

이기환\*, 이태호, 박병빈, 최석남  
공주대학교 자연과학대학 화학과

### 1. 서 론

1997년 환경부 자료에 의하면 하수 슬러지의 약 75.9 %가 육상 매립되고 있으며, 20.3 %가 해양 투기, 3.5 %가 녹생토 등으로의 재이용, 그리고 기타가 0.3 %로 하수 슬러지의 육상 매립이나 해양투기가 95 % 이상을 차지하고 있다. 그러나 하수 처리장에서 발생하는 슬러지는 2001년 1월부터 매립이 전면 불가하며, 해양오염방지법 적용에 따른 해양 투기도 불확실시 되고 있다. 또한 슬러지의 지역적인 특성을 파악한 후 명확한 물리·화학적 분석을 통하여 하수 슬러지의 안정적인 처분을 검토하여야 할 것이다. 따라서 본 연구는, 생활 하수 슬러지가 대부분인 충남 지역에서 발생하는 하수 슬러지의 물리·화학적인 성질을 유기물을 중심으로 면밀히 검토하였고, 하수 슬러지의 적절한 처분방안과 제반 문제점 등을 제시하였으며, 그 문제점들의 해결방안을 모색하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

충남 지역의 소규모적 도시 및 농촌지역에서 거의 모든 유입수가 생활 하수인 곳을 대상으로 5개 하수처리장 시설에서 실제 발생되고 있는 하수 슬러지의 성분 특성을 조사하였다. 시료는 각 처리장 별로 1999년 8월 말경 맑은 날을 택하여 사업소 별로 직접 방문하여 탈수기에서 배출되는 것을 직접 채취하였다. 그리고 시료의 성상 변화를 방지하기 위하여 sample pack에 넣어 밀봉한 후 바로 운반하여 함수율과 강열감량을 측정하고 나머지는 통풍이 잘되는 그늘진 곳에서 건조하였다. 또한 건조된 하수 슬러지의 발열량과 원소분석을 하였다. 함수율 및 강열감량은 폐기물 공정시험법에 준하여 실시하였다. 그리고, 발열량은 Automatic calorimeter (LECO-250; AC-300, LECO CORP, U.S.A.)를 사용하였고, 원소분석은 Elemental Analyzer (EA 1108, CARLO ERBA Instruments, ITALY)를 사용하여 분석하였다. 또, 슬러지의 열적 반응 특성을 알아보기 위하여 TGA-DTA (STA 409, NETZSCH, GERMANY)를 이용하였다. 그리고 슬러지의 적정 처리 방안을 검토하기 위하여 석유 코우크스와 슬러지를 1:1 (wt. ratio)로 섞은 후 발열량을 비교 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에 사용되어진 하수 슬러지의 함수율이 약 80 % 정도 되며, 유기물이 고형물의 50 % 정도로 퇴비화를 위해서는 다른 폐기물과의 적절한 혼합이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또, 하수 슬러지의 DTA-TGA 결과 약 370 °C 부근에서 강한 발열 peak를

나타내며 이 온도를 전후하여 심한 무게 감소가 관찰되었다. 이는 유기물의 연소에 의한 발열 peak의 생성과 중량 감소로 추정된다. 또, 약 370 °C이후 연속적으로 무게가 감소하다가 520 °C부터는 항량을 보이는데, 이 상태에서 슬러지 내의 유기물이 다 연소된 것으로 추정된다. 또한, 중량 감소 변화는 약 50 % 정도로 관찰되었으며, 이는 앞에서 언급하였던 강열감량에 의한 유기물의 함량과 비슷한 결과로 나타났다.

하수 슬러지의 원소분석결과로부터 발열량 추정에 상용되는 Steuer 식이 실험값과 제일 근접하였으며, 이는 선행 연구 결과와 동일한 것이다. 또한 하수 슬러지 자체로서는 높은 회분 값과 약간 낮은 발열량을 나타내지만 석유 코우크스와 혼합함으로써 무연탄 수준을 넘는 5,000 kcal/kg 이상의 열량을 확보하여 자체 착화가 가능할 것으로 사료된다.

#### 4. 요 약

충남 지역에서 발생하는 하수 슬러지를 대상으로 재활용을 위한 물리·화학적 특성을 조사하였고, 이를 기초로 유기물 중심의 퇴비화 및 연료화 방안을 검토하였다.

하수 슬러지의 함수율은 약 80 % 정도 되며, 유기물이 고형물의 50 % 정도로 퇴비화를 위해서는 다른 폐기물과의 적절한 혼합이 이루어져야 할 것이며, 부숙기간에 따른 C/N비, 식물 독성 및 중금속의 거동 등과 같은 안정성의 신중한 관리가 절실히 요구된다. 또한, 하수 슬러지에 석유 코우크스를 혼합함으로써 무연탄 수준을 넘는 5,000 kcal/kg 이상의 열량을 확보하여 자체 착화가 가능할 것으로 사료된다. 그리고, 하수 슬러지의 함수율을 낮추기 위한 연구 개발이 시급하게 요구되고 있으며, 건조 공정의 연구 개발이 성공적으로 이루어진다면 하수 슬러지의 중량감소에 의한 경제적인 면과 재활용 방안의 다각화도 함께 이루어 질 수 있을 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 공주대학교 자원재활용 신소재 연구 센터(RRC/NMR)의 지원 연구비로 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

#### 참 고 문 헌

- 이흥재, 1998, 하수 슬러지의 퇴비화 과정 중 물질 변화, 월간폐기물, 8월호, 77~85.  
장기운, 이인복, 임현택, 1997, Aerated Static Pile을 이용한 제지 및 하수 슬러지의 혼합 퇴비화, 한국폐기물학회지, 14(1), 76~86.  
한애란, 김석현, 김동화, 1995, 폐기물을 이용한 대체 연료 개발에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 12(5), 655~659.