

스웨덴, 바이오에너지 이용현황

강 창 용*

스웨덴은 스칸디나비아반도의 중앙에 위치하며 노르웨이와 핀란드와 국경을 이루고 있다. 국토면적인 45만km²이며 인구는 약 910만명이다. 이 나라는 일찍이 재생가능에너지에 대한 관심이 많아 이제는 에너지의 상당한 부분을 이 분야로부터 충당하고 있다. 특히 바이오매스부분의 비중이 크다. 이로 인해 스웨덴의 이산화탄소 배출량은 1990~2003년 250만톤 감소하였다. 스웨덴도 다른 유럽의 국가와 마찬가지로 석유, 화석연료에 대한 의존도를 줄이려고 노력하고 있다. 2005~ 2006년 봄까지 ‘오일독립위원회(The Commission on Oil Independence)’가 활동하여 그 결과를 수상과 정부에 제시하였다. 가장 중요한 내용으로 자원의 효율적 이용기술개발과 함께 석유, 화석연료를 재생가능 에너지로 대체해야 한다는 것이다. 따라서 여기에서는 재생에너지 가운데 가장 비중이 큰 스웨덴의 바이오에너지의 이용실태를 간략하게 소개한다.

1. 에너지수급

1.1. 에너지공급

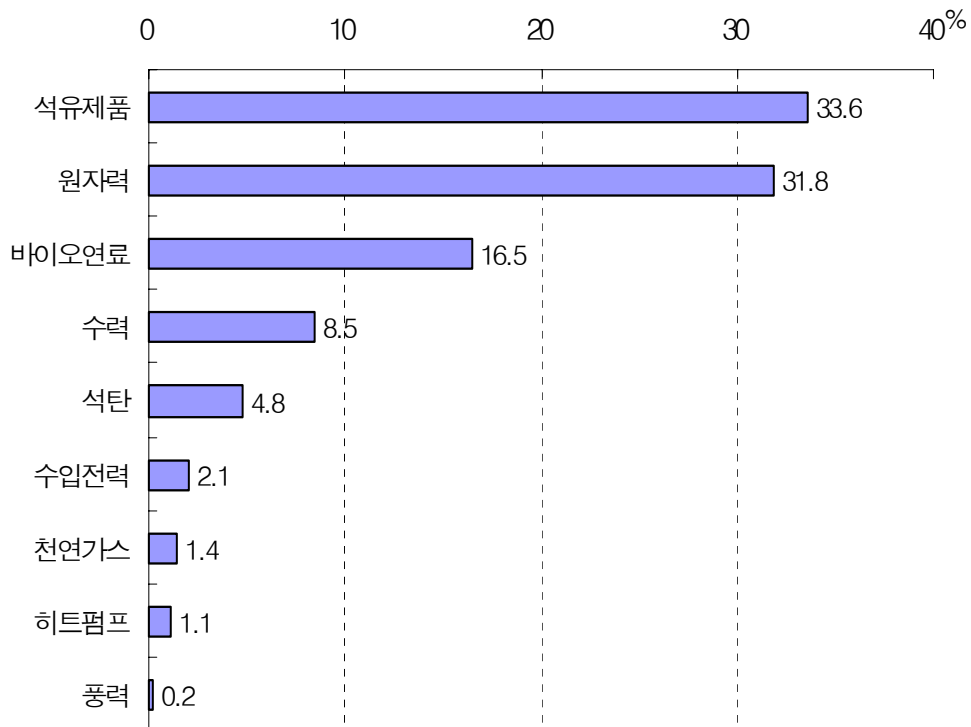
2003년도 스웨덴의 총에너지 공급량은 624TWh¹⁾이다. 이 가운데 가장 비중

* 한국농촌경제연구원 cykang@krei.re.kr 02-3299-4273

1) TWh= billions of kilowatt hours

이 큰 부분은 석유제품(210TWh)과 원자력(199TWh)으로 전체의 65%를 차지한다. 다음으로 바이오연료가 103TWh, 16.5%를 차지하고 있다. 전체 에너지 공급량 가운데 재생가능 에너지인 수력, 바이오연료와 풍력의 양이 157TWh, 약 25%를 차지하고 있다.

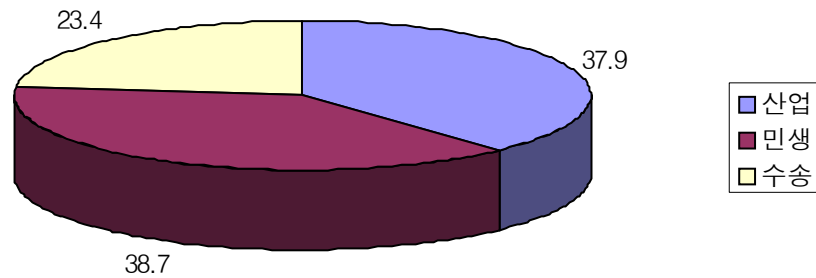
그림 1 스웨덴 에너지원별 공급구성비, 2003년



1.2. 에너지 소비

스웨덴 내 에너지의 최종 소비량은 406TWh이다. 경제분야별로 보면 산업 부문(154TWh)과 민생부문(157TWh)이 비슷한 각 각 38%수준대이며, 나머지 95TWh는 운송부문에서 소비한다.

그림 2 스웨덴 최종에너지 부분별 소비비중, 2003년



최종소비량을 에너지 종별 구성비로 살펴보면, 석유제품과 전기의 형태가 각각 35%(142TWh), 32%(32TWh)로 가장 크다. 바이오연료는 전체의 15%(61TWh)를 차지하여 세 번째로 비중이 높은 최종소비 에너지원이 되고 있다.

2. 바이오에너지 이용실태

2.1. 바이오에너지의 종류와 보급

스웨덴에서 이용하고 있는 주된 바이오에너지는 목질연료, 흑액, 이탄, 바이오매스계 폐기물 등이다. 목질연료(Wood Fuels)는 간벌재나 제재업으로부터 발생하는 잔재를 이용하는 것이다. 단순 목재를 이용하는 경우도 있지만 펠릿화 등 성형화를 하여 이용하기도 한다. 흑액과 녹액(Black & Green Liquors)은 제지업의 펄프제조공정에서 배출된 폐액을 가르킨다. 이것은 유기물을 포함하고 있어서 고농도로 회수한 후 보일러에 이용할 수 있다.

갈탄이 신생대 제3기(7000~250만년 전) 성장물인 것에 비해, 이탄(Peat)은 제4기(250만년~현재) 성장물이다. 현재에도 습지·냉지 등에서 풀, 이끼, 관목 등이 퇴적한 바이오매스로부터 성장되고 있다. 여전히 성장도중에 있는 석탄이라 보면 된다. 이탄은 다량의 후민산을 포함하기 때문에 흡수성이 높고 수분은 60%전후(최고 90%)로 많다. 건물로써 발열량은 일반 바이오매스와 같은 정도이나(20MJ/kg-dry), 연료로써 쓸 때에는 건조할 필요가 있어 건조에너지의 손실이 크다. 바이오매스 폐기물이란 유기성 폐기물로 연소시켜서 전기나 열을 얻는다.

스웨덴에서 바이오에너지의 전체 공급에서의 비중이 1980년대만 하더라도 10%이하이었다. 그러나 2003년에 이르러서는 무려 17%에 이르고 있다. 산업과 지역난방에서 바이오연료를 적극적으로 사용하고 있기 때문이다. 2003년도 스웨덴의 바이오에너지 총 이용량은 103TWh 이다. 이 가운데 약 60%정도는 산업과 민간, 수송부분에서 이용하고 있으며 나머지 약 40%정도는 열의 공급과 발전에 이용되고 있다. 스웨덴의 경우 주된 바이오에너지가 목질연료, 흑액, 이탄, 바이오매스계폐기물 등이다 보니 열과 산업에 이용하는 비중이 크다. 발전과 운수 부분에 이용하는 것은 약 7TWh 로 전체의 7%를 넘지 못하고 있다.

표 1 스웨덴 바이오에너지 이용분야, 2003년

바이오에너지				
103TWh				
열공급·발전		산업·민생·운수		
41TWh(39.8%)		62TWh(60.2%)		
발전	열공급	산업	민생	운수
6TWh	35TWh	49TWh	12TWh	1TWh

2.2. 분야별 바이오에너지 이용

2.2.1. 제지업과 산림업

산림업과 제재업에서는 5TWh의 목질연료가 에너지원으로 사용되고 있다. 아울러 제재업에서 흑액과 목질연료를 사용하는 데, 2003년도 35TWh의 흑액이 활용되었다. 이것은 바이오에너지 전체의 30%에 해당하는 것이며, 또한 산림업으로부터 배출된 목질연료도 제재업의 열원으로 8TWh가 활용되었다. 결국 제재업과 산림업에서 총 50TWh이상의 바이오에너지를 이용하고 있다. 다른 산업의 이용량의 1TWh 전후인 점을 고려할 경우, 제재업과 산림업은 바이오에너지의 활용에 매우 적극적임을 알 수 있다.

2.2.2. 지역난방

스웨덴에서는 개별 건물에서 자체 난방설비를 갖추지 않고 일정 지역에서 1개소의 지역난방 plant를 소유하고, 이 plant로부터 개개의 건물은 필요한 열을 공급받는 시스템이 많이 보급되고 있다. 집단주택의 경우 70%이상이 지역난방이다. 스웨덴은 위도가 높고 난방에너지의 수요가 높아 난방의 효율이 높은, 가능한 한 재생가능에너지 사용을 원하고 있다.

2003년 스웨덴 전역의 지역난방 에너지의 수요량은 50TWh인데, 이 지역난방에서 시용되고 있는 바이오에너지의 량은 39TWh정도, 약 80%에 해당한다. 지역의 난방을 위한 plant에서 사용하는 것인데, 이것을 종류별로 보면, 목질연료가 19TWh, 48.7%로 가장 많으며 꾸준히 이 부분의 비중이 증가하고 있다. 다음으로는 폐기물 7TWh(17.9%), 이탄 4TWh(10.3%), 그리고 기타 바이오연료가 5TWh이다.

지역난방에서도 목질연료의 사용량과 비중이 상대적으로 크게 증가하고 있는데, 이들 목질계 연료는 대부분 제재업과 산림업에서 생산되는 것이다. 물론 배출된 바이오 목질연료가 그냥 사용되기도 하나 근년에는 펠릿화하여 사

용됨으로서 안정적인 에너지 공급원료로 각광을 받고 있다.

스웨덴에서는 이러한 목질펠릿을 전용으로 하는 스토브가 판매되고 있다. 기존의 석유스토브나 전기 히터 등을 대체하고 있는데, 저렴하고 환경적으로도 유익하기 때문이다. 스토브는 가정용 뿐만 아니라 지역난방용 보일러의 연료로도 사용된다. 이러한 펠릿의 연간 소비량은 110만ton(5TWh), 전 에너지 공급량의 1%정도 차지한다. 2002~03년 약 25% 정도의 증가세를 보이고 있어 지속적인 수요증가가 예견된다. 스웨덴 내에는 50개소의 펠릿 생산공장이 있으며 국내 수요를 충족할 수 있는 정도이다.

2.2.3. 수송용

스웨덴에서 수송용 에너지의 소비비중은 약 4분의 1정도이다. 그런데 주지하다시피 EU에서는 수송용 연료에서 차지하는 바이오연료의 비중을 2010년에는 5.75%까지 올리겠다는 목표를 공표하였다. 이를 위해 스웨덴에서도 바이오에탄올, 바이오가스 등의 바이오에너지 연료를 가솔린과 경유 등의 화석 연료에 혼합하여 수송용 연료로 사용하고 있다.

스웨덴의 바이오에탄올 생산량은 2003년 기준 50,000kl이다. 주 원료로는 소맥과 대맥이 사용된다. 현재 스톡홀름을 포함한 도시에서 사용되는 바이오에탄올은 E5(4~5% 에탄올 혼합 가솔린)의 형태로 유통되고 있다. 스웨덴 전국에서 E5를 사용하기 위해서는 연산 25만kl의 에탄올이 필요하다. 따라서 지금까지의 주된 원료인 소맥과 대맥 이외의 원료확보가 필요하며, 펄프 폐액인 흑액으로부터 에탄올을 생산하는 기술의 개발을 진행시키고 있다.

스웨덴 바이오가스의 2003년도 생산량은 1.4TWh인데, 주로 약 200개소의 하수처리장과 쓰레기처리장에서 생산된다. 생산된 바이오가스는 가스자동차의 연료로 직접 사용되는 데, 스톡홀름을 중심으로 30개소의 바이오가스 스테이션을 통해 현재 승용차 2,700대, 수송용 트럭·버스 등 700대가 이용하고 있다. 스톡홀름 시내에만 12개소의 바이오가스 스테이션이 있으며, 가솔린과

바이오가스 중 어느 연료로도 주행이 가능한 하이브리드 자동차가 판매되고 있어 바이오가스 스테이션이 없는 지역에서도 안전하게 주행할 수 있다. 스웨덴의 바이오가스 잠재량은 5~6TWh로 추정된다. 바이오가스는 상대적 가격의 저렴성으로 인해 주목받는 바이오연료이며 지속적으로 plant 개발을 진행하고 있다.

자료

<http://www.biomass-hq.jp/foreign/index.html>, “スウェーデンバイオエネルギー調査” 발췌정리