

## 음식물류 폐기물의 대체 에너지로의 이용 가능성

백미숙, 이승문, 송호준, 신승복, 박진원\*  
연세대학교  
(jwpark@yonsei.ac.kr\*)

## A possibility as renewable energy of food waste

Mi-Sook Baek, Seungmoon Lee, Ho-Jun Song, Seung-Bok Shin, Jin-Won Park\*  
Yonsei University  
(jwpark@yonsei.ac.kr\*)

## 서론

최근에 발표된 IPCC 4차 보고서에 따르면, 지구온난화의 속도가 우리의 예상치를 훨씬 상회하고 있다고 한다.[1] 높아지는 기후변화의 위협에 각 국가에서는 온실가스를 저감하기 위한 노력들이 다각도로 이루어지고 있으며, 그 중에서도 대체 에너지 분야의 연구가 가장 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 바이오매스인 음식물류 폐기물의 대체 에너지로의 이용 가능성을 알아보기 위하여, 음식물류 폐기물의 처리 현황과 온실가스 저감 사업으로의 추진 타당성을 검토해 보았다.

## 본론

## 1. 국내현황

## 1-1. 음식물류 폐기물 처리현황

음식물 쓰레기 자원화 기본계획('98~'02) 및 음식물류폐기물 종합대책('04~'07) 수립 · 시행으로 재활용률은 지속적으로 증가하고 있다. 연도별 음식물류 폐기물 처리 현황을 보면 다음과 같다.[2] 음식물류 폐기물은 생활수준의 증가로 인해 계속 증가할 것으로 예상되며, 최근에는 매립과 소각에 드는 환경 및 사회·경제적 비용으로 인하여 자원화 위주의 처리경향이 두드러지고 있다. 그러나 자원화 비용과 제품의 질 문제로 인하여, 보다 현실성 있는 새로운 처리 방안이 요구되는 실정이다.

Table 1. 자원화 시설 현황 및 퇴비물질 생산현황 (2005년 4/4분기)

연도	발생량	매립	소각	재활용	재활용			
					계	사료화	퇴비화	기타
2001	11,237 (100)	3,856 (34.3)	1,003 (8.9)	6,378 (56.8)	6,378 (100)	3,524 (55.3)	2,598 (40.7)	256 (4.0)
2002	11,397 (100)	3,345 (29.3)	922 (8.1)	7,130 (62.6)	7,130 (100)	3,526 (49.5)	3,259 (45.7)	345 (4.8)
2003	11,398 (100)	2,836 (24.9)	844 (7.4)	7,718 (67.7)	7,718 (100)	3,832 (49.6)	3,391 (43.9)	495 (6.4)
2004	11,464 (100)	1,607 (14.0)	541 (4.7)	9,316 (81.3)	9,316 (100)	4,434 (47.6)	3,955 (42.4)	927 (10.0)
2005	13,028 (100)	333 (2.5)	480 (3.7)	12,215 (93.8)	12,215 (100)	5,349 (43.8)	5,470 (44.8)	1,396 (11.4)

## 1-2. 혐기성 메탄 발효 시설

2005년 4/4분기 기준으로 혐기성 자원화 시설은 전체 243개의 자원화 시설 중 단 8곳, 시설용량은 전체의 1.5%만을 처리하고 있다.[3] 메탄발효는 음식물류 폐기물을 혐기성 미생물의 소화에 의해 유기물질에서 메탄가스로 전환하며, 발생한 메탄가스를 이용하여 발전을 통한 전기 생산 혹은 도시가스를 대체하여 에너지로 이용할 수 있다.[4] 이러한 기술을 이용하여 음식물류 폐기물을 처리한다면, 폐기물 처리와 함께 온실가스 저감 효과도 가져올 수 있어 그 활용이 기대된다.

## 2. 온실가스 저감사업 추진 타당성

현재 가장 활발히 진행되고 있는 온실가스 저감사업의 형태는 교토의정서상의 청정개발체제라고도 하는 CDM(clean development mechanism) 사업이다. 이 사업은 온실가스 저감 사업을 진행하여 발생한 크레딧을 시장에서 주식처럼 거래할 수 있도록 하여, 온실가스 저감 사업에 경제적인 추가 이익을 제공하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이 CDM사업의 기준에 맞추어 온실가스 저감사업의 추진타당성을 검토하였다.

### 2-1. 사업 활동의 형태

범주 - 에너지 범주, 적용된 기술 - 혐기성 메탄발효를 이용한 바이오매스 발전

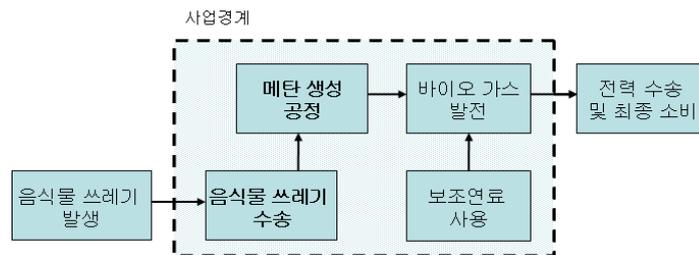
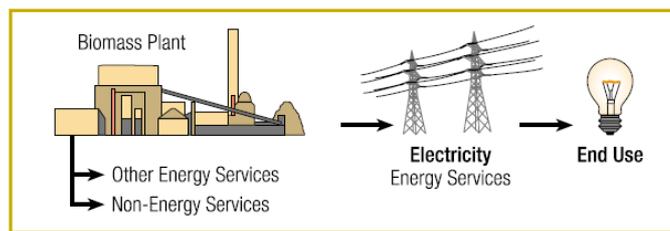


Fig. 1. 음식물 쓰레기 연료화 사업의 사업 경계

혐기성 연료화 시설에서는 퇴비와 전기, 열, 가스등이 생산되게 되는데, 바이오매스 플랜트를 통한 전기 생산과 CO<sub>2</sub> 크레딧의 발생을 다음과 같은 그림으로 나타낼 수 있다.



International trade in electricity produced from biomass. (Source: Joanneum Research)

Fig. 2. 바이오매스를 이용한 발전과 CO<sub>2</sub> 크레딧 발생

### 2-2. 방법론 설정

본 사업은 감축량이 크지 않기 때문에 소규모 CDM사업으로 진행이 가능하다. 바이오매스를 이용한 발전에 대한 소규모 CDM을 위한 방법론으로는 AMS-I.D. 방법론이 있다. 이 방법론은 신재생 에너지를 이용하여 발전을 하는 소규모 CDM사업을 위한 방법론으로 생산 용량은 15MW보다 작아야 한다.[5]

### 2-3. 추가성 증명

CDM사업으로 진행되기 위해서는 다음 Fig. 3.과 같은 추가성 증명단계를 거쳐야 한다.

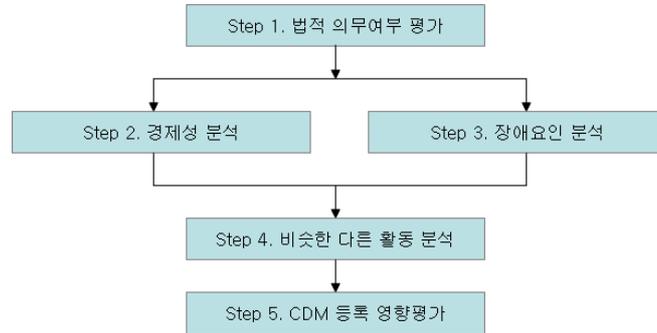


Fig. 3. 추가성 증명 단계

각 단계에 대한 자세한 내용은 CDM 집행위원회에서 제시하는 추가성 검증방법에서 살펴볼 수 있다. 본 논문에서는 법적 의무여부 평가와 경제성 분석을 통해, 음식물 쓰레기 연료화 사업의 추가성을 증명하려 한다.[6]

#### 1단계 : 법적 의무여부 평가

생활 폐기물 중 음식물 쓰레기는 폐기물 관리법 제 13조의 규정에 의하여 시장·군수·구청장이 수집·운반·처리하도록 규정하고 있다. 음식물 쓰레기 감량 자원화 기본계획과 음식물 쓰레기 직매립 금지조항에 따라, 관할 지방 자치 단체에서는 공동주택 등을 대상으로 음식물 쓰레기를 분리·수거하여 재활용을 추진하고 있다. 그러나 소각에 대한 제한이 없고 자원화 시설의 종류에 대한 제제가 없기 때문에 혐기성 소화시설에 대한 설치 의무는 없는 것으로 판단된다.

#### 2단계 : 경제성 분석

본 논문에서는 CDM사업을 위한 경제성 분석을 위해서 혐기성 연료화 기술과 경쟁관계에 있는 호기성 퇴비화와 습식 사료화, 건식 사료화를 비교하여 투자비교분석(Investment Comparison Analysis)법을 이용 순 현재 가치법을 통한 경제성의 비교 분석을 수행하였다. 음식물 쓰레기 자원화 비용은 고정비용으로 부지매입비와 시설 설치비가 포함되고, 운영비용으로는 인건비, 전력비, 유류비, 설비의 개보수비용을 포함한다. 3%와 5%의 할인율<sup>1)</sup>을 각각 적용하고 기계의 사용 연한은 10년으로 고정하였다.

Table 2. 경제성 분석을 위해 선택된 비교 대상 시설

시설종류	설치시기	설비용량	시설비	운영비	처리비용	고정비용
혐기성	2008	98톤/일				
연료화	(예정)	(120톤/일)	520억	21.9억	73,000톤	32,083원/톤
호기성	2005	100톤/일	63억	22억	52,000/톤	20,388원/톤
퇴비화	(실제처리량)	(103톤/일)				
습식	2004	80톤/일	17억	10억	64,500/톤	18,890원/톤
사료화	(실제처리량)	(30톤/일)				
건식	2004	90톤/일	20억	12억	57,000/톤	9,523원/톤
사료화	(실제처리량)	(55톤/일)				

Table 3. 경제성 분석 결과 (시설연한 10년)

1) 자원화 사업은 공공 사업적 성격을 띠기 때문에 일반적인 기준보다 낮은 할인율을 적용

	A 혐기성 연료화		B 호기성 퇴비화		C 습식 사료화		D 건식 사료화	
할인율	3%	5%	3%	5%	3%	5%	3%	5%
톤당비용	34,425원/톤 36,130원/톤		21,365원/톤 22,819원/톤		20,021원/톤 21,042원/톤		10,473원/톤 11,290원/톤	
현재가치								

경제성 분석결과 건식 사료화 > 습식 사료화 > 호기성 사료화 > 혐기성 퇴비화 순으로 경제성이 있는 것으로 판단된다. 이로써 혐기성 연료화 시설이 다른 시설에 비해 경쟁력이 떨어진다는 사실이 입증되었다.

#### 2-4. 사업의 CDM 적용 가능성 평가

CDM사업으로 추진하여 경제성을 확보하기 위해서는 CDM사업 등록과 진행에 들어가는 비용을 제외한 CER판매 이익이 존재 해야 한다. 현재 소규모 CDM의 등록과 진행에 소요되는 비용은 다음과 같다.[7]

- 가. PDD작성 비용 : 평균 30,000 US\$/건
- 나. 사업 타당성 검토 및 등록비용
- 다. 모니터링 비용 : 매년 5,000US\$ (소규모 이므로 1년에 두 번으로 산정)
- 라. Verification 및 certification 보고서 작성비용 : 7,000US\$/건
- 마. CER 발급시 : 판매액의 2%

현재 EU의 온실가스 거래액인 CO<sub>2</sub>톤당 5€를 CER 가격으로 설정한다면 하루 처리량 300톤 이상의 시설일 경우에는 충분한 사업 가능성이 있으리라 판단된다.

#### 결론

본 연구에서는 국내 음식물 쓰레기 처리 실태와 자원화 시설 자료를 이용하여, 음식물 쓰레기를 통한 바이오 가스의 대체 에너지로의 사용 가능성과 온실가스 저감 사업으로의 추진 가능성을 타진해 보았다. 그 결과 음식물류 폐기물의 바이오 가스화 사업은 다른 자원화 사업과 비교하여 CDM 사업의 추가성을 만족, 온실가스 저감 사업으로의 추진 타당성이 있다고 보여 진다. 앞으로 이 분야에 있어서 정확한 기술 데이터 자료화와 저감량 산정에 대한 연구가 추가로 진행된다면 대체 에너지로의 이용과 온실가스 저감에 있어서 충분한 기여를 할 수 있을 것이라 사료된다.

#### 참고문헌

1. IPCC, "Climate Change 2007 : The physical Science Basis", UNEP, (2007)
2. 지속가능발전기업협의회 "음식물류 폐기물 감축 및 재활용 대책방안", 발표자료, (2006)
3. 환경부, "음식물류 폐기물 처리시설 운영실태", (2005)
4. 한국과학기술정보연구원, "폐기물 처리 최신동향", 이룸출판사, (2005)
5. UNFCCC " CDM methodology AMS-I.C. AMS-I.D"
6. 에너지관리공단, "청정개발체제 투자촉진 및 사전평가방안 수립연구", (2005)
7. 에너지관리공단, "2005 기업을 위한 CDM사업 지침서", (2005)