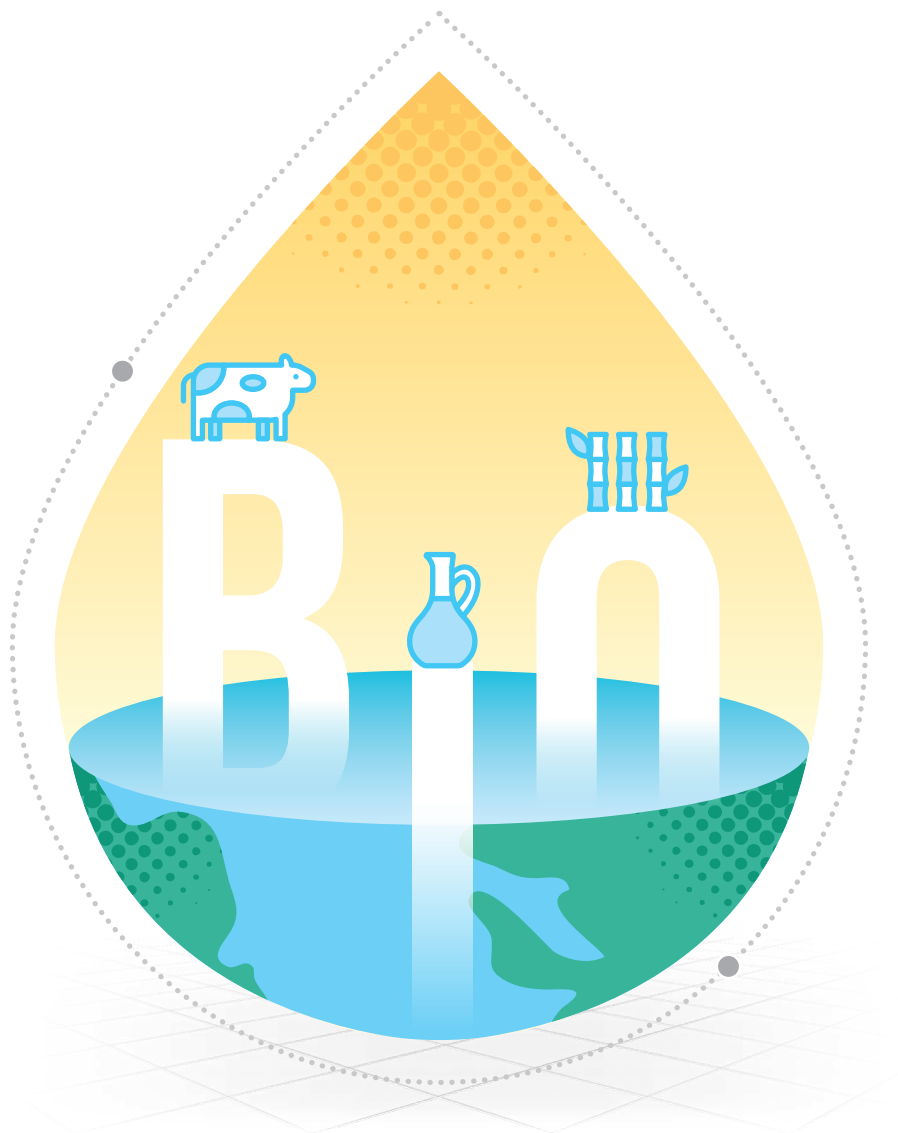


(기술·연구·표준) 동향

# 탄소중립연료로서 바이오연료 개관



|             |                        |           |
|-------------|------------------------|-----------|
| <b>제 1장</b> | <b>탄소중립과 바이오경제</b>     | <b>3</b>  |
|             | 배경                     | 3         |
|             | 국내 재생에너지 현황            | 3         |
|             | 탄소중립과 바이오경제            | 4         |
| <b>제 2장</b> | <b>바이오연료의 종류</b>       | <b>5</b>  |
|             | 바이오매스 전환 공정과 생성물       | 5         |
|             | 고체 바이오연료               | 5         |
|             | 바이오에탄올과 바이오디젤          | 6         |
|             | 기타 액체 바이오연료            | 6         |
|             | 기체 바이오연료               | 8         |
| <b>제 3장</b> | <b>국내 주요 바이오연료의 현황</b> | <b>9</b>  |
|             | 개요                     | 9         |
|             | 국내 신재생에너지 보급 활성화 제도    | 9         |
|             | 바이오디젤                  | 11        |
|             | 바이오중유                  | 11        |
| <b>제 4장</b> | <b>제언 및 결론</b>         | <b>12</b> |
|             | 바이오매스 원료 확보            | 12        |
|             | 바이오연료의 활성화 방안          | 12        |
| <b>제 5장</b> | <b>참고문헌</b>            | <b>13</b> |

## 제 1장 탄소중립과 바이오경제

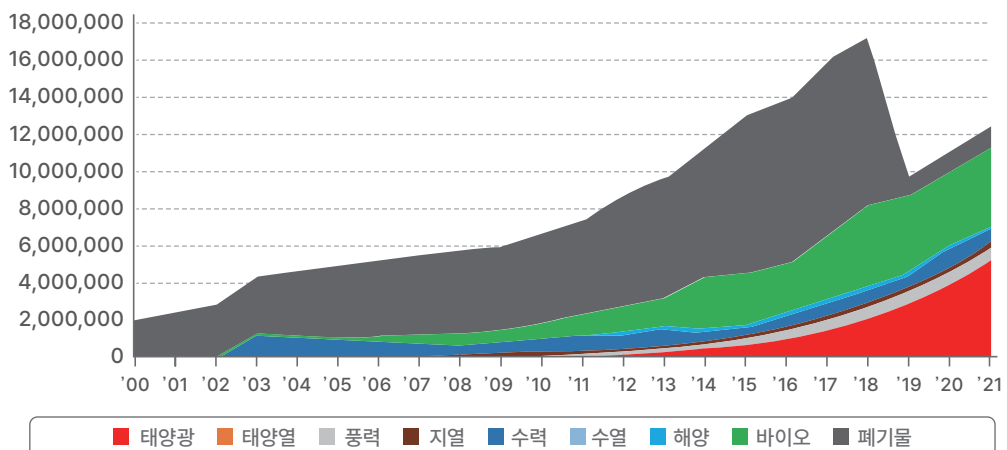
### 배경

바이오매스(Biomass)는 Bio(생물)와 Mass(물질, 양)가 합성된 용어로서 태양에너지를 받은 식물과 미생물의 광합성에 의해 생성되는 식물체, 균체와 이를 먹고 사는 동물체를 포함하는 유기성 생물체의 총칭이다. 일반적으로는 에너지화 할 수 있는 동식물체를 말하지만, 볏짚, 톱밥, 음식물 쓰레기, 하수 슬러지, 축산 분뇨 등 유기성 부산물과 폐기물도 포함된다. 인류가 불을 발견한 이래 바이오매스는 가장 중요한 에너지원이 되고 있으며 지금도 그때와 같이 조리과 난방을 위하여 바이오매스를 사용하고 있다. 바이오매스를 연료로 사용하는 가장 간단한 방법은 직접 연소시켜 열을 얻거나 발전기를 돌려 전기를 생산하는 것이지만 실제로는 다양한 전환 공정에 의하여 액체나 기체 형태의 연료로 사용할 수 있다. 재생에너지의 대명사처럼 여겨지는 태양광과 풍력이 전기만을 생산하고 불안정하고 간헐적이지만 바이오연료는 손쉽게 저장, 수송, 활용이 가능한 화석연료의 완벽한 대체에너지라는 큰 장점을 가지고 있다.

본 발표에서는 이러한 바이오연료에 관한 세부적인 발표에 앞서 개괄적으로 바이오연료의 특징과 종류에 대하여 살펴보고 특히 국내에 보급된 바이오연료의 현황과 전망을 간략히 소개하고자 한다.

### 국내 재생에너지 현황

그림 1에 나타난 국내의 연도별 재생에너지 생산량을 보면 2010년 이후 바이오에너지의 생산량이 급격히 증가하여 지금까지도 여전히 재생에너지의 중요한 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 항상 재생에너지의 대부분을 차지하였던 폐기물 에너지는 2019년 10월 1일에 시행된 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 개정에 따라 비재생폐기물이 제외되어 실질적으로 차지하는 비중이 크게 줄어들었고 태양광은 정부의 정책적 지원에 힘입어 지속적으로 증가하고 있다. 2018년 재생에너지에서 태양광, 바이오, 폐기물에너지의 비중은 각각 12, 26, 53% 이었으나 2021년에는 43, 34, 10%를 차지하였다.



<그림1> 연도별 국내 재생에너지 생산량 (toe)<sup>1)</sup>

## 탄소중립과 바이오경제

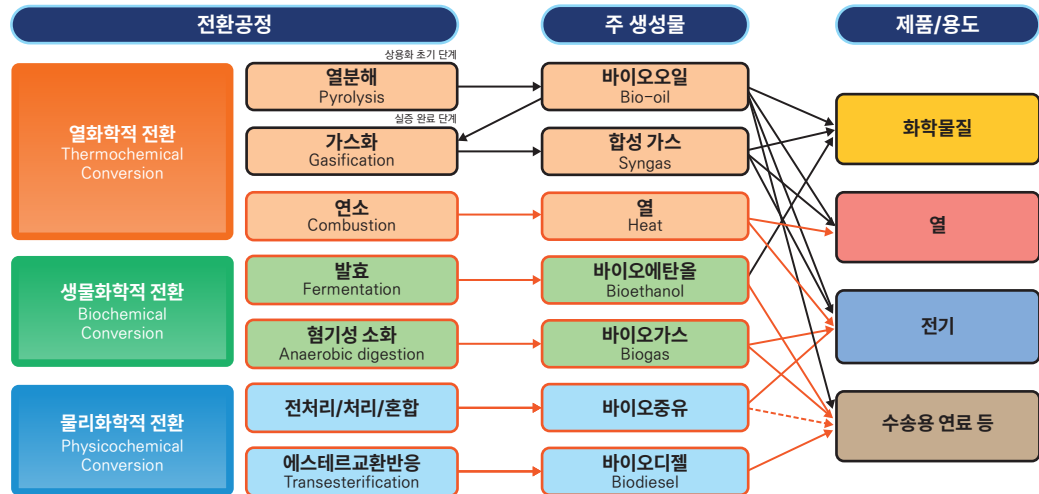
전 세계적으로 기후위기 대응을 위하여 탄소의 배출을 억제하고 탄소중립 선언이 이어지는 가운데, 우리나라도 2020년 10월 국가비전으로 2050년 탄소중립이 선언되고 그 후속 대응이 이어지고 있다. 이를 위해서는 재생에너지의 보급 확대가 중요한 부분이 될 수 있는데 대표적인 태양광과 풍력은 자연 의존적이라 시공간적 및 지역적 제약으로 공급의 불안정성을 극복할 수 없는 한계가 있으므로 바이오연료는 화석연료를 가장 완벽하게 대체할 수 있어 현실적으로 탄소중립 실현에 이바지할 수 있는 재생에너지라고 할 수 있다.

기존 바이오산업은 소위 레드 바이오라 일컫는 바이오 의약품, 바이오 의료기기에 국한되었으나 최근에는 이를 확대하여 바이오 식품, 바이오 농업, 생명 자원인 그린 바이오와 바이오 소재, 바이오 에너지를 포함하는 화이트 바이오로 확대되었다. 2023년 7월 19일에 산업부에서 발표한 바이오경제 2.0 추진 방향을 보면 바이오 소재 및 연료의 시장 확대를 기대할 수 있게 되었다. 바이오연료 차원에서 보면 차세대 바이오디젤, 바이오 항공유와 선박유의 개발 및 보급을 추진하는 것으로 되어 있다.



## 제 2장 바이오연료의 종류

### 바이오매스 전환 공정과 생성물



<그림2> 바이오매스 전환 공정과 그 생성물

그림 2에는 바이오매스의 전환 공정과 그 생성물 및 용도를 나타내었다. 바이오매스를 연료로 사용하는 가장 간단한 방법은 직접 연소하여 열을 얻거나 발전기를 돌려 전기를 생산하는 것이다. 다른 열화학적인 방법으로는 바이오매스를 산소가 없는 분위기에서 고온 처리하여 바이오오일이라는 저급의 액체 연료를 얻거나 부분적으로 산화하여 합성가스( $\text{CO}/\text{H}_2$ )로 가스화하는 방법이 있으나 아직은 상용화 초기 또는 실증 단계에 머물러 있다. 생물학적으로 전환하는 방법으로는 술을 담그는 것과 같은 방법으로 바이오매스를 발효하여 에탄올을 만들어 휘발유를 대체하는 수송용 연료로 사용하는 것과 수분이 포함된 유기성 폐기물을 혐기성소화 하여 메탄이 주성분인 바이오가스를 만들어 열원이나 발전용으로 사용하는 것이다. 물리화학적 전환 방법으로는 동식물성 유지를 에스테르교환반응 시키고 분리 정제하여 경유와 유사한 물성을 보이는 바이오디젤을 만들어 경유를 대체하는 수송용 연료로 사용하는 것과 저급의 유지 자원을 전처리, 처리, 혼합 공정을 거쳐 기력발전용 석유계 중유에 준하는 품질 기준에 맞추어 발전용 연료로 사용하는 것이다.

### 고체 바이오연료

목재펠릿과 우드칩으로 대표되는 고체 바이오연료는 이미 제조 공정이 기술적으로 확립되어 있으며 활용 용도에 따른 품질 기준안 제정도 되어 있다. 톱밥을 압축성형하여 제조하는 목재펠릿은 형태와 크기가 균일하고 운송 및 보관이 용이하며 품질이 안정되어 있어 가정용 보일러, 열병합 발전, 대형발전소에 이르기까지 다양하게 활용된다. 다양한 원료 사용이 가능하고 제조 공정이 단순한 우드칩은 목재펠릿에 비하여 발열량은 낮으나 빠른 연소가 가능하고 가격이 저렴하여 근거리 이송을 통한 환경설비 및 연소 안정성을 갖춘 설비에 사용된다. 그러나 바이오매스 그 자체는 수분 함량이 높고 산소가 포함되어 발열량이 석탄에 미치지 못하므로 증고온 처리하여 수분과 휘발성 성분을 제거함으로써 발열량을 높이는 반탄화 및 탄화 공정을 사용하기도 한다.

## 바이오에탄올과 바이오디젤

바이오에탄올은 사탕수수, 사탕무 등 당류가 주성분인 바이오매스는 발효를 통하여, 옥수수, 고구마, 카사바 등과 같은 전분이 주성분인 바이오매스는 발효 공정 이전에 당화공정을 더하여 생산된다. 발효공정에 효모 또는 박테리아를 사용할 수 있으나 상업적 수준에서는 효모를 주로 사용하며 당화-발효 동시 공정도 개발되어 상업적으로 적용되고 있다. 발효를 통하여 생산된 에탄올의 순도는 10~15%이므로 수송용 연료로 사용되기 위한 99% 이상에 도달하기 위하여 일반적으로 분획 및 탈수로 구성된 정제공정을 거친다. 미국과 브라질이 각각 옥수수와 사탕수수를 원료로 하여 전 세계 생산량의 80% 이상을 차지하고 있으며 휘발유에 5~10% 혼합하여 널리 사용되고 있다. 당 및 전분을 원료로 하는 소위 1세대 바이오에탄올은 상업적으로 생산 기술이 이미 확립되어 있으나 식량을 연료로 사용한다는 윤리적인 문제를 피할 수 없으므로 풀, 나무, 농업 부산물과 같은 셀룰로오스계 원료를 이용한 2세대 바이오에탄올의 생산 기술 개발에 전 세계가 관심을 가져 2010년을 전후하여 상용규모의 시설이 가동되기 시작하였다. 그러나 안정적인 원료 공급 문제와 추가 전처리 공정에 기인한 경제성 미흡으로 일부 상업적 규모의 시설만이 축소 가동되고 있는 실정이다.

바이오디젤은 유지를 알코올과 에스테르교환반응 시켜 생산되는데 상업적으로는 주로 염기 촉매를 사용하고 있다. 산가가 높거나 불순물이 많은 저급의 유지를 원료로 사용하여 경제성을 높이고 환경개선의 효과도 얻기 위한 다양한 정제 및 반응 공정이 개발되어 상업적으로 적용되고 있다. 실제로 폐식용유를 원료로 바이오디젤을 생산하는 공정이 개발 적용되어 수질개선 효과가 있으며 바이오디젤 생산 부산물인 글리세롤을 고가의 화학물질 생산 원료로 활용하여 경제성을 높이는 것이 중요한 이슈 중의 하나이다. 바이오디젤 생산은 대두유를 이용한 미국이 계속 선두를 유지하고 있으나 최근 자국의 팜유를 이용한 인도네시아가 정책적으로 보급률을 높이면서 급격히 생산량을 늘리고 있다. 전통적으로는 독일, 프랑스 등 유럽연합이 유채유를 이용한 바이오디젤 생산을 계속해 왔으며 현재에도 전 세계 생산량의 30%를 차지하고 있다. 유지 원료에 산소가 포함되어 있고 원료 성분에 따라 생산된 바이오디젤의 물성이 다른 데서 오는 여러 문제점을 해결하기 위하여 유지 원료를 수소화 반응시켜서 산소를 제거하고 추가 후처리 반응을 통하여 기존 경유 조성과 유사하여 품질 제약이 거의 없는 차세대 바이오디젤 생산 기술이 개발되어 상용화되기 시작하였다. 이를 수첨 바이오디젤(HBD, Hydrotreated Biodiesel) 또는 보통 식물성 기름을 이용하므로 수첨 식물성 오일(HVO, Hydrotreated Vegetable Oil)이라 부른다.

## 기타 액체 바이오연료

바이오중유는 바이오디젤 공정 부산물 (피치), 동물성 유지, 음식물 쓰레기 기름 (음폐유), 팜 부산물 등과 같이 미활용 되는 저급의 유지 자원을 원료로 하는 기력발전소용 석유계 중유 대체 바이오연료로 우리나라가 세계 최초로 전면 보급하였다. 석유계 중유의 생산 과정인 정제, 증류 없이 전처리, 처리, 혼합 공정을 통하여 생산하는데 원료에 포함된 이물질, 금속분 등 불순물을 여과나 촉매를 통하여 제거하고, 높은 산성의 원료를 중화시키거나 색, 냄새를 제거한 다음, 품질 기준에 맞게 혼합하는 과정을 거친다. 바이오중유의 장점은 기존 중유 발전소를 그대로 활용하고 보일러 연료만 대체하여 친환경 발전이 가능하게 하여 신규 설비 투자비와 민원 발생 여지가 없다는 점이다. 또한 기존 중유 발전 대비 황산화물 100%, 질소산화물 35%, 분진 30%를 줄이는 것으로 분석되었

고 실제로 바이오중유를 100% 전소하는 중부발전 제주기력#3호기에서는 바이오중유를 사용하면 탈질, 탈황 설비의 가동을 중단하여 친환경성을 확인한바 있다.<sup>2)</sup> 발전용 바이오중유의 LCA(전주기) 연구 결과를 보면 바이오중유 발전은 기존 중유 발전에 비하여 지구온난화지수 (GWP, Global Warming Potential) 범주에서 온실가스 81.6% 저감 효과가 발생하고 비생물자원 소모지수 (ADP, Abiotic Resource Depletion Potential) 차원에서 85.9% 저감 효과가 발생하는 것으로 분석되었다.<sup>3)</sup> 바이오항공유는 재생 가능한 원료 또는 폐자원을 다양한 공정을 통하여 합성한 항공 대체 연료로 기존 항공유 대비 온실가스가 최대 80% 저감 가능한 것으로 알려져 있다. 미국 재료시험협회(ASTM)에서는 2009년부터 2020년까지 다양한 원료를 이용한 8가지 생산 공정 기술을 최대 50%까지 혼합이 가능한 것으로 승인하였다. 현재 상용화된 바이오항공유 생산 방법은 HEFA-SPK(hydrotreated esters and fatty acids synthesized paraffinic kerosene)로 불리는 유지의 수소화 공정으로 기술적으로는 확립되어 있으며 폐식용유를 활용하거나 보다 저급의 원료를 활용하여 생산 비용을 줄이고 탄소의 함량을 높이는 데 주력하고 있다. FT-SPK(Fischer-Tropsch synthesized paraffinic kerosene)와 같은 가스화 및 피셔트롭쉬 합성 반응, ATJ-SPK(alcohol-to-jet synthesized paraffinic kerosene)와 같은 이소부탄올 또는 에탄올의 전환 반응, CHJ(catalytic hydrothermolysis jet) 수열분해 (또는 열분해) 액화 공정 등은 현재 개발 중으로 2025년경 상용화될 것으로 기대되고 있다.

바이오매스를 산소가 없는 분위기에서 500℃ 정도의 온도에서 열분해하면 바이오오일이라고 불리는 액체 생성물과 고체, 기체 생성물을 얻을 수 있는데 특히 급속 열분해할 때 액체 생성물 수율을 최대한 높일 수 있다. 바이오매스의 급속 열분해 반응기로는 여러 형태가 개발되어 있으나 유동층과 회전하는 콘 형태가 상용화되어 있으며 순환 유동층 반응기가 가장 널리 활용되고 있다. 바이오매스의 급속 열분해 공정에서 배출되는 가스를 재순환하여 최대한 에너지를 회수하고 생성된 바이오오일을 효과적인 방법으로 급속 냉각 등을 통하여 회수 수율을 최대한 높일 수 있는 연속 공정의 개발에 경제성 확보의 성패가 달려있다. 바이오오일은 15~30%의 수분이 포함되어 있고 탄화수소 연료와는 달리 최대 40~50%의 산소가 포함되어 있으므로 안정성이 높지 않고 에너지 함량이 낮아 (20 MJ/kg 이하) 물리적 처리와 촉매 수소화 반응 등의 업그레이딩(upgrading) 과정을 거쳐야 수송용 연료 등과 같이 활용도를 높일 수 있다. 현재 바이오오일은 상업적으로 보일러 및 열병합 발전 연료로 사용되고 있으며 엔진, 터빈에 활용할 수 있으려면 고온, 고압에서 수소화 반응을 이용하여 업그레이딩 하여야 하는데 아직은 경제성이 없다.

바이오매스를 700~100℃에서 가스화하여 합성가스를 만들고 이를 피셔트롭쉬 반응을 통하여 액체 생성물을 만드는 BtL(Biomass-to-Liquid) 공정은 이미 상용화된 석탄의 CtL(Coal-to-Liquid) 및 천연가스의 GtL(Gas-to-Liquid)에 비하여 아직은 파일럿이나 실증 수준이다.

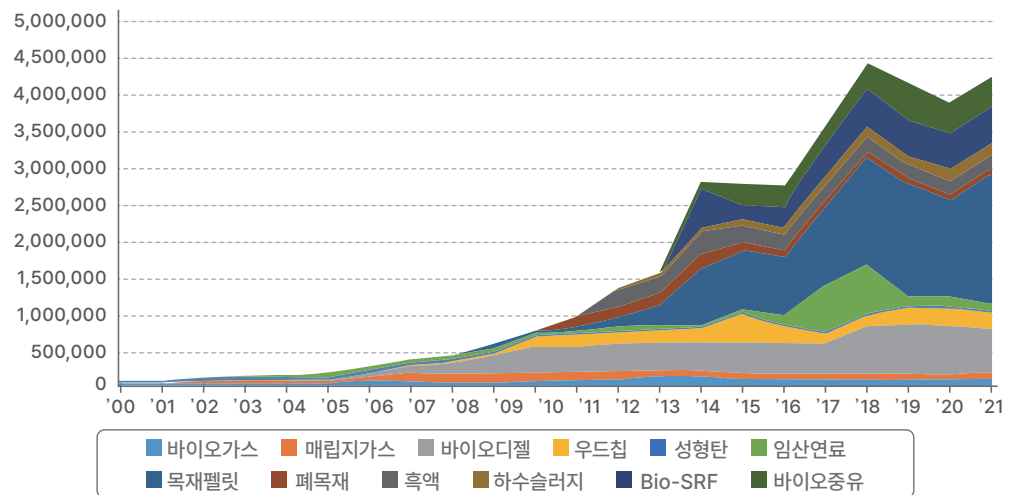
## 기체 바이오연료

유기성 폐기물을 다양한 혐기성 미생물 군집에 의해 분해하여 메탄과 이산화탄소로 전환하는 혐기성 소화는 전 세계적으로 광범위하게 운영되는 기술로서 폐기물의 처리와 동시에 에너지를 생산하는 장점이 있고 바이오가스를 발생시키고 남은 소화액은 비료로 사용할 수 있다. 바이오가스 생산 공정 기술은 이미 상당 부분 정립된 상태이지만 현지의 여건에 맞도록 최적화하여 실제 적용하는 부분이 중요하다. 유럽연합은 바이오가스의 최대 생산 지역이며 특히 독일의 유럽 바이오가스 설비 용량의 2/3를 보유하고 있다. 혐기성 소화를 통하여 생성된 바이오가스는 주성분이 50~80% 메탄, 20~40% 이산화탄소이며 0.05~1% 소량의 황화수소와 수분, 실록산(siloxane) 등의 불순물을 포함하는데 여기에서 분리, 정제를 통하여 99% 이상의 고순도 메탄을 생산하는 것이 최근 중점 개발 분야이다. 바이오가스는 열원이나 발전용 연료로 사용할 수 있으며 정제 및 고질화 된 바이오가스는 바이오메탄이라 불리며 천연가스의 완벽한 대체원으로서 기존 가스 관망을 통하여 보급되거나 수송용으로도 사용될 수 있다.



## 제 3장 국내 주요 바이오연료의 현황

### 개요



<그림3> 국내 연도별 바이오연료 생산량 (toe) <sup>4)</sup>

국내에서는 바이오연료를 바이오가스, 매립지가스, 바이오디젤, 우드칩, 성형탄, 임산연료, 목재펠릿, 폐목재, 흑액, 하수슬러지 고형연료, Bio-SRF(Biomass-Solid Refuse Fuel), 바이오중유로 구분한다.<sup>5)</sup> 그림 3에서 연도별 바이오연료 생산량을 보면 2012년 이후 목재펠릿과 Bio-SRF를 중심으로 한 고체 바이오연료의 비중이 크게 증가하여 지금도 대부분을 차지하고 있으며, 바이오디젤과 바이오중유의 액체 바이오연료는 크게 증가하고 있지는 못하나 20% 정도의 비중을 차지하고 있고, 바이오가스와 매립지가스의 기체 바이오연료는 5% 정도 선에 머물러 있다. 해외와 비교하면 보통 휘발유에 10%까지 혼합하여 널리 보급되고 있는 바이오에탄올이 아직도 도입조차 되고 있지 않는 큰 차이가 있다.

### 국내 신재생에너지 보급 활성화 제도

2012년 일정 규모 (500 MW) 이상의 발전 설비를 보유한 발전사에 총발전량의 일정 비율 이상의 신·재생에너지 발전 의무를 부과한 신·재생에너지 공급 의무화 제도(RPS, Renewable Portfolio Standard)가 시행되었다. 그러자 석탄을 이용하는 방식과 가장 유사한 목재펠릿을 발전소 연료로 선호하여 이때부터 수입량이 급격히 증가하였고 폐지, 농업 부산물, 폐목재, 풀 등 가연성 고체 폐기물을 사용하여 품질 등급 기준에 적합하게 제조한 고체 연료인 Bio-SRF 사용량도 많이 증가하였다. RPS에 의한 연도별 신·재생에너지 발전 의무 공급량은 신·재생에너지 발전량을 제외한 총발전량에 의무 비율을 곱하여 정해지는데 2012년 2%를 시작으로 매년 0.5%씩 증가하여 2017년 4%로 하고 다시 2023년까지 매년 1%씩 증가하는 것으로 하였다. 2020년 관련 법규를 개정하여

2021~2023년 8, 9, 10%를 9, 10, 11%로 정하였으며 2021년 10월에는 보다 적극적으로 2022년 12.5%, 2023년 14.5%, 2024년 17%, 2025년 20.5%, 2026년 이후 25%를 목표로 하는 개정령을 입법 예고하였다. 그러나 현 정부에서는 현실성을 고려하여 2023년 1월에 2023년 13%, 2024년 13.5%, 2025년 14%, 2026년 15%, 2028년 17%, 2029년 22.5%, 2030년 이후 25%로 목표를 하향 조정하였다. RPS 제도 하에서 신·재생에너지 공급 의무자가 의무공급량을 이행하기 위하여 직접 신·재생에너지 발전을 하면 되지만 현실적인 제약이 많은 경우가 대부분이므로 이때에는 다른 신·재생에너지 발전사업자로부터 공급인증서(REC, Renewable Energy Certificate)를 구입하면 된다. 의무를 불이행하면 평균 거래 가격의 150% 이내의 과징금이 부과된다. REC는 신·재생에너지 발전 설비로 얻어내는 1MWh의 전기 생산에 대한 인증서로서 전력거래량에 가중치를 곱한 값을 1MWh로 나누어 발급한다. 2021년 REC 발급량을 보면 태양광이 52%, 바이오연료가 22%를 차지하고 있어 태양광의 비중이 급격히 증가하고 있기는 하지만 여전히 바이오연료의 비중이 높다는 것을 알 수 있다. 현재 바이오연료와 관련된 REC 가중치는 표 1에 요약하였다. RPS의 시행에 따른 목재펠릿의 수요는 거의 수입에 의존하는 문제가 있었지만 2018년 국내 미이용 산림 바이오매스의 발전 연료로서 REC 가중치가 부여되면서 2016년 3%까지 떨어졌던 자급률이 2020년 10.2%, 2022년 15.9%까지 높아졌다.<sup>6)</sup>

**표 1 바이오에너지 REC 가중치**

| 구분                  | 가중치       |
|---------------------|-----------|
| 목재펠릿·우드칩 전소 / 혼소    | 1.0 / -   |
| 미이용 산림바이오매스 전소 / 혼소 | 2.0 / 1.5 |
| Bio-SRF 전소, 흑액      | 0.25      |
| 매립지가스 / 바이오가스       | 0.5 / 1.0 |
| 바이오중유               | 1.0       |
| 생물기원 유기성 폐기물*       | 1.0       |

\* 가축분뇨 고체연료, 하수슬러지 고형화 연료

2015년에는 수송용 연료에 신·재생연료를 일정 비율 이상 의무적으로 혼합하도록 하는 신·재생연료 혼합 의무화 제도(RFS, Renewable Fuel Standard)가 우리나라에도 시행되었다. RFS는 미국이 2007년 9월부터 시행하여 휘발유에 바이오에탄올을 혼합하기로 한 바이오연료 혼합 의무화 제도이지만 우리나라는 경유에 바이오디젤을 의무 혼합하는 제도로 시작하였다.

## 바이오디젤

국내 바이오디젤의 보급은 2002년 환경개선(대기오염 및 온실가스 감축)을 위한 정책의 하나로 환경부의 요청으로 산업부가 이를 수용하면서 시작되었으며 실제로는 2002년 월드컵 대비 대기질 개선을 위해 초저유황 경유(ULSD, Ultra Low Sulfur Diesel)를 사용하기로 하였으나 ULSD의 윤활성 저하 문제가 해결되지 않아서 친환경이면서 윤활성이 우수한 바이오디젤을 5~10% 혼합하는 방안으로 추진되어 시범 보급이 시작되었다. 2002년 이전 바이오디젤 보급을 위한 전제로 국내 4대 정유사에 바이오디젤 생산 및 혼합을 제안하였으나 이를 수용하지 않아 중소기업체를 기반으로 하여 바이오디젤 설비투자 및 생산 체계가 구축되었다. 이후 바이오디젤 생산업체는 2007년 20개사, 2010년 23개사까지 증가하고 생산 규모도 확대되었으나 바이오디젤 혼합률 증가 폭이 더디고 정유사의 최저가 입찰 경쟁으로 인한 경제성 악화로 많은 업체가 도산하고 폐업하여 2015년 이후 현재까지 7개 업체만이 남아있다. 2006년 바이오디젤이 상용화되면서 정부는 2007년 제1차 바이오디젤 중장기 보급계획에 따라 정부와 정유사 간의 자발적 협약으로 경유 내 바이오디젤 혼합률을 0.5%로 출발하여 매년 0.5%씩 증가시켜 2012년 3%, 중장기적으로 5%까지 늘리겠다는 로드맵을 제시하고 이를 면세 혜택을 주어 시행하였다. 2010년 12월 2차 계획에 따라 목표가 후퇴하여 혼합률이 2% 그대로 유지되었고 2012년부터 면세 지원을 하지 않고 혼합이 의무화되었다. 2015년에는 RFS가 시행되면서 혼합률은 2.5%, 2018년부터 3%, 2020년 말에 재검토하기로 하였다. 그러나 코로나 사태로 2020년 말로 예정되었던 결정이 늦춰져 2021년 7월부터 2023년까지 3.5%, 2024~2026년 4.0%, 2027~2029년 4.5%, 2030년 5.0%까지 확대하는 것으로 정해졌다. 현 정부에서는 차세대 바이오디젤을 도입하여 2030년 8%까지 목표를 높이겠다고 발표하였다. 현재 국내 바이오디젤 생산업체는 7개사로 2022년 국내 판매량은 797,622 킬로리터로 2021년 대비 5.7% 증가하였으며, 수출량은 218,623 킬로리터로 2021년 대비 1.5배 이상 증가하였고 금액으로는 5,014억원으로 2021년 대비 44% 증가하였다.<sup>7)</sup>

## 바이오중유

2014년부터 5년간 4개(중부, 서부, 남부, 동서) 발전사 및 한국지역난방공사와 21개 생산업체가 참여하는 시범 보급사업을 통하여 발전소 연료에 적합한 품질의 바이오중유를 생산하고 이를 각 발전소에서 실증 테스트 완료하여 2019년 3월 15일부터 전면 보급되기 시작하였다. 바이오중유 생산업체는 한때 22개사까지 있었으나 2018년 9개사, 2019년 7개사, 현재 5개사로 줄어들었다. 기존 기력발전기 기준으로 설정된 국가전력수급기본계획에 따라 점차 기력발전기의 폐지가 예정되어 있어 바이오중유 발전량의 급감이 예상되는데 2022년 바이오중유 생산량은 459,353 킬로리터로 2021년 대비 14%가 감소하였다.<sup>8)</sup>

국제해사기구의 선박용 연료 황 함량 규제가 IMO2020으로 3.5%에서 0.5%로 대폭 강화됨으로써 이에 대한 대응과 향후 해운 분야에서의 탄소 감축을 위하여 바이오중유의 선박 연료유로의 활용이 기대되고 있다. 실제로 2019년부터 바이오중유를 친환경 선박유로 활용하기 위한 추진체 성능, 연료 품질, 안전성 검증, 온실가스 감축 인증을 포함한 육상 테스트, 해상 테스트가 진행되었다. 2023년 6월 정부의 발표에 따르면 2023년 7월부터 2024년까지 바이오선박유 실증을 완료하고 2025년부터 국내 상용화가 가능할 것으로 예상된다.

## 제 4장 제언 및 결론

### 바이오매스 원료 확보

국내 활용 가능한 산림 및 농업 부산물 자원의 확보를 위하여 임도의 개발 및 확대 등 중장기적인 계획에 의한 접근이 필요하다. 또한 국내 기업이 개발한 해외농장을 통하여 확보한 바이오매스에 대하여 해외 자원개발 의미의 국산화로 인정해야 하며 원료 자체의 수송이 비경제적일 경우 1차 가공 후 도입하는 방법도 고려하여야 한다. 식량이나 사료로 이용되는 당질계, 전분계 바이오매스를 이용한 바이오연료에 대한 부정적인 인식이 확대되고 있으므로 차세대 셀룰로오스계 원료 확보를 위한 에너지 작물 개발, 전환 기술 개발, 미활용 자원의 최대한 활용 등에 노력하여야 한다. 삼면이 바다이며 해조류 양식 기술이 세계 최고 수준인 국내 특성을 고려하면 바이오연료 자원으로서 해조류의 대량 양식 및 전환 기술 개발에 대한 중장기적인 접근도 필요하다.

### 바이오연료의 활성화 방안

바이오연료를 막연한 환경오염원으로 인식하는 부정적인 시각을 개선하기 위한 다각적인 노력이 필요하며 바이오연료가 기저부하의 해결이 가능한 유일한 재생에너지이며 탄소중립 달성을 위한 가장 현실적인 대안임을 널리 홍보하여야 한다. 바이오에탄올 도입 및 다양한 바이오연료의 개발, 보급을 위한 제도적, 정책적인 지원이 필요하며 기존 기력발전소를 폐지하지 않고 바이오중유로 전환하는 것도 고려하여야 할 것이다. 바이오중유의 선박용 연료로의 활용 확대와 바이오항공유의 개발, 보급과 같은 국제적인 환경규제 강화와 온실가스 감축 환경에 적극 대응하며 연료로서의 저가 한계성을 극복하기 위하여 연료와 고가 화학물질을 병행 생산하는 하이브리드 설비의 개발 및 보급도 필요하다.

## 제 5장 참고문헌

- 1) 한국에너지공단 신·재생에너지센터 자료 (2023. 4. 17).
- 2) 발전용 바이오중유 상용화 기반마련 연구, 한국석유관리원, 2017. 11. 30.
- 3) 발전용 바이오중유 상용화 기반마련 연구, 한국석유관리원, 2017. 11. 30.
- 4) 한국에너지공단 신·재생에너지센터 자료 (2023. 4. 17).
- 5) 한국에너지공단 2015년 신재생에너지센터 보급통계 (2016년판).
- 6) 산림청 자료
- 7) 한국바이오에너지협회 제공 자료
- 8) 한국바이오에너지협회 제공 자료

(기술·연구·표준) 동향

# 탄소중립연료로서 바이오연료 개관



한양대학교



본 이슈 리포트는 산업통상자원부의 국가 표준 기술력 향상 사업인 '수송 및 발전 분야의 바이오연료 보급 활성화 기반 조성' 과제의 수행 일환으로 제작되었습니다.