

국의 화성 탐사팀은 ‘화성 심층부 및 전리층 음향탐사 레이더(MARSIS·Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding)’를 이용해 화성 표면으로부터 약 1.5 km 깊이에 액체 상태의 물이 호수처럼 존재함을 간접적으로 확인했습니다.^{doi: 10.1126/science.aar7268} 2019년 9월에는 외계행성 ‘K2-18 b’의 대기에서 수증기가 처음 관측되기도 했습니다. 하지만 이 행성이 슈퍼지구의 자격을 갖추고 있는지에 대해서는 여전히 논쟁 중입니다.^{doi: 10.1038/s41550-019-0878-9}

비소를 이용해 살아가는 박테리아 발견?

인(P)의 기원과 우주에서의 분포를 탐구하는 것도 중요한 단서가 될 수 있습니다. 인은 에너지를 저장하고 운반하는 데 필수적인 ATP와, 유전정보를 담고 있는 DNA의 핵심 구성 원소이기 때문입니다. 세포막과 신경조직을 구성하는 인지질의 주요 구성 원소이기도 하고요.

최근에는 일부 과학자들이 인과 화학적 성질이 유사한 비소(As)도 외계 생명체의 단서로 보고 있습니다. 사실 과거에는 비소가 크게 주목받지 못했습니다. 비소가 세포 소기관 작동에 장애를 일으키고 질병을 유발하는 생명체에 해로운 원소로만 알려져 있었기 때문입니다.

그런데 2010년 NASA 연구팀이 DNA 같은 생체분자에 인 대신 비소를 쓰는 박테리아인 ‘GFAJ-1’을 발견했다고 주장하면서 비소 기반 생명체의 가능성이 새롭게 조명됐습니다. 비록 19개월만에 반박 연구가 나와 비소 박테리아 발견은 해프닝으로 끝났지만, 이는 단순히 탄소 기반 생명체에만 초점을 맞춰 외계생명체를 찾는 것이 매우 좁은 시야일 수 있음을 일깨워줬습니다.



수은은 왜
우리 몸에
위험한가요?

06

A



장홍제 교수가 답하다

상온에서 액체 상태로 존재하는 유일한 금속 원소인 수은(Hg)은 인체와 환경에 미치는 유해성을 제외한다면 굉장히 매력적인 원소입니다. 수은의 영어 이름은 ‘머큐리(Mercury)’로 태양계 행성인 수성의 이름과 같은데요. 수은이 상온에서 흐르는 특성과 공전 속도가 태양계 행성 중 가장 빠른 수성의 특성이 유사하다고 해서 붙여진 이름입니다. 원소기호인 Hg는 라틴어 ‘하이드라기룸(Hydragyrum·빠르게 흐르는 은이라는 뜻)’에서 왔습니다.

수은은 화학이라는 학문 분야가 기틀을 잡기 전인 고대와 중세시대부터 많은 사람들의 흥미와 관심을 끌었습니다. 대표적인 인물이 중국 대륙을 최초로 통일한 진시황입니다. 진시황은 수은을 불로장생을 이뤄줄 약으로 믿고 과도하게 복용했다가 수은 중독으로 숨진 것으로 알려져 있습니다. 당시에는 수은의 안정성 기준이나 인체 영향이 체계적으로 밝혀지지 않았던 탓입니다.

유기수은, 중추신경계에 문제 일으켜

과거 중국에서 불로장생의 약인 ‘단’을 제조하는 연단술을 탐구하던 도교도사들은 진사(cinnabar)라고 불리는 붉은 빛의 황화 수은(HgS) 광석을 처리하면 액체 금속인 수은을 얻을 수 있다는 사실을 알고 있었습니다. 붉은 광석으로부터 은백색의 흐르는 금속이 얻어진다는 사실은 당시 화수목금토 다섯 가지 근원으로 세상이 이뤄졌다고 구분하던 오행 기반 사상에 다양성을 부여하는 계기로 작용했습니다. 불로장생을 갈망하던 진시황을 비롯한 통일 중국의 황제들은 매력을 느낄 수밖에 없었죠.

게다가 수은 화합물은 피부에 바르면 빠르게 흡수되면서 부분적인 근육 경직과 미백 효과를 보여 마치 회춘한 듯한 착각을 일으켰습니다. 때문에 초기 중국 황제들은 수은을 먹거나 바르는 행위를 반복했습니다. 진시황릉에 수은이 흘렀을 것으로 추정되는 연못이 건설된 사실만으로도 진시황이 수은에 얼마나 집착했는지 알 수 있습니다.

하지만 이는 수은 중독이라는 비참한 결과를 가져왔습니다. 수은이 인체에 중독 증상을 일으키는 과정은 수은의 형태에 따라 몇 가지로 나뉩니다. 금속 상태의 수은인지, 염 형태의 수은인지, 유기수은 화합물인지에 따라 차이가 있습니다.

금속 상태의 수은은 피부에 접촉하는 것만으로는 급속도로 흡수되거나 중독을 일으키지는 않는다고 알려져 있습니다. 기화돼 호흡을 통해 체내로 유입되는 빈도가 더 높기 때문에 금속 수은에 노출되더라도 빠르게 대처하면 심각한 중독이 발생하지는 않습니다.

반면 염 형태의 수은은 체내에 빠르게 유입돼 위험합니다. 수은은 인체의 필수 무기질 중 하나인 셀레늄(Se)의 대표적인 길항(antagonism·두 가지 약



QR코드를 스캔하면
수은의 특징과 숨은
이야기를 다룬 대한화학회의
영상을 볼 수 있습니다.



수은(Hg)

상온에서 액체 상태로 존재하는 유일한 금속. 인체에 중독 증상을 일으켜 납(Pb), 카드뮴(Cd)과 함께 대표적인 유해 중금속으로 꼽힌다. 표면장력, 전기전도성 등이 독특해 과거에는 무기약품, 온도계, 치아 치료용 합금, 전지 등에 다양하게 쓰였다. 최근에는 독성 때문에 다른 원소로 대체되는 추세다.

물 또는 물질이 서로 효과를 소멸시키는 현상) 물질입니다. 수은이 체내에 들어가면 셀레늄이 포함된 효소의 기능성이 사라져버리죠. 셀레늄이 핵심 역할을 하는 효소들은 대표적인 항산화 물질인 아스코르브산(비타민 C)이나 토코페롤(비타민 E)의 재생에 관여합니다. 즉, 이것들이 사라지면 체내에 활성산소가 쌓입니다. 활성산소는 매우 높은 반응성을 갖는 산소로, 주위의 세포나 유전물질 등 다양한 핵심 유기질에 돌연변이나 변성을 유발해 급격한 노화나 암, 세포 사멸을 일으킵니다. 특히 산소 소모가 많은 뇌와 같은 장기는 복구 불가능한 손상을 입을 수 있습니다.

유기화합물에 수은이 포함된 상태인 유기수은은 더욱 즉각적인 문제를 유발합니다. 신경세포의 핵심 요소인 미엘린(myelin)에 면역 작용을 유발해 신경계에 문제를 일으킵니다. 이로 인해 감각 이상이나 가려움, 통증, 피부박리가 발생하며 후천적인 장애나 뇌 장애도 일으킬 수 있습니다.

수은 대체할 액체 금속 나올까?

수은의 인체 및 환경에 대한 위험성이 점차 밝혀지면서 오늘날에는 인체와 수은의 직접 접촉을 금지하고 있습니다. 하지만 불과 몇십 년 전까지만 해도 수은으로 인한 사고가 지속적으로 발생했습니다. 수은이 한편으로는 다른 원소로는 대체할 수 없는 유용한 특성들을 가지고 있기 때문입니다. 가령 상온에서 액체로 존재한다는 특징은 기압계나 온도계를 비롯한 측정 기기를 만드는 데 유용하게 쓰입니다.

실제로 산업혁명 시대에는 수은 화합물을 사용하다가 중독된 사람이 많았습니다. 또한 1950년대 후반 일본 구마모토현 미나마타시에서는 유기수은의 한 종류인 메틸수은(Methylmercury)이 농축된 어패류를 섭취하고

수천 명이 집단적으로 ‘미나마타병(Minamata disease)’에 걸리는 사고도 있었습니다. 인근 화학 공장에서 메틸수은을 바다로 무단 방류해 빚어진 결과였습니다.

과학자들은 수은을 대체할 수 있는 물질을 개발하기 위해 노력하고 있습니다. 갈륨(Ga), 인듐(In), 주석(Sn)을 섞어 수은과 유사한 액체 금속 특성을 보이면서도 인체 독성은 없도록 만든 갈린스탄(Galinstan) 합금이 대표적인 사례입니다. 환경보전과 인류 미래를 위한 화학자들의 노력은 계속되고 있습니다.

Q

리튬처럼
약으로 쓰이는
원소가 있나요?

07