

## OF7) 마이크로파에 의한 하수슬러지 전처리시 세포파괴 특성에 관한 연구

정병길, 박성현<sup>1</sup>, 김대용\*, 박재홍, 최병혁, 장성호<sup>2</sup>, 성낙창  
동아대학교 환경공학과, <sup>1</sup>(주)한성개발공사,  
<sup>2</sup>부산대학교 지역환경시스템전공

### 1. 서 론

하수슬러지의 감량화 방법 중의 하나인 소각은 부피를 크게 감소시키면서 열을 회수할 수 있는 방법으로, 소각은 유기물이 연소되어 제거되고 병원균을 포함한 미생물은 사멸시키는 위생적인 최종처분방법이다. 일반적으로 농축이나 탈수와 같은 기계적 조작에 의한 고액분리와 비교하여 열적수단에 의한 고액분리(건조)는 훨씬 높은 비용이 들어가나 기계적 분리로는 수분함량을 약 70%로 까지 밖에는 낮추지 못하므로, 하수슬러지의 유효이용, 소각 및 처분을 위해서는 그 전처리 과정으로 건조조작이 필요하다.

마이크로파 기술은 낮은 에너지 손실, 낮은 공정온도, 짧은 공정시간 및 공정라인 등의 장점으로 인해 오래전부터 식료품 제조, 광석 및 펄프의 건조, 고무 가황공정 등 산업분야에 주로 이용되어져 왔으며, 최근에는 "clean technology(청정기술)"로 인식되어 하수슬러지 처리(전처리, 건조, 멸균) 및 음식물쓰레기 건조 등에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

따라서 본 연구에서는 하수슬러지 가용화율 제고를 통한 감량화 방안으로 하수슬러지에 마이크로파를 적용하여 전처리시 세포파괴특성을 평가하고자 하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

#### 2.1. 실험재료

본 연구에서 전처리 실험에 사용된 하수슬러지는 B시 소재 S하수종말처리장의 농축조에서 채취하였다.

#### 2.2. 실험장치

본 연구에 사용된 마이크로파 전처리 실험장치는 Fig. 1과 같이 주파수 2,450MHz, 최대 정격고주파출력 700W인 대우전자(KR-B20MB)의 가정용 전자레인지 사용하였다.

#### 2.3. 실험방법

마이크로파의 조사강도에 따른 하수슬러지의 가용화율을 비교하기 위하여 3가지 조사강도(700W, 500W, 350W)로 전처리 실험을 행하였다. TS 함량 1.0%로 조정된 하수슬러지 500mL에 대하여 마이크로파 조사로 인한 건조반응이 일어나기 전단계까지 도달하는 시간에 대한 기초실험을 통해 조사강도별 최대 조사시간을 700W는 4분, 500W는 6분, 350W는 8

분으로 결정한 후 전처리 실험을 하였다.

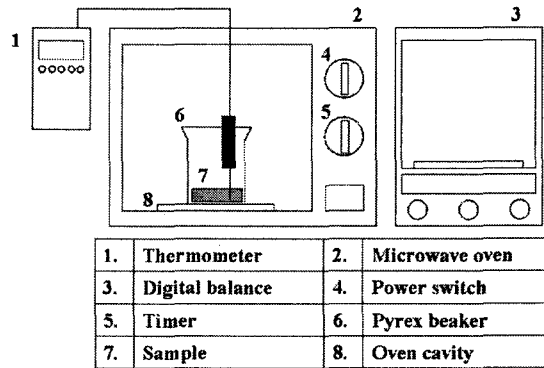


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

### 3. 실험결과

마이크로파 전처리 방법을 이용한 하수슬러지의 농도에 따른 조사강도 따른 용해성 protein의 농도변화를 Fig. 2에 나타내었으며, 하수슬러지(TS 1.0%)의 용해성 protein 초기 농도는 6.7mg/L를 나타내었다. 마이크로파를 이용하여 하수슬러지를 4분간 전처리시 용해성 protein의 농도변화는 700W는 88.4mg/L, 500W는 37.3mg/L, 350W는 32.2mg/L를 각각 나타내어 마이크로파의 조사강도가 강할수록 동일 조사시간에 대한 용해성 protein의 농도가 높은 것으로 나타났으며, 초기농도와 비교시 700W는 13.1배, 500W는 5.6배, 350W는 4.8배의 농도 증가를 보였다. 또한, 조사강도 500W 및 350W의 경우 최대 조사시간인 6분 및 8분에 대한 용해성 protein의 농도는 TS 농도 1.0%에서 각각 94.6, 97.7mg/L를 나타내어 최대 조사강도 700W로 4분간 전처리시와 유사한 결과를 보였다.

하수슬러지를 마이크로파로 전처리시 용해성 carbohydrate의 농도변화를 Fig. 3에 나타내

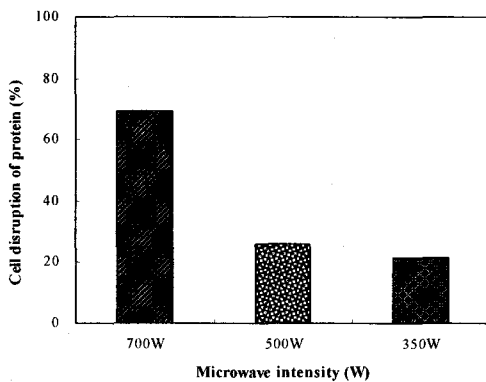


Fig. 2. Variations of Cell disruption of protein during the microwave pretreatment of sewage sludge.

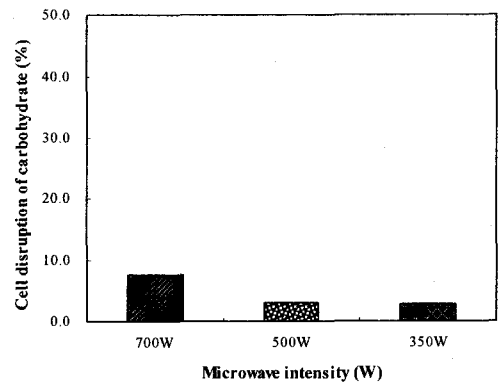


Fig. 3. Variations of cell disruption of carbohydrate during the microwave pretreatment of sewage sludge.

였으며, 폐활슬러지(TS 1.0%)의 용해성 carbohydrate의 초기농도는 3.6mg/L를 나타내었다. 마이크로파 조사강도별로 4분간 전처리한 후 용해성 carbohydrate의 농도변화는 700W는 62.0mg/L, 500W는 27.6mg/L, 350W는 25.9mg/L를 나타내어 마이크로파 조사강도와 용해성 carbohydrate의 농도 증가는 비례관계가 성립함을 알 수 있었다. 초기 용해성 carbohydrate 농도와 비교시 전처리를 통해 700W는 17.2배, 500W는 7.7배, 350W는 7.2배의 농도 증가를 보였다. 또한, 조사강도 500W 및 350W의 경우 최대 조사시간인 6분 및 8분에 대한 용해성 carbohydrate의 농도는 TS 농도 1.0%에서 각각 113.7, 110.2mg/L를 나타내어 최대 조사강도 700W로 4분간 전처리한 결과보다 높은 농도를 나타내었다.

#### 4. 요약

조사강도(700W, 500W, 350W)별로 4분간 전처리시 세포파괴도는 protein의 경우 각각 69.1, 25.8, 21.5%를 나타내었으며, carbohydrate의 경우 각각 7.7, 3.2, 2.9%를 나타내어, 조사강도가 강할수록 동일 조사시간에 대한 세포파괴도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 조사강도 500W 및 350W의 경우 최대 조사시간인 6분 및 8분에 대한 protein의 세포파괴도는 각각 74.3, 76.9%를 나타내어 최대 조사강도 700W로 4분간 전처리시와 유사한 세포파괴도 결과를 얻을 수 있었다. 마이크로파 전처리시 이러한 protein의 높은 세포파괴도는 체외고분자물질(ECPs)의 탈착 및 간극수 중의 protein 물질의 누출 등에 의한 것으로 판단되며, 상기 실험결과와 같이 protein의 높은 세포파괴도는 후속공정인 혐기성소화시 율속단계(rate-limiting step)의 단축으로 소화효율이 향상될 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- 고현웅, 2003, 이중주파수 초음파 전처리와 산발효공정에 의한 하수슬러지의 자원화, 동아대학교 박사학위논문.
- Sutton, W. H., 1989, Microwave Processing of Ceramic Materials, Am, Ceram, Soc., Bull., 68, pp.376-386.
- Lehne, G., Müller, J. and Schwedes, J., 2000, Mechanical disintegration of sewage sludge, Wat. Sci. Tech., 43(1), 19-26.