

요 약 문

I. 연구개요

미세기포 발생장치가 장착된 가압부상 장치를 직접 이용하여 효율적으로 조류를 회수하고 함수율을 제어(85% 이하)하는 한편 이를 원료화 하여 누수 및 악취 없이 24시간 내에 성분이 균일한 유기질 비료를 생산해 낼 수 있는 초고속 “바이오믹서 시스템(biomixer system)”의 검증

II. 연구의 필요성 및 목적

미세기포를 활용한 가압부상 공법은 수중 및 수표면의 조류제거가 가능한 수질관리 시스템으로서 4대강 및 담수호 수역 전체(수표면+수중)에 발생하는 조류 및 수중 오염물질을 제거할 수 있으며, 특히 조류의 대량 번식이 일어났을 경우 수역을 이동하면서 수표면 및 수중에 존재하는 조류를 효율적으로 회수하여 조류제거 시간 단축 및 생산성을 달성할 수 있는 환경 친화적 수생태계 복원 기술이다. 이러한 기술 및 공법을 이용하여 국내 4대강 및 호소수 녹조 제거 사업에 따라 회수되는 녹조류는 유기 성분 이외의 독성 성분은 검출되지 않고 있으나 전량 폐기물 처리(200천원/톤)되고 있어 이를 원료로 활용하여 유기질 비료화 했을 때 경제적 파급효과를 기대할 수 있다.

그러나, 국내의 유기성 폐기물을 이용한 재활용 시스템은 대부분 로터리 장치를 이용한 방법에 의존하고 있는데, 이러한 방식의 경우 날씨 등 주변 여건의 환경적 요인의 변화에 따라 제품 특성이 달라지게 되어 균일한 품질의 제품을 생산하기 어려우며, 3~8주까지 시간이 소요되어 처리량에 있어서 심각한 문제를 안고 있다. 로터리 장치가 아닌 기계화 설비를 사용하는 경우에도 일주일 이상의 시간이 소요되고, 대부분의 처리 시스템이 완전 밀폐가 아닌 부분적 개방 시스템을 사용하여 악취 및 누수 문제를 가지고 있다.

따라서, 기존 방식과 비교하여 누수 및 악취가 없이, 24시간 이내에, 성분이 균일한 유기질 비료를 생산해 내는 초고속, 신개념의 유기성 폐기물 처리(바이오믹서) 시스템이 필요하다. 바이오믹서 시스템이란 “유기성 폐기물의 퇴비화 시스템”을 말하며, 활성 효소를 이용하여 단시간에 음식물 쓰레기를 비롯한 각종 폐기물을 천연 유기질 비료로 재생산 하는 설비로서 기존 처리 방식과 달리 밀폐형 반응조 내에서 폐기물, 수분조절제, 단백질 효소와 함께 혼입하여 분쇄, 혼합, 가열과정을 거쳐 재처리 하는 시스템이다.

III. 연구의 내용 및 범위

- 미세기포를 활용한 이동형 부상분리 공정 적용
 - 미세기포 발생장치가 장착된 부상분리 공정 적용
- 슬러지의 안정성 평가(유해성분 분석)
- 회수된 조류의 수분 제어
 - 1차 : Filter press 적용(85% 이하 제어)
 - 2차 : Bio-mixer 내부 온도, 압력, 분쇄도를 자동 제어함으로써 수분의 효과적인 조절(20% 이내 제어)
- 200L 규모 바이오믹서 시작품 설계 및 제작
 - 120kg(녹조, 부형재, 효소 투입기준) 처리 가능 시작품 설계 및 제작
 - 50~80℃ 자동 온도조절 시스템 및 압력·분쇄도에 의한 최적의 건조, 발효 제어가 가능한 시작품 구축
- 효소를 적용한 원료의 발효 특성 규명
 - 단백질 효소의 발효 가속화 및 최적화 특성 규명(부속도 100 이상, 발아 종자법)
- 바이오믹서 시스템 최적화를 위한 혼합성능 변화 규명
 - 24시간 내에 생산된 유기질 비료의 최적화를 위한 비료의 혼합성능 및 이에 따른 기계의 내구성 평가(DEM, 개별요소법을 활용한 시뮬레이션)

IV. 연구결과

- 선행기술 및 특허 분석
- 가압부상 공정을 이용한 조류슬러지 회수
 - 조류슬러지 샘플 채취 : 경기도 용인시 소재 기흥저수지, 경북 소재 낙동강(달성보) 및 서울시 소재 석촌호수를 대상으로 미세기포 발생장치를 활용한 안정성 평가용 샘플 채취
 - 유기질 비료 원료용 조류슬러지 회수 : 기흥저수지에서 발생하는 녹조슬러지를 대표 원료로 선정하여 유기질 비료화 원료로 공급
- 조류슬러지의 안정성 평가
 - 각 지역별로 채취한 조류슬러지를 국내 시험분석기관(폐기물분석전문기관 국립환경과학원 폐기물분야 3호)으로 보내져 안정성 평가를 위한 성분 분석
 - 성분 분석 결과 지정폐기물로 분류될 수 있는 기준인 각종 중금속 및 유기화합물 성분은 검출되지 않거나 일부가 매우 미량 검출되어 유기질 비료의 원료로서의 유해성분은 포함하고 있지 않는 것으로 판단
- 200L 규모 바이오믹서 시작품 설계 및 제작
 - 120kg(녹조, 부형재, 효소 투입기준) 처리 가능 시작품 설계 및 제작
 - 50~80℃ 자동 온도조절 시스템 및 압력·분쇄도에 의한 최적의 건조, 발효 제어가 가능한 시작품 구축
- 조류슬러지의 수분 제어
 - 현장에서 회수된 슬러지는 1차적으로 고액분리장치(Filter Press)를 이용하여 약 85% 이내의 함수율을 유지하도록 수분을 분리한 뒤, 발효 시험현장으로 이송
 - Bio-mixer 내부 온도, 압력, 분쇄도를 자동 제어함으로써 수분의 효과적인 조절(20% 이내 제어)
 - 온도 : 50~80℃ SCR 및 PLC 시스템으로 자동 조절
 - 압력 : 인버터에 의한 에어급기환의 송풍량 및 정압 조절로 수분 조절

(5 m³/min×25mmAq)

분쇄도 : 인버터에 의한 메인샤프트 및 패들의 속도 조절로 수분 조절
(3~10rpm)

- 효소를 적용한 원료의 발효 특성 규명
 - 단백질 효소의 발효 가속화 및 최적화 특성 규명(부속도 101.6 확보)
- 바이오믹서 시스템 최적화를 위한 혼합성능 변화 규명
 - 24시간 내에 생산된 유기질 비료의 최적화를 위한 비료의 혼합성능 및 이에 따른 기계의 내구성 평가(DEM, 개별요소법을 활용한 시뮬레이션)

V. 연구결과의 활용계획

- 담수호 조류제거 뿐 아니라 퇴적오염물 제거, 부유쓰레기 제거, 수질오염 사고 대처, 수질감시 등을 동시에 수행할 수 있는 다기능 조류제거선 개발
- 처리 용량에 대한 한계가 없으므로 처리 용량의 확장성 우수하고, 적용분야가 넓어 차후 연관 기술의 개발로 이어감
- 바이오 믹서에 유입되는 각종 유기성 폐기물의 종류 및 주입량과 혼합 효율에 따른 혼합특성 제어
- 입자기반 해석을 이용하여 시료 특성 및 바이오 믹서 시스템의 운전 특성(시료 거동 특성, 혼합 성능, 임펠러의 피로강도 등) 변화를 정량적으로 규명하여, 바이오믹서 공정의 효율성을 증대하며 결과적으로 공정비용 절감