11. 인공신경회로망과 분자 생물학적 기법을 이용한 순환식 돈분폐수 처리 시스템의 분석

토목환경공학과 최 정 혜
지도교수 고 성 철

유기물질과 질소·인 등의 영양물질이 고농도로 포함된 축산폐수는 수계의 주요 오염 물질 중 하나다. 본 연구에서는 혐기성 및 호기성 조건에서 연속식으로 돈분폐수를 처리하고 처리된 방류수의 일부를 축사에 재이용 할 수 있는 순환식 돈분폐수 처리 시스템의 처리기작에 관한 연구를 수행하였다. 이 시스템은 축사나 처리조에서 발생되는 악취와 BOD를 포함한 기타 오염 물질을 효과적으로 제거할 수 있으며, 돼지 1000두 이하의 소규모 농가에 적합한 처리공정 중 하나로 알려져 있다. 시스템내에서 우점종으로 분리된 타가영양박테리아는 호기성 및 혐기성 조건에서 질산화 및 탈질작용에 관여하는 것으로 밝혀진 *Alcaligenes faecalis* (TSA-3)와 *Brevundimonas diminuta* (TSA-1), 그리고 *Abiotrophia defectiva* (TSA-2)가 분리되었고, 혐기성 조에서는 유산균 박테리아 MRS-1 (미동정) 외 2종(*Streptococcus* sp. : MRS-3)이 분리되었다. 그 중 최우점종은 *Alcaligenes faecalis* (TSA-3)로 나타났다.

중합효소 연쇄반응(polymerase chain reaction; PCR) 등의 분자생물학적 기법을 이용하여 시스템으로부터 분리된 타가영양박테리아에 의한 암모니아성 질소 제거 기작을 밝혔다. 여기서 암모니아 흡수 및 이용에 관여하는 글루타민 합성효소(glutamine synthetase: GS)유전자의 존재를 확인하였다.

또한 신경회로망을 이용하여 순환식 돈분처리 시스템의 실시간 모니터링을 궁극적으로 구현할 수 있는 새로운 방법을 제안하였다. 즉 미생물 군집내의 개체군밀도에 따른 각 처리조(유입수, 발효조, 폭기조, 1차 침전조 및 4차 침전조)에서의 폐수처리 기작에 대한 모델을 시도하였다. 측정 데이터에 대해 우선 주요 요소 해석(principal component analysis: PCA) 방법을 적용하여 각 처리조에서의 입력(미생물 밀도와 처리요소)과 출력간의 상관관계를 파악하고, 각각의 처리조마다 독립된 신경회로망을 적용하여 폐수처리 과정을 모델링하였다. 신경회로망의 입력으로 현재 탱크에서의 미생물의 개체군밀도를 직접 이용하는 대신 PCA 분석 결과를 이용함으로써, 비교적 적은 수의 데이터로 효과적인 모니터링 시스템을 구현할 수 있었다. 즉, 각 처리조별로 학습된 신경회로망들을 연결하여 분석한 결과 2일 동안의 폐수 처리 변화를 비교적 정확히 예측할 수 있었다.