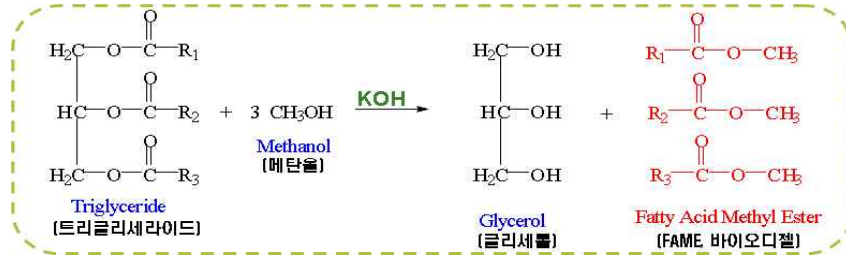


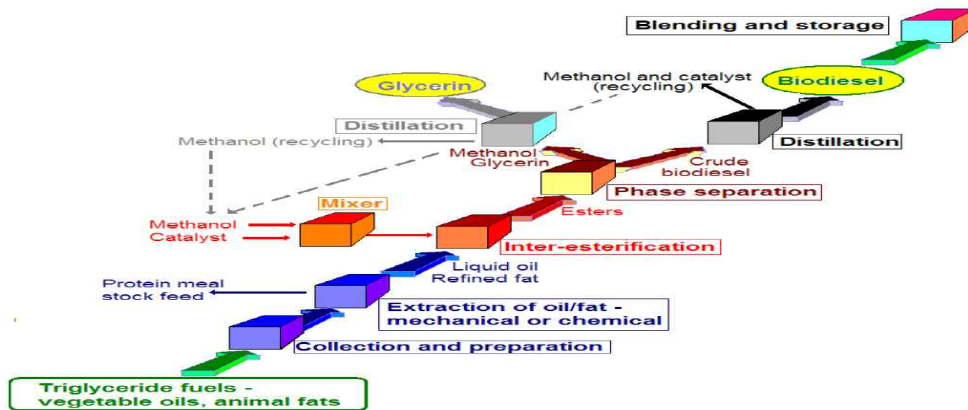
제1장 세계 바이오디젤의 보급동향 분석

1. 바이오디젤의 개관

- 유채유, 대두유, 팜유 등의 유지계 식물로부터 추출한 기름을 알콜과 촉매를 넣고 반응시키면 바이오디젤이 생성되며 글리세린 분리와 정제 과정을 거친 후 정유사에 보내져 경유와 혼합 연료 또는 순수 바이오디젤을 차량연료로 사용함.



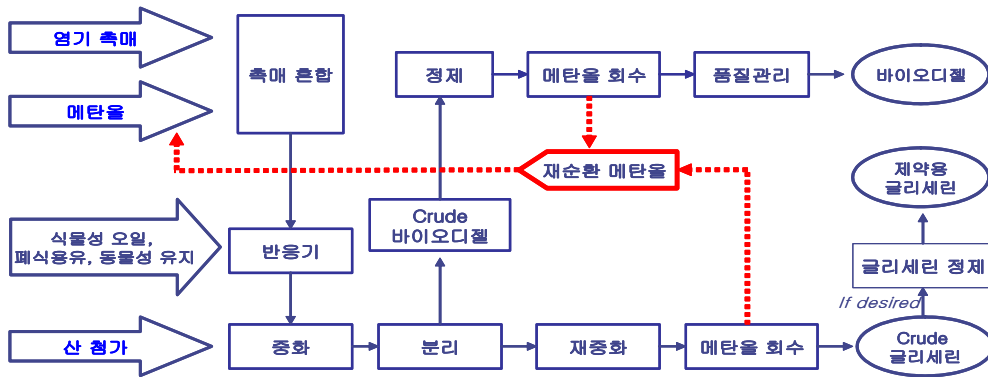
<그림 1-1> 바이오디젤의 반응 화학식



<그림 1-2> 바이오디젤의 생산을 위한 생물학적 전환과정

출처 : From 1st- To 2nd Generation Biofuel Technology, International Energy Agency 2008

- 주원료로는 유채유가 약 83%를 차지하고 있으며, 해바라기씨유, 대두유, 야자유, 폐식용유 등이 있고 그밖에 어류나 동물류 유지도 사용될 수 있으며 팜유는 저온유동점이 6℃로 낮아서 겨울철이 있는 나라에서는 부적합하며 우리나라의 동절기에는 주로 유채유나 대두유가 바이오디젤 원료로 중도 사용됨.
- 일반 차량 연료로는 20% 이하의 바이오디젤을 경유에 혼합하여 사용하고 있으며 전용 차량에서는 100% 바이오디젤을 사용하기도 함.
- 원료로 사용된 식물성 기름에 따라 생산된 연료의 물성이 달라지므로 바이오디젤의 물성 향상에 대한 기술 개발이 중요함(그림 2-6).



<그림 1-3> 바이오디젤 생산 공정도

2. 세계 바이오디젤의 의무혼합 보급비율

- 최근 들어 세계적으로 지속가능한 에너지 시스템 구축의 일환으로 신·재생에너지 중 신재생연료인 바이오디젤, 바이오에탄올 등이 주목을 받고 있음.
 - 따라서, 국가마다 근본적인 보급 배경, 목표는 조금씩 다르나 아래 사항을 고려하여 수송용 연료를 중심으로 보급
 - 석유의존도 감소를 통한 에너지안보 증대(decentralized)

- 대기오염물질 및 기후변화 대응 온실가스 저감(탄소 중립 연료)
 - 농업 등 에너지 작물 재배 시 지원을 통한 농업활성화
 - 저탄소연료 기술개발을 통한 천연가스 및 신·재생에너지 보급 확대
- 2010년 현재 전 세계적으로 바이오디젤은 BD2 ~ BD15 수준으로 의무혼합 중에 있음.
- 여기서 BD2는 바이오디젤 2%와 자동차용 경유 98% 혼합한 경유를 말함.
 - 미국은 각 주별로 차이는 있으나, 최대 BD5까지 의무혼합 중이며, 남미는 브라질 BD3, 아르헨티나 BD5와 콜롬비아, 코스타리카 등은 BD10 ~ BD15 수준으로 의무혼합 보급 중에 있음.
 - 또한 유럽은 독일 최소 BD4.4, 프랑스 BD7 등의 수준으로 의무혼합 중이며, 아시아는 태국 BD3, 필리핀 BD2 및 중국 해남성은 BD5 등의 수준으로 의무혼합 보급 중에 있음.

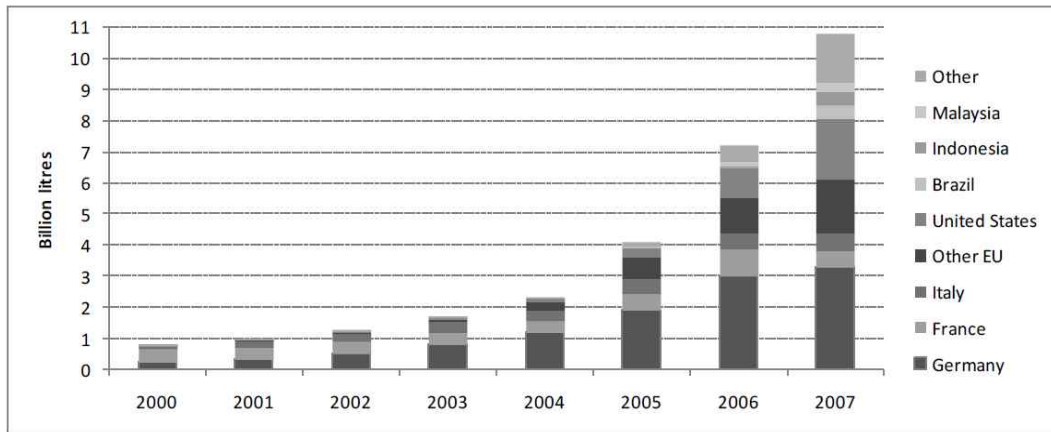


<그림 1-4> 세계 바이오디젤 의무혼합 보급비율

<표 1-1> 세계 주요국 바이오디젤 의무혼합 보급비율 현황

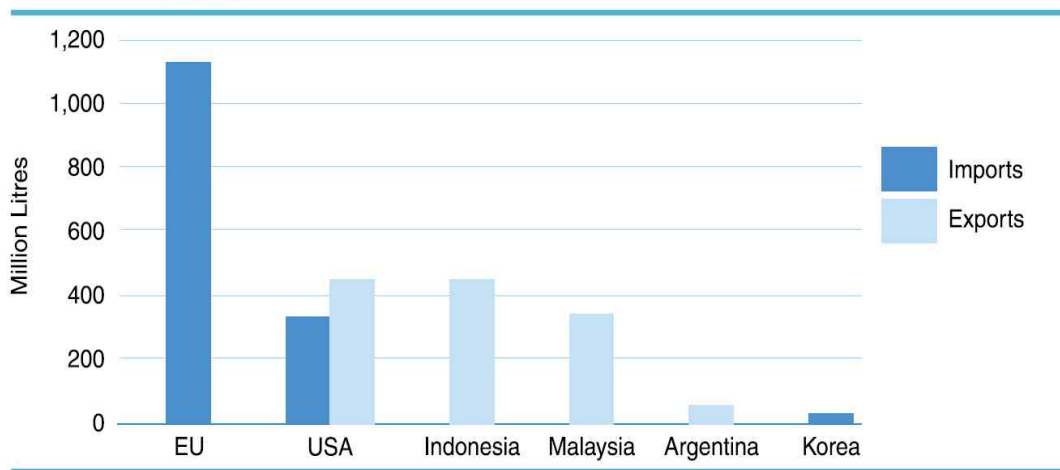
구 분	국가	혼합비율(%)	시행연도
북미주 (BD2 ~ BD5)	미국	미네소타주 BD5	2009
		매사추세츠주 BD2	2010
		뉴멕시코주 BD5	2012
		워싱턴주 BD2	2008
캐나다	전체 BD2	2010	
	브리티쉬 콜롬비아 BD5	2012	
남미주 (BD2 ~ BD20)	브라질	전체 BD3	2008
		전체 BD5	2013
	아르헨티나	BD5	2010
	콜롬비아	BD7, BD10(대도시)	2010
		BD20	2012
	코스타리카	BD10	2009
		BD15	2010
	에콰도르	BD2	2009
		BD5	2011
	파라과이	BD3	2008
BD5		2009	
페루	BD5	2010	
우루과이	BD2	2010	
	BD5	2012	
유럽 (최대 BD7)	독일	BD4.4(최소)	2010
	프랑스	BD7	2010
	오스트리아	BD6.3	2010
	루마니아	BD4	2010
	스페인	BD3.9(최소)	2010
	노르웨이	BD3.5	2010
	네덜란드	BD3.5	2010
	헝가리	BD4.4	2010
아시아 (BD2 ~ BD5)	필리핀	BD2	2009
	중국	BD5(해남성)	2010
	대만	BD1	2008
		BD2	2010
태국	BD3	2010	

- 세계 바이오디젤 생산량 50%는 EU에서 생산되고 그 밖에 인도네시아, 말레이시아 등을 중심으로 생산되며, 국제 무역량은 2007년 13억 리터 수출되었는데 이는 세계 바이오디젤 생산량의 12% 수준임.



Source: Data derived from EBB (2008), F.O.Licht (2007), EIA (2008) and Agra-Informa (2008). 2007 data are rough estimates only.

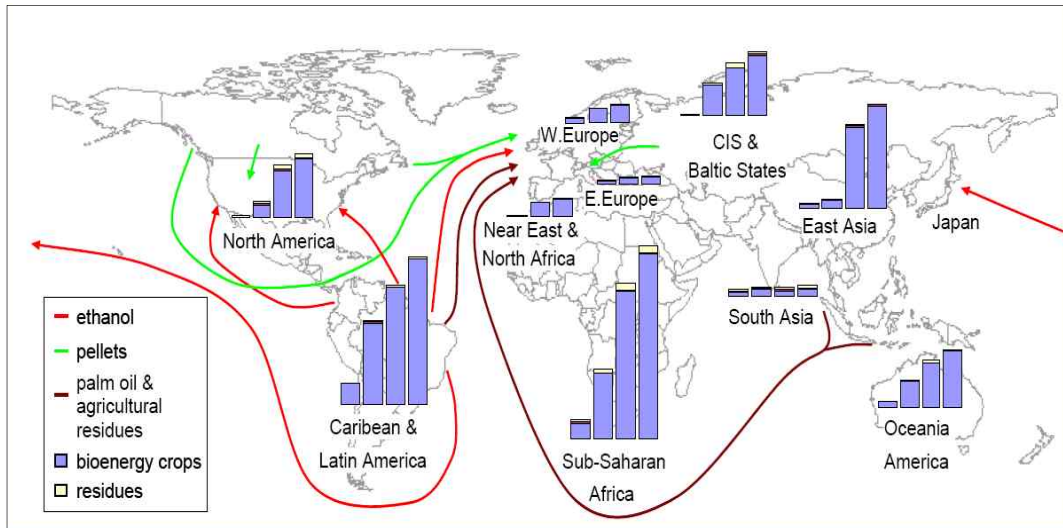
<그림 1-5> 세계 주요국 바이오디젤 생산량 비교(2002~2007)



Source: Data compiled from LMC (2007a)

<그림 1-6> 세계 주요국 바이오디젤 무역 거래량(2007)

- <그림 1-7>은 전체적인 세계의 신재생연료의 교역 흐름도를 보여주고 있는데 미국, 브라질 및 동남아시아 등으로부터 거래가 이루어지고 있음을 알 수 있음.

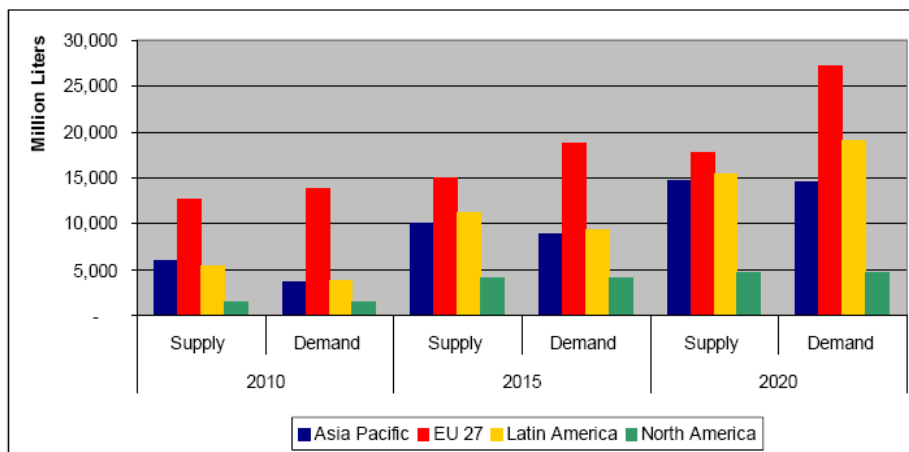


<그림 1-7> 세계 신재생연료의 교역 흐름도

3. 세계 바이오디젤의 공급 및 수요분석

- 석유계 연료 수요가 전세계적으로 거의 48% 증가하는 동안, 비록 에탄올보다는 덜 하지만 바이오디젤에 대한 공급과 수요는 아래 그림과 같이 증가할 것이다. 2010년에 전세계 바이오디젤 공급은 수요량보다 약 30억 리터(7억 9300만 갤런) 많을 수도 있음.
- 2010년 총 바이오디젤 생산량은 547억 리터(144억 갤런)이고, 전세계 이용률은 현재 47%이며, 공급은 2015년에 400억 리터 이상의 양으로 수요와 거의 동일할 것이며, 수요는 2020년에 공급량을 약 130억 리터(34억 3000만 갤런) 초과할 것으로 예상됨.

- 지역적 관점에서 보면, 바이오디젤 수요는 유럽에서 가장 강하며, 유럽의 수요는 현재 전세계 수요의 61%를 차지함.
 - 유럽 지역은 공급량의 50%를 차지하며, 아시아 태평양 지역과 남미 지역에서 공급과 수요가 크게 증가할 것으로 예상됨.
 - 이 두 지역은 2020년에 유럽을 추월하여 전세계 바이오디젤 수요의 약 51%를 차지할 것으로 보이며, 북미 지역의 바이오디젤 수요는 완만한 증가를 보일 것으로 전망됨.



<그림 1-8> 기간별 세계 바이오디젤 수요 및 공급(2010-2020)

- 브라질, 인도, 스페인, 아르헨티나, 인도네시아, 영국 등의 국가들에서는 2020년까지 바이오디젤의 수요가 현저하게 증가하여 수요가 348억 리터(92억 갤런)를 차지할 것으로 예상됨.
 - 이들 국가의 대부분은 유럽에 있다. 전세계적으로는 브라질, 영국, 이탈리아, 독일, 스페인, 폴란드, 네덜란드, 필리핀이 포함되며, 이 국가들의 2020년 바이오디젤 수입 요구량은 100억 8000만 리터(28억 5000만 갤런)가 될 것으로 예상됨.
- 작년말 말레이시아, 인도네시아, 중국은 각각 2015년까지 세계 시장에 약 100억 리터(26억 갤런)를 수출할 잠재력을 가질 수 있는 것으로 주목을

받음.

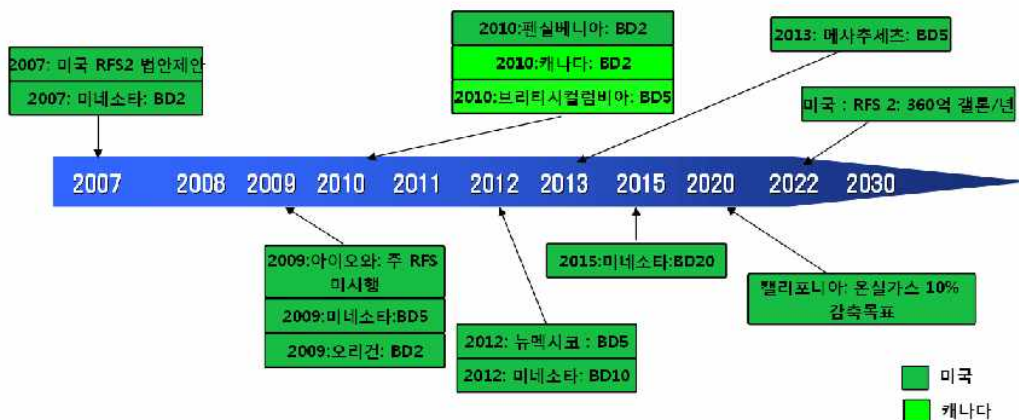
- 또 아르헨티나, 브라질, 필리핀 같은 잠재적인 대규모 수출국들도 주목을 받음.
- 이 국가들 중 일부(특히 말레이시아, 인도네시아, 아르헨티나)는 2020년까지 바이오디젤 수출 능력을 보유할 수 있을 것이라 생각되지만, 전 세계적으로 바이오디젤 생산능력 초과라는 문제가 생기고 많은 다른 국가들(예: 유럽)의 생산자들이 값싼 수입에 불평을 하고 수입을 전적으로 꺼려하는 경향을 보이는 정책(예: 미국)이 구축되면 이러한 국가의 대부분은 자국의 내수 시장에 주안점을 두고 있음.

2-1. 북미

- 현재 RFS 2의 셀룰로오스계 바이오연료 요건은 확정되어 있기 때문에 충족되지 않을 것이라 전망됨
 - RFS 2 프로그램의 목표량 중 일부는 결국 미국 의회에서 개정할 것으로 예상되며, 셀룰로오스계 바이오연료 요건은 감소하겠지만 재생 연료(옥수수 에탄올)과 바이오연료(사탕수수) 요건은 증가할 것으로 예상하고 있음.
- 옥수수 에탄올은 일반적으로 캘리포니아 LCFS 요건을 충족시키는 좋은 방법은 아니며, 다른 방법은 2015년까지 대규모로 사용하기가 충분히 실용적이지 않기 때문에(예: 셀룰로오스계 에탄올, 전기차량, 압축천연가스(CNG) 등), 의무 당사자들은 2011~2015년의 기간에 LCFS를 충족하기 위한 추가 생산량을 위해 사탕수수 에탄올에 기대를 걸 것으로 추측되며, 이러한 생산량은 브라질에서 나올 것으로 예상됨.
- 브라질로부터의 (직접 및 CBI를 통한) 수입은 계속되어 결국 2020년까지 20억 갤런 이상까지 증가하여 2004~2008년의 평균 수입 수준에 비해 거의 4배가 될 것으로 예상됨.
 - 이렇게 큰 폭으로 증가하는 것은 RFS 2뿐 아니라 LCFS의 바이오연료 카테고리 전체를 충족하기 위해서, 전적으로 유일한 재생 연료인 사탕수수 기반의 예

탄올이 필요하기 때문임.

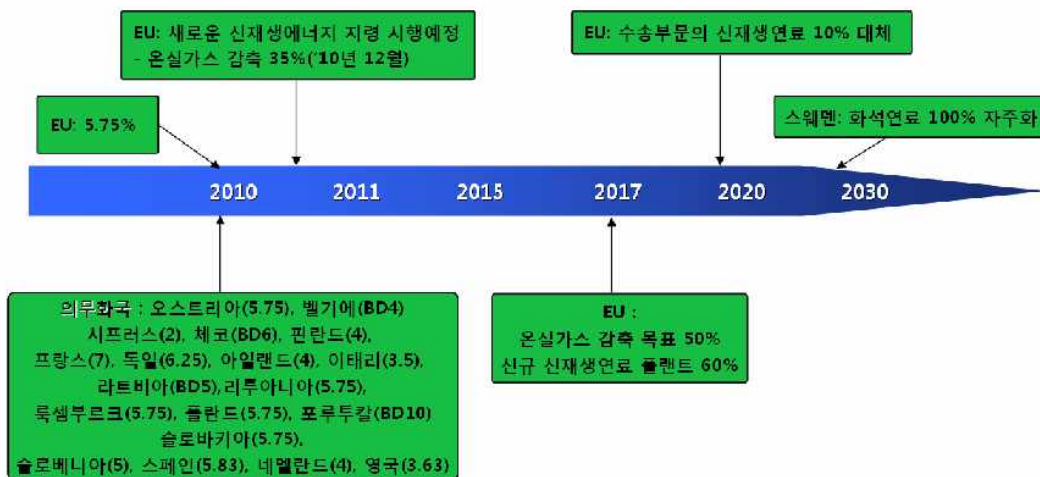
- 미국의 경유 생산자 연합의 바이오디젤 점유율은 총 2~3 vol%에 상당할 것으로 예상하였는데, 이것은 일반적으로 RFS2, 국가 의무규정 및 대량 사용에 대한 바이오매스 기반 디젤 요건의 준수를 반영한 것임
 - 여기에는 LCFS를 충족하기 위해 캘리포니아에서 주로 사용될 것으로 예상되는 재생 디젤이 포함됨.
- 캐나다의 바이오에탄올 수요는 증가할 것으로 예상되며, 연방 정부가 2010년 말에 전국적으로(Yukon, Nunavut 지역은 제외) 연방 RFS를 시행하며, 몇몇 지방(Saskatchewan, Manitoba)은 연방 RFS 외에도 E5+ 의무규정을 계속하고 다른 지방들(Ontario의 경우)은 2010년 이후에 E10을 시행하기 때문임.
- 캐나다에서의 바이오디젤에 대한 국내 수요는 많지 않을 것으로 예상됨.
 - 2020년까지 디젤 생산자 연합의 점유율은 총 2 vol%일 것으로 예상되며, 이 수요 중 일부는 재생 디젤로 충족될 것으로 보이며, 기후 관계 때문에 여름에는 더 높은 농도, 겨울에는 더 낮은 농도의 바이오디젤을 사용할 것으로 예상됨.



<그림 1-9> 북미의 바이오디젤 보급비율 전망(2007-2020)

2-2. 유럽연합(EU-27)

- 두 개의 지침, 연료품질지침 개정안과 RED는 2020년 내에 지속가능성 기준과 바이오연료 의무규정의 도입을 통해 EU에서 바이오연료 시장을 형성하고 있으며, 회원국들은 점진적으로 이에 도달할 것으로 예상됨.
- 바이오디젤의 경우, FAME와 재생 디젤 생산능력을 감안하면 2010년과 2015년에는 수요에 비해 기존 생산능력의 57%만 필요함.
 - 그 후 이용률은 2015년 이후로 신규 생산능력이 추가되지 않기 때문에 2020년에는 그 생산능력의 66%까지 상승할 수 있음.
 - 그러나, 이 생산능력에도 불구하고 신규 생산능력이 추가되지 않기 때문에 수입은 2010년 수요의 7%를 차지하고, 2015년에는 20%까지 증가하고 2020년에는 35%까지 증가할 것임.



* 괄호 안의 숫자는 전체 에너지 중 바이오디젤 연료의 전체 의무혼합비율임

<그림 1-9> 유럽연합의 바이오디젤 보급비율 전망(2007-2020)

2-3. 남미

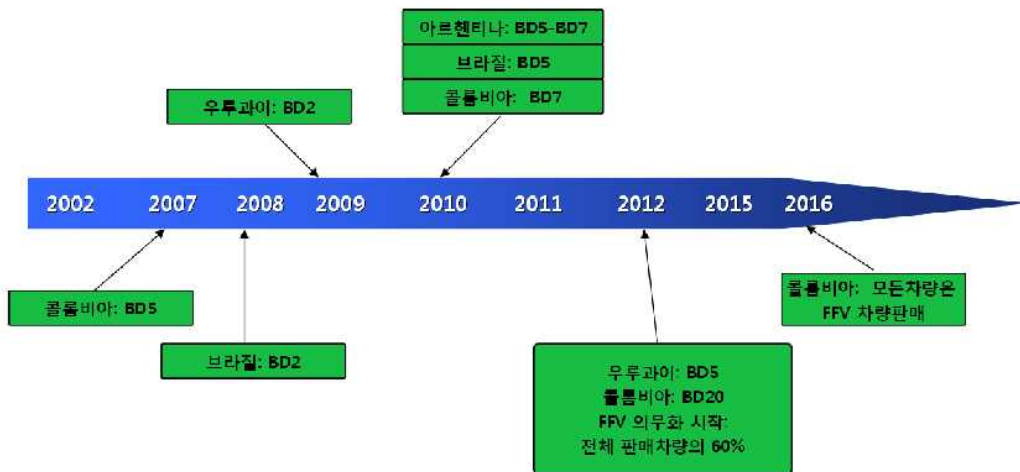
- 남미는 미국, 유럽, 일본, 중국에서의 바이오에탄올 및 바이오디젤 요건을 충족시키기 위해 바이오연료 수출을 가장 많이 증가시킬 지역이 될 것으로 보임.
 - 그러나 바이오연료 생산은 재정 위기로 인해 지지부진한 상태며, 또 규제 지연과 관료주의의 만연으로 국내 바이오연료 생산 및 이용을 촉진하는 정책 개발을 늦추고 있음.

- 남미의 바이오디젤 면에서 주목할 국가는 아르헨티나이며, 석유가스 산업에서 일관되게 투자 장벽으로 작용해 온 에너지 정책을 고려해 아르헨티나는 올해 말에 B10으로 갈 계획을 신중히 고려하고 있는데, 콜롬비아가 합세하면 향후에는 B20으로 갈 수도 있음.
 - 브라질은 혼합 수준을 B6 ~ B20 범위로 하여 차대탑재시험에 대한 바이오디젤 혼합 규격을 마련하고 있음.

- Mercosur 시장(브라질, 아르헨티나, 파라과이, 우루과이의 관세 동맹으로, 부회원은 칠레, 볼리비아, 베네수엘라이다)의 경우, 아르헨티나는 이 차량 시장에서 대부분의 픽업차량을 생산함.
 - 아르헨티나가 더 높은 혼합비율 쪽으로 이동하고 있다는 사실은 자동차 제조사에 지역적인 영향을 미치고 전 세계 시장으로 과급될 수 있음.
 - B10은 자동차 제조사 대부분의 생산 보증을 초과하며, 자동차 제조사가 유럽 규정을 충족하기 위해 B5에서 B7으로 옮길 것이지만, FAME 기반 바이오디젤은 그 저장 방식 때문에 대개 엔진 문제를 일으키는 경향이 있어서 자동차 제조사들은 더 높은 혼합 수준까지 가는 데는 주저하였음.

- 브라질과 아르헨티나는 남미에서 바이오연료를 지원하는 주요 추진국의 좋은 예(에너지 안보, 석유 제품을 구매하기 위한 외화준비금의 유출 제한, 경제 발전(투자와 고용))이며, 그 밖의 몇몇 국가들이 바이오연료 생산 증가 조치를 취한 바 있다.

- 1) 페루 당국은 추정세를 걷어 설탕 공장의 위기를 초래하였고, 그 후 주식공개 상장(IPO)으로 시장에 진출해, 설탕 생산의 현상유지보다 에탄올 생산에 더 많이 투자하려는 산업에서 신규 투자자를 모집하고 있음.
 - 2) 에콰도르는 Guayaquil 에탄올 혼합 실험에 대한 긍정적이었고, 에탄올 혼합을 전국적으로 확대할 것이라는 신호를 보내 올해 다가올 에탄올 생산에 투자하도록 하였음.
 - 3) 콜롬비아는 자국내에서 바이오연료가 성장함에 따라 두 연료(가솔린과 디젤)에 대한 혼합 수준을 10%로 약간 상향하고 있다. B10은 Bogota를 제외한 콜롬비아 주요 도시에 이미 유통되어 있음(Bogota는 B7을 유통).
 - 4) 우루과이의 국영석유회사는 E5를 혼합하는 쪽으로 나아가고 있으며, 육류포장산업에서 생긴 부산물을 이용하여 수지에서 바이오디젤을 생산하기 위한 투자를 촉진하고 있음.
 - 5) 중미 및 카리브해 국가들은 열병합발전 전기를 전력망에 수용하고 바이오연료를 생산하여 에너지 수입을 줄이는 법안을 개혁하고 있으며, 현재로는 열병합발전이 우선인 것처럼 보이지만, 과테말라와 코스타리카 같은 일부 국가들은 에탄올을 혼합하기 위한 물류/기반시설 문제를 해결할 필요가 있음.
- 2010~2020년 기간 동안, 많은 국가들은 바이오연료 원료의 생산을 증가시키는데 사용할 수 있는 경작 가능한 토지를 많이 보유하고 있음.
- 기존의 농업 생산 및 바이오연료 생산과 연관 지어 볼 때, 많은 국가들은 더 높은 혼합 수준을 얻는데 필요한 정제 및 유통 기반시설이 부족하며, 그러나 바이오연료의 환경 이익을 누리기 위해서는 연료 황 한계치를 낮출 필요가 있으며, 첨단 기술을 탑재한 청정 차량을 감안하여 중고차 수입법을 재평가할 필요가 있음.

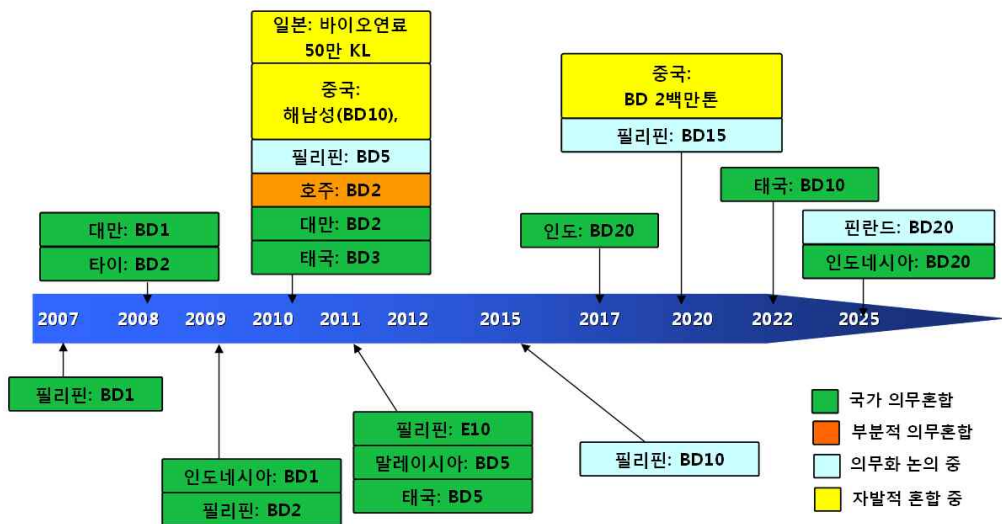


<그림 1-10> 남미의 바이오디젤 보급비율 전망(2007-2016)

2.4. 아시아-태평양

- 2010년 인도네시아에서는 국가 의무규정에 따라 에탄올 혼합이 증가하였고, 인도네시아, 한국, 대만, 태국에서는 국가 의무규정에 따라 바이오디젤 혼합이 증가하였으며, 그러나 인도네시아에서는 이의 완전한 이행이 성공적이지 않았음.
- 바이오디젤의 경우, 혼합 수준이 1 ~ 5 vol%로 낮고 이용률이 10% 정도로 낮음에도 불구하고 공급은 2020년까지 수요를 충족할 것으로 예상되는데, 그 이유는 인도네시아와 말레이시아에서 팜유 같은 원료가 풍부하여 이를 이용할 수 있기 때문임.
- 바이오디젤의 경우 총 아시아 태평양 지역의 총 수요는 2010년에 자동차 디젤 연료 총 수요의 1.6%를 차지할 것으로 추정되는데, 이는 2015년에는 3.4%로, 2020년에는 4.7%로 증가할 것으로 예상됨.
 - 이는 에탄올이 디젤 공급에서의 바이오디젤보다 가솔린 공급에서 더 높은 점유율을 차지한다는 것을 말해주며, 따라서 이 지역에서의 에탄올 소비는 바이오디젤보다 더 빨리 성장할 것으로 예상됨.

- 현재 아시아 태평양 지역에서 에탄올 수요는 바이오디젤 수요보다 1.5배 더 높은 것으로 추정되지만, 더 많은 국가들이 에탄올(1)보다 바이오디젤(5)의 사용을 의무규정하고 있음.
- 그 이유는 중국과 인도에서 5~10 vol%의 에탄올 혼합 수준과 비교했을 때 현재 바이오디젤 혼합 수준은 1~5 vol% 정도로 낮기 때문임.



<그림 1-11> 아시아-태평양의 바이오디젤 보급비율 전망(2007-2025)