

보안 과제( ), 일반 과제( ✓ ) / 공개( ), 비공개( ✓ )발간등록번호( )

기술사업화지원사업 제3차 연도 최종 보고서

발간등록번호
--------

11-1543000-002661-01
----------------------

# 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 재활용 고도처리기술 개발 및 사업화

최종보고서

---

2019.02.11

주관연구기관 / (주)대자연

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고전압 수증 방전을 이용한 축산분뇨 재활용 고도처리기술 개발 및 사업화”(2015.10.23 ~ 2018.10.22)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 02 . 11 .

주관연구기관명 : (주)대자연 (대표자) 박 혜 정 (인)

주관연구책임자 : 정 창 수 (인)

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

과제고유번호	815007-3	해당단계 연구기간	2015.10.23 ~ 2018.10.22	단계구분	(해당단계)/ (총단계)
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	기술사업화 지원사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	고전압 수증 방전을 이용한 축산분뇨 재활용 고도처리기술 개발 및 사업화			
연구책임자	정창수	해당단계 참여연구원 수	총: 4명 내부: 4명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:840,000천원 민간:300,000천원 계:1,140,000천원
		총연구기간 참여연구원 수	총: 4명 내부: 4명 외부: 명	총연구개발 비	정부:840,000천원 민간:300,000천원 계:1,140,000천원
연구기관명 및 소속부서명	주식회사 대자연 / 기업부설연구소			참여기업명	
국제공동연구 위탁연구	상대국명: 연구기관명:			상대국 연구기관명: 연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의  
보안등급 및  
사유

### 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											

### 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

1. 축산 분뇨 처리에 대한 문제를 해결하기 위한 기술을 개발하기 위하여, 물리화  
학적인 고전압 수증방전 제어기술을 이용하여 축산분뇨에서 발생하는 악취제  
거 및 축산분뇨의 액비화하여 유용자원으로 활용할 수 있는 고전압 수증방전

보고서 번수

을 이용한 축산분뇨 고도처리기술을 개발

2. 액비를 이용한 고전압전기분해방식의 악취 및 독성가스 제거장치 특허출원
3. 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리 장치 시제품 제작
4. 액비제조 시 다량 발생하는 고농도 악취(암모니아, 황화수소, 메틸메르캅탄, 트리메틸아민)을 분해하고 분해된 성분이 액비내에서 비료성분화하는 효율적인 시제품을 제작.



<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 연구개발의 목표는 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술 개발하는데 있으며, 세부적인 내용을 살펴보면, 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발과, 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발로 나누어 볼 수 있음.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>연구목표</b>    고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술 개발</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p><b>세부목표</b>    고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p><b>세부목표</b>    고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발</p> </div>				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발과 제품화</li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발과 시제품 개발</li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발과 시제품 개발</li> </ul>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 개발기술은 대규모 하수종말 처리장이나 액비 자원화 센터, 음식물 쓰레기 처리장 등 뿐만 아니라, 축산 전업농가(양돈, 양계, 목우 등)에서도 소형 악취제거 시스템을 사용할 수 있게 되어 악취에 대한 민원 문제를 해결할 수 있음.</li> <li>- 현재 분뇨 처리비용이 톤당 2만원 이상 소요되는 분뇨처리를 자체적으로 할 수 있게 하여, FTA에 직면해 있는 우리나라 축산업의 경쟁력 제고</li> <li>- 축산업 농업기계로 선정되도록 하여 국가 지원으로 제품을 구입할 수 있도록 할 예정(국가 지원 농업기계 : 트랙터, 과일 선별기 등)</li> <li>- 또한, 음식점과 같은 소형 악취발생 업소에도 활용 될 수 있음.</li> </ul>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>고전압 방전</p>	<p>축산분뇨</p>	<p>기포 플라즈마</p>	<p>액비</p>	<p>악취제거</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>High-Voltage Discharge</p>	<p>Livestock excretions</p>	<p>Bubble Plasma</p>	<p>Liquid fertilizer</p>	<p>offensive odor treatment</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	1
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	5
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	
붙임. 참고 문헌 .....	

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

# 1. 연구개발과제의 개요

## 1-1. 연구개발 목적

물리·화학적인 고전압 수중 방전 제어기술을 이용하여 축산분뇨에서 발생하는 악취를 제거함과 아울러, 축산분뇨를 액비화하여 유용자원으로 활용할 수 있는 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술을 개발하고자 함.

- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발

## 1-2. 연구개발의 필요성

우리나라가 선진화되면서 쾌적한 환경을 요구하는 추세가 강하게 나타나고 있는데, 환경요인 중에서 특히 취각을 자극하는 냄새에 대해서는 소음, 진동 등의 감각공해와 더불어 많은 민원의 대상이 되고 있음.



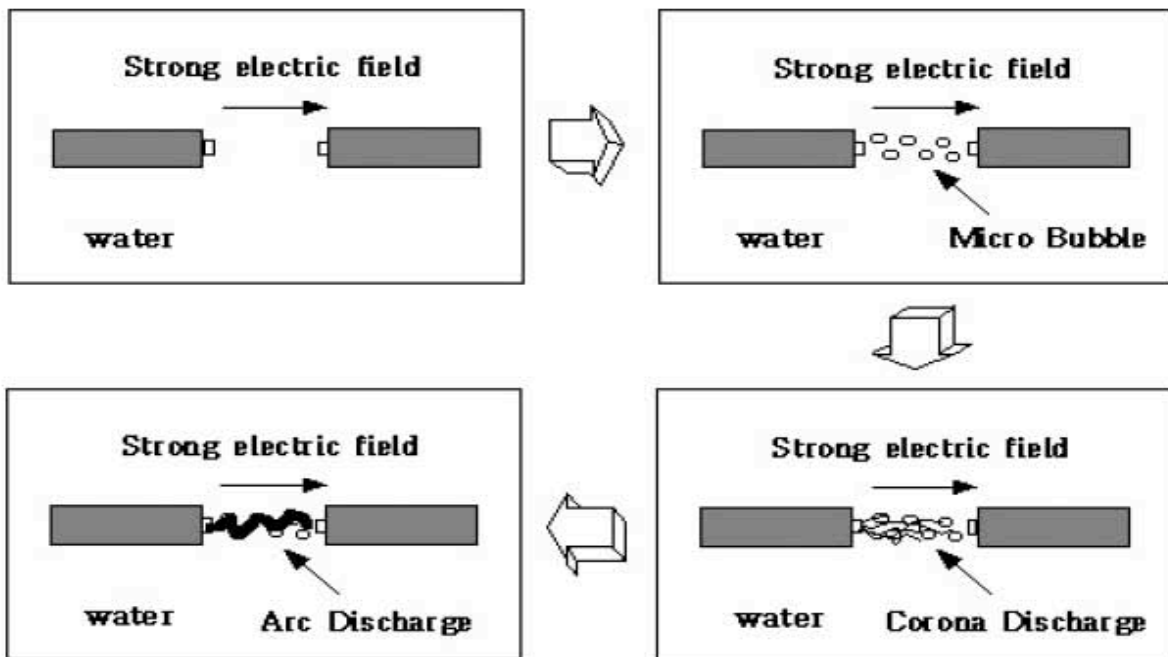
특히, 축산분뇨에 대한 심각성이 날로 커져가고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위한 기술이 필요한 시점임.



### 1-3. 연구개발 범위

- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발
  
- 난분해성 환경호르몬 분해를 위한 초고압 기포 플라즈마 발생장치 연구 및 개발
- 축산 폐수의 방류를 위한 정수처리 및 BOD, COD 저감을 위한 미세 기포 발생 장치 개발
- 색도, 탁도 개선을 위한 고효율 래디컬 발생장치 개발

#### (1) 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발 - 상용화실현(매출발생)



물 속 방전 메카니즘

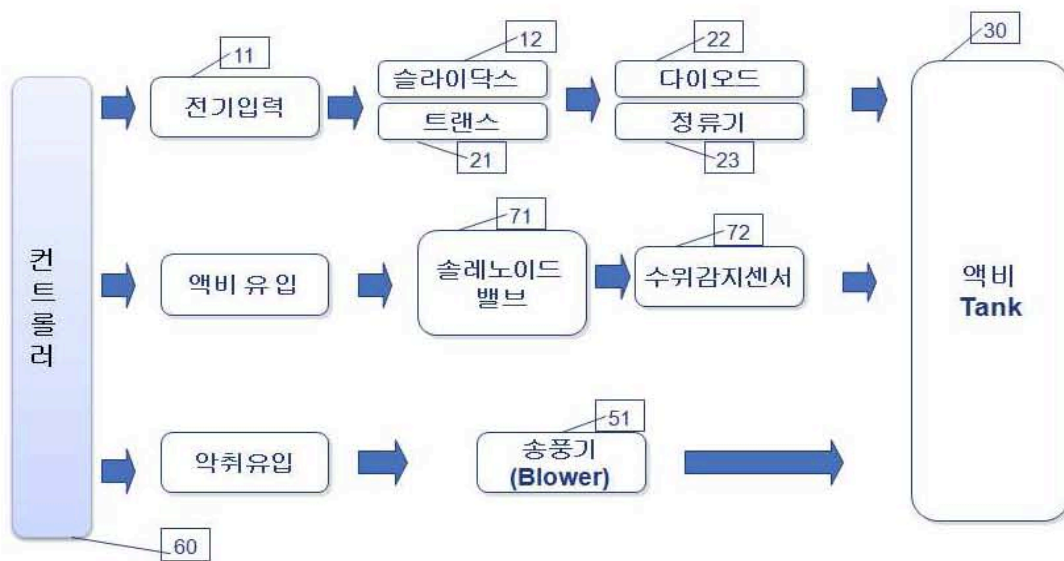
- 전극판의 합금 성분 및 비율에 따른 악취제거 효율성에 대한 연구 분석  
(금속 재질간의 합금허용 요율을 참고로 실증적 반복실험을 수행)
- 인체를 기준으로 중금속으로 작용하지 않으며, 섭취를 권고하는 아연(Zn)을 비롯한 경금속 5종의 범위 안에서 선택
- 수용액 분산성과 합금비율 선택

- 분산입자의 크기가 100nm를 넘지 않는 허용기준 하에서 합금 실험
- 자체 용해로 확보, 합금 실험 200회이상 진행
- 합금비율 -구리:은:아연:철:알루미늄 - 25:35:15:5:20

(2) 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발

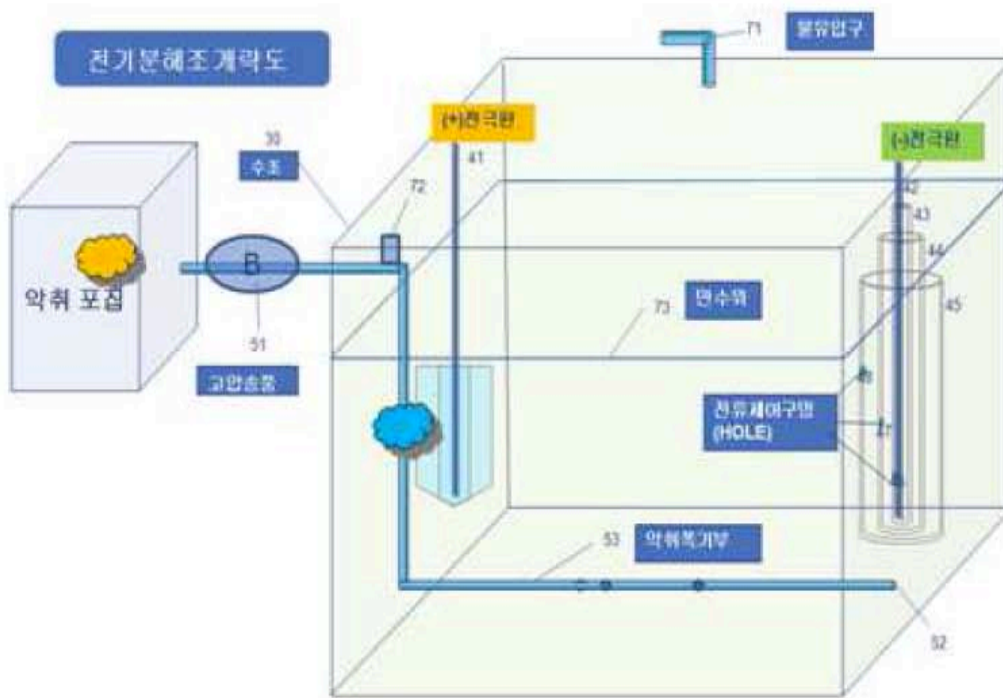
- 액비 내 악취 용해 시스템 개발 및 제작

○ 액비내의 악취를 용해시키는 제어흐름도



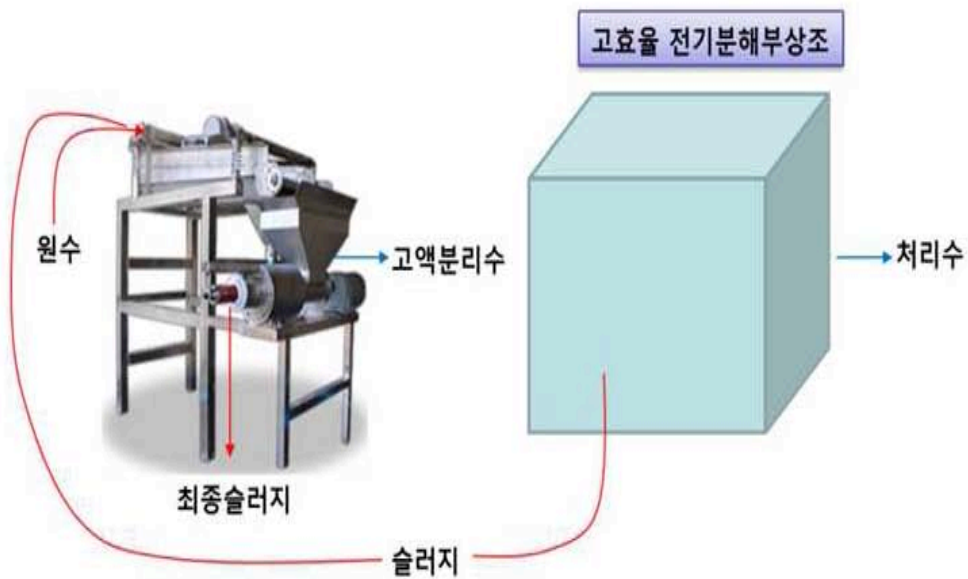
○ 액비내의 저층에 악취를 폭기시켜 용해시키는 시스템





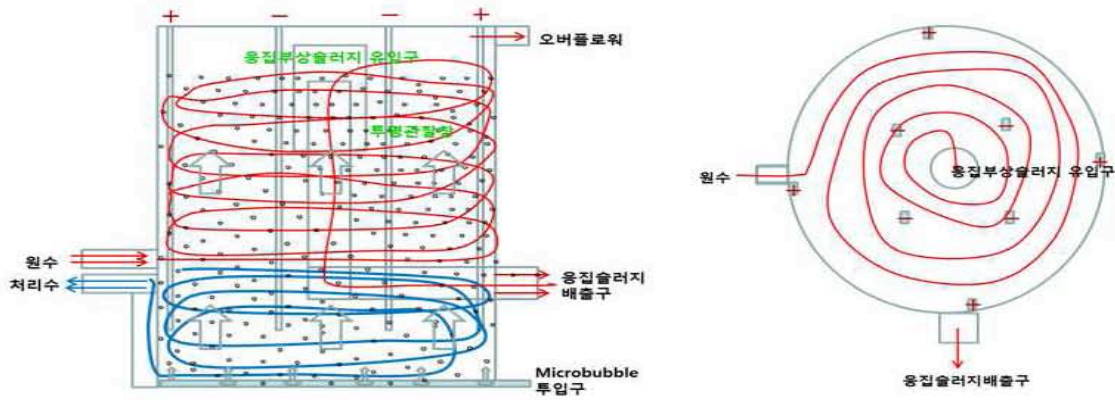
(3) 1차 전처리 시스템 개발 및 제작

- 전기분해부상조를 탑재한 고액분리기 개발



가압부상 장치는 축산폐수와 같은 음식물폐수 처리 전처리기로 활용 가능

● 고효율 전기분해 부상조 개발



- 원수가 유입되면 유입동력에 의해 강력한 원 회전운동이 발생
- 기저부에서는 microbubble이 상승하며 유기 슬러지를 흡착하여 부상
- 고전압 수중 직접 전기분해를 통해서 폐수 분해와 응집 및 처리가 동시에 일어남
- 최상층에서는 슬러지 유입구를 통해 슬러지 배출

1-4. 국내외 기술개발 현황

(1) 기존기술 분석

□ 기존 탈취기술

- 탈취기술은 제거원리에 따라 몇 가지 방식으로 분류됨.
- 연소법
  - 냄새 성분을 연소시켜서 분해하는 장치로 직접연소, 촉매연소, 축열연소의 방식이 있음. 광범위한 냄새에 적용이 가능해서 고농도의 냄새도 처리가능함. 직접연소의 장치비는 저렴하나 연료비용이 고가임. 촉매연소는 저온연소가 가능하므로 연료비는 저렴하나 초기비용 (initial cost)이 고가임. 축열연소는 열교환에 의해 연료비는 대폭으로 저감되나 장치는 크게 무거워진다는 단점이 있음.
- 흡착법
  - 냄새 성분을 활성탄 등에 흡착시켜서 제거하는 방식. 일반적으로 저농도, 대용량의 악취제거에 적합. 장치도 단순하여 널리 사용되고 있음. 그러나 악취농도가 높으면 빈번하게 흡착제를 교환하지 않으면 안되고 교환 비용이 높아짐.
- 수(水)세정 또는 약액세정법
  - 산이나 알칼리 등의 액체들을 악취성분과 중화반응에 의해 악취를 제거하는 방식으로 고온

다습한 악취제거에 적합하며, 폐수 및 폐액의 2차 처리가 필요.

○ 토양 탈취법

- 미생물의 활동에 의해 냄새 물질을 분해 제거하는 방식. 흡착제나 약액 등이 사용되지 않으므로 상대적으로 운전비용이 저렴하나, 설치 후 2년- 3년이 경과하면 효율이 현저히 저하되며 운전 및 유지관리가 매우 어렵다는 단점이 있음.

○ 소취제 또는 탈취제법

- 소취제와 탈취제를 이용하여 화학반응이나 흡착작용에 의해 악취를 제거하거나, 현장 악취보다 더 강한 화합물을 이용하여 인간이 악취보다 탈취제를 먼저 감지함으로써 악취를 감지하지 못하게 하는 방식임. 일시적인 수단으로 사용되며 계속 약제가 소모된다는 단점이 있음.

○ 오존 탈취법

- 산화제인 오존을 발생시켜, 냄새 성분을 산화 분해하는 방식. 오존은 공기 중의 산소를 원료로서 만들어지므로 약품 값은 소요되지 않으나, 오존 자체가 냄새를 함유하고 있기 때문에, 장치출구에서 잔류오존 농도에 주의가 필요함. 잔류오존의 제거나 분해 효율을 올리기 위해서 활성탄흡착탑이나 촉매를 조합시킨 장치도 있음.

○ 광촉매 탈취법

- 자외선과 촉매의 작용에 의해, 악취물질을 산화 분해하는 방식. 새로운 탈취 방식으로 비교적 저농도의 악취제거에 적합. 촉매부가 오염되면 탈취효율이 감소하나, 세정에 의해 촉매 기능이 회복될 수도 있음.

○ 플라즈마 탈취법

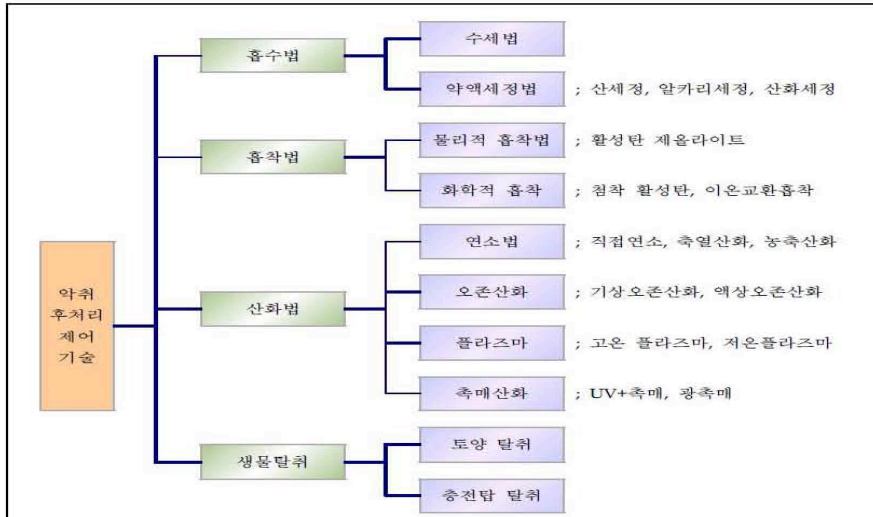
- 악취성분이 포함된 폐가스 내에 고전압방전을 이용하여 활성분자, 래디컬, 오존 등을 생성시키고, 이들의 산화력에 의해 악취물질을 분해하는 방식. 일반적으로 탈취효율을 올리기 위해 촉매부로 조합시켜서 구성되어 있음.

## (2) 기술 트렌드 분석

### □ 악취 후처리 및 제어기술

- 악취 후처리 방지기술은 크게 악취물질을 액체 또는 고체에 흡수 흡착시켜 제거하는 제어기술(non-de tructive method)과 화학적 또는 생물학적으로 산화시켜 제거하는 저감기술(de tructive method)로 구분되며, 세부적인 구분은 다음 그림과 같음.





악취 후처리 제어기술

○ 악취 제어기술 (non-destructive method)

흡수법

- 물에 녹거나 약액과 반응하는 악취가스를 세정수나 약액을 이용하여 제거하는 방법으로 단순히 세정수를 분사하거나 기류 흐름을 변화시키는 세정탑과 기액간의 접촉을 원활히 하기 위해 충전물을 사용하는 충전탑(스크러버) 방식이 있음. P l l Rin Tellerette Tri-P k HT-P k

흡착법

- 흡착은 가스 혹은 액체상의 용질이 활성탄, 제올라이트 등의 흡착제에 의해 물리적 또는 화학적 힘에 결합하여 제거하는 방법으로, 운전방식에 따라 비재생형, 분리재생형, 가열재생형으로 나눌 수 있음.

○ 악취 저감기술 (destructive method)

생물탈취

- 담체 표면에 부착 성장하는 미생물이 악취 성분을 탄소원과 에너지원으로 이용함으로써 무취/무해한 물질로 분해하여 제거하는 방법으로, 수분 및 영양물질 공급을 위해 순환되는 액상의 양에 따라 바이오필터와 바이오 트리클링필터로 구분.

산화법

- 다양한 방식의 산화 작용으로 악취성분을 산화 분해하는 기술로서, 직접 열원을 공급하여 악취물질을 연소시키는 연소산화법의 경우, 연소실 내에서의 열에 의해 산화 처리하는 방식으로 촉매의 유무에 따라 RTO와 RCO으로 구별되며, 또한 플라즈마를 방전시켜 악취물

질을 산화시키는 플라즈마 산화법도 적용 가능.

#### ○ 악취 포집기술

- 악취 포집장치는 후드, 덕트, 송풍기, 댐퍼와 굴뚝 등으로 구성되어 있으며 후드는 악취가스의 포집, 덕트는 악취가스의 이동, 굴뚝은 처리된 가스의 배출작용을 하고 송풍기는 악취가스의 이동에 필요한 정압과 풍량을 제공함.
- 작업장 내 악취의 원활한 배기를 위해서는, 적절한 포집속도를 유지하기 위한 국소포집장치(후드)의 설계, 일정한 정압과 풍량을 유지할 수 있는 주관과 가지관의 설계, 주관과 가지관에서 일정한 정압의 유지와 풍량을 흡입 또는 토출하는 송풍기의 설계가 중요함.
- 후드는 오염물질 배출원을 둘러싸서 악취가 외부로 배기되지 않도록 하는 국소박이 장치의 일종으로 후드의 가장 큰 역할은 악취가 외부로 비산되어 배출되지 않고 후드 내로 포집되어 요구되는 설비로 이송시키는 것이며 따라서 작업공정상 문제가 발생되지 않는 범위 내에서 최대한 밀폐하는 것이 가장 좋은 조건임.
- 후드의 종류에는 형태별 분류로 외부식, 레시버식, 부스식, 포위식 등이 있고 설치된 위치, 즉 방향에 따라 상방(Upward), 하방(Downward), 측방(Lateral), 경사(Oblique) 후드 등으로 분류.
- 덕트는 배기가 이동하는 통로로 덕트(또는 송풍관), 곡관(엘보), 합류관(Branch, Tee) 및 기타 부속물로 이루어지며, 덕트의 가장 중요한 요소는 반송속도임.
- 즉, 배기량에 대한 관경의 크기로 같은 관경의 경우 배기량이 많아지면 유속이 증가하고 압력손실이 많아지며 반대로 배기량이 적어지면 유속이 감소하고 압력손실이 적어짐.

#### ( )시장 특징 및 구조

##### - 시장 특징

- 악취제거기술 시장은 환경오염에 따른 국제사회의 규제와 더불어 생활수준의 향상에 따라 상당한 영향을 받고 있으며 지속적으로 확대될 것으로 예상됨.
- 우리나라의 경우, 환경오염에 대한 국제사회의 규제를 받고 있으며, 이는 곧 수출과도 직결되는 문제로 이에 대한 다양한 해결방법을 강구하고 있음.

- 더불어 생활수준의 향상으로 웰빙(well-bein)문화가 이슈로 떠오르면서 거주 주민의 주변환경(협오시설, 악취시설 등)에 민감하게 됨.

- 개발도상국이나 후진국의 경우, 이런 악취문제에 대해서는 생활수준이 향상되지 않은 관계로 규제와 무관하게 악취에 대한 관심은 상대적으로 적어 목표시장으로는 적합하지 않게 됨.

○ 악취를 유발하는 원인의 형태는 주로 기체와 액체이며, 기체형태의 악취원인 제거와 액체형태의 악취원인 제거를 동시에 고려해야 함.

- 기체형태의 악취는 가축의 호흡으로 발생하기도 하고, 분뇨에서 발생하기도 하며, 축사 바닥의 슬러지에서 발생하기도 하며 더욱이 이러 유해성분들이 개별적으로 존재하지 않고 복합적으로 존재하는 경우도 있어 상당히 변수가 많다고 볼 수 있음.

- 무엇보다도 악취유발 성분이 무엇인지에 따라 기체로 존재하는지 액체로 존재하는 지가 결정될 것으로 다양한 성분의 악취를 100 제거하기에는 기술적 한계가 있음.

○ 악취를 유발하는 주요성분들은 상당히 다양하고 복잡하며, 유해성분도 농도에 따라 치명적일 수도 있고 그렇지 않을 수도 있어, 각 성분마다 다른 악취제거 방법을 고려해야 할 것임.

- 또한 유해성분이 무엇인지에 따라, 다양한 질병을 유발하므로 최선의 악취제거 기술을 선택하거나 개발하는 것은 상당히 어려움.

- 악취성분이 무엇인지에 따라 효율적인 악취제거 방법을 선택하여야 하므로 다양한 변수들에 따라 다양한 악취제거방법이 선택되어야 함.

○ 악취는 습도와 온도 등 여러 가지 변수들에 의해 악취의 영향이나 농도가 다르기 때문에 제거의 효율성에 영향을 받음.

- 암모니아와 황화수소 등은 외부기온이 저하되는 동절기 시 실내 온도유지를 위해 최소 환기율을 적용 시 노출기준을 초과하여 작업자의 체내에 유해물질로 작용할 수 있음.

○ 악취제거 방법은 축사의 규모나 가축의 성장정도 등에 따라 적당한 악취제거 방법을 고려해야 함.

- 우리나라의 경우 4계절이 존재하며, 가축의 발육을 위해 밀폐된 공간에 보온시설과 냉방시설을 갖추게 됨.

- 또한, 가축의 양육상태에 따라 혹은 임신 유무에 따라 따로 격리를 하게 됨.

- 축사의 규모나 위치에 따라 온도, 습도, 악취발생량 등이 달라, 악취제거방법을 선택 시 경제성, 효율성, 안정성을 고려해야 할 것임.

## 2. 연구수행 내용 및 결과

### 2-1. 연구개발내용

- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발

#### (1) 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발

- 돼지 체중별, 종류별 축분의 성분분석

○ 돼지 성장별 축산 폐수(액비) 성분 조사표

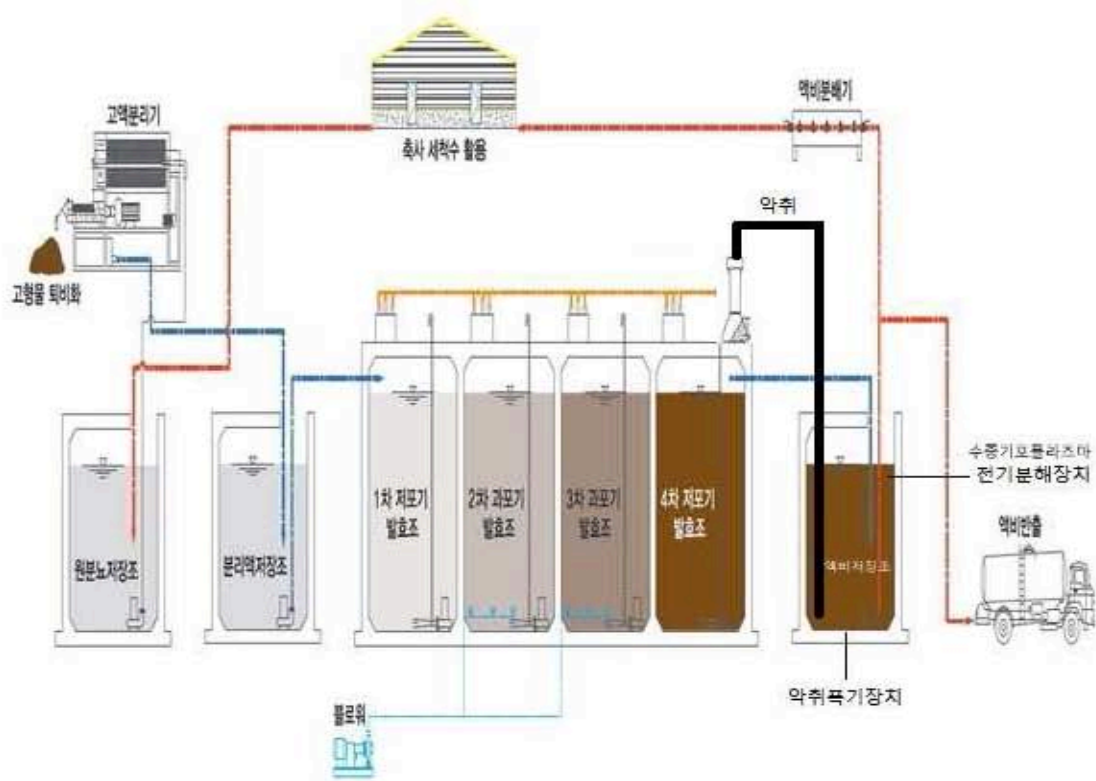
구분	ph		BOD		COD		SS	
	분	뇨	분	뇨	분	뇨	분	뇨
자돈	8.2	8.2	65,819	4,735	69,652	6,145	180,667	533
육성돈	6.1	7.7	58,830	5,434	78,940	3,615	272,410	325
	6.1	7.9	74,700	7,174	78,156	6,264	234,600	432
	6.3	6.9	107,740	4,518	93,592	4,562	343,000	371
비육돈	6.8	6.9	34,176	2,518	28,700	1,980	133,112	243
	6.9	6.9	38,488	3,073	36,341	2,543	288,166	1396
임신돈	7.7	7.7	36,745	7,665	57,408	8,601	196,000	1177
분만돈	7.2	7.8	47,376	4,689	46,332	7,681	227,800	1074
평균	6.9	7.5	61,359	4,976	61,140	5,174	180,667	694

- 자돈 분뇨의 ph농도가 제일 큰 것으로 나타났으며, 육성돈의 경우 분(변)과 뇨(오줌)의 농도 차가 상당히 크게 나타나며 농도 차에 따른 분뇨처리 기법도 선택될 수 있을 것으로 판단됨.
  - 육성돈의 경우, 분에서 발생하는 COD의 농도가 제일 크며 다른 종류의 돈류 보다 효율성이 좋은 처리기법이 적용되어야 할 것임.
- 돼지 종류별 축산 폐수(액비) 성분 조사표

구분	체중	수분함량(%)		N(%)		P2O5(%)		K2O(%)	
		분	노	분	노	분	노	분	노
자 돈	26.4	80.4	98.2	0.68	0.40	0.99	0.01	0.23	0.02
육성돈	38.2	75.7	97.9	0.89	0.66	0.35	0.071	0.28	0.19
	61.2	74.2	97.9	0.86	0.64	0.31	0.098	0.31	0.26
	78.8	71.1	97.9	1.14	1.23	0.33	0.18	0.20	0.33
비육돈	94.5	75.5	97.7	0.79	1.48	0.40	0.09	0.17	0.56
	106.7	74.2	97.6	0.79	1.11	0.42	0.09	0.19	0.19
임신돈	164.5	78.7	98.5	0.61	1.05	0.43	0.01	0.20	0.08
분만돈	229.6	80.6	99.4	0.47	0.10	0.82	0.02	0.47	0.03
평 균	81.47	76.3	98.1	0.77	0.93	0.50	0.07	0.25	0.23

- N이 분뇨에서 차지하는 비중도 체중별로 돈류별로 다양한 차이를 보이고 있으며 분속에 존재하는 N의 비중은 78.8kg이상의 육성돈에서 제일 많으며, 노속에 존재하는 N의 비중은 육성돈, 비육돈, 임신돈에서 제일 많이 존재함.
- 각 악취성분과 돈류에 따라 분뇨에 존재하는 비율이 다르기 때문에 적당한 처리기술을 선별, 적용하여 최적의 경제성과 효율성을 확보할 수 있음.
- 액비 제조 시 발생하는 악취 측정 및 수중 기포 플라즈마 방식의 처리 후 악취 저감치 측정

(2)기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발액비 제조 공정



- 일본 개스텍의 견지관을 이용한 자체 악취분석
- 한국화학 용합실험연구원 의뢰 실험성적

악취 성분	실험 차수	처리 전 농도 (ppm)	처리 후 농도 (ppm)	제거율 (%)
복합 악취	1	4,481	300	93.3
	2	6,694	448	93.3
암모니아	1	945	12.9	98.6
	2	1,170	40.5	96.5
황화수소	1	0.06	0.03	50
	2	0.14	0.02	85.7
메틸메르캅탄	1	0.196	0.031	84.2
	2	0.325	0.030	90.8
이세트알데히드	1	0.18	0.03	83.3
	2	0.41	0.04	90.2
I-부틸알코올	1	0.1	0.0	100
	2	0.1	0.0	100
I-발레르산	1	0.228	0.000	100
	2	0.060	0.000	100

- 실험 결과 복합악취 외 22종의 악취물질 전체에 대하여 뛰어난 분해효과를 나타내었음.





시험 결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
암모니아	ppm	지점1-1	945	악취공정시험방법 : 2009
암모니아	ppm	지점1-2	12.9	악취공정시험방법 : 2009
암모니아	ppm	지점2-1	1170	악취공정시험방법 : 2009
암모니아	ppm	지점2-2	40.5	악취공정시험방법 : 2009
황화수소	ppm	지점1-1	0.06	악취공정시험방법 : 2009
황화수소	ppm	지점1-2	0.03	악취공정시험방법 : 2009
황화수소	ppm	지점2-1	0.14	악취공정시험방법 : 2009
황화수소	ppm	지점2-2	0.02	악취공정시험방법 : 2009
메틸메르캡탄	ppm	지점1-1	0.196	악취공정시험방법 : 2009
메틸메르캡탄	ppm	지점1-2	0.031	악취공정시험방법 : 2009
메틸메르캡탄	ppm	지점2-1	0.325	악취공정시험방법 : 2009
메틸메르캡탄	ppm	지점2-2	0.030	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸설파이드	ppm	지점1-1	1.58	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸설파이드	ppm	지점1-2	0.30	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸설파이드	ppm	지점2-1	4.85	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸설파이드	ppm	지점2-2	0.22	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸다이설파이드	ppm	지점1-1	0.031	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸다이설파이드	ppm	지점1-2	0.009	악취공정시험방법 : 2009
다이메틸다이설파이드	ppm	지점2-1	0.093	악취공정시험방법 : 2009

1,170 → 40.5로  
97%저감

전극판의 합금 성분 및 비율에 따른 악취제거 효율성에 대한 연구 분석

- 금속 재질간의 합금허용 효율을 참고로 실증적 반복실험을 수행
  - 인체를 기준으로 중금속으로 작용하지 않으며, 섭취를 권고하는 아연(Zn)을 비롯한 경금속 5종의 범위 안에서 선택 (구리:주석:아연:은:알루미늄 - 25:35:15:5:20)
  - 수용액 분산성이 좋음
  - 분산입자의 크기가 100nm를 넘지 않는 허용기준 하에서 합금 실험
  - 자체 용해로 확보, 합금 실험 15회 진행(구리:주석:아연:은:알루미늄 - 25:35:15:5:20)

(3) 액비 내에서 악취의 분해로 인한 비료성분 증가와 유해성분 제거

- 액비내에 인가하는 전류, 저압의 상호작용으로 인한 효율성의 차이를 데이터화(10,000V ~ 0,000V)
  - 최고 효율점 : 12,000V, 5A (60KW)
- (주)KSP의 액비성분 분석기를 이용한 비료성분의 측정
  - 악취 처리(1시간) 전 후의 액비 내 비료성분



구분	T-N(%)	T-P(%)	T-K(%)	염분(%)
A 처리전	1.16	0.50	1.70	2.31
A 처리후	1.23	0.57	1.75	1.20
B 처리전	1.91	0.35	0.22	0.11
B 처리후	2.32	0.93	0.87	0.07

○ 염도 측정기를 이용한 염분측정

- 염도 변화 : 2.31 → 1.20 감소

기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발액비 제조 공정



(4) 최적의 알고리즘을 확보한 컨트롤러

- 직류전기의 양 전극(+,-)의 교차 프로그램 연구
- 전극 자동 교환을 위한 릴레이와 마그네틱을 이용한 프로그램 개발
  - 릴레이와 마그네틱을 이용한 전극 교환 목적의 PCB 프로그램 제작완료

(5) 시제품 제작

- 액비제조 시 다량 발생하는 고농도 악취(암모니아, 황화수소, 메틸메르캅탄, 트리메틸아민)을 분해하고 분해된 성분이 액비 내에서 비료 성분화 하는 효율적인 시제품을 제작



- 고전압 전기의 누전, 대전, 방전 현상에 대한 시제품 부속/부분품의 적용 실험 연구
- 강도, 인장력, 절연성을 겸비한 FRP재질의 전기분해조를 직접 제작하여 안전성 확보
- 시제품 제작에 사용할 부속품에 대한 효율성 분석으로 최종선택
- 시제품 컨트롤러의 최적의 알고리즘 채택으로 시제품 제작



고액분리기



액비저장소

## 2-2. 연구개발성과

- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발
- (1) 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
  - 시제품 제작 ⇒ 상용화 제품출시

- 고전압 수증 기포 플라즈마 생성 기술을 이용하여 액비제조 시 다량으로 발생하는 고농



도 악취(암모니아,황화수소,메틸메르캅탄,트리메틸아민)를 분해하는 효과를 확인하고 정량화하여 최적의 알고리즘을 갖는 시제품을 제작

○ 악취 처리시스템 상용화 완료

- 5종 금속(구리, 주석, 아연, 은, 알루미늄)의 합금비율에 따른 분해효율 실험
- (구리:주석:아연:은:알루미늄 - 25:35:15:5:20)
- (주)엘지생활건강에 악취처리시스템 납품 완료
- 최적의 알고리즘을 갖는 시스템 제작
- 



악취제거 설비 전경



하수종말처리장

■ 제품 사진



(주)엘지생활건강 약취제거설비



■ 시제품 사양

1	변압기 50KW	누설변압기(Leakage Trans)
2	전기분해조	3m <sup>3</sup> 용량, FRP절연소재(사각, 원통형)
3	전극	액비처리용 다전극(400전극) 채택
4	터보 블로워	30m <sup>3</sup> /min 1,500mmAq
5	송풍기	100m <sup>3</sup> /min 150mmAq
6	특수합금 전극판 탑재	- (구리:주석:아연:은:알루미늄 - 25:35:15:5:20)
7	처리용량	1,000ppm 암모니아 기준 30m <sup>3</sup> /min 처리

(2) 특허성과

항목	세부항목			성 과
특허 성과	특허 명칭	수중기포플라즈마 생성방식의 액비 고도처리장치	특허 출원 대상국	한국
			출원인	(주)블루텍
			출원일	2017.09.07
			출원번호	10-2017-0114646
	특허 명칭	액비를 이용한 고전압전기분해방식의 악취 및 독성가스 제거장치	특허 출원 대상국	중국
			출원인	(주)블루텍
			출원일	2016.05.06
			출원번호	2016050300690170
	특허 명칭	수중방전방식의 미네랄이온 활성수를 이용한 잔류농약 제거방법 및 장치	특허 출원 대상국	한국
			출원인	(주)대자연
			출원일	2019.01.09
			출원번호	10-2019-0002649

(3) 국내 및 국제 학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	악취저감 기술 소개	박혜정	2017.09.15	한국 악취방지협회 창립 기념 학술대회	한국
2	축산분뇨 처리기간에 대한 고찰	정창수	2018.09.27	한국악취방지협회 회의실	한국

(4) 논문개제 성과

○ 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법을 통한 악취저감에 관한 연구	한국환경기술학회 학회지	정창수		한국	한국환경기술학회	비SCI		

# 『고전압 수중 기포 플라즈마 (HABPT)』 생성기법을 통한 악취저감에 관한 연구

## Abstract

The objective of this report is to evaluate the effect of High voltage Aqua Bubble Plasma Technique (HABPT) on the stench of swine waste water treatment. Complaints about odor is 14 % increase in rate each year, 2015 numbering some 14,937. Complaints about the stench of livestock excretions part of, especially around neighborhoods and application areas due to incomplete fermentation slurry from unauthorized application of air pollution is extremely worse. Sulfur, a major offensive odor substance, include generated by anaerobic decomposition of biological substances, including hydrogen sulfide methyl and (H<sub>2</sub>S mercaptan (CH<sub>3</sub>SH) , dimethyl sulfide(DMS) that includes a Volatile sulfur compounds (vilatile sulfur compounds.VSCs) Villagers who live near the facility and incomplete fermentation slurry spraying drew complaints from residents nearby regions. Recently, livestock farming facilities or slurry storage facility at livestock industry, including an increased interest in the odor. In this study, ammonia and reductive the odor of sulfur compounds, organic acids, etc. control odor emissions.

Applied the High voltage Aqua Bubble Plasma(HABPT) techniques developed in Bluetec Tech & Research Institute, evaluated statistically, on Reduction Effect of a odor. In this study, applied HABPT tests was a palpable effect in reduction of the sludge odor emitted from pig feces in ① The volume of electronic flow control devices ② Optimum voltage. HABPT was be result of bad smell 80 to 99 per cent reduction.

*Key words : High voltage, Aqua Bubble Plasma, Stench, Liquid fertilizer, Ammonia, Hydrogen sulfide*

†Corresponding author

Tel : 031-261-1120 Fax : 031 -261-1620 E-mail : blueion777@daum.net

## I. 서 론

정부와 지자체 관련 유관기관 등의 관심과 집중적인 지원으로 축산분뇨 문제가 해결점을 찾아가고 있는 가운데 특히 악취 민원이 축산분야 최대 이슈로 부각되면서 이에 대한 연구와 기술개발 등 대책 마련이 절실하다는 지적이다.

악취 방지법에 따르면 “악취”란 황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 그밖에 자극성이 있는 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다. (악취방지법 2014)악취는 배출원에 따라 배출 특성이

다양하고 제어 방법 또한 다양하다 우리나라도 2005년부터 대기환경보전법에서 독립적으로 악취방지법을 지정하여 악취를 별도로 관리하고 있다(악취방지법., 2004). 우리나라의 복합 악취 배출 허용 기준과 지정 악취 물질의 배출 허용 기준은 Table 1과 Table 2와 같다. 배출 허용 기준의 측정은 복합 악취를 측정하는 것을 원칙적으로 하는데, 사업자의 악취물질 배출 여부를 확인할 필요가 있는 경우에는 지정 악취물질을 측정할 수 있도록 규정하고 있다. 복합 악취 또는 지정 악취물질 중 측정방법에 따라 측정된 결과 하나가 기준을 초과 하였을 때에는 배출 허용 기준을 초과한 것으로 보고 있다.

Table 1. Complex oder emission limit in korea

Classification	Emission limit (Dilution ratio)		Strict emission limit range (Dilution ratio)	
	Industrial	Other	Industrial	Other
Outlet	1000≤	500≤	500~1000	300~500
Site boundary line	20≤	15≤	15~20	10~15

Table 2. National permit requirement of oder emission(4type gas)

Classification	Emission limit (ppm)		Strict emission limit range (ppm)
	Industrial area	Other area	Industrial area
NH <sub>3</sub>	2≤	1≤	1~2
Methyl mercaptan	0.004≤	0.002≤	0.002~0.004
Hydrogen sulfate	0.06≤	0.02≤	0.02~0.06
TMA	0.02≤	0.005≤	0.005~0.02

한국농촌경제연구원에 따르면 악취에 대한 민원 발생 건수는 지난 2001년 2,700여건이던 것이 2015년에는 12,426건으로 5배 가까이 늘었다. 미래창조과학부에서 악취문제를 사회 10대 개선과제로 지정하고 있는 상황에서 가축분뇨의 악취문제에 대해 부처간의 협의가 진행 중에 있다. 우리나라를 포함한 전 세계 인구증가와 함께 가축사육두수도 증가하고 있고, 이로 인한 가축분뇨 발생량도 증가 추세에 있다. 가축분뇨의 발생량 중에서 2012년 기준 양돈분뇨가 차지하는 비율은 51.5%로 절반 이상을 차지한다(통계청, 2015). 이 중 악취저감시설 설치가 의무화 되어 있는 공공시설을 통해 퇴,액비로 지원화되거나 처리되는 가축분뇨의 양은 10,733m<sup>3</sup>/d(89개소)로 전체 가축분뇨 발생량의 6% 정도 밖에 되지 않는다. 이외의 허가대상 가축분뇨 배출시설과 신고대상 배출시설의 98%, 97%가 퇴비화 및 액비화 시설을 통해서 분뇨를 처리하는데, 이 퇴,액비 시설에서 배출하는 악취에 대한 제어는 이루어지지 않거나 저감설비의 효율이 낮고 운영 또한 제대로 되지 않고 있는 실정이다. 따라서, 가축분뇨를 액비화 하는 과정에서의 악취제거시설에 대한 연구와 악취저감 효율 향상에 대한 연구가 필요하다. 가축 축산시설 중 가축분뇨 발생량의 50% 이상(통계청, 2015)을 차지하는 돼지분뇨 처리시설 중 90% 이상이 퇴,액비 시설인 점(통계청, 2015)을 고려하여, 축산 농가에 적용 가능한 악취 저감 방법에 대한 고찰을 수행하였다.

이를 위해서 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법(HABPT)』을 통한 악취제거 방법에 대해서 고찰하고자 하였다. 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법(HABPT)』이란 처리하고자 하는 기체 성상의 악취물질을 산기관을 통하여 기포상태로 10,00볼트의 고전압이 방전되고 있는 수중의 저층에서 폭기시켜 공기방울 형태의 미세기포로 만들어 기포에 플라즈마상태를 조성하여 악취물질을 분해시키는 기술이다. 자세히 설명하면 악취물질이 공기방울 형태의 기포로 폭기될 때 10,000볼트의 고전압이 유전율의 차이(기체 대비 액체 1 : 8)에 의하여 기포표면에 플러스, 마이너스 대전으로 인한 플라즈마 상태가 조성되게 되어 악취물질의 화학 결합력이 깨져 분해되는 원리이다. 액체상태의 축산폐수를 발효시켜 액체비료(이하 액비)를 만들 때 고농도의 다량의 악취물질이 생성되는데 이를 효과적으로 처리할 수 있는 방법으로 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법(HABPT)』을 통한 악취제거방법을 제시하고 실험을 통하여 그 효과를 입증하고자 하였다. 이의 실험을 위하여 양돈 분뇨를 수집, 취급, 저장, 시비 하는 과정에서 발생하는 주요 악취물질 4개(Methyl mercaptan, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, TMA)를 측정대상 물질로 선정하고, 이를 포집하여 한국화학융합시험연구원(KTR)에 시험의뢰를 하여 정량, 정성 분석을 하였다. 그 방법으로 출하직전의 액비 저장탱크 하단에 산기관을 설치하고 액비제조 시 생성되는 악취가스를 산기관을

통하여 미세기포상태로 폭기시킬때 그 액비탱크에 10,000볼트의 고전압 전류를 방전시켜 투입된 악취물

질이 기포방전을 통하여 악취물질이 어느 정도 감소되는가를 Table 3에 조사하였다.

Table 3. Effect of HABPT(stench)

Stench	Time	Before (ppm)	After (ppm)	Reduction (%)
Ammonia	1	945	12.9	98.6
	2	1,170	40.5	96.5
Hydrogen sulfide	1	0.06	0.03	50
	2	0.14	0.02	85.7
Methyl mercaptan	1	0.196	0.031	84.2
	2	0.325	0.03	90.8
TMA	1	0.18	0.03	83.3
	2	0.41	0.04	90.2

또한 미 숙성되었지만 시설 부족으로 더 이상 발효시키지 못하고 출하 직전의 액비에서 자연발생되는 고농도의 악취를 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법(HABPT)』을 통하여 처리하고 처리 전과 처리 후를

비교 조사하였다. 그 결과 유의할 만한 실험치가 도출되었다. 그 결과 액비에서 발생하는 악취가 현저하게 사라진 것을 Table 4에 확인할 수 있었다.

Table 4. Effect of HABPT(Liquid fertilizer)

Stench	Time	Before (ppm)	After (ppm)	Reduction (%)
Ammonia	1	134	10	93.26
	2	121	10	92.18
Hydrogen sulfide	1	0.06	0.0021	96.65
	2	0.05	0.0014	97.20
Methyl mercaptan	1	0.154	0.0021	98.64
	2	0.264	0.0018	99.41
TMA	1	0.15	0.0015	99.00
	2	0.27	0.0013	99.52

축사나 가축으로 부터 발생하는 악취는 무시할 수 있으나, 축산폐수로부터 액비를 제조하는 과정과 저장, 시비하는 동안 발생하는 악취는 상당히 강하고 역접다. 분뇨는 Fig. 1과 같이 소화되지 않은 잔재물, 박테리아 세포나 세포의 대사 마지막 단계의 물질이다.

분뇨는 다양한 습도, 온도 조건에서 혐기성 분해를 통해 악취를 유발하는 휘발성 물질을 생성한다. 저장시설에 채워진 돈 분뇨는 혐기성 조건 아래에서 우세한 박테리아에 의해 분리되어 악취 유발 물질을 생성한다 (Zhu et al, 2000).



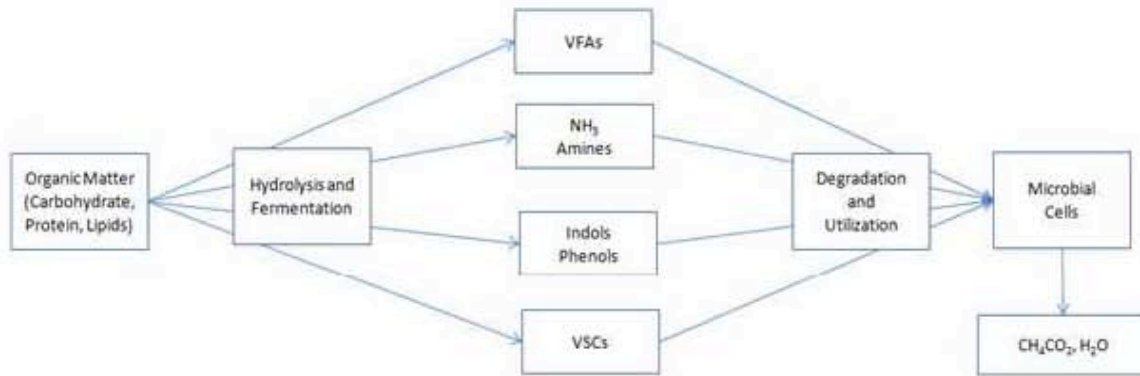


Fig. 1. Formation of odor compounds via biological pathway.

악취는 각 개인이 갖는 악취물질에 대한 반응이기 때문에 상당히 주관적이고 예측하기 어렵다. 이는 악취 유발 물질이 다양한 경로로 서로 작용하여 개인에게 악취를 일으키기 때문이다. 악취 물질과 악취를 구별하자면, 악취 물질은 실제로 악취를 생성하는 화학 물질이고, 악취는 화학물질이 감각기관에 노출되었을 때, 개인의 감지하게 되는 영향이다. 그래서 악취를 측정할 때는 사람의 감각을 이용한 직접관능법이나 공기희석관능법을 이용하여 측정하고, 악취 유발 물질을 측정할 때는 기기분석법을 이용한다. 직접관능법, 공기희석관능법, 기기분석법은 한 시점의 악취와 악취물질의 농도를 측정한다는 데에 한계가 있다. 악취 발생을 연속 모니터링하여 저감 방법을 마련하기 위해서는 실시간 측

정 장치가 필요하다. 현재 많이 이용되고 있는 악취 모니터링용 실시간 측정 장치로는 전자코, 악취 물질로 대표적인 황화합물을 측정하는 H<sub>2</sub>S 및 TRS analysis 로 Odalog, Jerome, Teledyne 등이 있다.

축사 혹은 가축분뇨 처리시설로 부터 발생하는 악취를 제거하기 위해 많은 처리기술들이 Table 5와 같이 적용되고 있다. 이런 처리기술들은 스크라머(Melose et al., 2009), 흡착(Shuler and Kargi, 2002)), 흡수(Zang et al., 2013)), 생물막 여과(Shridom et al., 2003)), 퇴비화(Canovai et al., 2004), masking agents나 화학적/미생물학적 악취 저감제(Melse and Timmerman, 2009))의 첨가를 포함한다.

Table 5. A technique of foul odor removal and problems

Sort	Technique	Problem
Scrubber	<ul style="list-style-type: none"> <li>● acidity 또는 염기성 액을 spray하여 stench오염 물질을 전환</li> <li>● Zang et al., 2013</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 높은 용해도를 가지는 악취 물질에만 적용 가능</li> <li>● 사용 후 용액은 2차 오염 물질</li> </ul>
Adsorption	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 고체 담체에 악취 물질을 흡착</li> <li>● Canaval et al., 2004</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 효과가 떨어짐</li> </ul>
Biofilter	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 낮은 유지관리와 운영비용으로 슬러리의 악취를 저감하는데 효과적</li> <li>● Sheridan et al., 2004</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 여름철 미생물은 높은 증식률로 인해 막이 막히거나 겨울철 낮은 온도에서 미생물의 활용도가 낮아지며 악취저감 효율 낮아짐</li> <li>● 설치비용이 매우 높음</li> </ul>
Masking agent	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 좋은 냄새로 악취를 대체</li> <li>● McCroy and Hobbs, 2001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 밀폐하지 않고 사용할 경우 공기에 희석되어서 masking 효과가 현저히 떨어짐</li> </ul>
Chemical additive	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전문성을 필요로 하지 않음</li> <li>● 다양한 배출원의 악취를 제어</li> <li>● McCroy and Hobbs, 2001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 액비화나 퇴비에는 적합하지 않음</li> </ul>

## II. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 가축분뇨는 돈분뇨이고, 시료는 충북 옥천의 양돈 축사의 분뇨 저장소에서 채취한 돈분슬러리를 데칸타로 고액분리한 액상상태의 축산폐수오이를 액비화하는 과정을 수행하였다. 현장에서 실험을 수행하기 위해 각 200L 순환 저장조 10개를 준비하여 150L의 돈분뇨 액비를 채워 어두운 곳에 보관하였다. 각 순환 저장조는 일정한 시간(3일)이 지나면 다른 저장조로 이동하게 설치하였다. 각 조마다 발효 미생물을 투입하고 각 저장조 별로 분당 500L의 공기를 폭기하

도록 터보 블로워를 설치하였다. 저장조에 설치한 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법 (HABPT)』의 설비 구조는 Fig. 2, Fig. 3과 같이 용해가 쉽지 않은 스테인리스 재질의 전극봉을 쌍으로 이격하여 배치하고 고전압 저전류로 한정하기 위하여 고전압 변압기 2대와 습식 스크라바조 탱크 1조와 최종 잔류 약취처리를 위한 활성탄 탱크 1조로 구성되어 있다. 전극봉은 다전극의 형태로 전기 효율성을 위하여 Fig. 4와 같이 고안되었다.



Fig. 2. Pilot equipment view(HABPT).



스크라바 변압기



스크라바 변압기 패널부



액비 변압기



액비 변압기 패널부



습식 스크라바조 링브로어



활성탄조 터보 송풍기



약취 측정



약취 측정 장치



입구



출구

약취 측정





액비 약취제거 시험



액비 약취제거 시험

Fig. 3. Pilot element and test equipment view(HABPT).



Fig. 4. Multi-electrode equipment(HABPT).

약취 포집 및 분석 실험을 위하여 1번부터 9번까지의 미생물을 투여하고 터보 블로워로 폭기하면서 액비 제조중에 있는 저장조 탱크에서 분출되는 약취가스를 2M의 원통형 FRP 절연 수조에 설치한 『고전압 수증기포 플라즈마 생성기법 (HABPT)』 장치에 연결하여

약취를 처리하였다. HABPT의 장치에 연결하기 전의 약취시료와 처리 후의 약취시료를 별도로 포집하여 시험하였다. 액비발효 과정의 약취물질의 포집을 위하여 20일 경과 후와 25일 경과 후 2회에 걸쳐 약취시료를 채취하였다. 시료채취 전에 저장조 액비의 pH, 온도를

측정하였다. 또한, 시료를 채취할 때마다 돈분뇨 액비를 균질하게 하기 위해 기계적 교반기를 사용하여 섞었다. 또한 최종 저장조(10번째)를 미숙성의 출하 직전의 액비로 가정하고 터보 블로워의 작동을 멈추고 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법 (HABPT)』의 설비를 설치한 후 고전압 방전을 실시하였다. 그 이후 5시간 경과 후 액비표면 5cm거리에서 자연발생되

### III. 결과 및 고찰

액비를 제조할 때 폭기로 인한 악취발생 물질 중 주요 악취물질 4가지 ( $\text{NH}_3$ , Methyl mercaptan, Hydrogen sulfate, 트리메틸아민(TMA))를 측정대상으로 선정하여 검지관식 가스측정기 (GV-100S, GASTEC 일본산)로 정량,정성 분석을 하였다. 또한 최종적으로는 실험의 자료를 객관적으로 확보하기 위하여 국가 인증 시험 기관인 한국화학융합시험연구원에 실험을 의뢰하였다.

### IV. 결론

본 연구에서는 주요 악취배출원인 액비의 저장시설을 lab-scale로 제작하고, 이들에게서 발생하는 주요 악취물질의 발생특성과 발생기작, 그리고 발생특성에 기반한 악취 저감방안에 대한 연구를 진행하였다. 이번 연구로부터 다음의 결론을 얻었다. 『고전압 수중기포 플라즈마 생성기법 (HABPT)』을 통한 악취제거 방법을 사용하여, 액비 제조 시에 배출되는 악취 원인물질인  $\text{NH}_3$ , Methyl mercaptan, Hydrogen sulfate, , 트리메틸아민 등 악취물질 제거 연구 결과 악취물질을 저감하는 데 효과가 있는 것을 확인하였다. 또한 액비로 제조하여 시비하는 경우 고려하여야 하는 중요한

는 악취를 포집하여 시료를 확보한 후 실험실로 운반하여 표준분석법에 따라 분석하였고 최종적으로 객관적 데이터를 확보하기 위하여 마지막 시험은 한국화학융합시험연구원(KTR)에 의뢰하여  $\text{NH}_3$ , Methyl mercaptan, Hydrogen sulfate, 트리메틸아민(TMA)의 변화를 분석하였다.

1. 폭기상태에서 액비 부숙조로부터 발생하는  $\text{NH}_3$ , Methyl mercaptan, Hydrogen sulfate, 트리메틸아민의 농도
2. 고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법 (HABPT)으로  $\text{NH}_3$ , Methyl mercaptan, Hydrogen sulfate, 트리메틸아민 의 분해효과 측정
3. 미숙성 액비 출하 시 악취저감용 HABPT의 적용성에 관한 고찰

요소는 악취발생 유무다. 축산관련시설의 미비로 절대적으로 부족한 액비저장탱크와 부숙탱크의 부족으로 미숙성 액비가 출하되어 악취민원의 주원인이 되고 있는 현실에서 액비자체에서 악취물질을 제거하는 방법으로, 『고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법 (HABPT)』을 적용하여 고전압 방전을 실행한 결과는 뛰어난 효과를 확인하였다.

### 사 사

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 기술사업화 (9 No. 815007-03-1-SB010)로 지원을 받아 연구를 수행했습니다.

(5) 사업화 성과 및 매출실적

○ 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	5억원
			향후 3년간 매출	15억원
		관련제품	개발후 현재까지	5억원
			향후 3년간 매출	15억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 1% 국외 : 0%
			향후 3년간 매출	국내 : 1% 국외 : 0%
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 1 % 국외 : 0%
			향후 3년간 매출	국내 : 1 % 국외 : 0%
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		3위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		2위

## (6) 연구개발 성과

### ○ 교육지도

- 2016년도 옥천 친환경 우리소 영농조합법인(유기퇴비공장) : 악취저감방법 교육지도
- 2016년도 대부산업(음식물쓰레기 처리 퇴비공장) : 악취저감방법 교육지도
- 2017년도 옥천 친환경 우리소 영농조합법인(유기퇴비공장) : 시방서 규격 교육  
운전요령 교육
- 201 년도 (주)LG생활건강 공사안전교육 : 공사 전 사전 안전교육

### ○ 정책활용

- 농업기술 실용화재단 : 민원다발 악취유발업체에 전담 멘토제 정책 건의(2016년)
- 옥천군청 : 민원다발 악취유발업체에 전담 멘토제 정책 건의(2017년)

### ○ 홍보전시

- 환경 저널 : 월간 첨단환경기술 회 (2016년)  
환경 저널 : 월간 첨단환경기술 회 (2017년)
- 월간 양계 : 7, 9월 (2017년)
- 월간 피그 : 7, 9월 (2017년)
- 환경 저널: 월간 첨단환경기술 12회 (201 년)
- 월간 피그 : 12개월(201 년)

### 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

#### 3-1. 목표

- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발
- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발

##### (1) 액비의 악취를 처리하는 기술 개발

- 축산분뇨 숙성 시에 생성되는 고농도 악취를 액비에 기포방울로 폭기 시키면서 약 0,000볼트의 고전압을 인가함으로써 악취를 처리하는 기술 연구

##### (2) 액비의 유효성분을 높이는 기술 개발

- 미 숙성된 출하 직전의 액비에 자체 생성된 악취를 폭기 시키면서 전기분해하여 악취성분에 포함된 질소, 인을 비롯한 유기물 성분을 액비에 녹여 넣어 액비의 유효성분을 높이는 연구

성과목표	내 용
악취 실험	고농도 악취(암모니아 기준 1,000ppm)에 뛰어난 효과 확인(90%이상 확인됨)
액비의 비료성분 증가	T-N, T-P, T-K함량 증가 확인
시제품 제작	효능 대비 제품가격이 경제적으로 향후 시장전망 밝음

##### (3) 방류수의 SS, BOD, COD 등을 저감하는 기술 개발

- 방류수의 색도, 탁도, OD, COD, 등의 문제를 해결하는 방류수 고도처리 기술개발

##### (4) 마이콤(자동지능제어)방식의 축산농가용 분뇨처리장치 개발

- 전기 절연도와 강도, 내구성을 포함하는 자재성능의 비교연구를 통한 설비 부품의 선별, 감전, 누전에 대한 안전장치 연구, 경제성과 편의성을 겸비한 규격 산출, 작동장치(컨트롤러)의 개발 등을 종합하여 마이콤(자동지능제어)방식의 축산농가용 분뇨처리장치 개발

##### (5) 악취 모니터링 시스템 장착

##### (6) 경제성 있는 시스템 - 전력소모량 제고 (kwh/t)

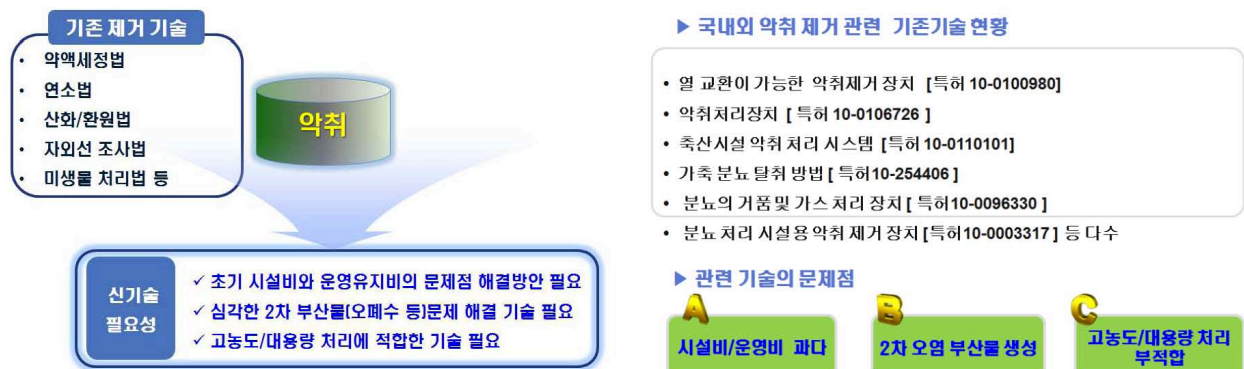
- 옥천군 설치 설비에 대한 경제성 비교/분석
  - 전기사용량, 처리효과, 운영비



## ○ 타 방법과의 경제성 비교

### ▷ 개발기술 개요

- (주)대자연에서는 오랫동안 약취에 대한 전기분해에 대한 연구를 해오던 중 생산성과 효율성을 높이기 위해서는 고전압을 자유롭게 이용할 수 있어야 한다는 목표과제를 갖게 되었으며, 이를 해결하기 위해서 고전압하의 물리적인 전류제어 방법을 채택하여 연구한 결과 수만 볼트에서 수백만 볼트에 이르기까지 전류를 자유롭게 제어 할 수 있는 방법을 개발하게 되었음.
- 지구상에서 가장 독한 독성 물질로 다이옥신을 꼽는데 이 방법으로 다이옥신도 분해가 됨.
- 독성물질의 특성중 하나가 독성이 강할수록 그 화학 결합력이 강하여 분해가 더 어렵다는 것인데, 다이옥신이 분해가 된다면 이 지구상에서 고전압 전기 분해 방법으로 분해하지 못할 독성물질은 없다는 결론이 나오게 됨.
- 또한, 고전압을 사용하지만 전류를 극도로 제한함으로 전기사용 비용이나 위험성 문제를 해결할 수 있었음(ex. 여성 호신용 전기 충격기 등)
- 우리나라가 선진화되면서 쾌적한 환경을 요구하는 추세가 강하게 나타나고 있는데, 환경요인 중에서 특히 취각을 자극하는 냄새에 대해서는 소음,진동 등의 감각공해와 더불어 많은 민원의 대상이 되고 있음.



- 일선기관에 접수되는 환경민원 중 약취민원 발생수는 매년 빠르게 증가하고 있으며, 환경부에서도 약취발생업체를 중점관리하고 있으나 경제적이고 효율적인 약취제거 관련 기술이 개발되지 않고 있어 커다란 사회적 문제가 되고 있음.
- 우리나라가 오염물질 해양투기 금지에 관한 런던협약에 의해 2012년부터 음식물 쓰레기 등의 약취유발 물질의 해양투기를 전면적으로 금지하고 있어 이에 대한 대책마련도 시급한 실정임.
- 약취를 제거하는 기존의 기술로는 활성탄 흡착법이나 화학 약품 세정법, 소각법등의 물리/화학적 처리법과 미생물을 이용하는 생물학적 처리법이 있으며, 물리/화학적 처리법은 약취의 부하 변동에 대응하기 쉽다는 장점을 가진 반면에 설치비가 상대적으로 비싸며, 활성탄, 화학약품, 연료 등 소모성 운영재료가 필요하고 이에 따른 2차 오염물질의 처리를 수반하는 등 경제적,기술적인 면에서 많은 문제점을 가지고 있음.



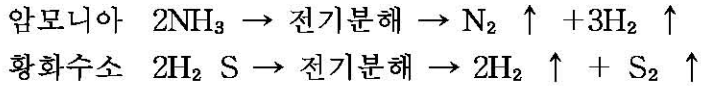
- 생물학적 탈취방법인 미생물을 이용한 토양탈취도 많은 설치면적이 요구되며 동절기 보온문제와 압력손실에 의한 동력비가 크며 처리 풍량의 제한 등의 문제점이 있음.
- 현재 악취제거 시장은 화학약품을 이용한 화학 약품세정법이 주류를 이루고 약 60%이상의 시장점유를 하고 있는 것으로 추정되며 그 효능의 문제점으로 인한 민원이 가장 많은 기술로 나타나고 있음.
- 또한 최신의 기술로 친환경적인 대기 중 공중 플라즈마 처리법이 개발되어 상용화되고 있으나, 처리용량이 제한적인 문제가 있음.
- 본 기술은 이를 개선하여 수중에서 플라즈마 상태를 조성하므로써 처리용량 문제를 해결할 수 있음.
- 본 기술은 악취제거 효율성이 뛰어나고 설치비와 운영비가 경제성이 있는 새로운 기술이 시급히 요구되고 있는 시점에서 본 기술은 고전압 수중 직접 방전방식으로 높은 농도와 다량의 악취를 저렴한 비용으로 분해/제거하면서 2차 오염 물질을 생성하지 않는 친환경/청정 기술임.

### 기술의 특성

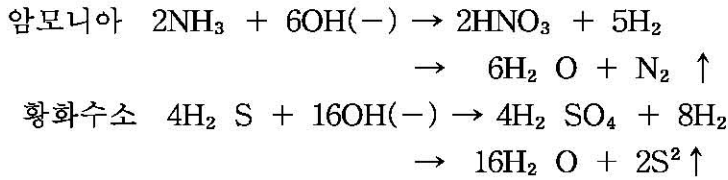
기술분류	명칭
대분류	환경 보호 및 보전
중분류	유해성 물질 모니터링 및 환경정화
소분류	악취/휘발성 유기 화합물 처리 설비
핵심(요소)기술	흡착, 산화(촉매, 소각, 플라즈마 등), 환원, 막분리 등 처리 기술
기술수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 기술 대비 10% 이상 성능 향상 및 유형별 배출허용기준 만족</li> <li>1. 기존의 플라즈마 기술의 플라즈마 상태 용량의 확장으로 (전극간의 간극 1~2cm → 100cm이상) 성능 향상</li> <li>2. 복합악취 및 22종의 개별악취의 배출 허용기준 만족</li> </ul>

### ▷ 개발기술의 원리

- 본 기술은 수조에 축산폐수를 채우고 축산폐수를 전기 매개체로 하여 고전압(10,000볼트 이상)을 통전시켜 수중 방전시키고 수조의 저층에 악취 물질을 고압 송풍기(터보 블로워)로 폭기하여,
  - 1) 악취 물질이 축산폐수를 통과하면서 전위차로 전기분해가 되는 원리와
  - 2) 폐수중의 수분이 전기분해되어 수소이온 ( H<sup>+</sup> )과 수산이온 ( OH<sup>-</sup> )으로 이온화되어 (수중 플라즈마상태) 악취물질을 산화시키거나 환원시키는 원리의 수중 직접 전기분해 방식의 기술임.
- 악취 물질인 암모니아 ( NH<sub>3</sub> )와 황화 수소( H<sub>2</sub> S )의 최종적인 전기분해 화학식을 표시하면 아래와 같음.



- 수소이온 (H+)과 수산이온 (OH-)에 의하여 산화/환원되는 최종적인 화학식을 표시하면 아래와 같음.



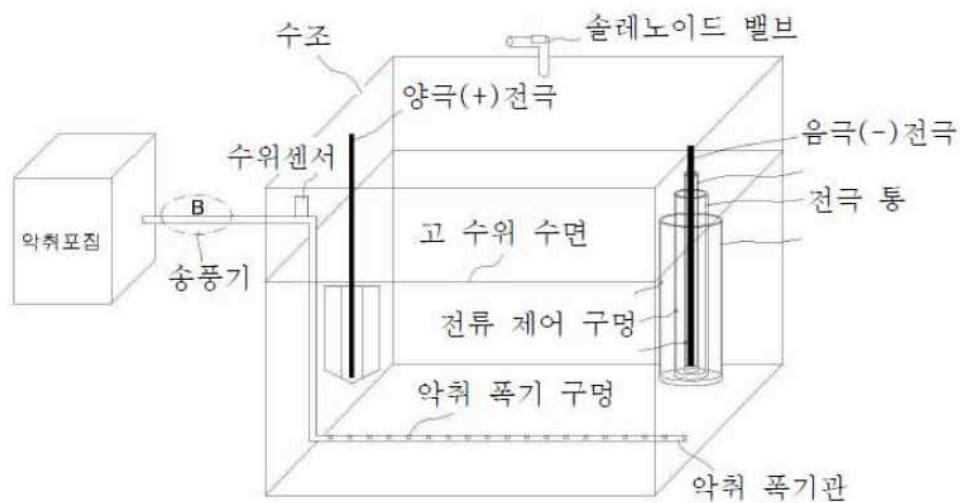
- 위에서 보는 바와 같이, 악취물질의 전기분해 방식은 부산물이 없는 청정기술임.

▷ 기술의 핵심내용 및 혁신성

- 본 기술은 공중 방전에서 나타나는 플라즈마상태를 수중에서 생성시켜 보다 많은 양의 악취를 효과적으로 분해하는 기술로써 특고전압(10,000볼트이상)하에서 전류를 물리적인 방법으로 극도로 제한하여 안정적인 고전압 방전을 조성하는 기술임.
  - 기존의 플라즈마 기술은 고전압을 공중 방전시켜 이온화 상태인 플라즈마 상태를 조성하려면 전극판 사이를 가깝게 하여 방전하여야 하므로 처리공간이 작아 처리용량에 한계가 있었음.
  - 본 기술은 전극판 사이의 공간을 획기적으로 늘일 수 있는 기술로 수중에서 대형의 플라즈마 상태를 조성하는 기술임.
  - 약 30,000V의 고전압을 수중에 방전하지만 인가전류를 극도로 제한하여 대용량의 수중 플라즈마 상태를 조성하여 그 수중에 악취를 폭기 시키는 방법으로 고농도/대용량의 악취를 효율적으로 처리할 수 있는 기술임.
  - 본 기술은 2차 부산물을 만들지 않는 친환경적인 청정기술이며 초기시설비와 운영비도 기존 기술에 비하여 약1/2정도로 경제적이며, 또한 개별 악취성분뿐만 아니라 복합악취와 난분해성으로 문제가 되는 환경 오염물질 (다이옥신,포름 알데히드 등) 까지도 분해하는 다목적 기술임.
  - “고전압 수중 직접 전기분해방식의 악취 제거 시스템”의 블록다이어그램은 아래와 같음.



- 입력전원은 AC 220V 또는 380V의 동력전원을 사용하고 승압변압기는 최대 30,000V 까지 전압을 높이기 위한 특고전압용 승압기이며 직류변환기는 교류를 직류로 변환시키고 이를 전기분해 수조의 두 전극(+,-)에 연결함.
- 전기분해 수조에는 위의 두 전극이 수중에 잠겨 설치되고 수조 최하단에는 포집된 약취를 폭기시키는 약취 폭기부가 설치됨.
- 수조 최 하단에 설치되는 약취폭기부는 작은 구멍(hole)이 다수개 뚫린 유공관의 형태로 폭기되는 약취가 작은 기포로 잘게 부서져 수중 플라즈마상태에 노출되어 접촉되는 면적이 최대한 넓도록 설치함.
- “고전압 수중 직접 전기분해방식의 약취 제거 시스템”의 전기분해 수조의 구조는 아래와 같음.



- 위의 전기분해 수조에 사용되는 구성요소들에 대한 가장 효율적이고 안전한 자재와 규격을 찾아내어 개발하고 약취 제거 효율이 높은 전극판의 소재를 선택하고 또한, 인가되는 전

압과 전류에 따른 소모 전력에 대한 최선의 악취 제거 효율을 결정하여 최적의 알고리즘을 도출하여 표준화 모델을 제작함.

- 당사의 핵심기술인 고전압 방전을 이용한 악취제거 기술을 액비에 적용하여, 액비의 악취제거 및 신속한 액비제조기술을 확보하였음.



기술 적용전의 액비



기술 적용 후의 액비

#### ▷ 기존 또는 유사 기술과의 차별성 및 개발기술의 우수성

- 지금까지 개발되어 사용되고 있는 악취를 제거하는 기술은 세정법, 흡착법, 산화/환원법, 미생물 처리법등이 있지만 그 경제성과 효율성에 있어 만족할 만한 방법과 기술은 아직 개발되지 않아 새로운 기술이 요구되고 있음.
- 최선의 기술로는 플라즈마를 이용한 방법이 연구되고 있으나 초기 시설비가 너무 과도해 경제성 문제로 현실적응이 어려운 기술임.
- 현재 가장 일반적으로 사용하고 있는 기술은 약품을 이용한 세정법 임.
- 이 방법은 악취성분을 분석하여 각각의 악취의 종류를 확인하고 그에 대응하는 화학 화합물을 물에 섞어 그 액을 샤워방식으로 악취에 뿌려 반응시켜 처리하는 방법으로, 악취의 후각적인 문제는 해결 할 수 있지만 많은 약품이 필요하고 이에 따른 경비문제와 부가적으로 발생하는 화학약품이 섞인 다량의 오폐수가 생성되므로 그 해결책이 시급하게 요구되고 있는 실정임.
- 국내기술과 선진 해외기술의 차이는 거의 없으며, 선진국에서는 환경보호와 민원문제에 좀 더 많은 투자와 배려를 하여 초기 시설 투자를 한다는 것임.
- 당사가 개발한 고전압 수중 직접 전기분해방식의 악취제거 기술은 일정 농도와 일정량을 기준으로 기존 기술에 비하여 초기시설비는 약1/2, 유지비는 약1/3정도로 산정되어 매우 경제적이고 효율성이 뛰어난 기술임.
- 이하 도표는 국내외 경쟁 기술과의 장단점, 품질과 가격을 비교한 것으로, 대표적인 악취인 암모니아(NH<sup>3</sup>)를 기준으로 1,000ppm의 농도와 분당 100 Lube(m<sup>3</sup>)의 악취량을 처리하는 데 소요되는 초기 시설비와 운영/관리비를 비교하였고 그에 따른 장단점을 기술하였음.

#### 악취처리 기술의 장단점 비교

단위:백만원

악취 제거기술	초기 시설비	운영/관리비	장점	단점	환경 보호기능
약품 세정법	150	10	확실한 제거효과, 시설비 저렴	약품비 과다, 오염물질생성	X
산화/환원법	250	5	이차 오염물질을 생성하지 않는 청정기술	시설비과다, 대용량 설비에는 부적합	△
미생물 처리법	350	7	자연 친화적인 기술	반응시간이 길어 고농도/대용량의 악취처리에는 부적합, 계절적인 효과의 불안정	△
본 기술	70	3	고효율, 환경친화적인 기술 저렴한 시설비와 운영경비 오염물질을 발생하지 않는 친환경 기술	고전압 전기를 사용하는 데에 따른 안전사고 발생 우려(방지 대책 수립 요구)	○

- 이상의 도표에서 보는 바와 같이, 당사가 개발한 고전압 수중 직접 전기분해 방식의 악취 제거 기술은 가장 큰 장점으로 고농도/대용량의 악취에 적용할 수 있고, 부차적인 오염물질을 전혀 만들지 않는 친 환경적인 기술이며 기존의 기술에 비하여 초기 시설비와 운영/관리비가 상대적으로 저렴한 경제성이 있는 기술임.

▷ 정부 공인 시험기관에서의 실험 결과

- 복합악취와 22종의 악취물질을 실험하였고 그 중 대표적인 악취물질 7종의 제거율을 도표로 표시하면 다음과 같음.

본 기술의 실험 인증 성적서 (한국화학시험연구원)

악취 성분	실험 차수	처리 전 농도 (ppm)	처리 후 농도 (ppm)	제거율 (%)
복합 악취	1	4,481	300	93.3
	2	6,694	448	93.3
암모니아	1	945	12.9	98.6
	2	1,170	40.5	96.5
황화수소	1	0.06	0.03	50
	2	0.14	0.02	85.7
메틸메르캅탄	1	0.196	0.031	84.2
	2	0.325	0.030	90.8
아세트알데히드	1	0.18	0.03	83.3
	2	0.41	0.04	90.2
I-부틸알코올	1	0.1	0.0	100
	2	0.1	0.0	100
I-발레르산	1	0.228	0.000	100
	2	0.060	0.000	100

- 실험 결과 복합악취 외 22종의 악취물질 전체에 대하여 뛰어난 분해효과를 나타내었음.

▷ 기술수준 및 경쟁력



- 본 기술은 고전압 전기 방전 기술로 기존의 플라즈마 기술과 최근 개발된 수중플라즈마 기술과 고전압 전기분해라는 원리는 유사하지만 그 핵심기술은 전혀 궤를 달리하는 기술임.
- 플라즈마 기술은 대기 중에 두 전극판을 대칭으로 서로 마주보게 설치하고 그 사이(간극)을 1~2 Cm정도로 가깝게 하여(간격이 멀어지면 완전 절연 상태로 작동 불능) 약 7천볼트 이상의 전압을 인가하면 그 전극 사이가 방전현상으로 이온화 상태가 되는데 이를 플라즈마 상태(이온화 상태)라고 하여 그 공간으로 독성 가스나 악취 물질을 불어 넣어 주면 화학결합이 깨져 분해가 되는 원리로 2차 부산물을 생성하지 않는 친환경 청정 기술로 최근에 주목을 받고 있는 기술임.
- 수중 플라즈마 기술은 플라즈마 생성 장치를 물속에 잠기게 설치하고 전극과 전극 사이가 물에 닿지 않도록 그 장치에 공기나 산소를 불어 넣어 오존을 생성시켜 분해하는 기술로 플라즈마 장치를 물속에 설치하였다는 차이점으로 플라즈마 기술과 유사한 기술로 확인되고 있음.
- 이상의 플라즈마 기술과 수중 플라즈마 기술은 친환경 청정기술이지만 단점으로 전극 사이의 공간인 플라즈마 공간이 협소하여 다량의 물질을 처리하기에 한계가 있음.
- 본 기술은 플라즈마 공간의 협소한 문제점을 해결하기 위하여 수중에서 플라즈마 공간을 조성하였음.
- 기존의 수중 플라즈마 기술이라고 명명된 기술은 플라즈마 장치를 물속에 넣고 공기나 산소를 세게 불어 넣어 전극과 전극사이의 공간에 물이 닿지 않게 하지만 (물이 닿으면 합선되어 작동 불가능), 본 기술은 수중에 전극을 서로 대응하여 멀리 떨어지게 설치하고 물에 직접 닿게 하여 수중에서 수중 방전에 의한 진정한 수중 플라즈마 상태를 조성하는 것임.
- 일반적인 물은 도전체로 전기를 통전시키면 합선상태가 되므로 고전압을 인가할 수 없지만 본 기술은  $V=I \times R$  공식에 따른 고전압에 대비한 고전류를 제어하는 기술을 핵심기술로 하여 일반적인 물의 수중에 10,000볼트 이상의 고전압을 인가하지만 전류를 물리적으로 제어하는 기술을 개발함으로써 수중에 공간의 제약을 받지 않는 플라즈마 상태를 조성하였음.
- 본 기술의 개발로 플라즈마 기술과 수중 플라즈마 기술의 최대 문제점인 용량 문제를 해결하였음.

플라즈마 기술 대비 성능표

	처리용량	효율성	자연보호 효과
본 기술	100	100	100
플라즈마 기술 수중 플라즈마 기술	10	30	30

▷ 기술의 응용 및 확장가능성

- 본 기술의 사업화 추진시 대규모 하수종말 처리장이나 액비 자원화 센터, 음식물 쓰레기 처리장 등 뿐만 아니라, 축산 전업농가(양돈, 양계, 목우 등)에서도 소형 악취제거 시스템을 사용할 수 있게 되어 악취에 대한 민원문제를 해결할 수 있음.
- 현재 분뇨 처리비용이 톤당 2만원 이상 소요되는 분뇨처리를 자체적으로 할 수 있게 하여, FTA에 직면해 있는 우리나라 축산업의 경쟁력 제고
- 축산업 농업기계로 선정되도록 하여 국가 지원으로 제품을 구입할 수 있도록 할 예정(국가 지원 농업기계 : 트랙터, 과일 선별기 등)
- 또한, 음식점과 같은 소형 악취발생 업소에도 활용 될 수 있음.

▷ 국내외 개발기술동향

- 국내외 주요 경쟁사

경쟁사명	제품명	판매가격(천원)	연 판매액(천원)
① (주)힐링바이오	세정탑	150,000	3,000,000
② (주)신화엔바텍	세정식 집진기	150,000	4,824,000
③ (주)유로하우징	패킹타워 스크러버	250,000	8,545,000
④아니코생활환경(주)	흡착산화식 탈취기	200,000	25,000,000

- 국내외 지식재산권 현황

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 열교환이 가능한 악취제거 장치	(주)은하	한국/100100980
② 악취처리장치	(주)이레	한국/10-0106726
③ 축산시설 악취처리 시스템	비케이환경종합건설(주)	한국/10-0110101

▷ 상용화를 위한 기술의 경제성 검토

● 약취처리 기술의 장단점 비교

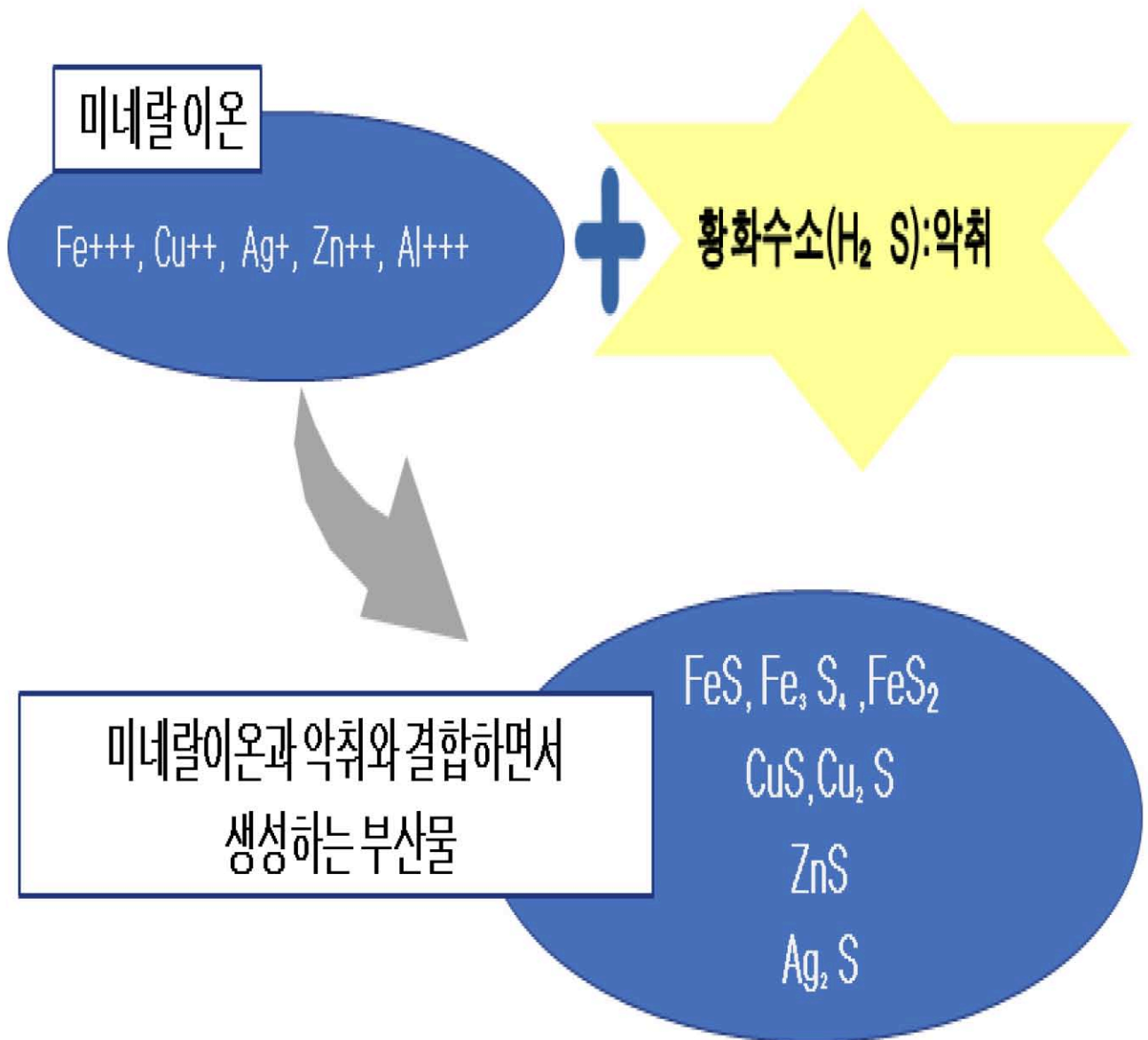
단위: 백만원

구 분	초기 시설비	운영 관리비	장 점	단 점
약품 세정법	150	10	확실한 제거효과 시설비 저렴	과다한 약품비용 발생 오염물질 생성
산화/환원법	250	5	2차 오염물질을 생성하지 않음	시설비 과다 대용량 설비에는 부적합
미생물 처리법	350	7	자연친화적인 기술	반응시간이 느림 고농도/대용량의 약취처리에는 부적합 계절적인 요인에 따라 처리효과의 불안정
개발대상 기술	100	3	고효율, 환경친화적인 기술 저렴한 시설비와 운영 경비 오염물질을 발생 최소화	고전압 전기 안전사고 발생 우려 (+극 접지로 안전대책마련)

※ 약취 제거 공정과 액비 화 과정

- 액비의 각종 미네랄 성분과 전기분해작용의 전자의 이동으로 인한 환원작용으로 약취분해와 그 부산물의 액비성분 증가

미네랄 이온은 작용대상(약취 화합물)의 전자를 빼앗아 환원시키는 강력한 환원제



**나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과**

1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 지금까지 축산폐수의 처리를 위하여 사용되어온 기술들이 그 효율성과 경제성 및 환경 보호문제까지 미진하여 새로운 대체과 기술이 시급히 요청되고 있는 상황에서 본 개발 기술은 새로운 친환경 청정기술로서
  - 1) 축산폐수의 방류를 위한 정수처리시스템
  - 2) 축산폐수의 액비처리기술로서 악취를 효과적으로 제거하고 악취성분을 액비내에 고정하여 비료성분을 높여주는 고도처리시스템에 적용한다.
- 본 기술이 상용화되면 축산농가에서 매일 생산되는 분뇨를 효과적으로 처리하여 FTA 상황하에서 우리나라 축산업의 경쟁력을 높이는 효과와 폐수처리가 필요한 산업 전반에 적용되는 기술로서 환경보호와 인류건강증진에 기여하기를 기대함.

2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	12,000	18,000	27,000	40,000	60,000	157,000
경제적 파급효과	120,000	180,000	270,000	400,000	600,000	1,570,000
부가가치 창출액	240,000	360,000	540,000	800,000	1,200,000	3,140,000
합 계	372,000	558,000	837,000	1,240,000	1,860,000	4,867,000

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

. 평가의 착안점 및 기준

1. 처리전후의 악취성분의 감소량 측정 - (국가공인시험기관 : 한국화학융합시험연구원) - 악취 배출 기준 만족 2. 처리전후의 액비 비료성분의 증가량 측정 - (국가공인시험기관 : 한국화학융합시험연구원) - 비료성분 10% 증가 3. 방류수의 시험분석 - (국가공인시험기관 : 한국화학융합시험연구원) - 방류수 수질 기준 만족
--



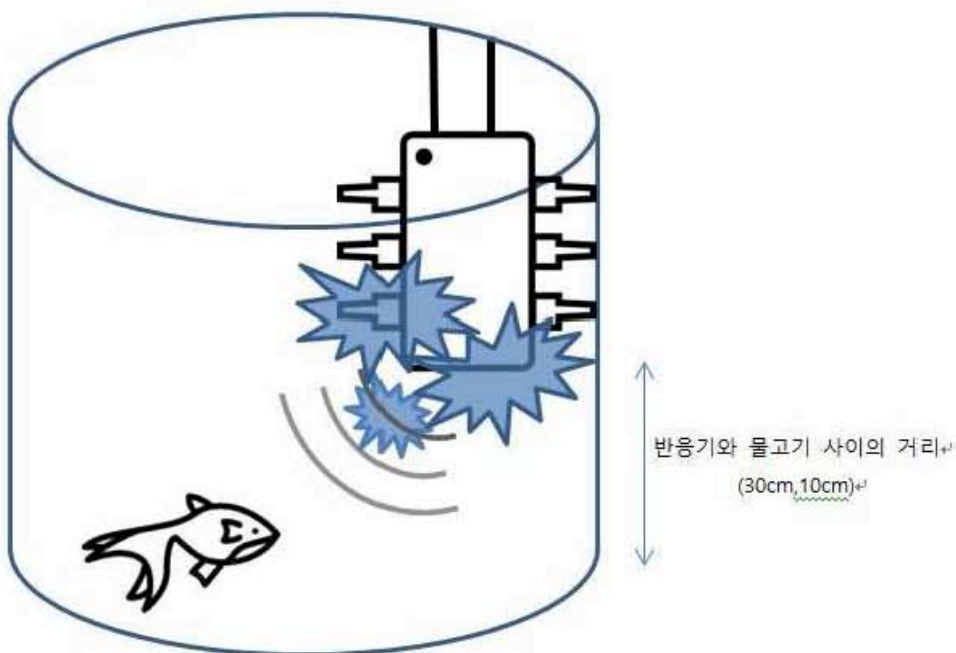
▷ 기술의 안전성 확인

○ 본 기술이 일반 축산농가에까지 상용화되려면 고전압전기에 대한 산업재해나 안전에 대한 전제가 해결되어야 하므로 이에 대한 사전 연구가 필요한 점에 착안하여 본 과제 전에 고전압 수중 방전에 대한 안전성 연구를 수행하였다.

**물속에서 고전압 직류전기의 방전 시 생태에 미치는 영역 조사**

물속에서 고전압 직류전기의 기포방전(bubble discharge) 시 방전과 동시에 강한 충격파, 라디칼, UV가 나오게 되는데 이들이 미치는 생물의 생태를 관측하기 위해 생태 실험을 하였다. 생태 실험은 반응시 전력, 전압, 주파수, 반응시간, 깊이에 따른 물고기의 생존여부의 확인을 목표로 하였다.

고전압 반응기와 물고기 사이의 거리를 각각 30cm, 10cm만큼 떨어뜨린 다음 기포방전(bubble discharge) 실험을 시행하였다.

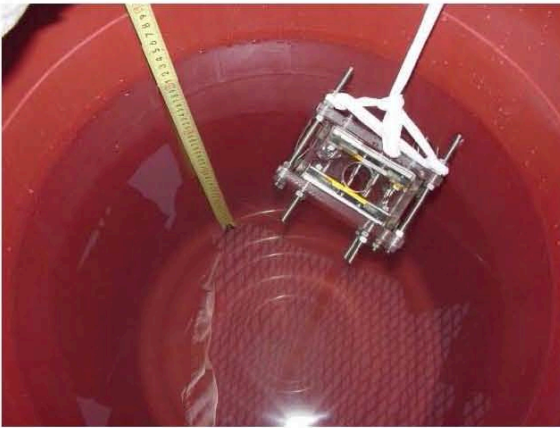


(실험1)기포방전(bubble discharge) 물고기 생태 반응 실험 구조 (민물고기 1마리 기준)

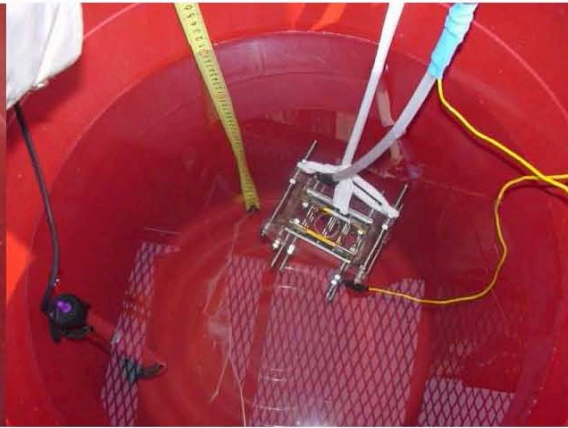
이 실험을 하기 위해 위 예시와 같이 민물고기(금붕어) 1마리를 큰 용기에 담고 반응기를 밑면으로부터 30cm, 10cm를 띄운 후 전력, 전압, 주파수, 반응 시간에 따른 반응 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 반응기는 담수처리에 적합한 기포발생기를 장착한 멀티팁(multi-tip) 반응기이다.

기포방전(bubble discharge)이 발생한 직후, 민물고기는 놀라서 잠깐 움직였다. 하지만 반응이 지속되자 특이한 움직임 없이 자유롭게 통 안을 돌아다니는 것을 볼 수 있었다. 반응 시험 후

결과를 표1에 나타내었다. 표에서 보는 것과 같이 기포방전(bubble discharge) 파라미터들(전력, 전압, 주파수, 반응시간)에 변함없이 방전 반응기 깊이 30cm, 10cm시 민물고기가 모두 생존하는 것을 확인하였다.



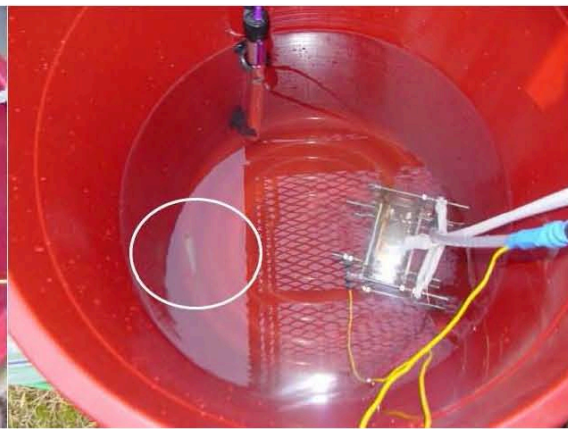
사진(a)



사진(b)



사진(c)



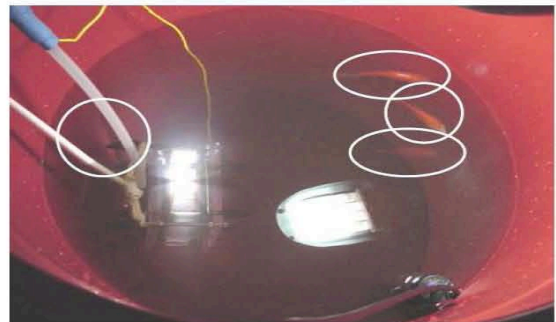
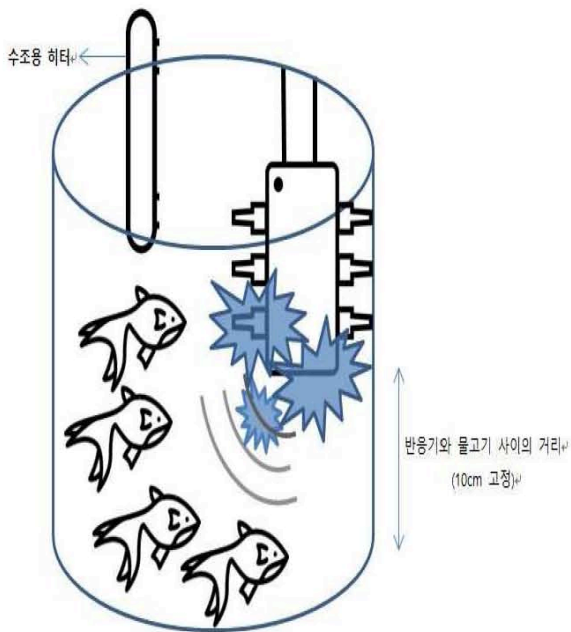
사진(d)

- (a) 반응기를 밑면으로부터 30cm 높이에 설치
- (b) 반응기를 밑면으로부터 10cm 높이에 설치
- (c) 30cm 기포방전(bubble discharge) 반응 실험
- (d) 10cm 기포방전(bubble discharge) 반응 실험

(표1) 방전 반응기 깊이 30cm, 10cm일 때,  
기포발생기를 장착한 멀티팁(multi-tip)반응기로 실험한 생태 실험 결과 (민물고기 1마리)

방전 반응기 깊이 (cm)	전력(Kw)	주파수(Hz)	전압(kV)	방전 시간(분)	생존 여부
30	1.2 Kw	10 Hz	25 kV	10 분	생존
30	2.4 Kw	30 Hz	25 kV	10 분	생존
30	3.25 Kw	50 Hz	25 kV	10 분	생존
30	2.4 Kw	30 Hz	25 kV	30 분	생존
30	2.4 Kw	30 Hz	25 kV	60 분	생존
10	1.2 Kw	10 Hz	25 kV	10 분	생존
10	2.4 Kw	30 Hz	25 kV	10 분	생존
10	3.25 Kw	50 Hz	25 kV	10 분	생존
10	2.4 Kw	30 Hz	25 kV	30 분	생존
10	2.4 Kw	30 Hz	25 kV	60 분	생존

위와 같은 실험을 민물고기 4마리를 넣어서 밑의 그림과 같이 시행해 보았다. 실험은 반응기와 물고기의 거리를 10cm로 고정하여 수행하였다.

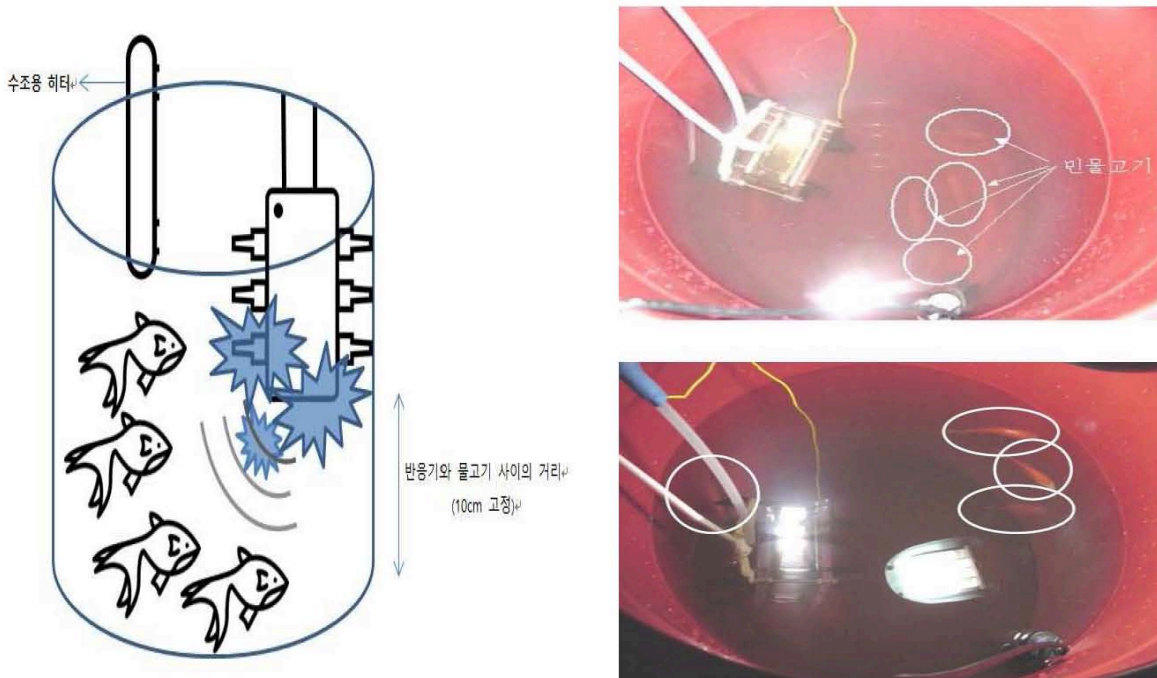




(실험2) 기포방전(bubble discharge) 물고기 생태 반응 실험 구조 (민물고기 4마리 기준)

민물고기 1마리를 넣고 실험할 당시 수조의 수온이 8℃이었다는 점에서 물고기의 움직임이 활발하지 않았을 가능성이 있었다. 이를 방지하기 위해 자연스러운 생태환경을 만들 수 있는 수조용 히터를 설치하여 실험하였다. 수조용 히터를 설치한 민물고기 4마리 실험에서는 수온이 높아짐으로 물고기가 활발히 움직이는 것을 확인할 수 있었다. 아래의 사진은 실험 사진을 촬영한 것이다. (실험2) 역시 민물고기 1마리를 넣었을 때와(실험1) 마찬가지로 민물고기들은 파라미터들의 변화 시에도 생존하였다. 즉 (실험1)과 (실험2)를 통해서 기포방전(bubble discharge)은 민물고기들의 생존에 영향을 끼치지 않음을 확인할 수 있었다.

(e) 민물고기 4마리 기포방전(bubble discharge) 반응 실험



지금까지 개발되고 사용되고 있는 약취를 제거하는 기술은 세정법, 흡착법, 산화/환원법, 미생물 처리법등이 있지만 그 경제성과 효율성에 있어 만족할 만한 방법과 기술은 아직 개발되지 않아 새로운 기술이 요구되고 있습니다.최신의 기술로는 플라즈마를 이용한 방법이 연구되고 있으나 초기 시설비가 너무 과도해 경제성 문제로 현실점목이 어려운 기술입니다.현재 가장 일반적으로 사용하고 있는 기술은 약품을 이용한 세정법이라고 할 수 있습니다.이 방법은 약취성분을 분석하여 각각의 약취의 종류를 확인하고 그에 대응하는 화학 화합물을 물에 섞어 그 액을 샤워방식으로 약취에 뿌려 반응시켜 처리하는 방법으로 ,약취의 후각문제는 해결

할 수 있지만 많은 약품이 필요하고 이에 따른 경비문제와 부가적으로 발생하는 화학약품이 섞인 다량의 오폐수가 생성되므로 그 해결책이 시급하게 요구되고 있는 실정입니다. 국내기술과 선진 해외기술의 차이는 거의 없으며, 선진국에서는 환경보호와 민원문제에 좀 더 많은 투자와 배려를 하여 초기 시설 투자를 한다는 것입니다. 저희회사가 개발한 고전압 수중 직접 전기 분해방식의 악취제거 기술은 일정 농도와 일정량을 기준으로 기존 기술에 비하여 초기시설비는 약1/2, 유지비는 약1/3 정도로 산정되어 매우 경제적이고 효율성이 뛰어난 기술로 평가되고 있습니다. 이를 인정받아 충북 조달청에 납품을 한 실적이 있으며, 국내의 대기업인 엘지화학의 약품생산라인과 엘지생활건강의 화장품 생산라인의 악취처리설비를 납품 완료하여 업체로부터 좋은 평가를 받고 있습니다.

### 악취처리 설비(규격) 목록

번호	모델명	크기(㎡)	재질	용량	비고
1	A	80	FRP,SUS304	100㎡/분	대형 플랜트
2	B	64	FRP,SUS304	60㎡/분	산업용
3	C	27	FRP,SUS304	40㎡/분	산업용
4	D	8	FRP,SUS304	20㎡/분	기업축산용
5	E	2	FRP,SUS304	10㎡/분	축산농가용

암모니아 등의 개별악취를 100PPM 기준으로 시간당 악취처리용량을 산정하며 분( minute)당 처리용량을 ( /분)로 표시함.

#### 4. 연구결과의 활용 계획 등

본 연구개발결과는 악취처리 산업분야뿐만 아니라 대기,수질을 망라하는 환경산업 전문분야에 활용될 수 있을 것으로 전망합니다.

- 본 개발기술은 대규모 하수종말 처리장이나 액비 자원화 센터, 음식물 쓰레기 처리장 등 뿐만 아니라, 축산 전업농가(양돈, 양계, 목우 등)에서도 소형 악취제거 시스템을 사용할 수 있게 되어 악취에 대한 민원문제를 해결할 수 있음.
- 현재 분뇨 처리비용이 톤당 2만원 이상 소요되는 분뇨처리를 자체적으로 할 수 있게 하여, FTA에 직면해 있는 우리나라 축산업의 경쟁력 제고
- 축산업 농업기계로 선정되도록 하여 국가 지원으로 제품을 구입할 수 있도록 할 예정(국가 지원 농업기계 : 트랙터, 과일 선별기 등)
- 또한, 음식점과 같은 소형 악취발생 업소에도 활용 될 수 있음.

#### 5. 참고문헌

1. 가축분뇨 자원화시설 표준설계도(2009. 농림수산식품부, 환경부, 농협중앙회)
2. 가축분뇨처리 기술(2011. 농림수산식품부.농협중앙회)
3. 가축분뇨 공공처리시설의 적정 운영을 위한 설계 농도(2009. 한국물환경학회 황인수)
4. 분뇨순환 돈사의 악취특성 및 제거에 관한 연구(2011. 조선대학교 이종국박사)
5. 축산발효액 순환형 분뇨처리를 통한 사육환경 개선(2012. 농협중앙회 축산컨설팅부 김동수)



기술역)

6. 해양배출중단1년,2012년도 가축분뇨 결산 및 과제(2012.대한한돈협회 조진현차장)
7. 양돈장 악취저감 방법별 고려사항(2012.농촌진흥청 국립축산과학원 조성백박사)  
. 가축분뇨처리 시설 및 관련기술 평가(2011. 농촌진흥청)
9. 생물학적 인 제거연구의 현황 및 발전 방향(2005. 포항공과대학교 박종문, 박상규, DICER Techinfo p rt I . Vol.4. No.1. pp54~64)
10. Ejector형 포기장치를 이용한 식품가공폐수의 처리(1999. 부경대학교 정용현, 한국환경과학회지. 제 권, 제2호 pp 221~225)
11. 에어레이션 시스템의 산소전달특성에 대한 실험적 연구(2010. 전남대학교 정성원, 석사학위 논문)
12. W ter oxy en tion in n experi ent l er tor with different ir/w ter inter ction p ttern (2005. e yon.P.Levit ky, Ne eu Ac de ic Colle e of En ineerin , I r el. HAIT Journ l of cience nd En ineerin . Vol.2. I ue 1-2 pp 242~25 )
- 1 . 생물학적 및 고도처리 공정에 의한 축산폐수 처리에 관한 연구(2007. 명지대학교 김대회, 석사학위 논문)
14. cillu p.를 이용한 순환식 R( equencin tch Re ctor)공정에 의한 돈분뇨의 액비화 (2012. 경성대학교 이진석 외.한국폐기물자원순환학회지. 제29권, 제2호, pp19 ~206)
15. 재활용을 위한 양돈폐수와 공정슬러지의 특성연구(2006. 상주시폐수처리사업소. 황인수박사, 한국물환경학회지. 제22권, 제2호 pp 0 ~ 1 )
16. 돈사폐수의 혐기성 질소제거에 있어서 온도의 영향 : 낮은 현장 온도범위에서의 활성(2006. 상주시폐수처리사업소 황인수박사, 한국물환경학회지. 제22권, 제2 호 pp25 ~26 )
17. 양돈 분뇨의 악취특성 및 문제 해결을 위한 환경개선제 사용 현황 및 전망(2010. 수원대학교 이은영, 한국미생물·생물공학학회지. 제 권, 제 호 pp244~254)
18. 악취방지법 (2004, 2015).
19. 통계청, e-나라지표 (2015).
20. Amirhor, P., Hanscom, M., DeFronzo, P. & Scully, K., Comprehensive odor emissions study hall street wastewater treatment plant concord, New Hampshire, Proceedings of the Water Environment Federation, pp. 4448-4463 (2006).
21. Canovai, A., Valentini, F., Manetti, E. & Zagaroli, M., Odor control in composting plants: Results from full-scale experiences, Journal of Environmental Science and Health Part. A-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering, 39, pp. 927-937 (2004).
22. Choi, I., Hyunjoo, L., Joungdu, S. & Hyunook, K., Valuation of the effectiveness of five odor reducing agents for sewer system odors using an On-line total reduced sulfur analyzer, Sensors (14248220), 12, pp. 16892-16906 (2012).
23. Fabio Carrera-Chapela, Andres Donoso-Bravo, Jose A. Souto, Gonzalo Ruiz-Filippi, Modeling the odor generation in WWTP: An integrated approach review, Water Air Soil Pollution, 225:1932 (2014).
24. Guadagni, D. G., Guadagni, R. & Buttery, S., Odour thrghesholds of some organic compounds associated with food flavours, Journal of the Science of Food and Agriculture,

## 연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 재활용 고도처리기술 개발 및 사업화				
	(영문)Development of Advanced Livestock Excretions Treatment Technology by High-Voltage Discharging in water				
주관연구기관	(주)대자연		주 관 연 구 책 임 자	(소속)(주)대자연	
참 여 기 업				(성명) 정 창 수	
총연구개발비  (1,140,000천원)	계	1,140,000천원	총 연 구 기 간	2015.10.23 ~ 2018.10.22 (3년)	
	정부출연 연구개발비	840,000천원		총 인 원	4명
	기업부담금	300,000천원	총 참 여 연 구 원 수	내부인원	4명
	연구기관부담금			외부인원	
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발</li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발</li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발</li> </ul> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발 및 상용화</li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발 및 시제품 제작</li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발</li> </ul> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발 및 상용화(매출) <ul style="list-style-type: none"> <li>2016년 - 20백만원                      2017년 - 225백만원                      2018년 - 411백만원</li> </ul> </li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발 및 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> <li>예상 매출액 2019년 - 200백만원      2020년 - 400백만원      2021년 - 1,000백만원</li> </ul> </li> <li>- 기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발 및 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> <li>예상 매출액 2019년 - 200백만원      2020년 - 400백만원      2021년 - 1,000백만원</li> </ul> </li> </ul>					

## 자체평가의견서

### 1. 과제 현황

		과제번호	815007-3		
사업구분	기술사업화 지원사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	기술사업화지원사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 재활용 고도처리기술 개발 및 사업화			과제유형	개발
연구기관	(주)대자연			연구책임자	정창수
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2015.10.23 ~2016.10.22	280,000	100,000	380,000
	2차년도	2016.10.23 ~2017.10.22	280,000	100,000	380,000
	3차년도	2017.10.23 ~2018.10.22	280,000	100,000	380,000
	4차년도				
	5차년도				
	계		840,000	300,000	1,140,000
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2019년 2월 11일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)대자연	이사	정창수

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

<b>확약</b>	<b>정창수</b>
-----------	------------

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

시제품의 파이롯트 실험 결과 그 효과가 입증되어 충북 조달청의 축분 퇴비 제조공장의 악취 제거사업에 선정되어 납품되었고, 엘지의 2개소(계면활성제 생산공정, 지방산실 생산공정)의 악취제거설비를 제작 납품하였으며 코카콜라의 파이롯트 설비의 실험결과도 우수하여 계약추진 중에 있습니다.

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

축분관련 악취뿐만 아니라 기타 악취에도 전방위적인 효과가 확인되어 (주)엘지생활건강의 악취제거설비를 제작 납품하였고, 폐수처리공정 시 발생하는 유독가스 처리 설비도 제작납품하였습니다. 본 연구개발결과는 전 산업의 모든 환경산업분야에 파급효과가 기대되고 있습니다.

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

본 연구개발결과는 축산분야의 악취처리 산업뿐만 아니라 대기,수질을 망라하는 환경산업 전 분야에 활용될 수 있을 것으로 전망합니다.

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

4명의 적은 연구개발인력으로 최고의 연구개발 결과를 도출했다고 평가합니다.

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (미흡)

연구개발 수행 중 수요 기업들의 파이롯트 실험 요구가 많아 현장 실험이 많았고, 이의 연장으로 마케팅에 편중되어 기타의 연구개발 업무에 전력을 다하지 못한 것으로 평가됩니다.

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발	30	28	우수
기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발	20	18	우수
기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술 개발	20	17	우수
난분해성 환경호르몬 분해를 위한 초고압 기포 플라즈마 발생장치 연구 및 개발	10	9	우수
축산 폐수의 방류를 위한 정수처리 및 BOD, COD 저감을 위한 미세 기포 발생 장치 개발	10	9	우수
색도, 탁도 개선을 위한 고효율 래디컬 발생 전기분해설비 개발	10	9	우수
합계	100점	90	

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

상용화된 악취제거설비와 폐수처리설비는 대기업에서도 인정받아 (엘지,코카콜라 등) 매출이 급성장하고 있어 기술의 완성도가 입증되고 있습니다.

### 2. 평가 시 고려할 사항 또는 요구사항

현재 시장이 요구하고 있는 기술은 경제성과 효율성이 있으며, 2차부산물 등이 만들어 지지않는 친환경기술입니다. 이상의 기준이 고려되기를 희망합니다.

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견



본 연구개발결과는 악취처리 산업분야뿐만 아니라 대기,수질을 망라하는 환경산업 전분야에 활용될 수 있을 것으로 전망합니다.

환경분야 중 가장 민원이 많은 분야가 분뇨처리 문제일 것입니다.

특히 양돈 등의 축산업 현장에서 많은 민원이 일어나고 있는데 매 분기별이라도 이를 해결하기 위한 세미나와 학술대회가 개최되길 기대합니다.



### 3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	권 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
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	건	명	건	건		
가중치	10					10		10			10			10			10	10		
최종목표	6	4		5	5	8		365	5		7	13		7	8		3	200		
연구기간내 달성실적	2				5	8			5					3	3		3	200		
달성율(%)					100	100											100	100		

### 4. 핵심기술

구분	핵심 기술 명
①	기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 악취제거 기술
②	기포 플라즈마를 이용한 축산분뇨 액비화 기술
③	기포 플라즈마를 이용한 방류수 고도처리 기술

### 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	산업제이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v			
②의 기술		v				v	v			
③의 기술		v				v	v			

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	상용화 - 매출발생, 축산분야 이외의 산업분야의 악취처리 기술에 적용
②의 기술	시제품 완성 - 매출 기대
③의 기술	시제품 완성 - 매출 기대

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			정책 활용	홍보 전 시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	건	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	10						10		10					10		10	10		
최종목표	6	4		5		5	8		365	5		7	13		7	8	3	200	
연구기간내 달성실적	3					5	8		5	5					3	3	2	200	
연구종료후 성과창출 계획	3	4				5	5		360	5		7	13		4	5	1	200	

1.특허 성과

항목	세부항목			성 과
특허 성과	특허 명칭	수중기포플라즈마 생성방식의 액비 고도처리장치	특허 출원 대상국	한국
			출원인	(주)블루텍
			출원일	2017.09.07
			출원번호	10-2017-0114646
	특허 명칭	액비를 이용한 고전압진기분해방식의 악취 및 독성가스 제거장치	특허 출원 대상국	중국
			출원인	(주)블루텍
			출원일	2016.05.06
			출원번호	2016050300690170
	특허 명칭	수중방전방식의 미네랄이온 활성수를 이용한 잔류농약 제거방법 및 장치	특허 출원 대상국	한국
			출원인	(주)대자연
			출원일	2019.01.09
			출원번호	10-2019-0002649

2. 매출발생

제품명 - 악취제거설비, 축산분뇨 액비화 설비, 폐수처리설비  
 매출액 - 655,000천원

3. 고용창출 - 5명

4. 논문 발표 - 심사 중

논문명 - 고전압 수중 기포 플라즈마 생성기법을 통한 악취저감에 관한 연구  
 학술지명 - 한국환경기술학회 학회지

5. 교육지도 - 4회

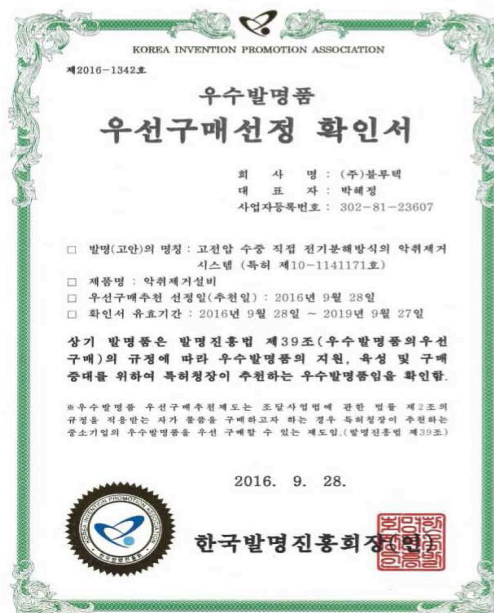
- 2016년도 옥천 친환경 우리소 영농조합법인(유기퇴비공장) : 악취저감방법 교육지도
- 2016년도 대부산업(음식물쓰레기 처리 퇴비공장) : 악취저감방법 교육지도
- 2017년도 옥천 친환경 우리소 영농조합법인(유기퇴비공장) : 지방서 규격 교육 및 운전요령 교육
- 201 년도 (주)LG생활건강 공사안전교육 : 공사전 사전 안전교육

6. 정책활용 -2회

- 농업기술 실용화재단 : 민원다발 악취유발업체에 전담 멘토제 정책 건의(2016년)
- 옥천군청 : 민원다발 악취유발업체에 전담 멘토제 정책 건의(2017년)

7. 홍보전시

- 환경 저널 : 월간 첨단환경기술 회 (2016년)
- 환경 저널 : 월간 첨단환경기술 회 (2017년)
- 월간 양계 : 7, 9월 (2017년)
- 월간 피그 : 7, 9월 (2017년)
- 환경 저널: 월간 첨단환경기술 12회 (201 년)
- 월간 피그 : 12개월(201 년)





주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화 지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화 지원사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.