

# 독일의 바이오가스 이용 현황 및 전망

바이오가스는 세계적으로 풍부한 바이오매스 자원에서 발생하고 지구온난화 문제에 대응할 수 있는 탄소중립 청정에너지원이다. 이 글에서는 유럽의 바이오가스 생산 및 시장동향 중에서도 EU 생산량의 35%를 차지하는 독일의 현황에 대해 살펴보고자 한다.

**오광석** 현대건설 기술품질개발원, 선임연구원  
**장정희** 현대건설 기술품질개발원, 상무보  
**이교성** 현대건설 기술품질개발원, 책임연구원  
**김기동** 한국가스공사 연구개발원, 책임연구원  
**정진도** 호서대학교 환경공학과, 교수

e-mail : ks\_oh@hdec.co.kr  
 e-mail : chc2000@hdec.co.kr  
 e-mail : lksung@hdec.co.kr  
 e-mail : kidong@kogas.re.kr  
 e-mail : jdchung@hoseo.edu

## EU의 바이오가스 생산 동향

최근 에너지 가격 상승에 따라 청정에너지원이면서도 연료로 사용이 가능한 에너지원에 대한 관심이 높아지고 있다. 청정에너지원 중에서 가스연료로 사용이 가능한 수소, 석탄가스, 바이오가스 중에서도 대중적인 인지도가 가장 높은 것이 바이오가스다. 바이오가스는 음식물, 축산분뇨 등 고분자 유기물의 미생물 작용을 통해 발생하는 메탄이 주성분인 가스로서 대기 중의 이산화탄소를 소모했다가 에너지 사용에 의해 다시 배출하는 탄소 중립적인 에너지원이다. EU는 2010년까지 15Mtoe의 바이오가스를 에너지원으로 활용한다는 목표를 세우고 이를 달성하기 위한 바이오가스 장려 정책을 실시하고 있다.

그림 1은 유럽연합 25개국의 2007년도 매립가스, 소화슬러지 가스 및 바이오가스(에너지 작물, 가축분뇨 등의 유기성 자원)로부터의 에너지 생산량을 나타내고 있다. 에너지로 사용하기 위해서 EU각국에서 20Mtoe이상으로 추정되는 유기성 자원을 이용하여 5.9Mtoe의 바이오가스를 생산하였으며 이는 전년도 대비 20.5%(약 1Mtoe)가 증가한 양이다. 생산 분야별

로는 매립가스에 의한 포집이 49.2%를 차지하여 가장 많고, 폐기물 처리에 의한 메탄 생산이 15%이며, 나머지 35.7%는 주로 농가에서 농업/축산 폐기물의 소화를 통해서 생산되었다.

바이오가스 생산량에 있어서 영국은 대부분 매립지가스에 의존하고 있다. 한편 신재생에너지 강국이라고 할 수 있는 독일의 경우, 총 에너지생산량

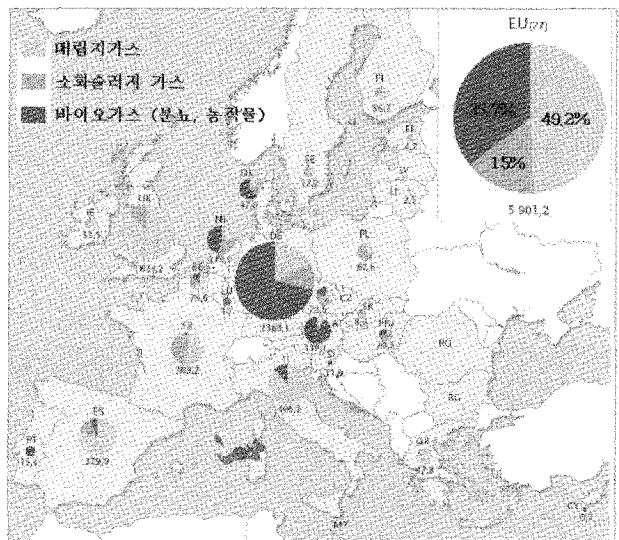


그림 1 EU 국가별 바이오가스 원료별 비율과 총 생산량 비교(단위 ktce, 출처 : EuroObserv'ER 2007)

(2.4Mtoe)도 타 국가들에 비해 월등히 많을 뿐만 아니라 다양한 자원을 이용하여 바이오가스를 생산할 수 있다. 또한 분뇨, 농작물을 원료로 생산되는 바이오가스에 의한 에너지 발생량이 전체의 70%가 넘고 생산되는 대부분의 바이오가스는 주로 열병합 발전(CHP)의 연료로 사용한다.

### 독일의 바이오가스 발전 활성화 정책

이미 1990년대부터 바이오가스 설비를 운영해 온 독일에서는 과거 바이오가스 생산 전력의 구매가격을 1991년 제정된 전기매입법에 근거하여 산정했었다. 500kWh 이하의 바이오가스 설비에 대하여 평균판매가격의 80%, 501kWh~5MWh 이하의 설비의 경우에는 65%의 가격으로 생산된 전력을 정부가 구매해 주었다. 그러나 전력민영화로 인한 가격인하로 소형 바이오가스설비의 경제성이 떨어지게 되자 새로운 지원책이 필요하게 되었다.

2000년 4월에 발효된 재생에너지법(EEG-Gesetze)은 이러한 필요성에 의해 제정되었고 바이오가스를 이용해 생산한 전력을 전력회사가 의무적으로 고가로 구매하도록 규정하였다. 법령 적용의 대상은 바이오가스를 이용한 전기생산량 20MWh 이하의 설비,

그리고 매립가스나 슬러지 소화가스로 생산할 수 있는 전력 5MW 이하의 설비이다(표 1). 설비의 용량에 따라 전력구매 가격이 결정되고 운전을 시작하는 시점으로부터 20년간 전력 구매를 보장하고 있다. 매입가격은 500kWh 이하의 바이오가스설비는 kWh당 10.2c€(약 154원), 501kWh~5MWh까지의 설비는 9.2c€ 그리고 5~20MWh까지는 8.7c€로 정하였다. 매립가스 및 슬러지 소화가스 전력의 매수가격은 용량이 500kW 또는 그 이하는 7.7c€/kWh, 5MW 이하는 6.6c€/kWh로 책정되었다. 구매가격은 매년 1.3%씩 인하하도록 하여 선행투자의 유리함을 보장하였다.

이러한 인센티브에 의해서 500kWh 미만의 소규모 농가 바이오가스 플랜트가 증가하게 되자 소규모 발전출력 부분을 세분화시킨 개정 재생에너지법(신재생에너지법)이 2005년부터 시행되었다. 매수가격은 2005년 1월을 기점으로 매년 1.5%씩 내려갔는데 2009년부터 바이오가스를 이용하여 생산한 전력에 한해서는 매년 1%씩 낮출 예정이다. 신재생에너지법에 의한 2009년의 바이오매스 발전 구매가격을 표 2에 나타내었다. 여기에 열병합발전 프리미엄이 기존의 2c€/kWh에서 3c€/kWh로 인상되고 바이오가스 원료에 축산분뇨를 30% 이상 혼합하면 시설용량에 따라 1~4c€/kWh의 추가 보너스를 받을 수 있으며 또 연료전지, 가스터빈, ORC(Organic Ranking Cycle), 다양한 연료를 사용할 수 있는 시설(특히 카리나 사이클, 스테링 엔진) 등의 혁신적 기술이 도입되었다고 인증 받을 경우에는 2c€/kWh가 추가된다. 특히, 소규모의 바이오가스 생산설비 활성화를 위해서 2009년부터 에너지작물에 의해 생산되는 전력에 대한 프리미엄을 500kW 이하 플랜트에 한해서 kWh당 6c€에서 7c€로 상향 조정했다.

독일정부는 이러한 바이오가스 이용 활성화 정책을 통해서 2030년까지 16%의 전기와 10%의 열 그리고 12%의 자동차연료를 바이오에너지로 대체하여 온실가스를 현저히 줄이는 것을 목표로 하고 있다.

표 1 재생에너지법(2000년)에 따른 바이오가스 전력 구매가격

발전원료	발전용량	구매가격 c€/kWh	
		2000/2001년	2002
바이오가스	< 500 kWh	10.2	10.1
바이오가스	< 5 MWh	9.2	9.1
바이오가스	5~20 MWh	8.7	8.6
매립가스/슬러지 소화	< 500 kWh	7.7	7.7
매립가스/슬러지 소화	500 kWh~5MWh	6.6	6.6

표 2 신재생에너지법에 따른 바이오가스 전력 구매가격 (2009년 개정)

가격할인율	(%/연)	바이오가스	매립가스	슬러지 소화가스
		1	1.5	1.5
2009년 구매가격 (c€/kWh)	0~150 kWh	11.67	9	7.11
	150~500 kWh	9.18	9	7.11
	501kWh~5 MWh	8.25	6.16	6.16
	5~20 MWh	7.79	-	-

## 바이오가스의 도시가스 및 자동차연료 이용 현황

바이오가스 전력 보조금 정책은 바이오가스 플랜트 숫자의 급진적 확대로 이어졌다(그림 2), 바이오가스 플랜트 수는 2000년의 약 1,000기에서 2009년에는 약 4,500기까지 증가하였으며 전시설의 발전용량은 2009년 기준으로 약 1,880MWh이다.

생산된 대부분의 바이오가스는 주로 열병합발전

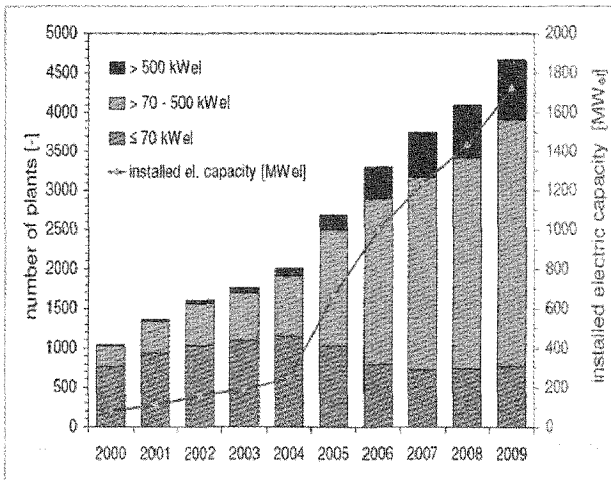


그림 2 바이오가스 플랜트 숫자 및 총 발전용량 (출처 : EIFER, 2009)

을 통해 전기와 온수를 공급하는 형태로 이루어져 있으나 최근들어 신규 플랜트의 온수 판매율이 30% 미만으로 에너지 효율 및 수익성이 급격히 떨어지고 있어, 바이오가스 Upgrading을 통해 천연가스 대체연료(도시가스, 자동차 연료)로 공급하는 사례가 늘어나고 있는 추세이다.

2008년 3월 연방 경제성령의 개정을 통해 바이오가스를 천연가스 배관망에 혼입할 수 있는 새로운 기준을 제시하고 2020년에 천연가스 소비량(2007년 기준)의 6% 그리고 2030년에는 10%를 바이오가스로 대체한다는 계획을 수립한 이후부터는 바이오가스의 정제를 통한 천연가스 대체연료로서의 활용에 많은 관심을 기울이고 있다.

열병합 발전의 연료로서 바이오가스를 이용할 경우에는 간단한 탈황, 탈수와 같은 정제과정을 거쳐 메탄함량 50% 정도의 중질연료를 생산하여 이용할 수 있으나 도시가스 및 자동차 연료로 사용하기 위해서는 96% 이상의 메탄함량이 요구되는데 이러한 연료를 바이오메탄이라고 한다. 2006년 독일 북부의 Jameln에서는 하루에 약 100대의 자동차연료 생산이 가능한 바이오메탄 플랜트가 운용된 이래, 2009년에는 독일 전국적으로 약 35개의 바이오메탄 플랜트가 운용되고 있으며 그 중 29개 플랜트에서 생산되는 바이오메탄은 도

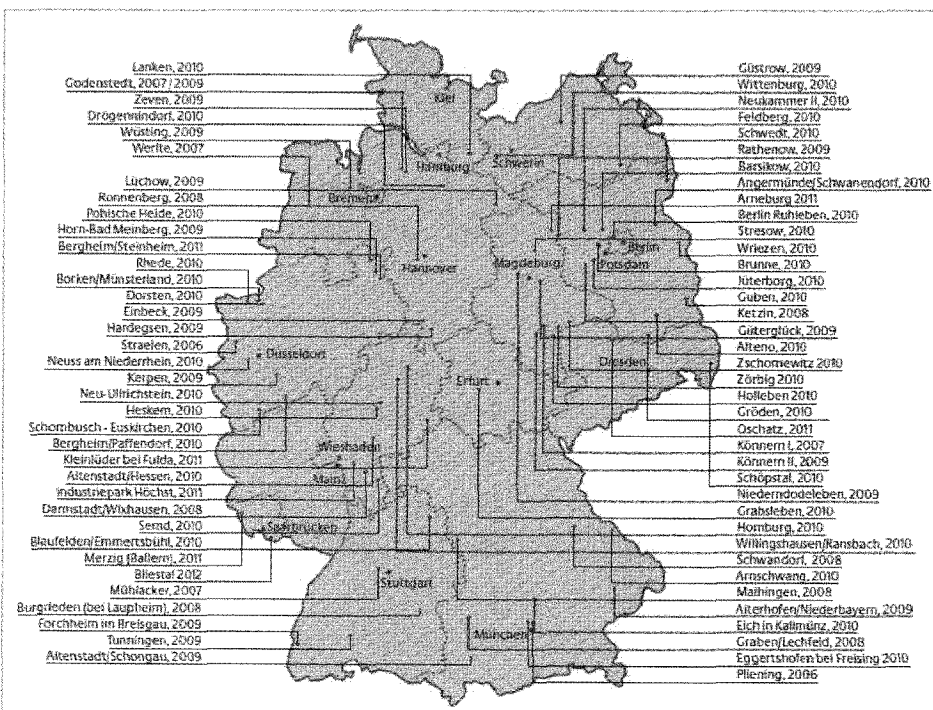


그림 3 독일에서 운용 중이거나 운용 예정인 바이오가스 정제플랜트 (출처 : dena, 2009)

시가스 관망에 주입되어 전체 가스소비량의 1.7%를 대체하고 있다. 바이오메탄 플랜트의 숫자는 지속적으로 증가하여 2010년 연말에는 약 70여 개의 플랜트가 운용되어 도시가스 배관망으로 주입되는 바이오메탄은 54,000m<sup>3</sup>/h에 이를 전망이다. 그림 3은 독일에서 현재 운용 중이거나 운용 예정인 바이오가스 정제 플랜트를 나타내었다.

도시가스 배관망에 바이오메탄을 공급한 최초의 회사는 Renewable

Energy system GmbH 사로 2006년 12월부터 공공설비회사인 Stardtwerke Munchen 사의 고압 공급망에 바이오메탄을 공급하고 있다. 이 바이오메탄은 20년에 걸쳐 독일의 에너지 기업인 E.ON AG 사에 판매될 예정이며, E.ON 사는 투자를 통해 2008부터 2011년까지 Schwandorf II (1,000Nm<sup>3</sup>/hr)를 포함, 14개의 바이오가스 정제플랜트 보유하여 매일 9,800Nm<sup>3</sup>/hr의 바이오메탄을 생산할 계획이다. 또한 장기목표로서 바이에른주 가스 수요의 20%를 2030년까지 바이오메탄으로 전환시킬 계획이다.

도시가스 품질의 바이오메탄

은 별도의 정제없이 자동차연료로 사용이 가능하다. 자동차 메이커인 Volkswagens 사는 RaiffeiseneG 사와 함께 바이오메탄 차량연료화 사업에 참여하여 바이오메탄 충전 차량의 보급뿐만 아니라 바이오메탄 차량 연료 충전소를 운영하고 있으며, 바이오메탄에 대한 자체브랜드인 'SunGas®'를 만들어 판매하고 있다. 바이오메탄을 차량연료로 사용하는 경우, 2015년까지 면세가 가능하며 바이오메탄 20%에 천연가스 80%를 혼합하여 사용해도 면세혜택을 부여하고 있다.

현재까지 독일에는 모두 90,000여 대의 천연가스 자동차가 운용되고 있고 800곳의 천연가스 충전소가 있으나 바이오메탄을 연료로 사용하는 자동차는 전체 천연가스 차량의 0.13%에 불과하다. 그러나 스웨덴과 달리 도시가스 배관망 구축과 함께 바이오메탄의 배관망 주입 프로젝트가 활발히 진행되고 있고 2009년 6월, 바이오연료에 대한 쿼터제도의 변경으로 바이오메탄 시장 확대의 발판이 마련되어 향후 거대시장의 형성과 함께 많은 수요가 예상된다.

맺음말

독일은 바이오가스를 보급량에서나 가격경쟁력에서 타 신재생에너지원에 비해서 뛰어난 에너지원으



**VW Passat 1.4 TSI EcoFuel Trendline**

Viertürige Stufenhecklimousine der Mittelklasse (110 kW / 150 PS)

un ist es soweit: der Passat TSI EcoFuel erreicht als erstes

EcoFest ★★★★★

그림 4 Volkswagen 사의 천연가스 자동차

로 인식하고 적극적인 정책수립을 통해서 세계 바이오 가스 산업을 이끌어가고 있다. 특히 바이오메탄은 폐기물을 주로 이용할 뿐만 아니라, 농작물을 이용한 바이오연료 중에서도 경제성과 단위면적당 생산량이 가장 높은 것으로 알려져 있어 독일을 포함한 EU에서 급격한 시장확대가 예상된다.

저탄소 녹색성장의 신국가 발전전략 패러다임으로 채택한 우리나라 역시 2009년 “폐자원 및 바이오매스 에너지화 실행계획안”을 발표하고 2020년까지 약 2조 원의 투자를 계획하고 있지만, 이는 폐기물의 적정 처리라는 기존의 환경정책에서 크게 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 신재생 에너지 확보와 국가 에너지 자립화라는 큰 틀을 중심으로 국가 신성장 동력산업으로 모색이 기대되는 시점이다.

바이오가스 산업을 활성화를 위해서는 첫째, 바이오가스 플랜트에 대한 정부의 적극적 투자가 필요하며 둘째, 생산된 바이오가스의 다양한 활용(전기생산, 천연가스 대체) 등에 대한 민간기업의 투자를 활성화하기 위한 인센티브 도입이 필요하며, 마지막으로 바이오가스 플랜트의 국산화를 통한 국내 생산기반 마련, 중소기업 활성화 및 일자리 창출을 위한 노력이 확대되어야 한다.