

예측에 의한 실험으로 이뤄지고 있습니다. 화학자뿐만 아니라 수학자, 물리학자도 힘을 합쳐 미개척지를 향해 도전하고 있습니다. 비록 새로운 원소가 안정성이 낮고 존재 가능성이 희박하더라도, 그래서 실생활에 활용할 기회가 아주 적더라도 인공원소 연구가 높은 가치를 인정받는 이유가 바로 여기에 있습니다.



아스타틴은
실제로 만들어진 적이
있나요?

11



장흥제 교수가 답하다

‘지각에 가장 미량 존재하는 원소’. 17족 할로젠에 속해 있는 6주기 원소 아스타틴(At)을 칭하는 말입니다. 아스타틴은 지구 대기 중에 오직 0.0000087% 존재하는 제논(Xe)보다도 찾아내기가 더 힘들었습니다. 결국 과학자들은 아스타틴을 직접 만들어 아스타틴이 실제로 존재할 수 있는 지를 밝혔습니다.

아무도 본적 없는 원소

주기율표상의 원소를 모두 찾아낸 화학자들은 지각에 존재하는 원소들 가운데 가장 무거운 우라늄(U)보다 더 무거운, 더 높은 원자번호를 갖는 원소를 찾아내고자 했습니다. 원소를 인위적으로 만들어내는 것은 그중 하나의 방법이었습니다.

인류가 첫 번째로 만들어낸 인공원소는 테크네튬(Tc)입니다. 테크네튬은 모든 동위원소가 방사성 붕괴를 하는 원소로, 가장 긴 반감기가 약 420만 년에 불과합니다. 지구가 탄생한지 오랜 시간이 흘렀기 때문에 거의 모두 붕괴돼 지각에서는 발견하기 힘든 원소죠.

그리고 인류가 두 번째로 만들어낸 인공원소는 넵투늄(Np)이었습니다. 1940년 미국 연구팀은 우라늄에 중성자를 충돌시켜 우라늄보다 더 무거운 원소를 만들어냈습니다. 천왕성(Uranus)에서 이름을 딴 우라늄보다 하나 더 뒤에 있는 원소라는 의미에서 해왕성(Neptune)에 착안한 이름을 지었습니다. 우라늄보다 더 큰 원자번호를 갖는 원소들을 초우라늄 원소라 칭하는데, 넵투늄은 첫 번째 초우라늄 원소입니다.

그리고 세 번째 인공원소가 바로 아스타틴입니다. 아스타틴 역시 존재량이 극히 적어 자연계에서는 발견되기 힘든 원소입니다. 과학자들은 아스타틴과 유사한 성질을 가지는 원소가 있을 것이라 예상하고, 주기율표상 아이오딘(I)의 바로 아래 빈칸에 자리를 비워놨습니다.

그렇게 한참의 시간이 흘러 아스타틴은 1940년 미국 연구팀이 비스무트-209(²⁰⁹Bi)에 고에너지 알파입자(원자번호 2번인 헬륨의 원자핵, 전자를 모두 잃어버린 상태를 의미함)를 충돌시키는 과정에서 처음으로 발견됐습니다. 가장 안정한 동위원소의 반감기가 단 8.1시간에 불과한 아스타틴은 눈 깜짝할 사이에 사라져 버렸습니다. 아스타틴의 이름은 ‘불안정함’을 뜻하는 그리스어 ‘astatos’에서 유래했습니다.

아스타틴은 그 양이 굉장히 적어서 이제까지 만들어진 원소를 모두 합쳐도 0.000001 g에 불과할 것이라고 합니다. 밀도, 녹는점, 끓는점 등의 물리적 성질들도 아직 완벽하게 분석하지 못해 추정값만 존재합니다. 외형은 금속성을 보이는 검은색 고체 형태일 것으로 예상되나 아직 눈으로

관찰한 사람은 아무도 없습니다. 아스타틴이 실제로 만들어졌다는 사실도 간접 실험을 통해 알아낸 것이 전부입니다. 합성된 아스타틴을 동물에게 주입했을 때 아이오딘과 유사하게 갑상선에 누적되는 독특한 현상이 일어나는 것을 보고 그 존재를 간접적으로 확인했을 뿐입니다.

아스타틴은 생산량이 매우 적고, 반감기가 짧으며(빨리 사라지며), 붕괴할 때 방사선을 내뿜어 사용 분야가 극도로 제한적이지만, 화학자들은 아스타틴의 방사선을 이용해 병을 진단하거나 항암 치료에 활용할 방법을 열심히 찾고 있습니다.

지구에 존재하는 아스타틴은 단 25 g

테크네튬, 넵투늄, 아스타틴 등 인간이 만들어낸 3가지 원소는 매우 극소량이지만 자연계에도 존재합니다. 검출이 어려울 뿐이죠. 테크네튬의 경우 1952년 적색거성의 선 스펙트럼(원소의 종류에 따라 특정한 파장의 빛이 관찰되는 특성)에서 그 존재가 밝혀졌습니다. 지구상에서도 역청우라늄석(pitchblende)을 들여다보면 암석 내부 우라늄이 핵분열을 일으켜 생겨난 테크네튬이 함유돼 있습니다.

넵투늄 역시 우라늄을 이용하는 원자력 발전의 부산물에서 찾아볼 수 있습니다. 테크네튬과 마찬가지로 역청우라늄석에 자연적으로 생성된 넵투늄이 존재한다는 사실이 1952년 확인됐습니다. 넵투늄은 원자력 전지로 사용하기 위한 플루토늄-238(^{238}Pu) 재료나 중성자 검출 장치에 쓰입니다.

아스타틴은 또한 우라늄과 토륨(Th)의 방사성 붕괴 과정에서 생성되기 때문에 매우 적은 양이지만 지각 속에 자연적으로 존재하고 있습니다. 하지만 지구에 존재하는 아스타틴을 전부 모아도 약 25 g에 불과할 것으로



아스타틴(At)

지각에 가장 미량 존재하는 원소. 대부분 비스무트에 헬륨 원자핵을 충돌시켜 인공적으로 만든다. 매우 불안정해 30여 개 동위원소가 모두 방사성 붕괴를 한다. 이때 가장 안정한 동위원소의 반감기가 8.1시간에 불과하다. 질병 진단용 방사선 치료 등에 활용될 전망이다.

추정됩니다.

이렇게 광석에 포함된 초우라늄 원소를 검출하는 것은 사실상 불가능한 일입니다. 극미량 존재하고 반감기가 짧기 때문입니다. 미지의 원소를 찾으려는 관심과 열정은 원소를 새롭게 합성하고 분석하는 연구 분야를 열었습니다. 지금 이 순간에도 새로운 원소의 존재 가능성과 의미를 찾는 노력은 계속되고 있습니다.



미지의 원소가
새로운 원소인지
어떻게 알 수 있나요?

12