

유기성폐기물 자원(바이오가스 생산) 활성화 방안

Activation method for biogas production from organic waste



글 | 郭 採 植
(Kwak, Che Sik)

가스기술사
한국가스안전공사 부장

E-mail : ksik@kgs.or.kr

The world economy is threatened by rising oil prices due to the depletion of resources, and climatic changes are intensified due to rapid increase of greenhouse gases emission.

Global warming is recognized as a worldwide problem not only as national level one, collaborative efforts are in progress actively.

The fact is that the development of new & renewable energy which can replace fossil fuel and preserve the environment is the key of the attention in accordance with "low carbon, green growth" policy of our government.

Biogas is an energy source. And the best part of using biogas is that wastes are treated in its production process.

세계는 자원의 고갈로 인한 유가상승으로 경제가 위협받고 있고, 지구온실가스 배출 급증으로 인해 기후변화 현상이 심화되고 있다.

지구온난화는 국가차원을 넘어 범지구적 환경문제로 인식됐으며 이를 위한 국제사회의 활발한 공동노력이 진행 중이다. 우리나라 역시 정부의 '저탄소 녹색성장'이라는 정책에 따라 환경을 보존하는 동시에 화석연료를 대체할 수 있는 신재생에너지 개발에 관심이 모아지고 있는 것이 사실이다. 바이오가스는 에너지원이지만 한편으로 그 생산과정에서 폐기물을 처리할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 또한 생산과정에서 나오는 소화 잔여물을 비료로 이용할 수 있기 때문에 지속 가능한 사회라는 개념에 가장 부합되는 에너지원이다. 이런 관점에서 본고에서는 바이오가스 유기성 폐기물에 의한 대체 천연가스 생산 국내외 실태에 대해 진단하고, 향후 발전 방안을 제시하고자 한다.

1. 유기성폐기물 자원화 국내외 실태

1.1 국내 실태

1.1.1 매립지 발생 가스

지방자치단체의 생활폐기물 매립장은 약 250여개에 이르며, 이 가운데 규모가 큰 15개 정도의 매립장에는 발전시설 등 매립지 가스 자원화시설이 민간투자 등을 통해 이미 설치되어 있다.

〈표 1〉 매립가스 자원화시설 설치 현황

구 분	발전 시설		가스(정제)공급 시설	
	시설 수	시설용량 (MW)	시설 수	시설용량 (m ³ /분)
계	11	71.8	4	1,092
수도권	1	50 (70%)	1	920 (84%)
비수도권	10	21.8 (30%)	3	172 (16%)

매립용량 1만^m 이상인 매립장(138개)은 총 212^m/분 가량의 매립가스가 발생하는 것으로 추정되고, 이 가운데 40여개 매립장에서는 분당 1^m 이상의 매립가스가 발생하는 것으로 추정되고 있다.

〈표 2〉 권역별 매립가스 발생량(추정)

(가스량 단위 : ^m/분)

권역별	매립용량 1만 ^m 이상	매립량 (천톤)	가스발생 량*(추정)	가스포집 가능량**
계	138개소	34,156	211.83	127.11
수도권	이천매립장 등 10개소	3,401	17.21	10.33
충청권	천안매립장 등 26개소	4,463	21.38	12.83
광주· 전남권	양과동매립장 등 20개소	5,244	46.01	27.61
전북권	전주매립장 등 12개소	2,834	7.10	4.26
울산· 경남권	진주매립장 등 22개소	8,243	52.93	31.76
대구· 경북권	천군매립장 등 30개소	5,209	27.10	16.26
강원권	춘천매립장 등 18개소	4,762	40.10	24.06

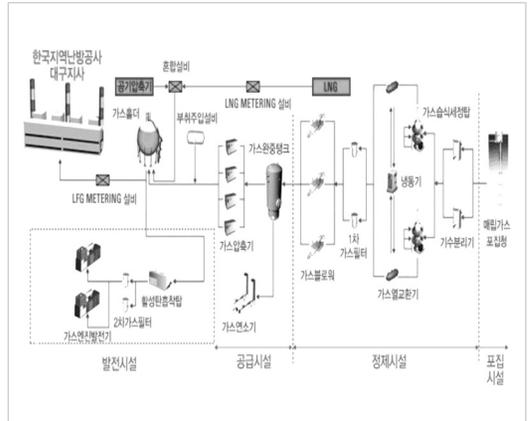
다음은 대구 방천리 매립지 가스 자원화 사업장의 매립지 가스의 성분 및 농도와 공정 계통도이다.

〈표 3〉 대구 방천리 매립지 가스의 성분 및 농도

구 분	CH ₄	CO ₂	N ₂	O ₂	기타	계
매립지	53.8 %	37.3 %	7.6 %	1.2 %	0.1 %	100.0 %

1.1.2 소화탱크 발생 가스

소화탱크 발생 가스는 유기성 폐기물을 박테리아와 함께 소화탱크에 넣고 인위적으로 혐기성



〈그림 1〉 대구 방천리 매립지 가스 자원화 사업장 공정계통도

소화를 시키면 발생하는 바이오 가스이다. 이는 유기성 폐기물의 종류에 따라 음식물쓰레기 가스, 음폐수 가스, 가축·분뇨 가스, 하수슬러지 가스, 이들 중 2개 이상을 합쳐 바이오 가스를 생산하는 병합가스로 나눌 수 있으며, 인위적이기 때문에 자연적으로 발생하는 매립지가스보다 보통 메탄(CH₄)의 함량이 10~15% 정도 높다.

〈표 4〉 유기성 폐기물 에너지화 시설 수량

(단위 : 개소수)

구 분	음식 쓰레 기	음 폐 수	가 축 분 뇨	하수 슬러 지	병 합	계
시설 수	1	4	6	17	10	38

유기성 폐기물의 발생량은 2008년과 2007년 기준으로 약 8,300만톤/년에 달하나, 그 중에 약 7%(610만톤/년)만이 에너지원(바이오가스)으로 활용되고 있다.

〈표 5〉 유기성 폐기물 발생량 및 에너지화 가능량

(단위 : 톤/일)

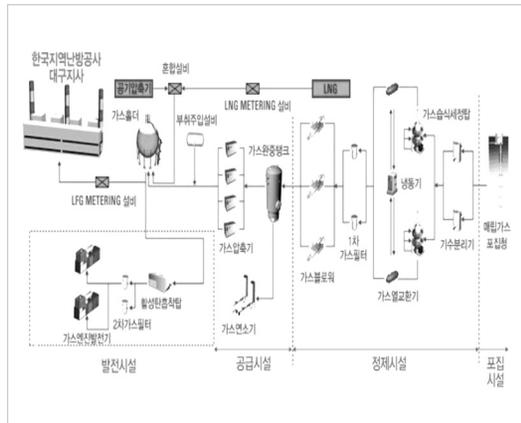
구 분	음식물 쓰레기	음폐수	가축 분뇨	하수 슬러지
발생량	14,452 (100%)	9,142 (100%)	134,700 (100%)	70,000 (100%)
재활용	13,327 (92.2%)	800 (8.8%)	121,000 (89.8%)	15,304 (21.8%)
단순 처리	1,125 (7.8%)	3,817 (41.8%)	8,200 (6.1%)	54,696 (78.2%)
해양 투기	-	4,525 (49.4%)	5,500 (4.1%)	-
바이오 가스활용	431 (3%)	800 (8.8%)	342 (0.3%)	15,304 (21.8%)
에너지화 가능량 (단순처리+ 해양투기)	1,125 (7.8%)	8,342 (91.2%)	13,700 (10.2%)	54,696 (78.2%)

유기성 폐기물을 이용하여 생산된 바이오가스(소화탱크 발생 가스)는 대부분 소화탱크 가열 연료 또는 발전용 연료 등으로 사용되었다.

〈표 6〉 유기성 폐기물 별 바이오가스 이용 현황

(단위 : Nm³/년)

유기성 폐기물	가스 생산량	가스 이용 현황			단순 처리
		발 전	외부 판매	자체연료 이용	
음식물쓰레기	4,223,867	4,223,867	-	-	-
음폐수	3,845,701	-	-	2,905,701	940,000
가축분뇨	2,759,332	2,643,472	-	47,380	68,480
하수슬러지	22,335,935	556,419	-	19,271,737	2,507,819
병합	11,218,255	1,324,958	1,561,295	4,827,012	3,504,990
계	44,383,090	8,748,716 (19.7%)	1,561,295 (3.5%)	27,051,830 (61.0%)	7,021,289 (15.8%)

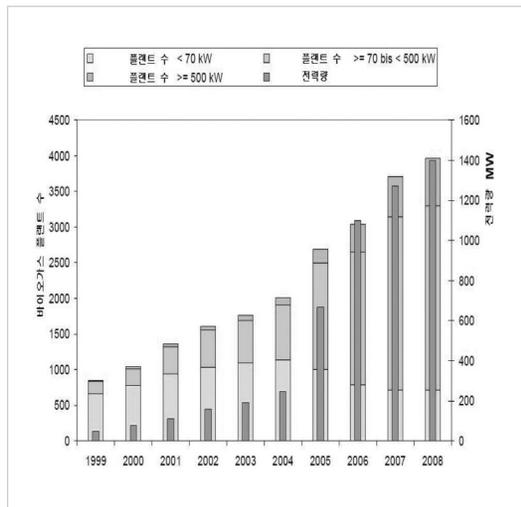


〈그림 2〉 (주)이지바이오시스템 창녕 바이오가스 플랜트

1.2 국외 실태

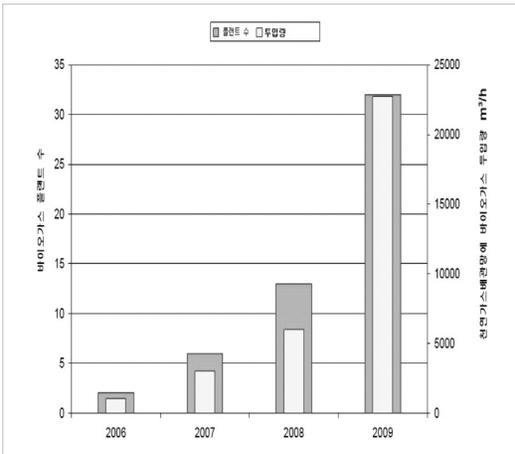
1.2.1 독일

독일에는 2009년 중반 기준 약 4,500개의 바이오가스 플랜트가 운영 중이며 이러한 바이오가스 플랜트에서 생산된 바이오가스의 대부분은 500kW급 이하 발전설비의 연료용으로 사용되고 있으며, 전력량은 1,400MW에 이른다.



〈그림 3〉 독일의 바이오가스 플랜트 수 및 발전 현황

또한, 독일 가스 수요의 10%를 바이오가스에 의하여 공급하겠다는 중앙정부의 목표 추진 덕분에 계속 발전하는 추세이다.

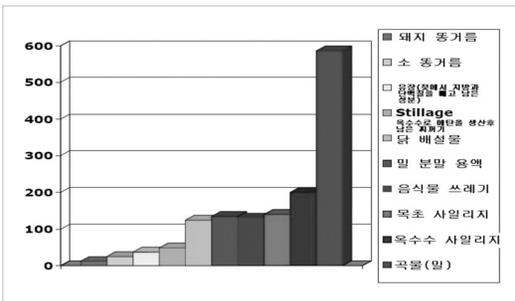


〈그림 4〉 독일의 천연가스 배관망에 바이오가스 투입량 및 플랜트 수

1.2.2 스웨덴

스웨덴은 2008년 기준 233개의 바이오가스 플랜트가 운영중이며, 1.3TWh(T : Tera, 10¹²)의 바이오가스가 생산되고 있다. 이는 휘발유 기준 1.54억ℓ 에 달하는 양으로 약 13만대의 자동차가 이용할 수 있는 양이다.

바이오가스 플랜트중 하수처리 플랜트가 바이오가스 생산의 대부분을 차지하고 있다.



〈그림 5〉 원료별 바이오가스 생산량(m³/ton)

또한, 바이오가스에 포함되어 있는 에너지의 양은 60% 메탄(CH₄)을 함유한 바이오가스 1m³의 경우 대략 6.0kWh가 된다.

〈표 7〉 스웨덴 바이오가스 생산 현황

(’08년 기준)

종 류	플랜트 수	연간 생산량	
		TWh	백만 m ³
도시하수처리 플랜트	139	0.56	93
매립지 플랜트	70	0.46	77
산업폐수 플랜트	4	0.09	15
복합소화 (병합) 플랜트	13	0.16	27
농장 플랜트	7	0.01	2
계	233	1.3	214

2. 유기성폐기물 자원화 걸림돌

2.1 다수 법령의 적용에 따른 불편

유기성 폐기물 자원화 사업을 하기 위해서는 관련 주무부처가 ‘환경부’, ‘지식경제부’, ‘농림수산식품부’ 등으로 나뉘어 있고, 해당 법령만해도 「폐기물관리법」, 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」, 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」, 「대기환경보전법」, 「수도권 대기환경 개선에 관한 특별법」, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」, 「자연공원법」, 「석유 및 석탄연료 대체법」, 「도시가스사업법」등으로 나뉘어져 있어 매우 혼란스럽다.

2.2 바이오가스 생산자의 위치가 모호

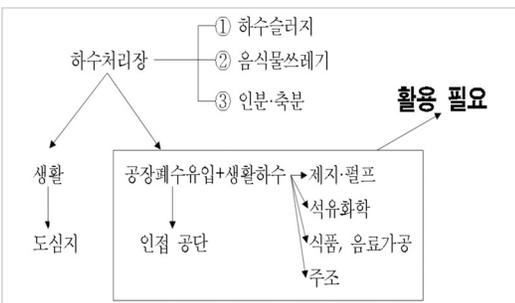
바이오가스 사업자의 경우에는 지난 '09. 3. 25일 도시가스사업법이 개정되어 도시가스의 범위에 새로이 포함되었고, '09. 9. 26일부터 시행하는 시행령에서 바이오가스의 적합한 품질기준을 지식경제부장관이 정하여 고시토록 하였으나 아직까지 마무리가 안 된 상태이기 때문에 어려움이 있다.

2.3 정부 보조·장려 금액의 미흡

바이오가스는 폐기물에서 얻어지는 메탄(CH₄)을 발전 및 열 생산 등에 활용하기 때문에 환경적인 편익과 경제성 측면에서 모두 도움이 돼 국가적으로 확대해 나가야 하는 분야임에도 불구하고, 시설설치에 대한 보조금이나, 세제혜택 등은 거의 없는 편이다.

2.4 바이오가스의 원료사용에 대한 제약

바이오가스로 에너지화할 수 있는 원료에는 도심에서 발생하는 하수슬러지, 음식물쓰레기와 농촌의 인분·축분 등에 한하고 있다.



〈그림 6〉 유기성 폐기물의 종류 및 활용 확대

그러나 관련 업계 전문가들은 공단에서 발생하는 폐수(공정 슬러지 등)가 원료량도 많고 에너지화 할 수 있는 메탄(CH₄)의 양도 많기 때문에 이를 원료로 사용할 수 있어야 한다고 말한다.

3. 유기성폐기물 활성화 방안

3.1 바이오가스 사업 지원센터 설치

유기성 폐기물 자원화 사업을 하기가 쉽도록 적극적인 편의를 제공하기 위해서는 현재 3개 정부 부처, 8개 이상의 관련 법령을 다루는 지원센터를 설치하는 것도 바람직하다.

지원센터에는 관계부처 및 지방자치단체의 공무원이 파견되어 정부지원업무를 수행하게 되며, 바이오가스 관련 업무를 일괄처리(One-Stop)하게 된다. 이는 외국인투자자와 관련된 상담 및 안내와 홍보, 조사, 민원사무의 처리 및 대행 등 외국인투자자와 투자기업에 대한 지원업무를 종합적으로 수행하기 위한 외국인투자지원센터를 대한무역진흥공사(KOTRA)에 설치한 예와 같다.

3.2 바이오가스 생산자의 법적 지위 부여 및 안전(품질)기준 마련

바이오가스 생산자의 지위를 현재와 같이 일반 도시가스사업자의 통제를 받도록 하기 보다는 동일한 도시가스사업자로서의 지위를 부여하는 것이 바람직하다고 본다. 물론 이 경우 바이오가스 생산자는 도시가스사업자와 동일한 안전관리 체계를 갖추어야 할 것이다.

3.3 정부 보조·장려 확대로 생산된 바이오가스의 안정적 수요처 확보

우선 생산된 바이오가스가 안정적으로 공급될 수 있도록 열병합 발전소, 지역난방공사 등과의 협약을 통한 공급방안 마련이 필요하다. 바이오가스를 이용한 발전 전력은 의무적으로 공공기관에서 우선적으로 구매하는 정책 지원도 필요하다. 발전차액의 상향 조정 등 인센티브의 확대가 필요하다. 바이오가스를 이용하는 차량의 기술력 확보 및 세제지원이 필요하다고 본다.

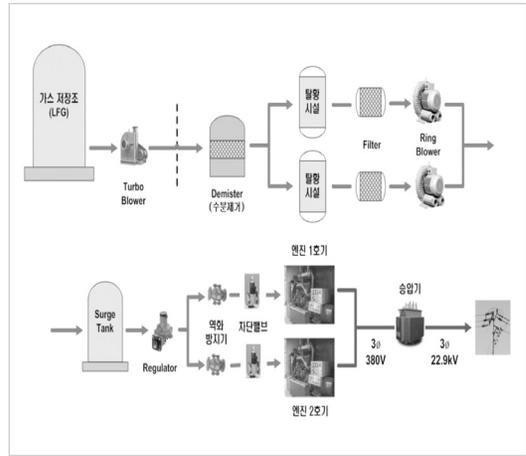
3.4 바이오가스의 원료사용에 대한 제약 해제 및 법령 정비

공단에서 발생하는 폐수(공정 슬러지 등)를 에너지화 할 수 있도록 중금속 등의 제거 기술개발이 시급하다.

또한 생활하수처리장에서 발생하는 유기성오니(오염된 진흙층, 汚泥) 및 동물성 잔재물 및 동물사체의 경우에도 에너지화할 수 있도록 「폐기물관리법령」 등을 개정하기 위한 연구 등이 필요하다고 본다.

3.5 다양한 발전시스템 개발

바이오가스의 성분 및 생산량에 따른 다양한 용도의 발전시스템 개발이 필요하다. 현재 국내에는 한국기계연구원에서 두산인프라코어와 협력하여 매립지가스를 이용한 350kW급 전소형 가스엔진 발전시스템을 개발하여 수도권매립지공사에 설치·운영하고 있으며, 용도별로는 축산농



〈그림 7〉 수도권 매립지 관리공사 매립지가스 발전 계통도

가 보급형 바이오가스 엔진발전시스템 등을 국산화하고 있다.

〈원고접수일 2010년 8월 2일〉