

전자선/하수슬러지/불가사리 이용 퇴비개발



이 면 주

한국원자력연구소 정읍 방사선연구원
책임연구원

생활하수를 정화하는 과정에서 필수적으로 발생하는 하수슬러지는 주로 미생물을 비롯한 유기물로 구성되어 있다. 우리나라는 전국 268개 하수종말처리장에서 하루 평균 6,600톤(2004년 기준)이 발생되고 2009년에는 약 10,000톤의 발생될 것으로 예측된다. 이들은 대부분 유기물과 물로 구성되어 있고 인체에 유/무해한 다양한 종류의 미생물과 중금속을 함유하고 있다. 이들을 처리하기 위해서는 그동안 육지상에 단순히 매립하는 단순매립이 주류를 이루었지만 하수슬러지의 육상 직매립 금지로 인하여 해양투기의 비율이 급격히 증가하였고 처리비용 또한 연간 약 400 억원 이상 소요되고 있다. 하지만 이마저도 1996년 런던협약에 의해 2006년 부터는 해양투기가 금지되어 시급히 대안이 마련되어야 되는 실정이다. 대안으로는

소각 및 건조 매립, 퇴비로의 재활용 등이 거론되고 있다. 하지만 소각의 경우 대기오염 및 환경호르몬 물질의 이차적 방출에 의한 위해성이 널리 알려져 있어 지역이기주의 만연과 함께 적용에 어려움을 안고 있을 뿐만 아니라 소각비용이 비싸고 소각장 부지확보의 어려운 점이 있어 사업추진이 쉽지 않다. 건조매립은 지하수 오염을 유발시킬 수 있는 단점에도 불구하고 최근 중금속이 다량 함유된 하수슬러지를 중심으로 타 물질과의 적절한 배합을 통해 매립장의 복토제로 활용되고 있다. 퇴비로의 활용은 2005년 말을 기준해서 농지환원, 건설자재, 조경, 지렁이 사육 등으로 재이용되는 것은 총발생량의 11%에 불과하며 이중에서 약 70%가 과수원 등에 퇴비로 활용되고 있을 뿐이다. 하수슬러지가 퇴비로 널리 재이용되지 못하고 있는 이유로는 중금

속이 다량 함유된 슬러지가 많고, 미량의 내분비 교란물질 등 알려지지 않은 화학물질 등이 함유될 수 있기 때문이다. 이와 같이 하수 슬러지를 처리하기 위한 적절한 방법의 출현은 그 어느때 보다 시급한 실정으로 정부에서는 이들을 처리할 수 있는 방법으로 어느 한 방법만을 선정하지 않고 이들을 하나의 재활용 가능한 자원으로 여겨 처리방식의 다양성을 모색하고 있다.

불가사리는 실험 결과에 의하면 성숙한 아무르불가사리 한마리가 하루 동안에 평균 4개, 전복 2개, 홍합 10개를 거뜬히 먹어치운다고 한다. 국립수산물과학원의 불가사리에 대한 연도별 수거 현황 자료를 보면 2002년 238t에서 2003년 2350t, 2004년 2466t, 지난해 4108t으로 급격히 늘어나고 있다. 실제로 불가사리로 인한 연안의 피해는 현재 우리나라 전국 연안에는 40여 종의 불가사리가 서식하고 있는데 패류 양식장의 피해가 심각한 것으로 나타나고 있다. 양식장에서 불가사리 한마리가 하루에 포식하는 양을 바지락 16개, 피조개 1.5개 등으로 보고 불가사리의 피해량을 추정한 결과 ha당 평균 불가사리수를 1000마리로 잡고 양식장 면적을 곱하고, 불가사리의 식욕 감퇴기를 감안해 연간 150~200일 정도를 잡으면 전체 불가사리 분포량은 6600t(4400만 마리)으로 연간 피해 규모는 1만1000t~1만5000t에 이르는 것으로 추정된다. 여기에 패류단가를 kg당 800원 정도로 잡으면 피해금액은 80억~118억 원에 이르는 것으로 추정된다는 것이다. 불가사리를 활용한 신약개발, 화장품 원료, 유기칼슘 비료로써의 활용 연구들이 그동안 활발히 연구되어져 오고 있지만 대량으로 이들을 처리

할 수 있는 방법은 아직 개발되고 있지 못한 실정이다.

전자선은 TV 브라운관에 설치되어 있는 전자총에서 나오는 전자파와 동일한 것으로 전류관내에서 빠른 속도로 가속됨으로써 강한 에너지를 띠고 있다. 전자선의 강한 에너지는 미생물에 쪼여질때 미생물의 세포를 파괴시켜 죽일 수 있고, 화학물질을 파괴시킬 수 있다. 전자선/하수슬러지/불가사리 이용 고위생 퇴비(녹생토)화 기술은 전자선의 강력한 에너지를 이용하여 중금속이 덜 함유된 슬러지를 대상으로 슬러지에 함유된 인체 유해 미생물을 멸균시키고 미량의 화학물질 또한 파괴시킴으로써 위생도가 높은 유기물을 확보함과 아울러 유기칼슘성분이 풍부한 불가사리를 혼합시켜 비료질을 향상시키는 방법이다.

그동안 하수슬러지의 퇴비로의 재활용에 있어서 최대 걸림돌이었던 하수슬러지내의 중금속과 관련해서 본 연구에서는 주로 중소도시에 설치되어 있는 하수종말처리장의 슬러지를 이용함으로써 중금속 함량이 매우 적은 슬러지를 확보할 수 있었다. 향후에도 중금속 관련 문제는 지속화 될 수 있는 것으로 이에대한 근본적 해결은 하수종말처리장으로 유입되는 공장폐수를 차단함으로써 중금속의 유입을 원천적으로 막는 방법을 고려해야 될 것이다. 왜냐하면 하수슬러지는 단순히 버려지기에는 너무도 가까운 재활용 가능한 자원이기 때문이다.

외국의 경우 이스라엘 역시 우리나라와 비슷한 사정으로 대도시에서 발생하는 하수슬러지를 지중해로 바로 투기해 왔지만 국제협

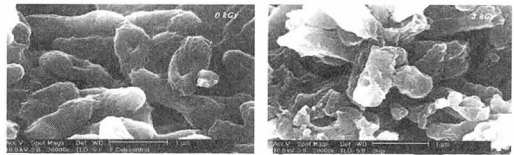
약에 따라 금지되는 해양투기의 대안으로 슬러지 소각방식 대신 전자선 처리하여 위생화한 후 퇴비로 재활용하고자 하는 방법을 준비 중에 있다. 인도의 경우 이미 5년전 부터 하수 슬러지를 방사선으로 위생처리 후 농토에 직접 살포하여 퇴비로 활용하고 있다. 특히 인도는 중금속 함유문제에 대해 미국 EPA에서 정한 기준 미달 중금속 함유 슬러지에 대해선 별도의 규제 없이 퇴비로 활용하고 있다.

본 연구에서 개발된 녹생토는 하수슬러지에 함유되어 있는 대장균을 포함한 각종 세균이 전자선에 의해 모두 사멸되고 아주 미량이지만 환경변화에 치명적인 영향을 미칠 수 있는 여러종류의 화학물질 들이 모두 제거된 상태에서 유기칼슘 및 칼륨 등이 풍부한 불가사리가 첨부되었기에 위생도가 아주 높고 비료로서의 질이 매우 높다.

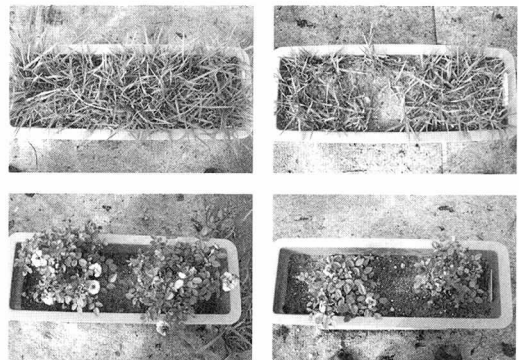
<그림 1>은 방사선에 의해 모든 종류의 미생물이 멸균되는 것을 전자현미경을 통해 보여주는 결과이며, <그림 2>는 잔디와 조경수목을 대상으로 성장속도를 비교해본 결과로 약 35% 이상 성장속도가 빨라짐을 확인하여 퇴비로서의 우수성을 입증하였다. 또한 <그림 3>은 하수슬러지에 포함되어 있는 다양한 종류의 환경위해 화학물질들이 전자선에 의해 모두 제거된 결과를 보여주는 결과이다. <그림 4>는 본 연구에서 개발한 녹생토이다. <그림 5>는 본 연구에 사용된 불가사리이다.

본 기술에 의해 만들어진 녹생토는 산악절개지 복원 포함, 임업 등 적용분야가 매우 넓어 대량사용이 가능할 것으로 예측된다. 따

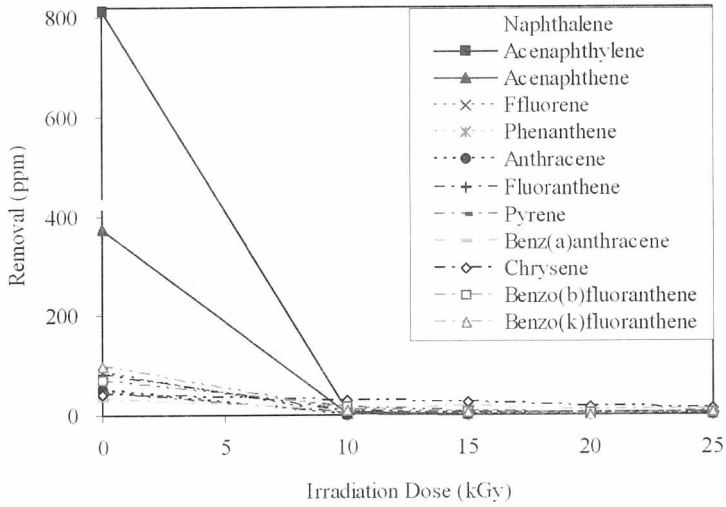
라서 매일 수많이 발생하는 하수슬러지의 처리를 위한 큰 역할분담을 할 수 있을 뿐만 아니라 불가사리도 대량으로 재활용 처리할 수 있어 환경보전 측면과 경제성 측면에서 큰 이익을 기대할 수 있다. **KRIA**



<그림 1> 전자선에 의해 모든 종류의 미생물이 멸균되는 것을 전자현미경을 통해 보여주는 결과
(왼쪽 : 전자선 조사 전, 오른쪽 : 전자선 조사 후)



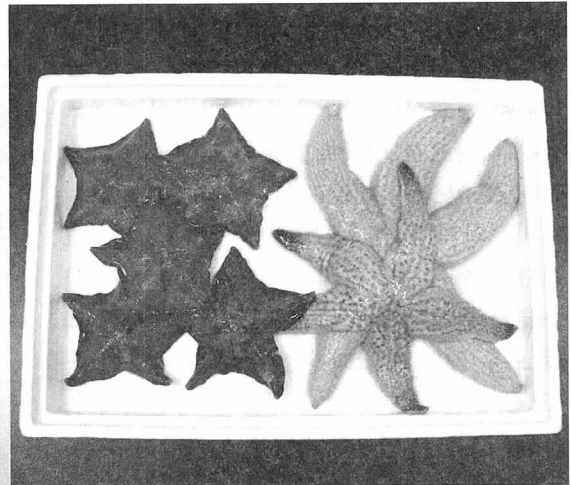
<그림 2> 잔디와 조경수목을 대상으로 성장속도를 비교해 본 결과로 약 35% 이상 성장속도가 빨라짐을 확인하여 퇴비로서의 우수성을 입증하는 자료
(좌상:녹생토사용한 잔디 우상:녹생토사용 안한 잔디
좌하:녹생토사용한 장미 우하:녹생토사용 안한 장미)



〈그림 3〉 하수슬러지에 포함되어 있는 다양한 종류의 환경위해 화학물질들이 전자선 조사에 의해 제거되는 결과



〈그림 4〉 녹생토



〈그림 5〉 불가사리

Development of a Fertilizer Mixed with an Electron Beam Irradiated Sewage Sludge and a Starfish Powder

*Senior Researcher, Advanced Radiation Technology Institute,
Korea Atomic Energy Research Institute
Myun-Joo Lee*

A fertilizer mixed with an electron beam irradiated sewage sludge and a starfish powder was developed. By the irradiation of sewage sludge, it could be hygienic from harmful microorganism and be free from Poly nucleonic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). The quality of fertilizer mainly consisted of electron beam irradiated sewage sludge could be enhanced by addition of starfish powder rich in organic calcium ion. The growth rate for a grass and a rose tree was enhanced about 35% when a fertilizer applied. By the development of new type of fertilizer, a large amount of sewage sludge and star fish can be utilized as a fertilizer.