

Vol. 2

No. 13 2008. 5. 20

KEEI ISSUE PAPER

브라질의 바이오에너지 개발 및 보급동향

Contents

- 1. 바이오에탄올 개발 및 보급동향 / 3
- 2. 바이오디젤 개발 및 보급동향 / 12
- 3. 시사점 / 19
- 참고문헌 / 19

브라질의 바이오에너지 개발 및 보급동향

한 혜 성

(한국농촌경제연구원)

요 약

- 세계 주요 바이오에탄올 생산국인 브라질은 원료작물로 사탕수수가 차지하는 비중이 매우 높음.
 - 사탕수수는 에탄올 전환가능 작물 중에서 탄수화물 생산량 및 에탄올 잠재량이 가장 높고 단위면적당 수확량도 높아 타 작물과 비교시 경쟁력이 있음.
 - 원료 생산비용 측면에서도 브라질의 사탕수수는 경쟁력이 가장 높은 것으로 나타남.
- 사탕수수를 이용한 바이오에탄올 생산은 대체 청정에너지로서 그 중요성이 부각되고 있으며 우리나라에서도 벤치마킹이 가능한 모델임.
 - 바이오에너지 산업은 농업, 정제산업 및 서비스 등 3개 산업을 총망라하고 있어 사업 진출 및 참여 방안도 다양하며 틈새시장 개척도 가능함.
- 사탕수수는 적정 규모의 토지, 기후 및 열대 농업기술이 필요한 산업으로 브라질을 비롯해 열대 농업이 가능한 지역으로 직접 진출하여 참여하는 것이 바람직함.
- 바이오디젤은 특성상 원자재 가격이외에도 식물유 추출 및 부산물의 가격에 따라 영향을 받기 때문에 생산비용의 절감을 위해서는 부산물인 글리세린 공정 및 상업화가 매우 중요함.
 - 대규모 바이오디젤 정제소의 경우 글리세린 처리시설을 함께 설치하는 것이 경제적임.
- 바이오디젤의 경우 에탄올과 달리 원료작물의 생산에서 산업까지 완전히 투자하는 것은 경제성이 적은 것으로 나타남.
- 디젤에 대한 세계 수요가 가솔린보다 많기 때문에 가격 경쟁력을 가지고 생산 체계를 확립할 경우 바이오디젤 시장도 확대 가능할 것으로 전망함.
 - 브라질 석유공사(Petrobras)의 전망에 따르면 디젤에 5%의 바이오디젤 혼합을 의무화한 2013년에는 약 26.4억ℓ의 바이오디젤이 필요한 것으로 나타남.

- 바이오에너지 개발은 고비용 산업이기 때문에 산업육성을 위해서는 정책 및 법령 정비, 개발 연구 및 투자 기금 조성, 적정 인센티브 도입 등 다양한 지원이 필요함.

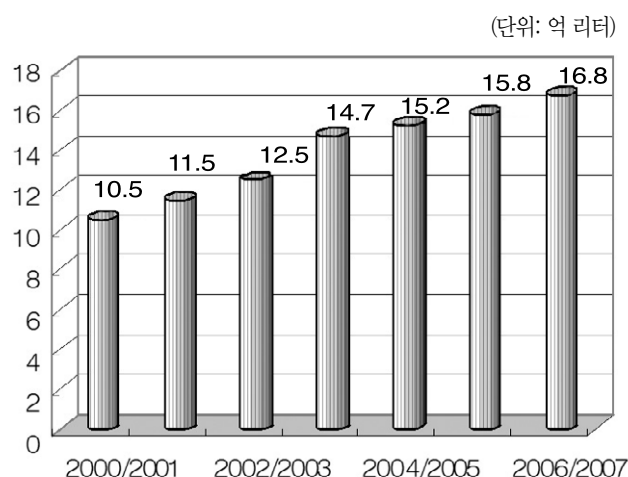
1. 바이오에탄올 개발 및 보급동향

가. 생산 및 상업화

1) 생산 및 소비

- 브라질은 2006년 169.9억ℓ의 에탄올을 생산하는 주요 알코올 생산국가임. 에탄올 생산은 자율연료 사용 차량(Flexible Fuel Vehicle: FFV)이 출시된 2004년 이후 급성장함.
 - 가동 정제소는 240개소이며 신규 건설 및 기획 정제소는 90~150개소¹⁾임.
 - 석유가격이 배럴당 35달러를 상회할 때 경쟁력이 있는 것으로 나타남.
 - 2007년에 판매된 차량 가운데 FFV차량 점유율은 약 80%임. 현재 약 2백만대가 운행 중인 것으로 추정.

[그림 1] 브라질 에탄올 생산 추이



1) 2010년까지 신규투자예상액은 100억 달러임.

- 브라질은 자연적인 조건에 의해 사탕수수의 생산성이 매우 높아 경작면적 1ha당 평균 6,500ℓ ~8,000ℓ 까지 에탄올 생산이 가능함.
- 1억ℓ의 에탄올 생산을 위해서는 1.5만ha의 경작지가 필요함.
- 지역별로는 중부 및 남부의 생산량이 총 생산량의 85%를 차지하고 있으나 최근에는 북부 및 북동부지역의 투자 움직임도 활발한 실정임.

〈표 1〉 브라질 에탄올 생산 현황 및 2010년 목표

구 분	2006년	2010년 목표
생산(억ℓ)	169.9	240
생산 능력	200	
수출(억ℓ)	34	50~60
수출 능력(억ℓ)	40	80
사탕수수 경작면적(백만ha)	3	5

- 사탕수수를 이용한 에탄올 생산에서 원료비가 차지하는 비중이 68.5%로 가장 높았으며 그 다음 산업비용, 운영비 등의 순서임.
- 정제소 규모가 작을수록 상기 비용은 증가함.

〈표 2〉 1천 리터 에탄올 생산 비용(2007)

구 분	소요 비용(R\$ ²⁾)	점유율(%)
원료(사탕수수)	390.12	68.5
산업비용	132.70	23.3
운영비	46.87	8.2
합 계	569.69	100.0

- 작물별 바이오에탄올 생산비용을 비교해 보면 사탕수수가 가격 경쟁력이 가장 높은 것으로 나타남.

2) R\$: 브라질 헤알라, BRL

〈표 3〉 바이오에탄올 생산 비용 비교(2004)

(단위: 배럴당 유로)

구 분	미국	독일		브라질
	옥수수	밀	사탕무	사탕수수
빌딩	0.39	0.82	0.82	0.21
기계/장비	3.40	5.30	5.30	1.15
노동	2.83	1.40	1.40	0.52
보험, 수리비등	0.61	1.02	1.02	0.48
재료	20.83	27.75	35.10	9.80
타운영비	11.31	18.68	15.93	2.32
총생산 비용	39.48	54.96	59.57	14.48
부산물판매비용	-6.71	-6.80	-7.20	-
연방 및 주정부세금	-7.93	-	-	-
순수 생산비용	24.83	48.16	52.37	14.48

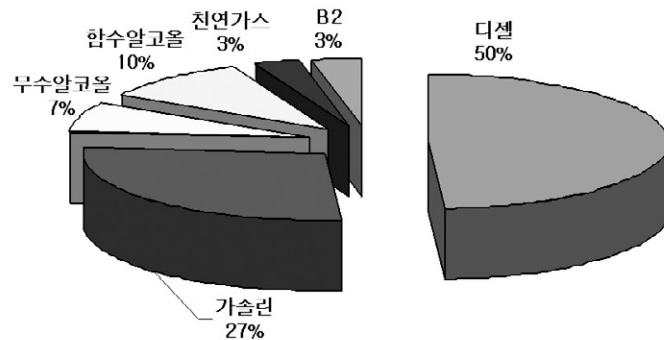
〈표 4〉 바이오에탄올과 바이오디젤의 가격 비교(2004)

구 분	배럴당 가격(US\$)
브라질 사탕수수 에탄올	35
말레이시아 오일팜 바이오디젤	55
미국 옥수수 에탄올	65
유럽 유채꽃 바이오디젤	65
유럽 밀 에탄올	90

- 브라질 에탄올 수요는 국내 수요 및 수출로 구분됨. 2006년에 생산된 에탄올 169.9억ℓ 중 135억ℓ는 국내에서 소비하고 나머지는 수출하였음.
 - 브라질 에탄올 수출은 1995년 최고치를 기록한 후 감소하였다가 2002년 이후 지속적으로 증가하여, 2005년 26억ℓ, 2006년 34억ℓ의 수출을 기록함³⁾.
 - 국내 소비량 가운데 125억ℓ는 차량용이며 10억ℓ는 산업용임.

3) 상기 수출량은 현재 총 생산의 20%에 상응하나, 생산능력 증가로 15억ℓ의 추가 수출이 가능함.

[그림 2] 브라질의 자동차 연료원(2006)



주: 무수알코올은 가솔린과 혼합한 형태이며 에탄올은 단독으로 사용된 것임.

- 브라질 운송수단에 사용되는 연료 가운데 에탄올 점유율은 17.2%이며 바이오디젤은 3.3%임.
 - 2006년 현재 바이오디젤을 포함한 디젤 점유율이 48.9%로 가장 높음.
 - 경승용차의 에탄올 사용률은 36.1%임.
 - FFV차량 증가로 국내소비는 6~7년내 200억ℓ로 늘어날 것으로 전망됨.

〈표 5〉 에탄올로 전환이 가능한 물질의 성분 비교

원료	탄수화물 함유량(%)	수확량(톤/ha)	탄수화물 생산량(톤/ha)	에탄올 잠재량(m ³ /ha)
칠	28.9	12	3.5	2.5
감자	12	20	2.4	1.6
고구마	26.1	17	4.4	3.2
사탕무	15	15	2.2	1.6
사탕수수	12~17	77	9.2~13	6.0~9.0
토란	26.8	25	6.7	4.8
카사바	38	13.5	6.8	4.9
옥수수	66	3.5	2.3	1.6
수수	67	2.3	1.6	1.1
밀	65	2.3	1.5	1.1

2) 주요 원료작물

- 브라질은 사탕수수, 미국은 옥수수, 유럽은 사탕무를 바이오에탄올 원료 작물로 사용함.
 - 사탕수수는 남위 30도와 북위 30도 사이의 지역에서 재배 가능한 작물로 에탄올 전환 가능 작물

중 탄수화물 생산량이 가장 높아 ha당 에탄올 생산⁴⁾이 높음.

- 브라질의 2006년 사탕수수 총 수확량은 4.59억톤으로 ha당 평균 72톤~74톤을 생산함.
 - 최근 기술 개발 및 병해충에 강한 품종 개발로 ha당 생산량은 증가 추세임.
 - 생산량의 85%는 중부 및 남부에서 생산되고 나머지 15%가 북부 및 북동부에서 생산됨⁵⁾.

〈표 6〉 브라질 사탕수수 생산성

구 분	사탕수수 면적		사탕수수 생산	생산성
	경작(ha)	수확(ha)	백만 톤	톤/ha
2001	5.02	4.96	344.28	69.44
2002	5.21	5.10	363.72	71.31
2003	5.38	5.37	389.85	72.58
2004	5.63	5.57	416.26	73.88
2005	5.76	5.62	419.56	72.83
2006	7.04	6.19	457.98	74.05

- 브라질의 농업부 통계자료에 따르면 사탕수수 경작 지역은 704만ha이고 수확면적은 619만ha임 (2006년 기준).
 - 이 중에서 바이오에탄올 생산을 위한 사탕수수 경작지는 수확면적의 50%에 해당하는 약 3백만ha임.
 - 따라서 여타 작물의 재배 축소 및 환경 훼손 없이도 사탕수수의 재배 확장이 가능함.

〈표 7〉 브라질의 사탕수수 경작면적

구 분	면적(백만ha)	점 유 율
브라질 전체 면적	851	100%
즉시 경작가능 지역	383	45%
확장 가능 지역	91	11%(경작가능지역의 24%)
사탕수수 경작지	5.34	0.62%(총 경작지역의 1.4%)
에탄올 생산용 사탕수수 경작지	3	0.35%(총 경작면적의 0.8%)
B2, B5 디젤 생산용 작물 경작지	1.7~4.0	0.2~0.47%(총 경작면적의 0.4~1%)

4) ha당 6,000ℓ의 에탄올을 생산함. 기술개발을 통해 평균 생산량의 2배를 상회하는 ha당 연간 14,000ℓ 생산을 계획 중임.

5) 브라질 통계지리청(IBGE) 자료에 따르면 3,504개 도시에서 사탕수수가 생산되며 그 중 300개가 브라질 사탕수수의 80%를 생산함.

- 사탕수수 경작주기는 보통 1.5년이고 방법에 따라 5~10년 수확이 가능함. 경작 토지는 기계농이 가능한 평지에 연간 강우량이 1,200mm이상이면서 수확기에는 건조한 기후가 적합함.
 - 사탕수수는 성장기에 수분이 많이 필요하므로 건조지대에는 관개시설이 필요함. 따라서 재배지역은 브라질 중서부 및 남동부 지역이 적합함.
 - 대부분 기계화되어 있음.
- 생산 규모 및 형태를 살펴보면 사탕수수 경작에 종사하는 가구는 약 6만 가구로 대부분 10~100ha의 경작지를 보유하고 있음.
 - 브라질 통계청의 농업인구조사(1996년)에 따르면, 약 37.7만명의 경작자가 사탕수수를 재배하고 있음. 그중 경작지 소유주는 88.1%(33.2만명)이고, 3.7%인 1.4만명은 임대 경작, 1.23만명은 협동조합형식 경작주이며, 1.85만명은 소작농임.
 - 10ha 미만의 경작지 소유자가 전체의 31%를 차지하고 있으며 10~100ha의 경작지 소유자 비율은 58.3%, 100~1000ha의 경작지 소유자는 10%이며, 1만ha 이상의 토지 보유자는 약 1백여 명에 불과한 것으로 나타남.

3) 에탄올의 상업화

- 가솔린과 에탄올의 혼합은 자동차 연료 분배업체와 정유소에서만 가능함.
 - 브라질내 자동차 연료 분배업체는 159개 정도이나 그 중 12~15개의 업체가 시장의 80%를 점유하고 있음.
- 정제소에서 생산된 에탄올은 정유소 또는 분배업체가 공급함.
 - 브라질 바이오에너지 수송의 68%가 트럭에 의존하기 때문에 철로, 수로 등 다양한 형태의 운송수단 개발이 필요함.
 - 브라질내 수송 인프라는 아직 표준화되어 있지 않고 지역의 편차가 큰 편임.
 - 바이오에너지의 운송, 저장 및 분배는 대부분 브라질 석유공사⁶⁾의 자회사인 브라질 석유운송공사(Transpetro: Petrobras Transporte S.A)⁷⁾와 브라질 석유유통공사(Petrobras Distribuidoras)⁸⁾에 의해 이루어짐.

6) 브라질 석유공사는 알코올 파이프라인 건설도 계획 중임.

7) 수송, 보관 담당.

8) 분배 및 상업화 담당.

나. 정책

1) 바이오에너지 도입 정책 · 규정

- 브라질은 1970년대 1차 및 2차 석유 위기를 맞으며 수입의 85%를 점유하던 석유의 대외 의존도 축소를 위해 대체에너지 개발에 나섬.
- 브라질 바이오 에너지 도입의 근간은 1975년의 브라질 알코올 프로그램(Proálcool)과 바이오디젤의 도입을 규정한 2004년 국가 바이오디젤 생산 및 사용 프로그램(Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel)임.
 - 브라질 알코올 프로그램(Proálcool)
 - 1975년 실시한 농업에너지 개발의 근간 정책
 - 석유 대체에너지로 사탕수수를 이용한 에탄올 생산을 규정함
 - 가솔린-에탄올 혼합 유류 사용 도입
 - 가솔린에 무수알코올 20~25% 혼합 의무화
 - 100% 유수 알코올 사용 모토(Motto-cycle) 개발 촉진
 - 유수알코올 사용 차량에 대한 세금 감면
 - 국가 바이오디젤 생산 및 사용 프로그램(Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel)
 - 바이오디젤 도입 기간 규정⁹⁾
- 정부는 농업에너지 다개년 정책을 통해 바이오에너지 사용 확대 및 개선 추진
 - 2006~2011년 국가 농업에너지 계획 주요 목표
 - 석유 에너지 사용 감축, 바이오에너지 생산 및 소비 확대
 - 환경보호 및 국제시장 개척

2) 바이오에너지 생산 및 활용 촉진 정책

- 바이오에너지 사용 촉진을 위한 프로그램으로 전력대체에너지 인센티브 프로그램(Proinfa), 농업에너지 인센티브 법령 9,991호(Luz para Todos), 사회 에너지 인증서(Selo de Combustível Social) 등임.

9) 2005~2007년 2% 혼합 허용, 2008~2012년 2% 혼합 의무화(2006년 조기 실시), 2013년 이후 5% 혼합 의무화.

- 전력 대체에너지 인센티브프로그램(Proinfa)
 - 사탕수수 및 목재를 원료로 한 바이오전력 개발을 추진하는 등 에너지 분야의 다양화가 목적임¹⁰⁾.
- 농업에너지 개발 인센티브법(2000년 법령 9,991호)
 - 전력분야 순이익을 농업에너지 개발에 투자¹¹⁾

3) 에탄올 시장 개방 및 경쟁력 보장 조치

- 유수(함수) 알코올 및 무수알코올의 생산, 분배, 재판매 모두 자유화
- 공급과 수요에 따른 가격 자율화
- 보조금 폐지¹²⁾

4) 금융지원

- 브라질 알콜 프로그램 활성화를 위해 다음과 같은 농촌 금융지원 제도를 도입하였음.
 - BNDES Automatico: 경작 확대, 장비, 새로운 기계 구입 등
 - 한도: 고정투자 자산의 50%

〈표 8〉 바이오에너지 금융지원

금융종류	프로그램	이자율	재정비용
BNDES (브라질경제사회개발은행)	BNDES Automatico FINEM(사업금융) FINAME(장비금융) FINAME Agricola(농업금융)		- 장기이자 - 달러화 변동률 - 기본 Spread
브라질은행(Banco do Brasil SA)	FCO(중서부 개발금융)	연 6~14%	
북동부 은행 (Banco do Nordeste do Brasil SA)	FNE(북동부 개발금융)	연 6~14%	
아마존은행(Banco da Amazonia SA)	FNO	연 6~14%	

10) 사탕수수 및 목재를 원료로 한 바이오전력 개발 추진, 연간 685MW 생산 목표.

11) 발전기업: 순이익의 1%, 송전기업: 순이익의 2%, 분배기업: 순이익의 0.5%(2006년부터 0.75%로 증액).

12) 1995.11. 독점 완화(헌법 9조 개정), 1996.4 알코올 및 가솔린 소비자 가격 자율화, 1997.5 무수알코올 생산자 가격 자유화, 1997.8. 동 분야 개방을 위한 잠정기간 확정(석유법), 1999.2 보조금 삭감 및 유수 알코올 가격 자유화, 1999.11 유수 알코올 경쟁력강화를 위한 보조금제도 폐지, 2002.2 생산 및 상업화 과정 전 분야 가격 자유화.

- BNDES-FINEM(사업금융): 국산장비 구입 등 사업 자금 지원
 - 한도: 고정투자 자산의 50%
- BNDES-FINAME(장비금융): 국산 장비 구입 자금
 - 기간: 60개월간 최고 1천만 헤알(5백만 달러) 까지.
- BNDES-FINAME Agricola(농업금융): 중서부, 북동부, 북부지역 국산장비 구입 등
 - 기간: 연 7회 또는 분기별 14회
- 지역개발 금융(브라질 은행): 연방세의 3%를 북부, 북동부, 중서부 낙후지역에 지원
 - 중서부(0.6%), 북부(1.8%), 북동부(0.6%)

다. 전망 및 상용화 방안

- 세계 석유소비 증가율은 연간 1.7%, 아시아의 석유소비 증가율은 3.2%로 석유소비 증가는 앞으로
도 계속될 것으로 전망됨.
- 미국은 2017년까지 20%의 가솔린 소비량을 바이오에너지로 대체하기로 함. 그 양은 2007년 세계
에탄올 예상 생산량 580억ℓ의 2배에 달하는 1,320억ℓ 수준일 것으로 전문가들은 예상하고 있음.
- 브라질내 신규 정제소 설립 움직임이 활발하고 해외 국가들의 브라질과 협력 추진도 증대되는 양
상임. 따라서 3~4년내 브라질의 에탄올 생산 및 해외 협력은 더욱 확대될 것으로 보임.

〈표 9〉 2010년 에탄올 수요 예상

(단위: 리터)

구 분		증가 예상량	근 거
브라질	예상1(농림부)	66.6억	FFV 차량 및 가솔린 판매 증가 기초
	예상2(농림부)	61.2억	FFV 차량 판매 증가
	일본	48.9억	1989-2004(15년간) 평균 소비 증가
	JEBIC	107.5억	FFV 차량이 다수였던 1980년대 소비
	은행	19.7억	석유가 하락으로 석유소비 차량 판매 증가시
	종합결과	61.2억	석유가격 변동 및 향후 전망
OECD	미국	340억	2017년까지 가솔린 소비량의 20% 감축
	기타	110억	CO ₂ 배출감소 의무, 대체에너지 수요증가

〈표 10〉 2010년 국가별 에탄올 수요 및 공급 예상

(단위: 10억 리터)

국가/지역	공급	수요	수급불균형
브라질	26.0	21.5	4.5
미국	24.0	24.5	-0.5
유럽연합	7.2	10.0	-2.8
중국	4.0	4.5	-0.5
기타	7.5	8.2	-0.7
계	68.7	68.7	

- 향후 바이오에탄올 생산기술 개발, 품종개발 등을 위한 연구가 더욱 활발해질 전망이다. 하지만 에탄올 생산 열풍에 앞서 다음의 문제들이 시급히 해결되어야 함.
 - 토양 유실, 염류 축적, 지하수 오염으로 생산성 감소
 - 잎사귀 소각에 따른 대기 오염, 환경 파괴 발생
 - 일부 지역에는 사탕수수 단일 작물 경작이 78% 수준으로 생물종 감소, 산림감소 등 심각한 환경 문제 발생.
 - 경작 및 수확의 기계화 의무에 따른 경작자들의 장비 구입비용 증가로 생산비용 상승
 - 브라질내에서 남동부에 공급이 집중되어 있으며, 상파울루는 공급 초과인 실정
 - 에탄올 가격에 운임이 이전되어 도로 등 인프라 미비지역의 에탄올 가격 상승

2. 바이오디젤 개발 및 보급동향

가. 생산 및 상업화

1) 생산 및 수요

- 브라질 에너지청(ANP: Agenci Nacional de Petroleo)이 집계한 통계에 따르면 2007년 현재 브라질의 바이오디젤 하루 생산량은 4.832m³¹³⁾이며 연간 생산 능력은 약 13.13억ℓ 수준임.

13) 석유청 등록 생산업자 기준.

〈표 11〉 브라질의 바이오디젤 생산능력

구 분	생산능력(백만 리터/년)
사회 에너지 인증서 보유 ¹⁴⁾	506
승인 단계	807
총 계	1,313

● 바이오디젤 정제소 설립비용

- 바이오디젤 생산비용은 원자재 가격이외에도 식물유 추출 및 부산물의 가격에 따라 큰 영향을 받음. 따라서 부산물인 글리세린 공정 및 상업화가 바이오디젤 생산비용의 절감에 영향을 미침.
- 소규모 바이오디젤 정제소의 경우, 글리세린 처리시설을 함께 설치하는 것이 경제적이지 못하지만 대규모 바이오디젤 공장은 글리세린 처리시설을 동시에 설치하는 것에 큰 차이가 없음. 따라서 대형 공장의 경우 이를 동시에 설치하는 것이 생산비용을 줄이는 방법임.
- 식물유 추출은 용해제를 사용한 방법이 압착에 의한 방법보다 비용이 저렴함.

〈표 12〉 정제소 비용 비교

설치형태	연간 능력 (백만 리터/년)	투자비용 (백만US\$)	단위비용 (천US/백만 리터)
콩 바이오디젤 독립시설(미국)	49.20	18.80	381
식물성기름 바이오디젤 독립시설(유럽)	62.45	37.60	602
유채 바이오디젤 독립시설(스페인)	66.00	32.88	498
콩 압착장치와 바이오디젤 결합된 수직시설(유럽연합)	49.20	35.0	711
아주까리, 콩, 해바라기, 기름야자 바이오디젤 독립시설(브라질)	68.45	15.00	219
아주까리, 콩, 해바라기, 기름야자, 바이오디젤 독립시설(연구결과)	60.00	12.90	215

〈표 13〉 식물유 추출비용 비교

구분	대두	해바라기	아주까리		땅콩
			소농으로부터 구매	시장구매	
용해제	777.30	729.50	871.00	1,434.51	1,078.95
압 착	884.95	827.40	1,016.87	1,687.00	1,183.78

14) page 16 설명 참조.

● 글리세린(부산물)

- 글리세린은 바이오디젤 생산 공정에서 추출되는 주요 부산물
- 약 10%의 유지 함유
- 사용용도는 표 14와 같음¹⁵⁾

〈표 14〉 브라질 부산물 수요 현황

생산물	수요(%)
제약/치약	24
화장품	19
식품/음료수	17
담배	14
폴리에스터	10
혼합용	8
레이진	6
셀로판	2

● 디젤 수요

- 브라질의 디젤은 1970년대에서 1990년대까지는 생산량과 소비량이 균형을 이루었으나 1990년대 들어 소비가 급격히 증가하기 시작함.
- 디젤 소비량은 2003년 380억ℓ, 2004년 410억ℓ, 2005년 420.6억ℓ, 2006년에는 429.8억ℓ로 꾸준히 증가하고 있음.

● 바이오디젤 상업화

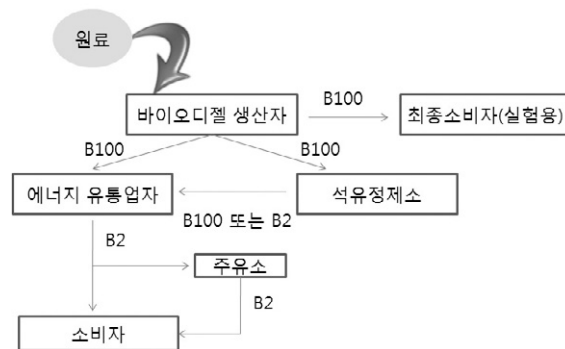
- 당분간 바이오디젤은 디젤 판매 경로를 통해 상업화될 것으로 보임
- 분배업체만이 혼합 가능함.

● 바이오디젤 공급은 다음의 2단계로 구분됨

- 사회에너지인증을 보유한 생산자가 생산한 바이오디젤은 공매를 거쳐 석유청이 구입
- 일반 생산자가 생산한 바이오디젤은 직접 판매

15) 글리세린의 주요 소비국은(2001년 기준) 미국(28%), 서유럽(26%), 아시아 및 일본(9%), 중남미(5%) 및 기타(5%)임.

[그림 3] 바이오디젤 분배과정



2) 주요 원료작물

- 브라질에는 약 90종의 바이오디젤 원료 작물이 있음.
 - 브라질 농업부, 농업협력청은 유지함유량, 재배경험 등을 고려하여 오일팜, 아주까리, 해바라기, 유채를 바이오디젤 생산에 적합한 작물로 평가하고 있음¹⁶⁾.
- 오일팜(기름야자)은 재식비용이 높고 묘목 재배에 1년, 성장에 3년 등 완숙기 4년이 필요하여 초기 투자비용이 높으나 25~26년 동안 상업적으로 활용이 가능함¹⁷⁾.
 - 연중 수확이 가능하지만 기계화 수확이 매우 어려움
 - 생산성
 - ha당 가장 많은 유류 생산 작물임
 - 대두에 비해 10배의 생산성을 보유¹⁸⁾

〈표 15〉 브라질 오일팜 생산 및 경작 면적

연 도	면적(천ha)	생산량(만톤)
2001	49.19	10.02
2002	54.47	11.06
2003	61.31	11.77
2004	60.60	14.79
2005	63.78	17.00

16) 특히 오일팜유를 원료작물로 한 상품이 비중 있게 고려됨.

17) 오일팜유의 70%는 조리용으로 사용되며 잉여분들은 동물 사료로 사용됨.

18) 브라질에서는 주로 파라주와 바이아주에서 생산함.

- 오일팜의 수익성
 - 7년차부터 투자 회수가 가능함
- 오일팜의 문제점
 - 강수량이 풍부해야 하는 제약요인으로 경작지역이 제한됨
 - 재식기간 3년 필요
 - 초기 투자비용이 높음
 - 기계화 수확이 어렵고 수송이 불편함
 - 수확 후 24시간 내에 정제가 필요하기 때문에 정제소 설치가 필수이며 경작자와 정제업체간의 긴밀한 협력이 필요함.

나. 정책

- 브라질 연방정부는 1980년 이래 바이오디젤 도입을 위해 노력함
 - 브라질 석유공사와 공군부는 항공기에 바이오케로젠 사용을 위해 디젤프로그램(PRODIESEL)을 발표함.
 - 본격적인 도입은 2004년 바이오디젤 생산 및 사용 프로그램과 B2/B5 혼합을 규정한 2005년 1월 법령 11,097호(LeiNº 11,097)로 시작¹⁹⁾.
- 바이오디젤 생산 및 사용 프로그램(2004)²⁰⁾
 - B2/B5 혼합을 의무화하는 법령 11,097을 뒷받침하는 근간임
 - 바이오디젤 도입 및 기간 설정
 - 바이오디젤 생산 및 사용 프로그램 목적 달성을 위해 부처간 집행위원회(CEIB) 설립
 - B2 혼합 촉진을 위해 브라질 석유청(ANP)은 바이오디젤 관련 법령 제정함. 반면 혼합은 에너지 공급업체들이 정유소에서 행하도록 규정.
- 사회 에너지 인증서(Selo Combustivel Social)

19) 바이오디젤의 생산배경에는 2003년 브라질의 전력 대란의 영향이 크게 작용함.

20) 신재생에너지의 지속가능한 도입, 에너지원의 다양화, 디젤 및 석유 수입량 감소, 브라질 내 고용 및 수익 창출, 농촌인구 정착 및 지역 농업 확장, 식량작물 생산에 비적합한 토양 사용, 환경적으로 올바른 에너지 생산이 주목적임.

- 2005년 5월 13일에 발표, 농촌분야 사회참여 증진의 일환으로 소농이 농업생산체계에 참여할 수 있도록 기회를 제공함.
- 바이오디젤 생산업자들은 국가소농활성화프로그램(PRONAF)에 참여하는 소농으로부터 원료작물을 구입할 경우 사회 에너지 인증서를 획득할 수 있음.
- 사회 에너지 인증서를 획득한 바이오디젤 생산자는 연방정부의 재정지원 뿐만 아니라 세제혜택을 받을 수 있음.
- 벽지에너지개발지원 프로그램(2004년 법령 10,848: Lei n° 10,848/04)
 - 브라질은 북부등 벽지의 전력 수급을 위한 화력 생산에 석유 및 석탄 등을 활용
 - 화력 생산을 위한 고가의 에너지 소비비용(custo do consumo do combustivel: CCC)을 타지역 소비자들이 분할 지불.
 - 벽지의 화력발전에 디젤유 대신 바이오디젤 사용 독려
 - 화력생산에 사용된 바이오디젤 사용비용도 에너지 소비비용에 포함하도록 규정
- 사회통합세(PIS), 공공근로자자산형성공여세(PASEP) 및 사회복지재정기여금(COFINS) 감세 (2005.5.18자 법령 11,116호)
 - 2005.5.18자 법령 11,116호는 바이오디젤 생산자에 대해 사회통합세(PIS), 공공근로자자산형성공여세(PASEP) 및 사회복지재정기여금(COFINS) 감세를 규정.
 - 원료작물 제공자, PRONAF 조건을 충족시키는 소농, 소농으로부터 원료작물을 구입하는 생산자들중 사전 등록을 한 사람에게 혜택 부여.
 - 법령 11,116호는 지역, 원료구입 방법에 따라 차등 세제를 규정함. 동 규정은 사회 에너지 인증서 획득 생산자에 한함.
- 바이오디젤 투자 재정지원 프로그램
 - 원료작물 재배에서부터 최종 상품 판매에 적용(바이오디젤, 식용유지 생산 장비 및 도구, 바이오디젤 부산물 공정 투자 등에도 적용)²¹⁾.
- 바이오디젤 혼합 의무 지원을 위한 자원에너지부 결정 3호²²⁾

21) 사회 에너지 인증서 획득의 경우 BNDES 참여, 이자율(금융비용+BNDES 수익+(금융기관 수익)).

22) 유효기간은 2006.1.1~2008.1.31.

- 2008년 2% 바이오디젤(B2) 혼합 의무 이행을 위한 생산, 투자 촉진 정책
- 정유소들이 사회 에너지 인증서 획득 기업들로부터만 바이오디젤을 매입할 것을 의무화
- 바이오디젤 공매 규칙 시행령 483호(Portaria N 483)
 - 브라질 석유청(ANP)은 사회 에너지 인증서를 보유한 바이오디젤 생산자만 참여하도록 공매규칙을 결정함.
 - 공매량은 국내 디젤 보유량에 따라 석유청이 결정

다. 전망 및 상용화 방안

- 브라질내 바이오디젤 시장은 정책적으로 수요가 확정됨
 - 디젤에 대한 세계 수요가 가솔린보다 많기 때문에 가격 경쟁력을 가지고 생산 체계를 확립할 경우 시장은 확대될 것으로 보임.
- 브라질 석유공사(Petrobras)가 발표한 디젤 수요량 변화 및 전망
 - 디젤에 5%의 바이오디젤 혼합을 의무화한 2013년에는 약 26.4억ℓ의 바이오디젤이 필요할 것으로 나타남.

〈표 16〉 브라질 바이오디젤 시장 전망

구 분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
디젤(백만 리터)	42,059	42,984	43,219	44,730	46,260	47,836	49,462	51,144	52,883
바이오디젤(%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
바이오디젤(백만 리터)	-	-	-	894	925	957	989	1,023	2,644

- 바이오디젤 생산 확대를 위해서는 다음의 문제점이 해결되어야 함
 - 원료작물의 경작 및 수확 인프라 구축
 - 산업공정 대형화, 상업채널 등 확립
 - 생산, 경작, 저장, 수송 등 전 분야에 대한 기술 개발 및 연구 필요
 - 원료작물의 낮은 경작 수익성
 - 투자비용의 장기적인 회수기간

3. 시사점

- 바이오에탄올 및 바이오디젤은 적정 규모의 토지, 기후 및 열대 농업기술이 필요한 산업으로 우리나라에 도입하는 데는 한계가 있음.
- 현재 에탄올의 경우 자국 기업들을 포함한 외국기업들의 움직임이 활발한 실정임.
 - 브라질 바이오에탄올 생산의 85%가 남부, 남동부 지역에서 생산되고 있기 때문에 이들 지역의 지가는 충분히 상승되어 있음. 고이아스주, 마또그로쭈주, 마또그로쭈두쑈주, 토파칸주들의 지가는 이미 상당 부분 상승되어 있지만 진출의 여지가 많음.
 - 북부 및 북동부중 일부 사탕수수 재배가 가능한 지역을 보유하고 있는 곳들은 에탄올 사업 가능성에 대한 연구 조사들을 실시하는 등 투자 유치를 위한 인프라 마련을 위해 노력하고 있음.
 - 바이오에탄올 정제소는 기계화 수확을 위한 대규모의 평탄한 토지가 필요하고 절삭 후 당분 유실을 막고 사탕수수의 이동 경비 절약을 위해 경작지 인근지역에 설치하는 것이 바람직함.
 - 바이오에탄올 정제업자가 직접 사탕수수를 경작하는 경우 수익 증대가 가능한 것으로 나타났으나 바이오디젤의 경우 원료작물의 생산에서 산업까지 투자하는 것은 경제성이 적은 것으로 나타남.
- 바이오디젤의 주원료 작물인 오일팜은 브라질의 북부, 북동부에서 재배가 용이함.
 - 브라질 정부는 이 지역에 수송 인프라 확장을 위해 투자를 추진하고 있음.
 - 오일 팜은 손상 방지 등을 위해 채취 후 24시간 내에 정제가 필요하기 때문에 작물 재배 인근지역에 설치하는 것이 바람직함.
- 바이오에너지 개발에는 4천만 달러에서 2억 달러 상당의 고액 초기 투자가 필요하고 투자회수기간이 장기적인 고비용 산업이기 때문에 정부의 대책 마련과 아울러 해외 진출 기업들의 지원이 필요함.
 - 생산된 에탄올과 바이오디젤의 분배 및 수출은 브라질석유공사가 거의 독점적인 위치를 점유하고 있기 때문에 이들 기업과의 협력 양해각서 등의 체결을 맺는 것이 더 효과적임.

〈 참고문헌 〉

박현태 외, 2007, 「농업부문 바이오매스의 이용활성화를 위한 정책방향과 전략(2/2차년도)」, 연구보고서 545, 한국농촌경제연구원
 박현태 외, 2008, 「주요국의 바이오에너지 개발 및 보급동향」, 연구 자료집 238, 한국농촌경제연구원
 외교통상부 남미자원협력센터, 2007, 「브라질 바이오에너지 정책 및 개발 생산 동향」



브라질의 바이오에너지 개발 및 보급동향



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

발행인 : 방기열 / 편집인 : 임기추

Tel) 031-420-2295 Fax) 031-420-2164 <http://www.keei.re.kr>