

최근 일본의 바이오매스 정책 동향



배 민 식
국회도서관 입법정보연구원

1. 각광 받는 바이오매스

바이오매스(biomass)란 원래 생태학에서 특정 시점 임의의 공간에 존재하는 생물의 양을 물질의 양으로 표현한 것으로 통상 질량 또는 에너지량으로 수치화하는데 최근에는 재생가능한 생물유래의 유기성 자원을 가리키는 용어로 일반인들에게 점점 친숙해지고 있다. 석유, 석탄과 같은 화석자원은 재생불가능한 자원으로 언젠가는 고갈이 예상되는데 반해 바이오매스는 태양과 물, 이산화탄소가 있으면 식물이 광합성을 통해 지속적으로 생산해 낼 수 있는 자원이다.

이런 바이오매스 활용이 ① 온실효과가스의 배출 억제에 의한 지구온난화 방지와 ② 자원의 효과이용에 의한 순환형 사회의 형성에 이바지한다는 점 이외에도, ③ 지역 활성화나 고용에도 도움이 되고 ④ 농림수산업의 새로운 영역을 개척한다는 측면에서 새롭게 주목을 받고 있다.

미국에서는 농산어촌의 새로운 비즈니스와 고용 기회를 확대하고 바이오매스 산업의 발전을 가속시키기 위해 1999년 8월 「바이오 제품 및 바이오 에너지 개발·보급에 관한 대통령령」이 발표된 이후 바이오매스 이용 확대를 위한 정

책이 계속 실시되고 있다. 특히 2007년 1월의 부시대통령의 일반교서에서는 자동차의 바이오 연료 공급량을 2017년까지 350만궤톤(약 1.3억kℓ)로 확대한다는 내용이 발표되었다. 그리고 EU에서는 자원의 유효 활용, CO₂배출 억제, 수입에너지의존에서 탈피, 역내 산업의 활성화 및 고용 창출을 위해 1997년 「재생가능에너지 전략·행동계획에 관한 백서」가 발표되어 총에너지 소비에서 재생가능에너지와 바이오매스가 차지하는 비율을 확대하는 목표치가 제시되었고, 2003년에는 「수송용의 바이오매스 유래 연료, 재생가능연료의 이용촉진에 관한 지령」이 발표되어 회원국의 바이오매스 유래 연료, 재생가능연료의 도입 목표 설정이 의무화되었다.

일본에서도 2008~2012년의 교토의정서 제1 약속기간(기준연도인 1990년의 온실효과가스 배출량에 비해 6%의 온실효과가스를 삭감하여 야 함) 개시를 앞두고 2005년 4월에 각의 결정된 「교토의정서목표달성계획」에서 수송용 연료로 바이오매스유래연료의 이용목표가 50만kℓ(원유환산)로 책정되었다. 그리고 교토의정서목표달성계획 수립에 대응하여 2006년 4월 종전의 「바이오매스·일본총합전략」(2002년 12월 결정)이 대폭 수정되면서 수송용 연료로서 바이오매스의 이용에 관한 대책이 규정되는 등 바이오 연료의 이용촉진 정책이 강화되었다.

이런 움직임 속에서 2006년 11월 아베총리는 일본의 가솔린 연간 소비량의 10%에 해당하는 600만kℓ(원유환산 360만kℓ)를 바이오 연료로

충당할 수 있도록 구체적인 계획을 수립할 것을 농림수산대신에게 지시하였다. 이에 농림수산성은 경제산업성, 국토교통성, 환경성 등의 관계기관 국장급으로 구성되는 「바이오매스·총합전략추진회의」에서 수차례 대책을 논의하여 2007년 2월 27일 농림수산대신이 아베총리에게 보고서 「국산 바이오 연료의 대폭적인 생산 확대」를 제출하였다. 이하에서 동 보고서의 주요 내용을 소개한다.

2. 바이오매스 부존 및 이용 현황

「바이오매스·일본 총합전략」에서는 바이오매스를 ① 가축배설물, 식품폐기물, 흑액, 하수 찌꺼기 등의 폐기물계(系) 바이오매스 ② 볏짚, 산지(山地)잔재 등의 미(未)이용 바이오매스, ③ 사탕수수 등의 자원작물의 3가지로 구분하였다.

2006년 12월 현재 일본의 폐기물계 바이오매스 부존량은 2억9,800만톤, 이용률은 72%(2010년 목표 80%), 미이용 바이오매스 부존량은 1,740만톤, 이용률은 22%(2010년 목표는 25%)이다. 그리고 자원작물의 바이오매스 이용은 거의 없다.

폐기물계 바이오매스와 미이용 바이오매스 부존량 가운데 미이용 에너지포텐셜은 약 530PJ(원유 환산 1,400만kℓ), 자원작물 에너지포텐셜은 약 240PJ(원유 환산 620만kℓ)로 각각 시산되고 있어 바이오연료 생산을 대폭적 확

대할 수 있는 포텐셜은 충분한 것으로 예상되고 있다.

3. 바이오연료 이용 현황

바이오연료는 가솔린 대체로 이용되는 바이오에탄올과 경유 대체로 이용되는 바이오디젤 연료 등이 있다.

바이오에탄올은 사탕수수 등의 당질 원료, 옥수수 등의 전분질 원료, 볏짚이나 목재 등의 셀룰로오스계 원료로 제조할 수 있고, 당화(糖化), 발효 등의 과정을 거쳐 제조된

다. 수송용 원료의 이용 방법으로는 가솔린과 에탄올을 직접 혼합하는 방식과 바이오에탄올에서 첨가제(Ethanol Tertiary Butyl Ether /ETBE)를 제조하고, 그것을 가솔린에 첨가하는

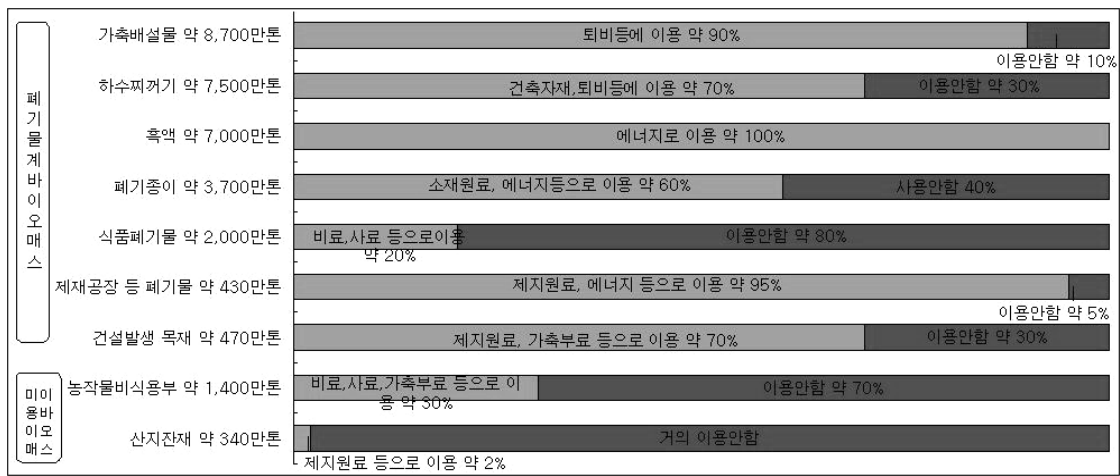
방식의 2가지가 있다.

바이오에탄올에 대해서는 현재 전국 8개소에서 원료작물 생산, 바이오에탄올 제조, E3 가솔린의 주행 등과 같은 실증 실험이 실시되고 있는데, 생산량은 2005년말 현재 총 30kl/년 정도에 불과하다. 오카야마현 마니와(眞庭)시, 오키나와현 이에(伊江)촌과 미야코지마(宮古島)시의 3개소에서는 바이오에탄올을 자동차 연료로서 이용하는 실증실험이 이루어지고 있다.

바이오디젤 연료는 채종유, 폐식용유 등의 유지를 원료로, 메칠 에스터(Methyl ester)화 등의 화학처리에 의해 주로 지방산 메칠 에스터 등 경유에 가까운 물성으로 변환된 것이 이용되고 있다.

바이오디젤 연료에 대해서는 교토시, 이와키시, 후지야마(富山)시 등의 자치단체 차원의 움

일본의 바이오매스 부존량, 이용률(2006년)



직업 외에 지역 NPO 등에 의한 소규모 움직임이 나타나고 있다. 생산량은 총 4,000~5,000kℓ/년 정도로 추정된다.

4. 국산 바이오 연료의 대폭 생산 확대를 위한 과제

(1) 기술면에서의 과제

① 작물생산

국산 바이오 연료의 대폭적인 생산 확대를 위해서는 원료인 바이오매스를 저비용이면서 안정적으로 공급하는 것이 필요하다. 국토면적이 좁은 일본으로서는 경지를 최대한 유효하게 이용하는 것은 물론이고 계층 정보 등을 활용하여 당질, 전분질을 많이 함유하고 바이오매스량이 큰 자원작물의 육성이나 노동력 절약, 저비용 재배 기술의 개발이 필요하다.

② 수집·운반

벼짚, 산지잔재 등의 미활용 바이오매스는 양적 포텐셜도 크고 국산 바이오 연료의 대폭적인 생산 확대를 위한 원료로 기대할 수 있다. 그러나 현재 이들 미이용 바이오매스는 수집·운반 비용이 많이 들기 때문에 이용이 거의 이루어지지 않고 있다. 이 때문에 바이오매스 수집·운반에 관한 비용을 낮추는 것이 불가피하다. 구체적으로는 목재생산과 연계한 산지잔재의 수집·운반 시스템, 효율적으로 수집하는 고성능 임업기계의 개발 등을 추진할 필요가 있다.

③ 에탄올 변환

바이오매스를 원료로 하여 저비용으로 바이오에탄올을 생산하기 위해서는 당질·전분질 원료와 함께 벃짚, 산지잔재 등의 미이용 바이오매스나 자원작물을 원료로 해서 효율적으로 바이오에탄올을 생산할 필요가 있다. 특히 벃짚, 산지잔재 등과 같은 셀룰로스계 원료로부터의 바이오에탄올 제조에 대해서는 당화·발효 저해물질인 리그닌을 효율적으로 제거하고 셀룰로스와 헤미셀룰로스를 효율적으로 당화·발효시키는 기술 등의 개발을 진척시킬 필요가 있다. 또 발효 후 에탄올의 농축, 증류, 탈수 공정에서는 막투과·분리 기술 등을 활용한 에너지 투입량이 적은 기술 개발이 필요하다. 그리고 에탄올 변환 공정에서 생기는 폐액이나 제조 과정 부생물의 이용·처리기술을 개발하여 에탄올 생산의 총비용을 줄이는 것도 필요하다.

(2) 제도면 등의 과제

① 바이오 연료 혼합률

i) 바이오에탄올에 대해

일본에서는 「휘발유 등의 품질 확보 등에 관한 법률」(이하 「휘발유법」)에 의해 시장에서 유통되는 판매 차량의 자동차 부품 안전성과 배기가스 성상(性状) 확보라는 측면에서 바이오에탄올을 가솔린 3%까지 혼합하는 것이 가능하다. 바이오 연료가 이용되고 있는 외국, 예를 들면 브라질에서는 20~25%, 미국에서는 몇 개 주에서

는 10%의 혼합 의무화가 이루어지고 있다.

현재 일본 자동차 제조업체에서 생산되는 신차 가운데 바이오에탄올 10% 혼합 가솔린(E10)까지 대응 가능한 것이 있지만 기존 판매 차량에 대해서는 교체, 중고차 시장에서의 퇴출 등으로 10년 이상의 기간이 필요하므로 바이오에탄올의 공급 안정성이나 경제성 확보 등의 과제에 유의하여 대략 2020년쯤 까지를 목표로 「휘발유법」시행규칙에서 정하는 에탄올을 함유하는 합산소화합물의 혼합 상한 규정을 고칠 계획이다.

ii) 바이오디젤 연료에 대해

바이오디젤 연료로서 폭넓게 이용되고 있는 지방산 메칠 에스테르에 대해서는 현재 시장에 유통되고 있는 기존 판매 차량에 대한 안전성이나 배기가스 성상의 확보 측면에서 2007년 3월부터 경유에 대한 혼합 비율을 5% 이하로 하고, 필요한 연료 성상에 관한 항목을 「휘발유법」의 경유 규격에 규정한다.

② 제조, 유통, 저장, 이용

바이오 연료의 유통·이용 때 대기오염 방지 대책, 또는 E3의 경우 품질을 확보하기 위한 수분 혼입방지 등의 대책이 불가결하고, 제유소·유조소·급유소 등 유통 단계에서의 필요한 대응 및 대책을 검토할 필요가 있다. 이를 위해 미야코지마(宮古島)나 대도시권 등에서 보다 대규모의 E3 등 실증사업을 2007년부터 실시하는 것으로 되어 있다.

또 ETBE에 대해서는 「화학물질의 심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률」상의 제2종 감시화학물질로 판정된 것을 근거로 현재 장기독성시험이나 환경 중에 노출될 경우의 영향조사 등에 기초하여 리스크 평가를 실시하고 있다. 더욱이 누설 대책 등 구체적인 설비 대응책의 필요성 검토를 위해 2007년도부터 ETBE 혼합 가솔린의 유통실증사업을 실시할 계획이고 이들 결과를 근거로 도입하게 된다.

자동차에 대해서는 가솔린에 대한 혼합률을 높인 연료를 비롯한 바이오 연료 대응차량의 안전, 환경상의 기술 지침 작성 등의 대응을 추진할 필요가 있다. 국토교통청에서는 E10 대응차량의 기술기준 등의 정비를 위해 현재 검토가 진행되고 있다.

경제산업성에서는 바이오 연료 이용 확대 실현을 위한 기반조성으로 「소비자 우선」, 「안전·안전·공정」, 「에너지 보안 향상」, 「이노베이션 중시」의 4원칙을 기본으로 하여 품질, 정세 공정성을 확보하기 위한 새로운 제도 인프라 검토를 실시하고 있다.

③ 세제 조치를 포함한 다양한 수법 검토

세제 조치를 포함한 다양한 수법에 대해 검토한다.

(3) 기타

① 국민에 대한 이해 촉진

국산 바이오 연료 이용은 국민생활에 깊이 관

련되어 있어 국민 각자가 국산 바이오 연료 이용의 의의를 인식하는 것이 중요하다. 이를 위해 국산 바이오 연료 이용에 따른 효과 등에 대해 국민의 이해를 얻는 것이 중요하다. 국산 바이오 연료 이용의 구체적인 실천은 농업, 식료, 환경, 에너지 등 폭 넓은 분야의 교육 요소를 가지고 있다는 점에 유의하고 장래를 짚어질 어린 학생

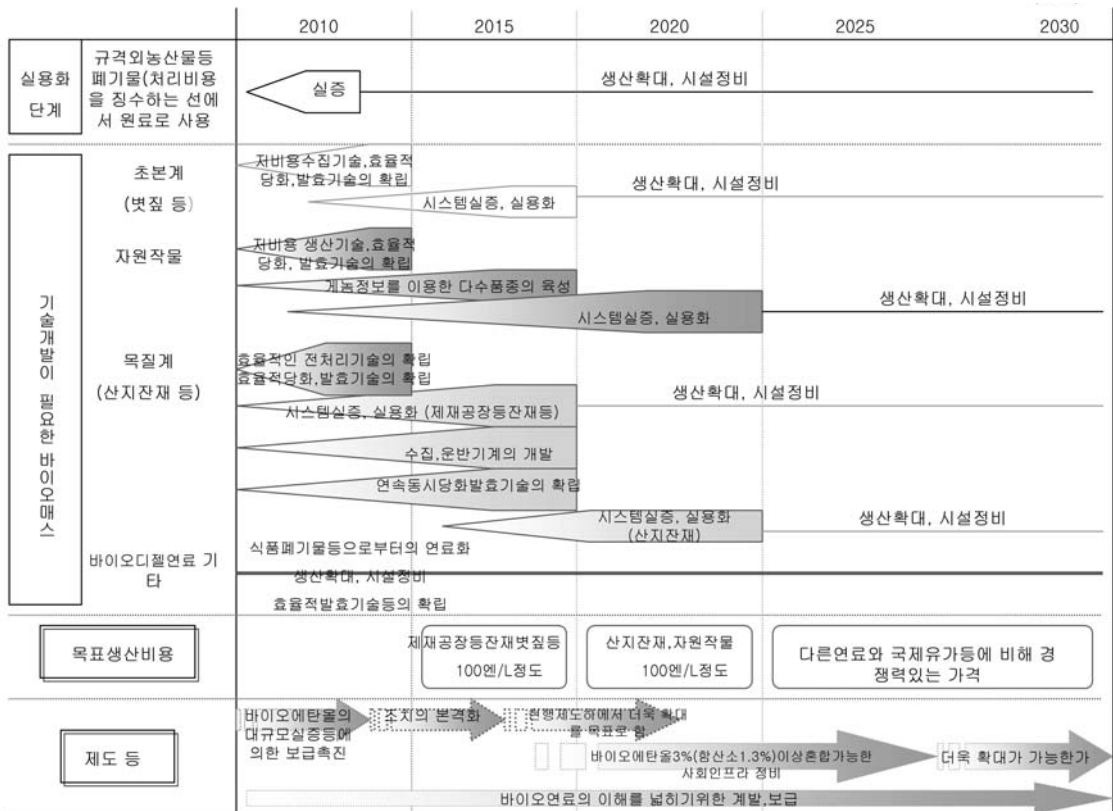
들에 대한 교육을 충실히 하는 것도 중요하다.

② 라이프사이클 전체에서의 에너지 효율, 온실효과가스 소멸효과의 평가

바이오매스 에너지는 카본뉴트랄 등의 효과가 있지만, 다른 한편 바이오 연료의 생산과정에서 사용하는 에너지나 배출되는 CO₂량이 많아지면

국산 바이오 연료의 생산 확대 공정표

(연도)



부의 효과가 생기는 것도 우려된다. 이를 위해 바이오 연료의 생산과정에서 필요한 화석연료나 배출되는 CO₂량을 극히 적게 하는 것이 중요하다. 라이프사이클의 관점에서 에너지 수지(收支), CO₂수지 평가를 고려해서 추진하는 것도 필요하다. 한편 순환형 사회구축이라는 관점에서 폐기물계 바이오매스에 대해서는 바이오 연료 이외의 이용 상황도 고려하면서 폐기물 발생 억제, 재사용, 재생 이용이 적절하게 추진되도록 유의할 필요가 있다.

③ 음료용, 공업용을 포함한 알코올 유통시장의 혼란 방지

에탄올은 일본 국내에서는 음료용, 공업용으로 이용되고 있다. 앞으로 연료용으로 생산된 에탄올이 기존의 음료용, 공업용으로 유입되어, 시장이 혼란되지 않도록 하여야 한다.

5. 국산 바이오 연료의 대폭 생산 확대를 위한 공정표

① 목표 비용을 달성하는 기술이 개발되기까지의 연구기간 ② 개발된 기술을 실증하는 실증기간 ③ 시설정비 등에 의해 생산 확대가 이루어지는 보급 기간을 고려하여 국산 바이오연료의 대폭적인 생산 확대를 위한 공정표가 작성되었는데 대체로 원료 작물 등의 범위가 확대될 것으로 예상된다.

① 현 시점에서 이용 가능한 작물 등

- 원료를 값싸게 조달 할 수 있는 규격외 농산물이나 사탕수수 당밀 등 농산물의 부산물

- 폐기물 처리 비용을 징수하면서 원료로 조달할 수 있는 건설발생 목재 등

② 향후 5년간 기술 개발하는 작물 등

중장기적 관점에서의 일본 국산 바이오 연료 생산 가능량

원 료	2030년 생산가능량 (에탄올 환산)	2030년 생산가능량 (원유 환산)
당, 전분질 (값싼 식료생산과정부산물, 규격외 농산물 등)	5만kl	3만kl
초본류 (벼짚, 보릿짚 등)	180만kl~200만kl	110만kl~120만kl
자원작물	200만kl~220만kl	120만kl~130만kl
목질류	200만kl~220만kl	120만kl~130만kl
바이오디젤 연료 등	10만kl~20만kl	6만kl~12만kl
합계	600만kl 정도	360만kl 정도

주 : 농림수산성 시산

- 볏짚 등 초본계
- 제재공장 등의 잔재 등
- ③ 향후 10년간 기술 개발하는 작물 등
 - 원료수집, 운반 비용이 필요한 산지 잔재
 - 자원작물(계능 정보를 이용한 다수확품종)

6. 국산 바이오 연료의 생산 목표

(1) 당면(2010년쯤까지) 목표

단기적으로는 원료작물로서의 식료용, 사료용과의 경합에도 주의해 사탕수수 당밀 등의 당질 원료나 규격 외 소맥 등의 전분질 원료 등, 값싼 원료나 폐기물 처리비용을 징수하면서 원료로서 조달할 수 있는 폐기물을 이용하여 생산한다.

구체적인 조치로서 농림수산성은 사탕수수 당밀이나 규격외 소맥 등의 값싼 원료를 사용한 바이오 연료의 이용 모델의 정비와 기술 실증을 실시하고, 2011년에는 단년도 5만kℓ(원유 환산 3만kℓ)의 국산 바이오 연료 생산을 목표로 한다. 또 환경성은 건설 발생 목재를 이용한 국산 바이

오 연료 제조설비의 확충 등을 지원하는 사업을 실시하고 앞으로 수년 내에 단년도 약 1만kℓ(원유 환산 약 0.6만kℓ)의 국산 바이오 연료 생산을 목표로 한다.

(2) 중장기(2030년쯤까지) 목표

중장기적으로는 볏짚이나 목재 등의 셀룰로오스계 원료나 자원작물에서 바이오에탄올을 고효율로 제조할 수 있는 기술 등을 개발하고 국산 바이오 연료의 생산 확대를 위해 앞에서 제시된 과제를 해결하는 것을 목표로 한다. 이들 혁신적 기술을 충분히 활용하고 다른 연료나 국제 가격과 비교해서 경쟁력을 갖추는 것을 전제로 하여 2030년경까지는 국산 바이오 연료를 대폭적으로 생산 확대한다.

참고자료

www.maff.go.jp/www/press/2007/20070227press_1b.pdf

www.maff.go.jp/biomass/strategy/07/data01.pdf