

기본연구사업 성과발표회



# 지속가능성 평가를 위한 바이오에너지 전과정평가(LCA): 바이오가스를 중심으로

2012. 12. 18

연구위원 소진영

# 목차



## I 과제 개요

## II 주요 연구 결과

- 1 지속가능성 기준
- 2 바이오가스 시설 현황
- 3 온실가스 배출량 산정 방법론
- 4 온실가스 배출량 산정 결과
- 5 부문별 지속가능성 평가
- 6 시사점



I

## 과제 개요

# 1. 과제 추진 배경 및 필요성



## 바이오에너지의 중요성

- 2030년 NRE 총 보급량의 31.4% 목표(연평균 15% 증가)
- RPS 시행, RFS 및 RHO(RHI) 등 제도 도입 준비(시장 창출)

## 지속가능한 개발 및 보급의 중요성

- 식량과의 경합, 산림파괴 등 부정적 측면 최소화 필요
- 전 세계적으로 바이오에너지 보급의 확대에 따른 지속가능성 기준(sustainability criteria)을 도입하는 추세

## 바이오에너지 지속가능성(친환경성) 분석 필요

- 우리나라 바이오에너지(바이오가스) 지속가능성 평가 인프라 구축
- 지속가능성(친환경성) 개선을 위한 시사점

지속가능하게 바이오에너지를 개발 & 이용할 수 있는 환경 조성 필요

## 2. 연구의 개요



### 과업명

지속가능성 평가를 위한 바이오에너지 전과정평가(LCA):  
바이오가스를 중심으로

### 기간

2012. 1. 1 ~ 2012. 10. 31

### 연구 목적

- 바이오에너지 지속가능성(환경성, 온실가스 감축효과) 평가
- 환경성 부문의 지속가능성 향상을 위한 방안 도출 및 정책 제언

### 연구 포커스

- 지속가능성 기준 중 온실가스 감축효과에 초점(전과정 환경성 평가)
- 바이오에너지 중 바이오가스를 대상으로 분석
- 바이오가스를 활용한 최종에너지(열, 전력, 수송용)별로 대체하는 화석연료 대비 온실가스 감축효과 산정

### 기대 효과

- 바이오에너지 분야 전과정 환경성 평가 인프라 구축을 위한 시사점(LCI 등)
- RPS, RFS, RHO 등 제도 설계의 기초자료 제공(REC 산정 등)

# 주요 연구 내용



1

- 지속가능성 기준의 정의
  - 지속가능성 기준의 정의
  - EU의 지속가능성 기준

2

- 바이오가스 설비 현황

3

- 전과정 온실가스 배출량 산정방법
  - LCA 개요 및 선행연구 현황
  - EU RED의 지속가능성 기준에 따른 LCA 분석 틀 개발

4

- 바이오가스 설비별 온실가스 배출량 산정
  - 각 설비별 시설 특성 기술 및 분석 전제(할당방법/가정/제한) 설정
  - 각 설비의 공정별 투입/산출 자료 기술
  - 각 설비별 온실가스 배출량 산출

5

- 지속가능성 기준의 온실가스 감축효과 평가 및 시사점 도출
  - 생산단계별 온실가스 배출량 및 효율 비교 분석
  - 최종에너지 부문(열, 전력, 수송)별 온실가스 감축효과 산정
  - 지속가능한 개발 및 이용을 위한 정책적 시사점 도출



II

## 주요 연구 결과



# 1. 지속가능성 기준: 지속가능성의 정의



- World Commission on Environment and Development (1987)
    - “차세대 요구 충족 능력을 저해하지 않으면서 기존 세대의 요구를 충족시키는 개발”
  - ISO (2002)
    - “차세대를 위해 에코시스템의 요소와 기능을 유지하는 것”
  - BS 8900 Guidance
    - “경제활동, 환경적 책임성 및 사회적 진전에 대한 지속성과 균형 있는 접근”
      - 사회적 지속가능성, 경제적 지속가능성, 환경적 지속가능성
- 정의에 대한 논란 존재, 합의된 정의 도출이 쉽지 않음
- 지속가능하지 않은 행위 또는 관행은 식별이 가능하며, 운영의 측면에서 이를 제거해 나감으로써 지속가능성 추구

# 바이오에너지 지속가능성 기준(EU)



- EU 신재생에너지지침(RED) 제17~19조(2009)
  - 지속가능성 기준(5개 분야), 기준 준수의 인증, 온실가스 영향 계산 방식 정의
  - 지속가능성 기준에 부합하는 바이오에너지만 국가 보급목표의 실적에 포함
- 온실가스 감축 기준
  - 대체하는 화석연료 대비 바이오에너지 온실가스 감축효과 35% 이상
  - 2017년부터 50% 이상, 2008년부터는 2017년 가동을 개시한 설비에서 생산된 바이오연료에 대해 60% 감축 기준 적용
- 생물다양성 가치
  - 생물다양성 가치가 높은 토지에서 생산되는 원자재를 활용한 바이오에너지 불인정
  - 원시림 및 기타 자연림, 희귀생태계 및 멸종위기 생태계 보호 구역, 종구성이 풍부하며 손상되지 않은 생물다양성이 높은 지역



## ● 고농도 탄소를 축적한 토지

- 고농도 탄소를 축적한 토지에서 얻어진 원자재로 제도된 바이오에너지 불인정
- 습지, 일정 기준에 도달할 수 있는 수목들로 이루어진 연속적 삼림지역 등

## ● 이탄지대

- 2008년 1월에 이탄지대였으며, 원자재 재배 및 수확으로 인해 침수를 유발한 토지에서 생산된 원자재 기원 바이오에너지는 불인정

## ● 기타

- EU 역내에서 생산되는 바이오연료의 원자재는 기존 이사회규정(Council Regulation)에서 정하고 있는 환경·농업적 규제 및 기준을 충족해야 함

# 바이오에너지 지속가능성 기준(미국)



- **신재생연료 의무공급제도 II(RFS2)**
  - 환경청은 RFS2의 지속가능성이 연료 생산자, 정제업자, 블랜더(blender)들에게 잘 지켜질 수 있도록 적절한 규정 제정에 노력
- **엄격한 온실가스 감축 기준 제시**
  - 전통적 바이오연료(150억갤런): 화석연료 대비 20% 감축
  - 선진형 바이오연료(50억갤런): 화석연료 대비 50% 감축
  - 셀룰로오스계 바이오연료(160억갤런): 화석연료 대비 60% 이상 감축
- **신재생연료 제한**
  - 신재생연료를 “재생가능한 바이오매스” 로 국한함
  - 원료와 토지이용에 제한을 두고, 차세대 기술에 우선순위를 줌

# 시사점

---



- 바이오에너지의 온실가스 감축 충족에 쏠림
  - 경제적, 사회적 지속가능성 반영 미흡
  
- 지속가능성 기준 준수 입증 의무의 실효성 미흡(EU)
  - 특정 기업과 관련된 정보가 대중에게 공개되지 않음
  - 오직 요약본만 공개됨

## 2. 바이오가스 시설 현황



- 2010년 말 기준 설치/운영중인 바이오가스 생산시설은 총 50기
  - 2009년 대비 1개소 증가
  - 2010년 신규 2개소, 운영중단 3개소, 병합처리전환 2개소, 기존시설 추가 2개소
  - 40개는 2007년 이전에 설치된 시설로 다수의 시설이 소규모 및 노후화

년도	계	투입 원료 종류				
		가축분뇨	음식물 쓰레기	음폐수	하수 슬러지	병합
2009	49	9	2	5	20	13
2010	50	7	2	6	20	15
증감	1(+5, -4)	△2(+1, -3)	0	1	0(+1, -1)	2(+3, -1)

자료: 환경부(2011)



- 2010년 생산된 바이오가스는 157,077천m<sup>3</sup>로 전년도 대비 12.4% 증가

- 하수슬러지 45%, 병합처리방식 43.7%, 음식물폐기물 7%, 음폐수 4.2%, 가축분뇨 0.3%

생산 방식	생산량	생산비율	단순처리량	단순처리 비율
하수슬러지 바이오가스	70,510	44.89%	13,358	18.9%
병합처리 바이오가스	68,586	43.66%	15,358	22.4%
음식물 바이오가스	10,939	6.96%	391	3.6%
음폐수 바이오가스	6,536	4.16%	3,329	50.9%
가축분뇨 바이오가스	503	0.32%	443	88.1%
전체	157,074		32,676	20.8%

자료: 환경부(2011)



- 전체 생산량 중 약 20%가 소각(flaring) 등 단순처리되어 미이용률을 줄이기 위한 대책 필요
  - 특히, 가축분뇨시설은 생산된 가스의 약 88%, 음폐수시설은 50.9% 미이용
  - 월별/계절별 생산량 편차가 심해 발전설비 용량이나 소내 소비량보다 생산량이 높을 때 소각 등 단순처리
- 에너지화보다는 폐기물처리가 주 목적으로 시설을 운영하고 있어 생산된 바이오가스를 효율적으로 이용하지 못함
  - 에너지화를 목적으로 건설된 음식물 바이오가스 시설의 경우는 단순처리 비율이 3.6%로 낮음
  - 상업적인 목적으로 설비의 이윤 극대화를 위해 효율적으로 운영하고 있기 때문인 것으로 평가
- 바이오가스 설비에서 생산되는 열에너지 활용 인프라 미흡
  - 열에너지는 열공급망과 연계를 위한 인프라 미흡
  - 개별 설비 운영자가 자체 투자로 이를 설치하기에는 고비용임

# 3. 온실가스 배출량 산정 방법론: LCA 방법론



- 전과정평가(LCA) : 대상 제품, 공정, 서비스에 대한 잠재적인 환경영향 평가
- 바이오가스 생산 전과정에서 발생하는 환경영향과 자원 및 에너지 소비량 파악(객관성)

## 목적 및 범위 설정 (Goal Definition and Scope)

- 전과정 평가의 목적 및 범위 설정 : 수행 범위 및 깊이 결정
- 목적 : LCA 수행의 이유, 용도 및 사용주체, 신뢰도, 검토 등
- 연구 범위 설정 : 시스템의 기능 및 범위, 기능단위, 관련흐름, 가정 및 제한

## 목록분석 (Inventory Analysis)

- 제품 시스템과 관련된 단위 공정별 투입 및 배출물 데이터 수집·정리 후 정량화
- 공정 흐름도 작성 및 데이터 수집·정리(투입: 원부자재, 에너지/배출:제품, 폐기물 등)
- LCA목적과 범위에 일치, 과학성, 정량성, 적합성, 재현성, 포괄성이 고려

## 영향평가 (Impact Assessment)

- 목적 : 전과정 목록분석 결과를 이용하여 잠재적인 환경영향을 평가(정량·정성적)
- 대상의 전과정(Life Cycle)에서 환경적 핵심 요소의 규명 및 우위성 평가
- LCA목적과 범위에 일치, 목적 미달 시 목적과 범위의 수정

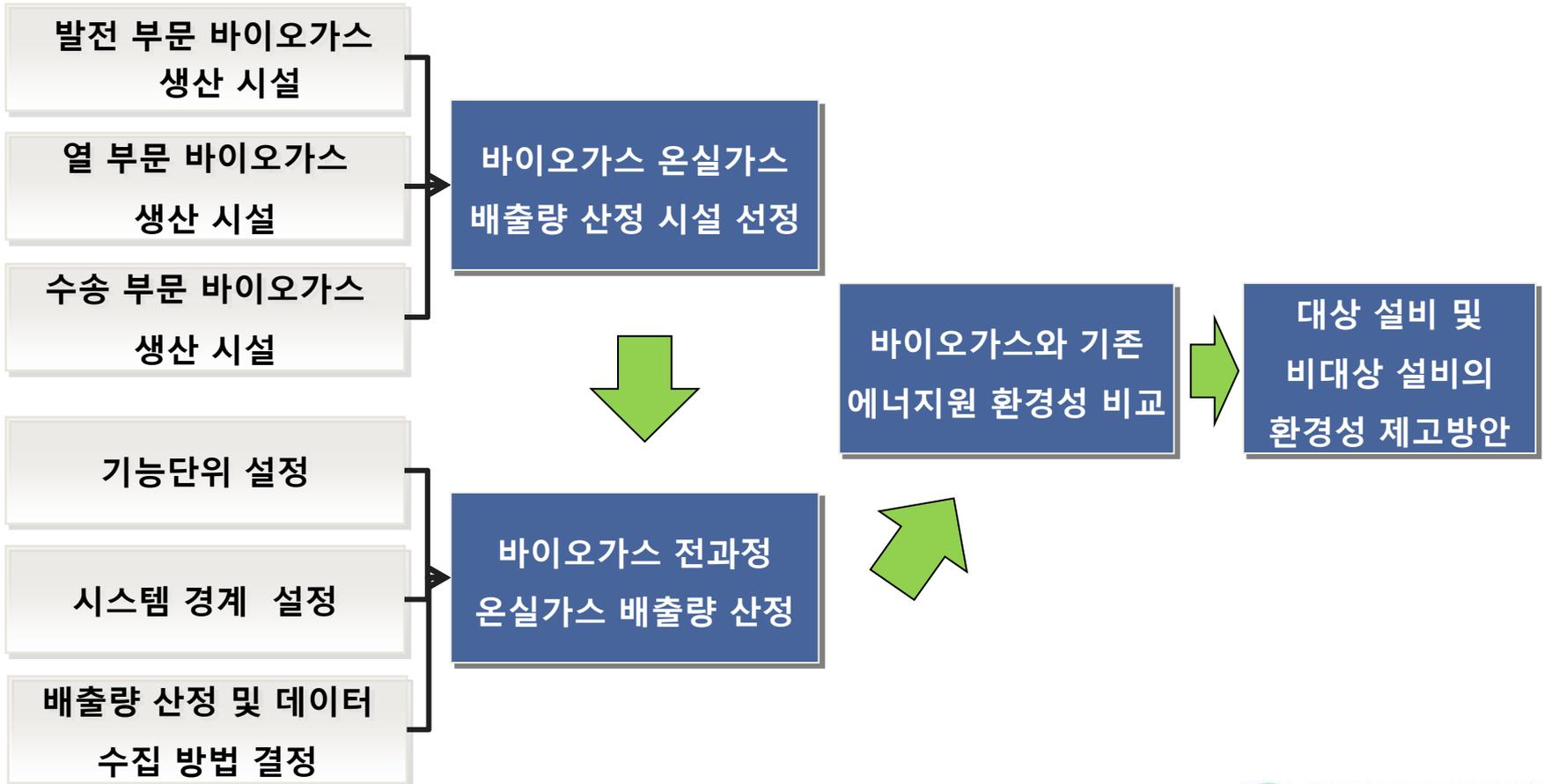
## 결과해석 (Interpretation)

- 前 단계로부터 얻은 결과를 분석하여 보고 및 신뢰도가 높은 결론 도출 과정
- 해석 요건 : 이해성, 일관성, 일치성(목적 및 범위)

# 본 연구의 LCA 분석 흐름



## 연구 수행 체계



# LCA 분석 대상설비 선정



## ◆ 바이오가스 LCA 온실가스 배출량 산정 대상 시설의 선정

- 환경성 평가 및 비교를 위해 국내 유기성폐자원 에너지 활용시설 중 6개 시설 선정
- 선정 대상 : 스팀(열) 생산, 전력 생산, 수송용 연료생산 각 2개 시설
- 생산된 바이오가스 또는 최종에너지 형태로 외부에 판매한 실적이 있는 시설 대상

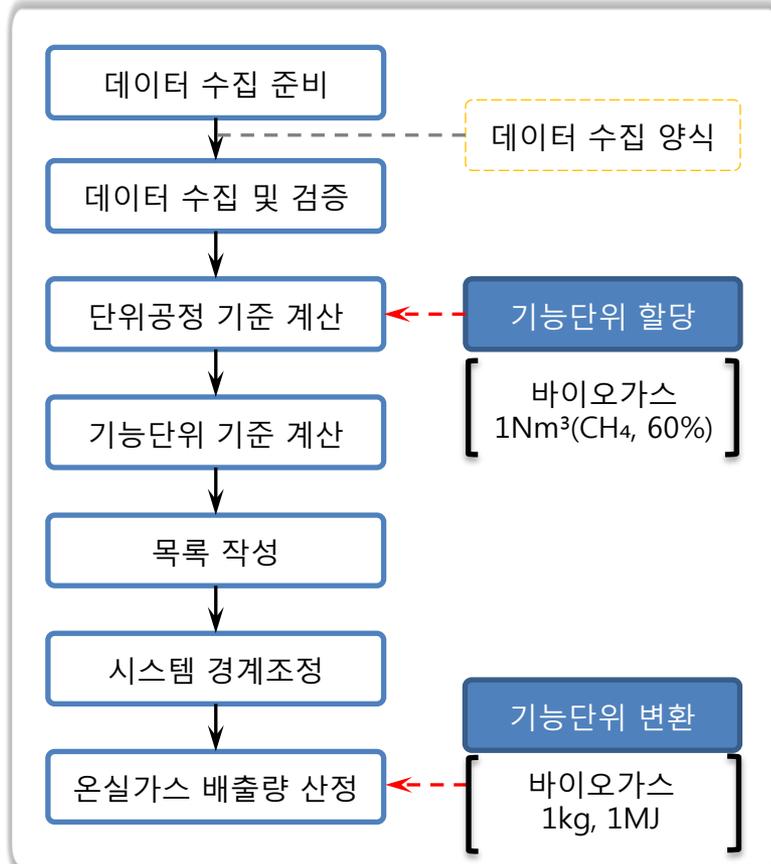
<표. 바이오가스 전과정 온실가스 배출량 산정 대상 시설

No	구분	시설명	바이오가스 활용
1	병합처리	A시설	스팀(열) 생산
2	병합처리	B시설	스팀(열) 생산
3	음식물	C시설	전력 생산
4	병합처리	D시설	전력 생산
5	하수슬러지	E시설	수송용 연료(CNG) 생산
6	음폐수	F시설	수송용 연료(CNG) 생산

# LCA 온실가스 배출량 산정 방법



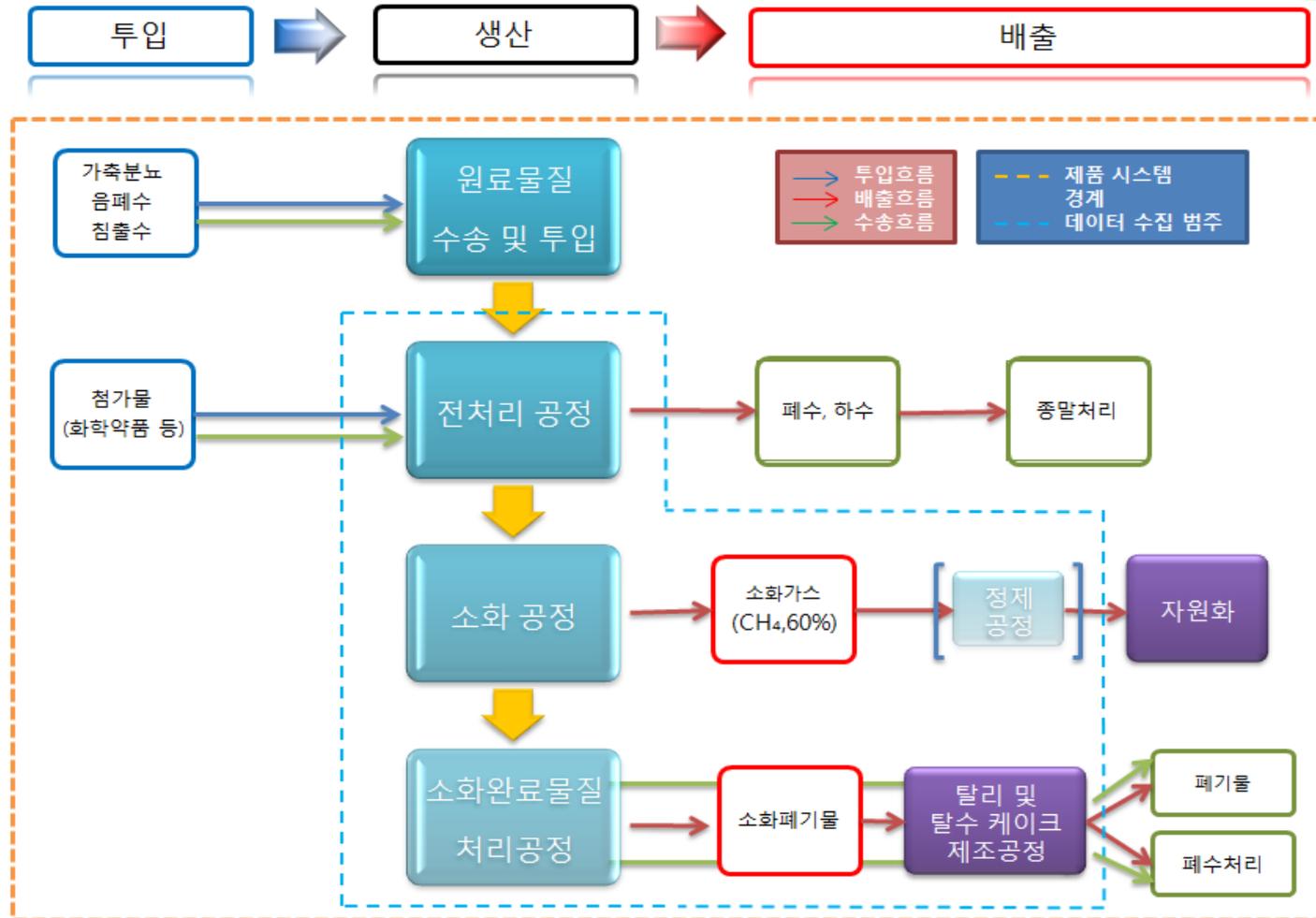
## 온실가스 배출량 산정 절차



## 온실가스 배출량 산정 방법 개발

- **기능단위** : 1Nm<sup>3</sup>(CH<sub>4</sub> 60%) 생산
- **기준흐름** : 전력 1kWh 생산, CNG 1Nm<sup>3</sup>생산
- **시스템경계** : EU의 신재생에너지지침
- **데이터 수집** : Biogas의 생산단계 중심  
상위흐름과 하위흐름에 대하여 국가 LCI DB를  
기준으로 온실가스 배출계수를 연결
- **할당** : Biogas 생산량의 생산 비율을 기본으로 함
- **가정 및 제한**
  1. 수송 거리 : 집하장으로 부터 사업장간
  2. 관로 이송 : 공정 단계의 전기 사용량 반영
  3. 첨가물 : 특수한 경우의 투입으로 대상 제외
  4. 부산물 및 폐기물 처리 고려 제외
  5. 비중 : 0.55g/L를 사용하여 kg단위로 환산
  6. Biogas 배출계수 : IPCC2006의 배출량 기준  
(1.29E-01 kgCO<sub>2</sub>/kg을 적용)

# LCA 분석 시스템 경계 설정



# 6개 대상시설 투입/산출 자료



## A시설 투입/산출

### 제조 煎단계

물질명	단위	투입량	비고
원료물질1	kg/kg	28,754.0	중량 원단위 총계 <sup>1)</sup> , 약 0.04%만 바이오가스 제조에 투입
원료물질2	kg/kg	17.9	-
에너지1	kWh/kg	1.5	-
에너지2	kg/kg	2.06E-03	약 0.04%만 바이오가스 제조에 투입

주: 1) 다수의 원료물질이 혼합된 경우, 이들의 총량만 표시했음을 의미한다.

### 제조 단계

물질명	단위	투입량	비고
소화물질	kg/kg	29.2	중량 원단위 총계 <sup>1)</sup>
에너지1	kWh/kg	0.5	
에너지2	l/kg	3.38E-03	
에너지3	Nm <sup>3</sup> /kg	5.42E-03	

주: 1) 다수의 원료물질이 혼합된 경우, 이들의 총량만 표시했음을 의미한다.

### 배출 단계

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
폐기물1	kg/kg	4.9E-03	24.2	트럭
폐기물2	kg/kg	1.3E-01	24.2	트럭

## B시설 투입/산출

### 제조 煎단계

물질명	단위	투입량	수송거리(km)	비고
원료물질1	kg/kg	14.5	11.2	트럭
원료물질2	kg/kg	99.2	-	중량 원단위 총계 <sup>1)</sup>
보조물질	kg/kg	0.19	-	-
에너지1	kWh/kg	8.78E-02	-	용수 관로

주: 1) 다수의 원료물질이 혼합된 경우, 이들의 총량만 표시했음을 의미한다.

### 제조 단계

물질명	단위	투입량	비고
소화물질	kg/kg	113.7	중량 원단위 총계 <sup>1)</sup>
보조물질	kg/kg	0.19	중량 원단위 총계
용수	kg/kg	81.67	유입 및 전·후처리
에너지1	kWh/kg	0.80	소화공정 및 전·후처리
에너지2	kg/kg	0.06	소화공정

주: 1) 다수의 원료물질이 혼합된 경우, 이들의 총량만 표시했음을 의미한다.

### 배출 단계

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
폐기물1	kg/kg	1.8E+00	11.2	트럭



## C시설 투입/산출

### 제조 煎단계

물질명	단위	투입량	수송거리(km)	비고
원료물질1	kg/kg	14.2	-	-

### 제조 단계

물질명	단위	투입량	비고
소화물질	kg/kg	14.2	-
용수	kg/kg	0.01	-
에너지1	kWh/kg	0.80	외부 구매 및 자가발전

### 배출 단계

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
폐기물1	kg/kg	4.3E+00	-	고형폐기물
폐수	m <sup>3</sup> /kg	1.5E+01	-	

## D시설 투입/산출

### 제조 煎단계

물질명	단위	투입량	수송거리(km)	비고
원료물질1	kg/kg	19.7	-	-
원료물질2	kg/kg	14.5	10.8	트럭
원료물질3	kg/kg	1.6	60.8	트럭

### 제조 단계

물질명	단위	투입량	비고
소화물질	kg/kg	35.8	중량 원단위 총계 <sup>1)</sup>
에너지1	kWh/kg	1.2E-01	전 · 후처리 및 소화공정

주: 1) 다수의 원료물질이 혼합된 경우, 이들의 총량만 표시했음을 의미한다.

### 배출 단계

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
폐기물1	kg/kg	3.8E+00	2.0	트럭
정화방류수	m <sup>3</sup> /kg	4.08E+01	-	-



## E시설 투입/산출

### 제조 煎단계

물질명	단위	투입량	비고
원료물질1	kg/kg	42,569.3	약 0.03%만 바이오가스 제조원료로 투입
에너지2	kg/kg	1.43E-03	약 0.03%만 바이오가스 제조원료로 투입
에너지4	kg/kg	1.24E-03	약 0.03%만 바이오가스 제조원료로 투입

### 제조 단계

물질명	단위	투입량	비고
소화물질	kg/kg	12.3	
에너지1	kWh/kg	0.3	
에너지5	kg/kg	1.24E-03	

### 배출 단계

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
폐기물	kg/kg	8.5E+00	21.0	트럭

## F시설 투입/산출

### 제조 煎단계

물질명	단위	투입량	비고
원료물질1	kg/kg	29,928.8	약 36%만 바이오가스 제조원료로 투입
에너지2	kg/kg	6.97E-04	약 36%만 바이오가스 제조원료로 투입
에너지4	kg/kg	6.51E-04	약 36%만 바이오가스 제조원료로 투입

### 제조 단계

물질명	단위	투입량	비고
소화물질	kg/kg	10,801.7	
에너지1	kWh/kg	1.2	
에너지5	kg/kg	8.30E-04	

### 배출 단계

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
폐기물	kg/kg	-	-	-

# 4. 온실가스 배출량 산정 결과



## 생산 시설 및 단계별 온실가스 배출량

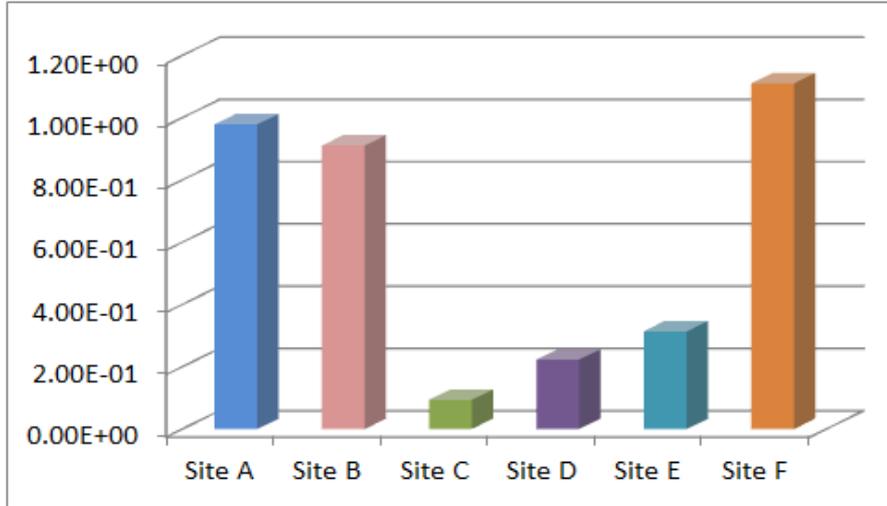
	단위	Site A	Site B	Site C	Site D	Site E	Site F
제조 前단계	kgCO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	5.23E-04	7.38E-02	0.00E+00	1.15E-01	2.33E-03	0.00E+00
생산단계	kgCO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	5.40E-01	6.12E-01	2.77E-01	1.04E-01	4.27E-01	4.52E-01
배출단계 (폐기물)	kgCO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	1.46E-03	8.93E-03	0.00E+00	3.43E-03	8.05E-02	0.00E+00
총배출량	kgCO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	5.42E-01	6.95E-01	2.77E-01	2.23E-01	5.10E-01	4.52E-01

# 생산 숲과정 비교

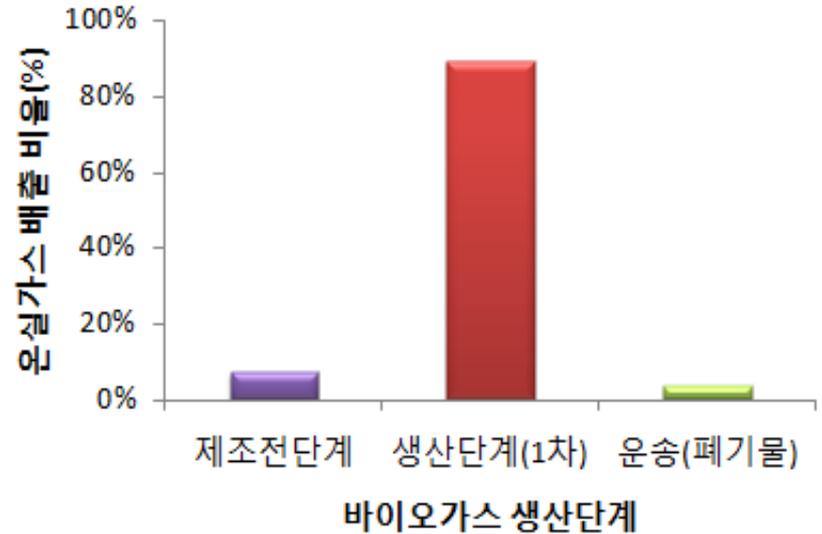


## 생산 시설별 온실가스 배출량

단위: kgCO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>



## 단계별 온실가스 배출 비율



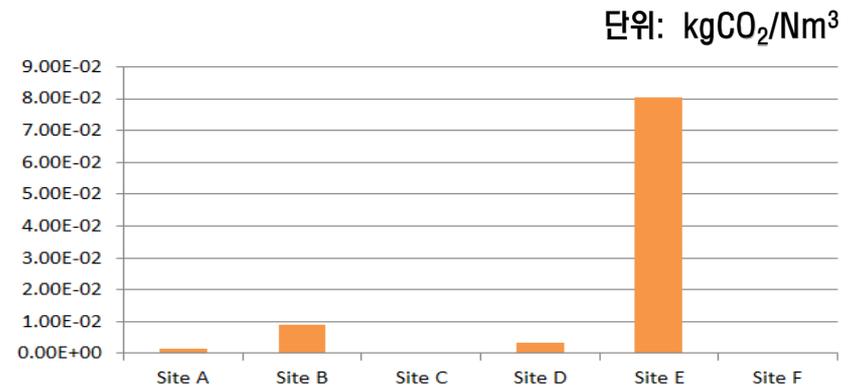
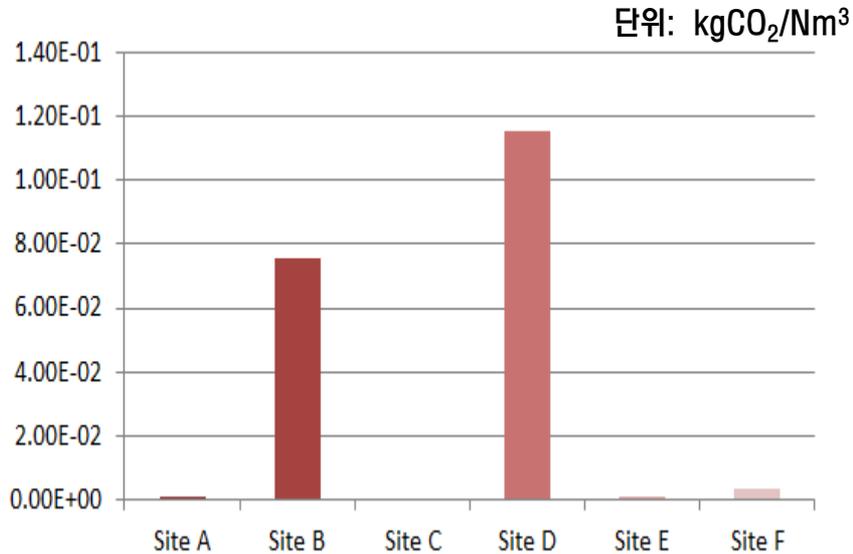
1. F시설에서 가장 많은 온실가스 배출이 있고, C시설에서 가장 낮음.  
(최고량과 최저량의 차이가 1.01E-00 kgCO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>, 시설 F의 약 8% 수준)
2. 숲 단계 중 제조 단계의 기여도가 92%, 제조 前단계는 5%, 배출단계는 약 3%
3. 투입대비 생산 효율은 원료물질의 종류와 성상, 소화 방법에 영향을 받음

# 제조 前단계 및 배출 단계 비교



## 생산 시설별 제조 前단계 배출량

## 생산 시설별 배출 단계 배출량



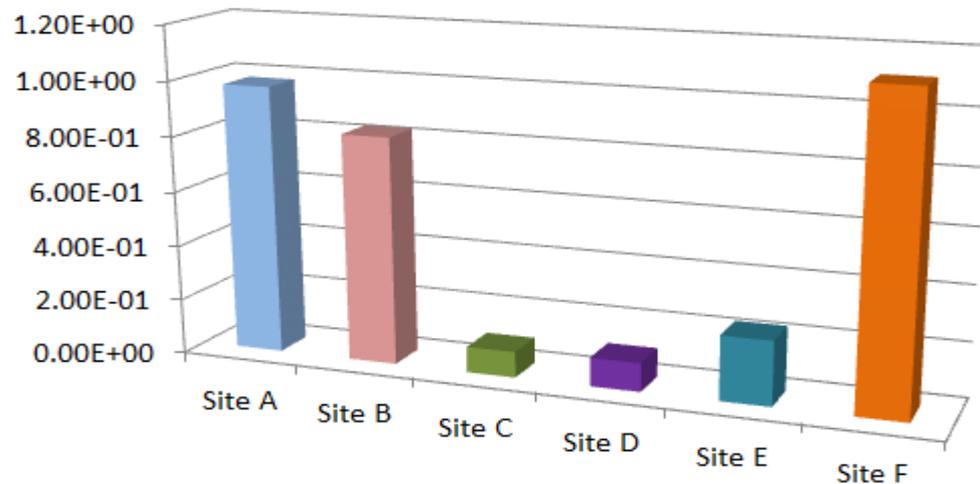
- 제조 前단계는 원료물질을 수송 수단과 수송 거리가 온실가스 배출량의 주요 변수
  - 관로 이송과 트럭 수송 중 트럭에 의존하는 시설들의 온실가스 배출량이 높게 나타남
  - 원료물질의 유기성 함량보다는 수송 거리가 배출량을 좌우하는 주요 요소임
- 배출 단계에서는 침사와 협잡물 등 불순물이 많은 원료를 처리하여 멀리 수송하는 시설의 온실가스 배출량이 높게 나타남
  - 소화공정 후 발생하는 폐기물의 수송거리 및 원단위 당 폐기물 발생 비율이 주요 변수임

# 제조 단계 비교



## 생산 시설별 제조 단계 배출량

단위:  $\text{kgCO}_2/\text{Nm}^3$



### 제조 단계는 다양한 요소들이 온실가스 배출량에 영향을 미침

1. 폐기물처리시설과의 연계 여부: 연계공정의 경우, 일부 폐기물처리 공정이 시스템경계 내에서 있고 생산된 바이오가스가 공정에 일부 투입되어 배출량이 높게 나타남
2. 원료물질: 단위당 유기물 함량이 낮은 원료물질을 투입하는 시설의 배출량이 높음
3. 전력 공급원: 자가 발전으로 소비를 충당하는 시설들이 그렇지 않은 시설들보다 배출량이 높음
4. 바이오가스 시설의 주요 투입물은 용수를 제외하고는 대부분 에너지원임
  - 시설들의 온실가스 배출량은 각 설비들의 에너지 사용량 및 효율과 밀접한 관계가 있음

# 5. 부문별 지속가능성 평가: 열 부문



- 연구 대상 6개 시설들은 화석연료 대비 90~94% 온실가스 감축
  - 열 부문 산업용 보일러 연료인 LNG, B-C유, 연료용 유연탄과 비교
  - LNG 대체 시 약 90%, B-C유 대체 시 약 92%, 연료용 유연탄 대체 시 약 94% 감축 효과
  - EU RED의 지속가능성 기준 적용 시 열 부문은 온실가스 감축효과 분야가 지속가능한 것으로 평가됨

단위: gCO<sub>2</sub>/MJ

구분		6개 시설 가중 평균	LNG	B-C유	연료용 유연탄
생산		7.0	12.4	5.9	18.6
연소	CO <sub>2</sub>	54.6	56.1	77.4	94.6
	CH <sub>4</sub>	0.02	0.02	0.06	0.02
	N <sub>2</sub> O	0.03	0.03	0.19	0.47
	소계	54.7	56.2	77.6	95.1
총계		7.0	68.5	83.6	113.7
감축효과(%)		-	90%	92%	94%



- 연구 대상 2개 시설들은 화석연료 대비 76~86% 온실가스 감축
  - 바이오가스 발전 시설(C, D)과 국가 LCA DB 발전 부문 온실가스 비교
  - C시설은 86%, D시설은 76%, 2개 시설 가중평균은 83% 각각 감축 효과
  - EU RED의 지속가능성 기준 적용 시 발전 부문은 온실가스 감축효과 분야가 지속가능한 것으로 평가됨
    - C시설과 D시설 배출량의 차이는 제조 前단계 원료물질 수송 시 발생

구분	단위	Site C	Site D	2개 시설 가중평균	전력
온실가스 배출량	kgCO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	0.09	0.22	-	-
바이오가스 투입량	Nm <sup>3</sup> /kWh	0.76	0.53	-	-
온실가스 배출량	kgCO <sub>2</sub> /kWh	0.07	0.12	0.08	0.50
온실가스 배출량	gCO <sub>2</sub> /MJ	7.96	13.04	9.16	55.00
감축효과	%	86	76	83	-

# 수송 부문



- 연구 대상 2개 시설들은 화석연료 대비 75~95% 온실가스 감축
  - 수송용 바이오가스 생산 시설(E, F)과 수송용 화석연료 온실가스 비교
  - LNG 대비 83~95%, 나머지 화석연료 대비 75~95% 감축 효과
  - EU RED의 지속가능성 기준 적용 시 수송 부문도 온실가스 감축효과 분야가 지속가능한 것으로 평가됨

단위: gCO<sub>2</sub>/MJ, %

구분		Site E	Site F	가중평균
배출량		3.4	12.2	9.1
감축효과	LNG(71.4gCO <sub>2</sub> /MJ) 대비	95%	83%	87%
	LPG(49.0gCO <sub>2</sub> /MJ) 대비	93%	75%	81%
	경유(73.3gCO <sub>2</sub> /MJ) 대비	95%	83%	88%
	휘발유(70.9gCO <sub>2</sub> /MJ) 대비	95%	83%	87%

➔ 전반적으로, 감축효과는 생산단계에서도 다소 나타나지만, 사용 단계에서 크게 나타남

- 사용단계에서 탄소중립인 바이오가스의 장점이 주요 요인임

# EU의 바이오가스 온실가스 감축효과와 비교



## EU RED의 바이오가스 온실가스 감축효과

단위: gCO<sub>2</sub>/MJ, %

구분		바이오가스 배출량			대체 화석연료 배출량	감축효과
		생산	수송	총계		
도시유기성 폐기물	전형적	14	3	17	83.8	80%
	디폴트	20	3	23	83.8	73%
습분뇨	전형적	8	5	13	83.8	84%
	디폴트	11	5	16	83.8	81%
건분뇨	전형적	8	4	12	83.8	86%
	디폴트	11	4	15	83.8	82%

1. EU는 바이오가스 모두 73% 이상 감축, 건분뇨 기원의 전형적 감축효과가 86%로 가장 높음
2. 우리나라 바이오가스 CNG 공급시설 2개의 온실가스 감축효과가 EU에 비해 수치상으로는 다소 높게 나타나지만, 직접적인 비교는 의미가 없는 것으로 판단됨
  - 우리나라 2개 시설 감축효과 75~95%, EU RED 바이오가스 감축효과 73~84%
  - 시스템경계 차이: CNG 시설로의 수송 및 CNG 유통
  - 비교 대상 화석연료의 온실가스 배출량 차이: EU RED 83.8gCO<sub>2</sub>/MJ, 우리나라 49~73gCO<sub>2</sub>/MJ

# 5. 시사점



## 제조 단계 에너지 효율 개선에 초점

- 생산의 총 3단계 중 제조단계의 온실가스 배출 기여도 92%
- 공정의 에너지효율향상을 위한 투자를 통해 환경부하를 줄여야 함
- 국가적 및 기업적 관련 기술 R&D에 투자 집중

## 독립적 운영체계 구축

- 독립적 운영 시설들의 온실가스 배출량이 적게 나타남
- 신규 바이오가스 시설들은 가급적이면 독립적으로 운영되는 시설로 고려
- 기존 시설에는 계량기의 별도 설치 등을 통해 시설 간 경계를 명확히 하여 시설의 효율적 운영과 데이터 관리를 도모

## 수송 거리 최소화

- 신규 바이오가스 시설의 경우, 원료물질과 공정 폐기물을 처리하는 시설에 인접한 장소를 선택함으로써 환경부하 경감
- 특히, 원료물질이 발생하는 폐기물처리시설, 또는 집하장과 근접한 장소를 입지로 선택함으로써 환경부하를 경감할 수 있음
  - 제조단계 배출량이 비슷할 경우 차이는 제조 前단계의 원료물질 수송에서 주로 유발



## 병합처리 활성화

- 유기성물질이 많이 함유된 원료물질을 투입하는 그룹의 생산 효율성이 그렇지 않은 그룹보다 높은 경향을 보임
- 방류수 수질 기준, 원료물질 관리 부처 및 체계 다원화의 문제점 상존

## 자원화 비율 향상

- 6개 대상 시설 중 4개 시설 잉여가스 단순 소각, 우리나라 전체 생산량의 약 20% 미활용(특히, 가축분뇨 시설 88%, 음폐수 시설 51%)
- 정부 지원 또는 설치의무화로 저장시설 확대
- RHO 등 시장창출제도로 경제성 제고

## 바이오가스 분야 LCA 인프라 및 지침 개발

- 열 부문 및 수송 부문 대체 화석에너지 정의 명확화 및 배출계수 제공
- 바이오에너지 분야 정책에 포괄적으로 적용 가능한 LCA 방법의 지침 마련
  - 환경성과평가를 위한 국가적 지침은 마련되어 있지만, EU RED 와 같이 특정 정책의 특성에 적합하게 설계된 방법론 및 지침 부재



경청해 주셔서 감사합니다.