

ISBN 978-89-6211-657-1

2010 정보분석보고서

바이오에탄올의 기술사업화 기회분석






bioethanol

최윤정



한국과학기술정보연구원

Table of Contents

05		개 요
11		기술 트렌드 분석
13		시장 트렌드 분석
21		정책동향 분석
24		기술 사업화 기회 분석
27		참고문헌

| 표 목차 |

<표 1-1> 바이오 에탄올 시장 성장 Potential.....	6
<표 1-2> 세대별 바이오에탄올 특성 비교.....	8
<표 1-3> 원료별 바이오에탄올 생산 공정비 비교.....	8
<표 1-4> 바이오에탄올 산업 Entity 구성.....	10
<표 2-1> 각 국의 해조류 바이오에탄올 기술 동향.....	12
<표 3-1> 세계 해조류 바이오에탄올 주요 업체 동향.....	16
<표 3-2> 국내 바이오에탄올 주요 업체 동향.....	16
<표 3-3> 바이오에탄올 시장 특성.....	20

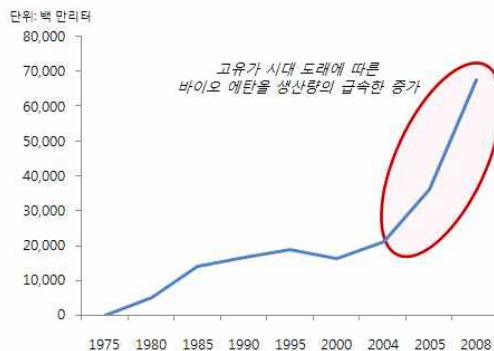
| 그림 목차 |

<그림 1-1> 바이오에탄올 생산량.....	5
<그림 1-2> 바이오 연료의 변화.....	7
<그림 1-3> 바이오에탄올의 Value Chain.....	9
<그림 1-4> 바이오에탄올 사업 성장 모델.....	10
<그림 2-1> 바이오에탄올 생산 공정도.....	11
<그림 3-1> 세계 바이오에탄올 수요 및 전망.....	13
<그림 3-2> 세계 바이오에탄올 지역별 수요.....	13
<그림 3-3> 국내 수송용 연료 수요 및 전망.....	14
<그림 3-4> 북미 업체 경쟁 현황.....	16
<그림 3-5> 6 Forces' Analysis.....	18
<그림 4-1> 일본 바이오매스 정책 Plan.....	22
<그림 5-1> 바이오에탄올 Product Maturity.....	24

1. 개요

고유가와 지구 온난화의 공포 속에 세계 주요국들은 자국의 에너지 보안을 위한 석유 의존도를 낮추기 위해 대체에너지 개발에 전력을 다하고 있다. 특히, 휘발유의 대체연료인 바이오에탄올¹⁾의 보급이 진전되고 있는데 이는 바이오에탄올이 석유자원과 달리 재생 가능한 옥수수, 사탕수수 등을 원료로 활용한다는 점과 공해나 온실가스등의 방출 염려가 없는 청정에너지라는 이유 때문이다.

<그림 1- 1 바이오 에탄올 생산량>



자료: Worldwatch Institute, Bio-Fuel for Transportation. 2008

특히, 브라질에서 바이오에탄올 산업이 활성화 되었는데 이는 1차 오일쇼크 이후 1970년대 중반부터 석유 의존도 탈피를 목적으로 한 정부의 적극적인 에탄올 산업 육성정책에 힘입은 바가 크다고 할 수 있다. 브라질 정부의 이러한 지원은 1980년 중반 이후 국제 유가 안정과 설탕가격 상승으로 중단되었으나, 2000년대 들어 고유가 지속으로 바이오에탄올이 대체 에너지로 주목

1) 산업적 소재에 사용되는 식물, 농작물, 동물 배설물 및 생물성 폐기물 등을 연소 또는 생물학적 처리공정을 통해 제조한 연료, 재생가능하며 환경친화적일 뿐 아니라 기존 인프라에 큰 변화를 가하지 않으면서 화석연료를 대신할 수 있어 가장 널리 이용되는 대체에너지임.

받으면서 재개되었다.

<표 1-1 바이오 에탄올 시장 성장 Potential>

구분	주요 특징
Energy Security	<ul style="list-style-type: none"> 원료의 지역 편중 현상이 적어, Sourcing Channel 다양화 가능 (석유의 경우, 중동 등 집중 매물 지역 존재로 자원 이기주의 발생)
Environment	<ul style="list-style-type: none"> 배출되는 탄소량이 적어 온실가스 저감, 대기오염 감소 가능 기존 연료와 혼용이 가능하여 현실적인 CO2 발생 저감 효과 기대 가능
Fuel Quality	<ul style="list-style-type: none"> 연소율이 높아 MTBE(Methyl Tertiary-Butyl Ether: 화석 휘발유 첨가제)등의 추가적인 첨가제가 요구되지 않음
Sustainable	<ul style="list-style-type: none"> 재생 가능한 원료(옥수수, 우뭇가사리 등)를 활용함으로써 지속적인 에너지원으로 사용 가능

자료: Bio-fuels for Transport, IEA(International Energy Agency)

하지만 최근 이러한 1세대 바이오 연료에 대한 회의론이 확산되고 있다. 1세대 바이오 연료의 주원료인 옥수수, 사탕수수 등이 곡물 가격을 크게 상승시키고 있기 때문이다. 2008년 World Bank가 발행한 보고서에 의하면 바이오 연료는 2002년에서 2008년 사이 곡물 가격을 75%나 증가시켰다고 나타낸 바 있다. 게다가 이산화탄소 감축에 관해서도 부정적인 결과들이 발표되고 있는데, 영국의 일간지 더 타임스(The Times)는 야자유 바이오 연료의 경우, 경작지 확장을 위한 숲의 파괴로 인해 화석연료를 사용하는 것보다 이산화탄소 배출량이 31%나 증가된다는 연구결과를 보도하기도 했다. 이에 대한 대안으로 나온 것이 목질섬유소나 바이오 폐기물을 이용한 2세대 바이오 연료다. 농업폐기물이나 폐목재 등 비 식용 식물 원료에서 에탄올을 추출해 애그플레이션²⁾의 위험을 없애고, 생산단가를 획기적으로 낮추는 셀룰로오스 에탄올 기술을 상용화하여 에탄올의 효용가치를 더욱 높였다. 하지만 2세대 바이오

2) 농업(Agriculture)과 인플레이션(Inflation)의 합성어로 농산물 가격 급등에 따른 물가 상승을 의미함.

연료 역시 식물을 분해하는 과정을 거침에 따라 수율이 낮아지고, 폐목재 등을 채집하는 데 드는 비용이 상대적으로 높아 상용화에 어려움을 겪고 있다. 그리하여 최근 해조류나 미세 조류로부터 기름을 뽑아내는 3세대 해조류 바이오에탄올에 기업 및 각 정부가 주목하고 있다.

<그림 1-2 바이오 연료의 변화>



특히, 바다자원이 풍부한 국가에서는 해조류 및 수산물의 부산물을 이용한 바이오 연료 연구가 활발히 이뤄지고 있으며, 국내에서도 국토가 좁고 상대적으로 해양에너지가 풍부한 점을 활용하여, 바이오에너지 원료의 다변화를 위해 우뚝가사리를 포함하여 해조류를 이용한 바이오 에탄올 연구를 활발히 진행하고 있다. 해조류를 활용한 바이오에탄올의 생산은 실질적으로 지상 식물을 이용한 바이오에탄올에 비해 여러 가지 장점을 가지고 있는데, 지상 식물의 경우 한정된 토지를 활용해야 하므로 바이오연료 수요가 증가하면 경지의 확보에 어려움을 겪을 수 있지만 해조류는 해양을 활용하므로 가용 재배 면적이 넓어 경지 확보 어려움이 적다. 또한, 지상 식물의 대규모 경작 시 문제가 되는 물의 충분한 공급 문제가 해조류 양식에서 근본적으로 없으며 해조류는 주로 연안 양식으로 행하여지고 성장 과정에서 바다의 유, 무기 영양분을 흡수하므로 연안의 부영양화 문제를 해결할 수 있다는 장점을 지닌다. 뿐만 아니라, 생장성이 높고 총에너지 전환수율이 높아 인건비가 상대적으로

저렴하고 자연조건이 우수한 동남아 지역의 대규모 양식을 이용할 경우 효율적인 바이오 에탄올 제조가 가능할 것으로 판단된다.

<표 1-2 세대별 바이오 에탄올 특성 비교>

바이오 에탄올	주원료	단위 면적당 연간 생산능력 (L/ha/year)	재배주기	CO2 발생량
1세대	옥수수	3,100 ~ 4,000	4~8개월	96
	사탕수수	6,800 ~ 8,000		N/A
2세대	목질계 섬유	3,100 ~ 7,600	8년	22
3세대	대형 해조류	5,000 ~ 12,000	2~3개월	N/A

자료: Wikipedia, Seambiotic, Greener Dawn Research, 2009.

<표 1-3 원료별 바이오 에탄올 생산 공정비 비교>

바이오 에탄올	원료비(\$/1kL)	공정비(\$/1kL)	원료비:공정비
옥수수	390 (69.8)	169 (30.2)	7 : 3
사탕수수	114 (55.3)	92 (44.7)	5.5 : 4.5
Switchgrass	140 (32.8)	287 (67.2)	3.2 : 6.7
홍조류(추정)	154 (47.5)	148 (52.5)	4.7 : 5.2

자료: 해조류를 이용한 바이오에너지 생산기술, 2009. 한국생산기술연구원

바이오에탄올의 Value Chain은 자원 확보, 공정처리, 활용의 3단계로 구분되며 농림/에너지, 바이오테크, 화학, 유통산업이 융·복합된 구조를 지닌다. 첫 번째 단계인 자원 확보에서는 농작물, 에너지 식물의 경작기술, 친환경적 수거, 토양보존 기술 및 경제적인 수거·보관 시스템이 사업의 핵심요소가 될 것으로 판단된다. 두 번째 공정 처리 단계에서는 바이오매스에서 효율적으로 바이오에탄올을 추출하는 단계로 탄수화물 분해효소 기술 및 발효미생물 개발 등의 바이오 테크 기술이 핵심이 될 것이다. 주요 중소 업체들이 담당하는 자원 확보 및 공정 처리 단계도 중요하나, 최종적으로 생산된 바이오

에탄올이 목적별로 활용될 수 있는 유통 체계 및 인프라 확보, 응용분야 확대가 사업의 Key Success Factor로 파악된다. 또한 기존 유통망 활용 및 확산을 위한 대기업과의 Strong Relationship이 더욱 더 중요해질 것이며 정유사를 통한 유통 계약을 하지 못할 경우 사업의 지속성을 확보할 수 없을 것이다.

<그림 1-3 바이오에탄올의 Value chain>

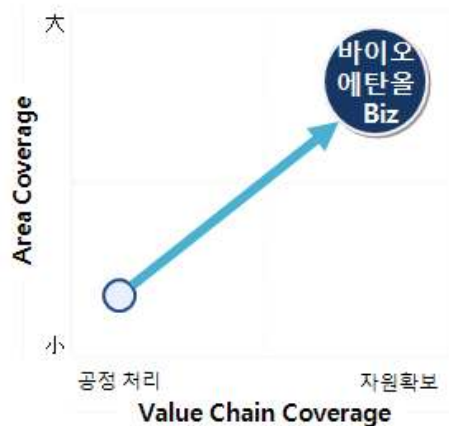


바이오에탄올 산업의 주요 Entity는 정부, 원료재배업자, 제조업체, 유통업체로 구분이 가능하며 현재 정부정책에 의한 바이오연료 사용의 확대가 제한적이므로 제조업체는 정유사를 포함한 소비처에 대한 공급계약 여부가 사업의 성패를 결정지을 수 있을 것으로 판단되며 안정적인 공급 및 확보 용이성 측면에서의 제 3세대 원료 활용의 중요도가 더욱 높아질 것이다. 따라서 중소기업의 경우 1차적으로 바이오에탄올 제조업체로 Positioning 후, Value Chain 확대 관점에서 사업의 Risk를 최소화하기 위해 원료분야의 Upstream 진출이 최적의 방안으로 판단된다. 이를 위한 정부의 적극적인 뒷받침은 필수적이라 할 수 있다.

<표 1-4 바이오에탄올 산업 Entity 구성>

Entity	Role	Issue
정부	<ul style="list-style-type: none"> 농림부: 에너지원료 산자부: 에너지 정책 환경부: 대기/환경 정책 재정부: 세제 담당 	<ul style="list-style-type: none"> 바이오에탄올의 경제성 검토 원료 생산지 검토 및 국내 재배에 따른 에너지 보안/경제적 측면에서의 고려 CO2 발생 감축을 위한 에너지 사용 확대 면세유 적용 검토
제조업체	<ul style="list-style-type: none"> 원료 구입 바이오에탄올 제조 정유사 납품 	<ul style="list-style-type: none"> 안정적 원료 확보 가능성 검토 안정적 판로 확보 Global Standard에 부합하는 제조기술 및 품질 관리 기술 확보
정유/유통업체	<ul style="list-style-type: none"> 바이오에탄올 구매 혼합유 생산 및 유통 	<ul style="list-style-type: none"> 안정적인 바이오에탄올 확보 정부 정책에 의한 바이오에탄올 혼합유 공급 혼합유에 대한 경제성 검토 자체 바이오에탄올 생산 검토
원료재배	<ul style="list-style-type: none"> 원료 작물 선정 단위 면적당 생산 효율 극대화를 위한 경작/재배 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 경제성 극대화가 가능한 최적의 원료 작물 검토 경작지 확보

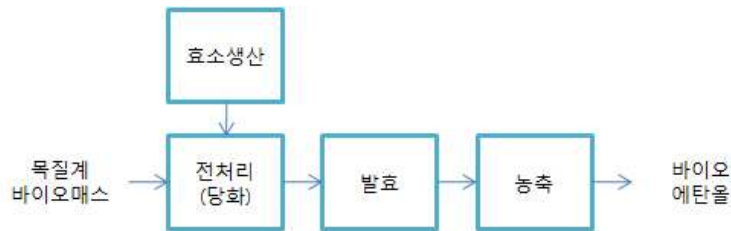
<그림 1-4 바이오에탄올 산업 성장 모델>



2. 기술트렌드 분석

대표적인 2세대 목질계를 활용한 바이오에탄올 공정은 크게 3가지로 분류 가능하다. 첫째, 당화 저해 물질을 제거하고 셀룰로오스의 접근 가능성을 증가시키기 위한 전처리 및 단단류로의 전환을 위한 전처리 공정, 둘째, 셀룰로오스의 가수분해를 통해 발효 가능한 당류로 변환하는 생성 당의 알콜 발효 공정, 마지막으로 생성된 당을 효모, 박테리아를 이용하여 에탄올로 전환 시켜 농축시키는 농축공정이다.

<그림 2-1 바이오에탄올 생산 공정도>



특히, 셀룰로오스의 분해방법은 또 다시 3가지로 크게 분류될 수 있으며 이에 따라 성능, 수율 등이 결정된다. 즉, 섬유소 분해효소를 활용한 당화에 이은 알콜 발효로 생산하는 방법, 황산, 염산 등을 활용한 산당화에 이은 알콜 발효로 생산하는 방법, 셀룰로오스 열분해가스화로 CO, H₂를 생성하고 이를 촉매 합성하여 에탄올을 생산하는 방법이 그것이다. 이 중에서 효소당화 공정이 가장 활발히 개발되고 있다. 그러나, 최근에는 애그플레이션의 우려로 바이오에탄올의 원료 다각화 및 경제성 확보를 위한 기술 개발이 확대되고 있다. 이에 따라, 해조류는 기존 바이오에탄올 자원에 비해 바다를 활용하므로 가용재배 면적이 넓고, 전처리 및 당화공정이 간단하며, 총에너지 전환수율을 높아 이에 대한 기술개발을 최근 활발히 진행하고 있다. 이에 해조류 바

이오에탄올은 향후 수송부문에서 중요한 대체연료로 자리 매김할 것으로 보인다. 또한 바이오에탄올 기술은 대사공학, 효소공학 및 바이오플랫폼 기술 등의 융복합기술로서 제반 학문 및 산업 활성화에 기여할 것으로 기대된다. 당화 기술, 효소/발효 공정 모델링, 최적화 기술, 공정 설계 기술 등은 바이오에탄올 생산 뿐 만 아니라 여타의 바이오 리파이너리 기술에 광범위하게 적용 가능하므로 타 산업에의 파급효과가 큰 기술이라 할 수 있겠다. 해양 거대조류를 이용한 바이오에탄올의 생산은 현재 한국과 일본 중심으로 연구되고 있으나, 동남아의 많은 나라에서 한국과 일본의 영향을 받아 점차 해양 거대조류 생산에 관심을 기울이고 있는 실정이다.

<표 2-1 각국의 해조류 바이오에탄올 기술 동향>

국가	주요 내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 미국의 옥수수 가격 급등으로 수익성이 급격히 악화되면서 원가 경쟁력을 가질 수 있는 기술 개발 확대 ▪ 해조류에서 차세대 수송용 연료를 생산하기 위한 시범 사업에 2009년부터 2014년까지 총 2억 달러를 추가로 투입하기로 함
일본	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 일본수산청이 5년 장기 과제로 해조류를 이용한 바이오 연료 생산 연구를 추진하고 있으나, 경제성을 확보할 수 있는 에탄올 생산기술은 확보하지 못하고 있음 ▪ (재) 도쿄수산진흥회는 일본 EEZ 내 다시마 등 연간 1.5억 톤의 해조류를 양식하여 바이오에탄올을 연간 400톤 생산한다는 계획을 수립(2008년~2012년에 해조류 양식, 바이오에탄올 생산 중심 기술을 개발하고 2013년~2015년에 실제 해역에서 실험한 뒤 사업 추진 계획)
한국	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 한국 생산 기술 연구원은 우뚝가사리 등 홍조류 이용 에탄올 생산 및 세계 최초 원천기술 특허 확보 (2008년 ~2011년 바이오에탄올 생산기술개발 수행 중) ▪ 해양연구원은 구멍 갈파래를 원료로 바이오에탄올 생산 기술을 개발함. 국내, 일본, 미국, 유럽 및 중국에 특허 출원 및 등록 ▪ 국립수산물품질관리원은 2009년부터 5년간 갈조류 활용 에탄올 추출기술에 관한 연구개발 중

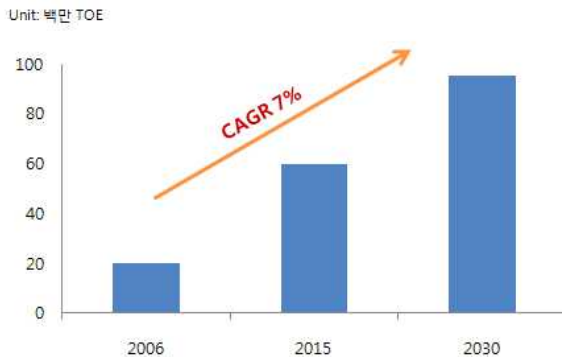
자료: 해조류를 이용한 바이오에너지 생산기술, 2009. 한국생산기술연구원

3. 시장트렌드 분석

가. 시장 현황 분석

IEA(International Energy Agency)에 의하면 세계 바이오 에탄올 수요는 2006년에서 2030년 사이 연평균 7%의 양호한 성장세를 보일 것으로 전망되며, Globaldata 기관의 보고서에 의하면 5.2% 정도 성장이 전망되고 있다. 2020년 2015년에는 2006년 대비 수요 규모가 3배나 확대되며, 2030년에는 세계 수요가 1억 톤을 돌파할 것으로 예측되고 있다. 특히 바이오 연료가 차지하는 비중이 높은 수송용 연료에서 석유의 영향력은 점진적으로 약화되는 반면, 바이오 에탄올의 비중은 지속적으로 확대될 것으로 예상된다. 이처럼 바이오 연료 시장의 성장을 낙관적으로 보는 가장 큰 이유는 각국의 지속적인 정부 정책 때문이다. 이산화탄소 감축을 위한 각국의 노력이 본격화됨에 따라 바이오 에탄올의 중요성은 점점 더 커질 것이고, 이에 따라 바이오에탄올 시장의 확대도 멈추지 않을 것으로 판단된다.

<그림 3-1 세계 바이오에탄올 수요 및 전망> <그림 3-2 세계 바이오에탄올 지역별 수요>



자료: IEA(International Energy Agency), 2008.



자료: Globaldata, 2009.

지역별로는 미국과 브라질이 풍부한 자원과 지원 정책을 바탕으로 전체 시장의 80%를 넘는 M/S를 차지하고 있으며 향후에도 현재의 Trends를 유지할 것으로 예상된다. 세계 최대 에너지 소비국인 미국은 바이오에탄올 개발 및 생산에도 앞선 국가이며 미국에서 생산되는 옥수수의 약 12%를 바이오에탄올로 만들어 국내 에너지 수용의 약 3%를 충당하고 있는 실정이다. 브라질은 현재 세계에서 유일하게 바이오에탄올 수출 여력이 있는 나라로 2010년 총 260억 리터의 바이오에탄올 생산이 예상되며, 수요는 215억 리터에 달할 것으로 보여 45억 리터 정도가 수출 가능할 것으로 생각된다. 또한, 1933년 이후 석유 순수입국으로 전환한 중국이 수입의존도가 갈수록 커지고 있으며 바이오에탄올에 대한 관심이 높은 상황이다. 2005년 사용량은 102만톤으로 미미했으나 2010년에는 200만톤, 2020년에는 1,000만 톤으로 확대할 계획이며 이에 따라 Heilongjiang, Jilin, Henan 등 곡물 생산지역을 에탄올 공장 건설지로 선정한 바 있다. 또한 곡물 외 타피오카, 카사바, 사탕수수에서 추출한 당밀, 옥수수 줄기와 보리짚 등을 바이오에탄올 원료로 이용하는 등 원재료 다변화에도 집중적인 R&D 활동을 벌이고 있다.

<그림 3-3 국내 수송용 연료 수요 및 전망>



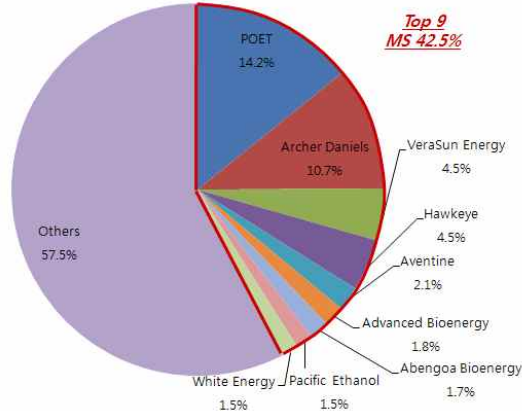
자료: 에너지연구센터 2007. 산은경제연구소, 신성장동력 기술전략지도, 2009. 지식경제부

국내 바이오에탄올 시장은 도입초기 단계로 2006년 실증 평가가 시작되어 2008년 7월에 완료되었다. 관련 부처 및 기관들의 발표에 의하면 바이오에탄올 시장은 2010년 약 7억 8천 톤 규모를 형성할 것으로 예측하고 있으나, 현재 수송용보다는 음료용으로 시장을 형성하고 있는 실정이다. 향후 기대하고 있는 해조류와 같은 다양한 바이오원료로부터 추출되는 수송용 바이오에탄올은 원천기술 확보에 따라 기존 휘발유에 비해 가격경쟁력을 가질 수 있을 것으로 전망되고 있으며, 정부 지원 정책에 의해 2030년까지 전체 수송용 연료 소비량 중 16.7%의 시장점유율을 차지할 것으로 예측된다.

나. 경쟁자 동향 분석




바이오연료의 성장성이 부각되면서 다수의 곡물기업, 에너지 및 생명과학 기업들이 시장에 진입하였으며 이에 따라 바이오연료 시장에서의 기술 개발 및 시장 확보 경쟁이 치열하게 전개될 것으로 예상된다. 실질적으로 세계 바이오 에탄올 시장의 97% 이상을 차지하는 북아메리카의 경우, Top9 업체들이 전체 시장의 42.5%를 차지하고 있어 시장이 매우 Segmented되어 있으며 경쟁이 치열하다. 그러나 업계 1위를 차지하고 있는 POET Biorefining社는 기술적 우위성으로 시장의 14.2%를 차지하여 독점적 지위를 확보하고 있는 실정이다. 대표적인 글로벌 농산물 유통업체인 Cargill은 총 7,000만 달러를 투자해 브라질 사탕수수 정제소의 지분을 보유하고 있고, Noble Group은 상파울루에 사탕수수 정제소를 건설했으며 2억 달러를 투자해 바이오에탄올 공장을 건설할 계획을 가지고 있다. 이 외 Dow Chemical, BTE 등도 미국 정부와 공동으로 정부 프로젝트에 참여함으로써 본격적인 시장 참여를 위한 Market Tapping 상황에 있다.

<그림 3-4 북미 업체 경쟁 현황>



자료: North American Biofuels Market, 2009. Frost & Sullivan




<표 3-1 세계 해조류 바이오 에탄올 주요 업체 동향>

주요 업체	바이오 에탄올 사업 추진 현황
	<ul style="list-style-type: none"> Algaenol Biofuels사와 미세조류를 이용해 에탄올을 생산하는 Pilot Plant 계획을 2009년에 발표하였으며, 바이오에탄올 생산비용 0.26\$/L를 목표로 추진 중
	<ul style="list-style-type: none"> 조류에서 추출한 에탄올을 원료로 이용하는 연구에 6억달러 투자 계획 바이오업체 신세탁지노믹스와 공동 연구 계획
	<ul style="list-style-type: none"> 일본 배타적경제수역(EEZ)내 대규모 인공해조류 양식장을 조성하여 바이오에탄올 생산 계획을 수립 2025년 2,000만 KL/Year 에탄올 생산 예정

자료: North American Biofuels Market, 2009. Frost & Sullivan.

반면, 국내 바이오에탄올 생산 업체는 사업 초기 단계에 중소 업체 위주로 사업이 추진되고 있으며 기존 주정 업체들을 중심으로 1세대 원료를 활용한 음료용 에탄올 사업을 추진하고 있는 실정이다. 이에 따라, 경쟁강도가 현저하게 낮은 상황이며 2006년 정부 지원 정책 발표 이후 바이오에탄올 사업 진출 계획을 발표하는 기업들이 늘고 있지만 실제로 생산에 참여하고 있는 기업은 소수로 파악된다.

<표 3-2 국내 바이오 에탄올 주요 업체 동향>

주요 업체	바이오 에탄올 사업 추진 현황
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 면세 혜택을 받을 수 있는 캄보디아에 진출해 4만 kL 생산설비 확보, 공장 시운전 (2008년 5월) 및 유럽 첫 수출 시행 (2009년)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 주정분야 2위 업체로 연료용 바이오에탄올을 시험 생산함 ▪ 인도네시아 크라카타우 지역 바이오에탄올 업체와 추출설비 공급을 위한 MOU 교환 후, 2만 Ha 규모 카사바 농장 개발 중 ▪ GS칼텍스와 바이오에탄올 및 폐기물 활용 바이오케미칼 기술 개발 MOU 체결(2010년)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해조류에서 바이오에탄올을 추출하는 원천기술 개발(2009년 설립) ▪ 고흥군과 바이오에탄올 사업 추진을 위한 MOU를 체결하고 10Ha 규모의 시험 양식장 조성 ▪ 금호석유화학과 협약을 통해 여수 산단지역 2013년까지 2,000억원 투자 예정(2011년 시운전 가동)

다. 6 Force's Analysis

바이오에탄올의 산업 경쟁은 그림 3-5에서 보는 바와 같이 Buyer's Power를 제외하고 높지 않은 상황이며, 특히, 정부의 적극적인 지원으로 산업 활성화가 가능할 것으로 판단된다. 잠재적 진입자의 위협 측면에서 바이오에탄올 시장은 아직 상업화 초기 단계로 시장 확대를 위한 인프라가 부족한 상황이라 본격적인 경쟁이 이뤄지지 않고 있는 상황이다. 그러나, 가격 경쟁력을 확보하는 생산 공정이나 기술 확보 시, 에너지, 생명과학, 화학 등의 대기업 위주 진입이 예상되며 경쟁 강도가 높아질 것으로 생각된다. 산업 내 경쟁 측면에서 현재 중소 기업 위주 시장이 형성되어 있어 내부 경쟁 강도는 낮다고 볼 수 있다. 공급자 및 수요자 측면에서 구매자의 교섭력이 매우 높은 상황으로 현재의 휘발유 시장의 유통을 형성하고 있는 대기업들의 공급 계약에 대한 결정권 보유로 가격 경쟁력이 확보되었다고 진입 장벽으로 작용할 것이다.

<그림 3-5 6 Forces' Analysis>



반면 공급자 입장은 주요 곡물 생산자 및 해양 양식업자들로 현 수준에서는 시장에 대한 Needs가 크지 않아 교섭력을 발휘할 수 없는 상황이나, 향후 적극적인 정부 지원 및 인프라 구축 시, 가격 경쟁력까지 확보한다면 교섭력을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 정부의 위협은 환경 이슈에 따른 적극적인 지원자의 입장으로 교섭력이 매우 낮으며 규제보다는 지원 정책이 활발한 상황이라 이를 적극적으로 활용하는 방안에 대한 모색이 필요하다.

라. Market Characteristic Analysis

종합적으로 판단하였을 때, 바이오에탄올 시장은 2030년까지 약 7%의 연평균 성장을 지속할 것으로 판단되며 규모는 9,500만 TOE 수준으로 늘어날 것이다. 시장은 지속적인 각 국의 지원 정책이 이어지고 있으며 에탄올 생산 자체에 대한 기술 장벽은 높지 않다. 오히려 수요자의 입장에서 바이오 연료에

대한 의식 전환이 요구되는 시점이며 이를 위한 정부의 인프라 측면에서의 지원, 중소기업들의 핵심 기술에 대한 확보가 필요하다. 그러나 지속적인 시장 확대에 따른 대기업의 시장 진출 및 전기 자동차 등에 활용되는 리튬 이온 이차전지 등의 기술 개발이 활발해 짐에 따라 대체재에 대한 위협을 우려하지 않을 수 없는 입장이다. 또한, 현재의 유통 인프라를 담당하고 있는 대기업들의 교섭력이 높은 상황이라 정부의 세제 지원 등의 혜택 없이는 시장 진출이 용이하지 않을 전망이다. 이를 위해 중소기업들은 핵심 기술에 원천 특허 발굴에 주력해야 하며, 대체재에 대한 지속적인 시장 모니터링을 통해 바이오에탄올 시장이 성장되지 않고 정체되는 상황에 대한 촉각을 곤두세우고 있어야 할 것으로 판단된다. 선부른 시장 진입으로 수요자가 형성되지 않는 시장으로의 진입은 지속적인 투자가 요구되는 에너지 사업에서 큰 사업 Risk로 작용할 가능성이 높다. 이를 위해 차별화된 사업 모델 발굴이 추가적으로 요구되며, 단순한 공급자 입장에 서게 될 경우, 바이오에탄올 사업이 성장기에서 가격 경쟁력이 핵심 성공 요인으로 변환될 우려가 있으며 이 경우 경쟁력 확보가 어려워 지속적인 사업을 영위할 수 없다는 위험도 장기적인 관점에서 고려해야 할 것이다.

<표 3-3 바이오에탄올 시장 특성>

시장규모 (’06, ’30)	20  95 (백만 TOE)	
시장 성장성 (’06~’30)	<ul style="list-style-type: none"> 7% 	
시장 규제	<ul style="list-style-type: none"> 미국, 브라질을 선두로 바이오 에탄올에 대한 관심 증대 및 지원 확대 	
기술 혁신 위험	<ul style="list-style-type: none"> 바이오 에탄올 생산 자체에 대한 기술 장벽은 높지 않음 	
Rules of Game	고객 특성	<ul style="list-style-type: none"> 바이오 에탄올을 기존 오일 대체제로 인식하여 가격 경쟁력 및 사용 편의성 확보가 요구됨
	경쟁 수준	<ul style="list-style-type: none"> Medium: 바이오연료 성장성 부각에 따라 다수의 곡물기업, 에너지 및 생명과학 기업들이 시장 진입
	핵심 기술니즈	<ul style="list-style-type: none"> 셀룰로오스 관련 생산 및 원료 확보 원천기술/특허 중심 향후, 3세대 바이오 에탄올을 중심으로 Cost 경쟁력 요구
Key Player	<ul style="list-style-type: none"> BC International Amoco Arkenol Williams Bio-Energy 외 다수 	
KSF	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 사업 특성을 고려한 장기 투자 원천기술 확보 정부 및 그룹 내 강력한 지원 차별화된 Business Model 개발 	

4. 정책동향 분석

오바마 대통령은 지난 2월 미국 주지사들과의 회동에서 바이오연료 생산을 촉진하고 해외 석유 자원에 대한 의존을 줄이기 위한 조치들을 발표하였는데 바이오에탄올을 포함한 바이오 연료 생산에 신재생연료기준³⁾(Renewable Fuels Standard)에 따라 2022년까지 360억 갤런 생산을 추진하는 방안을 내놓았다. 또한, 농림부는 생물자원의 바이오 에너지화 지원을 위한 바이오매스 작물지원 프로그램(BCAP⁴⁾, Biomass Crop Assitance Program)을 시행하고 바이오 연료 활성화를 위한 범부처 기구의 1차 보고서를 통해 바이오연료 산업 육성과 상업화 지원을 위한 전략을 발표하였다. 1차 보고서는 단기적으로 기존 바이오연료 시장의 지원을 위한 정부 시책 제시, 바이오 연료의 상업화 촉진, 안정적인 바이오 연료시장 구축, 정부와 민간의 전략적인 파트너십 프로그램 등의 내용을 포함하고 있다. 미국 주요 기업들은 정부의 지원 정책에 힘입어 4개주에 걸쳐 신규 에탄올 공장을 설립하고 있으며 바이오 매스에서 직접 연료를 생산하는 미생물을 개발하는 등 연구가 활성화되고 있는 상황이다. 미국 최대 에탄올 생산업체인 Poet은 Iowa주 Emmetsburg에 셀룰로식 에탄올 공장인 Project Liverty 건설을 추진중이며, 2011년 상업 가동 예정으로 지역농장들의 옥수수대를 사용하여 연간 약 2,500만 갤런의 에탄올을 생산할 계획이다. Poet사가 South Dakota주 Scotland에 설립한 Piolt 공장은 이미 연간 2만 갤런의 셀룰로식 에탄올을 생산하고 있으며, 에탄올 제조원가를 갤런당 4.13불에서 2.35불 수준으로 낮추는데 성공했다. 이와 더불어 Coskata사는 2009년 10월 Pennsylvania주 Madison에 소재한 준상업 규모의 셀룰로식 에탄올 공장을 가동한다고 발표하였으며, 나뭇조각에서 농업 폐기물, 건설 폐기

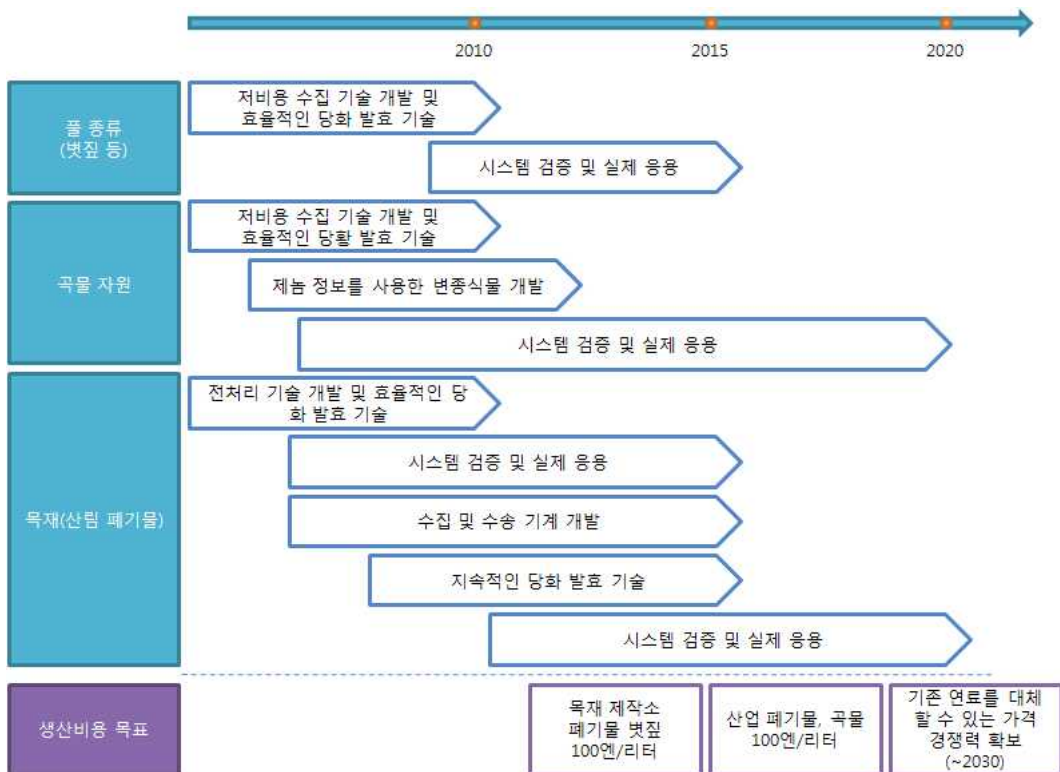
3) 바이오연료 생산량을 111억갤런(2009년)에서 2022년까지 360억 갤런으로 증산. 신재생연료 증산을 통해 연간 328백만 배럴의 석유사용을 줄이고, 연간 138백만톤 이상의 온실가스 배출 감축

4) 바이오연료의 상업화 지원을 위한 프로그램으로 보조금 지급, 융자 지원 등 재정적 지원을 제공하고 생물자원을 수집, 재배, 저장하거나 운송하는 기업이나 개인들에게 매칭 펀드를 제공

물 등 다양한 원료로부터 에탄올을 생산하고 있다.

일본은 교토의정서 발효에 따라 2006년 3월 바이오매스 종합전략에서 바이오매스 활용을 의무화하고 아래 그림 4-1에서와 같이 장기 Plan을 기획하였다. 하지만 현재 수송용 바이오연료 도입 목표 도달도 고작 50만 KL로 목표치로 선정한 600만 KL의 달성까지 많은 노력이 요구되는 상황이다. 또한, 그에 따른 연료 확보 필요성이 높아짐에 따라 각종 폐기물 등 1,2차 연료 및 해양 연료 개발에도 박차를 가하고 있는 실정이다. 이에 따라, 바이오에탄올 생산에 대한 계획을 재검토해야 할 것으로 지적되고 있다. 특히, 일본의 경우 운수분야 석유의존도가 두드러지는데, 2000년 98%에 달하던 석유 의존도를 2030년에는 80%까지 낮출 계획을 가지고 적극적인 지원 정책을 펴고 있다.

<그림 4-1 일본 바이오매스 정책 Plan>



단계별로 추진되는 일본의 정책을 자세히 살펴보면 2010년까지 자국 바이오매스 자원을 활용한 바이오매스 타운 300여개를 계획하고 있고, 이를 바탕으로 확보된 기술을 활용하여 동남아 등의 풍부한 자원과 공동 개발을 통한 시너지 창출을 생각하고 있다. 이를 위해 브라질의 세계 최대 에탄올 기업과 협작을 시도하고 태국과의 기본 협정을 체결하였다. 또한, 바이오매스 이용 촉진을 위한 제도적 장치를 강화하고 RPS⁵⁾법, 식품 리사이클법 및 가축 배설물 법 등을 도입하였으며 기술 개발, 자원화 지원 및 세금감면 등을 통한 바이오매스 활성화에 전주기적 지원을 하고 있다. 뿐만 아니라, 바이오매스 r&D 투자를 확대하여 기술 혁신을 계획하고 있으며 바이오에탄올 혼합비율을 3%까지 활용하는 것을 허가하는 등 지원을 확장하고 있는 상황이다.

국내의 경우, 수송용으로 바이오에탄올이 보급되지는 않고 있으며, 93% 이상이 주류용으로 활용되고 약 7%가 산업용으로 이용되고 있다. 음료용으로 국내 약 10여개 회사가 참여하고 있으며 산업용으로는 솔벤트로 가장 많이 이용되고 있다. 국내 수송용 바이오에탄올은 실증 평가를 완료하고 전국 4곳에서 시범 운행 중에 있으며 내년 2011년 상업화를 앞두고 있다. 그러나 현재까지 국내 생산원가는 바이오에탄올의 선진국인 브라질, 미국과 비교할 때 1.1 달러/Liter로 미국의 0.2~0.3달러/리터로 가격 경쟁력이 없는 상황이다. 이에 따라 정부는 2005년부터 바이오에탄올 도입 타당성 검토를 시행하고 유통 인프라 실증 평가 및 핵심 애로기술인 전처리와 셀룰라아제 생산의 요소 기술 등에 대한 지원 정책을 펴고 있으나, 바이오에탄올 개발과 활용연구는 여전히 단편적인 수준에 머물고 있는 실정이다. 향후, RFS⁶⁾ 도입 본격화에 따라 바이오에탄올의 사용 의무화의 가능성을 배제할 수는 없으나, 2013년 바이오디젤 적용 이후 순차적으로 의무화 적용이 될 것으로 예상되는 바, 현 시점에서 바이오에탄올 사업의 적극적인 지원을 기대하기는 힘든 상황이다. 바이오에탄올만의 특별한 정책이 있다기보다 신재생 에너지 측면에서 일부로 바이오에탄올에 대한 검토와 지원이 이뤄지고 있다는 것이 정확할 것이다.

5) Renewable Portfolio Standard, 신재생에너지 의무할당제

6) Renewable Fuel Standard, 신재생연료의무혼합제도

5. 기술 사업화 기회 분석

앞서 검토한 바와 같이, 국내 수송용 바이오 에탄올은 아직은 Embryonic 상태에서 Growth로 진입하는 상황에 처해있으며, 원료 확보 및 핵심 기술에 대한 개발 여부가 미진한 상황이다. 특히, 선진국 대비 가격 경쟁력을 확보하지 못한 상황이며 일본의 경우도 원료 확보 문제에 대해 바이오에탄올 생산 가능성에 대한 의구심을 가진 상황이다.

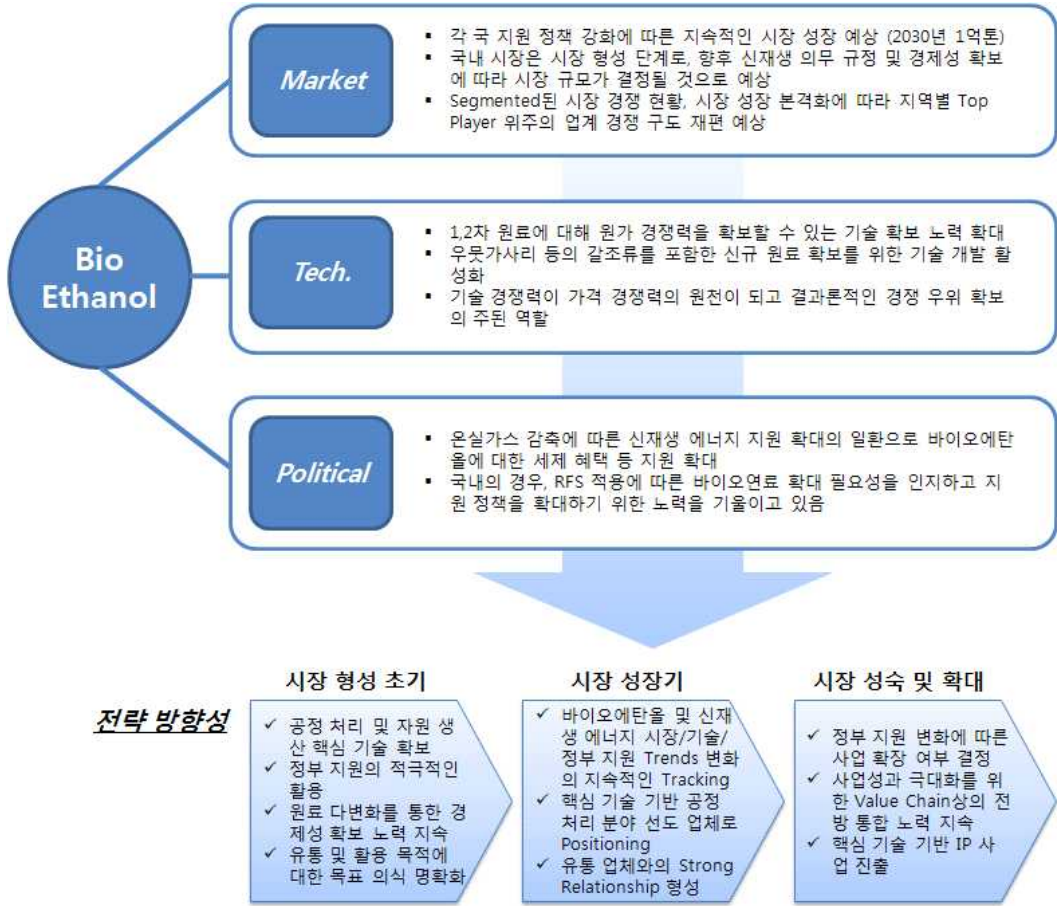
<그림 5-1 바이오에탄올 Product Maturity>



이런 관점에서 시장을 분석해 볼 때, 자체 산업 내 성숙도도 크지 않고 있으며 관련 보고서들에서 주창하는 대규모 성장은 대체 에너지원 생산에 따라 바이오에탄올의 급격한 성장이 현실화되지 않을 가능성도 있다. 또한, 현재 중소기업 위주의 시장에서 지원 정책 활성화에 따라 다수 기업이 진입할 경우 특히 대기업들의 자금력을 활용한 시장 확대 시 높은 사업 Risk에 처할 수

있다는 점을 간과해서는 안 될 것이며, 이를 위해 기술 경쟁력을 확보할 수 있는 전처리 공정 등에 대한 핵심 기술을 자사의 핵심 경쟁력으로 활용하여 추후 원료 쪽의 Upstream 시장으로 진입하여 이익을 극대화 할 수 있는 방안을 고려해야 할 것이다. 이는 현재 미국 시장의 업계 경쟁 상황에서도 의미를 도출 할 수 있는데, 현 시장은 굉장히 Segmented되어 있어 다수의 업체들로 경쟁이 치열한 것으로 보이나 1위 업체가 14%이상의 M/S를 차지하는 독점 업체가 있다는 것은 그만큼 기술 경쟁력이 확보될 경우 시장에서의 독점적 지위를 확보할 수 있다는 보장조건이 되는 것이다. 지속적으로 시장은 기술 경쟁력을 보유한 업체 위주로 독과점 형태로 흘러갈 가능성을 배제할 수 없으며 그 기술 자체가 차별화되지 않을 경우, 가격 경쟁력을 앞세운 다수 업체들의 경쟁 심화로 이어질 가능성이 농후하다. 바이오에탄올이 미래 성장을 위한 중요한 재생 에너지원임에는 틀림이 없으나 좀 더 장기적 관점에서 대체재 혹은 타 에너지원의 동향에 대한 관심 없이 단독적인 바이오에탄올 시장만의 장밋빛으로 사업을 영위하지 말아야 할 것이다. 최근 우뭇가사리 등의 해조류를 이용한 바이오에탄올 생산이 가능성을 높임에 따라 희망적인 산업 내 변화를 기대하고 있으나, 이 또한 1,2세대 바이오에탄올 연료가 겪었던 전처를 밟지 않을 수 없으며 결론적으로 사업에서의 성공은 핵심 기술과 가격 경쟁력으로 좁혀진다고 판단된다. 이를 위해 현재 신재생 정책에 의해 지원되고 있는 정부의 지원을 적극적으로 활용하는 지혜와 적당한 시기에 기술력을 바탕으로 시장 선점 뒤 타 사업으로 모델을 변환시키는 기술 IP 사업 모델도 고려해 볼 수 있을 것으로 판단한다. 실질적으로 시장이 개화될 경우, 기존 Downstream에 위치한 유통 업체들의 교섭력이 매우 높기 때문에 초기 단계에 기술 경쟁력으로 시장을 선점해야 할 것이다. 혹은, 산업 단지 내 위치하고 있는 열병합 발전소 및 소규모 산업용 에너지원으로 먼저 시장 진입을 함으로써 공급자 교섭력에서 벗어날 수 있는 기회를 찾아볼 수 있을 것으로 판단된다.

<그림 5-2 바이오에탄올 기술 사업화 전략>



참 고 문 헌

1. ChemLocus 화학시장 정보포털, “각 국가별 바이오에탄올 동향”, 2010.
2. 정유진, LG경제연구원 “기지개 켜는 조류 바이오 연료 시장”, 2010.
3. Seri, “한국이 주목해야 할 차세대 바이오 산업 5”, 2009.
4. International Eenergy Agency, “Biofuels for transport”, 2004.
5. DOE/EIA, “International Energy Outlook”, 2010.
6. KEEI Issue Paper, “수송용 바이오에탄올 도입의 경제성”, 2007.
7. 한국 무역협회 뉴욕지부, “미국 신재생 에너지 산업동향”, 2010.
8. 신한 FSB 리뷰 - 트렌드, “차세대 연료로 각광받는 바이오에탄올”, 2007.
9. 산업자원부, “2차전지 산업동향”, 2002.
10. KIEP, “브라질 바이오에탄올 산업의 발전 현황과 전망”, 2007.
11. 산업은행 경제연구소, “바이오에너지 시장 동향과 대응과제”, 2007.
12. 정근해, “대우증권 애널리스트 리포트 : 가장 현실적인 신재생 에너지”, 2007.
13. Alberto, Daphne, Gabriel, “Perspectives for a global biofuels market”, 2010.
14. 중소기업청, “중소기업형 유망녹색기술”, 2009.