

수송용 바이오에탄올 도입의 경제성

Volume. 1, No. 1

2007. 6. 7

KOREA
ENERGY
ECONOMICS
INSTITUTE

Contents

- 1. 수송용 바이오에탄올 경제성 분석의 배경 / 4
- 2. 국내외 석유가격 동향 / 4
- 3. 해외 수송용 바이오에탄올의 이용 / 7
- 4. 수송용 바이오에탄올의 도입 경제성 / 11
- 5. 결 론 / 17
- 참고자료 / 19

수송용 바이오에탄올 도입의 경제성

김 정 완

(에너지경제연구원)

요 약

- '04년 중반부터 강세를 보이기 시작한 국제 유가(油價)는 '07년 5월 현재 유종별(油種別)로 배럴당 60불 이상을 유지하는 가운데 계속 고유가(高油價)가 지속되고 있는데, 이러한 현상은 적어도 상당기간 지속될 것으로 보임.
- 국내 석유소비의 거의 전량을 해외에 의존하고 있는 우리로서는 에너지원을 다양화해야 된다는 지적과 함께, 온실가스 저감방안의 일환으로 최근 주목을 받고 있는 수송용 바이오에탄올의 도입이 중요한 관심사로 떠오르고 있음.
- 이에 대해 검토한 바에 따르면, 지난 수년간 휘발유 대비 바이오에탄올의 연료 경제성이 상대적으로 상승해 왔음에도 불구하고 휘발유 대체 수송연료로서의 수입 바이오에탄올의 경제성은 많이 떨어지는 것으로 나타나고 있음.

바이오에탄올 가격/휘발유 가격 비율(연비 증가)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
에탄올/휘발유 가격 비율	1.77	2.00	1.75	1.58	1.18	1.31	1.37	1.38

주 : 2007년은 3월 가격 기준임.

자료 : 삼성물산 에탄올 수입가격(CRF).

- 휘발유 대비 바이오에탄올의 경제성은 '04년까지 많이 회복되는 면을 보였으나, '05~06년에는 산지(브라질 등) 가격상승과 국내까지의 수송비 과다로 경제성이 더 떨어지는 것으로 나타나고 있음.

• 지난 수년간의 바이오에탄올 대(對) 휘발유의 연비증가 가격비율은 '02년 1.75에서 '03년 1.58, '04년 1.18로 낮아져 왔지만, 국제 유가상승에 따라 수송용 바이오에탄올 수요가 증가하면서 가격이 상승하는 가운데, '05년과 '06년 1.37과 1.38로 증가하고 있는데 이는 단순 수입에 의한 수송용으로서의 바이오에탄올의 경제성은 휘발유에 비하여 37~38%나 낮다는 것을 의미함.

- 대량수입의 경우 15~25% 정도까지 가격경쟁력을 높일 수는 있으나 역시 단순 수입의 경우 경제성은 거의 없음.
- 주요 산지인 브라질에서 작황이 좋아 가격이 떨어지는 경우는 휘발유 대비 경제성이 있으나 그 반대의 경우는 경제성 확보가 어려움.
- '07년 3월 현재 바이오에탄올 도매가격이 배럴당 64불 정도로 유가와 비슷하나 연비가 휘발유에 비하여 30%나 적어 경제성 확보가 어려움.
- 수송용 바이오에탄올의 경제성을 확보할 수 있는 방안은, 국제 유가가 현재와 같이 배럴당 50불 이상을 계속적으로 유지한다고 가정하면 첫째 주요 산지인 브라질 바이오에탄올 업체와의 장기공급계약 등으로 함수에탄올을 1kl당 300불(무수에탄올 340불) 이하로 국내에 공급할 수 있는 경우이고, 둘째는 국내 업체가 해외에서 사탕수수나 카사바 등 플랜테이션으로 바이오에탄올을 생산하여 역시 함수에탄올을 1kl당 300불선으로 국내에 공급하는 방안임.
- 국제 유가 대비 경제성 있는 국내에 바이오에탄올 공급 가격은 다음과 같음.

국제 유가(\$/Bbl)	바이오에탄올(\$/kl)	비 고
50	300(48\$/Bbl)	o 국제 유가는 FOB 기준 o 바이오에탄올은 성분 95%, 국내 도착도 기준
60	350(56\$/Bbl)	
70	400(67\$/Bbl)	

- 최근 창해그룹의 파푸아 뉴기니 카사바 재배를 통한 바이오에탄올 생산 프로젝트에서와 같은 사업발굴, 효율적인 에탄올생산에 의한 원가인하, 장기공급 계약 등을 통한 에탄올 공급 물량을 확보하는 방안이 중요함.
- 수송용 바이오에탄올의 경제성은 국제 유가가 배럴당 50불선 아래로 하락하는 경우에는 단순 수입은 물론 해외 플랜테이션에 의한 장기도입의 경우에도 경제성 확보가 용이하지 않은 것으로 판단됨.
- 환경적 프리미엄을 감안하지 않으면, 국제 유가가 배럴당 50불선 이하에서는 수송용으로서의 바이오에탄올의 경제성은 없음.

1. 수송용 바이오에탄올 도입 경제성 분석의 배경

- 2004년 말부터 시작된 국제 유가의 초강세 현상과 온실가스 과다 배출로 인한 세계 기후변화로 최근 주요 산지에서 바이오에탄올의 이용이 증가하고 있고, 국내에서도 이에 관한 관심이 높아지고 있음.
- 또, 미국에서는 휘발유의 옥탄가 향상 첨가제인 MTBE¹⁾의 수질환경오염이 문제가 되면서 바이오에탄올로의 대체사용이 주별(州別)로 증가하고 있음.
 - 국내에서도 이에 관한 연구가 환경연구원을 중심으로 연구가 진행
- 특히 '07년초 미국 부시 대통령의 연두교서에서 향후 바이오에탄올 확대사용을 천명한 바 있음.
- 최근에는 주정업계 및 에탄올 수입업체, 자동차업계를 중심으로 에탄올의 수송용 연료로서의 이용에 관해서 많은 관심을 표명하고 있음.
- 환경친화적이며, 재생 가능한 바이오에탄올의 수송용 연료로서의 이용은, 기존 화석연료와 대비하여 경제성을 확보할 수 있는가가 관심의 초점이 되고 있음.

2. 국내외 석유가격 동향

가. 국내외 유가 변동 추이

- '04년 초까지만 해도 배럴당 30불대 이하를 보이던 국제 유가는, 중국을 비롯한 개도국들의 이용이 급격히 증가하는 가운데 공급이 이를 따르지 못하여, '04년 중반부터 상승하기 시작하였음. '05년 중반에는 50불을 넘어섰고, '06년 중반에는 WTI나 Brent유(油)의 경우 70불 이상으로 폭등하기도 하였음.
- 국제 유가는 '06년 하반기부터 다소 수그러드는 듯한 면을 보이기도 하였으나 '07년 5월 현재 국제 주요 유종의 경우 배럴당 60불 이상을 보이고 있는데, 이 같은 유가는 '04년 1월에 비하여 2배나 높은 것임.

1) methyl tertiary benzene ether

〈표-1〉 국제 유종별 원유가격 변동 추이(2004-07년)

(단위 : \$/Bbl)

월/유종	Dubai	Brent	WTI	월/유종	Dubai	Brent	WTI
2004년 01월	28.86	31.33	34.23	2005년 01월	37.97	44.44	46.84
02월	28.63	30.89	34.73	02월	39.91	45.37	47.96
03월	30.78	33.81	36.73	03월	45.85	52.96	54.27
04월	31.53	33.39	36.71	04월	47.21	50.90	52.94
05월	34.66	37.85	40.27	05월	45.41	48.33	49.91
06월	33.54	35.09	38.02	06월	51.06	54.29	56.38
07월	34.74	38.52	40.81	07월	52.84	57.66	58.68
08월	38.45	43.06	44.92	08월	56.77	64.39	64.96
09월	35.61	43.42	45.92	09월	56.75	62.82	65.60
10월	37.99	49.80	53.24	10월	53.95	58.53	62.30
11월	35.05	43.01	48.44	11월	51.47	55.14	58.28
12월	34.25	39.69	43.22	12월	53.27	56.81	59.42
'04년 평균	33.67	38.32	41.44	'05년 평균	49.37	54.30	56.46
2006년 01월	58.45	63.01	65.47	2007년 01월	51.75	53.62	54.21
02월	57.69	59.92	61.62	02월	55.89	57.45	59.18
03월	57.89	61.96	62.86	03월	58.92	62.28	60.60
04월	64.22	70.51	69.55	04월	-	-	-
05월	65.20	69.78	70.90	05월	-	-	-
06월	65.24	68.53	70.91	06월	-	-	-
07월	69.16	73.65	74.42	07월	-	-	-
08월	68.85	73.08	73.03	08월	-	-	-
09월	59.93	61.42	63.77	09월	-	-	-
10월	56.58	57.51	58.84	10월	-	-	-
11월	56.77	58.83	59.08	11월	-	-	-
12월	58.66	62.55	62.00	12월	-	-	-
'06년 평균	61.55	65.06	66.04	'07년 평균	-	-	-

주 : 1) 월평균 가격임.

2) 국내 주요 도입 유종은 두바이유임.

자료 : 한국석유공사

- 국제 원유가격의 급격한 상승과 더불어 국내 주요 수송용 연료인 휘발유와 경유의 가격도 많이 상승하였는데, '07년 3월의 휘발유와 경유의 세전 공장도 가격은 540.2원/ℓ 과 557.3원/ℓ 으로 '04년 1월에 비하여 각각 31%와 39%가 상승하였음.

- 국내 석유제품가격은 원유의 수송비, 수입 제비용, 정제비 등이 산입되는 관계로 원유가격 상승폭 보다는 적게 나타나고 있음.

〈표-2〉 국내 정유사의 보통 휘발유 및 경유의 세전 공장도 가격(2000~07년)

(단위 : 원/ℓ)

구분	연료별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
2004	휘발유	410.1	421.2	430.5	430.5	441.4	433.5	414.5	449.7	441.5	457.3	438.0	403.6	431.0
	경유	399.7	407.2	407.6	404.7	424.4	423.6	427.9	462.4	460.7	486.2	463.4	425.2	432.7
2005	휘발유	402.9	428.6	466.0	483.8	460.6	467.4	504.8	529.8	576.0	551.9	512.7	503.5	490.7
	경유	435.1	453.2	497.4	532.5	497.4	530.3	577.2	560.7	590.2	594.4	546.6	539.7	529.6
2006	휘발유	516.8	521.5	533.2	562.9	584.8	578.9	579.7	580.7	520.3	475.3	464.5	485.5	533.7
	경유	571.6	571.1	596.3	632.2	653.7	656.2	658.6	656.0	626.4	557.1	544.3	547.6	605.9
2007	휘발유	482.0	477.0	540.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	경유	531.9	541.5	557.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 1) 세전 공장도 가격은 원유 할당관세 1%가 포함된 전국정유사의 월평균 가격임.

2) 수송용 경유의 유허성분은 0.03% 이하.

자료 : 한국석유공사

나. 국제 유가 전망

- 향후 국제 유가(油價)는 현재의 유가 수준이 적어도 상당기간 지속될 것이라는 것이 많은 전문기관의 견해이며, 이 같은 고유가가 앞으로도 계속될 것이라는 전망도 만만치 않음. 이 같은 배경에 대한 국제 석유시장의 구조적 변화를 보면 다음과 같음.

- 첫째 세계 석유공급체인의 병목현상임. 생산설비 투자는 저조했던 반면, 개발도상국의 경제성장으로 석유수요가 지속적으로 증가하여 공급능력이 병목현상을 보이고 있다는 점임.
- 둘째는 석유수요급증에 따른 수급여건의 악화인데, '03년 하반기부터 본격화된 저금리 지속에 의한 세계경기회복, 중국, 인도 등 개도국들의 급속한 경제성장에 따라 세계 석유수요가 상승세에 접어들었다는 점임.
- 셋째는 석유 생산비용의 증대인데, 철강 가격인상 및 인건비 상승으로 석유산업 투입비용이 전반적으로 급등하고 있다는 점임.
- 넷째는 OPEC의 고유가 정책인데, OPEC이 균형예산을 달성하기 위해 계속적으로 고유가 정책 기조를 유지할 것이라는 점임.
- 다섯째는 제품 수요구조 변경 및 생산원유 품질변화 문제로, 세계적으로 경질석유 제품의 수요는 증가하는 반면, 중질제품 수요는 정체 또는 감소됨에도 중동의 중질 고유황 원유중심의 생산구조가 지속되는 가운데 고도화 설비투자가 제대로 이루어지지 못해 경질원유와 중질원유의 가격차이가 확대되는 것이 유가를 상승시키는 다른 요인이라는 것임.

3. 해외 수송용 바이오에탄올 이용

가. 해외 바이오에탄올 생산 및 이용

1) 바이오에탄올의 생산과 이용

- 고유가와 환경문제가 지속되고 있는 가운데 이의 해결을 위한 방안의 하나로 바이오에탄올에 대한 관심이 고조되고 있음. 에탄올은 사탕수수나 옥수수 등 바이오매스로부터 얻어지는 발효에탄올과 석유의 에틸렌을 원료로 얻어지는 합성에탄올이 있음. 90% 이상은 발효에탄올이며, 나머지가 합성에탄올임.
- 에탄올의 주요 이용부문을 보면 수송 연료부문이 60% 이상으로 제일 크고, 공업부문이 25%, 그리고 음료부문이 약 15%를 점하고 있음.
- 세계 바이오에탄올 생산량은 '06년말 현재 약 5천만³m³(3.2억 배럴)를 상회하는데, 최대의 생산국은 미국이며, 그 다음으로 브라질임. 양국의 생산량이 세계 생산량의 약 70%를 점유하며, 수출은 브라질이 최고를 기록하고 있음.
- 미국은 주로 옥수수를 원료로 바이오에탄올을 생산하는데, 부시 대통령은 '07년 초 국제 고유가와 환경문제를 감안하여, 향후 바이오에탄올 사용을 대폭 확대할 계획을 밝힌 바 있음.
 - 부시 대통령은 '07년 연두교서에서 향후 10년간 휘발유 사용을 10% 줄이고 바이오 및 대체연료를 350억 갤런으로 보급을 확대하여 - 현재보다 5배 증가 - 휘발유 사용을 85억 갤런 줄일 것임을 시사함. 또, 3월 브라질을 방문하여 “바이오에탄올 동맹”을 체결하였으며, 생산관련 연구와 투자 증대를 약속한 바 있음.
 - 미국은 셀룰로즈(폐목재 및 옥수수대)를 분해하여 바이오에탄올을 생산하는 연구가 상당히 진척된 상태로, 최근 이의 상업생산을 위한 파이롯트 플랜트와 사업화를 위해서 연구가 진행 중임.
- 브라질은 사탕수수(sugar cane)를 원료로 설탕과 바이오에탄올을 생산하는데, 이들은 연산품으로 한 제품의 수요증대로 가격이 상승하는 경우 다른 제품의 생산이 줄어들면서 가격이 상승하는 경향을 보임. 현재 세계적으로 바이오에탄올을 수송용으로 제일 많이 사용하는 나라는 브라질로 2차 오일쇼크 때부터 바이오에탄올의 사용을 권장해 왔음.
 - 브라질은 지난 32년간 에탄올 프로그램을 통해 에너지 수입의존도를 줄여 왔는데, 수입 원유에 지불해야 했을 150억불을 절감한 것으로 나타남.

- '06년 브라질의 바이오에탄올 생산은 1,770만 m^3 이었으며 수출은 340만 m^3 을 기록하였음.
- '07년 1월 브라질의 바이오에탄올 수출은 전년 동기에 비하여 2배나 증가하였으며, 가격은 32%나 상승한 것으로 나타나고 있음.
- 브라질의 에탄올 자동차 보급은 '04년을 기점으로 급격히 확대되고 있는데, '03년까지 신차의 10%가 에탄올 자동차였으나 '04년부터 휘발유-에탄올 연료전환차량(FFV, flex-fuel vehicles)의 출시로 현재는 신차의 80%가 전환차량임.²⁾
 - 차량연료로서의 바이오에탄올의 이용형태는, 휘발유에 혼합 사용할 뿐만아니라 100% 바이오에탄올을 연료로 사용하기도 하고, 또, 휘발유와 천연가스 그리고 바이오에탄올을 함께 사용하기도 하는데, 이러한 복합연료를 사용하는 차량을 연료유연차량(FFV)이라고 함.
 - 브라질은 휘발유에 통상 25%의 에탄올을 첨가하도록 되어 있는데 수급상황에 따라 20-25% 내에서 조절함. 최근에는 23%를 첨가함.³⁾
 - 브라질의 수송용 연료별 사용구성을 보면, 경유 54.5%, 휘발유 25.6%, 에탄올 16.9%(함수에탄올 8.5%, 무수에탄올 8.4%)임.
- '03년 주요 지역별 및 원료작물별 에탄올 생산원가를 보면 다음과 같음.

주요지역별	원료 작물별	생산원가(\$/ℓ)
브라질	사탕수수	0.191)
미 국	옥수수	0.33
유 럽	밀, 사탕무	0.55
파푸아 뉴기니	카사바	0.17

주 : 1) 2003년 브라질 평균 에탄올 생산설비 규모 55천 kW , 생산비중 세부항목별 비중을 보면 고정비 12%(시설비 2%, 설비비 10%), 변동비 88%(원료비 68%, 인건비 4%, 보험 등 4%, 운전경비 19%, 잡수입 -7%)

- '06년 브라질 사탕수수공업협회의 주요 지역별 및 원료작물별 에탄올 생산원가를 보면, 미국 ℓ 당 0.33불, 브라질은 0.17불로 산정한 바 있는데, 브라질산이 미국산에 비해 적어도 1.5배 이상의 경제성이 있는 것으로 평가되고 있음.

2) 전환차량은 연료가격에 따라 휘발유와 에탄올을 공히 변환 사용이 가능함.

3) 브라질은 수송용 트럭 연료 경유에 대하여 바이오디젤 함유를 '08년까지 2%, '10년까지 5%로 의무화할 계획인 것으로 알려지고 있음. '07년 34개의 신규 바이오디젤 생산업체가 가동에 들어 갈 것으로 보이며, 총 생산량은 80만 m^3 가 될 것으로 보임. 한편 '08년 바이오디젤 설비용량은 270만 m^3 에 달 할 것으로 전망되고 있음.

2) 주요 수송용 연료별 물리적 특성

- 차량연료로서의 에탄올의 연료특성에 대해서 휘발유, 경유, 프로판, 압축천연가스(CNG, compressed natural gas), 메탄올과 대비하여 비교하여 보면 다음의 <표- 3>에서와 같음.
- 수송연료로서의 에탄올의 장점은 대기 환경적 측면에서 휘발유나 경유에 비하여 오염물질 배출이 적다는 것임. 에탄올의 한 가지 단점은 단위체적당 열량이 프로판 정도로 낮아 경유의 대체는 무리이며 휘발유 대체만이 가능하다는 점임.

<표-3> 차량연료별 물리적 특성

구분	단위	에탄올	휘발유	경유	프로판	CNG ⁵⁾	메탄올
비 중	kg/m ³	792	743	839	503	*	794
기 화 열	MJ/kg	930	370	465	420		1,160
점화온도	°C	380	200	225	450	540	400
연소한계	%	3-19	1.4-7.6	0.6-5.5	2.1-9.5	5-15	7-36
stoichiometric A/F Ratio ²⁾	kg/kg	9.0	14.7	15.0	15.7	17.2	6.45
불꽃온도	°C	1,930	1,977	2,054	1,990	1,790	1,890
연소열, HHV ³⁾	MJ/m ³	2.4×10 ⁷ *	3.5×10 ⁷	3.9×10 ⁷	2.5×10 ⁷ *	9.3×10 ⁷ *	1.8×10 ⁷ *
연소열, LHV ⁴⁾	MJ/m ³	2.1×10 ⁷ *	3.2×10 ⁷	3.6×10 ⁷	2.3×10 ⁷ *	8.3×10 ⁷ *	1.6×10 ⁷ *
연구옥탄가		111	90-100		107		115
차량옥탄가		92	80-90		98		93
옥 탄 가		97	89		104	120	98
세 탄 가			10	45	-2	-10	
Specific Energy, LHV/AF	MJ/kg	3	2.92				3.08
100°F에서의 기화압력	kPa	17	48-103	negl	1,350	gas	22

주 : 1) *는 탱크의 압력과 온도에 따라 다름.

2) 차량연료를 연소시키기 위해서 필요한 공기의 양을 kg으로 표시한 것임.

3) HHV는 high heating value.

4) LHV는 low heating value.

5) CNG는 압축된 천연가스인 반면 LNG는 액체상태의 천연가스임.

자료 : "AUTOMOTIVE LPG - TODAY'S FUEL FOR A CLEANER TOMORROW", '95. WORLD LPG FORM, <표-3> 차량연료
별 물리적 특성

나. 주요국의 수송용 에탄올 사용 개요

- 브라질에서는 E20~25 (휘발유에 20~25%의 에탄올 혼합) 사용을 의무화함과 동시에 '04년부터는 휘발유와 에탄올을 함께 사용할 수 있는 연료전환차량이 보급되기 시작함.
- 한국의 대 브라질 수출차량은 이러한 요소가 가미되어야 함.
- 미국에서는 휘발유의 옥탄가 향상제인 MTBE가 수질오염을 일으킨다는 사실이 발견되면서 이를 에탄올로 대체, 몇몇 주에서 E10으로의 사용을 의무화 하고 있음.
- 국별 수송 연료용 바이오에탄올 도입 현황

국 별	바이오 에탄올 혼합 비율(%)	세부 내용
한 국	-	• MTBE 대체 E5 사용을 목적으로 에너지기술연구원을 주축으로 연구 중- 동절기 혼합에서의 이용 가능성 및 유통, 경제성,
브라질	E20~25	• 04년부터 FFV 도입으로 휘발유와 바이오에탄올 동시 겸용이 가능하여 집에 따라 FFV 차량이 급속히 증가 - 100% 함수에탄올 사용 가능. • 전국에서 에탄올 20~25%를 혼합한 휘발유 판매. - 수급상황에 따라 혼합 비율 조정 • '06년 소비량 약 1,100만kl
미 국	E10	• 미국에서 옥수수를 원료로 하는 바이오에탄올 10%를 혼합한 연료가 시판되기 시작함. 전 미국 의 10% 시장 점유.
캐나다	E10	• 옥수수와 밀을 연료로 하는 바이오에탄올 10% 혼합한 연료가 시판.
프랑스	E15	• 휘발유에 바이오에탄올 15%를 첨가한 연료가 일반 차량을 대상으로 이용됨. • '99년부터 바이오에탄올을 이용, ETBE를 생산하여 휘발유에 혼합하여 사용.
스웨덴	E10	• 밀을 원료로 하는 바이오에탄올 10%를 혼합한 연료가 시판중.
호 주	E10	• 사탕수수나 밀의 부산물을 원료로 하는 바이오에탄올을 혼합한 연료 시판. • 연방정부는 온난화 가스 저감을 목적으로 바이오에탄올 25% 함유 휘발유 도입을 검토한 바 있음. 대상으로 이용됨.
폴란드	E5	• 밀을 원료로 하는 바이오에탄올 5% 휘발유 혼합 이용
인 도	E5	• '02년부터 E5 휘발유를 시험적으로 시판, 향후 E10 도입 검토 중
중 국	E10	• 바이오에탄올 10% 휘발유 시험적으로 시판
E U	E5	• 바이오에탄올 도입 목표를 '05년 2%, '15년 5.75%로 하는 방향 검토
IEA	-	• IEA 하부조직인 IEA-AMF에서는 바이오에탄올 혼합 휘발유 등의 바이오연료 도입목표를 검토, 기맹국의 자동차용 연료 중 바이오 연료 비율을 '20년에 최대 8%로 하는 것을 제시

4. 수송용 바이오에탄올의 도입 경제성

가. 수입 바이오에탄올의 수송용 연료로서의 경제성

- 현재까지 국내에 수입된 바이오에탄올은 수송용이 아닌 주로 주정용(酒精用) 혹은 공업용으로만 사용되어져 왔는데, 이는 에탄올의 가격이 기존 석유연료에 비하여 월등히 비싸서 연료로서 경제성이 없었기 때문이다.
- 또, 국내에서도 곡물을 이용한 바이오에탄올 생산이 가능하나 역시 공업용이나 일반 주정으로 사용하는 경우도 수입 관세를 지불하는 해외 수입분에 비하여도 경제성이 많이 떨어짐.⁴⁾
- 수입 바이오에탄올 도입가격은 주요 산지의 작황과 국제 수요, 그리고 운송비용에 따라서 등락을 거듭해 왔는데, 최근까지의 수입가격(CRF)⁵⁾을 보면 다음의 <표-4>에서와 같음.

<표-4> 연도별 국내 함수(含水) 바이오에탄올¹⁾ 수입 가격 추이

(단위 : \$/kℓ)

연도별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2000	256	269	268	271	272	275	278	282	284	292	301	306	279
2001	311	325	330	327	330	329	328	334	337	335	336	336	330
2002	336	335	337	329	318	317	312	306	302	297	289	289	314
2003	293	299	308	306	308	305	305	305	302	301	300	301	303
2004	299	296	297	295	293	290	283	281	282	289	311	337	296
2005	356	371	385	407	406	420	430	429	422	418	428	435	409
2006	443	449	461	463	465	464	468	469	472	475	474	473	465
2007	480	495	489	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 1) 수입 바이오에탄올은 에탄올농도가 95%의 함수에탄올임.

2) 상기 가격은 CRF로 비용에 운임만을 더한 가격임.

자료 : 삼성물산

- '88년에서 '04년까지 바이오에탄올 수입가격은 '93년이나 '99년, '00년, 그리고 '04년과 같이 작황이 좋았던 해에는 kℓ당 300불 이하를 보인 반면, 작황이 좋지 않아 공급이 타이트했던 시기인 '95

4) 수입 에탄올에 부과되는 관세는 용도에 따라서 공업용의 경우 8%, 일반용의 경우 10%, 주정용의 경우 270%가 부과되고 있는데, 수입 시 품질 면에서는 동일하더라도 그 용도에 따라 다른 관세가 부과되어 판매가격이 달라짐.

5) CFR : Cost and Freight(운임포함인도조건), CFR 조건은 FOB 가격조건에 해상운임만 더한 것으로, 공장출고시부터보면, 수출신고비용, 내륙운송비용, 기타 부대발생비용에다가 해상운임을 더 한 것임. 수출업자 입장에서 볼 때 CIF보단 서류작업이 간단한 장점이 있음.

년이나 96년에는 400불을 상회하고 있음.⁶⁾

- '04년 킬당 296불이던 바이오에탄올 평균 수입가격은 '05년에는 409불로 38.2%가 상승하였고, 그리고 '06년에는 465불로 13.7%가 상승함. 이는 국제유가 상승에 따른 수송용 에탄올 수요증대로 현지 가격상승이 주요 원인인데, 국제유가가 다소 하락한 작년 하반기 이후에도 강세를 보이고 있는 것은 현지 수급상황 때문으로 풀이됨.

- 바이오에탄올의 휘발유 대체연료로서의 이용은 휘발유 혼합사용이나 휘발유를 완전 대체하여 100% 연료로 사용하는 경우인데, 어느 경우든 국내 휘발유 차량에서 무리 없이 사용이 가능하기 위해서는 무수(無水)에탄올로의 가공이 필요함.⁷⁾
- 연도별 무수에탄올 평균 공급가격 추정치를 보면 다음과 같음.

〈표-5〉 무수 바이오에탄올 국내 공급가격 추정

(단위 : 원/ℓ)

연도별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2000	370.3	389.3	388.3	392.3	393.7	398.5	403.2	409.0	410.9	423.1	435.8	443.3	404.8
2001	474.8	496.1	503.3	498.6	502.6	501.7	500.5	509.7	513.7	510.3	512.2	512.5	503.0
2002	464.3	462.3	465.3	453.5	438.9	437.8	431.1	422.7	417.0	409.7	398.8	399.3	433.4
2003	403.7	411.9	423.9	421.7	424.3	420.8	419.9	419.5	416.7	414.3	413.3	414.7	417.1
2004	359.4	355.9	357.5	354.5	352.1	348.6	339.8	338.0	339.2	347.7	373.9	405.2	356.0
2005	418.9	437.4	453.4	479.3	478.1	494.6	506.4	505.2	496.9	492.2	504.0	512.3	481.6
2006	487.0	493.6	506.8	509.0	511.2	510.1	514.5	515.6	518.9	522.2	521.1	520.0	510.9
2007	512.8	528.8	522.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 1) 국내 무수 바이오에탄올(99.9%) 공급가격(공장도)은 수입 함수 바이오에탄올(94-95%)을 수입하여 가공하는 것으로 가정함. 국내 가공비용은 관세(1%)를 포함하여 CRF 가격의 15%로 산정.⁸⁾

2) 환율은 미달러당 '00년 1,260원, '01년 1,326원, '02년 1,200원, '03년 1,198원 '04년 1,045원, '05년 1,024원, '06년 956원, '07년 929원으로 산정.

- 현재 국제적으로 많이 유통되는 바이오에탄올은 함수에탄올로서, 에탄올 성분이 94-95%임. 따라서 이를 순도 99.9% 이상의 무수에탄올을 얻기 위해서는 기존 함수에탄올을 정제해야 하는데 가격차는 약 10-15% 정도임.

6) 국내 바이오에탄올 수입가격 중, 산지 바이오에탄올 가격을 제외한, 주요 산지인 브라질에서의 최근 수송비는 킬당 약 70-90불(케미컬탱커 이용), 산지의 내륙 수송 및 국내 수송비 그리고 수입사의 마진을 합하여 약 120불이 소요되는 것으로 나타나고 있음.

7) 특히 동절기 상분리(相分離)의 방지 등의 목적.

8) 현재 에탄올(알코올)에 대한 수입관세는 변성(공업용) 알코올 8%, 조주정 10%, 주류제조용은 270%이나 여기서는 수송용으로 사용하는 에탄올로 정부의 정책 여하에 따라 매우 낮아질 수 있음.

- 무수 바이오에탄올의 단위체적당 연평균 공급가격은 국제 바이오에탄올 가격, 산지에서의 내륙 및 해상 운송비, 관세, 보험료, 국내 수입수속비용, 그리고 기존 함수에탄올의 무수화(無水化) 비용⁹⁾과 국내 저장비용에 소요되는 연간비용이 포함됨.

바이오에탄올의 수송용 연료로서의 경제성

- 바이오에탄올의 수송용 연료로서의 경제성을 보기 위해 무수에탄올 공급가격을 연도별로 <표-2>의 휘발유 세전공장도 가격과 비교하여 보면 휘발유에 비하여 에탄올의 ℓ 당 - 체적을 기준으로 함 - 가격이 '00년에서 '03년까지는 연도별로 각각 23%, 40%, 24%, 11% 높은 것으로 나타나고 있음.¹⁰⁾
- 하지만 '04년에는 국제 유가상승으로 국내 휘발유가격이 상승한 반면, 무수에탄올 가격은 하락하여 전체적으로 에탄올 가격이 17.4%가 낮게 나타나고 있으며, '05년과 '06년에도 각각 1.9%와 4.3%가 낮게 나타나고 있음. '07년에 들어서도 무수 바이오에탄올 가격이 휘발유가격보다 3.3%가 낮은 것으로 나타나고 있음.

<표-6> 바이오에탄올 가격/휘발유 가격 비율(체적 등가)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
에탄올/휘발유 가격 비율	1.23	1.40	1.24	1.11	0.83	0.98	0.96	0.97

주 : 2007년은 3월 가격 기준임.

- 위에서와 같이 연료의 체적을 기준으로 한 가격을 기준으로 분석하면 '04년 이후는 바이오에탄올의 경제성이 있는 것같이 보이지만 여기서 간과해서는 안 될 사실은 수송용 연료의 경제성을 따질 때 그 연료를 이용한 차량의 연비가 주가 되는데, 연비는 주로 연료의 열량에 비례함.

- '04년 이후 무수 바이오에탄올의 체적당 가격이 휘발유보다 낮다고는 하나 에탄올의 단위 체적당 열량이 휘발유의 65% 수준(연비는 휘발유의 70%)¹¹⁾임을 감안하면 실제 열량당 무수에탄올 가격은 체적을 중심으로 비교하는 것과는 달리 평가되어야 함.

9) 일본에서는 무수에탄올을 도입하는 것을 가정하고 있으나, 국내에서는 무수에탄올을 장거리 해상운송 시, 수분유입의 문제점이 지적되고 있어 국내에서 무수화 공정을 거치는 것이 바람직하다는 의견이 많음.

10) 환경적인 측면의 이점은 본 분석에 포함시키지 않았음.

11) 바이오에탄올의 ℓ 당 열량은 휘발유의 65% 수준이지만 이를 실제 차량의 연료로 사용하여 주행하는 경우 연비는 휘발유의 70% 수준인 것으로 나타나고 있음.(브라질)

- 휘발유 1ℓ 연비 증가 바이오에탄올 가격은 다음의 <표-7>에서와 같음.

<표-7> 휘발유 1ℓ 연비 증가 무수에탄올 가격

(단위 : 원/에탄올 1.43ℓ)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2000	529.0	556.1	554.7	560.4	562.4	569.3	576.0	584.3	587.0	604.4	622.6	633.2	578.3
2001	678.3	708.6	719.0	712.2	717.9	716.7	715.1	728.2	733.8	729.0	731.7	732.1	718.6
2002	663.3	660.4	664.6	647.9	627.0	625.4	615.9	603.9	595.7	585.3	569.7	570.4	619.1
2003	576.7	588.4	605.5	602.4	606.2	601.2	599.9	599.3	595.2	591.8	590.4	592.4	595.8
2004	513.4	508.5	510.7	506.4	503.0	498.0	485.5	482.9	484.5	496.7	534.1	578.8	508.5
2005	558.7	583.4	604.7	639.2	637.7	659.6	675.3	673.8	662.8	656.5	672.2	683.2	642.3
2006	695.8	705.2	724.0	727.2	730.3	728.7	735.0	736.6	741.3	746.0	744.5	742.9	729.8
2007	732.6	755.5	746.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 1) 에탄올의 열량은 휘발유의 61~65% 수준이나 브라질에서 에탄올 자동차의 연비는 휘발유 자동차의 70%로 나타나고 있음. 이는 에탄올을 수송용으로 사용시 휘발유 1ℓ 연비 증가 에탄올의 량은 1.43ℓ 이 됨.

- 휘발유 1ℓ 연비 증가 수송용 무수에탄올 가격비율을 보면 '00년에서 '04년까지 각각 1.75, 2.00, 1.77, 1.58, 1.18로 나타나고 있는데, 이는 바이오에탄올의 휘발유 대비 경제성이 '04년까지 낮아졌기는 하였지만 그래도 가격이 높아 경제성이 없음을 말하고, 더욱 '05~'07년에는 1.31~1.38로 다시 높아지고 있음.

<표-8> 바이오에탄올 가격/휘발유 가격 비율(연비 증가)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
에탄올/휘발유 가격 비율	1.77	2.00	1.75	1.58	1.18	1.31	1.37	1.38

주 : 2007년은 3월 가격 기준임.

- 본 분석은 현재의 국내 바이오에탄올 수입가격을 기준으로 한 것이며 바이오에탄올을 수송용으로 대량 수입하는 경우, 기존의 운임이 비싼 케미컬 탱커를 저렴한 메탄탱커로 운반하면 운임이 kℓ당 30~50불 싸질 수 있고, 현지 육상 운반도 파이프라인을 이용하는 경우 20~30불 절감할 수 있다고 가정하면 바이오에탄올의 경제성을 15~20% 높일 수 있을 것으로 평가됨. 이를 감안하여도 최근 가격을 기준으로 하면 바이오에탄올의 연비증가 비율이 13~18%가 높아 경제성이 결여되는 것으로 분석됨.
- 하지만, '04년말 이후 국제 유가가 계속적으로 배럴당 50불 대 이상을 보이고 있는 상황 하에서 만일

국제 함수에탄올 도입가격(CRF)이 '04년 1월에서와 같이 300불/kℓ 선(무수 바이오에탄올 340불선)을 유지할 수 있다면 휘발유 1ℓ 연비등가 무수에탄올 1.43ℓ 의 가격이 510원 선으로 수송용으로서의 바이오에탄올의 도입은 충분히 경제성을 확보할 수 있을 것으로 분석되기 때문이다.

- 휘발유 대비 수송용 연료로서의 바이오에탄올의 경제성은 상대적인 것으로 앞에서 국제 유가가 어떤 수준을 유지할 것이냐에 달려 있다고 할 것임. 만약 국제 유가가 배럴당 70불 이상을 장기간 지속하는 경우에는, 바이오에탄올 가격은 kℓ당 400불 수준을 보여도 경제성을 확보할 수 있을 것임. 따라서 향후 국제유가의 향방이 바이오에탄올의 경제성을 가름할 것으로 보임.

〈표-9〉 국제유가에 따른 수송용 바이오에탄올의 경제성

국제 유가(\$/Bbl)	바이오에탄올(\$/kℓ)	비 고
50	300(48\$/Bbl)	o 국제 유가는 FOB 기준 o 바이오에탄올은 성분 95%, 국내 도착도 기준
60	350(56\$/Bbl)	
70	400(63\$/Bbl)	

주 : 1) 바이오에탄올은 함수에탄올로 에탄올 함량 95%를 말함.

나. 해외 플랜테이션에 의한 바이오에탄올의 연료로서의 경제성

- 수송용 바이오에탄올의 보급 경제성을 보다 제고할 수 있는 방안의 하나는 국내 수요처 확보와 함께 주요 산지 - 공급여력을 감안 시 주로 브라질 - 에서 공급의 안정성과 가격인하를 조건으로 하는 장기 공급계약에 의해 바이오에탄올을 계획적으로 도입 경우임. 장기 공급계약으로 대량의 계약물량을 내륙 파이프라인 등으로 계획 수송하는 경우, 내륙운송비가 많이 낮아질 수 있고¹²⁾, 공급 측에서는 수요가 확보되는 경우 현지에서의 생산원가를 낮출 수 있어 바이오에탄올의 경쟁력은 높아질 수 있을 것임.
- 공급원가 인하로 국내 바이오에탄올의 보급 경제성을 높일 수 있는 다른 하나의 방안은 해외에서 자원개발을 통해 보다 저렴한 가격으로 바이오에탄올을 생산하여 도입하는 경우임.

1) 브라질의 에탄올 생산 동향

- 브라질은 넓은 국토와 바이오에탄올의 원료인 사탕수수의 재배에 적합한 토양과 기후, 그리고 낮은

12) 현재 브라질에서 수입하는 바이오에탄올의 내륙수송비가 kℓ당 평균 40-50불 이상인 것으로 나타나고 있음.

인건비로 바이오에탄올 생산에 최적의 조건을 가진 나라로 평가 받고 있는데 최근 바이오에탄올 플랜트관련 투자가 급증하고 있음.

- 국제 유가가 상승하면서 수송용 에탄올의 경제성이 제고된 가운데 최근 브라질에서는 에탄올 생산 플랜트 관련 투자가 급속히 증가하고 있음.

- 이론적으로 브라질은 사탕수수 에탄올 생산을 위해 연간 96억 달러를 투자¹³⁾하는 경우 세계 휘발유 수요의 10%를 대체 공급 가능한 것으로 평가하고 있는데¹⁴⁾, 이 경우 '25년 에탄올 수출 물량은 2억kl이 될 것으로 전망됨. 이를 위해서는 사탕수수 경작면적을 현재의 540만 헥타르에서 3천만 헥타르로 6배가 증가해야 할 것으로 보고 있음.

- 전문가들의 견해는 브라질에서의 에탄올 공장설립은 입지여건이 좋은 경우에만 성공하는데, 현재 약 50%가 성공한다고 피력하고 있음.

2) 파푸아 뉴기니에서의 바이오에탄올 생산

- 현재 창해그룹은¹⁵⁾ 파푸아 뉴기니에서 카사바를 재배하여 이를 원료로 대규모 바이오에탄올을 생산할 계획으로 있음.

- 동사의 사업성 타당성 분석관련 보고서에 따르면 함수에탄올 1kl당 300불(무수에탄올 340불) 선에서 국내 도착이 가능한 것으로 분석하고 있는데, 이에 대해서는 보다 심도있는 연구가 필요할 것으로 보임. 본 사업은 아직 초기단계로 현실화되기 위해서는 수요처 및 자금확보 등 여러 가지 문제가 해결되어야 하겠지만 실현된다면 보다 저렴한 가격으로, 그리고 자주개발에 의한 해외 바이오에탄올 도입이 가능하게 될 것으로 보임.¹⁶⁾

- 브라질의 사탕수수를 원료로 하는 에탄올의 생산원가는 kl당 190불 수준이고, 현지 단거리 육상 운반비용 등을 감안해도 220불 수준이므로, 이 보다 저렴한 카사바를 원료로 바이오에탄올을 생산하여, 국내 주요 항까지 상기 비용으로 장기 공급이 가능할 것으로 판단됨.

13) 농지와 공급 인프라

14) 정부의 요청에 의한 상파울로 대학의 연구결과

15) '03년 보해양조에서 설립한 에탄올 전문 그룹. 창해에탄올, 창해엔지니어링, 창해인터내셔널 등 5개 계열사를 두고 있음. 동 그룹의 '06년 매출액은 859억원이었으며, 순수익은 68억원이었음.

16) '07년 3월 창해그룹은 파푸아 뉴기니에서 마이클 소마레 총리가 참석한 가운데 바이오 연료사업을 20년간 독점하고, 토지 2만ha를 40년간 무상 임대하는 계약 체결. 이와 함께 창해의 바이오 연료 재배를 위한 농장은 총 5만ha가 되는데 '07년 20만ha로 확대할 예정임. 이 경우 연간 191만톤의 카사바 연료 작물과 47만kl의 에탄올을 생산할 수 있을 것으로 보임. 현 에탄올 생산능력은 연간 최대 8만kl이나 향후 20만kl 규모의 생산공장을 5개 더 건설할 예정. '중앙일보', '07년 5월 10일.

- 함수에탄올(CRF) 수입가격 1kl당 300불, 무수에탄올 340불이라는 국내 공급 가능 가격은, 국제 유가가 장기간 배럴당 50불을 유지하는 경우 휘발유를 대체하여도 연료 경제성 측면에서도 경쟁 가능한 가격수준임.

5. 결 론

- '04년 중반부터 강세를 보이기 시작한 국제 유가(油價)는 현재까지 유종별로 배럴당 60불 이상을 유지하는 가운데 계속 고유가(高油價)가 지속되고 있고 이러한 현상은 적어도 상당기간 지속될 것으로 전망되고 있음.
- 국내 석유소비의 대부분을 해외에 의존하고 있는 우리로서는 공급 에너지를 다양화해야 된다는 지적과 함께, 온실가스 저감정책의 일환으로 최근 주목을 받고 있는 수송용 바이오에탄올의 도입이 중요한 관심사로 떠오르고 있음.
- 이에 대해 검토한 바에 따르면, 휘발유 대체 수송연료로서의 바이오에탄올의 경제성은, 지난 수년간 휘발유 대비 바이오에탄올의 연료 경제성이 상대적으로 상승해 왔음에도 불구하고 현 수입가격과 비교하면 경제성이 많이 떨어지는 것으로 나타나고 있음.
 - 휘발유 대비 바이오에탄올의 경제성은 '04년까지 많이 회복되는 면을 보였으나, '05~'06년에는 산지(브라질 등) 가격상승과 국내까지의 수송비 과다로 경제성이 더 떨어지는 것으로 나타나고 있음.
 - 지난 수년간의 바이오에탄올 대(對) 휘발유의 연비등가 가격비율은 '02년 1.75에서 '03년 1.58, '04년 1.18로 낮아져 왔지만, 국제 유가상승에 따라 수송용 바이오에탄올 수요가 증가하면서 가격이 상승하였는데, '05년과 '06년 1.37과 1.38로 증가함. 이는 단순 수입에 의한 수송용으로서의 바이오에탄올의 경제성은 휘발유에 비하여 37~38%나 낮다는 것을 의미함.
 - 대량수입의 경우 15~25% 정도까지 경쟁력을 높일 수 있으나 역시 단순 수입의 경우 경제성은 거의 없음.
 - 주요 산지인 브라질에서 작황이 좋아 가격이 떨어지는 경우는 휘발유 대비 경제성이 있으나 그 반대의 경우는 경제성 확보가 어려움.

- '07년 3월 현재 바이오에탄올 도매가격이 배럴당 64불 정도로 유가와 비슷하나 연비가 휘발유에 비하여 30%나 적어 경제성 확보가 어려움.

바이오에탄올 가격/휘발유 가격 비율(연비 등가)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
에탄올/휘발유 가격 비율	1.77	2.00	1.75	1.58	1.18	1.31	1.37	1.38

주 : 2007년은 3월 가격 기준임.

자료 : 삼성물산 에탄올 수입가격(CRF).

- 휘발유 대비 수송용 바이오에탄올의 경제성을 확보할 수 있는 방안은, 국제 유가가 현재와 같이 배럴당 50불 이상을 계속적으로 유지한다고 가정하면 첫째 주요 산지인 브라질 바이오에탄올 업체와의 장기공급계약 등으로 함수에탄올을 1kl당 300불(무수에탄올 340불) 이하로 국내에 공급할 수 있는 경우이고, 둘째는 국내 업체가 해외에서 사탕수수나 카사바 등 플랜테이션으로 바이오에탄올을 생산하여 역시 함수에탄올을 1kl당 300불선으로 국내에 공급하는 방안임.
- 국제 유가 대비 경제성 있는 국내 바이오에탄올 공급 가격은 다음과 같음.

국제 유가(\$/Bbl)	바이오에탄올(\$/kl)	비 고
50	300(48\$/Bbl)	o 국제 유가는 FOB 기준 o 바이오에탄올은 성분 95%, 국내 도착도 기준
60	350(56\$/Bbl)	
70	400(67\$/Bbl)	

- 최근 창해그룹의 파푸아 뉴기니 카사바 재배를 통한 바이오에탄올 생산 프로젝트에서와 같은 사업발굴, 효율적인 에탄올생산에 의한 원가절감, 그리고 장기공급 계약 등을 통한 안정적 공급 물량을 확보하는 방안이 중요함.
- 앞에서 수송용 바이오에탄올의 경제성을 분석한 결과에 따르면 국제 유가가 배럴당 50불선 이하로 하락하는 경우에는 단순 수입은 물론 해외 플랜테이션에 의한 장기도입의 경우에도 경제성 확보가 용이하지 않은 것으로 판단됨.
- 환경적 프리미엄을 감안하지 않으면, 국제 유가가 배럴당 50불선 이하에서는 수송용으로서의 바이오에탄올의 경제성은 없음.

〈참고자료〉

연도별 국내 함수(含水) 바이오에탄올 수입 가격 추이(1998-2007)

(단위 : \$/kℓ)

연도별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1988	246	246	248	248	256	248	249	248	262	275	297	316	262
1989	332	294	298	316	338	329	346	320	326	326	325	342	324
1990	362	368	365	359	327	325	327	327	320	325	335	336	340
1991	345	345	354	357	352	362	353	359	361	366	354	350	355
1992	337	336	339	329	329	328	319	327	320	312	311	299	324
1993	294	293	294	295	282	265	267	260	242	254	264	275	274
1994	287	315	306	330	359	358	354	363	367	365	355	374	344
1995	430	484	486	488	466	460	459	452	446	447	446	428	458
1996	426	435	412	424	422	421	416	416	416	405	409	403	417
1997	390	382	390	383	381	377	379	373	369	368	370	373	378
1998	367	369	364	361	360	366	364	361	358	343	339	331	357
1999	327	282	269	250	249	235	229	231	223	225	224	225	247
2000	256	269	268	271	272	275	278	282	284	292	301	306	279
2001	311	325	330	327	330	329	328	334	337	335	336	336	330
2002	336	335	337	329	318	317	312	306	302	297	289	289	314
2003	293	299	308	306	308	305	305	305	302	301	300	301	303
2004	299	296	297	295	293	290	283	281	282	289	311	337	296
2005	356	371	385	407	406	420	430	429	422	418	428	435	409
2006	443	449	461	463	465	464	468	469	472	475	474	473	465
2007	480	495	489	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 1) 수입 바이오에탄올은 에탄올농도가 95%의 함수에탄올임.

2) 상기 가격은 CRF로 비용에 운임만을 더한 가격임.

자료 : 삼성물산

파푸아 뉴기니



수송용 바이오에탄올 도입의 경제성

KEEI