

신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회

오승훈 · 박상진 · 박주형 · 이운규 · 이상민 · 김희태 · 전형배

- ❶ 서론
- ❷ 바이오가스플랜트 개관
- ❸ 바이오가스플랜트 시장과 국내외 동향
- ❹ 제언 및 우리나라 맞춤형 모델 제안

신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회

오승훈 · 박상진 · 박주형 · 이운규 · 이상민 · 김희태 · 전형배

- ❶ 서론 / 1
- ❷ 바이오가스플랜트 개관 / 7
- ❸ 바이오가스플랜트 시장과 국내외 동향 / 12
- ❹ 제언 및 우리나라 맞춤형 모델 제안 / 19

기계기술정책 원문 찾아보기

- ❶ 한국기계연구원 홈페이지-KIMM 즐길 메뉴-기계기술정책
- ❷ 한국기계연구원 홈페이지-기술지원 탭-기계기술정책
- ❸ 웹페이지 : https://www.kimm.re.kr/pr_policy

※ 웹페이지에서 다운로드 시, 정기구독을 신청하시면 이메일로 받아보실 수 있습니다.

1. 서론

- 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서 파리협정을 체결('15.12.) 하면서 2020년 이후 교토의정서를 대체하는 신기후체제 개막 예고¹⁾
 - (목표) 195개 협약 당사국은 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승을 2℃보다 낮은 수준을 유지하고, 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력 경주
 - 국가별 장기목표를 설정하고, 매주기(5년)마다 상향된 감축 목표 제출 및 종합적인 이행점검을 도입하고 2023년부터 점검 실시

〈표 1〉 교토의정서와 파리협정의 비교²⁾

구분	교토의정서(1997)	파리협정(2015)
대상 국가	▪ 선진국 37개 국가	▪ 195개 국가
국가별 역할	▪ 선진국에게만 온실가스 감축 의무 부여	▪ 선진국과 개도국 모두 책임 분담
구속력	▪ 구속력 없음	▪ 구속력은 없으나 대외적 압박 강화 ▪ 5년 주기 자발적 제출 목표 검증 (2023년부터 시행)
한국 상황	▪ 감축 의무 없음	▪ 2030년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축안 발표(2015.6)

- 우리나라도 기후변화 대응 본격화를 위해 최근 다양한 정책 수립·실행
 - (현황) 우리나라 온실가스 배출량은 세계 12위 수준이며, 신재생에너지 비중은 OECD 회원국 중 가장 낮은 수준
 - 우리나라 온실가스 배출량은 691백만톤('14)으로 1990년대 대비 약 24배 증가, 동 기간 증가율은 배출량 상위 10국 중 중국, 이란, 인도에 이은 4위 기록³⁾
 - * 우리나라 온실가스 배출량: 세계 12위, OECD 회원국 중에는 6위

1) 트럼프 대통령의 탈퇴 선언(2017.6.)에도 불구하고 파리협정문에 따라 정식 탈퇴까지는 약 4년의 시간이 걸리고, 미국 주요 리더(CEO, 정치인 등), G20(2017.7.)에서도 탈퇴 선언과 무관하게 지켜나갈 것을 표명하는 등 큰 영향은 없을 것으로 예상 (언론보도, 한국기후변화대응센터 등 전문기관 전망 등(2017.5.~7.))

2) 녹색기후기술백서, 녹색기술센터(2017.2.)

3) 2016년 국가 온실가스 인벤토리 보고서, 온실가스종합정보센터(2016.12.)

- 1인당 이산화탄소 배출량('13)도 11.39톤으로 1990년 5.41톤 대비 2.1배 증가
* OECD 회원국 1인당 이산화탄소 배출량은 동 기간 10.29톤에서 9.55톤으로 7.2% 감소
- 신재생에너지 비중은 3.7%(재생에너지 비중 1.0%)로 OECD 회원국 중 최하위 수준⁴⁾
* 2014년 기준 OECD 신재생에너지 점유율은 9.2%, 전 세계 신재생에너지 전력생산량은 전년 대비 6.9% 증가한 5,420TWh(총 발전량의 22%를 점유)⁵⁾

○ (목표) 2030년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축

- '제4차 신재생에너지 기본계획'('14.9.), 배출권거래제 시행('15), '제1차 기후변화대응 기본계획', '2030 국가온실가스감축 기본로드맵'('16.12.)을 발표
- 또한, 신정부의 공약 및 신재생에너지 확대 기조에 따라 신재생에너지 비중 목표 상향 조정은 불가피 전망⁶⁾

<표 2> 우리나라 부문별 온실가스 감축 목표(2030년)

부문	배출전망치(BAU) (백만톤)	감축량 (백만톤)	감축률(%)	
			부문BAU 대비	국가BAU 대비
전환	(333)*	64.5	(19.4)	7.6
산업	481	56.4	11.7	6.6
건물	197.2	35.8	18.1	4.2
에너지산업	-	28.2	-	3.3
수송	105.2	25.9	24.6	3.0
공공/기타	21	3.6	17.3	0.4
폐기물	15.5	3.6	23.0	0.4
농축산	20.7	1	4.8	0.1
국내 감축	851**	219	25.7%	
국외 감축		96	11.3%	

* 전환(발전) 부문 BAU는 각 부문별 배출량에 간접적으로 포함

** 배출량 총계(백만톤): 부문별 합계 840.6 + 기타 10.4(공정배출, 가스제조 등)

4) 2014년 1차 에너지 대비 비중, 우리나라는 2035년까지 신재생에너지 비중을 11.0%까지 확대 목표(신재생에너지 기술 개발 및 이용·보급 기본계획)

5) 국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석, 에너지경제연구원(2015)

6) 제4차 신재생에너지 기본계획에서 제시한 신재생에너지 보급률 목표('30년 9.7%, '35년 11%)는 신정부에서 2030년까지 20% 수준을 언급하면서 제5차 신재생에너지 기본계획(2019년 수립)에서 대폭 수정 예상

- (정부 정책) 기후변화 대응 구체화를 위해 ‘기후변화대응기술 확보 로드맵 (CTR: Climate Technology Roadmap)’ 수립 및 10대 기후기술 발표⁷⁾

<표 3> 10대 기후기술(CTR)

분야	10대 기후기술
탄소 저감	①태양전지, ②연료전지, ③바이오연료, ④이차전지, ⑤전력IT, ⑥CCS
탄소 자원화	⑦부생가스 전환, ⑧이산화탄소 전환, ⑨이산화탄소 광물화
기후변화 적응	⑩공통 플랫폼

<표 4> 10대 기후기술(CTR)별 주요 목표 및 정책⁸⁾

분야	정책목표	정책, 법, 프로그램	재정지원 (R&D투자)
태양전지	· 2035년까지 태양광발전 17.5GW 구축·신재생에너지 발전량의 22%	· 에너지 신산업 창출방안(2014년) · 핵심 기술 개발 전략(2014년) · 에너지 신산업 활성화 및 핵심 기술개발 전략 이행계획(2015~2017년) · 2차 국가에너지기본계획 · 제3차 신재생에너지기술개발 및 이용·보급 기본계획(2009년) · ‘그린홈 100만호’ 사업 · 신재생에너지 공급 의무화제도(RPS ⁹⁾)	· 향후 5년간 총 19조원 규모 투자 계획
바이오연료	· 2035년까지 신재생에너지 비중 11%까지 확대 (신재생에너지 중 바이오에너지 비중은 18% 목표)	· 신재생에너지 기본계획(2014~2035년) · 연료혼합의무화제도(2015년) · 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	· 주로, 바이오매스 자원 확보나 액체 연료 중심으로 기술 투자 집중
연료전지	· 2020년까지 기존 연료전지보다 발전효율 1.5배, 수명 2배 향상 목표	· RPS(500MW 이상 발전사업자 대상) · 정부 R&D 지원 · 연료전지 보급지원사업	· 수소연료전지차 2,750만원 수준 보조금 지급, 수소충전소 45억원 지원
이차전지	· 핵심부품과 소재의 성능 고도화 및 국산화에 중점	· 이차전지 경쟁력 강화 방안(로드맵) · 녹색산업 선도형 이차전지기술 개발사업 · 국가중점 과학기술 전략로드맵	· 기후변화대응기술 개발사업

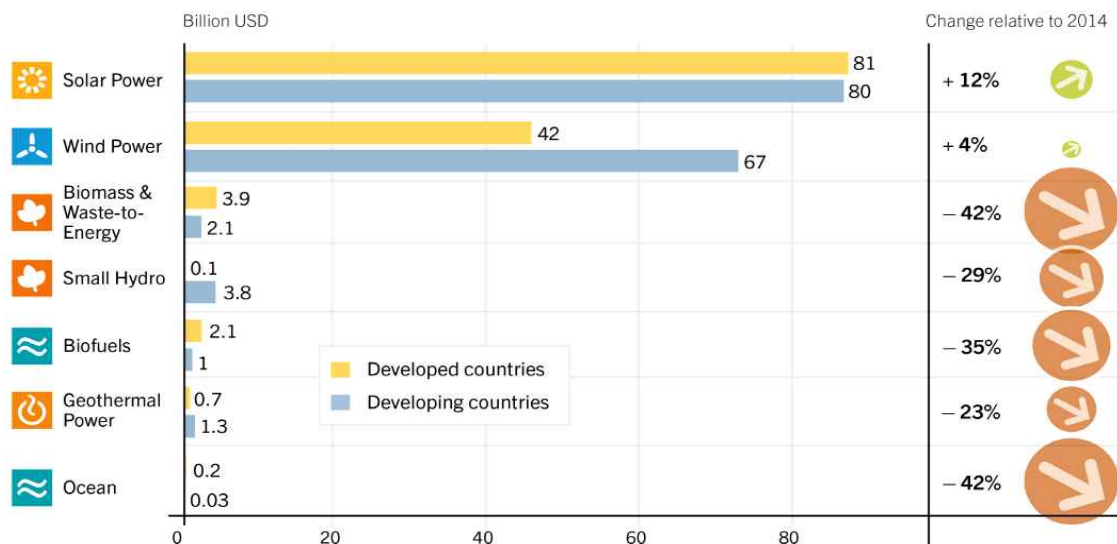
7) 제22회 국가과학기술심의회 운영위원회(2016.6.27.)에서 채택

8) 녹색기후기술백서, 녹색기술센터(2017.2.)

9) RPS(Renewable Portfolio Standard): 기존 발전사업자에게 공급량의 일정 비율을 신재생에너지로 발전하도록 의무화하는 제도로써 우리나라는 2012년에 도입

분야	정책목표	정책, 법, 프로그램	재정지원 (R&D투자)
전력 IT	<ul style="list-style-type: none"> · 2030년까지 세계 최초의 국가 단위 스마트그리드 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> · 지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률(2011년) · 제 1차 지능형전력망 기본계획(2012~2016년) · 연도별 지능형전력망 시행계획 · 제3차 에너지기술개발계획 	<ul style="list-style-type: none"> · 진천 친환경에너지타운 · 마이크로그리드 활용 사업 · 스마트그리드 확산 및 홈 IoT 사업협력 · AMI 프로젝트
CCS	<ul style="list-style-type: none"> · 2030년까지 원천기술 실증 착수 및 플랜트 기술 패키지 개발 및 상용화 진입 · 2020년까지 이산화탄소 1톤당 30달러 이하 처리비용 달성 	<ul style="list-style-type: none"> · 저탄소 녹색성장 기본법 · 제1차 국가 CCS 종합 추진계획(2010년) · 기후변화대응 핵심기술개발 전략(2014.7) · KOREA CCS 2020사업(2011년) 	-
부생가스	<ul style="list-style-type: none"> · 탄소 자원화 발전전략 및 세부이행계획 수립 중 	<ul style="list-style-type: none"> · 탄소자원화 발전 전략(2016년) · 부생가스를 활용해 청정연료 및 플라스틱 원료를 생산하기 위한 R&D 수행 중 	-
이산화탄소 전환	<ul style="list-style-type: none"> · 2030년까지 원천기술 실증 및 플랜트 기술 패키지 개발 및 상용화 진입 	<ul style="list-style-type: none"> · 저탄소 녹색성장 기본법 · 제1차 국가 CCS 종합 추진계획(2010년) · 기후변화에 대응하기 위한 에너지 신산업 및 핵심기술개발 전략(2015년) · 탄소자원화 발전 전략(2016년) 	· 2015년 기준 약 1,059억원
이산화탄소 광물화		<ul style="list-style-type: none"> · 저탄소 녹색성장 기본법 · 탄소자원화 발전 전략(2016년) 	· 2015년 기준 약 113억원 지원
공통플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 위험관리, 안전사회 건설, 산업계 경쟁력 확보, 지속가능 자연자원관리 	<ul style="list-style-type: none"> · 기후변화 적응 R&D (405개 과제) 	-

- 신재생에너지 전세계 투자는 태양광, 풍력에 집중 투자되고 있지만, 일자리 측면에서는 바이오에너지 분야의 일자리가 태양열 다음으로 많음
- 바이오에너지(바이오연료¹⁰⁾) 분야는 일자리에 비해서 기술투자는 적고, 일자리(종사자)는 많은 성숙 기술형 사업 형태를 띠고 있음
- 신재생에너지 8.1백만 종사자 중 바이오에너지 분야는 34.9%로 약 2.8백만 종사자 근무 중



<그림 1> 신재생에너지 기술별 전세계 투자 현황(2015)¹¹⁾



<그림 2> 신재생에너지 기술별 일자리 현황¹²⁾

10) 녹색기후기술백서에서는 REN21에서 구분한 Biomass, Biofuels, Biogas를 포괄하여 바이오연료로 총칭

11) Renewables 2016 Global Status Report, REN21(2016)

- 본 지(誌)에서는 태양열, 풍력 등 신재생에너지 주력 분야보다 상대적으로 기술투자가 적은 바이오연료 분야 중에서도 우리나라에서 더욱 부진한¹³⁾ ‘바이오가스플랜트’ 분야의 부진 원인과 활성화를 위한 모델을 제안¹⁴⁾
 - ‘바이오가스플랜트’ 관련 기술은 CTR에서 제시한 10대 기후기술 중 ③바이오연료, ⑦부생가스 전환 분야에 활용할 수 있는 사업·기술 아이템
 - 우리나라 농촌의 영세성, 저가 농업용 전기료 등의 한계를 극복하고, 농업 기반 개도국에 적용 가능한 사업 모델 개발로 국외 감축 목표 달성 필요
 - * 청정개발체제(Clean Development Mechanism)에 의해 개발도상국에 투자하여 얻은 온실가스 감축분을 자국의 감축 실적으로 인정(현재, 국외 감축 목표의 구체적 달성 방안은 미수립)
 - 우리나라 농촌의 영세성, 바이오가스플랜트 효율의 신뢰성 등을 극복할 수 있는 한국형 바이오가스플랜트 자립 모델 검토·제안 필요
 - 우리나라의 바이오매스¹⁵⁾ 잠재량 중 33.5%를 차지하는 농축산 바이오매스의 활용률이 극히 미미하며, 이에 대한 원인과 해결 방안 강구 필요
 - * 우리나라 바이오매스 기술적 잠재량(15,368천toe/년): 임산 62.7%, 농산 26.2%, 축산 7.3%, 도시폐기 3.8%(우리나라 바이오가스플랜트는 축산과 도시폐기 바이오매스 활용이 대부분)¹⁶⁾
 - 우리나라도 2015년부터 배출권거래제가 시행됨에 따라 농업 분야에서 감축된 배출권을 거래하여 판매하거나 사업비용을 지원하는 것이 가능
 - 바이오가스플랜트는 해양 투기가 금지된 축분 등 폐기물 처리와 농가의 안정적인 신규 소득 증대에도 필요
 - * 해양 투기되는 유기성 폐기물은 하루에 약 8천 톤(축산분뇨 7천 톤)
 - * 우리나라도 런던협약(2006년)에 의해 2013년부터 가축 분뇨 해양투기 전면 금지 시행
 - 바이오가스플랜트는 화석에너지 대체를 통한 온실가스 감축, 환경오염 방지 외에 농가 소득 증대, 화학비료 대체 등 전형적 농가 부흥형 산업
 - 풍력, 태양광과 달리 24시간 가동이 가능, 농촌 균형 발전 사업으로 전개 가능

12) Renewables 2016 Global Status Report, REN21(2016)

13) 우리나라 바이오연료 생산량(2,765천toe) 중 기체연료는 약 7%로 고체연료(약 60%), 액체연료(약 34%)에 비해 크게 부진(2015, 신재생에너지 보급통계), 바이오가스플랜트에 의한 전력생산량도 독일의 5% 수준에 불과

14) 우리나라 바이오가스플랜트의 세계 시장 점유율은 0.5% 미만(Global Biogas Power Plant Industry, QYR Energy Research Center, 2016)이며, 바이오연료 기술 투자는 주로 액체연료(바이오디젤, 에탄올)에 집중

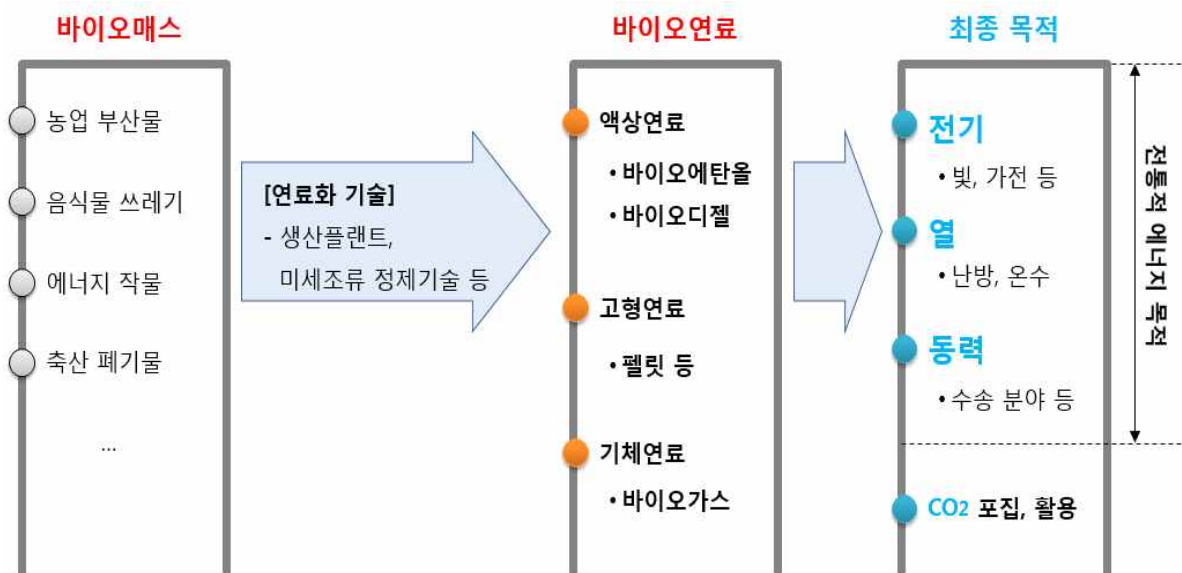
15) 바이오매스: 태양에너지를 받은 식물과 미생물의 광합성에 의해 생성되는 식물체, 균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물유기체(신재생에너지센터)

16) 2016 신재생에너지백서, 한국에너지공단(2016)

2. 바이오가스플랜트 개관

□ 바이오연료 정의 및 분류

- 바이오연료는 자연계에 존재하는 바이오매스(동식물 및 유기물)에서 만들어지는 지속 가능한 에너지원
 - 바이오연료는 전통적인 에너지원의 활용 목적인 전기, 열, 동력을 생산하면서도 화석에너지 대체가 가능한 기후변화 대응 기술
 - 투입원인 바이오매스는 미이용자원과 생산자원¹⁷⁾으로 분류하거나, 발생처를 기준으로 임산, 농산, 축산, 도시폐기물로 분류
 - * 우리나라 바이오매스의 이론적 잠재량은 407백만toe/년, 실제 이용 가능한 기술적 잠재량은 이론적 잠재량의 3.8%인 15백만toe/년
 - 바이오연료는 크게 액상연료, 고형연료, 기체연료로 분류되며, 액상연료는 대부분 수송연료로 활용되고 있음
- 바이오가스플랜트는 기체연료인 바이오가스를 생산하여 전기, 열, 동력 등으로 활용하는 것을 주 목적으로 하고 있음



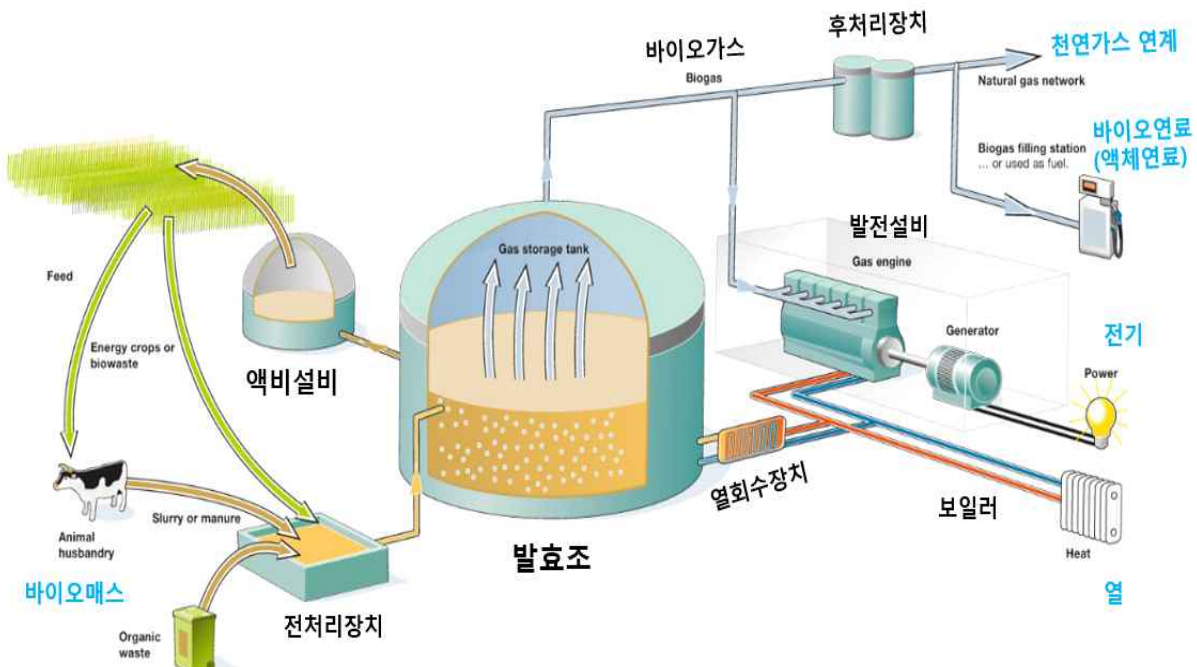
<그림 3> 바이오연료 개괄도¹⁸⁾

17) 미이용자원(목질계, 농업용, 분뇨·오니, 식품계 등), 생산자원(목초계, 전분, 식물유 등), NEDO(2005)

18) 녹색기후기술백서 2017, 녹색기술센터(GTC), 미래창조과학부

□ 바이오가스플랜트 개요

- (정의) 혐기성 소화과정(발효)을 거쳐 바이오가스를 생산하는 플랜트
 - * 혐기성 소화과정: 농업부산물, 축산분뇨 등 유기성 폐기물을 극도의 혐기성(산소가 없는) 환경에서 미생물로 분해하여, 메탄이 주성분인 혼합기체를 생산하는 과정
- (핵심 공정장비) '전처리장치→발효조→후처리장치→발전설비' 등으로 구성
 - 전처리장치: 바이오매스를 정제하여 지속적으로 투입되는 바이오매스의 성상을 일정하게 유지하는 장치
 - 발효조: 바이오매스와 유기물 혼합액이 투입되어 바이오가스가 생산되는 반응기로, 유기물 농도와 온도 관리가 가스 생산 효율을 결정
 - 후처리장치: 탈황기, 가스저장소, 소각기, 정제기 등 고순도 바이오가스 생산을 위한 가스처리장치
 - 발전설비: 열병합발전기, 가스보일러 등 고순도 가스를 전기, 열 에너지 등으로 전환하기 위한 장비
 - 액상비료 설비: 발효조에서 나오는 발효액은 액비(액상비료)로서 가치가 높으며, 액비 저장소에 저장된 후 액비로 활용됨



<그림 4> 바이오가스플랜트 공정도¹⁹⁾

19) 이미지 출처: 독일 신재생에너지 기구(AEE, Die Agentur für Erneuerbare Energie)

□ 바이오가스플랜트 기술적 고려사항

- (혐기성 발효) 메탄화(methanation)라고도 하며, 메탄박테리아가 유기물을 분해하는 4단계²⁰⁾ 과정을 거쳐 바이오가스 생성
 - 생성된 바이오가스 주성분은 메탄(55~70%), 이산화탄소(30~45%), 황화수소(1% 내외)이며, 황화수소는 부식방지를 위해 탈황처리가 필요
- (수율 결정요인) 바이오가스 생산량은 혐기성 발효의 질(분해도, 발효조 설계 등) 및 투입되는 원료의 질(양분 등)에 의해 결정
 - 혐기성 발효 분해도는 체류기간(30일 내외) 내에 얼마만큼의 유기물이 분해되는 지를 나타내며, 원료의 상태나 배합비율, 체류기간에 따라 계속 변화
 - * 원활한 혐기성 발효를 위해 발효조(소화조) 설계 시 기본적으로 습한 환경, 공기와 빛의 차단, 적정 온도, pH 농도, 균일한 바이오매스 투입 등을 고려해야 함
 - 투입되는 원료의 질은 원료물질²¹⁾별로 이물질 제거, 일정한 배합비율로 일정량 투입, 탈수 등 바이오매스 균질화를 위한 전처리 기술이 중요
 - * 전처리 장치의 주요 구성은 반입조, 파쇄선별기, 중력분리기, 미세파쇄기, 탈수기, 가용화 장치, 이송장치 등으로 구성
 - * 전처리 기법으로는 열을 이용하는 방법, 초음파 이용, 기계적 방법, 화학적 방법, 미생물 및 효소 처리 기술 등 다양한 기술들이 제안되고 적용되고 있음
 - 후처리를 통해 메탄 순도를 높일 수 있고, 이에 따라 발전용, 중질가스(보일러연료), 고질가스(도시가스, 수송연료)로 활용 가능²²⁾
 - * 고질가스는 메탄 97% 이상, 유해가스가 제거(흡수, 흡착, 막분리 등)된 수준
- (운영관리) 운영관리 기술은 노후 등에 의한 효율 저하를 방지하여 지속적 수익을 창출할 수 있고, 관련 분야 운영 컨설팅 기술로도 발전 가능
 - 설비의 노후화, 원료 수급의 변동성, 계절성 등으로 분해도, 최적 배합 등의 지속적인 데이터베이스화 및 관리 기술 노하우 축적 필요

20) 4단계: 가수분해(Hydrolysis), 산형성(Acidogenesis), 초산생성(Acetogenesis), 메탄생성(Methanogenesis)

21) 가축분뇨, 하수슬러지, 음식물쓰레기, 매립지, 유기성 산업폐기물, (에너지) 작물 등

22) 바이오가스 현황과 과제, 한국에너지기술연구원(2010.12)

- (기질특성) 기질에 따라 바이오가스 생산량이 달라지므로, 혼합 기질 선택이나 전처리기술 적용 시 기질특성의 분석 및 선택이 중요

<표 5> 기질특성 개요²³⁾

기질	TS	oTS	N ^a	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	바이오가스 생산량	메탄 생산량	메탄 수율
	[%]	[% TS]	[% TS]			[Nm ³ /t 기질]		[Nm ³ /t oTS]
가축 배설물								
소 분뇨 슬러리	10	80	3.5	1.7	6.3	25	14	210
돼지 분뇨 슬러리	6	80	3.6	2.5	2.4	28	17	250
소 고형 분뇨	25	80	5.6	3.2	8.8	80	44	250
닭 고형 분뇨	40	75	18.4	14.3	13.5	140	90	280
짚 제외 말 분뇨	28	75	n.a.	n.a.	n.a.	63	35	165
재생 자원								
옥수수 사일리지	33	95	2.8	1.8	4.3	200	106	340
통포기 곡물	33	95	4.4	2.8	6.9	190	105	329
청예호밀 사일리지	25	90				150	79	324
곡립	87	97	12.5	7.2	5.7	620	329	389
풀 사일리지	35	90	4.0	2.2	8.9	180	98	310
사탕무	23	90	1.8	0.8	2.2	130	72	350
사료용 무	16	90	n.a.	n.a.	n.a.	90	50	350
해바라기 사일리지	25	90	n.a.	n.a.	n.a.	120	68	298
수단그라스	27	91	n.a.	n.a.	n.a.	128	70	286
사탕수수	22	91	n.a.	n.a.	n.a.	108	58	291
청예호밀(예건됨)	25	88	n.a.	n.a.	n.a.	130	70	319
가공 산업 유래 기질								
맥주 지게미	23	75	4.5	1.5	0.3	118	70	313
곡물 지게미	6	94	8.0	4.8	0.6	39	22	385
감자 지게미	6	85	9.0	0.7	4.0	34	18	362
과일 지게미	2.5	95	n.a.	0.7	n.a.	15	9	285
원료 글리세린 ^b	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	250	147	185
채종유박	92	87	52.4	24.8	16.4	660	317	396
감자 펄프	13	90	0.8	0.2	6.6	80	47	336
사탕무 착즙박	24	95	n.a.	n.a.	n.a.	68	49	218
당밀	85	88	1.5	0.3	n.a.	315	229	308
사과 압착찌꺼기	35	88	1.1	1.4	1.9	148	100	453
포도 압착찌꺼기	45	85	2.3	5.8	n.a.	260	176	448
임목 및 잔디 부스러기								
임목 부스러기	12	87.5	2.5	4.0	n.a.	175	105	369

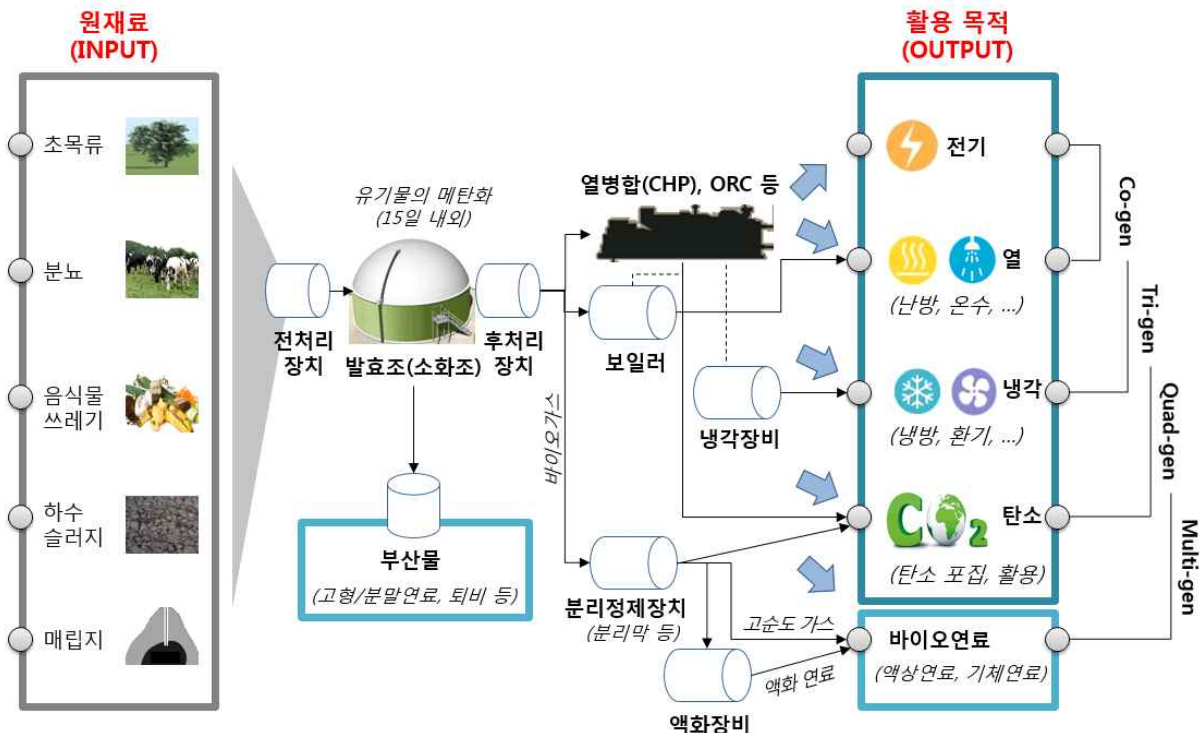
a 저장 손실을 고려하지 않은 발효 부산물 내 질소 함량

b 실제로는 바이오디젤 제조 방법에 따라 현저히 다른 결과 가능

23) 독일의 바이오가스화 지침서, 국립환경과학원(2014.6.)

□ 바이오가스플랜트 상용화 모델

- 바이오가스플랜트 사업 모델은 원재료(Input)와 활용 목적(Output)에 따라 업계별 다양한 조합의 솔루션이 제시되고 있음
- 유럽을 중심으로 상용화된 바이오가스플랜트 사업 모델은 전기, 열을 목적으로 하는 Co-gen이 대부분
- 최근 신기후체제 영향으로 Quad-gen 솔루션이 대두·확대되고 있으며, 바이오매스의 다양한 조합이 가능한 모델로 확대
- 고순도 연료를 얻고자 할 경우에는 분리정제장치가 필요하며, 현재 기술 수준에서도 천연가스와 바로 혼용하여 사용할 수 있음
- 우리나라의 경우, 원재료 중 농산(초목류) 바이오매스를 활용한 플랜트는 미미한 상황이며, 분뇨나 매립지 중심으로 운영
 - * 일반적으로 매립지는 바이오매스가 아닌 경우가 많아 분류상 바이오가스플랜트에서 제외하는 경우도 많음



<그림 5> 바이오가스플랜트 상용화 모델(종합)

3. 바이오가스플랜트 시장과 국내외 동향

□ 바이오가스플랜트 시장 동향

- (세계시장) 전 세계 바이오가스플랜트는 2010년 이후 매년 약 10~15% 성장하여, 2015년 기준 약 2.3만 개의 플랜트가 운영 중²⁴⁾
- 전력생산량은 2015년 기준 약 8만GWh이며, 바이오가스플랜트 수 및 전력생산량은 유럽이 전세계 생산의 약 2/3(65%)를 점유
 - * 설치용량 증가율(13.8%) 대비 바이오가스 생산량 증가율(5.1%)이 낮은 이유는 공급자의 생산 수급 관리 및 유지보수 미흡에 의한 효율 저하에 기인(전문가 인터뷰, Pollutec 2016)

<표 6> 세계 바이오가스플랜트 규모(전력, 용량, 플랜트 수, 바이오가스 생산량)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	CAGR
전력생산량(GWh)	40,998	47,652	55,465	63,380	72,186	79,752	14.2%
설치용량(MW)	6,844	7,919	9,178	10,473	11,791	13,090	13.8%
플랜트 수(Unit)	12,809	14,424	16,156	18,188	20,549	23,174	12.6%
바이오가스 생산(M m^3)	44,374	46,835	48,458	51,172	53,333	56,828	5.1%

<표 7> 세계 바이오가스플랜트 수(운용 설비 기준)

플랜트 수(Unit)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	M/S('15)
EU	8,368	9,473	10,708	12,116	13,757	15,393	66.4%
미국	1,834	1,950	2,023	2,116	2,265	2,380	10.3%
중국	2,142	2,472	2,829	3,277	3,757	4,523	19.5%
기타	465	529	596	679	770	878	3.8%
전 세계	12,809	14,424	16,156	18,188	20,549	23,174	100.0%

<표 8> 세계 바이오가스플랜트 전력생산량

전력생산량(GWh)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	M/S('15)
EU	28,037	32,615	37,514	42,894	48,936	52,293	65.6%
미국	8,623	8,965	9,865	10,650	11,456	12,405	15.6%
중국	2,986	452	6,290	7,752	9,397	12,330	15.5%
기타	1,352	1,560	1,796	2,084	2,397	2,724	3.4%
전 세계	40,998	47,652	55,465	63,380	72,186	79,752	100.0%

24) Global Biogas Power Plants Industry 2016, QYR Energy Research Center

- 국가별 전력생산량, 설치 수 모두 독일이 압도적 1위이며, 중국이 빠르게 성장(독일 시장점유율: 전력생산량 36.9%, 설치 수 49.0%)
- 주요 업체로는 Schmack(독일), OWS(벨기에), Kompogas(스위스), ENSPAR Biogas(독일), MT-Energie(독일), Xergi(덴마크) 등이 있으며, 유럽은 바이오 가스플랜트 협회(EBA 등)가 활성화

〈표 9〉 국가별 바이오가스플랜트 전력생산량

전력생산량(GWh)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	M/S'15)	CAGR
독일	13,970	17,035	20,312	24,058	28,031	29,450	36.9%	16.1%
미국	8,623	8,965	9,865	10,650	11,456	12,405	15.6%	7.5%
중국	2,986	4,512	6,290	7,752	9,397	12,330	15.5%	32.8%
영국	5,823	6,102	6,385	6,637	6,923	7,165	9.0%	4.2%
이태리	2,054	2,341	2,658	3,047	3,650	4,100	5.1%	14.8%
기타	7,542	8,697	9,955	11,236	12,729	14,302	17.9%	13.7%
전 세계	40,998	47,652	55,465	63,380	72,186	79,752	100.0%	14.2%

〈표 10〉 국가별 바이오가스플랜트 설치 수

설치 수(Unit)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	M/S'15)	CAGR
독일	5,650	6,520	7,500	8,670	10,020	11,350	49.0%	15.0%
미국	1,834	1,950	2,023	2,116	2,265	2,380	10.3%	5.4%
중국	2,142	2,472	2,829	3,277	3,757	4,523	19.5%	16.1%
영국	551	579	612	634	650	690	3.0%	4.6%
이태리	451	478	502	523	586	615	2.7%	6.4%
기타	2,181	2,425	2,690	2,698	3,271	3,616	15.6%	10.6%
전 세계	12,809	14,424	16,156	18,188	20,549	23,174	100.0%	12.6%

- (우리나라) 우리나라는 2013년 기준 82개의 바이오가스플랜트가 운용되고 있으며, 약 1,517GWh(M/S 2.4%)의 전력을 생산²⁵⁾
- 바이오매스 유형별로는 매립지(소각장)의 바이오가스플랜트에서 생산된 에너지가 약 52%를 차지, 축산·농업 부산물 활용은 미흡
 - * 우리나라에서 농축산 부산물을 활용한 바이오가스플랜트는 우리나라 전체 바이오가스플랜트 유형 중 1% 미만으로 매우 낮은 수준(매립지 52%, 하수슬러지 38%, 유기물쓰레기 10%)²⁶⁾

25) Global Biogas Power Plants Industry 2016, QYR Energy Research Center

26) 축산분뇨를 활용한 바이오가스플랜트는 유기물쓰레기(Biowaste) 10%에 포함, 농업 부산물은 1% 미만

□ 우리나라 주요 바이오가스플랜트 시설

- 국내 바이오가스플랜트는 대부분 공공성에 기반을 둔 지자체 발주로 구축되고 있으며, 농업 부산물을 활용한 플랜트는 미미
- 유럽 선진국은 농가를 중심으로 민간 주도로 활성화되는 데 반해, 우리나라는 경제성 등의 문제로 지자체 수요 중심으로 확장성 한계

<표 11> 국내 주요 바이오가스플랜트 현황²⁷⁾

투입 바이오매스	시사점
음식물 및 음폐수	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부산 생곡 음식물 자원화 시설 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전(판매) // 음식물 처리: 200톤/일 ▪ 광주광역시 음식물 자원화 시설 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 보일러 // 음폐수 처리: 160톤/일 ▪ 수도권매립지 침출수 시설 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 냉/난방 // 음폐수 처리: 1,300톤/일
가축분뇨	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공주시 가축분뇨 공공처리 시설 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전 // 분뇨 처리: 250톤/일 ▪ 창녕 바이오가스플랜트 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전(판매) // 분뇨 처리: 100톤/일(30톤은 음식물) ▪ 청양 바이오가스플랜트 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전(판매) // 분뇨 처리: 20톤/일
병합	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부산 수용하수처리장 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전 // 음식물 120톤/일, 하수슬러지 처리 1,470톤/일 ▪ 파주 혼합처리시설 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전 // 분뇨 60톤/일, 음식물 처리 50톤/일 ▪ 아산 통합형 바이오가스플랜트 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전 // 분뇨 50톤/일, 음폐수 25톤/일, 슬러지 25톤/일 ▪ 양산시 병합 바이오가스화 시설 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 활용: 발전 // 분뇨 75톤/일, 음식물 처리 65톤/일

- 주요 업체들은 지자체 발주 사업 위주로 수주하고 있으며, 독일, 덴마크 등 원천기술 보유업체와 기술 협약 등을 병행²⁸⁾

27) 에너지 자원활용 산업분석(2013, 중기청), 폐기물을 이용한 바이오가스 발전소 사업개발(PETSCHOW, 2014.4)

28) 이지바이오는 NIRAS(덴마크)와 현대엔지니어링은 웰텍(독) 등과 사업 초기에 기술협력을 통해 지자체 사업 수주

<표 12> 국내 주요 바이오가스플랜트 업체 현황(Supply Chain별)²⁹⁾

분류	세부기술별	우리나라 주요 기업
1차 품목	▪ 바이오가스	▪ 대우건설, 현대건설, 포스코건설, 이지바이오
2차 품목	▪ 고부하 바이오가스 플랜트 기술	▪ 대우건설, 서희건설, 현대건설, KEC시스템
	▪ 바이오가스 생산율 증대 기술	▪ 현대건설, 대우건설, 안나비니테즈, 이레기술
3차 품목 (고부하)	▪ 고부하 바이오가스 플랜트 기술	▪ 대우건설, 현대건설
	▪ 최적화 및 혐기소화 예측모델	▪ 화인이테크, KEC시스템
3차 품목 (생산율)	▪ 가수분해 가속화 기술	▪ 현대건설, 대우건설
	▪ 생화학적 활성도 향상 기술	▪ 안나비니테즈, 이레기술

- (우리나라 특성) 우리나라 영농 규모의 영세성, 저렴한 전기료 등으로 바이오가스플랜트 사업 확대가 어려운 실정
 - (영세성) 유럽이나 미국에 비해 농가의 영세성, 농촌 인구의 고령화로 영농 효율성이 낮아 대량의 바이오매스의 지속적 확보 경쟁력이 낮음
 - (저렴한 전기료) 농사용 전기료(산업용의 약 1/2 수준, 주택용의 약 1/5 수준)가 매우 저렴하여 전기 에너지 생산에 대한 유인이 약함
 - * 도시 4인 가구 평균 사용량 350kWh('16) 기준, 주택용 전기료는 약 188원/kWh, 산업용 약 80원/kWh, 농사용 약 40원/kWh
 - (공공 주도) 우리나라는 중소 영농 규모, 경제성 등의 문제로 지자체 수요 중심으로 건설되고 있으며, 민간 수요는 미미
 - * 유럽 선진국은 농가 중심의 민간 수요로 활성화(독일 윤데 마을, 프라이암트 마을 등)
 - (규제 복잡성) 바이오가스플랜트 설치·운용을 위해선 '신재생에너지 개발·이용·보급 촉진법', '환경정책기본법', '폐기물관리법', '전기사업법' 등 다양한 법률 및 부처의 규제에 대응해야 하는 구조
 - * 현재, 바이오가스플랜트의 부산물로 나오는 액비(비료)도 유럽 등 선진국에서는 고급 천연비료로 수익을 창출하지만, 비료공정규격 등 규제 대응의 어려움으로 버려지는 실정
 - * 또한, 신재생에너지 전량생산량의 매전단가 및 허용량의 규제에 투자에 대한 손익 분기 시점이 장기화되거나 운영에 한계가 있음

29) 2016 신재생에너지백서, 한국에너지공단(2016)

- (관리역량 미흡) 바이오가스플랜트 설치 후 지속적인 효율 관리 및 개선을 위해 전문적 관리가 필요하지만, 전문 기술자의 주기적 관리가 미비
 - * 유럽에서는 바이오가스플랜트 전문 컨설팅 업체가 활성화되어 있으며 농가에서도 설치 및 효율 개선을 위해 적극 활용(독일에서만 300개 이상의 전문 컨설팅 업체 성업)
- (기회 요인) 신재생에너지 공급의무화제도(RPS), 가축분뇨 해양투기 금지법, 탄소배출권거래제('15년 시행) 등이 기회 요인으로 작용 가능

□ 유럽 농촌의 바이오가스플랜트 에너지 자립 마을 모델 분석

- 유럽의 선도 농촌의 방향은 신재생에너지 기반의 'Hub-Sub 形 에너지 자립 마을' 형태를 이루어가고 있음
 - * Hub-Sub 形: 마을 특성에 맞는 신재생에너지(바이오플랜트나 풍력발전소 등) 대량 생산 허브(Hub)를 구축하고, 인근 농가들도 보조 에너지(태양열 패널 등)를 생산하는 체계를 갖춘 마을 단위 에너지 시스템(본 지(誌)에서 용어 제안)
- 에너지 허브(Hub)는 주로 바이오가스플랜트이며, 마을의 입지적 특성에 따라 풍력발전소를 병행³⁰⁾

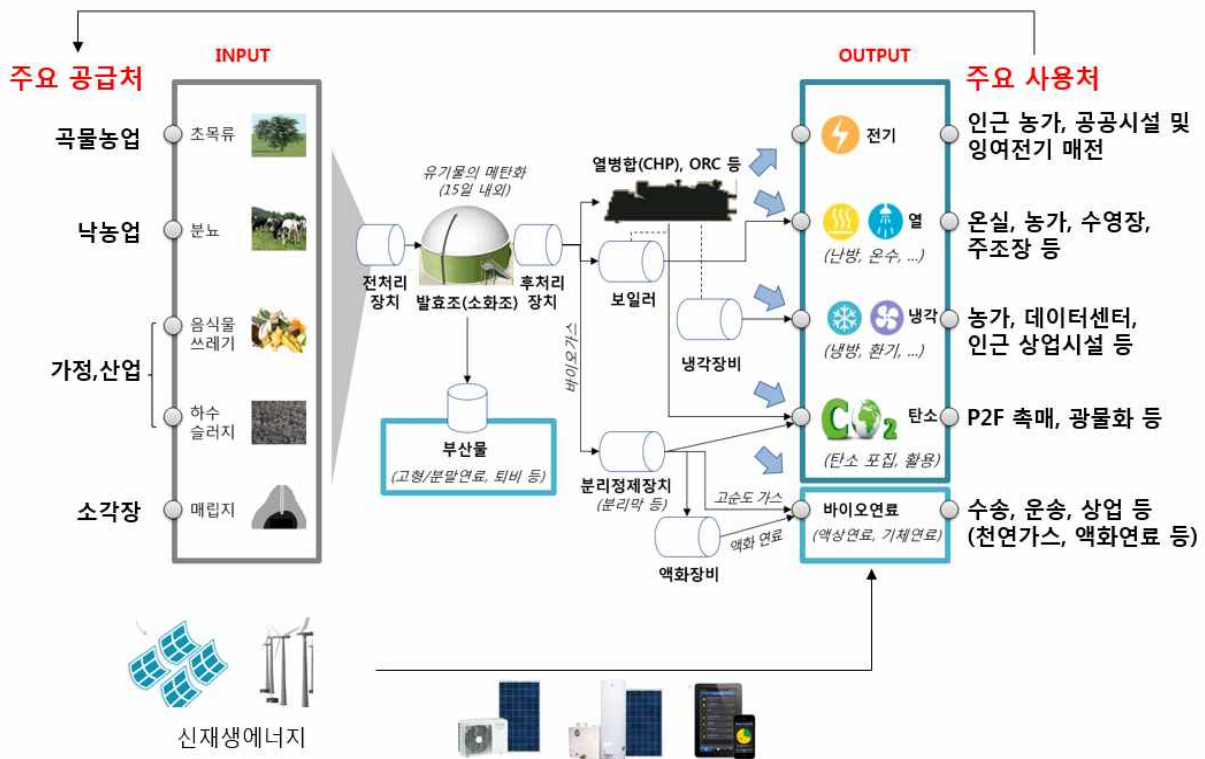
<표 13> 유럽의 주요 에너지 자립 마을

에너지 자립 마을	시사점
프라이암트 마을 (독일)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 바이오가스플랜트, 풍력발전소를 중심으로 마을뿐만 아니라 인근 공공기관 등에 전기, 열을 공급하며 잉여분은 매전 ■ 농가 대부분은 태양광 패널로 보조(Sub) 에너지를 설치, 부족분에 대해서 Hub(바이오가스플랜트, 풍력)로부터 전기, 난방을 매수
윤데 마을 (독일)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 바이오가스플랜트를 중심으로 축산분뇨, 에너지 작물을 활용하여 바이오가스 발전(약 5백만 kWh 생산, 2,500톤 이상 CO₂ 감축) ■ 난방비 절감(연간 가구당 800유로), 농가당 연간 22만 유로 소득 증대(바이오매스 공급), 매전 수입, 관광수입, 주변마을 확산 등
마우엔하임 마을 (독일)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 바이오가스플랜트 중심(4백만 kWh 생산), 태양광 패널(대부분 가옥에 설치)을 보조(Sub)로 구성된 형태 ■ 마을(100여 가구) 필요량의 10배(4천 가구 이상 공급 가능량) 정도를 생산하여 난방, 전기를 공급하고 잉여 분은 매전
무레크 마을 (오스트리아)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 바이오가스플랜트 중심으로 전기를 공급하며, 수송차량은 대부분 바이오디젤로 운행 ■ 주로 축산 분뇨를 활용하여 바이오매스를 공급하고, 바이오 고형연료(폐목재 등)를 활용하여 난방에 활용

30) 보조(Sub) 에너지 공급용으로는 농가 대부분이 태양광 패널을 사용



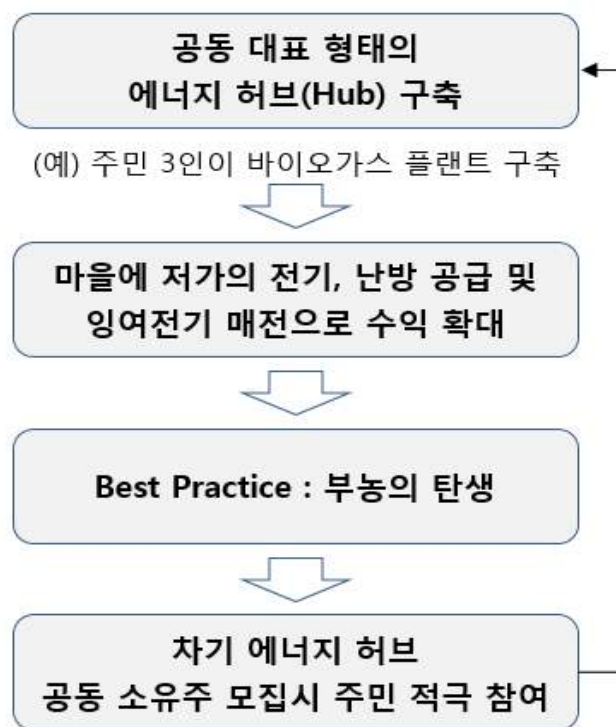
<그림 6> 독일 프라이암트 마을 전경(Hub: 바이오가스플랜트+풍력발전, Sub:태양광패널)



<그림 7> 바이오가스플랜트 중심의 에너지 자립 마을 모델(종합 모식도)

- 공동 소유제, 장기 저금리 지원 제도, 마을의 이해 등에 기반하여 에너지 자립 마을을 구축하고, 성공한 마을을 성공사례(Best Practice)로 인근 농가 전파
 - (공동 소유) 에너지 허브(Hub)인 바이오가스플랜트나 풍력발전소 대부분은 주민 몇몇이 공동 투자하여 공동 소유(Co-owner)로 운영
 - (장기 저금리) 은행이 구축 비용의 80%를 약 15년 정도의 저금리로 대출해주며, 공동 소유주는 초기 투자비용의 20%만 부담

- (마을의 이해) 에너지 자립 마을 정책과 효과를 주민들이 이해하고 있으며, 보조 에너지 공급을 위한 태양광 패널의 농가 설치에 적극적임
 - * 공동 소유주들은 학교, 수영장 등 기관에도 난방, 온수, 전기 등에 대해 계약·공급
- (성과 증대) 마을의 난방비 절감, 전기료 절감 등 직접적인 경험 외에 관광·건축 수입 증대, 부농의 확대 등 간접적인 성과가 증대
- (Best Practice 전파) 공동 소유주들이 중견기업처럼 성장해가는 것을 경험하며, 차기 에너지 허브(Hub) 공동 소유주 모집 시 주민들이 적극 투자



<그림 8> 에너지 허브(Hub) 구축 선순환 사이클

- (부작용) 부농의 확대로 농가들이 농촌 본연의 수단인 농업에 주력하지 않고, 발전·난방 사업 등 타 산업으로 전환 조짐
 - * 프라이암트 마을(독)의 풍력발전소 공동 소유자 중 한 명은 지속해왔던 축산업 대신에 새로운 풍력발전소 건립 투자 및 양조장 사업을 시작
- 만일 바이오매스의 고정적 확보량이 줄어들면 바이오매스 원료비 상승으로 이어져 다시 발전단가를 상승시킬 수 있음

4. 제언 및 우리나라 맞춤형 모델 제안

□ 해외 사례 분석 등을 통한 바이오가스플랜트의 핵심 성공 요인 도출³¹⁾

- 핵심 성공 요인은 ▲원재료 투입의 지속가능성, ▲발효조의 성능(수율 및 순도), ▲목적(Output)에 맞는 솔루션 선택, ▲수요 시장의 안정적 확보, ▲정책 지원 및 수익모델 체화의 5가지로 파악

<표 14> 바이오가스플랜트 핵심 성공 요인(CSF) 분석

핵심 성공 요인	시사점
원재료 투입의 지속가능성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 현재, 가장 많이 사용되는 초목류의 경우에도 옥수수, 귀리 등 주변 농가들에서 수확하는 작물을 기반으로 하는 것처럼 생산하고자 하는 열, 전기의 연간 용량을 지속적으로 공급할 수 있는 바이오 원료를 선택하는 것이 중요 ▪ 초목류, 음식물 쓰레기, 분뇨 등 원재료 선택에 따라 전처리에 소요되는 장비가 달라질 수 있으며 이를 종합할 수 있는 전처리 장비 개발도 유망한 연구 아이템으로 사료됨
발효조의 수율	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 원재료 종류에 따라 적절한 유기성 부산물을 최적 비율로 혼합하고 균질성을 유지할 수 있는 전처리 기술이 필요하며, 혼합비율, 혼합속도 등이 최적 관리될 수 있도록 하여 생산성을 높일 수 있음 ▪ 전처리/후처리장치, 정제장치는 수율을 높이는 장치로서 유럽 Horizon2020 프로젝트 등에서도 관련 최신 연구가 많이 수행되고 있으며 유망한 연구 아이템으로 파악됨
목적에 맞는 솔루션 선택	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바이오가스로 열과 전기 등을 얻고자 할 경우 적절한 동력장치 선택 및 신재생에너지 병행 등 솔루션 선택이 중요 ▪ 열병합발전이 많이 선택되고 있으며, 태양광 패널과 병행도 확대되고 있음
수요시장의 안정적 확보	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지속적인 수익이 가장 중요하므로, 전력회사, 주변 농가, 공공 시설 기관 등과 저렴한 단가로 계약하여 잉여전기나 온수 등을 공급하는 것이 필요
정책 지원 및 수익모델 체화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 금융지원, 에너지 정책과 적응농가의 이해 ▪ 부농의 탄생 및 확산을 통한 실질적 수익 모델의 체화 및 선순환 구조 정착 필요

31) 핵심 성공 요인(CSF: Critical Success Factor)은 ‘Pollutec 2016’ 참여업체 인터뷰도 포함하여 자체 분석

□ 핵심성공요인(CSF)을 고려한 바이오가스플랜트 사업 추진 방향 제언

- (기술 요인: ▲원재료 투입의 지속가능성, ▲발효조의 성능) 바이오가스플랜트 사업의 지속성 및 성장을 위해 운영기술, 발효기술의 강화 필요
 - 우리나라의 바이오가스플랜트는 2000년 중후반부터 시공을 중심으로 본격 전개되었으나, 관리기술력 부재로 시장 확대에 한계
 - 유기물의 종류와 함량에 따라 발효공정이 달라지므로 발효설비에 투입되는 유기물의 지속적인 성상 파악 및 관리가 필요
 - 발효공정 운영·관리 기술 및 전처리/후처리 장치 기술, 운영 컨설팅 기술 등의 강화가 필요
- (시장 요인: ▲목적(Output)에 맞는 솔루션 선택, ▲수요 시장의 안정적 확보) 농가의 영세성을 극복하기 위한 신재생에너지 연계 모델 개발 및 새로운 비즈니스 모델 필요
 - 주요 활용 목적에 맞는 생산량을 산출하고, 확보할 수 있는 바이오매스가 부족할 경우 신재생에너지 설비와 연계 솔루션 등 검토 필요
 - 대량의 바이오매스의 지속적인 공급과 수요시장의 안정적 확보를 위해, 농가의 영세성을 극복할 수 있는 새로운 비즈니스 모델 개발이 필요하며, 이에 대한 맞춤형 모델을 본 장의 마지막 부분에 제안
- (정책 요인: ▲정책 지원 및 수익모델 체화) 부농의 출현 및 확대를 통한 정책 선순환 모델 개발이 필요하며, 이를 통해 신기후체제 국외 목표 달성 및 개도국 대상 수출 동력산업으로 부상 가능
 - 부처 관할 법규를 아우를 수 있는 법·제도 및 금융지원 등이 통합된 농가 수익 체화 모델 개발이 필요
 - 농축산업 중심의 개도국에 쉽게 확산할 수 있는 확장성을 염두에 둔 바이오가스플랜트 사업 모델 개발 필요

□ 이상에서, 우리나라 농촌 맞춤형 바이오가스플랜트 모델을 제안

(1안) 발전 분양권 유형

- 유럽의 공동 소유(Co-owner) 제도와 우리나라 아파트 분양권 제도를 벤치마킹한 형태
 - 농촌에 바이오가스플랜트 중심 사업 설명회를 개최하여 농가에 가점 부여 및 투자금액 대비 구좌제(지분) 형태의 Co-owner 분양권을 판매
 - * 필요 시 바이오가스플랜트 및 풍력, 태양광 등 연계 발전 모델 제시
 - 금융기관은 바이오가스플랜트 사업비의 70~80%를 장기로 대출해주고, 금리 부분에 대해서는 일정 부분의 지분 보유로 대체³²⁾
 - 또는, 건설업체와 금융업체가 프로젝트 파이낸싱 형태로 일정 지분을 보유하고 건설단가를 할인해주는 형태

(2안) 업체-농가 이익 공유형

- 업체가 바이오가스플랜트를 농촌에 설치하고, 농가는 바이오매스 재료를 공급하며, 저렴한 전기와 열을 인근 도시에 판매하여 수익 확보
 - 바이오매스 재료 공급 농가는 특별가로 전기, 열을 공급받으면서 분뇨, 초목류 등의 폐기물 처리 비용도 절감 가능
 - 업체는 원재료비 없이 생산된 열, 전기를 농가에 공급하여 전력비 절감, 탄소배출권을 확보하고, 인근 도시, 발전사에 잉여전기도 매전

(3안) 공공서비스 에너지 자립형

- 공공서비스인 쓰레기 수거, 소각장 관리 등 제반의 공공관리 사업 비용에 대해 바이오가스플랜트 모델에서 나오는 수익금으로 예산을 충당
 - * 현재도 일부 유사 성공 모델이 출현하고 있으며, 바이오가스플랜트 중심의 에너지 자립 모델 성공은 개도국 대상 확실한 수출 동력으로 작용 예상

32) 은행의 지분(구좌)은 장기 저금리에 해당하는 부분을 현가의 투자금액으로 환산한 만큼의 지분을 주며, 공동 소유주들은 15년 내외로 원금만 분할 상환

- 음식물쓰레기, 소각장, 수처리, 분뇨처리 등 오폐물 처리시설을 한 곳에 모아서 바이오가스플랜트의 전처리 장치로 활용
- 전처리된 바이오매스 원료들을 하이브리드 바이오가스플랜트에 공급하여 시설 에너지 및 바이오원료 생산시설로 변모
- 초기에는 바이오가스플랜트 설치 비용을 정부 예산으로 충당
- 단계적으로 매립지, 수거기관, 공공 운송 업체 등 폐기물 유관 운영 기관들이 통합된 하나의 대형 기관으로 발전

(맺음말)

바이오가스플랜트 사업은 다른 신재생에너지 사업에 비해 상대적으로 상용화를 위한 기술 확보가 용이하며, 우리나라처럼 어려운 환경에서의 성공모델을 구축한다면,

- (1) 우리나라 기술에 우호적인 동남아 시장에 대한 수출 확대에 신기후 체제에 대한 우리나라 국외 감축분의 목표 달성에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되며,
- (2) 바이오디젤 등 바이오연료 제반의 수출 사업과도 시너지를 낼 수 있을 것으로 보임.
- (3) 사업 확산을 위한 정책적 우선 순위로는 기술확보 요인보다 부존 사례 확보 및 확대에 주안점을 둔 모델개발이 급선무

참고 자료

- 국가과학기술심의회(2016.6.), '기후변화대응기술 확보 로드맵'
- 국립환경과학원(2014.6.), '독일의 바이오가스화 지침서'
- 녹색기술센터(2017.2.), '녹색기후기술백서'
- 미래창조과학부(2016), '국내 CTCN 가입기관 협의회 자료'
- 산업통상자원부(2014.9.), '제4차 신재생에너지 기본계획'
- 온실가스종합정보센터(2016.12.), '2016년 국가 온실가스 인벤토리 보고서'
- 에너지경제연구원(2015.12.), '국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석'
- 중소기업 기술로드맵 수립사업(2013), '에너지자원활용 산업 분석'
- 한국에너지공단(2016), '2015년 신재생에너지 보급통계'
- 한국에너지공단(2016), '2016 신재생에너지 백서'
- 한국에너지공단(2016), '대한민국 에너지 편람'
- 한국에너지기술연구원(2010.12.), '바이오가스 현황과 과제'
- PETSCHOW(2014.4.), '폐기물을 이용한 바이오가스 발전소 사업개발'
- QYR Energy Research Center(2016), 'Global Biogas Power Plants Industry 2016'
- REN21(2016), 'Renewables 2016 global status report'
- Reed Expositions(2016), 'Le Catalogue Pollutec 2016'

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 86 신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회

| 발행인 | 박천홍

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2017.7.

| 기획·편집 | 연구전략실

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7313

