

72. 입자성 유기물의 가수분해 및 산발효 공정의 동역학 모델

토목환경공학과 김 희 경
지도교수 송 영 채

본 연구에서 개발한 입자성 유기물의 가수분해 및 산발효 공정의 동역학 모델은 기존의 문헌에서 보고된 혐기성 소화모델의 한계점들을 고려하여 입자성 유기물의 가수분해 및 산발효 반응을 효율적으로 설명하였다.

그러므로 본 연구에서는 가수분해 효소가 산발효 균에 의해 생성되고 생성속도는 산발효 속도에 비례하며 가수분해 산물인 용해성 유기물의 부족에 의해서 촉진되는 것을 가정하여 가수분해 효소의 생성 및 입자성 유기물의 분해와 산발효 균의 대사작용을 연계한 모델을 제안하였으며 특히 입자성 유기물의 함량이 높은 음식물 쓰레기의 산발효 실험을 통해 본 연구에서 개발한 모델을 검증하였다.

본 모델은 가수분해 및 산발효 반응을 설명하기 위해 6개의 모델 변수(X)와 12개의 파라미터(P)로 모델 변수에 대한 물질수지를 세웠으며 총 6개의 모델 변수 중 산발효조 실험에 의해 쉽게 측정이 가능한 변수인 단당류(Ssc), 생성물인 유기산 농도(Sa) 두 가지만을 고려하여 민감도 해석을 수행하였다.

따라서 본 연구에서 제안한 가수분해 및 산발효 모델을 검증하기 위하여 파라미터들의 민감도 평가를 한 결과 최대 비기질 이용율(k_a), 산발효속도에 대한 반속도상수(K_a), 산발효균의 수율(y_x), 그리고 산발효균의 사멸계수(k_{xd}) 4개로 평가되었으며 산발효 실험결과를 이용한 모델 파라미터 추정에서는 나머지 8개의 파라미터들을 상수로 취급하고 4개의 파라미터들의 최적 추정치를 Gauss-Newton 알고리즘을 이용한 비선형 회귀분석법으로 구하였고 나머지 8개의 파라미터 들 또한 앞서 추정된 4개의 인자들을 상수로 두고 같은 방법으로 추정 하였다. 따라서 앞서 설명한 방법으로 추정한 최적치는 k_a , K_a , y_x , k_{xd} , k_{ed} , k_{pl} , Y_{em} , K_{em} , σ , α , k_h , K_p 값이 각각 0.9367/hr, 360.1mg/L, 0.7294mg/mg, 0.3585/hr, 0.0512/hr, $4.6874 \times 10^{-6}/d$, 0.0221mg/mg, 500mg/L, 3.9986, 0.6, 0.0917/hr, 3000mg/L으로 각각 나타났으며 이 결과 값을 이용하여 본 연구에서 개발한 모델에 적용시켜 시뮬레이션 해본 결과 음식물 쓰레기의 산발효 실험결과를 효과적으로 묘사할 수 있었다.

73. Bacillus sp.를 이용한 침출수의 고도처리

토목환경공학과 박 상 호
지도교수 김 인 수

우리나라의 쓰레기 매립장은 침출수의 고도처리시설이 미비한 곳이 대부분이며 이로 인한 주

변 지하수, 지표수 및 토양의 오염이 날로 심각해져가고 있다. 쓰레기 매립장의 매립된 폐기물층을 통과하여 배출된 침출수는 유기물 및 질소농도가 높기 때문에 수집하여 적절하게 처리하지 않으면 지표수, 지하수 및 토양을 오염시킬 가능성이 높다. 특히 암모니아성질소는 방류수역에서 생태계에 독성을 미치고 부영양화를 발생시킬 뿐만 아니라 생물학적 처리공정의 효율저하와 악취를 유발시킨다.

2001년에 개정된 침출수 배출규정은 청정지역에서 CODcr 400mg/ℓ, 암모니아성질소 50mg/ℓ, 무기성질소 150mg/ℓ, TP 4mg/ℓ 이내이며 색도와 함께 무기질소에 대한 규정을 부가하고 있으나, 강화된 법규에 비해 관련기술개발의 미비와 예산 부족으로 인해 적법한 매립장 침출수 처리 공정의 도입은 단기간에는 어려울 전망이다. 그러나 침출수처리의 미비는 지하수, 지표수와 토양 오염을 가속화시켜 그에 따른 환경회복비용이 매우 크게 증가하기 때문에 국가 경제적 측면에서도 우선적으로 시설해야될 환경시설 중 하나이다.

침출수 처리에 관한 연구는 펜톤산화, 활성탄 흡착 및 이온교환수지 처리법, CSTR(Continuous Stirred Tank Reactor), UBF(Upflow Bed Filter), 막분리(MF, UF, NF, R/O), 광촉매 산화(UV/H₂O₂, UV/O₃, EB), Bacillus sp.를 이용한 처리 등이 연구되어 실용화되고 있다.

본 연구에서는 Bacillus sp.을 이용한 침출수처리장치의 모형실험장치를 1년간 S 쓰레기 매립장 침출수를 대상으로 현장에서 가동시킨 결과를 분석하여 그 처리성능과 영향인자를 도출하여 최적운전의 조건을 제시하였다.

본 연구의 결과는 Bacillus sp.를 이용한 처리공정에서 암모니아성 질소 성분이 높고 C/N 비의 변화가 심한 침출수의 적정처리에 기여할 것으로 기대된다.

74. 음식물쓰레기의 고효율 산발효를 위한 환경인자

토목환경공학과 우 정 희
지도교수 송 영 채

전체 생활쓰레기 발생량 중 25.4%를 차지하는 음식물쓰레기는 큰 생분해도와 높은 염분 및 수분함량, 그리고 낮은 발열량 등의 고유한 특성 때문에 수거/운반 및 최종처분에 있어서 악취, 침출수, 유독가스 및 공중보건상의 여러 가지 문제의 근원이 되고 있다. 그러나, 재활용 자원으로서의 가치가 대단히 높아 퇴비화, 사료화 등의 방법으로 재활용하거나 혐기성소화를 이용한 유기산 및 메탄가스생성 등의 방법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 가수분해효소 및 산발효에 영향을 미치는 인자들을 보다 구체적으로 평가 및 검증하기 위하여 실험실 규모의 중온 산발효조 2기를 이용하였으며, 음식물쓰레기의 산발효 반응에 있어서 가수분해 및 산발효속도, 산발효분율 그리고 산발효물의 조성과 농도에 대한 회석율과 유기물 부하율, 알칼리도의 영향에 대한 연구를 수행하였다. 회석율은 0.33d⁻¹ 일 때 가수분해 및 산발효 분율이 각각 55.2%, 54.6%로 가장 높았으며, 회석율 1.0d⁻¹에서는 가수분해효소 및 산발효균의 유실로 발효효율이 높지 않았으며, 회석율 0.25d⁻¹에서는 발효생성물이 축적되어 가수분해 및 산발효를 저해하는 현상이 관측되었다. 유기물부하율 5.0~20g VS/L·day의 범위에서 산발효효율을 평가한 결과 10g VS/L·day에서 가수분해 및 산발효분율이 50%, 41.1%로