

연료용 알코올 연구현황 및 향후 전망



길오광중

부산대학교 환경공학과 교수

목차

I. 서론

II. 세계 각국의 시행 현황

III. 국내 추진현황

1. 국내 알코올 생산 기술 및 현황
2. 부산광역시의 가솔린 차량 실용화 연구

IV. 국내 관련법 개정에 따른 향후 전망

1. 연료용 알코올 실용화시 관련 법규 및 제도
2. 경제적 전망

V. 결론

I. 서론

최근 국민소득 증가로 인해 자동차 보급이 2004년말 현재 1,490만대를 돌파하였고, 이들 대부분이 대도시에 집중되어 있어 차량들에 의한 배

출가스의 대기오염은 더욱 심각해지고 있는 실정이며, 환경보전에 관한 국제적 관심이 고조되면서 대기오염을 줄이기 위하여 자동차의 합산소 연료의 사용기준이 강화되는 추세이므로 연료용 알코올, 에탄올, 압축 천연가스, 수소, 전기, 개질가솔린과 같은 청정연료(clean fuel)의 사용이 점차 증가될 것이다.

그 중, 배기가스 오염을 현저히 감소시킬 수 있는 연료용 알코올은 재생 가능한 에너지로서 MTBE나 ETBE 등 기존의 합산소 연료에 비해 환경오염방지와 아울러 옥탄가 향상 효과가 있어 가장 현실적인 대체에너지로서 각광을 받고 있을 뿐만 아니라 국가경제 및 안보의 측면에서 석유 의존도 감소, 에너지 이용 합리화, 국내 부존 에너지 자원의 개발, 소요 에너지 자원의 안정적 공급 등

고에너지 가격시대를 준비할 수 있다.

특히, 브라질은 알코올 소비촉진과 대기오염방지를 국가차원에서 추진해 온 결과, 알코올 생산량이 세계 1위이고 25%이상의 알코올을 혼합한 가소홀(Gasohol) 사용을 의무화하고 있으며, 일부 알코올 전용자동차를 이용하고 있다.

최근 국내에서도 대체에너지로서 연료용 알코올 개발이 추진되어 대한알코올산업기술연구조합은 1993년에 300kl/year 생산규모의 발효공정 pilot plant 가동으로 상용화를 위한 기술 국산화를 이룬 바 있으며, 1996년에는 부산광역시와 공동으로 가소홀(휘발유 90%+무수알코올 10%)을 연료로 사용한 차량의 도로주행 시험을 수행하여 자동차 배출가스의 오염저감에 현저한 성능을 보여주기도 하였다. 그리고, 정부는 '유사석유제품의 제조 및 판매금지' 조항에 의해 알코올 연료의 사용을 금지하였으나 2004년 10월 "석유사업법"을 "석유 및 석유대체연료 사업법"으로 개정하여 바이오혼합연료유, 알코올혼합연료유, 석탄액화연료유 등을 포함한 석유대체연료 관리 제도를 도입하였으며, 석유대체연료 관련조항은 2006년 1월 1일부터 시행되는 등의 법적 기반이 구축되어 연료용 알코올의 개발·보급이 더욱 활성화될 수 있을 것으로 전망된다.

따라서, 이러한 연료용 알코올 발효 공정의 연구 개발과 더불어 배기가스 오염을 현저히 감소시킬 수 있는 연료용 알코올과 같은 대체에너지 이용을 적극 제고함에 따라 국내 잉여농산물 유효이용으로 농가소득 증대, 대기오염물질 감소로 인한

대기질 개선, 탄산가스 배출량 감소로 인한 지구 온난화 방지, 석유수입 의존도 감소로 인한 외화 절약 및 주정유희설비 유효이용 등의 효과가 기대된다.

II. 세계 각국의 시행 현황

세계 각국의 대체에너지에 대한 연구는 최근 들어 천연가스, 바이오메스, 연료 전지, 연료용 알코올, 에탄올, 메탄올 등 여러 분야에 걸쳐 진행되고 있으며, 그 중 연료용 알코올 개발 및 보급을 위해 각종 세제 혜택 및 지원제도, 관련 기금마련 등을 통하여 지원하고 있다. 이러한 세계 각국의 연료용 알코올 시행 현황을 살펴보면 다음과 같다.

1. 미국

미국의 연료용 알코올 보급은 1970년대 초 석유 파동 이후 1978년 2월 Nebraska주에서 휘발유에 에탄올 10%를 혼합한 가소홀이 공급되어 1979년 중서부지역에 1200개 주유소에서 판매되었고 1981년에는 전국 40개주의 7800여 주유소에서 가소홀 취급하였다. 1992년에는 미국전체 자동차 연료 중 에탄올이 차지하는 비율이 7.64%에 달하여 갈수록 증가 추세에 있으며, 1998년의 경우 약 50억 L의 에탄올이 가소홀 제조를 위해 생산되었으며 70억 L의 에탄올생산능력을 보유하고 있다.

한편, 1980년 미네소타주에서 가솔린에 에탄올을 10% 혼합할 경우 1 gallon당 4센트의 연료세금 공제를 제공하는 법령을 통과시켰으며, 1986년에

는 미네소타에서 생산되는 에탄올이 적어 연료세 금 공제를 2센트로 줄이고, 미네소타주에서 생산된 에탄올에 대해서는 1 gallon당 20센트의 현금 인센티브를 지불하도록 하였다. 1994년에는 에탄올공장의 주식 구매를 원하는 신용 있는 농부들에게 은행에서 자금을 대출해 주는 법령을 제공하였으며, 미네소타의 에탄올 생산시설에서 2억 2천만 gallon을 생산하도록 법정 목표로 제정되었다. 최근에는 가솔린에 MTBE와 같은 산소를 공급시키는 비 에탄올 물질은 30%로 제한하였고, 14개의 공장에서 3억 6천 gallon 이상의 연간 총 생산량을 유지하고 있다.

또한, 네브래스카주에서 대부분의 에탄올은 E-10(가솔린 90%와 에탄올 10%) 또는 E-85(가솔린 15%에 에탄올 85%)로 한 연료로 판매되고 있으며, 2002년도 소비는 325,265,186 gallon으로 2001년과 비교하여 거의 37%가 증가했다. 네브래스카주 에탄올 법령에서는 생산된 에탄올이 변성되기 전에 gallon 당 18센트의 세금공제를 제공하고 세금공제는 환불할 수 없는 형태이며, 자동차 연료 세금공제로 양도할 수 있도록 되어있다.

1999년 클린턴 대통령은 2010년까지 1차 에너지의 10%를 바이오매스 에너지로 대체할 계획을 발표한 이후, 2002년 연료 알코올 소비량은 연간 약 1억8천9백만 gallon으로 조사되었다.

2. 브라질

브라질의 Curitiba의 경우, 처음부터 환경문제를 해결하기 위하여 대체연료 사용을 시도한 것은 아니었고, 사탕수수, 콩 등 농산물 생산 1위 생산

주로서 농산물의 유효적인 활용 측면에서 주립연구기관 등이 유기적으로 상호 이익을 창출하는 측면에서 접근하여 성공한 사례이다. 1920년대부터 알코올을 연료로서 사용해 왔으며 처음에는 3%를 혼합한 가소홀을 사용하다가 1973년 오일쇼크 이후 축적된 알코올 제조를 바탕으로 1975년 11월 10년 계획으로 “국가알코올프로그램”을 추진하여 세계에서 대체에너지 부문에서 가장 성공적인 국가이다. 이후에도 자동차 연료에 22%까지 혼합 가소홀을 보급하였으나 1980년도 3월부터 100% 알코올 자동차가 보급되기 시작하여 1995년 자동차 440만대 중 60%는 E25, 40%는 E100 연료 알코올을 사용하고 있으며, 2003년 현재 자동차 2000만대를 E25와 E100으로 사용하고 있다.

브라질의 연료용 알코올 생산은 80년대말 인센티브가 종료되면서 줄어들다가 2000년대 초부터 다시 석유위기와 환경오염문제가 가시화되면서 증가하여 2003년에 1996년도 수준인 125억리터로 증가하였으며, 2006년에는 약 170억 리터로 확대될 전망이다.

3. 일본

통상산업성은 1979년 8월 후 장기 에너지 수급상 알코올 도입 검토 및 에너지 위기시 생산체계를 유지하였고, 알코올을 혼합한 휘발유 판매는 1999년부터지만 당시 알코올이 고농도였기 때문에 차량화재가 계속 일어나 경제산업성이 판매자의 협조를 요청하면서 경제산업성과 환경성이 규제를 위한 허용농도를 검토해왔다. 이후 대기환

정부는 사탕수수 등에서 만든 알코올의 한 종류인 에탄올을 휘발유에 소량 섞는 것을 승인하였고, 경제산업성도 3%까지의 혼합은 현재 자동차를 개량하지 않고도 안전면에서 문제고 없다고 승인하였다. 이에 따라 2003년 8월 의회에서 연료용 알코올을 3% 혼합해 사용하는 법안이 통과하여 2008년까지 사용할 수 있도록 제도화하였으며, 수요량은 1.65~1.8B 로 예상된다.

또한, 환경성은 2004년 현재 3%에서 2010년까지 혼합율을 10%까지 올릴 계획을 가지고 일본 내의 자동차 회사에 대응차의 개발 및 판매를 요구하고 있으며, 알코올 저장탱크의 설비비용 등에 5억엔의 설비 보조를 시작하였고, 면세 혜택을 실시하고 있다.

4. 유럽

유럽은 2010년에 1990년 레벨의 8%의 온실 효과 가스 삭감을 목표로, 재생가능 에너지의 시장 점유율을 기존 에너지의 12%로 까지 끌어올린다는 계획을 진행하고 있다. 또 자동차 대체 연료에 관해서는 2005년까지 화석 연료 5%를 바이오 연료로 대체한다고 발표하였으며, 바이오디젤의 사용을 유도하기 위하여 2005년도의 경유규격을 바이오디젤과 거의 일치시키도록 규정하였다. 유럽의 경우 식물에서 채취한 RME(메탄올 에테르)와 에탄올이 원료인 ETBE를 가솔린에 혼합하여 사용하고 있다.

5. 중국

중국 역시 석유 소비를 줄이는 한편 잉여농산물을 적절히 활용하기 위한 방안의 일환으로 2002년 6월 허난성의 쩡저우, 난양, 뤼양과 헤이룽장성의 하얼빈, 자우둥 등 5개 도시를 대상으로 에탄올 자동차를 운행하고 있으며, 특히, 허난성은 2002년 6월 8일부터 군용차량, 오토바이 등을 제외한 모든 차량을 대상으로 에탄올 사용을 의무화하고 전면적으로 실시할 방침이다.

중국은 세계에서 미국에 이어 옥수수 생산 2위국으로 2001년 12월, 길림성에 옥수수를 원료로 에탄올을 만드는 프로젝트를 발주하여 2003년을 목표로 180만 톤의 옥수수를 이용하여 60만 톤의 연료용 알코올을 생산할 예정이며, 연간 20만 톤 규모의 허난성 에탄올 공장과 헤이룽장성 공장에서 연료용 알코올을 공급하는 것으로 알려져 있다.

6. 태국

태국은 에너지 소비의 약 40%를 차지하는 운송 부문의 에너지를 절약하기 위하여 대중교통의 신뢰 증진 및 철도·해상 운송 서비스의 이용 강화, 바이오 디젤 및 가소홀 등과 같은 청정대체연료의 이용을 증가시키고 있으며, 주차요금 인상, 통행료 부과도로 확대 등 원가를 반영하는 가격설정(Transport-pricing) 체계를 개발하여 시행하고 있다.

태국의 가소홀은 가솔린 85%에 에탄올 15%를 혼합하여 사용하고 있으며, 타피오카 재배 1000

만 농민의 안정적인 소득증대와 매년 30만대의 차량증가로 인한 대기오염 저감을 위해 연료용 알코올 정책을 의욕적으로 추진하고 있다.

7. 기타

인도에서도 인도석유협회의 실험에 기초하여 가솔린에 10%의 에탄올을 혼합하는 것과 디젤에 15%의 에탄올을 혼합하는 것을 사용하기 위해 준비중이다.

베트남에서는 정책적으로 배출가스절감 등의 환경 개선 및 고용 창출 등의 사회경제에 도움을 주기 위해 에탄올 연료 가소홀을 대량생산하는 프로젝트를 추진하고 있으며, 이를 위하여 2005년까지 기존 가솔린 시장의 50%를 가소홀로 전환하는 계획을 세우고 관련분야에 대한 연구 개발을 지속적으로 하고 있다.

III. 국내 추진현황

1. 국내 알코올 생산 기술 및 현황

국내에서도 1993년도에 대체에너지로서 연료용 알코올 발효공정의 개발이 활발히 추진되어 대한 알코올 산업기술연구조합은 주정제조현장에서 축적된 경험과 생산기술 know-how를 바탕으로 상공자원부가 시행하는 대체에너지 기술개발사업에 적극 동참하여 300 kl/year 생산규모의 가소홀(가솔린+무수알코올) 제조용 pilot plant를 경기도 안산시 진로발효 공장 내에 준공하였다. 또한, 연료 알코올의 생산원가를 줄이기 위한 일환으로

고온균주 사용으로 냉각 에너지 절감, 증자에 소비되는 에너지 및 당화효소 절감을 위한 무증자 또는 저온증자법이 실용화되고 있다.

그러나, 국내에서는 에탄올 산업을 주정산업으로 한정하고 있기 때문에 에탄올의 사용 용도는 산업용으로 16%, 주류용으로 84%로 사용되고 있으며, 아직까지 연료용으로 에탄올이 사용되고 있지는 않다.

국내의 에탄올 시장의 규모는 2001년 판매량 기준으로 약 321Mℓ 이고, 이중에서 약 89%가 발효 에탄올이고 나머지 11%가 합성 에탄올이다. 1990년 233Mℓ 를 기준으로 2002년까지 매년 평균 약 8Mℓ 씩 증가하여, 11년 사이에 에탄올 시장규모는 약 1.4배 증가하였고, 발효 에탄올 시장은 1990년을 기준으로 2002년까지 매년 평균 약 7Mℓ 씩 증가하여 11년 사이에 약 1.4배 증가한 것으로 나타났다.

2. 부산광역시외의 가소홀 차량 실용화 연구

우리나라에서는 부산광역시에서 1995년 12월에서 1996년 6월까지 6개월 동안 공무원, 환경학과 교수, 환경연구사, 민간인 소유의 차량 33대를 선정하여 가소홀(가솔린 90%+무수알코올 10%)을 연료로 사용한 차량의 도로주행 시험을 수행하였다. 그 결과, 가소홀 사용에 따라 배출가스 평균 저감율은 CO : 52.8%, HC : 53.9%로서 자동차 배출가스의 오염저감에 현저한 성능을 보여주었다.

또한, 부산광역시외의 가소홀 차량 설문조사 내용 분석결과 응답자의 절대다수가 대체에너지, 환경

오염저감 차원에서 알코올 연료 사용에 대해 긍정적인 답변을 하였다. 특히, 당초 예상된 결과이기는 하지만 객관적으로 입증된 분석결과에 만족하면서 대기오염의 환경개선 효과가 뚜렷하므로 정부의 적극적인 연료정책과 실용화 또는 보급을 확대할 수 있는 국가적인 정책개발 및 지원이 필요하다고 조사되어 주행실험의 결과에 거는 기대가 큰 것으로 나타났다.

IV. 국내 관련법 개정에 따른 향후 전망

1. 연료용 알코올 실용화시 관련 법규 및 제도

산업자원부는 2002년 11월 디젤자동차의 엔진 변경 없이 경유와 혼합하여 사용이 가능한 바이오디젤(식물성유지 20%+경유 80%) 시범보급이 확대 시행되고 있으며, 2004년 5월 시범운영기간을 바탕으로 개정되었다. 현재 시범지역으로 서울시, 경기도, 인천시, 전라북도 전 지역의 지정주유소에서 시범 운영되고 있다. 그리고, 바이오 디젤 등 신·재생에너지 사용 확대를 통한 대기오염저감을 위하여 청정연료(LPG)사용의무화 정책 등과 연계하여 바이오디젤을 보급 확대하는 정책을 추진하고 있는 등 대체에너지 개발에 적극적으로 대처하고 있다.

또한, 2004년 10월에는 “석유사업법”을 “석유 및 석유대체연료 사업법”으로 개정하여 석유대체연료 관리 제도를 도입하였으며, 2005년 4월 23일부로 “석유 및 석유대체연료 사업법”의 적용범위에 기존의 석유제품뿐만 아니라, 바이오혼합연

료유, 알코올혼합연료유, 석탄액화연료유, 천연역청유, 유화연료유 등 석유를 대체하여 사용할 수 있는 연료를 포함한 석유대체연료의 종류, 석유대체연료제조·수출입업 및 판매업의 등록요건, 수입부과금 등의 내용을 구체화하였다(2006년 1월 1일 시행).

그러나, 현재 주류용 발효 알코올의 제조단가가 지나치게 높으므로 교통세법상의 모든 세금이 부과된다면 시장에서 가격 경쟁력을 잃게 되어 시장 진입 자체가 어려워지게 된다. 따라서, 국내 에탄올 생산은 주정용과 연료용으로 구분해 수입 에탄올과 경쟁할 수 있는 체제를 갖추고, 안정적으로 시장기반을 조성하기 위해서는 연료용 알코올은 주세법에 의해 특수용도면세품목으로 지정되어 면세를 받을 수 있도록 하여야 하며, 국민생활 안정을 위해 고가의 자동차연료용 대체에너지에는 부가가치세의 면세를 통해서 휘발유보다 낮은 가격으로 공급함으로써 초기에 안정적인 시장기반을 확보할 수 있도록 해주어야 한다. 또한, 에너지 이용합리화법이나 에너지 및 자원사업특별회계법 등을 바탕으로 연료용 알코올 개발 및 보급을 위한 재정적 지원이 이루어져야 하는 등의 정부의 과감한 정책 결정이 필요하다.

2. 경제적 전망

연료용 알코올 공급방안으로 2003년 대한주류공업협회에서 제시한 자료에 의하면 수입을 통한 정제에탄올의 경우 세전가격은 782원/ℓ (수입 483원/ℓ +가공비 228원/ℓ +부가세 71원/ℓ)으

로 대체에너지에 따른 세계 법령이 뒤따르면 휘발유에 비해 시장 경쟁력에서 무리가 없어 실용화가 가능할 것으로 기대되며, 부산광역시를 시범지역으로 가정하여 2006년부터 혼합비율을 3%에서 5%, 10%로 점진적으로 확대 보급할 경우, 2008년에 가소홀(E05)이 100% 보급된다면 약 52.9Mℓ의 연료용 알코올이 공급되어 주정산업이 활발해질 것이며, 그만큼의 석유 의존도가 감소하고 대기질 개선에 일익을 담당할 것으로 판단된다.

V. 결론

오늘날 기후변화협약으로 화석연료의 사용이 인위적으로 제한되는 등의 문제로 인하여 재생산 가능한 에너지 자원개발의 필요성이 증대되고 있으며, 이러한 시점에서 지구환경보전을 위한 환경문제 해결의 차원에서 연료용 알코올 연구는 매우 긍정적이고, 지속적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

이러한 연료용 알코올(가소홀)과 관련해서 브라질, 미국, 일본, 유럽, 호주, 중국, 태국 등 세계 각국에서는 대체에너지 개발과 대기오염을 줄이기 위하여 계속적으로 가소홀을 도입하고 있는 추세이다. 특히, 일본은 농산물 국가도 아니고, 연료 알코올의 생산체제가 없어 브라질로부터 직수입하므로 경제적 측면에서도 불리하나 대기오염 저감 및 이산화탄소 감소의 강력한 수단의 하나로 여겨 2003년 8월 의회에서 연료용 알코올을 3% 혼합해 사용하는 법안이 통과하여 공급을 시작하

였다.

따라서, 우리나라는 에탄올 시장 개방시 경제성이 낮고, 관련 법령 제정 및 정유회사와의 문제점 등의 불리한 점이 상당히 많으나 차량들에 의한 대기오염의 심각성, 석유수입 의존도 증가로 인한 외화낭비, 특히, 기후변화협약에서 선진국에 한하여 부과되는 의무조항이 적용될 가능성 등을 감안할 때 국가적 차원뿐만 아니라 대한주류공업협회의 주류시장 활성화를 위한 방안의 하나로 연료용 알코올의 도입이 필요하다고 사료된다.

이러한 가운데 산업자원부는 2004년 10월 “석유사업법”을 “석유 및 석유대체연료 사업법”으로 개정하여 바이오혼합연료유, 알코올혼합연료유, 석탄액화연료유 등을 포함한 석유대체연료 관리제도를 도입하였으며, 석유대체연료 관련조항은 2006년 1월 1일부터 시행되는 등의 법적 기반이 구축되어 알코올혼합연료유(가소홀)의 개발·보급이 더욱 활성화될 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해서는 대한주류공업협회, 지자체, 학계가 한팀이 된 “가소홀 실용화 추진 팀”을 구성하여 추가적으로 가소홀에 대한 언론의 계몽과 홍보, 지자체와 협력하여 주기적인 공청회 및 토론회 개최, 조주정의 직수입으로 인한 기득권 확보 방안 강구, 가소홀의 공급 방안, 가소홀 도입시 경쟁력 향상 방안 등의 지속적이고 체계적인 연구 수행이 필요하다고 판단된다.