

신·재생에너지 알아보기

5차시. 바이오연료

1. 바이오연료의 개요

가. 바이오연료¹⁾

- 고유가 시대가 지속되면서 에너지원 다양화, 석유 고갈위기 대응, 환경 개선 등을 위하여 미래 산업화 가능성이 큰 신재생에너지 분야인 바이오연료에 많은 주목을 하고 있다.
 - 바이오연료는 신재생에너지의 일종으로 바이오에탄올과 바이오디젤로 크게 구분된다.
- 온난화 대응과 석유계 수송연료 대체의 가장 실질적인 수단으로 바이오연료가 주목받고 있다.
- 국제에너지기구(IEA: International Energy Agency, 2011)는 바이오연료가 운송 분야에서 CO₂의 배출 저감에 중요한 역할을 할 수 있으며, 바이오매스에 기반을 둔 수송연료가 석유계 수송 연료를 2050년 27%까지 대체할 것으로 예측하였다.
- 미국, EU와 같은 선진국들은 각각 바이오에탄올과 바이오디젤을 화석연료를 대체할 수 있는 주요 에너지원으로 개발하여 상용화하는 단계에 있다.
 - 정부차원의 집중적인 지원 및 투자를 통해 바이오에너지 산업을 국가 전략 산업으로 육성하고 있다.

나. 바이오연료의 분류

- 바이오연료는 크게 바이오에탄올과 바이오디젤로 분류될 수 있다. 이는 수송용 연료로서 세계적으로 주목을 받고 있는 에너지이며, 경제성, 에너지 효율면에서 미래 성장가능성이 크다. 바이오디젤은 주로 식물성 기름으로 만들어지며, 이는 기존 디젤엔진에서도 사용이 가능하므로 비교적 단기간 내에 보급확대가 가능한 것으로 평가되고 있다. 또한 바이오에탄올은 주로 사탕수수나 옥수수를 원료로 하며 사용 시에는 기존 엔진을 교체할 필요가 있다.

<표 1> 바이오디젤과 바이오에탄올의 비교

바이오디젤	바이오에탄올
<ul style="list-style-type: none"> ◦디젤의 대체연료 ◦주로 식물성 기름으로 만들어짐 ◦기존 디젤엔진에서도 사용가능하여 비교적 단기간 내에 보급확대 가능 ◦추출가능한 원재료가 제한적임 	<ul style="list-style-type: none"> ◦휘발유의 대체연료 ◦사탕수수나 옥수수를 원료로 하나, 이론적으로는 모든 식물을 원료로 사용가능함 ◦수송용 연료로 사용 시 기존 엔진 교체필요 ◦곡물을 원료로 사용할 경우 식량문제와 경합할 수 있어 값싼 원료 선정이 가장 중요

자료 : 삼성경제연구소 '미국의 바이오에너지 정책 및 시사점'(2007)

다. 바이오연료의 특징

- 바이오연료는 수송용 연료로 활용되며 기존 인프라(주유시설, 연료시스템)에 최소의 변화만을 가하여 이용할 수 있으며, 자연에 풍부한 바이오매스로부터 생산될 수 있어 고유가 시대에 화석연료 대체 및 지구 온난화를 유발하는 온실가스 배출 저감수단으로 주목받고 있다.

1) 한국환경정책·평가연구원 '해조류를 이용한 바이오연료의 환경 친화적 적용을 위한 기초연구' (2011)

<표 2> 바이오디젤의 공해물질 배출 감소효과

구분	100% 바이오디젤	20% 바이오디젤
총 탄화수소(THC)	-93%	-30%
황산화물(SOx)	-100%	-20%
일산화탄소(CO)	-50%	-20%
다환방향족화합물(PAH)	-80%	-13%

자료 : 삼성경제연구소 '미국의 바이오에너지 정책 및 시사점'(2007)

- 바이오연료의 원료는 대부분 물과 온도조건을 만족하게 되면 어느 곳에서나 얻을 수 있으며 자원고갈 문제가 화석연료에 비해 상대적으로 낮아 풍부한 자원을 활용할 수 있다는 측면에서 긍정적이거나, 옥수수과 같은 식량자원을 이용할 경우 토지 이용면에서 농업과 경합하며 애그플레이션²⁾의 위험이 있을 수 있으며, 자원의 산재에 따른 운송비의 부담이 있을 수 있다.

<표 3> 바이오연료의 장단점

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ○ 풍부한 자원과 큰 파급효과 ○ 환경 친화적 생산시스템 ○ 환경오염의 저감(온실가스 등) ○ 생성에너지의 형태가 다양 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자원의 산재에 따른 운송비용 부담 ○ 다양한 자원에 따른 이용기술의 다양성과 개발의 어려움 ○ 과도 이용 시 환경파괴 가능성

자료 : 신재생에너지센터, '바이오에너지'(2007)

2. 바이오매스 종류에 따른 바이오연료 생산기술 현황¹⁾

가. 바이오디젤의 생산기술 현황

- 바이오디젤은 동·식물유와 같은 에너지원으로부터 에스테르 교환반응을 통해 만들어지는 모노알킬 에스테르로서 석유계 디젤과 유사한 성질을 가지고 있다. 바이오디젤은 일반적으로 다음과 같은 장점을 가진 것으로 알려져 있다.
 - 지속적으로 제공될 수 있는 재생 가능한 연료이다.
 - 물에 수 주 내에 98% 생분해 가능하며 황화물의 함유량이 적어 현저한 매연물질 저감률을 나타낸다.
 - 화석연료보다 연소 배출이 적으며, 이산화탄소를 발생시키지 않는다.
 - 별도의 장치 없이 기존 디젤 엔진에 사용할 수 있고 효율도 좋다.
 - 산소함량이 높아 석유에서 생산된 디젤 연료에 비해 연소능이 뛰어나다.

(1) 제1세대 바이오매스 : 식용작물

- 현재 바이오디젤의 대부분은 식량기반 1세대 원료인 팥(43.1%), 대두(18.4%)를 주원료로 사용하고 있어

2) 농업(Agriculture)과 인플레이션(Inflation)의 합성어로 농산물 가격급등에 따른 물가상승을 의미함

안정적인 원료 수급이나 환경 훼손, 가격 경쟁력 측면에서 지속 가능성에 한계가 있을 수 있다. 식량자원을 원료로 한 바이오디젤은 환경문제뿐만 아니라 식량위기문제를 초래할 수 있으므로 이를 규제할 국제적인 기준이 요구된다. 제1세대 바이오매스를 원료로 한 바이오연료의 생산은 다음과 같다.

- 유리지방산의 함유율이 낮고 수분을 포함한 공정 오염물의 농도가 낮은 장점을 가진다.
- 기후, 계절 등에 의해 원료 수확량의 변동이 많고 최근 식량 파동에 따른 곡류 가격 상승으로 생산 및 보급화에 어려움이 있다.
- 식물유의 정도는 석유계 디젤연료의 정도보다 10~20배 높아 연료 분무 특성이 떨어지고 완전연소의 어려움이 있어 노즐 코킹 막힘 현상과 탄소의 실린더 내부 축적 및 오일 링의 고착, 식물류의 침적에 따른 윤활유 점도 상승 등 여러 문제점을 발생시킬 수 있다.

(2) 제2세대 바이오매스 : 비식용작물과 폐유/동물성 지방

- 바이오디젤의 원료로서 식용 오일에 대한 의존도를 낮추기 위하여 비식용공급원을 사용한 바이오디젤 생산 기술이 개발되었다. 자트로파, 마후아, 호호바오일, 담배 종자, 연어기름, 바다 망고와 같은 에너지 작물이 2세대 바이오디젤 공급원의 대표적인 예이다. 또한 음식점의 수지, 쇠고기 수지와 돼지고기 기름과 같은 요리 폐유도 2세대 공급원으로 사용된다.
- 현재 국내에 수입되는 식용유의 양은 연간 100만 톤 이상으로 파악되며 이 중 환경에 버려지고 있는 폐식용유의 양은 약 20만 톤으로 추정된다.
- 마땅한 재활용 방안이 없기 때문에 토양과 수질을 오염시키는 물질로 인식되어 왔으나, 이를 바이오연료로 전환하는 것은 바람직하다고 할 수 있다.

<표 4> 제2세대 바이오매스 유래 바이오연료의 장·단점

장 점	<ul style="list-style-type: none"> - 1세대 공급원과는 달리 식량과 경쟁을 하지 않는다. - 비식용 오일이 식용 오일을 이용한 바이오디젤 생산보다 더 효율적이며, 더 친환경적이다. - 비식용 작물은 식량 작물의 재배가 적합하지 않은 황무지에서도 재배할 수 있으며, 혼합 작물로도 바이오디젤을 생산할 수 있다. - 화학 공정 또는 열 및 전력생산에 사용할 수 있는 유용한 부산물이 생산된다. - 동물성 지방 메틸 에스테르를 사용할 경우, 1세대 공급원을 사용할 때보다 고세탄가, 비부식성이 뛰어나다.
단 점	<ul style="list-style-type: none"> - 연료 생산량이 충분하지 않을 수 있다. - 낮은 기온에서의 효율이 상대적으로 낮다. - 대부분의 동물 지방은 화학분해(에스테르 교환반응)가 어려운 포화지방산을 많이 함유하고 있어 생산 과정에서 문제가 된다.

(3) 제3세대 바이오매스 : 미세조류

- 세계 미래회의 톱 10 미래예측에 따르면 “미세조류는 새로운 오일의 원료가 될 것”으로 전망하고 있다. 바이오매스로서의 미세조류는 다음과 같은 많은 장점을 지니고 있다.

- 미세조류는 비식용자원으로서 세계의 식량난에 영향을 주지 않으며 식용작물을 이용한 바이오디젤 생산에 비하여 환경적 영향이 상대적으로 적다. 다른 작물들이 자랄 수 없는 불모지에 배양할 수 있으며 폐수에서도 생장할 수 있어서 폐수 정화효과도 있다.
- 미세조류 중에서 얻을 수 있는 오일의 생산량(Gallons/acre/yr)은 <표 8>에서와 같이 대두, 자트로파, 기름야자의 오일의 양과 비교하였을 때 더 높은 수율을 나타낸다. 대두는 매년 에이커 당 50갤런의 오일을 생산하고 인도네시아에서 많이 생산되는 자트로파는 약 200갤런을 생산하는데 비해 미세조류는 최소 1,000갤런 이상을 생산하는 것으로 나타났다. 환경조건이 최적화될 경우 6,000갤런까지도 가능한 것으로 알려져 있다.

<표 5> 바이오매스별 오일 수율의 비교

(단위 : Gallons/acre/yr)

바이오매스	오일 수율
대두	48
카멜리나(Camelina)	62
해바라기	102
자트로파	202
팜	635
미세조류	1000~6500

나. 바이오에탄올의 생산기술

- 바이오에탄올은 효모(yeast)나 박테리아 등의 미생물을 이용하여 당을 포함하거나 당으로 전환될 수 있는 녹말이나 섬유소를 포함한 바이오매스를 발효시켜 생산된다. 이는 휘발유나 혼합연료(gasohol), 산화물(Ethyl Tertiary Butyl Ether, ETBE)의 혼합연료 혹은 수화에탄올(에탄올 95%+물 5%)로 기존의 내연기관에 사용될 수 있으며 공연비(Air/Fuel ratio)를 낮게 유지할 수 있다.
- 또한 증발잠열과 옥탄가가 높으며 화염온도가 낮은 등의 수송용 대체연료로서 우수한 특성을 가진다. 에탄올이 5% 이하인 경우에는 기존 엔진을 그대로 사용할 수 있으며, 비율이 높아짐에 따라 탱크나 연료파이프 및 밸브 등의 개선이 필요하다.

(1) 제1세대 바이오매스 : 식용작물

- 현재 상업적 규모의 바이오에탄올은 주로 1세대 바이오매스인 사탕수수(브라질, 콜롬비아 등)와 옥수수(미국, 유럽연합, 중국 등지)와 같은 당질계 및 전분작물을 이용하여 생산되고 있다.
- 2008년 바이오에탄올의 전체 생산량은 173억 갤런에 달하였다. 생산된 에탄올은 휘발유와 혼합된 가솔린(gasohol) 및 경유와 혼합된 E-디젤(E-diesel)의 형태로 가공되어 수송용 액체연료로 사용되는 것이 일반적이다.
- 옥수수의 대규모 배양을 위하여 토지이용의 변화를 유발하였을 경우 등의 간접 방출 효과도 함께 고려해야 하며, 삼림지를 파괴하면서 농지면적을 확장한다면 오히려 온실가스 배출을 증가시키게 된다. 또한 식량가격이 상승하고 비료와 농약 등을 비롯한 농자재의 남용과 환경문제를 일으킬 수 있다는 문제점이 제기되고 있다.

(2) 제2세대 바이오매스 : 리그노셀룰로오스계

- 바이오에탄올은 2세대 바이오매스인 리그노셀룰로오스 물질-작물의 잔재, 잔디, 톱밥, 우드칩, 오니, 가축 분뇨 등에서 생산된다.
- 리그노셀룰로오스는 세계 곳곳에 풍부하게 존재하며 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 높은 함량으로 인해 바이오에탄올 생산에 사용될 수 있다.
- 당질계 혹은 전분질계 바이오매스에 비해 가수분해가 어려울 뿐만 아니라 리그노셀룰로오스를 에탄올로 전환하기 위하여 세 단계인 전처리, 가수분해, 발효를 거치게 된다.

(3) 제3세대 바이오매스 : 거대조류(Macroalgae)

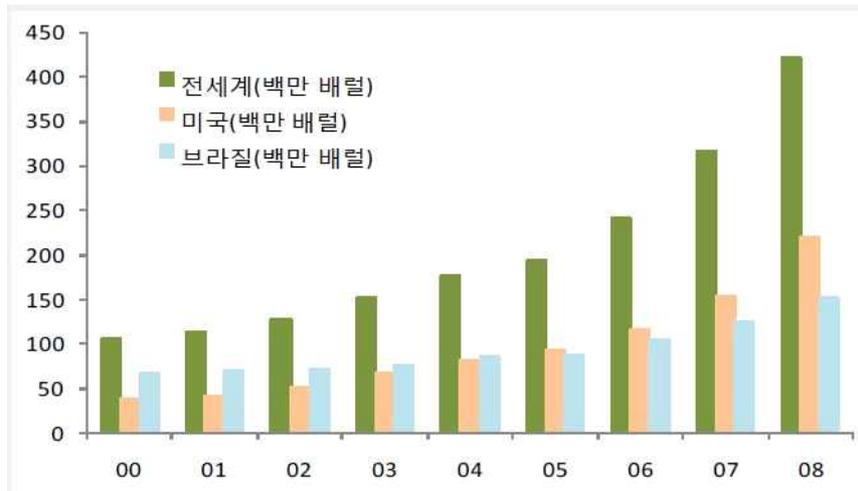
- 미역이나 다시마 등의 해조류는 지구 온난화의 주범으로 꼽히는 이산화탄소의 흡수 능력이 매우 뛰어난 것으로 알려져 있다.
- 우리나라는 세계 4위의 해조류 생산국이며 삼면이 바다인 지형적인 특성으로 재배 가능한 면적이 넓어 해조류 양식이 온실가스 저감을 위한 새로운 방안으로 제시되고 있다.
- 다세포성 거대조류에는 녹조류, 홍조류, 갈조류가 있으며 이들은 성장속도가 매우 빨라 60m까지 자랄 수 있다.
- 거대조류는 종에 따라 차이는 있지만, 일반적으로 섬유질과 다양한 당류(전분)를 포함하고 있어 에탄올 생산에 유리하고 특히 갈조류는 목질계와는 달리 리그닌 성분이 없으며 셀룰로오스 함량도 낮아 생물학적 분해하기 쉬운 장점을 가진다.
- 전처리 및 당화공정이 간단하고, 총 에너지 전환 수율이 낮아 대규모 양식을 통하여 원료를 확보한다면 당질계 및 전분질계 수준의 공정 비용으로 바이오에탄올을 제조할 수 있으며, 홍조류 역시 에탄올 발효에 이용될 수 있는 탄수화물의 구성성분비가 높아 바이오에탄올 생산에 적합하다.

3. 바이오연료의 해외동향

가. 시장개황³⁾

- 현재 미국, 브라질을 선두로 바이오연료에 대한 관심이 증대되고 있다. 세계 바이오에탄올 생산량은 2000년 이후 연평균 20%대의 증가율을 보이고 있으며 브라질과 미국이 전체 생산량의 대부분을 차지하고 있다. 오바마 정부는 온실가스 배출을 줄이고 석유 등 화석연료에 대한 의존도를 낮추기 위해 바이오연료 생산을 촉진할 것이라고 밝히면서 환경보호청(EPA : Environmental Protection Agency)을 통해 2009년 110억1천만 갤런 수준의 바이오연료 생산량을 오는 2022년까지 연 360억 갤런 수준으로 늘리도록 의무화한다고 발표하였다. 브라질도 현재 11개의 전용 생산시설을 2013년까지 24개로 늘릴 계획에 있다. 또한 미국과 브라질 주도로 2007년 에탄올의 대량생산과 자원화를 위한 '국제 바이오 에너지 포럼'이 창설되었다.
- 주요 선진국의 대체에너지 사용량 중에서 바이오연료의 비율은 기술개발 및 규모의 경제시현 등으로 비용문제가 일부 해소되면서 30~50%로 매우 높은 편이다. 또한 최근 3년간 국제유가는 연평균 27%씩 상승하였고 화석연료 고갈 및 에너지 시장 불안정 심화로 바이오 에너지에 대한 관심은 확대되고 있다.

3) 에너지경제연구원, '바이오에너지산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구' (2008)

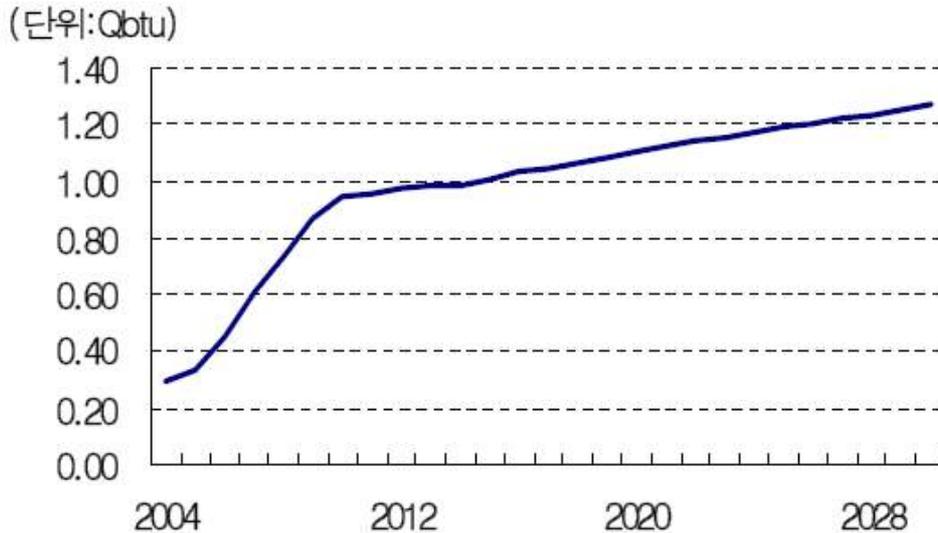


<그림 2> 전세계 에탄올 생산량 추이

자료 : F.O.Licht, Bloomberg, (2008)

나. 미국시장

- 미국에서는 2002년 이후 바이오에탄올과 바이오디젤의 생산량이 지속적으로 증가하였으며 부시 대통령의 바이오에너지 관련 선언 이후 2030년까지 매년 평균 5%의 성장률을 보일 것으로 에너지정보청(EIA : Energy Information Administration)은 예측하고 있다.



<그림 3> 미국의 바이오연료 소비추이와 전망

주 : 1btu = 0.252Kcal

자료 : EIA (Energy Information Administration)

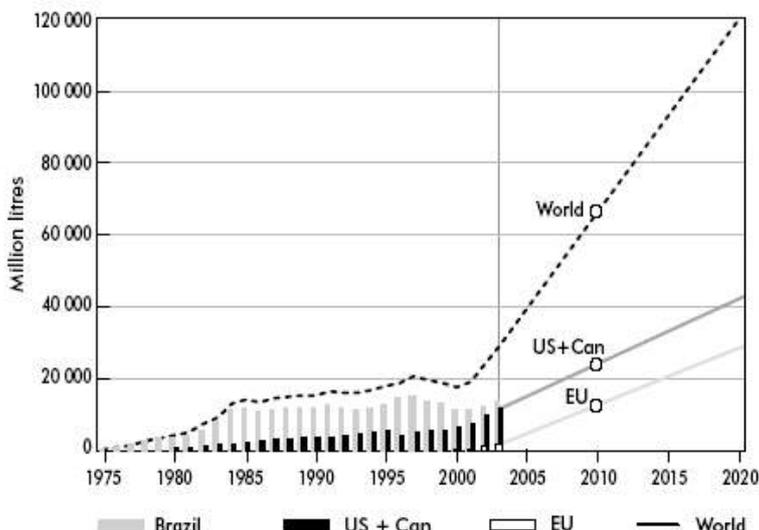
- 미국은 정부주도로 바이오에너지 기술개발과 보급이 이루어지고 있으며, 중앙정부가 바이오연료 의무혼합제(RFS : Renewable Fuels Standard)를 제정하여 운영하고 있으며 향후 10년간 180억 달러 규모의 세금감면 혜택을 부여할 계획이다.

* **바이오연료의무혼합제(RFS)** : 시장판매연료 중 일정비율을 바이오연료로 공급하도록 연료공급회사에 의무화 하는 제도, 프랑스는 도시지역에서 판매되는 디젤연료에 바이오디젤을 30% 이상 혼합하도록 의무화하였으며, 독일은 2007년부터 자동차 연료에 바이오에탄올을 2% 이상 의무적으로 혼합하도록 하고 있다.

- 또한 생산자, 소비자, 수입자 모두에게 적용되는 다양한 세제지원을 시행중에 있다. 2004년 에탄올 소비세 공제(VEETC : Volumetric Ethanol Excise Tax Credit) 법안 개선을 통해 소규모 생산자에게 세제지원을 하고 있으며 수입 에탄올에 대하여 낮은 관세율을 적용하고 있다.

다. EU시장4)

- 바이오디젤의 보급에 가장 적극적인 EU는 해외 수입 석유에 대한 의존도를 줄이고 지구 온난화 문제해결을 위해 교토 협약에 의해 설정된 CO₂ 감축 목표를 달성하는 유력한 수단으로서 수송용 연료인 바이오연료의 보급 확대를 위한 목표를 설정하고 목표달성을 위한 구체적인 이행 방안을 시행 중에 있다.



<그림 4> 전 세계 바이오에탄올 추정치

- EU의 계획에 따르면 2003년 2%인 바이오연료 점유율을 2010년까지 5.75%로 높이고 2020년까지 10%로 높이는 것으로 되어있다. <표 7>은 EU의 연도별 바이오연료 보급 계획을 나타낸 것이다. 계획에 따르면 향후 5년간 바이오디젤의 보급은 매년 25% 이상 증가하는 것으로 되어있다.

<표 7> EU의 연도별 바이오연료 보급 목표

(단위 : 천톤/년)

년도	바이오에탄올	바이오디젤	바이오연료	점유율(%)
2005	2,341	2,532	4,873	2.0
2006	3,219	3,482	6,701	2.75
2007	4,096	4,431	8,527	3.50

4) 한국환경정책·평가연구원, ‘바이오연료(바이디젤, 바이오에탄올)의 환경·경제성 분석 및 보급 확대방안 연구’ (2007)

2008	4,974	5,381	10,355	4.25
2009	5,852	6,331	12,183	5.0
2010	6,730	7,280	14,010	5.75

출처 : 한국에너지기술연구원, 수송용 바이오연료의 개발과 활용현황(2006)

- EU 국가들은 다양한 지원정책을 시행하고 있으며 이러한 정책의 대표적인 사례로는 차량용 연료에 부과되는 특별소비세의 감면과 공공부분에서의 의무 사용 등이 있다.
- EU 국가 중에서도 바이오디젤의 보급에 가장 적극적인 독일은 경유에 부과되는 광유세(Mineral oil Tax)와 환경세(Eco-Tax)를 면제하여 바이오디젤의 소매가격을 경유에 비해 10% 가량 낮게 형성되도록 조정함으로써 바이오디젤의 보급 확산을 유도하고 있다.
 - 이러한 독일 정부의 정책지원에 힘입어 독일의 바이오디젤 생산 용량 및 보급량은 급속하게 증가하고 있다.
- 독일 다음으로 많은 바이오디젤을 생산, 보급하는 프랑스는 세제 감면 혜택 뿐만 아니라 공공 부문에서의 의무 사용도 병행하여 시행하고 있다.
- 즉, 대도시의 심각한 대기오염 문제를 해결하기 위해 인구 10만 이상의 대도시 지역에서 운행되는 시내 버스는 일정 기준 이상의 함산소연료(산소 10% 이상 함유)를 의무 사용하도록 하여 버스 업체들은 함산소 기준을 맞추기 위해 바이오디젤을 20% 혼합하여 차량용 연료로 사용하고 있다.
- ※ 미국의 경우 연료에 부과되는 세금이 EU 국가들에 비해 매우 작아 세금의 감면만으로는 바이오연료의 가격 경쟁력 확보가 어려워 의무 사용 조치를 병행하고 있다.

라. 일본시장⁵⁾

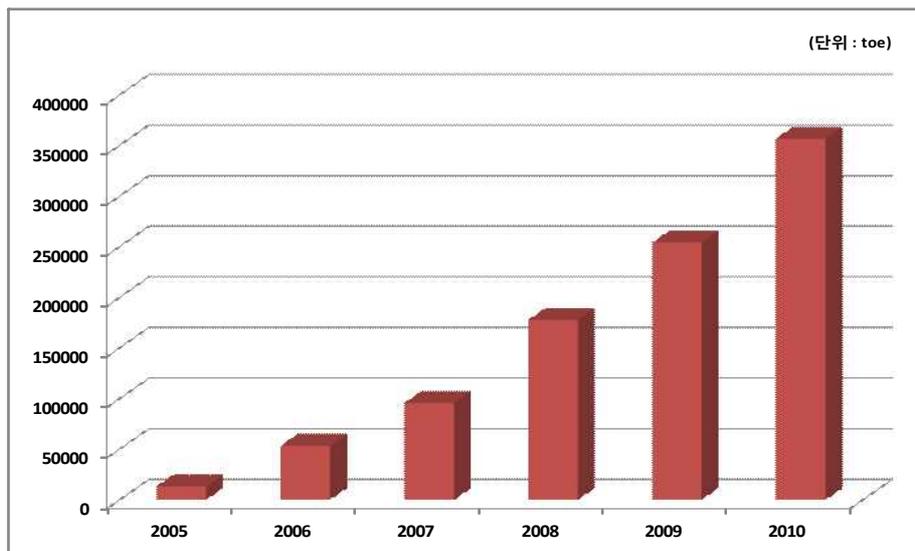
- 2005년 4월에 내각회의에서 결정된 ‘교토의정서 목표 달성 계획’에서는 수송용 연료로서 바이오매스를 이용한 연료의 이용 목표가 50KL(원유환산)로 2006년 3월에 내각회의에서 결정된 ‘바이오매스 일본종합 전략’에서는 바이오매스의 운송용 연료로 이용에 관한 전략적 명기되는 등 일본에서도 바이오연료의 이용 촉진을 위한 시책이 급속하게 추진되었다.
- 2006년 11월에는 아베 총리로부터 지구환경, 지역의 활성화 및 고용, 농업의 활력이라는 관점으로 국산 바이오연료의 생산 확대는 중요하므로 관계 부처에서 긴밀한 협조를 하도록 지시한 바 있다.
- 총리의 지시로 국산 바이오연료의 대폭적인 생산 확대를 위한 검토를 위하여 관계 부처의 국장급으로 구성된 ‘바이오매스·일본 종합 전략추진회의’에서 논의를 진행해왔다.
- 2012년 현재 야마가타현 신조시·수수로부터 연료용 에탄올 제조와 E3 실증 및 재배 시험을 실시하고 있다.
- 현재 바이오연료 원료로 사용되고 있는 것은 사탕수수, 당밀 등의 당질 및 규격 외 밀 등의 전분질 원료 등과 폐기물처리 비용을 징수하면서 원료로 조달할 수 있는 폐기물로서 이러한 원료를 이용하여 2012년까지 바이오연료를 생산해왔다.
- 2030년까지 중장기적인 관점에서는 볏짚이나 목재 등 셀룰로오스(Cellulose)계 원료와 자원 작물 등 다양한 바이오매스를 이용하여 고효율 바이오에탄올을 생산할 수 있는 기술 개발을 통해 국제 가격과 비교하여 경쟁력을 가지는 일본산 바이오연료의 생산 확대를 계획하고 있다.

5) 한국농촌경제연구원, ‘일본 바이오연료산업 동향과 전망’(2012)

4. 국내 바이오연료의 동향⁶⁾

가. 보급현황

- 국내 바이오연료 공급량은 국내 대체에너지 사용량의 11%(2011년 기준)를 차지하며, 향후 지속적으로 증가할 전망이다.
- 바이오디젤의 개발, 보급 및 확대를 위해 2002~2005년까지는 수도권, 전라북도 등에서 바이오디젤 20% 혼합경유(BD20)를 시범 보급하는 사업을 실시하였고, 2006년 7월부터는 전국을 대상으로 일반 주유소에 대해서는 BD5(바이오디젤 5% 이하 혼합경유), 자체 주유소를 갖는 운송 업체 등 특정 수요처에 대해서는 BD20을 각각 보급하는 일반 사업으로 확대하여 실시되었다.
- BD5는 정유사가 제조하여 기존 석유제품 유통망을 통해 일반 경유 차량에 보급하였으며, 바이오디젤 혼합은 법적 의무가 아니라 지식경제부와 정유사 간 자발적 협약 체결(2006. 3)을 통해 보급하였다.
- BD20은 BD생산자가 제조하여 자가 정비시설과 자가용 주유취급소를 갖춘 관리가 가능한 사업장(버스·트럭·건설기계)에 제한 보급하였으며 세금의 경우도 「이용 및 보급 확대 연료의 인정에 관한 고시」에 의거에 교통 에너지 환경세가 면세되었다.
- BD5(경유)는 혼합되는 바이오디젤 량(현재 2.0%), 신규로 비과세가 적용되고 BD20은 시범고시부터 계속 BD 혼합량(20%)에 대해 면세가 적용되고 혼합용 바이오디젤의 유류세를 전액 면세하여 2009년까지 총 3천104억 원이 지원되었으며, 2012년 중에 바이오디젤 의무혼합제도를 도입했다.



<그림 5> 국내 바이오디젤 생산량 현황

주 : toe(Tonnage of oil equivalent)는 석유환산톤으로, 1toe = 10,034Mcal

자료 : 신재생에너지센터, '2010신재생에너지 보급통계'(2010)

6) 한국석유관리원 녹색기술연구소, '국·내외 바이오에너지 보급정책 동향 분석' (2011)

나. 보급전망

- 우리나라는 현재 바이오연료 개발에 있어 EU와 미국에 5~10년 정도의 격차를 보이고 있음을 감안하여 2030년까지 경유 및 휘발유의 20%를 바이오디젤과 바이오에탄올이 대체할 것으로 전망된다.

<표 8> 바이오디젤 및 바이오에탄올 보급량 및 비중전망

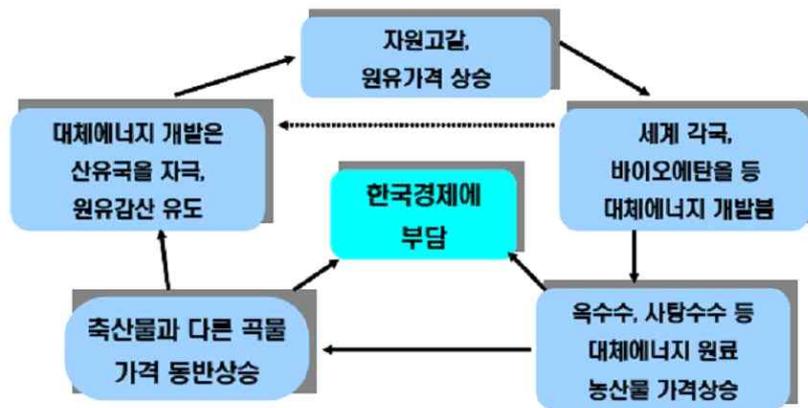
(단위 : 1,000toe)

연도	2005	2010	2015	2020	2025	2030
경유소비량	16,301	18,635	20,016	22,437	24,531	25,942
바이오디젤	8	373	1,001	2,244	3,680	5,188
경유 중 BD 비중(%)	0.05	2	5	10	15	20
휘발유 소비량	7,512	7,818	8,945	9,001	9,158	9,403
바이오에탄올	-	78	447	900	1,374	1,881
휘발유 중 BE비중(%)	0	1	5	10	15	20

자료 : 에너지연구원, '바이오연료의 보급전망과 사회적 비용·편익'(2006)

다. 바이오연료 원료의 높은 해외 의존도

- 세계 원료시장의 수급 불안시 급격한 원자재 가격변동을 초래할 수 있다.
- 최근 전 세계의 바이오연료에 대한 관심 증가로 식물성 오일(팜유, 대두유, 유채유 등)의 가격이 급등하고 있다. 또한 폐식용유와 같은 재활용 원료 이용율도 미흡하다.
 - 현재 폐식용유의 27%만이 바이오디젤의 원료로 회수되고 있음
- 유채나 대두와 같은 일부 원료를 재배하더라도 비싼 토지임대료 및 임금으로 인해 채산성이 낮은 상황이다.
 - 2007년 이후 3년간 매년 18억원을 지원해 총 1,500ha의 농경지에 유채 재배 시범사업을 벌여 왔으나, 유채 재배 농가의 수입이 동절기 경쟁작물인 쌀보리를 재배하는 데 비해 78%선에 머무르며 시범사업이 종료되었다.



<그림 6> 애그플레이션이 국내경제에 미치는 영향

출처 : 동아일보, 2008. 6.20

- 전세계적으로 바이오에너지 붐이 일어나면서 옥수수값이 폭등하고 사료 및 축산품값도 상승, 전반적인 소비자 물가가 급등한다.
- 에너지와 식량의 수입의존도가 높은 국내경제에도 타격이 예상된다.
 - 애그플레이션은 국내바이오에너지 개발 및 보급을 막는 원인이 되고 있음

라. 기술개발 미흡

- 우리나라의 바이오연료의 기술개발 수준은 선진국대비 50~60%에 불과한 것으로 평가되고 있다. 바이오디젤을 생산하기 위한 플랜트 건설기술은 세계적 수준에 이르고 있으나, 그 외 기술은 미흡한 상황이다. 또한 여타 대체에너지 기술개발 상황과 비교하여도 낮은 수준이다.

5. 대응방안

- 바이오연료 생산업체가 직접 곡물, 삼림 등 바이오연료의 원료가 풍부한 지역에 진출하여 확보하는 것이 필요하다. 이를 위해 지리적으로 근접한 동남아 국가와의 투자협정을 통한 플랜테이션사업이 유망하며 에너지 작물의 국내 재배가 가능해지더라도 식량작물재배와 경합되므로 해외 원료시장 확보는 필수적이다. 또한 해외진출 바이오연료 기업에 대한 자금 지원 및 세금 혜택 등 정부지원도 필요하다.
- 안정적인 국내 공급이 매우 어려우며 대부분 수입에 의존하고 있기 때문에 국내 상황에 적합한 원료물질(미세조류, 해조류)을 채택하여 이를 정책적으로 지원함으로써 안정적이고 지속적으로 원료물질을 확보할 필요가 있다. 미세조류는 단위면적당 수율이 다른 원료에 비해 훨씬 높으며, 해조류는 삼면이 바다인 지형적 특성을 충분히 활용할 수 있다.
- 폐식용유로 만든 바이오디젤, 생활폐기물에서 추출된 바이오매스 등 폐기물을 활용하여 바이오연료로 사용할 수 있는 기술 개발도 필요하다.
- 바이오에탄올 수입 및 해외개발 대비, 공급가능 주유소 확보 및 대형 정유사와 바이오연료 생산업체와의

네트워크 확대가 필요하다.

- 정부는 정유사에 대해 자발적인 바이오연료 도입을 장려하고 있으나 정유사의 참여가 부족한 실정으로 경쟁력을 가질 수 있을 때까지 바이오연료 공급시설 확대와 대형 정유사에 대한 바이오연료 쿼터제 등과 같은 적극적인 유인책이 필요하다.
 - * 쿼터제 : 정부가 국제수지의 조절과 국내산업의 보호를 위해 일정 상품에 대하여 미리 그 수입 총량과 각국별 또는 수입업자별로 할당량을 결정하여, 그 한도 내에서 수입을 승인하는 제도
- 바이오디젤과 달리 바이오에탄올은 차량엔진의 변화가 있어야 연료사용이 가능하다. 그러므로 바이오에탄올의 보급을 위해서는 국내 자동차 업체의 혼합연료차량(FFV: Flexible Fuel Vehicle)에 대한 기술 개발이 필요하다. VW를 비롯, GM, HONDA, 미쯔비시 등 많은 기업들이 FFV 시장에 진출하고 있으며 세계적인 바이오에탄올 생산국인 브라질은 현재 FFV가 전체 차량의 80% 이상을 차지하고 있다.
- 바이오연료의 활성화를 위해서는 관련 핵심부서인 지식경제부, 환경부, 농림수산식품부, 기획재정부, 교육과학기술부 등 각 정책부서 간의 통일된 입장정리와 업무협조가 절실하다. 현재 바이오디젤 면세혜택 해지 건과 관련, 연구용역 등을 통해 면세당위성을 확보할 필요가 있다.
- 또한 바이오연료에 대한 지역사회 및 환경단체, 에너지소비자의 긍정적인 반응 유도를 위해서는 정확한 평가모델에 기초한 환경영향평가와 그 내용에 대한 홍보가 필요하다. 바이오연료가 환경에 미치는 편익을 객관적 기준 하에서 분석하고 이를 홍보할 때 관련 단체들의 적극적 협조를 얻어낼 수 있다.
 - 전 세계적으로 연구되고 있는 대표적인 환경영향분석 프로그램은 LCA(Life Cycle Analysis)로 이는 바이오연료 생산과정에서부터 최종소비자 단계에 이르기까지 발생하는 모든 환경적 영향에 대해 평가하는 수단이다.

참고문헌

- 동아일보, “애그플레이션이 국내경제에 미치는 영향”(2008)
- 삼성경제연구소, “미국의 바이오에너지 정책 및 시사점”(2007)
- 신재생에너지센터, “바이오에너지“(2007)
- 신재생에너지센터, “2010신재생에너지 보급통계”(2010)
- 에너지연구연구원, “바이오연료의 보급전망과 사회적 비용·편익”(2006)
- 에너지경제연구원, “바이오에너지산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구”(2008)
- 조지혜, “해조류를 이용한 바이오연료의 환경친화적 적용을 위한 기초연구”, 한국환경정책평가연구원(2011)
- 한국농촌경제연구원, “일본 바이오연료산업 동향과 전망”(2012)
- 한국석유관리원 녹색기술연구소, “국·내외 바이오에너지 보급정책 동향 분석”(2011)
- 한국에너지기술연구원, “수송용 바이오연료의 개발과 활용현황”(2006)
- 한국환경정책·평가연구원, “바이오연료(바이디젤, 바이오에탄올)의 환경·경제성 분석 및 보급 확대방안 연구”(2007)

F.O.Licht, Bloomberg(2008)