

폐수에서 인(Phosphorus) 추출기술 개발

네덜란드 Grontmij

고갈되고 있는 자원의 하나인 인(Phosphorus)은 농작물 재배에 사용하는 비료에 함유되어 식물의 성장을 촉진하는 성분이다. 동시에 신체의 일부분인 뼈를 구성하는 중요한 요소이기도 하다. 전문가들은 인의 수요가 증가로 20년 안에 고갈 현상이 시작되어 50년~90년 후에는 완전히 고갈될 것으로 예상하고 있다. 이런 심각한 상황임에도 불구하고 많은 양의 인이 포함된 폐수는 활용하지 못한 채 그대로 버려지고 있다. 이러한 점에 착안한 네덜란드의 그론티메이(Grontmij)사는 하수처리장의 폐수에서 인을 추출하는 기술을 개발하였다. 이 기술을 통해 인이 매장되어 있지 않은 많은 국가는 인의 수입의존도를 낮추고 폐수 재활용으로 부가가치를 창출하는 두 마리 토끼를 잡을 수 있을 것으로 전망된다.

인 자원의 고갈현상으로 자원 확보 대책 강구 시급

인이 포함되어 있는 인 광석(phosphate rock)은 6개국 정도에 대부분 매장되어 있다. 전체 인광석의 32%가 모로코에 매장되어 있고, 서사하라, 남아공, 요르단, 러시아, 중국, 미국 등이 인 광석 매장량이 많은 지역이다. 더 복잡한 부분은 인 보유국들의 인 광석 반출 억제정책이다. 중국의 경우 130억 톤의 풍부한 인 광석을 보유하고 있지만 135% 수출관세를 부과하고 있다. 중국은 자국 인 광석을 우선적으로 확보하기 위해 미국과 같은 보유국에서 꾸준히 인을 수입해 자국 비축물량을 늘리고 있다. 이런 추세를 볼 때 앞으로 인 광석 확보는 갈수록 어려워질 것으로 보인다.

폐수에 함유된 인의 이동과정

인은 석유등의 화석연료와 다른 성질도 가지고 있다. 화석연료는 연소하면 기존 구조가 변형되어 사라지지만 인은 형태가 변할 뿐 사라지지 않는다. 인을 소비하면 이후 식물이나 동물, 인체에 들어왔다가 폐수나 토양에 머물게 된다. 따라서 재처리를 통한 활용도가 높은 편이다.

폐수로 하수처리장에 흘러들어오는 물의 80% 정도는 사람의 몸에서 배출된다고 한다. 나머지는 생활하수와 공업폐수이다. 육류, 채소류를 통해 인체에 섭취된 인은 배출된 후 생활하수, 빗물, 공업폐수와 함께 하수도를 통해 하수처리장에 모여든다. 하수처리장의 정수시설은 인을 비롯하여 지표수내 영양소를 최저 수준으로 유지하는 것을 목표로 한다. 이 정수과정에서 인은 생물학적 또는 화학적 제거법(인을 함유한 슬러지에 철분이나 알루미늄 성분을 첨가)을 통해 정수슬러지에 안착하게 된다.

이 슬러지(침전물)는 정수된 지표수가 오염되지 않게 물 바깥으로 운반되고 건조 후 소각한다. 이러한 과정은 물을 정화하는데 꼭 필요하지만 많은 비용이 들어간다. 한편 정수 과정에서 걸러지지 않은 인 성분은 정수된 폐수에 포함되어 지표수에 다다르게 된다.

인 결정의 품질유지가 관건

현재 폐수에서 인 성분을 분리하는 방법은 크게 세 가지가 있다. 첫 번째 방법이 화학적 인 성분 제거법이다. 이는 어느 정도의 성과가 있지만 제거를 통해 생성되는 불순물은 또 다른 처리과정이 필요하다는 불편함이 있다. 함유되어 있는 인 성분을 추출하기가 어려운 것이다. 두 번째 방법은 슬러지를 소각한 후 그 재를 인 광석과 혼합해 인을 추출하는 방법이다. 이 방법은 인 광석과 혼합할 수 있는 조건의 슬러지가 흔하지 않아 활용도가 낮다는 점이 단점이다. 마지막으로 인 성분을 결정으로 만드는 결정화를 통한 추출 방법이다. 이 과정은 현재 기술적으로 결정의 품질을 조절할 수가 없는 상태로 순도가 떨어지거나 비료 제조에 사용할 수 있는 조건을 충족하지 못하는 문제점이 있다.

인 성분 추출에서 가장 중요한 조건은 인이 포함된 결정(스트루바이트, Struvite)이 일정한 품질을 유지하고 충분한 순도와 물리적 조건을 갖추는 것이다. 수자원, 에너지 분야 컨설팅기업인 그론티메이(Grontmij)사는 결정화 추출법을 발전시켜 이러한 조건을 모두 만족하는 기술을 개발하였다.

결정형태로 만들어진 인



출처 : Grontmij

그론티메이사의 혁신기술, 상용화를 위한 프로젝트 진행 중

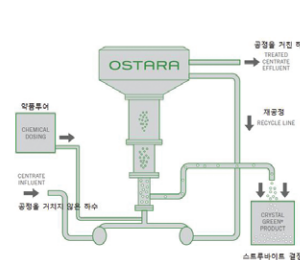
그론티메이(Grontmij)사는 원뿔모양의 반응기에 정수된 폐수를 투입하여 완성도가 높고 품질이 일정하며 추가적인 공정이 없이 비료 제조용으로 사용할 수 있는 결정화기술을 개발하였다. 원재료 격인 결정의 품질이 일정해지면서 이를 통해 생산하는 비료의 품질도 일정해 질수 있게 되었다.

앞에서 살펴본바와 같이 기존의 폐수 처리 방식의 인 성분 제거공정은 추가비용이 발생하고 공정을 거치며 경제적 가치가 없는 슬러지가 배출된다. 하지만 그론티메이(Grontmij)사의 기술을 이용하면 인을 추출할 수 있어 폐수처리비용 절감과 더불어 희귀자원 확보 효과를 기대할 수 있는 것이다.

현재 그론티메이(Grontmij)사는 기술의 상용화를 위하여 하수처리장 폐수를 기본으로 인이 함유된 스트루바이트를 장기간 대량생산하는 프로젝트를 진행하고 있다. 또한 이 기술은 다양한 폐수를 대상으로 한 실험에서 안정된 추출 결과를 얻어내 상용화와 대량생산의 가능성이 높은 것으로 전망된다.

네덜란드 내에서 현재 사용하고 있는 인 제거 기술의 대체 기술로 사용하여 전국 하수처리장의 50~60%까지 적용이 가능하다. 세계 곳곳에 적용하려고 한다면 그 적용 범위는 기하급수로 커질 것으로 기대된다. 

그론티메이 인결정 생성과정



출처 : Grontmij