

118095-02

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개()발간등록번호()
가축질병대응기술개발사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003323-01

열화학적
매몰지 사체 처리를 위한 이동형
처리 장치 및 퇴비화 기술
개발

매몰지 사체 처리를 위한 이동형 열화학적 처리 장치 및 퇴비화 기술 개발

2020
농림
농림식품기술기획평가원
축산식품부

2020. 12. 18.

주관연구기관 / 환경대학교 산학협력단
협동연구기관 / 한국건설생활환경시험연구원
늘푸른길(주)

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “매물지 사체 처리를 위한 이동형 열화학적 처리 장치 및 퇴비화 기술 개발” (개발기간 : 2018. 11. 15. ~ 2020. 08. 14)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 12. 18.

주관연구기관명 : 환경대학교 산학협력단 (대표자)

협동연구기관명 : 한국건설생활환경시험연구원 (대표자)

참여기업명 : 늘푸른길㈜ (대표자) (인)



주관연구책임자 : 박 성 직

협동연구책임자 : 빈 성 일

참여기업책임자 : 김 덕 환

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	1180952	해 당 단 계 연 구 기 간	1	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	가축질병대응기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	매몰지 사체 처리를 위한 이동형 열화학적 처리 장치 및 퇴비화 기술 개발			
연구책임자	박 성 직	해당단계 참여연구원 수	총: 24명 내부: 23명 외부: 1명	해당단계 연구개발비	정부:466,000천원 민간:155,400천원 계:621,400천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 24명 내부: 23명 외부: 1명	총 연구개발비	정부:466,000천원 민간:155,400천원 계:621,400천원
연구기관명 및 소속부서명	환경대학교 산학협력단 한국건설생활환경시험연구원			참여기업명 늘푸른길(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반과제
-------------------------	------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	6	2	1								

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

<p>가축 사체의 파쇄, 생석회 투입 및 혼합, 200 ℃ 내지 500 ℃의 열처리를 단계별로 수행하는 열화학적 처리 장치 개발하였음. 본 연구에서 개발된 열화학적 처리 장치를 활용하여 4개 지역의 매몰지 복원 사업을 수행하였음</p> <p>가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용하였음. 다이옥신은 검출되지 않았으며, TVOC, Benzen, Toluene의 농도는 기준치 이하로 나타남.</p> <p>‘비료 공정 규격 설정 및 지정’과 ‘축산물 위생관리법 시행규칙’에 따라서, 열화학적 처리된 사체를 퇴비로 활용되기 위해서는 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정하여 활용하는 것이 필요함.</p> <p>수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이로 나타남. 대장균 O157:H7 및 살모넬라 균이 미검출되어 생물학적으로 안전함. 처리 부산물은 별도의 부숙 과정을 거치지 않아서 낮은 부숙도를 보임.</p> <p>퇴비 부숙도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부숙도를 평가한 결과 퇴비화를 매몰지 시료와 케냐프를 2:1 비율로 섞은 퇴비단과 매몰지 시료와 볏짚을 6:4, 1:1로 섞은 퇴비단에서 완전 부숙된 것으로 나타남.</p> <p>본 연구에서 개발된 장치는 기존 매물 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단됨.</p>	<p>보고서 면수</p> <p>152</p>
---	--------------------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 연구의 최종 목표는 이동식 열화학적 처리 장치 개발을 통한 매몰지 복원 기술 개발 및 친환경 퇴비 기술 개발하는 것이다. 목표 달성을 위하여 가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토, 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과, 가축 사체의 퇴비화 공정, 발효 퇴비의 부숙도/안정성 평가, 대기오염물질 분석, 작물 생산에 시용 및 시비량 산정, 경제성 평가 및 기술의 차별성 검증, 열화학적 처리된 매몰 사체의 생물학적 안전성 평가, 매몰 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가, 친환경업사이클링 매몰사체 처리 장치 시제품개발, 대기오염물질 발생 저감 장치 구축, 열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행, 사업화 및 시장성 분석을 수행하였다.</p>
<p>연구개발성과</p>	<p>가축 사체의 파쇄, 생석회 투입 및 혼합, 200℃ 내지 500℃의 열처리를 단계별로 수행하는 열화학적 처리 장치 개발하였고, 가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용하였다. 본 연구에서 개발된 처리 장치를 이용하여 충남 부여군 홍산면(닭), 충남 홍성군 광천읍(돼지), 충남 서산시 팔봉면(돼지) 등 4개 지역에서 매몰지 복원 사업을 수행하였다. '비료 공정 규격 설정 및 지정'과 '축산물 위생관리법 시행규칙'을 검토한 결과, 열화학적 처리된 사체를 퇴비로 활용되기 위해서는 규격이 설정되어야 하며, 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정할 필요가 있다. 수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이하로 나타났고, 대장균 O157:H7 및 살모넬라균이 미검출되어 생물학적으로 안전하다. 처리 부산물은 별도의 부숙 과정을 거치지 않아서 낮은 부숙도를 보인다. 열화학적 처리된 사체의 퇴비화를 위하여 수분조절제로 케냐프와 벧짚을 이용하였다. 퇴비화 과정에서 발생하는 NH₃, H₂S, CO₂를 포집 및 측정하고, 퇴비화 진행 후의 시료의 이화학적 분석 수행하였다. 퇴비화가 진행됨에 따라 pH가 서서히 저하되어 최종적으로 7-8정도로 안정된 상태를 유지하였다. H₂S 가스 발생량은 점차 감소해 60일 쯤에는 모든 처리구에서 발생량이 0에 근사하였고, NH₃ 가스는 20일 이후 발생되지 않았다. 퇴비 부숙도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부숙도를 평가한 결과, 퇴비화를 매몰지 시료와 케냐프를 2:1 비율로 섞은 퇴비단과 매몰지 시료와 벧짚을 6:4, 1:1로 섞은 퇴비단에서 완전 부숙된 것으로 나타났다. 열화학적 처리 장치에서 발생하는 가스의 성분을 포집/분석한 결과 다이옥신은 검출되지 않았으며, TVOC, Benzen, Toluene의 농도는 기준치 이하로 나타났다. 매몰지 시료를 함유하고 있지 않은 토양에서 상추의 잎의 길이, 잎의 개수, 엽장, 엽폭, 잎의 건조 전 무게, 건조 후 무게 엽록소 값 등 모든 물리적 요소가 다른 두 가지 토양에 비해 큰 값을 나타냈다.</p>

	<p>열화학적 처리된 시료의 Berlese funnel extraction 방법으로 검출 결과 미세 곤충 불검출되었고, 종란점중법으로 분석한 결과 바이러스 음성으로 나타났다. 미생물 분석 결과, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Bacillus terrae</i>, <i>Paenibacillus lactis</i>, <i>Kroppenstedtia guangzhouensis</i>이 우점종으로 나타났다. 본 개발 장치는 현재 가축 농가에 실제 투입되어 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 확인하였으며, 기존 매물 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단된다.</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>기존의 매물 처리된 동물사체를 생석회와 교반 후 600°C의 열처리를 통해서 신속하게 악취가 거의 없는 안정된 형태로 변환하여 향후 매물에 의한 기존 처리 방법의 대안 공법으로 제시되었다. 열화학적 처리된 생성물은 퇴비화 과정을 통해서 퇴비로 활용될 수 있다. 열처리된 동물 사체는 농림축산 부산물의 자원화 및 재활용을 촉진하고, 토양 유기물 함량을 높여 지력을 증진하고 토양환경을 보존하며, 궁극적으로는 지속 가능한 친환경농업을 가능하게 한다. 친환경 농업에 대한 정부 정책 및 농가 수요가 증가하는 시장 환경에서 전염병으로 인해 폐사된 가축을 활용하여 복합비료를 생산하는 사업은 2차 전염 방지 및 농가소득 창출도 가능할 것으로 기대된다.</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>매물지</p>	<p>복원</p>	<p>열화학적 처리</p>	<p>퇴비화</p>	<p>자원화</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Animal burial</p>	<p>Remediation</p>	<p>Thermo-chemical treatment</p>	<p>Compositing</p>	<p>Resource</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	8
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	127
4. 연구결과의 활용 계획 등	129
붙임. 참고 문헌	130

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

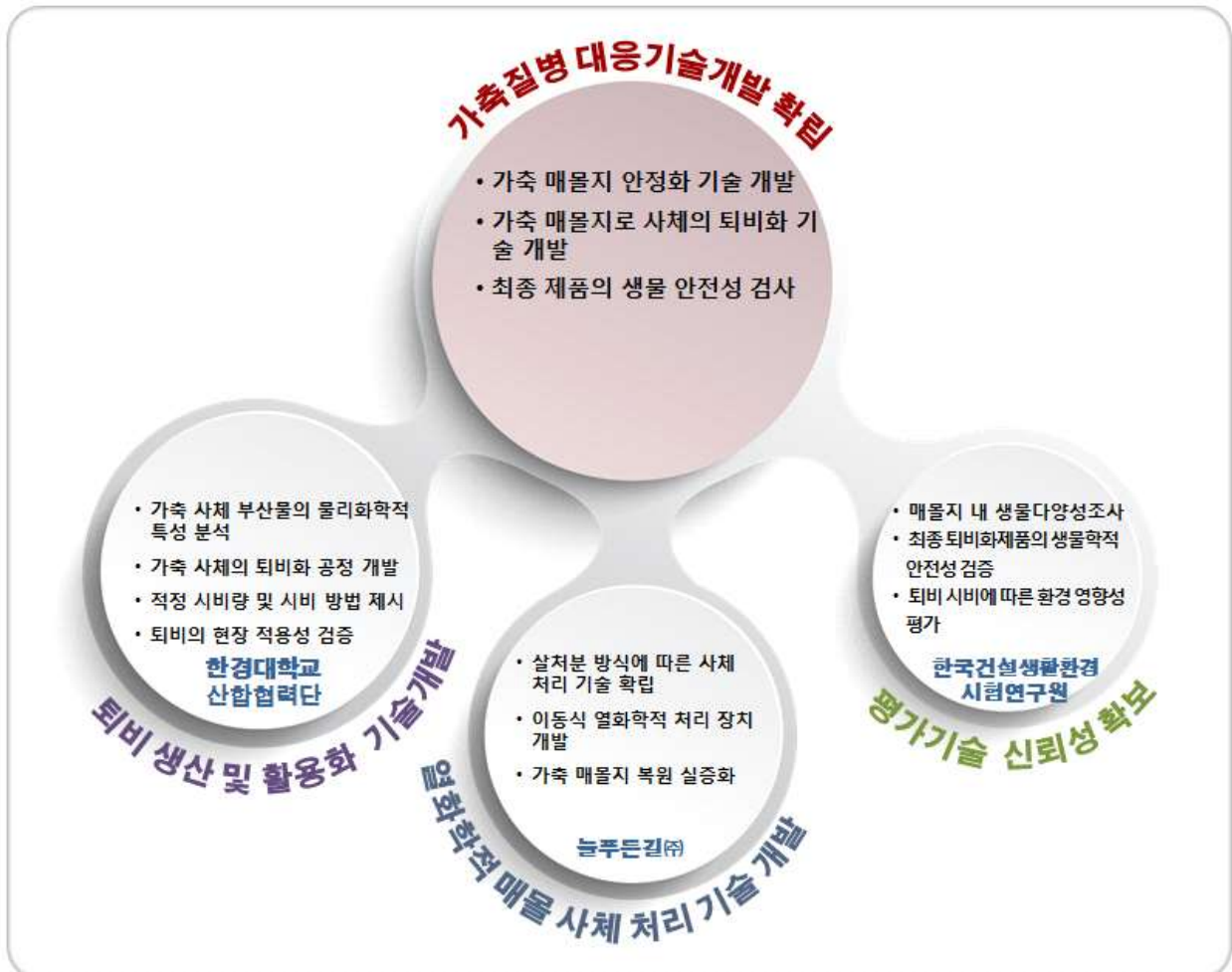
1-1. 연구개발 목적

가. 최종목표

- 이동식 열화학적 처리 장치 개발을 통한 매몰지 복원 기술 개발 및 친환경 퇴비 기술 개발
- 매몰지 복원 및 자원순환을 위한 가이드라인 제시

나. 세부목표

- 매몰지 내 가축 사체 처리를 위한 10 ton/day 처리 용량의 이동식 열화학적 처리 장치 개발
- 열화학적 처리된 사체 처리 부산물로부터 퇴비화 기술 개발
- 가축 매몰지 사체로부터 생산된 퇴비의 생물학적(유해미생물, 바이러스 등) 안전성 검증
- 시비량 및 시비방법에 따른 토양 및 지하수 오염 등 환경 영향성 평가



1-2. 연구개발의 필요성

- 현대인들의 단백질 보충을 위해 각종 위생설비를 갖추어 가축을 대양으로 사육하고 있으나, 해마다 예측할 수 없는 전염성 병원균의 등장에 의해 가축이 대량 폐사되는 일이 빈번하였다. 폐사된 가축은 집단 매립을 통해 처분되고 있으나, 이러한 매립 처분 이후 전염병 재발, 침출수 누출, 지하수 오염, 악취 발생, 사체 병원균 변이 및 인체 감염 등의 2차 오염이 발생할 수 있었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 조류 독감이나 구제역과 같은 전염성 병원균에 감염되어 집단 폐사된 가축의 사체를 이용하여 산성화된 토양을 중성화함과 동시에 토양에 필요한 각종 미네랄 성분들을 보충하여 제공할 수 있도록 본 기술이 개발되었다.
- 국내 축산업 생산액은 2010년 기준으로 15.5조원으로 쌀 생산액 9.5조원 보다 높으며, 전체 농림업 생산액의 34.4%를 차지할 정도로 중요한 산업으로 최근 들어 축산업의 고도성장으로 인한 집약화 및 대규모화에 따라 사육두수는 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 최근 국내에 구제역, 조류 독감 및 브루셀라 등의 가축 전염병으로 인해 막대한 경제·사회적 피해가 증가하고 있고, 특히 2011년에는 구제역 발생으로 약 3조원의 심각한 경제적 손실액이 발생하였다.
- 우리나라에서는 가축전염병예방법에 의해 살처분한 가축사체에 대해 신속히 소각 및 매몰을 하게 되어 있고, 그 밖의 가축전염병에 전염된 가축의 사체에 대해서도 국내 축산환경 여건상 소각이나 그 밖의 처리는 현실적으로 어려운 실정으로 대부분 매몰방법에 의해 처리되고 있는 실정이다.
- 하지만 최근 구제역 사건발생 이후 다량의 살처분 가축사체가 발생되어 모두 매몰처리 되었으나, 일부 부실 매몰지의 경우 매몰지침에 맞지 않게 처리되어 침출수 누수와 악취 발생 등에 의해 매몰지 주변의 수질오염을 일으키고 있다. 또한, 정상적인 가축사체 매몰지에서도 매몰시 나오는 침출수는 인체에 유해한 미생물 및 바이러스를 포함할 수 있는 가능성이 있으며, 지하수 및 주변 하천에 영향을 줄 수 있기 때문에 이에 대한 관리가 시급한 실정이다.



그림 1. 질소가스 거품을 이용한 안락사

(출처 : 구제역 긴급행동지침[SOP], 2017, 농림축산식품부)

- 매몰된 가축 사체에는 병원성 전염균이 존재할 수 있고 사체 자체는 약 70% 수분을 함유한 부패성 유기 물질이기 때문에 사체 매몰 후 부패 과정에서 흘러나오는 침출수

와 여기에 함유되어 있는 각종 오염 물질의 영향으로 매몰지 주변의 토양 및 수계 환경은 오염의 위험성을 안고 있다. 몇몇 국가에서는 오염 발생을 최소화하기 위해서 사체 매몰을 위한 규정된 공정 방법을 공시하고 있으나 대부분의 경우 매몰 공정 적용에 따른 환경 위해도에 대한 과학적 검증이 이루어지지 않았다.



그림 2. 저장조 내 사체 매립
(출처 : 구제역 긴급행동지침[SOP], 2017, 농림축산식품부)

- 우리나라의 경우도 규정된 매몰 방법이 있긴 하나 ‘가축전염병예방법 시행규칙’, ‘조류 인플루엔자 긴급행동지침’, ‘구제역 긴급행동지침’ 등 관련법에 따른 매몰 규정이 서로 상이한 부분이 있어 적용에 혼란을 야기하기도 한다. 게다가 병 발생 후 최대한 신속히 조치하기 위해서 사체 매몰이 대부분 사육장 인근에서 서둘러 이루어지는데, 이 때 매몰 대상지의 입지 및 환경인자(영양염류, 중금속, 세균 등)에 대한 고려나 사후 관리가 충분히 이루어지지 않아서 매몰에 따른 토양 및 지하수의 오염 등 2차 환경 피해 가능성이 존재한다. 이러한 문제점을 보완하고 폐가축사체를 재활용하기 위한 산 분해, 혐기발효, 유용미생물처리 등 다양한 처리방법이 강구되었지만 대부분의 폐가축사체 처리방법이 국내 축산환경에 적합하지 못하고 실용화가 어려울 뿐만 아니라 산 분해법의 경우 부식, 유해가스 및 폭발 위험성을 가지고 있고, 혐기성 분해법의 경우 처리시간이 많이 소요되는 등의 여러 가지 문제점이 발생되어 새로운 대안이 필요하다.
- 매몰 사체의 처리기술 현황으로는 자원화 기술, 분해 기술, 토양 안정화기술, 환경 안전성 기술, 생물 안정성 기술, 검출기술로 중분류가 가능. 자원화 기술에는 비료, 연료, 전기 생산으로 소분류가 가능하며, 분해 기술에는 생물학적 분해, 물리적 분쇄, 분쇄기 등이 있고, 토양 안정화 기술에는 매몰지 이동, 환경 안정성 기술에는 침출수 처리 관련 기술과 오염 전반에 관한 기술이, 생물 안정성 기술에는 미생물, 병원체, 그리고 바이오 안전성 관련 기술이, 검출기술에는 진단 기술이 있다.
- 기존 가축사체 처리방법에는 혐기성 분해(Anaerobic Digestion), 정제(Rendering), 퇴비화(Composting), 소각(Incineration), 매몰(Burial), 알칼리 가수분해(Alkaline Hydrolysis), 젖산 발효(Lactic Acid Fermentation), 무처리 방식(Non-Traditional Technologies) 및 혁신적인 방식(Novel Technologies) 등이 있으며, 우리나라의 경우에

는 가축전염병예방법[가축전염병예방법 제 20조, 가축전염병예방법 시행규칙 제 25조]에 의해 살처분한 가축사체에 대해 신속히 소각 및 매몰을 하게 되어 있다.

- 매년 반복되는 조류독감(Avian Influenza: AI)과 구제역(Foot-and-Mouth Disease: FMD)에 의하여 매몰지가 다수 조성되고 있다. 매몰지는 2010년 발생한 사상최대 구제역 사태 이후 2011년까지 약 5천여기가 조성되었으며, '농림축산식품부 2017'에 등록되어 있는 매몰지는 2014년부터 2016년까지 법정 관리기간 3년이 지난 매몰지수를 제외하고도 1,200기에 이른다(농림축산식품부, 2017). 그러나 이는 2016년 10월부터 발생한 AI로 인한 가금류 사육두수인 닭 약 2,000만 마리, 오리 약 200만 마리가 매몰된 460여개 매몰지가 반영되지 않은 통계이다.
- 최근 국내에서도 가축에 대한 각종 전염병 발생에 따라 가축사체를 긴급하게 매몰해야 하는 경우가 매년 증가하고 있다. 특히 최근 경기도 일대를 강타한 구제역으로 인해 매몰지가 급증되었으며 그에 따른 매몰 당시부터 예견했던 침출수발생으로 인한 2차적인 오염문제로 인해 인근주민들의 민원이 빗발치는 문제가 야기되었다. 특히, 침출수의 유출로 인한 병원성 미생물 발생 및 지하수 오염으로 인해 정부에서는 여러 가지 방안을 내 놓았지만, 아직까지 뚜렷한 방안이 없어 이에 대한 대책 마련이 시급한 상황이다. 그리고 국민들의 가축전염병에 대한 우려는 그들의 보건 및 건강에 관련되어 예민한 사항이다.
- 가축매몰지는 전염성 바이러스를 소멸시키기 위하여 조성되었으므로 잠재적으로 인수공통 바이러스(조류독감, 결핵) 또는 공기전파 바이러스(구제역)가 매몰지 내부에 존재한다는 가정하에 환경관리를 실행하여야 한다. 이는 종래와 완전히 다른 수준의 기술과 관리체계를 요구하며, 환경기술 뿐 아니라 방역측면에서도 매우 높은 수준의 지식과 기술을 요구한다.
- 동물사체를 처분을 위하여 현재 주로 활용하는 매몰 방법은 대부분 사육장 인근에서 서둘러 이루어지기 때문에 이때 매몰지의 입지나 환경인자의 고려가 충분하지 못하고, 매몰 후 사후 관리가 제대로 이루어지지 못하여 매몰에 따른 토양 및 침출수로부터 오는 2차 오염의 가능성은 항상 있어 왔다. 이러한 매몰처리는 가축사체의 부패에 따른 침출수 및 악취로 인해 토양, 지하수 및 주변 환경의 오염을 야기한다. 지금까지 발표된 문헌에서 감염된 동물사체를 매몰 시 매몰지에서 병원성요인들 (세균, 바이러스, 프리온)이 오랜 기간 잔존할 수도 있으며 매몰지에서 유출되는 침출수에 의해서 병원성 미생물의 유출될 가능성이 있으므로 이와 관련된 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다. 즉, 토양 및 침출수에 존재하는 병원성 바이러스에 대한 모니터링과 제어 방법 연구가 필요한 시점이다.
- 감염된 동물사체 매몰 후 생물학적 병원성요인(세균, 바이러스, 프리온)의 거동에 대해서 실제적으로 보고된 것은 거의 없다. 그렇지만 병원성 요인들이 매몰 장소에서 얼마나 오랜 기간 잔존해 있을 수 있을지, 그리고 매몰지로부터 유출될 수 있는 가능성은 어느 정도인지, 결국 인간이나 다른 동물들의 건강에 얼마나 위험을 줄 수 있는지에 대한 가능성에 대해서 고려하여야 한다.

- 구제역 바이러스는 조건에 따라 사멸하는 기간은 다르지만, 매몰된 살처분 가축에서는 통상 6개월이면 사멸하는 것으로 보고됨. 따라서 매몰지가 조성된 후 이미 3년이 지난 현재 매몰지는 시간적으로는 전혀 문제가 없어 보이지만 매몰지 현장에서는 다음과 같은 문제가 존재한다(고창룡, 설성수, 2013). 3년이 지났지만 매몰된 사체의 부패가 대단히 늦어 매몰 초기와 비슷한 경우가 많음. 부패는 매몰지의 토질, 조건, 매몰축종, 매몰사체의 숫자, 매몰당시 사용한 생석회의 양 등과 관계가 있다. 보통은 돼지보다는 소가, 대규모 매몰보다 소규모매몰이, 또한 생석회를 적게 사용하는 경우 부패반응이 빠르다. 그런데 매몰지별 매몰사체 수가 수천 두 이상이 기본이고, 생석회를 퍼 붓다 시피 한 경우도 많다. 또한 매몰지 상부에 비닐이 덮여있어 침출수 발생은 저감되지만 동시에 사체분해를 위한 수분공급이 충분하지 않다. 그러다보니 상당수 매몰지에서 부패가 거의 이루어지고 있지 않다.
- 가축매몰지가 훼손되면 구제역 바이러스의 활동이나 기타 위해물질로 인한 오염의 위험성이 존재한다. 구제역 바이러스는 매몰지에서 6개월이면 사멸된다고 하지만 가축 사체의 부패가 지연되는 상황에서 구제역 바이러스로부터 안전하다는 확신은 부족하다. 또한 현장에서는 병원성 미생물이나 오염물질의 잔존이라는 문제가 있다.
- 구제역 바이러스(FMDV)의 생존은 물질의 특성과 분비물과 배설물의 처음의 농도에 따라 매우 가변적이다. 바이러스의 변종, 습도, pH와 온도는 구제역 바이러스(FMDV)의 생존에 중요한 역할을 한다. 이 바이러스는 매우 빠르게 소멸하지만, 잔류물은 유기물의 고농도에 저항성이 있는 상태로 남아있을 수 있음. 생존 시간에 대해서는 (Alexandersen et al., 2003)에 보고되었다.
- 전국적으로 매몰지의 개수는 4700여개이며, 경기도의 경우 2010/2011년 구제역 관련 매몰지만 이미 2,200여개에 달한다. 또한 실제로 조사해본 결과 매몰사체가 모두 처리되지 않았음에도 불구하고 사축 위에 작물을 재배하는 농가가 상당수 존재하기 때문에 사축이 지속적으로 쌓이게 된다면 토지사용의 제한과 토지사용으로 인한 지역농산품의 브랜드 이미지에도 영향을 줄 가능성이 크므로 이러한 오염원은 언젠가는 처리해야할 잠재적 오염물질로 분류된다.
- 매몰사체 제거기술과 관련된 국내 시장현황은 구체적으로 알려진 바는 없으나, 아래 그림 3에 나타난 바와 같이 AI로 인한 살처분 규모 및 재정소요를 고려했을 때 매년 1조원 이상의 시장성을 가진 연구 사업이라 판단된다.

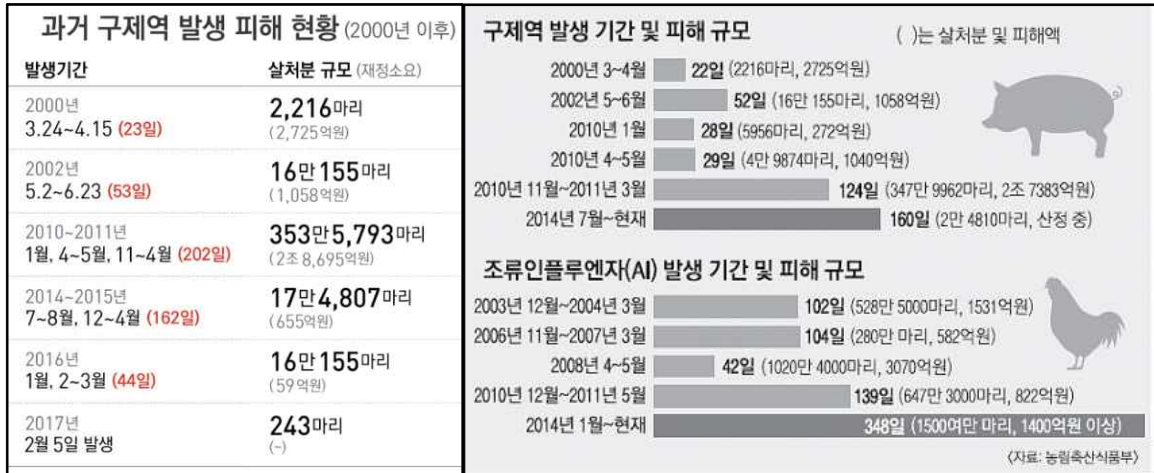


그림 3. 국내 구제역 및 AI 발생 규모

1-3. 연구개발 범위

<1차연도>

○ 개발 내용 및 범위 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

- 주관연구기관(한경대학교) :

✓ 가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토

○ '비료관리법'과 '비료 공정 규격 설정 및 지정' 법령 검토

○ 가축 사체의 퇴비화를 위한 근거 마련

✓ 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석

○ 화학적 성분 분석. pH, 전기전도도, T-N, T-P, C/N비, 수분함량, P, Ca, Mg, K, Na 함량. 중금속 농도 측정.

○ 유해 미생물 여부 및 개체수 측정

- 협동연구기관((재)한국건설생활환경시험연구원) :

✓ 열화학적 처리된 매물 사체의 생물학적 안전성 평가

○ 매물 후, 3년 경과된 매물지역 출토물에 대한 조류 인플루엔자 및 구제역 바이러스 검출 여부 확인 : 닭, 오리, 돼지 등 매물지 3곳 선정 오염 바이러스 활성화 검사

○ 감염 사체 유래의 퇴비화 제품에 대한 생물학적 안전성 검증을 위한 시험방법 개발

- 참여기업(늘푸른길(주)) :

✓ 친환경업사이클링 매물사체 처리 장치 시제품개발

○ 가축의 분쇄가 가능한 파쇄 장치

○ 멸균 처리 및 산화칼슘 알칼리 안정화 처리 장치

○ 사체 열처리를 위한 섭씨200 ~ 300도 내구성 확보 장치

<2차연도>

○ 개발 내용 및 범위 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

- 주관연구기관(한경대학교) :

✓ 가축 사체의 퇴비화 공정

○ 퇴비화 단계, 발열단계, 감열단계, 숙성단계에 따른 이화학적 특성 변화 규명

- 퇴비화 과정 중 온도, 이화학적 특성(pH, EC, C/N비), 미생물상, 부식산 농도, 세포 조직(전자현미경 이용) 변화를 측정 및 관찰함

- ✓ 발효 퇴비의 부숙도 및 안정성 평가

- 부숙 정도를 검정할 수 있는 파라미터(예. 색깔, C/N비, 양이온치환능력, 유식물의 발아율을 통한 발아지수 등) 측정 및 제시

- ✓ 작물 생산에 시용 및 시비량 산정

- 작물 별 시비량 산정 및 시비 방법 제시함

- 퇴비 시용에 따른 토양 내 거동 및 강우 유출 실험

- ✓ 경제성 평가 및 기술의 차별성 검증

- 협동연구기관((재)한국건설생활환경시험연구원) :

- ✓ 매물 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가

- 가축 사체를 활용한 퇴비제품의 생물학적 안전성 검증

- 퇴비 시비에 따른 토양 환경내 생물 다양성 조사(주요 미생물, 곤충종 등)

- 참여기업(늘푸른길(주)) :

- ✓ 매물지 사체 처리를 위한 이동식 열화학적 장치 고도화 및 실증화

- 대기오염물질 발생 저감 장치 구축

- 매물지 1곳 이상을 대상으로 열화학적 장치를 이용한 매물지 복원 사업 수행

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 친환경업사이클링 매물사체 처리 장치 시제품개발



사체를 후처리가능이하도록 1차파쇄



1차 파쇄 후 후처리가능이하도록 2차 미세파쇄 연속 진행



pH 11 상태에서 멸균 및 산화칼슘 알칼리안정화처리 중 발생하는 열(80°C이상)로 1차 멸균 및 탈취 (pH5이상에서 A군 사멸)



300~400°C최고 600°C에서 5분 이상 멸균 (A군 75°C 5분 이상 열처리시 사멸)



목분 투여 후 pH 11 알칼리성(유기질)비료로 배출 (pH농도는 조절 가능)



알칼리성비료로 산성화된 토양 중성화 중성화 중 생성된 독립미생물에 의해 산소 발생 뿌리 호흡 증강, 양분 흡수 촉진

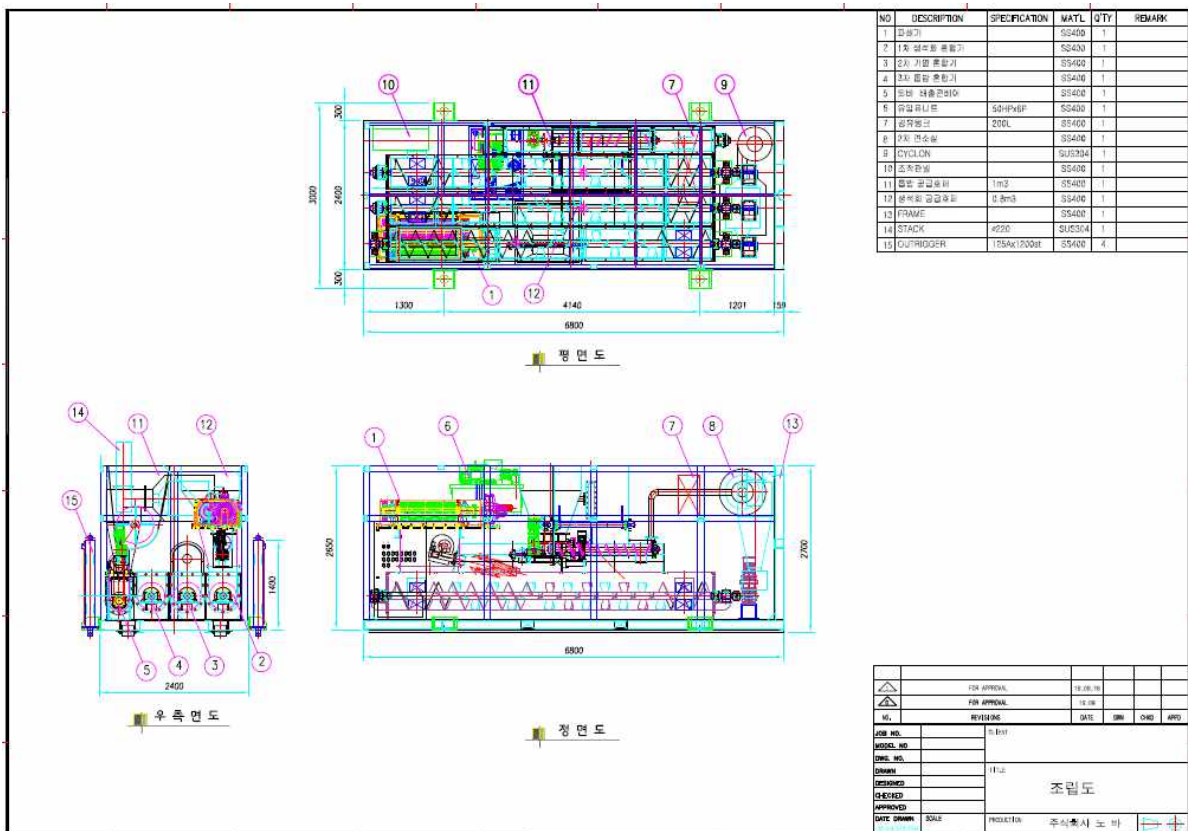


그림 4. 열화학적 처리 장치의 설계도

- 본 제품은 더욱 구체적이고 상세하게 설명한다. 본 제품에서 제공되는 구체적인 수치 또는 구체적인 실시 예는 본 제품의 바람직한 실시 양태로서, 본 제품의 기술사상을 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 제품이 이에 한정되는 것이 아님은 명백하다. 또한, 본 제품의 명세서에 있어서, 이 기술 분야에서 공지된 것으로서 통상의 기술을 가진 자에 의해 용이하게 창작될 수 있는 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략하기로 한다.

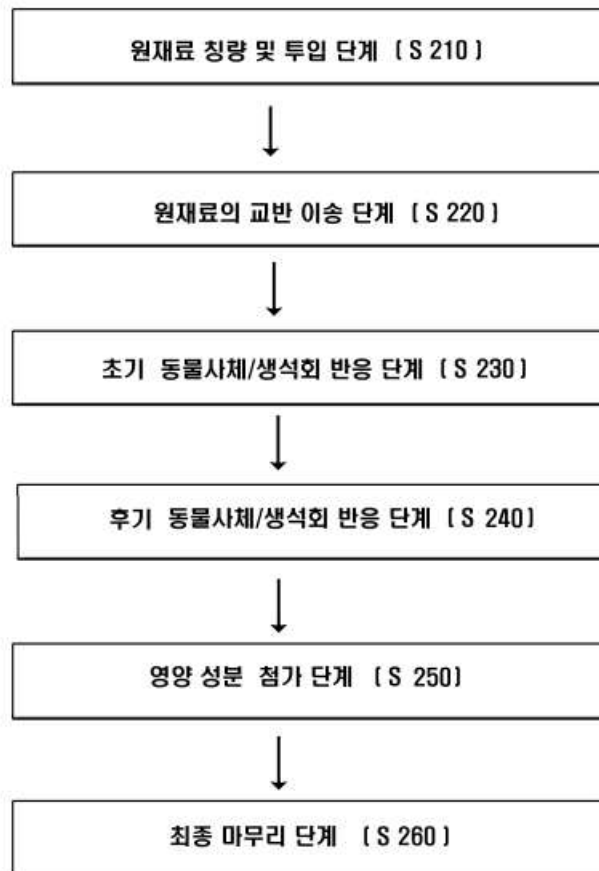


그림 5. 제품의 제조방법에 관한 계략적인 블록도

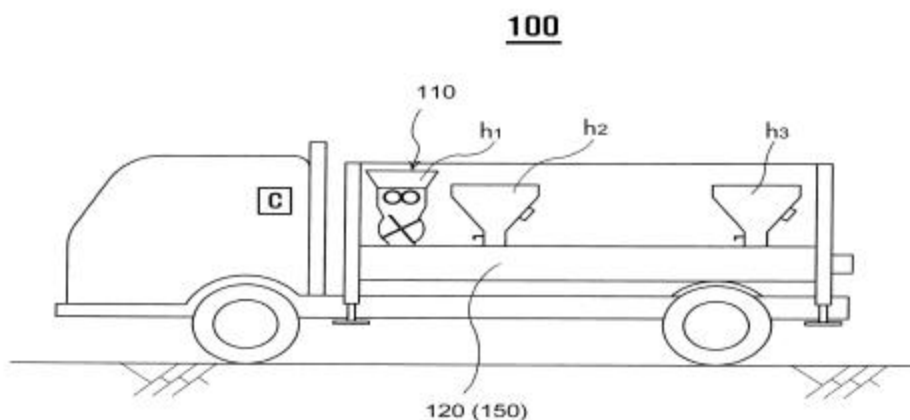


그림 6. 제품의 제조방법을 실현하는 제조장치를 차량에 탑재한 상태 도시

- 본 제품은 동물의 사체를 세절하고 세절된 동물의 사체를 생석회와 일정한 비율로 제1 회전교반통(120)에 투입하는 동물 사체와 생석회의 원재료 칭량 및 투입단계(S 210)를 포함하고 있다.
- 상기 동물 사체와 생석회의 원재료 칭량 및 투입단계(S 210)는 폐사처리되어야 할 동물의 사체를 칭량하여, 그 동물사체를 잘게 세절하게 된다. 동물의 사체는 주로 전염병에 감염된 것을 대상으로 하고 있지만, 반드시 이에 한정된 것은 아니다. 동물의 사체는 잘게 세절하기 위하여, 1차적으로 세절한 다음, 다시 그보다 더 잘게 2차적으로 세절하는 것이 바람직하다. 동물의 사체는 사체투입용 호퍼(h1)에 투입한 다음, 세절기 모터(Mc)를 회전시키고 서로 엇갈리게 교차하면서 회전하는 톱니형 세절기를 사용하는 것이 바람직하다. 동물의 사체가 잘게 세절되어지는 과정에서, 동물의 사체로부터 육고기 단백질과 으스러진 뼈 및 많은 양의 수분이 발생되어지게 된다. 동물의 사체는 나중에 유기질 비료의 주요구성을 이루게 된다.
- 상기 동물 사체와 생석회의 원재료 칭량 및 투입단계(S 210)는 생석회를 칭량하여 생석회 투입용 호퍼(h2)에 투입한다. 생석회(CaO)는 동물의 사체로부터 나온 수분과 반응하여, 소석회(Ca(OH)2)를 형성하게 되는데, 그 반응과정에서 동물의 사체에서 나온 수분을 흡수하게 되는 것이다. 상기 동물의 사체 100 중량부에 대해 상기 생석회의 투입량은 70 중량부 내지 150 중량부가 바람직하다. 상기 생석회의 투입량이 70 중량부 이하일 경우에는 최종적으로 산출된 비료성분의 수분이 많아서 비료로서 사용하기 어려울 뿐만 아니라, 이것을 자연상태에 방치할 경우, 다시 부패하기 쉬우므로 바람직스럽지 못하고, 150 중량부 이상으로 투입할 경우, 수분과 반응하고 남는 성분 많아져서 최종적인 유기질 비료에 분진상의 생석회 성분을 포함하고 있어서, 바람직스럽지 못하다.
- 상기 동물 사체와 상기 생석회의 투입량은 제어반(C)에서 상기 세절기 모터(Mc)의 회전수를 조절함으로써 조정하는 것이 바람직하다. 상기 제어반(C)은 차량의 외부에 부착되어 있거나, 작업자가 손으로 과지하여 소지한 채사용할 수 있다. 상기 제어반(C)에서 상기 세절기 모터(Mc)의 회전수를 빠르게 할 경우, 제1 회전교반통(120)에 공급되는 세절된 동물사체가 많아지는 반면에, 상기 생석회 투입용 호퍼(h2)에서 투입되는 양은 일정한 것이므로, 동물 사체의 투입량과 생석회의 투입량이 적절한 비율로 조정될 수 있는 것이다.
- 본 제품은 제1 회전교반통(120)의 내부에서 상기 동물사체와 상기 생석회를 균일하게 교반시킴과 동시에, 동물사체의 투입구 방향에서 제1 모터(M1) 방향으로 이송시키는 원재료의 교반 이송 단계(S 220)를 포함하고 있다.
- 상기 원재료의 교반 이송단계(S 220)는 제1 회전교반통(120)의 내부에 상기 동물사체와 상기 생석회를 투입한상태에서, 제1 모터(M1)를 회전시킴으로서 내부의 제1 회전날개(122)를 회전시키고, 그 결과 상기 동물 사체의 육고기와 뼈 성분들과 수분과 상기 생석회를 고르고 균일하게 혼합시켜주게 된다. 상기 제1 회전날개(122)가 서서히 회전하는 동안에, 상기 동물사체의 육고기-뼈-수분 및 생석회의 혼합물은 서서히 교반되면서, 동물사체의 투입구 방향에서 상기 제1 모터(M1)의 방향으로 이동하게 된다.
- 상기 원재료의 교반 이송단계(S 220)는 제1 회전교반통(120)의 내부에서 이루어지게 되

는데, 통상적으로 대기의 온도와 동일한 온도를 가지고 있다. 따라서, 제1 회전교반통(120)의 내부에서는 상기 수분과 생석회의 반응은 거의 일어나지 않은 채 단지 균일하게 혼합된 상태를 유지하는 것으로 보아야 할 것이다. 이것은 앞으로 설명하게 될 제2 회전교반통(130) 및 제3 회전교반통(140) 및 제4 회전교반통(150)의 내부 온도조건과 상이하고, 그 반응조건도 상이함을 의미한다. 이 단계는 원재료의 혼련단계라고 할 수 있다.

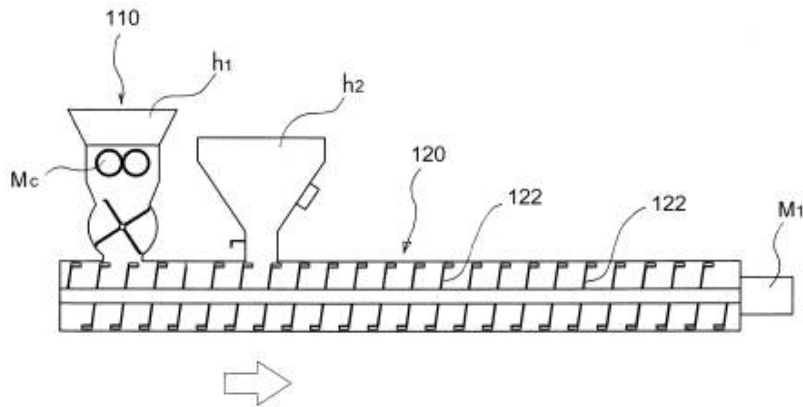


그림 7. 제1 회전교반통의 측면도

- 본 제품은, 제2 회전교반통(130)의 내부에서, 200 °C 내지 500 °C의 범위를 유지한 상태로, 동물사체의 수분과생석회의 반응을 유도하여 동물사체-생석회 혼합물을 얻으면서, 제2 모터(M2) 및 제2 회전날개(132)의 회전에 의해, 상기 동물사체-생석회 반응혼합물을 제2 모터(M2)의 방향에서 그 반대 방향으로 이송시키는 초기 동물사체/생석회 반응단계(S 230)를 포함하고 있다.
- 상기 초기 동물사체/생석회 반응단계(S 230)는 제2 회전교반통(130)의 내부에서 진행되어진다. 제1 회전교반통(120)에서 제2 회전교반통(130)으로 이송 작업은 제1 회전날개(122)의 회전으로 인한 원심력에 의해 이루어진다. 상기 제1 회전날개(122)가 회전하게 되면, 그 회전날개에 의해 바깥쪽으로 밀려서 전진하던 동물사체-생석회 혼합물이, 상기 제1 회전교반통(120)의 일측 끝단에 형성된 배출구(도시되지 않음)를 통하여, 상기 제2 회전교반통(130)의 투입구(도시되지 않음)로 넘어가게 되는 것이다(그림 8 참조). 이러한 작업은 제2 회전교반통(130)과 제3 회전교반통(140) 및 제4 회전교반통(150)에서 공통적인 것이고, 이 기술분야에서 통상적인 것에 불과하므로, 구체적인 설명을 생략하기로 한다.
- 상기 제2 회전교반통(130)은 그 내부에 제2 회전날개(132)를 포함하고 있고, 상기 제2 회전날개(132)는 제2 모터(M2)에 회전축으로 연결되어 있으므로, 상기 제2 모터(M2)의 회전에 의해 작동되어진다. 상기 제2 회전날개(132)가 회전하게 되면, 상기 동물사체-생석회 혼합물은 다시 균일하게 혼련되어지면서, 서서히 이송하게 되는데, 그 과정에서 동물사체의 수분과 생석회가 서로 반응하게 된다. 이때, 상기 제2 회전교반통(130)의 내부 온도는 200 °C 내지 500 °C의 범위를 유지하게 되므로, 동물의 사체에서 나온 수분(H₂O)과 생석회(CaO)가 빠르게 반응하여, 소석회(Ca(OH)₂)를 형성하게 된다. 이 과

정에서, 동물의 사체에서 나온 수분은 상당량이 반응에 관여하게 되고, 동물의 사체는 점차적으로 수분이 줄어들어서 건조한 상태로 변화되어지게 된다.

- 상기 제2 회전교반통(130)의 내부는 200 °C 내지 500 °C의 고온 상태를 유지한다는 점에서, 상기 제1 회전교반통(120)과는 다르다. 상기 제2 회전교반통(130)의 내부 온도는 제1 열발생기(134)를 통하여 공급되어진다. 상기 제1 열발생기(134)는 고온의 열을 발생시키는 기구를 의미하며, 전열기구를 예시할 수 있으나, 반드시 이에 한정되지 않는다. 상기 제1 열발생기(134)는 공기 중에 이산화탄소(CO₂)를 발생시키는 것과는 아무런 상관이 없으므로, 이는 선행기술에 해당하는 상기 대한민국 특허등록 제10-1907591호와는 전혀 다르다. 또한, 상기 선행기술 제10-1907591호에서는 복잡한 가스 공급관을 채용하고 있지만, 본 제품은 그러한 가스공급관을 전혀 채용할 필요가 없다는 점에서도, 양 발명은 전혀 상이한 것이다.
- 상기 제2 회전교반통(130)의 내부 이송속도는 상기 제2 회전날개(132)의 회전속도에 의존하고 있고, 이는 제2모터(M2)의 회전속도에 의해 결정되어지며, 상기 제2 모터(M2)의 구동 및 작업조건은 차량의 외부에 부착되어 있거나, 작업자가 손으로 파지하여 소지한 제어반(C)에 의해 구체적으로 결정되어지게 된다.

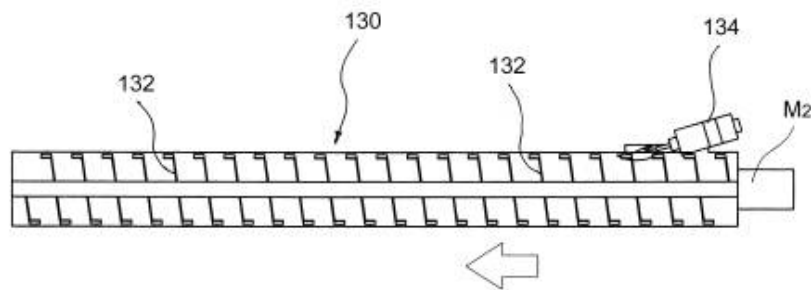


그림 8. 제2 회전교반통의 측면도

- 본 제품은, 제3 회전교반통(140)의 내부에서, 역시 200 °C 내지 500 °C의 범위를 유지한 상태로, 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 더욱 계속적으로 유지하여 동물사체-생석회 혼합물을 얻으면서 진행되어지는 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)를 포함하고 있다.
- 상기 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)는 제3 회전교반통(140)의 내부에서 진행되어진다. 상기 제3 회전교반통(140)은 그 내부에 제3 회전날개(142)를 포함하고 있고, 상기 제3 회전날개(142)는 제3 모터(M3)에 회전축으로 연결되어 있으므로, 상기 제3 모터(M3)의 회전에 의해 작동되어진다. 상기 제3 회전날개(142)가 회전하게 되면, 상기 동물사체-생석회 혼합물은 다시 균일하게 혼련되어지면서, 서서히 상기 초기 동물사체/생석회 반응단계(S 230)와 반대방향으로 이송하게 되고, 그 과정에서 동물사체의 수분과 생석회가 계속적으로 서로 반응하게 된다. 역시, 상기 제3 회전교반통(140)의 내부 온도는 200 °C 내지 500 °C의 범위를 유지하게 되는데, 이는 제2 열발생기(144)로부터 고온의 열을 공급받기 때문이다.

- 상기 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)는 제3 회전날개(142)가 회전시킴으로써, 상기 동물사체-생석회 혼합물의 이송방향을 제2 고온열기의 발생기(144)의 방향에서 제3 모터(M3)의 방향으로 향하도록 한다. 상기 제2열발생기(144)의 설치 위치는 상기 동물사체-생석회 혼합물이 제2 회전교반통(130)으로 부터 공급받는 방향에서 설치되는 것이 바람직하다. 이는 제2 회전교반통(130)의 내부에서 동물의 사체 수분(H₂O)과 생석회(CaO)의 반응이 진행되어 오다가 점차적으로 그 온도가 낮아진 상태에서, 상기 제3 회전교반통(140)으로 넘어옴과 동시에, 다시 고온의 열을 보충하여 공급해 줌으로써, 계속적으로 신속한 동물의 사체 수분(H₂O)-생석회(CaO)의 반응을 이어갈 수 있도록 하기 위함이다.
- 상기 제3 회전교반통(140)의 내부는 역시 200 ℃ 내지 500 ℃의 고온 상태를 유지한다는 점에서, 상기 제2 회전교반통(130)과 같지만, 상기 제1 회전교반통(120)과는 다르다. 상기 제3 회전교반통(140)의 내부 온도는 제2 열발생기(144)를 통하여 공급되어진다. 상기 제2 열발생기(144)는 고온의 열을 발생시키는 기구를 의미하며, 전열기구를 예시할 수 있으나, 반드시 이에 한정되지 않는다. 상기 제2 열발생기(144)는 공기 중에 이산화탄소(CO₂)를 발생시키는 것과는 아무런 상관이 없으므로, 이는 선행기술에 해당하는 상기 대한민국 특허등록 제10-1907591호와는 전혀 다르고, 역시 가스공급관을 전혀 채용할 필요가 없다는 점에서도 서로 다르다.
- 상기 제3 회전교반통(140)의 내부 이송속도는 상기 제3 회전날개(142)의 회전속도에 의존하고 있고, 이는 제3모터(M3)의 회전속도에 의해 결정되어지며, 상기 제3 모터(M3)의 구동 및 작업조건은 상기 제어반(C)에 의해 구체적으로 결정되어지게 된다.
- 상기 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)는 제3 회전교반통(140)의 내부에서 동물사체의 수분과 생석회를 반응시켜서, 동물의 사체로부터 수분을 거의 완전하게 제거하게 되지만, 고온의 열기에 의해 기화된 수분이 상기 제3 회전교반통(140)의 내부에 잔류하고 있을 경우에, 잔류된 수분을 외부로 배출하여 주는 것이 바람직하다. 잔류된 수분이 이 단계(S 240)에서 제거하지 않을 경우, 최종적으로 수득되어지는 유기 및 무기질 비료성분에 흡수됨으로써, 수분을 함유한 제품을 얻게 될 가능성이 있기 때문이다. 잔류수분의 배출은 증기배출구(146)을 통하여 진행되는 것이 바람직하다.
- 상기 증기배출구(146)는 2가지의 기능을 동시에 가지고 있다. 그 첫째 기능은 잔류수 증기를 배출하는 것을 목적으로 하고 있고, 그 둘째 기능은 상기 제3 회전교반통(140)에서 제4 회전교반통(150)으로 넘어가는 동물사체생석회 반응물의 온도를 낮추어주는 것을 목적으로 하고 있는 것이다. 상기 증기배출구(146)을 통하여 배출된 수분 중에 악취를 포함할 경우, 그 악취를 제거할 수 있는 필터망(148)을 설치하는 것이 바람직하다.
- 상기 증기배출구(146)는 위에서 언급한 2가지의 기능을 동시에 수행하기 위하여, 상기 제2 열발생기(144)의 설치 위치에서 그 반대편 위치에 설치되어야 한다. 다시 말해서, 상기 제2 열발생기(144)는 제2 회전교반통(130)과 제3 회전교반통(140)의 연결지점에서 가까운 위치의 제3 회전교반통(140)에 설치되는 것이지만, 상기 증기배출구(146)는 제3 회전교반통(140)과 제4 회전교반통(150)의 연결지점에서 가까운 위치의 제3 회전교반통(140)에 설치되는 것이다.

- 상기 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)와 그 이전의 초기 동물사체/생석회 반응 단계(S 230)는 모두 고온에서 동물사체의 수분과 생석회를 신속하게 반응시킨다는 점에서 서로 동일하지만, 상기 초기 동물사체/생석회 반응단계(S 230)는 일관되게 고온을 그대로 유지하고 있는 반면에, 상기 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)는 상기 동물사체-생석회 반응물이 계속적으로 이송되는 동안에 점차적으로 그 온도를 낮추어주는 점에서, 서로 다르다. 또한, 상기 초기 동물사체/생석회 반응단계(S 230)에서는 상기 제2 회전교반통(130)을 밀폐된 상태로 반응을 진행시키는 반면에, 상기 후기 동물사체/생석회 반응단계(S 240)에서는 상기 제3 회전반응통(140)에 증기배출구(146)을 형성하고 있다는 점에서, 서로 상이하다.
- 상기 증기배출구(146)는 반드시 상기 제3 회전교반통(140)에 형성되어야 하고, 상기 제2 회전교반통(130)에 형성되어서는 안된다. 그 이유는 동물사체의 수분과 생석회가 반응하여 동물사체로부터 나온 수분을 거의 제거한 이후에도 여분의 수증기가 잔류할 경우에 필요한 것이고, 또한, 반응이 완료된 동물사체/생석회의 반응물에 대하여 다음 단계를 진행하기 위해 그 반응물의 온도를 급속히 낮추어주어야 하기 때문이다.
- 상기 증기배출구(146)는 상기 제3 회전교반통(140)의 내부에서 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 종결시키고, 다음 단계로 이행을 준비하기 위한 것인 반면에, 상기 제2 열발생기(144)는 상기 제3 회전교반통(140)의 내부에서 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 계속 진행하기 위한 것인 점에서, 그 기능이 각각 다름을 알 수 있다.
- 결과적으로, 상기 제3 회전교반통(140)은 그 내부에서 처음에는 상기 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 계속적으로 진행하도록 유도하지만, 나중에는 상기 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 종결시키는 기능을 동시에 수행하고 있는 것이다. 이러한 점은 상기 제2 회전교반통(130)이 상기 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 계속적으로 진행하도록 유도하기만 할 뿐, 그 반응의 진행을 종결시키는 기능을 가지고 있지 못한 점과 서로 대비되어진다.
- 본 제품은, 제4 회전교반통(150)의 내부에서, 100 ℃ 내지 150 ℃의 범위로 유지하면서, 동물사체-생석회 반응물 100 중량부에 대해 영양성분 5 중량부 내지 50 중량부를 투입하고, 상기 제4 회전교반통(150)의 내부 온도를 40 ℃ 내지 50 ℃의 범위로 낮추어주고, 제4 모터(M4)의 방향에서 그 반대 방향으로 이송시키는 영양성분 첨가단계(S 250)를 포함하고 있다.
- 상기 영양성분 첨가단계(S 250)는 제3 회전교반통(140)에서 이송되어 전달된 동물사체-생석회 반응물을 제4 회전교반통(150)의 내부에서 100 ℃ 내지 150 ℃의 범위로 유지한다. 상기 제4 회전교반통(150)에는 위에서 설명한 열발생기를 설치하지 않는다. 이 단계에서는 더 이상 동물사체의 수분과 생석회를 반응시킬 필요가 없고, 외부로 비료 제품을 배출하여야 하므로, 가능한 한 대기 온도에 근접하게 해줄 필요가 있기 때문이다. 상기 제3 회전교반통(140)의 증기배출구(146)를 따라 고온의 수증기와 더불어 고온 열이 배출됨으로써, 상기 제4 회전교반통(150)의 내부 온도는 100 ℃ 내지 150 ℃의 범위를 형성하게 되는 것이다.
- 상기 영양성분 첨가단계(S 250)는 제4 모터(M4)를 회전시켜 나머지 반응을 진행시키되,

상기 동물사체-생석회반응물 100 중량부에 대해 영양성분 5 중량부 내지 20 중량부를 투입하고, 균일하게 교반한다. 상기 영양성분은 호퍼(h3)를 통하여 상기 제4 회전교반통(150)의 내부로 공급한다. 상기 영양성분은 제4 회전교반통(150)에 투입하고 제4 회전날개(152)에 의해 회전교반시키는 것이 중요하다. 이 단계에서는 수분과 생석회의 반응이 어느 정도 종결되어진 상태이고, 회전교반통의 내부 온도가 상대적으로 낮아진 상태에서 진행되는 것이 바람직하다.

- 상기 영양성분 첨가단계(S 250)에서 투입되는 상기 영양성분은 최종적인 제품의 성능을 향상시키기 위한 것으로서, 비료로서의 영양물질을 추가하는 성분을 말한다. 상기 영양성분으로서는 객토, 퇴비, 규산질비료, 발효 당밀, 폐각 분말, 그리고 미생물 함유된 발효비료로 구성된 그룹 중에서 선택된 하나 또는 이들의 혼합물을 말한다. 객토는 산성화된 토양을 알칼리성으로 중화시켜주고, 퇴비는 식물성 유기물을 더욱 풍부하게 해주며, 규산질 비료는 규산소다를 주성분으로 한 것으로서 탄산칼슘, 산화마그네슘, 탄산칼리, 피로인산나트륨 등의 무기질성분을 공급하게 된다. 발효 당밀은 미생물에 의해 발효된 것이 바람직하고, 폐각분말은 탄산칼슘이 풍부하고 기타 무기질 성분을 다양하게 포함하고 있다. 상기 미생물 함유된 발효비료는 일종의 유기농 공법에 유용한 미생물을 함유한 것으로서 식물의 성장과 병충해에 강한 특성을 가지고 있는 유기비료를 포함한다. 상기 동물사체-생석회 반응물 100 중량부에 대해 상기 영양성분을 5 중량부 이하로 포함할 경우, 영양성분을 충분하게 공급하지 못하는 반면에, 20 중량부 이상으로 투입할 경우, 토양 개량제로서의 기능에 투입하는 양에 비례하지 못하므로 바람직스럽지 못하다.

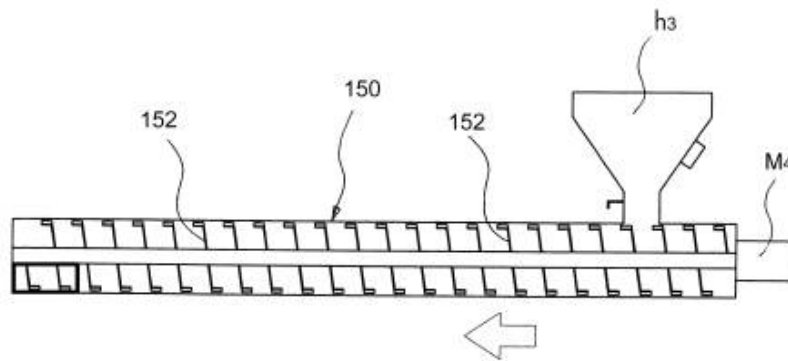


그림 9. 제4 회전교반통의 측면도

- 본 제품은 최종적으로 동물사체-생석회-영양성분으로 구성된 유기-무기질 비료를 상기 제4 회전교반통(150)에서 외부로 배출하고, 이를 포장하는 최종 마무리 단계(S 260); 를 포함하고 있다.
- 상기 최종 마무리 단계(S 260)는 제4 회전교반통(150)에서 최종적으로 형성된 유기 및 무기질 비료를 배출구(154)를 통하여 외부로 배출한다. 작업자는 배출된 유기 및 무기질 비료를 칭량하여 포장하거나, 칭량하여 저장소에 저장하거나, 직접 토양에 뿌려서 사용하기 위하여 운송하게 된다. 이와같은 방식은 통상적인 방법으로 수행될 수 있다.

- 본 제품에 의한 유기 및 무기질 비료의 제조장치(100)는 트럭과 같은 이동용 차량에 탑재하여 활용될 수 있다. 이동용 차량에 탑재된 유기 및 무기질 비료의 제조장치(100)에는 전후좌우 방향에 아웃트리거 장치를 설치하여 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같은 경우, 집단적으로 폐사한 가축의 집결지로 신속하게 이동한 다음, 그곳에서 직접 폐사된 가축을 곧바로 처리할 수 있기 때문이다.
- 이상에서 본 제품에 의한 유기 및 무기질 비료의 제조방법을 구체적으로 제시하였으나, 이는 본 제품의 실시예를 설명하는 과정에서 구체화된 것일 뿐, 본 제품의 모든 특징이 위에서 언급한 항목에만 적용되는 것이라고 한정하여 해석되어서는 아니 될 것이다.
- 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 본 제품의 명세서의 기재내용에 의하여 다양한 변형 및 모방을 행할 수 있을 것이나, 이 역시 본 제품의 범위를 벗어난 것이 아님은 명백하다고 할 것이다.

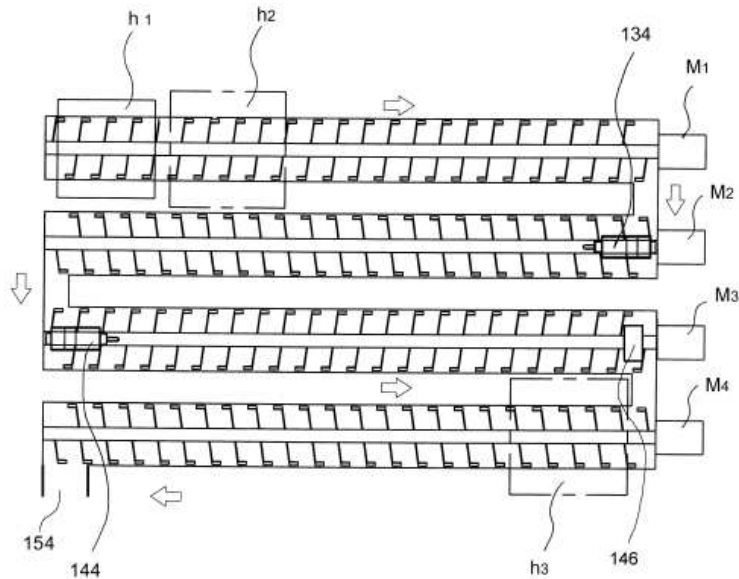


그림 10. 제품의 제조장치의 제1 ~ 제4 회전교반통의 배치관계

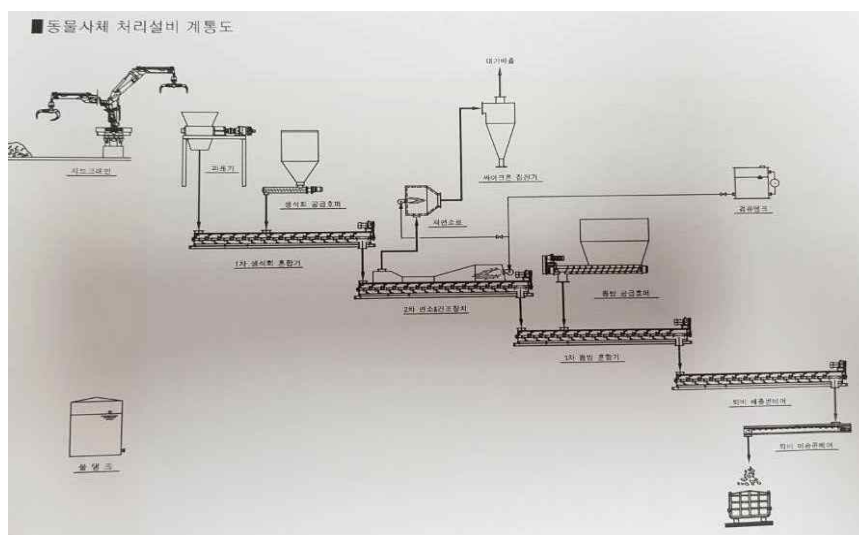


그림 11. 동물사체 처리설비 계통도

- 이동식 열화학적 사체 처리 장치 개발



그림 12. 이동식 컨베이어 벨트



그림 13. 콘크리트 통

- 가축의 분쇄가 가능한 파쇄 장치



그림 14. 이송스크류



그림 15. 기어드모다



그림 16. 사료배합기 부품

- 열화학적 처리 장치 제품에 대한 시험 성적서

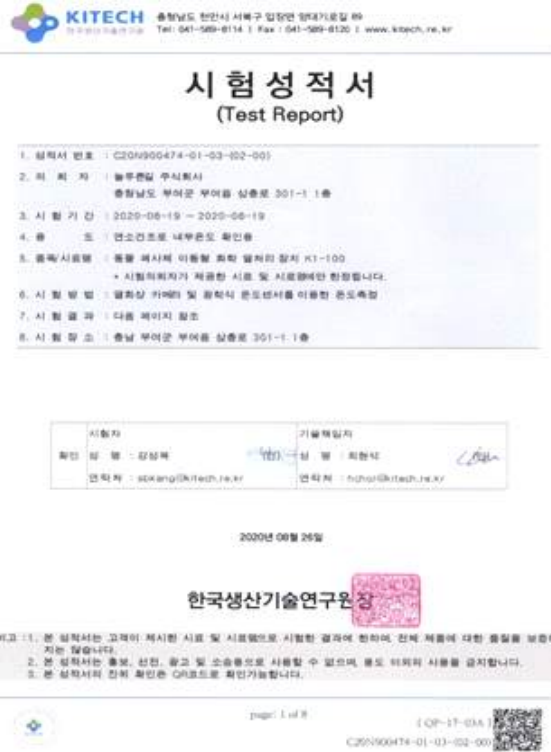


그림 17. 내부 온도 시험성적서

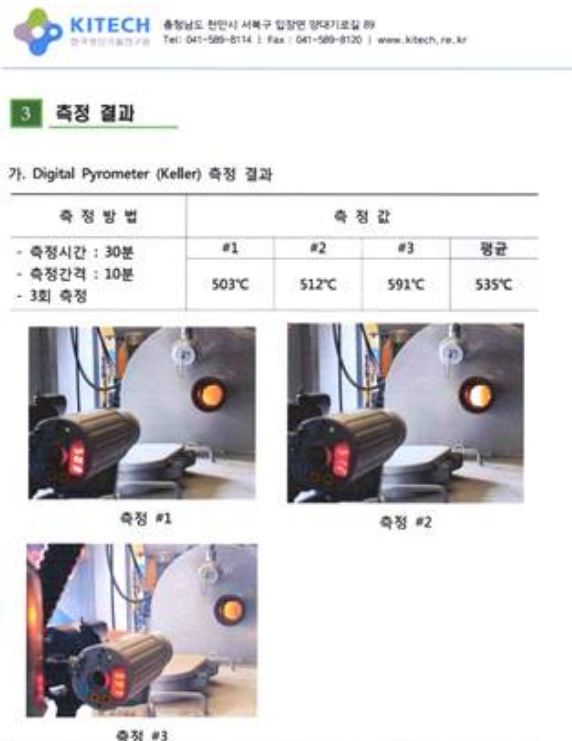


그림 18. Digital Pyrometer 측정 결과

나. 열화상 카메라를 이용한 측정 결과

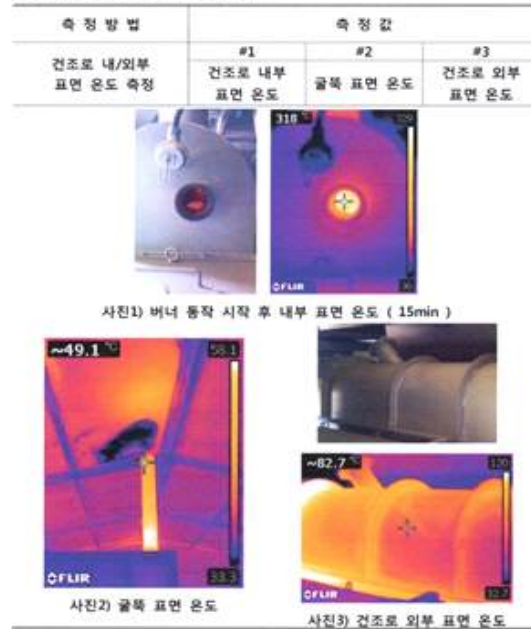


그림 19. 열화상 카메라를 이용한 측정 결과

- 열화학적 처리 장치의 특·장점

- 장비의 이동 완료 즉시 운용이 가능한 stand - alone 방식
- 이동 후 장비의 설치 및 작업 종료 후 장비의 분해 - 탑재과정 비효율성 해소
- 화물차에 탑재된 채 구동/이동하는 방식으로 뛰어난 기동성 제공
- 기존 랜더링 방식과 호기 호열 방식/알칼리 발효 등의 장점들을 집목한 신형 장비



그림 20. 상용화된 열화학적 처리 장치

2-2. 대기오염물질 발생 저감 장치 구축 및 대기오염물질 분석 가. 대기오염물질 저감 장치

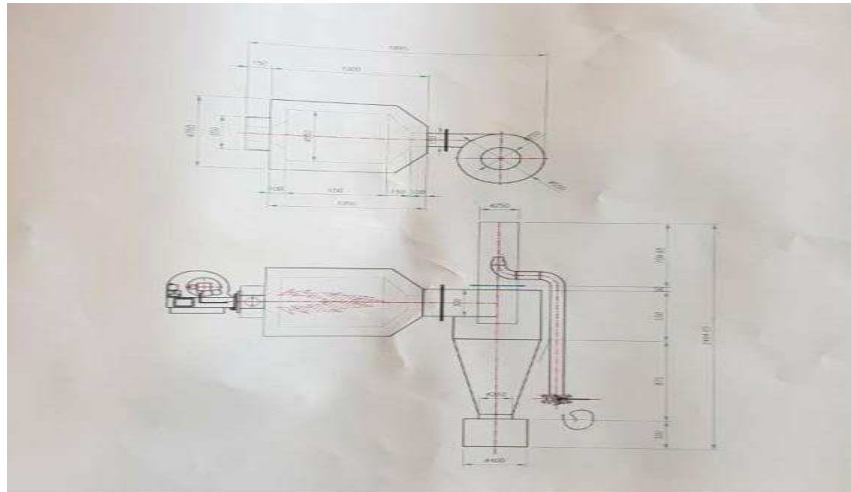


그림 21. 저감장치 도면



그림 22. 실제 저감장치 사진

- 가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용하였다.

나. 대기오염물질 분석

(1) 다이옥신 분석 방법

- APGC-MS/MS를 사용하여 다이옥신을 분석하였다. (APGC v2.0, Xevo TQ-XS, Waters, Massachusetts U.S)
- 분석에 사용된 장비의 스펙은 아래와 같다.
 - APGC-MS/MS(Dioxins 분석)
 - 제조사 : Waters
 - 모델명 : APGC v2.0, Xevo TQ-XS
 - 규격 : Polarity switching time : 15msec
 - Scan speed : 20000amu/sec
 - Mass Range : m/z 2 ~ 2048 quad mode
 - GC-MS
 - 제조사 : Shimadzu
 - 모델명 : GC/MS-QP2010 Plus
 - 규격 : Mass range : 1.5 ~ 1090 amu
 - TD
 - 제조사 : PerkinElmer
 - 모델명 : Turbo Matrix 350 ATD

(2) VOCs (휘발성 유기화합물) 분석 방법

- 실내공기질 공정시험기준에 따라 진행하였으며 기체크로마토그래프-MS법에 따라 기체크로마토그래프 (GC/MS-QP2010 Plus, Shimadzu, Japan)과 열탈착 장치 (Turbo Matrix 350 ATD, PerkinElmer, Massachusetts U.S) 를 이용하여 분석하였다.
- 휘발성유기화합물의 정량을 위해서 시료 채취에 사용하는 흡착관에 정량적으로 각 화합물을 흡착시켜 사용하여야 한다. 가장 간단한 방법은 기체크로마토그래프 주입구에 흡착관을 연결한 후, 액체표준용액을 기체크로마토그래프 주입구에 주입하여 시료채취시의 채취된 질량의 범위와 동일하게 흡착관에 흡착하여 교정용 흡착관을 만들어 사용한다. 이때 운반기체의 유속은 50 mL/min ~ 100 mL/min 정도, 주입기 온도는 약 200 °C 이상으로 유지한다.
- 시료 채취는 그림 23과 같이 흡착관, 시료채취용 흡인펌프 및 유량계로 구성된다.

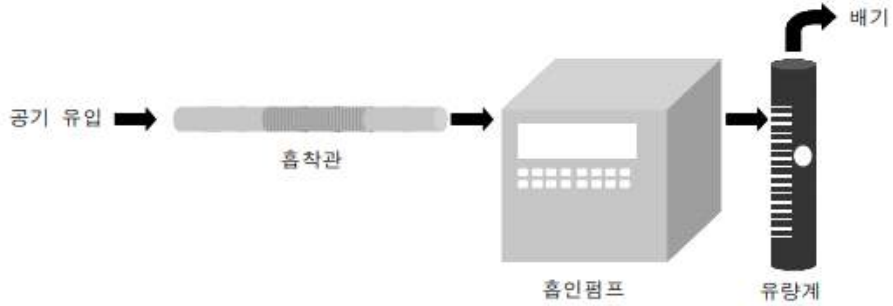


그림 23. 고체 흡착관을 이용한 시료 채취 장치

- 시료를 채취하기 전 관에 포집되어 있을 수 있는 미량의 유기 휘발성분을 제거하기 위해 비활성 가스를 50 mL/min ~ 100 mL/min로 흘려주면서 300 °C의 온도에서 10분간 미리 세척된 고체 흡착관을 안정화시킨다. 안정화 시킨 고체 흡착관은 PTFE 패럴이 장착된 금속 스크루 마개 부품으로 밀봉하고 실온에서 밀폐 용기에 보관한다. 안정화시킨 시료 채취관은 4주 이내에 이용해야 한다.
- 시료를 채취한 흡착관은 마개를 제거한 후, 열탈착 장치에 장착한다. 이때, 흡착관내의 수분을 제거하기 위해서 흡착관을 시료채취 반대방향으로 연결하여 탈착시킨다. 그런 다음 흡착관을 흡착제의 종류에 따른 운반기체 유량과 가열온도를 설정하여 시료가 완전히 이송될 수 있도록 탈착하고, 탈착된 시료는 -30 °C이하의 저온 농축관으로 이송된다. 저온 농축관으로 이송된 시료를 다시 가열탈착한 후 시료를 적당히 분할하여 컬럼의 유량을 조정하고 기체크로마토그래프로 이송한다.

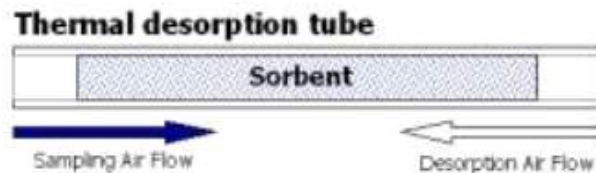


그림 24. 고체흡착관의 시료채취방향과 열탈착방향의 예

- VOCs는 크로마토그램에서 검출되는 모든 휘발성유기화합물로 표준물질 분석 시 헥산, 톨루엔, 헥사데칸이 반드시 포함되어 있어야 한다. 이때 검정곡선 작성을 위한 표준물질 농도의 범위는 가능한 미지시료의 농도가 검정곡선 범위 안에 포함될 수 있는 범위로 설정하여야 하며, 연속적으로 시료를 분석할 때마다 검정곡선을 작성하여 결정계수(R^2)는 0.98 이상 되어야 한다.

(3) 대기오염물질 분석 결과

◦ 다이옥신 분석 결과

- 열화학적 처리 장치에서 발생하는 가스에서 다이옥신을 분석한 결과 다이옥신은 검출되지 않았다.

표 1. 다이옥신 분석 결과



Dioxins	함량 (단위 : mg/kg)
	가축매몰지시료 (서산)
2,3,7,8-TCDF	ND
2,3,7,8-TCDD	ND
1,2,3,7,8-PCDF	ND
2,3,4,7,8-PCDF	ND
1,2,3,7,8-PCDD	ND
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ND
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ND
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND
OCDF	ND
OCDF	ND

◦ VOCs 분석 결과

- 열화학적 처리 장치에서 발생하는 가스에서 휘발성유기화합물을 분석한 결과 모두 기준치 이하로 나타났다.

표 2. VOCs 분석 결과

VOCs	함량 (단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	가축매몰지시료 (서산)
TVOC	430.3
Benzene	ND
Toluene	139.0
Ethyl benzene	18.3
Xylene	21.4
Styrene	10.4

		시험 성적서 (Test Certificate)		접수번호 : Y19-467 페이지 (1) / (총 2)
305-510 대전광역시 유성구 테크노 11로12 (합동동 887) / 전화(042)823-8878/전송(042)823-8682				
의뢰처	국립한경대학교	접수일	2019년 10월 4일	
주소	경기도 안성시 중앙로 327	의뢰자	박성석	
시료명	가축매몰지시료(서산)	분석장비	APGC-MS/MS	
시험기간	2019년 10월 4일 ~ 10월 11일	온도	(23 ~ 24) °C	
용도	참고용	상대습도	70 % R.H	
시험 결과				
결과는 2 Page				
확인	작성자 성명: 이미애 (서명)	승인자 성명: 김현영 (서명)		
※ 본 분석결과는 선전·광고·소송 등 법적으로 사용 할 수 없습니다. ※ 위의 내용은 신청인이 제출한 시료에 대한 결과이며, 시료의 명칭은 신청인이 제시한 것 임. ※ 이 시험결과서는 용도 이외의 사용을 금합니다.				
2019년 10월 11일 주식회사 피켄코리아 (인) 				

시험 결과		페이지 (2) / (총 2)
단 위: mg/kg		
Dioxins	합량	
	가축매몰지시료(서산)	
2,3,7,8-TCDF		ND
2,3,7,8-TCDD		ND
1,2,3,7,8-PCDF		ND
2,3,4,7,8-PCDF		ND
1,2,3,7,8-PCDD		ND
1,2,3,4,7,8-HxCDF		ND
1,2,3,6,7,8-HxCDF		ND
2,3,4,6,7,8-HxCDF		ND
1,2,3,4,7,8-HxCDD		ND
1,2,3,6,7,8-HxCDD		ND
1,2,3,7,8,9-HxCDD		ND
1,2,3,7,8,9-HxCDF		ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF		ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		ND
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF		ND
OCDF		ND
OCDF		ND

그림 25. 다이옥신 분석 시험 성적서



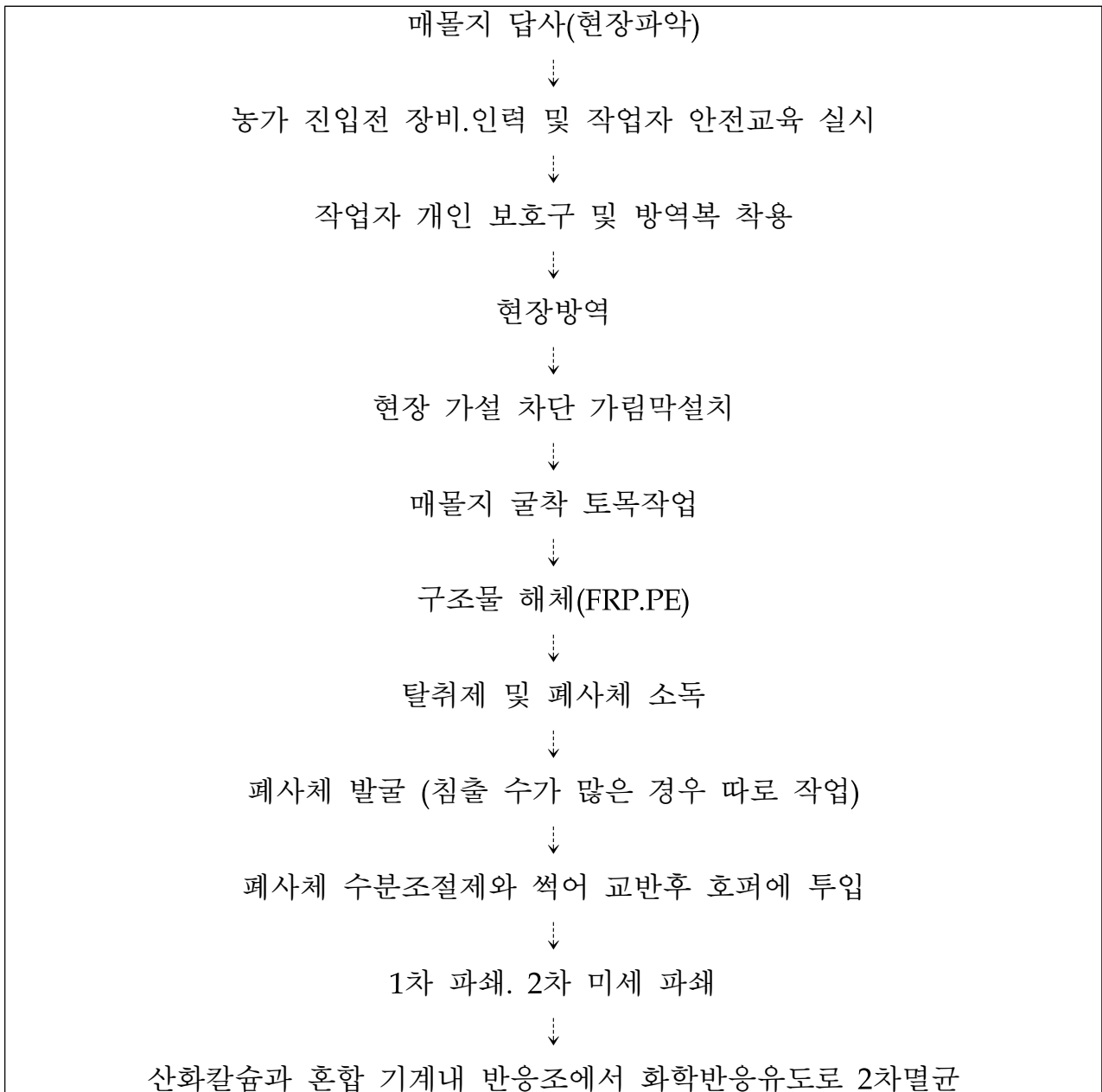
		시험 성적서 (Test Certificate)		접수번호 : Y19-468 페이지 (1) / (총 1)
305-510 대전광역시 유성구 테크노 11로12 (합동동 887) / 전화(042)823-8878/전송(042)823-8682				
의뢰처	국립한경대학교	접수일	2019년 10월 4일	
주소	경기도 안성시 중앙로 327	의뢰자	박성석	
시료명	가축매몰지시료(서산)	분석장비	GC-MS/TD	
시험기간	2019년 10월 4일 ~ 10월 11일	온도	(23 ~ 24) °C	
용도	참고용	상대습도	70 % R.H	
시험 결과				
단 위: μg/m ³				
VOCs	합량			
	가축매몰지시료(서산)			
TVOC			430.3	
Benzene			ND	
Toluene			139.0	
Ethyl benzene			18.3	
Xylene			21.4	
Styrene			10.4	
확인	작성자 성명: 윤소경 (서명)	승인자 성명: 김현영 (서명)		
※ 본 분석결과는 선전·광고·소송 등 법적으로 사용 할 수 없습니다. ※ 위의 내용은 신청인이 제출한 시료에 대한 결과이며, 시료의 명칭은 신청인이 제시한 것 임. ※ 이 시험결과서는 용도 이외의 사용을 금합니다.				
2019년 10월 11일 주식회사 피켄코리아 (인) 				

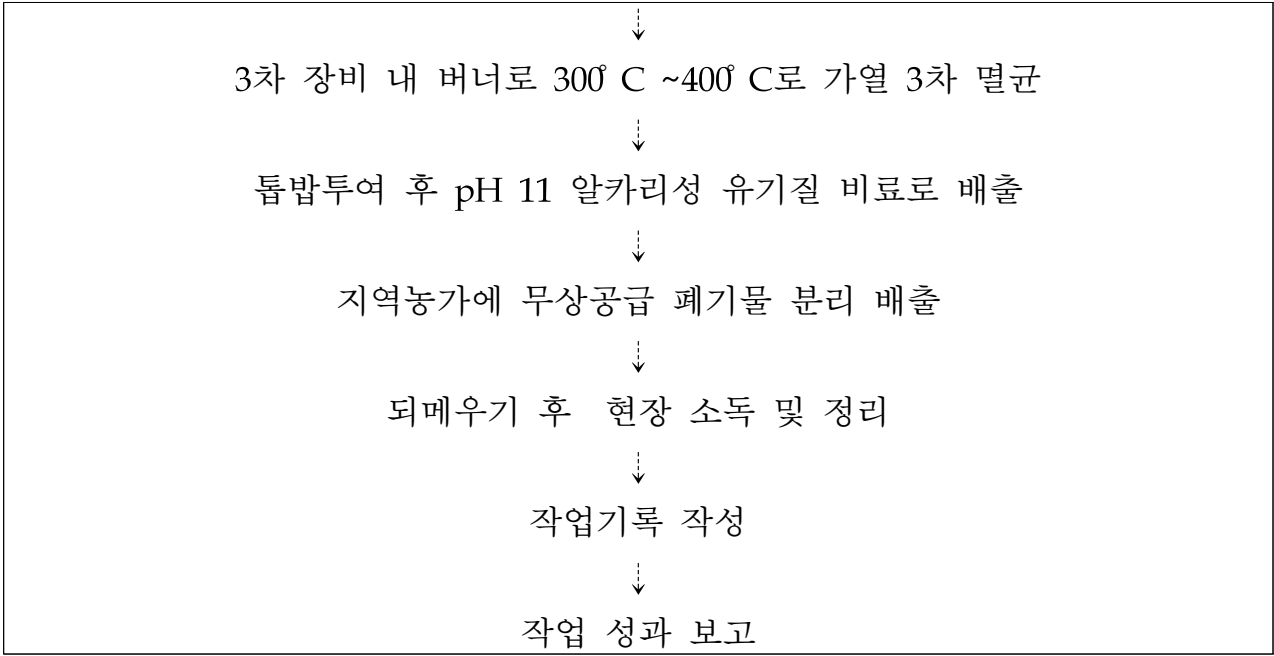
그림 26. VOCs 분석 시험 성적서

2-3. 열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행

- 가축 매몰지 복원 처리 공정도

■ 부여군 내산면 오리 매몰지 복원 용역





- 가축 매몰지 복원 현장 적용 과정



그림 27. 작업 전 (개인 보호구 및 방역복 착용, 현장 방역, 매몰지 굴착 토목 작업)



그림 28. 매몰지 굴착과정 (구조물 해제, 폐사체 발굴)



그림 29. 굴착된 매몰지 토양 열화학 장치로 처리



그림 30. 작업 후

- 가축 매몰지 원상복구를 위한 용역(부여군) : 작업일 8일



그림 31. 복촌리 폐사체 기계 열화학 처리작업



그림 32. 현장 복토 작업 후 생석회 소독



그림 33. 폐기물 처리 작업

- 구제역.AI관리기간 해제 매몰지 지원(소멸)사업 - 제 3지구(홍성군) : 작업일 10일



그림 34. 홍성군 광천읍 월림리 183 작업 전



그림 35. 작업 중



그림 36. 작업 후



제일분석센터

http://www.cheillab.com

후 06389 서울시 구로구 디지털로 272번지 한신(17)빌딩 913호 전화02-869-8188 팩스02-869-8610 검사담당: 김우라

9H1F-4KAO-C1YU-VKDX

검 사 성 적 서

2020-0042361

의 회 인	성 명 / 상호	농촌진흥청	농촌진흥청	사업자등록번호	575-87-00688
	주 소	충청남도 부여군 부여읍 상송로 301-1, 1층		대 표 자	김덕환
	시 료 명	가축매몰지소말처리용역	가축매몰지간종분회비회결과물		
접수년월일	2020. 04. 10	검사완료일	2020. 04. 14		
접수 번호	20-04-FRD112	검 사 목 적	시정검사 제출용		

검 사 결 과

검 사 항목	검 사 기 준	검 과	비 고
수분 (%)	55 이하	20.23	분 석 방 법 비료분질검사법 규 격 농촌진흥청 고시 제 2019-32 호
구리 (mg/kg) (건물중에 대하여)	500 이하	12.71	
아연 (mg/kg) (건물중에 대하여)	1,200 이하	71.18	
셀렌 (%) (건물중에 대하여)	2.5 이하	0.23	
부속도 (질백)	부속물기 또는 부속유기 이상	부속완료	
대장균O157:H7	불검출	불검출	
살모넬라	불검출	불검출	
이물질(건물중)	1 이하	불검출	

시험책임자: 신다솔

시험장: 공택영, 오혜진, 민선미, 황진우

주) 상기 검사결과는 피뢰인이 당사에 제공한 시료에 대한 분석결과입니다.

2020년 04월 16일
제일분석센터 대표이사 이은미



* 본 검사결과는 비파괴적 시험에 정교 및 표준 장비 목적으로 사용하실 수 없으며, 그에 따른 책임은 당사자는 무방함을 알려드립니다.

그림 37. 열화학적 처리 후 부산물 특성 분석 시험 성적서

2-4. 가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토

가. '비료관리법'과 '비료 공정 규격 설정 및 지정' 법령 검토

- 현행 '비료 공정 규격 설정 및 지정'과 '축산물 위생관리법 시행규칙'에 따라서 가축 매몰지 내 사체를 처리 후 퇴비로 활용하는 것은 제한적이다.

「비료 공정규격설정 및 지정」

제6조 (비료의 원료와 그 밖의 기준) ① 다음 각 호에 해당되는 경우에는 비료 원료로 사용할 수 없으며 비료에 포함되지 않아야 한다.

3. 「축산물위생관리법 시행규칙」 제9조의 별표 3에서 정하는 도축이 금지된 가축과 그 가축의 사체·축산물 및 부산물 <개정 2011. 11. 1.>

「축산물 위생관리법 시행규칙」 [별표 3]

다. 검사관은 가축의 검사 결과 다음에 해당되는 가축에 대해서는 도축을 금지하도록 하여야 한다.

- (1) 다음의 가축질병에 걸렸거나 걸렸다고 믿을 만한 역학조사·정밀검사 결과나 임상증상이 있는 가축

(가) 우역(牛疫)·우폐역(牛肺疫)·구제역(口蹄疫)·탄저(炭疽)·기종저(氣腫疽)·블루팅병·리프트계곡열·럼프스킨병·가성우역(假性牛疫)·소유행열·결핵병(結核病)·브루셀라병·요네병(전신증상을 나타낸 것만 해당한다)·스크래피·소해면상뇌증(海綿狀腦症: BSE)·소류코시스(임상증상을 나타낸 것만 해당한다)·아나플라즈마병(아나플라즈마 마지나레만 해당한다)·바베시아병(바베시아 비제미나 및 보비스만 해당한다)·타이레리아병(타이레리아 팔마 및 에놀라타만 해당한다)

(나) 돼지열병·아프리카돼지열병·돼지수포병(水疱病)·돼지텃센병·돼지단독·돼지일본뇌염

(다) 양두(羊痘)·수포성구내염(水疱性口內炎)·비저(鼻疽)·말전염성빈혈·아프리카마역(馬疫)·광견병(狂犬病)

(라) 뉴캐슬병·가금콜레라·추백리(雛白痢)·조류(鳥類)인플루엔자·닭전염성후두기관염·닭전염성기관지염·가금티프스

(마) 현저한 증상을 나타내거나 인체에 위해를 끼칠 우려가 있다고 판단되는 파상풍·농독증·패혈증·요독증·황달·수종·중양·중독증·전신쇠약·전신빈혈증·이상고열증상·주사반응(생물학적제제에 의하여 현저한 반응을 나타낸 것만 해당한다)

- (2) 강제로 물을 먹였거나 먹였다고 믿을 만한 역학조사·정밀검사 결과나 임상증상이 있는 가축

- 비료는 보통비료와 부산물비료로 구분되고 있고, 부산물비료 중에서 부숙유기질비료는 가축 퇴비 및 농림축수산업 및 제조 판매업 과정에서 발생하는 부산물, 인분료를 포함하고 있다.

제2조 (비료의 구분) ① 법 제2조제2호에 따른 보통비료는 다음 각 호와 같이 구분한다.

② 법 제2조제3호에 따른 부산물비료는 다음 각 호와 같이 구분한다.

1. "부숙유기질비료"는 농·림·축·수산업 및 제조·판매업과정에서 발생하는 부산물, 인분뇨 또는 음식물류폐기물을 원료로 하여 부숙 과정을 통하여 제조한 비료로 별표 5에서 정하는 원료 외의 보통비료를 첨가하여서는 아니 된다.<개정 2012. 7. 3.>

- 부산물 비료의 구분 및 종류

구분		비료의 종류	종류수
부산물비료	1.부숙유기질비료 (2009. 10. 01., 2012. 7. 3.)	가축분퇴비(2002. 12. 31., 2010. 3. 29.), 퇴비, 부숙겨, 분뇨잔사, 부엽토, 건조축산폐기물, 가축분뇨발효액 (2002. 12. 31.), 부숙양겨, 부숙톱밥	9
	2.유기질비료 (개정2012. 7. 3.)	어박, 골분, 잠용유박, 대두박, 채종유박, 면실유박, 깻묵, 낙화생유박, 아주까리유박, 기타식물성유박, 미강유박, 혼합유박, 가공계분 <2009. 10. 1.>, 혼합유기질<2009. 10. 1.>, 증제피혁분, 맥주오니, 유기복합<2003. 8. 5., 2009. 10. 1.>, 혈분<신설 2013. 2. 14.>	18 <2012. 7. 3.>
	3.미생물비료 (2009. 10. 1., 2012. 7. 3.)	토양미생물제제, 삭제<2011. 11. 1.>	1
	4.그 밖의 비료 <개정 2014. 7. 1.>	건계분(2009. 10. 1.), 지렁이분<신설 2011. 11. 1.>, 동애등애분(신설 2015. 8. 24.)	3
	소계	<개정 2013. 2. 14., 2014. 7. 1.>	31

○ 가축 사체의 퇴비화를 위한 근거 마련

- 부산물비료의 원료는 아래와 같으며, 가축분퇴비 및 퇴비에서 가축 매몰지에서 5년 이상 경과된 사체를 열화학적 처리한 경우 퇴비로 활용하는 것에 대하여 제안한다.

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
01. 삭제 <2014. 7. 1.>	1.삭제 <2014. 7. 1.>	삭제 <2014. 7. 1.>	
	2.삭제 <2014. 7. 1.>	삭제 <2014. 7. 1.>	1.삭제 <2013. 2. 14.> 2.삭제 <2014. 7. 1.> 3.삭제 <2014. 7. 1.>
	3.삭제 <2014. 7. 1.>	삭제 <2014. 7. 1.>	
	4.삭제 <2014. 7. 1.>	삭제 <2014. 7. 1.>	삭제 <2014. 7. 1.>

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2010. 3. 29., 2014. 7. 1.>	1.농림축산부산물류 <2010. 12. 23.,2018.3.30.>	짚류, 왕겨, 미강, 녹비, 농작물잔사, 낙엽, 수피, 톱밥, 목편, 부엽토, 야생초, 폐사료, 한약재찌꺼기, 그 밖의 이와 유사한 농림부산물류 또는 상기의 물질을 이용한 버섯 폐배지<2010. 3. 29., 2013. 10. 1.>, 이탄, 토탄, 갈탄<2010. 3. 29.>, 사업장잔디예초물(골프장 등) <2006. 1. 6., 2010. 12. 23.>, 가축의 알 또는 그 껍질 <2018.3.30.>	
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2014. 7. 1.>	2. 수산부산물 <2010. 12. 23.>	어분, 어묵찌꺼기, 해초찌꺼기, 게껍질, 해산물 도매 및 소매장 부산물<2010. 12. 23.>, 그 밖의 이와 유사한 수산부산물<2013. 10. 1.>	삭제 <2013. 2. 14.>
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2014. 7. 1.>	3. 인·축분뇨 등 동물의 분뇨 <2010. 12. 23.>	인분뇨 처리잔사, 구비, 우분뇨, 돈분뇨, 계분, 동애등에 및 지렁이 등 그 밖의 동물의 분뇨 <2010. 12. 23., 2011. 11. 1., 2013. 10. 1.>	1.삭제 <2013. 2. 14.> <2009. 1. 12.> 2.퇴비 원료로 사용할 수 없는 원료를 동물의 먹이로 이용하여 배설한 분뇨는 제외 <신설 2011. 11. 1.> 3.가축분퇴비는 축분뇨 등 동물의 분뇨를 50 % 이상 사용하여야 한다<2010. 3. 29., 2011. 11. 1.>
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2014. 7. 1.>	4.음식물류 폐기물 <2010. 12. 23.,	음식물류폐기물 <2003. 8. 5.>	삭제 <2013. 2. 14.>

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2014. 7. 1.>	5.식음료품 제조 업·유통업· 판매업 또는 담배 제조업 에서 발생하 는 동·식물성 잔재물<2010. 12 23.>	도축, 고기가공 및 저장, 낙농업, 과 실 및 야채, 통조림 및 저장가공, 동식물 유지류, 빵제품 및 국수, 설 탕 및 과자, 배합사료, 조미료, 두 부, 주정, 소주, 인삼주, 증류주, 약 주 및 탁주, 청주, 포도주, 맥주, 청 량음료, 다류, 담배제조업 및 기타 <2009. 10. 1., 2010. 12. 23.>	삭제 <2013. 2. 14.>
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2014. 7. 1.>	6.미생물<2010. 12 23.>	토양미생물제제<2010. 3. 29., 2010. 12. 23.>	
02. 가축분퇴비 및 퇴비 <2014. 7. 1.>	7.광물질<2010. 12 23.>	소석회, 석회석, 석회고토, 부산소석회, 부산석회, 패회석, 생석회, 부산석고, 제 오라이트 <2010. 12 23, 2011. 11. 1.>	광물질은 부속과정 중에 사용 하여야 하며 사용량은 전체 원료의 5 % 이내에서 사용이 가능함 <2009. 10. 1., 2010. 3. 29., 2010. 12 23.>
02. 퇴비	8.그 밖의 원료 <신설 2013. 2. 14.>	별표6에 따라 퇴비의 사용가능한 원 료로 지정받은 원료 <신설 2013. 2. 14.>	
03. 부속겨 <신설 2011. 11. 1.>		겨 또는 퇴비에 사용가능한 원료 다만, 퇴비 원료 중 그 밖의 원료는 사용할 수 없음 <개정 2013. 2. 14.>	겨를 70 %이상 사용하여 야 한다<2009. 10. 1., 2013. 2. 14.>
04. 분뇨잔사 <신설 2011. 11. 1.>		인분뇨 <개정 2013. 10. 1.>	
05. 부엽토 <신설 2011. 11. 1.>		부엽토	
06. 건조축산폐기물 <신설 2011. 11. 1.>		가축의 도축과정에서 생기는 부산물 <개 정 2013. 10. 1.>	

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
07. 가축분뇨발효액 <신설 2011. 11. 1.>		가축분뇨, 퇴비에 사용가능한 원료 중 농림부산물류, 음식물류폐기물(폐기물관리법 시행규칙 별표4에서 정한 분류번호 51-38-01~02), 음식물류 폐기물처리잔재물(폐기물관리법 시행규칙 별표4에서 정한 분류번호 51-38-03) <개정 2013. 2. 14., 2019.3.28>	농림부산물류, 음식물류폐기물(폐기물관리법 시행규칙 별표4에서 정한 분류번호 51-38-01~02), 음식물류폐기물처리잔재물(폐기물관리법 시행규칙 별표4에서 정한 분류번호 51-38-03)은 혐기성소화시설(바이오가스 생산시설)에서 생산할 경우에만 30% 이내에서 사용 가능하며 그 외 시설에서는 가축분뇨만 사용 가능함 <신설 2010. 3. 29, 2011. 11. 1., 2012. 7. 3, 2013. 2. 14., 2019.3.28>
08. 부숙왕겨 <신설 2011. 11. 1.>		왕겨 또는 퇴비에 사용가능한 원료 다만, 퇴비 원료 중 그 밖의 원료는 사용할 수 없음 <개정 2013. 2. 14.>	왕겨를 70 %이상 사용하여야 한다. <2009. 10. 1, 2013. 2. 14.>
09. 부숙톱밥 <신설 2011. 11. 1.>		톱밥 또는 퇴비에 사용가능한 원료 다만, 퇴비 원료 중 그 밖의 원료는 사용할 수 없음 <개정 2013. 2. 14.>	톱밥을 70 %이상 사용하여야 한다. <2009. 10. 1, 2013. 2. 14.>
10.삭제 <2013. 2. 14.>		삭제 <2013. 2. 14.>	삭제 <2013. 2. 14.>
토양미생물제제 (미생물효소) <삭제 2011. 11. 1.>			
토양활성제제 <삭제 2011. 11. 1.>			
어박		어박 또는 어분	
골분		골분	

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
잠용유박, 대두박, 채종유박, 면실유박, 깻묵, 낙화생유박, 아주까리유박, 미강유박, 그 밖의 식물성유박		각 비료의 종류별로 해당 유박에 한함. 다만, 그 밖의 식물성유박은 별표3. 그 밖의 식물성 유박에서 정한 질소, 인산, 칼리 등 각각의 성분함량을 보증할 수 있는 식물성유박을 사용하여야 한다. <개정 2013. 2. 14., 2013. 10. 1.>	
혼합유박		잠용유박, 대두박, 채종유박, 면실유박, 깻묵, 낙화생유박, 아주까리유박, 미강유박, 미강, 옥수수유박, 팜유박, 야자유박, 그 밖의 식물성유박 <개정 2013. 2. 14., 2013. 10. 1.>	1.미강, 옥수수유박, 팜유박, 야자유박은 1종 이상의 합계량이 20% 이하로 사용하여야 한다. <신설 2013. 2. 14., 2013. 10. 1.> 2.그 밖의 식물성유박은 별표3. 그 밖의 식물성유박에서 정한 질소, 인산, 칼리 등 각각의 성분함량을 보증할 수 있는 식물성유박을 사용하여야 한다.<신설 2013. 10. 1.>
가공계분		계분(악취를 방지하거나 탈수 및 입상화를 위한 재료를 사용한 것 포함)	

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
혼합 유기질		어박, 어분, 골분, 잠용유박, 대두박, 채종유박, 면실유박, 깻묵, 낙화생유박, 아주까리유박, 미강유박, 가공계분, 증제피혁분, 맥주오니, 미강, 옥수수유박, 팜유박, 야자유박, 혈분, 그 밖의 식물성(유)박, 음식물류폐기물건조분말 <개정 2013. 2. 14., 2013. 10. 1., 2018. 3. 30., 2019. 3. 28.>	1.미강, 옥수수유박, 팜유박, 야자유박은 1종 이상의 합계량이 20 %이하로 사용하여야 한다.<신설 2013. 2. 14., 2013. 10. 1.> 2.그 밖의 식물성(유)박은 별표3. 그 밖의 식물성유박에서 정한 질소, 인산, 칼리 등 각각의 성분함량을 보증할 수 있는 식물성유박을 사용하여야 한다.<신설 2013. 10. 1.> 3. 음식물류폐기물건조분말은 염분 2%이하 및 수분 15% 이하이어야 하며, 전체 원료의 30%이하로 사용하여야 한다.<신설 2019. 3. 28.>
증제 피혁분		피혁	
맥주오니		맥주 제조 부산물	

비료의 종류	원료		그 밖의 사항
	구분	종류	
유기복합		골분, 랑베나이트, 구아노포스페이트, 질소질구아노, 잠용유박, 대두박, 채종유박, 면실유박, 깻묵, 낙화생유박, 아주까리유박, 미강유박, 미강, 옥수수유박, 팜유박, 야자유박, 혈분, 가공계분, 그 밖의 식물성(유)박, 음식물류 폐기물 건조분말<개정 2013. 2. 14., 2013. 10. 1., 2015. 8. 24., 2019. 3. 28.>	1.미강, 옥수수유박, 팜유박, 야자유박은 1종 이상의 합계량이 20 %이하로 사용하여야 한다.<신설 2013. 2. 14., 2013. 10. 1.> 2.그 밖의 식물성(유)박은 별표3. 그 밖의 식물성 유박에서 정한 질소, 인산, 칼리 등 각각의 성분함량을 보증할 수 있는 식물성유박을 사용하여야 한다.<신설 2013. 10. 1.> 3. 음식물류폐기물건조분말은 염분 2%이하 및 수분 15% 이하이어야 하며, 전체 원료의 30%이하로 사용하여야 한다.<신설 2019. 3. 28.>
혈분 <신설 2013. 2. 14.>		가축의 혈액 <신설 2013. 2. 14., 2014. 7. 1.>	소(젓소포함)의 혈액을 사용할 경우에는 착수가 혼입된 혈액은 사용제외 <신설 2013. 2. 14.>
건계분 <개정 2014. 7. 1.>		계분	
지렁이분<개정 2014. 7. 1.>		2호의 가축분퇴비 또는 퇴비에 사용 가능한 원료를 먹이로 하여 생산한 줄지렁이(<i>Eisenia fetida</i>) 분 또는 붉은줄 지렁이(<i>Eisenia andrei</i>) 분	
동애등에분<신설 2015. 8. 24.>		2호의 가축분퇴비 또는 퇴비에 사용 가능한 원료를 먹이로 하여 생산한 동애등에 분	

- 열화학적 처리된 사체를 퇴비로 활용되기 위해서는 규격이 설정되어야 하며, 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정하여 활용하는 것을 제안한다.

비료의 종류	규격의 함량 (%)	함유할 수 있는 유해성분의 최대량	그 밖의 규격	그 밖의 사항
<p>01. 가축분퇴비 <신설 2002. 12. 31., 2010. 3. 29.> <정의>가축의 분뇨를 50% 이상 원료로 사용하고 별표5의 가축분퇴비에 사용가능한 원료를 2종 이상 혼합하여 발효과정과 후숙과정을 거쳐 제조한 것</p>	<p>유기물: 30 이상 <2010. 3. 29., 2012. 1. 2., 2013. 2. 14.></p>	<p>1.건물중에 대하여 <2009. 10. 1., 2010. 3. 29.> 비 소 45mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 130mg/kg 크 롬 200mg/kg 구 리 360mg/kg 니 켈 45mg/kg 아연 900mg/kg 아주까리유박을 원료로 사용한 경우 리신: 10mg/kg 2.다음 병원성미생물은 불검출 대 장 균 O 1 5 7 : H 7 (<i>Escherichiacoli</i> O157:H7), 살모넬라(<i>Salmonella</i> spp.) <신설 2011. 11. 1.></p>	<p>1.유기물대 질소의 비 45이하 인 것. <개정 2013. 2. 14.> 2.건물중에 대하여 염분(NaCl): 2.0 % 이하 <2009. 10. 1., 2010. 3. 29., 2014. 7. 1.> 3.수분(H₂O): 55 % 이하 <2010. 3. 29.> 4.부숙도: 다음 각 목의 어느 하나의 판정기준 이상일 것. 가. 콤백: 부숙완료 나. 솔비타: 부숙후기 또는 부숙완료 다. 종자발아법: 발아지수 70 이상 <신설 2010. 3. 29., 2010. 12. 23., 2014. 7. 1.> 5.염산불용해물 25% 이하 <신설 2013. 2. 14.></p>	<p>1.삭제 <2013. 2. 14.> 2.삭제 <2013. 2. 14.> 3.아주까리유박을 원료로 사용할 경우 다음 각 호의 문구를 적색 네모박스에 적색 글씨로 포장지 앞면에 반드시 표기하여야 한다 가. 개, 고양이 등이 먹을 경우 폐사할 수 있습니다 나. 어린이 손에 닿는 곳에 놓거나 보관하지 마세요.</p>
<p>02. 퇴비 <정의>별표5의 퇴비에 사용가능한 원료를 2종 이상 혼합하여 발효과정과 후숙과정을 거쳐 제조한 것</p>	<p>유기물: 30 이상 <개정2012. 1. 2., 2013. 2. 14.></p>	<p>1.건물중에 대하여 <2009. 10. 1., 2010. 3. 29., 2013. 2. 14.> 비 소 45mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 130mg/kg 크 롬 200mg/kg 구 리 360mg/kg 니 켈 45mg/kg 아연 900mg/kg 아주까리유박을 원료로 사용한 경우 리신:10mg/kg 2.다음 병원성미생물은 불검출</p>	<p>1.유기물대 질소의 비 45이하 인 것<개정 2013. 2. 14.> 2.건물중에 대하여 염분(NaCl): 20 % 이하<2009. 10. 1., 2013. 2. 14., 2014. 7. 1.> 3.수분(H₂O): 55% 이하 <2009. 10. 1.> 4.부숙도: 다음 각 목의 어느 하나의 판정기준 이상일 것 가. 콤백: 부숙완료 나. 솔비타: 부숙후기 또는 부숙완료 다. 종자발아법: 발아지수 70 이상 <신설: 2010. 3. 29., 2010. 12. 23., 2014. 7. 1.></p>	<p>1.삭제 <2013. 2. 14.> 2.삭제 <2010. 3. 29.> 3.삭제 <2010. 3. 29.> 4.아주까리유박을 원료로 사용할 경우 다음 각 호의 문구를 적색 네모박스에 적색 글씨로 포장지 앞면에 반드시</p>

비료의 종류	규격의 함량 (%)	함유할 수 있는 유해성분의 최대량	그 밖의 규격	그 밖의 사항
		대장균 O157:H7 (<i>Escherichia coli</i> O157:H7), 살모넬라(<i>Salmonella</i> spp.) <신설 2011. 11. 1.>	5. 염산불용해물 25% 이하<신설 2013. 2. 14.>	표기하여야 한다 가. 개, 고양이 등이 먹을 경우 폐사할 수 있습니다. 나. 어린이 손에 닿는 곳에 놓거나 보관하지 마세요.
10. 건조축산 폐기물 <정의>가축 도축과정의 부산물을 발효과정과 후숙과정을 거쳐 건조하여 제조한 것	유기물: 25 이상 <개정 2012. 1. 2., 2013. 2. 14.>	건물중에 대하여 비 소 45mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 130mg/kg 크롬 250mg/kg <1996. 7. 4., 2010. 12. 23.> 구 리 400mg/kg 니 켈 45mg/kg 아연 1,000mg/kg <2003. 8. 5., 2010. 12. 23.>	유기물 대 질소의 비 50이하 인 것	삭제 <2013. 2. 14.>

2-5. 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석

가. 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 방법

- 중금속은 질산-과염소산 분해법으로 추출한 후 ICP-OES를 이용하여 측정하였다. 염산 불용해법은 퇴비에서 염산에 녹지 않는 양을 측정하는 방법으로 염산 25 mL와 증류수 100 mL에 30분간 215도에서 가열하한 후, 여과지로 여과한 후 무게를 측정하였다. 병원성대장균O157:H7의 존재여부는 mEC 배지(Tryptone, 20 g; Bile Salt, 1.12 g; Lactose, 5.0 g; Dipotassium Phosphate, 4.0 g; Monopotassium Phosphate, 1.5 g; Sodium Chloride, 5 g; DI water, 1L)에서 배양하여 확인하였으며, 살모넬라 (Salmonella spp.)는 펩톤수(Peptone, 10 g; Sodium Chloride, 5g)에서 배양하여 확인하였다. 부숙도는 종자발아법으로 산출하였으며, 실험에 사용된 종자는 서호무를 사용하였다.

나. 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과

- 수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이로 나타났다. 대장균 O157:H7 및 살모넬라 균이 미검출되어 생물학적으로 안전하다. 열처리한 시료에서 알칼리 분의 함량이 높게 나타났다. 전반적으로 퇴비 기준을 만족하지만, 부숙도의 경우 기준치 이하를 나타났다. 열화학적 처리 장치 부산물은 별도의 부숙 과정을 거치지 않아서 낮은 부숙도를 보인다. 열처리된 가축 사체를 퇴비로 활용하기 위해서는 별도의 부숙과정이 필요하다.

표 3. 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과

분석항목/시료	검사기준	1	2	3	4	5
질소(%)		1.23	0.74	0.80	0.91	1.00
인산(%)		0.26	0.27	0.34	0.3	0.38
가리(%)		0.31	0.29	0.32	0.33	0.34
탄소(%)	12 이상	29.3	22.7	24.3	37.3	38.3
유기물대질소비	45 이하	23.9	30.7	30.4	41.0	38.2
수분(%)	85 이하	34.38	27.91	15.58	10.64	10.21
수은(mg/kg)	2 이하	0.0013	0.00015	0.0076	0.004	0.0074
비소(mg/kg)	45 이하	2.44	2.4	1.82	1.98	1.56
카드뮴(mg/kg)	5 이하	0.1	0.12	0.12	0.12	0.16
납(mg/kg)	130 이하	4.21	3.77	2.95	2.89	2.65
구리(mg/kg)	360 이하	6.14	5.79	5.21	9.71	10.54
니켈(mg/kg)	45 이하	2.19	2.19	1.86	5.15	2.78
아연(mg/kg)	900 이하	30.08	30.88	24.77	60.5	61.28
크롬(mg/kg)	200 이하	3.45	4.1	3.2	11.46	4.27
염분(%)	2 이하	0.27	0.22	0.23	0.23	0.24

염산불용해불(%)	25 이하	7.92	5.42	4.01	3.78	4.87
부숙도(종자발아)	70 이상	35.42	30.98	19.74	24.27	17.83
알카리분(%)		13.62	16.07	25.18	12.7	25.51
대장균O157:H7	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
살모넬라	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

표 4. 시료번호별 채취장소

시료번호	채취장소	매물가축(수)	매물날짜	열처리
1	충남 부여군 홍산면 교원리 43-47	닭(23,480)	2014.01.28	X
2	충남 부여군 홍산면 북촌리 438-10	닭(15,983)	2014.01.26	X
3	충남 부여군 홍산면 북촌리 438-10	닭(15,983)	2014.01.26	O
4	충남 홍성군 광천읍 월림리 183	돼지(418)	2015.03.11	X
5	충남 홍성군 광천읍 월림리 183	돼지(418)	2015.03.11	O

2-6. 가축 사체의 퇴비화 공정

가. 재료 및 방법

(1) 실험 재료 및 장치

- 본 연구에서는 매몰지 시료를 이용해 60일 동안 퇴비화 실험을 진행하였고, 실험 진행 시 발생하는 gas와 퇴비화 시료의 화학적 특성을 분석하여 퇴비로서의 성능을 평가하였다. 퇴비 제조 시 서산농장의 매몰지 시료를 사용하였고 퇴비 수분조절제로 케냐프와 볏짚을 이용하였다. 퇴비 더미 구축은 용량이 9.26L (21cm × 21cm × 21cm)인 스티로폼 재질의 퇴비화 반응기를 이용하였다. 퇴비 제조를 위해 매몰지 시료를 각각 케냐프, 볏짚과 혼합하였으며 각각 7:3, 6:4, 2:1, 1:1 (V/V)의 비율로 혼합을 진행했다. 재료를 잘 섞은 후 준비되어 있는 스티로폼 재질의 퇴비화 반응기에 담아 퇴비 더미를 완성시켰다. 각 변수별로 총 2세트의 실험 장치를 설치하였고 수분 조절제를 넣지 않은 것을 대조군으로 하여 함께 발효시켰다. 이후 수분 함량 조절을 위해 실험 45일에 증류수 400mL를 각 더미에 동일하게 공급하였다.

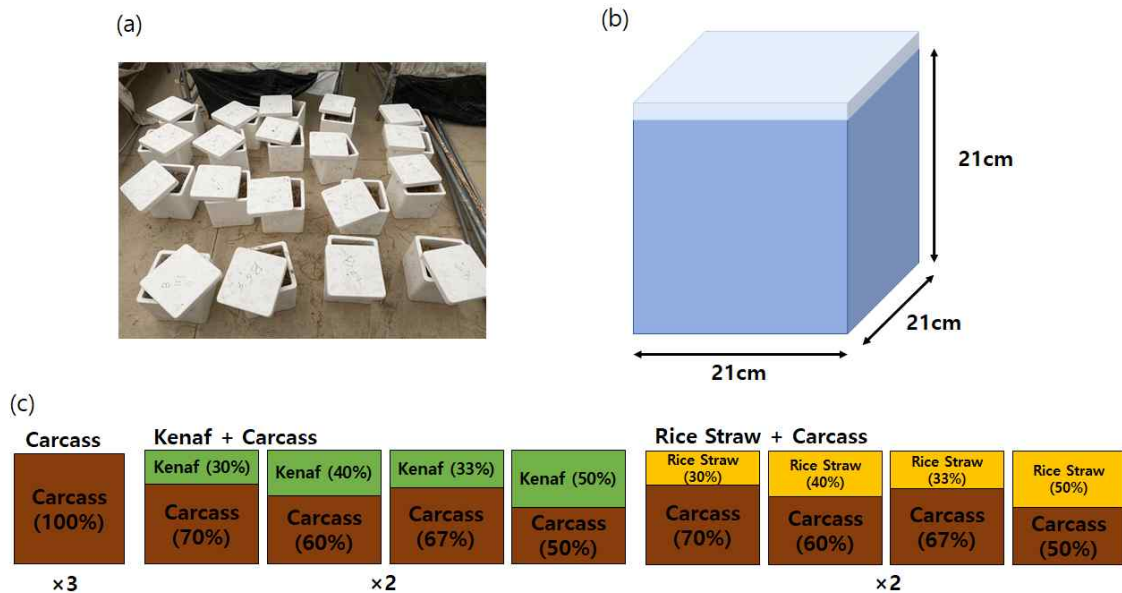


그림 38. (a) Experimental setup; (b) Composting reactor; (c) Composting condition

(2) 퇴비 분석

(가) 퇴비화 과정 중 온도, pH, EC 변화

- 퇴비화는 총 60일 간 진행하였으며 분석용 시료 채취는 퇴적 후 0, 7, 15, 30, 45, 60일 째에 총 6번 시행하여 그 변화를 관찰하였다. 시료 채취 후 뒤집기를 시행하여 시료에 퇴비 내에 공기가 원활하게 공급될 수 있도록 하였다. 퇴적 더미의 온도를 측정하기 위해 온도계를 사용하여 표면으로부터 15cm 되는 중간층 부분의 온도를 2회 측정하였으며 평균치를 그 더미의 온도로 하였다. 채취된 시료는 곧바로 분석을 하였으며, pH와 전기전도도(EC)는 채취한 시료와 증류수를 각각 1: 10(W/V)로 혼합하여 1시간 교반 후 pH, EC 측정기(Seven-multi 40; Mettler Toledo, Switzerland)로 측정하였다.

(나) 퇴비화 과정 중 가스 발생량 측정

- 퇴비화 진행 중 악취를 일으키는 원인이 되는 가스인 NH₃, H₂S, CO₂를 측정하였다. 퇴비 발효 시 나오는 가스를 측정하기 위하여 시료 채취 날짜에 시료 채취 전 실험장치 위에 비닐을 씌워 3시간 동안 발생하는 가스를 포집하였고 이후 가스 측정기 (GASTEC, KOREA)를 이용해 NH₃, H₂S 가스를 측정하였고 CO₂ 가스는 별도의 CO₂ 측정기(Lutron, Taiwan)를 이용해 측정했다.

(3) 퇴비화 후 이화학적 성분 분석

- 퇴비의 이화학적 성분은 퇴비 전의 매몰지 시료와 퇴비화 진행 후의 시료들을 분석하여 비교하였으며 분석은 다음과 같은 방법으로 진행하였다. 질소는 황산법으로 인산은 퀴노린 중량법으로 가리는 중량법으로 분석하였다. 유기물대질소비는 600-700℃에서 2시간 동안 가열 및 방랭 후에 무게를 측정하여 감소된 양에서 수분의 양을 제외한 값을 취해 산출한다. 수분은 가열감량법으로 측정하며 항량병에 취해 100℃에서 5시간 건조하여 달고 그 감량을 측정한다. 염분은 원자흡광분광법 사용해 측정하며 이를 통해 나트륨량을 구한다. 염산불용해물은 시료를 500~600℃에서 태운 후 염산과 증류수를 가해 30분간 끓이고 냉각 후 여과 및 건조하고 도가니에 옮겨 600℃에서 1시간 동안 태우고 무게를 달아 산출한다. 부숙도는 서호무 등 발아율 85% 이상인 종자를 사용한 종자발아법으로 측정한다. 알칼리분은 염산법 또는 EDTA 적정법을 이용해 측정한다. 병원성 대장균과 살모넬라균은 배지를 조제하여 시험을 한다.

나. 결과 및 고찰

(1) 온도 변화

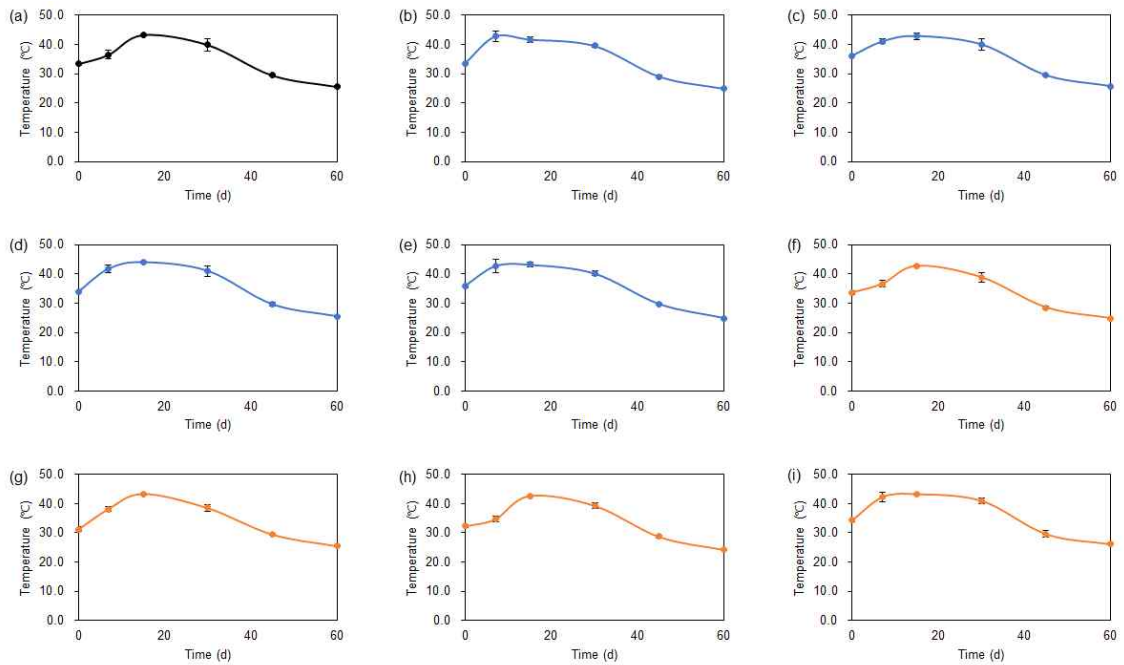


그림 39. Temperature change during carcass composting with Kenaf and Rice straw. (a) Only carcass; (b)~(e) composting mixture with Kenaf; (f)~(i) composting mixture with Rice straw.

- 일반적인 퇴비화는 유기성 폐기물이 호기적 조건에서 분해되는 것이며 퇴비화 과정 동안 미생물이 유기물을 분해하면서 열, 이산화탄소, 수분 등을 방출한다(Garg et al. 2009). 퇴비단의 온도변화는 퇴비화가 잘 진행되는지 판단하는 지표 중 하나이다 (Bustamante et al 2008). 온도 변화는 그림 39에 나타난 바와 같이 초기 원료배합 후 퇴비 더미의 온도는 약 31~36°C로 외부온도보다 약간 높게 나타났으며 초기 이후 모든 처리구에서 온도가 상승하였다. 매물지 시료와 케냐프를 2:1로 섞어 케냐프 함량이 많아 C/N비가 높은 퇴비에서 43.98°C로 가장 높은 최고점을 나타냈다. 모든 처리구에서 최고점 이후 온도는 감소하는 경향을 보였으며 퇴비화 60일 쯤에는 모든 처리구가 25°C 내외로 안정을 유지하였다. 퇴비화를 위한 최적의 온도는 40~65°C이며 병원성 미생물을 제거 하기 위해 55°C 이상의 온도가 필요한 연구 결과(Bernal et al. 2009)에 따라 본 연구에서는 최적의 온도까지 도달하였으나 병원성 미생물을 제거하는 온도로서 퇴비의 온도는 낮다고 할 수 있다.

(2) pH 변화

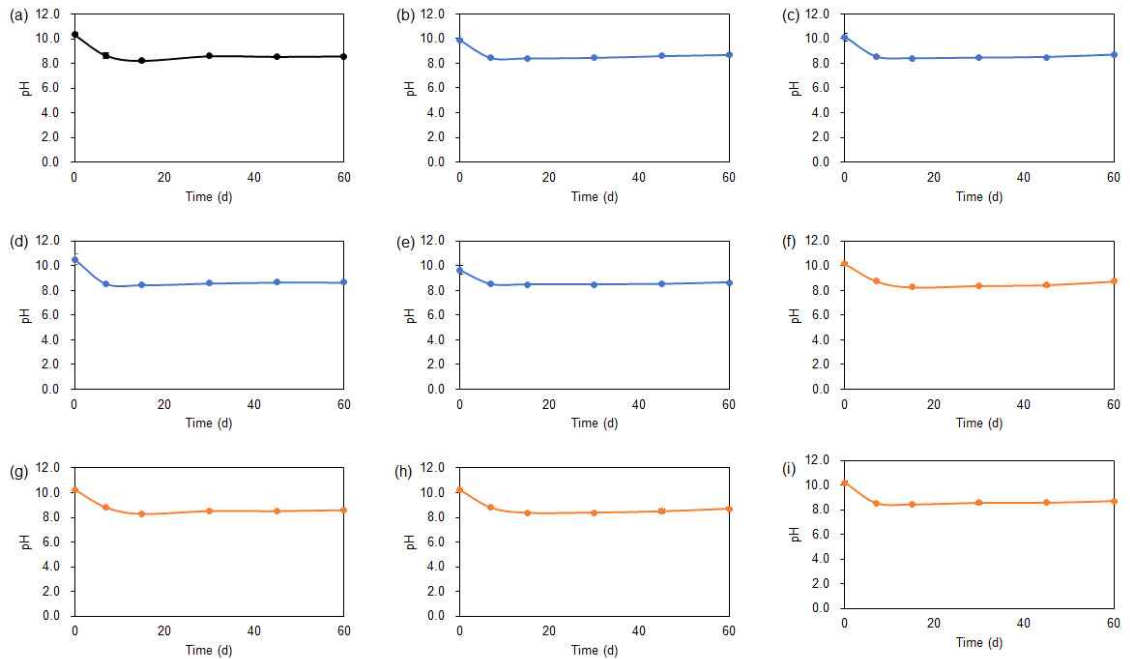


그림 40. pH change during carcass composting with Kenaf and Rice straw. (a) Only carcass; (b)~(e) composting mixture with Kenaf; (f)~(i) composting mixture with Rice straw.

- 퇴비화 과정 중의 퇴비더미의 pH를 측정한 경과는 그림 40과 같다. 퇴비화 과정중 pH는 발효초기에 감소하다가 기질의 분해로 인한 암모니아 등의 영향을 받아 점차 상승하고 최후에는 안정화 과정을 거쳐 pH가 7~8 정도가 된다(Jiménez et al. 1989)고 하였으며 Mori 등은 퇴비화 초기에는 pH가 8~10 정도로 상승하지만 퇴비화가 진행됨에 따라 유기물이 분해되는 과정에서 유기산 또는 질산이 생성되어 pH가 서서히 저하되어 최종적으로 7-8정도로 안정화를 유지한다고 하였다(Jiménez et al. 1989; Mori et al. 1981). 또한, 퇴비화 과정 즉 생화학 반응에서 CO_2 및 NH_3 를 방출하기 때문에 퇴비가 진행됨에 따라 중성 영역 근처의 pH에 도달한다고 한다(Haug, 1993). 본 연구에서도 퇴비화 초기에는 pH는 약 9.6~10.5로 측정되어 강알칼리성임을 알 수 있다. 그 이후로는 점차 감소하다가 퇴비 50일 쯤에는 8.6~8.7의 값을 갖게 되어 약알칼리성을 가지며 안정화가 되었다.

(3) EC

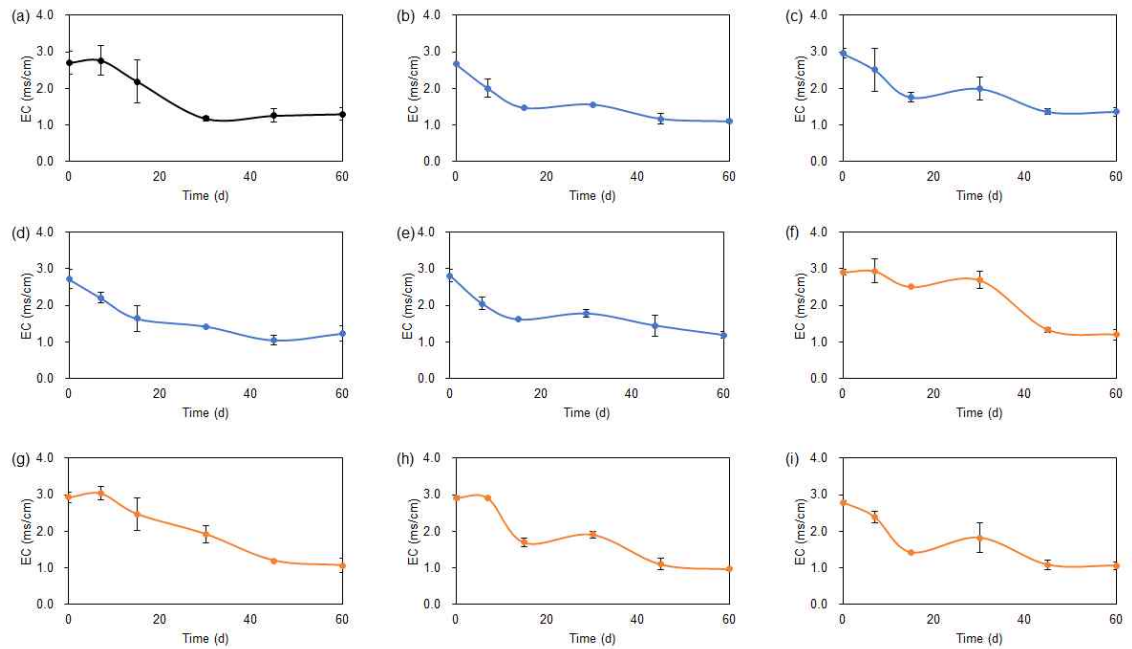


그림 41. Electrical Conductivity (EC) change during carcass composting with Kenaf and Rice straw. (a) Only carcass; (b)~(e) composting mixture with Kenaf; (f)~(i) composting mixture with Rice straw.

- 퇴비화 과정 중 퇴비단의 EC 변화를 그림 41으로 나타내었다. 퇴비화 과정 중 EC 값의 변화는 유기물 분해시 생성되는 이온들의 활성과 밀접한 관계가 있다. 퇴비화 초기 EC는 약 2.6~2.9 mS/cm로 나타났다(Inbar et al. 1993). 모든 처리구에서 EC는 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였으나 볏짚을 수분조절제로 넣은 퇴비화에서는 30일째에 약간 상승하는 모습을 보였고 이후에는 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. 케나프를 수분조절제로 넣은 퇴비화에서도 30일째에 EC값이 약간 상승하였으나 볏짚에 비해 큰 변화폭을 갖지 않는다. 일반적인 퇴비의 EC 값은 25~50 mS/cm 정도를 유지한다는 연구결과(Yoo et al. 1998)에 비교할 때 본 연구를 통해 매몰지 퇴비 시료는 그 값에 비해 작은 값을 지니고 있음을 볼 수 있다.

(4) H₂S

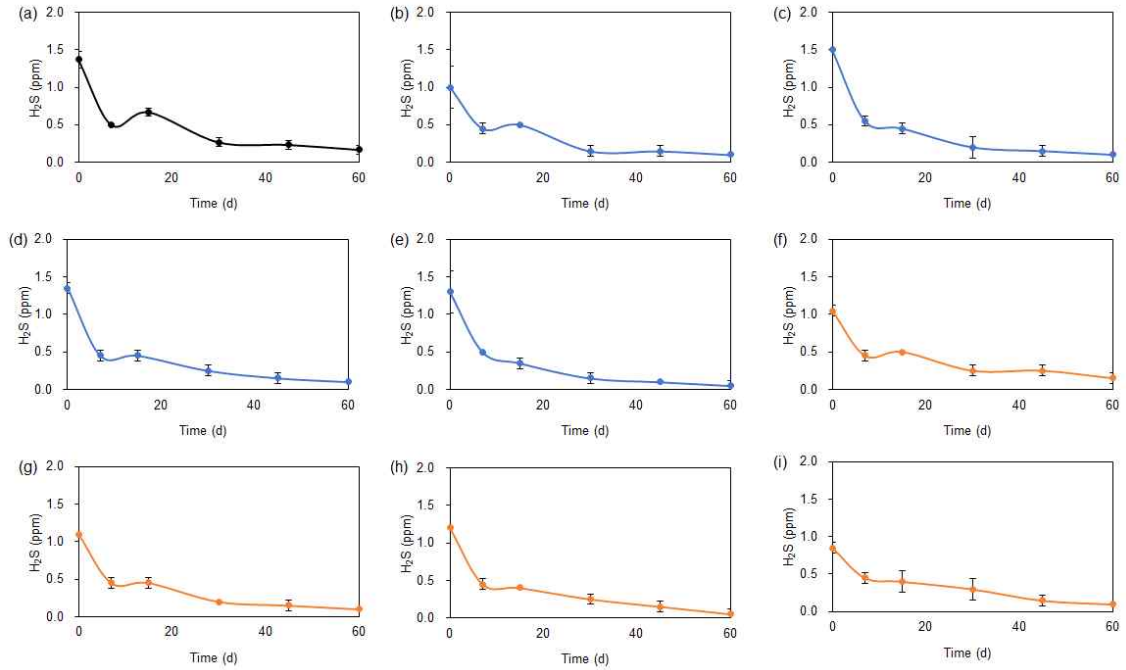


그림 42. Changes of H₂S gas efflux from composting pile. (a) Only carcass; (b)~(e) composting mixture with Kenaf; (f)~(i) composting mixture with Rice straw.

- H₂S 가스는 퇴비화 과정이 진행될 때 악취를 유발하는 요소 중 하나이며 퇴비화 초기에 혐기성 분해 과정을 거치며 발생하는 악취이다(Kang et al. 2001; Haug, 1993). 또한, H₂S는 유독성 가스로 공기보다 무거워 퇴비 표면과 그 주변에 확산되어 있어 인체에 영향을 미친다(Yang et al. 2017). 연구 과정 중 발생한 H₂S 가스 측정량은 그림 42와 같다. H₂S 가스는 주로 퇴비화 초기에 발생하였다 이는 돈분의 퇴비화가 활발히 진행될 때 H₂S가 많이 배출되기 때문이다(Moreno et al. 2010; Yang et al. 2017). 초기에 H₂S 가스 발생량이 가장 많았으며 매물지와 케냐프를 6:4로 섞은 퇴비단에서 가장 높은 농도를 나타냈으며 매물지와 벧짚을 1:1로 섞은 퇴비단에서 가장 낮은 농도를 나타냈다. 이후 퇴비화가 진행됨에 따라 H₂S 가스 발생량이 점차 감소해 60일 쯤에는 모든 처리구에서 발생량이 0에 가까웠다.

(5) NH₃

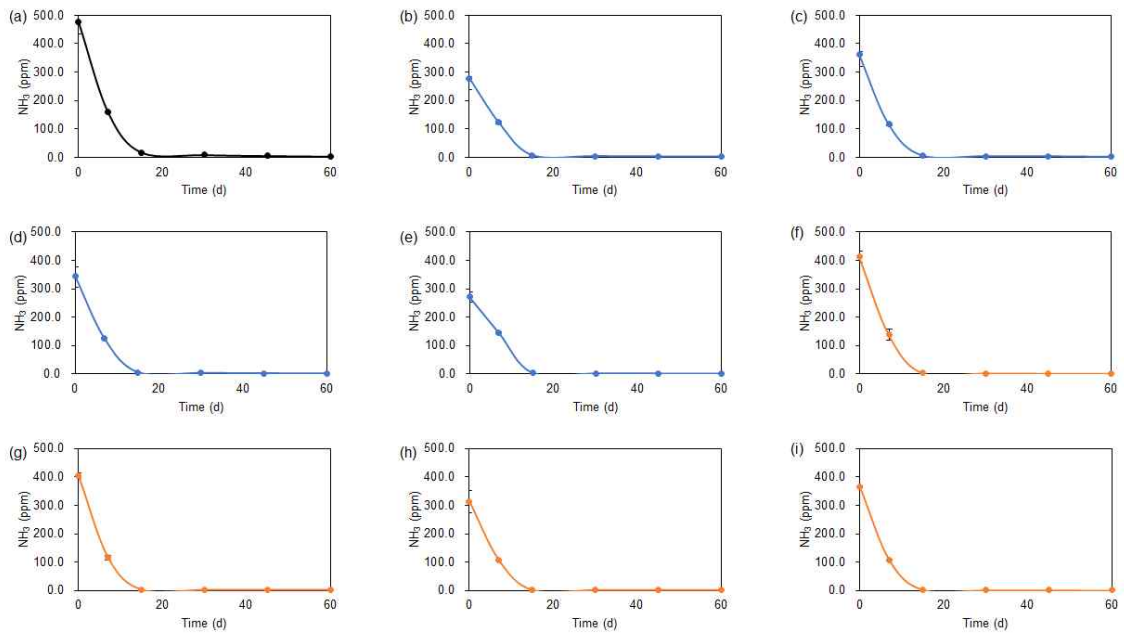


그림 43. Changes of NH₃ gas efflux from composting pile. (a) Only carcass; (b)~(e) composting mixture with Kenaf; (f)~(i) composting mixture with Rice straw.

- 퇴비화 과정시 NH₃ 가스는 악취발생의 주요 요소이고 퇴적물 내의 질소화합물이 탈아민화 반응에 의해 암모니아로 배출된다(Kang et al. 2001). 또한, NH₃ 가스는 대표적인 유해가스 중 하나로 수용성이 높고 자극성이 있는 유동성 가스이며 주로 고온에서 배출량이 높다(Yang et al. 2017). 본 연구의 과정 중 NH₃ 가스 발생량을 측정한 결과는 그림 43과 같다. NH₃ 가스 발생량은 초기에 271~476 ppm으로 높은 농도가 측정되었다. 수분조절제를 섞지 않은 퇴비단에서 가장 높은 NH₃ 농도가 측정되었으며 매몰지 시료와 케냐프를 1:1로 섞은 퇴비단에서 가장 낮은 NH₃ 농도가 측정되었다. 그 이후부터 급격하게 감소하였으며 30일 이후 부터는 NH₃ 가스가 거의 발생되지 않은 것으로 보아 발효가 완료되었음을 알 수 있다(Lee et al. 2002). 황화수소와 유사하게 퇴비화가 진행됨에 따라 NH₃ 가스 농도가 감소하여 실험 20일 쯤에는 발생량이 0에 가까워졌다.

(6) CO₂

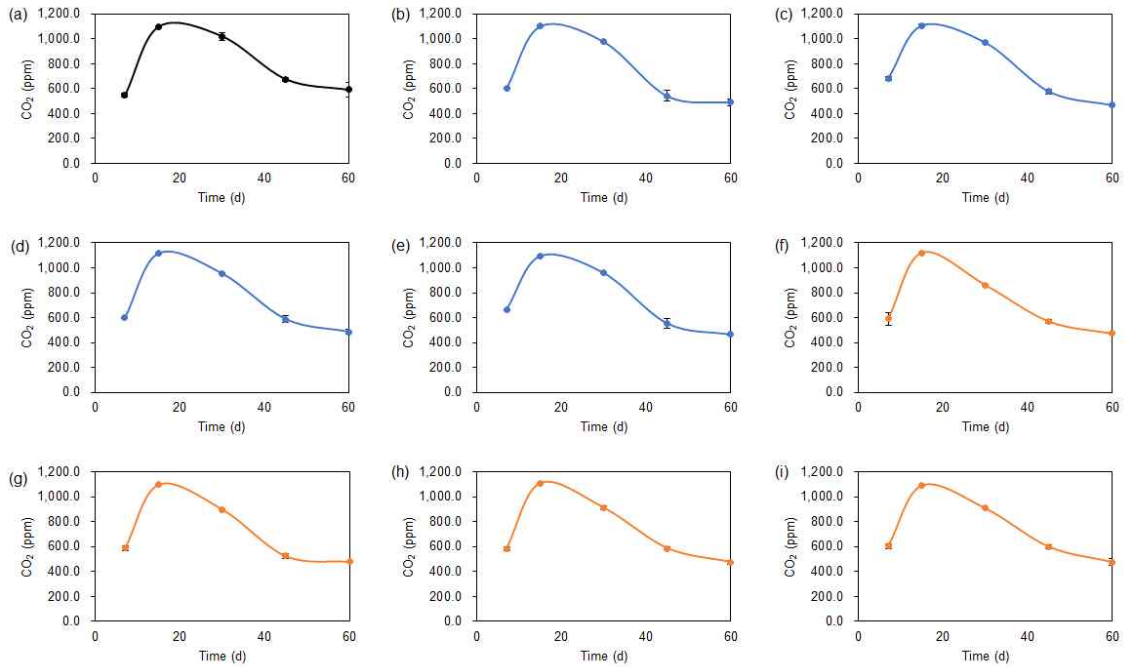


그림 44. Changes of CO₂ gas efflux from composting pile. (a) Only carcass; (b)~(e) composting mixture with Kenaf; (f)~(i) composting mixture with Rice straw.

- CO₂는 미생물이 유기물을 분해하는 과정에서 생성되는 물질 중 하나(Garg et al. 2009)로 퇴비화 과정에서 발생한 CO₂ 농도는 그림 44와 같다. 퇴비화가 진행되면서 단계 초기에 H₂S와 함께 발생하는 가스이며 더불어 최종 분해산물로 발생하는 CO₂는 퇴비화 과정 중 온도변화와 더불어 퇴비화의 진행 상태를 파악하는 중요한 지표로 이용될 수 있다(Lee et al. 1998; Sikora et al. 1981; Haug. 1993). 실험 시작 후 15일 쯤 되는 날 모든 처리구에서 CO₂의 최대 농도를 나타내었고 1092.5~1120.5ppm 사이의 값을 나타내었다. 이후 CO₂ 농도는 점차 감소하는 경향을 나타내었으며 퇴비화 종료 시점인 60일 쯤에는 471.5~591.3ppm을 나타냈다. 퇴비단 간에 CO₂ 발생량은 큰 차이를 보이지 않았으며 CO₂ 발생량이 15일까지 증가한 이후 퇴비화 종료시 까지 감소하는 경향을 나타내었으며 이는 온도의 증가 및 감소와 유사한 경향을 나타냈다.

(7) 화학적 분석 결과

표 5. Physico Chemical properties of compost ingredients after 60 days

	실험전	Control	Kenaf 73	Kenaf 64	Kenaf 21	Kenaf 11	Rice Straw 73	Rice Straw 64	Rice Straw 21	Rice Straw 11
질소(%)	0.45	0.63	0.63	0.62	0.61	0.61	0.59	0.55	0.58	0.55
인산(%)	0.20	0.27	0.48	0.35	0.64	0.29	0.25	0.13	0.20	0.13
가리(%)	0.21	0.29	0.34	0.41	0.35	0.40	0.28	0.20	0.18	0.13
유기물(%)	36.89	48.11	40.84	50.45	44.58	44.56	46.65	41.08	43.17	44.85
유기물 대질소비	82.21	77.07	65.32	81.89	73.83	72.51	79.13	74.68	74.43	82.93
수분(%)	28.33	4.33	5.12	4.37	4.47	4.64	4.66	5.09	5.35	5.93
염분(%)	0.17	0.21	0.25	0.23	0.25	0.20	0.18	0.13	0.17	0.11
염산불 용해물(%)	33.35	21.68	23.32	21.76	22.61	21.55	33.18	26.68	28.66	33.92
부속도 (중자발아)	26.15	44.99	38.32	58.77	70.88	67.03	53.79	70.43	66.89	85.76
알카리분(%)	7.35	10.62	10.34	10.59	10.95	10.09	7.77	7.09	9.32	5.13
대장균 O157:H7	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
살모넬라	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

- 질소와 인, 칼륨은 비료의 영양적인 측면에서 중요한 요소이다. 질소는 식물이 직접적으로 성장에 활용할 수 있는 중요한 무기물 형태이며 인은 식물성장 인자 및 각종 대사에 큰 영향을 미치는 인자 중 하나이다. 또한, 칼륨은 단백질 합성, 효소 광합성 등과 같은 역할을 한다고 알려져 있다(Ahm et al. 2019). 본 연구에서 세 가지 요소는 대체적으로 실험 전보다 증가하는 경향을 보였다. 특히 칼륨의 경우 작물의 질소와 인에 대한 활용률을 증진시켜 질소와 인의 과도한 활용과 유실을 줄일 수 있다(Basak et al. 2009)는 연구 결과에 따라 본 연구에서의 칼륨의 증가는 퇴비의 품질을 결정하는 중요한 요소 중 하나라고 볼 수 있다.
- 농촌진흥청의 비료 공정규격에 따라 유기물은 30% 이상의 함량을 지니고 있어야 한다. 모든 퇴비단에서 30% 이상의 유기물 함량을 지니고 있으며 특히 매물지 시료와 케나프를 6:4 비율로 섞은 퇴비단이 50.5%의 유기물 함량을 나타내고 있어 가장 높은 수치를 보였다.
- 퇴비수분은 퇴비 과정에서 필요한 효소의 생산을 촉진하기 때문에 사체 퇴비 더미에 필요한 수분함량은 40~60% 정도라고 알려져 있으며(Kalbasi et al. 2005) 비료 공정 규격에 따르면 55% 이하의 수분을 함유하고 있어야 한다. 반면 연구를 진행한 퇴비단의 수분은 4.3~5.9%를 나타내고 있어 공정규격에는 따르지만, 퇴비 더미에 필요한 수분보다 매우 낮은 수분 함량을 포함하고 있음을 나타낸다.
- 유기물대질소비는 퇴비의 부속도를 평가하는 중요한 요소 중 한 가지이며(Bernal et al. 2009) 공정규격에 따라 유기물대질소비가 45 이하이어야 한다. 연구를 진행한 모든 퇴비단의 유기물대질소비는 65.3~82.9로 45 이상의 높은 값을 나타내었다.
- 퇴비단의 염분 함량은 0.11~0.25% 정도를 나타내었다. 염분함량의 경우 2~3% 이상인 경우에 작물 성장에 영향을 준다(Phae. 2002)며 공정규격에 따라 2% 이하의 염분을 함유하고 있어야 한다. 퇴비 분석결과에 따라 모든 퇴비단은 염분이 작물 성장에 영향을

미치지 않는다고 할 수 있다. 염산불용해물은 퇴비 공정규격에 따라 25% 이하의 값을 가져야 한다. 퇴비화 결과 수분조절제로 케냐프를 사용한 퇴비가 규격을 만족했으며 벧짚을 사용한 퇴비는 염산불용해물이 모두 25% 이상의 값을 나타내어 퇴비 규격과 차이가 있음을 알 수 있다.

- 퇴비 부숙도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부숙도를 평가하였다(Yoon et al. 2013). 비료 공정규격에 따라 발아지수 70 이상의 값을 가지는 퇴비는 완전 부숙된 것으로 평가한다(Oh et al. 2013; Wong. 1985). 본 연구에서는 매몰지 시료와 케냐프를 2:1 비율로 섞은 퇴비단과 매몰지 시료와 벧짚을 6:4, 1:1로 섞은 퇴비단에서 70 이상의 값을 가지므로 세 가지의 퇴비단이 완전 부숙된 것으로 설명할 수 있다.
- 대장균과 살모넬라균은 퇴비의 안정성을 평가하는 요소이다(Shin. 2002). 다른 요소들을 통해 퇴비로서 좋은 품질을 가지고 있다고 평가되더라도 대장균과 살모넬라균과 같이 식물 생장에 방해를 주는 병원균이 다량 검출된다면 퇴비로써 이용될 수 없다. 본 연구를 통해 만들어진 모든 퇴비단은 두 가지 병원균이 모두 검출되지 않아 퇴비의 안정성을 나타내고 있다고 할 수 있다.

2-7. 작물 생산에 시용 및 시비량 산정

가. 재료 및 방법

(1) 상추 생육 방법

- 본 연구에서는 매몰지 시료와 유기물이 적은 토양을 이용하여 상추 생육 실험을 진행하였고 상추 생장을 통해 매몰지 시료가 상추 생육에 미치는 영향을 평가하였다. 토양 조건에 따라 세 가지 변수로 분류하였다. 토양은 유기물이 적은 토양, 유기물이 적은 토양에 매몰지 시료를 25% 혼합하여 만든 토양, 유기물이 적은 토양에 매몰지 시료를 50% 혼합하여 만든 토양 등을 이용하여 상추를 생육하였다. 상추는 직경 18cm 높이 14cm 화분을 이용해 생육하였고 한 개의 변수 당 27개의 화분을 사용하였으며 한 화분에는 3개의 모종을 심어 총 81개의 모종을 생육하였다. 상추 생육은 2020년 06월 10일부터 2020년 07월 02일까지 총 23일간 진행하였으며 상추를 생육할 화분은 온실에 비치하였고 매일 스프링클러를 이용하여 20분간 수분을 충분히 공급하여 토양이 건조한 상태가 되지 않도록 하였다.

(2) 분석

- 총 23일간 생육한 상추를 재배 후 엽장, 엽폭, 생물중, 건물중, 잎의 개수, 총장 등 물리적 특성을 측정하였으며 엽록소는 엽록소 측정 장치를 이용해 측정하였다. 건조 후 무게를 제외한 모든 요소는 건조 전에 측정하였으며 100도에서 총 48시간 동안 진행한 후에 건조 후 무게를 측정하였다. 측정한 모든 물리적 데이터는 SAS 프로그램을 이용해 통계분석을 진행하였다.
- 상추를 재배한 이후 상추를 생육한 토양을 채취하여 질소, 인산, 가리, 알칼리분, 유기물대질소비, 수분, 염분, 염산불용해물, 부숙도, 병원성 대장균, 살모넬라균 등의 이화학적 성분 분석하였다. 분석한 토양 결과를 통해 토양 조건이 상추 생육에 미치는 영향을 평가하였다. 질소는 황산법, 인산은 퀴노린 중량법, 가리는 중량법으로 분석하였으며 알칼리분은 염산법을 이용해 측정하였다. 유기물대질소비는 600-700℃에서 2시간 동안 가열 및 방랭 후에 무게를 측정하여 수분의 양을 제외한 값을 취해 산출한다. 수분은 가열감량법으로 측정하며 항량병에 취해 건조하여 그 감량을 측정한다. 염분은 원자흡광분광법 사용해 측정하며 이를 통해 나트륨량을 구한다. 염산불용해물은 시료를 500~600℃에서 태운 후 염산과 증류수를 가해 30분간 끓이고 냉각 후 여과 및 건조하고 도가니에 옮겨 600℃에서 1시간 동안 태우고 무게를 달아 산출한다. 부숙도는 서호무를 사용한 종자발아법으로 분석하였다. 병원성 대장균 살모넬라균은 배지를 만들어 시험을 하여 검출 여부를 판단한다.

나. 결과 및 고찰

(1) 상추 생육 사진

0% 매물지 시료 혼합



25% 매물지 시료 혼합



50% 매물지 시료 혼합



그림 45. 1일차의 상추 모습

0% 매몰지 시료 혼합



25% 매몰지 시료 혼합



50% 매몰지 시료 혼합



그림 46. 7일차의 상추 모습

0% 매몰지 시료 혼합



25% 매몰지 시료 혼합



50% 매몰지 시료 혼합

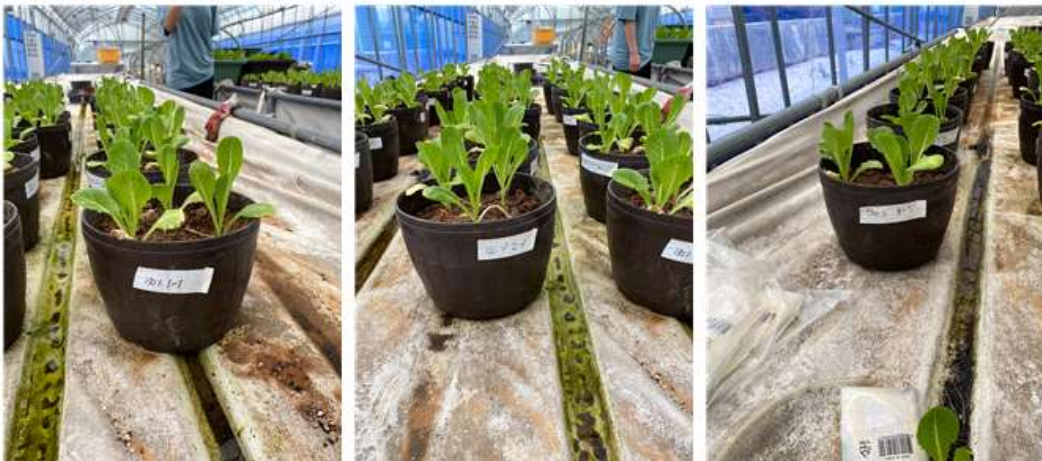


그림 47. 14일차의 상추 모습

0% 매물지 시료 혼합



25% 매물지 시료 혼합



50% 매물지 시료 혼합



그림 48. 21일차의 상추 모습

0% 매물지 시료 혼합



25% 매물지 시료 혼합



50% 매물지 시료 혼합



그림 49. 23일차의 상추 모습

(2) 상추 성장 통계분석 결과

표 6. Statistical analysis results analyzed in 3 repetitions

Manure (%)	Plant height (mm)	No. of leaves	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Chlorophyll
0%	158.1 bz	6.7 b	112.3 b	41.1 b	3.3335 b	0.356 ab	26.6 a
25%	132.3 c	6.5 b	91.9 c	35.2 c	2.289 b	0.286 bc	23.9 b
50%	134.8 c	6.6 b	92.9 c	34.4 c	2.055 b	0.246 c	25.4 ab
control	307.1 a	7.8 a	167.8 a	49.1 a	8.915 a	0.420 a	25.4 ab
Significance	***	***	***	***	***	**	ns

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at p = 0.05.
 ns,**,***Non-significance or significance at p ≤ 0.05, or 0.001, respectively.

표 7. Statistical analysis results analyzed in 9 repetitions

Manure (%)	Plant height (mm)	No. of leaves	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Chlorophyll
0%	158.1 bx	6.7 b	112.3 b	41.1 b	3.335 b	0.356 b	26.6 a
25%	132.3 c	6.5 b	91.9 c	35.2 c	2.289 c	0.286 c	23.9 b
50%	131.3 c	6.5 b	92.1 c	34.4 c	2.009 c	0.248 c	26.1 a
control	307.1 a	7.8 a	167.8 a	49.1 a	8.915 a	0.420 a	25.4 a
Significance	***	***	***	***	***	***	***

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at p = 0.05.
 ,*** significance at p ≤ 0.001

- 표 6은 처리구의 81개의 모종을 3반복으로 나누어 통계분석한 결과이며, 표 7는 처리구의 81개의 모종을 9반복으로 나누어 통계분석한 결과이다.
- 매물지 시료를 함유하고 있지 않은 토양에서 상추 모종의 잎의 길이, 잎의 개수, 엽장, 엽폭, 잎의 건조 전 무게, 건조 후 무게 엽록소 값 등 모든 물리적 요소가 다른 두 가지 토양에 비해 큰 값을 나타냈다. 그러나 세 가지 토양에서 자란 상추는 대조군으로 상토에서 기른 상추에 비해 생장이 적었음을 알 수 있다.
- 또한 통계분석 결과 모든 물리적 요소는 매물지 시료의 함유 비율과 상관관계가 높은 것을 알 수 있다. (p ≤ 0.001)

(3) 토양의 화학적 분석 결과

표 8. 토양의 물리 화학적 특성

	0%	25%	50%
질소 (%)	0.019	0.059	0.12
인산 (%)	0.0059	0.081	0.024
가리 (%)	0.055	0.32	0.06
유기물 (%)	4.99	6.1	8.28
유기물대질소비	262.7	103.36	8.28
수분(%)	24.82	26.66	32.47
염분(%)	0.058	0.096	0.062
염산불용해물(%)	65.07	63.35	64.2
부숙도 (종자발아)	91.38	97.68	95.09
알칼리분 (%)	0.91	2.2	0.98
대장균 O157:H7	불검출	불검출	불검출
살모넬라	불검출	불검출	불검출

- 질소, 인, 칼륨은 식물 생장에 활용되는 중요한 요소이다. 본 실험에서 인과 칼륨, 질소는 매몰지 시료가 함유되어있지 않은 토양에서 가장 낮은 값을 나타냈으며 인과 칼륨의 경우 매몰지 시료를 25% 섞은 토양에서 가장 높은 값을 나타냈으며 질소는 매몰지 시료를 50% 섞은 토양에서 가장 높은 값을 나타냈다.
- 유기물 함량은 매몰지 시료를 전혀 섞지 않은 토양에서 가장 낮은 값을 나타냈으며 매몰지 시료를 50% 섞은 토양에서 가장 높은 값을 나타내어 매몰지 시료의 함량이 높아 질수록 유기물 함량이 높아짐을 알 수 있다. 유기물 함량과 반대로 유기물대질소비는 매몰지 함량이 높을수록 줄어드는 경향을 나타낸다.
- 염분함량이 2~3% 이상인 경우 작물 생장에 영향을 미치는데 세 가지 토양 모두 2% 이하의 염분 함량을 가지고 있으며 매몰지 시료를 섞지 않은 토양에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 염산불용해물은 세 가지 토양에서 유사한 값을 나타내었으며 매몰지 시료를 25% 섞은 토양에서 가장 낮은 값을 나타내었고 매몰지 시료를 함유하지 않은 토양에서 가장 높은 값을 나타내었다.
- 대장균과 살모넬라균은 식물 생장에 방해가 되는 병원균으로 모든 토양에서 두 가지 병원균이 검출되지 않아 토양의 안정성을 나타낸다고 할 수 있다.

다. 강우 모의 실험

(1) 실험 조건

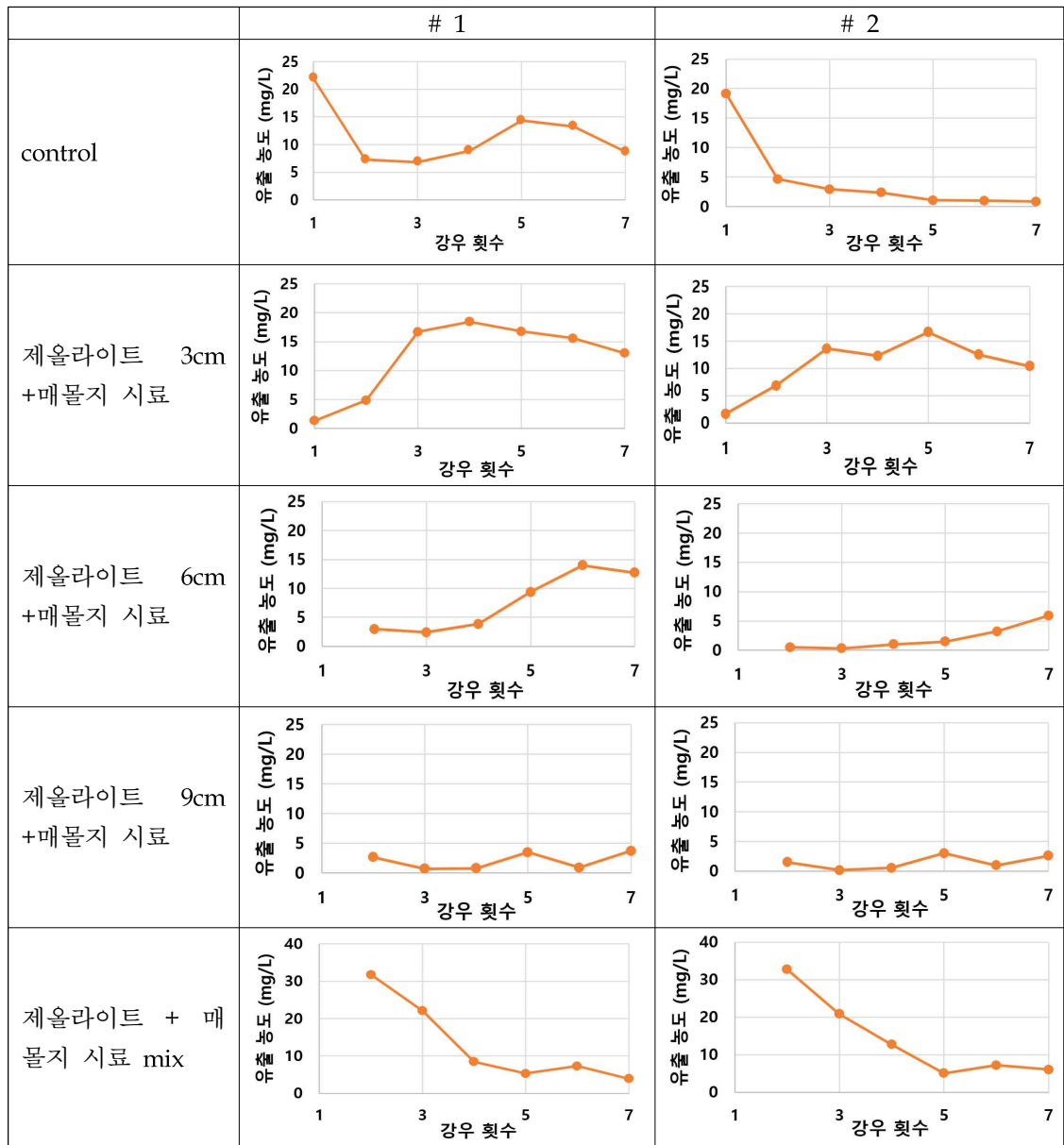


그림 50. 강우 모의 실험

- 매몰지 시료 내의 암모늄 이온 제거를 위해 암모늄 제거에 잘 알려져 있는 제올라이트를 사용하였으며 유량은 150 mL/4h로 설정하여 실험을 진행하였다.
- Control, 제올라이트 3cm+매몰지 시료, 제올라이트 6cm+매몰지 시료, 제올라이트 9cm+매몰지 시료, 제올라이트+매몰지 시료 mix로 각각 2세트씩 수행하였으며 위의 사진에서 왼쪽부터 오른쪽 순에 해당한다.
- Control(280.80g), 제올라이트(45.01g)+매몰지 시료(262.90g), 제올라이트(115.42g)+매몰지 시료(209.86g), 제올라이트(185.96g)+매몰지 시료(175.43g), 제올라이트(115.42g)+매몰지 시료(209.86g) 혼합으로 각각 2세트씩 수행하였으며 위의 사진에서 왼쪽부터 오른쪽 순에 해당한다.

(2) 실험 결과

표 9. 강우 횟수에 따른 암모니아 유출농도



- 실험 결과는 다음과 같으며 제올라이트 주입량이 6cm 이상에서부터 첫날 증류수를 매몰지 시료와 제올라이트가 머금고 있어서 첫날 유출 농도가 없다.

2-8. 열화학적 처리된 매물 사체의 생물학적 안전성 평가

가. 매물지역 출토물에 대한 총 검출여부 확인

(1) 시료 전처리

▪ 매물지 토양 시료

- ① 각 사이트에서 수거된 토양 샘플은 아이스박스 보관 후 실험실로 이동함
- ② 10 mesh (1.9 mm × 1.9mm)의 sieve로 체를 쳐 생물만 골라내어 70% ethanol에 보존

(2) 총 동정

- ① 해부현미경 Leica DE/MZ 7.5를 이용하여 동정
- ② 토양 속 생존 토양 미세 곤충의 경우 Berlese funnel extraction (Harsimran, 2012) 방법으로 추출
- ③ 동정은 가능한 과(Family) 수준까지 하였으며, 과(Family) 수준의 분류가 어려운 경우에는 목(order) 수준까지 동정

표 10. 총 검출 여부 결과

구분	채취장소	시료내역	검출 여부
시료 1	충남 부여군 홍산면 교원리 43-47	매물지(닭) 토양 (열처리 X)	미검출
시료 2	충남 부여군 홍산면 북촌리 438-10	매물지(닭) 토양 (열처리 O)	미검출
시료 3	충남 홍성군 광천읍 월림리 183	매물지 토양(돼지) (열처리 O)	미검출

나. 매물지역 출토물에 대한 조류 인플루엔자 및 구제역 바이러스 검출 여부 확인

(1) 시료 전처리

▪ 매물지 토양 시료

- ① 분변이 들어있는 50 ml tube 당 항생제(1% gentamicin)가 첨가된 멸균 PBS를 40 ml 정도까지 채움 (10~20% 유제액)
- ② PBS 넣은 tube를 20초 이상 vortexing
- ③ 3000rpm, 10분간 원심분리
- ④ 원심분리한 상층액을 3 ml 주사기로 1.5 ml 취하여 0.45 μm syringe filter 장착 후 필터 처리, 멸균한 2 ml micro tube에 담아 처리

▪ 침출수 시료

- ① 침출수가 들어있는 50 ml tube를 3000rpm, 10분간 원심분리

- ② 원심분리한 상층액을 3 ml 주사기로 1.5 ml 취하여 0.45 μm syringe filter 장착 후 필터 처리, 멸균한 2 ml micro tube에 담아 처리
- ③ 2 ml micro tube 내 상층액 시료의 0.5mg/ml 농도로 gentamicin 첨가

(2) 바이러스 접종 및 배양

▪ 종란 수령 및 보관

- ① 9~11일령 종란 수령
- ② 검사 전까지 37°C 부화기에 보관, 12일령 이상 폐기
- ③ 어두운 곳에서 검란용 램프를 비추어 혈관의 분포 등 종란 상태 확인 (죽거나 상태가 좋지 않은 종란은 사용하지 않음)

▪ 접종 방법

- ① 접종 부위(기실 경계부 2-3 mm 위쪽) 주변 소독 후 접종 부위에 구멍을 낸
- ② 1 ml 주사기를 이용하여 접종액을 요막강(allantoic cavity) 내 0.1~0.2 ml 주사
- * 종란 5개 연속 접종
- * 종란 부족 시 최소 시료 당 3개 종란 사용
- ③ 파라핀액을 접종 부위에 발라 구멍 막음
- ④ 시료 접종 후 37°C 배양기에 넣고 매일 폐사 상황을 관찰

▪ chilling

- ① 시료 접종 후 5일간 배양하며 매일 검란 진행. 죽은 종란은 바로 chilling 시키며, 이상 없는 종란은 마지막 5일째 모두 chilling
- ② 4°C, 4~18시간 chilling

▪ harvest

- ① chilling이 끝난 종란의 표면을 알콜 소독
- ② 기실 부위 중심으로 종란 껍질을 벗긴 후 요막액을 멸균 주사기 또는 멸균 피펫 이용 수확

(3) HA 검사 및 결과 확인

▪ HA 검사

- ① V자형 96well microplate well 내 25 μl 씩 PBS 분주
- ② 요막액을 첫 번째 well에 각각 25 μl 씩 분주. 각 plate에는 음성 포함
- ③ 마이크로 피펫을 이용, 25 μl 씩 시료를 다음 well로 옮겨 2진 희석
마지막 well은 25 μl 를 취한 후 폐기
- ④ 1% 적혈구 부유액 25 μl 씩을 각 well에 넣고 plate를 잘 흔들어준 후 실온에서 40분간 정치
- ⑤ 40분 경과 후 혈구응집억제 정도를 플레이트를 기울여 관찰
- ⑥ 혈구 응집이 일어난 것은 적혈구가 well 전체에 골고루 퍼져있으며 양성 판단
응집이 일어나지 않은 것은 혈구가 가운데로 모여 단추 모양(●)을 이룸

표 11. 바이러스 검출 실험 결과

구분	채취장소	시료내역	처리사항	
			실험방법	결과
시료 1	충남 부여군 홍산면 교원리 43-47	매몰지(닭) 토양 (열처리 X)	종란접종법	AIV 음성
시료 2	충남 부여군 홍산면 북촌리 438-10	매몰지(닭) 토양 (열처리 O)	종란접종법	AIV 음성
시료 3	충남 홍성군 광천읍 월림리 183	매몰지 토양(돼지) (열처리 O)	종란접종법	AIV 음성

다. 매몰지역 출토물에 대한 미생물 검출여부 및 우점종 확인

(1) 시료 전처리

▪ 매몰지 토양 시료

① 10 ml tube에 매몰지 토양 1 g을 담고 멸균된 증류수 9 ml를 넣음

* 시료 1개당 3회 반복 시험을 함

② 매몰지 토양이 담긴 tube를 20초 이상 vortexing 시켜 토양과 멸균 증류수가 잘 섞이도록 함

(2) 미생물 희석, 접종 및 배양

▪ 시료 희석

① 마이크로 피펫을 사용해 매몰지 토양이 담긴 증류수 1 ml를 멸균 증류수 9 ml에 담아 10 배 희석

② ①과 같은 방법으로 10⁻⁴까지 단계 희석

▪ 접종 및 배양

① 시료 1개당 NA배지를 5개씩 Labeling 하여 준비

② 마이크로 피펫을 사용해 NA배지 1개에 시료의 원액을 100 μ l 분주

③ 유리막대로 도말 후, 35°C Incubator, 48 h 배양

④ 10⁻¹부터 10⁻⁴까지 단계 희석한 시료를 ②~③ 방법을 반복

(3) 순수분리

- 검출된 미생물들이 어떠한 종인지를 밝혀내기 위한 전 처리 과정이다.

① 백금이를 알코올 램프로 화염 멸균 처리

② 시료 중 미생물이 자란 배지에서 1 colony를 채취

③ 3차 streaking을 하여 35°C Incubator, 48 h 배양

(4) 미생물 동정

- 미생물들이 가지고 있는 보존서열 DNA를 분석이다.

- 미지생물을 명명하는 전제로서 그 생물의 특징에 따라 어떤 분류군에 일치하는가를 결정하는 작업 과정이다.

(5) 우점종 확인

- 우선적으로 혹은 우위를 점하여 어느 환경에서 가장 많은 개체수를 이룬 군집을 확인하는 과정이다.





	
시료 전처리	배지 준비 및 제작
	
시료 단계 회석	배지 접종 후 배양

그림 51. 시험절차

표 12. 미생물 검출 실험 결과

구분		채취장소	시료내역	처리사항	
				총 생균수 (CFU/g)	동정결과
시료 1	sample 1	충남 부여군 홍산면 교원리 43-47	매물지 토양 (열처리 X)	1.8 × 10 ²	동정완료
	sample 2			90	
	sample 3			불검출	
시료 2	sample 1	충남 부여군 홍산면 북촌리 438-10	매물지 토양 (열처리 O)	8.1 × 10 ²	동정완료
	sample 2			6.3 × 10 ²	
	sample 3			1.8 × 10 ²	
시료 3	sample 1	충남 홍성군 광천읍 월림리 183	매물지 토양 (열처리 O)	불검출	동정완료
	sample 2			불검출	
	sample 3			불검출	

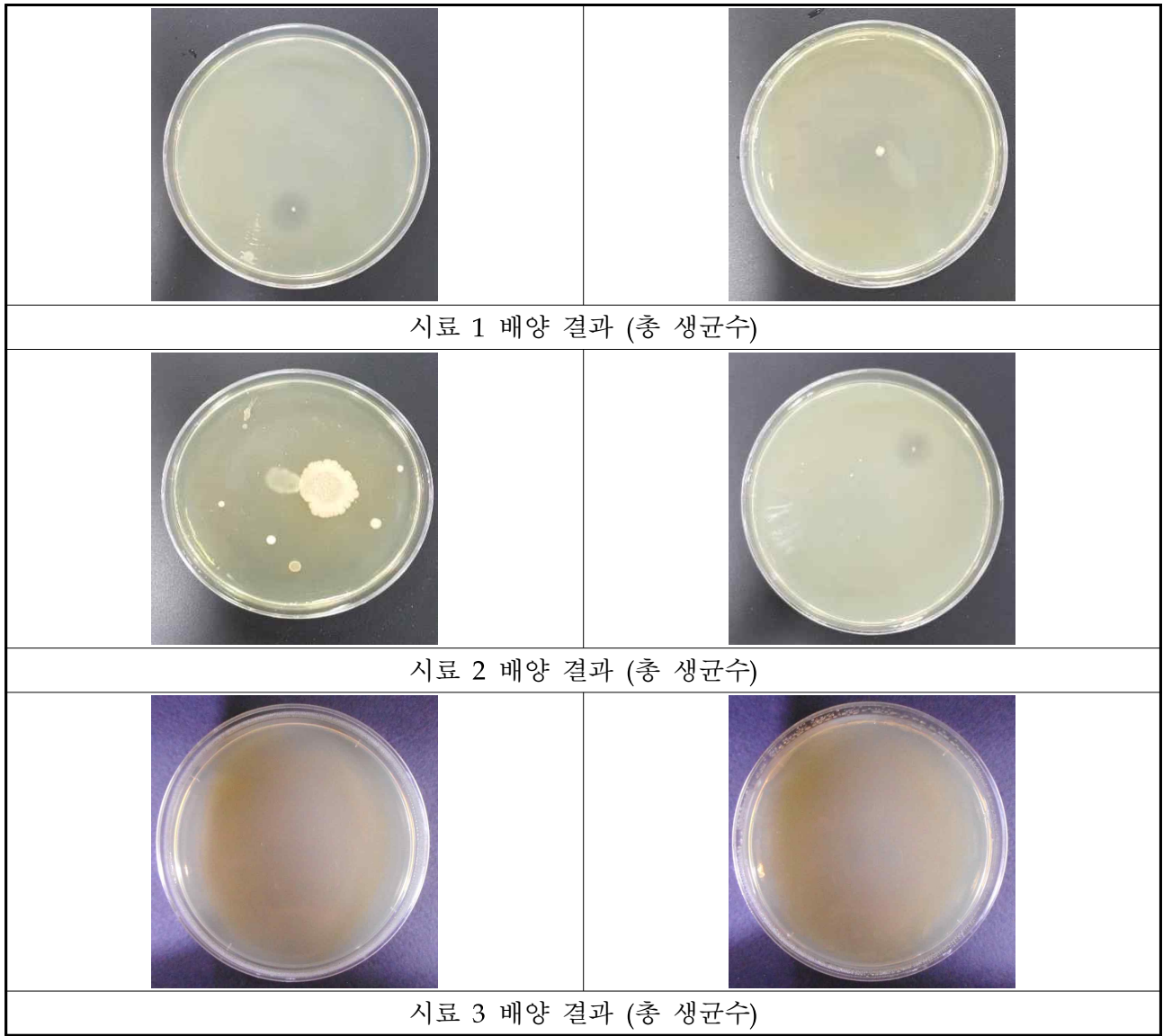


그림 52. 미생물 검출 실험 결과 사진

표 13. 동정결과

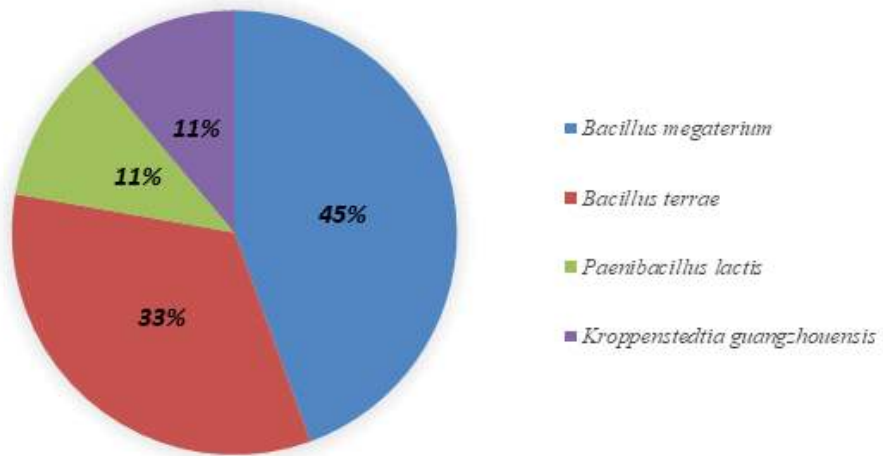
종류	우점종
세균 (총 4종)	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus terrae</i> <i>Paenibacillus lactis</i> <i>Kroppenstedtia guangzhouensis</i>



그림 53. 세균 순수분리결과

표 14. 세균 동정결과 및 우점비율

Identified Bacteria	Isolation frequency(%)
Bacillus megaterium	45
Bacillus terrae	33
Paenibacillus lactis	11
Kroppenstedtia guangzhouensis	11



2-9. 매몰 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가

가. 매몰지역 출토물에 대한 총 검출여부 확인

(1) 시료 전처리

▪ 매몰지 토양 시료

- ① 각 사이트에서 수거된 토양 샘플은 아이스박스 보관 후 실험실로 이동함
- ② 10 mesh (1.9 mm × 1.9mm)의 sieve로 체를 쳐 생물만 골라내어 70 % ethanol에 보존

(2) 총 동정

- ① 해부현미경 Leica DE/MZ 7.5를 이용하여 동정
- ② 토양 속 생존 토양 미세 곤충의 경우 Berlese funnel extraction (Harsimran, 2012) 방법으로 추출
- ③ 동정은 가능한 과 (Family) 수준까지 하였으며, 과 (Family) 수준의 분류가 어려운 경우에는 목 (order) 수준까지 동정

표 15. 총 검출 여부 결과

구분	채취장소	시료내역	검출 여부
시료 1 시료 2 시료 3	충남 서산시 팔봉면 어송리 63-1	매몰사체 퇴비화 최종제품	미검출

나. 매몰지역 출토물에 대한 조류 인플루엔자 및 구제역 바이러스 검출 여부 확인

(1) 시료 전처리

▪ 매몰지 토양 시료

- ① 분변이 들어있는 50 ml tube 당 항생제 (1 % gentamicin)가 첨가된 멸균 PBS를 40 ml 정도까지 채움 (10 ~ 20 % 유체액)
- ② PBS 넣은 tube를 20초 이상 vortexing
- ③ 3000 rpm, 10분간 원심분리
- ④ 원심분리한 상층액을 3 ml 주사기로 1.5 ml 취하여 0.45 μm syringe filter 장착 후 필터 처리, 멸균한 2 ml micro tube에 담아 처리

▪ 침출수 시료

- ① 침출수가 들어있는 50 ml tube를 3000rpm, 10분간 원심분리
- ② 원심분리한 상층액을 3 ml 주사기로 1.5 ml 취하여 0.45 μm syringe filter 장착 후 필터 처리, 멸균한 2 ml micro tube에 담아 처리
- ③ 2 ml micro tube 내 상층액 시료의 0.5 mg/ml 농도로 gentamicin 첨가

(2) 바이러스 접종 및 배양

▪ 종란 수령 및 보관

- ① 9~11일령 종란 수령
- ② 검사 전까지 37 °C 부화기에 보관, 12일령 이상 폐기
- ③ 어두운 곳에서 검란용 램프를 비추어 혈관의 분포 등 종란 상태 확인
(죽거나 상태가 좋지 않은 종란은 사용하지 않음)

▪ 접종 방법

- ① 접종 부위(기실 경계부 2-3 mm 위쪽) 주변 소독 후 접종 부위에 구멍을 뚫
- ② 1 ml 주사기를 이용하여 접종액을 요막강(allantoic cavity) 내 0.1~0.2 ml 주사

* 종란 5개 연속 접종

* 종란 부족 시 최소 시료 당 3개 종란 사용

- ③ 파라핀액을 접종 부위에 발라 구멍 막음
- ④ 시료 접종 후 37 °C 배양기에 넣고 매일 폐사 상황을 관찰

▪ chilling

- ① 시료 접종 후 5일간 배양하며 매일 검란 진행. 죽은 종란은 바로 chilling 시키며, 이상 없는 종란은 마지막 5일째 모두 chilling
- ② 4 °C, 4~18시간 chilling

▪ harvest

- ① chilling이 끝난 종란의 표면을 알콜 소독
- ② 기실 부위 중심으로 종란 껍질을 벗긴 후 요막액을 멸균 주사기 또는 멸균 피펫 이용 수
확

(3) HA 검사 및 결과 확인

▪ HA 검사

- ① V자형 96well microplate well 내 25 μ l씩 PBS 분주
- ② 요막액을 첫 번째 well에 각각 25 μ l씩 분주. 각 plate에는 음성 포함
- ③ 마이크로 피펫을 이용, 25 μ l씩 시료를 다음 well로 옮겨 2진 희석
마지막 well은 25 μ l를 취한 후 폐기
- ④ 1 % 적혈구 부유액 25 μ l씩을 각 well에 넣고 plate를 잘 흔들어준 후 실온에서 40분간
정지
- ⑤ 40분 경과 후 혈구응집억제 정도를 플레이트를 기울여 관찰
- ⑥ 혈구 응집이 일어난 것은 적혈구가 well 전체에 골고루 퍼져있으며 양성 판단
응집이 일어나지 않은 것은 혈구가 가운데로 모여 단추 모양(●)을 이룸

표 16. 바이러스 검출 실험 결과

구분	채취장소	시료내역	처리사항	
			실험방법	결과
시료 1	충남 서산시 팔봉면 어송리 63-1	매물사채 퇴비화 최종제품	종란접종법	AIV 음성
시료 2				
시료 3				

다. 매물지역 출토물에 대한 미생물 검출여부 및 우점종 확인

(1) 시료 전처리

▪ 매물지 토양 시료

① 10 ml tube에 매물지 토양 1 g을 담고 멸균된 증류수 9 ml를 넣음

* 시료 1개당 3회 반복 시험을 함

② 매물지 토양이 담긴 tube를 20초 이상 vortexing 시켜 토양과 멸균 증류수가 잘 섞이도록 함

(2) 미생물 희석, 접종 및 배양

▪ 시료 희석

① 마이크로 피펫을 사용해 매물지 토양이 담긴 증류수 1 ml를 멸균 증류수 9 ml에 담아 10배 희석

② ①과 같은 방법으로 10⁻⁴까지 단계 희석

▪ 접종 및 배양

① 시료 1개당 NA배지를 5개씩 Labeling 하여 준비

② 마이크로 피펫을 사용해 NA배지 1개에 시료의 원액을 100 μ l 분주

③ 유리막대로 도말 후, 35 °C Incubator, 48 h 배양

④ 10⁻¹부터 10⁻⁴까지 단계 희석한 시료를 ②~③ 방법을 반복

(3) 순수분리

- 검출된 미생물들이 어떠한 종인지를 밝혀내기 위한 전 처리 과정이다.

① 백금이를 알코올 램프로 화염 멸균 처리

② 시료 중 미생물이 자란 배지에서 1 colony를 채취

③ 3차 streaking을 하여 35 °C Incubator, 48 h 배양

(4) 미생물 동정

- 미생물들이 가지고 있는 보존서열 DNA를 분석한다.

- 미지생물을 명명하는 전제로서 그 생물의 특징에 따라 어떤 분류군에 일치하는가를 결정하는 작업이다.

(5) 우점종 확인

- 우선적으로 혹은 우위를 점하여 어느 환경에서 가장 많은 개체수를 이룬 균집을 확인하는 과정이다.





	
시료 전처리	배지 준비 및 제작
	
시료 단계 희석	배지 접종 후 배양

그림 54. 시험절차

표 17. 미생물 검출 실험 결과

구분	채취장소	시료내역	처리사항	
			총 생균수 (CFU/g)	동정결과
시료 1	충남 서산시 팔봉면 어송리 63-1	매물사체 퇴비화 최종제품	1.6×10^5	동정완료
시료 2			2.3×10^5	
시료 3			1.4×10^5	

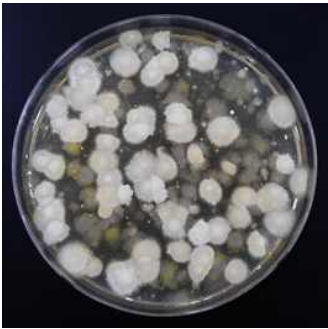

	
매물사체 퇴비화 최종제품 배양 결과 (총 생균수)	

그림 55. 미생물 검출 실험 결과 사진

표 18. 동정결과

종류	우점종	
세균 (총 5종)	<i>Pseudomonas spp.</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Pseudomonas multiresinivorans</i>
	<i>Raoultella ornithinolytica</i> <i>Lysinibacillus varians</i> <i>Serratia nematodiphila</i>	
곰팡이 (총 2종)	<i>Galactomyces spp.</i>	<i>Galactomyces sp.</i> <i>Galactomyces candidum</i>



그림 56. 세균 순수분리결과

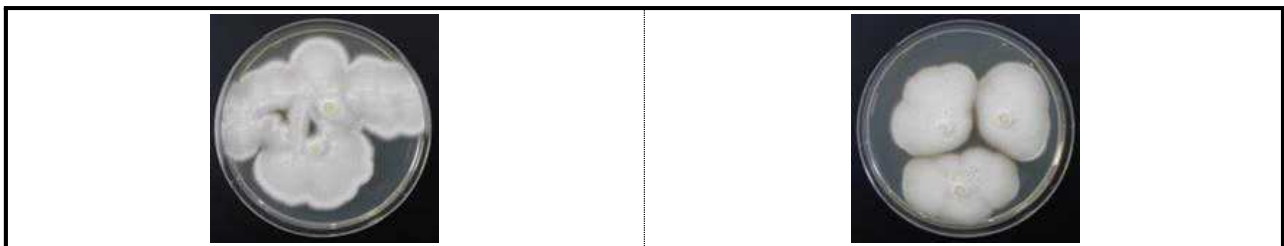


그림 57. 곰팡이 순수분리결과

표 19. 세균 동정결과 및 우점비율

Identified Bacteria	Isolation frequency(%)
<i>Raoultella ornithinolytica</i>	53
<i>Pseudomonas multiresinivorans</i>	43
<i>Lysinibacillus varians</i>	2
<i>Serratia nematodiphila</i>	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1

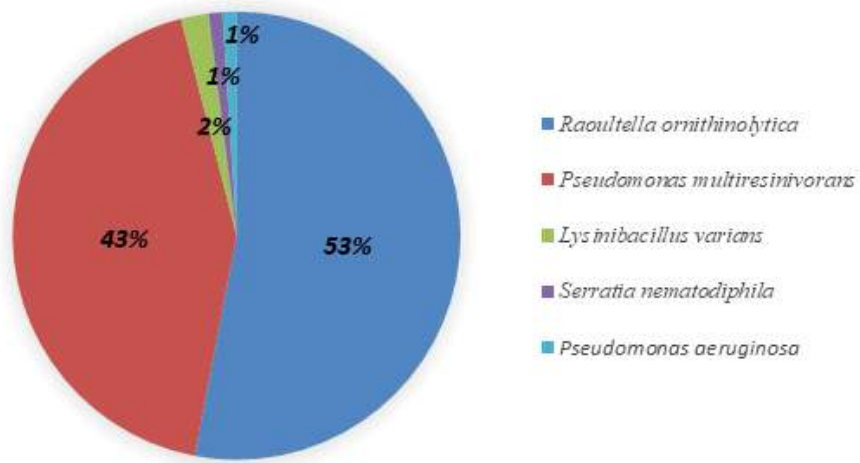


표 20. 곰팡이 동정결과 및 우점비율

Identified Fungi	Isolation frequency(%)
<i>Galactomyces</i> sp.	83
<i>Galactomyces candidum</i>	17

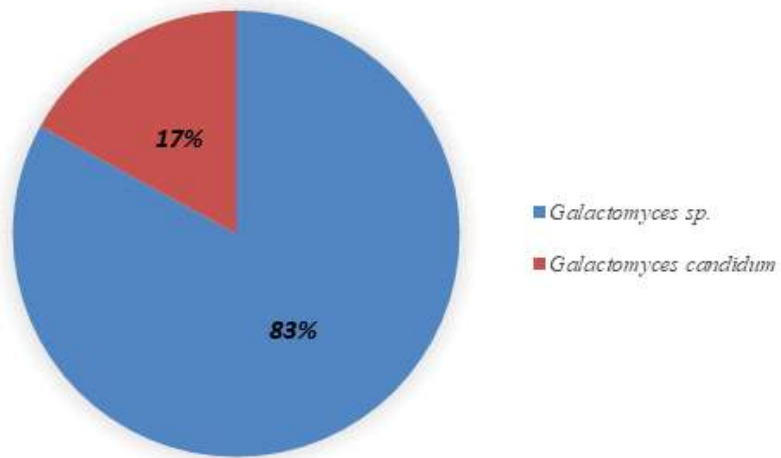





표 21. 검출된 유해 미생물의 특징

종류	특징	참조
<p>Pseudomonas aeruginosa</p> 	<p>P. aeruginosa은 그람음성 간균으로 병원 감염의 주요 원인균임. P. aeruginosa에 의한 감염은 대부분 기회감염이며 외이도염, 골수염, 뇌수막염, 심내막염, 폐렴, 요로감염 및 균혈증 등 다양한 유형의 감염증을 유발함.</p>	<p>Bergogne-Berezin Pseudomonas and miscellaneous gram-negative bacilli. In: Cohen J, Powerly WG et al. Infectious Diseases. 2th eds, 2004, p2203-2226. Mosby, New York.</p>
<p>Pseudomonas multiresinivorans</p> 	<p>Pseudomonas aeruginosa 그룹에 속하며 P. aeruginosa와 같이 외이도염, 골수염, 뇌수막염, 심내막염, 폐렴, 요로감염 및 균혈증 등 다양한 유형의 감염증을 유발하는 것으로 알려져 있음.</p>	<p>Bergogne-Berezin Pseudomonas and miscellaneous gram-negative bacilli. In: Cohen J, Powerly WG et al. Infectious Diseases. 2th eds, 2004, p2203-2226. Mosby, New York.</p> <p>https://en.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_nitroreducens</p>
<p>Galactomyces candidum</p> 	<p>G. candidum은 토양, 공기, 물 등 다양한 곳에 존재하는 곰팡이로 주로 식물에 병원성을 띠는 것으로 알려져 있음.</p>	<p>https://en.wikipedia.org/wiki/Galactomyces_candidum</p>

2-10. 경제성 평가 및 기술의 차별성 검증

가. 경제성 평가

- 현장에서 널리 채택되기 위해서는 운영 비용도 고려해야 한다. 현장 연구에서 다른 두 사례의 비용은 표 22에서 분석된다. 돼지 사체 418 마리를 처리하는 데 드는 총 비용은 닭 16,000 마리를 처리하는 것보다 높았다.
- 가장 큰 비용이 들어가는 것은 굴삭기와 덤프 트럭의 대여료였으며, 톱밥과 생석회와 같은 소모품을 구입하는데에도 비용이 발생했다. 닭 16,000 마리와 돼지 418 마리를 처리한 비용 대비 이익 비율은 각각 4.24와 2.92였다.
- 기계화 열화학 처리 장치의 총 제조 비용은 170,000,000원(=141,667 USD)이다. 따라서 열화학적 처리 방법은 기계의 가치 하락을 고려할 때도 매우 경제적이었다. 닭과 돼지 1 톤을 처리하는 데 드는 비용은 각각 548 달러와 754 달러로 매립 (200 USD), 폐기물 매립지 사용 (500 USD), 호기성 소화 (125 달러)보다 높았지만 고정시설소각 (2000 USD) 토지 이용과 시간 효율성을 고려할 때 열화학 처리 방법은 다른 방법에 비해 장점이 있다.

표 22. 열화학 처리 시스템을 이용하여 매몰된 닭과 돼지를 처리하기 위한 경제성 분석

(단위 : 원)

	16,000 닭/8일	418 돼지/10일
수입	67,042,000	110,724,000
총 비용	15,791,050	37,835,315
인건비	1,170,000	5,700,000
장비 대여료	6,248,500	12,881,000
소모품 비용	4,378,500	6,920,000
사체 처리 톤당 비용 견적 (USD/ton)	548	754

표 23. 가축 사체 처리를 위한 타 기술의 비용 (McClaskey, 2004)

기술	사체 원료 처리 톤 당 비용 추정 범위a (USD)	직접 비용 지표			간접 비용 지표			유익한 부산물의 가치 창출
		초기 자본b	운송비c	인건비	투입 원가	환경/ 보건	대중적 인식	
매립지 (원위치 및 탈위치)	15-200	\$	\$	\$\$\$	\$	\$\$\$	\$\$\$\$	토지사용 및 가치 프레데터 활동
폐기물 매립지	10-500	\$\$	\$\$\$	\$	\$	\$	\$\$\$	지방자치세 관리비

사용									
개방형 소각	200-725	\$	\$	\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$	재폐기 허가 수수료	
고정 시설 소각	35-2,000	\$\$	\$\$\$	\$	\$	\$	\$\$\$	재폐기 허가 수수료	
에어 커튼 소각	140-510	\$\$	\$\$	\$	\$\$\$	\$	\$\$\$	재폐기 허가 수수료	
용기 및 배관 퇴비화	6-230	\$\$	\$	\$\$\$	\$\$\$	\$	\$\$	토지 이용 시간 효율성	√
건초 퇴비화	10-105	\$	\$	\$\$\$	\$\$\$	\$	\$\$	토지 이용 시간 효율성 프레테터 활동	√
렌더링	40-460	\$\$	\$\$\$	\$	\$	\$	\$\$	생물 보안 위험	√
발효	65-650	\$\$\$\$	\$	\$	\$	\$	\$	시간 효율성	√
혐기성 소화	25-125	\$\$\$\$	\$	\$	\$	\$	\$	시간 효율성	√
알칼리 가수 분해	40-320	\$\$\$	\$\$	\$	\$	\$	\$	폐수 처리	

a 추정치는 수많은 출처를 활용한 광범위 문헌 검토의 결과이다. 사용 가능한 데이터는 다양한 상황, 사망 원인, 폐기 활동 규모, 종, 날짜 및 지리적 위치를 포함한 다양한 가정을 기반으로 한다. 다른 비용 추정에는 자본, 운송비, 인건비 또는 투입 비용이 일관되게 포함하지 않는다.

b 사체 처리와 직접 관련된 자본 비용만 해당된다.

c 운송비는 기술의 위치에 따라 다르다. 이러한 지표는 사용 가능한 기술에 대한 최소한의 운송을 가정한다.

\$: 낮음; \$\$: 중간; \$\$\$: 높음; \$\$\$\$: 매우 높음

나. 기술개요

(1) 기술의 정의 및 특성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	기술요인	기술적 우월성	B	신청기술의 핵심내용(원리, 효과 등)과 유형.특징 (원천 / 파생기술 여부, 제품/공정 기술 여부 등)에 대한 의견
기술기여도	기술성	혁신성	B	

- 평가대상 특허기술 2건은 “동물사체를 이용한 유기 및 무기질 비료의 제조방법”과 “유기 및 무기질 복합비료의 자동 제조장치”로서 폐사된 가축의 사체를 이용하여 비료를 제조하는 유기 및 무기질 비료 제조방법에 관한 것이다.
- 평가대상기술은 폐가축 사체에 생석회를 첨가하여 반응하고 이에 영양성분을 첨가하여

유기 및 무기질 비료를 제작하는 방법으로, 평가 대상 기술은 기존 폐가축 사체의 매립 처분에 따른 2차 문제를 해결함과 동시에, 폐가축의 세절부터 비료 생산까지의 자동화를 통한 생산성 향상에 기반을 둔 기술이다.

- 본 평가대상기술은 ▲기존 매립 처분되는 폐가축 사체를 비료로서 활용한다는 점, 폐가축 사체 침출수에 따른 2차 문제를 해결한다는 점, ▲비료 제작 공정이 자동화 가능하다는 점, ▲유기질 및 무기질 비료를 제조한다는 점 등의 기술적 특징을 갖는다.
- 따라서 평가대상기술은 기존의 살처분 및 매립 위주로 처분되는 폐가축 사체를 이용하여 유기 및 무기질 비료를 제조하여 매몰지 주변의 2차 오염을 방지한다는 점에서 혁신성이 양호한 것으로 판단된다. 또한, 폐가축 사체를 이용한 유기 및 무기질 비료의 제조가 자동화될 수 있어 기술적 우월성이 있다고 판단된다.
- 평가대상기술을 비롯하여 관련 기술로서 늘푸른길 주식회사에서 권리를 확보한 주요특허목록을 <표 24>에 나타내었다.

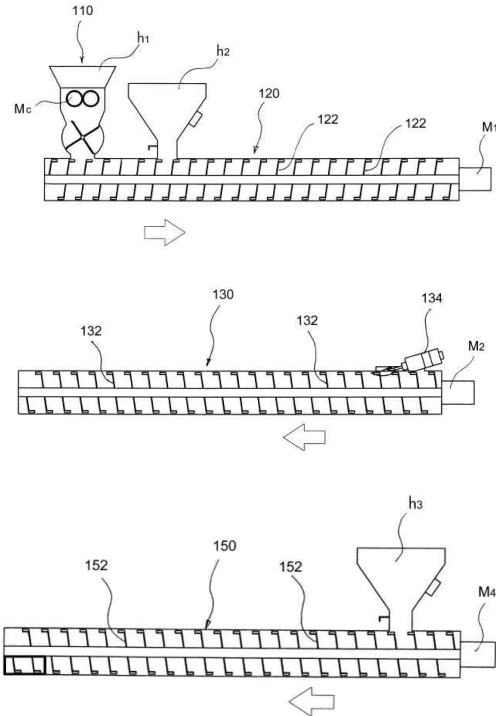
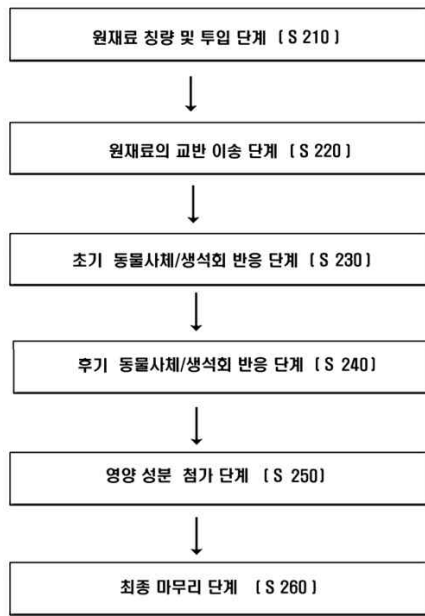
표 24. 평가대상기술과 관련한 주요 특허 목록

구분	등록번호	등록일	명칭
등록특허-1	10-2041825	2019.11.01	동물사체를 이용한 유기 및 무기질 비료의 제조 방법
등록특허-2	10-1955485	2019.02.28	유기 및 무기질 복합비료의 자동 제조장치

(2) 기술의 구성 및 내용

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	기술요인	기술적 우월성	B	기술의 구성, 세부내용, 현 기술개발 수준 및 제품화 관련 기술에 대한 의견
기술기여도	사업성	기술성숙도	B	

- 평가대상기술인 “동물사체를 이용한 유기 및 무기질 비료의 제조방법” 및 “유기 및 무기질 복합비료의 자동 제조장치” 관련 기술은 각각 다음과 같은 기술구성 및 내용을 갖는다.
- 우선 동물사체를 이용한 유기 및 무기질 비료의 제조방법은, ▲원재료 칭량 및 투입단계와, ▲원재료의 교반 이송 단계와, ▲초기 동물사체/생석회 반응단계와, ▲후기 동물사체/생석회 반응단계와, ▲영양성분 첨가단계와, ▲최종 마무리 단계로 구성되어 있다.



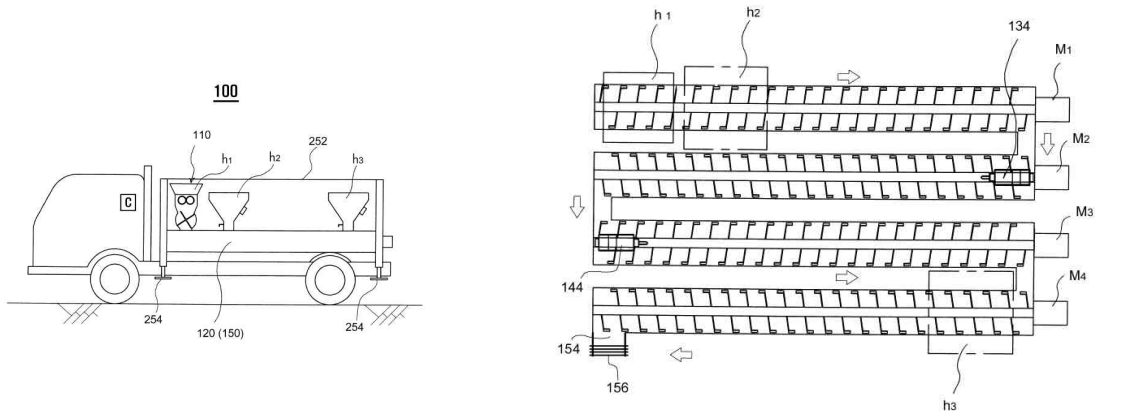
110 세절기	120 제1 회전교반통	122 제1 회전날개	130 제2 회전 교반통
132 제2 회전날개	134 제1 열발생기	150 제4 회전교반통	152 제4 회전날개
154 배출구	MC 세절기 모터	M1 제1 모터	M2 제2 모터
M4 제4모터	h1 사체투입용 호퍼	h2 생석회 투입용 호퍼	h3 영양비료 투입용 호퍼

그림 58. 평가대상기술의 특허도면
(출처: 대한민국 특허등록 제10-2041825호)

- 그림 58을 참조하면, 원재료 칭량 및 투입단계는 동물의 사체 100 중량부를 원재료 호퍼에 투입하여 세절기로 세절하여 제 1 회전 교반통에 투입하고, 생석회 70 중량부 내지 150 중량부를 칭량하여 투입하고, 원재료의 교반 이송 단계는 제1 모터를 회전시키면서 동물사체와 생석회를 균일하게 교반시키면서 이송시키고, 초기 동물사체/생석회 반응단계는 제2 회전교반통의 내부로 이송된 동물사체-생석회 혼합물을 200℃~500℃의 온도범위에서 반응시키고 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 유도하고 이송하고, 후기 동물사체/생석회 반응단계는 제3 회전교반통의 내부로 이송된 동물사체-생석회 혼합물에 대해 동물사체의 수분과 생석회의 반응을 계속 유도함과 동시에 반응 이후 남겨진 수분을 외부로 배출하고, 동물사체-생석회 반응물을 이송시키고, 영양성분 첨가단계는 제4 회전교반통의 내부로 이송된 동물사체-생석회 반응물을 제4 모터를 회전시켜 나머지 반응을 진행시키되 동물사체-생석회 반응물에 영양성분을 추가적으로 투입하며, 최종 마무리 단계는 최종적으로 동물사체-생석회-영양성분으로 구성된 유기-무기질 비료를 제4 회전교반통에서 외부로 배출하고 이를 포장한다.
- 여기서, 초기 동물사체/생석회 반응단계는, 제2 회전교반통의 내부에서 진행되고, 제2 회전교반통의 200℃ 내지 500℃의 내부 온도는 제1 열발생기를 통하여 공급되어 지며, 초기 동물사체/생석회 반응단계에서 형성된 동물사체-생석회 혼합물을 제2 모터 방향

에서 그 반대의 방향으로 이송시킨다.

- 영양성분 첨가단계는, 제4 회전교반통의 내부에서 100 °C 내지 150 °C의 범위로 유지하면서, 동물사체-생석회 반응물100 중량부에 대해 영양성분 5 중량부 내지 50 중량부를 호퍼를 통하여 투입하고, 제4 회전교반통의 내부 온도를 2차적으로 40 °C 내지 50 °C의 범위로 낮추어서 진행하며, 제4 모터를 회전시켜 나머지 반응을 진행시키되, 동물사체-생석회 반응물을 상기 제4 모터의 방향에서 그 반대 방향으로 이송시킨다.
- 다음 유기 및 무기질 복합비료의 자동 제조장치는, ▲원료 투입부, ▲교반이송부, ▲반응이송부, ▲제품산출부, ▲장치설치부, ▲제어부를 포함하여 구성되어 있다.
- 그림 59을 참조하면, 원료 투입부는 폐사 처리된 동물의 사체를 잘게 세절하고 세절된 동물 사체로부터 발생된 수분과 혼련하여 반응시키기 위한 생석회를 투입하고 동물사체/생석회 반응물에 영양 비료성분을 혼련하여 투입하고, 교반이송부는 원료 투입부에서 투입된 세절된 동물사체와 생석회를 균질하게 혼련시키고 이송하고, 반응이송부는 교반이송부에 의해 이송되는 과정에서 복수의 회전교반통의 내부에서 상온에서 물리적 혼련작업을 수행하고 미리 설정된 온도에서 화학적 반응 작업을 수행하고 회전교반통 내부의 온도를 낮춘 다음 영양 비료 성분을 추가하여 혼련하고 이송시키고, 제품산출부는 완성된 유기 및 무기질 복합비료를 제4 회전교반통에서 외부로 배출시키고 칭량하여 마무리하고, 장치설치부는 작업장으로 이동하여 차량에 탑재된 상태에서 지면에 안정되게 고정하고 작업을 진행할 수 있도록 하며, 제어부는 원료 투입부와 교반이송부와 반응이송부와 제품산출부와 장치설치부를 전체적으로 가동시키거나 정지시키거나 조정하여 통제한다.



100 제조장치	110 세절기	120 제1 회전교반통	134 제1 열발생기
144 제2열발생기	154 배출구	156 제품칭량부	252 컨테이너부
254 아웃트리거	h1 사체투입용 호퍼	h2 생석회 투입용 호퍼	h3 영양비료 투입용 호퍼
M1 제1 모터	M2 제2 모터	M3 제3 모터	M4 제4 모터

그림 59. 평가대상기술의 특허도면
(출처: 대한민국 특허등록 제10-1955485호)

- 평가대상기술은 폐사된 동물의 사체를 신속하게 처리함으로써, 동물 사체로 인한 추가적인 전염병의 발생 및 전이를 안전하게 방어할 수 있고, 폐사된 동물의 사체를 이용하여, 동물단백질을 이용한 유기물 성분과 생석회를 이용한 무기질 성분 및 추가적인 제3의 영양성분을 배합함으로써, 토양에 적합한 형태의 유기질 및 무기질 비료를 제조할 수 있는 장점을 갖는다.
- 즉, 평가대상기술은 폐사된 동물의 사체가 발생된 지점으로 차량에 싣고 이동한 다음, 그곳에서 즉각적으로 가동할 수 있어, 폐가축 사체에 의한 추가적인 질병의 발생을 방지하는 데 기여할 수 있다는 점에서 기술적 우월성은 보통인 것으로 판단된다.

(3) 기술의 적용 및 활용 현황

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술기여도	기술성	활용성 전망성	B B	신청기술의 주요 용도, 적용 분야 및 활용 현황에 대한 핵심내용 및 이를 바탕으로 기술 전망에 대한 의견

- 평가대상기술인 “유기 및 무기질 비료 제조방법”은 구제역 및 조류독감 등의 가축전염병 발생 시 현행 살 처분 가축사체의 매몰방식에 대한 문제점을 해결하고, 유용자원인 폐가축 사체를 빠른 시간 내에 재활용하는 데 적용될 수 있어 그 활용성이 높은 것으로 판단된다.
- 폐가축사체를 재활용하기 위한 산 분해, 혐기발효, 유용미생물처리 등 다양한 처리방법이 강구되었지만 대부분의 폐가축사체 처리방법이 국내 축산환경에 적합하지 못하고 실용화가 어려울 뿐만 아니라 산 분해법의 경우 부식, 유해가스 및 폭발 위험성을 가지고 있고, 혐기성 분해법의 경우 처리시간이 많이 소요되는 등의 여러 가지 문제점이 있다.
- 이와 같은 현행 대규모 매몰처리의 문제점의 보완이 요구되고 있는 상황에서 최근에 렌더링(Rendering)과 같은 비매몰 처리방식이 적용되고 있다.



그림 60. 폐가축 렌더링 처리장치

(출처: 친환경 이동식 일체형 가축처리장비 및 자원재활용 연구, 2013, 국립축산과학원)

- 렌더링 방식은 버리는 가축을 유용성과 가치창출을 위한 안정적인 제품으로 변환하는 기술로 사체를 고온 고압에서 가열·멸균 후 단백질은 분말이나 퇴비 등에 활용하고 지방은 기름이나 바이오디젤 등의 제조에 사용되기 때문에 잇따른 가축질병 발병으로 폐가축 처리 관련시장이 급속도로 커지는 시기에 렌더링방식은 기존 매몰방식의 문제점을 보완하면서 효과적으로 자원을 재활용하기 위한 대안 중 하나로 제시되고 있다.
- 하지만 국내에서 렌더링을 할 수 있는 곳은 경기, 전북에 각각 1개소, 충북에 2개소 등 총 4개소로 일본의 203개소, 미국의 276개소에 비해 매우 적을 뿐만 아니라 그동안 구제역, AI등 발병축은 이동을 최소화하여 현장에서 처리하는 것을 원칙으로 하여 오염가축을 장거리 이동시켜 렌더링하는 것은 실질적으로 불가능하였다.
- 그에 반해, 평가대상기술은 컨테이너 차량에 탑재할 수 있을 정도로 소형화가 가능하고 매몰지 현장에서 동물 사체를 즉시 비료화할 수 있어 매몰지로부터의 이동을 최소화하면서도 유기 및 무기물 비료를 제조할 수 있는바 설치비용과 유지비용 및 2차 감염 방지의 관점에서 활용이 확대될 것으로 기대된다. 평가대상기술이 적용된 제품이 개발 완료되어 제품화된다면 기술 도입자에게 경제적 이익을 제공하며 사업 규모를 향상시키는 기술이므로 그 활용성이 높은 수준으로 평가된다.

다. 국내외 기술동향

(1) 국내외 기술동향

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술기여도	기술성	전망성	B	신청기술 및 관련 기술의 국내외 개발동향

- 평가대상기술들은 폐사된 가축의 사체를 이용하여 제조된 유기 및 무기질 비료에 기반을 둔 기술이다. 사업화 주체인 늘푸른길 주식회사는 이러한 기술을 바탕으로 유기질 비료/석회질비료 제조 등 기타 비료 및 질소화합물 제품 생산을 영위하고 있다.

(가) 국내외 살처분 가축 처리 기술 동향

- 국내의 살처분 가축처리는 매몰, 소각 및 랜더링 순으로 우선순위를 정하고 있지만, 국내 축산환경 여건상 소각이나 그 밖의 처리는 현실적으로 어려운 실정인대부분 매몰방법에 따라 처리되고 있는 실정이다.

표 25. 국가별 살처분 가축 처리방법

우선순위	한국	일본	영국	프랑스
1	매몰	소각	소각	매몰
2	소각	매몰	랜더링	랜더링
3	랜더링	랜더링	매몰	소각

기타방법 : 알칼리 가수분해, 방사선 이온, 초고온 플라즈마, 고온 스팀처리 (열처리) 등

(출처 : 친환경적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

- 전 세계적으로 개발되어 있는 가축사체 처리방법은 크게 매몰식과 비매몰식으로 분류되고 있으며, 매몰식 가축사체 처리법은 트렌치 매몰, 위생매립, 대량매몰 및 일반 매몰법이 있고, 기존 문제점을 보완한 호기성·호열성 미생물 이용 매몰법, 간이 저장조 저장법, FRP (물통) 이용 사체 저장법, 사체 고열파쇄 후 매몰법, 원위치 지중 열탄화 매몰법 등이 개발되고 있다. 비매몰식 가축사체 처리법은 이동식 소각법, 랜더링법, 스팀 멸균처리법, 산 처리법, 알칼리 가수분해법 등 다양한 방법들이 개발되고 있다.
- 매몰처리의 문제점을 보완하고, 살처분 가축사체를 효과적으로 처리하기 위한 산 분해, 혐기발효 및 유용미생물 처리 등 다양한 비매몰식 가축사체 처리방법이 강구되었지만 대부분의 가축사체 처리방법이 국내 축산환경에 적합하지 못하고 실용화가 어려울 뿐만 아니라 처리 후 부산물발생은 또 다른 환경오염 문제를 야기 시키고 있다.

(나) 비매몰식 가축사체 처리방법 연구 동향

- 비매몰식 가축사체 처리방법은 연소, 소각, 용출법, 퇴비화, 혐기성 소화 및 알칼리 가수분해 등 다양한 기술이 개발되고 있으며, 대부분의 비매몰식 연구는 신속하고 안전한 사체처리 중심으로 기술이 개발되고 있다.

○ 연소법

- 연소는 농장 내에서 장작더미를 사용해 가축사체를 태우는 방법으로 2001년 영국의 구제역 발생 시 널리 이용되었다. EA(Environmental Agency, Bristol, 2001)는 구제역 발생 동안 병든 가축의 집단 연소로 환경(지하수) 오염이 생각보다 미미했다고 보고하였지만, Scientific Steering Committee, European Commission (2003)은 소각로처럼 높은 온도를 낼 수 없어서 전염성 해면상뇌증의 감염가능성 위험이 있다고 보고하였다. 영국은 구제역 발생 당시 장작더미 가축연소에 의한 다이옥신의 양은 영국 연간 총 다이옥신 방출량의 7~73%로 추정하였지만(EA, 2001), 그 당시 먹이사슬과 관련된 생산품에서 다이옥신 농도가 심각한 수준으로 증가하지는 않았다고 하였다.

○ 소각법

- 소각은 적당량의 산소를 공급하여 가축사체를 연소시켜 분해하는 열적파괴공정이다. 가축사체의 농장 내 소각은 불완전 연소로 방출된 다이옥신과 푸란이 소각로 주변에 내려앉아 먹이사슬에 들어갈 위험이 크다고 Yan 등이 보고하였으며, 재연소장치(afterburner)를 소각로에 부착하면 유독성 물질이 상당히 줄어든다고 하였다. 가축사체의 농장 밖 소각은 살처분 가축을 농장에서 거둬들여 지정된 장소에서 소각하는 방법으로 가축전염병에 걸린 가축사체를 싣고 소각장소까지 운행하는 것이 가축산업의 문제로 떠올랐으며, 영국에서는 구제역이 걸린 가축을 운반하는 동안 구제역 바이러스가 퍼졌다고 보고하였다.

○ 용출(rendering)법

- 용출법은 가축사체와 부산물을 균질한 크기의 입자로 분쇄하고 열을 가한 후 지방분, 단백질 및 수분을 유용한 산물 (고기, 뼈 및 기름)로 분리하는 과정을 말하며, 유럽연합에서는 포유동물의 고기와 뼈는 매립, 소각 및 연료재료로 사용한다고 하였지만, 용출법은 가스 및 액체가 배출되기 때문에 재연소장치, 세척기 및 바이오 필터를 사용하면 줄일 수 있다.



그림 61. 폐사가축의 렌더링 처리과정
(출처 : 친환경적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

○ 혐기성 소화법

- 혐기성 소화는 혐기성 조건에서 유기물질을 분해해 연료로 사용하는 방법으로 유럽연합국을 제외한 국가에서 사용하고 있으며, 이 방법의 이용이 증가하고 있다. 가축사체의 혐기성 소화 공정은 지속 기간에 따라 20℃ 이하의 저온성 (psychophilic), 20~45℃의 중온성 및 45~60℃의 고온성 온도에서 이루어진다.

○ 알칼리 가수분해법

- 알칼리 가수분해는 가축사체에 알칼리제를 주입하여 분해하는 방법으로 1990년대에 개발되었으며, 생물체의 가수분해를 촉진하는데 수산화나트륨이나 수산화칼륨을 사용하여 펩타이드, 아미노산, 당질 및 지방산을 함유하는 무균 수용액을 만드는 기술이다. 알칼리 가수분해 방법은 가스가 약간 방출하면서 냄새가 난다는 문제가 있지만, 알칼리 가수분해 부산물이 산성토양을 중화하는데 매우 효과적이라고 하였으며, 알칼리 가수분해가 프리온을 효과적으로 파괴할 수 있음을 증명하였다.



그림 62. 폐사가축의 알칼리 가수분해
(출처 : 친환경적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

(다) 국내 비료 기술 동향

- 가축배설물 및 폐사가축 등의 축산폐기물을 재활용하는 효과는 작물에 대한 양분공급 원, 토양의 이화학적 개선효과 및 토양 중에 생물상의 활성유지와 증진 등이다. 고품 축분 및 폐사가축 퇴비화는 오물감과 악취를 없애고 병원세균도 사멸시켜서 사용자가 위생적으로 안전하게 처리된 유기비료를 쉽게 취급하게 한다.

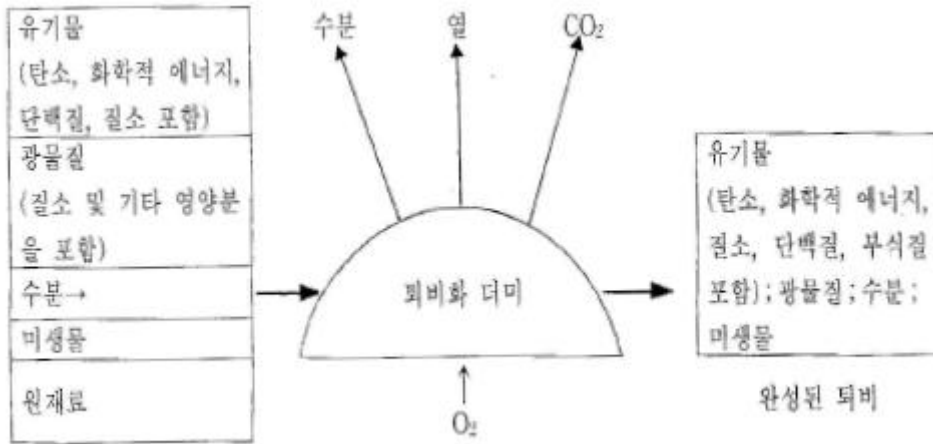


그림 63. 축분의 퇴비화

(출처: 농축산폐기물의 퇴비화, 1995, 한국유기폐자원협회)

- 축산폐기물 바이오매스를 호기성으로 퇴비화 하는 원리와 공정은 퇴적된 재료인 유기물(폐기물 바이오매스)에 일정량의 산소를 공급하면 유기물 내부의 호기성 미생물이 이분해성 유기물을 분해해서 숙성된 퇴비를 얻는 것이다.
- 축분 퇴비 바이오필터(manure compost biofilter)에 의한 탈취처리는 개방형 및 밀폐형 등이 있으며, 전자는 다량의 저농도 취기에 적합하고, 후자는 소량의 고농도 취기에 적합하다.

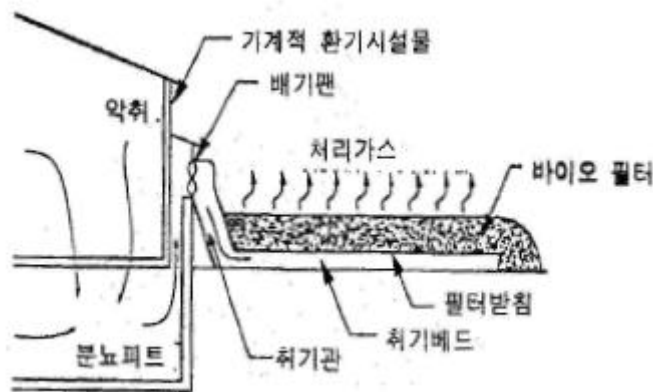


그림 64. 축분 퇴비 바이오필터

(출처: 농축산폐기물퇴비화, 1997, 한국농업기계학회지)

- 축분 퇴비 바이오필터의 적절한 처리범위는 다음과 같다. 취기 가스량은 연속통기의 퇴비화 통기량과 동일하며 150L/min.m³이다. 공기 공급률은 30%, 압력강하 70-110Pa/m, 체류시간 30-60s/m, 온도 15-40℃, 수분 50-70%, 퇴적 높이 0.5-1.5m, 입경크기와 분포는 4mm 이상이 60% 정도, 산도는 6.5-8.5이다.
 - 2001년 이후 유박비료의 이용은 급속도로 확산되어 2006년에는 340,646톤/년이 공급되어 퇴비증가 속도를 앞지르고 있으며, 보조금도 퇴비에 비해 상대적으로 많아지고 있어 사용량은 향후 가속화될 것으로 전망되고 있다. 유박비료는 사용되는 원료의 90% 가량이 수입되는 것으로서 식용유나 바이오디젤유를 짜고 남은 찌꺼기로 질소와 인성분이 퇴비보다 높고 입상(펠렛)으로 가공되어 있어 기계식 살포가 용이한 관계로 농가에서 선호하고 있는 추세이다. 최근 몇 년 동안 유박비료의 증가율이 퇴비를 앞지르게 되면서 퇴비업계에서는 유박비료 과다사용에 대한 우려의 목소리가 높아지고 있으며, 환경오염 및 토양에 대한 문제점이 발생되면서 과학적인 검토에 대한 필요성이 대두되고 있다.
 - 특히 퇴비업계에서 문제점으로 지적하고 있는 부분은 90% 가까이 수입되는 원료인 유박(폐기물로 분류)류를 이용하여 제조된 제품에 국고를 지원해서 활성화시켜주고 있는 부분으로서 이는 국가의 자원순환정책에 역행하는 것이므로 개선되어야 한다는 것이다. 또한 유박비료는 생물(박류)을 단순 건조만하여 성형(펠렛)화 시킨 것으로서 토양에 뿌려지는 순간 질산화반응에 의해 질소가 50% 가까이 CO₂로 분해되어 실질적으로 작물에 투입되는 영양소는 절반으로 줄어드는데 이에 대해서는 비료관리법 및 공정규격에 반영되지 않고 있는 실정이다. 현재 전 세계적 추세인 친환경농업을 지속하고 발전시켜 산업화하기 위해서는 친환경비료의 개발이 절대적으로 필요한 것으로 기존 재래식방법에 의한 퇴비제조기술을 발전시켜 화학비료 및 유박비료를 대체할 수 있는 고기능성 친환경비료를 개발하는 것은 국가적 차원에서 시급히 이루어져야 할 것이다.
- 매몰지 발굴사축 퇴비화 연구
- 국립축산과학원은 매몰지 사축퇴비화 기술의 안정성 분석을 통해 환경 친화적 사축 퇴비화 기술을 개발하고 구제역 및 AI 사축매몰지 관측정 설치기준을 제시하였다.



<왕겨갈짚우분 퇴비단 내 매물사축 분해율 변화>



<툽밥갈짚우분 퇴비단 내 매물사축 분해율 변화>

그림 65. 매물사축 퇴비화 분해

(출처: 환경 친화적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

- 알칼리 가수분해법을 이용한 가축사체 처리방법 연구
- 순천대학교는 살 처분 가축에 알칼리 가수분해법 적용을 위한 기반구축 연구, 자연사한 돼지 사체를 대상으로 알칼리 가수분해법을 적용하여 최적 조건 도출을 위한 연구를 진행하였다.



그림 66. 알칼리 가수분해를 이용한 가축사체처리

(출처: 환경친화적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

(라) 해외 비료 기술 동향

- EU 및 미국 등은 가축배설물을 액비로 이용하는 기술이 기간 기술이지만, 동남아시아, 일본, 중국 등은 퇴비화가 기간기술이다. 퇴비화기술은 전통적인 기술로서 과학적인 기술개선과 현장에 적합한 시설에 충실할 필요가 있다. EU 및 일본의 축분고형 및

고액을 분리한 착즙액을 대상으로 하는 액상 퇴비화기술의 최근 기술동향은 다음과 같다.

○ 퇴비화 암모니아가스 배출감축

- 다양한 퇴비화 조건별로 암모니아가스 휘산량을 정량적으로 평가해서 휘산량을 최소화 하는 퇴비화 조건을 현장에서 실현하는 것이 과제이다. 배출량과 배출 패턴은 강제 통기식 퇴비화, 퇴적식 퇴비화, 통기량 차이 등의 퇴비화조건에 따라서 다양하다. 예를 들면, 통기량이 많을수록 메탄가스와 아산화질소 가스 휘산량이 적고, 암모니아가스가 현저히 증가한다. 통기량이 많으면 유허화합물과 저급지방산 등의 악취물질발생이 적게 된다. 따라서 퇴비화의 경우에 암모니아를 제외하면, 대부분의 환경부하 가스배출은 통기량이 많은 호기 상태에서 저감이 가능하다.

○ 양질의 퇴비생산

- 퇴적방식 퇴비화에서 퇴적물 중심의 하부에 혐기부분이 출현해서 이곳에 작물생장에 해로운 페놀(phenol) 성상의 유해물질 및 악취물질인 저급지방산이 현저하게 축적된다. 이러한 혐기성 조건에서는 유기물의 분해율이 저조하고 부숙 진행이 지연된다. 따라서 퇴비화에 호기성조건을 유지해서 유해물질과 악취물질을 분해해서 부숙을 촉진한다.

가축분뇨 중에는 중금속함유량이 극히 적으나, 돼지사료 중에 성장촉진을 위해 구리와 아연 등이 첨가되는데 이들이 돼지배설물 중에 배설된다. 가축에 투여된 동물의약품이 배설되어 퇴비 중에 남게 되어 작물로 이동할 수 있다. 따라서 가축 크기별로 적정량의 성장촉진제 및 의약품투여가 요망된다.

○ 낮은 비용의 퇴비생산시설

- 적절한 퇴비화 조건을 유지하고, 양질의 퇴비를 제조하는 퇴비화시설이 필요하다. 퇴비화시설은 퇴적방식과 교반방식으로 대별되는데 전자는 통기형과 무통기형 등이 있으며, 후자는 밀폐형(중형과 횡형)과 개방형(로터리형과 스쿠프형) 등으로 구분된다. 퇴적방식이 가장 저렴하나, 교반장치와 밀폐 발효조는 장치가 많아서 비용이 많이 든다.
- 축종별 퇴비생산시설은 우분에서는 퇴적방식과 개방형이 일반적으로 많고, 돈분과 계분 등은 개방형과 밀폐중형이 많다. 현재 축분 퇴비제조방법은 일반적으로 퇴적교반 퇴비화가 가장 많고, 로터리식 교반 퇴비화 등이 주류를 이루고 있다.
- 주요 선진국의 가축사체 처리관련 연구개발 동향을 살펴보면, 국외에서는 대부분 매물 처리와 사후관리 중심의 연구가 진행되고 있다. 미국은 매물지 환경영양평가와 가축사체 퇴비화 효율 및 경제성 평가 연구 진행되고, 영국은 구제역 매물지의 환경영향평가와 일부 연소법 및 소각법 적용 연구 진행되었다. 호주는 비매물식 연구는 진행되지 못하고, 퇴비화법 등 기존연구에 대한 고찰을 진행하고, 멕시코는 가축사체의 퇴비화법 개발 연구가 진행되었다. 대만은 매물지 관리와 관측정 연구가 진행되었고 최근 매물에서 소각으로 연구가 전환되었다. 일본은 매물지 관리, 토양과 지하수 오염방지 연구와 랜더링 처리연구가 진행되었고, 유럽연합은 살처분 이후 2차, 3차 피해 예방을 위한 지속적인 모니터링 연구와 일부 소각법 적용 연구가 진행되었다.

- 밀폐형 퇴비화 방법을 이용한 가축사체 처리 연구
- Canadian Food Inspection Agency는 밀폐형 퇴비화 방법을 이용하여 침출수 발생량/성분, 가축사체 분해율, 분해율 판단지표 규명 등의 연구를 진행하였다.

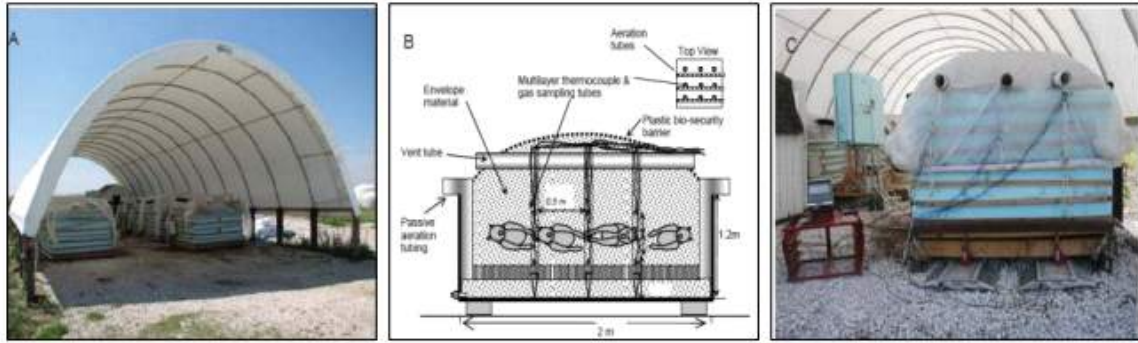


그림 67. 밀폐형 퇴비화 방법을 이용한 가축사체 퇴비화
(출처: 환경친화적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

- 평가대상기술은 기존 매물 처리되는 폐가축을 활용하여 유기 및 무기질 비료의 자동화 생산을 통해 친환경 비료 생산 및 침출수에 의한 2차 오염을 방지하여 친환경 비료 생산 기술 동향과 부합한다. 또한, 상대적으로 저가의 비료 생산과 기존 렌더링 비료 제작에 비해 소형화가 가능하여 이동식 비료 제조 장치를 구현할 수 있어 기성 고객 확보 및 기존 비료 생산 기술을 대체할 것으로 기대된다.

(2) 기술의 발전 방향/진보속도

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술기여도	기술성	전망성 기술수명	B B	신청기술 관련 기술의 발전방향, 전망, 진보속도 등에 대한 의견

- 현재 국내의 친환경비료 제조기술은 낮은 단계의 퇴비화수준으로 대부분의 업체가 영세하게 운영되고 있다. 최근 들어 과학적인 접근을 통해 고기능성비료 제조기술을 개발하고 투자유치를 통해 제조공정을 개선하는 등 일부업계에서는 변화하는 시장에 대비 선도적 제품개발을 추진하고 있으나 수입 박류로 제조된 제품의 벽을 넘기 힘들어하는 분위기다. 국내에서 친환경농업이 확산되고 산업화되기 위해서는 친환경비료에 대한 개념정립을 통한 관리기준이 마련되어야 하고 또한 친환경농업과 유기농업에 대한 명확한 정립을 통해 비료관리법에 대한 정비가 선행되어야 한다.
- 기능성 친환경비료는 기존의 퇴비에 부족한 질소, 인산, 칼륨(N P K) 성분을 보강하여 생물학적 분해를 통해 농축시킴으로서 제품에 함유된 영양성분이 작물에 100% 전달되고 기계적 살포가 가능하고 장기간 보관이 용이한 입상화제품 개발이 필요하다.
- 1999년도부터 실시한 정부 지원사업과 친환경농업 육성정책으로 친환경 부산물 비료

및 유기질 비료의 판매량은 증가하였으며 2005년도에는 230만 톤에 3천억 원을 넘는 시장으로 확대되었다.

- 최근 농수산물식품부의 정책방향은 농림축산 부산물의 재활용·자원화를 촉진하고 토양 환경을 보전하여 지속가능한 농업을 추진하기 위하여 환경친화적인 자연순환농업의 정착 및 고품질 안전농산물 생산 유도를 목적으로 친환경농산물 생산비중(저농약 제외)을 확대하고 화학비료 사용량을 감축하는 계획을 수립하여 추진 중에 있다.
- 평가대상기술의 핵심인 폐가축 사체를 활용한 친환경 유기 및 무기질 비료의 개발은 이러한 친환경 비료의 개발 및 상용화에 대한 산업동향 및 정부정책 동향에 부합하는 기술로서, 기술 응용 분야가 확대될 것으로 예상된다. 아울러 평가대상기술은 기업의 핵심전략 기술로 지속적인 연구가 이루어질 것으로 전망된다.

(3) 유사경쟁 및 대체기술 현황, 기술수명주기 등

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	기술요인	대체성	B	유사 또는 경쟁기술의 분석 및 신청기술의 기술수명주 기상 위치에 대한 의견
할인율	기술위험	경쟁성	B	
기술기여도	기술성	차별성	B	
		기술수명	B	

- 가축매몰지는 적지의 발견·조성·관리와 관련된 많은 문제점들을 갖고 있다. 가축매몰지의 이러한 문제점 때문에 관리가 취약하거나 사용이 종료된 가축매몰지를 이설하는 경우가 많이 발생하고 있다. 이러한 가축매몰지의 이설과정에서 악취 발생을 방지하고 생물적 안정성을 확보하기 위한 부유미생물 저감기술 등이 개발되고 있다.
- 가축사체를 처리하기 위한 가축매몰지의 설치는 많은 문제점 때문에 그 대체기술의 개발 필요성이 매우 절실하다. 가축사체의 비(非)가축매몰지 처리방법으로 '가축사체 열 가수분해 처리시스템'이라는 기술이 개발되고 있다. 이 기술의 원리는 가축사체를 고온·고압에서 가열·멸균한 후 반응생성물을 공공하수처리장 등 환경기초시설에서 처리하는 것이다. 부지가 전혀 소요되지 않으며 처리기간이 짧고 설비의 활용성이 크다는 장점이 있는 반면, 초기 투자비용이 높다는 단점이 있다.

(가) 유사경쟁 및 대체기술 현황

- 평가대상기술은 폐사된 가축의 사체를 이용하여 제조된 유기 및 무기질 비료에 기반을 둔 기술이다.
- 현재 비료의 자동화 생산은 유기질 비료 또는 무기질 비료의 자동화 생산에 대해 주로 연구 개발 및 상용화되고 있다. 관련 제품을 출시한 대표적 기업으로, 효성오앤비(주), (주)농경, (주)차세대케미칼, (주)신성미네랄 등과 같은 기업에서 유기질 비료를 생산 및 판매하고 있으며, (주)미광, (주)승진그린텍, (주)농우 등과 같은 기업에서 무기질 비료를 생산 및 판매하고 있다. 또한 (주)베가윈, 태광농산(유), (주)고려바이오센터 등의 기업에서 복합 및 화학 비료를 생산하고 있다. 이들 기업은 고가 및 대형의 공정 설비를 갖추고 있다는 점에서 폐가축 사체의 매몰지 주변에서 비료를 생산하는 데 무리가 있다.

- 퇴비화는 가축사체 또는 가축사체와 미생물 등을 혼합한 후 발효시켜 처리하는 방법으로 유럽연합국을 제외한 나라에서는 가축사체를 처리하는데 호기성 퇴비화 (aerobic composting)가 널리 이용되고 있다.



그림 68. 퇴비화 과정

(출처: 환경친화적 가축사체처리 시스템 구축 전략, 2014, 한국연구재단)

- 혐기성 소화는 혐기성 조건에서 유기물질을 분해해 연료로 사용하는 방법으로 유럽연합국을 제외한 국가에서 사용하고 있으며, 이 방법의 이용이 증가하고 있다. 가축사체의 혐기성 소화 공정은 지속 기간에 따라 20℃ 이하의 저온성 (psychophilic), 20~45℃의 중온성 및 45~60℃의 고온성 온도에서 이루어진다. 알칼리 가수분해는 가축사체에 알칼리제를 주입하여 분해하는 방법으로 1990년대에 개발되었으며, 생물체의 가수분해를 촉진하는데 수산화나트륨이나 수산화칼륨을 사용하여 펩타이드, 아미노산, 당질 및 지방산을 함유하는 무균 수용액을 만드는 기술이다. 알칼리 가수분해 방법은 가스가 약간 방출하면서 냄새가 난다는 문제가 있지만, 알칼리 가수분해 부산물은 산성토양을 중화하는데 매우 효과적이다.
- 평가대상기술은 이러한 종래의 비료 제조 공법과 유사한 방향성을 지님과 동시에, 저가의 공정비용 및 상대적으로 소형 설비 공급을 목표로 이동형 비료 제조설비 및 방법을 제공한다는 점에서 기술의 경쟁력이 있다고 평가된다.

(나) 기술수명주기

- 평가대상기술의 기술수명주기 상 위치를 평가하기 위해서는 관련 기술 및 평가대상기술의 혁신속도, 기술동향, 발전전망 등을 고려하여 파악하는 것이 바람직하다. 기술수명주기는 도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기로 구분할 수 있다.
- 평가대상기술은 각종 전염병에 노출되어 살처분되는 폐가축을 이용하여 유기 및 무기질 비료를 제조하는 기술에 관한 것이다.
- 가축의 사육규모가 커지면서 대단위 사육장에서 발생하는 폐사축에 대한 처리가 시급한 실정이고, 이러한 상황에서 현장에서는 위생적이고 빠른 처리, 후속적인 부산물 처리의 용이성, 병원균 살균 대책 해결을 위한 필요성이 요구되고 있다.

- 따라서 국내외 여러 관련 기술이나 연구 성과를 기준으로 판단하여 볼 때 기술수명 주 기상 성장기의 기술인 것으로 평가된다.

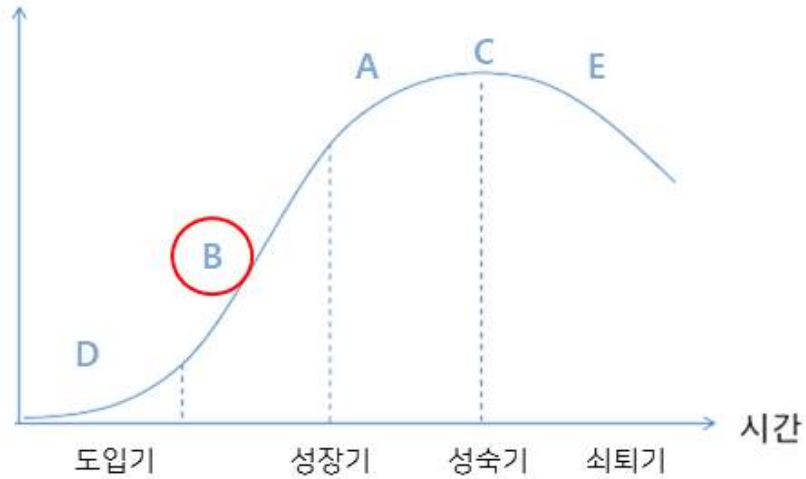


그림 69. 평가대상기술의 수명주기 상 위치
(자료: 자체 작성)

라. 기술수준

(1) 기술의 상용화 단계

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
할인율	시장사업위험	시장경쟁성	B	신청기술의 완성도 수준 및 상용화 단계에 대한 의견
기술기여도	사업성	기술성숙도	A	

- 평가대상기술의 사업화 주체인 늘푸른길 주식회사는 2017년 9월에 설립된 유기질 비료 및 상토 제조 기업이며, 2010년부터 전국에서 창궐한 AI 및 구제역 사체처리 문제의 심각성을 접하고 기존 매몰 방식이 아닌 파쇄/화학반응과 열처리까지 일괄 실시할 수 있도록 평가대상기술 관련 2건의 특허를 2018년 출원한 후 이동식 비료제조 제품 개발을 완료하였다.
- 늘푸른길 주식회사의 이동식 비료제조 장치는 차량에 탑재되어 이동되는 이동식 설비로, 2018년 부여군에 소재한 오리농장의 가축 매몰지에 투입되어 악취 처리 및 퇴비 생산을 통해 농가 민원 해소 및 영농비 절감의 성과를 거두었다. 이로 미루어볼 때 해당업계에서 관련 기술에 대하여 상당한 인지도를 얻어가고 있는 것으로 추정된다.



그림 70. 늘푸른길 주식회사의 이동식 비료제조장치
(출처: 아시아뉴스통신 기사)

- 평가대상기술이 적용된 제품은 현재 가축 농가에 실제 투입되어 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 확인되며, 기존 매물 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단된다.
- 평가대상기술의 적용 단계와 기존의 양산 capacity를 고려하였을 때, 기술유형별 기술 성숙도(TRL) 측면에서 사업화 단계인 TRL9 단계에 속하는 기술로 평가된다.



그림 71. TRL 단계별 구분 및 기술 성숙도

(2) 기술의 혁신성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명 기술기여도	기술요인	기술적우월성	B	신청기술의 혁신 수준 및 신청기술에 의한 제품의 경쟁 제품 대비 수준에 대한 의견
		모방용이성	C	
	기술성	혁신성	B	

- 가축사체의 가축매몰지 처리방법은 많은 문제점을 가지고 있다. 이에 소각 처리, 호기 호열성미생물 처리, 랜더링 처리, 열 가수분해 처리 등의 처리기술의 개발이 진행되고 있다. 이러한 기술들의 개발을 어렵게 하는 장애요인들로는 대기오염물질 발생, 악취 발생, 고상 및 액상 부산물의 재활용 및 매립 등 2차 처리에 따른 어려움과 높은 투자 비용 등이 있다. 그러나 장애요인에도 불구하고 우리나라에서는 가축사체의 가축매몰지 처리방법이 너무 많은 문제를 가지고 있으므로 이를 대체할 수 있는 처리기술이 반드시 개발되어야 한다.
- 평가대상기술은 전염병 등에 의해 폐사처리된 동물의 사체를 세절하고 이 세절물에 생석회를 투입하여 균질하게 혼련 및 설정된 온도에서 화학적 반응을 수행한 후, 영양 비료 성분을 추가하여 혼련하여 유기 및 무기질 비료를 자동으로 제조하는 제조장치 및 제조방법이 가장 핵심적인 기술요소이다. 이에 더하여 이러한 유기 및 무기질 비료 제조장치가 차량에 탑재되어 매몰지 주변으로 이동하여 작업을 진행하는 구성도 부가 핵심적인 기술요소인 것으로 판단된다.
- 위 핵심기술들을 통해 기존 매몰 방식의 폐가축 처리방식을 대체하고, 매몰지로부터 원거리에 존재하는 기존 비료 및 퇴비 제조장치와 달리 매몰지 주변에서 폐가축 사체 처리 및 비료제조가 가능하며, 유기질과 무기질이 포함된 복합 비료를 제조할 수 있다는 점에서 기술적 우월성이 높은 것으로 판단되며, 개개 기술에 있어서의 모방은 가능하지만 평가대상기술의 권리범위가 적절하게 설정되어 있어 타사의 모방에 의해 현재 이익 및 미래에 향유하고자 하는 이익이 크게 침해받지 않을 것으로 보이는 바 기술의 혁신성도 보통 수준인 것으로 판단된다.

(3) 기술의 차별성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명 할인율 기술기여도	기술요인	대체성	B	신청기술의 차별성 및 경쟁 우위성에 대한 종합적인 분석 의견
		모방난이도	B	
	기술위험	차별성	B	
		기술성	혁신성	

- 평가대상기술은 2건의 등록특허를 통해 그 권리성이 인정된 상태이다. 해당 기술은 폐사된 동물의 사체를 신속하게 처리함으로써 동물 사체로 인한 추가적인 전염병 발생 및 전이를 안전하게 방지할 수 있고, 폐사된 동물의 사체를 이용하여 동물 단백질을 이용한 유기물 성분과 생석회를 이용한 무기질 성분 및 추가적인 영양 비료성분을 배합함으로써 토양에 적합한 형태의 유기질 및 무기질 비료를 제조할 수 있는 장점이 있다. 또한 평가대상기술은 폐사된 동물의 사체가 발생된 지점 또는 폐사된 동물이 매몰

된 매몰지로 평가대상기술의 비료 제조 장치를 신고 이동하여 즉각 가동함으로써 추가적인 질병 발생을 방지하고 친환경적인 방식으로 사체 처리 및 비료 제조를 실시할 수 있는 장점이 있다.

- 기존 동물 사체 및 부산물을 가공하여 비료를 제조하는 기술은 사체 및 부산물에 미생물 등을 혼합한 후 발효시키는 호기성 퇴비화를 실시하였으나, 이러한 기존 방식은 발효 동안에 심각한 악취 및 침출수가 발생하는 문제점이 있었고, 또한 이로 인한 작업지 주변의 토양 오염이 발생하는 문제점이 있었다.
- 반면, 평가대상기술의 핵심 기술은 차량에 탑재된 비료 제조장치에서 동물 사체의 세절, 생석회 혼합, 화학 반응, 영양물질 혼합을 통한 유기 및 무기질 복합비료의 생산이 이루어져 친환경 방식으로 폐가축 사체의 처리 및 비료 제조가 실시된다는 점에서 기존 퇴비화 방식의 동물 사체 처리 및 비료제조 방식을 대체할 수 있을 것으로 보이며, 평가대상기술을 적용함으로써 악취 및 침출수의 발생 없이 친환경 방식으로 폐가축 사체를 처리함과 동시에 복합비료를 제조할 수 있어 기술의 차별성 및 기술의 혁신성이 인정된다.

(4) 기술의 첨단성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명 할인율	기술요인	모방용이성	B	신청기술의 모방 가능성 및 자립도에 대한 의견
	기술위험	차별성	B	

- 가축사체를 안전하게 처리하기 위해서는 가축사체의 수집·운반·보관·처리 시스템을 갖추어야 한다. 기존 가축사체의 수집·운반 기술은 가축사체의 현장 수집부터 최종처리 시설까지의 운반 과정에서 발생할 수 있는 가축전염병을 차단하는 것을 주요 내용 중 하나로 볼 수 있으며, 보관·처리는 가축사체의 최종처리시설의 보관시설과 처리시설을 말한다. 최종처리장의 보관시설은 일시에 많은 양의 가축사체를 보관할 필요성에 대비하는 것이고, 처리시설은 가축사체를 파쇄·분해·재활용 또는 종말 처리하는 시설을 말한다.
- 그러나 실제로는 가축사체가 발생하는 시기, 규모, 지역 등을 예측하기 어렵기 때문에 최종처리시설의 위치, 규모 등을 결정하기가 매우 어렵다. 최종처리시설의 위치, 규모 등이 적정하지 않으면 유사시 가축사체 처리의 효과성과 효율성이 떨어질 수 있다.
- 평가대상기술은 폐가축 매몰지로부터 먼 거리에 위치하여 폐가축을 신속하게 처리하거나 비료화하지 못하는 기존의 방식을 대체하도록 차량에 탑재되어 매몰지 주변에서 폐가축을 처리하고 폐가축 세절물에 생석회 및 영양 성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 기술을 주요 특징으로 한다.
- 따라서 평가대상기술은 기존 악취 및 침출수가 발생하는 퇴비화 방식을 탈피하고 매몰지 주변에서 동물 사체 처리와 비료 제조를 일괄적으로 진행한다는 점에서 첨단성이 인정된다. 또한 늘푸른길 주식회사의 이동식 비료제조 장치는 2018년 부여군에 소재한 오리농장의 가축 매몰지에 투입되어 악취 처리 및 퇴비 생산을 진행하여 농가 민원 해

소 및 영농비 절감의 성과를 거두었는바 기존 기술들과 차별화되는 기술의 경쟁력을 확보하고 있는 것으로 평가된다. 해당 기술의 권리 보호를 받으며 독점 시행을 지향한다면 모방이 어려울 것으로 판단된다.

마. 기술의 파급성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술기여도	기술성	파급성	B	신청기술의 타기술 분야로의 확장가능성, 연관 산업 분석 등을 통한 파급효과에 대한 의견

(1) 기술의 응용 및 확장 가능성

- 방역 당국은 가축 질병 발생 때 확산을 막기 위해 랜더링 방식 또는 매몰 처리 방식으로 사체를 처리했다. 랜더링 처리는 현장에서 처리하면 사후관리가 필요하지 않고 비용이 적게 드는 장점이 있다. 그러나 고가의 처리시설이 부족해 많은 양을 한꺼번에 처리하려면 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 매몰 처리는 많은 양을 짧은 시간에 처리할 수 있으나 적정 매몰지 확보가 어렵고 재입식 때 불이익 우려와 악취 등으로 농장주와 인근 주민의 악취 민원이 발생한다. 또 토지의 가치 하락으로 땅 주인이 매몰지 활용을 꺼리고 사후 관리 등에 많은 예산이 소요된다.
- 평가대상기술은 폐가축 사체를 이용한 복합비료에 적용되는 기술로 기존 매몰 방식의 폐가축 처리 기술 및 이동식 복합비료 제조설비에 적용이 가능하다.
- 본 평가대상기술인 이동식 유기 및 무기질 복합비료 제조방법 및 제조장치를 도입함으로써, 전염병이나 환경 영향에 의해 폐사된 동물 사체의 처리 및 기존 퇴비화 방식의 복합비료 제조 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 구제역이나 조류독감 등에 의해 폐사되는 소, 돼지, 오리, 닭 등을 대량 사육하는 농가 및 이러한 농가가 다수 위치하고 있는 지방자치단체가 주요 수요처가 될 것으로 보인다. 이러한 점에서 본 평가대상기술은 다양한 가축을 대상으로 할 수 있어 대상에 구애받지 않을 것으로 판단되며 이로 인해 응용성이나 확장성이 높은 기술로 판단된다.

(2) 기술적 파급효과 등

- 평가대상기술 사업화 주체인 늘푸른길 주식회사는 이미 2018년 부여군 오리농장을 대상으로 평가대상기술을 적용하여 가축 매몰지의 악취 제거 및 비료 생산을 진행한 이력을 가지고 있다. 즉, 평가대상기술을 도입함에 따른 농가 민원 해소 및 영농비 절감의 효과가 입증되고 다양한 농가 및 지자체 등에 홍보될 경우, 전국 농가 및 지자체로 확산 적용될 가능성이 있어 산업에 미치는 파급효과가 클 것으로 판단된다.
- 더욱이, 기존 폐가축 처리 방식인 매몰지 매립 및 호기성 퇴비화의 문제점인 악취 발생, 침출수 누출, 토양 오염, 2차 감염 등을 해소할 수 있고, 친환경 방식으로 복합비료를 용이하게 생산할 수 있어 본 평가대상기술은 최근 친환경 비료 제조의 트렌드에 부합하는 것이라 볼 수 있다.

바. 기술의 권리분석

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	기술요인	권리범위	B	등록된 특허에 대한 권리의 범위 안정성 의견과 신청기술 사업과의 연관성에 대한 의견
할인율	기술위험	권리 안정성	A	

(1) 선행 기술 조사

(가) 국가별 사용 DB 및 검색범위

- 본 분석에는 평가대상특허들과 관련하여 공개된 한국 공개/등록특허, 미국 공개/등록특허, 일본 공개/등록특허, 유럽 공개/등록특허를 분석 대상으로 하였다.

표 26. 국가별 사용 DB 및 검색 범위 (자료: 자체작성)

국 가	사용 DB	검색범위	검색범위
한 국	wipson	공개/등록특허	서지 + 요약 + 대표청구항
미 국	wipson	공개/등록특허	서지 + 요약 + 대표청구항
일 본	wipson	공개/등록특허	서지 + 요약 + 대표청구항
유 럽	wipson	공개/등록특허	서지 + 요약 + 대표청구항

- 평가대상특허들에 대한 중요 검색 키워드는 “비료”, ‘가축’, ‘사체’, ‘폐가축’, ‘폐기물’ 등 및 그 영문 표기 단어로써 이러한 핵심키워드를 기초로 하여 검색식을 작성하여 검색한 결과를 나타내었다.

표 27. 평가대상특허의 검색식에 따른 선행기술 검색 결과 (자료: 자체작성)

국가	검색식	검색건수
한국	(비료* 퇴비* 거름* fertilizer* ftillizer* compost*) and (동물* 가축* 사육* 가금* 축산* 목축* 양돈* 양계* 육우* 생육* livestock* animal* mammal* breed* farming* stockbreeding* stockbreed* cow* beast* pig* cultivat* grow*) and (사체* 폐사* 폐가축* 폐돈* 살 처분* 축산폐기물* 폐기물* 생매장* 생매립* corpse* cadaver* carcass* cadaver* death* euthanasia* waste*) and (@AD>19990101)	837
일본		393
미국		794
유럽		317
계		2,341

(나) 전체 연도별 출원동향

- 그림 72은 평가대상특허와 관련된 특허의 연도별/국가별 출원동향을 나타내는 그림으로, 최근 경향을 살펴보기 위하여 권리가 소멸된 1998년 이전 데이터는 추이 그래프에서 생략하였다.
- 이를 참조하여, 평가대상특허에 해당하는 “유기 및 무기질 비료 제조방법 및 제조장치”의 출원동향을 살펴보면 다음과 같다. 평가대상특허와 관련성이 있는 선행기술문헌은 총 2,341건이 선정되었다.
- 전체 시장의 1999년도부터 2020년까지 연도별 출원건수의 추이를 살펴보면 1999년부터 2002년까지 출원 증가세를 유지하다가, 2003년부터 2006년까지 특허출원이 소폭 감소하였으나 2007년부터 출원 안정세를 보이고 있다.

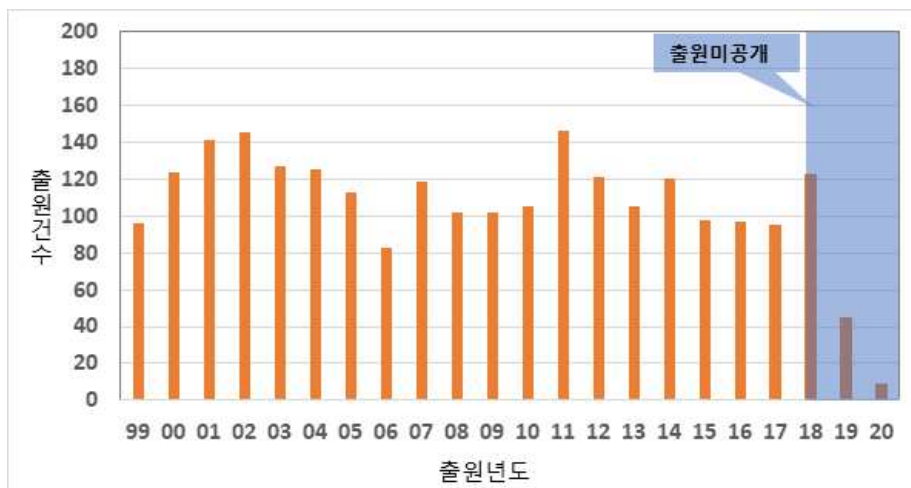


그림 72. 전체 연도별 출원동향 (자료: 자체작성)

(다) 국가별 연도별 출원동향

○ 한국

- 평가대상특허의 한국에서의 특허동향을 살펴보면, 해당 분야의 특허 출원은 1999년부터 2002년까지 대체로 증가하는 경향을 보이다 2003년부터 2006년까지는 출원 감소세를 보인 후, 2006년부터 2012년까지 안정세를 나타내었다. 2013년부터 2016년까지는 출원 감소 경향을 나타내었으나 2017년부터 급격한 출원 증가경향으로 전환되었다. 미공개 특허의 공개 이후 출원 증가세 또는 안정세를 유지할 것으로 예상된다.



그림 73. 한국 연도별 출원동향 (자료: 자체작성)

○ 일본

- 평가대상특허의 일본에서의 특허동향을 살펴보면, 평가대상특허는 1999년부터 2001년까지는 출원 증가세를 보인 후, 2002년부터 2017년까지 지속적인 출원 감소 경향을 나타내고 있어 지속적으로 관련 기술의 개발이 감소하는 것으로 보인다. 다만 출원 미공개구간인 2018년에 공개된 특허건수가 이전년도를 상회하여 증가하였는바, 향후 미공개 특허가 공개되면 증가세로 전환할 것으로 예상된다.



그림 74. 일본 연도별 출원동향 (자료: 자체작성)

○ 미국

- 평가대상특허는 1999년부터 2004년까지 출원 증가세를 보인 후, 2004년부터 2005년에 출원 감소 경향을 보인 후 최근까지 비교적 특허출원 안정세를 보이고 있다. 미국은 한국과 함께 평가대상특허 관련 많은 특허를 보유하고 있는 국가로 본 평가대상기술 관련 한국과 함께 기술 주도국인 것으로 판단된다. 미공개 특허의 공개 이후 출원 안정세를 유지하거나 출원 증가세로 전환될 것으로 예상된다.

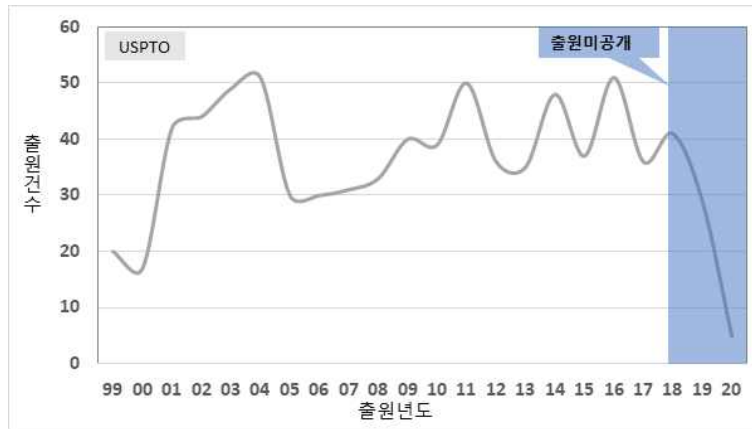


그림 75. 미국 연도별 출원동향 (자료: 자체작성)

○ 유럽

- 평가대상특허는 유럽에서 1999년부터 최근까지 출원건수가 소폭 증감하면서 안정세를 보이는 것으로 확인된다. 유럽은 평가대상기술 관련 보유 특허 건수가 적어 본격적인 연구, 개발이 활발하지 않은 것으로 판단된다.

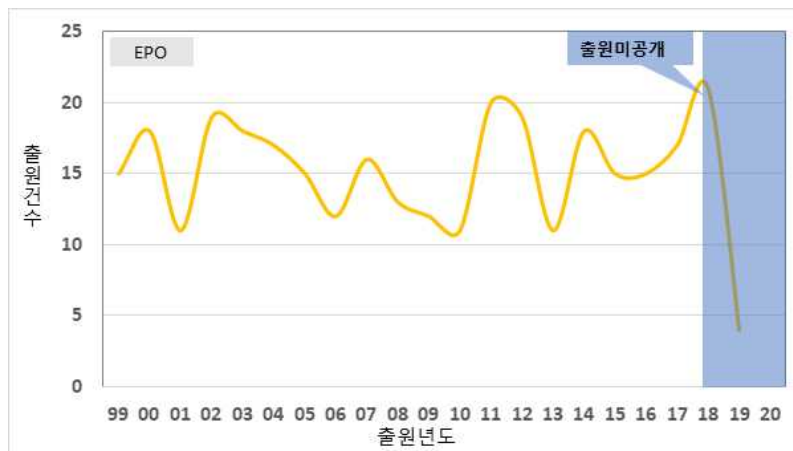


그림 76. 유럽 연도별 출원동향 (자료: 자체작성)

(라) 포트폴리오로 본 관련 기술 분야의 위치

- 그림 77은 평가대상기술과 관련하여 전체 국가에 대하여 1999년부터 4년 단위로 5개의 단위구간을 설정하여 기술 발전단계를 알아본 결과를 나타낸 것으로, 전체적으로 기술 혁신 주체인 출원인수와 기술혁신의 결과인 출원건수가 동시에 증가하는 성장기에서 출원인수가 소폭 감소하되 출원건수가 유지 또는 소폭 증가하는 기술의 성숙기에 있는 것으로 판단된다.

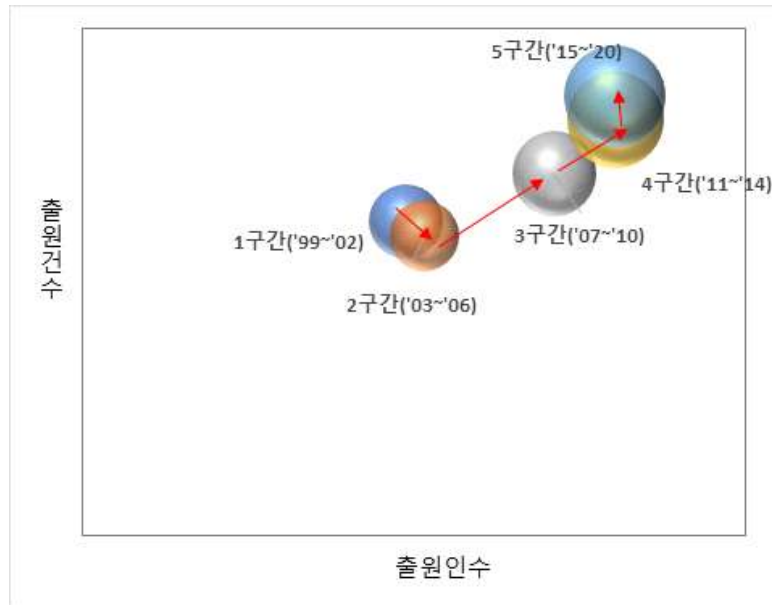


그림 77. 기술 시장 발전 포트폴리오 (자료: 자체작성)

(마) 선행기술 선정기준

- 검색식을 이용하여 검색된 선행 특허들 중에서, 평가대상특허의 구성과 유사한 구성을 하나 이상 포함한 특허로서, 기술적 영향력, 청구항의 구성, 출원인의 비즈니스 역량 등을 고려하여 분석 대상 선행 기술을 선정하였다.

(바) 선행기술 분석

- 선행기술 선별 과정에서 노이즈 및 중복 건을 제거한 유효건수는 최초 검색 건수 대비 69.2%(2,341/3,382)로 파악되었고, 선별된 유효데이터로부터 평가대상기술과 관련도가 높은 특허를 선별하였다.

표 28. 검색식에 따른 선행기술 검색 결과 (자료: 자체작성)

No	내용	한국	일본	미국	유럽	합계	비율
1	데이터 추출	1,192	572	1129	489	3,382	-
2	유효데이터 선별	837	393	794	317	2,341	Raw데이터대비 69.2%
3	선행기술 선별	5	5	0	0	10	유효데이터대비 0.4%

표 29. 국내 선행기술 문헌 (자료: 자체작성)

연번	상태	문헌번호	기술 요지	출원인	관련 평가대상특허
1	등록	10-1796168	동물의 사체 분해과정에서 얻어진 부산물을 비료로 친환경적으로 재활용할 수 있는 동물 사체 비료화 방법에 관한 것임	중원환경(주)	1
2	등록	10-1633248	가축 사체가 매몰된 매몰지로부터 가축 사체를 파내어 분해 처리하는 가축 사체 처리시스템 및 처리방법에 관한 것임	(주)다산컨설팅트	2
3	등록	10-1617170	양돈농가에서 발생하는 돈분뇨 및 폐사축을 처리하여 퇴비화하는 폐가축 처리시스템 및 퇴비 제조방법에 관한 것임	김원중	1, 2
4	공개	10-2011-0075112	특수 규산 및 고열처리 기술을 이용해 폐사동물을 안전하게 살균처리하고 이렇게 처리된 폐사동물을 슬러지로 생성하여 퇴비로 이용할 수 있게 하는 퇴비제조장치 및 제조방법에 관한 것임	강석순	1, 2
5	공개	10-2000-0037029	집단 폐사축을 수거하여 절단, 분쇄, 멸균과 냉각, 발효, 소멸 과정을 통해 사료, 퇴비를 제조하는 방법에 관한 것임	두루환경위생(주)	1, 2

표 30. 해외 선행기술 문헌 (자료: 자체작성)

연번	상태	문헌번호	기술 요지	출원인	관련 평가대상특허
1	공개	JP 2020-099891	광범위하고 잡다한 종류의 폐기물에 대해 효율적이고 저렴한 장치 구성으로 유기성 폐기물을 비료화하는 처리장치 및 처리방법에 관한 것임	AUTOREM CORP	1, 2
2	등록	JP 6249451	폐사한 가축을 분말화하여 가축의 비료로 적합한 부드러운 분체형이 되도록 건조할 수 있는 건조 처리 장치에 관한 것임	CHIKKI CO LTD	1, 2
3	공개	JP 2016-532553	인간, 동물 및 식물의 부산물로부터 수분을 제거하여 비료 및 에너지 연료로 생산할 수 있는 폐기물 처리 시스템에 관한 것임	KOENIG, Paul	2
4	공개	JP 2011-078906	동식물성 유기 폐기물의 악취를 제거하고 소취액, 액체 비료 및 연료를 제조하는 처리장치 및 방법에 관한 것임	KITAMICHI MASAYOSHI / MAEDA HIROTO	1, 2
5	등록	US 9643868	동물 폐기물에서 액체 비료를 생산하는 동물 폐기물 처리 방법에 관한 것임	EnviroKure, Inc.	1

국내 선행기술분석 #1

서지사항			
출원번호	KR 10-2017-0099156	등록번호	KR 10-1796168
출원인	중원환경(주)		
명칭	동물 사체 비료화 방법		

도면 및 대표 청구항

	<p>분말처리제 및 액상처리제를 제조하는 단계(단계 1); 동물 사체에 상기 분말처리제와 액상처리제를 가하고 교반하는 단계(단계 2); 및 상기 교반물을 부숙시키는 단계(단계 3)를 포함하되, 상기 단계 1에서, 상기 분말처리제는 톱밥 또는 팽연왕겨 중 선택된 어느 하나 이상 50~80중량%, 토탄 10~40중량%, 맥반석 1~8중량% 및 미생물 0.5~3중량%를 포함하는 것을 특징으로 함.</p>
--	--

평 가

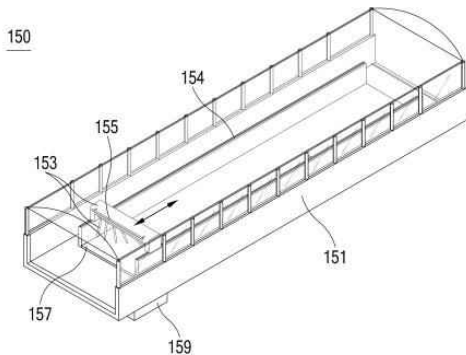
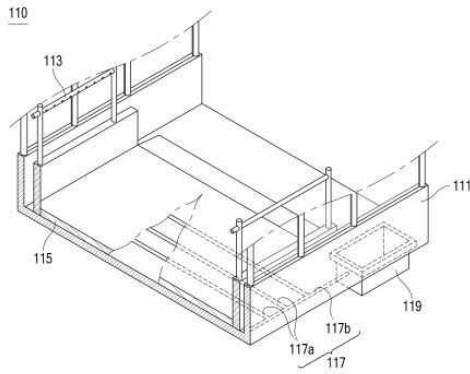
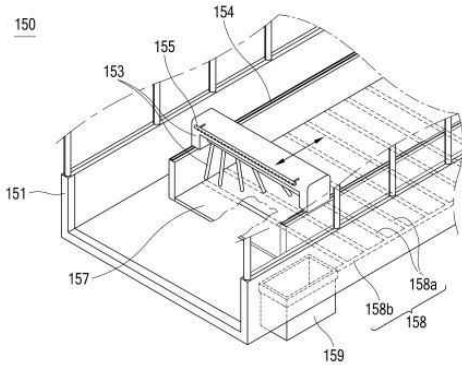
분 야	본 선행 기술은 동물의 사체 분해과정에서 얻어진 부산물을 비료로 친환경적으로 재활용할 수 있는 동물 사체 비료화 방법에 관한 것임.
대 비	본 선행 기술은 질병에 감염되어 도살 또는 폐사된 동물의 사체를 신속하고 안전하게 분해할 뿐만 아니라 분해과정에서 얻어진 부산물을 비료로 친환경적으로 재활용할 수 있는 동물 사체 비료화 방법에 관한 기술로서, 폐가축 사체에 분말처리제와 액상처리제를 교반하여 부숙하여 비료를 제조한다는 점이 평가대상특허 1과 일부 유사성이 있으나, 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 것은 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 폐사된 동물로부터 비료를 생산하는 것에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허 1은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조한다는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

국내 선행기술분석 #2

서지사항			
출원번호	KR 10-2015-0170857	등록번호	KR 10-1633248
출원인	(주)다산컨설팅		
명칭	가축 사체 처리시스템 및 처리방법		

도면 및 대표 청구항



가축 사체가 적치되는 장방형의 적치장, 상기 적치장의 내부에 설치되며 상기 적치장에 적치된 가축 사체를 세척하기 위한 물을 분사하는 제1살수부(撒水部), 상기 적치장의 바닥에 설치되며 가축 사체로부터 배출되는 침출수 및 상기 제1살수부에서 분사된 물을 통과시키는 제1필터, 상기 적치장의 바닥면에 형성되며 상기 제1필터를 통과한 침출수 및 물을 받아서 상기 적치장의 외부로 배출시키는 제1배출관로, 상기 적치장의 외측에 설치되며 상기 제1배출관로에서 배출되는 침출수 및 물을 저장하는 제1저류조를 가지는 적치유닛; 상기 적치유닛의 가축 사체를 파쇄하는 파쇄유닛; 상기 파쇄유닛에서 파쇄된 가축 사체를 받아서 이송하는 컨베이어; 상기 컨베이어에 의하여 이송되는 파쇄된 가축 사체가 투입되는 장방형의 처리장, 상기 처리장의 가축 사체를 교반하는 교반기, 상기 교반기에 설치되며 파쇄된 가축 사체로 생분해제와 활성제가 함유된 물을 분사하는 제2살수부, 상기 처리장의 바닥에 설치되며 가축 사체로부터 배출되는 침출수 및 상기 제2살수부에서 분사된 물을 통과시키는 제2필터, 상기 처리장의 바닥면에 형성되며 상기 제2필터를 통과한 침출수 및 물을 받아서 상기 처리장의 외부로 배출시키는 제2배출관로, 상기 처리장의 외측에 설치되며 상기 제2배출관로에서 배출되는 침출수 및 물을 저장하는 제2저류조를 가지면서 가축 사체를 분해시켜 처리하는 처리유닛; 상기 처리유닛에서 가축 사체가 분해될 때 발생하는 악취를 포함한 유해물질을 제거하는 유해물질 제거유닛을 포함하며, 상기 제1배출관로는, 상기 적치장의 폭방향과 평행을 이루면서 소정 간격으로 형성된 복수의 제1수평배출관로 및 상기 적치장의 길이방향과 평행을 이루며 제1수평배출관로의 일단부측이 연통됨과 동시에 상기 제1저류조와 연통된 제1수직배출관로를 가지고, 상기 제2배출관로는, 상기 처리장의 폭방향과 평행을 이루면서 소정 간격으로 형성된 복수의 제2수평배출관로 및 상기 처리장의 길이방향과 평행을 이루며 제2수평배출관로의 일단부측이 연통됨과 동시에 상기 제2저류조와 연통된 제2수직배출관로를 가지며, 상기 제1수평배출관로가 형성된 상기 적치장의 바닥면 부위 및 상기 제2수평배출관로가 형성된 상기 처리장의 바닥면 부위는 각각 상기 적치장의 바닥면 다른 부위 및 상기 처리장의 바닥면 다른 부위 보다 낮게 형성되고, 상기 교반기는 상기 처리장의 내부를 이동하면서 파쇄된 가축 사체를 교반하며, 상기 제2살수부는 상기 교반기와 함께 이동하고, 상기 처리장에는 상기 교반기 및 상기 제2살수부가 상기 처리장의 길이방향으로 따라 이동하는 것을 안내하는 한쌍의 레일이 설치된 것

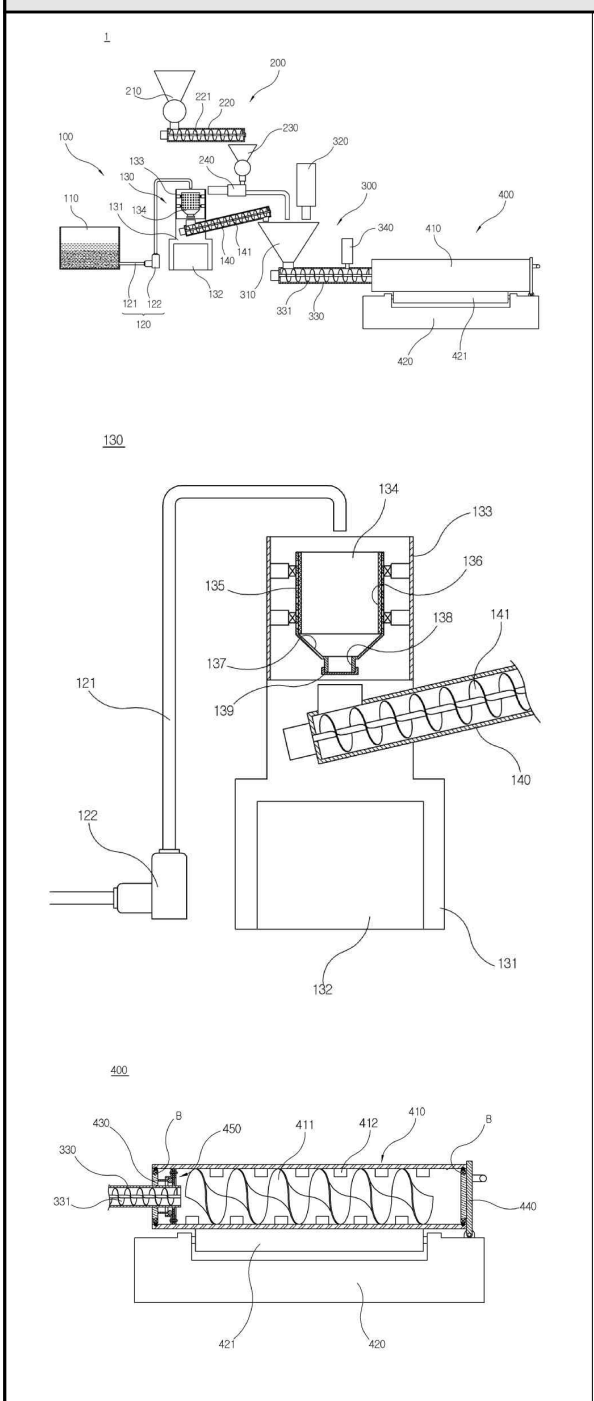
을 특징으로 함.	
평 가	
분 야	본 선행 기술은 가축 사체가 매몰된 매몰지로부터 가축 사체를 파내어 분해 처리하는 가축 사체 처리시스템 및 처리방법에 관한 것임.
대 비	본 선행 기술은 가축 사체가 매몰된 매몰지로부터 가축 사체를 파내어 적정한 다음 파쇄하여 생분해제 및 활성제를 이용하여 분해 처리하는 기술로서, 가축 사체를 파쇄하는 파쇄유닛, 생분해제와 활성제가 함유된 물을 분사하는 처리유닛을 포함한다는 점에서 평가대상특허 2와 일부 유사성이 있으나, 파쇄된 사체에 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 구성 및 이동식 비료 제조장치에 대한 구성이 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 폐사된 동물을 매몰지 주변에서 분해하는 장치에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허 2는 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하고 비료제조장치가 이동식 설비라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

국내 선행기술분석 #3

서지사항			
출원번호	KR 10-2015-0050633	등록번호	KR 10-1617170
출원인	김원중		
명칭	양돈농가 분뇨 및 폐사축 처리시스템 및 이를 이용한 퇴비 제조방법		

도면 및 대표 청구항

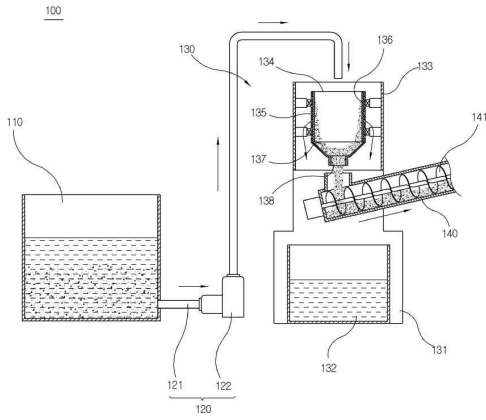


돈분뇨에 포함된 분(糞)과 요(尿)를 분리하는 침전조(110)와, 침전조(110)로부터 침전된 분을 배출하는 배출 펌프(122)를 갖는 배출관(121)으로 된 배출수단(120)과, 배출수단(120)으로부터 배출된 분을 공급받아 그 분에 포함된 수분을 제거하여 고형분을 얻는 고액 분리기(130)와, 고형분을 배출하는 스크류(141)를 갖는 제1 이송관(140)으로 된 고형분 추출부(100); 양돈농가에서 발생하는 폐사축을 파쇄시키는 파쇄기(210)와, 파쇄기(210)로부터 스크류(221)를 갖는 제2 이송관(220)을 통해 파쇄된 폐사축을 공급받아 분쇄하는 분쇄기(230)와, 분쇄기(230)로부터 분쇄된 폐사축을 흡입 및 배출시키는 피스톤 펌프(240)를 포함하여 된 폐사축 가공부(200); 제1 이송관(140)과 피스톤 펌프(240)로부터 고형분과 폐사축을 공급받는 저장호퍼(310)와, 저장호퍼(310)로 수분조절제를 공급하기 위한 수분조절제 공급부(320)와, 저장된 고형분과 폐사축과 수분조절제로 된 내용물을 이송시키면서 교반을 수행하는 스크류(331)를 갖는 교반관(330)과, 교반관(330)의 상부에서 필요시 선택에 의하여 발효 미생물의 공급이 가능한 미생물 공급기(340)로 된 교반부(300); 및 교반부(300)로부터 공급 받은 내용물을 회전 발효시키는 발효부(400)를 포함하여 구성된 양돈농가 분뇨 및 폐사축 처리시스템에 있어서,

발효부(400)는 내주면에 일체 형성되는 스크류(411)와 다수의 뒤집기판(412)이 형성된 원통 형태의 발효통(410)으로 구성되고, 발효통(410)은 테이블(420) 상부에서 원통 회전수단(421)에 안치되어 그 원통 회전수단(421)에 의해 회전력을 가지게 구성되며, 발효통(410)의 일단은 교반관(330)의 끝단이 관통되는 한편 베어링(B)에 의해 자유 회전력을 가지는 전면 마감판(430)을 통해 착탈 마감되고, 타단은 테이블(420)에 축설되어 회동력을 가지도록 후면마감판(44)으로 마감되며, 후면파감판(44)은 외둘레에 베어링(B)이 형성되어 발효통(410)과 자유 회전력을 가지며 외측면에는 손잡이(441)가 형성되고,

발효통(410)의 내부에서 전면 마감판(430) 측에는 역류 방지수단(450)을 더 포함하여 구성하되 역류 방지수단(450)은,

전면 마감판(430)의 내측면에서 발효통 내측으로 돌출 형성되며, 단부에는 단면상 원형을 이루는 가압링(452)



이 형성된 가압관(451); 발효통(410)의 내측에서 가압관(451) 근접부에 형성되며, 외둘레가 발효통(410)의 내주면에 고정 설치되는 평 후렌지(453); 평 후렌지(453)의 일측면에 밀착되며, 타측면이 가압링(452)과 면접되어 밀폐력을 부여하는 탄력형 고무재로 된 밀폐링(454); 및 밀폐링(454)의 타측면에 면접되어 평 후렌지(453)와 볼트 체결되어 밀폐링(454)을 고정하는 중앙 관통형 수직형 고정링(456)과, 고정링(456)의 내주면에서 전면 마감판(430) 측으로 돌출되는 한편 가압링(452)의 진입을 유도하는 수평형 유도관(457)으로 된 앵글 후렌지(455)를 포함하여 구성함을 특징으로 함.

평 가

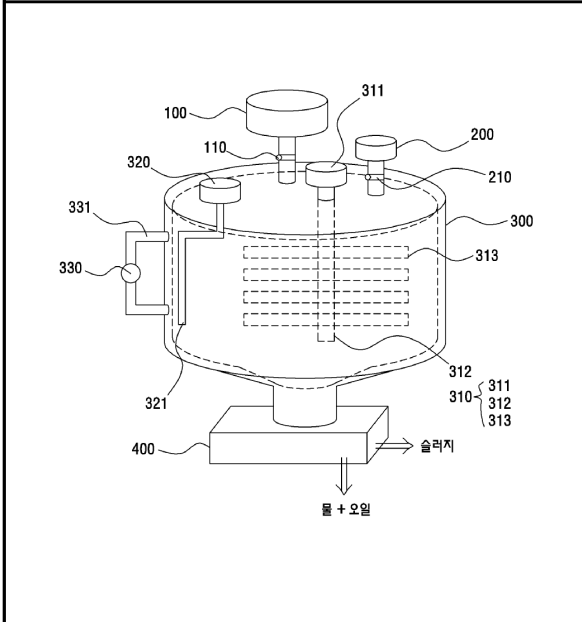
분 야	본 선행 기술은 양돈농가에서 발생하는 돈분뇨 및 폐사축을 처리하여 퇴비화하는 폐가축 처리시스템 및 퇴비 제조방법에 관한 것임
대 비	본 선행 기술은 폐사축을 뼈를 포함하여 파쇄 및 분쇄시켜 입자화시킨 상태에서 톱밥 등의 수분조절제를 배합한 상태로 교반 및 발효하여 퇴비를 제조하는 기술로서, 가축 사체를 파쇄하는 파쇄기와 분쇄기, 파쇄된 고형분을 교반하여 발효하는 교반부와 발효부를 포함한다는 점에서 평가대상특허들과 일부 유사성이 있으나, 파쇄된 사체에 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 구성 및 이동식 비료 제조장치에 대한 구성이 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 폐사축을 분쇄하고 발효하여 퇴비를 제조하는 장치 및 방법에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 추가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하고 비료제조장치가 이동식 설비라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

국내 선행기술분석 #4

서지사항			
출원번호	KR 10-2009-0131459	공개번호	KR 10-2011-0075112
출원인	강석순		
명칭	폐사동물을 이용한 퇴비제조장치 및 방법		

도면 및 대표 청구항



폐사가축을 미분쇄기를 이용해 미분쇄하는 1 단계;
 상기 미분쇄된 폐사가축에 특수규산을 투입한 후 혼합 장치를 이용해 미분쇄된 폐사가축과 특수규산을 혼합하여 폐사가축의 병원균을 1 차 살균하는 2 단계;
 상기 특수규산의 혼합에 의해 1차 살균된 후 상기 1 차 살균된 미분쇄된 폐사가축을 고열처리하여 2 차 살균하는 3 단계; 및
 상기 2 차 살균된 미분쇄된 폐사가축을 압착분리기를 이용해 압착하여 슬러지를 분리하여 생성하는 4 단계를 포함하는 것을 특징으로 함.

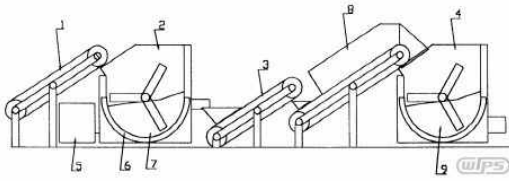
평 가

분 야	본 선행 기술은 특수 규산 및 고열처리 기술을 이용해 폐사동물을 안전하게 살균처리하고 이렇게 처리된 폐사동물을 슬러지로 생성하여 퇴비로 이용할 수 있게 하는 퇴비제조장치 및 제조방법에 관한 것임.
대 비	본 선행 기술은 폐사된 가축을 완전 살균하여 전염 병원균을 멸균한 후 퇴비를 위한 슬러지를 만들어 2 차 전염을 방지하는 것은 물론 생성된 슬러지를 퇴비로 활용할 수 있도록 하는 기술로서, 폐사가축 미분쇄기, 멸균용 특수규산과 혼합되는 혼합장치, 가열장치 및 슬러지 제조를 위한 압착분리기를 포함한다는 점에서 평가대상특허들과 일부 유사성이 있으나, 파쇄된 사체에 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 구성 및 이동식 비료 제조장치에 대한 구성이 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 폐사가축을 분쇄 및 압착하여 퇴비용 슬러지를 제조하는 장치 및 방법에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하고 비료제조장치가 이동식 설비라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

국내 선행기술분석 #5

서지사항			
출원번호	KR 10-2000-0017755	공개번호	KR 10-2000-0037029
출원인	두루환경위생(주)		
명칭	폐사축을 이용한 퇴비, 사료 제조방법		

도면 및 대표 청구항	
	<p>폐사축을 수거하여 이송장치(1)을 통해, 수분조절재(7)가 들어있는 절단·분쇄조(2)로 공급시키고, 절단·분쇄조(2)에서 폐사축을 절단, 분쇄, 교반하고 100도 이상의 고열처리(6)를 통해 1차 멸균, 살균처리를 수행한 뒤 이송장치(3)를 경유하며 미생물 활동에 적합한 온도 80도 이하로 냉각(8)시켜 미생물 배지(9)가 형성된 교반·발효조(4)로 투입시키고, 교반·발효조(4)에서 약24시간 이상 교반·발효하여 미생물의 길항작용을 통한 2차 멸균과정을 거친 후 배출하는 단계로 이루어져 사료, 퇴비를 제조하는 것을 특징으로 하는 폐사축을 이용한 사료, 퇴비 제조방법.</p>

평 가	
분야	본 선행 기술은 집단 폐사축을 수거하여 절단, 분쇄, 멸균과 냉각, 발효, 소멸 과정을 통해 사료, 퇴비를 제조하는 방법에 관한 것임.
대비	본 선행 기술은 전염병, 수해 등의 원인으로 돌발적으로 발생하는 가축의 집단 폐사에 따른 다량의 유기성 폐기물 발생시 이를 수거하여 사료 및 퇴비를 제조하는 기술로서, 집단 폐사축을 분쇄하는 절단·분쇄조, 분쇄물을 발효하는 교반·발효조, 멸균을 위한 고열처리부를 포함한다는 점에서 평가대상특허들과 일부 유사성이 있으나, 파쇄된 사체에 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 구성 및 이동식 비료 제조장치에 대한 구성이 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.
평가	본 선행 기술은 집단 폐사축을 분쇄, 가열, 발효하여 사료 또는 퇴비를 제조하는 장치 및 방법에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하고 비료제조장치가 이동식 설비라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

해외 선행기술분석 #1

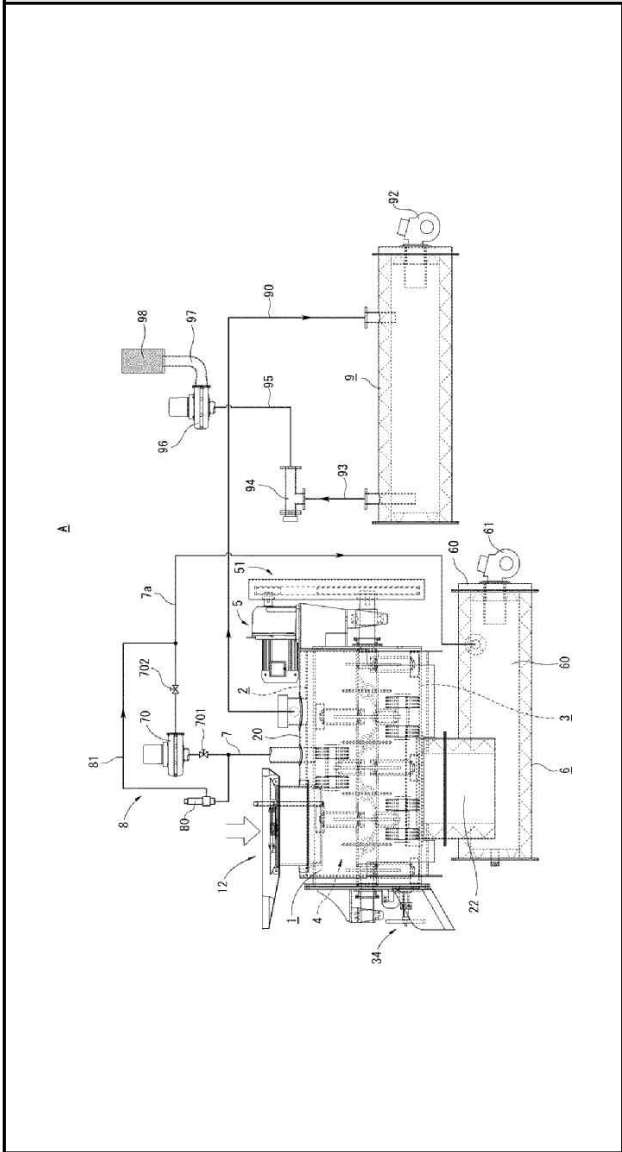
서지사항			
출원번호	JP 2018-241590	공개번호	JP 2020-099891
출원인	AUTOREM CORP		
명칭	유기성 폐기물 처리 방법 및 처리 장치		
도면 및 대표 청구항			
	<p>비료화 또는 연료화할 수 없는 이물이 혼재하는 유기성 폐기물을 고온 고압의 수증기에 의해 가수분해한 후, 상기 이물과 가수분해한 유기성 폐기물을 분리하여 상기 가수분해한 유기성 폐기물에 유분을 첨가하고 볶음 처리로 탈수함으로써, 유기성 폐기물을 비료화 또는 연료화하는 것을 특징으로 함.</p>		
평 가			
분 야	본 선행 기술은 광범위하고 잡다한 종류의 폐기물에 대해 효율적이고 저렴한 장치 구성으로 유기성 폐기물을 비료화하는 처리장치 및 처리방법에 관한 것임.		
대 비	본 선행 기술은 식품 폐기물, 오물 폐기물 등을 포함하는 유기성 폐기물을 처리하는 처리장치에 관한 기술로서, 유기성 폐기물을 처리하여 비료로 생산한다는 것이 기재되어 있는 점이 평가대상특허들과 일부 유사성이 있으나, 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 것은 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.		
평 가	본 선행 기술은 유기성 폐기물을 비료로 제조하는 것에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 방법 및 이동식 비료 제조장치라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.		

(자료: 자체작성)

해외 선행기술분석 #2

서지사항			
출원번호	JP 2015-179624	등록번호	JP 6249451
출원인	CHIKKI CO LTD		
명칭	건조 처리 장치 및 건조 처리 방법		

도면 및 대표 청구항



가열실과 상기 가열실의 내부에 설치되고, 양측에 단벽을 가지는 처리실과 상기 처리실의 내부에 마련되어 있고 회전축과 상기 회전축에 소요 수 마련되어 회전에 수반해 선단부가 상기 처리실 내면을 따르도록 회전 이동해 피처리물을 교반하면서 상기 처리실 내에서 상기 회전축의 축선 방향으로 보내는 이송 교반부와 상기 회전축에 소요 수 마련되어 회전에 수반해 선단부가 상기 처리실 내면에 근접해 회전 이동하고 피처리물이 상기 이송 교반부에 의해 처리실의 한쪽 또는 다른 한쪽의 단벽 측으로 보내져 압력이 높아졌을 때 피처리물이 역방향으로 돌아오기 어렵도록 하는 판형 멈춤부와 상기 회전축에 소요 수 마련되어 회전에 수반해 선단부가 상기 처리실 내면에 근접해 회전 이동하는 파단부 또는 파쇄부를 가지는 교반체와 상기 교반체를 회전 구동하는 구동 장치와 상기 가열실에 가열 공기를 보내는 일차 연소로와 상기 일차 연소로에 상기 처리실에서 발생하는 약취 성분과 수분을 포함한 처리 가스를 보내는 처리 가스 송기부와 상기 처리 가스 송기부에 마련되어 처리 가스의 유량을 제어해 상기 처리실 내의 압력을 필요한 압력에 조절하는 가압 제어부와 상기 처리실 내의 처리 가스를 통해 소취 처리하는 2차 연소로를 준비, 상기 파단부 또는 파쇄부가 회전 가능한 동시에 상기 처리실의 직경선 방향으로 유동 가능하게 축지된 평기어형의 파쇄체이며 상기 파쇄체는 상기 회전축에 고정된 간체 선단에 마련된 소요 지름을 가지는 원관형 베어링에 통해진, 상기 베어링보다 긴 중심축의 양단부에 고착되어 있고 상기 각 파쇄체의 내면과 상기 베어링의 양단면 사이에는 약간의 간극이 마련됨과 동시에, 상기 중심축은 상기 베어링의 축선에 대해, 소요 각도로 경사 가능하며 베어링에 대해 유동 가능하게 감장되어 있는 것을 특징으로 함

평 가

분야	본 선행 기술은 폐사한 가축을 분말화하여 가축의 비료로 적합한 부드러운 분체형이 되도록 건조할 수 있는 건조 처리 장치에 관한 것임.
대비	본 선행 기술은 구제역 등의 전염병에 의해 폐사된 돼지나 소 등을 고온 및 고압 환경에서 멸균하고 분말화하여 가축의 비료로 할 수 있는 분체를 제조하는 건조처리장치에 관한 기술로서, 폐가축 사체를 이용하여 가축의 비료로 활용될 수 있는 분체를 제조한다는

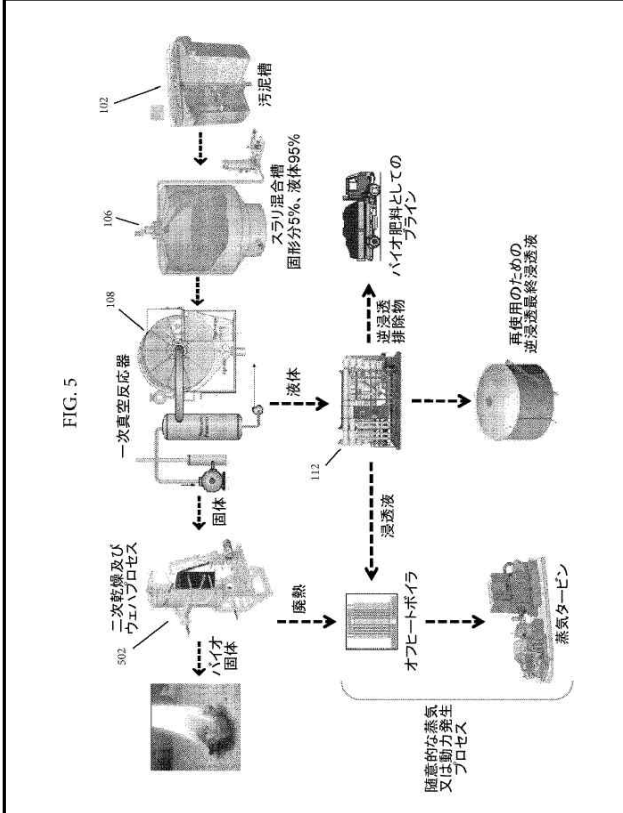
	점이 평가대상특허들과 일부 유사성이 있으나, 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 것은 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음. 또한 본 선행 기술의 건조 처리 장치는 이동이 불가능한 대형 설비로 평가대상특허들의 이동형 비료 제조장치와는 기술적 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 폐사된 동물로부터 가축 사료 분체를 제조하는 것에 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 추가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 방법 및 이동식 비료 제조장치라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

해외 선행기술분석 #3

서지사항			
출원번호	JP 2016-536394	공개번호	JP 2016-532553
출원인	KOENIG, Paul		
명칭	폐기물 처리 시스템		

도면 및 대표 청구항



폐기물을 처리하는 방법으로서, 폐기 재료를 액화하는 단계와, 액화한 상기 폐기 재료를 처리조 내로 보내는 단계와, 액화한 상기 폐기 재료를 상기 처리조 내에서 혼합해 슬러리 재료를 제작하는 단계와, 여과조제 프리코팅을 회전 진공 드럼 필터의 외면에 적용하는 단계와, 상기 슬러리 재료를 상기 회전 진공 드럼 필터를 수용한 액 저장 중으로 보내는 단계와, 상기 회전 진공 드럼 필터를 동작시키는 스텝으로서, 액화한 상기 폐기물이 고체 재료와 액체와로 분리하고 상기 고체 재료가 상기 여과조제 프리코팅 내에 포착되는, 단계와, 상기 여과조제 프리코팅 및 상기 고체 재료를 상기 회전 진공 드럼 필터의 외측에서 인덱싱 나이프를 이용하여 박리함으로써 제거하는 단계와, 상기 액체를 처리 액체 벌크조에 펌프 수송하는 단계와, 과잉의 액체를 고부가 가치 비료 용기로 유도하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 함

평 가

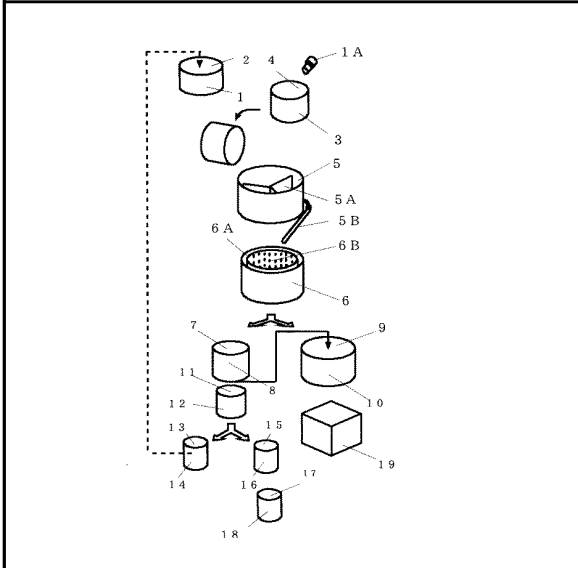
본 야	본 선행 기술은 인간, 동물 및 식물의 부산물로부터 수분을 제거하여 비료 및 에너지 연료로 생산할 수 있는 폐기물 처리 시스템에 관한 것임.
대 비	본 선행기술은 인간, 동물 및 식물로부터의 폐기물을 액화 및 혼합하여 제조된 슬러리 재료를 건조하여 수분을 제거하며 제거된 농축액은 비료로서 사용되는 기술에 관한 것으로, 동물 및 식물로부터의 폐기물을 혼합 및 건조 처리하여 비료로 사용되는 농축액을 획득하는 것은 일부 구성만 평가대상특허 2와 유사할 뿐, 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 것은 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음. 또한 본 선행 기술의 건조 처리 장치는 이동이 불가능한 대형 설비로 평가대상특허 2의 이동형 비료 제조장치와는 기술적 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 동물 및 식물 폐기물을 혼합 및 건조하여 비료로 사용되는 물질을 제조하는 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 방법 및 이동식 비료 제조장치라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

해외 선행기술분석 #4

서지사항			
출원번호	JP 2009-233140	공개번호	JP 2011-078906
출원인	KITAMICHI MASAYOSHI / MAEDA HIROTO		
명칭	동식물성 유기 폐기물 등 처리 장치 및 방법		

도면 및 대표 청구항



동식물성 유기 폐기물 등과 광합성균을 포함해 탈질 작용을 가지는 소취액을 혼합한 혼합물을 생성하고 상기 혼합물을 교반하는 교반 수단과 상기 혼합물의 생물학적 산소요구량(이하 BOD값이라고 한다)이 제1 소정값 이하 혹은 교반에 관련된 동작의 시작에서 제1 소정시간 이상을 경과한 것을 검지하는 제1 검지 수단과 제1 검지 수단에 의해 BOD값이 소정값 이하 혹은 교반에 관련된 동작의 시작에서 제1 소정시간 이상을 경과한 것을 검지했을 때, 상기 교반된 혼합물에서 고형물과 액체로 분리하는 분리 수단으로 유도하도록 제어하는 제어 수단을 구비한 것을 특징으로 함.

평 가

분 야	본 선행 기술은 동식물성 유기 폐기물의 약취를 제거하고 소취액, 액체 비료 및 연료를 제조하는 처리 장치 및 방법에 관한 것임.
대 비	본 선행기술은 동식물성 유기 폐기물에 광합성균 및 소취액을 혼합 교반하고 교반물로부터 고형물과 액체를 분리하여 액체 비료를 생성하는 점에서 일부 구성만 평가대상특허들과 유사할 뿐, 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 것은 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음. 또한 본 선행 기술의 건조 처리 장치는 이동이 불가능한 대형 설비로 평가대상특허들의 이동형 비료 제조장치와는 기술적 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 동식물성 유기 폐기물로부터 액체 비료를 제조하는 대한 내용이 기재되어 유사성이 있으나, 평가대상특허들은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 방법 및 이동식 비료 제조장치라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

해외 선행기술분석 #5

서지사항

출원번호	US 13/591995	등록번호	US 9643868
출원인	EnviroKure, Inc.		
명칭	Method for treating animal waste		

도면 및 대표 청구항

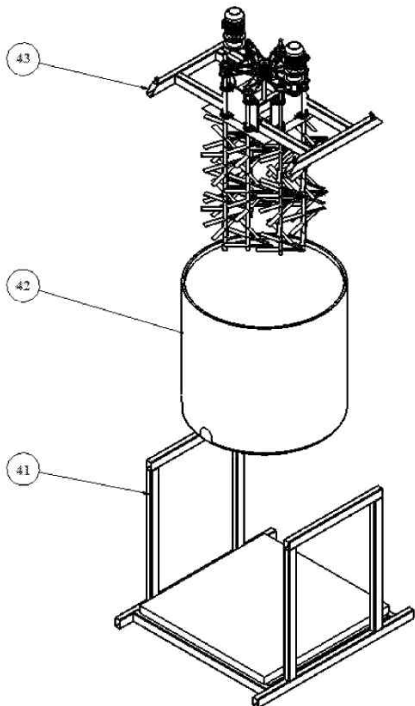


Fig. 2

A method for producing a liquid fertilizer from animal waste, the method comprising:

- a) adjusting moisture content and pH of the animal waste to produce an animal waste slurry comprising between about 40 wt % and about 95 wt % moisture and a pH between about 6 and about 7;
- b) allowing components of the animal waste slurry to remain in contact for between about 30 minutes and about 5 hours;
- c) reducing particle size of solids in the animal waste slurry;
- d) separating the animal waste slurry into a substantially liquid component and a substantially solid component; and
- e) subjecting the substantially liquid component to one or more processing steps comprising (1) aging the substantially liquid component to facilitate breakdown of solids remaining in the substantially liquid component (2) removing part or all of solids remaining in the substantially liquid component, and/or (3) reducing particle size of solids remaining in the substantially liquid component, thereby producing the liquid fertilizer;

wherein steps a) through e) are conducted within a pH range of about 6 to about 7.

평 가

분 야	본 선행 기술은 동물 폐기물에서 액체 비료를 생산하는 동물 폐기물 처리 방법에 관한 것임.
대 비	본 선행기술의 동물 폐기물의 수분 함량과 pH를 조절하여 얻어진 동물 폐기물의 슬러리를 분쇄하고 액체 성분과 고체 성분으로 슬러리를 분리하여 액체 성분을 액체 비료로서 활용하는 것은 일부 구성만 평가대상특허들과 유사할 뿐, 무기질 및 추가의 영양성분을 혼합하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 것은 기재가 되어 있지 않아 차이가 있음.
평 가	본 선행 기술은 동물 폐기물로부터 액체 비료 성분을 분리하여 제조하는 것에 대한 내용이 기재되어 있어 유사성이 있으나, 평가대상특허 1은 동물사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 복합비료를 제조하는 방법이라는 점에서 상당한 기술적 차이가 있는 것으로 판단됨.

(자료: 자체작성)

(2) 권리범위의 적정성과 사업 연관성

- 특허의 권리범위(보호범위)는 특허발명의 기술적 범위에 의해서 정해지고, 이 범위는 특허 명세서에 기재되어 있는 청구범위 내용에 의하여 정해진다. 특허권자는 업으로서 특허발명을 실시할 권리를 독점하고, 그 권리의 효력은 권리범위 내에서 일반 공중에 게 당연히 미친다. 따라서 특허의 권리범위 분석은 내재적 요건의 존부가 아니라 그 권리의 효력이 미치는 범위에 대하여 이루어져야 하는 것이다.
- 분석대상인 특허에 대하여 권리범위를 명확하게 해석하기 위해서는 그 명세서 내에 기재되어 있는 상세한 설명에서 발명이 이루고자 하는 기술적 과제, 발명의 구성 및 실시예와 관련된 동작 과정을 참고로 하여 분석하여야 한다.
- 평가대상특허의 권리범위의 광협은 해당 특허에서 독립항의 권리범위의 광협에 의해 결정된다. 이와 같은 관점을 기초로 평가대상특허의 권리범위의 적정성을 살펴보고자 한다.
- 평가대상특허 1의 독립항인 청구항 1을 살펴보면, 동물의 사체를 세절기로 세절하여 생석회와 교반통에 투입하는 단계, 원재료 교반 단계, 고온에서 생석회를 반응하는 단계, 수분 배출 및 생석회 반응 단계, 영양성분 추가 투입 단계, 유기-무기질 비료를 배출하는 단계를 포함하여 유기-무기질 비료를 제조하는 것을 특징으로 한다.
- 여기서, 비료 제조장치는 복수개의 회전교반통 및 열발생기를 구비하여 회전 방향을 다르게 하면서 가열하여 비료를 제조한다. 복수의 회전교반통이 서로 다른 방향으로 회전하고 복수의 열발생기로 각 회전교반통을 서로 다른 온도로 가열하면서 동물 사체와 생석회의 반응을 유도하는 것이 본 발명을 차별화시키는 핵심 구성 요소로 선행기술들과 차별화되도록 기재되어 있다. 이러한 구성은 조류 독감이나 구제역과 같은 전염성 병원균에 감염되어 집단적으로 폐사되어진 가축들의 사체를 이용하여, 산성화된 토양을 중성화시킴과 동시에, 토양에 필요한 각종 미네랄 성분들을 보충하여 제공할 수 있는 유기 및 무기질 비료를 제공하고자 하는 본원 발명의 목적 달성을 위한 핵심적인 구성으로 기재되어 있다. 그러나 평가대상특허 1은 회전교반통에 가해지는 온도가 비교적 구체적으로 한정되어 있어 권리범위는 협소한 수준인 것으로 보인다.
- 평가대상특허 2의 독립항인 청구항 1을 살펴보면, 세절된 동물 사체와 생석회 및 영양비료성분이 투입되는 원료 투입부와, 동물 사체와 생석회를 혼련 및 이송하는 교반이송부와, 미리 설정된 온도에서 화학적 반응작업을 수행하고 영양비료 성분을 추가하여 혼련 및 이송하는 반응이송부와, 완성된 유기 및 무기질 복합비료를 배출하는 제품산출부와, 차량에 탑재된 상태에서 지면에 안정되게 고정되는 장치설치부와, 제조 장치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- 여기서 비료 제조장치는 장치설치부를 통해 차량에 탑재되어 이동식 설비로 구성되어 폐가축 매몰지들에 이동되어 설치될 수 있으며, 이러한 구성이 본 발명을 차별화시키는 핵심 구성 요소로 선행기술들과 차별화되도록 기재되어 있다. 이러한 구성은 조류 독감이나 구제역과 같은 전염성 병원균에 감염되어 집단적으로 폐사되어진 가축들의 매몰지로 이동 설치되어 사체를 이용하여, 산성화된 토양을 중성화시킴과 동시에, 토양에 필요한 각종 미네랄 성분들을 보충하여 제공할 수 있는 유기 및 무기질 비료를 자

동적으로 제조하고자 하는 본원 발명의 목적 달성을 위한 핵심적인 구성으로 기재되어 있다. 평가대상특허 2는 이들 구성요소들을 통해 종래기술과 어느 정도 차별화되어 있다는 점에서 권리범위는 적정한 것으로 판단된다.

(3) 권리의 안정성

- 평가대상특허의 권리의 안정성은 선행특허들에 의하여 무효 가능성이 있는지를 살펴보는 것이기 때문에, 기본적으로 선행특허 분석을 수행함과 동시에 선행특허와 비교 분석을 통하여 무효 가능성 여부에 따른 권리의 안정성을 살펴본다.
- 평가대상특허 1은 동물사체 및 생석회 투입단계, 교반단계, 생석회 반응단계, 수분배출 단계, 영양성분 투입단계, 비료 배출 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이와 관련, 조사된 선행문헌 중 한국등록특허 10-1617170은 양돈농가 분뇨 및 폐사축 처리시스템 및 이를 이용한 퇴비 제조방법이라는 점에서 평가대상특허 1과 유사성이 어느 정도 있는 것으로 판단된다. 그러나 구체적으로 기술을 비교하면, 한국등록특허 10-1617170은 가축 사체를 파쇄하는 파쇄기와 분쇄기, 파쇄된 고형분을 교반하여 발효하는 교반부와 발효부를 통해 퇴비를 제조한다는 점에서 평가대상특허 1과 일부 기술적 유사성이 있으나, 한국등록특허 10-1617170에는 가축 사체 고형분에 생석회 및 영양성분을 투입하여 반응하는 기술이 개시되어 있지 않다는 점에서, 기술적 구성의 차이가 있을 것으로 인정되고 추후 무효심판에 의해 등록이 무효화될 가능성이 높지는 않을 것으로 판단된다. 따라서 평가대상특허 1의 권리 안정성은 양호한 수준으로 평가된다.
- 평가대상특허 2는 원료 투입부, 교반이송부, 반응이송부, 제품산출부, 장치설치부 및 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이와 관련, 조사된 선행문헌 중 한국등록특허 10-1633248은 가축 사체 처리시스템 및 처리방법이라는 점에서 평가대상특허 2와 유사성이 어느 정도 있는 것으로 판단된다. 그러나 구체적으로 기술을 비교하면, 한국등록특허 10-1633248은 가축 사체를 파쇄하는 파쇄유닛, 생분해제와 활성제가 함유된 물을 분사하는 처리유닛을 포함하여 가축 사체를 처리한다는 점에서 평가대상특허 2와 일부 기술적 유사성이 있으나, 한국등록특허 10-1633248에는 가축 사체 고형분에 생석회 및 영양성분을 투입하여 반응하여 유기-무기질 복합비료를 제조하는 기술과 차량에 비료 제조장치가 탑재되어 이동 가능한 구성에 대응하는 기술이 개시되어 있지 않다는 점에서, 기술적 구성의 차이가 있을 것으로 인정되고 추후 무효심판에 의해 등록이 무효화될 가능성이 높지는 않을 것으로 판단된다. 따라서 평가대상특허 2의 권리 안정성은 양호한 수준으로 평가된다.

2-11. 사업화 및 시장성 분석

가. 시장개요

(1) 시장의 정의

- 평가대상기술은 '전염병 등에 의해 폐사된 가축의 사체를 활용하여 유기-무기질 복합비료를 제조'하는 기술에 관한 것으로, 폐가축 매몰지 주변으로 이동하여 폐가축 사체에 생석회 및 영양성분을 부가하여 유기 및 무기질 비료를 제조함으로써 매몰지의 악취제거, 침출수 예방 및 친환경 비료 생산(가축사체 자원화)에 장점이 있는 기술이다.
- 평가대상기술인 '유기 및 무기질 비료 제조장치 및 방법' 기술을 사업화하려는 사업화 주체는 평가대상기술을 적용하여 구제역, 조류독감 등의 전염병에 의해 살 처분된 농가에 투입되어 폐가축을 원재료로 하여 복합비료를 제조함과 동시에 매몰지 주변의 환경오염을 방지하는 사업을 계획 및 진행 중이다.
- 평가대상기술이 포함되는 가축사체 자원화 분야는 가축의 사체 및 분뇨를 자원화하는 시장으로, 가축사체 자원화 분야에 대한 시장 형성은 파악이 어렵다. 이에 대체제로 볼 수 있는 동물용 의약품 시장을 통해 가축사체 자원화 분야를 예상해볼 수 있다. 2014년 동물 의약품 분야의 세계 시장 규모는 약 245억 달러이며 2020년 약 341억 달러에 이를 것으로 전망되었다. 2014년 동물 의약품 분야의 국내 시장 규모는 약 5,808억 원이며 2020년 약 1조 1천억 원에 이를 것으로 전망되었다.
- 평가대상기술이 포함되는 유기질 비료 지원 사업은 농림축산 부산물을 자원화하고 토양 비옥도를 증진하여 지속 가능한 친환경농업을 육성하고자 1999년부터 추진되어 왔다. 구체적으로는 농업경영체에게 유기질비료 구매 금액 중 일부를 지원하여 유기질비료 사용량을 확대하고 이를 통해서 가축분뇨 등 농림축산 부산물의 자원화 및 재활용을 촉진하고, 토양 유기물 함량을 높여 지력을 증진하고 토양환경을 보존하며, 궁극적으로는 지속 가능한 친환경농업을 육성하고자 함이 주요 골자이다. 유기질비료지원사업 예산은 1999년 이후 지속적으로 증가하여, 2013년 이후부터는 국고 약 1,600억 원 규모를 유지하고 있으며, 국고 보조금은 유기질 비료는 1,400원/20kg, 부숙유기질비료는 품질에 따라 800~1,100원/20kg을 지원하고 있다.

표 31. 유기질 비료지원사업 예산 추이 (자료 : 농림축산식품부 유기질비료지원사업 시행지침)

단위 : 백만 원

구분	2011 까지	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 이후
국고 (보조)	721,550	143,441	161,327	160,316	160,316	160,000	160,000	149,000

- 유기질비료 비중별로는 가축분퇴비 공급 비중이 가장 높으며 증가하는 추세이며, 유기질비료지원사업은 유기질비료 3종(혼합유박, 혼합유기질, 유기복합비료)과 부숙유기질비료 2종(가축분퇴비, 퇴비)을 대상으로 하고, 2016년 기준 가축분퇴비가 총공급량의 78%, 퇴비 6%, 유기질비료 16%를 차지하고 있다. 따라서 평가대상기술이 적용된 제품의 목표시장은 가축분 및 가축 사체가 포함되는 부숙유기질비료 시장으로 정의할 수

있다.

(2) 산업 특성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	시장집중도	B	신청기술이 속한 전후방 산업의 정의 및 적용 산업의 주요 특징에 대한 의견
		신제품출현빈도	D	

- 평가대상기술 관련 산업은 C20209(기타 비료 및 질소화합물 제조업) 산업으로 분류된다.
- 부산물비료는 무기질비료와는 다르게 자연 친화적인 비료로 알려져 있다. 1960~1990년대에 농산물 생산 증대와 이를 위한 무기질비료 지원이 정부의 중요한 비료정책이었다면 이후에는 그동안 화학비료에 제공한 다양한 지원을 부산물비료로 전환한 정책이 중심이다. 이는 그동안의 관행농업으로부터 친환경농업을 육성하겠다는 정부의 의지가 작용한 결과이다. 친환경농업을 위한 하나의 수단으로 부산물비료가 선택되었으며 이제 부산물비료는 중요한 농자재이면서 정책 대상이다.
- 부산물비료는 부속 여부에 따라 크게 부속유기질비료와 유기질비료로 구분되며, 전자는 대부분 가축분뇨, 음식물쓰레기, 톱밥 등의 유기성자원을 혼합하여 부속한 비료이다. 후자는 각종 박류를 이용한 부속하지 않은 상태의 유기물질이다. 각각의 성격과 제조과정, 원료 등에서 차이가 있어서 시장에서는 어느 정도 차별적인 대우를 받고 있다. 2014년 부산물비료에 대한 정부의 가격보조규모는 1,600억 원이고, 유기질비료에 대해서는 정액의 지원(1,400원/포)이, 부산물비료에 대해서는 등급별 차등화(700~1,200원/포)가 실시되고 있다.
- 부산물비료는 생물이다 보니 중간 유통에서 변질과 중량변화 등으로 인해 당해연도에 사용하지 않으면 제품으로서 가치가 사라지기에 하반기로 갈수록 판매경쟁은 더욱 치열해진다. 덩핑판매도 속출하며 부속유기질비료의 부재료인 톱밥이나 유기질비료의 주원료인 각종 박류는 대부분 수입에 의존하고 있다. 다양한 생산과 소비까지의 현장에 많은 문제가 있음에도 불구하고 부산물비료에 대한 심도 있는 연구는 거의 없다. 따라서 평가대상기술이 포함되는 부산물비료를 생산하는 기업과 산업을 중심으로 생산, 유통과 소비자들의 다양한 의견과 문제를 종합하여 개선책을 강구할 필요가 있는 특성이 있다.

(3) 산업 환경

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	시장집중도	B	신청기술이 속한 산업의 변화요인 및 발전추이 등에 대한 의견

- 평가대상기술과 관련한 유기질 비료 및 부산물 비료 산업의 동향을 살펴보면 다음과 같다.
- 가축분뇨 발생량에서 자원화 과정을 거쳐 처리되는 비율은 매년 증가세를 유지하고 있

다. 가축분뇨의 퇴비·액비 등 자원화 비율은 2010년 86.6%에서 2015년 90.2%로 3.6%p 증가하였다. 퇴비로 자원화되는 비율은 80% 수준을 유지하고 있는 반면, 액비로 자원화되는 비율이 지속적으로 증가하여 2015년 기준 가축분뇨 발생량의 10.2%가 액비로 처리되고 있다.

- 유기질 비료의 경우 기업규모의 영세성, 현장수요자 발굴과 판매에서의 부적절한 행위, 수입 원료의 적기, 적가 수입의 어려움, 원료의 구입과 제품판매 수입 회수간의 장기성, 가스발생과 품질 균일화 애로 등의 문제점이 있다.
- 부산물 비료와 퇴비의 경우에도 영세분산 기업, 생산방법과 기간 등의 다양화로 자동화 실현 애로, 생물이다 보니 균질 품질관리 애로 상존, 고품질 제품개발 유인 미흡, 자금회전 기간의 장기화 등의 문제점이 있었다.
- 더불어 유기질 비료는 비료공정규격 중 주성분 함량 및 이물질 사용, 유기질비료 지원제도, 유기질비료의 펠릿 문제, 유박비료원료 수입신고제도 개선에 대한 상황과 문제가 존재한다.
- 또한 부산물 비료 및 퇴비는 법적/행정상의 문제점, 대금결제상의 문제점, 불량비료에 대한 문제점, 공급 및 유통구조상의 문제점, 농협계통계약의 문제점, 톱밥 및 원자재 가격상승의 문제점, 유기질비료 공급의 계절성, 큰 부피로 인한 물류비용 부담의 문제점이 제기되었다.
- 농민들의 수요가 증대하고 있고 정책적인 면에서 중요성이 증가하고 있는 부산물 비료 산업의 육성 및 다양한 문제를 개선하기 위하여 부산물 비료 산업의 발전 및 육성방안에 대한 연구가 요구되고 있는 실정이다.

나. 시장동향

(1) 국내외 시장 동향

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	시장경쟁 변화	B	목표시장의 국내외 시장 변화 동향과 시장 동향 변화의 주요 원인 및 경쟁 구도 변화에 대한 의견
할인율	시장사업위험	시장집중도	B	
		시장경쟁성	C	

- 평가대상기술의 시장은 동물 사체 및 가축 부산물을 통해 비료를 제조하는 비료 및 부산물비료 시장이다.
- 국내경제는 세계경제와 밀접하게 연계되어 있고 국내경제는 농업에 영향을 미치게 된다. 그런 연계차원에서 세계경제의 활성화는 농업의 활성화 나아가 농자재 산업에도 긍정적인 영향을 끼치게 된다. 세계경제는 지금 여러 어려움들에 봉착하면서 성장에 어려움을 겪고 있는 것으로 나타나며, 미국의 재정상황 악화와 유럽 지역 국가들의 재정 불안정과 고용 저위, 일본의 경제침체 등 여러 가지 문제들이 산적해 있으며 자연히 선진국과 함께 세계경제의 정체 현상이 쉽게 개선되지 않는 것으로 나타난다. 국내의 경제상황도 민간소비와 건설투자의 위축, 가계부채의 증가가 우려되는 상황이 지속되고 있어 경제성장에 역행적인 모습을 보이고 있다.

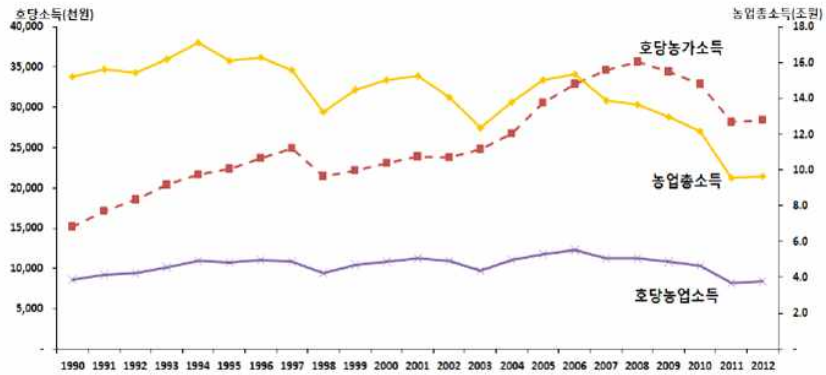


그림 78. 농업총소득과 농가소득 추이
(출처 : 한국농촌경제연구원, 2014.)

- 더불어 장기적 관점에서 농업총소득의 감소세가 지속되고 있다. 호당농가 소득과 농업 소득 역시 전반적인 하향세를 나타내며, 농가소득과 도시근로자 가구 소득간 차이를 보면 산업간 소득 불균형이 심화되고 있다는 것을 알 수 있다.
- 다른 조건이 동일하다면 부산물비료의 사용량은 기본적으로 경지면적, 이용면적과 비례한다. 이용면적이 늘어나면 잠재적인 부산물 비료의 수요량은 증가할 것이다. 친환경 농업이 확산될 경우 부산물비료의 수요량은 더 증가하게 될 것이다.
- 유기성 폐자원 가운데 부산물비료와 직접적인 연관이 강한 것은 현재까지는 가축분뇨와 음식물 쓰레기이다. 이들은 매년 발생량이 증가하고 있는 데 국가적인 차원에서 하나의 자원으로 적절한 재활용을 추구해야 한다. 이들의 발생증대는 퇴비화의 수요와 압력의 증가로 작용할 것이며 현재로서는 가장 적절한 처리방법인 것으로 평가된다.

표 32. 가축분뇨 발생량 및 자원화 현황

(자료 : 한국유기질비료산업협동조합. 2012. 「유기질비료산업현황」.)

단위 : 천 톤

연도	발생량	자원화물량			정화방류		해양배출	기타
		소계	퇴비	액비	개별처리	공공처리장		
2004	41,171	33,159	32,661	498	1,398	2,331	2,346	1,937
2005	41,846	34,345	33,196	1,149	1,407	2,784	2,745	565
2006	43,915	36,204	34,904	1,300	1,473	3,039	2,607	592
2007	45,145	37,574	35,780	1,794	1,508	2,871	2,019	1,173
2008	41,743	35,207	32,912	2,295	1,184	2,907	1,460	985
2009	43,703	37,396	34,742	2,654	1,199	2,973	1,171	964
2010	46,534	40,286	37,220	3,066	1,427	2,727	1,070	1,204
2011	42,685	37,396	34,393	3,003	1,527	2,057	767	938
2012	46,489	41,236	37,656	3,580	1,999	2,211	0	1,043

- 환경부의 자료에 의하면 가축분뇨 및 음식물 쓰레기는 총발생의 95% 정도가 재활용되고 있으며 이 가운데 사료화가 40.7%, 퇴비화가 49.7%로 집계되고 있다.

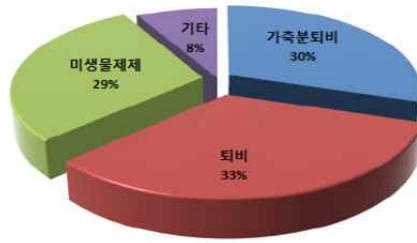


그림 79. 부산물비료 생산업체 비중
(출처 : 한국유기질비료산업협동조합, 2013)

- 한국유기질비료산업협동조합의 자료에 개시된 부산물비료의 생산업체의 비중을 보면 퇴비가 33%, 가축산분뇨 퇴비가 30%로 비슷한 비중을 나타낸다. 미생물제제도 29%에 이르고 있어 원료물질이 다양하게 사용되고 있는 것으로 나타난다. 즉, 부산물비료의 원료가 다양화되고 있는 추세에서, 평가대상기술의 전염병 등에 의해 폐사된 가축의 사체를 비료로서 활용할 경우 부산물비료 시장 변화에 효과적으로 대처하고, 해당 시장의 발전 및 고부가가치화를 실효성 있게 추진할 수 있을 것으로 판단된다.
- 최근 몇 년 동안 비료생산업체 수의 변화가 거의 없거나 소폭 감소하며 기술발전 주기가 빠르지 않은 점에서 현재 비료 및 부산물비료 시장의 지배 및 경쟁정도, 시장집중도는 보통 수준인 것으로 보이며, 평가대상기술이 속한 목표시장에서 경쟁기업 및 경쟁제품이 일부 존재하는바 시장 경쟁성은 보통 수준인 것으로 판단된다.

(2) 동업계 현황 및 시장 점유율

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	시장집중도	B	동업계 경쟁업체의 최근 매출규모, 영업이익 수준, 시장점유율, 시장집중도(CR(시장집중도)지수값 등 이용) 등 동업계 현황에 대한 의견
		시장경쟁의 변화	B	
할인율	시장사업위험	영업이익성	B	
기술기여도	사업성	예상시장점유율	B	

(가) 동업계 현황

- 국내의 가축사체 처리관련 연구는 대부분 전염병 확산방지, 매몰지 사후처리 및 관리, 동물복지와 환경오염 등이 고려된 안전한 사체처리 중심으로만 이루어지고 있으며, 현재까지 가축전염병으로 살처분된 가축사체의 재활용연구는 거의 이루어지지 못하였다. 일부 수행된 살처분 가축사체의 재활용 연구도 자원으로서의 가능성만 제시된 기초연구로 실제 현장에 적용하기 위한 체계적인 연구와 대안이 필요한 실정이다.
- 평가대상기술 제품과 관련 제품을 출시한 대표적 기업으로, 효성오앤비(주), (주)농경, (주)차세대케미칼, (주)신성미네랄 등과 같은 기업에서 유기질 비료를 생산 및 판매하고 있다. 또한, 남해화학(주), (주)카프로, (주)풍농 등이 복합비료를 포함한 다양한 제품군의 비료를 생산하고 있다.

- 비료에 대한 내수소비량의 격감에 따라 비료회사들의 공장 가동률도 2010년 66% 수준으로 하락하였다. 비료업체들의 국내시장 소비 감소추세를 타개하기 위해 수출시장 개척에 적극적으로 나선 결과 비료수출이 증가되었다. 2010년 비료수출액은 5억 6천만 달러 수준이었던 것으로 확인되며, 총 수출액의 43.8%를 남해화학(주)에서 차지하였다.

(나) 시장점유율

- 2010년 한국비료공업협회에 등록된 비료회사는 11개사이고 이 중에서 매출액과 생산능력 기준으로 남해화학이 가장 큰 것으로 조사되었다. 2010년 기준으로 남해화학은 4천 9백억 원의 매출액을 기록하였고 (주)카프로는 약 1천억 원, (주)동부한농은 약 2천억 원의 매출액을 기록하였다.
- 다만, 조사된 11개사는 주로 복합비료 및 용성인비를 제조 및 판매하고 있는 기업들로, 평가대상기술인 동물 사체를 활용한 비료, 즉 부산물비료를 취급하지 않고 있는 것으로 나타나 평가대상기술의 시장과 직접 비교하기는 어려운 것으로 판단된다.

표 33. 2010년 기준 한국의 비료생산업체 (자료 : 한국비료공업협회)

단위 : 천 톤, 억 원, %						
업체명	비종	생산능력	준공일자	소재지	2010 매출액	비중
남해화학(주)	복합비료	1,360	77.08	전남여수	4,908	42.5
(주)카프로	황산암모늄	680	74.12	경남울산	1,151	10.0
(주)동부한농	복합비료	580	67.03	경남울산	2,296	19.9
(주)풍농	소계	458	-	-	1,258	10.9
복합비료	350	79.03	충남장항	-	-	
용성인비	108	67.12	춘남장항	-	-	
KG	소계	380	-	-	839	7.3
케미칼(주)	복합비료	300	85.02	경남울산	-	
황산가리	45	82.11	경남울산	-	-	
과석	35	66.06	경기부천	-	-	
삼성정밀화학(주)	요소	340	67.04	경남울산	106	0.9
(주)조비	복합비료	257	68.12	경남울산	452	3.9
(주)협화	복합비료	200	01.03	경북포항	526	4.6
합계	-	4,314	-	-	11,536	100.0

- 2014년 KREI에서 실시한 “부산물비료회사 설문” 결과 1개 부산물비료 회사에는 약 15명의 종업원들이 종사하고 있는 것으로 조사되었다. 정규직은 회사당 약 7~8명 수준이며 비정규직은 이보다 많은 8~9명 정도인 것으로 조사되었다. 종업원들의 인건비는 월 평균 230만~270만원 수준이었고 근로조건도 양호한 편이 아니다.

표 34. 2014년 기준 조사대상기업 부산물비료 매출액
(자료 : KREI 부산물비료회사 설문결과 (2014. 6.))

단위 : 억 원				
구분	2010	2011	2012	2013
부숙유기질	12.3	12.8	14.8	16.6
유기질	21.5	18.2	21.4	22.0
혼합	48.6	54.2	47.7	58.2

- 부산물비료를 생산하는 대부분의 기업 매출액은 매년 증가하고 있으며, 부산물비료 회사는 2013년 약 58억 원의 매출을 기록하고 있어, 한국비료공업협회에 등록된 11개 비료회사에 비하여 매우 열악한 사업 규모를 가지고 있는 것으로 확인된다. 즉, 평가대상 기술 제품을 기반으로 사업화 주체의 시장점유율 확보가능성은 높지 않을 것으로 평가되나, 평가대상기술 자체만 평가한다면, 성장기 진입단계이기 때문에 관련 제품의 경쟁력 강화 및 매출 증대에 따른 시장 점유율 상승을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

다. 시장규모 및 특성

(1) 국내외 시장 규모

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
할인율	시장사업위험	시장성장성	B	신청기술 적용 제품의 국내외 시장규모

- 평가대상기술은 폐가축 사체로 비료를 제조하는 기술로 가축 부산물을 이용한 부산물 비료에 포함된다.
- 최근 들어 가축전염병 발생으로 인해 매년 엄청난 경제사회적 피해를 입고 있으나, 이들 가축전염병 이외에도 축산농가에서 폭염, 질병 등에 의해 자연사한 가축도 매년 엄청나게 발생하고 있으며, 유기동물의 자연사나 안락사에 의해서 가축사체가 발생되고 있다. 일반 축산농가에서는 자연사한 가축이 전체 가축의 1~5% 정도로 발생되고 있는 실정이며, 이들 가축사체는 가축전염병에 걸리지 않아 대부분 적절한 처리가 이루어지지 못하고 불법매립과 무단방치 되고 있어 이들에 의한 환경오염 가능성이 제기되었다. 특히, 자연사한 가축사체 처리는 국내에 법적인 규제가 없어 처리가 거의 이루어지지 않아 직·간접적인 환경문제가 발생되고 있어 오히려 이들의 처리는 법의 제재가 없는 오염의 사각지대로 변해가고 있는 실정이다.
- 폭염으로 인한 폐사가축은 2012년에 130만여 마리의 가축사체가 발생되었으며, 전북지역에서 65만 5,000여 마리의 가축이 폐사되어 피해가 가장 심각하였다. 또한 2013년에는 폭염으로 118만 2천여마리가 폐사되어 매년 엄청난 가축사체가 발생되고 있으나, 이들 사체는 대부분 무단매몰 되거나 방치되고 있어 축산농가 주변은 폐사가축에 의한 환경문제도 축산분뇨와 더불어 심각한 실정에 있다. 2013년 정읍 영원면 A양계장에서 폭염으로 폐사된 닭 사체를 불법 매립하였으며, 이로 인해 주변에 심한 악취와 침출수가 발생하였으며, 특히 발생된 침출수의 BOD 농도는 52,000 ppm으로 일반하천 수질기준의 5천배에 해당되는 높은 수치를 보였다.
- 현재 전 세계적으로 가축전염병으로 살처분된 가축사체를 대상으로 자원화하기 위한

연구는 거의 진행된 적이 없다. 일부 국내·외 연구기관에서는 유용자원인 가축사체를 랜더링 처리법이나 알칼리 가수분해법으로 처리하여 그 부산물을 대상으로 퇴·액비화를 시켜 농업적으로 활용 가능한 비료학적 가치를 구명한 바 있으나, 살처분 가축사체의 재활용 연구도 자원으로서의 가능성만 제시되어 실제 현장에 적용하기 위한 체계적인 연구가 필요하다.

- 국내 부산물비료 시장은 부숙유기질비료와 유기질비료로 대별된다. 전체 업체 수는 1500여개(2013년 기준)로 추정되며 2000년대 중후반까지 증가하다가 최근 약간 감소하는 모습이다. 이중 부숙유기질비료 생산업체는 1164개사(76%)이며 유기질비료 업체는 368개사(24%)이다. 비종별로 보면 퇴비 생산업체가 33%이며 가축분퇴비는 30%로 비슷하며 미생물제제도 29%를 차지하고 있다.
- 부산물비료의 연간 판매량은 약380만 톤으로서 2000년대 초반과 비교할 때 2배 정도가 증가했다. 물량을 기준으로 보면 부숙유기질비료와 유기질비료가 85:15의 비율이지만 증가속도에서는 유기질비료가 훨씬 앞서고 있다. 약59만 톤의 연간 판매량을 나타내는 유기질비료는 2000년대 초반 15만 톤에서 무려 4배가 증가했다. 상대적으로 부숙유기질비료는 같은 기간 1.5배 증가해 약320만 톤이 판매되고 있다.

표 35. 2013년 기준 부산물비료 시장 규모

구분	유기질		부숙유기질					계
	유기계	%	가축분퇴비	퇴비	기타	부숙계	%	
2004	98.042	19.3	7.269	374.546	27.854	409.697	80.7	507.739
2006	151.576	24.1	24.517	405.960	47.115	477.592	75.9	629.168
2008	192.801	29.9	29.358	386.607	35.289	451.254	70.1	644.055
2009	168.649	23.7	45.334	441.125	55.553	542.012	76.3	710.661
2010	161.153	24.8	156.941	307.406	23.030	487.378	75.2	648.531
2011	186.335	28.7	303.480	145.072	13.930	462.482	71.3	648.817
2012	242.360	30.7	397.260	131.264	18.445	546.969	69.3	789.329
2013	244.850	30.5	362.160	160.208	35.910	558.278	69.5	803.128

- 부산물비료 업체 1개사당 판매량의 변화는 연도에 따른 증감이 존재하지만 전반적으로 조금씩 커지고 있는 추세다. 2000년대 초반 1개회사당 판매량이 1700톤 정도였는데 최근에 와서는 35%이상 증가해 2300여 톤을 보인다.(부숙유기질비료 2800톤, 유기질비료 1600톤). 이와 같이 부산물비료의 생산·판매량이 늘면서 전체 시장은 2000년대 초반 5000억 원에서 2013년 8000억 원으로 규모가 확대됐다. 부숙유기질비료는 4000억 원에서 5580억 원 규모로, 유기질비료는 1000억 원에서 2450억 원 수준으로 성장하였다.
- 부산물비료의 시장 확대는 정부의 유기질비료지원사업의 결과라고 볼 수 있다. 1998년 농협에서 자체사업으로 부산물비료에 100억 원을 지원했고, 2000년 농식품부가 부산물비료 지원 예산 편성을 시작해 2009년까지 4425억 원을 지원했다. 지금까지 정부가 지원하는 부산물비료의 공급물량은 꾸준히 증가해 왔다. 2013년 1660억을 지원했으며 그 해 판매량 380만 톤 중 290만 톤이 정부 지원의 가격보조 물량으로서 전체의 76%에

이르렀다. 2015 정부는 1600억 원을 지원해 320만 톤의 부산물비료를 보조하며 당분간 비슷한 수준의 지원이 이어질 것으로 예측된다.

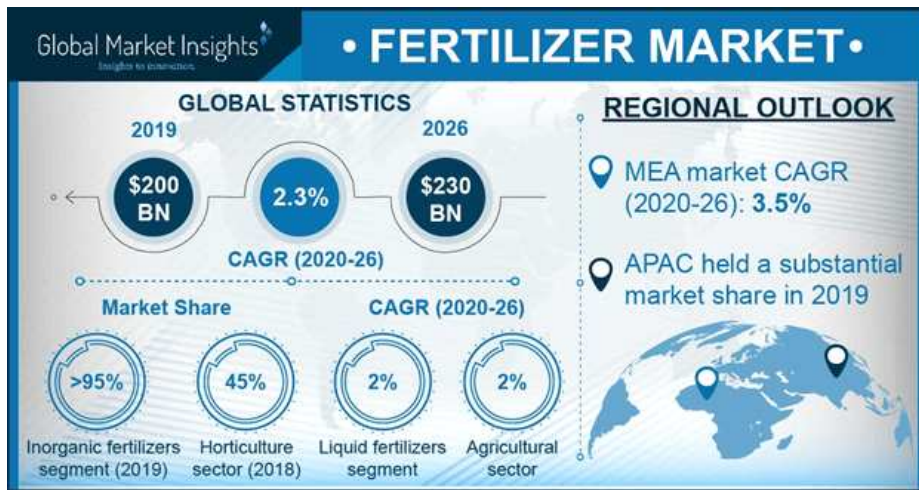


그림 80. 글로벌 비료 시장 규모 및 전망
(출처 : Fertilizer Market Size, Global Market Insight, 2019)

- 세계 비료 시장 규모는 2019년 약 2천억 달러 규모로 2019년에서 2026년까지 연평균 성장률이 2% 이상 증가할 것으로 예상된다.



그림 81. 글로벌 오가닉 비료 시장 규모 및 전망
(출처 : Global Organic Fertilizer Market, technavio, 2018)

- 부산물비료가 포함되는 오가닉 비료 세계 시장 규모는 2018년 약 13억 달러 규모로 2018년에서 2023년까지 연평균 성장률이 14%로 증가할 것으로 예상되었다.
- 오가닉 비료 시장의 성장을 이끄는 주요 요인은 인구 증가로 인한 식품 수요의 증가이다. 전 세계적으로 빠른 인구 증가는 전 세계 유기농 비료 시장을 이끄는 중요한 요소이다. 인구가 증가함에 따라 식량에 대한 수요가 증가하고 유기 비료에 대한 수요가

증가하게 된다. 급속한 도시화로 경작 가능한 토지가 줄어들고 식량 부족과 곡물, 채소 및 기타 농업 생산량에 대한 수요가 증가함에 따라 향후에도 유기농 비료와 같은 친환경적으로 지속 가능한 제품에 대한 의존도가 높아질 것으로 예상된다.

(2) 시장의 특성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	시장집중도 신제품출현빈도	B D	시장에 영향을 미치는 핵심요인 등 시장특성에 대한 의견

- 국내에서는 축산업의 고도성장으로 인한 집약화 및 대규모화에 따라 사육두수는 매년 꾸준히 증가하고 있다. 하지만, 최근 들어 가축전염병으로 인해 국내 축산업이 심각한 경제적 피해를 입게 되면서 살처분된 가축에 대한 처리문제와 이들 살처분된 가축들이 환경에 미치는 영향에 대해서는 국내에는 물론 세계적으로 첨예의 관심사가 되고 있다.
- 우리나라는 2010년 구제역 및 조류인플루엔자 발생으로 인해 막대한 경제적 사회적 피해가 발생되었으며, 특히 구제역 발생으로 인해 2000년에 3,006억원, 2002년에 1,434억원, 2010년에 1,565억원 및 2011년에 약 3조원의 심각한 경제적 손실액이 발생되었다.
- 2014년 1월에 시작된 조류인플루엔자는 전국 518개 농가에서 발생되었고, 현재까지 살처분된 가금류는 약 1,374만 4,000마리에 달하고 있으며, 피해액이 약 1,400억원으로 가축전염병에 의한 경제적, 사회적 피해가 매우 심각한 실정이다. 또한 조류인플루엔자는 인체 감염에 대한 위험성이 있어 추가적인 위험이 발생할 수 있다.
- 이와 같이 우리나라에서 발생하는 가축전염병은 해마다 발생하여 국민을 불안하게 하고 있어 가축사육 농가의 경제적 피해를 최소화시키고, 가축전염병 발생지역의 환경오염방지를 위한 다각적인 노력이 필요한 실정이다.
- 평가대상기술 관련 유기질비료(부산물비료 포함)는 총판매량의 74%가 정부 지원으로 공급되며, 특히 2014년부터 2016년 사이에 정부지원이 크게 증가한 것으로 확인된다.
- 유기질비료는 총판매량이 크게 줄어들면서 정부 지원 공급량 비중이 최근 3년 동안 약 30%p 증가하였고, 2016년도에는 총판매량의 81%를 정부 지원으로 공급한 것으로 나타났다. 부숙유기질비료의 정부 지원 공급량 비중은 약 70%를 유지하고 있으며, 2016년도는 소폭 증가한 73%를 나타내었다.

표 36. 유기질비료 총 판매량 중 정부 지원 규모

단위 : 천 톤

구분	연도	2014	2015	2016
유기질비료	총판매량(A)	819	598	575
	정부지원 공급량(B)	415	448	463
	B/A(%)	50.7%	74.9%	80.5%
부숙유기질비료	총판매량(C)	3,016	3,372	3,328
	정부지원 공급량(D)	2,156	2,327	2,423
	D/C(%)	71.5%	69.0%	72.8%
합계	총판매량(E)	3,835	3,970	3,903
	정부지원 공급량(F)	2,571	2,775	2,886
	E/F(%)	67.0%	69.9%	73.9%

주 : 유기질비료는 혼합유박, 혼합유기질, 유기복합이며, 부숙유기질비료는 퇴비와 가축분퇴비임.

자료 : 총판매량은 2017비료사업통계요람에 실린 농촌진흥청 집계자료(5월)임. 보조 공급량은 농식품부 내부자료임

- 이와 같이 평가대상기술 관련 유기질비료는 대체로 정부 지원 또는 농협과의 계약을 통해 공급이 이루어지고 있다. 친환경 농업에 대한 정부 정책 및 농가 수요가 증가하는 시장 환경에서 전염병으로 인해 폐사된 가축을 활용하여 복합비료를 생산하는 사업은 2차 전염 및 농가소득 창출과 같은 수요 증가로 인해 꾸준히 성장할 것으로 예상된다.
- 특히 국가적인 차원에서 유기성 자원의 발생이 증가하고 이것의 적정 처리에 대한 수요가 증가하고 있는 상황에서, 폐가축 사체 및 가축 분뇨의 자원화, 특히 비료화가 필요한 실정이다. 유기질비료 및 부산물비료와 관련된 대부분의 정책은 매우 우호적인 외부환경요소로 작용한다. 부산물비료 구입에 대한 정부의 보조지원은 시장성장과 안정화에 절대적으로 기여하고 있으며, 부산물비료 생산회사에 대한 시설현대화자금과 환경정책자금의 지원도 기업들의 생산 환경 개선이 이바지할 것으로 판단된다.

(3) 경쟁상황 등

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	시장집중도	B	목표시장의 구조, 진입장벽, 독과점 여부, 경쟁제품과다 여부 등에 대한 분석 및 진단 내용
		시장경쟁변화	B	
		예상시장점유율	B	
할인율	시장사업위험	시장경쟁성	C	
		시장진입가능성	B	

- 상술한 바와 같이 평가대상기술 관련 목표시장은 진입장벽이 크지 않고 특정한 선도 기업이 많지 않아 기업간 경쟁이 다소 낮은 시장인 것으로 판단된다.
- 더불어 평가대상기술은 동물 사체를 이용하여 복합비료를 생산함과 동시에 폐가축 매몰지 주변으로 이동하여 폐가축을 현장에서 바로 처리할 수 있어 악취 및 침출수 방지 등의 효과를 거둘 수 있는바 이러한 점은 평가대상기술의 기회요인으로 작용할 것으로 판단된다.
- 다만, 부산물비료 공급 사업은 대체로 지방정부 또는 농협 주도로 이루어지고 있고 사

업 특성 상 소규모 기업을 구성하고 있어 해당 시장에서는 시장 진입이 수월하지 않은 분야로서 시장 집중도가 낮은 것으로 판단된다. 또한 향후에도 시장경쟁 상황이 급변하지는 않을 것으로 예상된다. 규모의 경제 측면에서 생산량 증대에 따른 품질 향상을 통한 제품 차별화가 이루어진다면 타업체의 시장진입 가능성은 낮은 수준으로 평가된다.

라. 수요 전망

(1) 국내외 시장 전망 및 시장점유율 확보 가능성

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
기술의 경제적수명	시장요인	예상시장점유율	B	신청기술에 대한 시장분석 결과(시장규모, 경쟁상황 등)를 토대로 한 국내외 시장전망 및 신청기술의 시장전망에 대한 의견
할인율	시장사업위험	시장성장성	B	
기술기여도	사업성	수요성	B	

- 현재 전 세계적으로 가축전염병으로 살처분된 가축사체를 대상으로 자원화하기 위한 연구는 거의 진행된 적이 없으며, 일부 국내·외 연구기관에서는 유용자원인 가축사체를 랜더링 처리법으로 처리하여 그 부산물을 대상으로 퇴·액비화를 시켜 농업적인 활용 가능성을 제시한 기초연구가 수행된 바 있다. 또한 알칼리 가수분해법을 이용한 가축사체 처리 후 자원재활용을 위한 Lab-scale의 기초연구가 최근에 수행되었으나, 살처분 가축사체의 효과적인 처리와 재활용을 위한 현장 중심의 체계적인 자원화 연구가 필요하다.
- 평가대상기술이 포함된 부산물비료 시장을 둘러싼 기본적인 거시변수인 경지면적과 친환경농업의 정체 및 감소는 분명 시장 축소를 야기하는 위협 요인으로 작용할 것이다.
- 그러나 부산물비료와 관련된 각종 처리대상 유기물의 발생량이 지속적으로 증가하고 정부에서 적극적으로 유기성 자원의 재활용을 지지하는 정책 및 보조금을 지원하는 것은 부산물비료 시장 확대에 크게 기여할 것으로 판단된다.
- 동시에 농민들의 친환경 비료 사용 및 토양의 질적 개선에 대한 인식 전환에 의해 부산물비료 시장의 미래 성장은 쉽게 예견될 수 있으며, 현재 정부 지원과 정책적 배려가 지속된다는 전제에서 이러한 판단은 합당할 것으로 보인다.
- 평가대상기술의 사업화 주체는 정기적으로 발생하는 전염병에 의한 폐가축 사체를 처리함과 동시에 폐가축 사체를 통해 유기-무기질 비료를 현장에서 생산 및 판매함으로써 농가 소득에 일정 기여할 수 있고, 친환경 비료 생산 및 판매에 따른 정부 지원을 기대할 수 있다. 실제 사업화 주체는 2018년 오리 농가에서 평가대상기술이 적용된 제품을 통해 폐사된 오리를 처리하여 농가로부터 높은 만족도를 얻어낸 성과가 있는바 향후 시장에서 충분히 시장점유가 가능할 것으로 판단된다.

(2) 시장의 기회/위협 요인과 발전 전망

평가표	구분	항목	등급	주요 내용
할인율	시장사업위험	시장성장성	B	시장분석 결과에 근거한 목표시장 및 신청기술에 의한 제품 시장의 발전전망에 대한 의견
기술기여도	사업성	수요성	B	
		시장진입가능성	B	

- 평가대상기술의 시장의 기회/위협요인을 살펴보면 다음과 같다.

표 37. 평가대상기술 관련 기회/위협 요인 분석

Opportunity(기회)	Threat(위협)
<ul style="list-style-type: none"> - 유기성 폐기물 처리에 대한 수요 증가 - 친환경 비료 사용에 대한 농가 인식 개선 - 친환경 비료 구매 농가에 대한 정부의 보조금 지원 	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경 농업 규모 정체 - 짧은 유통 및 보관 기간 - 해외 시장 진출 가능성 낮음

- 평가대상기술이 적용되는 분야는 전염병에 의해 폐사된 가축의 사체를 비료로 생산하는 분야로, 이렇게 생산된 유기-무기질 비료를 1년 이상 품질을 유지하면서 보관하는데 상당한 애로가 있으며 이는 반드시 해결해야 하는 당면 과제일 것으로 판단된다.
- 다만 고도 기술을 요하는 비료가 아니다 보니 기업 간 연구개발 경쟁이 치열하지 않고 농협 주도의 계약과 공급 시장에서 표면적 가격 경쟁이 일어나지는 않을 것으로 보인다. 또한 농민들의 충성 구매율이 높다는 평가는 그만큼 경쟁을 저감시키는 요인이 될 수 있다.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

○ 최종목표

- 이동식 열화학적 처리 장치 개발하고 이를 이용한 매몰지 복원 기술 개발
- 열화학적 처리 장치로부터 발생된 부산물을 활용한 친환경 퇴비화 기술 개발

○ 연구 개발 내용

- 가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토
- 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과
- 가축 사체의 퇴비화 공정
- 발효 퇴비의 부숙도/안정성 평가, 대기오염물질 분석
- 작물 생산에 시용 및 시비량 산정
- 경제성 평가 및 기술의 차별성 검증
- 열화학적 처리된 매물 사체의 생물학적 안전성 평가
- 매물 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가
- 친환경업사이클링 매물사체 처리 장치 시제품개발
- 대기오염물질 발생 저감 장치 구축
- 열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행
- 사업화 및 시장성 분석

3-2. 목표 달성여부

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토	5	100	'비료 공정 규격 설정 및 지정'과 '축산물 위생관리법 시행규칙'을 검토하여 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정하여 활용하는 것을 제안함.
가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과	10	100	수은 등 중금속 8종 및 생물학적 안전성 평가, 부숙도를 측정함. 수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이로 나타남. 대장균 O157:H7 및 살모넬라 균이 미검출되어 생물학적으로 안전함.
가축 사체의 퇴비화 공정	10	100	열화학적 처리된 사체의 퇴비화를 위하여 수분조절제로 케냐프와 벚짚을 이용. NH3, CH4, H2S, CO2를 측정하고, 퇴비화 진행 후의 시료의 이화학적 분석 수행.
발효 퇴비의 부숙도/안정성 평가, 대기오염물질 분석	10	100	퇴비 부숙도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부숙도를 평가함. 열화학적 처리 장치에서 발생하는 다이옥신 및 휘발성유기화합

			물을 분석하였음. TVOC, Benzen, Toluene의 농도는 기준치 이하로 나타남.
작물 생산에 시용 및 시비량 산정	10	100	매몰지 시료 함량을 달리하여 토양을 조성하고, 상추를 재배하여 상추의 잎의 길이, 잎의 개수, 엽장, 엽폭, 잎의 건조 전 무게, 건조 후 무게 엽록소 값을 측정함
경제성 평가 및 기술의 차별성 검증	5	100	평가대상기술이 적용된 제품은 현재 가축 농가에 실제 투입되어 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 확인되며, 기존 매몰 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단됨.
열화학적 처리된 매몰 사체의 생물학적 안전성 평가	10	100	열화학적 처리된 시료의 Berlese funnel extraction 방법으로 미세 곤충 검출, 종란집중법으로 바이러스 분석, 미생물들이 가지고 있는 보존서열 DNA를 분석을 수행함
매몰 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가	5	100	퇴비화 시료의 Berlese funnel extraction 방법으로 미세 곤충 검출, 종란집중법으로 바이러스 분석, 미생물들이 가지고 있는 보존서열 DNA를 분석을 수행함
친환경업사이클링 매몰사체 처리 장치 시제품개발	15	100	가축 사체의 파쇄, 생석회 투입 및 혼합, 200 ℃ 내지 500 ℃의 열처리를 단계별로 수행하는 열화학적 처리 장치 개발
대기오염물질 발생 저감 장치 구축	5	100	가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용
열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행	10	100	충남 부여군 홍산면(닭), 충남 홍성군 광천읍(돼지), 충남 서산시 팔봉면(돼지) 등 4개 지역에서 개발된 열화학적 처리 장치를 활용하여 매몰지 복원 사업을 수행함
사업화 및 시장성 분석	5	100	시장의 정의, 산업 특성 및 환경, 국내외 시장 동향을 분석하였음
합계	100점	100	전체적으로 연구 계획 대비하여 충실하게 수행함

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 개발된 장치의 활용을 위해서 향후 현장에서 다양한 시도가 이루어져야 하며, 현장 적용 과정에서 발생된 문제에 대해서는 피드백을 통한 장치의 성능 개선이 필요함

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 현재 전 세계적으로 가축전염병으로 살처분된 가축사체를 대상으로 자원화하기 위한 연구는 거의 진행된 적이 없다. 일부 국내·외 연구기관에서는 유용자원인 가축사체를 랜더링 처리법이나 알칼리 가수분해법으로 처리하여 그 부산물을 대상으로 퇴·액비화를 시켜 농업적으로 활용 가능한 비료학적 가치를 구명한 바 있으나, 살처분 가축사체의 재활용 연구도 자원으로로서의 가능성만 제시되어 실제 현장에 적용하기 위한 체계적인 연구 및 결과 필요하다.
- 국내 축산업이 심각한 경제적 피해를 입게 되면서 살처분된 가축에 대한 처리문제와 이들 살처분된 가축들이 환경에 미치는 영향에 대해서는 국내에는 물론 세계적으로 첨예의 관심사가 되고 있다. 우리나라는 2010년 구제역 및 조류인플루엔자 발생으로 인해 막대한 경제적 사회적 피해가 발생되었으며, 특히 구제역 발생으로 인해 2000년에 3,006억원, 2002년에 1,434억원, 2010년에 1,565억원 및 2011년에 약 3조원의 심각한 경제적 손실액이 발생하였다.
- 2010년부터 조류독감(AI), 구제역 발생시 자연매물, 통매물, 호기호열 방식 등으로 처리하면 3년이 경과하면 전부 처리가 되어 퇴비로 사용할 수 있다고 하였으나, 실제로는 처리가 미완적이며 토양오염과 냄새로 인한 민원 등이 지속적으로 발생하고 있다. 랜더링으로 처리하는 방법도 기존의 스팀방식은 동물사체에 충분한 열을 전달할 수 없어 살균효과가 떨어질 뿐 아니라 처리시 스팀으로 가열하는 방법은 악취가 심해 2차민원이 발생하고 있으며 건열식도 열매체를 가열하여 장비의 외부를 데우고 장비 내부의 사체를 가열하는 데는 물리적으로 시간이 오래 걸릴뿐더러 효율 또한 떨어진다. 이번에 개발한 장비는 1차로 생석회와 균일하게 파쇄한 사체를 화학 반응시켜 100°C의 열로 멸균을 시키고 교반조 내부에서 연속적인 반응을 유도하고 2차로 버너로 가열하여 최고 600°C의 열로 살균과 수분조절을 실시하며 마지막으로 톱밥을 섞어주어 화학적 부숙과정을 통해 미생물과 수분조절을 할 수 있는 퇴비를 배출한다. 이렇게 만들어진 제품은 농가에서 바로 사용할 수 있는 알칼리 유기질 비료로 처리 직후 악취가 거의 나지 않고 pH11상태에서 멸균 및 살균을 하기 때문에 침출수의 누출이 없으며 토양 및 지하수의 오염도 없다. 장비의 대형화는 AI, 구제역, ASF 발생시 신속하고 빠른 대처로 방역효과를 극대화할 수 있다.
- 가축분뇨 등 농림축산 부산물의 자원화 및 재활용을 촉진하고, 토양 유기물 함량을 높여 지력을 증진하고 토양환경을 보존하며, 궁극적으로는 지속 가능한 친환경농업을 육성할 필요가 있다. 부숙유기질비료의 부재료인 톱밥이나 유기질비료의 주원료인 각종 박류는 대부분 수입에 의존하고 있어 수입 대체 효과가 있다. 친환경 농업에 대한 정부 정책 및 농가 수요가 증가하는 시장 환경에서 전염병으로 인해 폐사된 가축을 활용하여 복합비료를 생산하는 사업은 2차 전염 및 농가소득 창출과 같은 수요 증가로 인해 꾸준히 성장할 것으로 예상된다.

붙임. 참고문헌

- 강미아, 김미선, 최병우, & 손호용. (2012). 구제역 가축 매몰지 침출수의 물리 화학적특성과 유기물질 성상분석. 한국미생물·생명공학회지, 40(2), 128-134.
- 강향원, 박향미, 고지연, 이재생, 김민태, 강위금, 이동창, 문현팔. (2001). 계분퇴비 퇴비화시 악취발생의 최소화를 위한 적정 공기주입을 규명. 한국환경농학회지, 20(4), 225-231.
- 김건하. (2018). 가축매몰지 소멸시 잔존물 처리방안. 상하수도학회지, 32(3), 269-277.
- 김윤석, 이동훈, 배경숙, 박희문, & 이영하. (1998). 우분 퇴비화에 미치는 섬유질분해 고온균의 접종 효과. 환경생물학회지 (환경생물), 16(3), 263-272.
- 김현태, 이민호, 와카스, 카심, 이용진, 김원중, & 윤용철. (2018). 축산분뇨 퇴비화에 이용되는 수분조절제의 특성 분석. 농업생명과학연구, 52(6), 81-88.
- 대한설비공학회. (2012). 유기성 폐기물 에너지화 기술(DBS공법) 및 음식물쓰레기 적용사례 소개.
- (사)세계농정연구원. (2012). 친환경비료의 효율적 관리방안 및 합리적인 평가지표 개발을 위한 연구.
- 세계농업 제141호. (2012). 세계 비료산업의 동향.
- 신혜자. (2002). 미생물에 의한 축산 폐기물 퇴비화에 미치는 영향.
- 안창혁, & 박재로. (2019). 조류 바이오매스를 이용한 토양개량제의 퇴비화 과정에 따른 영양성분 특성. 환경영향평가, 28(6), 604-615.
- 양우영, 이진영, 최연주, 류희욱, 채정석, & 전준민. (2017). 돼지 사체의 혐기적 고온 매몰퇴비화법에서의 악취발생 특성. 실내환경 및 냄새 학회지, 16(2), 187-198.
- 양일승, 지민규, & 전병훈. (2017). 퇴비사의 효율적인 운영기술에 대한 고찰. 청정기술, 23(4), 345-356.
- 유영석, & 장기운. (1998). 공극개선재의 혼합비율에 따른 체지 • 하수슬러지의 퇴비화과정중 이화학적 변화. 유기물자원화, 6, 45-57.
- 윤은주, 오정익, & 윤정현. (2014). 식물의 발아지수를 이용한 음식물 퇴비의 부숙도 평가. 대한환경공학회지, 36(10), 667-671.
- 이상복, 김종구, 이덕배, 이경보, 한상수, 김재덕, & 백승화. (2002). 퇴비 부숙과정중 뒤집기 횟수에 따른 퇴적 깊이별 이화학적 및 미생물상 변화. 한국토양비료학회지, 35(2), 127-135
- 임정주, 김동혁, 이진주, 김대근, 이후장, 민원기, ... & 김석. (2011). 가축 분뇨의 퇴비화 수분조절제로서 Kenaf 의 유용성 평가. 농업생명과학연구, 45(2), 21-28.
- 한국농촌경제연구원. (2013). 유기질비료 유통·이용 문제와 개선 방안.
- 한국농촌경제연구원. (2014). 부산물비료산업의 발전방향.
- 한국농촌경제연구원. (2014). 농림업 후방연관산업의 전략적 발전방안(3/3차연도)-친환경 농자재, 상토와 유기질비료.
- 한국농촌경제연구원. (2015). 세계 비료산업 현황과 전망 - 2014~2018년-.
- 한국농촌경제연구원. (2017). 2017 보조사업 모니터링: 유기질비료지원사업.
- 한국연구재단. (2014). 환경친화적 가축사체처리 시스템 구축 전략.
- 한국환경산업기술원. (2016). 유기성 폐기물 에너지화 기술 동향.

- Aoki, J. 1999. Pictorial keys to soil animals of Japan (in Japanese). Tokai University press. Tokyo. Japan.
- Basak, B. B., & Biswas, D. R. (2009). Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by sudan grass (*Sorghum vulgare* Pers.) grown under two Alfisols. *Plant and Soil*, 317(1-2), 235-255.
- Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource technology*, 100(22), 5444-5453.
- Bustamante, M. A., Paredes, C., Marhuenda-Egea, F. C., Pérez-Espinosa, A., Bernal, M. P., & Moral, R. (2008). Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. *Chemosphere*, 72(4), 551-557.
- Cho, Y.B. and K.J. Ahn. 2001. Economic insects of Korea 11: Silphidae, Staphylinidae (Coleoptera) (in Korean). National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- Cha, J.Y., D.S. Ku, S.W. Cheong, and J.W. Lee. 2001. Economic insects of Korea 17: Ichneumonidae (Hymenoptera) (in Korean). National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- Gwyther, C. L., Williams, A. P., Golyshin, P. N., Edwards-Jones, G., & Jones, D. L. (2011). The environmental and biosecurity characteristics of livestock carcass disposal methods: A review. *Waste Management*, 31(4), 767-778.
- Garg, A., & Tothill, I. E. (2009). A review of solid waste composting process - the UK perspective. *Dyn. Soil Dyn. Plant*, 3(Special Issue 1), 57-63.
- Harsimran K. G and Robert M, 2012. Methods for Sampling Soil Surface Arthropods in Bush Beans: Which One Is the Best?. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 125:192 - 195.
- Haug, R. T. (1993). Composting systems, thermodynamic fundamentals, kinetics of inactivation, feed conditioning, aeration requirements and odour management. *The practical handbook of compost engineering*, 119-201.
- Inbar, Y., Hadar, Y., & Chen, Y. (1993). Recycling of cattle manure: the composting process and characterization of maturity. *Journal of Environmental quality*, 22(4), 857-863.
- Jiménez, E. I., & Garcia, V. P. (1989). Evaluation of city refuse compost maturity: a review. *Biological wastes*, 27(2), 115-142.
- Kalbasi, A., Mukhtar, S., Hawkins, S. E., & Auvermann, B. W. (2005). Carcass composting for management of farm mortalities: a review. *Compost science & utilization*, 13(3), 180-193.
- Kim, T. I., Craig, I. P., Jung, J. W., Hong, E. C., Bang, W. R., Yoo, Y. H., & Yang, C. B. (2004). Effects of rice hull addition and bin wall characteristics on pig slurry composting properties. *Journal of Animal Environmental Science*, 10(1), 47-58.
- Ko, C. R., & Seol, S. S. (2013). Technology and policy measures for landfill sites of foot-and-mouth disease in Korea. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 16(4),

978-1005.

- Ku, D.S., S.A. Belokobylskij, and J.Y. Cha. 2001. Economic insects of Korea 16: Braconidae (Hymenoptera) (in Korean). National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- Kwon, Y.J. and E.Y. Huh. 2001. Economic insects of Korea 19: Auchenorrhyncha (Homoptera) (in Korean). National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- Lee, H. J., Cho, J. S., & Heo, J. S. (1998). Study on optimum conditions for the composting of industrial wastewater sludge. *Journal of Environmental Science International*, 7(1), 96-103.
- Lee, J.E. and S.L. An. 2001. Economic insects of Korea 14: Chrysomelidae (Coleoptera) (inKorean). National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- McClaskey., 2004, *Carcass Disposal: A Comprehensive Review*, Chap.9. Economic & Cost Considerations, Kansas, 1-30.
- Moreno, L., Predicala, B., & Nemat, M. (2010). Laboratory, semi-pilot and room scale study of nitrite and molybdate mediated control of H₂S emission from swine manure. *Bioresource technology*, 101(7), 2141-2151.
- Mori, T., Narita, A., Amimoto, T., & Chino, M. (1981). Composting of municipal sewage sludge mixed with rice hulls. *Soil Science and Plant Nutrition*, 27(4), 477-486.
- Oh, T. S., Kim, C. H., Hong, C. K., Cho, Y. K., & Kim, Y. W. (2013). Effect on component change, growth stage and germination of plants depending on decomposition period of agricultural organic reduced substances. *The Journal of the Korean Society of International Agriculture*.
- Park, J.K. and J.C. Paik. 2001. Economic insects of Korea 12: Carabidae (Coleoptera) (in Korean). National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- Phae, C. G. (2002). Operational issues and solutions for food waste composting facility. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc*, 10(2), 25-37.
- Sikora, L. J., Willson, G. B., Colacicco, D., & Parr, J. F. (1981). Materials balance in aerated static pile composting. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 1702-1707.
- Wong, M. H. (1985). Effects of animal manure composts on tree (*Acacia confusa*) seedling growth. *Agricultural Wastes*, 13(4), 261-272.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 매몰지 사체 처리를 위한 이동형 열화학적 처리 장치 및 퇴비화 기술 개발						
	(영문) Movable equipment for thermal and chemical decomposition and composting for the treatment of animal carcass						
주관연구기관	환경대학교 산학협력단		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 환경대학교 산학협력단			
참 여 기 업	늘푸른길(주)			(성명) 박성직			
총연구개발비 (621,400 천원)	계	621,400 천원	총 연 구 기 간	2018.11.15. ~ 2020.08.14. (1년9월)			
	정부출연 연구개발비	466,000 천원		총 인 원	24		
	기업부담금	155,400 천원		총 참 여 연 구 원 수	내부인원	23	
	연구기관부담 금			외부인원	1		

○ 연구개발 목표 및 성과

본 연구의 최종 목표는 이동식 열화학적 처리 장치 개발을 통한 매몰지 복원 기술 개발 및 친환경 퇴비 기술 개발하는 것이다. 목표 달성을 위하여 가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토, 가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과, 가축 사체의 퇴비화 공정, 발효 퇴비의 부숙도/안정성 평가, 대기오염물질 분석, 작물 생산에 시용 및 시비량 산정, 경제성 평가 및 기술의 차별성 검증, 열화학적 처리된 매몰 사체의 생물학적 안전성 평가, 매몰 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가, 친환경업사이클링 매몰사체 처리 장치 시제품개발, 대기오염물질 발생 저감 장치 구축, 열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행, 사업화 및 시장성 분석을 수행하였다.

○ 연구내용 및 결과

가축 사체의 파쇄, 생석회 투입 및 혼합, 200 °C 내지 500 °C의 열처리를 단계별로 수행하는 열화학적 처리 장치 개발하였고, 가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용하였다. 본 연구에서 개발된 처리 장치를 이용하여 충남 부여군 홍산면(닭), 충남 홍성군 광천읍(돼지), 충남 서산시 팔봉면(돼지) 등 4개 지역에서 매몰지 복원 사업을 수행하였다. '비료 공정 규격 설정 및 지정'과 '축산물 위생관리법 시행규칙'을 검토한 결과, 열화학적 처리된 사체를 퇴비로 활용되기 위해서는 규격이 설정되어야 하며, 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정할 필요가 있다. 수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이하로 나타났고, 대장균 O157:H7 및 살모넬라 균이 미검출되어 생물학적으로 안전하다. 처리 부산물은 별도의 부숙 과정을 거치지 않아서 낮은 부숙도를 보인다. 열화학적 처리된 사체의 퇴비화를 위하여 수분조절제로 케냐프와 벧짚을 이용하였다. 퇴비화 과정에서 발생하는 NH₃, H₂S, CO₂를 측정하고, 퇴비화 진행 후의 시료의 이화학적 분석 수행하

였다. 퇴비화가 진행됨에 따라 pH가 서서히 저하되어 최종적으로 7-8정도로 안정된 상태를 유지하였다. H₂S 가스 발생량은 점차 감소해 60일 쯤에는 모든 처리구에서 발생량이 0에 근사하였고, NH₃ 가스는 20일 이후 발생되지 않았다. 퇴비 부숙도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부숙도를 평가한 결과, 퇴비화를 매몰지 시료와 케냐프를 2:1 비율로 섞은 퇴비단과 매몰지 시료와 벧짚을 6:4, 1:1로 섞은 퇴비단에서 완전 부숙된 것으로 나타났다. 열화학적 처리 장치에서 발생하는 가스의 성분을 포집/분석한 결과 다이옥신은 검출되지 않았으며, TVOC, Benzen, Toluene의 농도는 기준치 이하로 나타났다. 매몰지 시료를 함유하고 있지 않은 토양에서 상추의 잎의 길이, 잎의 개수, 엽장, 엽폭, 잎의 건조 전 무게, 건조 후 무게, 엽록소 값 등 모든 물리적 요소가 다른 두 가지 토양에 비해 큰 값을 나타냈다. 열화학적 처리된 시료의 Berlese funnel extraction 방법으로 검출 결과 미세 곤충 불검출되었고, 종란점증법으로 분석한 결과 바이러스 음성으로 나타났다. 미생물 분석 결과, *Bacillus megaterium*, *Bacillus terrae*, *Paenibacillus lactis*, *Kroppenstedtia guangzhouensis*이 우점종으로 나타났다. 본 개발 장치는 현재 가축 농가에 실제 투입되어 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 확인하였으며, 기존 매몰 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단된다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

기존의 매몰 처리된 동물사체를 생석회와 교반 후 600°C의 열처리를 통해서 신속하게 악취가 거의 없는 안정된 형태로 변환하여 향후 매몰에 의한 기존 처리 방법의 대안 공법으로 제시되었다. 열화학적 처리된 생성물은 퇴비화 과정을 통해서 퇴비로 활용될 수 있음. 열처리된 동물 사체는 농립축산 부산물의 자원화 및 재활용을 촉진하고, 토양 유기물 함량을 높여 지력을 증진하고 토양환경을 보존하며, 궁극적으로는 지속 가능한 친환경농업을 가능하게 한다. 친환경 농업에 대한 정부 정책 및 농가 수요가 증가하는 시장 환경에서 전염병으로 인해 폐사된 가축을 활용하여 복합비료를 생산하는 사업은 2차 전염 방지 및 농가소득 창출도 가능할 것으로 기대된다.

자체평가의견서

1. 과제현황

	과제번호	1180952			
사업구분	가축질병대응기술개발사업				
연구분야	동물 질병예방, 농촌 환경 공학	과제구분	단위		
사업명	가축질병대응기술개발사업		주관		
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	매몰지 사체 처리를 위한 이동형 열화학적 처리 장치 및 퇴비화 기술 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	환경대학교 산학협력단, (재)한국건설생활환경시험연구원, 늘푸른길(주)		연구책임자	박성직	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2018.11.15.~2019 .08.14	200,000천원	66,700천원	266,700천원
	2차연도	2019.08.15.~2020 .08.14	266,000천원	88,700천원	354,700천원
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계				621,400천원
참여기업	늘푸른길(주)				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.08.15

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
환경대학교 산학협력단	부교수	박성직

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 박 성 직

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	
-----	---

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구에서 제시된 가축 매몰지 복원 기술은 기존의 생물학적 처리 방법 및 렌더링 방법에 비하여 처리속도가 매우 빠르고, 매몰에 의한 환경 오염을 방지할 수 있다. 기존의 매몰지 복원 기술에서 탈피하여 새로운 방법을 제시함으로써 처리 속도가 매우 빠르고 생물학적 안정성이 처리 산물을 생성하는 방법이다. 또한 퇴비화 과정을 통하여 처리된 산물은 폐기물이 아니라 자원 순환이 가능하도록 퇴비로 활용이 가능하다.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구를 수행하여 개발된 열화학적 처리 장치를 활용하여 신속하게 매몰지 복원이 가능하며, 이로 인하여 지하수 오염 등 가축 매몰로 인한 2차 환경오염을 방지할 수 있다. 또한 열화학적 처리된 가축 사체는 퇴비화 과정을 통해서 부숙시키고 작물에 시용하여, 자원 및 양분의 순환이 가능하다. 본 연구를 통해서 개발된 기술은 환경 오염 방지 및 작물 생육을 위한 자원 활용이 가능하게 할 것이다.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구에서 개발된 열화학적 처리 장치는 실제 현장에 투입하고 매몰지 복원을 수행하여 현장 적용성을 검증하였습니다. 따라서 향후 가축 매몰지 복원에 널리 활용될 수 있을 것으로 판단됩니다. 또한, 열화학적 처리된 가축 사체는 퇴비화 과정을 통하여 퇴비로서 활용 가능한 기준 이상의 부숙도를 얻었으며, 처리 부산물은 자원으로 활용 가능할 것으로 판단된다.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구과제의 책임자와 참여연구원은 연구개발을 성실하게, 계획서 작성된 세부연구목표를 모두 수행하였다. 또한, 정량적 성과 목표 또한 100% 이상을 달성하였다.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구를 수행하여 특허등록 2건, SCI 논문 3편, 연구재단등재지 3편, 학술발표회 6편을 발표하였다. 1년 9개월의 짧은 시간 동안 다수의 연구 결과를 발표하였고, 현재 추가로 SCI 논문을 작성중에 있다. 본 연구 수행을 통하여 5명의 석사 학위자가 배출되어 학문 후속 세대 양성에도 크게 기여하였다.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토	5	100	'비료 공정 규격 설정 및 지정'과 '축산물 위생관리법 시행규칙'을 검토하여 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정하여 활용하는 것을 제안함.
가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과	10	100	수은 등 중금속 8종 및 생물학적 안전성 평가, 부속도를 측정함. 수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이로 나타남. 대장균 O157:H7 및 살모넬라 균이 미검출되어 생물학적으로 안전함.
가축 사체의 퇴비화 공정	10	100	열화학적 처리된 사체의 퇴비화를 위하여 수분조절제로 케냐프와 벧짚을 이용. NH ₃ , CH ₄ , H ₂ S, CO ₂ 를 측정하고, 퇴비화 진행 후의 시료의 이화학적 분석 수행.
발효 퇴비의 부속도/안정성 평가, 대기오염물질 분석	10	100	퇴비 부속도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부속도를 평가함. 열화학적 처리 장치에서 발생하는 다이옥신 및 휘발성유기화합물을 분석하였음. TVOC, Benzen, Toluene의 농도는 기준치 이하로 나타남.
작물 생산에 시용 및 시비량 산정	10	100	매몰지 시료 함량을 달리하여 토양을 조성하고, 상추를 재배하여 상추의 잎의 길이, 잎의 개수, 엽장, 엽폭, 잎의 건조 전 무게, 건조 후 무게 엽록소 값을 측정함
경제성 평가 및 기술의 차별성 검증	5	100	평가대상기술이 적용된 제품은 현재 가축 농가에 실제 투입되어 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 확인되며, 기존 매몰 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단됨.
열화학적 처리된 매몰 사체의 생물학적 안전성 평가	10	100	열화학적 처리된 시료의 Berlese funnel extraction 방법으로 미세 곤충 검출, 종란점종법으로 바이러스 분석, 미생물들이 가지고 있는 보존서열 DNA를 분석을 수행함
매몰 사체 퇴비화 최종 제품에 대한	5	100	퇴비화 시료의 Berlese funnel

생물학적 안전성 평가			extraction 방법으로 미세 곤충 검출, 종단점중법으로 바이러스 분석, 미생물들이 가지고 있는 보존서열 DNA를 분석을 수행함
친환경업사이클링 매몰사체 처리 장치 시제품개발	15	100	가축 사체의 파쇄, 생석회 투입 및 혼합, 200 ℃ 내지 500 ℃의 열처리를 단계별로 수행하는 열화학적 처리 장치 개발
대기오염물질 발생 저감 장치 구축	5	100	가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용
열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행	10	100	충남 부여군 홍산면(닭), 충남 홍성군 광천읍(돼지), 충남 서산시 팔봉면(돼지) 등 4개 지역에서 개발된 열화학적 처리 장치를 활용하여 매몰지 복원 사업을 수행함
사업화 및 시장성 분석	5	100	시장의 정의, 산업 특성 및 환경, 국내외 시장 동향을 분석하였음
합계	100점	100	전체적으로 연구 계획 대비하여 충실하게 수행함

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

연구과제 책임자와 참여연구원은 연구개발을 성실히 수행하여, 연구계획서에 제시된 세부목표를 모두 달성하였다. 또한, 수행된 연구 결과를 통해서 특허 2건, SCI 논문 3편, 연구재단등재지 4편을 게재하였다. 연구 수행을 통해서 5명의 석사가 배출되었으며, 학문 후속세대 양성에도 이바지 하였다. 본 연구 결과는 현장에서 적용 및 검증하였으며, 향후 매몰지 복원을 위한 최적의 공법으로 활용되기를 기대한다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구에서 개발된 기술은 현장에서 적용 및 실증하여 기술의 활용성이 매우 높다. 본 연구에서 수행된 연구 결과물은 연구개발 기간이 21개월로 매우 짧은 기간에도 다량의 결과물이 도출되었다. 현재도 수행된 연구 결과물을 바탕으로 논문 작성에 있으며, 이를 SCI급의 국제저명학술지에 투고할 예정이다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구에서 개발된 열화학적 처리 장치를 이용한 가축 매몰지 복원은 기존의 생물학적 처리 방법과 렌더링 기술에 비하여 처리속도가 빠르고, 비용이 적게 소요된다. 또한, 정화된 매몰지는 침출수로 인한 지하수 오염 및 가축 사체 분해과정에서 발생하는 악취가 더 이상 발생되지 않고, 기존 매몰지역은 다른 용도로 토지의 활용이 가능하다. 열화학적 처리 장치에서 처리된 산물은 퇴비화 과정을 통해서 식물 재배를 위한 퇴비로의 활용도 가능하다. 본 연구에서 개발된 열화학적 처리 장치는 가축 매몰지 복원 뿐만 아니라 향후 대규모 가축 질병 발생시 살처분에도 활용될 수 있다.

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

일반 과제임.

2. 연구기관 자체의 검토결과

일반 과제임.

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	동물 질병예방, 농촌 환경 공학	
연구과제명	매몰지 사체 처리를 위한 이동형 열화학적 처리 장치 및 퇴비화 기술 개발			
주관연구기관	환경대학교 산학협력단		주관연구책임자	박성직
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	466,000천원	155,400 천원		621,400 천원
연구개발기간	2018.11.15.~2020.08.14			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①가축 사체의 퇴비화를 위한 관련 법령 검토	‘비료 공정 규격 설정 및 지정’과 ‘축산물 위생관리법 시행규칙’을 검토. 열화학적 처리된 사체를 퇴비로 활용되기 위해서는 규격이 설정되어야 하며, 가축분 퇴비 및 건조축산폐기물의 규격과 유사하게 설정하여 활용하는 것을 제안함.
②가축 사체 부산물의 물리화학적 특성 분석 결과	수은 등 중금속 8종에 대해서는 퇴비 기준치 이로나타남. 대장균 O157:H7 및 살모넬라 균이 미검출되어 생물학적으로 안전함. 처리 부산물은 별도의 부숙 과정을 거치지 않아서 낮은 부숙도를 보임.
③가축 사체의 퇴비화 공정	열화학적 처리된 사체의 퇴비화를 위하여 수분조절제로 케냐프와 벧짚을 이용. NH ₃ , CH ₄ , H ₂ S, CO ₂ 를 측정하고, 퇴비화 진행 후의 시료의 이화학적 분석 수행. 퇴비화가 진행됨에 따라 pH가 서서히 저하되어 최종적으로 7-8정도로 안정화를 유지. H ₂ S 가스 발생량이 점차 감소해 60일 쯤에는 모든 처리구에서 발생량이 0에 근사. NH ₃ 가스는 20일 이후 발생되지 않음.
④발효 퇴비의 부숙도/안정성 평가, 대기오염물질 분석	퇴비 부숙도 평가에 주로 사용되는 발아지수를 이용해 퇴비 부숙도를 평가한 결과 퇴비화를 매몰지 시료와 케냐프를 2:1 비율로 섞은 퇴비단과 매몰지 시료와 벧짚을 6:4, 1:1로 섞은 퇴비단에서 완전 부숙된 것으로 나타남. 다이옥신은 검출되지 않았으며, TVOC, Benzen, Toluene의 농도는 기준치 이하로 나타남.
⑤작물 생산에 시용 및 시비량 산정	매몰지 시료를 함유하고 있지 않은 토양에서 상추

	의 잎의 길이, 잎의 개수, 엽장, 엽폭, 잎의 건조 전 무게, 건조 후 무게 엽록소 값 등 모든 물리적 요소가 다른 두 가지 토양에 비해 큰 값을 나타냄.
⑥경제성 평가 및 기술의 차별성 검증	평가대상기술이 적용된 제품은 현재 가축 농가에 실제 투입되어 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 확인되며, 기존 매물 방식의 폐가축 처분 기술을 대체할 수 있을 것으로 판단되어 시장 경쟁성이 우수할 것으로 판단됨.
⑦열화학적 처리된 매물 사체의 생물학적 안전성 평가	열화학적 처리된 시료의 Berlese funnel extraction 방법으로 검출 결과 미세 곤충 불검출됨. 종란접종법으로 분석한 결과 바이러스 음성으로 나타남. 미생물 분석 결과 <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus terreus</i> , <i>Paenibacillus lactis</i> , <i>Kroppenstedtia guangzhouensis</i> 이 우점종으로 나타남
⑧매물 사체 퇴비화 최종 제품에 대한 생물학적 안전성 평가	퇴비화 최종 제품에 대한 분석 결과, 미세곤충은 미검출됨, 바이러스의 경우에는 음성으로 나타남. 세균의 경우 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas multiresistorans</i> , <i>Raoultella ornithinolytica</i> , <i>Lysinibacillus varians</i> , <i>Serratia nematodiphila</i> 이 우점종으로 나타남
⑨친환경업사이클링 매물사체 처리 장치 시제품개발	가축 사체의 파쇄, 생석회 투입 및 혼합, 200 °C 내지 500 °C의 열처리를 단계별로 수행하는 열화학적 처리 장치 개발
⑩대기오염물질 발생 저감 장치 구축	가축 사체 처리과정에서 발생할 수 있는 먼지, 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기오염물질, 다이옥신 등을 2차 연소를 하여 살균, 멸균을 통해 처리할 수 있는 저감장치를 적용
⑪열화학적 장치를 이용한 매물지 복원 사업 수행	충남 부여군 홍산면(닭), 충남 홍성군 광천읍(돼지), 충남 서산시 팔봉면(돼지) 등 4개 지역에서 개발된 열화학적 처리 장치를 활용하여 매물지 복원 사업을 수행함

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20						20						20	20		20				
최종목표	1			1	2		90					2	4	1.0	6		4			
연구기간내 달성실적	3	2		1	2.3		26 6					3	3	1.3 16	6		5			
달성율(%)	30 0	20 0		1	11 5		29 6					15 0	75	13 2	10 0		12 5			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	가축 사체의 퇴비화 공정
②	가축 사체의 작물 생산에 시비
③	친환경업사이클링 매몰사체 처리 장치 시제품개발
④	열화학적 장치를 이용한 매몰지 복원 사업 수행

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
가축 사체의 퇴비화 공정					v			v		
가축 사체의 작물 생산에 시비		v						v		
친 환경업사이 클링 매물사체 처리 장치 시 제품개발		v				v				
열화학적 장치 를 이용한 매 물지 복원 사 업 수행		v				v				

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
가축 사체의 퇴 비화 공정	열화학적 처리 장치를 이용한 처리된 가축 사체의 경우는 작물에 시용시 작물 성장에 효과적이지 않다. 작물에 시용을 위해서는 퇴비화 과정을 거쳐서 퇴비로서 활용 가능한 수준의 부숙도를 올려서 사용이 필요하다. 이 기술은 통해서 열화학적 처리 장치로부터 처리된 가축 사체를 퇴비로 활용을 가능하도록 할 것이다.
가축 사체의 작 물 생산에 시비	열화학적 처리 장치를 통해 처리된 가축 사체를 작물 생산에 시비함으로써 자원 및 물질의 재순환이 가능하며, 보다 친환경적인 처리 방법 및 부산물의 활용이 가능하다.
친 환경업사이 클링 매물사체 처리 장치 시제 품개발	개발된 친환경업사이클링 장비는 매물 처리 방식에서 문제가 되었던 지하수 오염 등 처리과정에서 발생하는 2차 환경오염의 문제가 없으며, 가장 완벽한 처리 방법인 렌더링에 비하여 처리속도가 매우 빠르다. 따라서 기존의 가축 매물지를 복원하는데 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 신규 가축 질병이 발생하였을 때 신속하게 처리가 가능할 것으로 판단된다.
열화학적 장치 를 이용한 매 물지 복원 사 업 수행	개발된 열화학적 처리 장치를 실제 매물지 복원 사업에 투입하였으며, 현장에서 장비의 신뢰성을 검증하였다. 이를 통하여 향후 가축 매물지 복원 사업에 본 장비의 보급 및 활용이 가능할 것으로 기대된다.

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	20						20						20	20		20			
최종목표	1			1	2		90					2	4	1.0	6		4		
연구기간내 달성실적	2	2		1	2.3		266					3	3	1.756	6		5		
연구종료후 성과창출 계획	0	0		0	0		500					2	2	1.0	2		0		

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	친환경업사이클링 매물사체 처리 장치		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	10,000 천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	5년	실용화예상시기 ³⁾	2020년 8월
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	기술지도, 설비 및 장비의 유지관리		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술 개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.