시험·분석 방법 2종은 정부의 표준개발 지원사업을 통해 개발된 ‘토양 중 화약 관련 성분 정량방법(ISO 11916-3)’과 ‘수질 조류독소 분석법(ISO 22104)’이다.

‘토양 중 화약 관련 성분 정량방법’은 서울대 농생명과학공동기기원 소속의 이군택 교수가 지난 2018년 국제표준화기구에 제안한 후 3년간 논의와 검증을 거쳐 올해 8월에 최종 승인되어 이번에 발간됐다. 이 국제표준은 정밀 분석 장비인 액체크로마토그래프-질량분석기(LC-MS/MS)**를 사용하여 화약류와 관련된 화합물을 분석하는 절차를 정립했으며, 화약류에 오염된 부지를 정밀하게 진단하는 방법을 제시하는 등 토양 정화사업 활성화 유도 측면에서 중요하다.

‘수질 조류독소 분석법’은 2016년 국립환경과학원을 통해 국제표준화기구에 제안된 이후, 국제전문가들이 4년 4개월간 논의와 수정·개발 과정을 거쳐 올해 7월 최종 승인되어 발간됐다. 이 국제표준은 조류독소의 정밀한 분석이 가능해 앞으로 세계 여러 나라의 물 관리에 유용하게 이용될 것으로 기대된다.

한편 이번에 발간된 2종의 표준 외에도, ‘공기청정기의 부유공팡이 저감 성능평가 방법’과 ‘페트병 라벨의 분리 용이성 평가 지침서’ 등 국립환경과학원을 통해 제시된 2종의 신규표준안이 올해 1월과 8월에 각각 국제표준화기구 회원국 투표를 통해 승인됐으며, 국제표준으로 개발 중에 있다.

신선경 국립환경과학원 환경기반연구부장은 “토양, 수질 등 생활에 밀접한 환경 분야의 국내 시험·분석 방법을 국제표준으로 제정하여 국가경쟁력을 입증한 사례로 이후 국가표준(KS) 등으로 도입하여 적극 활용할 수 있다”라며, “올해 하반기부터 시작되는 국제 환경표준 전문가 육성 교육***을 통해 각계 환경기술 전문가의 표준개발 역량을 강화하겠다”라고 말했다.

* 국제표준화기구(International Organization for Standardization)로 현재 165개국에 가입되어 있으며 각 국가의 표준 관련 정부·기관이 참여하여 표준을 개발함

** 혼합물에서 목적물질을 분리하여 양을 측정하는 분석방법으로 복잡한 매트릭스 내에서 고감도로 정량이 필요한 경우 즉, 환경 중 미량물질 분석 등에 활용됨

*** 표준개발자 대상 국제 표준문서 작성법 및 표준개발 단계별 맞춤형 교육으로 2021년 11월부터 시행 예정



New Proposal

Working Draft

Committee Draft

Draft International Standard

Final Draft International Standard

International Standard

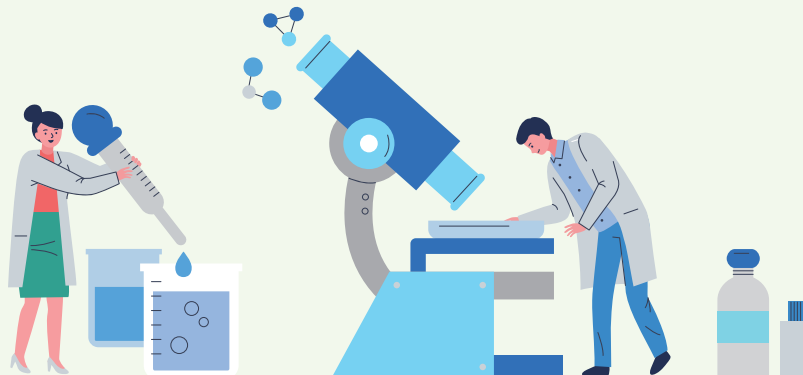
□ 필수단계

* 선택단계

	6단계	목적	투표 기한	승인조건 및 확인사항
1	제안단계 NP	신규 프로젝트 제안	<ul style="list-style-type: none"> • 12주 투표 기한 • 8주 내 투표 가능 • 수정(revision)&개정(amendments) 관련 TC/SC 결의서 	<ul style="list-style-type: none"> • P회원 투표 참여 수 중 과반수($\frac{2}{3}$) 이상 찬성 • P회원 17개국 이상 5개국 찬성 및 전문가 추천 • P회원 17개국 미만 4개국 찬성 및 전문가 추천
2	준비단계 WP*	작업반 내 전문가 합의	<ul style="list-style-type: none"> • 투표 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • 회원 중 참여 전문가 선정
3	위원회단계 CD*	위원회 합의	<ul style="list-style-type: none"> • 8주 투표 기한 • 12 or 16주 투표 가능 • 투표 절차 생략 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • P회원 투표 참여 수 중 과반수($\frac{2}{3}$) 이상 찬성
4	질의단계 DIS	ISO 회원기관 합의	<ul style="list-style-type: none"> • 8주 번역 • 12주 투표 	<ul style="list-style-type: none"> • 투표 회원국 중 과반수($\frac{2}{3}$) 이상 찬성 • 투표 회원국 중 $\frac{1}{4}$ 이하 반대 • 기술적 코멘트 및 조건부 찬성 목적 투표 금지
5	승인단계 FDIS*	찬성/승인 투표	<ul style="list-style-type: none"> • 투표 절차 생략 가능 • 8주 투표 기한 	<ul style="list-style-type: none"> • 투표 회원국 중 과반수($\frac{2}{3}$) 찬성 • 투표 회원국 중 $\frac{1}{4}$ 이하 반대 • 기권 투표는 카운팅 하지 않음 • 기술적 코멘트 및 조건부 찬성 목적 투표 금지
6	발간단계 IS	ISO 국제투표 발간		<ul style="list-style-type: none"> • 시정 및 오류사항 수정 • 6주 이내 발간

ISO 제·개정 절차(총 6단계)

문의: 032-560-8391 (ejyoo@korea.kr)



환경시료은행 국제회의 개최... 독일 등 11개국 전문가 참여

글. 자연환경연구과 이장호 연구관

국립환경과학원은 9월 28일부터 30일까지 독일 연방환경청, 미국 국립표준기술연구소 등 11개국*의 환경시료은행 담당자 및 전문가 40여 명이 참여하는 '제6차 환경시료은행 국제회의'를 송도센트럴파크호텔(인천 연수구 소재)에서 온라인 화상회의 방식으로 개최했다.

이번 국제회의에서는 각국의 담당자들이 환경시료 초저온 보관 기법을 비롯한 다양한 자국의 경험과 환경오염 분석 활용사례 등을 공유하고, 국경을 넘어 오염을 일으키는 잔류성오염물질**에 대응하기 위한 협력 방안 등을 논의했다.

회의는 환경시료은행의 ① 설립과 운영 ② 활용 ③ 역할 및 도전을 큰 주제로 하여 총 7개의 소주제로 구성됐다.

제1주제 '환경시료은행 운영'에서는 1960~1970년대에 선발 주자로 환경시료은행을 설립한 스웨덴 및 독일, 2000년대에 후발 주자인 우리나라와 중국이 환경시료은행 운영 경험과 현황을 소개했다. 제2주제는 '초저온 저장 시료의 안정적인 관리방안'으로 미국 국립표준기술연구소, 프랑스 및 우리나라 환경시료은행 등의 기술을 논의하고 공유했다.

제3주제와 4주제에서는 '초저온 보관 시료의 활용' 측면에서 수십 년간 수집한 시료로 환경오염의 과거 실태를 역추적하고, 생태계의 먹이사슬을 거쳐 오염물질의 축적성을 평가한 이탈리아, 독일, 스페인 등의 사례를 짚어보고, 활용방안 등을 논의했다.

제5주제는 '환경시료은행의 도전 과제'로써 환경시료를 활용한 '비표적 분석법'과 '환경유전자(eDNA) 분석법' 등 최신 기술의 접목 가능성에 대해 독일 연방환경청 등에서 발표했다. 제6주제인 '오염물질 관리정책에서 환경시료은행의 역할'에서는 유럽연합과

일본, 우리나라가 자국의 사례를 발표하고, 마지막 7주제에서는 각국 환경시료은행 간의 협력강화 방안을 깊이 있게 논의했다.

유명수 국립환경과학원 환경자원연구부장은 "이번 회의를 계기로 환경시료를 활용한 오염물질의 생태계 축적과 영향을 분석하고, 이를 통한 오염물질 관리정책 수립의 지원방안을 모색하는 한편, 각국 환경시료은행 간 공동협력도 적극 추진해 나가겠다"라고 밝혔다.



* 한국, 중국, 일본, 독일, 스웨덴, 핀란드, 프랑스, 스페인, 이탈리아, 미국, 캐나다

** 독성·잔류성·생물농축성·장거리이동성을 갖는 오염물질(수은, 농약류 등)

문의: 032-560-7590 (ficedula01@korea.kr)

YES4U

Quiz



국립환경과학원의 이모저모 많이 구경해보셨나요?

여기서 잠깐! 지난 9월호 소식지를 보신 분이라면
누구나 맞출 수 있는 퀴즈, 나갑니다!

QUIZ

자체적으로 신에너지 및 재생에너지를
생산하여 쓰고 남은 전력은 비가동 시
사용했던 외부의 에너지를 되갚음으로써
실제로 외부에서 유입되는 에너지가
제로(0)가 되는 이 건물은 무엇일까요?

- ① 자체생산건물
- ② 탄소제로건물
- ③ 자연주의건물



정답을 아시는 분은 국립환경과학원 공식 블로그(blog.naver.com/nier7078)의 **[소식지 이벤트]** 게시물에 정답을 비공개 댓글로 남겨주세요! 3명을 추천하여 소정의 기념품을 보내드립니다. (※ NIER 블로그와 서로이웃 맺고 댓글로 친구를 소환하면 당첨률 UP!)



국립환경과학원은
보다 많은 여러분과 소통하고 싶습니다^^

소식지에서 보고 싶은 내용이나 잘못된 내용 정정 등
자유롭게 개선 의견을 보내주세요.
소중한 의견을 보내주신 분들께는 홍보팀에서 준비한
소정의 선물을 드리겠습니다.

