

수증기 직접가열에 의한 유기성 폐기물 재활용장치

한두희
청운대학교 건축공학과
hanknu@hanmail.net

Recycling Apparatus of Organic Wastes by Direct Steam Heating

Doo Hee Han
Chungwoon University

요 약

본 논문은 고온 고압 수증기를 활용한 유기성 폐기물의 가수분해현상과 이를 이용한 퇴비 등의 재활용 방안을 제시한다. 사료화의 경우는 3.2기압 135℃ 전후의 포화수증기로 교반처리하여 영양소 파괴를 줄이고 멸균 및 가수분해가 일어나게 하여 소화가 잘되는 사료를 만들 수 있고, 퇴비화의 경우는 16기압, 200℃ 전후의 포화수증기로 교반처리하여 가수분해, 산가수분해, 열분해 및 탄화가 일어나도록 하여 목초액과 활성탄을 함유한 보온성, 보비성 및 통기성이 양호한 퇴비를 만든다. 응축수는 액비로 사용가능하므로 완전 재활용이 가능하다.

1. 서론

하수슬러지나 음식물류폐기물의 재활용은 시급한 문제이나 사료화는 독성 문제 등으로, 퇴비화는 염분, 미숙성, 영양분 부족 등의 이유로 활성화 되지 못하여 새로운 폐기물이 되고 있다. 음식물류 폐기물을 원료로 부산물 비료를 생산하여 무상으로 유통 공급하는 경우도 비료생산업 등록 및 비료관리법상 공정규격에 맞는 부산물 비료를 공급하도록 관리법이 개정 공포되었다[1]. 1995년부터 전국적으로 실시된 쓰레기 종량제 시행 결과 생활 폐기물의 배출량은 상당부분 감소하였으나 음식물류폐기물은 전통적인 음식문화로 인하여 뚜렷하게 감소하지 않고 있어 별도의 관리대책이 필요하게 되었다[2]. 일반적으로 음식물류 폐기물은 파쇄, 탈수, 선별과정을 거쳐 퇴비나 사료로 재활용하는 방안을 사용하고 있으나, 여기서 문제점은 탈리액 처리에 과도한 비용이 든다는 것이다. 본 논문에서는 탈리액을 획기적으로 줄이고 처리시간을 줄일 수 있는 방안 중에서 고온 고압 수증기를 이용하여 유기성폐기물을 가수분해하여 퇴비를 만들 수 있는 방안을 제시한다.

2. 재활용 처리 원리

유기성폐기물을 자원화 하는 방법 중 고속발효건조장치에 의한 응축수 및 건조탄화물을 만드는 방법은 삼원바이오(주)를 중심으로 개발되어 왔다. 현재 청양군청에 설치된 처리장치는 소각로의 폐열을 열원으로 사용하여 에너지 부담을 줄이고 처리 고형물을 마지막에는 소가 처리할 수 있는 방법을 개발한 바 있다. 이를 보다 개선한 방법이 고온고압 수증기를 이용한 직접 처리방법인데 이를 소개하려고 한다. 지구가 탄생한 이래 자연계가 나아가는 재생구조(recycling system)는 문명의 발달과 함께 생태계의 균형을 파괴하여 새로운 문제점을 야기하였는데, 대표적으로 고도의 화학물질 및 화학약품이 발생하여 미생물 생태계를 파괴하고 신종의 미생물을 탄생게 하였고, 대량 생산 및 대량 폐기는 미생물의 분해활동이 부족하게 되어 유해물질을 처리하지 못하게 하였고, 수목의 벌채는 사막화를 불러와 미생물이 살 수 있는 곳을 감소시켰다.

2.1 고온고압수증기의 가수분해작용

미생물의 분해활동을 대신할 수 있는 방법 중 고온 고압 수증기에 의한 분해 방법을 사용한다면 유기성 폐기물의 재활용 속도를 한층 높일 수 있다는 것이 기본 발상이다. 우선 처리시간을 획기적으로 줄일 수 있고 증발에 의한 응축수 양을 획기적으로 줄일 수 있다는 장점이 있다. 이 방법을 사용할 수 있는 유기성 폐기물은 음식물 쓰레기, 하수 슬러지, 폐지류, 폐목재 등이다. 고온 고압의 포화수증기를 유기성 폐기물에 투입하여 교반 처리하면 탄수화물은 포도당 등으로, 단백질은 아미노산 등으로, 지방은 지방산이나 알콜 등으로 분해되고 세균 등은 멸균되며 미생물이나 화학물질을 사용하지 않아도 퇴비화나 사료화 할 수 있다는 장점이 있다. 또한 이 방법은 질소산화물, 황산화물 또는 이산화탄소의 배출을 억제하여 지구온난화 방지에 기여할 수 있고, 다이옥신이 발생하지 않는다. 그림1은 고온고압 수증기에 의한 유기성 폐기물의 재활용 개념도를 나타내 주고 있다.

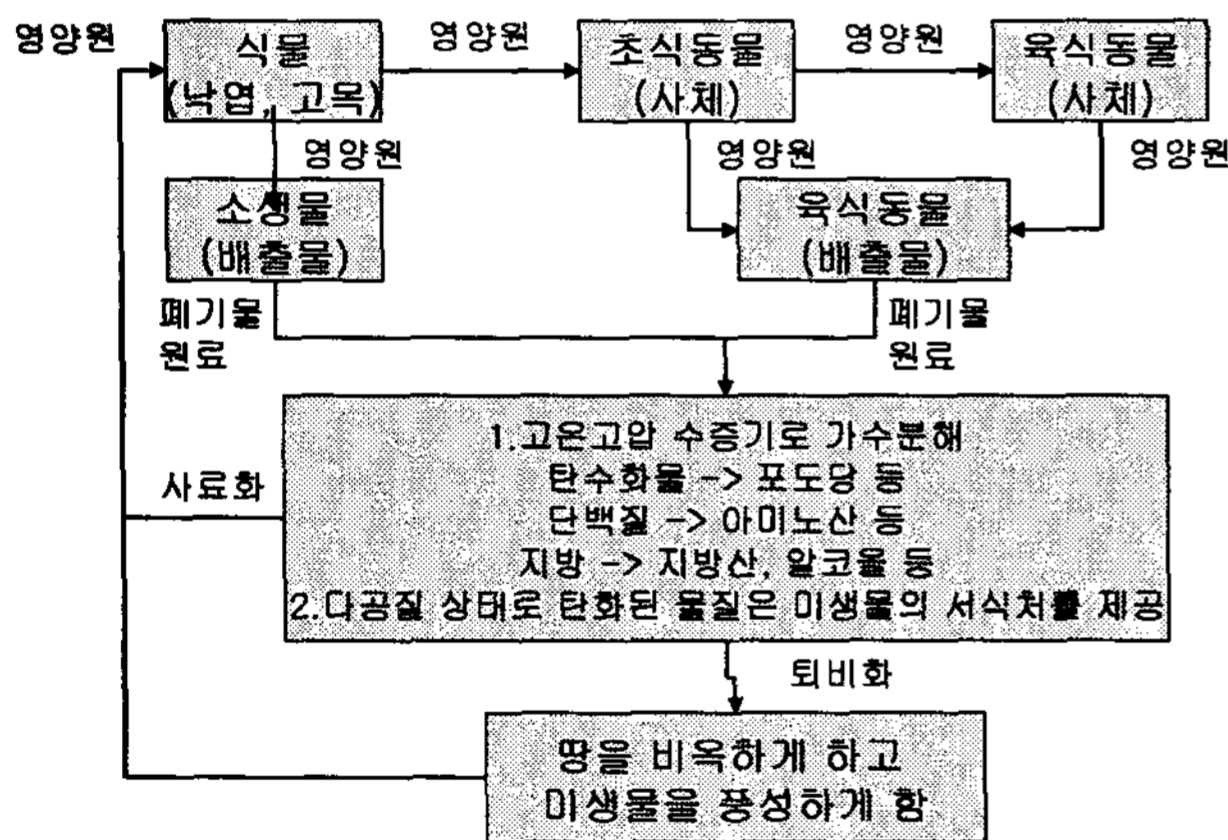


그림 1. 유기성 폐기물 재활용 개념도

2.2 고온고압수증기의 가수분해 장치

미생물에 의한 유기물 분해를 대신할 수 있는 장치에는 고온 고압에 견딜 수 있는 장치, 배출되는 증기를 응축시키기 위하여 냉각탑, 배출가스의 악취를 제거할 수 있는 탈취탑이 기본적으로 필요하다. 그림2는 가수분해장치의 설계도 일부를 나타내 주고 있으며, 그림3은 시공된 가수분해장치를 보여준다.

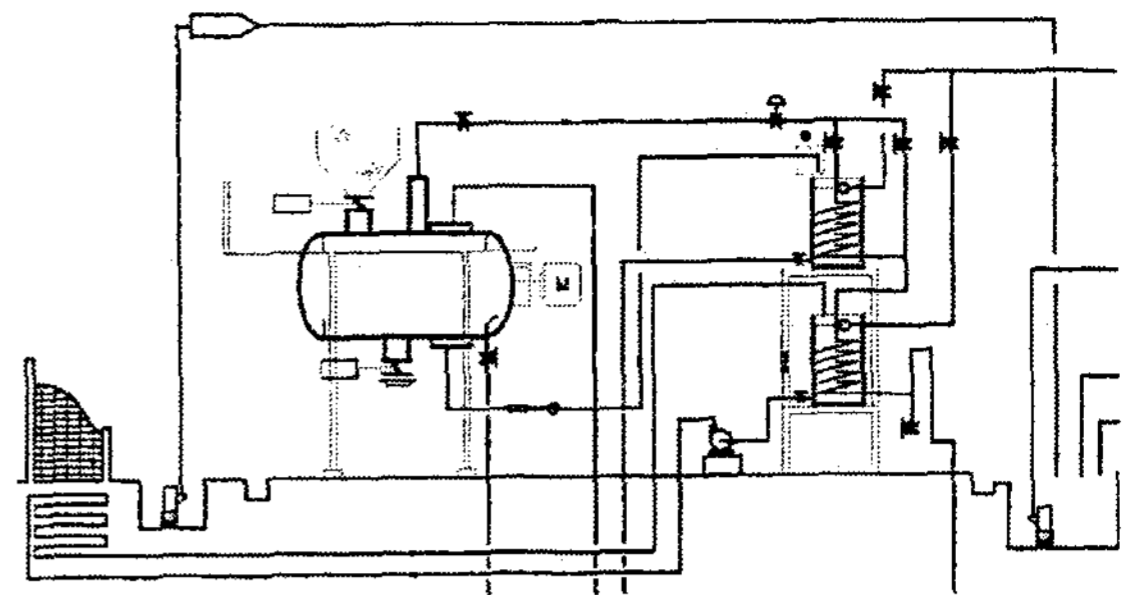


그림 2. 고온고압 가수분해 탄화장치 설계도

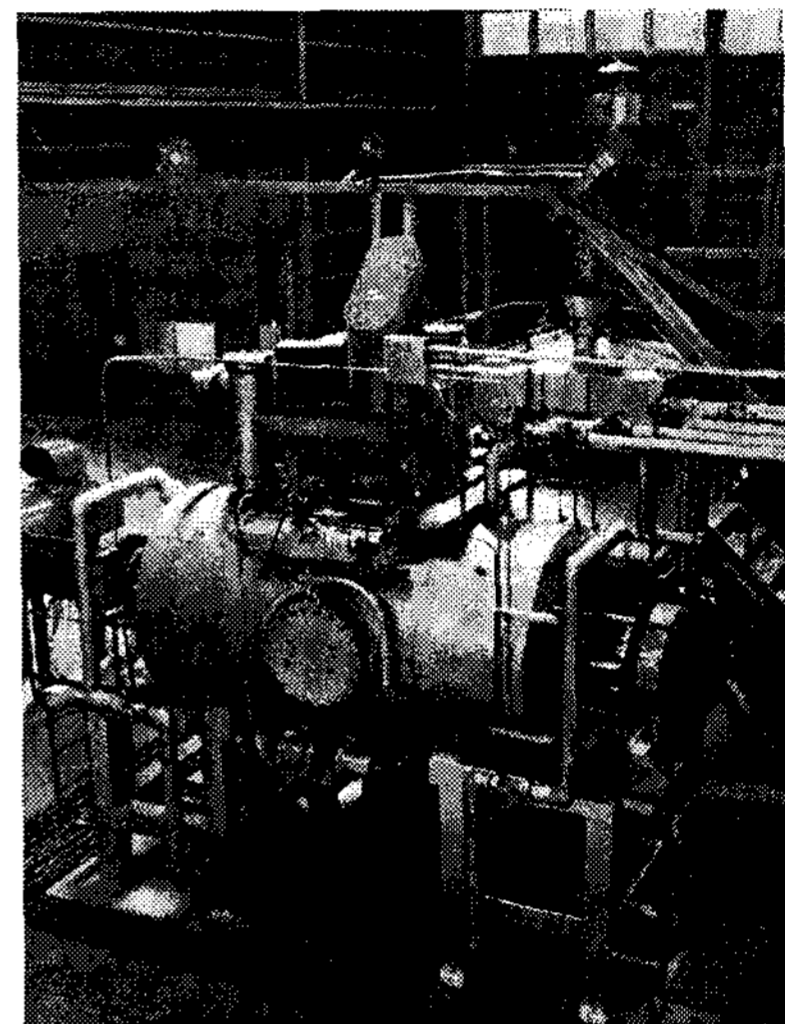


그림 3. 고온고압 가수분해 탄화장치(AandA Ltd.)

3. 재활용시스템의 작용 및 성능

고온고압 가수분해 장치의 성패여부는 안전성과 처리효율에 달려 있다. 고온고압에 견딜 수 있는 저장탱크와 획기적인 처리시간 단축은 중심적인 역할을 한다. 퇴비화의 경우는 16기압, 200℃전후로 운전할 경우 2시간이면 완전처리가 가능하다. 이것은 종전의 고속발효건조장치의 운전시간이 보통 12시간이 걸리는 것에 비하면 획기적인 것이다[3].

3.1 재활용시스템의 작용

사료화의 경우는 3.2기압 135℃ 전후의 포화수증기로 교반처리하여 영양소 파괴를 줄이고 멸균 및 가수분해가 일어나게 하여 소화가 잘되는 사료를 만들 수 있고, 퇴비화의 경우는 16기압, 200℃전후의 포화수증기로 교반처리하여 가수분해, 산가수분해, 열분해 및 탄화가 일어나도록 하여 목초액과 활성탄을 함유한 보온성, 보비성 및 통기성이 양호한 퇴비를 만든다. 응축수는 액비로 사용가능하므로 완전재활용이 가능하다.

3.2 재활용시스템의 성능

퇴비화 시료의 성분 함량은 표1과 같다. 단시간에 처리된 것이지만 양질의 퇴비임을 알 수 있다. 표2는 처리과정에서 나오는 액체의 성분을 나타내 주고 있으며 표3은 이것을 사용하여 발아시험을 한 데이터이다. 발아실험의 기초량구, 기준량구, 2배량구 및 3배량구는 각각 500ml의 건조토양에 액상비료를 0, 119, 238, 357g 시비한 것을 의미한다. 액상비료의 질소성분만 주로 변화시켰다.

표 1. 퇴비화 시료의 성분함량

	TN %	TP %	TK %	TCu mg/kg	TZn mg/kg	TC %	C/N	수분함량
건조전	1.86	0.82	0.32	22	64	1.54	11.6	56.04
건조후	4.22	1.86	0.73	51	146	3.51	11.6	

표 2. 액비 성분

시험항목	결과	분석 방법
수분	88.1%	
철	26.4ppm	흡광광도법
칼슘	2,150ppm	과망간산칼륨용량법
나트륨	1,100ppm	원자흡광광도법
마그네슘	280ppm	원자흡광광도법
염소	1,880ppm	소산은상정법
동	0.05ppm	원자흡광광도법
아연	4.25ppm	원자흡광광도법
TN	0.42%	데바르타합금-유산법
TP	0.01%	바나트모리브덴산암모늄법
TK	0.3%	원자흡광광도법

표 3. 액비 사용 실적

시험구	발아성적			생육성적				이상 증상
	하루	이틀	사흘	잎의길이 cm/1개	잎의길이 cm	중량 g/1뿌리	중량지수	
기초량구	95%	95%	95%	251	47.7	0.268	100	무
기준량구	90%	95%	95%	239	45.5	0.263	98	무
2배량구	85%	95%	95%	266	50.5	0.279	104	무
3배량구	95%	95%	95%	236	44.8	0.258	96	무

4. 결론

그동안 하수슬러지나 음식물류폐기물의 처리후 탈리액은 해양투기에 의존하였다. 그러나 해양 오염이 심각해지면서 2007년부터는 합수율 95% 이상을 요구하게 되었고, 향후 해양투기는 전면 금지될 전망이다. 이 경우 탈리액을 완전처리하거나 획기적으로 감소시키는 장치가 필요할 것인데, 이에 알맞은 장치가 기존의 고속발효건조장치와 이번 소개하는 고고온고압 수증기에 의한 가수분해장치가 유망한 장

비라 여겨진다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 충남환경기술개발센터의 지원에 의하여 이루어졌습니다.

참고문헌

- [1] 농림부 보도자료, "비료관리법 개정안(2003. 3. 19) (2003)
- [2] 김두환, "음식물류 폐기물 관리정책 방향", 음식물쓰레기 분리수거 자원화 현황 및 개선방향 세미나 자료집, 한국폐기물학회, 2005
- [3] 에이앤드에이(주), "ORCEPP", 2007