

[초청강연]

폐기물의 지반공학적 특성에 따른 매립지의 메탄생성 특성에 관한 연구

고재학 · Xu Qiyong¹⁾

제주대학교 환경공학과, ¹⁾북경대학교 심천대학원

1. 서론

도시고형폐기물의 단위부피에는 기체로 채워진 공극이 포함되어 있기 때문에 하중을 가할 때 폐기물 압축이 발생한다. 이런 특성으로 폐기물에서 초기 매립과정에서 폐기물의 부피를 감소시키기 위해 압축(다짐)하며, 이후 매립이 진행될수록, 상부에 놓인 폐기물의 하중에 의해서도 하부에서 압축(침하)이 발생한다. 이전의 매립지 침하에 관한 연구는 대부분 구조적 안정성 측면과 생물학적 안정화의 결과로서 많이 연구되어 왔다. 하지만, 압축에 의한 공간적 특성변화가 생물학적 분해과정에 어떠한 영향을 주는 지에 대한 이해는 미흡했다. 혐기성조건에서 메탄과 이산화탄소를 동반하는 유기물질의 분해는 다양한 미생물들의 공조를 통해 이루어진다. 다양한 미생물종간 균형을 유지할 때 미생물에 의한 메탄 생성 시스템의 효율은 최대화된다. 예를 들어, 메탄생성 단계가 충분히 발달하기 전에 산생성균에 의해 휘발성지방산 등을 과도하게 생산하면, pH를 산성상태로 만들고 메탄생성균이 성장을 저해하게 된다. 이러한 매립지의 산성화는 메탄가스 회수 효율을 떨어뜨리고, 매립 폐기물을 생물학적으로 안정화시키는 데 오랜 기간을 소요하도록 한다. 이 연구에서는 폐기물을 압축시켰을 때의 폐기물의 지반공학적 특성 변화에 메탄생성 시스템이 어떤 영향을 받는지에 관한 모형매립지 실험결과를 요약하였다 (Ko et al., 2016; Xu et al., 2019).

2. 재료 및 방법

폐기물은 중국의 폐기물 조성비(중량기준)에 맞추어 음식쓰레기(57%), 종이(9%), 플라스틱(10%), 금속(1%), 유리(3%), 토양 (20%)으로 구성되었다. 모형매립지는 스테인리스 실린더(75 cm x 18 cm (DI))를 이용하여 만들었으며, 폐기물을 압축할 수 있도록 수압식 압축기를 설치하였다. 각각의 모형매립지에는 9-12 kg의 폐기물로 채워졌다. 발생되는 바이오가스와 침출수는 위부분과 아랫부분에 있는 시료채취용 포트를 이용하여 정기적으로 채취하고 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

실험 결과, 메탄생성균이 충분히 성장된 조건에서 폐기물의 압축은 매립가스의 생산을 증대시키는 효과를 보였지만, 메탄생성균이 충분히 성장되지 아니한 조건에서는 오히려 매립가스 생산을 감소시키는 결과를 보였다. 이러한 결과는 압축에 의해 폐기물의 공극비가 감소할 경우, 용존성 물질의 전달을 상승시키게 되고, 그 결과로, 메탄생성균에 다량의 기질 (휘발성 지방산)에 노출이 된다. 메탄생성단계가 성숙되어 과량의 기질을 소비할 수 있다면 매립가스의 증대효과를 나타내지만, 그렇지 않은 경우, 누적된 휘발산에 의해 pH가 감소하고, 메탄생성균의 성장이 억제되어 매립가스 생산을 감소시켰다. 또한, 폐기물 압축에 의해 공극이 감소하고 매립가스 발생량이 증가함에 따라, 매립지 위에 설치된 가스포집구 방향으로 이동하는 바이오가스에 의해 수분의 아랫방향 이동이 제한되는 현상이 발생하였다. 윗방향으로만 가스포집을 할 경우 증력배수에 의해 이동하는 침출수의 아랫방향 흐름을 방해하며, 내부의 가스압력을 상승시켰다. 이러한 결과로 내부의 수분이 이질적으로 분포되어 매립가스의 발생이 상대적으로 감소되었다.

4. 참고문헌

- Ko, J. H., Li, M., Yang, F., Xu, Q., 2015, Impact of MSW compression on methane generation in decelerated methanogenic phase, *Bioresour Technol.*, 192, 540-546.
Xu, Q., Qin, J., Ko, J. H., Municipal Solid Waste landfill performance with different biogas collection practices: biogas and leachate generations, *J. Cleaner Production*, 222, 446-454.