

컴포스팅공정을 이용한 디젤오염토양의 처리

황의영*, 최정영¹⁾, 박준석, 남궁완

건국대학교 공과대학 환경공학과, ¹⁾ 신성대학 환경공업과

Tel : 02-2201-5409, E-mail : swlab@www.konkuk.ac.kr

유류저장탱크의 누출에 의한 토양 및 지하수오염은 심각한 환경문제를 유발시킬 수 있으므로 반드시 적절하게 처리되어야 한다. 컴포스팅은 석유계탄화수소, 폭발물, 그리고 PAHs 등의 유기화합물질로 오염된 토양의 처리에 효과적으로 적용될 수 있는 생물학적 공정이다. 오염토양 컴포스팅에서는 분해용이한 유기물과 토양내 부족한 영양물질함량을 증가시키기 위하여 분뇨, 정원쓰레기 등의 유기물질을 첨가하는 것이 일반적이다(1,2). 그러나 이러한 유기물질의 과도한 첨가는 미생물활성을 저하시켜 오염물질의 분해속도를 느리게 할 수도 있다(3). 일반적인 유기물질 보충재료 외에 하수슬러지나 퇴비 같은 물질은 유기물과 무기영양물질이 풍부하게 함유되어 있기 때문에 오염토양의 컴포스팅에서 에너지원 및 질소원으로 사용될 수 있다. 본 연구에서는 디젤오염토양을 대상으로 하여 유기물질의 혼합비율이 디젤오일의 분해에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

연구에 사용된 주요 재료는 사질토양이었고 첨가된 유기물질은 하수슬러지와 퇴비였다. 탈수된 하수슬러지는 난지하수처리장에서 구하였으며 퇴비는 난지도 퇴비화공장에서 음식쓰레기와 나무조각을 주원료로 하여 생산된 것이었다. 토양과 유기물질의 혼합비율은 습윤질량기준으로 1 : 0.1, 1 : 0.3, 1 : 0.5, 그리고 1 : 1이었다. 대조실험으로서 하수슬러지와 퇴비만의 실험도 시행하였다. 한편 디젤오일의 비생물화학적 제거량을 측정하기 위하여 HgCl₂를 2,000mg/Kg첨가한 실험도 시행하였다. 또한 유기물질의 첨가여부에 따른 영향을 살펴보기 위하여 토양만의 대조실험도 시행하였다.

하수슬러지와 퇴비의 첨가는 TPH의 분해에 커다란 영향을 미쳤으며 혼합비에 따른 영향이 뚜렷이 관찰되었다. 먼저 하수슬러지 첨가실험을 살펴보면 토양과 하수슬러지를 1 : 0.3과 1 : 0.5의 비율로 혼합한 실험에서 98.1%의 가장 높은 TPH 분해율을 보였다. 이들 혼합비율에서 1차반응모델에 기초한 TPH 분해속도는 약 0.12/day로서 하수슬러지를 첨가하지 않은 토양만의 실험에 비하여 약 3배정도 TPH 분해가 빠르게 일어났다. 퇴비첨가실험에서도 토양과 퇴비를 1 : 0.5의 비율로 혼합한 경우 TPH분해가 가장 활발하였다. 한편 하수슬러지 및 퇴비의 첨가량이 가장 많았던 1 : 1 혼합비율에서는 TPH 분해속도가 1 : 0.5비율에 비하여 상대적으로 느리게 나타나 유기물질 첨가량의 증가가 반드시 TPH 분해를 향상시키는 것은 아니었으며 적정 첨가비율이 존재함을 알 수 있었다. 이처럼 유기물질 보충재료를 첨가하였을 때 TPH의 분해는 토양만을 이용하였을 때 보다 상당히 촉진되었다. 휘발

에 의하여 손실된 TPH는 초기농도의 약 0.9 - 2.4%로서 상대적으로 미미한 양이었다. 한편 biocide를 첨가한 대조실험에서 TPH의 분해는 거의 일어나지 않았으며 이는 TPH는 주로 생물학적 반응에 의하여 분해되었다는 것을 의미한다. 디젤오일내 주요성분인 노르말알칸류의 분해속도는 TPH에 비하여 약 2배 정도 빠른 것으로 나타났다. 이는 노르말알칸류가 TPH내 다른 성분들에 비하여 우선적으로 분해되고 있다는 것을 의미한다(3,4,5).

이산화탄소 발생량과 탈수소효소 활성은 TPH의 분해와 함께 증가하는 경향을 보였다. TPH 분해가 가장 활발했던 혼합조건에서 이산화탄소 발생량 또한 가장 많았고 탈수소효소의 활성증가 경향도 가장 뚜렷하였다. 이는 하수슬러지나 퇴비의 첨가가 디젤오일의 분해를 촉진시켰다는 것을 간접적으로 보여주는 것이었다. 이처럼 이산화탄소 발생량 및 탈수소효소활성은 TPH 분해와 밀접한 상관관계를 가지고 있었다. 또한 탈수소효소 활성의 증가는 첨가된 하수슬러지나 퇴비내 미생물이 대사활동을 지속적으로 하고 있으며 디젤오일의 분해에 기여하고 있음을 의미한다.

참고문헌

- 1) Potter, C.L., Glaser, J.A., Dosani, M.A., Krishnan, S., Deets, T.A., and Krishnan, E.R. 1995. Design and Testing of an Experimental In-Vessel Composting System, Bioremediation of Hazardous Wastes: Research, Development, and Field Evaluations. USEPA/540/R-95/532. 64-65.
- 2) USEPA 1996. Engineering Bulletin: Composting. EPA/540/S-96/502.
- 3) Thomas, J.M., Ward, C.H., Raymond, R.L., Wilson, J. T., and Loehr, R. C. 1992. Bioremediation. Encyclopedia of Microbiology, Vol. I. Academic Press, Inc., 369-385.
- 4) De Jonge, H., Freijer, J.I., Verstraten, J.M., Westerveld, J., and van der Wielen, F.W.M. 1997. Relation between Bioavailability and Fuel Oil Hydrocarbon Composition in Contaminated Soils. Environmental Science and Technology. 31, 771-775.
- 5) Frankenberger, W.T. 1992. The Need for a Laboratory Feasibility Study in Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons. Hydrocarbons Contaminated Soils and Groundwater Vol. 2 edited by Calabrese E.T., and Kostecki P.T., Lewis Publishers. 237-293.