

요 약 문

I. 연구개요

본 연구를 통하여 생물전기화학 시스템을 적용한 혐기성 소화 공정의 운전 특성 및 최적 조건을 파악하고, 안정적인 메탄 회수 및 전극 상에 분포하는 전기활성 미생물 성장 분석을 통한 생물전기합성 메커니즘을 규명하고자 함. 또한 실제 유입폐수를 이용하여 생물전기화학전지를 통한 혐기성소화 현장 적용 성을 향상시키고자 함.

II. 연구의 필요성 및 목적

○ 생물 전기화학적 환원반응을 혐기성 소화에 활용하면 유기물의 처리속도와 소화 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 바이오 가스 발생속도와 메탄 발생을 증가시켜 혐기성 소화의 단점을 극복할 수 있는 방안으로 기대되고 있으나 적정 운전 조건 및 영향인자 등에 관한 지속적인 추가적 연구가 필요함. 또한 생물전기합성 반응 메커니즘 규명을 위한 전극 및 용액 상에 존재하는 미생물 동정에 관한 정보가 제한 적임.

○ 생물전기화학 시스템을 적용한 혐기성 소화 공정의 운전 특성 및 적정 조건 등을 밝히고자 함. 반응조 내 pH에 미치는 영향 및 폐수 내 물질들의 저항성을 살펴 보아 장기적 운전시 안정적인 메탄회수를 위한 최적운전 조건을 제시하고 그에 따른 반응조 내 미생물 군집 및 특성을 파악하고자함 인공 유기성 폐수뿐만 아니라 경기도 지역 내에서 발생하는 실제 폐수(음폐수, 매립지 침출수 등)를 이용하여 본 기술의 현장 적용 가능성을 확인하고자 함.

III. 연구의 내용 및 범위

○ 기질 농도에 따른 생물전기화학 시스템 운전 특성 파악

- 합성폐수를 이용하여 기질 농도별 미생물전기분해 전지의 운전에 미치는 영향을 파악하는 실험을 진행함. 또한 운전 조건 별 전극 및 용액상의 미생물 성장을 동정함.
- 특정 기질(글루코오스, 아시테이트 등)을 선택하여 기질 농도별 전류 발생 및 메탄가스 발생량을 분석함.
- 고농도 기질 주입 시 혐기성소화 과정에서 다량의 유기산이 발생하게 되는데, 이로 인한 반응조 내 pH 감소가 발생되며 혐기성 소화 바이오가스 생산 효율저하가 유발됨.
- 기질 농도별 pH 저하 정도 및 메탄 회수율을 비교 분석하여 최적의 기질 주입

농도를 알아냄. 또한 미생물전기분해 전지 운전으로 인한 용액 pH 변화 영향을 분석하여 환원 전극 상에서의 생물전기합성 반응을 이해하고자 함.

- 전극 상에 분포하는 전기활성 미생물 성장 분석을 통한 생물전기화학 합성 반응 메커니즘을 규명함.

○ 실제 폐수적용 연구

- 경기 지역 내 발생하는 슬러지를 이용하여 생물전기 화학적 혐기성소화 저해인자 파악 및 운전 최적화 (농도, 저해물질)
- 실제 슬러지 이용 시 생물전기화학 시스템 내 전극 상에 분포하는 미생물동정

IV. 연구결과

○ 기질 농도에 따른 생물전기화학 시스템 운전 특성 파악

합성폐수를 이용하여 기질 농도별 미생물전기분해 전지의 운전에 미치는 영향을 파악하는 실험을 진행함

- 기존 국내 혐기성 소화조의 평균 소화 효율 35.2 %이며 사업 시작 시 30~50%의 메탄수율 향상을 기대함
- 기질농도에 따른 생물전기화학 시스템 운전 특성 파악
- 기질의 농도를 2g/L, 4g/L, 8g/L, 10g/L로 변화시켜 대조군과 비교실험을 진행함
- 메탄 수율은 대조군과 비교시 2g/L (37.3 %), 4g/L (137.2 %), 8g/L (100.0 %), 10g/L (유사)로 증가함
- 2g/L, 4g/L에서 가장 높은 수율을 보였음

대조군	2 g/L	4 g/L	8 g/L	10 g/L
COD 제거율	60 %	54 %	29 %	28 %
메탄수율	0.25	0.14	0.11	0.07
생물전기화학 시스템	2 g/L	4 g/L	8 g/L	10 g/L
COD 제거율	76 %	85 %	49 %	30 %
메탄수율	0.34	0.34	0.21	0.07

○ 생물전기화학 시스템 내 전극 및 용액 내 미생물성상 분석

인가전압을 통한 미생물전기분해 전지의 생물 전기화학적 분석을 통한 실험을 진행함

- 인가전압을 0.5 V, 1.0 V, 1.5 V로 변화시켜 대조군과 비교 실험을 진행함
- 메탄수율은 대조군과 비교시 0.5V (55.53 %), 1.0V(91.83%), 1.5V (51.11 %)로 상승함
- 1.0V 인가전압이 가장 높은 메탄 수율을 나타냈으며, 1.0V 인가전압 전극에서 다량의 메탄생성균이 활성화되었음

항목	대조군	0.5 V	1.0 V	1.5 V
COD 제거율	54 %	84 %	41 %	54 %
메탄수율	0.20	0.31	0.37	0.28

○ 실제 슬러지를 이용한 생물전기화학 시스템 운전 특성

- 혐기성소화조로 유입되는 실제슬러지를 샘플링 하여 실험을 진행함
- 1.0V 인가전압으로 가용화한 슬러지 사용 시 대조군 대비 유기물 제거 속도 와 메탄 발생이 상승하였음 (메탄수율 45.4 % 향상)

V. 연구결과의 활용계획

- 슬러지의 바이오가스 전환율 및 고농도 유기물 질 유입 시 메탄수율 저하문제를 본 연구에서 개발하고자하는 생물전기화학 전기합성 시스템을 적용하여 해결하고자 함.
- 본 연구를 통해 나온 데이터들로 논문을 게재하여 생물전기화학 시스템의 실용화를 위한 여러 연구들의 중요 연구 자료로 사용될 것으로 기대함