

## 혐기성 메탄 발효를 이용한 다양한 유기성 폐기물의 분해 특성

김중곤<sup>1</sup>, 조건형<sup>1</sup>, 정효기<sup>1</sup>, 전영남<sup>2</sup>, 김시욱<sup>2</sup>  
조선대학교 생물신소재학과<sup>1</sup>, 환경공학부<sup>2</sup>  
전화 (062) 230-6649, Fax (062) 225-6040

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the characteristics of anaerobic methane fermentation using several organic wastes. The substrates used in this study were food wastes, vegetable wastes, and cow manure. The substrates were mixed with inocula (mixed methanogenic fluid) at a ratio of 1:1, and several parameters such as TS, VS, sCOD, and biogas production have been monitored. Anaerobic degradation of food wastes were occurred in the initial stage of cultivation, whereas that of vegetable wastes were occurred in the late stage. However, in case of cow manure, the degradation was occurred two times both in the initial and the late stage of reaction.

### 서 론

유기성 폐기물은 주로 생물에서 유래되는 폐기물로 음식물쓰레기를 비롯하여 하수슬러지, 축분 및 농산부산물 등이 해당되며, 폐기물 관리법상 유기물함량이 40%이상인 것을 지칭한다. 우리나라의 유기성 폐기물의 일일 발생량은 음식쓰레기 11,774톤, 축산분뇨 99,470톤, 하수슬러지 4,642톤, 농수산물시장의 잔사 390톤 등이 발생되고 있으며 축산분뇨와 음식물 쓰레기를 제외한 나머지 유기성 폐기물의 자원화율은 매우 낮은 실정이다<sup>1)</sup>. 유기성 폐기물의 자원화는 주로 사료화, 퇴비화<sup>2)</sup> 및 혐기성 소화<sup>3-4)</sup>를 통해 이루어지고 있다. 이 가운데 혐기성 소화의 경우 특히 부피감량이 뛰어나고 발효시 생산되는 메탄가스를 통해 대체 에너지를 생산할 수 있는 장점이 있기 때문에 최근 들어 유기성 폐기물 처리에 있어서 많은 주목을 받고 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 음식물 쓰레기의 처리를 위해 운전하고 있는 3단계 메탄 발효시스템에서 음식폐기물, 축산폐기물 및 농산부산물과 같은 다양한 유기성 폐기물의 처리성을 확인하기 위하여 소형으로 제작된 발효조를 이용하여 각종 유기성 폐기물의 혐기성 분해 특성을 알아보고자 하였다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용된 유기성 폐기물은 음식폐기물, 축산폐기물, 농산부산물을 사용하

였다. 음식폐기물의 경우 현재 본 실험실에서 운전되고 있는 음식물쓰레기의 혐기성 소화공정인 3단계 메탄 발효시스템 가운데 2차 혐기성 산발효조로부터 발효후 배출되는 발효액을 사용하였고, 축산폐기물의 경우 광주광역시 외곽에 소재한 축산농가에서 발생하는 축산폐기물을 물과 1:1로 혼합하여 사용하였으며, 농산부산물의 경우 광주광역시 농산물시장에서 발생하는 야채를 수집하여 본 실험실의 음식물 파쇄기를 이용하여 잘게 분쇄한 후 축분과 마찬가지로 물과 1:1로 혼합한 후 실험에 사용하였다.

본 실험을 위해 제작한 실험실 규모의 메탄 발효조는 직경이 200mm, 높이가 350mm로 총 용적이 11ℓ인 원통형 발효조이며 발효조의 측면에 시료를 채취할 수 있는 밸브를 설치하였고 발효조 내의 온도는 히터가 설치된 수조 내에 발효조를 설치하여 조절하였다. 발효조의 운전은 회분식으로 수행하였으며 시료와 접종액을 1:1의 비율로 하여 유효용적이 8ℓ로 하여 50℃로 운전하였다. 실험에 사용된 접종액은 현재 본 실험실에서 운전 중인 음식물쓰레기의 혐기성 소화공정인 3단계 메탄 발효시스템 가운데 3차 혐기성 메탄발효조 내의 발효액을 사용하였다. 접종액에는 우변, 매립지토양으로부터 채취한 메탄생산세균을 포함하고 있다.

회분식실험이 진행되는 동안 유기성 폐기물의 TS, VS, 바이오 가스 발생량 및 COD를 측정하였다. 각각의 실험방법은 TS와 VS는 Standard Method(APHA, 1998)으로, 발효조에서 발생하는 바이오 가스량은 가스유량계를 이용하여 측정하였으며, COD는 Cr법으로 측정하였다. 또한 각각의 유기성 폐기물의 성상은 음식폐기물의 경우 pH는 5.24, 고형물 함량은 1.6%이며, 이 가운데 유기물 함량은 70.6%로 나타났다. 축산폐기물의 경우 pH는 8.46, 고형물 함량은 12.83%이며, 이 가운데 유기물 함량은 80.9%로 나타났고, 농산부산물의 경우 pH는 6.76, 고형물 함량은 3.78%이며, 이 가운데 유기물 함량은 59.3%로 나타났다.

## 결과 및 고찰

그림 1의 (a)와 (b)는 각종 유기성 폐기물 처리의 회분식 실험기간 중 각각의 혐기성 메탄발효조 내에서 발생하는 바이오 가스 생산량과 sCOD의 변화를 나타내었다.

그림 1에 나타난 바와 같이 상대적으로 유기물 함량이 떨어진 농산부산물의 경우 가장 낮은 가스발생량을 보여주고 있으며 또한 sCOD 제거시기에 있어서 다른 유기성 폐기물에 비해 상대적으로 매우 늦게 떨어짐을 알 수 있었다. 농산부산물의 경우 주성분이 유기물 가운데 분해하기 어려운 Cellulose 성분으로 구성되어 있으므로 분해속도가 떨어지는 것으로 생각되며 이에 따라 발생하는 가스량 또한 적은 것으로 생각된다. 반면 음식폐기물의 경우 유기물 함량은 축산 폐기물에 비해 다소 떨어지지만 실험에 사용된 시료의 특성이 산발효를 거치고 나온 발효액이고 주성분이 메탄생성

균의 성장에 유용한 유기산이므로 메탄생성균의 기질 이용측면에서 축산 폐기물에 비해 더 많은 가스발생량을 보였으며, sCOD의 감량에 있어서도 우수한 효과를 나타내었다. 축산폐기물의 경우 높은 유기물함량으로 인해 초기 가스발생량이 농산부산물에 비해 높았으며 축산폐기물의 성장가운데에는 짚더미와 같은 Cellulose 성분이 많이 포함되어 있어 이와 같은 물질의 분해로 인해 실험 중반부에 농산부산물의 분해가 일어나는 시기와 유사하게 바이오가스가 생산되는 것으로 사료된다.

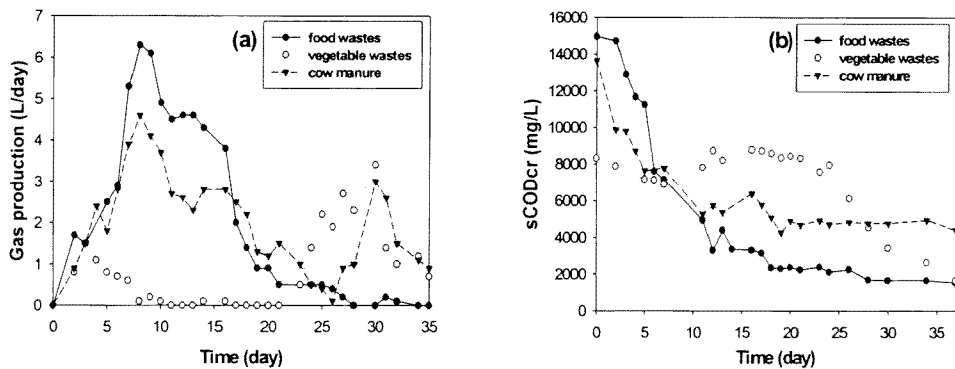


Fig. 1. (a) Comparison of gas production using different organic wastes in the anaerobic methane fermenter  
(b) Comparison of sCOD changes using different organic wastes in the anaerobic methane fermenter.

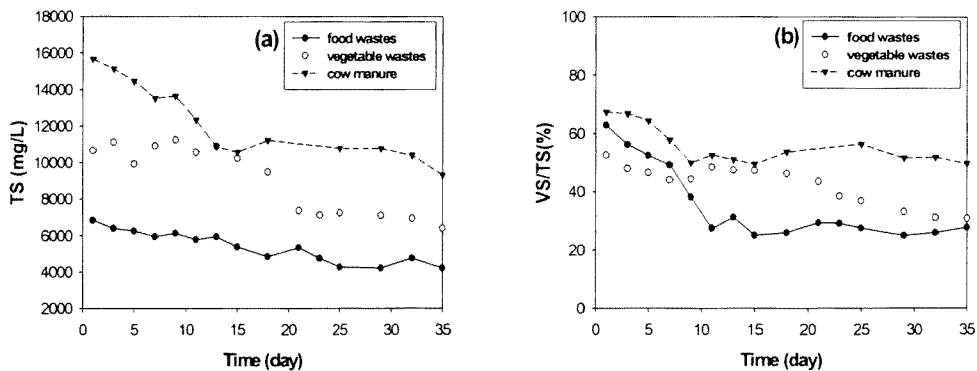


Fig. 2. (a) TS changes of organic wastes in the anaerobic methane fermenter.  
(b) VS/TS changes of organic wastes in the anaerobic methane fermenter.

그림 2의 (a)와 (b)는 각종 유기성 폐기물의 고형물 분해 특성을 나타낸 것이다. 다른 유기성 폐기물에 비해 상대적으로 높은 고형물함량을 가지고 있는 축산폐기물의 경우 분해되기 쉬운 고형물의 분해가 실험초기에 이루어지는 것을 관찰할 수 있었지만 실험 중반 이후 고형물 분해가 더디게 진행되는 것이 관찰되었다. 이것은 앞서 언급한 바와 같이 Cellulose 성분의 난분해성 물질을 다량 함유하고 있어 고형물 분해

및 유기물의 제거가 늦어진 것으로 생각된다. 농산부산물의 경우 반응조 운전기간 18 일 이후부터 본격적인 고형물 분해와 유기물 제거가 이루어지는 것이 관찰되었다.

음식폐기물의 경우 다른 유기성 폐기물에 비해 고형물함량이 낮아 고형물 분해가 완만한 경향을 보였지만, 용해성 유기물의 함량이 높으며 주성분이 유기산이므로 메탄생성균에 의해 쉽게 유기물 제거가 이루어지는 것을 알 수 있었다.

### 요 약

본 연구는 각종 유기성 폐기물의 혐기소화시 혐기성 분해 특성에 대해 알아보고자 하였다. 실험에 적용된 유기성 폐기물의 종류는 음식폐기물, 축산폐기물, 농산부산물이었으며 기질과 접종액을 1:1로 혼합하여 회분식으로 실험을 수행하였고, 이때 발효조내의 TS, VS, sCOD 변화 및 가스발생량을 측정하였다. 음식폐기물의 경우 실험초기에 혐기성 분해가 일어났으며, 농산부산물의 경우 실험 중반부에 혐기성 분해가 일어났다. 반면 축산폐기물의 경우 실험초기에 한차례 혐기성 분해가 이루어지고 중반부에서 다시 혐기성 분해가 이루어짐을 알 수 있었다.

### 참고문헌

1. Sanchez-Monedero, M. A., A. Roig, C. Paredes and M. P. Bernal, Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. 2001. *Bioresource Technology* 78(3), 301-308
2. Bouallagui, H., R. Ben Cheikh, L. Marouani, M. Hamdi. Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester. 2003. *Bioresource Technology* 86, 85-89
3. Lastella, G., C. Testa, G. Cornacchia, M. Notornicola, F. Boltasio, Vinod Kumar Sharma. Anaerobic digestion of semi-solid organic waste: biogas production and its purification. 2002. *Energy Conversion and Management* 43, 63-75
4. 허병두, 김시현, 유정택, 고윤경, 양수민 음식물/축분의 통합소화에 의한 바이오가스 이용기술 실용화 2002. *J. of KOWRE*, 10(1), 46-51