

## 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대를 위한 연료세 면제와 정책상의 제고 요인에 관한 소고

정혁\*

본 연구는 스웨덴 정부의 운송 분야 바이오가스 사용 확대에 기여했다고 평가되는 연료세 면제 정책과 향후 운송 분야 바이오가스의 사용 확대를 위한 정책상의 제고 요인들을 분석, 논의해보며 정책상의 전망을 제시해보는 데 그 목적이 있다.

스웨덴은 유럽연합 회원국들 중 운송 분야에서 사용하는 바이오가스의 비중이 제일 큰 국가이다. 스웨덴 정부는 자국의 운송 분야에서 운행되는 가스 차량들을 2030년까지 100% 바이오가스 차량으로 대체할 계획이라고 공식 발표하였다. 스웨덴이 시행하고 있는 운송 분야 바이오가스의 사용 확대 정책인 바이오가스의 에너지세 및 이산화탄소세 면제는 가장 영향력 있는 정책으로 평가되고 있다. 최근 유럽연합 집행위원회가 스웨덴의 운송 분야 바이오가스의 에너지세 및 이산화탄소세를 포함한 연료세 면제의 연장을 승인한 점은 정책의 효용성을 방증한다. 그러나 국가 차원의 신재생연료의 연료세에 대한 검토를 집행위원회가 승인한다는 점은 유럽연합 역내 회원국들의 신재생연료 증진에 억제요인으로 작용할 수 있다. 회원국의 에너지 개발 및 확대는 회원국의 에너지 안보

\* 한국외국어대학교 극지연구센터 책임연구원

와 큰 관련성이 있다는 회원국 간 팽배해 있는 중론과 충돌할 수 있기 때문이다. 이에 회원국 정부들의 운송 분야 바이오가스 연료세 면제 승인도 회원국 차원에서 그 검토와 병행적으로 이루어질 수 있도록 집행 위원회의 정부지원 관련 가이드라인의 개정이 필요할 것으로 보인다. 아울러서 스웨덴 정부의 운송 분야 바이오가스 사용 확대를 위해서는 양질의 바이오가스 생산 폐기물 확보를 위한 효용성이 증명된 자발적인 음식쓰레기 분리 수거 정책 홍보 강화, 바이오가스 충전소 확충, 국가 가스망으로의 민간 투자 활성화를 위한 기존 인센티브 강화 등을 제고해 볼 수 있을 것이다. 그러나 무엇보다도, 운송 분야에서 사용되는 바이오가스는 신재생에너지원인 만큼 지역성이 커서 각 주요 도시 별 지자체들의 지역성을 감안한 통합적이면서 응집력있는 바이오가스 사용 차량 수적 확대 관련 가이드라인 마련이 시급하다고 여겨진다.

스웨덴 정부의 바이오가스 사용 차량에 대한 연료세 면제는 정책 효용성이 증명되어 운송 분야 연료사용에 있어 바이오가스의 비중이 작지 않은 타 노르딕 국가들에도 영향을 미칠 것으로 보인다. 이에 운송 분야 바이오가스 사용 확대 관련 스웨덴과 타 노르딕 국가들의 연료세 관련 비교 연구도 후속연구로서 하나의 방향성을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어: 유럽, 신재생에너지, 바이오가스, 스웨덴, 운송 분야**

## 1. 서론

일반적으로 바이오가스는 하수나 바이오매스 내 미생물들이 분해작용에 관여함으로써 생산되는 수소, 메탄 등의 가스를 의미한다. 바이오가스원들은 그 종류가 많고도 다양한데, 곡물, 곡물 찌꺼기, 거름, 유기성 도시 쓰레기 (organic urban waste), 폐수, 산림 및 식품 분야에서 발생하는 유기성 폐기물 (organic wastes)등으로부터 생성된다(Dahlgren et al., 2019: 2). 부연하면, 농

경, 산림, 가정 및 식당에서 배출되는 생활 쓰레기, 그리고 음식물 찌꺼기들은 바이오가스 생산에 있어 중요한 자원들이다. 동,식물성 부패물질들의 부패과정에서 발생하는 바이오가스를 발생 과정에서 수거하면서 수역 오염 현상들 중의 하나인 부영양화(eutrophication)<sup>1)</sup>로 인한 피해도 줄일 수 있다. 또한 바이오가스들의 효과적인 활용으로 바이오가스의 주성분인 메탄이 기후 변화에 미치는 영향도 줄임으로써 대기오염도 줄일 수 있다. 신재생에너지원 측면에서 바이오가스는 휘발성이 강한 메탄가스가 주성분이며, 환경친화적인 연료로서 주로 운송(transport) 분야에서 사용된다(Rogulska, 2018: 38).

스웨덴은 유럽국가들 중 가장 많은 비중의 바이오가스를 운송 분야에서 가장 효율적으로 활용하고 있는 국가이다(Balkenhoff and Jamieson, 2019: 7). 스웨덴의 운송 분야 바이오연료의 사용 비중도 유럽연합 회원국들 중 가장 높다. 특히, 이 바이오연료 중 절반 이상이 바이오가스이며, 2020년 현재 스웨덴 내에서 운행되는 절반이 넘는 가스 사용 차량들이 바이오가스로 운용되고 있다. 스웨덴 정부는 이러한 가스 사용 차량들을 2030년까지 100% 바이오가스 차량들로 대체할 계획이다. 즉 화석연료인 천연가스를 100% 친환경 가스인 바이오가스로 대체할 계획을 설정하고 있다(European Biogas Association, 2020). 스웨덴 정부의 이와 같은 운송 분야에서의 차량 연료로서 바이오가스의 효과적인 상용화의 전개와 향후 더 높은 대체율로의 설정 배경에는 운송 분야에서의 바이오가스의 저탄소 연료로서의 기능상의 우수함도 생각해 볼 수 있을 것이다. 하지만, 스웨덴의 운송 분야에서의 바이오가스 사용 확대 관련 정책의 효용성도 기저하고 있다는 점을 완전히 배제할 수는 없다고 사료된다. 본 연구는 이러한 질문을 반추해보며 스웨덴 정부의 운송 분야에서의 바이오가스 사용 확대 측면에 있어 현재 시행되고 있는 스웨덴 정부의 연료세 면제 정책에 대한 분석, 논의와 함께 정책상의 제고 요인들, 그리고 향후 스웨덴 운송 분야에서의 바이오가스 분야에 대한 정책상의 전망에 대해 논의하고자 한다. 스웨덴 운송 분야에서의 바이오가스 분야에 대한 정책상의 과

1) 하천, 호수, 연못 등의 보통 제한된 수역에서 미생물들이 분해되며 발생하는 질소, 인산 등의 유기물이 증가하면서 수중 생태계의 영양물질이 증가하게 되어 조류가 급증하는 현상을 일컫는다. 조류 급증은 수중 내 산소를 부족하게 하여 수중 물고기들을 죽게하고 피식-포식 피라미드 형태의 수중 생태계를 파괴한다.

제와 향후 전망에 관한 본 연구의 결과는 신재생에너지 전력 증대를 추진하고 있는 한국 정부에도 시사점을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

국내에서 바이오가스 관련 기술 측면의 연구는 다수가 수행되었다. 하지만 바이오가스 정책을 포함한 사회과학적인 접근을 시도한 연구들은 소수만이 수행된 바 있다. 한 연구는 스웨덴의 바이오가스 생산시설에 관해 시설 관리 측면에서 접근하였다. 이 연구는 스웨덴 내 유기성 폐기물에서 생성될 수 있는 바이오가스 생산시설의 운영현황 및 관리에 관해 논하고 있으며, 연구보고서 형태를 띠고 있다(Ejlertsson, 2013). 다른 한 연구도 유기성 폐자원으로서는 바이오가스의 회수를 통한 에너지로서의 사용을 유럽연합 수준에서 다루고 있다(박상우·장성호, 2015). 이 연구는 유럽연합 차원에서의 바이오가스의 생산과 정책 동향을 다루고 있으며 이 연구 역시 연구보고서 형태로 연구결과물이 발표되었다. 이처럼 국내에서는 스웨덴의 운송 분야에서의 바이오가스 사용 확대를 위한 정책상의 과제와 발전 제고 요인들에 관해 다루는 지역학 차원의 국내 연구는 현재까지 이루어지지 않고 있다.

국외에서는 스웨덴 운송 분야의 바이오가스 정책 측면에서 다수의 연구가 수행되었다. 한 연구는 스웨덴의 제조, 도로교통, 선박 분야에서 바이오가스 사용에 관한 동인들과 장벽들을 수요측면에서 분석, 논의하며 연구를 수행한다(Dahlgren et al., 2019). 스웨덴 스톡홀름(Stockholm)지역의 운송 분야에서의 바이오가스 사용 프로젝트에 관해 관여하는 행위자와 시행 정책에 대한 분석을 시도한 연구도 이루어졌다(Lönnqvist et al., 2019). 아울러서 새로운 신재생에너지원 연료들이 스웨덴 운송 분야의 탈 탄소화 과정에 기여한다고 논의를 전개하며 바이오가스의 기여도를 집중적으로 논의한 연구도 이루어진 바 있다(Fagerström et al., 2019). 2017년에 발표된 한 학위논문은 스웨덴 운송 분야에서 정책 시스템 측면에서 바이오가스를 포괄적으로 다루고 있다(Lönnqvist, 2017). 스웨덴 내 바이오가스 시장에 관한 전체적인 개요를 포괄적으로 다루며 바이오가스 시장 관련 정책들을 연구한 연구논문도 발표되었다(Klackenberg, 2019). 스웨덴, 독일, 스페인 등 유럽연합 3개 회원국들의 바이오가스 전략들에 관한 설문 조사들을 통해 바이오가스 정책, 인센티브, 장벽들을 비교, 분석한 연구논문도 발표된 바 있다(Engdahl, 2010). 한 연구가는

스웨덴 내 바이오가스의 사용 확대를 위해서 갖추어야 할 기술적 요건들과 잠재력 있는 기술들을 소개하며 그 활용 가치에 대한 논의를 전개한다 (Rogulska et al., 2018). 스웨덴 운송 분야 신재생에너지 활용측면에서 스웨덴에서의 바이오가스 사용의 역사와 정책 발전을 부분적으로 다룬 연구보고서도 출간되었다(Lampinen, 2015). 이 보고서는 아울러서 스웨덴의 운송 분야 신재생에너지의 질적 향상을 위한 국가 차원의 지원제도도 다루고 있다. 스웨덴의 현재 바이오가스의 생산량과 향후 생산계획을 기반으로 2030년 이후의 스웨덴 내 운송 분야의 바이오연료 시장에 대한 전망을 발표한 연구도 있다(Grahn and Hanson, 2015). 또한 스웨덴의 바이오가스 생산에 관해 그 시스템 분석을 통한 관점으로 바라본 연구도 수행되었다(Grahn, 2006).

상기한 본 연구 관련 선행연구들의 검토에서 알 수 있듯이, 본 연구의 주제와 관련한 국내 연구는 형식면에서 대부분 연구보고서 형식이며 내용면에서도 바이오가스 생산시설의 운영, 그리고 에너지 회수라는 이공계 측면의 내용들을 다루고 있다. 아울러서 본 연구의 주요 내용인 스웨덴 운송 분야의 연료세 면제 정책과 정책상의 제고 요인들, 그리고 향후 정책상의 전망이라는 내용과 관련한 국외 문헌들은 파상적, 그리고 부분적으로만 다루고 있다. 따라서 상기한 주제를 중점적으로 다루는 본 연구는 기존 관련 국외 연구논문들과는 달리 구별될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스웨덴의 에너지 믹스와 바이오가스 사용량 및 바이오가스원, 바이오가스 사용 분야, 그리고 운송 분야에서 바이오가스 사용과 관련하여 최근 현황을 분석, 논의한다. 3장에서는 유럽 연합과 스웨덴 수준에서의 운송 분야 바이오가스 사용에 관한 정책 방향과 주요 정책들을 논의한다. 4장에서는 스웨덴의 운송 분야 바이오가스의 사용 확대에 있어 가장 영향력이 크다고 평가받는 바이오가스 차량에 대한 연료세 면제 정책에 대해 면밀히 분석, 논의한다. 5장에서는 스웨덴 정부가 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대를 위해 정책적인 측면에서 제고해야 할 요인들을 고찰해본다. 그리고 마지막 6장에서는 앞서 논의한 서론과 본론의 내용들을 기반으로 스웨덴 운송 분야 바이오가스 사용 확대에 관한 결론과 향후 전망을 제시함으로써 본 연구를 마무리한다.

## 2. 스웨덴의 에너지믹스와 운송 분야의 바이오가스 사용

### 2.1 스웨덴의 에너지 믹스와 바이오가스 사용량 및 바이오가스원

대부분의 유럽국가들과 비교하면, 스웨덴은 자국 내 전기소비가 많은 편이며, 거의 대부분의 전기생산은 원자력, 수력, 풍력, 지열 등 신재생에너지원 발전에서 이루어지고 있다(Skytta and Morthorst, 2018: 4). <표 1>은 2018년 기준, 스웨덴의 최종 에너지 소비 측면에서의 에너지 믹스 현황을 보여준다.

<표 1> 2018년 기준 스웨덴의 소비 에너지 믹스 현황

에너지 지원	오일	석탄	가스	바이오 매스	수력	풍력	원자력	지열	기타	전체
%	29	3	3	33	15	3	12	-	2	100

출처: Skytta and Morthorst (2018). 표 재구성

바이오가스들은 바이오매스 에너지 부문에 포함되어 있는데, <표 1>에서 알 수 있듯이, 바이오매스의 비중이 전체 에너지 믹스의 약 1/3을 차지하고 있다. 이러한 바이오매스의 비중 중 2/3의 양이 스웨덴의 난방 분야에서 사용되고 있다(Skytta and Morthorst, 2018: 4). 스웨덴 정부는 난방 분야뿐만 아니라 바이오가스를 운송 분야에서도 기존 화석연료의 대체연료로 사용 확대함으로써 점진적으로 주요 에너지 사용 전 분야에서 친환경연료의 사용을 확대하려 하고 있는 것으로 보인다. 스웨덴의 최종 소비 측면에서의 바이오가스 수입량은 상당히 적다. 스웨덴 내 가스 전력망을 통해서 수입되는 바이오가스의 전체 수입량은 2015년부터 증가해오고 있는데, 2016년에는 0.2Twh, 2017년에는 0.8Twh, 2018년에는 1.65Twh로 그 수입량이 점진적으로 증가하고 있다. 스웨덴 내 최종소비 측면에서의 바이오가스 수입량의 2/3는 덴마크

에서 수입된다. 수입되는 바이오가스 중 1/3이 약간 넘는 바이오가스가 운송 분야에서 사용되고 있으며 나머지 2/3는 스웨덴의 산업 및 난방 분야에서 천연가스를 대체하고 있다. 2018년 스웨덴 내 전체 바이오가스 사용량은 수입되는 바이오가스를 포함하여 3.7Twh이며 이 중, 2.9Twh가 바이오메탄이다. 바이오가스의 전체 사용량은 2017년 기준 29%, 2015년 기준 90%가 증가하였다(Klackenberg, 2019: 7).

<표 2>는 상기한 수입된 바이오가스들의 수입량 이외에도 국내에서 생산되는 바이오가스원들과 각 바이오가스원들의 비중을 보여준다.

<표 2> 스웨덴 내 소비 바이오가스원

에너지 지원	하수	거름	생활 쓰레기	식품 산업	매립지	도축장	산업 하수	기타	에너지 작물
%	34	22	12	6	7	4	7	7	1

출처: Klackenberg (2019). 표 재구성

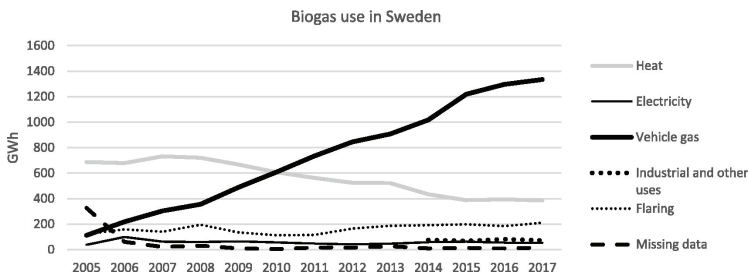
<표 2>를 통해 알 수 있듯이, 스웨덴 내 바이오가스 생산량의 절반이 넘는 비중이 하수와 거름 부문에서 생산되고 있다. 생활 쓰레기들의 상당량이 하수처리 시스템으로 유입된다는 점을 감안하면 하수와 생활 쓰레기 부문에서 생산되는 바이오가스의 양이 전체 비중에서도 적지 않다는 것을 유추할 수 있다. 또한, 산업 하수, 도축장, 매립지, 식품산업 부문들에서 생산 가능한 바이오가스는 결국 특정한 토지 임대 또는 부지가 필요한 부문들이다. 이러한 부문들에서 바이오가스 생산은 제한적이지만, 생활쓰레기 부문에서의 생활쓰레기양이 증가함에 따라 하수 부문에서의 바이오가스양은 증가할 수 있다. 이러한 점은 결국 생활쓰레기 부문의 바이오가스 생산량이 최종적인 바이오가스 생산량 증대에 중요한 역할을 할 수 있음을 알 수 있게 한다.

## 2.2 스웨덴의 바이오가스 사용 분야 및 운송 분야의 바이오가스 사용

스웨덴 내 바이오가스 생산은 1960년대 주로 하수 오니(sewage sludge)<sup>2)</sup>의 양을 줄일 목적으로 폐수처리과정이 발전하면서 처음 시작되었다. 점차적으로 1970년대와 1980년대에 들어서며 산림, 농경 분야에서 바이오가스 생산도 가능해졌으며, 매립지가스(landfill gas)수거도 스웨덴 내 주요 폐기물 집하 장소(collection deposits)에서 이루어지기 시작하였다. 1990년대 중반까지는 생산된 바이오가스들은 거의 지역 난방 목적으로만 사용되었으며, 지금은 스웨덴에서는 서서히 차량 운행을 위한 바이오 연료로서 그 비중이 점점 증가하고 있다(Berglund, 2006: 6).

<그림 1>은 2005년부터 2017년까지 스웨덴에서 사용된 바이오가스의 사용 분야 별 증감을 보여준다. 스웨덴 내 바이오가스들은 난방, 전력, 운송, 산업, 그리고 가스분출 분야에서 현재 주로 사용되고 있다는 것을 알 수 있다.

<그림 1> 스웨덴 내 바이오가스 사용



출처: Dahlgren et al. (2019)<sup>3)</sup>

- 2) 하수 또는 폐수 처리 과정에서 수중에 포함된 액체형태의 유해물질들은 모두 걸러지고 남은 고체형태의 찌꺼기를 일컫는다. 수중 바닥에 침전되어 있거나, 부유 상태, 또는 폐수처리과정에서 설치된 스크린에 걸러진 하수에서 나오는 고체형 폐기물질을 총칭하는 용어이다.
- 3) 스웨덴 내에서의 바이오가스 사용 부문은 크게 난방, 전기, 차량 가스, 산업 및 타 부문, 그리고 가스 분출 부문이라고 볼 수 있다.



아울러서, 전기, 산업, 가스분출 분야에서는 증감이 일정 수준을 유지해오고 있었으며, 난방 분야에서 바이오가스의 사용은 감소해왔다. 하지만, 차량 사용에 있어 바이오가스 사용은 증가하고 있어, 스웨덴 운송 분야에서 바이오가스의 사용은 증가하고 있음을 알 수 있다. 실제로 2005-2015년 동안 바이오가스는 운송 분야에서 그 사용이 11배 증가하였다. 2017년에도 생산된 바이오가스의 63%의 분량이 운송 분야에서 사용되었으며, 유럽 내 운송 분야에서 가장 많은 비중의 바이오가스를 사용하였다(Dahlgren et al., 2019: 2). 스웨덴 정부는 운송 분야에서 2030년까지 100% 친환경 가스인 바이오메탄 가스 차량으로의 대체계획을 세우고 있다. 이는 향후 운송 분야 차량들의 수적 증가와 함께 바이오가스 차량들의 증가도 예상할 수 있어, 스웨덴 운송 분야 바이오가스의 사용은 계속 증가할 것으로 전망된다.

### 3. 유럽연합과 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 주요 정책 방향

이번 장에서는 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대와 관련한 연료세 면제 정책의 마련을 이끈 유럽연합과 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대 정책들의 주요 방향을 파악해보기로 한다.

#### 3.1 유럽연합 신재생에너지 지침(European Union Renewable Energy Sources Directive)과 스웨덴의 운송 분야 신재생에너지 대체율 달성

스웨덴의 운송 분야 바이오가스는 바이오연료이자 신재생에너지원으로서 유럽연합의 신재생에너지원 지침하에 관련 정책이 적용된다. 유럽연합의 신재생에너지 지침(The European Union Renewable Energy Directive 2009/28/EC)은 회원국들에게 운송 분야에서 최소 10%의 최종 소비에너지를 신재생에너지

로 대체할 것을 의무화하고 있다(European Commission, 2009). 2012년에 스웨덴은 이미 그 대체율을 달성한 첫 번째 회원국이 되었으며, 당시 유럽연합 운송 분야에서 전체 평균 신재생에너지 대체율의 두 배를 상회하는 12.6%를 달성한 바 있다. 2013년에는 16.7%를 달성하였으며, 자국의 운송 분야 신재생에너지 대체율을 달성한 대부분의 회원국들이 식용곡물 바이오연료와 가솔린 및 디젤을 혼용한 연료로 달성한 것과는 달리 바이오연료만을 사용하면서 대체율 목표를 달성하였다(Lampinen, 2015: 4). 2014년에도 국내 운송 분야에서 신재생에너지원으로서의 대체율이 18.7%에 도달하였다(Swedish Energy Agency, 2015). 2015년에 개정되어 채택된 신재생에너지원 지침 개정안은 회원국 내 운송 분야에서 바이오식용곡물로 제조한 신재생에너지 대체율을 7%로 그 제한량을 설정하였다(European Parliament, 2015). 유럽연합은 식용곡물로부터 추출되는 바이오연료의 양적인 증가를 줄임으로써 유럽연합 역내 식용곡물 바이오연료의 증대가 식량안보에 미칠 영향을 미리 감소시키기 위한 조치로 이 개정안을 마련한 것으로 보인다.

### 3.2 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대 주요 정책 방향

스웨덴 정부는 ‘기후 법(Climate Act)’, ‘신 기후 목표(Climate Goals)’, 그리고 기후 정책 이사회(Climate Policy Council)의 설립을 포함한 ‘신 기후 정책 기본 틀(New Climate Policy Framework)’ 을 2017년에 제안하였다(Government of Sweden, 2019). 이 제안은 그 해 6월 법으로 바뀌면서 스웨덴 의회를 통과하였다. 이 법은 스웨덴 정부의 다양한 환경 정책영역에서의 정책 목표들을 설정하고 있었으며, 이러한 정책 목표들은 스웨덴 의회 내 다수 당 위원회(Cross-Party Committee)의 제안에 그 기반을 두었다(Lönnqvist, 2017: 17). 이러한 스웨덴의 포괄적인 기후정책 틀인 ‘새 기후 정책 기본 틀’ 은 2045년까지 스웨덴의 ‘온실가스 순 배출량(net emissions)제로’ 라는 목표들을 명시하고 있다. 아울러서 스웨덴 내 운송 분야의 바이오연료를 사용한 온실가스 배출 감축을 2030년까지 2010년 대비 70%를 감축할 것을 명기하고 있다. 또한

스웨덴 내에서 현재 운행 중인 바이오 연료 차량들 중 상당수의 차량들이 2030년까지 운행될 거라는 사실을 인정하고 있다. 이러한 점은 스웨덴 정부가 운송 분야에서 그 목표달성을 위한 바이오가스를 포함한 바이오 연료의 역할상의 중요성과 바이오가스 차량 사용 확대 필요성 역시 인정하고 있다는 점을 보여준다.

상기 논의를 통해 알 수 있듯이, 스웨덴 정부는 유럽연합 수준의 바이오연료 정책 방향인 온실가스 감축 방향으로 바이오가스 사용 증대를 위한 정책을 시행하고 있다. 우선, 스웨덴 정부는 2018년 10월부터 2019년 9월까지 수입 바이오가스에 대한 경쟁력을 갖추기 위해 국내 생산 바이오가스에 2억 7천만 크로나를 지원한 바 있다. 바이오가스 운송 분야에서 매립지와 하수오니 부문을 제외한 나머지 바이오가스 생산부문 생산자들에게 이 지원금이 투입되었다(Klackenberg, 2020: 4).

스웨덴 정부의 저탄소 가스 경량(Light-duty) 차량의 구입비 지원정책도 바이오가스 차량 구매자들의 차량 구매금액을 지원함으로써 바이오가스 차량의 수적 확대에 일조하고 있다. 스웨덴 정부는 2018년 7월 1일부터 새 저탄소 차량을 구입할 경우 최대 5700유로까지 차량 구입비를 지원해 오고 있다. 바이오가스 차량은 최고 915유로를 지원받는다. 2020년 말까지 천연가스로 운행되는 회사차량들은 차량 운행으로 수입이 이루어질 경우 소득세 40%의 감세혜택을 받는다(European Automobile Manufacturers Association, 2018).

2020년 1월 1일부터 시행해오고 있는 스웨덴의 주요 도시 내에 환경구역(Environmental Zones)지정도 또 다른 형태의 바이오가스 차량 지원정책이라고 볼 수 있다. 환경구역들이 지정된 도시들은 소음 및 배기가스 배출량 기준으로 도심지 내 공해를 초래하는 차량들을 그 정도에 따라 3단계로 나누어 차량 운행을 제한하기로 되어있다. 지정된 구역들 내에서는 바이오가스, 천연가스, 수소, 전기차 등, 연료 연소 시 배기가스 배출량이 아주 적은 차량들만 이 지역내에서 운행이 가능하다. 배출 및 소음이 적은 차량들의 운행만 허용하는 이러한 조치는 주거지역의 환경여건을 강조하는 시민들에게 좋은 반응을 주고 있다(Klackenberg, 2020: 14). 소음 및 차량 배기가스 배출이 적은 주거지역들의 선호 인구의 증가는 그 환경구역들의 지정 증가와 바이오가

스 차량을 포함한 가스차량들의 사용 확대로 이어질 수 있을 거라는 예상을 갖게 한다. 상기한 정책들 이외에도, 스웨덴 정부는 운송 분야 바이오가스 사용 확대와 관련하여 운송 분야 바이오가스 사용 차량들에 대한 연료세 면제(Fuel Tax Exemption)를 가장 영향력 있는 정책으로 보고 있다(Lönnqvist, 2017: 20). 다음 장에서는 스웨덴의 운송 분야에서 바이오가스 사용 확대에 가장 많은 영향을 주고 있는 운송 분야 바이오가스 사용에 대한 연료세 면제 정책의 시행 현황을 분석, 논의해본다.

## 4. 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대를 위한 연료세 면제 시행

### 4.1 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 연료세 면제

스웨덴 정부는 운송 분야를 포함한 전 산업 분야에서 사용되는 에너지에 관한 에너지세를 1950년대에 도입하였다. 아울러서, 이산화탄소세도 1991년에 도입하여 시행해오고 있다. 스웨덴 운송 분야의 바이오가스를 포함한 바이오연료의 최종 소비자가격은 에너지세와 이산화탄소세를 포함한 연료세, 그리고 최종소비자 가격 대비 25%의 부가가치세가 포함되어 있다(Lönnqvist, 2017: 20). <표 3>은 스웨덴 정부가 운송 분야에서 연료 별 부과하는 에너지세와 이산화탄소세의 부과 정도를 보여준다. 에너지세는 액체 연료일 경우 liter 당, 그리고 기체 연료일 경우에는 그 단위인 m<sup>3</sup> 당 부과된다.

스웨덴의 운송 분야 사용 연료들은 에너지세와 이산화탄소세를 포함한 연료세가 부과되는데, 바이오가스를 포함한 바이오연료는 동일량의 에너지를 생산하는 화석연료 대비 생산단가가 높을 경우, 회원국 정부는 생산단가에 대한 적정수준의 지원금을 제공한다(European Commission, 2014). 이러한 지원금은 다시 말하면 정부 수준의 지원(state aid)형태로서 간주될 수 있을 것이다. 이는 유럽연합 역내에서 바이오가스 등의 바이오연료의 생산단가가 아 직은 타 화석연료들에 비해 경쟁력이 낮다는 것을 의미한다. <표 3>은 스웨

덴 정부가 바이오가스, 에탄올(ED95), HVO 등의 연소성이 큰 연료들에는 에너지세를 부과하지 않고 있다는 점을 보여준다. 이러한 연료들에 대한 에너지세의 부과는 결국 에너지 사용을 위한 최종 소비세에 반영되어 최종 소비 가격 측면에서 경쟁력을 상실할 수 있다는 배경에서 스웨덴 정부의 그 정책 의도를 엿볼 수 있게 하는 대목이다.

<표 3> 스웨덴 운송 분야 사용 연료에 부과된 에너지 및 이산화탄소세 현황<sup>4)</sup>

연 료	에너지세 (SEK/liter 또는 SEK/Nm <sup>3</sup> )	이산화탄소세 (SEK/liter 또는 SEK/Nm <sup>3</sup> )	Total
가솔린	3.88	2.62	6.50
디젤	2.49	3.24	5.73
천연가스	0	2.42	2.42
바이오가스	0	0	0
에탄올(E5)	0.47	0	0.47
에탄올(E85)	0.31	0	0.31
에탄올(ED95)	0	0	0
HVO	0	0	0
FAME	1.59	0	1.59

출처: Lönnqvist et al. (2019).

<표 3>을 통해 알 수 있듯이, 스웨덴 정부는 연료 연소 시 이산화탄소 배출량이 신재생연료들보다 상대적으로 많은 화석연료들인 가솔린, 디젤, 그리고 천연가스에 더 많은 이산화탄소세를 부과하고 있다. 화석연료들 중에서도 연소성이 커 이산화탄소 배출량이 가장 적은 화석연료 순인 천연가스, 가솔린, 그리고 디젤 순으로 많은 이산화탄소세를 부과하고 있다. 바이오가스와

4) 에탄올(E5)은 신재생에탄올을 5%까지 포함할 수 있으며, 에탄올(E85)는 가솔린과 혼용가능한 에탄올의 양이 51%-83%까지라는 것을 의미한다. 에탄올(ED95)는 디젤 차량의 엔진에 사용되는 에탄올 함량이 최고 95%까지 가능하다는 것을 나타낸다. Nm<sup>3</sup>는 보통상태인 Normal m<sup>3</sup> 를, HVO는 Hydrogenerated Vegetable Oils로서 수소화합 식물성오일, 그리고 FAME는 Fatty Acid Methyl Esters로 지방산 메틸에스테르를 의미한다.

수소화합 식물성 오일은 에너지세와 이산화탄소가 아예 부과되지 않고 있다는 사실을 알 수 있다. 에탄올(ED95)은 에탄올 함량이 95%이상의 연료로서 디젤엔진 장착 차량에 주로 사용된다. 에탄올이 연소시에 페트롤(석유)보다 연소성이 40% 더 우수하다는 점을 감안하면(Advanced Biofuels USA, 2018), 에탄올(ED95)은 연소 시 높은 연소성으로 거의 이산화탄소 배출량이 없어 이산화탄소세가 부과되지 않는 것으로 보인다.

스웨덴 정부의 운송 분야에서 사용되는 연료들에 적용하는 에너지세와 이산화탄소세라는 연료세의 부과는 사용 연료들의 연소성을 감안하여 부과된 것이라는 사실을 알 수 있게 한다. 이러한 적용으로 연료 연소성이 좋은 바이오메탄이 주성분인 바이오가스에 대한 연료세는 없으며, 이러한 배경은 스웨덴 내 운송 분야 바이오가스의 사용 확대에 연료세 면제가 영향력있는 주요 정책이었다는 점을 이해할 수 있게 한다. 유럽연합 집행위원회도 스웨덴 운송 분야의 차량 연료로서 바이오가스 차량에 대한 2030년까지의 연료세 면제 조치를 승인하였다(European Commission, 2020). 스웨덴의 운송 분야 바이오가스에 대한 유럽연합 집행위원회의 이와 같은 결정은 스웨덴 내 운송 분야 바이오가스 차량의 연료세 면제 조치의 효용성을 유럽연합 집행위원회도 인정함을 보여주는 부분이라고 할 수 있다.

## 4.2 스웨덴 운송 분야 바이오가스 사용 연료세 면제 승인, 검토 및 요건

스웨덴 정부의 운송 분야 바이오가스에 관한 에너지세 및 이산화탄소를 포함한 연료세 면제는 이산화탄소세가 도입된 이후 매년 1회씩 스웨덴 정부에 의해 승인되었다. 가장 최근의 스웨덴 정부의 운송 분야 바이오가스에 대한 연료세 면제 승인은 더 긴 기간인 2016년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지로 5년 동안 효력을 발휘하기로 되어있다. 유럽연합 집행위원회는 회원국들에게 회원국 차원의 에너지세 및 이산화탄소세를 포함한 연료세 시스템을 최소한 1년에 한 번은 검토할 것을 요구하고 있으며 집행위원회에 의해 승인되어야 한다(European Commission, 2014a). 스웨덴의 경우 이러한 검토

는 스웨덴의 에너지청(Sweden Energy Agency)에 의해 이루어진다(Lönnqvist et al., 2019: 30). 이러한 국가 차원의 신재생연료의 연료세에 대한 시스템 검토를 집행위원회가 승인해야한다는 점은 회원국들의 운송 분야 바이오가스를 포함한 신재생연료 증진에 억제요인으로 작용할 수 있다고 여겨진다. 회원국의 연료세 시스템 검토에 대한 집행위원회의 승인은 회원국의 신재생에너지 연료의 개발 및 확대는 자국의 에너지 안보측면에서 회원국 정부의 책임이라는 회원국들 간 팽배해 있는 의견과 반할 수 있기 때문이다(Lönnqvist et al., 2019: 31). 스웨덴 내 운송 분야 바이오가스 생산업체들은 바이오가스 생산량에 대한 면세를 받기 위해 유럽연합이 제시하는 지속성 기준(sustainability criteria)을 충족하고 있다는 것을 증명하는 지속가능성 증명서(Sustainability Certification)를 제출해야 한다(European Commission, 2009). 더불어서 바이오가스 생산업체들은 바이오가스 생산과정에서 에너지 작물이 사용될 경우, 바이오가스 생산에 직접 관여한 생산시설의 결정을 서면 형태로 집행위원회에 역시 제출하기로 되어있다(European Commission, 2014).

## 5. 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 확대를 위한 정책상의 제고 요인

이번 장에서는 상기 논의한 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 및 바이오가스 사용 차량 수적 확대 정책들과 관련하여 스웨덴 정부가 운송 분야에서 바이오가스 사용 확대를 위해 제고해야 할 요인들에 관해 논의해본다.

### 5.1 바이오가스 생산량 증대를 위한 자발적 음식 쓰레기 분리 수거 정책 장려 필요

스웨덴 운송 분야 바이오가스 생산에 있어 바이오가스 제조 원료 곡물(feedstocks)들의 사용은 계속 증가하고 있다. 전통적으로 바이오가스 생산량

이 많은 영역인 하수오니 이외에도 기존 하수처리시설 등에서 배출되는 바이오가스 생산이 가능한 폐기물들과 바이오가스 제조 원료곡물들과의 혼용도 역시 증가하고 있다. 하수처리시설에서 배출되는 바이오가스 생산이 가능한 폐기물과 원료곡물들과의 혼용을 통한 바이오가스 생산량은 향후 10% 더 상승할 것으로 추정되고 있다(Lönnqvist et al., 2019: 36). <표 2>에서 알 수 있듯이, 기존 하수처리 시설에서 배출되는 바이오가스 생산 가능 폐기물들은 가정 및 식당에서 배출되는 음식 쓰레기가 거의 대부분을 차지한다. 그러나 이러한 음식 쓰레기들의 분류상의 어려움은 양질의 바이오가스 제조 원료들의 생산과 가스 제조과정을 어렵게 하고 있다. 이를 해결하기 위해 스웨덴의 지자체들은 음식 쓰레기들의 분류 향상을 위해 각각 다른 전략들을 적용하고 있다. 그러한 전략들은 크게, 가정용 음식 쓰레기 분리 장려를 위한 폐기물 수거 비용 인센티브 제공, 자발적 음식 쓰레기 분리수거, 공공 봉사 활동, 대형 음식 쓰레기 발생업체들과의 대화 등으로 압축될 수 있다(Lönnqvist, 2017: 57). 이러한 전략들 중 자발적 음식 쓰레기 분리수거는 다른 전략들보다 정책 효과가 더 큰 것으로 증명되었다(Lönnqvist et al., 2019: 36). 이는 자발적인 음식 쓰레기 분리수거는 시민들의 의지가 반영된 것으로 바이오가스 제조를 위해 혼용되는 수거 음식 쓰레기의 질적측면에서의 양호함이 주된 이유였던 것으로 풀이된다. 스웨덴의 지자체 별 다를 수 있는 음식 쓰레기 분리수거 관련 주요 전략들은 각 지자체의 상황을 고려한 최적의 전략이라고 생각해볼 수 있다. 그러나 바이오가스 제조를 위한 자발적 음식 쓰레기 분리수거가 효용성이 높은 만큼 스웨덴 정부는 지자체 정부들을 대상으로 그 효용성에 대한 홍보와 함께 병행적으로 지자체 정부들의 자발적 음식 쓰레기 분리수거의 정책상의 비중을 늘릴 수 있도록 유도할 필요가 있다.

## 5.2 지자체 간 바이오가스 차량 사용 확대 관련 정책들 간의 부조화

공공정책에 있어 공공정책 행위자들은 국가 차원의 에너지원 개발 및 사용 확대에 있어 중요한 역할을 하고 막대한 영향을 줄 수 있다. 스웨덴의 지



자체 간 바이오가스 사용 차량의 확대 정책에 대한 접근 차이와 부조화는 운송 분야 바이오가스 사용 확대에 대한 스웨덴 시민들의 긍정적인 인식을 저해한다(Lönnqvist et al., 2019: 40). 스웨덴 내 시 지역 지자체(municipality)는 바이오가스 생산과 관련한 지차제 수준의 관리 및 감독을 수행한다. 그러나 최근 스웨덴 내 스톡홀름 시 주변의 세 개 지역인, Stockholm, Huddinge, 그리고 Lidingö 지역 당국들은 지역 당국 간 바이오가스 사용 차량의 확대 정책에 대한 차이를 보여주고 있어 스톡홀름시의 시 차원의 바이오가스 사용 차량의 확대에 가장 큰 걸림돌로 보인다. Stockholm 시내를 관할 지역으로 하는 Stockholm 지자체는 바이오가스 사용 차량 확대에 있어 가장 큰 발전을 보여준다. 산하에 Clean Vehicles라는 부서를 두고 관할 지역 내 운행되는 개인용 바이오가스 사용 차량에 대해 환경 기준을 적용할 만큼 엄격한 관리와 운행조건을 제시한다. 이에 비해 Huddinge는 지자체 차원에서 바이오가스 사전처리(pretreatment)시설에 대해 투자를 하고 차량용 가스 충전소 설치의 활성화가 이루어지고는 있지만, 실제로 관할 지역 내 바이오가스 사용 차량의 운행은 상당히 적다. 반면에 Lidingö 지역은 지역 내 가스 차량을 위한 충전소 자체가 없어 바이오가스 사용 차량들의 운행이 아예 이루어지지 않고 있다(Lönnqvist, 2017: 58). 언급한 지자체 들 이외에도, 다른 지자체들인 Botkyrka, Nykvarn, Nynäshamn, Haninge, Salem, Södertälje, 그리고 Tyresö 지역들도 상기 언급한 바이오가스 사용 확대에 있어 유사한 사안을 문제로 제기하고 있다(Lönnqvist et al., 2019: 41). 스웨덴 내 바이오가스 사용 차량 수적 확대 차원에서의 지자체 별 바이오가스 차량 사용 장려 여부와 장려 정도의 차이는 정책 시행에 대한 스웨덴 정부의 주무당국의 응집력을 저하시켜 정책에 대한 대중의 신뢰를 저하시킬 수 있다. 이에 스웨덴 정부는 최소한 대 도시를 중심으로 한 지자체들의 바이오가스 사용 차량들의 수적 증가를 통한 확대를 위해서는 관련 정책 지향점이 될 수 있는 시 차원의 통합성과 일관성이 내재한 가이드라인 마련이 필요할 것으로 판단된다.

### 5.3 바이오가스 충전소의 부족

특정 연료로 운행되는 차량의 운행 장려를 위해서는 연료 충전을 위한 기  
반시설의 확충은 필수불가결한 조건이다. 스웨덴 정부의 바이오가스 사용 차  
량의 수 적인 확대를 위해서는 바이오가스 충전소들의 수적 확대도 필요할  
것으로 보인다. 시민들에게 소유 차량 운행에 사용되는 에너지에 대한 신뢰  
도 향상, 추가 구입 계획 마련, 그리고 홍보를 통한 확대를 위해서는 공공 해  
당 에너지 충전소의 설립 확충과 사용 시 편의, 그리고 수반되는 편익(benefits)  
들이 뒷받침되어야 한다(Fagerström and Anderson, 2019: 20). 2019년 말 기  
준, 스웨덴 내 바이오메탄을 포함한 바이오가스 재충전소는 195개까지 이르  
렀으며, 공공운영이 아닌 민간 바이오가스 업체에 의해 운영되는 바이오가스  
충전소도 60여개가 운영되고 있다(Klackenberg, 2019: 9). 이러한 바이오가스  
충전소 수는 1800여개 이상의 공공충전소와 7900개 이상의 충전기를 운영하  
는 전기차량의 충전소와 충전기 수에 비하면 아직도 경쟁력을 갖추었다고 하  
기에는 부족함이 크다(Fagerström and Anderson, 2019: 20). 이러한 바이오가  
스 차량들을 위한 충전시설의 부족은 스웨덴의 수도이자 스웨덴 내 가장 많  
은 바이오가스 차량운행이 이루어지는 스톡홀름 시의 바이오가스 차량 확대  
를 위한 주요 과제이기도 하다(Engdahl, 2010: 21). 스웨덴 내 바이오가스 차  
량들을 위한 충전시설들의 확충은 바이오가스 차량의 수적 증대를 위한 인프  
라 관련 주요 과제로 판단된다. 이러한 바이오가스 충전시설의 확충은 소비  
측면에서 바이오가스 차량들을 대상으로 하는 에너지세 또는 이산화탄소세  
면제 등의 소비 진작 측면의 정책들과 연계되며, 복잡한 변수들의 작용과 더  
불어 신중하게 접근할 필요가 있을 것이다.

### 5.4 국가 가스 망(National Gas Grid)에 대한 투자 유도 인 센티브 강화

앞서 <표 2>에서 보여주듯이, 스웨덴의 주요 바이오가스 생산부문은 하수  
와 생활 쓰레기 부문들이다. 신재생에너지는 에너지 생산 자원이 근접한 지

역에서 발전될 때 발전되는 에너지의 생산단가를 최대한 줄일 수 있는 지역성이 있다(정혁, 2019: 182). 이러한 하수와 생활 쓰레기 부문에서 발생하는 바이오가스 생산량이 많다는 것은 바이오가스가 신재생 에너지원으로서 큰 지역성(Locality)을 갖고 있다는 것을 의미한다. 즉, 스웨덴 내 특정 지자체 바이오가스 생산 부문들에서 생성되는 바이오가스는 그 지자체 관할 내 수거되는 폐기물에서 생산되고 있는 것이다. 스웨덴 내 바이오가스 생산량이 큰 지자체들은 이렇게 생산된 바이오가스들을 관할 지역 내 운송 수단들에 독립적으로 저렴하게 공급하고 있다(Dahlgren et al., 2019: 6-7). 특정 지자체들 내에서 운행되는 바이오가스 사용 차량들에 공급되는 바이오가스의 낮은 가격은 높은 지역성과 가스 생산에 사용되는 기술 수준에 의해 결정된다(Engdahl, 2010: 15). 아울러서, 상기 논의한 바와 같이, 스웨덴 내 바이오가스 사용 차량 확대를 위한 지자체 별 다른 정책의 차이도 그 가격형성에 영향을 줄 수 있다. 그러나 현재 스웨덴 내 운송 분야의 바이오가스 시장은 지자체별로 그 공급량이 다양하여 공급가격의 차이가 크다(Dahlgren et al., 2019: 8). 이는 스웨덴 내 운송 분야 바이오가스 시장 확대에 있어 소비 측면에서는 반드시 해결되어야 할 과제로 보인다. 이와 같은 속성의 문제 해결을 위해 스웨덴의 가스업체인 Swedegas는 Trelleborg 지역의 북쪽과 동쪽을 잇는 국가 가스망(National Gas Grid)에 연결되는 가스 송유관 사업에 투자한 바 있다(LIFE, 2015). 그러나 현재, 스웨덴 내에는 이 같은 바이오가스 국가 가스망에 연계하는 투자가 상당히 부진한 것으로 알려져 있다(Lönnqvist, 2017: 62). 이에 스웨덴 정부는 스웨덴 내 운송 분야에서의 바이오가스 공급망(gas grid)으로의 지자체 바이오가스 공급업체들의 참여를 유도할 수 있는 앞서 논의된 기존 생산 인센티브를 강화할 필요가 있다.

## 6. 결론

스웨덴 내 에너지 소비측면에서 바이오가스가 포함된 바이오매스 에너지 부문은 스웨덴의 전체 소비 에너지 믹스에서 약 1/3을 차지하고 있다. 이 중

에서 운송 분야 바이오가스의 비중도 약 1/3을 차지할 정도로 스웨덴의 운송 분야 바이오가스는 그 역할상의 중요성이 크다고 할 수 있다. 또한 스웨덴 내에서 생산되는 바이오가스의 1/2이상이 하수, 거름 및 생활 쓰레기 부문에서 생산되고 있다. 생활 쓰레기들의 대부분의 양이 하수 처리 시스템으로 유입된다는 점을 고려하면, 하수 및 생활 쓰레기 부문에서 생산되는 바이오가스 양은 전체 비중에서 상당한 비중을 차지한다는 점을 알 수 있다. 스웨덴의 생활 쓰레기의 양적 증가는 스웨덴 내 최종적인 바이오가스의 생산에 지대한 영향을 줄 수 있다는 점 역시 알 수 있게 한다.

스웨덴은 유럽연합의 신재생에너지 지침을 자국 법으로 이행하며 운송 분야에서 신재생에너지원으로의 대체율을 2014년에 이미 18.7%로 달성하며 신재생에너지 대체율 목표도 달성하였다. 스웨덴은 이어 유럽연합의 신재생에너지원 지침에 의거, 저탄소 배출을 지향하며 2017년에 ‘신 기후 정책 기본틀’이라는 종합적인 온실가스 배출량 감축 정책에 대한 틀을 마련하였다. 스웨덴 내 운송 분야에서 바이오가스 사용 확대 관련 정책들을 이러한 틀을 기반으로 국내 바이오가스 생산업체들에 대한 생산 지원금 지급, 저탄소 가스 차량의 구입비 지원, 주요 도시 내 환경구역 지정에 이은 가스 차량만의 운행 허용 등의 정책들이 시행되고 있다. 특히, 바이오가스의 연료로서의 높은 연소성을 통한 에너지세 및 이산화탄소세라는 연료세 면제는 스웨덴 정부의 운송 분야 바이오가스 사용 확대에 대한 주요 정책으로 가장 영향력 있는 정책으로 평가되고 있다. 최근 유럽연합 집행위원회는 스웨덴의 운송 분야 바이오가스 사용 차량들에 대해 에너지세 및 이산화탄소세를 포함한 연료세 면제를 승인하였다. 이는 유럽연합 집행위원회가 스웨덴 정부의 운송 분야에서 바이오가스 사용 확대에 대한 정책 효용성을 인정한다는 의미로 해석될 수 있을 것이다. 그러나 유럽연합 집행위원회의 스웨덴의 운송 분야 바이오가스의 연료세 면제 승인은 향후 회원국 차원에서의 운송 분야 바이오가스를 포함한 신재생연료 증진 및 확대를 억제할 수도 있을 것으로 사료된다. 회원국의 연료세 시스템 검토에 대한 집행위원회의 승인은 회원국의 신재생에너지 연료의 개발 및 확대는 자국의 에너지 안보와 직결되어 자국 정부의 책임이라는 회원국들 간에 팽배해 있는 중론과 충돌하기 때문이다. 이러한 맥락

에서 스웨덴을 포함한 회원국 정부들의 운송 분야 바이오가스 연료세 면제 승인도 회원국 차원에서 그 검토와 병행적으로 자발적으로 시행될 수 있도록 유럽연합 집행위원회가 제시하고 있는 정부 지원(state aid) 관련 가이드라인의 개정이 필요할 것으로 보인다. 이러한 시도는 스웨덴을 포함한 회원국들의 운송 분야의 바이오가스를 포함한 바이오연료의 사용 확대 증진을 가속화할 수 있을 것이다. 스웨덴 정부는 상기한 운송 분야 바이오가스 연료세 면제와 관련한 정책상의 과제 이외에도 바이오가스의 사용 확대를 위해서는 몇 가지 요인들을 제고해야 할 필요가 있다.

첫째, 스웨덴 내 바이오가스 생산 가능한 폐기물들은 음식 쓰레기가 거의 대부분인 점을 고려하여, 음식 쓰레기들의 분류상의 어려움을 덜어 양질의 바이오가스 생산 폐기물을 확보해야 할 것이다. 따라서, 스웨덴 내 자발적인 음식 쓰레기 분리수거 정책의 효용성이 증명된 만큼, 지자체마다 다를 수 있는 음식 쓰레기 분리수거 정책을 자발적인 정책으로 유도할 수 있는 홍보에 대한 강화가 필요하다.

둘째, 스웨덴 내 주요 지자체 별 바이오가스 차량 사용 장려 여부가 다르거나 그 정도가 달라 바이오가스 사용 차량 확대 정책을 지향하는 스웨덴 정부의 정책 응집력이 저하될 수 있다. 이에 대한 조치로서 스웨덴 정부는 최소한 주요 대도시를 중심으로 한 지자체들의 바이오가스 사용 차량들의 수적 증가를 위해서는 시 차원의 통합성과 일관성이 내재한 가이드라인이 필요하다.

셋째, 스웨덴 정부의 운송 분야에서의 바이오가스 사용 차량들의 수적 확대를 위해서는 전기충전소의 수와 비교하면 바이오가스 충전소가 많이 부족한 만큼 바이오가스 충전소들의 확충이 더욱 필요하다. 스웨덴 정부는 바이오가스 충전시설의 확충에 있어 소비측면에서 에너지세 및 이산화탄소세의 연료세 면제등의 소비 증진 정책들과의 관련성과 지자체 별로 크게 다른 바이오가스 차량 사용 장려 여부와 그 정도들도 고려한 신중한 정책 접근을 해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

마지막으로, 스웨덴의 지자체 별로 다른 바이오가스의 공급량은 공급가격 형성에도 차이를 보이고 있다. 스웨덴 내 운송 분야 바이오가스 사용의 확대

를 위해서는 안정된 폭의 소비자 가격의 형성도 중요하다. 이에 스웨덴 정부는 국가 가스 망을 이용하여 산재된 바이오가스들의 공급을 관리하며 안정된 바이오가스의 소비 가격 형성을 유도하고 있다. 하지만 현재 바이오가스 국가 가스망으로의 민간 투자가 부진한 상황이다. 이에 스웨덴 정부는 스웨덴 내 운송 분야에서의 바이오가스 공급망으로의 지자체 바이오가스 공급업체들의 참여를 유도할 수 있는 기존 생산 인센티브를 강화할 필요가 있다.

앞서 논의한 스웨덴 정부의 운송 분야의 2030년까지의 100% 바이오가스 차량으로의 대체 계획, 그리고 유럽연합 집행위의 스웨덴 운송 분야의 바이오가스 에너지세 및 이산화탄소세를 포함한 연료세 면제등의 정책 효용성 등은 향후 스웨덴 내 운송 분야 바이오가스 차량들의 수 적 증가를 전망할 수 있게 한다. 이와 병행적으로 스웨덴 운송 분야에서 바이오가스의 사용도 지속적으로 증가할 것이라는 전망을 제기할 수 있다. 스웨덴 정부는 운송 분야에서 바이오가스 사용의 확대 전망과 함께 상기 논의한 제고요인들 중에서도 특히 주요 도시 내 지자체 별 상이한 운송 분야 바이오가스 사용 차량의 장려 여부와 장려 정도의 차이를 줄일 수 있는 주요 도시들을 위한 시 차원의 통합적인 가이드라인이 가장 시급하게 마련되어야 할 것으로 판단된다. 운송 분야 바이오가스는 신재생에너지원인 만큼 지역성이 커서 각 주요 도시 별 지자체들의 지역성을 감안한 통합적이면서 응집력있는 가이드라인 마련은 양질의 바이오가스 확보 및 바이오가스 관련 인프라들의 양호성을 강화할 수 있기 때문이다.

## 《참고문헌》

- 박상우 · 장성호(2015). “유기성 폐자원의 에너지 회수: EU의 바이오가스 생산과 정책 동향”. 『한국폐기물자원순환학회지』, 32(6), 529-539.
- 정혁(2019). “스코틀랜드의 파력발전 상용화를 위한 과제와 개선안에 관한 소고”. 『국제지역연구』, 23(3), 181-210.
- Ejlertsson, J. (2013). “스웨덴의 유기성 폐기물 바이오가스화 시설 운영현황 및 관리”. 『한국폐기물자원순환학회지』, 3, 245-257.
- Advanced Biofuels USA (2018). <https://advancedbiofuelsusa.info/ed95-the-green-biofuel-for-heavy-transport>.
- Balkenhoff, B. & Jamieson, D. (2019). *Upgraded biogas as renewable energy*. SLR Consulting, Roddinglaw Business Park, Gogar, Edinburgh. 1-10.
- Berglund, M. (2006). *Biogas production from a systems analytical perspective*. Environmental and Energy System Studies, Lund University. 1-59.
- Dahlgren, S., Kanda, W. & Anderberg, S. (2019). *Drivers for and barriers to biogas use in manufacturing, road transport and shipping: a demand-side perspective*. Biofuels, online, 1-12. <https://doi.org/10.1080/17597269.2019.1657661>, p. 2.
- Engdahl, K. (2010). *Biogas policies, incentives and barriers - a survey of the strategies of three european countries*. Master thesis. Department of Technology and Society, Environmental and Energy Systems Studies, Lund University. 1-60.
- European Automobile Manufacturers Association. CO<sub>2</sub> Based Motor Vehicle Taxes in the EU, [https://www.acea.be/uploads/publications/CO2\\_tax\\_overview\\_2018.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/CO2_tax_overview_2018.pdf)
- European Biogas Association (2020). Sweden: more biogas is necessary for fossil-free transportation, <https://www.europeanbiogas.eu/sweden-on-the-way-to-phase-out-natural-gas-from-the-transport-sector>.

- European Commission (2009). *Directive 2009/28/EC of the european parliament and of the council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*. Official Journal of the European Union.
- European Commission (2014a). *Guidelines on state aid for environmental protection and energy 2014-2020*. Official Journal of the European Union.
- European Commission (2014b). *EU directive on the deployment of alternative fuels infrastructure 2014/94*. Official Journal of the European Union.
- European Commission (2020). *State aid: commission approves prolongation of tax exemption for non food-based biogas and biopropane used for heating or as motor fuel in Sweden*, [https://ec.europa.eu/info/news/state-aid-commission-approves-prolongation-tax-exemption-non-food-based-biog-as-and-bio-propane-used-heating-or-motor-fuel-sweden-2020-jun-29\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/state-aid-commission-approves-prolongation-tax-exemption-non-food-based-biog-as-and-bio-propane-used-heating-or-motor-fuel-sweden-2020-jun-29_en).
- European Parliament (2015). *Directive (EU) 2015/1513 of the european parliament and of the council of 9 September 2015 amending directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources*. Official Journal of the European Union.
- Fagerström, A., Anderson, S. & Lindblom, H. (2019). *The contribution of advanced renewable transport fuels to transport decarbonization in Sweden-2030 and beyond*. No C 416, June 2019, ivL, 1-44.
- Government of Sweden (2009). *Proposition 2008/09:162*. Stockholm, Sweden.
- Grahn, M. & Hanson, J. (2015). Prospects for domestic biofuels for transport in Sweden 2030 based on current production and future plans. *Energy and Environment*, 4(3), 290-306.
- Klackenberg, L. (2020). *Biomethane in Sweden-market overview and policies*. ENERGIGAS SVERIGE, Swedish Gas Association. 1-19.



- Lampinen, A. (2015). *Quality of renewable energy utilization in transport in Sweden. No. XXIX, APRILIS MMXV* (No. 2015-02), ACTA ACADEMIAE STROMSTADIENSIS. 1-55.
- LIFE (2015). *Layman's report biogassys*. EC LIFE Programme, LIFE09 ENV/SE/000348, 1-12.
- Lönnqvist, T. (2017). *Biogas in Swedish transport - a policy-driven systematic transition*. Doctoral thesis. Royal Institute of Technology, School of Chemical Science and Engineering, Department of Chemical Engineering, Division of Energy Processes, SE-100 44 Stockholm, Sweden. 1-90.
- Lönnqvist, T., Ammenberg, J., Grönkvist, S., Anderberg, S. & Sandberg, T. (2019). *Biogas in the transport sector - an actor and policy analysis of stockholm county*. Report from a Project within the Collaborative Research Program Renewable Transportation Fuels and Systems. March 2019. 1-64.
- Rogulska, M., Bukrejewski, P. & Krasuska, E. (2018). *Biomethane as transport fuel*. Intechopen. 37-52. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.75173>.
- Skytta, K. & Morthorst, E. P. (2018). *A nordic green flexible energy system: barriers and opportunities*. Nordic Economic Policy Review, DTU Management Engineering Produktionstorvet, Denmark. 4.
- Swedish Energy Agency (2015). *Monitoring report: Tax exemptions for liquid biofuels during 2014*. Eskilstuna, Sweden.

<Abstract>

## **A Research on Fuel Tax Exemption and Policy Considerations for Expansion of Biogas in the Sweden's Transport Sector**

Hyuk Jeong\*

Sweden has the biggest share of biogas in transport sector among the member states of the European Union. The government of Sweden announced an official plan to replace its gas vehicles in transport sector with biogas vehicles 100% by 2030. The exemption of energy and CO2 taxes is assessed to be the most influential policy in expanding biogas in transport sector.

The fact that the European Commission has recently approved the extension of the exemption of the fuel tax of the Sweden's transport sector has proved the effectiveness of the policy.

But, the approval from the European Commission for review of the fuel tax of member states can constrain promotion of the renewable fuel as it can conflict the prevailing consensus of opinion among the member states that the expansion and development of energy sources is deeply concerned with energy security. Thus, amendment in the state aid relevant guideline of the European Commission needs to be made in that the review and the approval should be made at the level of state.

In parallel with that, Strengthening promotion of the proven voluntary food waste sorting-out policy to secure the wastes of quality for production of biogas, expanding the refueling and recharging places of

---

\* Senior Researcher, Polar Research Center, Hankuk University of Foreign Studies

biogas, and boosting the existing incentives of biogas for promotion of private investments into National Gas Grid, should be put into consideration for expanding biogas in transport sector of Sweden. Last but not least, as the biogas has big locality as renewable energy source, the set-up of integrated and cohesive guideline considering the locality in terms of expanding biogas vehicles in number, is thought to be the most significant factor to consider, as it can help secure the biogas of quality, and strengthen the conditions of the relevant infrastructure.

**Key Words: Europe, Renewable Energy, Sweden, Biogas, Transport**

---

성명: 정혁(Hyuk Jeong)

소속: 한국외국어대학교 극지연구소 책임연구원

E-mail: hyeokjeong@hotmail.com

논문 접수일: 2020.12.04.

논문심사 완료일: 2020.12.17.

수정원고 접수일: 2020.12.30.

게재 확정일: 2020.12.30.