

## OF6) 초음파-알칼리 전처리에 의한 도시하수슬러지의 감량화

정병길, 김한석, 김명숙\*, 최호은, 홍승목, 장성호<sup>1</sup>, 성낙창  
동아대학교 환경공학과, <sup>1</sup>부산대학교 지역환경시스템전공

### 1. 서 론

하수슬러지의 육상매립 금지와 향후 해양투기의 규제강화 및 금지가 예상되므로 하수슬러지 처분의 근본적인 해결책인 슬러지의 발생량 감소가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

하수슬러지의 감량화를 위한 안정화 공정으로 일반적으로 혐기성소화공정이 적용되고 있으나, 긴 체류시간으로 인한 소화조의 대형화, 소화조 부대시설로 인한 운영비의 증가, 낮은 유기물 감량률, 낮은 병원균 사멸률, 소화조 상징수의 처리문제, 운전자의 경험부족 등으로 인해 혐기성 소화에 대한 불신이 가중되고 있는 실정이다.

하수슬러지의 세포벽을 물리적 화학적 또는 생물학적인 전처리로 파괴시켜 세포내 기질을 용출시킴으로써 울속단계를 제거할 수 있다. 이를 통해 혐기성 미생물에 의한 기질의 이용도를 높임으로서 전체 혐기성 소화반응의 효율 또한 개선할 수 있어, 하수슬러지의 전처리에 의한 가수분해율 향상을 통해 혐기성 소화를 개선하고 슬러지의 발생량을 저감시키려는 다양한 연구들이 수행되었다. 초음파 처리는 하수슬러지의 가용화 효율이 높고 환경적으로 무해하며, 알칼리 처리는 경제성이 높은 방법으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 도시하수슬러지의 감량화 방안으로 초음파-알칼리 전처리를 통한 하수슬러지의 분해 특성과 전처리된 슬러지의 비메탄활성도(SMA) 실험을 통한 메탄가스 생성특성을 평가하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

#### 2.1. 실험재료

본 연구에 사용된 하수슬러지는 부산광역시 소재 S하수처리장의 농축조에서 채취하였다. 채취된 슬러지는 협잡물을 제거하기 위해 2.36mm의 체로 여과하고, 12시간 동안 중력침전 후 상등액을 제거한 후 사용하였다. 상등액을 제거한 슬러지는 미생물 반응의 영향을 배제하기 위해 4°C에서 냉장보관 하면서 실험을 하였다.

#### 2.2. 실험장치

본 연구에 사용된 초음파-알칼리 전처리 장치 개략도를 Fig. 1에 나타내었다. 적용된 알칼리는 생석회보다 더 큰 가용화 효율을 가진다고 보고된 NaOH를 사용하였다. 하수슬러지의 TS 함량은 1.0%로 조정하였으며, 실험에 사용된 하수슬러지의 양은 5L로 하였다. NaOH 주입농도는 40meq/L NaOH로 하여 실험을 실시하였다. 전처리에 적용된 초음파 주

파수는 15kHz, 20kHz, 15+20kHz를 사용하였고, 반응기의 출력은 880W로 하여 적용된 음향 밀도가 176W/L로 되도록 운전하였다. NaOH의 혼합과 슬러지의 침전 방지를 위해 교반기를 이용하여 200rpm으로 교반시키면서 45분 동안 실험하였다.

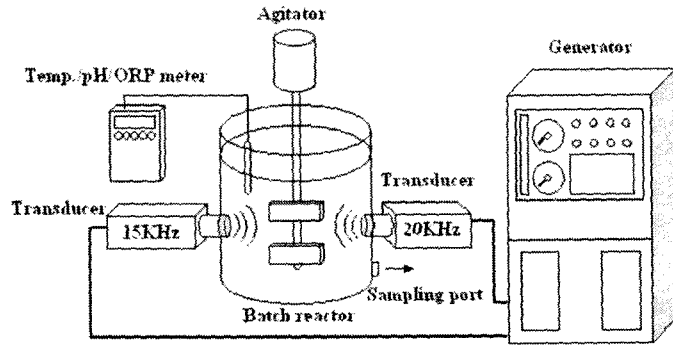


Fig. 1. Schematic diagram of experimental set-up for alkaline and ultrasound pretreatment.

### 2.3. 실험방법

초음파-알칼리 전처리를 이용하여 처리된 하수슬러지는 원심분리기를 이용하여 3,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 GF/C 여과지로 여과하여 얻어진 여과액을 Standard Methods 18th edition에 준하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

초음파, 알칼리 단독 전처리 및 초음파-알칼리 전처리를 이용한 하수슬러지의 전처리시 SCOD/TCOD비와 세포파괴도를 Fig. 2와 Fig. 3에 각각 나타내었다.

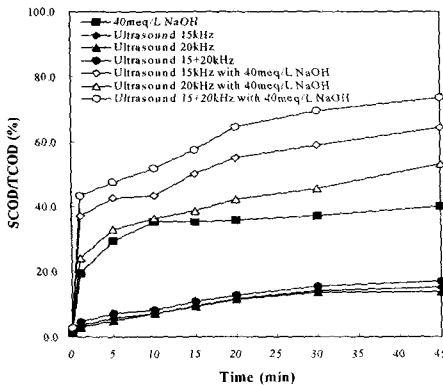


Fig. 2. The comparison of SCOD/TCOD rate in alkaline and ultrasound sludge pretreatment.

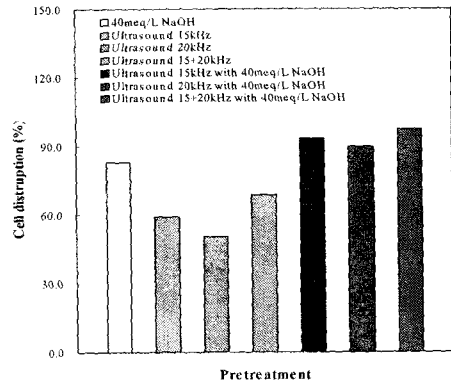


Fig. 3. The comparison of cell disruption of protein in alkaline and ultrasound sludge pretreatment.

#### 4. 요 약

본 연구에서는 하수슬러지의 감량화 방안으로 초음파-알칼리 전처리를 통한 하수슬러지의 가용화 특성과 전처리된 하수슬러지의 비메탄활성도(SMA) 실험을 통한 메탄가스 발생 특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

하수슬러지의 전처리에서 초음파와 알칼리의 단독 전처리보다는 초음파-알칼리 전처리의 경우, 또한 단일주파수 초음파보다는 이중주파수 초음파의 경우 SCOD 가용화율과 처리시간에 있어 더 효과적임을 알 수 있었다.

알칼리(40meq/L NaOH), 초음파(15, 20, 15+20kHz), 알칼리와 초음파 전처리시(15, 20, 15+20kHz with 40meq/L NaOH)시 반응시간 45분에서 하수슬러지의 세포파괴도가 가장 높게 나타난 것은 알칼리(40meq/L NaOH)와 이중주파수 초음파 15+20kHz 전처리로 조사되었으며, 이때 세포파괴도는 98.7%로 나타났다.

#### 참 고 문 헌

- 고현웅, 2003, 이중주파수 초음파 전처리와 산발효공정에 의한 하수슬러지의 자원화, 동아대학교 박사학위논문.
- Lin, J. G., Rajan, R. V., Ray, B. T., 1989, Low-level chemical pre-treatment for enhanced sludge solubilization, J. Water Pollution Control Federation, 61, 1678-1683.
- Wang, Q., Kuninobu, M., Kakimoto, K., Ogawa, H. I., Kato, Y., 1999, Upgrading of anaerobic digestion of waste activated sludge by ultrasound pretreatment, Bioresource Technol., 68, 309-313.
- Tiehm, A., Nickel, K., Zellhorn, M., Neis, U., 2001, ultrasound waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization, Wat. Res., 35(8), 2003-2009.