

국내 생산퇴비의 부숙도기준에 대한 적합성 검토

최훈근¹, 이재안¹, 김규연¹, 이길철¹, 이중기², 박귀환², 박정수³, 배재근³
 국립환경연구원 폐기물연구부¹, 전남환경보건연구원², 서울산업대학교 환경공학과³

I. 서론

하수처리장의 신설과 증설이 계속되고, 산업활동이 활성화됨에 따라 오니의 발생량은 계속 증가할 것으로 예측되고 있으나, 이러한 오니의 대부분은 적절한 용도로 재활용되지 못하고, 주로 매립·해양 처분되고 있는 실정이며, 해양투기는 국제협약에 의하여 제한적인 기간동안에 가능하며, 매립처리도 2001년부터는 함수율을 75% 이하로 낮추어야 제한적으로 실시하고, 2003년도 7월부터는 직매립을 금지하고 감량화 및 자원화설비를 거쳐 최종산물을 매립하도록 유도하고 있다.

이러한 슬러지가 안고 있는 문제점을 해소하기 위해서는 슬러지의 유효이용 필요하게 되었으며, 그 중에서도 퇴비화에 의한 자연으로의 환원이 필요하다. 그러나 퇴비의 원료와 제품의 품질을 관리하는 비료관리법은 사용용도에 관계없이 일정한 유해물질 농도를 일률적으로 규제함과 동시에 발생시설을 제한하는 이중적인 규제를 실시하고 있다. 즉 유해물질의 함유량이 적은 양질의 하수오니도 퇴비원료로서 사용할 수 없도록 하는 불합리한 점이 있었다.

이러한 필요성에 의하여 1999년에 하수오니와 같은 유기성폐기물을 재활용하기 위하여 우리나라 및 외국의 오니 이용실태 조사와 오니의 성분분석을 실시하고, 관련제도와 법규의 검토를 거쳐 하수오니 등을 이용용도에 따라 등급화하는 방안을 마련하여 공청회를 통해 각 분야의 의견을 수렴하였으며, 이러한 연구결과를 바탕으로 2000년 7월 7일 환경부고시 제2000-78호(유기성오니등을 토지개량제 및 매립시설복도용도로의 재활용방법에 관한 고시)를 제정하여 우리나라도 유해물질의 함유량이 적은 오니를 퇴비화시켜 등급에 따라 적절한 용도로 이용할 수 있는 터전을 마련하였다.

본 연구는 하수오니 등을 퇴비의 원료로 이용할 수 있도록 한 상기 제도가 원활히 효과를 거둘 수 있도록 현장조사를 통하여 현재 부숙도의 규제항목에 대하여 원료 및 제품의 적정성을 평가하여 본 제도가 원활히 운영될 수 있도록 하는 방안을 마련하기 위하여 수행되었다.

[표 1] 시료분석항목 및 방법

항 목	분 석 방 법	비 고
pH	비료의 품질검사방법 및 시료 채취기준	pH meter
수분	폐기물공정시험방법	Dry Oven
온도	직접측정	Thermometer
유기물	비료의 품질검사방법 및 시료 채취기준	Muffle Furnace
비소	"	UV Spectrometer
수은	"	ICP
카드뮴	"	ICP
납	"	ICP
구리	"	ICP
크롬	"	ICP
염분	"	질산은법
유기물/질소 비	"	유기물 및 질소(황산법)

II. 실험내용 및 방법

1. 실험에 이용한 각종 원료 및 생산퇴비의 채취방법 및 지점

우리나라에서 유기성폐기물을 원료로 하여 부산물퇴비와 녹생토를 생산하는 30개 업소를 대상으로 생산공정과 관리현황 등을 파악하고 아울러 사용원료와 생산된 제품에서 시료를 채취하여 성상을 분석하였다. 시료채취 및 분석은 발생시설에 보관되어 있는 원료 및 생산된 제품을 대상으로 폐기물공정시험방법 제2장 제1항에 따라 수행하였다.

[연락처] (우) 139-743 서울특별시 노원구 공릉동 172 서울산업대학교 환경공학과 배재근, Tel: 02-970-6617, Fax: 02-971-5776, E-mail: phae@plaza1.snut.ac.kr

2. 각종 성상의 실험분석방법

채취한 원료 및 퇴비성분에 대한 분석항목은 유기물함량과 같은 일반항목과 납, 수은, 비소, 카드뮴, 구리 및 크롬 등과 같은 유해성을 판단할 수 있는 중금속항목, 토양에 사용(施用)시 작물에 피해를 주는 염분과 비료로서 사용시 안정성을 판단하기 위한 유기물대질소비를 측정하였다(표 1).

Ⅲ. 실험결과 및 고찰

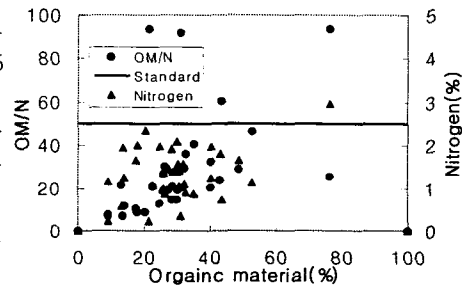
1. 부산물퇴비 및 녹생토 원료성분 분석에 의한 평가

신규로 제정되어 시행되고 있는 “유기성오니 등을 토지개량제 및 매립시설 복토 용도로의 재활용 방법에 관한 고시”에서는 원료 내의 6종의 중금속성분을 규제하여 사용여부를 판단하도록 명시하고 있다. 이러한 중금속 값은 최종적으로 생산되는 부숙토(퇴비)에서도 같은 농도로 규제되고 있다. 즉 퇴비화과정에 있어서 유기물이 분해 감량화되어 각종 중금속농도가 증가할 가능성이 있는 것으로 원료에서 최소한 규제할 시에 제품의 품질을 보장할 수 있다는 취지이다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 전국의 30개업소에서 채취한 부산물 퇴비원료 26건과 녹생토 원료 4건에 대하여 일반항목 및 규제대상의 중금속을 분석하여 규제농도에 적합한지에 대하여 분석하였다.

1) 일반항목의 검토

[그림 1]에는 수분을 함유한 상태로 측정된 유기물함량과 질소량에 의하여 유기물대 질소비(OM/N)를 나타냈다. 원료에서는 규제가 없으나, 최종퇴비에서의 규제는 OM/N비를 50이하로 규정하고 있다. 대부분의 원료가 50이하를 보여주고 있으나, 5개 제품에서 50이상을 보여주고 있다.

한편 폐기물관리법 부숙토의 원료기준에는 없는 항목이지만 사용하는 원료의 품질 관리측면에서 중요한 것이 염분의 함량이다. 특히 원료를 음식물쓰레기 및 식품 잉여물을 이용할 경우에 염분이 초과될 수 있다. 퇴비화과정중에 유기물이 분해되어 염분의 농도가 농축될 수 있으므로 원료내에서 염분의 농도가 보다 낮게 유지되어야 한다. 염분의 평균은 0.55% (0.03~1.87%), 대부분이 1%이하를 보였으나 0.6%를 초과하는 원료가 6개로, 퇴비화과정 중에 1%이상으로 농축될 가능성이 높은 것으로 측정되었다.



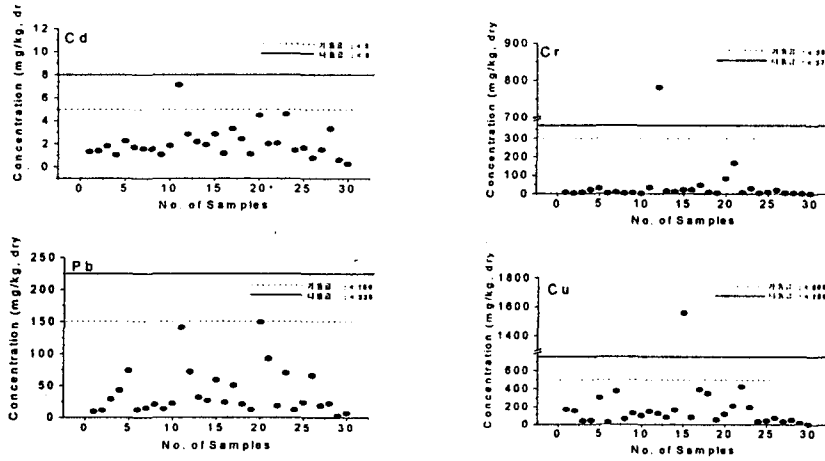
[그림 1] 퇴비원료의 유기물량과 질소량에 의한 OM/N비

2) 규제대상중금속의 검토

현재 부숙토에 관한 규제에서는 비소(As)는 가, 나급 50이하, 카드뮴은 가급 5이하, 나급 8이하, 크롬(Cr)은 가급 300이하, 나급 370이하, 구리(Cu)는 가급 500이하, 나급 750이하, 납(Pb)은 가급 150이하, 나급 225이하, 수은은(Hg) 가급 2이하, 나급 3 mg/kg이하로 설정되어 있다. 30개의 원료시료에 대한 중금속항목에 대한 분석결과 중 기준을 상회하는 Cd, Cr, Pb, Cu 4가지 항목을 [그림 2]에 나타냈다.

측정된 원소 중에 그림에 나타내지 않은 비소와 수은, 납은 농도기준에 큰 문제점이 없었으나, 그림 4에 나타낸 것과 같이, 카드뮴은 부숙토 “가” 및 “나”등급 기준인 5mg/kg을 초과하는 농도인 7.128 mg/kg이 1건으로 나타났으며 크롬은 부숙토 “가” 등급기준인 300 mg/kg 및 “나”등급 기준인 370mg/kg 을 초과하는 농도인 781.181 mg/kg이 1건 나타났다. 구리는 부숙토 “가”등급 기준이 500mg/kg 및 “나”

등급 기준인 750mg/kg 을 초과하는 농도인 1,558.9 mg/kg이 1건으로 나타났다.



[그림 2] 원료내의 각종 규제대상의 중금속 기준치 및 실측농도

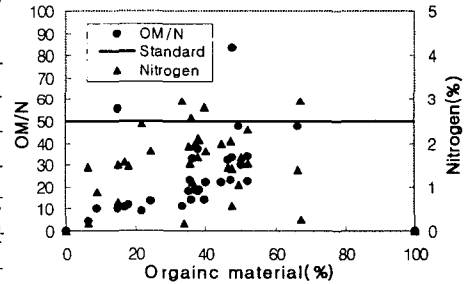
2. 부산물퇴비 및 녹생토 제품 성분분석에 의한 평가

1) 일반항목의 분석

유기물함량은 토양과 작물에 해를 끼치지 않지만 식물의 생장에 영양물질로서 중요한 역할을 하므로 유기물함량이 25%이상이어야 한다고 규정하고 있다. 유기물함량에 대한 30건의 분석결과를 [그림 3]에 나타내었으며, 30건의 평균값은 37.8%였으며 최대 67.2%, 최소 6.3%로 나타났다. 생산제품 30건의 유기물함량 측정결과 폐기물관리법의 부속토 “가” 및 “나”등급 기준인 25% 미만인 것은 7건으로서 약 23.3%가 기준에 부적합한 것으로 나타났으며 부속토 기준 10개 항목 중 가장 많이 기준에 못 미치는 항목으로 조사되었다.

유기물 대 질소의 비는 일반적으로 부속도를 나타내는 항목의 하나로서 그 분석결과는 그림 6에 나타내었으며 30건의 평균값은 37.4 이었으며 최대 269.9, 최소 4.3으로 나타났다. 생산제품 30건의 측정결과 폐기물관리법의 부속토 “가” 및 “나”등급 기준인 50이하 에 부적합한 것은 3건으로 나타났다.

염분(NaCl) 농도는 부속토에서도 유기성폐기물 원료가 다양하고 염분이 높을 우려가 있어 1%로 규제하고 있는 실정이다. 염분항목에 대한 30건의 분석결과를 그림 7에 나타내었으며 30건의 평균값은 0.53% 이었으며 최대 1.7%, 최소 0.03%로 나타났다. 생산제품 30건의 검출농도 값 중에서 폐기물관리법의 부속토 “가” 및 “나”등급 기준 1%를 초과하는 것은 6건으로 나타났다.



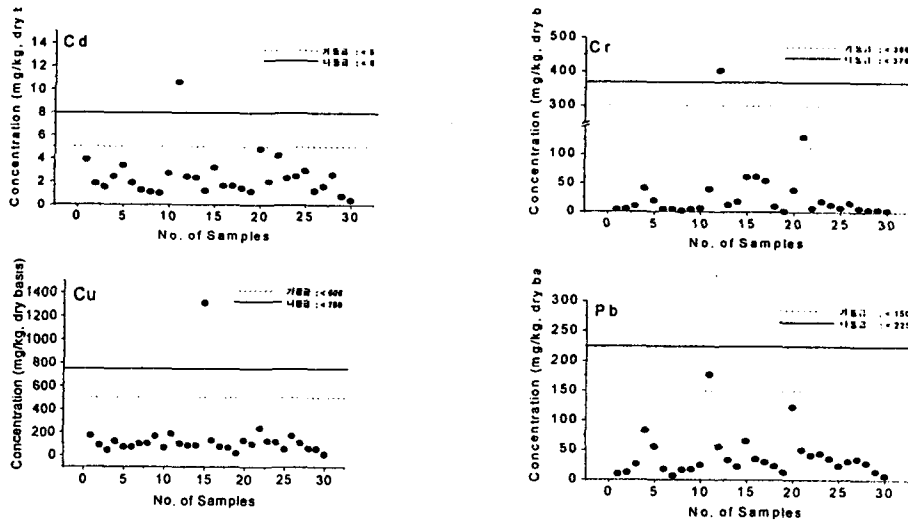
[그림 3] 유기물 함량과 질소에 따른 OM/N비

2) 중금속의 분석결과

각종 중금속에 대하여 분석한 결과, 상기에서 제시한 퇴비의 원료에서 측정된 값과 비슷한 경향을 보여 수은과 비소는 규제 기준에 훨씬 못 미치는 값으로 측정되었으나, 납의 경우에는 부속토 “가”등급 기준인 150mg/kg을 초과하는 176.793 mg/kg 1건이 있었고 “나”등급 기준인 225mg/kg은 만족하는 것

로 나타났다.

그 외의 중금속은 원료와 동일하게 카드뮴은 부속토 “가” 및 “나”등급 기준인 5mg/kg을 초과하는 농도 10.608 mg/kg이 1건, 크롬은 부속토 “가” 등급기준인 300 mg/kg과 “나”등급 기준인 370mg/kg을 초과하는 403.632 mg/kg 1건, 구리는 부속토 “가”등급 기준인 500mg/kg과 “나”등급 기준인 750mg/kg을 초과하는 1,311.746 mg/kg이 1건으로 나타났다[그림 4].



[그림 4] 퇴비 및 녹생토의 중금속 분석값과 기준값

IV. 결론

채취한 부산물퇴비의 원료 및 제품 30건을 분석하고 폐기물관리법상의 부속토 생산제품 기준을 적용하여 본 결과, 원료의 경우에는 중금속만을 규제하고 있는 관계로 전체 30건 중에 4건이 부적합한 것으로 판정된 것과 비교하여, 제품의 경우에는 유기물, 유기물대 질소비, 염분의 량과 함께 중금속을 규제하고 있어 상당수가 부속토 기준을 상회하는 것으로 조사되었다.

제품에 있어서 “가”등급 기준에서는 카드뮴 1건, 크롬 1건, 구리 1건, 납 1건, 유기물함량 7건, 유기물대 질소비 3건, 염분(NaCl) 6건 총 7개 항목에서 16개 시료가 초과하는 것으로 나타나 약 53.3%가 기준을 상회하는 것으로 나타났다. 그리고 “나”등급 기준에서는 납의 경우만 제외하고는 “가” 등급 기준에서와 동일하게 나타나 7개 항목에서 17건의 시료가 기준을 초과하여 약 56.7%가 기준을 초과하는 것으로 나타났다.

즉 부산물퇴비 및 녹생토의 원료와 생산제품을 부속토기준을 적용하여 본 결과 원료에서는 부적합율이 6.7%~10%로 낮은 반면에 생산제품의 경우에는 46.7%로 오히려 더 높게 나타나는 경향을 보였다. 이러한 원인을 고려해 볼 때 부속토 원료기준에서는 비소 등 중금속류의 6개항목만 설정되어 판단하기 때문에 기준을 초과하는 율이 적은 반면에 생산제품은 원료기준에서 정하는 항목이외에도 작물에 미치는 영향을 판단하는 항목인 유기물함량, 유기물대 질소비, 염분 등이 포함되어 있기 때문으로 판단된다.

이러한 점을 고려할 때 중금속자체도 중요한 관리인자에 포함될 수 있으나, 현장에서 운전중에 각종 부자재를 혼합하는 것에 의하여 쉽게 관리가 가능한 유기물, 유기물대 질소비, 염분함량에 많은 배려를 하여 제품을 생산관리하는 기술이 필요한 것으로 판단되었다.