



들어가는 말

21세기 인류의 과제는 크게 3가지로 볼 수 있다. 급증하는 인구에 따라 발생하는 과제로서, 식량의 문제, 에너지의 문제 그리고 환경의 문제에 대한 해결 방안이 그 과제라고 생각한다. 그 중의 하나인 에너지 문제는 환경의 문제까지 동시에 해결해야 하는 과제를 안고 있다. 예상되는 화석연료 고갈에 대비한 대체에너지를 개발하되, 화석연료가 안고 있는 이산화탄소 배출에 따른 대기질 개선에 대한 과제가 21세기 최대 화두인 것은 주지의 사실이다. 정부, 민간기업, 연구소, 학계 등은 대체에너지 개발을 위해서 많은 투자를 하고 있으나 아직까지도 주 에너지원인 석유에 버금가는 에너지원을 찾지 못하고 있다.

여러 대체에너지원 중의 하나인 바이오에너지에 대한 관심과 연구 개발도 활발하게 전개되고 있다. 그러나

바이오 연료도 문제점을 지니고 있다. 이에 따라, 현재 정부가 발표한 에너지정책 중 바이오연료에 대한 것을 살펴보고, 바이오연료 향후 정책을 모색하고자 한다.

일반적으로 식용작물 및 곡물을 이용하여 에너지를 생산하는 형태를 1세대, 임산부산물, 폐목재, 벃짚 등 추수 후 폐기되는 비식용부분인 목질부의 바이오매스 셀룰로오스를 이용하여 에너지를 생산하는 경우는 2세대, 조류(algae) 등 해양미생물에 의해서 생산되는 수소 에너지원 등을 3세대 바이오연료로 분류하고 있다.

정부의 바이오연료 정책

지식경제부의 '바이오연료 현황 및 계획' (2009.11)에 의하면, 바이오디젤은 기 수립된 계획에 따라 2010년도에는 BD5의 BD 혼합비율을 2.0%로 상향 조정하되, 2010년도 하반기에 국내외 보급여건을 고려해 기간의

정책을 평가하고 향후 정책방향을 모색하겠다는 다소 애매한 입장을 고수하고 있으며, 바이오에탄올은 에너지시장 동향 모니터링, 기술개발, 국내 보급 인프라 정비 등 도입을 위한 준비를 추진하되, 도입 시기는 신중하게 검토하겠다는 입장을 보이고 있다.

우선, 바이오디젤은 단기 과제로서는 BD5의 BD 혼합비율을 상향조정하고, 생산단가 인하, 생산 원료 다양화, 국산원료 확대를 위한 제도 개선을 추진하겠다는 것이며, 중장기적으로는 바이오디젤 보급정책을 결정하고 바이오디젤의 경제성 확보를 위한 기술개발과 함께 해외농장 개척을 더욱 확대하겠다는 의지를 보이고 있다.

바이오에탄올의 경우도 계속해서 BE 전문가 워킹 그룹을 통해서 품질기준, 조세제도 등을 정비하고, 생산 기술을 개발하여 바이오에탄올 상용화를 결정하겠다는 것이 정부의 정책이다.

1세대 바이오연료의 문제점

대두, 유채, 팜, 사탕수수, 카사바, 자트로파 등에서 생산되는 1세대 바이오연료는 전이에스테르화반응에 의하여 트리글리세라이드(triglyceride)인 FAME(Fatty Acid Methyl Esters)를 이용하는 것인데, 여러 가지 문제를 내포하고 있어서 향후 에너지원으로 활용되는 것은 심각하게 고려해야 할 것이다.

FAME 성분으로 인해서 elastomer의 연화, 균열 등으로 연료의 누설 및 석출물의 분리로 인해서 필터의 막힘 현상 등이 발생하게 되며, 제조과정상의 약품 사용으로 Ca, Na, 알카리토금속의 혼입에 따른 필터의 막힘과 연료분사 장치의 부식 등 현상이 확인된 바 있으며, 혹한기 시동불량에 따라서 유동점강하제를 추가로 첨가해야 하는 등의 문제점이 있는 것은 주지의 사실이다.

식용으로 이용될 수 있는 자원을 활용한다는 것에 대한 이의제기가 대두되는 것은 부인할 수 없다. 설령 인도네시아에서 생산되는 카사바가 이제는 원주민들의 식량이 아니라고 하더라도, 그들이 다른 식량을 이용하게 되므로, 결국은 전 세계적으로 식량자원 문제로 합들어 하는 21세기인 것을 고려한다면, 과감하게 1세대 바이오연료를 계속 에너지원으로 활용하겠다는 것은 윤리적인 문제까지로 비화될 수 있다.

비록 자트로파가 유채유, 대두유보다도 생산효율성도 좋고, 팜유의 경우는 경작 후 3년이 지나야 수확이 가능한 것에 비하면 자트로파는 8개월 이내에 수확이 되는 유리한 점도 있지만, 자트로파 종자에 따라서 채유량이 차이가 심하므로, 결국 이 경우도 품종 개량 등의 방법을 취해야만 경제성이 있다고 본다. 현재 EU, 미국, 일본 등의 국가에서는 1세대 바이오연료의 원료 공급 불안성 문제를 해결하기 위하여 2, 3세대 바이오 연료 생산기술의 개발에 주력하고 있다.

현재 상용화 되어 가고 있는 1세대 바이오연료는 앞으로 10년 후에는 정점을 이루게 되며, 2세대 바이오연료인 목질계는 2010년대 중반에 상용화되며, 3세대 바이오연료는 2020년 대 중반에 상용화될 것으로 전망되고 있는 것을 감안한다면, 지금 2010년 시점에서 우리나라가 뒤늦게 1세대 바이오연료에 주력하기 위해서 해외농장개척 지원 제도를 도입하겠다는 것은 재고해야만 할 것이다.

바이오디젤의 경우에는 그동안 제조 기술 개발, 촉매시스템 개발 등 많은 연구를 해왔지만 아직도 더 많은 기술 개발을 수행해야 할 것이다. 새로운 촉매 개발을 해야 하며, 부산물로 생산되는 글리세린 활용 기술 개발, 유전자 조작을 통한 지방산 사슬인 올레익산(Oleic acid) 기름 성분 함량 증대 등 경제성과 직결되는 수율 향상을 위한 연구를 추진해야 하며 더 많은 개발을 필요로 하고 있다.

바이오에탄올의 경우는, 옥수수를 이용한 바이오에탄올 생산은 향후 몇 년 이내에 원료 부족 문제에 직면하게 될 것으로 전망되고 있어, 셀룰로오스 등 섬유소계 바이오매스로부터 바이오에탄올을 생산하는 것을 개발해야 하는 시점에 와 있다는 것을 제대로 인지한다면, 1세대 바이오연료에 대한 보급 확대는 접어야 될 것으로 판단한다.

또한 1세대 바이오연료는 많은 재배 면적을 필요로 한다는 제한적 요소가 있다. 유희경작지를 활용한다고 하더라도 그 면적은 크지 못하여 심한 경우 산림을 훼손하면서까지 신규 경작지를 확보하려고 하는 것이 작금의 사태인 것을 고려한다면, 이 또한 지구 환경적인 문제가 되지 않을 수 없는 것이다.

해외 농장을 개발하여 대량 재배한 후 바이오 원료유를 국내로 반입하겠다는 것은 에너지원의 다변화 측면에서 일면 바람직한 것으로 판단할 수 있지만, 1세대 바이오연료 생산 작물의 기후적인 요인, 작물 재배 기간의 제한성 등 기후 변동 요소, 계절적 요소 등을 감안할 때에 에너지 안보적 차원에서 석유와 그다지 차이가 없다는 것이 문제가 되는 것이다. 수요가 증대된다면 한정된 공급량으로 인한 파동이 야기될 소지가 충분하다는 것이다.

원유가격이 올라가면 상대적으로 경제성이 있다고 판단하는 것에도 문제가 있다. 대규모로 재배한다고 할 경우, 원유가의 변동에 따라서 생산성이 좌우된다면 이것은 안정적인 에너지원 확보차원이 될 수 없는 것이다. 바이오연료유 사용의 경우, 배기가스가 경유제품이나 화석연료를 사용하는 경우 보다 NOx 성분만 제외하고 다른 요소들은 양호하다고 하더라도, 그 정도가 얼마나 환경에 개선 효과가 있겠느냐 하는 것이다.

바이오연료가 대기질 환경개선효과가 있다는 것은, 겨울철 일반가정의 실내에서 등유난로를 사용하는 것보

다도 전기난로를 사용하는 경우가 대기질 개선에 양호하므로 전기난로로 전환해야한다는 논리와 같다.

전기가 생산되어 가정으로 유입되기까지의 단계를 살펴본다면, 전기는 결코 친환경에너지가 아닌 것은 누구나 아는 사실이다. 바이오연료도 최종 배기가스(tail gas)만 비교할 것이 아니라 에너지원이 생산되기까지의 전 과정(total life cycle assesment)을 비교해야 한다는 것이다.

바이오연료 생산 작물이 재배되기 위해 투입되는 노동력, 토지, 비료, 재배관리, 추수, 이송, 정제 등 생산과정을 제대로 비교해야 한다는 것이며, 재배과정에서 야기되는 산림 파괴 등 환경훼손에 의한 사회적 요소, 환경적 요소까지 포함하여 계수화한 후 비교해야 할 것이다.

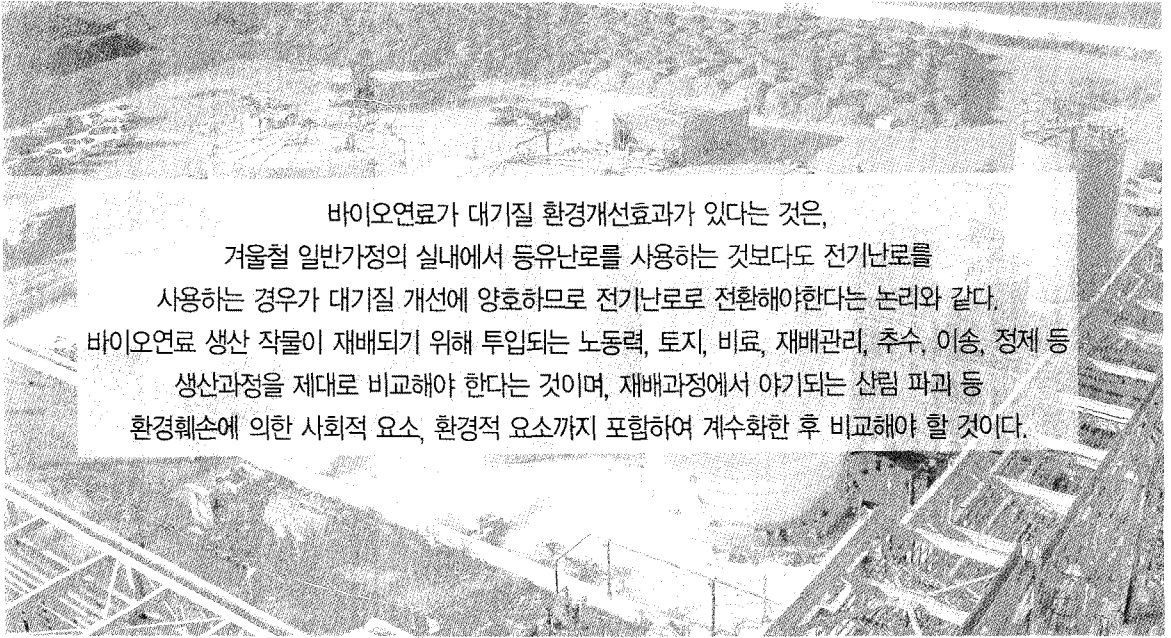
2,3세대 바이오연료 연구 동향

2,3세대 바이오연료는 비식용 작물이라는 측면에서는 1세대보다는 다소 유리하다고 판단될 수 있다. 특히 인위적인 재배를 통한 방법이 아닌, 임산 부산물 등 폐목재를 활용한다는 측면에서는 자원 활용으로 인한 환경친화적이라고 이야기 할 수 있다.

BP와 DuPont은 바이오부탄올 생산을 시작했으며, 미국 EPA도 오하이오 대학교와 공동연구로 바이오부탄올 생산 프로젝트를 수행했다.

미국의 수송용 바이오연료 기술 개발은 셀룰로오스 에탄올에 중점을 두고 추진되고 있다. 더 유효한 효소의 개발, 효율적인 당화를 위한 전처리 기술 개발, 미생물에 의한 에탄올 생산 기술 개발 등에 주력하고 있다.

이미 1930년대부터 가솔린에 에탄올을 혼합하여 자동차 연료유로 사용하고 있는 브라질에서는 FFX(Flex



바이오연료가 대기질 환경개선효과가 있다는 것은, 겨울철 일반가정의 실내에서 등유난로를 사용하는 것보다도 전기난로를 사용하는 경우가 대기질 개선에 양호하므로 전기난로로 전환해야한다는 논리와 같다. 바이오연료 생산 작물이 재배되기 위해 투입되는 노동력, 토지, 비료, 재배관리, 추수, 이송, 정제 등 생산과정을 제대로 비교해야 한다는 것이며, 재배과정에서 야기되는 산림 파괴 등 환경훼손에 의한 사회적 요소, 환경적 요소까지 포함하여 계수화한 후 비교해야 할 것이다.

Fuel Vehicle) 보급이 증대되고 있다. 2,3세대 바이오연료 연구와 함께 이에 적합한 자동차 엔진 개발도 필수적이다.

독일의 Volkswagen과 Daimler Chrysler가 공동 투자하여 섬유소계 바이오매스를 열분해하여 경유 대체연료인 BtL(Biomass to Liquid)을 생산하는 등, EU 국가들은 2세대 바이오연료인 BtL에 생산에 주력하고 있으며, 초임계수를 이용한 바이오매스로부터의 수소 생산 등을 연구하고 있다.

2세대 바이오디젤은 Vegetable Oil Hydrogenation, 3세대 바이오디젤은 BtL(Biomass to Liquid) 및 Biomass Pyrolysis에 의해 생산되는 것으로 분류할 수 있는데, 이 중에서 일본의 Nippon Oil Corporation, 미국의 UOP, 핀란드의 Neste Oil, 브라질의 Petrobras 등에서 생산하고 있는 2세대 BD인 수첨바이오디젤(HBD, Hydrogenated Bio Diesel)도 주목을 받고 있다. HBD의

경우는 대량의 수소를 필요로 하므로 수소 추가 생산의 문제와 원료의 문제가 해결된다면 향후 중요한 바이오연료로 자리 잡을 수 있을 것으로 본다.

해양미생물을 이용하여 에너지를 생산하는 연구도 다각적으로 진행해 왔으며, 지속적으로 연구개발해 오고 있다. 생산 수율(yield)에 대한 것이 연구과제이다. 다시 말해서 2,3세대도 대량 생산을 위해서는 많은 면적을 필요로 하는 것이다. 실험실적으로는 분명히 가능성이 있지만, 규모를 키우게 되면(pilot plant, scale up) 여러 가지 변수가 발생되며, 주 에너지원으로서의 선택을 받아 내기는 쉽지 않겠다는 선부른 결론을 내게 된다.

바이오연료의 정착을 위한 향후 정책

1세대 바이오연료 보급 확대를 위한 정부의 바이오연료 정책의 문제점을 제기하면서, 해외농장개척 지원 제도

에 대해서 반대한다. 동남아시아 국가들에 진출하여 해외농장을 확보하는 것은 에너지원의 다각화라는 시각보다는 에너지식민지화 전략이라는 국제적인 목소리가 높아지고 있는 것을 결코 간과하지 말아야 한다.

경제성 확보와 원료 수급 안정화를 위해서 해외농장을 개척하겠다는 것은 또 다른 불안 요소를 만드는 것이 되며, 경제성이 원료가 대비로 판단되어서도 곤란하며, 단순한 편익분석으로 판단할 문제가 아니다. 전과 정적인 차원에서 경제성과 환경성을 분석해야 한다.

EU 국가들은 오래전부터 자연스럽게 유채를 재배해왔으며, 이것을 에너지화하는 것을 도입하였다. 그렇다고 우리나라도 1세대 바이오연료 확보를 위해, 인위적으로 재배하기 위해서 동남아시아 국가로 진출하는 것은 국제적인 윤리 차원에서 심각하게 고려해야 한다.

해외농장개척 제도는 일부 대기업이 단기적으로 정부로부터 장려 지원을 받고 일정 기간 수익을 올리고 수익이 발생되지 않는 시기가 되면 치고 빠지기(hit and run) 전략을 가질 요소가 충분하다. 처음부터 아닌 것은 아니어야 한다.

왜 돌아 올 수 없는 상황이 되어서야 중단하는 것은 엄청난 충격을 가게 오게 한다. 2010년 중반부터 2세대 바이오연료가 주종을 이룰 것으로 예측되는 상황에서, 우리나라는 1세대 바이오연료에 주력하겠다는 것은 향후 엄청난 시행착오를 가져오게 되리라 판단한다. 앞서서 제기한 것처럼 1세대 바이오연료가 향후 가져다 줄 여러 가지 위험 요소를 다시 살펴야 한다.

오히려 현 시점에서 정부는 핵융합, 소수력, 수소, 연료전지, 지열, 태양광, 풍력, 해양에너지 등 대체에너지 전반을 총체적으로 살펴보고 우리나라 현실을 감안한 미래지향적인 지속가능에너지원이 무엇인가를 심

사숙고해야 할 것이다. 총괄적으로 우리나라 에너지 정책을 다시 수립해야 하며, 향후 에너지원별 비중을 재조정해야 할 것이다.

1세대가 아닌 2, 3세대에 주력하되, 지자체들을 중심으로 추진하는 유채 재배 등의 사업은 지식경제부, 농림수산부 등 정부 부처 간에 협의하여 더욱 체계적으로 육성시키고, 폐목재 등 바이오매스를 활용한 바이오연료 생산, 폐식용유의 에너지 전환 시스템을 강화하는 등 친환경정책에 중점을 두는 것이 바람직하다고 판단한다. 인위적으로 재배면적을 확보하기 위해 해외로 진출하는 것은 국내의 상황을 오히려 악화시키는 것이 된다. 자국의 상황을 고려하여 형편에 맞는 수준에서 국내 자원을 최대로 활용하는 것이 국가경쟁력을 키우는 것이 된다.

현재 EU 국가들이 중점적으로 추진하는 2,3세대 바이오에너지 개발에 발맞추어, 국내 산업체들도 바이오에너지 생산 경쟁력을 갖추도록 연구 개발에 더욱 박차를 가해야 할 것이다. 정유사들도 탈 화석 연료시대를 대비하여 대체에너지 개발에 더 많은 투자를 해야 하며, 바이오연료부분에서는 1세대가 아닌 2,3세대 바이오연료에도 관심을 가졌으면 한다.

바이오연료보다는 우리나라의 지리적 여건 등을 고려한 다른 에너지원의 비중을 확대하는 것이 바람직하다고 생각하며, 이 시점에서 친환경적 에너지원에 대한 개념을 재정립시킬 필요가 있다고 본다.

맺는 말

1세대 바이오연료 보급 확대 중심의 에너지 정책은 수정되어야 한다. 해외농장개발의 지원제도는 현 시점에서 도입할 필요가 없으며, 사회편익분석이 비용보다 크다고 판단되지 않는 상황에서 인위적으로 바이오연

1세대 바이오연료 보급 확대 중심의 에너지 정책은 수정되어야 한다.

해외농장개발의 지원제도는 현 시점에서 도입할 필요가 없으며, 사회편익분석이 비용보다 크다고 판단되지 않는 상황에서 인위적으로 바이오연료 사용을 의무화 시키려는 RFS(Renewable Fuel Standard) 제도는 충분한 전 과정 평가 분석을 한 후에 판단할 사항이므로, 성급하게 적용할 단계는 아니라고 본다.

료 사용을 의무화 시키려는 RFS(Renewable Fuel Standard) 제도는 충분한 전 과정 평가 분석을 한 후에 판단할 사항이므로, 성급하게 적용할 단계는 아니라고 본다.

그러나 1세대 바이오연료 중 유희정작지 활용의 차원, 관광지 개발 등으로 자연스럽게 국내에서 이루어지고 있는 유채 재배 사업은 활성화시키고, 폐식용유, 폐목재 등을 이용한 에너지 생산 기술은 환경 친화적인 차원에서 더욱 집약화 시키고 개발할 필요가 있다고 본다.

2,3세대 바이오연료에 대해서는 EU의 동향 등을 참작하고, 연구 지원과 정책 개발을 더욱 강화할 필요가 있으며, 2세대인 수첨바이오디젤(HBD)의 연구도 집중할 필요가 있다고 본다.

정부는 에너지 보급 정책을 총괄적으로 판단하고, 바이오연료에 대해서는 국내의 여건을 고려하여 보급 계

획을 수정하면서, 전반적으로 대체에너지원별 비중을 재조정해야 할 것이다.

인류 문명의 발전은 에너지에 의해서 좌우되며, 한 국가의 원동력은 에너지에서 나온다. 에너지는 모든 삶의 근원이다. 삶의 근원이 너무 획일적이어서도 곤란하다. 부존자원이 부족한 우리나라이지만, 주된 에너지원의 선택을 국민 스스로가 할 수 있도록, 우리나라의 여러 가지 특성이 고려된 다양한 에너지원의 보급이 절실하다. 선택할 수 있는 사회적 분위기를 조성하고 주된 에너지원의 집중은 국가 에너지 정책과 국민의 선택으로 자연스럽게 이루어지길 바라는 것은 장밋빛 비전인가, 허구인가?

국민 스스로가 에너지를 절약하면서, 지역의 에너지원 확보를 위해서 노력하며, 폐자원을 활용하면서 에너지 민주주의를 함께 전개했으면 한다. ❖