

## PF9)                   음식물쓰레기의 고온호기성처리시 보조열량원의                               첨가에 따른 효과

장성호\*, 서종환, 박진식<sup>1</sup>, 문추연<sup>1</sup>  
부산대학교 지역환경시스템공학전공,  
<sup>1</sup>경운대학교 보건환경학전공

### 1. 서    론

음식물쓰레기의 처리에 있어서 사료화나 퇴비화에 적절하지 못한 배출 및 수거시스템으로 인하여 처분과정에서 수요자의 기피현상이 증가되고 있다. 음식물쓰레기의 운송비용과 수거시스템의 문제를 줄일 수 있는 것은 감량화방식이다. 이러한 감량화 방식중 하나가 생물학적 처리방식중 하나인 고온호기성처리방식이다. 음식물쓰레기의 수분이 80-85%이상으로 높기 때문에 감량화시 함수율을 줄이는 것이 가장 중요한 과제이며, 단순감량화시에는 에너지가 다량 소요될 수 있다. 음식물쓰레기를 대용량을 수용하고 자체발열량을 높일 수 있는 에너지원으로 폐식용유를 음식물쓰레기에 첨가한다면 발열량을 높여 단시간에 생물학적 안정과 감량화를 달성할 수 있게 된다. 본 실험에서는 고온호기성공정으로 음식물쓰레기를 처리할 경우 낮은 열량부하를 보충하기 위한 보조열량원으로서 폐식용유의 적용에 따른 처리특성을 고찰하고자 한다.

### 2. 재료 및 실험방법

본 실험에 사용된 음식물쓰레기의 구성비는 곡류 25.0%, 과일류 6.3%, 야채류 57.8%, 생선류 10.9%이다. 수분조절제인 톱밥, 보조열량원 대두유, 액상폐기물인 음식물쓰레기의 성상을 Table 1에 나타내었다. 실험에 사용된 장치는 두께 10mm, 지름 500mm, 길이 600mm의 원통형 아크릴관으로 반응기를 제작하였으며 보온을 위해 스토로폼과 Glass wool로 피복을 실시하였다. 반응기로 주입되는 공기는 Brower를 통하여 반응조 하부의 지름 3mm의 다공성공극판을 거쳐 시료에 균일하게 접촉되도록 하고 교반기의 교반속도는 2rpm으로 유지하였다. 상부에는 가스 배출구와 시료투입구를 설치하였으며 배출공기중의 수분을 측정하였고 배출공기를 순환시키기 위해서 배출공기를 반응조 하부로 다시 유입시켜 일반대기공기와 혼합한 공기순환방식을 적용하였다.

음식물쓰레기에 첨가되는 대두유(Soybean oil)는 열량비가 일정하지 않은 폐식용유의 적용가능성을 알아보려고 대체제로 첨가하였다. 음식물쓰레기의 중량비로 0%, 5%, 10%, 15%로 첨가량을 조절한 후 각각의 운전조건에서의 온도변화, 중량 및 함수율 변화 등의 운전인자를 측정하고 음식물쓰레기의 처리효율을 고찰하였다. 실험은 공기순환비를 0.5로 고정하였으며, 대기공기유입유량은 초기시료에 대해 0.10m<sup>3</sup>/hr · kg-DS으로 하였다. 또한, 톱밥과 음식물의 혼합비는 2.5:1.0으로 투입하였으며 별도의 수분조절은 행하지 않았다.

Table 1. Physico-chemical characteristics of raw materials

Items	Food wastes	Soybean oil	Sawdust
pH	5.0	-	5.7
VS(%)	6.3	99.9	74.9
FS(%)	1.2	-	7.1
Moisture(%)	92.5	0.01	18.0
C/N	12.7	-	-
Calorie(kcal/kg-D.S.)	4,731	9,000	4,500

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 온도변화

Fig. 1은 대두유 투입량을 0%, 5%, 10%, 15%로 변화시킨 각각의 운전 상태에서의 온도 변화를 나타내었다. 반응기간중 평균온도는 R-1에서 51.9°C, R-2에서 55.8°C, R-3에서 56.3°C, R-4에서 57.0°C의 온도를 나타내었다. 대두유를 첨가하지 않은 R-1을 제외하고 대두유를 일정량 첨가한 운전조건인 R-2, R-3, R-4에서는 운전기간 전반에 걸쳐 50°C이상의 고온 온도변화를 나타내었다. 대두유의 투입량에 따라서 온도상승에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 열의 발생은 대부분 생물학적인 반응에 의한 것으로 유기물의 분해 정도를 나타내므로 온도범위의 측면에서는 열량원으로 대두유를 첨가한 조건인 R-2, R-3, R-4의 운전조건이 생물학적 반응이 활발한 것으로 판단된다.

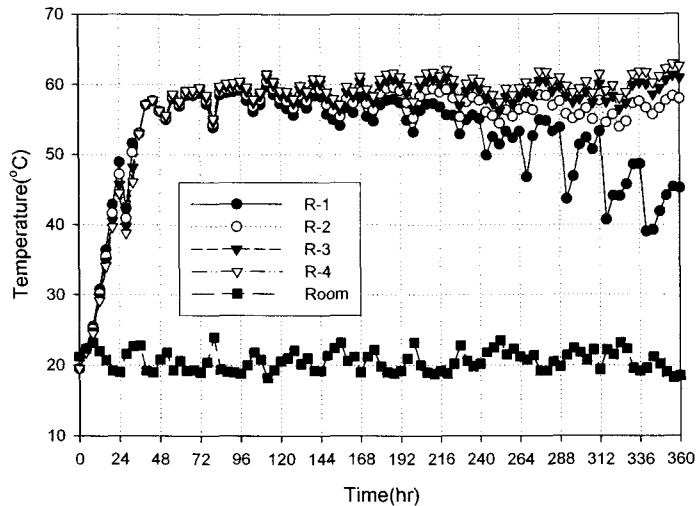


Fig. 1. Variations of temperature depending on the calorie ratio.

#### 3.2. 중량 및 함수율 변화

반응물의 중량은 수분량과 유기물량, 미분해 유기물량과 생성 미생물량에 의존하기 때문에 실험기간동안 수분의 증발이 이루어지지 않고 투입 유기물의 산화분해가 없다고 하면

중량변화는 시간경과와 투입횟수에 따라 지속적으로 증가하게 된다. Fig. 2와 3에 중량변화와 함수율을 변화를 각각 나타내었다.

시간경과에 따른 중량변화는 대두유를 첨가하지 않은 조건인 R-1에서는 초기중량에 비해 평균 105.8%의 중량을 나타내었으며 최종중량증가는 123.2%였다. 이러한 결과는 혼합물의 중량이 점차 증가하는 경향으로 유기물 분해시 발생하는 수분과 투입시 존재하였던 수분의 증발이 원활하지 않으며, 투입된 음식물이 분해되지 않고 축적되고 있음을 의미한다. 즉, 수분을 증발시키기 위한 열량원이 부족함을 의미한다.

대두유를 5% 첨가한 R-2에서의 중량변화는 평균중량은 초기중량에 비해 103.7%를 나타내었으며 최대 중량증가율은 110.4%를 나타내었다. 다른 실험조건들보다 중량제거율이 가장 크게 나타나고 있으며 중량증가율도 10% 정도로 판단되었다. 이러한 원인은 일정한 수분의 증발과 유기물 분해가 지속적으로 이루어지고 있다고 판단되어 열량원으로 투입된 대두유의 첨가량은 5%가 적절할 것으로 판단된다.

대두유를 10% 이상 첨가할 경우 수분제거에 충분한 열량을 가지고 있음에도 불구하고 중량증가가 지속적으로 일어나고 있어나 첨가된 대두유가 유기물부하로 작용하여 처리에 적절한 부하를 다소 초과한 것으로 판단된다.

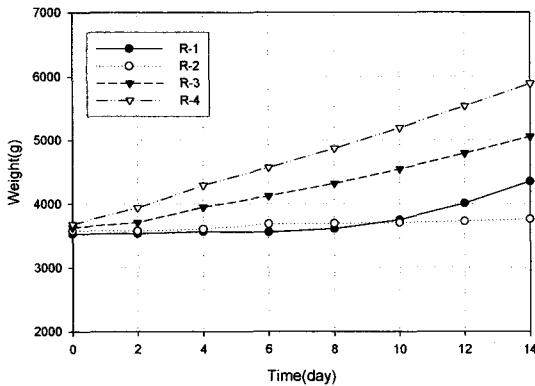


Fig. 2. Variations of weight depending on the calorie ratio.

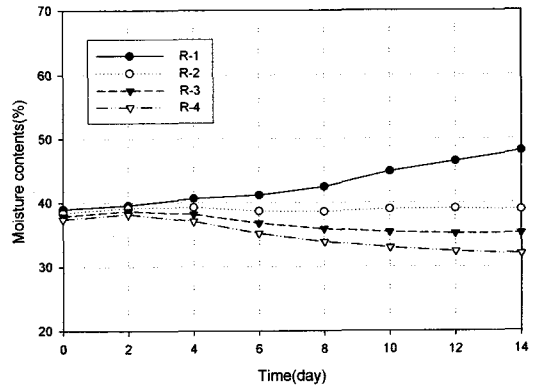


Fig. 3. Variations of moisture contents depending on the calorie ratio.

### 3.3. 기질제거

Table 2는 음식물쓰레기를 15일간 처리한 후 장치내의 내용물의 조성을 나타내었다. 음식물쓰레기중 회분과 bulking agent로서 투입된 톱밥은 난분해성물질로 보고 분해가능물질은 15일간 처리후 분해가능물질중 잔류된 양과 새로이 투입된 시료중 분해가능부분에 대해서 나타내었다.

Table 2. Measurement conditions for thermophilic oxic process depending on the calorie ratio(unit : g)

Items		R-1	R-2	R-3	R-4
Input sample(g/d)		1,000	1,050	1,100	1,150
Non-degradable matters	Sawdust	2,500			
	Food waste	180			
	Total	2,680			
Degradable matters	Residual amount after 15th day	682	234	1,286	2,073
	Input food waste in the 16th day	988	1,038	1,088	1,138
	Total	1,670	1,272	2,374	3,211
Total weight of internal matters		4,350	3,952	5,054	5,891

대두유를 첨가하여 음식물쓰레기를 처리할 경우의 감량화 효율은 Table 3과 같다. 대두유를 첨가하지 않은 R-1에서의 효율은 94.5%, 대두유를 5%첨가한 R-2에서의 효율은 97.6%, 대두유를 10%첨가한 R-3에서의 효율은 91.7%, 대두유를 15%첨가한 R-4에서의 효율은 87.2%로 나타났다.

Table 3. Mass balances depending on the calorie ratio

Capacity		R-1	R-2	R-3	R-4
Operation period(day)		15	15	15	15
Input(g)	Total	15,000	15,750	16,500	17,250
	Food wastes	15,000	15,000	15,000	15,000
	Soybean oil	0	750	1,500	2,250
Output(g)		820	372	1,424	2,211
Reduction(%)		94.5	97.6	91.4	87.2

보조열원으로서 첨가된 대두유로 인해 시료의 발열량은 대두유의 첨가량에 비례해서 증가된다. 높아진 발열량으로 인해 수분증발을 촉진시킨 결과를 초래했다. 그러나 첨가된 대두유 자체가 유기물부하로 작용하여 대두유를 10%, 15%첨가한 조건인 R-3, R-4가 대두유를 첨가하지 않은 조건인 R-1의 처리효율에 비해 다소 낮아진 것으로 판단되며 대두유를 5%첨가한 R-3의 운전조건에서 가장 높은 처리효율을 나타내었다.

#### 4. 요약

본 연구에서는 음식물쓰레기를 고온호기성공정으로 처리시 수분증발량을 증대시키기위한 보조열량원으로 대두유를 첨가할 경우의 음식물쓰레기의 감량화 특성을 고찰하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

음식물쓰레기부하를  $50\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ , 열량원으로 대두유를 0%, 5%, 10%, 15% 각각 첨가한 중량제거율에 근거한 음식물쓰레기 제거효율은 0% 첨가시 94.5%, 5% 첨가시 97.6%, 10% 첨가시 91.7%, 15% 첨가시 87.2%로 나타났다. 대두유 첨가에 따른 열량비는 C/W비로 0.67, 1.52, 2.37, 3.21이었으며, 대두유를 5% 첨가한 경우의 음식물쓰레기 제거효율이 높은 것으로 판단되었고 고온호기성공정으로 음식물쓰레기를 처리할 경우 적절한 C/W비는 1.52인 것을 확인 할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- 양재경, 박응로, 최경민, 이성택, 모리 타다히로, 1997, 고온·호기법에 의한 혐기성 소화 슬러지의 처리 특성, 한국폐기물학회지, 14(1), 54-95.
- 김병태, 1994, 공기공급제어에 따른 고형폐기물 퇴비화의 공정효율 분석, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 26pp.
- Liu, B. G., Noda, S. and Mori, T., 1992, Complete decomposition of organic matter in high BOD wastewater by thermophilic oxic process, Proceeding of Environmental Engineering Research, 29, 77-87
- Mckinley, U. L. and Vestol, J. R., 1984, Biokinetic analyses of adaptation and succession, Microial activity in composting municipal sewage sludge, Appl. Env. Microbial., 47, 933-941