

발간등록번호

11-1543000-000541-01

고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술 개발
(Development of Advanced Livestock Excretions Treatment
Technology by High-Voltage Discharging in water)

(주)블루텍

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 07월 일

주관연구기관명 : (주)블루텍

주관연구책임자 : 손 형 석

연 구 원 : 박 형 용

요 약 문

I. 제 목

- 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 축산분뇨에 대한 심각성이 날로 커져가고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위한 기술이 필요한 시점으로, 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

III. 연구개발의 목표 및 내용

- 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리기술 개발
 - 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 악취제거 기술 개발
 - 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 액비화 기술 개발

IV. 연구개발결과

- 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리 장치 모형파일럿 제작
- 보유특허 분석평가 및 기술가치평가 실시

V. 연구성과 및 성과활용 계획

- 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리 장치 모형파일럿 제작
- 기술 및 시장분석 등의 연구기획 결과물을 바탕으로 추가 연구개발사업 신청 진행

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	4
제1절 연구개발의 목적	4
제2절 연구개발의 필요성	4
제3절 연구개발의 목표 및 내용	5
제 2 장 국내외 기술개발 현황	6
제1절 기존기술 분석	6
제2절 기술트렌드 분석	7
제3절 시장특징 및 구조	9
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	21
제1절 연구개발 수행내용	21
제2절 연구개발 수행결과	22
제 4 장 연구기획 성과 및 성과활용 계획	30
제 5 장 연구개발 과정에서 수집한 해외과학기술정보	31
제 6 장 참고문헌	33

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 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.

제2절 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.

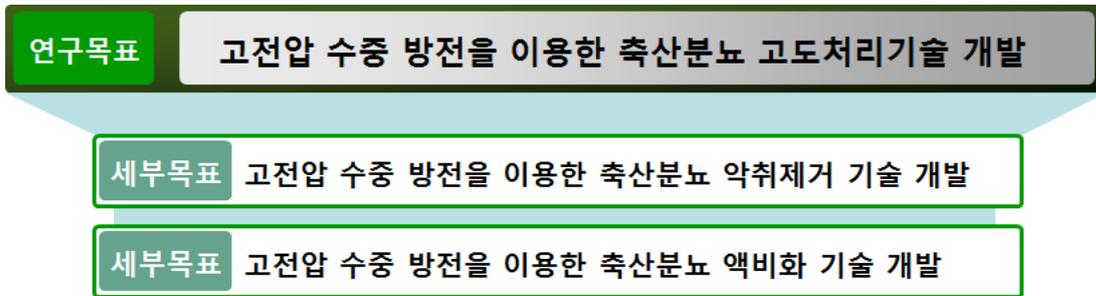


특히, 축산분뇨에 대한 심각성이 날로 커져가고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위한 기술이 필요한 시점임.



제3절 연구개발의 목표 및 내용

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.



제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 기존기술 분석

□ 기존 탈취기술

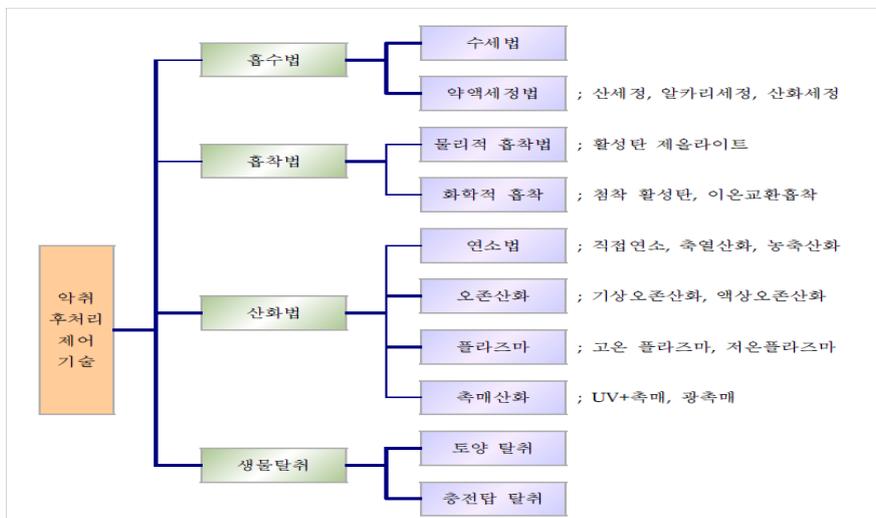
- 탈취기술은 제거원리에 따라 몇 가지 방식으로 분류됨.
- 연소법
 - 냄새 성분을 연소시켜서 분해하는 장치로 직접연소, 촉매연소, 축열연소의 방식이 있음. 광범위한 냄새에 적용이 가능해서 고농도의 냄새도 처리가능함. 직접연소의 장치비는 저렴하나 연료비용이 고가임. 촉매연소는 저온연소가 가능하므로 연료비는 저렴하나 초기비용(initial cost)이 고가임. 축열연소는 열교환에 의해 연료비는 대폭으로 저감되나 장치는 크게 무거워진다는 단점이 있음.
- 흡착법
 - 냄새 성분을 활성탄 등에 흡착시켜서 제거하는 방식. 일반적으로 저농도, 대풍량의 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 만들어지므로약품 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.

제2절 기술 트렌드 분석

□ 악취 후처리 및 제어기술

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



악취 후처리 제어기술

○ 악취 제어기술 (non-destructive methods)

① 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. Pall Ring Tellerette Tri-Pak HT-Pak

② 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 methods)

① 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.

② 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 악취물질을 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.

제3절 시장 특징 및 구조

1. 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-being)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 복합

적으로 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 성분에 따른 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.

돼지 성장별 악취농도 현황

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
평 균	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 농도차가 상당히 크게 나타나며 농도차에 따른 분뇨처리 기법도 선택될 수 있을 것으로 판단됨.

- 육성돈의 경우, 분에서 발생하는 COD의 농도가 제일 크며 다른 종류의 돈류보다 효율성이 좋은 악취제거기법이 적용되어야 할 것임.

악취 성분별 악취제거 방법

구분	생물학적 처리	물리적 처리	화학적 처리
제거물질	생물학적으로 분해 가능한 유기물질	침전가능물질	부유물질
제거율	BOD 활성슬러지 약90% 살수여상법 약80% 산화지 약 70~80%	약 30%	약40~50%
	SS 활성슬러지 약85% 살수여상법 약75% 산화지 약70%	약 50~50%	약 60~80%
장단점	처리방법별로 상이하나 다른 방법에 비해 효율적인 처리가 가능함	비교적 효율이 낮음	화학약품을 주로 사용하기 때문에 슬러지 발생량이 크며, 비교적 유지 관리비용이 고가이나, 질소, 인 등의 대량제거가 가능

- 육성돈의 경우, 분에서 발생하는 BOD의 농도가 제일 크기 때문에 생물학적 처리기법을 사용하는 것이 제일 효과적임.(활성슬러지법 약 90%제거율을 보임)

돼지 체중별 악취농도 현황

구분	체중	수분함량(%)		N(%)		P2O5(%)		K2O(%)	
		분	뇨	분	뇨	분	뇨	분	뇨
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, 뇨속에 존재하는 N의 비중은 육성돈, 비육돈, 임신돈에서 제일 많이 존재함.

- 각 악취성분과 돈류에 따라 분뇨에 존재하는 비율이 다르기 때문에 적당한 악취제거 기술을 선별, 적용하여 최적의 경제성과 효율성을 확보할 수 있음.

○ 악취제거 방법은 크게 생물학적 처리, 화학적 처리, 물리적 처리로 구분되며, 다양한 방법과 처리원리가 있음.

- 각 방법마다 특징을 아래에 도표화함.

보편적인 악취제거 방법

구분	처리방법	처리원리	처리방법의 특성
생물학적처리	호기성생물처리	생물산화분해	활성슬러지법, 살수여상법, 산화지법
	혐기성생물처리	생물환원분해	소화법, 부패조

물리 적 처리	스크리닝	입자의 크기	진통체
	여과	입자의 크기	진공여과, 원심분리
	투석	입자의 크기	필터
	침강법	입자의 크기, 밀도차	침사지, 원심분리
	자선법	입자의 자성	철분제거
	증류법	상대휘발도	증류장치
	증발법	증기압차	다중효용 증발기
화 학 적 처리	중화법	산, 알카리 중화반응	교반 반응기
	산화환원법	산화환원반응	
	분해법	가수분해	
	응집법	계면전위(친수성)	응집침전, 응집여과, 응집부상분리
	부상법	계면특성	가압부상분리
	흡착법	흡착특성	활성탄 흡착
	추출법	분배계수	용제추출법
	이온교환법	이온성	이온교환장치, 이온교환 막, 전기투석장치
	스트리닝	흡수성	탈기탑
	소각법	산화반응	연소, 소각

○ 악취제거 시장의 특징은 아래와 같음.

악취제거 시장 특징

시장특징	내용
국제사회 규제	환경오염에 대한 국제사회 규제 강화
악취원인 제거	악취원인이 근본적으로 제거되어야 하며, 그렇지 않은 경우 제2오염물질 생성.
악취제거방법 선택	다양한 악취성분에 대한 제거효율성이 다양하여 성분별 악취제거 방법 선택
환경요인에 인한 효율성 영향	온도, 습도 등 다양한 환경요인에 의해 악취제거 효율이 영향을 받음
측사규모에 따라 제거방법 다양	측사규모에 따라 악취제거 효율에 영향을 받으므로 규모 대비 악취 발생량 등 분석 필요

2. 시장 구조

■ 시설악취 시장

- 2012년 해양투기중단 이후 대안은 지역별로 공동 처리시설을 구축하는 것과 농장자체 처리 시설을 구축하는 것임.
 - 영세한 농가가 대부분인 우리나라의 경우, 농장자체 처리보다는 공동처리시설의 정화량이 상대적으로 큼.
- 분뇨처리 현황
 - 분뇨처리는 퇴비화, 액비화, 정화처리 및 축산발효액 순환형 처리로 구분.
 - 최종처리는 농장자체 처리와 공동 처리시설로 구분됨.
- 가축분뇨 공동처리시설 현황
 - 2011년 8월 기준 전국 79개 공동처리시설이 있으며, 경기도가 16곳으로 전국에서 가장 많으며, 4곳이 신규설치 중이며, 신규설치 중인 곳25시설을 포함하면 104개 공동처리시설이 신설되거나 운영되고 있음.
 - 일일처리량 : 9,705톤(2011년 8월 기준); 이는 양돈 1일 분뇨 발생량을 약 4만톤으로 추정할 경우, 양돈 분뇨발생량의 24%에 해당하며, 90%이상을 정화처리하고 있음.

가축분뇨 공동처리 시설현황

시 도	시설수		규모 (톤/일)		처리구분									
					정화		자원화							
	운 영	신 규 설 치 중	운 영	신 규 설 치 중	운 영	신 규 설 치 중	운 영	신 규 설 치 중	운 영	신 규 설 치 중	운 영	신 규 설 치 중	운 영	신 규 설 치 중
합계	79	25	9,705	2,543	9,355	2,343	80	40	210	90	60	70	240	206
인천	2	1	70	80	40	80	30	-	-	-	-	-	-	-
경기	16	4	2,500	560	2,290	520	-	-	150	40	60	-	-	30
강원	6	-	730	-	700	-	-	30	-	-	-	-	-	-

충북	6	-	595	-	595	-	-	-	-	-	-	-	30	-
충남	8	3	1,250	283	1,220	283	-	-	30	-	-	-	-	68
전북	11	2	1,680	195	1,630	195	50	-	-	-	-	-	50	83
전남	10	2	915	120	915	70	-	-	-	50	-	-	-	-
경북	9	6	765	530	768	490	-	40	-	-	-	-	60	-
경남	9	7	900	775	900	705	-	-	-	-	-	70	-	25
제주	2	-	300	-	300	-	-	-	-	-	-	-	100	-

- 액비화 처리는 개인보다는 영농조합법인으로 구성된 단체나 액비유통센터를 중심으로 이루어지고 있음.

전국가축분뇨 자원화 사업체 지정현황

구분	공동자원화	액비유통센터	소계
경기	6	11	17
강원	2	8	10
충북	3	8	11
충남	7	20	27
전북	8	22	30
전남	5	17	22
경북	2	15	17
경남	6	22	28
제주	7	22	29
소계	46	145	191

* 출처: (사)대한양돈협회

○ 가축분뇨 공동처리시설 외 현황

- 공동처리시설을 이용하지 않는 76%의 양돈 두수의 자체처리 방법은 주로 액비화 처리와 정화처리가 주가 되고 있으나, 퇴비화 처리는 수분 조절제 가격 부담과 관리 인력의 부족 등으로 감소 추세를 보이고 있음.

■ 생활악취 시장

○ 주거형 생활악취 현황

- 주거형 생활악취분야는 가해자와 피해자가 공공성이 배제된 개인단위에서 이루어지므로 생활악취 처리장치 개발 시 공급단가의 경제성이나 유지관리의 용이성 측면에서 각별한 주의가 필요함.

- 생활악취관련 시장이 새로이 형성될 경우 기존 사업장에 납품되고 있는 탈취장치들이 생활악취 특성을 고려하지 않은 채 영업의 논리로만 접근하여 무분별하게 현장에 보급될 소지가 높음.

- 따라서, 기존의 탈취기술에 대해서는 별도의 조사 시험을 거쳐 생활악취 처리용 탈취장치로서의 활용가능성에 대해 파악할 필요가 있음.

- 일본의 경우 이러한 선행조사를 통해 생활악취저감을 위한 탈취기술 선정시스템의 기초자료로 활용하고 있음.

- 외국에서 무분별하게 도입하여 시판되는(시판될 가능성이 높은) 처리장치에 대해 처리능력, 유지관리의 용이성, 경제성 등에 대한 실증 및 검증할 수 있는 행정 제도가 마련되어야 함.

- 이는 현장에서의 악취민원 감소 및 구매자의 불만을 줄이는 데 매우 중요한 항목이며, 외국에서는 이미 평가기준이 되고 있음.

- 또한, 향후 개발되는 생활악취 처리장치의 성능 보증 및 성능 평가를 위한 설계지침 및 가이드라인에 대한 대응방안도 모색되어야 하며 인증 획득 방안도 적극적으로 검토할 필요가 있음.

○ 도시형 생활악취 현황

- 최근, 하수관 악취문제가 부각됨과 동시에 일부 기관 및 업체에서 악취저감기술 및 장치를 개발하고 있으나 수 처리 관점에서 접근하여 가스 상태(기체상태)인 악취관리에 한계를 안고 있으나, 이를 제어하거나 검증할 수단이 확보되어 있지 않아 향후 논쟁의 소지가 존재하나, 반면에 악취측정장비 시장에도 영향(확대)을 미칠 것으로 판단됨.

- 기존의 악취방지법은 사업장 악취를 주 대상으로 작성되어 있어 최근 부각되고 있는 하수도 시설 악취관리 및 제어에 많은 한계가 있음.

- 하수처리장 등 각종 환경기초시설 내 탈취장치, 생활환경 내에 혼재되어 있는 하수맨홀, 정화조 유출 수 등에 대한 배출허용기준이 설정되어 운용될 것으로 예상함.

- 하수처리장 등 각종 환경기초시설에 설치되는 탈취장비에 대한 구체적인 설계 및 유지관리 매뉴얼이 없어, 설계사 또는 시공사가 기술적 근거 없이 탈취장치를 설치하고 운영하고 있는 실정으로 악취처리능력(효율)이 매우 낮으며 설치효과 미흡으로 인해 악취민원이 증가하고 있는 추세임.

- 현행 악취방지법에서는 부지경계선 및 배출구에 대한 규제기준만 설정되어 있어 환경기초 시설 내에 설치되는 악취방지설비의 처리목표 설정이 불명확하므로 대부분의 사업장에서 처리 효과보다는 설치비가 적은 저가형 탈취설비만을 선호하고 있음.

- 따라서 악취개선효과는 미미한 결과를 얻고 있어 악취개선 효과에 대한 관리기관의 요구는 증가할 것으로 판단되며 경제성보다 효율성을 강조될 것으로 예상.

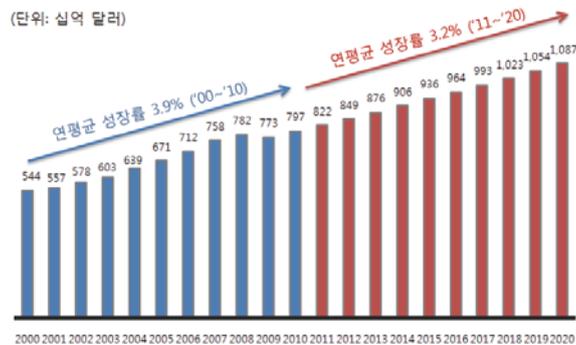
3. 시장 규모

가. 세계 시장규모

○ 해외시장 규모 확대

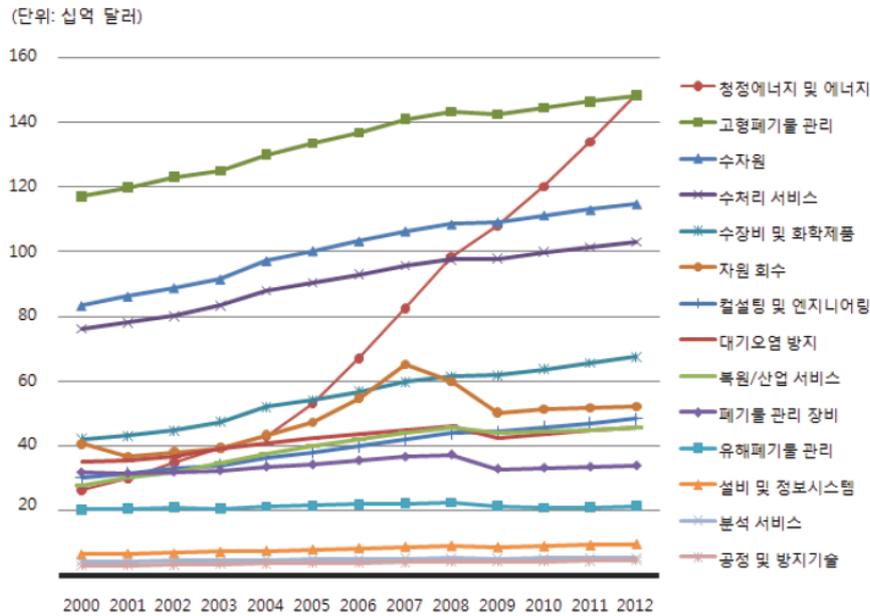
- Environmental Business International(이하 EBI)에 의하면, 세계 환경시장은 '00년 5,440억 달러에서 '10년 7,967억 달러로 10년간 연평균 약 3.9%씩 증가하였으며, '11년에서 2020년 까지 연평균 성장률이 약간 둔화되어 약 3.2%씩 증가하여 '20년에는 세계 환경시장이 약 1조 865억 달러에 이를 것으로 전망하고 있음.

- 실제 각국의 환경산업 시장 규모 발표 자료들을 보면, EBI의 실적 및 추정치를 상회하고 있음. 그런데, 기존의 환경산업 시장 분석에서는 새로운 환경산업 영역이 제외되어 있어 광의의 환경산업으로 확대해 보면, 전 세계 환경산업 시장 규모는 이미 2조 달러를 넘어선 것으로 추정됨.



세계 환경시장 규모 및 성장 전망(2000~2020)

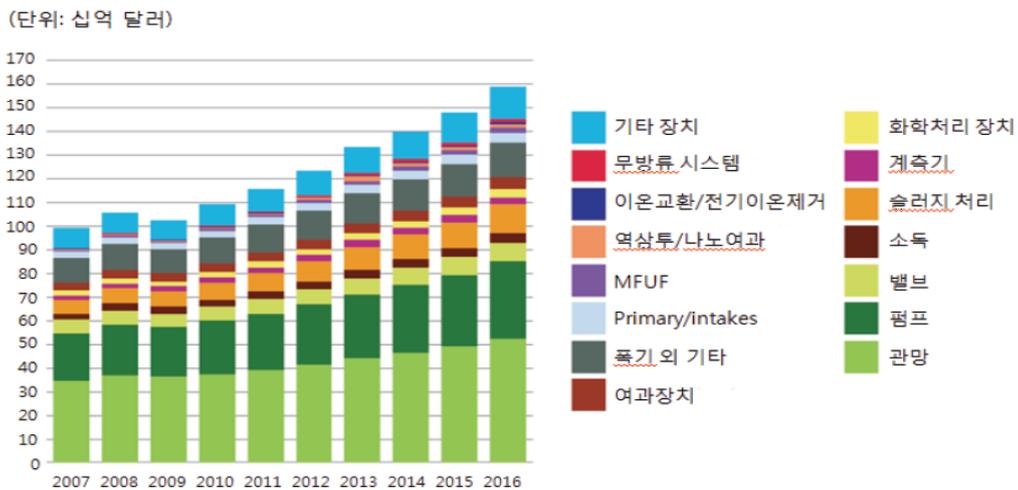
- 환경산업의 분야별 시장증가 추이는 대부분 완만한 증가세를 보이고 있으며, 청정에너지시스템 분야는 2010년 이후 2012년까지 연평균 성장률이 11.2%에 이를 것으로 전망되며 향후 가장 유망한 분야로 두각을 나타낼 것으로 기대됨.



자료 : EBI, Global Market Data, 2009

분야별 세계 환경시장 규모 전망(2000~2020)

- 물 관련 설비시장은 전 분야에 걸쳐 지속적인 성장이 예상되며, 2016년 전체 설비시장은 1,600억 달러 규모를 형성할 것으로 전망됨.



자료 : GWI, Global Water Market 2011, 2010

세계 물 관련 설비시장 규모

나. 국내 시장규모

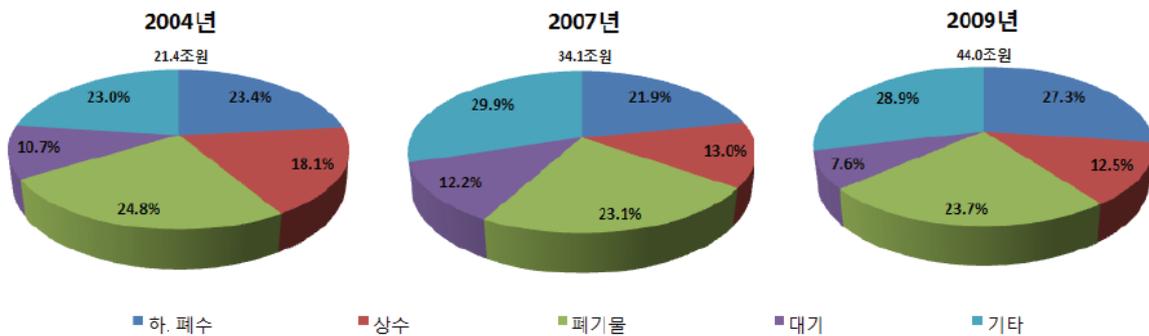
○ 국내 시장규모 확대

- 국내 환경산업 시장규모(2009 Eurostat 기준)는 최근 6년간('04~' 09) 연평균 약 15.5%의 증가율을 나타내었으며, '09년도 국내 환경시장은 44조 64억원으로 전년대비 약 7.8% 증가함.
- 국내 환경산업의 GDP 대비 비중은 4.1%('09)로 정보통신업(3.9%)과 유사하며, EU국가(0.8%~4.5%)와 비교 시에도 비교적 높은 수준임.
- 국내 환경산업 분야별 구성비('09)는 하·폐수 27.3%, 상수 12.5%, 폐기물 23.7%, 대기 7.6%로 하·폐수 분야가 가장 큰 구성 비율 차지함.

구분 \ 연도	2004	2005	2006	2007	2008	2009	연평균성장률 (04~09)
계	21,43	23,90	29,19	34,11	40,81	44,01	-
하·폐수	5,01	4,28	5,53	7,46	9,03	12,01	19.1%
상수	3,88	4,11	4,28	4,43	5,26	5,52	7.3%
폐기물	5,31	6,25	7,62	7,87	9,67	10,42	14.4%
대기	2,30	2,30	3,36	4,16	4,37	3,35	7.9%
기타	4,93	6,96	8,40	10,20	12,47	12,70	-

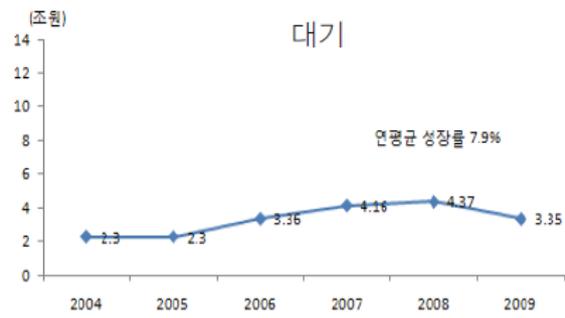
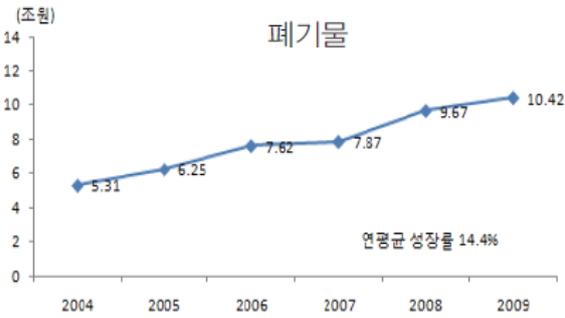
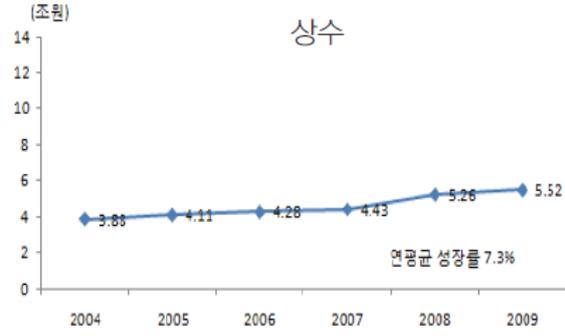
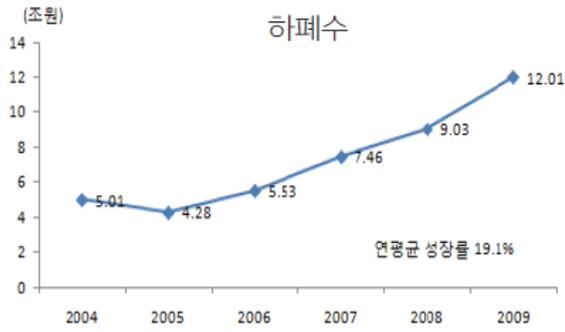
자료 : 한국환경정책평가연구원, 환경시장의 구조변화와 정책과제, 2009 (자료 업데이트)

국내 환경산업 시장규모



자료 : 한국환경정책평가연구원, 환경시장의 구조변화와 정책과제, 2009 (자료 업데이트)

국내 환경산업 분야별 규모 추이



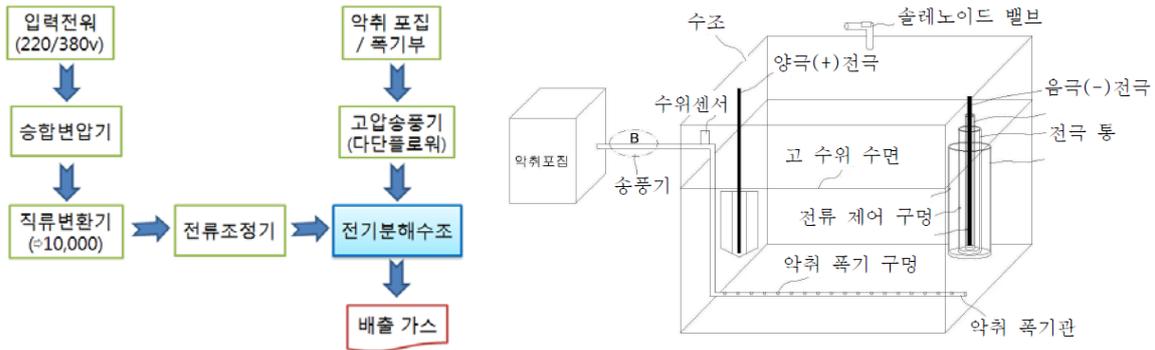
분야별 국내 환경산업 시장규모 추이, 한국환경산업기술원, 2011

- 국내 하·폐수 분야는 국내 시장이 안정화됨에 따라 최근 3년간 지속적인 성장률('07년 34.9% → '08년 21.0%→ '09년 33.0%)을 보이며, 관련 산업의 기술과 경험은 선진국 수준에 도달한 것으로 판단됨.

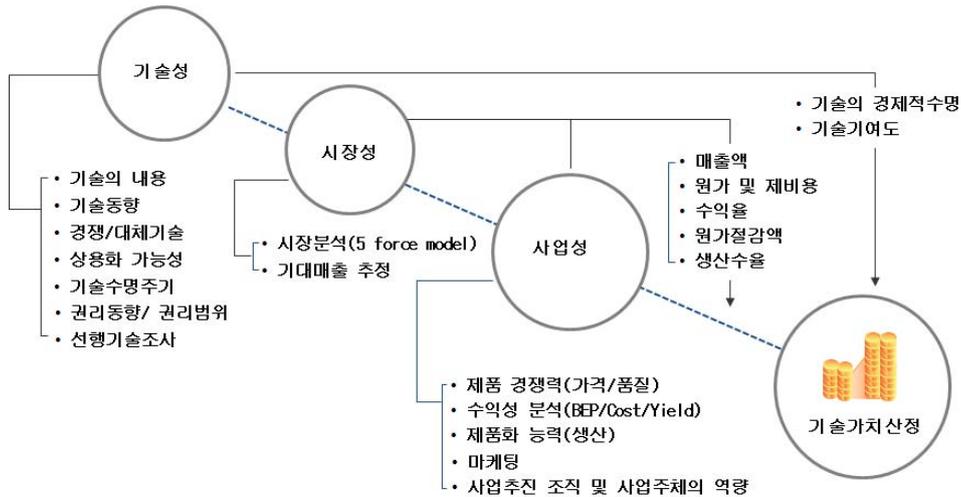
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 연구개발 수행내용

- 고전압 수증 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리 장치 모형파일럿 제작



- 보유특허 분석평가 및 기술가치평가 실시



제2절 연구개발 수행결과

1. 모형파일럿 제작



스크라바 변압기

스크라바 변압기 패널부

액비 변압기



액비 변압기 패널부

습식 스크라바조
링브로어

활성탄조 터보
송풍기

약취 측정



약취 측정 장치

약취 측정



액비 약취제거 시험



액비 약취제거 시험

○ 모형파일럿 자체 시험평가

▷ 1차 축산분뇨 고도 처리 시험 결과

- 원폐수 취수 장소 : 충남 부여군 옥산면 학산리 191 소재 동이농장(양돈장)
- 인가 전압 : 30,000V / 30KW , 처리 시간 : 1시간 / 1톤
- 시험 일자 : 2014년 5월9일

축산분뇨/성상	BOD	COD	SS	T/N	T/P
처리 전 원폐수	1,500	700	2,000	2,000	500
고도 처리 후	5	10	5	10	1

▷ 2차 축산분뇨 고도 처리 시험 결과

- 원폐수 취수 장소 : 경기도 이천시 부발읍 신아로 58 (주)선진 축산
- 인가 전압 : 30,000V / 30KW , 처리 시간 : 3시간 / 1톤
- 시험 일자 : 2014년 5월12일

축산분뇨/성상	BOD	COD	SS	T/N	T/P
처리 전 원폐수	10,500	12,000	19,000	7,000	1,500
고도 처리 후	15	20	20	20	2

▷ 3차 축산분뇨 고도 처리 시험 결과

- 원폐수 취수 장소 : 충북 청원군 오창읍 양청리 791-5 청원양돈영농조합
- 인가 전압 : 30,000V / 30KW , 처리 시간 : 3시간 / 1톤
- 시험 일자 : 2014년 5월17일

축산분뇨/성상	BOD	COD	SS	T/N	T/P
처리 전 원폐수	22,500	15,000	22,000	12,000	2,500
고도 처리 후	15	20	22	27	4

▷ 4차 축산분뇨 고도 처리 시험 결과

- 원폐수 취수 장소 : 충북 괴산군 사리면 방축리 9 괴산 양돈 조합
- 인가 전압 : 30,000V / 30KW , 처리 시간 : 1시간 / 1톤
- 시험 일자 : 2014년 6월9일

축산분뇨/성상	BOD	COD	SS	T/N	T/P
처리 전 원폐수	1,700	1,100	2,700	2,900	500
고도 처리 후	6	12	8	12	3

▷ 기존 또는 유사 기술과의 차별성 및 개발기술의 우수성

- 지금까지 개발되어 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 있음.
- 최신의 기술로는 플라즈마를 이용한 방법이 연구되고 있으나 초기 시설비가 너무 과도해 경제성 문제로 현실접목이 어려운 기술임.
- 현재 가장 일반적으로 사용하고 있는 기술은 약품을 이용한 세정법 임.
- 이 방법은 약취성분을 분석하여 각각의 약취의 종류를 확인하고 그에 대응하는 화학 화합물을 물에 섞어 그 액을 샤워방식으로 약취에 뿌려 반응시켜 처리하는 방법으로 ,약취의 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.
- 당사가 개발한 고전압 수중 직접 전기분해방식의 약취제거 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(NH³)를 기준으로 1,000ppm의 농도와 분당 100 Lube(m³)의 악취량을 처리하는데 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.

2. 기술가치평가

- 본 평가는 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 운영하는 기술가치평가 시스템인 STAR(Science & Technology Information Analysis for R&D)-Value 시스템을 활용하여 평가한 것임.
- 또한, 본 평가는 자발적 의사로 기술 또는 무형자산을 거래하는 매수자와 매도자 사이에서 교환되어지는 자산의 가격을 비교함으로써 유사한 기술자산의 가치를 추정하여 평가하는 방법인 시장접근법(Market Approach)을 통해 평가된 것으로, 시장기능을 이용하여 결정되는 기술의 시장가격을 통해 평가대상 기술의 가치를 간접적으로 추정하는 방법이며, 본 평가에서는 STAR-Value 시스템의 로열티 모델 I 을 통해 기술가치평가를 진행하였음.
- 로열티 모델 I 은 유사 기술자산 거래(라이선싱) 사례를 통해 평가대상 기술의 적정 로열티율을 결정하여 기술가치를 산출하는 방식(Royalty Payment Saved)으로서 기본적인 계산방식은 다음과 같음.

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{S_t \times R - C}{(1+r)^t}$$

V : 기술가치
n : 기술의 경제적 수명
St : t기의 매출액
r : 할인율
R : 로열티율
C : 법인세

▷ 로열티 모델 I

로열티율	4.36%
-------------	--------------

구분	1차년도 (17.07~18.06)	2차년도 (18.07~19.06)	3차년도 (19.07~20.06)	4차년도 (20.07~21.06)	5차년도 (21.07~22.06)	6차년도 (22.07~23.06)	7차년도 (23.07~24.06)	8차년도 (24.07~25.06)	9차년도 (25.07~26.06)	10차년도 (26.07~27.06)
매출액	2,500	2,854	4,560	5,205	6,789	8,718	11,056	15,143	18,725	24,661
로열티 금액	109	124	199	227	296	380	482	660	816	1,075
법인세	11	12	20	25	39	56	76	112	143	195

세후 순로열티액	98	112	179	202	257	324	406	548	673	880
구분	11차년도 (27.07~28.06)	12차년도 (28.07~29.06)	13차년도 (29.07~30.06)							
매출액	31,901	42,837	51,339							
로열티금액	1,391	1,868	2,238							
법인세	258	354	428							
세후 순로열티액	1,133	1,514	1,811							

→ 할인율 32.8 % = 무위험이자율 2.80 % + 리스크프리미엄 30 %

구분	1차년도 (17.07~18.06)	2차년도 (18.07~19.06)	3차년도 (19.07~20.06)	4차년도 (20.07~21.06)	5차년도 (21.07~22.06)	6차년도 (22.07~23.06)	7차년도 (23.07~24.06)	8차년도 (24.07~25.06)	9차년도 (25.07~26.06)	10차년도 (26.07~27.06)
현가 계수	0.3215	0.2421	0.1823	0.1373	0.1034	0.0778	0.0586	0.0441	0.0332	0.025
구분	11차년도 (27.07~28.06)	12차년도 (28.07~29.06)	13차년도 (29.07~30.06)							
현가 계수	0.0188	0.0142	0.0107							

구분	1차년도 (17.07~18.06)	2차년도 (18.07~19.06)	3차년도 (19.07~20.06)	4차년도 (20.07~21.06)	5차년도 (21.07~22.06)	6차년도 (22.07~23.06)	7차년도 (23.07~24.06)
매출액	2,500	2,854	4,560	5,205	6,789	8,718	11,056
로열티금액	109	124	199	227	296	380	482
법인세액	11	12	20	25	39	56	76
세후 순수로열티	98	112	179	202	257	324	406
현재가치	32	27	33	28	27	25	24

구분	8차년도 (24.07~25.06)	9차년도 (25.07~26.06)	10차년도 (26.07~27.06)	11차년도 (27.07~28.06)	12차년도 (28.07~29.06)	13차년도 (29.07~30.06)	
매출액	15,143	18,725	24,661	31,901	42,837	51,339	
로열티금액	660	816	1,075	1,391	1,868	2,238	
법인세액	112	143	195	258	354	428	
세후 순수로열티	548	673	880	1,133	1,514	1,811	
현재가치	24	22	22	21	22	19	

로열티율	4.36 %
기술가치 (현재가치의 합)	325백만원

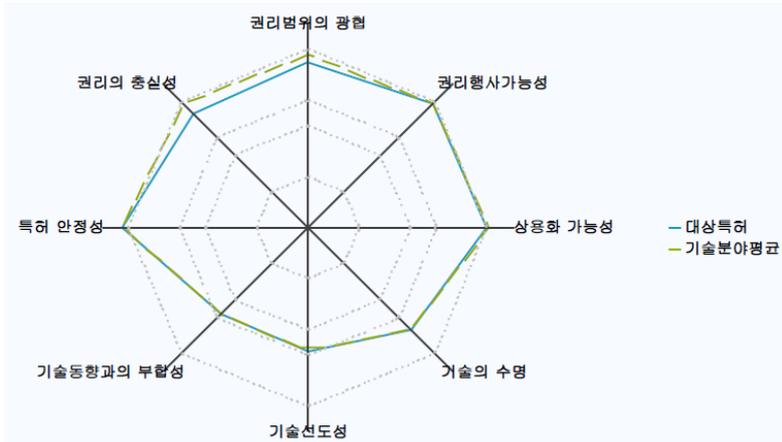
3. 기술 보유 IP분석(스마트 등급평가)

- 스마트 등급 평가는 당사가 보유하고 있는 특허 분석 및 등급 평가를 통하여 특허 경쟁력을 측정하고, 특허 유지/포기 등 특허 관리 의사 결정을 효율적으로 지원하기 위한 목적으로 진행되었음.

평가시스템	한국발명진흥회 특허분석평가시스템(SMART 3)		
평가일자	2014. 03. 12	평가모형	화학
발명의 명칭	고전압 수중 직접 전기분해방식의 악취제거 시스템		
출원번호	10-2011-0121269	등록번호	10-1141171
출원일자	2011. 11. 18	권리만료일	2031. 11. 18
평가결과	관리성	기술성	활용성
	20점(CCC)	17점(BB)	29.3점(BB)
총점			
66.3점(CCC)			

전체 평가 분석

평가지표	점수	등급	대분류(화학)			중분류(화학2)			소분류(환경기술)		
			백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차
관리성 (40점)	20	CCC	82.8	24.4	4.3	82.8	24.4	4.3	73.7	22.3	3.3
기술성 (20점)	17	BB	45.8	17.0	0.4	45.8	17.0	0.4	40.4	16.9	0.4
활용성 (40점)	29.3	BB	59.1	29.6	2.5	59.1	29.6	2.5	60.0	29.7	1.8
총점 (100점)	66.3	CCC	79.5	70.9	5.3	79.5	70.9	5.3	73.0	68.9	4.1



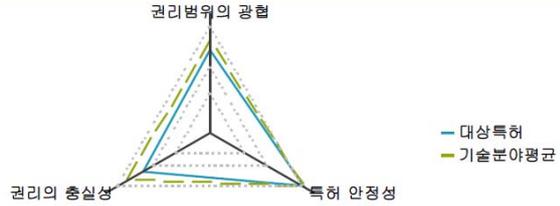
총 평

- 특허 제 10-1141171호, “고전압 수중 직접 전기분해방식의 악취제거 시스템“은 종합평가점수가 66.3점으로 CCC로 평가되었음.
- 본 특허는 관리성 20.0점, 기술성 17.0점, 활용성 29.3점으로 화학의 평균인 관리성 24.4점, 기술성 17.0점, 활용성 29.6점보다 모두 낮게 평가되었으며, 관리성이 20.0점으로 특히 낮게 평가되었고, 기술성이 17.0점으로 상대적으로 높게 평가되었음.

지표별 평가 결과

■ 권리성 (40점)

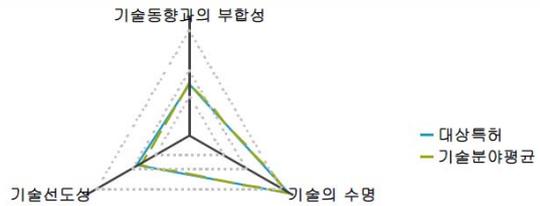
중분류	점수	평균
권리범위의 광협	12.5	13.9
권리의 충실성	11.5	14.3
특허 안정성	-4.0	-3.9
총점	20.0	24.4



권리성에 대한 평가점수는 “20”점으로 “CCC”등급으로 평가되었으며, “특허 안정성”의 평가점수가 -4점으로 상대적으로 권리성에 기여하고는 있으나, 다른 부분은 상당히 부족함.

■ 기술성 (20점)

중분류	점수	평균
기술동향과의 부합성	3.9	4.0
기술선도성	4.5	4.3
기술의 수명	8.6	8.6
총점	17.0	17.0



기술성에 대한 평가점수는 “17”점으로 “BB”등급으로 평가되었으며, “기술선도성”의 평가점수가 4.5점으로 긍정적으로 작용하였으나, 전체적으로 기술성이 낮은 것으로 평가되었음. 본 특허는 선행 기술 조사 문헌 중에 외국 특허나 논문 등이 존재하며, IPC수가 3개로 다양한 기술적 관점을 포함하고 있음.

■ 활용성 (40점)

중분류	점수	평균
상용화 가능성	14.9	15.3
권리행사가능성	14.3	14.2
총점	29.3	29.6



활용성에 대한 평가점수는 “29.3”점으로 “BB”등급으로 평가되었으며, “권리행사가능성”의 평가점수가 14.3점으로 상대적으로 활용성에 기여하고는 있으나, 다른 부분은 상당히 부족함. 본 특허는 우선심사청구가 된 것으로 권리자가 조기 권리화를 통해 상용화 의지 또는 권리 행사 의지를 피력하고 있음을 추정할 수 있음. 참고적으로, 독립 청구항이 간결하게 작성되어 있으나, 권리의 제한 어구가 많은 편이어서, 타인이 본 특허를 회피하여 상용화할 가능성을 배제할 수 없음.



등급	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
백분율 (%)	4.0%	7.0%	12.0%	17.0%	20.0%	17.0%	12.0%	7.0%	4.0%
누적비율 (%)	4.0%	11.0%	23.0%	40.0%	60.0%	77.0%	89.0%	96.0%	100%

본 특허는 종합평가점수 상위 79.5%이며 이는 CCC 등급에 속하는 특허로서, 세부적으로는 권리성은 상위 82.8%이며, CCC 등급, 기술성은 상위 45.8%이며 BB 등급, 활용성은 상위 59.1%이며 BB 등급에 속하는 특허로 평가되었음. 특히, 선행 기술 조사 문헌 중에 외국 특허나 논문 등이 존재하며, 제3자에 의해 권리 발생 등록을 저지하기 위한 법률적 행위가 없고, 독립 청구항이 간결하게 작성되어 있으나, 권리의 제한 어구가 많은 편임.

제 4 장 연구기획 성과 및 성과활용 계획

□ 연구기획 성과

- 고전압 수중 방전을 이용한 축산분뇨 고도처리 장치 모형파일럿 제작



- 보유특허 분석평가 및 기술가치평가 실시

□ 연구기획 성과활용 계획

- 기술 및 시장분석 등의 연구기획 결과물을 바탕으로 정부 연구개발사업 신청 진행

제 5 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

□ 독일

- '94년 개정된 '순환경제 및 폐기물법'에 따라 폐기물 발생억제→물질회수→열회수→폐기처분순의 처리순위를 두도록 규정, 폐기물은 배출자가 재활용
- 또한 재활용할 수 없는 폐기물도 배출자가 책임하에 처분하도록 의무화, 가축분뇨에서 재생에너지를 추출함으로써 화석연료를 일부 대체하는 동시에 가축분뇨를 재활용하도록 유도
- 독일은 전국적으로 78개소의 공공시설과 개별 농가형시설 3,700개소에서 연간 720만톤의 폐기물로 RDF를 연간 300만톤 생산, 약 3,700개의 바이오가스 플랜트에서 발생하는 메탄가스를 발전시설과 연계하여 7,500Gwh 전력을 생산하고 3,200Gwh의 열을 생산
 - ※ RDF : Refuse Derived Fuel (폐기물가공연료)
 - ※ Gwh : 1GWh=1000kWh (일반가정의 한달사용전력은 약 400-600kWh정도)
- 가축분뇨에서 바이오에너지를 추출하고 잔유부산물은 유기질 비료로 이용함. 바이오가스로 전기 생산시 발전기 폐열은 난방에 재활용

□ 스웨덴

- 2010년 9월 스웨덴의 에너지 관리처(Swedish Energy Agency)에서 재생에너지로 메탄생산 프로젝트(GoBigas Biomethan Project)에 따라 가축분뇨와 하수처리장 유기성 폐기물을 혼합하여 발효시켜 매탄 추출
- 2020년경에는 괴텐버그(Gothenberg)시에 메탄 공급량의 30% 또는 7만5천여대 자동차가 이용할 수 있는 규모로 생산을 확대할 계획(Green Car Congress, 2011)
- 가축분뇨의 지역간 수급불균형 문제완화를 위하여 분뇨은행을 운영, 물류시스템을 갖춘 분뇨은행에서 과잉생산지역 분뇨물량을 부족한 지역에 중개 및 분배

□ 벨기에

- '95년부터 가축분뇨 발생 상한선 유지를 위해 축산농가 허가(license)정책을 도입하여 신규농가 진입 통제, 지역내 가축 분뇨의 과부족 해소를 위한 분뇨중개시스템(Gülle börse) 도입(' 89)

- 대규모의 양계 또는 양돈이 단지화가 되어 있는 Vechta 지역에 액비 이용조합을 운영하여 수급 증개, 가축 분뇨량은 '92년 수준으로 제한
- 가축사육 총량제에 따라 2001년 주정부는 모돈은 마리당 400유로, 비육돈은 마리당 118 유로를 지급하고 매입(buy-out scheme)
- 분뇨은행을 설립하여 가축분뇨의 지역간 이동을 촉진함. 지역간 농가간 분뇨수급과 분배기능의 증개역할 수행
- 액비중개는 근교지역을 중심으로 이루어지며 수송거리가 20km 이상 멀어지지 않도록 관리
- 2005년까지 개별농가의 분뇨량을 '95-97년간 최대발생량 이내로 제한하는 양분중단 (nutrient stop)수준을 설정하여 운영함
- 가축사육 폐업을 권장하여 돼지 마리수가 700만두 이하로 감소, 농가들의 농경지 면적당 가축분뇨 생산량이 단위면적당 살포가 가능한 물량을 초과하면 이에 대한 과징금 부과
- 정부에서 대규모 재생에너지(바이오가스) 생산시설을 설치하여 바이오가스로 전기를 생산함. 생산된 전기는 정부에서 책임지고 매입하고 전력생산에서 발생하는 열로 농가에 온수를 공급함.

벨기에의 분뇨정책 발전과정(플랑드르 지역)

년 도	정 책	실 행 계 획
1991년	분뇨선언	○ 농경지 면적당 분뇨 과잉생산 시 과징금 부과, 분뇨은행 설립
1995년	1차 분뇨행동계획 (Manure Action Plan)	○ 현상동결조치(Standstill) - 국가 전체의 가축 분뇨 총발생량을 1992년 수준으로 유지, 신규농가 진입금지, 분뇨과잉 여부에 따라 3지역(흑색, 회색, 백색)으로 구분
2000년	2차 분뇨행동계획	○ 농가별 양분중단(nutrient stop)수준 설정, 2005년까지 농가별 분뇨 생산량을 1995-97년 최대 분뇨 생산량 수준 이하로 유지

자료 : 허덕, 친환경 축산업 현황과 전망, 축산업 선진화 방안 전문가 간담회(2011.10.25.)
한국농촌경제연구원

□ 일본

- 일본도 우리나라와 비슷한 상황으로 집약적인 가축 사육지 주변 농지에 과잉분뇨를 발생하는 문제점 해결을 위하여 외부로 퇴비를 유통할 수 있도록 퇴비유통센터, 유기액비 공급센터 및 정화 처리시설을 복합적으로 구성하여 환경문제 해소에 노력

제 6 장 참고문헌

1. 가축분뇨 자원화시설 표준설계도(2009. 농림수산식품부, 환경부, 농협중앙회)
2. 가축분뇨처리 기술(2011. 농림수산식품부.농협중앙회)
3. 가축분뇨 공공처리시설의 적정 운영을 위한 설계 농도(2008.한국물환경학회 황인수)
4. 분뇨순환 돈사의 악취특성 및 제거에 관한 연구(2011. 조선대학교 이종국박사)
5. 축산발효액 순환형 분뇨처리를 통한 사육환경 개선(2012. 농협중앙회 축산건설팀부 김동수 기술역)
6. 해양배출중단1년,2012년도 가축분뇨 결산 및 과제(2012.대한한돈협회 조진현차장)
7. 양돈장 악취저감 방법별 고려사항(2012.농촌진흥청 국립축산과학원 조성백박사)
8. 가축분뇨처리 시설 및 관련기술 평가(2011. 농촌진흥청)
9. 생물학적 인 제거연구의 현황 및 발전 방향(2005. 포항공과대학교 박종문, 박상규, DICER Techno part I. Vol.4. No.1. pp54~64)
10. Ejector형 포기장치를 이용한 식품가공폐수의 처리(1999. 부경대학교 정용현, 한국환경과학회지. 제8권, 제2호 pp 221~225)
11. 에어레이션 시스템의 산소전달특성에 대한 실험적 연구(2010. 전남대학교 정성원, 석사학위 논문)
12. Water oxygenation in an experimental aerator with different air/water interaction patterns(2005. Semyon.P.Levitsky, Negeu Academic College of Engineering, Israel. HAIT Journal of Science and Engineering B. Vol.2. Issues 1-2 pp 242~253)
13. 생물학적 및 고도처리 공정에 의한 축산폐수 처리에 관한 연구(2007. 명지대학교 김대회, 석사학위 논문)
14. Bacillus sp.를 이용한 순환식 SBR(Sequencing Batch Reactor)공정에 의한 돈분뇨의 액비화 (2012. 경성대학교 이진석 외.한국폐기물자원순환학회지. 제29권, 제2호, pp198~206)
15. 재활용을 위한 양돈폐수와 공정슬러지의 특성연구(2006. 상주시폐수처리사업소. 황인수박사, 한국물환경학회지. 제22권, 제2호 pp308~313)
16. 돈사폐수의 혐기성 질소제거에 있어서 온도의 영향 : 낮은 현장 온도범위에서의 활성(2006. 상주시폐수처리사업소 황인수박사, 한국물환경학회지. 제22권, 제2 호 pp258~263)
17. 양돈 분뇨의 악취특성 및 문제 해결을 위한 환경개선제 사용 현황 및 전망(2010. 수원대학교 이은영, 한국미생물·생물공학회지. 제38권, 제3호 pp244~254)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 **2013**년도 기술사업화지원사업 **R&D** 기획지원과제의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 **2013**년도 기술사업화지원사업 **R&D**기획지원과제의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.