

# 중남미 바이오에너지 개발 동향 \*

정학균

## 1. 서론

최근 중남미 국가에서는 미국, EU 등 선진국의 자본과 바이오에너지 기술이 농업자원과 결합하여 바이오에너지의 생산량이 크게 증가하고 있다.

현재 세계는 기후변화와 에너지의 위기에 직면해 있다. 중국과 인도 등 신흥개발도상국가의 급속한 경제성장에 따른 에너지 및 자원 수요의 급증은 에너지와 환경의 위기를 현실화 시키고 있다. 스텐(Stern) 보고서에 따르면 현재와 같은 에너지 다소비체제가 지속된다면 기후변화로 인한 경제적 손실만도 매년 세계 GDP의 5~20%에 달할 것이라고 전망하고 있다. 세계 각국은 기후변화와 에너지 위기에 대응하여 에너지 절감 및 효율화, 저탄소 녹색기술의 개발, 바이오에너지 활용 등 환경적 부담을 최소화하고 경제성장을 지향하는 노력을 한층 가속화하고 있다.

바이오에너지의 활용은 화석연료의 고갈에 대응하여 지속성장을 가능하게 하고, 온실가스 배출량을 줄임으로써 기후변화의 부정적인 영향을 완화시킨다는 측면에서 대표적인 녹색성장 전략이라고 할 수 있다. 미국, 브라질, EU, 중국 등 세계 주요국은 바이오에탄올과 바이오디젤을 발 빠르게 개발하여 자국에서 화석연료를 대체하거나 다른 나라로 수출을 하고 있다.

우리나라는 세계 10대 에너지 소비국으로 총 에너지 소비량의 97%를 수입에 의존하고 있다. 따라서 기후변화와 화석연료의 고갈에 대비한 새로운 활로의 모색이 당면과제이다. 우리나라는 저탄소 녹색성장을 새로운 국정패러다임으로 제시하고,

\* 본 내용은 한국농촌경제연구원 정학균 부연구위원이 브라질, 아르헨티나 출장 결과를 토대로 작성한 것이다(hak8247@krei.re.kr, 02-3299-4248).

경제와 환경을 동시에 고려하는 성장을 추진하고 있다.

브라질, 아르헨티나, 파라과이 등 중남미 국가들은 농업대국으로써 바이오에너지의 원료가 되는 대두, 사탕수수 등의 주요 생산국들이다. 최근 이들 나라에서는 미국, EU 등 선진국의 자본과 바이오에너지 기술이 중남미 국가의 농업자원과 결합하여 바이오에너지의 생산량이 크게 증가하고 있다. 또한 이들 나라들은 자국에서 바이오에너지 사용을 의무화하는 법을 만들어 바이오에너지 산업을 지원하고 있다. 여기에서는 브라질의 바이오에탄올과 아르헨티나의 바이오디젤 개발동향을 살펴보고 우리나라에 대한 시사점을 찾아보고자 한다.

브라질의 바이오에탄올과 아르헨티나의 바이오디젤 개발동향을 살펴보고 우리나라에 대한 시사점을 찾고자 한다.

## 2. 브라질의 바이오에탄올

### 수급동향 및 전망

브라질은 세계최대의 알코올 생산 국가이며, 전 세계 액체 바이오연료의 30% 이상을 생산하고 있다. 브라질은 2008년 256억 리터의 에탄올을 생산하였으나, 2010년에는 2008년보다 30.6% 증가한 335억 리터(추정치)를 생산하였으며, 2010년 기준 국내소비는 전체의 82.5%인 276억 리터, 수출은 12.3%인 41억 리터, 기타소비는 5.3%인 18억 리터로 나타났다.

브라질은 전 세계 액체 바이오연료의 30% 이상을 생산하고 있으며 생산량은 연평균 10.7% 증가한다.

브라질의 에탄올 생산량은 연평균 10.7% 증가하여 2015년 557억 리터, 2017년 640억 리터로 증가할 것으로 전망된다. 소비측면에서 볼 때 국내 소비량 비중은 소폭 증가하고 수출비중은 감소하여 2017년 기준으로 국내소비량은 전체의 83.1%인 532억 리터, 수출은 13.0%인 83억 리터, 기타소비는 4.0%인 25억 리터가 될 것으로 전망되고 있다. 바이오에탄올의 주원료작물은 사탕수수이며, 생산면적은 42만 ha로 전체면적 8,500만 ha의 0.5%에 불과하다. 사탕수수 확대 가능면적은 1,000만 ha(브라질 전체면적의 약 10%)로 따라서 바이오에탄올 생산 및 공급 안정성은 문제가 없을 것으로 전망되고 있다.

브라질의 UNICA<sup>1)</sup>에 따르면 에탄올 생산의 원료가 되는 사탕수수와 바이오에탄올 생산량은 2007/08년 기준으로 각각 496백만 톤, 225억 리터이고, 남동부지역의 생산량이 각각 68.5%, 68.8%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다<표 1>. 브라질의 사탕수수 에탄올은 생산비용이 낮아 미국의 옥수수 에탄올 가격보다 30%, 유럽의 에

1) UNICA(União da Indústria de Cana-de-açúcar)는 브라질 사탕수수산업연맹으로 1997년에 창설되어 브라질 내 설탕, 에탄올, 바이오전기 부문을 대표하는 최대 기관이다. 2007년 미국 워싱턴 DC에 첫 국제 사무소가 설립되었다. 120개의 회원 회사가 있으며, 약 50명의 직원이 있다. UNICA는 브라질 사탕수수 산업을 통합하는데 중추적인 역할을 하고 있으며, 지속 성장 가능성을 제시하고 있다. UNICA는 브라질 내 생산되는 사탕수수의 60%와 에탄올 50%에 대해 대응하고 있다.

탄올 가격보다 50% 저렴하다. 반면 브라질의 에탄올 생산은 1ha당 7천 리터 이상으로 유럽 에탄올(5,500리터) 및 미국의 옥수수 에탄올(3,800리터)보다 경지면적당 효율성이 높다.

표 1 브라질의 에탄올 수급현황 및 전망

단위: 10억 리터, %

	생산	국내소비	수출	기타소비
2008	25.6 (100.0)	20.3 (79.2)	4.2 (16.4)	1.1 (4.4)
2009	29.2 (100.0)	24.0 (82.1)	4.2 (14.4)	1.0 (3.6)
2010	33.5 (100.0)	27.6 (82.5)	4.1 (12.3)	1.8 (5.3)
2011	37.6 (100.0)	31.3 (83.2)	3.9 (10.4)	2.4 (6.4)
2012	42.3 (100.0)	34.9 (82.6)	4.9 (11.6)	2.5 (5.8)
2013	47.3 (100.0)	38.7 (81.8)	6.1 (12.9)	2.5 (5.3)
2014	51.5 (100.0)	42.5 (82.5)	6.6 (12.8)	2.4 (4.7)
2015	55.7 (100.0)	46.1 (82.7)	7.1 (12.7)	2.5 (4.5)
2016	59.8 (100.0)	49.6 (82.9)	7.7 (12.9)	2.5 (4.2)
2017	64.0 (100.0)	53.2 (83.1)	8.3 (13.0)	2.5 (4.0)

그림 1 브라질의 에탄올 소비의 현황 및 전망

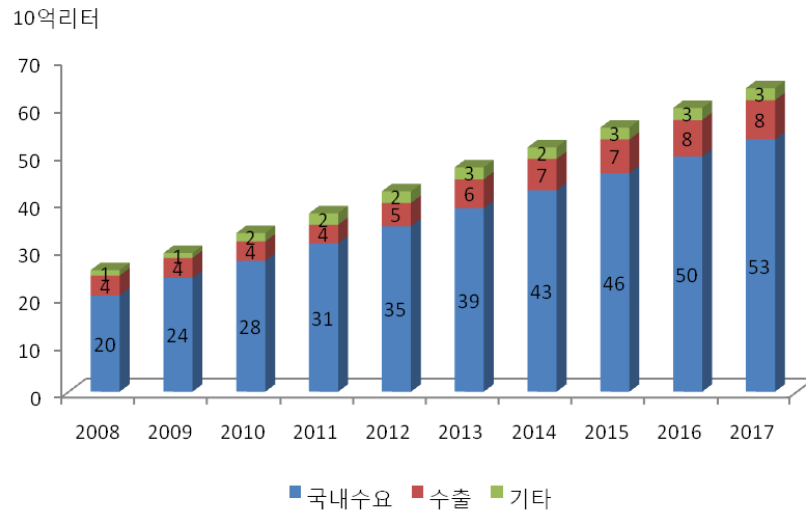


표 2 브라질의 사탕수수와 에탄올 생산량(2007/08)

지역	단위: 백만 톤, 10억 리터, (%)	
	사탕수수생산 (백만 톤)	에탄올생산량 (10억 리터)
남동부	339.8 (68.5)	15.49 (68.8)
중서부	50.9 (10.3)	2.98 (13.2)
북동부	63.7 (12.8)	2.15 (9.5)
남부	40.5 (8.2)	1.87 (8.3)
북부	0.9 (0.2)	0.04 (0.2)
합계	495.8 (100.0)	22.5 (100.0)

자료: UNICA(2010).

2010년 기준 국내소비와 기타소비를 합계한 294억 리터 중 272억 리터는 차량용으로 사용하고 나머지 22억 리터는 산업용으로 추정되고 있다. 수송용 연료의 소비 비율은 2008년 기준으로 경유 51.8%, 바이오에탄올 23.6%, 휘발유 21.7%로 휘발유보다 바이오에탄올 소비량이 보다 높다. 브라질에서 2003~2008년까지 약 71백만 대의 가변연료차량(FFV: Flexible Fuel Vehicle)을 판매하여 전체 자동차 중 27%가 가변연료차량으로 추산되고 있다.

브라질은 현재 휘발유차량용 연료로 E100(합수알코올 최소 95.1 부피%이상 함유)과 E25(무수알코올 최대 25부피%까지 함유)가 사용되고 있다. 전체 수송연료 시장에 에탄올이 약 14%를 차지하며, 특히 휘발유차량의 경우 E100이 14.8%, E25가 79.7%를 차지하여 전체 휘발유 차량의 33.1%를 차지하고 있다. 2008년 10월 기준 휘발유 가격은 E100이 US\$ 0.70/(리터)로 E25의 US\$ 1.16/(리터)에 비해 40%가 저렴하다.

## 제도 및 정책

브라질은 1970년대 1차 및 2차 오일 쇼크를 통해 85%의 대외 석유 수입의존도를 낮추기 위해 대체에너지 개발에 나섰다. 브라질 바이오에탄올 개발의 근간은 1975년 브라질 정부의 매년 농업에너지 다 개년 정책을 통해 농업에너지 사용을 확대하고 농업에너지 개선을 추진하고 있다. 2006~2011년 국가 농업에너지 계획 주요 목표는 1) 석유 에너지 사용 감축, 바이오에너지 생산 및 소비 확대 2) 환경보호 및 국제시장 개척이다. 바이오에너지 사용 촉진을 위한 프로그램으로 전력 대체에너지 인센티브 프로그램(Proinfa), 농업에너지 개발 인센티브법(2000년 법령 9,991호),

브라질 정부는 매년 농업에너지 다 개년 정책을 통해 농업에너지 사용을 확대하고 농업에너지 개선을 추진하고 있다.

사회에너지 인증서(Selo de Combustivel Social) 등이 있다.

표 3 브라질의 바이오에너지 정책·법

프로그램	주요내용
알코올프로그램	<ul style="list-style-type: none"> <li>1975년 실시한 농업에너지 개발의 기본 정책</li> <li>석유 대체에너지로 사탕수수를 이용한 에탄올 생산을 규정</li> <li>가솔린-에탄올 혼합 유류 사용 도입</li> <li>가솔린에 무수알코올 20~25% 혼용 의무화(법령 8,723/1993)</li> <li>100% 유수 알코올 사용 모토(Otto-cycle) 개발 촉진</li> <li>유수알코올 사용 차량에 대한 세금 감면</li> </ul>
전력 대체에너지 인센티브 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> <li>사탕수수 및 목재를 원료로 한 바이오전력 개발을 추진하는 등 에너지 분야 다양화가 목적</li> </ul>
농업에너지 개발 인센티브법	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력분야 순이익을 농업에너지 개발 R&amp;D 투자</li> </ul>
사회에너지 인증서	<ul style="list-style-type: none"> <li>소농의 사회참여, 수익증진을 위한 계획</li> <li>소농으로부터 바이오디젤 원료작물 구입시 세제혜택을 부여</li> </ul>

자료: 외교통상부 중남미자원협력센터 2007.

### 바이오에탄올 생산시설 사례

브라질의 바이오에탄올 생산업체 가운데 COSAN은 23개의 생산시설을 갖추고 있다.

브라질의 바이오에탄올 생산업체 가운데 COSAN은 1936년 브라질에서 설립되어 23개의 생산 시설을 갖추고 있으며, 4개의 정제공장과 2개의 항구 터미널을 보유하고 있다. 생산 시설은 상파울루주에 21개, 고이아스(Goiás)주에 1개, 마토 그로소드 술(Mato Grosso do Sul)주에 1개가 위치해 있다. 2008년 COSAN 연료·유통유는 Esso & Mobil 브랜드 사용권을 획득하였다. COSAN에서는 결정당, 정제 설탕, 유기농 설탕, 무정형 액체 설탕, 전화당, 에탄올, (사탕수수로 발생되는) 전기 에너지 등을 생산하고 있으며, 다양한 사탕수수를 개발하고자 여러 기술 연구소와 협력하고 있고, 위성 모니터링을 통한 사탕수수 수확 소프트웨어를 개발하였다.

COSAN의 바이오에탄올 생산 및 수출 현황을 살펴보면 연간 23억 리터의 에탄올을 생산하고 있으며, 생산물량의 20%를 해외에 수출하고 있다. 주요 수출지역은 미국, 유럽, 아시아이며 아시아에 대한 수출은 연료용보다는 주로 공업용이다. 연간 8천만 리터씩의 에탄올을 3년간 공급하기로 일본의 미쓰비시상사와 계약을 체결하였다. 일본에 공급될 에탄올은 친환경 연료첨가제인 ETBE로 변환되어 사용된다. 브라질 에탄올 생산량에 비해 일본 시장이 아직 작은 규모이기는 하나, 일본이 ETBE 혼합을 화석연료의 대안 중의 하나로 검토하고 있음에 따라 시장 잠재력은 대단히 크다고 할 수 있다.

그림 2 브라질 상파울루주 COSAN



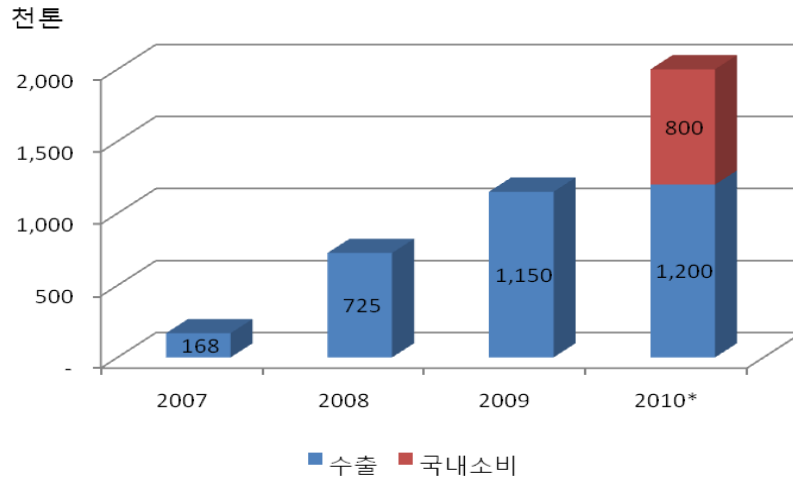
### 3. 아르헨티나의 바이오디젤

#### 수급동향 및 전망

아르헨티나의 바이오디젤 시장을 살펴보면 2007년 기준 수출량은 16만 8천 톤이 었으나 이후 크게 증가하여 2010년에는 120만 톤이 될 것으로 추정되고 있다. 특히 2010년에는 5% 바이오연료 의무사용법 실행에 따라 국내 소비량도 80만 톤에 이르러 전체적으로 200만 톤의 시장규모인 것으로 추정되고 있다<그림 3>.

아르헨티나의 대두 생산량은 1980/81년 3.8백만톤에 불과하였으나 2009/10년 53.0백만톤으로 크게 증가하였다.

그림 3 아르헨티나의 바이오디젤 시장



주: 1) 국내소비량의 경우 의무사용량만 고려된 것임.  
 2) 2010년은 추정치임.

아르헨티나에서 바이오디젤을 생산하는 원료작물로는 대두, 해바라기, 유채 등이 있다. 이들 작물 가운데 가장 중요한 작물은 대두이다. 아르헨티나의 대두 생산은 지난 15년간 급성장을 보였으며, 현재 아르헨티나 전체 농경지의 50% 이상에서 대두를 재배하며 총 곡물 생산량의 50%가 대두이다. 대두 생산량은 1980/81년 380만 톤이었으나 1990/91년 1,090만 톤, 1999/00년 2,010백만 톤, 2009/10년 5,300만 톤으로 크게 증가하였다<그림 4>. 대두의 생산증가 요인은 1996/97년부터 도입한 유전자변형 대두 재배에 의한 생산성 향상과 경작 농법 개선(직파법)을 꼽을 수 있다. 아르헨티나에서 대두는 전 지역에서 생산하고 있지만 주생산지는 팜파평원이며 코르도바주, 부에노스아이레스주, 산타페주에서 79.7%의 대두를 생산하고 있다. 아르헨티나의 대두 생산량은 2007/08년 기준으로 4,620만 톤으로 세계 생산량의 21.0%를 차지하여 미국(33.1%), 브라질(27.7%)에 이어 3위의 대두 생산국가가 되었다<표 4>.

그림 4 대두 생산량 추이

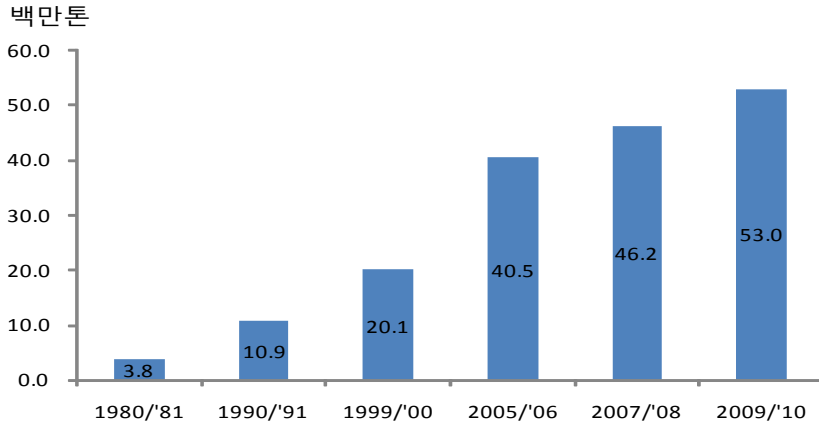


표 4 대두 생산량 비중(2007/08 기준)

	생산량 (백만톤)	비중 (%)
미국	72.9	33.1
브라질	61.0	27.7
아르헨티나	46.2	21.0
중국	14.0	6.3
기타	26.4	12.0
합계	220.5	100.0

해바라기는 아르헨티나에서 생산되는 유지작물 중 대두에 이어 두 번째로 중요한 작물이며, 연간 생산량은 2005/06년 기준으로 379만 톤 수준이다. 1999년에 최대 424만 ha에서 재배되어 연간 생산량이 710만 톤을 능가했으나 이후 점차 생산량이 하락하였다. 그 이유는 상대적으로 가격이 낮은 팜유, 대두유에 대한 대체 수요가 증가하였기 때문이다. 유채는 2005/06년 기준으로 9천 톤 수준으로 1991/02년의 5만 7천 톤에 비해 크게 감소한 수준이다. 유채는 겨울철 유지작물이어서 대두나 옥수수와의 윤작이 가능하다는 장점이 있다.

아르헨티나는 휘발유 사용량이 경유 사용량에 비해 적은편인데다 휘발유 사용의 경우 점차 가스 사용으로 대체되고 있는 실태를 고려할 때 바이오에탄올 보다는 바이오디젤 분야의 성장이 보다 유망하다. 특히 아르헨티나가 바이오디젤 원료가 되는 대두 및 유지 곡물 생산 대국이라는 점을 고려하면 바이오디젤 분야의 성장가능성은 매우 높다고 할 수 있다.



## 제도 및 정책

아르헨티나는 바이오 연료 시장을 지원하기 위해 2006년 4월 법 26,093호를 제정하고, 2007년 2월 법령 109를 발효하였다.

2004년 세계적으로 바이오연료에 대한 관심이 커지자 아르헨티나 정부는 경제부 농축산식품차관실 산하에 바이오연료 특별 부서를 설립하여 운영하기 시작하였다. 바이오 연료 시장을 지원하기 위해 2006년 4월 법 26,093호를 제정하고, 2007년 2월 법령 109를 발효하였다. 바이오 연료법 26,093호의 주목적은 대체에너지로 각광을 받고 있는 식물성 에너지 생산과 이의 지속 가능한 사용을 위한 규제를 마련하는 것이다. 또한 화석연료를 대체할 수 있으면서 동시에 환경오염을 감소시킬 수 있는 바이오에너지를 개발하는 것이다. 이를 위해 국내시장에서 바이오연료의 생산과 이용에 관한 인센티브(세금공제 및 보조금 지원)를 농업생산자나 바이오연료 생산기업(정부 최대주주 기업)에 제공하며, 인센티브 제공기간은 법이 승인된 시기부터 15년이다. 바이오 연료법에서 2010년부터 바이오디젤 5% 혼합 의무화를 규정하고 있다.

## 바이오에너지 생산시설 사례

아르헨티나에서 운영되는 주요 바이오 디젤 공장들은 외국계 기업들로 '빠따고니아 비오에네르히아'라는 생산업체가 있다.

현재 아르헨티나에서 운영되는 주요 바이오 디젤 공장들은 외국계 기업들에 의해 설립되었다. 그 가운데서도 산타페주 산 로렌소(San Lorenzo)에 위치한 빠따고니아 비오에네르히아(Patagoina Bioenergia S.A.)라고 하는 바이오디젤 생산업체가 있다. 이 생산업체는 Cazenave y Asociados S.A.(농업서비스 제공), Energia & Soluciones S.A.(천연가스, 연료 등의 에너지 마케팅)등 2개의 중소기업으로 구성된 합작법인이다. 공장시설은 최신 데스멧 발레스트라(Desmet Ballestra)사의 기술을 활용하였고, 수출을 위해 유럽, 미국의 국제기준을 준수하기 위해 노력하고 있다. 공장시설의 초기 투자비는 1억 천만불로 국가 보조는 없었고 주 정부에서 면세혜택을 제공하였다.

빠따고니아 비오에네르히아에서는 기름 원액을 정제하여 메탄올을 첨가함으로써 바이오디젤을 만들며, 부속 연구소에서는 콩기름 원액의 모든 화학검사를 통해 국제 기준에 맞는지에 대한 여부를 검토하고 있다. 특히 유럽시장 기준을 충족시키기 위한 검사 장비들이 준비되어 있다. 빠따고니아 비오에네르히아의 바이오에너지 생산 현황 및 전망을 살펴보면 연간 25만 톤의 바이오디젤 생산이 가능하며(제1단계), 향후 생산량을 2배로 증대하고(제2단계 계획), 생산량의 약 75%를 수출할 계획을 가지고 있다. 원료 공급 현황을 보면, 콩기름 원액을 2km정도 떨어진 공장에서 OEM 방식으로 생산하여 가져오며, 콩기름 원액 공장과 2년간 계약을 하게 된다. 국제 콩 가격이 상승하더라도 이 원액 공장이 원료 콩을 확보하는 데는 문제 없다. 그 이유는 2년간 콩을 저장하는 것이 가능하며, 콩에 대한 수출세를 35% 부과하기 때문에 농가 입장에서 수출보다는 원액공장에 판매하는 것이 보다 유리하기 때문이다. 판매되는 바이오디젤은 톤당 50-60달러의 수익을 얻고 있다. 원료인

콩 가격보다 대체재인 국제유가가 가장 민감하게 바이오디젤 가격에 영향을 미치게 되며, 국제 유가가 배럴당 60달러만 되어도 채산성이 있다.

비오에네르히아는 비센띠이라고 하는 콩기름 원액공장과 계약을 체결하여 바이오디젤 생산 원료를 공급받고 있다. 비센띠은 Renova: 스위스 Glencore사와 Molinos de Rio de la Plata사의 합작으로 1929년에 설립되었고 처음에는 목화를 생산하였으나 1943년부터는 식물성 유지류를 주로 생산하게 되었다. 아르헨티나 최고의 씨앗기름 가공 및 수출 회사 중 하나로 Avellaneda, Ricardone, San Lorenzo 등 3개의 공장을 운영하면서 해바라기씨, 대두유, 아마인유, 면실 등 아르헨티나 씨앗기름의 11%를 가공하고 있다. 생산된 기름은 아르헨티나 내의 바이오디젤 생산공장에 공급하거나 유럽에 주로 수출하고 아시아에는 한국, 중국에 수출하고 있다.

그림 5. 아르헨티나 빠따고니아 비오에네르히아와 비센띠



#### 4. 중남미 바이오에너지 개발의 시사점

국제유가는 2008년에 큰 폭으로 상승하였고, 앞으로도 신흥개발도상국가의 경제 개발에 따라 상승할 가능성 있다. 우리나라는 세계 10대 에너지 소비국으로 에너지 소비량의 97%를 해외 수입에 의존하고 있기 때문에 대체에너지 개발에 적극적

우리나라는 세계 10대 에너지 소비국으로 에너지 소비량의 97%를 해외수입에 의존하고 있기 때문에 대체에너지 개발에 적극적으로 나서야 한다.

으로 나서야 한다. 일본의 경우 브라질과 연료용 에탄올 수입 계약을 체결하였는데, 향후 온실가스를 감축하고 에너지 위기에 대응하기 위해 일본을 벤치마킹하여 자원을 미리 확보할 필요가 있다.

사탕수수나 대두와 같은 원료나 그들의 원액을 수입해서 국내에서 바이오에너지를 생산한다면 운송료를 고려할 경우, 아르헨티나와 브라질의 앞선 기술을 고려할 경우 경쟁력이 크지는 않을 것으로 판단된다.

현지에서 민간 기업이 투자하고 현지의 기존 공장들과 경쟁하는 방법이 있으나 기술 습득, 원료 확보, 판매처 확보 등에 있어서 경쟁력이 떨어지고 국제유가 하락에 따른 바이오에너지 가격의 불안이 위험요소로 작용하여 민간 기업이 투자하지 않을 것이다. 우리나라에서 법적으로 바이오에너지 의무사용비율을 규정할 경우(현재에는 없음) 안정적인 바이오에너지 확보 차원에서 정부가 민간을 지원해 준다면 현지에 민간 기업이 투자하고 생산된 바이오에너지를 국내에 판매할 수 있을 것이다. 따라서 이와 관련된 법적 장치 마련이 필요하다.

대두의 경우 바이오디젤용 원료로 사용되고 있고, 바이오디젤 생산량이 지속적으로 증가할 것으로 전망됨에 따라 국제 대두 가격도 따라서 상승할 것으로 예상된다. 따라서 식량안보 차원에서 대두의 수입선을 안정적으로 확보하고 다양화할 필요가 있다. 한편 바이오에탄올 원료로 사용되는 사탕수수의 경우에는 밀, 콩, 옥수수 등 타 작목의 재배여건(기후 및 토양)이 다르기 때문에 생산대체가 이루어지지 않을 것으로 보인다.

#### 참고자료

외교통상부 중남미자원협력센터. 「아르헨티나의 바이오에너지 정책과 개발 및 생산 현황」. 외교통상부. 2007.

외교통상부 중남미자원협력센터. 「브라질의 바이오에너지 정책과 개발 및 생산 현황」. 외교통상부. 2007.

외교통상부 중남미자원협력센터. 「중남미 에너지자원동향」. VOL.1~5. 외교통상부. 2010.

UNICA. 「Sugarcane Industry in Brazil: ethanol sugar bioelectricity」. 2010.