

에너지 위기, 지구온난화의 대안 식물연료의 희망을 찾아!

김선태 / 대전대학교 환경공학과 교수
한국유체네트워크 상임운영위원장

1. 서론

우리나라는 미국, 중국, 일본, 독일, 러시아, 인도에 이어 세계 7위의 석유소비국이며, 미국, 일본, 독일에 이어 세계 4위의 석유 수입국이다. 2002년도 에너지 수입액은 316억 불, 약 40조에 달하며, 이는 우리나라 정부 예산의 20%가 넘는 금액이다.

지질학자들은 석유 생산량이 앞으로 5년 정도이면 최고 수준에 도달하고 그 이후에는 계속하여 감소하게 된다고 한다. 즉, 인간이 경제적으로 가용한 석유 자원의 한계가 곧 온다는 것이다. 최근의 유가 상승이 이리크 전쟁의 소용돌이 속에서의 순간적인 석유 수급의 불균형의 문제이지 곧 좋아질 것이라는 기대감도 불가능하다는 것이다.

한편, 산업혁명 이후 이산화탄소와 같은 온실가스의 배출량이 급격히 증가하여 지구 기후의 급격한 변화가 초래되고 있으며, 이러한 기후변화와 기상이변은 인간의 건강, 식량안보, 사회 기반 및 환경 등에 악영향을

초래하여 세계 각국의 지속가능한 발전을 저해하는 최악의 위험요소로 평가되고 있다.

이러한 기후변화와 기상이변의 원인이 지구온난화에 원인이 있다는 것에 이견을 제기하는 과학자들은 많지 않다. 지구온난화는 화석연료의 사용에 의해 배출된 온실가스에 의해 지구 기온이 점점 상승하는 것이다. 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 등 온실가스는 배출원이 다양하며 인간의 경제활동과 가장 밀접한 관계를 가지고 있다. 온실가스농도의 증가는 태양열의 복사열 차단에 의한 지구평균기온의 증가를 수반하여 해수면의 증가, 생태계의 변화 등 인간생활에 큰 영향을 미치게 될 것이다.

산업발전의 역사가 길지 않은 우리나라는 에너지 다소비업종이 산업의 주종을 이루며 향후 상당 기간 동안 에너지 사용의 증가가 예상된다. 에너지의 대부분을 해외에 의존하는 우리나라는 무엇보다도 에너지의 수입 자체를 줄여야하겠지만, 향후 부과될 기후변화

협약 등의 환경 규제에 대비하기 위해서라도 에너지절약, 기술개발 등을 통한 합리적인 에너지정책을 추진하여야겠다.

세계적으로 미래에 사용될 대체에너지로 재생에너지 8개 분야(태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물에너지)와 신에너지 3개 분야(연료전지, 석탄액화·가스화, 수소에너지)로 이야기하고 있다. 특히, 바이오매스 에너지의 대표 격인 바이오디젤은 대체에너지 중에서 경제성 면이나 기술적인 측면에서 현 시점에서 가장 실용화에 근접한 대안이라 하겠다. 이에, 본 고에서는 에너지 위기, 지구온난화에 대한 해법으로 유체를 이용한 식물원료를 활용한 대체에너지의 의미와 그 가능성에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 에너지 위기

1) 우리생활과 에너지

에너지란 일(작업)을 할 수 있는 능력을 뜻한다. 일을 하는 능력을 키워 가기 위한 노력은 고대 원시·수렵 및 농경사회로부터 꾸준히 진행되었으며, 산업혁명을 거치면서는 과학기술의 발전에 힘입어 인류의 에너지 사용량은 급속하게 증가하게 되었다. 불의 발견, 증기기관의 발명 등 에너지이용은 인류 문명을 빠른 시간 안에 비약적으로 발전시키는 역할을 하였다. 18세기부터 19세기에 걸친 산업혁명을 '에너지혁명'이라고 일컬으며 근대과학기술의 눈

부신 발전을 '에너지 기술의 발전'이라고 보면 거의 틀림없을 것이다.

18세기에 이르러 석탄이 이용되면서 증기기관이 발명되고 산업혁명을 맞이함으로써 인류는 에너지의 혜택과 기계문명의 찬란한 빛을 받게 되었다. 석탄에너지에 이어 석유와 천연가스등의 이용으로 공업과 교통수단을 발전시키게 되었으며, 과학기술의 진보는 전기의 이용범위를 넓혀 나갔고, 마침내 원자력의 이용까지 가능케 하였다.

1850 - 1950년의 100년 동안의 세계 에너지 사용량은 1850년 이전 수십만 년 동안 인류가 사용한 에너지양의 절반 정도였지만, 1950 - 2050년의 100년 동안의 에너지 소비량은 1950년 이전까지 사용한 에너지 총량의 10배 정도가 될 것이라 한다.

단기적인 측면에서 본다면 늘어나는 에너지와 물자의 소비량을 충족시키기 위해 더 많은 에너지원과 자원을 발굴·공급해야 한다. 그러나 지금까지 우리가 사용해 온 에너지와 자원은 재생 불가능하고 유한한 것들이다. 따라서 대량 생산·소비로 인한 환경오염을 최소화하면서 효율을 높일 수 있는 에너지와 자원 이용 방식에 대한 각성과 노력이 이루어지지 않는다면 공급량을 늘리기 위한 노력은 장기적인 측면에서 환경 파괴라는 부메랑을 피하기 어려울 것이다.

2) 국내 에너지 동향

지난 10년 동안 우리나라의 1차 에너지 소비는 압축 경제성장과 함께 매우 빠른 속도로 증가하여 세계 10대 에너지 소비국으로 부상하였다. 우리나라 총 1차 에너지 소비는 1980년 43.9백만TOE(석유환산량 톤)에서 2003년 215.2백만TOE로 4.9배 증가하였다. 특히, 이러한 증가추이에서 1990년부터 2000년까지의 에너지 소비는 연평균 7.5%가 증가하여 동 기간의 경제성장률 6.2%를 훨씬 상회하는 것이다. 1인당 1차 에너지 소비도 1980년 1.2TOE에서 2002년 4.3TOE로 증가하였으며, 이는 에너지 소비량이 지나치리 만큼 과다한 미국과 호주를 제외하고 일본과 유럽의 대다수 국가를 상회하는 수준이다.

부존자원이 없는 우리나라의 에너지 해외 의존도는 1990년 87.9%에서 2003년 96.9%를 상승한 뒤 지속적으로 97% 내외의 높은 해외의존도를 나타내고 있으며, 에너지 수입이 전체 수입에서 차지하는 비중도 1990년 15.6%에서 2003년 21.4%로 지속적으로 상승하였다. 석유의존도는 1997년 60.4%를 기록한 후 2003년 47.6%로 하락하고 있으나, 석유수입의 중동 의존도는 2002년 73.3%로 현재까지 약 70%내외를 나타내고 있다.

2002년 우리나라는 세계 10위의 에너지 소비국이며, 미국, 중국, 일본, 독일, 러시아에 이어 세계 6위의 석유 소비국으로 나타났

다. 또한, 2003년도 우리나라는 미국, 일본에 이어 세계 3위의 석유 수입국으로 에너지 수입액이 연간 383억불, 약 40조에 달하고 있으며, 이는 우리나라 정부 예산의 21.4%를 차지하고 있으며, 이 중에서 원유 수입액은 230.8억불에 이르고 있다.

3) 국제 에너지 동향

국제 에너지시장의 안정은 석유 수요, 공급의 균형에 의해 결정된다. 국제유가는 90년대 이후 지속되어 온 장기간의 안정세에서 벗어나 1999년 4월 이후 계속 상승하여 2000년 하반기 30.36불을 정점으로 다소 진정 국면을 거친 이후 계속 상승하여 2006년 상반기 현재 60불을 상회하는 수준으로 고유가 시대를 이어가고 있는 실정으로 에너지 소비의 97%이상을 해외에 의존하고 있는 우리나라의 경우는 많은 부담으로 작용하고 있다.

2020년경 지구의 인구는 80억 명에 달할 것으로 전망되고 있으며, 중국, 인도네시아 등 아시아 지역 에너지 생산국들이 대부분 수년 내에 에너지 순수입국으로 돌아설 전망이다. 세계 에너지 수요의 증가는 앞으로도 지속될 전망이어서, 증대하는 에너지수요를 충족시키기 위한 근본적 대책이 시급하다는 지적이 많다. 또한 에너지 공급의 확충을 위한 투자재원의 부족과 사회간접시설의 미비, 중동 의존도의 심화 등 대부분의 에너지 소

미국들이 안고 있는 문제는 언제든지 국지적인 에너지 수급 애로를 초래할 가능성이 큰 것으로 분석되고 있다.

3. 지구온난화

1) 지구온난화의 정의

지구의 평균기온이 범상치 않은 비율로 상승하고 있다. 이것은 자연현상에 의한 것이 아니고 인간 활동에 의한 것으로 특히 화석연료의 대량소비라는 현대문명에 의해 초래된 것이다. 이대로 가면 20세기 중에 평균기온이 2~3°C 상승할 것이다. 이에 동반하여 기후가 크게 변동해 자연환경도 지금까지 인류가 경험하지 못한 정도로 크게 변할 것이다. 그 때에는 인류가 지금까지와 같은 문명생활을 하는 것은 불가능할 것이다.

대기 중의 이산화탄소는 약산성의 빗물의 형태로 지표수를 이루고 이러한 수중의 이산화탄소는 토양 중의 각종 미네랄 성분들을 녹여내고 수중 식물의 영양소를 형성하는데 중요한 역할을 하며 식물과 동물의 먹이사슬을 거쳐 다시 대기 중으로 배출되는 매우 빠른 속도의 순환을 하고 있다. 즉, 이산화탄소는 지구상의 대기권, 수권, 지각권, 생물권 등의 자연계의 물질 순환을 주도하는 매우 중요한 물질인 것이다.

또 하나 이산화탄소의 중요한 역할이 지구 기온을 일정하게 유지시켜 주는 이른바 온실효

과라고 부르는 것이다. 온실이 외부에서 유입된 열을 잘 보전하는 원리가 지구 기온을 일정하게 유지하는 데에도 똑같이 작용한다. 지구 대기 상에 존재하는 이산화탄소, 수증기 등의 많은 종류의 성분들이 지구 기온을 일정하게 유지시켜 주는 역할을 한다. 반대로 말한다면, 이러한 온실효과가스 성분이 없다면 지구는 -30°C에 달하는 얼음의 혹성이 되어 생물이 살 수 없는 환경이 될 것이다. 이러한 온실가스의 존재는 결코 우리에게 해로운 것이 아니고, 도리어 지구상의 생명체를 유지시켜 주는 역할을 하는 것이다. 그러나 바로 지금의 문제는 온실효과가 지나쳐서 지구의 기온이 수 만년 동안 이루어 온 평형상태에 변화를 가져오고 있다는 것이다. 온실효과가스 중에서도 가장 중요한 것이 이산화탄소이다.

2) 지구온난화의 영향

산업혁명 이후 인간의 산업 활동에 의해 이산화탄소와 같은 온실가스 배출이 증가하여 지구 기후의 급격한 변화가 초래되고 있으며, 이러한 기후변화는 인간의 건강, 식량안보, 사회 기반 및 환경 등에 악영향을 초래하여 세계 각국의 지속가능한 발전을 저해하는 최악의 위협 요소로 평가되고 있다.

이러한 기후변화 현상은 해수면의 상승처럼 몸소 느끼기 힘든 현상도 있지만, 2005년 초특급 허리케인 2개가 연이어 미국남부를 강

타하자 지구온난화 논란이 다시 가열되고 있다. 허리케인 ‘카트리나’와 ‘리타’의 주요 이동경로인 멕시코만의 수온은 당시 예년온도보다 1도 이상 높은 31~32℃에 이르렀던 것으로 알려졌으며, 허리케인이 섭씨 26도 이상의 바다를 지나면서 수증기라는 에너지를 공급받아 세력이 급속하게 강해진 것으로 밝혀졌다. 잔 이글랜드 유엔 긴급구호정관은 핵폭탄 수십 개의 위력을 보이는 ‘피뿔’ 허리케인이 지구온난화로 인해 발생했다고 주장했다. 존 로턴 영국 왕립환경공해위원회 위원장도 카트리나와 리타는 지구온난화의 확실한 증거(Smoking Gun)라고 말해 기후 변화에 따른 재앙의 시작을 경고하였다.

당시 두 개의 허리케인으로 인해 미국이 입은 피해는 약 2,000억 달러로 추정하였으며, 이는 우리나라 정부의 1년 예산과 비슷한 수치로서, 교토의정서에서 탈퇴한 조지 부시 미국 행정부의 정책이 비난받게 되었다.

기후협약에 관한 국가간 협의체(IPCC)의 조사결과에 따르면, 지구의 평균기온이 지난 1세기동안 약 0.6℃ 상승하였으며, 2100년에는 1990년 대비 1.4~5.8℃ 상승을 예상하고 있다. 또한, 대표적인 온실가스인 이산화탄소 농도는 산업혁명 이전 280ppm과 비교하여 2000년에는 370ppm으로 약 30% 증가할 것으로 예상된다.

3) 온실가스 배출 현황

이러한 지구온난화현상은 지구를 둘러싼 대기층의 온실효과가 커졌기 때문에 발생하며, 온실가스는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소와 육불화황 등 모두 6가지가 대표적인 것으로 알려져 있다. 이들 온실가스들이 지구온난화에 기여하는 정도는 IPCC가 제시한 지구온난화지수(Global warming potential, GWP)를 통해 알 수 있다. 이산화탄소를 1로 기준하여 메탄은 21, 아산화질소 310, 프레온가스 1,300~23,900으로 알려져 있다. 우리가 숨을 내쉴 때 마다 나오는 이산화탄소는 나무와 석유, 석탄 등 화석연료가 연소하면서 탄소가 공기 중에 있는 산소와 결합하여 발생하며, 지구온난화지수는 낮지만 규제 가능한 가스로서 전체 온실가스 배출량 중 약 80%를 차지하고 있어, 이산화탄소가 온실가스의 대명사로 불리지고 있다. 또한, 메탄은 천연가스의 주성분이며 음식물 쓰레기가 부패할 때나 소나 닭 등 가축의 배설물에서 발생하며, 이산화탄소에 비해 매우 적은 양이지만 메탄이 일으키는 온실효과는 이산화탄소의 약 20배가 넘어 지구 전체 온실효과의 약 15~20%를 차지하는 것으로 알려져 있다.

〈표 1〉 온실가스의 종류 및 기여도

	이산화탄소	메탄	아산화질소	프레온가스
배출원	에너지사용/ 산업공정	폐기물/ 농업/축산	산업공정/ 비료사용	냉매/세척용
지구온난화지수 (이산화탄소=1)	1	21	310	1,300~23,900
온난화기여도(%)	55	15	6	24
국내총배출량(%)	88.5	4.6	2.8	4.2

자료 : 조현재외 4인 매일경제신문사 CO₂ 전쟁

4) 온실가스 감축목표와 교토의정서

2005년 2월 교토의정서가 발효되었다. 교토의정서는 1998. 3. 16~1999. 3. 15일까지 뉴욕의 유엔본부에서 서명을 받아 채택되었던 이후 수많은 우여곡절을 겪어왔다. 2001년 3월 최대 온실가스배출국인 미국이 의정서가 자국의 경제에 심각한 피해를 줄 수 있고 중국, 인도 등 개발도상국들이 의무감축대상에서 제외되어 있다는 이유를 내세워 반대 입장을 표명하였다. 이에 교토의정서는 그 실효성에 큰 타격을 입었지만, EU와 일본 등이 중심이 되어 협상을 지속하였고 마침내 2004년 11월 러시아가 비준서를 제출함에 따라 교토의정서의 발효조건이 충족되어 정해진 규정(의정서 25조)에 의해 2005년 2월 교토의정서는 발효되었다.

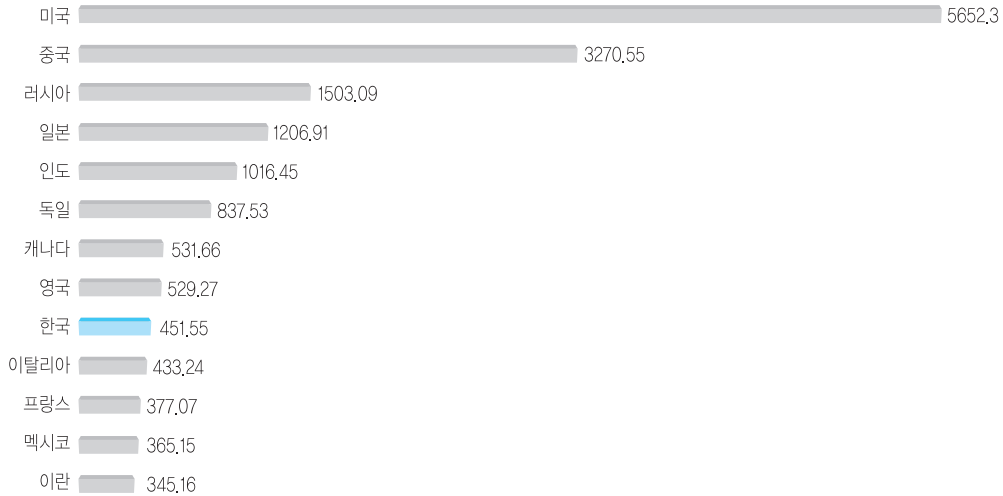
우여곡절 끝에 발효된 교토의정서는 지구의 가속화되는 온실효과의 위험에 대한 판단이 었다. IPCC 제3차 보고서는 지구의 평균기온은 20세기에 비해 약 0.6도 상승했으며, 2100

년에는 1990년 대비 1.4~5.8도 상승할 것으로 전망하고 2100년 세계의 해수면은 최대 88센티미터 상승할 것임을 경고하였다.

그러나 현재 채택된 온실가스 감축 목표는 기후변화를 ‘억제’ 하기에는 역부족이다. IPCC의 연구에 따르면 기후변화를 억제하기 위해서는 2050년까지 최소한 1990년 수준에 비해 60~80퍼센트 이상의 이산화탄소 감축이 필요하다고 한다. 5.2퍼센트라는 미온적인 교토의정서의 목표는 탈퇴를 선언한 미국을 제외할 경우 감축 목표가 3.9퍼센트에 불과하게 되고 이산화탄소 흡수원의 인정분까지 고려하면 실질적인 감축량은 1990년 수준의 1.8퍼센트에 그칠 전망이다. 기후변화협약에 따라 부속서 I 국가들이 2000년까지 1990년 수준으로 감축하기로 한 약속은 OECD 국가들의 배출증가(8.8퍼센트)에도 불구하고 이행국들의 경제 쇠퇴로 인한 자연감축(마이너스 40.1퍼센트)이 발생해서 총배출이 6.1퍼센트 감축된 것으로 나타났다. 하지만 의무 감축 대상에서 비껴나

있는 개발도상국에서 산업화의 진행과 함께 온실가스 배출이 증가하고 있어 세계 온실가

스 배출은 갈수록 늘어날 전망이다.



〈그림 1〉 주요 국가별 CO₂ 배출현황 (백만 CO₂톤)
출처 : KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2004.

우리나라의 온실가스 총배출량은 세계 9위로 1990년보다 2배 증가하였으며, 2020년 까지 연평균 2.7% 증가가 예상된다. 2002년 현재 국내배출량의 94% 이상이 에너지 사용 부문(83.4%)과 제조공정(10.9%)에서 배출되고 있다. 에너지 사용부문 중에서는 산업(34.2%), 발전(31.4%) 부문 순으로 배출되고 있다.

4. 대체에너지

1) 대체에너지 개발의 필요성

온실가스로 인한 경제 부담이 현실화하면

서 세계 각국들은 에너지 사용량을 줄이기 위한 에너지 절약과 이용 효율의 향상에 전력을 기울이고 있으며, 또한 유가가 배럴당 70달러대를 육박하는 석유를 대체할 수 있는 대체에너지 개발이 절실한 시기가 시작됐다. 이에 대부분 선진국들도 기후변화 방지를 위해 에너지 절약사업과 효율 향상 위주로 정책의 틀을 짜고 있으며 신재생에너지(풍력, 바이오에너지, 태양광 등), 저탄소연료 사용 확대 등에도 관심을 갖고 적극적으로 추진하고 있다.

이러한 상황에서 우리나라가 선진국처럼

온실가스 감축 목표를 받게 되면 에너지 사용 규제는 필연적이며, 산업자원부와 에너지관리공단은 지난 1995년과 비교해 배출량을 5% 감축할 경우 실질 국내 총생산(GDP) 성장률은 오는 2015년 0.78% 감소할 것으로 예상하고 있다. 이는 금액으로 11조 3,000억원에 달하는 막대한 경제적 손실이라고 발표한 바 있다.

이렇듯 우리나라는 에너지 해외 수입의존도가 97% 이상(약 연간 350억불)에 따른 경제적 부담과 기후변화협약에 따른 CO2 저감정책에 대응하는 중요한 수단으로 대체에너지를 확대 보급할 수 있도록 노력해야 할 것이다.

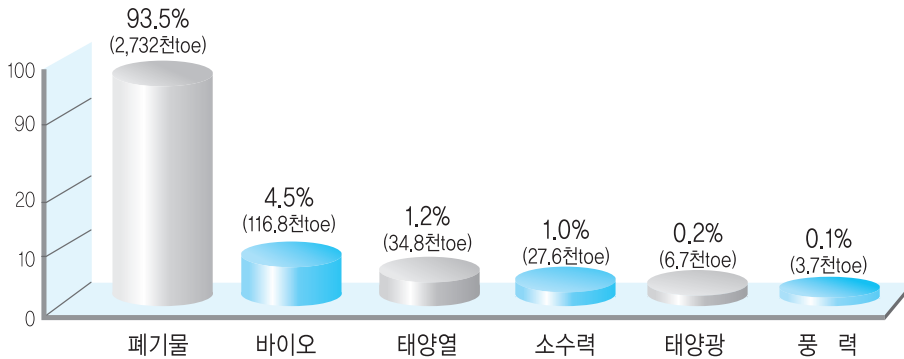
우리나라는 '신에너지 및 재생에너지개발 이용보급촉진법' 제 2조 규정에 따라 신재생 에너지를 '기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 햇빛과 물, 지열, 생물유기체 등을 포함해 재생 가능한 에너지를 변화시켜 이용하는 에너지'로 정의하고 있다. 정의에 의해 신재생 에너지는 태양광, 태양열, 바이오에너지 등의 8개의 재생에너지부분과 연료전지와 석탄액화 가스화, 수소에너지 등 3개의 신에너지로 구분되어 있다. 신재생에너지는 과도한 초기투자의 장애요인에도 불구하고, 화석에너지 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심해결 방안이라는 점에서 그 중요성과 개발 필요성은 날로 증가하고 있다.

2) 대체에너지 현황 및 전망

대체에너지 소비는 2003년 기준 3,280천 TOE로 1차 에너지 소비의 약 1.52%를 점유하고 있는 실정으로 전체에너지소비 비중의 극히 낮은 수준에 머물고 있다. 이 또한, <그림 2>에 나타내었듯이, 대체에너지원 중 (산업 및 도시 폐기물)의 소각열 이용이 93.9%로 높은 비중을 차지하고 있는 반면, 순수 재생가능 에너지는 6.1%에 불과한 실정이다.

21세기 들어 에너지부문의 새로운 패러다임 전환으로 대체에너지가 새롭게 조명되기 시작하면서 그 이용·보급이 중요한 과제로 등장하고 있다. 에너지원 중 태양열 온수 급탕, 태양광발전, 바이오, 폐기물 소각 및 폐열회수 기술 등은 실용화단계에 도달해 있으나, 기존 화석연료와의 가격경쟁력은 낮은 수준이다. 이는 선진국에 비해 기술개발 투자비의 확보가 미흡하며 전문 기술 인력이 부족하고 낮은 기술 수준이며, 화석에너지에 비해 초기 투자비 지출이 크기 때문에 가격경쟁력 확보가 어려운 실정에서 기인된 결과로 보여진다.

우리나라의 대체에너지수요는 2010년에 총 에너지의 2.1%, 2020년경에는 2.7%에 머물 것으로 전망되나, 이 수준의 대체에너지 보급량 확보로는 유가상승 및 기후변화협약에 따른 온실가스 저감 등에 어려움이 따를 것으로 예상된다.



〈그림 2〉 대체에너지원별 공급 비중 (2002년 기준)

OECD 국가의 발전부문에서의 대체에너지 공급비율은 1999년 2.1%에서 2010년 3.9%로 증가할 것으로 예상되고 있다. 또한, EU는 2010년 까지 총에너지의 12%(발전부문 22%)를 대체에너지로 공급할 목표를, 그리고 미국은 2020년 까지 신규·증설 발전량의 4%를 대체에너지로 공급할 목표를 설정하였다. 반면, 우리나라의 대체에너지 현황 및 전망에서는 이들 국가들에 비해 크게는 10% 정도의 미흡한 수준으로 더 많은 정책적 지원과 관심이 필요한 실정이다.

5. 온실가스 저감을 위한 식물연료의 희망

1) 식물연료(바이오디젤)의 개요

바이오디젤은 식물성 기름이나 동물성 기름을 에스테르화 하여 석유와 유사한 특성을 가진 액체 연료를 말한다. 1900년 파리 박람

회에서의 땅콩 유를 연료화한 엔진의 개발로 시작되었으나, 바로 연료의 경제성 문제로 외면당하였다. 현재 바이오디젤의 원료가 되는 기름은 크게 유채씨, 해바라기씨 대두 등과 같이 다량의 식물유를 함유하는 종자를 이용하거나 쌀겨와 같이 각종 곡·식물의 가공처리 과정에서 발생하는 부산물 기름 혹은 폐식용유 등을 이용하고 있다. 기존 디젤연료에 비해 바이오디젤은 이러한 식물에 함유된 올레인산 등의 포화지방산과 리놀레인산과 같은 불포화지방산이 주 원료이므로 황, 질소산화물과 방향족 탄화수소가 함유되지 않아 매우 청정한 연료로서 수송과 각종 산업분야에 많은 소비를 차지하고 있는 경유를 대체할 수 있는 대체에너지로서 주목을 받고 있다.

동·식물유는 디젤유에 비하여 약 90%의 열함량을 가지고 있어 대체연료로서의 전망

이 밖이나, 순수한 유지는 그 자체로의 사용은 높은 점도로 인한 연료의 분무특성, 불완전연소 등의 문제점이 대두되어 이를 해결하기 위한 일반적인 바이오디젤 가공법은 다음과 같이 소개되고 있다. 첫 번째는 점도가 낮은 디젤과 동·식물의 유지를 직접 혼합하여 점도를 낮추어 사용하는 방법, 둘째는 유지를 열분해하여 저분자화하여 사용하는 방법, 셋째는 유지와 알코올을 계면활성제와 함께 혼합하여 유지입자를 미립화시키는 방법, 마지막으로 가장 보편적으로 알려진 방법으로 유지와 알코올을 촉매 존재하에 반응시켜 에스테르화하는 가공법이다.

바이오디젤을 제조하는 여러 기술 중에 에스테르화 반응에 의한 방법이 가장 실용화된 것으로, 식물성 유지와 동물성 지방을 촉매 존재하에서 알코올로 전이에스테르화하여 지방산의 메틸에스테르와 글리세린을 얻고, 글리세

린을 원심분리법으로 분리시켜 고순도의 지방산 메틸 에스테르로 이루어진 바이오디젤을 생산하는 공정이다.

2) 바이오디젤의 국내·외 동향

(1) 국외의 바이오디젤 보급 현황

대기오염 및 온실가스의 저감을 위해 2010년까지 바이오디젤의 사용을 12%까지 확대하려는 EU 등의 노력과 세계 각국의 직면 과제인 대체에너지 개발에 대한 필요에 힘입어 주요 국가에서는 바이오디젤 보급이 활발히 진행되고 있는 실정이다. 미국, 프랑스, 독일 등에서는 1990년부터 일부 주유소에서 바이오디젤을 공급, 판매 중에 있으며, 주요국가의 바이오디젤 연간 생산량을 살펴보면 프랑스는 60만 kl, 독일 45만kl, 미국 150만kl로 알려졌다(99년 기준). 주요국가의 바이오디젤의 사용실태를 <표 2>에 정리하였다.

<표 3> 주요국가의 바이오디젤 사용실태 국가

국가	사용 방식	사용 처
미 국	경유 80%+바이오디젤 20%	관공서 차량, 대형트럭, 공공버스
프 랑 스	경유 70%+바이오디젤 30% 경유 97%+바이오디젤 3%	도심버스, 관공서 차량 대도시 경유차량
독 일	100% 바이오디젤 경유 95%+바이오디젤 5%	대도시 버스 대도시 일반디젤차량
스웨 덴	경유 70~95%+바이오디젤 30~50%	대도시 버스
이탈리아	100% 바이오디젤 경유 70%+바이오디젤 30%	대도시 난방용 연료 대도시 버스

(2) 국내의 바이오디젤 생산·보급현황

국내 바이오디젤의 보급과정을 살펴보면, 바이오디젤 이용 보급을 목적으로 수도권 매립지의 출입 청소차량 또는 폐기물 처리차량에 BD20을 주입하는 시범 보급사업을 추진하였으며(산자부 고시 제 2002-54호), 보급 지역과 대상차량을 확대하여 경유를 연료로 사용하는 차량으로 수도권과 전라북도에서 실시하였다(산자부 고시 제 2002-109호). 이러한 시범보급사업은 2002년 5월 25일 부터 2005년 12월 31일까지 본 사업을 실시하였으며(산자부 고시 제 2005-55호), 2006년 7월부터 바이오디젤 보급정책이 정유사 공급 체계로 BD5의 시판이 확정되면서 6개월간의 BD20 보급을 확대·시행하였다. 또한, 이번 BD5의 상용화에 따라, 향후 2년간 연간 9만kl(수송용 경유의 0.5%)의 바이오디젤이 일반소비자에게 보급될 것으로 전망된다.

국내의 바이오디젤 생산현황을 살펴보면, BDK(전 신양현미유)에서는 1997년 국내최초로 독일로부터 설비를 도입하여 생산하였으며, 현재 현미유 정제부산물을 사용하여 연간 6,000톤 규모의 바이오디젤을 생산할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 생산된 바이오디젤은 전북도내 관용차량 및 시내버스, 종로구청 및 동작구청 관용차량, KIER 시험차량 등을 대상으로 한 그 동안의 실증시험을 거쳐, 현재 월 200톤의 바이오디젤을 전라북

도 관용차량 및 시내버스, 10 여개의 주유소를 대상으로 판매하고 있다.

가이에너지(전 신한에너지(주))에서는, 대두유를 사용한 연산 10만 톤급의 바이오디젤 공장을 2002년 11월 경기도 평택에 준공하여, 의왕시청의 관용차량, 당 연구원의 통근 버스 및 시험차량 등에 대한 장기간 실증시험을 거쳐, 수도권지역 75개소의 주유소를 대상으로 현재 월 300~400톤의 바이오디젤을 판매하고 있다. 또한, 우리정유와 에코에너지 등의 바이오디젤 생산업체에서도 이미 산업자원부 지정을 받아 생산시설 건설을 완료하여 품질테스트를 받고 있는 실정이다.

그러나, 국내기업들이 수만톤 규모의 공장을 운영하고 있으나, 일반인들의 이해 부족과 정부의 홍보 부족으로 인하여 공급에 비하여 수요가 늘지 않는 실정이며, 원재료의 수입과 공급 상의 문제로 가동률이 생산 능력에 크게 못 미치는 실정이다.

3) 환경문제 해결을 위한 식물연료(바이오디젤)의 기대효과

(1) 에너지 측면

2006년 현재 국내 폐자원 및 유채를 이용한 경유 대체 연료인 바이오디젤 생산 가능량은 대략 12.5만톤으로 이는 경유 내수물량의 0.6%에 해당하는 양이다. 2012년의 정부의 보급목표의 근사치인 50만톤의 바이오디젤을 공급한다고 하면, 2006년 국내 연간 경

유 소비량 추정치인 2,000만톤의 2.5%의 경유 수입의 대체효과를 가져오게 된다. 원유 수입기인 리터당 507원(2006년도 5월 기준)을 고려하면 2,500억 원 정도의 수입대체효과를 가져오게 된다.

장기적인 관점에서 자원의 고갈 등으로 화석연료 가격의 폭등이 예상되는 바, 바이오디젤은 집약적 대체연료 역할과 향후 국내 경유 승용차의 보급 계획 등과 관련 경유 사용 증가에 따른 에너지 대체 효과의 증대는 더욱 커질 것으로 기대할 수 있다.

(2) 환경적 측면

우리나라 디젤 차량이 대기오염 배출량의 50%를 차지하며, 수도권 차량이 전국의 50%임을 감안하고, BD20으로 사용 시에는 12.5%의 경유 대체효과를 가져오는 것이므로, 50만 톤의 바이오디젤 사용에 따른 전국적인 대기오염 개선효과를 계산하면 수도권의 대기오염에 의한 사회적 비용인 연간 9조원(NO₂에 의한 효과를 제외한)의 12.5%인 1조원의 물질별 배출가스 저감효과를 고려하면 약 2,000억원이라는 단순 계산이 가능하다. 물론 이 계산 과정에는 유채꽃 재배과정에서의 나대지 피복에 따른 먼지 오염도의 저감 효과 등은 포함되지 않았다.

한편, 순환성 에너지로서 바이오디젤 사용에 따른 배출된 CO₂를 식물이 성장할 때 대기 중에서 흡수하므로 CO₂-neutral 에너지로의

효과를 추가하여야 할 것이다. 바이오디젤은 디젤에 비해 78% CO₂를 저감하여, 1톤 사용할 경우에 약 2.2톤의 CO₂ 감면 효과가 있다고 보고하고 있다. 이를 감안하면 50만 톤의 바이오디젤을 생산하기 위한 유채 재배면적 40만ha를 가정할 때, 1ha 당 3톤의 유채 씨와 유채 씨에서 40%의 바이오디젤을 생산한다고 하면, 40만ha에서 얻는 바이오디젤양은 약 50만 톤이 된다. 결국 CO₂ 감면효과는 약 110만 톤이 된다. 유럽의 잠정 CO₂ 배출 세금액이 톤당 23,000원임을 가정하면 국가 차원의 50만 톤의 바이오디젤 사용에 따른 온실가스 절감액은 약 120억원이 된다.

(3) 농가소득 보전 등 기타 효과

여기에 간척지 등의 유휴지의 활용이나 유채의 부산물인 유박, 줄기 등을 가축사료나 퇴비 등으로 활용하는 부분, 글리세린 등의 부산물의 전량 수입에 의존하고 있는 산업용 윤활제 등 섬유, 세제, 화장품 산업에서의 다양한 사용, 천연탈취제 및 천연 살충제 추출 등의 부가가치를 포함한다면 사회적 효용가치는 더욱 증대할 것이다.

물론, 생태도시 및 관광도시의 어메니티 도시로서의 이미지 제고에 기여하는 부분과 유채의 파종, 재배, 수확 등의 일련의 과정에 환경교육장으로서의 활용, 유채의 파종, 재배, 수확 등의 일련의 과정에 고용효과 등의 내용도 포

함되어야 할 것이다.

무엇보다도 유채 등의 식물연료 사용은 화석에너지에 의존한 지금까지의 집중적이고 독점적인 에너지체계를 보완하면서 식물 재배를 통한 순환형 에너지체계로의 변환을 가져오는 중요한 의미가 있다. 비록 현재의 효과는 작다고 하지만, 앞으로 지구환경문제에 대응하는 커다란 희망임에 틀림없기에 작은 관심과 행동이라도 지금 당장 시작해야 할 것이라고 생각한다.

참고문헌

미래농정연구원, '산업용 원료(바이오에너지)로 사용가능한 농작물의 경제성 분석 및 정책적 지원 방안', 2005.

임재규, '기후변화협약 관련 최근 이슈 진단 및 전망', 에너지포커스1, 2월호, 2006.

박복영, '2006년 국제유가를 좌우할 주요 변수와 전망', KIEP 오늘의 세계경제, 2005. 11. 1.

이원우, '고유가의 원인과 대응방안', 에너지경제연구원 기술연구보고서 2005-15, 2005.

한국기술은행, '바이오디젤', 기술 및 시장 동향, 2006.

산업자원부, 한국수력원자력(주), '원자력 발전백서', 2004.

산업자원부, '2010 에너지비전 : 에너지정책 방향과 발전전략', 2003.

산업자원부, '우리나라 에너지 정책', 2004.

이상곤, '동북아 에너지 협력 구상과 전략', 에너지 경제연구원, 2003.

서프라이즈, '에너지와 자본주의에 대한 소고-미국의 에너지정책', 2004.

에너지관리공단, '대체에너지 정책 및 지원제도', 대체에너지 개발보급센터, 2003.

조현재, 임상균, 전병득, 현경식, 김기철, CO2 전쟁, 매일경제신문사, 2006.

박순철, '세계의 대체에너지 산업현황', 경기이코노미21 5월호, 2003.

이인영, '주요 대체에너지 기술 현황', 경기이코노미21 5월호, 2003.

강영민, '유화전이에스테르화 공정에 의한 식물유의 바이오디젤화', 명지대 대학원 공학석사 논문, 2001.

Fangrui Ma, Milford A. Hanna, Biodiesel production: a review1, 'Bioresource Technology', 70, 1999.

산업자원부, '바이오디젤(경유대체) 시범 보급 계획', 2002.

이진석, 김덕근, '바이오에너지의 보급 현황과 기술개발 전망', 기술분석지 ETIS, 23 권, 2003.

현영진, 이호원, '수산화 칼륨촉매를 이용한 유채유로부터 바이오 디젤 전환', 제주대학교, 2001.

<http://www.biodiesel.org>.

<http://www.nano-hana.gr.jp>.
<http://www.kier.re.kr>.
www.cheric.org/ippage/g/ipdata/2003/01/file/g200301-701.pdf.
<http://www.me.go.kr>.