

ECONOMY

생각의 미래로 생활의 미래를 밝히다

물의 가치를 새롭게 하는 수처리사업에서
 땅의 가치를 새롭게 하는 토목·건축,
 공간의 가치를 새롭게 하는 주택,
 자원과 에너지의 가치를 새롭게 하는 플랜트,
 세상의 가치를 새롭게 하는 해외사업에 이르기까지
생각의 미래를 담은 태영건설의 에코노미!
 우리의 행복한 내일을 만들어갑니다.





유기성 자원학회

KOREA ORGANIC RESOURCES RECYCLING ASSOCIATION



| | | | | | | | | |
|--------|-----|---------------------|---------------|-----|--------------------|---------------|-----|-------------------|
| 고 문 | 문국현 | 뉴패러다임 인스티튜트 | 홍보이사 | 서동숙 | 환경미디어 | 평이사 (전문기업) | 이혜경 | (사)한국환경보전복지협회 |
| | 신항식 | 한국과학기술원 건설 및 환경공학과 | | 최종실 | 미래환경 | | 박신호 | 미세조류농장(주) |
| 회 장 | 지재성 | 사이버한양대 | 회계이사 | 최훈근 | 국립환경과학원 | 관리이사 | 고윤권 | (주)에비피아 |
| | 장기운 | (주)판코리아 농업환경과학연구소 | | 서효원 | 여성환경경영크리네(주) | | 이달용 | 월드원하이테크(주) |
| 부 회 장 | 김남천 | 전 을지대학교 환경공학과 | 평이사 (정부) | 권순익 | 국립농업과학원 기후변화생태과 | 평이사 (대학) | 박준석 | 강원대학교 삼척캠퍼스 환경공학과 |
| | 김영준 | 가톨릭대학교 생명환경공학부 | | 오길종 | 국립환경과학원 자원순환연구센터 | | 이건주 | 상지대학교 환경공학과 |
| 특별위원장 | 김종일 | (주)JSKwater | 평이사 (협회) | 이종연 | 환경관리공단 | 평이사 (대기업) | 이남훈 | 안양대학교 환경공학과 |
| | 배재근 | 서울과학기술대학교 환경공학과 | | 유기영 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 | | 유규선 | 전주대학교 토목환경공학과 |
| 총무이사 | 하천용 | (주)엔백 | 평이사 (연구소) | 이정임 | 경기개발연구원 | 감 사 | 정영구 | 금오공대 토목환경공학부 |
| | 홍성구 | 국립축산과학원 | | 오진 | 농어촌공사 충북지사 미호천사업 | | 황석환 | 포항공과대학교 환경공학부 |
| 학술이사 | 박광석 | 환경부 자원순환국장 | 평이사 (연구사) | 정진수 | 수도권매립지 관리공사 | 자 문 | 한신기 | 한국방송통신대학교 환경보건학과 |
| | 류재근 | 국립한국교통대학교 | | 권철원 | 한국음식물류폐기물자원화협회 | | 송영채 | 한국해양대학교 환경공학과 |
| 편집이사 | 박찬혁 | 한국환경산업기술원 | 평이사 (전문기업) | 장준영 | (사)한국자원순환재활용연합회 | 자 문 | 정영륜 | 경성대학교 미생물학과 |
| | 배윤환 | 대전대학교 생명과학과 | | 송한철 | 포스코건설 토목환경사업본부 | | 신흥태 | 의생명과학대학 |
| 국제협력이사 | 신현곤 | 신용대학 도시환경관리과 | 평이사 (전문기업) | 한인호 | 코오롱 건설 | 자 문 | 여운호 | 인천대학교 환경공학과 |
| | 홍용표 | 한국기술융합연구원 | | 최광호 | GS건설 | | 박재구 | 한양대학교 세라믹공학과 |
| 사업이사 | 김상현 | 대구대학교 환경공학과 | 평이사 (전문기업) | 최윤 | STX건설 | 자 문 | 오세천 | 공주대학교 환경공학과 |
| | 이재영 | 수원대학교 토목공학과 | | 강기훈 | 대림산업(주) | | 조선행 | 한국폴리텍 산업설비학과 |
| 사업이사 | 김동훈 | 한국에너지기술연구원 바이오에너지센터 | 평이사 (전문기업) | 유희찬 | 제주발전연구원 | 자 문 | 이은영 | 수원대학교 환경공학과 |
| | 한기봉 | 가톨릭대학교 생명환경공학부 | | 윤정준 | 한국생산기술연구원 그린소재기술센터 | | 김병태 | 대전대학교 환경공학과 |
| 국제협력이사 | 최석순 | 세명대학교 바이오환경공학과 | 평이사 (전문기업) | 최창식 | 고려대학교 의과대학 포지티브연구소 | 자 문 | 구자공 | 중앙대학교 에너지자원공학부 |
| | 전충 | 강릉원주대학교 생명화학공학과 | | 조태형 | 고려대학교 의과대학 포지티브연구소 | | 이원후 | 법무법인 승현 |
| 국제협력이사 | 차형준 | 포항공과대학교 환경공학 | 평이사 (전문기업) | 김철수 | (주)KTENG | 자 문 | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 |
| | 최윤선 | (주)지엠티 | | 최홍복 | (주)에코데이 | | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 |
| 사업이사 | 김만덕 | (주)건화 | 평이사 (전문기업) | 추용 | (주)조원산업 | 자 문 | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 |
| | 곽무영 | 드림바이오스 | | 허남효 | (주)삼천리ES | | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 |
| 사업이사 | 이상욱 | (주)AGMS | 평이사 (전문기업) | 허남효 | (주)삼천리ES | 자 문 | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 |
| | 선용호 | 상지대학교 환경공학과 | | 허남효 | (주)삼천리ES | | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 |

편집위원회 [Editorial Board]

- 위 원 장 : **한기봉**(가톨릭대학교) [Chairman : Prof. Han, K-B. at Catholic Univ]
- 부위원장 : **최석순**(세명대학교), 간 사 : **전충**(강릉원주대학교)
- 위 원 : **강진영**(제주발전연구원) **권순익**(농촌진흥청) **김동훈**(한국에너지기술연구원) **여운호**(인천대학교)
- 박순철**(중앙대학교) **배윤환**(대전대학교) **배재근**(서울과학기술대학교) **상병인**(한양대학교)
- 성현제**(한솔이엠이) **소규호**(농촌진흥청) **신중두**(국립농업과학원) **안대회**(명지대학교)
- 염승호**(강릉원주대학교) **유규선**(전주대학교) **윤정준**(한국생산기술연구원) **이재영**(수원대학교)
- 정재우**(경남과학기술대학교) **정태영**(연세대학교) **차형준**(포항공과대학교) **최창식**(고등기술연구원)
- 하정협**(포항공과대학교) **Helen Koo**(Auburn Univ, USA)

2013년 유기성자원학회 추계학술대회/임시총회 서기 2013년 11월 20일 인쇄 | 서기 2013년 11월 20일 발행

발행인 : 김영준 [Publisher : Prof. Kim, Y-J. at The Catholic University of Korea]
 발행소 사단법인 유기성자원학회 [KORRA(Korea Organic Resources Recycling Association)]
 주 소 (150-891) 서울시 영등포구 여의도동 45-5 대우메종리브 1213호
 전 화 (02) 3775-3008 | FAX : (02)3775-2375
 Homepage : www.korra.or.kr(Full text is freely available) | E-mails : kowrec@empas.com(Editorial) / kowrec@daum.net(Operational)
 제 작 (주)보림에스앤피 (02)2263-4934 정 가 10,000원 [10 US \$/Journal]
 ISSN 1225-6498 ©Copy right by KORRA (사)유기성자원학회

From 1993. 6. 15[Former name was J. of the KOWREC(Korea Org. Waste Recycling Council)], the J. of KORRA has been published 4 times/year to promote our sustainability with Science, Technology, and System RD & D for the Organics, Biomass, & Wastes to Resources, Energy, and etc.

This Publication was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) Grant funded by the Korean Government(MEST).

초 대 글

Invitation



어느덧 가을에 접어 우리학회에서는 “미세조류와 바이오매스에너지 정책, 기술현황 및 전망”이란 주제로 2013년도 추계학술대회 및 심포지엄을 개최하고자 합니다.

본 심포지엄에서는 국내 미세조류를 이용한 바이오디젤 생산과 관련하여 관련정부의 정책현황과 학계의 연구동향, 산업체의 기술동향 및 전망 등에 대하여 다룰 예정입니다.

또한, 우리학회의 연구분과중의 하나인 지렁이분과에서 미세조류와 지렁이 및 지렁이농장 운영사례 등에 관한 내용을 소개함으로써, 미세조류의 농장운영사례와 함께 정부에서 추진중인 귀농귀촌정책에 대비한 차세대 영농기법의 비전을 제시할 예정입니다.

이에, 금번 저희학회 학술대회 및 심포지엄에 미세조류 및 지렁이, 유기성폐기물의 자원화에 관심이 있는 귀농인, 정부, 지자체, 기업, 연구소, 학회의 많은 분들이 참석하시어 유익한 정보를 공유하시길 바랍니다.

2013년 11월 22일



유기성자원학회의 '미세조류와 바이오매스 에너지 정책, 기술현황 및 전망' 심포지엄 및 추계 학술대회를 축하합니다.

제레미 리프킨(Jeremi Rifkin)은 자신의 저서 「3차 산업혁명」에서 '에너지 체제는 문명의 성격을 결정한다'라는 말을 통해 석유 중심의 대량생산·대량소비 사회를 벗어나 재생에너지 중심의 사회로 전환하는 것이 시급함을 역설한 바 있습니다.

우리나라 또한 풍요와 편리함을 쫓는 자원·에너지 소비형 사회구조 속에서 필연적으로 많은 폐기물이 배출되었고, 그것을 적기에 처리하지 못해 생태계에 커다란 압박이 되고 있습니다. 특히 좁은 국토와 높은 인구밀도로 말미암아 국토의 단위면적당 폐기물 부하량이 세계 4위 수준으로 폐기물 문제에 대한 효율적인 대응이 매우 절실한 실정이며, 매년 급증하는 전력수요와 원전에 대한 불안감, 원거리 송전 문제 등으로 인해 지속가능한 에너지에 대한 관심이 그 어느 때보다 큰 상황입니다.

환경부가 2008년부터 추진하고 있는 폐자원 에너지화 정책은 폐기물과 에너지 문제를 동시에 해결함으로써 경제의 지속가능성을 유지하며 환경도 보전할 수 있는 모델입니다. 이러한 정부정책에 발맞추어 2008년부터 전국 각지의 유기성 바이오가스화시설의 설치를 추진한 결과, 2013년 10월 현재 6개소(1,388톤/일)가 준공되었으며, 2017년까지 총 20개소(4,748톤/일)가 확충될 예정입니다.

또한 올해부터 본격 착수한 '유기성폐자원 에너지화 기술개발사업'을 통해 기존에 개발된 요소기술을 종합하여 우리나라의 폐기물 성상에 적합한 대규모 실증화 시스템을 개발할 계획입니다. 동 사업을 통해 개발되는 저에너지형 슬러지 연료화, 하이브리드형 바이오가스화, 바이오액상연료화 기술은 향후 우리 기업이 해외 환경산업시장으로 진출하는 데에도 큰 기여를 할 것으로 기대됩니다.

하지만 아직도 우리의 갈 길은 멀기만 합니다. 우리의 미래를 위협하는 환경, 에너지 문제를 해결하기 위해서는 능동적이고 실질적인 '자원순환사회'로의 전환이 시급하고 중요합니다.

이에 박근혜 정부는 '자원과 에너지가 선순환하는 자원순환사회 실현'을 국정과제로 채택하여 중점적으로 추진하고 있습니다.

이를 위하여 "자원순환사회전환촉진법안"의 제정을 추진하고 있습니다. 그러나 우리의 환경과 후손에게 밝은 미래, 지속가능한 자원순환 사회를 물려주기 위해서는 정부의 힘만으로는 부족하기에, 오늘 심포지엄과 학술대회에 참가하신 전문가들의 힘이 무엇보다 중요합니다.

여기 모이신 최고의 전문가들이 냉철하고 깊이 있는 연구를 바탕으로 발전적 대안을 많이 제시해 주셔야만 먼 장래를 보다 내실있게 준비하고 자원순환사회 실현을 앞당길 수 있습니다. 아무쪼록 이번 심포지엄과 학술대회가 자원순환의 새로운 장을 여는 뜻 깊은 자리가 되기를 기원합니다.

다시 한 번 유기성자원학회의 심포지엄 및 추계 학술대회의 개최를 축하합니다. 감사합니다.

2013년 11월 22일
환경부 차관 정 연 만



안녕하십니까.
국회 산업통상자원위원회 위원장 강창일입니다.

(사)유기성자원학회의 ‘미세조류와 바이오매스에너지 기술 및 정책현황과 전망’ 심포지엄 및 2013 추계학술대회 그리고 임시총회의 개최를 진심으로 축하하며, 수고해주신 김영준 회장님과 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.

여러분들도 아시다시피 인류 발전의 동력이었던 화석연료가 이제는 전 세계를 강타하고 있는 태풍, 홍수 등 끊이지 않는 자연재해와 기후변화 가속화의 주범이 된 현실 속에서, 전 세계는 각종 대체에너지 연구개발을 경쟁적으로 진행하고 있습니다.

특히, 오늘 심포지엄 및 학술대회에서 전망하고자 하는 미세조류와 바이오매스에너지는 향후 미래 에너지 대안으로 중추적인 역할이 기대되는 분야입니다.

대한민국은 새만금과 같은 세계에서 가장 긴 보를 건조하여 미세조류를 대량생산해 경제성을 갖추고, 동해 바이오매스 발전소와 같은 한국형 바이오매스 발전 플랜트 생태계 구축을 바탕으로 하여 그 귀추가 매우 주목됩니다.

이러한 시점에서 개최되는 오늘의 심포지엄 및 학술대회는 미세조류와 바이오매스에너지 기술 및 정책의 전망을 더욱 심도 있게 토론하는 자리인 만큼, 창조경제에 기반을 둔 대한민국의 미래 산업에 크게 기여해 나갈 수 있기를 바랍니다.

다시 한 번 심포지엄 및 학술대회의 개최를 축하하며, 오늘의 의미 있는 논의들이 조속히 정책화 될 수 있도록 이 자리에 참석 해주신 모든 분들의 지속적인 노력과 성원을 부탁드립니다. 감사합니다.

2013년 11월 22일
국회 산업통상자원위원회 위원장 강 창 일

**2013년 유기성자원학회 추계학술대회 및 임시총회,
“미세조류와 바이오매스에너지 정책, 기술현황 및 전망” 심포지엄 총괄일정표**

| 시 간 | | 내 용 |
|-------------|-------------|--------------------------------|
| 09:00-09:30 | | 등록 및 발표회 준비 |
| 09:30-11:10 | | 학술논문발표(구두발표 및 포스터발표) |
| 11:10-11:40 | | (사)유기성자원학회 2013년 임시 총회 |
| 11:40-12:40 | | 점 심 식 사 |
| 심포지엄 | 12:40-13:00 | 개 회 사 : 김영준(유기성자원학회 회장) |
| | 13:00-17:30 | “미세조류와 바이오매스에너지 기술 및 정책현황과 전망” |
| | 17:30-18:00 | 유기성폐기물류 자원화의 미래를 위한 종합 토론 |
| 18:00- | | 폐회 및 간담회 |

학술발표 구두 발표 일정표

| 시 간 | 발 표 제 목 및 발 표 자 | |
|--|---------------------------------------|-----------------|
| 학술논문 구두 발표 좌장: 이채영 교수(수원대학교), 김상현 교수(대구대학교) | | |
| 09:30-09:50 | 톱밥의 공기투과성에 미치는 영향요인 분석 | 대진대학교 김병태 |
| 09:50-10:10 | 혐기성 소화조에서 휘발성고형물 분해율과 휘발성 지방산과의 관계분석 | 국립환경과학원 이동진 연구관 |
| 10:10-10:30 | 폐바이오매스의 반탄화 특성에 관한 연구 | 공주대학교 오세천 |
| 10:30-10:50 | 소화조 효율 향상을 위한 고농축 슬러지 가용화 공정 타당성 평가 | 대구대학교 주현준 |
| 10:50-11:10 | 음식물류 폐수를 이용한 혐기성 소화 시 알칼리-열 병합전처리의 영향 | 수원대학교 최재민 |

학술발표 포스터발표 일정표

| 시 간 | 발 표 제 목 및 발 표 자 |
|---|--|
| 학술논문 포스터 발표 (09:30 ~ 18:00까지 전시) 좌장: 한선기 교수(한국방송통신대학교) | |
| P1 | 통계학적 기법을 이용한 혐기성 수소발효의 식중균 전처리 최적화 KAIST 문충만 |
| P2 | 고속 재순환 시스템을 결합한 상향류 혐기성 반응조를 이용한 빠른 수소생산 그레놀 형성 KIST 정경원 |
| P3 | Microbial Reverse-Electrodialysis Electrolysis Cell을 이용한 폐수로부터 바이오수소 생산 한국에너지기술연구원 남주연 |
| P4 | 탈수여액 내 인 제거를 위한 연속식Struvite 생산 대구대학교 박종훈 |
| P5 | 황 환원균 우점 하수처리 반응조 구동을 위한 Starvation의 적용 KAIST 이은진 |
| P6 | 분리 수거된 음식물 폐기물 소화를 위한 침출수 순환형 혐기성 소화 공법 경기대학교 이제승 |
| P7 | 구조보조제 첨가에 따른 하수슬러지 탄화 다공체의 강도적 특성 한국건설기술연구원 조준호 |
| P8 | 분산하수처리시스템으로서 CEA 미생물 연료전지의 거동특성 한국방송통신대학교 한선기 |
| P9 | 하수슬러지 탄화 다공체의 소성온도/시간에 의한 영향 한국건설기술연구원 조준호 |
| P10 | 음식물쓰레기와 낙엽 혼합물을 이용한 혐기성 소화연구 대호산업(주) 김문환 |
| P11 | Application of the Life Cycle Assessment Method to Swine Waste Treatment Systems 국립농업과학원 신중두 |
| P12 | 옥수수 재배에 있어 유기성 퇴비 및 바이오차 사용 시 토양 탄소 및 질소의 무기화 국립농업과학원 신중두 |
| P13 | 미세조류를 이용한 혐기성 수소발효시 산과 열적 전처리의 영향 수원대학교 최재민 |
| P14 | 혼합폐기물의 최적 바이오가스 생산조건 연구 인천대학교 한정미 |

2013년 유기성자원학회 추계학술대회 세부 일정표

| 진행순서 (사회 : 배윤환 교수(사)유기성자원학회 총무이사) | |
|---|---|
| 12:40-13:00 | 인사말 / (사)유기성자원학회 김영준회장 축사 / 환경부 차관 격려사 / 산업통상자원위원회 위원장 |
| 제 1 부: 바이오에너지 정책현황 및 전망 _ 좌장 : 김만덕((주)건화) | |
| 13:00-13:20 | 자원순환사회 전환 촉진 대책 (환경부, 신진수 과장) |
| 13:20-13:40 | RFS(신재생에너지연료 혼합의무화)제도 추진 방향(바이오디젤중심으로) (에너지관리공단, 박강훈 과장) |
| 13:40-14:00 | 가축분뇨를 이용한 바이오가스 기술현황과 향후전망 (국립축산과학원, 정광화) |
| 14:00-14:20 | 미세조류 바이오연료의 연구현황 및 사업화 전망 (차세대바이오매스연구단, 박민성 부단장) |
| 14:20-14:40 | 휴식(Break time) |
| 제 2 부: 국내 미세조류를 이용한 바이오에너지 기술현황 _ 좌장 : 박찬혁(환경산업기술원) | |
| 14:40-15:00 | Microalgal Biomass Production Using Municipal Wastewater (한국생명공학연구원, 김희식 센터장) |
| 15:00-15:20 | Low-cost photobioreactor and magnetophoretic harvesting for microalgal biomass production (한국에너지기술연구원, 오유관 박사) |
| 15:20-15:40 | 미세조류 대량배양 기술의 통합적 실증 ((주)엔엘피, 김근용박사) |
| 15:40-16:00 | 미세조류 배양기술 및 바이오디젤 전환기술 소개 (IMBIZ, 김영남) |
| 16:00-16:20 | 휴식(Break time) |
| 제 3 부: 지렁이산업의 현황 및 사례 _ 좌장 : 신현근 교수(신흥대학교) | |
| 16:20-16:40 | 우리나라 지렁이 산업의 현황과 전망(국립환경과학원, 최훈근 박사) |
| 16:40-17:00 | 지렁이분변토와 길항미생물을 이용한 식물생장촉진 및 토양병해 방제용 종자 펠렛팅 기술 개발(안승렬박사, 김해지렁이농장조합장) |
| 17:00-17:20 | 창조경제를 위한 유기성자원 활용 미세조류 재배(미세조류농장(주), 박신호 이사) |
| 17:20-18:00 | 종합토론 |
| 18:00- | 폐회 및 간담회 |

KOWREC 역대 임원명단

1대 [1992-1995]

2대 [1995-1997]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------------|------------|----------------------------------|----------------|------------|----------------------------------|
| 회 장 | 신항식 교 수 | 한국과학기술원 | 회 장 | 신항식 교 수 | 한국과학기술원 |
| 부회장 | 김의재 교 수 | 서울시 공무원교육원 | 부회장 | 김의재 교 수 | 서울시 공무원교육원 |
| | 박봉선 교 수 | 중앙대학교 | | 박봉선 교 수 | 중앙대학교 |
| | 문국현 교 수 | (주)유한킴벌리 | | 문국현 교 수 | (주)유한킴벌리 |
| 감사 | 엄원탁 교 수 | 영남대학교 | 감사 감사 | 엄원탁 교 수 | 영남대학교 |
| | 김양현 | 세동회계법인 회계사 | | 김양현 | 세동회계법인 회계사 |
| 총무 이사 | 배영진 박 사 | 한국건설기술연구원 | 총무 이사 | 배영진 박 사 | 한국건설기술연구원 |
| 회계 이사 | 안중우 박 사 | 한국P&G | 회계 이사 | 안중우 박 사 | 한국P&G |
| 기획 이사 | 지재성 박 사 | 한국거설기술연구원 | 기획 이사 | 지재성 박 사 | 한국거설기술연구원 |
| 학술 이사 | 김남천 박 사 | 서울보건전문대학교 | 학술 이사 | 김남천 교 사 | 서울보건전문대학교 |
| | 남궁완 교 수 | 건국대학교 | | 남궁완 교 수 | 건국대학교 |
| | 정영륜 교 수 | 경상대학교 | | 정영륜 교 수 | 경상대학교 |
| | 이무춘 교 수 | 상명여자대학교 | | 이무춘 교 수 | 상명여자대학교 |
| 편집 이사 | 여운호 교 수 | 시립인천전문대학 환경공학과 인천시 남구 도화동 235 | 편집 이사 | 여운호 교 수 | 시립인천전문대학 환경공학과 인천시 남구 도화동 235 |
| | 이건주 교 수 | 상지대학교 환경공학과 강원도 원주시 우산동 660번지 | | 이건주 교 수 | 상지대학교 환경공학과 강원도 원주시 우산동 660번지 |
| 홍보 이사 | 정재춘 교 수 | 연세대학교 | 홍보 이사 | 정재춘 교 수 | 연세대학교 |
| 사업 이사 | 구자공 교 수 | 한국과학기술원 | 사업 이사 | 구자공 교 수 | 한국과학기술원 |
| 편집 이사 | 배우근 박 사 | 국립환경연구원 | 편집 이사 | 배우근 박 사 | 국립환경연구원 |
| | 송준상 박 사 | 국립환경연구원 | | 송준상 박 사 | 국립환경연구원 |
| 국제 협력 이사 | 남궁은 박 사 | P&G Far East Inc. | 국제 협력 이사 | 남궁은 박 사 | P&G Far East Inc. |
| | 최지림 박 사 | 유니레버 | | 최지림 박 사 | 유니레버 |
| 법률 이사 | 신장수 법무사 | 덕수협동법률사무소 | 법률 이사 | 신장수 법무사 | 덕수협동법률사무소 |

3대 [1997-1999]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------|-----------|---|---|------------|---|
| 고문 | 신항식 교수 | 한국과학기술원 건설환경공학과, (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 | 학술 이사 | 안중우 박사 | 유한킴벌리 환경연구소 소장 (우)135-090 서울시 강남구 대치3동 942번지 |
| | 문국현 사장 | (주)유한킴벌리, (우)135-090 서울 강남구 대치3동 942 | | 김영준 교수 | 가톨릭대학교 생명과학부 환경생물학 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 |
| | 박봉선 교수 | 중앙대학교 서울시 은평구 불광동 281-158(3층) | | 최석순 교수 | 세명대학교 환경공학과 충북 제천시 신월동 산 21-1 |
| | 지재성 박사 | 한국건설기술연구원 수자원환경부 (우)411-410 경기 일산구 대화동 2311 | 편집 이사 | 여운호 교수 | 시립인천전문대학 환경공업과 인천시 남구 도화동 235 |
| | 양창욱 사장 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 | | 이건주 교수 | 상지대학교 환경공학과 강원도 원주시 우산동 660번지 |
| 회장 | 정재준 교수 | 연세대학교 보건과학대학 환경과학과 (우)220-710 강원도 원주군 흥업면 매지리 234 | 국제 협력 이사 | 이남훈 교수 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기 안양 만안구 안양 5동 708-113 |
| | 김남천 교수 | 서울보건대학 환경공학과 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동 212 | | 김종오 교수 | 경상대학교 도시공학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 |
| 부회장 | 곽태현 상무 | 대우건설 상무이사 서울 중구 남대문로 5가 541번지 | 홍보 이사 | 차형준 교수 | 포항공과대학교 화학공학과 (우)790-784 경북 포항 남구 효자동 산31 |
| | 배재근 교수 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울 노원구 공릉동 172 | | 유종하 전무 | 유한킴벌리(주) 435-831 경기 군포시 당정동 27-4 산업용품사업부 |
| | 총무 이사 | 김병태 교수 | 대진대학교 공과대학 환경공학과 (우)487-711 경기 포천 포천읍 선단리 산11-1 | 이기영 교수 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산29-1 |
| 기획 이사 | | 유기영 박사 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (우)100-250 서울시 중구 예장동 산 4-5 | 사업 이사 | 최훈근 박사 |
| | 김창희 사장 | (주)해창 (우)134-012 서울시 강동구 길동 236-7 정윤빌딩 5층 | 함선규 박사 | | 한국잔디연구소 (우)135-826 서울 강남 논현 202-16 성욱빌딩 6층 |
| | | | 법률 이사 | 서효원 사장 | 여명창업환경(주) 서울특별시 영등포구 여의도동 36-2 |
| | | | | 김용일 법무사 | 김용일 법무사 사무실 서울 서초구 서초동 1694-8 |

4대 [1999-2001]

5대 [2001-2003]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|------------|------------|-------------------|----------------|------------|---|
| 회장 | 신항식 교수 | 한국과학기술원 | 고문 | 신항식 교수 | 한국과학기술원 건설환경공학과 (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 |
| 부회장 | 양창옥 교수 | (주)다나 | | 문국현 사장 | (주)유한킴벌리, (우)135-090 서울 강남구 대치3동 942 |
| | 박봉선 교수 | 중앙대학교 | | 김병채 이사장 | 유기성폐기물자원화기술개발 연구조합 (우)412-190 경기고양시 덕양구 현천동 673-2 |
| 감사 감사 | 엄원탁 교수 | 영남대학교 | | 정재춘 교수 | 연세대학교 보건과학대학 환경공학과 (우)222-701 강원도 원주군 흥업면 매지리 234 |
| | 김양현 | 세동회계법인 회계사 | | 양창옥 사장 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 |
| 총무 이사 | 안중우 박사 | 한국P&G | | 회장 | 장기운 교수 |
| 회계 이사 | 정윤진 교수 | 아주대학교 | 김남천 교수 | | 서울보건대학 환경공학과 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동 212 |
| 기획 이사 | 지재성 박사 | 한국거설기술연구원 | 부회장 | 최 롱 박사 | PoCas대표 서울 광진구 중곡동 637-5 동원B/D207호 |
| 학술 이사 | 남궁완 교수 | 건국대학교 | | 박상욱 회장 | 태농비료산업사대표 (우)467-873 경기도 이천시 모가면 소가리 121 |
| | 정영륜 교수 | 경상대학교 | | 총무 이사 | 유기영 박사 |
| 이무춘 교수 | 이무춘 교수 | 상명여자대학교 | 기획 이사 | 정덕영 교수 | 충남대학교 농화학과 (우)305-764 대전 유성구 궁동 220 |
| | 배우근 박사 | 국립환경연구원 | 회계 이사 | 함선규 연구원 | 한국잔디연구소 (우)135-826 서울 강남구 논현동 202-16성옥빌딩 6층 |
| 정재춘 교수 | 정재춘 교수 | 연세대학교 | 학술 이사 | 안중우 박사 | 유한킴벌리 환경연구소 소장 (우)135-090 서울시 강남구 대치3동 942번지 |
| | 김남천 교사 | 서울보건전문대학교 | 편집 이사 | 배재근 교수 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울 노원구 공릉동 172 |
| 유종하 박사 | 유종하 박사 | (주) 유한킴벌리 | 국제 협력 이사 | 이남훈 교수 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기 안양 만안구 안양5동 708-113 |
| | 구자공 교수 | 한국과학기술원 | | 정덕영 교수 | 충남대학교 농화학과 (우)305-764 대전광역시 유성구 궁동 220 |
| 이정전 교수 | 이정전 교수 | 전남대학교 | 홍보 이사 | 유종하 전무 | 유한킴벌리(주) 435-831 경기 군포시 당정동 27-4 산업용품사업부 |
| | 허 목 교수 | 제주대학교 | | 손영목 사장 | (주)화랑크린테크 (우)430-817 경기 안양시 만안구 안양7동 213-26 |
| | 장기운 교수 | 충남대학교 | | | |
| 배영진 박사 | 배영진 박사 | 한국건설기술연구원 | | | |
| | 남궁은 박사 | P&G Far East Inc. | | | |
| 이석태 법무사 | 이석태 법무사 | 덕수협동법률사무소 | | | |
| 김의재 박사 | 김의재 박사 | 거술시상수도사업본부장 | | | |

5대 [2001-2003]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 | |
|------|------------|---|-----|-----------|---|--|
| 사업이사 | 최훈근 박사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 폐기물자원과 (우)404-170 인천시 서구 경서동 수도권매립지 2-109 | 평이사 | 이명규 교수 | 상지대학교 자연과학대학 환경공학과 (우)220-702 강원 원주시 우산동 373-1 | |
| | 남이박 박사 | 농협 중앙회 영농자재부 흙살리기팀 (우)100-151 서울 중구 충정로 1가 75 번지 | | 이무춘 교수 | 연세대학교 보건과학대학 환경과학과 (우)222-701 강원 원주 흥업면 매지리 234 | |
| 법률이사 | 배병호 변호사 | 배병호 법률사무소 (우)137-070 서울 서초 서초동 1694- 25 정안빌딩 202호 | | 이성택 교수 | 한국과학기술원 생물공학과 (우)305-701 대전 유성구 구성동 373-1 | |
| 평이사 | 구자공 박사 | 농업기반공사(KARICO) 상임기술고문 (우)430-600 경기도 의왕시 포일동 487 | | 이주삼 교수 | 연세대학교 생물자원공학과 (우)200-701 강원 원주 흥업면 매지리 234 | |
| | 김종오 교수 | 경상대학교 도시공학과 (우)660-701 경남진주시 가좌동 900 | | 이혜경 박사 | IUT환경주식회사 (우)135-080 서울 강남 역삼동 788-28 | |
| | 남궁완 교수 | 건국대학교 환경공학과 (우)143-701 광진구 모진동 93-1 | | 정영륜 교수 | 경상대학교 자연과학대학 미생물학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 | |
| | 박창수 사장 | (주) 한솥바이오텍 (우)482-850 경기도 양주군 회천읍 옥정리 18-10 | | 정윤진 교수 | 아주대학교 환경공학과 (우)442-749 경기 수원 팔달구 원천동 산5 | |
| | 배우근 교수 | 한양대학교 토목·환경공학과 (우)425-791 경기도 안산시 사동 | | 감사 | 지재성 박사 | 한국건설기술연구원 수자원환경부 (우)411-410 경기 일산구 대화동 2311 |
| | 성낙창 교수 | 동아대학교 환경공학과 (우)604-020 부산 사하구 하단동 840 | | | 허목 교수 | 제주대학교 환경공학과 (우)690-756 제주도 제주시 아라동 1 |
| | 송준상 박사 | 국립환경연구원 환경기술개발관리센터 (우)122-040 은평구 불광동 613-2 | | 사무국 | 김영신 | 서울산업대학교 환경공학과 내 (우)130-743 서울 노원 공릉동 172 |
| | 김병태 교수 | 대진대학교 공과대학 환경공학과 (우)487-711 경기 포천 포천읍 선단지 산1-1 | | | | |
| | 이기영 교수 | 호서대학교 식품영양학과 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산29-1 | | | | |

6대 [2003-2005]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------|-----------|---|----------------|-----------|---|
| 고문 | 신항식 교수 | 한국과학기술원 건설환경공학과, (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 | 학술 이사 | 안종우 박사 | 유한킴벌리 환경연구소 소장 (우)135-090 서울시 강남구 대치3동 942번지 |
| | 문국현 사장 | (주)유한킴벌리, (우)135-090 서울 강남구 대치3동 942 | | 김영준 교수 | 가톨릭대학교 생명과학부 환경생물학 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 |
| | 박봉선 교수 | 중앙대학교 서울시 은평구 불광동 281-158(3층) | | 최석순 교수 | 세명대학교 환경공학과 충북 제천시 신월동 산 21-1 |
| | 지재성 박사 | 한국건설기술연구원 수자원환경부 (우)411-410 경기 일산구 대화동 2311 | 편집 이사 | 여운호 교수 | 시립인천전문대학 환경공학과 인천시 남구 도화동 235 |
| | 양창욱 사장 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 | | 이건주 교수 | 상지대학교 환경공학과 강원도 원주시 우산동 660번지 |
| 회장 | 정재춘 교수 | 연세대학교 보건과학대학 환경과학과 (우)220-710 강원도 원주군 흥업면 매지리 234 | 국제 협력 이사 | 이남훈 교수 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기 안양 만안구 인양 5동 708-113 |
| 부회장 | 김남천 교수 | 서울보건대학 환경공학과 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동 212 | | 김종오 교수 | 경상대학교 도시공학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 |
| | 곽태현 상무 | 대우건설 상무이사 서울 중구 남대문로 5가 541번지 | | 차형준 교수 | 포항공과대학교 화학공학과 (우)790-784 경북 포항 남구 효자동 산31 |
| | 배재근 교수 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울 노원구 공릉동 172 | 홍보 이사 | 유종하 전무 | 유한킴벌리(주) 435-831 경기 군포시 당정동 27-4 산업용품사업부 |
| 총무 이사 | 김병태 교수 | 대진대학교 공과대학 환경공학과 (우)487-711 경기 포천 포천읍 선단리 산11-1 | | 이기영 교수 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산29-1 |
| 기획 이사 | 유기영 박사 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (우)100-250 서울시 중구 예장동 산 4-5 | 사업 이사 | 최훈근 박사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 폐기물자원과 (우)404-170 인천시 서구 경서동 수도권매립지 2-109 |
| | 김창희 사장 | (주)해창 (우)134-012 서울시 강동구 길동 236-7 정윤빌딩 5층 | | 함선규 박사 | 한국잔디연구소 (우)135-826 서울 강남 논현 202-16 성욱빌딩 6층 |

6대 [2003-2005]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|------------|---------------|---|------------|--|--|
| 사업 이차 | 서호원 사 장 | 여명창업환경(주) | 평이사 | 조준형 차 장 | 삼성건설 플랜트사업본부 차장 (우)463-721 경기도 성남시 분당구 서현동263 |
| 법률 이사 | 김용일 법무사 | 김용일 법무사 사무실 서울 서초구 서초동 1694-8 | | 이성택 교 수 | 한국과학기술원 생물공학과 (우)305-701 대전 유성구 구성동 373-1 |
| 평이사 | 양진우 박 사 | 부산발전연구원 부산광역시 동구 범일5동 825-3 | | 이혜경 박 사 | IUT 환경주식회사 (우)135-080 서울 강남 역삼동 788- 28 |
| | 양철주 교 수 | 순천대학교 동물자원학과 전남 순천시 매곡동 315 | | 남궁완 교 수 | 건국대학교 환경공학과 (우)143-701 광진구 모진동 93-1 |
| | 이정임 박 사 | 경기개발연구원 경기 수원시 장안구 파장동 179-26 | | 구자공 박 사 | 농업기반공사(KARICO) 상임기술고문 (우)430-600 경기도 의왕시 포일동 487 |
| | 이창호 교 수 | 양산대학교 바이오환경과 경남 양산시 명곡동 922-2번지 | 이명규 교 수 | 상지대학교 자연과학대학 환경공학과 (우)220-702 강원 원주시 우산동 373-1 | |
| | 강인국 이 사 | 드림바이오tm (우)153-801 서울시 금천구 가산동 60-4 코오롱테크노벨리401호 | 정영륜 교 수 | 경상대학교 자연과학대학 미생물학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 | |
| | 배윤환 교 수 | 대진대학교 생명과학과 경기도 포천군 포천읍 선단리 산11-1 | 정윤진 교 수 | 아주대학교 환경공학과 (우)442-749 경기 수원 팔달구 원천동 산 5 | |
| | 김인수 교 수 | 광주과기원 환경공학부 광주광역시 북구 오룡동 1번지 | 감사 | 장기운 교 수 | 충남대학교 농화학과 (우)305-764 대전광역시 유성구 궁동 220 |
| | 오길종 박 사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 폐기물자원과장 (우)404-170인천광역시 서구 경서동 종합환경연구단지 | | 허 목 교 수 | 제주대학교 환경공학과 (우)690-756 제주도 제주시 아라동 1 |
| | 조을현 부 장 | 동부건설 동부금융센터 15층 플랜트팀 서울 강남구 대치동 891-10 | 사무국 | 손영목 사 장 | (주)화랑크린테크 (우)430-817 경기 안양시 만안구 안양7동 213-26 |
| | 류희찬 교 수 | 가톨릭대학교 생명과학부 환경생물학 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 | | 김영신 | 서울산업대학교 환경공학과 내 (우)139-743 서울 노원구 공릉2동 172 |
| 정기락 사 장 | (주)이에이테크 대표이사 | | | | |

7대 [2005-2007] -1

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------|-----------|---|----------------|-----------|---|
| 고문 | 신항식 교수 | 한국과학기술원 건설환경공학과, (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 | 학술 이사 | 유기영 박사 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (우)100-250 서울시 중구 예장동 산 4-5 |
| | 문국현 사장 | (주)유한김벌리 (우)135-090 서울 강남구 대치3동 942 | | 여운호 교수 | 시립인천전문대학 환경공학과 인천시 남구 도화동 235 |
| | 장기운 교수 | 충남대학교 농화학과 (우)305-764 대전광역시 유성구 궁동 220 | | 박순철 교수 | 중앙대학교 생명과학과 서울시 동작구 흑석동 221 |
| | 지재성 박사 | 한국건설기술연구원 수자원환경부 (우)411-410 경기 일산구 대화동 2311 | 편집 이사 | 이건주 교수 | 상지대학교 환경공학과 강원도 원주시 우산동 660번지 |
| | 양창옥 사장 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 | | 최석순 교수 | 세명대학교 환경공학과 충북 제천시 신월동 산 21-1 |
| 회장 | 정재춘 교수 | 연세대학교 보건과학대학 환경과학과 (우)220-710 강원도 원주군 흥업면 매지리 234 | 국제 협력 이사 | 김영준 교수 | 가톨릭대학교 생명공학부 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 |
| | 김남천 교수 | 서울보건대학 환경공학과 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동 212 | | 안중우 박사 | 유한김벌리 환경연구소 소장 (우)135-090 서울시 강남구 대치3동 942번지 |
| 부회장 | 염익환 상무 | 동부건설 플랜트사업본부 서울시 강남구 대치동 891-10 동부금융센터 29층 | 홍보 이사 | 유종하 전무 | 유한김벌리(주) 435-831 경기 군포시 당정동 27-4 산업용품사업부 |
| | 배재근 교수 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울 노원구 공릉동 172 | | 이기영 교수 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산29-1 |
| | 이남훈 교수 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기 안양 만안구 안양 5동 708-113 | 사업 이사 | 김종일 상무 | 주)태영 환경사업부 경기도 고양시 일산 서구 주업동 73 번지 태영프라자 동관3층 환경사업부 |
| | 총무 이사 | 김병태 교수 | | 고일환 사장 | 주)천호기계 대표 경기도 안산시 상록구 건건동 943- 20 |
| 기획 이사 | 최훈근 박사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 제품안전성평가과 (우)404-170 인천시 서구 경서동 수도권매립지 2-109 | 법률 이사 | 서효원 대표 | 여명창업환경(주) 서울시 영등포구 여의동동 36-2 여의도백화점B/D 1019호 |
| | 김창희 사장 | (주)해창 (우)134-012 서울시 강동구 길동 236-7 정윤빌딩 5층 | | 김용일 대표 | 김용일 법무사 사무실 서울 서초구 서초동 1694-8 |

7대 [2005-2007] -1

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|-----|-----------|---|-----|-----------|--|
| 평이사 | 이성택 교수 | 한국과학기술원 생물공학과 (우)305-701 대전 유성구 구성동 373-1 | 평이사 | 정재성 차장 | 삼성엔지니어링 환경기술영업팀 서울시 강남구 도곡2동467-14 삼성 세이타워 9층 |
| | 남궁완 교수 | 건국대학교 환경공학과 (우)143-701 광진구 모진동 93-1 | | 조을현 부장 | 동부건설 동부금융센터 15층 플랜트팀 서울 강남구 대치동 891-10 |
| | 구자공 박사 | 농업기반공사(KARICO) 상임기술고문 (우)430-600 경기도 의왕시 포일동 487 | | 조준형 차장 | 삼성건설 플랜트사업본부 차장 우)463-721 경기도 성남시 분당구 서현동263 |
| | 정영륜 교수 | 경상대학교 자연과학대학 미생물학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 | | 고한경 차장 | 한화건설 에너지환경팀 서울시 중구 장교동 1번지 한화B/D 6층 |
| | 이정임 박사 | 경기개발연구원 경기 수원시 장안구 파장동 179-26 | | 장직순 차장 | 효성에바라 환경엔지니어링 자원순환팀장 서울시 서초구 방배동1006-2 방배 7층 |
| | 신현곤 교수 | 신흥대학 환경과학계열 경기도 의정부시 호원동 117번지 | | 임근송 대표 | 주)세창환경 대표 성남시 수정구 태평1동 7004번지 성남시 폐기물종합처리장 내 |
| | 배윤환 교수 | 대진대학교 생명과학과 경기도 포천군 포천읍 선단리 산11-1 | | 곽현주 대표 | 주)나엔 대표 서울시 강동구 고덕동 360번지 |
| | 이창호 교수 | 양산대학교 바이오환경과 경남 양산시 명곡동 922-2번지 | 감사 | 허목 교수 | 제주대학교 환경공학과 (우)690-756 제주도 제주시 아라동 1 |
| | 염승호 교수 | 강릉대학교 환경응용화학공학과 강원 강릉시 지변동 123 | | 정윤진 교수 | 아주대학교 환경공학과 (우)442-749 경기 수원 팔달구 원천동 산 5 |
| | 오길종 박사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 자원순환과장 우)404-170인천광역시 서구 경서동 종합환경연구단지 | 사무국 | 손영목 사장 | (주)화랑크린테크 (우)430-817 경기 안양시 만안구 안양7동 213-26 |
| | 이혜경 박사 | IUT 환경주식회사 (우)135-080 서울 강남 역삼동 788-28 | | 김영신 | 서울산업대학교 환경공학과 내 (우)139-743 서울 노원구 공릉2동 172 |
| | 강인국 이사 | 드림바이오스 (우)153-801 서울시 금천구 가산동 60-4 코오롱테크노밸리401호 | | | |
| | 허형수 부장 | 환경사업본부 강남구 역삼동 GS타워 21층 | | | |

7대 [2005-2007] -2

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|-----------|---|---|----------------|--|---|
| 고문 | 신항식 교수 | 한국과학기술원 건설환경공학과, (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 | 학술 이사 | 유기영 박사 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (우)100-250 서울시 중구 예장동 산 4-5 |
| | 문국현 사장 | (주)유한김벌리 (우)135-090 서울 강남구 대치3동 942 | | 여운호 교수 | 시립인천전문대학 환경공업과 (우)402-750 인천시 남구 도화동 235 |
| | 김병채 원장 | 명지대학교 종합연구소 연구위원 / 서울 강서구 등촌3동 75-1 삼부 르네상스 101동 1212호 | | 박순철 교수 | 중앙대학교 생명과학과 (우)156-756 서울시 동작구 흑석동 221 |
| | 장기운 교수 | 충남대학교 농화학과 (우)305-764 대전광역시 유성구 공동 220 | 편집 이사 | 이건주 교수 | 상지대학교 환경공학과 (우)220-702 강원도 원주시 우산동 660번지 |
| | 지재성 박사 | 한국건설기술연구원 수자원환경부 (우)411-410 경기 일산구 대화동 2311 | | 최석순 교수 | 세명대학교 환경공학과 (우)390-711 충북 제천시 신월동 산 21-1 |
| | 양창욱 사장 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 | 국제 협력 이사 | 김영준 교수 | 가톨릭대학교 생명공학부 (우)420-743 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 |
| 김남천 교수 | 서울보건대학 환경공학과 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동 212 | 안중우 박사 | | 유한김벌리 환경연구소 소장 (우)135-090 서울시 강남구 대치3동 942번지 | |
| 부회장 | 염익환 상무 | 동부건설 플랜트사업본부 서울시 강남구 대치동 891-10 동부금융센터 29층 | 홍보 이사 | 유종하 전무 | 유한김벌리(주) 435-831 경기 군포시 당정동 27-4 산업용품사업부 |
| | 배재근 교수 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울 노원구 공릉동 172 | | 이기영 교수 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산29-1 |
| | 이남훈 교수 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기 안양 만안구 안양5 동 708-113 | 사업 이사 | 김종일 상무 | 주)태영 환경사업부 경기도 고양시 일산 서구 주엽동 73번지 태영프라자 (우)411-370 동관3층 환경사업부 |
| 총무 이사 | 김병태 교수 | 대진대학교 공과대학 환경공학과 (우)487-711 경기 포천 포천읍 선단리 산11-1 | | 고일환 사장 | 주)천호기계 대표 경기도 안산시 상록구 건건동 943-20 |
| 기획 이사 | 최훈근 박사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 폐기물자원과 (우)404-170 인천시 서구 경서동 수도권매립지 2-109 | 법률 이사 | 서효원 대표 | 여명창업환경(주) 서울시 영등포구 여의동동 36-2 여의도백화점B/D 1019호 |
| | 김창희 사장 | (주)해창 (우)134-012 서울시 강동구 길동 236- 7 정윤빌딩 5층 | | 김용일 대표 | 김용일 법무사 사무실 서울 서초구 서초동 1694-8 |

7대 [2005-2007] -2

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 | |
|-----|-----------|---|-----|-----------|--|---|
| 평이사 | 이성택 교수 | 한국과학기술원 생물공학과 (우)305-701 대전 유성구 구성동 373-1 | 평이사 | 정재성 차장 | (우)135-856 삼성엔지니어링 환경기술영업팀 서울시 강남구 도곡2동467-14 삼성sei 타워 9층 | |
| | 남궁완 교수 | 건국대학교 환경공학과 (우)143-701 광진구 모진동 93-1 | | 조을현 부장 | 동부건설 동부금융센터 15층 플랜트팀 (우)135-523 서울 강남구 대치동 891-10 | |
| | 구자공 박사 | 서울 강남구 도곡2동 467-24 우성캐릭터 199 오피스텔 2507호 (주)에임 대표이사 부사장 | | 조준형 차장 | 삼성건설 플랜트사업본부 차장 (우)463-721 경기도 성남시 분당구 서현동263 | |
| | 정영륜 교수 | 경상대학교 자연과학대학 미생물학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 | | 고한경 차장 | (우)100-797 한화건설 에너지환경팀 서울시 중구 장교동 1번지 한화B/D 6 층 | |
| | 이정임 박사 | 경기개발연구원 (우)440-290 경기 수원시 장안구 파장동 179-26 | | 장직순 부장 | (주)태영 플랜트 영업부 | |
| | 신현곤 교수 | 신흥대학 환경과학계열 (우)480-701 경기도 의정부시 호원동 117번지 | | 임근송 대표 | 주)세창환경 대표 성남시 수정구 태평1동 7004번지 성남시 폐기물종합처리장 내 | |
| | 배윤환 교수 | 대진대학교 생명과학과 (우)487-711 경기도 포천군 포천읍 선단리 산11-1 | | 곽현주 대표 | 주)나엔 대표 서울시 강동구 고덕동 360번지 | |
| | 이창호 교수 | 양산대학교 바이오환경과 (우)626-740 경남 양산시 명곡동 922-2번지 | | 감사 | 허목 교수 | 제주대학교 환경공학과 (우)690-756 제주도 제주시 아라동 1 |
| | 염승호 교수 | 강릉대학교 환경응용화학공학과 (우)210-702 강원 강릉시 지변동 123 | | | 정윤진 교수 | 아주대학교 환경공학과 (우)442-749 경기 수원 팔달구 원천동 산 5 |
| | 오길종 박사 | 국립환경연구원 폐기물연구부 폐기물자원과장 (우)404-170인천광역시 서구 경서동 종합환경연구단지 | | 사무국 | 손영목 사무국장 | (주)카보텍 BTL사업본부 (우)135-830 서울시 강남구 논현동 234-27 명진B/D 7층 |
| | 이혜경 박사 | IUT 환경주식회사 (우)135-080 서울 강남 역삼동 788-28 | | | 김영신 | 서울산업대학교 환경공학과 내 (우)139-743 서울 노원구 공릉2동 172 |
| | 강인국 이사 | 드림바이오스 (우)153-801 서울시 금천구 가산동 60-4 코오롱테크노벨리401호 | | | | |
| | 김종태 부장 | GS건설 환경사업본부 (우)135-985 서울 강남구 역삼동 GS 타워 21층 | | | | |

8대 [2007-2009]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------|--|--|----------------|---|---|
| 고문 | 신항식 | 한국과학기술원 건설 및 환경공학과 (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 | 학술 이사 | 유기영 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (우)137-070 서울특별시 서초구 서초동 391 |
| | 문국현 | 국회의원(창조한국당) | | 이창호 | 양산대학교 바이오환경과 (우)626-740 경남 양산시 명곡동 922-2 |
| | 김병채 | (주)엔텍스/그린자연연구원 (우)135-963 서울특별시 강남구 개포동 1228-2 영광빌딩 4층 | | 안대희 | 명지대학교 환경생명공학과 (우)449-728 경기도 용인시 남동 산 38-2 |
| | 장기운 | 판코리아 농업환경과학연구소 (우)305-335 대전광역시 유성구 공동 458-7 1층 | | 박순철 | 중앙대학교 생명과학과 (우)156-756 서울특별시 동작구 흑석동 221 |
| | 양창옥 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 | | 최석순 | 세명대학교 바이오환경공학과 (우)390-711 충북 제천시 신월동 산 21-1 |
| 회 장 | 지재성 | 한국건설기술연구원 국토환경연구실 (우)411-712 경기도 고양시 일산서구 대화동 2311 | 편집 이사 | 전 충 | 강릉대학교 환경응용화학공학과 (우)210-702 강원도 강릉시 강릉대학로 120 |
| 부회장 | 김병태 | 대진대학교 환경공학과 (우)487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1 | | 황석환 | 포항공과대학교 환경공학부 (우)790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31 |
| | 배재근 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울특별시 노원구 공릉동 172 | 국제 협력 이사 | 구자공 | 중원대학교 에너지자원공학부 (우)367-805 충청북도 괴산군 괴산읍 동부리 5 |
| 이혜경 | (주)기계환경운반엠유티 / (주)UT (우)135-080 서울특별시 강남구 역삼동 702-10 아남타워 1206호 | 남궁완 | | 건국대학교 환경공학과 (우)143-701 서울특별시 광진구 모진동 93-1 | |
| 총무 이사 | 김석구 | 한국건설기술연구원 첨단환경연구실 (우)411-712 경기도 고양시 일산서구 대화동 2311 | 사업 이사 | 김종일 | (주)태영 플랜트사업본부 (우)150-777 서울특별시 영등포구 여의도동 10-2 태영빌딩 |
| 기획 이사 | 김영준 | 가톨릭대학교 생명공학부 (우)420-743 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 | | 김수철 | 와이앤지솔루션 (우)135-010 서울특별시 강남구 논현동 6-21 세양에이펙스타워 921호 |
| | 안중우 | 유한킴벌리 환경연구소 (우)135-090 서울특별시 강남구 대치 3동 942 | | 손영목 | (주)캐로스 환경연구소 (우)156-743 서울특별시 동작구 상도동 511 숭실대학교 벤처중소기업센터 201호 |
| | 이건주 | 상지대학교 환경공학과 (우)220-702 강원도 원주시 우산동 660 | 홍보 이사 | 이기영 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산 29-1 |

8대 [2007-2009]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------|---|---|---|---|--|
| 홍보 이사 | 박찬혁 | 한국환경기술진흥원 (우)122-706 서울특별시 은평구 불광동 진흥로 290 환경산업진흥팀 폐기물에너지 재활용아카데미 | 평이사 | 이태근 | 휴살림 (우)363-883 충북 청원군 오창읍 강리 642-6 |
| | 곽무영 | 드림바이오스 서울특별시 금천구 가산동 60-4 (우)153-770 코오롱 테크노밸리 4층 | | 정영륜 | 경상대학교 미생물학과 (우)660-701 경남 진주시 가좌동 900 |
| 평이사 | 김충선 | 동부건설 플랜트사업부 (우)135-523 서울특별시 강남구 대치동 891-10 동부금융센터 15층 | | 이남훈 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기도 안양시 안양5동 708-113 |
| | 김학두 | 대림산업 토목사업부 (우)110-732 서울특별시 종로구 수송동146-12 대림빌딩 | | 최훈근 | 국립환경연구원 영산강물환경연구소 (우)500-480 광주광역시 북구 오룡동 1110-8 |
| | 김종태 | GS건설 환경사업본부 (우)100-722 서울특별시 중구 남대문로 5가 537 GS역전타워 | | 여운호 | 시립인천전문대학 환경공학과 (우)402-750 인천광역시 남구 도화동 235 |
| | 최 윤 | 현대건설 플랜트사업부 (우)110-920 서울특별시 종로구 계동 140-2 현대건설빌딩 | | 이정임 | 경기개발연구원 (우)440-290 경기도 수원시 장안구 파장동 179-26 |
| | 정대제 | 그린엔텍 (우)153-787 서울특별시 금천구 가산동 371-28 우림라이온스 B동 11층 | | 신현곤 | 신흥대학 도시환경관리과 (우)480-701 경기도 의정부시 호원동 117 |
| | 임남재 | 포스코건설 토목환경사업본부 (우)135-935 서울특별시 강남구 역삼동 826-20 포스코건설 | | 배윤환 | 대진대학교 생명과학과 (우)487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1 |
| | 서현근 | 삼성건설 플랜트사업팀 (우)137-857 서울특별시 서초구 서초2 동 1321-20 삼성물산빌딩 22층 | | 오길중 | 국립환경연구원 (우)404-170 인천광역시 서구 경서동 자원순환연구센터 |
| | 최광호 | GS건설 (우)135-985 서울특별시 강남구 역삼동 논현로465 GSE타워 18층 | | 탁성제 | 세경대학교 토목환경과 (우)230-809 강원도 영월군 영월읍 하송리 57 |
| | 김시현 | 한라산업개발 기술영업실 (우)138-811 서울특별시 송파구 가락동 174-14 한라산업개발 | 허목 | 제주대학교 환경공학과 (우)690-756 제주도 제주시 아라동 1 | |
| | 허일상 | 대우건설 플랜트영업기술팀 (우)100-714 서울특별시 중구 신문로 1 가 57 금호아시아나 1관 | 지영환 | (주)그린니스 (우)425-906 경기도 안산시 단원구 고잔동 729-7 시티프라자 406호 그린니스 | |
| 하천용 | (주)엔백 (우)427-704 경기도 과천시 별양동 1-16 교보생명빌딩 5층 | 이후재 | 두산건설 토목사업본부 (우)135-714 서울특별시 강남구 논현동 105-7 두산빌딩 | | |

8대 [2007-2009]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----|-----|---|
| 감사 | 김남천 | 을지대학교 보건환경학전공 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동212 |
| | 조을현 | 동부건설 플랜트사업부 (우)135-523 서울특별시 강남구 대치동 891-10 동부금융센터 15층 |

9대 [2009-2011]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|-------|-----|---|
| 고문 | 신항식 | 한국과학기술원 건설 및 환경공학과 (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 |
| | 문국현 | 국회의원(창조한국당) |
| | 장기운 | 판코리아 농업환경과학연구소 (우)305-335 대전광역시 유성구 궁동 458-7 1층 |
| | 양창욱 | (주)다나바이오시스템 (우)330-813 충남 천안시 직산면 마정리 526 마정공단내 |
| | 김남천 | 을지대학교 보건환경학전공 (우)461-250 경기도 성남시 수정구 양지동212 |
| 회 장 | 김병태 | 대진대학교 환경공학과 (우)487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1 |
| 부회장 | 배재근 | 서울산업대학교 환경공학과 (우)130-743 서울특별시 노원구 공릉동 172 |
| | 이혜경 | ((주)동호 / (주)기계환경운반엠유티 (우)431-060 경기도 안양시 동안구 관양동 1588-8 |
| | 하천용 | (주)엔백 (우)427-704 경기도 과천시 별양동 1-16 교보생명빌딩 5층 |
| 총무 이사 | 김영준 | 가톨릭대학교 생명환경공학부 (우)420-743 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 |
| | 박찬혁 | 한국환경기술진흥원 (우)122-706 서울특별시 은평구 불광동 진흥로 290 녹색산업육성실 폐기물에너지화·재활용아카데미 |
| 기획 이사 | 김수철 | 와이앤지솔루션 (우)135-010 서울특별시 강남구 논현동 6-21 세양에이펙스타워 921호 |
| | 이건주 | 상지대학교 환경공학과 (우)220-702 강원도 원주시 우산동 660 |

9대 [2009-2011]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|--------|-----|--|------|---|--|
| 기획이사 | 한기봉 | 가톨릭대학교 생명환경공학부 (우)420-743 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 | 홍보이사 | 유기영 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (우)137-070 서울특별시 서초구 서초동 391 |
| 학술이사 | 최석순 | 세명대학교 바이오환경공학과 (우)390-711 충북 제천시 신월동 산 21-1 | | 이중연 | 환경관리공단 환경에너지처 바이오매스팀장 (우)404-708 인천시 서구 경서동 종합환경연구단지 |
| | 이채영 | 수원대학교 토목공학과 (우)445-743 경기도 화성시 봉담읍 와우리 산2-2 | 평이사 | 김종태 | GS건설 환경사업본부 (우)100-722 서울특별시 중구 남대문로 5가 537 GS역전타워 |
| | 박준석 | 강원대학교 삼척캠퍼스 환경방재공학과 (우)245-711 강원도 삼척시 중앙로 1 | | 남궁완 | 건국대학교 환경공학과 (우)143-701 서울특별시 광진구 모진동 93-1 |
| 편집이사 | 배윤환 | 대진대학교 생명과학과 (우)487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1 | | 서현근 | 삼성건설 플랜트사업팀 (우)137-857 서울특별시 서초구 서초2 동 1321-20 삼성물산빌딩 22층 |
| | 권순익 | 국립농업과학원 기후변화생태과 (우)441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150 | | 손영목 | (주)패로스 환경연구소 (우) 156-743 서울특별시 동작구 상도동 511 송실대학교 벤처중소기업센터 201호 |
| | 김승수 | 강원대학교 삼척캠퍼스 화학공학과 (우)245-711 강원도 삼척시 중앙로 1 | | 신현곤 | 신흥대학 도시환경관리과 (우)480-701 경기도 의정부시 호원동 117 |
| 국제협력이사 | 황석환 | 포항공과대학교 환경공학부 (우)790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31 | | 여운호 | 시립인천전문대학 환경공학과 (우)402-750 인천광역시 남구 도화동 235 |
| | 구자공 | 충원대학교 에너지자원공학부 (우)367-805 충북 괴산군 괴산읍 동부리 5 | | 오길중 | 국립환경과학원 자원순환연구센터 (우)404-170 인천광역시 서구 경서동 |
| 사업이사 | 서효원 | (주)여명창업환경 서울시 영등포구 여의도동 36-2 여의도백화점 1019호 | | 이기영 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산 29-1 |
| | 김종일 | (주)태영 플랜트사업본부 (우)150-777 서울특별시 영등포구 여의도동 10-2 태영빌딩 | | 이남훈 | 안양대학교 환경공학과 (우)430-082 경기도 안양시 안양5동 708-113 |
| | 이창호 | 중앙생명과학원(주) 경기도 남양주시 별내면 청학리 215-4 | | 이정임 | 경기개발연구원 (우)440-290 경기도 수원시 장안구 파장동 179-26 |
| 홍보이사 | 곽무영 | 드림바이오스 서울특별시 금천구 가산동 60-4 (우) 153-770 코오롱 테크노밸리 4층 | 이후재 | 두산건설 토목사업본부 (우)135-714 서울특별시 강남구 논현동 105-7 두산빌딩 | |

9대 [2009-2011]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|-----|-----|---|-----|-----|--|
| 평이사 | 최윤 | 현대건설 플랜트사업부 (우)110-920 서울특별시 종로구 계동 140-2 현대건설빌딩 | 평이사 | 허남효 | 한라산업개발 영업본부 (우)138-811 서울 송파구 가락동 174- 14 |
| | 최훈근 | 국립환경과학원 영산강물환경연구소 (우)500-480 광주광역시 북구 오룡동 1110-8 | | 홍승모 | 대우건설 기술연구원 (우)440-210 경기도 수원시 장안구 송죽동 60번지 |
| | 허목 | 제주대학교 환경공학과 (우)690-756 제주도 제주시 아라동 1 | 감사 | 지재성 | 한국건설기술연구원 국토환경연구소 (우)411-712 경기도 고양시 일산서구 대화동 2311 |
| | 허일상 | 대우건설 플랜트영업기술팀 (우)100-714 서울특별시 중구 신문로 1 가 57 금호아시아나 1관 | | 조울현 | 동부건설 플랜트사업부 (우)135-523 서울특별시 강남구 대치동 891-10 동부금융센터 15층 |
| | 기종길 | (주)도움E&T 경기도 화성시 마도면 고모리 135-1 | | | |
| | 김기성 | 포스코건설 토목환경사업본부 (우)135-935 서울특별시 강남구 역삼동 826-20 | | | |
| | 김창근 | (주)로터스이앤씨 경기도 안산시 단원구 고잔동 729-7 씨티프라자 406호 | | | |
| | 류돈식 | 수도권매립지관리공사 녹색기술관리센터 기획연구부 (우)404-706 인천광역시 서구 백석동 58번지 | | | |
| | 박석현 | 한국환경자원공사 에너지사업실 (우)404-708 인천광역시 서구 경서동 종합환경연구단지내 | | | |
| | 이영민 | (주)리-텍솔루션 경기도 고양시 일산동구 장항동 864-1 로얄프라자 III 707호 | | | |
| | 정태영 | 연세대학교 환경공학부 (우)220-710 강원도 원주시 흥업면 매지리 234 | | | |
| | 최홍복 | (주)에코데이 (우)139-749 서울시 노원구 월계동 산 76 인덕대학 창업센터 521호 | | | |
| | 추 용 | 한국음식물류폐기물자원화협회 서울 광진구 광장동 184-3 광장빌딩 | | | |

10대 [2011-2013]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|----------------|-----|--|----------------|---|---|
| 학술 이사 | 상병인 | 한양대학교 화공생명공학부(교수) (우) 305-343 서울 성동구 왕십리로 222 | 평이사 (정부,8) | 박석현 | 환경공단 에너지사업단 (차장) (우)404-708 인천광역시 서구 경서동종합환경연구단지 |
| 편집 이사 | 신현곤 | 신흥대학 도시환경관리과(교수) (우)480-701 경기도 의정부시 호원동 117 | | 오길중 | 국립환경과학원 자원순환연구센터 (부장)(우)404-170 인천광역시 서구 경서동 |
| | 윤석표 | 세명대학교 바이오환경공학부(교수) (우)390-711 충북 제천시 신월동 산 21-1 | | 이정임 | 경기개발연구원 (연구위원) (우)440-290 경기도 수원시 장안구 파장동 179-26 |
| | 한기봉 | 가톨릭대학교 생명환경공학부(교수) (우)420-743 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 | | 조을생 | 한국환경정책평가연구원 (부연구위원) (우)122-706 서울시 은평구 진흥로 290 |
| 국제 협력 이사 | 차형준 | 포항공과대학교 환경공학(교수) (우)790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31 | | 전영미 | 한국농어촌 공사 도농교류센터 |
| | 최훈근 | 국립환경과학원 영산강물환경연구소 (우)500-480 광주광역시 북구 오룡동 1110-8 | | 최병철 | 수도권매립지관리공사 환경에너지타운조성본부 (본부장)인천시 서구 백석동 58 |
| 사업 이사 | 김여생 | 금호건설 (상무)(우)110-061 서울시 종로구 신문로 1가 금호아시아나본관 | 평이사 (협회,2) | 장준영 | (사)한국자원순환재활용연합회(회장) |
| | 이종연 | 환경관리공단 환경에너지처 바이오매스팀 (팀장)(우)404-708 인천시 서구 경서동 종합환경연구단지 | | 추 용 | 한국음식물류폐기물자원화협회(회장) 서울 광진구 광장동 184-3 광장빌딩 |
| | 허남효 | 하라산업 환경사업본부 (팀장) (우)138-811 서울 송파구 가락동 174-14 하라산업개발 빌딩 3층 | 강승균 | 서희건설 환경사업본부 (상무)서울 강남구 논현동 165번지 서희 B/D 3층 | |
| 홍보 이사 | 곽무영 | 드림바이오스 (대표이사)서울특별시 금천구 가산동 60-4 (우)153-770 코오롱 테크노밸리 4층 | 평이사 (대기업,8) | 김충식 | 대우건설 토목환경사업팀 (상무) (우)100-714 서울특별시 중구 신문로 1가 57 |
| | 유기영 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (연구위원)(우)137-070 서울특별시 서초구 서초동 391 | | 송한철 | 포스코건설 토목환경사업본부 (차장) 인천시 연수구 동도동 36 POSCO E&C Tower1 |
| | 이후재 | 두산건설 토목사업본부 (상무) (우)135-714 서울특별시 강남구 논현동 105-7 두산빌딩 | | 이환경 | 삼성건설 플랜트사업팀 (팀장) (우)137-857 서울시 서초구 서초2동 삼성물산빌딩 22층 |
| 평이사 (정부,8) | 강진영 | 제주발전연구원 (책임연구원) (우)690-029 제주시 청사로1길 18-4 | 장정희 | 현대건설 (상무)(우)446-716 경기도 용인시 기흥구 마북동 102-4 | |
| | 권순익 | 국립농업과학원 기후변화생태과 (우)441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150 | 한인호 | 코오롱 건설 (상무)(우)427-709 경기도 과천시 별양동 1-23 코오롱타워 | |

10대 [2011-2013]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|---------------------|-----|---|----------------|--|---|
| 평이사 (대기업,8) | 최광호 | GS건설 (상무)(우)100-722서울특별시 중구 남대문로 5가 GS역전타워 | 평이사 (대학,10) | 한인호 | 코오롱 건설 (상무) (우)427-709 경기도 과천시 별양동 1-23 코오롱타워 |
| | 최윤 | 전 현대건설 (상무) | | 박순철 | 중앙대학교 생명과학과 (교수) 서울시 동작구 흑석동 221 |
| 평이사 (연구소,6) | 강기훈 | 대림산업(주) (책임연구원)(우) 110-140 서울시 종로구 수송동 146-2 대림빌딩 | | 박준석 | 강원대학교 삼척캠퍼스 환경공학과 (교수)(우)245-711 강원도 삼척시 중앙로 1 |
| | 성현제 | 한솔이엠에이 환경연구소 (소장) 경기도 성남시 분당구 서현동 266-1 퍼스트타워 7층 | | 송영채 | 한국해양대학교 환경공학과 (교수) (우) 660-758 부산시 영도구 태종로 727 |
| | 유희찬 | 대우건설기술연구원 환경연구팀 (팀장)경기도 수원시 장안구 송죽동 60 | | 이건주 | 상지대학교 환경공학과 (교수) (우)220-702 강원도 원주시 우산동 660 |
| | 윤정준 | 한국생산기술연구원 에코시스템 기술센터 (센터장)(우)135-714 충남 천안시 서북구 입장면 흥천리 35-3 | | 이남훈 | 안양대학교 환경공학과 (교수) (우)430-082 경기도 안양시 안양5동 708-113 |
| | 전양근 | 환경시설관리공사 중앙연구소 (소장)(우) 서울시 서초구 1490-25 일흥스파타운 6층 | | 유규선 | 전주대학교 토목환경공학과 (교수) (우)560-759전라북도 전주시 완산구 효자동 3가 1200 |
| | 최창식 | 고등기술연구원 (팀장)경기도 용인시 처인구 백암면 고안리 633-2 | | 정연구 | 금오공대 토목환경공학부 교수 (교수) (우) 730-701 서경북 구미시 양호동 1 번지 |
| 평이사 (전문 기업,6) | 김미형 | (주)에니텍 (연구소장)(우)443-734 경기도 수원시 영통구 신동 486 번지디지털엠피아2 101동 1301호 | | 정재우 | 경남과기대 환경공학과 (교수) (우) 660-758 서경남 진주시 동진로 33 |
| | 김정원 | 녹원종합기술 (대표이사)서울시 서초구 양재동 275-6 삼호물산빌딩 B-1206 | | 한선기 | 한국방송통신대학교 환경보건학과 (교수)(우) 305-719 대전시 유성구 덕명동 16-1 |
| | 서효원 | 여명환경경영크리닉(주) (대표이사)) 서울시 영등포구 여의도동 36-2 여의도백화점 1019호 | 황석환 | 포항공과대학교 환경공학부 (교수) (우)790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31 | |
| | 오윤석 | EGT GreenTech Co. (대표이사)(우)139-749 서울시 강남구 영동대로 412 무역센터 우편국 사서함 40호 | 사무 국장 | 손영묵 | (주)ENSR 대표(우)120-100 서울시 대문구 흥은동 48-84번지 신지식산업센터 315호 |
| | 이영민 | (주)리-텍솔루션 (대표이사)경기도 고양시 일산동구 장항동 864-1 로얄프라자 Ⅲ 707호 | 감 사 | 김남천 | (주) 한솔엔지니어링 기업부설 연구소 |
| | 최홍복 | (주)에코데이 (대표이사)우)139-749 서울시 노원구 월계동 산76 인덕대학 창업센터 521호 | | 김병태 | 대진대학교 환경공학과(우)487-711 경기도 포천시 선단동 산11-1 |

11대 [2013-2015]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|-----|-----|---|-----------|---|--|
| 고문 | 문국현 | 뉴패러다임 인스티튜트 서울시 강남구 삼성동 114-1 | 특별 위원장 | 류재근 | 국립한국교통대학교 석좌교수 |
| | 신항식 | 한국과학기술원 건설 및 환경공학과 (우)305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1 | 총무 이사 | 박찬혁 | 한국환경산업기술원 (우)122-706 서울특별시 은평구 불광동 진흥로 290 녹색산업육성실 폐기물에너지화· 재활용아카데미 |
| | 지재성 | 사이버한양대 교수 | 총무 이사 | 배윤환 | 대진대학교 생명과학과 (교수) (우)487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1 |
| | 장기운 | (주)판코리아 농업환경과학연구소 (우) 305-335 대전광역시 유성구 대학로75번길 52-22 | 기획 이사 | 신현곤 | 신흥대학 도시환경관리과 (교수) (우)480-701 경기도 의정부시 호원동 117 |
| | 김남천 | 전 을지대학교 환경공학과 교수 | | 홍용표 | 한국기술융합연구원 |
| 회 장 | 김영준 | 가톨릭대학교 생명환경공학부 (우)420-743 경기도 부천시 원미구 지봉로 43 | 학술 이사 | 김상현 | 대구대학교 환경공학과 (교수) (우) 712-714 경북 경산시 진량읍 대구대로 201 대 |
| 부회장 | 김종일 | (주)TSKwater 대표이사 | | 이채영 | 수원대학교 토목공학과 (교수) (우)445-743 경기도 화성시 봉담읍 와우리 산2-2 |
| | 배재근 | 서울과학기술대학교 환경공학과 (교수) (우)130-743 서울특별시 노원구 공릉동 172 | 김동훈 | 한국에너지기술연구원 바이오에너지센터 (선임) (우) 305-343 대전광역시 유성구 가정로 152 | |
| | 하천용 | (주)엔백 (대표이사) (우)427-704 경기도 과천시 별양동 1-16교보생명빌딩 5층 | 편집 이사 | 한기봉 | 가톨릭대학교 생명환경공학부 (교수) (우)420-743 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산 43-1 |
| | 홍성구 | 국립축산과학원 부장 | | 최석순 | 세명대학교 바이오환경공학과 (교수) (우)390-711 충북 제천시 신월동 산 21-1 |
| | 박광석 | 환경부 자원순환국장 | | 전충 | 강릉원주대학교 생명화학공학과 (교수) |

11대 [2013-2015]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 | |
|--------|-----|--|-------------|--------------|--|---|
| 국제협력이사 | 차형준 | 포항공과대학교 환경공학 (교수) (우)790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31 | 평이사 (정부) | 권순익 | 국립농업과학원 기후변화생태과 (우)441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150 | |
| | 최윤선 | (주)자원 (부회장) (우)135-280서울특별시 강남구 대치동 912-31 자원빌딩5층 | | 오길중 | 국립환경과학원 자원순환연구센터 (부장) (우)404-170 인천광역시 서구 경서동 | |
| 사업이사 | 김만덕 | (주)건화 (우)135-090서울시 강남구 삼성동 38-25 | | 이종연 | 환경관리공단 (우)404-708 인천시 서구 경서동 종합환경연구단지 | |
| | 곽무영 | 드림바이오스 (대표이사) 서울특별시 금천구 가산동 60-4 (우)153-770 코오롱 테크노밸리 4층 | | 유기영 | 서울시정개발연구원 도시환경연구부 (연구위원) (우)137-070 서울특별시 서초구 서초동 391 | |
| | 이상욱 | (주)AGMS 이사 | | 이정임 | 경기개발연구원 (연구위원) (우)440-290 경기도 수원시 장안구 파장동 179-26 | |
| | 선용호 | 상지대학교 환경공학과 (교수) | | 오진 | 농어촌공사 충북지사 미호천사업소장 | |
| 홍보이사 | 서동숙 | 환경미디어 (발행인 겸 편집인) (우)122-041 서울시 은평구 불광1동 613-2 | | 정진수 | 수도권매립지 관리공사 (본부장) | |
| | 최종실 | 미래환경 (발행인 겸 편집인) (우)122-824서울시 은평구 녹번동 5 본관2층 | | 평이사 (협회) | 권철원 | 한국음식물류폐기물자원화협회 (회장) 서울시 광진구 광장동 184-3 광장빌딩 5층 |
| | 최훈근 | 국립환경과학원 (우)404-170 인천광역시 서구 경서동 | | | 장준영 | (사)한국자원순환재활용연합회 (회장) 서울시 금천구 독산동 291-5 시티렉스B/D 702호 |
| 회계이사 | 서효원 | 여명환경경영크리닉(주) (대표이사) 서울시 영등포구 여의도동 36-2 여의도백화점 1019호 | | 평이사 (대기업) | 송한철 | 포스코건설 토목환경사업본부 (차장) 인천시 연수구 동도동 36 POSCO E&C Tower1 |
| 관리이사 | 차석준 | (주)AGMS 이사 | 한인호 | | 코오롱 건설 (상무) (우)427-709 경기도 과천시 별양동 1-23 코오롱타워 | |

11대 [2013-2015]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 | 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|-------------------|-----|---|--------------------|--|--|
| 평이사 (대기업) | 최광호 | GS건설 (상무) (우)100-722서울특별시 중구 남대문로 5가 GS역전타워 | 평이사 (전문 기업) | 허남호 | (주)삼천리ES |
| | 최윤 | STX건설 (상무) | | 이혜경 | (사)한국환경보전복지협회 |
| | 강기훈 | 대림산업(주) (책임연구원) (우)110-140 서울시 종로구 수송동 146-2 대림빌딩 | | 박신호 | 미세조류농장(주) 대표 |
| 평이사 (연구소) | 강진영 | 제주발전연구원 (책임연구원) (우)690-029 제주시 청사로1길 18-4 | 평이사 (대학) 평이사 | 고윤권 | (주)에버피아 대표 |
| | 유희찬 | 대우건설기술연구원 환경연구팀 (팀장) 경기도 수원시 장안구 송죽동 60 | | 이달용 | 월드원하이테크(주) 대표 |
| | 윤정준 | 한국생산기술연구원 그린소재기술센터(센터장) (우)135-714 충남 천안시 서북구 입장면 흥천리 35-3 | | 박준석 | 강원대학교 삼척캠퍼스 환경공학과 (교수) (우)245-711 강원도 삼척시 중앙로 1 |
| | 최창식 | 고등기술연구원 (팀장) 경기도 용인시 처인구 백암면 고안리 633-2 | | 이건주 | 상지대학교 환경공학과 (교수) (우)220-702 강원도 원주시 우산동 660 |
| | 조태형 | 고려대학교 의과대학 세포치료연구소 (소장) | | 이남훈 | 안양대학교 환경공학과 (교수) (우)430-082 경기도 안양시 안양5동 708-113 |
| 평이사 (전문 기업) | 김철수 | (주)KTENG (대표) (우)464-010경기도 광주시 오포읍 신현리 679-7 2층 | 유규선 | 전주대학교 토목환경공학과 (교수) (우)560-759전라북도 전주시 완산구 효자동 3가 1200 | |
| | 최홍복 | (주)에코데이 (대표이사) (우)139-749 서울시 노원구 월계동 산 76 인덕대학 창업센터 521호 | 이기영 | 호서대학교 자연과학부 식품생물공학 (교수) (우)337-850 충남 아산 배방면 세출리 산 29-1 | |
| | 추 용 | (주)조원산업 (대표이사) (우)487-882 경기 포천시 영중면 영송리 495-1 | 정연구 | 금오공대 토목환경공학부 교수 (교수) (우) 730-701 서경북 구미시 양호동 1 번지 | |

11대 [2013-2015]

| 직위 | 성명 | 직장/주소 |
|--------------------|-----|---|
| 평이사 (대학) 평이사 | 황석환 | 포항공과대학교 환경공학부 (교수) (우)790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31 |
| | 한선기 | 한국방송통신대학교 환경보건학과 (교수) (우) 110-791, 서울시 종로구 대학로 86(동승동) |
| | 송영채 | 한국해양대학교 환경공학과 (교수) 부산시 영도구 태종로 727 |
| | 정영륜 | 경상대학교 미생물학과 |
| | 신홍태 | 의생명과학대학 이사장 |
| | 여운호 | 인천대학교 환경공학과 |
| | 박재구 | 한양대학교 세라믹공학과 |
| | 오세천 | 공주대학교 환경공학과 |
| | 조선형 | 한국폴리텍 산업설비학과 |
| | 이은영 | 수원대학교 환경공학과 |
| 감 사 | 김병태 | 대진대학교 환경공학과 (우)487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1 |
| | 구자공 | 중원대학교 에너지자원공학부 (교수) (우)367-805 충북 괴산군 괴산읍 동부리 5 |
| 자 문 | 이원후 | 법무법인 송현 (변호사) (우)137-875 서울 서초구 서초동 1572-6 금화빌딩 6층 |
| | 김면규 | 김면규 세무사 사무소 (세무사) (우)137-862 서울 서초구 서초동 1362-14 해동빌딩 5층 |



심포지엄 발표

제 1 부: 바이오에너지 정책현황 및 전망 _ 좌장 : 김만덕((주)건화)

- 33 **자원순환사회 전환 촉진 대책**
(환경부, 신진수 과장)
- 40 **RFS(신재생에너지연료 혼합의무화)제도 추진 방향(바이오디젤중심으로)**
(에너지관리공단, 박강훈 과장)
- 57 **가축분뇨를 이용한 바이오가스 기술현황과 향후전망**
(국립축산과학원, 정광화)
- 76 **미세조류 바이오연료의 연구현황 및 사업화 전망**
(차세대바이오매스연구단, 박민성 부단장)

제 2 부: 국내 미세조류를 이용한 바이오에너지 기술현황 _ 좌장 : 박찬혁(환경산업기술원)

- 90 **Microalgal Biomass Production Using Municipal Wastewater**
(한국생명공학연구원, 김희식 센터장)
- 104 **Low-cost photobioreactor and magnetophoretic harvesting for microalgal biomass production**
(한국에너지기술연구원, 오유관 박사)
- 115 **미세조류 대량배양 기술의 통합적 실증**
(주)엔엘피, 김근용박사)
- 130 **미세조류 배양기술 및 바이오디젤 전환기술 소개**
(IMBIZ, 김영남)

다음장에 계속...

제 3 부: 지렁이산업의 현황 및 사례 _ 좌장 : 신현곤 교수(신흥대학교)

155 **우리나라 지렁이 산업의 현황과 조망**
(국립환경과학원, 최훈근 박사)

184 **지렁이분변토와 길항미생물을 이용한 식물생장촉진 및
토양병해 방제용 종자 펠렛팅 기술 개발**
(안승렬박사, 김해지렁이농장조합장)

195 **창조경제를 위한 유기성자원 활용 미세조류 재배**
(미세조류농장(주), 박신호 이사)



SYMPOSIUM

심포지엄

자원순환사회 전환 촉진 대책

신진수

환경부 폐자원관리과

자원순환사회 전환 촉진 대책

환경부 자원순환정책과 신진수과장

심포지엄

Contents

I. 추진배경 및 목표

II. 추진전략

III. 추진대책

IV. 기대효과

V. 추진일정

I. 추진배경 및 목표

1. 추진배경 및 필요성

- 재활용가능 자원의 매립을 제로화하고, 이를 최대한 순환이용하여 자원에 너지가 선순환하는 자원순환사회 조기실현
- 매립되는 폐기물 중 56%는 재활용(에너지화 포함)가능
 - 재활용 자원의 매립 제로화로 약 1,011억 원의 환경오염 비용저감편익발생
- 단위면적당 폐기물 발생량 OECD 4위, 좁은 국토에서 매립지 추가 건설은 더 이상 합리적 대안이 아님
- 이대로 가면 4년 후 사업장 폐기물 대란 우려

1) 2013년 12월 26일 「자원순환기본법」 제정
2) 2014년 1월 22일 「자원순환기본법」 공포
3) 2014년 2월 27일 「자원순환기본법」 시행령 공포

순환형 경제 사회구조로 전환할 시점

I. 추진배경 및 목표

2. 추진목표

- 2020년까지 재활용 폐기물 매립 제로화 달성하여 순환이용 극대화
 - 폐기물 발생량 대비 매립율

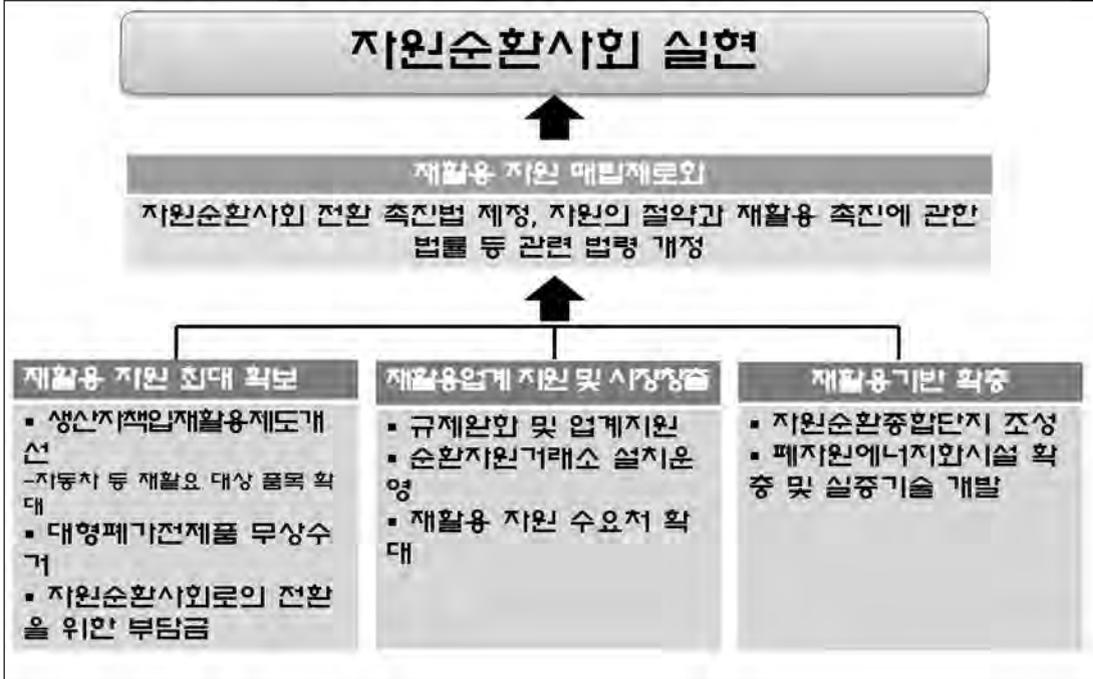


※ 2010년 기준 선진외국의 생활폐기물 매립율을 독일 0.42%, 스웨덴 0.97%, 일본 3.8%등으로 사실상 재활용가능 자원 매립제로화 달성

- 폐기물 중 재활용 자원 매립율



II. 추진전략



Ⅲ. 추진대책

□ 재활용 자원 최대한 확보

- (생산자책임재활용제도 개선) 제품의 생산자가 책임을 지고 더 많이 의무적으로 재활용 할 수 있도록 폐지동차 등 재활용 대상 품목을 확대하고, 생산자의 폐기물 회수 의무를 강화
- (대형폐기전 무상수거) ' 14년까지 대형 폐기전제품에 대한 무상 문전수거를 전국으로 확대하여 배출-수거-재활용 전과정 One-stop체계 구축
- (자원순환시외로의 전환을 위한 부담금) 재활용비용보다 매립비용이 과도하게 저렴함에 따라 재활용 자원이 매립으로 쏠리는 문제점을 개선하기 위하여 소각-매립부담금 부과

Ⅲ. 추진대책

□ 재활용업계 지원 및 시장 창출

- (업계지원) EU등과 같이 고철 등은 폐기를 종료 인정, 재활용시설 설치시 규제 완화, 재정적·기술적 지원 확대 추진
- (시장창출) 재활용 자원의 의무사용을 확대하여 수요처를 확보하고, 순환자원거래소를 운영하여 폐기를 거래기 활성화

□ 재활용 기반 확충

- (자원순환중합단지 조성) 폐자원을 모으기 위한 시스템을 구축하고, 재활용 또는 에너지회수를 One-stop우로 위한 시설·업체를 집적할 거점 인프라 단지 마련
- (에너지화 시설 확충) ' 17년까지 폐자원에너지화 시설 중 43개소를 확충하고 실증 기술을 개발하여 폐자원에너지화 기반 마련

IV. 기대효과

□ 경제적 효과

- 재활용량이 연간 약 1천만 톤 늘어나고, 5조원(현재 1.7조원)의 재활용시장 및 11,568개 일자리 창출
- 폐기를 종료인정, 재활용시설 설치에 대한 규제완화, 재활용 업계에 대한 재정적·기술적 지원, 재활용품 수요처 확보 등을 통해 경제 활성화

□ 환경적 효과

- 재활용가능자원 매립 제로화로 매립지 수명을 추가적으로 20년이상 연장되고, 처분대상 물질을 최소화함으로써 환경오염 예방
- 폐기를 배출자로부터의 부담금 수익을 매립지 주변 환경개선과 주민지원, 자원순환산업 지원, 자원순환시설 설치 등에 활용

V. 추진일정

| 단위과제 | ' 13년 | ' 14년 | ' 15년 | ' 16년 | ' 17년 |
|----------------------------|---|---------------------------------------|--------------------|----------|-------|
| 재활용가능자원 최대한 확보 | | | | | |
| 생산자책임재활 용 제도개선 | 재촉법 개정(4월) 미취법령개정(12월) 유통센터설치(12월) | | | | |
| 폐기동자 EPR도입 | 개정안 국회제출 (12월) | 미취법령개정 (4분기) | 본격시행 | | |
| 폐전자제품 목표관리제 도입 | 개정안 국회통과 (7월) | | | | |
| 폐전자제품 무상방문수거 | 생산자-지자체간 지 발적협약체결(5월) 지자체별단계적시행 (5월) | 무상방문수거 등 건 국확대(4분기) | | | |
| 자원순환사회로 의 전환을 위한 부담금 | 법률제정안마련 (12월) ※자원순환사회이전 환촉진법 | 법률제정(2분기) 시 행령 시행규칙 제 정안마련(4분기) | 시행령·시행규칙공 포(3월) | 법령시행(3월) | |

V. 추진일정

| 단위과제 | ' 13년 | ' 14년 | ' 15년 | ' 16년 | ' 17년 |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------|--------|
| 재활용업계지원 및 시장창출 | | | | | |
| 업계지원(자원순환사업추진촉진법에 근거 마련) | 제정안 마련 (12월) | 법률제정(2분기) 시행령-시행규칙제정안마련(4분기) | 시행령-시행규칙공포(3월) | 법령시행(3월) | |
| 순환자원거래시스템구축운영 | 이용업체 확대 시스템운영(12월) 및 중설 용역 추진(12월) | 대상페기물확대 (2분기) | 민원상담 시스템구축 | | 운영성과평가 |
| 순환자원품질인증체계, 컨설팅 등 부가서비스 마련 | | | 품질인증(보통) 등 기능 고도화 | 민원상담시스템 운영 | |

V. 추진일정

| 단위과제 | ' 13년 | ' 14년 | ' 15년 | ' 16년 | ' 17년 |
|-------------|--|---|--|--|--|
| 재활용 기반 확충 | | | | | |
| 자원순환중립단지 조성 | 1개소완료(12월) | 표고분석 및 지역별 확대추진 | | | |
| 폐기물에너지화 | <ul style="list-style-type: none"> 기술포럼구성 운영(4회) 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률(재촉법)개정안 국회제출(12월) 폐자원에너지화 시설19개소기동(12월) | <ul style="list-style-type: none"> 기술포럼구성운영(4회, 4분기) 재촉법 하위법령공포(2분기) 폐자원에너지화 시설20개소기동(4분기) | <ul style="list-style-type: none"> 기술포럼구성운영(4회) 폐자원에너지화 시설21개소기동 | <ul style="list-style-type: none"> 기술포럼구성운영(4회) 폐자원에너지화 시설25개소기동 | <ul style="list-style-type: none"> 기술포럼구성운영(4회) 폐자원에너지화 시설43개소기동 |

감사합니다



SYMPOSIUM

심포지엄

RFS(신재생에너지연료 혼합의무화)제도 추진 방향(바이오디젤중심으로)

박강훈

에너지관리공단

유기성자원학회

RFS(신재생에너지연료 혼합의무화)제도 추진 방향(바이오디젤 중심으로)

2013.11.22



 에너지관리공단
KOREA ENERGY MANAGEMENT CORPORATION

심포지엄



목차

Contents

1. 바이오연료 개요
2. RFS 제도 개요
3. RFS 제도 추진 경과 및 현황
4. RFS 제도 시행 방안

KORER ENERGY
MANAGEMENT CORPORATION



1-1. 바이오연료 소개

● 바이오연료 종류

| 원료 | 액체 바이오연료 | | | | 고체 바이오연료 | 가스 바이오연료 |
|----|---------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| | 전분작물 | 당료작물 | 유지작물 | 목질섬유소 | | |
| | 옥수수 밀 카사바 | 사탕수수 사탕무 단수수(sweet sorghum) | 대두 해바라기씨 팜유 | 버캐스(bagasse) 나무 해초 | 농업·산림 잔여물, 쓰레기 | 농업·산림 잔여물, 쓰레기 |
| 형태 | 바이오알콜 (에탄올, 부탄올, 프로판올) | | 바이오디젤 | 2, 3세대 바이오연료 | 펠릿, 숯 | 바이오가스 |
| 용도 | 차량용 | | 차량, 난방 등 | | 난방, 발전 | 난방, 발전, 운송 |

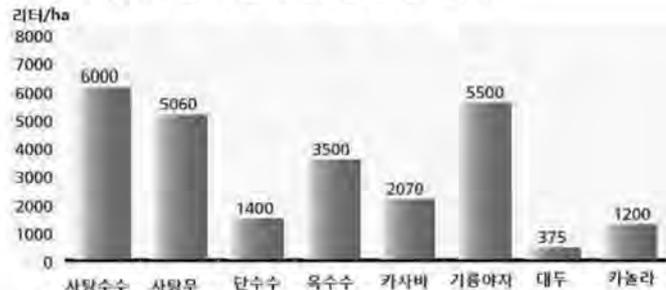
자료 : FAO(Food and Agriculture Organization)

● 바이오연료 세대 분류

| 구분 | 종류 |
|------|--------------------------------|
| 제1세대 | 식용, 사료용 작물(전분/ 당료/유지 작물, 폐식용유) |
| 제2세대 | 목질계 섬유소, 작물 부산물, 바이오매스 폐기물 |
| 제3세대 | 해조류 |

1-2. 바이오연료 소개

● 바이오연료용 작물의 단위면적당 생산량 비교



자료 : FAO(Food and Agriculture Organization)

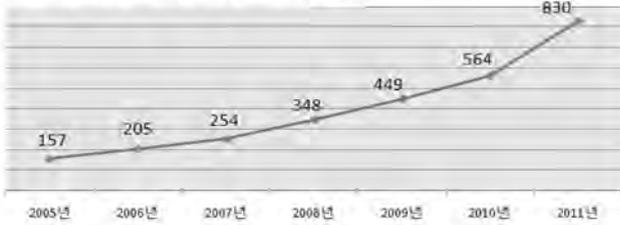
● 바이오연료와 화석연료 생산비용 비교

| 연료 구분 | 원료(국가) | 생산비용(달러/리터) |
|---------|-----------|-------------|
| 바이오디젤 | 대두유(미국) | 0.64 |
| | 팜유(말레이시아) | 0.52 |
| | 카놀라(EU) | 0.84 |
| 경유(미국) | | 0.38 |
| 에탄올 | 옥수수(미국) | 0.38 |
| | 사탕수수(브라질) | 0.25 |
| | 사탕무(EU) | 0.74 |
| 휘발유(미국) | | 0.33 |

자료 : FAO(Food and Agriculture Organization)

1-3. 바이오연료 소개

● 바이오연료 시장규모(억불)



자료 : Pernick, Wilder & Winnie(2012)

● 세계 바이오에탄올 생산과 소비

단위 : 10³ KL/year

| 구분 | 바이오에탄올 생산 | | | | 바이오에탄올 소비 | | | |
|-----|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| 미국 | 35,122 | 41,381 | 50,310 | 52,899 | 36,535 | 41,755 | 48,648 | 48,780 |
| 브라질 | 27,044 | 26,089 | 28,188 | 22,735 | 19,520 | 22,811 | 22,150 | 19,280 |
| 유럽 | 2,747 | 3,440 | 4,182 | 4,222 | 3,571 | 4,507 | 5,705 | 6,049 |
| 중국 | 1,995 | 2,146 | 2,146 | 2,262 | 1,995 | 2,146 | 2,146 | 2,204 |
| 인도 | 290 | 348 | 290 | 348 | 290 | 116 | 58 | 348 |
| 기타 | 3,283 | 3,522 | 3,483 | 4,352 | 2,319 | 2,938 | 3,647 | 4,864 |
| 전체 | 70,481 | 76,926 | 88,599 | 86,619 | 64,230 | 74,273 | 82,354 | 81,525 |

에너지관리공단 자료 : U.S. Energy Information Administration

-6-

1-4. 바이오연료 소개

● 세계 바이오디젤 생산국 비중



자료 IISD(International Institute for Sustainable Development)

● 유럽 국가별 바이오디젤 생산량(천톤)



자료) European Biodiesel Board 참고) 바이오디젤 1톤 = 약 1,132리터

에너지관리공단

-7-



2 RFS 제도 개요

2-1. RFS제도 소개

● **RFS(Renewable Fuel Standard)**

수송용 연료 공급자(정제업자, 수입업자)가 기존 화석연료(경유, 휘발유 등)에 바이오연료를 일정 비율 혼합하여 공급하도록 의무화한 제도

- * 석유정제업자 : SK에너지, GS 칼텍스, S-OIL, 현대오일뱅크
- * 수입업자 : 남해화학, 이지석유, 페트로코리아 등

● **해외사례**

➢ **미국 : RFS(renewable fuel standard)**

- RFS 1 시행 완료('07. 9 ~ '10. 11)
- RFS 2 시행 중('10. 12 ~ '22)
- 목표년도('22) : 360억 갤론

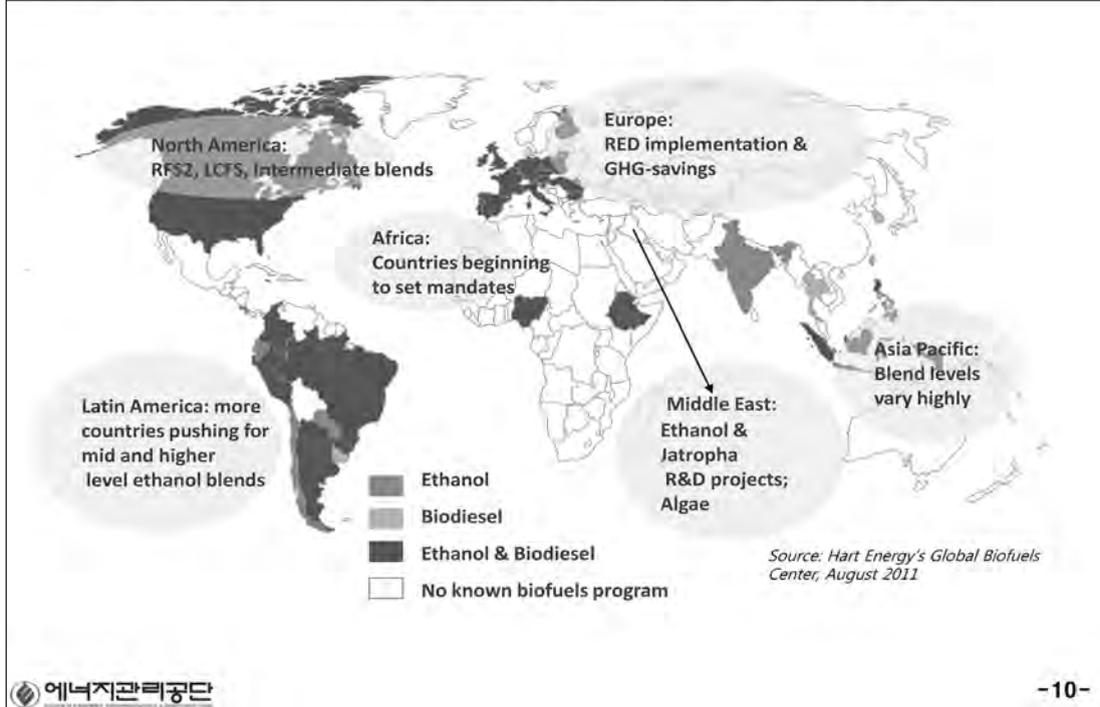
➢ **영국 : RTFO (renewable transport fuel obligation)**

- 2008. 4 시행
- '10 ~ '11년 : 3.63%, '11 ~ '12년 : 4.17%, '12 ~ '13년 : 4.71%, '13 ~ '14년 : 5.26%

➢ **독일 : BQL (biofuel quota law)**

- 2007. 1 시행
- '09년 : 5.25%, '10 ~ '14년 : 6.25%, '15년이후 온실가스 저감량 반영

2-2. RFS제도 소개 - 해외 바이오연료 의무혼합 정책



2-3. RFS제도 소개 - EU의 바이오디젤 보급 평가

- EU국가들이 바이오연료산업에 제공하는 연간 보조금은 110억 달러로 추정 (11년 기준) ⇒ 엄청난 재정 투입
- EU에서 생산한 바이오연료가 화석연료 소비량을 대체한 비율은 4%에 불과 (2012년 기준) ⇒ 에너지 안보의 달성 효과 의문
- 바이오디젤의 LCA에 따른 온실가스 감축효과 논란, 원료 재배에 따른 많은 토지와 물 이용 ⇒ 친환경적인 부분에 대한 의문
 - * LCA(Life Cycle Assessment) : 신재생 연료의 생산에서 소비까지 일괄적인 온실가스 배출량에 대한 평가
- 축산 및 낙농업계의 사료비용 상승, 식량가격 상승 ⇒ 타 산업엔 부작용

2-4. 해외 바이오디젤, 바이오에탄올 혼합 현황

약 35개 국가가 바이오연료 혼합을 시행 중

| 구분 | 미국 | 캐나다 | 브라질 | 아르헨티나 | 콜롬비아 | 파라과이 | 독일 | 프랑스 |
|----|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|---------|
| BD | 5~10% | 2~4% | 5% | 5~7% | 5~10% | 1% | 6.25% | 7% |
| BE | ~20% | 5% | 18~25% | - | 8~10% | 24% | | |
| 구분 | 네덜란드 | 스페인 | 태국 | 인도네시아 | 말레이시아 | 중국(일부성) | 필리핀 | 일본 |
| BD | | | 5% | 2.5% | 5% | 5% | 2% | - |
| BE | 4% | 5.83% | - | 3% | - | 10% | 10% | 42.8만kl |

* EU 국가들은 바이오연료의 전체 의무혼합 비율, EU는 2020년까지 수송부문 바이오연료 10% 대체 목표

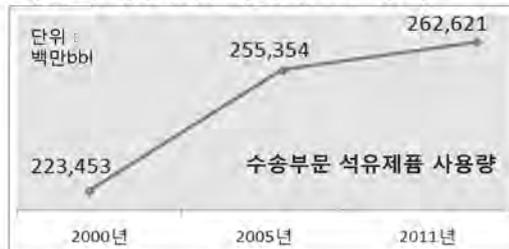
** 일본은 '13년 보급량 목표 기준

2-5. RFS 도입목적 - 수송부문의 화석에너지대체

국내 석유 사용량 중 수송부문에서 32.8%(263백만bbl) 사용('11년)

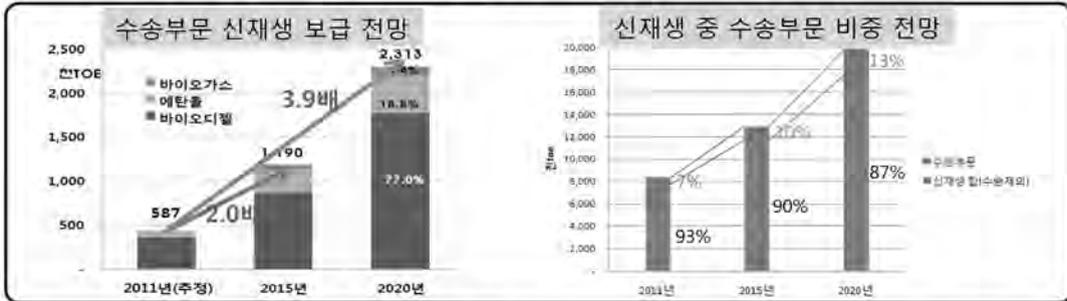


수송부문 중 석유제품의 사용량은 지속적으로 증가



2-6. RFS 도입목적 - 신재생에너지 보급확대

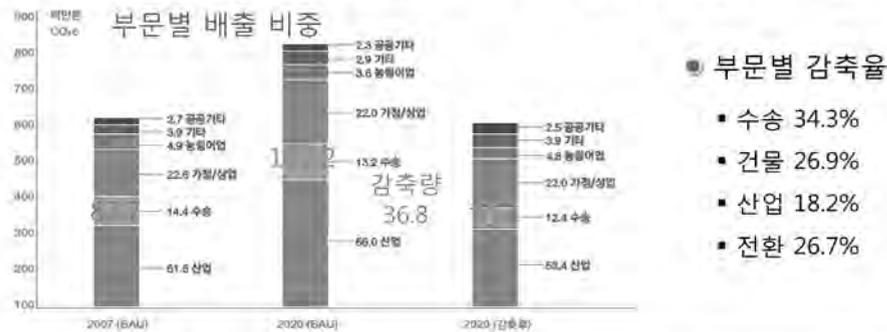
2030년 신재생에너지 보급률11% 달성 (제3차 신재생에너지 기본계획(2008.12))



2-7. RFS 도입목적 - 온실가스 감축

중기 국가 온실가스 감축목표 확정(2009년)

- 2020년 온실가스배출전망(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축



수송부문 : 2020년 전망치 대비 34.3% 감축(약 3,700만톤)

- 연비개선 : 그린카 도입을 통한 연비 개선 강화 (2015년 140g/km, 2020년 125g/km)
- 바이오연료 확대 : 경유 및 휘발유에 바이오연료 혼합비율 증가
- 선박에너지 효율개선 : 해운부문 신재생에너지 보급 증대
- 정책 및 조치 : 고속 및 광역철도 확충, 연안해운 확대, 간선급행버스(BRT)확대, 원격근무, 보행 및 자전거 활성화, 자동차 공동이용, 에코드라이브 등

2-8. RFS 도입 목적 - 산업육성, 환경개선

산업 육성

- 바이오에너지 제조 산업은 전체 신재생에너지 중 8% 수준('11년 기준)

< 신재생에너지 제조산업 매출액 >

(단위 : 십억원)

| 구분 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------|----------|------------|------------|------------|------------|
| 태양광 | 441(35%) | 1,601(48%) | 2,719(57%) | 5,859(73%) | 7,917(80%) |
| 풍력 | 619(50%) | 1,357(40%) | 1,184(25%) | 1,168(14%) | 1,008(10%) |
| 연료전지 | 3(0%) | 34(1%) | 78(2%) | 128(2%) | 105(1%) |
| 바이오 | 136(11%) | 301(9%) | 647(14%) | 796(10%) | 745(8%) |
| 태양열 | 39(3%) | 56(2%) | 87(2%) | 90(1%) | 36(0%) |
| 지열 | 11(1%) | 20(1%) | 33(1%) | 37(0%) | 43(0%) |
| 합계 | 1,249 | 3,370 | 4,749 | 8,078 | 9,854 |

- 원료 공급을 위한 관련 신규 산업(폐식용유 수거, 원료 작물 재배 농업 등) 활성화

환경 개선

- 대기환경 개선 및 폐식용유 재활용을 통한 수질 개선(수질 정화 비용 저감)

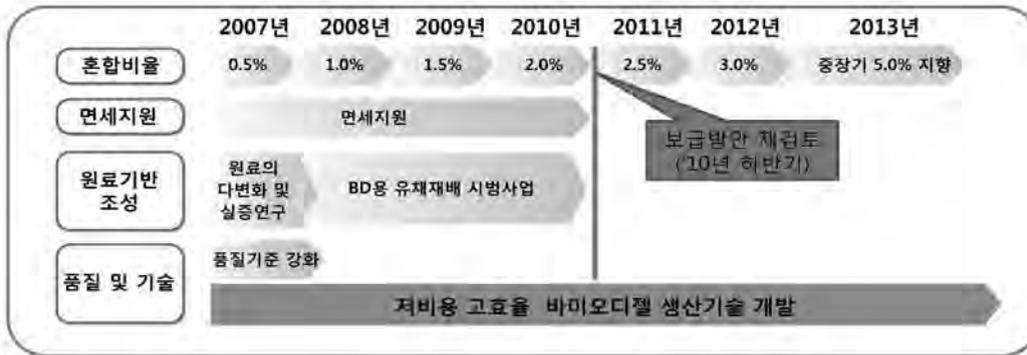
* 폐식용유는 1,000,000ppm(6ppm을 넘게되면 4급수)

3 RFS제도 추진 경과 및 현황

3-1. 국내 바이오연료 보급 정책

□ 제1차 바이오디젤 중장기 보급계획(2007. 9.7)

- '07년 9월 재정부, 농림부, 산업자원부, 환경부, 건설교통부 관계부처 합동으로 경제정책 조정회의에서 최초로 바이오디젤 중장기 로드맵 제시
- 혼합비율 목표는 매년 0.5%씩 상향 '10년까지 2.0%로 설정, 중장기 5.0% 지향
- '10년까지 면세(재정부), 유채시범 (농림부), 폐식용유 수거 확대(환경부)



3-2. 국내 바이오연료 보급 정책

□ 제2차 바이오디젤 중장기 보급계획(2010. 12월)

- 바이오디젤 산업의 지속가능 성장 기반 마련
 - ▶ 지속가능성 기준을 마련, 차세대 바이오연료 개발을 촉진
- 바이오디젤 혼합비율 설정
 - ▶ 국내 원료 생산 기반 개선속도를 고려 현재의 2.0%를 유지
 - * 향후 원료 수급기반의 변화 및 의무화 제도 도입시 혼합비율 재검토
- 바이오디젤 R&D 지원
 - ▶ 바이오디젤 생산기술 및 원료 다양화기술 개발 추진 강화
- 바이오디젤 의무혼합제도 도입
 - ▶ '11년 일몰예정인 현행 면세 제도를 대신해 '12년 의무혼합제도를 도입

3-3. 국내 바이오디젤 보급 추진경과 요약

자발적 혼합 '07년 혼합비율 설정 및 면세 인센티브를 통한 자발적 혼합사용유도

- 혼합비율(%) : ('07)0.5 → ('08)1.0 → ('09)1.5 → ('10)2.0 → ('11)2.0

* '07년 제1차 바이오디젤 중장기 보급계획" 수립

혼합의무화 '12년부터 BD2 혼합의무화 시행(면세 종료) (적용기간 '12.1~'13.12)

* "석유제품의 품질기준과 검사방법 및 검사수수료에 관한 고시" 개정('11.12.30)

RFS제도 도입 RFS제도 시행 도입을 담은 법개정('13.7.30 공포, '15.7.31 시행 예정)

* "신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법" 제 개정

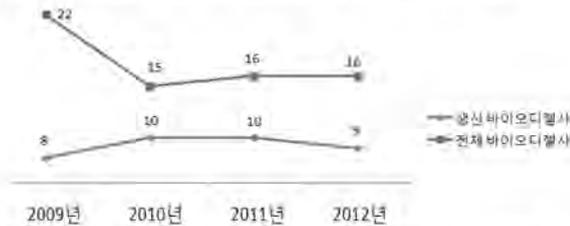
◆ 주요내용

- 석유정제업자 또는 석유수출입업자(혼합의무자)에게 일정 비율이상의 신재생에너지 연료를 수송용연료에 혼합
- 혼합의무자가 혼합의무비율을 충족시키지 못한 경우에는 과징금을 부과
- 혼합의무 이행을 효율적으로 관리하기 위하여 혼합의무 관리기관 지정
- 유예기간 2년 부여

3-4. 국내 바이오연료 (BD) 보급현황

● (업체현황) '12년 기준 BD 생산업체 16개사, 총 시설능력 120만kℓ

- 정유사 공급 실적 : 9개사, 생산량 68만kℓ, 국내판매량 40만kℓ



● (공급량) '06.7월 BD 상용화 개시 후 국내 공급량 11만kℓ('07) → 28만kℓ('09) → 40만kℓ('12)

(단위 : kℓ)

| 구분 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 1~8월 |
|------|---------|---------|----------------|------------|
| BD20 | 345 | 326 | 158 | 141 |
| BD5 | 394,836 | 388,913 | 397,697 | 201,255 |
| 내수 계 | 395,181 | 389,239 | 397,855(88.0%) | 201,396 |
| 수출 | - | 27,281 | 54,457(12.0%) | 82,597 |
| 합계 | 395,181 | 416,520 | 452,312(100%) | 283,993 |

* 자료 : 한국바이오에너지협회

3-5. 국내 바이오연료 (BD) 보급현황

● (원료 수급) 전체 원료의 69%는 해외에서 수입, 31%는 국내 원료로 충당('12년)

(단위 : 천톤)

| 구분 | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013(예상) | 비고 |
|----|--------|------|------|------|----------|-----|
| 국내 | 폐식용유 | 78 | 109 | 121 | 153 | 폐자원 |
| | 동물성 유지 | - | 3 | - | 12 | |
| | 소계 | 78 | 112 | 121 | 165 | |
| | 비중 | 22% | 29% | 31% | 37% | |
| 수입 | 팜 정제유 | 69 | 74 | 62 | 14 | 식용 |
| | 팜부산물 | 102 | 115 | 136 | 215 | 비식용 |
| | 대두유 | 80 | 34 | 19 | 6.5 | 식용 |
| | 폐식용유 | 25 | 35 | 38 | 39 | 폐자원 |
| | 기타 | 1 | 14 | 9 | 3.5 | |
| | 소계 | 280 | 272 | 264 | 278 | |
| | 비중 | 78% | 71% | 69% | 63% | |
| 합계 | 358 | 384 | 385 | 443 | | |

* 자료 : 한국바이오에너지협회, * '13.1월~8월 기준 35%

3-6. 국내 바이오연료 (BD) 보급현황

● BD 혼합으로 인한 경유 가격 변화 분석

(단위 : 원/L)

| | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 평균 | 비고 | 혼합율 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|
| '07년 | | | | | | | -1.1 | -1.1 | -1.2 | -1.2 | -1.5 | -1.2 | -1.2 | 면세 | 0.5% |
| '08년 | -2.2 | -1.7 | -2.4 | -2.5 | -4.0 | -4.5 | -3.6 | -1.5 | -0.7 | 0.1 | 1.8 | 2.0 | -1.6 | | 1.0% |
| '09년 | 3.9 | 3.5 | 4.6 | 3.9 | 2.5 | 1.9 | 3.4 | 2.4 | 1.1 | 2.2 | 0.4 | 0.6 | 2.5 | | 1.5% |
| '10년 | -0.4 | -0.5 | -1.1 | -2.3 | -1.8 | -1.4 | -0.9 | -0.4 | -0.9 | -0.2 | -0.8 | 0.3 | -0.9 | | 2.0% |
| '11년 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | 0.3 | 0.3 | -0.4 | -1.8 | -2.1 | -2.0 | -2.0 | -3.7 | -0.9 | | 2.0% |
| '12년 | 6.5 | 6.2 | 5.4 | 6.0 | 7.7 | 9.9 | 8.2 | 5.7 | 5.9 | 6.2 | 7.4 | 5.1 | 6.7 | 과세 | 2.0% |

* 자료 : 한국바이오에너지협회

※ 한국바이오에너지협회 자료로서 가격 변화는 기관 별로 상이할 수 있음

3-7. 국내 바이오연료 관련 연구

관련정책 연구

- 신재생에너지 의무혼합제도(RFS) 도입방안 마련연구 (2009.5.15~2010.4.14)
- 국내 바이오디젤 원료수급 체계 구축방안 연구 (2010.12~ 2011.5)
- 신재생에너지 의무혼합제도(RFS) 상세 운영방안 수립연구 (2012.5.~2013.3)
- 바이오에탄올 시범보급사업 추진방안 수립연구(2013.5 ~ 2013.12)
- 신재생에너지의 온실가스 배출량 산정 연구(2013.5~2015.4)

바이오디젤 기술개발

- 동물성 지방 을 이용한 바이오디젤 생산기술
- 미세조류 에 의한 바이오디젤 원료 (biocrude) 양산 기술 연구 개발
- 팜(Palm) 오일 산업부산물 활용 바이오에너지 생산기술개발
- 차세대 바이오디젤 생산기술 실증연구
- 생물반응기 배양기술을 이용한 오일팜 클론묘의 대량생산 기술 개발 및 상용
- 고지방산 저급 팜 슬러지오일(PSO) 기반 바이오디젤 생산용 다기능성 촉매 개발

3-8. 국내 바이오연료 관련 연구

바이오에탄올 기술개발

- 식물성 폐기물로부터 연료용 에탄올 생산공정 개발
- 해조류를 이용한 바이오에너지 생산 타당성 연구
- 목질계 에탄올 생산 공정의 상용화를 위한 기반 구축 방안 도출
- 홍조류 유래 바이오에탄올 생산기술개발
- 섬유소계바이오매스 분별/당화를 위한 연속공정 및 장치 개발
- 당화 바이오매스를 이용한 탄화수소계바이오에너지 생산 균주 및 공정 최적화 원천기술 개발
- 미생물 발효공정에서 Ljungdahl경로 및 유전자 제어를 통한 합성가스로부터 에탄올 생산기술개발
- 갈조류 유래 바이오에탄올 생산을 위한 고효율 당화공정 원천기술 개발
- 비천연계 C6 합성연료 생산을 위한 바이오융합화학기술 개발
- (총괄)해양 바이오연료 생산을 위한 Pilot Plant 구축사업
 1. Pilot Plant구축을 통한 해조류 바이오에탄올 상용화 설비 Engineering 및 생산 공정 개발
 2. 해조류 전처리 기술개발
- 미생물에서 방사선 및 태양광 전기화학에너지를 이용한 이산화탄소 고정 및 바이오에탄올 생산 기술 개발
- 감귤 폐기물활용 바이오에탄올 생산기술 개발
- 주박 및 식물성 폐기물로부터 연료용 에탄올 생산 실증연구
- 효소가수분해에 의한 초본계 바이오에탄올 생산 및 부산물 활용 기술 개발

4 RFS 제도 시행 방안

4-1. RFS제도 시행방안 -의무대상자, 대상연료

의무대상자

제도 초기

국내 석유정제업자와 석유수입업자에 대해 우선 적용

중기

가스공급사(LNG, LPG)도 의무대상자 포함 검토

대상연료

제도 초기

바이오디젤 혼합 확대 추진

- 혼합(BD2%) 시행 중, 국내 원료 수급 기여도, 가격 영향 최소화 등 감안

중기

바이오에탄올 혼합 검토

- 국내 원료 수급, 자동차 성능 검증, 가격 영향 등 검토

바이오가스 검토

- 형평성, 국내 원료활용, 인프라, 가격 영향 등 검토

4-2. RFS제도 시행방안 - 도입시나리오

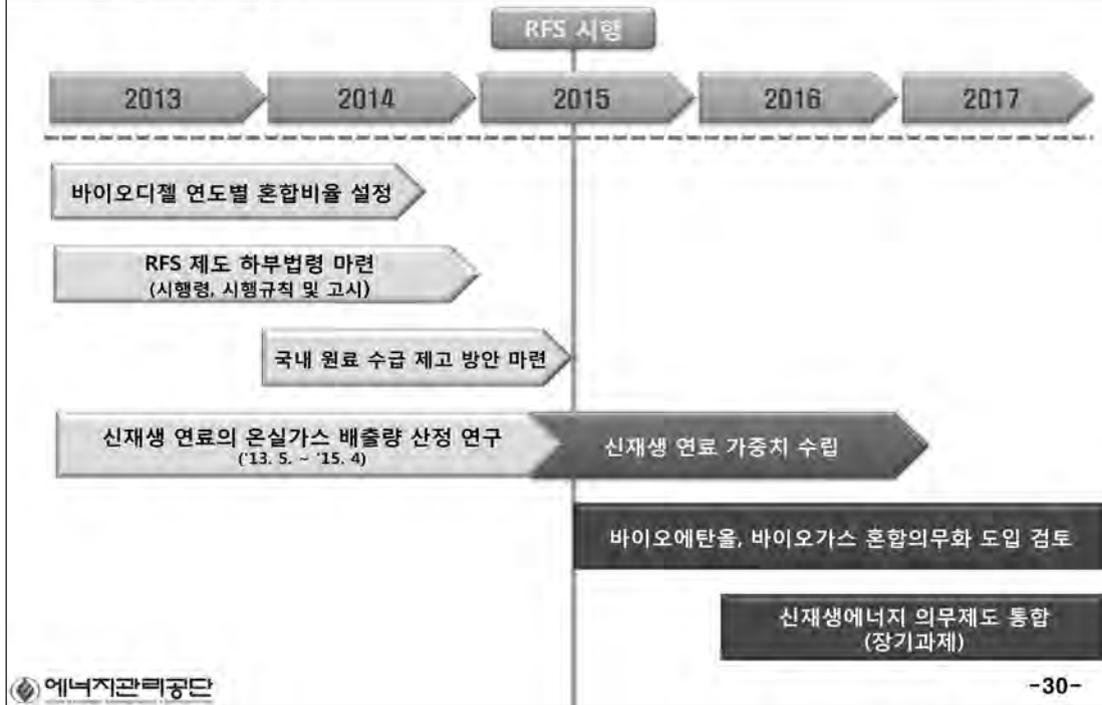


“신재생연료 의무혼합제도(RFS) 상세 운영방안 수립연구”
 (한국석유관리원, 2012.5~2013.3)

4-3. RFS제도 시행방안 - 프로세스

| 업무 | 세부내용 |
|------------------|---|
| 혼합의무 대상자 신고 | ○(혼합의무대상자) 석유정제업자, 석유수출입업자 등 혼합의무대상자 내수판매, 수입 계획량 신고 |
| 의무자, 의무량 산정 및 공고 | ○(관리기관) 대상자의 신고를 바탕으로 의무자 선정 및 의무량 산정 ○(정부) 대상자 및 의무량 공고 |
| 혼합의무자 의무이행 | ○(혼합의무자) 혼합률에 따른 혼합의무이행 ○(품질검사기관) 경유 및 신재생에너지 연료 품질검사 |
| 의무이행 여부 신고 | ○(혼합의무자) 매월 혼합의무량 실적 신고 ○(신재생연료제조사) 신재생에너지 연료의 공급량 등 신고 |
| 혼합의무 이행실적 확인 | ○(관리기관) 신고자료에 대한 현지 실사 수행, 석유공사 자료 등을 통한 이행실적 확인(월간/연간 단위 확인) |
| 과징금 부과 | ○(정부) 과징금 산정 및 부과 ○(혼합의무자) 과징금 산정에 대한 의견개진 및 과징금 납부 |

4-4. 향후 과제



참고. 신재생 의무화 제도 통합

의무화 제도 통합

전력/열/수송용 부문간 인증서 거래시장을 통합하여 의무자의 의무이행 편의성(유연성)을 증진하고 관련 시장규모 확대



- ① RPS(Renewable Portfolio Standard)
: 발전사에게 총발전량의 일정량 이상을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도('12.1월 시행)
- ② RFS(Renewable Fuel Standard)
: 석유정제업자, 수입업자에게 일정비율 이상의 신재생 연료를 혼합토록 의무화하는 제도('15.7월 시행)
- ③ RHO(Renewable Heat Obligation)
: 건축물의 열에너지사용량의 일정비율을 신재생 열에너지로 공급토록 의무화하는 제도('16년 도입검토)





SYMPOSIUM

심포지엄

가축분뇨를 이용한 바이오가스 기술현황과 향후전망

정광화

국립축산과학원

가축분뇨를 이용한 바이오가스화 기술현황과 향후 전망

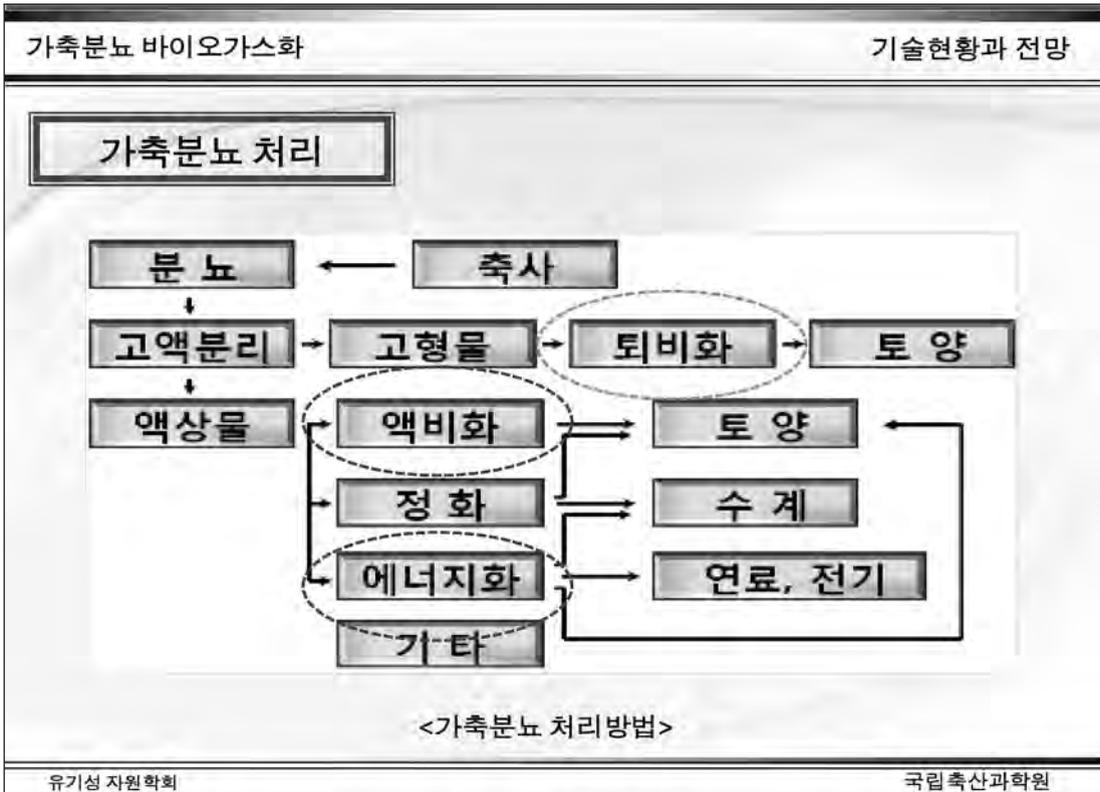
국립축산과학원
정광화

2013. 11. 22

심포지엄

| | |
|--|----------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 2px solid black; display: inline-block; padding: 5px 15px; margin: 0 auto;">가축 분뇨란</div> | |
| <p>● 가축분뇨는 무엇인가?</p> <p>가축분뇨는 섭취한 사료 중에서 소화되지 않은 물질과 대사 과정에서 생성된 물질이 가축 체외로 배출된 것</p> <p>- 가축사료는 곡류, 식물성 박류, 강피류, 동물성 단백질, 기타 첨가제 등의 유기성과 무기성 재료 등으로 구성</p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|---|----------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <p>● 가축분뇨의 특성</p> <p>가축분뇨는 생물학적으로 비교적 쉽게 분해되는 유기성분이 많고 질소와 인을 비롯한 영양성분을 함유하고 있음</p> | |
| <div style="display: flex; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="width: 40%;"></div> <div style="width: 60%;"> <p>■ 고형물 (주로 유기물)</p> <p>■ 고형물 (주로 무기물)</p> <p>□ 수분 (간극수+ 표면결합수 내부결합수+ 모관결합수 등)</p> </div> </div> | |
| <p>축분별 수분함량</p> <p>젖소 : 82.3%, 한우 : 78.4%, 돼지 : 73.9%, 닭 : 74.9%, 개 : 73.9%</p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |



가축분뇨 바이오가스화 기술현황과 전망

가축분뇨 처리 여건 변화

□ 가축분뇨와 관련된 주변 여건 변화

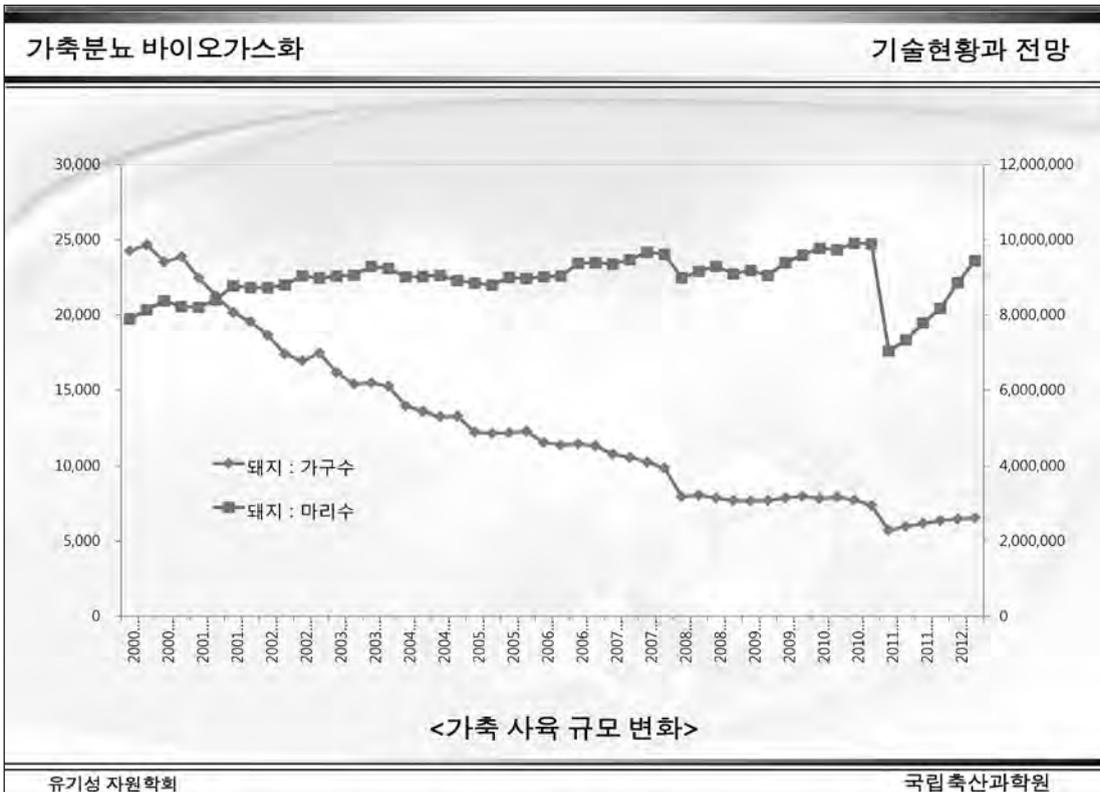
1. 일반인들의 환경관련 권리 요구가 높아짐
 - 토양 : 비료와 토질
 - 대기 : 냄새, 온실효과 등
 - 수질 : 부영양화 등

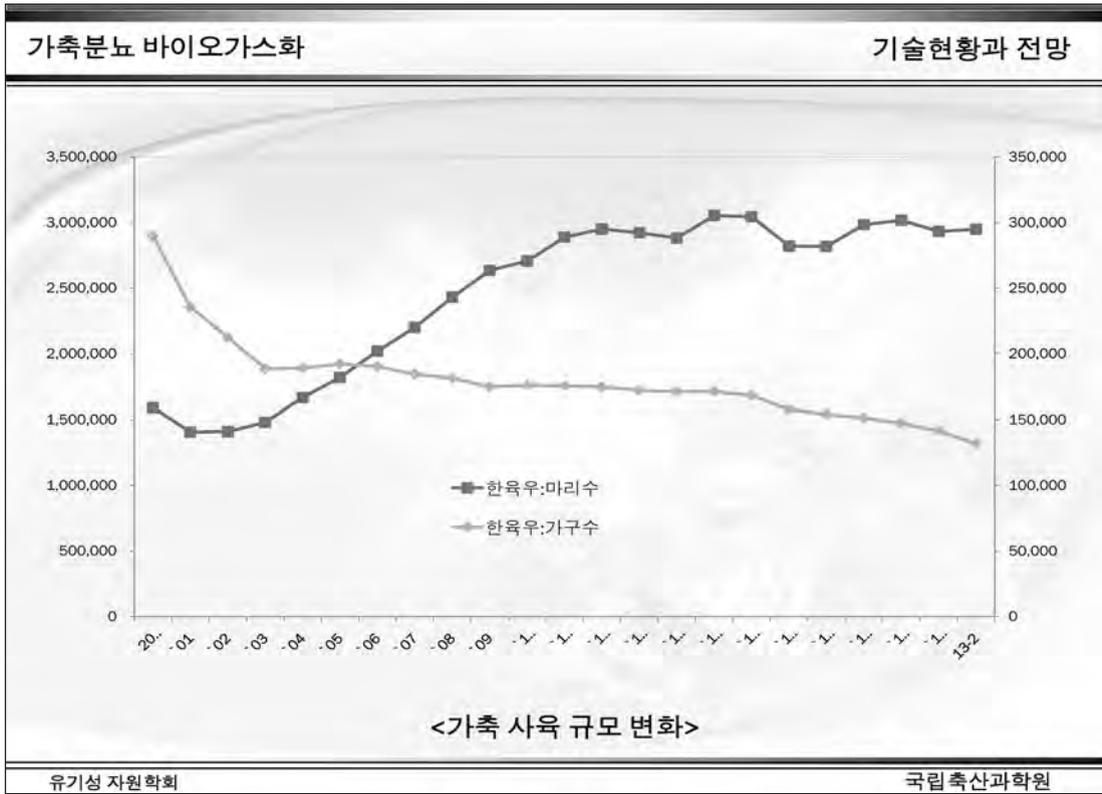
2. 관련 법규 강화 (가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 등)
 - 배출기준 강화 : 질소 배출기준 강화 등
 - 규제 항목 추가 : 비료공정규격 등
 - 토양·하천 등 주 오염원으로 인식, 규제강화 추세
 - 논, 밭에 살포한 퇴·액비 등에 의한 비점오염원 관리 강화 예상
 - 녹조발생 등의 원인으로 지목되고 있어 관리 필요

유기성 자원학회
국립축산과학원

| | |
|---|-----------------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">가축분뇨 처리 여건 변화</div> <p>3. 해양 배출(투기) 금지 - 가축분뇨 및 유기성 폐기물들이 육상에서 자원화(주로 퇴비화 처리)되어 경작지로 유입됨</p> <p>4. 경작지 면적 변화 - 퇴비의 주요 수용처인 경작지 면적은 감소추세에 있음</p> <p>※ 대응 방법 : 가축분뇨 자원화 효율증진 기술개발 및 활용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 토양 : 비료로써의 가치 활용 ○ 대기과 수계 : 환경 위해 요인 감축 <p>※ 에너지 등의 유용자원으로의 전환</p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|---|-----------------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <p style="text-align: center;">근거 : 통계청 경지면적 통계</p> <p style="text-align: center;"><경작지 면적 변화></p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |





가축분뇨 바이오가스화 **기술현황과 전망**

가축분뇨 발생현황

(발생) '12년 가축분뇨 발생량은 46.5백만톤, 돼지 분뇨가 18백만톤(38%),
구제역 발생 이후 사육두수 증가로 발생량 소폭 증가

○ 발생량 : ('09)4,370만톤 → ('10)4,653 → ('11)4,269 → ('12)4,649

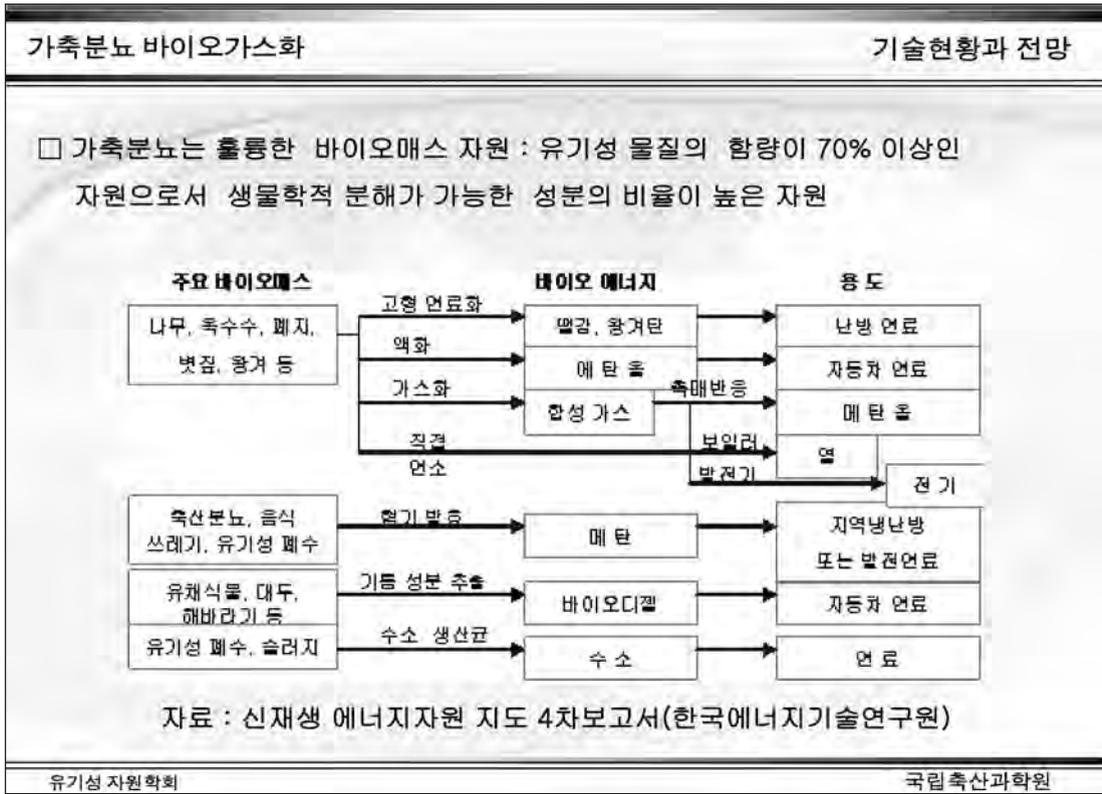
| 구분 | 한육우 | 젓소 | 돼지 | 닭 | 계 |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 사육두수(천마리) | 3,063 | 413 | 9,534 | 149,750 | 162,760 |
| 발생량(천톤) | 15,315 | 5,681 | 17,748 | 6,559 | 46,489* |
| (점유비) | (32.9) | (12.2) | (38.2) | (14.1) | (100) |

* 사육두수 : '12년 분기별 평균 사육두수 기준으로 산출
(주) 총 발생량에는 오리, 말 등 기타 가축 분뇨발생량 1,186천톤 포함(2.6%)
(주) 가축 마리당 1일 분뇨발생량 : 한우 13.7kg, 젓소 37.7kg, 돼지 5.1kg, 닭, 오리 0.12kg

유기성 자원학회국립축산과학원

| 가축분뇨 바이오가스화 | | 기술현황과 전망 | | | | | | |
|--|-----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 가축분뇨 처리현황 | | | | | | | | |
| (처리) 분뇨발생량 중 4,124만톤(88.7%)이 퇴.액비로 자원화, 421만톤(9.1%)은 정화처리, 해양투기 제로, 자연증발 등 102만톤 | | | | | | | | |
| 연도 | 발생량 | 자 원 화 | | | 정화방류 | | 해양 투기 | 기타 |
| | | 소계 | 퇴비 | 액비 | 개별처리 | 공공처리장 | | |
| '08 | 41,743 (100) | 35,208 (84.3) | 32,912 (78.8) | 2,295 (5.5) | 1,184 (2.8) | 2,907 (7.0) | 1,460 (3.5) | 985 (2.4) |
| '10 | 46,534 (100) | 40,286 (86.6) | 37,220 (80.0) | 3,066 (6.6) | 1,427 (3.1) | 2,727 (5.9) | 1,070 (2.3) | 1,024 (2.2) |
| '11 | 42,685 (100) | 37,396 (87.6) | 34,393 (80.6) | 3,003 (7.0) | 1,527 (3.6) | 2,057 (4.8) | 767 (1.8) | 938 (2.2) |
| '12 | 46,489 (100) | 41,236 (88.7) | 37,656 (81.0) | 3,580 (7.7) | 1,999 (4.3) | 2,211 (4.8) | - (0) | 1,023 (2.2) |
| 총 발생량에는 오리.말 등 기타 가축 분뇨발생량 1,186천톤 포함(2.6%) 마리당 1일 분뇨발생량 : 한우 13.7, 젓소 37.7, 돼지5.1, 닭.오리 0.12kg | | | | | | | | |
| 유기성 자원학회 | | | | 국립축산과학원 | | | | |

| 가축분뇨 바이오가스화 | | 기술현황과 전망 | |
|---|---|--|--|
| 가축분뇨의 가치는 ? | | | |
| <input type="checkbox"/> 가축분뇨의 잠재적 경제가치 <ul style="list-style-type: none"> - 가축분뇨 퇴비 중 질소비료 성분 약 1.5% 내외일 경우로 산정시 4,649만톤 X 0.81 X 0.015 = 질소비료 대체 가격 - 가축분뇨 액비 중 질소비료 성분 약 0.2% 내외일 경우로 산정시 4,649만톤 X 0.77 X 0.002 = 질소비료 대체 가격 - 바이오가스에 의한 전기발생 및 매전 - 기타 연료화 및 환경보호 효과 등 | | | |
|  | → |  | |
| 유기성 자원학회 | | 국립축산과학원 | |



| 가축분뇨 바이오가스화 | | | | 기술현황과 전망 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------------------------|----|----------|---------------------------|------------|----------|----|-------|----|----|----|---------------------------|------------|----|----|-------|---------------------|----|------|-----|---|--------|-------|----------------|----|------|-----|-----|----------|-------|-------------------------|----|------|----|-----|----------|-------|----------------|----|-----|---|----|---------|
| <p>● 가축분뇨 바이오가스화 시설 설치 현황</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>형태</th> <th>설치 지역</th> <th>원료</th> <th>상태</th> <th>규모</th> <th>시설 용량 (m³/일)</th> <th>발전 용량 (kW)</th> <th>공정</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">통합</td> <td>경남 밀양</td> <td>돈분뇨 슬러리 음식물 + 기타</td> <td>가동</td> <td>공공처리</td> <td>200</td> <td>-</td> <td>단상, AF</td> </tr> <tr> <td>경기 파주</td> <td>돈분뇨 슬러리 음식물</td> <td>가동</td> <td>공공처리</td> <td>110</td> <td>500</td> <td>이상, CSTR</td> </tr> <tr> <td>충남 아산</td> <td>돈분뇨 슬러리 음식물, 하수오니</td> <td>중지</td> <td>공공처리</td> <td>95</td> <td>150</td> <td>이상, UASB</td> </tr> <tr> <td>경기 안성</td> <td>돈분뇨 슬러리 음식물</td> <td>가동</td> <td>농가형</td> <td>5</td> <td>30</td> <td>단상, PFR</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 가축분뇨 단독 및 통합시설 모두 돼지분뇨 슬러리를 원료로 함</p> | | | | | | | | 형태 | 설치 지역 | 원료 | 상태 | 규모 | 시설 용량 (m ³ /일) | 발전 용량 (kW) | 공정 | 통합 | 경남 밀양 | 돈분뇨 슬러리 음식물 + 기타 | 가동 | 공공처리 | 200 | - | 단상, AF | 경기 파주 | 돈분뇨 슬러리 음식물 | 가동 | 공공처리 | 110 | 500 | 이상, CSTR | 충남 아산 | 돈분뇨 슬러리 음식물, 하수오니 | 중지 | 공공처리 | 95 | 150 | 이상, UASB | 경기 안성 | 돈분뇨 슬러리 음식물 | 가동 | 농가형 | 5 | 30 | 단상, PFR |
| 형태 | 설치 지역 | 원료 | 상태 | 규모 | 시설 용량 (m ³ /일) | 발전 용량 (kW) | 공정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 통합 | 경남 밀양 | 돈분뇨 슬러리 음식물 + 기타 | 가동 | 공공처리 | 200 | - | 단상, AF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 경기 파주 | 돈분뇨 슬러리 음식물 | 가동 | 공공처리 | 110 | 500 | 이상, CSTR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 충남 아산 | 돈분뇨 슬러리 음식물, 하수오니 | 중지 | 공공처리 | 95 | 150 | 이상, UASB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 경기 안성 | 돈분뇨 슬러리 음식물 | 가동 | 농가형 | 5 | 30 | 단상, PFR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 유기성 자원학회 | | | | 국립축산과학원 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 가축분뇨 바이오가스화 | | | | 기술현황과 전망 | | | |
|---|--|--|--|----------|--|--|--|
| <p>우리나라의 가축분뇨 바이오가스화 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기술 도입기 : 1970년대 1970년을 전후하여 경기도 수원시 농촌진흥청에서 농업분야에서의 혐기소화 기술의 국내 적용에 대한 시도가 이루어지면서 본격화됨 - 기술 적용의 초기단계로서 단순한 형태의 혐기소화 플랜트 설치 ○ 시설 도입기 : 1990년대 대규모 양돈 농가를 위주로 하여 외국의 혐기소화 플랜트를 도입 적용함 - 소화조와 발전기 등 혐기소화 플랜트 도입, 적용시기 | | | | | | | |
| 유기성 자원학회 | | | | 국립축산과학원 | | | |

| | |
|---|-----------------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin-bottom: 10px;"> 우리나라의 가축분뇨 바이오가스화 기술 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><기술 도입기 규모화 시설></p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|--|-----------------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin-bottom: 10px;"> 우리나라의 가축분뇨 바이오가스화 기술 </div> <p style="margin-top: 10px;">○ 성장기 : 2000년 ~ 현재</p> <p style="margin-left: 20px;">2000년 대에 들어서면서 국내 형 가축분뇨 바이오가스화 기술개발이 시도됨</p> <p style="margin-left: 20px;">- 혐기소화기술 및 플랜트 개발 연구 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 단독 소화 → 통합 소화 ▪ 단상 소화 → 이상 소화 ▪ 중온 소화 → 고온 소화 ▪ 습식 소화 → 건식 소화 <p style="margin-left: 20px; margin-top: 10px;">※ 소화조 교반, 보온기술, 발전기 개발 분야 등에 대한 연구 추진</p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| 가축분뇨 바이오가스화 | | 기술현황과 전망 | |
|--|---|---|---|
| 가축분뇨 바이오가스화 기술 분야 | | | |
| 원료 반입, 저장 및 전처리 플랜트 | 혐기소화 플랜트 | 가스저장 및 이용 플랜트 | 잔재물 처리 플랜트 |
| <ul style="list-style-type: none"> - 원료 반입 시설 - 원료 저장 시설 - 원료 파쇄 시설 - 원료 이송 시설 | <ul style="list-style-type: none"> - 혐기성 소화조 - 소화조 내 외부 구성 시설 | <ul style="list-style-type: none"> - 가스 저장 시설 - 가스 정제 시설 - 에너지화 시설 | <ul style="list-style-type: none"> - 폐액 처리 시설 · 정화 시설 · 액비화 시설 · 탈수시설 - 퇴비화 시설 |
| 유기성 자원학회 | | 국립축산과학원 | |

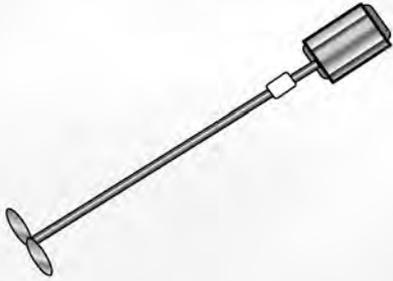
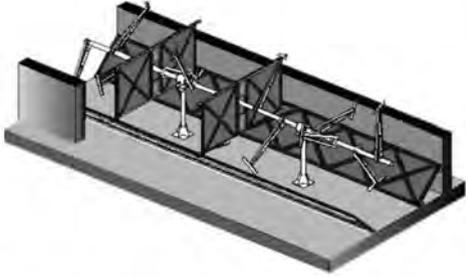
| 가축분뇨 바이오가스화 | | 기술현황과 전망 | |
|---|--|--|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 기술 분야 | | | |
|  | |  | |
| <원료 반입 시설> | | | |
| 유기성 자원학회 | | 국립축산과학원 | |

| | |
|--|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">가축분뇨 바이오가스화 기술 분야</div> | |
|  |  |
| <단상 소화시설> | <가스 홀더> |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|--|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">가축분뇨 바이오가스화 기술 분야</div> | |
|  |  |
| <이상 소화시설> | <가스 홀더> |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
|--|----------|
| <p>가축분뇨처리시설의 설치기준 (가축분뇨의 관리및 이용에 관한 법률 제10조 관련)</p> <p>4. 바이오가스화 시설</p> <p>가. 혐기성 생물학적 처리시설 설치 시 다음의 요건을 갖추어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 분해가 이루어질 수 있도록 적절한 체류시간을 확보할 수 있는 용량과 구조를 갖추어야 한다. 2) 가스, 소화슬러지 등의 배출설비를 갖추어야 한다. 3) 소화조 내의 혐기성미생물이 활성화되도록 온도를 일정하게 유지하는 시설과 온도 등에 대한 모니터링 설비를 갖추어야 하고, 필요시 가스 생성 등을 검지할 수 있어야 한다. 4) 소화조 내부에서 가축분뇨와 미생물이 혼합될 수 있는 구조이어야 한다. | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
|---|----------|
| <ol style="list-style-type: none"> 5) 소화조 내부 수면에 발생하는 스킴을 제어할 수 있고 소화조 하부에 퇴적물이 누적되지 않거나 주기적으로 퇴적물을 제거할 수 있는 구조이어야 한다. <p>나. 처리시설의 주변 또는 지하 등으로 가축분뇨 또는 소화액이 유출되지 않도록 하여야 한다.</p> <p>다. 소화액 또는 소화슬러지는 적절한 처리를 거쳐 액비 또는 퇴비로 재활용하거나 정화처리하여야 한다.</p> <p>라. 해당 시설에서 생성된 가스를 에너지로 활용하는 경우 해당 설비는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령」에 따른 바이오가스 설비기준을 따른다.</p> | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|---|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| 가축분뇨 바이오가스화 기술 분야 | |
|  |  |
| < 프로펠러형 교반설비 > | < 수평형 교반설비 > |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|---|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| 가축분뇨 바이오가스화 기술 분야 | |
|  |  |
| < 가스 정제 설비 > | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

가축분뇨 바이오가스화

기술현황과 전망

가축분뇨 바이오가스화 기술 분야



< 발전 설비 >

유기성 자원학회

국립축산과학원

가축분뇨 바이오가스화

기술현황과 전망

가축분뇨 바이오가스화 기술 분야



< 보일러 설비 >



< 잉여가스 연소 설비 >

유기성 자원학회

국립축산과학원

| | |
|--|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">가축분뇨 바이오가스화 기술 분야</div> | |
|  |  |
| < 소화폐액 정화 설비 > | < 퇴비화 설비 > |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|--|--|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">가축분뇨 바이오가스화 기술 분야</div> | |
|  |  |
| < 소화 폐액 > | < 여과상 이용 소화 폐액 처리 > |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

가축분뇨 바이오가스화 기술현황과 전망

가축분뇨 바이오가스화 기술 분야



< 소화 폐액 여과 효과 >

유기성 자원학회 국립축산과학원

가축분뇨 바이오가스화 기술현황과 전망

가축분뇨 이용 바이오가스화 기술 전망

가축분뇨 증장기 관리대책 : 2017년 가축분뇨 에너지화 비중을 2012년의 21천톤/년에서 2017년 441천톤/년으로 확대

| 연도 | 발생량 (천톤) | 가축분뇨 처리실태 | | | | | | |
|--------------|-------------|-----------|-------|---------|----------|----------|----------|-------|
| | | 개별처리 | | 공동·공공처리 | | | | 기타 |
| | | 자원화 | 정화 | 자원화 | 에너지 화 | 민간 퇴비 | 공공 처리 | |
| 2012 | 46,489 | 38,038 | 1,999 | 1,620 | 21 | 2,600 | 2,211 | 1,043 |
| ↓ | | | | | | | | |
| 2017 (전망) | 46,000 | 33,907 | 800 | 4,500 | 441 | 2,990 | 2,350 | 1,012 |

유기성 자원학회 국립축산과학원

| | |
|--|----------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| 정책적 전망 [근거: 가축분 자원화 증장기 계획] | |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ '10년 가축분뇨 에너지화 시설 3개소 시범사업, 연차별 확대 등을 포함한 "가축분뇨 바이오 에너지화 실행계획" 수립('09.9) - 추진현황: '10년 3개소(정읍, 순천, 서귀포), '11년 3개소(용인, 부여, 완주), '12년 1개소(아산), 총 7개소 선정, 이 중 1개소 포기(용인) ○ 중·대규모 처리시설은 가축 사육 밀집지역 등 권역별로 설립, 개별 농가용 등 다양한 규모로 확대하여 맞춤형 지원체계 구축 * (현행) 70억원 / 70톤 → (개선) 50억원 ~ 200억원 / 50톤 ~ 200톤 | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|---|----------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| 정책적 전망 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지화 시설 참여 활성화를 위해 지원조건을 자원화시설 수준으로 조정 추진 ○ (향후 추진계획) '17년까지 총 21개소를 설치하여 연간 약 44만톤의 가축분뇨를 처리한 후, 약 84백만KW 전기 생산·활용 ○ 지역단위 가축분뇨 및 농산부산물을 활용한 바이오매스 청정에너지 통합관리시스템 구축을 통해 자연순환농업 확대 ○ 에너지화 후 남은 소화액의 표준 시비처방 방안 마련('15년) | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|--|----------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
| 기술적 전망 | |
| <ol style="list-style-type: none">1. 건식 혐기소화 공정 개발<ul style="list-style-type: none">- 건식 혐기소화조 : 고형물을 교반 시킬 수 있는 소화조 개발.- 젖소분뇨처럼 TS 15% 처리용 반 건식 혐기성 소화 공정의 개발.- 시료 전처리, 정량투입, 선입선출, 정량배출, 잔재물 처리기술 개발.2. 소화가스 활용기술 개발<ul style="list-style-type: none">- 저장, 에너지 전환 (연료화 등), 농업 및 기타 산업 적용기술3. 소화 잔재물 처리 및 활용기술 개발4. 소화효율 개선기술 개발5. 국산 플랜트기술 개발 및 해외 진출 | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |

| | |
|--|----------|
| 가축분뇨 바이오가스화 | 기술현황과 전망 |
|  | |
| 유기성 자원학회 | 국립축산과학원 |



SYMPOSIUM

심포지엄

미세조류 바이오연료의 연구현황 및 사업화 전망

박민성

차세대바이오매스연구단

ABC
유기성 자원 학회 November 22, 2013
미래창조과학부 | 한국연구재단
글로벌프론티어사업

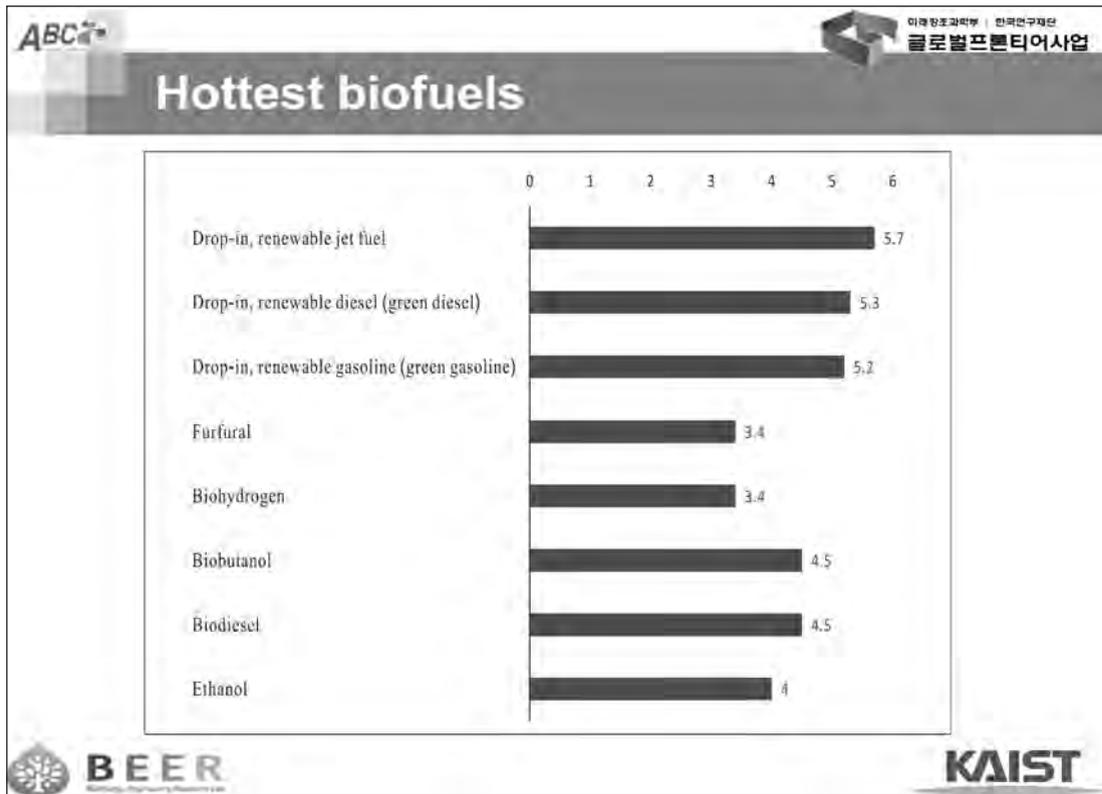
미세조류 바이오연료 연구현황 및 사업화 전망

박민성
KAIST &
차세대 바이오매스 연구단

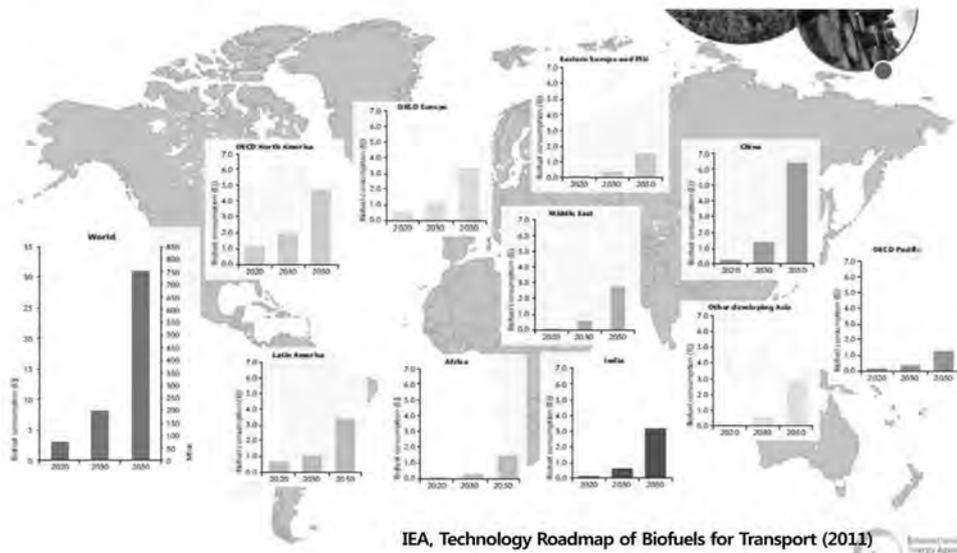
BEER
Bioenergy Engineering Research Lab.

KAIST

심포지엄

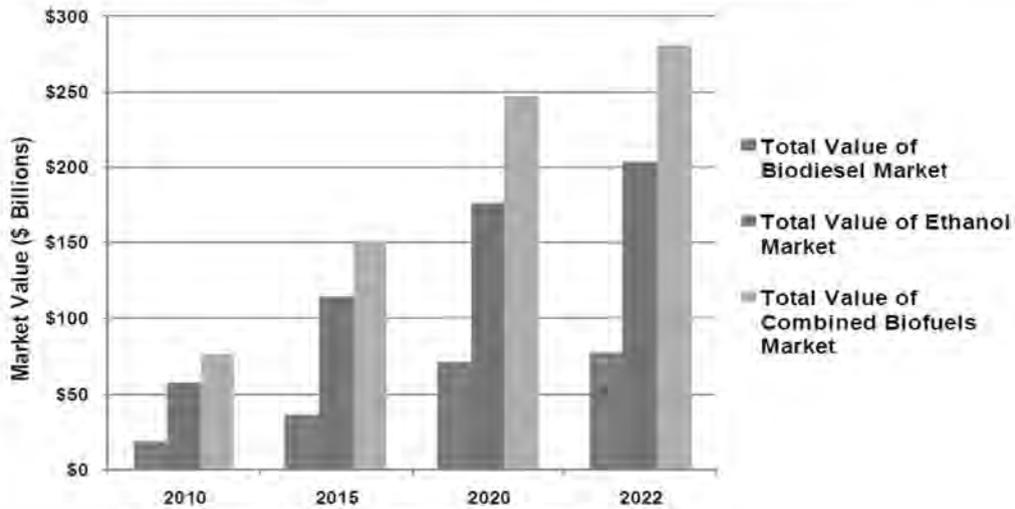


Global Map of Biofuel Consumption



IEA, Technology Roadmap of Biofuels for Transport (2011)

바이오연료 세계 시장 전망, 2010-2022



※ 출처 : Pike Research, "Biomass Markets and Technologies" (2010.7)

KAIST

ABC

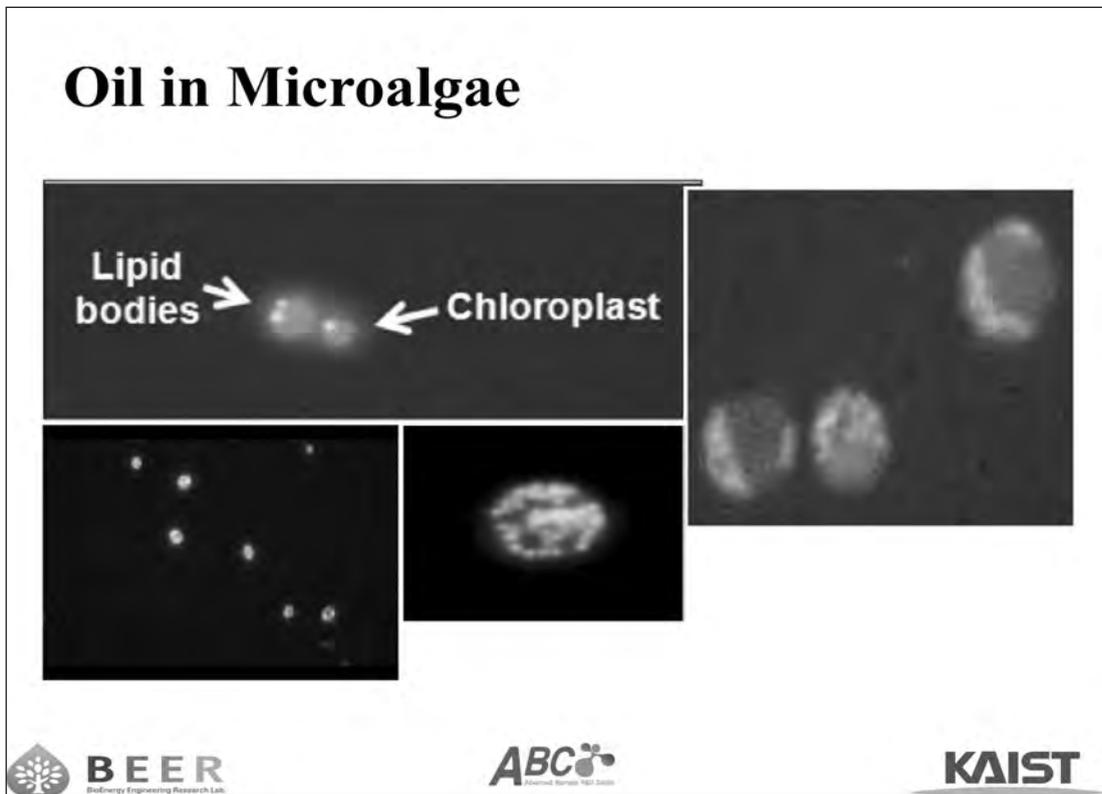
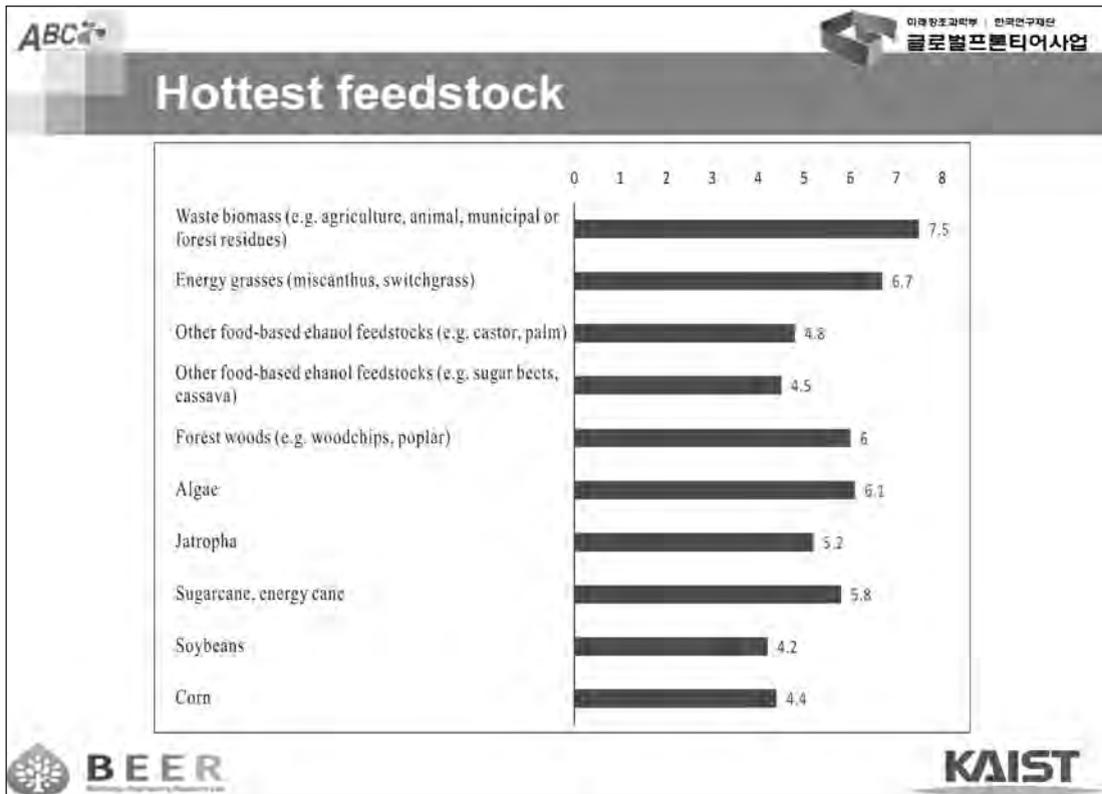
우리나라가 세계 바이오연료 시장을 2030년까지 약 5% 점유할 것으로 예측 가능

| 시장 | | 연도 | 2012년(현재) | 2020년 | 2030년 |
|---------|------|----|-----------|--------|--------|
| | | | | | |
| 세계시장 수요 | | | 34,500 | 54,200 | 67,700 |
| 국내 | 시장규모 | | 568 | 1,222 | 3,163 |
| | 생산규모 | | 578 | 1,240 | 3,220 |
| | 수출규모 | | 0 | 123 | 322 |

세계시장 및 국내시장 전망 비교표, (단위: 백만달러, %)

KAIST

ABC



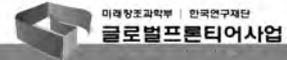
Biofuels can move military boats, helicopters and Jets



US Navy – Riverine Command Boat
2010. 10. 22.



Helicopter, 2011. 5. 20.



Large-scale production of photosynthetic algae

Sapphire Energy

Pilot technology facility

- 22-acre pilot facility operated since 2009
- Over 180,000 hours of large pond cultivation piloting



Commercial demonstration facility

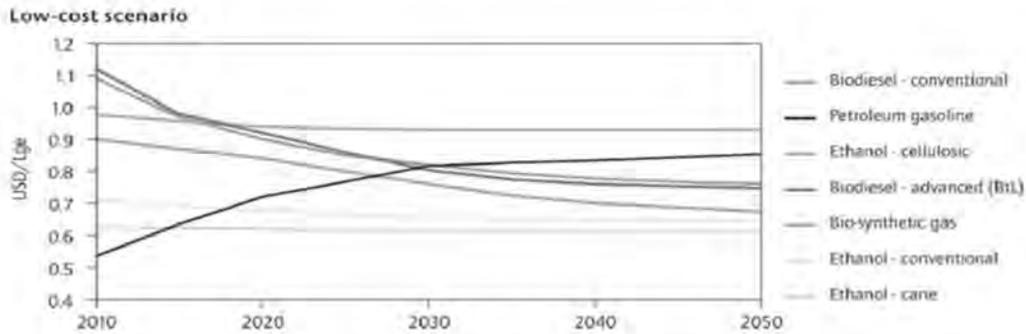
- Sapphire is operating the world's first integrated algal-oil production facility
- Operations began in Q3 2012



Green Crude, Sapphire Energy



ABC 미래창조과학부 | 한국연구재단 글로벌프론티어사업 휘발유 대비 바이오연료 비용 전망 (2010 ~ 2050년)



바이오에너지는 2030-2040년 사이 휘발유 대비 가격경쟁력을 확보

※ 출처 : IEA, Renewable Energy Markets and Prospects by technology(2011)



ABC* 미래창조과학부 | 한국연구재단
글로벌프론티어사업

한국현황

- ❖ **2011년** 현재 우리나라의 바이오에너지 기술개발 분야 선진국 대비 기술수준은 **72.5%**에 이르며 기술격차년수는 **4.5년**에 이룸
- ❖ 기술수명주기(**TLC**)를 조사한 결과 바이오에너지 기술개발 분야의 최고 기술보유국은 기술성장기(**4.9**)에 해당되며 우리나라는 기술시험기(**3.1**)에 위치함
- ❖ 세계 최고 기술보유국은 **2015년**, 우리나라는 **2017년**에 기술을 실현할 것으로 예측

※ 출처 : 중정녹색기술 기술수준 현황과 시사점, KISTEP, 2011

BEER 12 KAIST

ABC* 미래창조과학부 | 한국연구재단
글로벌프론티어사업

기술개발 목표

- ❖ 단기목표(**2015년까지**) : 핵심원천기술 개발 (**Breakthrough** 기술 개발)
- ❖ 현재 바이오에너지의 기술수준은 바이오디젤과 바이오수소는 선진국대비 **70-75%** 수준으로 본 사업의 **1.2단계(2009년~2015년)**가 수행되고 나면 바이오디젤과 바이오 수소는 선진국대비 **80-82%** 수준으로 향상
- ❖ 바이오에너지 생산은 원료로 사용되는 바이오매스가 에너지 저소비형 전처리공정에 의해 용이하게 원료화되고 경제적인 측면에서 경쟁력 있는 수준의 생산비용으로 확보가 가능한 것이 매우 중요함으로 바이오매스 생산과 관련된 맞춤형 바이오매스 설계 및 대량 재배 생산을 위한 원천기술 개발에 집중 지원을 하여, 최종적으로 생산공정의 자원 및 에너지 효율성 증대를 위한 공정기술 확립 지원 단계로 추진하고자 함

BEER 13 KAIST

ABC
미래창조과학부 | 한국연구재단
글로벌프론티어사업

산업화 목표

- ❖ 중기목표(2020년까지) : 생산기술 최적화
- ❖ 본 사업의 3단계(2015년~2019년)이 진행된 후에는 선진국과 경쟁력을 갖출 수 있는 수준으로 향상
- ❖ 현재 상용화 수준에 근접해 있는 혐기성 소화에 의한 바이오메탄 생산 및 활용 공정을 조기 상용화하여 보급하는 일에 주력하면서 타 바이오연료의 생산 경험 및 연구 역량을 습득하는 것이 바람직하며, 이러한 상용화 기술로부터 습득된 녹색 기술을 타 바이오 연료 산업으로의 확대 및 기술보급 추진하고자 함
- ❖ 장기목표(2030년까지) : 상용화 공정 최적화 및 기술 수출
- ❖ 2030년에는 세계최고 수준의 기술을 보유하고, 국내 바이오에너지의 50%를 대체하도록 함
- ❖ 국제환경규제 대응을 위한 녹색 기술에 의한 제품 및 생산공정의 표준화를 추진하여 바이오 연료의 물성을 안정적으로 유지하고 생산공정을 해외에 플랜트 엔지니어링 형태로 수출할 수 있게 하려 함
- ❖ 바이오에너지 산업은 규모의 경제에 의존하는 형태를 보이므로 국내 기업과 연구기관 중에서 대규모의 바이오연료 생산 및 보급에 대한 경험이 없는 것을 고려할 때, 해외 선진국 및 연구기관과의 기술제휴를 통해, 선진기술 및 노하우 습득하여 국내산업 적용 지원하는 것이 중요함

14

Advanced Biomass R&D Center

Director
Yang Ji-Won (KAIST)

Deputy Director
Park, Min-Sung (KAIST)

Core I
(KRIBB, Oh, Hee-Mock)

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| POSTECH (Hwang Il-Doo) | KRIBB (Oh Hee-Mock) |
| KRIBB (Jeong Won-Joong) | POSTECH (Lee Young-Suk) |
| KAIST (Park Jin-Sub) | |

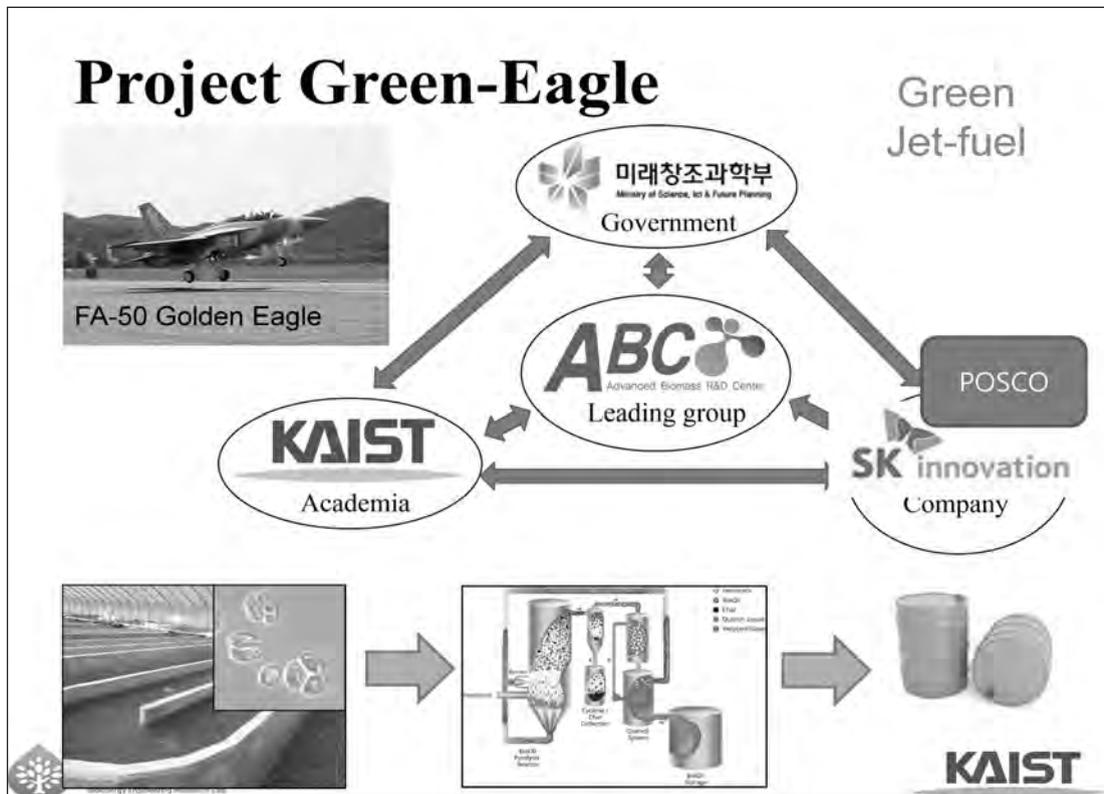
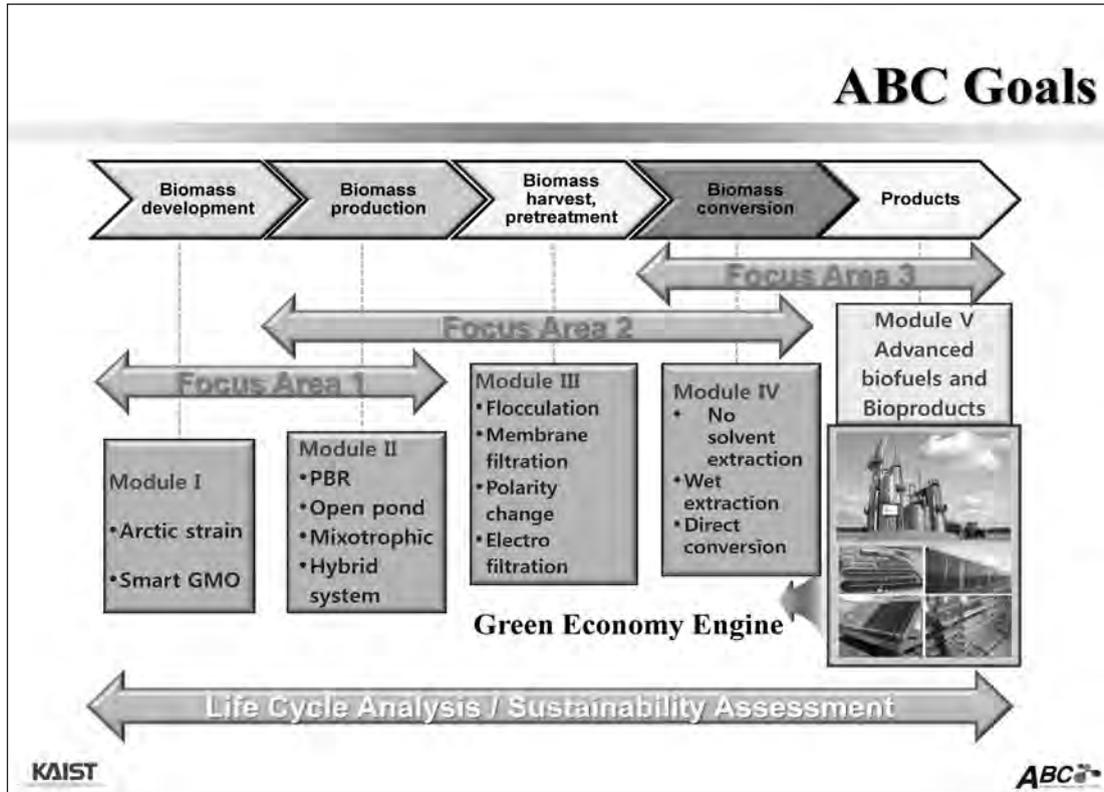
Core II
(KAIST, Prof. Yang Ji-Won)

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| ABC (Yang Ji-Won) | KAIST (Han Jong-In) |
| YONSEI Univ. (An Ik-Sung) | KAIST (Lee Jae-Hyung) |
| KAIST (Chang Yong-Keun) | KIER (Oh You-Kwan) |

Core III
(Pusan Nat. Univ., Park, Sung-Hoon)

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| KAIST (Lee Sang-Yup) | KOREA Univ. (Kim Seung-Wook) |
| KRIBB (Sohn Jung-Hoon) | PUSAN Nat. Univ. (Park Sung-Hoon) |
| POSTECH (Park Jong-Moon) | KAIST (Kim Hak-Sung) |
| HANYANG Univ. (Sang Byoung-In) | Seoul Nat. Univ. (Seo Jin-Ho) |

- Total Funding: \$110 million (FY 2010-2019)
- Number of Researchers : >200 people (PH.D : 85, M.S : 50)
- IP : 194 (last 32 months)
- Paper : 308 (last 32 months)



2013년 유기성자원학회 추계학술대회/임시총회

ABC+ 미래창조과학부 | 한국연구재단 글로벌프론티어사업

Open Access to \$3.3 trillion Market

The infographic displays three market segments with their respective values and icons:

- Fuels**: \$2.4+ trillion (Icon: Airplane)
- Chemicals**: \$500+ billion (Icon: Industrial plant)
- Agricultural traits**: \$20+ billion (Icon: Trowel)

BEER KAIST

Application of Anaerobic Digestion Process to Microalgal Biofuel Production Process to Improve Its Energy Efficiency.

ABC+ 교육과학기술부 BEER KAIST

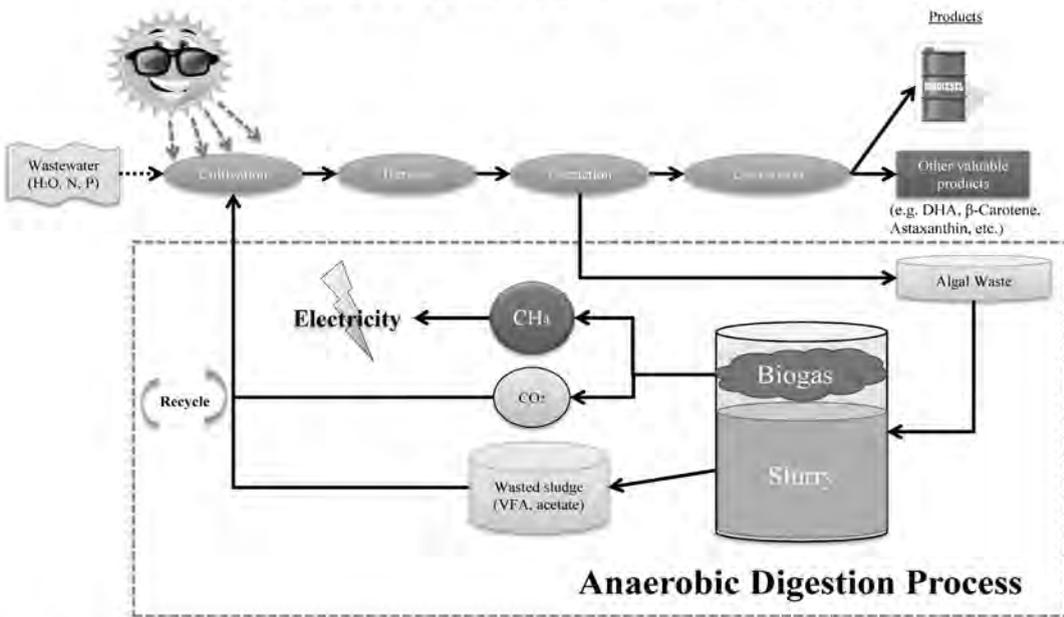


- Introduction
 - Coupling biodiesel production process with the ADP
 - The ADP can recover approximately 55 to 85% of the biomass energy content in a coupled biodiesel-ADP. [1]

- Hypothesis
 - Simultaneous production of biogas and biodiesel gave the largest energy output, with 60% of the energy coming from biogas. [2] Consequently, biodiesel-ADP will reduce the biodiesel production cost and the carbon emission.

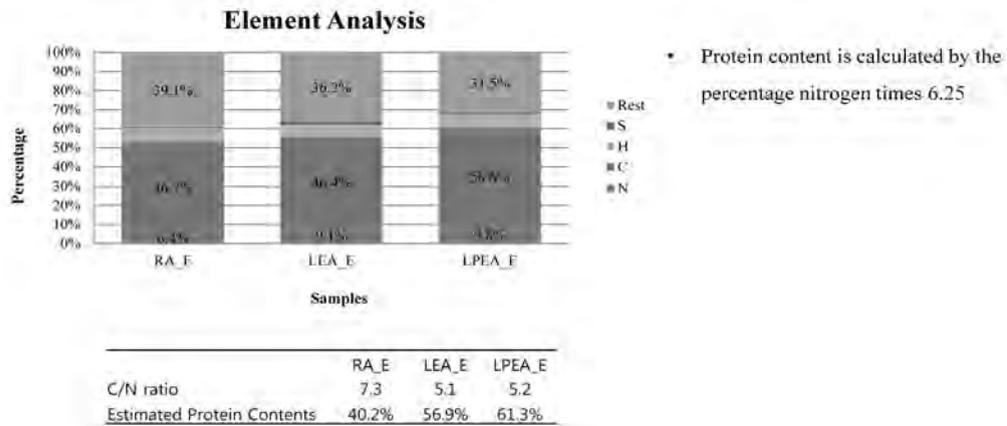
1. Sialve B, Bernet N, Bernard O (2009) Anaerobic digestion of microalgae as a necessary step to make microalgal biodiesel sustainable. *Biotechnol Adv* 27(4):409-416.
 2. Harun R, Davidson M, Doyle M, Gopiraj R, Danquash M, Forde G (2011) Technoeconomic analysis of an integrated microalgal photobioreactor, biodiesel and biogas production facility. *Biomass Bioenergy* 35(1):741-747

General Process Flow Diagram (PFD)

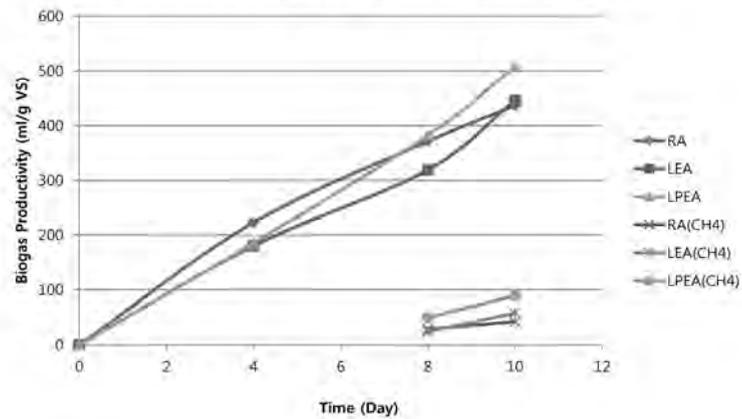


Characterization of Samples

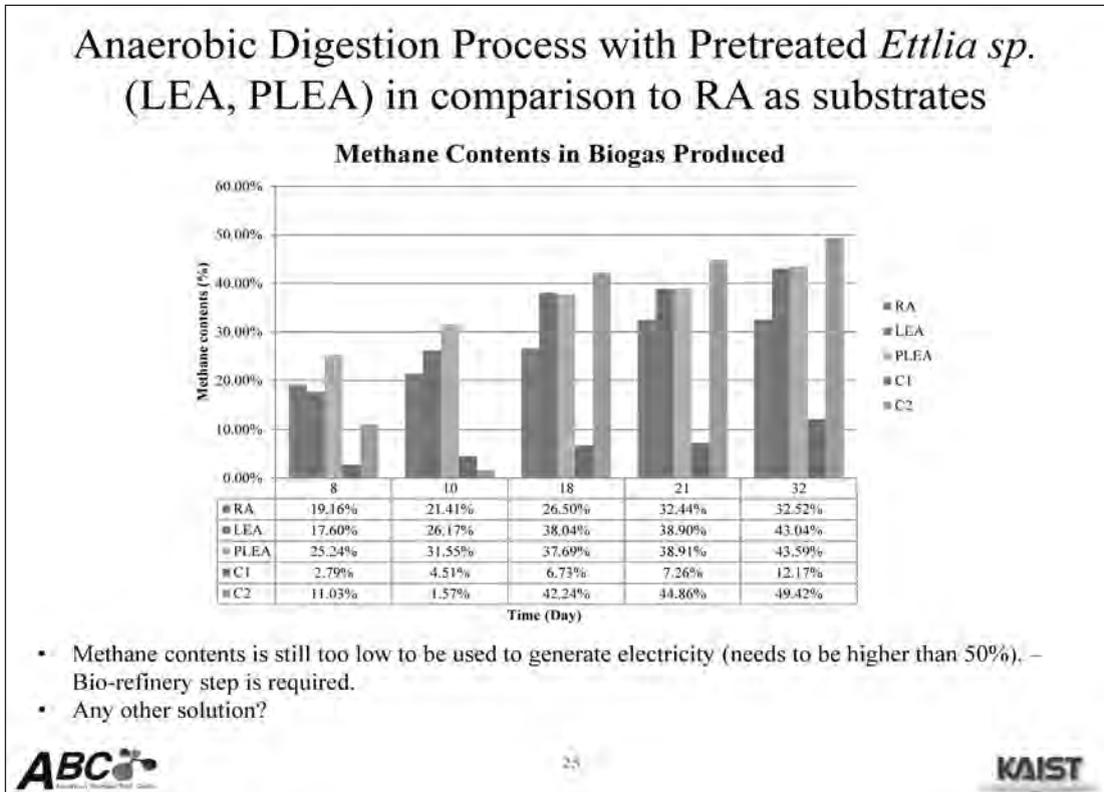
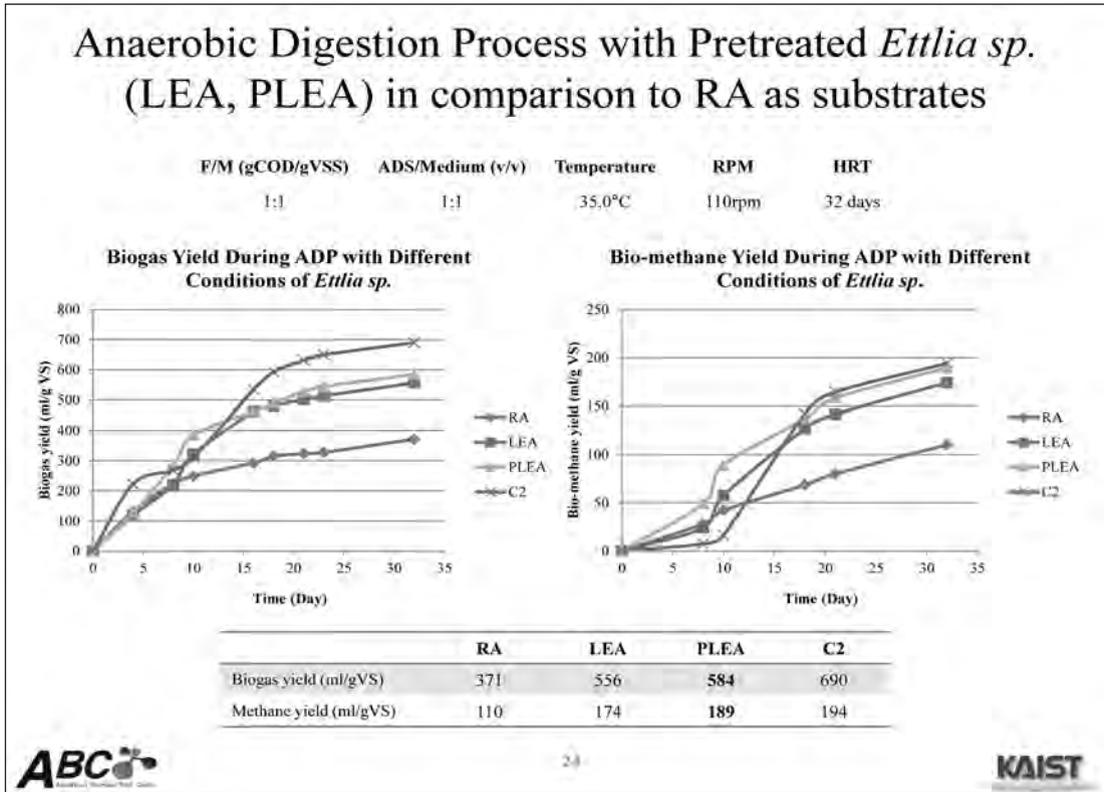
- Elemental Analysis
 - Measured from KAIST Research Analysis Center
 - This data can be used to estimate C/N ratio and approximate protein contents



Anaerobic Digestion Process



- Biogas productivity is highest at the beginning and getting decreased with time
- LPEA has highest biogas productivity and methane yield so far. I assume it is due to the ease of methanogenesis by methanogens since LPEA cells are more hydrolyzed (cell walls)



Acknowledgements



- The Ministry of Future, ICT & Future Planning
- The Members of ABC
- The Members of BEER Lab, KAIST





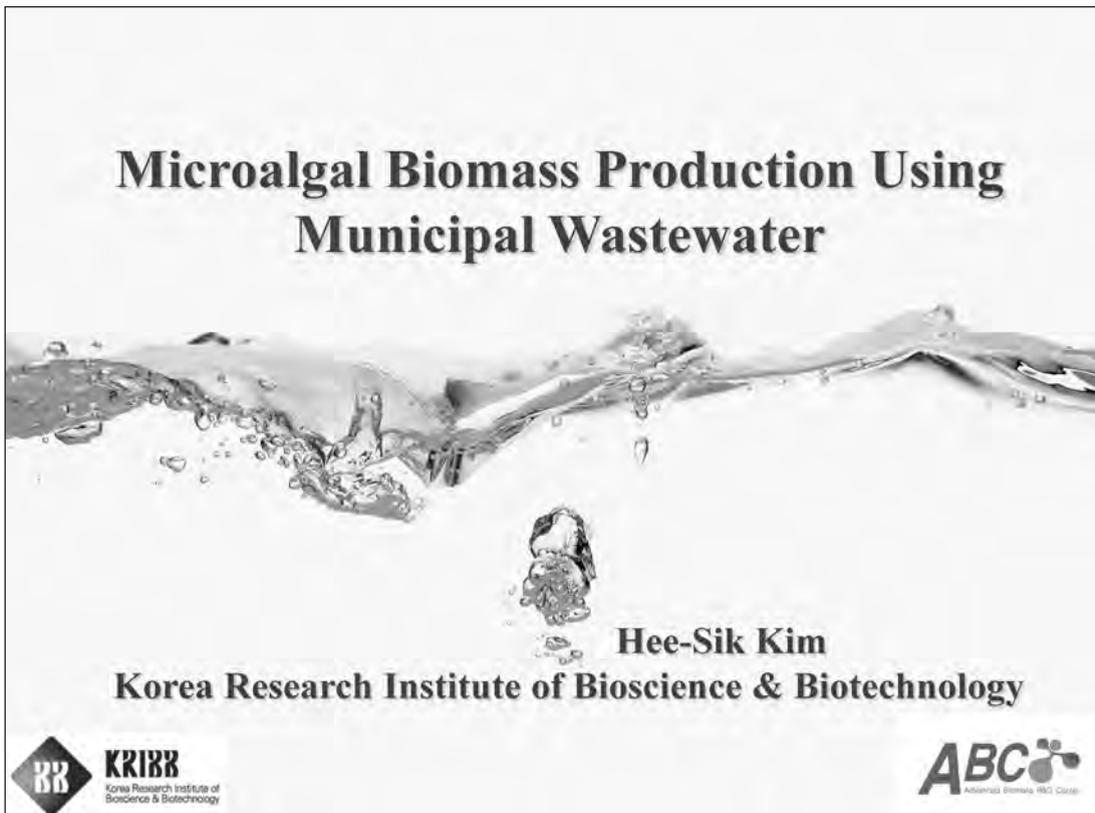
SYMPOSIUM

심포지엄

Microalgal Biomass Production Using Municipal Wastewater

김희식

한국생명공학연구원



심포지엄

Importance of microalgal biomass

- ❖ Greater productivity than terrestrial plants
- ❖ No competing with food
- ❖ Bioenergy source
- ❖ Oxygen producer
- ❖ Global carbon fixation
- ❖ Sources of value-added products



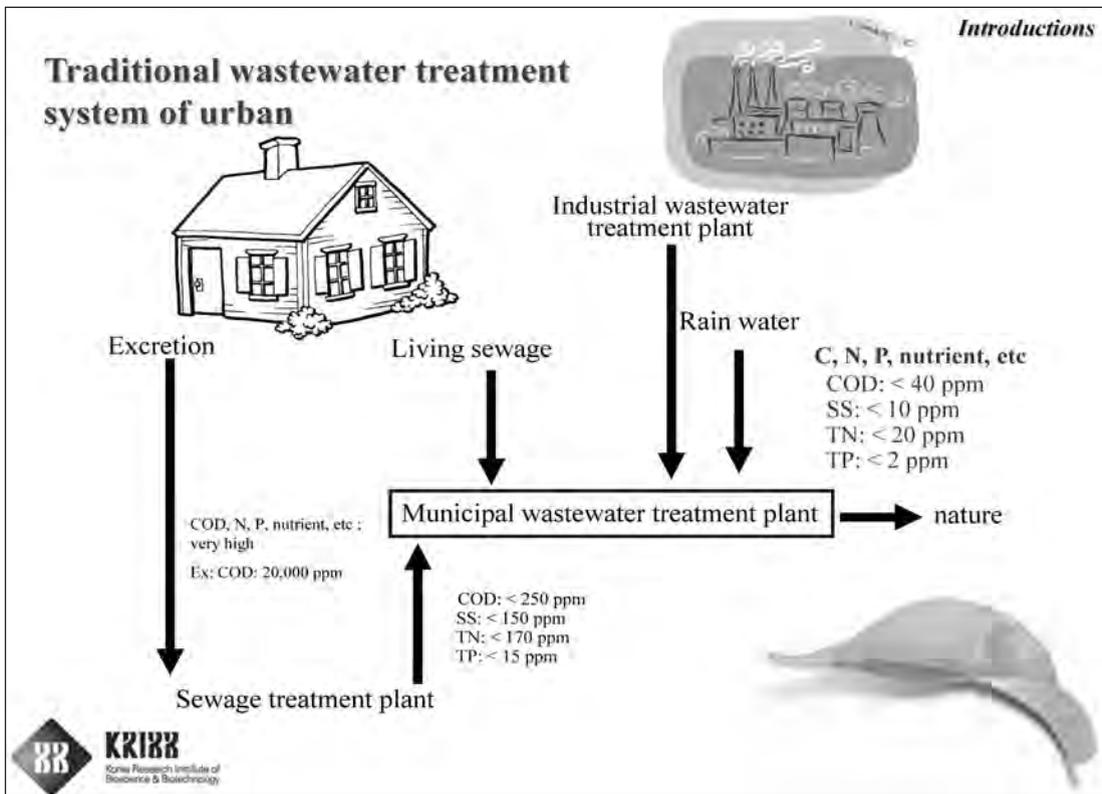
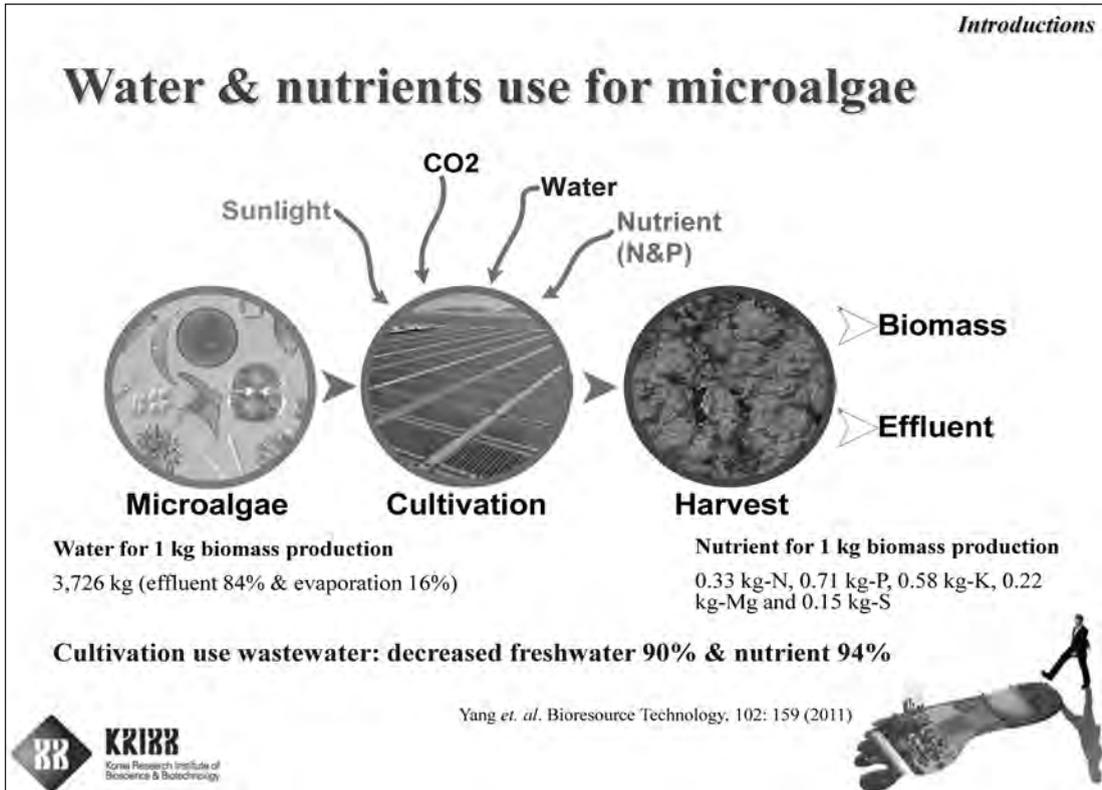
과제 성공 핵심요소 (에너지기술개발사업)

| | 미세조류배양 | 수확 | 건조 | 지질추출 | 디젤전환 |
|-------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 현재 단가 \$20/gal | \$8.4 (42%) | \$2.8 | \$1.6 | \$4.0 | \$3.2 |
| 목표 단가 \$10/gal | \$2.4 (24%) | \$2.2 | \$2.5 | \$3.0 | |



개별 공정비용 절감을 통한 바이오디젤 생산 단가 50% 절감





Introductions

Municipal wastewater treatment in Korea

- municipal wastewater quantity: 16,745,200 ton/day
- activated sludge process



Wastewater treatment plant (public)

| Wastewater treatment capacity | |
|-------------------------------|------|
| > 150 ton/day | 406 |
| < 150 ton/day | 1855 |

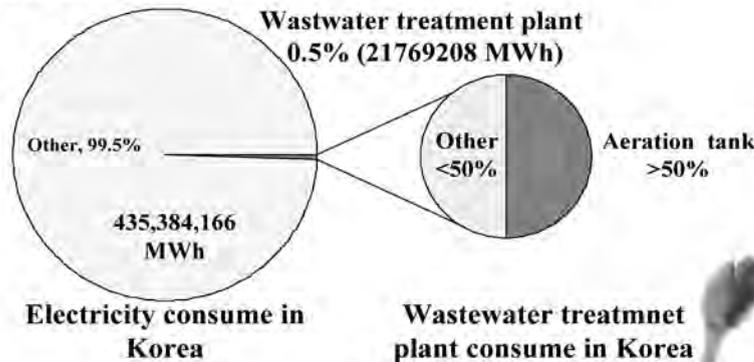
환경부, 환경통계연감 (2010)



Introductions

Disadvantage of activated sludge process

1. Electricity cost



(환경부, 에너지 자립화 기본 계획, 2010)

2. Sludge production

- ✓ Sludge would be produced 10,008 ton/day on average (건설경제신문, 2012)
- ✓ Sludge production: $0.27 \text{ kg/m}^3 = 0.27 \text{ g/L}$

(서울시 하수슬러지 발생현황, 1997)



Purpose

Purpose

Municipal wastewater treatment by microalgae
+
Microalgal biomass production using municipal wastewater

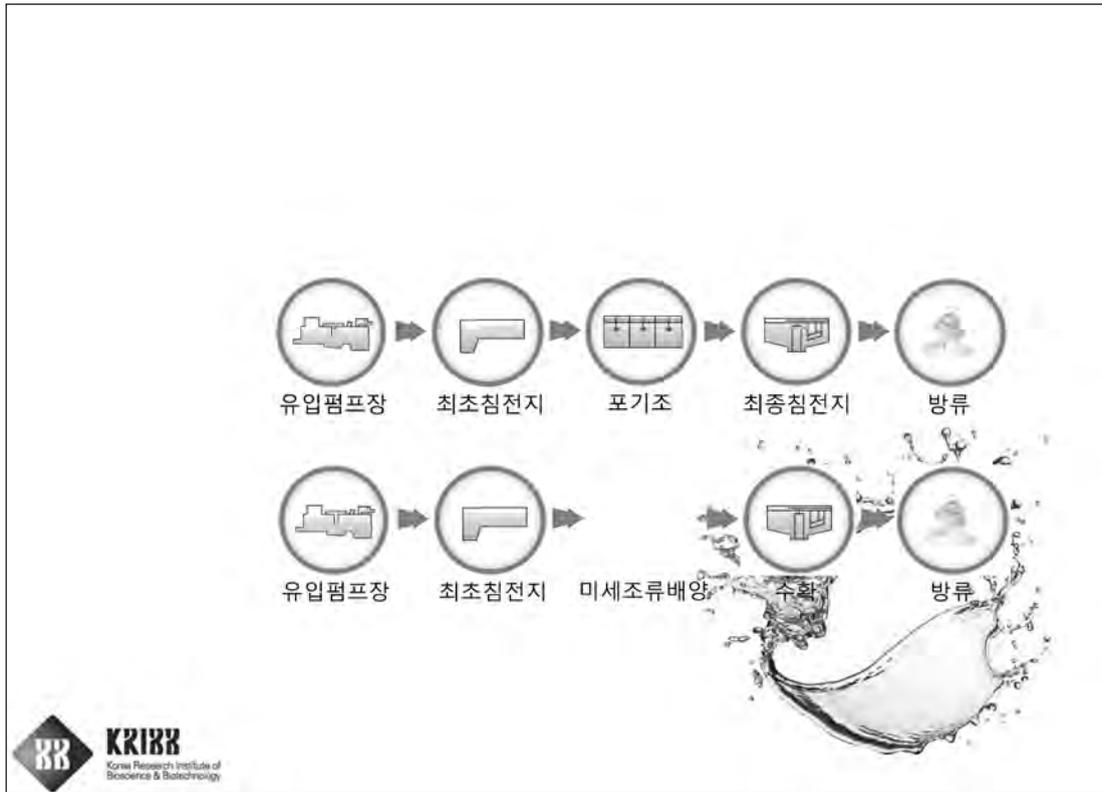
low treatment energy cost & low biomass production cost



KRIBB
Korea Research Institute of
Bioscience & Biotechnology



KRIBB
Korea Research Institute of
Bioscience & Biotechnology



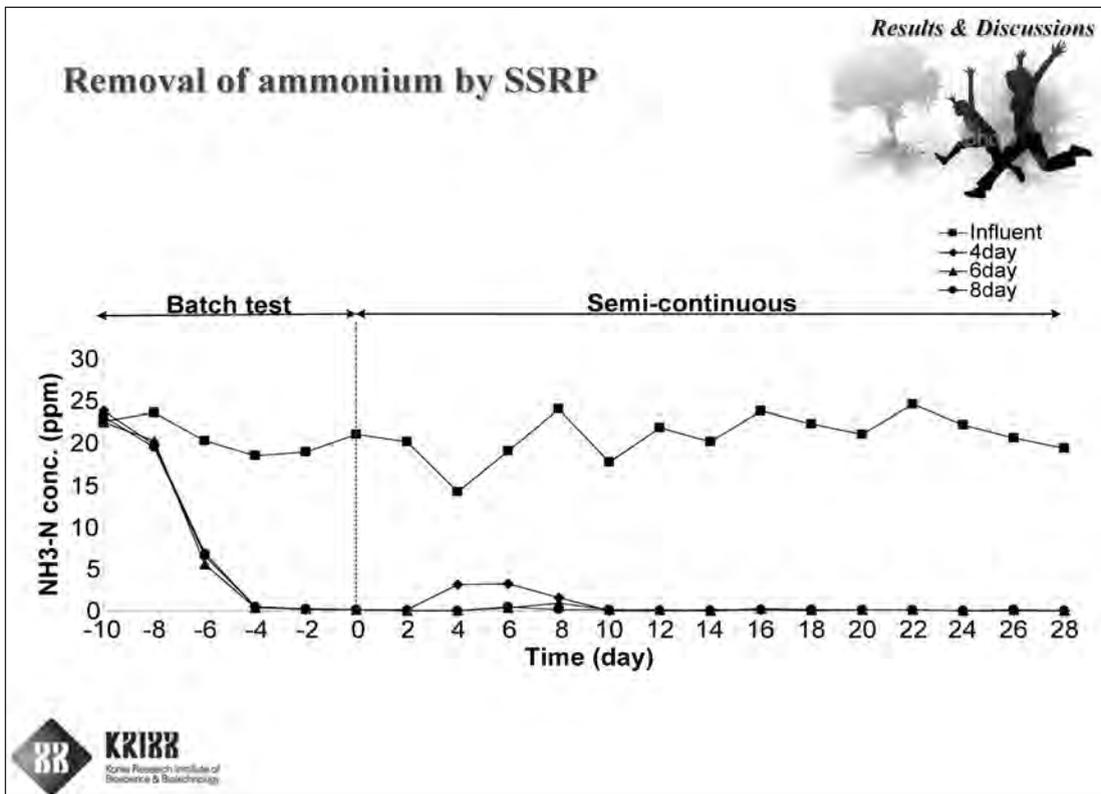
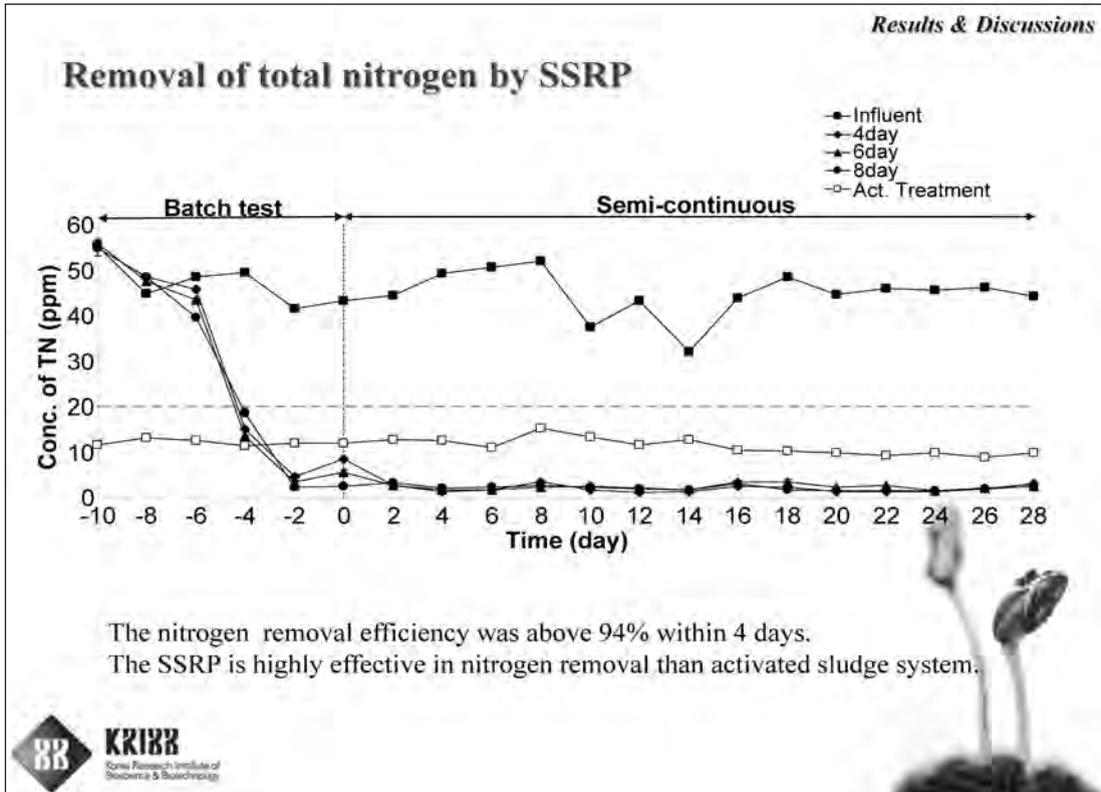
Small Scale Raceway Pond (SSRP)

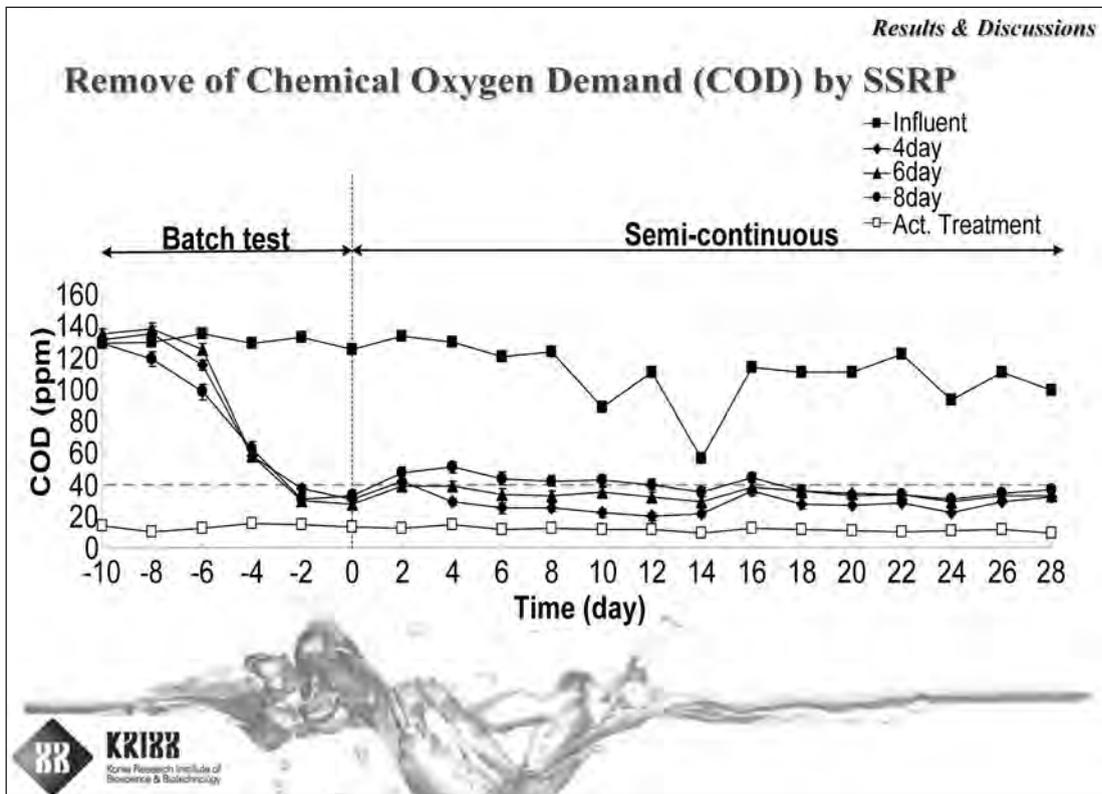
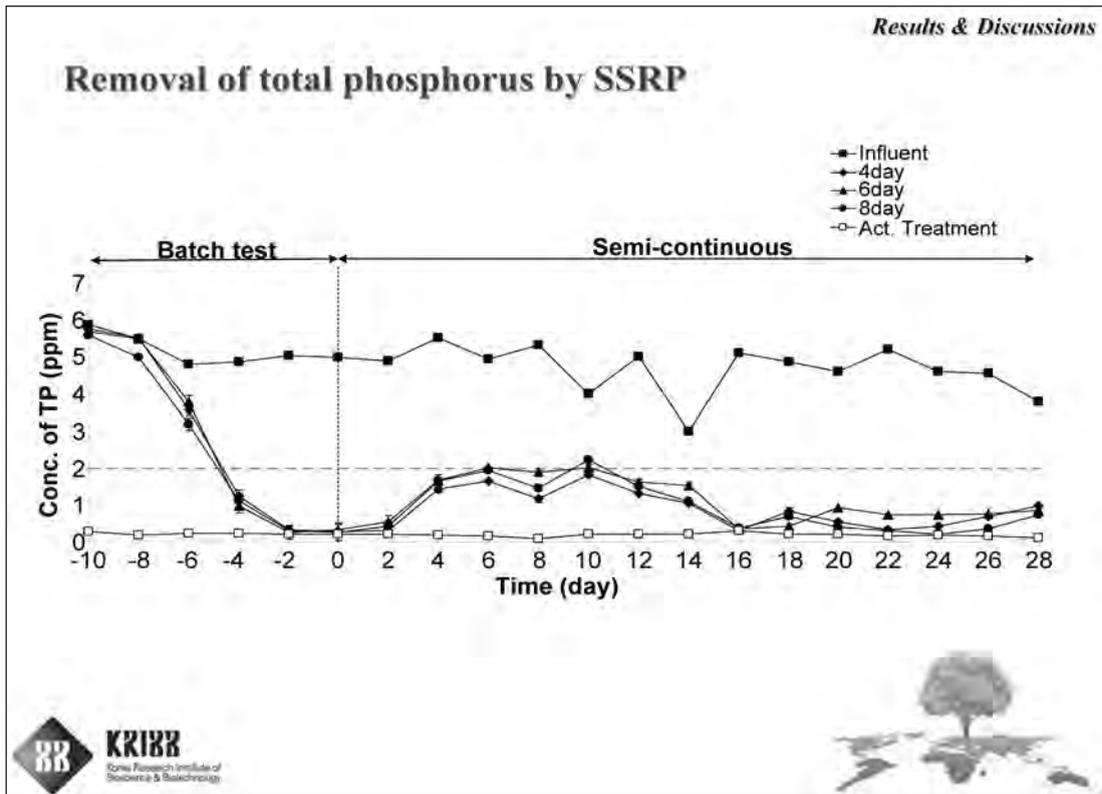
- ❖ Effluent water of settling basin
- ❖ Wastewater quality
 - ✓ COD-Mn: 95.38 (± 5.27) ppm
 - ✓ Total suspended solids: 144.60 (± 14.49) ppm
 - ✓ Total nitrogen: 38.524 (± 3.124) ppm
 - ✓ Total phosphorus: 4.339 (± 0.839) ppm
- ❖ SSRP depths and water capacity: 30 cm and 60 L
- ❖ Horizontal water velocity: 0.3 m/s with paddle wheel
- ❖ Hydraulic Retention Time (HRT): 4, 6, and 8 days
- ❖ Natural light/dark cycles
- ❖ Strains: Indigenous microalgae

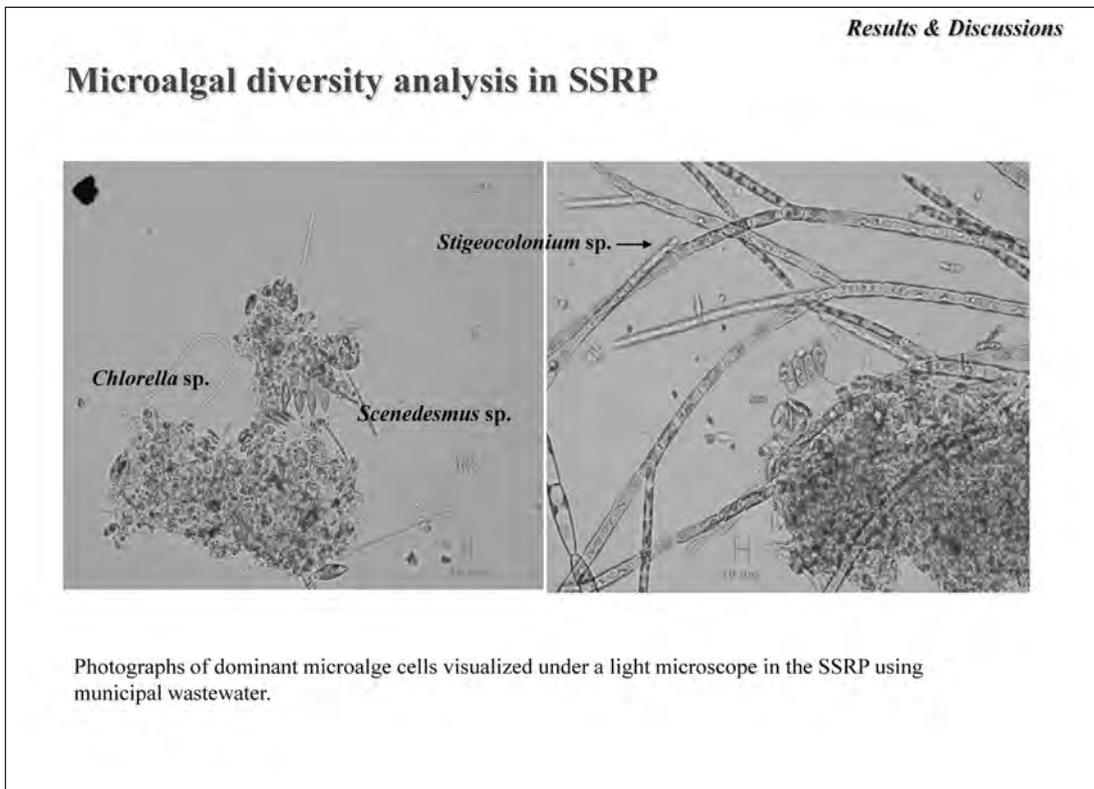
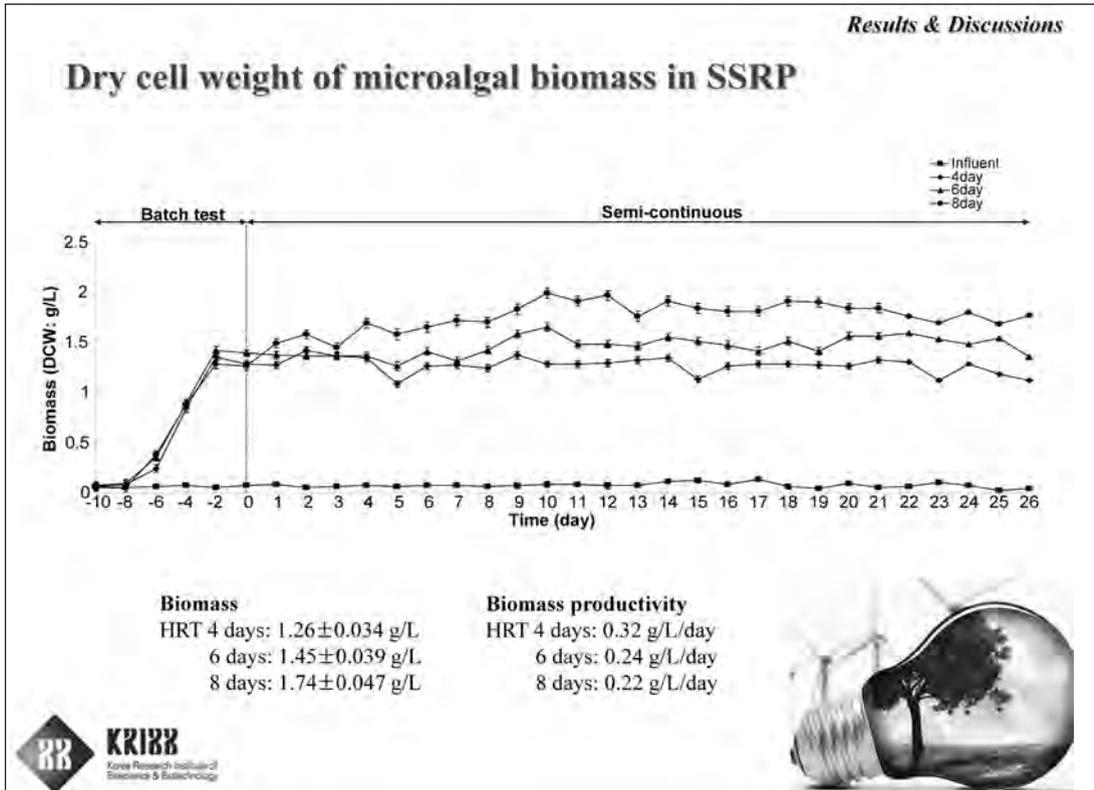


BG-11
 COD-Mn: 0.2 ppm
 TN: 250 ppm
 TP: 7 ppm



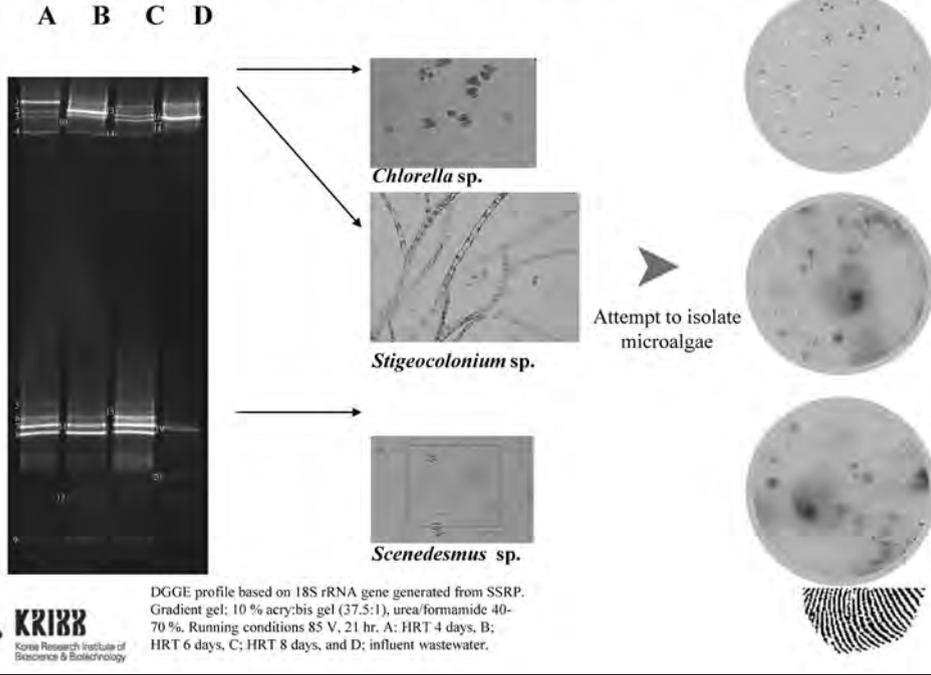






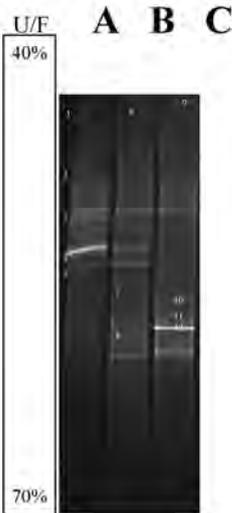
Results & Discussions

Microalgal diversity analysis using DGGE



Results & Discussions

Associated bacterial diversity analysis using DGGE



| Band No. | Accession no. | Description | Similarity |
|----------|---------------|---|------------|
| 1 | AB195731 | Aquatic bacterium R1-A13 16S rRNA gene | 99% |
| 2 | AB249682 | <i>Lyobacter daecheongensis</i> 16S rRNA gene | 98% |
| 3 | AB062106 | <i>Agrobacterium sanguineum</i> 16S rRNA gene | 97% |
| 4 | DQ011529 | <i>Porphyrobacter dokdonensis</i> strain DSW-74 16S rRNA gene | 99% |
| 5 | EU652481 | <i>Thauera</i> sp. JPB-3.02 16S rRNA gene | 98% |
| 6 | DQ011529 | <i>Porphyrobacter dokdonensis</i> strain DSW-74 16S rRNA gene | 99% |
| 7 | AB195731 | Aquatic bacterium R1-A13 16S rRNA gene | 99% |
| 8 | GU171384 | <i>Burkholderia</i> sp. KIS30-44 16S rRNA gene | 98% |
| 9 | AB195731 | Aquatic bacterium R1-A13 16S rRNA gene | 99% |
| 10 | JN004307 | Uncultured <i>Comamonadaceae</i> bacterium 16S rRNA gene | 98% |
| 11 | DQ011529 | <i>Porphyrobacter dokdonensis</i> strain DSW-74 16S rRNA gene | 99% |
| 12 | FN434404 | Uncultured <i>Delftia</i> sp. partial 16S rRNA gene | 93% |

DGGE profile based on 16S rRNA gene generated from SSRP.
 Gradient gel: 10 % acry:bis gel (37.5:1), urea/formamide 40-70 %. Running conditions 85 V, 21 hr. A: HRT 4 days, B: HRT 6 days, C: HRT 8 days, and D: influent wastewater.



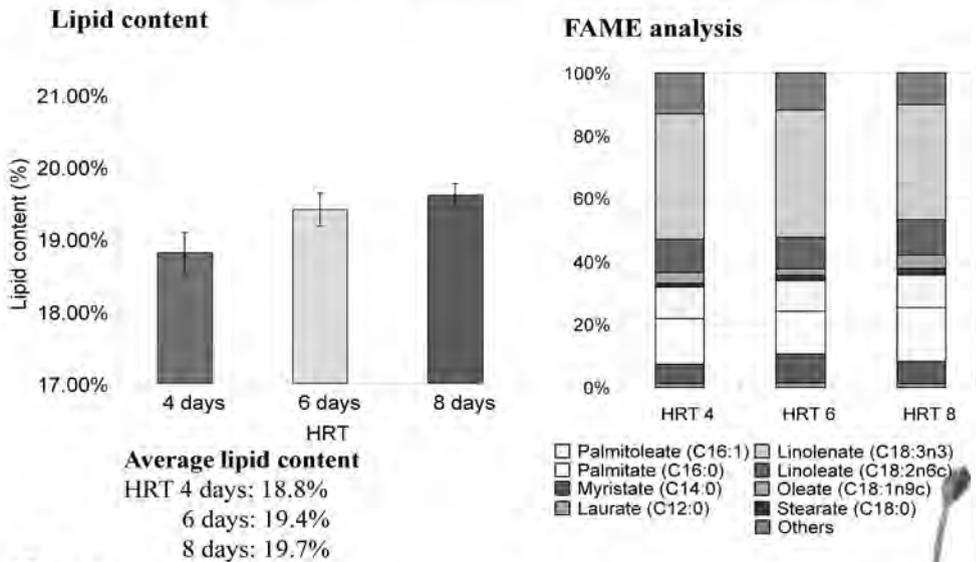
Associated bacterial diversity analysis using DGGE

| Bacterial strain | Properties | Reference |
|----------------------------------|---|------------------------------------|
| Aquatic bacterium R1-A13 | competing aquatic bacteria for phosphate | Limnology and oceanography 17: 505 |
| <i>Lysobacter daecheongensis</i> | biological control agent for plant diseases | Phytopathology 89:817 |
| <i>Thauera</i> sp. | dominant in denitrifying bioreactor | AEM 71:5642 |
| <i>Agrobacterium</i> sp. | plant growth promoting rhizobium (PGPR) | AEM 51:451 |
| <i>Burkholderia</i> sp. | PGPR | FEMS Microbiology Ecology 63:84 |
| <i>Comamonadaceae</i> bacterium | PGPR | EM 4:238 |



Results & Discussions

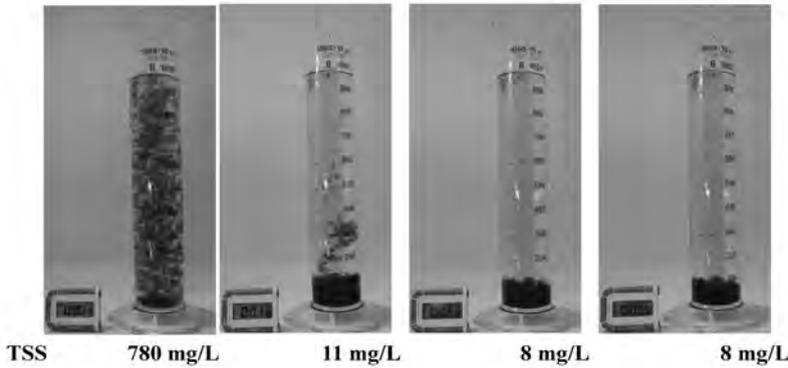
Lipid content & FAME analysis of algal biomass by SSRP



Results & Discussions

Microalgal biomass sedimentation

10 sec 1 min 2 min 3 min



Results & Discussions

Wastewater treatment

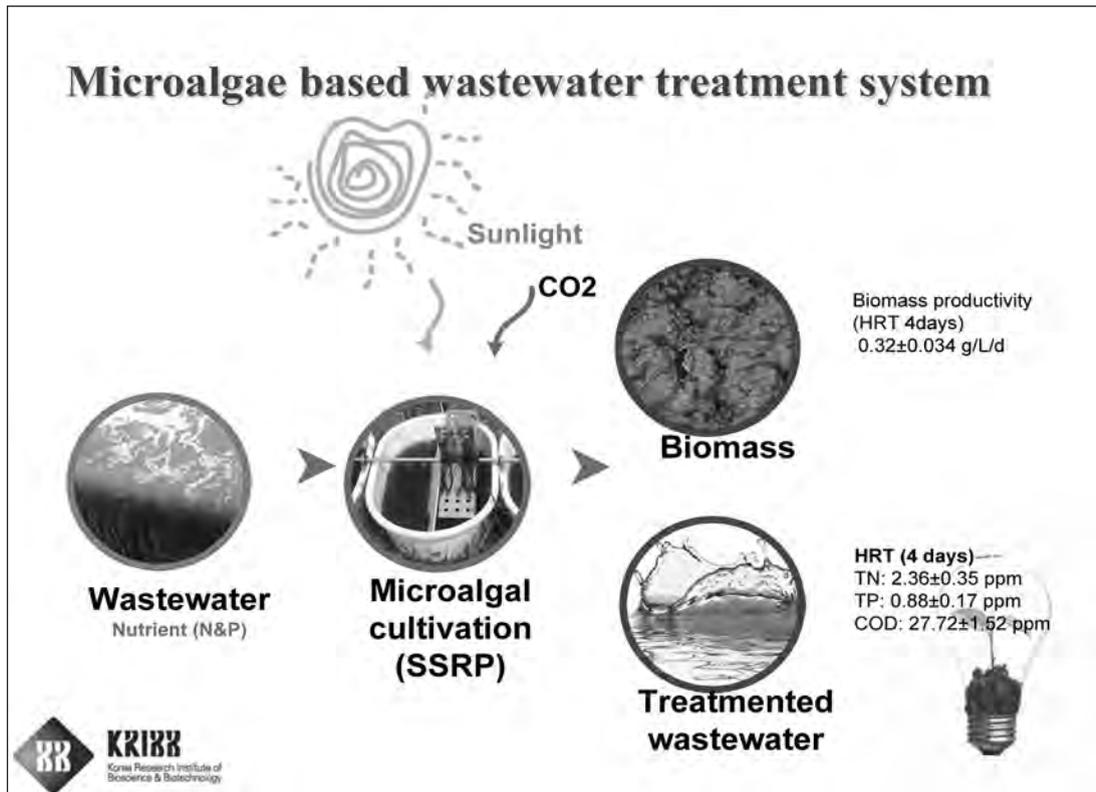
| HRT | TN | TN removal efficiency | TP | TP removal efficiency |
|--------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| 4 days | 2.36±0.35 ppm | 94.69% | 0.88±0.17 ppm | 80.44% |
| 6 days | 2.60±0.31 ppm | 94.11% | 1.14±0.12 ppm | 74.86% |
| 8 days | 2.19±0.28 ppm | 95.05% | 0.96±0.14ppm | 78.56% |

| HRT | COD | COD removal efficiency | Wastewater treatment capacity |
|--------|----------------|------------------------|-------------------------------|
| 4 days | 27.72±1.52 ppm | 89.37 % | 14.9 ton/ton/month |
| 6 days | 33.55±1.21 ppm | 63.59 % | 9.9 ton/ton/month |
| 8 days | 38.74±1.31 ppm | 68.41 % | 7.4 ton/ton/month |

Microalgal biomass production

| HRT | Biomass productivity | Lipid content |
|--------|----------------------|---------------|
| 4 days | 0.32±0.034 g/L/day | 18.8% |
| 6 days | 0.24±0.039 g/L/day | 19.4% |
| 8 days | 0.22±0.047 g/L/day | 19.6% |

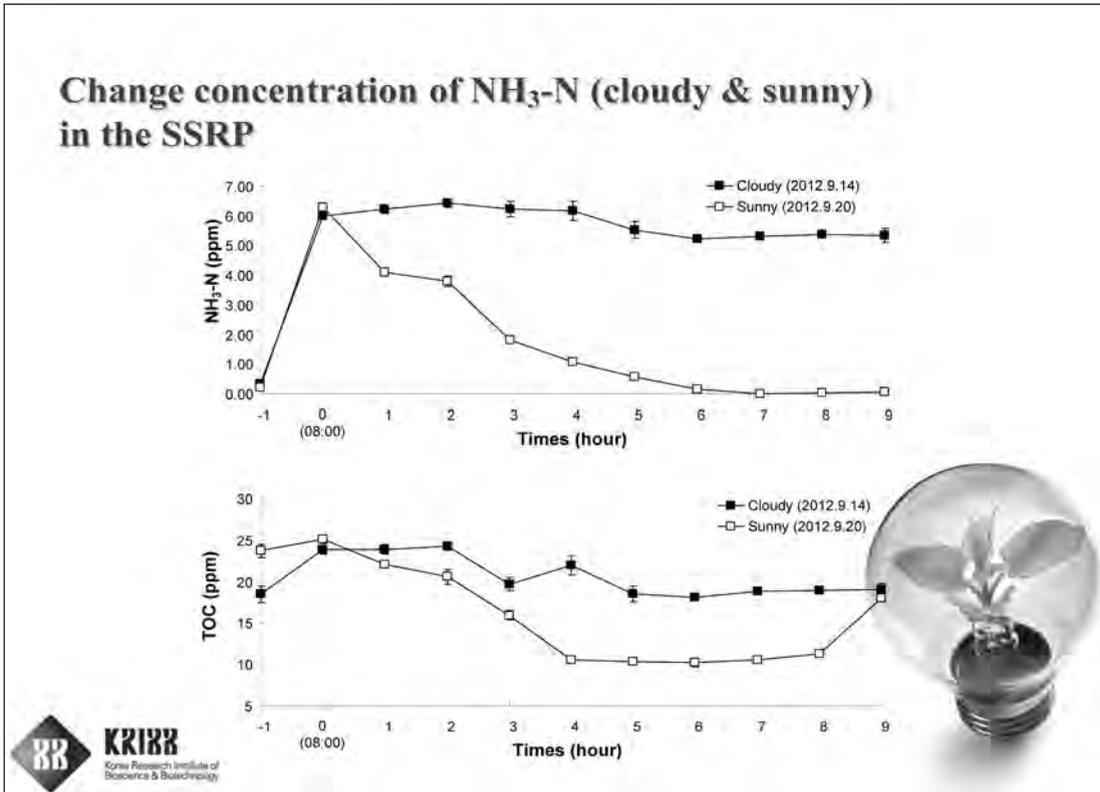




Problems of microalgae-based wastewater treatment system

- ✓ Effects of weather
- ✓ Relatively higher HRT than activated sludge
- ✓ Low lipid productivity

KRIBB
Korea Research Institute of
Bioscience & Biotechnology



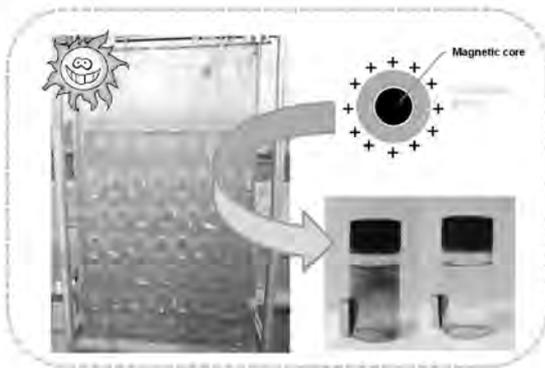


Low-cost photobioreactor and magnetophoretic harvesting for microalgal biomass production

오유관

한국에너지기술연구원

Low-cost photobioreactor and magnetophoretic harvesting for microalgal biomass production



You-Kwan Oh,
Kyubock Lee et al.

Nov. 22, 2013

Clean Fuel Department

KIER 한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

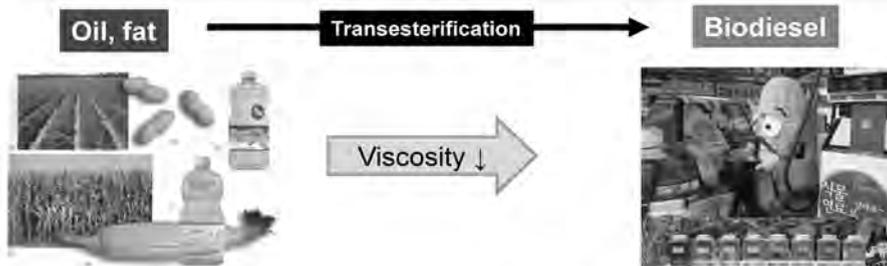
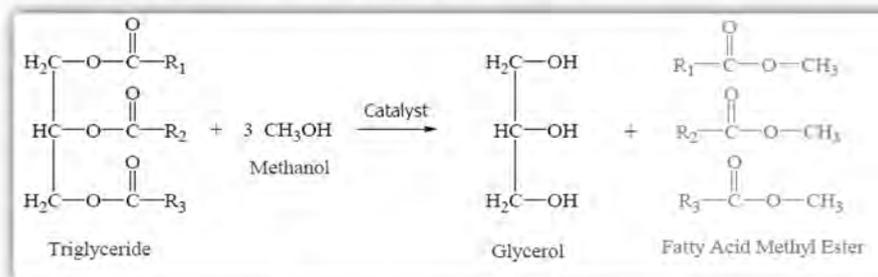
Content

- ☞ Challenging issues at algal biofuel process
- ☞ Microalgae project at KIER
- ☞ Low-cost photobioreactor
- ☞ Recyclable magnetic flocculant
- ☞ Summary



Biodiesel

- ☞ Methyl/ethyl esters of fatty acids obtained from vegetable oils (soybean, rapeseed, palm, microalgae, etc) or animal fat



Microalgal biodiesel demonstration



DARPA

Solazyme Delivers 1500 gal 100% Algal-Derived Renewable Jet Fuel to U.S. Navy

solazyme®

GENERAL ATOMICS
AND AFFILIATED COMPANIES

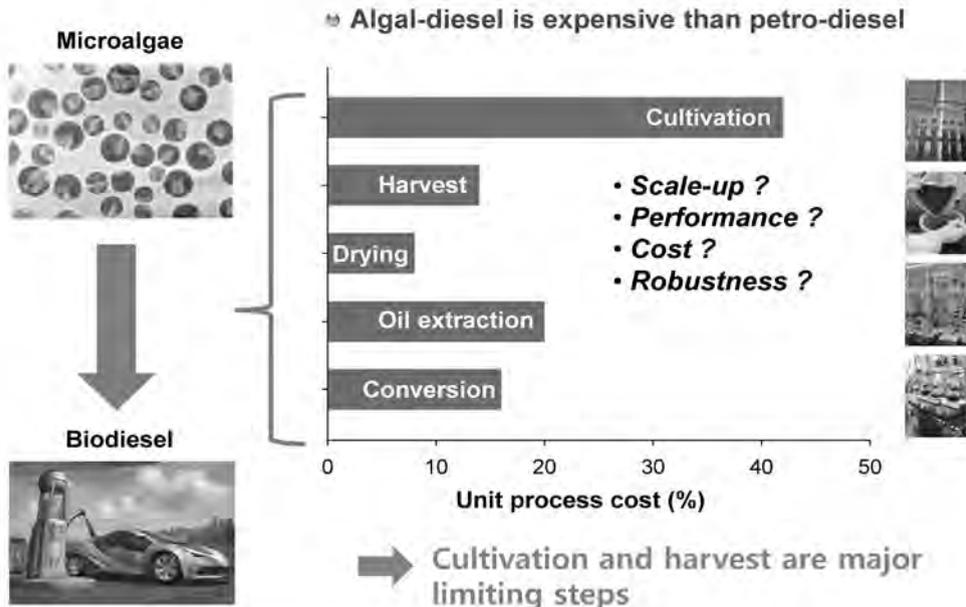
SAIC
Space Science & Solutions

2011.8 / From MS Park (2011)

NAVY

➔ However, high production cost !

Microalgal biodiesel process



Cost estimation from Sommerfeld & Hu, Arizona State Univ., 2008

Microalgal cultivations



KIER, Korea

- Seed culture
- 1st culture of two-step process



YONHAP NEWS



NIWA, New Zealand

- Mass culture
- 2nd culture of two-step process

Photobioractor



Valcent products Inc, USA



Ecoduna's PBR 7, Australia



Solix's Lumian, USA



Green Wall Panel, Spain



Proviron, Belgium



RWE, Germany



Subitec GmbH, Germany



KIER, Korea

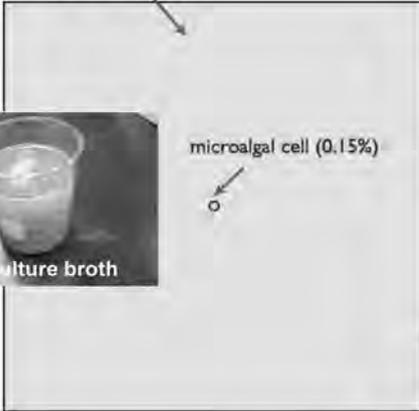
Photos from internets

Harvest = f (characteristic of algal broth)



Algal culture broth

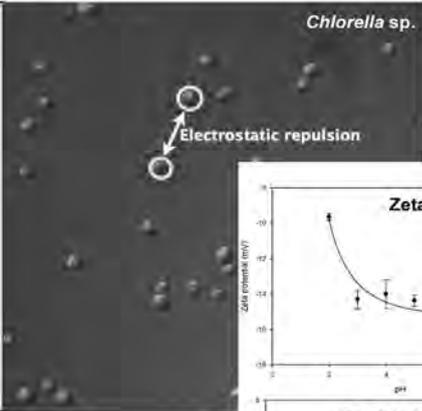
bulk water (99.9%)



microalgal cell (0.15%)

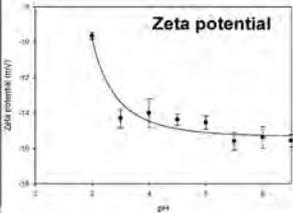


Chlorella sp.

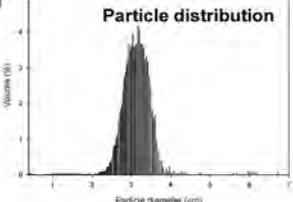


Electrostatic repulsion

- Low concentration (< 1.5 g/L)
- Electrostatic repulsion between cells
- Small size (< 5 μm for *Chlorella* sp.)
- Large volume



Zeta potential



Particle distribution

Harvest: Case of GreenFuel, USA

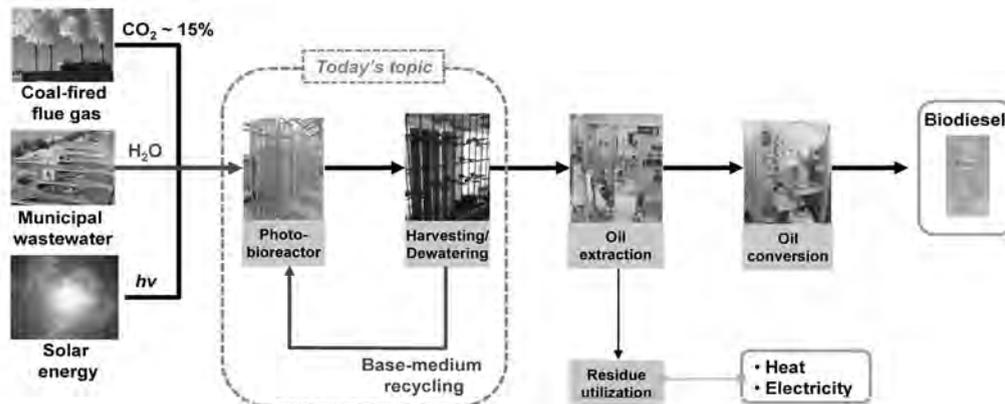



- GreenFuel built a series of ever-larger pilot plants that used waste gases from power plants as a food source for oil-producing algae, and it signed a US\$92 mil. deal to build more plants in Spain.
- In 2009, the company shut down because of a lack of funds, having learned that harvesting algae was more expensive than it had anticipated.

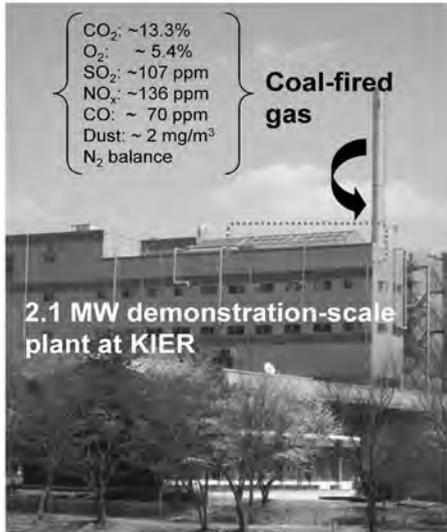
Photos from internets

Microalgal biodiesel product at KIER and photobioreactor

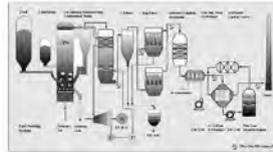
Microalgal biodiesel production using coal-fired flue gas (KIER)



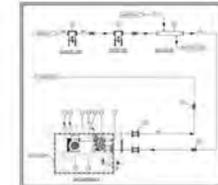
Microalgae cultivation system (KIER)



Power plant system



Flue gas transfer

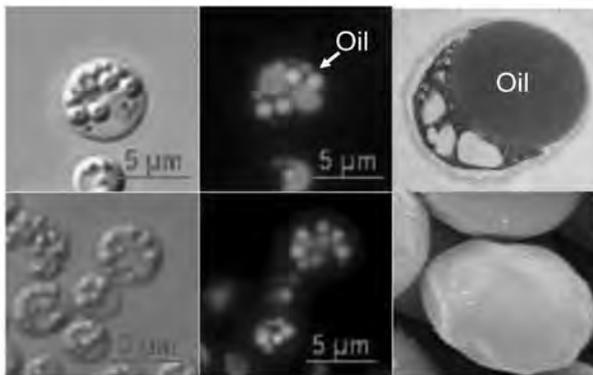


Cultivation system



Chlorella sp. KR-1

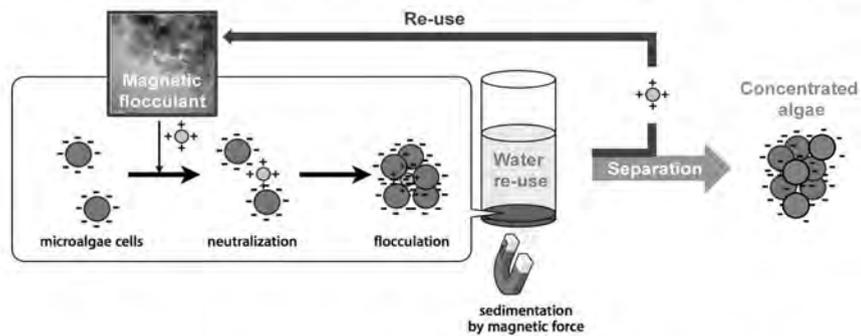
- Lipid (FAME) content: ~45%;
autotrophic/mixotrophic cultivation



Jeong-Geol Na et al. (2011) *Biotechnol. Lett.* 33: 957; Young-Chul Lee et al. (2013a,b), *Bioresour. Technol.* 132: 440 & 137:74; Taewoon Hwang et al. (2013), *Bioresour. Technol.* 139: 379; Ok Kyung Lee et al. (2013) *Bioresour. Technol.* 147: 240; Kyubock Lee et al. (2013a) *Bioresour. Technol.* 149: 575; ; Young-Chul Lee et al. (2013c), *RSC Advances* 3: 12802

Magnetophoretic harvesting and re-cycling of culture media (since 2012)

Magnetophoretic algae harvesting (I)



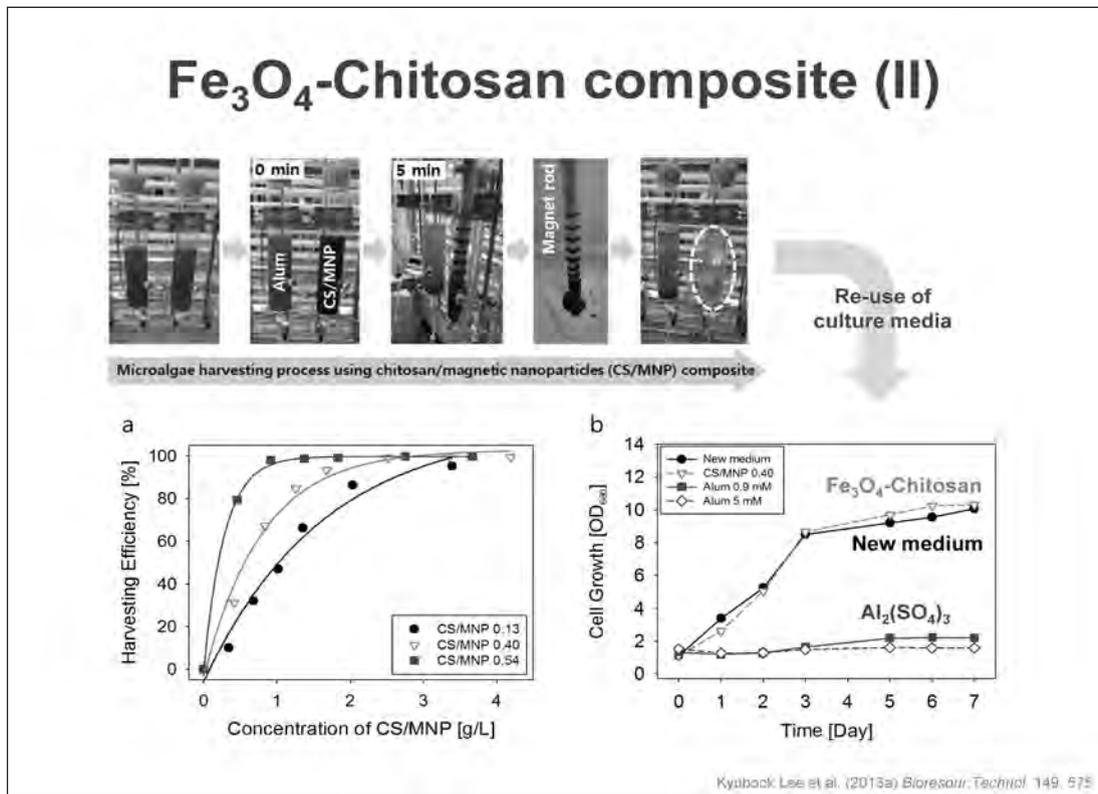
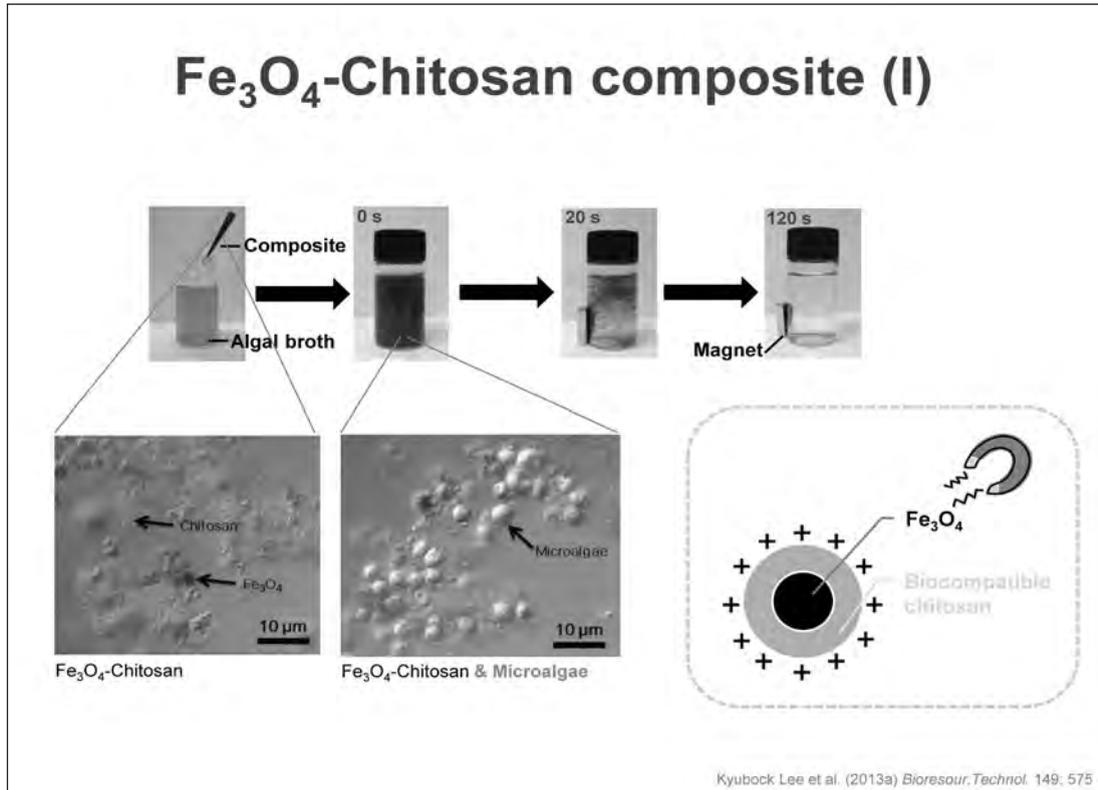
(1) Magnetic algae flocculation



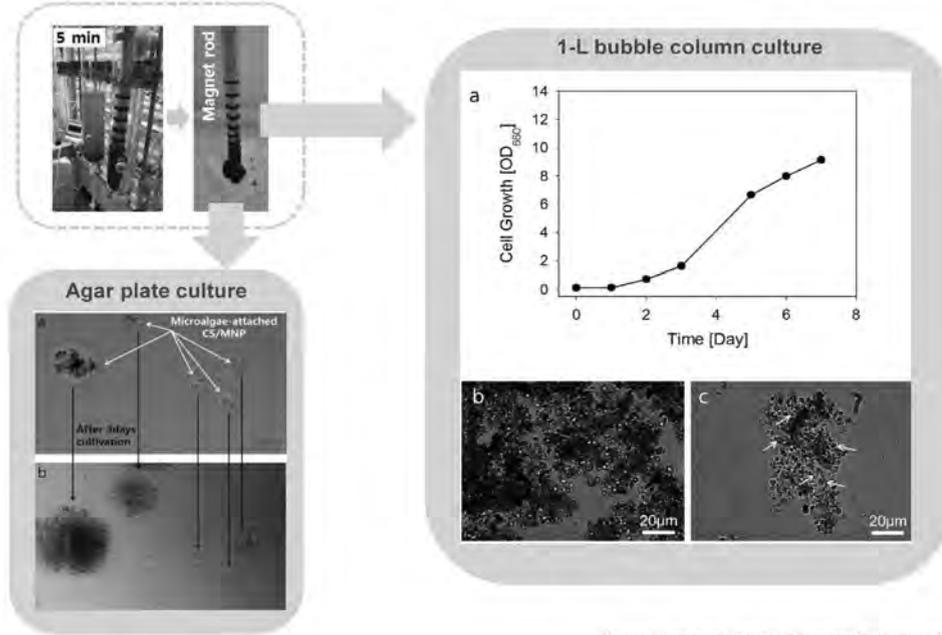
MBC (2012.12)

(2) Separation of algae and flocculant





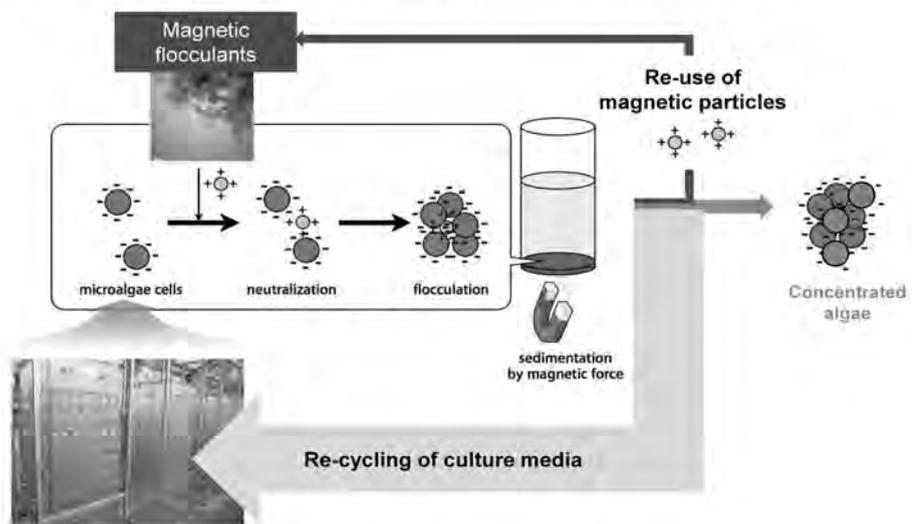
Fe₃O₄-Chitosan composite (III)



Kyubock Lee et al. (2013a) *Bioresour. Technol.* 149: 575

Summary

Low-cost photobioreactor and smart magnetic flocculant are targeted and under progress for algal biomass production



Acknowledgement

- **Korea Institute of Energy Research (KIER)**

Dr. Kyubock Lee, Dr. Ji-Yeon Park, Dr. Jin-Suk Lee,
Dr. Jeong-Geol Na, Dr. Sang Goo Jeon,
Dr. Ramasamy Praveenkumar, Ms. Bohwa Kim,
Ms. Eunji Choi, Ms. So Yeon Lee, Ms. Jy Yae Lee,
Ms. Ji Hae Hyun

Dr. Kyubock Lee



Dr. Ji-Yeon Park



Dr. Jeong-Geol Na



Dr. Sang Goo Jeon



- **KAIST**

Prof. Seung Bin Park, Ms. Jung Yoon Seo

- **Inha University**

Dr. Young-Chul Lee, Prof. Yun Suk Huh



교육과학기술부 글로벌프론티어사업
(재)차세대 바이오매스 연구단
Advanced Biomass R&D Center



한국에너지기술연구원
KIER KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH



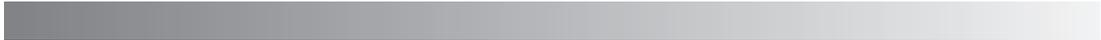
SYMPOSIUM

심포지엄

미세조류 대량배양 기술의 통합적 실증

김근용

(주)엔엘피



심포지엄

What Are Algae?

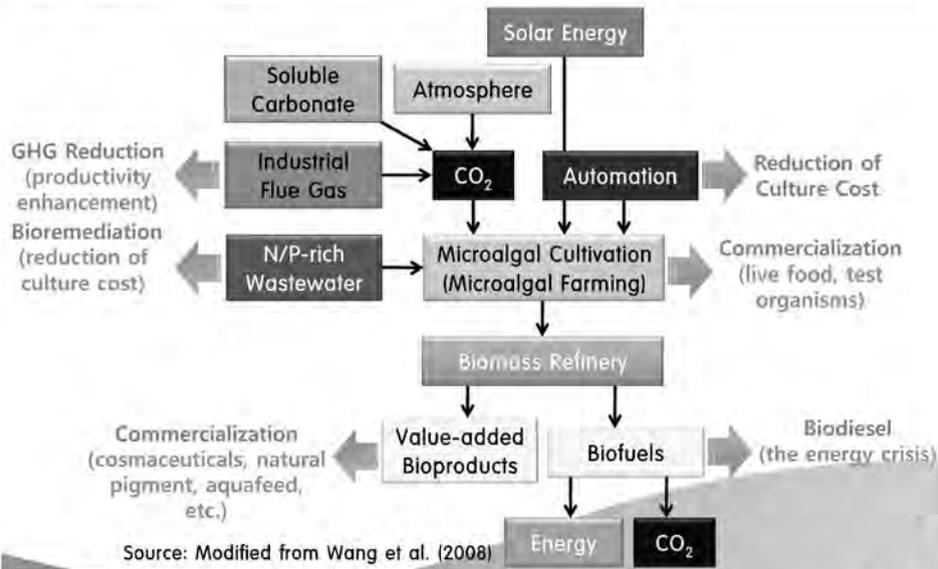
Macroalgae (=Sea Weeds)
- nori, wakame, kelp, etc. -



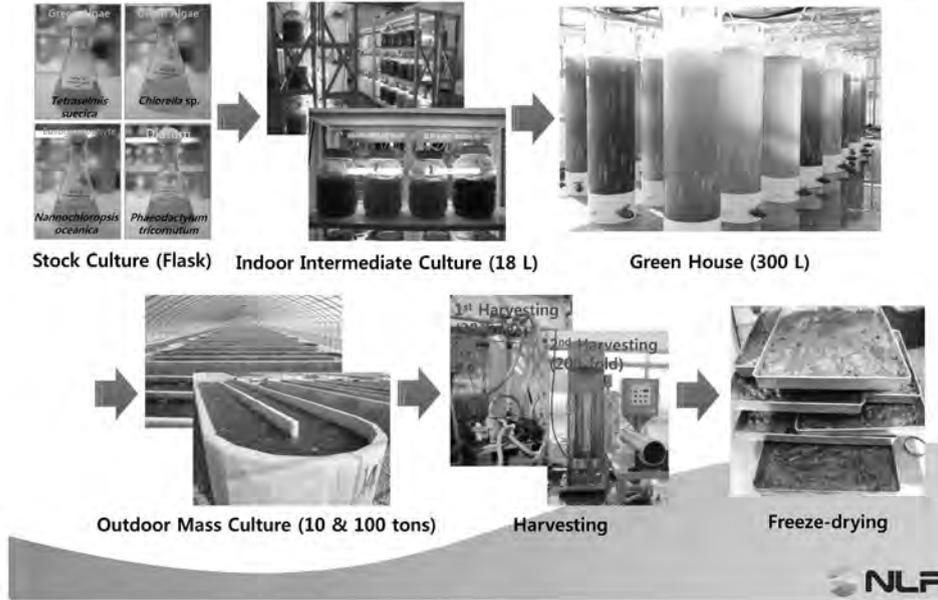
Microalgae (=Phytoplankton)
- *Arthrospira*, *Chlorella*, *Nitzschia*, etc. -



Strategies for Culturing Microalgae



Cultivation System of Microalgae (NLP Co., Ltd)



MOU with Korea Southern Power Co., Ltd

미세조류를 활용한 CO₂의 고부가가치 처리와
공동 기술개발 협약서

본 협약은 NLP와 한국남부발전(이하 "KSPC")은 미세조류 배양기술 개발과 공동연구의 중요성을 인식하고, 양사의 기술인력 교류와 비용 절감 차등 지원 등 상호 협력의 필요성을 인식하여 다음과 같이 합의

제1조 (목적)
본 협약은 미세조류 배양 기술 개발을 목적으로 CO₂를 처리하고, 이를 통해 미세조류 배양 기술을 공동연구

제2조 (협약내용)
본 협약은 양 당사자가 CO₂를 이용한 미세조류 배양 기술 개발 및 공동연구를 목적으로 체결된 것으로 양 당사자는 상호 협력

제3조 (자신의 책임)
1. NLP는 기술 개발을 위한 연구비를 지원하고, KSPC는 배양 시설 및 관련 인력을 지원하며, 양 당사자는 상호 협력하여 기술 개발을 완료한다.

본 MOU는 양 당사자 간의 상호 협력과 공동연구를 위한 목적으로 체결된 것으로, 양 당사자는 상호 협력하여 기술 개발을 완료한다.

이 계약 이 계약

이 계약 이 계약

NLP

Pilot Plant for Microalgal Cultivation

| | Office | Green House | 10 ton Raceway | 100 ton Raceway |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| | 35×6.9×11m | 9×21×5m | 10×2×0.5m | 37×10.8×0.5m |
| 1 st Fl.: | Stock Room, Culture Room | 189m ² Indoor Culture | 200m ³ (10m ³ ×20 tanks) | 1600m ³ (200m ³ ×8 tanks) |
| 2 nd Fl.: | Office, Observatory | | Outdoor Culture | Outdoor Culture |
| 3 rd Fl.: | Solar power generation (10kW) | | | |



한국농수산식품연구원 NLP

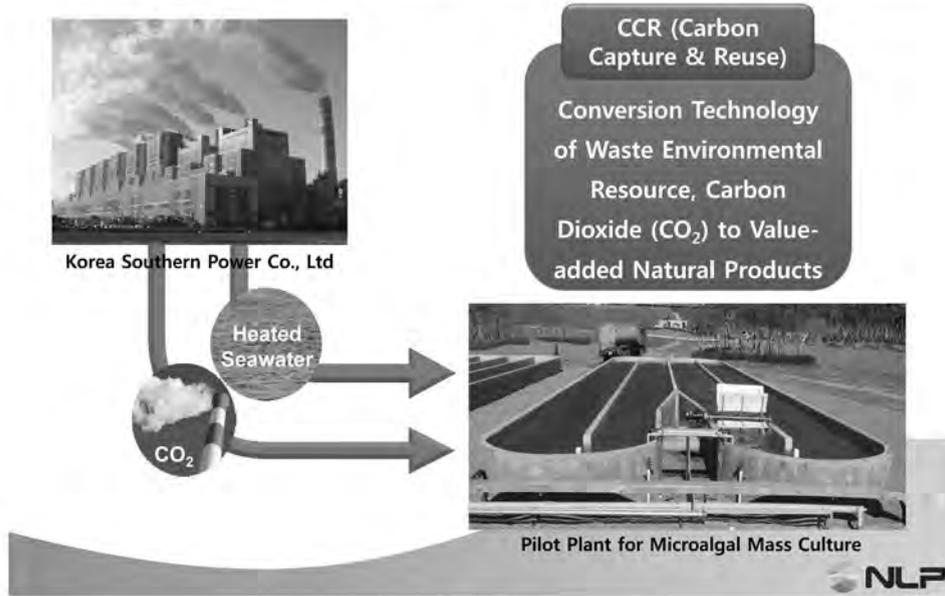
NLP

Pilot Plant for Microalgal Cultivation

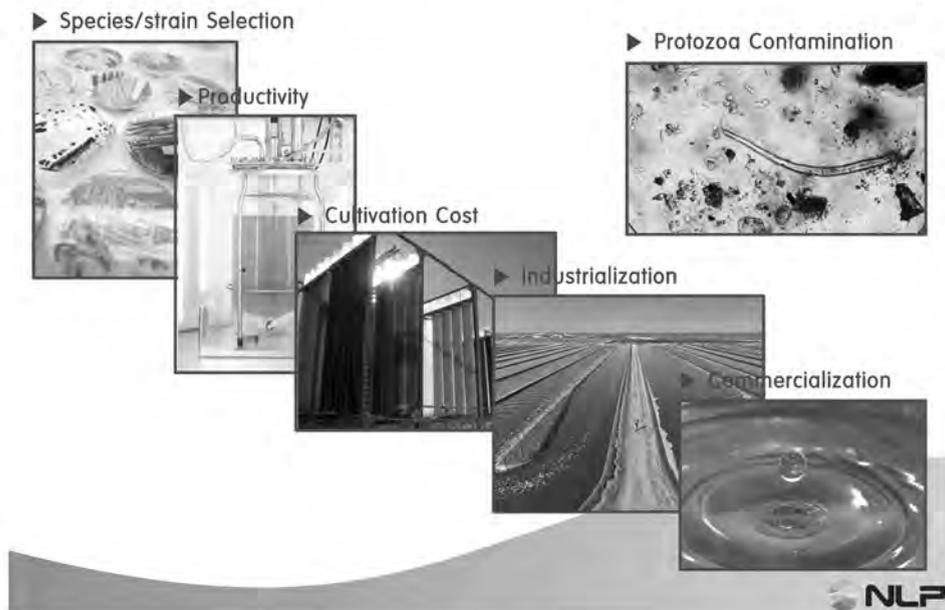


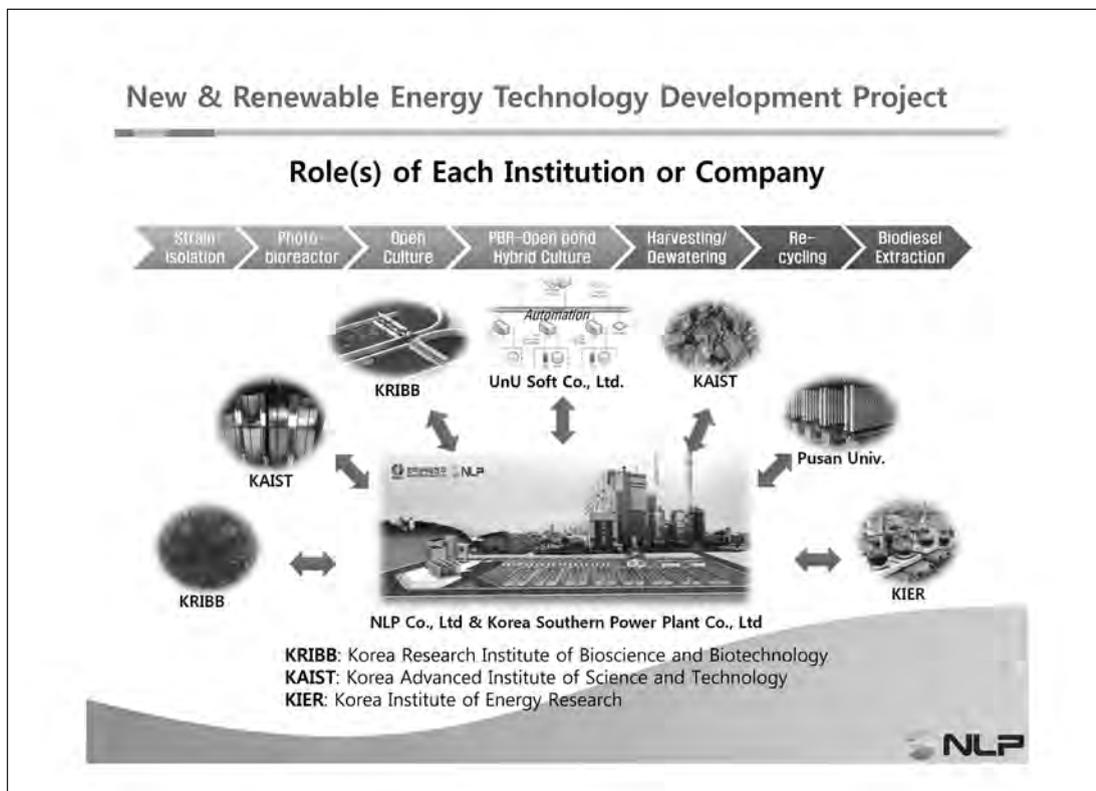
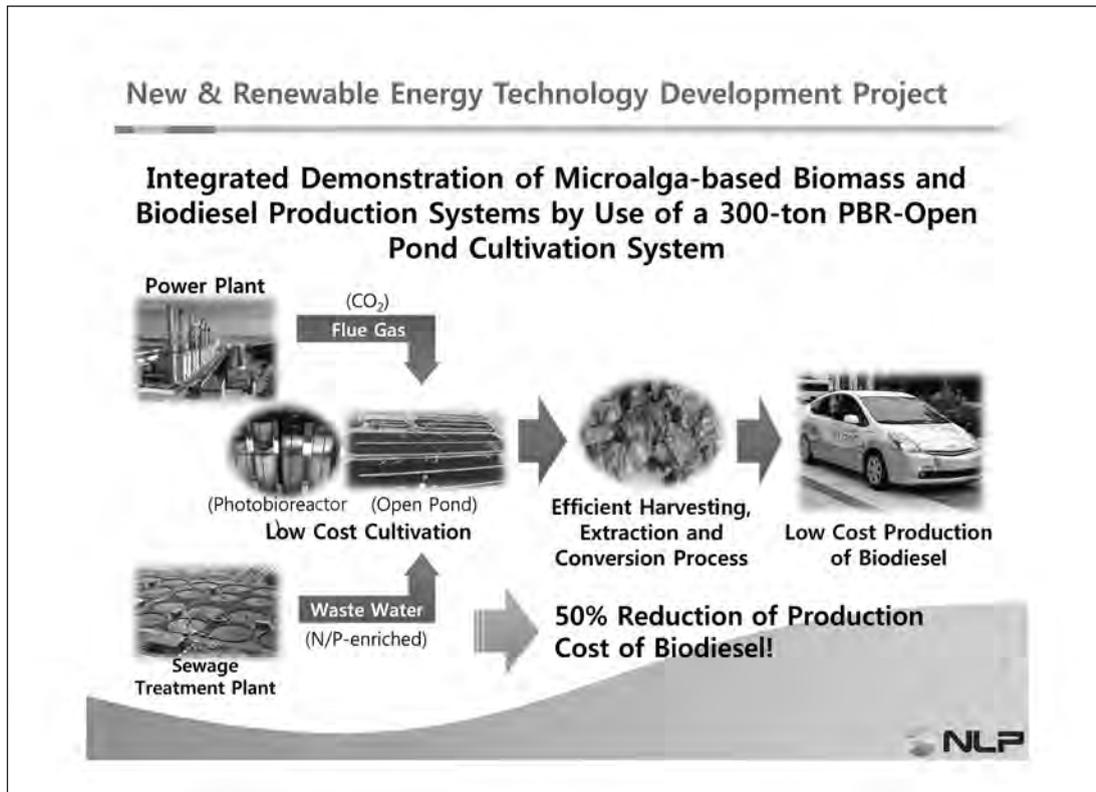
NLP

Pilot Plant for Microalgal Cultivation



Problems for Mass Cultivation of Microalgae





New & Renewable Energy Technology Development Project

The Key Factors for the Success of this Project

| | Microalgal Cultivation | | Harvest | Dry | Extraction | Conversion |
|-----------------------------------|------------------------|-------|---------|-------|------------|------------|
| Current production cost: \$20/gal | \$8.4 (42%) | | \$2.8 | \$1.6 | \$4.0 | \$3.2 |
| Target production cost: \$10/gal | \$2.4 (24%) | \$2.2 | \$2.5 | \$3.0 | | |

➔ 50% Reduction of production cost of biodiesel
 \$10/gal = \$2.64/L = ₩2,859/L

NLP

Main Achieves of the Project

Establishment of Culture Systems for Freshwater Microalgae



1. Agar plate



2. Test tube



3. Flask



4. Intermediate culture



5. Green house culture

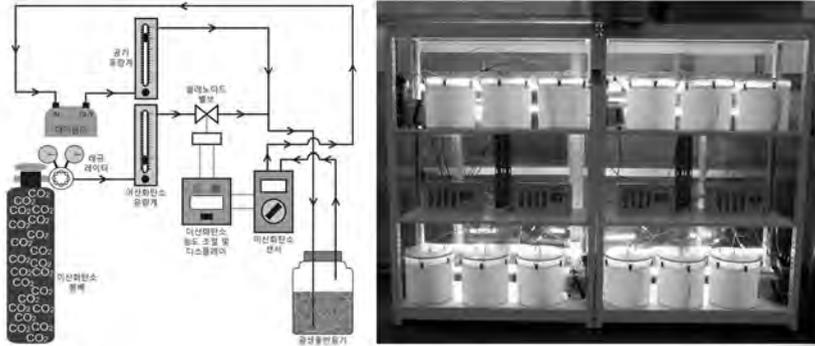


6. Outdoor raceway pond

NLP

Main Achieves of the Project

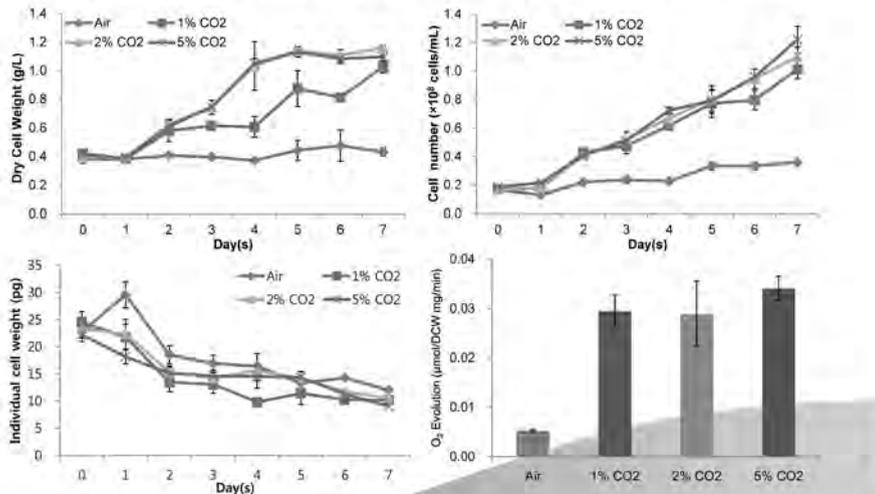
Design and Operation of Closed Carbon Dioxide Bioreactor - *Nannochloropsis salina* -



NLP

Main Achieves of the Project

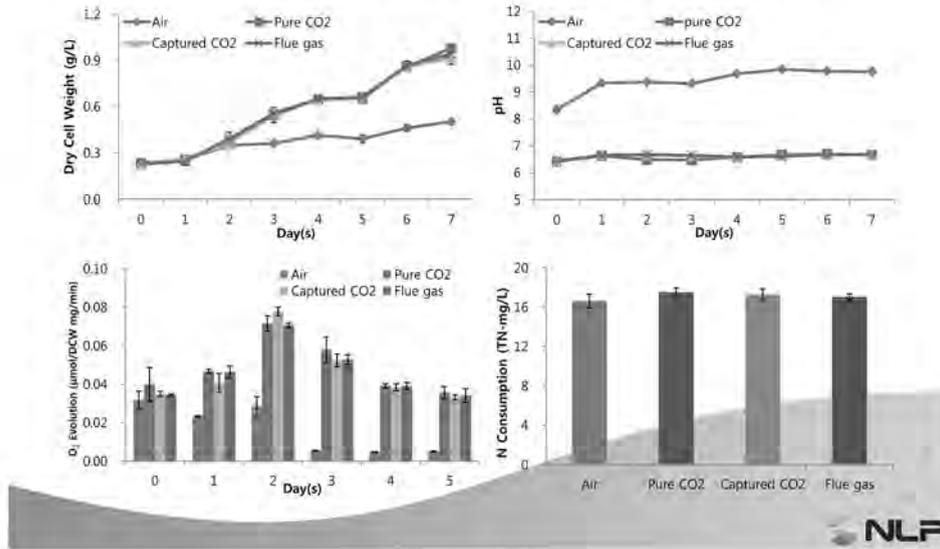
Growth of *N. salina* at Different CO₂ Concentrations



NLP

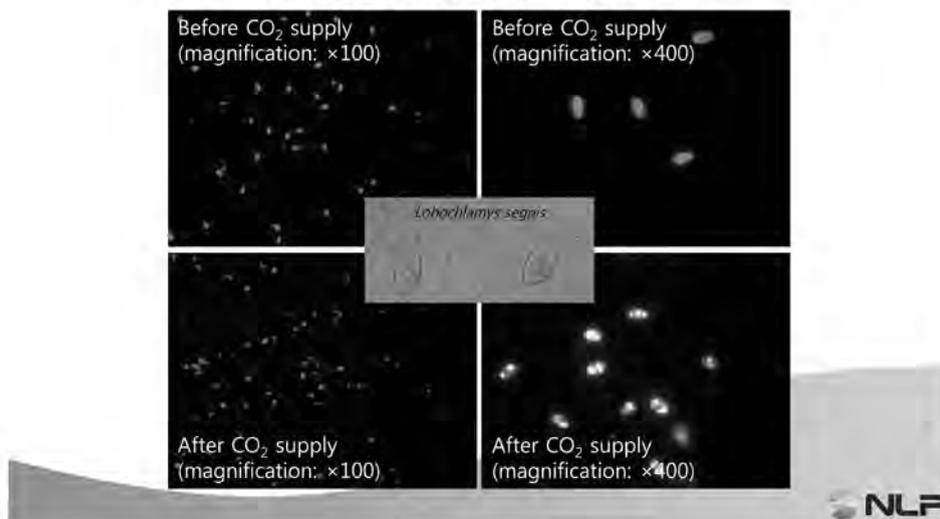
Main Achieves of the Project

Growth of *N. salina* on Different CO₂ Sources



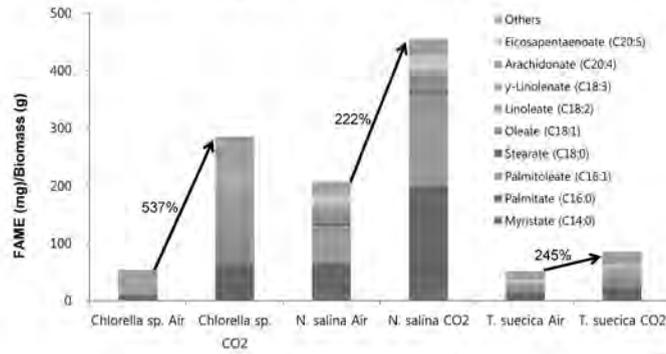
Main Achieves of the Project

Enhancement of Lipid Content of Microalgae by Supplying Carbon Dioxide



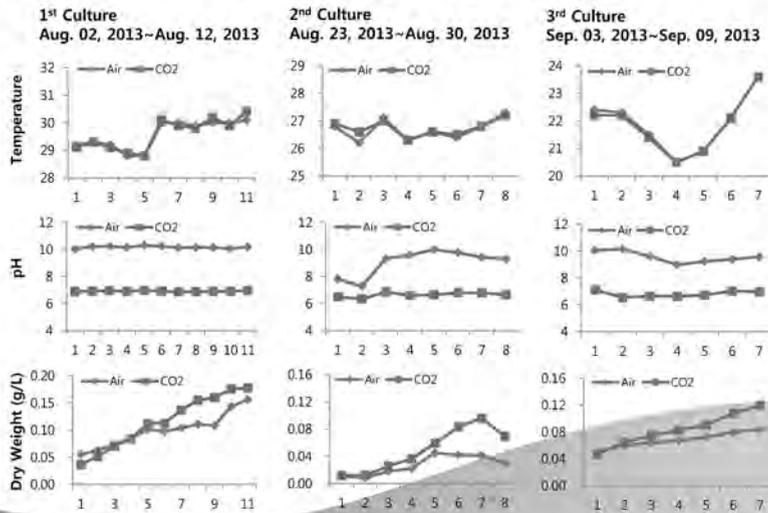
Main Achieves of the Project

Enhancement of Lipid Content of Microalgae by Supplying Carbon Dioxide



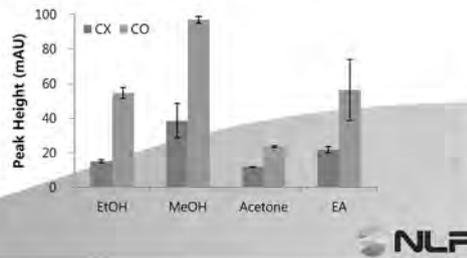
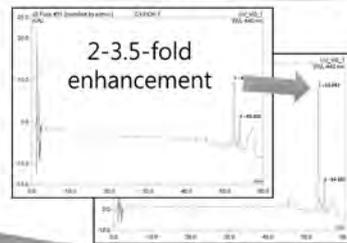
Main Achieves of the Project

Microalgal Cultivation by Supplying CO₂ in 10 ton Raceway



Main Achieves of the Project

Enhancement of a Tentative Bioactive Substance of Microalgae by Supplying Carbon Dioxide



NLP

Main Achieves of the Project

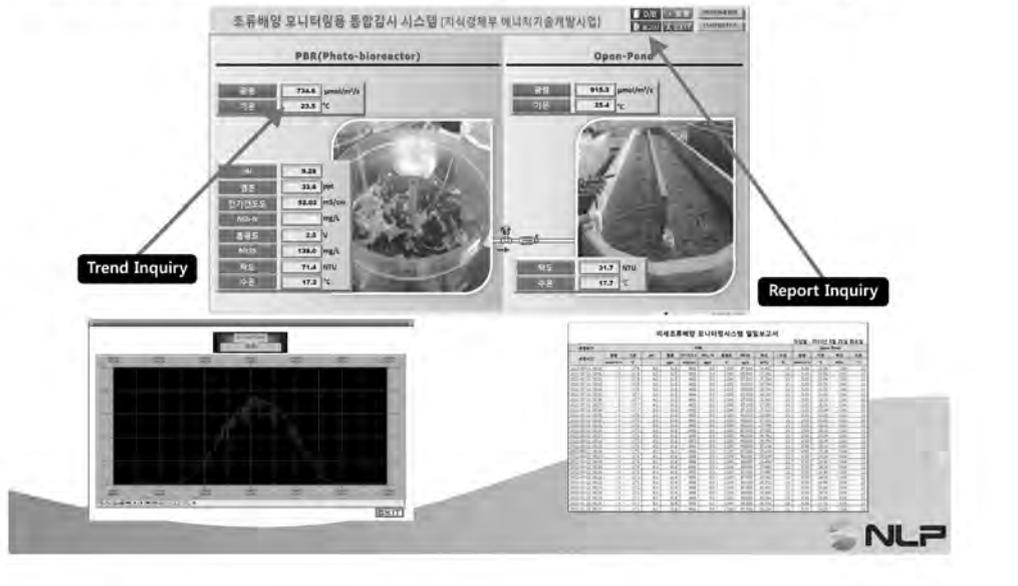
Microalgal Cultivation by Recycled Culture Water - *Tetraselmis suecica* in 300 L PBR -



NLP

Main Achieves of the Project

Establishment of Monitoring System by UnU Soft Co., Ltd



Global Frontier Project (1st Year)

Microalgal Cultivation by Supplying Livestock Wastewater - Anaerobically digested swine manure -

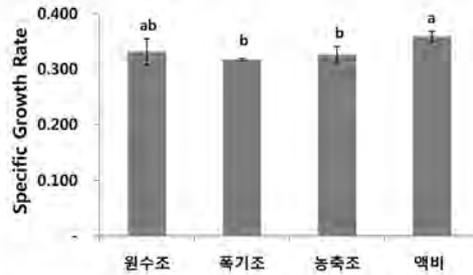


Resource Recycling Center of Hadong Livestock

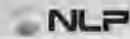


Global Frontier Project (1st Year)

Microalgal Cultivation by Supplying Livestock Wastewater - Anaerobically digested swine manure -

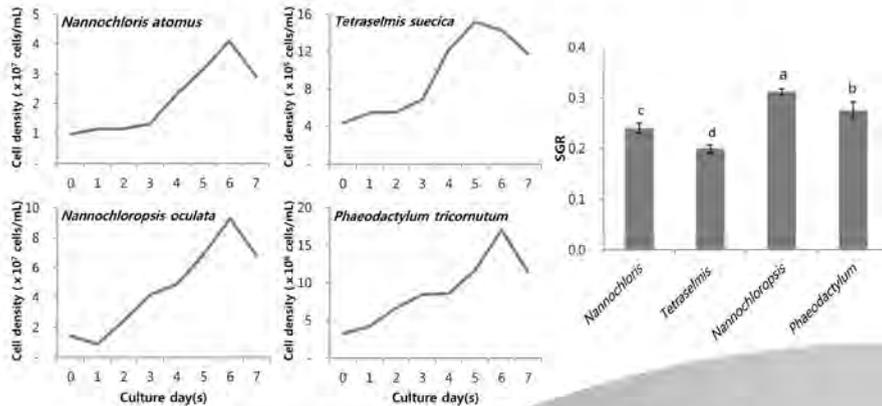


Growth of *N. oculata* according to swine manure treatment processes



Global Frontier Project (1st Year)

Microalgal Cultivation by Supplying Livestock Wastewater - Anaerobically digested swine manure -

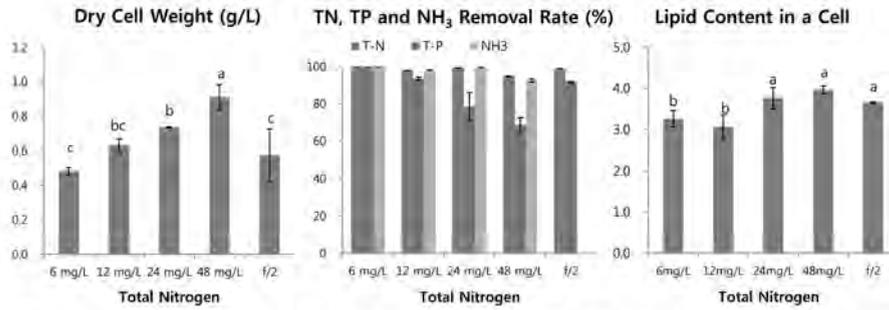


Growth performance according to microalgal species



Global Frontier Project (1st Year)

Microalgal Cultivation by Supplying Livestock Wastewater - Anaerobically digested swine manure -



Growth performance of *N. oculata* according to total nitrogen concentration



Global Frontier Project (2nd Year)

Mass Production of Microalgal Biomass



What do we expect from this project?

- Establish the stable mass culture system
- Apply advanced culture techniques
- Decipher utilization plans



Innovative Microalgal Technologies



NLP
www.nlp21.co.kr

86-103, Hwajeon 2-gil, Ilgwang-myeon, Gijang-gu,
Busan 619-912, Republic of Korea
Tel: +82-51-722-8377 Fax: +82-51-722-8378



SYMPOSIUM

심포지엄

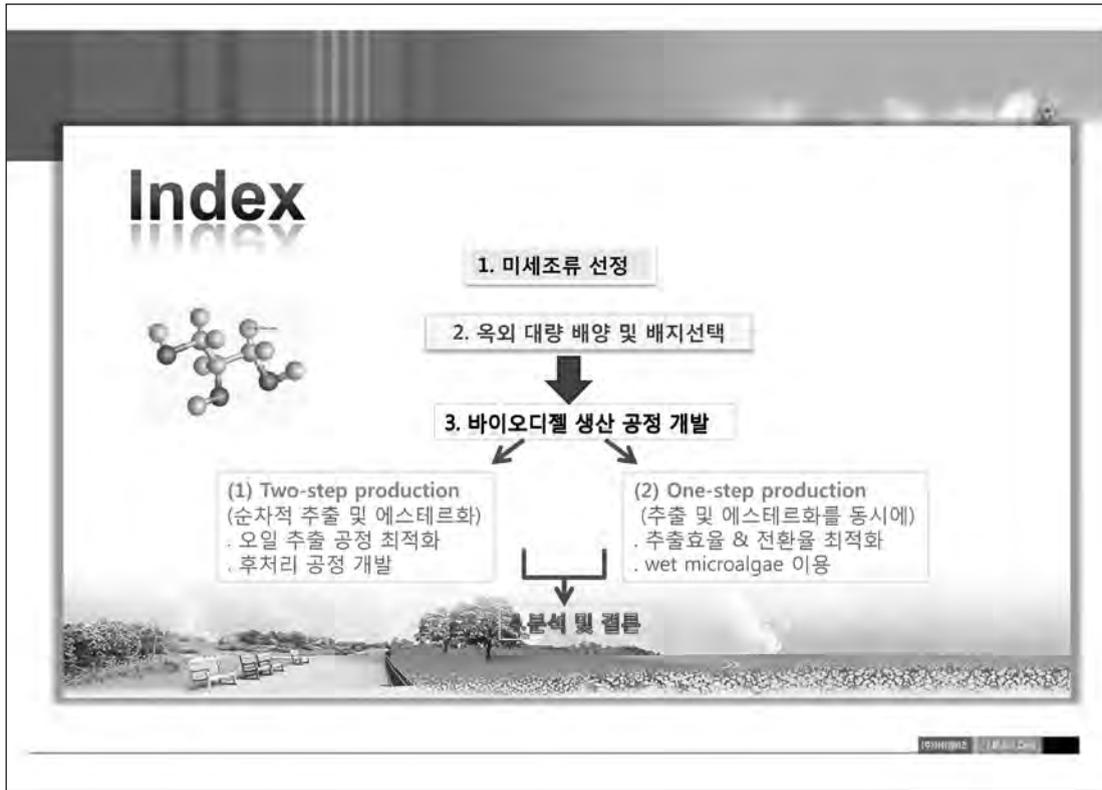
미세조류 배양기술 및 바이오디젤 전환기술 소개

김영남

IMBIZ



심포지엄



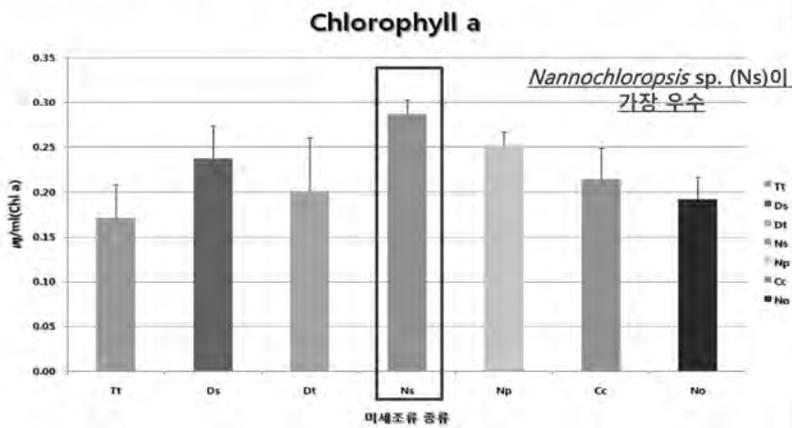
01 미세조류 종 선정

01 미세조류 종선정

- 문헌 조사를 통한 종 분양과 기 보유 중인 균주 중 7종의 후보 종을 선별
- *Chaetoceros calcitrans* (Cc), *Nitzschia pungens* (Np), *Nannochloropsis* sp. (Ns), *Nannochloris oculata* (No), *Dunaliella salina* (Ds), *Tetraselmis suecica* (Tt), *Dunaliella tertiolecta* (Dt)
- 실험 시 측정항목
 - 성장률에 따른 각 미세조류의 건조중량
 - Chlorophyll a
 - 총 지질함량
 - 건조중량 당 Oleic acid 량

01 미세조류 종선정

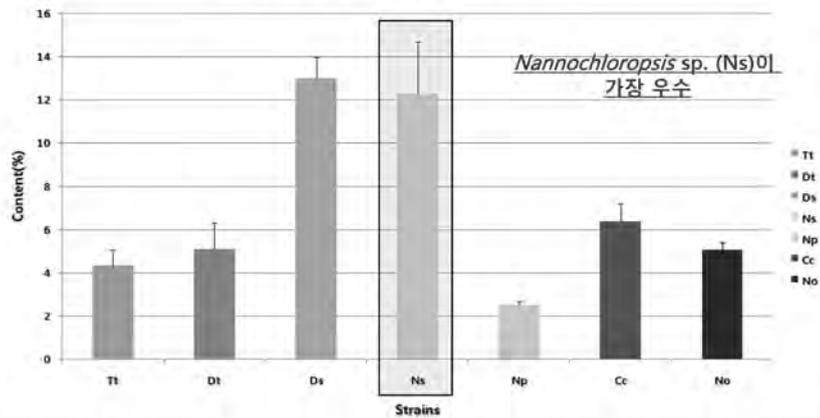
미세조류별에 따른 Chlorophyll a의 함량 비교



01 미세조류 종선정

미세조류별에 따른 총 지질함량 비교

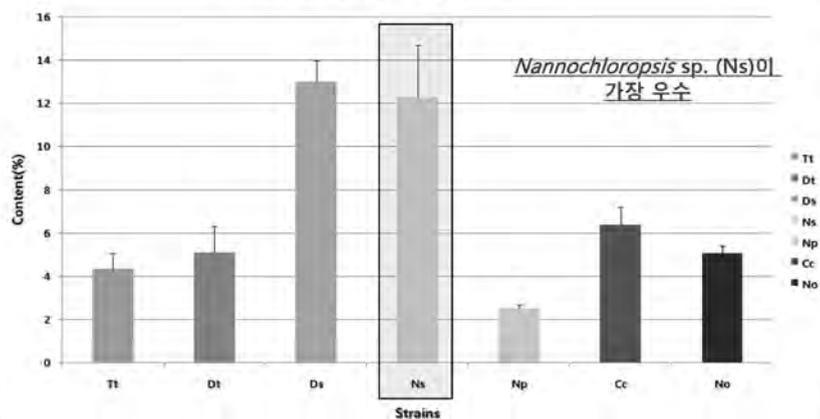
Strains 별 증량당 총 지질함량



01 미세조류 종선정

미세조류별에 따른 총 지질함량 비교

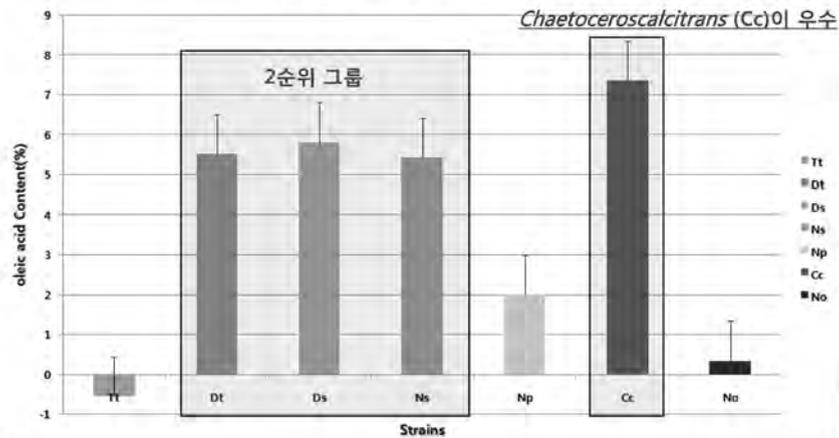
Strains 별 증량당 총 지질함량



01 미세조류 종선정

미세조류별에 따른 oleic acid 함량 비교

중량당 oleic acid량



01 미세조류 종선정

•선종종명 : Nannochloropsis(녹조류)

- 선종 이유-

다양한 실험 결과를 통해 다른 종에 비해

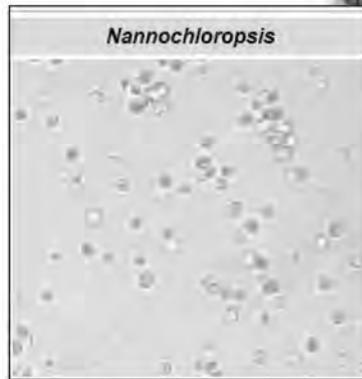
성장이나 건조중량, 지질함량,

Chlorophyll a, 다당류 수득율,

탄수화물 함량 및 바이오디젤로 이용성이

높은 oleic acid가 높았기 때문에 최적

의 종으로 선정



2-4 μ m의 크기의 동해안 토종 미세해조류

01 미세조류 종선정

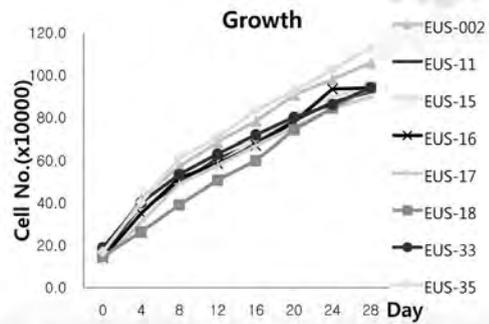
최적 strain 선별

- 유용 미세조류인 *Nannochloropsis* sp.의 최적 strain 선별 (실험)
- 총 8개의 strain 확보 (Conway 배지)
 - 속초(EUS-11), 포항(EUS-15), 감포(EUS-16), 울릉도(EUS-17), 동해(EUS-18), 부산(EUS-33) 등의 국내 6종
 - 이스라엘(EUS-2), 중국(EUS-35) 등의 국외 2종
- 실험 시 측정항목
 - 세포 성장에 따른 건조중량
 - 지질함량(%)
 - L당 생산되는 총 지질량
 - 일일 평균 L당 생산되는 총 지질량

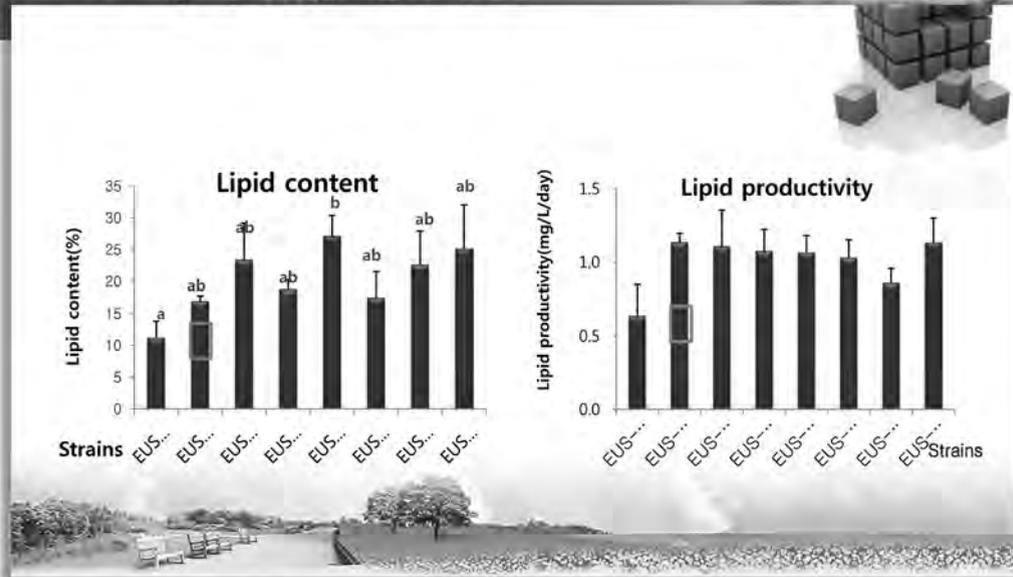


01 미세조류 종선정

동정 장소 : 속초(EUS-11)



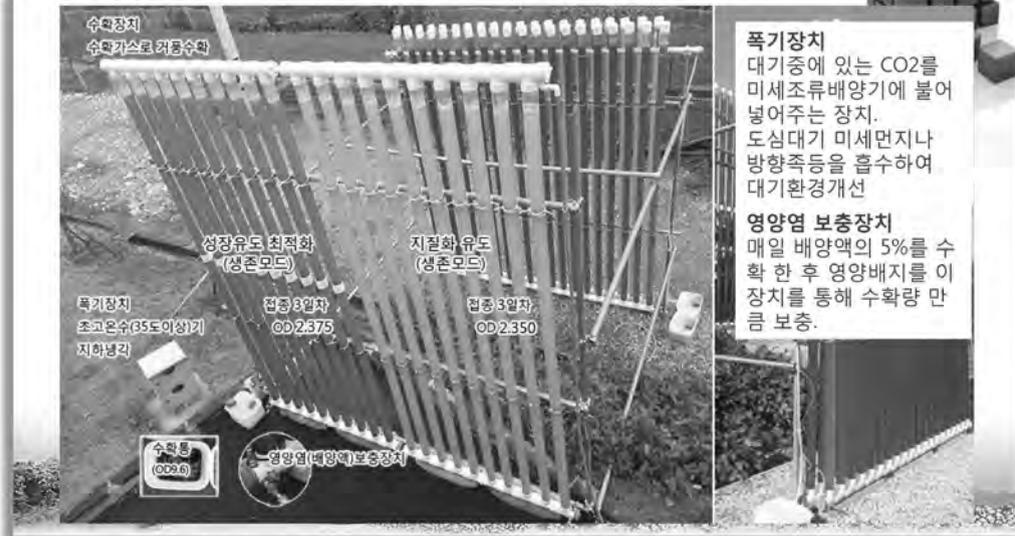
01 미세조류 종선정



02 미세조류 대량배양기 소개 및 선택배지

02 대량배양기 소개 및 선택배지

광생물반응기 [Bubble column photobioreactor (기포 광생물 반응기)]



폭기장치
대기중에 있는 CO2를 미세조류배양기에 불어 넣어주는 장치. 도심대기 미세먼지나 방향족등을 흡수하여 대기환경개선

영양염 보충장치
매일 배양액의 5%를 수확 한 후 영양배지를 이 장치를 통해 수확량 만큼 보충.

02 대량배양기 소개 및 선택배지

수직형 광생물반응기 의 특징점

1. 광흡수효율 (광합성)최적화-기포 교반, 빛 투과율93%이상
2. 내구성 -UV차단코팅 (설비비 ↓)
3. Co2전환효율극대화-체류시간 ↑
4. Co2, 산소교환(배출)이 용이한 구조
5. 수온조절이 용이한 구조-연중배양가능, 지질 ↑
6. 운용비용 극소화-에너지, 수확, 탈수비용 ↓
7. 설치장소 제한 X -실내->실내공기정화(Co2 ↓, 산소 ↑)
-실외->도심지의 공원이나 가로수를 대체하면 조경효과 및 대기오염 ↓



02 대량배양기 소개 및 선택배지

최적설치장소

- 초중고(학교기관)의 울타리로 조성 - 학습효과 ↑, 대기환경개선
- 도심권내 공원- 조경효과, 공기정화
- 교통량이 많은 도심권 - 배기가스(CO2) <-> 산소 (대기환경개선)
- 유희농지 - 대체작물 - 농가소득증대
- 흡연장소- 공기정화
- 화력발전소, 공장 - CO2고정



Copyright © All Rights Reserved

02 대량배양기 소개 및 선택배지

CO2전환 효율

1기의 배양기- $550\text{kg} / \text{m}^2 = 30\text{년 소나무 } 83\text{구루}$

연간 Co2 전환량 5,500톤/ha

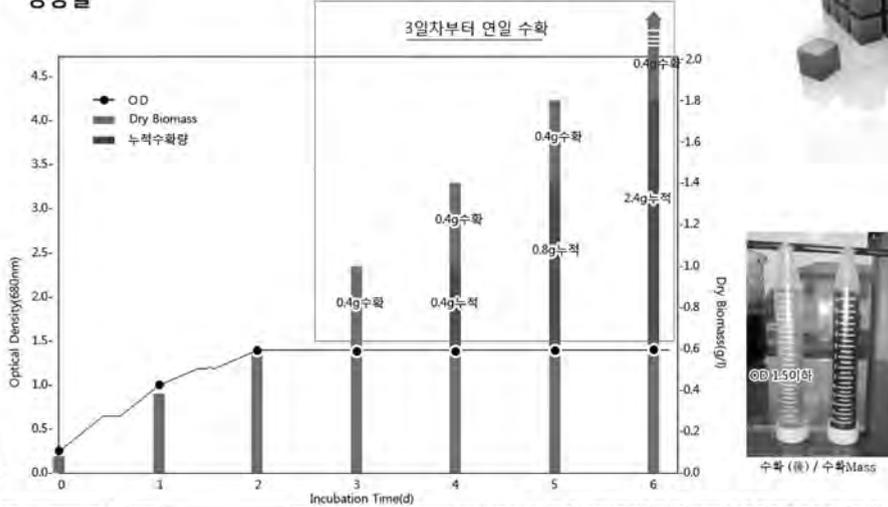
※ 30년 소나무의 연간 Co2 전환량 = 6.6kg



Copyright © All Rights Reserved

02 대량배양기 소개 및 선택배지

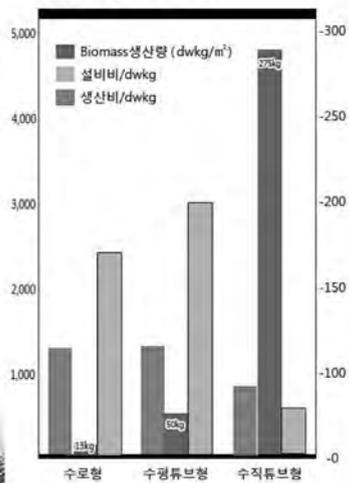
성장률



191049102 1 M.2012 Core

02 대량배양기 소개 및 선택배지

기종별 효율 비교



수로형(batch식) (10d/it)



수평류브형(batch식) (7d/it)



수직류브형(endless)

191049102 1 M.2012 Core

02 대량배양기 소개 및 선택배지



인위적 수확동영상

수확방법 1.
일정농도(OD 3.0이상) 도달-
Mass거품 통해 자동배출(수확)
->수확된 mass농도 **OD12.5이상**

수확방법 2.
수확가스를 통해 인위적 수확
->수확농도 **OD9.6이상**
수확가스의 비율(2:1)로 주입
(오전11이전 수확이 이상적)



1999년 1월 1일

02 대량배양기 소개 및 선택배지

배지실험



축산분뇨(유기성영양염)를
이용한 배지투입량실험
(실험구 17개)



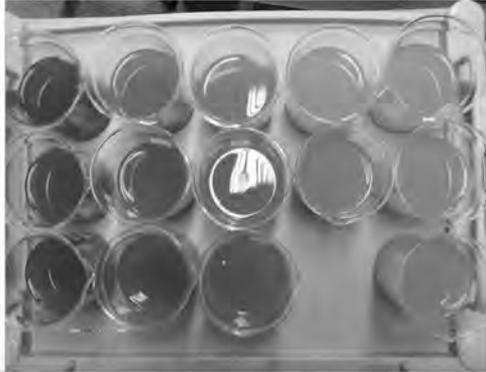
최초 배양액의 0.5%가 적정
5일후 0.3%
5일주기로 0.3%시비 하였을 때
가장 높은 성장률을 보임



1999년 1월 1일

02 대량배양기 소개 및 선택배지

영양배지선택(우노)



근처 축산농가에서 확보한
축산분뇨(우노), 3시간정도 침전
96도 온도로 열을 가해 살균처리후
사용

실험구별 배지조성



©2013 HANIL | J.M. Lee Corp

02 대량배양기 소개

배지 조성의 적절성 : 원소 수지 계산

공기 물조성 : N (78.03 %), O (20.95 %), Ar (0.94 %), CO₂ (0.03 %)

미세조류 구성 원소 : C (59.9%), H (9.1 %), N (4.3 %), S (0.2 %)

공기를 이상기체로 가정하고 (1 mol=22.4L), 공기 유속 : 1 L/min 이라면,

$1.34 \times 10^{-5} \text{ CO}_2 \text{ mol/min} \rightarrow 1.61 \times 10^{-4} \text{ C g/min} \rightarrow 2.31 \times 10^{-1} \text{ C g/day}$

5L/min 으로 10일간 운전했을 때 이론적으로 가능한 탄소 공급량 : 11.6 g

$\rightarrow 19.4 \text{ g}$ 미세조류 (5L 반응기라면, 3.9 g/L)

이 때 필요한 N 양은 1.4 g (NH₄Cl 기준 : 5.36 g NaNO₃ 기준 : 8.50 g)

cf) Conwy 배지 : NaNO₃ 0.1 g/L + Na₂EDTA 0.05 g/L \rightarrow 0.02 N g/L
 \rightarrow 5L 배지라면, 0.1 N g \rightarrow 1.39 g 미세조류 \rightarrow 0.3 g/L



©2013 HANIL | J.M. Lee Corp

02 대량배양기 소개

지질 함량 연구

1. 배양환경 - 호흡기인 야간에 배양수온을 10도~14도로 낮춰줌
(식물이 가을에 느끼는 온도)

=> chlorophyll a ↓ chlorophyll b ↑ = D-glucose ↓, L- glucose ↑
=> carbohydrate ↓ lipid, protein ↑

※ **Nannochloropsis's lipid 16.1% -> 26.7%**

2. 배지조절 - N이 고갈된 배지에서 배양
5일간 성장모드(N,P) -> 생존모드(N고갈)로 5일간 배양 계속

문제점 : 1,2 방법 - 성장률 30% ↓



1999(1998) 11.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100.101.102.103.104.105.106.107.108.109.110.111.112.113.114.115.116.117.118.119.120.121.122.123.124.125.126.127.128.129.130.131.132.133.134.135.136.137.138.139.140.141.142.143.144.145.146.147.148.149.150.151.152.153.154.155.156.157.158.159.160.161.162.163.164.165.166.167.168.169.170.171.172.173.174.175.176.177.178.179.180.181.182.183.184.185.186.187.188.189.190.191.192.193.194.195.196.197.198.199.200.201.202.203.204.205.206.207.208.209.210.211.212.213.214.215.216.217.218.219.220.221.222.223.224.225.226.227.228.229.230.231.232.233.234.235.236.237.238.239.240.241.242.243.244.245.246.247.248.249.250.251.252.253.254.255.256.257.258.259.260.261.262.263.264.265.266.267.268.269.270.271.272.273.274.275.276.277.278.279.280.281.282.283.284.285.286.287.288.289.290.291.292.293.294.295.296.297.298.299.300.301.302.303.304.305.306.307.308.309.310.311.312.313.314.315.316.317.318.319.320.321.322.323.324.325.326.327.328.329.330.331.332.333.334.335.336.337.338.339.340.341.342.343.344.345.346.347.348.349.350.351.352.353.354.355.356.357.358.359.360.361.362.363.364.365.366.367.368.369.370.371.372.373.374.375.376.377.378.379.380.381.382.383.384.385.386.387.388.389.390.391.392.393.394.395.396.397.398.399.400.401.402.403.404.405.406.407.408.409.410.411.412.413.414.415.416.417.418.419.420.421.422.423.424.425.426.427.428.429.430.431.432.433.434.435.436.437.438.439.440.441.442.443.444.445.446.447.448.449.450.451.452.453.454.455.456.457.458.459.460.461.462.463.464.465.466.467.468.469.470.471.472.473.474.475.476.477.478.479.480.481.482.483.484.485.486.487.488.489.490.491.492.493.494.495.496.497.498.499.500.501.502.503.504.505.506.507.508.509.510.511.512.513.514.515.516.517.518.519.520.521.522.523.524.525.526.527.528.529.530.531.532.533.534.535.536.537.538.539.540.541.542.543.544.545.546.547.548.549.550.551.552.553.554.555.556.557.558.559.560.561.562.563.564.565.566.567.568.569.570.571.572.573.574.575.576.577.578.579.580.581.582.583.584.585.586.587.588.589.590.591.592.593.594.595.596.597.598.599.600.601.602.603.604.605.606.607.608.609.610.611.612.613.614.615.616.617.618.619.620.621.622.623.624.625.626.627.628.629.630.631.632.633.634.635.636.637.638.639.640.641.642.643.644.645.646.647.648.649.650.651.652.653.654.655.656.657.658.659.660.661.662.663.664.665.666.667.668.669.670.671.672.673.674.675.676.677.678.679.680.681.682.683.684.685.686.687.688.689.690.691.692.693.694.695.696.697.698.699.700.701.702.703.704.705.706.707.708.709.710.711.712.713.714.715.716.717.718.719.720.721.722.723.724.725.726.727.728.729.730.731.732.733.734.735.736.737.738.739.740.741.742.743.744.745.746.747.748.749.750.751.752.753.754.755.756.757.758.759.760.761.762.763.764.765.766.767.768.769.770.771.772.773.774.775.776.777.778.779.780.781.782.783.784.785.786.787.788.789.790.791.792.793.794.795.796.797.798.799.800.801.802.803.804.805.806.807.808.809.810.811.812.813.814.815.816.817.818.819.820.821.822.823.824.825.826.827.828.829.830.831.832.833.834.835.836.837.838.839.840.841.842.843.844.845.846.847.848.849.850.851.852.853.854.855.856.857.858.859.860.861.862.863.864.865.866.867.868.869.870.871.872.873.874.875.876.877.878.879.880.881.882.883.884.885.886.887.888.889.890.891.892.893.894.895.896.897.898.899.900.901.902.903.904.905.906.907.908.909.910.911.912.913.914.915.916.917.918.919.920.921.922.923.924.925.926.927.928.929.930.931.932.933.934.935.936.937.938.939.940.941.942.943.944.945.946.947.948.949.950.951.952.953.954.955.956.957.958.959.960.961.962.963.964.965.966.967.968.969.970.971.972.973.974.975.976.977.978.979.980.981.982.983.984.985.986.987.988.989.990.991.992.993.994.995.996.997.998.999.1000.

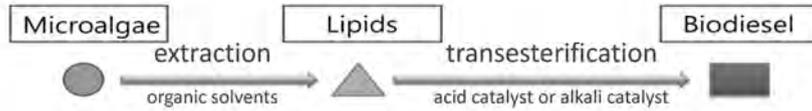
03 바이오디젤생산 공정개발



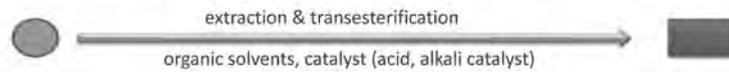
1999(1998) 11.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100.101.102.103.104.105.106.107.108.109.110.111.112.113.114.115.116.117.118.119.120.121.122.123.124.125.126.127.128.129.130.131.132.133.134.135.136.137.138.139.140.141.142.143.144.145.146.147.148.149.150.151.152.153.154.155.156.157.158.159.160.161.162.163.164.165.166.167.168.169.170.171.172.173.174.175.176.177.178.179.180.181.182.183.184.185.186.187.188.189.190.191.192.193.194.195.196.197.198.199.200.201.202.203.204.205.206.207.208.209.210.211.212.213.214.215.216.217.218.219.220.221.222.223.224.225.226.227.228.229.230.231.232.233.234.235.236.237.238.239.240.241.242.243.244.245.246.247.248.249.250.251.252.253.254.255.256.257.258.259.260.261.262.263.264.265.266.267.268.269.270.271.272.273.274.275.276.277.278.279.280.281.282.283.284.285.286.287.288.289.290.291.292.293.294.295.296.297.298.299.300.301.302.303.304.305.306.307.308.309.310.311.312.313.314.315.316.317.318.319.320.321.322.323.324.325.326.327.328.329.330.331.332.333.334.335.336.337.338.339.340.341.342.343.344.345.346.347.348.349.350.351.352.353.354.355.356.357.358.359.360.361.362.363.364.365.366.367.368.369.370.371.372.373.374.375.376.377.378.379.380.381.382.383.384.385.386.387.388.389.390.391.392.393.394.395.396.397.398.399.400.401.402.403.404.405.406.407.408.409.410.411.412.413.414.415.416.417.418.419.420.421.422.423.424.425.426.427.428.429.430.431.432.433.434.435.436.437.438.439.440.441.442.443.444.445.446.447.448.449.450.451.452.453.454.455.456.457.458.459.460.461.462.463.464.465.466.467.468.469.470.471.472.473.474.475.476.477.478.479.480.481.482.483.484.485.486.487.488.489.490.491.492.493.494.495.496.497.498.499.500.501.502.503.504.505.506.507.508.509.510.511.512.513.514.515.516.517.518.519.520.521.522.523.524.525.526.527.528.529.530.531.532.533.534.535.536.537.538.539.540.541.542.543.544.545.546.547.548.549.550.551.552.553.554.555.556.557.558.559.560.561.562.563.564.565.566.567.568.569.570.571.572.573.574.575.576.577.578.579.580.581.582.583.584.585.586.587.588.589.590.591.592.593.594.595.596.597.598.599.600.601.602.603.604.605.606.607.608.609.610.611.612.613.614.615.616.617.618.619.620.621.622.623.624.625.626.627.628.629.630.631.632.633.634.635.636.637.638.639.640.641.642.643.644.645.646.647.648.649.650.651.652.653.654.655.656.657.658.659.660.661.662.663.664.665.666.667.668.669.670.671.672.673.674.675.676.677.678.679.680.681.682.683.684.685.686.687.688.689.690.691.692.693.694.695.696.697.698.699.700.701.702.703.704.705.706.707.708.709.710.711.712.713.714.715.716.717.718.719.720.721.722.723.724.725.726.727.728.729.730.731.732.733.734.735.736.737.738.739.740.741.742.743.744.745.746.747.748.749.750.751.752.753.754.755.756.757.758.759.760.761.762.763.764.765.766.767.768.769.770.771.772.773.774.775.776.777.778.779.780.781.782.783.784.785.786.787.788.789.790.791.792.793.794.795.796.797.798.799.800.801.802.803.804.805.806.807.808.809.810.811.812.813.814.815.816.817.818.819.820.821.822.823.824.825.826.827.828.829.830.831.832.833.834.835.836.837.838.839.840.841.842.843.844.845.846.847.848.849.850.851.852.853.854.855.856.857.858.859.860.861.862.863.864.865.866.867.868.869.870.871.872.873.874.875.876.877.878.879.880.881.882.883.884.885.886.887.888.889.890.891.892.893.894.895.896.897.898.899.900.901.902.903.904.905.906.907.908.909.910.911.912.913.914.915.916.917.918.919.920.921.922.923.924.925.926.927.928.929.930.931.932.933.934.935.936.937.938.939.940.941.942.943.944.945.946.947.948.949.950.951.952.953.954.955.956.957.958.959.960.961.962.963.964.965.966.967.968.969.970.971.972.973.974.975.976.977.978.979.980.981.982.983.984.985.986.987.988.989.990.991.992.993.994.995.996.997.998.999.1000.

03 바이오디젤생산공정개발

- Two-step method



- One-step method



03 바이오디젤생산공정개발

Two-step 바이오디젤 생산 공정 개발 (1)

-유기용매를 이용한 오일 추출 공정 -

건조->분쇄->Solvent추출->정제(탈검,탈산)

03 바이오디젤생산공정개발

Nannochloris sp. 16.1wt%(oil contents)

Copyright © M.Jin Corp.

03 바이오디젤생산공정개발

유기용제별 오일 추출 결과 (1)

| 용 매 | 추출량 (%) | 추출 효율 (%) | 복합 용매 조성 (1:1) | 추출량 (%) | 추출 효율 (%) |
|-------|---------|-----------|----------------|---------|-----------|
| 아세톤 | 4.9 | 30.4 | 아세톤+클로르포름 | 4.0 | 24.8 |
| 클로르포름 | 9.2 | 57.1 | 아세톤+메탄올 | 6.7 | 41.6 |
| 메탄올 | 7.1 | 44.1 | 아세톤+에탄올 | 4.5 | 28.0 |
| 에탄올 | 8.1 | 50.3 | 아세톤+헥산 | 4.3 | 26.7 |
| N-헥산 | 3.6 | 22.4 | 클로르포름+메탄올 | 12.3 | 76.4 |
| | | | 클로르포름+에탄올 | 8.6 | 53.4 |
| | | | 클로르포름+헥산 | 5.7 | 35.4 |
| | | | 메탄올+에탄올 | 5.6 | 34.8 |
| | | | 메탄올+헥산 | 7.7 | 47.8 |
| | | | 에탄올+헥산 | 5.1 | 31.7 |

- Dried Biomass
- room temperature

Copyright © M.Jin Corp.

03 바이오디젤생산공정개발

혼합비별 오일 추출 결과 (2)

| 복합 용매 조성 | 추출량 (%) | 추출 효율 (%) |
|-----------|---------|-----------|
| 클로르포름:메탄올 | | |
| 1:1 | 10.9 | 67.7 |
| 1:2 | 10.4 | 64.6 |
| 2:1 | 11.0 | 68.3 |
| 1:3 | 9.0 | 55.9 |
| 3:1 | 10.3 | 64.0 |
| 1:1 | 12.3 | 76.4 |
| 1:2 | 11.1 | 68.9 |
| 2:1 | 14.4 | 89.4 |
| 1:3 | 10.8 | 67.1 |
| 3:1 | 12.6 | 78.3 |

©2014/08/23 1 M. J. Kim Corp

03 바이오디젤생산공정개발

오일 추출 사진



< Nannochlorosis sp.로부터 미세조류 오일 추출 >

©2014/08/23 1 M. J. Kim Corp

03 바이오디젤생산 공정개발

바이오디젤생산공정
바이오매스 수확->채유->정제->Basic Transesterification

용집 수확 원심탈수 자연광 건조 건조 후 1차 착유(세포벽파쇄) 탈지박
2차오일 추출(유기용제) 정제(탈검,탈산) 정제된 오일 바이오디젤 원료 Esterification 완성된 Biodiesel

(주)에이비엔 E.Bio Corp

03 바이오디젤생산공정개발

건조설비개발

- 건조방식 : 탈수 & 원적외선 건조
(Belt Conveyor continue type)
- 경제적인 설비가격 (원심분리기의 1/50)
- 경제적인 운용비용(무인운전, 적은 전력)
=> 현존기술 중 건조비용 최소
- 생산Cap 확장이 용이(모듈제작가능)
- Loss가 거의 없음
- 탄화되지 않아 건조매스의 활용 ↑
- 보급(표준)화 용이

(주)에이비엔 E.Bio Corp

03 바이오디젤생산공정개발

세포벽분쇄설비개발



- 분쇄방식 : 스크류 압착식
- 스크류 압력에 의한 세포벽파쇄
- 경제적인 설비가격, 운용비용
- 추출수율 향상 (80%=>92%)
- 솔벤트추출하기 위한 박 형성
- 유용물질 손실 최소화
- 보급(표준)화 용이



1998년 11월 11일

03 바이오디젤생산공정개발

미세조류오일 전용 정제설비개발



- 방 식 : 여과재를 통한 정제
- 미세조류오일의 정제장치
- Degumming, Deacidification, Bleaching
- Dewaxing.
- 진공챔버, 진공펌프, 교반장치, 판형여과기
- 여과재- 규조토, 마그네슘
- 클로로필A 제거를 위한 특수설계



1998년 11월 11일

03 바이오디젤생산공정개발

Two-step 바이오디젤 생산 공정 개발 (2)

-추출된 오일을 이용한 바이오디젤 생산 -



01/01/2013 11:41:00

03 바이오디젤생산공정개발

산/염기 두 가지 화학촉매를 이용하여 바이오 디젤 생산 :

염기 촉매 (NaOH) : 짧은 반응시간 (3시간 이내), 적은 메탄올 (4.5몰/몰-오일)
산 촉매 (H₂SO₄) : 높은 산가에도 적용 가능

- 염기 촉매 (3시간 반응; 메탄올 4.5몰/오일-몰) : 31.5 %
- 산 촉매 (10시간 반응; 메탄올 50 몰/오일-몰) : 28.5 %

→ 촉매 종류와 상관없이 바이오디젤 전환율이 낮게 나타남

☞ <Crude 미세조류유 정제 과정>

탈검 (인지질 제거) → 탈산 (지방산 제거) → 탈색 → 탈납 (고비점 지방 제거) → 탈취

→ 정제된 오일은 전환효율이 96%이상 나타남.



01/01/2013 11:41:00

03 바이오디젤생산 공정개발

미세조류전용 바이오디젤 전환설비 개발



1999/04/25 11:00:00

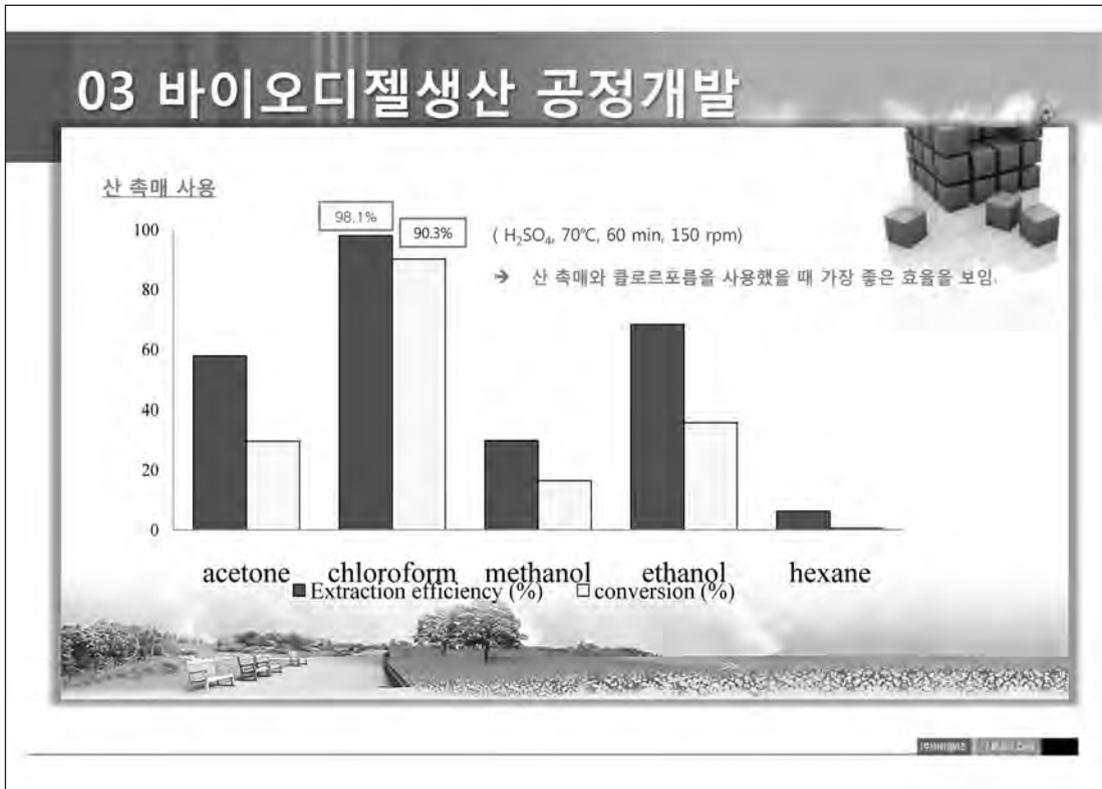
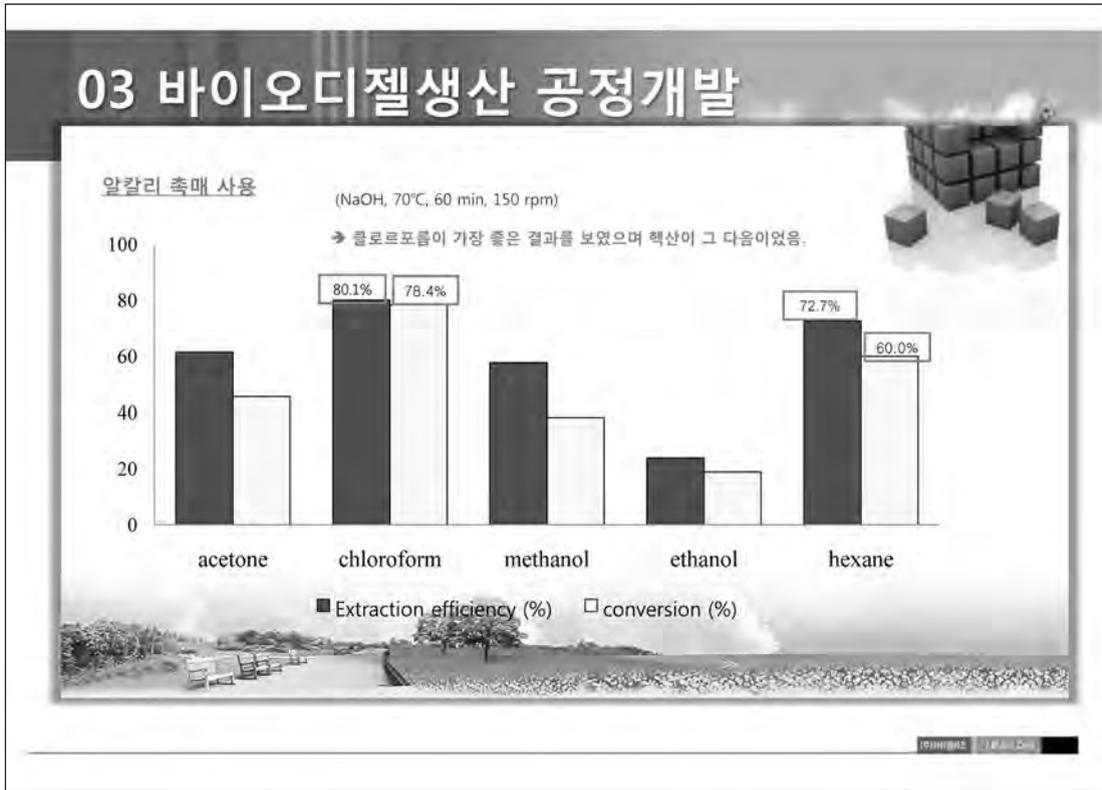
03 바이오디젤생산공정개발

One-step 바이오디젤 생산 공정 개발

- 다섯 종류의 추출 용매를 사용 (아세톤, 헥산, 클로르포름, 에탄올, 메탄올)
- 산/염기 두 가지 화학촉매를 이용, 두 가지 방법을 통한 바이오디젤 생산



1999/04/25 11:00:00



03 바이오디젤생산 공정개발

미건조 바이오매스 사용

| 측매 및 용매 | | 추출 효율 (%) | 전환율 (%) |
|--------------------------------|-------|-----------|---------|
| H ₂ SO ₄ | 클로르포름 | 73.2 | 50.5 |
| | 헥산 | 25.6 | 14.1 |
| NaOH | 클로르포름 | 72.4 | 48.8 |
| | 헥산 | 17.1 | 31.6 |

(미건조 미세조류 수분함량 : 348.4 %)

19990925 1.0.0.0.0

03 바이오디젤생산 공정개발

미건조 바이오매스 사용

| 건조방법 (수분함량 %) | 추출효율 (%) | 전환율 (%) |
|-------------------|----------|---------|
| 미건조 (348.4) | 73.2 | 50.5 |
| 오븐건조 12시간 (257.1) | 87.8 | 63.2 |
| 오븐건조 24시간 (-) | 98.1 | 90.3 |
| 실온건조 24시간 (185.7) | 84.7 | 69.9 |

| 공정명 | 추출효율 (%) | 전환율 (%) |
|------------------|----------|---------|
| Sericite | 62.7 | 38.7 |
| Activated carbon | ~100 | 34.4 |
| Molecular sieve | 73.0 | 35.1 |
| Zeolite | 98.7 | 32.6 |

19990925 1.0.0.0.0

03 바이오디젤생산 공정개발

미건조 바이오매스 사용

| 반응 방식 | 주원료 중량 (%) | 건조비 (%) |
|------------------------|------------|---------|
| 대조군 | 73.2 | 50.5 |
| 반응시간 2 배 (A) | 74.9 | 49.6 |
| 클로르포름 2 배 (B) | 85.3 | 45.6 |
| Sericite (A+B) | 82.3 | 68.9 |
| Activated carbon (A+B) | - | - |
| Molecular sieve (A+B) | 94.7 | 73.2 |
| Zeolite (A+B) | 95.6 | 75.3 |



19/11/2013 11:41:00 AM

04 결론

- (1) 세가지 형태의 배양기를 운전했을 때 수직형 기포탑 광생물 반응기가 가장 높은 미세조류 성장을 보였으며, 그 다음으로 수평형광생물반응기, 수로형반응기 순서였음. (수직형 광생물반응기가 단위당 생산성은 최고)
- (2) 일정밀도에 도달하면 거품형태로 바이오매스를 배출되는 이유 규명과 거품수확기술의 표준화할 필요가 있음. - 수확, 탈수, 건조비용 ↓
- (3) 바이오디젤로 사업화하기 위해서는 지질향상(60%이상)연구가 필요 CO2고정, 먹이생물 생산을 위한 사업은 현 기술로 가능.



19/11/2013 11:41:00 AM

04 결론

- 
- (4) 바이오디젤 전환공정은 Two-step 방법이 높은 오일 추출 효율을 보였으나 추출된 오일을 이용한 바이오디젤 전환율은 35 % 이하로 낮게 나타남.
효율을 높이기 위해 반드시 전처리로 탈검, 탈산, 탈납을 해야함.
 - (5) One-step 방법에서는 클로르포름과 황산을 이용했을 때 가장 좋은 결과를 보여주었으며 이 때 98.1%의 오일 추출효율과 90.3 %의 바이오디젤 전환율을 보임. (24시간 오븐 건조)
 - (6) 미건조 미세조류를 이용했을 때 오일 추출효율 (73.2%) 과 바이오디젤 전환율 (50.5%)은 낮게 나타났으며, 수분함량과 반비례하는 것으로 나타남.
- 

19940902 1 Mail Care



홈페이지: <http://www.bd5.co.kr>

이메일 : help@bd5.co.kr

연락처 : 02)3445-1901

담당자 : 010-3797-0188 김영남



19940902 1 Mail Care





SYMPOSIUM

심포지엄

우리나라 지렁이 산업의 현황과 조망

최훈근

국립환경과학원

우리나라 지렁이 산업현황과 조망
[Current status of earthworm industry and it's
prospect]

2013. 11. 22

최 훈 근

심포지엄

목 차

1. 지령이산업 변천사와 현황
2. 한중 지령이산업 현황 비교
3. 지령이 산업 검토 및 제언

1. 지령이산업 변천사와 현황

우리나라 지렁이산업의 변천사

- 1970년 : 지렁이 인공양식 도입
- 1970년 후반: 지렁이 분양사기사건
- 1980년 : 지렁이 낚시용 판매
- 1990년 : 지렁이 과학적 연구 개시 및 환경접목
 - 1992.5 : 환경처리시설 인정고시
 - 1997.7.19 : 재활용 신고 대상 기술
 - 2000.5 : 부숙도 처리기술인정 및 분변토 판매
- 2000년 : 지렁이산업 확대보급
 - 기술 및 정보의 발전 (국가 » 국제화)
 - 영역의 확대 (농업,축산,환경 등)

- 2004년 : 지렁이 가축으로 인정 [축산법]
 - 재해발생시 피해보상 가능 축산법 제2조제1호

- 2011년 : 분변토 퇴비 인정 [비료관리법]

- 분변토의 상품판매 가능

농촌진흥청 공고 제2011-49호

「비료 공정규격설정 및 지정」

- 2011년 : 폐기물재활용업을 단일화된“허가제”로 운영하고자 함. 폐기물관리법 개정(2011.7.)

지렁이관련법

| 구 분 | 1990 | 1990~2000 | 2011 기준 |
|----------|------|------------|---------|
| 관련 법령 | 없음 | 폐기물 관리법 | 폐기물관리법 |
| | | | 축산관리법 |
| | | | 비료공정규격 |

곤충산업 관련법에 지렁이 포함 추진 필요

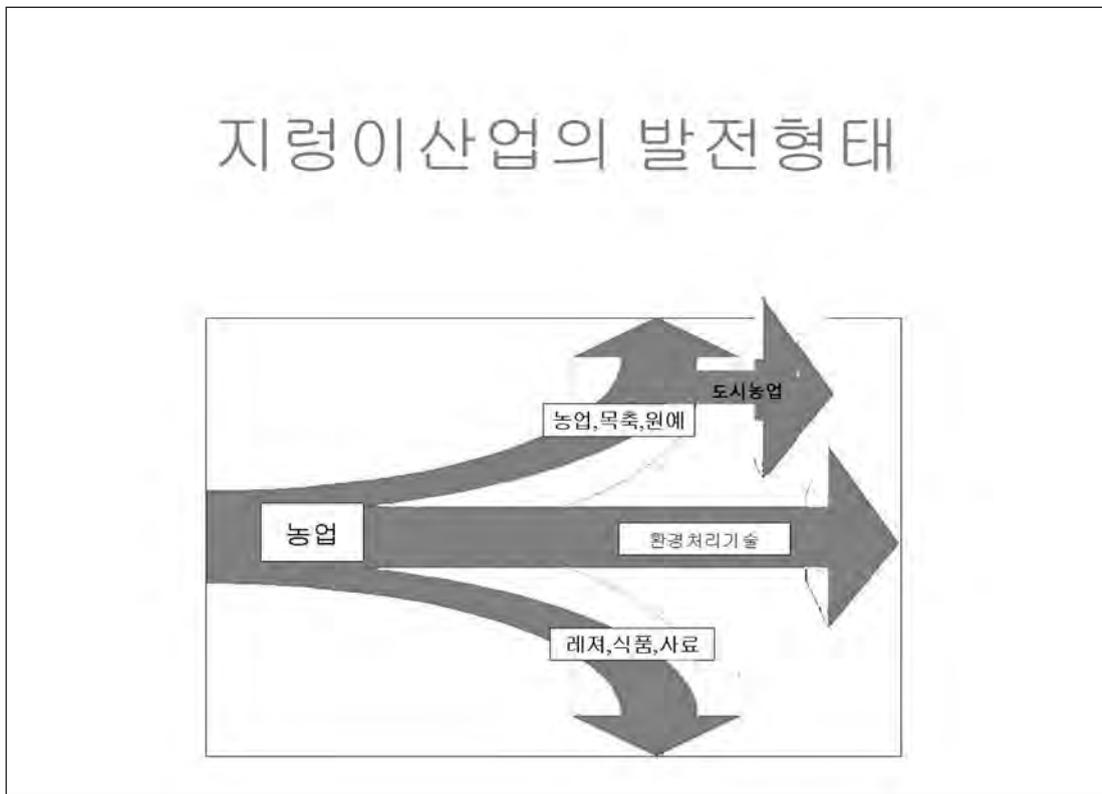
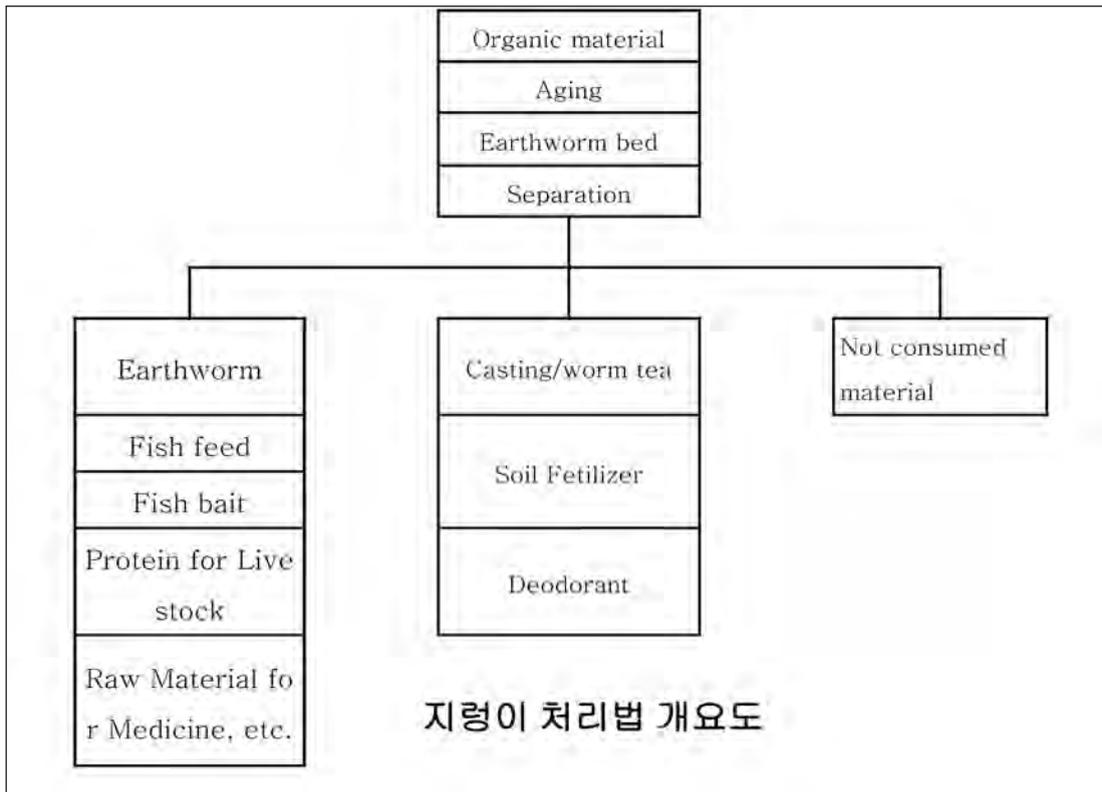
지렁이산업규모 및 개념의 변화

- ☐70~'95 : 지렁이양식업 : 50~ 80 여개 소
- ☐95~현재 : 지렁이양식업 : 100~200 여개소

처 리 량 : 5 만톤 » 20 만톤 / 년

☐사업규모 : 영세소규모 (개인위주) » 소규모
(기업화 및 공공화)

☐용 도 : 낚시용, 토룡탕 » 유기성폐기물처리,
분변토생산, 도시농업 등 용도 확대



지렁이 사육규모 [추정]

| 시군 | 농가명 | 사육현황 | | | |
|------------|-----------|--------|-----|-----------------------|-----|
| | | 품종 | 동 | 규모(평) | 시설 |
| 김해, 함안, 함양 | 김동명 등 40호 | 붉은줄지렁이 | 211 | 122,822㎡ (38,000)평 | 하우스 |
| 여주 지역 | 최정호 등 10호 | | | 3000평 | |
| 파주, 고양 등 | 박일병 등 10호 | | | 15,000평 | |
| 난지하수처리장 | 1 | | | 2000평 | |
| 전남지역 | 진병교 등 10호 | | | 15,000평 | |
| 대구, 포항 등 | 약 10호 | | | 10,000평 | |
| 충남북도 | 약 10호 | | | 15,000평 | |
| 강원도, 양평 등 | 약 10호 | | | 10,000평 | |
| 인천 및 기타 | 약 10호 | | | 15,000평 | |
| 계 | 111호 | | | 123,000 | |

출처 : 경상남도 농업기술원 노치원 2010

지렁이 양식장 수

| 년도 | 양식장[개] | 면적 [㎡] |
|------|--------|-----------|
| 2004 | 86 | 305,696 |
| 2005 | 135 | 439,061 |
| 2006 | 139 | 414,107 |
| 2007 | 101 | 357,994 |
| 2008 | 91 | 364,673 |
| 2009 | 92 | 326,932 |
| 2010 | 98 | 408,744 |
| 2011 | 88 | 1,416,523 |

농림수산식품부 : 기타가축통계자료집 [2012]

지렁이 양식관련 자료 [규모]

| 구분 | 계 | 1000 평 이 하 | 1000 평 ~200 0평 | 2000 평 ~300 0평 | 3000 평 ~400 0평 | 5000평 이상 |
|-------------|-----|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| 농장수(개 소) | 26 | 18 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| 비율(%) | 100 | 69 | 15 | 4 | 8 | 4 |

한국지렁이산업의 현황 및 개선방안 보고서 2012.9

지렁이농장 [종업원]

| 구분 | 계 | 2인 | 3인 | 4인 | 5인 이상 |
|-------------|-----|----|----|----|----------|
| 농장수 (개소) | 26 | 10 | 11 | 3 | 2 |
| 비율(%) | 100 | 38 | 42 | 12 | 8 |

한국지렁이산업의 현황 및 개선방안 보고서 2012.9

사용장비 [대]

| 구분 | 계 | 1대 (운반차량) | 2대 (+ 먹이 살포기) | 3대 | 4대 | 5대 이 상 |
|-------|-----|--------------|---------------------|----|----|-----------|
| 농장(개) | 26 | 2 | 4 | 9 | 5 | 6 |
| 비율(%) | 100 | 8 | 15 | 35 | 19 | 23 |

사용장비: 운반차량, 먹이살포기, 로다, 포크레인

지렁이사육장 투자비용

| 구분 | 계 | 5천만원 이하 | 6천만원 ~9천만원 | 1억원 | 2억원 | 3억원 이상 |
|-------|-----|------------|---------------|-----|-----|-----------|
| 농장(개) | 24 | 11 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 비율(%) | 100 | 46 | 12 | 21 | 8 | 13 |

한국지렁이산업의 현황 및 개선방안 보고서 2012.9

지렁이 양식장 [수익구조]

| 구분 | 계 | 지렁이 판매 | 폐기물 처리 수수료 | 분변토 판매 | 토룡탕 원료 판매 | 기타 |
|--------|----|--------|------------|--------|-----------|----|
| 농장수(개) | 26 | 26 | 11 | 14 | 6 | 4 |
| 비율(%) | - | 100 | 42 | 54 | 23 | 15 |

지렁이 양식장 [소득]

| 구분 | 계 | 3천만원 이하 | 4천만원 ~5천만원 | 6천만원 ~9천만원 | 1억원 이상 |
|---------|-----|---------|------------|------------|--------|
| 농장수(개소) | 24 | 12 | 8 | 3 | 3 |
| 비율(%) | 100 | 46 | 31 | 12 | 12 |

지렁이 활용분야

| 구분 | 계 | 남시미끼 | 제약 원료 | 화장품 (비누)원료 | 토룡탕 원료 | 기 타 |
|-------|----|------|-------|------------|--------|-----|
| 농장(개) | 26 | 25 | 2 | 1 | 6 | 4 |
| 비율(%) | - | 96 | 8 | 4 | 23 | 15 |

분변토 활용내역

| 구분 | 계 | 농가 무상 제공 | 자가,주변 농지 소득 없음 | 판매 밭,농가, 농장 | 판매 법면 녹화 토 | 판매 포장(비료) |
|--------|-----|----------|----------------|-------------|------------|-----------|
| 농장주(개) | 26 | 2 | 9 | 13 | 1 | 1 |
| 비율(%) | 100 | 8 | 34 | 50 | 4 | 4 |

분변토 활용제품[녹생토]



경남 녹화토[주] 전경

녹화토 생산과정



원료반입



재료혼합



제품완성

녹생토 생산원료비교

녹화토 [분변토 포함]

- 지렁이 분변토 20%
 - 하수슬러지 20%
 - 제지슬러지 20%
 - 마사토 40%
-
- 발아율 약 80%
 - 금액 20,000원/톤

녹생토[기존제품]

- 하수슬러지 40%
 - 마사토 40%
 - 기타 [톱밥,우분 등] 20%
-
- 발아율 약 60
 - 금액 15,000원/톤

지렁이 산업의 수익환경 변화

과거 (2000년 이전)

- 지렁이 판매
- 분변토 무상 또는 저가

현재 (2011년 기준)

- 지렁이 판매
- 분변토 (상토, 녹생토 등)
- 슬러지 처리비용



수익성증가로 과거보다 낫은 업종으로 인식이 전환됨

2. 한중 지렁이산업 비교



중국지렁이 관련자와 함께[북경 2011]

중국지렁이 사육상(산동성)



중국지렁이 사육상(천진)



중국지렁이 사육상(북경인근)



지렁이 사육장비(1)



지렁이 사육장비 (2)



지렁이 먹이(우분, 한약재 등)



지렁이 채취(1)



지렁이 채취(2)



지렁이 사육상 [한국]

본
편
토
선
별
기



스키로더



지렁이사육상내부

냉동지렁이 제조와 보관



지렁이 약재



한 중 지렁이양식 비교(1)

| 구 분 | 한 국 | 중 국 |
|---------------|------------------|------------------|
| 지렁이 생산량 (톤/년) | 약 2-300 | 약 4,000 |
| 지렁이 활용도 | 낙시용 주류 | 의약품 주류 |
| 양식면적 (평/개소) | 약 1-3,000 | 100,000평 이상 |
| 소비형태 | 국내생산 및 소비 | 국내외 활발(미국, 유럽 등) |
| 상품판매 | 관행적, 구전판매, 인터넷도입 | 인터넷을 이용한 판매망 구축 |

한 중 지렁이양식 비교(2)

| 구 분 | 한 국 | 중 국 |
|------------|----------------------|-------------------|
| 분변도 활용도 | 녹생도, 부숙도 등 활발 | 퇴비로 단순활용 |
| 기계화 정도 | 포크레인, 먹이급이기 등 장비활용위주 | 기계화 초기단계로 인력이용 위주 |
| 작업인부(명/개소) | 3-5명 | 20-30명 이상 |
| 사육상 형태 | 대부분 비닐하우스 | 대부분 노지 |
| 운영형태 | 개인 가족기업 | 개인 주식회사 |

중국의 지렁이산업협회

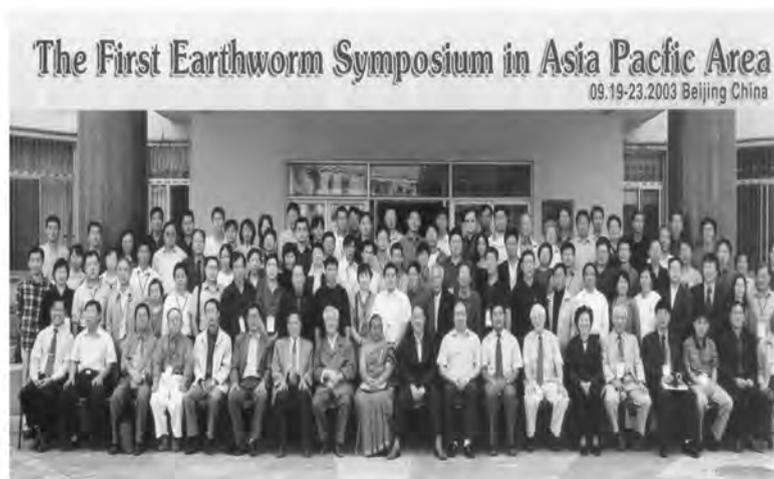


한국 지렁이 심포지움



중국 지렁이협회 회의

지렁이 국제심포지움



한국, 중국, 일본, 인도, 호주 등 아시아 지역국가 참석

중국의 지렁이산업협회

- 양식기술 통신교육부 :
회원간 상호정보제공, 상호연계처리 및 전문
기술자 지원 등
- 상품연구. 개발부
대학, 협회 등 신기술 신제품개발
- 시장 상품판매부 :
생산품의 판매 및 국외판매확대 추진 등

한국의 지렁이산업협의회

- 1998년 태동되어 활동이 지속적이거나 이
익단체로서의 역할이 미약
- 회원들의 지원과 수익을 바탕으로 아닌 임
원들의 봉사과 지원에 의지 [지렁이삼포지움
1~13회 개최]
- 회원들의 의견을 수렴하고 반영할 조직
미약과 영세성으로 인한 발전성의 한계

한중 지렁이산업 교류

- 지렁이 관련업 종사자 한국심포지움참석 (6. 11회 중국측 참석)
- 상호방문시 방문자 안내 및 정보교환 제의
- 지렁이사육기술 상호교환
- 한중 공동심포지움 및 교류
- 해외 지렁이관련상품 공동개발 및 협력
- 한중 지렁이관련 종사자 win-win 추진

한중 지렁이산업 예측

한 국

- 해양배출로 인한 위상증가
- 지렁이양식농가 수입증가
- 다양한 상품개발 및 수출 가능성 증가
- 수입증가로 인한 양식농가 증대로 지렁이산업 흥미

중 국

- 레저산업 발전으로 낚시용 지렁이 수요증가
- 지렁이산업 해외진출 증대
- 기계화 증대로 생산성증가
- 중국상품 수입가능성 증가

3. 지렁이 산업 검토 및 제언

지렁이처리법 개선점

1. 기술적 분야

- 사육면적 : 타 방법에 보다 많이 필요 (1톤/100평)
(일차원적 사육상 운영 이 대부분)
- 운영방법 : 인력 의존형, 경험바탕 및 비과학적
- 운영관리 : 비계량적, 감각적 및 관리기록부재, 생산성 이 낮음(서식밀도,분포 등)
- 상호기술공여 : 개인적, 국지적임 (배타적인 운영방법) 상호 기술 공여가 어렵고 낙후되어 있음
따라서 적응과 변화에 취약하고 발전 지향적인 면이 약함

지렁이 산업의 발전 속도



현 재 [코알라]

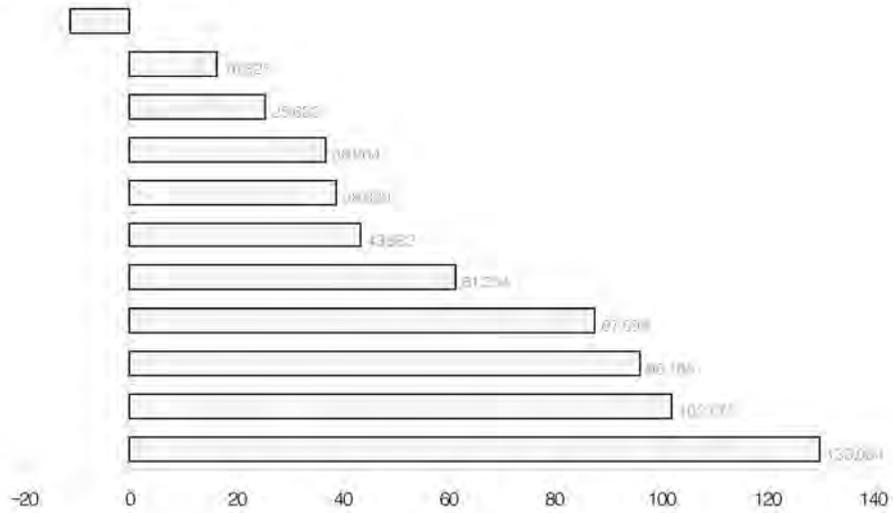


과 거 [거북이]



미 래 [황소]

2. 처리비용



3. 환경적 관점

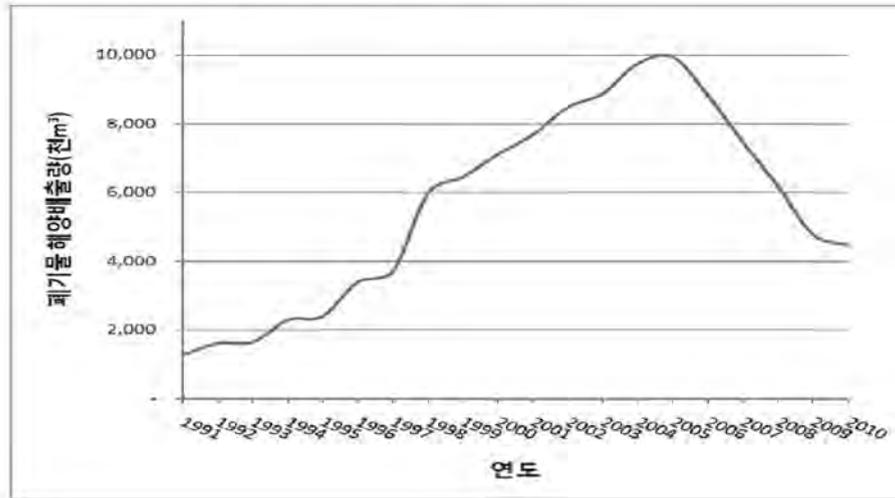
□환경친화적 처리방법

- 2차 생성오염물이 없다
- 자연적인 처리방법 이다
- 비용이 저렴하다
- 고도의 장비와 기술이 불필요하다
- 전 세계 어디서나 활용가능 기술
- 5억년의 역사를 가진 처리법이다
- 기후변화협약의 취지에 맞는 처리법

4. 지렁이산업의 영향요인

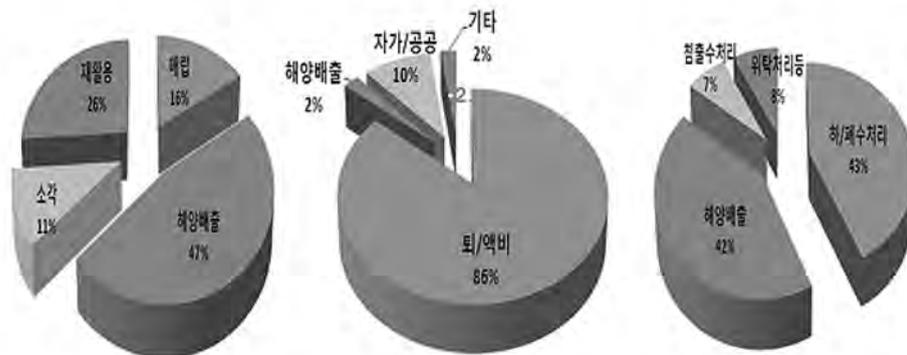
- 대외적 여건 : 런던협약
- 2012년 1월부터, 해양배출량 중 약 75%를 차지하는 하수오니와 가축분뇨가 해양배출전면 금지
- 음식물류 폐기물 폐수(이하 음폐수)는 2013년 1월부터 해양배출 금지
[먹이연료 확보용이와 처리비용 상승]

해양배출 폐기물양 추이



폐기물종류별 해양배출 추이

아수꺼리오니 **가죽분뇨** **음폐수**
 '05(78%) ⇒ '09(47% ▼) '06(5.9%) ⇒ '10(2.2% ▼) '06(85%) ⇒ '09(42% ▼)
 2012년부터 해양배출 금지 2013년부터 해양배출 금지



5. 지렁이의 기능 및 활용 확대

- 농업용 기능의 확대 (유기농 및 과수원 등)
- 독성 및 토양오염도 표준동물 (시험용지렁이 판매 및 용처개발)
- Integrated vermifarm system :
 - 유기물처리 + 지렁이사육 + 오리, 닭사료 + 양어 + 유기농업 + 과수원
- 토양오염 제어 : 중금속제거, 유기계 농약 제거
- 도시농업 등

지렁이산업의 제한점과 대응방안

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| • 수요분야가 제한적 (낙시용) | • 양식개념에서 처리개념 |
| • 수요처가 국내에 한정 | • 소규모에서 대규모 |
| • 수요개발 미진 및 제도적 지원에서 배제 | • 국지적인 상태에서 개방형 |
| | • 개인에서 개인과 공공기관 협력 |



감사합니다

전화 011-9770-8164

메일 chg0202@hanmail.net



SYMPOSIUM

심포지엄

지렁이분변토와 길항미생물을 이용한 식물생장촉진 및 토양병해 방제용 종자 펠렛팅 기술 개발

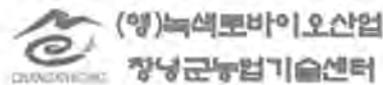
안승렬

김해지렁이농장조합장

2012년 농업인 기술개발사업

지렁이 분변토와 길항미생물을 이용한 식물생장촉진 및 토양병해 방제용 종자 펠렛팅 기술 개발

2013. 11.



심포지엄

개발배경

1. 기술개발의 필요성

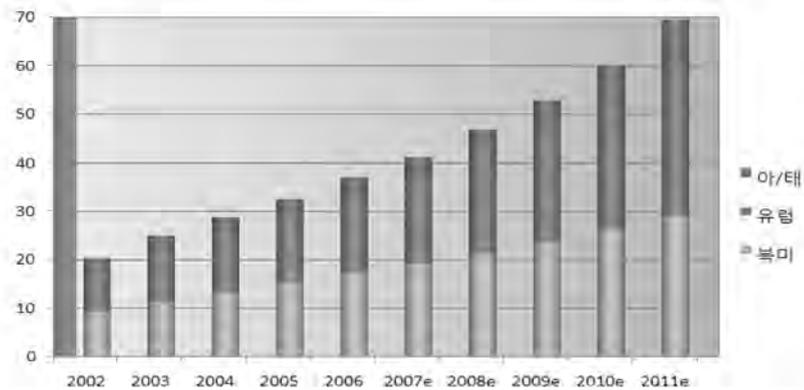
- 1) 지금까지의 생산성 위주의 고투입 농업에서 경제·사회 발전의 기본 패러다임의 변화에 따른 지속가능한 농업, 환경보전에 기여하는 농업으로 전환 필요
- 2) 정부의 저탄소 녹색성장 정책기조에 따라 농식품의 핵심 전략분야로 '친환경농식품 및 연관산업'이 대두되고, '친환경농식품' 분야가 녹색산업으로의 가치가 증대
 - 녹색인증 10대 분야(저탄소 녹색성장법 근거)에 선정
- 3) 친환경, 웰빙, 식품안전 등 안전·안심 먹거리에 대한 국민적 요구 증대

1

시장전망

1. 기술개발의 필요성

- 1) (농식품 시장 확대) 세계 농식품 시장규모는 연평균 3.9% 증가하며, 특히 유기농식품 시장규모는 연 20% 내외 성장



〈세계 유기농식품 시장규모 및 전망〉 (단위 : 10억\$)

2

| 시장전망 | | 1. 기술개발의 필요성 | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--------------|-----|-------|-----------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|-------|------------------------------|-----------|------------------------------|
| <p>2) 소비자 선택 기준 변화 소득 수준 향상 등으로 가격과 양에서 건강과 영양·안전 등 가치로 변화</p> <p>〈 식품 소비 트렌드 전망 〉</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">트렌드</th> <th>주요 내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>환경 친화적 식품</td> <td>* 원산지, 생산방식, 성분 등에 대한 관심 증대</td> </tr> <tr> <td>지역·자연·신선 식품</td> <td>* 식품안전성 문제로 지역 내에서 생산된 신선농식품 선호</td> </tr> <tr> <td>식품안전성</td> <td>* 광우병, 멜라민 사태 등으로 소비자의 관심 증폭</td> </tr> <tr> <td>건강식 곡물 인기</td> <td>* 통곡물(whole grains) 등 건강식 인기</td> </tr> </tbody> </table> <p>* source: WebMD(건강정보 전문사이트,'09)</p> | | | 트렌드 | 주요 내용 | 환경 친화적 식품 | * 원산지, 생산방식, 성분 등에 대한 관심 증대 | 지역·자연·신선 식품 | * 식품안전성 문제로 지역 내에서 생산된 신선농식품 선호 | 식품안전성 | * 광우병, 멜라민 사태 등으로 소비자의 관심 증폭 | 건강식 곡물 인기 | * 통곡물(whole grains) 등 건강식 인기 |
| 트렌드 | 주요 내용 | | | | | | | | | | | |
| 환경 친화적 식품 | * 원산지, 생산방식, 성분 등에 대한 관심 증대 | | | | | | | | | | | |
| 지역·자연·신선 식품 | * 식품안전성 문제로 지역 내에서 생산된 신선농식품 선호 | | | | | | | | | | | |
| 식품안전성 | * 광우병, 멜라민 사태 등으로 소비자의 관심 증폭 | | | | | | | | | | | |
| 건강식 곡물 인기 | * 통곡물(whole grains) 등 건강식 인기 | | | | | | | | | | | |

3

| 시장전망 | | 1. 기술개발의 필요성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------|-----|-----|-------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------|-----------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------|
| <p>3) 생산현황 소비자들의 농식품 안전성에 대한 관심 증가와 정부의 육성 정책에 힘입어 생산은 매년 20% 이상 급성장</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>'01</th> <th>'03</th> <th>'05</th> <th>'07</th> <th>'08</th> <th>'09</th> <th>전체 대비</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>유기농산물(천ha) (전체 경지면적 대비, %)</td> <td>450 (9.9)</td> <td>3,327 (14.9)</td> <td>6,095 (12.2)</td> <td>9,729 (7.9)</td> <td>12,033 (6.9)</td> <td>13,343 (6.6)</td> <td>0.8(%)</td> </tr> <tr> <td>무농약(천ha) (전체 경지면적 대비, %)</td> <td>1,293 (28.4)</td> <td>6,756 (30.4)</td> <td>13,803 (27.7)</td> <td>27,298 (22.2)</td> <td>42,998 (24.7)</td> <td>71,039 (35.2)</td> <td>4.1(%)</td> </tr> <tr> <td>저농약(천ha) (전체 경지면적 대비, %)</td> <td>2,811 (61.7)</td> <td>12,154 (54.7)</td> <td>29,909 (60.0)</td> <td>85,865 (69.9)</td> <td>119,136 (68.4)</td> <td>117,306 (58.2)</td> <td>6.7(%)</td> </tr> </tbody> </table> | | | 구분 | '01 | '03 | '05 | '07 | '08 | '09 | 전체 대비 | 유기농산물(천ha) (전체 경지면적 대비, %) | 450 (9.9) | 3,327 (14.9) | 6,095 (12.2) | 9,729 (7.9) | 12,033 (6.9) | 13,343 (6.6) | 0.8(%) | 무농약(천ha) (전체 경지면적 대비, %) | 1,293 (28.4) | 6,756 (30.4) | 13,803 (27.7) | 27,298 (22.2) | 42,998 (24.7) | 71,039 (35.2) | 4.1(%) | 저농약(천ha) (전체 경지면적 대비, %) | 2,811 (61.7) | 12,154 (54.7) | 29,909 (60.0) | 85,865 (69.9) | 119,136 (68.4) | 117,306 (58.2) | 6.7(%) |
| 구분 | '01 | '03 | '05 | '07 | '08 | '09 | 전체 대비 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 유기농산물(천ha) (전체 경지면적 대비, %) | 450 (9.9) | 3,327 (14.9) | 6,095 (12.2) | 9,729 (7.9) | 12,033 (6.9) | 13,343 (6.6) | 0.8(%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 무농약(천ha) (전체 경지면적 대비, %) | 1,293 (28.4) | 6,756 (30.4) | 13,803 (27.7) | 27,298 (22.2) | 42,998 (24.7) | 71,039 (35.2) | 4.1(%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 저농약(천ha) (전체 경지면적 대비, %) | 2,811 (61.7) | 12,154 (54.7) | 29,909 (60.0) | 85,865 (69.9) | 119,136 (68.4) | 117,306 (58.2) | 6.7(%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>4) 친환경농산물 품목별 출하량은 채소류가 전체의 30%로 가장 많은 비중을 차지</p> <p>○ 채소류(29.4%) > 과실류(25.2) > 곡류(18) > 과채류(14.7) > 서류(3.5)</p> <p>친환경 농산물의 생산량 비중은 2007년 9.7%, 2008년 11.9%, 2009년 13%, 계속 증가할 것으로 예상</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4

친환경 종자펠렛 개발 필요성

1. 기술개발의 필요성

- 1) 유기식품 활성화를 위한 유기재배기술 개발 및 보급이 필요함
- 2) 유기농업의 실전을 위해 화학비료와 농약을 대체할 수 있는 주요 작물의 생육 촉진, 수량증대와 유해 병원균에 대해 길항력을 보이는 토양유래 유용 미생물 자원을 선발 활용할 필요가 있음
- 3) 유용미생물을 활용해 화학비료나 합성농약의 과다 사용으로 인한 각종 부작용을 없애고, 생태계보호와 환경농업을 실천할 필요가 있음
- 4) 채소의 토양병해를 효율적으로 방제하기 위해서는 종자 파종 단계부터 길항 미생물을 첨가하여 종자 펠렛팅으로 친환경·고효율 재배 기술 개발 필요
- 5) 효능이 불분명하고 시장에서 난립하고 있는 미생물제제의 단점을 극복한 종자 펠렛팅 기술을 개발할 필요가 있음
- 6) 내병성 종자 펠렛팅 기술은 특히 시설원에 재배지에서 종자오염에 따른 수량 감소와 종자소독제들이 환경과 인체에 대한 고독성이 알려짐으로(지하수 오염, 불임성 유발 등) 인하여 친환경적인 기술 개발이 절실하게 필요한 시점임

5

유기성 폐기물 처리 기술

2. 관련기술 현황



6

지렁이 분변토의 활용 기술

2. 관련기술 현황

육묘용 상 토

홍농종묘, 서울종묘 등

토 양 개량제 **매립지 복토제**

탈취제

가양 하수처리장 (운영중)
울진 하수처리장 (운영중)

탈황제

난지하수처리사업소 (탈황탑에 적용, 운영중)

활 용 가 능

부산물 비료 이용

중자 코팅제 이용

하,폐수 처리 생물 담체

버섯 재배 배지 이용

➔ 지렁이 분변토를 활용한 다양한 제품 개발 가능성 내재

7

지렁이 분변토의 활용 기술

2. 관련기술 현황




➔ 현재 지렁이 분변토는 토양개량제 용도로 저급제품 취급

8

길항 미생물의 정의 및 활용

2. 관련기술 현황

다른 미생물의 생육을 억제하려고 하는 물질을 생산하여 자기의 생육 환경을 만들어 내는 미생물

- 알렐로파시(allelopathy : 생물이 다른 생물에 영향을 주는 현상)라고 불리는 현상.
- 기생(미생물을 먹이로 하는 미생물), 먹이의 경합, 항생 물질의 생산, 저항성의 유도

| 사용 균주 | 적용병 | 기주식물 | 등록회사 | 상표 |
|---------------------------|---------------------|------------|------------|----------|
| Bacillus, Pseudomonas | 흰가루, 무사마귀병 | 채소류 | 고려바이오 | 청고탄 |
| Streptomyces colombiensis | 잣빛곰팡이병, 흰가루병 | 말기, 호박, 잔디 | 케이아이비씨 | 마이코싸이드 |
| Trichoderma harzianum | 탄저병, 모잘름병, 녹병, 라지랫취 | 잔디, 벼 | 제일그린산업 | 트리코다 |
| Ampelomyces quisqualis | 흰가루병 | 오이 | 그린바이오텍 | 에이큐 |
| Bacillus, Arthrobacter | 뿌리썩음병 | 인삼, 채소류 | 후원바이오테크연구소 | 바이코나 1,2 |



길항 미생물의 아외포장에서의 안정성 확보 기술 부족

9

기술개발의 목표

3. 기술개발의 목표

기술 개발의 목표

지렁이(Earth Worm)가 유기성 먹이를 섭취하여 발생된 지렁이 분변토의 비효성을 이용하여 종자의 초기 생육을 건전하게 유지할 수 있으며 지렁이 장내에서 분리한 식물성장 촉진 미생물과 토양에서 분리한 길항미생물(*Trichoderma sp.*)을 지렁이 분변토에 안정화시켜 토양병원성 균에 대한 길항력을 갖고 작물의 성장을 촉진할 수 있는 토양병 억제용 종자 펠렛을 개발하고자 한다.

기술개발의 정성적 목표

| 정성적 목표 | 병원성균 길항력 | 구조적 안정성 | 수분 흡수력 | 종자 발아력 | 수확 지수 |
|--------|----------|----------------------|-----------------------|--------|-------|
| 종자 펠렛 | 70% 이상 | 0.2g/cm ³ | 1.25g/cm ³ | 100% | 80%이상 |

10

지렁이 분변토의 특성

4. 기술개발의 내용

분변토 (Casting) 란 ?

토양생물인 **지렁이(Earth Worm)**가 유기성 먹이를 섭취하여 약 12 ~ 20시간 동안 장내 소화기관을 거친 뒤 배설하는 물질

분변토의 이화학적 특성

| 구분 | 유기물/질소비 | 유기물함량(%) | 유해 중금속 (mg/Kg) | | | | | |
|--------------|---------|----------|----------------|------|--------|------|--------|--------|
| | | | 비소 | 카드뮴 | 크롬 | 수은 | 납 | 구리 |
| 공정규격 | 50이하 | 250이상 | 50이하 | 50이하 | 3000이하 | 20이하 | 1500이하 | 5000이하 |
| 난지 하수처리장(인분) | 43.8 | 57.4 | 불검출 | 2.0 | 24.7 | 불검출 | 46.5 | 191.6 |
| 난지 하수처리장(하수) | 22.4 | 26.9 | 불검출 | 1.8 | 13.3 | 불검출 | 35.6 | 117.5 |

※ 난지도하수처리장 : 지렁이 노지사육 및 처리공정 비효율성에 따른 분변토 성분의 균일성 확보에 어려움

11

길항 미생물 (*Trichoderma sp.*)의 특성

4. 기술개발의 내용

1. 트리코데르마 (*Trichoderma sp.*)

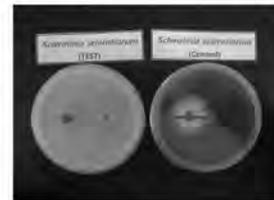
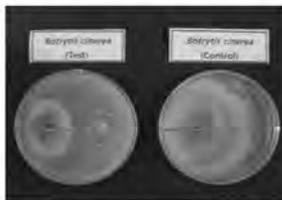
- 길항작용 및 작물생육촉진을 동시에 가능한 대표적인 미생물
- 전세계적으로 친환경농가에서 많이 사용하고 있는 미생물

2. 적용대상작물 다양화 : 수도작, 채소류, 수목, 원예, 과수, 잔디, 콩나물 등

3. 길항작용 및 작물생육촉진 우수함.



—— 잿빛곰팡이병 생장길이 : 억제율 73.6% —— 짙록병 생장길이 : 억제율 82.0% —— 균핵병 생장길이 : 억제율 90.0%



12

종자 펠렛의 특성

4. 기술개발의 내용

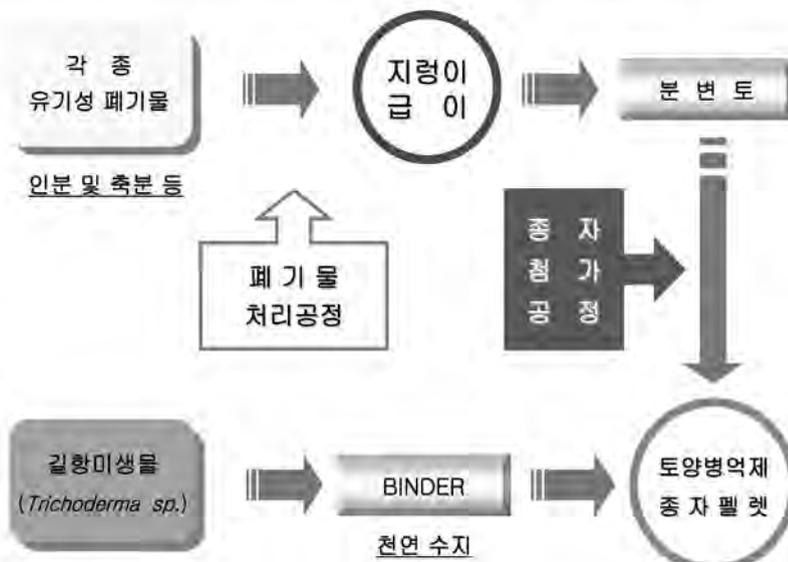
종자 펠렛의 이점

- 온도, 수분, pH변동 및 충격부하 조절 능력 우수
- 종자의 안정적 발아력 확보 및 초기 생육 증대 효과
- 종자 살포 시간 단축 및 인력 생력화 효과
- 유기물질에 의한 미생물의 증식 활발
- 펠렛 내 미생물의 장기간 활성 유지 및 증식 가능
- 토양 병원균의 1차 감염 및 2차 감염 억제 효과 우수
- 토양 미생물에 의한 유기질의 분해 효과 증대
- 펠렛 자체 공극 형성을 통한 토양 통기 구조 개선 효과

13

종자 펠렛 제작 공정도

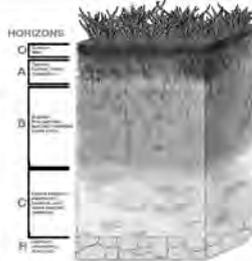
4. 기술개발의 내용



14

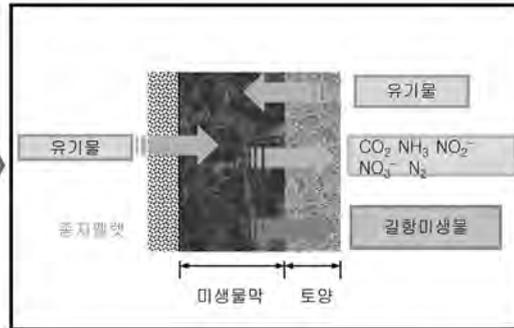
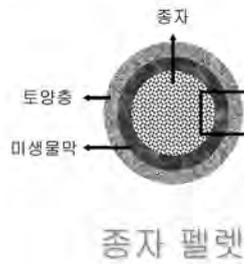
종자 펠릿의 작용 모식도

4. 기술개발의 내용



토양: 식물의 衣食住

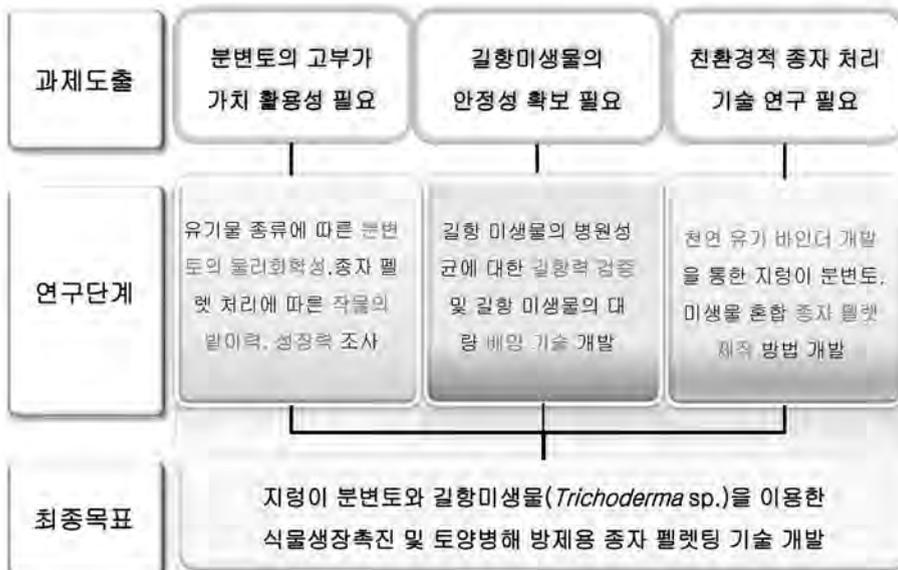
- 빛, 온도, 습도, 공기로 보호
- 양분, 물 공급
- 종자 발아 필요 조건



15

연구체계도

5. 기술개발의 협력체계



16

기술 개발 평가

6. 기술개발의 평가

최종 개발 지표

기공률이 높을수록 많은 양의
미생물 서식 및 종자발아력 우수
기공을 80%이상 목표

길항 미생물의 지효성에 의해
초기 발아력 및 내병성 증가
작물의 전 생육에 효과

기공률

지효성

길항력

기타

미생물에 의한
토양 병원균의 1차, 2차 길항유도
병원성균 길항력 약 70% 이상

미생물과의 친화성
수분전달을 위한 펠렛 구조
펠렛의 구조적 안정성

17

기대효과

7. 기대효과 및 활용 방안

기술개발의 기대효과

- 분변토의 기능성 고부가가치 소재 개발 및 이용 기술 다변화
- 환경친화적 유기성 폐기물 처리 및 재활용 기술 확립
- 종자소득을 동시에 이용함으로써 재배의 생력화 및 경제성 확보
- 환경 친화적 방제 기술 개발로 생산성 향상 및 농산품의 고급화 가능

개발기술의 활용방안

- 집중 미생물의 차별화에 따른 다양한 제품의 개발 및 적용성 확대
(토양 소독제 및 살균제 개발)
- 타 산업의 활용 가능성 증대
(분변토를 이용한 담체 이용 수처리, 약취제거 등의 용도로 이용 가능)

18

선행 연구 및 보유 현황

8. 선행 연구 및 시설 현황

선행연구 현황

- 지렁이를 활용한 유기성 폐기물 처리 및 재활용 기술 연구
- 지렁이 분변토와 백강균을 이용한 토양 해충 방제 바이오 비료 개발 연구
- 지렁이 분변토와 광합성 세균을 이용한 양계용 사료 첨가제 개발
- 길항미생물을 이용한 토양병원성 균 방제 기술 연구



지렁이 분변토 가공 공장 준공

- 지렁이 분변토 고순도 선별기 확보
- 미생물 배양 및 발효 공정 확보
- 고부가가치 자원화를 위한 여건 확립



SYMPOSIUM

심포지엄

창조경제를 위한 유기성자원 활용 미세조류 재배

박신호

미세조류농장(주)

창조경제로 제2 새마을운동을 선도하는 충청북도 괴산군, 보은군, 음성군, 영동군, 옥천군 귀농, 귀촌 저탄소 녹색성장 창조마을



Microalgae Farm
박신호

심포지엄

1. 전 세계가 미세조류(Microalgae)에 주목하고 있다!



2

Forbes
New Posts
3 months ago
Most Popular
Protest Cuts Diesel 15%
Lists
2017 Special Commis...

140

Share

1.4k

Tweet

7

Share

7

Submit

4

Ret

0

Obama's Algae Energy Euphoria: Is Pond Scum A Green Scam?

+ Comment Now + Follow Comments

Is there something fishy about algae? Is it the revolutionary new fuel source opportunity the Obama administration represents it to be?

Last February, in a [University of Miami](#) campaign speech intended to pacify prospective pump price-panicked patrons, the president said: "We're making new investments in the development of gasoline and diesel and jet fuel that's actually made from a plant-like substance, algae... You've got a lot of algae out there, right? If we can figure out how to make energy out of that, we'll be doing all right. Believe it or not, we could replace up to 17% of the oil we import for transportation with this fuel we can grow right here in America.



(Image credit: AFP via @daylife)

A study undertaken at the [Pacific Northwest National Laboratory](#) investigated some key conditions that will have to be met if biofuel algae were to replace 17% of U.S. petroleum as [President Obama](#) claimed possible. Nark

3

2013년 7월 14일 목요일 A 13

“美, 셰일오일로 2015년 최대 산유국”

중동석유는 대체 못할 것

IEA “세계 에너지 전망”

“미국은 셰일오일로 2015년부터 사우디 아라비아를 제치고 최대 최대 산유국으로 부상할 전망이다. 하지만 중동 석유를 대체하지 못할 것이다.”

국제에너지기구(IEA)가 12일(현지 시간) “2013 세계 에너지 전망 보고서(World Energy Outlook)”를 통해 내놓은 결론이다. IEA는 “2035년까지 미국의 셰일오일 생산량은 중동 원유를 앞지르겠지만, 그 이후에 한계에 부딪힐 것으로 보인다”며 “중동 원유의 중요성을 간과하면 안 된다”고 지적했다.

IEA는 이번 보고서에서 미국이 세계 1위 산유국이 될 것으로 예측하는 시기를 지난해 발표된 보고서보다 2년 앞당긴 2015년으로 예상했다. 또 올해부터 2025년까지는 미국의 셰일오일 생산 규모가 중동 원유를 앞지르면서 단기적으로 세계 에너지 시장의 반도를 바꿀 것이라고 내다봤다.

다만 이번 주제가 석유 중심의 에너지 시장 안도 지체를 위협하는 것만으로는 간단했다. 파타 바일 IEA 수석이코노미스트는 “중동이 미국의 셰일오일 생산을 감당해 공급안 불안할 경우 원유가격 급등이 우려된다”며 “셰일오일 개발 비용이 높을수록 고려하면 미국의 중장기적으로 셰일오일을 생산하는 것은 쉽지 않다”고 말했다.

원유를 비롯한 화석연료의 의존도는 현재 82%에서 2035년에 76%로 낮아질 것이라고 전망했다. 여장현 기자

중동 원유와 미국 셰일오일 생산 전망 비교 (단위: 억 배럴/일)

| 연도 | 중동 원유 | 미국 셰일오일 |
|------|-------|---------|
| 2009 | ~1.2 | ~0.2 |
| 2015 | ~1.1 | ~1.1 |
| 2035 | ~0.8 | ~1.5 |

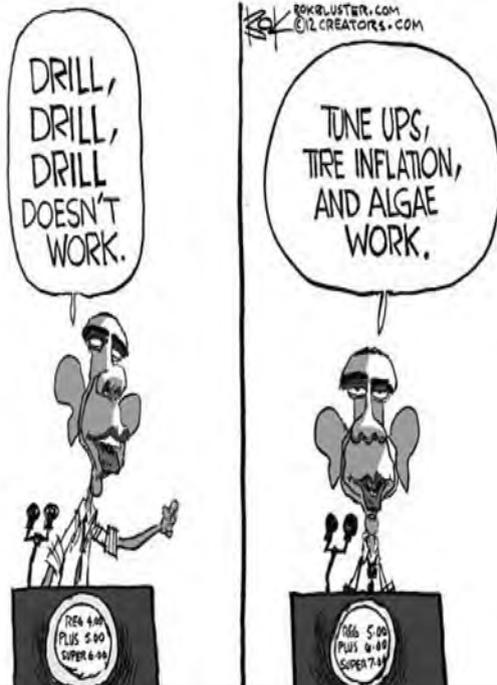
2025년 이후 셰일오일 생산 한계까지도 석유수요는 갈수록 증가

석유 수요의 3분의 2 이상이 화석연료에서 나오는 셈이다. IEA는 “태양광과 풍력 등 신재생에너지 부문의 생산량도 증가하겠지만 화석연료의 압도적 비율을 따라잡기엔 역부족”이라고 평가했다.

에너지 수요 부양에 한 중국과 인도도 급증할 에너지 시장의 양대 축이 될 것이라고 예상했다. IEA는 “전 세계 석유 수요는 향후 증가세를 거둬들여 현재 하루 평균 9000만 배럴 수준에서 2035년이 되면 1억1000만 배럴까지 늘어날 것으로 추산된다”고 설명했다. 또 “중동이 향후 중동 세계 1위 에너지 수입국이 될 것으로 예상되는 가운데 2020년대 중반엔 인도의 에너지 수요 증가 폭이 중국을 넘어 최다로 커질 것”이라고 덧붙였다.

0828-704

알지 전도사, 버락 오바마 대통령



21세기 지구의 혁명, 알지

In the 20th century, it was plastics.
In the 21st century, it's ALGAE!

President Obama to Unleash the Power of Algae!

First lady Michelle says:

3 parts water, 1 part algae makes for a healthy alternative to soft drinks!

Great in salads and your favorite dips!

Much beauty to be found in ALGAE!

BETTER LIVING THROUGH ALGAE

Copyright 2012 The National Algae Institute

SUD OUEST

Commas La grippe A fait tousser les élus

La Salle des fêtes est rénovée

Pinguins 100 000 € en débat

Les Pyrénées reines du Tour

Vidalies veut encadrer les hauts revenus

Les Bleus prêts pour la suite

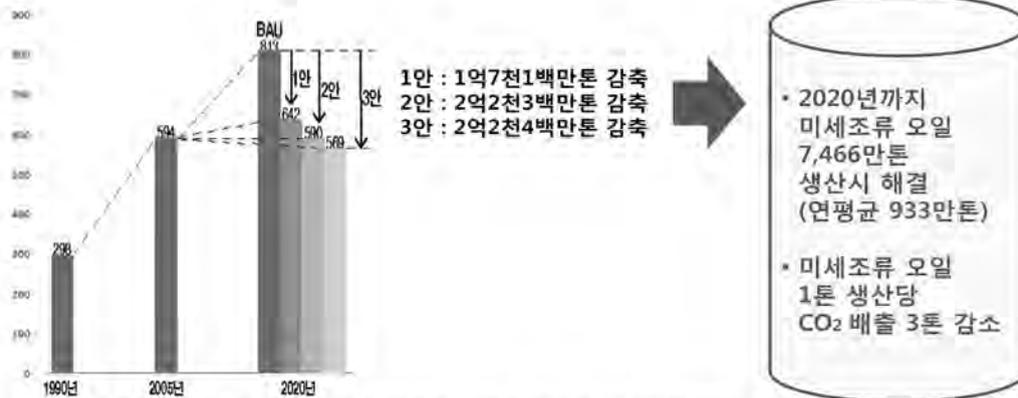
Des microalgues pour fabriquer un biodiesel

OFFREZ-LEUR LE MONDE MERVEILLEUX DE LA CONNAISSANCE

4.90

• 온실가스 배출전망과 감축 시나리오

- 2009.6.22. 미국 청정에너지 안보법(American Clean Energy and Security Act) 미국 하원 통과, 2020년부터 온실가스 감축조치를 시행하지 않는 국가에서 생산되는 제품에 대한 탄소관세 부과 확정
- 2012년 1월부터 유럽사법재판소는 유럽취항 전세계 항공사에 CO₂ 배출 1톤당 100Euro의 탄소세 부과 판결(각 항공사는 바이오연료 또는 탄소배출권 의무구매)



출처 : 국가 온실가스 중기(2020년) 감축목표 설정 추진계획, 녹색성장위원회, 2009.8.4

8

• 미세조류 油 생산을 통한 온실가스 감축 시나리오 대응

온실가스 에너지 목표관리제

2012년 국가 온실가스 감축목표

- 예상 CO₂ 배출량 → 6억6백만 CO₂톤
- 허용 CO₂ 배출량 → 5억9천8백만 CO₂톤
- 감축 CO₂ 배출량 → 8,727천 CO₂톤 (1.44%)
- ※ 포스코 월 300만 CO₂톤 배출

국가 온실가스 정책협의회 결정(2010. 5)

2012년 상위 10개 업체 감축량

단위:천 CO₂, ()안은 산업부문 비중(%)

| | |
|------------|----------|
| 포스코 | 933(20) |
| 삼성전자 | 429(9.2) |
| LG디스플레이 | 327(7.0) |
| 현대제철 | 192(4.1) |
| 삼성모바일디스플레이 | 129(2.7) |
| 쌍용화학공업 | 126(2.7) |
| LG화학 | 104(2.2) |
| S-Oil | 96(2.1) |
| SK에너지 | 85(1.8) |
| 동양시멘트 | 80(1.7) |

- 포스코의 경우 미세조류 오일 321,000톤 생산에 투자시 온실가스 감축목표 자동 달성
- 삼성전자의 경우 미세조류 오일 143,000톤 생산에 투자시 온실가스 감축목표 자동 달성

9

• 미세조류 油 바이오 디젤 발전을 통한 RPS(Renewable Portfolio Standard) 대응

발전회사들의 신재생에너지 의무 공급 비율
단위: %

2012: 2.0%
2014: 4.0%
2016: 6.0%
2018: 8.0%
2020: 10.0%

※ 의무공급 비율은 전년도 중 전력생산량에서 신재생에너지 발전으로 생산한 전력량의 비율. (자료: 에너지경제연구원)

국가별 신재생에너지 발전 비중
단위: %, 2009년 말 기준

| | |
|-------|-------|
| 오스트리아 | 72.2% |
| 캐나다 | 50.5% |
| 핀란드 | 30.5% |
| 덴마크 | 29.5% |
| 독일 | 17.2% |
| 영국 | 13.7% |
| 미국 | 10.4% |
| 일본 | 9.7% |
| 중국 | 7.2% |
| 호주 | 7.1% |
| 홍콩 | 7.0% |
| 한국 | 1.1% |

(자료: 에너지경제연구원)

신재생에너지 부문별 발전량
단위: MW, 2011년 말 기준

| | |
|-------|---------------|
| 연료전지 | 8만9270 (19) |
| 태양광 | 44만0728 (107) |
| 풍력 | 56만1619 (123) |
| 수력 | 62만6353 (148) |
| 바이오가스 | 6914 (1.1) |
| 기타 | 20만4117 (46) |

(자료: 한국에너지공단)

RPS →

- 2011년 우리나라 총 발전량은 78,813MW
- 2012년 RPS 의무공급량 2% (1,576.26MW)
- 기존 신재생에너지 발전량은 1.07% (수력 제외시 0.41%)
- 2011년말 미세조류 오일로부터 즉시 대체 가능한 전국 디젤내연엔진 발전량은 351MW (0.4%)
- 200MW 바이오디젤 발전당 600톤의 미세조류유 소요
- 351MW에 디젤 대신 대체 공급할 미세조류유 수요량 66,339kg/h (연간 43만5천톤)
- 이는 2012년 포스코 및 삼성전자 온실가스 감축목표량 합산 수치 1.07%+0.4%=1.47%이므로 0.53%(417MW) 만큼 미세조류 바이오 디젤 발전소 추가건설 필요 (서울시 마포구 당인동 발전소 해당)

10

• 2020년까지 원자력을 대체하기 위한 미세조류 油 바이오 디젤 내연엔진발전

- 2011년말 현재 내연발전은 국내 총 발전량의 0.5% 공급(출처: 한국전력)
- 연료가 탈 때 생기는 에너지로 기관을 회전시키고, 여기에 연결된 발전기로 전기에너지를 생산하는 발전방식
- 엔진을 이용하는 내연발전 : 자동차 엔진과 같이 기관 안에 있는 실린더에서 연료를 폭발 시키거나 태운 다음, 그때 발생한 가스에 의해 팽창되는 힘으로 크랭크축을 직접 회전하여 발전기를 움직이는 발전방식

독일 Siemens

미국 Caterpillar

한국 현대중공업

11

전력예비를 확보, 원자력 및 화력발전소의 안전성 등이 이슈화

계속 떨어지는 전력 예비율
(단위:%) [안정권 10%]

2008년 9.1, 2009년 6.9, 2010년 6.2, 2011년 5.6

전력 예비율 확보 문제

지구온난화

화석연료 기반 발전소의 온실가스 배출 문제

미세조류를 이용한 바이오디젤 발전소 (저탄소 녹색 창조에너지)

"후쿠시마 제1 원전 폭발로 백과 지붕 붕괴"

원자력 발전소 안전성 문제

국물은 넘쳐해도 식량은 부족한 곳, 지구

식량자원 이용 에너지 생산 비난

※ 미세조류油 10t 생산 → 이산화탄소 30t 감축

12

- 귀농 귀촌 창조마을 육성 → 국내 1호 창조마을 괴산군에 조성예정
- 수입의존도 높은 식물성 오일을 국내생산 미세조류油로 대체

2015년 식용작물 이용 바이오연료 생산 금지 전망

현재 우리나라는 바이오 연료의 원료인 식물성 오일을 전량 수입에 의존
신재생 에너지 의무사용제도인 RFS 및 RPS 실시 및 확대

미세조류 재배농가 육성
미세조류유 국내생산 확대

➔

지역 경제
활성화

✓ 농가소득증대
✓ 에너지자립경제확립
✓ 클러스터 구축
✓ 고용창출

< 벼농사 >

- 1ha 당 생산량 : 4.35톤
- 톤 당 단가 : 2,000,000원
- 1ha 당 소득 : 8,700,000원

< Algae 재배 >

- 1ha 당 생산량 : 6,000톤
- 톤 당 단가 : 260,000원
- 1ha 당 소득 : 4억원

< 1ha = 3,000평 >

※ Algae 재배가 벼농사 대비 약 40배의 수익성

13

조류 [藻類] 란 ?

- 조류(藻類)는 대기나 수중의 이산화탄소와 물을 원료로 광(光)에너지를 이용하여 유기물을 합성하고 산소를 생산하는 광합성 생물
- 지구상에서 육상식물과 대등한 수준의 이산화탄소량을 흡수·전환하지만 식물과 달리 형태적으로 뿌리, 줄기, 잎 구분이 명확하지 않고, 지구상에 약 30만종 이상이 분포하는 것으로 추산됨
- 크기에 따라 육안관찰이 가능한 미역, 김 등의 대형조류와 현미경으로 관찰되는 클로렐라, 스피루리나 등의 미세조류로 구분되며,
- 분포 수역에 따라 해수에 분포하는 해조류, 육상의 담수조류로 나뉘어짐

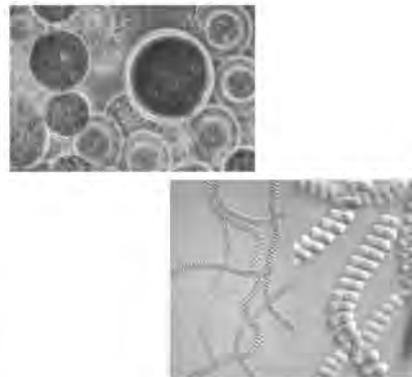
16

조류 [藻類] 의 종류

거대조류 (Macro algae)



미세조류 (Micro algae)



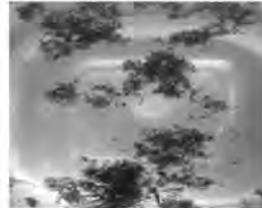
17

상용화 미세조류의 종류

일반 미세조류 (Microalgae)

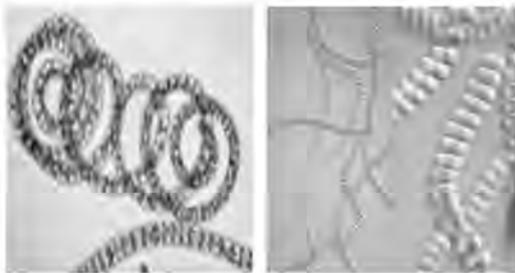


식물색소홀릭 미세조류 (Organic agglomerated microalgae)



18

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)



미세조류(Microalgae)

- 현미경적 크기의 단일세포로 구성된 생물
- 광합성을 통해 유기물질을 합성(독립영양)하는 생산자
- 생육장소: 해수·담수·민물

광합성 기반의 자립 생산 가능: 햇빛, 물, CO₂, 질소/인 등 영양분 사용

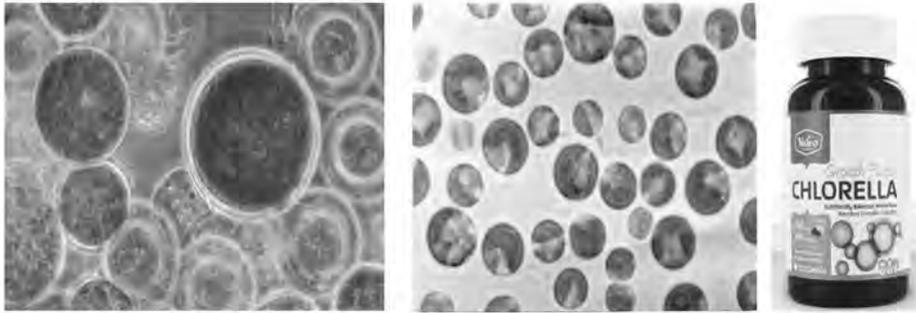
- 특** 다양한 종이 있어 재배의 유연성이 높음
- 장** 빠른 성장과 복제 → 단위 면적당 생산성 우수, 배양장소 편의성
빠른 순환으로 재고와 물류비용 부담 적음
- 배양시 일반용수 사용 가능 → 하폐수 정화(하수슬러지 등)
- 미세조류 유기물 합성 → 대체에너지 · 유용물질 생산

19

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

가. Chlorella

- Chlorella는 단세포의 colony 형 조류로 가장 널리 연구되어진 조류
- 다량의 단백질이 함유되어 있어 건강 식품 소재로서 널리 이용

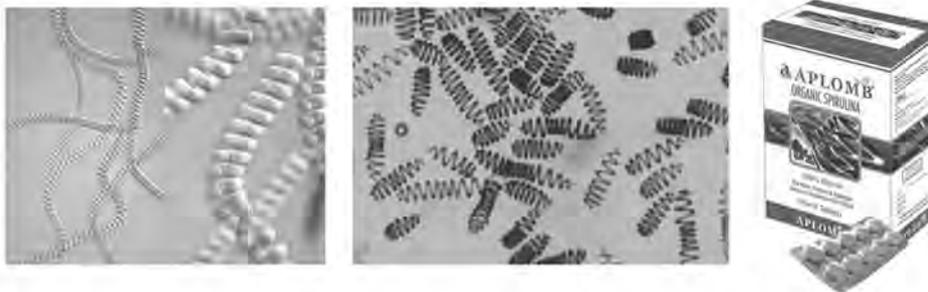


20

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

나. Spirulina

- Spirulina는 다세포로 섬유상(filament)의 시아노박테리아로 나선 모양을 이루고 섬유상의 축을 따라 미끄럼 운동을 함
- 이스라엘, 멕시코, 미국, 중국, 대만, 태국, 일본 등에서 산업적으로 Spirulina sp.를 대량 생산 중임
- 단백질, 지질(γ -linolenic acid), 비타민(B-12, B-2), 미네랄, 색소(β -carotene, 단백색소 등) 등이 풍부하여 식품 및 의약품 소재로 활용

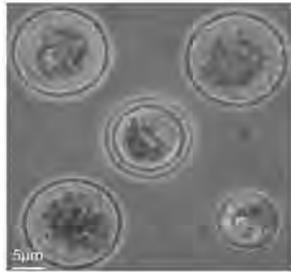


21

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

다. Dunaliella

- Dunaliella sp.는 단세포로 두 개 섬모를 가져 운동성이 있으며, 컵 모양의 chloroplast를 가지고 있음
- 생리적 특성을 이용하여 glycerol을 생산할 수 있는 중요한 소재로 이용되기도 함
- β-carotene 등의 색소물질이 식품 산업이나 기능성 소재로서 생산, 판매되고 있음

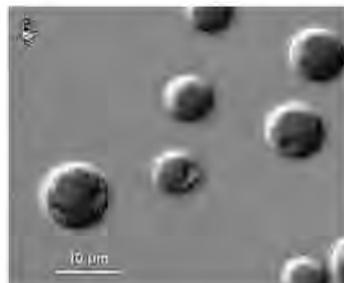
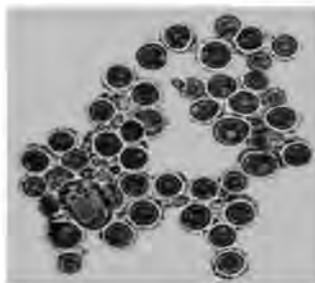


22

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

라. Porphyridium

- Porphyridium 는 다양한 서식환경에서 성장하는데, 담수, 염수, 해수 뿐만 아니라 습한 토양 표면, 화단 등에서도 성장하며,
- 붉은 색의 막을 형성하고 단일의 별모양 chloroplast를 가지는 것이 특징임
- 산업적으로 porphyran류의 다당을 생산하며, 최근에는 새로운 생리 기능성 소재의 생산을 위한 연구도 진행 중임소재로 활용

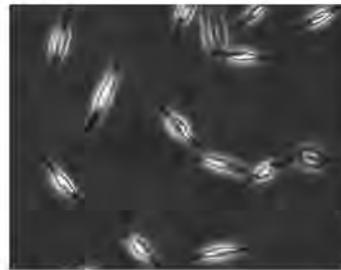


23

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

마. Phaeodactylum

- Phaeodactylum 는 난형과 반추형의 형태이고 silica를 가지는 것이 특징이며, 매우 약하게 구조화 되어 있음
- 높은 지질 축적능을 가지며 질소를 제한하게 되면 건조 균체의 34% 수준까지 지질을 축적하는 것으로 알려져 있음
- 단백질, 지질(γ -linolenic acid), 비타민(B-12, B-2), 미네랄, 색소(β -carotene, 단백색소 등) 등이 풍부하여 식품 및 의약품 소재로 활용



24

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

바. 기 타

- 그 밖에 생물자원 소재로서 Scenedesmus, Botryococcus, Chlamydomonas, Haematococcus 등도 그 대상이 될 수 있음



25

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

| Product name | Price (US\$) | Distributor |
|---|--------------|-------------------------|
| R-phycoerythrin | 3.25-14/mg | Cyanotech |
| Allophycocyanin | 6-17/mg | Cyanotech |
| Streptavidin: | 145/mg | Martek |
| B-phycoerythrin | | |
| Goat anti-mouse IgG: | 165/mg | Martek |
| R-phycoerythrin | | |
| Sensilight PBXL1: | 1500/mg | Martek |
| anti GST | | |
| Mixed fatty acids | 60/g | Spectra Stable Isotopes |
| ¹³ C-mixed free fatty acids | 200/g | Spectra Stable Isotopes |
| ¹³ C-DHA (>95%) | 38000/g | Spectra Stable Isotopes |
| ¹⁵ N-alanine | 260/g | Spectra Stable Isotopes |
| ² H ₇ , ¹³ C, ¹⁵ N ₄ -arginine | 5900/g | Spectra Stable Isotopes |
| dATP-CN | 26000/g | Spectra Stable Isotopes |

미세조류의 고부가가치물질의 가격 현황

(출처: Spolaore et al, 2006)

미세조류 란 = 식물성 플랑크톤(Pytoplankton)

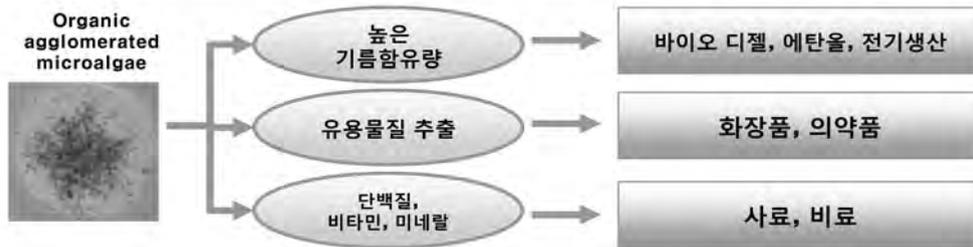
NRSL-TP-98-2419
National Renewable Energy Laboratory
**A Look Back at the
 U.S. Department of Energy's
 Aquatic Species Program:
 Biodiesel from Algae**
Close-Up Report

| Strain | Genus | Class | Growth Rate (doublings·day ⁻¹) | Medim. |
|---------|--|-------------------|--|--------|
| OSCIL2 | <i>Oscillatoria</i> | Cyanophyceae | 4.23 | I-55 |
| OSCIL3 | <i>Oscillatoria</i> | Cyanophyceae | 3.50 | I-55 |
| CHLOC4 | <i>Chlorococcum</i> / <i>Eremosphaera</i> | Chlorophyceae | 3.47 | I-55 |
| SYNEC5 | <i>Synechococcus</i> | Cyanophyceae | 3.25 | II-55 |
| ASU0735 | <i>Oscillatoria</i> | Cyanophyceae | 3.06 | I-55 |
| AMPHO46 | <i>Amphora</i> | Bacillariophyceae | 2.81 | I-55 |
| NANNO13 | <i>Nannochloris</i> | Chlorophyceae | 2.78 | I-55 |
| POLYC1 | <i>Synechococcus</i> | Cyanophyceae | 2.75 | I-55 |
| CHLOR23 | <i>Chlorella</i> | Chlorophyceae | 2.66 | I-55 |
| SYNEC3 | <i>Synechococcus</i> | Cyanophyceae | 2.51 | II-55 |

| Strain | Genus | Class | Trolem equivalents (mg·L ⁻¹ ·day ⁻¹) |
|---------|--|-------------------|---|
| AMPHO27 | <i>Amphora</i> | Bacillariophyceae | 345 |
| CHLOC4 | <i>Eremosphaera</i> / <i>Chlorococcum</i> | Chlorophyceae | 117 |
| SYNEC5 | <i>Synechococcus</i> | Cyanophyceae | 86 |
| AMPHO46 | <i>Amphora</i> | Bacillariophyceae | 71 |
| SYNEC4 | <i>Synechococcus</i> | Cyanophyceae | 64 |
| AMPHO45 | <i>Amphora</i> | Bacillariophyceae | 63 |
| NITZS55 | <i>Nitzschia</i> | Bacillariophyceae | 49 |
| OOCYS9 | <i>Oocystis</i> | Chlorophyceae | 46 |
| NITZS2 | <i>Nitzschia</i> | Bacillariophyceae | 45 |

3. 미세조류의 특징

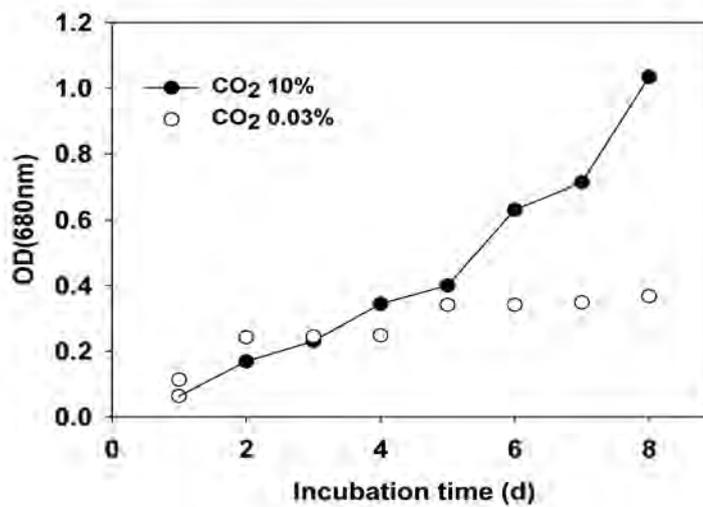
- 높은 지질함유량(무게 대비 평균 61.1%)
- 높은 지질생산성(매일 2배씩 성장)
- 이산화탄소 대량소비(Crude Oil 1톤당 3톤의 CO₂ 소비)
- 풍부한 단백질, 비타민, 미네랄
- (Oil 추출 후 건데기는 고영양 사료, 비료 등)
- 국제 유가 상승, 국제 곡물가 상승, 일본대지진 이후
- 원전 대체 신재생 에너지원으로 각광



28

미세조류 선행 실험 (Source : KIST)

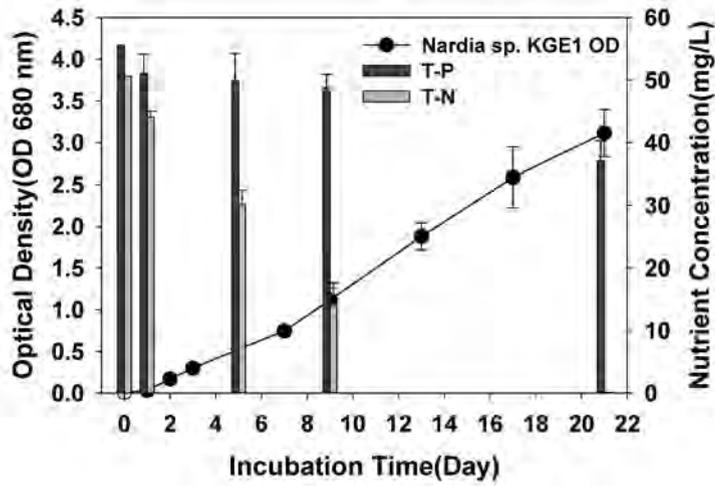
CO₂ 적용성



29

미세조류 선행 실험 (Source : KIST)

N, P 제거 및 성장

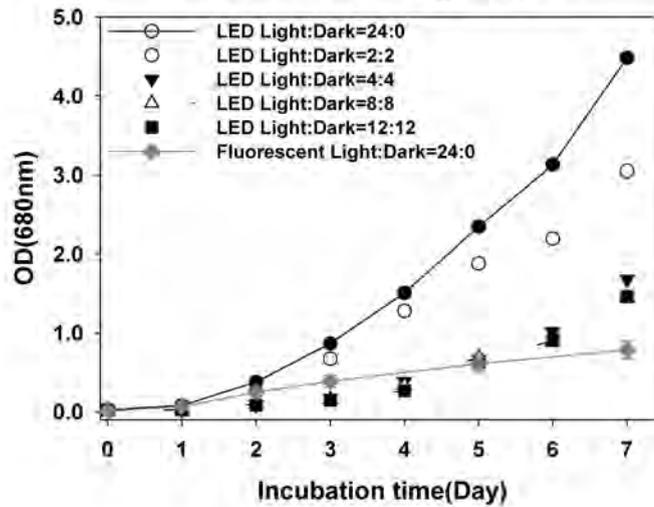


30

미세조류 선행 실험 (Source : KIST)

LED, Light cycle

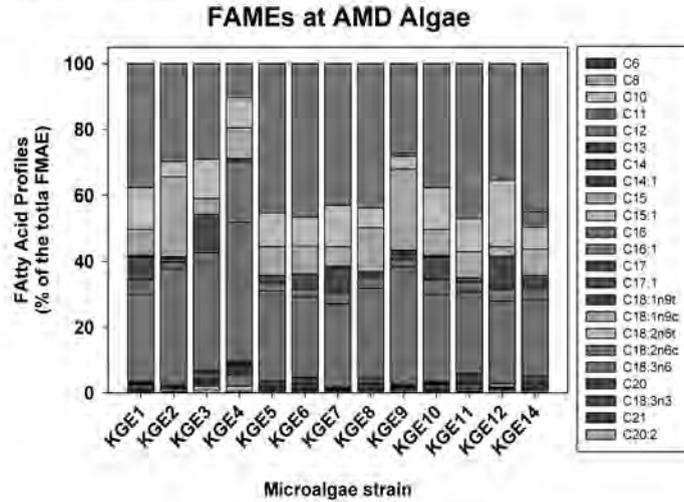
Growth about Light Cycle



31

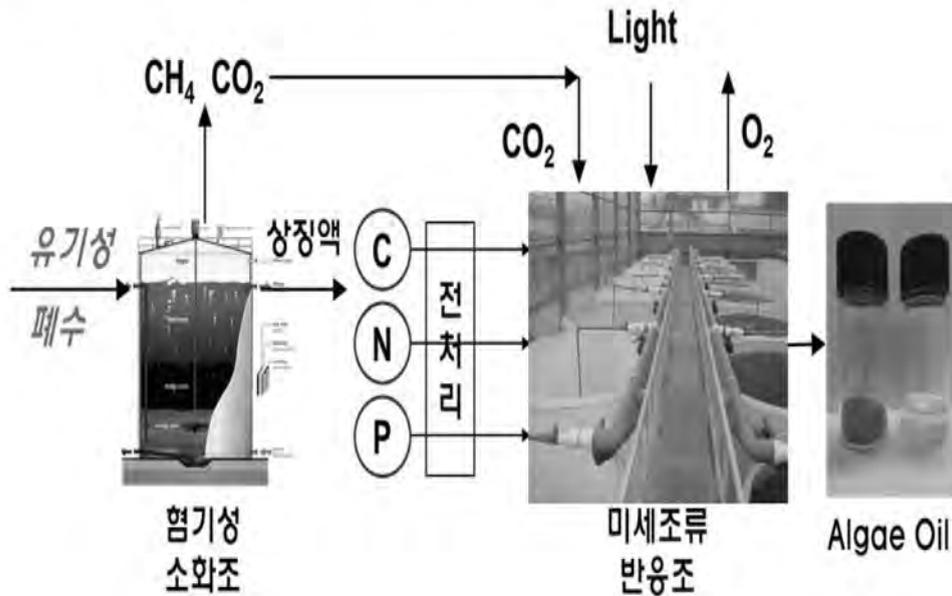
미세조류 선행 실험 (Source : KIST)

Fatty acid composition



주: Algae Crude Oil과 알코올을 반응시켜 만든 FAME(Fatty Acid Methyl Ester, 지방산 에스테르)로서 순도가 95% 이상인 것을 바이오 디젤이라 함 32

Biodiesel from Algae (Source : KIST, TAC)



33

CO₂ **폐열**

- 전국 하수종말처리장으로부터 수거한 하수 슬러지 및 공장 배출 이산화탄소 및 발전소폐열(공기열 히트펌프) 등을 이용하여 지질함유량 평균 61.1%인 미세조류 재배, 생산(doubling/day)

하수슬러지영양분

■ Organic agglomerated chlamydomonas microalgae cultivation

■ Organic agglomerated chlamydomonas microalgae cultivation (2012. 2. 7., KIST)
 - content of lipid 61.1%, productivity of lipid 183.33ppm/day under the specific condition

발주번호: KGN12-01

한국과학기술연구원
 KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
 (P.O. Box 330-340) Gangneung Institute 30542 Korea | KISTGANG 3051 Korea-0333650-3720

시험신청서

| | | | |
|-----------|--|------|---------------|
| 발주번호 | KGN12-01 | 접수일자 | 2012년 01월 15일 |
| 제외과 | 카인호 | 전화 | 02-345-7700 |
| 소속 | 07비대리초파리배양 | 팩스 | 02-345-0000 |
| 주소 | 서울 강남구 테헤란동 33 주산빌딩 14F 135-082 | 분석과 | |
| 시료명(수량) | Microalgae(1#) | | |
| 시험방법 및 기기 | High & Dyer method(183) UV1601c DR-2000, Freezing dryer(Labconco Freezone2) | | |
| 시험일자 | 2012년 01월 25일 ~ 2012 02월 06일 | | |
| 시험결과 | 별첨 붙은 | | |

특기사항

- 본 시험신청서는 참고, 인용, 출판 및 광고를 위하여 무단으로 사용할 수 없습니다.
- 본 시험신청서는 해당기관에서만 시료검사에만 사용 가능하며, 추가 해당 시료에 적용할 수 없습니다.
- 본 시험신청서는 High & Dyer method를 적용할 것으로, 다른 방법도 적용할 수 없습니다.
- 본 시험신청서는 참고, 인용, 출판, 광고를 위하여 무단으로 변경하여 다른 기관에 사용할 수 없습니다.

2012년 2월 7일

한국과학기술연구원
 승인자: 강봉준원장 겸 봉철(인)

Korea Institute of Science and Technology
 (P.O. Box 330-340) Korea Institute of Science and Technology(KIST)
 Gangneung Institute 30542 Gangneung, Gangwon-do, Korea
 TEL : 0331 850-3701 FAX : 0331 850-3728

Test Report

| | | | |
|----------------------|---|---------------|----------------|
| Test no. | KGN12-01 | Received date | 2012. 01. 15 |
| Request name | Park Sun-ho | Tel | +82-2-345-7700 |
| Sample received from | TAC Corp. | Fax | +82-2-345-0000 |
| Address | 14F, KGI WoonGae 1st ChongChun Dong GangNam Gu Seoul, Korea | Analysis fee | - |
| Kind of sample | Microalgae (1) | | |
| Method of analysis | High & Dyer method(183) | | |
| Analysis date | 2012. 01. 25 ~ 2012. 02. 06 | | |
| Remarks of analysis | Attached | | |

* This report resulted from the sample that was provided by the requester and should not be used or applied to the similar samples.
 * This report may be released without written permission.
 * This result followed by High & Dyer method is only limited.

2012 Year 02 Month 07 day

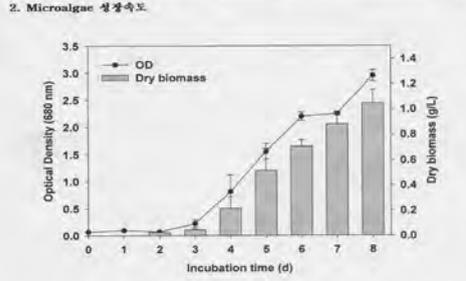
Korea institute of Science and Technology
 Director of KIST Gangneung Institute : Jung, Bong Chul

■ Organic agglomerated chlamydomonas microalgae cultivation (2012. 2. 7., KIST)
 - content of lipid 61.1%, productivity of lipid 183.33ppm/day under the specific condition

발주번호: KGN12-01

1. 지정시험 측정

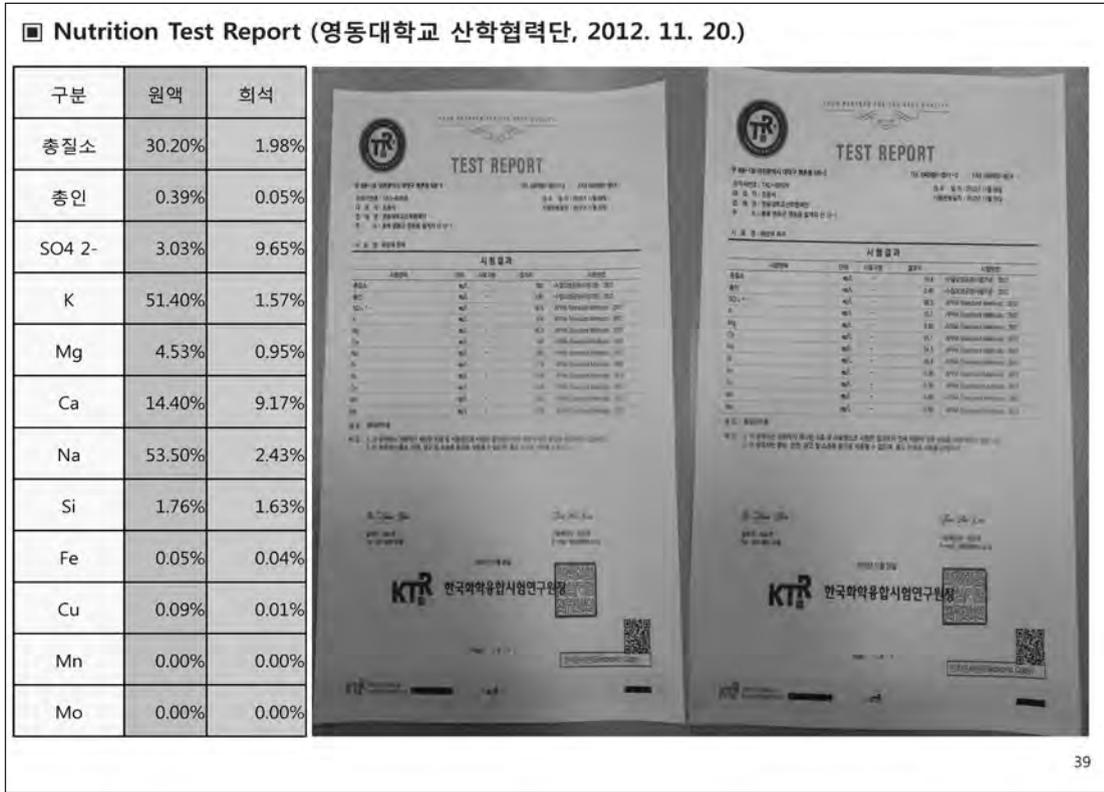
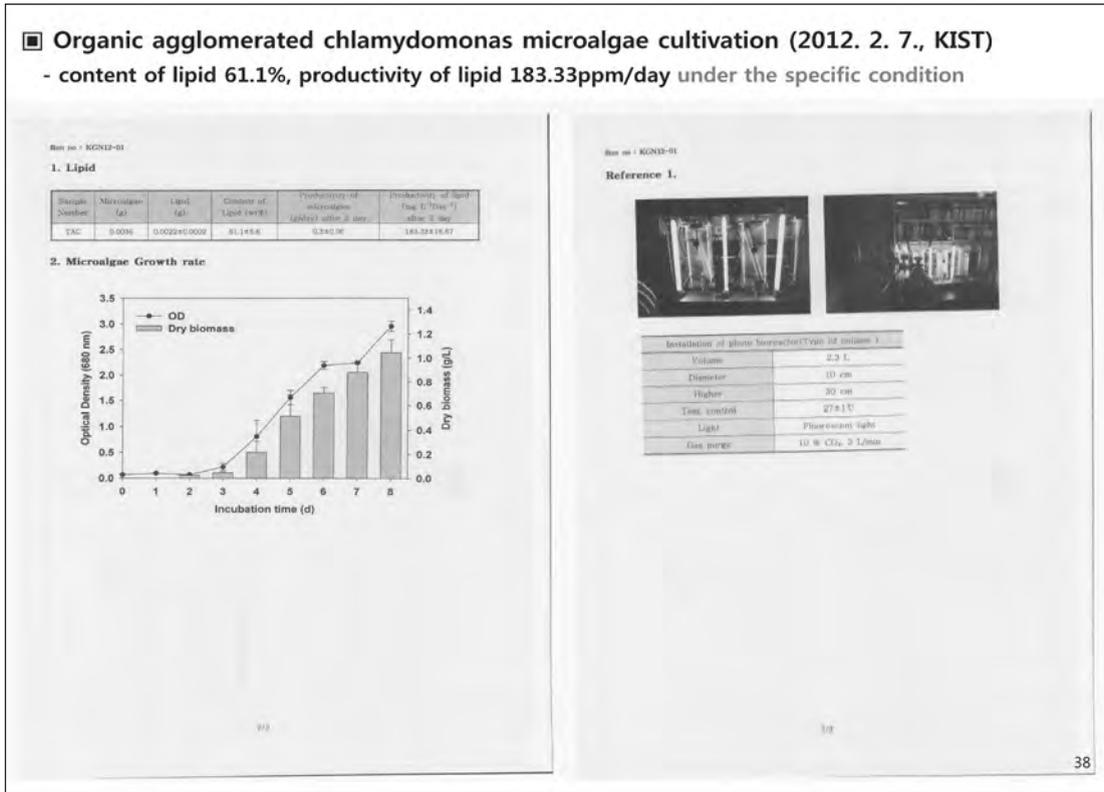
| 시도 번호 | 주입(Q) | 여과(Q) | 직접양분(Lwt%) | 비교표준편차(%) | 평균값(%) |
|-------|--------|---------------|------------|-----------|--------------|
| TAC | 0.0036 | 0.0023±0.0002 | 61.1±5.6 | 0.3±0.05 | 183.33±16.67 |



발주번호: KGN12-01

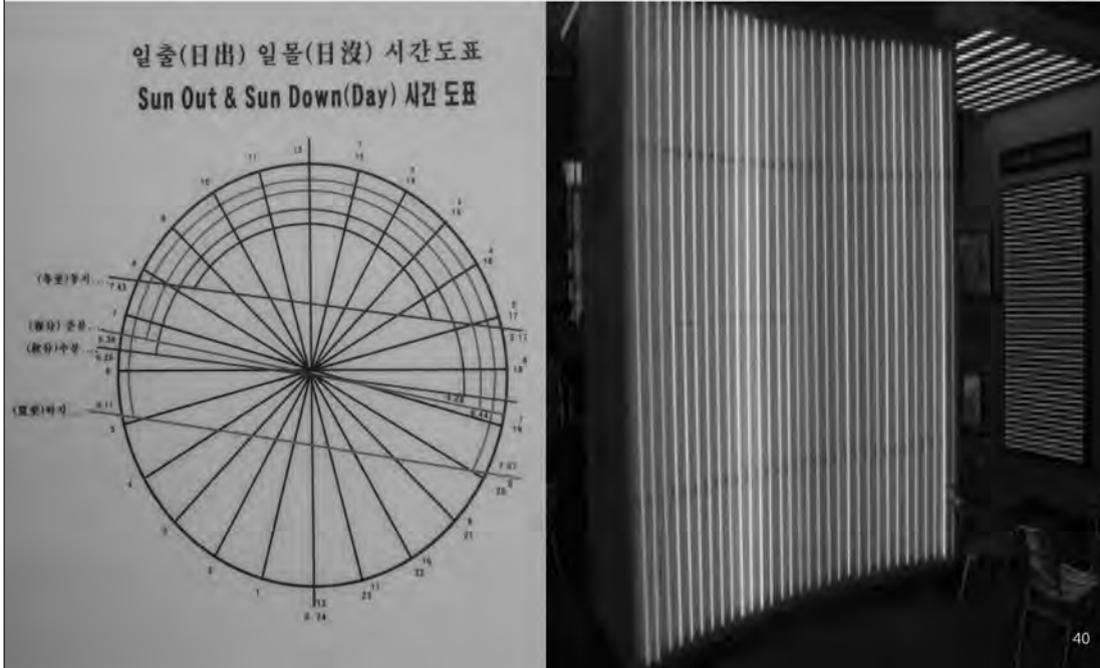
참고 1.

배양장치의 사양
 1. 용량 2.5 L, 아원형
 2. 원통의 직경은 10 cm
 3. 원통의 높이 30 cm
 4. 배양액과 여과액 산도수치 농도를 27±1°C
 5. 용액으로 멸균을 이용함
 6. 미원화현소의 농도를 10, 40, 100 및 용기의 주축을 3 L/min으로 공급하는 장치



▣ 4계절이 있는 우리나라 여건상 과학적인 일조량 측정으로 일조량 부족 시간대 가격은 형광등 수준으로 성능은 LED를 능가하는 미세조류 생육용 식물색스 촉진램프(Green Lamp)

(Source : 괴산 디지로그 유기농 예술원)



▣ 식물색스촉진용 Green Lamp를 이용한 '바이오닉스' 및 작물육종의 바이오 퓨전-밸리



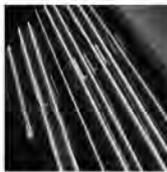
1

• "형광등 가격으로 LED보다 우수한 조명"에 CPU가 장착되어 빛의 온도, 파장 등을 제어 및 광 표출할 수 있는 장치 장착, 광치유 체험공간 개발(Photo-Color Therapy)



2

• 식물재배의 가장 필요한 파장의 길이, 넓이를 조절하여 광화산과 교차파장을 통해 식물재배에 가장 좋은 조건(발아기, 생육기, 촉진 성장기에 맞는 환경)을 만들어 줌으로써 '종자산업육성'과 '바이오닉스' 치유사색공원화



3

• 조명에서 전자파를 이용하지 않고 음이온과 원적외선을 방출하여 식물에 유용한 환경을 제공 - 생리불순 등 원천차단 □
• 'Photo-healing Center'(광합성 식물공장체험) - 세포생물학 및 5D 아바타 체험 공간에서의 "미세조류 번식학 및 발생학 체험"

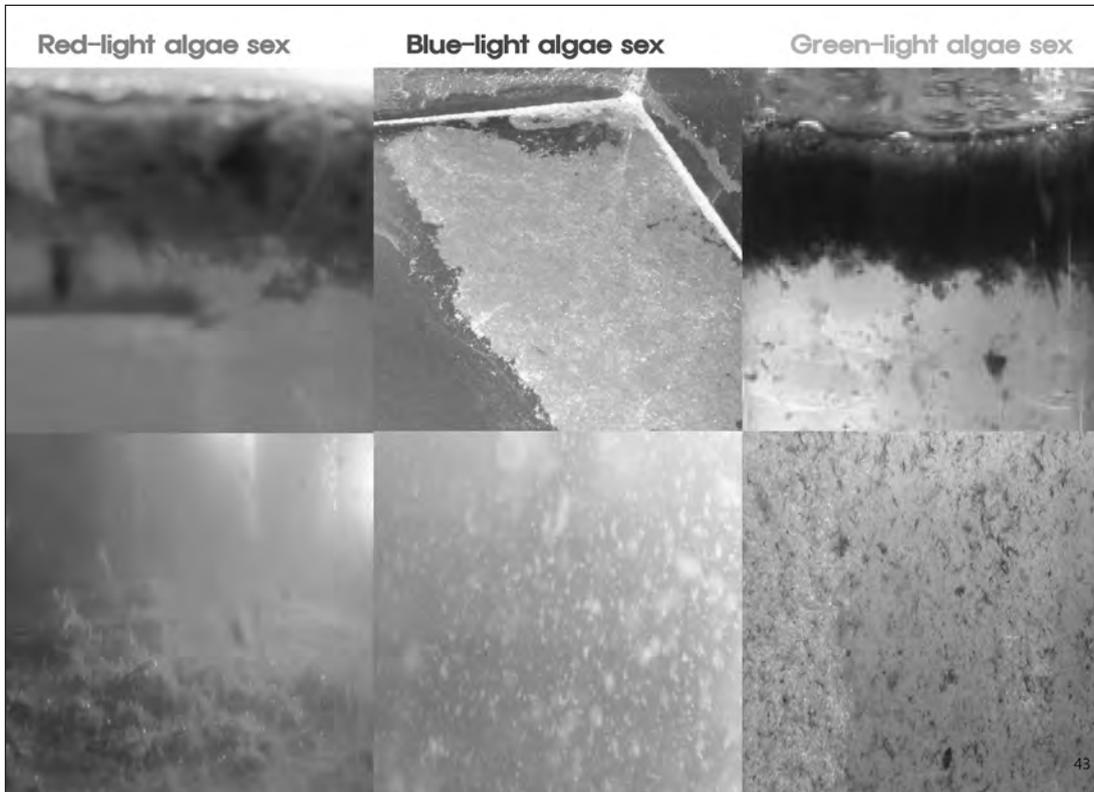
(Source : 괴산 디지로그 유기농 예술원)

식물색소를 촉진하는 Green Lamp의 주요 특징

기존 조명등과 비교표

(Source : 괴산 디지털로그 유기농 예술원)

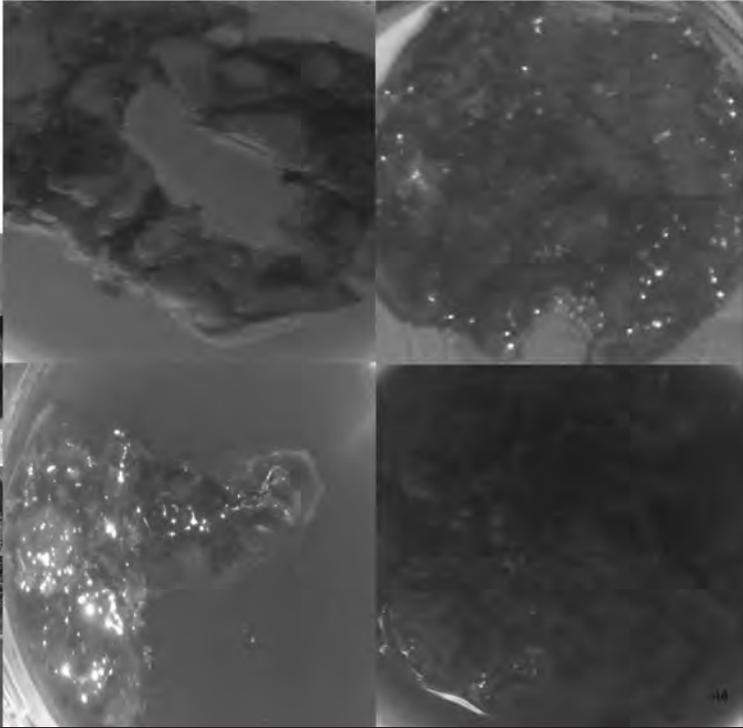
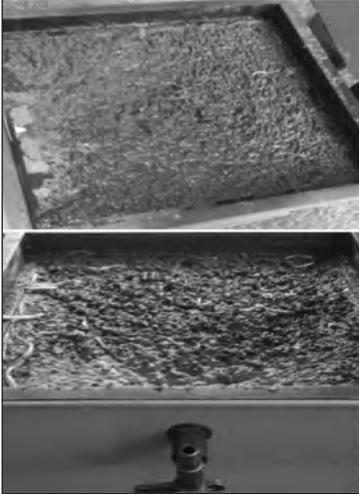
| 구분 | 그린 램프 | LED | 일반 형광등 | 네온사인 |
|-------|---------|------------------|--------------------|----------------------|
| 전기효율 | 95% 이상 | 90% 이상 | 40~50% (백열등 5%) | 20% |
| 조도조절 | 가능 | 가능 | 불가 | 가능 |
| 조명광원 | 최적합 | 직진집중형 (써치라이트) | 적합 | 자체조명(광고) (외부조명불가) |
| 수은함량 | 2~4mg | (고체니켈) | 20~40mg | 100mg 이상 불특정 |
| 제조원가 | 형광등수준 | 형광등 5~20배 | 자체기준 | 형광등 5~10배 |
| 색상 | 칼라프리 | 백색 | 백색 | 칼라제한 |
| 수명 | 5~10만시간 | 5~10만시간 | 3~7천시간 | 5만시간 |
| 내열성 | 매우우수 | 매우취약 | 보통 | 우수 |
| 가격 | 3천원 | 3~30만원 | 3천원 | 2~5만원 |
| 길이·구경 | 프리 | 제한 | 제한 | 제한 |



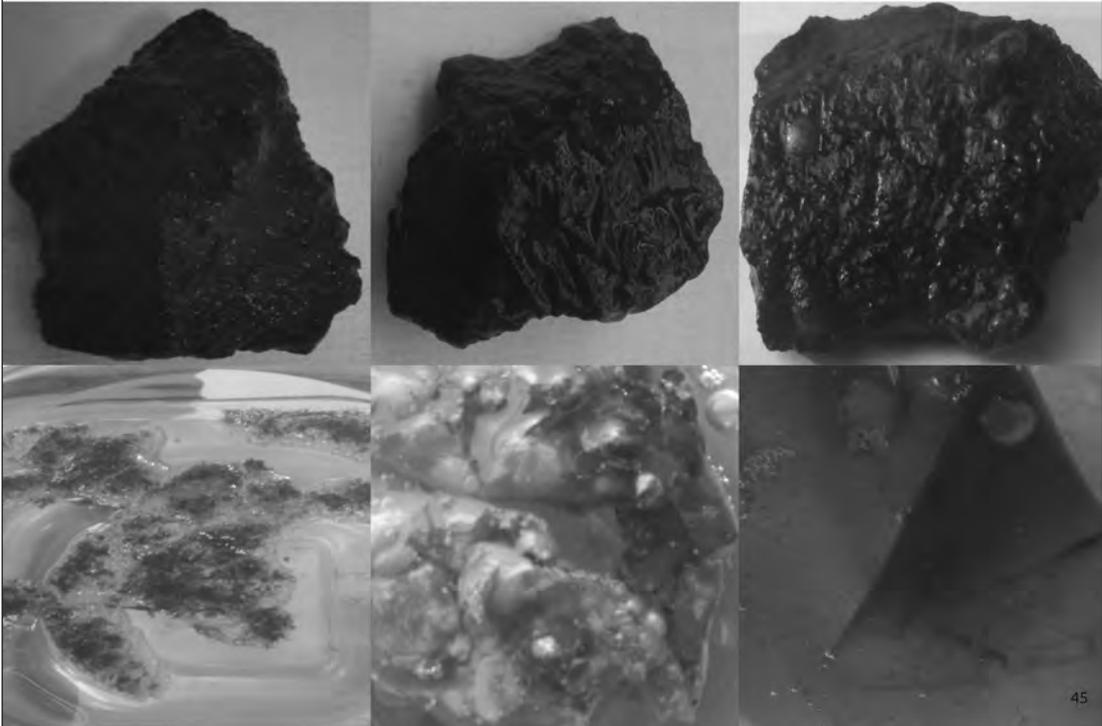
Food waste-based agglomerated microalgae sex



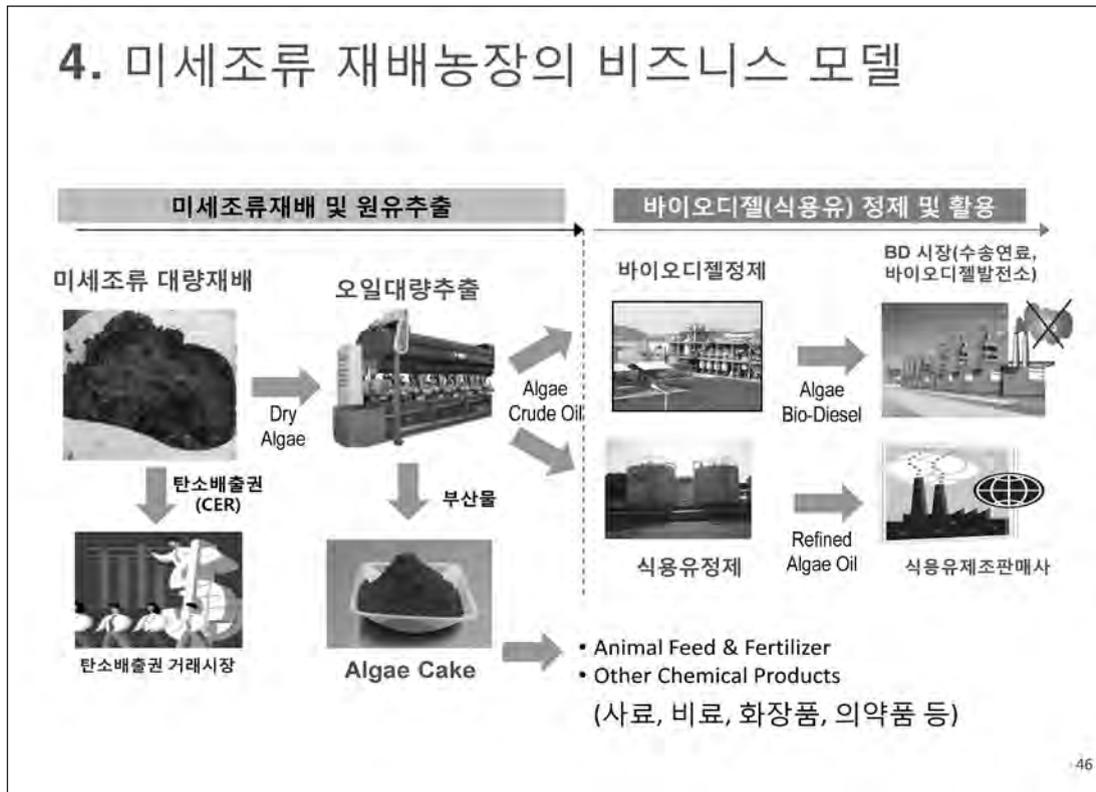
주방 음식물 처리는 싱크대 배수구의 디스포저를 통해 파쇄 및 탈수



GAIA Stone-based agglomerated microalgae sex (충북 영동군 상촌면 돈대리)

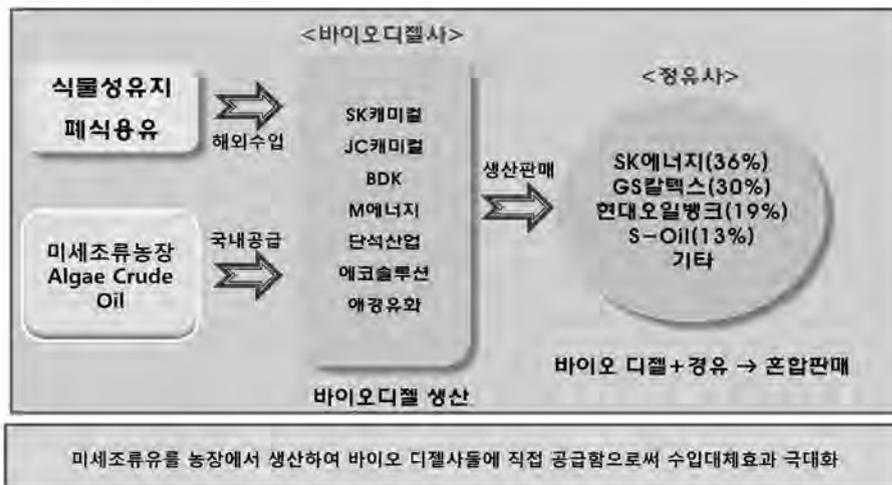


4. 미세조류 재배농장의 비즈니스 모델



• 잠재시장의 규모

바이오디젤과 바이오가스 중심으로 시장규모가 2012년 약 1조 3,197억원
2020년에는 약 4조 5,203억원 규모로 성장할 전망



주요 예상고객

RPS 실시와 탄소배출량 제한에 따른 CO₂저감사업이 필요한 발전회사
탄소배출권 확보가 필요한 화석연료 기반의 사업장 등



14% CO₂ 감축

2,800MW의
신재생에너지
발전 전환 필요



서부발전
[발전용량 : 20,000MW] <서부발전(한국생산성본부, 2012. 4. 4)의 예>

<바이오 에너지 시장>
바이오티셀과 바이오가스 중심으로 시장규모가 2012년 약 1조 3197억원
2020년에는 약 4조 5203억원 규모로 성장할 전망

<고부가가치 부산물 관련 시장>
· 기능성식품 ⇒ 오메가 -3(2.4억달러; 2009), 카로티노이드(9.8억달러; 2007) 등

-48-

전환형 바이오에너지

- 미세조류 수집 분리
- 유전자분석 연구
- 이산화탄소저감 등 우수 미세조류 확보

이산화탄소 → **미세조류 (biomass)** → **발전소**

발전소

- 생리활성명색
- 비만개선소재
- 2형 당뇨병개선소재
- 3형 당뇨병(Alzheimer)
- 2/3형 당뇨병개선

영양소재

- 천연물신약소재
- 유효성분분석 (LC-MS)
- 대량생산기술 (MPLC)
- 유효성분분석 (NMR)
- 천연물신약성도품질

지역사회 (지자체, 주민) 서부발전 투자회사

토지, 자본, 노동력 제공 - 상생협력

조류양식 연료공장 바이오연료 (디젤/등유) 복합발전

온실가스 감축 (배출권 확보) **부산물 (Algae Cake)** 자동차연료 전력공급 REC 확보

의약품, 식품 식품, 사료, 바이오필릿 (바이오연료) 석탄화력혼소 (REC 확보) 연료판매

·의약품, 식품 ·식품, 사료, 바이오필릿 (바이오연료) ·의약품, 식품 ·의약품, 식품 ·의약품, 식품 ·의약품, 식품

-49-

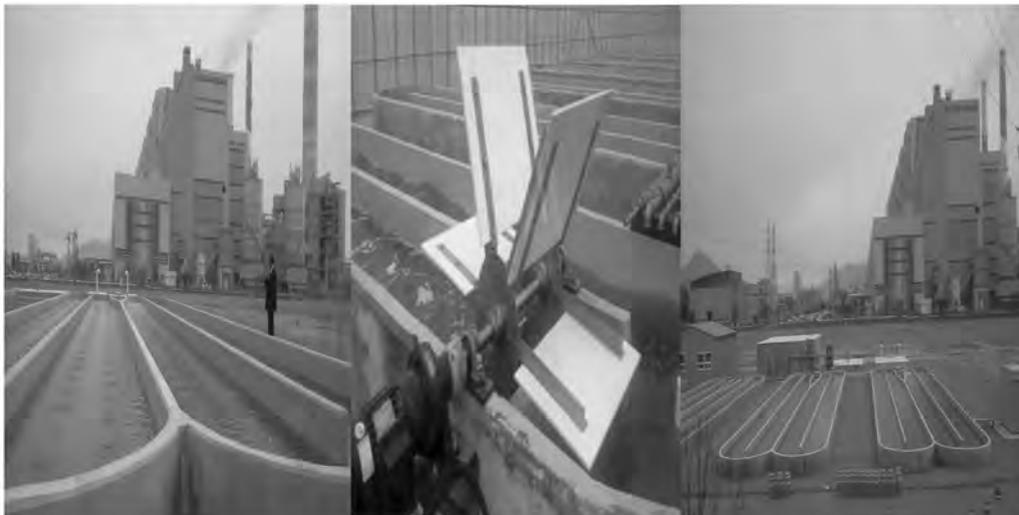
5. 미세조류 재배방식 비교

| 구분 | Open Pond 방식(미국식) | PBR 방식(유럽식) | 배양탱크 방식(한국 TAC방식) |
|------------------|--|--|---|
| 초기설비비용 (상대비교) | 300% | 300~500% | 100% |
| 생태계 영향 | 일부 있음 | 없음 | 없음 |
| 제한사항 | 불순물에 의한 변형 과도한 부영양화 | 용기표면침착 물질노후화 | 없음 |
| 특징 | <ul style="list-style-type: none"> 미세조류 천적에 완전노출 CO₂공급 불안정 미세조류 교반 어려움 토지 多소비형 시설비 고가(토목공사 필요) | <ul style="list-style-type: none"> 지속가능하고 경제적인 대량생산이 기술적으로 어려움 토지 절약 시설비 고가(토목공사 필요) | <ul style="list-style-type: none"> 대량생산용이 온도조절 용이 CO₂ 공급 안정적 미세조류 교반, 수거, 물 재활용 용이 토지절약, 시설비 저렴(토목공사 불필요) |
| 형태 비교 |  |  |  |

50

Open Pond 방식

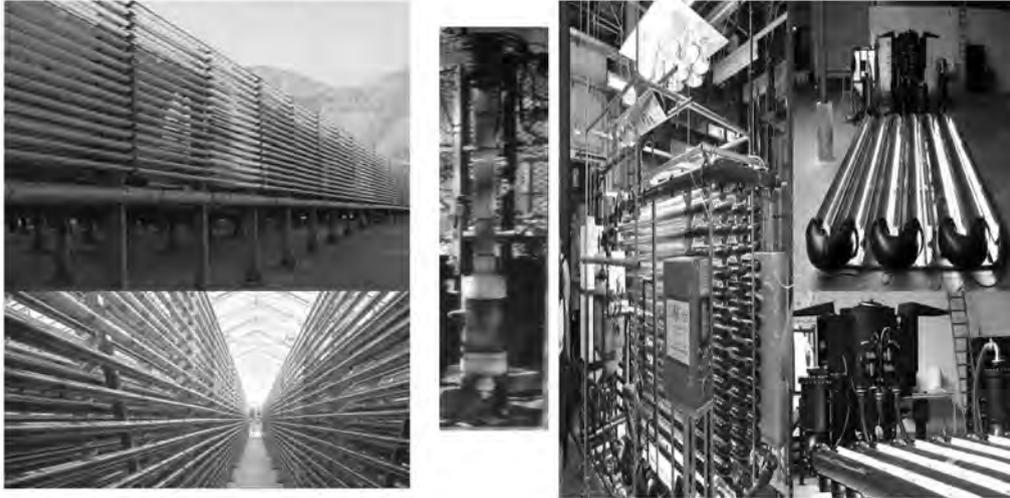
- Open Pond방식은 토지낭비적이고, 기초 토목공사 비용이 많이 소요되며, 동절기 생산 불가능
- 미세조류 천적에도 쉽게 노출되고, 기후변화에 취약하여 생산성 저하로 이어질 수밖에 없음
- 일정한 오염도, CO₂ 공급이 일정치 않음
- Speed Way 방식은 미세조류 교반이 잘 되지 않음



51

Photo Bioreactor(PBR, 인공배양튜브)

- 600ton/70ha/day를 위해 필요한 금액이 高價
- 규경 20인치, 길이 25m 튜브+튜브에서 배양된 micro algae와 물을 걸러내는 필터가격 5억 포함 (5,489m)(@110만원/m = 65억 3,790만원)
- 용기 표면 침착, 물질 노후화 → 유지보수비가 많이 소요됨



52

Speed Way 방식



- 햇빛을 수직으로밖에 받을 수 없음
- 수차를 돌리는 Speed Way방식으로는 바닥에 가라앉는 미세조류를 Aeration하기가 어려움 → 가라앉은 미세조류는 자질생산성이 급격히 저하됨

배양탱크 방식(TAC)

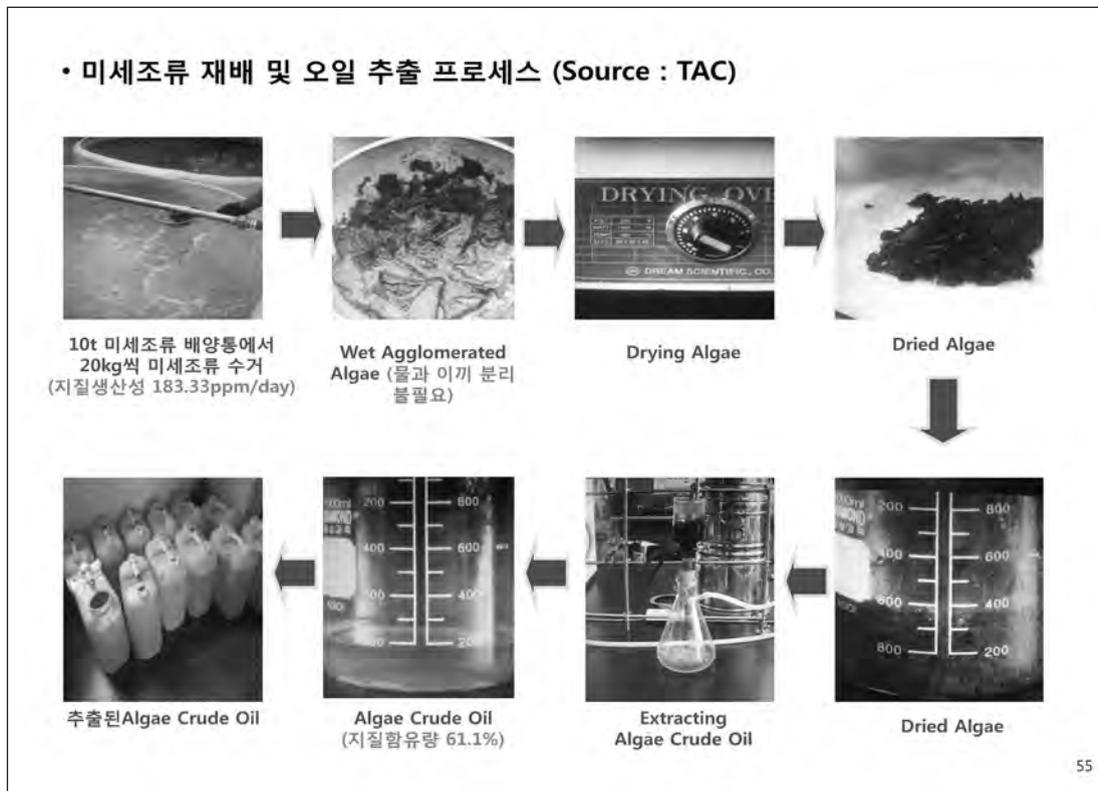
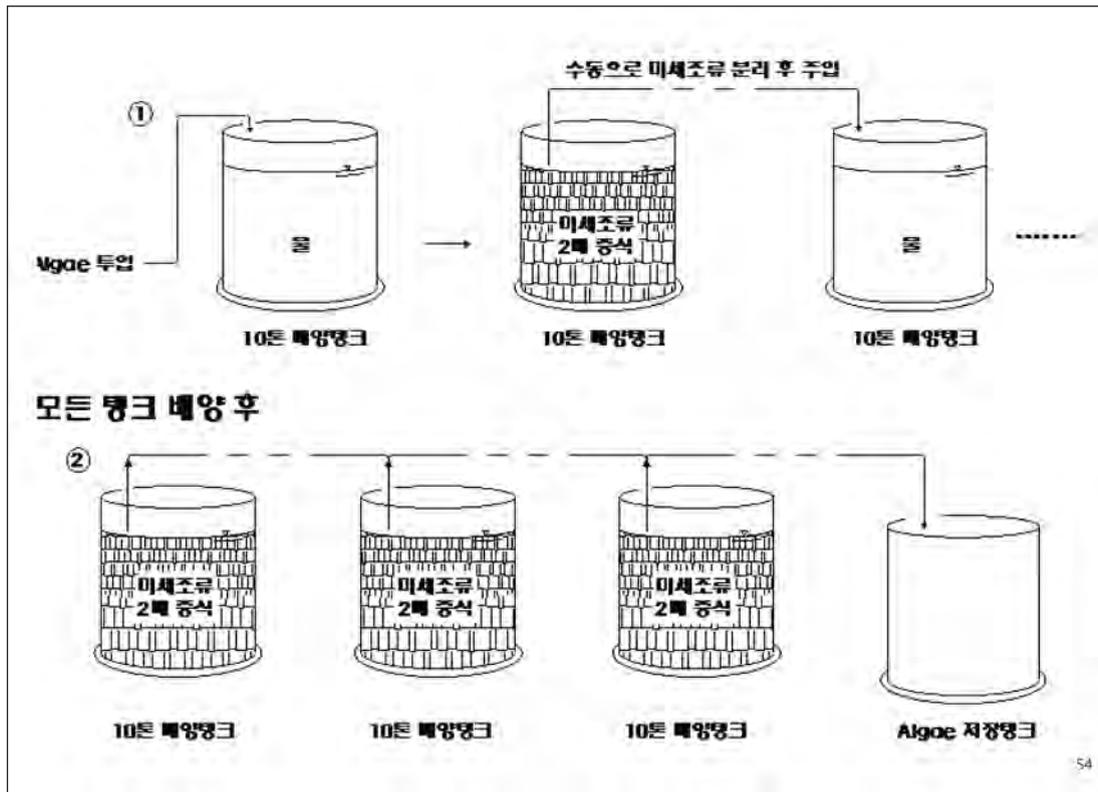


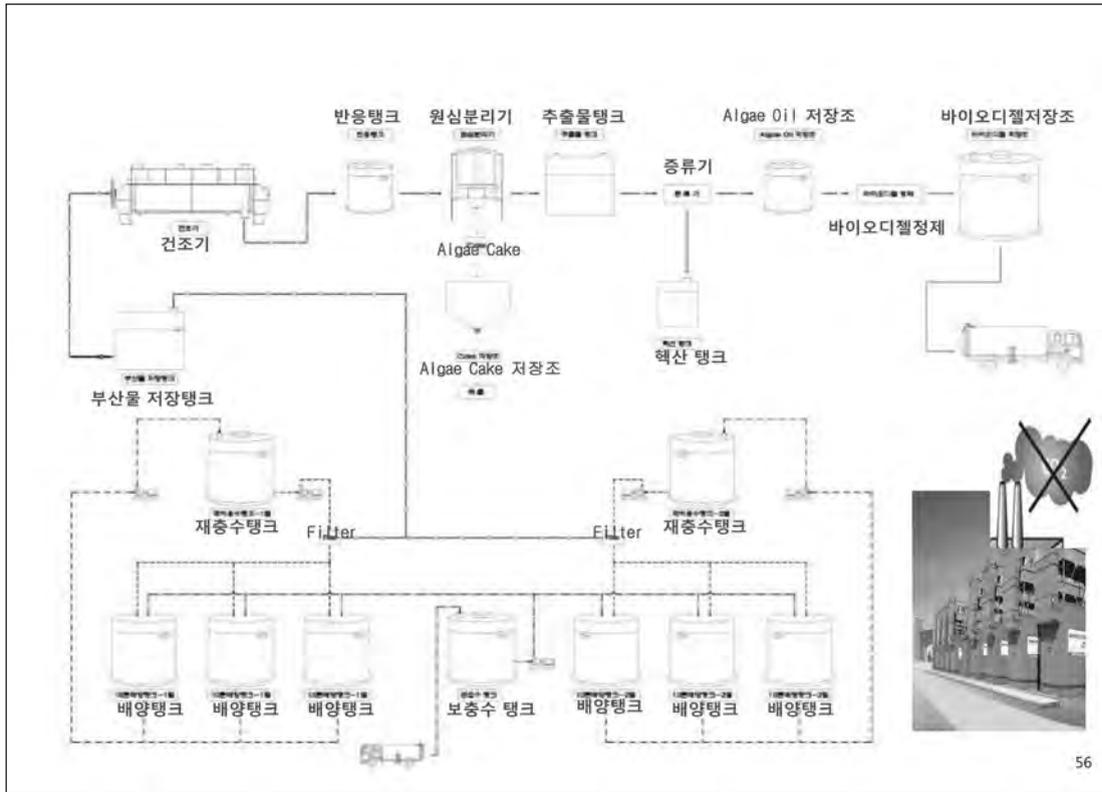
- 햇빛을 전·후·좌·우·상·골고루 받음
- 각 배양탱크마다 pump로 Aeration하므로 미세조류가 바닥에 가라앉지 않음

측면이 햇빛과 불가용한 시멘트라 토목공사비 소요되며 햇빛을 위한 별도 공간이 필요함.

햇빛투과율 75% Plastic Tank 이므로 별도의 토목공사비 지출 불요, 따라서 미세조류 배양공간 활용 극대화 (동일면적대비 60배 이상 공간활용)

53

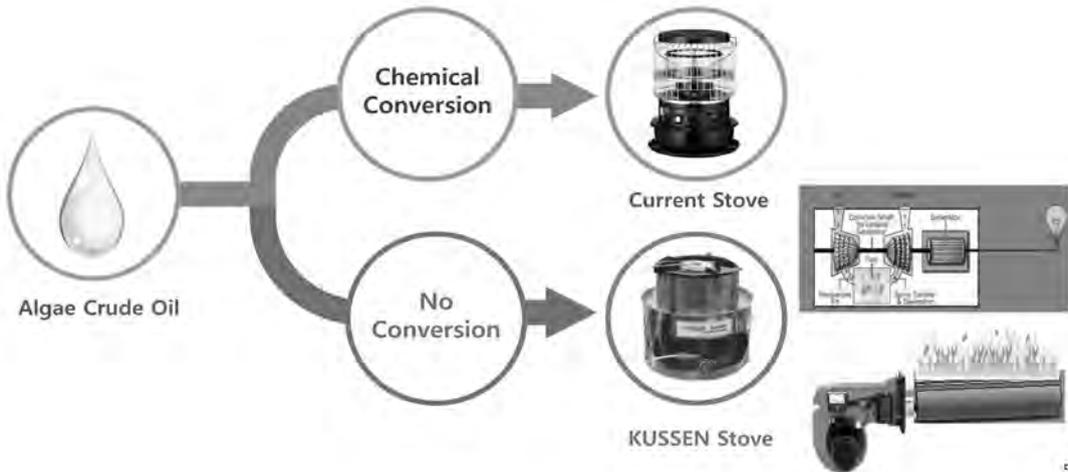




◆ Algae Crude Oil 상태에서 Biodiesel 전환 없이 곧바로 에너지로 사용

(Source : 괴산 디지로그 유기농 예술원)

- 식물성 연료의 변환과정이 필요 없이 Crude Oil 상태로 연소 (에너지자립마을에 적용)



연소장치_KUSSEN 연소 원리

연소장치의 개발 및 원리

- ◆ 새로운 연소 이론의 접목
Heat Recirculation
Excess Enthalphy
Pyrolysis
Flame Convergence
- ◆ 심지 구조 및 재료의 변화
유리심지의 다발 (모세관현상)
나선형 해파리 구조와 세라믹 심지
- ◆ 연소기 구조의 변화
이중구조의 비대칭형 공기 공급 및 열분해

KUSSEN STOVE (CDM사업용)

(Source : 과산 디지로그 유기농 예술원)

과산 디지로그 유기농 예술원(Habitat for Humanity DOME HOUSE) 조감도

(주간) (야간)

58

Features of Habitat Dome House for Humanity



(Source : 괴산 디지로그 유기농 예술원)

• 저탄소 녹색 일자리 중심의 창조마을
• 모든 사람들에게 안락한 집이 있는 세상
를
꿈꾸는 Habitat의 Vision

- 저렴한 건축비용의 주택 제공
- 단기간에 다수의 주택 제공
- 악천후 기후에도 튼튼한 주택 제공
- 건강하고 저렴한 주거비용의 주택제공



60

한국경제

hankyung.com

2007년 3월 7일 수요일

“보험금으로 ‘사랑의 집’ 지어 주세요”



교보생명은 5일 보험금 수익자를 한국해비타트로 지정해 소외된 이웃에게 집을 지어줄 수 있도록 설계한 기부보험을 출시했다고 밝혔다. 이 보험 가입자가 사망하는 경우 보험금이 한국해비타트에 자동으로 기부돼 저소득층을 위한 ‘사랑의 집’ 건축비로 쓰여진다.

30세 남자가 보험금 4000만원을 수령하는 조건으로 가입할 때 월 보험료는 5만2400원(25년 납입기준)이다. ‘사랑의 집’ 1가구의 평균 건축비는 4000만원. 토지구입비를 포함하면 7000만원 가량이어서 월 5만원 정도면 집 한 채 건축비를 기부하는 효과가 있다고 교보생명은 설명했다.

한국해비타트는 1992년 발족 이후 지금까지 국내외에서 모두 1024 가구의 집을 지어 소외된 이웃에게 제공해왔다.

잠언부 기자 steel@hankyung.com

61

밭에서 재배하는 기름, 블루오션 사업으로

미세조류농장 영농조합법인

“미세조류를 활용하면 화석연료 고갈과 환경오염을 막고 바이오 연료를 생산할 수 있다.”

재난해 탈 한국을 방문했던 존나산 토렌트 미국항공우주국(NASA) 소장의 설명이다. 최근 과소한 에너지 사용으로 인한 에너지 고갈문제 및 환경이 안정적 대안 문제가 대두되면서 전 세계적으로 친환경 에너지를 개발하기 위한 움직임이 번무해 다. 그 중 특히 주목을 받고 있는 분야가 바로 미세조류 활용 바이오 에너지 개발이다. 산업 전반에 광범위한 활용도가 높아 각 분야에 이 분야 선두주자인 프랑스를 비롯 해외 세계적으로 상용화가 활발히 이뤄지고 있다. 국내에서도 관련 사업들이 진행되고 있는 가운데 최근 농림수산식품부가 주관한 신의 농림 사업에 선정되며 관심이 쏠리고 있는 농장이 있어 소개한다.

미세조류농장 영농조합법인(농림수산식품부 혁신사업) 미세조류농장 이에게서 바이오유를 추출해 산업 전반에 적용하는 사업을 진행하고 있다. 주원장인 박신희는 기존에 원유와 기름을 생산해 주로 산업 전반에 걸쳐 활용되던 미생물 배양을 통해 바이오 연료로 활용될 수 있는 바이오 에너지를 생산하는 사업을 하고 있다. 주원장인 박신희는 기존에 원유와 기름을 생산해 주로 산업 전반에 걸쳐 활용되던 미생물 배양을 통해 바이오 연료로 활용될 수 있는 바이오 에너지를 생산하는 사업을 하고 있다.

미세조류의 효율적인 재배를 위해서는 지질유익성과 생산성이 중요하다. 미세조류농장은 지질유익성 115.8%, 지질생산성 183.3%를 달성했다. 또 모두 농가 두마리 한우를 사육할 수 있는 것만으로도 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.

기존의 오픈핀드 시스템과 달리 농가보급이 용이한 100 규모로 구축한 폐쇄형 오픈핀드 시스템을 사용한 것 또한 미세조류농장의 대표적 특징이다. 직접 면도 및 조도를 맞추고 수 깊을 25cm, 높이를 20cm, 광도를 70%의 원광을 공급하는 등 용이하게 재배가 가능해 향후 고부가가치 산업으로 기대를 받고 있다. 박신희는

Korean company to market microalgae as energy solution

Korea posts trade surplus for 14 straight months in March

By Choi In-jung

Seoul (AP) — A South Korean company says it has developed a way to produce energy from algae, a source of renewable energy that is easy to grow and stores about the energy of other power plants.

The company, based in North Chungcheong Province, is the first Korean agricultural firm that grows freshwater microalgae. The company said it had passed tests conducted by the Korea Institute of Science and Technology on both fuel content and fuel productivity of the algae since February last year.

CEO Park Shin-ho posted a report on the new energy source, pointing to U.S. President Barack Obama's promise last year that he would produce fuel from seaweeds as a way to reduce emissions as of 17 percent.

Microalgae are a combination of organisms that produce energy through photosynthesis and carbon dioxide and waste with approximately 100,000 kinds known to be in distribution. Microalgae have the most of high flexibility in extraction and grow faster than plants.

“Various colored and white microalgae produce 10 tons of oil annually from 200 tons grown on 2 hectares, according to Park. It is one of oil yield from 2000 calories contained per ton of the same area.

“In addition to this, microalgae can be the source to produce protein, another through eating various kinds and a necessary supply of some minerals, especially in the future, we will be able to use the microalgae as a natural energy source for farmers at the age of low-train agriculture.”

The market size for biofuel and algae is expected to grow to 10 billion won (\$1.2 billion) by 2010 from around 1.2 billion won in 2005, he said.

By choin@koreatimes.com




이 같은 경관물을 바탕으로 농민 부스와 농가형 육상사육에 선정되는 효과가 이뤄졌다. 현재 중점사업으로 보고있는 한계 사업을 진행 중에 있다. 밭에서 기름을 재배하는 것과 같은 효과를 볼 수 있는 바이오 에너지로 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.

이 같은 경관물을 바탕으로 농민 부스와 농가형 육상사육에 선정되는 효과가 이뤄졌다. 현재 중점사업으로 보고있는 한계 사업을 진행 중에 있다. 밭에서 기름을 재배하는 것과 같은 효과를 볼 수 있는 바이오 에너지로 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.

이 같은 경관물을 바탕으로 농민 부스와 농가형 육상사육에 선정되는 효과가 이뤄졌다. 현재 중점사업으로 보고있는 한계 사업을 진행 중에 있다. 밭에서 기름을 재배하는 것과 같은 효과를 볼 수 있는 바이오 에너지로 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.

이 같은 경관물을 바탕으로 농민 부스와 농가형 육상사육에 선정되는 효과가 이뤄졌다. 현재 중점사업으로 보고있는 한계 사업을 진행 중에 있다. 밭에서 기름을 재배하는 것과 같은 효과를 볼 수 있는 바이오 에너지로 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.

이 같은 경관물을 바탕으로 농민 부스와 농가형 육상사육에 선정되는 효과가 이뤄졌다. 현재 중점사업으로 보고있는 한계 사업을 진행 중에 있다. 밭에서 기름을 재배하는 것과 같은 효과를 볼 수 있는 바이오 에너지로 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.

이 같은 경관물을 바탕으로 농민 부스와 농가형 육상사육에 선정되는 효과가 이뤄졌다. 현재 중점사업으로 보고있는 한계 사업을 진행 중에 있다. 밭에서 기름을 재배하는 것과 같은 효과를 볼 수 있는 바이오 에너지로 100마리 이상의 배양이 가능한 것이 특징이다.



구두발표

목 차

- 229 **톱밥의 공기투과성에 미치는 영향요인 분석**
대진대학교 김병태
- 235 **험기성 소화조에서 휘발성고형물 분해율과 휘발성 지방산과의 관계분석**
이동진, 정진, 이수영, 김기현, 이성수[†]
- 236 **폐바이오매스의 반탄화 특성에 관한 연구**
Jeeban Poudel, 최경석, 임대원, 오세천[†]
- 238 **소화조 효율 향상을 위한 고농축 슬러지 가용화 공정 타당성 평가**
김상현[†], 주현준, 조윤수, 홍영재, 김은형
- 239 **음식물류 폐수를 이용한 험기성 소화 시 알칼리-열 병합전처리의 영향**
최재민*, 이재기**, 이동영*, 이채영*[†]





ORAL PRESENTATION

구두발표

톱밥의 공기투과성에 미치는 영향요인 분석

김병태

대진대학교 환경공학과

e-mail : btkim@daejin.ac.kr

Analysis of Affecting Factors on Air Permeability for Sawdust as Bulking Agent on Composting

Byung Tae Kim

Department of Environmental Engineering, Daejin University

Kyungki-Do, Korea

ABSTRACT

This study investigated the effects of inlet air flow, moisture content, air-filled porosity and particle size on the total pressure drop for the sawdust used as the bulking agent in the composting. The statistical model for pressure drop including the affecting factors was proposed, ($R^2=0.998 \sim 0.950$) While the laminar air flow(v) and particle size(SIZE* v) had the positive relation to the total pressure drop, the turbulent air flow(v^2), moisture content(MC* v) and air-filled porosity(AFP* v) had the negative relations. Total pressure drop sharply increased with increasing the inlet air flow. During this variation of total pressure drop with increasing air flow rate, the most significant factors affecting to the pressure drop were the particle size(SIZE* v) as positive factor and air-filled porosity(AFP* v) as negative factor. And total pressure drop was little changed even though the increasing of moisture content above the region of dry moisture content 0.25. During this variation of total pressure drop with increasing moisture content, the effect of pressure drop affected by the negative factor than by the positive factor was stronger to total pressure drop.

Keywords : sawdust, pressure drop, air permeability, air-filled porosity, particle size

초 록

퇴비화공정에서 팽화제로 주로 사용되는 톱밥에서의 공기투과성 변화에 영향을 미치고 있는 요인으로 층류속도(v), 난류속도(v^2), 수분함량($MC*v$), 공기공극률($AFP*v$), 입자크기($SIZE*v$)를 고려한 차감압력 회귀식을 산정하였다. ($R^2=0.998\sim0.950$) 차감압력의 증가에 영향을 미치는 요인은 층류속도(v)와 입자크기($SIZE*v$)이며, 난류속도(v^2), 수분함량($MC*v$), 공기공극률($AFP*v$)은 차감압력의 감소요인으로 나타나고 있다. 유입공기속도를 높이면 총차감압력이 지속적으로 증가하여 공기투과성이 악화하게 된다. 이러한 총차감압력 변화과정에 가장 크게 영향을 미치는 증가요인은 입자크기($SIZE*v$)이며, 감소요인은 공기공극률($AFP*v$)로 나타났다. 또한 유입공기속도가 동일한 조건에서는 건조수분함량 0.25 이상에서는 수분함량을 높여더라도 총차감압력은 크게 증가하지 않는다. 이 과정에서 총차감압력은 증가요인보다는 감소요인인 공기공극률($AFP*v$)과 수분함량($MC*v$)에 의하여 영향을 받는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 톱밥, 차감압력, 공기투과성, 공기공극률, 입자크기,

1.서론

퇴비화매체 내에서의 공기투과성은 매체로의 산소공급과 유기물 분해 시에 발생된 가스, 열 및 수분의 원활한 배출여부를 결정하는 주요한 요소이다. 공기투과성은 매체의 입자크기, 수분함량, 공기공극의 여부, 공기유입속도 등에 따라 달라지게 된다. 매체내의 공기투과성은 매체를 통과하면서 발생하는 압력차이를 측정하여 차감압력(pressure drop)으로 나타낼 수 있다.

고형매체 내부에서의 공기투과성에 대한 연구는 Ergun¹⁾(1952), Shedd²⁾(1953)와 Hukill³⁾(1955) 등이 차감압력과 공기유량과의 관계식을 제시한 이후 주로 곡물저장분야에서 차감압력에 영향을 미치는 다양한 요인에 대한 연구가 활발하게 이루어졌다. Haque⁴⁾(1982)는 Ergun식에 수분함량을, Giner⁵⁾(1996)는 수분함량과 미세입자함량의 영향을 고려한 수정식을 제시하였다. 또한 Siebenmorgen⁶⁾(1987)은 Shedd식에 미세입자함량, 수분함량과 밀도를, Chung⁷⁾(2001)은 미세입자함량과 수분함량을 추가한 관계식을 제시하였다.

본 연구에서는 퇴비화의 팽화제(bulking agent)로 사용되어지는 톱밥을 대상으로 차감압력에 영향을 미치는 요인으로 유입공기속도, 수분함량, 공

기공극률, 입자크기를 선정하여 총 차감압력에 미치는 각 요인별 영향을 분석하고자 하였다.

2.실험방법

2.1 시료의 제조

본 실험에 사용된 시료는 퇴비화의 C/N비 및 수분조절을 위하여 주로 사용되는 톱밥을 대상으로 70℃에서 4일 이상 충분히 건조하여 사용하였다.

건조톱밥의 겉보기밀도를 221kg/m³으로 동일하게 하고 건조톱밥에 스프레이로 골고루 수분을 첨가하여 건조기준 수분함량이 0, 0.25, 0.42, 0.67, 1.01, 1.48, 포화(습량기준 수분함량으로는 0%, 20.0%, 29.6%, 40.2%, 50.3%, 59.6%, 포화)가 되도록 시료를 제조하였다.

각각의 수분함량별로 제조된 시료에 대하여 공기공극률(Air-filled porosity)과 입자크기를 측정하고, 공기속도를 6단계(0.005m/sec, 0.01m/sec, 0.02m/sec, 0.03m/sec, 0.04m/sec, 0.05m/sec)로 유입시키면서 톱밥내에서의 공기투과성을 공기 유입지점과 유출지점에서의 압력차이를 측정하여 차감압력(pressure drop)으로 산정하였다.

2.2 측정방법

공기공극률은 자체 제작한 20L용기 2개가 연결된 air pycnometer를, 입자크기는 중량평균법을, 공기투과성은 원통형 permeameter를 material testing machine(Sintech model 60D)에 장치한 후 공기를 주입하면서 차압계(Testo GmbH, model 5625)로 측정하였다.

3 결과 및 고찰

3.1 수분함량별 공기공극, 입자크기, 차감압력의 변화

건조톱밥의 겉보기밀도가 221kg/m³으로 동일한 조건에서 수분함량이 증가함에 따라 공기공극율은 0.823에서 0.354로 지속적으로 감소하고 있다. 반면에 입자크기는 건조수분함량 0.0에서 0.25구간과 1.48에서 2.24구간에서 급격히 증가하고 있으며 수분함량변화에 따른 입자크기의 회귀식(R²=0.981)은 김⁸⁾(2012)의 연구에서 제시되었다.

톱밥에서의 공기투과성은 유입공기속도가 증가함에 따라 차감압력은 증가하여 공기투과성이 악화되고 있다. 또한 수분함량 변화에 따른 차감압력은 모든 유입공기속도에서 건조수분함량 0.00에서 0.25까지의 구간에서는 차감압력이 급속히 증가하였으나 이후에는 수분함량이 증가함에도 불구하고 차감압력에 큰 변화를 보이지 않고 있다.

3.2 차감압력에의 영향요인을 이용한 회귀식의 산정

수분함량에 따라 공기공극률과 입자크기가 변함에도 불구하고 차감압력이 크게 변화하지 않는 건조수분함량 0.25에서 1.48의 구간을 대상으로 차감압력에 영향을 미치는 유입공기속도, 수분함량, 공기공극률, 입자크기를 고려한 차감압력 회귀식을 식(1)과 같이 산정하였다. 식(1)은 Chung⁷⁾(2001) 등이 유입공기속도, 수분함량, 미세입자 함량을 고려하여 제시한 차감압력 회귀식을 기본으로 하여 차감압력에의 영향요인으로 공기공극률

(AFP*v) 및 입자크기(SIZE*v)를 추가하였다.

$$PD = a(v) + b(v^2) + c(MC)(v) + d(AFP)(v) + e(SIZE)(v) \text{ ----- (1)}$$

여기에서

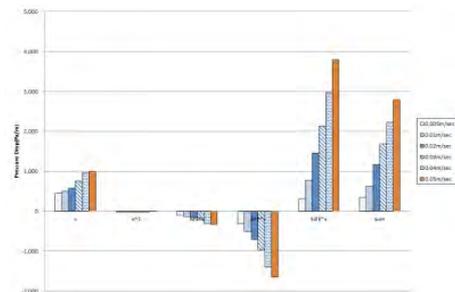
- PD : 차감압력(Pa/m)
- v : 유입공기속도(m/sec)
- MC : 수분함량(건조기준)
- AFP : 공기공극률
- SIZE : 입자크기(mm)

식(1)에 대하여 최적화(Optimization)기법을 이용하여 유입공기속도별로 산정한 회귀계수를 산정하였으며 회귀식의 결정계수(R²)는 0.998~0.950으로 나타났다.

3.3 톱밥의 공기투과성에 미치는 영향요인 분석

3.3.1 유입공기속도 변화가 공기투과성에 미치는 요인별 영향

건조수분함량 1.01에서의 유입공기속도에 따른 총차감압력과 영향요인별 차감압력의 변화는 [Fig. 1]과 같다. 총차감압력은 유입공기속도가 증가함에 따라 모든 수분함량 범위에서 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 건조수분함량이 1.01인 상태에서, 0.005 m/sec 공기속도에서의 총차감압력은 348.3 Pa/m로서 유입공기속도가 높아짐에 따라 0.3m/sec에서는 1,691.3 Pa/m, 0.5m/sec에서는 2,789.0 Pa/m로 각각 485.5%, 800.7%나 총차감압력이 증가하였다.



[Fig. 1] Variation of pressure drop by air velocity at moisture content(d.b.) 1.01

총차감압력에 대한 요인별 영향정도를 살펴보면 층류속도(v)와 입자크기(SIZE* v)는 증가요인으로, 공기공극률(AFP* v), 수분함량(MC* v), 난류속도(v^2)는 감소요인으로 작용하고 있다.

유입공기속도 0.005 m/sec에서의 총차감압력은 348.3 Pa/m로서 이는 증가요인에 의한 763.3 Pa/m와 감소요인에 의한 415.0 Pa/m으로 이루어져 있다. 세부요인별 영향으로서 공기속도 0.005 m/sec에서는 층류속도(v)가 451.9 Pa/m, 입자크기(SIZE* v)가 311.5 Pa/m 순으로 차감압력을 증가시키고 있다. 유입공기속도가 0.03 m/sec, 0.05 m/sec로 높아짐에 따라 입자크기(SIZE* v)에 의한 차감압력은 각각 2,125.1 Pa/m, 3,799.2 Pa/m로서 0.005 m/sec의 경우에 비하여 682.3%, 1,219.7%나 증가하였다. 반면에 0.005 m/sec에서는 451.9 Pa/m로 가장 높은 증가요인이었던 층류속도(v)는 0.03 m/sec, 0.05 m/sec에서는 755.2 Pa/m, 981.5 Pa/m로서 증가율이 167.1%, 217.2%에 그치고 있다. 이에 따라 층류속도(v) 대비 입자크기(SIZE* v)의 차감압력비율은 0.005 m/sec에서는 68.9%에 불과하였으나 0.03 m/sec에서는 281.4%, 0.05 m/sec에서는 387.1%로 증가하여 유입공기속도가 증가함에 따라 차감압력 증가에 미치는 입자크기의 영향이 높아지고 있음을 보여주고 있다.

반면에 차감압력에의 감소영향은 공기공극률(AFP* v), 수분함량(MC* v), 난류속도(v^2)의 순으로, 0.005 m/sec 공기속도에서는 각각 -312.6 Pa/m, -102.4 Pa/m, -0.08 Pa/m 순으로 차감압력을 낮추고 있다. 유입공기속도가 0.03 m/sec, 0.05 m/sec로 높아짐에 따라 공기공극률(AFP* v)에 의하여는 -977.0 Pa/m, -1,653.9 Pa/m, 수분함량(MC* v)에 의해서는 -208.3 Pa/m, -324.8 Pa/m, 난류속도(v^2)에 의해서는 -3.8 Pa/m, -13.0 Pa/m로 차감압력이 낮아지고 있다. 이를 유입공기속도 0.005 m/sec에서의 차감압력과 비교하면 공기공극률(AFP* v)은 -312.6%, -529.1%, 수분함량(MC* v)은 -203.5%, -317.3%, 난류속도(v^2)는 -4,681.7%, -16,217.8%로서 공기속도가

증가함에 따라 난류속도(v^2)에 의한 증가율이 가장 높으나 난류속도에 의한 실제 차감압력은 -0.08 Pa/m~-13.0 Pa/m에 불과하다. 따라서 차감압력 감소에 영향을 미치는 요인은 공기공극률(AFP* v)과 수분함량(MC* v)의 순으로 나타나고 있다.

3.3.2 수분함량 변화가 공기투과성에 미치는 요인별 영향

유입공기속도가 일정할 경우 톱밥의 수분함량이 증가함에 따라 [Fig. 2]에서와 같이 총차감압력은 크게 변화하지는 않으나, 영향요인별로는 약간의 차이를 나타내고 있다.

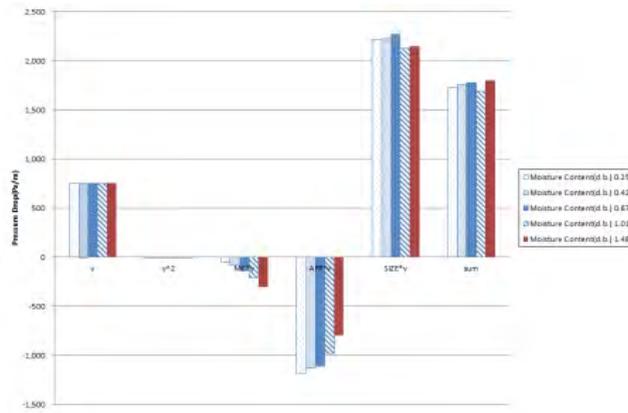
유입공기속도가 0.03m/sec로 동일한 조건에서 건조수분함량 0.25에서의 총차감압력은 1,734.2 Pa/m이며 건조수분함량 0.67에서는 1,781.5 Pa/m, 1.48에서는 1,798.4 Pa/m로서, 수분함량이 높아져도 초기에 비하여 총차감압력은 각각 2.7%, 3.7% 정도만이 증가하고 있다.

차감압력 증가에 영향을 미치는 요인별로는 입자크기(SIZE* v), 층류속도(v)의 순으로 나타났다. 입자크기(SIZE* v)에 의한 차감압력은 건조수분함량 0.25에서 2,221.9 Pa/m로서 차감압력 증가에 가장 높은 영향을 미치고 있다. 수분함량이 증가함에 따라 건조수분함량 0.67에서 2,276.1 Pa/m로 최대치를 나타내고 이후 1.48에서는 2,149.0 Pa/m로 초기에 비하여 72.9 Pa/m가 감소하였다. 그러나 모든 수분함량 범위에서 차감압력의 증가요인 중 입자크기(SIZE* v)에 의한 영향이 가장 높게 나타나고 있다. 반면에 층류속도(v)에 의한 차감압력은 모든 수분함량범위에서 755.2 Pa/m로 동일하게 나타나고 있다.

차감압력 감소에 영향을 미치는 요인으로는 공기공극률(AFP* v), 수분함량(MC* v), 난류속도(v^2)의 순으로 나타났다. 공기공극률(AFP* v)에 의한 차감압력은 건조수분함량 0.25에서는 -1,187.5 Pa/m, 건조수분함량 0.67에서는 -1,107.4 Pa/m, 1.48에서는 -797.6 Pa/m로 수분함량이 증가함에 따라 지속적으로 증가하고 있으나 모든 수분함량 범위에서 차감압력 감소의 가장 높은 요인으로 작

용하고 있다. 수분함량(MC*v)에 의한 차감압력은 건조수분함량 0.25에서 -51.7 Pa/m에서 수분함량 증가에 따라 -138.7 Pa/m, -304.5 Pa/m로 감소하고 있으나 이는 공기공극률(AFP*v)에 의한

차감압력의 4.4%, 12.5%, 38.2%에 해당한다. 반면에 난류속도(v²)에 의한 차감압력은 모든 수분함량범위에서 -3.75 Pa/m로 동일하며 차감압력 감소에 미치는 영향이 매우 낮게 나타나고 있다.



[Fig. 2] Variation of pressure drop by moisture content at inlet air velocity 0.03 m/sec.

4 결론

퇴비화공정에서 팽화제로 사용되는 톱밥을 대상으로 유입공기속도와 수분함량의 변화에 따라 공기투과성에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 공기투과성 변화에 영향을 미치고 있는 요인으로 총류속도(v), 난류속도(v²), 수분함량(MC*v), 공기공극률(AFP*v), 입자크기(SIZE*v)를 고려한 차감압력 회귀식을 산정하였다. (R²=0.998~0.950) 차감압력에의 증가요인으로는 총류속도(v)와 입자크기(SIZE*v)이며, 난류속도(v²), 수분함량(MC*v), 공기공극률(AFP*v)은 감소요인으로 나타나고 있다.

2) 유입공기속도에 따라 총차감압력 증가에 영향을 미치는 요인으로서 낮은 공기속도에서는 총류속도(v)가, 공기속도가 증가함에 따라 입자크기(SIZE*v)에 의한 영향이 더욱 높게 나타나고 있다. 총차감압력의 감소요인에 미치는 영향은 모든 공기속도에서 공기공극률(AFP*v), 수분함량

(MC*v), 총류속도(v)의 순으로서 나타났다.

3) 동일한 유입공기속도에서 수분함량 변화에 따른 총차감압력의 변화는 크지 않다. 이 과정에서 총차감압력은 증가요인보다는 감소요인인 공기공극률(AFP*v)과 수분함량(MC*v)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) Ergun, S., "Fluid flow through packed columns", Chemical Engineering Progress, 48(2), pp.89-94(1952)
- 2) Shedd, C.K., "Resistance of grain and seeds to airflow", Agricultural Engineering, 34(9), pp.616-619(1953)
- 3) Hukill, W.V. and Ives N.C., "Radial air-flow resistance of grain", Agricultural Engineering, 36(5), pp.332-335(1955)
- 4) Haque, E., Ahmed, Y.N. and Deyoe,

C.M., "Static pressure drop in a fixed bed of grain as affected by grain moisture content", Trans. ASAE., 25(4), pp.1095-1098(1982)

5) Giner, S.A. and Denisienia, E., "Pressure drop through wheat as affected by air velocity, moisture content and fines", Journal of Agricultural Engineering Research, 63, pp.73-86(1996)

6) Siebenmorgen, T.J. and Jindal, V.K., "Airflow resistance of rough rice as affected by moisture content, fines concentration and

bulk density", Trans. ASAE., 30(4), pp.1138-1143(1987)

7) Chung, D.S., Maghirang, R.G., Kim, Y.S. and Kim, M.S., "Effects of moisture and fine material on static pressure drops in a bed of grain sorghum and rough rice", Transactions of the ASAE, 44(2), pp.331-336(2001)

8) 김병태, "퇴비화 첨가제의 공기투과성에 관한 연구", 유기물 자원화, 유기성자원학회지, 20(3), pp.71-82(2012) 



ORAL PRESENTATION

구두발표

혐기성 소화조에서 휘발성고형물 분해율과 휘발성지방산과의 관계 분석

이동진, 정진, 이수영, 김기현, 이성수[†]
국립환경과학원 폐자원에너지연구과
e-mail: rhee77@korea.kr

Relation analysis with the removal of volatile solids and volatile fatty acids in anaerobic digester

Dongjin Lee, Jin Chung, Suyoung Lee, Kiheon Kim, Sungsu Rhee[†]
Waste-to-Energy Research Division, National Institute of Environmental Research, Republic of Korea

초 록

환경부에 의하면 국내 바이오가스를 생산하는 혐기성 소화 시설은 2012년 기준 57개소로, 47개 시설이 2009년 이전에 설치되었다. 처리 원료의 종류별 2012년 현황을 살펴보면, 음식물류폐기물 2개소, 음폐수 9개소, 가축분뇨 7개소, 하수슬러지 20개소, 병합 처리 19개소이고, 처리량은 2012년 13,595천 톤으로 전년도(13,384 톤/년)에 비해 1.6% 증가하였으며 특히 음폐수 및 가축분뇨의 증가율이 높은 것으로 보고되었다. 본 연구에서는 음폐수를 처리하는 혐기성 소화 시설들을 대상으로 혐기성 소화조의 휘발성고형물(Volatile Solids, VS) 분해율 및 휘발성지방산(Volatile Fatty Acids, VFAs) 농도를 분석하였다. 실험 결과, 유입되는 음폐수의 VS는 혐기소화 과정을 거치면서 67% 분해됨이 확인되었다. 또한 혐기소화 슬러지의 VFAs 농도는 VS 제거율과 선형적인 관계가 있음이 발견되었고 이 관계를 통해 환경부 VS 제거율 기준인 65%이상을 만족하기 위해서는 VFAs의 농도가 약 5,400mg/L이하이어야 할 것으로 분석되었다.





ORAL PRESENTATION

구두발표

폐바이오매스의 반탄화 특성에 관한 연구

Jeeban Poudel, 최경석, 임대원, 오세천†
 공주대학교 환경공학과
 e-mail: ohsec@kongju.ac.kr

A study on the torrefaction characteristics of waste biomass

Jeeban Poudel, Kyung Seok Choi, Dae Won Lim, Sea Cheon Oh†
 Department of Environmental Engineering, Kongju National University, Republic of Korea

Abstract

Torrefaction is a thermochemical pretreatment process at 250~350°C in an inert condition which transforms biomass into a relatively superior handling, milling, co-firing and clean renewable energy into solid biofuel. This increases the energy density, water resistance and grindability of biomass and makes it safe from biological degradation which ultimately makes easy and economical on transportation and storing of the torrefied products. Torrefied biomass is considered as improved version than the current wood pellet products and an environmentally friendly future alternative for coal. These properties minimize on the difference in combustion characteristics between biomass and coal that bring a huge possibility of direct firing of biomass in an existing coal-fired plant. In this work, the torrefaction characteristics of waste biomass has been studied with respect to torrefaction temperature ranging from 150~600°C. EFB, PKS, waste wood, baggase, corn stalk and logging residue have been used as raw materials of waste biomass.

초 록

반탄화는 상대적으로 분쇄와 취급이 용이하도록 할 뿐만 아니라 청정 신재생에너지로 바이오매스를 전환시키기 위하여 약 250~350°C의 비활성분위기에서 열화학처리를 하는 공정이다. 이러한 반

탄화 기술은 바이오매스의 에너지밀도 및 수분 저항성과 분쇄성을 향상시켜 생분해성으로부터 안정적일 뿐만 아니라 운송 및 저장과정에 있어서도 경제성을 향상시킨다. 현재 반탄화 바이오매스는 목재 펠릿보다 친환경적으로 석탄을 대체하는 미래의 에너지원으로 관심의 대상이 되고 있다. 또한 반탄화 바이오매스의 특성은 바이오매스와 석탄의 연소특성의 차이를 최소화할 수 있음에 따라 현재 운전되고 있는 화력발전소에 대량으로 사용이 가능한 장점이 있다. 따라서 현재 본 연구에서는 폐바이오매스의 반탄화 특성을 고찰하고자 150~600℃에서 온도에 따른 EFB, PKS, 폐목재, 사탕수수 부산물, 옥수수대 및 벌채 잔류물 등의 폐바이오매스에 대한 반탄화 연구를 수행하였다. 



ORAL PRESENTATION

구두발표

소화조 효율 향상을 위한 고농축 슬러지 가용화 공정 타당성 평가

김상현[†], 주현준, 조윤수, 홍영재, 김은형

대구대학교 환경공학과

e-mail : sanghkim1@daegu.ac.kr

Feasibility test of thickened sludge solubilization for enhanced anaerobic digestion

Sang-Hyoun Kim[†], Hyun Jun Ju, Youn Su Jo, Young jae hong, Eun hyung Kim
Department of Environmental Engineering, Daegu University

초 록

본 연구에서는 소화조 효율 향상을 위한 고농축 슬러지 가용화를 이용한 회분식 혐기성 소화를 수행하였다. 회분식 실험의 가용화 조건으로는 온도(35, 45, 50, 55, 65, 75, 80, 85℃), pH(11, 12, 13), 파쇄시간(30, 60, 90분)의 변화를 주어 실험하였으며 control로 가용화를 하지 않은 잉여슬러지를 사용하였다. 가용화 조건 별 혐기성 소화 특성을 회분식 실험을 통해 고찰한 결과, 온도 65℃, pH 12, 파쇄시간 60분 조건에서 236 ml/g TS로 가장 높은 메탄발생량을 나타내었다. 이에 따른 가용화 장치 설치비 및 운전비를 최소화 하기 위해 가용화 슬러지의 적정 투입비율 또한 고찰하였다. 고찰결과 가용화 슬러지 투입 비율이 50%만 넘어도 180 ml/g TS 이상의 높은 메탄 발생량을 나타내었고, 가용화에 소요된 설치 및 운전 비용을 모두 고려한 경제성 분석을 하면 대상 인구 30만명의 중형 하수처리장에 가용화 장치를 도입할 경우 연간 391,625 천원의 이익이 발생하고, 기존의 슬러지 처리 비용을 54% 감축할 수 있을 것으로 사료된다.

핵심어 : 혐기성 소화, 가용화, 잉여슬러지, 메탄 발생량, 농축 



ORAL PRESENTATION

구두발표

음식물류 폐수를 이용한 혐기성 소화 시 알칼리-열 병합전처리의 영향

최재민*, 이재기**, 이동영*, 이채영†

*수원대학교 토목공학과, **(주)엔바이로앤에너지

e-mail: chaeyoung@suwon.ac.kr

Effect of alkali and thermal pre-treatments on the anaerobic digestion of food waste leachate

Jaemin Choi*, Jaegi Lee**, Dongyoung Lee*, and Chaeyoung Lee†

*Department of Civil Engineering, The University of Suwon, Republic of Korea

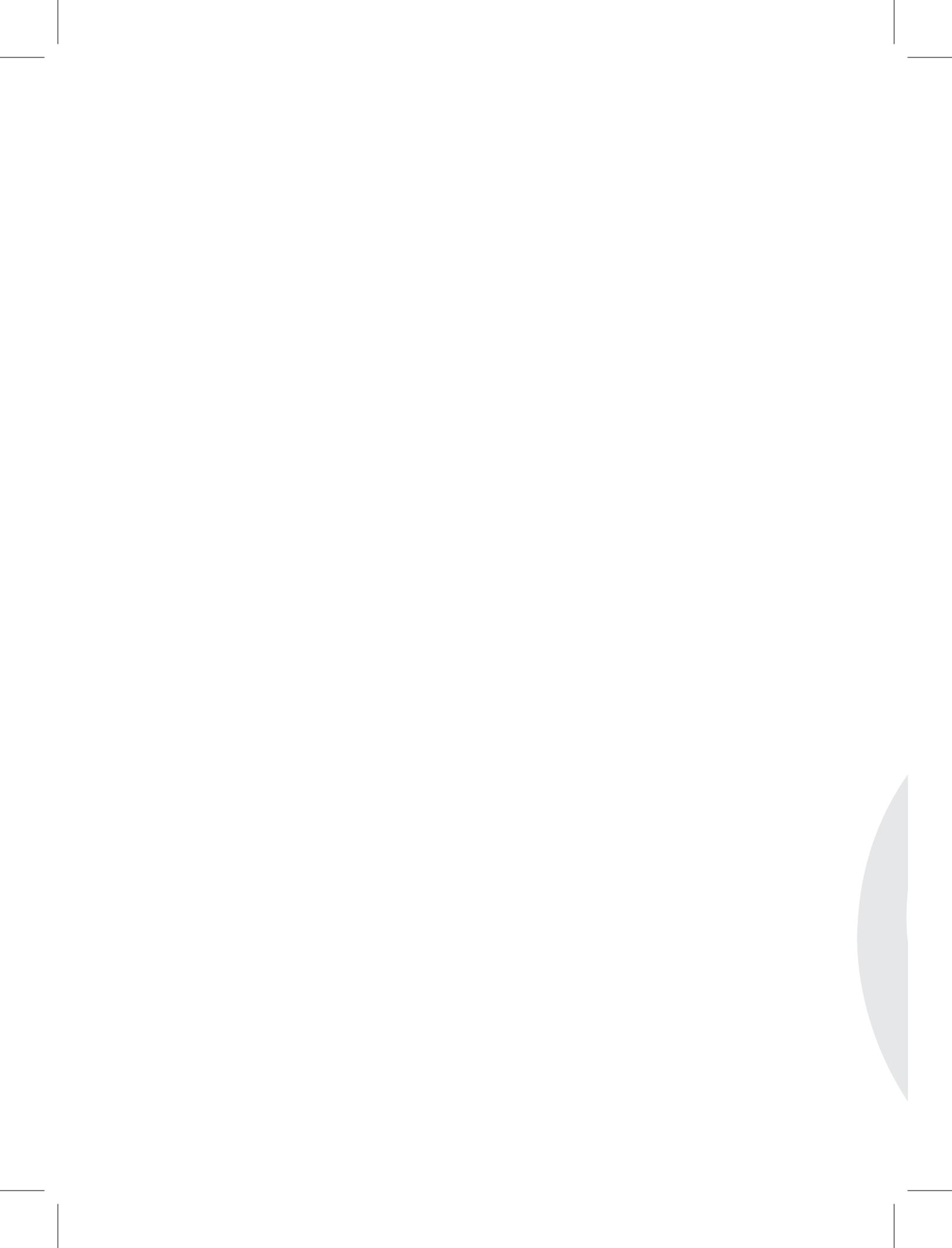
**Enviro & Energy Co., Ltd, Republic of Korea

초 록

국내 음식물류 폐수의 경우 평균 12.0%의 유지성분을 함유하고 있다. 혐기성 소화 시 유지성분은 음식물 내 함유된 섬유질과 결합하여 소화조 상부로 부상하며 부상된 성분들은 스크임으로 전환된다. 발생된 스크임은 소화조 상단에 두꺼운 층을 형성하며 교반 및 미생물과 기질의 접촉 등을 방해하여 소화조 운전의 실패 원인으로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 음식물류 폐수 내 존재하는 유지성분이 소화조 내에서 스크임으로 전환되는 것을 방지하기 위해 알칼리-열 병합 전처리를 수행하였다. 일련의 혐기성 소화 공정은 산발효조-전처리조-메탄발효조로 구성하였다. 유지성분은 산발효조 상부에서 분리하였으며 알칼리-열 병합 전처리의 최적 조건은 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 이용하여 도출하였다. 전처리를 수행하지 않은 음식물류 폐수를 기질로 이용한 반응조의 메탄 전환율과 슬러지 발생량은 각각 86.7% 및 0.09 g VS(volatil solids)/g COD(chemical oxygen demand)로 나타났다. 그에 비해 알칼리-열 병합 전처리를 수행한 반응조의 메탄 전환율은 3.9% 높게 나타났으며, 슬러지 발생량은 0.03 g VS/g COD 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 알칼리-열 병합 전처리를 통해 유지성분이 수용성으로 전환되어 분해가 용이해 진 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(No. C0033389)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다. 





포스터 발표

목 차 (P1 ~ P14)

| | |
|----------|--|
| 243(P1) | 통계학적 기법을 이용한 혐기성 수소발효의 식종균 전처리 최적화 문충만 [†] , Subba Rao Chaganti*, Jerald A. Lalman*, 신항식 |
| 244(P2) | 고속 재순환 시스템을 결합한 상향류 혐기성 반응조를 이용한 빠른 수소생산 그래놀 형성 정경원 [†] , 김동훈*, 신항식** |
| 246(P3) | Microbial Reverse-Electrodialysis Electrolysis Cell을 이용한 폐수로부터 바이오수소 생산 남주연 [†] , Bruce E. Logan* |
| 247(P4) | 탈수여액 내 인 제거를 위한 연속식Struvite 생산 박종훈 [†] , 주현준, 김상현 |
| 248(P5) | 황 환원균 우점 하수처리 반응조 구동을 위한 Starvation의 적용 이은진 [†] , 윤여명, 조시경, 신항식 |
| 250(P6) | 분리 수거된 음식물 폐기물 소화를 위한 침출수 순환형 혐기성 소화 공법 이제승 [†] , 이병희, 이승희, 유호식, 조찬휘, 오동근 |
| 251(P7) | 구조보조제 첨가에 따른 하수슬러지 탄화 다공체의 강도적 특성 유영석 [†] , 조준호 |
| 252(P8) | 분산하수처리시스템으로서 CEA 미생물 연료전지의 거동특성 한선기 [†] , Yanzhen Fan**, Hong Liu**, 이채영*** |
| 253(P9) | 하수슬러지 탄화 다공체의 소성온도/시간에 의한 영향 유영석 [†] , 조준호 |
| 254(P10) | 음식물쓰레기와 낙엽 혼합물을 이용한 혐기성 소화연구 김문환 [†] , 박상현*, 김민호*, 오세은 |
| 255(P11) | 가축분뇨 처리 시스템에 대한 전과정평가 방법을 적용한 환경영향 평가 신중두 [†] , 이선일, 박우균, 홍승길 |
| 257(P12) | 옥수수 재배에 있어 유기성 퇴비 및 바이오차 사용 시 토양 탄소 및 질소의 무기화 신중두 [†] , 이선일, 박우균, 최용수, 홍승길 |
| 259(P13) | 미세조류를 이용한 혐기성 수소발효시 산과 열적 전처리의 영향 최재민, 이채영 [†] |
| 260(P14) | 혼합폐기물의 최적 바이오가스 생산조건 연구 한정미 [†] , 여운호 |





POSTER PRESENTATION

P1

통계학적 기법을 이용한 혐기성 수소발효의 식종균 전처리 최적화

문충만[†], Subba Rao Chaganti*, Jerald A. Lalman*, 신항식
한국과학기술원 건설 및 환경공학과, *원저대학교
e-mail: moondesu@kaist.ac.kr

Using a statistical approach to optimize culture pretreatment conditions on fermentative hydrogen production

Chungman Moon[†], Subba Rao Chagnati*, Jerald A. Lalman*, Hang-Sik Shin
*Department of Civil and Environmental Engineering, KAIST, Republic of Korea
*University of Windsor, Canada

Abstract

본 연구에서는 전처리의 온도 및 시간 그리고 pH가 수소생산에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Box-Behnken design (BBD)을 실험에 이용하였다. 또한 여러 실험 조건에서의 미생물 군집을 조사해보았으며 각 실험은 배치테스트로 진행되었다. BBD를 통해서 각 세가지 실험 조건은 다음과 같이 세가지 운전레벨에서 진행하였다: 열처리에서의 온도(65, 85, 105°C), 시간(20, 40, 60분) 그리고 pH(5, 6, 7). D-optimality의 방법을 통해서 본 최적 운전 조건은 65°C, 60 min, pH 6.11이었고, 이때의 수소효율은 1.72 mol H₂/mol glucose였다. 미생물 군집 분석은 16S rRNA gene cloning 와 terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP)을 이용하였다. 85°C의 열처리에서도 Lactic acid bacteria (Lactobacillus cateniformis)가 발견되었고 이들은 수소 효율에 영향을 미쳤다. 특히, 105°C의 높은 열처리에서는 lactic acid bacteria와 hydrogen consumers뿐만 아니라 수소 생산균에도 영향을 미쳐 65°C의 열처리보다 수소효율이 더 낮게 형성되었다. 이러한 결과를 바탕으로 65°C에서의 열처리는 Clostridium sp.가 존재할 수 있는 최적조건인 동시에 최대 수소 효율을 낼 수 있는 조건인 것을 확인할 수 있었다. 

포
스
터
발
표



고속 재순환시스템을 결합한 상향류 혐기성 반응조를 이용한 빠른 수소생산 그레놀 형성

정경원[†], 김동훈*, 신항식**

한국과학기술연구원 물자원순환연구단[†], 한국에너지기술연구원 폐기물에너지연구단*, 한국과학기술원 건설 및 환경공학과**
e-mail: kw512@kist.re.kr

Rapid formation of hydrogen-producing granules in an up-flow anaerobic sludge blanket reactor coupled with high-rate recirculation

Kyung-Won Jung[†], Dong-Hoon Kim*, and Hang-Sik Shin**

Center for Environmental Technology Research, KIST, Republic of Korea
Waste Energy Research Center, Korea Institute of Energy Research, Republic of Korea*
Department of Civil and Environmental Engineering, KAIST, Republic of Korea**

포
스
터
발
표

초 록

암발효 수소생산을 위한 상향류 혐기성 반응조의 적용은 반응조 내부에 미생물을 고농도로 유지할 수 있음으로서 수소 생산속도를 상당히 증대시킬 수 있었다. 하지만 성공적으로 수소생산 그레놀을 형성하고 부유 상태의 식중슬러지의 유출을 방지하기 위해서 초기 공정에서 긴 수리학적 체류시간과 상당히 긴 운전 기간을 요구한다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 상향류 혐기성 반응조에서 초기 빠른 수소생산 그레놀 형성을 위한 새로운 전략에 대한 연구를 진행하였다. 상향류 반응조 내부에 높은 물질 전달율(active mass transfer)을 제공하기 위해 유입속도 대비 15배 높은 재순환을 약 10일간 적용하였으며 이후 재순환을 정지시켰다. 운전이 진행됨에 따라 미생물간의 응집현상이 일어났고, 운전기간 90시간이 지난 후 수소생산 그레놀이 형성되었으며, 20일이 경과한 후 안정적으로 수소를 생산됨이 확인되었다. 운전기간이 경과함에 따라 반응조 내 수소생산 그레놀의 높이가 상승하였고 60일이 경과한 후 평균직경 1.86 mm(0.1-3.9 mm)과 52 g/L의 수소생산 그레놀을 얻을 수 있었다. 본 연구를 통해 고속 재순환 시스템을 결합함으로써 초기 상향류 반응조 내부에 active mass transfer를 제공이 되어 미생물간의 접촉율과 반응율을 증대시킴으로써 빠른 시간 내에 성공적으로 수소생산 그레놀이 형성되었다고 판단된다.

Abstract

Application of an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor to dark fermentative H₂ production greatly improves H₂ productivity due to the maintenance of high biomass concentration. However, a long start-up HRT and start-up period are required to develop the H₂-producing

granules (HPGs) and to avoid washing out the suspended sludge at the start of the process. In the present work, a novel strategy to rapidly form HPGs was developed in UASB reactor. To induce highly active mass transfer in the UASB reactor, a high recirculation rate (15 times the influent) was adopted over 10 days, then recirculation was stopped. As the operation progressed, self-flocculation took place and HPGs developed after 90 h of operation. A stable production of H_2 was observed after 20 days of operation. The thickness of the HPGs layer in the sole UASB reactor increased progressively, and consequently the average HPG diameter and concentration were 1.86 mm (0.1–3.9 mm) and 52 g/L, respectively, after 60 days of operation, these findings seem to suggest that high-rate recirculation plays a crucial role in accelerating the formation of HPGs in such UASB reactors through high up-flow velocity, providing active mass transfer. 



Microbial Reverse-Electrodialysis Electrolysis Cell을 이용한 폐수로부터 바이오수소 생산

남주연[†], Bruce E. Logan^{*}

한국에너지기술연구원 제주글로벌연구센터[†], 펜실베니아 주립대학 토목환경공학과^{*}

e-mail: jynam@kier.re.kr

Hydrogen Generation from wastewater using Microbial Reverse-Electrodialysis Electrolysis cells

Joo-Youn Nam[†], Bruce E. Logan^{*}

Jeju Global Research Center, Korea Institute of Energy Research, Republic of Korea

^{*}Department of Civil and Environmental Engineering, The Pennsylvania State University, USA

Abstract

A microbial reverse-electrodialysis electrolysis cell (MREC) can be used to produce hydrogen gas from organic matter and salinity-gradient energy without an external power source. Reverse electrodialysis (RED) is a method for converting salinity differences between high and low concentration solutions into electrical power, and a RED stack can be integrated into a microbial electrolysis cell (MEC) between the electrodes, making a MREC. In order to drive salinity-gradient energy, we used a thermolytic saline solution in the stack, ammonium bicarbonate, which allows for the highly saline solution to be regenerated using low-temperature waste heat ($T \geq 40^\circ\text{C}$). In this study, we examined different salinity ratios (SRs), salt concentrations at a fixed SR, and flow directions (co- or counter-current) of solutions in the RED stack. The maximum hydrogen yield was 3.4 mol H_2 /mol acetate (H_2 volume=30mL), with a hydrogen production rate of 1.6 $\text{m}^3\text{H}_2/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ at a salinity ratio of infinite. The highest energy efficiency, based on the consumed energy in the reactor, was 22% and energy recovery, based on total energy applied, remained low (<10%) as a large amount of salinity gradient energy was added to the stack. The catholyte (sodium bicarbonate) concentration affected the cathode overpotential, and the catholyte conductivity should be high to maximize hydrogen production rates. The flow direction of the HC and LC solutions (co- or counter-current) did not affect performance in terms of hydrogen gas volume, production rates, or stack voltages. Thus, the MREC can be successfully operated using ammonium bicarbonate salts that can be regenerated using conventional distillation technologies and low-grade waste heat making the MREC a renewable method for energy production from wastewater. 



POSTER PRESENTATION

P4

탈수여액 내 인 제거를 위한 연속식 Struvite 생산

박종훈[†], 주현준, 김상현
 대구대학교 환경공학과
 e-mail: ko990215@gmail.com

Continuous struvite production for phosphorus removal from dewatering centrate/filtrate

Jong-Hun Park[†], Hyun-Jun Ju, Sang-Hyoun Kim
 Department of Environmental Engineering, Daegu University

초 록

탈수여액에 마그네슘(Mg) 주입 및 pH 조절을 통해 Struvite ($Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$)를 연속적으로 형성하였으며, 기초실험 및 물리적 특성 분석을 통하여 탈수여액 내 인 제거 효율 평가 및 struvite 제반특성을 살펴보았다. 본 실험에 들어가기 앞서 소화조 유출수를 원심분리하여 얻은 탈수여액을 대상으로 batch-type 실험을 진행하였으며, 최적 연속 운전 조건으로서 마그네슘 투입양 P : Mg = 1 : 2 (mol 기준), 교반시간은 10분, 침전시간은 120분 이상, pH 8.5임을 도출하였다. 상기 조건을 토대로 Lab-scale 실험을 수행하였으며, 운전 1일 이후 T-P 제거율 80%, PO_4^{3-} 제거율 82% 이상을 유지함을 확인하였다. 침전된 Struvite를 50°C에서 7일간 건조 후 SEM-EDS를 통해 물리적 형태 및 화학적 조성을 분석하였다. 침전물은 사방정계(orthorhombic system)에 해당하여, struvite에 대한 기존 보고와 형태적으로 유사함을 알 수 있었다. 침전물 내 P : Mg 비율은 몰 기준으로 1.18 : 1 인 것으로 나타났으며, 이는 순수 시약으로 제조한 합성 struvite의 P : Mg 비율인 1.04 : 1과 유사하였다. 

포
스
터
발
표



황 환원균 우점 하수처리 반응조 구동을 위한 starvation의 적용

이은진[†], 윤여명, 조시경, 신항식
한국과학기술원 건설 및 환경공학과
e-mail: lej704@kaist.ac.kr

Application of starvation on methanogen-dominant granule for sulfate reducing bacteria-based wastewater treating reactor

Eunjin Lee[†], Yeo-Myeong Yun, Si-Kyung Cho, and Hang-Sik Shin
Department of Civil and Environmental Engineering, KAIST, Republic of Korea

포스터발표

초 록

본 연구에서는 황 환원균을 이용하여 일반 하수를 처리하는 반응조의 구동을 위해, 메탄균 우세 그레놀을 초기 슬러지로 사용하여 황 환원균을 우점화 하기 위한 실험이 진행 되었다. 황 환원균을 이용한 하수처리하는 황 연료전지와 결합되어 반응조에서 발생된 황화수소로 전기를 생산하는 방식으로 이루어지며, 이는 기존 하수처리의 단점을 보완할 수 있는, 폭기가 요구되지 않고, 유기물 분해 속도가 빠르며, 잉여 슬러지의 발생이 적다는 장점을 가지기 때문에 이상적인 하수 처리 시스템이 될 것이다. 황 환원균이 우세한 그레놀을 얻기 위해 혐기 혐기 그레놀에 연속 운전을 하면서 sulfate는 지속적으로 주입해 주고 유기물의 공급은 중단하는 starvation이 적용되었다. 이는 메탄균과 황 환원균의 경쟁관계에서 황 환원균을 우세화 하기 위하여 혐기 그레놀의 구조적 특성을 이용한 것으로, 유기물의 공급을 중단 함으로써 그레놀 가장 내부에 위치하는 메탄균은 충분한 유기물의 공급을 받지 못해 활성을 잃게 된다. 반면 비교적 그레놀 외곽에 위치한 황 환원균은 지속적으로 공급되는 sulfate를 이용하고, 메탄균보다 기질 친화력이 높고 유기물 분해속도가 빠르기 때문에 그레놀에 존재하는 EPS와 분해된 미생물을 유기물로 이용하여 생존하기 유리 할 것으로 생각되어 진다. 이를 알아보기 위하여 동일한 두 UASBr 반응조를 glucose와 sulfate 공급하면서 연속 운전하였으며 한 개의 반응조에만 glucose의 공급을 중단하는 starvation을 적용해 보았다. Starvation의 영향을 알아보기 위하여 연속 운전 동안 두 반응조의 유기물과 sulfate분해율을 측정하였으며, EPS 농도, 그레놀 구조에 대한 분석이 이루어 졌다. 그 결과 starvation 기간을 거친 반응조에서 15% 향상된 sulfate 제거율이 관찰 되었으며, 90% 이상의 유기물 분해가 황 환원균에 의해 이루어 졌다. 이는 starvation을 적용하지 않은 반응조와 비교하였을 때 메탄균의 활동이 저해되고 황 환원균의 활성이 향상된 것임을 알 수 있다. SEM과 TEM을 이용한 그레놀 구조 분석에서도 EPS가 소비된 것을 확인 할 수 있었고, 그레놀 내부에 위치한 미생물 세포들이 파괴 된 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통해서 starvation이 혐기 그레놀 내

의 메탄균과 황 환원균 사이의 관계에서 황 환원균을 우점화 하는데 효과적인 방법으로 확인 되었다. 이를 이용하여 황 환원균을 이용한 하수 처리 시스템의 보다 빠른 start-up이 가능 할 것으로 생각되어 진다. 



분리 수거된 음식물 폐기물 소화를 위한 침출수 순환형 혐기성 소화 공법

이제승[†], 이병희, 이승희, 유호식, 조찬휘, 오동근
경기대학교 환경에너지공학과
e-mail: jass620@naver.com

Leachate Recirculation Anaerobic System to digest source separated food waste

Je-Seung Lee[†], Byong-Hi Lee, Seung-Whee Rhee, Ho-Sik Yoo, Chan-Hui Cho, Dong-Keun Oh
Dept. of Environmental Energy Eng., Kyonggi University
Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-760, Korea

포스터 발표

초 록

본 연구에서는, 교내 식당에서 발생된 음식물류 폐기물을 분리수거하여 신재생 에너지인 메탄가스를 생산하기 위한 혐기성 소화시스템에 대한 연구가 수행되었다. 초기 기초분석 실험을 통해 바이오가스 생성 효율이 높은 것으로 파악된 침출수 수집 및 반송이 가능한 반응시스템을 채택하여 실시하였다. 동일한 조건을 가진 두 개의 2L 용량 혐기성 소화 반응조를 36°C가 유지되는 수조에 설치하고 그 성능을 파악하였다. 반응조 내부의 음식물 폐기물 침출수 투과 속도 차이가 가스 발생량 차이를 가져다주는 것으로 파악되었다. 투과속도가 빠를수록 가스발생량이 큰 것으로 나타났다. 또한 수집된 침출수 반송빈도가 클수록 가스 발생량이 큰 것으로 관찰되었다.

Abstract

In this study, anaerobic digestion systems fed with source separated food waste from campus cafeteria were studied to generate a renewable energy - Methane. This experiment used the reactor system that demonstrated high biogas generation from preliminary test and has a function to collect and recirculate leachate. Two identical 2L capacity anaerobic digestion reactors with same conditions were tested. These system were located within water bath to maintain reactor temperature at 36°C. It had shown that gas generation rate was dependent on leachate permeation rate. The higher permeation rate showed the higher gas generation rate. Also the higher leachate recirculation frequency showed the higher gas generation rate. 



POSTER PRESENTATION

P7

구조보조제 첨가에 따른 하수슬러지 탄화 다공체의 강도적 특성

유영석[†], 조준호
 한국건설기술연구원 환경연구실
 e-mail: ysyoo@kict.re.kr

Effect on Mechanical Strength of Cabornized Porous Media manufactured by Sewage Sludge according to Structural Additives

Yeong-Seok Yoo[†], Jun-Ho Jo
 Environmental Engineering Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Republic of Korea

초 록

본 연구에서는 하수슬러지에 구조보조제로 점토를 섞어 원료로 사용하고, 질소가스를 주입하여 무산소 상태를 조성한 후 500~1000℃의 탄화 온도와 0.5~3시간의 탄화시간으로 탄화 다공체를 제조하여 강도적 특성을 분석하고자 하였다. 하수슬러지의 탄화는 일반적인 탄화기술 혹은 활성탄 제조의 변형기술로 미립형태인 하수슬러지를 탄화시켜 미분말 형태의 탄화체를 생성한다. 이러한 탄화물은 미분말의 경우 바람 및 유체에 의하여 유동되어 적용상 용이치 않다. 탄화물의 연료화는 발열량이 현저히 떨어져 저급의 고체연료를 안정적으로 사용할 수 있는 수요처가 부족한 실정이다. 과립상의 탄화물은 토양개량제나 수처리 여재로 활용될 수 있으나, 물리적 강도나 성능문제로 재활용이 용이치가 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 하수슬러지 내의 낮은 무기물 비율에 더하여 별도의 무기물을 첨가하고, 소성온도를 올려 성형체의 기계적 강도를 증대토록 함과 동시에 다공성을 확보하고자 하였다. 탄화 다공체의 제조는 하수슬러지와 점토의 혼합, 성형, 건조, 소성의 순으로 진행되었다. 탄화온도의 증가에 따라 다공성이 증가하지만 점토를 첨가하면 급격히 기계적 강도가 증가하지만 반대로 다공성은 급격히 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 소성온도의 증가에 따라 다공성이 증가하고, 기계적 강도도 증가하는 것으로 나타났다. 이에 따라 다공성과 기계적인 강도를 동시에 갖도록 하기 위하여 높은 탄화온도 조건에서 소성하여 높은 다공성과 기계적 강도를 갖도록 하고, 적정한 양의 점토와 같은 구조보조제를 첨가하여 비교적 높은 다공성과 기계적 강도를 갖도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 기계적 강도를 갖는 하수슬러지 다공체는 비점오염물질 제어 여재 혹은 옥상녹화 여재로 활용함으로써 대량 수요처를 확보하게 되어 하수슬러지 재활용을 도모할 것이다. 

포
스
터
발
표



분산하수처리시스템으로서 CEA 미생물 연료전지의 거동특성

한선기*[†], Yanzhen Fan**[†], Hong Liu**[†], 이채영***

*한국방송통신대학교 환경보건학과, **오리건 주립대학교 생물및생태공학과, ***수원대학교 토목공학과
e-mail: skhan003@knou.ac.kr

Performance of CEA microbial fuel cells as a decentralized wastewater system

Sun-Kee Han*[†], Yanzhen Fan**[†], Hong Liu**[†], Chae-Young Lee***

*Dept. of Environmental Health, Korea National Open University
**Dept. of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University
***Dept. of Civil Engineering, The University of Suwon

초 록

현재까지 많이 이용되고 있는 집중하수처리시스템은 비용, 효율 및 환경오염 측면에서 여러 가지 부작용을 낳고 있어, 이의 대안으로서 분산하수처리시스템이 주목을 받고 있다. 분산하수처리시스템에는 composting toilet, constructed wetland, membrane bioreactor 등이 적용되어 왔으나, 최근 미생물 연료전지가 새로운 대안으로 떠오르고 있다. 미생물 연료전지는 하수를 처리함과 동시에 전기에너지를 생산하기 때문에, 분산하수처리시스템이자 분산에너지공급시스템으로서도 이용이 가능하다. 외기 환원전극(air cathode)과 cloth electrode assembly(CEA)를 이용한 이중(double) CEA 미생물 연료전지는 약 60 일간의 운전동안 전류밀도 16.4 A/m²에서 최대 전력밀도 4.3 W/m²를 보여주었다. 높은 전류밀도는 높은 coulombic efficiency(83.5%)와 높은 잠재적 COD 제거율(93.5 kg/m³)을 보여주었다. 



POSTER PRESENTATION

P9

하수슬러지 탄화 다공체의 소성온도/시간에 의한 영향

유영석[†], 조준호

한국건설기술연구원 환경연구실

e-mail: ysyoo@kict.re.kr

Effect of Sintering Temperature/Time on Carbonized Porous Media manufactured by Sewage Sludge

Yeong-Seok Yoo[†], Jun-Ho Jo

Environmental Engineering Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Republic of Korea

초 록

본 연구에서는 하수슬러지를 이용하여 다공성과 기계적 강도를 동시에 갖는 탄화다공체를 제조하기 위하여 소성조건인 탄화온도 및 탄화시간의 영향을 파악하고자 하였다. 우리나라의 하수슬러지는 수분함량 및 무기물 함량이 높고, 발열량이 떨어지기 때문에 에너지로 활용보다는 건설환경 소재로 활용함이 바람직하다. 특히 최근에는 옥상녹화 및 친환경 건축에 대한 요구로 인하여 경량성, 단열성, 오염물질/비료 흡착성, 내열성, 전자파차단성을 갖는 기능성 소재의 수요가 급격히 높아지고 있다. 그러나 천연소재에는 이러한 환경기능성을 갖고 있지 않기 때문에 인공소재의 개발을 필요로 한다. 다공성과 기계적 강도를 갖는 탄화다공체는 다양한 환경기능성을 제공하는 소재로서의 커다란 잠재성을 갖고 있다. 특히 하수슬러지 탄화다공체 개발은 커다란 소비처에 의한 하수슬러지 재활용 측면에서 뿐만 아니라 신소재 활용측면에서 큰 의미가 있다. 지금까지 많은 연구에서 하수슬러지 탄화는 에너지 적게 투입하고 높은 발열량의 탄화물을 회수하고자 하였다. 본 연구에서는 일반적인 탄화온도(500℃ 이내) 및 탄화시간(1시간 이내)의 범위 이상에서 탄화온도 및 탄화시간에 따른 다공성 및 기계적 강도 특성을 파악하고자 하였다. 다공성은 30분 이상의 탄화시간에서 그 영향인자가 되지 못하고, 탄화온도에 의하여 지배적인 영향을 받는다. 탄화온도의 증가에 따라 다공성은 증가하며, 특히 900℃ 이상에서 증가폭이 크며, 1000℃ 이상부터 하락하는 것으로 나타났다. 기계적 강도는 탄화온도 및 탄화시간 모두의 영향을 받지만 탄화온도의 영향이 훨씬 큰 것으로 나타났다. 기계적 강도는 탄화온도의 증가에 따라 지속적으로 증가하며, 1000℃ 이상에서 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 이에 따라 900℃ 이상에서 다공성과 강도성을 동시에 갖는 하수슬러지 다공체를 제조할 수 있을 것으로 판단하였다. 

포
스
터
발
표



음식물쓰레기와 낙엽 혼합물을 이용한 혐기성소화 연구

김문환[†], 박상현*, 김민호*, 오세은
대호산업(주), *국립 한밭대학교 환경공학과
e-mail: supernss@nate.co.kr

Moon-Hwan Kim[†], Sang-Hyun Park*, Min-Ho Kim*, and Sae-Eun Oh*
[†]Dai Ho Industry Co.

*Department of Environmental Engineering, Hanbat National University, Republic of Korea

초 록

본 연구에서는, 낙엽 쓰레기와 음식물쓰레기 혼합물을 이용하여 혐기성 메탄 소화시 특성을 실험 하였다. 낙엽쓰레기는 일반적으로 고형물의 함량이 매우 높고, 가로수 등지에서 일정수량이 매일 발생하며 대부분 환경 미화를 통해 수집되어 소각, 또는 퇴비화로 사용되고 있으며 음식물쓰레기의 경우 대표적인 유기성 폐기물 중 하나로, 국내의 음식물쓰레기는 고형물 함량이 높고 염도가 높은 특성을 가지고 있다. 또한, 런던협약으로 인해 해양투기가 금지되어 대부분 퇴비화 및 재활용되고 있으나 악취 발생 및 낮은 품질 등으로 문제가 되고 있다. 실험에 사용된 반응기는 스테인레스 재질의 수직형으로 유효용량은 4 L 반응온도는 35°C로 항온기를 이용하여 온도를 유지하였다. 내부 교반기의 형태는 임펠러를 격자형태로 엮어 최대한 교반이 잘되도록 하였으며 유입되는 기질은 믹서를 이용하여 잘게 파쇄한 뒤 음식물쓰레기와 낙엽쓰레기를 8:2 (V/V) 비율로 혼합하였다. 실험에 사용된 미생물은 하수처리장의 탈수케이크를 소화조 슬러지와 혼합하여 TS 기준 10~15 %정도로 조절하였고 pH는 7.6, 알칼리도는 8,500 mg CaCO₃/L 이었다. 혼합 농도는 TS 기준 35 %로 조절하였으며 고형물 체류시간, SRT를 100일로 조절하여 바이오가스의 측정과 메탄 분압을 측정하였다. 혼합 기질의 농도가 35%로 매우 높기 때문에 기질의 주입은 내부 미생물을 빼내 일부를 혼합하여 사용하였다. 반응조의 운전은 기질의 농도를 고정시키고 고형물 체류시간, SRT를 150일부터 60일 까지 단계적으로 변경시키면서 유기부하량의 증대와 메탄 발생량의 관계를 살펴보았다. 실험결과를 살펴보면, 초기 SRT 150일 조건에서는 VS당 메탄 발생량이 290 mL CH₄/g VS_{added} SRT 100일에서는 VS 당 메탄 발생량이 313.2 mL CH₄/g VS_{added} 로 증가하였으며 SRT 60 일 조건에서는 초기에는 330 mLCH₄/g VS_{added} 로 증가하였으나 유지되지 못하고 전환율이 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 높은 유기물부하로 인해 분해된 유기산이 메탄으로 전환되지 않으면서 저해를 받은 것으로 사료된다. 모든 조건에서 메탄의 분압은 평균 48~51 %로 나타났고 VS 제거율은 STR 150일, 100일, 60일 조건에서 각각 35%, 46%, 28%로 나타났다.



POSTER PRESENTATION

P11

가축분뇨 처리 시스템에 대한 전과정평가 방법을 적용한 환경영향 평가

신중두[†], 이선일, 박우균, 홍승길
 국립농업과학원 기후변화생태과
 e-mail: jdshin1@korea.kr

Application of the Life Cycle Assessment Method to Swine Waste Treatment Systems

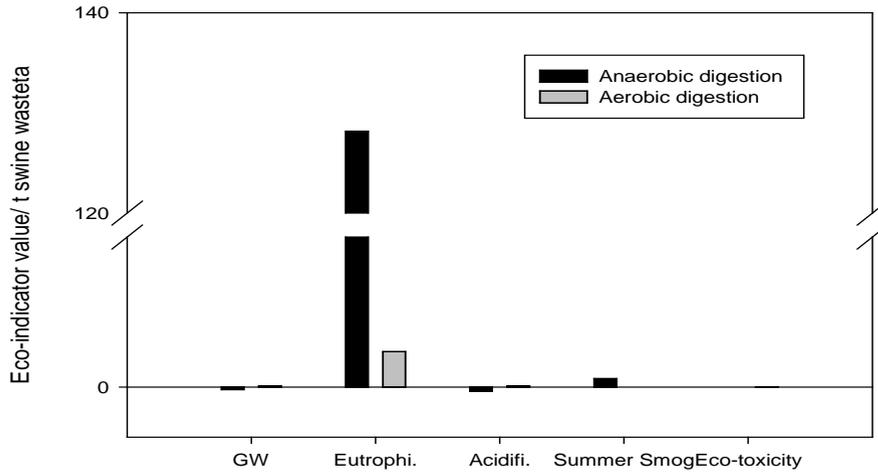
Joung-Du Shin[†], Sun-Il Lee, Wu-Gyun Park, Seong-Gil Hong

Department of Climate Change&agro-ecology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

Abstract

The application of the Life Cycle Assessment (LCA) methodology to analyze the environmental impact of different swine waste treatment systems is investigated. The first part of and LCA is an inventory of parameters used and emissions released due to the system under investigation. In the following step, the Life Cycle Impact Assessment, the inventory data were analyzed and aggregated in order to finally get one index representing the total environmental burden. For the Life Cycle Impact Assessment (LCIA) the Eco-indicator 95 method has been chosen because this is well documented, and regularly applied impact stronger is the total environmental impact of an analyzed swine waste treatment systems. Two different swine waste treatment systems such as aerobic and anaerobic digestion systems were chosen as an example for the life cycle impact analysis. For establishing the parameters to be assessed the agricultural environmental effects to different swine waste treatment systems, it observed that there was high at T-P emission in anaerobic digestion system and CO₂ emission in aerobic digestion system. For Eco-indicator values per environmental effect for swine waste treatment systems related to on tonne of swine waste, it was shown that there was a negative index for global warm potential and soil acidification, but relatively high positive index for eutrophication in anaerobic digestion system.

Key words: life cycle impact assessment, total Eco-indicator value, global warming, eutrophication, swine waste treatment system.



[Fig. 1] Eco-indicator values per environmental effect for swine waste treatment systems related to on tonne of swine waste. 🔄



POSTER PRESENTATION

P12

옥수수 재배에 있어 유기성 퇴비 및 바이오차 사용 시 토양 탄소 및 질소의 무기화

신중두[†], 이선일, 박우균, 최용수, 홍승길
국립농업과학원 기후변화생태과
e-mail : jdshin1@korea.kr

Mineralization of Soil Carbon and Nitrogen with Application of Agricultural Organic Composts Cooperated with Bio-char for Corn(Zea mays) Cultivation

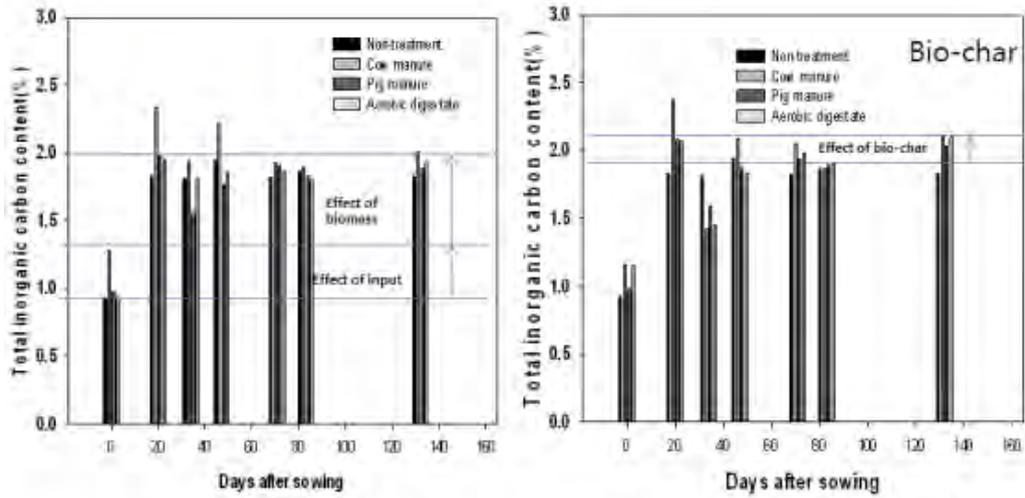
Joung-Du Shin[†], Sun-Il Lee, Wu-Gyun Park, Yong-Su Choi, Seong-Gil Hong
Department of Climate Change&agro-ecology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

초 록

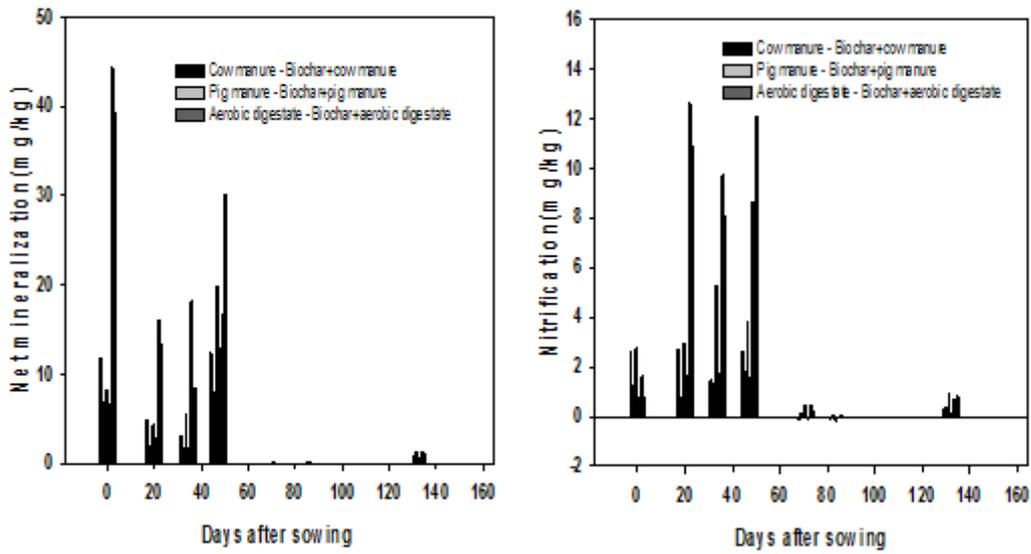
본 연구는 농업 유기성자원 이용형태별 토양 내 유기자원의 탄소 및 질소의 무기화 양상 비교하기 위하여 수행하였다. 토성은 식양토로서 재식거리를 25 x 60cm로 하여 옥수수 미백 2호를 5월 14일에 파종하였다. 시료 시비량은 추천시비량으로서 질소, 인산 및 가리비료를 23-10.7-19kg/10a 사용하였으며, 바이오차는 토양무게의 2% 기준으로 사용하였고, 액비는 10톤/10a로 분무 살포하였다. 처리 수준은 우분퇴비, 돈분퇴비, 호기성액비, 무처리 및 유기성 자원(우분, 돈분, 액비) + Biochar(각 3처리)로 7수준이었다. 토양 분석항목으로 NH₄-N, NO₃-N, T-C, IOC를 분석하였다. 연구 결과로서 옥수수 재배포장에 바이오차 사용구의 탄소 함량은 2.04-2.12%범위이었고, 우분처리구에서 토양 무기탄소 함량 0.29% 증가하는 것으로 나타났다. 바이오차를 사용함으로써 토양중의 무기탄소량이 143-149kg /10a 증가 하였다. 유기성 자원을 사용한 옥수수 포장에서 파종 후 47일을 기점으로 토양 중 질소 무기화 및 질산화 과정은 진행되지 않는 것으로 나타났다. 또한 전반적으로 파종 후 47일을 제외하고 바이오차 사용구가 질소 무기화 및 질산화 비율이 낮게 나타났다.

Key words: agricultural organic compost, bio-char, carbon and nitrogen mineralization

포
스
터
발
표



(Fig. 1) Changes of soil inorganic carbon contents to application of agricultural organic composts cooperated with bio-char for corn cultivation.



(Fig. 2) Changes of soil nitrogen mineralization and nitrification to application of agricultural organic composts cooperated with bio-char for corn cultivation.



POSTER PRESENTATION

P13

미세조류를 이용한 혐기성 수소 발효 시 산과 열적 전처리의 영향

최재민, 이채영[†]

수원대학교 토목공학과

e-mail: chaeyoung@suwon.ac.kr

Effect of acid and thermal pre-treatments of microalgae on the anaerobic hydrogen fermentation

Jaemin Choi and Chaeyoung Lee[†]

Department of Civil Engineering, The University of Suwon, Republic of Korea

초 록

1, 2차 석유 파동과 산업 발전에 따라 세계 에너지 수요는 증가되고 있으며, 이에 따라 에너지 공급과 고유가 문제가 발생하였다. 이로 인해 세계의 주요 국가들은 지속 가능한 새로운 에너지 즉, 신·재생에너지 생산 기술에 관심을 가지기 시작하였다. 또한, 신·재생에너지 기술 개발에 대한 관심이 고조됨에 따라 새로운 에너지원에 대한 관심 또한 증가되고 있다. 그 중 미세조류는 1세대 바이오매스인 곡물자원, 2세대 폐목재에 이어 3세대 바이오매스로 주목받고 있다. 미세조류를 이용한 에너지 생산 기술 연구는 주로 바이오 디젤, 바이오 에탄올을 생산하는 연구에 집중되고 있는 실정이며 미세조류의 지방 함량이 40% 미만일 경우 바이오 디젤을 생산하는 것에 비해 혐기성 소화를 통한 바이오 가스 생산이 경제적인 것으로 보고되었다. 그러나 미세조류의 경우, 종에 따라 차이는 있을 수 있으나 세포벽이 다층의 구조로 구성되어 있으며 분해에 대한 저항성이 있는 섬유소가 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 미세조류의 효과적인 분해를 위해 산 및 열 전처리를 수행하였으며, 이에 따른 물리적 형상 변화, 당의 조성 변화 및 혐기성 수소 발효 성능을 평가하였다. 전처리를 수행한 미세조류는 수행하지 않은 것에 비해 평균 입경이 1/4으로 감소하였으며 당의 조성은 상대적으로 분해되기 쉬운 포도당이 검출되었다. 또한, 혐기성 수소 발효 성능은 17배가 향상된 것으로 나타났다.

사사

본 연구는 2012년도 수원대학교 학술연구비 지원을 받아 수행된 것이며, 이에 감사드립니다.

Symposium and presentation, Autumn, 2013



혼합 폐기물의 최적 바이오가스 생산 조건 연구

한정미[†], 여운호

인천대학교 도시환경공학부

e-mail: h-j-m-l@incheon.ac.kr

A study on the Optimum Conditions of Biogas Production for Combined Waste

Jung-Mi Han[†], Wun-Ho Yeo

Department of Urban Environmental Engineering, Incheon National University, Republic of Korea

포스터 발표

초 록

본 연구에서는 생활폐기물, 슬러지, 건설폐기물 등이 혼합 반입되어 매립지에 매립되는 경우가 많으므로 이와 같이 매립된 폐기물에서 발생될 수 있는 바이오가스의 최적 발생 조건을 찾아 에너지 자급율의 증가 및 온실가스 감축, 폐기물 관리 등 당면한 3가지 문제를 동시에 해결할 수 있는 효과적인 기술적 이론을 찾고자 한다.

바이오가스의 최적 발생 조건을 찾고자 BMP(Biochemical Methane Potential) Test를 행하고자 하며, 이 테스트에서 다양한 폐기물 구성 조건 및 운전 조건을 찾고자 한다. 특히, 이런 다양한 조건 속에서 최적 메탄 발생량을 찾아내 유기성 폐자원의 효과적인 감량화, 재이용화, 안정화를 만족시키는 동시에 유용한 에너지원 확보에 크게 기여하고자 한다.

사사

본 논문은 수도권매립지관리공사에서 지원하는 2013년도 환경에너지 대학원 인재양성 프로그램의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

Think Different!

“에너지의 생각을 바꾸십시오”

고객에게 필요한 에너지를 생각합니다.
에너지비용은 줄이고, 온실가스를 절감하며,
효율을 최적화하기 위한 다양한 에너지 솔루션과
엔지니어링 사업을 펼쳐나갑니다.

Energy Solution

- 고효율 기기사업
- 에너지효율화사업
- 신재생에너지사업

Energy Engineering

- 환경에너지 사업
- 분산형 열병합발전 사업
- 연료전지 발전 Plant 사업



..... “세상 풍경은 우리 책임이다”
세상의 풍경을 만드는 대림의 정신입니다.



집을 세우고 다리를 짓고 길을 내고 그 위를 달리는 운송수단을 만드는 것이 저희의 실제입니다만 결국 이 모든 것이 세상의 풍경을 만드는 일이라고, 그것이 우리의 책임이라고 대림은 생각합니다. 대림은 이름 뜻 그대로 큰 숲처럼 쾌적하고, 풍요롭고, 무한한 기업이 되고자 노력합니다. 뾰족 드러난 나무이기보다는 우직하고 풍성한 숲이기를 바라는 대림인! 앞으로도 세상을 위한 큰 숲이 되고자 노력할 것입니다.

大林은 큰 숲입니다



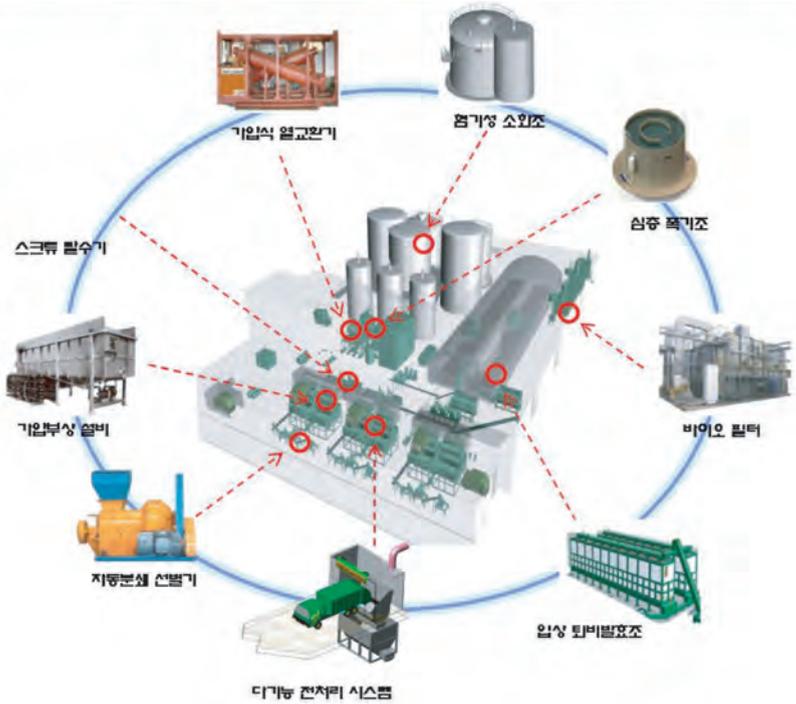
■고객에게 가장 사랑받는 e-편한세상 아파트로부터 서해대교건설프로젝트, 대한민국건설대상, 마케팅대상, 재무구조대상등의 수상실적에 이르기까지- 대림은 정도경영, 내실경영의 성과를 꾸준히 거두고 있습니다



음식물류자원화설비 설계/제작/시공의 파트너
독자기술 기반의 경쟁력 보유기업
철저한 A/S 및 성능보증

생산 공급 제품군

- ▶ 음식물류폐기물자원화사업
- ▶ 혐기성소화 바이오가스 설비사업
- ▶ 저탄소 녹색마을 구축사업
- ▶ 기능형탱크 및 이송설비 등 각종 철구조물 제작



- 시설용량 : 200톤/일
- 시행자 : I시
- 공사범위 : 일괄제작/시공
- 상업운전 중



- 처리용량 : 50톤/일
- 시행자 : E시
- 공사범위 : 전처리설비 시공
- 상업운전 중



- 시설용량 : 100톤/일
- 시행자 : K시
- 공사범위 : 전처리설비 시공
- 시설보수 중



- 시설용량 : 30톤/일
- 시행자 : A시
- 공사범위 : 일괄설계/제작/시공
- 상업운전 중

지구가 너무 작은건 아닌가

모두가 꿈꾸는 내일을 짓기에 지구는 너무 좁습니다

당신의 생활을 아름답게 담는 공간,
도시의 가치를 새롭게 높이는 공간,
건설의 미래를 제시하는 공간을 위해
오늘도 GS건설은 세계 곳곳을 누비며
더 넓은 지구의 내일을 짓고 있습니다





어디까지 보고 있나요?

집 한 채 짓는 건데
어디까지 보고 있나요?

다리 하나 놓으면서
발전소를 만들면서
지금, 어디까지 보고 있나요?

사람들을 보고 있습니다
에너지를 보고 있습니다
쌓여 가는 쓰레기를, 줄어 가는 자원을
그리고 이파하는 지구들...

건설의 힘과 가능성을 알기에
사람, 환경, 에너지까지 생각하며
건설하고 있습니다

건설은 세상을 바꿀 수 있습니다

세상을 바꾸는 힘
대우건설



自然主義

꿈이 반올림되는 세상, 푸른 기억이 꿈꾸는 초록세상을 손안에...

그동안 잊고 지냈던 푸르름의 기억, 초록의 속삭임을 펼쳐 보입니다.
 잊었던 기억을 속삭이는 친구들과 같이 살아가야 할 꿈꾸는 우리의 미래!
 아이들의 꿈과 희망이 반올림되는 세상, 푸른 기억이 꿈꾸는 초록세상...
 포스코건설이 만들어 가는 세상입니다.

포스코건설의 환경사회를 생각하는 마음은 실천이 되고 있습니다.



| 인천 학익하수종말처리장 |



| 서울 중랑물재생센터 |



| 양산시 자원회수시설 |



| 고양시 환경에너지시설 |

posco
포스코건설





Total Solution Korea Water

대한민국 1위! 세계로 향합니다.

국내 수처리 운영관리 시장의 No.1 회사로 우뚝 선 티에스케이워터가 상.하수도 사업, 폐수처리사업, 폐기물처리 및 자원화 사업의 개발. 설계. 시공. 운영관리 및 프로젝트 관리에 이르기까지 물 사업 및 폐기물 사업 전반에 대한 Total Solution을 제공하는 환경산업의 Global Leading Company로 도약합니다.



TAEYOUNG



SK와 태영이 하나로 뜻을 모은
TSKwater가 새로운 미래 환경산업을 이끌어갑니다.

녹색기술인증기업
(주)에코데이

청주시 음식물폐기물 메탄가스화 시설 (200ton/일) 수주 외 다수

음식물
쓰레기

Eco DAYS
Aerobic treatment & Anaerobic digestion of organic wastewater

물

바이오에너지

폐수처리 및 바이오 에너지전문기업
www.ecodays.co.kr

(주)에코데이
서울특별시 노원구 하계동 250-3번지 하계테크노타운 B동 801호 | Tel : 02-993-1493~6 / Fax : 02-993-1497

 (주)에코데이
Ecodays. co., Ltd.



AnnaBini TEZ CORPORATION

21세기 녹색 성장의 시대를 맞이하여 안나비니테즈의 한국형 혐기성소화시스템은 국내에서 발생하는 유기성 폐기물(음식물, 음폐수, 가축분뇨, 하수슬러지)의 안정적인 처리 및 고효율 에너지화를 위한 최적의 시스템이며 국내·외 에너지화 시장에 중추적 역할을 감당하고자 끊임없는 노력을 경주하고 있습니다

특허 등록 제 10-1002386 호

암모늄 질소 농도 조절에 의한 유기성 폐기물의 혐기성 소화방법

특허 등록 제 10-0994193 호

중탄산염 알칼리도 제어에 의한 유기성 폐기물의 혐기성 소화방법

그외 특허 등록 3건



질소안정화 (ANS, Ammonium Nitrogen Stabilization) Process

미생물의 활성도를 극대화 시킴으로써 가수분해 단계에서 생성된 NH_4^+-N 을 유기물 안정화와 함께 미생물의 형태인 $Org-N(C_5H_7O_2N)$ 으로 증식시켜 고효율의 바이오가스 생산 및 저농도 유출수 상징액이 배출되는 고품 혐기성 소화 공법

처리대상

- 가축분뇨 ● 하수슬러지 ● 도축폐수
- 하수슬러지 ● 음식물류폐기물 및 음폐수

특장점

- 최적조건의 미생물활성도를 통한 안정적인 소화조 운전
- 전처리를 통한 유기물 분해속도 가속화
- 암모니아에 대한 미생물 독성 방지
- Pump 교반을 통한 소화조내 효율적 교반
- 저농도 유출수(후처리비용 감소)
- 고효율 바이오가스 생산

현장



소화조



가스홀더



전처리



탈취설비

▶ 운전결과(유출수 기준)

| 구분 | 기존 혐기성 공법 | ANS Process |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| pH | 7.5~9.5 | 6.8 이상, 7.0~7.5 |
| 유기산 | 3,000mg/L 이상 | 50~300mg/L |
| 알칼리도 | 25,000 mg/L 이상 | 1,100~5,350mg/L |
| COD | 10,000~20,000 mg/L | 150~1,500mg/L |
| NH_4^+-N | 3,000~4,000 mg/L | 약 500mg/L 정도 |
| 바이오가스 | 0.25 Nm ³ /kg VS removed | 0.92 Nm ³ /kg VS removed |

안정적인 후처리 운영

저농도의 소화조유출수(COD, NH_4^+-N)를 통한 기존 대비 후처리 비용 절감

고효율 바이오가스 생산

단위 (Nm³ biogas/ton)

음식물 130 음폐수 80
가축분뇨 49 하수슬러지 23

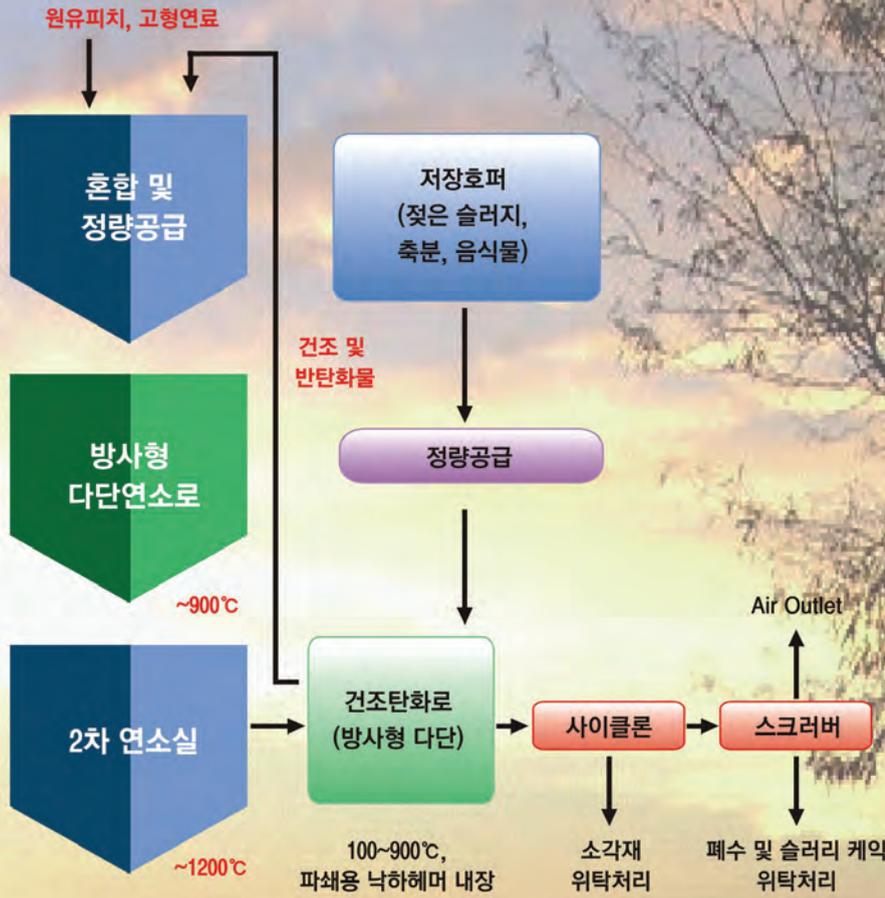
(가축분뇨 : 음폐수=7 : 3)



(주)안나비니테즈
AnnaBini TEZ CORPORATION

서울시 강남구 대치4동 913-7 보광빌딩 6층
Tel. 02-3447-7177 Fax. 02-3447-7377 www.abtez.com

유기성 폐기물 건조탄화 및 고형연료화 시스템



자연은

항상

멘도타 호수처럼

아름다워야 합니다

(주)멘도타

폐기물 에너지화 플랜트,

폐기물 리사이클링(폐활성탄, 폐촉매, 유기성슬러지)

TEL 031-357-3708, FAX 031-357-3709, www.mendota.co.kr

“ 쾌적한 주거환경과 국민의 자산가치를 소중히 하는 기업 ”

사람과 자연을 향하는 친환경기업공동체!! 에스씨종합건설(주)가 함께 하겠습니다.



경북 경주시 강동면 다산리 87-2
T.054-261-4066 / F.054-261-5293



안전운전은 당신의 행복운전입니다!

고속도로에서 지켜야 할 것!

운전 중 DMB, 휴대전화 사용하지 마세요
돌발상황 발생시 평소보다 정지시간이 1.47초 늦어져 고속도로에서는 큰 사고로 이어질 수 있습니다.
운전 중 DMB나 휴대전화를 사용하지 말아주세요

졸음운전하지 마세요
최근 5년간 고속도로 교통사고의 약 22%가 졸음운전으로 인한 것입니다.
휴게소와 졸음쉼터를 이용해 충분한 휴식을 취해주세요

과속운전하지 마세요
과속운전은 운전자의 시야를 좁히고 위기대응능력을 떨어뜨려 대형사고를 유발합니다. 자신과 가족의 안전을 위해 속도를 조금 더 낮춰주세요.

과적 및 적재불량하지 마세요
축하중 10톤의 과적차량 한 대는 승용차 7만대 만큼의 도로파손 피해를 초래하고, 적재불량으로 무심코 떨어뜨린 물건 하나가 타인의 생명과 안전을 위협합니다.

안전띠는 꼭 착용하세요
안전띠를 착용 했을 때 보다 사고 사망률이 3배 높아집니다.
고속도로에서는 전 좌석 안전띠 착용이 필수입니다.

고속도로가 새롭게 변하고 있습니다

| 빠른 길 | 안전한 길 | 쾌적한 길 |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 스마트폰 교통방송 및 위치기반형 교통정보 앱 출시 - 무인요금소(8개) 도입 등 물게이트 서비스 스마트화 - 차세대 첨단교통시스템 「스마트 하이웨이」 추진 ※ 2012 대한민국 발명특허대전 대통령상 수상 | <ul style="list-style-type: none"> - 첨단 고속도로 재난관리시스템 구축 - 무인·무정차 눈스톱 과적 단속시스템 구축 - 전국 고속도로 졸음쉼터 설치 지속 확대(110개) ※ 교통문화 발전대회 대통령상 수상 | <ul style="list-style-type: none"> - 저렴한 가격/좋은 품질 EX알뜰주유소 전국 확대(156개) - 식약청 HACCP 인증으로安心휴게소 구현 - 남해선 폐도에 친환경 태양광 발전소(4.6MW급) 운영 ※ 공기업 최초 고객중심 경영(CCM) 인증 획득 |



Shinwoo Eco



- 계단식 연소보일러
- 목재 펠릿
- EFB
(Empty Fruit Bunch)

고형연료 연소보일러의 새로운 패러다임!

(주) 신우에코 계단식 연소 보일러

보일러사업부

- 고형연료 연소 보일러
- EFB(Empty Fruit Bunch) 연소 보일러 설계 및 시공

환경에너지사업부

- 수질방지시설 기본설계
- 유기성폐기물 자원화
- 신재생에너지 설비 설치
- 고도산화처리시설

환경에너지연구소

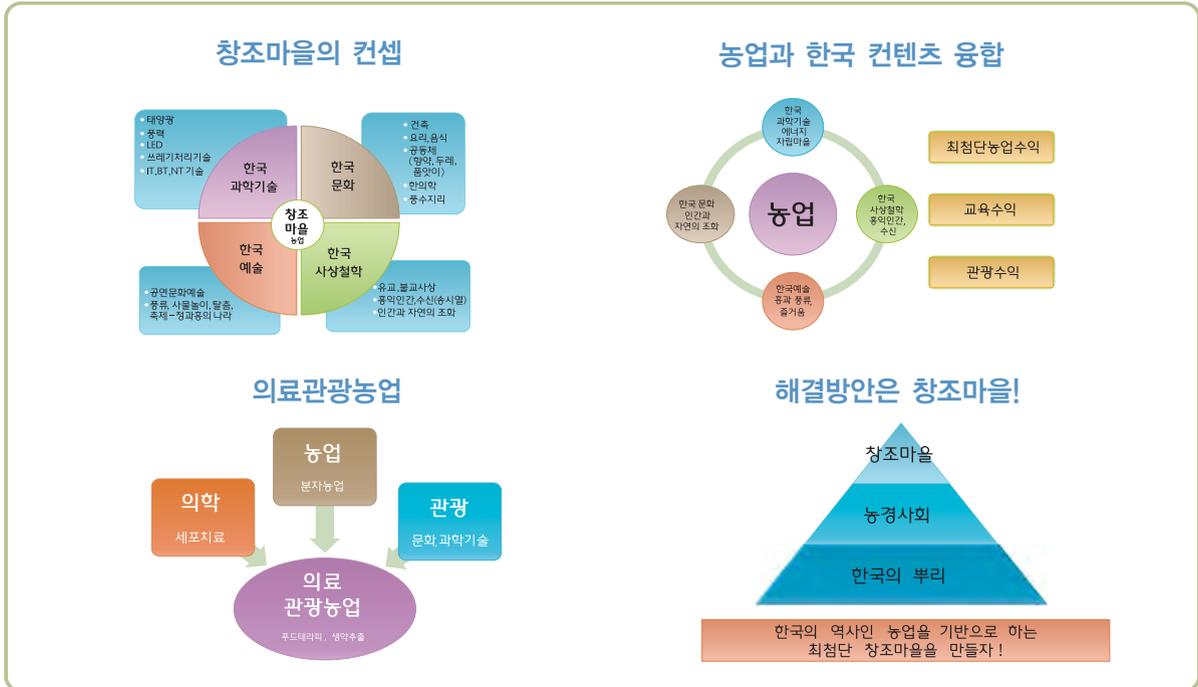
- 연소보일러 개발
- 유기성폐자원의 연구
- 친환경적 자원화 기술

괴산 디지털그 유기농 예술원

여러분을 Dream Society(꿈의 세상)로 초대합니다!



- 사업내용**
- 1) Eco-World (에너지자립 축제마을)
 - 2) '귀농귀촌' 과 '6차 · 관광농산업' 으로 부의 가치 창출(에듀-투어리즘)
 - 3) 융 · 복합창조 테마마을로 '한-스타일 디자인' 및 '체험학습장' 화(휴양, 수련원)
 - 4) '식물(버섯)공장' 과 '분자농업' 의 실현으로 의료관광(세포치료) 상품화
 - 5) '장수 100세 실현' 과 '오감만족-5감테라피의 테마' 공간디자인



(주)에버피아 H.P 010-2231-4621
충북 괴산군 소수면 소암리 산91-2, 산 91-5번지

이 대회집은 2013년도 정부재원(교육과학기술부)으로
한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 출판되었음.

**This Proceeding was supported by the Korean Federation of
Science and Technology Societies(KOFST) Grant
funded by the Korean Government(MEST).**



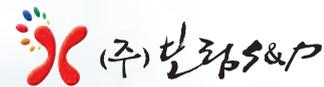
**[사]유기성자원학회
1992 · KORRA**

Homepage : www.korra.or.kr

E-mail : kowrec@empas.com (편집용 ; Editorial)
kowrec@daum.net (행정용 ; perational)

**“에너지강국의 초석”을 위한 KORRA ;
The ‘KS-BMW’ (=Korean Society for Bio-Mass Worldwide)**

www.bolimsnp.com



학회지
논문·보고서
카다로그
팸플렛
토탈 인쇄

100-013 서울시 중구 충무로3가 56-7
TEL 02-2263-4934~5 FAX 02-2276-1641
한림대점 TEL 033-248-3968 FAX 033-257-6742