

연구자료

중국 농촌의 바이오에너지 이용 실태와 전망

고재모*

Keywords

중국(China), 바이오에너지(bioenergy), 에탄올(ethanol)

Abstract

The chinese government has been emphasizing the use of bioenergy for the stability of national energy supply and demand, the improvement of environment, and the development in rural areas. By establishing the China Renewable Energy Law in 2005, the Chinese government integrated diverse governmental systems to provide help in developing as well as consuming bioenergy. This paper investigates the usage of ethanol, agricultural biomass, and woody biomass, all of which have already passed the stage of energy conversion. The result indicates that the supply of biomass fuel or energy will increase significantly in the areas which have affluent biomass resources and/or in the areas that receive some governmental support. But, from the national viewpoint, the supply is not likely to increase significantly within the near future because the production of biomass energy, which would compete against food consumption, will cause the price increase of biomass resources, that is, agricultural products.

차례

1. 머리말
2. 중국의 바이오에너지의 활용
의의와 정책
3. 바이오에너지의 생산과 이용 실태
4. 바이오에너지의 활용 전망
5. 맺음말 및 시사점

* 협성대 국제통상학과 교수

1. 머리말

바이오에너지는 바이오매스에서 유래한 모든 에너지의 통칭이다. 바이오매스는 직접 에너지로 이용할 수도 있지만 다양한 형태로 변환하여 이용하는 경우가 많다. 이러한 바이오에너지에 대해 최근 관심이 증폭하고 있다. 그 이유는 바이오에너지가 화석연료의 고갈에 대비한 대체 에너지로서의 가능성을 갖고 있다는 점과 화석연료의 사용에 따른 환경오염을 줄일 수 있다는 점 때문이다. 중국은 세계 제2위의 에너지 소비대국으로 변모했고, 환경오염은 가장 심각한 수준에 처해 있다. 이런 상황에서 중국 정부가 바이오에너지에 관심을 갖는 것은 당연하다. 이러한 관심의 결과는 2005년 2월 제 10회 전국인민대표대회 상무위원회 제14차 회의에서 ‘재생가능에너지법’의 제정으로 나타났다. 동법은 재생 가능 에너지로서 바이오매스의 개발과 이용, 관련 작물의 생산 등을 적극 장려하고 지원하는 내용을 담고 있다. 특히 에너지 공급이 취약한 농촌에서의 바이오에너지 활용에 주력하고 있다.

중국의 에너지와 환경문제는 이제 중국만의 문제에 그치지 않는다. 세계 에너지시장에 막대한 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라 에너지 소비의 대부분을 수입에 의존하고 있고, 중국의 환경변화에 직접 영향을 받는 우리나라로서도 관심을 가질 수밖에 없다. 이에 본고에서는 중국 농촌의 바이오에너지 활용 현황과 전망을 살펴보고 우리에게 주는 시사점이 무엇인지를 찾아보려 한다. 바이오에너지의 범위를 좁혀 에탄올, 농산 및 임산 바이오매스 등의 생산과 활용을 중심으로 고찰할 예정이다.

2. 중국의 바이오에너지의 활용 의의와 정책

중국의 전체 에너지 소비량은 빠른 속도로 증가해 왔다. 아래 <표 1>에서도 알 수 있는 것처럼 1990년 대비 2005년의 에너지 소비량은 2배 이상 증가했다. 각 산업분야별 상대적 소비량을 비교해 보면 농림어업부문과 생활용 소비는 비중이 축소되었고, 공업부문을 비롯한 나머지 부문의 비중은 약간씩 증가했다. 공업부문은 중국 전체 에너지 소비량의 약 70%를 소비하여 공업부문의 여건 변화가 중국 전체의 에너지 소비를 좌우하고 있다. 2000년대 이후 가장 빠른 속도로 증가한 부문은 교통, 운수 등 물류와 관련된 분야이다. 농림어업부문은 1990년 대비 2005년의 소비량이 1.6배가량 증가

했으나 상대적 비중은 4.9%에서 3.6%로 감소했다.

표 1. 산업별 에너지 소비량

구분	1990		1995		2000		2005	
	소비량 (만톤)	비중 (%)	소비량 (만톤)	비중 (%)	소비량 (만톤)	비중 (%)	소비량 (만톤)	비중 (%)
에너지 총소비량	98,703		131,176		138,553		223,319	
농림어업·수리사업	4,852	4.9	5,505	4.2	6,045	4.4	7,972	3.6
공업	67,578	68.5	96,191	73.3	95,443	68.9	158,058	70.1
건축업	1,213	1.2	1,335	1.0	2,143	1.5	3,409	1.5
교통·운수·창고·우편사업	4,541	4.6	5,863	4.5	10,067	7.3	16,672	7.5
도소매·숙박·식음료업	1,247	1.3	2,018	1.5	3,039	2.2	5,026	2.3
기타 산업	3,473	3.5	4,519	3.4	5,852	4.2	8,789	3.9
생활용 소비	15,799	16.0	15,745	12.0	15,965	11.5	23,393	10.5

자료: 『中國統計年鑑』(2006). 단, 소비량은 SCE(standard coal equivalent)로 환산한 수치임.

전체 에너지 소비량 중에서 농림어업부문의 상대적 비중이 감소했다고는 하나 이것이 중국 농촌의 에너지 소비에 대한 중요성을 간과해도 된다는 의미는 아니다. 중국의 농촌인구는 전체 인구 13억 1천 명의 57%로 약 7억 5천만 명 정도이다(2005년 기준). 대부분의 농가는 농산 부산물인 짚, 장작, 풀 등을 이용하여 취사, 난방 등을 해결한다. 전체 인구의 절반이 넘는 농촌 거주자의 비효율적이고 비위생적인 에너지 공급방식은 국가 전체의 에너지 개선정책에 장애요인으로 작용하고 있다.

농촌의 에너지 소비를 생활용과 산업용으로 구분할 때 전자가 56.8%, 후자가 43.2%의 비중을 차지한다. 전체 에너지 소비량은 짚 31.0%, 장작 25.2%, 석탄 33.2% 등으로 이 세 종류의 에너지원이 차지하는 비중이 89.4%에 이르러 절대적임을 알 수 있다. 앞의 세 종류 이외 전력이 6.5%, 석유가 2.2%, LPG가 1.2%이고, 바이오가스는 0.7%에 불과한 실정이다.¹ 전력이 주로 조명용으로 이용된다면 석탄, 짚, 장작 등은 주로 취사나 난방용으로 이용된다. 조명용 전력을 대체할 수 있는 에너지원 개발은 쉽지 않다. 따라서 농촌에서 바람직한 에너지 공급의 개선은 주로 석탄과 석유를 대체할 수 있는 바이오에너지의 개발에 초점이 맞추어질 수밖에 없다. 이러한 바이오에너지는 중국 경제에서 구체적으로 다음과 같은 중요한 의미를 가진다.²

¹ NREL(2006), p.5.

² 國家發展和改革委員會(2007.2.25)

첫째, 바이오에너지의 활용은 국가의 에너지 수급 안정에 크게 기여한다. 중국은 화석에너지가 매우 부족한 국가 중 하나이다. 1인당 석탄자원량은 90톤으로 세계 평균치의 55.4%에 해당한다. 1인당 석유 채굴 가능량은 2.6톤으로 세계 평균치의 11.1%이다. 1인당 천연가스 채굴 가능량은 1,074m³로 세계 평균치의 3.4%에 불과하다. 에너지 부족량이 부족함에도 고도성장이 지속되면서 에너지 소비량은 빠른 속도로 증가하고 있다. 최근에는 연간 약 20억 톤(SCE)의 에너지를 소비하고 있고, 2020년에는 30~36억 톤을 소비할 것으로 전망하고 있다. 경제가 성장할수록 에너지 부족에 대한 우려는 더욱 심각한 양상으로 전개될 것이다. 따라서 농촌에 풍부하게 존재하는 바이오매스를 이용하여 에너지로 이용할 수 있다면 에너지의 안정적 공급에 크게 기여할 것이다.

둘째, 바이오에너지 활용은 환경개선에 기여할 것이다. 중국의 에너지 소비구조의 특징 중 하나는 생산과 소비의 약 70%를 석탄에 의존하는 석탄 의존형이라는 사실이고, 이는 환경오염의 가장 큰 원인이 된다. 공기 중에 방출되는 이산화황의 90%, 이산화탄소의 85%, 연기와 미세먼지의 80%가 석탄의 연소 과정에서 발생한 것이다. 바이오매스를 이용한 에너지 생산 및 소비는 이처럼 심각한 환경문제를 해결하는데 적지 않은 도움이 될 것이다.

셋째, 바이오에너지의 활용은 농업과 농촌발전에 기여할 것이다. 바이오매스 자원의 주요 원천은 농업과 임업이다. 따라서 바이오매스 자원의 활용은 농림업과 밀접한 관련을 맺을 수밖에 없다. 바이오매스를 이용한 농촌의 에너지산업 발전은 산업으로서 농업의 발전, 식수조립과 생태계 보전, 농민의 수입증가, 농촌의 생활환경 개선 등에 모두 기여할 것이다.

국정의 총괄 기능을 수행하고 있는 국무원은 이 같은 바이오에너지의 중요성을 인식하고 ‘재생 가능 에너지 중장기 발전계획’을 발표하기에 이르렀다. 동 계획에 따르면 향후 바이오에너지의 구체적 생산 목표는 다음 <표 2>에 제시된 바와 같다. 바이오매스 자원을 이용하여 발전량을 늘리고, 액화연료의 생산을 증가시키며, 메탄가스와 고체 연료 생산을 증가시킨다는 내용을 포함하고 있다.

위에서 언급한 바이오에너지 관련 정책 목표를 달성하기 위한 제도적 조치로서 2005년 2월 ‘재생가능에너지법’이 제정되었다.³ 재생가능에너지는 태양열, 풍력, 지열 등을 포괄하는 개념이지만 그 중에서 바이오에너지의 개발과 활용이 가장 중요하다. 동법 제16조에서는 바이오매스 연료의 개발과 이용 및 바이오에너지 작물의 생산을 장려하는 규정을 두고 있다. 또 에너지 수송관을 취급하는 기업은 반드시 새로운 에너지

3 第十屆全國人民代表大會常務委員會第十四次會議, 中華人民共和國可再生能源法(2005.2.28)

표 2. 바이오에너지 생산 관련 구체적 목표

목표 연도	구체적 목표
2010년	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연간 바이오매스 이용량이 1차 에너지 총 소비량의 1% 달성 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오매스를 이용한 발전량 550만kW - 바이오매스 액화 연료 생산량 200만 톤 - 연간 메탄 이용량 190억m³ - 바이오매스 고체 연료 생산량 100만 톤
2020년	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연간 바이오매스 이용량이 1차 에너지 총 소비량의 4% 달성 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오매스를 이용한 발전량 3,000만kW - 바이오매스 액화 연료 생산량 1,000만 톤 - 연간 메탄 이용량 400억m³ - 바이오매스 고체 연료 생산량 5,000만 톤

자료: 國家發展和改革委員會(2007.2.25)

체계를 고려하여 수송망을 정비해야 한다는 점을 명백히 하고 있다. 동법 제18조에서는 현(縣)급 이상 지방정부의 재원 확보를 규정하고 있고, 제19조에서는 바이오에너지의 가격 결정 과정을 제시하고 있다. 이 외에도 재생 가능한 에너지 생산을 지원할 수 있도록 재원의 염출, 지원 대상이 되는 분야, 불법적 재생 가능 에너지 생산 및 공급에 대한 법률적 책임 등을 상세히 규정하고 있다.

중국 농업부도 국무원의 발전계획에 부응하여 2007년 7월 ‘농업부문 바이오매스 산업 발전 계획(2007~2015)’을 발표했다.⁴ 동 발전 계획에서 언급한 구체적 목표는 2010년까지 전국 농가의 30% 정도인 4,000만호가 메탄가스를 사용할 수 있도록 연간 메탄가스 생산량 155억m³를 달성하고, 전국 400여 곳에 짚을 이용한 고정형 연료 응용 시범소를 건립하며, 1,000곳 이상 대형 가스 공급소를 건립한다는 것이다. 2015년까지는 위의 목표치를 두 배 가량 상향 조정하여 달성한다는 계획이다. 이러한 계획이 순조롭게 달성될 수 있을지는 각종 여건이 부수적으로 갖춰져야 하겠지만 바이오에너지를 확대 보급 하겠다는 의지는 확고해 보인다.

⁴ 農業部(2007.7.5), pp.44~45.

3. 바이오에너지의 생산과 이용 실태

국제에너지기구(IEA)가 공식적으로 발표한 2000년도 바이오매스 소비동향에 따르면 중국의 바이오매스 에너지 소비량은 총 에너지 소비량의 18.5%에 이른다. 세계 전체의 바이오매스 소비량이 전 세계 총 에너지소비량의 14.2%인 점을 감안하면 중국의 바이오매스 소비 비율은 다소 높은 수준이다. 이는 아시아, 아프리카 혹은 비OECD 국가의 그것과 비교하면 낮은 수준이지만 결국 중국의 에너지 소비구조가 후진적이라는 것을 의미한다.

표 3. 2000년도 전 세계 바이오매스 소비량

국가 혹은 지역 구분	바이오매스 에너지 소비량 (Mtoe)	전통적 에너지 소비량 (Mtoe)	에너지 소비량 합계 (Mtoe)	바이오매스 에너지 소비량 비중(%)
중국	214.5	943.4	1,157.9	18.5
아시아	343.2	467.7	810.9	42.3
라틴 아메리카	69.3	285.0	354.3	19.6
아프리카	221.1	157.4	378.5	58.4
비 OECD 국가	859.7	2,417.9	3,277.5	26.2
OECD 국가	126.2	3,551.3	3,677.5	3.4
세계 전체	985.9	5,969.2	6,955.0	14.2

주: 바이오매스 에너지는 농산·임산·축산 부산물이나 폐기물은 물론 도시지역 고체 폐기물(MSW)까지 포함한 경제적 가치가 있는 모든 바이오매스 자원에 의한 에너지 생산을 의미함.

자료: APERC(2004), p.38.

바이오매스를 에너지로 전환하기 위해서는 두 단계를 거쳐야 한다. 첫째는 ‘연료 전환기술’을 이용하여 바이오매스를 연료로 전환하는 단계이다. 둘째는 ‘에너지 전환기술’을 이용하여 획득한 연료를 소비자가 이용 가능한 전기나 열로 전환하는 단계이다. 대부분의 개도국에서는 기술적 한계 때문에 바이오매스의 이용이 첫 번째 단계에서 그치고 만다. 앞에서 살펴본 중국 농촌의 바이오매스 자원의 대부분도 이에 해당한다. 본 절에서 서술하고자 하는 중국의 바이오에너지 활용은 앞서 언급한 첫 번째 단계를 거친 바이오연료의 활용을 살펴보는 것이다. 첫 번째 단계를 거친 바이오연료로는 장작, 볏짚, 숯 등의 고체연료, 에탄올, 메탄올, 바이오디젤유 등의 액체연료, 메탄 발효에 의한 메탄가스, 가스화 된 혼합 가스나 수소 등의 기체연료 등이 있다.⁵ 이용 가능한 자료

의 제약으로 모든 바이오연료를 파악하기는 어렵다. 본 절에서는 중국에서 많이 이용하고 있는 바이오연료 중 비교적 중요하게 취급되는 에탄올과 농산·임산바이오매스를 중심으로 생산과 이용실태를 살펴볼 예정이다.

3.1. 에탄올

중국 국무원 국가발전개혁위원회는 11·5 계획이 끝나는 2010년까지 에탄올 생산량을 당초의 200만 톤에서 목표치를 높여 522만 톤까지 생산한다는 수정계획을 검토하였으나 마지막 결정 단계에서 보류되었다. 바이오연료의 생산이 중요하지만 주원료가 되는 옥수수의 가격이 상승하여 전반적인 물가상승을 유발할 가능성이 있었기 때문이다. 최근 수년 동안의 에탄올 생산량을 보면 아래 <표 4>와 같다. 에탄올 생산량 자료가 공식적으로 공표된 2004년 이래 매년 빠른 속도로 생산량이 증가해 온 것은 사실이나 2006년 이후는 증가율이 주춤한 상태이다. 2007년도 중국의 에탄올 생산량은 전년 대비 12% 증가한 145만 톤 정도로 추정된다.

표 4. 중국의 연료용 에탄올 생산량

연도	생산량(천 톤)	증가율(%)
2002년 이전	거의 없음. 2004년부터 공식적으로 생산	na.
2003	<20	-
2004	300	1,400
2005	920	206
2006	1,300	41
2007(추정치)	1,450	12

자료: Kevin Latner etc(2007), p.5.

중국에서 에탄올 생산의 주요 원료는 옥수수였다. 그래서 에탄올의 주요 생산지역도 옥수수 생산량이 많은 헤이룽장성, 지린성, 허베이성, 안후이성 등지에 편중되어 있다. 이들 지역에서 생산되는 옥수수의 약 10%가량이 에탄올 생산에 투입되는 것으로 파악되고 있다. 전국의 9개 성(省)이 에탄올 생산 프로그램에 참여하고 있으나 2005년까지 실제 생산이 이루어지고 있는 성은 아래 <표 5>에서 알 수 있는 것처럼 4개 성에 불과

5 강창용 외(2006), p.30.

하다. 생산은 민간 기업에서 담당하는데, 생산에 참여하는 기업은 사전 국가발전개혁위원회에 제안서를 제출하여 허가를 받아야 한다. 그리고 생산한 에탄올은 반드시 중국 석유화학공업집단공사(SINOPEC) 혹은 중국 국영석유천연가스집단공사(CNPC)에 매각해야 한다. 이들 두 국영 기업은 민간 기업에서 에탄올을 매입하여 각 가정이나 공장에 공급하고 국무원이 정한 값에 의거하여 사용료를 징수한다.

표 5. 지역별 연료용 에탄올 생산량

구분	기업명	주요 원료	실제생산량 (천 톤, 2005)	생산능력 (천 톤, 2007)	공급 지역	공급량 (천 톤)
헤이룽장성 (黑龍江省), 자오둥	China Resources Alcohol Co.	옥수수	100	150	헤이룽장성 각지	150
지린성(吉林省), 지린	Jilin Fuel Ethanol Co.	옥수수	300	600	지린시	100
					랴오닝시	200
허난성(河南省), 난양	Henan Tian Guan Fuel- Ethanol Co.	밀	200	200	허난성 각지	87
					후베이성 9개시	113
					허베이성 4개시	100
안후이성 (安徽省), 병부	Anhui BBKA Biochemical Co.	옥수수	320	320	산둥성 7개시	220
					장수성 5개시	
					허베이성 2개시	
광시(廣西)자치 구	China Resources Alcohol Co.	카사바	0	110	광시자치구 각지	110
허베이성 (河北省)	China Resources Alcohol Co.	고구마 옥수수	0	230	허베이성 각지	230
후베이성 (湖北省)	Tian Guan Fuel-Ethanol Co.	쌀	0	100	후베이성 각지	100
합계			920	1,710		

자료: Kevin Latner etc(2007), p.5.

에탄올의 원료가 될 수 있는 농작물은 많다. 그 중 대표적인 것을 들면 옥수수, 밀, 카사바, 사탕수수, 감자, 고구마 등이다. 이 중에서도 가장 보편적으로 이용되는 작물이 옥수수다. 중국에서 옥수수가 가장 많이 생산되는 지역은 지린성이며, 지린성 옥수수가 전국 옥수수의 품질을 가늠하는 기준이 된다. 중국은 지역이 매우 넓고 다양한 기후대가 존재하기 때문에 같은 종류의 농산물이라 하더라도 품질과 특성을 일괄적으로 규정하기가 어렵다. 그래서 농산물 종류별로 대표성을 지닌 상품이 있다. 예를 들면 밀과

고구마는 허난성산, 사탕수수와 카사바는 광시자치구산, 감자는 윈난성산이 기준이 된다. 대표적인 농산물을 중심으로 단위 면적당 에탄올 생산량이나 생산비 등을 비교해보면 다음 <표 6>과 같다.

ha당 생산량은 쌀, 밀, 옥수수 등이 5톤 내외인데 비해 카사바, 사탕수수, 사탕무 등은 곡물의 10배 정도 된다. 전분 함량은 종류별로 큰 차이를 보이는데, 옥수수가 가장 높은 94%인 반면 사탕수수는 14%에 불과하다. 원료 톤당 에탄올 생산비율은 카사바가 150리터로 가장 높은 반면 옥수수는 10리터에 불과하다. ha당 연간 에탄올 생산량은 카사바, 사탕수수, 사탕무, 단수수, 쌀, 옥수수, 밀 등의 순이다. 우리가 여기서 참고로 해야 할 것은 톤당 에탄올의 생산비와 원료의 구입비용이다. 톤당 에탄올 생산비는 옥수수가 가장 높아서 653달러이고, 카사바가 550달러, 단수수 523달러 등이다. 또 일반적으로 값이 가장 싼 원료는 카사바로서 대략 밀 가격의 35%에 불과하다. 따라서 중국에서는 카사바를 이용한 에탄올 생산이 타 원료 작물을 이용하는 것보다 훨씬 유리하다는 사실을 알 수 있다.⁶

그럼에도 불구하고 카사바나 사탕수수를 이용한 에탄올 생산보다 옥수수를 이용한 에탄올 생산이 더 보편적인데, 그 이유는 기술적 문제와 아울러 품질의 문제가 제기되기 때문이다. 실제로 중국 정부는 ‘차량용 에탄올 휘발유의 실험적 확대 사용 실시 계획’⁷을 제정하여 에탄올 생산에 참여하고 있는 헤이룽장, 지린, 허난 및 안후이의 4개 성만을 대상으로 시범 실시하고 있다. 지린성의 경우 2005년 30만 톤의 에탄올을 생산

표 6. 각종 바이오에너지 원료작물의 단위 면적당 에탄올 생산량 비교

원료 작물	생산량 (톤/ha, 년)	당 혹은 전분 함량(%)	에탄올 생산비율 (liter/원료 톤당)	단위 면적당 에탄올 생산량 (kg/ha, 년)	에탄올 생산비 (달러/톤)
카사바	40	25	150	6,000	550
사탕수수	70	13	70	4,900	-
사탕무	45	16	100	4,300	-
단수수	3.5	14	80	2,800	523
쌀	5.7	54	50	2,250	-
옥수수	5.6	94	10	2,050	653
밀	4.6	63	90	1,560	-

자료: 에탄올 생산비 자료는 Kevin Latner etc(2007), p.6, 기타 자료는 中國投資諮詢網(2007), p.156에서 인용하였음.

6 中國投資諮詢網(2007), p.157.

7 車用乙醇汽油擴大試點工作的實施細則.

하여 10만 톤은 자체적으로 사용하고, 나머지 20만 톤은 인근의 랴오닝에 판매하였다.⁸ 위에서 언급한 4개 성이 모두 옥수수, 밀 등의 주산지로서 카사바나 사탕수수는 생산이 어려운 곳이다.

중국 정부는 이들 4개 성에서 옥수수와 밀을 이용한 에탄올 생산을 장려하기 위하여 상당한 정도의 보조금을 지급하고 있다. 중국에서 휘발유 가격은 국가발전개혁위원회가 고시하는데, 가장 보편적으로 이용되는 일반 휘발유의 판매가격은 톤당 5,000위안 내외다. 일반 휘발유의 공장 출고가격이 3,900위안이므로 톤당 1,100위안 정도의 이윤을 취득한다. 다음 <표 7>에서 알 수 있는 것처럼 차량용 에탄올 휘발유는 생산원가가 일반 휘발유의 공장도 가격보다 500~600위안 정도 높다. 만약 차량용 에탄올 휘발유를 직접 판매한다면 높은 원가 때문에 판매가 어려울 것이다. 그래서 정부는 옥수수를 원료로 하는 에탄올 휘발유는 1,300~2,000위안의 보조금을, 밀을 원료로 하는 에탄올 휘발유는 1,100~2,000위안의 보조금을 지급한다. 동시에 에탄올 휘발유의 판매가격을 일반 휘발유 판매가격의 0.9111배에 머물도록 규정하고 있다. 이 결과 휘발유 판매상은 일반 휘발유를 판매할 경우에 비해 에탄올 휘발유를 판매하는 것이 더 많은 이윤을 얻을 수 있고, 소비자도 톤당 1,447위안의 저렴한 값으로 휘발유를 구입할 수 있다. 즉, 휘발유 판매상과 소비자에게 모두 이윤을 제공함으로써 에탄올 휘발유의 공급을 촉진한다는 것이다.

표 7. 연료용 에탄올 생산을 위한 정부의 보조와 이윤 분석

단위: 위안/톤

원료 작물	차량용 에탄올 휘발유				일반 휘발유			B-A
	생산 원가	정부 보조금	판매 가격	이윤 (A)	판매 가격	공장 출고가격	이윤 (B)	
옥수수	4,400	1,300~2,000	3,553	1,147~2,847	5,000	3,900	1,100	47~1,747
밀	4,500	1,100~2,000	3,553	1,047~2,943	5,000	3,900	1,100	-53~1,843

주: 차량용 에탄올 휘발유 출고 가격/일반 휘발유 출고가격 = 0.9111(=3,553/5,000)을 유지
 자료: 中國投資諮詢網(2007), p.168의 내용과 설명을 고려하여 필자가 보완한 것임

중국에서는 에탄올 이외에도 대두, 유채씨, 단풍나무 등을 이용한 바이오디젤유가 연간 약 30만톤 정도 생산되고 있다.⁹ 실제로 중국에서 디젤유에 대한 수요는 상당히 높고 앞으로도 크게 증가할 것이다. 디젤유는 운송용 연료로 많이 쓰이는데 경제가 발전

⁸ 中國投資諮詢網(2007), p.167.

⁹ Kevin Latner etc(2007), p.7.

할수록 물류 유통과 관련하여 디젤유의 수요가 크게 증가할 수밖에 없기 때문이다. 또 농촌에서도 농기계 이용 시 가장 많이 사용되는 에너지원이 디젤유이기도 하다. 따라서 일반 디젤유를 대체할 수 있는 바이오디젤유에 대한 수요도 많을 수밖에 없다. 그러나 아직까지 바이오디젤유의 생산이나 사용을 촉진하는 아무런 정책적 조치나 프로그램이 없다.¹⁰ 디젤유 생산에 소요되는 원료가 절대적으로 부족하고, 이윤을 확보하기 어렵기 때문이다.¹¹ 식물성 유지의 주요 원료인 대두는 중국이 세계에서 가장 큰 수입국이고, 유지 관련 제품의 수입도 적지 않다. 사료 또한 동물성 유지의 수요와 경쟁관계에 있다. 이러한 이유로 중국 정부는 당분간 바이오디젤유의 생산을 장려하지 않을 것이며, 그 결과 생산량이 획기적으로 증가하기는 어려울 전망이다.

3.2. 농산바이오매스

중국은 농업대국이고 다양한 기후만큼이나 바이오매스 자원도 많다. 농업부가 밝히고 있는 바이오매스 자원량은 각종 짚 종류가 연간 6억 톤, 농산물 가공 후 폐기물(벼짚, 옥수수 줄기, 땅콩 껍질, 사탕수수 칩전물 등) 1억 톤 이상, 가축 분뇨와 농산물 가공 후 유기 폐기물 약 18억 톤, 에너지 작물이 재배 가능한 한계 토지 약 8천 3백만ha 등이다.¹² 그러나 세부적이고 구체적인 자료는 공식적으로 밝히지 않아 자료 이용에 한계가 따른다.

농산부산물로서 각종 작물의 짚(벼짚, 밀짚, 옥수수 줄기 등 포함)에 대한 이용 개황이 다음 <표 8>에 제시되어 있다. 연간 총 생산량은 4.6억 톤 정도이고, 곡창지대인 북부지역과 동북지역에서 가장 많이 생산되고 있다. 총 생산량은 종이의 원료로 3.3%, 마초로 28.0%, 퇴비로 15.0%가 활용되고, 전체의 절반 이상인 53.7%가 에너지원으로 활용된다.

¹⁰ 國家發展和改革委員會(2007.2.25)는 유채유, 면화유, 목유(木油), 차유(茶油) 등을 원료로 연간 10만 톤 이상의 바이오디젤 연료의 생산능력을 갖추었다고 보고하고 있으나 구체적인 내용은 파악할 수 없음.

¹¹ 中國投資諮詢網(2007), p.215.

¹² 國家發展和改革委員會(2007.2.25), 국가발전개혁위원회의 보고서에서 인용된 자료는 『中國能源統計年鑑』, NREL 등에서 제시한 자료와 수치, 단위 및 항목의 종류에서 차이가 있으므로 주의를 요함.

표 8. 각 지역별 짚(crop straw)의 이용 개황(2002, 만 톤)

구분 ¹³	총생산량	종이원료	마초	퇴비	에너지원
동북부	7570.7	193.9	1456.4	1135.7	4784.7
북부	12722.4	526.4	3429.4	1908.4	6858.2
서부	5224.7	147.3	308.0	783.7	3985.8
동부	6069.5	108.1	1109.3	910.5	3941.7
중부	5134.8	188.9	1557.2	770.3	2618.5
남부	3042.1	194.0	1722.8	456.4	669.0
서남부	6153.9	152.2	3281.8	923.1	1796.8
합계(총생산량에 대한 비중, %)	45918.1	1510.8 (3.3)	12864.9 (28.0)	6888.1 (15.0)	24654.7 (53.7)

자료: NREL(2006), p.1에서 정리하였음.

대부분의 짚은 직접 연소용으로 활용되고 있지만 최근 중국 정부는 짚을 이용한 가스화 작업에 많은 관심을 가지고 있고 상당한 기술적 성과도 거둔 것으로 평가하고 있다(<표 9> 참조). 정부의 발표에 따르면 2005년 말까지 전국 농촌 지역에 보급된 에너지 절약형 부엌을 설치한 농가가 1.89억 호, 전국 농가 대비 보급률 70%에 이른다. 그 중 짚을 이용한 집중식 가스공급소 539곳(2005년 말 기준)을 비롯하여 각종 바이오매스자원을 이용한 중소형 열발전소 기술이 상당한 진전을 이루고 있다고 자체 평가하고 있다.¹⁴

표 9. 각종 짚 종류의 효율적 활용 실태(2003)

활용 방법	가스 공급 농가 수(호)	시설 수 (site)	공급량 (만m ³ , 만톤)	짚 소비량 (톤)
가스화	106,676	525	17,500	100,596
목탄	-	18	4,366	12,558
고체연료	-	2	450	23,175
합계	106,676	545	22,316	136,329

자료: NREL(2006), p.6.

¹³ 중국에서 지역 구분은 구분의 목적에 따라 달리할 수 있으나 본고에서는 가장 보편인 구분법에 따라 다음과 같이 구분하였음. 동북부-遼寧, 吉林, 黑龍江, 북부-北京, 天津, 山東, 河北, 河南, 山西, 서부-陝西, 甘肅, 內蒙古, 寧夏, 新疆, 青海, 동부-上海, 浙江, 江蘇, 安徽, 중부-湖北, 湖南, 江西, 남부-廣東, 廣西, 福建, 海南, 서남부-重慶, 四川, 貴州, 云南, 西藏

¹⁴ 國家發展和改革委員會(2007.2.25)

3.3. 임산 바이오매스

임산 바이오매스는 숲에서 유래하는 바이오매스 전체를 일컬으며, 수목뿐만 아니라 조릿대, 대나무, 하층동물 등도 포함한다. 이 가운데 자원으로서 가치가 낮고 숲의 지력 유지를 위해 방치하는 것이 바람직한 잎, 잔가지 등을 제외하고 자원으로서 활용 가능성이 높은 목질계 바이오매스를 주요 연구대상으로 한다.¹⁵ 목질계 바이오매스는 임목축적에 비례하여 증가한다. 중국의 ha당 임목축적량은 71.2m³로서 같은 해 우리나라의 임목축적량 76.4m³/ha보다 약간 낮은 수준이다. 인공조림 면적은 5,300만ha로서 전체 산림면적의 30.3%이고, 인공조림 내 ha당 임목축적량은 28.3m³이다. 인공 조림 내 단위 면적당 임목축적량은 산림 면적 전체를 대상으로 한 임목축적량에 비해 낮은 수준이다.

목질계 바이오매스의 에너지 변환 과정과 그로부터 얻을 수 있는 제품에 대한 내용이 다음 <그림 1>에 제시되어 있다. 화학적·물리적 변환과정을 거쳐 생산하는 제품으

그림 1. 목질계 바이오매스의 에너지 변환과 그 제품

바이오매스 자원	공급 시스템	변환 기술	최종 생산물	
			종류	생산량
변환 가능 임지	수확	열화학	목재 패널 (panel)	<ul style="list-style-type: none"> 패널 5,446만m³(전년 대비 20% 증가) 합판 2,099만m³ 섬유판 1,560만m³ 파티클보드 643만m³ 기타 1,144만m³ 제재목 1,530만m³
단기 순환 임지	수집	바이오 화학	펄프, 종이	<ul style="list-style-type: none"> 3,723만 톤 펄프 238만 톤 종이 3,485만 톤 기업 수 3,500개
임산 잔재물	처리	화학적/ 물리적 가공	활성탄	<ul style="list-style-type: none"> 22만 톤 기업 수 약 400개
석유 함유 식물	저장		가스, 전기	<ul style="list-style-type: none"> 농촌 소규모 가스공급 기업 약 300개 전기설비 용량 2GW
			바이오 에탄올	<ul style="list-style-type: none"> 바이오에탄올 생산용 원료 가능성 시험 중
			바이오 디젤유	<ul style="list-style-type: none"> 옷나무, 카사바 등 유량 함량이 풍부한 일부 식물 시험재배 2만 톤
			신소재	<ul style="list-style-type: none"> polymer, cellulose 등 개발

자료: Fuxiang Chu & Kelin Ye(2006), p6.

¹⁵ 강창용 외(2006), p.134.

로는 목재패널, 펄프·종이, 활성탄, 가스·전기, 바이오에탄올, 바이오디젤유, 신소재 등이 있다. 이 중 가장 많은 생산량을 보이는 품목은 합판과 섬유판을 포함하는 패널이 5,446만m³, 제재목 1,530만m³, 종이와 펄프 3,723만 톤 등 이다. 활성탄은 약 400개 기업에서 연간 22만 톤 정도를 생산하고, 가스와 전기는 약 300개 기업에서 소규모 형태로 공급하고 있다. 임산 부산물이나 잔재물을 이용한 바이오에탄올과 바이오디젤유 생산은 아직 시험단계에 머물러 있는 수준이다.

임산 잔재물은 주벌, 육림, 목재가공 등 각종 산림사업에서 발생하여 산지에 버려지거나 폐기될 수 있는 잔재물을 의미한다. 이들 잔재물을 잘 활용하여 소규모의 전기나 가스를 생산한다면 생활에 큰 도움이 될 수 있다. 중국 정부는 잔재물의 이용보다는 수질과 토양보호에 더 중점을 두고 있기 때문에 임산 잔재물의 반출을 통제하고 있다. 따라서 장기적이고 대규모인 임산 잔재물 활용 실적은 찾아보기 어렵다. 다음 <표 10>에 제시된 전국 각 지역별 임산 잔재물 통계 자료는 간벌과 목재가공 이후 발생하는 소규모 잔재물 실적을 정리한 것이다. 연간 잔재물 총생산량은 2,477.6만m³이고, 그 중 58.6%에 해당하는 1,451.6만m³가 북부지역에서 생산된 것이다. 북부지역에는 베이징시, 톈진시, 산둥성, 허베이성, 허난성, 산시성 등이 포함되어 있다. 이들 지역은 임목 생산이 거의 안 되는 소비지임을 고려할 때 가공 후의 제재목이 대부분일 것으로 추정된다.

표 10. 각 지역별 임산 잔재물(residues) 이용 개황

단위: 만m³

구분	원목	원목 잔재물	제재목	제재목 잔재물	잔재물 합계
동북부	1,017.7	183.2	66.0	26.4	209.6
북부	278.0	50.1	3,503.7	1,401.5	1,451.6
서부	321.9	58.0	4.8	1.9	59.9
동부	496.8	89.5	214	85.6	175.1
중부	784.7	141.3	143.4	57.4	198.7
남부	1,112.2	200.1	190.3	76.1	276.2
서남부	208.8	37.6	64.2	25.8	63.4
다신안링	216.1	38.9	10.4	4.2	43.1
합계	4,436.2	798.7	4,196.8	1,678.9	2,477.6

자료: NREL(2006), p.2에서 정리하였음.

4. 바이오에너지의 활용 전망

중국의 에너지 소비는 우려할 만한 수준으로 증가하고 있다. 전 세계 1차 에너지 소비량 중에서 미국의 소비량은 절대적으로는 높은 비중을 차지하고 있으나 상대적으로는 감소하고 있는 반면 중국의 소비량은 절대적으로나 상대적으로 모두 빠른 속도로 증가하고 있다. 특히 전 세계 소비량에서 차지하는 중국의 비중이 1995년 10%를 넘어선 이래 불과 10여년만인 2005년엔 15% 정도까지 증가했다. 에너지 소비량에 의거하여 1인당 연간 에너지 평균 소비량을 계산해 보면 세계 전체 1,637kg, 미국 7,882kg, 중국 1,191kg, 일본 4,102kg, 한국 4,658kg 등으로 나타났다. 2005년도 중국의 1인당 에너지 평균 소비량은 세계 전체의 평균 수준에 못 미치고 있을 뿐만 아니라 미국의 1/7, 한국과 일본의 1/4 수준에 불과하다. 이러한 결과로 보면 중국의 에너지 소비수준이 아직은 낮은 단계에 있다고 평가할 수 있지만, 다른 한편으로 경제성장과 더불어 앞으로 큰 폭으로 증가할 수 있는 가능성이 있음을 의미한다.

표 11. 세계 주요국의 1차 에너지 소비실태

단위: 백만 톤

구 분	세계 전체 소비량	미국		중국		일본		한국	
		소비량	비중 (%)						
1965	3,863	1,324	34.3	182	4.7	149	3.9	6	0.2
1970	5,016	1,651	32.9	233	4.6	281	5.6	14	0.3
1975	5,776	1,692	29.3	338	5.9	330	5.7	23	0.4
1980	6,629	1,813	27.3	416	6.3	357	5.4	39	0.6
1985	7,166	1,767	24.6	533	7.4	370	5.2	53	0.7
1990	8,120	1,967	24.2	685	8.4	434	5.3	90	1.1
1995	8,568	2,120	24.7	916	10.7	494	5.8	149	1.7
2000	9,285	2,312	24.9	967	10.4	515	5.5	191	2.1
2005	10,537	2,337	22.2	1,554	14.7	525	5.0	225	2.1
1인당 소비량 (2005, Kg)	1,637	7,882		1,191		4,102		4,658	

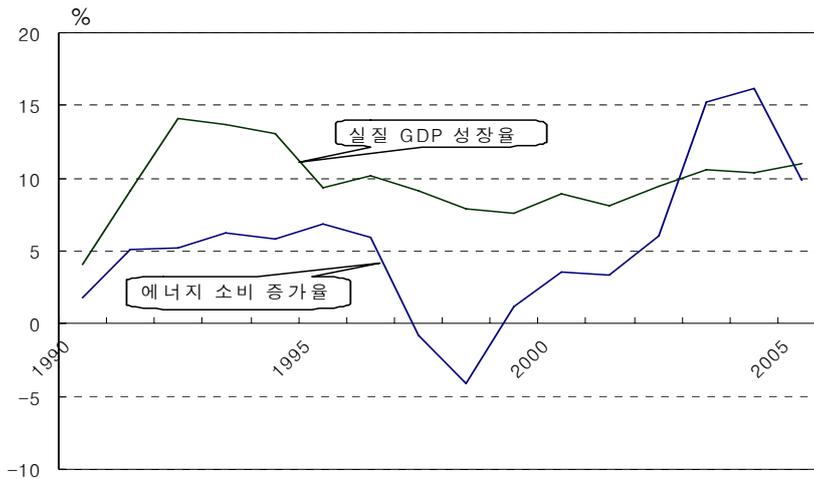
주: 여기서 일차 에너지라 함은 상업적으로 거래된 연료만을 의미함. 따라서 많은 개도국에서 실제로 연료로 사용하고 있는 목재, 토탄(peat), 동식물 부산물 등은 제외하였고, 풍력, 지열, 태양열, 생물체 연료 등도 제외하였음.

자료: 에너지 통계자료는 BP Statistical Review(2006), 인구통계자료는 The World Bank Group(2006)에서 정리한 것임.

1990~2005년 기간 중 중국의 연평균 에너지 소비 탄력성 계수¹⁶를 계산해 보면 0.53이다. 같은 기간 중 연평균 실질 GDP 증가율이 9.8%이므로 연평균 에너지 소비 증가율도 5.2%로 매우 높은 수준이다. 더욱 중요한 사실은 경제가 발전할수록 에너지 소비 탄력성 계수가 높아간다는 사실이다. 10·5 계획(2001~2005) 기간 중의 에너지 소비 탄력성 계수는 무려 1.0이다. 이는 경제성장률과 같은 속도로 에너지 소비 증가가 이루어졌다는 것을 의미한다. 중국 정부가 에너지 소비의 증가에 긴장하고 에너지 확보를 국가의 최우선 정책 과제로 선정하고 있는 충분한 이유가 된다.

국제에너지기구(IEA)의 전망에 따르면 2004년 16억 TOE(ton of oil equivalent)를 기록했던 중국의 에너지 수요는 2030년 34억 TOE를 기록할 전망이다. 이는 전 세계 에너지 수요의 20%에 해당하는 수준이다. 2030년까지 연평균 에너지 수요 증가율 전망을 보면 중국이 2.9%, 북미 평균 1.0%, OECD 평균 1.9%, 인도 2.6%, 브라질 2.2%, 러시아 1.1% 등이다. 중국의 에너지 수요 증가세가 과거보다는 다소 둔화될 전망이지만 세계 다른 국가에 비하면 아직도 매우 높은 수준임을 알 수 있다.¹⁷

그림 2. 중국의 경제성장률과 에너지 소비 추이



자료: 『中國統計年鑒』, 2006.

¹⁶ 에너지소비 탄력계수(Elasticity Ratio of Energy Consumption) = 연평균 에너지소비량 변화율/연평균 GDP 변화율

¹⁷ 이인재(2007), p.45.

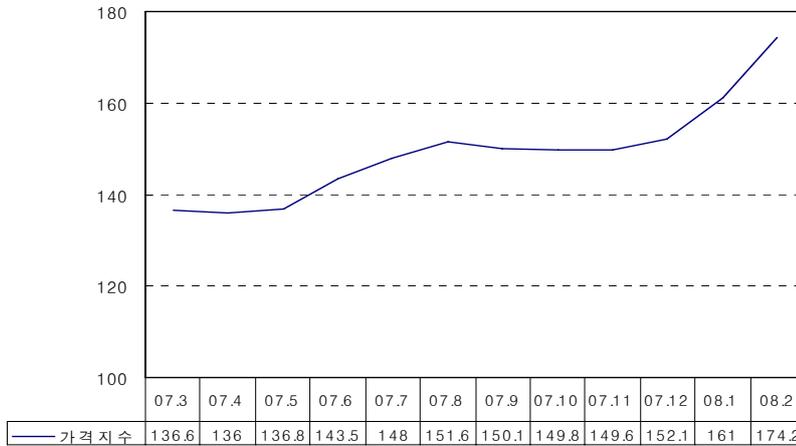
에너지 수요가 증가하고 환경문제가 심각해질수록 바이오에너지에 대한 중국 정부의 노력도 증가할 것이다. 중국 정부는 많은 어려움에도 불구하고 바이오에너지 산업의 미래가 밝다고 전망하고 있다. 일반적으로 바이오매스 활용의 장점으로는 에너지 공급원의 확대, 환경오염 저감, 농업부문 부가가치의 증가, 생명공학의 발전 등이 거론된다. 반면 바이오매스 산업 발전의 저해 요인으로 식량수급에 미치는 악영향, 고비용 구조, 기술적 난관 상존 등이 지적된다. 중국 정부는 흔히 언급되고 있는 이러한 저해 요인은 오해에 불과하며 충분히 극복할 수 있다고 주장하고 있다.¹⁸

중국 정부가 바이오에너지의 공급 확대를 위해 노력하고 있고, 또 바이오에너지 관련 산업의 잠재력도 있으며, 미래가 밝다고 주장하고 있지만 구체적 실현 가능성에 대해서는 많은 의문이 제기된다. 그 대표적인 예로서 에탄올 생산의 경우를 살펴보자. 에탄올 생산은 에너지 공급의 증가와 환경오염의 감소라는 두 목표를 동시에 달성할 수 있기 때문에 많은 선진국에서 기술개발에 열중하고 있다. 중국도 예외가 아니지만 중국 과학계의 전망에 따르면 당분간 에탄올 생산량을 크게 증가시키는 것은 기대하기 어렵다.¹⁹ 에탄올 생산의 증가에 따른 반대급부로서 너무 큰 대가를 치러야 하기 때문이다. 현재의 기술수준에서 에탄올 1톤을 생산하기 위해서는 약 3.5톤의 식량작물이 필요하다. 동시에 에탄올을 발효시키고 탈수하는 과정에서 0.5~0.8톤의 석탄이 소요된다. 이 같은 계산 방법에 따르면 1천만 톤의 석유를 대체하기 위해 식량작물 약 5천만 톤이 소요된다. 2005년 석유 소비량 3.3억 톤의 3%를 대체하기 위하여 총 식량생산량의 10%를 포기해야 한다. 주지하다시피 중국은 전 세계 경작면적의 7%에서 전 세계 인구의 22%를 부양해야 하기 때문에 식량사정 또한 크게 넉넉하지 못한 국가 중 하나이다. 에너지 수급의 중요성도 낮게 평가할 수 없지만 식량 수급의 불안정 또한 가공할 정치적 부담을 초래할 가능성이 많다. 실제로 중국 농업부가 발표한 농산물 도매시장의 종합가격지수를 분석해 보면 2007년 3월부터 2008년 2월까지 1년 동안 무려 27.5%의 가격상승이 있었다. 2000년 이후 7년 동안 36.6%의 가격상승에 비하면 아주 가파른 상승이라 할 수 있다. 이 같은 가격 상승은 국내외의 많은 요인에 의한 것으로 바이오에너지 생산 때문은 아니다. 그러나 농산물의 가격이 이처럼 급등할 경우 바이오에너지 생산의 중요성을 인식하면서도 실제로 바이오에너지 생산에 진력하기는 분명 어려울 것이다.

¹⁸ 科技日報(2007.1.25)

¹⁹ 科技日報(2007.1.25)

그림 3. 최근 1년간 중국의 농산물 가격 추이



주: 가격지수는 2000년=100 기준임.

자료: 中國農業部 中國農業信息網(www.agri.gov.cn/xxfb/jgxxfb.htm)

FAO의 최근 보고서²⁰는 2006~2016년 기간 중 주요 국가의 바이오연료 생산과 관련 하여 다음과 같이 전망하고 있다.

- 미국: 옥수수로 만든 에탄올 생산량이 2배가량 증가할 것으로 전망
- EU: 바이오연료 생산용 유지작물 생산량이 1천만 톤에서 2천 1백만 톤으로 증가
- 브라질: 연간 에탄올 생산량을 210억 리터에서 440억 리터로 증가시킬 계획
- 중국: 연간 에탄올 생산량을 20억 리터에서 38억 리터까지 증가시킬 전망

향후 10년 동안 중국의 에탄올 생산량이 두 배 가까이 증가할 것으로 전망한 것이다. 비록 에탄올에 국한되었고, 미국이나 EU, 브라질 등에 비한다면 전망이 밝다고 할 수 없지만 중국 정부의 재생 가능 에너지에 대한 강조, 국제 사회가 중국에 가하는 환경오염에 대한 압력 등으로 미루어 볼 때 중국의 바이오매스 활용에 의한 에너지 생산은 증가할 전망이다. 그러나 기술적 어려움과 경제성을 고려할 때 급격한 증가는 기대하기 어렵다. 이러한 전망은 중국의 농촌을 대상으로 한 분석에서도 입증되고 있다.

중국 정부는 세계 바이오매스 자원 부존량의 약 70%가 중국 농촌에 있을 것으로 추산한다. 이렇게 풍부한 자원을 어떻게 활용할 수 있을지 파악하려면 기술적·경제적 고찰이 뒷받침되어야 하겠지만, 대부분의 연구결과는 바이오에너지의 사용량이 에너지 총 사용량의 20% 안팎이 될 것으로 예측한다.²¹ 예측 결과에 의하면 농촌에서 일반 에

²⁰ FAO(2007. 4)

²¹ 中國投資諮詢網(2007), p.6.

너지의 비중은 약간 감소하고, 전통적인 바이오에너지의 수요는 크게 감소하며(2050년 0.7% 미만), 반면 현대적 기술에 의한 재생 가능 에너지의 수요는 크게 증가(2050년 21.5%)할 전망이다. 또 <표 12>에서 알 수 있는 것처럼 농촌에서 바이오에너지 자원이 에너지 공급원으로서 증가하긴 하지만 농촌 에너지 총 사용량이 워낙 큰 폭으로 증가하기 때문에 농촌의 에너지 공급원으로서 바이오에너지의 비중은 시간이 흐를수록 작아진다는 것이다. 이 연구결과는 정부의 정책의지나 당위성의 측면에서 바이오에너지의 활용은 크게 증가할 전망이지만 실제 분석 결과는 그렇지 않을 수 있다는 점을 시사하고 있다.

표 12. 농촌 에너지 공급원 중 바이오에너지의 비중 전망

구 분	2010	2020	2050
농촌 에너지 총사용량(억톤, SCE)	12.69	15.78	20.98
바이오에너지(억톤, SCE)	2.39	2.74	2.88
비중(%)	18.8	17.4	13.7

자료: 中國投資諮詢網(2007), p.7. SCE는 standard coal equivalent를 의미함.

5. 맺음말 및 시사점

5.1. 맺음말

중국 국무원은 바이오에너지 활용의 의의를 다음과 같이 집약하여 밝히고 있다. 첫째, 국가의 에너지 수급 안정에 기여하고, 둘째, 환경개선에 기여하며, 셋째, 농업과 농촌발전에 기여한다. 중국 정부가 바이오에너지 활용에 관심을 갖지 않을 수 없는 필요조건을 제시한 것이다. 이러한 인식에 의거하여 1980년대부터 국무원이 발표하는 경제발전 계획에 바이오에너지의 개발 및 이용에 관한 내용을 늘 포함시키고 강조해 왔다. 2005년에는 ‘재생가능에너지법’을 제정하여 바이오에너지의 개발 촉진과 소비 장려 및 그에 수반되는 각종 제도적 조치를 정비하였다.

본고에서는 농촌에서 직접 연료로 이용하는 바이오매스 자원과 그 자원 중 연료 전환 단계를 거친 에탄올, 농산 및 임산바이오매스의 생산과 이용실태를 살펴보았다. 특히 연

료 전환 단계를 거친 바이오연료는 정부의 관심과 지원 하에 생산량이 비교적 빠른 속도로 증가하고 있다. 그러나 기술적 한계와 경제성 확보라는 어려움에 봉착하여 정부가 목표로 했던 수준에 이르지 못하고 있다. 중국 정부의 각종 보고서와 자체 평가 자료에 의하면 중국의 바이오매스 활용 수준이 이미 선진국 수준에 도달했다고 평가하고 있다. 그러나 국제에너지기구나 FAO 등에서 발표하는 객관적 자료에 의하면 중국의 수준은 미국, EU, 브라질 등 바이오에너지 선진국에 크게 못 미치고 있음이 분명하다.

이러한 결과를 다른 측면에서 보면 앞으로 중국이 바이오매스 자원을 더 많이 활용할 수 있는 여지가 있음을 의미하기도 한다. 이를 위해 중국 정부는 바이오매스의 활용과 관련한 각종 프로젝트를 발주하고, 일부 지역을 대상으로 바이오연료의 시범적 보급에 보조금을 지원하고 있다. 그 결과 바이오매스 자원이 풍부한 지역이나 정부의 지원이 이루어지는 시범지역을 중심으로 바이오매스를 활용한 연료나 에너지 공급이 크게 증가할 전망이다. 그러나 국가 전체적으로 보면 가까운 장래에 바이오매스의 공급과 관련한 획기적인 변화가 올 가능성은 적다. 그 이유는 예상치 못한 경제에 대한 영향 때문이다. 즉, 바이오연료의 생산과 식량소비가 경합관계에 있는 한 중국 정부의 관심에도 불구하고 실제 바이오에너지의 생산량이 단기에 크게 증가할 가능성은 낮다고 할 수 있다.

5.2. 시사점

앨빈 토플러는 1984년 출판한 그의 저서 『제3의 물결』에서 정보화 시대가 도래할 것을 예측했고, 아울러 정보화 시대에는 고갈되지 않는 에너지원을 사용할 것으로 예측했다. 토플러의 예측이 있는 지 4반세기가 지났다. 분명히 정보화 시대는 도래했지만 고갈되지 않는 에너지원의 사용은 그리 보편화되지 않았다. 에너지 문제는 토플러가 『제3의 물결』을 출간하던 1980년대에 비해 오히려 악화되었다 해도 과언이 아니다. 에너지원의 확보가 점점 심각한 상황에 이르고 국제 유가가 날로 급등하는 상황에 처하게 된 가장 큰 원인이 중국의 에너지수요 급증 때문이라는 지적이 많다. 중국은 1978년 개혁·개방을 표방한 이래 지금까지 연평균 10%에 이르는 경제성장을 지속하고 있다. 그 결과 한 편에선 ‘세계의 공장’이라는 미명을 얻으면서 국민소득이 증가하고 있지만, 그 이면에는 에너지를 포함한 원자재 소비의 블랙홀이며, 환경오염의 주범이라는 오명까지도 수반한다. 이러한 오명을 씻기 위해 중국은 국내적으로 에너지 절약, 재생에너지의 활용, 에너지 효율성 제고, 에너지 산업의 구조조정 등 많은 노력을 기울이고 있

다. 중국 정부의 노력 덕분에 부분적인 성과를 거두고 있는 것도 사실이나 대체적으로 에너지 소비는 더욱 늘어나고 환경오염도 더욱 심각해질 것이라는 데 이의가 없다.

앞서 살펴본 중국 농촌의 에너지 소비 동향, 바이오에너지 활용 현황과 전망 등이 우리에게 주는 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 중국의 지속적인 성장정책과 에너지 소비 증가는 불가피한 현상으로 보인다. 중국 국내의 에너지 공급원 개발이 거의 한계에 다다랐고, 대체 에너지의 사용도 획기적으로 증가하기는 어려운 실정이다. 중국의 에너지 수급 불안정은 곧 세계 에너지 시장의 불안정 및 가격 상승을 의미하고, 이는 우리나라의 에너지 수급과 물가의 불안정을 의미한다. 우리나라의 에너지 자립도는 18%에 불과하여 국제 에너지 시장에서 불안요인이라도 발생한다면 우리나라 경제에 직접적인 충격으로 작용할 것이다. 따라서 에너지 안보의 중요성을 고려하여 대내적으로 에너지 소비의 효율성을 높일 수 있는 방안을 추진함과 동시에 중국의 시장교란 요인을 항상 점검할 필요가 있다.

둘째, 중국의 바이오에너지 정책에 대해 관심을 가질 필요가 있다. 중국 정부는 대체 에너지로서의 역할과 환경오염의 방지를 위해 바이오에너지의 개발을 적극 장려하고 있다. 그러나 대부분의 바이오에너지가 농산물을 주 원료로 사용하고 있다는 점을 간과해서는 안 된다. 만약 바이오에너지 생산 때문에 중국 국내의 농산물 가격이 상승한다면 중국 정부는 언제든지 국내 유통은 물론 수출에 대해서도 통제할 것이다. 중국의 국내 돼지고기 가격이 급등하고 옥수수 시장이 불안정해 지면서 2007년 12월 국무원이 곧바로 수출입 통제조치를 취한 예에서도 중국 정부의 의지는 분명해 보인다. 우리나라가 대중 수입농산물에 크게 의존하고 있는 실정에서 중국의 수출입 통제는 곧 우리나라 국내의 농산물 수급 및 가격 안정에 부정적 영향을 미칠 것은 분명하다.

셋째, 세계적인 바이오에너지 개발 동향에 주목할 필요가 있다. 바이오에너지의 개발은 소수 몇몇 국가만이 관심을 갖는 일과성 과제가 아니다. 바이오에너지 개발은 이제 에그플레이션(agflation)의 원인으로 지목될 정도로 전 세계적 관심사가 되었다. 미국, EU, 브라질, 중국 등 이른바 패권을 지향하는 모든 강대국이 적극적으로 바이오에너지의 개발에 많은 관심과 아울러 집중적인 투자를 감행하고 있다. 최근 세계 옥수수 시장의 가격 급등, 미국 농장의 지가 상승 등이 이 같은 사실을 뒷받침하고 있다. 우리나라는 바이오에너지를 생산할 수 있는 원료의 공급 여건이 좋지 않지만, 그렇다고 해서 전 세계적인 바이오에너지 개발 동향을 외면해서는 안 된다. 장기적이고 구체적인 바이오에너지 개발 관련 대책이 필요한 시점이다. 독일, 덴마크 등은 가장 선진적인 농업 발전 국가로 잘 알려져 있지만, 다른 한 편으로는 세계 최고 수준의 재생 가능 에너지 선진국이라는 점도 시사하는 바가 크다.

참고 문헌

- 강창용 외. 2006. 「농업부문 바이오매스의 이용활성화를 위한 정책방향과 전략」. 한국농촌경제연구원.
- 강창용 외. 2006. 바이오매스 용어집. 한국농촌경제연구원.
- 이인재. 2007. “에너지 문제 해결에 고민하는 중국.” CHINDIA Journal, July 2007. vol.11, POSRI.
- 中國投資諮詢網. 2007. 中國生物質能利用行業分析及投資諮詢報告. 深圳市萬瑞信息諮詢有限公司.
- 周愛明 외. 2005. 綜合能源生態系統對中國農村地區經濟, 能源, 生態環境與衛生健康的影響評價及其成功推廣的對策研究. Center for Energy and Environmental Policy, University of Delaware.
- 科技日報. 2007.1.25. 我國的能源現狀與戰略對策. <www.agri.gov.cn/jips/>.
- 國家發展和改革委員會. 2007.4. 能源發展“十一五”規劃.
- 國家發展和改革委員會. 2007.2.25. 農村生物質能利用大有可為. <www.ndrc.gov.cn/zjgx/t20070225_11794.htm>.
- 中國農業部 中國農業信息網. <www.agri.gov.cn/xxfb/jgxxfb.htm>.
- 中國 農業部. 2007.7.5. 農業生物質能產業發展規劃(2007~2015). <www.agri.gov.cn/xxlb/>
- APERC(Asia Pacific Energy Research Centre). 2004. “New and Renewable Energy in the APEC Region.” <www.ieej.or.jp/aperc/pdf/nre_report2004.pdf>.
- BP(British Petroleum). 2006. *Statistical Review of World Energy 2006*. BP Global.
- FAO. 2007. 4. Growing bio-fuel demand underpinning higher agriculture prices, Agricultural Outlook 2007-2016. <www.fao.org/newsroom/en/news/2007/10000620/index.html>.
- Fuxiang Chu, Kelin Ye. 2006. *Utilization of Woody Biomass in China*. Chinese Academy of Forestry.
- Kevin Latner, Owen Wagner and Jiang Junyang. 2007. “China, Peoples republic of Bio-Fuels Annual 2007.” USDA/FAS Gain Report CH7039.
- NREL(National Renewable Energy Laboratory). Oct. 2006. Biomass Support for the China Renewable Energy Law, Subcontract Report, NREL/SR-710-40625.
- The World Bank Group. 2006. 2006 world development indicators-3. Environment, <www.worldbank.org/wdi2006/>.

원고 접수일: 2008년 1월 16일
원고 심사일: 2008년 2월 13일
심사 완료일: 2008년 3월 28일